

Saplama Kaynağının Projeksiyon Kaynak Makinasında Yapılması ve Kaynak Kalitesine Etkisinin İncelenmesi

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

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

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

Özet

Bu çalışmada, MFDC trafolu 100 kVA projeksiyon kaynak makinasında saplama kaynak tabancası yerine operasyonun projeksiyon kaynak makinasında yapılması ile punta kalitesine etkisi incelenmiştir. Hazırlanan numuneler ile projeksiyon kaynak makinasında saplama kaynağı operasyonu işlemi gerçekleştirilmiş ve tork testi ile sonuçların doğrulaması yapılmıştır. Bu çalışmada, başta otomotiv ana sanayinin şartnamelerle belirlemiş olduğu saplama kaynak test sonucu değerleri incelenmiştir. Çalışmada 3 mm WSS-M1A365-A22 çelik sac ve M6x1x19.25 kaynak tuckeri kullanılmıştır. Hazırlanan çelik sac numuneleri ve kaynak tuckeri ile puntalama operasyonu testinde kaynak zamanı 30 ms, kuvvet 500 daN da sabit tutulmuştur. Kaynak akım değeri 12,5 kA den başlanarak her test 2 kA artırılarak 6 adet test yapılmıştır. Yapılan tork testi sonuçlarına göre 16,5 kA de saplama kaynağında istenen tork değeri yakalanmıştır. Ayrıca yapılan literatür taramasında konu ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Projeksiyon kaynak; Saplama kaynak; Kaynak kalitesi

Stud Welding on Projection Welding Machine and Examining the Effect on Weld Quality

Abstract

In this study, in the 100 kVA projection welding machine with MFDC transformer, the operation is performed on the projection welding machine instead of the stud welding gun. with the effect on the tailstock quality was investigated. Prepared samples with Stud welding operation was performed on the projection welding machine. And torque test with results were verified. In this study, in particular, the results of the stud welding test results determined by the automotive main industry's specifications were examined. In our study, 3 mm WSS-M1A365-A22 steel sheet and M6x1x19.25 welding tucker is used. Prepared steel sheet samples and welding tucker with in the spotting operation test, the welding time is 30 ms, the force was kept constant at 500 kg. Starting from 12.5 kA, the welding current value was increased by 2 kA for each test and 6 tests were carried out. According to the torque test results, the desired torque value was achieved in stud welding at 16.5 kA. In addition, no study was found on the subject in the literature review.

Keywords: Projection welding; stud welding; Welding Quality

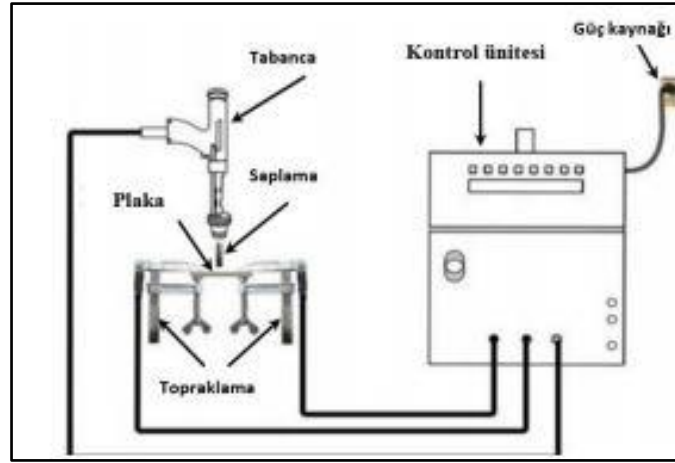
1. Giriş

Günümüzde birçok endüstri alanında yaygın olarak kullanılan kaynak yöntemlerinden biri olan projeksiyon kaynağı, iş parçalarından geçen elektrik akımına karşı temas noktalarındaki

*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

dirençten sağlanan ısı ve aynı zamanda parçalara uygulanan basıncın tatbikiyle yapılan kaynak yöntemidir. Isı, kaynak edilecek cıvata kaynak memelerinde akım yoğunlaşması ile meydana gelir ve basınç kaynak makinasındaki elektrotlar vasıtasıyla cıvata puntalama operasyonu gerçekleşir. Otomotiv ana sanayinde ve bunlara bağlı alt kuruluşlarında kullanılan projeksiyon kaynak makinaları AC ve MFDC trafolu olanları mevcuttur [1].

