

Projeksiyon Kaynağında DP800 Çeliklerde M10 Kaynak Somununda Farklı Meme Yapısının Punta Kalitesine Etkisi

^{*1}Mustafa YAZAR, ¹Ayşegül YILDIZ, ¹Ersin MUTLU, ²Şükrü TALAŞ

^{*1}Şahinkul Makina ve Yedek Parça San. Tic. A.Ş., Bursa, Türkiye

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, Coşkunöz marka AC (Alternative Current) trafolu 300 kVA projeksiyon kaynak makinasında M10 kaynak somununda farklı meme yapısının punta kalitesine olan etkisi incelenmiştir. Hazırlanan numuneler tam tahribatlı test cihazı ile kopma yükü kuvveti testine tabi tutulmuştur. Otomotiv ana sanayinin şartnamelerle belirlemiş olduğu kopma yükü minimum ve maksimum değer aralığında incelenerek ürün kalitesini artırma amaçlanmıştır. Testlerde 2,2 mm FE DP800 ZNT/F/12/2S kaplamalı çelik sac ve kaynak somunu olarak M10x1,5 üç memeli farklı meme yapısına sahip kaynak somunu kullanılmıştır. Testlerde kullanılacak kaynak somunlarının meme yapısı düz ve çap olan M10 kaynak somunları ile denemeler yapılmıştır. Hazırlanan DP800 çelik sac numuneleri ve M10 kaynak somunları ile puntalama operasyonu testinde kaynak zamanı ve elektrod baskı kuvveti sabit tutulmuş olup akım değeri incelenmiştir. Kaynak somunu memesi çap olan M10 somun için 30,5 kA akım değeri ile istenen kopma yükü şartlarının sağlandığı kaynak somunu memesi düz olan ile 32 kA akım değerine ihtiyaç olduğu yapılan test sonuçları ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Projeksiyon kaynağı; M10x1,5 kaynak somunu; DP800 çelik sac

Effect of Different Nozzle Structure on Spot Quality in M10 Weld Nut in DP800 Steels in Projection Welding

Abstract

In this study, the effect of different nozzle structure on the spot quality of the M10 welding nut on a 300 kVA projection welding machine with Coşkunöz AC (Alternative Current) transformer was investigated. The prepared samples were subjected to the breaking load force test with a fully destructive test device. It is aimed to increase the product quality by examining the breaking load determined by the specifications of the automotive main industry in the minimum and maximum value range. In the tests, 2.2 mm FE DP800 ZNT/F/12/2S coated steel sheet and M10x1.5 three nozzle welding nut with different nozzle structure were used as welding nut. Experiments were made with M10 welding nuts with a flat nozzle structure and a diameter of the welding nuts to be used in the tests. In the spotting operation test with prepared DP800 steel sheet samples and M10 welding nuts, the welding time and electrode pressure force were kept constant and the current value was examined. It has been determined by the test results that a current value of 30.5 kA for the M10 nut with a welding nut nozzle diameter and 32 kA current value is required for the flat weld nut with the desired breaking load conditions.

Keywords: Projection source; M10x1,5 welding nut; DP800 steel sheet

1. Giriş

*Sorumlu yazar: Adres: AR-GE Merkezi Şahinkul Makina ve Yedek Parça San. Tic. A.Ş., Bursa TÜRKİYE. E-mail: mustafa.yazar@sahinkulmakina.com.tr, GSM: +902242611530

Otomotiv ana sanayine çalışan firmaların başta iş güvenliği önce emniyet sonra hareket prensibini benimsemişlerdir. Küresel olarak artan rekabet ortamından ana sanayilerin birleşerek tekelleştiği günümüzde yerli firmaların rekabet etmesi için düşük maliyet – yüksek kaliteli ürün üretmesi gerekmektedir. Ülkemizin de taraf olduğu yeşil mutabakat ile egzoz gazı salınımını azaltıcı olan faaliyetlerden birisi de araç hafifletme çalışmasıdır. Yüksek mukavemetli çelikler ile kaynak edile birlik yoğunluk kazanmıştır. Çelik saçlar ile bağlantı elemanı olan kaynak somunlarının şartnamelerle istenen kriterlerin sağlanabilmesi, yerli üreticilerin global pazarda yabancı firmalarla rekabet etmesi için gereklidir.

