

29157

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**VAGON İMALİNDE UYGULANAN**  
**KAYNAK YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ VE**  
**UYGUN YÖNTEMLERİN ÇIKARILMASI**

**Mak. Müh. Cemal ÇELİK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Nurullah GÜLTEKİN**

**İSTANBUL, 1993**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU**  
**DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Teşekkür :

Raylı taşıt teknolojisinin geliştiğı bu yıllarda kaynak ve vagon imalatı konusunda fikir sahibi olmamı sağlayan başta kıymetli hocam Prof. Nurullah GÜLTEKİN'e değerli yardımlarını esirgemeyen Türkiye Vagon Fab. A.Ş. Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanı Dursun Alay'a, Malzeme Daire Başkanı Nevzat Cengiz'e ve T.C.D.D. fabrikaları çeşitli kademelerinde bulunan personele teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Cemal Çelik



## İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa No :

Özet

Yabancı Dilde Özet

|        |                                                                                                                                          |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I-     | Giriş .....                                                                                                                              | I  |
| 2-     | Raylı Taşıt Tanıtımı ve İmalatındaki Farklılıklar                                                                                        | 3  |
| 3-     | Raylı Taşıtlarda Kullanılan Malzemeler .....                                                                                             | 7  |
| 3.I-   | Ana Malzemeler .....                                                                                                                     | 7  |
| 3.I.I- | Karbonlu Çelikler .....                                                                                                                  | 7  |
| 3.I.2- | Paslanmaz Çelikler .....                                                                                                                 | 7  |
| 3.I.3- | Alüminyum-Alüminyum Alaşımları ve Özellikleri ...                                                                                        | 7  |
| 3.2-   | Yardımcı ve İlave Malzemeler .....                                                                                                       | 12 |
| 4-     | Raylı Taşıtların İmalatında Paslanmaz Çelikler,<br>Alüminyum ve Karbonlu Çeliklerin Kullanımı<br>Birbirleri İle Karşılaştırılması .....  | 13 |
| 4.I-   | Çelik İle Alüminyum Arasındaki Esnek Bölgedeki<br>Şekil Değiştirme ve Ağırlık Farklılıkları .....                                        | 14 |
| 4.2-   | Verilen Bir Yüklemenin İncelenmesi .....                                                                                                 | 19 |
| 4.3-   | Verilen Bir Şekil Değiştirme Derecesinin İnce -<br>lenmesi .....                                                                         | 20 |
| 4.4-   | Eğilme İle Burkulma Zorlamalarının ve Ağırlık<br>Farklılıklarının İncelenmesi .....                                                      | 23 |
| 5-     | Raylı Araçların Yapımında Paslanmaz Çeliklerin<br>Kullanılması .....                                                                     | 30 |
| 5.I-   | Raylı Taşıt Araçları Yapımında Kullanılan Pas -<br>lanmaz Çelik Türleri ve Birleştirme Teknikleri                                        | 31 |
| 5.2-   | Ülkemizde Üretilecek Raylı Taşıt Araçlarında<br>Paslanmaz Çelik Kullanımının Getireceği Faydalar                                         | 33 |
| 6-     | Demiryol Taşıtlarında Kullanılan Alüminyum Ala -<br>şımlarının Kaynak Kabiliyeti ve Sorunlarının<br>Çelikler İle Karşılaştırılması ..... | 34 |
| 6.I-   | Al Alaşımlarının Kaynağında Malzeme Sorunları                                                                                            | 34 |
| 6.2-   | Isı Etkisi, Kendini Çekme ve Kalıntı Gerilmeler                                                                                          | 42 |
| 7.     | Raylı Taşıt İmalatında Kullanılan Kaynak Yöntem -<br>leri .....                                                                          | 44 |
| 7.I-   | Kaynak Yöntemi Seçiminde Kriterler .....                                                                                                 | 44 |
| 7.2-   | Raylı Taşıtlarda Uygulanan Kaynak Yöntemleri....                                                                                         | 48 |
| 7.2.I- | Örtülü Elektrodlarla Kaynak .....                                                                                                        | 48 |

|        |                                                                                                                   |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.2.2- | Gaz Ergitme Kaynağı .....                                                                                         | 50  |
| 7.2.3- | Gaz Altı Kaynak Yöntemleri .....                                                                                  | 50  |
| 7.2.4- | Toz Altı Kaynak Yöntemleri .....                                                                                  | 52  |
| 8-     | Demiryolu Taşıtlarının Konstrüksiyonlarında<br>Kaynak Deformasyonları .....                                       | 54  |
| 8.1-   | Montaj Sırasında Boyut Değişimi ve Fiziksel Esas                                                                  | 54  |
| 8.2 -  | Raylı Taşıtlarda Kullanılan Parçalarda Oluşabi-<br>lecek Çekme ve Çarpılma Çeşitleri .....                        | 56  |
| 8.3-   | Montaj Sırasında Oluşan Kaynak Deformasyonları                                                                    | 57  |
| 8.4-   | Kaynak Sırası ve Deformasyon .....                                                                                | 59  |
| 9-     | Raylı Araç Konstrüksiyonları .....                                                                                | 61  |
| 10-    | Raylı Taşıtların Kaynaklı İmalatında Dizayn Esas-<br>ları ve Kaynaklı İmalatta Uyulması Gereken<br>Kurallar ..... | 70  |
| 10.1-  | Raylı Taşıtlarda Kaynak Ağızlarının Hazırlanma -<br>sında Boyutlar ve Toleranslar .....                           | 74  |
| 10.2-  | Raylı Taşıtlarda Uygulanan Köşe ve Alın Dikiş -<br>lerinin Tasarımı ve Değerlendirilmesi .....                    | 100 |
| 10.3-  | Raylı Taşıtlarda Uygulanan Köşe ve Alın Dikiş -<br>lerinin Kalite Çeşitlerinin Belirtilmesi .....                 | 127 |
| 11-    | Raylı Taşıtların İmalatında Uygulanması Gereken<br>Kaynak Metodları .....                                         | 135 |
| 11.1-  | Geri Adım Metodu .....                                                                                            | 135 |
| 11.2-  | Blok Metodu .....                                                                                                 | 136 |
| 11.3-  | Karşılıklı Atlamalı (Şaşırtma) Metodu .....                                                                       | 137 |
| 12-    | Raylı Taşıtlarda Kaynak Sırası Dizaynı .....                                                                      | 138 |
| 12.1-  | Kaynak Sırası Dizaynının Amacı .....                                                                              | 138 |
| 12.2-  | Kaynak Sırasının Tesbitinde Genel Esaslar .....                                                                   | 139 |
| 12.3-  | Raylı Taşıtların Çeşitli Bölümlerine Ait Kaynak<br>Uygulamaları .....                                             | 146 |
| 13.    | Sonuç .....                                                                                                       | 167 |
|        | Kaynaklar .....                                                                                                   | 171 |

## ÖZET

Günümüzde raylı taşıt araçları kentiçi, kentlerarası ve ülkeler arası taşımacılıkta, özellikle yolcu taşımacılığında hava, deniz ve karayolları ile rekabet etmek zorundadır. Bu rekabetin raylı taşıtlar lehine gelişmesi bu taşıtların daha güvenilir, daha konforlu güzel görünümlü ve daha hızlı olmalarını gerektirir.

Gelişmiş ülkelerde son yıllarda üretilmekte olan yüksek hızlı trenlerde özellikle dış kısımlarda paslanmaz çelik, alüminyum ve kompozit malzemeler yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu şekilde taşıt ağırlıkları büyük bir oranda azalıp buna paralel olarak hız artacaktır. Ayrıca korozyona karşı olan dayanımlarından dolayı uzun bir müddet bakım gerektirmemektedir.

Aynı düşünüş tarzı yolcu taşımacılığı dışında yük ve benzeri taşımacılık alanlarındaki taşımacılığın, gelişmiş ülkelerdeki taşımacılık ile kıyaslanmayacak oranlarda olduğu gerçeği konuyu ayrıca güncelleştirmektedir.

Demiryolu taşıtlarının gelişen teknolojiye ayak uydurabilmesi için alternatif malzemeleri kullanmaktan kaçınmak gerekir. Malzemelerin konstrüksiyonlarına en uygun konstrüksiyonları çıkarıp bu konstrüksiyonlara göre emniyet koşullarından özveride bulunmadan uygun kaynak yöntemi seçilerek mukavemeti arttırılır. En uygun konstrüksiyon seçimi aynı zamanda oluşabilecek titreşim ve deformasyonların minimuma inmesini sağlar. Bu kriterlere bir bütünlük oluşturmaları bakımından montaj sürecinde en uygun montaj ve kaynak sıraları belirlenmelidir. Böylece taşıt imalatındaki emniyet maksimuma çıkmış olacaktır.

## SUMMARY

Railroad transportation vehicles have to compete with airways, maritime and highway transportation especially in passenger transportation in the transportation of town planner, interurban and international roads. In favour of railroad vehicles, in this competition needs reliability, comfort, fine desinging, beauty and speed.

In last years, stainless steel, aluminum and composite materials have been specially used outside of speedy trains which are produced in developed countries. So, weight of the vehicle will be decreased and speed will be increased. In addition to this, no necessity to maintenance because of corrosion durability of them.

With the same way of thinking, this conditions are same in cargo lines and the others.

New materials will have to use in order to catch up the ultimate technology in railroad vehicles.

Suitable welding method will choice to increase of the endurance and suitable forms of materials must be choice of the construction. The best choice of the construction provides minimum vibration and deformation can be formed. The best suitable assemblage and welding turns must be clarified in assembling time for the formation of totality with these criteria. Thus, confidence will be maximum in vehicle production.

## I. GİRİŞ

Teknikte sürekli gelişmeler, raylı araçlar gibi kaynaklı konstrüksiyonlarda kullanılan ana malzemelere de yeni likler getirmekte, bu süreçte kaynak tekniği büyük ölçüde rol oynamaktadır.

Lokomotifin keşfi ile başlayan imalatla karbonlu çelik tercihi, çeşitli faktörlerin etkisi ile alternatifleri gündeme getirmiştir. Çeliğin ağırlığı, korozyona karşı zayıf direnci, emek yoğun şekillendirme tekniği taşıtlarda değişmez yapı malzemesi özelliğini olumsuz etkilemektedir. Özel - likle ; ağır ertamlarda işletilen raylı taşıtların bakım-onarım maliyetleri, imalat kolaylıkları yanında daha da önem kazanmıştır. Alternatif malzemeleri başında paslanmaz çelik, alüminyum ve kompozit malzemeler gelmektedir.

Dünya ulaşım sistemlerine bakıldığında; yolcu ve yük taşımacılığında demiryolları hat kapasitesi, arazi işgali, petrole bağımlı olmaması gibi nedenlerden dolayı ülke ekonomisi ve çevre sağlığı açısından bu gün artık gözardı edilemez avantajlara sahip bulunmaktadır. Yine ilişkilerini daha da geliştirmek isteyen ülkemizin bu şartlara göre ulaşımını yön vermesi kaçınılmaz olmuştur. Avrupa ülkelerinin tek pazar devleti yaratmaları aşamasında ilk ele aldıkları nokta, birbirleri arasında hızlı ve ekonomik ulaşımı sağlamak amacıyla hızlı tren projelerini uygulamak olmaktadır.

Taşımacılığın olumsuz dış etkileri; başta hava kirliliği olmak üzere gürültü ve yer işgali olarak tanımlanabilir. Hava kirliliğinin sebebi genelde benzinli ve dizel makinalardan çıkan gazlardır. Karayolu taşımacılığı, taşımacılık sektörünün yarattığı hava kirliliğinin % 90'ını yaratmaktadır. Yer işgali söz konusu olduğunda da demiryolları alan ve kapasite açısından karayolları ve havayolları taşımacılığına kıyasla daha ekonomiktir. Aynı miktarda yolcu ve yük taşıyabilmek için çeşitli taşımacılık türleri değişik miktarlarda enerji kullanmaktadır. Demiryolları teknik özellikleri sayesinde enerji tüketimi açısından da çok ekonomiktir. Diğer önemli husus ise demiryolu yapım

maliyetleri, karayolları yapım maliyetine göre daha ucuz ve demiryolunun ömrü karayoluna göre daha uzundur.

Değişen dünya şartları insanların daha kısa bir süre içinde daha emniyetli, daha konforlu yolculuk yapma imkânını zorlamıştır. Demiryol araçlarının diğer ulaşım araçları ile rekabet edebilmesi demiryol araçlarının gelişmesi ile mümkün olacaktır. Bu imkânı verebilecek herçeşit teknolojik gelişmeye, herçeşit malzemenin kullanılmasına açık olmak gerekir.



## 2. Raylı Taşıt Tanıtımı ve İmalatındaki Farklılıklar

İki ray arasında çalışan demiryol taşıtlarında çeken araç lokomotif ve çekilen araç vagonlardan meydana gelen kompozisyona tren adı verilir. Trenleri oluşturan vagonları aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Yolcu Vagonu       | 6. Banliyo Vagonu   |
| 2. Yemekli Vagon      | 7. Hızlı Yük Vagonu |
| 3. Lüks Yataklı Vagon | 8. Yavaş Yük Vagonu |
| 4. Pulman Vagon       | 9. İmdat Vagonu     |
| 5. Posta Vagonu       | 10. İş Vagonu       |

Bunlardan birisi olan yolcu vagonlarının bazı konstrüktif özellikleri şunlardır:

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Tampon üzerindeki boy    | 23 000 mm.     |
| Vagon genişliği          | 2 912 mm.      |
| Ray üzerinden yüksekliği | 3 920 mm.      |
| Boji eksen uzaklığı      | 15 500 mm.     |
| Boji dingil uzaklığı     | 3 000 mm.      |
| Vagon iç genişliği       | 2 759 mm.      |
| Pencere genişliği        | 1 100 mm.      |
| Ağırlığı                 | 36 000 kg.     |
| Hız                      | max. 120 km/h. |

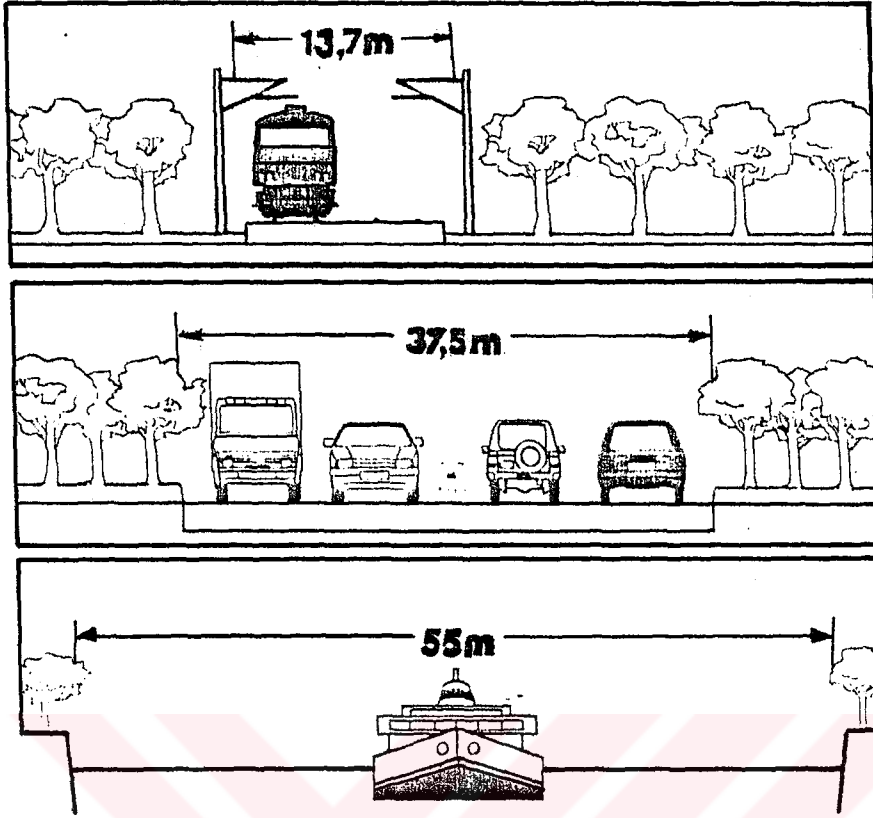
Aşağıda demiryol taşıtlarının diğer taşıtlarla mukayese-i çeşitli bakımlardan incelenerek resimlendirilmiştir.

Şekil 1 : Gerekli olan yol sarfiyatı

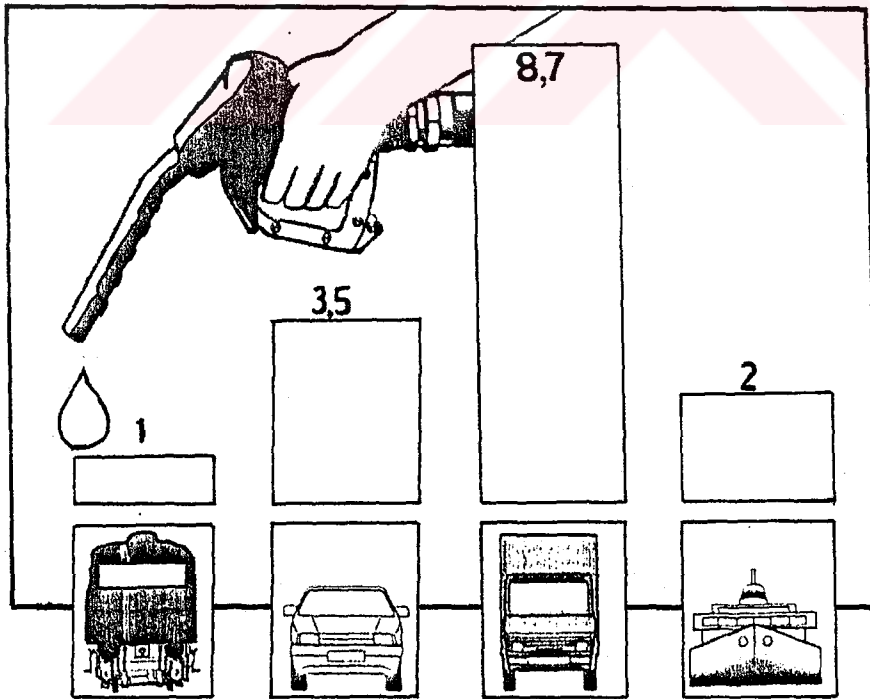
Şekil 2 : Yakıt sarfiyatı

Şekil 3 : Kaza oranları

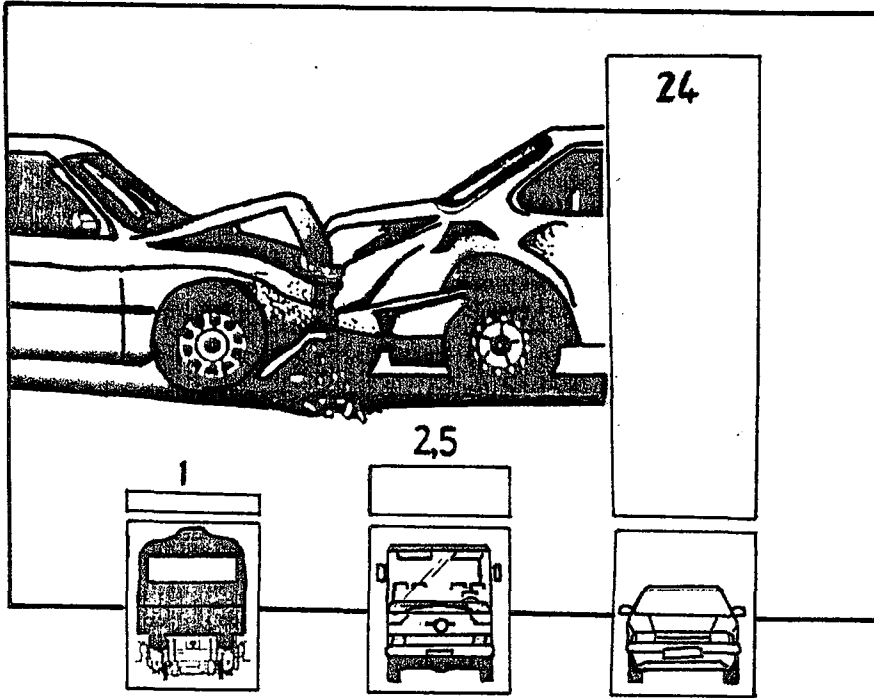
Şekil 4 : Egzos gazı oranları karşılaştırılmıştır.



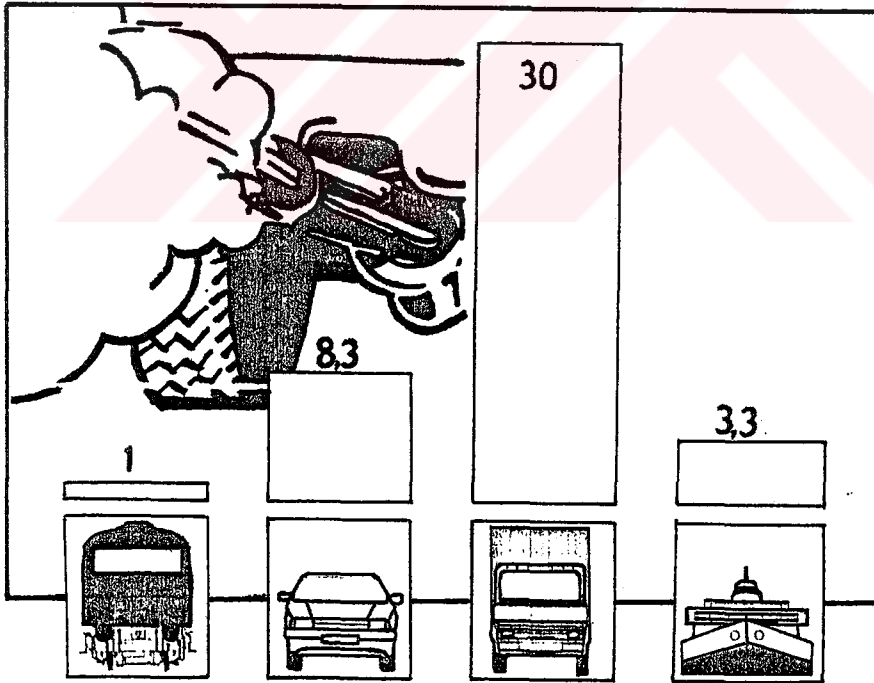
Şekil 1 : Gerekli olan yol sarfiyatı bakımından mukayes



Şekil 2 : Yakıt sarfiyatı bakımından mukayese



Şekil 3 : Kaza oranları bakımından mukayese



Şekil 4 : Egzos gazı bakımından mukayese

Şekillerden de anlaşılacağı gibi demiryol taşımacılığı birçok bakımdan öteki taşımacılıktan avantajlıdır. (31)

Günümüzde raylı taşıt araçları kentiçi, kentlerarası ve ülkeler arası taşımacılıkta, özellikle yolcu taşımacılığında hava, deniz ve karayolları ile rekabet etmesi bu taşıtların daha güvenilir, daha konforlu, güzel görünümü, ekonomik ve hızlı olmalarını gerektirir.

1973 yılından itibaren bütün dünya ülkelerinde petrol krizi ile birlikte ivmelenen demiryolu yatırımları hızlanarak devam etmektedir. 1990 yılında demiryollarına yatırılan 60 milyar US dolarının yakın gelecekte katlanarak büyüyeceği, sektörün lider konumuna geleceği tahmin edilmektedir.

Özellikle son yıllarda hizmete girmiş olan hızlı trenlerle demiryolu taşımacılığında yeni bir reform yapılmış olup bu sektöre verilmesi gereken ağırlığı daha da arttırmıştır.

Dünya üzerinde kullanılan raylı taşıt araçlarının yapıları incelendiğinde genellikle üç türde dizayn ve imalat ile karşılaşılır. Bunlar;

1. Bojilerin, taşıyıcı elemanların, iç takviyelerin karbonlu ve az alaşımlı çeliklerden yapılmasına karşın dış kısımların paslanmaz çelik saçlardan kempozit olarak yapıldığı konstrüksiyonlar.

2. Bojilerin çelik, taşıyıcı elemanların ve iç takviyelerin alüminyum alaşımları ile dış kısımlarda özel olarak geliştirilmiş ve dizayn edilmiş alüminyum malzemelerden yapılır.

3. Bojilerin, taşıyıcı elemanların, iç takviyelerin karbonlu ve az alaşımlı çeliklerden, vagon dış yapısında aynı tür malzemelerin I veya I,5 mm. kalınlığındaki saçlardan yapıldığı konstrüksiyonlar. Ülkemizde imal edilen raylı taşıtlar bu şekilde üretilmektedir.(16)

### 3. RAYLI TAŞITLARDA KULLANILAN MALZEMELER

#### 3.1. Ana Malzemeler :

Gelişmiş olan ülkeler teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak raylı taşıtların imalatında karbonlu çeliğe alternatif olarak paslanmaz çelikler, alüminyum, kompozit malzemeleri kullanmaya başlamıştır. Kompozit malzemelerin kaynak ile direk ilgisi olmadığından ilk üç malzemeye yer vereceğiz. Özellikle paslanmaz çelikler ve alüminyum malzemelerin raylı taşıt imalatında kullanımı ülkemizde yapılmadığından bu iki malzemenin alternatif malzeme olabileceği detaylarıyla anlatılıp üzerinde bilhassa durulacaktır.

##### 3.1.1 Karbonlu Çelikler :

Raylı taşıt imalatında kullanılan alaşımsız karbonlu çelikler genellikle St 37, St 42, St 44'tür. Tablo I'de bu malzemelerin kaynak için bilinmesi gereken dayanım değerleri gösterilmiştir.

##### 3.1.2 Paslanmaz Çelikler :

Raylı taşıt imalatı için en uygun paslanmaz çelik türlerinin başında Krom - Nikel - Titanyumlu ve Krom Manganlı (son yıllarda geliştirilmiş) östenitik paslanmaz çelikler gelmektedir. Ancak % 17 kromlu paslanmaz çeliklerin kullanımında hızla artmaktadır. Tablo 2'de raylı taşıt imalatında kullanılan paslanmaz çeliklerin dayanım değerleri gösterilmiştir.

##### 3.1.3 Alüminyum - Alüminyum Alaşımları ve Özellikleri

Demiryol taşıtlarında kullanılan alüminyum alaşımları tablo 3'de gösterilmiştir. (23,24,25)

Alüminyum özgül ağırlığı  $2.7 \text{ g/cm}^3$ , elastiklik modülü  $70.000 \text{ N/mm}^2$  dir. Periyodik tabloda Na ile aynı yatay çizgiyi paylaşan alüminyumun atom numarası 13 atom ağırlığı

| İşareti  | Malzeme No | DIN   | C    | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Akma 2<br>N/mm <sup>2</sup> | Çekme 2<br>N/mm <sup>2</sup> | Uzama % |
|----------|------------|-------|------|----|----|----|----|----|-----------------------------|------------------------------|---------|
| USt 37-2 | 1.0036     | 17100 | 0.17 | -  | -  | -  | -  | -  | 235                         | 360-470                      | 26      |
| St 37.3  | 1.0116     | 17100 | 0.17 | -  | -  | -  | -  | -  | 253                         | 360-470                      | 26      |
| St 42    | 1.0042     | 17100 | 0.19 | -  | -  | -  | -  | -  | 250                         | 400-510                      | 24      |
| St 44-2  | 1.0044     | 17100 | 0.21 | -  | -  | -  | -  | -  | 275                         | 430-540                      | 22      |

Tablo 1- Demiryol Taşıtlarında Kullanılan Çelikler

| İşareti     | Malzeme No | DIN    | C    | Si | Mn  | Cr        | Ni      | Mo | Akma 2<br>N/mm <sup>2</sup> | Çekme 2<br>N/mm <sup>2</sup> | Uzama % |
|-------------|------------|--------|------|----|-----|-----------|---------|----|-----------------------------|------------------------------|---------|
| X5CrTi12    | 1.4512     | SW 400 | 0.30 | -  | 1.0 | 10.5-12.5 | 0.5     | -  | 260                         | 400-600                      | 30      |
| X12CrNi17 7 | 1.4310     | SW 400 | 0.12 | -  | 2.0 | 16.0-18.0 | 7.0-9.0 | -  | 350                         | 700-950                      | 45      |

Tablo 2- Demiryol Taşıtlarında Kullanılan Paslanmaz Çelikler



27 olup tek izotoplu bir malzemedir. Günümüzde en çok kullanılan alüminyum alaşımlarını Sodyum periyodunda sırasını paylaştığı Lityum, Mg, Si, Cu oluşturur.

660 °C'de ergiyen alüminyum ön alaşımlarla nihai bileşimine ulaştırılır. Alüminyuma alaşımlama tekniği, büyük ölçüde oksidasyon kontrolüne bağlıdır. Oksijenin ergitme, dövme ve her türlü şekil verme işlemlerine olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çeşitli alüminyum alaşımlarının ilavesi ve ısı işlemleriyle alüminyumun orta karbonlu takım çelikleri düzeyinde mukavemeti arttırılabilir.

Değişik yarı mamül (alüminyum profil, beru ve sac) üreten kuruluşların çoğu kez sertleştirme işlemini birbirine uymayan şartlarda gerçekleştirdikleri gözlenmiştir. Özellikle korozyonun engellenmesi açısından, konuyla ilgili olarak yapılan deneysel bir araştırmada AlZn4, 5MgI, F32 ve F36 alaşımlarında MIG kaynağı ile hazırlanan deney parçaları kullanılmıştır. Bu alaşımların seçilmesinin nedeni, diğer alüminyum alaşımlarının hepsinden daha yüksek statik ve dinamik zorlamalı konstrüksiyonlarda tercih edilmesidir.

- a) Oda sıcaklığında 3 gün - 120 °C'da 24 saat
- b) Oda sıcaklığında 7 gün - 120 °C'da 24 saat
- c) Oda sıcaklığında 7 gün - 130 °C'da 24 saat
- d) Oda sıcaklığında 7 gün - 90 °C'da 12 saat
- e) Oda sıcaklığında 7 gün - 180 °C'da 10 dakika
- f) Oda sıcaklığında 7 gün - 90 °C'da 8 saat - 145 °C'da

16 saat. (5)

Bu deneyler sonunda, özellikle tabakalar halinde oluşan korozyona, en etkin şekilde d) ve f)'de belirtilen ısı işlemlere tabi tutulmuş parçalarda mani olduğu saptanmıştır. Delayısıyla AlZn4,5MgI- F32 - F36 alaşımlarının kullanıldığı kaynaklı konstrüksiyonlarda kaynaktan sonra mutlaka d) ve f)'deki gibi bir ısı işlem uygulanması önerilmektedir. AlZn4,5MgI alaşımının geliştirilmesi üretim tekniği için çok faydalı olmuştur. Zira ısı işlem sonunda sertleştirilmiş bu alaşımın dayanım değerleri table 4' de

görüleceği gibi St 37 yapı çeliğinkilerle hemen hemen aynıdır.

#### KİMYASAL BİLEŞİM/ MEKANİK ÖZELLİKLER

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| Kimyasal bileşim | Zn : 4.0 - 5.0               |
| % olarak         | Mg : 1.0 - 1.0               |
|                  | Mn : 0.1 - 0.5               |
|                  | Cr : 0.1 - 0.25              |
|                  | Ti : 0.01- 0.10              |
|                  | Al : Artta kalan             |
|                  | Fe : max. 0.5 Müsaade edilen |
|                  | Si : max. 0.5 katkı maddeler |
|                  | Cu : max. 0.1 ri             |

| <u>Dayanım değerleri</u> | <u>AlZn 4.5 Mg I</u>       | <u>St 37</u>          |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|
| AKMA SINIRI              | 280 340 N/mm <sup>2</sup>  | 240 N/mm <sup>2</sup> |
| ÇEKME DAYANIMI           | 360 400 N/mm <sup>2</sup>  | 370 N/mm <sup>2</sup> |
| UZAMA                    | 100 12 %                   | 23 %                  |
| BRİNEL SERTLİĞİ          | 80 110 daN/mm <sup>2</sup> | 110 daN/mm            |

Tablo 4. AlZn 4.5 Mg I alaşımının kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleriyle bu mekanik özelliklerin St 37 yapı çeliğin değerleriyle karşılaştırılması

Tablo 4 'de kimyasal bileşimi verilmiş olan bu alaşımın geliştirilmesi diğer alaşım sistemlerinde şimdiye kadar elde edilemeyen sertleştirilebilirlik ve kaynak edilebilirlik özelliklerinin bir arada olması dolayısıyla, alüminyum alanında en başarılı buluşlardan biri olmuştur. (16)

### 3.2. Yardımcı ve ilave malzemeler :

Kaynak işlemleri ilave malzemeli ve ilave malzemesiz olarak yapılabilmektedir. Bunun dışında, gerek kaynak dikiş kalitesinin iyileştirilmesi ve gerekse bazı durumlarda kaynak işlemini mümkün hale getirebilmesi veya kolaylaştırması için bazı yardımcı malzeme ve ortamlara gereksinme duyulmak tadır. Metallerin birleştirilmesinde yararlanılan başlıca malzeme ve ortamlar şunlardır. Örtü,öz, toz, curuf, pasta, gaz ve vakum. Bu ilave malzeme ve ortamlar başlı başına kullanılabildiği gibi, bunların kombinezonlarından da yararlanılabilir.

#### 4. RAYLI TAŞITLARIN İMALATINDA PASLANMAZ ÇELİKLER, ALÜMİNYUM ve KARBONLU ÇELİKLERİN KULLANIMI BİRBİRLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI :

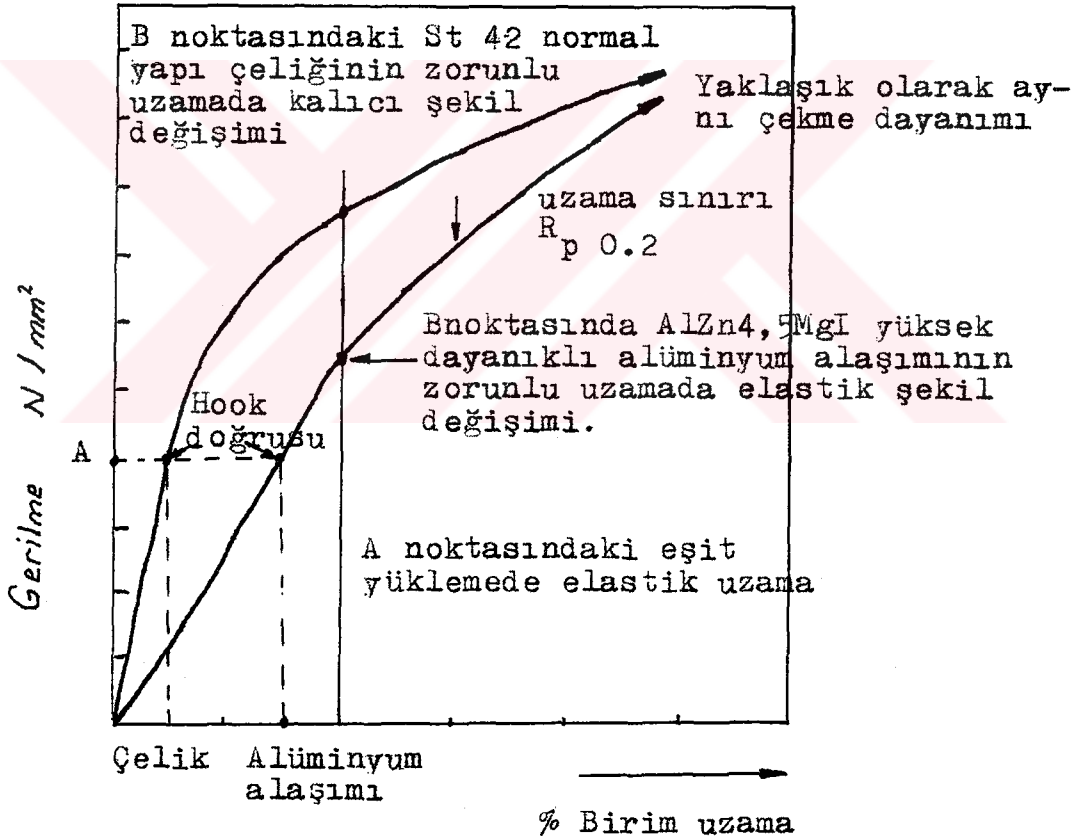
Bu bölümde, özellikle ülkemizde alternatifsiz olarak kullanılan alaşımsız çeliklere, alüminyum alaşımları ve paslanmaz çeliklerin nasıl alternatif malzeme olarak gündeme geleceği anlatılacaktır. Bilhassa alüminyum alaşımlarının ve paslanmaz çeliklerin daha pahalı görünmesine rağmen gerek dayanım gerekse estetik ve ağırlık bakımından nasıl alternatif olabileceği belirtilecektir.

Son yıllarda, raylı taşımacılığın diğer taşıma sistemlerine karşı direnebilmesi amacıyla gelişmiş olan ülkeler raylı taşıtların yüksek hız yapabilmeleri ve daha konforlu yolculuk imkanı sağlayabilmek için alternatif malzemelere büyük bir oranda yer vermişlerdir.

İlk bakışta alüminyum gibi yumuşak bir malzemenin yüksek dayanım gerektiren demiryol taşıtlarında kullanılması sakıncalı görülsede detaylı olarak izah edilmiş olduğu gibi bu taşıtların imalatında kullanılmasında hiçbir sakınca olmadığı anlaşılmıştır.

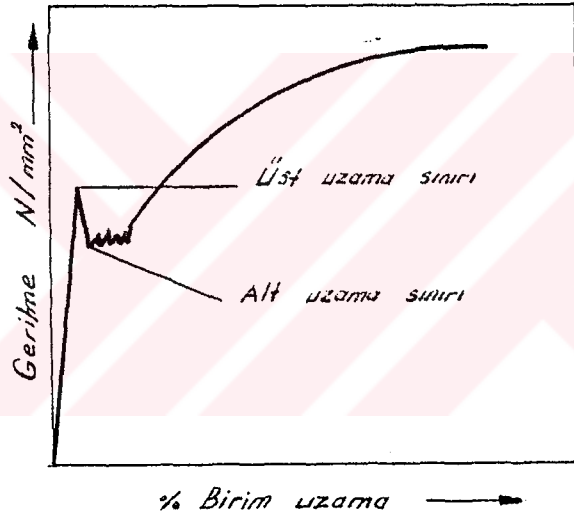
#### 4.I. Çelik İle Alüminyum Arasındaki Esnek Bölgedeki Şekil Değiştirme ve Ağırlık Farklılıkları :

Bilindiği üzere konstrüksiyonların boyutlandırılmasında yükleme sınırlarını belirleyen ve özellikle çekme deneyi ile saptanan dayanım büyüklüklerinden yararlanılır. Bunların başlıcaları, plastik bölgeye yeterince girişi karakterize eden akma dayanımı sınırı ile  $\sigma$ - $\epsilon$  diyagramlarında en yüksek gerilmeyi gösteren çekme diyagramıdır. Çelik ve alüminyum alaşımları için çekme zorlamaları altında  $\sigma$  akma gerilmesinin  $\epsilon$  birim uzama ile kopmaya kadar değişimi şekil 5'de gösterilmiştir.



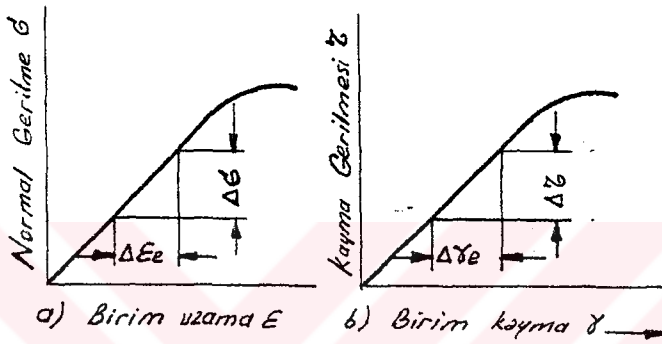
Şekil 5 : St 42 yapı çeliği ile AlZn4,5 MgI (7020) yüksek dayanımlı alüminyum alaşımının gerilme-birim uzama eğrisinin karşılaştırılması.

Burada ayrıca çelik ve alüminyum alaşımları için iki gerilme - uzama eğrilerinin esnek (elastik) bölgeleri gösterilmiştir. Diğer bir deyişle St 42 yapı çeliği ile AlZn4,5-Mg1 (7020) yüksek dayanımlı alüminyum alaşımının gerilme - birim uzama eğrileri karşılaştırılmıştır. Her iki malzemenin elastiklik modulleri hemen hemen aynı büyüklükte olduğundan, saf alüminyum ile alüminyum alaşımı arasında genellikle hiç bir fark yoktur. Alüminyumda, çeliğe oranla diğer bir özellik daha gözlenir : Yumuşak bir hadde çeliğinin, örneğin St42'nin gerilme - birim uzama eğrisi dikkatle izlendiğinde akma bölgesinde kısa bir süre için şekil değiştirme direncinin azaldığı, "alt" ve "üst" olmak üzere iki akma sınırının olduğu görülür (Şekil 6 ).



Şekil 6 Belirgin akma sınırı görülen St 42'nin gerilme-birim uzanım eğrisi.

Alüminyumda bu olay meydana gelmez. Anılan akma sınırları, yürütülen esas fikir ve sürdürülen yorumlar için pek önemli olmadığından şekil 5 'de gösterilmemiştir. Ancak herşeyden önce önemli olan konu Hook doğrusunun bir metalik malzemenin esnek şekil değiştirdiğini ve bunun alüminyuma oranla çelikte üç kez daha dikey olduğunu göstermesidir. Normal gerilme ile elastik birim uzama arasındaki orantı katsayısı (şekil 7 )



Şekil 7 Elastiklik modülünün (E) ve kayma modülünün (G) tanımı

$$\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon_e} = E \quad (1)$$

elastiklik modülü, kayma gerilmesi ile elastiklik birim kayma arasındaki ise

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta \gamma_e} = G \quad (2)$$

kayma modülü olarak adlandırılır.

$$a) E = \Delta \sigma / \Delta \epsilon_e \quad (3)$$

$$b) G = \Delta \tau / \Delta \gamma_e \quad (4)$$

Gerilme ve birim uzama farkları yerine bunların mutlak değerleri alınırsa HOOKE kanunu elde edilir :

$$G = E \cdot \epsilon_e \quad \text{ve} \quad \gamma_e = G \cdot \gamma_e \quad (5) (6)$$

Birim uzama ve birim kayma boyutsuz büyüklükler olduklarından, elastiklik ve kayma modüllerinin birimi gerilme ile aynıdır. Bu büyüklükler malzemenin "yay katsayısı" olarak düşünülebilir. Teknikte kullanılan metaller için elastiklik modülü  $16 \text{ kN/mm}^2$  (kurşun) ve  $450 \text{ kN/mm}^2$  (molibden) değerleri arasındadır.

Tek eksenli gerilme altındaki bir parça gerilmeye dik doğrultuda da şekil değiştirmek zorundadır (şekil 8) Böylece elde edilen

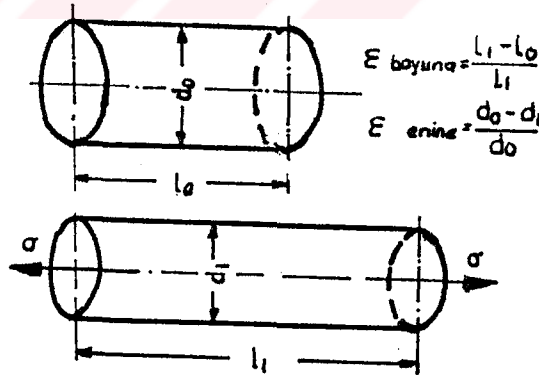
$$\mu = \frac{\epsilon_{\text{enine}}}{\epsilon_{\text{boyuna}}} \quad (7)$$

oranı POISSON -sayısı diye anılır.

Metallerin büyük çoğunluğunun elastik şekil değişimindeki POISSON sayısı yeterli yaklaşıklıkla 0,3 alınabilir.

Elastiklik modülü, kayma modülü ve poisson sayısı arasında şu bağıntı vardır:

$$E = 2(1 + \mu) \approx 2,6 \cdot G \quad (8)$$



Şekil 8 : Boyuna uzama ve enine kısalma (daralma)

Elastiklik modülünün sabit kaldığı doğrusal elastikliğin yanında, ender de olsa bazı metallerde ve özellikle metal olmayan malzemelerde doğrusal olmayan elastik davranışlar görülür. Böyle malzemeler için Hooke kanunu geçerli değildir. Bu durumda elastiklik modülü gerilme ve dolayısıyla birim şekil değişimine bağlıdır. Elastiklik modülü Hooke doğrusunun eğimini verdiğinden çelik (  $E_{\text{çel}} = 21 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$  ) alüminyumunkinin (  $E_{\text{al}} = 7 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$  ) üç katında bir elastiklik modülüne sahiptir. (I) formülüne göre

$$\text{Elastiklik modülü} = \frac{\text{Normal gerilme}}{\text{Elastik birim uzama}} \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{dir.}$$

Buradanda

Elastik birim uzama % olarak =

$$= \frac{(\text{Yük altındaki uzunluk}) - (\text{ölçü boyu})}{\text{Ölçü boyu}} \cdot 100$$

elde edilir.

Bunun anlamı şudur : Şayet yük altında elastik uzama nedeniyle deney parçasının uzunluğu ölçü boyunun iki katına çıkarsa, uzamanın % 100 veya 1 değerindedir denir.