Saplama kaynağı, genellikle cıvata veya özel olarak hazırlanmış bir somunu saç veya levha şeklindeki bir iş parçasına birleştirme metodudur. Saplama kaynak ürünleri, endüstriyel ve ticari yapılar, köprüler, askeri araçlar, kazan üretimi, otomobil, kamyon, demiryolu, gemi yapımı, demiryolu araçları, elektrik parçaları, uçak, metal, mobilya ve diğer metal işleme sanayileri için kullanılır.



Şekil 1. Manuel saplama kaynağı görseli.

Bu metotta kaynak elemanları, ilave malzeme olmadan ve bağlama elemanlarını sabitlemek için herhangi bir delme, zımbalama, diş açma, yapıştırma ve perçinleme işlemi gerektirmeden sadece ark ile birleştirilir [2].

Birçok alanda saplama kaynağı en ucuz birleştirme tekniğidir. Saplama kaynak işleminin bir diğer avantajı ise levhaya tek taraflı kaynak yapılabilirliğidir. Mevcut teknikte saplama kaynağı manuel işlemlerde saplama kaynak tabancaları ile taşıyıcı robotlarda ise robot üzerine saplama kaynak ünitesi entegre edilerek veya taşıyıcı robotun iş parçasını saplama kaynak tabancasına taşıması yolu ile yapılmaktadır.

Mevcut teknikte kullanılan metotların dezavantajları aşağıda belirtilmiştir;

- İlave makine teçhizatı yatırımının yapılması manuel saplama kaynağı için kaynak tabancası, kaynak ünitesi, taşıyıcı robot yardımı ile yapılacaksa tamamı ithal taşıyıcı robot ve robotlara entegre edilmesi gereken saplama kaynağı ünitesi tertibatları,
- Kaynak operasyonu farklı lokasyonlar arası iş parçası taşıma işlemi yapılacağı durumlarda ekstra transfer maliyeti, taşıma amaçlı enerji ve zaman kayıplarının ekstra maliyet oluşturması,

- Taşıyıcı robot ile saplama kaynağında sapla kaynağı yapılıyor ise kaynak işleminden sonra iş parçalarının tekrar projeksiyon kaynak makinalarına somun ve civata ve benzeri operasyonlar için transfer işçiliği,
- Manuel saplama kaynağı ve taşıyıcı robot ile entegreli saplama kaynak tabancaları için gerekli olan sarf malzemeler, tamamı ithal collet, nozul ve benzeri ekipmanların oluşturduğu maliyet,
- Robot operasyonunda yapılacaksa robotun çalışması gereken güvenli bölgeye gelmesi için ekstra yörünge hareketleri için geçirdiği süreden kaynaklanan zaman kayıplarına neden olmaktadır,
- Manuel kaynak tabancaları ile atılan saplama kaynağının kalitesizlik maliyeti, eksik operasyonlu parçanın müşteriye gitmesi,
- Taşıyıcı robota entegreli saplama kaynak tabancası ile saplama kaynağı operasyonun da taşıyıcı robotun iş parçasına erişim güçlüğü,
- Farklı çap ve boyutlu saplamalarda ekstra set up süresi ve ekipman maliyeti,
- Saplama çeşitliliğine göre farklı çap ve boyutta ekstra yatırım maliyeti,

Tekniğin bilinen durumuna göre taşıyıcı robot ile saplama kaynağı rastlanılmış olup projeksiyon kaynak makinası ile saplama kaynağı operasyonu literatür taramasında ilgili yayına rastlanılmamıştır.

Saplama kaynağının projeksiyon kaynak makinasında yapılması yöntemi ile ekstra teçhizat yatırıma gerek olmadan kaynak işlemi gerçekleştirilecektir. Bunun sayesinde firmaların tamamı ithal olan saplama kaynağı tabancası ve kontrol ünitesi almasına gerek kalmayacaktır.

Ayrıca taşıyıcı robotlarda saplama kaynak tabancası ile uygulamaları görülse de yeni tamamı ithal olan taşıyıcı robot gereksinimi ve taşıyıcı robota entegreli saplama kaynak tabancası yatırımı gerekmektedir bu durumda yerli sanayiciyi ekstra yatırım yapmaya zorlamak karlılık oranını düşürmektedir.