Günümüzde birçok endüstri alanında yaygın olarak kullanılan kaynak yöntemlerinden biri olan projeksiyon kaynağı, iş parçalarından geçen elektrik akımına karşı iş parçalarının gösterdiği dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda parçalara uygulanan basıncın tatbikiyle yapılan bir kaynak yöntemidir. Isı, kaynak edilecek kaynak somununun kaynak memelerinde meydana gelir ve basınç kaynak makinasındaki elektrotlar vasıtasıyla kaynak somunu puntalama operasyonu gerçekleşir. Otomotiv ana sanayinde ve bunlara bağlı alt kuruluşlarında kullanılan projeksiyon kaynak makineleri AC ve MFDC trafolu olanları mevcuttur [1].

Literatürde yapılan çalışmalar çoğunlukla projeksiyon kaynağının farklı sac kalınlıkları ve kaynak parametrelerinin (kaynak akımı, impuls sayısı, kaynak süresi ve elektrot basıncı) yeni nesil çeliklerin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi konusunda yoğunluk kazanmıştır [2].

Çelik sektöründeki hızlı ilerleyiş ile birlikte ileri yüksek mukavemetli çelikler (AHSS) olarak yeni nesil çelik kaliteleri geliştirilmektedir [3].

İleri yüksek mukavemetli çelikler ürün grubunda bulunan çift fazlı (DP) çelikler yüksek dayanım, mükemmel süneklik, iyi kaynak edilebilirlik ve çarpışma testlerinde yüksek enerji absorpsiyon kabiliyeti özelliklerine sahiptir [4].

Otomotiv ana sanayinde saçların birbiri ile montajında bağlantı elemanları kullanılmaktadır. Bu bağlantı elemanları kullanım amacını göre çeşitlilik göstermektedir. Otomotiv sektöründe bağlantı elemanlarının kullanım avantajlarını sıralayacak olursak maliyet, tasarım kolaylığı, hızlı ve kolay montaj edilebilme ve ürünlerin belli standartlara göre yapılıyor olması diyebiliriz.

Hazırlanan DP800 çelik saç numuneleri ve M10x1,5 kaynak somunları ile puntalama operasyonu testinde kaynak zamanı ve elektrod baskı kuvveti sabit tutulmuş olup akım değerinin farklı meme yapısına sahip kaynak somunlarında punta kalitesine etkisini gözlemleyerek iyileştirme önerilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Malzeme