Örneğin,  $7 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$  'lik elastiklik modülüne sahip bir alüminyum malzemenin % 100'lük bir elastik uzama gösterebilmesi, yani deney çubuğunun ölçü boyunun iki katına çıkarılabilmesi için, deney çubuğunun sözü edilen değerdeki bir çekme yüklemesinin etkisinde bulunması zorunludur. Bu durumda alüminyum deney çubuğu esnek davranımdan yorgunluk davranıma geçeceği, daha doğrusu deney çubuğunda kesinlikle plastik bir akma başlayacağı ve bunun sonucunda da bu kopacağı için böyle bir deney ancak olarak yapılabilir. Bu nedenle söz konusu metalik malzemeler birbirleriyle karşılaştırıldıklarında verilen bir yüklemeyi mi, yoksa verilen bir şekil değiştirme derecesini mi esas olarak almak gerektiğini bilmek önemli olduğu kadar zorunludur. Bu soruları tipik örnekler vererek cevaplandıralım :

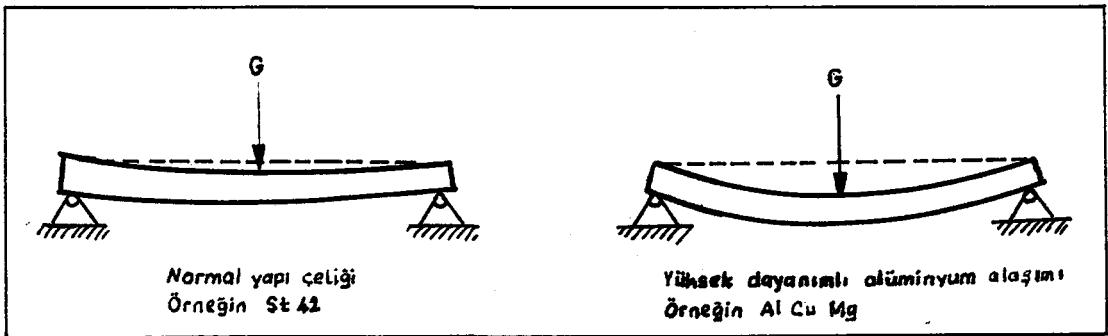
#### 4.2. Verilen Bir Yüklemenin İncelenmesi :

Bir köprünün merkezi olarak belirli bir yüklemenin etkisinde kaldığını düşünelim. Söz konusu köprünün önce yapı çeliğinden (St 42'den) ondan sonra ise ısıtıl işlem ile çökelme sertleştirilmesi oluşturulmuş bir AlZn4,5MgI (7020) yüksek dayanımlı alüminyum alaşımından yapılmış olduğunu kabul edelim. Her iki metalik malzeme yaklaşık olarak aynı kopma dayanımına (400 ile 450 N/mm<sup>2</sup>) sahip olmalarına rağmen, bunların aralarında yine de büyük bir farklılık vardır. Bunun esas nedeni de anılan metalik malzemelerin elastiklik modüllerinin üç katındaki katsayı farkıdır.

Bu da her iki malzeme aynı yüklemenin etkisinde kalırsa alüminyumda çeliğe oranla üç kez daha büyük esnek (elastik) uzama gösterir.

Yapının bir köprü olduğunu varsayarsak, burada kullanılan kirişler aynı boyutlarda olmak koşuluyla alüminyum köprüde bir çelik köprüye oranla üç kez daha büyük eğilme miktarı (sehim) oluşur. Zira eğilme yüklemelerinde sehim elastiklik modülüne göre ters orantılıdır (şekil 9 ).

Anılan sehim istenilmemektedir. Zira bu durumda konst - rüksiyonun kaynak dikişleri kayma kuvvetlerinin etkisinde kalmakta ve ayrıca köprünün titreşimide aşırı derece büyük olmaktadır. Bu durum söz konusu edilen şekil 5 'deki heriki malzemenin gerilme-birim uzama eğrilerinden de izlenebilir.



Şekil 9 : Çelik ve alüminyum arasındaki değişik şekil değiştirme özelliklerinin incelenmesi.

Şayet kesik çizgilerle belirtilen doğrultu sağa doğru izlenecek olursa, verilen belirli bir yüklemede, örneğin  $200 \text{ N/mm}^2$  (Anoktasında) hakikaten alüminyum çeliğe oranla üç kez daha fazla esnek (elastik) bir uzama içerdiğini görmüş oluruz. Diğer bir deyişle alüminyumun çeliğe oranla üç kez daha küçük değerinde olan elastiklik modülü konst - rüksiyonun rijitliğini etkiler. Bu da uzama, sehim ve kararlılık ile ilgili ilişkilerin başka olduğunu ifade eder.

Nitekim çeşitli şartnamelerle çoğukez sehimin maksimum değeri önceden sınırlandırıldığından, söz konusu edilen alüminyumun küçük atalet momentinden ileri gelen dezavantaj, ancak konstrüksiyona uygun bir dizayn vererek ve malzemedan daha iyi yararlanılarak giderilebilir. Bununla ilişkili olarak da aynı statik bir sistemde alüminyum ve çelik kirişlerde eşdeğer bir sehim elde edebilmek için çeliğin elastiklik modülünün alüminyumun elastiklik modülüne oranı gözönünde tutularak alüminyum kirişi için kesinlikle daha büyük bir atalet momenti seçmek gerekir, şöyle ki :

$$I_{al} = \frac{E_{\text{çe}}}{E_{al}} I_{\text{çe}} \quad (9)$$

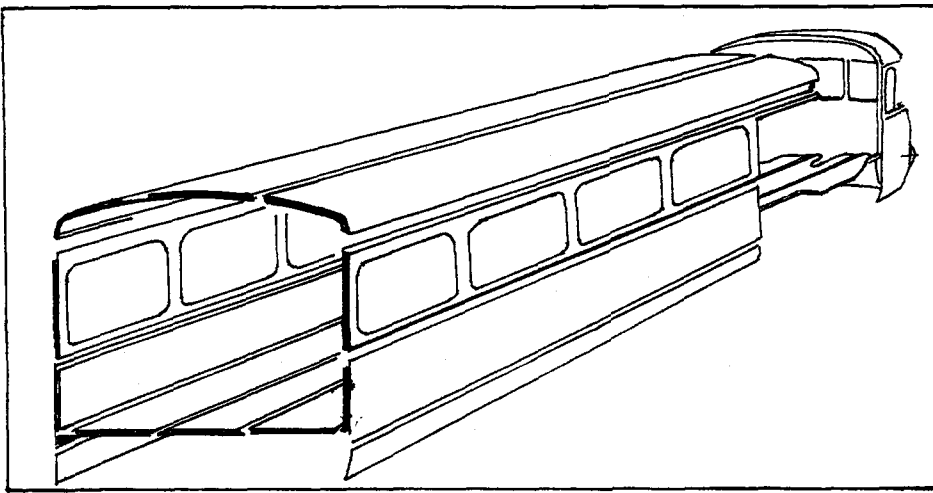
$$I_{al} = 3 I_{\text{çe}} \quad (10)$$

4.3. Verilen Bir Şekil Değiştirme Derecesinin İncelenmesi :

Konuya açıklık getirmek amacıyla şimdiye kadar incelenen durumun tam tersi olan bir duruma değinilerek pratik örnekler verilecektir.

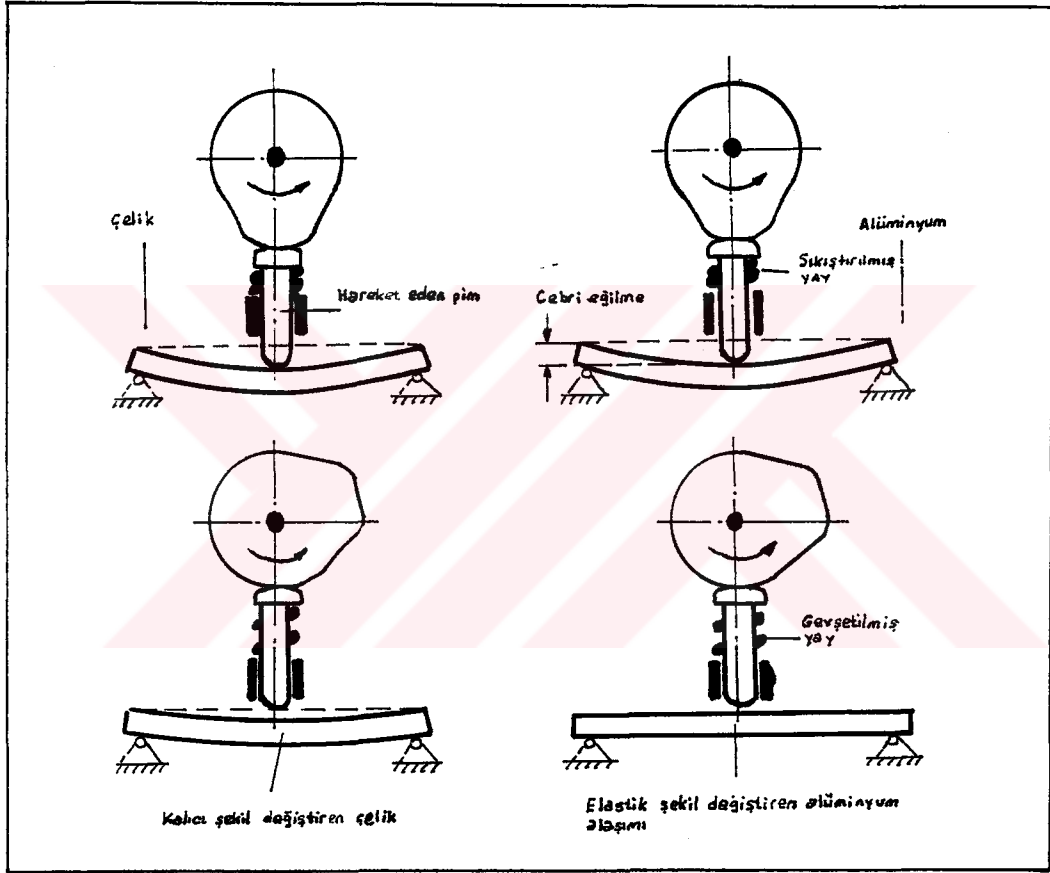
Yüklemeler veya darbeler sonucunda oluşan belirli bir uzamayı bir konstrüksiyonun plastik şekil değişikliğine uğramadan, yani mümkün olduğunca esnek olarak karşılaması istenmektedir. Bu durumda kalıcı (plastik) bir şekil değiş-

tirme oluşmaksızın alüminyumda çeliğe oranla üç kez daha büyük bir esnek uzama ortaya çıkar. Bu durum alüminyumun çeliğe göre üstün olduğunu göstermektedir. Şekil 6 'deki gerilme - birim uzama eğrilerinden olay kolayca anlaşıl - maktadır. Söz konusu şekildeki diyagramda görülen gerilme birim uzama eğrilerinin B noktasında yüksek dayanımlı  $AlZn4,5MgI$  (7020) alüminyum alaşımının zorunlu uzamada esnek, St42 normal yapı çeliğinin ise kalıcı şekil değiş - tirdiği gözlenmektedir. Bu konuda pratik ve aydınlatıcı örnek olarak bir otobüs konstrüksiyonu gösterilebilir (şekil 10). Otobüsün yoldaki çukurlardan geçmesi durumunda ki bu verilen belirli bir ön sehime karşılık gelmektedir çelik yapıda kalıcı eğilmeler, yani plastik deformasyonlar oluşabilirken tamamen elastik şekil değiştirebilen alümin - yum konstrüksiyonu ise herhangi kalıcı bir şekil değişimi içermeksizin kendiliğinden tekrar başlangıçtaki pozisyonu alabilmektedir. Bu örnek çelik ve alüminyum vagonlar için de geçerlidir. Yukarıdaki çukurlar yerine raylar arasındaki boşluklardan ve manevra sırasındaki değişik darbelerden oluşan ön sehim çelik vagonlarda kalıcı deformasyonlar meydana getirebilirken, alüminyum vagonlarda ise böyle bir durumla karşılaşılmamaktadır.



Şekil 10 : Kendini taşıyan bir otobüs karoserisine ait yapıım elemanlarının görünümü.

Buradan da yüksek darbeli yüklemeler etkisinde bulunan bir alüminyum konstrüksiyonu çeliğinkine oranla çok daha duyarsız olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu da Şekil II 'deki çizimlerle açıklanmaya çalışıldığı üzere, yapım elemanına belirli bir ön sehim verilerek çelik ve alüminyumun değişik şekil değiştirme özelliklerinin karşılaştırılmasından kolay ca anlaşılmaktadır.



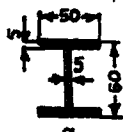
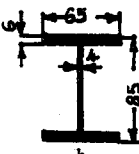
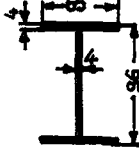
Şekil II : Belirli bir ön sehim verilerek çelik ve alüminyum değişik şekil değiştirme özelliklerinin belirtilmesi.

#### 4.4. Eğilme İle Burkulma Zorlamalarının ve Ağırlık Farklılıklarının İncelenmesi :

Her konstrüksiyonun bazı yapım elemanları eğilmeden başka burkulma zorlamaları etkisinde de kaldıkları için elastiklik modülü önemli bir faktör oluşturur. Dolayısıyla alüminyum profil veya kiriş enine kesitlerinin çeliklerinkine oranla daha büyük seçilmesini zorunlu kılar. Bu sorun Şekil I2'de gösterildiği gibi değişik biçimde çözümlenebilir, oysa b,c ve B kirişleri en uygun malzeme dağılımı oluşturmakta ve % 50 gibi bir kütle tasarrufu sağlamak - tadır. Diğer bir deyişle çeliğin dayanımına yaklaşık değerlerinde bir alüminyum alaşımının kullanılmasının istenmesi ve eğilme zorlamaları etkisinde bulunan yapım elemanlarının elastiklik modülüne bağlı olarak alüminyumun oldukça büyük esnek şekil değiştirme kabiliyetinin göz önünde tutulması durumunda, çelik ile alüminyum özgül ağırlığına oranı olan  $\frac{7.85}{2.7} \approx 3$  katı kadardır.

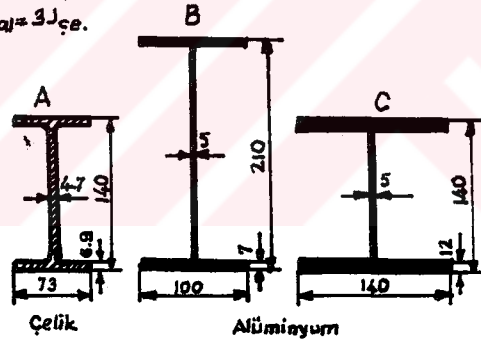
Önceden şartları belirlenmiş durumlarda sehim değerleri atalet momentinin elde edilmesi için esastır. Çelik yapım elemanları için öngörülen sehim değiştirilmeksizin bir alüminyum konstrüksiyonu tasarlamak isteniyorsa, bu durumda alüminyum konstrüksiyonunun atalet momenti elastiklik modülü oranlarına daha doğrusu (9)'daki formüle göre belirlenir.

Atalet momentinin büyütülmesinin kaçınılmaz olduğu durumlarda maksimum ağırlık tasarrufunun sağlanması açısından en uygun yol profil enine kesit boyutlarının arttırılmasıdır. Buna pratik bir örnek vererek kolayca kanıtlamak mümkündür. Buna göre şekil a'daki  $I_x = 44 \text{ cm}^4$  büyüklüğünde atalet momentine sahip olan bir çelik kirişin yerine alüminyum alaşımından imal edilmiş olan bir kiriş öngörülmüş olsun. Alüminyum kirişin sehim çelik kirişinkini aşmamalıdır. Her iki malzemenin elastiklik modül

|                                 |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |  |  |  |
|                                 | a                                                                                 | b                                                                                 | c                                                                                 |
|                                 | St 37.12                                                                          | Alüminyum                                                                         | Alüminyum                                                                         |
| $J_x \text{ cm}^4$              | 44                                                                                | 135                                                                               | 132.7                                                                             |
| $W_x \text{ cm}^3$              | 14.7                                                                              | 31.7                                                                              | 26.5                                                                              |
| $F \text{ cm}^2$                | 7.63                                                                              | 10.93                                                                             | 8.72                                                                              |
| $G \text{ kg/m}$                | 6.00                                                                              | 3.05                                                                              | 2.44                                                                              |
| $G_s \text{ kg/cm}^2$           | 3700                                                                              | 1720                                                                              | 1050                                                                              |
| Ağırlık tasarrufu -<br>% olarak |                                                                                   | 49.2                                                                              | 59.7                                                                              |

$$J_{al} = \frac{E_{\text{çel}}}{E_{al}} J_{\text{çel.}}$$

$$J_{al} = 3 J_{\text{çel.}}$$



$$E_{\text{çel}} I_{\text{çel}} = E_{al} I_{al} \quad I_{al} = \frac{E_{\text{çel}}}{E_{al}} I_{\text{çel}} \quad I_{al} = 3 I_{\text{çel}}$$

|                         |                        |                         |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| IPE 140                 | 1210/100/5/7           | 1140/140/5/12           |
| $G = 12.9 \text{ kg/m}$ | $G = 6.4 \text{ kg/m}$ | $G = 10.6 \text{ kg/m}$ |
| = %100                  | = %50                  | = %82                   |

Şekil 12 Eşdeğer bir sehime sahip çelik ve alüminyum kirişlerinin karşılaştırılması

değerleri, yani  $E_{\text{çe}} = 210000 \text{ N/mm}^2$  ve  $E_{\text{al}} = 70000 \text{ N/mm}^2$  göz önünde tutularak (9)'daki formülden

$$I_{\text{al}} = I_{\text{çe}} \frac{2100000}{700000} = \underline{\underline{44.3}} = \underline{\underline{132}} \text{ cm}^4 \quad \text{elde edilir.}$$

Şekil I2 b ve c'de karşılaştırılmak üzere verilen ve  $I_x = 135 \text{ cm}^4$  daha doğrusu  $132,7 \text{ cm}^4$  değerindeki heriki kiriş enine kesidi atalet momenti açısından istenilen koşulları yerine getirmektedir. Burdan da ne gibi bir ağırlık tasar - rufunun sağlanabileceği açıkça ortaya çıkmaktadır. Şekil I2 b'deki enine kesitte % 49,2 , I2 c'deki enine kesitte ise % 59,7 gibi bir ağırlık tasarrufu elde edilebilmektedir.

Atalet momentinin arttırılmasıyla mukavemet momentinin de artacağına göre, aynı veya benzer durumlarda alüminyum kirişlerinde çelik kirişlere oranla daha düşük normal geril me değerleri hesaplanmaktadır. Bunların eriştikleri değ er - ler

$$\sigma_{\text{al}} = \frac{W_{\text{çel}}}{W_{\text{al}}} \sigma_{\text{çel}} \quad ( \text{ II } )$$

(II) formülünden hesap edilir.

Mukavemet momenti genellikle kirişin en üst liflerinin koordinatı olan y, c harfleri ile gösterilir. Bu durumda en büyük normal gerilme

$$\sigma = \frac{M c}{I} \quad \text{veya} \quad \sigma = \frac{M}{I/c} \quad ( \text{ I2 } )$$

$I/c$  oranına genellikle mukavemet momenti adı verilir ve W sembolü ile gösterilir. Bunun birimi  $\text{cm}^4$  olur. Böylece en büyük eğilme gerilmesi

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad ( \text{ I3 } )$$

dir.

Şekil I 2 b'deki enine kesit için en büyük normal gerilme ( II ) formülünden

$$G_{al} = \frac{14,7}{31,7} G_{\text{çel}} = 0,465 R_{\text{çel}}$$

bulunur ve şekil I 2c'deki enine kesit için en büyük normal gerilme

$$G_{al} = \frac{14,7}{26,5} G_{\text{çel}} = 0,544 R_{\text{çel}} \quad \text{dir.}$$

Örneğin, bu değerler göz önünde tutularak 370 N/mm<sup>2</sup> 'lik bir kopma dayanımındaki St 37.2 çelik kiriş yerine

$$G = 370 \cdot 0,465 = 172 \text{ N/mm}^2,$$

veya

$$G = 370 \cdot 0,544 = 205 \text{ N/mm}^2$$

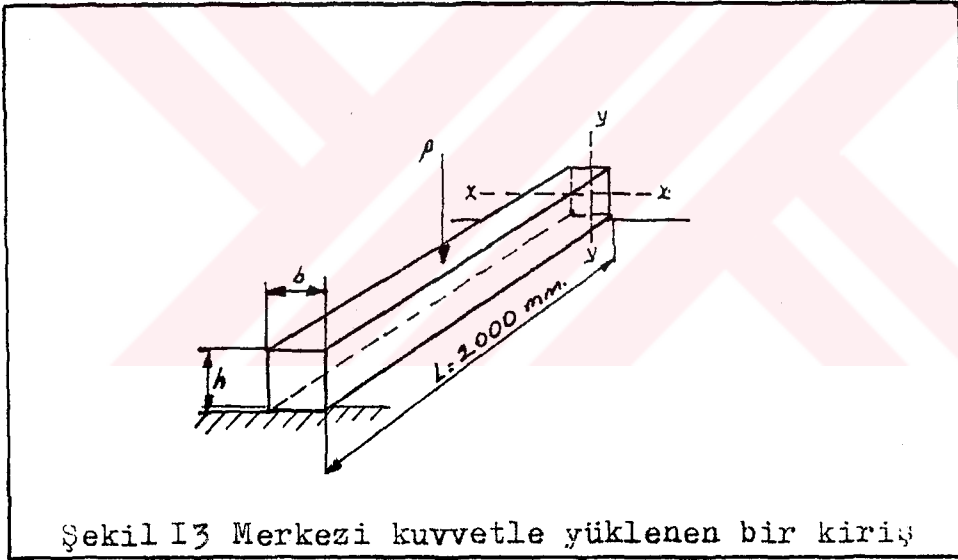
kopma dayanımındaki alüminyum alaşımlarından yapılmış kirişler seçilebilir. Bununla ilişkili olarak da alüminyum alaşımının cinsi söz konusu kopma dayanım değerlerine göre belirlenir. Bu durumda AlMg 3 (5154 A), AlMg4,5 (5083), AlMgSi I (6082) alaşımlarının uygun olduğu ortaya çıkmak - tadır. Ancak, bazı durumlarda akma dayanımına karşı olan güvenilirliğin kontrol edilmesi gerekebilir. Uygulamada heriki malzemeden yapılan kirişler için ekstrem bir istek olarak aynı büyüklükteki sehimi istenmeyebilir. Bu durumda daha büyük ağırlık tasarrufu sağlamak mümkündür. Buna karşın konstrüksiyona bağlı olarak eğilme gerilmeleri etkisinde olan alüminyum kirişlerinin enine kesitlerinde bir kısıtlamaya gitme zorunluluğu bulunuyorsa, bu durumda izin verilebilir en büyük sehimi belirleyerek optimum bir ağırlık tasarrufu elde edilebilir. Alüminyumun elastiklik modülünün çeliğinkine oranla 1 : 3 olduğuna ve bunun belir - li bir yük altında bir cismin Hook doğrultusunda orantılı sınırına kadar elastik bir deformasyon oluşturduğuna değ i - nilmiştir. Öte yandan elastik eğilmeye ait formüle elastik - lik modülü her zaman lineer olarak girer. Böylece y-ekseni - nin boyutu eğilme için başlıca önemli olan atalet momentinin

(I) içine 3'cü mertebeden üs olarak girer. Bu da y-ekseni - nin boyutu

$$\sqrt[3]{\frac{E_{\text{çelik}}}{E_{\text{al}}}} \approx \sqrt[3]{3} = 1,44$$

faktörüne göre arttırılırsa alüminyum malzemesi ile imal edilen konstrüksiyonların rijitliği çeliklerinkine oranla aynı olmasını sağlar. Bunu bir örnekle daha da aydınlatmaya bakalım :

Şekil I3 'de gösterilen 4700 N'luk merkezi bir kuvvetle uzunluğu 2000 mm yükseklik ile eni aynı değerde, yani 50 mm olan islah edilmiş bir çelikten ( DIN I7006 ) imal edilmiş bir kirişte malzemenin akma dayanımına ( $450 \text{ N/mm}^2$ ) erişildiğinde 7,25 mm'lik bir sehim oluşmaktadır.



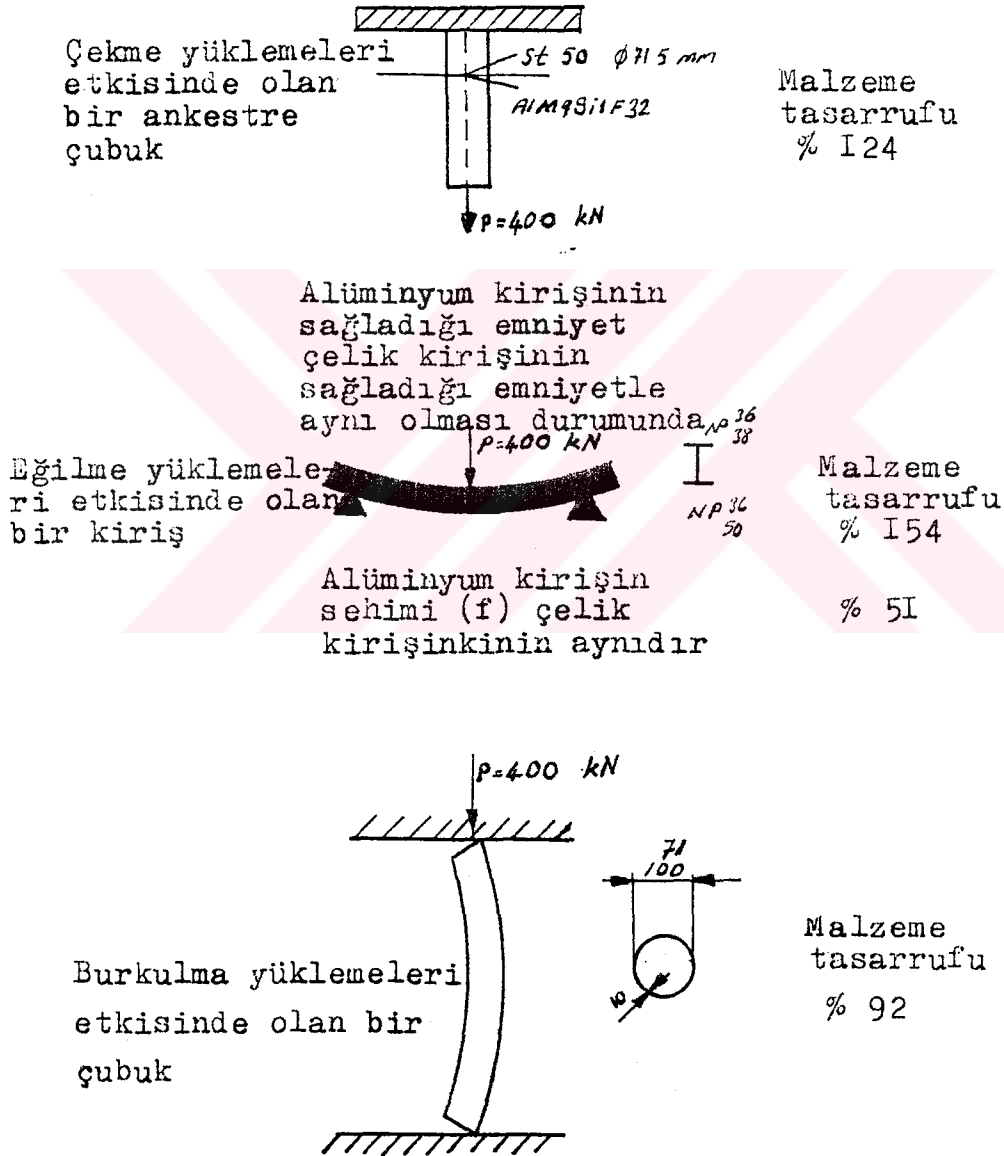
Şekil I3 Merkezi kuvvetle yüklenen bir kiriş

Aynı sehimi elde edebilmek için, söz konusu yüklemeye eşdeğer bir yükleme etkisinde bulunan alüminyum alaşımından oluşan kirişin eni çelik kirişin eniyle aynı, fakat yüksekliğinin 72 mm olması gerekir. Atalet momentinin büyümesine paralel olarak, dayanım hesaplarında çok önemli olan mukavemet momentinin de iki katına çıkartılmasıyla, bir alüminyum alaşımı aynı emniyeti sağlayarak akma dayanımının iki katında olan bir çeliğin eşdeğer olarak yerini alabilir. Öte yandan tablo 5 'deki karşılaştırmada

| Sabit minimum yük $P = 4700 \text{ N}$<br>Sabit sehim $f = 7,2 \text{ mm}$<br>Sabit kirişin eni $b = 50 \text{ mm}$<br>Sabit iki mesnet arasındaki mesafe $l = 2000 \text{ mm}$ |             |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                 | Çelik 40Mn4 | AlMgSiIF32<br>(6082) |
| Kopma dayanımı $R_p$ ( $\text{daN/mm}^2$ )                                                                                                                                      | 70...85     | minimum 32           |
| Akma dayanımı $R_{p0.2}$ ( $\text{daN/mm}^2$ )                                                                                                                                  | minimum 45  | minimum 26           |
| Kiriş yüksekliği $h$ (mm)                                                                                                                                                       | 50          | 72                   |
| Maksimum gerilme ( $\text{daN/mm}^2$ )                                                                                                                                          | 45          | 22                   |
| $R_{p0.2}$ ' ye karşı emniyet                                                                                                                                                   | 0           | 15                   |
| Ağırlık tasarrufu ( % )                                                                                                                                                         | -           | 48                   |

Tablo 5 Eğilme gerilmeleri etkisinde olan bir çelik kirişin hesapla elde edilen büyüklüklerinin alüminyum kirişinkiyle karşılaştırılması

ayrıca görülüyor ki bir alüminyum yapıım elemanı, elastiklik modülü farklarının giderilmesiyle kopma dayanımı yaklaşık olarak 2,5 katı olan bir çeliğin yerini eşdeğer bir şekilde almakta ve alüminyum çeliğe oranla % 50 gibi bir ağırlık üstünlüğü de sağlamaktadır. Bu ve şekil I4'deki örneklerden de görüldüğü gibi günümüzde 50 daN/mm<sup>2</sup> ve daha yüksek dayanım değerlerinde üretilen alüminyum alaşımları 100 ile 120 daN/mm<sup>2</sup> lik yüksek dayanımlı çelik malzemele - riyle rahatça rekabet edebilmektedir. (I6)



Şekil I4 Değişik yükleme etkisinde olan alüminyum (AlMgSi1 F32-6082) yapıım elemanlarının hesapla elde edilen ağırlık tasarruflarının çelik yapıım elemanları - kiyle karşılaştırılması

## 5. Raylı Araçların Yapımında Paslanmaz Çeliklerin Kullanılması :

Paslanmaz çelikler A.B.D.'de 40, Avrupa'da da son 20 yıldır artan bir oranda demiryolu taşıtlarının yapımında kullanılmaktadır. Hatta bu konuda Rusya'da özel geliştirilmiş paslanmaz çelik türlerinin varlığı bilinmektedir.

İlk yatırım olarak, paslanmaz çeliklerin vagon üretilmesinde kullanılması pahalı olmasına karşın, sürekli boya bakım ve korozyonla mücadele giderleri gözönüne alınırsa uzun vadeli bir analizde bu uygulamanın daha ekonomik olduğu ortaya çıkar.

Paslanmaz çelikten yapılmış vagon komponentlerinin birleştirilmesinde elektrik direnç ve MIG kaynak yöntemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile paslanmaz çeliklerin sade karbonlu ve az alaşımlı çeliklerle birleştirilmesinde ortaya çıkan bütün sorunlar çözülmüştür.

Raylı taşıt araçlarının yapımında kullanılan malzemelerin yüksek mukavemetli olmalarının yanı sıra atmosferik ve kimyasal korozyona karşı yüksek dirençli olmaları arzu edilir. Bu amaçlar için, ferritik ve ostenitik paslanmaz çelik türleri tercih edilir. (26)

Tüm yapıda karbonlu ve az alaşımlı çeliklerin kullanıldığı vagonlarda, dış kısımlar çeşitli renklerde boyalar ile boyanarak korozyona karşı korunmakta ve güzel görünümeleri sağlanmaktadır. Vagonun pencereleri ile iç donanımlarında alüminyum ve plastik malzemeler kullanılmaktadır. Bu vagonlar kullanım süresine ve meydana gelen hasarlara göre devamlı olarak belirli periyotlarda tamir edilmektedirler.

Paslanmaz çelik saçların kullanıldığı vagonlarda ise 1,5 mm. kalınlığında paslanmaz çelik saçlar özel yöntemler ile parlatılarak kullanılmaktadır. 0.8 mm. gibi ince paslanmaz saclarda güzel ve dekoratif görünüm vermek için

ondüleli olarak dış kısımları oluşturmaktadır. Pencere ve iç donanımlar ise birinci tür ile aynı özellikleri taşı - maktadır. Bu tür vagonlarda sonradan oluşacak hasarlar kolayca tamir edilmekte ve boya gibi koruyucu gereçlere hiç gereksinim duyulmamaktadır.

Alüminyum alaşımlarının kullanıldığı vagonlar ki bu türler genellikle kent içi hafif raylı ulaşım sistemle - rinde tercih edilmekte ve paslanmaz çelik vagonlara na - zaran bir seri dezavantajı da beraberinde getirmektedir.

Bu dezavantajların başında alüminyum alaşımlarının çelikler ile kaynağında ortaya çıkan sorunlar gelmektedir.

Bu vagonların kaynağında yeni kaynak tekniklerinin geliştirilmesi ve kullanılması gelmektedir. Zira alümin - yum ve çeliğin genleşme katsayılarının çok farklı olması bunların çekme ve çarpılmalarının farklı olacağını ve ser - vis anında sıcaklık değişimleri bir seri özel problemin ortaya çıkmasını gündeme getirir. Bir diğer dezavantaj - ları da, çelik vagonların üretimi için kurulmuş fabrika - larda yeni düzenleme ve yatırım masrafı gerektirmeleridir.

Bu nedenlerden dolayı, başta A.B.D.'den başlamak üzere Avrupa'da , Rusya'da ve gelişmiş diğer ülkelerde paslanmaz çelik vagon yapımı ve kullanımı ön plana çıkmak - ta ve vagon yapımında paslanmaz çelik kullanımı yaygılaş -makta, bu konuda bilimsel çalışmalar sürmektedir.(6,17,18)

#### 5.1. Raylı Taşıt Araçları Yapımında Kullanılan Paslanmaz Çelik Türleri ve Birleştirme Teknikleri :

Karbonlu ve az alaşımlı çelik sacların kullanıldığı vagonların ömrü dikkate alınırsa en az 40 yıllık bir ömür ancak paslanmaz çelik kullanılarak sağlanabilir. Bunun için en uygun paslanmaz çelik türlerinin başında krom - nikelli, krom-nikel-titanyumlu ve krom manganlı (son yıl - larda geliştirilmiş) ostenitik paslanmaz çelikler gelmek - tedir. Ancak % 17 kromlu ferritik paslanmaz çeliklerin gerek dekoratif görünüşleri gerekse mukavet ve korozyon

özellikleri açısından ostenitik paslanmaz çeliklerin hemen ardından hızla kullanım alanına girmesi ve paslanmaz çelik piyasasında ostenitiklerden sonra % 30'luk bir payı ele geçirmesi bu tür çeliklerin vagon yapımında rahatlıkla kullanılabileceğini gündeme getirmiştir. Gerçekten Ni gibi pahalı ve stratejik bir element içermediklerinden ostenitik krom nikelli paslanmaz çeliklere nazaran daha ucuz olan bu tür çeliklerin vagon yapımında taşıyıcı elemanlara ve iç takviyelere çeşitli kaynak yöntemleri ile birleştirilmesi rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Paslanmaz çelik vagonlarda yapı elemanları ile bağlantıda konstrüksiyon tekniğinde yegane birleştirme yöntemi olan kaynak teknikleri çok sık kullanılır. Özellikle kalın malzemelerin kaynağında ise elektrik direnç kaynağı (nokta ve dikiş) yöntemleri kullanılır. Gazaltı kaynağı yöntemlerinde genellikle karışım gaz tavsiye edilir. Nokta kaynağı ile ilgili tüm parametreler bilimsel çalışmalar ile ortaya konmuş ve bu tür çeliklerin kaynağında tüm problemler çözülmüştür. Ancak bu tür kompozit birleştirmelerde (çelik - paslanmaz çelik) başlıca iki önemli sorun ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi ve en önemlisi kontakt korozyon problemi ve paslanmaz çelik üzerinde kaynağın oluşturduğu renklenmeleri gidermek için kullanılan ve yüzeyi pasifleştiren asitlerin dağılayıcı etkisi sonucu normal çelik tarafındaki korozyon problemidir. İkinci önemli sorun ise farklı malzeme kaynağı problemi olup kalifiye ve yetişmiş kaynakçı gerektirmektedir. Buna karşın vagon üst yapısının tamamen paslanmaz çelikten yapılması halinde ekstrüzyon ile elde edilmiş profiller yerine paslanmaz saclardan kıvrılarak mukavemetli hale getirilen sac profiller yeterli olabilmektedir. (18)

## 5.2. Ülkemizde Üretilecek Raylı Taşıt Araçlarında Paslanmaz Çelik Kullanımının Getireceği Faydalar :

Ülkemizde, bilindiği üzere raylı taşıt araçları genellikle karbonlu ve az alaşımlı çeliklerden imal edilmekte ve boyanarak atmosferik ve kimyasal korozyona karşı korunmaları amaçlanmaktadır. Vagon ve lokomotif üretim teknolojimiz tamamen bu esaslara dayandırılmıştır. Hatta zamanla korozyon ve dış darbeler nedenleri ile hasara uğrayan taşıtlar tekrar aynı sistem ile tamir edilmekte ve boyanmaktadır. Ancak ülkemiz koşulları dikkate alınırca gerek hafif raylı taşıtlarımız gerekse kentler arası raylı taşıtlarımızda bu işlemlerin çok sık tekrarlandığı ortaya çıkmaktadır.

Özellikle tavan dış kısımlarında kısa sürede paslanma görülmekte ve bu kısımlar son derece itici görünüm arz etmektedir. Bunlara karşın tamir işlerinde korozyon ve dış darbeler yüzünden hasara uğrayan bu kısımlar rahatlıkla paslanmaz kromlu çelikler ile değiştirilebilir ve ömürleri uzatılarak, görünüşleri de güzelleştirilebilir.

Vagon üreten fabrikalarımızda ise, çok az bir değişiklik ile dış yüzeylerde komple paslanmaz çelik sacların kullanıldığı vagonlar yapmak mümkündür. % 17 kromlu çeliklerin bu iş için diğer türlere nazaran daha uygun oldukları ortadadır. Yan sacları 0.8 mm kalınlığında ve ondüle verilerek mukavemeti arttırılmış parlak, dekoratif görünüşlü vagonlar demiryolu taşımacılığına olan ilginin artmasına huzur ve konforun yanısıra güvenli bir taşımacılığı gündeme getirecektir. Vagon tavanı da kimyasal korozyona daha mukavemetli ostenitik paslanmaz çelik saclardan yapılabilir.

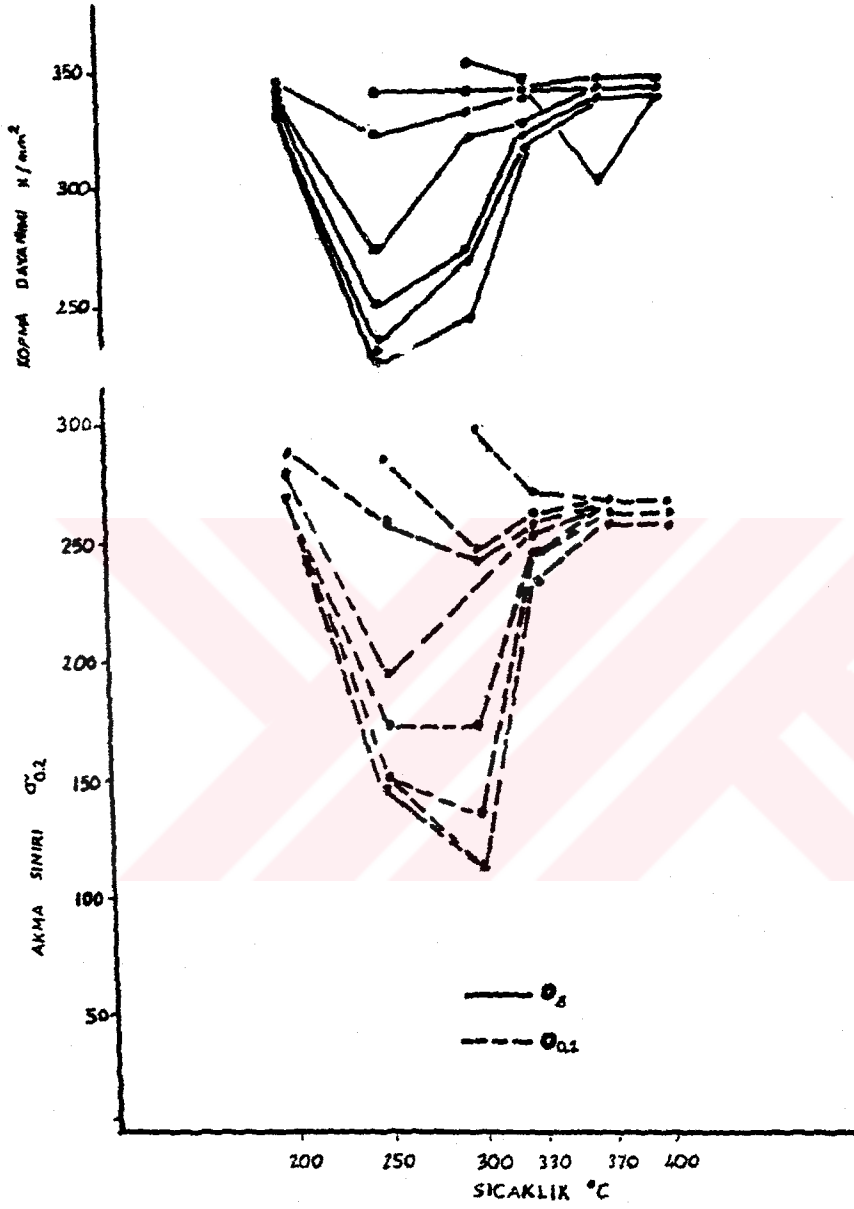
Ülkemiz bir krom cennetidir ve kromlu paslanmaz çelik saclar üretimi için demir çelik fabrikamızda yeterli teknoloji mevcuttur ve çok az bir değişiklik gerektirmektedir.

Böylece halen ithal edilmekte olan paslanmaz çeliklere döviz giderleri minimuma inecektir. (I7)

## 6. Demiryol Taşıtlarında Kullanılan Alüminyum Alaşımalarının Kaynak Kabiliet ve Sorunlarının Çelikler ile Karşılaştırılması :-

### 6.I. Al Alaşımlarının Kaynağında Malzeme Sorunları :

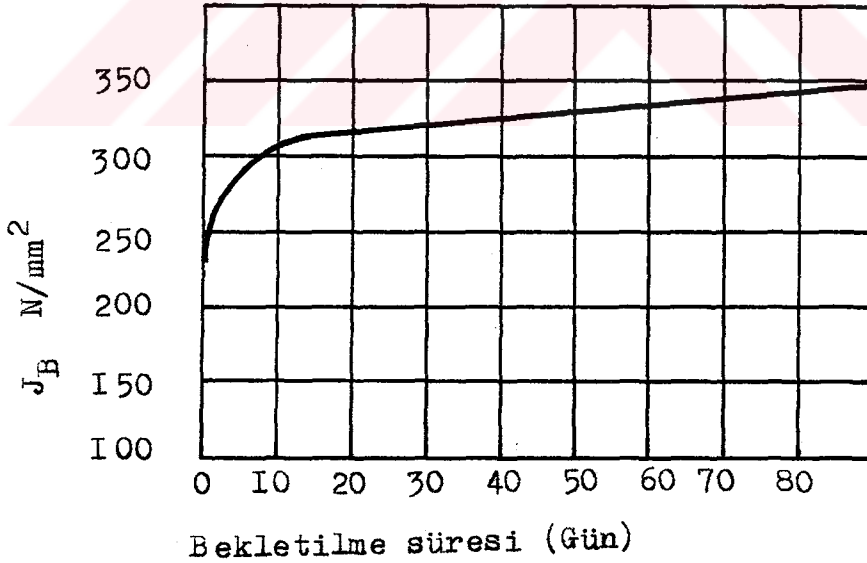
Günümüzde söz konusu alüminyum alaşımlarını koruyucu gazla ark kaynak işlemleriyle (TIG ve MIG) kaynak edip homojen ve dayanıklı bir bağlantı sağlamak mümkündür. Bu kaynak yöntemlerinin diğer kaynak işlemlerine tercih edilmesinde başlıca etken, şekil ve boyutsal hassasiyet, kaynak birleştirmelerinde yüksek dayanım ve ekonomiklik olarak özetlenebilir. Ancak,  $AlZn4,5MgI$  alaşımında dayanım açısından en iyi sonucu elde edebilmek için ön tavlama ve kaynak sıcaklığının etkisiyle malzemenin mekanik özelliklerinin nasıl değişebileceğini mutlaka bilmek gerekir. Bu nedenle örneğin malzemenin ısınma ve soğuma sırasındaki davranışı hakkında etraflıca ve kesin bir bilgiye sahip olunmalıdır. Kaynak düzeltme ve kıvrırma işlemleri sırasındaki kısa süreli ısı girdileri anılan malzemenin iyi ısı iletkenliği nedeniyle bir sıcaklık darbe etkisi yapar. Bu da söz konusu edilen alüminyum alaşımının dayanım değerlerini belirgin bir biçimde azaltabilir.  $250 - 300^{\circ}C$  gibi bir sıcaklık aralığında dayanım değerlerinde ani düşmeler görülmüştür. Bu düşüş söz konusu sıcaklık aralığındaki ısının etki süresine bağlıdır. Konuyla ilgili olarak 15 dakika süreyle  $480^{\circ}C$ 'da bir çözme tavlı uygulanıp su verildikten sonra  $120^{\circ}C$ 'da 24 saat bekletilen 10 mm et kalınlığındaki normal üretilmiş saçlarla geniş kapsamlı deneyler yapılmıştır. Burada özellikle çeşitli sıcaklık aralıklarının,  $AlZn4,5MgI$  alaşımına yaptığı etki incelenmiştir. Şekil 15'den en düşük kopma dayanım değerinin  $250^{\circ}C$ 'da  $R_{p0,2}$  akma sınırının ise  $250-300^{\circ}C$  arasında olduğu görülür. Şayet kaynak veya doğrultma ve düzeltme işleri sırasında malzemenin sıcaklığı  $300^{\circ}C$ 'ı aşıyor ve bunun etki süresi bir dakikadan daha kısa ise, anılan malzeme sertliğinden ve dayanımından bir miktar kaybeder. Ama bu durumda,  $AlZn4,5MgI$  alaşımı yine de



Şekil 15. Kısa süreli sıcaklık darbelerinin AlZn4,5MgI alaşımına yaptığı etki.

daha önce söz konusu edilmiş olan bir ısıtım işlem çevrimi sonucunda tekrar sertleştirilebilmekte ve eski dayanım düzeyine erişebilmektedir. Öte yandan şayet anılan malzeme 250-300 °C'lık bir sıcaklık aralığında ısının etkisinde bir dakikadan daha fazla bir süre kalıyorsa, davranışında önemli bir değişiklik ortaya çıktığı aynı diyagramdan gözlenmiştir. Bu durumda AlZn4,5MgI alaşımında büyük bir yumuşama olduğu için artık belirtilen ısıtım işlem çevrimlerinin uygulanmasıyla da söz konusu alaşım tekrar sertleştirilemez.

