

**KAYNAKLI BAĞLANTILARIN TAHRİBATSIZ
MUAYENE YÖNTEMİYLE OPTİMUM KAYNAK
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

EYUP ÖZKIRMAZ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
EYLÜL – 2009**

**KAYNAKLI BAĞLANTILARIN TAHRİBATSIZ MUAYENE
YÖNTEMİYLE OPTİMUM KAYNAK DEĞERLERİNİN
BELİRLENMESİ**

EYUP ÖZKIRMAZ

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makina Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Yrd.DoçDr. İbrahim SEVİM**

**MERSİN
Eylül – 2009**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. İbrahim SEVİM

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Yusuf ZEREN

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Mustafa Kemal KÜLEKÇİ

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulunun / / tarih ve / sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Bu çalışmada, 8 mm kalınlığında 200 mm x 200 mm ebatlarında St-37 St-52 çelik sac levhalar kullanıldı. Kaynak parametreleri ise, kaynak akımı 120 amper, rutil ve bazik elektrod kullanılarak bindirme pozisyonunda sac levhalar kaynak edildi. Kaynak edilmiş parçalara kaynak eksenine boyunca X-ray yöntemi ile kaynak bölgesi tarandı ve kaynak hataları tespit edildi. Daha sonra çekme test için 30 mm x 200 mm boyutlarında DIN standardına uygun çekme test numuneleri hazırlandı ve çekme testleri yapıldı. X-ray yöntemi ile tespit edilen kaynak hatalarının ana malzemenin çekme mukavemetine etkisi araştırıldı.

Anahtar kelimeler: Kaynak, St-37 St-52 çeliği, tahribatsız muayene, X-ray metodu, çekme testi.

ABSTRACT

In this study, 8mm x 200 x 200 t-37 t-52 steel plates are used. These plates are welded using 120 Ampere rutile and basic electrodes. The welding zone is scanned with X-ray method along the joint axis to determine the errors. Then the tensile stress tests are performed using 30 mm x 150 mm test samples, which are prepared according to DIN standards. The dimensions of the errors from X-ray method are measured and estimated analytically. The strengths of the main material and the welded material are compared.

Keywords: Weld, St-37 St-52 çeliği steel, nondestructive test (NDT), X-ray method, tensile stress test.

TEŞEKKÜR

Üniversite eğitime başladığım ilk günden itibaren her konuda beni teşvik eden ve destekleyen, yüksek lisans danışmanım Yrd. Doç. Dr. İbrahim SEVİM'E teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmalarımın hemen her aşamasına manevi açıdan destek olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mersin üniversitesinde çalışan, bilgi ve manevi desteğini eksik etmeyen bütün hocalarıma ve arkadaşlarıma saygıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 ÖRTÜLÜ ELEKTROD ELEKTRİK ARK KAYNAĞI.....	3
2.2 KAYNAK DONANIMI.....	3
2.2.1. Kaynak Temel Elemanları.....	3
2.2.1.1. Kaynak Makineleri.....	4
2.2.1.2. Kaynak Pensi ve Şasesi.....	4
2.2.1.3. Kaynak Kabloları.....	5
2.2.1.4. Elektrotlar.....	5
2.3. PARÇALARIN KAYNAĞA HAZIRLANMASI.....	8
2.3.1. Kaynak Ağızı Çeşitleri.....	8
2.3.2. Kaynak Ağızı Açma Araçları.....	9
2.3.3. Puntalama.....	10
2.4. KAYNAK YAPMA POZİSYONLARI.....	10
2.5. KAYNAK YAPIMINDAKİ ŞEKİL DEĞİŞTİRMELER VE BUNLARA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER.....	11
2.6. KAYNAK HATALARI.....	12
2.7.KAYNAK HATALARININ SAPTANMASINDA UYGULANAN MUAYENE YÖNTEMLERİ.....	13
2.7.1 Göz ile Muayene.....	14
2.7.2 Sıvı Emdirme Yöntemi ile Muayene.....	15
2.7.3 Manyetik Parçacık Testi.....	16
2.7.4 Ultrasonik Titreşimler Yardımı ile Muayene	18
2.7.5.Radyografik Muayene.....	21

3. ÖRNEK ALIMI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	23
3.1. KAYNAK EDİLECEK MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ MALZEMELERİ	23
3.2. KAYNAK ÖNCESİ NUMUNE HAZIRLAMA.....	24
3.3. KAYNAK EDİLECEK PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ.....	24
3.3.1. Kaynak Yöntemi.....	24
3.4. MUAYENE YÖNTEMİNİN SEÇİMİ.....	26
3.5 ÇEKME DENEYİNİN NUMUNELERİNİN ÇIKARTILMASI.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4. 1. RADYOGRAFİ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	28
4. 2.KAYNAKLI BAĞLANTILARIN ÇEKME-MAKASLAMA TEST SONUÇLARININ HESAPLANMASI.....	33
5. SONUÇLAR.....	37
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	39
EK-1.....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	<u>SAYFA NO</u>
Çizelge 2.1. Kaynak Birleştirme Süreksizliklerinin ISO (TSE) Standartlarında Sınıflandırılması	13
Çizelge 3.1. Kullanılan Ana Malzemelerin Kimyasal Kompozisyonu.....	24
Çizelge 3.2. Kullanılan Ana Malzemelerin Mekanik Özellikleri.....	24
Çizelge 4.1. Radyografik Kontrol Raporu.....	31
Çizelge 4.2. Çekme Test Sonuçları	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA NO
Şekil 2.1. Örtülü Elektrot İle Elektrik Ark Kaynak Donanımı Blok Şeması	4
Şekil 2.2. Kaynak Pensi, Şasesi ve Kabloları.....	5
Şekil 2.3 Küt Alın Kaynak Ağzı (Üstte) ve V Alın Kaynak Ağzı (Altta).....	8
Şekil 2.4 Çift Taraflı Açılmış V Kaynak Ağzı(Üstte) ve Tek Taraflı Açılmış U Kaynak Ağzı(Altta).....	9
Şekil 2.7. Penetran Sıvı Yöntemi İle Yüzey Çatlaklarını Belirlenmesi.....	16
Şekil 2.8. Manyetik Parçacık Deneyinin Uygulama Biçimleri.....	18
Şekil 2.9. Ultrasonik Titreşimler Yardımı İle Hataların Saptanması.....	20
Şekil 2.10. Radyografik Muayeneler Yardımı İle Kaynak Dikişindeki Hataların....	22
Şekil 3.1. Kaynak Edilecek Numuneler.....	23
Şekil 3.2. Bindirme Kaynağı Yapılmış Deney Numunesi.....	25
Şekil 3.3. Numunelerin Birleştirilmiş Ölçüleri.....	25
Şekil 3.4. EN-288-3'e Uygun Olarak Hazırlana Deney Numuneleri.....	27
Şekil 3.5. Çekme-Makaslama Deneyi İçin Hazırlanan Çekme Numunesinin Şematik Gösterimi.....	27
Şekil 3.6. St-37-37 Çekme-Makaslama Numunesi.....	27
Şekil 4.1. St-37 ile St-37 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	28
Şekil 4.2. St-52 ile St-52 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	29
Şekil 4.3. St-37 ile St-52 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	29
Şekil 4.4. St-37 ile St-37 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	30
Şekil 4.5. St-52 ile St-52 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	30
Şekil 4.6. St-37 ile St-52 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi.....	30

1. GİRİŞ

Kaynak olayı birden fazla parçanın ısı, basınç veya her ikisi birden kullanılarak, aynı cinsten ve ergime aralığı aynı veya yaklaşık bir malzeme ilave edilerek veya edilmeden birleştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Metal ve alaşımlarının birleştirilmesinde ilave bir malzeme kullanılıyorsa buna da ilave metal veya kaynak teli denir.

Günümüzdeki konstrüksiyonlar iş verimi ve güvenliğini arttırmaya, boyutları ve ağırlığı küçültmeye, aynı zamanda malzeme ve üretim masraflarını azaltmaya yöneliktir. Buna paralel olarak birleştirme teknolojisi de gelişmesine rağmen sürekli bir şekilde yeni problemlerle karşı karşıya kalınmaktadır.

Gelişen günümüz endüstrisinde ihtiyaç duyulan malzeme özelliklerinin çok çeşitli olması da farklı özelliklere sahip bu metaliksel malzemelerin en uygun biçimde nasıl birleştirilebileceği sorusunu ortaya çıkarmaktadır. Bu soruya, gelişmekte olan kaynak teknolojisi en iyi cevabı verebilmektedir.

Bilindiği gibi, günümüzde metal ve metal olmayan birçok malzemenin birleştirilmesinde değişik kaynak yöntemleri uygulanmaktadır. Ayrıca, kaynak teknolojisi konusundaki gelişmeler elektronik ve bilgisayar alanındaki gelişmelerle daha da hızlanmıştır. Bugünkü teknikte, kaynak yöntemlerinin yaygın uygulanabilmesi, mikro birleştirmelerden yüksek nüfuziyet derinliği isteklerine kadar ihtiyaçları giderebilmesi nedenine dayandığı gibi, başlangıçta ortaya çıkan problemlerin büyük çapta çözümlenmiş olmasına da borçlu bulunmaktadır. Modern kaynak yöntemleri olarak da tanımlanan bu yeni uygulamalar bir yandan birleştirilmelerde öngörülen koşullara bağlı olarak seçilip kullanılmakta, diğer yandan yeni isteklere göre gelişmelerini sürdürmektedirler [1].

Örtülü elektrot kullanarak elle yapılan ark kaynağında, güvenilir bir kaynak bağlantısı elde edilebilmesi için, kaynakçının belirli bir düzeyde yetiştirilmesi ve kaynak hızının sınırlı olması gerekir. Bu iki hususta sonucun pahalı olmasına ve hızlı yapılması gereken işlerin belirli bir temrin süresinden önce bitirilememesine neden

olmaktadır. Özellikle kalın parçaların kaynağında kaynak süresi çok uzun olmakta, elektrot çapı belirli bir ölçüden sonra artırılamamaktadır. Örneğin; 6 mm den daha kalın çaplı elektrotlar kullanıldığında, kaynakçının, kaynak işlemi esnasında kaynak banyosunu kontrolü altında tutması zorlaşmaktadır. Kaynak esnasında cürufun temizlenmesi ve elektrotun değiştirilmesi için geçen zaman kaynak süresini aşmakta, her elektrotun uç kısmında 25–30 mm.lik bir kısım kullanılmadan atılmakta, buda maliyeti etkilemektedir.

Akım şiddetini artırarak, erime süresini kısaltmak da iyi sonuç vermemektedir, zira bu uygulamada da elektrot fazlaca ısıtıldığından, örtü ark bölgesinden önce yanarak bozulmakta ve kendisinden beklenen görevi yerine getirmemektedir. Ayrıca elle yapılan kaynakta, hızın belirli bir değerin üzerine çıkması, kaynakçının kaynağa hâkimiyetini güçleştirmektedir [2].

Kaynak hızının sınırlı oluşu, kalın parçalarda kaynak süresinin ve paso sayısının fazla olması problemleri ortaya çıkarmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, 200 mm x 200 mm x 8 mm boyutlarında St-37 St-52 düşük karbonlu yapı çelikleri birbirleriyle bindirmeli pozisyonda örtülü elektrot kullanılarak ark kaynağı yöntemleriyle üretim koşullarına bağlı kalınarak birleştirilmiştir. Daha sonrada kaynaklı parçalar tahribatsız malzeme muayenesi yöntemiyle kaynak hatalarının neden oluşabileceği konusunda yorumlar yapıldı ve ana malzemeye göre kaynak mukavemetindeki azalma çekme testleriyle tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. ÖRTÜLÜ ELEKTROD ELEKTRİK ARK KAYNAĞI

KAYNAK: Bir birinin aynı veya erime aralıkları birbirine yakın iki veya daha fazla metalik veya termoplastik parçayı ısı, basınç veya her ikisini kullanarak aynı türden bir malzeme katarak veya katmadan birleştirmektir.

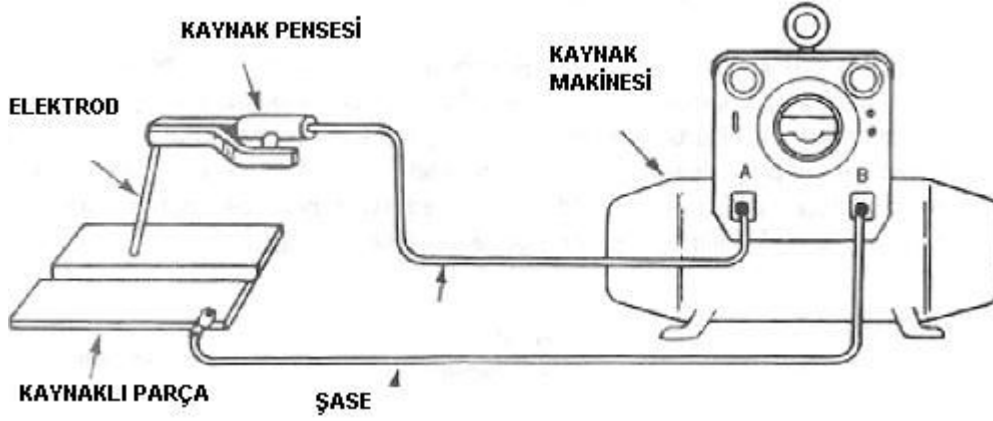
ERİTME KAYNAĞI: Metalik malzemeyi yalnız sıcaklığın etkisi ile yerel olarak ek kaynak metali ile birlikte eritip birleştirmektir. Ergitme kaynak grubundan olan elektrik ark kaynağında iş parçasına ergime sıcaklıklarının üzerine çıkaracak ısı verilir. Isının oluşmasında elektrik enerjisinden yararlanılır. Sanayi şebekesinden alınan elektrik akımı, kaynak temel elemanlarından biri olan kaynak makineleri yardımıyla kaynak akımına dönüştürülür. Kaynak Makineleri, alternatif ve doğru akım üreten makineler olarak iki ana grup içerisindedir. Jeneratör ve redresör ark kaynak makineleri doğru akım üretirler. Transformatör ark kaynak makineleri ise, dalgalı kaynak akım üreteçleridir. Her iki grup içinde bulunan kaynak makinelerinin birbirine göre üstünlükleri vardır.

2.2.KAYNAK DONANIMI

Kaynak yapıla bilmesi için gerekli malzemeler; kaynak temel elemanları ve kaynak yardımcı elemanları olmak üzere iki ana grup altında toplanır.

2.2.1. KAYNAK TEMEL ELEMANLARI

Temel elemanlar içerisine kaynak makinesi, pense, şaseler, kablolar ve elektrotlar girmektedir. (Şekil 2.1.)



