

**Seyyar Yangın Söndürme Cihazlarının
İmalatında Uygulanan İdeal Gaz Altı Alın
Kaynak Prosedürü Değerlerinin Tespiti**

Mak.Müh.Hakan GÜL

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ
Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU**

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SEYYAR YANGIN SÖNDÜRME CİHAZLARININ İMALATINDA UYGULANAN
İDEAL GAZ ALTI ALIN KAYNAK PROSEDÜRÜ DEĞERLERİNİN TESPİTİ**

HAKAN GÜL

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ
Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU**

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ ve Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU danışmanlığında, Hakan GÜL tarafından hazırlanan “Seyyar Yangın Söndürme Cihazlarının İmalatında Uygulanan İdeal Gaz Altı Alın Kaynak Prosedürü Değerlerinin Tespiti” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Serdar Osman YILMAZ

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ (Danışman)

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU (II.Danışman)

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Aytaç MORALAR

İmza :

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Sencer Süreyya KARABEYOĞLU

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SEYYAR YANGIN SÖNDÜRME CİHAZLARININ İMALATINDA UYGULANAN
İDEAL GAZ ALTI ALIN KAYNAK PROSEDÜRÜ DEĞERLERİNİN TESPİTİ

Hakan GÜL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ

Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU

Bu deneysel çalışmada yangına en kısa ve en pratik şekilde müdahale etmemize yarayan kuru kimyevi tozlu seyyar yangın söndürme cihazlarının (yangın söndürme tüplerinin) gazaltı kaynağında kullanılan kaynak prosedüründe, tüp için en ideal kaynak değerlerinin bulunmasıdır. 9 (Dokuz) adetlik örneklendirme ile yapılan testlerde değişen parametrelerin kaynak üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: yangın, seyyar söndürme tüpü, gaz altı kaynağı, vonmises gerilmeleri

2019, 54 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF OPTIMUM VALUES FOR INERT GAS WELDING OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS

Hakan GÜL

Tekirdağ Namik Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineer

Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ
Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU

In this experimental study, the aim is to find the optimum welding parameters via inert gas welding procedure for dry chemical powder fire extinguishers which are used in order to intervene the fire in a quick and practical manner. For this purpose, the effect of changing parameters on welding is investigated by the experiments with nine samples.

Keyword: fire, portable fire extinguishers, inert gas welding, vonmises stress

2019, 54 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐmasının hazırlanmasında bana yol gosteren, umudumun kırıldığı anda beni teŐvik eden, bilgi birikimi ve tecrübesiyle alıŐmama ıŐık tutan danıŐmanım değerli hocam, Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Savaş DALMIŞ'a ve Dr. Öğretim Üyesi Sait Özmen ERUSLU'ya teŐekkürlerimi sunarım.

Hakan GÜL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİL DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Yanma ve Yangın'ın Tanımı ve Kısa Tarihçesi	1
1.2 Yangın Söndürücüler	2
1.3 Basıncılı Kap Nedir?.....	3
1.4 Mag Kaynağı	3
1.5 Genel Test Yöntemleri.....	5
1.5.1 Tahribatsız muayene yöntemleri	5
1.5.1.1 Göz ile muayene	6
1.5.1.2 Girdap akımları (Eddy akımı) ile muayene	8
1.5.1.3 Manyetik parçacık ile muayene	9
1.5.1.4 Ultrasonik dalgalar ile muayene	11
1.5.1.5 Radyografik muayene yöntemi.....	12
1.5.2 Tahribatlı muayene yöntemleri.....	12
1.5.2.1 Çekme testi	13
1.5.2.2 Basma testi.....	14
1.5.2.3 Bükme testi	14
1.5.2.4 Burulma testi	15
1.5.2.5 Hidrostatik basınç testi	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1 Materyal.....	18
3.1.1 Gövde malzemesi.....	18
3.1.2 Kaynak makinesi	21

3.1.3 Hidrostatik test makinesi	22
3.1.4 Penetrant sıvı	23
3.1.5 Çekme Testi Makinesi	23
3.2 Yöntem	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	25
4.1 Sonlu Elemanlar Analizi.....	44
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	50
6. KAYNAKLAR	52
7. ÖZGEÇMİŞ	54

ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kullanılan malzemenin kimyasal özellikleri.....	18
Çizelge 3.2. Kullanılan malzemenin mekanik özellikleri	19
Çizelge 3.3. Magmaweld RS 400 K kaynak makinesi teknik özellikler.....	22
Çizelge 4.1. Üst manşon kaynak değerleri	27
Çizelge 4.2. Alt tabya kaynak değerleri	27
Çizelge 4.3. Patlatma ve dayanım basınç değerleri.....	32
Çizelge 4.4. Modele ait gövde malzemenin mekanik özellikleri	44

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1.Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı	3
Şekil 1.2.Gazaltı kaynak makinesi genel görünüm	4
Şekil 1.3.Penetrant sıvı testin uygulanma aşamaları (Anonim 2018)	8
Şekil 1.4. Girdap akımlarında etkileşim (Anonim 2018)	9
Şekil 1.5. Girdap akımları yönteminin uygulanışı (Anonim 2018).....	9
Şekil 1.6. Manyetik alan çizgileri (Anonim 2018).....	10
Şekil 1.7. Manyetik parçacık yönteminin şematik görünümü (Anonim 2018).....	10
Şekil 1.8. Ultrasonik muayene yönteminin çalışma prensibi (Anonim 2018)	11
Şekil 1.9. Radyografik muayenenin çalışma prensibi (Anonim 2018)	12
Şekil 1.10. Çekme deney makinesi (Savaşkan 2004).....	13
Şekil 1.11.Basma testi makinesi(Savaşkan 2004)	14
Şekil 1.12. Bükme testi makinesi (Savaşkan 2004)	15
Şekil 1.13. Burulma testi makinesi (Savaşkan 2004).....	15
Şekil 3.1. Silindir haline getirilmiş çelik saçlar	19
Şekil 3.2. Alt tabya saçlar.....	20
Şekil 3.3. Silindir gövde kumpas ile ölçüm	20
Şekil 3.4. Alt tabya kumpas ile ölçüm.....	21
Şekil 3.5. Magmaweld RS 400 K kaynak makinesi	21
Şekil 3.6. Hidrostatik test makinesi.....	22
Şekil 3.7. Penetrant sıvı spreyleri.....	23
Şekil 3.8. Çekme Test Makinesi.....	24
Şekil 3.9. Robutest Universal Test Software programında Uzama – Gerilme diyagramı	24
Şekil 3.10. ASTM-SA-353 çelik tüpte 60MPa basınçta VonMises Gerilme Dağılımı (Eruslu 2008).....	25
Şekil 4.1.Mag kaynak makinesine bağlanmış gövde ile üst manşonun kaynağı.....	26
Şekil 4.2.Mag kaynak makinesine bağlanmış gövde ile alt tabyanın kaynağı	26
Şekil 4.3.Tüplere penetrant sıvı testinin uygulanması	28
Şekil 4.4.Bir numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu	28
Şekil 4.5.İki numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu.....	29
Şekil 4.6. Üç numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu.....	29
Şekil 4.7.Dört numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu	29
Şekil 4.8.Beş numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu	30
Şekil 4.9.Altı numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu	30
Şekil 4.10. Yedi numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu....	30
Şekil 4.11.Sekiz numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu ...	31
Şekil 4.12.Dokuz numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu..	31
Şekil 4.13. Bir numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü	33
Şekil 4.14. İki numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü.....	33
Şekil 4.15. Üç numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü.....	33

Şekil 4.16. Dört numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü.....	34
Şekil 4.17. Beş numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü	34
Şekil 4.18. Sekiz numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü	34
Şekil 4.19. Dokuz numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü	35
Şekil 4.20. DC 04 kalitede (Erdemir 7114) sürekli tavlama yapılmış levha çelik	35
Şekil 4.21. Kaynak yapılmış düz levha numuneleri.....	36
Şekil 4.22. ISO EN 6892-1 standardına göre çekme deney numunesi	37
Şekil 4.23. Deney numunesi ölçüleri	37
Şekil 4.24. Çekme Deney Numuneleri.....	38
Şekil 4.25. Numunelerin çekme testine tabi tutulması.....	38
Şekil 4.26. 4-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	39
Şekil 4.27. 4-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	39
Şekil 4.28. 5-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	40
Şekil 4.29. 5-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	40
Şekil 4.30. 6-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	41
Şekil 4.31. 6-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	41
Şekil 4.32. 8-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	42
Şekil 4.33. 8-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	42
Şekil 4.34. 9-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	43
Şekil 4.35. 9-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı	43
Şekil 4.36. Çekme testi sonrası deney numuneleri.....	44
Şekil 4.37 Gövde malzemesi 1'in gösterimi	45
Şekil 4.38 Gövde malzemesi 2'in gösterimi	45
Şekil 4.39. Sınır Koşulları	46
Şekil 4.40. Birinci modelde uygulanan mesh yüzeyi	46
Şekil 4.41. Birinci modelde oluşan hata yüzdesi	47
Şekil 4.42. İkinci modelde uygulanan mesh yüzeyi.....	47
Şekil 4.43. İkinci modelde oluşan hata yüzdesi	48
Şekil 4.44. Plastik şekil değiştirme	48
Şekil 4.45. Toplam deformasyon	49
Şekil 4.46. VonMises Gerilmeleri.....	49

SİMGELER ve KISALTMALAR

H	: Kaynak ısı girdisi
V	: Kaynak gerilimi
I	: Kaynak akımı
η	: Kaynak verimi
S	: Kaynak hızı
TSE	: Türk Standartları enstitüsü
EN	: European Norm
mJ	: Megajoule
MMO	: Makine Mühendisleri Odası
EEC	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
P_r	: Patlatma Basıncı
PS	: Müsaade edilebilir en yüksek basınç
PT	:Deney basıncı
DB	:Dayanım basıncı
L_0	: İlk ölçü uzunluğu
b_0	: Gövde genişliği
L_c	: En küçük gövde uzunluğu
L_t	: Numunenin toplam uzunluğu

1. GİRİŞ

1.1 Yanma ve Yangın'ın Tanımı ve Kısa Tarihçesi

Maddenin ısı altında havanın serbest oksijeni ile belirli oranlarda birleşmesi sonucu meydana gelen zincirleme ekzotermik kimyasal reaksiyona yanma denir. Söz konusu yanma reaksiyonun kontrol dışı gelişmesine ise yangın denir.

İnsanlar yüzyıllardır yangınları önlemek ve söndürmek için daha etkili yöntemler bulmaya çalışmışlardır. Eski Roma'da bir itfaiye teşkilatı ve Roma lejyonlarıyla birlikte giden eğitim almış itfaiyeciler olduğu bilinmektedir. Su kovaları en eski yangın söndürme aracıydı. Daha sonra el gücü ile basınçlı su fişkırtan pompalar geliştirildi. Ortaçağ Avrupa'sında evlerin çoğu ahşap olduğundan bu dönemde yangına karşı alınan önlem, evlerdeki ateşlerin akşam belirli bir saatte zorunlu olarak söndürülmesini öngören kuraldı. Her akşam çalınan bir çan, evlerdeki ateşlerin söndürülme zamanını kent halkına bildirirdi. Büyük Londra Yangını olarak adlandırılan büyük bir yangın, sadece hortum ve kova kullanılarak söndürülemeyecek kadar geniş bir alana yayılmıştı. Londra'da bu büyük yangından sonra yangından korunma yöntemlerini geliştiren bazı yeni düzenlemeler yapıldı. En önemlisi yapılarda kullanılan ahşabın yerini zaman içerisinde yangında daha dayanıklı olan tuğla almaya başladı. 1600'lerin sonunda sigorta şirketleri özel itfaiye teşkilatlarını kurarak, sigortaladıkları yapılarda çıkan yangınları söndürmüşlerdi. Bunu belirgin hale getirmek için sigorta şirketleri sigortaladıkları yapılara kendi özel işaretlerini taşıyan yangın plakaları takarlardı. Böylece her şirketin kendi özel itfaiye teşkilatı, sadece o şirketin yangın plakasını taşıyan yapılardaki yangını söndürürdü (Anonim 2018).

Osmanlı İmparatorluğu döneminde ise, 1714 senesine kadar İstanbul'da çıkan yangınları yeniçeriler, çeşitli itfaiye aletleriyle söndürürlerdi. Gerekliğinde yeniçerilere, bostancılar ve acemi ocağı da yardım ederdi. Yangın söndürenlere ödül olarak ikramiye verilir, içlerinde iyi hizmet görenler terfi ettirilirdi. Yangın söndürme malzemeleri bedestende durur ve yangın olduğunda gelişi güzel, kim isterse bunları alıp, yangın söndürmeye giderdi. Zaman zaman kargaşalık ve çapulculuğa sebep olan bu hizmet, Yavuz Sultan Selim zamanında kaldırılarak tamamen yeniçeri ocağına verildi (Kılıç 2010).

Kanuni Sultan Süleyman'ın 1560 yılındaki fermanı, Sultan II. Selim'in 1572 yılındaki fermanından sonra, 1579 yılında Sultan III. Murat, İstanbul kadısına bir ferman göndererek, İstanbul ahalisinin evinde, damına yetiyecek bir merdiven, bir büyük fiçı su bulundurması ve bunları bulundurmayanların subaşıya teslim edilerek cezaya çarptırılacakları belirtilmiştir. İlk

kez Nevşehirli Damat İbrahim Paşa tarafından 1714 yılında, düzenli söndürme teşkilatı kurduruldu. İtfaiye teşkilatının değişimi dört farklı aşamada olmuştur. Birincisi 1714'te başlayan ve 1826 yılında sona eren Yeniçeri İtfaiye Ocağı, ikincisi 1826 -1874 yılları arasındaki Semt (Mahalle) Tulumbacıları dönemi, üçüncüsü 1874 -1923 yılları arasındaki Askeri İtfaiye Teşkilatı ve sonuncusu da bugünkü itfaiye teşkilatının esasını teşkil eden Cumhuriyet Dönemi İtfaiye Teşkilatı'dır (Kılıç2010).

21. Yüzyılın başında, Dünya'nın nüfusu yaklaşık 6.300.000.000 iken ihbar edilen yangın sayısı 7.000.000 - 8.000.000 olmakla beraber 70.000 – 80.000 can kaybına ve 500.000 – 800.000 yaralanmaya sebebiyet vermiştir. Yangın kaynaklı ölümlerin yaklaşık %90'ına binalarda çıkan yangınlar neden olmaktadır. 1950'lerde yangının ortaya çıkmasından alevlenmeye kadar geçen süre 15 dakikadır. 25 yıl önce ise bu süre 5 dakikaya düşmüş ve günümüzde ölümcül durumlar 3 dakikadan sonra ortaya çıkmaktadır. Bunun temel nedeni evlerde kullanılan çok farklı çeşitte plastik malzemenin kullanılmasıdır (Anonim 2006).

1.2 Yangın Söndürücüler

Konvansiyonel manada ilk yangın söndürücü cihazı Kaptan George William Manby, 1813 yılında, bakır bir silindir içinde, söndürücü olarak üç galon su kapasitesine sahip, itici gaz olarak basınçlı havayı kullanan, basınçlı hava ile suyu püskürtmeyi sağlayan bir sistem olarak icat etmiştir. Orijinal olarak "Extincteur" olarak adlandırılan bu yangın söndürme cihazı, aynı yıl patenti alınmıştır (Anonim 2018).

Ancak günümüzde yangına en kısa sürede ve en pratik şekilde müdahale etmemize yarayan, halk arasında yangın söndürme tüpü olarak adlandırılan, ülkemizde yayımlanan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte taşınabilir (seyyar) yangın söndürme cihazı olarak tanımlanan bu tüplerde, su yerine, mono amonyum fosfat veya amonyum sülfat içeren kuru kimyevi tozlar, hava yerine ise azot gazı kullanılmaktadır. Seyyar yangın söndürme cihazları TS 862-7 EN 3-7+A1'e (Seyyar yangın söndürücüler - bölüm 7: Özellikler, performans gerekleri ve deney metotları) uygun bir şekilde imal edilen, basınçlı kaplardır. Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1.Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı

1.3 Basınçlı Kap Nedir?

Atmosfer basıncı üzerinde bir basınç veya vakum bulunan; buhar gaz ve sıvı ihtiva eden kazanlar, pişirme kapları, toplayıcı veya diğer kaplara, daha genel bir ifadeyle, içten veya dıştan basınca maruz kapalı kaplara basınçlı kap adı verilir.

Basınçlı Kap, (0,5 atü) ve daha yüksek üst basınçlı sıvı ve gazların üretiminde, taşınmasında ya da depolanmasında kullanılan küre, silindir biçimli veya koni biçimli hacimlerin birleştirilmesinden oluşan atmosfere kapalı kaplardır (Sayılğan1993).

1.4 Mag Kaynağı

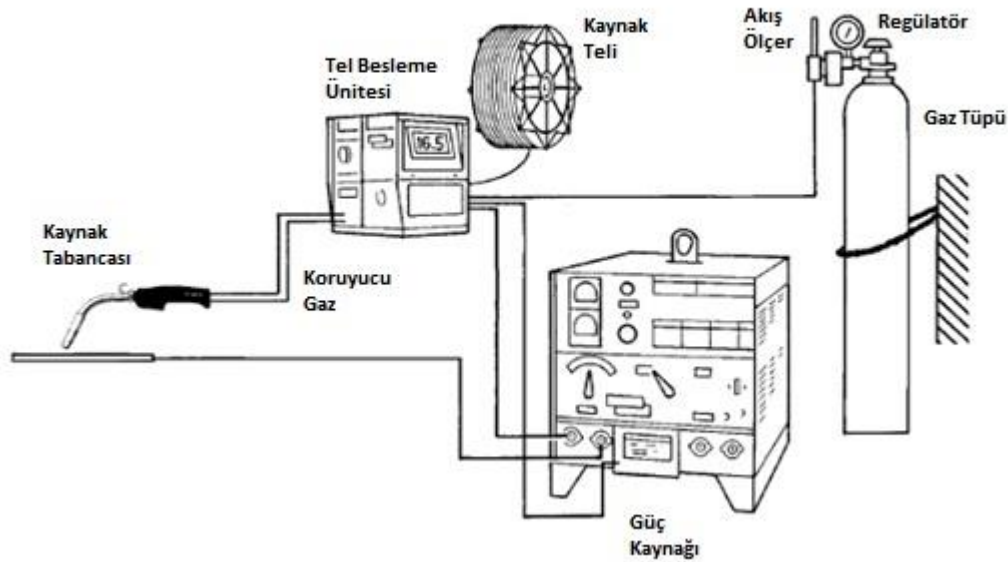
Basınçlı bir kap olan seyyar yangın söndürme cihazları, levha saçların bükülerek, MAG kaynağı ile birleştirilmesi sonucu imal edilirler. Bu kaynak işlemi TS EN ISO 15614-1'e (Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması - Kaynak prosedürü deneyi - Bölüm 1: Çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel ve nikel alaşımlarının ark kaynağı) uygun bir şekilde yapılmalıdır.