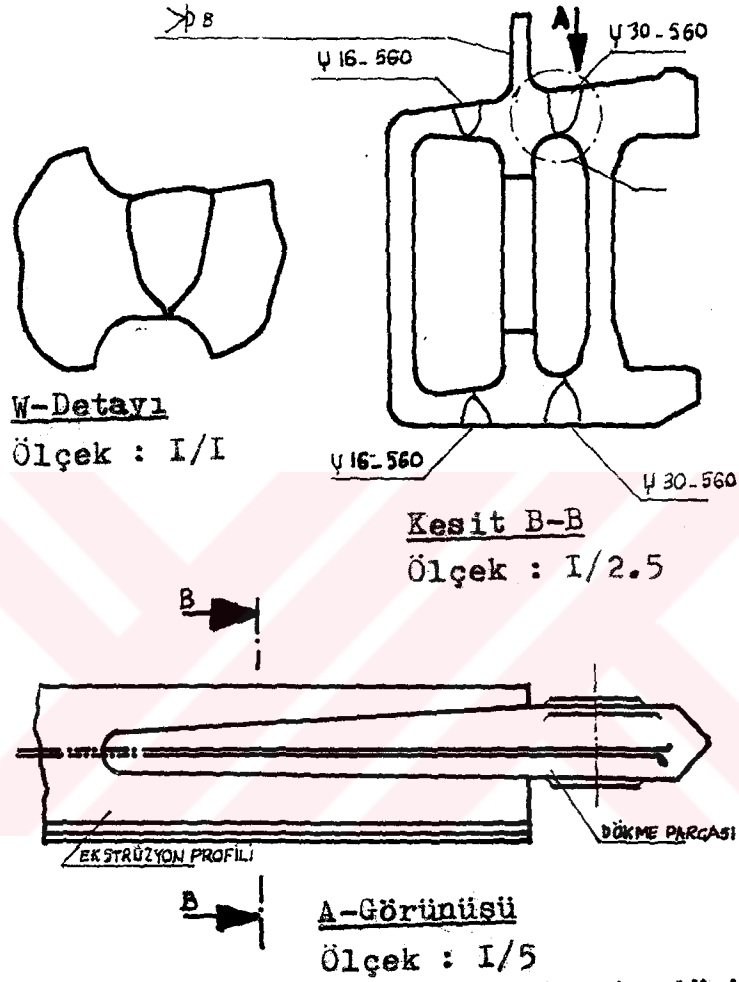
Ancak, bu malzemeye bir çözme tavlı uygulanıp, basınçlı hava ile soğutulduktan ve belirli sıcaklıkta belirli bir süre bekletildikten sonra sertlik ve dayanım değerlerinin tekrar eski düzeye çıkması mümkün olur. Kalıpta dövme usulüyle AlZn4,5MgI alaşımında yapılmış ve kaynak edilmemiş deney parçaları belirli sıcaklıklarda erimiş tuz banyosu içinde belirli sürelerde bekletilerek sertliğin nasıl değiştiği saptanmıştır. Bu değişim Şekil 16'da gösterilmiştir. Buradan da sertliğin sıcaklık derecesine ve etki süresine bağlı olduğu görülmektedir.



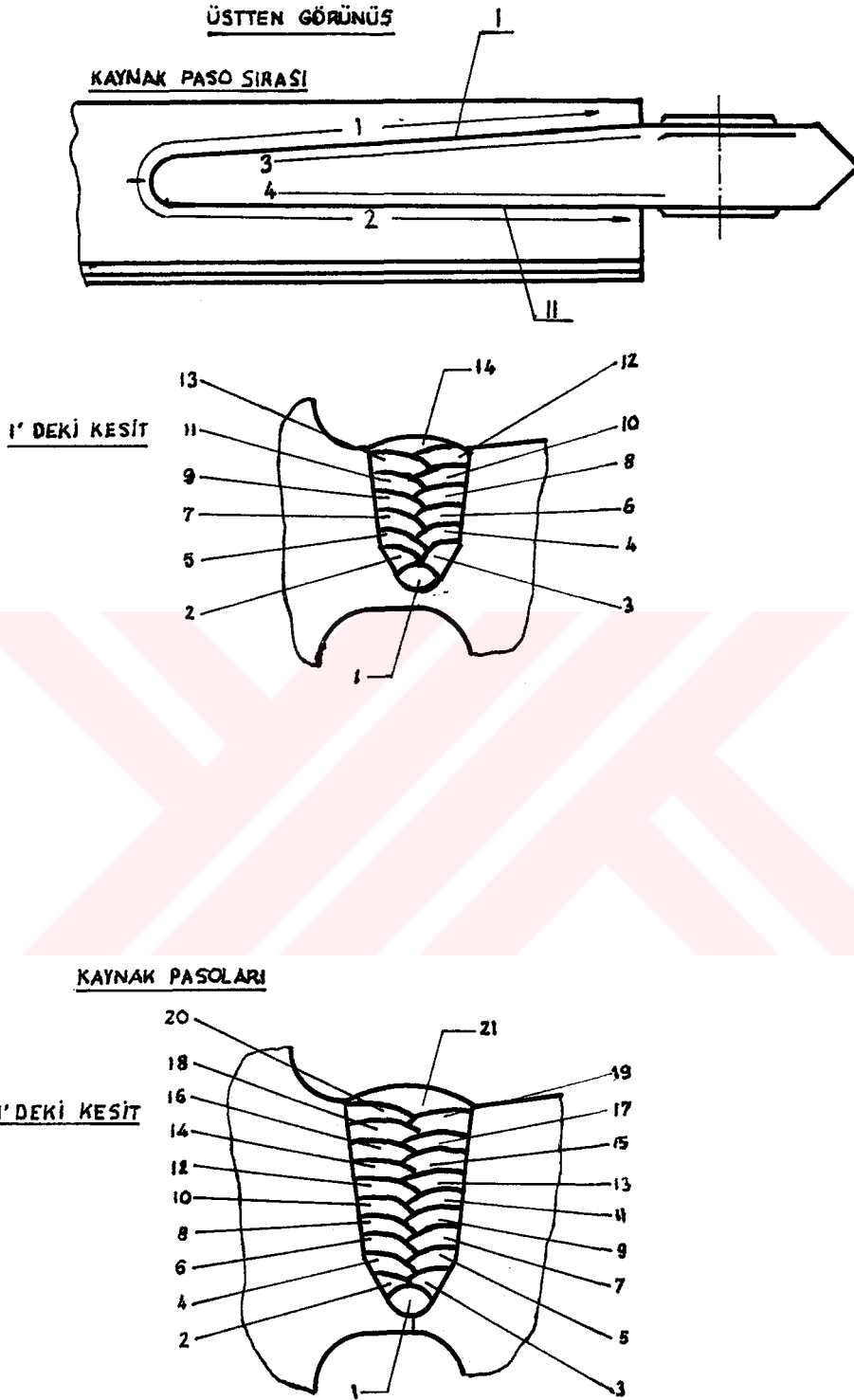
**Şekil 16 Kaynaktan sonra oda sıcaklığında tekrar sertleşmenin artışı.**

**Esas malzeme : AlZn 4.5 Mg I F36**

**Kaynak teli : S - AlMg 5**



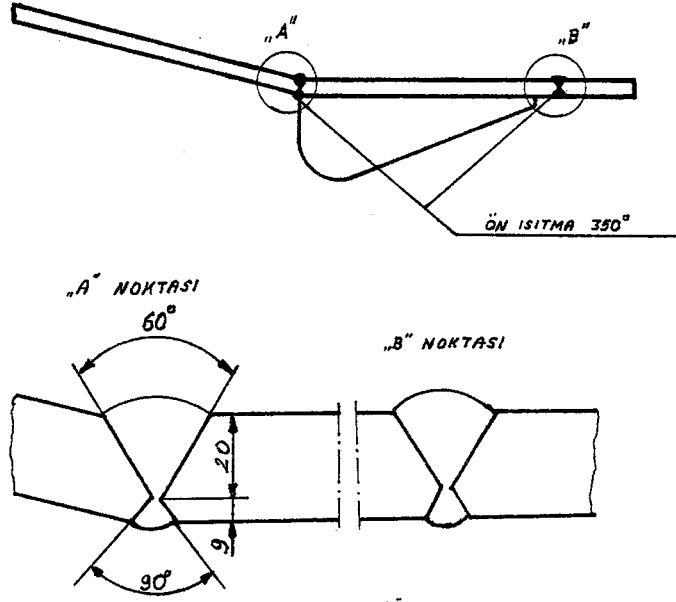
Şekil 17. Ekstrüzyon profili ile kalıpta dövülerek şekillendirilmiş bir parçanın MIG kaynak işlemiyle birleştirilmesi



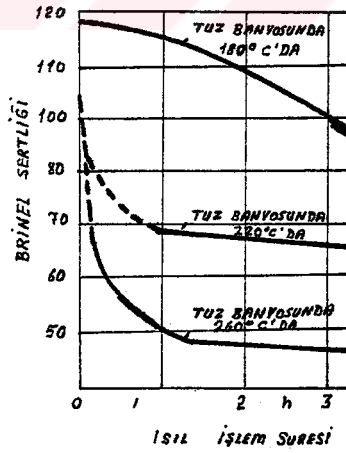
Şekil 18. Ekstrüzyon profili ile kalıpta dövme parçasına uygulanan kaynak sırası.

Şekil 17 ve 18 'de gösterilen et kalınlığı fazla ve bir - birinden farklı, büyük boyutlu yapım elemanlarının kaynaktan etkilenen bölgeleri ön tavlama ve kaynak sırasında 250-300 °C'lık sıcaklık aralığını bir dakikadan daha kısa bir süre - de geçmelidir. Bu nedenle AlZn4,5MgI alaşımından yapılmış konstrüksiyonlara et kalınlıklarına göre 180 °C veya 350 °C'lık bir ön ısıtma uygulanır. Şekil 19 'de görüldüğü gibi söz konusu ön ısıtma sıcaklığı kaynak dikişlerinden 20 mm uzaklıkta temas pirometreleriyle ölçülür. Benzer bi - çimde bölgesel olarak büyük bir yumuşama ortaya çıktığı için anılan malzemenin 350-480 °C'lık bir sıcaklık aralığın - da 5 dakikadan daha fazla bir süre ön tavlama veya kaynak ısısının etkisinde kalmamasına büyük özen gösterilmelidir.

Öte yandan zor ve karmaşık şekil verme işlemleri, söz konusu sıcaklık aralığında anılan malzeme en fazla 5 dakika bekletildikten ve havada soğutulduktan hemen veya bunu iz - leyen birkaç saatlik bir süreden sonra yapılır. Ancak, bu sürenin maksimum 8 saat olduğunun kesinlikle bilinmesi gerekir. Şekil 20 'da et kalınlığı fazla ve değişken, kalıp ta dövülerek şekillendirilmiş bir parça ile yaklaşık 12 m boyundaki bir ekstrüzyon profilinin birleştirilmelerinde kaynak ısısının etkisiyle 250-300 °C aralığında bir sıcaklı - ğın 1 dakikadan daha uzun bir süre malzemeyi etkileyerek yumuşamasına neden olduğu saptanmıştır. Bu nedenle bu gibi yapım elemanlarının kaynak sırasında kaynak dikişini etki - lemeyecek bir biçimde kaynak bölgesi yanından soğuk hava-su karışımı püskürtülerek soğutulmasına çalışılmıştır. Bunun da yeterli olmadığı görüldüğü için ayrıca şekil 18 'de göste - rildiği gibi, uygun bir kaynak sırası seçilerek yapım ele - manı kaynak edilmiştir. Böylece ısı girdilerini kontrollü halde tutmak çarpılma ve kendini çekmeleri en aza indirmek sağlanmıştır. Bu da kaynak planının yapılmasının, yani ve - rilen kaynak sırasına uymanın da ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. (16)



Şekil 19 Ön ısıtma sıcaklığı, kaynak dikişlerinden 20 mm. uzaklıkta temas pirometreleriyle ölçülür



Şekil 20 AlZn 4.5 Mg I alaşımının ısıtma işlemine bağlı olarak sertlik dağılımı ( $D = 2.5$  mm.  $P = 10 D^2$ )

| kaynağa<br>uygunluğun<br>değerlendirilmesi | Alaşımlar                                                                                                  | Düşünceler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Çatlaksız                                  | Saf Al.                                                                                                    | Yüksek ısı iletimi<br>nedeniyle gözenek<br>oluşumu eğilimi vardır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Çok iyi kaynak<br>kabiliyeti               | AlMgMn                                                                                                     | Yüksek mukavemet söz<br>konusu değildir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| İyi kaynak<br>kabiliyeti                   | AlMg3, AlMg5<br>AlMg4,5Mn<br>AlMgSi<br>AlZn4,5 MgI <sup>-</sup><br><br>AlMgSi<br>(sertleştirilmiştir)      | konstrüksiyonda kullanılır<br><br>Sertleştirilmiş durumda<br>kaynak edilir.Kaynaktan<br>sonra soğuk olarak sert-<br>leşir.İlave kaynak mal -<br>zemesi olarak :S-Al Si 5<br>kalın kesitlerde :<br>S-AlMg 5, S-AlMg 4,5 Mn<br>S-AlZn 3 Mg4 (sertleştirilmiştir)<br><br>Ekseriya soğuk sertleş-<br>tirilmiş durumda kaynak<br>edilir.Arkasından sıcak<br>olarak bekletilir.İlave<br>kaynak malzemesi olarak<br>S-AlSi 5, S-AlMg 4,5 Nn |
| Çatlama<br>hassasiyeti                     | AlCuMg<br>AlZnMgCu                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kaynak<br>yapılamıyanlar                   | Talaş kaldırma kabiliyetlerini<br>iyileştirmek için,kurşun katı-<br>lan alaşımlar, basınçlı döküm-<br>ler. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Tablo 6 : Demiryol taşıtlarında kullanılan alüminyum ve alaşımlarının kaynak kabiliyeti (19)

## 6.2. Isı Etkisi,Kendini Çekme ve Kalıntı Gerilmeler :

Kaynak sırasında oluşan sıcaklık bölgeleri seçilen kaynak işlemlerine ve bunlara özgü koşullara bağlıdır.Kendini çekme,çarpılma ve kalıntı gerilmelerin büyüklüğü o anda uygulanan kaynak işleminin ana malzemeye verdiği ısı miktarıyla ilgilidir. Bu nedenle yüksek zorlamaların etkisinde kalan konstrüksiyon kaynaklarının,özellikle kaynak hızı ve nüfuziyet yeteneği büyük olan bir kaynak yöntemiyle yapılmaları gerekir. Bununla ilgili olarak da bugün alüminyum konstrüksiyon kaynaklarında Koruyucu Gaz Ark Kaynak işlemi kapsamı içindeki işlem varyantlarının hemen hemen yalnız başına uygulandıklarını belirtmekle,söz konusu yöntemlerin hafif metallerin kaynağındaki öneminin ne kadar büyük olduğunu vurgulamış oluruz.

Kaynak dikişlerinde enlemesine,boylamasına ve açısal çarpılmalar olduğundan,kaynak işlemine başlamadan önce üretim yerlerinde gerekli önlemler alınmalıdır.Ancak bu önlemler sayesinde kaynaklı konstrüksiyonlar istenilen geometrik biçimde elde edilirler.

Alüminyumun ısı iletkenliğinin çeliğe oranla daha büyük olmasından dolayı,kaynak yerine verilen ısı miktarı da çeliktenden daha çabuk çevreye yayılıp iletilmektedir.

Bu da çeliğe göre daha geniş ısı alanlarının oluşmasını sağlar. Ancak,eriyik (658°C) ile bunu sınırlayan katı malzeme arasındaki ısı düşüşünün az olması nedeniyle büyük gerilme dorukları oluşmaz. Anılan kaynak işlemlerinin yaydıkları ısı miktarı

$$Q = 0,24 \cdot U \cdot t$$

denklemini uyarınca kaynak akım şiddetine (I) ve kaynak gerilimine (U) bağlıdır. Burada

Q cal

U Volt

I Amper

t saniye'dir.

Isı miktarı (Q) ne kadar büyük olursa kendini çekmelerde o kadar büyük olur. Kendini çekmelerin büyüklüğü için ölçek olarak  $\frac{U.I}{V}$  ifadesinden elde edilen katsayı kullanılmaktadır. Burada V kaynak hızıdır. Alüminyum alaşımlarının ısı iletkenlikleri, saf alüminyuma oranla yaklaşık olarak % 60'tır. Bu yüzden kaynak için gereken ısı miktarı da düşmektedir. Bu da çekme ve çarpılmaların nispeten daha az olmasına neden olur. Alüminyum alaşımları arasında bunların büyüklükleri hemen hemen aynı olmakla birlikte oda sıcaklığındaki ayrı akma dayanımlarından dolayı kalıntı gerilmeler farklıdır. Alüminyum, çeliğe göre ısının etkisinde başka bir davranış göstermektedir. Dolayısıyla alüminyumda genel ve yerel deformasyon fazlalıkları da daha büyüktür. Bunlar üretim fabrikaları için çok önemlidir. Çünkü sonradan büyük zaman kaybına ve masraflara neden olan doğrultma ve düzeltme işlemlerinin yapılması zorunlu olabilir. Bu konuda özel bir uzmanlık alanı olduğundan, söz konusu işlemler bilinçli olarak ve özenle sürdürülmelidir. Aksi halde malzeme ve konstrüksiyon tahrip edilerek kullanılmaz duruma gelebilir.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynak kabiliyetini etkileyen faktörler arasında en önemlilerinden biride, alüminyumun oksijene karşı aşırı affinitesinden dolayı, yüzeyinin havada kısa sürede bir oksit tabakası ( $Al_2O_3$ ) ile örtülmesidir. Bu tabakanın ergime derecesi yüksektir (2050 °C) ve elektiriksel izolatör etkisi gösterir.

## 7. Raylı Taşıt İmalatında Kullanılan Kaynak

Yöntemleri :

### 7.I. Kaynak Yöntemi Seçiminde Kriterler :

Kaynak yöntemleri için uygulama sınırlarının saptanması ve daha sonra değiştirilmesi sıkça görülen bir durumdur.

Bu değişikliğin nedeni, zaman süreci içinde teknik ve ekonomik gelişmelere paralel "uygun yöntem" tanımının da değişmesidir.

Bir birleştirme işleminin herhangi bir yöntemle yapılabilmesi aşamasına gelmeden, ön hazırlıklar ve koşullar, malzeme, eldeki kaynak cihazları, kaynakçı potansiyeli, gerekli yardımcı tertibat ve donatılar gibi etkenlerin iyi tanınması, vazgeçilmez ön şartlar olarak gerekli bulunmaktadır.

Genel olarak, seçilen bir yöntem ile birleşme kalitesinde daha iyi sonuçlara ulaşılması durumlarında ekonomik koşullara da uyum sağlanıyorsa, bu yöntem "uygun yöntem" olarak adlandırılır. Birleşme bölgesinin çok değişik zorlama koşullarına sahip bulunması veya insan emniyeti faktörünün birinci derecede önemli olması durumlarında ise, bir istisna olarak, sadece ön görülen dikiş kalitesine göre yöntem seçimine gidilmelidir.

Ergitme esaslı kaynak yöntemlerinde bir çok oluşumlar birbirine benzer şekilde ortaya çıkmaktadır. İşlem sıcaklıklarının, ergitme sıcaklıklarının üstünde olması, malzeme içerikleri ile ortamı çevreleyen gazlar arasında kimyasal bağlar oluşum eğilimini arttırmaktadır. Bu nedenle, yüksek sıcaklıklarda, örneğin çeliklerde 800 °C'ın üstünde, mutlak bir koruyucu gaz gereği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ergiyik metalsel banyonun korunmasında, ortam gazlarına karşı alınması gereken önlemler iki aşamada tamamlanmaktadır.

a. Ergiyik metalsel banyonun ortam gazlarına karşı korunması ve kaynak bölgesinin sıcaklığının çok fazla yükseltilmesinden kaçınılması

b. Ergiyik metalsel banyoya nüfuz etmiş gazların mümkün

oranda giderilmesi.

Uygulamalardaki yöntemlerde koruyucu gaz,toz,örtü,öz vb. ilave malzemelerle bu koşullar,çok iyi,iyi yada yeterli olarak tanımlanabilecek seviyelerde sağlandığı gözlenmektedir.

Metalsel malzemeler kaynak işlemi ile biçimlendirilmeye aynı seviyede yatkın bulunmamaktadırlar. Kaynak kabiliyeti olarak tanımlanan bu teknolojik kavram,bir birleştirme veya dolgu işleminde seçilen malzeme,uygulanan yöntem ve konstrüksiyon ile kalınlık faktörlerinin bir arada düşünülmesiyle anlam kazanmaktadır.

Bir malzemenin kaynak kabiliyetinin yüksek olduğu ifadesinden,o malzemenin ön görülen yöntem ile,herhangi bir önlem almadan tasarlanmış konstrüksiyona uygulanabilmesi anlaşılmaktadır. Elde edilen kaynak dikişinin ise amaçlanan kalite seviyesinde olması ön şart olarak gerekmektedir.

Malzemenin kaynak işlemindeki tutumu,kimyasal bileşimi, üretim metodu,üretim ve daha sonraki aşamalarda görmüş olduğu işlemlerin etkilerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Raylı taşıtlarda birleştirmeler için önerilen kaynak yöntemleri tablo 7 'de gösterilmiştir. Raylı taşıt yapısında uygulamaların % 90'ında koruyucu gaz kaynağı pay sahibi bulunmaktadır. Uygulamalarda genellikle çekme dayanımı 370-520 N/mm<sup>2</sup> aralığında alaşımsız çeliklerden sac ve profiller, 1-30 mm kalınlık aralığında (genellikle 6-16mm) kullanılmaktadır. Sac ve profiller birim elemanlar olarak kaynak edilerek,daha sonra tabandan başlanarak kaynak birleştirmelerle,hacımsal üniteler haline getirilir. Bu yapılarda,tavan,yanlar ve çevresel yüzeyler beraberce taşıyıcı elemanlar olup,birleştirmelerde dövme ve döküm parçalar da bulunmaktadır.

İşlemlerde yapım türüne uyarlanmış MAG cihaz ve donatımlarından yararlanılır. Çalışma bölgesi 12-26 m aralığındadır. Kısa dikişlerde elle,uzun dikişlerde mekanik kumanda sistemleri kullanılır. Raylı taşıtlarda,hafif metal,

| Vagon Yapımı                      | G | E   | WIG | MAG | MIG | TA | D |
|-----------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|----|---|
| şase-boyuna,enine ve üst kirişler |   | (x) |     | x   |     |    |   |
| üst gövde-kafes,saç, tavan        |   |     |     | x   |     |    |   |
| sürgülü kapı,kapak-Al-            |   |     |     |     | x   |    |   |
| dönel dingil çerçevesi (boji)     |   | (x) |     | x   |     |    |   |
| kazan,kazan vagonu                |   |     |     | x   |     | x  |   |
| diğer parçalar                    |   |     |     | x   |     |    |   |
| tampon                            |   |     |     | x   |     |    |   |
| aks yatağı kutusu                 |   |     |     |     | x   |    |   |
| konteyner                         |   |     |     |     |     |    |   |
| taban grupları                    |   |     |     | x   |     |    |   |
| yan cidarlar                      |   |     |     | x   |     |    |   |
| Lokomotif Yapımı                  |   |     |     |     |     |    |   |
| üst şase                          |   | (x) |     | x   |     |    |   |
| gövde                             |   |     |     | x   |     |    |   |
| iç kafes,takviyeler               |   |     |     | x   |     |    |   |
| gövde kaplama                     |   |     |     | x   |     |    |   |
| tavan                             |   |     |     | x   | x   |    |   |
| tahrik dingili şasesi             |   |     |     | x   |     |    |   |

Tablo 7 Raylı taşıt yapılarında uygun kaynak yöntemleri  
(2I)

paslanmaz elik,sert Mn-eliği ve sfero döküm parça birleştirmelerinde,ince kesitlerde WIG-,relatif kalın kesitlerde MIG yöntemi uygulanması uygundur. Taşıt yapımında E-ynte - mide kullanılma alanına sahip bulunmakta,bu tercihler konumsal kolaylık ve alaşımlı malzemelerde kolay bileşim ilave malzeme seçimi olanağına dayanmaktadır. MAGC yöntemi ile birleştirme bölgelerinde,yüksek dinamik zorlamalar karşısında,özellikle kritik yük taşıma bölgesi kök pasoya rastlamasında,yeterli dayanım öngörülmesi durumlarında, karışım gazlı koruyucu gaz kaynağı ve daha uygun şekli olarak da MAGCI yöntemi önerilmektedir.



## 7.2. Raylı Taşıtlarda Uygulanan Kaynak Yöntemleri :

Kaynaklı imalat için çok geniş uygulama alanına sahip bulunan raylı taşıt imalatında yararlanılan başlıca kaynak yöntemleri şunlardır :

1. Örtülü elektrodlarla kaynak
2. Gaz ergitme kaynağı
3. Gaz altı kaynak yöntemleri
  - a. MIG-MAG
  - b. TIG-WIG
4. Toz altı kaynak yöntemi
5. Direnç kaynakları
  - a. Nokta    b. Dikiş    c. Alın
6. Saplama kaynağı
7. Plazma ile kesme
8. Laser ışınları ile kaynak
9. Robot kaynağı

### 7.2.1. Örtülü Elektrodlarla Kaynak :

Elektrik ark kaynağı, iki kutup arasında oluşan arkın ısı membaı olarak ana ve ilave malzemeyi ergitmesi şeklinde tanımlanabilir.

Ark esaslı uygulamalarda,ark oluşturulmasında kullanılan ve elektrod olarak adlandırılan elemanlar,ergiyerek metalsel banyoya göçme durumlarında ergiyen elektrod olarak tanımlanmakta,bunlar yöntemlere bağlı olarak çıplak,örtülü, özlü,örgülü,çubuk veya band şeklinde olabilmektedir.

Sadece ark oluşumuna katkıda bulunan ergimeyen elekt - rodlar ise karbon, volfram ve alaşımlı volfram elektrodlar olarak adlandırılabilirler.

Elektrik ark kaynağında, gerek ark ortamının ve gerekse kaynak bölgesinin korunmasının sağlanması amacı ile alınan önlemler ve kullanılan elektrod türleri, uygulamalarda yöntemlerin adlandırılmasını da ortaya çıkarmaktadır.

Elle örtülü elektrodla elektrik ark kaynağında ise ark metalsel elektrod ile parça arasında yanmakta, kaynak banyosunun oluşmasında her ikisinin de payı bulunmaktadır.

Kaynak arkında erimenin meydana gelmesi :

Örtülü elektrod ile yapılan metal ark kaynağında ark kaynak elektrodu ile parça arasında yanar. Arkın olduğu elektrodun ucunda ve arkın iş parçasına dokunduğu yerde yüksek elektrik direnci ortadan kalkar. Bundan ötürü elektrodun ucu erir ve parçanın belirli bir kısmında bu erimeye katılır. Böylece kaynak banyosu meydana gelir ve eriyen elektrod malzemesi buraya damlalar halinde geçer. Arkın teşkili sırasında elektroddan eriyen damlaların iri taneli, orta taneli veya ince taneli olması elektrodun örtüsüne bağlıdır.

Bu metodun çok kullanılır olmasının nedenleri :

1. Elastikliği
2. Her yerde ve her pozisyonda kullanılabilmesi
3. Hemen her metal için uygun örtülü elektrodun bulunabilmesidir. Fakat verimlilik, ekonomiklik yönünden metodun sakıncaları vardır.

Bu sakıncaları şu maddelerle özetleyebiliriz :

1. Sap kayıplarından kaçınılamamaktadır.
2. Kullanılmış elektrod sapını atmak ve penseye yeni bir elektrod takmak için ark söndürülmekte ve zaman kaybolmaktadır.
3. Elektrodların taşıdıkları akım sınırlı olmaktadır.
4. Elektrod boyutlarında bir sınırlama söz konusudur.

Elektrodların daha uzun olması halinde kaynakçı kaynak banyosuna hakim olamaz ve dikiş bozulur.

5. Sıcak hava koşullarında, kaynakçının kullanabileceği elektrod çapı sınırlı olmaktadır.

6. Bu metoddan arzulanan neticenin elde edilebilmesi tamamen kaynakçının ustalığına ve maharetine kalmıştır.

## 7.2. 2. Gaz Ergitme Kaynağı :

Gaz ergitme kaynağında,kaynak dikişinin oluşturulması için gerekli ısının,kaynak alevinden transfer edilmesi esassından yararlanılır. Kaynak alevi ise oksijen-yanıcı gaz çok nadir olarak da hava-yanıcı gaz karışımlarından oluşturulur. İşlemlerde kullanılan oksijenin yüksek saflıkta olması gerekmektedir.

## 7.2. 3. Gaz Altı Kaynak Yöntemleri

a. Metal Inert Gas MIG : Bu yöntemde kaynak dikişi sürekli olarak ergiyen kaynak teli ile ergiyen ana malzemeden oluşur. Dikişin biçim ve boyutları,ark gücü,kaynak tellinin ergime oranı ve ana malzemenin fiziksel özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkar.

MIG kaynağında ark,argon veya karışım gazlarından oluşturulan koruyucu bir ortamda yanmaktadır.

Yöntemin üstün yönleri olarak,yüksek ergime verimi ve nüfuziyet derinliklerine ulaşılması,relatif büyük devrede kalma,kaynak hızlarının büyüklüğü,sıçrama ve yanma kayıplarının küçüklüğü,gaz hatalarına karşı emniyet ve yeterli dayanım olarak sayılabilir.

Yöntemin özelliğinden gelen yüksek akım yüklenebilirliği,yüksek bir ergime verimi ile çalışılma olanağı vermek-te,dolayısıyla yüksek nüfuziyet derinliği ile yüksek kaynak hızlarına ulaşılmaktadır.

Kaynak cihaz ve donatımları için bakım gerekmesi,koruyucu gazların maliyete etkilemesi,yoğun ark ışın demetinin görünmesi de dezavantajlı yönleridir.

b. Metal Aktiv Gas MAG : Bu yöntemde, koruyucu gaz olarak  $CO_2$  veya bununla birlikte  $O_2$  ve Ar kullanılmaktadır. Elektrik arkı ergiyen kaynak teli ile iş parçası arasında oluşmaktadır.

Ergiyen elektrodla karbondioksit gazı altında kaynak yöntemi MAG son senelerde gittikçe önem kazanmaya başlamıştır.

TIG ve MIG kaynaklarında kullanılan argon gazının pahalı olması dolayısı ile daha ucuza elde edilen gazların kullanılmasına gidilmiş ve karbondioksit gazı enteresan bir hale gelmiştir.

- Yüksek ergime hızı
- Derin nüfuziyet
- Kaynak işleminin kolaylığı
- İnce saçlarda deformasyona sebebiyet vermemesi
- Her pozisyonda kullanabilme rahatlığı
- Malzemeden ve işçilikten tasarruf sağlaması nedeni ile geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

MAG kaynağının MIG kaynağına olan üstünlükleri :

- a. Karbondioksit gazı argon gazına göre daha ucuzdur.
- b. Aynı hacımlı tüplere argona göre takriben üç misli daha fazla karbondioksit konur.
- c. MAG kaynağında daha derin nüfuziyet sağlanır

MAG kaynağının Tozaltı kaynağına olan üstünlükleri :

- a. Tozaltı kaynağında kullanılan kaynak tozu rutubet çektiğinden kaynak dikişi hidrojen gazı absorbe eder.
- b. Kaynak yerini, kaynakçı tozaltı kaynağına nazaran daha iyi görür.
- c. Tozaltı kaynağında, dikişe eriyerek bir miktar hidrojen geçer. MAG kaynağında böyle bir sorun yoktur.
- d. Tozaltı kaynağında pahalı ve çeşitli kaynak tozları kullanılır. MAG kaynağında ise toza ihtiyaç olmadığı gibi karbondioksit de tozdan daha ucuzdur.
- e. MAG kaynağı daha derin nüfuziyet verir.

### C. Wolfram (Tungsten) Inert Gas WIG (TIG) :

Uygulamada ark, ergimeyen bir wolfram elektrod ile iş parçası arasında oluşturulmaktadır.

Yöntemin uygulanmasında ark ortamı ve metalsel kaynak banyosu bir soy gaz ile korunmaktadır. Helyum veya argon gazları nötr gazlar olduklarından, ortamda oksidasyon veya nitrür oluşumu gibi istenmeyen durumların ortaya çıkması önlenmektedir. İşlem süreci boyunca, korunan basınç farkı ile, atmosfer gazlarının ortamdaki uzak tutulması sağlanmaktadır.

### 7.2. 4. Tozaltı Kaynak Yöntemi :

Tozaltı kaynağının karakteristik özellikleri, kaynak süreci boyunca arkın örtülü bir ortam içinde oluşumu, işlemin sürekliliği, yüksek ergime verimi, kaynak dikiş kalitesinin yüksekliği ve uygulamada işlem parametreleri yönünden oldukça geniş bir çalışma serbestliğine sahip bulunduğu şeklinde belirtilebilir.

İşlemden, ergiyen çıplak bir elektrod, tozla örtülü bir ortamda ana parça ile ark oluşturarak yanmaktadır.

### Yöntemin Avantajları :

a. Kaynak parametreleri uygun seçildiği ve doğru çalışma şekli yapıldığında çok güzel görünümlü ve hatasız kaynak dikişleri elde edilir.

b. Ark, devamlı şekilde bir toz yığını altında teşekkül ettiği için arkı korumak için tedbir almak ve zararlı ışıklardan müteessir olmak söz konusu değildir.

c. Yöntemin derine işleme kabiliyeti olduğu için daha dar kaynak ağızları kullanılabilir. Bu ise daha az işçilik ve daha az masraf demektir.

d. Sıçrama sorunu yoktur.

e. Yüksek ergitme hızlarına sahip ve hızlı kaynak

uygulamalarına elverişlidir.

f. Kaynak tozunu, kaynak dikişinin mekanik özelliklerini etkileyecek şekilde alaşımlandırmak mümkündür.

g. Açık havada kaynak yapıldığında rüzgarın etkisi, diğer yöntemlere göre daha azdır.

h. Tam otomatik uygulamalar için olduğu kadar elle uygulamalar için de kullanılabilir.

ı. Kaynak esnasında zararlı metal tozları ve duman çıkmaz.

#### Yöntemin Dezavantajları

a. Tesis masrafı fazladır.

b. Kaynak tozunun yayılması ve toplanması ve elenmesi çoğu hallerde ilave bir ekipmana ihtiyaç gösterir.

c. Her pozisyonda kaynağa elverişli değildir.

d. Yüksek ergime neticesinde kaynak bölgesinde ve ısı geçiş bölgelerinde yapı bozulmaları olabilir.

e. Kaynak tozu iyi korunamadığı durumlarda kaynak dikişinde hataların olma ihtimali fazlalaşır.

f. Kaynak dikişinde istenen akma limiti sağlanamayabilir (bu durumda özlü tel veya çok pasolu kaynak tercih edilir).

#### Diğer Yöntemler

5. Direnç kaynağı

6. Saplama kaynağı

7. Plazma ile kesme

8. Laser ışınları ile kesme : Bu yöntemde yatırım maliyetlerinin çok fazla olması (yaklaşık 1.100 000 DM) kullanımını oldukça düşündürmektedir.

9. Robot kaynağı

## 8. Demiryolu Taşıtlarının Konstrüksiyonlarında

### Kaynak Deformasyonları :

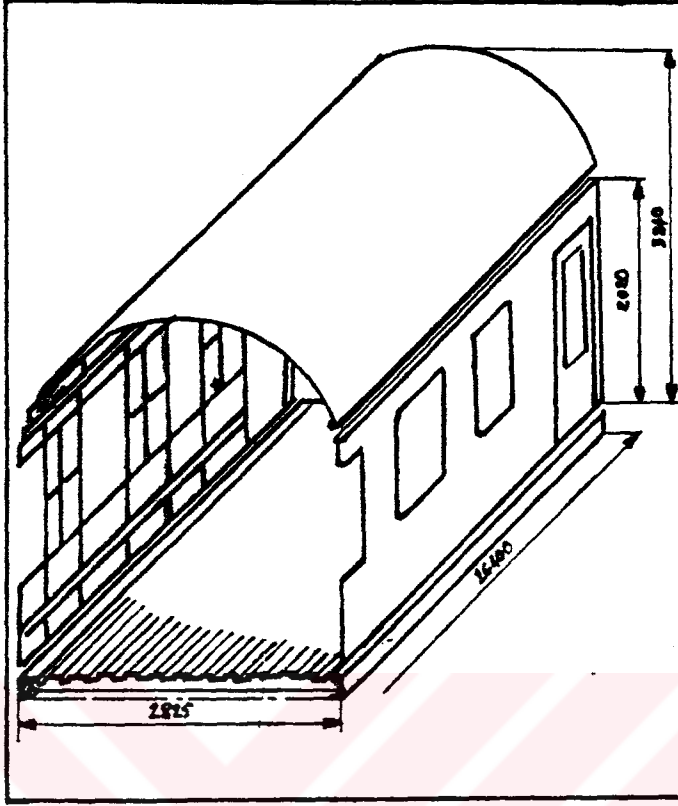
Demiryolu taşıyıcılarında çatı, yan ve ön duvarlar diğer taşıyıcı araçlarda olduğu gibi metal plakaların birleştirilmesiyle oluşur. Gövde konstrüksiyonu metal plakaların tipik montajı şeklindedir. Gövde, Zprofilleri ve 2,5-3mm kalınlığındaki hafif köşe profillerinden yapılır. Kaplama metal plaka kalınlığı 1,5-2,5 mm'dir. Vagon gövdesinin yapısı (ön duvarsız) vagonun ana boyutlarıyla birlikte şekil

2I 'de gösterilmiştir. Daha küçük gövde ve metal plaka bölgelerinin montajı için bağlama tertibatıyla uç uca eklenerek nokta kaynağı ve dolgu kaynağı ile hazır edilir. Küçük parçaların kaynakla birleştirilmesinde kaynak deformasyonları ve boyutsal değişiklikler olur. Bu sadece vagonların görünüşlerine değil aynı zamanda üretiminde etki eder.

İmalat sırasında boyutsal değişimler tümseklik, eğrilik, pürüzlülük ve kıvrılmalar şeklinde olabilir. Bunlarda üst sınır gözönünde bulundurulmalıdır. Optimum kaynak sıraları ve birleştirilen parçaların uygun kaynak sıralarına göre sıralandırılmaları sağlanmalıdır. Herbir montajın özel deformasyon dönemi vardır. Başlangıç noktası olan imalat safhasında yapısal ve teknolojik olarak istenmeyen ölçülerin bilinmesi için deformasyonların yön ve büyüklüğünün bilinmesi gerekir. Demiryolu taşıtlarında düz metal plakaların montajında statik ölçmenin ana prensibi tecrübe yapılarak rapor edilmesidir. Konstrüktör, ana montajın birleşme noktalarının ve birleştirme toleranslarının nominal boyutlarla uyum içinde olmasını istemelidir.

### 8.I. Montaj Sırasında Boyut Değişimi ve Fiziksel Esas:

Bir metalik çubuk önce ısıtılıp sonra da ilk başlangıçtaki sıcaklığına kadar soğutulursa, düzgün serbest bir uzama ve kendini çekme meydana gelir. Uzama ve kendini çekme



Şekil 2I Vago gövdesinin yapısı ve ana boyutları

miktarı aynıdır. Bu fiziksel kural, yalnız hacimsel bakımdan serbest hareket edebilen ve düzenli ısıtılıp soğuyan parçalar için geçerlidir. Diğer taraftan böyle bir ideal durum kaynak sırasında söz konusu olmadığından, kendini çekme ve büzülme problemleri ortaya çıkar.

(1) boyundaki metalik bir çubuk ısıtıldıktan sonra ( $\Delta l$ ) kadar serbest uzar ve soğuması sırasında da bu durum tespit edilirse, çubukta çekme zorlamaları meydana gelir.

Çubuk, çekme zorlaması altında, soğuduğu zaman yani ilk sıcaklığına eriştiği zaman ( $\Delta l$ ) boyu kadar uzamış olur. Çubukta oluşan bu çekme zorlamaları, sünek malzemede akma sınırını aştığı zaman, plastik alanda uzama ve büzülme meydana getirir. Kopma mukavemetini aştığında da çatlama ve kırılma oluşur. Gevrek malzemede ise, parça şekil değiştirmeden kırılır.

Kaynak esnasında meydana gelen ısı gerilmeler düzgün olmayan soğuma nedeniyle konstrüksiyonda basma kuvvetleri oluşturur. Konstrüksiyonun rijitliğine göre, bu basma kuvvetleri bir takım çarpılmalar ve kabarmalar meydana getirir.

Burkilmaya karşı rijitlik derecesi, konstrüksiyonun formuna bağlı olduğu gibi, özellikle saç konstrüksiyonlarında tespit derecesine de bağlıdır. Düzgün olmayan haller çarpılmaya karşı rijitliği düşürür. Bunun içinde ince saç konstrüksiyonlarda burkulma mukavemetini yükseltecek bazı takviyeler konur. Düşük derecedeki bir rijitlik, soğuma sırasında büyük çarpılmalara sebep olur.

#### 8.2. Raylı Taşıtlarda Kullanılan Parçalarda Oluşabilecek Çekme ve Çarpılma Çeşitleri :

**Enine Çekme :** Parçada kaynak dikişine dik yani X eksenini boyunca meydana gelen kendini çekmedir.

**Boylamasına Çekme :** Parçanın, kaynak dikiş yönünde yani Yekseni boyunca kendini çekmesidir.

**Açısal Çarpılma :** Enine çekmenin özel bir şekli olup, parçanın ilk başlangıç durumuna göre kendisini bir ( $\alpha$ ) açısı kadar çekmesidir.

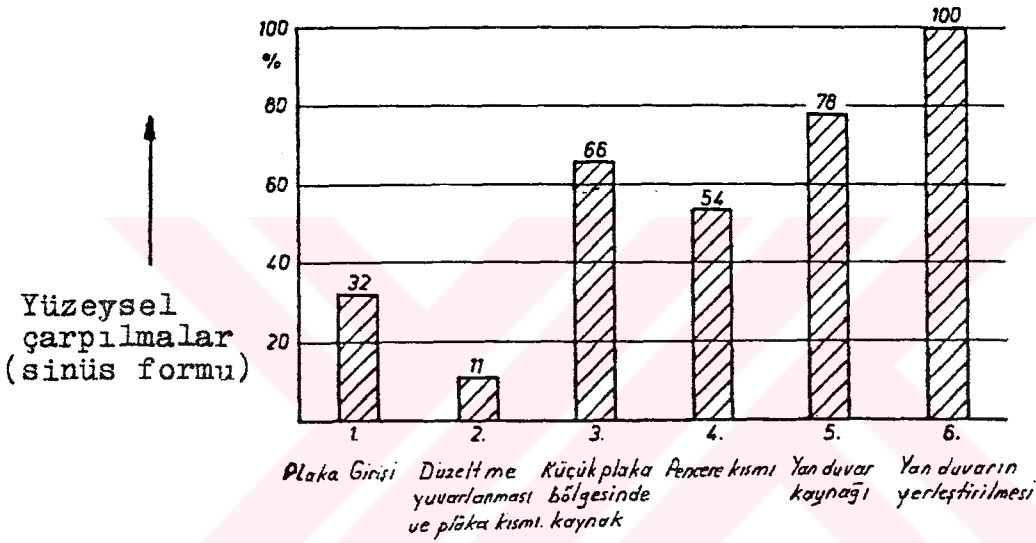
**Kalınlık Çekmesi :** Parçanın kendisini kalınlığı yani Z eksenini boyunca çekmesidir. Çok küçük olduğu için uygulamada büyük bir önem taşımaz.

Kaynak işlemi sırasındaki oluşan kaynak gerilmelerinin çarpılmaların ve kendini çekmelerin meydana gelmesine etkiyen başlıca üç ana faktör vardır. Bunlar ısıtma veya tavlama gerilmeleri, konstrüksiyonun rijitliği ve malzemenin metalurjik özellikleridir.

