

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**YARI RÖMORK TAŞITLARI VE BU TAŞITLARIN
ÜRETİMİNDE KULLANILAN KAYNAK İŞLEMİNİN VE
UYGULAMALARDA KARŞILAŞILAN HATALARIN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÜKSEL BATUHAN TOLUN

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**YARI RÖMORK TAŞITLARI VE BU TAŞITLARIN
ÜRETİMİNDE KULLANILAN KAYNAK İŞLEMİNİN VE
UYGULAMALARDA KARŞILAŞILAN HATALARIN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LISANS TEZİ

YÜKSEL BATUHAN TOLUN

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

Yüksel Batuhan TOLUN tarafından hazırlanan “**YARIRÖMORK TAŞITLARI VE BU TAŞITLARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN KAYNAK İŞLEMİNİN VE UYGULAMALARDA KARŞILAŞILAN HATALARIN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10.06.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hayrettin Yüksel

Üye
Yrd. Doç. Dr. Hüray Can

Üye
Yrd. Doç. Dr. Altuğ Yavaş



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Cihan ÖZGÜR

.....

ÖZET

**YARI RÖMORK TAŞITLARI VE BU TAŞITLARIN ÜRETİMİNDE
KULLANILAN KAYNAK İŞLEMİNİN VE UYGULAMALARDA
KARŞILAŞILAN HATALARIN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
YÜKSEL BATUHAN TOLUN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: YARD. DOÇ. DR HAYRETTİN YÜKSEL)**

BALIKESİR, HAZİRAN - 2014

Karayolu taşımacılığı, ülkemizde ve dünyada en yaygın kullanılan taşımacılık şeklidir. Karayolu maliyetlerinin fazla olması, taşıtlara getirilen bir takım teknik özellikleri ile ilgili kısıtlamalar ve karayolu taşıtlarında kullanılan yakıt maliyetlerinin fazla olması nedeniyle; özellikle de uluslararası taşımacılıkta yarı römork tipi araçların kullanımı artmıştır. Yarı römorklar çok ağır yükleri düzensiz yol şartlarında taşıdıkları için; yarı römork şasilerinde bir süre sonra yapısal bazı problemler görülebilir. Ortaya çıkan bu problemler genellikle kaynaklı bölgelerde görülen hasarlardır. Yaygın olarak kullanılmakta olunan I profilli şasi ana kollarında, dinamik yol koşullarında, çatlaklar ve kırılmalar şeklinde ortaya çıkan hataların uygulamada ortaya çıkmaması, mukavemet koşullarının iyileştirilmesi bakımından; imalat aşamasında uygun olan kaynak yönteminin seçilmesi önemlidir. Bu çalışmada yarı römork taşıtları ve bu taşıtların üretiminde kullanılan kaynak işleminin dinamik davranışı incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Yarı römork, yarı römork şasileri, kaynak

ABSTRACT

THE EXAMINATION OF SEMI-TRAILER VEHICLES AND THE FAILS DURING THE PRACTICE OF THE WELDING PROCESS WHICH IS USED IN THE PRODUCTION PROCESS OF THESE VEHICLES

MSC THESIS

YÜKSEL BATUHAN TOLUN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MECHANICAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. HAYRETTİN YÜKSEL)

BALIKESİR, JUNE 2014

Highway transportation is the most general transportation type in our country and the world. The using of semi-trailer vehicles has increased especially on international transportation because of the highway costs and fuel costs are too much. Semi-trailers carry too heavy loads on irregular road conditions. So this there might be seen some problems at semi-trailer chasis. These problems are generally about the damages on welded areas. It is very important to choose right welding technic in the production process stage to improve conditions of resistance at the main arms of I profile chasis which is widely used, on dynamic road conditions. In this study, semi trailer vehicles and the dynamic behaviors of the welding process which are used in production of these vehicles are examined.

KEYWORDS: Semi trailer, chassis frame of semi trailer, welding

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| SEMBOL LİSTESİ | vii |
| ÖNSÖZ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Literatür Araştırması | 1 |
| 1.2 Taşıtların Tarihçesi | 5 |
| 2. YARI RÖMORKLAR | 9 |
| 2.1 Yarı Römork Tipleri | 10 |
| 2.1.1 Lowbed | 10 |
| 2.1.2 Semi Lowbed | 12 |
| 2.1.3 Düz Tabanlı Yarı Römorklar | 13 |
| 2.1.3.1 Kuru Yük Tipi Yarı Römork..... | 13 |
| 2.1.3.2 Kapalı Kasalı (Van Tipi) Yarı Römork..... | 18 |
| 2.1.3.3 Damper Şasi Yarı Römork | 22 |
| 2.1.3.4 Tanker Şasi Yarı Römork..... | 24 |
| 2.2 Yarı Römorkların Çekici ile Birleştirilmesi | 25 |
| 2.2.1 Yarı Römork ve Çekici Dingilleri Arasındaki Yük Dengesi | 27 |
| 2.3 Yarı Römorku Oluşturan Parçalar | 29 |
| 2.3.1 Şasi..... | 30 |
| 2.3.2 Yarı Römorklarda Kullanılan Şasiler | 30 |
| 2.3.3 Şasinin Çalışma Şartları | 32 |
| 2.3.3.1 Boyuna Düşey Eğilmeye Zorlayan Yükler | 34 |
| 2.3.3.2 Enine Düşey Eğilmeye Zorlayan Yükler | 35 |
| 2.3.3.3 Yatay Eğilmeye Zorlayan Yükler | 35 |
| 2.3.3.4 Burulmaya Zorlayan Yükler | 36 |
| 2.3.4 Şasinin Bölümleri | 37 |
| 2.3.4.1 Yan Parçaların Eğilme Dirençleri | 37 |
| 2.3.4.2 Yan ve Çapraz Parçaların Burulma Direnci..... | 39 |
| 2.3.4.3 Şasinin Yan Çapraz Parçalarının Eğilme Direnci | 40 |
| 2.3.5 Şasinin Uzatılması | 42 |
| 2.3.6 Şasinin Güçlendirilmesi | 44 |
| 2.3.7 Şasi Üzerinde Delme İşlemleri | 45 |
| 2.3.8 Şasi Malzemesi | 46 |
| 3. KAYNAK İŞLEMİ | 49 |
| 3.1 Birleştirme Teknikleri | 49 |
| 3.1.1 Şasi Parçalarının Birleştirmesinde Kullanılan Teknikler..... | 50 |
| 3.1.1.1 Perçinlenmiş Eklem Yerleri | 50 |
| 3.1.1.2 Civatalanmış Eklem Yerleri | 51 |
| 3.1.1.3 Kaynak Yapılmış Eklem Yerleri | 51 |
| 3.2 Kaynak İşlemi..... | 52 |
| 3.2.1 Kaynak İşleminin Tarihçesi | 53 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2 | Elektrik Ark Kaynağı..... | 54 |
| 3.2.3 | Kaynak Arkı ve Arkın Elektriksek Karakteristikleri | 55 |
| 3.2.4 | Gazaltı Ark Kaynağı | 55 |
| 3.2.5 | Çeliklerin Isıl Özellikleri ve Kaynak Bölgesi..... | 57 |
| 3.2.6 | Kaynak İşleminde Oluşan Artık Gerilmeler ve Nedenleri..... | 59 |
| 3.3 | Otomotiv Sektöründe Robot Uygulamaları..... | 60 |
| 3.3.1 | Montajda Robot Kullanımı | 61 |
| 3.3.2 | Boya Uygulamalarında Robot Kullanımı | 62 |
| 3.3.3 | Kaynak Uygulamalarında Robot Kullanımı | 62 |
| 3.3.3.1 | Ark Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları..... | 63 |
| 3.3.3.2 | Nokta Direnç Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları | 65 |
| 3.3.3.3 | MIG/MAG ve TIG Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları..... | 65 |
| 3.4 | Kaynak Nedeniyle Oluşan Hatalar | 67 |
| 3.4.1 | Kırılmalar..... | 67 |
| 3.4.1.1 | Sünek Kırılma | 67 |
| 3.4.1.2 | Gevrek Kırılma..... | 67 |
| 3.4.1.3 | Yorulma Kırılması | 68 |
| 3.4.1.4 | Sürünme Sonucu Kırılma..... | 69 |
| 3.4.2 | Çatlaklar..... | 69 |
| 3.4.2.1 | Katılma Çatlakları..... | 69 |
| 3.4.2.2 | Lamelar Yırılma..... | 70 |
| 3.4.2.3 | Yeniden ısıtma çatlakları..... | 70 |
| 3.4.2.4 | Soğuk Çatlak (Hidrojen Çatlağı)..... | 71 |
| 3.4.3 | Taneler Arası Korozyona Bağlı Kaynaklı Bölge Yıkımı..... | 72 |
| 3.5 | Gerçek Uygulamalarda Karşılaşılan Kaynak Hatasına Örnek | 72 |
| 4. | SONUÇ VE ÖNERİLER | 76 |
| 5. | KAYNAKLAR..... | 78 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1: Lowbed yarı römork şasisi. | 11 |
| Şekil 2.2: Lowbed yarı römork şasisi teknik resmi. | 11 |
| Şekil 2.3: Semi lowbed. | 12 |
| Şekil 2.4: Semi lowbed teknik resmi. | 13 |
| Şekil 2.5: Kuru yük tipi yarı römork. | 14 |
| Şekil 2.6: Kuru yük tipi yarı römork teknik resmi. | 15 |
| Şekil 2.7: Jumbo tipi yarı römork. | 16 |
| Şekil 2.8: Jumbo tipi yarı römork teknik resmi. | 16 |
| Şekil 2.9: Kuru yük tipi full yarı römork. | 17 |
| Şekil 2.10: Kuru yük tipi full yarı römork teknik resmi. | 18 |
| Şekil 2.11: Frigofirik kasalı yarı römork. | 20 |
| Şekil 2.12: Frigofirik kasalı yarı römork teknik resmi. | 20 |
| Şekil 2.13: Kapalı kasalı yarı römorklar. | 21 |
| Şekil 2.14: Sahne amaçlı kullanılan kapalı kasalı yarı römork teknik resmi. | 21 |
| Şekil 2.15: Damper şasi yarı römork. | 23 |
| Şekil 2.16: Damper şasi yarı römork teknik resmi. | 23 |
| Şekil 2.17: Tanker yarı römork. | 24 |
| Şekil 2.18: Tanker yarı römorkun teknik resmi. | 25 |
| Şekil 2.19: Üç dingilli bir çekiciyle bağlantılı iki dingilli yarı römorkun teknik resmi. | 26 |
| Şekil 2.20: Üç dingilli bir çekiciyle tekerlek bağlantılı üç dingilli bir yarı römorkun teknik resmi. | 26 |
| Şekil 2.21: Yarı römork ve çekiciyi birleştiren birleşik teker montaj resmi. | 27 |
| Şekil 2.22: Tek diferansiyelli bir çekiciyle üç dingilli yarı römorktan oluşan araç. | 27 |
| Şekil 2.23: İki itici aksa sahip üç dingilli çekici ile iki dingilli yarı römorktan oluşan araç. | 28 |
| Şekil 2.24: Bir itici aksa sahip üç dingilli çekici ile iki dingilli yarı römorktan oluşan araç. | 28 |
| Şekil 2.25: Ana giriş şasi. | 31 |
| Şekil 2.26: Kademeli şasi. | 32 |
| Şekil 2.27: Şasiye etkiyen ana yükler. | 33 |
| Şekil 2.28: Boyuna düşey eğilme. | 34 |
| Şekil 2.29: Enine düşey eğilme. | 35 |
| Şekil 2.30: Yatay eğilme. | 36 |
| Şekil 2.31: Burulma zorlanması. | 37 |
| Şekil 2.32: Şasi parça kesitleri. | 38 |
| Şekil 2.33: Şasinin yan ve çapraz parçalarının eklem yerleri. | 41 |
| Şekil 2.34: Şasi eklemlerinde genel olarak uygulanan kaynaklı birleştirmeler. | 43 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.35: İdeal kaynaklı birleştirme..... | 43 |
| Şekil 2.36: İdeal kaynaklı birleştirme detayı..... | 44 |
| Şekil 2.37: Şasiye takviye köşebentli montajları..... | 45 |
| Şekil 2.38: Şasiye delik delme işlemi..... | 46 |
| Şekil 3.1: Perçinlenmiş eklem yeri..... | 50 |
| Şekil 3.2: Civatalanmış eklem yeri..... | 51 |
| Şekil 3.3: Kaynaklanmış eklem yeri..... | 52 |
| Şekil 3.4: Ark kaynağının genel şeması..... | 55 |
| Şekil 3.5: MIG/MAG kaynak donanımı..... | 56 |
| Şekil 3.6: MIG/MAG kaynağının şematik gösterilişi..... | 57 |
| Şekil 3.7: Kaynak bölgeleri..... | 58 |
| Şekil 3.8: Kaynaklı malzemedeki sıcaklık dağılımı..... | 59 |
| Şekil 3.9: Montaj robotunun çalışması..... | 61 |
| Şekil 3.10: Boyama robotu..... | 62 |
| Şekil 3.11: Otomotiv sektöründe kaynak robotları..... | 63 |
| Şekil 3.12: Ark kaynağı robotu..... | 64 |
| Şekil 3.13: Ark kaynağı robotu üç boyutlu katı modeli..... | 64 |
| Şekil 3.14: Punta direnç kaynağı..... | 65 |
| Şekil 3.15: TIG kaynağı robotu..... | 66 |
| Şekil 3.16: Yarı römork imalatında kullanılan robotik uygulamalar..... | 66 |
| Şekil 3.17: Sünek kırılma örneği..... | 67 |
| Şekil 3.18: Gevrek kırılma örneği..... | 68 |
| Şekil 3.19: Yorulma kırılması örneği..... | 69 |
| Şekil 3.20: Katılma çatlakları örneği..... | 70 |
| Şekil 3.21: Lamellar yırtılma örneği..... | 70 |
| Şekil 3.22: Hidrojen çatlakları örneği..... | 71 |
| Şekil 3.23: Taneler arası korozyona bağlı yıkımlı bölge örneği..... | 72 |
| Şekil 3.24: Damper kasalı yarı römork..... | 73 |
| Şekil 3.25: Şasideki kaynak hataları..... | 74 |
| Şekil 3.26: Şasideki kaynak hataları..... | 74 |
| Şekil 3.27: Şasideki kaynak hataları..... | 75 |

SEMBOL LİSTESİ

- N₁** : Çekici ön dingiline gelen yük
- N₂** : Çekici ikinci dingiline gelen yük
- N₃** : Çekici üçüncü dingiline gelen yük
- R₁** : Yarı römork birinci dingiline gelen yük
- R₂** : Yarı römork ikinci dingiline gelen yük
- R₃** : Yarı römork üçüncü dingiline gelen yük
- W** : Yarı römorkün şasinin taşımış olduğu yük

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında kıymetli bilgilerini ve zamanını benimle paylaşan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hayrettin Yüksel'e, yaşamım boyunca verdikleri destekle her zaman yanımda olan aileme ve nişanlım Kübra'ya teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Dünyanın gün geçtikçe küreselleşmesiyle, ülkeler arasında artan ticaret; ulaşım ve taşımacılık konusunun önem kazanmasına neden olmuştur. Ülkemizde ve dünyada en yaygın kullanılan taşımacılık şekli karayolu taşımacılığıdır. Ancak karayollarında kullanılan taşıtların yakıt maliyetinin fazla olması nedeniyle karayolu taşımacılığında, özellikle de uluslararası taşımacılıkta yarı römork tipi araçların kullanımı arttırmıştır. Bunun yanısıra; karayollarının yapım ve bakım maliyetlerinin fazla olması, ayrıca kullanılan araçların bazı kısıtlamalarla sınırlandırılmış olması da yarı römork taşıtların karayollarında kullanımının artmasına neden olmuştur.

Genellikle yarı römorklar uluslararası yollarda kullanılırlar. Yük taşıma kapasitesini artırmak amacıyla ve ihtiyaç şekline yönelik olarak farklı tip ve teknik ölçülerde araçlar üretilmektedir. Bu üretilen araçların bir kısmı standartlaştırılmıştır.

Kaynak işlemi; sanayinin her dalında en çok kullanılan imalat yöntemidir. Kaynaklı birleştirmeler; yarı römorkların üretimi sırasında da en çok kullanılan sökülemeyen birleştirme yöntemidir. Bu nedenle yarı römorkların imalatında kaynak uygulamaları önemlidir.

Bu çalışmada; karayollarında kullanılan yarı römork tipleri ve bunların imalatında kullanılan kaynak işleminin dinamik davranışları incelenmiştir.

1.1 Literatür Araştırması

2014 yılında, F. Tolun ve İ. Eren yaptıkları çalışmada; lowbed şasisinin sonlu elemanlar yöntemi ile yapısal analizi ve kritik gerilme bölgesinin tespitini incelemişlerdir. Çalışmada lowbed şasisi sonlu elemanlar yöntemine göre yapısal analize tabi tutulmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki; en yüksek gerilme şasisinin deve boynu bölgesinde meydana gelmektedir [1].

2013 yılında, H. Chowdhury, H. Moria, A. Ali, I. Khan, F. Alam ve S. Watkins yaptıkları çalışmada yarı römork taşıtların aerodinamik sürüklemesi konusunu incelemişlerdir. Çalışmada 1/10 ölçeğine göre hazırlanmış model bir taşıt kullanılarak, rüzgar tüneline ölçümler yapılmıştır. Baz model üzerinde yapılan deney sonuçları göstermiştir ki; kaporta ve dış kaplama malzemesi aerodinamik rüzgar hareketini %26 oranında azaltacak dikkate değer ölçüde etki meydana getirmektedir [2].

2011 yılında, D. Han, B. Shen, W. Zhou, X. Zhang ve Q. Li yaptıkları çalışmada, tanker yarı römorklarda akışkan yapı etkileşiminde yönlendirme kararlılığını incelemişlerdir. Çalışmada keskin virajlar sırasında tanker yarı römork prosesi sonlu elemanlar yöntemine göre analiz edilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; keskin virajlar sırasında tanker yarı römorkun taşıdığı sıvının, yan devrilme stabilitesi üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır [3].

2010 yılında, H. Yüksel yaptığı çalışmada taşıt tasarımında HAD kullanılabilirliğini incelemiştir. Çalışmada taşıt seyrinde ortaya çıkan türbilanslı hava hareketinin taşıtın geometrik yapısı ile ilişkisi, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) tekniği yardımıyla bir test modeli üzerinde incelenmiştir. Bu çalışmada teorik HAD hesaplama tekniği ile rüzgar tünelineki deneysel araştırmalar karşılaştırılmıştır. Teorik HAD' in gerçeğe yakın sonuçları daha hızlı bir şekilde verdiği görülmüştür [4].

2007 yılında; F. Tolun yüksek lisans tezinde, yük taşıtlarının taşıyıcı aksamalarının gerçek yol yükleri altında analizini incelemiştir. Çalışmada lowbed yarırömork şasisi hakkında araştırmalar yapılarak, ANSY programında yapısal ve ısısal yapısal analizler yapılmıştır [5].

2006 yılında, H. Yüksel yaptığı çalışmada; nonlinear amortisörlerin dinamiğini incelemiştir. Çalışmada; amortisörün yolda karşılaşılabileceği rastlantı titreşimleri, test makinesinde sinüsoidal hareket şeklinde tanımlanmış bir harmonik yöntem ile sağlanmıştır. Tipik bir otomobil arka aks amortisörü test sonuçları, literatürde mevcut çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile harmonik ve tahmini lineerleştirme tekniği kullanılarak basit bir model amortisörün dinamik davranışının fiziksel yorumu yapılmıştır [6].

2006 yılında, Z. Şenalp ve Y. Bezer yaptıkları çalışmalarında yarı römork şasinin bilgisayar destekli tasarımı ve sonlu elemanlar metodu ile yapısal analizini incelemişlerdir. Pro Engineer kullanarak geometrik tasarımı yapılan konteyner taşıyıcı treylerin sonlu elemanlar metodu kullanarak, statik ve dinamik yükleme analizlerini yapmışlardır. Şenalp ve Bezer çalışmalarında treyler şasilerinde değişik çalışma koşullarında meydana gelen gerilme dağılımının önceden bilinmesinin tasarım gelişimi ve güvenliği açısından önemini tespit etmişlerdir [7].

2006 yılında, İ. Ereke yaptığı çalışmada; taşıt gövde ve parçalarının günümüz teknolojisinden de yararlanılarak, yeni bir taşıt modeli oluşturulurken kullanılması gereken ileri tasarım teknikleri ve sistematüğini ele almıştır [8].

2004 yılında, S. Benli, hazırladığı yüksek lisans tezinde, kaynaklı parçalarda oluşan artık gerilmeleri incelemiştir. Bu çalışmada kaynaklı parçalarda oluşan artık gerilmeler, sonlu elemanlar yöntemi ile modellenip analiz edilmiştir [9].

2004 yılında, S. Dinçer sonlu elemanlar yöntemini kullanarak, yeni Ford Cargo aracının kapı dayanım analizlerini yapmıştır. Bu çalışmada; sonlu elemanlar yönteminin otomotiv sektöründe tasarım aşamasında kullanılmasının önemi ve faydaları vurgulanmıştır. Çeşitli testler yapılarak elde edilen sonuçlarla sonlu elemanlar analiz sonuçları karşılaştırılmıştır [10].

2004 yılında, Ö. Arslan, A. Tuncer ve F.O. Tandoğan yaptıkları çalışmalarında sonlu elemanlar yöntemini kullanarak, kamyon şasisinde ve kabininde meydana gelen titreşimleri analiz etmişlerdir. Sonlu elemanlar desteği ile optimize edilen şasi geometrisi üzerinde yapılan testler ile bilgisayar destekli mühendislik (CAE) analizlerinde elde edilen sonuçlar arasında uyumluluk gözlenmiştir [11].

2002 yılında, Ç. Karaoğlu ve N.S. Kuralay yaptıkları çalışmalarında kamyon şasilerinde kullanılan perçinli bağlantılardaki gerilim analizlerini sonlu elemanlar yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışmalarında kamyon şasilerinde perçinli bağlantılardaki gerilmenin üretimden önce saptanmasının dizayn gelişimi için uygun olduğu vurgulanmıştır. Perçinli bağlantıdaki gerilme değerinin bağlantının kalınlığı ve uzunluğuna göre değişeceği ve bağlantı levhasının kalınlığının değiştirilmemesi durumunda uzunluğunun arttırılmasının iyi bir alternatif olacağı sonucuna varılmıştır. Çalışmalarında ANSYS programını kullanmışlardır [12].

1999 yılında, Ç. Karaoğlu, yaptığı çalışmada sonlu elemanlar yöntemini kullanarak kamyon şasilerinde ana profil kalınlığının gerilmeler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada ANSYS programı kullanılmıştır [13].

1997 yılında, İ.M. Ereke, ve K. Yay yaptıkları çalışmada, çift katlı otobüs gövdesinin bilgisayar destekli yapısal analizini incelemişlerdir. Çalışmada üç boyutlu yerli bir çiftkatlı otobüs FEM modeli IDEAS programında oluşturulmuş, üç ayrı zorlama altında uyarılarak gerilme analizi yapılmıştır. Bu zorlamalardan birincisi, kendi ağırlığı ve yükünden kaynaklanan zorlama, ikincisi münferit darbe ve burulma kuvvetlerinden oluşan dinamik zorlama ve üçüncüsü de çift katlı otobüsün kendi ağırlığı da dahil olmak üzere fren, viraj, darbe kuvvetlerinden oluşan kombine zorlamadır. Bunların sonucunda modelin gerilme analizleri yapılarak oluşan maksimum gerilmelerin yerleri tespit edilmiştir. Oluşan bu maksimum gerilmelerin sınır değerleri aşıp aşmadığı kontrol edilerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir [14].

1996 yılında, İ.M. Ereke, ve K. Yay yaptıkları çalışmada, çift katlı otobüs gövdesinin bilgisayar destekli yapısal optimizasyonunu incelemişlerdir. Modern tasarım tekniklerinin başında, gövdenin sonlu eleman yöntemi ile modellenerek bilgisayar ortamında analiz edilmesi gelmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde üretilen çift katlı bir otobüse ait gerçek gövdenin kafes yapısı IDEAS programı yardımıyla 3-boyutlu olarak modellenmiş, burulmaya karşı davranışı ile tavan çökme deformasyonları incelenmiştir [15].

1992 yılında yaptığı çalışmada L. Kwangju, araç yapılarında esnek yapılar metodunu sunmuştur. Metod; bağlantı modelinin en önemli parametrelerini ve yapıda kullanılan yer değiştirme ölçülerinin değer hesaplarını tanıtmıştır [16].

1980 yılında Beermann araçların şasi bağlantıları ile burulma altındaki kapalı bölümlerdeki kesit elemanlarını araştırdığı çalışmasını sunmuştur [17].

1980 yılında Oehlschlaeger tarafından yapılan çalışmada, sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan nümerik hesaplarda esneklik matrisi kullanılmıştır. Bu çalışmada genel kamyon şasilerindeki burulmadaki esneklik oranı, burulma dayanımı ve momentlerle ilgili bir dizi sonuçlar elde edilmiştir [18].

Oehlschlaeger 1977 yılında yaptığı çalışmada araçların şasi çerçevelerindeki burulmanın hesaplanması için geliştirilen bilgisayar programını geliştirmiştir [19].

1977 yılında araçların şasi çerçevelerinde ve açık kesitli elemanlarda oluşan burulmanın önlenmesi, Beermann tarafından araştırıldı [20].

1.2 Taşıtların Tarihçesi

Dünyada insanlar, ilk çağlardan itibaren yaşamak için hayatını kolaylaştırmayı amaç edinmiştir. İnsanlık tarihine baktığımızda geçmişten bugüne kadar ulaşım araçlarının çok büyük bir yol katettiğini ve çok önemli noktalara geldiğini görmek mümkündür. Geçmişte insanların ulaşım için kullandıkları hayvanlar; zaman içerisinde yerlerini taşıtlara bırakmışlardır.

