

I — GENEL TARİFLER

Kaynak etmek : Bu işlem, aralarında malzemenin devamlılığını sağlayarak iki veya daha fazla parçayı birbirleriyle birleştirmekten ibarettir.

Bunu başka türlü de ifade edebiliriz. Evvela fiziğin temel prensiplerini verelim:

Bir **molekül** bir maddenin, o maddenin bütün özelliklerini haiz en küçük kısmıdır.

Bir molekül atomlardan müteşekkildir.

Bir atom **bir çekirdek** ve bu çekirdek etrafında büyük hızla dönen bir veya birkaç **elektron**'dan müteşekkildir. Bir ısı yükselmesine bir (elektronların) hız artışı tekabül eder. Isıyı ölçmek demek aslında hızı ölçmek demektir. Devamlı bir titreşim hareketini haiz olan atomlar birbirlerini, aralarındaki mesafeye göre, çekerler veya iterler. Bu mesafe **Angström** ile ölçülür. Bir angström milimetrenin on milyonda biridir.

Buna göre **kaynak etmek demek, birleştirilecek parçaların atomlarını karşılıklı çekme bölgelerine getirmek demektir.**

Elektrik ark kaynağı : Bu genel ifadeden, birbirinden kesin olarak farklı bir kaç usul anlaşılır.

1. Ark, ergiyen ve kaynak malzemesini temin eden bir elektrodla kaynak edilecek parçalar arasında teşekkül eder. Bu usul üçe ayrılır:

1 a. Ark hava içinde teşekkül eder: metalik elektrodla elektrik ark kaynağı. Bu el kitabında sadece bu usulden bahsedilecektir.

1 b. Ark, asal gaz içinde teşekkül eder.

1 c. Ark, kaynak edilecek parçaları örten bir katı maddeler karışımı içinde teşekkül eder: tozaltı kaynağı.

2. Ark, ergimeyen ve dolayısıyla kaynak malzemesi temin etmeyen bir elektrodla kaynak edilecek parçalar arasında teşekkül eder. Bu usul ikiye ayrılır:

2 a. Elektrod kömürdendir: kömür elektrodla elektrik ark kaynağı.

2.b Elektrod tungstendendir ve ark bir asal gaz akımı ile korunmuştur: asal gaz atmosferinde elektrik ark kaynağı.

3. Ark, ergimeyen iki elektrod arasında teşekkül eder, kaynak edilecek parçalar elektrik devresi içinde değillerdir. Ayrıca, elektrodları taşıyan cihaz bir hidrojen akımı verir: atomik hidrojen kaynağı.

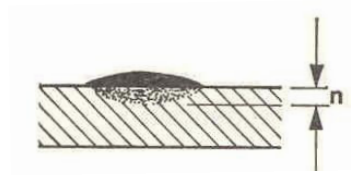
Bunlardan başka, etüt edilmekte olan yeni usuller, yukarıdakilerin terkiplerini teşkil eder.

Ergime, ana metalin birleştirilecek iki ağzının veya ana metalle kaynak esnasında ilave edilen metalin (elektrod metali) kendi aralarında kusursuz ve tam bir karışması halidir. Ergimenin noksan olması halinde kaynak zayıf olur. Bu takdirde **yapışma** vaki olur. (Şek.1)



Şek. 1

Nüfuziyet (penetrasyon) ergime derinliği, yani ana metalin ilk yüzeyi ile ergimenin bittiği nokta arasındaki mesafedir (Şek. 2).



Şek. 2

Mükemmel nüfuziyet ile mutlak ergime başarılı kaynakların başlıca şartlarıdır.

METALİK ELEKTRODLA ELEKTRİK ARK KAYNAĞININ GENEL KARAKTERLERİ

Bu usulde gerekli sıcaklık, ana metal parça veya parçalarıyla elektrod adı verilen çubuk arasında, ışıklı ark şeklinde geçen elektrik akımı tarafından temin edilir. Ark hem elektrod metalinin, hem de arkın ona isabet ettiği noktada, ana metalin tedricî ergimesini ve elektrod metalinin ana metal üzerine geçmesini sağlar.

