

# ÇELİK YAPI UYGULAMALARINDA KULLANILAN KAYNAK YÖNTEMLERİ, ÜSTÜNLÜKLERİ VE SAKINCALI YÖNLERİ

Yrd. Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA

(Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli)

## 1. Giriş

Aynı veya benzer alaşımli maddelerin ısı tesiri altında birleştirilmelerine “Kaynak” denilir.

İnsanoğlu günümüzden yaklaşık 3500 yıl kadar önce, iki metal parçasını sıcak veya soğuk halde çekiçleyerek kaynak edip birleştirmeyi gerçekleştirmiştir. Bu işlem “Demirci Kaynağı” olarak isimlendirilmiştir. Batılı Tarihçiler, demirci kaynağı yardımıyla demirin, M.Ö. 1400 yıllarında Ön Asya da yaygın bir şekilde birleştirildiğini yazmaktadır.

Kaynak yönteminin endüstriyel uygulamaları ise 19.y.y.’ın ikinci yarısında başlamıştır. Oksijenin endüstriyel çapta eldesi, özellikle tamir işlerinde oksii-asetilen kaynağının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Elektrik arkı 18.y.y.’ın sonlarında Volta tarafından keşfedilmiş fakat bu enerji ancak 19.y.y.’ın son çeyreğinde kaynağa kullanılmaya başlanmıştır. 1920-1940’lı yıllar arasında, örtülü elektrotların geliştirilmesi, elektrik ark kaynağının popülaritesini arttırmış ve bütün metallerin kaynağı için bilinen yöntemlerin geliştirilmesine ve yeni yöntemlerinin keşfine neden olmuştur.

Çelik yapı uygulamalarında kullanılan tüm kaynak yöntemlerinde, kaynaklanan metalik malzemenin kaynak bölgesinin, metalin erime sıcaklığına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtılması gerekir. Böyle bir ısıtma işlemi izleyen soğuma, metalde içyapı değişikliklerine neden olduğu gibi, “yüksek sıcaklık, kaynak metali, cüruf, esas metal ve ortam atmosferi” arasında birtakım kimyasal reaksiyonların oluşmasını da kolaylaştırır.

Kaynak metali, elektrik arkı veya gaz alevinin yüksek sıcaklığı karşısında erir ve daha önceden hazırlanmış olan kaynak ağızı içine dökülür. Bu işlem sırasında, kaynaklanan malzemenin kaynak dikişine bitişik kısımlarında, metalin erime sıcaklığından ortam sıcaklığına kadar, değişik sıcaklık derecelerinde ısınmış bölgeler ortaya çıkar. Uygulanan ısıl işlemin değişkenliğinden dolayı kaynak bölgesinde, mekanik özellikleri ve içyapısı, esas metalden ve kaynak metalinden farklı olan bölgeler ortaya çıkar. Farklı özelliklerdeki bu bölgelerde, gerilme-şekil değiştirme davranışında ve korozyona karşı dayanımda esas metalden farklı davranışlar görülür.

Kaynak yapılan bir parçada kaynak bölgesini; Erime Bölgesi ve Isının Tesiri Altında Kalan Bölge (ITAB) olarak ikiye ayırmak mümkündür. Erime bölgesi, kimyasal birleşim olarak esas metal ve kaynak metali karışımından oluşur. Isının Tesiri Altında Kalan Bölge (ITAB) ise, kaynak sırasında uygulanmış olan ısının oluşturduğu çeşitli ısıl çevirimlerden etkilenmiş ve dolayısıyla içyapı değişimine uğramış olan bölgedir. Bu bölge, kaynak metali ile esas metalin birleştiği sınırdan başlayarak, kaynak işlemi sırasında sıcaklığın metalin özelliklerini etkilediği bölgedir. Çeliklerin kaynağında bu bölgede sıcaklık 1450-700 °C arasında değişmektedir. Burada erişilen maksimum sıcaklığa bağlı olarak farklı içyapı ve özellik gösteren bölgeler görülür, (Resim 1).



Resim 1. Isıdan etkilenmiş bölge

Kaynaklama işlemi sırasında ITAB hızlı bir şekilde ısınmakta ve sonra da parça kalınlığına, kaynağa uygulanan enerjiye ve kaynaklanan metallere uygulanan ön tav sıcaklığına bağlı olarak da hızlı bir biçimde soğumaktadır. Bu hızlı ısınma ve hızlı soğumanın bir sonucu olarak, kaynaklanan metalik malzemenin birleşimine göre, sert ve kırılabilir bir bölge oluşur. Bu bölge kaynak bağlantısının en kritik bölgesidir ve birçok çatlama ve kırılmalar bu bölgede oluşmaktadır, (Resim 2).



