

ZIRH ÇELİKLERİNE KAYNAK AĞZI UYGULAMALARINDA BEŞ EKSEN LAZER KESİM TEKNOLOJİSİ

Özgür Alıç, Makina Mühendisi¹

¹Nurol Makina ve Sanayi A.Ş.

ÖZET

Bilindiği üzere kaynak ağzı açma işlemi pek çok alanda kaynak öncesi hazırlık olarak kullanılmaktadır. Bu bildiri ile zırh çeliklerine kaynak ağzı açma işlemi olarak geleneksel yöntemlere kıyasla büyük avantajlar içeren beş eksen lazer kesim teknolojisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Açılı lazer kesim, kaynak ağzı, beş eksen lazer, kaynak hazırlığı

ABSTRACT

As known, bevelling is used as a part of the welding preparation process in many areas. With this study; by comparison to the conventional methods five axis laser cutting technologies that possesses major advantages, examined as a bevelling process to the armour plates.

Key Words: Bevel cutting, bevelling, five axis laser, welding preparations

1. GİRİŞ

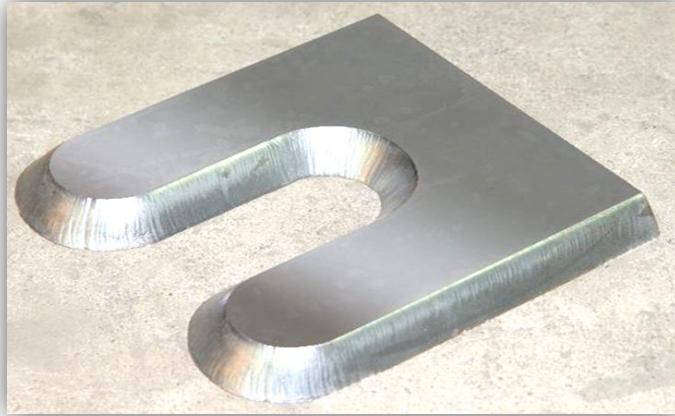
Kaynak öncesi hazırlık olarak değerlendirilen kaynak ağzı açma işlemi ağır sanayi, savunma sanayi, yapı sanayi, gemi sanayisi gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Geleneksel olarak iki boyutlu lazer kesim parçalarına kaynak ağzı açılması işlemi çok fazla gayret, zaman, işçilik ve ekipman gerektiren bir uygulama olduğu için yeni teknolojiler bu alanda ki zorluğu azaltma amacı gütmektedir. Beş eksen lazer tezgâhları diğer deyişle açılı lazer kesim teknolojileri geleneksel üretim anlayışlarına farklı bir bakış açısı getirmektedir.

İnsan odaklı yöntemlerin içerdiği iş güvenliği riskleri, yüksek işçilik zamanları, yüksek maliyetler kaynak ağzı hazırlığı uygulamalarında daha farklı çözümler geliştirme eğilimini artırmaktadır. Farklı yöntemlerden biri olan talaş kaldırarak kaynak ağzı açma yöntemleri de zırh çeliklerinde nispeten daha düşük maliyet ve daha sürdürülebilir proses kazançları sağlamaktadır. Fakat bu yöntemlerin de kendine has dezavantajları bulunmaktadır. Bunlara örnek verecek olursak kesici uç maliyetlerinin yüksek oluşu, kaynak ağzı açılarında kısıtlamalar olması ve küçük parçaların bağlama zorluklarından dolayı makineye bağlanamaması gibi.



Şekil 1. Beş Eksen Lazer Tezgâhı Örnek Kesim Kafası

Bu bilinen yöntemlerin haricinde son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan beş eksen lazer kesim tezgâhları belli kalınlıklar arasındaki zırh çeliklerine kaynak ağzı açılabilmesinde yeni bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Parçanın tezgâhta düz kesim maliyetlerine çok büyük bir maliyet getirmeden parçayı ekstra sevk, döndürme gibi işlemlere maruz bırakmadan kaynak ağzının tek proste açılabilmesi bu alanda çalışan herkeste heyecan uyandırmaktadır. Parçanın normal üretim sürecinde tezgâhta kesimi devam ederken lazer kesim kafası düz yerine açılarak kesim yapmaktadır ve bu sayede ekstra maliyet olmadan kaynak ağzı da parçaya aktarılmaktadır. Maliyete ekstra olarak lazer kesim süresindeki çok düşük artış haricinde herhangi bir ekstra girdisi yoktur. Ayrıca plazma ile açılı kesim teknolojisi bilinirken bu yöntemi seçmemizin en büyük sebebi de lazer kesimde daha düşük ısıdan etkilenen bölge (Heat affected zone) olmasıdır. Bildiğimiz gibi yüksek ısı girdisi zırh çeliklerinde malzeme yapısında bozulmalara sebebiyet vermektedir.



