

Sürtünme Kaynak Makinasında Kaynak Parametrelerinin Kapabiliteye Etkisinin İncelenmesi

*¹Erol Kasap, ²Faruk Varol, ³Salim Aslanlar

¹Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, erol.kasap@nobelautomotive.com

²Sakarya Üniversitesi, Karasu Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Sakarya fvarol@sakarya.edu.tr

³Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya aslanlar@sakarya.edu.tr

Geliş Tarihi: 2017-01-22 Kabul Tarihi: 2017-01-31

Öz

Bu çalışmada; sürtünme kaynak makinasının, istatistiksel süreç kontrolü ile adaptasyonu değerlendirilmiştir. Proses kontrolünde kullanılan parametrelerin kapabiliteye olan etki analizi için çeşitli deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde; minitap parça-kapabilite analizleri, numune parçaları çekme testi, sızdırmazlık testi, şok testi, patlatma testi, enine kesit alınmış numunelerin görsel kontrolleri ve optik mikroskop görüntüleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ; makinaya özel uygun parametre aralıkları bulunmuştur ve istatistiksel süreç kontrolü- hatasızlaştırma çalışmaları (Poka-yoke – Sensör) yöntemleri ile bu prosesin kontrolü ve devamlılığı sağlanmıştır. Bu çalışma sonucunda sürtünme kaynak makinasının prosesinde üretilen parçaların hata oranının minimum seviyede tutulması sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sürtünme Kaynak, Kapabilite Hesaplamaları, Kaynak Parametreleri

Analysing Effect of Welding Parameters to Capability on Spinwelding Machine

*¹Erol Kasap, ²Faruk Varol, ³Salim Aslanlar

¹Sakarya University, Faculty of Technology, Dept. Metallurgical and Materials Engineering, Sakarya, erol.kasap@nobelautomotive.com

²Sakarya University, Vocational School of Karasu, Dept. Mechanical and Metal Technologies, Sakarya fvarol@sakarya.edu.tr

³Sakarya Üniversitesi, Faculty of Technology, Dept. Metallurgical and Materials Engineering, Sakarya aslanlar@sakarya.edu.tr

Abstract

In this study; statistical process control is being used on spinwelding machine process. All parameters that used on process control is tested with various type of experiments and effect of these parameters to the capability is analysed. Mini-tap part-cabality analyses, pull-of tests of samples, leaking test, shock test, burst test, visual and optic microscope controls of crosscut samples are examined. As a result of all detailed analyses; special appropriate parameters for machine are defined and with statistical process control – errorproof works(Poka-Yoke, sensor) process is kept under control and ensure its continuity. With this conclusion scrap parts ratio is kept in minimum level in this spinwelding machine.

Keywords: Spinwelding, Capability Calculations, Welding parameters

1. SÜRTÜNME KAYNAĞI (SPINWELDING)

Sürtünme kaynağı; elektrik enerjisi veya diğer kaynaklardan ısı enerjisi uygulanmadan yüzeyleri

arasındaki mekanik dönme hareketinin ısı enerjisine dönüşmesiyle kaynak için gerekli ısının elde edilerek yapıldığı bir katı hal kaynak tekniğidir. Sürtünme kaynakları, ara yüzey kaynak sıcaklığına

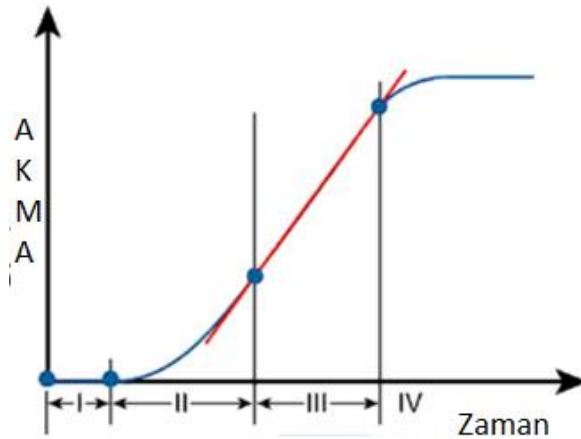
*Sorumlu Yazar: Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Sakarya, erol.kasap@nobelautomotive.com, Tel: 0264295653427

ulaşana kadar dönen bir sistemin sabit veya belirli olarak artan basınç altında yapılır ve sonunda dönme durdurularak kaynak tamamlanır. Sürtünme ısıyı parça ara yüzey sıcaklığını hızla artırarak ergime derecesinin altında bir değere getirir ve plastik sıcaklık oranında ısınan bölgeye uygulanan basıncın etkisi altında birleştirme meydana gelir [5].