Resim 2. Kaynaklı birleşimlerde hasar oluşumları

## 2. Kaynak Yöntemleri

Malzemelerin kaynaklı birleştirilmesinde kullanılan kaynak yöntemleri;

- Uygulandığı malzeme cinsine göre; metal kaynağı ve plastik malzeme kaynağı,
- Yapılış amacına göre; birleştirme kaynağı ve doldurma kaynağı,
- Uygulanış şekline göre; El kaynağı, Yarı mekanize kaynak, Tam mekanize kaynak ve Otomatik kaynak,
- Yapılacak kaynak işleminin cinsine göre; Basınç Kaynağı ve Eritme Kaynağı

Şeklinde gruplandırılabilir.

Plastik Malzeme Kaynağı; aynı veya farklı cinsten termoplastik (sertleşmeyen plastik) malzemeyi ısı ve basınç kullanarak, aynı cinsten bir plastik ilave malzemesi katarak veya katmadan birleştirme işlemidir.

Metal Kaynağı ise; metalik malzemeyi ısı veya basınç veya her ikisini birden kullanarak, aynı cinsten ve erime aralığı aynı veya yaklaşık bir malzeme katarak veya katmadan birleştirme işlemidir.

Kaynaklama işlemi, uygulanan ısı derecesinin metallerin ergime noktasına kadar yükseltilmesi ile yapıyorsa *Ergitme kaynağı*, uygulanan ısı metallerde plastik kıvam oluşturacak derecede ise *Basınç kaynağı* adı verilir.

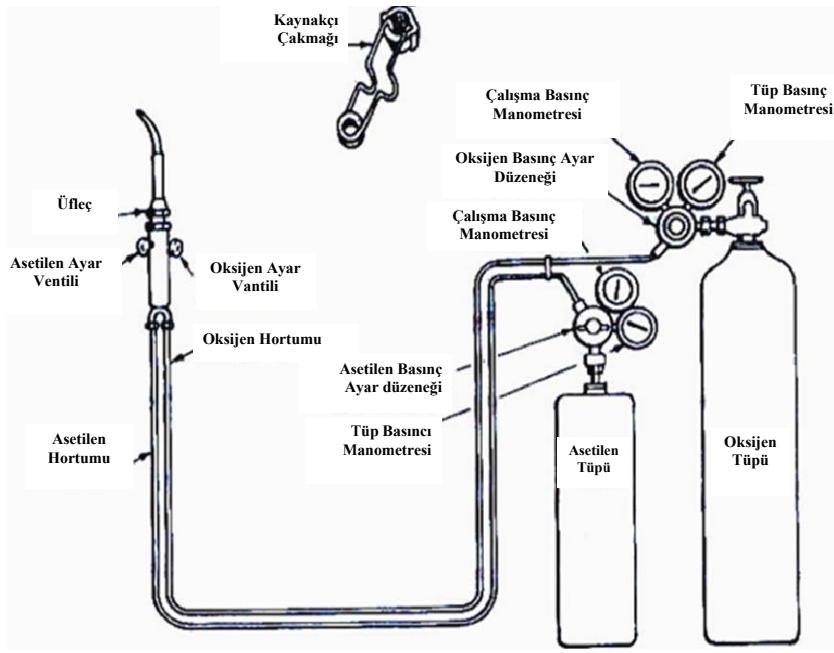
Çelik yapı uygulamalarında kullanılan kaynak yöntemi "*Eritme*" kaynağıdır. Bu gruba giren kaynak yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılanları ise; "*Gaz eritme*" kaynağı ve "*Elektrik Ark*" kaynağı yöntemleridir.

### 2.1. Gaz Eritme Kaynağı

Bu kaynak yönteminde, kaynak için gerekli ısı, biri yanıcı diğeri yakıcı olan gazların birlikte yakılmasıyla oluşan alevden elde edilir. Yakıcı gaz olarak çoğunlukla Oksijen, yanıcı gaz olarak ise "Asetilen-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, Hidrojen-H<sub>2</sub>, Metan-CN<sub>4</sub>, Propan-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, Bütan-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, Propan-Bütan karışımı-LPG, Havagazı, Benzin ve Benzol buharı" gazlarından biri kullanılmaktadır.

Gaz eritme kaynağında, yanıcı gaz olarak genellikle asetilen gazı kullanılır. Bunun nedeni, asetilen gazının alev sıcaklığının, tutuşma hızının ve ısıl değerinin diğerlerine nazaran daha yüksek olmasıdır. Bun nedenle, gaz eritme kaynağı denilince akla "Oksi-Asetilen Kaynağı" gelir, (Şekil 1).

Bu yöntemle çekilen kaynak dikişlerinin mukavemeti düşük olduğu için, çelik yapılarda, kuvvet aktaran birleşimlerin kaynaklı teşkilinde kullanılmamaktadır. Ancak önemsiz birleşimlerde, tamirat ve dolgu işlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca, bu yöntem günümüzde atölye ve şantiye ortamında çelik levha ve profillerin kesilmesi işleminde yaygın olarak kullanılmaktadır, (Resim 3). Modern çelik yapı atölyelerinde ise, levha ve profillerin kesilmesi işleminde aynı yöntem çok daha gelişmiş donanımlar yardımıyla uygulanmaktadır. Bu işlem için kullanılan modern cihazlara "Plazma Kesiciler" denilmektedir, (Resim 4).



