

# KAYNAK MAKİNALRINDAKİ SON GELİŞMELER VE KAYNAK KALİTESİNE ETKİLERİ

Süleyman KARADENİZ\*, Hkan GÜNAY\*\*

\* Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü

\*\* Mak. Müh., Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Kaliteli bir kaynak dikişi için dikiş süresince sabit güçte, diğer bir deyişle sabit akım ve gerilim değerlerinde stabil olarak yanan bir arkın mevcut olması gerekir. Sabit güçlü stabil bir ark için ise kaynak makinası ile kaynak arkının uyumlu çalışmaları, yani ortak bir noktada çalışmaları gerekir. Bu işlemde birinci derecede fonksiyonu olan kaynak makinası, dolayısıyla kaynak makinasının karakteridir.

Her sistemde olduğu gibi kaynak makinasının da bir statik, bir de dinamik karakteri vardır. Kaynak hatasını minimuma indirmek için kaynak sırasındaki arkın süreksizlik noktalarının süresini kısaltmak gerekir. Bu da kaynak makinasının dinamik davranışı ile ilgili olup, günümüzde yeni geliştirilen ataletleri fevkalade küçük elektronik makinalar sayesinde mümkün olabilmektedir.

## Anahtar Sözcükler

Kaynak makinası, kaynak arkı, kaynak dikişi, ark süreksizlik noktası

## SUMMARY

There should be a stable arc to have a high quality on the seam of welding during seaming process in constant power (i.e. constant current) and current). This stable arc can be reached when welding machine and arc work in harmony.

Welding machine has static and dynamic characteristic like every system. To minimize faults on welding the duration of discontinuity the arc should be shortened. This is the dynamic characteristic of welding machine that can be possible by newly developed electronic machines.

## Key Word

Welding machine, welding arc, seam welding, arc discontinuity point

## GİRİŞ

Pratikte karşımıza çıkan kaynak makinaları verdikleri akım şekline göre iki ana gruba ayrılırlar. Bunlardan birinci grup, doğru akım jeneratörleri ve redresörlerden oluşan doğru akım kaynak makinaları, ikinci grup ise transformatör ve konvertisörlerden (frekans değiştirici) oluşan alternatif akım kaynak makinalarıdır. Ancak bunlardan konvertisörler kaynakta çok özel durumlarda kullanılır ve pratikte pek varlıkları hissedilmez. Doğru akım jeneratörlerinin özellikle verimlerinin düşük olması ve transformatörlerin de her tür elektrodla kaynakta ve yöntemde kullanılamamaları yanında daha birçok dezavantajları nedeniyle kullanım alanlarını gün geçtikçe redresör tipi kaynak makinaları lehine kaybetmektedirler. Bugün redresörlerin kaynaklı imalatta uygulama alanı bulan dört ana grubu vardır (Şekil 1). [1]

İlgili şekilde verilen dört ayrı tip redresörden ilk üçünde (a,b,c) güç ayarı ve kumanda işi ile makinanın karakterini oluşturma, redresörlerin trafosu üzerinde veya trafoya seri bağlı bobin veya transdüktörler ile gerçekleştirilir, diyotlu köprüler sadece akım doğrultma işi yaparlar. Halbuki dördüncü tipte (d) hem güç ayarı ve hem de akım doğrultma işi köprü üzerinde elektronik olarak kayıpsız, hassas ve hızlı bir şekilde yapılır. [2]

