

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANILAN DİRENÇ KAYNAK MAKİNALARININ OPTİMİZASYONU

Ahmet OĞUR, Barış Bülent MUZOĞLU

Özet - Optimizasyon çalışması Otoyol-Iveco Adapazarı fabrikasında yapıldı. Otobüs üretim sac kaplama hatlarında kullanılan askılı-çeneli direnç kaynak makinelerinin değişken akım, kaynak zamanı ve sıkma zamanlarında oluşan çekirdek çapları ve akıma bağlı mukavemet ilişkisi incelenmiştir.

Otoyol San.A.Ş de 400 deney numunesi hazırlanmış ve bu numuneler üzerinde çekme deneyleri sonucu elde edilen veriler grafiklenerek minimum akımla max mukavemetin elde edildiği 1+1 kalınlığındaki galvanizli saclar için optimum çalışma kriterleri elde edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ve deneylerden elde edilen veriler sonucunda, %30 enerji tasarrufu sağlanmış ve direnç kaynak uygulamasının proses olarak bir standardının oluşması, dolayısıyla ürün kalitesinin artması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler - Optimizasyon, direnç nokta kaynağı, kalite, enerji tasarrufu

Abstract - In this work which is about find the optimum conditions is done in Otoyol-Iveco Adapazarı factory . Nucleus sizes and variable current related to endurance, welding time and press time is investigation at resistance spot welding machines in bus sheet cover line.

400 test sample is prepared and than pull-test is applicated in Otoyol San.A.Ş. For 1+1 thickness cover sheet of galvanized minimum current with maximum endurance is get and this test results are graphicated, end of optimum conditions is supplied.

As a result of these test and working; power possession is %30 and resistance spot welding standarts is supply so product quality is increased.

Key Words - Optimum conditions, resistance spot welding, quality, power economy

* Prof.Dr.Ahmet Oğur, Saü.Müh.Fak.Müh.Böl.Esentepe kampüsü Sakarya
**B.B.Muzoğlu, Saü .Mühendislik Fakültesi, Yüksek Lisans Bölümü, Sakarya

I.GİRİŞ

Otomotiv sanayinde birçok kaynak yöntemi bir arada kullanılmaktadır.Otomobil-otobüs gövdesinin montajında kullanılan esas kaynak yöntemi direnç nokta kaynağı olup MIG/MAG kaynağı, yumuşak lehimleme ve oksijen kaynağı (kaporta işleri) gibi kaynak yöntemlerinden de yararlanılmaktadır.

Günümüzde her alanda çağımızın gereği, büyük ve hızlı değişimler yaşanmaktadır. Kendisini yarınlara taşıma ve gelecekte ayakta kalmayı hedefleyen işletmeler bu değişime ayak uydurmak zorundadırlar. Bu konuda da en büyük etken 'Kalite'dir.

İşletmeler, müşteri gereksinimlerini karşılayabilmek için, kaliteye bakış açılarını ve yaklaşımlarını değiştirmek zorundadırlar. Bu kapsamda üretkenlik, kalite ve minimum maliyetli ürünü oluşturmanın eş zamanlı mühendislik çalışması olarak ele alınması gerekir.

Üretim maliyetlerini azaltmak için, standartlaştırılmış bir proses elde etmek ve kaliteyi artırmak amacıyla direnç kaynaklarında optimizasyon çalışması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çünkü, otobüs gövde ve iç sac komplelerinde araç modeline göre ~ 15000 -25000 punta bulunmaktadır.

Optimizasyonun yapılma amaçları;

- Kaliteyi artırmak
- Punta kaynak prosesinin güvenilirliğini sağlamak
- Çapağı azaltarak, çapak temizleme gibi katma değeri olmayan işleri azaltmak
- Direkt ve indirekt yardımcı malzeme sarfiyatını azaltmak (elektrod, kaynak kablosu, elbise, gözlük, bakır vb.)
- Çapak kaynaklı arızaları azaltmak
- Enerji tasarrufu sağlamak
- Çalışma ortamının iyileşmesini sağlamaktır.