Şekil1. Oksi-Asetilen kaynağı donanım şeması



Resim3. Oksi-Asetilen kaynağı ile metal parçaların kesilmesi



Resim 4. Plazma kesme

## 2.2. Elektrik Ark Kaynağı

Tüm kaynak yöntemlerinde, kaynaklama işlemi gerçekleştirilebilmek için; bir kaynak enerjisine, bu enerjiyi sağlayan ve kaynak bölgesine taşıyan bir donanıma, kaynak ağzını doldurmak için bir ek kaynak metaline ihtiyaç vardır.

Bu üç unsur elektrik ark kaynağında; “ark, kaynak makinesi ve kaynak elektrotu” tarafından sağlanır. Ayrıca kaynakçıyı korumak, kaynaklanan parçaları bir arada tutabilmek, kaynak pozisyonunu ayarlayabilmek ve çalışma koşullarını kolaylaştırabilmek için bir takım yardımcı araç ve gerece ihtiyaç vardır, (Resim 5).

Elektrik ark kaynağında kaynak için gerekli ısı, elektrik arki tarafından sağlanır. Kaynak ağzını doldurmak için gerekli ek kaynak metalinin ilave edilme biçimi ve kaynak bölgesinin havanın olumsuz etkilerinden korunma biçimlerine göre çeşitli ark kaynak yöntemleri geliştirilmiştir. Elektrik ark kaynağı, çelik yapı uygulamalarında en yaygın kullanılan eritme kaynağı yöntemidir.

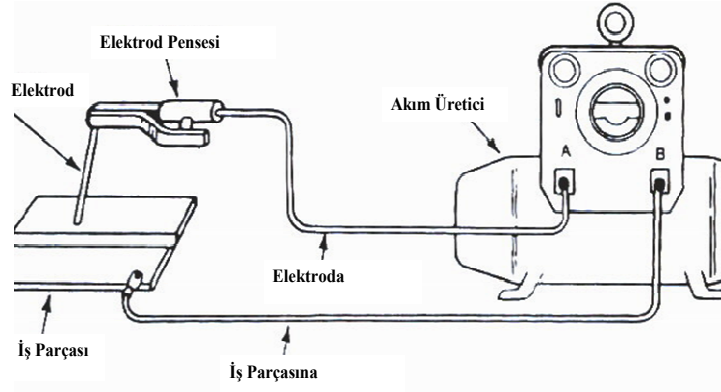


Resim 5. Bazı yardımcı kaynak donanımları

### 2.2.1. Elektrot Kaynağı

Bu kaynak yönteminde, kaynak metali olarak örtülü elektrot kullanılır. Örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı, ark kaynak yöntemleri içinde en basit ve en popüler olan yöntemdir. Bu yöntem, uygulamada demir esaslı veya demir dışı metal ve alaşımların kaynağında 1.2 mm' den daha kalın parçalara, her kaynak pozisyonunda uygulanabilmektedir.

Örtülü elektrot kullanılarak yapılan elektrik ark kaynağında, kaynak için gerekli elektrik akımı, bir kaynak akım üretici tarafından sağlanır. Bu akım kablolar yardımıyla iş parçası ve elektrot pensesine iletilir. Kaynakçı elektrotu penseye takar ve iş parçasına değdirerek elektrik arkını oluşturur, (Şekil 2, Resim 6). Arkın başlatılması, yanması, boyunun ayarlanması, söndürülmesi, kaynak hızı ve elektrot metalinin kaynak ağzını doldurması için gerekli manipülasyonlar tamamen kaynakçı tarafından yapılır, (Resim 6). Kaynağın kalitesine kaynakçının el marifetinin etkisi çok önemlidir. Kaynak sonrası dikiş üzerinde oluşan cüruf kaynakçı tarafından temizlenir.



Şekil 2. Elektrot Kaynağı Donanım Şeması



Resim 6. Elektrot kaynağında arkın oluşumu

Örtülü elektrot kullanılarak yapılan elektrik ark kaynağında ark, iş parçası ve eriyen elektrot arasında yanar ve bu şekilde eriyen elektrot aynı zamanda kaynak metali haline geçer. Elektrot örtüsü de aynı anda yanarak erir. Bu esnada açığa çıkan gaz ark bölgesini korur ve oluşan cüruf da kaynak dikişini örterek kaynak bölgesinin korunmasını sağlar, (Resim 7).