1.1. İşlem Prensipleri (Operation Principles)

Sürtünme kaynağı üç aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada malzeme ara yüzeyleri düşük yük altında temas haline getirilir ve deformasyon işlemi sürtünme aşınması ile yönlendirilir. İkinci aşamada uygulanan yükler yavaşça artırılır, kaynaklanacak parçaların ara yüzeyleri boyunca önemli ölçüde sürtünme ısıyı oluşur ve gerilme sertleşmesi ve yumuşaması işlemlerinin bir değerine ulaşılır. Üçüncü aşamada ise sürtünme ısıyı üretimi sonaerer, kaynaklanacak parçaların ara yüzeylerinin her iki tarafında ısınan malzemeye uygulanan gerilme yavaşça artırılır ve çapaklar alınır [6].

Parçalar kaynak için konumlarına getirilir, sürtünme başlar ama akma başlamaz.(I. bölge). Biri sabit diğeri hareketli parçalara kuvvet uygulama sürerken sıcaklık artar, akmakaynak kenarlarına doğru taşmaya başlar (II.Bölge). Bu bölge sabit hal (lineer bölge) bölgesidir. Malzemeye sabit hızda kaynak yapmaya devam edilir (III.Bölge). İyüzeylerin sürtünmesi durduğu zaman, soğuma başlar.Kaynağın iyice pekişmesi için kuvvet uygulamaya devam edilir(IV.Bölge) [6].



Şekil 1. Sürtünme Kaynağı Akma-Zaman Grafiği

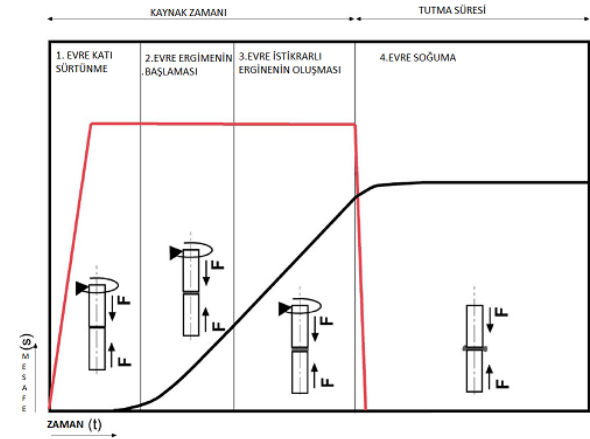
1.2. Kaynak Parametreleri (Welding Parameters)

Kaynak parametrelerinin kontrolünün optimum düzeyde olması kaynağın kalitesini artıracaktır. Kaynak parametreleri; dönme hızı, sürtünme basıncı, yığma basıncı, sürtünme süresi, frenleme

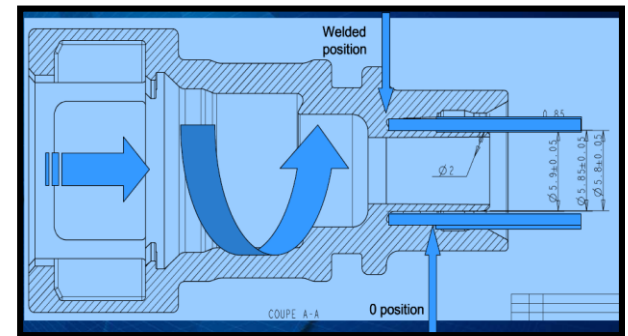
süresi ve yığma süresidir. Kaynak parametreleri kaynağı yapılacak malzeme cinsine göre değişmektedir[4].

1.3. Kaynak İşlemi Fazları (Welding Process Phases)

Spinwelding plastik kaynak prosesinde 4 faz bulunmaktadır. Katı sürtünme prosesinde yüzeyler temas eder ve kaynak ısıyı oluşmaya başlar. Malzemenin artan erime formuna girer. Hedeflenen kaynak mesafesi ve hızına ulaşılır. Sürücü durur fakat dikey basınç korunur ve katı birleşme oluşur. [2-3].