Şekil 2.1. Örtülü Elektrot İle Elektrik Ark Kaynak Donanımı Blok Şeması

2.2.1.1. Kaynak Makineleri

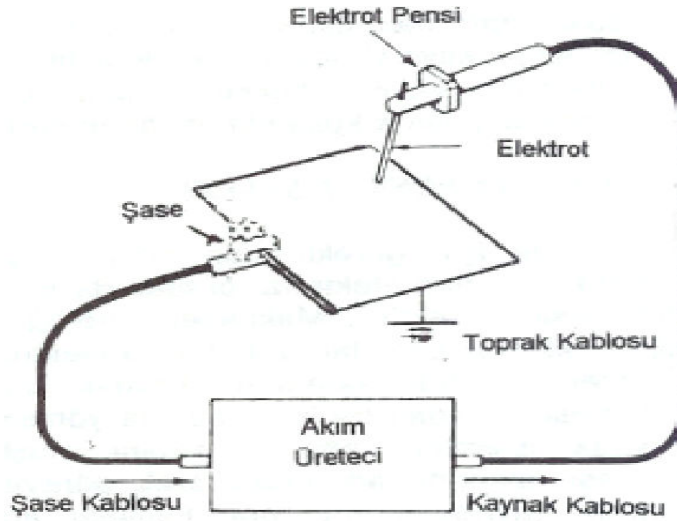
Başta belirtmemiz gerekir ki; elektrik akımı bir elektron hareketidir. Elektronlar (-) kutup olarak adlandırılan katotlardan (+) kutup olarak adlandırılan anoda doğru hareket ederler. Elektronların bu hareketine elektrik akımı adı verilir. Ayrıca (+) ve (-) kutuplar arasında elektronları harekete geçiren bir elektron fazlalığı vardır. Buna da gerilim adı verilmektedir. Şebeke geriliminin insan vücudu açısından tehlikeli olması ve bu gerilim ile kaynağa arkı oluşturulduğu takdirde ark esnasından etrafa metal sıçramaları tehlikeli bir durum arz eder. Bu nedenden dolayı kaynak makineleri adı verilen gerilim üreteçleri tarafından gerilim (25-55 volt) ve şiddeti (10-600 amper) kaynak için uygun hale getirilir. Ark kaynağını hem alternatif akımla hem de doğru akımla yapmak mümkündür. Dolayısıyla kaynak makineleri;

1. Doğru akım veren kaynak makineleri; kaynak jeneratörleri, kaynak redresörleri.
2. Alternatif akım veren kaynak makineleri; transformatörler

2.2.1.2. Kaynak Pensi ve Şasesi

Kaynak akımının dolayısıyla ergimenin oluşabilmesi için kaynak makinesinde üretilen akımın pensten elektrota buradan iş parçasına, sonrada kaynak makinesine iletilmesi gerekmektedir. İş parçasıyla kaynak makinesi arasındaki akım iletimi kaynak kablolarıyla sağlanır. Bu kabloya topraklama kablosu adı verilmekte olup, iş

parçasına temasının ağlanmasında, şase adı verilen aparatlardan yararlanmaktadır.(şekil 2.2.)



şekil 2.2. Kaynak Pensi, şasesi ve Kabloları

2.2.1.3. Kaynak Kabloları

Elektrik ark kaynağında birincisi şebekeden kaynak makinesine olan elektrik bağlantısını sağlayan kablo ve ikincisi kaynak makinesi ile iş parçası arasındaki bağlantıyı gerçekleştiren kablo olmak üzere iki tür kablo vardır.

2.2.1.4. Elektrotlar

Elektrik ark kaynağında, çok özel istisnai uygulamalar dışında, örtülü elektrot kullanılır.

Örtülü Elektrotlar: Çıplak telin üzerine daldırma veya presleme ile bir örtü kaplanması ile elde edilir. 1908 yılında İsveçli Oscar Kjelberg tarafından bulunan elektrot örtüsü aşağıdaki faydaları sağlamaktadır.

- 1) Arkın tutuşması ve oluşmasını kolaylaştırır, böylece hem doğru hem de alternatif akım ile kaynak yapılması mümkün olur.
- 2) Tavan ve dikine kaynak işlemlerini yapılmasını kolaylaştırır.

- 3) Dikişin yavaş soğumasını sağlar.
- 4) Koruyucu gaz ortamı meydana getirir.
- 5) Erime hızını yükseltir.
- 6) Erimiş kaynak banyosunu deokside eder.

Örtü karakterine göre örtülü elektrotlar; rutil, oksit, bazik, selülozik karakterli ve özel elektrotlar olarak sınıflandırılır.

4.a. Rutil Elektrotlar

Örtü ağırlığının yaklaşık %35 'i titandioksittir. Eriyen kaynak metali örtü kalınlığı arttıkça incelen damlalar halinde iş parçasına geçer. Örtü kalınlığının fazla olması kaynak dikişinin mekanik özelliklerinin de olumlu yönde etkilemekte ve aralık doldurma kabiliyetini arttırmaktadır. Rutil türdeki örtüye sahip elektrotlar, dikişi tamamen örten oldukça kalın, rengi kahverenginden siyaha kadar değişen çabuk katılaştıran bir cüruf oluştururlar. Hem doğru hem de dalgalı akımla kaynak yapılabilir. Oluşturdukları ark yumuşaktır.

4.b. Asit Elektrotlar

Örtülerinde daha çok, demir oksit ve manganez bulunur. Kalın örtülü olarak imal edilirler. Görünüşü arı peteğini andırır ve dikiş üzerinden kolayca kalkar. Bu elektrotlar çabuk akan düz dikişler verirler ve dikey pozisyonda yukardan aşağıya doğru kaynaklardan başka her pozisyon için uygundur. Hem doğru hem alternatif akım ile kullanılabilir. Aralık doldurma kabiliyetleri zayıf olduğundan kaynak ağzının iyi açılması ve parçaların birbirine iyice uyması gerekir.

4.c. Oksit Elektrotlar

Güzel görünüşlü ve düzgün kaynak dikişlerinin elde edilmesi önemli olduğu zaman kullanılır. Cüruf çok akıcı olduğundan yatay ve oluk pozisyonlarda kullanılması önerilmektedir. Ark sıcaklığının yüksek olması nedeni ile aralık doldurma kabiliyeti düşük, dikiş üzerinde çatlama ihtimali artar.

4.d. Bazik Elektrotlar

Kaynak dikişinde hidrojen olmaması sağlıklı kaynak yapmanın ön şartıdır. Hidrojen kaynak dikişinde ve ITAB (Isının Tesir Altındaki Bölge)' da çatlakların oluşmasına neden olur. Bazik elektrot örtüleri, dikişin hidrojen kopma olasılığının aza indirecek yapıya sahiptir.

Bazik elektrotlar bütün kaynak işlemlerinde kullanılabilen, aralık doldurma kabiliyeti fazla olan bir elektrottur. Kaynak metali büyük damlalar halinde geçiş yapar sonuçta elde edilen kaynak dikişinin mekaniksel özellikleri oldukça iyidir.

Bazik Elektrotların Kullanım alanları;

- İy yapısı bilinmeyen karbonlu ve az karbonlu çeliklerin kaynağında,
- Yüksek miktarda karbon, kükürt, fosfor ve azot içeren çeliklerin kaynağında,
- Farklı karbon içeren çeliklerin birleştirilmesinde,
- Kalın kesitli parçaların kaynağında,
- 0 °C sıcaklıkların altında çalışan makine donanım ve yapıların kaynağında,
- Dinamik zorlamalara maruz kontrüksiyonlarda.

4.e. Selülozik Elektrotlar

Ölçülerinde yandıkları zaman gaz haline geçen organik maddeler bulunur. Çoğunlukla kalın örtülü olarak imal edilirler. Dikiş üzerinde çok az cüruf meydana getirirler, sıçrama kayıpları yüksektir. Doğru akımda (pozitif kutba bağlanarak) veya alternatif akımda kullanılır. Her pozisyondaki kaynakta kullanılabilir.

4.f. Derin Nüfuziyet Elektrotları

Kaynak ağız açma zorunluluğu vardır. İki taraftan birer paso çekilerek 2.d – 2 (d: yarıçap) mm kalınlıktaki saçlara ağız açmadan, alın kaynağı yapmak mümkündür. Her bir taraftan çekilen pasonun, saç kalınlığının yarısını kaynak etmesi gerektirir.

4.g. Demir Tozlu Elektrotlar

Örtü bileşimi hemen hemen yarıya kadar demir tozundan oluşur. Bunun faydaları şunlardır:

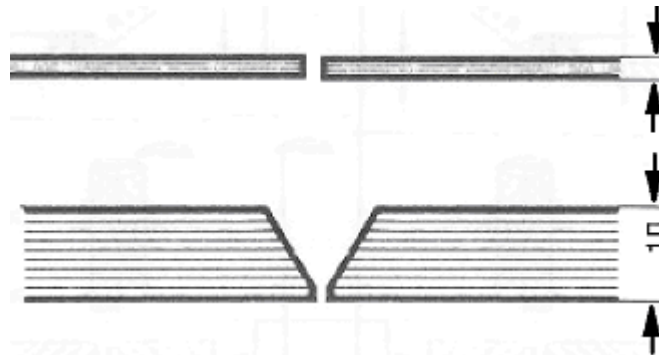
- Örtüyü iletken hale getirir
- Dikişe geçerek ergime verimini artırır.
- Elektrotun yüksek verimli olmasına olanak tanır.

2.3. PARÇALARIN KAYNAĞA HAZIRLANMASI

2.3.1. Kaynak Ağzı Çeşitleri

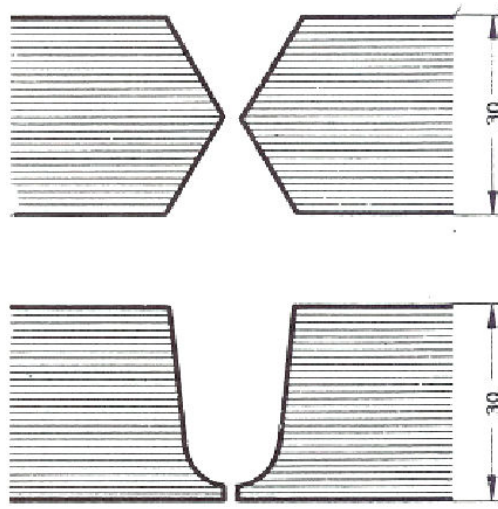
Elektrik ark kaynağı ile yapılan birleştirmelerde aranılan ön koşul; birleştirmenin istenilen düzeyde sağlam olmasıdır. Bir kaynak dikişinin sağlamlığını belirleyen belirli değerler vardır. Kaynak dikişinin iş parçasıyla aynı özellikte oluşması uygun elektrot seçimiyle sağlanır. Kaynakta aranan özelliklerden biri birleşmenin derinliğidir. Arkın meydana getirdiği sıcaklık, dikiş metalinin derinliğinin istenilen düzeyde olmasını sağlar. İki tarafında kaynatılması kaydıyla, 8 mm. kalınlığa kadar çelik saclar kaynak ağzı açmadan birleştirilebilir.

Kaynak ağzı açılmasında temel neden, kaynak bağlantısının kesit boyuna gereken derinlikte işleyebilmesi olarak belirlenmektedir. Buradan yola çıkarak; 8mm.den daha kalın iş parçalarında kaynak metalinin derinlere kadar işlenmesi isteniyorsa kaynak ağzı açma zorunluluğu vardır.



Şekil 2.3. Küt Alın Kaynak Ağzı (Üstte) ve V Alın Kaynak Ağzı (Altta)

Hazırlama kolaylığı açısından uygulamalarda çoğu kez, V kaynak ağzı tercih edilir. (Şekil 2.3.) V kaynak ağzının hazırlama kolaylığının nedeni; oksijen – gaz ile kesmeden yararlanılmasıdır. Ayrıca alın kaynağı yapılacak birleştirmelerde U ve J ağzları tek yada iki taraflı olarak uygulanabilir. (Şekil 2.4) Bu tür kaynak ağzlarının hazırlanması daha fazla zaman ve işçilik gerektirdiği için az tercih edilir.



Şekil 2.4. Çift Taraflı Açılmış V Kaynak Ağzı(Üstte) ve Tek Taraflı Açılmış U Kaynak Ağzı(Altta)

2.3.2. Kaynak Ağzı Açma Araçları

Genel olarak kaynak ağzı açma araçları üç grup altında toplanmaktadır.

- 1) Yakarak kesme yapan araçlar
- 2) Ergiterek kesme yapan araçlar
- 3) Talaşlı işleme yapan araçlar

Oksijenle kesme üfleci ve makinesi oksijen-gaz kesme üfleçleri yada makinelerinde bulunana mekanizmalar ile yanma sıcaklığına getirilen iş parçasına daha sonra oksijen gönderilir. Böylece iş parçası cüruflar oluşturularak kesilmiş olur. Zımpara taşı ve eğe ile kısa sürede kaynak ağzı açma işlemi gerçekleştirilir. Kaba taneli zımpara taşları kullanılır. Oksijenle kesme uygulanamayan gereçlere, özel

kaynak ağız açma yöntemleri uygulanır. Bunlar yakarak kesme ile aynı amaçları taşımasına rağmen temelde farklı prensiplere sahiptir. Bir gerece ergitilerek kesme işlemi uygulanacak ise en uygun yöntem ya plazma ile yada karbon arkıyla kesme olacaktır. Her iki yöntemde metalin ergimesine yol açtığından, yakarak kesmenin sakıncalarını ortadan kaldırması bakımından önem taşırlar. Plazma ve karbon arkıyla kesme dışında, talaşlı üretim yapabilen freze, torna ve vargel türündeki tesviye makineleri de kaynak ağız açma işleminde kullanılmaktadır. Özellikle alüminyum gibi metallerin kalın kesitli olanları, uygun donanım olan atölyelerde bu tür makineler aracılığıyla işlenebilir.

2.3.3. Puntalama

Birleştirilen iş parçalarının kaynak sırasında çarpılmasının engellenmesinin pratik yollarından biri; puntalama olarak adlandırılan ve parçanın kısa ama aralıklı dikişler ile sabitlenmesidir.

Puntalama işleminde dikkat edilecek hususlar;

- Aralıklı ve kısa olmalıdır.
- Kaynak işleminde kullanılan elektrot ile puntalamada kullanılan elektrot aynı olmalı.
- Çıkıntı olacak punta iş parçasının arkasına yapılmalıdır.

Kaynaklı birleştirme yapılacak iş parçasının kalınlığı; 5 mm.den az ise punta aralığı kalınlığın 30 katı alınır, 5 mm.den fazla ise punta aralığı kalınlığın 20 katı olarak alınır.

2.4. KAYNAK YAPMA POZİSYONLARI

- 1) Yatay (düz), w
- 2) Dik (yukarıdan aşağıya F, aşağıdan yukarıya s)
- 3) Yan (duvar) q
- 4) Tavan (baş üstü) Ü
- 5) Tavan iç köşe ve dış köşe (h)

2.5. KAYNAK YAPIMINDAKİ ŞEKİL DEĞİŞTİRMELER VE BUNLARA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER

Kaynaklı birleştirmelerde sorunlardan biri; çekme ve çarpılmadır. Kaynak ısıdan etkilenen bölge olarak bilinen alan kaynak metali ve ITAB kaynak ısıyla önce genişmeye daha sonrada büzülme çalışacaktır. Kaynağın ısınma kısmında metal genişmesi ve soğuması sırasında büzülme gerçekleşecektir. Bu olaylar kaynağın ısınan kısımlarında meydana gelir. İş parçalarının ısınmayan kısımları ısınan bölgenin şekil değiştirmelerini engellemeye çalışır. Bu engellemeler kaynak bölgesinde gerilmeler oluşturur oluşan gerilmenin şiddetine bağlı olarak kaynak bölgesinde elastik şekil değişimi, plastik şekil değişimi ve hatta lokal kırılmalar (çatlamlar) meydana gelir. Bu olay bir bakıma kaçınılmaz bir fizik kuralıdır.

