

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞININ
ALÜMİNYUM PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİNE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayberk RODOP

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Makine mühendisliği Programı

Ağustos, 2019

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞININ
ALÜMİNYUM PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİNE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayberk RODOP
(Y1613.080029)

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Makine mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Erol AKATA

Ağustos, 2019

ONAY FORMU



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1613.080029 numaralı öğrencisi **Ayberk RODOP**'un "SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞININ ALÜMİNYUM PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİNE UYGULANMASI" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 02.08.2019 tarih ve 2019/16 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ayb.rodop* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul*... edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 06/08/2019

1) Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin Erol AKATA

2) Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Vedat ÖZTÜRK

3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Turgut GÜLMEZ.

[Handwritten signatures of Prof. Dr. Hüseyin Erol AKATA, Dr. Öğr. Üyesi Vedat ÖZTÜRK, and Doç. Dr. Turgut GÜLMEZ.]

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Sürtünme Karıştırma Kaynağının Alüminyum Parçaların Birleştirilmesine Uygulanması” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve etik geleneklere aykırı düşecek bir davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla beyan ederim. (08/08/2019)

Ayberk RODOP



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerinin esirgemeyen başta ailem olmak üzere değerli hocam Erol AKATA'ya ve bu çalışmalar için imkan sağlayan İstanbul Aydın Üniversitesi'ne en içten dileklerle teşekkür ederim.

Ağustos2019

Ayberk RODOP
Makine Mühendisi





İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KATI HAL KAYNAK YÖNTEMİ	3
3. SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI	5
3.1 Tarihçe.....	5
3.2 Sürtünme Karıştırma Kaynağının Mekanizması	9
3.2.1 Kaynak bölgeleri ve SKK'na etki eden parametreler	9
3.2.2 Önemli kaynak parametreleri.....	10
3.2.2.1 Takımın devir hızı ve ilerleme hızı	11
3.2.2.2 Kullanılan takımın eğimi ve batma derinliği	11
3.2.2.3 Takımın tasarımı	11
3.3 Sürtünme karıştırma kaynağının uygulanması	11
3.4 Sürtünme kaynağının kalitesini etkileyen faktörler	12
3.5 Sürtünme karıştırma kaynağının uygulama alanları.....	12
3.6 Sürtünme karıştırma kaynağının avantajları.....	13
3.7 Sürtünme karıştırma kaynağının dezavantajları	14
4. TEZİN ÖNEMİ VE KAPSAMI	15
4.1 Tezin amacı	15
5. SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAK MAKİNESİ VE TASARIM	
ESASLARI.....	17
5.1 Probe tutucu tasarımı ve üretimi	20
5.2 Sürtünme karıştırma kaynağı için kalıpların üretim aşamaları	27
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	31
6.1 Kaynak ile birleştirme öncesi yapılan işlemler	31
6.1.1 Deneyler için hazırlanan malzeme ve özellikleri	31
6.1.2 Sürtünme karıştırma kaynak'ı için tezgâhın hazırlanması	31
7. TEST SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	35
7.1 Kaynaklı numunelerin makro değerlendirmesi	35
8. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER	37
8.1 Çalışmanın genel sonuçları	37
8.2 Öneriler ve hedefler.....	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ.....	41



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 6.1: Kaynak işleminde kullanılan parametreler	32
Çizelge 6.2: 1000 d/dk' daki sertlik ölçüm değerleri	32
Çizelge 6.3: 1400 d/dk' daki sertlik ölçüm değerleri	33
Çizelge 6.4: 1800 d/dk' daki sertlik ölçüm değerleri	33





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Sürtünme Karıştırma Kaynağı İşlemi [9].	6
Şekil 3.2: Sürtünme Karıştırma Kaynağı İşleminden Sonra Dikiş Görünümü.....	7
Şekil 3.3: Atomik yapıdaki temas yüzeyinin gösterilmesi.	8
Şekil 3.4: Kaynak Şeması[10]	9
Şekil 5.1: Alt tabla	18
Şekil 5.2: Alt kalıp ölçüleri.....	18
Şekil 5.3: X40Cr14 malzemesi kütleli özellikleri	19
Şekil 5.4: Alt tabla	20
Şekil 5.5: Parça tutucuları.....	20
Şekil 5.6: Bazı probe tasarımları	21
Şekil 5.7: Probe tutucu dış bağlantı	22
Şekil 5.8: Tutucu dış gövde teknik resim	22
Şekil 5.9: iç yay mekanizması	23
Şekil 5.10: iç yay mekanizması teknik resim	23
Şekil 5.11: Probe yatağı.....	24
Şekil 5.12 Probe yatağı teknik resim	24
Şekil 5.13: Probe.....	25
Şekil 5.14 probe teknik resim	25
Şekil 5.15: Probe tutucu montaj şeması.....	26
Şekil 5.16: Montajlı kalıplar	26
Şekil 5.17: Alt kalıp üretim aşaması.....	28
Şekil 5.18: Alt kalıp üretim	28
Şekil 6.1: Montajlı kalıpların test öncesi kontrolü	32
Şekil 7.1: Kaynak sonrası parça görünümü	35



SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞININ ALÜMİNYUM PARÇALARIN BİRLEŞTİRİLMESİNE UYGULANMASI

ÖZET

Bilindiği gibi, çeşitli kalınlıklarda aynı veya farklı metal ve alaşım çiftlerinin birleştirilmesinde sürtünme karıştırma kaynağı uygulanabilir. Sürtünme karıştırma kaynağı, erime sıcaklığı altında monte edilecek parçaların birleştirilmesine dayanan bir katı hal kaynak yöntemidir. Bu yöntemde, kaynak yapılacak malzemeden daha sert bir malzemeden tasarlanmış bir probe kullanılır. Kaynak işlemi, malzemenin probe'un karıştırma etkisiyle karıştırılması ve probe sürtünmesi ile oluşan ısının etkisine dayanır.

İşlem sırasında numunenin düzgün bir şekilde tutulması ve karıştırma probe'u ile numuneye sabit eksenel basınç uygulanması, yöntemin kaynak performansını arttırmak için önemli konulardır. Ek olarak, kaynak veya karıştırma probe'u kaynak yönünde gerekli doğrusal hızda hareket ettirilmelidir.

Sunulan çalışmada, numunenin farklı genişliklere sahip olmasını sağlayacak şekilde geliştirilmiş ve işlem sırasında sabit eksenel basınç uygulayan deney düzeneğinin kısa sonuçları verilmiştir. Bir numune tutucu kalıp ve sıkma plakaları, sac metal çubuklardan işlenmiştir. Probelar farklı numune kalınlıkları için değiştirilebilir ve sabit eksenel kuvvet uygulamasına izin veren bir probe tutucusu olarak işlenir.

Kaynak performansı, kaynak kesiminin kırılmacaya kadar plastik bükülmesi de dahil olmak üzere kaynaklı numunelerin seçilmiş mekanik özellikleri ile değerlendirilir.

Bu çalışma da önceki çalışmalardan değişik olarak yeni bir probe tutucu tasarlanmıştır. Bu tutucudaki yenilik ise tutucunun içerisine değiştirilebilir yay konuldu. Böylelikle yapılacak olan çalışmada baskı miktarı aynı tutularak işlem sırasındaki malzemelerin yapısına göre yay değişikliği yapıldı.

Anahtar Kelimeler: *Sürtünme karıştırma kaynağı, Alüminyum, Deneysel kurulum.*



FRICTION MIXING SOURCE APPLICATION OF ALUMINUM PARTS FOR JOINING

ABSTRACT

As it is known, friction stir welding can be applied to joining of different metal couples with various thicknesses. The friction stir welding method is a solid state welding method based on combining the parts to be assembled at a temperature under the melting temperature. In this solid-state welding method, a probe designed from a harder material than the material to be welded is used. The welding process is based on the principle of mixing the plasticizing material with the aid of the probe with the effect of the heat generated.

Holding the specimen properly during the process is a key issue for the application of the method. Additionally welding or stirring probe should be moved at a required linear speed in the welding direction.

In the presented study, specimen holder die and clamping plates were machined from sheet metal bars. The points to be considered in design are to ensure that the difference of deformation in long and short welds is obtained by using a single mold. Therefore, the clamping bearings were opened on the mold for the connection of 50mm-100mm-150mm-200mm-250mm and 300mm parts. The next step is to prepare the holders which will fix the workpieces to be placed on the mold. The final design is the tip design that will do the welding operation. The most important point in this process is the design of the fuselage to be used. The reason for this is that the tool material must be sufficiently strong, hard and durable at the welding temperature. In addition to this, it is necessary to have a low thermal conductivity in order to reduce the heat loss and the temperature damage to the machine as much as possible. In this project, we used cylindrical aluminum material for welding and we used the cylindrical tip.

Welding performance are evaluated by selected mechanical properties of the welded specimens including plastic bending of the welding section until fracture.

In this study, a new probe holder was designed unlike previous studies. The novelty of this holder is the replaceable spring inside the holder. In this way, the amount of pressure was kept the same and the spring changes were made according to the structure of the materials during the process.

Keywords: *Friction stir welding, Aluminum, Experimental setup.*



1. GİRİŞ

Bilim insanları tarihten günümüze kadar insan oğlunun yaşamını kolaylaştırmak ve bu doğrultu da geliştirilen malzemelerin aynı zamanda da ekonomik olmasını hedeflemiştirler. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bir malzemedeki beklenen isteklerin yetersiz kalması yeni malzemelerin arayışında önemli rol oynamıştır.

Bakır, elverişli bir metal olmasına rağmen ısı işlem uygulanmaz, soğuk biçimlendirme yapılması durumunda sertleşen özelliğe sahip bir metaldir. Ekonomik, mekanik ve fiziksel özelliklerinin uygun olması nedeni ile yaygın olarak kullanılır. Bakır gibi bazı metal malzemelerin özellikleri ihtiyaçlar doğrultusunda alaşım malzemeleri oluşturmaya ışık tutmuştur.

Sürtünme karıştırma kaynak yöntemi, bir araya getirilmesi istenen parçaların ergime sıcaklığı altında bir sıcaklıkta birleştirilmesini temel alan bir katı hal kaynak yöntemidir. Bu katı hal kaynak yönteminde kaynak işlemi yapılacak malzemedeki daha sert bir malzemedeki tasarlanan probe kullanılmaktadır. Kaynak işlemi, oluşan ısının etkisi ile plastikleşen malzemenin probe yardımı ile karıştırılarak birleştirilmesi esasına dayanır.

Gelişen bu teknolojiler geleneksel kaynak yöntemleriyle oluşan sorunları ortadan kaldırıp, farklı yapıdaki metallerin birleştirme işlemi yapılarak istenilen yapıdaki metallerin oluşmasını sağlamıştır.



2. KATI HAL KAYNAK YÖNTEMİ

İnsanoğlunun ihtiyaçları doğrultusunda birbirinden farklı şekillerde kaynak yöntemleri geliştirilmiştir. Bunları 3 başlıkta sıralıyabiliriz;

- Katı Hal Kaynağı
- Ergitme Kaynağı,
- Lehimleme,

Katı Hal Kaynağı yöntemi, benzer yada farklı olan iki malzemenin, malzeme ergitmeye uğratılmadan birleştirilmesiyle oluşan bir birleştirme türüdür.