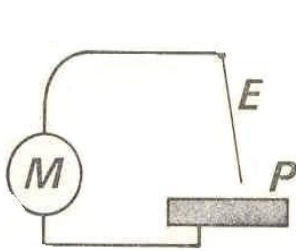
Bu itibarla bu usulde ısı menbaı (elektrik enerjisi) ile metal geçişi **birbirleriyle bağıntılıdır**: daha fazla ısıtmak gerektiğinde daha fazla metal geçirilir [mamafih, uzun ark idame ettirerek, temin edilen ısı miktarını geçirilen metal miktarına nazaran biraz yükseltmenin mümkün olacağını ilerde göreceğiz); metal geçirmeden ise ısıtmak mümkün değildir.

Metalin ark altında ergimesi pratik olarak ani olup ısınma, oksi-asetilen kaynağına nazaran çok daha **mevzii (sınırlı)** dir.

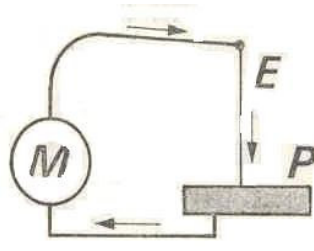
METALİK ELEKTRODLA ARK KAYNAĞININ PRENSİBİ

Kaynak işlemine uygun bir (M) elektrik akımı menbaının iki kutbundan birinin ana metalle (P), diğerinin de elektrodla (E) irtibatlandırılması halinde aşağıdaki durumlar hasıl olur:

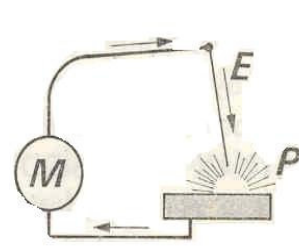
- 1) Ana metalle elektrod arasında temas vaki olmadığı müddetçe hiçbir akım geçmez; kuru havanın akımın geçmesine direnci çok yüksektir. Devre «açık »tır.



Şek. 3a



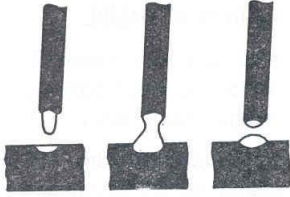
Şek. 3b



Şek. 3c

- 2) Ana metale elektrodla dokunulduğunda devre «kapanır» ve **kısa devre akımı** denen bir akımın geçmesini sonuçlandırır. Bu akım bütün devrenin ısınmasını hasıl eder fakat bu ısınma, bilhassa akım geçişine direncin en fazla olduğu yerde, yani temasın iyi olmadığı elektrodun ucunda toplanır. Bu uç kızarır. Burada «iyonlaşma» tabir edilen bir elektrokimyasal hadise ile bu noktanın hemen civarında havayı elektriki bakımdan iletken kılan metalik buharlar hasıl olur (Şek. 3b).
- 3) Bu anda elektrod ana metalden bir kaç milimetre çekilecek olursa akım birinden diğerine iletken hale gelmiş havadan geçer ve ışıklı bir **ark** meydana getirir (Şek. 3c). Elektrodun ucu damlacıklar halinde ergir, bunlar elektrodan parçaya (ana metale) arkın kendisi içinden taşınır (Şek. 4). Arkın temas ettiği noktada parça yüzeyinde az çok derin bir küçük ergime banyosu teşekkül eder: elektrod tarafından terk edilen metal **kaynak olur**, yani ana metala iyice bağlanır.

Şekil 3a'da gösterilen işlem **arkın tutuşturulması** işlemidir. Elektrod ergirken onu ana metalin yüzeyinde tedricî olarak yürütecek olursak ergime banyosu da aynı zamanda ilerler ve elektrod metali bir **kaynak dikişi** veya **tırtıl** şeklinde kendini bırakır (kaynak, açığı teşkil eden parçalar arasında olursa **dikiş**, düz saça üzerinde olursa daha çok **tırtıl** tâbiri kullanılır).



Şek. 4

Kaynak esnasında elektrod, ergimesine uyan bir hızla aşağıya doğru indirilmelidir. Çok yavaş indirilecek olursa elektrodun ucu parçadan fazlaca uzaklaşmış olur, elektriki direnç çok artar ve ark **söner**. Buna karşılık fazla çabuk indirilirse elektrod parçaya kaynar, böylece hasıl olan kısa devreden dolayı çok ısınır ve çabuk işe yaramaz hale gelir (ilerde, ark boyu göz önüne alınmadan parçaya temas ettirilerek kaynak yapan bazı elektrodlardan bahsedeceğiz).