Genel olarak kaynaklı birleştirmelerde karşılaşılan biçim değiştirmeler;

- Enine çekme,
- Boyuna çekme ,
- Açısal çarpılma ,
- Kalınlık çekmesi olarak görülür.

Kaynak yapımında parçalarda meydana gelen biçim değişikliklerine karşı alınacak önlemler, parçanın tasarlanması ve kaynağın yapılması, olarak iki ana grup içerisinde ele alınır. Parçanın tasarlanması sırasında alınacak önlemler:

- 1) Kaynak tekniğine uygun bir tasarım yapılmaktadır.
- 2) Özellikle ince saclarda, mümkün olan hallerde, iç köşe dikişleri aralıklı bir biçimde düzenlenmelidir.
- 3) Mümkün olduğunca alın birleştirmeleri tercih edilmelidir.
- 4) Kaynak dikişleri birbirine çok yakın olmamalıdır.
- 5) İş parçasının yapısı, kaynak esnasında kendini çekebilmelidir.

Kaynağın yapımı sırasında alınacak önlemler;

- 1) Uygun bir kaynak sırası takip edilmelidir.
- 2) Elektrot çapı ve akım ayarı parça kalınlığına uygun olarak belirlenmelidir.

- 3) Kaynak ağızları kalın dilişler ile doldurulmalıdır.
- 4) Kısa dikişler çekilmelidir.
- 5) Puntalama yapılmalıdır.
- 6) Yanma oluklarına engel olunmalıdır.

2.6 KAYNAK HATALARI

2.6.1 KAYNAKTA SÜREKSİZLİKLER

Kaynakla birleştirilen iş parçasının malzemesinde veya birleştirme bölgesinde mekanik, metalürjik veya fiziksel özelliklerin homojenliğini bozan sebepler süreksizlik olarak tanımlanmaktadır. Her süreksizlik bir kaynak hatası olarak kabul edilmez. Kaynaktaki bir süreksizlik kaynaklı birleştirmenin kullanım amacı uygunluğuna engel teşkil ederse kaynak hatası olarak tanımlanır. Ergime ile birleştirme yapılan kaynak işlemlerinde meydana gelen süreksizlikler;

AWS' nin (Amerikan Kaynak Cemiyeti) yaptığı sınıflandırma aşağıdaki şekildedir[6].

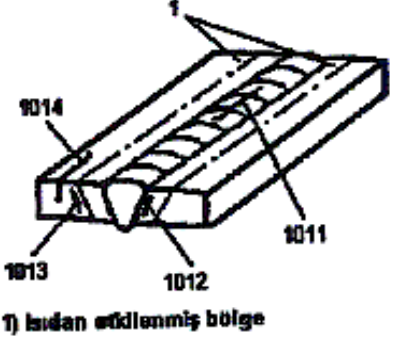
- Kaynak yöntemi ve kaynak uygulamasına bağlı oluşanlar.
- Metalürjik mikro yapıdan dolayı oluşanlar.
- Tasarıma bağlı olarak oluşan süreksizlikler.

DIN (Alman Standardı) normunda süreksizlikler; dış kusurlar ve iç kusurlar diye iki gurup altında incelenir [7].

Uluslararası Kaynak Enstitüsü (International Institute of Welding, IWW) süreksizlikleri çatlaklar, boşluklar, kalıntılar, yetersiz ergime ile yetersiz nüfuziyet, dış yüzey hataları ve çeşitli hatalar diye altı ana grup içerisinde tanımlamaktadır. Her gruba üç haneli sayı verilmiş ve her hata bir rakam ile tanımlanmıştır. ISO standardı da IWW standardını kullanmaktadır. Bu standartlarda her ana süreksizlik için üç haneli bir referans numarası verilmiştir. Örneğin 100 sayısı çatlakları ifade etmektedir. Bu süreksizlikler grubunun içindeki her alt terim için dört haneli bir referans numarası kullanılmıştır.

Çizelge 2.1 de görüldüğü üzere; 101 sayısı boyuna çatlığı ifade ederken 1011 sayısı kaynak metalinde oluşan boyuna çatlığı ve 1013 sayısı ITAB’ da oluşan boyuna çatlığı ifade eder [8].

Çizelge 2.1. Kaynak Birleştirme Süreksizliklerinin ISO (TSE) Standartı

101	Boyuna çatlak Kaynak kök eksenine paralel olarak uzanan bir çatlaktır. Aşağıda tanımlanan bölgelerde gelebilir.	
1011	Kaynak metalinde	
1012	Kaynağın birleşme yerinde	
1013	Isının tesir altındaki bölgede	
1014	Ana metalde	

2.7.Kaynak Hatalarının Saptanmasında Uygulanan Muayene Yöntemleri

Kaynak bağlantıları kendilerinden beklenen işlevleri yerine getirebilmeleri için hata içermemeli ve önceden saptanmış mekanik özellikleri sağlamalıdır. Bu bölümün başında da belirtildiği gibi, hataların büyükçe bir kısmı bağlantının içinde bulunduğundan bunların varlığı ancak özel muayene yöntemleri ile belirlenebilmektedir.

Kaynak bağlantılarının değerlendirilmesinde uygulanan muayene yöntemleri esas olarak tahribatlı ve tahribatsız muayene yöntemleri olmak üzere iki ana grupta toplanır. Birinci gruba giren yöntemler genellikle deney parçası ve çok seyrek olarak da iş parçasına uygulanır ve parça tahrip olduğundan da kullanılmaz duruma gelir.

Kaynak bağlantısının ve kaynak metalinin çekme, akma mukavemetleri,% uzamasının belirlenmesinde başvurulan çekme deneyi bu yöntemlerin en tipik örneğidir. Ayrıca, kaynak bölgesinin (ITAB ve kaynak metali) tokluğunun

saptanmasında uygulanan çentik-vurma deneyi, sertliğinin belirlenmesinde uygulanan çeşitli sertlik deneyleri, kaynak bölgesinin çatlama dan şekil değiştirme özelliğinin saptanması için uygulanan eğme ve katlama deneyi de bu gruba giren muayenelerdir. Bu muayenelerin karakteristik özelliği deney sonucu bir değer sayısının elde edilmesidir. Bu değer sayıları, özellikle tasarımcıya kaynaklı yapıların projelendirilmesinde vazgeçilmez bir kılavuzdur. Bu gruba giren fakat deney sonucunda özgül değer sayıları vermeyen genellikle atölyelerde işlem öncesi yapılan çok sayıda teknolojik muayeneler de vardır. Bunlar arasında bir parça üzerine çekilmiş dikişin keski ile kaldırılması, dikişin kırılarak kırık yüzeyin muayenesi bu tür deneyler grubuna girmektedir.

Tahribatsız muayeneler, muayene edilen parça üzerinde hiçbir tahribat veya iz bırakmazlar; bu bakımdan bu yöntemler genellikle bitmiş parçalara uygulanır ve deney sonucu olarak da parçanın hata içerip içermediği belirlenir. Bu deneyler sonucunda özgül değer sayıları edilmez.

Kaynak bağlantılarının kontrolünde en çok başvuru lan muayene yöntemleri tahribatsız muayene yöntemleridir.

Bugün uygulamada sık karşılaşılan bu yöntemler şu şekilde sıralanabilir:

- Göz ile muayene,
- Sıvı emdirme(penetran sıvı) yöntemi ile muayene,
- Manyetik parçacık yöntemi ile muayene,
- Radyografi(x ve y ışınları) ile muayene,
- Ultrasonik titreşimler yardımı ile muayene.

2.7.1 Göz ile Muayene

Çıplak göz ve bir büyüteç yardımıyla kaynak bağlantıları üzerinde birçok hata kolaylıkla görülebilir. Hatta bu konuda tecrübeli bir kişi kaynak hızı, akım şiddeti, ark boyu ve elektrot çapının uygun seçilip seçilmediğini dahi böyle bir muayene sonucunda söyleyebilir. Gözle muayene sonucunda aşağıdaki hatalar kolaylıkla belirlenebilir.

- Yanma olukları,
- Uygun olmayan kaynak dikişi boyutları,
- İç köşe dikişlerinin asimetrisi,
- Yüzey çatlakları,
- Yüzeye çıkmış gözenekler,
- Uygun olmayan dikiş tırtılları,
- Kraterler,
- Yeniden başlama noktaları,
- Kök pasalarda nüfuziyet azlığı ve fazlalığı,

Doğal olarak göz muayenesi ile sadece bağlantının gözle görülebilen yüzeylerindeki hataları saptanabilir ve yöntemin etkinlik derecesi de kişiden kişiye farklılık gösterir.

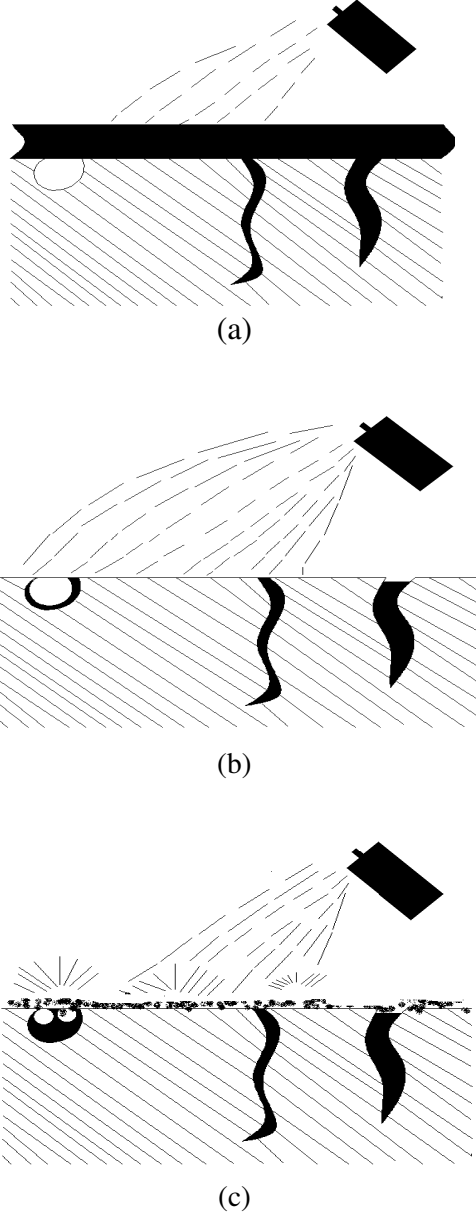
2.7.2. Sıvı Emdirme Yöntemi ile Muayene

Yüzey çatlaklarının bir kısmının gözle görülmesi ve yerlerinin belirlenmesi olası değildir.

Buna karşın bu görülme olanağı olmayan çatlaklar dahi kapiler etki ile yüzeylerini ısıtma özelliğine sahip sıvıları emerler. Sıvı yüzeyden temizlenerek uzaklaştırıldığında bile çatlakların içinde artıkları kalır. Bu artıklarla reaksiyona girebilecek ikinci bir sıvının veya tozun yüzeye sürülmesi sonucunda çatlakların bulunduğu yerlerde renkli izler oluşturur. Bazı tür penetran sıvılar ultraviyole ışığı altında floresans etki yaparak çatlağın daha kolay belirlenmesine olanak sağlarlar. Sıvı emdirme yöntemi her tür malzemede yüzey çatlaklarının saptanması için uygulanabilir. Yüzeylerin boya veya poröz tufal tabakalarıyla kaplı malzemelere bu yöntem uygulanmadan önce yüzey çok iyi bir şekilde temizlenmelidir.

2.7.3. Manyetik Parçacık Testi

Manyetik parçacık testi, manyetik (mıknatıslanabilir) malzemelerden yapılmış parçaların yüzeyinde veya yüzeye yakın bir yerde bulunan çatlak, boşluk, katmer, damar veya metalsel olmayan yabancı madde topluluklarının belirlenmesinde uygulanan bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntem mıknatıslanmış parça içinde, manyetik akı çizgilerinin hata önünde distorsiyona uğrama esasına dayanır.



Şekil 2.7. Penetran Sıvı Yöntemi İle Yüzey Çatlaklarını Belirlenmesi

- (a) Yüzeye penetran sıvısının püskürtülmesi
- (b) Yüzeyin temizlenmesi
- (c) Toz veya sıvı geliştiricinin yüzeye püskürtülmesi

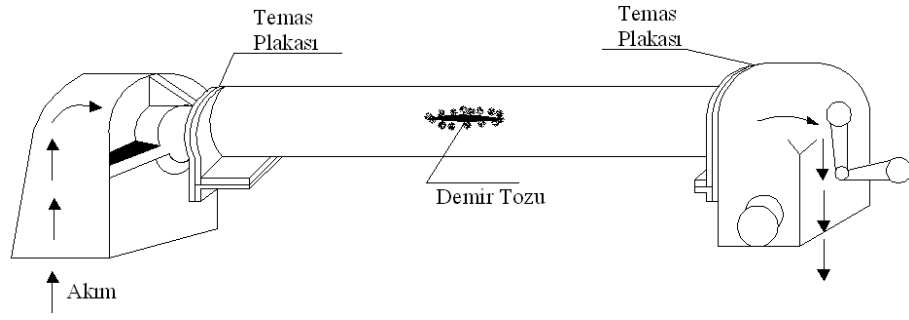
Muayene edilecek parça önce özel bir düzenek yardımıyla mıknatıslandırılır ve sonra yüzeyine ince toz halinde manyetik malzeme püskürtülür veya içinde emulsifiye edilmiş demir tozu bulunan yağ ve parça üzerine akıtılır; manyetik akının kuvvet çizgileri boyunca demir tozları sıralanır; eğer malzemede bir hata varsa manyetik tozlar hatanın bulunduğu yerde kümelenir.

Hata parça yüzeyine açıksa manyetik tozların kümelenmesi şiddetlidir; hata yüzeye açık olmadığı zaman, yüzeyin altındaki hatalarda kümelenme zayıftır; hata daha derine indikçe kümelenme görünmez hale gelir.

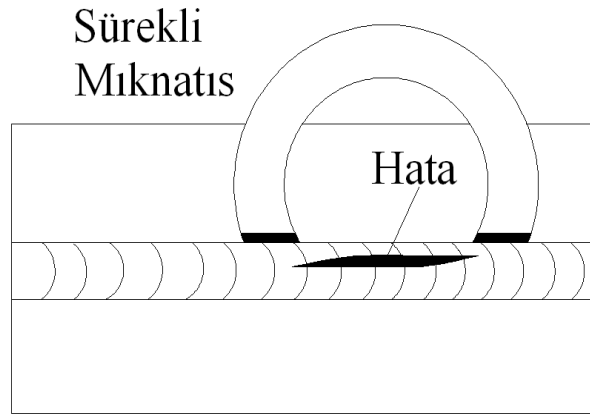
Bu yöntem özellikle yüzey çatlaklarının varlıklarının ve yerlerinin belirlenmesinde çok iyi sonuçlar verir. Yuvarlak küresel hatalar manyetik akıyı şiddetli distorsiyona uğratmadıklarından tozların görülebilecek biçimde kümelenmesine neden olamazlar.

Parça tüm veya bölgesel olarak manyetikleştirilebilir. Çatlağın manyetik akının çizgilerine paralel olması halinde çatlağı görmek mümkün değildir. Bu nedenle parça hiç değilse birbirlerine dik iki doğrultuda muayene edilmelidir.

Bu yöntemde alternatif veya doğru akım kullanıldığı gibi, sürekli mıknatıslarda kullanılabilir, mıknatıs kullanılması durumunda sadece yüzey çatlakları belirlenebilir.