II. DİRENÇ NOKTA KAYNAĞI LİTERATÜR BİLGİSİ

II.1 Direnç Nokta Kaynağı

Direnç nokta kaynağı bir direnç kaynağı çeşididir. 1877'de A.B.D.'de bir rastlantı sonucu bulunan elektrik direnç kaynağı seri imalata uygun ve oldukça yaygın bir kaynak yöntemidir. Kaynak işlemi, bir düğmeye ye da pedala basarak makineyi devreye sokan ve devreden çıkaran operatörler tarafından hızla gerçekleştirilir. Bu nedenle, özellikle ark kaynağı, gaz kaynağı, sert ve yumuşak lehimleme gibi diğer termik birleştirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, kaynak başına düşen işçilik masrafı bu yöntemde oldukça düşüktür. Diğer yandan, direnç kaynağı makineleri diğer kaynak yöntemleri için gerekli teçhizatın maliyetleri ile karşılaştırıldığında daha pahalıdır. Bu kaynak yöntemi, ilave malzeme kullanılmadığından, sağladığı hafiflik, yüksek kaynak mukavemeti, estetik, özel beceri gerektirmemesi ve kaynak hızının yüksek oluşu gibi nedenlerle günümüzde otomotiv ve uçak endüstrisinde ve metal eşya imalatında büyük ölçüde kullanılmaktadır.

Direnç kaynağı, iş parçalarından geçen elektrik akımına karşı, iş parçalarının gösterdiği elektrik direncinden elde edilen ısı ve kaynak bölgesine uygulanan basma kuvveti ile gerçekleştirilen bir kaynak yöntemidir. Ek bir dış ısı kaynağı yoktur. Isı, birleşme bölgesinde Joule kanununa göre oluşur.

$$Q=K.I^2.R.T$$

Burada, Q üretilen ısı, K bir sabit, I kaynak akımı, R kaynak akımının geçtiği devredeki elektrik dirençlerinin toplamı ve T kaynak akımının devrede kalma zamanıdır. Üretilen ısının bir kısmı iletim ve ısıtım yoluyla kaybolur. İfadeden yer alan direncin değeri düşük olduğundan, gerekli kaynak ısısını üretebilmek için yüksek şiddette akımlara ihtiyaç vardır. Gerekli akım, yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik gücünü, alçak gerilim ve yüksek akım şiddetine çeviren kaynak transformatöründen sağlanır. Basma kuvveti, aynı zamanda kaynak akımını da ileten elektrodlar vasıtasıyla uygulanır. Bu kuvvet, hidrolik, pnömatik ye da mekanik düzenleyiciler tarafından sağlanır.

Direnç kaynağı yöntemleri üç gruba ayrılmaktadır:

1.Nokta kaynağı : a)Normal nokta kaynağı b) Kabartılı nokta kaynağı

2.Dikiş kaynağı : a) Sürekli dikiş kaynağı b) Aralıklı dikiş kaynağı

3.Alın kaynağı : a) Basıncılı alın kaynağı b)Yakma alın kaynağı b.1) Ön ısıtmasız yakma alın kaynağı b.2) Ön ısıtmalı yakma alın kaynağı

Bütün direnç kaynağı yöntemleri, uygun bir akım şiddeti-kaynak zamanı düzenlemesi gerektirir. Akım kapalı bir devre boyunca akar. Akımın sürekliliği, kullanılan yöntemde uygun olarak şekillendirilmiş elektrodların uyguladığı basma kuvveti sayesinde gerçekleşir. Kaynak sırasında çeşitli işlemlerin sırası en genel halde şöyle ifade edilebilir. Önce sınırlı bir metal hacminin erimesi için gerekli ısı miktarını elde etmek ve bu metalin basınç altında yemden katılaşmasıyla soğumasına olanak sağlamaktır. İş parçasının ısınma ve soğutma hızları, zaman tasarrufu ve ısı kayıplarının azaltılması bakımından mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. Eğer soğuma hızı gevrek bir kaynak dikişi meydana getirecek kadar yüksekse, kaynak makinesinde gerçekleştirilen bir temperleme işlemi gerekmektedir [1-3].