Resim 7. Elektrot kaynağı uygulaması

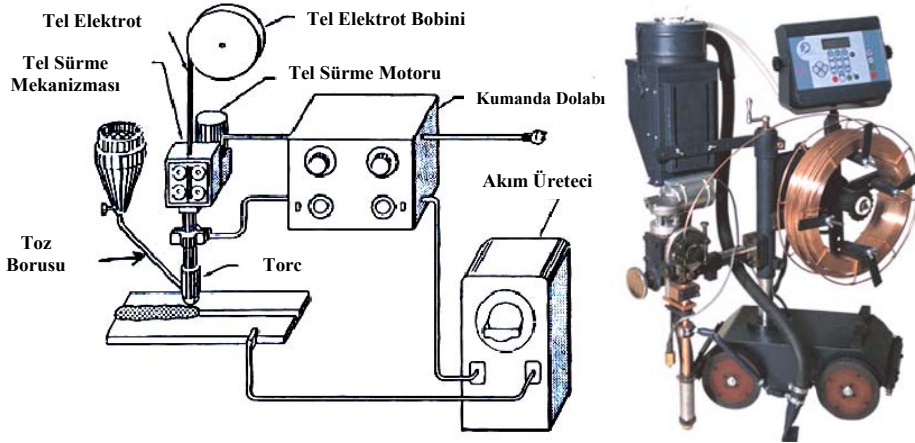
Elektrot kaynağı ile değişik biçimlerdeki iş parçalarını her pozisyonda kaynaklamak mümkündür. Bu yöntemde uygulanan kaynak pozisyonları; Oluk pozisyonunda yatay kaynak, iç ve köşe birleştirmelerinde yatay kaynak, aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya düşey kaynak, korniş kaynağı ve tavan kaynağı şeklinde sıralanabilir.

Örtülü elektrotla ark kaynağında, kaynak makinelerinin göreceli olarak daha ucuz ve basit olması, kaynakçının önemli ölçüde hareket serbestliğine sahip olması ve aynı kaynak makinesi ile sadece elektrot tipini değiştirerek farklı metallerin kaynağının yapılabilmesi bu yöntemin imalatta yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur.

### 2.2.2. Tozaltı Kaynağı

Temel olarak bir elektrik ark kaynağıdır. Bu kaynak yönteminde ark, bir mekanizma tarafından otomatik olarak kaynak bölgesine gönderilen çıplak tel ile iş parçası arasında oluşur. Aynı zamanda, kaynak yerine devamlı olarak bir toz dökülür ve ark, üzerine gelen toz altında yanar. Bu nedenle de, bu kaynaklama yöntemi “*Tozaltı Kaynak Yöntemi*” olarak isimlendirilmiştir, (Resim 8).

Bu yöntemde, ark, bir toz örtüsü altında kaldığından etrafa ışınım yapmaz ve bu şekilde ark enerjisinin büyük bir kısmı (yaklaşık % 64’ü) doğrudan kaynak için harcanmış olur ve toz örtüsü kaynak banyosunu atmosferin olumsuz etkilerinden korur, (Resim 9).



Resim 8. Toz altı kaynak donanım şeması ve kaynak makinesi



Resim 9. Kaynak bölgesinin üzerini örten özel toz malzemesi

Tozaltı kaynağı, otomatik bir kaynak yöntemi olmanın yanında, güçlü bir kaynak yöntemidir. Bu kaynak yöntemi ile 1,2 mm den 300 mm kalınlığa kadar olan tüm çelik elemanların kaynağını yapmak mümkündür.

Tozaltı kaynağı ile elle yapılan ark kaynağı arasındaki karakteristik farklılıklar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- ✓ Tozaltı kaynağında 200 ila 500 Amper akım şiddeti ve 6 ila 300 m/saat arasında kaynak hızları kullanılır.
- ✓ Tozaltı kaynağında eriyen metalin 2/3'ünü esas metal ve 1/3'ünü ilave metal oluşturur. Bu nedenle, ilave metal sarfiyatı oldukça azdır.
- ✓ Toz altı kaynağında kaynak kafası (toz hunisi, tel ilerletme mekanizması, ayar ve kumanda tertibatı) hızı ayarlanabilen ve sabit tutulabilen bir arabaya monte edildiğinden, sürekli kaynak yapma imkanı vardır.
- ✓ Kaynak yerinin iyi bir şekilde cürufıyla örtülmesi, yavaş soğumayı sağlar. Bu ise kaynak hatalarının meydana gelme riskini azaltır ve kaynak kalitesini artırır.
- ✓ Kaynak yerinin toz tarafından gayet iyi bir biçimde örtülmesi nedeniyle, elektrik enerjisi kaybı çok azdır. El ile yapılan ark kaynağında ise çevreye yayılan ısı ve ışık enerjisi nedeniyle, elektrik enerjisi kaybı yüksektir.
- ✓ Tozun kaynak yerini gayet iyi bir şekilde koruması sebebiyle; ultraviyole ışınları, gaz ve tozdan korunmak için özel tedbirlere ihtiyaç yoktur. El ile yapılan kaynakta, kaynakçının göz ve cildini koruması için maske ve özel elbise kullanması gereklidir.