İnsanoğlu M.Ö. 3000 yıllarında tekerleğin icadı ile kendisine yarayacak teknik gelişmelere büyük adım atmıştır. Çömlekçilerin kil toprağını işlemede yardımcı araç olarak kullanılan tekerleğin; aynı dönemde odun, eşya ve insan taşımak amacıyla, düz kasaların altına takılarak yapılan arabalar dünya tarihindeki ilk römorklardır. Önceleri insan ile çekilen bu ilkel römorklar, daha sonra evcil hayvanlara çektirilmişlerdir [5].

Hayvanlarla çekilmeyen nakil vasıtalarında gerekli enerji önce rüzgar yardımıyla olmuş, bir Hollandalı 1600 yılında karada yelkenle hareket eden bir araç yapmış ve bu araç iki saatte 42 mil yol katetmiştir. Daha sonra gerekli enerji olarak rüzgar gücü yerini buhar gücüne bırakmıştır. 17. yüzyılda Çin yazarlarından bir papaz, Belçika misyoner Verbist'in buharla çalışan bir otomobil işlettiğini yazmaktadır.

Ancak bütün dünya, yol üzerinde hareketini kendisi temin ederek yürüyen otomobil mucidi olarak Fransız Mühendis ve Topçu Yüzbaşısı Nicolas-Joseph Cugnot 'u tanır. Cugnot (1769 yılında) otomobili bir top arabası olarak tasarlamıştı. Üç tekerlekli ve 4 yolcu kapasiteli buhar makineli otomobilde iki silindir bulunuyordu. Makinanın krankından alınan dönme hareketi bir zincir yardımıyla önde bulunan tek tekerleğe geliyordu. Direksiyon tertibatıda aynı tekerleğe komuta

ediyordu. Cugnot,'un yaptığı ikinci otomobil “Paris Sanayi Müzesi’nde bulunmaktadır.

1787 yılında Amerika'da Oliver Evins ve 1801 yılında İngiltere'de Richard Trevithick yolcu taşıyan, buharla çalışan otomobiller yapmışlardır. Bütün bu çalışmalarda kullanılan otomobil motorlarında kullanılan güç buharın gücü idi. Yani bu motorlar dıştan yanmalı motorlar idi.

İçten yanmalı motorların icadı 1796 yılında katı yakıtlardan havagazının elde edilmesi ile olmuştur. Havagazı ile çalışan içten yanmalı motor 1860 yılında Fransız mühendisi Jean Etienne Lenoir tarafından yapıldı. 1,5 Beygir gücünde olan bu motorun gücünün az olması nedeni havagazının sıkıştırılmadan yakılmasıdır. Gazların sıkıştırılarak yakıldığı zaman gücün artacağı tezini ortaya atan William Bennet adlı bir İngilizdir. Bunu geliştiren ise Dugold Clerk adlı İskoçyalı mühendistir.

1862 yılında Fransız Fen adamı Alphanse Beande dört zamanlı devrenin esasını ortaya koydu. Ancak dört zaman prensibine göre çalışan ilk motorun 1876 yılında Alman mühendis Dr. Nikolaus August Otto yaptı. Oto, bu motorun patentini 1877 de Amerika'da aldı. 1878 de Fransa'da açılan bir dünya sergisinde halka teşhir etti.

Otto, havagazını sıkıştırdıktan sonra ateşlemeyi yaptığı için motorun verimi ve gücü artmıştır. Alevle ateşlendiği için motor devri 150-200 devir/dakika civarındaydı. Bu devirde bir motorun otomobillerde kullanılması uygun değildi.

İlk dört zamanlı motoru yapan ve ortaya koyan Otto olduğu için bugün benzin motorlarına “Otto Motoru” ve çevrimine de “Otto Çevrimi” denilmektedir.

Otto'nun personelinden Gottlieb Daimler 1883 yılında Otto'dan ayrılarak bir atölye kurmuş ve devam etmiştir. Yaptığı motorun yanma odasına bakır çubuk yerleştirerek, dıştan bakır çubuğu karpit lambası ile ısıtmak süreti ile motorun ateşlenmesini ısınan bakırdan temin etmiştir. Bu sayede motorun devrini 800-1000 devir/dakikaya çıkarmak süreti ile verimini ve gücünü arttırmıştır. Bu motor bugün Mercedes Fabrikası Müzesi'nde teşhir edilmektedir. Bu ateşleme sistemine “sıcak

boru ateşlemesi” denir. Bu devirde bir motorun otomobilde kullanılması mümkün olmasına rağmen, hala yakıt olarak havagazı kullanılmaktaydı.

Bu çalışmalar Avrupa'da devam ederken Amerikalı bir mühendis George Braton yakıt olarak benzin kullanılan bir motor yapmış ve yaptığı motorlardan birini yüzüncü Filedelfiya sergisinde teşhir etmiştir.

Bundan sonraki çalışmalar, havagazının yerini tutabilmesi için benzini zerrelere haline getirip, buharlaştıracak karbüratörlerin icadına doğru gitti. Daimler Almanya'da, Forrest Fransa'da 1885 yılında bu konuda çalışmalar yaptılar.

Karbüratörlerin görevi, sıvı yakıtı atomize etmek yani küçük zerrelere haline getirip hava ile karıştırmak süreti ile yanabilir bir karışım haline getirmektir. Daimler bu havayı sıvı yakıt içersine itmek süreti ile yapmaya, ayrılmış zerrecikleri de ateşlemeden evvel sıcak boruya temasla gaz haline getirmeye çalıştı. Forrest ise, yakıtı filit tulumbası esasına göre hava akımı içersine püskürttü. Daha sonra, Daimler'le Wilhelm Maybach bir araya gelerek, bu gün kullanılan şekilde olan şamandıralı karbüratörü icad ettiler.

Karl Benz adlı diğer bir Alman, Daimlerin motorunu, Forrest'in karbüratörünü alıp bunları dört teker üzerine oturttu. Böylece, 1886 senesinde ilk defa, içten yanmalı (patlamalı motorların) motorların en geniş tatbik sahası olan otomobil meydana gelmiş oldu.

Amerika'da ilk otomobil 1893 yılında J.Franlin Duryea'nın yardımıyla Charles Duryea tarafından yapılmıştır. Henry Ford'un ilk otomobili ise 1896 yılında Detroit sokaklarında dolaşmaya başladığı görüldü. Henry Ford fabrikasını genişleterek 1903 yılında dört silindirli ve ucuz fiyatlı otomobiller yaparak bunları (T) modeli adıyla piyasaya sundu.

1919 yılında Amerika'da Reliance, Fruehauf, Dorsey gibi kişilerde daha sonra isimleri ile tanınacak şirketlerinde T Forst modeli pikap tarzı kamyonları değiştirip, küçük ince römorklara üreterek ilk katarları yaptılar.

Çekici ve yarı römorkun oluşturduğu katar günümüzde bütün dünyada karayollarında yük taşıma aracı olarak en çok kullanılan taşıttır. Dünyanın

küreselleşmesi ile paralel olarak uluslararası ticaretin aktifleşmesi; kara, deniz, hava ve raylı taşımacılık sektörlerini harekete geçirmiştir. Kara yolu taşımacılığı diğer taşımacılık yollarına kıyasla; ekonomik olması sebebiyle en çok tercih edilen taşımacılık yöntemi olmuştur.

Kara yolu taşımacılığı ucuz olmasına rağmen, yükü taşıyan yol zeminin maliyetinin yüksek olması sebebiyle taşıtlar; hız, taşıma kapasitesi, uzunluk, genişlik ve yükseklik gibi teknik özelliklerinde bir takım sınırlandırmalara tabii tutulmuşlardır. Bununla birlikte; karayolu araçlarında kullanılan yakıtın pahalı olması da, taşıma seferlerinin en minimum sayıda yapılmasını getirmiştir. Bu sebeplerden dolayı; taşımacılıkta yarı römorkların kullanımı tercih nedeni olmuştur [5].

2. YARI RÖMORKLAR

Küreselleşme ile birlikte; uluslararası ticaretin yaygınlaşması, ulaşım ve taşımacılık sektörünün öneminin artmasına neden olmuştur. Özellikle de karayolu ulaşımı ve taşımacılığı geniş ölçekte kullanılır duruma gelmiştir. Karayolu taşıtlarında içten yanmalı motorlar kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle alternatif enerji kaynaklarına yöneliş çok olsa da; hali hazırda petrol kökenli yakıtlar içten yanmalı motorlarda en çok kullanılan yakıt olmayı sürdürmektedir.

Kendi petrol gereksinimini kendi kaynaklarıyla karşılayamadıkları için, Türkiye de dahil olmak üzere, dünyadaki ülkelerin pek çoğu petrol bağımlı ülkelerdir. Ve bu durum nedeniyle taşıtlarda kullanılan petrol fiyatları oldukça yüksek olmaktadır.

Karayollarında kullanılan taşıtların yakıt maliyetinin fazla olması nedeniyle karayolu taşımacılığında, özellikle de uluslararası taşımacılıkta yarı römork tipi araçların kullanımı arttırmıştır. Bunun yanısıra; karayollarının yapım ve bakım maliyetlerinin fazla olması, ayrıca kullanılan araçların bazı kısıtlamalarla sınırlandırılmış olması da yarı römork taşıtların karayollarında kullanımının artmasına neden olmuştur.

Yarı römorklar, son yıllarda kara taşımacılığında büyük önem kazanmışlardır. Personel ve işletme masraflarında büyük bir fark olmadan az bir yatırım ilavesi ile daha fazla yük taşıma imkanı elde edildiği için; büyük nakliye şirketleri filolarındaki kamyon adedi yerine, römork adetini artırma yoluna gitmektedirler. Bu sistem taşıma bedellerini ucuzlattığı için; bilhassa uzak mesafelerde kamyon taşımacılığı römork taşımacılığı ile rekabet edememektedir [21].

Yarı Römork, bir yarı römork çekici araca veya bir beşinci tekerli dingile (dolly) bağlanacak şekilde ve çekici araç ve çekici araç veya beşinci tekerli dingil üzerinde önemli bir düşey yük yükleyecek şekilde tasarlanmış ve imal edilmiş, kendinden tahrikli olmayan bir çekilen araç anlamındadır [22].

Yarı römorklar farklı teknik özelliklerde ve farklı tiplerde üretilirler. Taşınacak malzemenin cinsine ve konumuna göre, farklı tiplerde yarı römorklar imal

edilmektedir. En yaygın olarak kullanılan yarı römorklar; kuru yük tipi, van tipi, tanker, damper, lowbed olmak üzere beş ana grupta toplanır.

2.1 Yarı Römork Tipleri

Yarı römork bir kısmı motorlu taşıt veya araç üzerine oturan, taşıdığı yükün ve kendi ağırlığının bir kısmı motorlu araç tarafından taşınan römorktur. Yarı römorkları kendi aralarında genel olarak üç tipte sınıflandırabiliriz.

- Alçak tabanlı yarı römork (lowbed)
- Yarı alçak tabanlı yarı römork (semi lowbed)
- Düz tabanlı yarı römork [23].

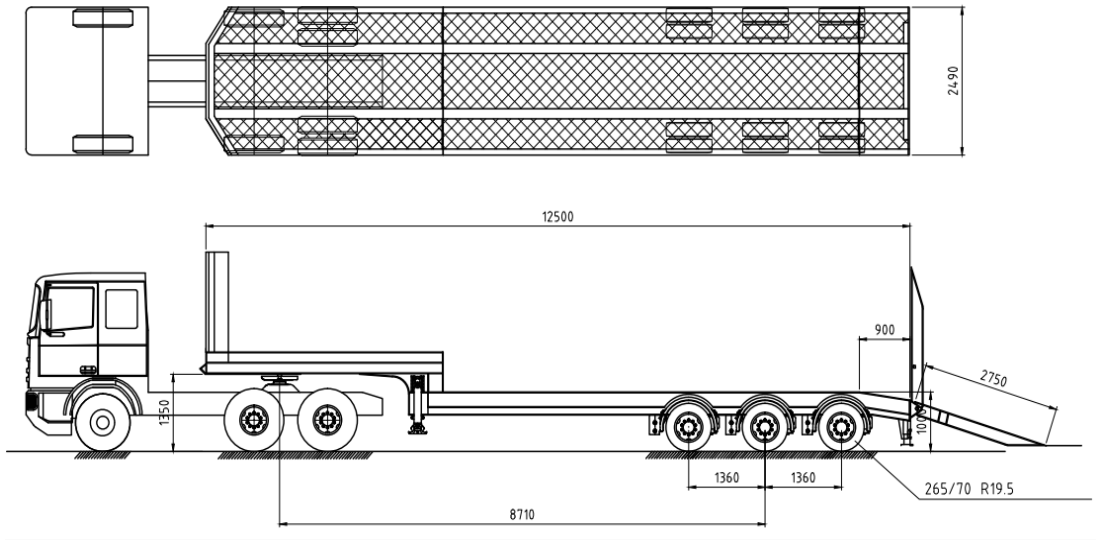
2.1.1 Lowbed

Lowbed, alçak zeminli yarı römorklardır. İş makineleri, taşıtlar ve bu gibi ağır taşıma gerektiren bir takım yüklerin taşınması amacıyla üretilen araçlardır. Özellikle taşıdıkları yükler şehirler arası yollara çıkması uygun olmayan bir takım özel iş makineleri, otomobil ve kamyonet gibi taşıtlardır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmiştir. Şasilerinin boyutları taşıdıkları yüklere göre farklılık gösterebilir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Şasi tozaltı veya gaz altı kaynağı ile imal edilir. Taban döşemesi faydalı platformlu 80 mm kalınlığında sert ağaçla kaplanmıştır. Yüklenecek iş makinesine göre ayarlanabilen 2 adet yükleme rampası vardır. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingillerin her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingillerdir. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise, Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılmaktadır [24]. Şekil 2.1' de lowbede ait resim ve şekil 2.2' de lowbed teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.1 Lowbed yarı römork [24]



Şekil 2.2 Lowbed yarı römork teknik resmi [24]

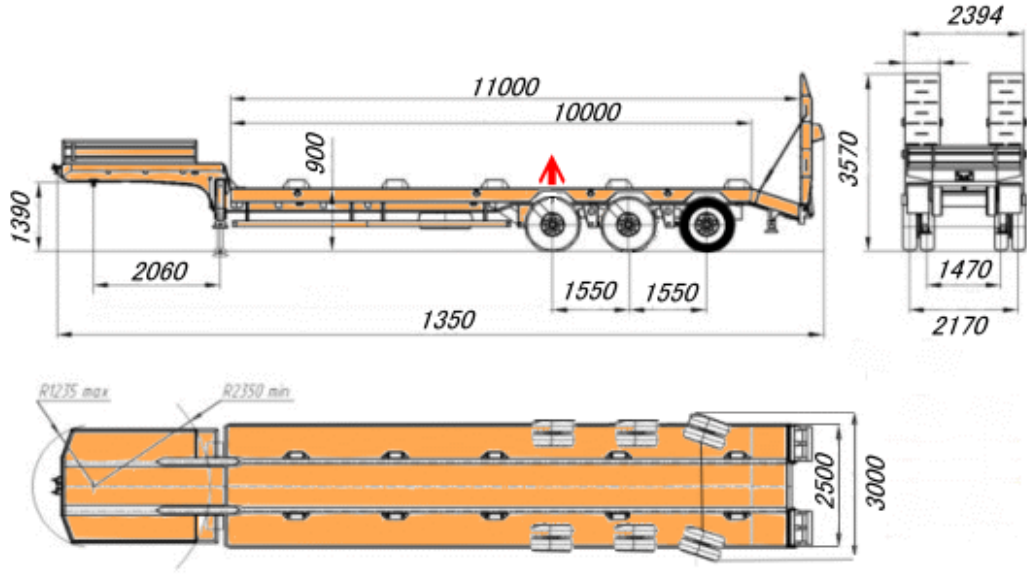
2.1.2 Semi Lowbed

Semi lowbed, yarı alçak zeminli yarı römorklardır. Semi lowbedler lowbed gibi; iş makineleri, taşıtlar ve bu gibi ağır taşıma gerektiren bir takım yüklerin taşınması amacıyla üretilmiş olan araçlardır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmiştir. Şasilerinin boyutları taşıdıkları yüklere göre farklılık gösterebilir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Şasi tozaltı veya gaz altı kaynağı ile imal edilir. Taban döşemesi faydalı platformlu 80 mm kalınlığında sert ağaçla kaplanmıştır. Yüklenecek iş makinesine göre ayarlanabilen 2 adet yükleme rampası vardır. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingillerin her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingillerdir. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise, Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılmaktadır. Şekil 2.3'de semi lowbede ait resim ve şekil 2.4'de semi lowbed teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2. 3 Semi lowbed [24]



Şekil 2. 4 Semi lowbed teknik resmi [24]

2.1.3 Düz Tabanlı Yarı Römorklar

Bu tip yarı römorklar; uluslararası ve şehirler arası yollarda çeşitli tiplerde yüklerin taşınması amacıyla üretilmektedirler. Düz tabanlı yarı römorklar; taşıdıkları yük tipine göre hazırlanan üst yapılarına göre, kuru yük tipi, kapalı kasalı, tanker ve damper kasalı olmak üzere dört ana sınıfta incelenecektir.

2.1.3.1 Kuru Yük Tipi Yarı Römork

Bu tip yarı römorklar kuru ve düzenli yüklerin taşınmasında kullanılmak amacıyla üretilmektedirler. Bu yarı römorklar da kendi arasında; platform tipi, jumbo tipi ve ful yarı römork tipi olmak üzere üç tipte üretilmektedirler.

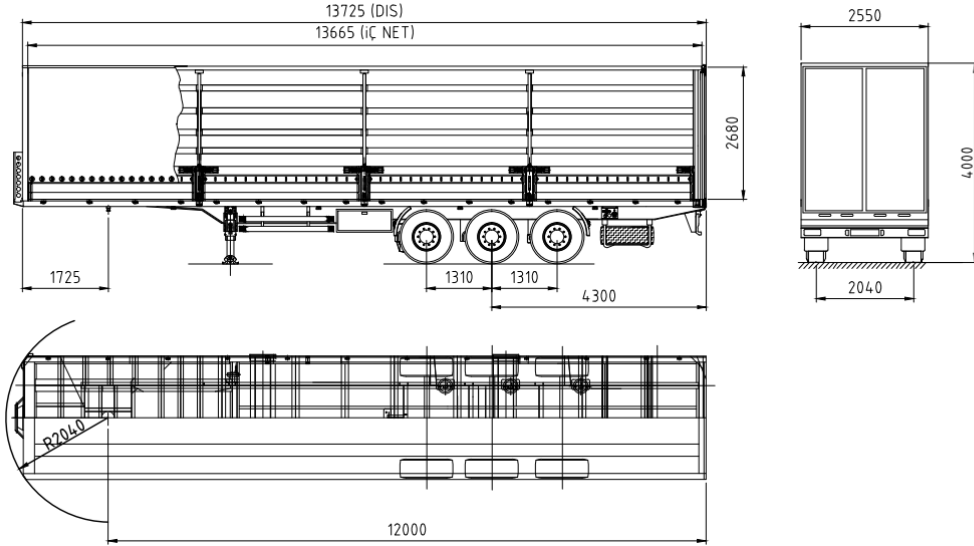
- **Platform Tipi Yarı Römork**

Bu tip yarı römorklar; parti veya koli şeklinde, kuru, dayanıklı yük taşımak amacıyla kullanılırlar. İç hacmi oldukça geniştir. Aracın tabanı fenol reçine kaplı özel taban kontraplak kaplaması ile kaplanmıştır. Yarı römorkun tente iskelet grubu her türlü iklim koşullarında dayanıklı, PVC esaslı ithal branda ile kaplanır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmiştir. Şasi; tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmiştir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler Avrupa Birliği (AB) Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingil olarak her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingiller kullanılmıştır. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. Lastik olarak ise; 385/65R/22,5 Lastik ve jant 6+1 adet kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılmaktadır [24]. Şekil 2.5' de kuru yük tipi yarı römorka ait resim ve şekil 2.6' da kuru yük tipi yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.5 Kuru yük tipi yarı römork [24]



Şekil 2.6 Kuru yük tipi yarı römork teknik resmi [24]

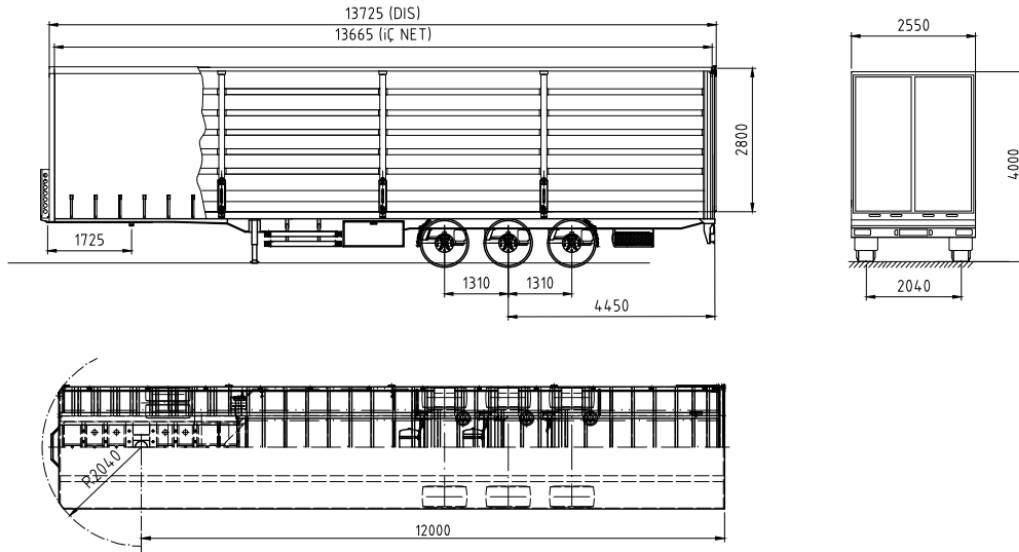
- **Jumbo Tipi Yarı Römork**

Bu tip yarı römorklar; parti veya koli şeklinde, kuru, dayanıklı yük taşımak amacıyla kullanılırlar. Taşınan malzemelere örnek olarak; her türlü sandıklanmış elektronik eşya, beyaz eşya, kumaş, kağıt gibi ürünleri örnek olarak verebilebilir. Araç iç hacmini arttırmak amacıyla, şasi kademeli olarak yapılmaktadır ve platform tipi yarı römorklara göre daha büyüktür. Aracın tabanı fenol reçine kaplı özel taban kontraplak kaplaması ile kaplanmıştır. Yarı römorkun tente iskelet grubu her türlü iklim koşullarında dayanıklı, PVC esaslı ithal branda ile kaplanmaktadır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilerek tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmektedir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler, AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingil olarak her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingiller kullanılmaktadır. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır King-pin olarak Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılır [24]. Şekil 2.7'de jumbo tipi yarı römorka ait resim ve şekil 2.8'de jumbo tipi yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.7 Jumbo tipi yarı römork [24]



Şekil 2.8 Jumbo tipi yarı römork teknik resmi [24]

- **Kuru Yük Tipi Ful Yarı Römork**

Bu tip yarı römorklar; kamyon üzerine imal edilen, yarı römork benzeri daha küçük ebatlı römork şasisi üzerine tente iskeleti koyularak oluşturulurlar. Ful yarı römorklara Karayolları Tüzükleri'nin müsaade ettiği uzunluk daha fazla olduğu için daha fazla yük taşımak için kamyonlar değerlendirilmektedir. Bu tipteki yarı römorklarda; kuru dayanıklı parti ya da koli şeklinde yük taşımaya elverişlidirler.

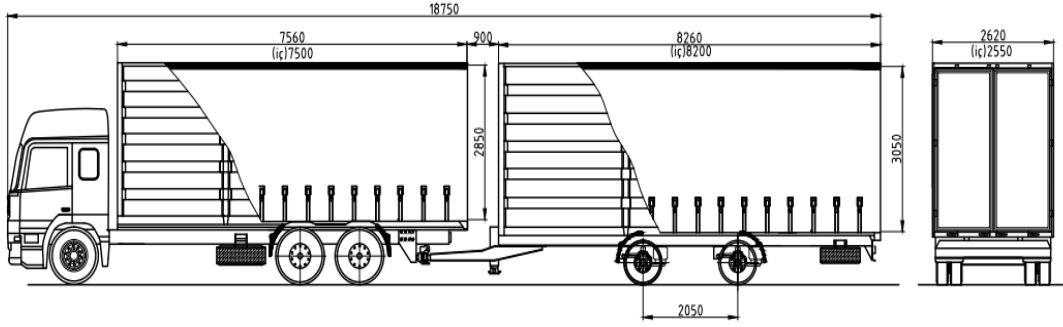
Kamyon kasası iç hacmi ile römork iç hacmi birleştiğinde oldukça büyük bir taşıma hacmi oluşmaktadır.

Ful yarı römorktaki kamyon ile römork arasındaki bağlantı, kamyon şasisine bağlanan kurt ağız ile römork şasisine bağlanan çeki oku vasıtasıyla olur. Römork 2 dingilli ve (8+1) tekerleklidir. Aracın tabanı, fenol reçine kaplı özel taban kontraplak kaplaması ile kaplanmıştır. Yarı römorkun tente iskelet grubu, her türlü iklim koşullarında dayanıklı, PVC esaslı ithal branda ile kaplanır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilerek tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmektedir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingiller her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingillerdir. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. Mekanik ayaklar ise; 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise; Avrupa standartlarına uygun 2", yataklı king-pin kullanılmaktadır [24]. Şekil 2.9'da kuru yük tipi full yarı römorka ait resim ve şekil 2.10'da kuru yük tipi full yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.9 Kuru yük tipi full yarı römork [24]



Şekil 2.10 Kuru yük tipi ful yarı römork teknik resmi [24]

2.1.3.2 Kapalı Kasalı (Van Tipi) Yarı Römork

Bu tür yarı römorklar paketlenmiş tekstil, kuru gıda ve bozulabilen gıdalar taşıyabilmek amacıyla üretilmektedirler. Bunlarda kendi arasında; Frigofirik kasalı ve kapalı kasalı olmak üzere iki tipte incelenecektir.