MAG kaynağından önce bulunan MIG kaynağının esas gelişimi, 1947 yılında ABD'de ilk satın alınabilir kaynak makinalarının üretilmesiyle başlamıştır. O tarihte yöntem S.I.G.M.A (Shielded Inert Gas Metal Arc) olarak adlandırılmakta ve bugünkü MIG kaynağı

ile aynı anlamda kullanılmaktaydı. Karbondioksit gazının koruyucu gaz kullanımı ilk defa Rusya'da 1952 yılında denenmiş ve bugünkü MAG kaynağı başlamıştır.

O dönem argon gazı çok pahalıya mal olduğundan bu yöntem ilk olarak alaşimsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağı için yerleşmiştir.1960'lardan itibaren argon gazının fiyatının düşmesiyle karışım gazlar (ilk olarak da argon ile karbondioksit karışımı) kullanılmaya başlanmıştır. Saf karbondioksit (%99 saf karbondioksit) kıyasla daha pahalı olmasına rağmen karışım gazlar çok gelişmiştir ve günümüzde MAG kaynağında kullanılan koruyucu gazların hemen hemen % 80'i karışım gazdır. Gazaltı metal ark (MIG/MAG) kaynağı ile yapılan kaynaklar, bilinen tüm eritme kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmiş dikişlerin yaklaşık % 70'lik bölümünü oluşturmaktadır ve günümüzde halen gelişimini sürdürmektedir (Anonim 2018).

MIG ve MAG Kaynağında ark, iş parçası ile aynı zamanda ilave tel görevi yapan eriyen bir elektrot arasında yanar. Koruyucu gaz ya argon, helyum gibi bir asal gaz ya da bunların karışımı (MIG) veya aktif bir gazdır (MAG). Koruyucu gaz, örneğin CO₂ kaynağında (MAGC-yöntemi), karbondioksit'ten veya Karışım Gaz Kaynağında (MAGM-yöntemi) asal gazla aktif gazların karışımından oluşan bir karışım gazdır (Anonim 2018).



Şekil 1.2. Gazaltı kaynak makinesi genel görünüm

Uçsuz elektrot bir tel iletme mekanizması yardımıyla bir tel makarasından akım kontak borusuna gelir. Serbest tel ucu nispeten kısadır; böylece ince elektrota yüksek akım

şiddeti ($> 100 \text{ A/mm}^2$) uygulanabilir. Kaynak makinasının kutuplarından biri elektrotta diğeri de parçaya bağlanır; böylece ark, eriyen elektrot ile parça arasında yanar. Elektrot aynı anda hem enerji taşıyıcı ve hem de kaynak ilave metali görevi yapar. Koruyucu gaz elektrotun eşeksenli olarak bulunduğu bir memeden akar ve arkı, eriyen damlaları ve arkın altındaki erimiş banyoyu atmosferin etkisinden korur (Anonim 2018).

MAG kaynak yönteminin prensibi, MIG kaynağındaki ile aynıdır. MAG yöntemi, düşük alaşımlı, alaşımlı ve yüksek alaşımlı çelikleri (paslanmaz çelik) kaynaklamak için kullanılır (Anonim 2018).

Kullanım kolaylığı, kaynakların daha kolay temizlenmesi ve mükemmel kaynak dikişleri nedeniyle yüksek verimli ve yaygın olarak kullanılan bir kaynak yöntemidir (Anonim 2018).

MAG 135 yöntemi ile çok çeşitli malzemeler kaynak yapılabilmektedir. MAG 135 kaynağında inert gazlar - argon ve karma helyum kullanılır. Ayrıca malzeme özelliklerine bağlı olarak M21 olarak işaretlenmiş aktif karışık Argon + CO₂ gazı ve farklı oranlarda karışık gazlar kullanılmaktadır (Anonim 2018).

1.5 Genel Test Yöntemleri

Malzeme muayenesi tahribatsız ve tahribatlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Muayene hangi grupta olursa olsun muayenenin, dolayısıyla imalatın ekonomik ve güvenilir olması bakımından muayenede en uygun yöntemin seçilmesi ve bunun için de grup içindeki birbirlerine alternatif olabilecek muayene yöntemlerinin bilinmesi gerekir (Karadeniz 2018).

1.5.1 Tahribatsız muayene yöntemleri

İncelenecek olan malzemeye hiçbir şekilde zarar vermeksizin muayene edilerek, dinamik ve statik yapıları hakkında bilgi edinilen muayene yöntemlerine tahribatsız muayene olarak adlandırılır. Malzemeler imalat esnasında veya belli bir süre kullandıktan sonra örneğin, korozyon veya aşınma gibi nedenlerden dolayı oluşan çatlak, içyapıda meydana gelen boşluk, kesit azalması vb. hataların tespiti tahribatsız muayene yöntemi ile gerçekleştirilir. Bu muayene yöntemi uygulanırken malzemelerden herhangi bir numune alma ihtiyacı yoktur. Doğrudan iş parçası üzerinde testler yapılabilir ve böylece parçaların tamamının muayenesi gerçekleştirilmiş olur.

Tahribatsız muayene yöntemleri kendi arasında farklı şekillerle, farklı fiziksel prensiplerle uygulanır. Yöntemi seçerken, incelenen malzemenin yapısına ve aranacak olan hata türüne dikkat edilir. Her bir yöntemin kendine göre avantajları olmasıyla beraber,

genellikle diğerk yöntemin tamamlayıcısı durumundadırlar. Belli başlı tahribatsız muayenede uygulanan yöntemler Şu Şekilde sıralanabilir:

- Göz ile Muayene
- Sıvı Emdirme (Penetrant Sıvısı) ile Muayene
- Girdap akımları (Eddy Akımı) ile Muayene
- Manyetik Parçacık ile Muayene
- Ultrasonik Muayene
- Radyografik (Röntgen) IŞınları ile Muayene

1.5.1.1 Göz ile muayene

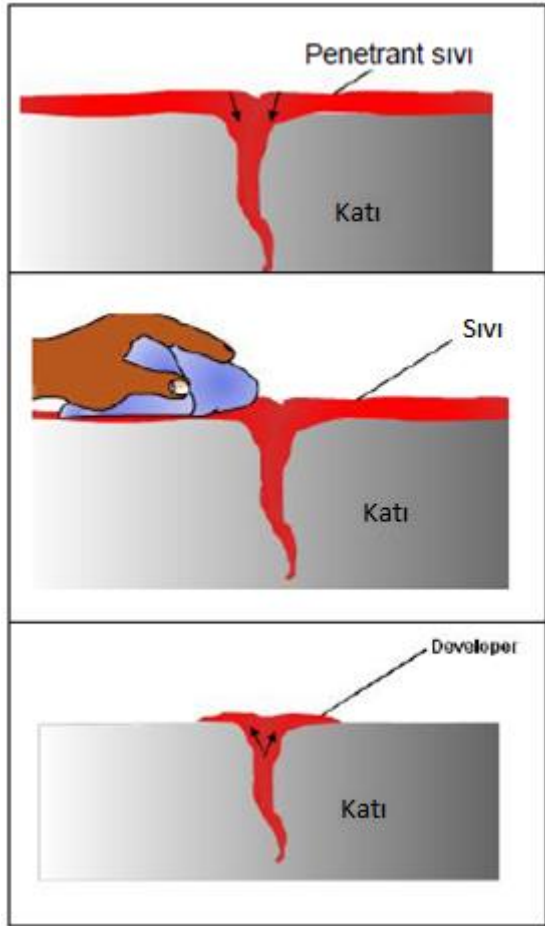
Malzemenin yüzeyinde bulunan süreksizlikler, yapısal bozukluklar, yüzey durumu gibi kaliteyi doğrudan etkileyen parametrelerin büyüteç gibi optik bir yardımcı kullanarak veya kullanmaksızın muayene edilmesidir. Bu muayene yöntemi her ne kadar basit bir metot olarak görünse de aslında gözle muayene en önemli muayene yöntemidir. Başka bir tahribatsız muayene metodunun uygulanmasından önce yapılması gereken bir çalıŐmadır. Zaten diğerk tahribatsız muayene yöntemleri için hazırlanmıŐ uygulama standartlarının çoğunda da öncelikle gözle muayene yapılması ve bulguların kaydedilmesi istenir. Göz ile muayene yöntemi, ister metalik ister metalik olmayan bütün malzemelere uygulanabilir. Endoskoplar gibi yardımcı gereçler muayene yüzeylerine ulaŐabilirlik durumuna göre gerektiğinde kullanılarak uygulanabilir. Pek çok durumda muayene yüzeyi hazırlığı olarak özel bir yüzey temizliği yapılması istenmez. Daha doğru bir ifade ile yüzeyin beklenen hataların en iyi görüneceği Şekilde olması gerekir. Yeterli ıŐık ve uygun bakma açılarında inceleme yapılmalıdır. Gözle muayenenin en tipik örneklerinden biri de penetrant sıvı ile muayenedir (Anonim 2018).

Yüzey hatalarının tespiti için penetrant sıvı ile muayene iyi bir metottur. Bu metodun iŐe yarayabilmesi için tespit edilmek istenilen hataların muayene işlemi uygulanan yüzeyine açık olması gerekir. Bu nedenle yüzey altında kalan veya herhangi bir nedenle yüzeyle bağlantısı kesilmiŐ bulunan hatalar bu metotla tespit edilemez. Yalnız fazla gözenekli olmamaları Őartıyla metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde kullanılabilir. Yöntemin uygulanacağı test malzemesinin yüzey temizliğinin uygun yapılmamıŐ olması değerlendirmelerde yanılđıya düŐülebilir. Bu nedenle yüzey düzgün ve temiz olmalıdır. Bazen muayene sonrasında ilave olarak bir son temizlik işlemi gerekebilir. Muayenede kullanılan

sıvılar kimyasal maddeler olduğu için kullanımına özen göstermek gerektirmektedir(Anonim 2018).

Kullanılacak olan penetrant sıvının etkisini, vizkositesi, yüzey gerilimi ve yoğunluğu belirler. Görünürlüğu sağlamak ve arttırmak için ise muhteviyatında boya veya floresant vardır. Penetrant testin depenetrant sıvıdan önce temizleyici sıvı, penetrant sıvıdan sonra ise geliştirici (developer) sıvılar kullanılır. Penetrant sıvı ile muayene yönteminin uygulanma aşamaları Şekil 3.8’de gösterildiği şekliyle şunlardır;

- Muayene için yüzeyde ön temizlik sıvısının uygulanması
- Penetrant sıvının uygulanması
- Penetrasyon için yeterli sürenin beklenilmesi
- Ara temizliğin yapılması
- Geliştirme (developer) sıvısının uygulanması
- Çıplak göz ile inceleme
- Değerlendirme ve raporun hazırlaması
- Son temizlik

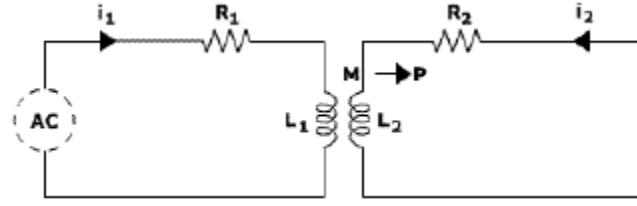


Şekil 1.3. Penetrant sıvı testin uygulanma aşamaları (Anonim 2018)

1.5.1.2 Girdap akımları (Eddy akımı) ile muayene

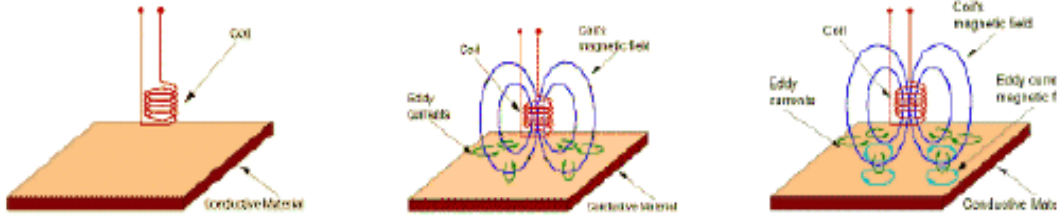
Girdap akımları (Eddy-Current) yöntemi yüzeyde bulunan hataların tespiti için uygun bir yöntemdir. Ancak sadece elektrik iletkenliğine sahip olan metal ve metal alaşımlarına uygulanabilir. Girdap akımları ile muayene sayesinde malzemede bulunan korozyon, çatlak bulunabilirken, aynı zamanda iletken malzemelerde iletkenlik değerinin, boyanın veya kaplamaların kalınlığının ölçülmesi yapılabilir (Anonim 2018).

Şekil 1.4'de bir sarımdan alternatif akım geçtiğinde, sarımın etrafında manyetik bir alan oluştuğu gösterilmiştir. Eğer bu sarım iletkenlik özelliğine sahip bir malzeme yüzeyine yaklaştırılırsa, sarımda manyetik alan değişir ve malzeme yüzeyinde akımlar indüklenir. İndüklenen bu akımlar kapalı bir devre oluşturur ve kendileri ikinci bir manyetik alan oluştururlar. İşte bu akımlara Girdap akımları denir. Girdap akımları tarafından oluşturulan bu ikinci manyetik alanın şiddeti bize yüzey hatalarını gösterebilir (Anonim 2018).



Şekil 1.4. Girdap akımlarında etkileşim (Anonim 2018)

Şekil 1.5’de ise bu yöntemin nasıl uygulanacağı gösterilmiştir. Bir alternatif akım bobini ve iş parçası, uyarılan bobinde oluşan değişken manyetik alanın malzeme yüzeyinde dairesel girdap akımlarının oluşturulması, bobinde oluşan manyetik alan ile etkileşime girerek bu manyetik alana zıt yönde ikinci bir manyetik alan oluşumu gösterilmektedir. Eğer test parçasında girdap akımlarının olduğu bölgede bir süreksizlik var ise, süreksizlik ve test malzemesi arasındaki elektrik direnci farkından dolayı akımlar farklı bir yörünge izlemek durumunda kalacaktır. Bu farklılık bobin (prob) tarafından algılanarak süreksizlik değerlendirilir (Anonim 2018).

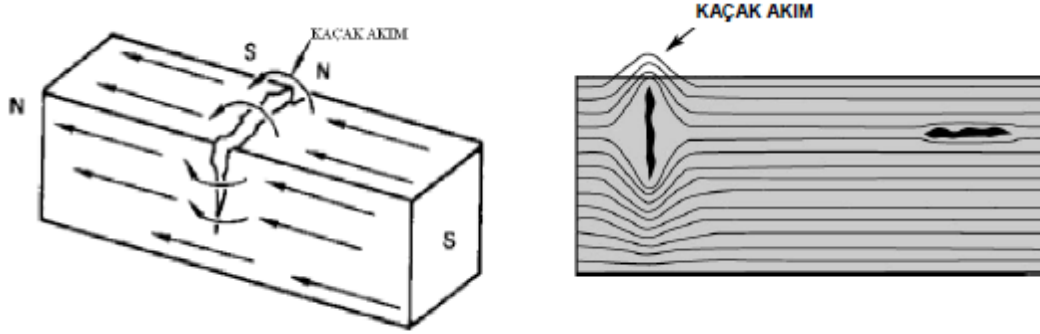


Şekil 1.5. Girdap akımları yönteminin uygulanışı (Anonim 2018)

1.5.1.3 Manyetik parçacık ile muayene

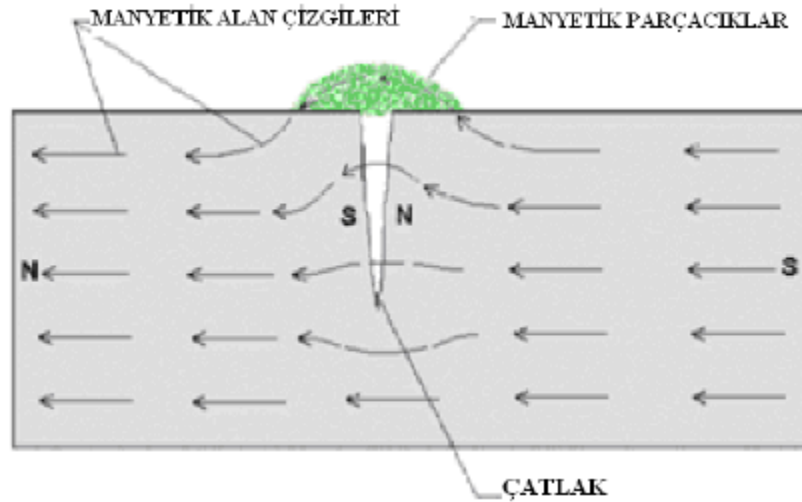
Manyetik parçacık ile muayene yöntemi ferromanyetik malzemelerde uygulanabilen, özellikle yüzeyde veya yüzeye yakın hataların yerlerini tespit edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Yöntem oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunun nedeni oldukça basit, hızlı ve düşük maliyetli olmasından dolayıdır. Bu yöntemde yüzey hatalarının belirlenebilmesi için hatanın yüzeye yakınlığına ve boyutuna bağlı olup sadece mıknatıslanabilen malzemelere yani ferromanyetik malzemelere uygulanır. Yöntemin çalışma prensibi incelenen malzemenin manyetik hale getirme yani manyetikleştirme prensibine dayanmaktadır. Manyetikleştirme işleminin olabilmesi için, malzemedan elektrik akımı veya doğrudan manyetik akı geçirilmesi gerekmektedir. Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1’den çok büyük olan ferromanyetik malzemeler bu manyetik akıya hiçbir şekilde direnç göstermezler

tersine bu manyetik akının geçmesi için yardımcı olurlar. Malzeme üzerinde oluşturulan manyetik alan içerisinde bir hata var ise hatanın geometrik şekli, manyetik alan çizgilerini bozarak onları engelleyecek ve saptıracaktır (Şekil 1.6). Bu durumda hatanın bulunduğu yerde kaçak bir akım oluşturur. Oluşan bu kaçak akımın şiddeti ile hatanın boyutu doğru orantılıdır (Anonim 2018).



