ULUSLARARASI YAYINEVİ BELGESİ

Bidge Yayınları", Üniversitelerarası Kurul Başkanlığı (ÜAK)'nın Doçentlik Başvuru Şartlarında belirtilmiş tanıma göre "Tanınmış Uluslararası Yayınevi" statüsündedir. ÜAK söz konusu tanımı; "Uluslararası Yayınevi: En az beş yıl uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten, yayımladığı kitaplar Yükseköğretim Kurulunca tanınan sıralama kuruluşlarınca belirlenen dünyada ilk 500'e giren üniversite kütüphanelerinde kataloglanan ve aynı alanda farklı yazarlara ait en az 20 kitap yayınlamış yayınevidir" şeklinde ifade etmiştir.

Aynı zamanda akademisyen yazarlarımızca yayınevimize sıklıkla başvurulduğu üzere, "2020 Akademik Teşvik Ödeneği" yönetmeliğinde belirtilen tanıma göre beş (5) yıl şartını sağlıyor olup, kurulduğu 2017 yılından itibaren uluslararası düzeyde, düzenli basım ve çeşitli ülkede dağıtım faaliyetlerini yürütmektedir.

Yayınlarımızı tüm dünya üniversitesi kütüphaneleri doğrudan, uluslararası web sitemizden (https://www.bidgeyayinlari.com.tr) veya anlaşmalı olduğumuz yurt dışı dağıtım firması olanwww.amazon.com.tr aracılıyla; Avustralya, Brezilya, Kanada, Çin, Fransa, Almanya, Hindistan, İtalya, Japonya, Meksika, Hollanda, İspanya, Birleşik Krallık ülkelerine ulaştırılmaktadır.

Tüm bu hususlar göz önüne alındığında yayınevimiz gerek üretim gerekse dağıtım anlamında "uluslararası" niteliktedir.

BİDGE Yayınları Baş Editör
Zeynel KARACAGİL

KRC Bilişim Ticaret ve Organizasyon Limited Şirketi
Güzeltepe Mah. Abidin Sk. Sefer Apt. No: 7/9 Çankaya Ankara
Seğmenler VD: 5891027770

BİDGE Yayınları

Savunma Sanayisinde ve Endüstride İleri Üretim Teknikleri

Editör: Prof. Dr. Hasan Köten

ISBN: 978-625-372-444-3

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 25.12.2024
BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İçindekiler

Savunma Sanayii Sektöründe Sistem Mühendisliği Süreçleri Ve V Modelin Uygulanması 6
Ali ÜZER 6
Bakır Matrisli Kompozitlerin Üretimi ve Karakterizasyonu 31
Barış DOĞAN 31
Özgür ÖZGÜN 31
Zülküf BALALAN 31
Ömer EKİNCİ 31
Kompozit Malzemelerde Yaşlandırma İşlemleri ve Güncel Yaşlandırma İşlemi Uygulamaları 58
Ersan KIRAR 58
Park Fren Kolu Dişli Elemanının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi Ve Topoloji Optimizasyonu 75
Funda KAHRAMAN 75
Mehmet KÜÇÜK 75
Denizcilik Endüstrisinde Kullanılan İleri Kaynak Teknikleri ve Uygulama Alanları 95
Şakir ALTINSOY 95
Nuray BEKÖZ ÜLLEN 95
Hafifletilmiş Çelik Dişlilerde aktif taraf kavrama açısının ve rim kalınlığının tek diş rijitliğine etkilerinin incelenmesi 112
Tufan Gürkan YILMAZ 112
Karbon Elyaf Takviyeli Polimer Kompozitlerin İşlenmesi 123
Yılmaz KÜÇÜK 123
Volkan KAYA 123

BÖLÜM V

Denizcilik Endüstrisinde Kullanılan İleri Kaynak Teknikleri ve Uygulama Alanları

Şakir ALTINSOY[1]
Nuray BEKÖZ ÜLLEN[2]

1.Giriş

Denizcilik endüstrisinde kaynak teknolojileri gemi inşa alanında önemli bir yere sahiptir. Gemi inşasında binlerce parça kaynak tekniği ile birleştirilir. Kaynak kalitesi ve kaynak hatalarının önlenmesi maliyet açısından çok önemlidir. Kaynak işleminde ortaya çıkabilecek kaynak süreksizlikleri ve hataları tersane maliyetlerini ciddi oranda arttırmaktadır. Kaynak hatalarının neden olduğu kazalar, oldukça büyük kazalara neden olabilir hem can