## ÇALIŞMA NOKTASI

Kaynak makinası ile kaynak arkı kaynak işlemini birlikte gerçekleştirirler. Dolayısıyla kaynak işleminde harcanan enerji açısından kaynak makinası üretici (arz eden), kaynak arkı ise tüketici (talep eden) durumundadır. İyi bir kaynak dikişi, yani stabil bir ark için kaynakta enerji üreticisi ile enerji tüketicisi arasında bir arz-talep dengesi olması gerekir. Bunun için de jeneratör ile arkın ortak bir noktada buluşup bu noktada çalışmalarını gerekir. İşte bu ortak noktaya kaynakta çalışma noktası adı verilir. Kağıt üzerinde çalışma noktası, jeneratörü temsil eden ve statik durumda belirli bir güç konumunda jeneratörün verdiği akım ve gerilim arasındaki bağıntıyı veren eğri (jeneratör statik karakteristiği) ile arkı temsil eden ve statik durumda belirli bir ark boyunda arkın akım ve gerilimi arasındaki bağıntıyı veren eğrinin (ark statik karakteristiği) kesim noktasıdır (Şekil 2). [3]. Çalışma noktası (A), herhangi bir kaynak işlemi için belirli bir ark boyunda jeneratörün güç konumunun (ilgili statik karakteristik) jeneratör üzerinden ayarı ile tespit edilir. Ancak kaynak işleminde stabil çalışmada bile kaynak işleminin karakteri gereği ark boyu (I<sub>0</sub>) sabit kalmaz, bir I<sub>1</sub> ve I<sub>2</sub> arasında değişir ve dolayısıyla çalışma noktası da ark karakteristikleri bölgesi denilen bir arada (A<sub>1</sub>- A<sub>2</sub>) değişir.

### Ark Ateşlemesinde Çalışma Noktası Değişimi (Hareket)

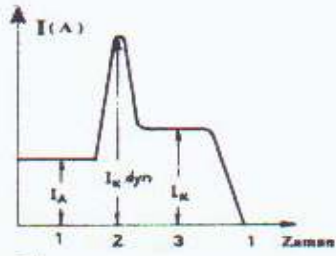
Kaynakta jeneratörün boшта çalışma konumundan arkın ateşlenmesine geçişi Şekil 3'de görülmektedir. [1,4]. Jeneratör herhangi bir güç konumundayken statik çalışmada (sürekli ark) ark boyu değişirse çalışma noktası jeneratörün ayarlı olduğu statik karakteristik üzerinde oynar, onun dışına çıkamaz. Ancak dinamik durum söz konusu olduğunda (kısadevre, açıkdevre) çalışma noktası jeneratör statik karakteristiğinin dışına çıkar ve dinamik karakteristik üzerinde oynar. Şekil 3a'da statik karakterleri aynı, ama dinamik karakterleri (karakteristikleri) farklı, küçük ve büyük eğimli dinamik karakteristiğe sahip iki makinada arkın ateşlenip stabil hale geçmeden sönüşü görülmektedir. (Dinamik eğim, statik boшта çalışma geriliminin (UOST), dinamik kısadevre akımına (IKDY) oranı olarak verilir.)

Kaynak makinası boşta çalışırken (UOST) elektrod iş parçasına temas ederse çalışma noktası dinamik karakteristik üzerinden UOST den IKDY'e gider ve büyük bir dinamik kısadevre akımı akar ve buradan IKST'e geçilir. Sonuçta burada akan büyük akımın oluşturduğu enerji ( $E=I^2.R.t$  , I(Akım), R(Direnç), t(zaman)) kaynak yerinde patlama oluşturur ve çalışma noktası UOST- IKDY karakteristiğine paralel olan IKDY-UODY karakteristiği üzerinde hareket ederek UOST'e gelir ve ark söner. Bu durum dinamik kısadevre akımının çok büyük olması durumunda ortaya çıkar.

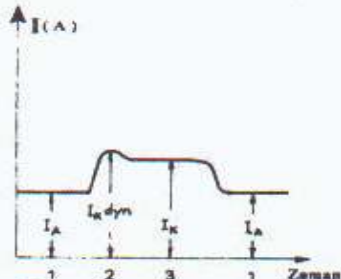
Şekil 3b de ise arkın ateşlenip stabil çalışma (sürekli ark) durumuna geçişi görülmektedir. Burada da generatör boşta çalışırken (UOST) elektrod iş parçasına temas edince UOST den 2 ye ve oradan 3 ve 4 e gelinip ark statik karakteristiğini (tutuşma karakteristiği) kesip oradan da sürekli (stabil) alışma noktasına (A1) gelinir ve arkın oluşumu tamamlanır. Eğer ark oluşumundan sonra tekrar bir damla geçişi kısadevresi olursa çalışma noktası A1534A1 çevrimini izleyerek tekrar sürekli çalışmaya geçilir.