Bu yöntemi yapmak için iki malzemelerin yüzeylerinin temizliği yapıldıktan sonra, aralarında bir temas yüzeyi oluşuncaya kadar birbirlerine yaklaştırılması gerekmektedir.. Bu işlem için birbirinden farklı teknik uygulanıyor olsa da, bütün yöntemlerde esas istenilen, üzerinde bir yığılma olmayacak şekilde iki yüzeyi deforme edecek bir basınç uygulamaktır.

Başlıca katı hal kaynak işlemleri şu şekilde gruplandır;

- Ultrasonik kaynak,
- Patlama kaynağı,
- Yüksek sıcaklıkta basınç kaynağı,
- Sürtünme kaynağı,
- Difüzyon kaynağı,
- Sürtünme karıştırma kaynağı.
- Soğuk basınç kaynağı,



3. SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI

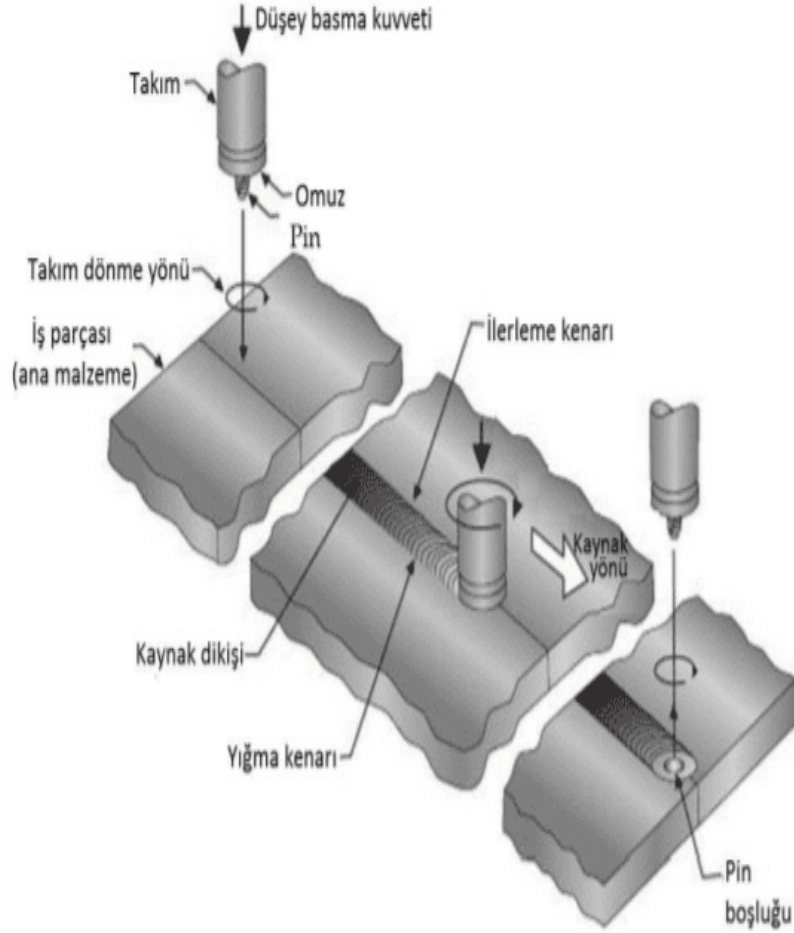
3.1 Tarihçe

Sürtünme Karıştırma Kaynağı(SKK) 1970’li yıllarda İngiltere’de The Welding Institute(TWI) adlı kurumda geliştirilmiş ve 1990’lı yıllarda patenti alınmış bir katı hal kaynak yöntemidir [1]. Bu yöntemin uygulanmasında; ışın olmaması, koruyucu gaz, toz ve ilave tele gereksinim duyulmaması, kaynak işlemi için hazırlığın gerekmemesi, tüm şekillerde kaynak işleminin yapılabilme olanağının bulunması ve otomasyon üretimlerine de elverişliliği gibi birçok üstünlüğünün bulunmasında dolayı da, bu yöntemde uygulama alanlarını arttırmaktadır [2].

Son yıllarda metal ve malzeme biliminde büyük gelişmelerin sağlanması ile birlikte metalik malzemelerin birleştirilmesi büyük önem kazanmıştır[3]. Özellikle yeni ve yapı özellikleri geliştirilmiş malzemeler üretilip, bu malzemelerin mevcut ergitme kaynak yöntemleri ile birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan problemler, araştırmacıları yeni birleştirme yöntemleri geliştirmeye yönlendirmiştir. Ergitme esaslı kaynak yöntemleri ile alüminyum ve alaşımlarının birleştirilmesinde yüksek ısı girdisi bu malzemelerin ısıl genleşmelerinin yüksek olması ve katılaşma sıcaklık aralıklarının geniş olması sonucu kaynak dikişinde çatlak oluşumuna neden olabilmektedir[4]. Ayrıca, ark kaynağındaki yüksek ısı girdisi, alüminyum alaşımları için ITAB’da tane sınırında düşük ergime dereceli fazların oluşumuna ve dolayısıyla bu bölgede katılaşma esnasında tane sınırlarında çatlamalara yol açtığı da bilinmektedir[4,5].

Yaşlandırma sertleşmesine tabi tutulmuş alüminyum alaşımlarının ergitme kaynak yöntemleri ile birleştirilmesinde karşılaşılan bir başka problem, kaynak dikişinde sertleştirici çökeltilerin çözünmesi ile ITAB’da aşırı yaşlanma sonucu sertlik ve mukavemetin düşmesidir. Bu durum kaynak bölgesinde mekanik uyumsuzluğa sebep olmaktadır[4-6]. Belirtilen bu sebeplerden dolayı, bu malzemelerin birleştirilmesinde katı hal kaynak yöntemlerinden biri olan

sürtünme karıştırma kaynağı büyük avantajlar sağlamaktadır [5-7]. Yeni geliştirilen katı hal kaynak yöntemlerinden, sürtünme karıştırma kaynağı, uc uca sabitlenmiş iki levha ara yüzeyine yüksek hızda dönen bir karıştırıcı ucun kaynak yapılacak bölge boyunca belirlenen hız ile ilerletilmesi sonucu gerçekleştirilir.[8,1].



Şekil 3.1: Sürtünme Karıştırma Kaynağı İşlemi [9].



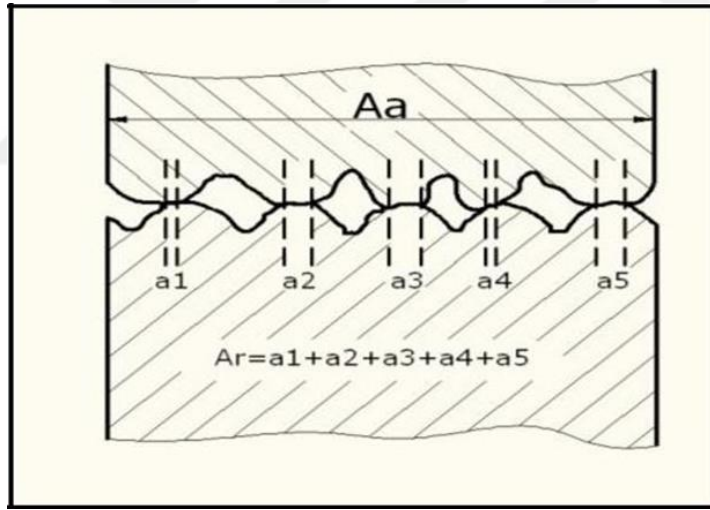
Şekil 3.2: Sürtünme Karıştırma Kaynağı İşleminden Sonra Dikiş Görünümü

Sürtünme: İki cismin veya maddenin birbirlerine temas halindeyken temas yüzeyinde oluşan kuvvetlerin etkisiyle hareket farkından dolayı ortaya çıkan kinetik enerji olarak ta ifade edilebilir.

Etki eden kuvvetler aynı zamanda temas halinde olan malzemelerin özellikleri, temas alanına göre belirlenmektedir. Asıl temas alanı görünen alandan oldukça küçüktür. Bunun sebebi temas yüzeyinin mikroyapısı incelendiğinde atomik yapıların düz olmadığı ve bu sebepten ötürü yüzeylerin birbirine yüzde yüz temas etmediği görülmektedir. Malzemeler herhangi bir işleme maruz bırakıldığında farklı bir yüzey yapısı oluşur. Bu farklılıklar; işlemi yapan takımların geometrik yapısına, iş parçasının mikroyapı özelliklerine ve makinelerin çalışmasından doğan vibrasyona bağlıdır.

Sürtünme kuvveti: İki cisimden birinin bir cismin diğeri üzerinde hareketini sağlayan kuvvete denilmektedir. Sürtünme, yüzeylerin temas eden bölgesinde oluşur ve yüzeye yada yüzeylere dik etki eden kuvvetlerle orantılıdır.

Sürtünme etkileşim derecesi gerçek temas alanının büyüklüğü ile saptanır. Bundan dolayıdır ki, ilk önce gerçek temas alanının büyüklüğünün saptanması gerekir.



Şekil 3.3: Atomik yapıdaki temas yüzeyinin gösterilmesi.

Kaynak; Aynı yada farklı malzemelerin ısı, basınç, ilave metaller yada başka yöntemler kullanılarak bir araya getirildiği imalat yöntemidir.

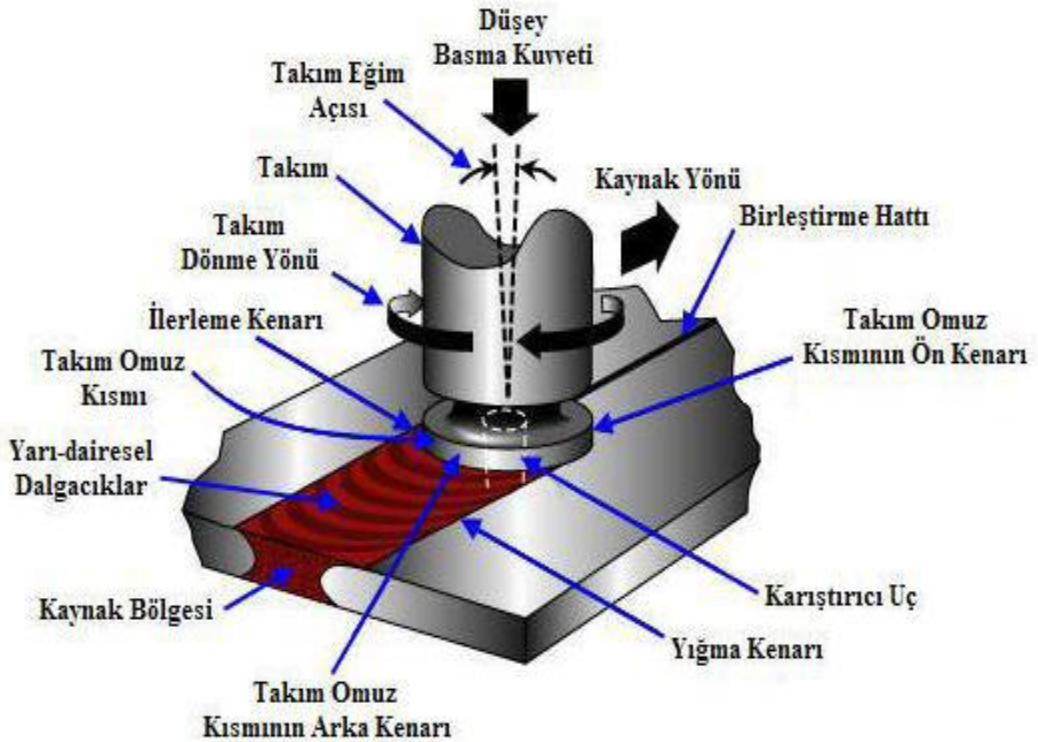
Sürtünme karıştırma kaynağı; birleştirilmesi istenilen iki iş parçasının temas noktasına probe ucunun dönerek dalması işlem boyunca ilerlemesi ile kaynak işleminin yapılacağı parçaların temas yüzeylerinde takım ucu ile oluşturulan sürtünme kuvvetinin etkisi ile açığa çıkan ısı enerjisinden yararlanılarak parçaların temas yüzeyinde plastik şekil değiştirme oluşturularak yapılan yöntemidir. Sürtünme karıştırma kaynağı esnasında probe sürtünme zamanı

boyunca sabit yüzeylere aksel kuvvet uygulamaktadır. Bu uygulanan kuvvet birleşme bölgesinde plastik şekil değiştirmesi için gerekli olan sıcaklığa ulaşana dek devam etmektedir. Bu sıcaklıkla yapılan kaynak işlemin bitmesinin ardından probe ucu dalma işlemi yaptığı parçalardan çıkmasının ardından makine durdurularak işlem bitirilir. Bu işlem kademeli olarak yada tek seferde birleştirme işleminde kullanılacak olan probe'un dalma miktarı ve parçaların kalınlıklarına göre belirlenir.