Bir diğer durumda manuel saplama kaynak tabancası ile saplama kaynağı yapılması durumunda ise prosesler arası taşıma işçiliği maliyeti çıkmaktadır.

Taşıyıcı robotlarda yapıldığında ise operasyonlar arası taşıma işçiliğinin yanında ekstra robotun çalışması için gerekli olan güvenli bölgeden dolayı fikstürler arası en az 1,5 metre olan güvenli bölge operasyon süresini uzatmaktadır.

Taşıyıcı robotlarda saplama kaynağı işleminden sonra (her puntalamadan sonra) gan kalibrasyonu işçiliğide ekstra maliyet oluşturmaktadır. Her iki durumda da saplama kaynak tabancasında ve taşıyıcı robotla saplama kaynağında çevrim süresi uzamaktadır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Malzeme

2.1.1. 3 mm WSS-M1A365-A22 çelik sac malzeme ve kaynak tuckeri

Deneylerde kullanılan 3 mm kalınlığındaki kaplamasız ticari 3 mm WSS-M1A365-A22 çeliğinin kimyasal bileşimi Tablo 1 ve mekanik özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

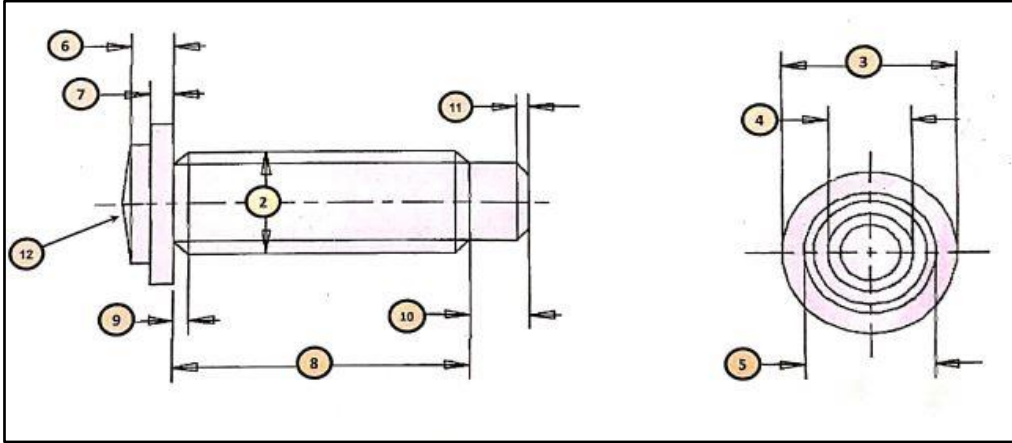
Tablo 1. 3 mm WSS-M1A365-A22 çeliğine ait kimyasal analiz. (% ağırlık).

Element	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Cu
% Oranı	0,10	0,50	0,50	0,02	0,03	0,015	0,3	0,2

Tablo 2. 3 mm WSS-M1A365-A22 çeliğine ait mekanik özellikleri.

Malzeme	Akma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Uzama (%)
3 mm WSS-M1A365-A22 Çelik Saç	180-290	400	34

Deneylerde kullanılan kaynak tuckeri görseli Şekil 4’de verilmiş olup ölçeklendirmesi Tablo 3’te gösterilmiştir.

**Şekil 4.** Kaynak tuckeri.**Tablo 3.** Kaynak tuckeri ölçükleri (mm).

Birim	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	6	9,4	4,5	7	2,3	1,3	16	0,8	3,25	0,65	7 ⁰

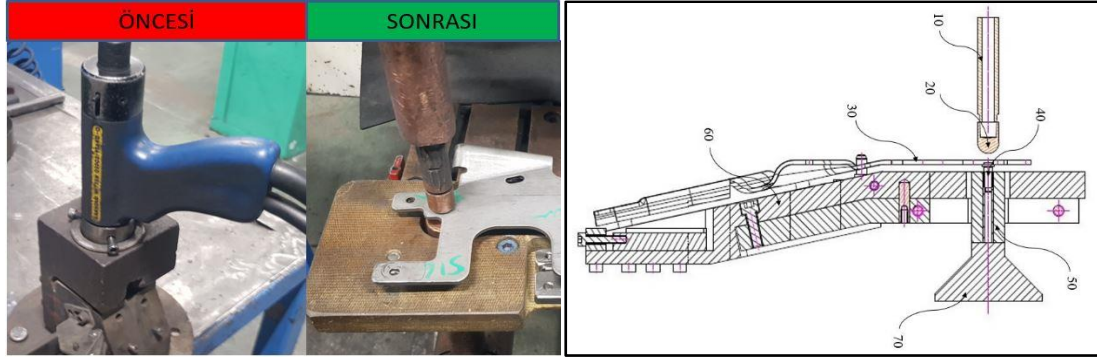
2.2. Metod projeksiyon kaynağı ile saplama kaynağı operasyonu