[1] Dr. Öğr. Üyesi, TC İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye, Orcid: 0000-0002-1893-2266. sakir.altinsoy@yeniyuzyil.edu.tr
[2] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul/Türkiye, Orcid: 0000-0003-2705-2559. nbekoz@iuc.edu.tr

kaybı hem de mali kayıplar yaşanabilir. Bunu önlemenin en iyi yolu doğru kaynak teknolojisinin kapsadığı uygun kaynak makinesi, kaynak tekniği ve doğru kaynak parametreleri kullanımı ile mümkündür. Denizcilik endüstrisi, teknolojik yenilikler ve ileri malzeme bilimlerinin sürekli gelişimi sayesinde hızla değişmektedir. Bu endüstrinin temel yapıtaşlarından biri olan kaynak teknolojileri, özellikle gemi inşası, deniz altı yapıları ve petrol platformları gibi kritik yapıların üretiminde merkezi bir role sahiptir. Günümüzde kaynak teknikleri, yalnızca bu yapıların inşası ve onarımı için değil, aynı zamanda denizcilik endüstrisinin karşılaştığı zorlu çevresel şartlar altında dayanıklılık ve güvenilirlik sağlamak amacıyla da sürekli olarak geliştirilmektedir.

Denizcilik endüstrisinde kullanılan ileri kaynak teknikleri, bu tekniklerin uygulama alanları ve karşılaşılan zorluklar, bu zorluklara sunulan çözümler detaylı olarak araştırılmalı ve geliştirilmelidir. İleri tekniklerden olan robotik kaynak sistemleri, su altı kaynağı, lazer kaynağı gibi modern kaynak yöntemlerinin yanı sıra, sürtünme karıştırma kaynağı gibi yeni nesil kaynak tekniklerinin avantajları ve uygulama alanlarıda denizcilik endüstrisinde önemli yer oluşşturmaktadır.

Denizcilik endüstrisinde kaynak işlemlerinin önemi, bu işlemlerin yapısal bütünlük ve maliyet etkinliği açısından sağladığı avantajlar ile daha da belirginleşmektedir. İleri kaynak tekniklerinin endüstriyel uygulamalardaki rolü ve bu tekniklerin potansiyel zorluklar karşısında nasıl bir çözüm sunduğunu belirlenmelidir. Endüstrriyel boyutta karşılaşılan temel zorluklar biri olan su altı kaynak işlemlerinde karşılaşılan teknik problemler ve bu problemlere yönelik inovatif çözümlerde araştırmacıların dikkatini

çekmektedir. Denizcilik endütrisinde kaynak tekniklerinin kapsamını ve bu tekniklerin endüstriyel uygulamalardaki stratejik önemi anlamak, kaynakli birleştirmelerin önemini vurgulamak açıdan önemlidir. İleri kaynak tekniklerinin endüstri üzerindeki etkilerini anlamak ve bu tekniklerin gelecekteki potansiyellerini tanımlamakla mümkün olmaktadır.

2.Kaynak Teknolojisinin Tarihçesi

Kaynak teknolojileri, insanlık tarihi boyunca metal işçiliğinin temel taşlarından biri olmuştur. Başlangıçta, daha ilkel biçimlerde olan bu teknikler, zamanla gelişerek modern endüstrilerin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Bu bölümde, kaynak teknolojisinin geçmişten günümüze kadar olan değişimi üzerinde durulacak ve denizcilik endüstrisinde bu teknolojilerin yeri anlatılacaktır (Majeed & ark., 2018).

2.1. Eski çağlardan endüstri devrimine kaynak teknolojileri

Metal işleme tekniklerinin ilk örnekleri, Mısır ve Mezopotamya'da görülmektedir. Bu dönemlerde, altın gibi yumuşak metaller dövülerek şekil verilmiş ve basit soğuk kaynak yöntemleri kullanılmıştır. Ancak, demir ve çelik gibi daha sert metallerin işlenmesi, Antik Yunan ve Roma dönemlerinde demircilik tekniklerinin gelişmesiyle mümkün olmuştur. Orta Çağ Avrupa'sında, demircilerin zırh ve silah yapımında gösterdiği ustalık, kaynak tekniklerinin ne kadar ileri bir seviyeye ulaştığının bir göstergesidir. Bu dönemde, alev kullanarak metalleri birleştirme teknikleri ve dövme kaynak yöntemleri yaygın olarak kullanılmıştır (Bala & ark., 2024; Majeed & ark., 2018).