2.1.1. DP800 çelik saç malzeme ve kaynak somunu

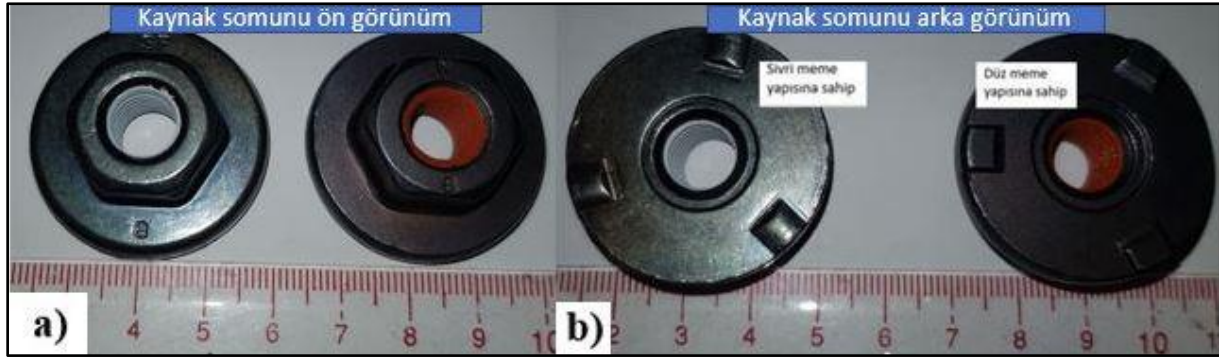
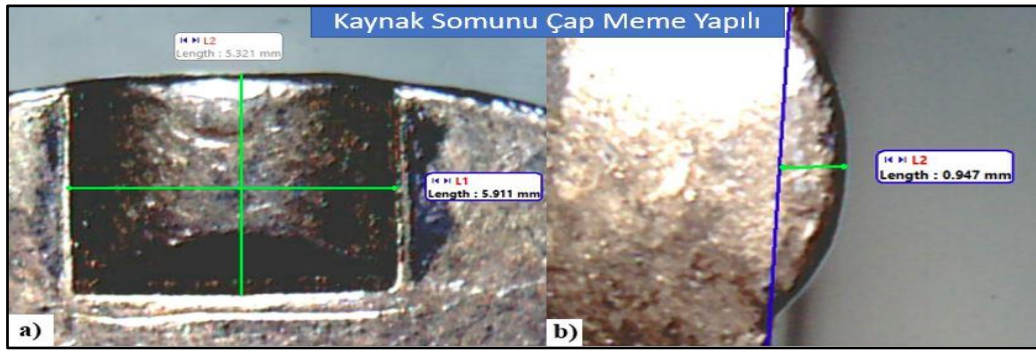
Deneylerde kullanılan 2,2 mm kalınlığındaki kaplamalı ticari DP800 çelik saçın kimyasal bileşimi Tablo 1 ve mekanik özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. DP800 çeliğine ait kimyasal analiz. (% ağırlık).

Element	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ti+Nb	Cr+Mo
% Oranı	0,18	0,10	2,5	0,08	0,015	0,01-2,0	0,2	0,15	1,4

Tablo 2. DP800 çeliğine ait mekanik özellikleri.

Malzeme	Akma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Uzama (%)
2,2 mm DP800 Çelik Saç	420-550	780	14

**Şekil 1.** M10x1,5 kaynak somunu görseli.**Şekil 2.** M10x1,5 kaynak somunu çap meme yapılı görseli.**Şekil 3.** M10x1,5 kaynak somunu düz meme yapılı görseli.

Deneylerde kullanılan 3 memeli 8 kalite M10x1,5 kaynak somunu görseli Şekil 1’de verilmiştir. Çap meme yapılı kaynak somunu Şekil 2’de düz meme yapılı kaynak somunu Şekil 3’te görsellerine yer verilmiştir. M10x1,5 kaynak somununun kimyasal özellikleri Tablo 3’te

fiziksel özellikleri Tablo 4'te verilmiştir. Deneylerde kullanılan M10x1,5 kaynak somunlarının özellikleri aynı olup meme yapıları farklılık göstermektedir.

Tablo 3. M10x1,5 kaynak somunu kimyasal özellikleri.

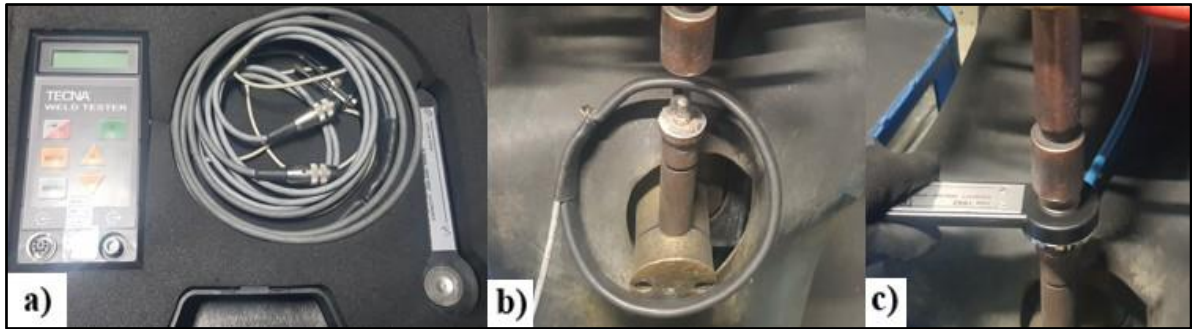
Element	P	S	C	Mn	Si	B	Cr
% Oranı	0,011	0,007	0,18	0,85	0,045	0,003	0,021

Tablo 4. M10x1,5 kaynak somunu mekanik özellikleri.