- **Frigofirik Kasalı Yarı Römork**

Bu tür yarı römorklar, paketlenmiş taze bozulabilir gıda (et, yumurta, balık vb.) her türlü dayanıksız yük taşımak amacıyla üretilirler. Taşınan yükler kasalarda, veya kolilerde paketlenmektedir. Frigofirik yarı römorklarda taşınan yükün bozulmaması için, yük özelliğine uygun olarak soğutucu yardımıyla soğutma yapılmaktadır. Soğutucular elektrikli veya mazotlu olarak kullanılabilir.

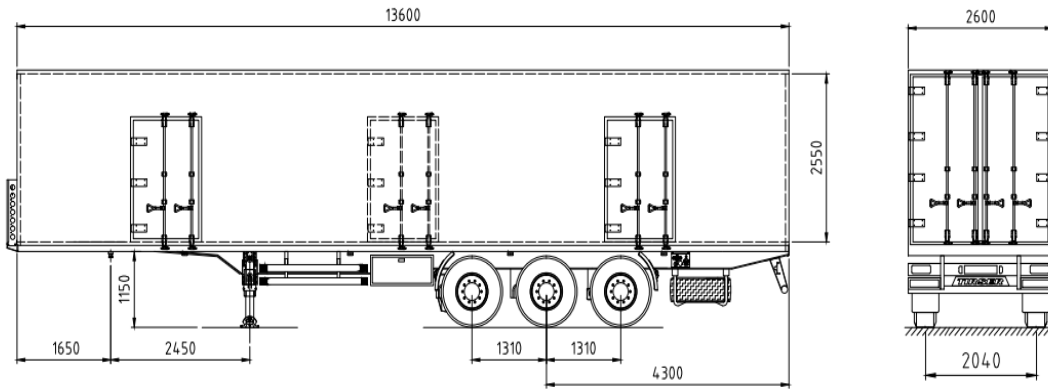
Yan duvarlarda da; ısı geçişini engellemesi amacıyla poliüretan panellerle izole edilmiş, dışardan ve içerden alüminyum panellerle 57 mm kalınlığında sandviç hale getirilerek kullanılmaktadır. Tavan kaplamasında da aynı şekilde hem tavan mukavemetini sağlayacak alüminyum kroslarla takviye edilmiş, hem de ısı geçişini engellemek amacıyla 85 mm kalınlığında poliüretan panellerle izole edilmiştir. Aynı işlem tabanda da yapılmıştır. Mono blok şasi üzerine oturtulan taban poliüretan malzeme ile ısı köprüsü oluşturulmuş, yükün kaymaması için tabana 4-5 mm kalınlığında baklavalı alüminyum veya 30 mm kalınlığındaki oluklu alüminyum döşenmektedir. Bu şekilde araçlar, uluslararası standartların istediği sertifikaları alırlar. Arka kapılarda da benzer konstrüksiyon vardır. Kapılar kapandığı zaman ısı

kaçmaması için; hem dışta gri PVC, hem de içte siyah lastik conta vardır. Bu malzemeler, kapılarda perçin ve alüminyum çıtalar ile monte edilirler [5].

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmekte ve tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmektedir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingillerin her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingillerdir. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. Lastik olarak 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılır [24]. Şekil 2.11'de frigofirik kasalı yarı römorka ait resim ve şekil 2.12'de frigofirik kasalı yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.11 Frigofirik kasalı yarı römork [24]



Şekil 2.12 Frigofirik kasalı yarı römork teknik resmi [24]

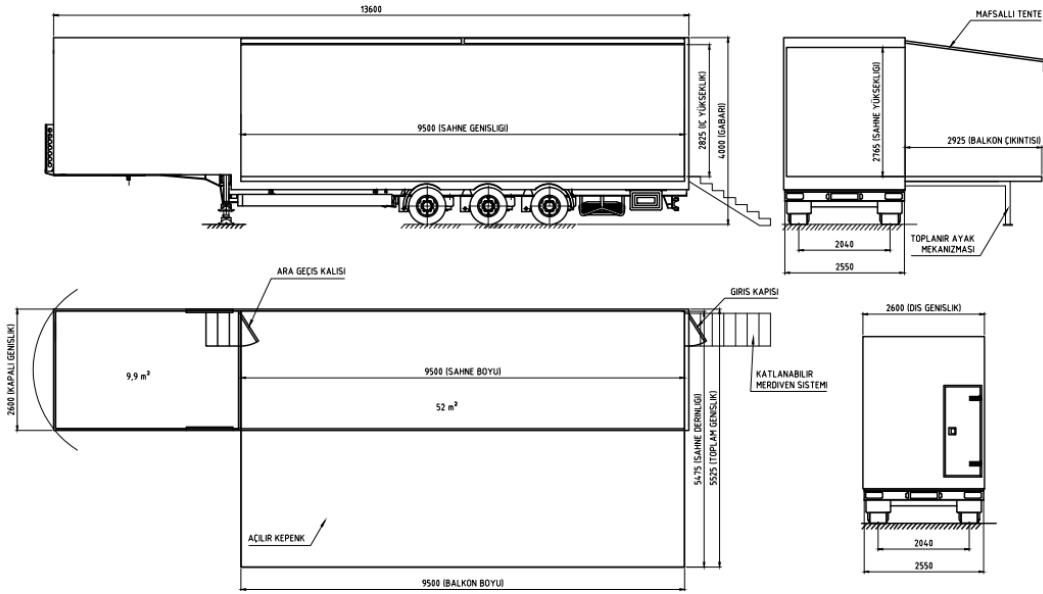
- **Kapalı Kasalı Yarı Römork**

Bu tür yarı römorklar; kuru kolili dayanıklı yüklerin taşınması amacıyla olduğu gibi gezici sahne aracı, mutfak aracı, gösteri aracı, hastane aracı, aşevi aracı, yemek dağıtım aracı, mağaza aracı olarak da çok farklı amaçlar için de imal edilirler. Taşınan malzemelere örnek olarak; sandıklanmış her türlü malzeme, kumaş topları, özel iç tertibat yapılarak askılı elbise taşıma, beyaz eşya v.b. ürünleri sayabiliriz.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 saçtan "I" kesitli imal edilerek ve tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmektedir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingil olarak her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingiller kullanılmaktadır. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. Avrupa standartlarına uygun 2", yataklı king-pin kullanılır [24]. Şekil 2.13'de kapalı kasalı yarı römorka ait resim ve şekil 2.14'de kapalı kasalı yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.13 Kapalı kasalı yarı römorklar [24, 5]



Şekil 2.14 Sahne amaçlı kullanılan kapalı kasalı yarı römork teknik çizimi [24]

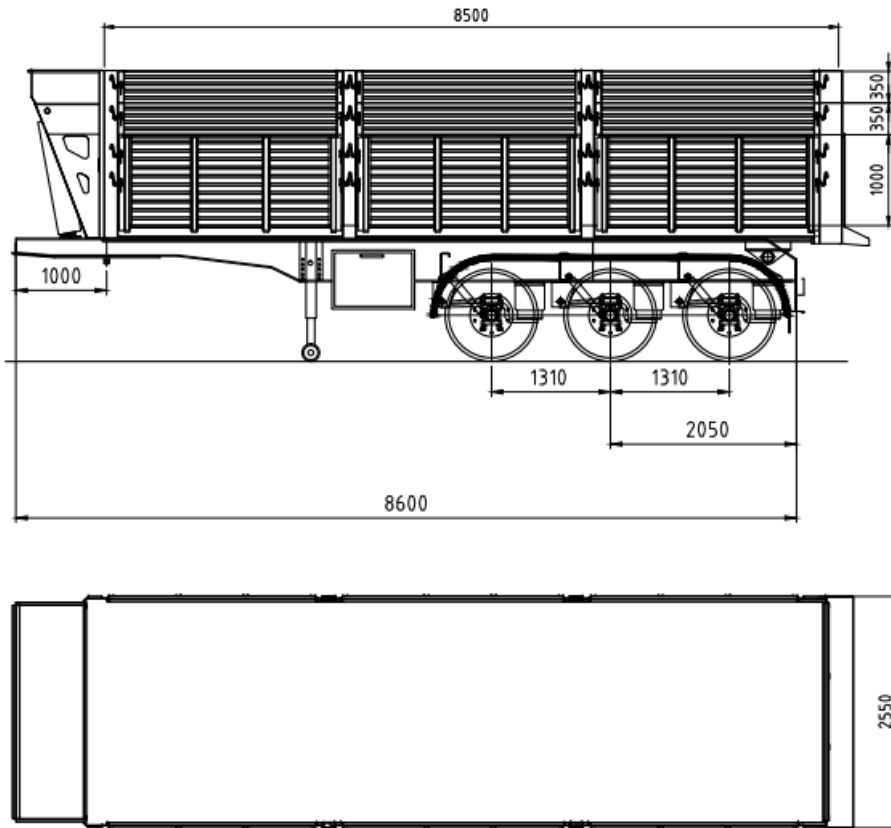
2.1.3.3 Damper Şasi Yarı Römork

Damper yarı römorklar; granül, kaya, kum, kömür v.b. maddeleri taşımak amacıyla üretilen araçlardır. Özellikle taşıdıkları malzemeleri; maden ocakları, kum ocakları gibi yolları uygun olmayan ortamlardan alırlar. Damper yarı römorkların kapasitesi 14 m³'den 40 m³' e kadar değişebilir. Mekanik süspansiyonludurlar.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmektedir. İmalatı tozaltı veya gazaltı kaynağı ile yapılmaktadır. İki veya üç dingilli üretilebilirler. Damperin ön duvarına yerleştirilen teleskop silindir vasıtasıyla araç kaldırılarak boşaltma işlemi yapar. Malzemenin kolay boşaltılabilmesi ve aracın içine yapışarak aracın dengesini bozmaması için küvet tipi yapılmaktadır. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemettir. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Her biri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingil mevcuttur. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 6+1 adet 385/65R/22,5 lastik ve jant kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise Avrupa standartlarına uygun 2", yataklı king-pin kullanılmaktadır [24]. Şekil 2.15'de damper kasalı yarı römorka ait resim ve şekil 2.16'da damper kasa yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.15 Damper şasi yarı römork [24]



Şekil 2.16 Damper şasi yarı römork teknik resmi [24]

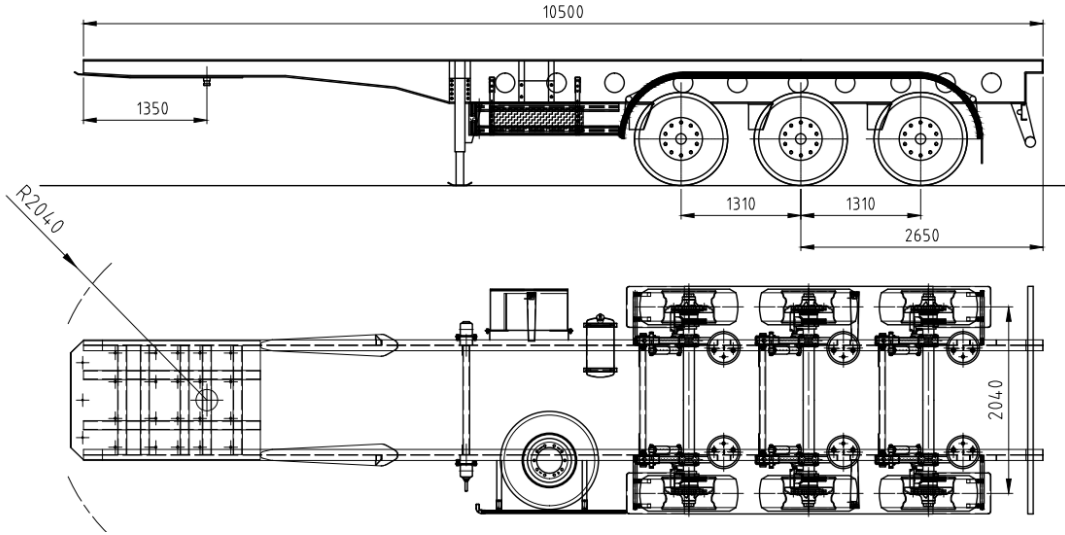
2.1.3.4 Tanker Şasi Yarı Römork

Tanker yarı römorklar; sıvı akışkan ve granül madde taşımak için imal edilen araçlardır. Özellikle taşıdığı malzemeler mazot, fuel-oil, su, yağ, süt, buğday, granül toz gibi maddelerdir. Granül toz, buğday taşımak için bazı ilave konstrüksiyonlar yapmak gerekir. Aracın yol emniyetini arttıran iki veya üç dalgakıran yapılmaktadır.

Şasi yüksek mukavemetli St52-3 sacdan "I" kesitli imal edilmiştir ve tozaltı veya gazaltı kaynağı uygulamasıyla birleştirilmiştir. Her türlü zemin koşullarında tam yük altında taşıma yapmaya mukavemetlidir. Frenler AB Standartlarına uygun ABS-EBS 45/2M, otomatik yük ayar valfli, havalı fren sistemidir. Dingil olarak herbiri 9 ton taşıma kapasiteli, kampanalı 3 adet, hava süspansiyonlu dingil kullanılmaktadır. Opsiyonel olarak disk fren ve ithal (BPW-SAF) dingil kullanılmaktadır. 385/65R/22,5 Lastik ve jant 6+1 adet kullanılmaktadır. 24 ton taşıma kapasiteli, çift hızlı mekanik ayak kullanılmaktadır. King-pin olarak ise, Avrupa standartlarına uygun 2" yataklı king-pin kullanılır [24]. Şekil 2.17'de tanker yarı römorka ait resim ve şekil 2.18'de tanker yarı römork teknik resmi görülmektedir.



Şekil 2.17 Tanker yarı römork [24]



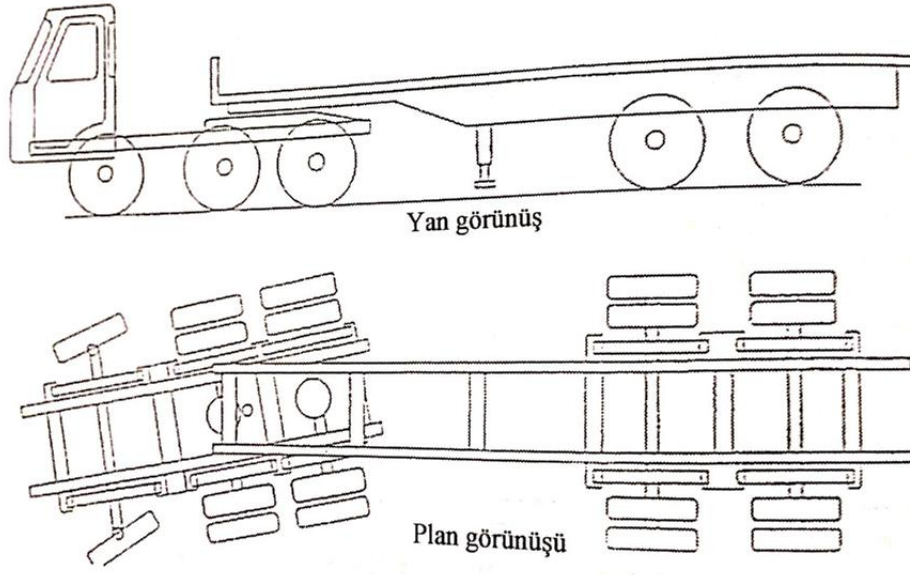
Şekil 2.18 Tanker yarı römorkun teknik resmi [24]

2.2 Yarı Römorkların Çekici ile Birleştirilmesi

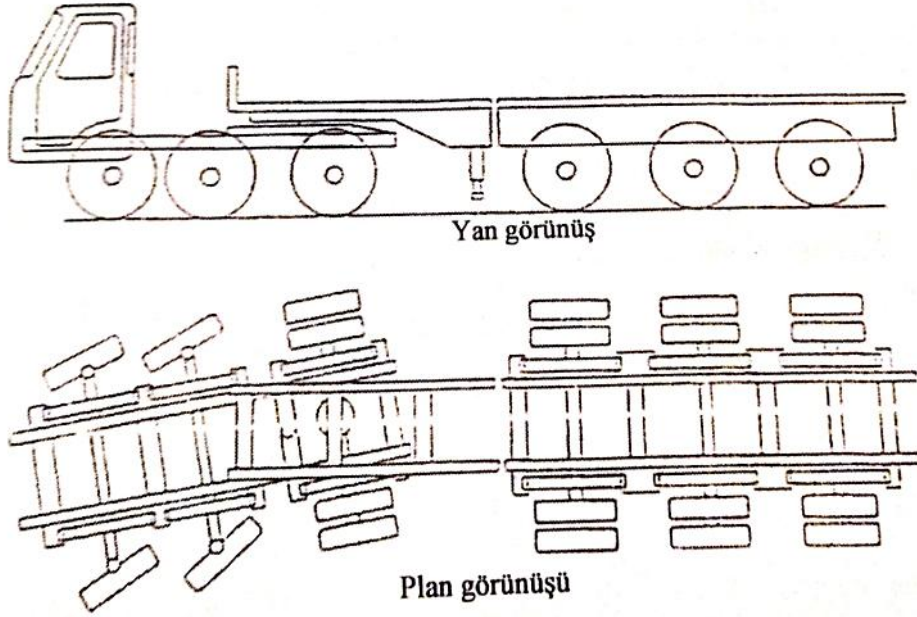
Yarı römorkları ve römorkları çekmek için imal edilmiş olan ve yük taşımayan araçlara çekici denir. Kasası eklenen araçlar bir çekici ünitesi içerirler. Bu geçici olarak ara güç sağlar ve yarı römork yükü taşır.

Çekici ünitesi bir sabit şasiye sahiptir ve iki ya da üç aksa sahip olabilir. Ön aks direksiyonla idare edilen yol tekerleklerini destekler ve arka aks tahrik içindir. Orta aks ikinci bir tahrik aksı da olabilir. Ya da ikinci aks çift dümenle idareyi sağlar.

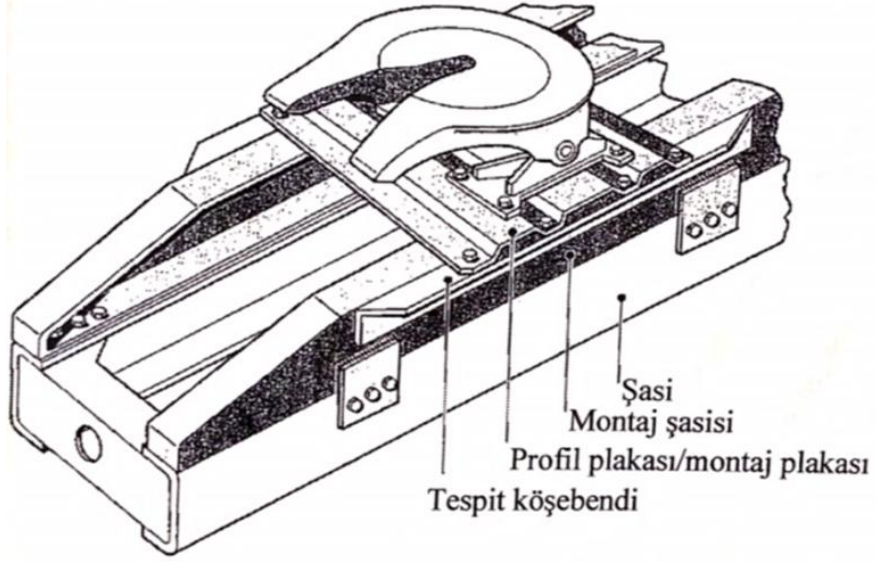
Yarı römork bir uzun sabit şasi ile tek bir dingile ya da ardarda sıralanmış üçlü dingil grubuna arka uçta sahiptir. Bu durumda yükün çoğunluğunu destekler. Römork şasinin ön ucu çekici şasinin arkası ile desteklenir. Beşinci tekerleğin miline bağlantı mili ile ilgili firdöndü serbesttir. Bütün römorkların akslarının tahrik edilmeyen akslar olduğu gözlemlenebilir. Şekil 2.19'da üç dingilli bir çekiciyle bağlantılı iki dingilli bir yarı römorkun ve şekil 2.20'de üç dingilli bir çekiciyle tekerlek bağlantılı üç dingilli bir yarı römorkun teknik resimleri görülmektedir. Şekil 2.21'de ise yarı römork şasisi ile çekicinin birleştiği birleşik teker montaj resmi görülmektedir [23].



Şekil 2.19 Üç dingilli bir çekiciyle bağlantılı iki dingilli yarı römorkun teknik resmi



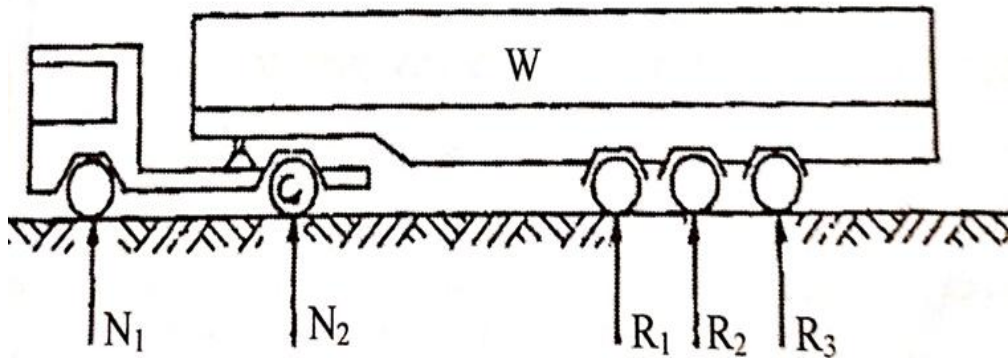
Şekil 2.20 Üç dingilli bir çekiciyle tekerlek bağlantılı üç dingilli bir yarı römorkun teknik resmi



Şekil 2.21 Yarı römork ve çekiciyi birleştiren birleşik teker montaj resmi

2.2.1 Yarı Römork ve Çekici Dingilleri Arasındaki Yük Dengesi

Yarı römorkların taşımış olduğu yük çekiciye ve yarı römorkta ait dingiller arasında paylaşılır. Şekil 2.22’de iki dingilli ve tek itici akslı çekici bir araca üç dingilli bir römork bağlanmıştır. Çekici aracın arka dingili itici akslı olup römorkta dingil yük dengesi üç dingilli grupla bağlanmaktadır. Hareket anında ortaya çıkan yan kuvvetlerden dolayı, römorkün son arka dingili kendi kendine harekete geçerek döner.



Şekil 2.22 Tek diferansiyelli çekici ile üç dingilli yarı römorktan oluşan araç

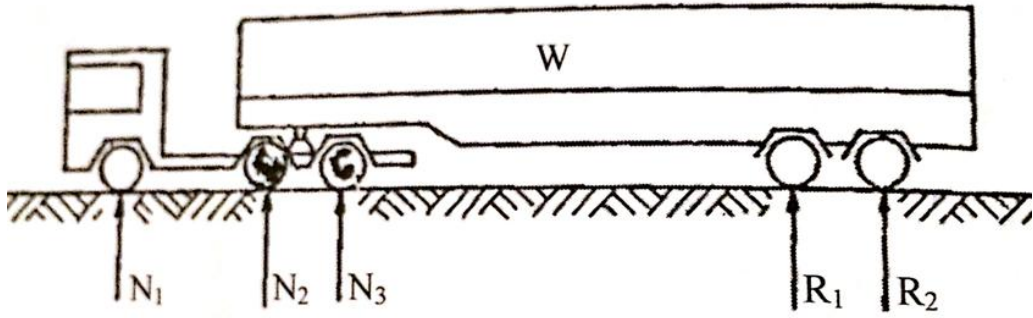
Çekici ve bağlanan araçta dingillere gelen yük miktarı

$$N_1 = 0,157W$$

$$N_2 = 0,263W_1$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,20W$$

Yarı römork karayolu taşımacılık araçlarının ikinci bir yapım biçimi; şekil 2.23’de görüldüğü üzere iki itici aksı bulunan üç dingilli bir çekicinin iki dingilli bir römorkla bağlanmıştır ve römorkun çift dingil grubu daha yakındır. Geçerli aks yüklerinin toplamı geçerli genel ağırlık kuvvetinden daha büyük olabilir. Bundan yararlanılarak yükün ağırlık merkezi kaydırılabilir. Buna karşılık hesaplar için de yük merkezinin yük yayılma alanının ortasına düşmesi gerekir.



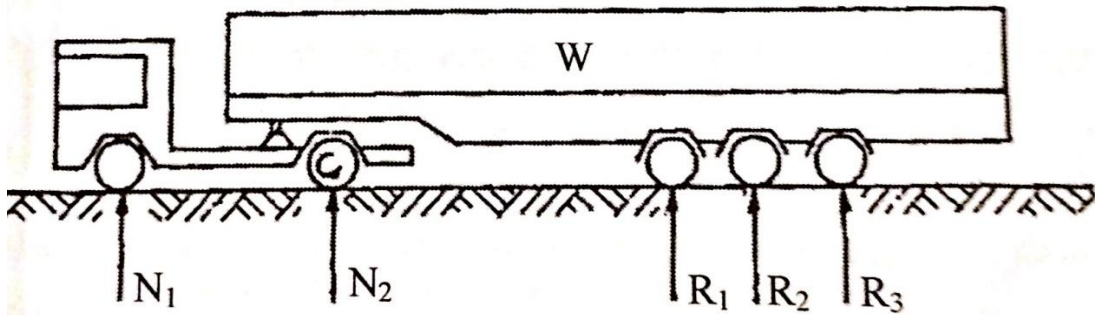
Şekil 2.23 İki itici aksa sahip üç dingilli çekici ile iki dingilli yarı römorktan oluşan araç

$$N_1 = 0,143W$$

$$N_2 = 0,19W = N_3$$

$$R_1 = R_2 = 0,238W$$

Yarı römork karayolu yük taşıma aracının üçüncü bir yapımında şekil 2.24’de görüldüğü gibi yalnızca biri itici aks olan üç dingilli bir çekici ve iki dingilli bir römork bulunmaktadır. Bunda da geçerli dingil yüklerinin toplamı geçerli genel ağırlık kuvvetlerinin toplamını geçebilir [23].