Bu kaynak tekniğinde ilave malzemelere gerek yoktur. Bu birleştirme yöntemi kullanılacak olan kalıplara göre dairesel ve düz kesitli parçaların birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır, kaynak işlemi otomatik şekilde de yapılabilir. Sürtünme karıştırma kaynağı, malzemeler ve kombinasyonlarıyla plastiklerin birleştirilmesi işlemleri için uygundur.

3.2 Sürtünme Karıştırma Kaynağının Mekanizması

3.2.1 Kaynak bölgeleri ve SKK'na etki eden parametreler



Şekil 3.4: Kaynak Şeması[10]

Kaynak bölgelerine bakıldığında 3 bölge olarak ele alabiliriz.

a-Dinamik olarak yeniden kristalleşen bölge(DKB)

Yoğun plastik deformasyonun olduğu ve yüksek sürtünme sıcaklıklarının meydana geldiği bu bölge, “dinamik olarak yeniden kristalleşen bölge” veya “kaynak merkezi” olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgede dislokasyon yoğunluğu daha düşüktür ve daha ince yönlenmiş tanelerden oluşmaktadır.

b-Termodinamik etkilenen bölge(TEB)

Dinamik olarak yeniden kristalleşen bölge ile ısıdan etkilenen bölge arasında, yüksek deformasyon ve sıcaklığa maruz kalan bölgeyi temsil etmektedir. Ana metalin tanelerinin kaynak merkezinden bu bölgeye ekstrüze edilmesiyle, yoğun bir dövme olayı meydana gelmektedir. Karıştırma esnasında oluşan ısı, bu bölgenin mikro yapı ve mekanik özelliklerini değiştirir.

c-Isıdan etkilenen bölge(IEB)

Kaynak metaline daha yakın, ısıdan etkilenmeyen ana metale komşu olan bölgedir. Bu bölgedeki malzeme, karıştırma esnasında meydana gelen ısıdan etkilenir ve malzemenin yapı ve özelliklerinde kısmi değişimler ortaya çıkar. Bu bölgede plastik deformasyon oluşmaz. Çökeltme sertleşmesi ısıl işlemi uygulanan bazı alüminyum alaşımlarında bu bölgenin sıcaklığı 250 °C’yi geçmediği takdirde taneler, esas malzemenin

özelliklerini göstermektedir. Fakat 250 °C aşıldığı zaman, bu bölgede tane irileşmesi ve tane sınırlarında çökelti oluşmaktadır.

SKK’ etki eden parametrelere bakıldığında ise;

Takımın devir ve ilerleme hızı, takımın eğimi ve batma derinliğinin işlem sırasında hesaplamaları doğru yapılmalıdır. Skk işleminde kaynağı yapılacak iş parçasına göre parametreler hesaplanır. Takımın eğimi ise 2-4 derece arasında eğim verildiğinde daha verimli olduğu yapılan araştırmalarda gözlemlenmiştir.

3.2.2 Önemli kaynak parametreleri

- 1) Takımın Devir ve İlerleme Hızı
- 2) Takımın Eğimi ve Batma Derinliği
- 3) Takımın Tasarımı

3.2.2.1 Takımın devir hızı ve ilerleme hızı

Skk'da dikkate alınması gereken iki hız vardır; bunlardan birincisi takımın dönme hızı, ikincisi ise ara yüzeydeki takım ucunun ilerleme hızı. Sağlıklı bir işlem için bu parametrelerin seçiminin düzgün bir şekilde ayarlarının yapılması kaynak dikişi için önemli rol oynamaktadır. Yapılan kaynak dikişi sırasındaki ısı endeksi kaynak hızıyla arasında karmaşık bir bağlantı vardır. Genellikle devir hızını arttırmasıyla yada ilerleme hızının azaltılmasıyla daha sıcak bir kaynak işleminin sonuçlanacağı söylenebilir. Başarılı bir kaynak dikişi için takım çevreleyen malzemenin, yeterince sıcak olması ve takım üzerine gelen kuvvetleri mümkün olduğu kadar azaltması gereklidir.

3.2.2.2 Kullanılan takımın eğimi ve batma derinliği

Batma derinliği, kullanılan probe ucun kaynak dikişinin yapılacağı ara düzlemdaki girdiği en alt noktası olarak tanımlanır ve kaynak dikiş kalitesini sağlamak için önemli bir parametre olarak kabul edilir. Kullanılan probe' taki omuz kısmını plaka yüzeyinin altına batırmak, takımın altındaki basıncı arttırmasıyla birlikte iş parçasının işlem sırasında yeterince dövülmesini sağlamaya yardım eder.

3.2.2.3 Takımın tasarımı

Tasarım için kullanılacak takım malzemesi kaynak işleminin yapılacağı sıcaklığa göre yeterince mukavemetinin yüksek olması gerekmektedir. Bir diğer dikkate alınması gereken unsur ise olarak malzemenin korozyona karşı dayanıklı olması gerekmektedir, ısı kaybını en aza indirecek ve makinadaki kullanılacak olan parçaların montajları yapıldıktan sonra işlem sırasında sıcaklıktan dolayı oluşabilecek hasarı mümkün olduğunca en aza indirebilmek için düşük bir ısı iletkenliğe sahip olması gerekir.

3.3 Sürtünme karıştırma kaynağının uygulanması

Birleştirilmesi istenilen parçalar tezgah üzerindeki kalıba bağlanması ve sadece sürtünme basınç etkisiyle probe ile birleştirilme işlemi yapılır. Sürtünme etkisiyle temas bölgelerinde ısınma oluşur. Gerekli ısı oluştuğunda malzemeye dalma işlemi yapan probe ucun ilerlemesi ile kaynak işlemi yapılır. Kaynak

bölgesinde ilerleme ile oluşan yığılma parçaların az miktarda da olsa daralmasına görülür.

İşlem sırasında oluşan yığılma (**Şekil 3.4**)'de bir freze veya taşlama tezgahında işlem bittikten sonra talaş alma işlemi yapılarak temizlenmelidir. Sürtünme karıştırma kaynağında, kaynak esnasında uygulanacak basınç dövme basıncıdır. Sürtünme karıştırma kaynağı yöntemiyle başarılı birleştirme işlemi için dönme hızı, basınç kuvvetleri ve ilerleme hızı parametreleri uygun olarak seçilmelidir. Sürtünme karıştırma kaynağı uygulaması anında etkili olan parametreler şunlardır;

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| ✓ Isı üretilmesi | ✓ Isının yayılması |
| ✓ Plastik deformasyon | ✓ Kimyasal difüzyon |

Sürtünme kaynağı yöntemiyle birleştirilen parçalar sabit birleştirme işlemini yapacak olan probe uc dairesel hareket ile ilerleme yaparak kaynak işlemini yapar. İlave bir metal kullanılmaksızın sürtünme kuvvetinin etkisinden dolayı açığa çıkan ısı ile birleştirilir. Sürtünme ısı, iş parçasında oluşacak ergime sınırının altındaki ısıya ulaşarak ortaya çıkar. Kaynak işlemi, basınç altında ısınan bölgenin, kaynak sıcaklığına ulaşmasıyla kullanılacak takım ucunun temas noktasını birleştirme ile oluşur.

3.4 Sürtünme kaynağının kalitesini etkileyen faktörler

İşlem sırasında yapılan kaynak bölgesinin kalitesini etkileyen unsurları aşağıdaki şekilde incelenir:

- Yüzey bağıl hızları
- Uygulama basıncı
- Malzemelerin özellikleri
- Yüzey şartı

3.5 Sürtünme karıştırma kaynağının uygulama alanları

Sürtünme karıştırma kaynağı son yıllarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte kaynak işlemi sırasında çevreye zararlı gazların açığa çıkmamasından dolayı

sağlığa elverişli bir kaynak yöntemi olarak görölmektedir. Özellikle seri üretimde robotik kolların gelişmesiyle çok sayıda parça üretiminde kullanılır.

Bu yöntemden hafif yapıların elde edilmesinde de birçok bakımdan avantajlı görölmektedir. Örnek vermek gerekirse birleştirilmesi zor olan iki malzemeyi bu yolla kolaylıkla üretebiliriz. Yöntem endüstriyel işlemlerin birçok alanında başarı ile uygulanmaktadır. Bu alanlar aşağıda verilmiştir.

- Gemi Yapımı ve Denizcilik Sanayisi
- Havacılık Sanayisi
- Demiryolu Sanayisi
- Kara Taşımacılığı
- Makine İmalatı ve Hidroelektrik Endüstrisi
- Elektronik ve Kimya Endüstrisi

3.6 Sürtünme karıştırma kaynağının avantajları

- Deformasyonun düşük olması(uzun kaynaklarda da geçerli)
- Kaynak işlem bölgesinin, çekme ve eğilme testlerindeki sonuçlara göre üstün mekanik özellikler göstermesi
- İşlem sırasında gaz oluşumu göstermemesi
- Yapısında gözeneklilik oluşmaması
- İşlem sırasında sıçrama gerçekleşmemesi
- Kesit daralması çok düşüktür
- Her pozisyonda çalışabilir (yatay, dikey, vb.).
- Enerji bakımından verimlidir
- Sürtünme kaynağı metodunda kaynak parametreleri çok iyi gözlenir.
- Birleşme bölgesindeki sertlik değerlerinin artışı çok küçüktür.
- Parametrelerinin kontrolü kolaydır.
- Bu yöntemde kaynak dikişi mükemmel görünümlüdür. Çünkü birleştirme yapıldığı sırada parçalar katı haldedir.

- Kaynağın süresi ve ayrıca makineye bağlama ve ayırma zamanları çok kısadır.