Malzeme	Çekme Dayanımı (MPa)	Sertlik (HV)
M10x1,5 Kaynak Somunu	800	230

2.2. Metod projeksiyon kaynağı ile punta operasyonu

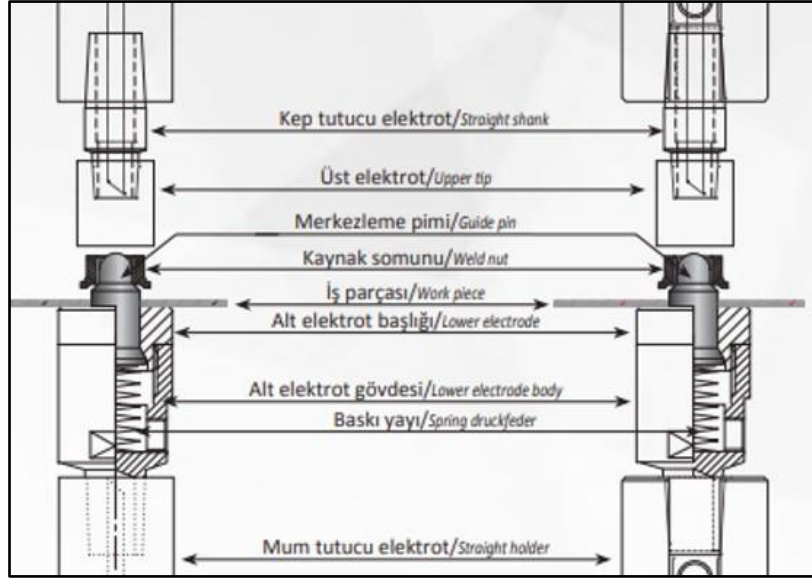
Projeksiyon kaynağında kaynak somunu puntalama öncesi AC trafolu 300 kVA sabit punta makinasında yapılması gerekenler üç adımdan oluşmaktadır. Bunlar, a) su ve hava debisinin kontrolü, b) elektrod kuvvet ve akım değerleri kontrolü, c) eksenellik kontrolü.



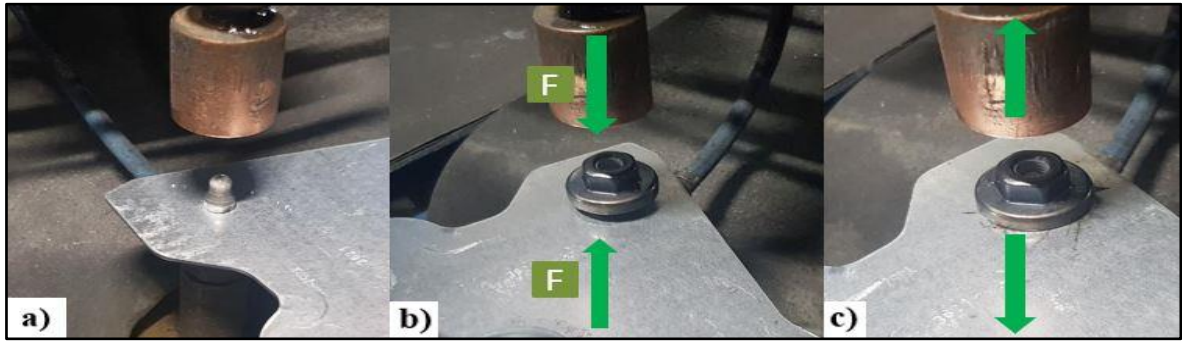
Şekil 4. a) Tecna weld tester, b) Akım doğrulama c) Kuvvet doğrulama görseli.