Şekil 1.6. Manyetik alan çizgileri (Anonim 2018)

İçerisinde hata bulunan bir malzemenin yüzeyine manyetik alan uygulandığı durumda, yüzeyine ferromanyetik tozlar döküldüğünde, bu tozlar hataların bulunduğu bölgelerde oluşan kaçak akımlar tarafından çekilerek bu hataların üzerinde toplanacaklardır. Bu durum kaçak akımın geçişi için köprü oluşturur. Bu sayede mevcut hataların yerleri bulunmuş olunur. Şekil 1.7’de manyetik parçacık ile muayene yönteminin nasıl uygulandığı gösterilmektedir (Anonim 2018).



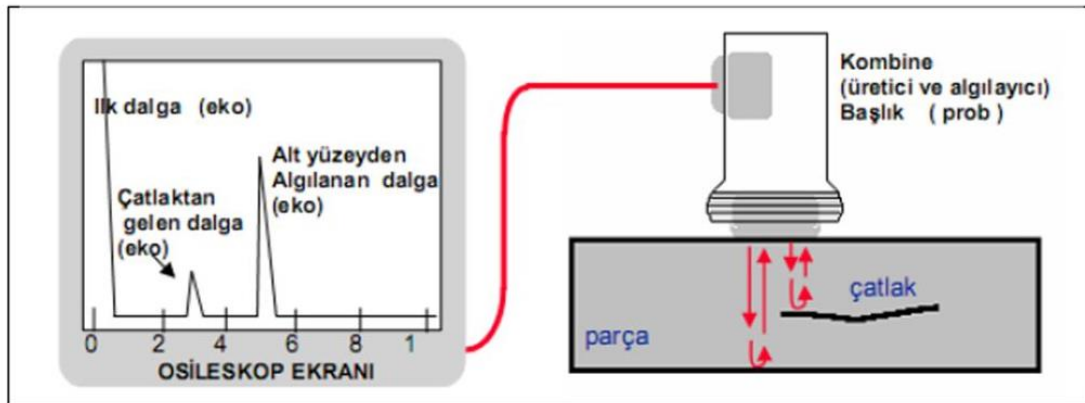
Şekil 1.7. Manyetik parçacık yönteminin şematik görünümü (Anonim 2018)

Bu yöntemin en büyük handikabı sadece ferromanyetik olan malzemelere uygulanabilmesidir. Ayrıca hatanın bulunabilmesi için mutlaka malzeme üzerinden geçirilen

akım yönüne paralel veya oluşan manyetik alana dik olan en az 10 µm derinliğinde, en az 1 µm genişliğinde ve 0,2 mm boyundaki yüzeysel veya yüzeyin en fazla 40 µm altında olması gerekir. Aksi durumda hata, uygulanan manyetik alan yönüne uygun bir açıda bulunmuyorsa belirlenemez. Bu yöntemle eğer büyük parçalar muayene edilmek isteniyorsa bunun için çok büyük mıknatıslama akımları gerekir. Muayene yüzeyinin pürüzsüz veya az pürüzlü olması gerekir eğer yüzey çok pürüzlü ise sonucu olumsuz etkiler. Eğer muayene yüzeyinde manyetik alanı etkileyecek boya veya kaplama varsa bunun kalınlığı muayene sonucuna etki edecektir. Tozlar, kullanıldıkları yere göre kuru ve yaş olarak iki tiptedir. Manyetik tozlar şayet kuru ise görünümleri un şekline benzer. Ayrıca, bu tozlar kolay fark edilebilmeleri için kullanılacakları yüzey ile karşıtlık oluşturacak şekilde renkli veya floresans içeriğine sahip olarak seçilirler.(Anonim 2018).

1.5.1.4 Ultrasonik dalgalar ile muayene

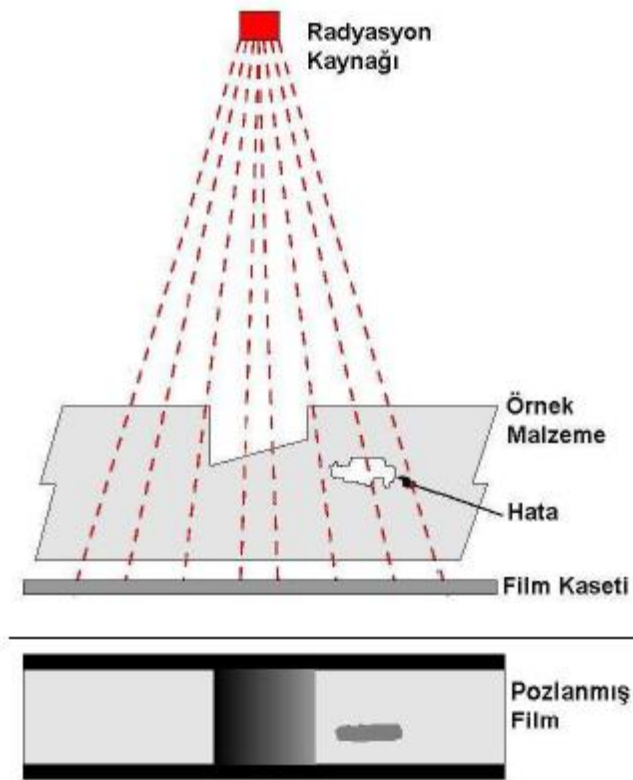
Malzemedeki süreksizlikleri tahribatsız muayene yöntemlerinden biri olan ultrasonik muayene yöntemi, muayene probu tarafından üretilen 0.1-20 MHz aralığında yüksek frekanstaki ses üstü dalgalarının, test malzemesi içinde yayılarak bir hataya çarptıktan sonra tekrar proba yansıyor prob tarafından algılanması prensibine dayanır. Bu dalgalar prob tarafından algılandıktan sonra piezoelektrik prensibi ile elektrik akımına dönüşür ve katod ışınları tüpü ekranında, malzemenin içini gösteren ekolar şeklinde görülür. Katod ışınları tüpü ekranında gözlenen bu ekoların genlikleri ve konumları hatanın yeri, şekli ve boyutları hakkında bize bilgi verir. Ultrasonik muayene yönteminin çalışma prensibi Şekil 1.8’de gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Ultrasonik muayene yönteminin çalışma prensibi (Anonim 2018)

1.5.1.5 Radyografik muayene yöntemi

Radyografik muayene yöntemi, diğer tahribatsız muayene yöntemlerine kıyasla daha hassas bir muayene yöntemidir. Diğer yöntemlerden farklı olarak muayene sonuçlarının kalıcı olarak kaydedilebilir olmasından dolayı özellikle sanayide en yaygın olarak kullanılan tahribatsız muayene yöntemlerinden biridir. Bir radyasyon kaynağından gönderilen x veya gama ışınları demeti ile örnek malzeme radyasyona maruz bırakılır. Işın demeti malzeme içinden geçerken malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak belli oranda absorbe edilerek zayıflatılır ve daha önceden örnek malzemenin arka yüzeyine konumlandırılmış olan film kasetine çarparak filmi etkiler. Örnek malzemedeki hatalar ışın demetini farklı şekilde zayıflatacaklarından, hataların bulunduğu yerden geçen ışın demetinin film üzerinde oluşturacağı karar ve şiddeti farklı olacaktır. Film kaseti banyo yapıldıktan sonra filmin üzerinde bulunan kararmalar örnek malzemedeki hataların belirtisi olarak görünür hale gelir. Radyografik muayenenin çalışma prensibi Şekil 1.9 'da gösterilmiştir (Anonim 2018)



Şekil 1.9. Radyografik muayenenin çalışma prensibi (Anonim 2018)

1.5.2 Tahribatlı muayene yöntemleri

Malzemenin çalışma koşulları altında bulunduğu sürece, üzerine etki edecek yüklere nasıl tepki vereceğini malzemeyi kullanmadan önce tespit edebilmek için, malzemede tahribat

oluşturularak yapılan muayene yöntemleridir. Genel olarak muayene makinelerinde çalışma koşulları esnasında karşılaşılan yüklerin benzer modelleri oluşturularak malzemelere uygulanır. Malzemelere uygulanan bu testler olumlu geçerse, malzemelerin çalışma koşullarında da sorun çıkarmadan çalışabileceği kanaatine varılır (Savaşkan 2004).Belli başlı yaygın olarak kullanılan tahribatlı muayene yöntemleri:

- Çekme Testi
- Basma Testi
- Bükme Testi
- Burulma Testi
- Hidrostatik Basınç Testi

1.5.2.1 Çekme testi

Çelikler, kullanılmaları sırasında iç ve dış etkilere maruz kalırlar. İç etkiler, malzemeyi çalışma koşullarından kaynaklı veya kendi doğal yapısı gereği şekil değiştirmeye zorlar. Dış etkiler ise malzemenin çalışma koşulları süresince tamamen çevresinde oluşan ve kendisine etki eden dış kuvvetlerdir. Bu kuvvetler kimi zaman kesilmeye, kimi zaman da basılmaya karşı malzemeyi zorlar. Malzemelerin dış etkilere karşı göstermiş olduğu dayanımı belirleyen unsur, uzamaya, yani çekmeye karşı gösterdiği dirençtir. Malzemenin çekmeye karşı gösterdiği direnci belirlemek için yapılan muayeneye çekme deneyi veya çekme muayenesi denir. Standart bir çekme testi makinesi Şekil 1.10'da gösterilmiştir (Savaşkan 2004).



Şekil 1.10. Çekme deney makinesi (Savaşkan 2004)

1.5.2.2 Basma testi

Basma testinin yapılabilmesi için, malzemedeki boyutları 10 mm ila 30 mm çapında, boyu çapının 1,5 katı olan silindirik şekilde numune bir parça alınır. Numune parça basma testi makinesine bağlandıktan sonra devamlı olarak ancak çok yavaş artan bir basma kuvveti uygulanır. Basma kuvveti, numune parçada deformasyon oluşana kadar devam eder. Baskı kuvveti sayesinde numunenin görünümü fiçi şeklini alır. Tabii ki deney esnasında malzemenin yapısına göre numune parçanın görünümü değişebilir. Çelik gibi malzemeler uygulanan kuvvet yönünde çatlak oluşturan düz bir plaka oluncaya kadar ezilirken, karbon içeriği yüksek olan dökme demir gibi daha gevrek ve sert malzemeler, büyük parçalar halinde çatlayıp parçalanırlar. Test sırasında numune parçada elde edilebilen en yüksek basma gerilmesine basma dayanımı denir. Standart bir basma testi makinesi Şekil 1.11’de gösterilmiştir (Savaşkan 2004).



Şekil 1.11. Basma testi makinesi (Savaşkan 2004)

1.5.2.3 Bükme testi

Malzemeye herhangi bir ısı işlem uygulamadan soğuk durumda herhangi bir çatlama olmadan katlanabildiğini ya da katlanamadığını tespit etmek amacıyla kullanılan test yöntemidir. Belli bir çaptaki bükme parçası, numune deney parçasını, iki yuvarlatılmış dayanak arasından basarak katlar. Bu esnada çekme gerilmeleri, numune parçanın altındaki kenarlarda oluşur. Bükme açısı belirli bir değere ulaştıktan sonra bu alt kenarlar üzerinde çatlama meydana gelir. Bükme parçasının çapı ne kadar küçük ise o kadar kolay çekme çatlama meydana gelir. Aynı zamanda malzemenin zorlanma derecesi, bükme parçasının

apı ile de ayarlanabilir. Standart bir bükme testi makinesi Şekil 1.12’de gösterilmiştir. (Savaşkan 2004).



Şekil 1.12. Bükme testi makinesi (Savaşkan 2004)

1.5.2.4 Burulma testi

Burulma testinde, test edilecek malzemenin silindirik formunda bir örneği alınır. Örnek parçasının bir ucu sabit bir çeneye bağlanırken diğer ucu ise kendi eksenini üzerinde döndürölmeye başlanır. Böylece parçanın molekülleri birbirini yüzeyinde kayma hareketine zorlanır. Test parçası, çekme deneyine benzer şekilde elastikliğini ancak belli bir sınıra kadar koruyabilir. Kuvvet kademeli olarak arttırılarak elastiklik sınırı aşıldığında, parça burularak şekil değişikliği meydana gelir. Standart bir burulma testi makinesi Şekil 1.13’de gösterilmiştir (Savaşkan 2004).



Şekil 1.13. Burulma testi makinesi (Savaşkan 2004)

1.5.2.5 Hidrostatik basınç testi

Hidrostatik basınç testi, buhar kazanları, kızgın yağ kazanları, kalorifer kazanları, su tesisatları, buhar tesisatları, yoğuşma tesisatları ile hava tankları, LPG tankları gibi basınçlı kapların mukavemet seviyesini ve kaçak, sızıntı durumlarını tespit etmek için kullanılan yaygın bir test yöntemidir. Teste tabi tutulacak numune, özelliklerine göre daha öncede belirlenen test basıncına kadar genelde su kullanılarak basınçlandırılır. Hidrostatik test, numunede kaçak tespiti ve numunenin çalışma basıncında güvenli çalışıp çalışmayacağı kontrol edilebilir.

Sızdırmazlık testinde numuneyi basınçlandırdıktan sonra giriş ve çıkış vanaları kapatılarak basınç kontrol edilir. Eğer numunede bir kaçak varsa basınç düşmeye başlayacaktır. Test sırasında kaçağı daha rahat görebilmek için numuneyi basınçlandırmak için kullanılan suya boya katarak renklendirme işlemi yapılabilir.

Mukavemet testinde ise basınçlı kap; kabın malzeme özellikleri, cihaz üreticisinin verileri, yönetmelikler, ulusal ya da uluslararası standartlar dikkate alınarak daha önceden belirlenen test basıncına kadar basınçlandırılarak, bu basıncın cihazda deformasyon oluşturup oluşturmadığı kontrol edilir. Bu sayede zaman içerisinde basınçlı kabın basınç mukavemetinde azalma var ise tespit edilebilir. Dolayısı basınçlı kabın çalışma koşulları altında güvenli bir şekilde kullanıp kullanılmayacağına karar verilebilir.

Hidrostatik teste sadece kullanılmış olan basınçlı kaplar tabi tutulmaz. Aynı zamanda her yeni üretimi yapılmış basınçlı kap, kullanıma sunulmadan önce hidrostatik teste tabi tutularak, gerekli güvenlik standartlarını karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir. Bu kaplar hizmet verdikleri süre içerisinde belirli periyotlarda tekrar hidrostatik teste tabi tutulurlar.

Bu çalışmanın konusu olan halk arasında yangın söndürme tüpü olarak adlandırılan seyyar yangın söndürme cihazları; insanların toplu halde bulunduğu kamu binaları, alışveriş merkezleri gibi halka açık tüm binalarda, apartmanlarda ve müstakil evlerde bulunurlar. Bu cihazların içerisindeki söndürme maddesini dışarı püskürtebilmeleri için azot gazı ile basınçlandırıldığı için, bu cihazlar basınçlı kaplardır. Söndürme maddesi kuru kimyevi toz olan seyyar yangın söndürme cihazlarının uygun çalışma basınç aralığı 11 bar – 18,5 bar gibi oldukça yüksek bir basınçtır. Cihazın bulunduğu koşullar zaman içerisinde ister istemez cihaz üzerinde bir yıpranma yaratacaktır. Bu yıpranma; cihazın patlaması dahil çeşitli riskler yaratır. Bu tür bir riski bertaraf edebilmek için hidrostatik test yapılır (Anonim 2018).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye’de Şık ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, özellikle otomotiv endüstrisinde çok yaygın olarak MIG/MAG kaynak yöntemi kullanıldığından, kaynakta kullanılan karışım gazların kaynak dikişi özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışma için üç farklı gaz karışımı kullanılarak otomatik MAG kaynak yöntemi ile bağlantılar oluşturulmuş ve gaz karışımlarının dikiş boyutlarını ve dikiş nüfuziyetini nasıl etkilediği saptanarak uygulayıcılara öneriler sunulmuştur. Sonuç olarak kullanılan gazın muhteviyatında kaynak ark sıcaklığı üzerindeki etkisi ile nüfuziyeti profili ve kaynak dikişini nasıl değiştirdiği ve de telin ergimesini etkileyerek kaynak dikiş boyutlarını nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.

Gülenç ve ark. (2005) tarafından Türkiye’de yapılan başka bir çalışmada ise X52 malzemesinden imal edilmiş spiral kaynaklı çelik borular, değişik pozisyonlarda tam otomatik gazaltı (MAG) kaynak yöntemi ile alın altına birleştirilmişlerdir. Kaynak esnasında kullanılan torçk onumunun kaynak bölgesindeki etkilerini görmek amacıyla numunelere tahribatlı (çekme, çentik darbe ve sertlik) ve tahribatsız (floroskopik) testler uygulanmıştır. Kaynaklı numunelere uygulanan tahribatlı testler sonucunda, kaynak esnasında kullanılan torçk pozisyonunun kaynaklı bağlantıların çekme ve çentik darbe dayanımını değiştirdiği tespit edilmiştir. Tahribatsız test sonucunda da torçk pozisyonunun kaynak dikiş formunu etkilediğini ve bazı pozisyonlarda yetersiz ergime olurken bazı pozisyonlarda da kaynak kökünün iyi oluşmadığı tespit edilmiştir.

