

# SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI İÇİN TAKIM TUTUCU TASARIMI

**Cemal MERAN\* ve Mustafa ÇOLAK**

Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli

\* [cmeran@pau.edu.tr](mailto:cmeran@pau.edu.tr)

(Geliş/Received: 25.10.2007; Kabul/Accepted: 14.03.2008)

## ÖZET

Ergime sıcaklığı yüksek olan çeliklerin sürtünme karıştırma kaynağı esnasında karıştırıcı takım 1000 – 1100°C gibi yüksek sıcaklıklara çıkmaktadır. Takım üzerinde oluşan bu ısı frezenin başına geçmektedir. Bunun sonucunda frezenin rulman yataklarında hasara yol açabilmektedir. Tasarlanan takım tutucu hem koruyucu gaz hem de soğutma sistemini birlikte içermektedir. Tasarlanan bu takım tutucunun soğutma tertibatı takımda ki sıcaklığın frezeğe geçmesini önlenmiş olacaktır. Ayrıca koruyucu gaz kullanılması ile, kaynak bölgesinin oksidasyonu önenebilecektir. Bu çalışma ile özellikle sürtünme karıştırma kaynağı konusunda çalışan taraflara bir açılım yapma imkanı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sürtünme karıştırma kaynağı, torç, takım tutucu, tasarım.

## TOOL HOLDER DESIGN FOR FRICTION STIR WELDING

### ABSTRACT

The temperature on the stirrer tool may reaches 1000 – 1100°C during friction stir welding of high melting temperature materials such as steels. This heat occurred on tool is transfered to head of milling machine. The bearing of milling machine may be damaged due to excessive heat. The designed tool holder is including both cooling and shielding gas system. This tool holder will prevent heat transfer from tool to milling machine by means of cooling system. Furthermore, using of shielding gas system, the oxidation on the welding zone will be prevented. This study will bring some beneficial to researchers who especially study on friction stir welding.

**Keywords:** Friction stir welding, torch, tool holder, design.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sürtünme Karıştırma Kaynağı (SKK) 1991 yılında İngiliz TWI (The Welding Institute) tarafından bulunmuş olan ve halen üzerinde oldukça fazla araştırma yapılan yeni bir katı faz kaynak yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak Alüminyum malzemelerin birleştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Yöntemin prensibine gelince özel olarak tasarlanmış bir takım, belli devirlerde döndürülerek kaynaklanacak parçaların yüzeyine sürtünmekte ve bu esnada iki yüzey arasındaki sürtünmeden dolayı takım altında kalan alanda metal yumuşamakta, takıma ilerleme hareketinin verilmesi ile birlikte ise bu yumuşayan metal takımın uç kısmında bulunan vida yardımıyla ötelenerek kaynak dikişini oluşturmaktadır[1-7].

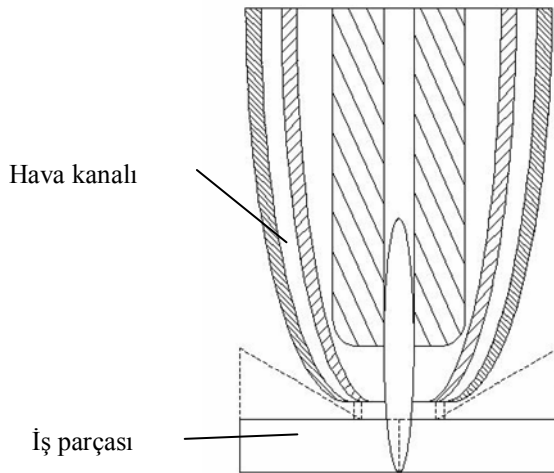
Sürtünme karıştırma kaynağının endüstride kullanımı yöntem anlaşıldıkça hızla artmaktadır. Geleneksel yöntemlerle kıyaslandığı zaman maliyet çok düşük kalmaktadır. Günümüzde yüksek ergime sıcaklığına sahip malzemelerde (alaşimsız çelikler, paslanmaz çelikler, vs) bu yöntemle birleştirilmesi başarılmıştır. Yüksek ergime sıcaklığına sahip metallerde güçlü tezgahlara, özel takım malzemelerine ve takım tutuculara ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde kullanımı giderek artan sürtünme karıştırma kaynağının uygulama alanları da gün geçtikçe artmaktadır. Sürtünme karıştırma kaynağının ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde gelişmesini sağlayabilmek için de kaynak yapımında kullanılan alet, teçhizat ve makine-lerinde buna bağlı olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Sürtünme karıştırma kaynağında genel olarak koruyucu gaz kullanılmamaktadır. Çünkü sürtünme karıştırma kaynağı başlangıçta alüminyum gibi yumuşama sıcaklığı düşük metallerin birleştirilmesinde kullanılmıştır. Ancak çelikler, paslanmaz çelikler gibi yumuşama sıcaklığı yüksek olan metallerin sürtünme karıştırma kaynağı esnasında gerek takımda gerekse kaynaklanan metalde ulaşılan sıcaklığın 1000°C civarında olmasından dolayı, kaynak dikişinde ve takım ucunda oksitlenmeler ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için özellikle yüksek yumuşama sıcaklığına sahip malzemelerin sürtünme karıştırma kaynağında kullanılmak üzere kaynak esnasında koruyucu gazda kullanılabilir.

Kaynak esnasında kaynak banyosunun hava ile temasının kesilmesi, iyi bir kaynak dikişi için ön koşulların başında gelen bir kuraldır. Bu maksatla sürtünme karıştırma kaynağının yapılacağı frezenin malafasına bağlanacak freze başlığına bir gaz üfleci monte edilmesinin fayda getirebileceği açıktır. Diğer kaynak ve kesme teçhizatlarında üfleç kaynak banyosu ile hava arasında bir soy gaz perdesi oluştururken arada az da olsa hava kalmaktadır. Sürtünme karıştırma kaynağında kullanacağımız üflecin hava çıkış doğrultusunu ucun üzerine gidecek şekilde yaparak içerde kalan hava miktarını en aza indirmek amaçlanmıştır (Şekil 1).