Şekil 2. Örnek Açılı Kesim Parçası

2. BEŞ EKSEN LAZER TEZGÂHI İLE UYGULANABİLEN KAYNAK AĞIZLARI

Aşağıda fabrikamızda kullanılan zırh çeliklerimize uygulamayı planladığımız kaynak ağızı formları ve açılabilen kaynak ağızı derecelerinin kalınlıkla ilişkisini gösteren tablo bulunmaktadır. Tablodan da anlaşıldığı üzere kaynak ağızı derecesi 45 dereceye yaklaştıkça lazer kesim mesafesi artacağından dolayı uygulama yapılabilen sac kalınlıkları dereceye bağlı olarak düşüş göstermektedir.

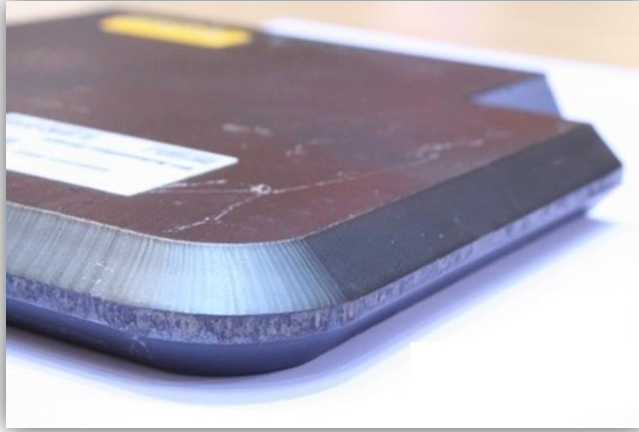
İlk etapta V tipi kaynak ağızlarıyla ilgili çalışmalara yönelerek temel kesim parametrelerini oluşturmaya yönelik çalışmalar yapılacak olup ardından Y ve X tipi kaynak ağızlarında da sonuç veren uygulamalar yapılacaktır. V tipi kaynak ağızında pah tüm kenar kesitini kapladığı için düz kesim yerine açılı tek paso kesim prosesin tamamlanmasında yeterli olmaktadır. Fakat Y ve X tipi kaynak ağızlarında değişken iki açı olduğundan lazer kesim kafası farklı açılarda pozisyonlanarak iki pasoda kesimi tamamlamaktadır. Bu proses aynı kenarda iki kere ısı girdisi sağladığı için üzerinde çalışılması gereken bazı handikapları bulunmaktadır. Çalışmalar sonucu elde edilecek optimize kesim parametreleri sonucunda bu iki tip kaynak ağızında da sonuç alınacaktır. K tipi kaynak ağızları ise aynı kenarda 3 paso kesim gerektirdiği için kesim kenarında kesişim noktalarında erimelerle karşılaşılabilirdiğinden savunma sanayi parçalarında yüksek hassasiyet gerektiren durumlarda kullanılmasında sakıncalar barındırabilir. Bunun çözümü için de kesim kenarına talaş payı verilip (0,5-1 mm) final ölçülere getirme işlemi taşlama hattında tamamlanarak parça verimli bir sürede üretilebilir.

Tablo 1. Beş Eksen Lazer Tezgâhlarında Kaynak Ağızı Derecelerine Göre Kesim Yapılabilen Zırh Çeliği Kalınlıkları

Uygulanabilen Kaynak Ağız Tipleri	Kaynak ağızı derecelerine göre kesim yapılabilen kalınlıklar		
	0-15 derece	15-30 derece	30-45 derece
V	0-20mm	0-18mm	0-15mm
TERS V	0-20mm	0-18mm	0-15mm
Y	0-20mm	0-18mm	0-15mm
TERS Y	0-20mm	0-18mm	0-15mm
X	0-18mm	0-16mm	0-13mm
K	0-18mm	0-16mm	0-13mm



Şekil 3. Y Kaynak Ağzı Açılmış Örnek Bir Parça



Şekil 4. K Kaynak Ağzı Açılmış Örnek Bir Parça

3. AÇILI LAZER KESİM TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJLARI

Beş eksen lazer ile açılı kesim teknolojisinin hem maliyet açısından hem de proses katkısı açısından pek çok avantajı bulunmaktadır. Bunları iki ana başlık altında gruplandırabiliriz.

3.1. Maliyet Kazançları;

- Daha az işgücü-daha az mavi yaka personel,
- Sarf malzeme ihtiyacının azalması (jet taşı, flap vb.)
- Hatlar arası taşıma sürelerinin azalması,
- Ekstra ekipmana ihtiyaç duyulmaması (işleme, taşlama makinası vb.)
- Daha az zamanda tamamlanmış parça elde edilmesi (zaman faktörü).