**Damla Geçişinde alışma Noktası Değişimi (Hareketi)**

Kaynakta damla geçişi olayını statik karakterleri aynı, dinamik karakterleri farklı iki jeneratörle kaynakta inceleyelim. Şekil 4 a ve b'de damla geçişinde iki farklı makinadaki akımların zamana gore değişimleri ve c'de de çalışma noktasının hareketi gorlmektedir [3].



a)



b)

- a : büyük, b : kk dinamik akımlar  
1 : Normal yanan ark, damla teşekkülü.  
2 : Damla geçişi, kısa süreli dinamik kısadevre akımı,  
3 : Damla geçişi, statik kısadevre akımı

Şekil 4. Damla Geişindeki Dinamik Kısadevre Akımı

Dinamik kısadevre akımı (IKDY) küçük olan jeneratörle A noktasında kaynak yaparken kısadevre damlası oluşması halinde AB dinamik karakteristiği üzerinden dinamik kısadevre akımına (IKDY) sıçranır ve oradan statik kısadevre akımına geçilir. Dinamik kısadevre akımının oluşturduğu enerji küçük bir patlama ile damlayı dağıtır CD dinamik karakteristiği yoluyla D noktasında tutuşma karakteristiği kesilir, ark ateşlenir, buradan "a" üzerinden tekrar stabil (sürekli) çalışma noktasına (A) gelinir. Dinamik kısadevre akımı ne kadar büyükse, diğer bir deyişle ABCDA çevrimi ne kadar büyükse makinanın stabil olmayan durumdan stabil kaynak durumuna geçişi o kadar uzun olur, yani makinanın ataleti o kadar büyük olur, sonuçta sıçranta fazla olur ve kaynak kalitesi düşer. Dinamik kısadevre akımı büyük olan makina ile A noktasında çalışırken damla geçişi halinde d üzerinden daha büyük bir dinamik kısadevre akımına ve kaynak yerinde daha büyük bir enerji oluşumu ile daha büyük patlama sonucu C noktasına ve oradan "d" yoluyla tutuşma karakteristiğini kesmeden UODY'e gelinir, ark söner ve boşta çalışmaya (UO) geçilir. Bu durumda kaynağa devam için arkın yeni baştan ateşlenmesi gerekir.

Kaynak makinalarında dinamik kısadevre akımını küçültüp, kaynak kalitesini yükseltebilmek için kaynak devresine şok bobini bağlanarak kaynak devresindeki indüktivite (L) arttırılarak dinamik kısadevre akımı düşürülür (Şekil 4.c).[3].

## ELEKTRONİK KAYNAK MAKİNALARI

Kaynak işleminde kaynak yerine ne gereğinden daha az , ne de gereğinden daha fazla enerji verilmelidir. Her iki durum da kaynak kalitesini düşürür. Bu nedenle gücün (akım ve gerilimin) iyi ayarlanması ve ayarlanan gücün kaynak işlemi boyunca mümkün olduğunca değişmeyip, sabit kalması gerekir. Bu da en iyi bir şekilde elektronik kaynak makinalarında sağlanabilmektedir.

Tristör ve transistör kontrollü alışılmış elektronik kaynak makinalarında şebekeden çekilen üç fazlı alternatif akım doğrudan bir transformatöre girer, burada akımın frekansı değişmez, sadece akım ve gerilimi kaynak işlemine uygun hale (küçük gerilim, büyük akım) getirilir ve daha sonra üç fazlı bir doğrultma köprüsünde doğrultulur, arkasından bir çekirdekli bobinden (şok bobini) geçirilerek filtre edilerek kaynak için gerekli koşullarda doğru akım elde edilir. Gücü kontrol eden devreler de redresörün çıkış akımından aldıkları sinyalleri geri besleme (feed-back) sisteminde giriş kontrol sinyalleri (akım üreticinin ayar değerleri) ile karşılaştırarak açısız kontrol ve kumanda sistemi denilen bir sistemle redresör çıkış değerlerini ayar ederler (Şekil 5)