II.2 Direnç Nokta Kaynağında Kaynak Çevrimi

Bütün direnç kaynağı metodları, uygun bir akım şiddeti-kaynak zamanı düzenlenmesini gerektirir. Kaynak bölgesinin ısınma ve soğuma hızları, zaman ekonomisi bakımından mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. Genel olarak nokta kaynağı, dört periyottan meydana gelir: basma, kaynak, tutma ve ölü süre.

a) Basma süresi : Elektrod kuvvetinin ilk uygulandığı an ile kaynak akımının verildiği ilk an arasında geçen süredir. Bu aralık, solenoid hareketli silindirin valfının çalışması ve üst elektrodu iş parçasıyla temas haline getirmesi ve elektrod kuvvetinin tamamını uygulaması için zaman sağlar. Bu zaman, parçaların yakın temasını sağlamaya yetecek kadar olmalıdır.

b) Kaynak süresi : Kaynak akımının devreden geçtiği zaman aralığıdır. İnce taneli yapı çeliklerin birçoğunda, basit karbonlu çeliklere norm olarak uygulanandan biraz daha uzun kaynak süresinin kaynak kabiliyeti eğrisini genişlettiği ve böylece kabul edilebilir kaynak akım sınırlarını arttırdığı görülmüştür.

c) Tutma süresi : Kaynak akımının kesilmesinden sonra, nokta kaynağının metali katılaşana kadar elektrod kuvvetinin etkisinin devam ettiği zaman aralığıdır. Bazı ince taneli yapı malzemeleri tutma süresine hassastr. 25 ila 50 arasındaki periyod sayılarında(1/2-1sn),bu malzemeler soyma deneylerinde ara yüzeyde yırtılma eğilimi gösterir.

d) Ölü süre : Tutma zamanının sonundan bir sonraki çevrimdeki basma zamanının başlangıcına kadar geçen, elektrodların iş parçasıyla temasta olmadığı

zaman aralığıdır. Otomatik çevrimde, ölü zaman, elektrodların geri çekildiği ve iş parçasının ilavuzlandığı, kaldırıldığı veya pozisyonunun değiştirildiği süredir. Elle yapıldığında, control cihazı tarafından maksimum periyot olarak sabitlenmemiş olup operatör yeni çevrime başlayana kadar geçen süreye bağlıdır. Şekil 2 (a) tek impulsu direnç nokta kaynağı çevrimi için bu dört temel süreyi göstermektedir. Her aralık periyot olarak gösterilmektedir. 50 Hz'lik bir şebeke için bir periyot 1/50 sn'dir.

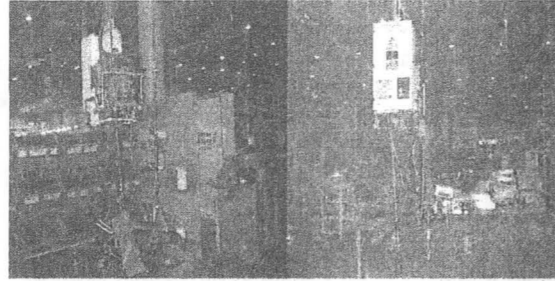
En basit kaynak çevrimi, kaynak aralığı boyunca, düzgün kaynak akımı ve elektrod kuvveti sağlamakla birlikte, eğilim kontrolünün eklenmesi kaynak akımının değiştirilebilmesine olanak tanır. Şekil 2 (b)'de gösterildiği gibi eğim kontrolüne sahip bir kaynak çevriminde akım, kaynaktan önce artmakta, kaynaktan sonra da azalmaktadır.