2.2. Endüstri devrimi ve modern kaynak teknolojilerinin doğuşu

18. ve 19. yüzyıllarda yaşanan Endüstri Devrimi ile birlikte kaynak teknolojilerinde büyük bir dönüşüm yaşanmıştır. Bu dönemde, buhar gücünün keşfi ve makineleşmenin artması ile metal işleme teknikleri önemli ölçüde gelişmiştir. 1800'lerin sonlarında, elektriğin keşfi kaynak tekniklerinde yeni bir çağın başlangıcı olmuştur (Wahidi & ark., 2024). 20. yüzyılın başlarında, otomasyonun ve endüstriyel üretimin artması ile kaynak teknolojileri daha da modernize olmuştur. Özellikle I. ve II. Dünya Savaşları sırasında, askeri gereksinimler kaynak tekniklerinin hızla gelişmesine yol açmıştır. Bu dönemde, elektrik ark kaynağı ve oksi-asetilen kaynağı gibi yöntemler geliştirilmiştir (Delzendehrooy & ark., 2022).

2.3. Çağdaş kaynak teknolojileri ve denizcilik endüstrisi

Çağdaş kaynak teknolojileri, özellikle denizcilik endüstrisinde, gemi inşaatından petrol platformlarına kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmuştur. Lazer kaynağı, robotik kaynak ve sürtünme karıştırma kaynağı (FSW) gibi modern teknikler, daha yüksek mukavemet ve verimlilik sağlayarak deniz yapılarının daha güvenli ve ekonomik bir şekilde üretilmesine olanak tanımıştır.

Denizcilik endüstrisinde kaynak teknolojilerinin gelişimi, sadece üretim süreçlerini değil, aynı zamanda tasarım ve mühendislik yaklaşımlarını da dönüştürmüştür. Bu teknolojik ilerlemeler, endüstriyel kaynak uygulamalarının sınırlarını zorlamakta ve sürekli olarak yeni malzeme ve yöntemlerin keşfedilmesine yol açmaktadır.

Sonuç olarak, kaynak teknolojilerinin tarihçesi, basit araçların üretiminden karmaşık deniz yapılarının inşasına kadar uzanan geniş

bir evrimi kapsamaktadır. Bu teknolojiler, denizcilik endüstrisinin temel taşlarını oluşturmakta ve bu alandaki yeniliklerin önünü açmaktadır (American Welding Society, 2018; Delzendehrooy & ark., 2022).

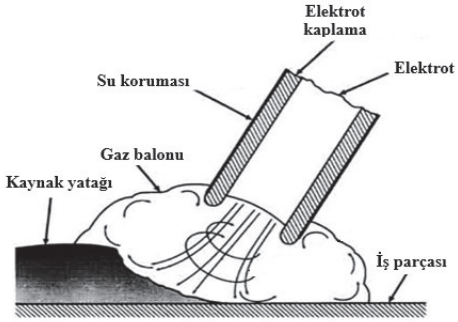
3.İleri Kaynak Teknikleri

3.1.Su altı lazer kaynağı

Su altı lazer kaynağı, gemilerde, yüzer cisimlerin onarım ve bakımda, modern petrol platformlarında ve boru hatlarında özel bir rol oynamaktadır. Bu bölümde su altı kaynağının bir sınıflandırması yapılmaktadır ve çeşitli su altı kaynağının avantajları ile dezavantajları anlatılmaktadır. Su altı lazer kaynağı, özellikle denizcilik endüstrisinde hasar görmüş metal malzemelerin onarımında kullanılan yenilikçi ve etkili bir yöntemdir. Bu teknoloji, özellikle kuru havuz olanaklarının olmadığı durumlarda su altında doğrudan onarım yapılmasına imkan tanır. Gelişmiş lazer teknolojileri ve bu teknolojilerin su altı uygulamaları, marine mühendislik ekipmanlarının performansını yerinde ve etkin bir şekilde restore etmek için hayati öneme sahiptir.