3.2. Proses Kazançları;

- İnsan ya da başka makine vasıtasıyla yapılamayacak karmaşık ve değişken kaynak ağız formlarının açılabilmesi,
- İnsan kaynaklı hataların önüne geçilmesi,
- Daha düzgün, homojen kaynak ağız formlarının sağlanması,
- Tek pozisyonda iki taraflı açılabilirliği için güvenli imalat (iş güvenliği),
- Açılı plazma kesime göre çok daha düşük ısıdan etkilenen bölge (HAZ) oluşturması,
- Açılı su jeti kesime göre daha hızlı ve ucuz olması.
- İş güvenliği risklerinin minimize edilmesi.
- İleriki zamanlarda geleneksel yöntemlerdeki çevresel etkiler sonucunda oluşabilecek iş hastalıklarının minimize edilmesi.

3.3. Açılı Kesim Handikapları;

- Kesim planında ekstra alan gereksinimi.
 - *Çözümü; Ufak parçalar yerine büyük ve özel parçalarda açılı kesim tercih edilmesi*
- Açılma kısıtlamalarından dolayı bütün kaynak ağızlarının açılmaması.
 - *Çözümü; Tam açılmayan kaynak ağızlarının yerine 45 derecelik maksimum açılma verilmek suretiyle sonraki operasyonun yükünün azaltılması,*
- Kesim yüzeyinde yüksek ısı girdisi ve hızlı soğumadan dolayı çatlak oluşma riski.
 - *Çözümü; Özel çalışmalar sonucu elde edilen optimize kesim parametreleri ile çatlak oluşturmadan lazer kesim yapılabilmesi.*

4. AÇILI KESİM TEKNOLOJİSİ ÖRNEK UYGULAMA ANALİZİ

Fabrikamızda makine ve manuel olmak üzere iki şekilde kaynak ağız açma uygulamaları yapılmaktaydı. Yeni yapılmış olan lazer yatırımı ile üçüncü bir yöntem yeteneklerimize dâhil edildi. Her zaman kaynak ağız uygulaması yapılan iki parçayı referans alarak maliyet analizi çalışması yapıldı. Aşağıda yer alan maliyet katsayıları fabrikamızda yapılan metot çalışmaları ve tezgah birim maliyetleri de göz önüne alınarak ortalama değerler olarak tespit edilmiştir. Maliyet birimi olarak para birimi yerine katsayı kullanmanın kıyaslama açısından daha faydalı olacağı düşünüldü ve katsayı olarak K belirlendi. Öncelikle uygulama tiplerinin maliyet analizlerini inceleyelim;

- *5 eksen lazer tezgâhı kesim maliyeti hesaplaması;*
 - 12 - 15mm arası ortalama zırh kesim ilerlemesi: 800mm/dk. = 48m/saat
 - Proses maliyeti: 125 K /saat

Proses Maliyeti		İlerleme Hızı		Maliyet
125 K/saat	/	800 mm/dk. >> 48 m/saat	=	2,6 K/metre

X. KAYNAK TEKNOLOJİSİ ULUSAL KONGRE VE SERGİSİ
BİLDİRİLER KİTABI

- Kaynak ağzı açma makinası maliyet hesaplaması;
 - Makine ilerleme hızı: 100mm/dk. = 6 m/saat
 - Proses maliyeti: 30 K / saat
 - Kesici uç maliyeti: 1 K / metre

Proses Maliyeti		İlerleme Hızı		Metre Başı Maliyet		Kesici Uç Maliyeti		Maliyet
30 K /saat	/	100 mm/dk. >> 6m/saat	=	5 K /m	+	1 K /m	=	6 K /m

- Geleneksel yöntemler maliyet hesaplaması;
 - Proses maliyeti; 20 K / saat
 - Proses hızı X parçası için: 1600mm /saat
 - Proses hızı Y parçası için: 2000mm /saat

Parça	Proses Maliyeti		İlerleme Hızı		Maliyet
X	20 K /saat	/	1,6 m/saat	=	12,5 K /m
Y	20 K /saat	/	2 m/saat	=	10 K /m

Aşağıda fabrikamızda kaynak ağzı açma işlemi devamlı olarak yapılan iki parçanın beş eksen lazer kesim tezgâhı, kaynak ağzı açan makinamız ve geleneksel (ufak makinalar, el aletleri) yöntemlerle kaynak ağzı açma proseslerinin maliyetleri ve iş güvenliği açısından değerlendirilmesi bulunmaktadır;