Projeksiyon kaynağında kaynak tuckeri puntalama öncesi MFDC trafolu 100 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 [3].

Bu adımların doğrulaması yapılmaz ise istenen kaynak verimi alınamaz. MFDC trafo 100 kVA projeksiyon kaynak makinası ile kaynak zamanı, kuvvet ve impuls sabit tutulmuştur. Kaynak tuckeri puntalama prosesi Şekil 2’de gösterilmiştir.

Kaynak tuckeri OEM (Original Equipment Manufacturer) şartnamede belirtilen en, boy ve yükseklikte olması gerekir [4]. Kaynak tuckeri tork testi sonucu ana sanayin M6 tuckerler için

7,5 Nm dir [5,6]. Projeksiyon kaynağında civata puntalama prosesinde kullanılan değerler Tablo 5’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Projeksiyon kaynak makinasında kaynak tuckeri puntalama prosesi.

Prosesin detaylı açıklaması aşağıda sırası ile verilmiştir,

10. Üst elektrod taşıyıcı

20. Kaynak elektrodu

30. İş parçası

40. Saplama

50. Saplama haznesi

60. Saplama kaynak aparatı

70. Alt elektrod taşıyıcı

Şekil 5’de, saplama kaynağı prosesinin projeksiyon kaynak makinasında uygulanması görünümü verilmiştir. Projeksiyon kaynak makinasının üst elektrod taşıyıcısı (10), kaynak elektrodu (20), saplama kaynak aparatı (60), saplama kaynağı yapılacak olan iş parçası (30) ve alt elektrod taşıyıcı (70) gösterilmektedir. Kaynak edilecek olan saplamanın (40) konumlandırıldığı saplama haznesinin (50) konumlandırıldığı saplama kaynak aparatı (60) görülmektedir. Projeksiyon kaynak makinasında saplama kaynağının gerçekleştirilmesi sağlamak için;

- Saplama kaynak aparatının, projeksiyon kaynak makinasına yerleştirilmesi,
- Saplamanın, saplama haznesine yerleştirilmesi,
- Saplama haznesi, içinde bir adet saplama kaynak aparatının üstüne iş parçasının yerleştirilmesi,
- Alt elektrod taşıyıcı ve üst elektrod taşıyıcı yardımı ile kaynak elektrodunun baksedilen saplama kaynak haznesi içinde kalan saplamanın iş parçasına kaynak elektrodunun baskı kuvveti ve akım ile saplama kaynak operasyonunun projeksiyon kaynak makinasında yapılması işlem adımlarının içermektedir.

Bu yöntem ile her çapta ve uzunlukta saplama işlemi projeksiyon kaynak makinasında gerçekleştirilebilir. Saplama haznesi projeksiyon kaynak makinasında hali hazırda bulunan ve

çalıştığı sürece devir daim yapan soğutma suyu ile soğutulmakta birlikte projeksiyon kaynak makinasının pistonundan boşalan geri tahliye havası saplama haznesine verilerek soğutma işlemi gerçekleştirilerek ekstra ekipmana gerek olmadan saplama kaynağı yapılır

2.3. Tork testi

Tork testi cihazı görselimiz Şekil 3' de verilmiş olup Analog Sturtevant 200 Nm torkmetre kullanılmıştır.



Şekil 3. Analog Sturtevant 200 Nm torkmetre.