3.1.1.Su altı lazer kaynağı teknolojisinin temelleri

Su altı lazer kaynağı, yüksek enerjili lazer ışınlarının kullanıldığı bir süreçtir. Lazer ışını, metal yüzeyler arasında hızlı ve odaklanmış bir şekilde enerji sağlayarak, metalin eriyip birleşmesini sağlar. Bu işlem, suyun soğutma etkisi altında gerçekleştiği için, kaynak bölgesindeki ısı etkileşimleri ve metallürjik değişimler kritik öneme sahiptir (Anand & Khajuria, 2015). Şekil 1'de su altı kaynak sisteminin şematik görseli verişmiştir.



Şekil 1: Su altı lazer kaynağı şematik görüntüsü.

Kaynak: Sun & ark., 2022

3.1.2.Teknik uygulamalar ve mikro yapısal davranışlar

Su altı lazer kaynak işlemi sırasında, suyun varlığı lazer ışınının etkinliğini doğrudan etkiler. Eğer lazer kaynak bölgesindeki su tabakası 3 mm'den az ise, suyun lazer performansı üzerinde sadece hafif bir etkisi olur. Ancak su tabakası 7 mm'den kalın olduğunda, su, lazer ışınının metal yüzeye ulaşmasını önemli ölçüde engeller. Bu nedenle, optimum kaynak kalitesi ve verimliliği sağlamak için genellikle suyun kaynak bölgesinden uzaklaştırılması veya bölgenin kuru tutulması gerekmektedir (Cavaliere & ark., 2008).

3.1.3.Zorluklar ve gelecek yönelimler

Su altı lazer kaynağı teknolojisinin uygulanabilirliği, bir dizi zorlukla karşı karşıyadır. Bu zorluklar arasında, lazer ışınının su altı ortamında stabil bir şekilde iletilmesi, kaynak bölgesindeki suyun etkili bir şekilde yönetilmesi ve kaynak metali üzerindeki termal etkilerin optimize edilmesi bulunmaktadır. Ayrıca, su altı lazer

kaynağının endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğini artırmak için teknolojik gelişmeler ve iyileştirmeler gerekmektedir.

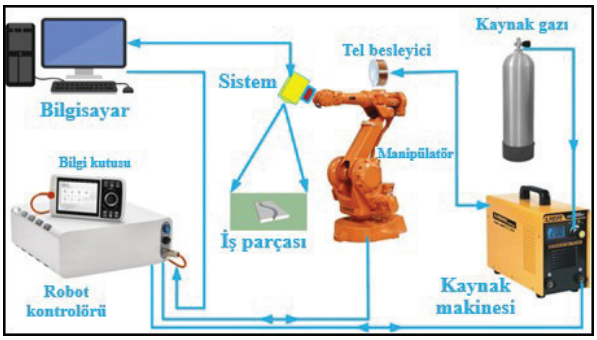
Su altı lazer kaynağı, özellikle denizcilik endüstrisinde, onarım ve bakım işlemleri için büyük potansiyele sahiptir. Bu teknoloji, geleneksel su altı kaynak yöntemlerine kıyasla daha az ısı etkisi ve daha yüksek kaynak kalitesi sunarak, marine yapıların onarımında devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Gelecekte, bu teknolojinin daha da geliştirilmesi ve yeni lazer türlerinin entegrasyonu ile su altı kaynak uygulamaları daha da geniş bir kullanım alanına sahip olabilir (Dickerson & Przydatek, 2003).

3.2.Robotik kaynak teknikleri

Robotik kaynak teknikleri, özellikle denizcilik endüstrisinde, üretim süreçlerini optimize etmek ve yapı kalitesini artırmak amacıyla giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu tekniklerin uygulama alanları genişleyerek, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek verimlilik ve kalite sunma potansiyeline sahiptir.

3.2.1.Robotik kaynak tekniklerinin temel özellikleri ve uygulamaları

Robotik kaynak, programlanabilir otomatik araçlar kullanılarak gerçekleştirilen bir kaynak işlemidir. Bu teknoloji, özellikle gemi inşaatı ve deniz yapılarının üretim süreçlerinde büyük potansiyel sunmaktadır. Robotik kaynak sistemleri, yüksek düzeyde hassasiyet ve tutarlılıkla kaynak işlemlerini gerçekleştirerek yapısal bütünlüğü ve uzun ömürlülüğü garantiler. Şekil 2'de robotik kaynak sisteminin şematik görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2: Robotik kaynağın şematik görüntüsü.