Şekil 2. Spinwelding Sistematik Proses Diagramı



Şekil 3. Plastik Boruya Komponent Kaynağı Görseli

2. SÜRTÜNME KAYNAĞI MAKİNASI (SPINWELDING MACHINE)

Spinwelding prosesinde, aynı simetri eksen üzerinde döner hareket yapan termoplastik parçaların sürtünmeden kaynaklanan ısı enerjisi kullanılır. Termoplastik parça dönerken, kaynak makinası aksenal sabit basınç uygulayarak ortaya çıkan enerji ile montaj işlemini gerçekleştirir. Montaj işlemini hatasızlaştırmak için İSK ve varlık yokluk sensörleri adaptasyonu yapılmıştır [4].



Şekil 4. Spinwelding Makinası Genel Görünüm



Şekil 5. Spinwelding Makinası Montaj Ekipmanları

2.1. Makina Kaynak Parametreleri (Machine Welding Parameters)

Hız ; Parçalar dakikada 5500 devir ile birbirine kaynatılmaktadır. Değer sabittir.

Enerji ; Kaynak işleminde harcanılan toplam enerjiyi belirtir. Değer sabit 3500N'dur.

Basınç ; Kaynak basıncı 0.5 bar olup kaynak işlemi tamamlanana kadar sabittir.

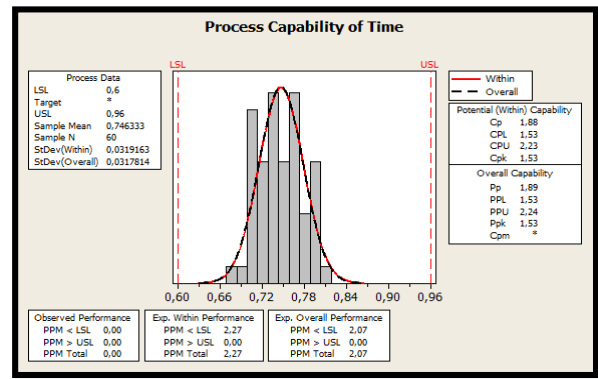
Zaman ; Kaynak yapılan süresi belirtir. Yapılan validasyon çalışmaları neticesinde bu kaynak parametreleri 0,60 sn - 0,96 sn arasında olmalıdır.

Makina ilerleme ; Servo motorlu makinanın toplam ilerlemesini belirtir. Yapılan validasyon çalışmaları neticesinde bu kaynak parametreleri 89 mm - 89,5 mm arasında olmalıdır.

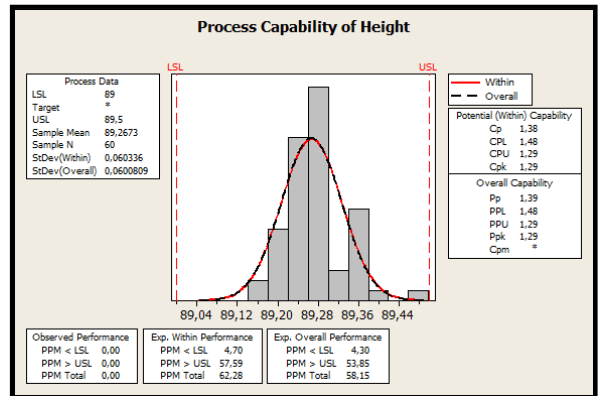
İlerleme ; Boru ile Komponent kaynağa başladığı andan itibaren montaj kafasının yaptığı ilerlemeyi belirtir. Yapılan validasyon çalışmaları neticesinde bu kaynak parametreleri 3,3 mm - 4 mm arasında olmalıdır.

3. İSTATİKSEL SÜREÇ KONTROL (STATISTICAL PROCESS CONTROL)

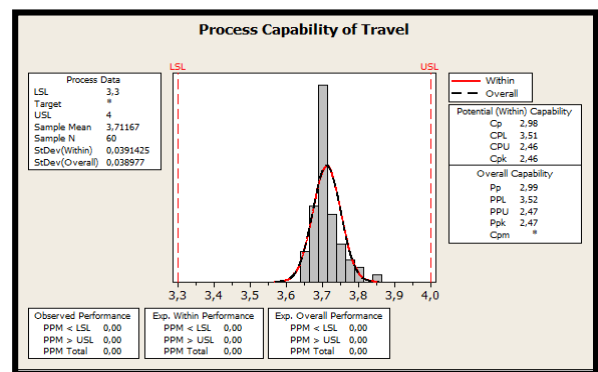
İstatistiksel süreç kontrol, örnekleme teorisine dayanan ve periyodik ölçmelerle kalitenin devamlı olarak izlenmesine yönelik bir yöntemdir. (Cpk>1,33 olmalıdır) Sürtünme kaynak makinası (Spinwelding machine) son derece hassas bir makina olduğu için validasyon çalışmaları ile belirlenen parametreler her hafta düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Makinadan alınan 60 parçanın verisi ile kapabilite çalışması Minitap ile yapılmalı ve bir önceki hafta ile kıyas yapılmalıdır. Minitap programında 60 parça üzerinden yapılan kaynak süresi ve ilerlemelerin kapabilite çalışması aşağıdaki gibidir.