2.3. Tam Tahribatlı Test

Tam tahribatlı test 1 kg çekiç ile 90 derece açıyla olacak şekilde saplama kaynağının kopartılması şeklinde yapılmış olup sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Mekanik özellikler

Akım değeri 12,5, 14,5, 16,5, 18,5, 20,5, 22,5 kA olarak seçilmiş olup, saplama kaynak tuckeri ile 3 mm WSS-M1A365-A22 çeliğinden hazırlanmış olan numunelere 1'er adet saplama kaynak tuckeri Tablo 3' te ki değerler ile saplama kaynağı puntalama operasyonu yapılmıştır. Saplama kaynağının ardından tork testi ve tam tahribatlı testlerin sonuçları akım değerinin saplama kaynağına etkisi incelenmiştir.

Tablo 3. Saplama kaynak test parametreleri.

Numuneler	Kaynak Zamanı (ms)	Kuvvet (daN)	Akım Değeri (kA)	İmpuls (Darbe)
1. test parçası	30	500	12,5	1
2. test parçası	30	500	14,5	1
3. test parçası	30	500	16,5	1
4. test parçası	30	500	18,5	1
5. test parçası	30	500	20,5	1
6. test parçası	30	500	22,5	1

Test parçalarının tork testi ölçülmüş sonuçlar Tablo 4' de verilmiş olup grafik hali Şekil 4 de gösterilmiştir.

Tablo 4. Saplama kaynak testi tork değeri ve tam tahribatlı test sonuçları.

Numuneler	Akım Değeri (kA)	Tork Değeri (Nm)	Saplama Kaynak Sonucu	Tahribatlı Test Sonucu
1. test parçası	12,5	8	NOK	NOK
2. test parçası	14,5	12	OK	NOK
3. test parçası	16,5	14	OK	OK
4. test parçası	18,5	14	OK	OK
5. test parçası	20,5	14	OK	OK
6. test parçası	22,5	16	OK	OK

Test parçalarının görselleri Şekil 4’te verilmiştir. Saplama kaynağının Şekil 2’de verilen aparat yardımı ile kaynaklana bilirliği görsellerle sabittir.

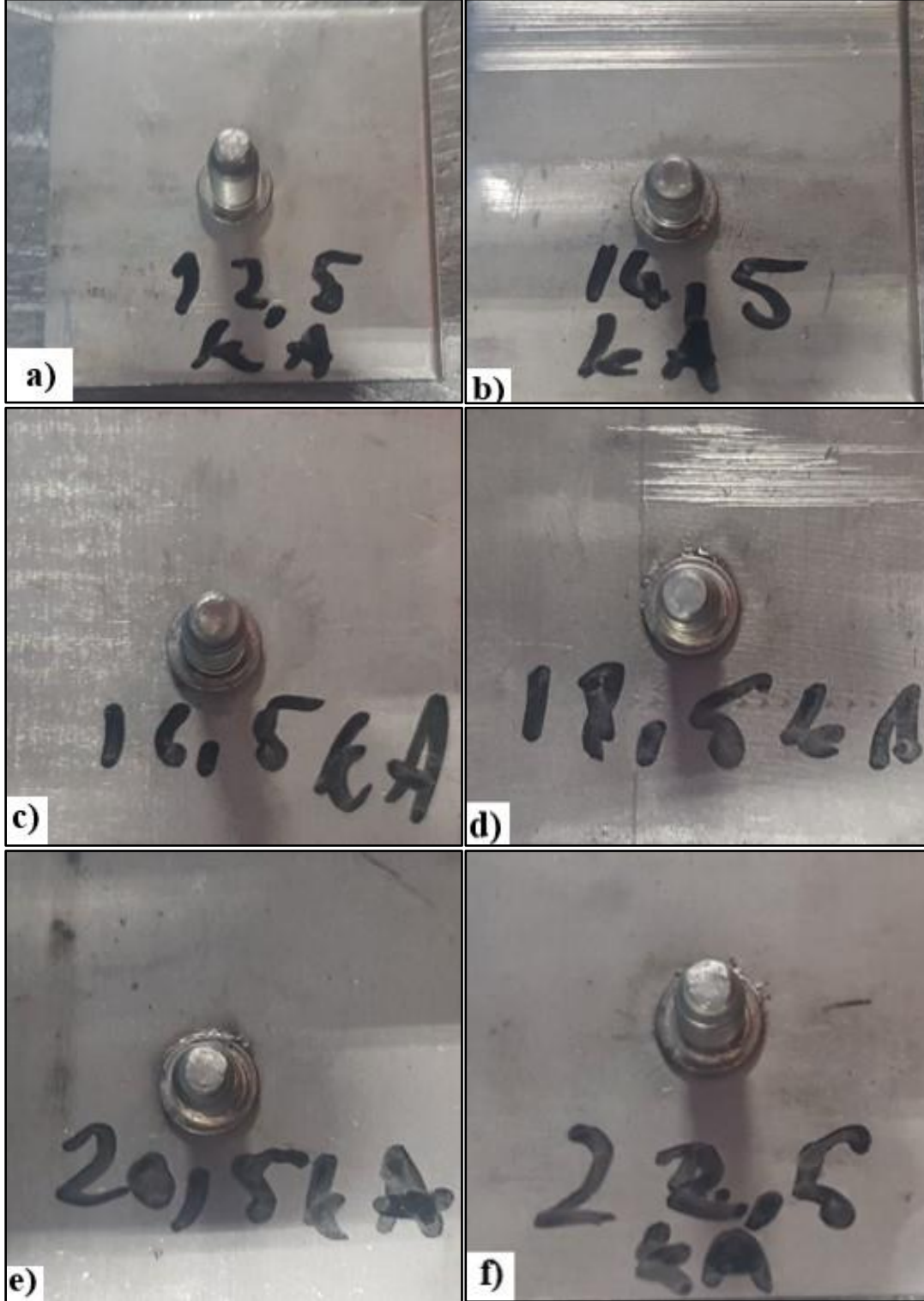
Tork testi sonuçlarında 12,5 kA değerinde Şekil 5’ te saplama tuckerinin kaynak operasyonunda akım değerinin yetersiz geldi kaynaklı bölgeden kırıldı tespit edilmiştir.