Bu kaynak yönteminin bazı Sakıncaları da vardır. Bunlarda aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- ✓ El ile kullanılmak için geliştirilmiş olan donanım iyi sonuç vermemiştir. Otomatik kullanımı gerekli olduğundan parçanın şekli ilerletme tertibatının yörüngesine uygun olmalıdır.
- ✓ Toz altı kaynak yöntemi, ancak yatay kaynak dikişleri için uygundur. Her ne kadar bugün özel bir tertibatla dik ve korniş kaynağı yapabilmek imkânı sağlanmış olsa da, tavan kaynaklarını bu yöntem ile yapma imkânı yoktur.
- ✓ Boru kaynağında da ancak boru kaynaklama sırasında döndürüldüğü takdirde bu yöntemle kaynak yapmak mümkündür ve kısa dikişler halinde makinenin ayarlanması gereklidir. Kaybedilen zaman dikkate alındığında, sonuç ekonomik değildir, (Resim 10,11).
- ✓ Toz altı kaynak yöntemi ile sadece çelikler kaynak yapılabilmektedir.



Resim 10. Özel Kaynak döndürme tertibatı



Resim 11. Dairesel kesitlerin tozaltı kaynağı uygulaması

### 2.2.3. Gazaltı Kaynağı

Gaz altı kaynağı, genel olarak kaynak yeri bir gazla korunan özel bir ark kaynağı yöntemidir. Bu yöntemde, dışarıdan sağlanan özel bir gazla korunan ve otomatik olarak sürekli beslenen ve eriyen elektrot kullanılır. İlk ayarlar kaynakçı tarafından yapılır. Uygun donanım seçilip, uygun ayarlar yapıldığında ark boyu ve akım şiddeti ve elektrot besleme hızı kaynak makinesi tarafından otomatik olarak sabit değerlerde tutulur.

Kaynak donanımı; kaynak torcu ve kablo grubu, elektrot besleme ünitesi, güç ünitesi ve koruyucu gaz ünitesi olmak üzere dört gruptan oluşur. Torc ve kablo grubunun görevi koruyucu gazı ark bölgesine taşımak, ortama elektrot sağlamak ve güç ünitesinden gelen akımı ark bölgesine ulaştırmaktır. Kaynak torcunun tetiğine basıldığında, iş parçasına aynı anda gaz, güç ve elektrot iletilir ve ark oluşur.

Bu yöntemde, kaynak nüfuziyetini, dikiş geometrisini ve genel kaynak kalitesini etkileyen bazı kaynak değişkenleri vardır. Bunlar; kaynak akımı (elektrot besleme hızı), kutuplama, ark gerilimi (ark boyu), kaynak hızı, serbest elektrot uzunluğu, kaynak pozisyonu, elektrot çapı ve koruyucu gazın bileşimi ve debisi olarak sıralanabilir. Yeterli kaliteye sahip kaynak dikişleri elde edebilmek için bu değişkenlerin etkilerini iyi anlamak ve bunları kontrol etmek gerekir. Bu değişkenler birbirinden bağımsız değildir. Birinin değiştirilmesi, arzu edilen sonucu elde edebilmek için diğer birinin veya birkaçının değiştirilmesini gerektirir. Her bir uygulamada en uygun ayarları seçmek için önemli ölçüde yetenek ve tecrübe gerekir. Kaynak değişkenlerinin en uygun değerlerini seçerken esas metalin tipi, elektrot bileşimi, kaynak pozisyonu ve kaynak bağlantısının kalitesi ile ilgili istekler dikkate alınmalıdır.

Yöntemin yaygın olarak kullanılma nedeni, sağladığı üstünlüklerden kaynaklanmaktadır. Bu üstünlükler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- ✓ Ticari metal ve alaşımların tümünün kaynağında kullanılabilen, eriyen elektrotla yapılan tek kaynak yöntemidir.
- ✓ Elektrik ark kaynağında karşılaşılan sınırlı uzunlukta elektrot kullanma problemi yoktur.
- ✓ Kaynak her pozisyonda yapılabilir. Bu tozaltı kaynağında mümkün değildir.
- ✓ Metal yığıma hızı elektrik ark kaynağına oranla oldukça yüksektir.
- ✓ Ortama sürekli elektrot beslenmesi ve yüksek metal yığıma hızı nedeniyle, kaynak hızları elektrik ark kaynağına göre yüksektir.
- ✓ Ortama elektrot beslenmesi sürekli olarak yapıldığı için hiç durmadan uzun dikişler çekilebilir.
- ✓ Sprey iletim kullanıldığında, elektrik ark kaynağına göre daha derin nüfuziyet elde edilir. Böylece iç köşe kaynaklarında aynı mukavemeti sağlayan daha küçük kaynak dikişleri çekmek mümkün olur.
- ✓ Yoğun bir kaynak cürufu oluşmaz. Bu nedenle temizlik için harcanan zaman azdır.