(a)



(b)

Şekil 2.8. Manyetik Parçacık Deneyinin Uygulama Biçimleri

(a) Deney Cihazı ile,

(b) Sürekli Mıknatıslar Yardımı İle.

2.7.4. Ultrasonik Titreşimler Yardımı ile Muayene

Kaynak dikişlerinin ultrasonik yöntem ile tahribatsız muayenesinde ses dalgalarını andıran mekanik titreşimler kullanılır. Titreştirilen bir piezoelektrik kristal tarafından muayene edilecek parçanın yüzeyine ultrasonik enerji uygulanır. Ses dalgası halinde çok az bir kayıpla denenen parçayı kateden bu titreşim dalgası parçanın arka yüzeyden yansıma yolu ile titreşimin uygulandığı yüzden de bir piezoelektrik kristal yardımı ile algılanabilir. Piezoelektrik kristaller kendilerine uygulanan akım frekansına uygun bir biçimde bir titreşim hareketi oluşturdukları gibi

kendilerine bir mekanik titreşim uygulandığında bunu da titreşimin frekansına uygun bir elektrik enerjisine dönüştürme özelliğine sahiptirler. Günümüzde piezoelektrik kristal olarak yüksek verimleri nedeni ile baryumtitanat veya kurşun zirkonat titanatlar tercih edilmektedirler.

Ultrasonik muayenede algılanan ve elektriğe dönüştürülen titreşimler bir katot ışınları tüpünün ekranında dalgalar (pikler) halinde rahatlıkla görülebilir.

Malzemeye uygulanan ultrasonik titreşimler malzemedен geçerken herhangi bir çatlak, boşluk, katmer, gözenek, curuf kalıntısı gibi herhangi bir süreksizlikle karşılaştığında titreşimin bir kısmı bunlardan yansiyarak algılayıcı proba gider ve bu şekilde ekran üzerinde uygulanan ve yansıyan titreşimleri gösteren iki dalga (pik) arasında üçüncü bir dalga görülür. Bu şekilde parça içinde bir süreksizliğin varlığı görülmüş olur.

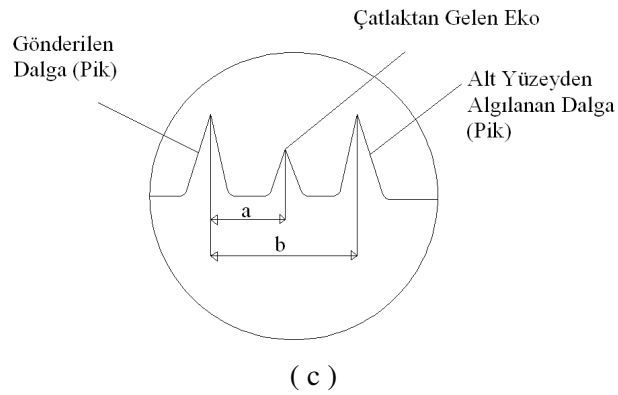
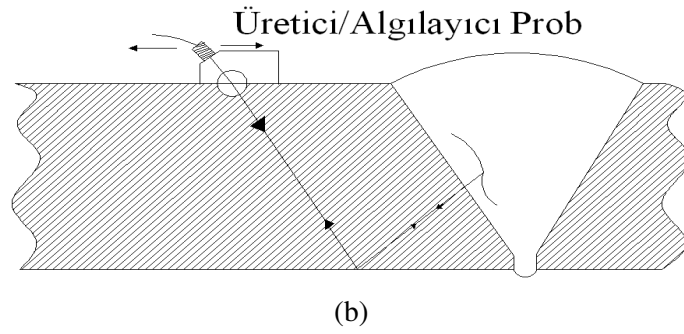
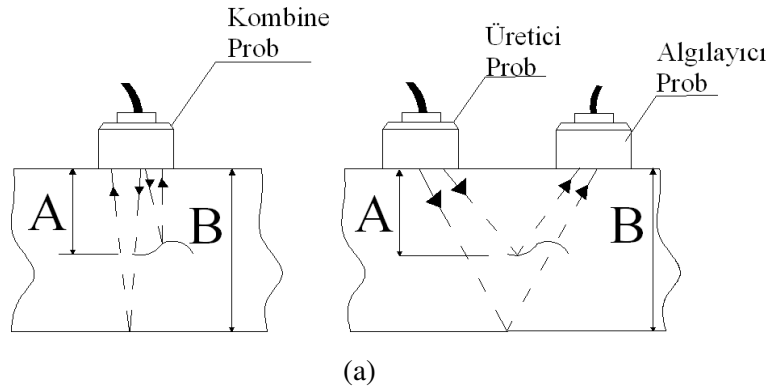
İki dalga (darbe-pik) arasında görülen bu yansıma dalgasının analizi ile hatanın yüzeyden uzaklığı ve büyüklüğü belirlenebilir. Bu muayene yönteminin diğer tahribatsız muayene yöntemlerine nazaran üstünlükleri şunlardır:

- Çok kalın kesitlerde dahi ses dalgalarının iyi girici karakteristiği nedeni ile iç süreksizliklerin belirlenmesine olanak sağlar.
- Küçük hatalarda oldukça hassas bir biçimde belirlenebilir.
- İç hatanın konumu, boyutu ve şekli belirlenebilir.
- Muayene, parçanın bir tarafından yapılabilir.
- Portatif donanımlar ile büyük parçalar yerinde muayene edilebilir.
- Çalışma esnasında gerek personele ve diğer donanımlara bir tehlike yaratmaz.

Bu avantajlarına karşın bu yöntemin de bazı sınırlamaları vardır:

- Muayene için çok iyi yetişmiş, tecrübeli elemana ihtiyaç vardır.

- Yüzeyi çok pürüzlü, düzgün olmayan biçimli kaynak bağlantılarının muayenesinde zorluk vardır. Örneğin; iç köşe dikişleri.
- Bu yöntemde, yüzey hataları görülemez.
- İş parçası ile prob arasında ultrasonik titreşimleri iletebilmek için yağ gibi tabakaya ihtiyaç vardır.
- Aleti kalibre edebilmek ve hata büyüklüğünü değerlendirebilmek için referans standartlarına gerek vardır.



Şekil 2.9. Ultrasonik Titreşimler Yardımı İle Hataların Saptanması

- (a) Malzeme İçinde,
- (b) Kaynak Dikişinde,
- (c) Hatanın Ekranda Görünüşü

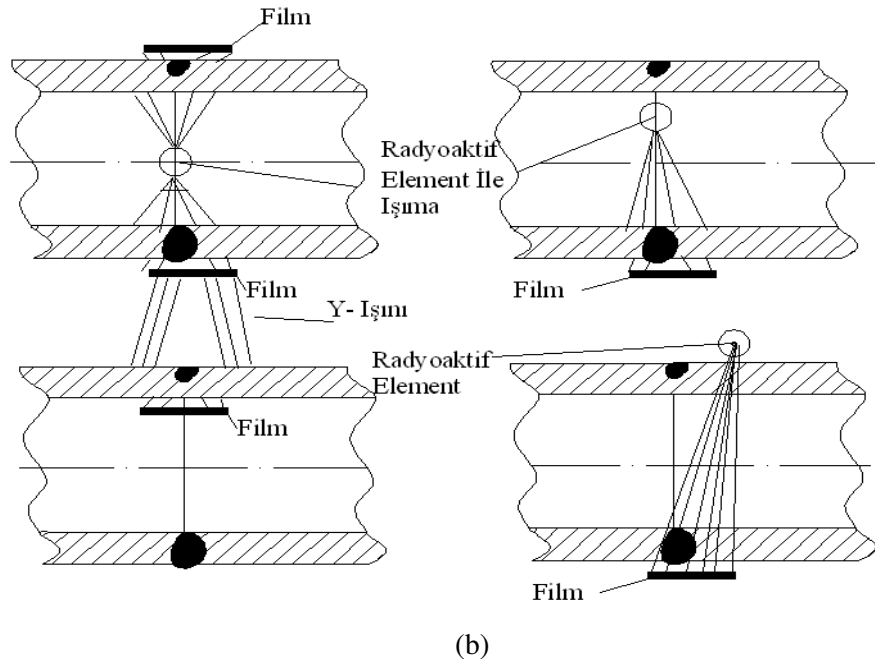
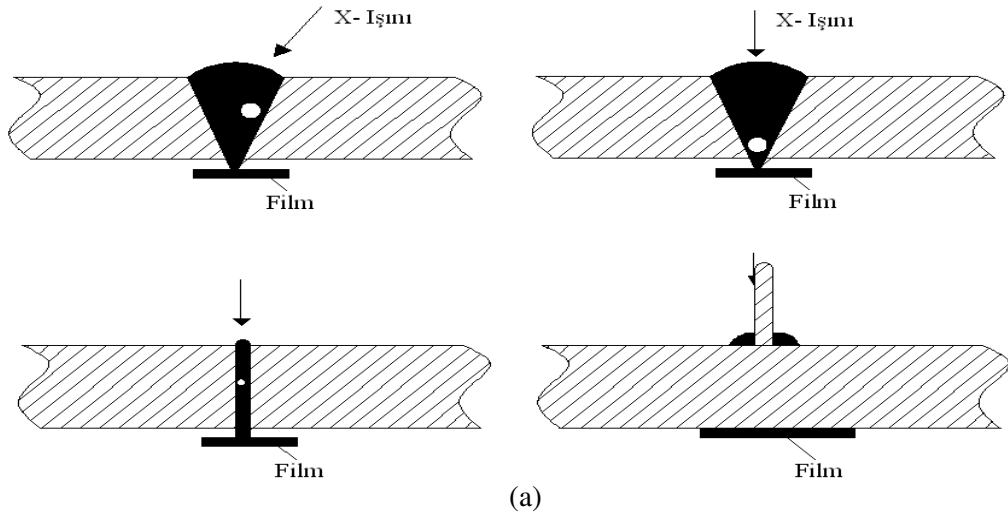
Son yıllarda sadece malzeme muayenesinde tıptaki uygulamalar ile de gelişme gösteren bu yöntem ülkemizde de kaynak dikişlerinin muayenesinde en yaygın biçimde uygulanan bir tanesidir.

2.7.5.Radyografik Muayene

Radyografi, x ve y ışınlarını malzemenin içinin muayenesinde kullanılan bir tahribatsız deney yöntemidir. Radyografik muayene, hataların kalıcı olarak film üzerinde görülmesi ve normal koşullarda kolayca açıklanabilmesi nedeni ile yavaş ve pahalı bir yöntem olmasına rağmen özellikle gözenek, kalıntı, çatlak ve boşlukların saptanmasında çok yaygın bir biçimde uygulanmaktadır.

Bu yöntemde kullanılan x- ışınları, elektronik bir cihaz tarafından; y- ışınları ise, radyoaktif bir element tarafından üretilir. Bu ışınlar, malzemeden geçerken malzemenin kalınlığına ve yoğunluğuna bağlı olarak bir kısmı absorbe edilir. Malzeme tarafından absorbe edilmeyen enerji, film üzerine etkir, film üzerinde görülen koyu renkler o bölgeye çok fazla enerjinin gittiğini gösterir. Malzeme içinde gözenek, çatlak, boşluk gibi süreksizlikler o noktada malzeme kalınlığının azalmasına neden olduklarından film üzerinde koyu şekiller halinde görülür. Buna karşın malzeme içinde tungsten gibi ağır metal kalıntısının bulunması ise film üzerinde beyaz olarak görülür.

Bu yöntem çok ufak yüzeyli çatlakların kolaylıkla belirlenememesine ayrıca işlem esnasında uygulanan ışınların insan sağlığı için çok tehlikeli olmasına, muayenenin maliyetinin pahalı ve süresinin uzun olmasına karşın özellikle pipe-line ve basınçlı kaplardaki, akaryakıt depolarındaki, gemilerdeki kaynak dikişlerinin muayenesinde çok yaygın bir uygulama alanına sahiptir. Hatalarının biçimlerinin film üzerinde görülebilmesi ve filmlerin daha ilerideki muayeneler için doküman olarak saklanabilmesi yöntemin en önemli avantajlarındanıdır.



Şekil 2.10. Radyografik Muayeneler Yardımı İle Kaynak Dikişindeki Hataların Saptanması

- (a) Röntgen (x- ışınları) İle
- (b) Radyoaktif Element Yardımı İle

3. ÖRNEK ALIMI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Örtülü elektrot elektrik ark kaynağında kaynak akım şiddeti, kaynak ilerleme hızı kaynak kalitesine önemli etkiler yapmaktadır. Bu parametrelerin kaynak hataları ile ilişkisinin ortaya çıkarılması endüstriyel uygulayıcılar için önemlidir. Birleştirilecek parça boyutuna göre paso sayısının tespit edilmesi ve her paso çekilirken kaynak parametrelerinin bilinmesi kaynak tasarımcısının işini çok kolaylaştırır.

Bu çalışmada, 8 mm kalınlığında 200 mm x 200 mm ebatlarında St-37, St-52 çelik sac levhalar kullanıldı. Kaynak parametreleri ise, kaynak akımı, kaynak ilerleme hızı rutil ve bazik elektrot kullanılarak sac levhalar kaynak edildi. Hazırlanan numunelerdeki kaynak hataları tahribatsız muayene yöntemlerinden radyografik muayeneye tabi tutularak incelenmiştir. Daha sonra numunelerden çekme deneyi için numuneler hazırlayıp çekme testi yapılmıştır.

3.1. KAYNAK EDİLECEK MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ

Deneyleerde Şekil 3.1.'de görülen; St-37 St-52 malzemeler örtülü elektrod kullanılarak bindirme pozisyonunda kaynak edilmiştir. Kullanılan ana malzemelerin kimyasal kompozisyonu Çizelge 3.1.'de ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Kaynak Parametreleri; Akım : 120 Amper, İlerleme hızı :el ile, kullanılan elektrodlar ise bazik ve rutildir. Bu çalışmada DIN standarttı esas alınmıştır.



Şekil 3.1. Kaynak Edilecek Numuneler

Çizelge 3.1. Kullanılan ana malzemelerin kimyasal kompozisyonu

Malzeme	Kimyasal Analiz % Ağırlık Olarak							Diğerleri
	C	Mn	P	S	Si	Al	N	
St-37	0,090	0,490	0,008	0,015	0,010	0,040	0,008	-
St-52	0,172	1,391	0,016	0,007	0,252	0,055	0,0074	-

Çizelge 3.2. Kullanılan ana malzemelerin mekanik özellikleri

Malzeme	Mekanik Özellikler		
	Akma Mukavemeti Rp 0,2, (N/mm ²)	Çekme Mukavemeti Rm, (N/mm ²)	% Uzama
St-37	266,74	388,34	43
St-52	437,37	593,30	27

3.2. KAYNAK ÖNCESİ NUMUNE HAZIRLAMA

Kaynak yapmadan önce, kaynak için hazırlanan numunelerin çapakları taş ile temizlendi ve daha sonra tel fırça ile numune üzerindeki oksit ve pas v.s. temizlendi.

Kaynaktan önce tüm test parçalarının uygun ebatlarda puntalanması yapılmıştır. Şekil 3.1.'de test parçaları görülmektedir, Şekil 3.2.'de ise bu kesilen parçaların puntalanarak kaynağa hazırlanması görülmektedir.