Şekil 6. Zaman Kapabilite Analizi



Şekil 7. Makina İlerleme Kapabilite Analizi



Şekil 8. İlerleme Kapabilite Analizi

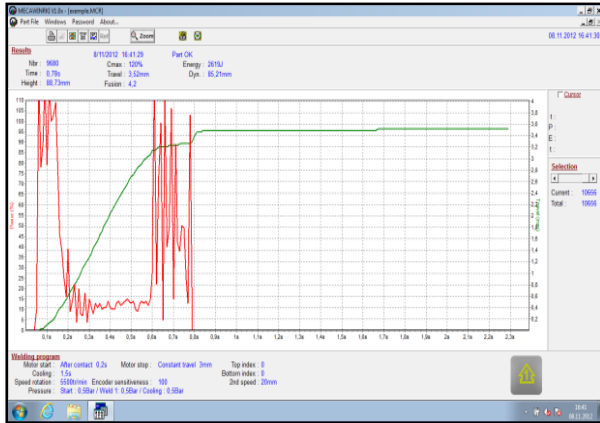
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULT AND DISCUSSIONS)

4.1 Kaynak Parametrelerinin Validasyon Deneleri ile Hesaplanması (Calculating Welding Parameter With Validation Test)

Spinwelding prosesinde, kaynak işleminin kontrol edildiği 6 temel parametre bulunmaktadır.

Bu parametreler validasyon çalışmaları sonucunda test edilen parçalar ile belirlenir.

Her bir parçanın kaynak parametreleri bilgisayar ortamında kayıt altına alınıyor ve sonrasında kapabilite çalışmaları yapılıyor.



Şekil 9. Spinwelding Kaynak Parametreleri Arayüzü

Spinwelding prosesinde, basınç ,hız ve enerji parametreleri sabittir. Bu parametrelerde değişiklik olmamaktadır. Fakat kaynak zamanı , makina ilerleme ve kaynak sırasındaki ilerleme değişiklik gösterebiliyor. Validasyon çalışmalarında bu üç değişiklik gösteren parametreler üzerinden çalışmalar yapılmıştır.

Tablo 1. Validasyon Parametre Çalışmaları (Zaman)

Numune Parçalar	Zaman	İlerleme	Makina İlerleme
1.Parça→	0,5sn	3,5mm	89mm
2.Parça→	0,6sn	3,6mm	89,2mm
3.Parça→	0,7sn	3,6mm	89,2mm
4.Parça→	0,8sn	3,5mm	89,2mm
5.Parça→	0,96sn	3,6mm	89mm
6.Parça→	1sn	3,6mm	89mm

Tablo 2. Validasyon Parametre Çalışmaları (İlerleme)

Numune Parçalar	Zaman	İlerleme	Makina İlerleme
7.Parça→	0,7sn	2,3mm	89mm
8.Parça→	0,82sn	2,8mm	89,3mm
9.Parça→	0,66sn	3,3mm	89,3mm
10.Parça→	0,63sn	3,8mm	89,1mm
11.Parça→	0,72sn	4mm	89mm
12.Parça→	0,9sn	4,4mm	89,5mm

Tablo 3. Validasyon Parametre Çalışmaları(Makina İlerleme)

Numune Parçalar	Zaman	İlerleme	Makina İlerleme
13.Parça→	0,63sn	3,5mm	88,5mm
14.Parça→	0,7sn	3,3mm	88,7mm
15.Parça→	0,87sn	3,9mm	89mm
16.Parça→	0,74sn	3,5mm	89,2mm
17.Parça→	0,67sn	3,4mm	89,5mm
18.Parça→	0,74sn	4mm	89,6mm

Tablodaki numune parçalar incelendiğinde 2 , 3 , 4 , 5 , 9 , 10 , 11 , 15 , 16 ve 17. numune doğru kaynak olmuştur.Fakat parametreler dışında olan 1 , 6 , 7 , 8 , 12 , 13 , 14 ve 18. numune fazla veya eksik kaynak sebebiyle uygunsuz kaynak tespit edilmiştir.