3 mm'den daha kalın sacların kaynağı için gerekli olan yüksek kaynak akımları ve uzun kaynak süreleri, elektrodların aşırı ısınmasına neden olabilir. Bu ısınma, Şekil 2 (c)'de görüldüğü gibi, akımı kaynak azamanı boyunca darbeleri (puls) olarak uygulamakla minimize edilebilir. Isı, iş parçalarına oranla elektrodlardan daha hızlı uzaklaşmaktadır. Bu yüzden, soğuma zamanı sırasında, kaynak akımı kesikken, iş parçaları çok azım kaybederken, elektrodlar ısılarının çoğunu uzaklaştırır. Her biri diğerini soğuma periyoduyla takip eden bir seri darbe ile elektrod sıcaklığı güvenli bir seviyede kalarak, iş parçaları kaynak sıcaklığına getirilir. Bu çok darbeli teknikte, ilk darbe metali ısıtır ve deforme eder. Bunu takip eden darbeler ise kaynağı tamamlar.

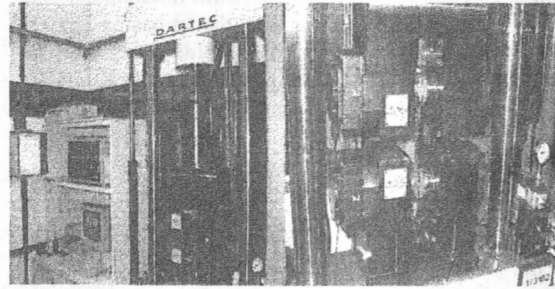
Bir kaynak çevrimine eklenebilecek diğer iki eleman dövme ve sonradan tavlama (Şekil 2 (d)). Her ikisi de, sertleştirilebilir karbon ve alaşım çeliklerinde çoğunlukla tanecikleri inceltmek için kullanılmakta ancak düşük karbonlu çelikte kullanılmaktadır. Kaynaktan sonra, temperleme akımının uygulanmasından önce kaynağın soğumasını sağlayan kısa bir gecikme ya da akım kesme periyodu mevcuttur. Akımın düşük bir değerde olduğu sonradan tavlama bir tutma süresi takip gibi artırılabilir. Bu artan kuvvet dövme kuvveti adını alır ve sonradan tavlama ve tutma süreleri boyunca uygulanır. Kaynak kuvveti çoğunlukla sonradan tavlama akımı uygulanana kadar elde edilmekte ve tavlama sonrası dövme kuvvetine çıkarılmaktadır.

Yukarıda belirtilen çevrimlere ek olarak ön tavlama ile kaynak da uygulanmaktadır. Levhalara, kaynak akımının önce, kaynak akımından daha düşük bir şiddette bir ön tavlama akımı uygulanır. Böylece kaynak bölgesi kaynak sıcaklığının altında bir sıcaklığa ulaşır. Bu işlem yüksek mukavemeti, dolayısıyla yüksek elektrod kuvveti

gerektiren levhaların daha düşük elektrod kuvvetine kaynak yapılabilmesini sağlar. Ayrıca bu işlem kaynak akımı sonrası soğuma hızlarını düşürmede oldukça etkilidir [1,3,12].



Şekil 1. Fase Direnç Kaynak makinesi



Şekil 2. Dartec Çekme Cihazı

III. OPTİMİZASYON İÇİN YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneylerde Otoyolda otobüs karoseri imalatında kullanılan Fase marka direnç kaynak makineleri kullanılmıştır. Bu cihazların seçilme nedeni; üretimde direnç kaynağının en yoğun kullanıldığı hat olması dolayısıyla, yapılan iş için bir standart oluşturulması gerekliliği ve kalitenin sürekli iyileştirilmesidir. Ayrıca seçilen sac kalınlığı (1+1) pilot bir çalışma olup diğer sac kalınlıkları için optimizasyon çalışmaları devam etmektedir.