Kaynak:Yang & ark., 2020

3.2.2.Gelişmiş robotik kaynak teknolojileri

Robotik kaynak teknikleri arasında gaz metal ark kaynağı (GMAW), tel ark katkılı imalat (WAAM), lazer kaynağı ve hibrit lazer ark kaynağı gibi yöntemler bulunmaktadır. Bu teknikler, karbon çeliği, alüminyum, nikel-alüminyum bronz gibi çeşitli malzemeler üzerinde etkili olup, özellikle yüksek mukavemetli alaşımların işlenmesinde yeni olanaklar sunmaktadır (Wahidi & ark., 2024).

3.2.3.Robotik kaynak sistemlerinin avantajları

Robotik kaynak sistemleri, üretim süreçlerinde verimliliği artırarak, daha az insan gücüne bağlı kalarak ve üretim sürelerini kısaltarak maliyetleri düşürme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, bu sistemler, yüksek kaliteli kaynaklar yapma kapasitesine sahip olup, yapısal bütünlüğü artırarak yeniden işleme ihtiyacını azaltır (Wahidi & ark., 2024).

3.2.4.Zorluklar ve geleceğe yönelik ihtiyaçlar

Robotik kaynak tekniklerinin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar arasında, yüksek başlangıç yatırımı ve bakım maliyetleri bulunmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin geniş çapta benimsenmesini engelleyen teknik engeller ve eğitim gereksinimleri gibi faktörler de mevcuttur. Gelecek çalışmalar, maliyet etkin ve güvenilir robotik kaynak sistemlerinin geliştirilmesine odaklanmalıdır. Bu genel bakış, robotik kaynak tekniklerinin denizcilik endüstrisindeki uygulamalarını ve bu tekniklerin karşılaştığı zorlukları detaylı bir şekilde ele almakta ve gelecekte bu alanda yapılacak araştırmalara yön vermektedir (Sun & ark., 2022; Wahidi & ark., 2024).

3.3.Sürtünme karıştırma kaynağı

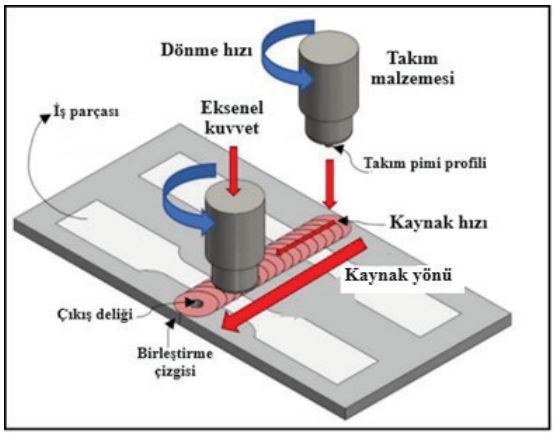
Sürtünme karıştırma kaynağı özellikle yüksek mukavemetli alaşımların birleştirilmesi için geliştirilmiş bir katı hal kaynak yöntemidir. Bu proses, kaynak yapılacak malzemelerin eritilmeden birleştirilmesine olanak tanır, böylece malzemenin özelliklerinin bozulmasını minimuma indirir. Denizcilik endüstrisinde, özellikle alüminyum ve titanyum gibi hafif metallerin birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.3.1.Sürtünme karıştırma kaynağı tekniğinin temelleri

Sürtünme karıştırma kaynağı özellikle alüminyum ve alüminyum alaşımlarının levha, ekstrüzyon ürünlerin, döküm alüminyum parçaların yaygın kullanıldığı denizcilik endüstrisinde kullanım alanlarına sahiptir. Diğer kullanım alanları raylı taşıt yapımı, havacılık ve uzay, otomotiv endüstrisi, kimya ve petrokimya endüstrileri, nükleer endüstrisidir. Tüm bu alanlarda birçok parça ve

ve ekipmanın üretimi gerçekleştirilmektedir. Sürtünme karıştırma kaynağı ile yumuşak metal ve alaşımlarının kullanıldığı bu endüstrilerde takım aşınması olmaksızın uzunca kaynak dikişleri gerçekleştirilmektedir.

Bu kaynak tekniği, döner bir alet kullanarak, sürtünme ve deformasyon yoluyla kaynak yapılacak malzemelerin plastikleşmesini sağlar. Bu alet, genellikle bir omuz ve bir pimden oluşur; pim, malzemenin içine daldırılır ve dönerek malzemenin plastikleşmesine neden olur (Wahidi & ark., 2024). Şekil 3'te sürtünme karıştırma kaynağının şematik görüntüsü verilimiştir.