3.7 Sürtünme karıştırma kaynağının dezavantajları

- Her malzeme için kaynak işlemi yapılamaz. Yalnızca mukavemeti ve ergime derecesi düşük malzemelerin kaynağına uygundur.
- Kullanılacak iş parçaları dikkatlice seçilmelidir.
- Tek parçalı karıştırıcı uç kullanıldığında kaynağın sonunda takımın uç boşluğu kalır.
- İşlem bitiminde ucun oluşturduğu boşluğu doldurmak için destek çubuğuna ihtiyaç vardır.
- Diğer kaynak yöntemlerine göre yapılan işlemler daha az esnekler (değişik kalınlıktaki ve doğrusal olmayan kaynak yerlerinde zorluklar yaşanır.)
- Kaynak hızı, bazı ergitme kaynaklarından düşüktür
- Kalın levhaların işlenmesinde parçaları kaynak kalitesini arttırmak için büyük kuvvetlere, çok güçlü tezgahlara ihtiyaç duyulur.
- Parça ebatlarının artması ile ısıtmanın homojen olmaması kaynaklanabilmesini zorlaştırır. Kaynak bölgesindeki kesit alanının artması motor gücü ve yığma basıncı değerlerinin artmasına sebep olur.
- Sürtünme kaynağı makine ve teçhizat maliyetinin yüksek olması.
- Birleştirme işlemi yapılacak parçaların boyutları sürtünme kaynak makinesinin boyutları ile sınırlıdır.

4. TEZİN ÖNEMİ VE KAPSAMI

4.1 Tezin amacı

Farklı yapıdaki iki malzemenin alışılmış birleştirme yöntemleri ile yapılması oldukça zor, sorunludur. Sorunlardan bazıları; düşük akıcılık, yüksek viskozite, kontrolsüz katılaşma, oluşması parçaların işlem sırasında birleşmemesine yol açmaktadır. Ayrıyeten metalik malzemelerde geleneksel kaynak yöntemi ile özellikle farklı yapıdaki iki malzemenin birleştirilme işlemi yapılması durumunda, kaynak alanında oluşan yapısal değişim işlem parametrelerine bağlı malzemelerde geometrik etkilerden oluşan süreksizlerde oluşan yüksek gerilme, kaynak dikişinde oluşabilecek hasar yönünden, önemlidir.

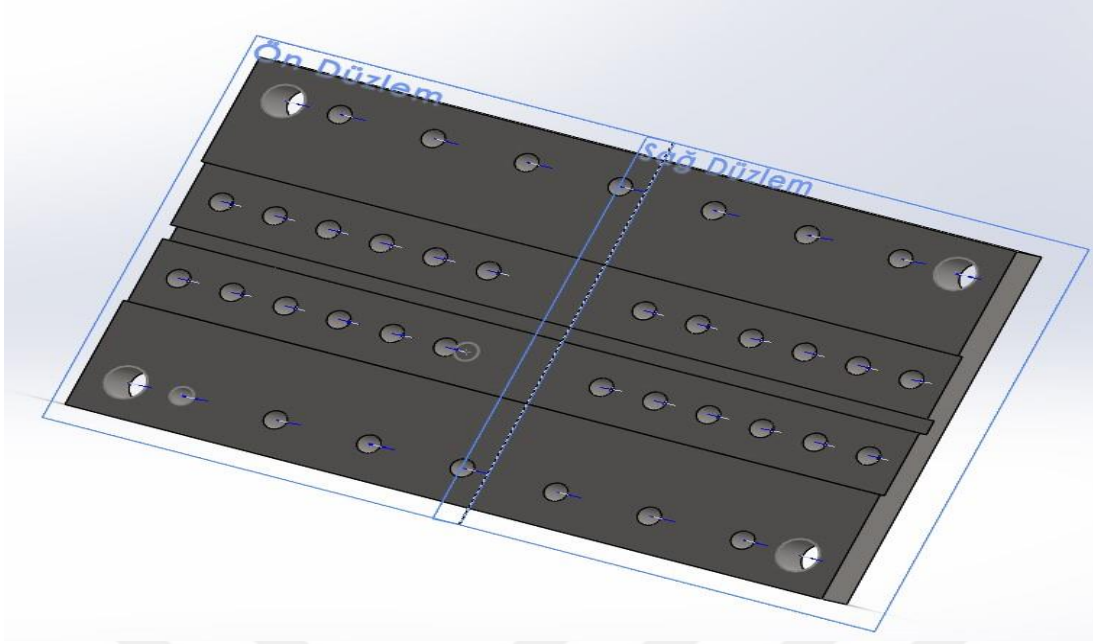
Yapılan çalışmada AL 1050 malzeme çifti kullanılarak sürtünme karıştırma kaynak yöntemi ile birleştirme işlemi yapılmıştır. Bu yöntem ile birleştirilme işlemi yapılan kaynak numunelerine çekme deneyi, makro yapı incelemeleri, sertlik ve çekme testleri yapılmıştır. Test sonuçları değerlendirilip, üretim parametreleri bu malzeme çiftinin sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirilip birleştirilemeyeceği yönünde inceleme yapılmıştır.

Bu çalışmada baskı miktarını aynı tutabilmek için kendinden yaylı ve uçların kolayca değiştirilmesine olanak tanıyan bir probe tutucu tasarlandı. Bu tutucunun amacı kaynak işlemi yapıldığı anda kaynak noktasında ki baskı miktarını stabil tutmak ve kaynak işlemi sırasında tezgahta oluşan vibrasyondan etkilenmemesi hedeflenmektedir. Yapılacak olan işlemlerde aynı zamanda kaynak işlemi yapılacak parçaya göre yay değiştirilip istenilen yay kullanılabilir.

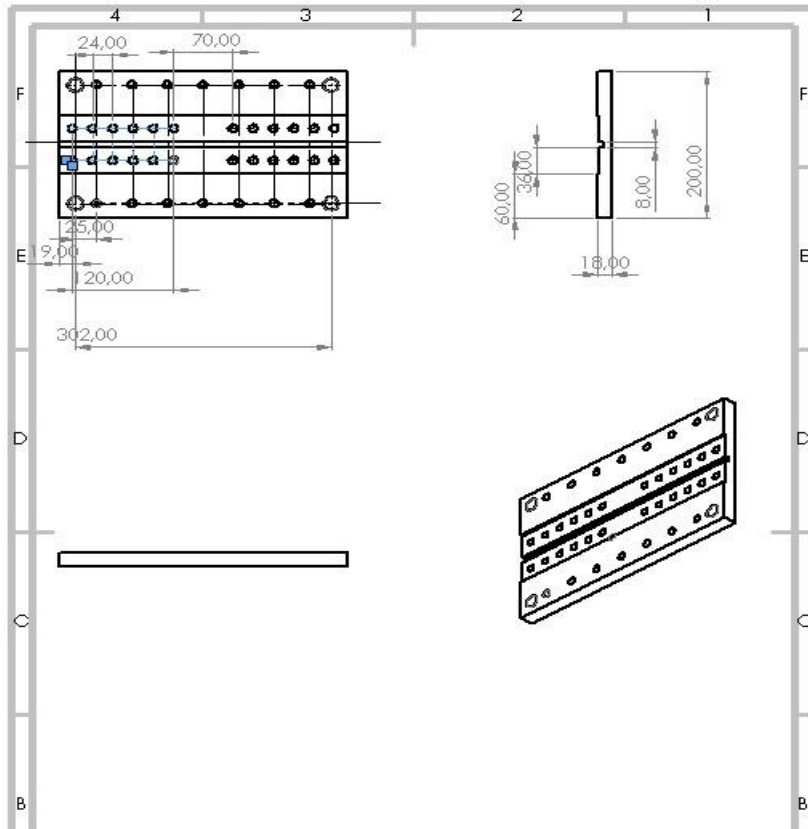


5. SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAK MAKİNESİ VE TASARIM ESASLARI

Tabla tasarımındaki en önemli nokta ise kaynak işlemi yapıldığı sırada oluşacak ısı altında yapısının değişmeyeceği malzemeden üretilmesi gerektiğidir. Bunun nedeni üretilen tablanın malzeme özellikleri kaynak işlemi yapılacak parçalar ile aynı veya yakın olması durumunda parçalarla tablanın birbirine kaynama olasılığının olmasıdır. Bizde projemizde tabla üretimi sırasında buna dikkat ettik ve kaynak parçalarını alüminyum-alüminyum, alüminyum-bakır çiftlerini seçtik ve kalıp parçalarını da sertleştirilmiş makine çeliğinden üretimin yaptık. Testler sırasında dikkat edilen noktalar genellikle işlem sırasında ilerleme hızı, takım devri, probe'un dalma derinliğini baz alarak testleri yapmalarıdır. Bizim bu projede diğer bir dikkat ettiğimiz nokta ise kaynak uzunluğudur. Bunun nedeni araştırdığımız makale ve çalışmalarda takım hızı, ilerleme hızı ve probe'un dalma derinliği sabit tutulmasına rağmen kaynak uzunluğunun değişmesiyle sonuçların farklılık gösterdiğini gözlemledik. Bu yüzden tabla tasarımını ve üretimini yaparken de farklı tablaların kullanılması ve tezgâh üzerine bağlanması sırasında oluşacak hataları en aza indirmek için farklı uzunluktaki parçaları tek bir tabla üzerinde işlemi yapılacak, şekilde tasarımını yaptık. Ürettiğimiz bu tablada 50mm,100mm,150mm,200mm,250mm ve 300mm uzunluğundaki parçaların kaynak işleminin yapılabilmesi için tabla tasarımını gerçekleştirdik. Böylelikle farklı tablaların kullanılarak bağlama sırasında oluşabilecek hataları ortadan kaldırarak daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini hedefledik.