Şekil 2.24 Bir itici aksa sahip üç dingilli çekici ile iki dingilli yarı römorktan oluşan araç

$$N_1 = N_3 = 0,143W$$

$$N_2 = 0,238W$$

$$R_1 = R_2 = 0,238W$$

2.3 Yarı Römorku Oluşturan Parçalar

Şasi, tente iskeleti, süspansiyon ve dingil, fren ve elektrik sistemleri de yarı römorku oluşturan parçalarıdır. Şasi iskeleti yarı römorkun ana parçasıdır ve detaylı olarak incelenecektir. Bütün diğer montaj gruplarını oluşturan parçalar, şasi üzerinde toplanırlar. Genel olarak otomotiv sanayinde kullanılan şasilerin çoğu değişiktir. Yarı römorklarda farklı tipte şasiler olmasına rağmen; en yaygın olanlarında “T” tipi kros şasiler ana giriş olarak kullanılırlar.

Tente iskeleti, aracın gövde kısmını oluşturur. Şasi üzerine takılan tente iskeleti, aracı yük taşımaya elverişli konuma getirir. Aracın içine yükün kısa bir sürede ve kolayca sökülüp takılabilen emniyetli bir sistemle teçhiz edilmesi gerekir. Bu nedenle tente iskeleti sabit veya sökülebilir olarak dizayn edilen dikmeler ile alüminyum, ahşap şekillendirilmiş saçlardan yapılan yan kapaklardan oluşur. Yüksekliği 600mm. ile 800 mm arasında değişen, yan kapakların üst boşluğunda ise; dikmeler arasındaki yükün kaymaması için alüminyum veya ahşap malzemeden tente altı uzatması kullanılır. Dikme kapaklar ve çatının üstü, yükün dış hava koşullarından etkilenmemesi için branda ile kaplanır.

Süspansiyon ve dingil grubu, aracın taşıyacağı yüke uygun olarak tek, çift veya üç dingilli olarak dizayn edilirler. Aracın yola en yakın temas halindeki kısımlarını oluştururlar. Dingillerde araç boş halde iken, lastik aşınması olmaması için ön dingilde kaldırma sistemi kullanılır ve yuvarlak veya kare kesitlidirler.

Süspansiyon sistemleri; yaylı ve hava yastıklı olmak üzere iki tiptedir. Son yıllarda hava yastıklı sistemler yük dengeleyici valflerin devreye girmesi ile hava yastığındaki hava miktarını sabit tutarak, yük taşıyan araçların yola paralel ve sarsıntısız gitmesini sağlar.

Hava yastıklı süspansiyon sistemleri, birbirinden bağımsız olarak çalışan sistemlerdir. Sistemi araç altına tek olarak bağlayabildiğimiz gibi; ikili olarak da

bağlayarak iki akslı süspansiyon sistemi (tandem), üçüncü aks ilave edilerek üç akslı süspansiyon sistemi (tridem) elde edilir. Bu sistemin en önemli özelliği, hava yastıklarının birbirinden bağımsız hareket etmesidir. Dingillerden herhangi biri bir kitlenin üzerine geldiğinde, diğer dingillerden bağımsız olarak farklı yüksekliklere çıkabilir.

İSO standartlarına uygun otomatik yük ayar valfi ve devre filtrelili biri işlem hatlı, diğeri emniyet hatlı havalı fren hatları döşenmiştir. Kullanılan elektrik sistemi lamba ve reflektörleri gerekli aydınlatmayı sağlarlar [5,25].

2.3.1 Şasi

Bütün taşıtlar, öncelikle kendi ağırlıklarını ve üzerlerine yüklenen yükleri taşıyan bir gövdeye sahiptirler. Kullanım amaçlarına göre taşıtların gövdeleri farklı farklı tasarlanır. Ancak; genel olarak iki ana kısımdan oluşurlar. Bunlar şasi ve karoseridir. Şasi çerçevesi, taşıtın ana taşıyıcılık görevini yerine getiren parçasıdır. Karoser ise; taşıta şekil veren, bir takım fonksiyonlarını yerine getirmesi için ana hacim sağlayan kısımdır. Ağır kamyonlar ve yük taşıyan taşıtlar şasilidir. Ve şasinin üzerinde yük taşımaya sağlayan kasa ile sürücü kabini vardır. Eski dönemlerde, binek otomobiller şasili üretilirdi. Ancak son dönemlerde; artık takviye edilmiş karoseri ile yekpare gövde halinde yapılmaktadır. Kendi kendini taşıyan karoseri, tabanı kuvvetlendirilmiş bir yapıdadır. Saç gövde gerekli takviyelerle ve şekil mukavemeti yardımıyla dayanıklı hale getirilmektedir [5].

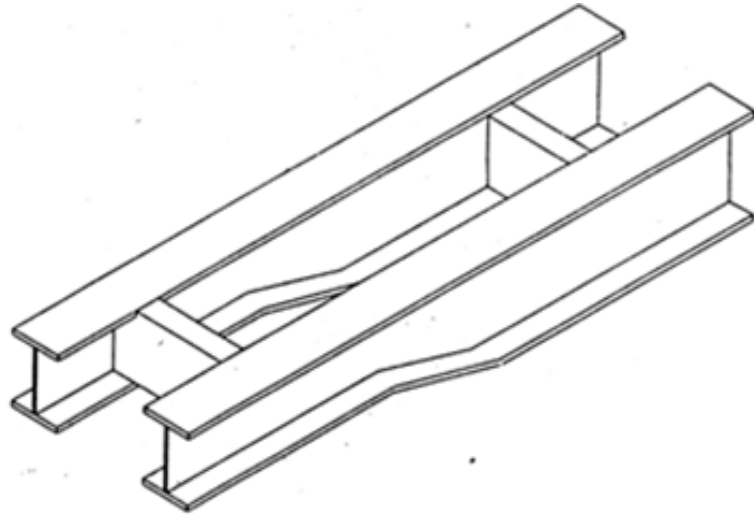
2.3.2 Yarı Römorklarda Kullanılan Şasiler

Taşıtlarda en yaygın kullanılan şasi tipleri; dikdörtgen şasi, trapez şasi, X şasi, çatal şasi, platform şasi, ana giriş şasi ve kademeli şasidir. Dikdörtgen ve trapez şasiler kamyon ve otobüslerde, x şasi, çatal şasi, platform şasi otomobillerde, ana giriş şasi ve kademeli şasi ise yarı römorklarda kullanılmaktadır.

- **Ana Kiriş Şasi**

Ana şasi I kros tipi olup, genellikle yarı römork uygulamalarında kullanılır. Bu tip şasilerde yüksek mukavemet değerleri gerekir. Bu nedenle; bu yükleri kaldıracak özellikte profil ebadını çekmek için çok büyük makinelere ihtiyaç olması ve ayrıca da çok seri kullanılmaması sebebiyle, bu şasi krosları genellikle özel imalat olarak yapılırlar.

Üst ve alt parçalar, düz ve kalın lamalardan meydana gelir. Krosun yüksekliği ise; atalet momentini yüksek tutmak için ince ancak ebadı yüksek tutulmuş saçtan kesilerek tozaltı veya gazaltı kaynak makinesinde kaynak yapılarak birleştirilir. Burada uygulanacak kaynak tekniği çok önemlidir. İnce kiriş saçların birbirine bağlantısında 2 mm kaynak boşluğu bırakılarak, kaynağın bu bölgeye iyice nüfuz etmesi sağlanır. Bu tip şasilerde çekicinin bağlanacağı king pin bölgesi, çekici beşinci teker yüksekliği her zaman süspansiyon bölgesi yüksekliğinden fazla olacağından ,bu bölgede bir kademe yapılarak inceltilir. Şekil 2.25’de ana kiriş şasi görülmektedir [26].

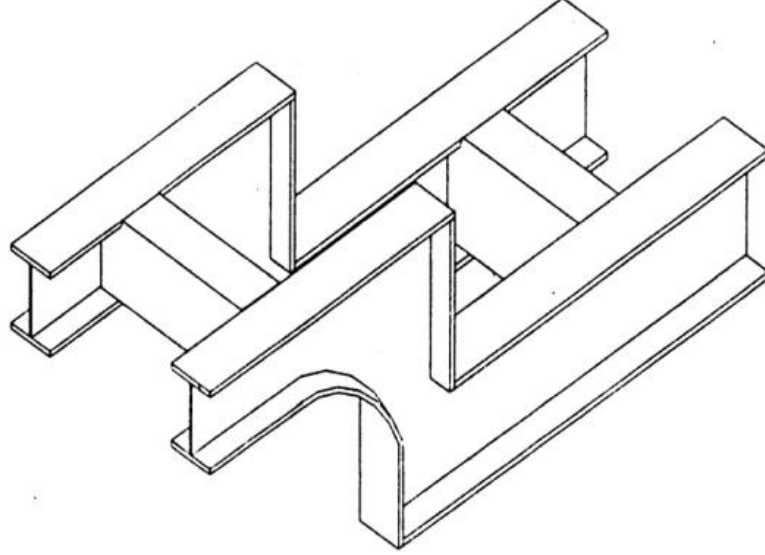


Şekil 2.25 Ana kiriş şasi [26]

- **Kademeli Şasi**

Genellikle küçük ebatlı lastik ve aksların altına yerleştirilen bu şasi, treylerin iç hacmini arttırmak amacıyla kullanılır. Ana kiriş şaside olduğu gibi burada kullanılan kros tipi I tipidir. İstenirse C tipi krosda kullanılabilir.

Burada en önemli özellik kuğu boynu denilen, ön ve arka grup şasilerin birleştiği bölgedeki gerilmeyi karşılayacak mukavemette bir bölgenin oluşturulmasıdır. Bu çalışmada incelenen lowbed şasisi; ana kiriş şasi ve kademeli şasi parçalarından oluşturulmuştur. Şekil 2.26’da kademeli şasi gösterilmektedir.



Şekil 2.26 Kademeli şasi [26]

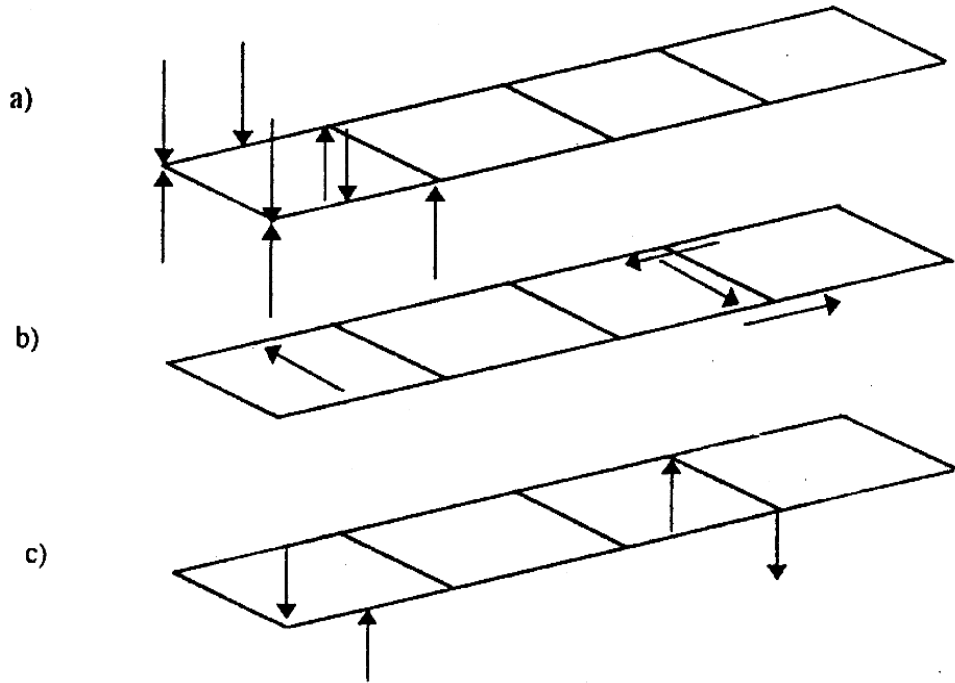
2.3.3 Şasinin Çalışma Şartları

Araç şasisi yapısının ve dizaynının bilincinde olmak, şasinin çalışma ortamını anlamak için önemli ölçüde gereklidir. Çalışma koşulları bilinirse, şasi parçalarının kesit şekilleri farklı değerlendirilen karşılaştırmayla yapılır.

Araç şasisi dizaynının bilincine varılması öncelikle çalışma koşulları türünün incelenmesini gerekli kılar. Bu koşullar araç şasisinin karşılaşmasının muhtemel bulunduğu koşullardır. Şasiye etki eden yükler, araç tiplerine göre değişir. Ancak genel anlamda şasiler iki tip yüklemeye maruz kalırlar ve bunlar statik yükler ve dinamik yüklerdir.

Özellikle süspansiyon sistemlerinin yer aldığı noktalarda, bozuk yol koşulları ve kötü operasyonlar sonucu sınır şartlarını zorlayan deplasmanları oluşturan yüklerin saptanması, modern şasi dizaynının vazgeçilmez bir evresidir.

Yük taşıtlarına ait şasiler, merdiven tip yapıya sahiptirler. Bu nedenle motor ve aktarma organları, kasa ve kabinin montajı gayet kolay olmaktadır. Kamyon şasileriyle yarı römork şasileri birbirlerinden farklıdır. Yarı römork şasilerinde çok sayıda hafif enine kiriş yer almaktadır. Yarı römorklarda ağır boyuna kirişler, arka aks üzerinde ve römorkun bağlandığı pilot bölgesine sıkıca tutturulmuştur. Ve yarı römork şasisinin yapımında; I kesitli profiller kullanılır. Şekil 2.27 genel anlamda şasiye etkiyen en önemli yüklerin sembolik olarak çizimidir [27].



Şekil 2.27 Şasiye etkiyen ana yükler [27]

Taşıta etkiyen kuvvetlerin büyüklüğü önemlidir. Ancak bu yüklerin tekrarı da en az o kadar önemlidir. Çünkü kuvvetlerin periyodunu değiştirerek ve değişim sayısını arttırarak, şasi malzemesi statik olarak hesaplanan sınırların çok daha altındaki kuvvet ve gerilim değerleri ile hasar görebilir. Statik kuvvetler, sabit kuvvetlerle aracın ömrü boyunca en fazla 5×10^3 defa tekrarlanan kuvvetlerdir. Statik kuvvetleri kendi arasında genel olarak şöyle sıralandırabiliriz.

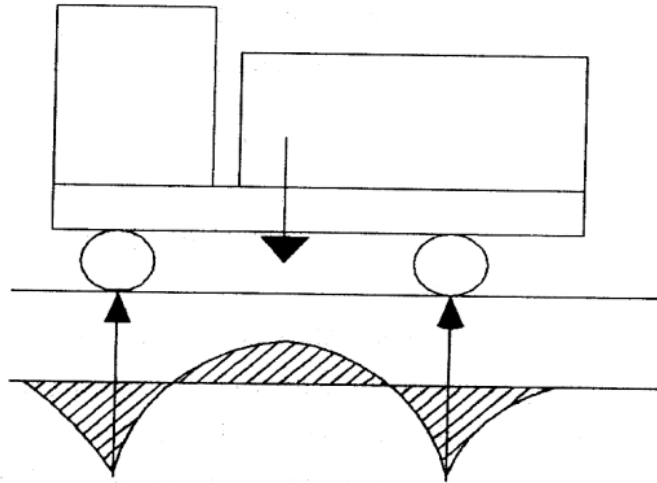
- Taşıtın kendi öz ağırlığı ve taşıdığı yükü
- Fren ve kalkış kuvvetleri
- Viraj kuvvetleri
- Burulma kuvvetleri
- Çekici ile römork arası bindirme kuvvetleri

Tekrarlı dinamik kuvvetler ise; yol pürüzlüğü, lastik çevresinin düzgünlüğü gibi sebeplerden dolayı ortaya çıkarlar. Bu kuvvetler aracın ömrü boyunca $2- 5 \times 10^6$ dan başlayan sayılarda tekrarlanan kuvvetlerdir. Bütün bu kuvvetler taşıt gövdesini ve şasini dört ana şekilde zorlarlar.

- Boyuna düşey eğilmeye zorlanma
- Enine düşey eğilmeye zorlanma
- Yatay eğilmeye zorlanma
- Burulmaya zorlanma

2.3.3.1 Boyuna Düşey Eğilmeye Zorlayan Yükler

Taşıtlar kendi ağırlıkları ve taşıdıkları yükler, yokuşta hareket halindeyken eğimden dolayı oluşan yük transferi, Kalkış ve fren sırasında doğan kuvvetler ve de ayrıca münferit bir takım yükler nedeniyle; boyuna düşey eğilmeye zorlanır. Bu durumda şasiyi basit bir kiriş konumunda kabul edersek; kirişin üzerine boyuna konumda yerleştirilen münferit kuvvetlerin ve yayılı yüklerin uygulanması ile mukavemet hesapları yapılabilir. Şekil. 2.28'de şasiye etkiyen boyuna düşey eğilmeler görülmektedir.

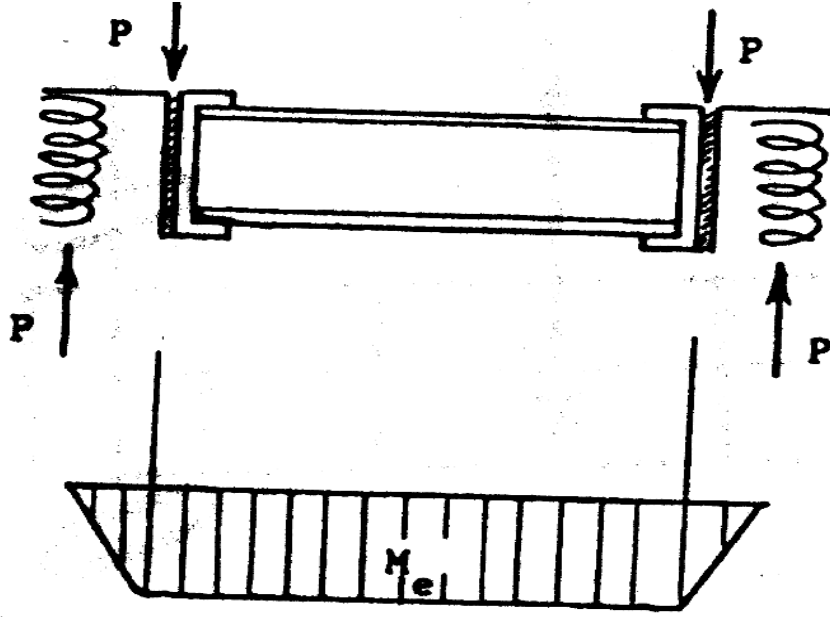


Şekil 2.28 Boyuna düşey eğilme [27]

2.3.3.2 Enine Düşey Eğilmeye Zorlayan Yükler

Bu tip zorlanmada ise; enine kiriş olarak ifade edilen traverslerin eğilmesi söz konusudur. Traversler iki boyuna kirişi birbirine bağlarlar. Taşıt üzerindeki yaylı yükler traversleri kendi eksenleri boyunca eğmeye çalışırlar.

Eğer enine düşey eğilmeye sebep olan kuvvetler; traversler üzerine rastlıyorsa eğilme mukavemeti hesabı da kolay olacaktır. Eğer örneğin; dingil bağlantı noktaları travers üzerine denk geldiyse, o zaman kirişlerde burulma gerilmeleri ortaya çıkacaktır. Ve bu durumda travers bağlantı bölgelerinde, yüksek çarpılma momenti ve gerilmesi oluşacaktır. Bu sebeple dingil bağlantı noktalarını, travers ile takviye etmek uygun olacaktır. Şekil. 2.29'da şasiye etkileyen enine düşey eğilmeye zorlayan kuvvetler görülmektedir .

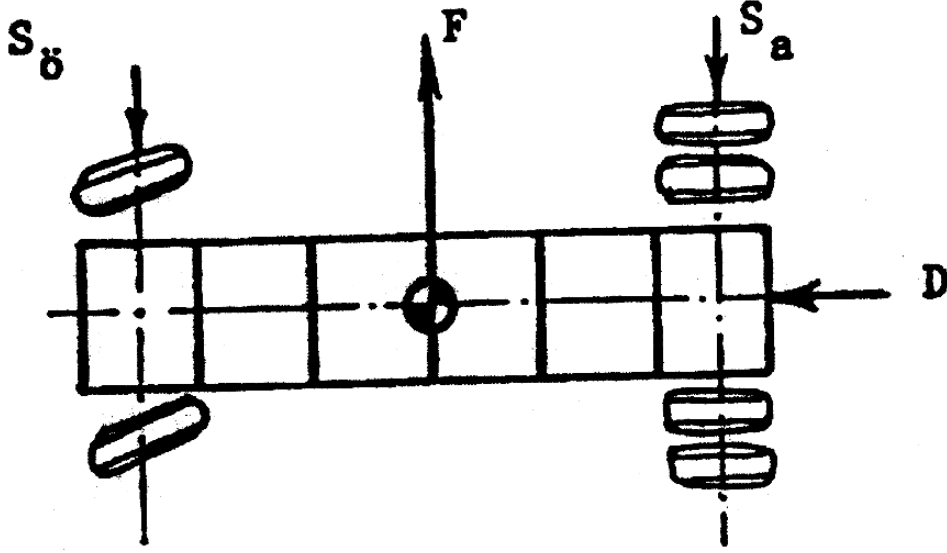


Şekil 2.29 Enine düşey eğilme [27]

2.3.3.3 Yatay Eğilmeye Zorlayan Yükler

Taşıtlarda yatay eğilmeye zorlama iki şekilde oluşur. İlk olarak taşıtlar viraj sırasında oluşan merkezkaç kuvvetlerin etkisi ile, boyuna yatay eğilmeye maruz kalırlar. Viraj kuvveti taşıtın viraj dışına kayma sınırına geldiğinde en büyük değere

ulaşır. Ve elverişsiz durumda çekici ile römork arasındaki bindirme kuvvetlerinin etkisi ile, en arkadaki transversin eğilmeye zorlanmasıdır. Şekil. 2.30'da şasiye etkileyen yatay eğilmeye zorlayan kuvvetler görülmektedir [27].

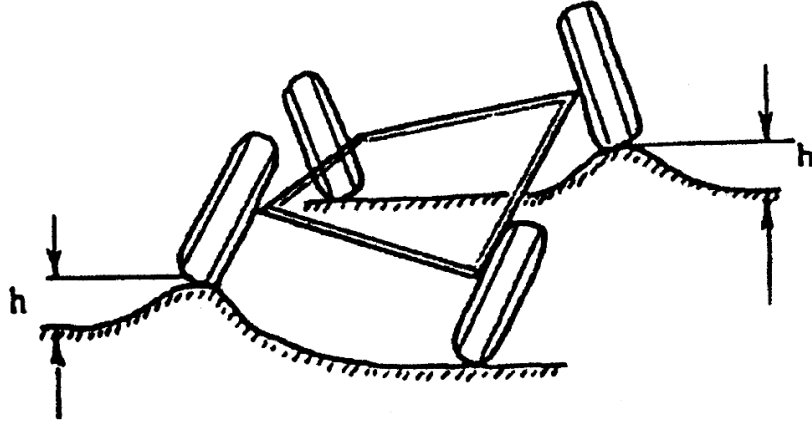


Şekil 2.30 Yatay eğilme [27]

2.3.3.4 Burulmaya Zorlayan Yükler

Burulma zorlanması, şasinin bükülmesi ile ortaya çıkan bir zorlanma şeklidir. Sebebi; tekerleklerden birinin veya çapraz konumda iken ikisinin bir engebeye çıkmasıdır.

Engelibeli bir arazide, yol ve tekerlekler arasında oluşan asimetric kuvvetler, makas yatakların yayları vasıtasıyla şasiye iletilir. Komple burulmaya ek olarak; lokal burulma enine ve boyuna kirişlerin bağlı olduğu düğüm noktaları haricinde bir yerde, boyuna kirişin, kayma eksenine dışında bir yere etkileyen yük dolayısıyla oluşur. Ayrıca lokal burulma yakıt tankı, akü gibi boyuna kirişlerin gövdesine bağlanmış elemanlar tarafından da çokça oluşturulur. Şekil.2.31'de şasiye etkileyen burulmaya zorlayan kuvvetler görülmektedir.



Şekil 2.31 Burulma zorlanması [27]

Sonuç olarak; yarı römorkların yapımında I kesitli ve yine bu I kesitin içinden daha küçük ebatlı I kesitli malzemelerin geçirildiği şasi tipleri kullanılır. Yarı römork şasisine üstten bakıldığında, ucuz ve kolay imal edilebilir olması sebebiyle, enine kirişlerin arasından boyuna kirişlerin geçirildiği görülmektedir. Bu çalışmada, şasiye etkiyen yüklerin şasinin kaynaklı bağlantılarında oluşturduğu gerilmeler incelenecektir [27].

2.3.4 Şasinin Bölümleri

Bir şasi iskeleti ile desteklenen kaporta ve tekerlek aksı, normal yol yüzeyinde döndüğü zaman her iki eğilme ve bükülme ilke biçim bozukluğuna maruz kalır. Çeşitli şasi parçaları ve çapraz parçalar aşağıdaki gibi uygulanırlar.