## İnverterler

İnverterlerde şebekeden çekilen alternatif akım önce bir doğrultma köprüsüne girer ve doğru akım haline dönüştürülür ve bu akım chooper adı verilen özel bir cihazda alternatif akıma dönüştürülür. Bu akımın frekansı kaynaktan kullanılan inverterlerde genelde 20000 Hz mertebesindedir. Bu yüksek frekanslı alternatif akım bir trafoya verilerek akım ve gerilimi kaynak işlemine uygun hale getirilerek, bir doğrultucu köprüde doğrultulup, filtreden geçirilerek darbeli doğru akım elde edilir (Şekil 5). Bu makinaların verdiği akımın saniyedeki darbe adedi, darbe yüksekliği, şekli ve süresi makina üzerinden ayarlanabilmektedir. Bu sayede her darbeye bir damla oluşturulduğu gibi damlanın büyüklüğüne de etki edilebilmektedir (Şekil 6). Yani damlalara hükmedilebilmektedir.

Bu hali ile inverterler kaynaklı imalat için önemli olan aşağıdaki olanakları beraberinde getirmektedir.

## Programlanabilme

Alışlagelmiş darbeli makinalarda herhangi bir kaynak işlemi için darbe frekansını kaynakçı kendisi seçmek durumundadır. İnverterler herhangi bir kaynak işlemi için uygun darbe frekansı verecek şekilde programlanmıştır. Burada kaynakçının sadece uygun programı seçmesi yeterlidir. Şekil 7'de inverter tipi TIG kaynak makinasına ait dört zamanlı bir programın işleyişi ve kademeleri görülmektedir.

## Hot-Start

Arkın ilk ateşlenmesi sırasında oluşabilecek hataları önlemek için ark başlangıç akımının belli bir süre için belli bir miktar yükseltilmesine Hot-Start denir (Şekil 8). Hot-Start kumandası sadece elektrodun ateşlenmesi sırasında etkilidir, ark ateşlenmesi fazında ana metalin daha iyi erimesini sağlayarak kaynamamış bölge kalmasını önler, cüruf kalıntısını önler, ark

ateşlenmesi sırasındaki akımı kaynak akımının yüzdesi olarak ayarlar ve ark ateşlenmesi sırasında oluşacak büyük dinamik kısadevre akımını önler.

### Dinamik Kumandası (Arc Forcing)

Genelde kullanılan kaynak makinaları ile bazik ve özellikle sellülozik elektrodlarla kaynakta ark stabilitesi, arkta eriyen elektrodun oluşturduğu uzun süreli kısadevreden dolayı istenilen kaliteye erişemez. İnverterlerde ise kısadevre sırasında dinamik olarak akım yükseltilerek malzeme geçişi hızlandırılarak, çapak oluşmadan kısadevre süresi kısaltılır. Böylece ark stabil kalır. Buna dinamik kumandası denir (Şekil 9). Bu kumanda ile arkın ateşlenmesi iyileşir, cüruf kalıntısı azalır, kök pasosu kontrolü iyileşir, ancak bazen sıçrantı artışı ve ince saç kaynağında delinme olabilir.

### Antistick

Kaynak sırasında kullanım hatası nedeniyle elektrot ile iş parçası arasında yapışma olabilir. Bu durumda elektrot ısınarak kor haline geçip, kullanılamaz hale gelir ve makina gereksiz olarak ısınır, kazaya neden olabilir. Böyle bir durumda inverterlerde akımı 5 amper gibi çok küçük bir değere düşürüp, elektrot ve makina korunmaktadır. Buna antistick adı verilir (Şekil 10).[6].

### Yüksek Kontrol ve Kumanda Hızı

İnverterlerle kaynakta kaynak arkı kararlılığı, performansı ve kontrol kabiliyeti yüksektir. Kontrol ve kumanda devresi inverterin çıkışını saniyede 20000 kez değiştirebilmekte ve ark kontrolünün çok hassas bir biçimde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır. İnverterin değişimlere cevap vermesi 2 milisaniye mertebesinde. Yani ataleti çok düşüktür. Bu da sıçrantının azalmasını, ark başlamasının kolaylaşmasını, damlacık büyüklüğü farklılıklarının azalmasını, ark ucunda daha şiddetli katod etkisini ve daha düzgün dikişi sağlar. Ayrıca inverterlerde kullanılan küçük transformatörler, büyük trafolarla göre değişimlere daha az direnç gösterip, daha hızlı uyum sağlayabilmektedirler.