Akım değeri 14,5 ile 22,5 kA değerinde istenen tork değerleri elde edilmiştir.

Tam tahribatlı test sonucunda Şekil 6’da ise 16,5 ile 22,5 kA değerinde mukavemet sağlanmıştır. 12,5 ile 14,5 kA değerinde kaynak işleminin gerçekleşmediği gözlemlenmiştir.

Tork testi ve tam tahribatlı test sonuçlarından anlaşılacağı üzeri 16,5 kA akım değerinin yetrliği olduğu gözlemlenmiştir.

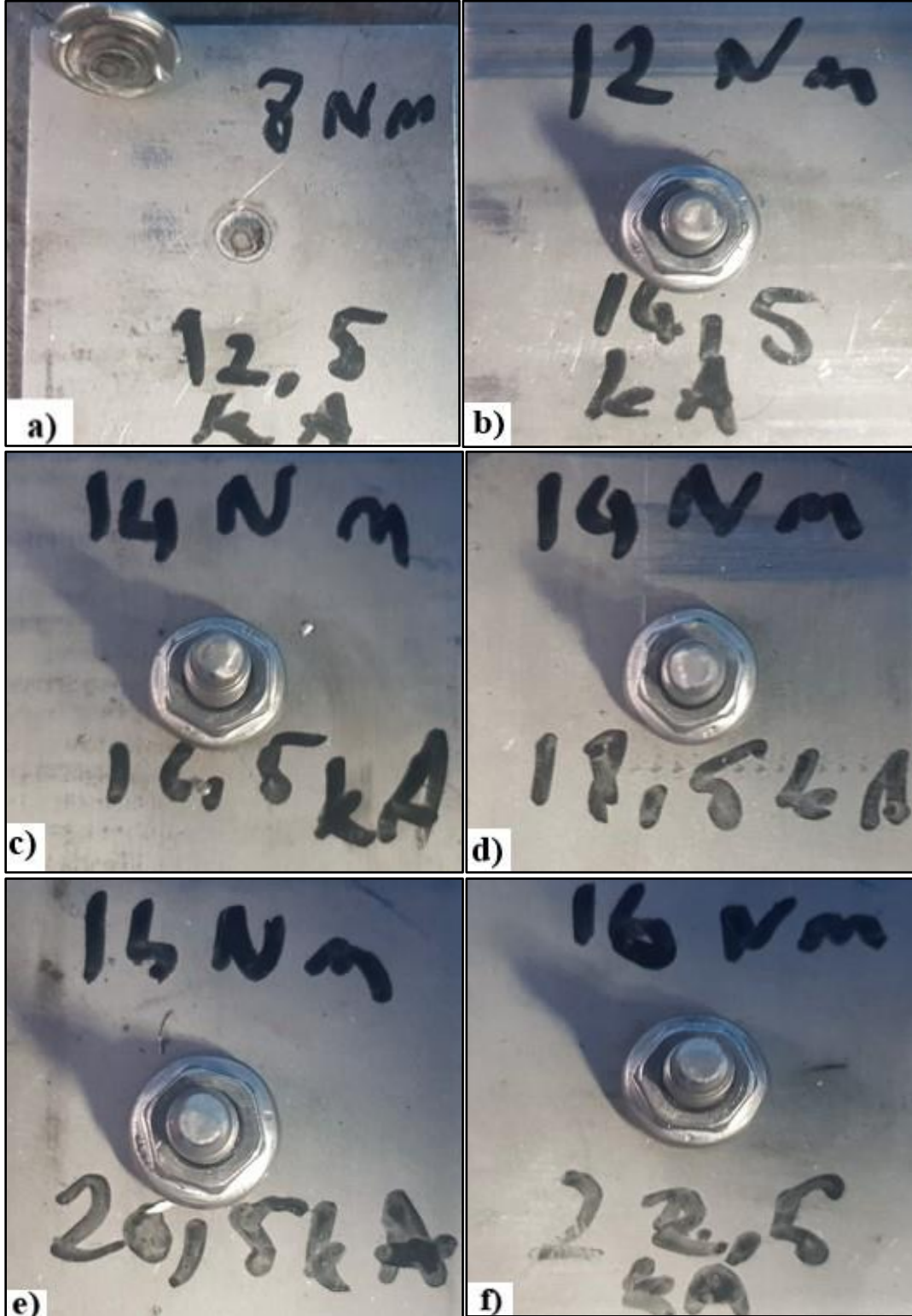
3.2. Deney görselleri



Şekil 4. a) kaynak akımı 12,5 kA, b) kaynak akımı 14,5 kA, c) kaynak akımı 16,5 kA, d) kaynak akımı 18,5 kA, e) kaynak akımı 20,5 kA, f) kaynak akımı 22,5 kA, saplama kaynak test görselleri.