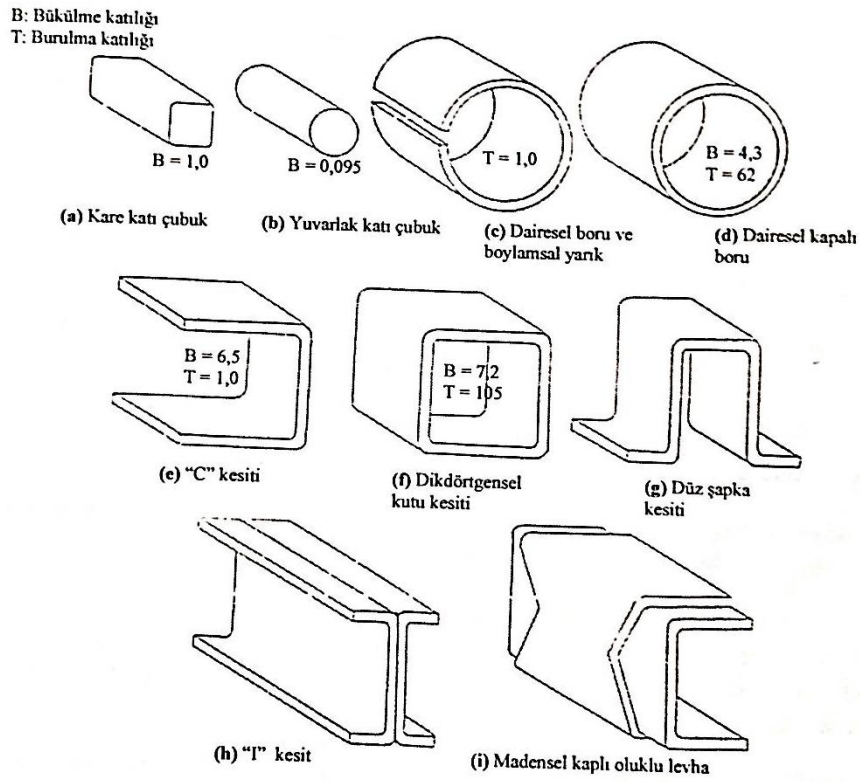
- Rijit, yuvarlak ve çapraz bölümler
 - Kutu bölümünün çerçevesini saran, küçük, yuvarlak ve dörtgen oluklar
 - Açık küçük duvar şeklinde dikdörtgen oluklar. C, I yada şapka gibi olanlar
- Bu farklı bölümler eğilme ve bükülmeye karşı direnme gösterirler.

2.3.4.1 Yan Parçaların Eğilme Dirençleri

Şasi yan parçaları ön ve arka aks arasında tekerlek gövdesinde döner. Bu nedenle de yay kuvveti ağırlığının çoğunluğunu alırlar. Aracın bu bölümünün ağırlığı

süspansiyon sistemi tarafından desteklenir. Bu parçaların doğal sehimi bunların büküm dirençleri tarafından dirençlendirilmelidir. Eğer sabit kare ya da yuvarlak kesitlerin çelik kirişleri yan parçalar için kullanılsaydı; bu parçaların ağırlığı bütün boyutların dışında eğilme dirençlerinde olacaktı.

Şasi parçalarının mümkün olan bükülgenlik eğimi parçaların eğimine ilişkin olarak elde edilir. Bu olayda açık kanallı bölümlerin, dikdörtgen kutu bölümlerin çevresini kuşatan yuvarlak çukur şekilli parçaların kullanımı etkilidir. Farklı kesitlerin bükülgenliğinin karşılaştırılması şekil 2.32’de gösterilmektedir.



Şekil 2.32 Şasi parça kesitleri [23]

Tüm bunlar aynı kesitsel alana ve et kalınlığına sahiptir. Sabit kare kesitin I bükülgenliğine sahip olması gibidir. Göreceli olarak farklı kesitlere ait değerleri aşağıdaki gibidir.

- Kare demir çubuk : 1
- Yuvarlak demir çubuk : 0,95
- Yuvarlak oyuk boru : 4,3

- Dikdörtgen C oluğu : 6,5
- Kare boru kesiti : 7,2

Bu karşılaştırma gösterir ki daha fazla metal yatay yüzeyde her bir kesitin merkezinden dağıtılır. Eğilmeye daha etkili karşı konulması çelik kullanımı ile sağlanır. Gerçek uygulamada şasi yan parçalarının kalkık kenar genişlik doku oluşunun oranı 3:1, C kesitli oluk için kalınlık 4 mm, bu benzer kesitsel alana sahip kare kesitli alan için 15 kez daha büyük eğilme direnci sağlar.

Özel ağırlık görevi uygulanan parçalar için, kesit oluk ile bir rijit I kesitli yük destekli parça biçiminde yerleştirilir.

Toplam genişlik şasi üzerine uygulanan yüksekçe bölge ile desteklenerek sağlanır. Örneğin yan parçalar arka aksda ardarda bükülerek asılırlar. Yan parçalar çift kesitli oluğa sahip olabilirler. Bu ikinci kaplama madeni levha yada saç olarak bilinir [23].

2.3.4.2 Yan ve Çapraz Parçaların Burulma Direnci

Açık oluk kesitin kusursuz eğilme direncine sahip olduğu kabulü üzerine kurulur. Fakat bu açık oluk kesitler çok az burulma direncine sahiptir. Şasi yan ve çapraz parçaları burulma rijitliğini önleyen genişlik ile birlikte biçimini bozmayan bir haldeki burulma durumlarını göz önüne alınarak ortak görüşlü dizayn edilir.

Açık oluk kesitleri ve kapalı küçük et kalınlık kutulu kesitlerin göreceli bükülgenliğinin resimleri şekil 2.32'de gözlemlenebilir. İki karşılaştırma vardır. Birincisi açık ve kapalı dairesel kesitler arasında, ikincisi dikdörtgensel kesitler arasında. Açık kesit her durumda I'in direncine sahip olarak ele alınır.

- Boylamsal bölünmüş boru : 1,0
- Dairesel içi oyuk kapalı boru : 62
- Açık dikdörtgensel C oluğu : 1,0
- Kapalı dikdörtgensel kutu kesiti : 105

Bu açıkça bir noktaya toplanan şasi çerçevesini sarmasının avantajlarını ve bunların eğim bükülgenliğinin artışını gösterir. Bu örnekler gösterir ki kapalı dairesel içi oyuk

borunun direnci 62 kez daha büyüktür. Dört tarafın uzun şapka kesitindeki toplam, göreceli olarak araçların gereksinimlerin tamamını yerine getirir. Onun köşesi olduğu zaman arabalar yada yük taşıyan araçlarda olduğu gibi; şasi iskelet yapısı biçimiyle kaynak edilir.

En önemli şasi iskeletinin tamamıyla rijit dizayn edimemesine göz yumulmamasıdır. Fakat bazı derecelerde her ikisi birlikte esneyebilir ve genişleyebilir olmalıdır [23].

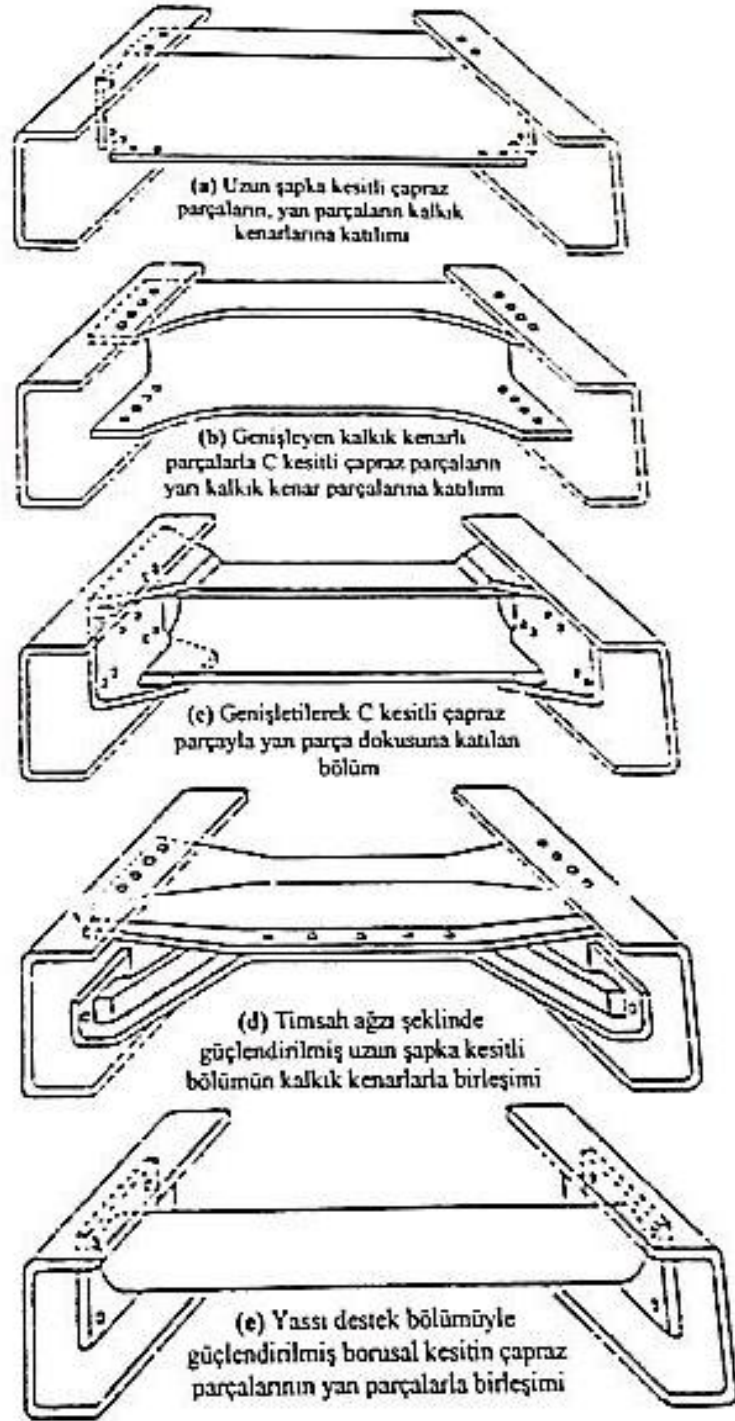
2.3.4.3 Şasinin Yan Çapraz Parçalarının Eğilme Direnci

Yan ve çapraz parçalar iskelete dikdörtgen bir parça biçiminde birlikte katılırlar. En önemli çapraz parçaçık oluklu bölümdür. Fakat bazen boru bölümleri de özel amaçlar için kullanılır. Tekil oluk parçalar büyük burulma direncine sahip değildir. Fakat beraber katıldıkları zaman onların göreceli de olsa rijit bir yapısı olabilir. Bu yapı eğilme ve bükülmenin yüklerine karşı direnebilir.

Çapraz parçaların yan parçalara bağlanması büyük önem arzeder. Bükülme ve eğilme yüklemesinin her ikisinin direnci kavşaklarda toplanır.

Ticari araçların yan parçaları genelde C oluğu kesitinde yassı çelik çubuk şeklinde yapılır. Orta kesit doku olarak bilinir ve herhangi bir dikey bükülme direnci ile dizayn edilir. Eğilmeler düz bir kapak ve kalkık kenarlı eğilme ve bükülme eğilme direncinin her ikisi toplam direnci sağlar.

Olukların ağır gerilen bölümleri kalkık kenarlar yada dıştaki dokusal bölümlerdir. Öyleki herhangi bir bağ dokunun içinde alttan yada dipteki kalkık kenarlar tercih edilebilir. Pratikte uygunluk için eklem yerleri; kalkık kenarlar yada dokular ve kalkık eklemlerinin her ikisinin kombinasyonu arasında yapılır. Şekil 2.33'de şasinin yan ve çapraz parçalarının eklem yerleri görülmektedir.



Şekil 2.33 Şasinin yan ve çapraz parçalarının eklem yerleri [23]

Şekil a incelendiğinde; bir çapraz parçanın uzun şapka kesitli her iki kenar ve doku arasındaki katılımı görülmektedir. Bazen doku tek başına katılabilir. Veya alternatifi dah yüksek veya küçük kalkık parçalar biçimindedir. Bu eklemler çoğunlukla hafifyada orta çalışma gücü için kullanılır.

Şekil b incelendiğinde; katışıksız kalkık eklem yerinin kesitini gösterir. Fakat çapraz parçalar kalkık kenarlı eklem yerlerini güçlendirerek genişletmeyi sağlar. Bu eklem yerleri orta güçteki çalışma yerleri için uygun olabilir.

Şekil c incelendiğinde; ağır görev için uygun eklem yerleri, yan ve çapraz parçaların kullanımını açıkça gösterir. Burada çapraz parçaların kullanımında bu parçalar; üçgen destekler ucuna üstüste konularak kaynak yapılır ki buraya yalnızca yan oluk dokusu katılır. Eklem yerlerinin bu methodla güçlendirilmesi deliklerin kalkık kenarlarını hafifletir. Bu normalde eklem yerleri için bir zaaftır.

Şekil d incelendiğinde; sıkıştırılmış iki çapraz parçayı gösterir ki onlar timsah ağzı gibi kalkık kenarlar ve güçlendirilmiş eklem yeri ağların biçimi uç kısmında açılır. Çapraz parçaların bu birleşimi sık kullanılır. Motorun yağ kabını temizlemede dingil altında asılı köprü şeklinde parça gereklidir.

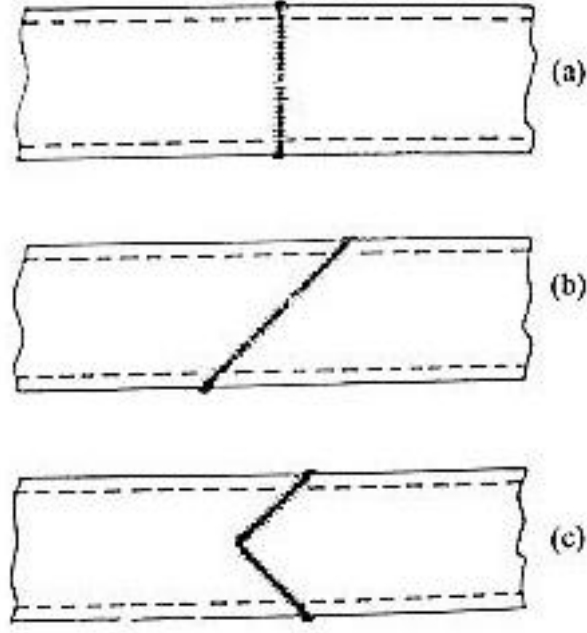
Şekil e incelendiğinde; yan parça borusuna direkt biçimde katılan dikdörtgen uç, destekle kaynaklanmış yuvarlak boru kesitli çapraz parçaları gösterir.

Bazı çapraz kesitli parçalar özellikle uyumlu noktalardaki bükülme ve eğilmelere karşı koyabilmeye uygundur [23].

2.3.5 Şasinin Uzatılması

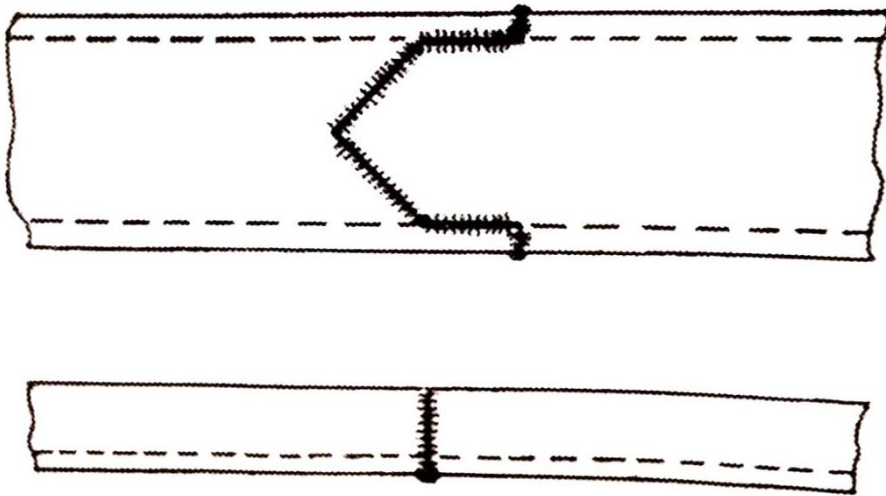
Şasinin ana pudrellerine delik açmaktan ve bu profillere kaynakla bağlantı yapmaktan kaçınmalıdır. Bu gibi ilavelerle kamyon şasileri uzatılmamalıdır. Kati zaruret olan halledede yapılan işin zararını minimumda tutmak için dikkate alınacak hususlar detaylı olarak incelenmelidir.

Aks mesafesi değişikliğinde ve şasi uzatıldığında uzatma parçasının ve takviye köşebendinin malzeme kalitesi ve ölçüsü standart şasi ile eşdeğer olmalıdır. Şasi eklemlerinde genel olarak uygulanan kaynaklı birleştirmeler Şekil 2.34'de görülmektedir [23].



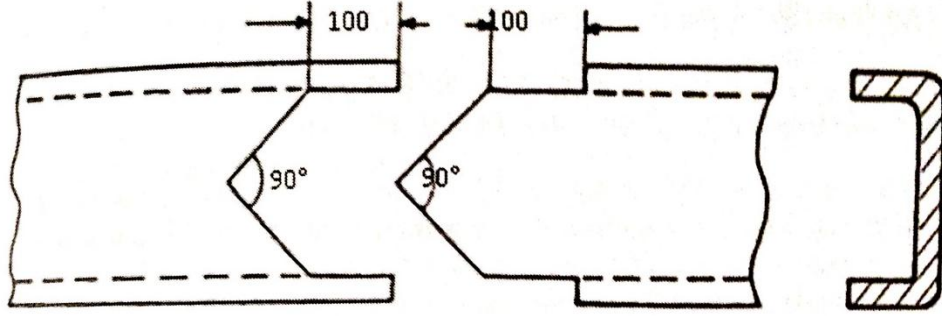
Şekil 2.34 Şasi eklemlerinde genel olarak uygulanan kaynaklı birleştirmeler [23]

Bunlardan a şeklindeki birleştirme en kötü ve en ucuz birleştirmedir. En çok tercih edilen ve en uygun olan ise c şeklindeki birleştirmedir. Ancak bu şekildeki birleştirmede de çeşitli problemler oluşabilmektedir. Zamanla kaynak neticesinde meydana gelen zayıflamalardan alt ve üstte çatlamlar oluşabilmektedir. Bu nedenle de kaynak boyunun minimum şasi putrelinin genişliği kadar daha uzatılması gerekmektedir. Bu şekilde uygulama yapılarak oluşturulmuş en ideal kaynaklı birleştirme şekil 2.35’de gösterilmektedir.



Şekil 2.35 İdeal kaynaklı birleştirme

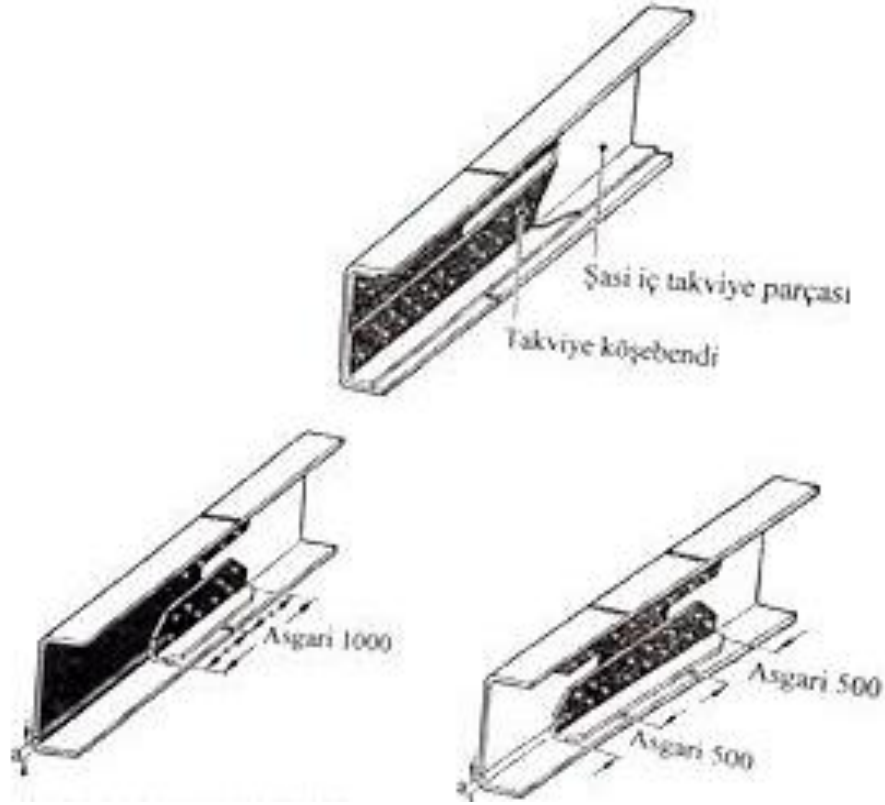
Gerek şasi putreli gerekse eklenecek parçalar şekil 2,36'da gösterildiği şekilde uygun hazırlanmalıdır. Bunlardan hangisinin şasi putreli, hangisinin eklenecek parça olacağı işçilik bakımından kolay olan tercih edilecek şekilde karar verilmektedir.



Şekil 2.36 İdeal kaynaklı birleştirme detayı [23]

2.3.6 Şasinin Güçlendirilmesi

Aks mesafesinin kısaltılması veya uzatılması için şaside yapılan değişikliklerde, içte ve dışta takviye köşebentleri yerleştirilmek zorunluluğu bulunmaktadır. Takviye köşebentleri cıvata ile bağlanmalıdır. Veya şasinin alt ve üst kıvrım yüzeyleriyle eşit olarak sonlandırılmalı, bunun için mümkün olduğunca şaside ve boyuna taşıyıcıda mevcut olan bağlama delikleri kullanılmalıdır. Şekil 2.37'de şasiye takviye köşebenti montajları görülmektedir [23].



Şekil 2.37 Şasiye takviye köşebenti montajları [23]

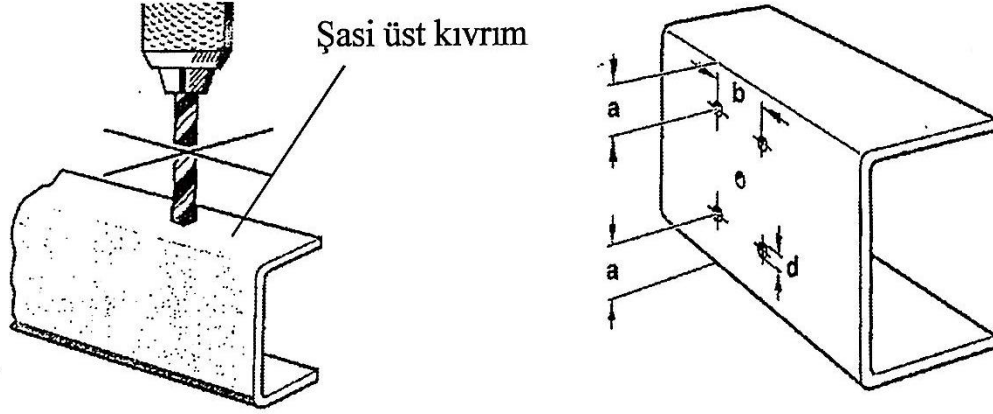
2.3.7 Şasi Üzerinde Delme İşlemleri

Araç şasilerinin delinmesinde istediğimiz gibi işlem yapamayız. Şasinin aşağıda belirtilen bazı kısımların delinmemesi gerekmektedir.

- Şasinin alt ve üst kıvrım yerlerinde delik delinmemelidir. Ancak en sondaki aks veya şasiye tespit edilmiş parçalar için destek görevi gören parçalarda delik açılabilir.
- Şasinin boyuna taşıyıcılarının profil değişikliği olan yerlerinde delik delinmemelidir. Örneğin şasi yüksekliği yapılan yerler gibi.
- Yük tatbik noktalarında delik delinmemelidir. Örneğin makas mesnetleri gibi.
- Şasinin alt ve üst kısımlarında fabrika çıkışlı açılan delikler genişletilmemelidir.
- Özel durumlarda boyuna taşıyıcıların düşey kısmında delik delinmesi öngörülebilmektedir.

- Güç aktarımı boyunca taşıyıcıların yan yüzeyinin ortasına delik delinmemelidir. Ancak mecburi bir durum varsa basamağın her iki tarafının da geniş çaplı desteklenmesi gerekmektedir.

Delik delme işleminden sonra tüm deliklerin çapakları temizlenmeli, rayba çekilmelidir [23]. Şekil 2.38’de şaside delik delme işlemi görülmektedir.



Şekil 2.38 Şaside delik delme işlemi

2.3.8 Şasi Malzemesi

Genellikle şasi malzemesi olarak; I krosun üzerinde yüksek mukavemetli hazır çekilmiş lama yada saç kullanılır. Burada kullanılan malzeme St 52-3’dür. I krosun düşey kısmında şasi malzemesi olarak yine St 52-3 kullanılır. Bu malzemenin kalınlığı 4-6 mm. arasında değişir. Farklı tiplerdeki şasi malzemelerinin yapısal özellikleri şöyledir.

St 52-3 malzemesinin yapısal özellikleri şöyledir:

Karbon miktarı %0,25 - %0,34

Mangan miktarı %0,6 - %0,9

Silisyum miktarı %0,1 - %0,3

Çekme Mukavemeti 490 – 630 N/mm²

Akma Sınırı t<16 mm. malzemede 355 N/mm²

16<t<40 mm malzemede 345 N/mm²

40<t<80 mm malzemede 330 N/mm²

Kopma uzaması %22

St 52-3 malzemesi kaynaklı birleştirmeler için uygun bir malzemedir. St 52-3 malzemesi, pres altında şekillendirmeye uygundur.