Diğer önemli bir hususta takım tutucunun ve takımın soğutulması ihtiyacıdır. Özellikle yüksek yumuşama (dolayısıyla ergime) sıcaklığına sahip malzemelerin sürtünme karıştırma kaynağında güçlü ve kararlı tezgahlara ihtiyaç vardır. Uygulamada takım ve kaynaklanacak metal arasındaki sürtünmeden dolayı ortaya çıkan yüksek ısı takım ve takım tutucu üzerinden tezgah gövdesine geçmektedir. Bu durumda takım tezgahının rulman yatakları hasara uğramakla karşı karşıya kalmakta, kimi durumda ise tezgah kitlenmektedir. Yapılacak bir soğutma tertibatı hem takımı hem takım tutucuyu hem de tezgahı aşırı ısınmaya karşı koruyacaktır.



Şekil 1. Kaynak üfleçlerinin şematik gösterimi (Schematic illustration of welding torches)

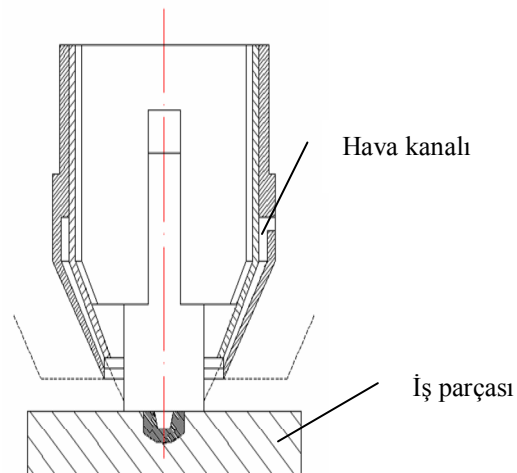
Sürtünme karıştırma kaynağının temel prensibi olan sürtünmeden dolayı açığa çıkan ısının uca geçen kısmının, ucun kaynak performansını arttırabilmek ve takım aşınmasını azaltarak ömrünü uzatmak için soğutma yapılarak kullanılması özellikle yüksek ergime/yumuşama sıcaklığına sahip metallerin kaynağında büyük fayda sağlayacaktır. Bu amaçla takımın yakınından geçecek bir akışkan takımın soğutulması düşünülmüştür. Sistemden ısı transferinin, sıvı akışkanların taşınım ile daha çok ısıyı alabildiği düşünülerek su veya diğer sıvı akışkanlarla yapılması uygun olacaktır. Şekil 2'de su soğutmalı gaz girişli freze başlığı kaynak yaparken görülmektedir.

## 2. TASARIM AŞAMALARI (DESIGN STEPS)

Su soğutmalı gaz girişli freze başlığının diğer çalışacağı eleman ve aparatlar da düşünülerek ucun takılacağı kısmın dönecek olmasından dolayı, su ve gaz besleme



Şekil 2. Kaynak yapmakta olan su soğutmalı - gaz girişli freze başlığı - (The tool holder with water cooling and shielding gas input which used welding) [8]



ünitelerinin hortumlarının takılacağı kısmın durgun halde olması gerekmektedir. Bunun için döner parçanın ve akışkan hortumlarının bağlanacağı dış kısma rulmanlı yataklama elemanları kullanılarak yataklanması düşünülmüştür.

Rulmanlı yatakların, aksel kuvvet iletmeyeceği göz önünde bulundurularak sabit bilyalı rulman seçilmesi uygun görülmüştür. Rulmanlara sadece dış kısmın ağırlığı etki edecektir. Şekil 3'de kuvvetin akış yönü şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi dış kısım döner parça üzerinde bağlı bir eleman Freze başlığının rijitliğini arttırmak için 2 adet sabit bilyalı rulman belirli bir aralıkla konarak (sabit serbest yatak düzeninde) dış kısım ve döner parça arasında daha statik bir yataklama yapılmıştır. Eğer dış kısım başka yerlerle monte edilmiş ya da sabitlenmiş olsalar idi; rulmanlara bağlanış şekline göre aksel yükler, radyal yükler gelmesi muhtemeldi. Bu durumda freze malafasını da düşünürsek, rulmanlara gelen kuvvetleri bulurken birden çok yatak olacağı için (en az 2 tane malafada 2 tanede kullanılan freze başlığında) hiperstatik sistem oluşacaktı ve bu sistemden de yataklara gelen kuvvetleri bulmak çok zor olacaktı. Bu durumun önüne geçebilmek için freze çalışmazken askıda olan çalıştığında ise dönme yönüne paralel olarak çalışan bir tutucu tasarlanmıştır. Bu tutucu kendi parçası ile beraber çalışmak zorundadır. Başka şekilde montaj yapılması, karıştırıcı uca eğim verildiğinde yataklarda az da olsa ilave yükler

oluşmasına sebep olacaktır.