Bu üstünlükleri nedeniyle yöntem, yüksek üretime ve otomatik kaynak uygulamalarına uygun hale getirilmiştir. Diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi, gazaltı kaynağının kullanımını zorlaştıran bazı sınırlamalar da vardır. Bu sınırlamalar aşağıda sıralanmıştır;

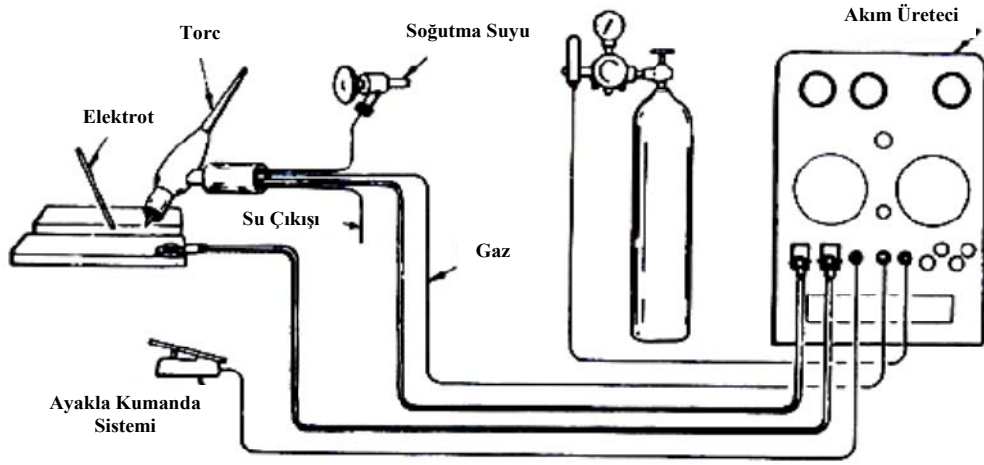
- ✓ Kaynak donanımı, elektrik ark kaynağına göre daha karmaşık, daha pahalı ve bir yerden başka bir yere taşınması daha zordur.
- ✓ Kaynak torcunun elektrik ark kaynağı pensesinden daha büyük olması ve kaynak metalinin koruyucu gazla etkin bir şekilde korunması amacıyla torcun kaynak bölgesine (bağlantıya) 10-20 mm arasında yakın bir mesafeden tutulması gerektiği için bu yöntemin, ulaşılması güç olan yerlerde kullanılması çok zordur.
- ✓ Kaynak arkı, koruyucu gazı bulunduğu yerden uzaklaştıran hava akımlarından korunmalıdır. Bu nedenle, kaynak alanının etrafı hava akımına karşı muhafaza altına alınmadıkça, açık alanlarda kullanılmamalıdır.

Kullanılan elektrot ve gazların cinslerine göre koruyucu gaz kaynak yöntemlerini sınıflandırmak mümkündür. Bugüne kadar uygulamada kullanılan koruyucu gaz kaynak yöntemleri TIG ve MIG/MAG Kaynağı olarak sınıflandırılabilir.

#### 2.2.3.1. TIG “Tungsten Inert Gas” Kaynağı

Bu yöntem, 1940-1944 yıllarında Amerika Birleşik Devletlerinde magnezyum ve diğer hafif metal alaşımlarının kaynağı için geliştirilmiş ve koruyucu gaz olarak da helyum gazı kullanılmıştır. Bu yöntemde, kaynak arkı, erimeyen bir tungsten elektrot ile iş parçası arasında gerçekleşmektedir. Ark, elektrot ve erimiş banyo havanın tesirinden bir argon veya helyum atmosferi ile korunmaktadır. Koruyucu gazın soy bir gaz olması dolayısıyla oksidasyon ve nitrür teşekkülü gibi, istenmeyen haller önlenmektedir. Kaynak işlemi içinde oksisasetilen kaynağında olduğu gibi, ayrıca bir kaynak metaline ihtiyaç vardır. Kaynak metali kaynak ortamına dışarıdan katılır, (Şekil 3, Resim 12).





Şekil 3. TIG kaynak donanım şeması



Resim 12. TIG Kaynak Uygulamaları

TIG kaynağında başlangıçta helyum gazı kullanılmış, daha sonraları argon gazı kullanılmaya başlanmıştır. Her iki gaz da tek atomlu ve soy gazdır. Bu nedenle, diğer elementlerle birleşmezler, yanmazlar, renksiz ve kokusuzdurlar. Helyum gazı havadan hafif, argon gazı ise havadan daha ağırdır. Bu nedenle, helyum gazı uçar ve kaynak bölgesini koruma kabiliyeti azdır. Argon gazı havadan daha ağır olduğu için, kaynak bölgesini daha iyi korur.

TIG kaynağında, saf tungsten veya tungstenin toryum ve zirkonyum ile alaşımlandırılmasıyla elde edilen elektrotlar kullanılır. Elektrotların uygun akım şiddeti ile yüklenmeleri gerekir. Aksi halde, aşırı yüklemde elektrot ucunda erime oluşur ve bu nedenle kararsız bir ark meydana gelir.