Şekil 5.1: Alt tabla

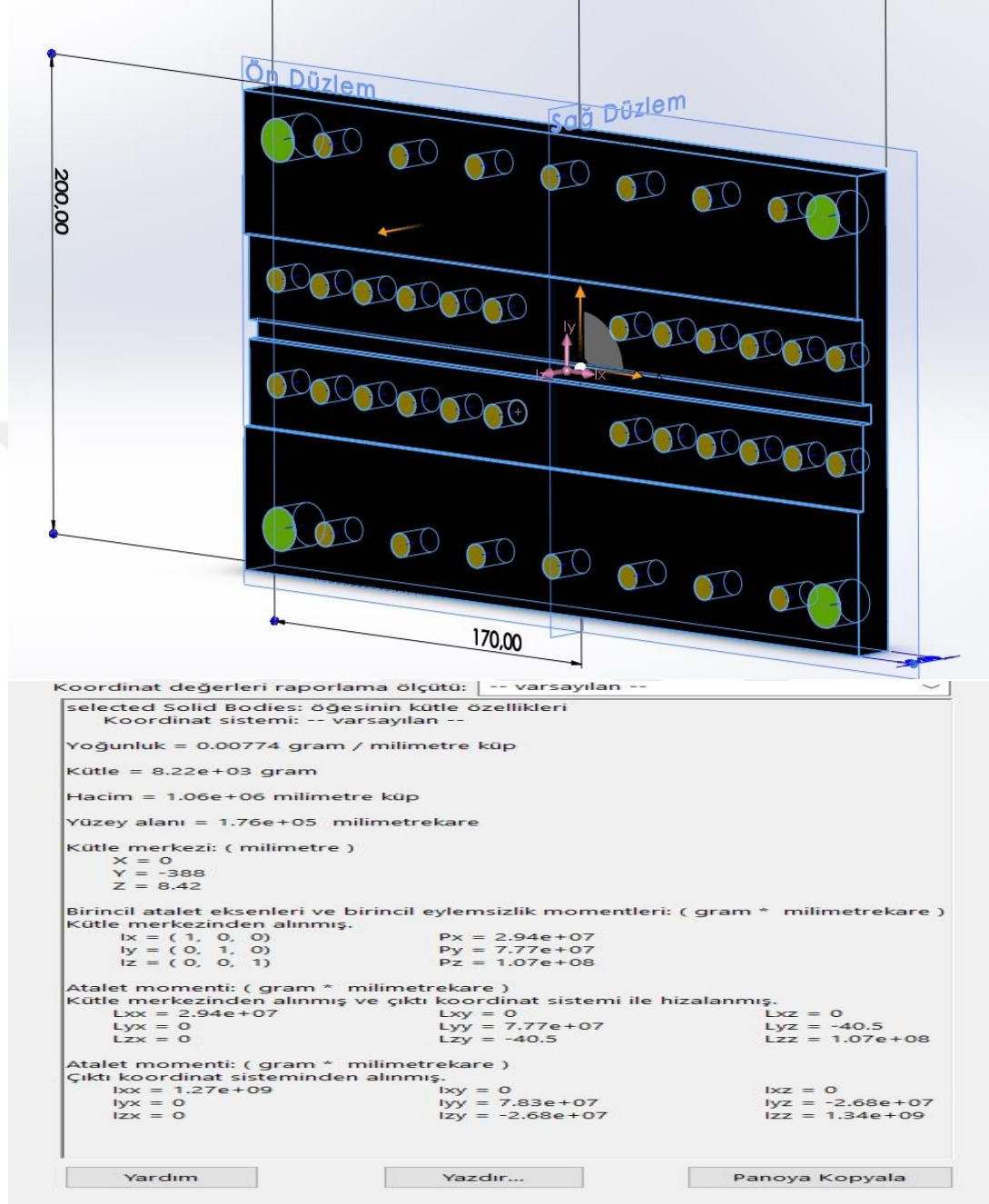


Şekil 5.2: Alt kalıp ölçüleri

Tasarımı yapılan tablanın teknik resimlendirmesi ve üç boyutlu görünüşü yukarıda verilmektedir. Tablada ortada kalan kanal boşluğu kaynak işlemin yapılacak olan malzeme çiftinin kayma yapmaması için verilmiştir.

Üretim için seçilen malzeme ise X40Cr14 takım çeliğidir. Bu malzemenin özellikleri ise aşağıdaki tabloda verilmektedir;

Bu tasarımın kütle özelliklerini “şekil 5.3” görebiliriz.



Şekil 5.3: X40Cr14 malzemesi kütle özellikleri

Yukarıda verilen kütle özellikler çizim programının kendi arşivinden tasarıma göre hesaplanmıştır.



Şekil 5.4: Alt tabla

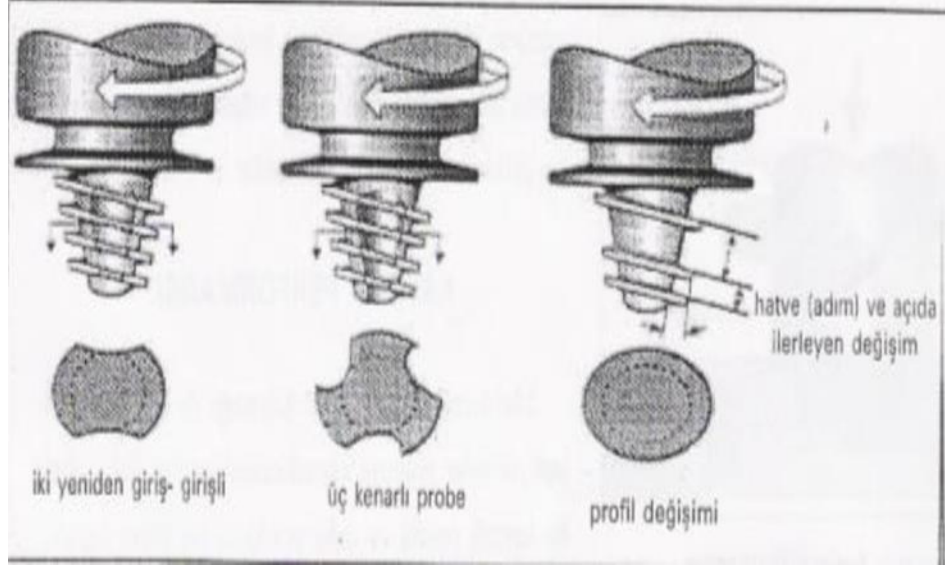


Şekil 5.5: Parça tutucuları

Şekil 5.4 ve şekil 5.5’ te malzemelerin kaynak işlemi için kullanılması için üretilmiş olan alt tabla ve parça tutucularını gösterilmektedir.

5.1 Probe tutucu tasarımı ve üretimi

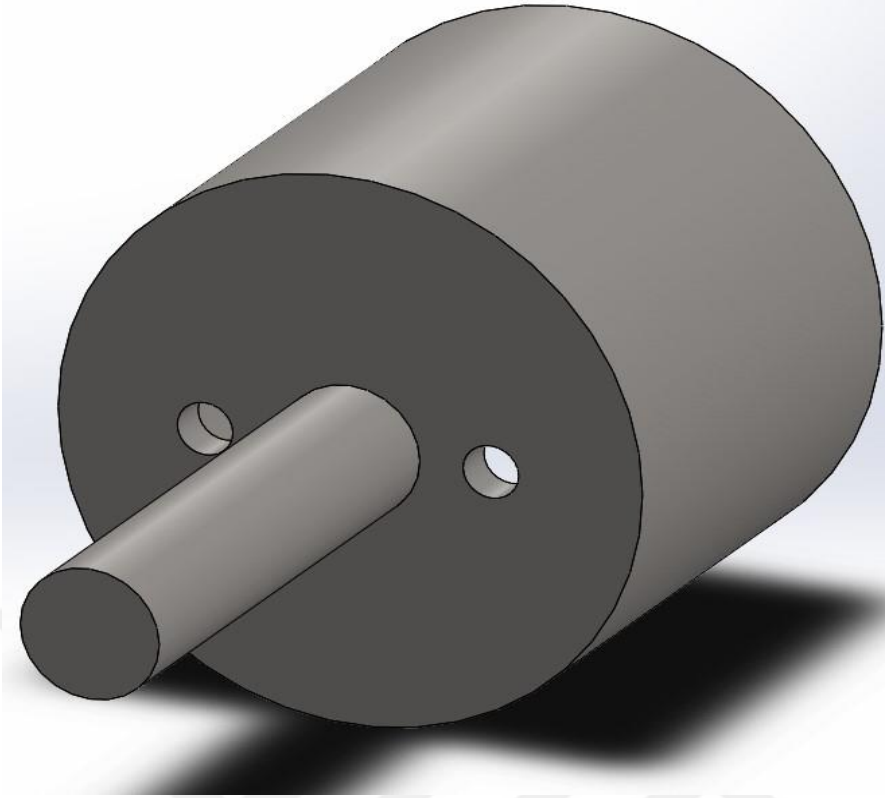
Skk için kullanılacak takım uçlarına bakıldığında birçok farklı tasarım görülmektedir. Bunlara örnek vermek gerekirse vida adımlı, 2 veya 3 girişli, silindirik ve içten sıvı soğumalı gibi farklı tasarımlar görülmektedir.



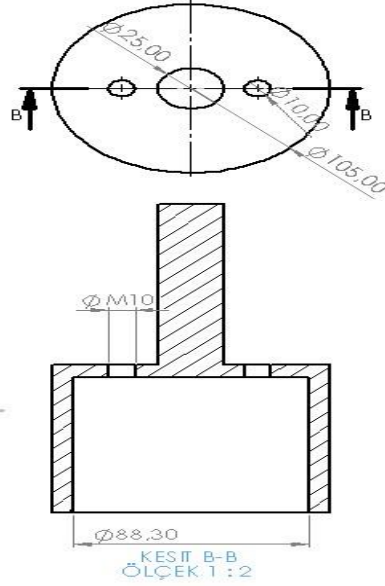
Şekil 5.6: Bazı probe tasarımları

Bunun başlıca sebebi kaynak işlemi yapılacak iş parçalarının malzeme yapısı, kalınlığı gibi etkenlerden ötürü ortaya çıkan gereksinimlerin tek bir probe ile giderilememesidir. Bu çalışmada ilk olarak tasarlanan probe'ta pense doğrudan bağlanacağı için tezgahın çalışma anında oluşturacağı vibrasyon kaynak işlemini olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir.

Bu çalışma için bu etkileri ortadan kaldırmak için yeni bir probe tutucu tasarlandı. Çalışma prensibine baktığımızda 'şekil 5.7, şekil 5.9, şekil 5.11' te gösterilen parçalar aralarına yay gelecek şekilde tasarımı yapıldı. Bu yayın amacı yukarıda da belirttiğimiz gibi işlem sırasında baskı kuvvetini aynı tutabilmek. Probe tutucu parçalarının montaj kolaylığının olması iş parçasının yapısına ve baskı miktarını aynı tutabilmek için kullanılacak yay ve probe değişimi için süre olarak avantaj sağlamaktadır. Probe tutucunun genel parçaları ve ölçüleri aşağıdaki gibi görülmektedir.