Optimizasyonda daha önceden de belirttiğim gibi asıl amaç; standartlaşma ve kalitenin yanında minimum enerji ile maksimum mukavemeti sağlamak, dolayısıyla da ucuz maliyetli kaliteli ürünlerle midibus pazarındaki payımızı artırmaktır.

III.1 Deneylerde Kullanılan Ekipman ve Materyaller

Deneylerde, 30x150x1 ebatlarında galvanizli saclar, Fase 125 kVA ve 50 Hertz gücünde direnç kaynak makinesi ve test plakalarının çekme makaslama kuvvetini ölçmek amacıyla Dartec çekme cihazı kullanıldı (Şekil 1, 2).

III.2 Deney Kriterleri

- Kaynak zamanı
- Sıkma (tutma) zamanı
- Akım şiddeti
- Çekme-Makaslama kuvveti
- Kaynak davranışı (çapaklı-çapaksız)

III.3 Deneyin Yapılışı

30x150x1

30x150x1 ebatlarında hazırlanan galvanizli saclar üst üste getirilerek hazırlanan deney numuneleri çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre aşağıda belirtilen kriterlere göre grafiklenmiş ve sonuçlar irdelenerek optimizasyon öncesi ve sonrası farklar değerlendirilmiştir.

Deney 1: Kaynak zamanının, sabit sıkma zamanında, değişken kaynak akım şiddeti ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

Deney 2: Kaynak akım şiddetinin, sabit sıkma zamanında, değişken kaynak zamanı ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

Deney 3: Sıkma zamanlarının, sabit kaynak akım şiddetinde, değişken kaynak zamanı ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

Deney 4: Kaynak zamanlarının, sabit kaynak akım şiddetinde, değişken sıkma zamanı ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

Deney 5: Sıkma zamanlarının, sabit kaynak zamanında, değişken kaynak akım şiddeti ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

Deney 6: Kaynak akım şiddetinin, sabit kaynak zamanında, değişken sıkma zamanı ve çekme-makaslama kuvveti değerlerine göre değişimi.

IV. DENEYSEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan optimizasyon çalışması sonucunda Otoyolda kullanılan 1+1 kalınlığındaki galvanizli ince sacların direnç kaynağı ile birleştirilmesinde %30 düzeyinde akım tasarrufu sağlanmıştır.

1+1 Kalınlığında Galvanizli Saclar İçin;

Optimizasyon öncesi değerler:

Kaynak Akım Şiddeti : 10-10,5 KA

Kaynak Zamanı : 14 cycle

Sıkma Zamanı : 25 cycle

Sıkma Kuvveti : 1,8 KN.

Çekirdek Çapı : 3,7mm.

Optimizasyon sonrası değerler:

Kaynak Akım Şiddeti : 7-7,5 KA

Kaynak Zamanı : 17 cycle

Sıkma Zamanı : 35 cycle

Sıkma Kuvveti : 2,3 KN

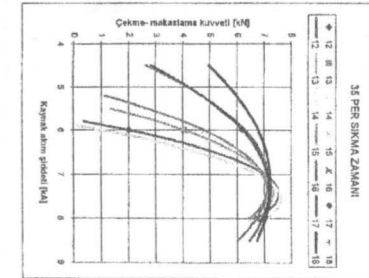
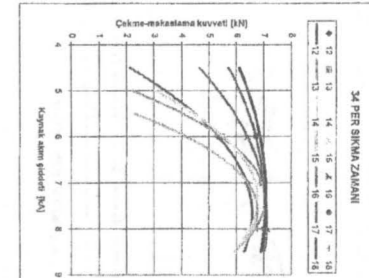
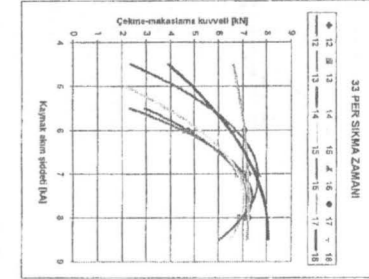
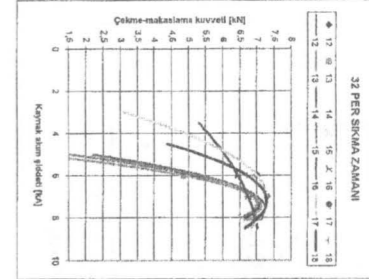
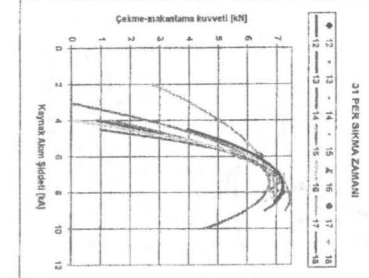
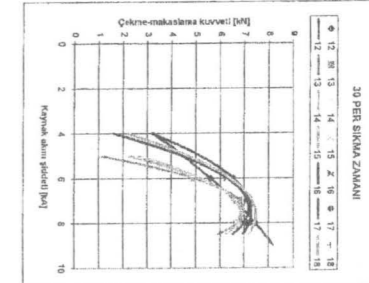
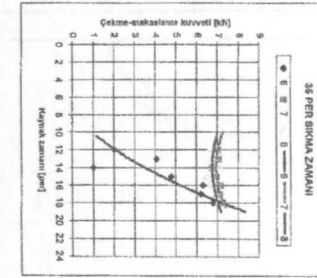
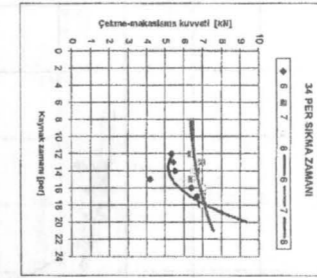
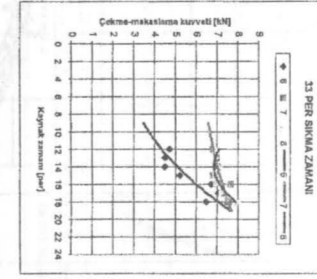
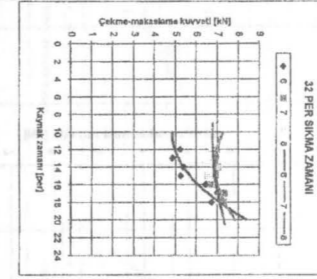
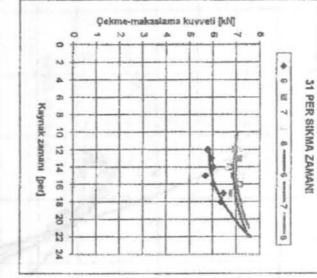
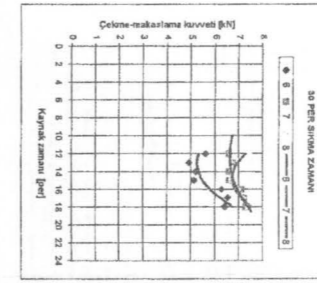
Çekirdek Çapı : 4,7mm.

Otomotiv gövde imalatında önemli bir yeri olan direnç nokta kaynakları üzerinde sürekli yapılacak optimizasyon ile ;

- Enerji tasarrufu
- Kaynak kalitesinde artış
- Standart proses oluşturma
- Verimlilik
- Bakım maliyetlerinde azalma sağlanacaktır.