Test parçalarının görselleri Şekil 4’de verilmiştir

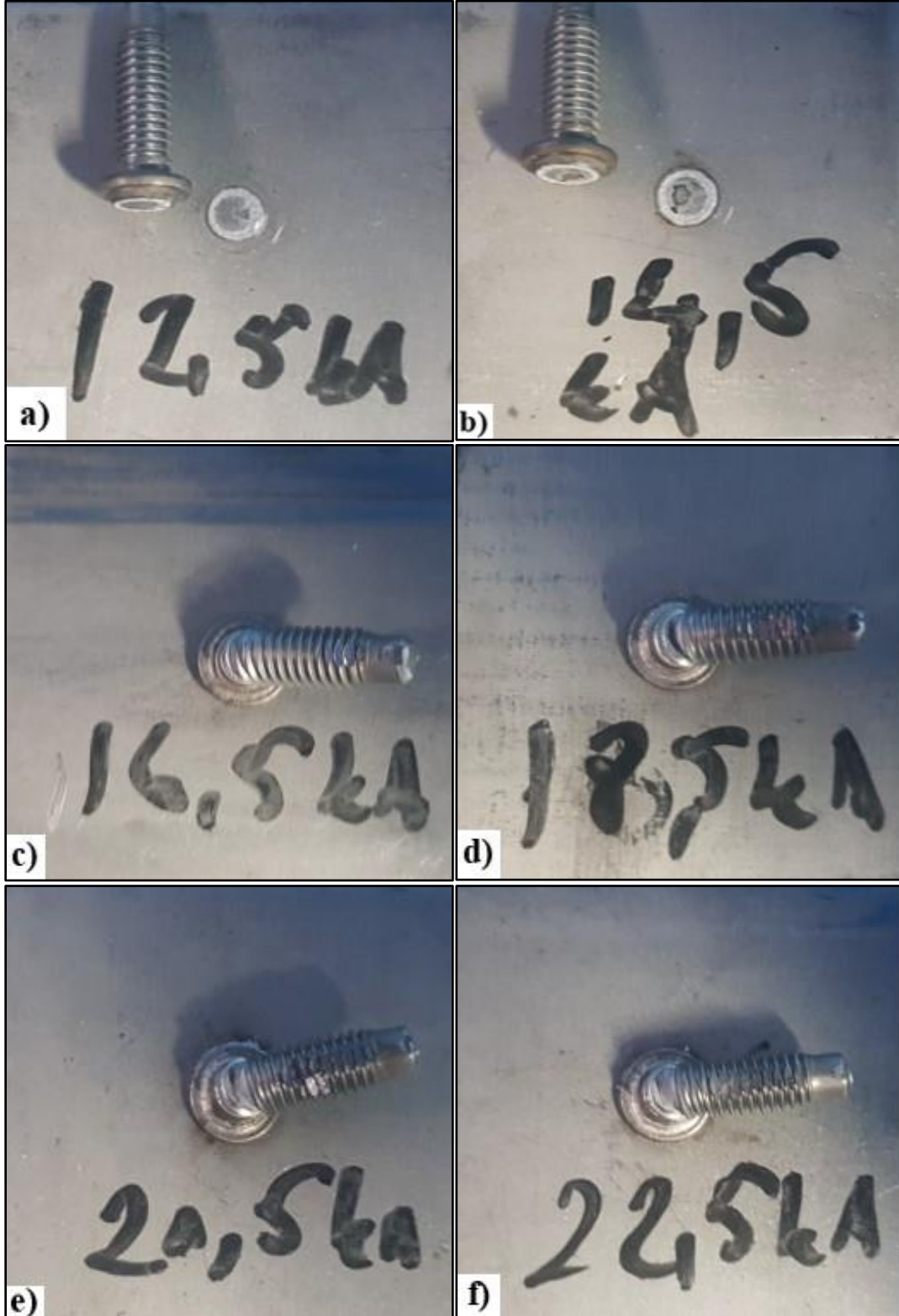
3.3. Tork Testi Sonuçları



Şekil 5. a) kaynak akımı 12,5 kA, b) kaynak akımı 14,5 kA, c) kaynak akımı 16,5 kA, d) kaynak akımı 18,5 kA, e) kaynak akımı 20,5 kA, f) kaynak akımı 22,5 kA, saplama kaynak tork testi görselleri.

Tork testi görselleri Şekil 5’de verilmiştir.

3.3. Tam Tahribatlı Test Sonuçları



Şekil 6. a) kaynak akımı 12,5 kA, b) kaynak akımı 14,5 kA, c) kaynak akımı 16,5 kA, d) kaynak akımı 18,5 kA, e) kaynak akımı 20,5 kA, f) kaynak akımı 22,5 kA, saplama kaynak tam tahribatlı test görselleri.

Tam tahribatlı test görselleri Şekil 6'da verilmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları aşağıda verilmiştir;

- Tork testi sonucunda 12,5 kA akım değerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.
- Tam tahribatlı test sonucunda 12,5 ile 14,5 kA akım değerinin yetersiz olduğu kaynak mukavemet yetersizdir.