Eruslu (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ince cidarlı basınçlı tüplerde ASTM standartlarında belirtilen iki farklı çelik için basınç etkisi altında gerilme analizi yapılmış, iki boyutlu ve üç boyutlu sonlu elemanlar modelleri Ansys 9.0 yardımıyla oluşturulmuş, üç boyutlu model tasarım yönünden iki farklı şekilde incelenmiştir. Patlama basınçları maksimum gerilme kriteri yardımıyla bulunmuş, tüp üzerinde bulunan hasarlı bölgeler tespit edilmiştir. Bu hasar sonuçları VonMises kriteri sonuçları ve standartlardan elde edilen analitik sonuçları ile karşılaştırılarak, ince cidarlı basınçlı tüplerin sonlu elemanlar analizinde oluşturulan modelin, tasarımsal etkilerin etkinliği ortaya çıkmıştır. Analize dayalı patlama basıncı sonuçları standartlardan elde edilen analitik sonuçlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Ünlü ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada MIG/MAG kaynağı ile birleştirilmiş demir esaslı TS-Fe 37 malzemelerin 100 A, 120 A ve 140 A kaynak akımındaki mekanik özellikleri incelenmiştir. Birleştirilen malzemelere sertlik, çekme, üç nokta eğme, çentik darbe deneyleri uygulanmıştır. Kaynak için Kempact Pulse-3000 marka, 380 V ve 250 A gücüne sahip transpulse-sinerjik MIG/MAG kaynak cihazı kullanılmıştır. Kaynak işlemi

sırasında koruyucu gaz % 90 Argon+ % 10 CO₂ ve hızı 20 lt/dak olarak seçilmiştir. Sonuç olarak St 37 malzemelerde diğer kaynak akımlarına göre daha fazla erime görülen ve dolayısıyla daha iyi birleşme sağlanan 140 A ile birleştirmenin, tüm malzemeler için en uygun hız olduğu görülmüştür.

Çevik (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, örtülü elektrot ark kaynağı ve MIG (Metal Inert Gaz) kaynağında akım şiddetinin nüfuziyete etkisi araştırılmıştır. Deneysel St 37 kalite çelik malzemeler kullanılmıştır. Kaynak işlemi için seçilen üç farklı akım şiddeti (örtülü elektrot ark kaynağında 60, 90 ve 120 A, MIG kaynağında 100, 125, 155 A) ile çelik malzemelere 200 mm uzunluğunda kaynak dikişleri çekilmiştir. Kaynaklanan numuneler belirli uzunluklarda kesilerek metalografik incelemeleri yapılmıştır. Yapılan incelemelerde kaynak akım şiddetinin kaynak bölgesi nüfuziyet özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Sonuç olarak Akım şiddetinin artması, kaynak nüfuziyetini (P) arttırmakla beraber, kaynak genişliğine (W) ve kaynak kep yüksekliğine (H) de etki ettiği, kaynak işleminde akım şiddetinin artması sıçrantı oluşumuna da etkilediği, akım şiddetinin artırılması ile daha derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilebilirken kaynak, metali sıçrantı miktarları artmakta ve kaynak dikişinin yüzey özellikleri olumsuz etkilendiği, düşük akım şiddetlerinde nüfuziyetin azaldığı, yüksek akım şiddetlerinde ise sıçrantıların arttığından her iki kaynak metodunda da optimum akım şiddetleri kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Gövde malzemesi

Bu çalışmada söndürme tüpünün gövde malzemesi olarak TS EN 10130 standardında (Çelik Yassı Mamuller - Düşük Karbonlu Soğuk Haddelenmiş Soğuk Şekillendirilebilen - Teknik Teslim Şartları) DC 04 kalitede (Erdemir 7114) sürekli tavlama yapılmış rulo çelik seçilmiştir. Çeliğe ait kimyasal bileşimi Çizelge3.1’de, mekanik özellikleri Çizelge3.2’de verilmiştir (Anonim 2018).

Çizelge 3.1.Kullanılan malzemenin kimyasal özellikleri

Standart Karşılığı	Erdemir Kalite No	C max.	P max.	S max.	Mhmax.	Ti
EN 10130	7114	0.08	0.030	0.030	0.40	0.065-0.075

Çizelge 3.2.Kullanılan malzemenin mekanik özellikleri

Standart Karşılığı	Erdemir Kalite No	R_e N/mm ² max.	R_m N/mm ²	A_{80} (%) min.	R_{90} min.	N_{90} min.
EN 10130	7114	210	270 - 350	38	1.6	0.18

Bu çelik işletmeye gelmeden önce Şekil 3.1’de gösterildiği gibi bükülerek silindir haline getirilmektedir. Alt tabya ise Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Silindirin saç kalınlığı Şekil 3.3’de bükülme işleminden sonra 1,5 mm olarak ölçülmüştür.Şekil 3.4’da ise alt tabyada bükülme işleminden sonra kalınlık 2 mm olarak ölçülmüş olup herhangi bir genişim gözlemlenmemiştir.



Şekil 3.1. Silindir haline getirilmiş çelik saclar



Şekil 3.2. Alt tabya saçlar



Şekil 3.3. Silindir gövde kumpas ile ölçüm



Şekil 3.4. Alt tabya kumpas ile ölçüm

3.1.2 Kaynak makinesi

Bu çalışmada kullanılacak olan Magmaweld RS 400 K kaynak makinesi Şekil 3.5 'te, teknik özellikler Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Magmaweld RS 400 K kaynak makinesi

Çizelge 3.3. Magmaweld RS 400 K kaynak makinesi teknik özellikler

Teknik Özellikler	RS 400 MK		
Şebeke Gerilimi (3 Faz)	400 V - 50/60 Hz	Tel Çapı	0.80 - 1.60 mm
Şebekeden Çekilen Güç	19.3 kVA (%45)	Boyutlar (u x g x y)	890 x 510 x 950 mm
Şebekeden Çekilen Akım	28 A (%45)	Ağırlık	121.5 kg
Tavsiye Edilen Şebeke Sigortası	3 x 32 A	Koruma Sınıfı	IP 21
Kaynak Akım Ayar Sahası	45 - 400 ADC	Tel Sürme Makarası Ebadı	1.00 / 1.20 mm
Anma Kaynak Akımı	400 ADC (%45)	Tel Sürme Hızı	1-24 m/dk.
Açık Devre Gerilimi	18.5 - 45 VDC	Tetikleme	2/4

3.1.3 Hidrostatik test makinesi

Kaynak işlemleri bittikten sonra tüpün doluma gitmeden önce maksimum 80 bar basınçta içi su doldurularak tüpün basınç dayanımını test eden makinedir. Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Hidrostatik test makinesi

3.1.4 Penetrant sıvı

Metalik ve seramik malzemelerin yüzey hatalarının tespiti için kullanılan bir muayene metodudur. Hataların muayene yüzeyine açık olması gerekir, bu nedenle yüzey altında kalan veya herhangi bir nedenle yüzeye açıklığı kapanmış bulunan hatalar bu metotla tespit edilemez. Muayene yüzeyine açık süreksizlikler içine kapiler etki ile nüfuz etmiş olan penetrant sıvısı geliştirici tarafından tekrar yüzeye çekilerek süreksizlik belirtileri elde edilir. Süreksizlikler çatlak türü ise çizgisel belirtiler, gözenek türü ise yuvarlak belirtiler elde edilir. Bu çalışmada Şekil 3.7’de gösterilen Beta Proses’in üreticisi olduğu BT68 penetrant sıvısı, BT-69 temizleyici ve BT-70 geliştirici sıvı spreyleri kullanılmıştır.



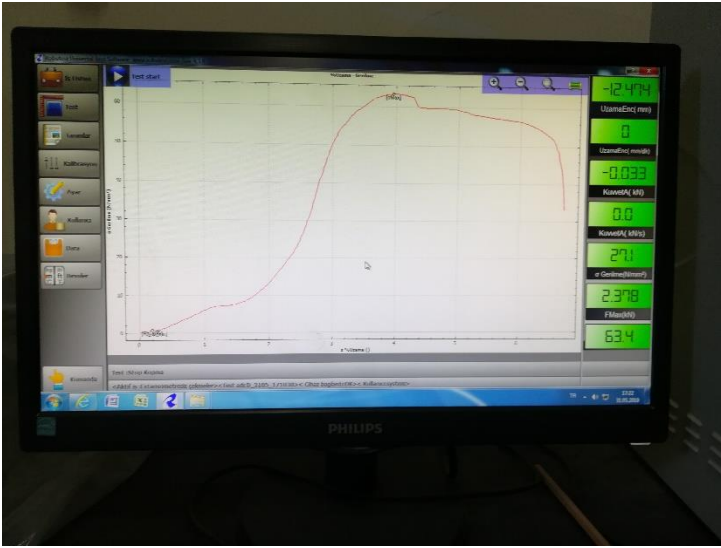
Şekil 3.7. Penetrant sıvı spreyleri

3.1.5 Çekme Testi Makinesi

Bu çalışmada 2003 model ALŞA marka 10 ton çekme kapasitesine sahip çekme makinesi kullanılmış olup Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Çekme testi makinesi bilgisayara bağlı olarak Robutest Universal Test Software ver 4.3.8 programını kullanılarak uzama gerilme diyagramlarını sayısal olarak elde edilmiştir (Şekil 3.9)



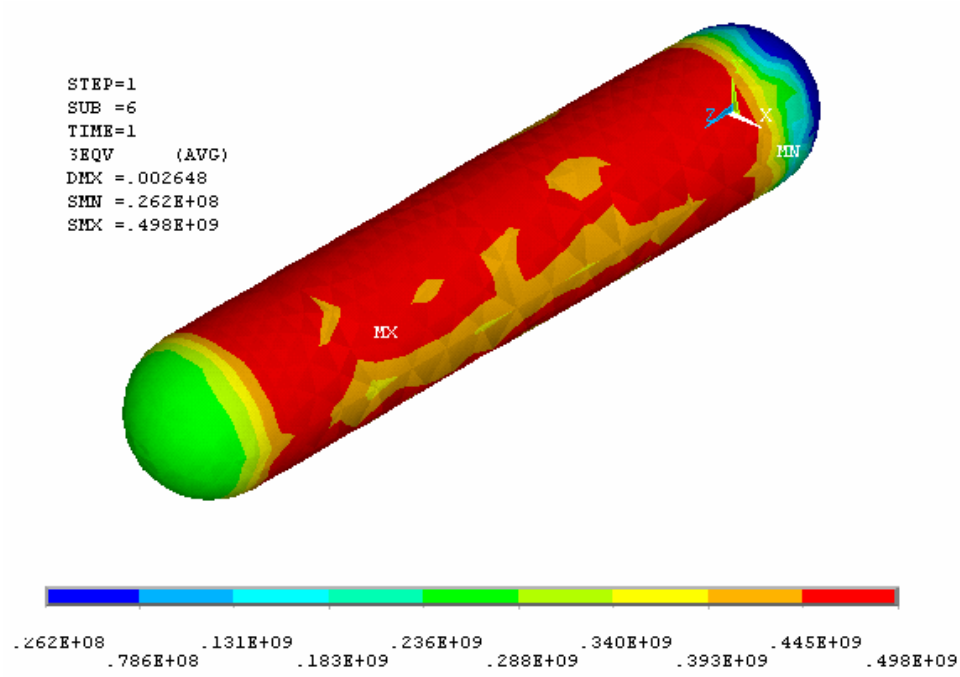
Şekil 3.8. Çekme Test Makinesi



Şekil 3.9. Robtest Universal Test Software programında Uzama – Gerilme diyagramı

3.2 Yöntem

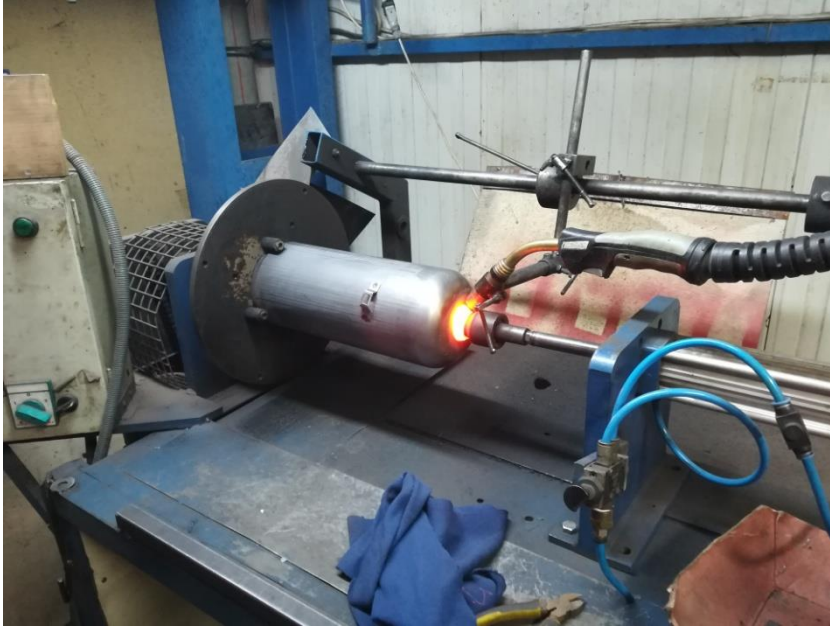
Üç boyutlu sonlu elemanlar metodu kullanarak, ince cidarlı ASTM-SA-353 çelik tüpte VonMises gerilmelerinin değişimi Şekil 3.10’da gösterilmiştir (Eruslu 2008). Şekilde görüleceği üzere gerilmenin maksimum olduğu bölge, tüpün gövde kısmıdır.



Şekil 3.10. ASTM-SA-353 çelik tüpte 60MPa basınçta VonMises Gerilme Dağılımı (Eruslu 2008)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Teste konu olması için daha önceden büküm işlemi yapılmış, dokuz adet yangın söndürme cihazı gövdesi, kaynak kalitesini doğrudan etkileyen en önemli parametrelerden biri olan akım değeri ve buna bağlı olarak tel sürme hızları değiştirilerek, üst manşon ve alt tabya kaynakları Şekil 4.1’de ve Şekil 4.2’de gösterildiği şekliyle yapılmıştır. Kaynak parametrelerine ait değerler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1.Mag kaynak makinesine bağlanmış gövde ile üst manşonun kaynağı



Şekil 4.2.Mag kaynak makinesine bağlanmış gövde ile alt tabyanın kaynağı

Kaynak işlemi, hareketli bir ısı membaı şeklinde düşünöldüğünde, ısı girdisinin hesaplanmasında kaynak hızının da dikkate alınması gerekir. Kaynak hızının dikkate alındığı ısı girdisi şu şekilde ifade edilir (Anonim 2015):

$$H = \frac{V \cdot I \cdot \eta \cdot 60}{S} \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'den ısı girdileri bulunarak Çizelge 4.1 ve 4.2'ye işlenmiştir. Burada verim (η) TS EN 1011-1'e (Kaynak-Metalik malzemelerin kaynağı için tavsiyeler-Bölüm 1:Ark kaynağı için genel kılavuz) göre 0,8 alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1.Üst manşon kaynak değerleri

	Kademe/ Akım (A)	Kaynak Hızı (mm/dk)	Gerilim (V)	Isı girdisi (j/mm)	Tel sürme hızı (m/dk)	Gaz akışı (lt/dk)
1 nolu tüp	1-7 / 115	800	19,7	135,93	8	13
2 nolu tüp	3-1 / 156	800	22,3	208,73	13	13
3 nolu tüp	2-1 / 140	800	20	168	13	13
4 nolu tüp	2-7 / 145	800	21,3	185,31	13	13
5 nolu tüp	3-7 / 152	800	28	255,36	13	13
6 nolu tüp	4-2 / 200	800	29	348	18	13
7 nolu tüp	1-1 / 85	800	16	81,6	8	13
8 nolu tüp	2-7 / 106	800	19,2	122,11	8	13
9 nolu tüp	3-1 / 140	800	22,3	187,32	10	13

Çizelge 4.2.Alt tabya kaynak değerleri

	Kademe/ Akım (A)	Kaynak Hızı (mm/dk)	Gerilim (V)	Isı girdisi (j/mm)	Tel sürme hızı (m/dk)	Gaz akışı (lt/dk)
1 nolu tüp	1-7 / 115	800	19,7	135,93	8	13
2 nolu tüp	3-1 / 156	800	22,3	208,73	13	13
3 nolu tüp	2-1 / 140	800	20	168	13	13
4 nolu tüp	2-7 / 145	800	21,3	185,31	13	13
5 nolu tüp	3-7 / 152	800	28	255,36	13	13
6 nolu tüp	4-2 / 200	800	29	348	18	13
7 nolu tüp	1-1 / 85	800	16	81,6	8	13
8 nolu tüp	2-7 / 106	800	19,2	122,11	8	13
9 nolu tüp	3-1 / 140	800	22,3	187,32	10	13

TSE EN 13018'in (Tahribatsız Muayene – Gözle Muayene Genel Kurallar) Ek ZA bölümünde, tanımlanan muayenelere uygunluk, basınçlı cihazların imalatçısı için, cihazların 97/23/EEC sayılı direktifin temel şartlarına uygunluğunu ispatlamasını sağlayan bir araç olduğundan bahsedilmiştir. Basınçlı bir kap olan yangın söndürme cihazının kaynak bölgesinin incelenmesi için TSE EN 13018 standartlarında gözle muayene yapmak yeterlidir. Ancak bu tez çalışmasında ilave olarak tahribatsız muayene yöntemlerinden penetrant sıvı uygulaması yapılarak kaynak ve yüzey bölgelerinin incelenmesi yapılmıştır. Daha önce çalışmanın 3.1.4 kısmında bahsedildiği üzere bir numaralı tüpe penetrant sıvı uygulaması Şekil 4.3'de gösterildiği şekliyle yapılmış olup her tüp için ayrı ayrı uygulanmıştır.