KAYNAK AKIM ŞİDDETİ VE İLERLEME HIZI

Kaynak akım şiddeti, ark tutuşturulduğunda elektrod ve parçadan geçen akımın şiddetidir. Bu, tutuşturma veya kısa devre akım şiddetlerinden daha düşüktür.

Belirli bir elektrodta **ergime hızı** ve dolayısıyla ana metal üstüne bıraktığı (terk ettiği) metal miktarı (terk etme hızı) kaynak akım şiddetiyle artar.

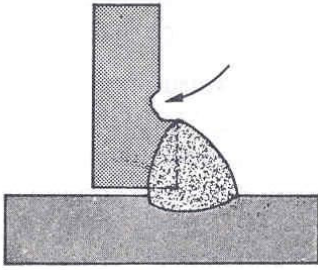
Kaynak edilecek çizgi boyunca belirli bir elektrod **ilerleme hızında**, akım şiddeti artırılacak olursa birim uzunluk başına daha çok metal terk edilecek demektir. Kaynak dikişinin **kesiti** artar. Ayrıca, birim uzunluk başına parçanın çektiği ısı miktarı daha fazla olacağından daha çok ısınır ve ergimiş metal daha yüksek sıcaklıkta olur. Bunun neticesinde de ergimiş metal daha akıcı

olacağından daha çok yayılır ve daha geniş ve daha yassı bir dikiş meydana getirir. Ayrıca nüfuziyet de artar (Şek.5).



Şek. 5

Çok zayıf bir akım şiddeti veya çok hızlı bir ilerlemede veya her ikisinde birden nüfuziyet yoktur ve dolayısıyla terk edilen elektrod metali ile ana metal arasında gerçek birleşme olmaz, sadece **yapışma** olur (Şek.1)



Şek. 6

Çok yüksek bir akım şiddeti veya yavaş bir elektrod ilerlemesi veya her ikisi birden olduğu takdirde ince parçalarda **delikler**, orta ve kalın parçalarda da **yanma kertikleri** meydana gelir (Şek.6) Kaynak hızı dendiğinde birim zaman içinde terk edilen G metal ağırlığı (gram/dk) anlaşılır:

$$V_s = \frac{G \times 60}{\text{ergime müddeti (sa.)}}$$

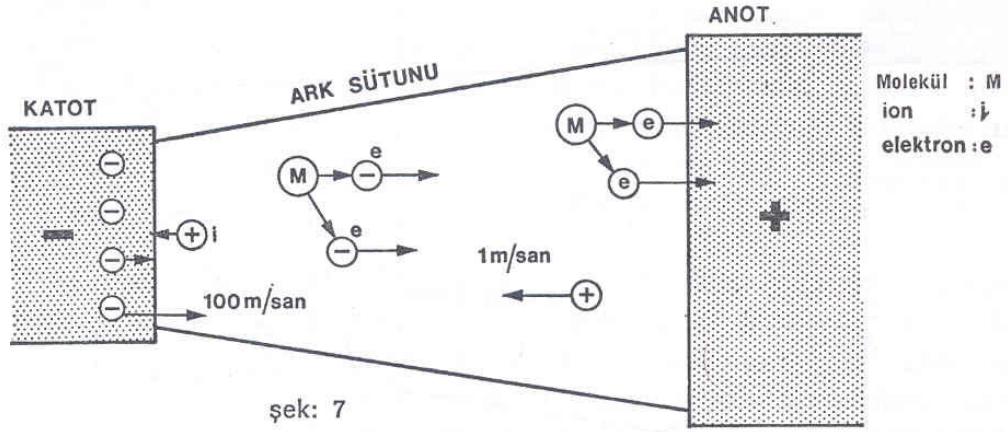
ARK TUTUŞTURMA GERİLİMİ VE ARK GERİLİMİ

Bir arkı tutuşturabilmek için elektrodla parça arasındaki gerilimin belirli bir değere ulaşması lazımdır. Buna **E_t tutuşturma gerilimi** (volt) denir. Elektroda göre 45 ile 100 V arasında değişir. Genellikle, küçük çaplı elektrodlarla büyük çaplılarınkine nazaran daha yüksektir. Ark tutuştuktan sonra elektrodla parça arasındaki gerilim **E_a ark gerilimi** veya **rejim gerilimi** olup evvelkinden çok daha düşüktür: elektrod tipi veya akım şekline göre 15 ile 45 V olur. Aynı bir elektrodta ark ne kadar kısa tutulursa bu gerilim de o kadar düşük olur. Büyük çaplı elektrodlarda, mesela Ø 6 mm, ark gerilimi küçük çaplılarınkine nazaran daha yüksektir.

ARKIN AYRINTILI TARİFİ

Kafi derecede koyu bir ekran arkasından bakıldığında arkta üç bölge tefrik edilir (şek. 7):

- Katot seviyesinde bir parlak leke;
- Anot seviyesinde genellikle çok daha büyük parlaklıkta bir leke;
- Anodik ve katodik lekeler arasında bağlantıyı temin eden yüksek sıcaklıkta bir gaz sütunu;



- Ve nihayet, birçok ark tiplerinde, bu sütun, daha düşük sıcaklıkta ve yanma hadiselerinin beşiği olabilen bir gazlar halesi ile çevrilidir (Şek.9).

Kaynakta elektrod genellikle negatif kutupta (katot) bulunur. Katot, ölçüsü akım şiddetiyle doğruca orantılı olan bir elektron intişarının beşiğidir. Bu elektronlar, yolları boyunca, moleküllere çarparlar. Enerjileri kâfi geliyorsa bu darbe iyon teşekkülüne yol açar. İyonlar ise şarjlı moleküllerden başka bir şey değildir.

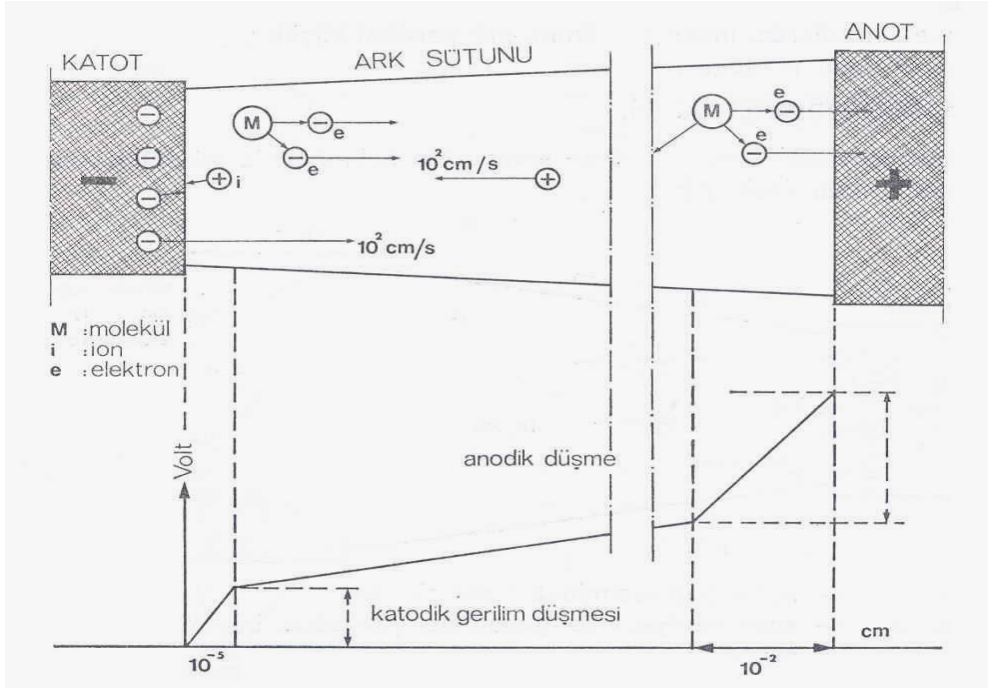
Gazların çoğunluğu (asal gazlar -argon, helium-, azot, hidrojen) bir elektron kaybı ile pozitif iyonlar hasıl ederler. Böylece, darbeden sonra iki elektron anoda doğru gider, bu arada pozitif iyon, bombardıman ettiği katoda doğru geri döner. Buna karşılık oksijen bir elektron yakalayıp anoda doğru giden negatif iyonlar hasıl edebilir. Dolayısıyla, birçok kaynak arkı tipinde üç yer değiştirme hadisesi görülür:

- Esas itibariyle katottan çıkan ve anodu bombardıman eden elektronlar;
- Katoda doğru geri dönen pozitif iyonlar;
- Anoda doğru giden (oksijeninkiler gibi) negatif iyonlar.

Elektronların hızı (takr. 100 m/san.) iyonlarınkinden (takr. 1 m/san.) çok fazla olduğundan akımın büyük kısmı elektronlar tarafından taşınır.

Anot ve katot civarında ve bunlara çok yakın bölgelerde (anoda 0,1 mm; katoda 1/10.000 mm mertebesinde) anı gerilim düşmeleri vaki olur (Şek.8).

Ark sütunu boyunca ise bu düşme bir madenî iletken içinde olan düşme gibi tedricîdir. Bu anodik ve katodik intikal bölgeleri, buralarda vakî olan gerilim düşmelerine bağlı olarak çok



Şek. 8

yüksek bir ısı intişarının beşiğidirler. Aradaki ark sütunu ise elektrikli olarak nötr bir ortam teşkil etmektedir.

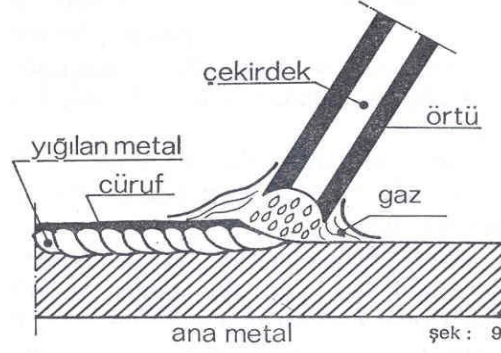
Katodik lekenin sıcaklığı 2700 K° (Kelvin° = 273+C°), anodik lekeninki 3500 K° ve ark sütunundaki (**plazma**) de 5500 K° mertebesindedir.

ARK HADİSELERİNİN KAYNAK İŞLEMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Katot, bir elektronik intişarın beşiği olup ark ancak bu intişarın varlığı ile stabildir. Bu itibarla elektronları hızlandırmak için arkın tutuşturulması esnasında kâfi bir gerilim gereklidir. Genellikle olduğu gibi elektrodun katoda, yani negatif kutba bağlanması halinde, sıcak bir elektrod bir soğuk elektrodadan daha kolay tutuşur. Her elektrod çapma bir akım şiddeti tekabül eder şöyle ki bu akım şiddetinin altına düşülecek olursa kâfi elektronik intişar vakî olmaz, katot soğur ve ark sürdürülemez.

Anot elektronik bombardımana maruz kaldığından çoğu zaman, yukarıda gördüğümüz gibi katottan daha yüksek bir sıcaklığa erişir. Ark huzmesi, kuvvetlice bir gaz akımının tardedebileceği bir alev gibi davranır. Bu huzme aynı zamanda, elektromanyetik kanunların tatbik edilebildiği kıvrılabilir bir iletken gibidir. Bilhassa manyetik alanlar tarafından saptırılabilir ki aşağıda göreceğimiz bazen rahatsız edici üfleme hadiseleri vaki olur.

Bu el kitabının esas konusu olan **örtülü** elektrodlarla ark kaynağında ark, Şek. 9'da görülen manzarayı arz eder. Parçanın üst yüzey seviyesinde ve elektrodun ucunda bir **krater**, yani çukurluk teşekkül eder ve yanlarda tutuşmasını önler.