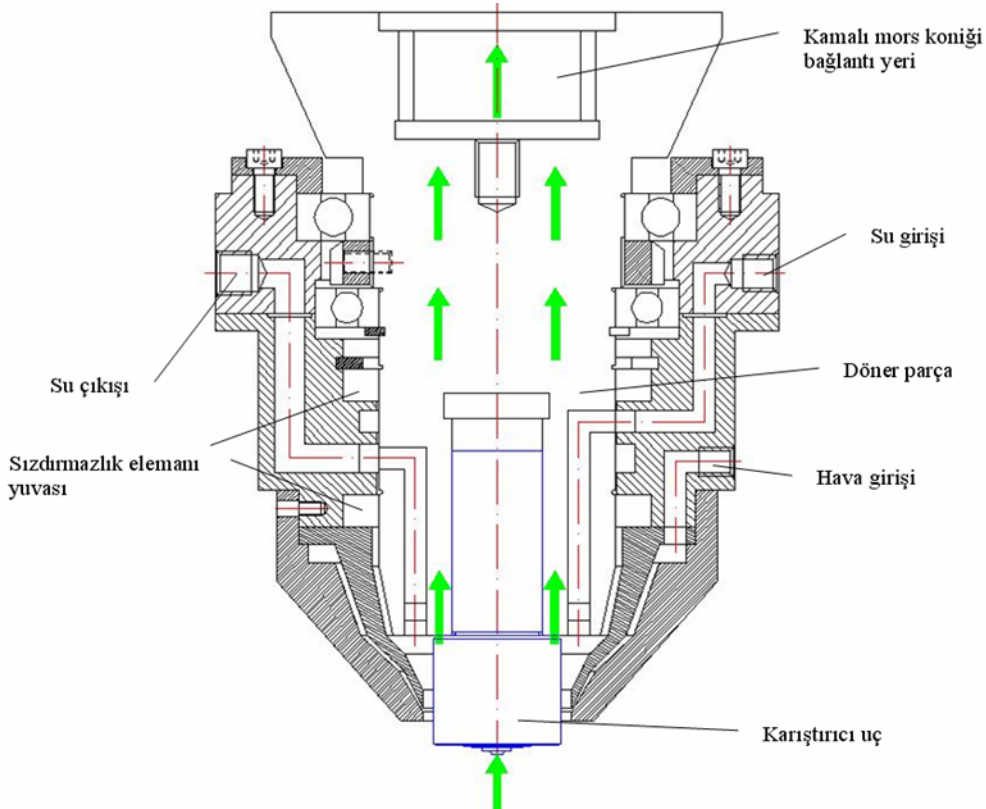
Bu tutucunun konulmaması durumunda ise hortumlara dönme hareketinden dolayı kuvvet etki etmesine sebep olacak bu da hortumların kısa sürede yıpranmasına yol açacaktır. Şekil 4'de tutucunun resmi görülmektedir.



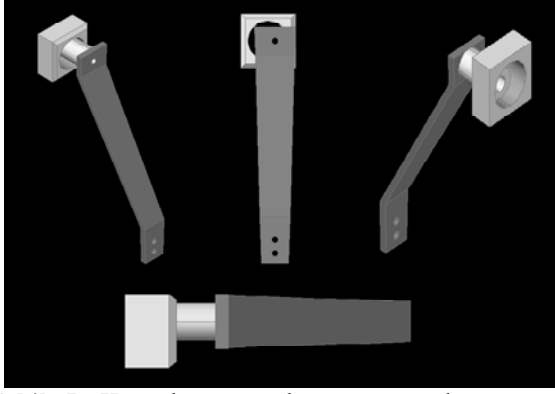
Şekil 4. Dönme hareketinden oluşan kuvveti karşılayacak tutucu (The holder against force which occurred due to turning)

Kendi parçası ile montaj yapıldığında, freze başlığına hangi açı verilirse verilsin tutucu eş çalışacağı parçaya hep 1 noktadan etkiyecek ve bu sayede aksel yüklerin ve ilave yüklerin gelmesi engellenmiş olacaktır. Şekil 5'te eş çalışacağı parçası ile çalışma halindeki durumu görülmektedir.

Bu parçanın diğer bir görevi de; döner parça ve dış kısım arasında kalan 0,5 mm'lik boşlukta sürekli su bulunmasından doğabilecek aralık korozyonunu önlemektir. Bunun için malzeme özellikleri bakımından diğer parçalardan daha aktif (diğerlerinden önce korozyona uğrayan) bir metal seçilmesi uygun olacaktır. Freze başlığının ömrünü uzatmak için bu



Şekil 3. Kaynak esnasında takım tutucu üzerinde kuvvet akışı (The force flow on tool holder during welding)

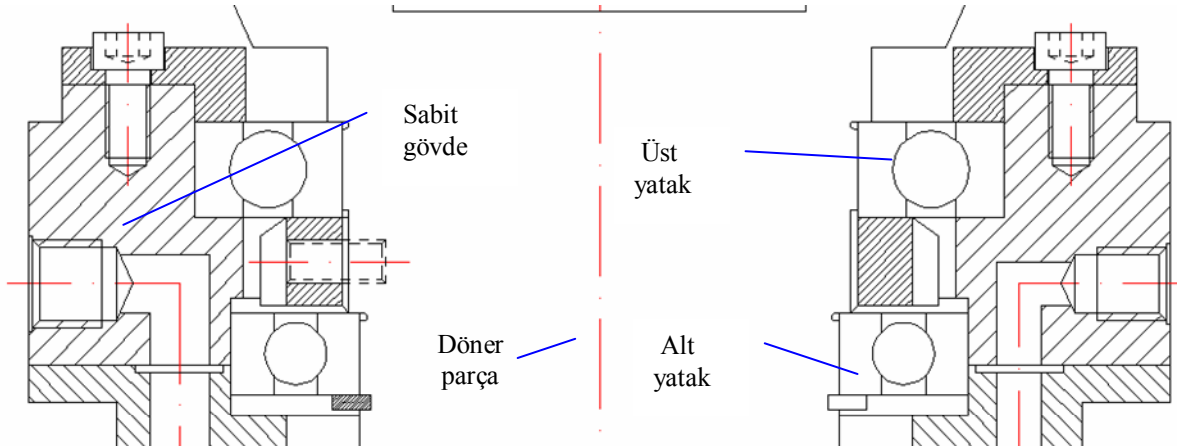


**Şekil 5.** Kaynak esnasında tutucunun konumunun değişik açılardan görünümü (The view of holder at different positions during welding)

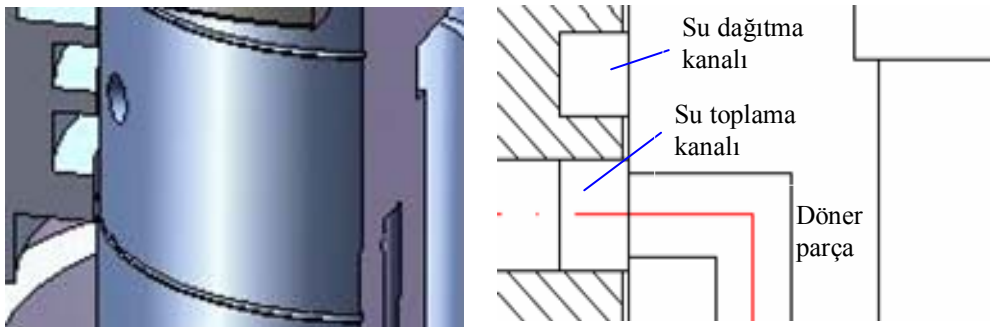
tasarım yerinde bir karar olduğu düşünülmektedir. Tasarımı ve imalatı zor olan freze başlığı yerine tasarımı ve imalatı kolay ve ucuz olan bu tutucunun gözden çıkarılması tasarımcılık açısından daha uygun olacaktır.