Yüksek kaliteli birleşimlerin sağlanmasında, kaynak ağızlarının ve ilave metalin (elektrot) iyi temizlenmesi gerekir. Mevcut kir, pislik ve oksitler bir tel fırça veya benzeri bir aletle temizlenmelidir. Uzun dikişler kaynak işleminden önce puntalanmalı ve arkın etrafındaki argon zarfının parçalanmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, TIG kaynağının avantajlarından tam olarak faydalanabilmek için, birleştirilecek parçaların ağız hazırlığı, ağızların birbirine tam olarak temas etmeleri ve ağızların aynı düzlemde olması hususlarında çok titiz olunmalıdır.

TIG Kaynağı, genel olarak hafif metal ve alaşımlarla, bakır ve paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılır. Ayrıca, kaynak kabiliyeti kötü olan bronzlar, titanyum alaşımları ve zirkonyum gibi malzemelerin kaynağı da gözeneksiz olarak yapılabilir. TIG kaynağında; kaynak hızı yüksektir, kaynak ısısı bir bölgeye tekdüze edilebilir, ısıl distorsiyonlar azdır, kaynak dikişleri temizdir, kaynaktan sonra dikişin temizlenmesine gerek yoktur ve kolay mekanize edilebilir olması önemli avantajlarındandır. Genel olarak TIG yöntemi ile yapılan kaynak birleşimlerinin büyük bir kısmını alın bağlantıları oluşturur. Saçların birleştirilmesinde, ince saçların kullanıldığı kutu profillerin imalatında, depo ve siloların yapımında ve silindirik cebri boruların teşkilinde alın birleşimleri kullanılır.

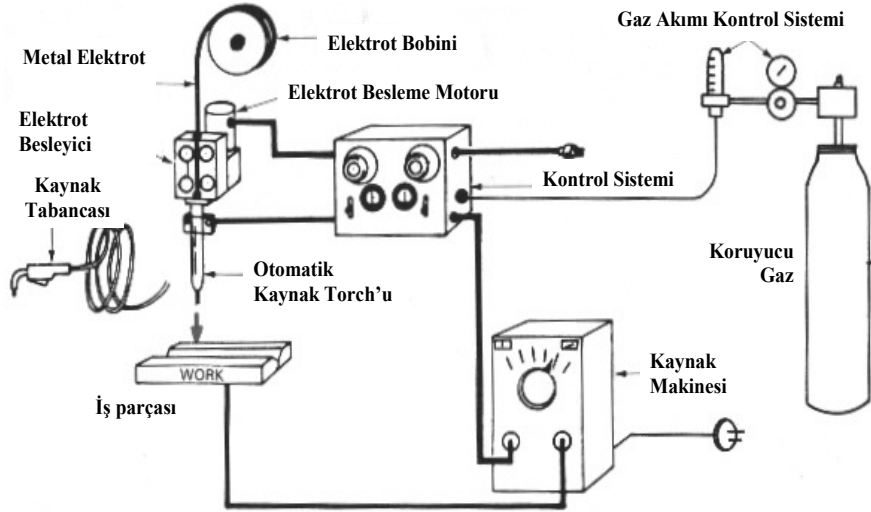


### 2.2.3.2. MIG/MAG Kaynağı

MIG-“*Metal Inert Gas*” kaynağında, genel olarak argon atmosferi altında kaynak yapılmaktadır. İlk olarak 1948 yılında ABD de “Linde Air Products Company” tarafından bulunarak, önce alüminyum ve alaşımlarının sonra da yüksek alaşımlı çeliklerin, bakır ve alaşımlarının ve karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılmıştır.

MIG kaynak yöntemi, TIG yönteminden arın, kaynak yerine otomatik olarak gelen ilave metal ile iş parçası arasında teşekkül etmesi ile ayrılır. MIG kaynak donanımı aşağıdaki parçalardan oluşur, (Şekil 4);

- Bir doğru akım membaı,
- Kaynak tabancası,
- Çıplak elektrot, argon, kaynak akımı, suyun giriş ve çıkışını sağlayan hortum,
- Kaynak telinin hareketini sağlayan donanım,
- Kaynak akımının geçişini, soğutma suyunun devreye girişini, argon gazının akışını ve telin hareketini sağlayan kumanda sistemi,
- Basınç düşürme manometresi ve ölçü aleti ile donatılmış bir adet basınçlı argon tüpü



Şekil 4. MIG kaynak donanım şeması

Bu kaynak yönteminde mükemmel bir erime özelliğine ancak yüksek akımla çalışıldığında ulaşılabilir. Yüksek akım şiddeti derin bir nüfuziyet sağlar. Bu da 20 mm kalınlığa kadar ağız açmadan kaynak yapma üstünlüğü sağlar.

