

---

SERİ

**B**

CİLT

**57**

SAYI

**1**

**2007**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ



F.1

---

# Şerit Testerelerde Eriyen Elektrot ile Gazaltı Kaynağı

**Ramazan Kantay**

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi  
Anabilim Dalı 34473 Bahçeköy/İstanbul.

Tel: 0212 226 11 00 / 25350, e-posta: [rkantay@istanbul.edu.tr](mailto:rkantay@istanbul.edu.tr)

## Kısa Özet

Şerit testerelerde eritme kaynağı uygulanmaktadır. Erimeyi sağlamak için kullanılan ısı enerjisi değişik şekillerde sağlanır. En çok uygulanan ısıtma şekilleri yanıcı gaz alevi, elektrik arki ve elektrik direncidir. Bu makalede ısıtmanın elektrik arki ile yapıldığı eriyen elektrot ile gazaltı kaynağının esasları açıklanmıştır. Kaynak işi testere uçlarının kesilmesi ve hazırlanması, kaynağın yapılması, tavlama ve bakım olmak üzere dört safhada gerçekleştirilir. Testere uçları 90°'lik açı ile kesildikten sonra, uygun şekilde taşlanarak temizlenir. Tüm fonksiyonlarını en iyi şekilde yapabilen yeterli hassasiyete sahip bakımlı bir kaynak donanımı ile testere çelikleri hakkında bilgisi olan deneyimli bir kaynakçı kaynak işini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilir. İç yapısı bozulan çeliğe uygun bir tavlama uygulandıktan sonra bakım yapılarak kullanıma sunulur.

**Anahtar Kelimeler:** Şerit testere, gazaltı kaynağı, MIG/MAG kaynağı, elektrik arki, tavlama.

## Dissolution Welding in Bandsaws

### Abstract

Dissolution welding has been applied in bandsaws. Heating energy used for welding is obtained from different sources. Mostly used heating types are electric resistance, gas blaze and electric ditch. In this study, the bases of undergas welding were explained. Welding is consist four steps such as, cutting and preparing the ends, welding, tempering and maintenance. After the blade had been cut off at an angle of exactly 90°, they were cleaned with acetone, spirits or an equivalent agent, and then filed away the burrs. After a successful welding made by experienced operator, operation is ended with tempering and maintenance.

**Keywords:** Bandsaw, undergas welding, MIG/MAG welding, electric ditch, tempering.

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 24. 04. 2006

## 1. Giriş

Kereste fabrikalarında alet, makine ve testerelerin bakımı son derecede önemli işlerdendir. Tomrukların biçilmesinde kullanılan tomruk şerit testerelerinin günde en az bir defa bakımının yapılması gerekmektedir. Çatlayan veya kopan testerelerde önce kaynak yapılır. Kötü kaynak biçme kusurlarına sebebiyet verir ve üretimde kalite ve kantite randımanını düşürür.

Şerit testerelerin kaynağında lehimleme ve eritme kaynağı uygulanmaktadır. Lehimleme birleştirilecek malzeme erimeden gerçekleşir. Eritme kaynağında ise birleştirilecek parçaların erimesi veya plastik hale gelmesi gerekmektedir. Bu esasa göre yapılan kaynağa "eritme kaynağı" adı verilmektedir. Eritme kaynağını başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmek için her şeyden önce erimeyi sağlayabilecek bir ısı enerjisine ihtiyaç vardır. Endüstriyel uygulamalarda ısıtma çeşitli şekillerde yapılmaktadır. En çok kullanılan ısıtma şekilleri yanıcı gaz alevi, elektrik arkı ve elektrik direncidir.