Tente iskeleti şasinin üst grubunda bulunur. Tente iskeletinde kullanılan malzemeler genellikle St 42.2 veya St 37.2 dir. Bu malzeme ise, St 52-3 malzemesine göre daha kolay şekillendirilebilen, kaynak kabiliyeti daha yüksek olan, çatlama ve kırılmaya karşı daha dayanıklı bir malzemedir. Kalınlığı 2.5 ile 6 mm arasında değişir.

St 42.2 malzemede

Karbon miktarı %0,13 - %0,16

Mangan miktarı %0,3 - %0,6

Silisyum miktarı %0,1 - %0,3

Çekme Mukavemeti 410 – 560 N/mm²

Akma Sınırı t<16 mm. malzemede 275 N/mm²

16<t<40 mm malzemede 265 N/mm²

40<t<80 mm malzemede 250 N/mm²

Kopma uzaması %22

St 37.2 malzemede

Çekme Mukavemeti 340 – 370 N/mm²

Akma Sınırı t<16 mm. malzemede 235 N/mm²

16<t<40 mm malzemede 225 N/mm²

40<t<80 mm malzemede 215 N/mm²

Kopma uzaması o/o 26

St 37.2 iyi işlenebilen ve kaynak edilebilme kabiliyeti çok yüksek olan bir malzemedir.

Şasi yapımında kullanılacak olan malzemeler genel olarak istenilen ölçülere yakın ebatlarda dilimlenmiş veya levha olarak alınır.

Şasi yapımında kullanılacak malzemelerin tamamı pastan arındırılmak için, öncelikle kumlama işlemine tabii tutulur. Sonra ise yüzeylerindeki yağdan arındırılmak için, yağ daldırma banyolarından geçirilen malzemelere paslanmamaları içinse, katoferez kaplama yapılır. Bütün bu yüzey temizleme işlemlerinden sonra ise; astar boya ile boyanırlar. Son olarak da istenilen renkte kalıcı fırın kurutmalı boya ile boyanırlar.

Şasi yapımında ayrıca hafif metalde kullanılabilir. Hafif metal sönüm kabiliyeti, şekil verme kolaylığı ve ayrıca korozyona karşı dayanıklılığıyla tercih edilen malzeme tipidir. Karoseri içinde metal olmayan suni malzemelerin kullanımı da mevcuttur. Plastik türü veya elyafli polyester gibi malzemeler taşıtın daha çok iç kısımlarında kullanılırlar.

Çeliğin özgül ağırlığı 7.8 gr/cm^3

Hafif metalin özgül ağırlığı $2.65 - 2.8 \text{ gr/cm}^3$

Görüldüğü üzere; hafif metalin özgül ağırlığı çeliğe nazaran daha düşüktür. Ancak mukavemeti sağlayacak et kalınlığı çelikte 1mm iken, hafif metalde 1.4 mm, elyafli polyesterde ise 1.6 mm ' ye yükselmektedir. Bu malzemelerin seçimleri maliyet ve mukavemet hesapları yapıp kıyaslandıktan sonra yapılır [28].

3. KAYNAK İŞLEMİ

3.1 Birleştirme Teknikleri

Metalin metale uygun bir şekilde ilk birleştirilme yöntemi olan demirci kaynağı M.Ö 1400 lerde Suriyeliler tarafından bulunmuştur. Ancak büyük ve karmaşık parçaların kaynakla birleştirilmesinde çok başarılı olunamamıştır ve bu durum mühendislikteki başarıların 19. YY'a kadar ertelenmesine neden olmuştur. Tüm bu zamanlarda çanların ve topların imalatında en yaygın kullanılan yöntem döküm teknikleri olmuştur. Ancak imal edilen parçaların mukavemeti düşük olmaktadır. Dövme parçalar ise küçük parçalardır. Mukavemeti yüksek ve karmaşık yapıda büyük parçaların imalatı için yeni tekniklere ihtiyaç vardır. Daha çok askeri ihtiyaçlar yeniliklerin bulunmasında başrolü oynuyordu. Böylelikle civatalama, preçinleme, lehimleme ve son olarak da kaynak işleminin ticari boyutlarda ortaya çıkışı ancak makineye bağlı endüstriyel devrimin gerçekleşmesiyle mümkün olmuştur [29].

Birleştirme teknolojisinin tarihçesi, gerçekte bir grup insan kütlelerinin tarihidir. Bunların büyük bir kısmı ufak tamircilik yapan, bir kısmı da hayal kuranlardır desek daha uygun olur. Bütün bunların hepsi de kendilerine göre bir katkıda bulunmuştur. Bu insanlar, sık sık kazançlı olmayan araştırmalarla, arkadaşlarının alaylarına bile maruz kalmışlardır. Fakat bütün bunlara rağmen neye inanmışlar ise, onun için savaşan bu insanlar, ufak katkıları ile dünyamıza iyi bir metal birleştirme usulünü armağan etmişlerdir.

Artan küresel rekabet üretim teknolojilerinin uygulanma, geliştirilme ve transfer edilmesine olan ilgiyi arttırmıştır. Daha düşük maliyet için işletmelerin yeteneğini arttıran ve müşterilere uygun ürünlerin hızlı dağıtımını sağlayan üretim teknolojilerini üretim stratejisinin temel taşı olmaya başlamıştır. Üretim teknolojileri günümüzde iş dünyasında en önemli gelişmelerden biridir.

3.1.1 Şasi Parçalarının Birleştirmesinde Kullanılan Teknikler

Şasi yapısının dayanıklılığı bazı durumlardaki uzunluğuna bağlıdır ki; bu durumlarda bazı parçalar beraberce katılır. Şasi yan ve çapraz parçaların bağlanması üç farklı metodla yapılır.

Perçinleme

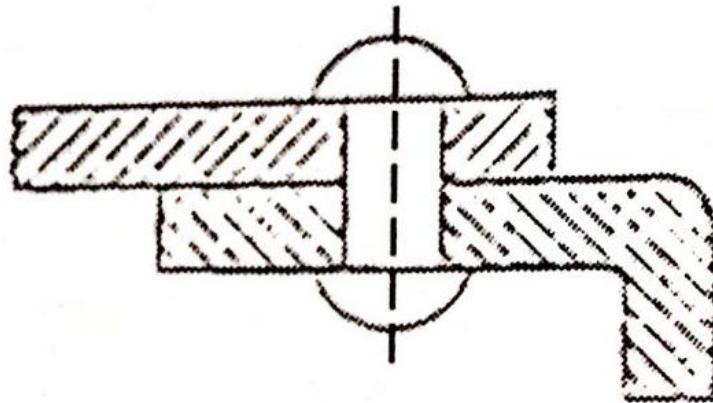
Civatalama

Üstüste koyarak kaynak yapmak

3.1.1.1 Perçinlenmiş Eklem Yerleri

İki şasi parçasının eklem yeri arasında süneklilik sağlayan soğuk perçinlenmiş eklem yerleri en iyi bilinen yöntemdir.

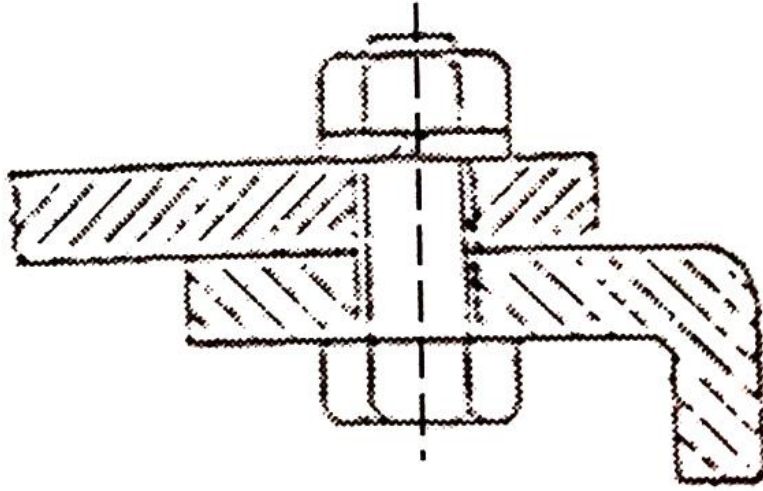
Biçimlenmiş perçin bir sapa ve sabit bir başa sahiptir. Zımbalanmış bir çift delik ya da delinmiş parçalar arcılığıyla sapa geçerek birleştirilir. Sonra çıkıntı yapan sap, ikinci kapanan üst kısım biçimiyle bir çekiç altında zımbalanarak perçinleme yapılır. İkinci baştaki demir dövmedeki ilerleme, zımbalama eğer soğuksa; dışarıya yailacak ve deliğin içinde açık yerde var olacaktır. Bu eklemler metal kaplıdır. Ve bu nedenle de hareketi önleyen güç arasında dah orta genişlikte sıkıştırma sağlamaktadır. Şekil 3.1'de perçinlenmiş eklem yeri görülmektedir.



Şekil 3.1 Perçinlenmiş eklem yeri [23]

3.1.1.2 Civatalanmış Eklem Yerleri

Ağır görevli uygulamalar için vida somunları ve civatalar aletlerle iliştilererek görevlendirilirler. Özellikle eğer ek bileşenler birleştirilirse bu eklemleri sıkıştıran vida somunları ve perçinler, metalle kapalı yerler arasına sıkıştırılır. Öyleki sürtünme kuvvetine uyan görelî hareketi önler. Eğer vida somunları yetersiz sıkıştırma yapıyorsa yada onların çalışması şasinin titreşmesi ve esnekliğinden dolayı gevşer ise; perçin ve delikler arasında herhengi bir açıklıktan dolayı metal kaplı levhaların katılımları arasındaki görelî hareket aşındırması, gürültüye ve aşırı yorgunluk sonucu başarısızlığa neden olur. Şekil 3,2’de civatalanmış eklem yeri görülmektedir.

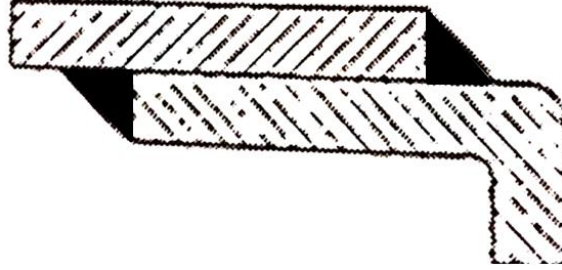


Şekil 3.2 Civatalanmış eklem yeri [23]

3.1.1.3 Kaynak Yapılmış Eklem Yerleri

Şasinin yan ve çapraz parçaları direct biçimde nadiren beraberce kaynak yapılır. Fakat yarı kesitler üstüste kaynak yapılarak yaygın olarak birleştirilir. Kaynakla eklem yerlerini birleştirmekteki problem, onun ısı üretiminin sonucu şeklinin bozulmasıdır. Eğer iskelet çok katıysa, yüksek dirençli direnimli eklemlerde var olacaktır ki; en sonunda da çatlayabilmektedir. Bunların sonucunda kaynak işlemi eklem yerlerinde sıcaklık işleyişini devam ettirecektir. Bu bazı bölümleri yumuşak ve digger bölümleri kırılğan yapacaktır. Bu nedenle de yapının zayıflaması

söz konusu olabilmektedir. Ayrıntılı önlemler alınarak bu problemler önlenabilmektedir. Şekil 3.3’de kaynaklanmış eklem yeri görülmektedir [23].



Şekil 3.3 Kaynaklanmış eklem yeri [23]

3.2 Kaynak İşlemi

Kaynak; yarı römork şasilerinde birleştirme işlemi olarak kullanılır. Yarı römork şasilerinin yapımında; tozaltı kaynağı veya gazaltı kaynağı kullanılmaktadır.

Kaynak yapılan çelik parçalar, ergime sıcaklığına kadar ısıtılırlar. Isınan parçanın soğuma süresi, ısınma süresine nazaran daha yavaş gerçekleşmektedir. Kaynak yapılan parçalarda soğuma sırasında oluşan lokal büzülme, artık gerilmelere ve distorsiyon dediğimiz yapısal bozukluklara yol açarlar. Kaynaklı yapıda oluşan artık gerilmeler, malzemenin gevrek kırılmasına sebep olurlar. Ve bu durumda kaynaklı yapıdaki malzemenin direncinin düşmesine neden olur.

Kaynak ile birleştirme işlemi için birbirine eşdeğer iki tanım yapılabilir. Makroskobik anlamda kaynak, iki veya daha fazla parçayı aralarında malzeme sürekliliği sağlayarak birleştirmektir. Süreklilik, kaynak bölgesi malzemesiyle iş parçalarının aynı malzeme özelliklerine olmasıdır. Mikroskobik anlamda kaynak etmek, birleştirilecek parçaların birleştirilme yüzeylerindeki atomlarının karşılıklı çekme bölgelerine getirilmesidir [30].

Genel olarak kaynak; çoğu kez metal olan iki malzemenin, sıcaklık, basınç ve metalurjik koşulların uygun bir bileşimi sayesinde kalıcı şekilde birleştirilmesidir. Birleştirmede genellikle bu değişkenler basınç olmadan sadece yüksek sıcaklık, sıcaklık olmadan sadece basınç arasında değerler alabilmektedir [31].

3.2.1 Kaynak İşleminin Tarihçesi

Birinci Dünya Savaşından sonra kaynak teknolojisi ilerlemelerini sağlamış ve tamir yöntemi olarak kullanılması yanında, üretim aracı haline de gelmiştir.

1801’de Sir Humphrey Davy yüksek voltaj geçen devrenin uçlarının bir araya getirilmesiyle ark keşfetmesiyle ilk çalışmalar başlamıştır.

Terim olarak ark bu tarihten 20 yıl sonra kullanılmaya başlanmıştır.

1865’de Wilde, adında bir İngiliz tarafından iki metal elektrik ark kaynağı ile birleştirilmiştir. İlk elektrik kaynağı patenti bu tarihlerde alınmıştır.

1881’de De Meritens, Pil depolama kaplarının birleştirilmesinde karbon elektrot kullanmıştır.

1887’de Bernardos and Olszewski, Karbon elektrotun yalıtımı ve tutulması için patent almışlardır.

1889’ da Slavianoff Rusya’dan ve Coffin Amerika’dan ilk defa metal çubuk elektrotu keşfetmişlerdir. Bu yöntem daha sonra örtülü elektrot haline getirilmiştir.

1902’de Cleveland Ohiodaki Lincoln Electric TDT tarafından elektrik motoru geliştirilmiştir. Bu şirket kaynak ile deney çalışmalarına başlamıştır.

1912’de Lincoln Electric ilk kaynak makinesini üretmiştir.

1914, 1918 yılları arasında Birinci Dünya Savaşı korkunç derecede ark kaynak uygulamalarına ihtiyaç doğurmuştur. Birçok gemi ve ekipman cıvata ve perçin ile birleştirilmekteydi. Kaynak hızlı ve oldukça ucuz bir yöntem olarak ortaya çıkmaktaydı.

1920’de İngilizler ilk kaynaklı birleştirme ile gemi ürettiler adını Fulgar koydular.

- **Elektrotlar**

İlk elektrotlar bir İsveç firması tarafından çıplak çubuk halinde demirden yapılmıştır. Bu elektrotlar oldukça zayıf ve kırılabilir kaynaklar üretmiştir.

1907'de Oscar Kjellborg ilk defa örtülü ark kaynak elektrotunun patentini almıştır.

1912'de Strohmenger Örtülü elektrotlarla kaliteli kaynaklar ürettiğinin patentini almıştır. Ancak ilk elektrotlar oldukça pahalıdır.

1927'lerde, ekstrüzyon yönteminin geliştirilmesi örtülü elektrot üretiminin fiyatını düşürmüştür. Aynı zamanda farklı kompozisyonlarda elektrot üretimine olanak sağlamıştır.

1927'de San Fransisko şehrine yaklaşık 50 cm çapında 90 mil uzunluğunda su borusu kaynaklı birleştirmelerle birleştirilerek döşenmiştir. Bu boru hattının taşıdığı suyu perçinli birleştirmelerle sızıntı olmadan getirmek için 10 000 perçinli birleştirme elemanına ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir.

1930'larda Amerikan ve Alman Donanmaları ark kaynaklı gemi inşaatına başlamışlardır.

1935'de Amerikanın her yerine elektrik iletimi çalışmaları başlamıştır. Daha ucuz alternatif akım kaynak makinelerinin popülaritesi artmaya başlamıştır.

- **Yeni Kaynak Yöntemleri**

İkinci dünya Savaşını kapsayan 1935 ile 1950 ler arasında günümüzde de yaygın olarak kullanılan, toz altı ark kaynağı, MIG ve TIG gibi gaz altı ark kaynağı ve plazma ark kaynağı gibi yöntemler bulunmuştur. 1958'de özlü tel ile MIG yöntemi ilk defa tanıtıldı.

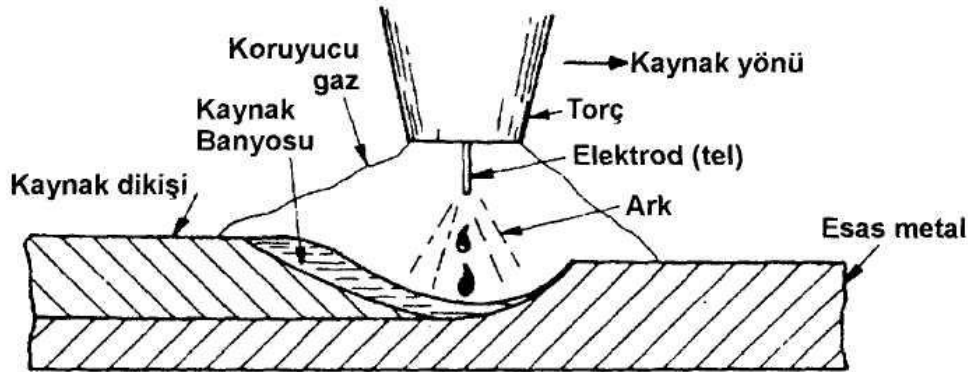
3.2.2 Elektrik Ark Kaynağı

Kaynaklı bağlantı için gerekli ısının elektrotlar arasında oluşturulduğu ve ark aracılığıyla sağlandığı ergitme kaynağı türüne elektrik ark kaynağı adı verilir [31].

3.2.3 Kaynak Arkı ve Arkın Elektriksel Karakteristikleri

Ark kızgın bir katottan yayına elektronların, yüksek bir hızla anodu bombardıman etmesi sonucunda oluşur. Bu bombardıman, çarpma sonunda nötr moleküllerin iyonize olmasına neden olduğundan, kuvvetli bir sıcaklık yükselmesi meydana getirir. Ortaya çıkan toplam enerjinin %85 i ısı ve %15 i ışık enerjisine dönüşmektedir. Bir ark kaynağında gerilim ile arkın akım şiddeti ohm kanununa göre değişmez ve akım şiddeti arttıkça; uçlar arasındaki gerilim önce hızlı, sonra yavaş bir şekilde düşer. Akım şiddeti ile gerilim arasındaki değişim arkın statik karakteristiği olarak adlandırılır [31].

Bir elektrik arkında artı kutba anot eksi kutba katot adı verilir. Anot ile katot arasına uygulanan gerilim sonucu ortaya çıkan elektrik alanı tesiri ile elektronlar (-) kutuptan (+) kutba doğru, iyonlar (+) kutuptan (-) kutba doğru hareket ederler. Şekil 3.4'de yarı römork şasi yapımındaki ark kaynağı genel şeması görülmektedir [30].



Şekil 3.4 Ark kaynağının genel şeması

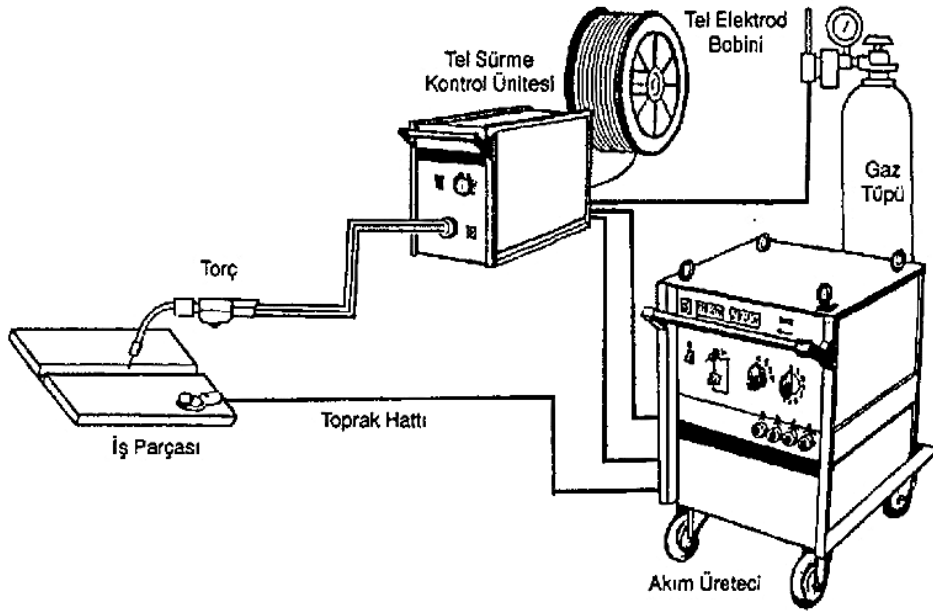
3.2.4 Gazaltı Ark Kaynağı

Kaynak yapılacak bölgenin bir gaz ortamı ile korunduğu, ark kaynağı türü; gazaltı ark kaynağı olarak adlandırılır. Koruyucu gaz olarak, helyum ve argon gibi soy gazların yanında, karbondioksit gibi aktif gazların kullanımı da mevcuttur.

Gaz altı ark kaynağında arkın oluşması için kullanılan elektrot malzemesi ve koruyucu gazın cinsine göre aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılabilir.

- a) Ergimeyen elektrotla yapılan gazaltı kaynağı
Ergimeyen iki elektrotla yapılan gazaltı kaynağı (Ark atom kaynağı)
Ergimeyen bir elektrotla yapılan gazaltı kaynağı (TIG)
- b) Ergiyen elektrotla yapılan gazaltı kaynağı
Çıplak elektrotla sovgaz atmosferi altında yapılan gazaltı kaynağı (MIG)
Ergiyen metal elektrotla karbondioksit altında gazaltı kaynağı (MAG) [49]

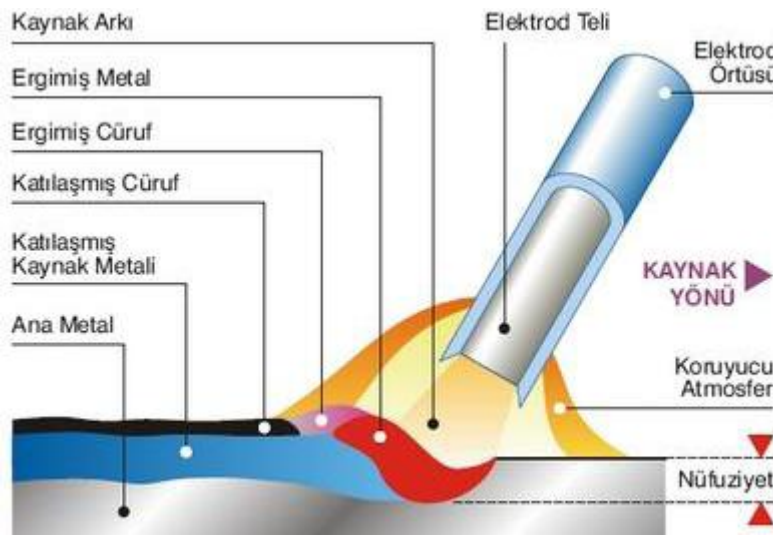
Şekil. 3.5’de en yaygın kullanılan ve bu çalışmada kullanılan MIG-MAG kaynağının donanımı görülmektedir.



Şekil 3.5 MIG/MAG kaynak donanımı

Ergiyen elektrot ile gaz altı kaynağı çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Çok ince levhalar hariç, her kalınlıktaki demir esaslı ve demir dışı metal ve alaşımlarının kaynağında uygulanabilmektedir. Yatay karakteristikli, diğer bir deyimle sabit gerilimli kaynak makinelerinin gelişmesi sonucu; ince çaplı kaynak teli ile yüksek akım şiddeti uygulama olanağı ısıdan etkilenen bölgesi daha dar ve daha derin nüfuziyetli kaynak bağlantılarının elde edilmesine olanak sağlamıştır [32].

MIG Kaynağında koruyucu gaz olarak genellikle; soygaz olan argon,helyum veya her ikisinde, MAG kaynağında ise koruyucu gaz olarak; karbondioksit kullanılmaktadır. Her ikisinde de ergiyen elektrodla kaynak işlemi yapılmaktadır. MIG kaynağı bazı kurallara uyulması şartı ile; hemen hemen bütün malzemelerin kaynak edilmesi işleminde kullanılabilir. Özellikle paslanmaz çeliklerin MIG yöntemi ile kaynaklanmasında büyük üstünlükler sağlanır. MAG kaynağı ise alüminyum ve alaşımları gibi kolay oksitlenen malzemelerin kaynağında kullanılmaz. Bu yöntem daha çok çelik malzemelerin kaynağında kullanılmaktadır. Şekil 3.6'da MIG/MAG kaynağının şematik resmi gösterilmektedir



Şekil 3.6 MIG / MAG kaynağının şematik gösterilişi

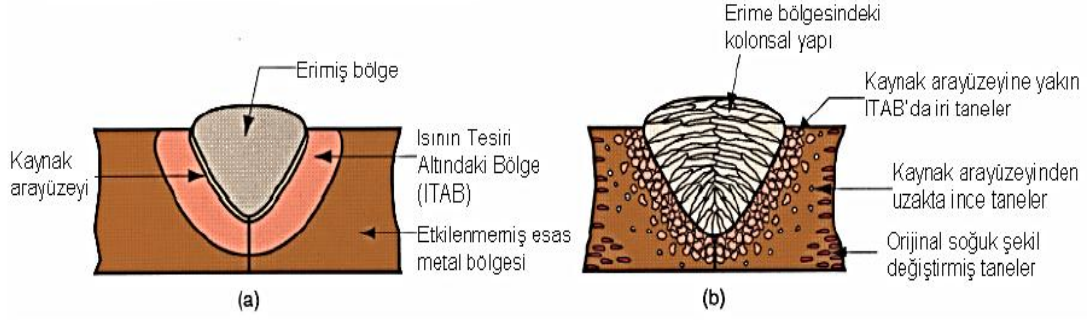
3.2.5 Çeliklerin Isıl Özellikleri ve Kaynak Bölgesi

Kaynak işlemi sırasında birleştirilen şasinin maruz kaldığı yüksek sıcaklık; kaynak bölgesinde kaynak bölgesinin iç yapısında metalurjik dönüşümler ve farklı metalurjik bölgeler oluşturur.