MAG “Metal Active Gas” kaynağı ise 1950 yılların başlarında geliştirilmiş ve ilk olarak otomobil endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta sadece yatay pozisyonda kaynak yapabilme imkânı vardı. Fakat sonraki yıllarda ince çaplı elektrot kullanma imkânı sağlanarak her pozisyonda kaynak yapabilme mümkün hale getirilmiştir. Bu yöntemde başlangıçta koruyucu gaz olarak sadece CO<sub>2</sub> kullanılmıştır. Günümüzde ise, gereken durumlarda, arki yumuşatmak ve sıçramayı azaltmak için CO<sub>2</sub>’ e argon karıştırıp kullanılmaktadır. Karışım oranı % 75’ e kadar çıkmaktadır. Bu yöntemde sağlanan önemli bir gelişme de koruyucu gazlar ile “Sprey ark” yönteminin bulunmasıdır. Argon gazı içersine çok az miktarda oksijen ilave edilerek çeliklerin kaynağında uygulanması ile, kalın çaplı elektrotlarla da her pozisyonda çalışılabilir hale gelmiş ve çok düzgün kaynak dikişleri elde edilmeye başlanmıştır.

MIG-MAG kaynak yönteminde, inert ve aktif gazlar veya bunların çeşitli oranlarda karışımı kullanılmaktadır. Genel olarak asal gazlar, reaksiyona girmediklerinden demir dışı metallerin kaynağında, aktif gazlar veya aktif ve asal gaz karışımları da çeşitli türlerdeki çeliklerin kaynağında kullanılmaktadır.

Bu kaynak yöntemlerinde kullanılacak olan koruyucu gazın seçiminde; kaynaklanan metal veya alaşımın türü, ark karakteristiği ve metalin damla geçiş biçimi, kaynak hızı, parça kalınlığı, gereken nüfuziyet ve kaynak dikişinin biçimi, tedarik edilebilirlik, gazın maliyeti ve kaynak dikişinden beklenen mekanik özellikler” gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

MIG/MAG kaynak yöntemlerinde kullanılan elektrotlar ise; “yumuşak çeliklerin kaynağında kullanılan alaşımsız teller, alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan alaşımlı teller ve kenetli veya özlü teller” olarak gruplandırılabilir.

MIG/MAG kaynak yönteminde, kaynaklanacak olan parçalarda kaynak ağzının hazırlanması da çok önemli bir husustur. Kaynak ağzı tasarımını etkileyen en önemli faktörler; “bağlantıdan beklenen dayanım, kaynak pozisyonu, parça kalınlığı ve kaynaklanacak malzemelerin türü” olarak yazılabilir.

Sonuç olarak MIG/MAG kaynak yöntemi geniş ayar olanakları, çeşitli yardımcı malzeme ve donanımları sayesinde günümüz endüstrisinde ince saçlardan oldukça kalın kesitli parçalara kadar yaygın bir kullanım alanı vardır. Günümüzde çelik yapılarda, özellikle atölye ortamında, gerekli önlemlerin alınması durumunda şantiye ortamında da, yapılacak olan kaynaklı birleşimlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır, (Resim 13).



Resim 13. MIG Elektrik Ark kaynağı uygulaması

### Kaynaklar

1. Anık, S., Anık, E.S., Vural, M., “1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı”, Birsen Yayınevi, İst.-2000.
2. Anık, S., Tülbentçi, K., Kulaç, E., “Örtülü Elektrotlar İle Elektrik Ark Kaynağı”, Gedik Holding Yayını, İstanbul, 1991.
3. Tama, Y. S., “Çelik Yapılar Kurs Notları”, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, Denizli Şubesi, Şubat-2009, Denizli.
4. Tama, Y.S., “Çelik Yapılarda Kaynak Yöntemleri ve Donanımları”, Denizli Bülten, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Denizli Şubesi Yayını, Sayı: 52, Nisan-Haziran, 2007.
5. Tama, Y. S., “Çelik Yapılar I Ders Notları”, Şubat, 2009.
6. TS 3357/Nisan 1979, “Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları”
7. “Kaynak Teknolojisi”, Eczacıbaşı-Lincoln Electric, Askaynak, Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul,2007.
8. “Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşim Hesap, Yapım ve Muayene Kuralları”, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İMO-01.R-01, 2005.
9. “Kaynak Teknolojisinin Esasları”, Gourde, L.M., Çevirenler: Eryürek, İ.B., Bodur, O., Dikicioğlu, A., İTÜ Makine Fakültesi, Birsen yayınevi, 1999.
10. “Gazaltı Kaynağı”, Eryürek, İ.B., Eczacıbaşı-Lincoln Elektrik, 2004.
11. “Çelikler İçin Örtülü Elektrot Seçimi”, Eryürek, İ.B., Eczacıbaşı-Lincoln Elektrik, 2005.
12. <http://www.weldreality.com>
13. <http://www.qualityoneinspection.com/weldinsp.htm>
14. <http://www.weldingtipsandtricks.com/stick-welding.html>
15. <http://www.technoman.org/welding.htm>
16. <http://www.aircraftspruce.com/menus/me/weldingrod.html>
17. <http://www.millerwelds.com>
18. <http://www.heatreatment.asia>
19. <http://www.bulutmetal.com>
20. <http://www.wiconmak.com>