Şekil 4.3.Tüplere penetrant sıvı testinin uygulanması

Bir numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4.Bir numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

İki numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. İki numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Üç numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Üç numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Dört numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Dört numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Beş numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8.Beş numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Altı numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9.Altı numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Yedi numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.10’da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Yedi numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Sekiz numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Sekiz numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Dokuz numaralı tüpe ait manşon kaynağı ve alt tabya kaynaklarına penetrant sıvı sonrası oluşan görüntüler Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Dokuz numaralı tüpün kaynak bölgelerine penetrant sıvı uygulamasının sonucu

Ülkemizde üretilen seyyar yangın söndürme cihazları için uygulanacak test standartları TSE EN 3-8’de (Seyyar Yangın Söndürücüler – Müsaade edilebilir en yüksek basıncı 30 bar veya daha düşük olan yangın söndürücülerin yapımı, basınca direnci ve mekanik deneyleri için EN 3-7 ‘de belirtilenlerin dışında ilave kurallar) düzenlenmiştir. Bu standardın 6.3.2 bölümünde Basınç Altında Patlatma Deneyi kuralları açıklanmıştır. Buna göre patlatma basıncı P_r , en az 55 bar uygulanacak şekilde müsaade edilebilir basıncın (PS) 2,7 katından az olmamalıdır. Standart bir yangın söndürücü içindeki müsaade edilebilir en yüksek basınç (PS) 30 bar olduğuna göre patlatma basıncı (P_r) aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$P_r = PS \cdot \text{ÇB} \quad (4.2)$$

Buradan tüplere uygulanacak olan hidrostatik testin patlatma basıncının 81 bar olması gerektiği bulunur.

Altı numaralı tüpte yüksek akım ve enerjiden dolayı fazla ergime olduğundan, yedi numaralı tüpte ise düşük akım ve enerjiden dolayı ergime yetersizliği olduğundan hidrostatik teste sokulmamıştır. Bir nolu deney tüpünden başlayarak sırayla tüm tüpler önceden 81 barlık basınca ayarlanmış olan hidrostatik deney düzeneğine bağlanmıştır. Tüplerinde içindeki sıvı basıncı 81 bar olduğunda deney düzeneği otomatik olarak durmaktadır. Daha sonra tüplerin dayanabileceği maksimum dayanım basıncını (DB) görmek için tüpler tekrar sırasıyla deney düzeneğine bağlanmış ve tüp patlayana kadar basınç arttırılmıştır. Yapılan hidrostatik teste, söz konusu tüplere ait test patlatma basıncı (P_r) ve dayanım basıncı (DB) çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Patlatma ve dayanım basınç değerleri

	P_r (81 bar)	Dayanım basıncı
1 nolu tüp	Başarılı	120
2 nolu tüp	Başarılı	119
3 nolu tüp	Başarılı	123
4 nolu tüp	Başarılı	122
5 nolu tüp	Başarısız	-
8 nolu tüp	Başarılı	125
9 nolu tüp	Başarılı	120

Test sonrası bir numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Bir numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası iki numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4.14. İki numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası üç numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.15’de gösterilmiştir.



Şekil 4.15. Üç numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası dört numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.16’de gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Dört numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası beş numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.17’de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Beş numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası sekiz numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Sekiz numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Test sonrası dokuz numaralı tüpe ait görüntüler Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

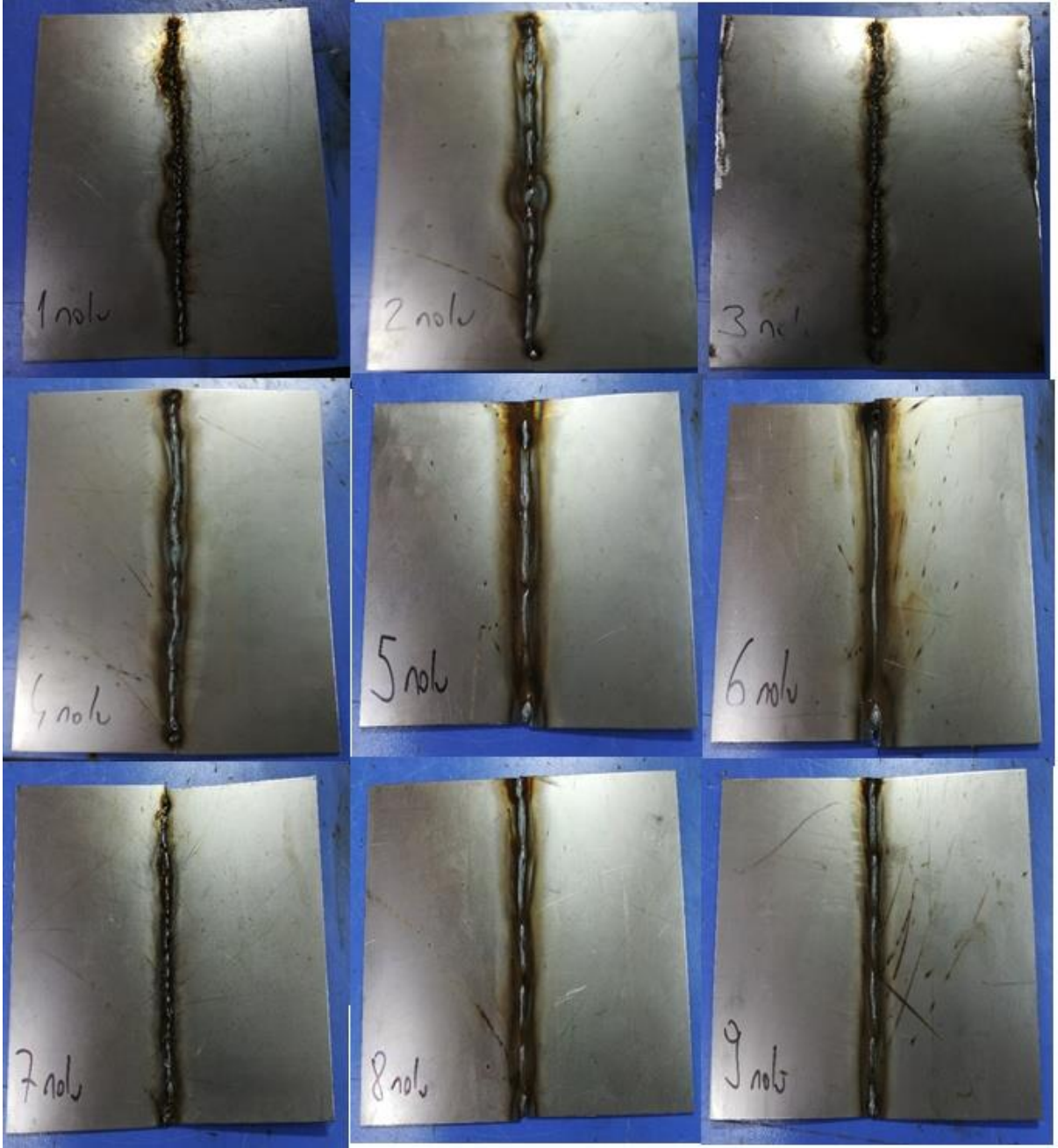


Şekil 4.19. Dokuz numaralı tüpün patlamadan sonraki görüntüsü

Silindirik gövdeler ile düz saçın kaynak bölgelerindeki dayanımı karşılaştırmak için tüpün gövde malzemesi ile aynı TS EN 10130 standardına göre DC 04 kalitede (Erdemir 7114) sürekli tavlama yapılmış çelik, Şekil 4.20’de gösterildiği üzere, 350 mm boyunda, 150 mm eninde, 1,5 mm kalınlığında olan düz saç levhalar şeklinde kesildikten sonra, yırtılmaların daha çok üst manşon kaynak bölgesinde olmasından dolayı, üst manşon kaynak parametrelerine göre MAG kaynağı yapılmıştır (Şekil 4.21).

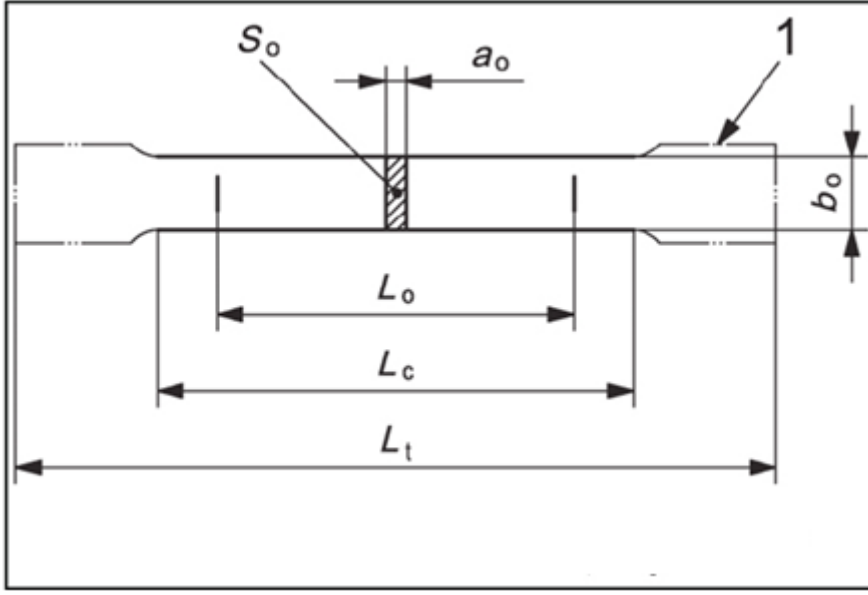


Şekil 4.20. DC 04 kalitede (Erdemir 7114) sürekli tavlama yapılmış levha çelik



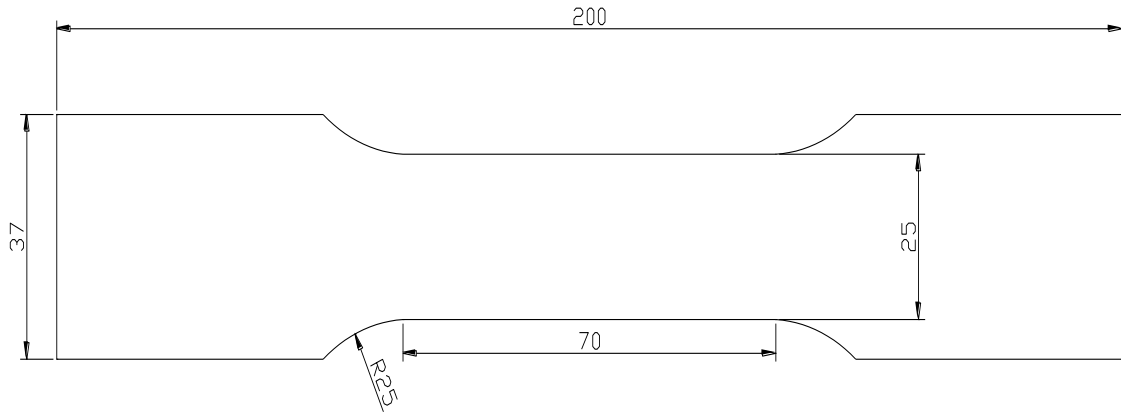
Şekil 4.21. Kaynak yapılmış düz levha numuneleri

ISO EN 6892-1 (Metalik Malzemeler Çekme Deneyi Bölüm 1: Ortam Sıcaklığında Deney Metodu) standardına uygun çekme deney numunesinin ölçüleri Şekil 4-22'de gösterilmiştir.



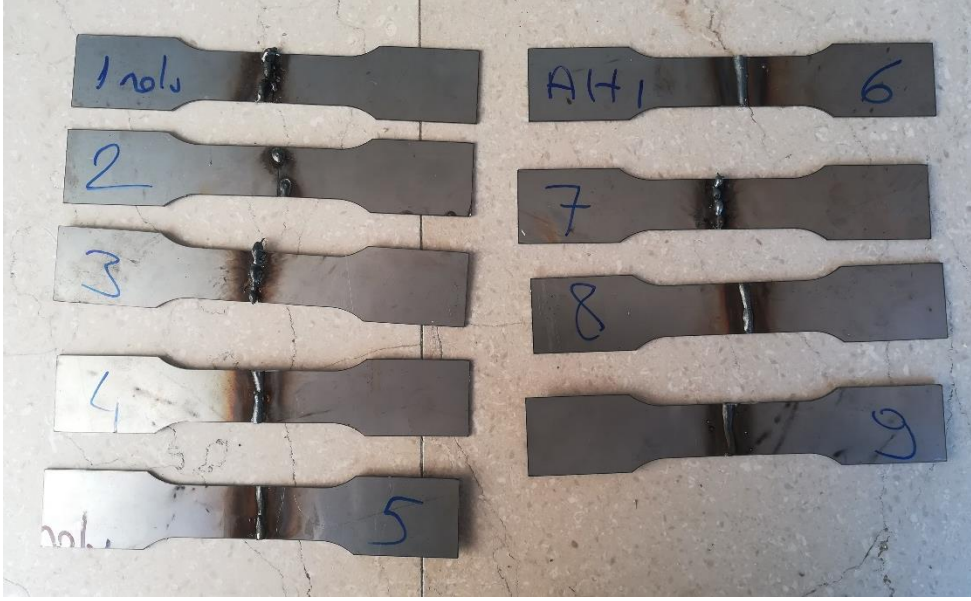
Şekil 4.22. ISO EN 6892-1 standardına göre çekme deney numunesi

Bu standarda göre hazırlanan deney numunelerinin ölçüleri Şekil 4.23’de gösterilmiştir.



Şekil 4.23. Deney numunesi ölçüleri

Lazer kesim makinesi ile her bir levhadan ikişer adet çekme deney numuneleri kesilmiştir (Şekil 4.24).



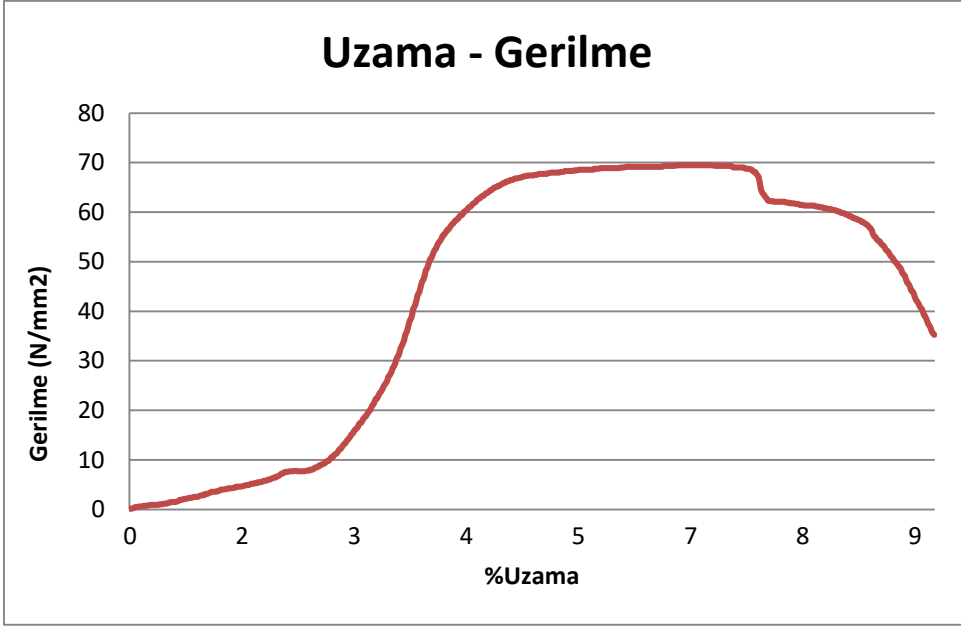
Şekil 4.24. Çekme Deney Numuneleri

Ancak 1, 2, 3 ve 7 nolu numunelerin kaynak dikişlerinin kötü olması sebebiyle çekme testine tabi tutulmamıştır. 4, 5, 6, 8 ve 9 nolu çekme deney numunelerinden ikişer adet hazırlandığı için her bir numune 4-1, 4-2 vb. şekilde numaralandırılmıştır. Numuneler, Ön yük hızı: 2mm/dk, Ön yük değeri: 0,005 kN, Test hızı: 2mm/dk parametreleri girilerek çekme makinesine sırayla bağlanarak testi yapılmıştır (Şekil 4.25).

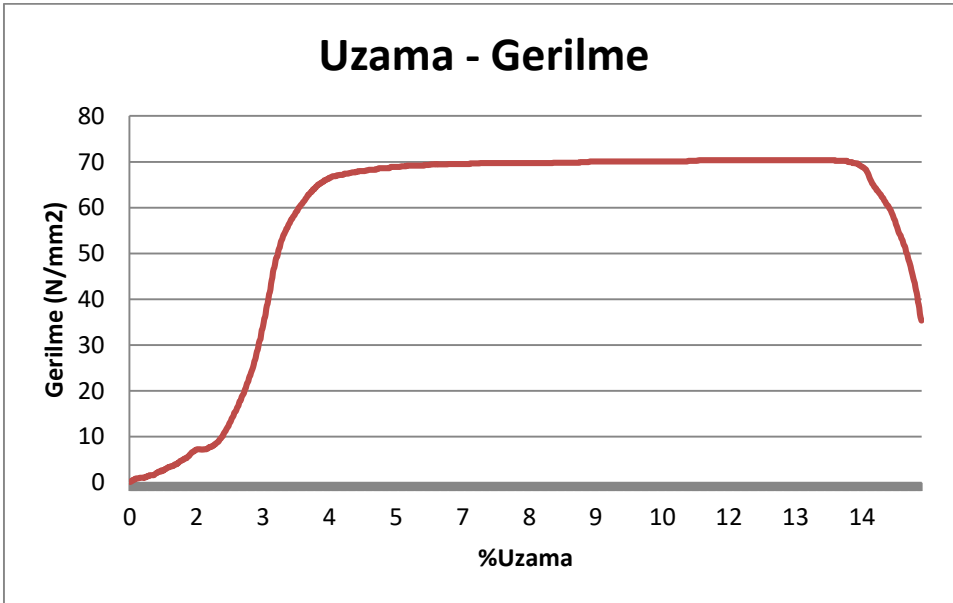


Şekil 4.25. Numunelerin çekme testine tabi tutulması

Numuneler ikişer adet hazırlandığı için her numuneye ait iki adet uzama-gerilme diyagramı elde edilmiştir. 4 numaralı çekme deney numunesine ait uzama-gerilme diyagramları Şekil 4.26 ve Şekil 4.27. 'de gösterilmiştir.