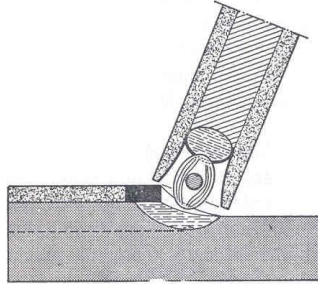


Şek. 9

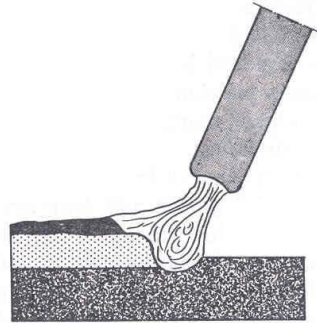
Elektrod metalinin arkın içinden kaynak banyosuna geçiş şekillerinin bilinmesi de kaynakçı için önemlidir. Zira kaynakçı, işine en uygun şekli seçip o şekle tesir eden hususlara hakim olacaktır.

Üç türlü geçiş vardır:

- 1- Yağmur halinde (pülverize) geçiş. Burada metal, arkın içinde ince damlacıklar halinde geçer (Şek.9);
- 2- Küresel (globüler) şekilde geçiş. Burada metal arkın içinden iri damlalar halinde geçer (Şek.10). Geçiş temposu evvelkine nazaran daha yavaştır.
- 3- Kısa devre şeklinde geçiş. Bu da bir küresel şekilde geçiş olup ancak burada elektrodla parça arasında bir kısa devre hasıl eden bir sıvı köprü teşekkül eder (Şek.11).



Şek. 10



Şek. 11

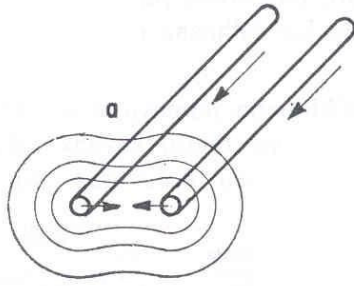
Damlacıklar elektrodun metalik çekirdeğinden ayrılıp kaynak banyosuna doğru püskürtülür. Arada bir, bilhassa ark kısa tutulmuşsa, uzamış irice bir damla bir taraftan hala elektroda yapışık halde iken öbür ucundan banyoya değer. Ani bir kısa devre olur.

Her damlacık, elektrod örtüsü veya metalin oksitlenmesinden ileri gelen ince bir cüruf tabakası ile örtülüdür. Damlacık banyo içinde ezilince bu tabaka parçalanır ve metalden daha hafif olduğundan banyo yüzeyinde yüzer. Bu konuya ilerde ayrıntılarıyla yine döneceğiz.

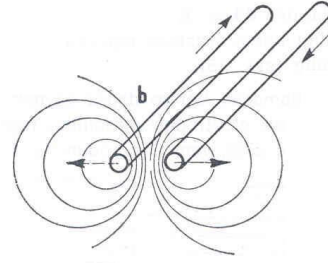
Manyetik üfleme, akımın elektrod, kablolar, parça ve ark içinden geçmesiyle meydana gelen

manyetik kuvvetlerin arkı saptırması hadisesidir. Bazı şartlar altında ve bu kuvvetlerin etkisiyle ark, elektrod ucu ile ergime banyosunun ona en yakın noktası arasında meydana gelmez. Arkın parça tarafındaki ucu devamlı surette yer değiştirir, ark uzunluğu büyük ölçüde değişiklik gösterir. Bu hâdise kaynakçıyı, bilhassa dikiş sonunda rahatsız edip kaynağın intizam ve kalitesini bozar.

İçinden bir elektrik akımının geçtiği bir iletken cismin etrafında ona dikey ve dairesel halkalar halinde bir manyetik alan teşekkül eder. Birbirine yakın ve paralel iki iletkenin alanları birbirini karşılıklı olarak etkiler ve kuvvet hatları, her iki akımın da aynı yönde olması halinde Şek.12, mukabil yönde olması halinde de Şek.13'de görülen manzarayı arz eder. İlkinde iletkenler birbirlerini çeker, diğerinde iter.