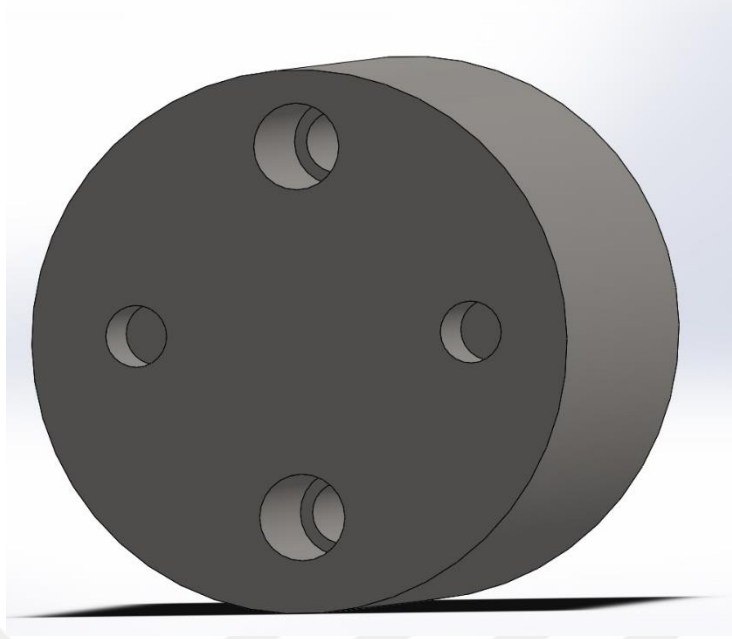


Şekil 5.7: Probe tutucu dış bağlantı

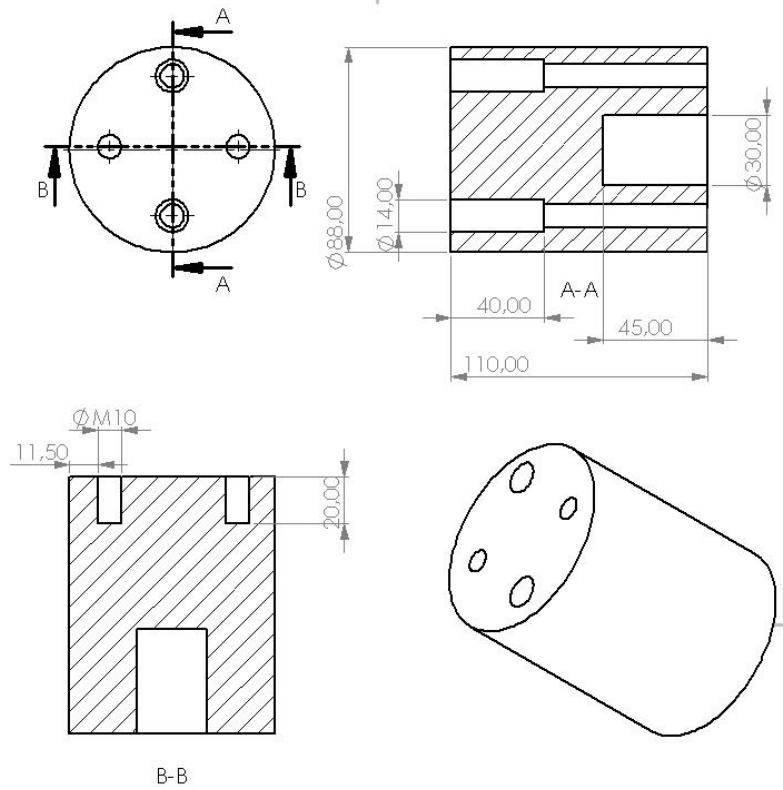


Şekil 5.8: Tutucu dış gövde teknik resim

Yukarıda çizimleri ve görünüşü verilen parça tutucunun freze tezgahına bağlanan kısmıdır. Tutucunun diğer parçaları dış gövdeye monte edilecektir.

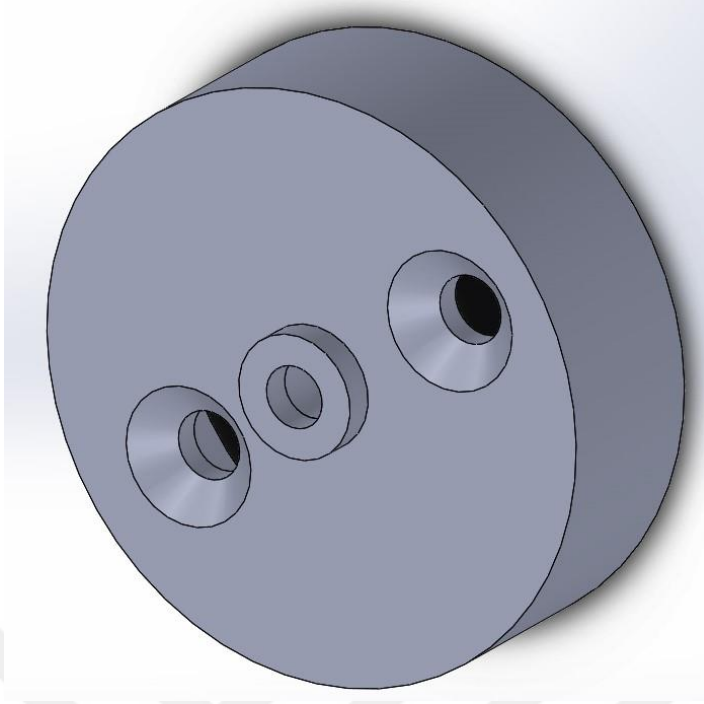


Şekil 5.9: iç yay mekanizması

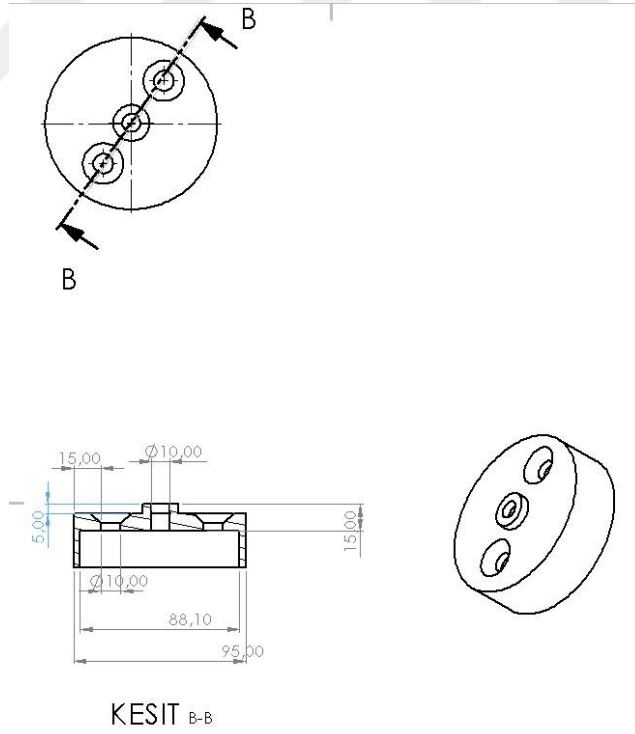


Şekil 5.10: iç yay mekanizması teknik resim

A-A kesitinde verilen boş delik yeridir. B-B kesitinde verilen kısım probe tutucunun bağlanacağı yerdir ve M10 olarak açılmıştır.

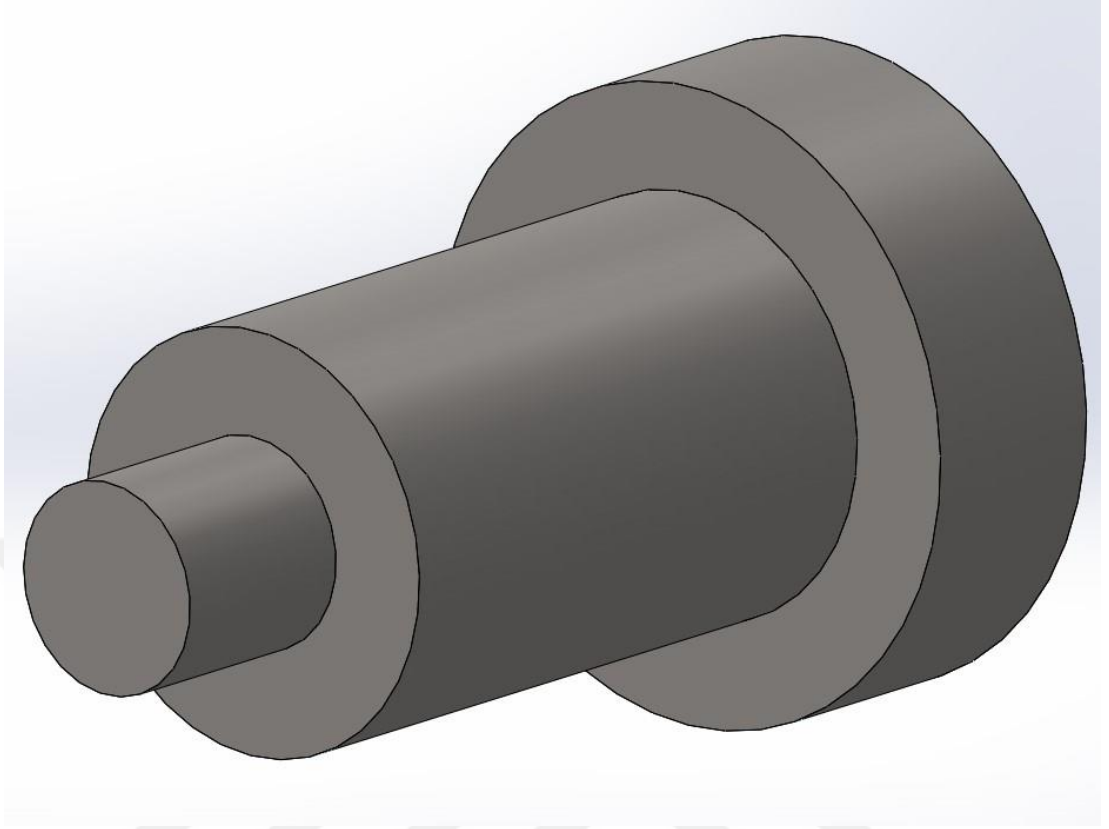


Şekil 5.11: Probe yatağı

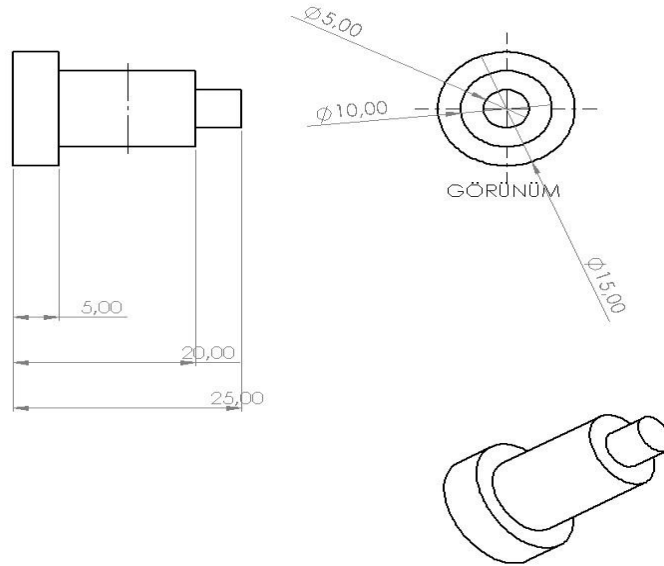


Şekil 5.12 Probe yatağı teknik resim

Yukarıdaki şekilde görülen probe yatağı çapı 5 mm olan probe' lar için tasarlandı.