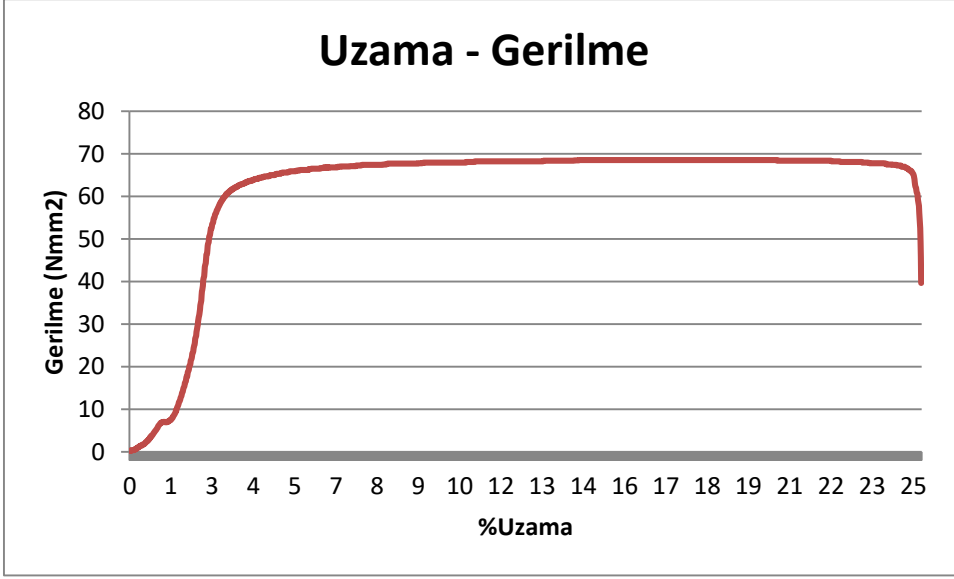


Şekil 4.26. 4-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

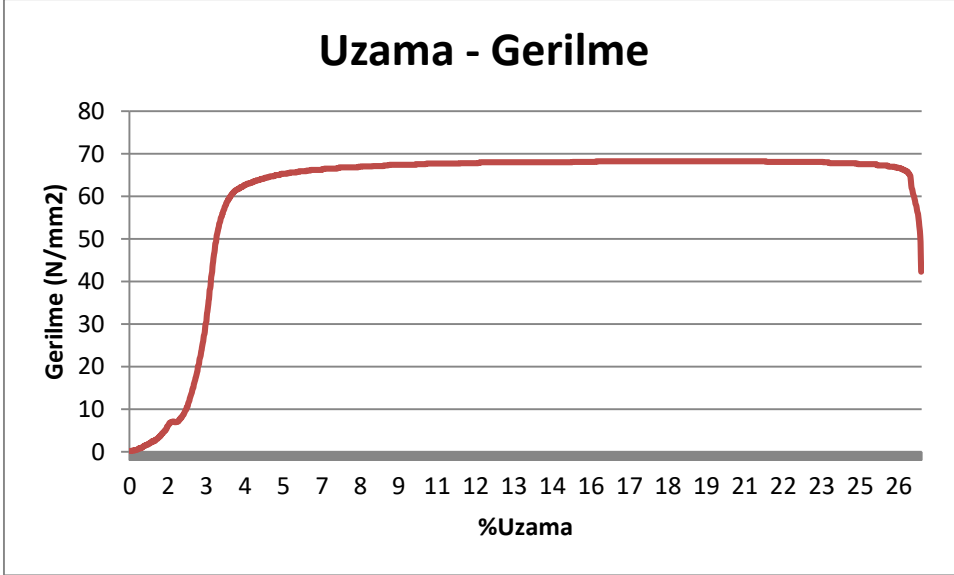


Şekil 4.27. 4-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

5 numaralı çekme deney numunesine ait uzama-gerilme diyagramları Şekil 4.28 ve Şekil 4.29. 'da gösterilmiştir.

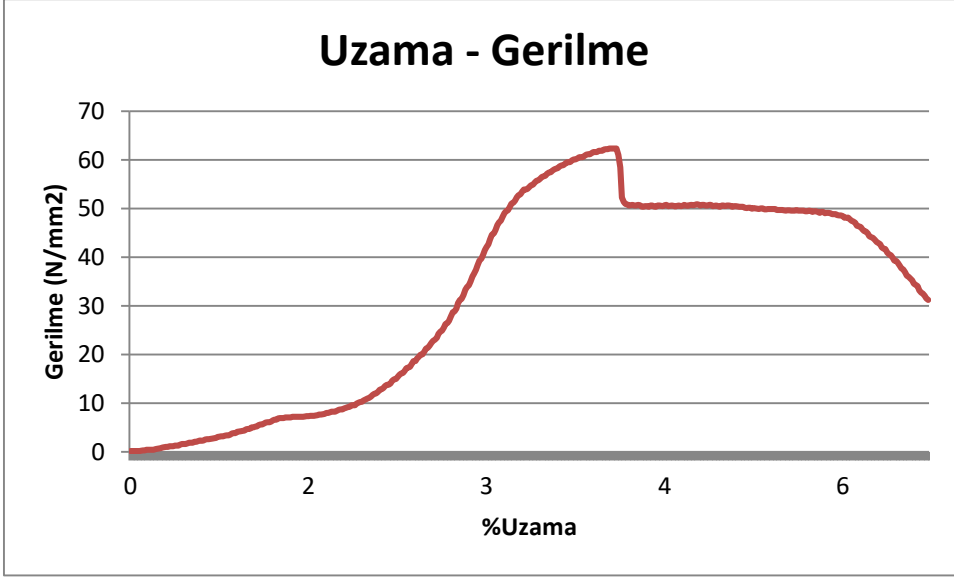


Şekil 4.28. 5-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

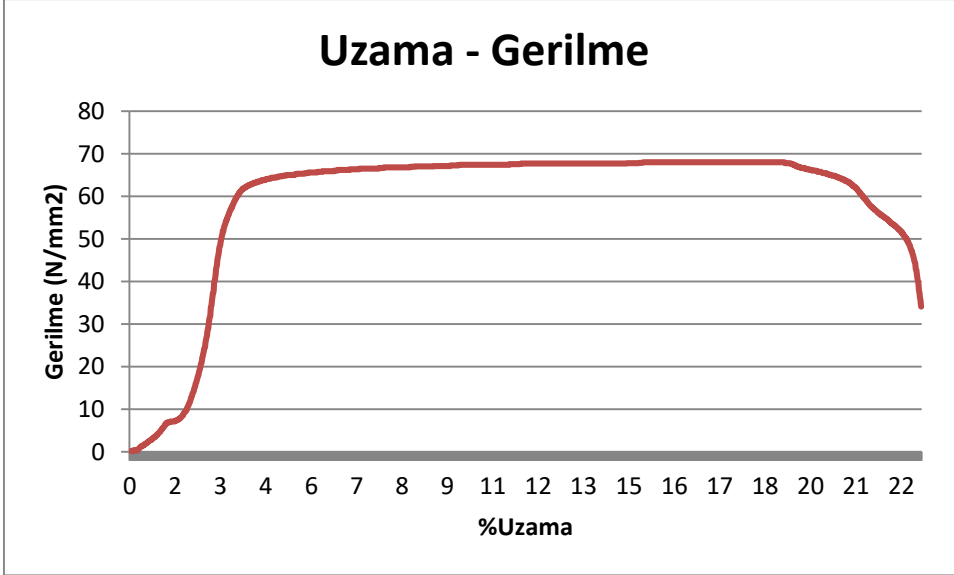


Şekil 4.29. 5-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

6 numaralı çekme deney numunesine ait uzama-gerilme diyagramları Şekil 4.30 ve Şekil 4.31. 'de gösterilmiştir.

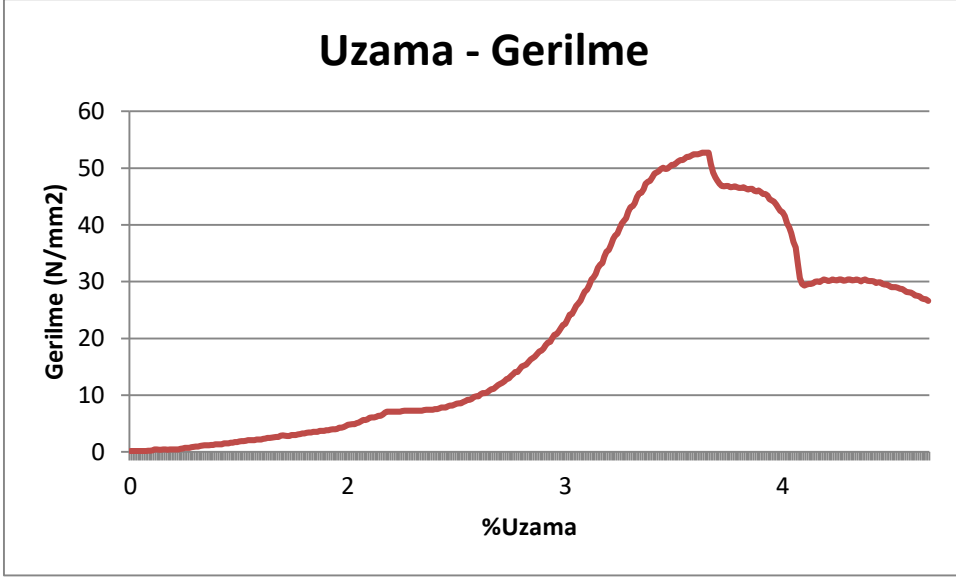


Şekil 4.30. 6-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

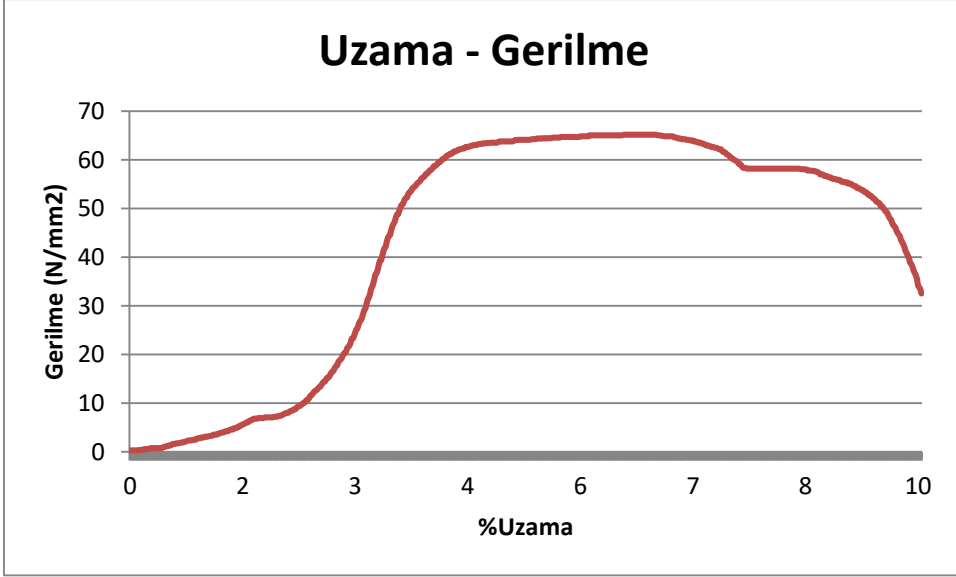


Şekil 4.31. 6-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

8 numaralı çekme deney numunesine ait uzama-gerilme diyagramları Şekil 4.32 ve Şekil 4.33. 'de gösterilmiştir.

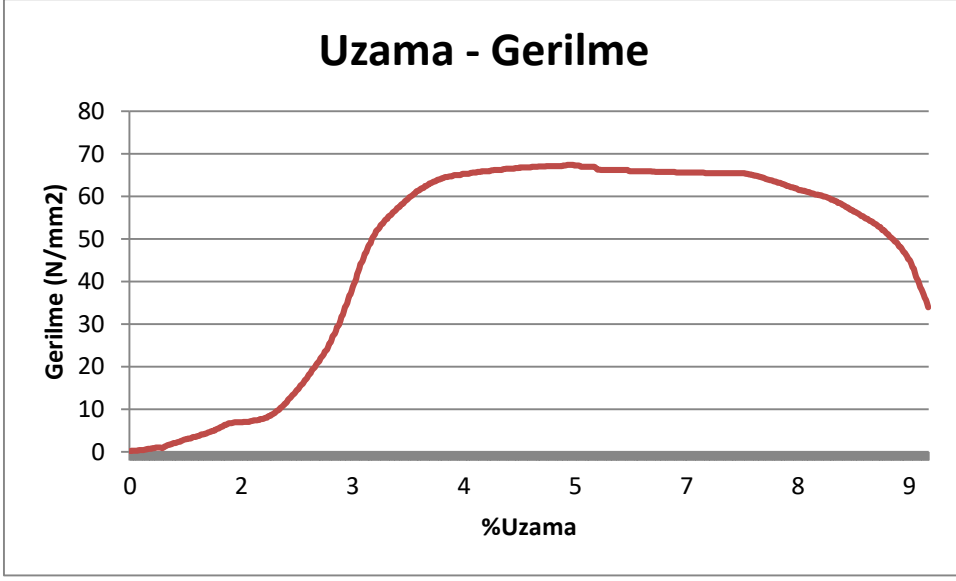


Şekil 4.32. 8-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

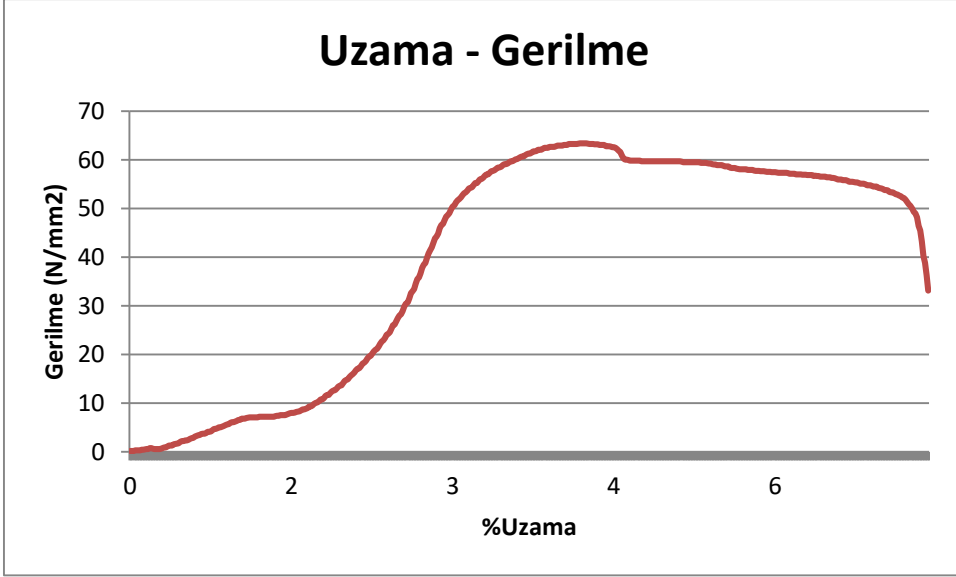


Şekil 4.33. 8-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

9 numaralı çekme deney numunesine ait uzama-gerilme diyagramları Şekil 4.34 ve Şekil 4.35. 'de gösterilmiştir.

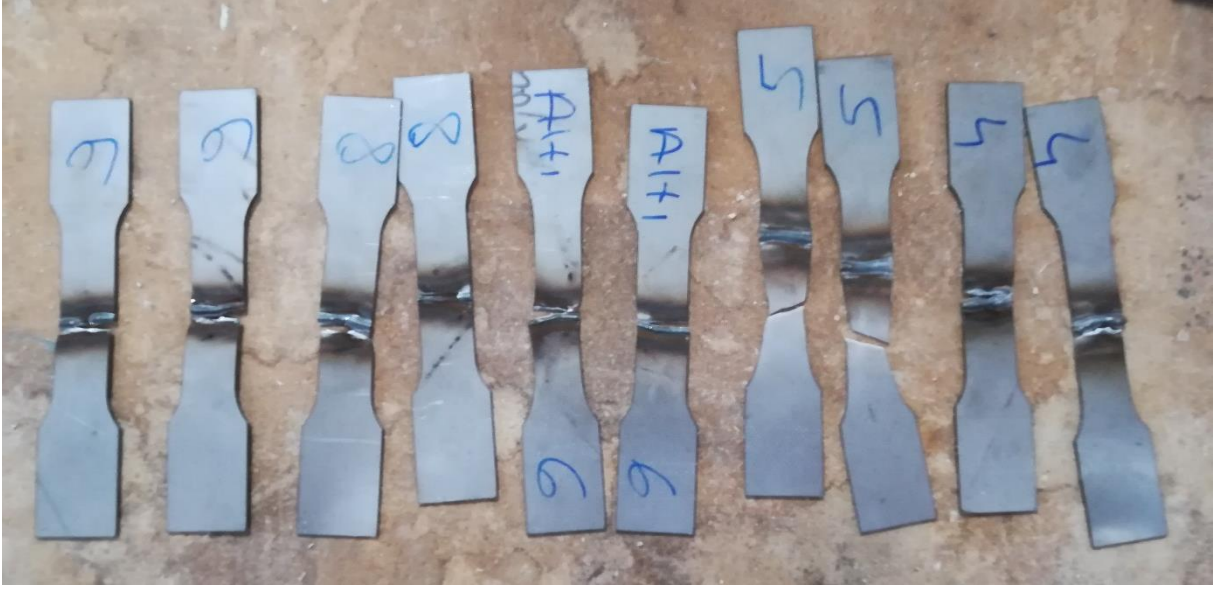


Şekil 4.34. 9-1 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı



Şekil 4.35. 9-2 nolu numuneye ait uzama-gerilme diyagramı

Çekme testinden çıkan deney numunelerine ait görüntü Şekil 4.36'da gösterilmiştir.