Rulmanların biri sabit diğeri serbest olacak şekilde tasarlanmıştır. Sabit serbest yatak seçilmesinin sebebi, döner parçanın ısı etkisi altında olmasından dolayı boy değişimlerini karşılayabilmektir. Bunun sebeple ısı bölgesine yakın olan yatak, dış bileziğinden serbest olacak şekilde tasarlanmıştır.

Sabit yatak iç bilezikten fatura ve ayar vidası ile



**Şekil 6.** Freze başlığının ve takım tutucunun yataklanması (The bearing of milling head and tool holder)

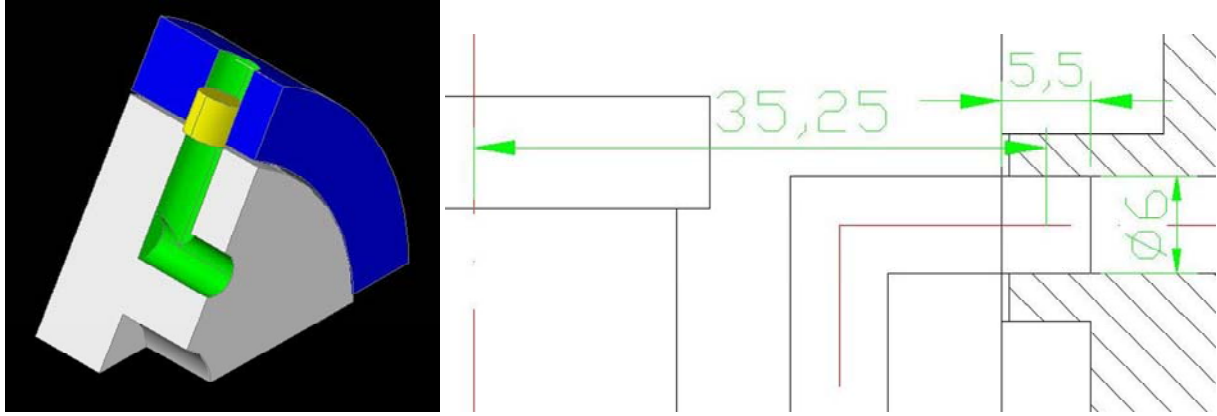


**Şekil 7.** Soğutma suyu kanalları (The cooling water canals)

sabitlenen yarıklı somun (çektirme somunu) ile sabitlenecek dış bileziği ise fatura ve rulman kapağı ile sabitlenecektir. Serbest yatak ise iç bileziğinden fatura ve segmanla sabitlenmiştir. Freze başlığında uygulanan sabit serbest yataklama Şekil 6'da şematik olarak görülmektedir.

Akışkanın döner parçaya aralıksız olarak girebilmesi ve çıkabilmesi için dıştaki parçaya (dönmeyen parçaya) içerden kanallar açılmıştır. Şekil 7'de kanallar görülmektedir. Üst kanal freze başlığına giren soğuk suyu döner parçaya dağıtan kanaldır. Alt kanal ise ucun ısını alan suyu döner parçadan toplayan kanaldır.

Döner parçaya giren sıvı akışkanın üst kanaldan girerek alt kanaldan çıkması düşünülmüştür. Böylece girişte soğuk olan akışkanın ısı alınacak olan döner parçayı daha uzun süre süpürüp ısıdıktan sonra döner parçayı daha çabuk sürede terk etmesi istenilmektedir. Akışkanın merkezkaç kuvvetini yenip döner parçaya girebilmesi için gerekli olan sistem basıncının hesaplaması aşağıdaki gibidir. Şekil 8a'da çalışma anında deliğe girecek birim su kütlesi gösterilmiştir. Şekil 8b'de ise birim su kütlesinin hacminin hesaplandığı üst kanal görülmektedir. Bu kanalın boyutları, döner parçanın teknik resmi üzerinden freze başlığının montajında oluşacak boşluğu da düşünerek alınabilir.



(a) (b)  
**Şekil 8.** Su dağıtma kanalına gelen birim su miktarı (The quantity of unit water in the cooling water canal)

$$P_{sistem\,efektif} \cdot A_{Boru} \geq F_{merkezkaç}$$

$$F_{merkezkaç} = \frac{\dot{m}_{su} \cdot V^2}{R_{ort}} = \dot{m}_{su} \cdot \omega^2 \cdot R_{ort}$$

$$F_{merkezkaç} = \rho_{su} \cdot \dot{V}_{su} \cdot \omega^2 \cdot R_{ort}$$

$$\dot{V}_{su} = \frac{\pi \cdot (0,006)^2}{4} \cdot (0,0055) = 1,55508 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$\omega_{max} = 1000 \text{ min}^{-1} = 16,6666 \text{ 1/s}$$

$$R_{ort} = 32,5 + \frac{5,5}{2} = 35,25 \text{ mm} = 0,03525 \text{ m}$$

$$\rho_{su} = 998 \text{ kg/m}^3$$

$$A_{boru} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} = 28,274 \text{ mm}^2 = 2,82 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$F_{merkezkaç} = 998 \cdot (1,55508 \cdot 10^{-7}) \cdot (16,6666)^2 \cdot (0,03525)$$

$$F_{merkezkaç} = 1,519645308 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m/s}^2 = 1,519645308 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$P_{sistem\,efektif} \geq \frac{F_{merkezkaç}}{A_{boru}}$$

$$P_{sistem\,efektif} \geq \frac{1,519645308 \cdot 10^{-3}}{2,82 \cdot 10^{-5}} = 0,05374645308 \text{ N/m}^2$$

$$P_{sistem\,efektif} \geq 0,05374645308 \text{ N/m}^2 = 0,05374645308 \cdot 10^{-5} \text{ bar}$$