Şekil 3: Sürtünme karıştırma kaynağının şematik görüntüsü

Kaynak: (Srichok & ark., 2020).

3.3.2.Sürtünme karıştırma kaynağının teknik uygulamaları

Birleştirilecek yüzeyler arasında yüksek kaliteli ve düşük gözeneklilikte kaynaklar oluşturur. Bu yöntemle yapılan kaynaklar, yorulma dayanımı ve korozyon direnci gibi mekanik özellikler açısından üstün performans gösterir. Alüminyum alaşımları, FSW

kullanılarak etkin bir şekilde birleştirilebilir ve bu süreç gemi yapımı gibi uygulamalarda maliyetleri düşürürken üretim hızını artırır (Wahidi & ark., 2024).

3.3.3.Sürtünme karıştırma kaynağının zorlukları ve gelişim alanları

Uygulama sırasında özellikle kaynak aletinin tasarımı ve parametrelerinin doğru ayarlanması konusunda dikkatli olmayı gerektirir. Sürtünme ve ısı yönetimi, kaynağın kalitesini doğrudan etkileyen kritik faktörlerdir. Ayrıca, FSW süreci yüksek başlangıç yatırımı gerektirir çünkü özel tasarlanmış makineler ve aletler kullanılır. Fakat, bu yüksek başlangıç maliyeti, üretilen birleşimlerin yüksek kalitesi ile dengelenmektedir (Wahidi & ark., 2024).

3.3.4.Geleceğe yönelik uygulamaları

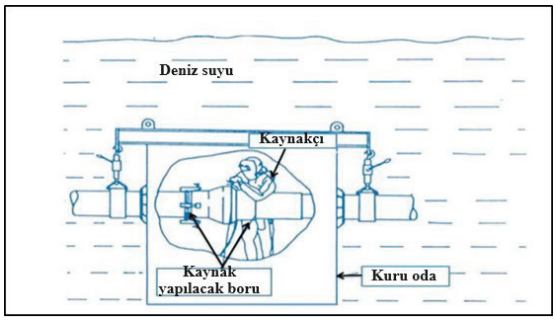
Denizcilik endüstrisindeki potansiyeli, özellikle hafif malzemelerin kullanımının arttığı gemi ve deniz yapılarının inşası alanında devam eden araştırmalarla daha da genişlemektedir. Sürekli gelişen bu teknoloji, malzeme bilimindeki yeniliklerle entegre edilerek, daha karmaşık ve çeşitli malzemelerin etkin bir şekilde birleştirilmesini sağlayacak şekilde evrilmektedir. Bu detaylar, Sürtünme Karıştırma Kaynağı teknolojisinin denizcilik endüstrisinde nasıl bir devrim yaratabileceğini ve bu teknolojinin gelecekteki uygulamalarını daha da genişletebileceğini göstermektedir. Yüksek mukavemetli kaynaklar ve malzeme tasarrufu sağlayarak endüstri için vazgeçilmez bir teknoloji haline gelmiştir (Wahidi & ark., 2024).

3.4.Su altında kuru kaynak

Su altında Kuru Kaynak (Dry Underwater Welding), denizcilik endüstrisinde önemli bir teknolojik gelişme sunarak, suyun neden olduğu birçok zorluğu bertaraf etmekte ve kaynak işlemlerinin su altında etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, suyu tamamen dışlayan özel bir kapsül içinde kaynak işlemini mümkün kılar, böylece kaynak bölgesi kuru kalır ve suyun olumsuz etkilerinden korunur (Sun & ark., 2022).

3.4.1.Su altında kuru kaynak yönteminin temelleri

Su altında kuru kaynak, özel olarak tasarlanmış bir basınç odasında gerçekleştirilir. Bu odada, dış basınç ne olursa olsun iç basınç yaklaşık bir atmosfer seviyesinde sabit tutulur. Bu yöntem, suyun kaynak alanından uzaklaştırıldığı ve kaynak işleminin kuru bir ortamda yapılmasını sağlayan bir fiziksel bariyerle (kaynak odası) mümkün olur. Bu odalar genellikle çelikten yapılır, ancak plywood, kauçukla kaplanmış tuval veya başka uygun malzemeler de kullanılabilir (Sun & ark., 2022). Şekil 4'te su altı kuru kaynak yönteminin şematik görseli verilmiştir.