Hem literatüre hem de endüstrideki gözlem ve denemelere dayalı olarak hazırlanan bu yazıda; ısıtmada elektrik arkı uygulanan kaynak metodları hakkında özet bilgi verildikten sonra eriyen elektrot ile gazaltı kaynağı (MIG Kaynağı) ve şerit testerelerde uygulanması ile ilgili esaslar verilmiştir. Yazının hazırlanmasında çeşitli kaynaklardan (Anık, 1983; Fronius, 1985; Tülbentçi, 1990; Anık ve ark., 1991; Eryürek ve ark., 1996; Matthes ve Richter, 2003; Serfiçeli, 2004) faydalanılmış ve ayrıca Yongapan (Gebze) ve Arın (Avcılar-İstanbul) Kereste Fabrikalarında yapılan uygulamalardan elde edilen bilgiler değerlendirilmiştir<sup>1</sup>.

## 2. Elektrik Arkı ile Isıtma ve Ark Kaynağı

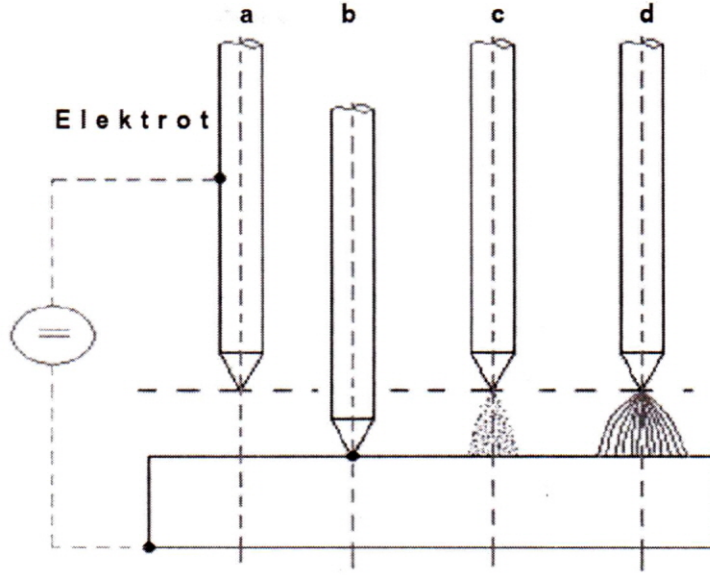
Elektrik ark kaynağında kaynak için gerekli olan ısı elektrik arkı tarafından sağlanmaktadır. Bilindiği gibi elektrik akımı bir elektron hareketidir. Elektronlar uygun ortam sağlandığında çok oldukları yönden az oldukları veya hiç olmadıkları yöne doğru ilerlerler. Elektronların katottan (-) anoda (+) doğru hareketi genel bir elektrik kuralı olup, elektronların bu hareketine elektrik akımı denir. Ancak, elektronları harekete geçiren kutuplar arasındaki elektron fazlalığıdır. Buna *gerilim* adı verilmektedir. Modern fiziğe göre ark, kızgın bir katottan yayılan elektronların yüksek bir hızla anodu bombardıman etmesi sonucunda oluşmaktadır. Bu bombardıman nötr moleküllerin iyonize olmasına neden olduğundan, kuvvetli bir sıcaklık yükselmesi ortaya çıkar ve böylece elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür (Anık ve ark., 1991).

Elektrik arkı oluşturabilmek için kullanılan kaynak akımı belli koşullara sahip olmak zorundadır ve bu bakımdan kaynak akım üreteçlerine ihtiyaç vardır. Bir kaynak akım üreticinin A ve B uçları iletken kablolar yardımı ile biri iş parçasına diğeri de

<sup>1</sup> YONGAPAN ve ARIN Kereste Fabrikaları yetkililerine ve bileyihane görevlilerine, bilime ve bilimsel çalışmalara verdikleri önem ve gösterdikleri yakın ilgi ve yardımları için teşekkür ediyorum.