3.3. KAYNAK EDİLECEK PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ

3.3.1. Kaynak Yöntemi

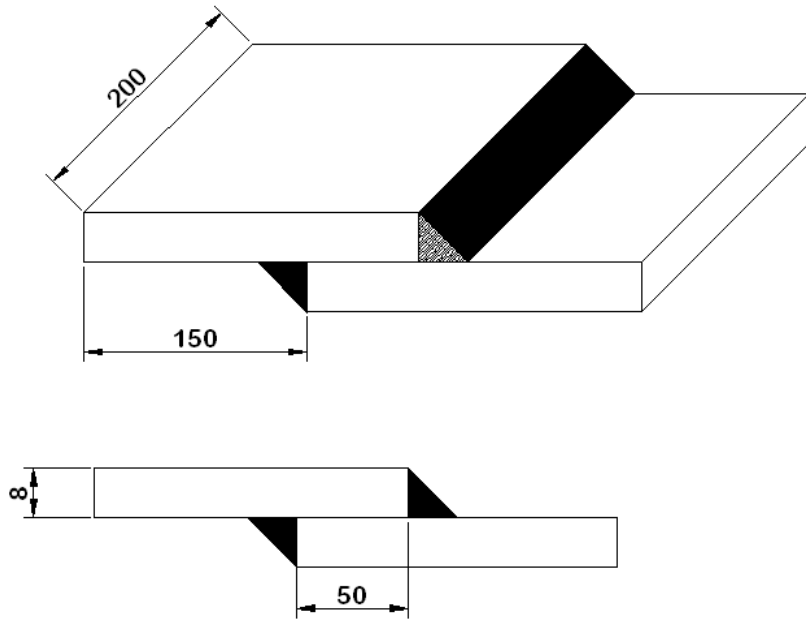
Bu çalışmada, kimyasal birleşimi %0,08 C, %0,4 Si, %0,60 Mn olan 2,5 mm çapında rutil ve %0,08 C, %0,50 Si, %1,20 Mn olan 2,5 mm çapında bazik elektrod kullanılmıştır.

Kaynak işlemi öncesinde elektrodların nemini almak için kaynak yapılacak elektodlar, 120 °C de fırında 1 saat süreyle kurutuldu. Kaynak işleminde DC kaynak makinesinde kullanıldı ve kaynak makinesinin akım şiddeti 120 Amper olan seçildi. Numunelere çift taraflı bindirme kaynak işlemi yapıldı. Numunelere kaynak yapılırken, kaynak elektrodu tutma açısı 70⁰-80⁰ seçildi ve kısa aralıklarda kaynak

çekme işlemi gerçekleştirildi. Bu kısa aralıklarda kaynak çekilmesinin amacı, kaynak cürufunun, kaynak metaline nufuziyetini önlemek için yapılmıştır. Kaynaktan sonra oluşan cüruf ise tel fırçayla temizlenmiştir. Kaynaklı parçanın Şekil 3.3 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Bindirme Kaynağı Yapılmış Deney Numunesi



Şekil 3.3. Numunelerin Birleştirilmiş Ölçüleri

3.4 TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

Çizelge 3.4’de kaynak geometrisine göre tavsiye edilen yöntemler görülmektedir.

Çizelge 3.4. Geometrisine Göre Tahribatsız Muayene Yönteminin Seçimi

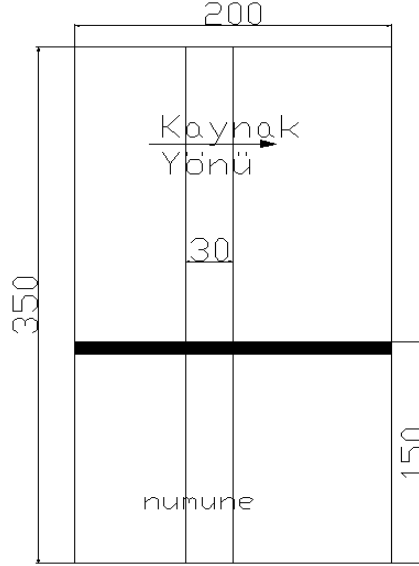
Geometri	Gözle	Penetran Sıvı	Magnetik Partüül	Radyografik	Ultrasonik
V Kaynak	C	C	C	B	A
X Kaynak	B	B	B	A	A
T Kaynak ağızı açılmış	B	B	B	C	A
T İç Köşe	A	B	A	C	C
Bindirme					
< 6 mm.	A	B	A	B	C
6 - 15 mm.	B	B	B	A	B
16 -50 mm.	C	C	C	B	A
> 50 mm.	C	C	C	B	A

- * A: Yaygın uygulanabilir
- * B: Uygulanabilir
- * C: Nadir uygulanabilir

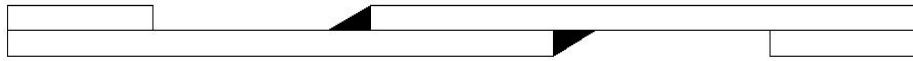
3. 5. ÇEKME DENEYİ NUMUNELERİNİN ÇIKARTILMASI

Kaynak işleminden sonra numuneler, normal soğuma koşullarında açık havada soğumaya bırakılmışlardır. Soğumuş numuneler tahribatsız muayene yöntemlerinden radyografik teste tabi tutulmuştur. Daha sonra bu numunelerden EN-288-3'e uygun çekme deney numuneleri hazırlanmıştır(Şekil 3.4). Çekme testleri için EN-288-3'e uygun çıkartılan test numunelerinin boyutları 30 mm x 350 mm x 8 mm dır.

Kaynaklı bağlantılara kesme makaslama deneyi, uygulayabilmek için çıkartılan deney numunelerinin çekme doğrultusu boyunca aynı kalınlıkta malzeme kaynak edilmiş ve daha sonrada çekme-makaslama deneyi uygulanmıştır (şekil 3.5-6).



Şekil 3.4 EN-288-3'e Uygun Olarak Hazırlana Deney Numuneleri



Şekil 3.5. Çekme-Makaslama Deneyi İçin Hazırlanan Çekme Numunesinin Şematik Gösterimi.



Şekil 3.6. St-37-37 Çekme Numunesi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bu çalışma iki kısımdan oluşmaktadır.

4. 1. Radyografi sonuçlarının değerlendirilmesi.

4. 2. Kaynaklı bağlantıların çekme test sonuçlarının hesaplanması,

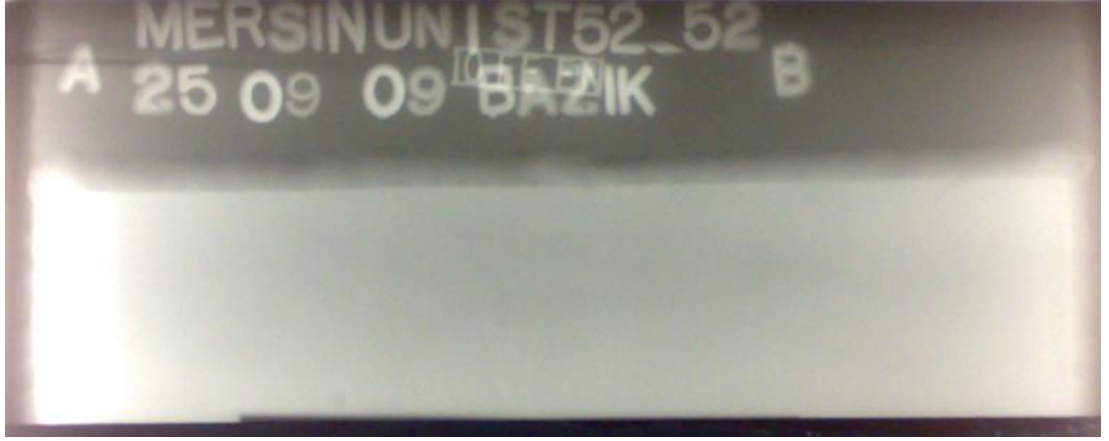
4. 1 Radyografi sonuçlarının değerlendirilmesi

Radyografik filmin değerlendirilmesi ve yorumlanması film üzerinde farklı ışık ve siyah bölgelerden oluşan görüntünün değerlendirilmesini içerir. Siyah bölgeler, kaynak üzerinde nispeten daha kolay nüfuz edilen bölgeleri temsil ederken, daha aydınlık bölgeler ise daha zor nüfuziyetin olduğunu göstermektedir. Bir film yorumcusu kaynak radyografisinin değerlendirmelerini yaparken kaynakların dizayn kodlarına göre çalışır.

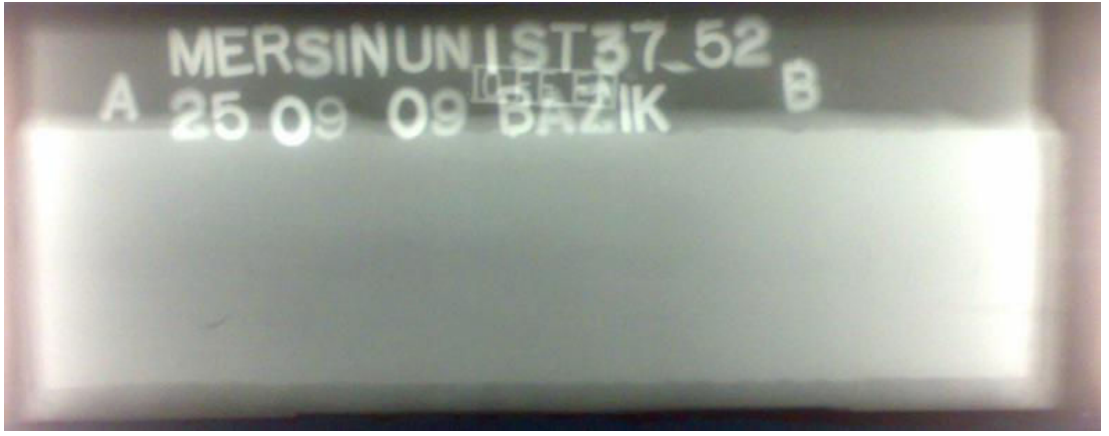
Radyografik muayene temel prensipler, EN 1435'e göre radyografik muayene, ilgili standartlara göre kaynak dikişi filmlerinin değerlendirilmesi muayene sonuçlarının raporlanması;



Şekil 4.1. St-37 ile St-37 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi



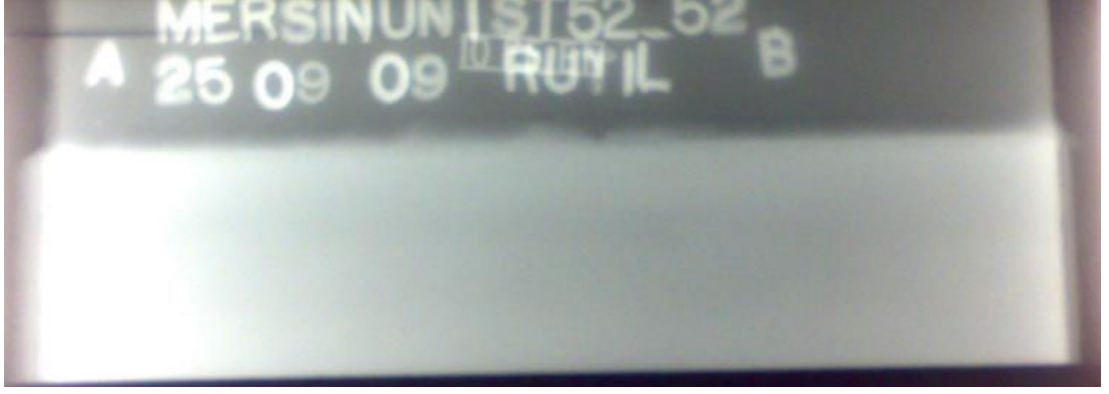
Şekil 4.2. St-52 ile St-52 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi



Şekil 4.3. St-37 ile St-52 Bazik Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi



Şekil 4.4. St-37 ile St-37 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi



Şekil 4.5. St-52 ile St-52 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi



Şekil 4.6. St-37 ile St-52 Rutil Elektrodla Kaynatılmış Kaynaklı Bağlantının Radyografik Filmi

Radyografi sonuçlarından görüldüğü gibi (Şekil 4.1-6) kaynak bölgesinin yapısı net olarak görülememektedir. Fakat radyografi kontrol raporuna göre; bazik elektrodla kaynatılan numunelerde gözenek grubu, yanma oluşu kaynak hataları gözlenmiştir. Rutil ile kaynatılan kaynaklı yapının içerisinde yapışma noksanlığı, nüfuziyet noksanlığı yanma oluşu olduğu gösterilmektedir(Çizelge 4.2.)