Uygun parametreler , numune parçaları çekme testi , sızdırmazlık testi , şok testi, patlatma testi , enine kesit alınmış numunelerin görsel kontrolleri ve optik mikroskop görüntüleri sonrasında belirlenmiştir.

4.2 Parçalara Uygulanan Deneyler (Experiments That Has Been Made To The Parts)

Renault 34-04-892 şartnamesine göre yapılan testler (Çekme testi , Sızdırmazlık testi , Şok testi, Patlatma testi , Enine kesit alınmış numunelerin görsel kontrolleri , Optik mikroskop resimleri) şeklinde kontrol edilir.

Aşağıdaki tablolarda borunun malzemesine göre (PA12 LX9013 ve MLT 4300 Material) farklı ölçüm sonuçlarının bulunduğu gözükmektedir.

- Sızdırmazlık Testi;

Çeşitli sıcaklık ve basınçlarda % 100 kaçak testine tabi tutuldular.

Tablo 4. Sızdırmazlık Test Sonuçları

STANDART	İSTENİLEN	PA12 SONUÇ	MLT SONUÇ
7,7 bar. 23°C	Kaçak yok	Geçer	Geçer
10 bar. 23°C	Kaçak yok	Geçer	Geçer
- 950 mb. 23°C	Kaçak yok	Geçer	Geçer

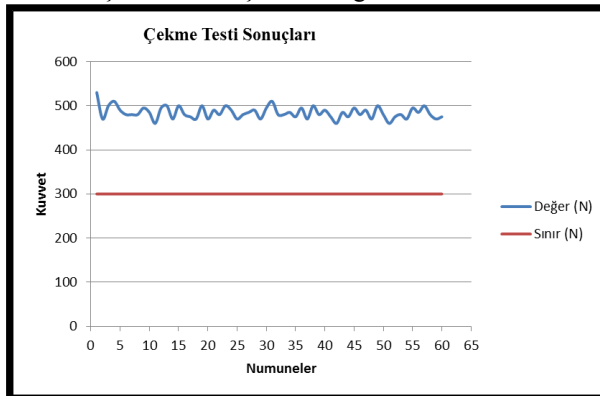
- Çekme Testi;

Kaynak işleminin uygun olup olmadığını doğrulamak için farklı sıcaklıklarda çekme testi uygulandı.

Tablo 5. Çekme Test Sonuçları

STANDART	İSTENİLEN	PA12 SONUÇ	MLT SONUÇ
23°C	> 25daN	50 daN ' da boru koptu	49 daN' koptu
130°C	>12daN	27.3 daN' da boru koptu	33.5 daN' koptu

Tablo 6. Çekme Sonuçları Grafiği



- Patlatma Testi;

Patlatma testi boru patlayana kadar uygulanır ve kaynak bölgesinde herhangi bir bozulmanın olmaması beklenir.

Tablo 7. Patlatma Test Sonuçları

STANDART	İSTENİLEN	PA12 SONUÇ	MLT SONUÇ
23°C	> 30 bar	68 bar'da Boru Patladı	68 bar'da Boru Patladı
125°C	>18bars	27.3 bar'da Boru Patladı	33.5 bar'da Boru Patladı



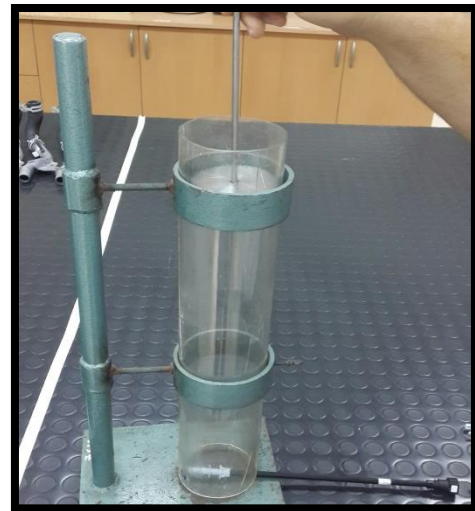
Şekil 10. Numune Patlatma Testi Örneği

- Şok Testi;

Kaynak işleminin uygun olup olmadığını doğrulamak için şok testi uygulanır. Şok testi -30 derecede bekletilen numuneye 200gram ağırlığındaki parça 50 cm yüksekliğinden atılır ve kırık veya çatlatılmaması beklenir.

Tablo 8. Şok Test Sonuçları

STANDART	İSTENİLEN	SONUÇ
7,7 bar. 23°C	Kaçak yok	Geçer.
C/200 g/50cm/-30°C	Kırılma ve çatlama yok	Geçer.