Kaynak metali, diye kaynak esnasında ergimiş olan ana ve ilave metale denir. Isıdan etkilenmiş bölge ise kaynak ısısı yüzünden metalurjik olarak değişime uğramış ana metal kısmıdır ve birbirinden üç ayrı bölgeden meydana gelir.

- Ana metalin kritik sıcaklığın çok üstünde ısıtıldığı ve tanelerin irileştiği kaynak dikişine yakın bölge.

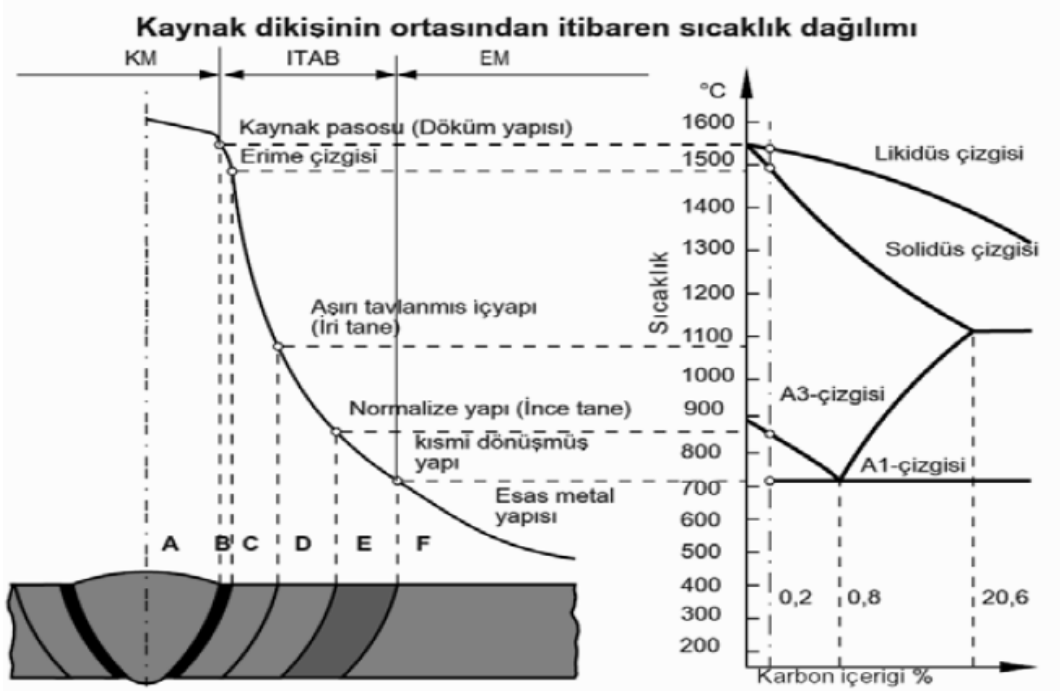
- Ana metalin kritik sıcaklığın hemen üzerinde ısıtıldığı ve tanelerin incelmesi için yeterli çabuklukta soğutulduğu ince tanecikli bölge.
- Etkilenmemiş metale geçiş bölgesi. Burada sıcaklık kritik değere erişmemiştir [33]. Şekil 3.7’ de kaynak bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Kaynak bölgeleri [48]

Kaynak bölgelerinde malzemenin sıcaklık dağılımı ve değişimi nedeniyle mekanik özellikleri de değişir. Dinamik yol koşullarında bilhassa kurplarda ağır yük taşıtlarının bilhassa merkezkaç kuvvet etkisinde aşırı zorlanması kaçınılmazdır. Bu nedenle bölgedeki sıcaklık dağılımı ve değişimin önceden bilinmesi, şasi malzemesindeki mekanik özelliklerin dönüşümünün de önceden tahminine, bu da tasarımda şasi mukavemetinin esasının belirlenmesini teşkil eder.

Kaynak bölgesindeki sıcaklık dağılımının değişimi; malzemenin ısı özelliklerine ve parça geometrisine bağlıdır. Kaynak sırasındaki sıcaklık değişimi, aynı zamanda malzemenin ısı özelliklerinde de farklılıklar meydana getirir. ısı özellikler sıcaklığın bir fonksiyonu olarak değişmektedir. Isı iletim katsayısı, özgül ısı, yoğunluk, ısı transferi katsayısı sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Şekil 3.8’de kaynaklı malzemedeki sıcaklık dağılımı görülüyor.



Şekil 3.8 Kaynaklı malzemedeki sıcaklık dağılımı

3.2.6 Kaynak İşleminde Oluşan Artık Gerilmeler ve Nedenleri

Bir kaynaklı parçada tüm dış yükler kaldırıldıktan sonra kalan gerilmelere, artık gerilmeler denir.

Bir kaynaklı parça, kaynak işlemi sırasında yerel olarak ergime sıcaklığına kadar ısınır, ancak soğutma parçanın genelinde ve ısıtma hızına göre daha yavaş gerçekleşir. Bu nedenle kaynaklı parçadaki soğuma sırasındaki sıcaklık dağılımı aynı değildir ve kaynak işlemi sırasında bağlantı boyunca yapısal ve metalurjik değişiklikler ortaya çıkar. Kaynak banyosu katılaşmaya ve büzülmeğe başladığında, kendisini çevreleyen esas metal ve ısının tesiri altındaki bölgeye gerilme uygulanır. Ortam sıcaklığına ulaşana kadar kaynak bölgesinin uyguladığı gerilmeler artar ve giderek esas metalin ve ısının tesiri altındaki bölgenin akma dayanımına ulaşır [34].

Kaynak işlemi esnasında, yeni katılan bölgeler, kaynak dikişinin diğer bölgelerinin büzülmesine karşı koyarlar. İlk kaynak yapılan bölgeler kaynak dikişi doğrultusunda çekiye zorlanırlar. Alın birleştirmelerde, kaynak ağız formundan ya da mevcut pasoların sınırlayıcı etkisinden dolayı, kaynak bölgesinin enine hareketi yok denecek kadar azdır. Kaynak dikişinin büzülmesi neticesinde; enine artık gerilmeler

meydana gelecektir. İç köşe kaynaklarında ise büzülme neticesi ile meydana gelen gerilmeler kaynak yüzeyine dik ve paralel çeki gerilmeleridir.

Kaynaklı ana şasi ve eklenti parçalarında oluşan artık gerilmeler metalin yapısında ya yapısal bozukluk olan distorsiyona, ya erken hasara yol açarlar, ya da bunların her ikisine de sebep olmadan iç gerilme olarak kalabilmekte veya kaynaklı parçanın yapısında hepsi aynı anda da oluşabilmektedir [35].

Bu hasarların önlenmesi için kaynak yapmaya başlamadan önce, kaynağın yapılacağı şaloma vb. alevi ile 150-200°C arasında ısıtılmalı ve kaynak işine mümkünse şasi putrelinin iç kısmından başlanmalıdır. İç tarafta kaynak tamamlandıktan sonra; hiç beklemeden yapılan kaynağa erişecek kadar derinlikte V şeklinde kaynak ağzı açılarak kaynak yapılması gerekir.

Kaynak ağzı açma işleminin uzun sürmesi hallerinde, şasi tekrar şaloma ile aynı dereceye kadar ısıtılmalı ve bundan sonra kaynağa başlamalıdır. Kaynak yapımı tamamen bittikten sonra şasinin hızlı soğumasına meydan verilmemeli, kademeli olarak düşük soğuma hızıyla soğutulması sağlanmalıdır.

3.3 Otomotiv Sektöründe Robot Uygulamaları

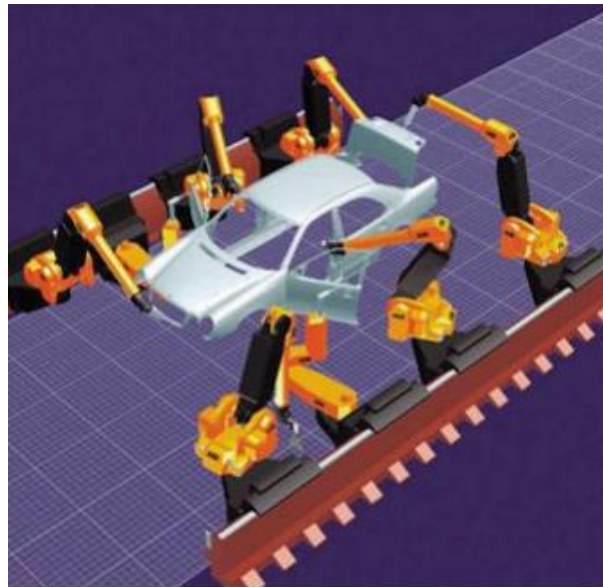
Yaklaşık otuz beş senedir, robotlar otomotiv endüstrisini pek çok yönden tamamen değiştirmiştir. Bu robotların kullanımı, maliyet etkinliği yüzünden pek çok insanın işini kaybetmesine neden olmuştur. Ancak robotlar, endüstrilere, insanlar tarafından sağlanması mümkün olmayan bir iş etkinliği de getirmiştir. Robotlar, insanlar için çok tehlikeli veya risk almadan yapılması çok zor bazı işleri üstlenerek montaj bantlarını ve fabrikaları daha güvenli yapmaktadır. Maliyet etkinliği, iş etkinliği ve emniyet, robotların otomotiv endüstrisinin büyük bir parçası olmasının ana sebepleridir.

Ford Motor Company, ilk montaj bandını kullanmaya başladığında, insanların tekrarlayan bir işi yapabilmesi için bir yöntem geliştirmiş ve böylece araç üretiminde etkinliği artırarak, otomobil endüstrisinde bir devrim yapmıştır. 2010'da otomotiv endüstrisinin bu görevleri mümkün olduğunca insanların elinden almaya çalıştığını görülmektedir. Gitgide artan işgücü maliyetleri ve sürekli gelişim talep eden bir

müşteri tabanı ile otomotiv şirketleri her süreci olabildiğince otomatikleştirmek adına her şeyi yapmaktadırlar. Eskiden bir insanın yapması 15 dakika süren işler, şimdi bir robot tarafından sadece bir dakikada hatasız ve ekonomik şekilde yapılmaktadır. Robotlar, otomobil üretim tesislerinin ve bunların tedarikçilerinin tesislerinin vazgeçilmez bir parçası olmuş durumdadır.

3.3.1 Montajda Robot Kullanımı

Montaj, önceden imal edilmiş, hazırlanmış parçaların birleştirilmesi işlemidir. Bu işlem genellikle sabit istasyonlarda yapılmaktadır. Gerekli parçalar belli yerlerden, belli bir sıraya göre alınıp birleştirilmektedir. Günümüzde, robotların montajda kullanım alanları oldukça sınırlıdır. Bunun başlıca iki nedeni vardır. Birincisi, robotların, bir yerde karışık olarak bulunan parçaları tanıması ve alması oldukça güç olmaktadır. Diğeri ise çok amaçlı kavrayıcıların bulunamamasıdır. Çeşitli algılayıcıların ve yazılımların da geliştirilmesi ve piyasaya sürülmesiyle robotların bu alanda kullanımını daha da yaygınlaştıracaktır. Robotlar üretim hatlarında makine, otomotiv, plastik, elektrik, elektronik sektörlerinde imalat sonrası montaj hatlarında sıkça kullanılır. Montaj aşaması yapıştırma, lehimleme, kaynak, vidalama işlemleri ile uyum içerisinde gerçekleşir. Şekil 3.9'da görüleceği gibi montaj hatları üzerinde birleştirme ve bütünleme gerçekleştirilir.



Şekil 3.9 Montaj robotunun çalışması

3.3.2 Boya Uygulamalarında Robot Kullanımı

Robotların bir kullanım alanı da boya uygulamalarıdır. Bir üreticinin ürettiği tüm arabaların boya kalitesinin çok yüksek olmasının bir sebebi de budur. Boya robotları kaynak robotlarına benzerler. Boyayı her araba için aynı şekilde uygularlar ve işlem en becerikli insanın yapabileceğinden çok daha az zamanda yapılır. Robotlar, malzeme işleme uygulamalarında gittikçe daha fazla kullanılmaktadırlar. Otomotiv endüstrisinde robotlar, düşük fiyatlı ve yüksek kaliteli araçlara talep arttıkça daha fazla kullanım alanı bulacaktır. Robot üretim endüstrisinde de gittikçe artan sayıda şirket otomasyon pazarında üstünlük elde etmek için çalışmaktadır. Şekil 3.10'da boyama robotu görülmektedir.

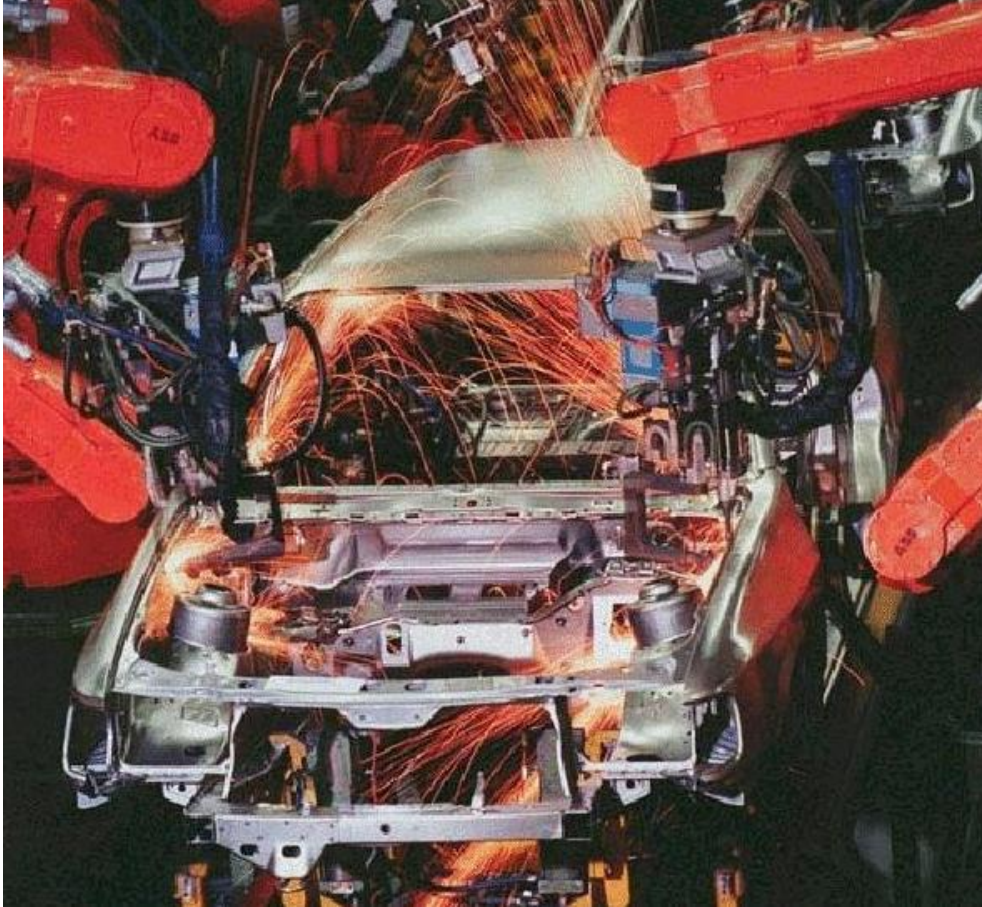


Şekil 3.10 Boyama robotu

3.3.3 Kaynak Uygulamalarında Robot Kullanımı

Robotların otomobil üretiminde en sık kullanıldığı iş kaynak operasyonlarıdır. Bir arabada binlerce nokta kaynağı ve ark kaynağı vardır. Nokta kaynağı üst üste gelen metal parçalarına çok yüksek elektrik akımı uygulayarak yapılır. Elektrik akımı bu parçaların birbirine kaynaması için yeterli ısıyı ortaya çıkarır. Nokta kaynağı yapmak için kullanılan ekipman daha basittir, ancak hem büyüktür, hem de bir insanın nokta kaynakları yaparken bir parçayı ya da kaynak makinasının kendisini hareket ettirmesi için çok büyük güç kullanması gerekmektedir. Nokta kaynak makinaları genellikle bakırdan yapıldığından ağır ve

hantaldırlar. Robotlar bir nokta kaynak makinasını taşıyabilir ve mükemmel yakın bir tekrarlanabilirlik ile aynı noktaya yerleştirebilirler. Bu tekrarlanabilirlik aynı zamanda bir aracın içindeki çok daha ağır bileşenler için kullanılan ark kaynakları için de çok büyük önem taşımaktadır. Bu kaynakların sağlamlığı da robotların kaynak uygulamalarında kullanılmasının ardındaki en büyük motivasyonlardan biridir. Şekil 3.11’de otomotivde kaynak robotu uygulaması görülmektedir.



Şekil 3.11 Otomotiv sektöründe kaynak robotları

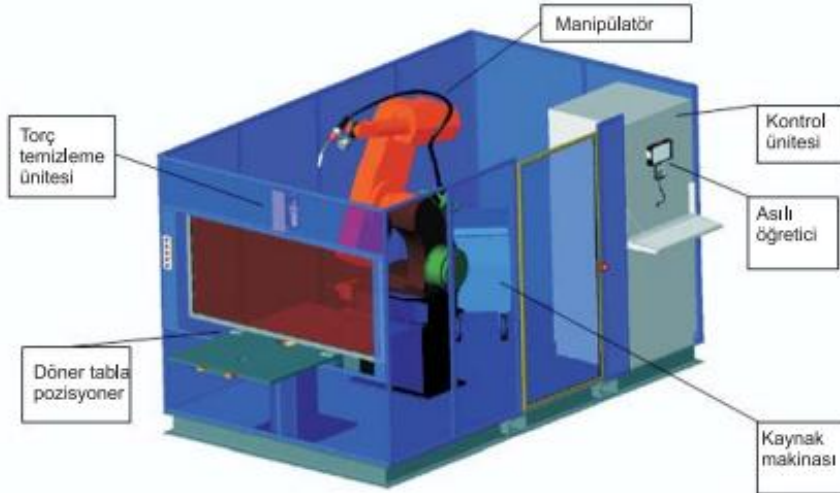
3.3.3.1 Ark Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları

Ark kaynağı uygulamalarında kaynak robotları insan operatörler yerine tercih edilmektedirler. Bunun pekçok sebebi bulunmaktadır. Ark kaynağında radyasyon, duman ve sıçrıntılar meydana getirdiği tehlikeli ortamdan insanları kaynak robotları uzak tutabilmektedir. Ayrıca kaynak robotları kaynakta hareketleri ve kaynak tabancasının yönlendirilmesini çok daha hassas ve fazla sayıda

tekrarlanabilirliğe sahip şekilde gerçekleştirmektedirler. Bu gibi avantajlarından dolayı günümüzde otomotiv sektörü ve yan sanayinde kaynak robotu kullanımı artmıştır. Şekil 3.12’de ark kaynağı robotu ve şekil 3.13’de ark kaynağı robotu üç boyutlu katı modeli görülmektedir.



Şekil 3.12 Ark kaynağı robotu



Şekil 3.13 Ark kaynağı robotu üç boyutlu katı modeli

3.3.3.2 Nokta Direnç Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları

Günümüz sanayisinde özellikle otomotiv sektöründe en çok kullanılan robot kaynağı nokta direnç (punta) kaynağıdır. Bu kaynak işleminde kullanılacak olan kaynak robotları işlem yapılacak parçaya uygun çalışma hacminde seçilmek zorundadır ve yeterli donanıma sahip olmak zorundadır. Robotun kontrolör hafızası da yapılacak olan işlemdeki konumlama adımlarını gerçekleştirebilecek kapasiteye sahip olmak zorundadır. Şekil 3.14’de punta kaynak robotu görülmektedir.



Şekil 3.14 Punta direnç kaynağı

3.3.3.3 MIG/MAG ve TIG Kaynağı Uygulamalarında Kaynak Robotları

Ergitme esaslı kaynak yöntemleri içinde en çok kullanılan MIG/MAG ve TIG kaynaklarında robotlar çok kullanılmaktadırlar. Robotla yapılırken de konvansiyonel olarak yapılırken de yöntem değişmez. Bu kaynak yönteminin ark kaynağından tek

farkı; kaynak yapılan bölgenin MIG kaynağında argon ve helyum gibi soy gazlarla, MAG kaynağında ise karbondioksit gibi aktif gazlarla dış etkilere karşı korunmasıdır.

Robotik TIG kaynağı uygulamalarında ise tek fark elektrodun ergimemesidir. TIG kaynağı kullanılarak çok yüksek sıcaklıklarda eriyen malzemelerin kaynağı yapılabilir. Şekil 3.15’de TIG kaynağı robotu görülmektedir.



Şekil 3.15 TIG kaynağı robotu

Şekil 3.16’ da yarı römork imalatında kullanılan rbot uygulamaları görülmektedir.



Şekil 3.16 Yarı römork imalatında kullanılan robotik uygulamalar

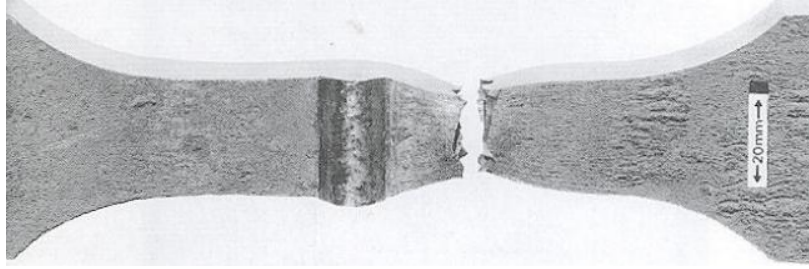
3.4 Kaynak Nedeniyle Oluşan Hatalar

Kaynak işlemi sonrasında meydana gelen artık gerilmeler, yada kaynak işleminin uygun olmayan şartlarda ve konstrüksiyonlarda yapılması kaynaklı parçaların çalışma koşulları içerisinde, zamanından önce yıpranmasına ve bu parçalarda istenmeyen bazı hataların oluşmasına neden olmaktadır. Kaynaklı parçalarda meydana gelen bu hatalar; kırılmalar, çatlaklar ve yıkım şeklinde olmaktadır [36].

3.4.1 Kırılmalar

3.4.1.1 Sünek Kırılma

Malzemenin akması ve buna bağlı deformasyon oluşumu kopmadan önce gözlemlenebilmektedir. Sünek kırılma aşırı yüklenme sonucu oluşur. Çok büyük akma ya da plastik deformasyon oluştuğunun kanıtıdır. Kırılma yüzeyi kaba ve yırtılmış formdadır. Yük doğrultusuna 45° açı yapan bir yırtılma geometrisi oluşur. Çünkü maksimum kayma, yüke 45° açı yaparak oluşmaktadır. Şekil 3,17’de sünek olarak kırılmış bir kaynaklı parça görülmektedir [37].

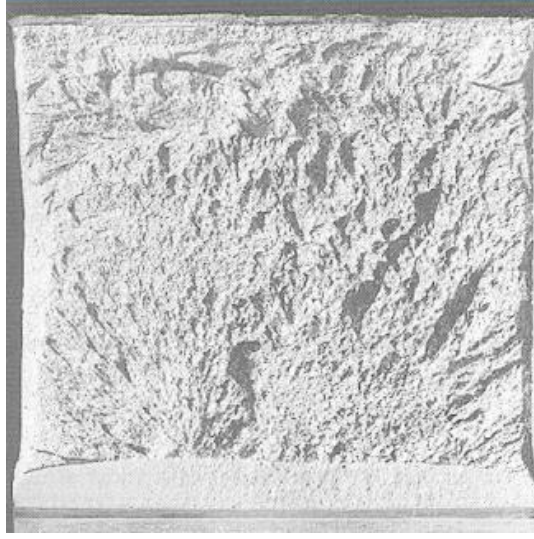


Şekil 3.17 Sünek kırılma örneği [37]

3.4.1.2 Gevrek Kırılma

Ani ve kararsız bir kırılma türüdür. Kırılmadan önce ya çok az plastik deformasyon yaşanır, ya da hiç yaşanmaz. Çatlak yüzeyi ok ucu benzeri geometrili birçok pürüz meydana getirir. Yüzey girintili çıkıntılı yapıda ve kristal

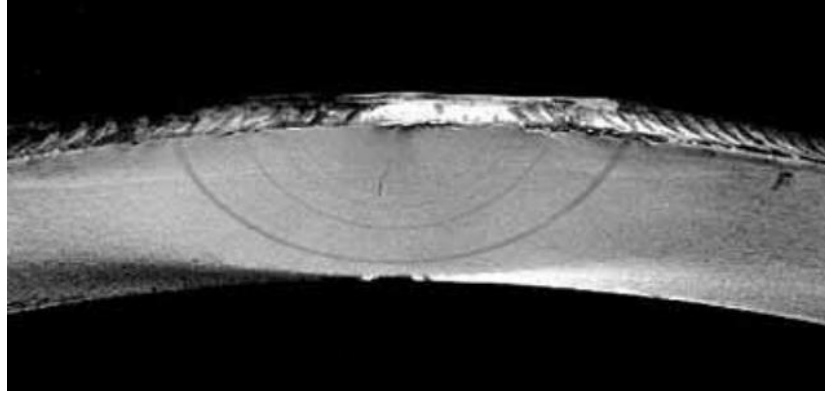
görünümündedir. Yırtık formu bu kırılmada oluşmaz. Kırılma yüzeyi yüke 90° açıdadır. Sıcaklık, kristal yapı (HMK, YMK), malzeme tokluğu, artık gerilmeler, gerilme oranı, malzeme kalınlığı, gerilme yoğunluğu gevrek kırılmayı etkileyen faktörlerdir. Şekil 3.18’de gevrek kırılma örneği görülmektedir.