Bir parçanın bölgesel olarak ısıtılması sırasında uzamanın sınırlandırılması ile oluşan gerilmelere ısıtma gerilmeleri denir ve bu da şu faktörlere bağlıdır. Sıcaklık farkı, kaynak hızı, özgül ısı, ısı iletme kabiliyeti, ısıl uzama katsayısı, elastiklik modülü, parçanın hacmi ve formu.

### 8.3. Montaj Sırasında Oluşan Kaynak Deformasyonları:

Yan duvarın dış kaplamasındaki deformasyonlar, bozulmalar ve sinüs eğrisi görünümündeki pürüzler aynı zamanda bölgesel toplanmalar imalatındaki kalitenin derecesini anlamakta bize rehberlik eder. Kaynak deformasyonları üretimde metal plakaları ve gövdede dikiş yerlerinin büzülme uzunluklarının değeri, plakadaki pürüzler ve basma gerilmesi açıkça gösterilmelidir.

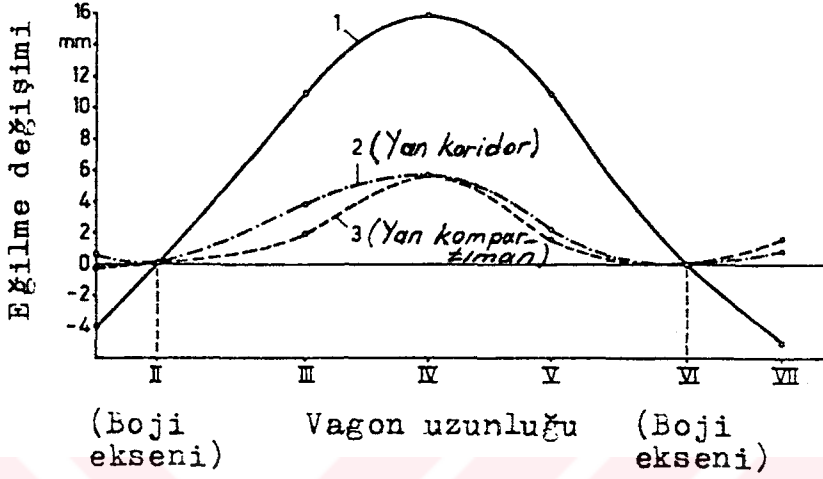


Şekil 22 : Montaj sırasında oluşan pürüzlülüğün gelişmesi

Montaj sırasında bozulmalar ve pürüzlülüğün gelişmesi şekil 22 'de gösterilmiştir. Küçük plakaların kaynak dikiş yüzleri önemli pürüzlerin ortaya çıkmasını arttırır ve bunun için uygun ölçülerin verilmesi gereklidir. Çerçeve bölgelerinde ve gövde çerçevesinde dikiş bölgelerinin yeri değiştirilerek yüzey pürüzlenmeleri azaltır.

Metal plaka kaplamadaki pürüzlülük vagonun ideal şeklinde olan sapmalar kadar iyidir. Özellikle boyutsal sapmalarda meydana gelebilecek değişiklikler düzeltilerek vagonla boji arasında olabilecek çökmeyi önleriz. Vagonun

yerleştirilmesinin başlangıç ve bitiminden sonra uzunlamasına eğilme dağılımı şekil 23 'de gösterilmiştir.



Şekil 23 : Montajın başlangıç ve bitiminden sonra uzunlamasına eğilme dağılımı (I-montajdan önce 2 ve 3 - düzeltme tavlamasından sonra)

Ön duvar ve çatı üzerinde kaynak ve birleştirmelerle birlikte vagon altında yapılan birleştirmeler, yan duvarların dış hatlarla hemen hemen aynı yapılması teknolojinin ana problemlerindendir. Vagon gövdesine yapılan düzeltme tavlamasından sonra metal levhaların ortalama gerilme kuvveti değiştirilip basma gerilmesi ve pürüzlenme çoğunlukla önlenir. Özellikle çatı bölgesindeki doğrultma tavlamasında ön dağılma kaybında sonuca varmak için efektif kıvrılma anında prova yapılmalıdır. Bu işlem vagonun tam ortasında yan duvarın sehimlenmesi ve çatının eğilme miktarı birlikte bulunur.

#### 8.4. Kaynak Sırası ve Deformasyon :

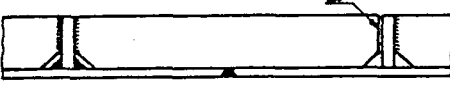
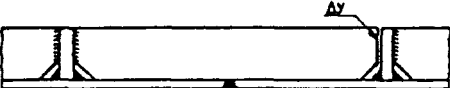
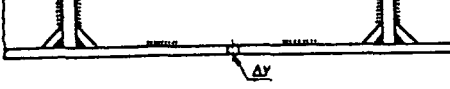
Özellikle uygun kaynak sıralarının araştırılması montajın ve vagon gövdesinin deformasyonu için önemlidir. Kaynak sırasının uygun bir şekilde seçilmesiyle bazı bölgelerde oluşabilecek bozulmalar ve sinüzoidal pürüzlenmeleri azaltabilir. Şekil 24'de iskelet plakası için çeşitli kaynak sıraları ile ilgili örnekler gösterilmiştir.

1. durum : İdeal ve savunulabilir kaynak sırasıdır. Bileşik metal plakalarında, iskelet bileşimlerinde uygulanabilir

2. durum : Daha genel ve bilinen kaynak sırasıdır.

3. durum : Hernekadar farklı ise de burada küçük dalgalanma pürüzlülüğü, yüksek bir basma sıkıştırması ile tamamen uzaklaştırılabilir.

4. ve 5. durum : Pratik olmadıklarından uygulanmaması daha iyidir. (13)

| Kaynak sırası                                                                          | Çarpılma      | Gerilme                                        | Düzeltilme<br>olanağı |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.    | Yok           | Yok                                            | Gerekli<br>değil      |
| 2.    | Boyuna<br>var | Saçta<br>düşük<br>basma<br>gerilme             | Mümkün                |
| 3.   | Küçük         | Saç<br>kesitinde<br>yüksek<br>basma<br>gerilme | Mümkün<br>değil       |
| 4.  | Yok           | Saçta<br>yüksek<br>çekme<br>gerilme            | Gerekli<br>değil      |
| 5.  | Yok           | Saçta<br>yüksek<br>çekme<br>gerilme            | Gerekli<br>değil      |

Şekil 24 : Vagon iskelet plakası montajında çeşitli kaynak sıraları ile ilgili örnekler.

## 9. Raylı Araç Konstrüksiyonları :

Raylı araçlarda malzeme kullanımı aşağıda sözü edilen yapım elemanlarına göre ayırt edilmektedir : (8)

a. Yük taşımayan yapım elemanları örnek olarak duvar ve tavan kaplamaları, döşeme, süs çatıları, kollar ve benzeri.

b. Kendini taşıyan yapım elemanları örnek olarak su ve yakıt tankları, basınç tankları, kapılar, koltuk, yüklükler, sürmeli yan duvarlar.

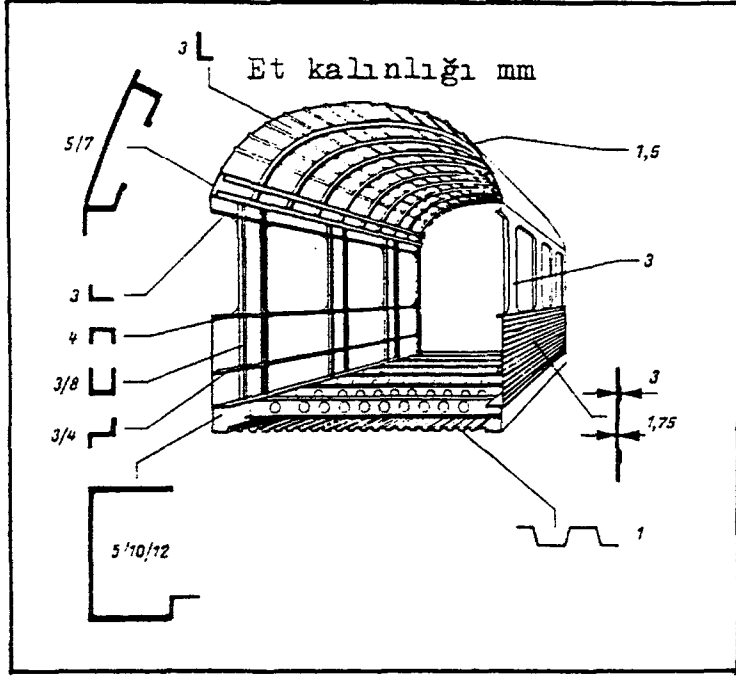
c. Yük taşıyıcı yapım elemanları örnek olarak bojiler, yolcu ve yük vagonlarının bojileri, lokomotiflerin şasileri, yolcu ve yük vagonlarının kasaları.

Yük taşıyıcı yapım elemanlarında, özellikle yolcu vagonlarına ait alanlarda iki yapım türü ayırt edilir :

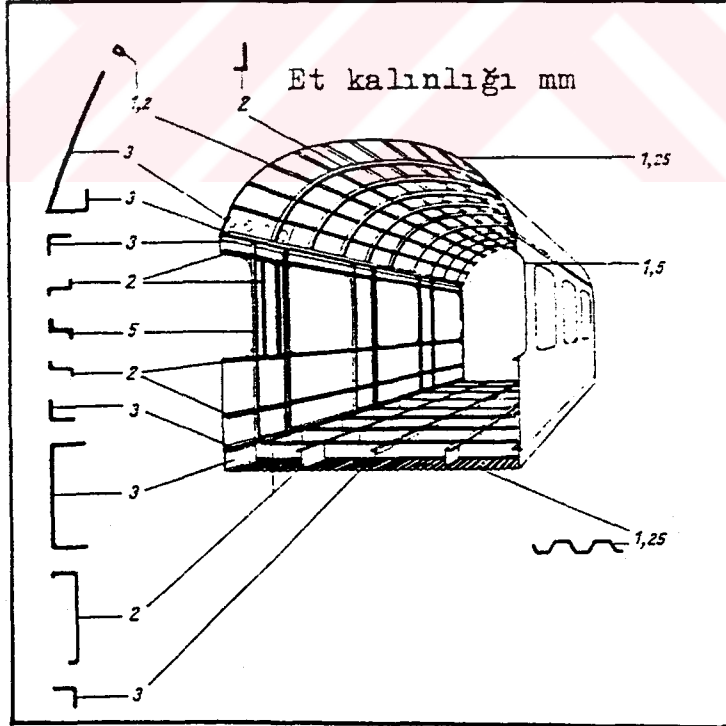
### A. Klasik Yapı Biçimi :

Bu tür konstrüksiyonlarda taşıyıcı sistemi boyuna ve enine kirişler oluşturur. Burada (kutu) tipi yan duvarlar yükleri anılan kirişlerle birlikte taşırlar. Şekil 25'de böyle bir yapım türüne, yani şehir içi ve kısa mesafeli şehirler arası taşıma sistemine ait alüminyum iskeletli vagon gösterilmiştir. İskelet (karkas) yapımında sertleş - tirilebilen AlMgSi I ekstrüzyon profilleri kullanılmıştır.

Söz konusu alüminyum konstrüksiyonunda 164 kg/m, şekil 26 'deki tamamen benzeri bir çelik iskeletli vagona ise dayanım hesaplarının gereği izin verilebilir en ince profiller kullanılmış olmasına rağmen, ancak 273 kg/m'lik bir ağırlık elde edilmiştir. Diğer bir deyişle söz konusu raylı taşıma sistemine ait alüminyum iskeletli vagona çelik vagonunkine oranla % 60'lık bir ağırlık tasarrufu sağlanmıştır. (9)

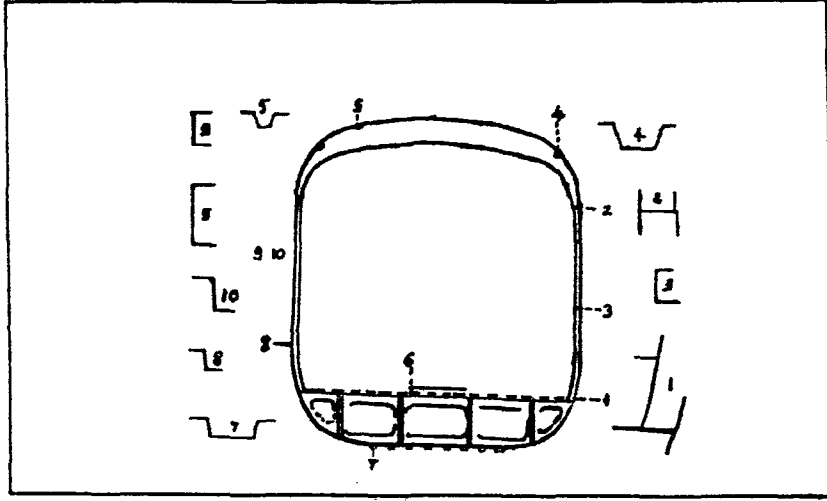


Şekil 25 : Şehir içi ve kısa mesafeli şehirler arası raylı taşıma sistemine ait Al iskeletli vagon 164kg/m

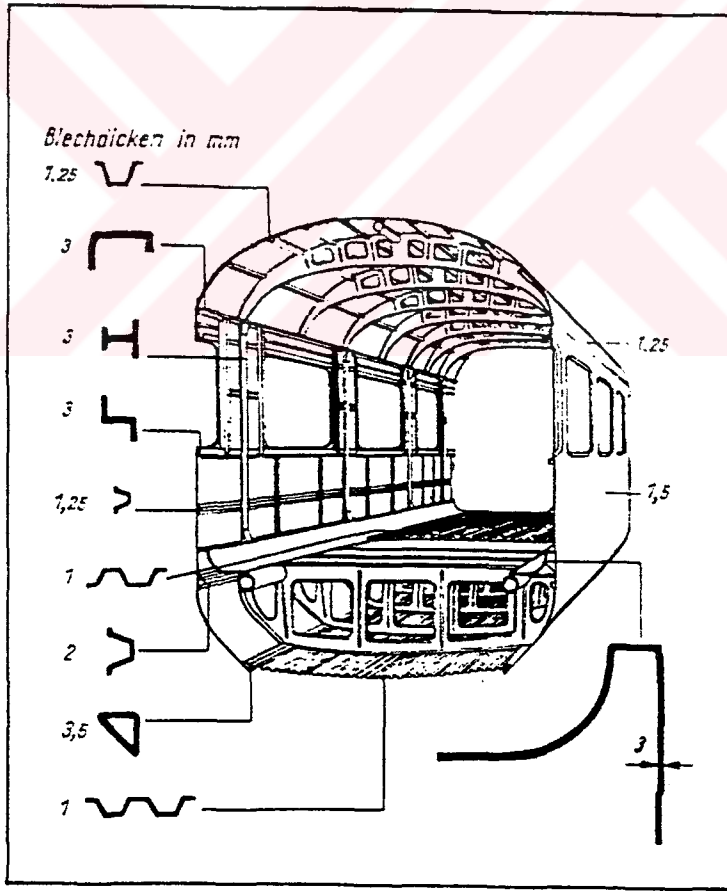


Şekil 26 : Şehir içi ve kısa mesafeli şehirler arası taşıma sistemine ait çelik iskeletli vagon 273 kg/m



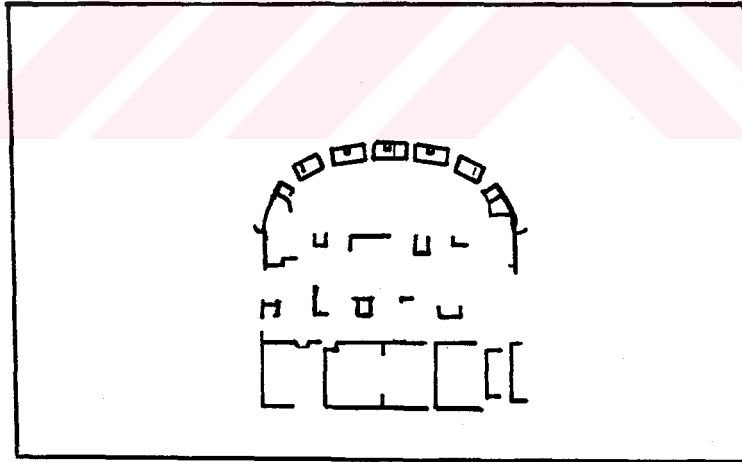


Şekil28 : Almanya Demiryolları için geliştirilen bir TEE yürütücü raylı araç gövde konstrüksiyonunun gösterimi



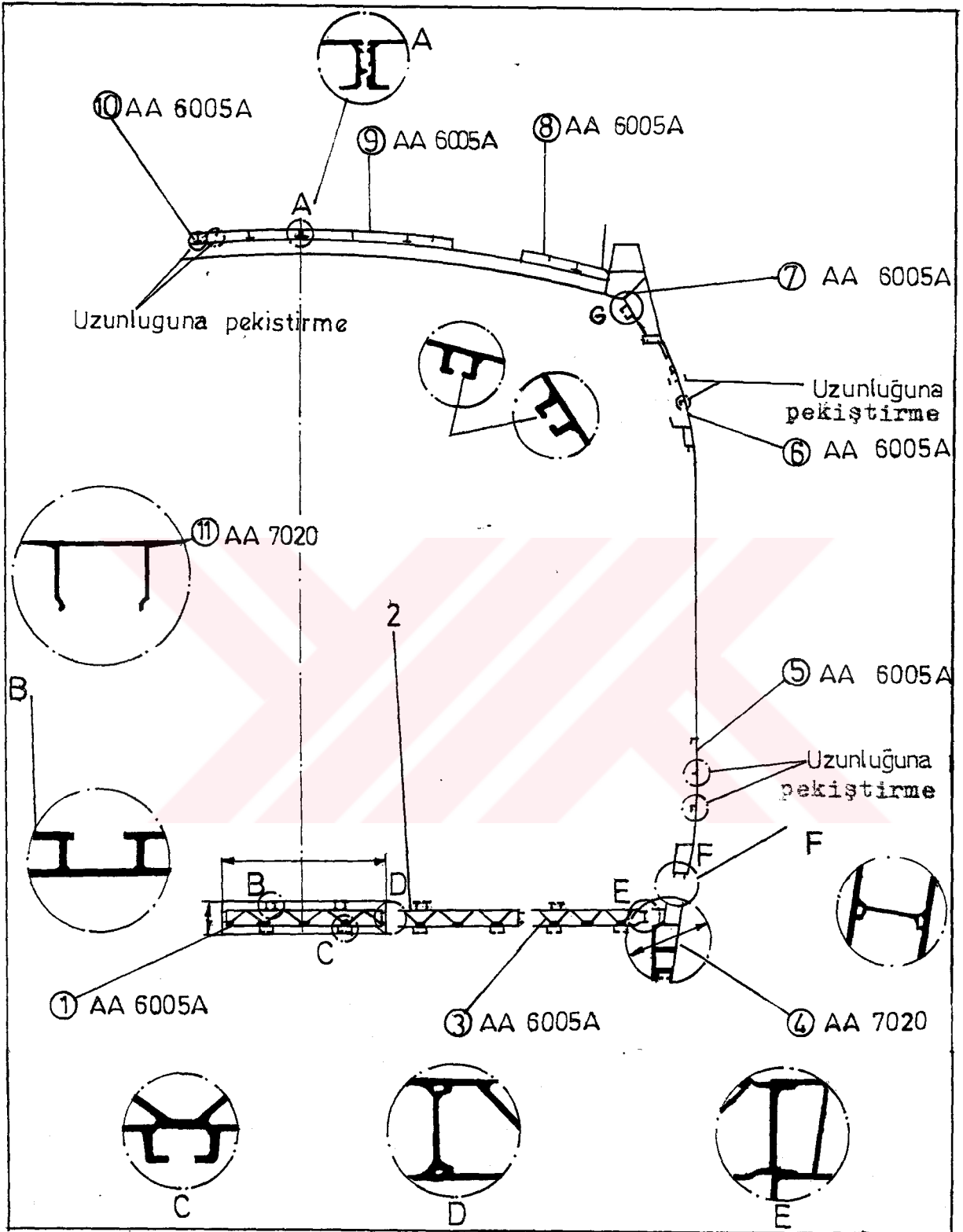
Şekil 29: Çelik profillerden yapılmış hız vagonu

Aşağıda daha başka biçimdeki ekstrüzyon profillerinden yani özel olarak raylı araçların yapımında kullanılmak üzere geliştirilmiş olanlardan sözedilecektir. Şekil 30 'da şehir içi toplu taşıma sistemlerine (metro trenlerine) ait alüminyum iskeletli vagona kullanılan değişik ekstrüzyon için kaynaklı alüminyum konstrüksiyonu olarak hafif yapı biçiminin daha da geliştirilmiştir. Böyle bir uygulama sonucunda iki vagonlu bir trende çelik vagonlu treninkine oranla 11 tonluk bir ağırlık tasarrufu sağlanmıştır. Burada ekstrüzyon işlemiyle elde edilen kaynak ağızlı hemen hemen ideal profil şekilleri kullanılmıştır. Böylece üretimde maliyeti arttıran bir faktör olarak addedilen kaynak ağızlarının hazırlanmasına gerek kalmamıştır. Söz konusu alüminyum vagon iskeleti 80 t'luk bir tampon (toslama) darbesi şeklinde etkiyen zorlamalara dayanıklı olarak hesaplanıp tasarlanmıştır.



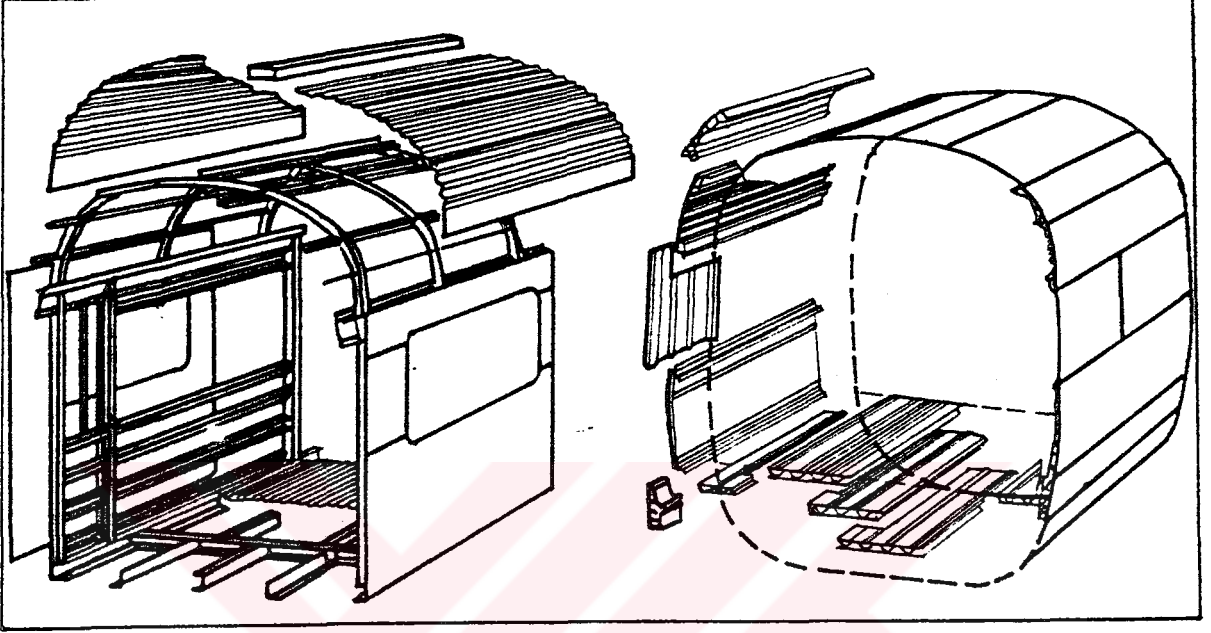
Şekil 30 : Şehir içi toplu taşıma sistemlerine (metro trenlerine) ait alüminyum iskeletli vagona kullanılan değişik ekstrüzyon profillerinin gösterimi

Şekil 31 'de alüminyum dizaynı bir vagon gövdesinin detay resmi gösterilmiştir.



Şekil 3I : Alüminyum dizaynı bir vagon gövdesinin  
detay resmi

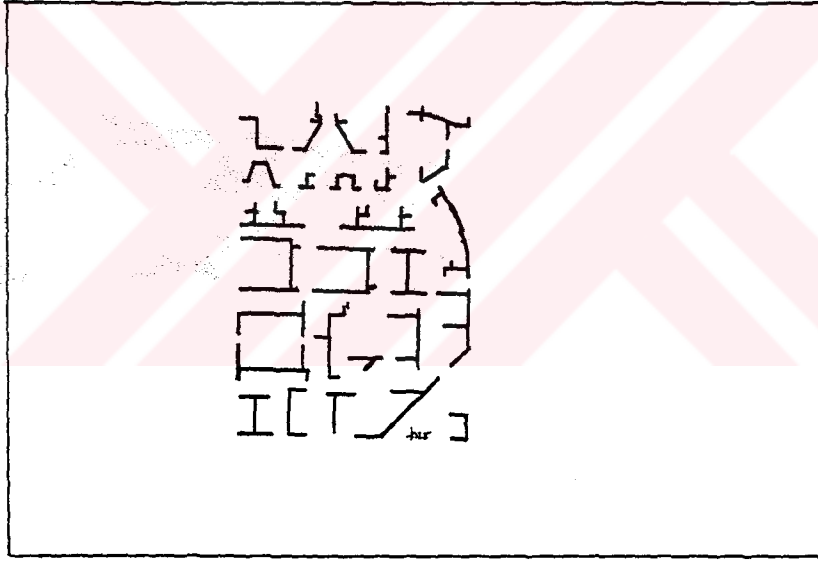
Şekil 32 'de çelik plakalardan dizayn edilmiş bir vagon ve tamamı Al'dan dizayn edilmiş bir vagonun kesiti gösterilmiştir.



Şekil 32: Çelik plakalardan dizayn edilmiş bir vagon ve tamamı Al'dan dizayn edilmiş vagon kesitleri

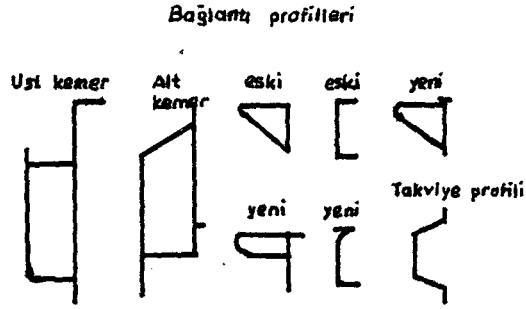
Birleştirme yoluyla gerçekleştirilen yapımlarda şüphesiz kaynak işlemi ana yöntemlerden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Son zamanlarda uluslararası bilimsel araştırmalar sayesinde her ne kadar çok sayıda yeni ve modern kaynak yöntemleri geliştirilmiş ise de, günümüzde alüminyum konstrüksiyonlarının yüksek kaliteli kaynak bağlantıları için ileri teknolojisi olan ülkelerde bile, en yaygın bir şekilde uygulanan kaynak işlemlerinin başında koruyucu gazla ark kaynağı (MIG/TIG) gelmektedir. Söz konusu kaynak işlemlerinin diğer eritme kaynak yöntemlerine tercih edilmesinde başlıca etkenler, şekil ve boyutsal hassasiyet, kaynak birleştirmesinde yüksek dayanım ve ekonomikliktir. Bu nedenlerden ötürü anılan vagon iskeletinin birleştirilmesinde TIG ve MIG kaynak yöntemleri uygulanmıştır. (22)

Şekil 33 'da KBEyürütücü raylı araç için kullanılmış olan en önemli ekstrüzyon profil türleri gösterilmiştir. Söz konusu araç'ın boyu (tampondan, tampona) 24,50 m olup, bunun kaba yapı (iskelet) kütlesi ise 3,85 t'dır. Söz konusu raylı aracın şasisi ve iskeleti için iyi bir kaynak yapılabilirliğine sahip olan  $AlZn4,5Mg$  I alaşımı seçilmiştir. Saçla kaplanan yerler için ise maliyet açısından da uygun olan doğal sert  $AlMg4,5Mn$  (3004) alaşımı öngörülmüştür. Burada da ekstrüzyonla elde edilen kaynak ağızlı profiller kullanılmış olup, üretim yerinde ek olarak kaynak ağızlarının hazırlanmasına gerek kalmamıştır. KBE- yürütücü raylı aracın yapımı için 35 değişik biçimde ekstrüzyon profilleri kullanılmıştır.

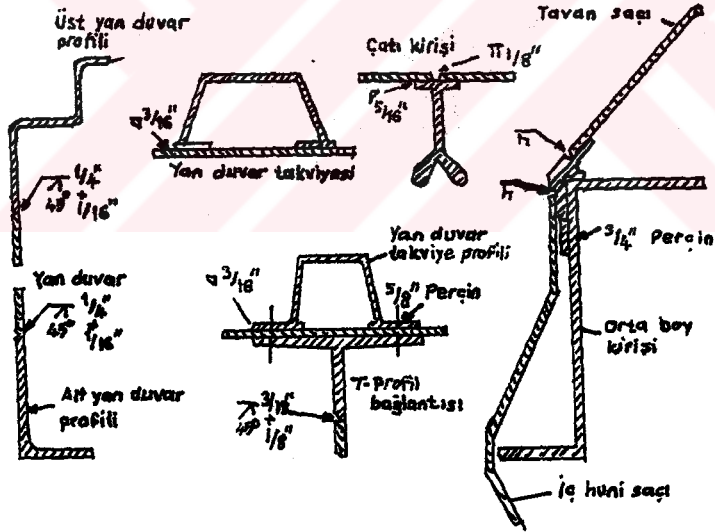


Şekil 33 : KBE-yürütücü raylı araç için kullanılan en önemli ekstrüzyon profillerinin gösterimi

Şekil 34 'de raylı araçların yapımında kullanılmakta olan tipik ekstrüzyon profilleri gösterilmiştir. Şekil 35 'de ise yük vagonlarında kullanılmakta olan ekstrüzyon profil biçimleri ve kaynak dikiş düzeni verilmiştir. Bu, örtülü olma zorunluluğu bulunan dökme mal büyük hacimli yük vagonları için söz konusudur. Bunun iskelet kütle ağırlığı 21,5 t'dır. Söz konusu aracın kasa iskeleti için  $AlMg4,5Mn$  kullanıldı.



Şekil 34 Raylı araçların yapımında kullanılan ekstrüzyon profilleri



Şekil 35 Yük vagonlarında kullanılan ekstrüzyon profillerinin gösterimi

## 10. Raylı Taşıtların Kaynaklı İmalatında Dizayn

Esasları ve Kaynaklı İmalatta Uyulması Gereken Kurallar :

Bir konstrüktör, konstrüksiyon projesi ile yapının temel biçimini belirler. Konstrüktör bununla konstrüksiyon için amaçlanan gayenin yerine gelmesini üstlenmiş olur. Konstrüksiyonda, özellikle kaynaklı imalata ait bulunan bir konstrüksiyonda ;

- a) Mevcut zorlamalara uygun,
- b) Kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenesine uygun,
- c) İmalat yöntemlerine uygun,
- d) Enaz distorsiyon oluşturacak,
- e) Seçilen malzemeye uygun,
- f) Tamir ve bakıma uygun,
- g) Mekanizasyon ve otomasyona uygun

bir dizayn şeklinin seçilmesi gereklidir. Bütün bunların yanında projeyi yaparken konstrüksiyonun ekonomik imalatı da düşünölmelidir. (14)

Herzaman, çok sayıda kaynak dikiş i bir avantaj sağlamaz "En iyi konstrüksiyon enaz kaynak dikiş i iç erendir" sözü de ç eliş kilidir. Fakat çok defa da doğ rudur. Herş eyden önce bir kaynak dikiş in bir maliyeti vardır. Diğ er taraftan da en iyi ç özü mü n de en basit oldu ğ u bilinen bir gerç ektir. Bu nedenle yalnız rekabet amacı ile de ğ il, bilakis "En iyi ç özü m" amacı ile istenenleri gerç ekleştiren ekonomik bir konstrüksiyon teknik olarakta en uygun ç özü m anlamına gelir.

Genel olarak bir dizayndan konstrüktör sorumludur. Fakat bu husus kaynaklı imalatta çok sınırlı olarak söz konusu olmaktadır. Zira, burada parç anın şek illendirilmesi, malzemenin seç imi, kullanılacak ilave kaynak malzemesi, kaynak yönt emi, kaynağ ın muayene ve kontrolü, kaynak sırasında parç aya verilen ısı girdisi, kaynaktan önce ve sonra uygulanacak ısı l iş lemler... gibi, birbirinin iç erisine girmiş bir çok etkenler bulunduğ undan, konstrüktörün her konuda uzman bulunmadı ğ ı bulunmadı ğ ı hususu göz ardı edilemez.

Bunun için kaynaklı imalat yapan işletmelerde, özellikle üretimin % 80'i kaynaklı imalatla gerçekleşen raylı taşıt imalatında muhakkak surette bulunması gereken kaynak mühendisleri ile de, konstrüksiyon sırasında sıkı bir bilgi alış veriş yapılmalıdır. Zira uzman kaynak mühendisi, kaynaklı iş parçasının imalatından müştereken sorumludur. Örneğin, Almanya'da özel bir eğitimle yetiştirilen uzman kaynak mühendislerinin imzalıyarak sorumluluğunu almadığı hiçbir kaynaklı imalat, işlem görmez. Almanya'da raylı taşıt imalatı yapan işletmelerde muhakkak surette bir kaynak mühendisi bulundurmaları zorunludur.

Aşağıda verilen bilgiler, raylı araç kaynak konstrüksiyonları için genel bir değerlendirme olup, konstrüksiyonlardaki çeşitli kaynak yöntemlerinden istenen hususları içermektedir. Her kaynaklı parçada, imalat maliyetleri de önemli olduğundan aşağıdaki hususlara uyulması gereklidir.

1. Parçaya ait teknik resimlerin anlaşılır ve tam olmaları istenir. Yanlış anlama ve hatalardan kaçınmak için konstrüktörün, imalatın gidişi hakkındaki bütün düşünceleri ve onayı alınmalıdır.

2. Konstrüksiyonun tarzı ve uygulaması için kullanılan malzemenin kaynağa uygunluğu şarttır .

3. Her konstrüksiyon için gerekli gerçek parça kalınlığı tespit edilmeli ve mümkün mertebe az malzeme çeşidi ile çalışılmalıdır.

4. İş parçasından aşırı bir emniyet istenmemelidir. Kaynak dikişinin kesiti ve kalınlığı gereğinden fazla olmamalıdır.

İç köşe dikişlerinde, imalat maliyetleri dikiş kalınlığı ile tedrici olarak artar. Kaynak dikişin hacmi ne kadar az ise, mevcut gerilmeler, çarpılmalar ve daha sonraki doğrultma işlemleri de o derece de azalmış olur.

5. Özel kaynak kalitesi, ancak ortaya çıkan zorlamalardan kaçınılmayan hallerde istenir.

6. En güvenli kaynak bağlantısı (en başta dinamik zorlama hallerinde) alın dikişleridir.

7. Şiddetli kuvvet akışları (sapmalar) konstrüksiyon ve

imalattan kaynaklanan çentiklerden ve ani rijitlik değışikliklerinden ileri geldiği için,bunlardan kaçınılmalıdır.

8. Mümkün olduğu kadar az sayıda parça,az sayıda kaynakla birleştirilmelidir ve hurdaya çıkan kesme artıklarının minimumda tutulmasına dikkat edilmelidir.

9. Kaynak dikişleri,mümkün mertebe konstrüksiyonun daha az zorlanan yerlerine getirilmelidir.Böylece parça kalınlığına bakılmaksızın yerel olarak müsaade edilen zorlamalar taşınabilir. Bu suretle de özellikle yüksek muayene maliyeti gerektiren yüksek kalite istekleri ile ilgili olan özel şartnamelerden daha kolay kaçınılabılır. Dikişler imkan nispetinde sistemin atalet eksenine (tarafsız çizgisine) göre simetrik düzenlenmelidir.İki taraftan aynı anda kaynak yapılmak suretiyle çarpılmalar en asgari düzeyde tutulabilir.

10. İnce sac konstrüksiyonlarında sürekli iç köşe dikişlerinden mümkün mertebe kaçınılmalıdır.

11. Kaynak yerlerine kolayca ulaşılabilmelidir.Çekilen dikişin kusursuz ve kaliteli olması için kaynakçı serbestçe hareket edebilmelidir.Eğer kaynak dikişinin gerçekleştirilmesi için montaj sırasında belirli bir işlem gerekiyorsa bu husus teknik resimde özellikle belirtilmelidir.Dikişlerin yanına kolayca yaklaşılması ve gerekli tahribatsız muavenelerin yapılması için de yeterli bir hareket alanı bulunmalıdır.

12. Çeşitli kaynak yöntemlerinde oluk pozisyonu vazgeçilmezdir.Bu el ile yapılan kaynakta en ekonomik pozisyonudur.

Oluk pozisyonunun sağladığı rahatlık sayesinde,kaynak hatalarından kolaylıkla kaçınılabılır.Böylecede genellikle yüksek bir verim sağlanır.Uygun kaynak pozisyonları için gerekli bağlama ve döndürme tertibatları kullanmak yararlıdır.

I3. Toleranslar gereğinden düşük tutulmamalıdır.Sonradan yapılan alıştırmalar pahalıya mal olur.

I4. Isıl işlemler ekonomik yapılmalıdır.

I5. İmal edilen parçalarda,asla fazla miktarda düzeltme istenmemelidir.Düzeltilme ile iç gerilme koşulları kötüleşebilir.Bu yüzden de emniyet tehlikeye girer.Eğer düzeltmeyi müteakip bir gerilme giderme tavlamaşı ön görülmüyorsa,iç gerilme durumu daha da fenalaşır.Daha projelendirme sırasında çarpılmalar,distorsiyonlar,çeşitli kendini çekme gibi form bozuklukları mümkün mertebe düşük tutulmaya çalışılmalıdır.Böylece kaynaktan sonraki düzeltme ve doğrultma işleminde tasarruf yapılır.Bazı durumlarda doğrultma ve distorsiyonlardan kaçınmak için daha kalın sac da kullanılabilir.İyi düşünülmüş bir kaynak planı ve sırası ile elde edilen doğrusallık ve düzlemsellik ile yetinilmelidir.

I6. Her kaynak konstrüksiyonunda distorsiyon görülebilir.

Eğer kaynak yerinin mekanik olarak işlenmesi ön görülmüyorsa,işleme payları için bir ölçü vermek kolay değildir.

Temel olarak konstrüksiyonu küçük gruplara ayırmak gerekir

Bunlar tek tek işlenmeli,bunlardaki ölçü sapmalarıönceden verilen ilave distorsiyon ile kısmen dengelenebilir.Distorsiyon ve çarpılma toleranslarını karşılayacak derecede büyük işleme payları verilmelidir.Kaynak sırasında kullanılacak tertibatlarla,çarpılmalar düşük değerlerde tutulabilir.Böyle durumlarda işleme payları azaltılabilir ve sonuçta mekanik işletme maliyetleri de daha düşük olur.

10.1. Raylı Taşıtlarda Kaynak Ağızlarının Hazırlanmasında Boyutlar ve Toleranslar :

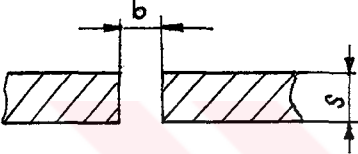
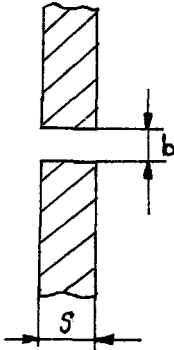
Raylı taşıtlarda kullanılan kaynak için hazırlanmış olan kaynak ağzlarında boyutlar ve toleranslarda şu bilgiler vardır :

- Bağlantı tipleri (Alın veya T)
- Kaynak için pozisyonlar (yatay - düşey)
- Parça kalınlıkları
- Kaynak ağzı genişlikleri
- Kaynak ağzı açıları
- Uygulanan kaynak yöntemleri
- Kaynak şekillerinin sembolleri ISO 2553 standartlarına göre çizilmiştir.