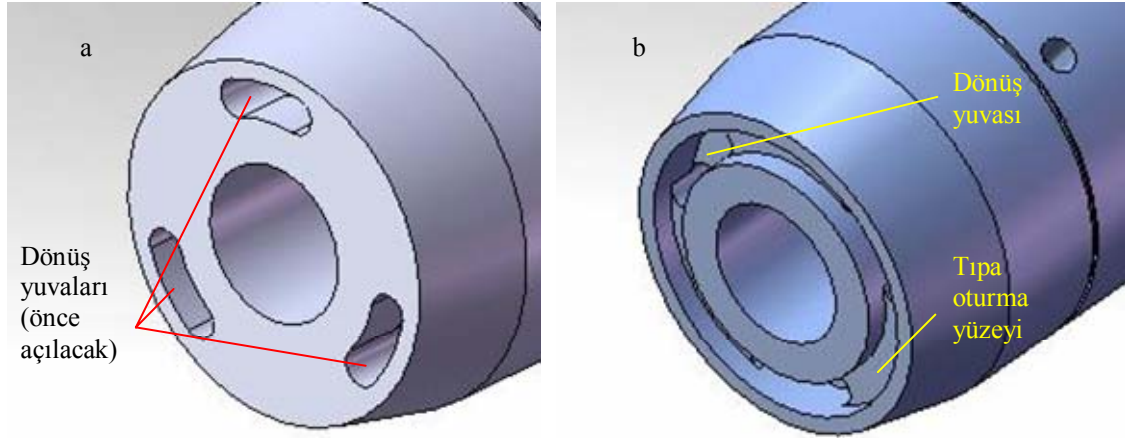
Bu sonuçtan anlaşıldığı gibi merkezkaç kuvvetinin suyun girişine etkisi oldukça azdır. Sistemde kullanılacak suyun efektif basıncının yaklaşık 1–1,5 bar civarında olması suyun döner parçaya girmesi için oldukça yeterlidir. Ayrıca bu basıncın artırılması halinde, suyun döner parçayı kanallar boyunca çevreliyor olması bir nevi hidrostatik kaymalı yatak oluşmasına sebep olacaktır. Suyun freze başlığına girişte küçük çapta bir borudan girip çıkarken de

büyük çapta bir borudan çıkması suyun akışına yardımcı bir etkisi olacaktır. Bu sebeple giriş borusu 6 mm çapında, çıkış borusu ise 8 mm çapında olarak tasarlanmıştır. Döner parça içindeki borular ise yine 6 mm çapında olarak tasarlanmıştır. Ayrıca giriş borusuna hortumların takılabilmesi için metrik 10 vida açılarak hidrolik devre raketini takmaya uygun hale getirilmiştir. Suyun rahat çıkışını sürdürebilmek için çıkış borusuna takılacak raketin ise metrik 12 olması uygun olacaktır.

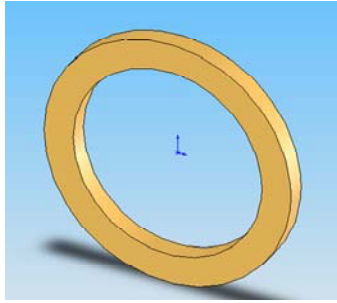
Döner parçaya giren suyun 3 delikten girip başka bir 3 delikten çıkması, takılacak ucun ayar vidası ile sıkıştırılacağı göz önünde bulundurularak planlanmıştır. Suyun döner parça içinde dönüşünün ise parmak freze çakısı ile açılmış oyuklardan yapılması ve bu oyukları kapatmayacak şekilde dairesel oturma yüzeyi bulunan bir kanala tıpa konarak yapılması planlanmaktadır. Tıpanın bir daha çözülmesine gerek olmadığı için sıkı geçme toleransları ile çakılması uygun olacaktır. Şekil 9a'da döner parçaya açılacak borulardan sonra suyun dönüşü için fasulye biçimine benzer şekilde açılacak yuvalar görülmektedir. Şekil 9b'de ise yuvaların bir kısmını kapatarak kapak vazifesi göreceğ olan tıpanın oturma yüzeyi açılmış hali görülmektedir. Bu oturma yüzeyinin çevre boyunca olması tıpanın çıkmasını engelleyecektir.

Şekil 10'da sıkı geçme çakılacak tıpa görülmektedir. Bu tıpa, döner parçayla aynı malzemeden yapılmıştır. Eğer başka bir malzeme kullanılmak istenirse, tıpanın freze başlığının en sıcak olduğu bölgede çalışacağı düşünülerek sıcaklığa dayanıklı bir malzemeden imal edilmesinde yarar vardır.

Sistemdeki suyun rulmanlı yataklara ve kaynak bölgesine gidişini önlemek için radyal sızdırmazlık



**Şekil 9.** Döner parçaya deliklerin açılması (Making holes on rotating part) a) Döner parçadaki su dönüş yuvaları (Return water seats on rotating part) b) Tıpa oturma yüzeyi (Plug located surface)

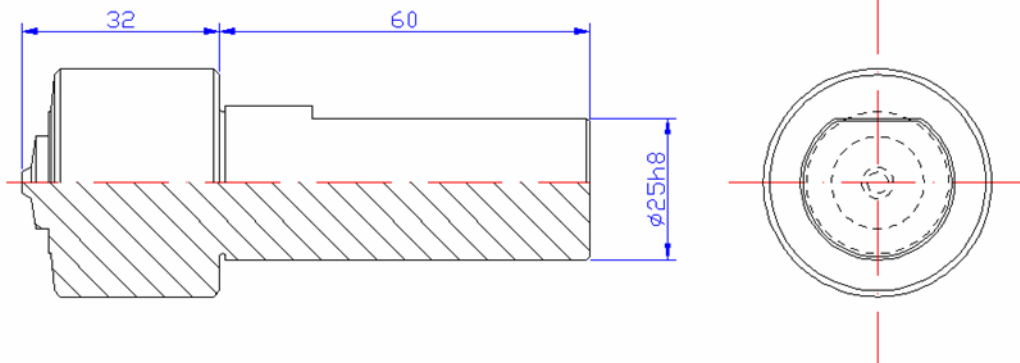


**Şekil 10.** Döner parça tıpası (The rotating part plug)

elemanları kullanılmalıdır. Bu radyal sızdırmazlık elemanlarının oturacağı yüzeylere, döner parçada h12, dış kısımda yani gövdede H9 toleransları verilmiştir.