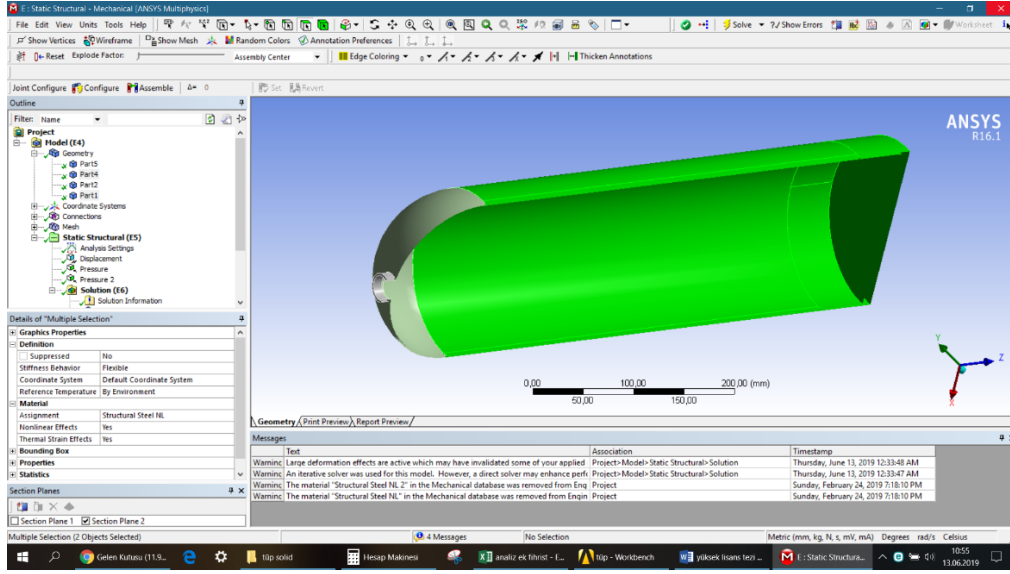
Şekil 4.36. Çekme testi sonrası deney numuneleri

4.1 Sonlu Elemanlar Analizi

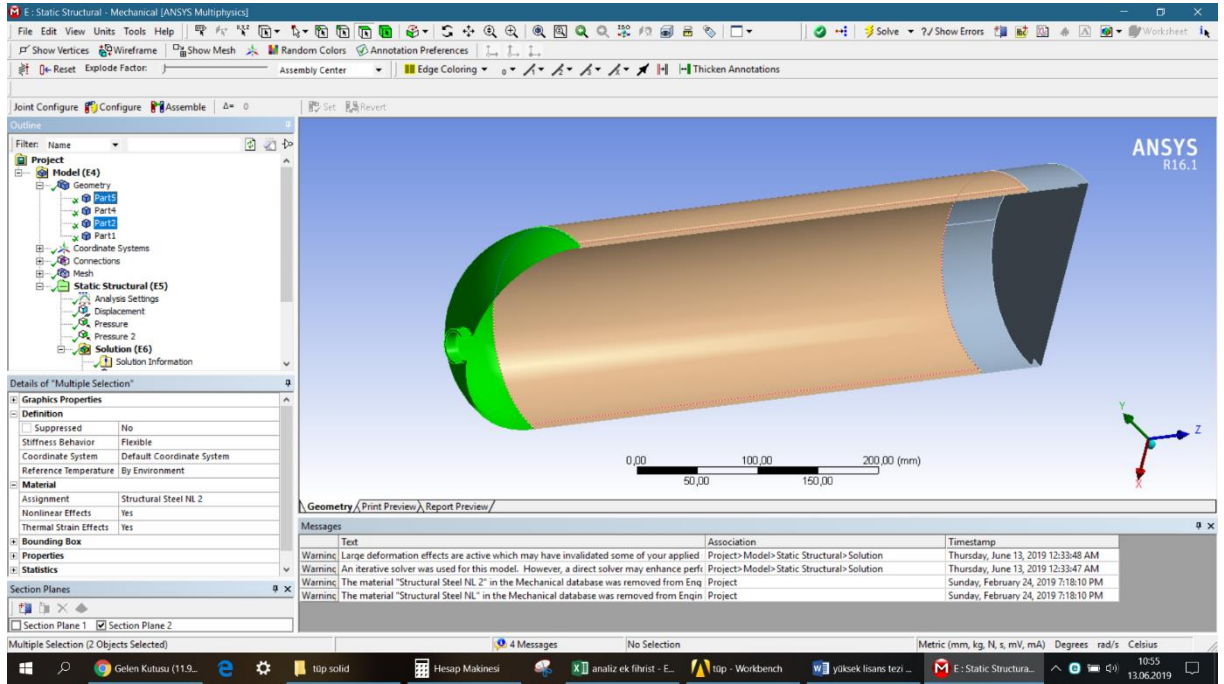
Bu çalışmada öncelikle SolidWorks katı model programı kullanılarak testini gerçekleştirdiğimiz tüpün katı modeli oluşturulmuş daha sonra Ansys sonlu elemanlar programına aktarılmıştır. Sonlu elemanlar programında tüp üç boyutlu katı elemanlar kullanılarak meshlenmiştir. Malzeme modeli olarak tüp hasar davranışının incelenmesi amacıyla bilinear izotropik sertleşme malzeme modeli kullanılarak tüp üzerindeki yüksek deformasyon etkileri incelenmiştir. Analizlerde tüplerde kullanılan çelik malzeme özellikleri Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. İki farklı gövde malzemesi olmasının sebebi tüpün üretiminde bombe kısmında oluşan artık gerilmeler, cidar incelmesi ve kaynak etkileridir. Bu sebeple oluşturulan modelde gövde kısmı gövde malzemesi 1 (Şekil 4.37), bombenin olduğu kısım ise gövde malzemesi 2 olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.38).

Çizelge 4.4 Modele ait gövde malzemenin mekanik özellikleri

Gövde Malzemesi 1	Gövde Malzemesi 2
E=200 Gpa	E=200 Gpa
Akma Mukavemeti = 250 Mpa	Akma Mukavemeti = 220 Mpa

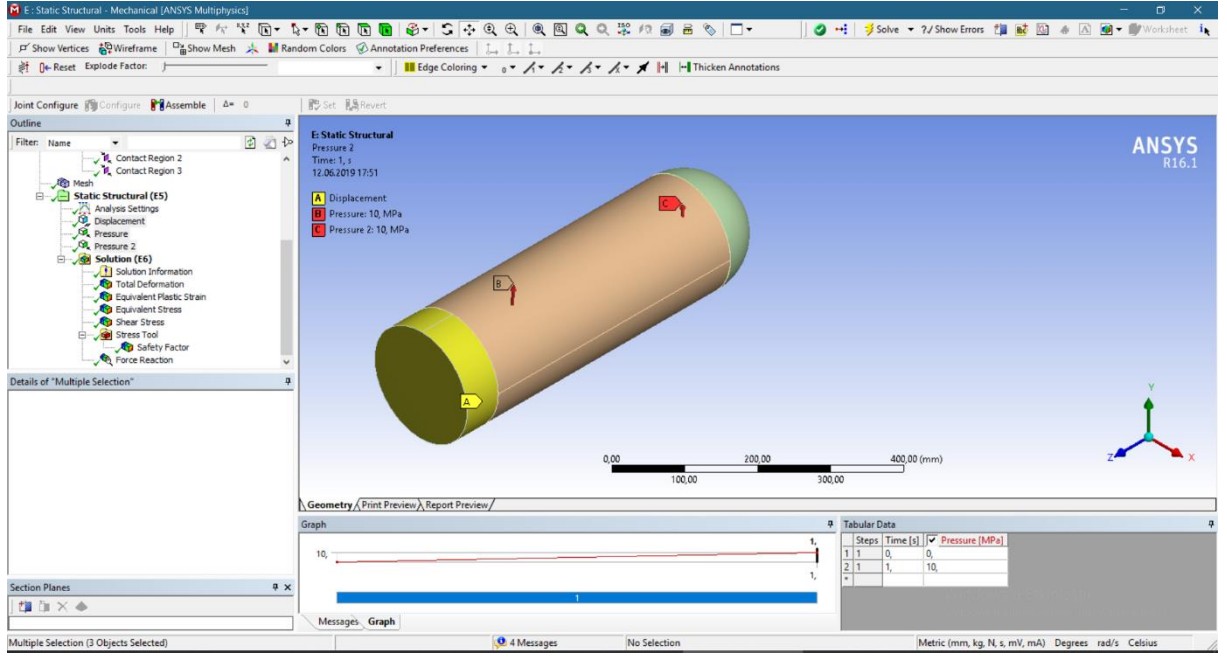


Şekil 4.37 Gövde malzemesi 1'in gösterimi



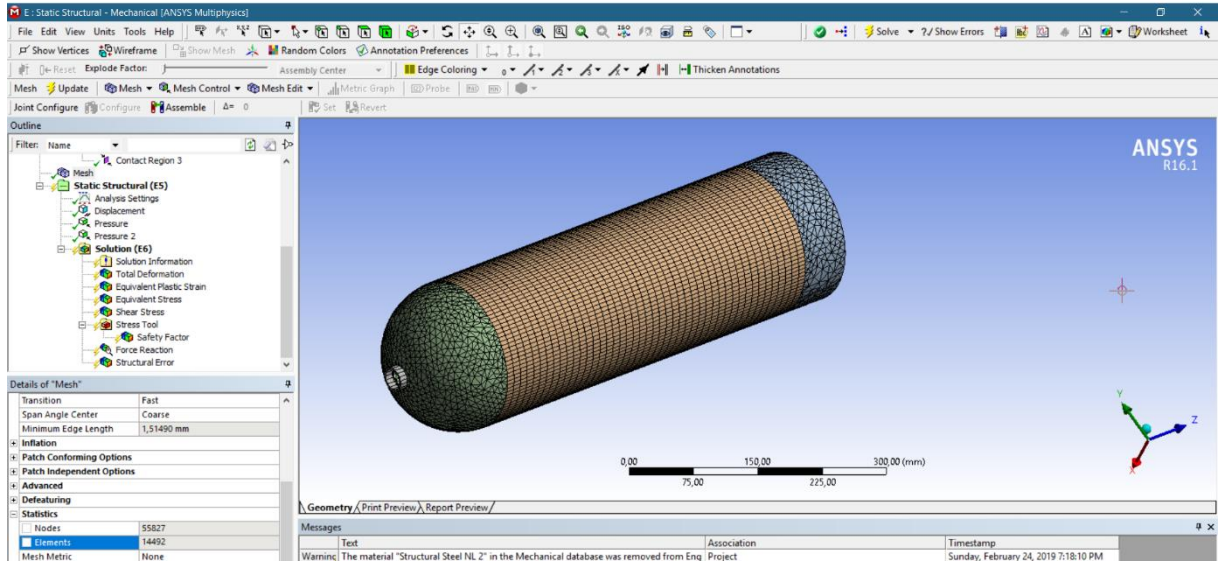
Şekil 4.38 Gövde malzemesi 2'in gösterimi

Analiz programında ince cidarlı seygar yangın söndürme tüpüne ait sınır koşulları tüp hidrostatik test koşullarına bağlı olarak belirlenmiş, Şekil 4.39'da gösterilmiştir.

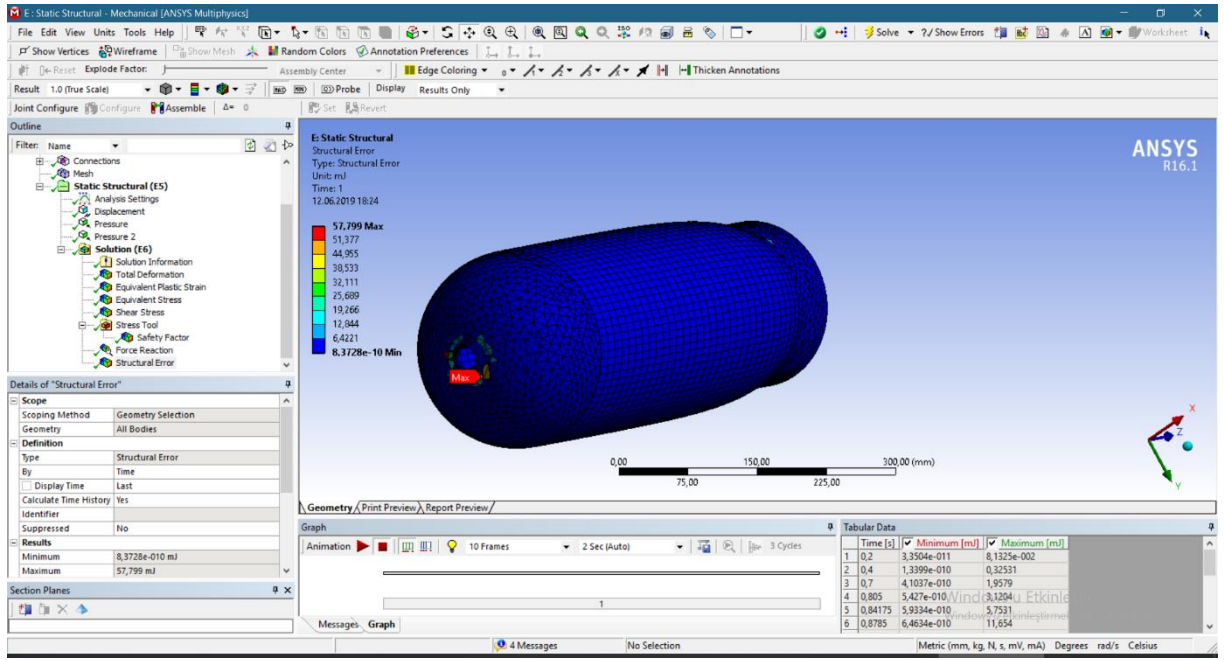


Şekil 4.39. Sınır Koşulları

İlk yapılan modelde 14492 adet mesh yapılmıştır (Şekil 4.40). Bunun sonucunda model, Şekil 4.41’de görüleceği üzere yaklaşık 57.79 mJ gibi yüksek oranda hata vermiştir.

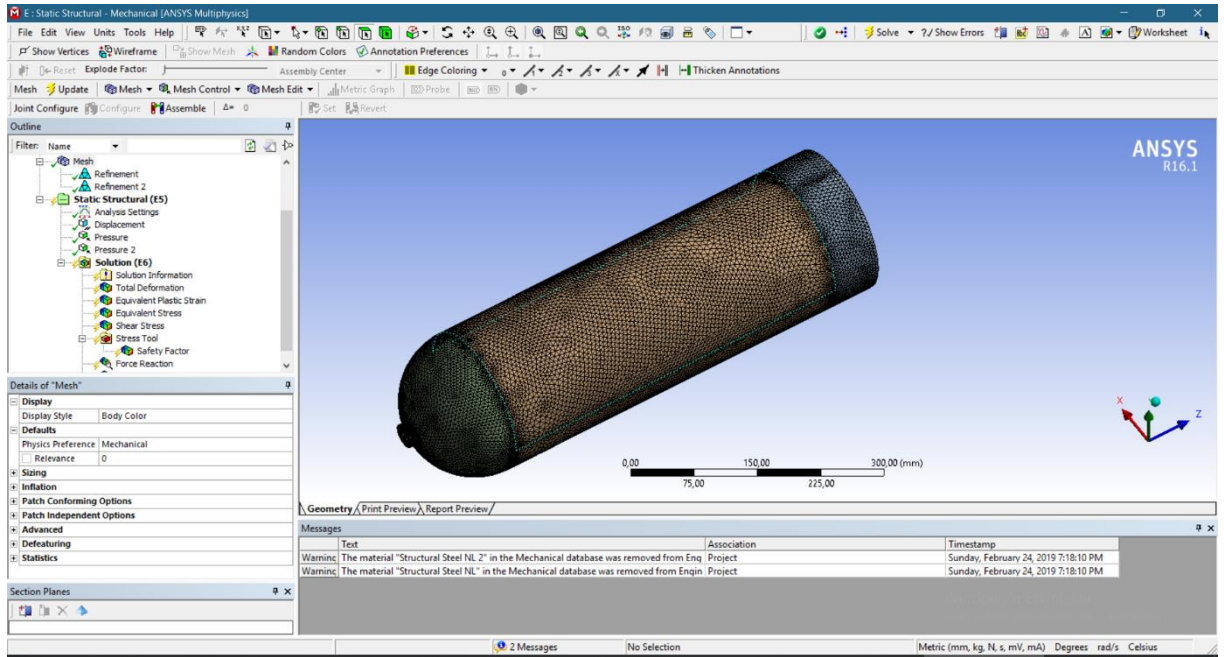


Şekil 4.40. Birinci modelde uygulanan mesh yüzeyi

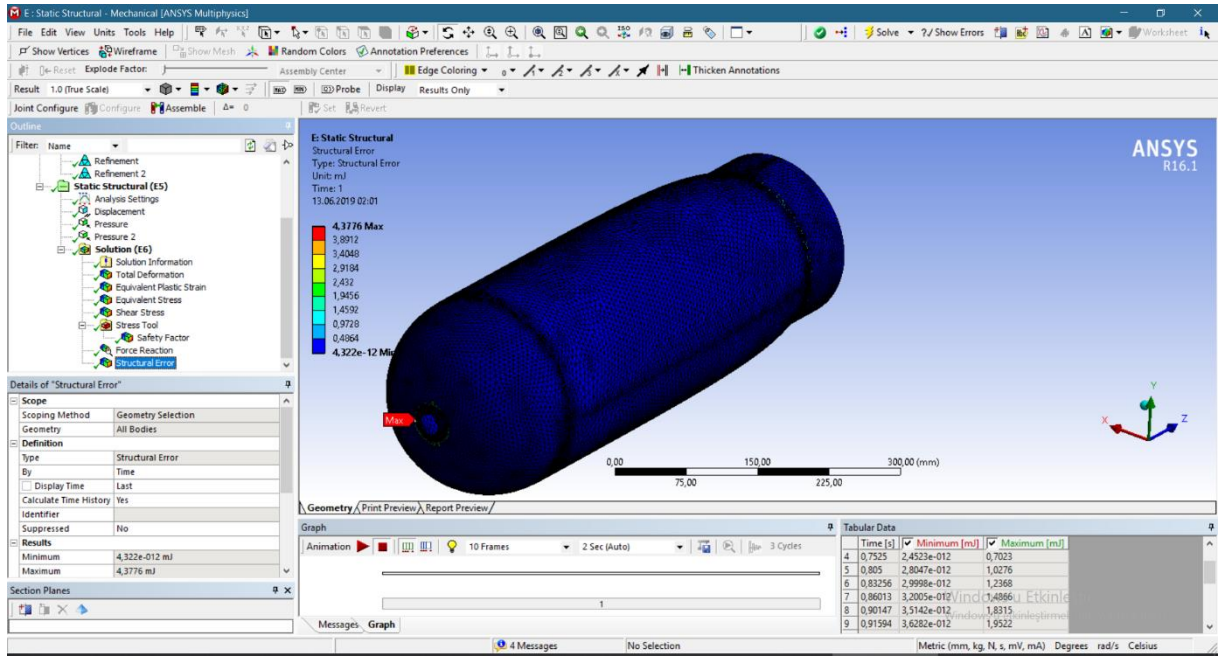


Şekil 4.41. Birinci modelde oluşan hata yüzdesi

İkinci yapılan modelde ise mesh sayısı 97000 adete çıkarıldığında (Şekil 4.42), hata oranı yaklaşık olarak 4.37mJ değerine düşmektedir (Şekil 4.43).