Bu adımların doğrulanması yapılmaz ise istenen kaynak verimi alınamaz. AC trafo 300 kVA projeksiyon kaynak makinasında kaynak zamanı ve elektrod baskı kuvveti sabit tulumuştur. Puls değeri kaynak somunu puntalamada bir olarak alınır. Kaynak somunu puntalama prosesi Şekil 5 ve Şekil 6 da gösterilmiştir.

Kaynak somunu 3 memenin şartnamede belirtilen en, boy ve yükseklikte olması gerekir [5]. Kaynak somununda kaynak memesi oluşmamış veya 3 adet kaynak memesi eşit değil ise kaynak akımı atlama yapacağı için istenen kopma yükü değeri sağlanamaz. Projeksiyon kaynağında kaynak somunu puntalama prosesinde kullanılan değerler Tablo 5 de gösterilmiştir.



Şekil 5. Kaynak somunu puntalama prosesi.

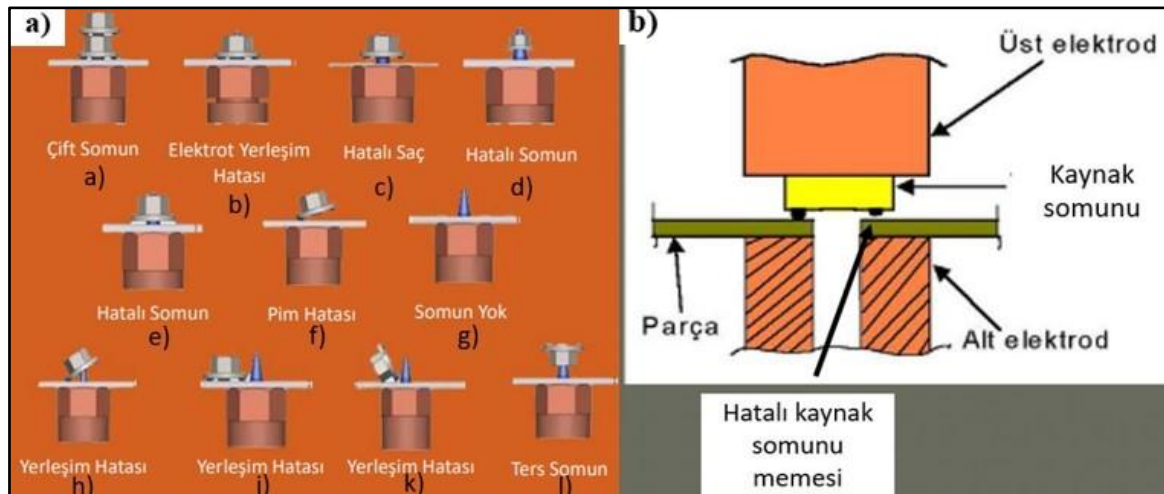


Şekil 6. a) Parçayı aparata yerleştirme, b) Somunu pime yerleştirme, c) Somunu puntalama

Tablo 5. M10x1,5 kaynak somunu puntalama parametre değerleri.

Numuneler	Kaynak Memesi Şekli	Kaynak Zamanı (Cycle)	Akım Değeri (kA)	Elektrot Baskı Kuvveti (daN)	İmpuls (Darbe)
1. Test parçası	Çap Kaynak Memesi	3	30,5	600	1
2. Test parçası	Düz Kaynak Memesi	3	30,5	600	1
3. Test parçası	Düz Kaynak Memesi	3	32	600	1

2.3. Kaynak somunu puntalama hataları



Şekil 7. a) Kaynak somunu puntalama prosesi hataları, b)kaynak somununda hatalı kaynak memesi.