### Daha İyi Endüktans Kontrolü

İnverterler, kaynak devresi endüktansı, ki bu kaynakta akımın inme ve çıkma hızını etkiler, üzerinde daha etkin bir kontrol sağlar. Bu sayede kaynakçıya kaynak arkını çok yumuşak bir ark halinden, daha delici ve derin nüfuziyet sağlayan bir ark haline kadar ayarlama olanağı sağlar. Bu da kısa ark boyu ile çalışmada yanma oluşu ve kaynamamış bölgeleri önler.

### Darbe Biçimlerinin Ayarlanabilmesi

İnverterlerde, çeşitli durumlarda darbe şekilleri ayarlanıp avantaj sağlanmaktadır. Örneğin dikdörtgen darbenin maksimum değeri yüksektir. Damlayı elektrottan koparan etkenlerden en önemlisi de darbe akımının karesi ile orantılı olan pinch (sıkıştırma) kuvvetidir.

İşte inverterdeki darbe akımının yüksekliği, pinch kuvvetini arttırdığından kısa ark boylarında bile sprey ark oluşturularak, dikiş kalitesi artar.

### Ebadlarının Küçük Oluşu



Transformatörlerde çekirdek kesiti frekans arttırılınca azalır. İnverterlerde frekans yüksek olduğundan bunlarda kullanılan trafoların çekirdek kesiti küçük ve ebadlar küçüktür. Hatta inverterlerde ferrit çekirdek kullanılarak ebadlar daha da küçülmektedir.

### Verimleri Yüksek

Çekirdek kesitinin küçük oluşu kayıpların (histeresis ve girdap akımı kaybı) küçük olması, soğutma sisteminin küçük olması ve trafo fiyatının düşük olması demektir ki bu da verimin yüksek olmasıdır. Ayrıca çekirdek kesiti küçük ise trafonun indüktivitesi küçülür. Bu da güç faktörünü büyütür, sonuçta verim artar.

### Şebeke Hassasiyeti Küçük

İNverterler şebeke tarafındaki yüzde ona kadar olan gerilim oynamalarını kompanze eder ve kaynak tarafına intikal ettirmez. Bu da kaynak dikişinin kalitesini arttırır.

### Emniyet

İNverterler herhangi bir kaza durumunda yaklaşık bir saniye civarında bir sürede makinayı şebekeden ayırıp, kazayı önleyebilir.

### Taşıma Kolaylığı ve Stok Maliyetinin Azlığı

Makinanın ebatlarının küçük oluşu, hafif oluşu, makinanın taşınma kolaylığı ve stok maliyetinin düşük olması demektir.

### SONUÇ

İNverter tipi makinaların yukarıda verilen özellikleri sayesinde bir kaynak dikişi için önemli olan enerji ve hammadde girişi çok hassas bir şekilde ayarlanabilmekte, kaynak dikiş kalite ve ekonomisi yükseltilebilmektedir. Sonuçta inverterler geleceğin kaynak makinasıdır denilebilir.

### KAYNAKÇA

1. Karadeniz, Süleyman, "Kaynak Makinaları", Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü, Mayıs 1985, Ankara
2. Karadeniz, Süleyman, ÖGüç Elektroniğinin Kaynak Makinalarına Uygulanışı ve Modern Kaynak MakinalarıÓ, Metal ve Kaynak, Eylül- Ekim 1997
3. Karadeniz, Süleyman ve Karaođlu, Serdar, ÓKaynak Makinası SeçimiÓ , Gedik Eğitim Vakfı, Gedik Teknik 2, 1995, İstanbul
4. Ruge, J Hadbuch der Schweisstechnik, Springer- Verlag, Berlin Heidelberg - Newyork, 1980
5. Anık, Selahaddin ve Vural, Murat ÓGazaltı Ark KaynağıÓ, Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitimi Araştırma ve Muayene Enstitüsü, Yayın No:3, 1998, İstanbul

*6. Karakaş, Erdoğan Quality and automation in welding of tubes, orbital welding systems, Pipeline Welding, 1998, İstanbul.*