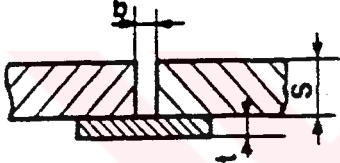
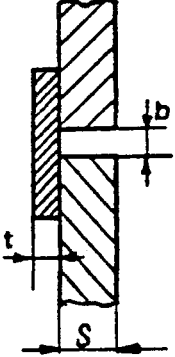
Tablo 8 ve tablo 9 'da bu bilgiler detaylı şekilde izah edilmiştir. (27)

Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

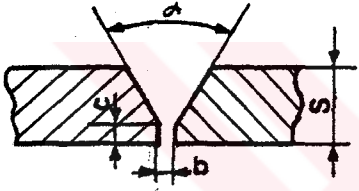
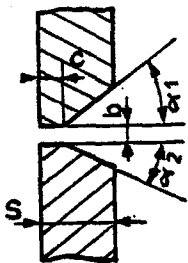
Alın bağlantı

| Kaynak tipi                                                                         | S<br>mm  | b<br>mm             | c<br>mm | $\alpha$<br>° | $\beta$<br>° | Açıklama                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|---------|---------------|--------------|---------------------------------|
| Yatay pozisyonda<br>Alın kaynağı                                                    | $\leq 3$ | $s \pm 0,5$         |         |               |              | sadece bir taraftan kaynak için |
|    | $\leq 6$ | $0 - \frac{s}{2}$   |         |               |              | her iki taraftan kaynak için    |
| Düşey pozisyonda<br>Alın kaynağı                                                    | $\leq 3$ | $s \pm 0,5$         |         |               |              | sadece bir taraftan kaynak için |
|  | $\leq 5$ | $1'den \frac{s}{2}$ |         |               |              | her iki taraftan kaynak için    |

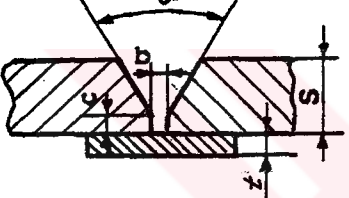
Tablo 8.I. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                            |                                |                                              |         |                 |                |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------------|----------------|------------|
| Alın bağlantı                                                                                                         |                                |                                              |         |                 |                |            |
| Kaynak tipi                                                                                                           | S<br>mm                        | b<br>mm                                      | c<br>mm | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°) | Açıklama   |
| Yatay pozisyonda<br>Altlık ile<br>  | $< 3$<br>$3 < 5$<br>$5 \leq 8$ | $0 \text{ den } 3$<br>$\geq 5+3$<br>$\geq 8$ |         |                 |                | $t \geq S$ |
| Düşey pozisyonda<br>Altlık ile<br> | $1 < 3$                        | $S \text{ den } 0$                           |         |                 |                | $t \geq b$ |

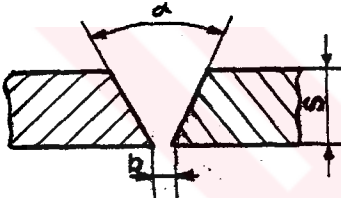
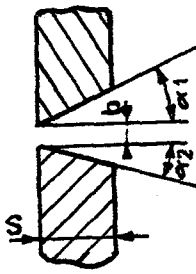
Tablo 8.2 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                          |         |                               |         |                                                                                        |                |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                       |         |                               |         |                                                                                        |                |                                                    |
| Kaynak tipi                                                                         | S<br>mm | b<br>mm                       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                                                                        | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                           |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeyli V                                                   | 6-≤10   | 0-2                           | 2±1     | 70° <sup>+0°</sup><br>-10°                                                             |                | kök paso ters<br>tarafından yeni-<br>lemeli kaynak |
|   | >10-25  | 0-2                           | 2±1     | 60°±5°                                                                                 |                |                                                    |
| Düşey pozisyonda<br>kök yüzeyli V                                                   | >10≤20  | 3 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> | 2±1     | $\alpha_1 =$<br>45° <sup>+5°</sup><br>-0°<br>$\alpha_2 =$<br>15° <sup>+5°</sup><br>-0° |                | kök paso ters<br>tarafından yeni-<br>lemeli kaynak |
|  |         |                               |         |                                                                                        |                |                                                    |

Tablo 8.3 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için  
bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                         |         |               |               |                            |                |                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|---------------|----------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                      |         |               |               |                            |                |                                                                                                           |
| Kaynak tipi                                                                        | S<br>mm | b<br>mm       | c<br>mm       | $\alpha$<br>(°)            | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                                                                  |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeyli ve altlık<br>ile V                                 | 6-12    | $3^{+2}_{-0}$ | $2^{+0}_{-1}$ | $55^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                | $*70^{\circ} \begin{smallmatrix} +0^{\circ} \\ -10^{\circ} \end{smallmatrix}$<br><br>yatay kaynak<br>için |
|  | >12-25  | $5^{+3}$      | $2^{+0}$      | $55^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                |                                                                                                           |
| Düsey pozisyonda                                                                   |         |               |               |                            |                |                                                                                                           |

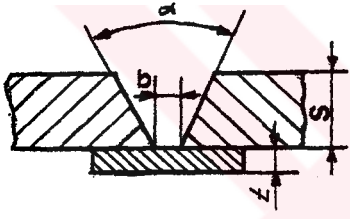
Tablo 8.4. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                          |         |                               |         |                                                              |                |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                       |         |                               |         |                                                              |                |                                                  |
| Kaynak tipi                                                                         | S<br>mm | b<br>mm                       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                                              | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                         |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeysiz V                                                  | 3-≤10   | 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> |         | 70° <sup>+5°</sup> <sub>-10°</sub>                           |                | kök paso ters<br>taraf tan yeni<br>lemeli kaynak |
|                                                                                     | >10-25  | 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> |         | 60° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>                            |                |                                                  |
|   | 3-≤20   | 0-3                           |         | 60° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>                            |                | kök paso ters<br>taraf tan yeni<br>lemeli kaynak |
| Düşey pozisyonda<br>kök yüzeysiz V                                                  | 3-≤10   | 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> |         | $\alpha_1 = 45°^{+5°}_{-0°}$<br>$\alpha_2 = 0°$              |                |                                                  |
|                                                                                     | >10-20  | 2 <sup>+1</sup> <sub>-0</sub> |         | $\alpha_1 = 45°^{+5°}_{-0°}$<br>$\alpha_2 = 15°^{+5°}_{-0°}$ |                |                                                  |
|  |         |                               |         |                                                              |                |                                                  |

Tablo 8.5. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

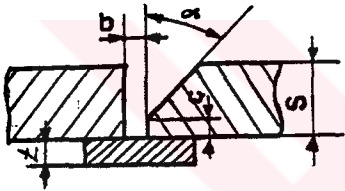
Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

Alın bağlantı

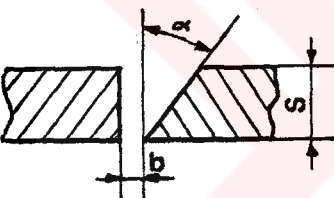
| Kaynak tipi                                                                        | S<br>mm | b<br>mm       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)  | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|---------|------------------|----------------|--------------------------------------------------|
| Yatay pozisyonunda<br>kök yüzeysiz ve<br>altlık ile V                              | 3-12    | $3^{+2}_{-0}$ |         | $55^{+5}_{-0}$ * |                | *<br>$70^{+0}_{-10}$<br><br>yatay kaynak<br>için |
|  | >12-25  | $5^{+3}_{-0}$ |         | $55^{+5}_{-0}$   |                |                                                  |
| Düsey pozisyonunda                                                                 |         |               |         |                  |                |                                                  |

Tablo 8.6. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

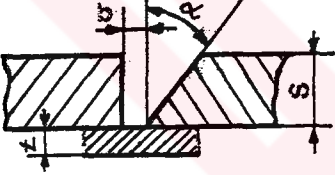


| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                                   |         |                               |                               |                                 |                |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                                                                                |         |                               |                               |                                 |                |                                                                       |
| Kaynak tipi                                                                                                                                  | S<br>mm | b<br>mm                       | c<br>mm                       | $\alpha$<br>(°)                 | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                              |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzey ve altlık<br>ile yarım V<br> | 6-12    | 5 <sup>+2</sup> <sub>-0</sub> | 2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub> | 55° <sup>+5</sup> <sub>-0</sub> | *              | *<br>45° <sup>+5</sup> <sub>-0</sub><br>yatay kaynak<br>için<br>t ≥ b |
| Düsey pozisyonda                                                                                                                             |         |                               |                               |                                 |                |                                                                       |

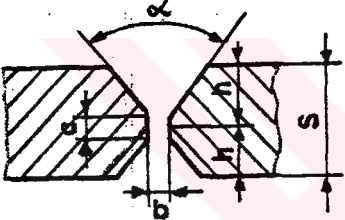
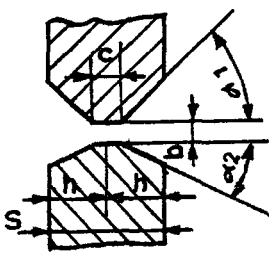
Tablo 8.8. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                         |             |               |         |                                      |                |                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|---------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                      |             |               |         |                                      |                |                                                  |
| kaynak tipi                                                                        | S<br>mm     | b<br>mm       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                      | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                         |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeysiz yarım<br>V                                        |             |               |         |                                      |                | kök paso ters<br>tarafından kay-<br>nak olabilir |
|  | $3 \leq 10$ | $2^{+1}_{-0}$ |         | $55^{\circ +5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ |                |                                                  |
|                                                                                    | $> 10-25$   | $2^{+1}_{-0}$ |         | $45^{\circ +5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ |                |                                                  |
| Düşey pozisyonda.                                                                  |             |               |         |                                      |                |                                                  |

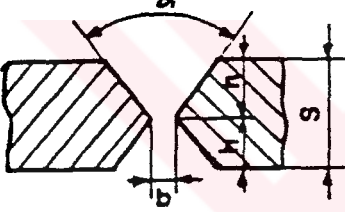
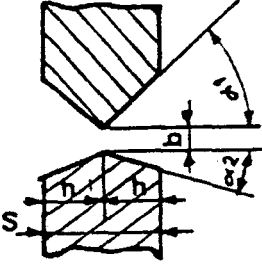
Tablo 8.9. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için  
bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                                      |         |               |         |                                     |                |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|---------|-------------------------------------|----------------|----------|
| Alın bağlantı                                                                                                                                   |         |               |         |                                     |                |          |
| Kaynak tipi                                                                                                                                     | S<br>mm | b<br>mm       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                     | $\beta$<br>(°) | Açıklama |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeysiz ve<br>altlık ile yarım V<br> | 3-12    | $5^{+2}_{-0}$ |         | $55^{\circ+5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ |                |          |
|                                                                                                                                                 | >12-25  | $5^{+4}_{-0}$ |         | $45^{\circ+5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ |                |          |
| Düşey pozisyonda                                                                                                                                |         |               |         |                                     |                |          |

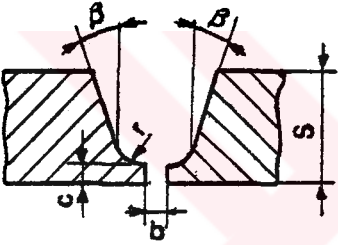
Tablo 8.10 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                    |         |                                                    |                                                    |                                                                                                                                                                                  |                |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                                                                 |         |                                                    |                                                    |                                                                                                                                                                                  |                |                                                                                                         |
| Kaynak tipi                                                                                                                   | S<br>mm | b<br>mm                                            | c<br>mm                                            | $\alpha$<br>(°)                                                                                                                                                                  | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                                                                |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeyli çift V<br>  | >13-25  | $3 \pm 1$                                          | $2 \pm 1$                                          | $70^{\circ} \begin{smallmatrix} +0^{\circ} \\ +0^{\circ} \end{smallmatrix}$                                                                                                      |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik)                                                                            |
| Düşey pozisyonda<br>kök yüzeyli çift V<br> | >20     | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$ | $2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$ | $\alpha_1 = 45^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$<br>$\alpha_2 = 15^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik)<br>eğer tam nüfu-<br>ziyet isteni-<br>yorsa özel<br>ölçü vermek<br>gerekir |

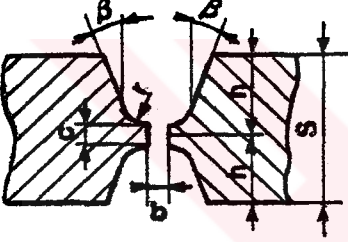
Tablo 8.II. Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                          |             |               |         |                                                                                          |                |                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                       |             |               |         |                                                                                          |                |                                                                                             |
| Kaynak tipi                                                                         | S<br>mm     | b<br>mm       | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                                                                          | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                                                    |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeysiz çift V                                             | $>13$ $<20$ | $3 \pm 1$     |         | $70^{\circ +0^{\circ}}_{-10^{\circ}}$                                                    |                | $h = \frac{s}{2}$ (Simetrik)                                                                |
|   | $>20$       | $3 \pm 1$     |         | $60^{\circ \pm 5^{\circ}}$                                                               |                | $h = \frac{s}{2}$ (Simetrik)                                                                |
| Düşey pozisyonda<br>Kök yüzeysiz çift V                                             | $>20$       | $2^{+1}_{-0}$ |         | $K_1 = 45^{\circ +5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$<br>$K_2 = 15^{\circ +5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (Simetrik)<br>eğer tam nüfuziyet isteniyorsa özel ölçüm yapmak zorunludur |
|  |             |               |         |                                                                                          |                |                                                                                             |

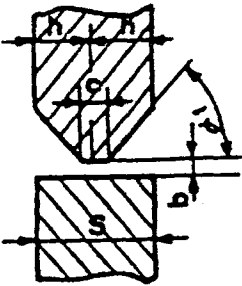
Tablo 8.12 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                  |           |           |           |                 |                  |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| Alın bağlantı                                                                                                               |           |           |           |                 |                  |                   |
| Kaynak tipi                                                                                                                 | s<br>mm   | b<br>mm   | c<br>mm   | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°)   | Açıklama          |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeyli tek U<br> | $\geq 20$ | $2 \pm 1$ | $3 \pm 1$ |                 | $15 \pm 5^\circ$ | $R = 5_{-0}^{+2}$ |
| Düşey pozisyonda                                                                                                            |           |           |           |                 |                  |                   |

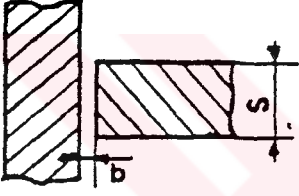
Tablo 8.13 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                   |         |           |           |                 |                                      |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                                                                |         |           |           |                 |                                      |                                                   |
| Kaynak tipi                                                                                                                  | S<br>mm | b<br>mm   | c<br>mm   | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°)                       | Açıklama                                          |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeyli çift U<br> | > 30    | $2 \pm 1$ | $3 \pm 1$ |                 | $15^{\circ +5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ | $h = \frac{f}{2}$ (simetrik)<br>$L = 5^{+2}_{-0}$ |
| Düşey pozisyonda                                                                                                             |         |           |           |                 |                                      |                                                   |

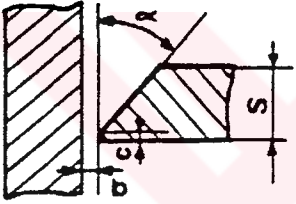
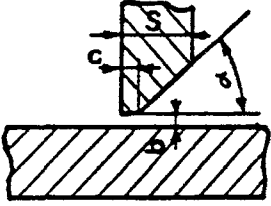
Tablo 8.I4 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                       |                            |                                    |               |                                                                                                                                                                            |                |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                                                    |                            |                                    |               |                                                                                                                                                                            |                |                                                                                             |
| Kaynak tipi                                                                                                      | S<br>mm                    | b<br>mm                            | c<br>mm       | $\alpha$<br>(°)                                                                                                                                                            | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                                                    |
| Yatay pozisyonda                                                                                                 |                            |                                    |               |                                                                                                                                                                            |                |                                                                                             |
| Düşey pozisyonda<br>K dikişi  | $10 \leq 20$<br><br>$> 20$ | $2^{+1}_{-0}$<br><br>$2^{+1}_{-0}$ | $2^{+0}_{-1}$ | $K_1 = 45^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$<br><br>$K_2 = 45^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$ |                | $h = \frac{S}{2}$ (simetrik)<br><br>eğer tam nüfuziyet isteniyorsa özel ölçü vermek gerekir |

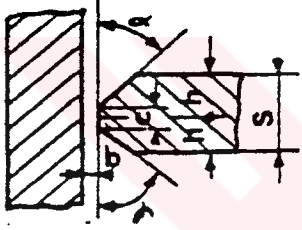
Tablo 8.15 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                       |                   |                                     |         |                 |                |                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| T bağlantı                                                                                                       |                   |                                     |         |                 |                |                                                            |
| Kaynak tipi                                                                                                      | S<br>mm           | b<br>mm                             | c<br>mm | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                   |
| Yatay pozisyonda<br>Alın T<br> | Bütün kalınlıklar | $0 - \frac{S}{5}$<br>ile<br>2mm.max |         |                 |                | eğer tam nüfuziyet isteniyorsa özel ölçü vermek zorunludur |
| Düşey pozisyonda                                                                                                 |                   |                                     |         |                 |                |                                                            |

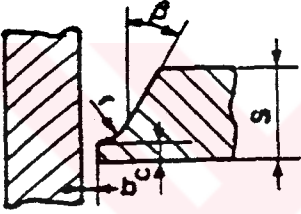
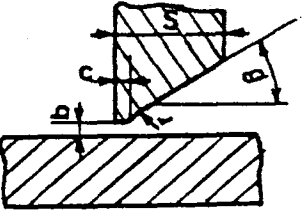
Tablo 8.16 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                     |             |                                        |         |                                                                             |                |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
| T bağlantı                                                                                                                     |             |                                        |         |                                                                             |                |                                                             |
| Kaynak tipi                                                                                                                    | S<br>mm     | b<br>mm                                | c<br>mm | $\alpha$<br>(°)                                                             | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                    |
| Yatay pozisyonda<br>kök yüzeyli yarım K<br>  | $S \leq 20$ | 0-3                                    | 1 max.  | $55^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$ |                |                                                             |
| Düşey pozisyonda<br>kök yüzeyli yarım K<br> | $S \leq 20$ | $\frac{S}{5} + 1$<br>$\frac{S}{5} - 0$ | 1 max.  | $55^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$ |                | eğer tam nüfuziyet isteniyorsa özel ölçüm yapmak zorunludur |

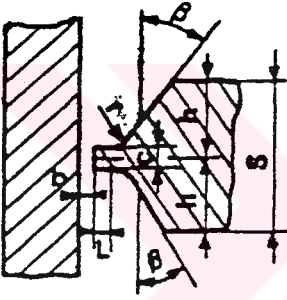
Tablo 8.17 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                              |         |         |                               |                                   |                |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------|
| T bağlantı                                                                                                              |         |         |                               |                                   |                |                              |
| Kaynak tipi                                                                                                             | S<br>mm | b<br>mm | c<br>mm                       | $\alpha$<br>(°)                   | $\beta$<br>(°) | Açıklama                     |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeyli K<br> | >13-25  | 0-3     | 2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub> | 55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik) |
| Düşey pozisyonda                                                                                                        |         |         |                               |                                   |                |                              |

Tablo8.18 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için  
bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                   |         |         |                                                    |                 |                                                                             |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| T bağlantı                                                                                                                   |         |         |                                                    |                 |                                                                             |                       |
| Kaynak tipi                                                                                                                  | S<br>mm | b<br>mm | c<br>mm                                            | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°)                                                              | Açıklama              |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeyli tek J<br>  | > 16    | 0-3     | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$ |                 | $20^{\circ} \begin{smallmatrix} +5^{\circ} \\ -0^{\circ} \end{smallmatrix}$ | $\ell = 8 \text{ mm}$ |
| Düşey pozisyonda<br>Kök yüzeyli tek J<br> | > 16    | 0-3     | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$ |                 | $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$                                                  |                       |

Tablo 8.19 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                                   |         |         |               |                 |                                     |                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| T bağlantı                                                                                                                   |         |         |               |                 |                                     |                                                                           |
| Kaynak tipi                                                                                                                  | S<br>mm | b<br>mm | c<br>mm       | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°)                      | Açıklama                                                                  |
| Yatay pozisyonda<br>Kök yüzeyli çift J<br> | > 30    | 0-3     | $2^{+1}_{-0}$ |                 | $15^{\circ+5^{\circ}}_{-0^{\circ}}$ | $h = \frac{S}{2}$ (Simetrik)<br>$R = 8 \text{ min.}$<br>$L = 3^{+2}_{-1}$ |
| Düşey pozisyonda                                                                                                             |         |         |               |                 |                                     |                                                                           |

Tablo 8.20 Demiryol taşıtlarında uygulanan MMA için bağlantı tipleri

Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

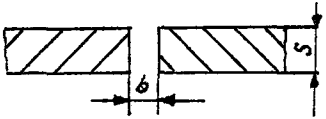
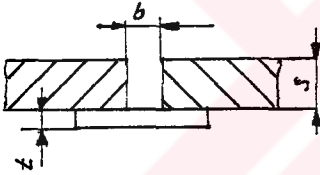
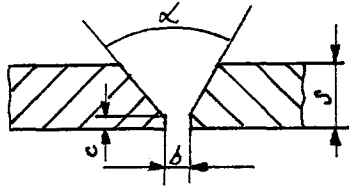
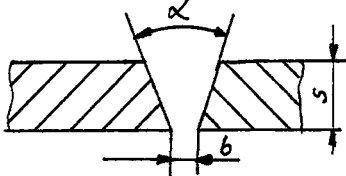
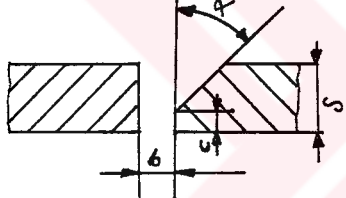
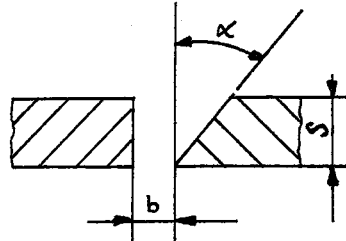
| Alın bağlantı                                                                                        |           |               |               |                            |                |                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------------------------------------------|
| Kesit                                                                                                | S<br>mm   | b<br>mm       | c<br>mm       | $\alpha$<br>(°)            | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                 |
| Alın bağlantı<br>   | 1-5       | $5^{+1}_{-0}$ |               |                            |                | sadece bir yüzey için                    |
|                                                                                                      | 3-6       | $2^{+1}_{-0}$ |               |                            |                | iki yüzey için                           |
| Altlık ile<br>    | 1         | $2^{+1}_{-2}$ |               |                            |                | $t \geq b.8 \text{ mm. max.}$            |
|                                                                                                      | 2-5       | $5^{+1}_{-0}$ |               |                            |                | $t \geq b.8 \text{ mm. max.}$            |
| Kök yüzeyli V<br> | 6-10      | $2^{+1}_{-0}$ | $2^{+0}_{-1}$ | $50^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                | kök paso ters taraftan yenilemeli kaynak |
|                                                                                                      | $\geq 10$ | $2^{+1}_{-2}$ | $2^{+0}_{-1}$ | $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                |                                          |

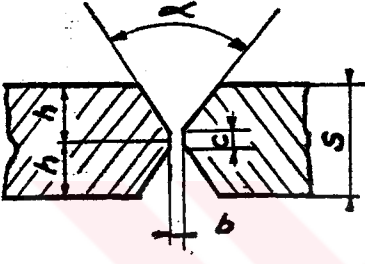
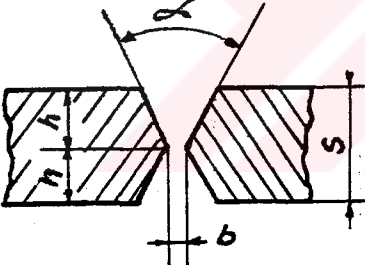
Table 9.I Demiryol taşıtlarının kaynak teli ile yarı otomatik koruyucu gaz kaynağı için bağlantı tipleri

| Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar                                                  |                       |                                |                          |                                                          |                |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|
| Alın bağlantı                                                                                               |                       |                                |                          |                                                          |                |                                           |
| Kesit                                                                                                       | $s$<br>mm             | $b$<br>mm                      | $c$<br>mm                | $\alpha$<br>(°)                                          | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                  |
| kök yüzeysiz V<br>         | $s \leq 10$<br>$> 10$ | $2^{+1}_{-0}$<br>$2^{+1}_{-0}$ | $1_{max.}$<br>$1_{max.}$ | $50^{\circ} \pm 5^{\circ}$<br>$45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                | Kök paso ters taraftan yeni lemeli kaynak |
| kök yüzeyli yarım V<br>   | $s \leq 10$<br>$> 10$ | $2 \pm 1$<br>$3 \pm 1$         | $2 \pm 1$<br>$2 \pm 1$   | $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$<br>$45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                | Ters taraftan kaynak olabilir             |
| kök yüzeysiz yarım V<br> | $s \leq 10$<br>$> 10$ | $2^{+1}_{-0}$<br>$2^{+1}_{-0}$ | $1_{max.}$<br>$1_{max.}$ | $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$<br>$45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                | Ters taraftan kaynak olabilir             |

Tablo 9.2. Demiryol taşıtlarında kaynak teli ile yarı otomatik koruyucu gaz kaynağı için bağlantı tipleri

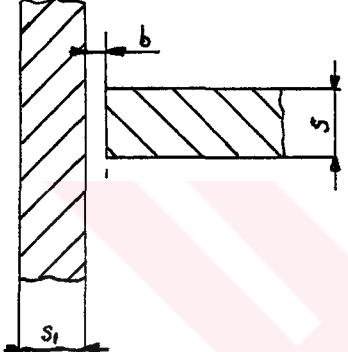
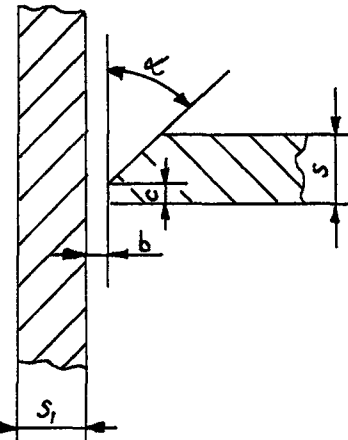
Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

Alın bağlantı

| Kesit                                                                                                         | s<br>mm   | b<br>mm   | c<br>mm   | $\alpha$<br>(°)        | $\beta$<br>(°) | Açıklara                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|----------------|------------------------------|
| <p>kök yüzeyli çift V</p>    | $\geq 12$ | $3 \pm 1$ | $3 \pm 1$ | $60^\circ \pm 5^\circ$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik) |
| <p>kök yüzeyli çift V</p>  | $\geq 12$ | $3 \pm 1$ | 1 max.    | $50^\circ \pm 5^\circ$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik) |
|                                                                                                               |           |           |           |                        |                |                              |

Tablo 9.3. Demiryol taşıtlarında kaynak teli ile yarı otomatik koruyucu gaz taynağı için bağlantı tipleri

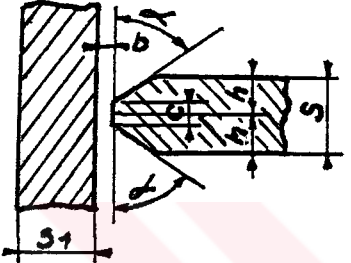
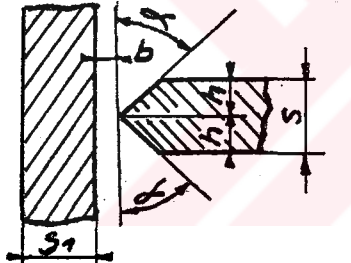
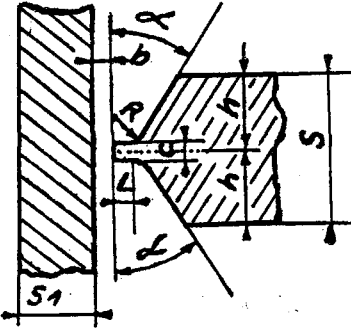
Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

| T bağlantı                                                                                                     |                |                                                                               |           |                        |                |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|----------------|------------------------------------------|
| Kesit                                                                                                          | $\delta$<br>mm | $b$<br>mm                                                                     | $c$<br>mm | $\alpha$<br>(°)        | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                 |
| <p>T alın</p>                |                | <p>Bütün kalınlıklar<br/><math>0 - \frac{s}{6}</math><br/>ile<br/>2mm.mak</p> |           |                        |                |                                          |
| <p>Kök yüzeyli yarım V</p>  | $\geq 5$       | $3 \pm 1$                                                                     | $3 \pm 1$ | $45^\circ \pm 5^\circ$ |                | köşe kaynağı şeklinde ark yüzeyde kaynak |

Tablo 9.4. Demiryol taşıtlarında kaynak teli ile yarı otomatik koruyucu gaz kaynağı için bağlantı tipleri

Kaynak ağızlarının hazırlanmasında boyutlar ve toleranslar

T bağlantı

| Kesit                                                                                                         | s<br>mm   | b<br>mm                                            | c<br>mm   | $\alpha$<br>(°)        | $\beta$<br>(°) | Açıklama                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------|-----------|------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>kök yüzeyli çift V</p>    | $\geq 6$  | $3 \pm 1$                                          | $2 \pm 1$ | $45^\circ \pm 5^\circ$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik)                                                                                 |
| <p>kök yüzeyli çift V</p>  | $\geq 6$  | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1 max.    | $45^\circ \pm 5^\circ$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik)                                                                                 |
| <p>kök yüzeyli çift U</p>  | $\geq 30$ | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | $3 \pm 1$ | $25^\circ \pm 5^\circ$ |                | $h = \frac{s}{2}$ (simetrik)<br>$R = 8 \text{ mm}$<br>$L = 3 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$ |

Tablo 9.5 Demiryol taşıtlarında kaynak teli ile yarı otomatik koruyucu gaz kaynağı için bağlantı tipleri

## 10.2. Raylı Taşıtlarda Uygulanan Köşe ve Alın Dikişlerinin Tasarımı ve Değerlendirilmesi :

Bu açıklamalarda raylı taşıtlarda çeşitli tip parçalara uygulanan kaynaklarda dikiş çeşitleri, dikişin biçimi, kaynak dikişinin sembolü, öngörülen muayeneler izah edilmiştir. Tablolardaki bölümler aşağıda belirtilmiştir.

Cetvel 1 : Eş et kalınlıklı, eş et kalınlıklı altlık ile simetrik ve simetrik olmayan farklı kalınlıklar (altlıklı ve altlıksız) alın dikiş çeşitleri.

Cetvel 2 : Profil, flanş ve kutu formlarının boğaz kaynağı.

Cetvel 3 : Alın, köşe ve kesişmelerde enine sürekli dikişler.

Cetvel 4 : Boru ve boru formundaki elemanların kaynak dikişleri.

Cetvel 5 : Çerçeve biçimlerindeki kesişmelerin kaynak dikişleri.

Cetvel 6 : İnce saçların kaynak dikişleri

Cetvel 7 : Diğer saç birleştirmelerinde kaynak dikişleri.

Cetvel 8 : Saç ve profillerin delik ve kanal kaynak dikişleri.

Kolonlar ise şunları ifade etmektedir :

Kolon I : İlk iki sayı aynı dikiş çeşiti ve uygulama alanını gösterir. Son sayı büyüdükçe, kaynak öncesi hazırlıktan doğan maliyetin düştüğünü gösterir.

Kolon 2 : Yararlanılan, çıkarılan standart veya kuruluş normlarının numarasını verir.

Kolon 3 : Uygulama yerlerine göre DIN 1912, kısım 5'e göre dikiş çeşitleri.

Kolon 4 : Birleştirme yerinde dikişin biçimi.

Kolon 5 : DIN 1912, kısım 5'e göre kaynak dikişinin sembol ile gösterilişi.

Kolon 6 : DS 952'ye göre önerilen muayeneler.

Kolon 7 : DIN 8563, kısım 3'e göre çıkarılmıştır, bu standart her durumda dikkate alınmalıdır.

Kolon 8 : Değerlendirmeye alınan örneklerin gösterilişi

Kolon 9 : Tasarlanmış kesitlerin genel tanımlanmasına göre kesitlere gelen kuvvetlerin bileşenleri ile birlikte gösterilişi.

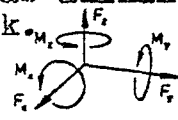
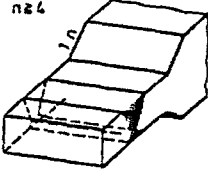
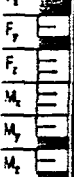
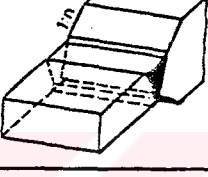
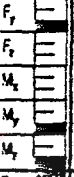
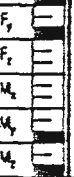
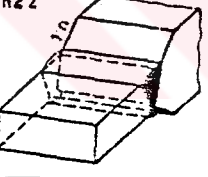
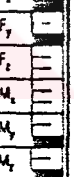
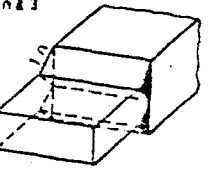
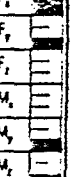
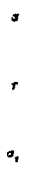
Tablo 10'da raylı taşıtlarda uygulanan köşe ve alın dikişlerinin tasarımı ve değerlendirilmesi gösterilmiştir. (29)

Cetvel I

| 1      | 2        | 3                               | 4                                       | 5                           | 6                         | 7                 | 8             | 9           | 10 |
|--------|----------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|-------------|----|
| Lt. No | Standart | Dikiş tipi                      | Dikişin tarifi                          | Önerilen deney sembol       | DIN 8563 kısım 3' göre    | Esas alınan şekil | ölçek zorlama | Gerilme     |    |
| 1.1.1  | DS 952   | Eş et kalınlığında alın kaynağı | kök paso ters taraftan çentiksiz işleme | ✓ % 100 tahribatsız muayene |                           |                   |               | σ<br>τ<br>α |    |
| 1.1.2  | DS 952   |                                 |                                         | ✓ % 100 tahribatsız muayene |                           |                   |               | σ<br>τ<br>α |    |
| 1.1.3  | DS 952   |                                 | kök paso ters taraftan kaynak           | ✓ % 100 tahribatsız muayene | Dış bükey dikiş           |                   |               | σ<br>τ<br>α |    |
| 1.1.4  | DS 952   |                                 |                                         | ✓ gözle muayene             | Örtü paso eğimli          |                   |               | σ<br>τ<br>α |    |
| 1.1.5  | DS 952   |                                 |                                         | ✓ gözle muayene             | müfuzi-yetli kök paso yok |                   |               | σ<br>τ<br>α |    |

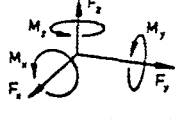
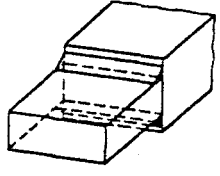
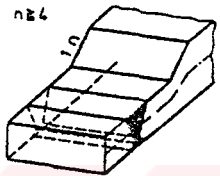
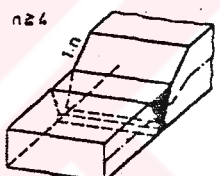
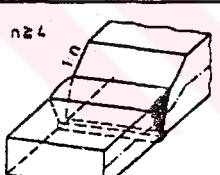
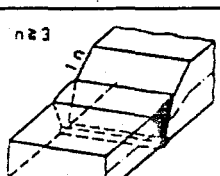
Tablo IO. I. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel I

| 1   | 2         | 3                                    | 4                                    | 5                                                                                   | 6                                     | 7                            | 8                                                                                                      | 9                                                                                     | 10                                                                                    |
|-----|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| №   | Standart  | Dikiş tipi<br>Uygulama               | Dikişin<br>tarifi<br>İşlem           | Symbol                                                                              | önerilen<br>deney                     | DIN 8563<br>kısım 3'<br>göre | Esas alınan<br>şek.  | Ölçek<br>zorlama                                                                      | Gerilme                                                                               |
| 121 | DIN 15018 | Çeşitli kalınlıklardaki alın kaynağı |                                      |    | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene | Düz<br>dikiş                 | n24                  |    |    |
| 122 | DIN 15018 |                                      | karşı<br>taraf tan<br>kök<br>kaynağı |    | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene | Düz<br>dikiş                 | n24                  |    |    |
| 123 | DIN 15018 |                                      | karşı<br>taraf tan<br>kök<br>kaynağı |  | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene | Dış<br>bükey<br>dikiş        | n23                 |   |   |
| 124 | DIN 15018 |                                      | karşı<br>taraf tan<br>kök<br>kaynağı |  | gözle<br>muayene                      | Dış<br>bükey<br>dikiş        | n22                |  |  |
| 125 | DIN 15018 |                                      |                                      |  | gözle<br>muayene                      | Dış<br>bükey<br>dikiş        | n23                |  |  |

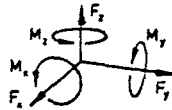
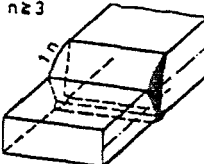
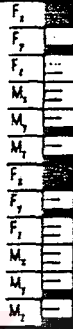
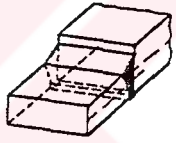
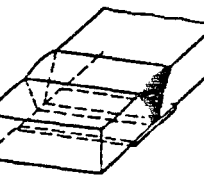
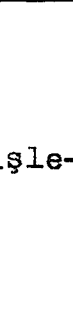
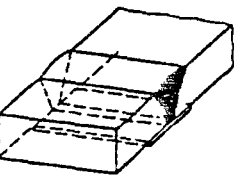
Tablo 10.2. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişleri-  
nin tasarım ve değerlendirilmesi

Cetvel I

| 1       | 2         | 3                                                       | 4                          | 5                                                                                   | 6                         | 7                            | 8                                                                                        | 9                                                                                                        | 10                       |
|---------|-----------|---------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| İst. No | Standart  | Dikiş tipi                                              | Dikişin tarifi İşlem       | Symbol                                                                              | Önerilen deney            | DIN 8563 kısım 3' göre       | Şekil  | Olcenek Zorlama                                                                                          | Gerilme                  |
| 125     | DIN 15018 | çeşitli kalınlıkta alın kay.                            |                            |                                                                                     | gözle muayene             | geçişsiz alın                |        | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>c</sub> |
| 131     | DIN 15018 | çeşitli kalınlıklardaki alın (simetrik olmayan) kaynağı | karşı taraftan kök kaynağı |    | % 100 tahribatsız muayene | simetrik olmayan yan gerilme | n24    | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>c</sub> |
| 132     |           |                                                         | karşı taraftan kök kaynağı |  | % 100 tahribatsız muayene | simetrik olmayan yan gerilme | n24   | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>c</sub> |
| 133     |           |                                                         | kök kaynağı                |  | % 100 tahribatsız muayene | simetrik olmayan yan gerilme | n24  | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>c</sub> |
| 134     | DIN 1518  | çeşitli kalınlık kaynağı alın                           | kök kaynağı                |  | gözle muayene             | simetrik olmayan yan gerilme | n23  | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>c</sub> |

Tablo 10.3. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi

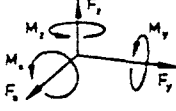
Cetvel I

| 1       | 2         | 3                                                  | 4                          | 5      | 6                         | 7                              | 8                                                                                        | 9                                                                                     | 10      |
|---------|-----------|----------------------------------------------------|----------------------------|--------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Leti No | Standard  | Dikiş tipi                                         | Dikişin tarifi İşlem       | Symbol | Önerilen deney            | DIN 8563 kısım 3' göre         | şekil  | Ölçek zeylama                                                                         | Gerilme |
| 1.35    | DIN 15018 | simetrik olmayan çeşitli kalınlıklardaki alın kay. | Karşı taraftan kök kaynağı | ✓      | gözle muayene             | simetrik olmayan yan gerilme   |        |    | °       |
| 1.36    | DIN 15018 |                                                    | Karşı taraftan kök kaynağı | ✓      | gözle muayene             | enine kesitte simetrik olmayan |       |   | °       |
| 1.37    | DIN 15018 |                                                    | Karşı taraftan kök kaynağı | ✓      | gözle muayene             | enine kesitte simetrik olmayan |      |  | °       |
| 1.41    | DS 952    | altlık ile eş et kalınlı gındaki alın kaynağı      | Altlık ile                 | ✓      | % 100 tahribatsız muayene | dış bükey dikiş                |      |  | °       |
| 1.42    |           |                                                    | Tek taraflı                | ✓      | % 100 tahribatsız muayene | dış bükey dikiş                |      |  | °       |
| 1.43    |           |                                                    |                            | ✓      | gözle muayene             |                                |                                                                                          |                                                                                       | °       |

Tablo 10.4. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

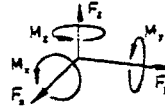
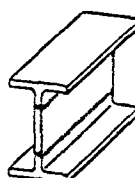
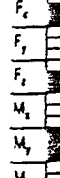
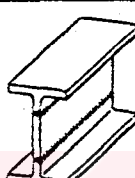
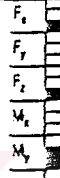
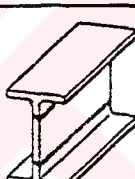
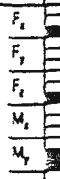
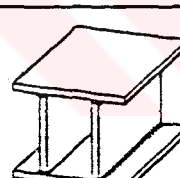
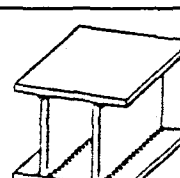
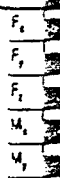


Cetvel 2

| 1      | 2                                                  | 3                                           | 4      | 5                                     | 6                                           | 7                                                                                    | 8                                | 9                              | 10      |
|--------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|---------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------|
| Lt. No | dikiş tipi                                         | dikişin tarifi                              | Symbol | önerile deney                         | DIN 8563 kısım 3 göre                       | şekil                                                                                | ölçek                            | ölçer                          | gerilme |
| 216    | bağla-<br>nan<br>parça-<br>ların<br>çift<br>boğazk | kaynak<br>dikiş<br>geçiş<br>işlen-<br>memiş | ▷      | gözle<br>muayene                      | çatlaklar<br>gözenek<br>keskin<br>çentikler |    | $F_x$<br>$F_y$<br>$M_x$<br>$M_y$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |         |
| 217    | çift<br>boğaz<br>kaynak<br>ve<br>çiftHY            | kaynak<br>dikiş<br>geçiş<br>işlen-<br>memiş | ▷▷     | gözle<br>muayene                      | çatlaklar<br>gözenek<br>keskin<br>çentikler |    | $F_x$<br>$F_y$<br>$M_x$<br>$M_y$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |         |
| 218    | çift<br>boğaz<br>dikiş                             | kaynak<br>dikiş<br>geçiş<br>işlen-<br>memiş | ▷      | % 100<br>tahribat<br>sız mua-<br>yene | çatlak<br>gözenek<br>çentikler              |   | $F_x$<br>$F_y$<br>$M_x$<br>$M_y$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |         |
| 219    | çift<br>boğaz<br>dikiş                             | kaynak<br>dikiş<br>geçiş<br>işlen-<br>memiş | ▷      | gözle<br>muayene                      | çatlak<br>gözenek<br>çentik                 |  | $F_x$<br>$F_y$<br>$M_x$<br>$M_y$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |         |
| 221    | Vdikiş<br>ile<br>bağla-<br>nan<br>parça            | kök<br>kaynağı                              | ∞      | % 100<br>tahribat<br>sız mua-<br>yene | bağlama<br>hatası<br>çatlak                 |  | $F_x$<br>$F_y$<br>$M_x$<br>$M_y$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |         |

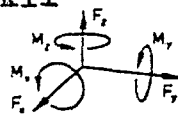
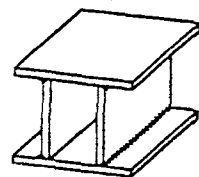
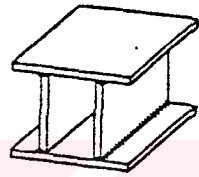
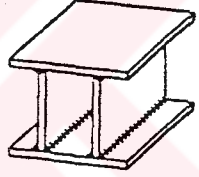
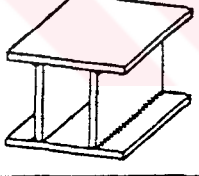
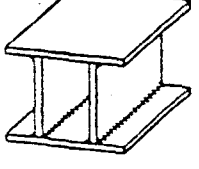
Tablo 10.6. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişleri-  
nin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 2

| 1        | 2         | 3                                              | 4                                                    | 5      | 6                                      | 7                                            | 8                                                                                           | 9                                                                                     | 10                       |
|----------|-----------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| İt<br>No | standart  | dikiş<br>tipi                                  | dikişin<br>tarifi                                    | sembol | önerilen<br>deney                      | DIN 8563<br>kısım 3'<br>göre                 | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                                                      | gerilme                  |
| 222      | DIN 15018 | HV-<br>dikişli<br>kiriş                        | kök<br>kaynağı                                       | ✓      | % 100<br>tahribat-<br>sız mua-<br>yene | bağlantı<br>hatası<br>çatlaklar<br>çentikler |           |    | σ<br>τ<br>σ <sub>1</sub> |
| 223      | UG A 72   | V-<br>dikiş-<br>li<br>kiriş                    | kök kay-<br>nak<br>dikiş<br>geçiş<br>işlen-<br>memiş | ✓      | gözle<br>muayene                       | bağlantı<br>hatası<br>çatlaklar<br>çentikler |           |    | σ<br>τ<br>σ <sub>1</sub> |
| 224      | UG A 72   | HV-<br>dikiş-<br>li<br>kiriş                   |                                                      | ✓      | gözle<br>muayene                       | bağlantı<br>hatası<br>çatlaklar<br>çentikler |          |   | σ<br>τ<br>σ <sub>1</sub> |
| 221      |           | HV ve<br>köşe<br>dikiş-<br>li<br>kiriş         |                                                      | Δ      | % 100<br>tahribat-<br>sız mua-<br>yene | çatlaklar<br>gözenek<br>çentikler            |         |  | σ<br>τ<br>σ <sub>1</sub> |
| 222      |           | HV ve<br>çift<br>köşe<br>dikiş-<br>li<br>kiriş |                                                      | Δ      | % 100<br>tahribat-<br>sız mua-<br>yene | çatlaklar<br>gözenek<br>çentikler            |         |  | σ<br>τ<br>σ <sub>1</sub> |

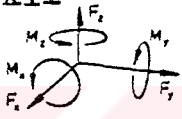
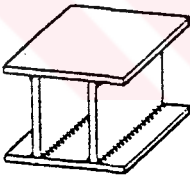
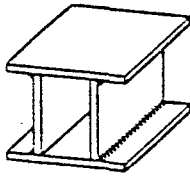
Tablo IO.7. : Raymı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 2

| 1        | 2                                            | 3                              | 4        | 5                         | 6                           | 7                                                                                           | 8                                                  | 9                              | 10 |
|----------|----------------------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|----|
| Lt<br>No | standart<br>dikiş<br>tipi                    | dikişin<br>tarifi              | sembol   | önerilen<br>deney         | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                   | gerilme                        |    |
| 233      | kutu taşıyıcının HY kaynağına eğilmiş köşe k | kaynak dikiş geçişi işlenmemiş | $\nabla$ | % 100 tahribatsız muayene | çatlak gözenek çentik       |           | $F_1$<br>$F_2$<br>$F_3$<br>$M_1$<br>$M_2$<br>$M_3$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |    |
| 234      | kutu taşıyıcının HY ve köşe kaynağı          | kaynak dikiş geçişi işlenmemiş | $\nabla$ | gözle muayene             | çatlak gözenek çentik       |           | $F_1$<br>$F_2$<br>$F_3$<br>$M_1$<br>$M_2$<br>$M_3$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |    |
| 235      | çift dikiş kutu HY ve köşe kaynağı           | kaynak dikiş geçişi işlenmemiş | $\nabla$ | gözle muayene             | çatlak gözenek çentik       |          | $F_1$<br>$F_2$<br>$F_3$<br>$M_1$<br>$M_2$<br>$M_3$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |    |
| 236      | kutu HY ve köşe kaynağı                      | kaynak dikiş geçişi işlenmemiş | $\nabla$ | gözle muayene             | çatlak gözenek çentik       |         | $F_1$<br>$F_2$<br>$F_3$<br>$M_1$<br>$M_2$<br>$M_3$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |    |
| 237      | tek ve çift taraf köşe dikisi                | kaynak dikiş geçişi işlenmemiş | $\nabla$ | % 100 tahribatsız muayene | çatlak gözenek çentik       |         | $F_1$<br>$F_2$<br>$F_3$<br>$M_1$<br>$M_2$<br>$M_3$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |    |

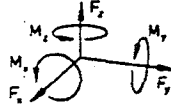
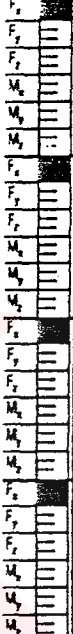
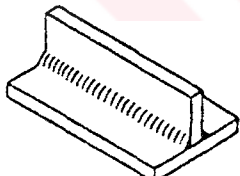
Tablo 10.8. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 2

| 1    | 2        | 3                                                | 4              | 5                            | 6                     | 7                | 8                                                                                    | 9                                                                                     | 10      |
|------|----------|--------------------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №    | standart | dikiş tipi                                       | dikişin tarifi | Symbol                       | önerilen deney        | DIN 8563 kısım 3 | şekil                                                                                | ölçek zorlama                                                                         | gerilme |
| 213  |          | tek kaynak taraf-dikişli köşe işlenmiş dikişimiş | Δ              | % 100 tahri - batsız muayene | çatlak gözenek çentik |                  |    |   | σ       |
| 213  |          | tek kaynak ve çift dikişli köşe işlenmiş dikiş   | Δ              | gözle muayene                | çatlak gözenek çentik |                  |  |  | σ       |
| 2110 |          | tek kaynak taraf-dikişli köşe işlenmiş dikiş     | Δ              | gözle muayene                | çatlak gözenek çentik |                  |  |  | σ       |

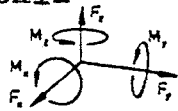
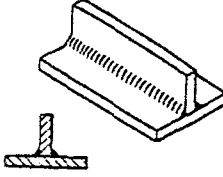
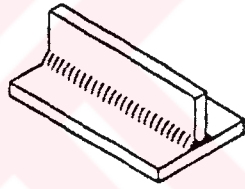
Tablo 10.9. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 3

| 1        | 2                                                                                                             | 3                                       | 4             | 5                              | 6                           | 7                                                                                    | 8                                                                                     | 9       | 10 |  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|--|
| Standart | dikiş tipi                                                                                                    | dikişin tarifi                          | Symbol        | Önerilen deney                 | DIN 8563 kısım 3 göre       | Şekil                                                                                | ölçek zorlama                                                                         | gerilme |    |  |
| 3.11     | DS 952<br>çift HV dikişi veya HV dikişi<br>yüklenmeyen takviye kirişi ile<br>çift köşe kaynak yapı elemanının | kaynak dikişleri kerketikle ri işlenmiş | X             | % 100 tahri-<br>batsız muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |    |   | a       |    |  |
| 3.12     |                                                                                                               |                                         | gözle muayene |                                |                             |                                                                                      |                                                                                       |         |    |  |
| 3.13     |                                                                                                               | kaynak dikişle-ri işlenmiş              |               | % 100 tahri-<br>batsız muayene |                             |                                                                                      |                                                                                       |         |    |  |
| 3.14     |                                                                                                               |                                         | gözle muayene |                                |                             |                                                                                      |                                                                                       |         |    |  |
| 3.15     | DS 952<br>yüklenmeyen tak-<br>viye kirişinin<br>çift köşe kaynak                                              | kaynak dikiş kerketik-leri işlenmiş     | ▷             | % 100 tahri-<br>batsız muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |  |  | a       |    |  |
| 3.16     |                                                                                                               |                                         | gözle muayene |                                |                             |                                                                                      |                                                                                       |         |    |  |