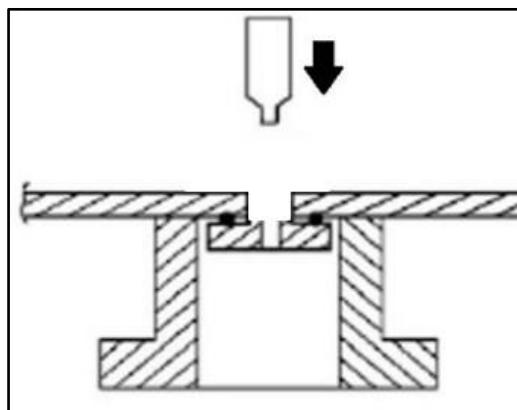
Kaynak hatlarında kaynak somunu puntalama hatalı Şekil 7 de verilmiştir; a) kaynak somunu puntalama prosesinde operatör hataları b) hatalı kaynak memesi görseline yer verilmiştir.

2.4. Kopma kuvveti testi

Kopma yükü testi tam tahribatlı olarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 6’da kopma kuvveti test cihazının teknik donanımı, Şekil 8 de ise kopma kuvveti test prosesi gösterilmiştir. 3 adet test parçası kopma kuvveti testine tabi tutularak ölçülen değerler üstüne yazılmıştır.

Tablo 6. Tam tahribatlı test cihazı mekanik özellikleri.

Teçhizat	Güç	Yük Kapasitesi	Gösterge Paneli
Kopma Kuvveti Test Cihazı	1,5 kW	20 kN	Dijital



Şekil 8. Kaynak somunu tam tahribatlı test prosesi.

3. Bulgular ve Tartışma

3. 1. Mekanik özellikler

Akım değeri 30,5 kA ve 32 kA olarak seçilmiş olup, DP800 çelik saçlardan hazırlanmış olan numunelere 4'er adet kaynak somunu puntalaması yapılmıştır. Kaynak somunu puntalamasının ardından tam tahribatlı test sonucunda kopma yükü kuvvetlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Tam tahribatlı numune test sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

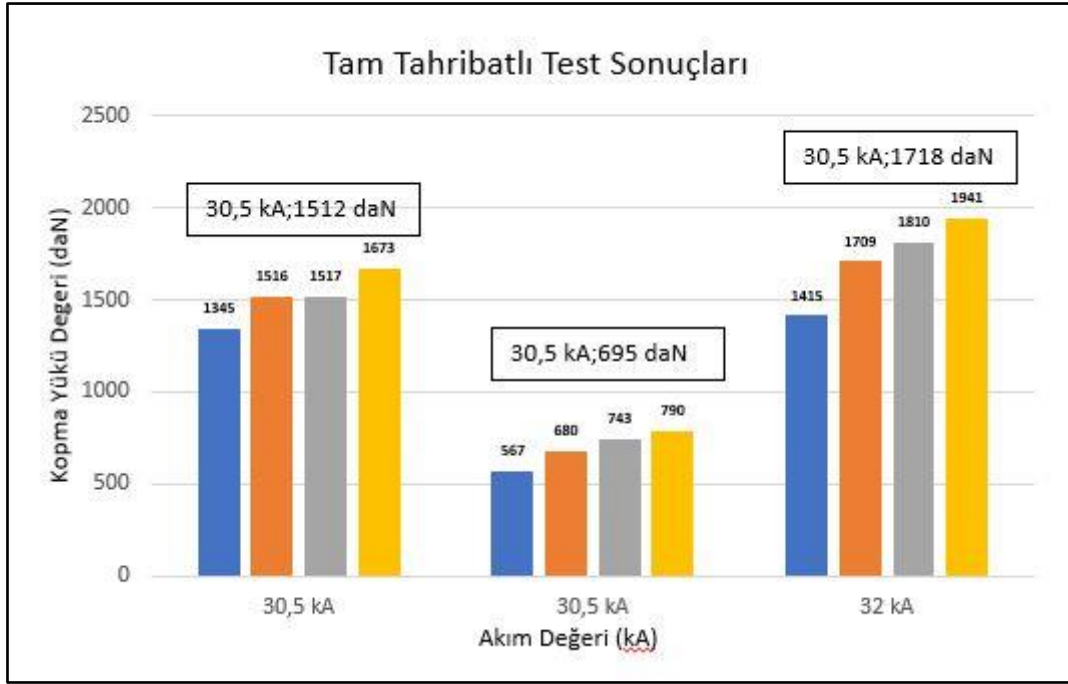
Tablo 7. M10x1,5 kaynak somunu kopma kuvveti test parçaları tablosu.