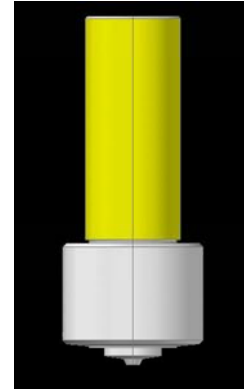
Yüksek sıcaklık malzemelerin sürtünme karıştırma kaynağında Şekil 11’de teknik ölçüleri verilen PCBN (Polycrystalline Cubic Boron Nitride) uçlar son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple freze başlığına takılacak karıştırma uçlarının tutucuya geçen kısmı 25 mm çapında ve 60 mm uzunluğunda olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu kısım kullanılması düşünülen farklı boyutlardaki takımlar için istenilen ölçülere göre değiştirilebilir.

Uçların döner parçaya takılacak kafasının ve döner



**Şekil 11.** Freze başlığında kullanılacak genel uç boyutları (General tool dimensions which can be used milling head)

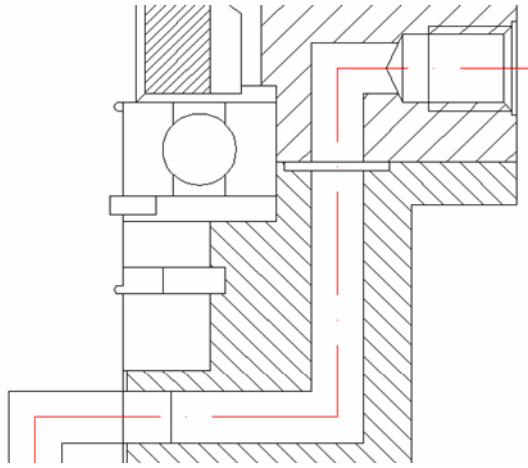
parçadaki deliğin hassas işlenmiş olması değme yüzeylerini arttıracaktır. Uç, setuskur yardımıyla sıkıldığında daha rijit bir şekilde deliğe oturacaktır. Deliğe verilecek geçme türü H8/h8 (birim delik sistemi) olarak tayin edilmiştir. Deliğin silindirik taşlamadan sonraki maksimum pürüzlülük değeri  $Ra=0,8$  mikrometre olmalıdır. Şekil 12’de ucun taşlanacak yüzeyi sarı renkle gösterilmiştir. Uca havanın etkisinden korumak için soy gaz üfleyecek olan üflecin, gaz dağılımını yapabilmesi için kanal formu verilmesi gerekmektedir. Böylelikle homojen bir hava perdesi oluşturulmuş olacaktır.



**Şekil 12.** Ucun taşlanacak yüzeyi (The grinded surface of tool)

Tasarım gereği parçalı yapılan dış gövdenin birbirine, montajında ve demontajında kolaylık sağlamak için ve parçanın minimize edilmesinde yarar sağlayacağı için gömme başlı civatalarla sabitlenmesi gerekmektedir.

Döner parça etrafında durgun halde olacak dış kısmın imalata uygunluk açısından iki parça halinde yapılması gerekmektedir. Aksi halde hiçbir matkap ve freze tezgâhında S şeklinde bir delik açılmaz. Bu iki parça arasında sızdırmazlığı sağlamak için O-ringler kullanılmalı ve bu O-ringlerin oturacağı yuvalar açılmalıdır (Şekil 13).

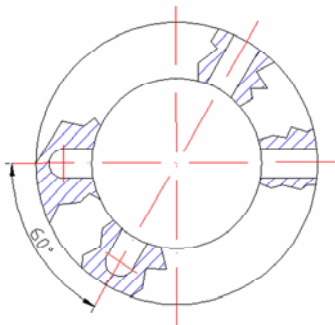


**Şekil 13.** Takım tutucunun dış kısmının şematik görünüşü (The schematic illustration of outer side of tool holder)

Alt parçada, suyun döner parçaya giriş yaptığı üst kanala ve döner parçadan toplandığı alt kanala temas halinde olacak deliklerin açılması 60 derecelik açı ile parçanın dış yüzeyinden yapılmalıdır. Daha sonra açılan bu deliklerin kullanılmayacak kısımları silindir şeklinde olacak tıplar yardımıyla kapatılacaktır. Yine bu tıplarda sıkı geçme olarak çakılmalıdır (Şekil 14).

Böylelikle kaynak esnasında hortumların 60 derecenin gördüğü alanda sınırlı tutularak dağınık şekilde durmasının önüne geçilmiş olmaktadır.

Sürtünme karıştırma kaynağında kaynak banyosu içine giren uç kısmın, kaynak yapılacak malzeme



**Şekil 14.** Kanallarla temas edecek deliklerin konumları (The positions of holes which contacted with canals)

yumuşadığında dibe doğru hareketini doğal yolla yapabilmek için freze başlığını eksen doğrultusunda hareket edecek biçimde tasarlamak gerekir. Bunun için freze malafasından alınacak torkun kamalı mil biçiminde tasarlanmış mors koniği yardımıyla yapılmasının ve bu kamalı milin eksen doğrultusundaki hareketlere izin verecek şekilde boşluklu geçme ile yapılması uygun görülmüştür. Kamalı mil (TS147/16) standardından 8x46x54 boyutlarında seçilmiştir. Freze başlığının kaynak parçalarından geriye doğru çekilmesi esnasında ise aksel yönde hareketinden dolayı malafadan ayrılmasını önlemek için mors koniğinin içine oturtulan bir yaylı civata sistemi tasarlanmasına uygun olacak şekilde döner parçaya üstten vida açılmıştır. Ve kamalı milin döner parçaya oturmasını sağlamak için alından merkezleme yapılmıştır. Bunun için 65 mm çapında merkezleme yuvası açılmıştır (Şekil 15).