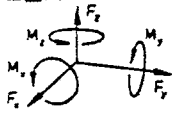
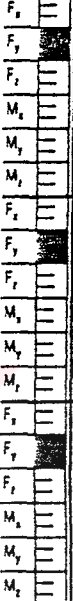
Tablo 10.10. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 3

| 1       | 2        | 3                                                                                                     | 4                                           | 5      | 6                                     | 7                           | 8                                                                                           | 9                                                                                                        | 10          |
|---------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Ud<br># | standart | dikiş<br>tipi                                                                                         | dikişin<br>tarifi                           | Symbol | önerilen<br>deney                     | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                                                                         | gerilme     |
| 3.1.7   | DS 952   | kirişteki<br>çift köşe<br>dikişi                                                                      | kaynak<br>dikişle-<br>ri işlenme-<br>miş    | ▷      | gözle<br>muayene                      | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | a<br>r<br>a |
| 3.1.8   | DS 952   | yüklenmeyen takviye kirişindeki yapı<br>elemenına karşı köşe dikişli çift HV<br>dikişi veya HV dikişi | kaynak<br>dikiş<br>kertik-<br>leri işlenmiş | ◁<br>▷ | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |         | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | a<br>r<br>a |
| 3.1.9   |          |                                                                                                       |                                             |        | gözle<br>muayene                      |                             |                                                                                             | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | a<br>r<br>a |
| 3.1.10  |          |                                                                                                       |                                             |        | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene |                             |                                                                                             | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | a<br>r<br>a |
| 3.1.11  |          |                                                                                                       | kaynak<br>dikişle-<br>ri işlenme-<br>miş    |        | gözle<br>muayene                      |                             |                                                                                             | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>F <sub>3</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>M <sub>3</sub> | a<br>r<br>a |

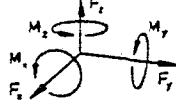
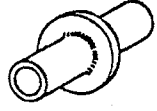
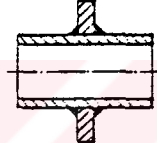
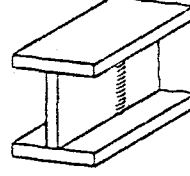
Tablo IO.II. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 3

| 1      | 2        | 3                                                               | 4                              | 5      | 6                         | 7                     | 8                                                                                    | 9                                                                                     | 10                   |
|--------|----------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| İçerik | Standart | Dikiş tipi                                                      | dikişin tarifi                 | Symbol | önerilen deney            | DIN 8563 kısım 3 göre | şekil                                                                                | ölçek                                                                                 | gerilme              |
| 3.1.12 | DS 932   | yüklenmeyen takviye kirişi ile yapı elemanının çift köşe dikişi | çentiği işlenmiş kaynak dikişi | ▷      | % 100 tahribatsız muayene | çatlak gözenek çentik |    |   | σ, τ, σ <sub>y</sub> |
| 3.1.13 |          |                                                                 | kaynak dikişleri işlenmemiş    |        |                           |                       |                                                                                      |                                                                                       |                      |
| 3.1.14 |          |                                                                 |                                |        |                           |                       |                                                                                      |                                                                                       |                      |
| 3.2.1  | DS 932   | yüklenmeyen disk ile yapı elemanının karışık köşe ve HV dikişi  | çentiği işlenmiş kaynak dikişi | X      | % 100 tahribatsız muayene | çatlak gözenek çentik |  |  | σ, τ, σ <sub>y</sub> |
| 3.2.2  |          |                                                                 | kaynak dikişleri işlenmemiş    |        |                           |                       |                                                                                      |                                                                                       |                      |

Tablo 10.12. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 3

| 1        | 2        | 3                                                                      | 4                                        | 5      | 6                                     | 7                           | 8                                                                                                                                                                        | 9                                                                                                        | 10          |
|----------|----------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| LD<br>Nr | standart | dikiş<br>tipi                                                          | dikişin<br>tarifi                        | Symbol | önerilen<br>deney                     | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre | şekil<br>                                                                              | ölçek<br>zorlama                                                                                         | gerilme     |
| 323      | DS 92    | yüklenmeyen disk ile buna<br>geçen yapı elemanının çift<br>köşe dikişi | çentiği<br>işlenmiş<br>kaynak<br>dikişi  | ▷      | % 100<br>tahri -<br>batsız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik | <br> | F <sub>t</sub><br>F <sub>r</sub><br>F <sub>t</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>r</sub><br>M <sub>t</sub> | a<br>r<br>a |
| 324      |          |                                                                        | kaynak<br>dikişle-<br>ri işlen-<br>memiş |        |                                       |                             |                                                                                                                                                                          | F <sub>t</sub><br>F <sub>r</sub><br>F <sub>t</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>r</sub><br>M <sub>t</sub> | a<br>r<br>a |
| 325      |          |                                                                        |                                          |        |                                       |                             |                                                                                                                                                                          | F <sub>t</sub><br>F <sub>r</sub><br>F <sub>t</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>r</sub><br>M <sub>t</sub> | a<br>r<br>a |
| 331      | DS 92    | dikme sacında ek sac<br>için çift V dikişi<br>veya V dikişi            | çentiği<br>işlenmiş<br>kaynak<br>dikişi  | X<br>% | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene  | çatlak<br>gözenek<br>çentik |                                                                                      | F <sub>t</sub><br>F <sub>r</sub><br>F <sub>t</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>r</sub><br>M <sub>t</sub> | a<br>r<br>a |
| 332      |          |                                                                        |                                          |        |                                       |                             |                                                                                                                                                                          | F <sub>t</sub><br>F <sub>r</sub><br>F <sub>t</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>r</sub><br>M <sub>t</sub> | a<br>r<br>a |

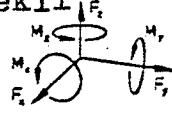
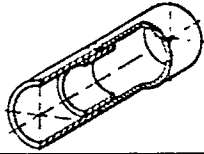
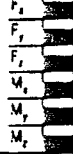
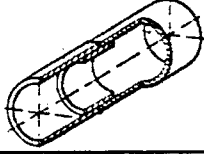
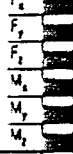
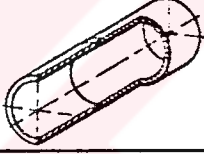
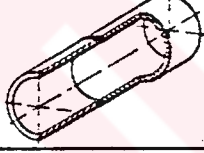
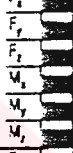
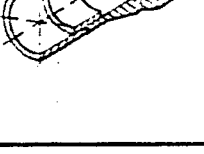
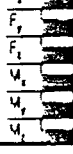
Tablo 10.13. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 3

| 1        | 2        | 3                                                                       | 4                                        | 5      | 6                                   | 7                           | 8         | 9                                                                                                                                            | 10                       |
|----------|----------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| LM<br>Nr | standart | dikiş<br>tipi                                                           | dikişin<br>tarifi                        | Symbol | önerilen<br>deney                   | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                                                                                                             | gerilme                  |
| 333      | DS 952   | dikme sacındaki düz<br>ek sacın çift V veya<br>çift V dikişi            | kaynak<br>dikişleri<br>işlenme-<br>miş   | X      | % 100<br>tahribat<br>sız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>s</sub> |
| 334      | DS 952   | dikme sacındaki düz<br>ek sacın çift V dikişi                           | kaynak<br>dikişleri<br>işlenme-<br>miş   | X      | gözle<br>muayene                    | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>s</sub> |
| 341      | DS 952   | çapraz eke geçen ya-<br>pı elemanının her iki<br>tarafından çift HV dik | çentiği<br>işlenmiş<br>kaynak<br>dikişi  | X      | % 100<br>tahribat<br>sız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>s</sub> |
| 342      | DS 952   | çapraz eke geçen ya-<br>pı elemanının her iki<br>tarafından çift HV dik | kaynak<br>dikişle-<br>ri işlen-<br>memiş | X      | % 100<br>tahribat<br>sız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>s</sub> |
| 343      | DS 952   | çapraz ek<br>olarak çift<br>köşe dikişi                                 | kaynak<br>dikişle-<br>ri işlen-<br>memiş | X      | % 100<br>tahribat<br>sız<br>muayene | çatlak<br>gözenek<br>çentik |           | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>s</sub> |

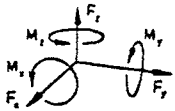
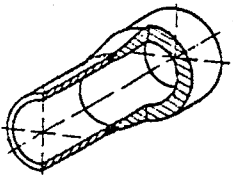
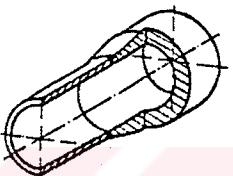
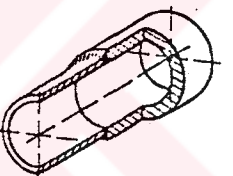
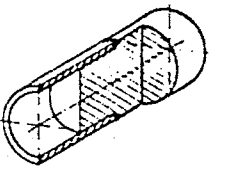
Tablo IO.I4. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 4

| 1        | 2                                                          | 3                                                                          | 4                            | 5      | 6                                    | 7                                                      | 8                                                                                           | 9                                                                                     | 10                                                 |
|----------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| İz<br>No | standart                                                   | dikiş<br>tipi                                                              | dikişin<br>tarifi            | Symbol | önerilen<br>deney                    | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre                            | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                                                      | gerilme                                            |
| 4.1.1    | kök destekli                                               | kap<br>kuvvet yönü çap                                                     | dikiş<br>dışarda<br>işlenmiş | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | kaynak<br>geçiş<br>kökte<br>değil                      |           |    | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |
| 4.1.2    | kök destekli kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı | kap<br>kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı                       | dikiş<br>işlenme-<br>miş     | ✓      | gözle<br>muayene                     |                                                        |           |    | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |
| 4.1.3    | kök destekli kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı | kap<br>kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı                       | dikiş<br>dışarda<br>işlenmiş | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | öne<br>eklenen<br>parçada<br>kökte<br>çentik<br>mevcut |          |   | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |
| 4.1.4    | kök destekli kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı | kap<br>kuvvet yönü çapraz borunun alın dikiş kaynağı                       | dikiş<br>işlenme-<br>miş     | ✓      | gözle<br>muayene                     |                                                        |         |  | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |
| 4.2.1    | DS 952 D4A DN 15018 314                                    | kök destek parç<br>alı kuvvet yönü<br>çapraz borunun<br>alın dikiş kaynağı | dikiş<br>işlenme<br>miş      | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | eğim ≤<br>1:4                                          |         |  | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |
| 4.2.2    | DS 952 D4A DN 15018 314                                    | kök destek parç<br>alı kuvvet yönü<br>çapraz borunun<br>alın dikiş kaynağı | dikiş<br>işlenme<br>miş      | ✓      | gözle<br>muayene                     | kaynak<br>geçiş<br>kökte<br>değil                      |         |  | σ <sub>1</sub><br>τ <sub>1</sub><br>σ <sub>2</sub> |

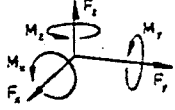
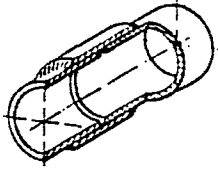
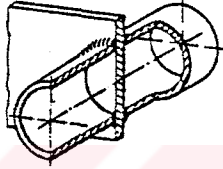
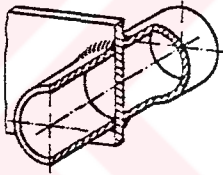
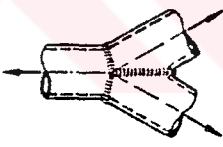
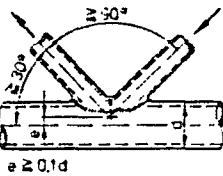
Tablo 10.15. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

## Cetvel 4

| 1        | 2                      | 3                                                   | 4                        | 5      | 6                                    | 7                                           | 8                                                                                           | 9                                                  | 10                               |
|----------|------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Im<br>Nr | standart               | dikiş<br>tipi                                       | dikişin<br>tarifi        | Symbol | önerilen<br>deney                    | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre                 | şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                   | gerilme                          |
| 423      |                        | kuvvet yönü çapraz<br>borunun alın dikiş<br>kaynağı | dikiş<br>işlenme-<br>miş | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | eğim $\leq$<br>1:4<br>öne<br>eklenen        |           | $F_z$<br>$F_y$<br>$F_x$<br>$M_z$<br>$M_y$<br>$M_x$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 424      |                        |                                                     |                          | ✓      | gözle<br>muayene                     | parçada<br>kök<br>çentiği<br>mevcut         |           | $F_z$<br>$F_y$<br>$F_x$<br>$M_z$<br>$M_y$<br>$M_x$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 425      |                        | boru alın<br>dikişi                                 | dikiş<br>işlenme<br>miş  | ✓      | gözle<br>muayene                     | öne<br>eklenen<br>parçada<br>kök<br>çentiği |          | $F_z$<br>$F_y$<br>$F_x$<br>$M_z$<br>$M_y$<br>$M_x$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 431      | DS 952 E16 DN 1538 J14 | boru dolu mil ile<br>alttan dikişli                 | dikiş<br>işlen-<br>memiş | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | kaynak<br>geçiş<br>kökte<br>değil           |         | $F_z$<br>$F_y$<br>$F_x$<br>$M_z$<br>$M_y$<br>$M_x$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 432      | DS 952 E16 DN 1538 J14 |                                                     |                          | ✓      | gözle<br>muayene                     |                                             |                                                                                             | $F_z$<br>$F_y$<br>$F_x$<br>$M_z$<br>$M_y$<br>$M_x$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |

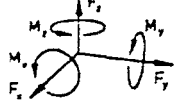
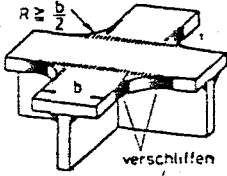
Tablo IO.I6. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 4

| 1               | 2                                                                                  | 3                                       | 4               | 5      | 6                                    | 7                                           | 8                                                                                           | 9                                                  | 10                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|--------|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Standart<br>No. | Dikiş<br>tipi                                                                      | Dikişin<br>tarifi                       | Statistik işlem | Symbol | Önerilen<br>deney                    | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre                 | Şekil<br> | ölçek<br>zorlama                                   | gerilme                          |
| 4.4.1           | boru ve<br>bağlama<br>parçası                                                      | dikiş<br>işlenme-<br>miş                | Δ               | ✓      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | keskin<br>çentik-<br>ler                    |           | $F_x$<br>$F_y$<br>$F_z$<br>$M_x$<br>$M_y$<br>$M_z$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 4.5.1           | DIN 15018, 414<br>ilave parçanın kuv-<br>vet yönünde enine<br>duran boruyla kaynak | çentiği<br>işlenmiş                     | ✓               | ✓      | gözle<br>muayene                     | kök<br>çentiği                              |           | $F_x$<br>$F_y$<br>$F_z$<br>$M_x$<br>$M_y$<br>$M_z$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 4.5.2           | ilave parçanın kuv-<br>vet yönünde enine<br>duran boruyla kaynak                   | kaynak<br>dikişi                        | Δ               | ✓      | gözle<br>muayene                     | keskin<br>çentik-<br>ler                    |          | $F_x$<br>$F_y$<br>$F_z$<br>$M_x$<br>$M_y$<br>$M_z$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 4.6.1           | eşit cidar<br>lı borular<br>kaynak                                                 | çentiği<br>işlenmiş<br>kaynak<br>dikişi | ✓               | ✓      | gözle<br>muayene                     | öne-<br>klenen<br>parçada<br>kök<br>çentiği |         | $F_x$<br>$F_y$<br>$F_z$<br>$M_x$<br>$M_y$<br>$M_z$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |
| 4.6.2           | DIN 15018, 346<br>eşit olma-<br>yan cidar<br>lı borulardan                         | çentiği<br>işlenmiş<br>kaynak<br>dikişi | ✓               | ✓      | gözle<br>muayene                     | kaynak<br>geçiş<br>kökte<br>değil           |         | $F_x$<br>$F_y$<br>$F_z$<br>$M_x$<br>$M_y$<br>$M_z$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma_c$ |

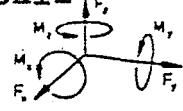
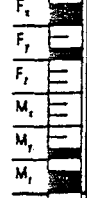
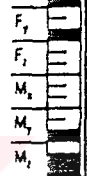
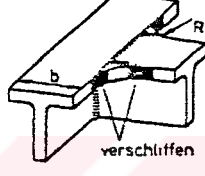
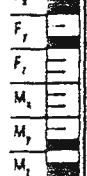
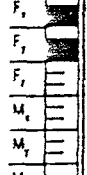
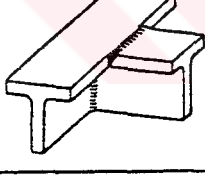
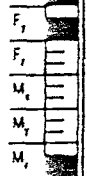
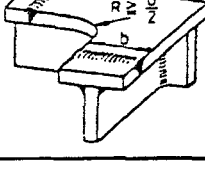
Tablo 10.17. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 5

| 1    | 2         | 3                                                          | 4                                             | 5        | 6                           | 7                             | 8                                                                                    | 9                                | 10                             |
|------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| №    | standart  | dikiş tipi                                                 | dikişin tarifi işlem                          | Symbol   | önerilen deney              | DIN 8563 kısım 3 göre         | şekil                                                                                | ölçek                            | gerilme                        |
| 5.11 | DIN 15018 | bir köşe sacının alın kaynak dikişin deki kuvvet çizgileri | karşı taraftan kök kay. çentiği işlenmiş k.k. | $\nabla$ | % 100 tahri- batsız muayene | kenar kayması dış bükey dikiş |    | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 5.12 | DIN 15018 |                                                            | karşı taraftan kök kaynağı yapılmış           | $\nabla$ | % 100 tahri- batsız muayene |                               |                                                                                      | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 5.13 |           |                                                            |                                               | $\nabla$ | % 100 tahri- batsız muayene |                               |                                                                                      | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 5.14 |           |                                                            | kök paso ters tar aftan kaynak edilmemiş      | $\nabla$ | gözle muayene               | dış bükey dikiş kök çentiği   |                                                                                      | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 5.21 |           | dikiş son ları çen- tiksiz                                 | karşı taraftan kök kaynağı yapılmış           | $\nabla$ | % 100 tahri- batsız muayene | dış bükey dikiş kök çentiği   |  | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |

Tablo 10.18. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

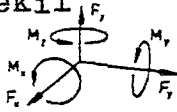
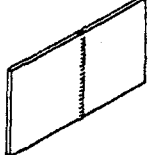
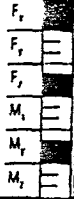
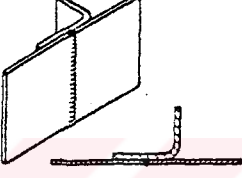
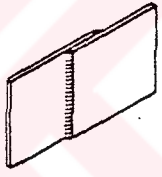
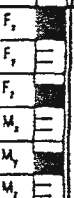
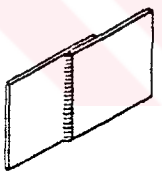
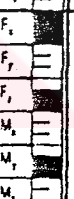
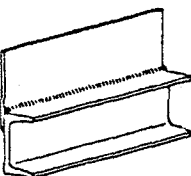
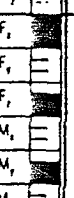
Cetvel 5

| 1        | 2        | 3                                                                             | 4                                                         | 5      | 6                                    | 7                                         | 8                                                                                           | 9                                                                                     | 10                                                                                    |
|----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| LS<br>Nº | standart | dikiş<br>tipi                                                                 | dikişin<br>tarifi                                         | Symbol | önerilen<br>deney                    | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre               | şekil<br> | ölçek<br>ölçme                                                                        | gerilme                                                                               |
| 531      | DS 932   | köşe sacı profilindeki sac<br>ile kaynak edilen bağlantı-<br>daki alın dikişi | kök pas-<br>ters<br>taraf tan<br>kaynaklı                 |        | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | dış<br>bükey<br>dikiş                     |                                                                                             |    |    |
| 532      |          |                                                                               | dikişler<br>deki<br>çentik-<br>ler<br>işlenmiş            |        | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | kenar<br>kayması                          |           |   |  |
| 533      |          |                                                                               | kök pas-<br>ters<br>taraf tan<br>kaynak<br>edilme-<br>miş |        | gözle<br>muayene                     | dış<br>bükey<br>dikiş<br>kök<br>çentiği   |                                                                                             |  |  |
| 534      |          |                                                                               | kök pas-<br>ters<br>taraf tan<br>kaynak<br>edilme-<br>miş |        | gözle<br>muayene                     | dış<br>bükey<br>dikiş<br>kök<br>çentiği   |         |  |  |
| 541      |          |                                                                               | kök pas<br>kaynaklı<br>kertik-<br>ler<br>işlenmiş         |        | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | dış<br>bükey<br>dikiş<br>kenar<br>kayması |         |  |  |

Tablo 10.19. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.



Cetvel 6

| 1   | 2        | 3                                  | 4                              | 5                                                                                   | 6              | 7                          | 8                                                                                        | 9                                                                                     | 10          |
|-----|----------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| İm  | standart | dikiş tipi                         | dikişin tarifi                 | Symbol                                                                              | önerilen deney | DIN8563 kısım 3 göre       | şekil  | ölçek zorlama                                                                         | gerilme     |
| 511 |          | iki ince sac arasında dikiş        | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |    | gözle muayene  | kaynak ağzı açılmış        |        |    | °<br>°<br>° |
| 512 |          | çok pasolu dikiş                   | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |                                                                                     | gözle muayene  | altlık ile dış bükey dikiş |        |    | °<br>°<br>° |
| 521 |          | bin-dirme kaynağı                  | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |  | gözle muayene  | keskin çentik              |       |   | °<br>°<br>° |
| 522 |          | tek taraf tan bin-dirme            | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |  | gözle muayene  | keskin çentik              |      |  | °<br>°<br>° |
| 531 |          | ince sac ile profil arasında dikiş | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |  | gözle muayene  | keskin çentik              |      |  | °<br>°<br>° |

Tablo IO.2I. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 6

| 1       | 2        | 3                          | 4                | 5      | 6              | 7                     | 8     | 9                                | 10                             |
|---------|----------|----------------------------|------------------|--------|----------------|-----------------------|-------|----------------------------------|--------------------------------|
| Std. No | Standard | dikiş tipi                 | dikişin tarifi   | Symbol | önerilen deney | DIN8563 kısım 3 göre  | şekil | ölçek zorlama                    | gerilme                        |
|         |          | tatbik                     | işlem            |        |                |                       |       |                                  |                                |
| 6.32    |          | sac ile profil arasında    | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | keskin çentikler      |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 6.33    |          | tek taraf- lı bindirme     | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | keskin çentikler      |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 6.41    |          | oluklu sac lar da I dikişi | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | kök çentiği dış bükey |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 6.42    |          | köşe dikiş li              | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | keskin çentik         |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 6.43    |          | oluk- lu sac da bindirme   | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | keskin çentik         |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |
| 6.44    |          | tek taraf- lı bindir       | çentiği işlenmiş |        | gözle muayene  | keskin çentik         |       | $F_1$<br>$F_2$<br>$M_1$<br>$M_2$ | $\sigma$<br>$\tau$<br>$\sigma$ |

Tablo 10.22 : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişle-  
rinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 7

| 1        | 2                                        | 3                              | 4     | 5                         | 6                              | 7     | 8                                                                    | 9       | 10      |
|----------|------------------------------------------|--------------------------------|-------|---------------------------|--------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Standard | Dikiş tipi                               | Dikişin tarifi                 | Symet | Önerilen deney            | DIN8563 kısım 3 göre           | Şekil | ölçek                                                                | zorlama | gerilme |
| 711      | kutu taşıyıcının çok pasolu alın kaynağı | çentiği işlenmiş kaynak dikişi |       | % 100 tahribatsız muayene | dış bükey dikişi               |       | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | 0       | 0       |
| 712      |                                          | çentiği işlenmemiş             |       | gözle muayene             | keskin ve yuvarlatılmış çentik |       | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | 0       | 0       |
| 721      | köşe bindirmede köşe dikişi              | çentiği işlenmiş               | Δ     | % 100 tahribatsız muayene | dış bükey dikişi               |       | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | 0       | 0       |
| 722      |                                          | çentiği işlenmemiş             | Δ     | gözle muayene             | dış bükey dikiş keskin çentik  |       | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | 0       | 0       |
| 723      |                                          | çentiği işlenmemiş             | Δ     | gözle muayene             | kaynak ağzı açılmış            |       | F <sub>1</sub><br>F <sub>2</sub><br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub> | 0       | 0       |

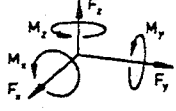
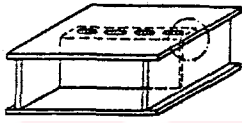
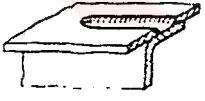
Tablo 10.23. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 8

| 1        | 2                                  | 3                  | 4                         | 5                                                    | 6      | 7                                                                                                                                            | 8                                                                    | 9 | 10 |
|----------|------------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---|----|
| Standart | dikiş tipi                         | dikişin tarifi     | önerilen deney            | DIN8563 kısım 3 göre                                 | şekil  | ölçek                                                                                                                                        | gerilme                                                              |   |    |
| B11      | kutu taşıyıcıda delik dikişi       | çentiği işlenmemiş | % 100 tahribatsız muayene | dış bükey dikiş kaynak ağzı açılmamış                |        | F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub> | σ <sub>t</sub><br>τ <sub>t</sub><br>σ <sub>c</sub><br>τ <sub>c</sub> |   |    |
| B12      |                                    | çentiği işlenmiş   | gözle muayene             | keskin ve yuvarlak çentik                            | 1<br>2 | F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub> | σ <sub>t</sub><br>τ <sub>t</sub><br>σ <sub>c</sub><br>τ <sub>c</sub> |   |    |
| B13      | uzun yarıktaki sürekli köşe dikişi | çentiği işlenmemiş | % 100 tahribatsız muayene | kaynak ağzı açılmamış keskin ve yuvarlatılmış çentik | 3      | F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub> | σ <sub>t</sub><br>τ <sub>t</sub><br>σ <sub>c</sub><br>τ <sub>c</sub> |   |    |
| B14      |                                    | çentiği işlenmiş   | gözle muayene             |                                                      | 4      | F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>F <sub>t</sub><br>F <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub><br>M <sub>t</sub><br>M <sub>c</sub> | σ <sub>t</sub><br>τ <sub>t</sub><br>σ <sub>c</sub><br>τ <sub>c</sub> |   |    |

Tablo 10.24. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişlerinin tasarım ve değerlendirilmesi.

Cetvel 8

| 1        | 2        | 3                                                                   | 4                          | 5      | 6                                    | 7                                                         | 8                                                                                                                                                                                     | 9                                                                                                        | 10                       |
|----------|----------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Lt<br>No | standart | dikiş<br>tipi                                                       | dikişin<br>tarifi          | sembol | önerilen<br>deney                    | DIN 8563<br>kısım 3<br>göre                               | şekil<br>                                                                                           | ölçek<br>zorlama                                                                                         | gerilme                  |
| 82.1     |          | yükleme altında olma<br>yan enine bir kiriş<br>yapı elemanıyla kay. | çentiği<br>işlenme-<br>miş | J      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | dış<br>bükey<br>dikiş<br>kaynak<br>ağzı<br>açılma-<br>mış |                                                                                                     | F <sub>x</sub><br>F <sub>y</sub><br>F <sub>z</sub><br>M <sub>x</sub><br>M <sub>y</sub><br>M <sub>z</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>q</sub> |
| 82.2     |          |                                                                     | çentiği<br>işlenme-<br>miş | J      | gözle<br>muayene                     | keskin<br>ve<br>yuvarlak<br>çentik                        | 1<br><br>2<br> | F <sub>x</sub><br>F <sub>y</sub><br>F <sub>z</sub><br>M <sub>x</sub><br>M <sub>y</sub><br>M <sub>z</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>q</sub> |
| 82.3     |          |                                                                     | çentiği<br>işlenme-<br>miş | Δ      | % 100<br>tahri-<br>batsız<br>muayene | kaynak<br>ağzı<br>açılma-<br>mış                          | 3<br>                                                                                             | F <sub>x</sub><br>F <sub>y</sub><br>F <sub>z</sub><br>M <sub>x</sub><br>M <sub>y</sub><br>M <sub>z</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>q</sub> |
| 82.4     |          | delikte köşe dikiş                                                  | çentiği<br>işlenme-<br>miş | Δ      | gözle<br>muayene                     | keskin<br>ve<br>yuvarla<br>tılmış<br>çentik               | 4<br>                                                                                             | F <sub>x</sub><br>F <sub>y</sub><br>F <sub>z</sub><br>M <sub>x</sub><br>M <sub>y</sub><br>M <sub>z</sub> | σ<br>τ<br>σ <sub>q</sub> |

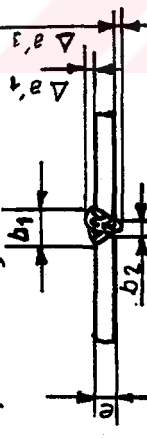
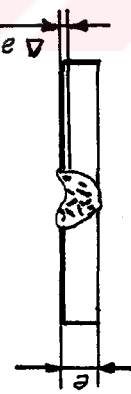
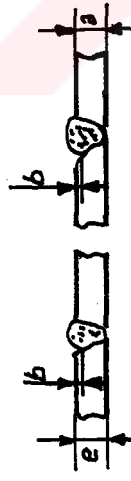
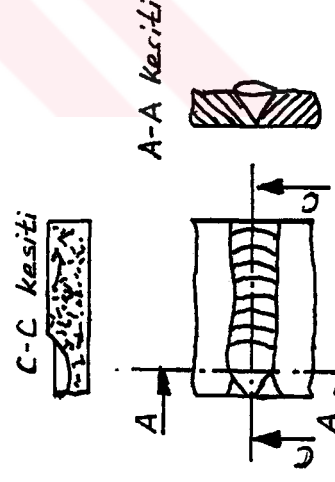
Tablo 10.25. : Raylı taşıtlarda köşe ve alın dikişleri-  
nin tasarım ve değerlendirilmesi.

10.3. Raylı Taşıtlarda Uygulanan Köşe ve Alın Dikişlerinin Kalite Çeşitlerinin Belirtilmesi :

Bu açıklamada raylı taşıtlarda uygulanan köşe ve alın dikişlerinin kalite çeşitleri belirtilmiştir. Tablo I2 ve tablo I3 bu açıklamaları ifade etmektedir. Aşağıdaki tablo II ise tablo I2 ve tablo I3'ün anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. (28)

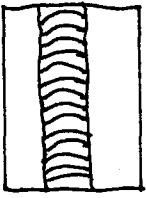
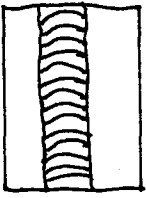
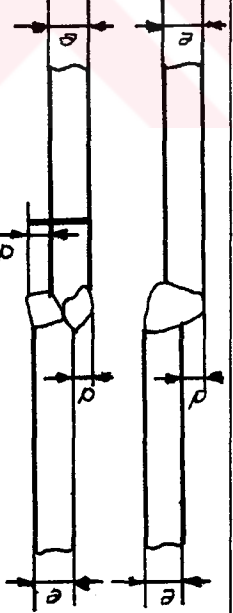
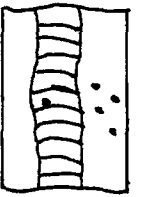
| Tolerans                                                                                  | derece<br>a | derece<br>b |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Sürekli bir hatanın maksimum uzunluğu                                                     | 20 mm       | 40 mm       |
| İki hata arasındaki uzaklık $n =$                                                         | 6           | 6           |
| 300 mm uzunluğundaki bir kaynak uzunluğunda toplam hata $l$ uzunluğunu aşmamalıdır. $l =$ | 40 mm       | 60 mm       |

Tablo II : Raylı taşıtlarda uygulanan köşe ve alın dikişlerinde hata toleransları.

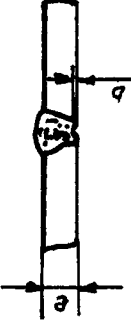
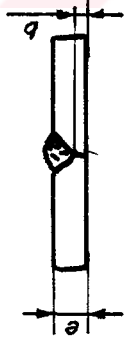
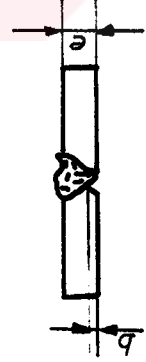
| NO | TANIM                                                                                                                              | Sınıf                                                                          |                                                                                |                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                    | B1 and B1S                                                                     | B2                                                                             | B3                                                                             |
| 1  | Daha geniş nüfuziyet - Daha derin nüfuziyet<br> | $\Delta a'1 \leq 1+0,05 b_1$ mm<br>$\Delta a'3 \leq 1+0,05 b_3$ mm<br>max. 2mm | $\Delta a'1 \leq 1+0,10 b_1$ mm<br>$\Delta a'3 \leq 1+0,10 b_3$ mm<br>max. 3mm | $\Delta a'1 \leq 1+0,15 b_1$ mm<br>$\Delta a'3 \leq 1+0,15 b_3$ mm<br>max. 4mm |
| 2  | Tamamlanmamış dolgu oyugu<br>                   | izin verilmiyor                                                                | $\Delta a'2 \leq 0,5$ mm<br>derece a (*)                                       | $\Delta a'2 \leq 1$ mm<br>derece b (*)                                         |
| 3  | Çentik etkisi<br>                               | izin verilmiyor                                                                | $b \leq 0,5$ mm<br>derece a (*)                                                | $b \leq 1$ mm<br>derece b (*)                                                  |
| 4  | Krater<br>                                     | izin verilmiyor                                                                | izin verilmiyor                                                                | kaunak<br>ağırlıklı<br>geçme                                                   |

\* Tablo bakınız

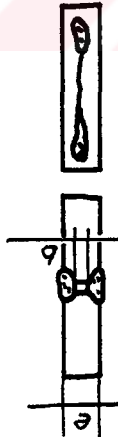
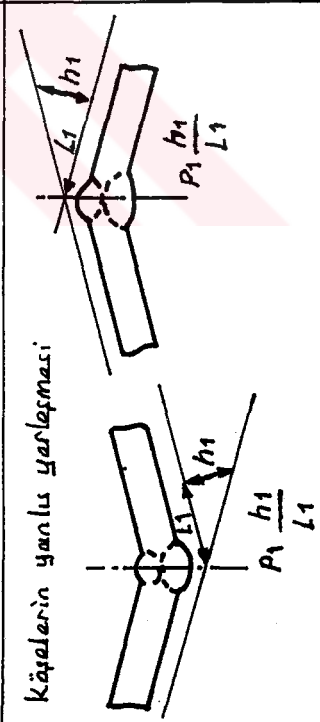
Tablo 12.1. Demiryol taşıtlarında uygulanan alın kaynaklarında kalite çeşitlerinin belirtilmesi

| NO | TANIM                                                                                                           | Sınıf                                                                            |                                                                                  |                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                 | B1 ve B1S                                                                        | B2                                                                               | B3                                                                         |
| 5  | Yüzey karıncalanması<br>     | İzin verilmiyor                                                                  | küçük ve dağılgan                                                                | $\phi \leq 0.5\text{mm}$<br>Orta ve dağılgan                               |
| 6  | Görünür çürük<br>            | İzin verilmiyor                                                                  | küçük ve dağılgan                                                                | Orta ve dağılgan                                                           |
| 7  | Boylamasına yerleştirme<br> | $d \leq 0.05 \text{ e mm}$<br>max. 2mm<br>$d \leq 0.05 \text{ e mm}$<br>max. 2mm | $d \leq 0.10 \text{ e mm}$<br>max. 3mm<br>$d \leq 0.10 \text{ e mm}$<br>max. 2mm | $d < 0.20 \text{ e mm}$<br>max. 4mm<br>$d < 0.20 \text{ e mm}$<br>max. 3mm |
| 8  | Damla sıçramaları<br>      | bazı dağılgan Sıçılmalar                                                         | bazı dağılgan Sıçılmalar                                                         | bazı dağılgan Sıçılmalar                                                   |

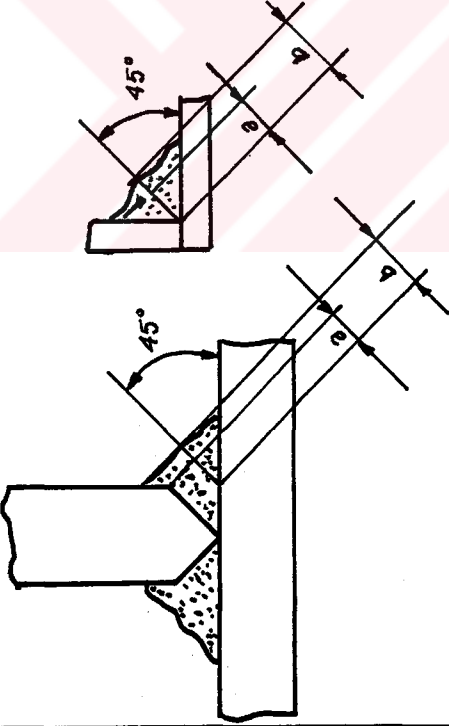
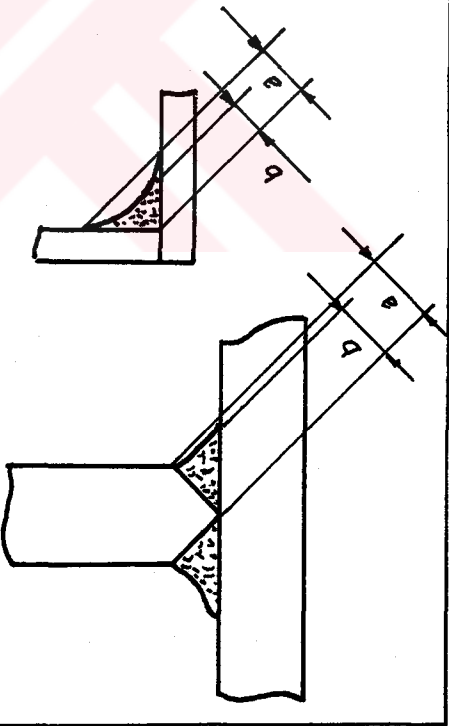
Tablo 12.2. Demiryol taşıtlarında uygulanan alın kaynaklarında kalite pesitlerinin belirtilmesi

| NO | TANIM                                                                                                           | Sınıf                                |                                                                                                                                                     |                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|    |                                                                                                                 | B1 ve B1s                            | B2                                                                                                                                                  | B3                                |
| 9  | kök çentigi<br>              | izin verilmiyor                      | $b \leq 0.5 \text{ mm}$<br>derece a                                                                                                                 | $b \leq 1 \text{ mm}$<br>derece b |
| 10 | Nüfuziyetin eksik alması<br> | izin verilmiyor                      | $\leq 0.5 \text{ mm}$<br>derece a $\begin{cases} e \leq 10 \text{ mm } b \leq 0.5 \\ e > 10 \text{ mm } b < 1 \end{cases}$                          | $\leq 1 \text{ mm}$<br>derece b   |
| 11 | Altan çentik<br>             | izin verilmiyor                      | $\leq 0.5 \text{ mm}$<br>derece a $\begin{cases} e \leq 10 \text{ mm } b \leq 0.5 \text{ mm} \\ e > 10 \text{ mm } b \leq 1 \text{ mm} \end{cases}$ | $\leq 1 \text{ mm}$<br>derece b   |
| 12 | Gaz başluğu<br>            | B1s "Siyah" sınıf<br>B1 "Mavi" sınıf |                                                                                                                                                     |                                   |
| 13 | Cüruf katığı<br>           | izin verilmiyor                      |                                                                                                                                                     |                                   |

Tablo 12.3. Demiryol taşıtlarında uygulanan alın kaynaklarında kalite çesitlerinin belirtilmesi

| NO | TANIM                                                                                                               | Sınıf               |                                                                                                         |                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|    |                                                                                                                     | B1 ve B13           | B2                                                                                                      | B3                |
| 14 | Birleşmede eksikler                                                                                                 | Müsaade edilmiyor   | Müsaade edilmiyor                                                                                       |                   |
| 15 | Eksik nüfuziyet<br>              | Müsaade edilmiyor   | $e \leq 10 \text{ mm}$ $b \leq 0.5 \text{ mm}$<br>$e > 10 \text{ mm}$ $b \leq 1 \text{ mm}$<br>Derece a |                   |
| 16 | Çatlama                                                                                                             | Müsaade edilmiyor   | Müsaade edilmiyor                                                                                       | Müsaade edilmiyor |
| 17 | Kayaların yanlış yerleşmesi<br> | $\leq \frac{1}{20}$ | $\leq \frac{1}{10}$                                                                                     |                   |

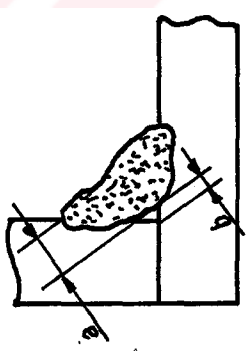
Tablo 12.4. Demiryol taşıtlarında uygulanan alın kaynaklarında kalite çeşitlerinin belirtilmesi.

| NO | TANIM                                                                                                              | Sınıf                                                 |                                                      |                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                    | A1                                                    | A2                                                   | A3                                                   |
| 1  | Aşırı kaynak-boşluklu sapma<br> | $b-a \leq (1 + \frac{a}{10}) \text{ mm}$<br>max. 2 mm | $b-a \leq (1 + \frac{a}{8}) \text{ mm}$<br>max. 3 mm | $b-a \leq (1 + \frac{a}{5}) \text{ mm}$<br>max. 3 mm |
| 2  | Gökük köşe kaynağı<br>         | Müsamade edilmiyor                                    | $a-b \leq 0,5 \text{ mm}$<br>derece a                | $a-b \leq 1 \text{ mm}$<br>derece b                  |

Tablo 13.t. Demiryol taşıtlarında uygulanan kısa kaynaklarında kalite geçitlerinin belirtilmesi.

| NO | TANIM                                | Sınıf                                         |                                               |                                              |
|----|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|    |                                      | A1                                            | A2                                            | A3                                           |
| 3  | <p>Simetrik olmayan köşe kaynağı</p> | $\Delta t \leq (1 + \frac{a}{10}) \text{ mm}$ | $\Delta t \leq (2 + \frac{a}{10}) \text{ mm}$ | $\Delta t \leq (2 + \frac{a}{5}) \text{ mm}$ |
| 4  | <p>Alttan kesme</p> <p>Oyuk</p>      | Müsaade edilmiyor                             | $b \leq 0,5 \text{ mm}$<br>derece a           | $b \leq 1 \text{ mm}$<br>derece b            |
| 5  | <p>Yüzey koruncalanması</p>          | Müsaade edilmiyor                             | $\phi \leq 0,5 \text{ mm}$<br>derece a        | $\phi \leq 1 \text{ mm}$<br>derece b         |
| 6  | Görünür çürüf                        | Müsaade edilmiyor                             | küçük ve dağılgan                             | Orta ve dağılgan                             |

Tablo 13.2. Demiryol taşıtlarında uygulanan köşe kaynaklarında kalite işaretlerinin belirtilmesi.

| NO | TANIM                                                                                                  | Sınıf             |                                   |                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|
|    |                                                                                                        | A1                | A2                                | A3                                          |
| 7  | Birlesmede eksikler                                                                                    | Müsaade edilmiyor | Müsaade edilmiyor                 |                                             |
| 8  | Eksik nüfuziyet<br> | Müsaade edilmiyor | $b \leq 1 \text{ mm}$<br>derece a | $b \leq \frac{a}{4} \text{ mm}$<br>derece b |
| 9  | Gatlamalar                                                                                             | Müsaade edilmiyor | Müsaade edilmiyor                 | Müsaade edilmiyor                           |

Tablo 13.3. Demiryol taşıtlarında uygulanan köşe kaynaklarında kalite çesitlerinin belirtilmesi.

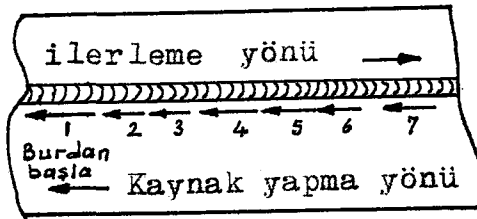
## II. Raylı Taşıtların İmalatında Uygulanması Gerekten Kaynak Metodları :

Raylı taşıtlarda saçlar kaynak edilirken meydana gelen hararetin tesiri ile çarpılırlar. Bu çarpılmalara mani olmak için birçok metodlar tatbik edilir. Bütün metodların gayesi ısının eşit miktarda yayılmasıdır.

Genel olarak demiryolu taşıtı sanayiinde kullanılması gereken metodlar şunlardır.