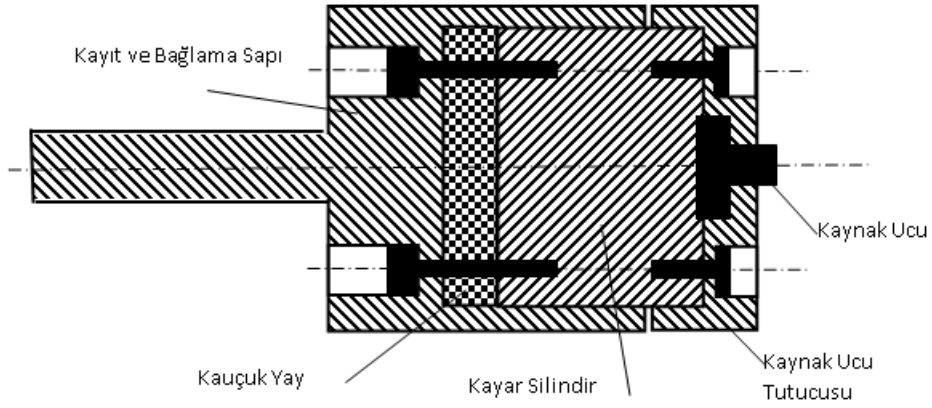


Şekil 5.13: Probe



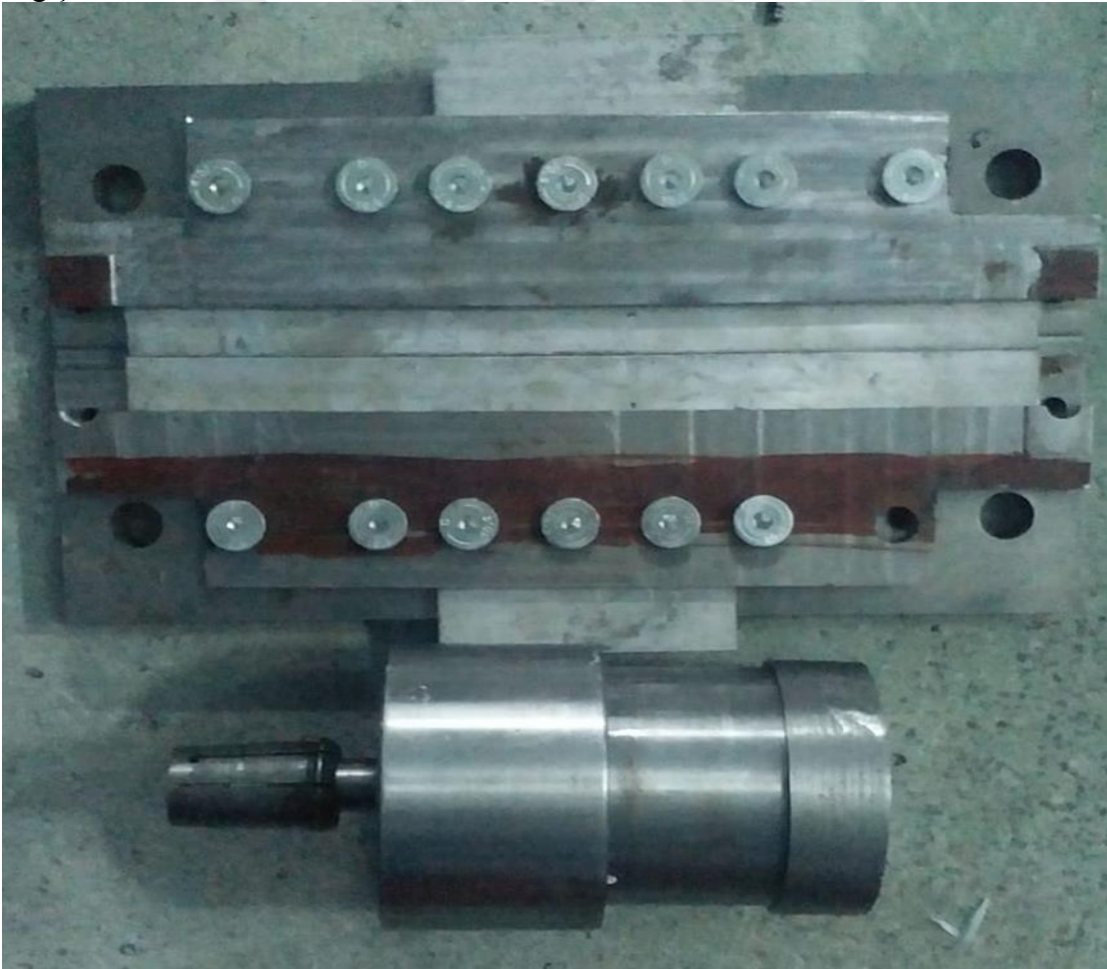
Şekil 5.14 probe teknik resim

Yukarıda verilen çizimlerdeki probe ve probe yatağı kaynak işlemi yapılacak olan malzeme kalınlığına göre değişik ebatlarda üretilerek kullanım açısından üretimde kolaylık sağlaması hedeflenmektedir.



Şekil 5.15: Probe tutucu montaj şeması

Montaj şemasında tutucu için üretilen parçaların montajlanmış olarak son hali görülmektedir. Yukarıdaki çimlerde bahsedildiği gibi yapılacak olan kaynak işleminin malzeme kalınlığına göre probe ve probe yayağının ölçülendirilmesi değiştirilerek tekrardan üretilebilir.



Şekil 5.16: Montajlı kalıplar

Yukarıdaki şekilde üretilen probe tutucunun montajlı halini ve alt tablanın iş parçasının bağlanmış hali verilmektedir.

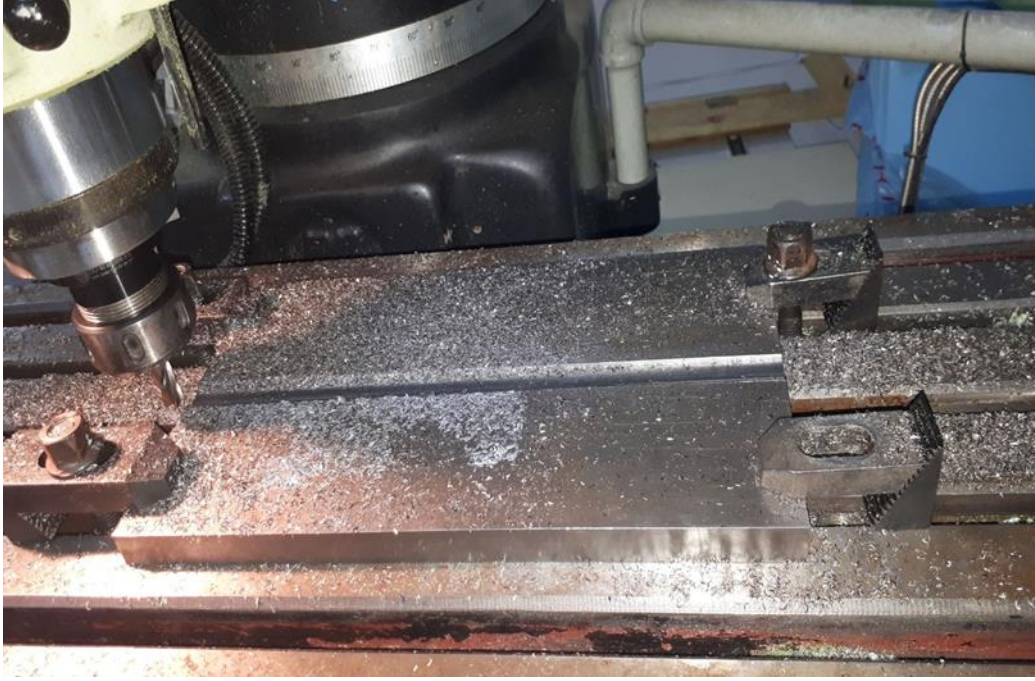
5.2 Sürtünme karıştırma kaynağı için kalıpların üretim aşamaları

Test aşamaları için kullanılacak olan kalıplar üretim aşamasında ilk olarak levha bloktan talaş alma payı hesaba katılarak lazer tezgahı ile kesimi yapıldıktan sonra kalıp üretimi için freze tezgâhına bağlanır. Bu aşamada ilk olarak parçanın iki taraflı olarak tarama çakısıyla yüzey temizliği yapılır. Bunun sebebi kalıbın tezgâha bağlandığında yüzeye paralel ve boşluksuz oturmasının istenmesidir. Yüzey temizliği yapıldıktan sonra daha sonra 80mm'lik freze çakısı ile test malzemelerinin yerleştirileceği kanal açılır. Burada ki kanal derinliği test malzemesinin kalınlığından küçük olmalıdır. Derinlin küçük olmasındaki amaç ise tutucuların tam baskı yapmasını sağlamaktır. Üretim aşamasında test için kullanacağımız malzemelerin kalınlığının 5 mm olmasından dolayı kanal derinliği 3mm olmuştur. Daha sonraki işlem ise kaynak işlemi sırasında kullanılacak olan probe uçun kalıp yüzeyine sürtünmemesi için probe kanalı kalıba açıldı. Buradaki kanal derinlik değeri ise 5 mm alındı. Bu işlemlerin ardından kalıbın tezgâha ve tutucuların kalıba bağlanacağı delikler freze tezgahında açıldı ve tutucu yerleri için klavuz çekilerek vida yerleri açıldı. Burada işlem sırasında kolaylık sağlaması açısından kanal içi ve dışındaki vida yerleri aynı tutuldu.

Tutucu üretiminde ise işlenmesi için kesilen parçalar torna tezgahına bağlanarak işleme alındı. İlk olarak tutucunun dış bağlantı tezgaha bağlanarak birinci yüz işleme için hazırlandı. Buradaki işlem parçanın dış çapı 106 mm'ye gelene kadar kaba talaş kaldırma işlemi yapıldı. Daha sonra 1 mm ince talaş alınarak dış çap tam ölçüye getirildi. Ardından çap 20 matkap ucu takılarak 92 mm derinliğinde parçanın merkezinden delik delindi. Bunun sebebi delik katerinin parçanın içinde işlem yapabilmesi için giriş alanını oluşturmak. Açılan bu noktadan 16'lık delik kateri ile içten dışa doğru çap 89 'a gelene kadar talaş kaldırma işlemi yapıldı. Daha sonra 2'inci yüz işleme için parça ters çevrilerek komperatör yardımı ile bağlanır. Bu aşamada pens'e bağlanması için çapı 20 mm'ye gelene kadar talaş alma işlemi yapılarak işlem bitirilir.

Yay mekanizması yapılırken 1'inci ve 2'inci yüz işlemler benzer şekilde tekrardan uygulanır. Buradaki değişiklikler iç göbek çapı 88mm ve derinliği ise 30 mm'dir. Bu kısım dış bağlantı ile arasına yayın yerleştirileceği kısımdır. Dış çap ise 88 mm'ye gelinceye kadar talaş kaldırma işlemi yapılır. Talaş alma işlemleri bittikten sonra iki parçaya freze tezgahına bağlanarak vida delikleri açılır.

Bu işlemlerde bittikten sonra son olarak probe yatağında torna tezgahında işlenmesi yapılarak freze tezgahında vida delikleri açıldı.



Şekil 5.17: Alt kalıp üretim aşaması



Şekil 5.18: Alt kalıp üretim

Şekil 5.17 ve şekil 5.18 alt tablanın talaş kaldırma işlemi yapılrma işlemi anında çekilen resimleridir. Üretim aşamaları kanal kısmı yapıldıktan sonra delikleri açıldı ve en sonvida yerleri için klavuz çekildikten sonra üretimi tamamlandı.