Şekil 11. Numune Şok Testi Örneği

- Enine Kesit Alınmış Numunelerin Görsel Kontrolleri; Validasyon çalışmaları ve görsel

kontrol için numune parçalar görsel kontrol yapılır. Örnek resimler aşağıdadır.



Şekil 12. Enine Kesit Alınmış Numuneler



Şekil 13. Hatalı Kaynak Numune Örneği

- Optik Mikroskop Kontrolleri (NOK-OK) ;

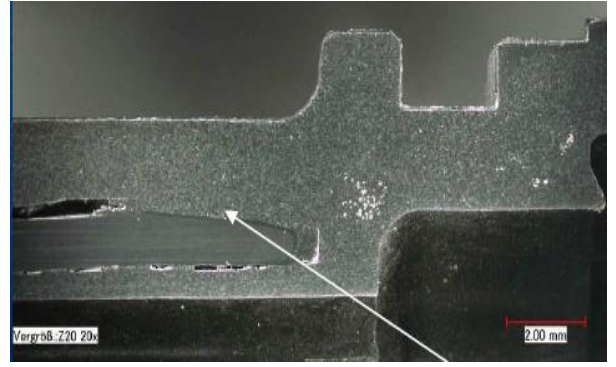
Enine kesit alınmış numuneler optik mikroskop ile incelemeleri yapılır. Örnek resimler aşağıdadır.



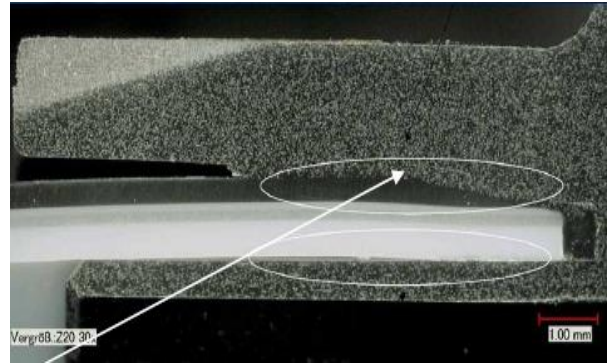
Şekil 14. MLT 4300 Doğru Kaynak Mikroskop Resmi



Şekil 15. PA12LX9013 Hatalı Kaynak Mikroskop Resmi



Şekil 16. PA12LX9013 Kaynak Bölgesi Optik Mikroskop R.



Şekil 17. MLT 4300 Kaynak Bölgesi Optik Mikroskop R.

5. GENEL SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Yapılan istatistiksel süreç kontrol çalışmaları ile kaynak prosesinin doğruluğunun devamlılığı sağlanmıştır.

Bu çalışmada yakıt borularında olası bir yakıt kaçağını önlemek amacı ile yapılan çalışmalar ve bunun neticesinde deneysel testler araştırılmıştır. Hatasızlaştırma çalışmaları yapıldığında ve makina kaynak parametreleri belirli aralıklara

sabitletiğinde kaynak prosesinin maksimum verimde çalıştığı gözlemlenmiştir.

Belirlenen parametredeki parçalar deneysel testlerle (Çekme testi , Sızdırmazlık testi, Şok testi, Patlatma testi , Enine kesit alınmış numunelerin görsel kontrolleri ve Optik mikroskop görüntüleri ile) uygunluğu gözlemlenmiştir.

6. TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazarlar; malzeme ve laboratuvar çalışmaları için Nobel firmasına ve Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür etmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Gürleyik M., "Sürtünme Kaynağı yapılan Döküm Alaşımları" II. Kaynak Sempozyumu, İ.T.Ü. Kasım 1989, 231-241.
2. [2] Tülbentçi K., Yılmaz M., "Farklı Takım Çeliklerinin Katı Hal Kaynağı" II. Kaynak Sempozyumu, İ.T.Ü. Kasım 1989, 303-314.
- [3] Anık S., Anık E. S., Vural M., "1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı" Cilt I, İstanbul 1993, 309-215.
2. [4] Yılmaz M., "Farklı Takım Çeliklerinin Sürtünme Kaynağında Kaynak Bölgesinin İncelemesi" Doktora Tezi, Y.T.Ü., İstanbul 1993.
3. [5] Sulazec A., "Thermal Effects In Friction Welding" Int. J. Mech. Sei. V32, N6, 1990,467-478.
- [6] Kearas W. H. " Friction Welding" Welding Handbook, Miami 1982, 24-261