### II.I. Bek-step (geri adım ) metodu :

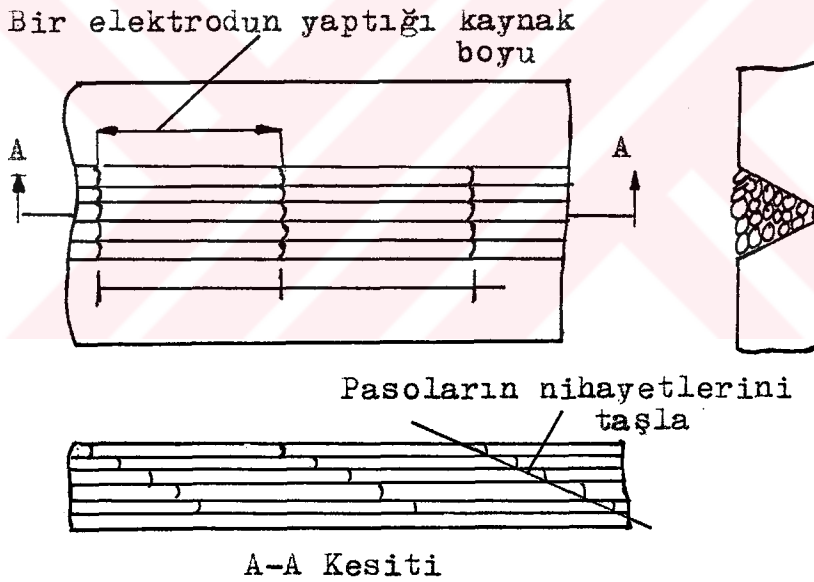
Bu metodda, dolgu, tek paso halinde, kaynak ilerleme yönünün aksi yönünde konur. Dolgu boylarının kısa olması ısının yığılmasına mani olur. Dolgu boyu bir tek elektrodun depozit edeceği miktar kadar olmalıdır. Bek-step metodu uzun eklerde ve 6-19 mm. kalınlığındaki saçların kaynağında kullanılır. Şekil 36'da metodun resimli izahı görülmektedir.



Şekil 36 : Geri Adım Metodu

## II.2. Blok Metodu :

Blok metodunda dolgu tek paso halinde konmayıp birçok pasolarla sac kalınlığında konur. Dolgu boyu, her paso için bir tek elektroddan göç eden miktar kadar olup, bir blok teşkil eder. Bloklar sırası ile ortadan kenarlara doğru konarak yapılır. Bu metod ekseriya 19 mm.'den kalın saclar için elverişlidir. Her blok yapıldıktan sonra kök kısım taşlanır. Bir sonraki sıraya geçilir. Şekil 37'de şematik olarak gösterilmektedir.

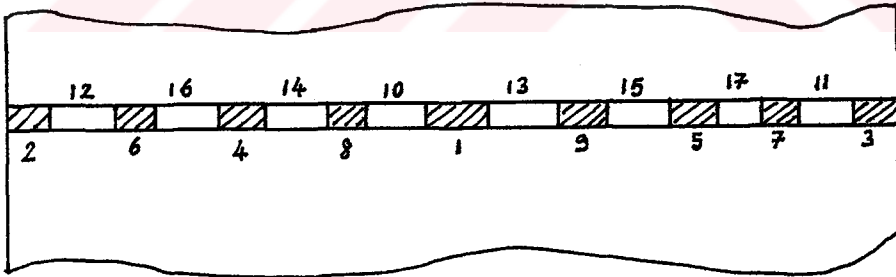


Şekil 37 : Blok Metodu

### II.3. Karşılıklı Atlamalı ( Şaşirtma ) Metodu :

Bilhassa kalın saçların kaynağında tavsiye edilir. Blok metodunun bir değişik şeklidir. Kaynak blok halinde bir üst paso alttakine nazaran biraz daha kısa olmak üzere yapılır, öyleki bloklar her iki taraftan eğik olur. Gene blok metodundaki gibi kenarların taşlanması lazımdır. Blok boyları 100-250 mm. arasında değişir. Şaşirtma metodunda blokların yerleşme sıraları şekil 38 'de gösterilmiştir.

Bütün bu metodlarda kullanılan kaynaklar düz veya örme olarak iki şekilde yapılır. Düz yer kaynağında genel olarak düz sistemi kabul edilir. Duvar kaynaklarında her iki methodda kullanılır. Duvar kaynaklarında kaynak aşağıdan yukarı yönde yapılmalıdır. Geri adım metodu korniş kaynakları için çok elverişlidir. Tavan kaynakları ise genel olarak örme sisteminde yapılır. Örme sistemi kullanılırken çok geniş kaynak yapmamaya dikkat edilmelidir.



Şekil 38 : Karşılıklı Atlamalı ( Şaşirtma ) metodu

## 12. Raylı Taşıtlarda Kaynak Sırası Dizaynı :

### 12.1. Kaynak Sırası Dizaynının Amacı :

Bir metal parçasının ısıtıldığı zaman genişlediği ve soğurkünde küçüldüğü herkezce bilinmektedir. Isıtma esnasında genişleme, metalin akma noktası denilen bir noktasına kadar devam eder. Bu noktanın üstüne ısıtılan metaller ise eski hallerine dönmeyip şekil değiştirirler. Bu ikinci hal metallerde çarpılmalara sebep olur.

Genel olarak kaynak sırası, kaynak işlemi sonucu oluşacak çarpılmaların azaltılması ve montajın kolaylaştırılması açısından birinci derecede düşünülmelidir. Kaynak sırası bilhassa kalın levhaların ve döküm parçaların kaynatılması sırasında kaynak çatlamlarının olmaması isteniyorsa çok önemli olabilir. Ufak geçme parçalarında, geçme levhalarının içinde yüksek gerilmeler birikecektir. Böylece eğer uygun bir kaynak sırası uygulanmassa kaynak boyunca çatlamların önüne geçilemeyecektir.

Kaynak sırası basit ve uygulaması kolay olmalıdır. Çünkü kolayca anlaşılamayacak bir şekilde karışık olursa uygulamadan vazgeçilebilir. Aynı şekilde kaynak sırası bir çok sayıda kaynakçının bir arada aynı zamanda çalışabileceği şekilde pratik olmalıdır.

Kaynak sırasının hedefi iki madde altında toplanabilir

a) Kaynaktan dolayı oluşan büzülmeler ve gerilmeleri gidermek.

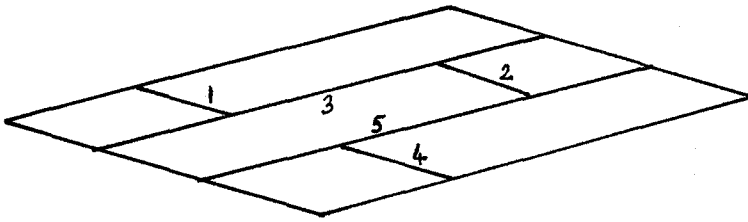
b) Çarpılmaları minimuma indirmek.

## 12.2. Kaynak Sırasının Tesbitinde Genel Esaslar :

a) Kaynak metalinin tesiri ile meydana gelen ısıdan dolayı birleştirilen parçalar küçülür ve bir çekilme hareketinde bulunurlar. Eğer birleşen iki parçanın serbestiyeti tam ise, asgari değerde doğacak gerilmelere mukabil biraz çarpılma meydana gelecektir. Buna mukabil, eğer birleştirilen parçaların hiç bir serbestiyeti yoksa çarpılma fazla olacak ve küçülme gerilmelerini doğuracaktır. Buda kaynağın çatlaması gibi kötü neticeler doğurabileceğinden tam serbestiyet olmayan yerlerde oyuklar açılarak veya yuvarlaklar yapılarak gerilme akışını temin etmek lazımdır.

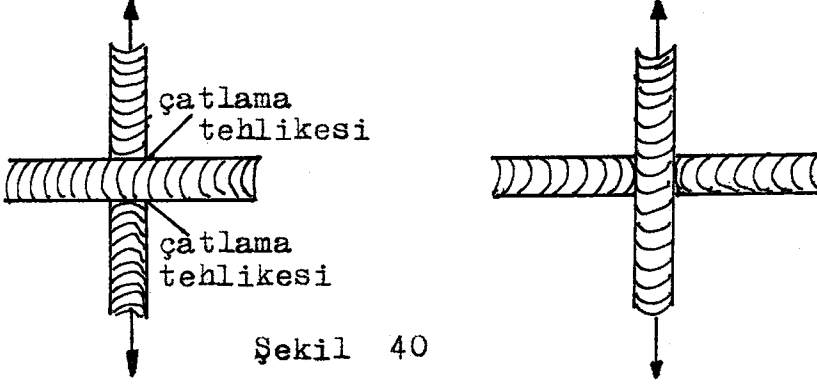
b) Bir konstrüksiyonun elemanlarında meydana gelen çarpılmalar, montajdan önce düzeltilmelidir.

c) Boylamasına ve enlemesine dikişlerin birbirleriyle karşılaşması halinde, tesadüf eden dikiş daima devamlı dikişten önce kaynak edilmelidir (şekil39 ). Hasıl olan distorsiyonun serbest kalması ve iki dikişin birleştiği yerde lokal bir gerilme toplanmasının meydana gelmemesi için, boylamasına dikiş, enlemesine dikiş kaynak edildikten sonra puntalanmalıdır.

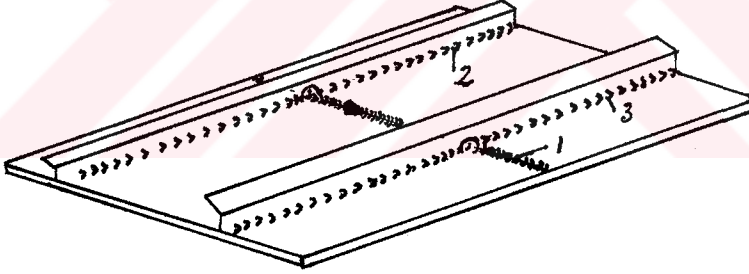


Şekil 39 : Bir konstrüksiyonda boylamasına dikişlerin enlemesine dikişlerle karşılaşması hali. Rakamlar kaynak sıralarını göstermektedir.

d) İki alın dikişinin birbirini kesmesi halinde çekme zorlamalarına maruz kalan yönün devamlı olarak kaynak yapılması gerekir (şekil 40) . Aksi takdirde maruz kalan dikişin bitiş kraterlerinde çatlama meydana gelir.

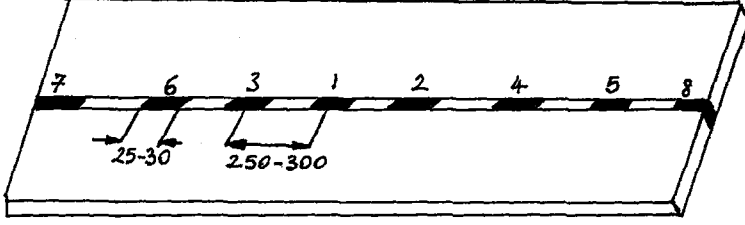


e) Bir alın dikişi ile bir iç köşe dikişinin birbirini kesmesi halinde, önce alın dikişi kaynak edilir. Eğer iç köşe dikişi evvalla kaynak edilirse, alın kaynağının enine distorsiyonu azalır (şekil 4I) .

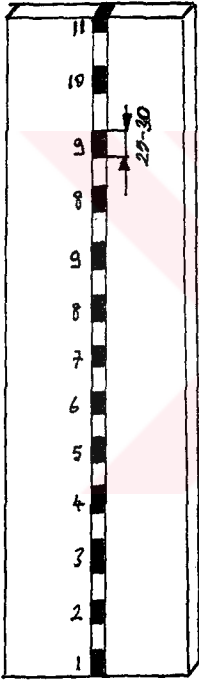


Şekil 4I : Alın dikişi ile iç köşe dikişinin birbirini kesme hali

f) İki parça arasındaki mesafe kaynak bağlantısının enine distorsiyonunu azaltacak derecede kuvvetli puntalarla birleştirilerek tespit edilmelidir (şekil 42 ve 43) .



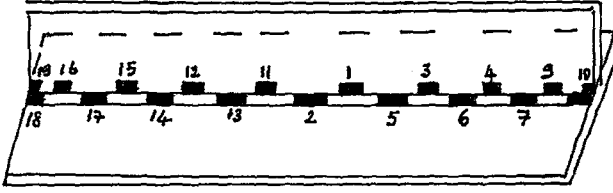
Yatay pozisyonda bağlama sırası



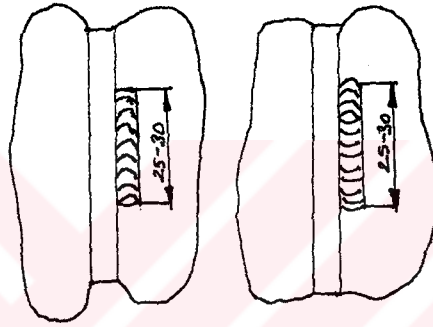
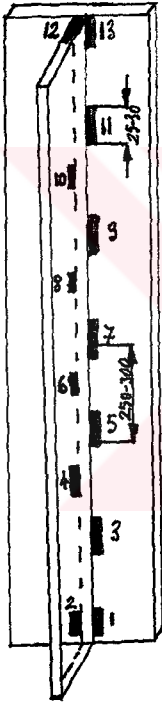
Yanlış (açık krater)      Doğru (kapalı krater)

Düsey pozisyonda  
bağlama sırası

Şekil 42 : Yatay ve düşey pozisyonadaki alın birleş -  
tirmelerinde puntalama sıraları.



Yatay pozisyonda bağlama sırası



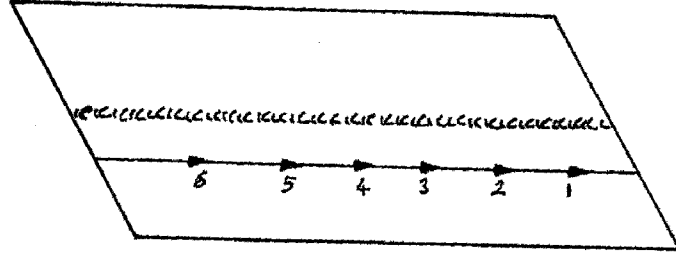
Yanlış (açık krater) Doğru (kapalı krater)

Bitiş kraterinin kapalı olması gerekir.

Düsey pozisyonda bağlama sırası

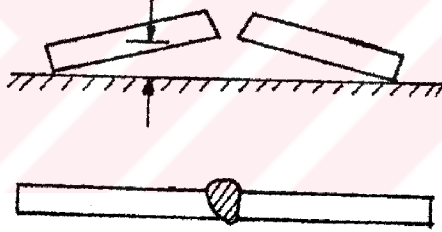
Şekil 43 : Yatay ve düşey pozisyonlardaki iç köşe birleştirmelerinde puntalama sıraları.

g) Uzun kaynak dikişlerine ait kök pasolarının geri adım usulü ile çekilmesi, dikiş boyunca muntazam bir enine distorsiyonun meydana gelmesi bakımından uygun karşılanır (şekil 44 ).



Şekil 44 : Uzun dikişlere ait kök pasolarının geri adım usulü ile kaynak edilmesi hali.

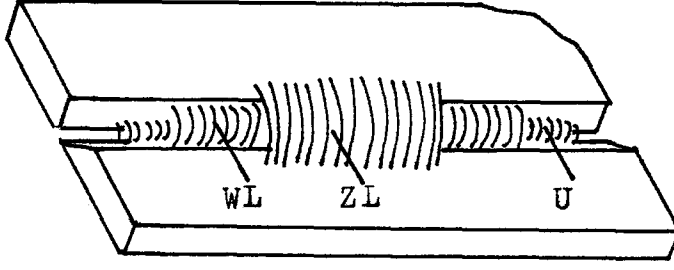
h) Açısal distorsiyonu azaltmak için birleştirilecek parçalara, kaynaktan evvel ters istikamette bir meyil verilir ve böylece kaynaktan sonra parça düz duruma gelir (şekil 45 ).



Şekil 45 : Parçalara kaynaktan önce ters istikamette bir meylin verilmesi ve kaynaktan sonraki durumu.

i) İlk pasonun, levhanın ağırlık merkezinden geçmesini sağlamak üzere, (X) birleştirmelerinde ağızların  $2/3$   $\lambda$  tarzında hazırlanması faydalıdır .

k) İyi tespit edilen parçaların kaynağında, kök pasonun zayıf yerlerinde meydana gelecek gerilme çatlaklarını önlemek için dikişler kaskat usulü tertiplenir (şekil 46 ).



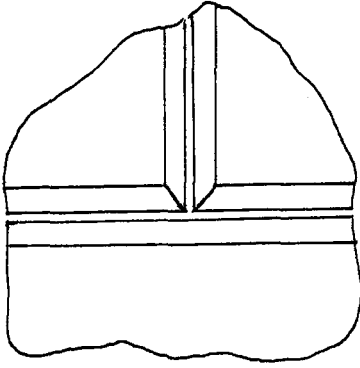
Şekil 46 : Kaynak dikişlerinin kaskat usulü teşkili.

1) Bütün bu çarpılmalar tamamıyla giderilemediğine göre gerilme yığılmasına mani olmak maksadıyla bir miktar çarpılmaya müsaade edilir. Bu, serbest uçlara doğru kaynak sırası takip etmekle elde edilebilir. Bütün vagonda çarpılmalara mani olmak amacıyla mümkün olduğu kadar simetrik kaynak yapmaya gayret edilmelidir.

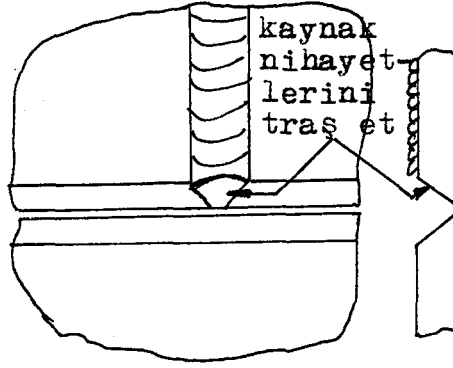
m) Kaynağa daima konstrüksiyonun ağırlık merkezinden başlanarak muntazam bir şekilde dışa doğru gidilmelidir.

n) Birbirinin tam simetriğine düşen dikişler büyük çarpılma momenti meydana getireceğinden, bunların aynı anda iki kaynakçı tarafından kaynak edilmesi gerekir.

o) Tek kaynak sıralarında esas kaide kaynağı yapılmamış bir eki çaprazlıyan kaynağı yapmaktır. Bu da bütün ek ve takviye elemanlarının açılı kaynaklarına veya diğer T bağlanmalarına da teşmil edilebilir. Bunun sebebi, ilk kaynaklar ikinci kaynakta bağlanacak elemanların çarpılmasına mani olacak ve sıkıştırılmış gerilme kuvvetlerine sebep olacaktır. Böyle bir kaynak çatlamasa bile diğer levhada bir çatlamaya sebep olacaktır. Bunun en bariz misali şekil 47'de gösterilen profillerde görülmektedir. Bu tip çatlama en fazla rastlanan bir tiptir.



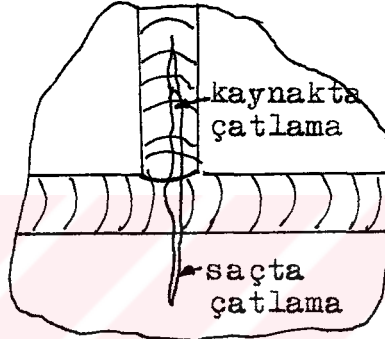
a) kaynaktan evvel



b) doğru ilk kaynak

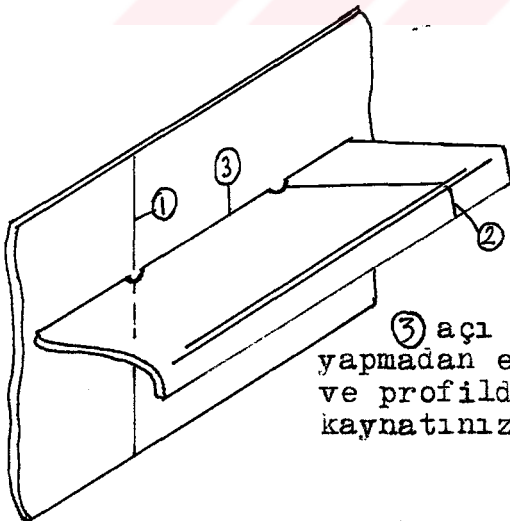


c) yanlış ilk kaynak

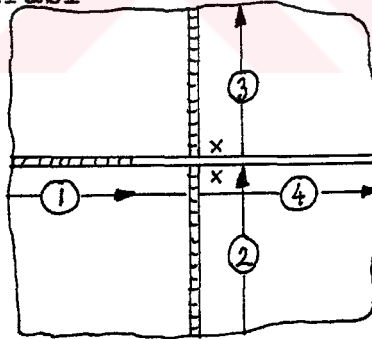


d) c'nin doğuracağı kötü netice

Levhelerde kesişme kaynak sırası



③ açılı kaynağı yapmadan evvel saçtaki ① ve profildeki ② parçasını kaynatınız.



T kesimlerinde kaynak sırası

Şekil 47 : Levhalarda ve T kesimlerinde kaynak sırası.

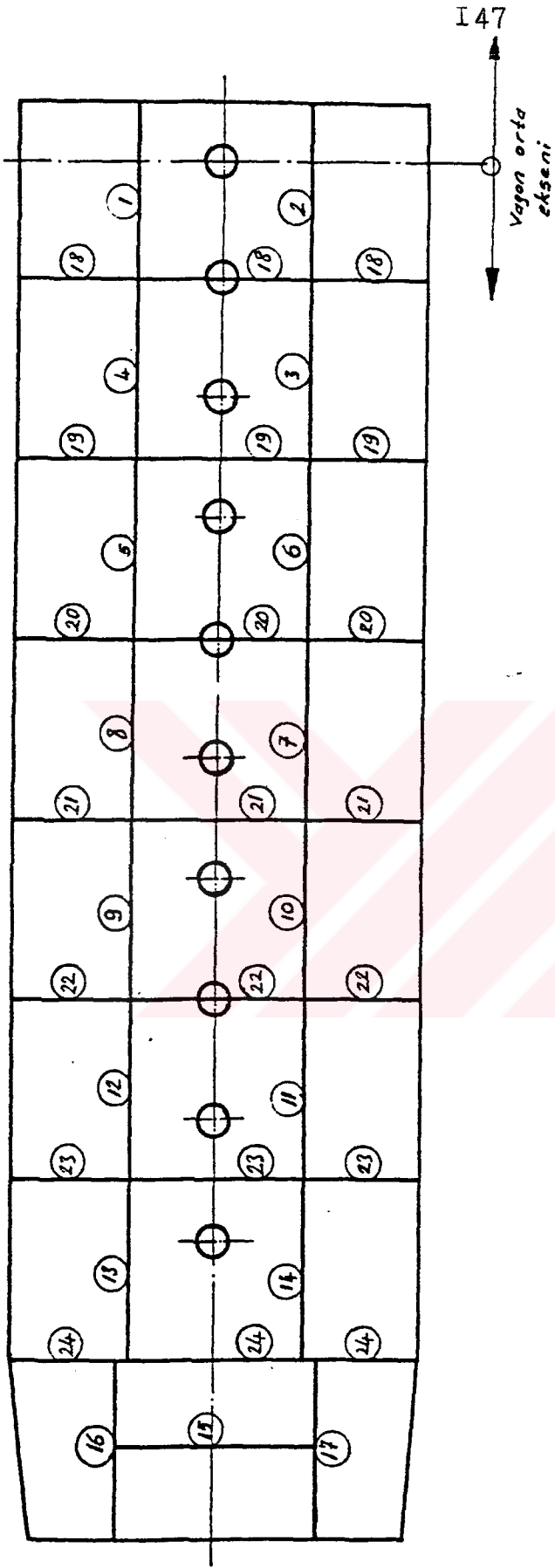
p) Hazır parçaları kaynak sahalarına takviye lamalarıyla bağlamak suretiyle çarpılmalara mani olunmalıdır.

r) Çeşitli saç kalınlığına sahip bir konstrüksiyonun simetrik kaynak dikişlerindeki enine çarpılma kuvvetlerini dengelemek için, imkan nispetinde dikişlerin kesiti birbirine eşit kılınır. Bu da ince saçlarda ağız açısını veya iki saç arasındaki mesafeyi büyütmeyle temin edilir.

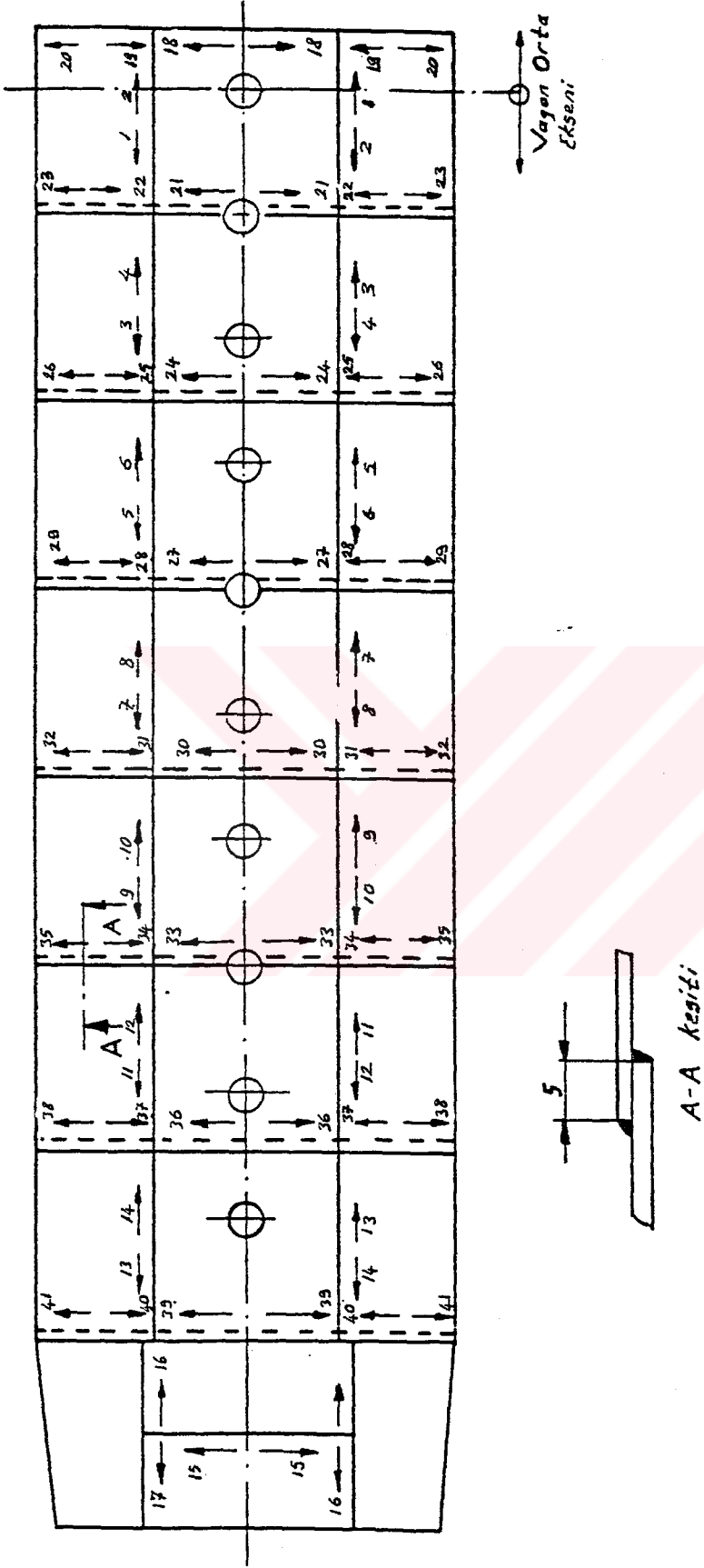
### I2.3. Raylı Taşıtların Çeşitli Bölümlerine Ait Kaynak

Uygulamaları :

Raylı taşıtlara ait çeşitli uygulamalar resimlerle birlikte açıklanmıştır. Burada kaynak sırası tasarımına uygun olarak imalat yapılabilecek çeşitli örnekler verilmiştir.

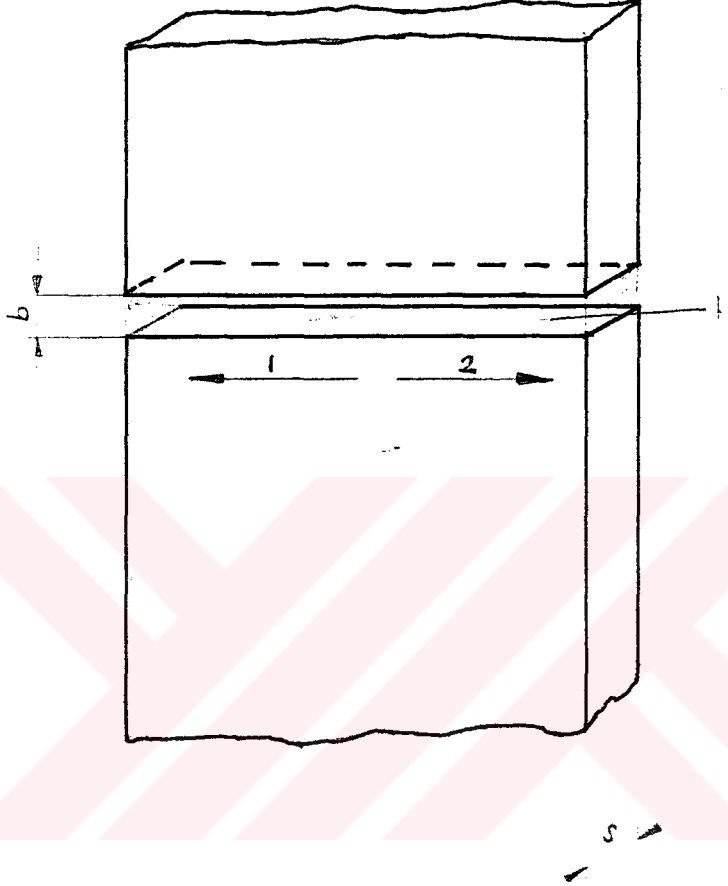


Sekil 4.8: Vagon Çatı kaplamasına Ait Montaj Sırası Şeması



Şekil 49: Vagon Gatu Kaplamasına Ait Keynek Sıra Şeması

Şekil 49 'de I, 2 nolu dikişlerin tasarımı :



Şekil 49da I ve 2 nolu dikişlerin görünüşü

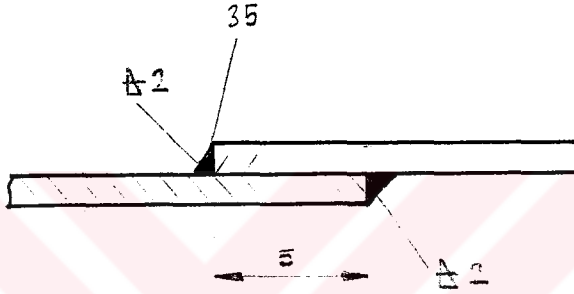
I ve 2 nolu dikişler şekildende görüldüğü gibi alın dikiş kaynağı (I) ile yapılmıştır. Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo 10.21 cetvel 6.I.I'de görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi kaynak dikişinin muayenesi gözle yapılmalıdır. Kaynak dikişlerine uygun zorlama yönleri bu tabloda 9. kolonda görüleceği gibi x ve z ekseninde  $F_x$  ve  $F_z$ 'dir.

Bununla birlikte y ekseninde  $M_y$  momentinin uygulanabileceği görülmektedir.

Tablo 9.I'de bu dikişler için kaynak ağızlarının hazır - lanmasında boyutlar ve toleranslar görüleceği gibi  $s = 1,5$  için  $b = 2,5$  olmalıdır. Aynı zamanda tablo 7'den uygula - nabilecek kaynak yönteminin MAG olacağı görülmektedir.

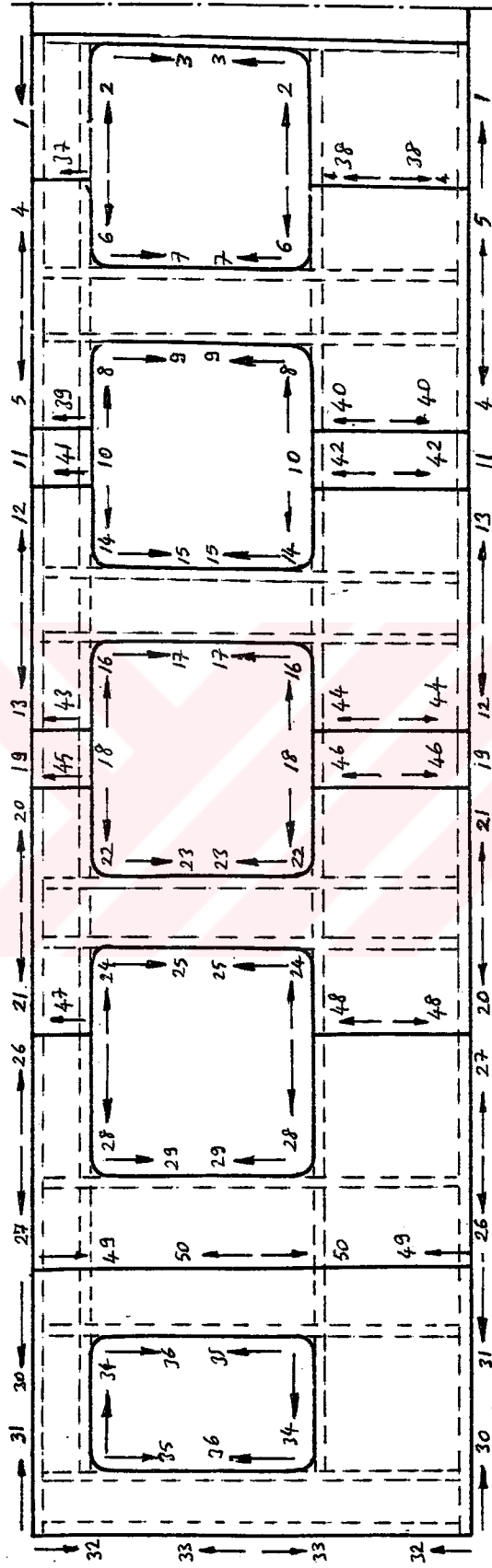
I'den I7'e kadar olan dikişler aynı özellikleri taşımakta - dır.

I8,I9,20,...,4I nolu dikişlerin tasarımı :



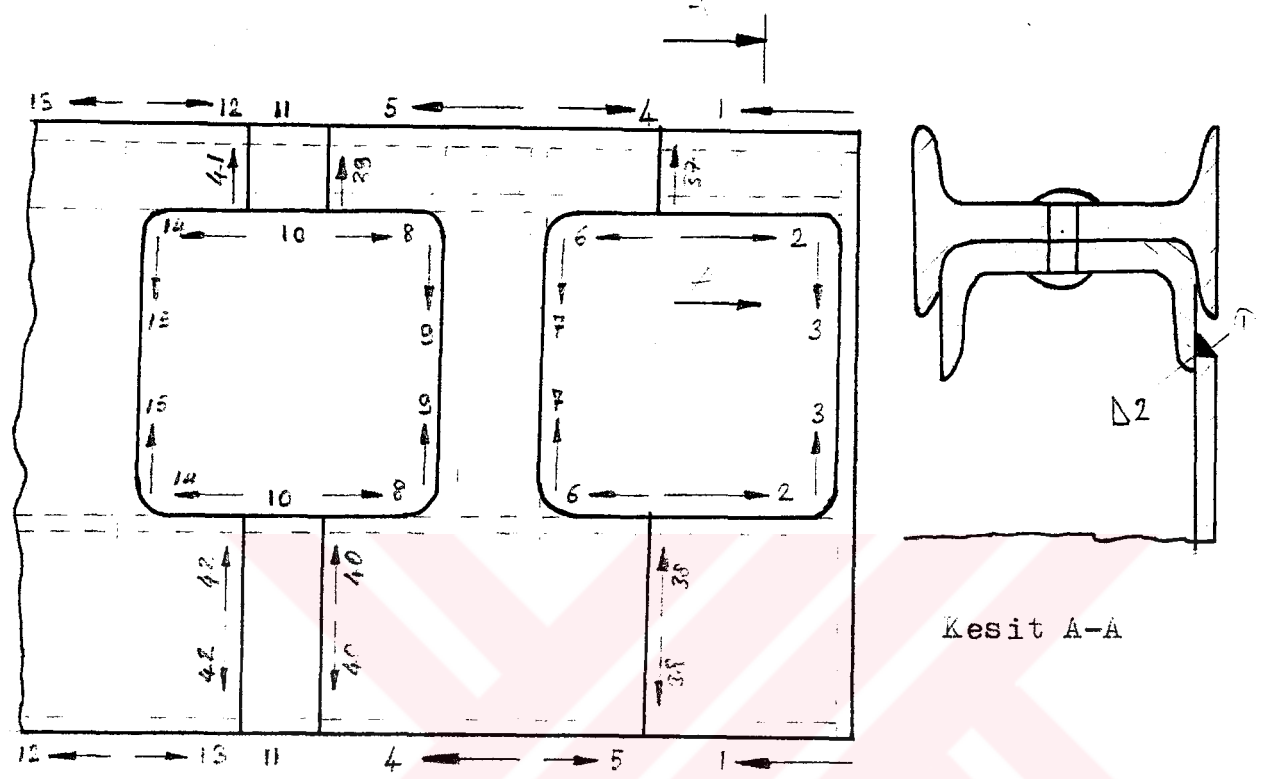
Şekil 49'da 35 nolu dikişin görünüşü

Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo IO.2I,cetvel 6.2I'de görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi kaynak dikişinin muayenesi gözle yapılmaktadır. Bu dikişte keskin çentik etkisi görülebilir. Ayrıca dikiş üzerine x ve z ekseninde  $F_x$  ve  $F_z$  kuvvetleri gelip y ekseninde  $M_y$  momentinin uygulanabileceği görülmektedir.



Şekil 50 : Vagon Yan Duvar Kaplamasına Ait Kaynak Sıraı

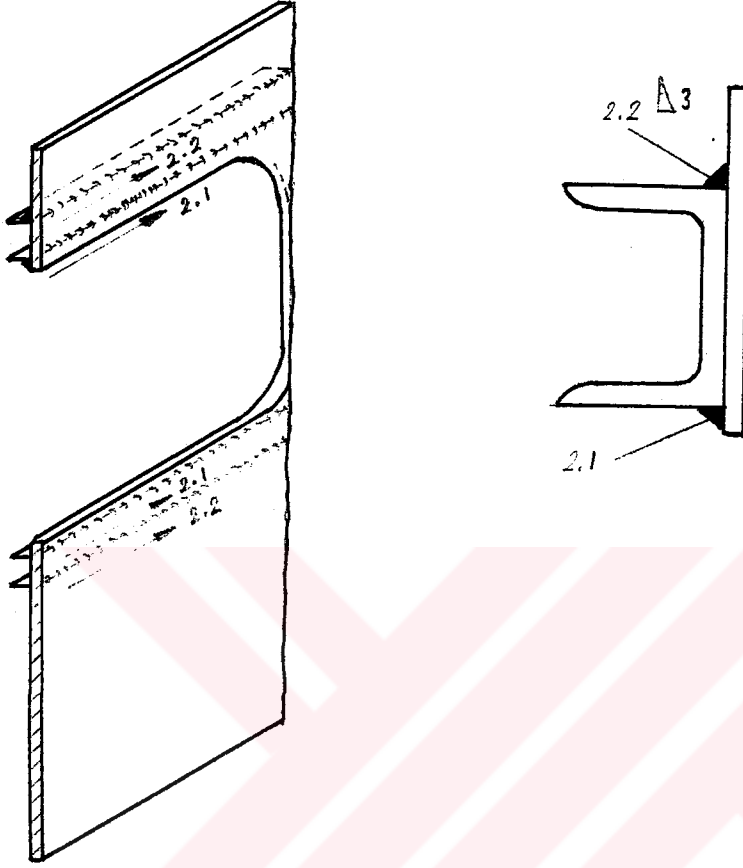
Şekil 50'de I nolu dikişin tasarımı :



Şekil 50'de I, 2, 37 nolu dikişlerin görünüşü

Şekilden de görüldüğü gibi I nolu dikiş ince sac ile profil arasında bindirme dikiş kaynağı ile yapılmıştır. Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo 10.21, cetvel 6.3.I' de görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi kaynak dikişinin muayenesi gözle yapılmalıdır. Dikişte keskin çentik etkisi görülebilir. Dikiş üzerine x ve z ekseninde  $F_x$  ve  $F_z$  kuvvetleri uygulanabileceği bununla birlikte y ekseninde  $M_y$  momentinin uygulanabileceği görülmektedir. Uygulanması gereken kaynak yöntemi MAG'dır.

2 nolu dikişin tasarımı :



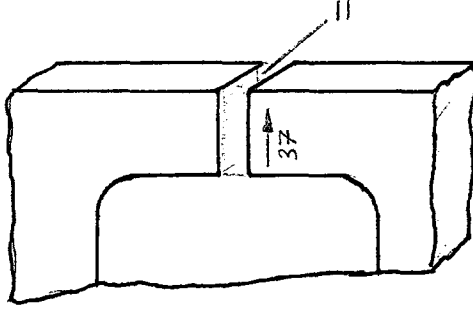
Şekil 50'de 2 nolu dikişin görünüşü

Şekilden de görüldüğü gibi 2 nolu (2.1,2.2) dikiş ince sac ile profil arasında yapılan bir kaynaktır. 2.1 ve 2.2 köşe kaynağı şeklinde yapılmıştır. Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo IO.2I cetvel 6.3.I'de görülmektedir.

Dikişte keskin çentik etkisi görülebilir. Dikiş üzerine x ve z yönlerinde  $F_x$ ,  $F_z$  uygulanabileceği bununla birlikte y ekseninde  $M_y$  momentinin uygulanabileceği görülmektedir.

Kaynak dikişinin muayenesi gözle yapılmalıdır.

37 nolu dikişin tasarımı :



Şekil 50'de 37 nolu dikişin görünüşü

37 nolu dikiş iki ince sac arasında yapılan alın dikiş kaynağıdır. Dikiş I şeklindedir. Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo 10.2I'de cetvel 6.I.I'de görülmektedir

Tablodan da görüldüğü gibi kaynak dikişinin muayenesi gözle yapılmalıdır. Bu dikişte kaynak ağzı açılmamıştır.

Kaynak dikişlerine uygun zorlama yönleri  $F_x$  ve  $F_z$ 'dir.

Bununla birlikte y ekseninde  $M_y$  momentinin uygulanabileceği görülmektedir.

Tablo 9.I'de bu dikişler için kaynak ağızlarının hazır - lanmasında boyutlar ve toleranslar görüleceği gibi  $s = 2$  için  $b = 3$  olmalıdır. Uygulanması gereken kaynak yöntemi MAG'dır.

I nolu dikişin özelliklerini taşıyan diğer dikişler :

4,5,II,I3,I9,20,2I,26,27,30,3I,32,33.

2 nolu dikişin özelliklerini taşıyan diğer dikişler :

3,6,7,8,9,I0,I4,I5,I6,I7,I8,22,23,24,25,28,29,34,35,36 .

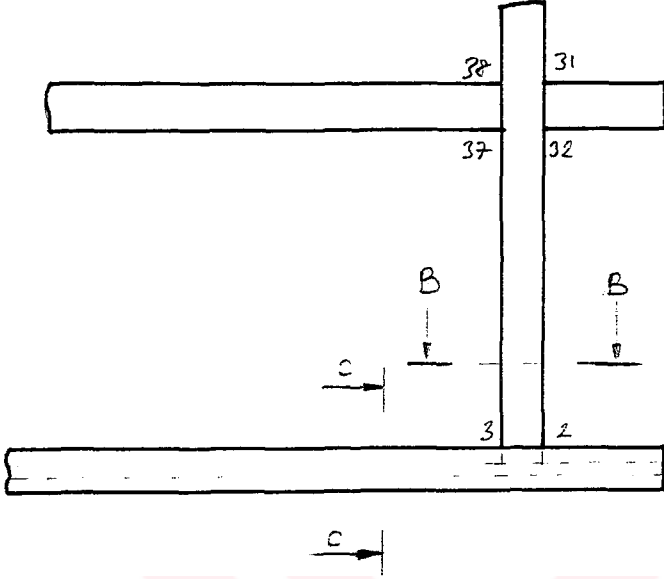
37 nolu dikişin özelliklerini taşıyan diğer dikişler :

38,39,40,4I,42,43,44,45,46,47,48,49,50 .