Çizelge 4.1. Radyografik Kontrol Raporu

 ROKAYSAN MÜHENDİSLİK İML. MONT. LOJ. İTH. İHR. TIC. SAN. LTD. ŞTİ. Tels: 0 224 441 59 51 Faks: 0 224 441 80 85	RADYOGRAFİK KONTROL RAPORU										RAPOR NO / REPORT NO	2																							
	RADYOGRAFİK KONTROL RAPORU										SAYFA NO / PAGE NO	1																							
	RADYOGRAFİK KONTROL RAPORU										İŞ EMRİ NO / WORK ORDER NO	RKY-İEN-01																							
FİRMA ADI COMPANY NAME		MERSİN ÜNİVERSİTESİ			KAYNAK YÖNTEMİ / WELDING PROCESS					TEST AŞAMASI / STAGE OF EXAMINATION																									
PROJE ADI PROJECT NAME		DENEYİM TEST KAYNAĞI			GTAW	GMAW	SMAW	SAW	DiĞER / OTHER	KAYNAK SONRASI / AFTER WELDING	X		BASINÇ TESTİ SONRASI / AFTER HYDROTEST																						
REFERANS RESİM NO REFERENCE DRAWING NO							X			İŞLEM SONRASI / AFTER PAWT			DiĞER / OTHER																						
EKİPMAN-HAT NO EQUIPMENT-LINE NO		RUTIL			KAYNAK AĞZI DİZAYNI / JOINT DESIGN					CİHAZ / EQUIPMENT																									
TEST STANDARTI TEST STANDARD		API1104			K	X	V	J	DiĞER / OTHER	X-RAY		GAMMA-RAY																							
KABUL KRİTERİ ACCEPTANCE CRITERIA							X			KVP	AKTİVİTE / ACTIVITY	30ci	FİLM İÇİN KAYNAĞI MESAFESİ / SOURCE TO FILM DISTANCE	30cm																					
MALZEME CİNSİ MATERIAL TYPE					FİLM TİPİ					RADYOGRAFİ TEKNİĞİ / RADIOGRAPHIC TECHNIQUE																									
ÇALIŞMA İMHALLİ WORKING AREA					AGFA	KODAK	FUJİ	DiĞER / OTHER		PANORAMİK / PANORAMIC		TEK CİDAR - TEK GÖRÜNTÜ / SINGLE WALL-SINGLE IMAGE																							
DOLGU MALZEMESİ FILLER MATERIAL						X				ÇİFT CİDAR - TEK GÖRÜNTÜ / DOUBLE WALL-SINGLE IMAGE		ÇİFT CİDAR - ÇİFT GÖRÜNTÜ / DOUBLE WALL-DOUBLE IMAGE		X																					
KAYNAK NUMARASI EKLERİ / WELD NO EXTENSIONS					GÖRÜNTÜ KALİTE BELİRTEÇİ / IMAGE QUALITY INDICATOR (IQI)					EKRANLAR (Pb) / SCREENS (Pb)																									
TAMİR / REPAIR	KES / CUT-OUT	FİLM TEKRARI / RESHOOT	İSTEMEN EKSTRA FİLM / FILM ADDITIONALLY REQUESTED	UZATILMIŞ FİLM / FILM EXTENDED	TİPİ / TYPE	EN 482	KONUMU / POSITION	İNİ TARAFI / SOURCE SIDE	X	ÖN EKRAN / FRONT SCREEN	0.010																								
R	CIO	RS	EF	EX	ASTM			FİLM TARAFI / FILM SIDE		ARKA EKRAN / BACK SCREEN	0.015																								
HATA KODLARI / DEFECT TYPES																																			
Aa	GÖZENEK / POROSITY			C	YAPISMA NOKSANLIĞI / LACK OF FUSION			Eb	ENİNE ÇATLAK / TRANSVERSE CRACK																										
Ab	GAZ KANALLARI / WORM HOLES			D	NÜFUSİYET NOKSANLIĞI / INCOMPLETE PENETRATION			Ec	KRATER ÇATLAK / CRATER CRACK																										
Ac	SIRALI GÖZENEK / ALIGNED POROSITY			Da	İÇE YANMA / BURN THROUGH			Fb	KÖTÜ KAYNAK YÜZÜ / BAD WELD SURFACE																										
Ad	GÖZENEK GRUBU / POROSITY GROUP			Db	KÖKTE GENİ ÇEKİLME (KONKAVİTE) / ROOT SLICK BACK			Fc	YANMA OLUŞU / UNDERCUT																										
Ba	ÇÜRÜF KALINTISI / SLAG INCLUSION			Dc	AŞIRI NÜFUSİYET (KORVEDİTE) / EXCESSIVE PENETRATION			Ff	FİLM ÇEKİM VE BANYO HATALARI / FILM FAILURE																										
Bb	ÇÜRÜF HATTI / SLAG LINE			E	ÇATLAK / CRACK			K	ÇEKME BOŞLUĞU / SHRINKAGE CAVITY																										
Bc	ELEKTROD SALINIM HATASI / WELDING FAULT			Ea	BOYUNA ÇATLAK LONGITUDINAL CRACK			W	METALLİK KALINTI / METALLIC INCLUSION																										
SIRA NO / ITEM NO	FİLM TANIMI / FILM IDENTIFICATION		YÖNÜLÜK / ORINTY	GÖZLEMLİ TEL NUMARASI / VISIBLE ID NO	ÇAP / DIAMETER	KALINLIK / THICKNESS	KAYNAK KODU / WELDING CODE	FİLM EBATLARI / FILM SIZE		HATA DETAYLARI / DETAILS OF DEFECT										ÖN DEĞ. / PRE EVAL.	KESİN DEĞ. / FINAL EVAL.														
	KAYNAK NO / WELD NO	İNCELEME BÖLGESİ / INSPECTION AREA						10 X 12	10 X 16	10 X 24	10 X 36	10 X 48	HATA BÖLGESİ / DEFECT AREA																						
										Aa	Ab	Ac	Ad	Ba	Bb	Bc	C	D	Da	Db	Dc	E	Ea	Eb	Ec	Fb	Fc	Ff	K	W	KABUL / ACCEPTABLE	RED- UNACCEPTABLE	KABUL / ACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	
1	ST37-37	A-B			PLATE	8mm		-	-	1	-	-	-				X																X		
2	ST37-52	A-B			PLATE	8mm		-	-	1	-	-						X															X		
3	ST52-52	A-B			PLATE	8mm		-	-	1	-	-														X							X		
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			
TOPLAM FİLM EBATLARI & ADETLERİ / TOTAL FILM DIMENSIONS & BLINT					FİLM ÇEKİR / RADIOGRAPHER		Ö. ÇİLOĞLU		DEĞERLENDİREN / INTERPRETER		A.ARSALNER		MÜŞTERİ ONAYI / CUSTOMER APPROVAL		İŞVEREN ONAYI / EMPLOYER APPROVAL																				
10X12	10X16	10X24	10X36	10X48	SEVİYE / LEVEL		I		SEVİYE / LEVEL		II																								
0	0	3	0	0	İMZA / SIGNATURE				İMZA / SIGNATURE																										
					TARİH / DATE		25.09.2009		TARİH / DATE		25.09.2009																								

RKY-F037

4. 2. Kaynaklı bağlantıların çekme test sonuçlarının hesaplanması,

Kesme-makaslama deneyi için hazırlan 30 mm x 350 mm x 8 mm boyutlarındaki kaynaklı numuneler 20 ton kapasiteli çekme makinesinde çekme testine tabii tutuldu. Her çekme testi için üçer adet çekme numunesi hazırlandı ve bu çekme testleri sonuçları çizelge 4.1.' de verilmiştir. Ayrıca aynı çekme testine tabii tutulan ana malzemenin çekme test sonuçları çizelge 4.2. ve çekme test grafikleri EK-1' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çekme test sonuçları

Kaynaklı Numuneler		Elektrod Cinsleri	Kopma Gerilmeleri, (Rm), (N/mm ²)	Kopma Kuvvetleri (kN)	Ortalama Kopma Kuvvetleri (kN)
1	St 37 / St 37	Bazik	361,29	89,6	90,7
2	St 37 / St 37	Bazik	357,81	91,6	
3	St 37 / St 37	Bazik	363,89	91,7	
1	St 52 / St 52	Bazik	541,88	126,8	127,73
2	St 52 / St 52	Bazik	516,13	128	
3	St 52 / St 52	Bazik	517,74	128,4	
1	St 37 / St 52	Bazik	355,24	88,1	89,5
2	St 37 / St 52	Bazik	372,18	92,3	
3	St 37 / St 52	Bazik	355,24	88,1	
1	St 37 / St 37	Rutil	353,02	81,9	81,3
2	St 37 / St 37	Rutil	347,84	80,7	
3	St 37 / St 37	Rutil	350,43	81,3	
1	St 52 / St 52	Rutil	425,78	109	108,73
2	St 52 / St 52	Rutil	448,83	114,9	
3	St 52 / St 52	Rutil	412,5	102,3	
1	St 37 / St 52	Rutil	346,88	88,8	86,3
2	St 37 / St 52	Rutil	335,16	85,8	
3	St 37 / St 52	Rutil	335,16	85,8	

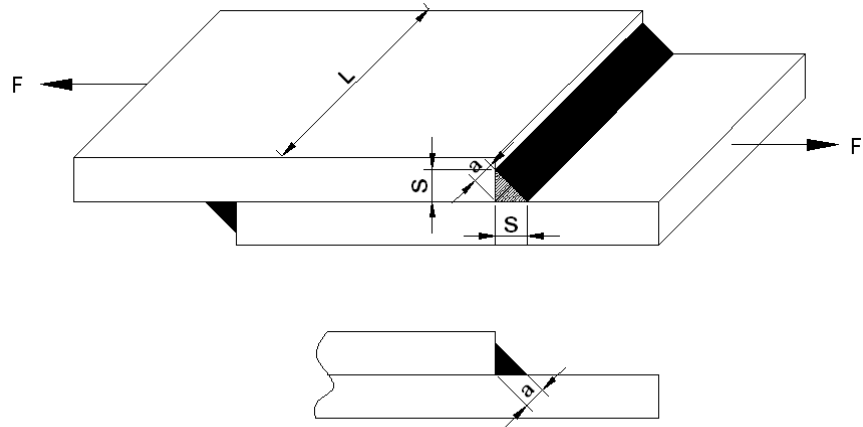
Çizelge 4.3. Kullanılan ana malzemelerin çekme test sonuçları

Malzeme	Mekanik Özellikler		
	Akma Mukavemeti $R_p 0,2$, (N/mm^2)	Çekme Mukavemeti R_m , (N/mm^2)	% Uzama, (mm)
St-37	266,74	388,34	43
St-52	437,37	593,30	27

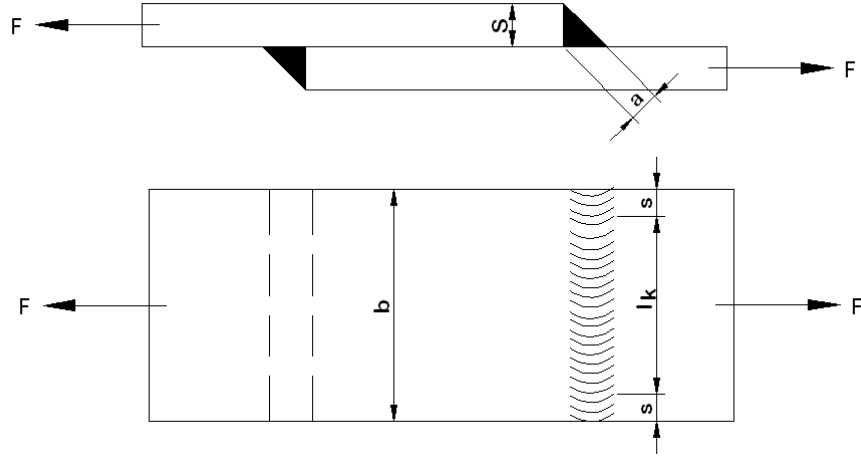
Çekme testine tabi tutulan numunelerin kopma kuvveti maksimum kopma kuvvetidir(Çizelge 4.1.).

Bu çalışmada hem bazik hem de rutil elektrod kullanıldığı için her ikisi için de mukavemet hesapları yapılmıştır.

Alın köşe kaynaklı bağlantıların kesme-makaslama gerilmelerini hesaplamak için, kaynaklı bağlantıların çekme testleri sonuçlarından maksimum kopma kuvveti (çizelge 4.1) kullanılarak aşağıdaki bağıntılar yazılabilir;



Şekil 4.7. Alın Köşe Kaynağı



Şekil 4.8. Alın Köşe Kaynağı

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} \quad (1)$$

$$b = l_k + 1,4 \cdot s \quad (2)$$

$$l_k = b - 1,4 \cdot s \quad (3)$$

Burada;

F: kaynağı koparmak için gerekli maksimum kuvvet(çizelge 4.1), b: çekme makaslamaya maruz kalan kaynaklı numunenin genişliği ve s: Kaynak edilen malzemenin kalınlığıdır. l_k : temiz kaynak boyudur.

Kaynaklı numunenin boyuları aşağıdaki gibidir;

b=30 mm

s=8 mm

l_k = 18.8 mm

- **Bazik elektrodla kaynatılan kaynaklı numuneler;**

$$\tau_{(Sr37-37)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{90700}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{90700}{210,56} = 430,75 N / mm^2$$

$$\tau_{(Sr52-52)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{127730}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{127730}{210,56} = 606,62 N / mm^2$$

$$\tau_{(Sr37-52)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{89500}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{89500}{210,56} = 425,05 N / mm^2$$

- **Rutil elektrodla kaynatılan kaynaklı numuneler;**

$$\tau_{(Sr37-37)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{81300}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{81300}{210,56} = 386,11 N / mm^2$$

$$\tau_{(Sr52-52)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{108730}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{108730}{210,56} = 516,38 N / mm^2$$

$$\tau_{(Sr37-52)} = \frac{F}{1,4 \cdot s \cdot l_k} = \frac{86300}{1,4 \cdot 8 \cdot 18,8} = \frac{86300}{210,56} = 409,85 N / mm^2$$

5. SONUÇLAR

1- Radyografik inceleme raporuna göre, bazik elektrodla kaynak yapılmış parçalarda gözenek grubu, yanma oluşu gibi kaynak hataları mevcuttur. Fakat bu kaynak hataları standart değerler içerisinde olduğu görülmektedir(Çizelge 4.1.)

2- Radyografik inceleme raporuna göre, rutil elektrodla kaynatılmış parçalarda gözenek, yanma oluşu, gaz kanalları gibi kaynak hataları mevcuttur. Fakat bu kaynak hataları standart değerler dışında olduğu görülmektedir.

3- Numunelere tahribatlı muayene yöntemlerinden çekme testi uygulanmıştır. Çekme deneyi test sonuçlarına göre bazik elektrod ile kaynaklı bağlantılarda kopma ısı tesiri altındaki (ITAB) bölgeden olurken rutil elektrodla yapılan kaynaklı bağlantılar kaynak bölgesinden olduğu tespit edilmiştir.

4- Tahribatlı ve tahribatsız test sonuçları göstermektedir ki; kaynak içerisinde mevcut olan gözenek curuf kalıntıları gibi kaynağın mekanik özelliklerine tesir eden faktörlerin rutil elektrod ile kapılan kaynakta diğerlerine oranla daha fazla olduğu ve bu yüzden mekanik özelliklerinde bir düşme gözlenmiştir.

5- Bazik elektrodla kaynaklı numunelerdeki mukavemet artışı elektrod içerisinde bulunan Mn miktarındaki artışa bağlı olduğu söylenebilir[15]. Bilindiği gibi bir çelik içerisindeki alaşım elementi Mn artması malzemenin çekme mukavemetini de arttırmaktadır. Buda kırılma tokluğunu artırır. Bundan dolayı kaynaklı bağlantının mukavemeti artmış olabilir kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- [1] Eryürek, B. “Gazaltı Kaynağı”, AS Kaynak Yayını, (2006).
- [2] Tülbentçi, K. “MIG-MAG Eriyen Elektrot ile Gazaltı Kaynağı”, Gedik Holding Yayını, İstanbul, (1990).
- [3] Anık, S. Tülbentçi, K. Kaluç, E. “Örtülü Elektrod ile Elektrik Ark Kaynağı”, Gedik Holding Yayını, İstanbul, (1991).
- [4] Adsan, K. “Elektrik Kaynağı”, Emel Matbaacılık Sanayii, Ankara, 113-116, (1988).
- [5] Serfiçeli, Y.S. “Elektrik Ark ve Oksi – gaz kaynağı” Meb Yayınları, Ankara, (1997).
- [6] AWS D1.1 – 1996 Structural Welding Code, Steel, AWS, Miami, (1996).
- [7] DIN Normu 8563 Part I and Part 3
- [8] ISO Standart No: 5817
- [9] Anık S., “Örtülü Elektrod İle Elektrik Ark Kaynağı” Gedik Holding, (1991)
- [10] Welding: theory and practice / Ed.by David L. Olson, Ray Dixon, Alan L. Liby
- [11] Kaluç. E., “Kaynak Teknolojisi El Kitabı Cilt 1”,Kocaeli, (2003).
- [12] Vural M., Kaynak ve Birleştirme Teknolojisi, İmal Usulleri Ders Kitabı, İ.T.Ü, 232s, (2003).
- [13] “Genel Yapı Çelikleri Mekanik Özellikleri”
Erişim:http://www.taryol.com/teknik/genel_yapi_celikleri.asp[06 Haziran 2009]
- [14] Kahraman N. Güleç B. Akça H.2002 “Ark Kaynak Yöntemi İle Birleştirilen Ostenitik Paslanmaz Çelik İle Düşük Karbonlu Çeliğin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi” Erişim: http://www.mmf.gazi.edu.tr/journal/2002_2/75-86.pdf [20Temmuz 2009]
- [15] ANIK, S., “Kaynak Dikişlerinin Radyografik Muayenesi”, Bohler Kaynak Çubukları, Elektrodları Sanayi ve Ticaret A.S., İstanbul,Haziran, (1972).
- [16] Güleç, Ş., “Malzeme Bilgisi Ders Notları” İ.T.Ü, (1984)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Eyup ÖZKIRMAZ

Doğum Yeri/Tarihi : Gaziantep - 1981

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans : Mersin Üniversitesi Makina Ana Bilim Dalı (2005-)