6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1 Kaynak ile birleştirme öncesi yapılan işlemler

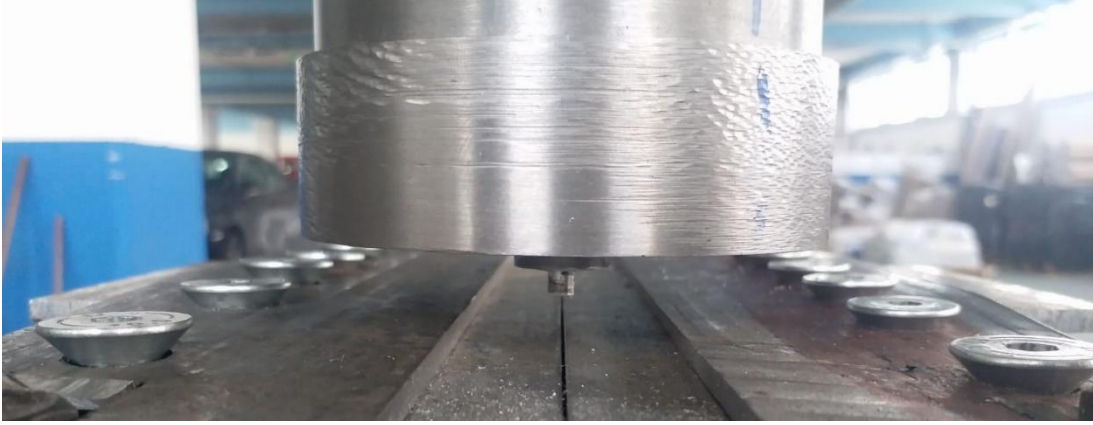
6.1.1 Deneyler için hazırlanan malzeme ve özellikleri

Testlerde kullanılmak üzere 40x200 mm'lik 5 mm kalınlığında levha halinde ticari olarak 1050 alüminyum malzeme temin edilmiştir. Bu deney malzemesinin seçilmesinin sebebi yumuşak malzeme olmasından dolayı düşük sürtünme ısısı altında işleme yapmamıza olanak sağlamasıdır.

Kaynak işlemi için kullanılacak olan probe uç ise makine çeliğinden üretilip sertleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemin yapılması bize kaynak esnasında uçta oluşacak olan deformasyonu en aza indirerek kullanım ömrünü uzatmaktadır.

6.1.2 Sürtünme karıştırma kaynak'ı için tezgâhın hazırlanması

İlk olarak hazırlanan kalıplar universal freze tezgâhına komperatör yardımı ile montajı yapılarak birleştirilmesi istenilen parçalar kalıp üzerine yerleştirilmeden önce son bir kontrolü tekrar yapılarak malzemeler kalıplara yerleştirilir. Sonraki aşama probe tutucunun montaj işlemi. Bu aşamada tutucu dış parçası, yay ve iç göbek tezgâha bağlandıktan sonra komperatör ile balansa getirilir. Son olarak ta probe yatağı ve probe bağlanır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra tezgâhın test için istenilen ayarları yapıldıktan sonra test için kullanıma hazır hale getirilmektedir.



Şekil 6.1: Montajlı kalıpların test öncesi kontrolü

Şekil 6.1’de kaynak işlemi yapılacak olan malzeme çiftinin, tutucu ve alt tablanın bağlandıktan sonraki görünümü görülmektedir. İşleme başlamadan önce de bu sırada tezgahın son kontrolleri yapılmaktadır.

Aşağıda verilen çizelgeler farklı devirlerde kaynak işlemi yapılan malzeme çiftlerinin kesilip numune alındıktan sonra referans olması açısından yapılmıştır.

Çizelge 6.1: Kaynak işleminde kullanılan parametreler

Numune No	Devir Sayısı(d/dk)	İlerleme Hızı(mm/dk)
1 (Tek yönlü)	1000	110
2(Tek yönlü)	1400	110
3(Tek yönlü)	1800	110

Brinell sertlik test sonuçlarına bakıldığında;

Haddelenmiş alüminyum parçaların sertliğine bakıldığında 89.85,86.00,84.94,83.50,84.32,85.28,86.01 bs değerleri görülmektedir.

Birleştirme işlemi yapılan parçaların değerleri aşağıda verilmektedir.

Çizelge 6.2: 1000 d/dk’ daki sertlik ölçüm değerleri

1000 d/dk		Sertlik Değerleri			
Kaynak bölgesi	Ön yüz	70,08	68,33		
	Arka yüz	59,59	57,84		
Kaynak bölgesi dışı	Ön yüz	85,41	85,23	83,71	84,26
	Arka yüz	85,11	84,22	83,14	84,28

Çizelge 6.3: 1400 d/dk' daki sertlik ölçüm değerleri

1400 d/dk		Sertlik Değerler			
Kaynak bölgesi	Ön yüz	68,35	66,44		
	Arka yüz	64,67	67,06		
Kaynak bölgesi dışı	Ön yüz	80,31	80,65	80,47	82,13
	Arka yüz	80,29	80,36	79,90	81,68

Çizelge 6.4: 1800 d/dk' daki sertlik ölçüm değerleri

1800 d/dk		Sertlik Değerleri			
Kaynak bölgesi	Ön yüz	66,86	66,64	67,09	67,56
	Arka yüz	31,04	41,30		
Kaynak bölgesi dışı	Ön yüz	80,11	81,49	80,52	80,76
	Arka yüz	79,98	86,15	77,24	



7. TEST SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1 Kaynaklı numunelerin makro değerlendirmesi

Sürtünme karıştırma kaynak yöntemi ile birleştirme işlemi yapılan parçalarda kaynak bölgesinde yüzeyde kesit daralması görülmektedir. Farklı işlem parametreleri kullanılarak yapılan işlemlerde kaynak bölgesinin yüzey kalitesi, kesit daralması ve işlem süreleri farklılık göstermektedir. Kaynak işlemi sırasında devir ile ilerleme hızının ayarlanamamasını göstermek için yapılan kaynak işleminde ilk olarak ilerleme el ile verildi. Daha sonrasında ilerleme otomatik te verilerek sabitlendi. Bununla ilgili görseller aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.1: Kaynak sonrası parça görünümü

Şekil 7.1'de 1400 d/dk ve 1000 d/dk'da ve tabla üzerinde kaynak işlemi yapılan sonra malzeme çiflerinin dikiş bölgesi gösterilmektedir. Burada öncedende bahsedildiği gibi kaynak işlemi için kullanılan ucun işlem bittikten sonra kaynak bögesinde kalan boşluk görülmektedir. Son olarak bu kısım ilave malzeme ile doldurularak kaynak işlemi tamamlanır.



8. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

8.1 Çalışmanın genel sonuçları

Yaptığım çalışma ve testler sonucunda, çeşitli parametreler kullanılarak sürtünme karıştırma kaynağıyla yapılan kaynak dikişlerinden farklı veriler elde edildi ve elde edilen veriler incelenip sonuçlar maddeler halinde verilmiştir.

- ✓ AL 1050-AL 1050 malzeme çifti (1000, 1400,1800) dev/dk' da birleştirme işlemi yapılmıştır.
- ✓ Kaynak bölgesine ait mekanik testler incelendiğinde numunelerde kaynak dikişlerinde olumsuz etki yaratacak boşluk, çatlak ve kaynaklız bölge olmadığı tespit edilmiştir.
- ✓ Ara yüzeyde oluşan sıcaklık derecesinin artması ile birlikte probe tutucunun içerisinde baskı miktarının aynı kalması için kullanılan yay sabitinin artma ile birlikte tutucuda balans kaçıklığı, kaynak bölgesindeki kesit daralmasının fazla olması ve yüzey bozukluğunun artışı gözlenmiştir.

8.2 Öneriler ve hedefler

Bu çalışmada üretimi yapılan parçaların kalıpları istenildiği gibi olumlu sonuç sağlamaktadır. Ancak üretimi yapılan probe tutucunun olumlu sonuç vermesine rağmen tutucunun geliştirilmesi gerektiği gözlenmektedir. Buda tutucudaki bağlantı vidalarının sayısının 4'e çıkarılması ve kayar mesnet uzunluğunun arttırılması ile oluşabilecek olan balans kaçıklığının giderilebileceği gözlenmiştir. İleride bu çalışmanın kullanılması durumunda bu geliştirmelerin yapılması halinde testler sırasında süre yönünden avantaj sağlaması ve kullanılan probe tutucudaki kalıp yaylarının daha sert malzeme çiftleri için kaynak işleminde kullanılacak olan sert yayların kullanılmasına olanak sağlamasıdır.



KAYNAKLAR

- [1] **Çam, G.**, Al-Alaşımaları İçin Geliştirilen Yeni Kaynak Yöntemleri, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Kaynak Teknolojisi III. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 19–20, S. 267–277, İstanbul, Ekim, 2001
- [2] **Kulekçi, M. K., Şık, A.**, Sürtünme karıştırma kaynağı ile alüminyum alaşımı levhaların birleştirilmesi ve elde edilen kaynaklı bağlantıların özellikleri” Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7.3 :70–75, Isparta, 2003
- [3] **Davis, C.J., Thomas, W.M.**, 1996, Friction Stir Process Welds Aluminum Alloys, Welding Journal, Cambridge, U.K. March, 41-45.
- [4] **Oğuz, B.**, 1990, Demirdışı Metallerin Kaynağı Metalurji-Uygulama, Oerlikon Yayınları, İstanbul.
- [5] **Thomas, W.M., Nicholas, E.D.**, 1997, Friction Stir Welding for the Transportation Industries, Materials Design, 18, 269-273.
- [6] **Özdemir, N., Büyükarşlan, S., Sarsılmaz, F.**, 2007, Sürtünme Karıştırma Kaynak Yöntemi ile Birleştirilmiş AA1030 Alüminyum Alaşımında Karıştırıcı Uç Profili ve İlerleme Hızının Arayüzey Mikroyapı Değişimi Üzerine Etkisi, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 19, (3), 407-415.
- [7] **Anık, S.**, 1960, Alüminyum ve Alaşımalarının Kaynağı, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- [8] **Tülbentçi, K.**, 1990, Alüminyum ve Alaşımalarının Kaynağı, Böhler Yayınları. İstanbul.
- [9] **Ş. Kasman, F. Kahraman, A. Aydın**, Sürtünme Karıştırma Kaynak Yöntemi ile Birleştirilmiş AA7075-T651 Alüminyum Alaşımalarının Farklı Karıştırıcı Pim Geometrilerinin Kaynak Performansına Etkisinin İncelenmesi, International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 2016.
- [10] **Yılmaz, S. S., Ünlü, B. S., Uzkut, M., Ertürk, D.** 2016. “Alüminyum Alaşımalarında Sürtünme Karıştırma Kaynağı ve Uygulamaları,” Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 676, s. 56-63.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ayberk RODOP

Doğum Tarihi ve Yeri: 30.06.1987 / İZMİR

E-posta : ayberkrodop@gmail.com



Öğrenim Durumu

Yüksek Lisans: : İstanbul Aydın Üniversitesi
Makine Mühendisliği Fakültesi
Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans
2017-2019

Lisans: : İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
Makine Mühendisliği Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü
2010-20164

Lise: : Şemikler Lisesi (İzmir)
2001-2004

Mesleki Deneyim

Uslu teknik makina : Üretim Elemanı
Ekim 2014-Şubat 2015

İZMİR SENKROMEÇ : Stajyer
EKİM 2016 – KASIM 2016

GEDİZ ÜNİVERSİTESİ : Stajyer
Ocak 2016-Mart 2017

İZMİR SENKROMEÇ : Stajyer
AĞUSTOS 2015 – EYLÜL 2015

TÜPRAŞ İZMİR

RAFİNERİSİ : Stajyer
TEMMUZ 2008 – AĞUSTOS 2008

TÜPRAŞ İZMİR
RAFİNERİSİ. : Stajyer
TEMMUZ 2007 – AĞUSTOS 2007

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

https://drive.google.com/file/d/1PwxGH7DQ_xEYVNMe4xn6La5ru-gtKA_J/view
sayfa 246-249