Numuneler	Kaynak Memesi Şekli	Akım Değeri (kA)	Kopma Yüğü Değeri (daN)	Ortalama Kopma Yüğü Değeri (daN)
1. Test parçası	Çap Kaynak Memesi	30,5	1345-1516-1517-1673	1512
2. Test parçası	Düz Kaynak Memesi	30,5	567-680-743-790	695
3. Test parçası	Düz Kaynak Memesi	32	1415-1709-1810-1941	1718

Hazırlanan 3 adet test parçası kaynak somunu puntalama operasyonu gerçekleştirilerek tam tahribatlı kopartma testinin grafik olarak gösterimi Şekil 9'da gösterilmiştir. Her test parçası için kaynak zamanı 3 cycle, elektrod baskı kuvveti 600 daN ve darbesi sabit tutulmuştur. Kaynak özel bir işlem olduğu için test parçalarında kendi içinde belli oranda dalgalanmalar olduğundan ortalama değer kullanılmıştır.

Tablo 7 de görüldüğü gibi, test sonuçlarının çap kaynak memesinde 30,5 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 1512 daN, düz kaynak memesi 30,5 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 695 daN ve düz kaynak memesi 32 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 1718 daN olarak bulunmuştur.

Akım değeri ile ilişkilendirildiğinde ise, ortalama kopma yükü değerlerinin kaynak akımı ile meme yapısının farklı olmasını etkilediği gözlemlenmiştir.



Şekil 9. M10x1,5 kaynak somunu kopma kuvveti test değerleri grafiği.

3.2. Deney görselleri



Şekil 10. M10x1,5 kaynak somunu kopma kuvveti test parçaları görseli.

Deney görselleri Şekil 10 da verilmiştir. Test sonuçlarının çap kaynak memesinde 30,5 kA akım değerinde kopma yükü değerleri 1345 daN, 1516 daN, 1517 daN, 1673 daN, düz kaynak memesi 30,5 kA akım değerinde kopma yükü değeri 567 daN, 680 daN, 743 daN, 790 daN ve düz kaynak memesi 32 kA akım değerinde kopma yükü değeri 1415 daN, 1709 daN, 1810 daN, 1941 daN, olarak bulunmuştur. Farkı meme yapısında akım değerinin yetmediği Test 2 de görülmektedir akım değeri artırılarak yapılan Test 3 kopma yükü değerinin istenen seviyeye geldiği gözlemlenmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

- Kopma yükü kuvveti farklı meme yapı ile değişmektedir.
- Çap kaynak memesinde 30,5 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 1512 daN sonuçlanmıştır.
- Düz kaynak memesi 30,5 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 695 daN sonuçlanmıştır.
- Düz kaynak memesi 32 kA akım değerinde ortalama kopma yükü değeri 1718 daN sonuçlanmıştır.
- Çap kaynak memesinde 30,5 kA değeri yeterli olurken düz kaynak memesinde 32 kA değeri ile istenen kopma yükü değeri sağlanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Şahinkul Makina AR-GE merkezi tarafından ARGE-2021-26 2101090000 proje numarası ile desteklenmiştir. Teknik destek için Samet BALKAN ve Fatih EFE' ye teşekkürler.

5. Kaynaklar

[1] Buchanan, G., 2003. ResistanceWelding Manual”, RWMA, Fourth Edition, Bridgeport, NJ. U.S.

[2] Oikawa, H., Murayama, G., Sakiyama, T., Takahashi, Y. andIshikawa, T., 2006. Resistance spot weldability of highstrengthsteel (HSS) sheetsforAutomobile. Nippon Steel Technical Report No. 95, 385, 39-45.

[3] ULSAB-AVC, Body StructureMaterials, Technical Transfer Dispatch no.6, May, 2001

[4] Granbom, Y., 2010. Structureandmechanicalproperties of dualphasesteels, Doctoralthesis, 24-25

[5] FCA Welding General Standart (2018)