Şekil 4: Su altında kuru kaynak yönteminin şematik gösterimi.

Kaynak: Yang & ark., 2020

3.4.2.Teknik uygulamalar ve süreç

Kuru kaynak odası, kaynak yapılan alanın boyutlarına ve geometrisine göre özelleştirilir. Bu odanın içinde aynı anda birden fazla kaynakçı çalışabilir. Kuru kaynak yapılırken, kaynak metalinin doğrudan suyla temas etmemesi sağlanır. Bu, kaynak operasyonunun stabilitesini artırır, hidrojen sorununu azaltır, kaynak ve ana metalin soğuma hızını düşürür ve kaynağın mukavemetini ve sünekliğini geri kazandırır (Sun & ark., 2022).

3.4.3.Zorluklar ve geleceğe yönelik yaklaşımlar

Su altında kuru kaynak teknolojisinin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar arasında, odanın sızdırmazlık sorunları ve artan derinlikle birlikte artan basınç nedeniyle ortaya çıkan problemler bulunmaktadır. Bu problemler, hem kaynak kimyasını hem de mikroyapıları etkileyebilir. Bu zorluklara rağmen, su altında kuru kaynak yöntemi, denizcilik endüstrisinde onarım ve bakım işlemleri için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojinin daha da geliştirilmesi ve yeni lazer teknolojilerinin entegrasyonu ile su altı kaynak uygulamaları daha da geniş bir kullanım alanına sahip olabilir.

Bu derinlemesine analiz, su altında kuru kaynak tekniğinin denizcilik endüstrisinde nasıl bir devrim yaratabileceğini ve bu teknolojinin gelecekteki uygulamalarını daha da genişletebileceğini göstermektedir. Bu teknoloji, yüksek mukavemetli kaynaklar ve malzeme tasarrufu sağlayarak endüstri için vazgeçilmez bir teknoloji haline gelmiştir (Sun & ark., 2022; Surojo & ar., 2020).

4.Sonuç

İleri kynak tekniklerinden olan su altı lazer kaynağı, robotik kaynak ve sürtünme karıştırma kaynağından her biri, özel zorlukları ve uygulama gereksinimlerini karşılamakta farklı yönlerden katkı sağlamaktadır. Özellikle, su altı lazer kaynağının gelişimi, su altında yüksek kaliteli ve verimli onarım çalışmalarını mümkün kılmaktadır. Robotik kaynak, yüksek tekrarlanabilirlik ve düşük hata oranı ile üretim süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Sürtünme karıştırma kaynağı ise özellikle hafif metallerin kaynağında gösterdiği üstün performans ile dikkat çekmektedir.

Bu tekniklerin uygulanması sırasında karşılaşılan başlıca zorluklar, yüksek başlangıç yatırım maliyetleri, teknik eğitim ihtiyaçları ve operasyonel karmaşıklıklar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, her bir kaynak metodunun malzeme özelliklerine göre optimize edilmesi gerekmekte, bu da sürecin başarısını doğrudan etkilemektedir. Su altı kaynak işlemleri, özellikle su altı lazer kaynağı, sıkı güvenlik protokolleri ve dikkatli planlama gerektirmekte olup, bu işlemler sırasında suyun kaynak üzerindeki soğutma etkisi gibi faktörlerin doğru bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Denizcilik endüstrisinde kullanılan ileri kaynak tekniklerinin incelenmesi, bu teknolojilerin endüstriyel uygulamalarda nasıl bir etki yaratabileceğini göstermiştir. İleri kaynak teknikleri denizcilik endüstrisinin karşılaştığı zorlukları aşmada ve daha etkin üretim süreçleri geliştirmede önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu tekniklerin entegrasyonu, maliyetleri düşürme, üretim sürelerini kısaltma ve yapısal bütünlüğü artırma gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu tekniklerin daha geniş bir kabul görmesi ve

uygulanması için, başlangıç maliyetlerinin azaltılması, operasyonel verimliliğin artırılması ve teknik personelin eğitimine yönelik yatırımların artırılması gerekmektedir. Ayrıca, bu tekniklerin çeşitli malzeme türleri ve karmaşık yapılar üzerindeki uygulanabilirliğini artırmak amacıyla yapılan araştırmaların devam etmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, ileri kaynak tekniklerinin denizcilik endüstrisindeki potansiyelini tam olarak ortaya koymak ve bu tekniklerin sunduğu fırsatlardan maksimum düzeyde yararlanmak için sürekli araştırma ve geliştirme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. İleri kaynak tekniklerinin denizcilik endüstrisinde sağlayacağı stratejik avantajlara bu teknolojilerin gelecekteki gelişim yollarını araştırarak ulaşılabilir.