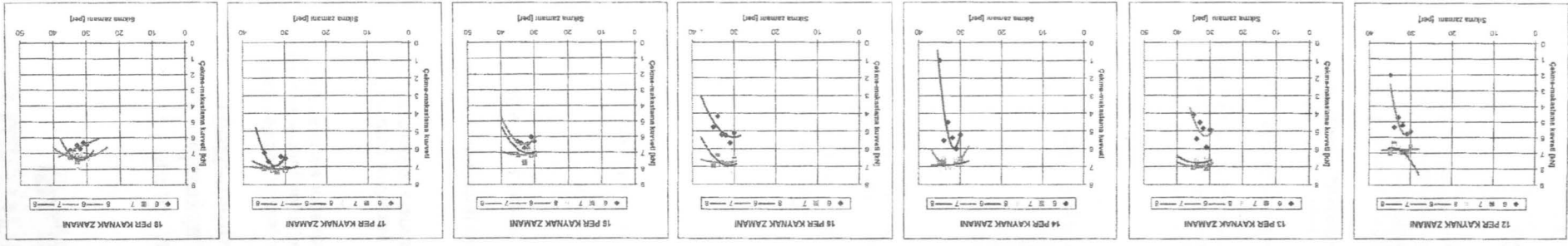
KAYNAKLAR

- [1]. ANIK, S., Kaynak Tekniği Cilt III, İ.T.Ü. Kütüphanesi no.: 1183, 1981
- [2]. ANIK, S., Kaynak Teknolojisi El kitabı, Ergör Matbaası, 1983
- [3]. ANIK, S., Kaynak Tekniği El Kitabı, Yöntemler ve Donanımlar, Kansu Matbaacılık, 1991
- [4]. ARSLANLAR, S. 1999. Galvanizli Kromatlı Mikro Alaşımli Çeliklerin Elektrik Direnç Nokta Kaynağında Uygun Hasar Modunun Tespiti, Doktora Tezi
- [5]. TSE Standart Veritabanı, 1998, "http://www.tse.org.tr/tsetnettr/" , Standard Arama Sonuçları
- [6]. FEIGENBAUM, A., "Total Quality Control", 1991
- [7]. GÖZLÜ, S., "Endüstriyel Kalite Kontrol", İ.T.Ü. İstanbul, 1991
- [8]. JURAN, J.M., "Quality Control Handbook", 1974
- [9]. KOBU, B., "Endüstriyel Kalite Kontrolü", İ.Ü., İstanbul, 1987
- [10]. Tofaş gövde üretim mühendisliği eğitim notları
- [11]. Fase Saldatura kullanım ve eğitim kılavuzu
- [12]. TURAN, H., Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Direnç Nokta Kaynak Elektrodu Ömrünün Deneysel Analizi ve Kalite güvencesi yönünden etüdü.

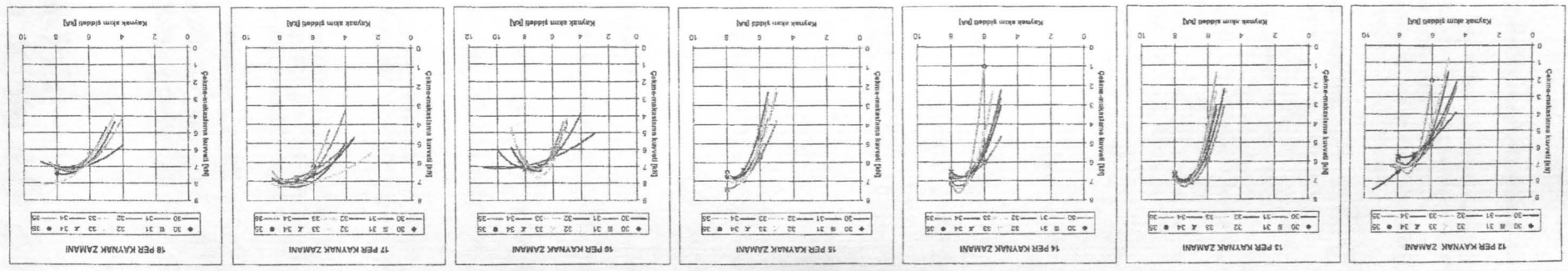


Deney 7: Kaynak Alanı Sıklıkla Sadece Sırtı Zamanlarında Değişken Kaynak Zamanı ve Çekme-Makaslama Kuvveti Değişimleri Gözetimi