Tablo 2. Ejder Yalçın X Parçasına Ait Uygulama Analizi

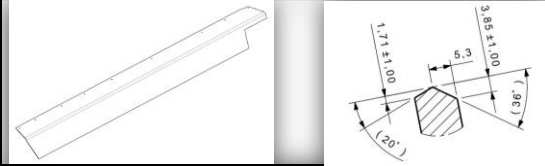
		EJDER X PARÇASI		
		5 EKSEN KAFALI LAZER	KAYNAK AĞZI MAKİNASI	GELENEKSEL YÖNTEMLER
TAMAMLANABİLEN KAYNAK AĞZI		80%	60%	100%
MALİYET ANALİZİ	OPERASYON MALİYETİ	2,6K x 1,6 m	6,0K x1,6 m	12,5K x1,6 m
	EK OPERASYON MALİYETİ	12,5K x 0,25 h	12,5K x 0,5 h	
	TOPLAM MALİYET	7,3K	15,8K	20K
İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ		RİSK YOK	RİSK MEVCUT	YÜKSEK RİSK MEVCUT

Tablo 2'deki parçanın en boy ölçüleri 15x1600x650mm olup parçanın proses verileri incelenirse parçadaki kaynak ağzı kesitinin %80'inin lazerde açılabilirdiği gözlenmiştir. Kesit alanı düşünüldüğünde yaklaşık olarak bu kesit %80'lik bir orana tekabül etmektedir. Parça lazerden sonra final ölçülerine getirilebilmesi için taşlama hattına getirilecek olup son

X. KAYNAK TEKNOLOJİSİ ULUSAL KONGRE VE SERGİSİ
BİLDİRİLER KİTABI

uygulama yapılması gereklidir. Kalan pahların büyüklüğüne göre taşlamada geçirilen süre de orantılı olarak belirtilmiştir. Aynı şekilde kaynak ağızı makinası ile %60'lık kaynak ağızı tamamlanmaktadır. Maliyet kıyaslamaları yapıldığında lazerli seçeneğin diğerlerine oranla daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Tedarikçisi Olduğumuz Bir Firmaya Ait Y Parçasının Uygulama Analizi

		Y PARÇASI		
		5 EKSEN KAFALI LAZER	KAYNAK AĞZI MAKİNASI	GELENEKSEL YÖNTEMLER
				
TAMAMLANABİLEN KAYNAK AĞZI		100%	70%	100%
MALİYET ANALİZİ	OPERASYON MALİYETİ	2,6K x 16 m	6K x 16 m	10K x 16 m
	EK OPERASYON MALİYETİ	0	10K x 1h	0
	TOPLAM MALİYET	41,6K	106K	160K
İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ		RİSK YOK	RİSK MEVCUT	YÜKSEK RİSK MEVCUT

Tablo 3'de yer alan parçanın dış ölçüleri 10x1600x8200 mm'dir. Lazer prosesi kaynak ağızlarının tamamını açabilmekte olup herhangi bir ikinci operasyona gerek bırakmamaktadır. Kaynak ağızı makinası kabiliyetleri gereği bir tarafta ki 36 derecelik kaynak ağızını açabilmektedir. Diğer kaynak ağızı için parçanın ters çevrilerek taşlama hattına alınması gereklidir. Bu işlem hem zaman hem de iş güvenliği açısından riskli olup parçanın verimine büyük yük getirmektedir. Parçanın proses maliyet rakamlarını incelediğimizde lazer kesim ve diğer prosesler arasında çok büyük farklar olduğunu gözlemleyebiliyoruz. Bunun temel sebepleri olarak kaynak ağızlarının tamamının lazerde açılabilmesi, lazer metre başı kesim maliyetinin diğer proseslere göre uygun olması, parçanın boyutlarının çok büyük olması ve kaynak ağızı uzunluklarının fazla olmasıdır. Prosesin en büyük avantajlarından birisi de parçanın ekstra taşıma, döndürme, yarı stok alanına ihtiyaç duymadan hazır hale getirilebilmesidir. Bunun sağladığı iş güvenliği katkıları da göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir.

5. DEĞERLENDİRME

Yaptığımız uygulama analizlerinde de görüldüğü üzere büyük, taşınması ve döndürülmesi zor, karışık veya uzun kaynak ağızı içeren zırh parçaları için beş eksen lazer kesim tezgahları ile kaynak ağızı açmak diğer metotlara göre avantajlar içermektedir. Proses ve maliyet kazançlarının yanı sıra iş güvenliği açısından sağladığı katkılar da önemlidir. Günümüzde yaşanan iş kazalarının sebepleri irdelendiğinde kaldırma ekipmanlarının yanlış kullanımının önemli bir sebep olduğu bilinmektedir. Büyük ve sevk etmesi zor parçaları olabildiğince az hareket ettirerek parçayı tamamlayabilmek bu teknolojinin en büyük faydalarından birisi olarak aklımızda kalmalıdır.