Kaynaklar

American Welding Society, 2018. Influence of Horn Misalignment on Weld Quality in Ultrasonic Welding of Carbon Fiber/Polyamide 66 Composite. WJ 97, 133–143. https://doi.org/10.29391/2018.97.012

Anand, A., Khajuria, A., 2015. Welding processes in marine application: A review. International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research 2, 215–225.

Bala, Y.G., Santhi, B., Dinesh Kumar, R., 2024. Sustainability in Welding Industries, in: Moinuddin, S.Q., Saheb, S.H., Dewangan, A.K., Cheepu, M.M., Balamurugan, S. (Eds.), Automation in Welding Industry. Wiley, pp. 215–228. https://doi.org/10.1002/9781394172948.ch12

Cavaliere, P., Squillace, A., Panella, F., 2008. Effect of welding parameters on mechanical and microstructural properties of AA6082 joints produced by friction stir welding. Journal of materials processing technology 200, 364–372.

Delzendehrooy, F., Akhavan-Safar, A., Barbosa, A.Q., Beygi, R., Cardoso, D., Carbas, R.J.C., Marques, E.A.S., Da Silva, L.F.M., 2022. A comprehensive review on structural joining techniques in the marine industry. Composite Structures 289, 115490.

Dickerson, T.L., Przydatek, J., 2003. Fatigue of friction stir welds in aluminium alloys that contain root flaws. International Journal of Fatigue 25, 1399–1409. https://doi.org/10.1016/S0142-1123(03)00060-4

Majeed, T., Wahid, M.A., Ali, F., 2018. Applications of Robotics in Welding. IJERMT 7, 30. https://doi.org/10.23956/ijermt.v7i3.9

Srichok, T., Pitakaso, R., Sethanan, K., Sirirak, W., Kwangmuang, P., 2020. Combined response surface method and modified differential evolution for parameter optimization of friction stir welding. Processes 8, 1080.

Sun, G., Wang, Z., Lu, Y., Chen, M., Yang, K., Ni, Z., 2022. Underwater Laser Welding/Cladding for High-performance Repair of Marine Metal Materials: A Review. Chin. J. Mech. Eng. 35, 5. https://doi.org/10.1186/s10033-021-00674-0

Surojo, E., Putri, E.D.W.S., Budiana, E.P., 2020. Recent developments on underwater welding of metallic material. Procedia Structural Integrity 27, 14–21.

Wahidi, S.I., Oterkus, S., Oterkus, E., 2024. Robotic welding techniques in marine structures and production processes: A systematic literature review. Marine Structures 95, 103608.

Yang, L., Liu, Y., Peng, J., 2020. Advances techniques of the structured light sensing in intelligent welding robots: a review. Int J Adv Manuf Technol 110, 1027–1046. https://doi.org/10.1007/s00170-020-05524-2

BÖLÜM VI

Hafifletilmiş Çelik Dişlilerde aktif taraf kavrama açısının ve rim kalınlığının tek diş rijitliğine etkilerinin incelenmesi

Tufan Gürkan YILMAZ[1]

Giriş

Yüksek mukavemetli çelik dişlilerden tasarlanmış düz dişli çarklarda hafifletme genel olarak dişli gövdesinden malzeme boşaltarak yapılmaktadır. Bu boşaltma delik ve kanallar şeklinde olabildiği gibi inceltilmiş göbek kalınlığı kullanmak suretiyle de yapılabilir. Bu durum esasen dişli gövdesinde süreksizlik oluşturarak dişliyi gerilme ve dinamik davranış açısından kötüleştirebilmektedir. Bunun yanı sıra eklemeli imalat yöntemlerinin kullanıldığı optimize

[1] Dr.Öğr.Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Orhangazi Yeniköy Asil Çelik MYO, Motorlu Araçalar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Bursa/Türkiye, Orcid: 0000-0003-3772-7871, tufanyilmaz@uludag.edu.tr