Şek. 12



Şek. 13

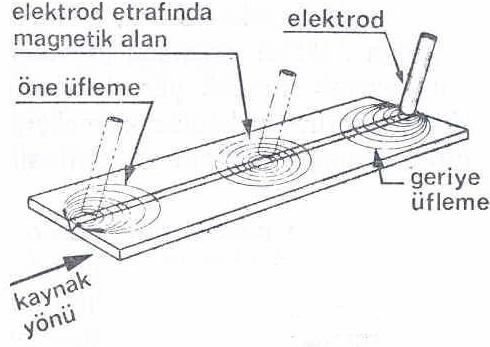
Çelik gibi bir manyetik metalin doğru akımla kaynağında, elektrod, ark ve parça etrafında bir manyetik alan teşekkül eder. Kuvvet hatları bunların şekil ve ölçülerine bağlı olup hayli değişik biçim gösterir. Bunların dengeli olmaması halinde ark gerekli yolundan sapar ve ark üfleme deneni hadise ortaya çıkar.

Elektrod etrafında teşekkül eden alan, dikişin başında öne doğru, ortada az çok merkezi, sona doğru da geriye yönelmiş olur (Şek.14), ark da bu alanın etkisi ile evvela öne, sonra da geriye doğru sapar (Şek.17). Bazen de bir kenara doğru yönelmiş olur.

Geriye doğru üfleme, toprak bağlantısına doğru veya bir köşede kaynak yapıldığında; öne üfleme de, toprak bağlantısından ileriye doğru veya birleşmenin başında kaynak yapıldığında vaki olur.

Bazı hallerde durum o derece ciddileşir ki tam olmayan ergime ve aşırı kaynak sıçramaları sebebiyle iyi bir kaynak elde etmeye imkan kalmaz.

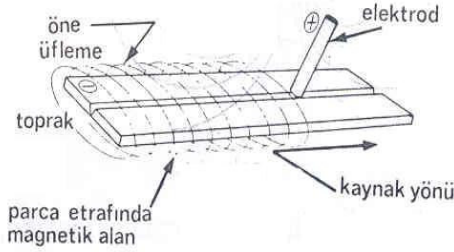
Kaynağın başlangıcında görülen öne üfleme kısa sürelidir zira arkın arkasına terk edilmiş bulunan kaynak malzemesi manyetik alana kolay bir yol arz eder. Kaynağın bitim ucunda elektrodun önündeki manyetik alan hayli sıkışık hal arz eder ve bir mesele halini alır.



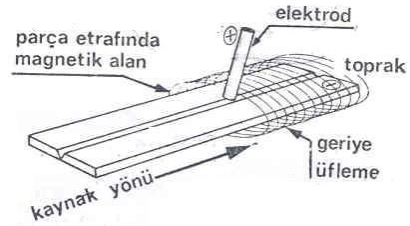
Şek.14

Elektrik akımı kaynak edilen parçadan da geçtiğinden onun da etrafında, ona dikey düzlemde kuvvet hatları, elektrodla parçanın toplandığı nokta arasında teşekkül eder. Bu hal bilhassa dar plakalarda görülür (Şek.15).

Topraklamadan ileriye doğru kaynak edildiğinde parçaya dikey manyetik alana elektrodun gerisinde, topraklamaya doğru kaynak edildiğinde de aksi, yani elektrodun ilerisinde teşekkül eder (Şek.16).



Şek. 15

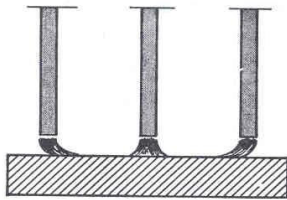


Şek. 16

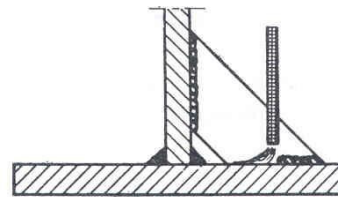
Elektrodun meyilli tutulması halinde Şek.13'teki hale benzer bir durum ortaya çıkar.

Kuvvet hatlarının değişebilen toplanmasının etkisiyle ark sapması, elektrodun dönüş (toprak) bağlantısına uzaklığına göre, çeşitli yönlerde olur. Şek.17, bir kaynak dikişinin baş, orta ve sonunda bu sapmaları gösterir.

Ark sapması, civarda bir magnetik metal kütlesi bulunması halinde, bu kütlede akım geçmesi dahi, vaki olabilir. Endüksiyon suretiyle manyetize edilen kütle arkı çekmeye meyleder (bir köşe kaynağı civarında bir takviyenin bulunması hali -Şek.18).



Şek. 17



Şek. 18