Lisans : Mersin Üniversitesi Makina Mühendisliği (2000-2005)

Lise : Dumlupınar Lisesi (1998) Fen-Matematik

Yabancı Dil : İngilizce (iyi)

İLETİŞİM

E-mail : eyupozkirmaz@gmail.com

Ek 1. Çekme Deney Sonuçları

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

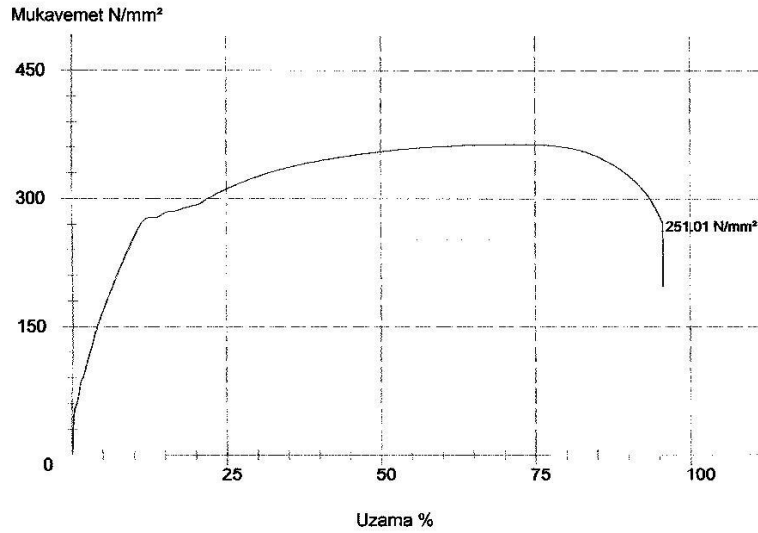
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 BAZIK 1 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
ÇSeri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
1.	31.	8.	248.	50.	91.9	251.01	265.12	361.29	83.8	89.6	1.44

Grafikler



Denev hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

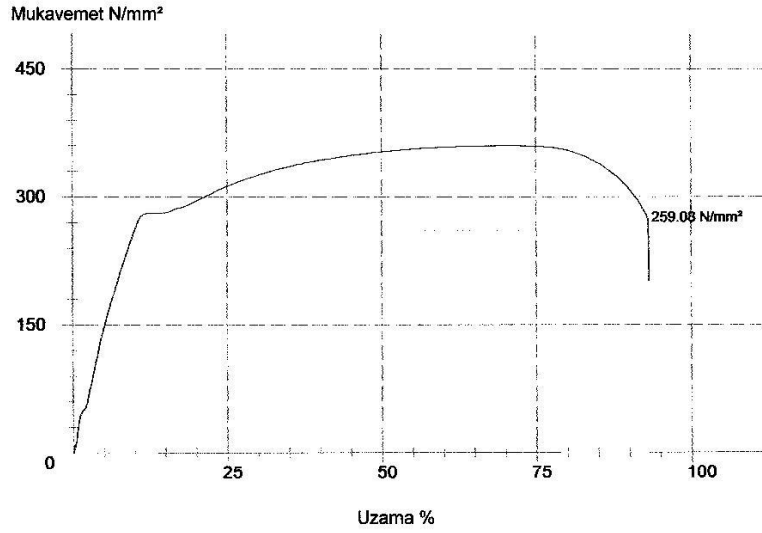
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 BAZİK 2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. kN	Fmax kN	Rm/Re
2	32	8	256	50	90.8	259.08	274.51	357.81	81.6	91.6	1.39	

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENENİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

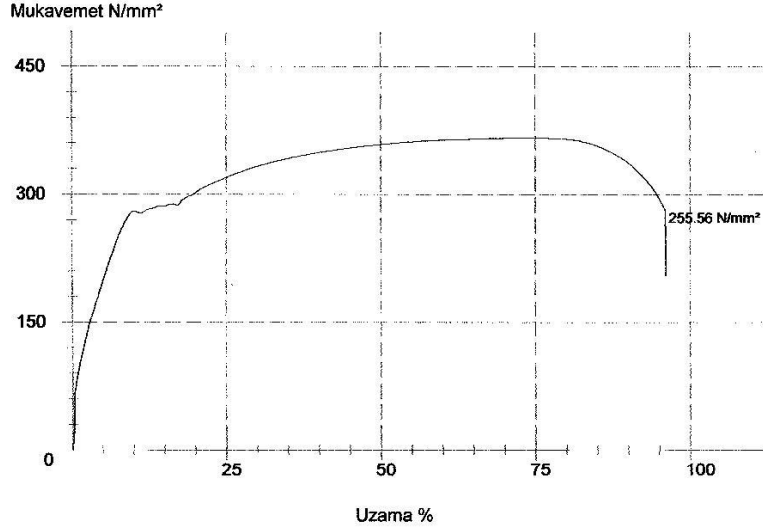
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 BAZİK 3 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
3.	31.5	8.	252.	50.	93.	255.56	268.25	363.89	86.	91.7	1.43

Grafikler



Denev hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Denev hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Denev Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

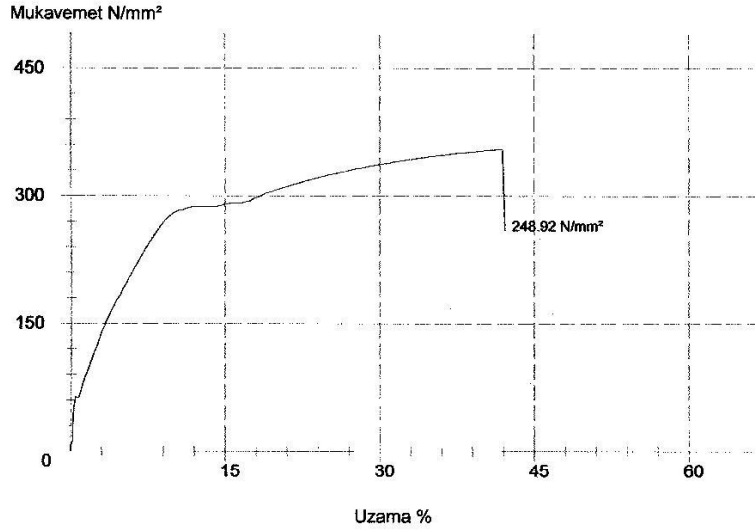
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 RUTİL 1 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Serif(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. %	Fmax KN	Rm/Re
1.	29.	8.	232	50.	64.7	248.92	267.24	353.02	29.5	81.9	1.42	

Grafikler



Deneysel hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deneysel hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneysel Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

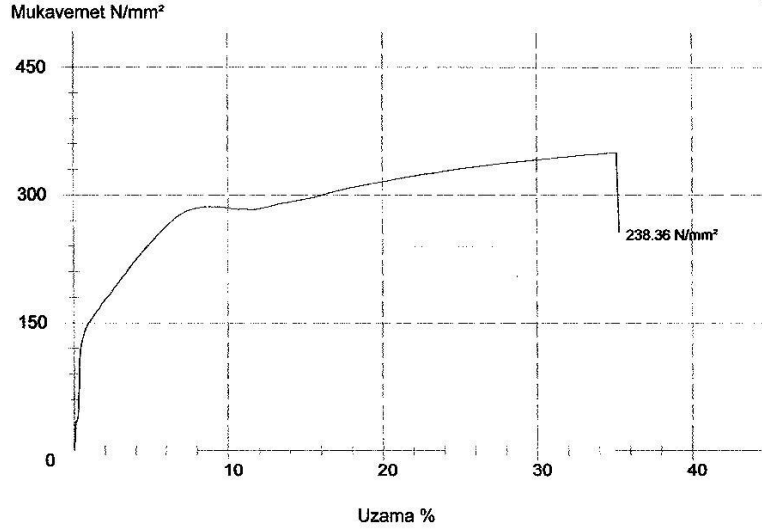
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 RUTİL 2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
2.	29.	8.	232.	50.	63.3	238.36	254.74	347.84	26.6	80.7	1.47	

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

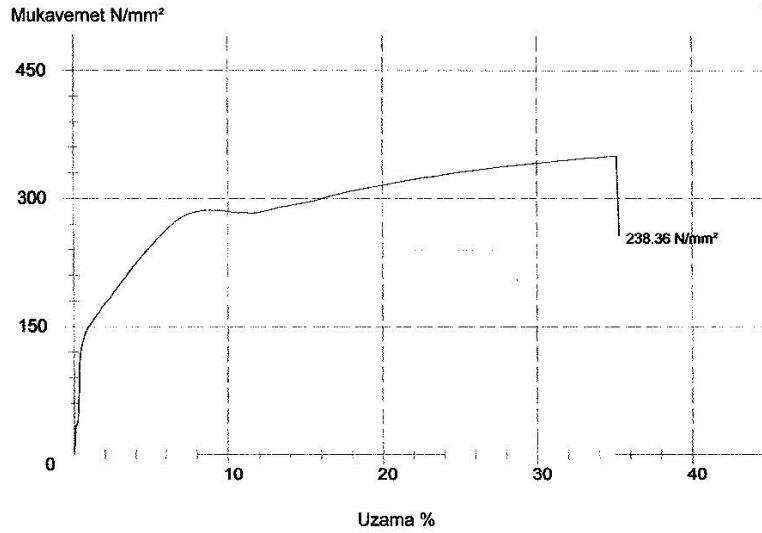
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST37/ST37 RUTİL 2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. Fmax kN	Rm/Re
2.	29.	8.	232.	50.	63.3	238.36	254.74	347.84	26.6	80.7	1.47

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

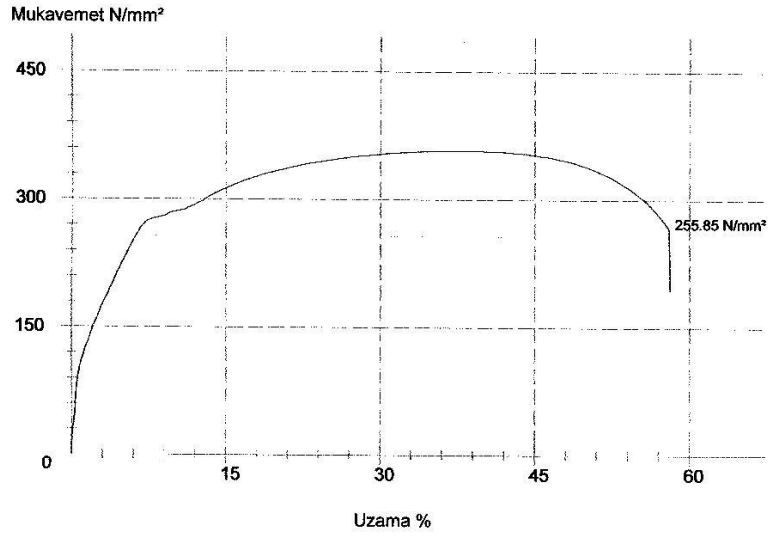
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37 BAZİK-1 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. mm	Fmax KN	Rm/Re
1	31	8	248	50	75.4	255.85	269.35	355.24	50.8	88.1		1.4

Grafikler



Deneysel hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deneysel hız : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneysel Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

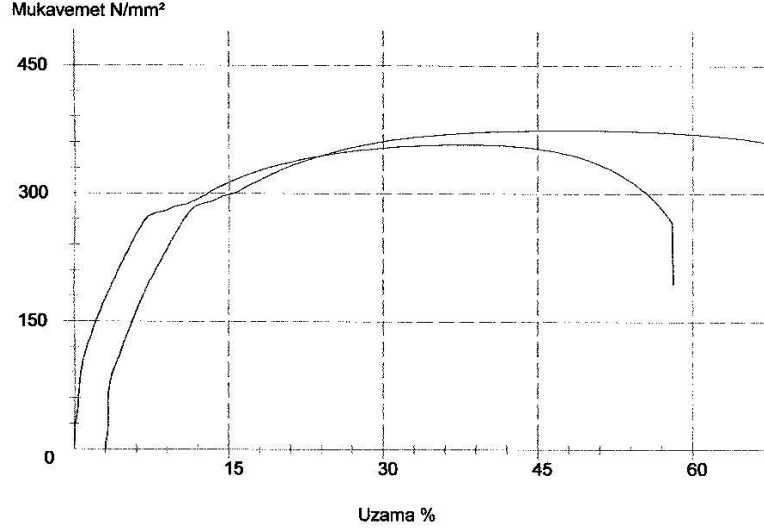
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37 BAZİK 2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. kN	Rm/Re
1.	31	8.	248.	50.	75.4	255.85	269.35	355.24	50.8	88.1	1.4
2.	31	8.	248.	50.	84.2	264.11	277.62	372.18	68.3	92.3	1.42

Grafikler



Denev hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Denev hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Denev Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

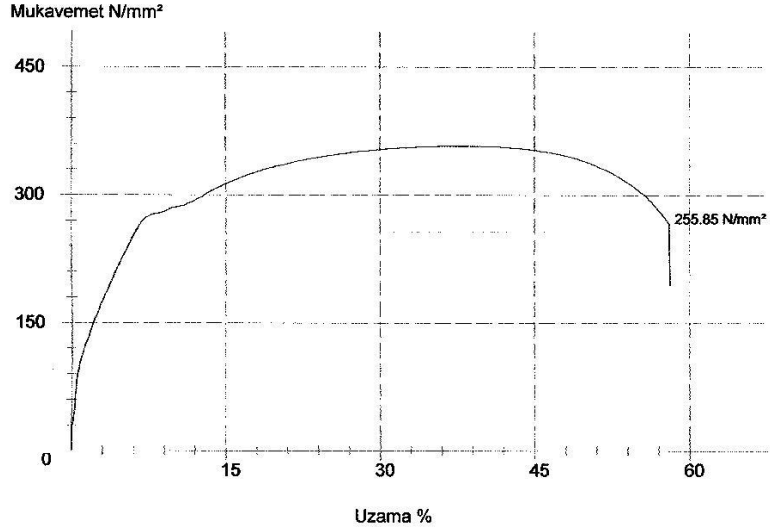
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37 BAZİK 3 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Serî(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. kN	Fmax kN	Rm/Re
1.	31.	8.	248.	50.	75.4	255.85	269.35	355.24	50.8	88.1		1.4

Grafikler



Deneý hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deneý hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneýi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

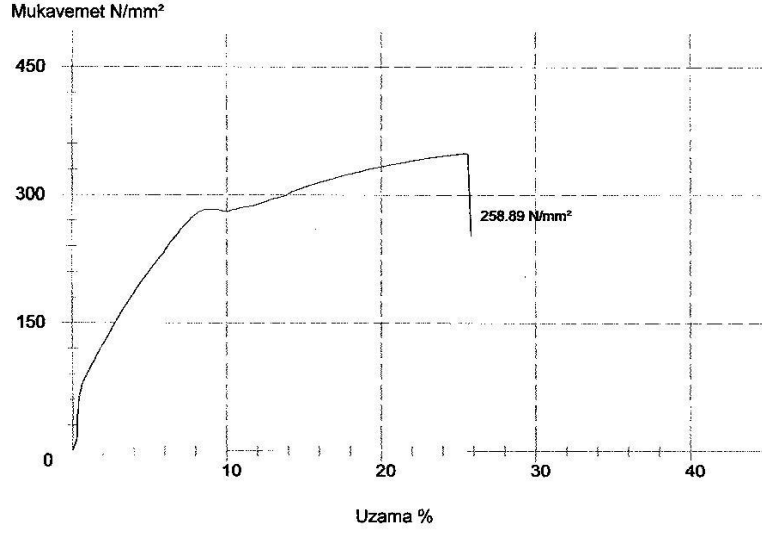
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37RUTİL1 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. KJ	Fmax KN	Rm/Re
1.	32	8.	256.	50.	57.7	258.89	275.1	346.88	15.4	88.8		1.35