Kamalı milin eksen doğrultusunda harekete izin vermesi için boşluklu geçme türünde birim delik sistemine göre H8/f7 toleranslarında imal edilmesi uygun olacaktır. Rulman sızdırmazlık elemanlarının döner parçada oturacağı yüzeyler hassas işlenecek olduğundan oturacakları yüzeylerde çap düşmesi veya yiv açılması tasarıma uygunluk için gereklidir. Şekil 16'da freze başlığına takılacak mors koniğinin görünüşü verilmiştir.

### 3. TAKIM TUTUCUNUN MONTAJI (ASSEMBLY OF TOOL HOLDER)

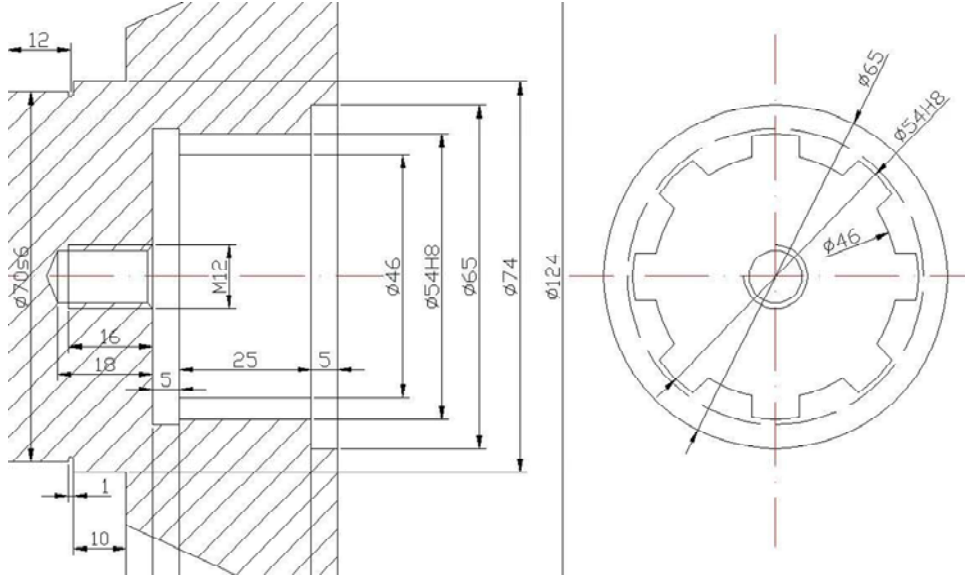
Su soğutmalı gaz girişli freze başlığını olduğunca ufak boyutlarda üretebilmek ve standartlara uygun parçalar kullanabilmek amacı güdülmüştür. Su soğutmalı gaz girişli freze başlığı boyutları devamlı minimize edilerek ve tasarıma bir bütün halinde bakılarak son haline getirilmiştir. Tasarımın son hali Şekil 17'de gösterilmiştir.

Döner parça sıcak iş takım çeliği X40CrMoV5-1 (2344)'den seçilmiştir. Dış gövde yani durağan parça ise ıslah çeliği 42CrMo4 (4140)'den seçilmiştir. Tıplardan dış gövdeye takılacak olanları polyamid malzemeden, döner mile takılacak olanı ise yine sıcak iş takım çeliği X40CrMoV5-1 (2344) olarak seçilmiştir.

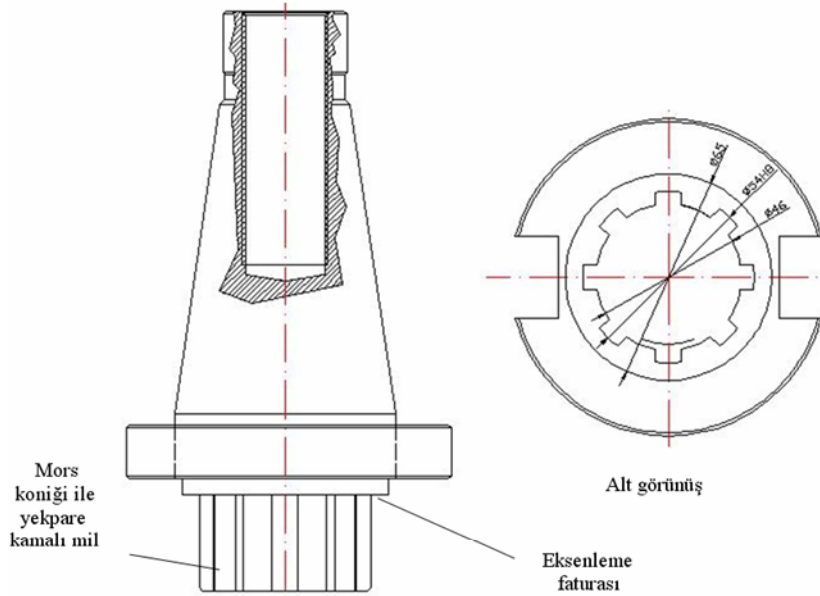
Takım tutucunun imalatı %95 nispetinde tamamlanmış olup, henüz bu takım tutucu kaynaklı imalatlarda kullanılmaya başlanmamıştır (Şekil 18).

### 4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Günümüzde kullanımı giderek artan sürtünme karıştırma kaynağının uygulama alanları da gün geçtikçe artmaktadır. Sürtünme karıştırma kaynağının ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde gelişmesini sağlayabilmek için de kaynak yapımında kullanılan teçhizatların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu maksatla



Şekil 15. Mors koniğinin kamalı mil kısmının tasarımı (The design of splined shaft of morse taper)



Şekil 16. Mors koniğinin formu (The form of morse taper)

birçok işletmede rahatlıkla bulunabilen frezelere kolayca montajı yapılarak sürtünme karıştırma kaynağının gerçekleştirilebileceği takım tutucuların tasarımı ve imalatı önem taşımaktadır.

Sürtünme karıştırma kaynağı için tasarlanan ve büyük oranda imalatı tamamlanan takım tutucu; kaynak esnasındaki sürtünme sonucunda takımda oluşan ısının frezeze geçmesini önlemek amacıyla su soğutma mekanizması ve kaynak esnasında oksitlenme problemleri olan metallerin kaynağında kullanılabilmesi amacıyla da gaz verme mekanizmasını birlikte içermektedir.