- 16,5 kA akım değerinde istenen kaynak mukavemeti sağlanmış artan akımla test sonuçları değerleri uygun olsada optimum parametre 16,5 kA olarak tain edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Şahinkul Makina AR-GE merkezi tarafından AR-GE 2021-24 210080000 proje numarası ile desteklenmiştir. Teknik destek için Sabit punta formeni Faruk Küçük'e ve Pres Formeni Murat Saygın'a teşekkürler.

5. Kaynaklar

- [1] Buchanan, G., 2003. Resistance Welding Manual", RWMA, Fourth Edition, Bridgeport, NJ. U.S.
- [2] Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(ÖS 1), ss. ÖS 79-ÖS 88, Ağustos 2016 Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture, 31(ÖS 1), pp. SI 79-SI 88, August 2016
- [3] Yazar, M., Kul, M., Çaylak, M., Alp, A. K. (2021). Direnç Punta Kaynak Robotlarında KSR ve IQR (Adaptif Punta) Modun Spot Punta Performansının Karşılaştırılması. Journal of Materials and Mechatronics: A (JournalMM), 2(1), 26- 36.
- [4] FCA Welding General Standart (2018)
- [5] FCA Welding- Fastener, Projection (2020)
- [6] FORD Projection Welding of Nuts and Bolts (2009)