Grafikler



Deneysel hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deneysel hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneysel Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

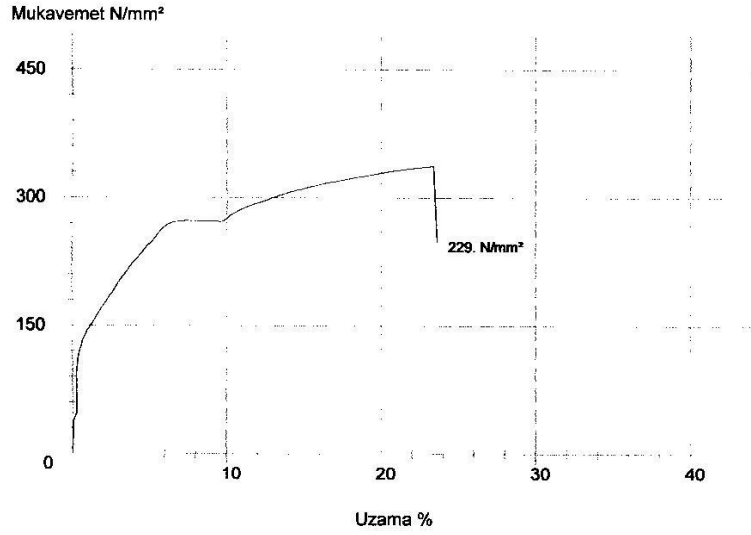
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37 RUTİL2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
CSeri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. kN	Fmax kN	Rm/Re
1.	32	8	256	50	57.9	229	246.48	335.16	15.9	85.8		1.47

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

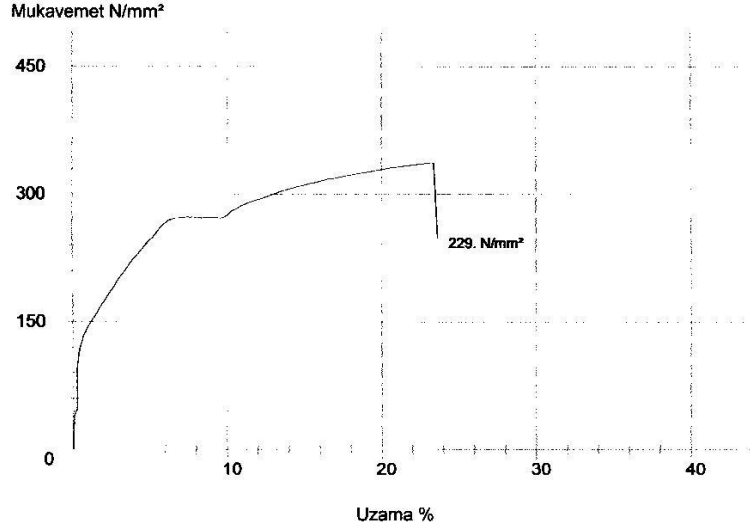
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST37 RUTİL3 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
1.	32	8	256	50	57.9	229	246.48	335.16	15.9	85.8	1.47

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

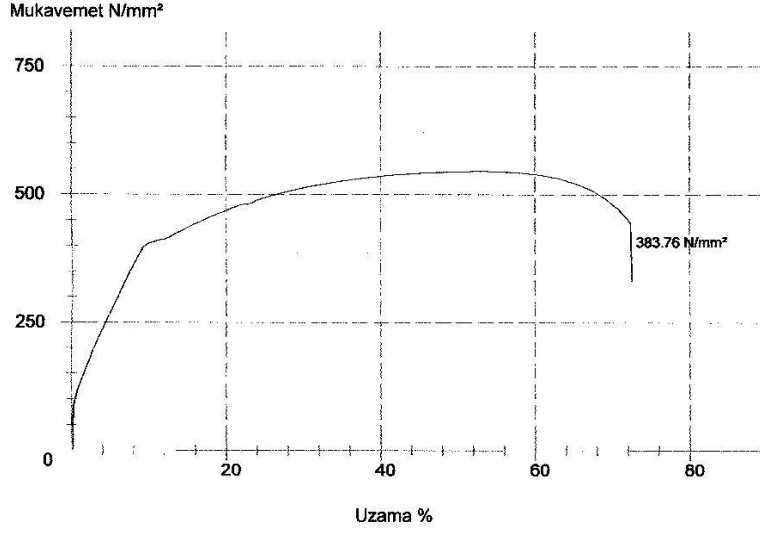
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST52 -BAZİK 1 Tarih :
Standart :
Seri(döküm)No:
Malzeme :

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. kN	Fmax kN	Rm/Re
1.	30	7.8	234	50	80.5	383.76	398.4	541.88	61	126.8		1.42

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

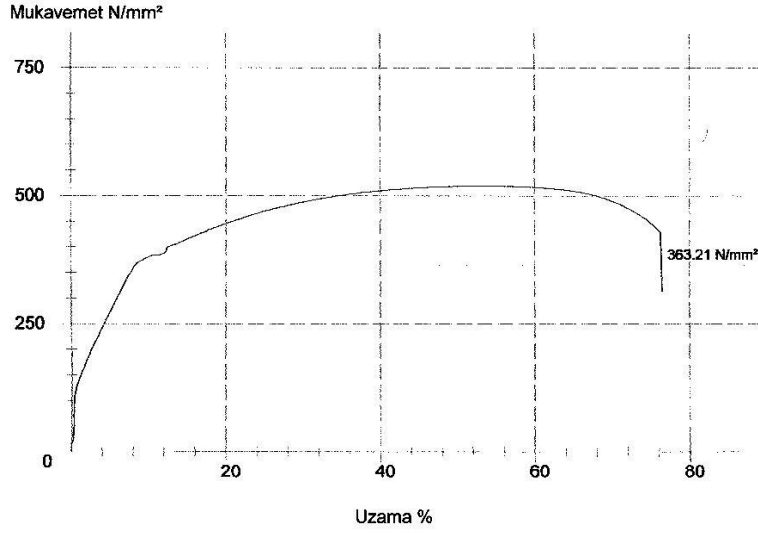
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST42/ST52-BAZIK 2 Tarih : 29-09-2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
2.	31.	8.	248.	50.	82.5	363.21	369.25	516.13	65.1	128.	1.42

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

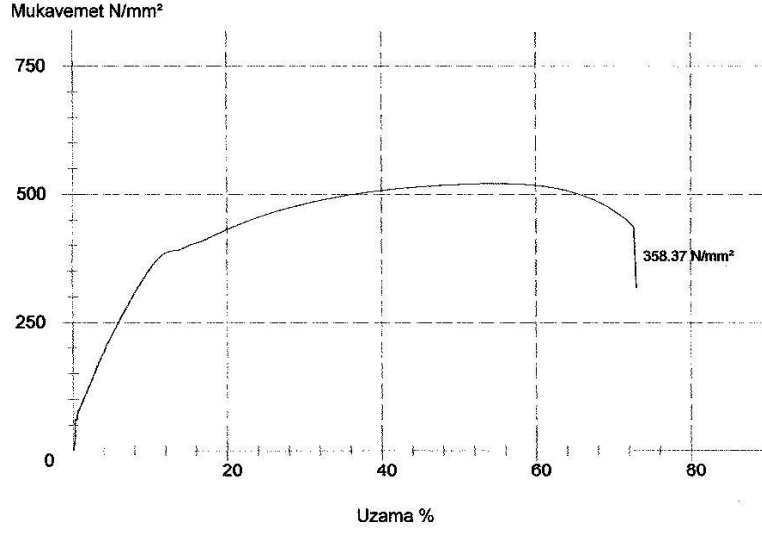
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST52 -BAZİK 3 Tarih : 29-09-2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Geniçlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. %	Fmax KN	Rm/Re
3.	31.	8.	248.	50.	79.4	358.37	373.39	517.74	58.8	128.4	1.45	

Grafikler



Deneysel hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deneysel hız : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneysel Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

**ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI**

Malzeme Bilgileri

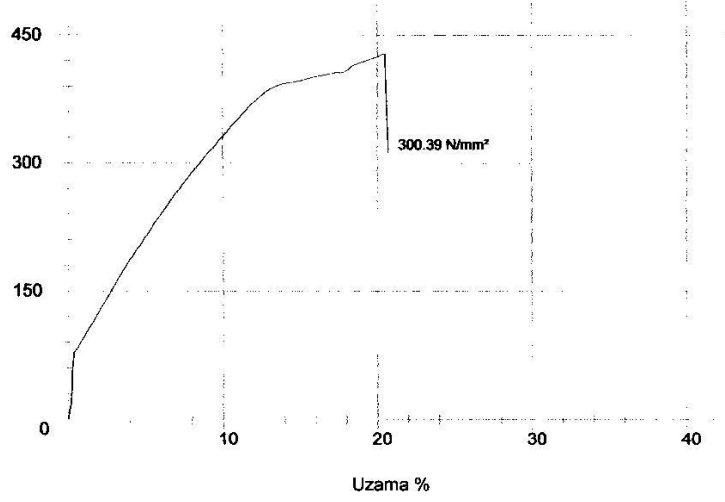
Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST52 RUTİL 1 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
DŞeri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
1.	32	8	256	50	53.7	300.39	328.52	425.78	7.4	109	1.42

Grafikler

Mukavemet N/mm²



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan :Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

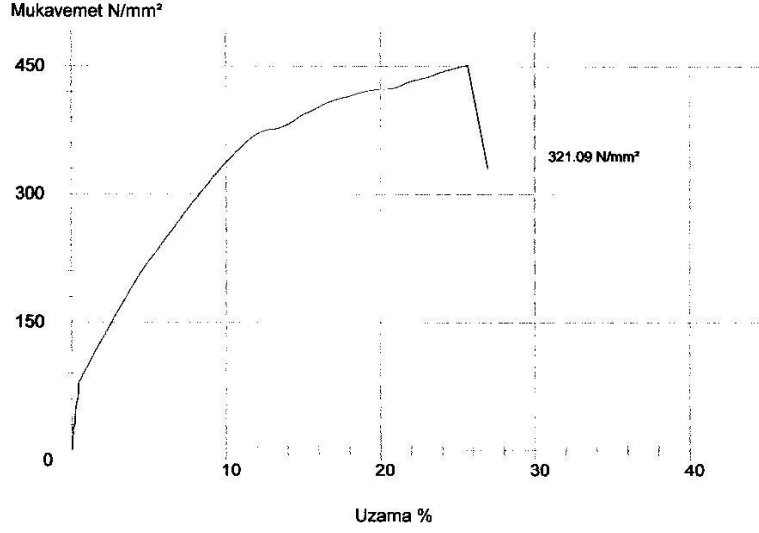
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST52 RUTİL 2 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
DŞeri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma %	Uz. mm	Fmax KN	Rm/Re
2.	32	8	256	50	55.8	321.09	344.04	448.83	11.6	114.9		1.4

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

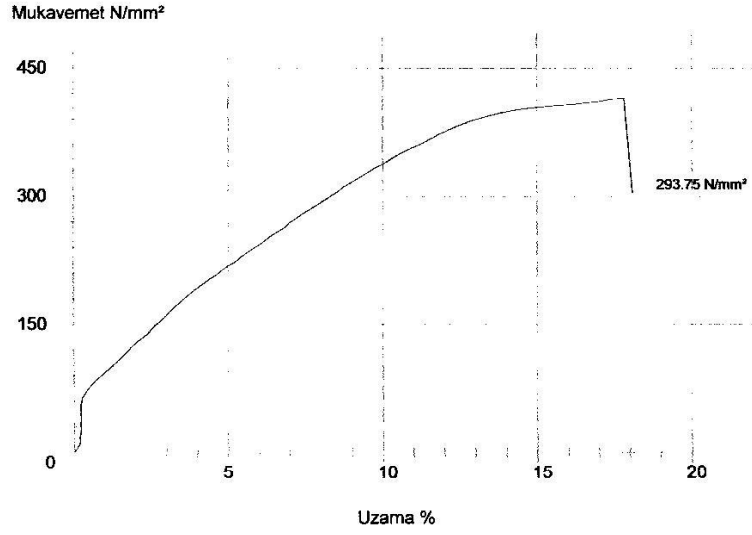
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : ST52/ST52 RUTİL 3 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 895
Seri(döküm)No:
Malzeme : KAYNAKLI MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
3.	31.	8.	248.	50.	52.8	293.75	331.05	412.5	5.5	102.3	1.41

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENEYİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR

Ek 1'in devamı.

ÖZBAL ÇELİK BORU SANAYİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

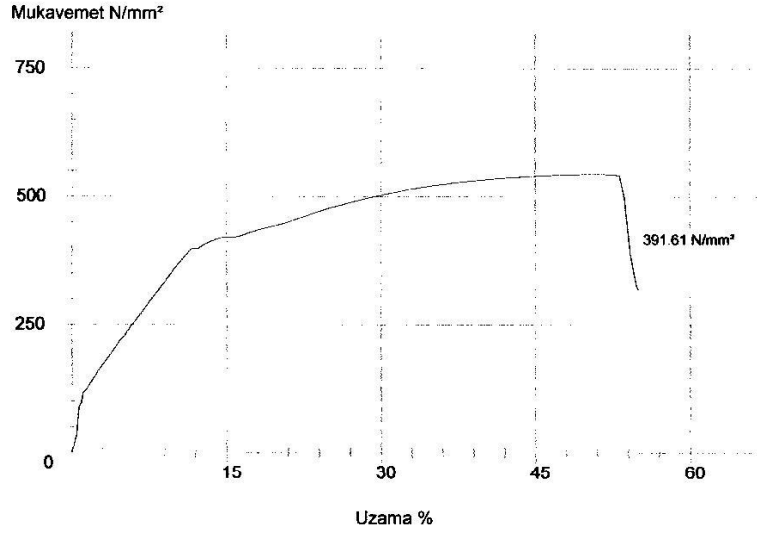
Malzeme Bilgileri

Müşteri : MERSİN ÜNİVERSİTESİ
Numune No : 570271 Tarih : 29.09.2009
Standart : EN 10002-1
Seri(döküm)No:
Malzeme : ANA MALZEME

Sonuçlar

Numune No	Genişlik mm	Kalınlık mm	Kesit Alanı mm ²	L0 mm	L1 mm	Rp 0.2 N/mm ²	Rp 0.5 N/mm ²	Rm N/mm ²	Kopma Uz. %	Fmax kN	Rm/Re
1.	32	7.9	252.8	50	72.4	391.61	395.17	540.35	44.8	136.6	1.38

Grafikler



Deney hız parametreleri :

Ön yük : 5 N/mm²
Deney hızı : 15 mm/dk.
Akma aralığı hızı : 10 mm/dk.

Açıklama :

Deneyi Yapan : Feyzi CAN

Onaylayan : Fazıl ÖZBEK

Not 1: BU RAPOR İZİNSİZ OLARAK ÇOĞALTILAMAZ ÜZERİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILAMAZ
Not 2: BU RAPOR SADECE DENENİ YAPILAN NUMUNELER İÇİN GEÇERLİDİR