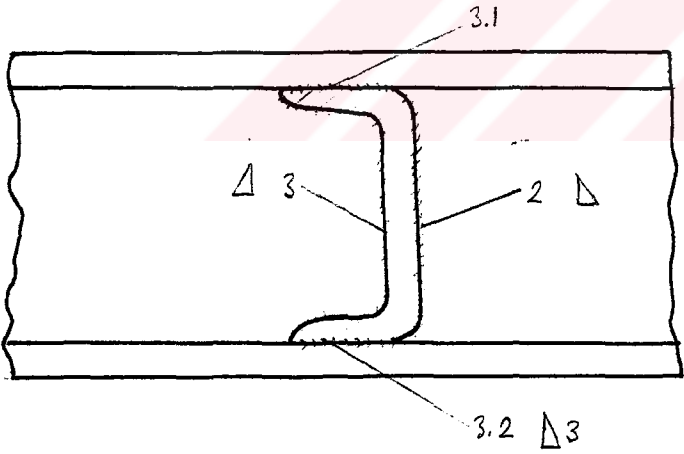
I

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 10 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 | 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 | 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 | 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 | 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 | 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 | 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 | 547 | 548 | 549 | 550 | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 | 560 | 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 | 573 | 574 | 575 | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 | 581 | 582 | 583 | 584 | 585 | 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 | 599 | 600 | 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 | 621 | 622 | 623 | 624 | 625 | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 | 638 | 639 | 640 | 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 | 651 | 652 | 653 | 654 | 655 | 656 | 657 | 658 | 659 | 660 | 661 | 662 | 663 | 664 | 665 | 666 | 667 | 668 | 669 | 670 | 671 | 672 | 673 | 674 | 675 | 676 | 677 | 678 | 679 | 680 | 681 | 682 | 683 | 684 | 685 | 686 | 687 | 688 | 689 | 690 | 691 | 692 | 693 | 694 | 695 | 696 | 697 | 698 | 699 | 700 | 701 | 702 | 703 | 704 | 705 | 706 | 707 | 708 | 709 | 710 | 711 | 712 | 713 | 714 | 715 | 716 | 717 | 718 | 719 | 720 | 721 | 722 | 723 | 724 | 725 | 726 | 727 | 728 | 729 | 730 | 731 | 732 | 733 | 734 | 735 | 736 | 737 | 738 | 739 | 740 | 741 | 742 | 743 | 744 | 745 | 746 | 747 | 748 | 749 | 750 | 751 | 752 | 753 | 754 | 755 | 756 | 757 | 758 | 759 | 760 | 761 | 762 | 763 | 764 | 765 | 766 | 767 | 768 | 769 | 770 | 771 | 772 | 773 | 774 | 775 | 776 | 777 | 778 | 779 | 780 | 781 | 782 | 783 | 784 | 785 | 786 | 787 | 788 | 789 | 790 | 791 | 792 | 793 | 794 | 795 | 796 | 797 | 798 | 799 | 800 | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 | 808 | 809 | 810 | 811 | 812 | 813 | 814 | 815 | 816 | 817 | 818 | 819 | 820 | 821 | 822 | 823 | 824 | 825 | 826 | 827 | 828 | 829 | 830 | 831 | 832 | 833 | 834 | 835 | 836 | 837 | 838 | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | 844 | 845 | 846 | 847 | 848 | 849 | 850 | 851 | 852 | 853 | 854 | 855 | 856 | 857 | 858 | 859 | 860 | 861 | 862 | 863 | 864 | 865 | 866 | 867 | 868 | 869 | 870 | 871 | 872 | 873 | 874 | 875 | 876 | 877 | 878 | 879 | 880 | 881 | 882 | 883 | 884 | 885 | 886 | 887 | 888 | 889 | 890 | 891 | 892 | 893 | 894 | 895 | 896 | 897 | 898 | 899 | 900 | 901 | 902 | 903 | 904 | 905 | 906 | 907 | 908 | 909 | 910 | 911 | 912 | 913 | 914 | 915 | 916 | 917 | 918 | 919 | 920 | 921 | 922 | 923 | 924 | 925 | 926 | 927 | 928 | 929 | 930 | 931 | 932 | 933 | 934 | 935 | 936 | 937 | 938 | 939 | 940 | 941 | 942 | 943 | 944 | 945 | 946 | 947 | 948 | 949 | 950 | 951 | 952 | 953 | 954 | 955 | 956 | 957 | 958 | 959 | 960 | 961 | 962 | 963 | 964 | 965 | 966 | 967 | 968 | 969 | 970 | 971 | 972 | 973 | 974 | 975 | 976 | 977 | 978 | 979 | 980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 986 | 987 | 988 | 989 | 990 | 991 | 992 | 993 | 994 | 995 | 996 | 997 | 998 | 999 | 1000 | 1001 | 1002 | 1003 | 1004 | 1005 | 1006 | 1007 | 1008 | 1009 | 1010 | 1011 | 1012 | 1013 | 1014 | 1015 | 1016 | 1017 | 1018 | 1019 | 1020 | 1021 | 1022 | 1023 | 1024 | 1025 | 1026 | 1027 | 1028 | 1029 | 1030 | 1031 | 1032 | 1033 | 1034 | 1035 | 1036 | 1037 | 1038 | 1039 | 1040 | 1041 | 1042 | 1043 | 1044 | 1045 | 1046 | 1047 | 1048 | 1049 | 1050 | 1051 | 1052 | 1053 | 1054 | 1055 | 1056 | 1057 | 1058 | 1059 | 1060 | 1061 | 1062 | 1063 | 1064 | 1065 | 1066 | 1067 | 1068 | 1069 | 1070 | 1071 | 1072 | 1073 | 1074 | 1075 | 1076 | 1077 | 1078 | 1079 | 1080 | 1081 | 1082 | 1083 | 1084 | 1085 | 1086 | 1087 | 1088 | 1089 | 1090 | 1091 | 1092 | 1093 | 1094 | 1095 | 1096 | 1097 | 1098 | 1099 | 1100 | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 | 1105 | 1106 | 1107 | 1108 | 1109 | 1110 | 1111 | 1112 | 1113 | 1114 | 1115 | 1116 | 1117 | 1118 | 1119 | 1120 | 1121 | 1122 | 1123 | 1124 | 1125 | 1126 | 1127 | 1128 | 1129 | 1130 | 1131 | 1132 | 1133 | 1134 | 1135 | 1136 | 1137 | 1138 | 1139 | 1140 | 1141 | 1142 | 1143 | 1144 | 1145 | 1146 | 1147 | 1148 | 1149 | 1150 | 1151 | 1152 | 1153 | 1154 | 1155 | 1156 | 1157 | 1158 | 1159 | 1160 | 1161 | 1162 | 1163 | 1164 | 1165 | 1166 | 1167 | 1168 | 1169 | 1170 | 1171 | 1172 | 1173 | 1174 | 1175 | 1176 | 1177 | 1178 | 1179 | 1180 | 1181 | 1182 | 1183 | 1184 | 1185 | 1186 | 1187 | 1188 | 1189 | 1190 | 1191 | 1192 | 1193 | 1194 | 1195 | 1196 | 1197 | 1198 | 1199 | 1200 | 1201 | 1202 | 1203 | 1204 | 1205 | 1206 | 1207 | 1208 | 1209 | 1210 | 1211 | 1212 | 1213 | 1214 | 1215 | 1216 | 1217 | 1218 | 1219 | 1220 | 1221 | 1222 | 1223 | 1224 | 1225 | 1226 | 1227 | 1228 | 1229 | 1230 | 1231 | 1232 | 1233 | 1234 | 1235 | 1236 | 1237 | 1238 | 1239 | 1240 | 1241 | 1242 | 1243 | 1244 | 1245 | 1246 | 1247 | 1248 | 1249 | 1250 | 1251 | 1252 | 1253 | 1254 | 1255 | 1256 | 1257 | 1258 | 1259 | 1260 | 1261 | 1262 | 1263 | 1264 | 1265 | 1266 | 1267 | 1268 | 1269 | 1270 | 1271 | 1272 | 1273 | 1274 | 1275 | 1276 | 1277 | 1278 | 1279 | 1280 | 1281 | 1282 | 1283 | 1284 | 1285 | 1286 | 1287 | 1288 | 1289 | 1290 | 1291 | 1292 | 1293 | 1294 | 1295 | 1296 | 1297 | 1298 | 1299 | 1300 | 1301 | 1302 | 1303 | 1304 | 1305 | 1306 | 1307 | 1308 | 1309 | 1310 | 1311 | 1312 | 1313 | 1314 | 1315 | 1316 | 1317 | 1318 | 1319 | 1320 | 1321 | 1322 | 1323 | 1324 | 1325 | 1326 | 1327 | 1328 | 1329 | 1330 | 1331 | 1332 | 1333 | 1334 | 1335 | 1336 | 1337 | 1338 | 1339 | 1340 | 1341 | 1342 | 1343 | 1344 | 1345 | 1346 | 1347 | 1348 | 1349 | 1350 | 1351 | 1352 | 1353 | 1354 | 1355 | 1356 | 1357 | 1358 | 1359 | 1360 | 1361 | 1362 | 1363 | 1364 | 1365 | 1366 | 1367 | 1368 | 1369 | 1370 | 1371 | 1372 | 1373 | 1374 | 1375 | 1376 | 1377 | 1378 | 1379 | 1380 | 1381 | 1382 | 1383 | 1384 | 1385 | 1386 | 1387 | 1388 | 1389 | 1390 | 1391 | 1392 | 1393 | 1394 | 1395 | 1396 | 1397 | 1398 | 1399 | 1400 | 1401 | 1402 | 1403 | 1404 | 1405 | 1406 | 1407 | 1408 | 1409 | 1410 | 1411 | 1412 | 1413 | 1414 | 1415 | 1416 | 1417 | 1418 | 1419 | 1420 | 1421 | 1422 | 1423 | 1424 | 1425 | 1426 | 1427 | 1428 | 1429 | 1430 | 1431 | 1432 | 1433 | 1434 | 1435 | 1436 | 1437 | 1438 | 1439 | 1440 | 1441 | 1442 | 1443 | 1444 | 1445 | 1446 | 1447 | 1448 | 1449 | 1450 | 1451 | 1452 | 1453 | 1454 | 1455 | 1456 | 1457 | 1458 | 1459 | 1460 | 1461 | 1462 | 1463 | 1464 | 1465 | 1466 | 1467 | 1468 | 1469 | 1470 | 1471 | 1472 | 1473 | 1474 | 1475 | 1476 | 1477 | 1478 | 1479 | 1480 | 1481 | 1482 | 1483 | 1484 | 1485 | 1486 | 1487 | 1488 | 1489 | 1490 | 1491 | 1492 | 1493 | 1494 | 1495 | 1496 | 1497 | 1498 | 1499 | 1500 | 1501 | 1502 | 1503 | 1504 | 1505 | 15 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|

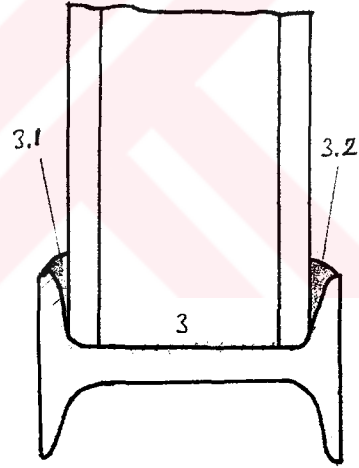
Şekil 5I'de 2 ve 3 nolu dikişlerin tasarımı :



Şekil 5I'de Açıklama I



Kesit B-B



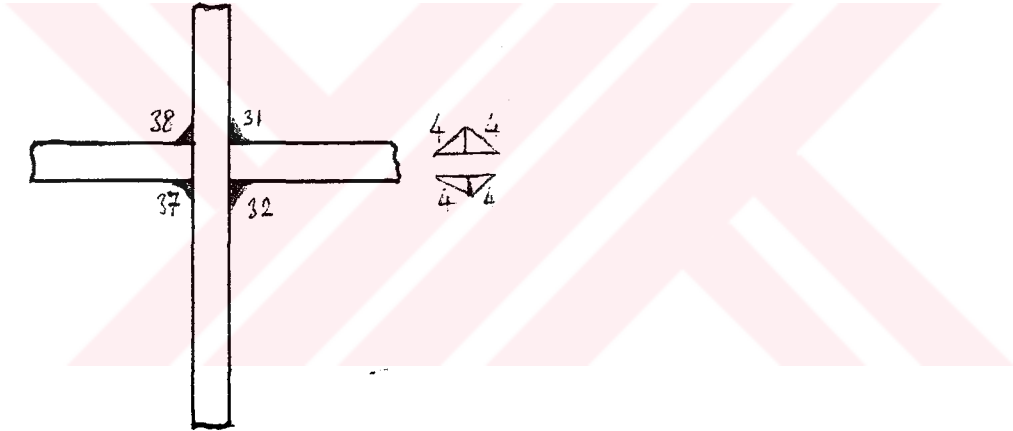
Kesit C-C

2 ve 3 (3.1,3.2) nolu dikişler şekilden de görüleceği gibi köşe dikişidir. Bu kaynak dikişine ait özellikler tablo 10.9 cetvel 2.3.10'da görülmektedir. Tabloda görüldüğü gibi bu dikişlerde muayene gözle yapılmalıdır.

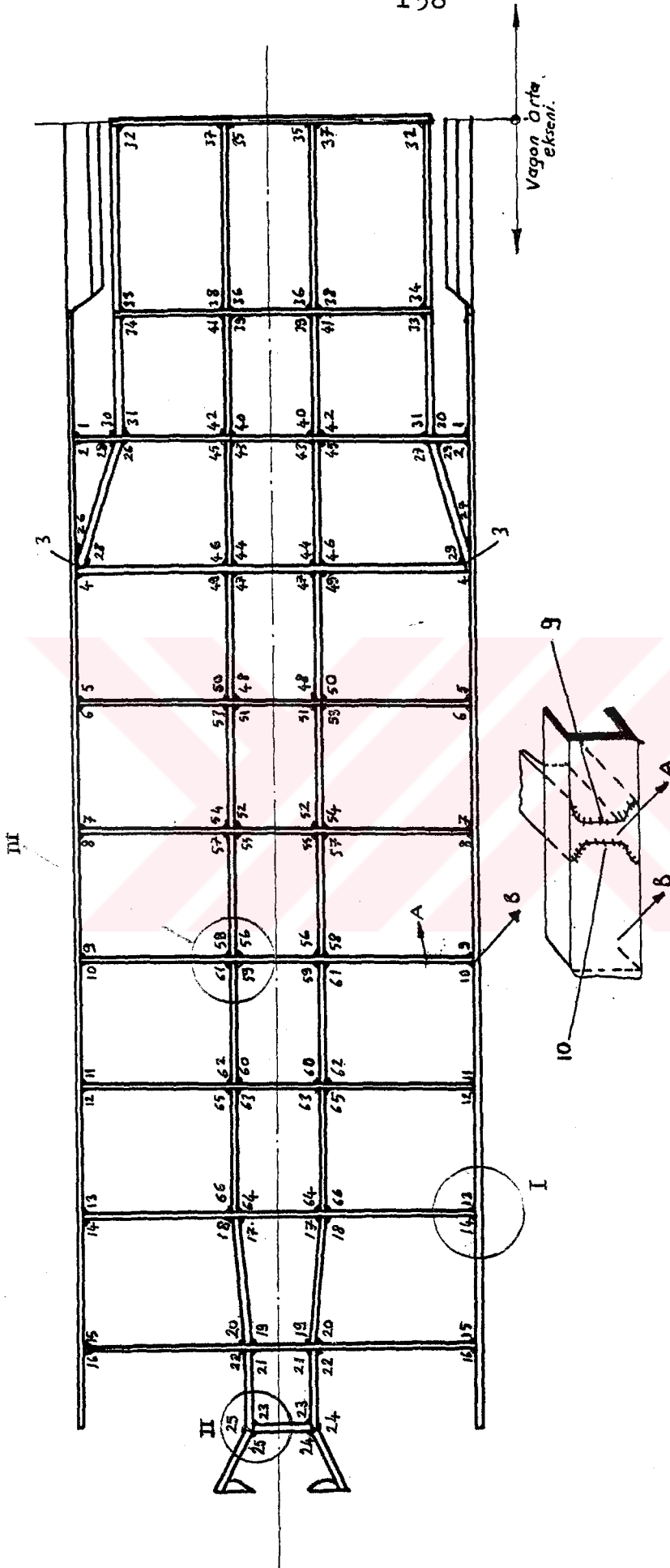
Bu dikişlerde DIN 8563 kısım 3'e göre çatlak,gözenek ve çentik olabilir. Aynı tablonun 9.kolonundan görüleceği gibi  $x,y,z$  ekseninde  $F_x, F_y, F_z$  kuvvetleri oluşabileceği gibi bununla birlikte  $M_x, M_y, M_z$  momentlerinin uygulanabileceği görülmektedir.

Şekil 51'de 4'den 30'a kadar olan kaynak dikişleri 2,3 nolu dikişlerin özelliklerini taşımaktadır.

31,32,37 ve 38 nolu dikişlerin tasarımı :

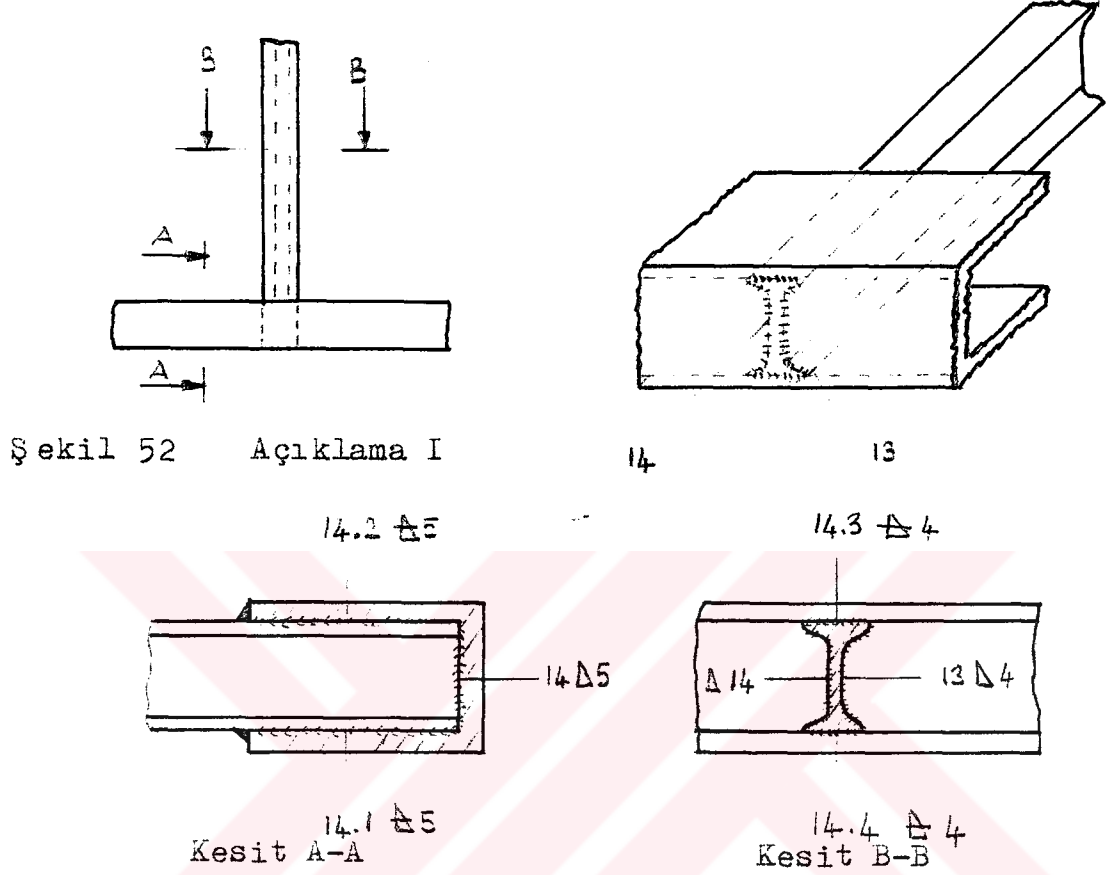


31,32,37,38 nolu dikişler şekildende görüldüğü gibi köşe dikişleri olup bu dikişe ait özellikler tablo IO.14'de cetvel 3.4.3'de görülmektedir. Tablodan görüldüğü gibi dikişin muayenesi % 100 tahribatsız yapılmalıdır. Dikişte çatlak,gözenek,çentik olabilir.9. kolondan görüleceği gibi sadece  $x$  ekseninde  $F_x$  kuvveti oluşabileceği gibi  $M_z$  momenti uygulanabilir. 30 nolu dikişten II3 nolu dikişe kadar olan dikişler aynı özellikleri taşımaktadır.



Şekil 52: Vagon sasısı orta kısmına ait kaynak sırası seması

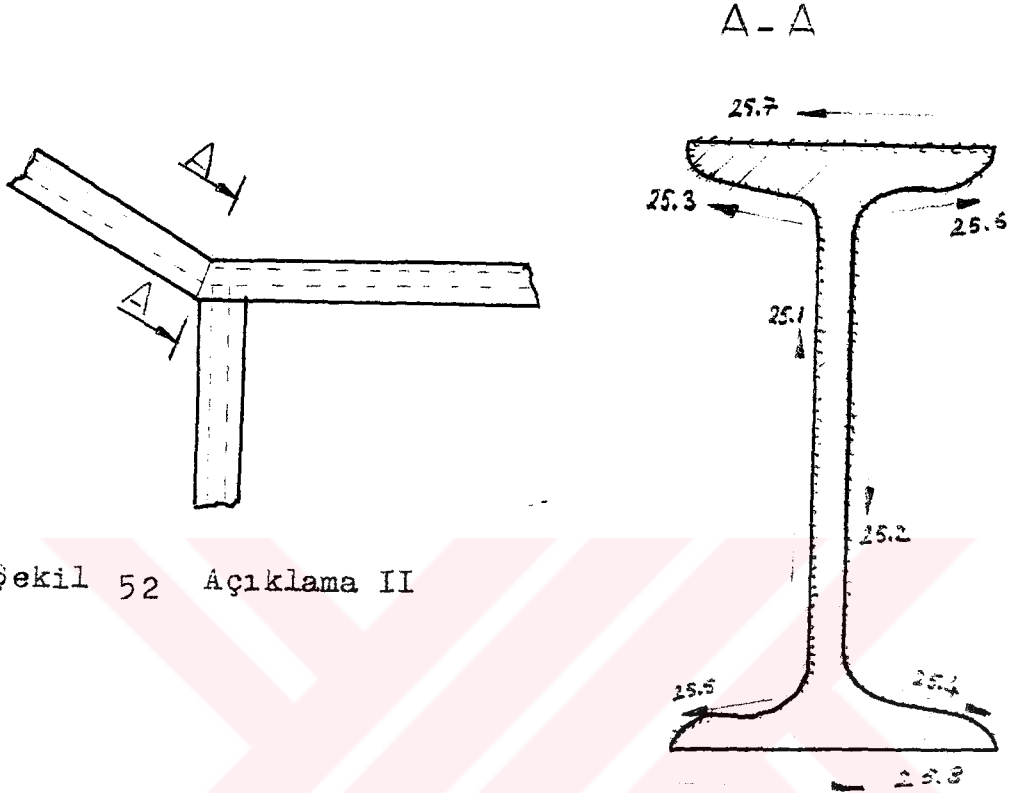
Şekil 52'de I3,I4 nolu dikişlerin tasarımı :



Şekil 52'de I3,I4 nolu dikişlerin görünüşü

I3,I4 nolu dikişler şekilden de görüldüğü gibi köşe dikişidir. Bu dikişlerde % 100 tanribatsız muayene yapılmalıdır. Kaynakta bağlantı hatası olabilir aynı zamanda dikişte çatlaklar, çentikler ve gözenekler olabilir. x,y,z ekseninde  $F_x, F_y, F_z$  kuvvetleri oluşup bununla beraber  $M_y, M_x, M_z$  momentleri de uygulanabilir.

25 nolu dikişin tasarımı :



Şekil 52 Açıklama II

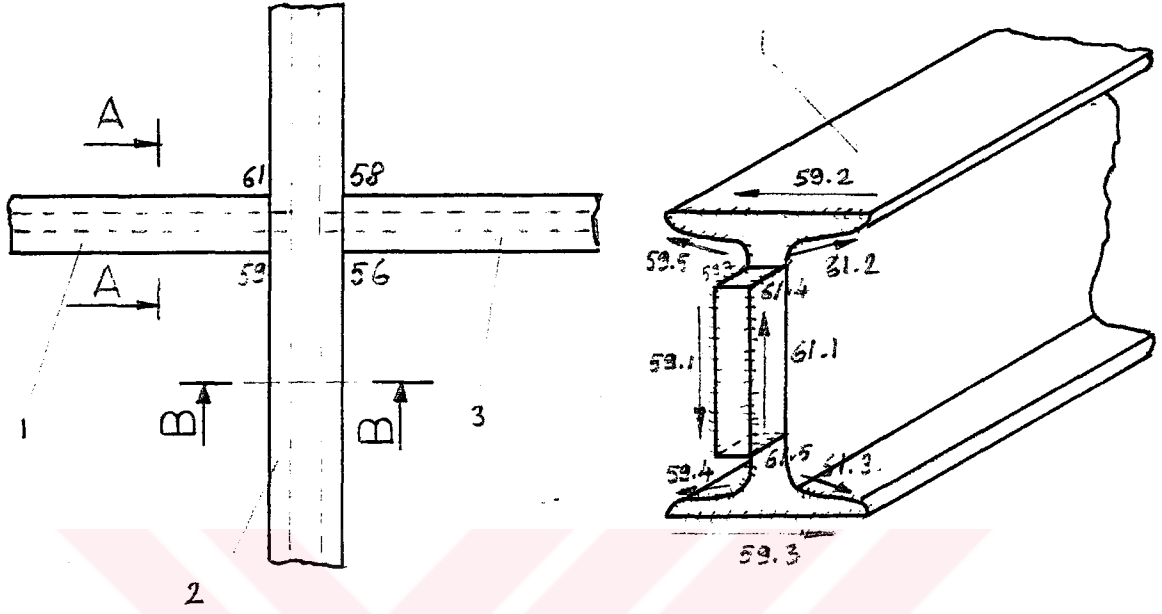
Şekil 52'de 25 nolu dikişin görünüşü

Şekilden de görüldüğü gibi 25 nolu dikiş alın dikişi - dir. Eş et kalınlığındaki bu iki profilin alın kaynağına ait özellikler tablo 10.1 cetvel 1.1.1'de görülmektedir.

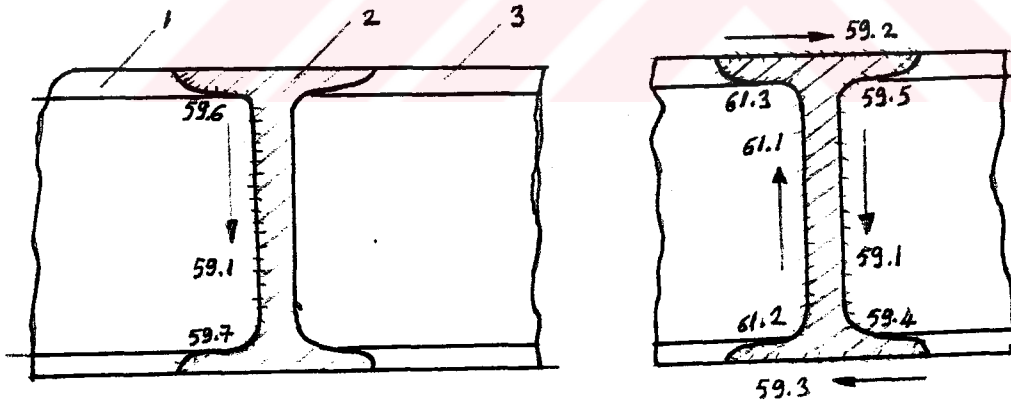
Kaynak muayenesi % 100 tahribatsız yapılmalıdır.

x yönünde  $F_x$  , y ekseninde  $F_y/3$  kuvvetleri oluşup bununla birlikte  $M_y/3$  ,  $M_z/3$  momentleri uygulanabilir. Uygulanabilen kaynak yöntemleri MAG, E'dir.

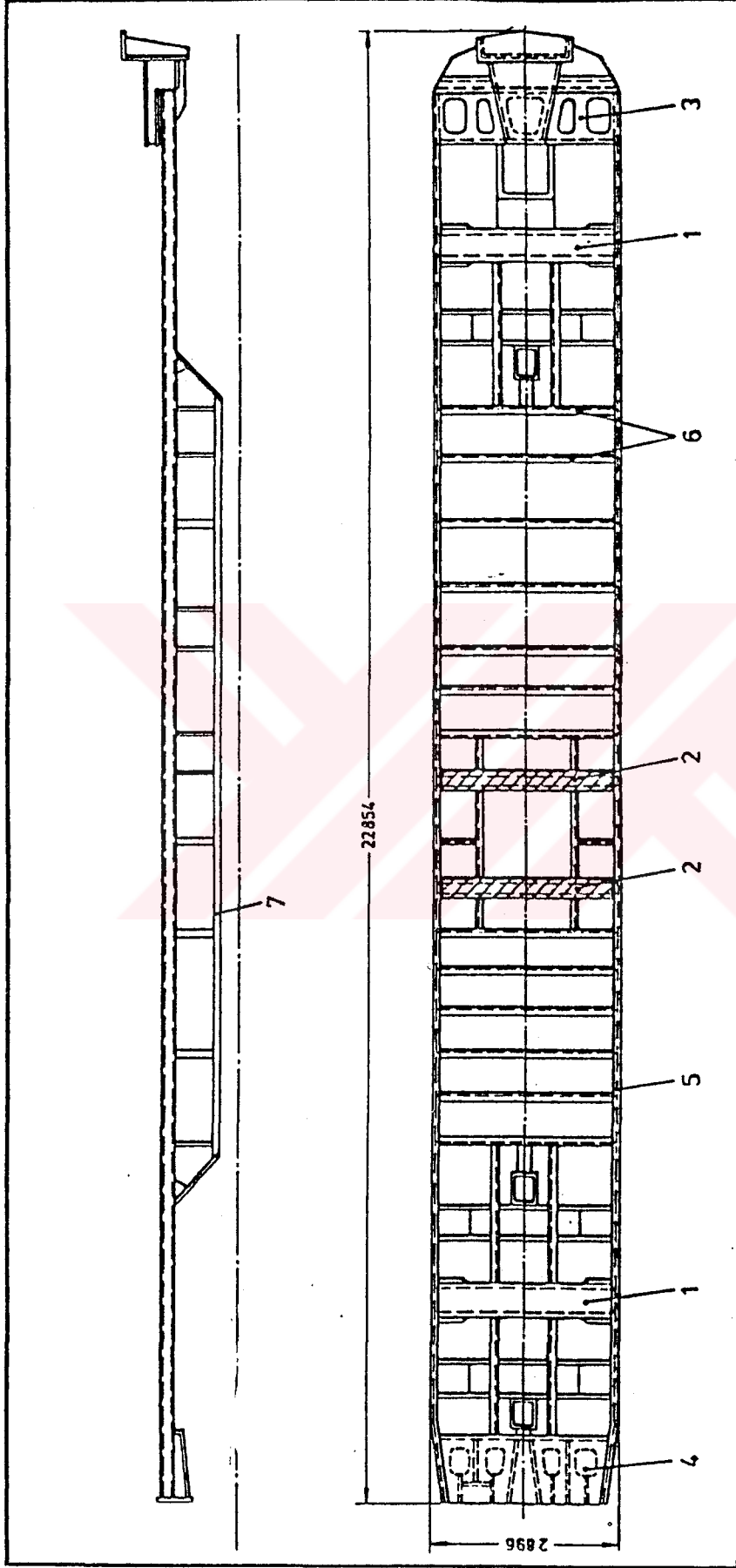
Şekil 52'de 59,6I nolu dikişlerin tasarımı :



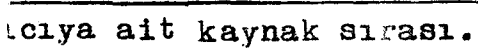
Şekil 52'de Açıklama III



Şekil 52'de 59,6I nolu dikişin görünümünden de anlaşılacağı gibi 59,6I nolu kaynaklar iki I profilli yapı elemanının köşe ve alın dikişleri ile birleşmesinden oluşmuştur. Alın dikişe ait özellikler 25 nolu dikişlerde belirtilmiştir. Köşe dikişine ait özellikler ise tablo 9.4'de görüldüğü gibi  $s = 6$  için  $b = 1$  mm olmalıdır. uygulanabilecek kaynak yöntemleri MAG, E'dir.



Şekil 53 : DVS I610 Normlarından çıkarılmış vagon şasisine ait kaynak sırası (1. ana enine kiriş 2. trafo taşıyıcı 3. makinist yeri 4. kavrana sonu 5.uzun kiriş 6. enine kiriş 7. boşaltma küveti).



Aşağıdaki tabloda, şekil 54 'de gösterilmiş olan ve DVS I610 normlarından çıkarılmış vagon şasisi üzerinde bulunan trafo taşıyıcıya ait kaynak sırası izah edilmiştir.

| Dikiş No | Bölümlerin iş sıraları ve adlandırılması                                                                                                         | Kaynak yöntemi |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1        | 4 nolu dikey kiriş ile 5 nolu dikey kiriş bağlanır ve kaynak edilir. Zgörünüğü B-B kesiti                                                        | E              |
| 2        | 2 nolu alt kuşak ve 9 nolu bilye tablası kaynak edilir. Bilye tablasına 100 °C ön tavlama yapılır.                                               | E              |
| 3+4      | 2 nolu alt kuşak ile 4 nolu dikey kiriş k. edilir. 6 nolu alt enine kiriş ve 7 no kirişe son kaynak edilir. Kesit A-A                            | MAGC           |
|          | 6 ve 7 nolu enine kirişler bağlanarak takılır.                                                                                                   |                |
| 3+4      | Dışarıya göre ortadaki 4 uzun kiriş ile 2nolu alt kuşak kaynak edilir. Kesit A-A                                                                 | MAGC           |
| 5        | 2 nolu alt kuşak ile 6nolu enine kiriş ve bilye yatağı kaynak yapılır.                                                                           | MAGC<br>E      |
| 6        | 7 nolu enine kiriş ile 2 nolu alt kuşak kaynak edilir. Kesit B-B                                                                                 | MAGC           |
| 7        | 90° çevrilir ; 6nolu enine kiriş ile 9 nolu bilya yatağı ve 4 nolu uzun kiriş kaynak edilir. Bilya yatağına 100 °C ön tavlama yapılır. Kesit A-A | MAGC<br>E      |
| 8        | 7 nolu enine kiriş ile 4 ve 5 nolu uzun kirişler kaynak yapılır. Kesit B-B                                                                       | MAGC           |

TabloI4.I : Vagon şasisi üzerinde bulunun trafo taşıyıcıya ait kaynak sırası .

| Dikiş No | Bölümlerin iş sıraları ve adlandırılması                                                                          | Kaynak yöntemi |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 9        | 180 °C çevrilir. 7. dikişteki gibi kaynak yapılır.                                                                |                |
| I10      | 8. dikişin aynısı yapılır.                                                                                        |                |
|          | 90° çevrilir ve 1 nolu üst kuşak ile 4 ve 5 nolu uzun kirişlere bağlanır                                          |                |
| II       | 90° çevrilir ve dışarıya göre ortadaki I nolu üst kuşak ile 4 ve 5 nolu uzun kirişlere kaynak yapılır Kesit A-A   | MAGC           |
| I12      | 180° çevrilir ve II. dikişteki gibi kaynak yapılır.                                                               | MAGC           |
| I13      | 45° çevrilir ve dışarıya göre ortadaki 2 nolu alt kuşak ile 4 ve 5 nolu uzun kirişler kaynak edilir Kesit A-A     | MAGC           |
| I14      | 90° çevrilir ve I3. dikişteki gibi kaynak yapılır. Kesit A-A                                                      | MAGC           |
|          | Taşıyıcılar cihazdan alınır                                                                                       |                |
|          | 8 nolu saç yatak ; I2 nolu saç yatak, I3 nolu plaka, I4,I6,I9 nolu tutucuya bağlanarak kaynak edilir.             | MAGC           |
| I15      | 2 nolu alt kuşak ile 9 nolu bilya yatak kaynak edilir.Bilya yatak yaklaşık 100 °C de ön tavlama yapılır Kesit A-A | E              |
|          | 8 nolu saç yatak ,I5,I7,I8 nolu tutucu, 3 nolu topraklama ile bağlanarak kaynak yapılır.                          | MAGC           |

TabloI4.2 : Vagon şasisi üzerinde bulunan trafo taşıyıcı - ya ait kaynak sırası.

### 13. Sonuç :

Hızla gelişen dünya teknolojisi raylı taşıtlarda da çeşitli gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Özellikle ülke mizde raylı taşıt imalatında alternatifsiz olarak kullanılan alaşımsız çeliklere, alüminyum alaşımları ve paslanmaz çeliklerin nasıl alternatif malzeme olabileceği anlatılmıştır.

Alüminyum alaşımları raylı araç sanayii uygulamalarına giderek artan bir şekilde girmektedir. Bunların yeterli mekanik özelliklerinin getirdiği tasarım kolaylıkları ve düşük yoğunluğu yapı malzemesi olarak kullanımlarını elverişli kılmaktadır. Bu alaşımların en önemli temsilcileri  $AlZn4,5MgI$  (7020) ve  $AlMgSiI$  (6080)'dir. Konstrüksiyon malzemeleriyle ilgili karşımıza çıkan en büyük problem maliyet olayıdır. Alüminyum üretimi büyük ölçüde elektrik enerjisi ve hammadde tüketen pahalı bir proses olduğundan yarı mamüllerin maliyetinin çelik yarı mamüllerinkinin birkaç katı olduğu ; ayrıca alüminyumun çeliğinkine oranla üç kez daha küçük değerlerde olan elastiklik modülünün konstrüksiyonunun rijitliğini etkilediği, bunun da çeliğe göre uzama, sehim ve kararlılık konularının dikkate alınarak çözümler ortaya çıkarılması gerektiği görülmektedir. Ancak bu sakıncalar konstrüktörün maharetli tasarımı, özellikle şekilsel dayanım kavramının öne çıkarılarak, değişik biçimlerdeki ekstrüzyon profillerinin kullanımı ve malzeme özelliklerinden tamamen yararlanması sayesinde kolaylıkla dengelenebildiği ve ayrıca enaz % 50 kadar bir ağırlık tasarrufu sağlanabildiği ele alınarak, uygulamalardan da örnekler bu değerlendirmeler içinde incelendi.

Alüminyum ve paslanmaz çeliklerin vagon üretiminde kullanılmasının ilk bakışta maliyeti arttırıcı bir etken olarak görülmesine karşın, ortaya çıkarılan konstrüksiyonun çalışma ömrünün diğer taşıtlarla kıyasla uzun olması gerçeği ile, sürekli boya, bakım ve korozyonla mücadele giderleri

de göz önüne alınırsa,uzun vadeli bir analizde bu uygulamanın daha ekonomik olduğu ortaya çıkmaktadır.

Paslanmaz çelik sacların kullanıldığı raylı taşıt araçları ise gelişmiş birçok ülkede son yıllarda artan bir önemde kullanılmakta ve kullanılması planlanmaktadır.Bu seçimin başlıca nedenleri trenlerdeki güzel görünüm,mukavemet uzun yıllar kullanılabilme olanağı ve ağırlık ile sağlanan güvenliktir.

A.T'na girme çabasında olan ülkemizin bu yeni teknolojik gelişmeye yetişmesi ve çağa ayak uydurması gereklidir.

Bütün bunların yanısıra tasarruf ülkemiz ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.Mevcut fabrikalarımızra çokaz değişiklikler yapılarak bu tür raylı taşıt araçlarının yapımı kısa zamanda,teknoloji transferi gerektirmeden yapılabilir.Böyle yeni gelişmeleri kendi öz çabamızla gerçek - leştirmemiz kendi insanımızın gelecek için olan güvenini ve daha önemlisi demiryollarımıza olan talebi arttıracaktır

Birçok şekiller altında,birçok yerlerde kullanılan kaynak tekniği,vagon imalatında ençok kullanılan kaynak yöntemleri olan Elle Örtülü Elektrodlu Ark Kaynağı ve Gaz Altı Kaynağı incelenmiş olup vagon imalatında,kaynak sıraları,montaj sıraları incelenerek bunların kaynak yöntemleri ile ilişkisi izah edilmiştir.

Kaynak tekniğinin gelişmesine paralel olarak sürekli uygulanan kaynak yöntemlerine alternatif kaynak yöntemlerinin ülkemizdeki raylı taşıt fabrikalarında gündeme getirilmesi gerekir.İlk bakışta ekonomik yönden pahalı görünsede,gerçekte sandivüç yapıların oluşturulmasında Laser kaynağı,seri yapım koşullarında da kaynak robotlarından yararlanılması halinde bunlardan kazanılacak zaman tasarrufu ve elde edilecek kaynak kalitesi ekonomik dezavantajı kısa bir zamanda giderecektir.

Raylı taşıtlarda kullanılan kaynak için hazırlanmış olan kaynak ağızlarında boyutlar ve toleransları belirlemek için UIC 897-9 (tablo 8,9) bakılmalıdır. Raylı taşıtlarda

uygulanan köşe ve alın dikişlerinin tasarımı ve değerlendirilmesini yapmak için DVS I6I2 (tablo IO) bakılmalıdır. Yapılacak muayeneler için DS 952'e bakılmalıdır.

Kendini çekme, çarpılma ve kalıntı gerilmelerin büyüklüğü o anda uygulanan kaynak işleminin ana malzemeye verdiği ısı miktarıyla ilgilidir. Bu nedenle yüksek gerilmelerin etkisinde kalan kaynak konstrüksiyonlarının, özellikle kaynak hızı ve nüfuziyet yeteneği büyük olan bir kaynak yöntemiyle yapılması gerekir. Raylı taşıtlarda birleştirmeler için önerilen kaynak yöntemleri tablo 7'de gösterilmiştir.

Kaynak yöntemi seçilirken bu tablodan yararlanmalıdır.

Raylı taşıtların imalatında uygun bir kaynak sırası seçilerek yapım elemanında ısı girdilerini kontrol altına almak, çarpılma ve kendini çekmeleri en aza indirecektir. Bu da kaynak planının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Kaynak dikişleri imkan nispetinde sistemin atalet eksenine göre simetrik düzenlenmelidir ve kaynak yapılırken ağırlık merkezinden başlanılmalıdır. İki taraftan aynı anda kaynak yapılması çarpılma oluşumunu önleyecektir.

## Kaynaklar :

- 1- Gültekin, N., Kaynak Tekniği, İstanbul 1985 .
- 2- Anık, S., Tülbentçi, K. ve Kaluç, E., Örtülü Elektrod İle Elektrik Ark Kaynağı, İstanbul 1991 .
- 3- Tülbentçi, K., MIG-MAG Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağı, İstanbul 1990 .
- 4- Anık, S., Tülbentçi, K. ve Kaluç, E., Ark Kaynakçısının El Kitabı, İstanbul 1987 .
- 5- Geridönmez, Ö., Oerlikon Schweissmitteilungen 5(1976), H.75,S.19/27
- 6- Nillson, S., "25 % Shorter Travelling Time With The Swedish High-Speed Train",Asea Journal.No2. 1987,20/23.
- 7- H. Bichsel, Alüminium 49 (1973),H.7, s. 477/82.
- 8- Taschinger, O., Alüminium 41 (1965), s. 347/65.
- 9- Drechsler, F., Nahverkehrswagen In Al-Konstruktion 4. Internat. Leichtmetalltagung 1961 .
- 10- Schnaas, J., Welded Alüminium Structures for Rail Vehicles, Railway Teknology International 1993, s. III/II8 .
- 11- Keyser, B., Welding Bart's Alüminium Rail Transit Cars, Welding Journal , November 1991, s. 39/42 .
- 12- Kjeld, F., Gas Metal Ark Welding For The Collision Repair Industry, Welding Journal, April 1991, s.42/44.
- 13- Uelze, A., Schweißverformungen Beim Bau Von Reisezug - wagen, Schweissen und Schneiden 43 (1991), Heft 3, s. 133/137 .
- 14- Anık, S., Kaynaklı İmalatta (Dizaynın) Esasları, Kaynak Dünyası,Gedik Holding, 1991, s. 13/15 .
- 15- Erdem, S., Toplu Taşımacılıkta Hafif Raylı Taşıt Seçim Kriterleri ve Sistemin Uygulanabilirliği, Mühendis ve Makina, 33,392, Eylül 1992, s. 13/15 .

- I 6- Geridönmez, Ö., Yüksek Dayanımlı Alüminyum Alaşımları -  
nın Raylı Araçlarda Kullanılması, I. Raylı Taşıt Sem -  
pozyumu, Adapazarı 1989, s.229/267 .
- I 7- Tülbentçi, K., Kaluç, E., Raylı Taşıt Araçlarının Yapı -  
mında Paslanmaz Çeliklerin Kullanılması, I. Raylı Taşıt  
Sempozyumu Adapazarı, 1989, s.290/296 .
- I 8- Neumann, A., "Schweisstechnisches Handbuck Für Konstruk -  
teure, Teil3, Maschinen Und Fahrzeugbau".
- I 9- Anık, S., Kurşungöz N., Ceyhun, V., Vural, M., Raylı  
Taşımacılıkta Kullanılan Alüminyum ve Alaşımlarının  
Nokta ve TIG/MIG Kaynağı, 2. Raylı Taşıt Sempozyumu  
1991, s. 141/143 .
- 20- Proceeding Of The Conference On Weldable AlZnMg Alloys,  
23/25. 9.69, Welding Inst. Cambridge 1970, s.57/66 .
- 21- Gültekin, N., Kaynaklı Birleştirmelerde Yöntem Seçimi,  
Yıldız Üniversitesi F.B.E., Lisans üstü Kaynak Tekniği  
Semineri, Haziran 1985, s.89/104 .
- 22- Blenkle, K., Geschweisste Aluminiumwagen Der Berliner  
U-Bahn, Symposium, "Al Im Verkehr." München 28/29, 1965
- 23- DIN I7I2, 3. Kısım .
- 24- DIN I725, I. Kısım .
- 25- DVS I608 .
- 26- Strassburg, F. W., "Schweissen Nichtrostender Staehle".  
Deutscher Verlag Für Schweisstechnik (DVS) Gmbh .,  
Düsseldorf 1982, 193/197 .
- 27- International Union of Railways (UIC) 897-9, 1979 .
- 28- UIC 897- I3 .
- 29- Deutscher Verband Für Schweisstechnik (DVS) I6I2, 1984.
- 30- DVS I6I0, 1976
- 31- Fahrzeugtechnik Für Alle Auwendurgen- System Technologie  
ABB Henschel, (1991 ) .
- 32- Urlu, C., Tren Depo İlişkileri, TCDD, Ankara, 1992 .

Özgeçmiş :

1966 Malatya doğumluyum. İlk,orta,lise tahsilimi İstanbul'da tamamladıktan sonra 1985 yılında Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü okumaya hak kazandım. 1990 yılında bu okuldan mezun olurken aynı yıl Yıldız Üniversitesi'nde girmiş olduğum yüksek lisans imtihanında İmal Usülleri bölümünü kazandım.Yüksek lisansa başladığım yıl T.C.D.D. kuruluşunda meslek hayatıma adım attım ve halen bu kuruluştaki görevime devam etmekteyim.