Şekil 3.18 Gevrek kırılma örneği [37]

3.4.1.3 Yorulma Kırılması

Yorulma kırılması tekrarlı çekme gerilmelerine maruz kalan yapılarda oluşur. Tipik bir özellik olarak bu kırılmalarda çatlak ilerlemesi yavaştır. Yorulma kırılması oluşan bir parçada çatlak ilerlemesi yavaştır ve gerilimenin yoğun olduğu noktalardan başlar. Yükün yarattığı gerilme, tasarım ya da akma gerilmesinden oldukça düşüktür. Kırılma yüzeyi pürüzsüzdür. Pürüzsüz yüzeyde çoğunlukla bant formu yapılar oluşur. Bu bantlar kum üstündeki dalga izlerine benzerler. Bu bantların varlığı ile sürecin başlangıcı ve bitişi açıkça gözlemlenebilir. Kırılma yüzeyi yüke 90° açıdadır. Nihai kopma çoğunlukla çok büyük olmaktadır. Şekil 3.19’da yorulma kırılması örneği görülmektedir.



Şekil 3.19 Yorulma kırılması örneği [37]

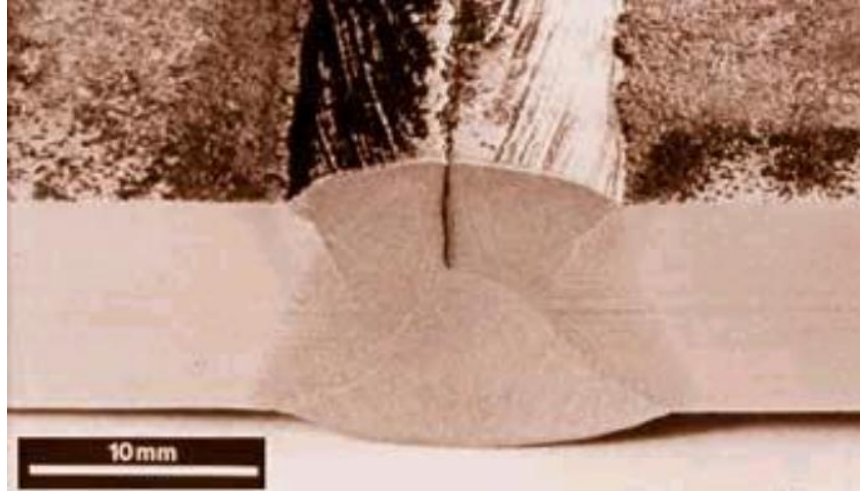
3.4.1.4 Sürünme Sonucu Kırılma

Sürünme, yüksek sıcaklıklarda sabit yük altında yavaş ilerleyen bir deformasyon türüdür. Bu deformasyon, yüksek sıcaklıklarda uzun süre çalışan malzemelerde oluşur. Sürünmeyi meydana getiren gerilme değeri malzemenin akma gerilmesinin çok altındaki bir sabit gerilme değeridir. Sürünme, zaman ve sıcaklığa bağlı bir olgudur. Gerilmeye maruz kesitin yapısı, yük sabit kalmasına karşın bozulmaya devam eder. Sürünme çoğunlukla malzemenin rekristalizasyon sıcaklığına yakın çalışma sıcaklıklarında oluşur. Isınma ve soğuma çevrimleri nedeniyle çoğunlukla enerji santrallerindeki donanımlarda oluşur.

3.4.2 Çatlaklar

3.4.2.1 Katılaşma Çatlakları

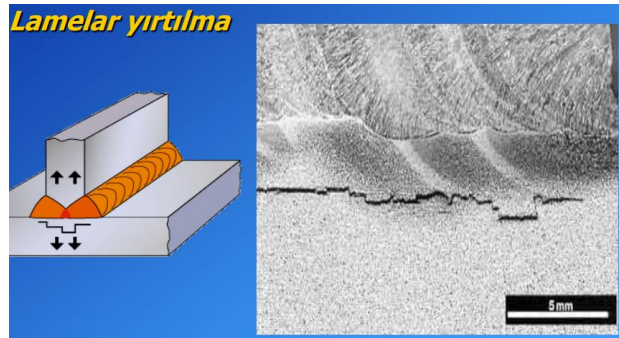
Kaynak banyosu katılaşırken oluşmaktadır. Yüksek S içerikli çeliklerde sıkça rastlanır. Çok yüksek çekme gerilmeleri de bunu tetikler. Bu çatlak; parça kalınlığına paralel olarak kaynak banyosu içine doğrudur. Şekil 3.20’de katılaşma çatlağı örneği görülmektedir.



Şekil 3.20 Katılma çatlakları örneği [37]

3.4.2.2 Lamelar Yırtılma

Basamak benzeri bir yapısı vardır. Ana malzeme ya da IEB'de oluşur. Ana malzemede mutlaka haddeleme yönünde oluşur. Özellikle köşe ve T kaynaklarda, kalınlık doğrultusundaki çekme gerilmeleri buna neden olmaktadır. Ortaya çıkmasında yüksek S oranı ve metal dışı içerikler etkindir. Şekil 3.21'de lamelar yırtılma örneği verilmiştir.



Şekil 3.21 Lamellar yırtılma örneği [37]

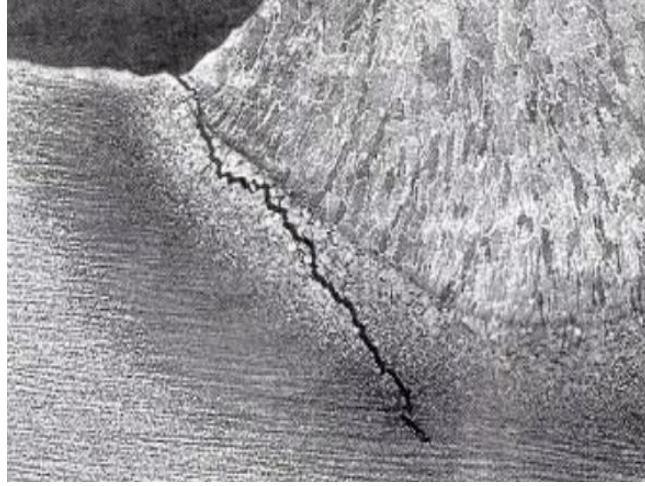
3.4.2.3 Yeniden ısıtma çatlakları

Özellikle düşük alaşımlı çeliklerin ısı etkisi altındaki bölgelerinde kaynak sonrası ısıtma işlemlerinde ya da yüksek servis sıcaklıklarında oluşur. Yüksek gerilmeli

ya da önceden hata bulunan bölgelerde oluşur. Kaynak metali ve ana malzeme arası köşelerin taşlanması ile, kontrollü kaynak sonrası ısıl işlem ile önlenir.

3.4.2.4 Soğuk Çatlak (Hidrojen Çatlağı)

Ana malzeme ile dikiş arası köşe çatlakları, dikişaltı çatlakları, HIC (Hydrogen Induced Crack) ya da gecikmeli çatlak olarak ta bilinir. C-Mn çeliklerinde, düşük, orta ve yüksek alaşımlı çeliklerde ve özellikle Ferritik/Martenzitik çeliklerde oluşur. Çok ender olarak ostenitik ya da duplex paslanmaz çeliklerde oluşsa da Ni ve Cu alaşımlı çeliklerde hiçbir zaman oluşmaz. Yani YMK kristal yapılarında asla oluşmaz. Şekil 3.22’de hidrojen çatlakları örneği görülmektedir.

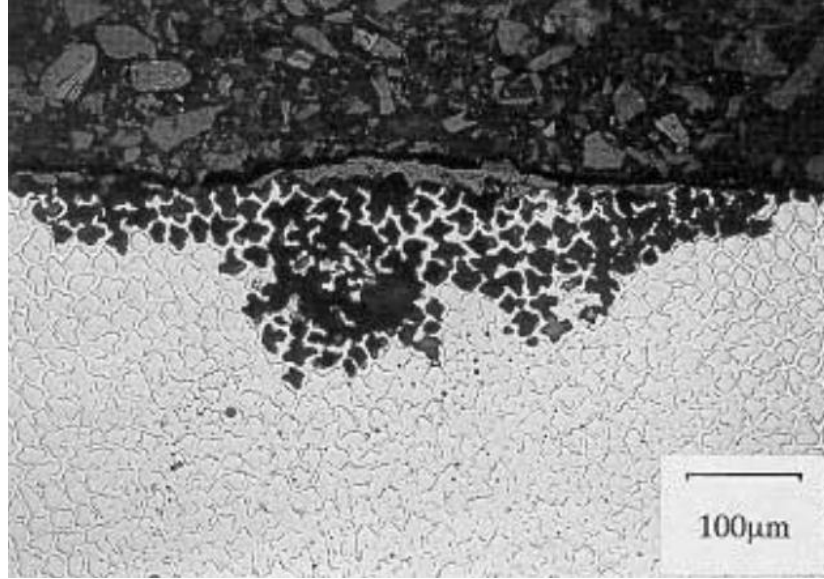


Şekil 3.22 Hidrojen çatlakları örneği [37]

Hidrojen çatlakları çok yaygın görülen bir kaynak hatasıdır. 300°C ’nin altındaki çalışma koşullarında, montajdan minimum 72 saat sonra, kaynak metalinde, IEB ’de, ana metalde, kaynak köşe bölgesinde, dikiş altlarında, yüksek gerilme bölgelerinde meydana gelir. Hidrojen varlığı, oluşumu teşvik eden mikroyapı, neden olabilecek ölçüde kalıcı gerilme hidrojen çatlaklarının oluşmasının ana nedenleridir. Önlemek için; hidrojen seviyesi düşürülmeli, kalıcı gerilmeler giderilmeli ve soğuma hızı düşürülmelidir.

3.4.3 Taneler Arası Korozyona Bağlı Kaynaklı Bölge Yıkımı

Genel bir malzeme hatası olan ve kaynaklı yapılarda da karşılaşılan bu sorun; 304L, 316 L gibi C %'si 0,03'ten yüksek olmayan düşük C'lu çeliklerin kullanımının artması ile ve Ti, Nb gibi Cr'dan önce karbür yaratabilen "stabilizatör"lerin yaygınlaşması ile önlenebilir hale gelmiştir. Bu geliştirilmiş çeliklerin belirleyici özellikleri, çözeltideki serbest karbonları tehlike yaratmayacak kadar düşük seviyede tutup, malzemede Cr₂₃C₆ oluşumunun önüne geçebilmesidir. Standart ostenitik çeliğin de karbon seviyesi son yıllarda %0,05'e düşürülmüş ve taneler arası yıkımdan etkilemesi daha zor hale getirilmiştir. Şekil 3.23'de taneler arası korozyona bağlı yıkımlı bölge örneği görülmektedir [37].



Şekil 3.23 Taneler arası korozyona bağlı yıkımlı bölge örneği [37]

3.5 Gerçek Uygulamalarda Karşılaşılan Kaynak Hatasına Örnek

Kaynak sanayide hemen her alanda kullanılan bir birleştirme yöntemidir. Dolayısıyla bu kadar yaygın kullanılan bir yöntem nedeniyle hataları görme olasılığı da yaygındır. Yarırömorkların şasilerinin imalatında kaynak uygulaması kullanılmaktadır.

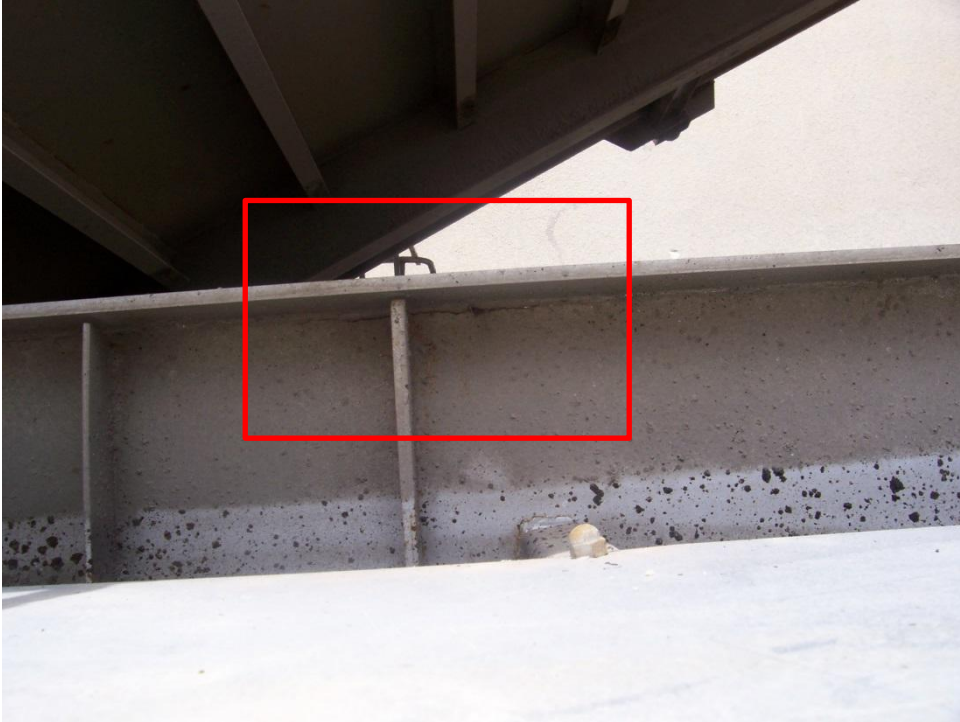
Bu örnekte incelenen hatalı taşıt, üç dingili damper kasalı yarı römorkdur. Yarı römorkun trafiğe çıkmasından bir yıl sonra sahibi, dorseden kullanımda beklenen verimlilik alınamadığı, istiyab haddinden daha az miktarlı taşımalarda dahi güvenilir olmadığı, dorse şasinin kasasının alt ve üst yanaklarında çatlak oluştuğu nedeniyle; aracın malzeme ya da işçilik hatası olup olmadığını tespit edilmesi için incelenmesi talebinde bulunmuştur. Üç dingilli damper kasalı yarı römork incelenerek, makasların bulunduğu bölgenin bağlantı yerinde, alt ve üst kenarlarda kaynak dikişlerinde kılcal çatlakların olduğu gözlenmektedir. Aşağıdaki Şekil 3.24’de üç dingilli damper kasalı yarı römork ve şekil 3.25–şekil 3.27’de yarı römorkun şasisine ait kaynak hataları görülmektedir.



Şekil 3.24 Damper kasalı yarı römork



Şekil 3.25 Şasideki kaynak hataları



Şekil 3.26 Şasideki kaynak hataları



Şekil 3.27 Şasideki kaynak hataları

Dorse, kamyon ve ağır yük taşıtlarında şasiler, daha önceki konularda da bahsedildiği üzere; çeşitli yükler altında zorlanırlar. En büyük gerilmeler şasi putrelin alt ve üst kenarlarında oluşur. İncelenen yarırömorka ait şaside alt ve üstteki bu çatlamlar, kaynak yapım işinde, kaynak dikiş boyunun enaz şasi putreli kadar uzatılmaması, iyi bir kaynak ağzının açılmaması ve işçilik bakımından ucuz düz dikişle yapılan en kötü birleştirmede, zamanla şasi iç gerilmelerinden dolayı çatlamlar oluşmuştur. Kaynak yapmaya başlamadan önce kaynak dikişinin yapılacağı bölgenin dağınık bir şaloma alevi ile 180 ° kadar ısıtılarak kaynak işine şasi putreli iç kısmından başlanması ve kaynak bittikten sonar, yavaş soğutma yapılmaması ve hızlı soğumaya terk edilmesi, uygun elektrot seçimine özen gösterilmemiş olması nedeniyle çatlak oluşumunun görüldüğü tespit edilmektedir. Ayrıca; mekanik özellikleri açısından kötü kalitede malzeme seçimi yapılması da kaynak hatalarına neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu hataların oluşumundaki en önemli kusurun kötü işçilik olduğu tespit edilmektedir [38].

Şasi ana kolları; putrelde tespit edilen mevcut kılcal çatlakların önlenmesi için şasi malzemesinin daha mukavemetli malzemedan yapılması gerekmektedir. Ayrıca şasilerdeki ana profil kalınlığının gerilmeler üzerinde etkisinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu tip yarı römorklar şasi alt ve üstlerin St52-3 çeliğinden 14x5 mm olarak seçilmesi için gerekmektedir [39].

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; karayollarında kullanılan yarı römork taşıtları ve bunların imalatında kullanılan kaynak işleminin dinamik davranışları incelenmiştir.

Karayollarında kullanılan taşıtların yakıt maliyetinin fazla olması nedeniyle karayolu taşımacılığında, özellikle de uluslararası taşımacılıkta yarı römork tipi araçların kullanımını artmıştır.

Karayollarının yapım ve bakım maliyetlerinin fazla olması, ayrıca kullanılan araçların bazı kısıtlamalarla sınırlandırılmış olması da yarı römork taşıtların karayollarında kullanımının artmasına neden olmuştur.

Genellikle yarı römorklar uluslararası yollarda kullanılırlar. Yük taşıma kapasitesini artırmak amacıyla ve ihtiyaç şekline yönelik olarak farklı tip ve teknik ölçülerde araçlar üretilmiştir. Bu üretilen araçların bir kısmı standartlaştırılmıştır.

Yarı römorklar çok ağır yükleri, uzun yol mesafelerinde taşımak için kullanılırlar ve çalışmaları sırasında farklı kuvvetlerin zorlaması etkisi altında kalırlar. Bu nedenle tasarım aşamasında konstruksiyon hesaplamaları titizlikle yapılmalıdır. İmalat aşamasında da aynı titizlik gösterilmelidir.

Yarı römorkların imalatında, uygun malzeme seçimi de çok önemlidir. St 52-3 malzemesi yüksek mukavemeti nedeniyle en çok tercih edilen malzeme olmaktadır.

Günümüzde otomotiv sektöründe imalat aşamasında robotik sistemler kullanılmaktadır. Kaynak robotları binek taşıtların imalatında olduğu gibi yarı römorkların imalatında da kullanılmaktadır. Böylelikle; daha az maliyetle, daha kısa sürede, daha kusursuz araçların üretimi mümkün olmaktadır.

Yarı römorkların imalatında kullanılan kaynak işlemi; en çok kullanılan sökülemeyen birleştirme yöntemidir. Yaygın olarak kullanılmakta olunan I profilli şasi ana kollarında, dinamik yol koşullarında, çatlaklar ve kırılmalar şeklinde ortaya çıkan hataların uygulamada ortaya çıkmaması, mukavemet koşullarının

iyileştirilmesi bakımından öncelikle imalat aşamasında uygun olan kaynak yönteminin seçilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Tolun, F. ve İ., Eren, İ., “Lowbed yarı römork şasisinin sonlu elemanlar yöntemine göre yapısal analizi”. *MMO Mühendis ve Makina Dergisi*, (baskıda), (2014).
- [2] Chowdhury, H., Moria, H., Abdulkadir, A., Khan, I., Alam, F. and Watkins, S., “A study on aerodynamic drag of a semi-trailer truck”, *Procedia Engineering*, (56), 201-205, (2013).
- [3] Han, D., Shen, B., Zhou, W, Zhang, X. and Li, Q., “The study of tanker semi-trailer’s steering stability on the fluid-structure interaction”, *Procedia Environmental Sciences*, (12), 1082-1088, (2012).
- [4] Yüksel, H., “Taşıt tasarımında had kullanılabilirliği”, *2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi*, Balıkesir, (2010).
- [5] Tolun, F., “Yük taşıtlarının taşıyıcı aksamalarının gerçek yol yükleri altında analiz edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Ana bilim Dalı, Balıkesir, (2007).
- [6] Yüksel, H., “Non-lineer amortisörlerin dinamiği”, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (8), 2, (2006).
- [7] Şenalp, A.Z. ve Bezer, Y.İ., “Treyler şasinin bilgisayar destekli tasarımı ve sonlu elemanlar methoduyla yapısal analizi”, *Timak*, Balıkesir, 558-569, (2006).
- [8] Ereke, İ.M., “Taşıt modeli geliştirmede kullanılan ileri tasarım teknikleri”, *Timak*, Balıkesir, 27-34, (2006).
- [9] Benli, S., “Kaynaklı parçalarda oluşan artık gerilmelerin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (2004).

- [10] Dinçer, S., “Sonlu elemanlar yöntemi ile kapı dayanım analizleri”, *Otekon*, Bursa, 108, (2004).
- [11] Arslan, M.Ö., Tuncer, A., Tandoğan, F.O., “Kamyon şasilerinde titreşim analizi”, *Otekon*, Bursa, 185, (2004).
- [12] Karaoğlu, Ç., Kuralay, N.S., “Stress analysis of a truck chassis with riveted joints”, *Finite Elements in Analysis and Design*, (38), 1115, (2002).
- [13] Karaoğlu, Ç., “Kamyon şasilerinde ana profil kalınlığının gerilmeler üzerindeki etkisi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(3) 89-95, (1999).
- [14] Ereke, İ.M., Yay, K., “çift katlı otobüs gövdesinin bilgisayar destekli gerilme analizi”, *Mamkon Makina Tasarım Kongresi*, İstanbul, 54-62, (1997).
- [15] Ereke, M., Yay, K., “Çift katlı bir otobüs gövdesinin bilgisayar destekli yapısal optimizasyonu”, *7. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi*, Ankara, 38-43, (1996).
- [16] Kwangju, L. and Nicolaidis, E., “Identification of flexible joints in vehicle structures”, *Aiaa Journal*, 2 (30), 482-489, (1992).
- [17] Beerman, H.J., “Torsion of commercial vehicle frames with open and closed cross section members”, *Automobiltechnische Zeitschrift*, (9), 459-464, (1980).
- [18] Oehlschlaeger, H., “Einflaub der knotenauslegung auf verdrehsteife undbeanspruchungen von verwindungsweichen nutzfahrzeugrahmen”, *Automobil Industrie*, 2 (80), 69-76. (1980).
- [19] Oehlschlaeger, H., “Considering cross-member orifices in the structural analysis of commercial vehicle frames”, *Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge*, 5(52), 83-91, (1977).
- [20] Beerman, H.J., “Warping inhibition in the joints of vehicle frames with open cross-section members”, *Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge*, 1-6, (1977).

- [21] Özgüç, M., *Araç proje ve dizaynı*, Makine Mühendisleri Odası, Ankara, (43), 626-24 (1977).
- [22] *Araçların imal tadil ve montajı hakkında yönetmelik*, Resmi Gazete, 21/10/2014- 25620, 9.2., (2014).
- [23] Yüksel, H., *Taşıt konstrüksiyonu*, 30-57, 88-90, Balıkesir, Doğukan Fotokopi, (2013).
- [24] Tirser, L., Yarı römork ürünler, (19 Mayıs 2014) <http://www.tirser.com/index.html#>, (2014).
- [25] Yüksel A., *Şasi*, Makine Mühendisleri Odası, Ankara, (5), 24, 629, (1975).
- [26] Barçın, Z., “Semi treyler araçların bilgisayar destekli şasi tasarımı ve analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya, (2002).
- [27] Eren, İ., “Taşıt şasi ve süspansiyon sistemleri tasarımında burulma yüklerinin analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Balıkesir, (1996).
- [28] Kahraman, Y., “Semi treyler şasinin bilgisayar destekli yapısal analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya, (2003).
- [29] Bezer, Ş., “Otomotiv sektöründe kaynak teknolojileri”, (19 Mayıs 2014), http://muhendisizbiz.net/uploads/92/otomotv_sektrnde_kaynak_teknolojileri.pdf, (2014).
- [30] Karadeniz, S., “Kaynak makineleri”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, (1), İzmir, 22-30, (2000).
- [31] Vural, M., “Mak 351-imal usulleri, kaynak ve birleştirme teknolojisi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (6), 36-41, 2004.

- [32] Kaluç, E., *Ergitme esaslı kaynak yöntemleri*, TMMOB Kaynak Teknolojisi El Kitabı, Makine Mühendisleri Odası, Ankara, (1), 132-140, (2004).
- [33] Oğuz, B., *Ark kaynağı*, Oerlikon Yayını, Ankara, 5-8, (1989).
- [34] Benli, S., “Kaynaklı parçalarda oluşan artık gerilmelerin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliğı Bölümü Ana Bilim Dalı, (2004).
- [35] Altan, M., “Kaynak distorsiyonları ve sonlu elemanlar yöntemi ile analizi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (9), 16-21, (2002).
- [36] Angigün, F., “Elektrik ark kaynağı ile birleştirilmiş parçalarda kaynak dikişine uygulanan ısııl işlemlerin dokusal ve mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makina Mühendisliğı Ana Bilim Dalı, İstanbul, (1996).
- [37] Makina Mühendisleri Odası, “Kaynak hataları”, (15 Mayıs 2014), http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/83904f468043198_ek.pdf, (2014).
- [38] Yüksel, H., “Damper yarı römork şasisinde meydana gelen kaynak hasarlarının incelenmesi”, Balıkesir 2. Sulh Hukuk Mahkemesi, Balıkesir, (2009).
- [39] Karaoğlu, Ç., “Kamyon şasilerinde ana profil kalınlığının gerilmeler üzerindeki etkisi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1, (3), İzmir, 89-95, (1999).