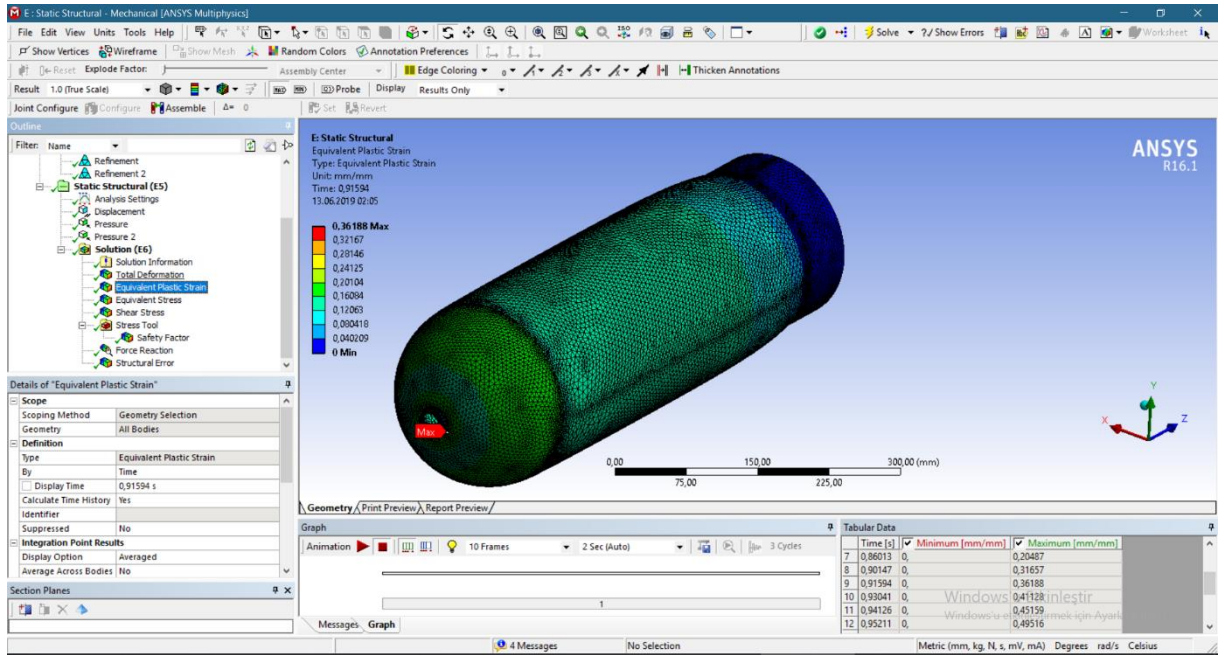


Şekil 4.42. İkinci modelde uygulanan mesh yüzeyi

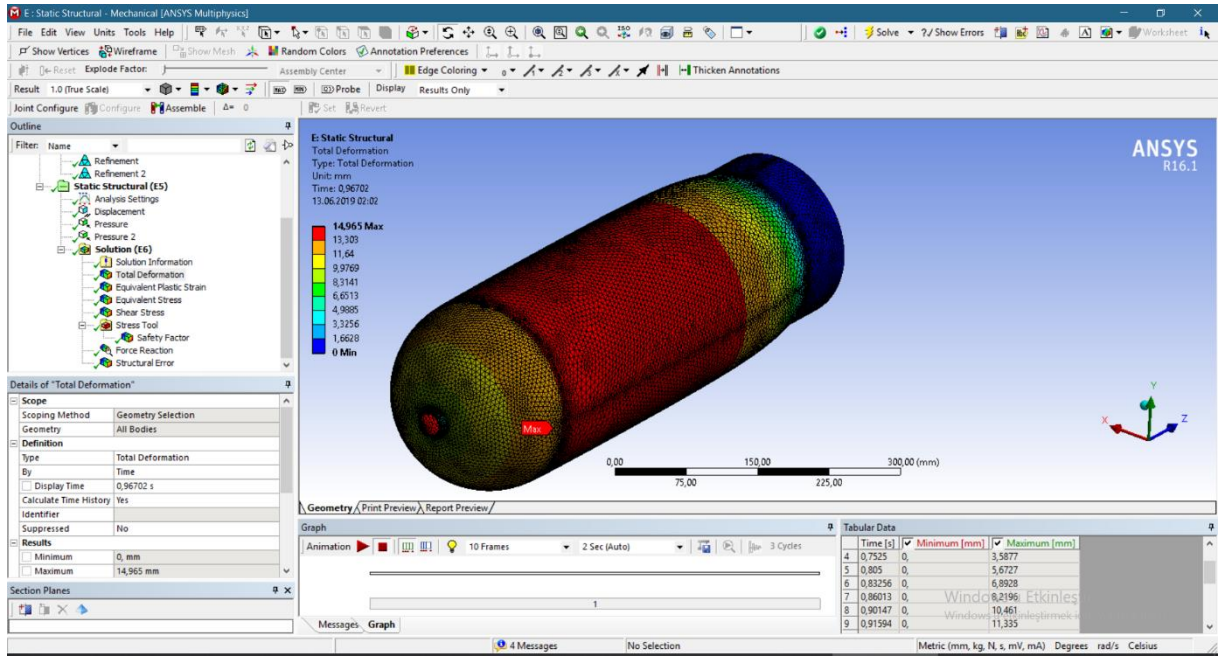


Şekil 4.43. İkinci modelde oluşan hata yüzdesi

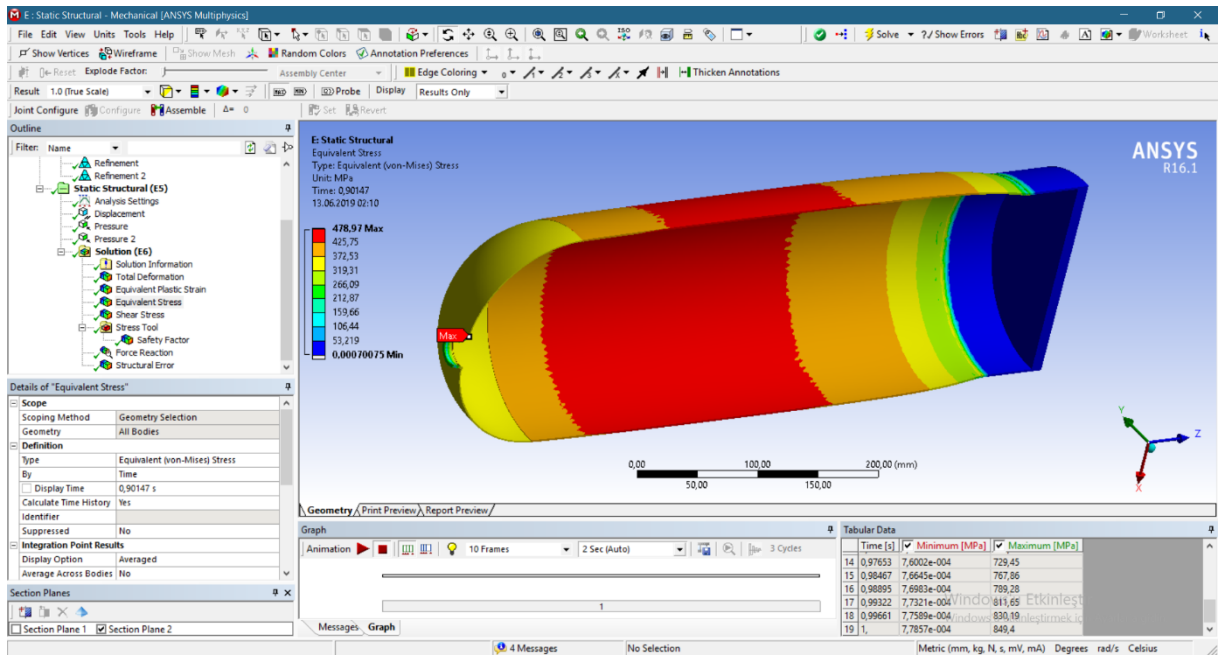
İkinci modele ait plastik şekil değiştirme Şekil 4.44'de, toplam deformasyon Şekil 4.45'de, eşdeğer (VonMises) gerilmesi Şekil 4.46'da gösterilmiştir.



Şekil 4.44. Plastik şekil değiştirme



Şekil 4.45. Toplam deformasyon



Şekil 4.46. VonMises Gerilmeleri

Optimum mesh değerlerine bağlı olarak elde edilen sonuçlarda gerilme ve deplasman değerleri beklendiği gibi gövde kısmında yüksek çıkmıştır (Şekil 4.45- 4.46). Bununla birlikte plastik genlemelerin zayıflamış olan bombeli kısımda maksimum şekil değiştirme oranlarına ulaştığı görülmüştür.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Üst manşon kaynakları gözle ve penetrant sıvı ile muayene edildiğinde, altı numaralı tüpte 200 amperlik akımın oluşturduğu 348j/mm ısı girdisi, malzemede aşırı ergimeye yol açtığı ve delinmeye neden olduğu görülmüştür. Yedi numaralı tüpte ise 85 amperlik akımın oluşturduğu 81,6j/mm ısı girdisinin, çok düşük kalması sebebiyle ergime eksikliğine yol açtığı, bu nedenle üst manşonun gövdeye kaynak olmadığı görülmüştür. Diğer tüplerin üst manşon kaynak dikişleri düzgün olup, yapılan penetrant sıvı testinde herhangi bir yüzey çatlak ve bozukluğu göze çarpmadığı görülmüştür.

Alt tabya kaynaklarında ise yedi numaralı tüpte 100 amperlik akımın oluşturduğu 127,8j/mm ısı girdisi, yeterli ergimeyi sağlamadığı ve alt tabyanın gövdeye kaynak olmadığı görülmüştür. Diğer tüplerin alt tabya kaynak dikişlerinde gözle muayenede herhangi bir bozukluğun olmadığı, yapılan penetrant sıvı testinde herhangi bir yüzey çatlak ve bozukluğu göze çarpmadığı görülmüştür.

Beş numaralı tüp hariç diğer tüm tüpler 81 bar olarak belirlenen test basıncına dayanabilmiş ve testi geçmiştir. Beş numaralı tüpte basınç 81 bara ulaştığında tüpün üst manşon kaynağından sıvı kaçırdığı gözlemlenmiştir. Altı ve yedi numaralı tüpler ise kaynak değerlerinin uygunsuzluğundan dolayı hidrostatik teste girememiştir. Bir, iki, üç, dört, sekiz ve dokuz numaralı tüpler yaklaşık 120 bara kadar dayanmışlardır. Ancak yırtılma bölgeleri incelendiğinde dokuz numaralı tüp hariç hepsi üst manşon kaynağı alt bölgesinden olduğu görülmüştür. Dokuz numaralı tüpte yırtılma bölgesi tüpün gövdesinde oluşmuştur.

Çalışmada sonlu elemanlar analizi Ansys programı yardımıyla hidrostatik test koşullarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sonlu elemanlar analizi sonucunda elde edilen maksimum gerilme, plastik şekil değiştirme değerleri ve kritik bölgeler dikkate alındığında elde edilen sonuçların deneysel sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmektedir.

Düz levha kaynaklarında 1, 2, 3 ve 7 nolu levhalarda kaynak dikişinin düzgün olmamasından dolayı, çekme testine tabi tutulmamışlardır. 4, 5, 6, 8 ve 9 nolu levhalardan elde edilen çekme testi numuneleri, çekme testine tabi tutulmuş, 5 numaralı deney numuneleri hariç hepsi kaynak bölgesine en yakın yerden, Isı Tesiri Altında Kalan Bölge (ITAB) içerisinde kopmuştur. 5 nolu deney numunelerinde ise ITAB bölgesinin dışında boyun vererek kopma meydana gelmiştir.

Ülkemizde yangın söndürme tûpünün üretim ve test standartlarını belirleyen kurum olan TSE, kaynak bölgelerinin kontrolleri için göz ile muayene ve hidrolik testi yeterli bulmaktadır. Bu çalışmada penetrant sıvı testi, hidrostatik basınç testi ve çekme testi yapılmıştır. Ancak daha hassas sonuçlar elde edebilmek için Tarama Elektron Mikroskobu ile mikro yapıda kaynak bölgeleri taranabilir.

6. KAYNAKLAR

- Ank S (1990). Silindirik LPG Tanklarının Bilgisayar Yardımıyla Tasarımı, 4. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, Yalova.
- Çevik B (2013). Örtülü Elektrot Ark Kaynağı VeMıg Kaynağında Akım Şiddetinin Kaynak Nüfuziyetine Etkisinin İncelenmesi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 2, Sayı 2, 22-29
- Eruslu S (2008). İnce Cidarlı Basınçlı Tüplerin Sonlu ElemanlarYöntemi ile Analizi, Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt 14, Sayı 2, 169-174.
- Gülenç B, Candan İ, Kahraman N (2005). MIG-MAG Kaynağı İle Birleştirilen Boruların Tahribatlı Ve Tahribatsız Muayenesi,GaziÜniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 4, 631-637
- ISO EN 6892-1 (Metalik Malzemeler Çekme Deneyi Bölüm 1: Ortam Sıcaklığında Deney Metodu)
- Karadeniz S (2018). Tahribatsız Malzeme Muayenesi. Makine Mühendisleri Odası, 418s İzmir.
- Kılıç A (2010). Ateş Tutan Eller-Ateş Kahramanları. Teknik Yayıncılık Grubu, 276s İstanbul.
- Savaşkan T (2004). Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, Akademi Ltd. Şti. Yayınları, No:15, Trabzon
- Şık A, Kaluç E (2004).Otoseyyar Saclarının MIG/MAG Kaynağında Gaz Karışımlarının Dikiş Özelliklerine Etkisi, TrakyaUniv J Sci, 5(2): 179-186 ISSN 1302 -647X
- Türk Loydu (2015). Kaynak Kuralları Kısım 3, İstanbul
- TS EN 1011-1 (Kaynak-Metalik malzemelerin kaynağı için tavsiyeler-Bölüm 1:Ark kaynağı için genel kılavuz)
- TS EN 10130 (Çelik Yassı Mamuller - Düşük Karbonlu Soğuk Haddelenmiş Soğuk Şekillendirilebilen - Teknik Teslim Şartları)
- TS EN ISO 15614-1'e (Metalik malzemeler için kaynak prosedürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması - Kaynak prosedürü deneyi - Bölüm 1: Çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel ve nikel alaşımlarının ark kaynağı)
- TS 862-7 EN 3-7+A1 (Seyyar yangın söndürücüler - bölüm 7: Özellikler, performans gerekleri ve deney metotları)
- TSE EN 3-8 (Seyyar Yangın Söndürücüler – Müsaade edilebilir en yüksek basıncı 30 bar veya daha düşük olan yangın söndürücülerin yapımı, basınca direnci ve mekanik deneyleri için EN 3-7 'de belirtilenlerin dışında ilave kurallar)
- TSE EN 13018 (Tahribatsız Muayene – Gözle Muayene Genel Kurallar)

Ünlü BS , Yılmaz SS , Uzkut M (2011). MIG/MAG Kaynağı ile Farklı Akım Şiddetlerinde Birleştirilmiş Fe 37 Çeliğinin Kaynak Bölgesinin Mekanik Özellikleri, 6 th International Advanced Technologies Symposium, 356-359

https://www.erdemir.com.tr/Sites/1/upload/files/Urun_Katalogu-2017-1269.pdf (erişim tarihi, 12.04.2018)

<https://www.msxlabs.org/forum/cevre-bilimleri/215755-yangin-nedir-yanginin-nedenleri-onleme-ve-korunma-yollari.html#ixzz5CGD8ky9a> (erişim tarihi, 10.04.2018)

<http://www.nndb.com/people/821/000165326/> (erişim tarihi, 18.04.2018)

<http://www.ostroj.cz/en/mag-135-welding> (erişim tarihi, 19.04.2018)

http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/14_03_00_aca05.pdf (erişim tarihi, 17.07.2018)

<https://www.turunculaboratuvar.com.tr/periodik-muayene/hidrostatik-basinc-testi> (erişim tarihi, 12.06.2018)

7. ÖZGEÇMİŞ

Hakan GÜL 1982 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlköğrenimini Hacı İlbey İlkokulunda, orta öğrenimini Tuğlacılar Lisesinde tamamladı. Atatürk Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden 2005 yılında mezun oldu. 2011 yılında atandığı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Çerkezköy Meslek Yüksek Okulunda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.