Deney 1: Kaynak Zamanında Sadece Sırtı Zamanlarında Değişken Kaynak Alanı Sıklık ve Çekme-Makaslama Kuvveti Değişimleri Gözetimi

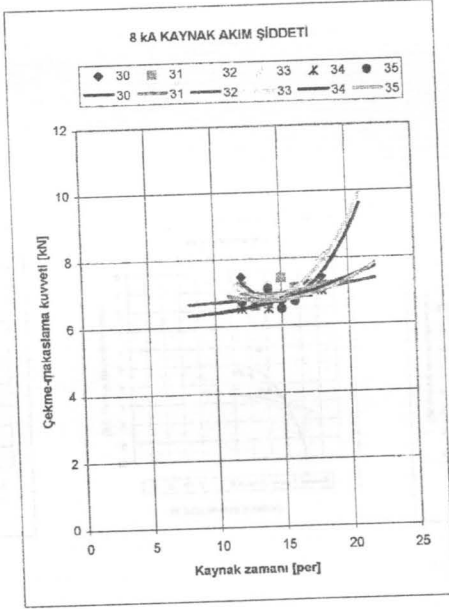
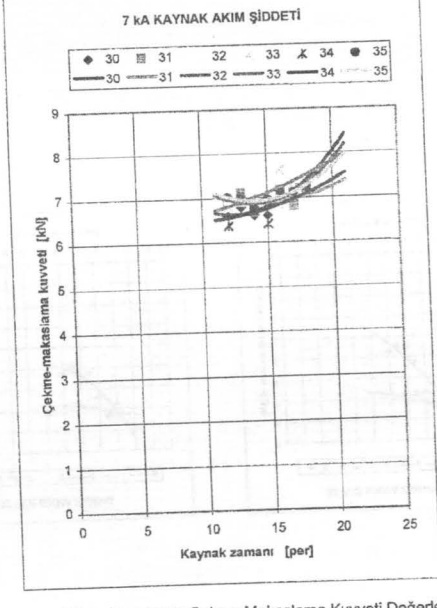
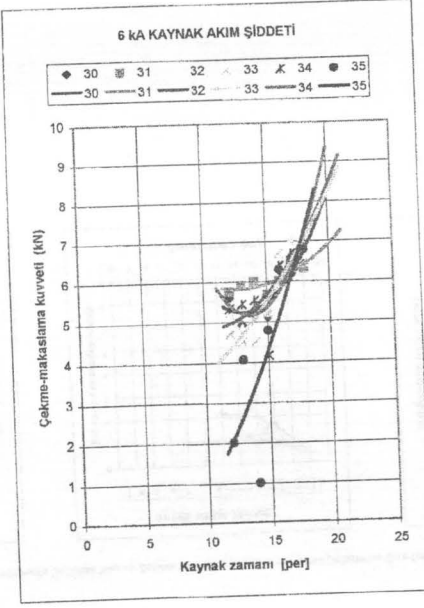


DENEY 6: Kaynak Akım Şiddetinin, Sabit Kaynak Zamanında Değişken Sıkma Zamanı ve Çekme Makaslama Kuvveti Değerlerine Göre Gösterimi



DENEY 5: Sıkma Zamanlarının, Sabit Kaynak Zamanlarında Değişken Kaynak Akım Şiddeti ve Çekme Makaslama Kuvveti Değerlerine Göre Gösterimi

DENEY 3: Sıkma Zamanlarının, Sabit Kaynak Akım Şiddetlerinde Kaynak zamanı ve Çekme Makaslama Kuvveti Değerlerine Göre Gösterimi



DENEY 4: Kaynak Zamanlarının Sabit Kaynak Akım Şiddetinde Değişken Sıkma Zamanı ve Çekme Makaslama Kuvveti Değerlerine Göre Gösterimi