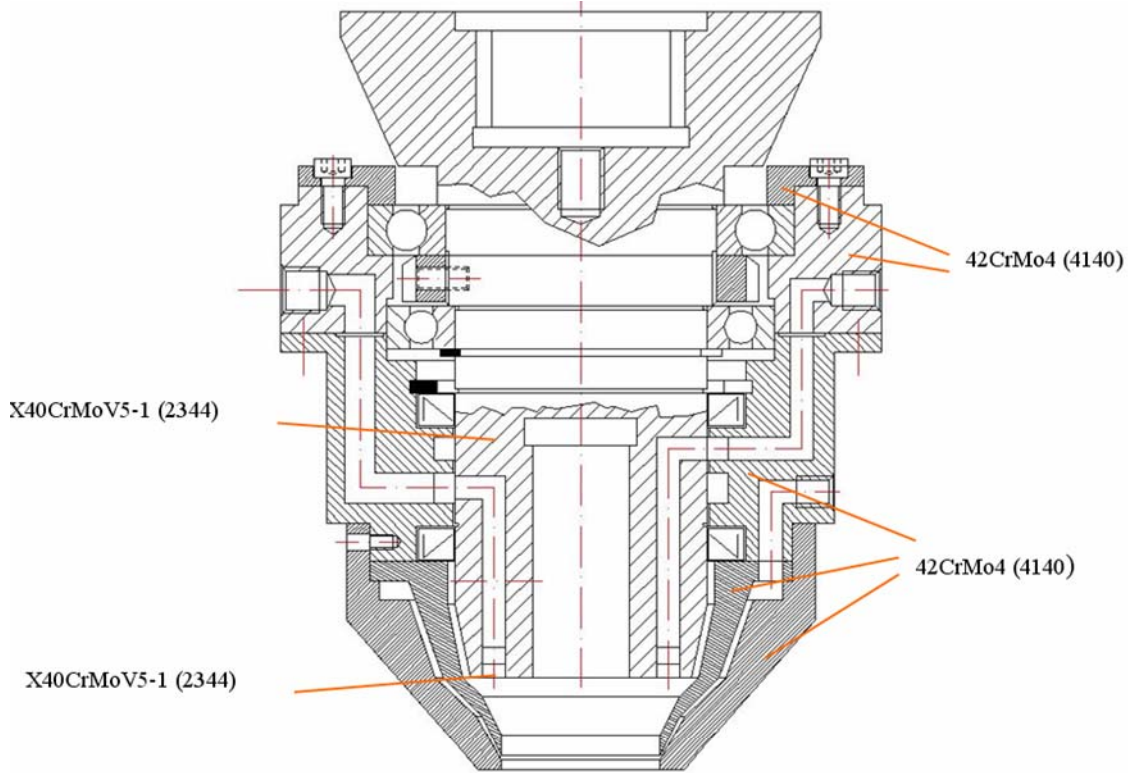
Tasarım yapılırken tasarım ve imalat ilkelerine dikkat edilmiş ve eş çalışacak ara parçaların standartlara uygun olacak şekilde seçilmesi göz önüne alınmıştır. Tasarım esnasında korozyona karşı dayanım için

gerek tasarım gerekse malzeme seçimi konusuna dikkat edilmiştir.

Takım tutucu kullanılarak henüz deneysel bir çalışma yapılmadığı için takım tutucunun performansı hakkında yorum yapılamamaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda bu konudaki elde edilecek sonuçlar bu konuda çalışma yapanlarla paylaşılacaktır.

Bundan sonraki çalışmalarda takım tutucu üzerine takım ucundaki sıcaklığı ölçebilen termo-eleman çiftleri yerleştirilerek kablosuz bir ölçüm sistemi düşünülebilir. Böylece diğer ölçüm yöntemleri ile direkt ölçümü pek mümkün olmayan karıştırıcı takım üzerindeki sıcaklığı da hassas olarak ölçebilme imkanı doğacaktır.





Şekil 17. Takım tutucunun montaj resmi [9] (The assembly picture of tool holder)



Şekil 18. İmal edilen takım tutucunun görünümü (The view of produced tool holder)

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Hattingh, D.G., Blignault, C., Van Niekerk, T.I., James, M.N., "Characterization of the Influences of FSW Tool Geometry on Welding Forces and Weld Tensile Strength Using an Instrumented Tool" **Journal of Materials Processing Technology**, Volume 203, 46–57, 2008.
- Sorensen, C.D., "Progress in Friction Stir Welding of High Temperature Materials", Proceedings of the Isope Friction Stir Welding Symposium, Toulon, 8-14, 23–28 May 2004.
- Thomas, W.M., Nicholas, E.D., Needham, J.C., Murch, M.G., Templesmith, P.D., Christopher, J., International patent application PCT/GB92/02203 and GB patent application 9125978.8, UK Patent Office, London, December 6, 1991.
- Cui, L., Fujii, H., Tsuji, N., Nogi, K., "Friction stir welding of a high carbon steel", **Scripta Materialia**, Volume 56, Issue 7, 637-640, April 2007.
- Kumar, K., Kailas, S.V., "The Role of Friction Stir Welding Tool on Material Flow and Weld Formation", **Materials Science and Engineering: A**, Volume 485, Issues 1-2, 367-374, June 2008.
- Elangovan, K., Balasubramanian, V., "Influences of Tool Pin Profile and Tool Shoulder Diameter on the Formation of Friction Stir Processing Zone in AA6061 Aluminum Alloy", **Materials and Design**, Volume 29, Issue 2, 362-373, 2008.
- Meran, C., "The Joint Properties of Brass Plates by Friction Stir Welding", **Materials and Design**, Volume 277, 719-726, 2006.
- Tozaki, Y., Uematsu, Y., Tokaji, K., "Effect of Tool Geometry on Microstructure and Static Strength in Friction Stir Spot Welded Aluminum Alloys", **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, Volume 47, Issue 15, 2230-2236, December 2007.
- Çolak, M., **Su Soğutmalı - Gaz Girişli Freze Başlığı Tasarımı ve İmalatı**, Diploma Tezi, Pamukkale Üniversitesi, 2007.