elektroda bağlandığı zaman; elektrot iş parçasına değmediği sürece devre açıktır ve aradaki hava boşluğu nedeniyle devrede akım hareket etmez (Şekil 1a ve Şekil 3). Çünkü hava boşluğunun direnci yüksektir. Elektrot iş parçasına değdiği zaman devre kapanır ve akım hareket eder (Şekil 1b). Akım hareketi bir sıcaklık yükselmesine neden olur. Bu sıcaklık yükselmesi direncin en yüksek olduğu noktada en yüksek değerine ulaşır. Bu nokta elektrotun iş parçasına değdiği yerdir. Direnç yüksek olduğu için değme noktası kızarmaya başlar ve burada ortaya çıkan iyonizasyon ve metal buharları nedeni ile hava iletken hale gelir. Bu esnada elektrot birkaç milimetre geri çekilirse, akım iletken hale gelen hava içerisinde akmaya devam eder (Şekil 1c). Bu arada elektrotun ucu ile iş parçası arasında göz kamaştırıcı parlak ışıklı ark görülür (Şekil 2d) (Anık ve ark., 1991; Eryürek ve ark., 1996; Matthes ve Richter, 2003).



Şekil 1. Ark oluşumu: a) elektrot iş parçasına henüz değmiyor (devre açık), b) elektrot iş parçasına değiyor (devre kapalı), c) iş parçası ısınıyor, metal buharları oluşuyor ve havaya karışıyor (hava iletken hale geliyor), elektrot uygun yüksekliğe geri çekiliyor ve d) parlak ışıklı ark oluşuyor (Matthes ve Richter, 2003).

Elektrik ark kaynağında kullanılan elektrotun özelliğine ve kaynak bölgesinin korunmasında uygulanan koruma şekillerine göre birçok ark kaynağı metodu geliştirilmiştir. Günümüzde en çok uygulanan ark kaynak metotları şunlardır:

- Örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı
- Toz altı kaynağı
- TIG/WIG kaynağı
- MIG/MAG kaynağı



## 2. 1. Örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı

Örtülü elektrot kaynağında arkın oluşturulmasında kullanılan elektrot, kaynak sırasında eriyerek kaynak metali haline geçmektedir. Elektrot örtüsü de aynı anda yanarak erimekte ve bu esnada açığa çıkan gaz ark bölgesini korumaktadır. Ark kaynakları içerisinde en basit ve en popüler olan bu kaynak metodu demir ve demir dışı alaşımların kaynağında 1,2 mm'den daha kalın parçalara her kaynak pozisyonunda uygulanabilmektedir (Anık ve ark., 1991).

## 2. 2. Toz altı kaynağı

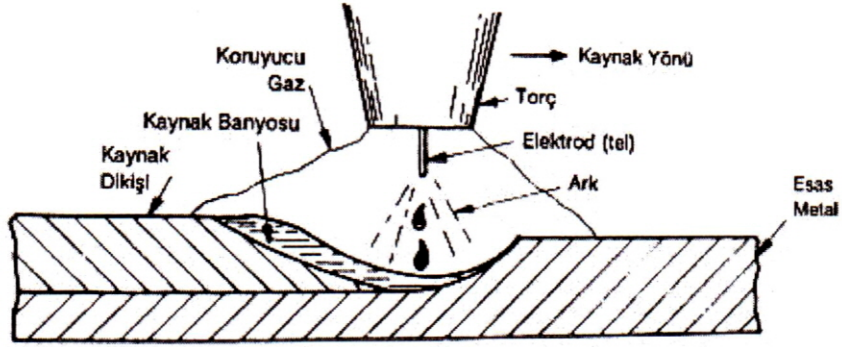
Örtülü elektrot kaynağında örtülü elektrot yerine çıplak elektrot ve kaynak bölgesinin korunmasında özel bir toz kullanıldığı taktirde ark bir toz örtüsü altında kaldığından buna toz altı kaynağı denir. Toz altında kalan ark etrafa ışınım yapmaz. Böylece ark enerjisinin büyük bir kısmı direkt olarak kaynak için sarf edilir (Tülbentçi, 1990).

## 2. 3. TIG/WIG kaynağı

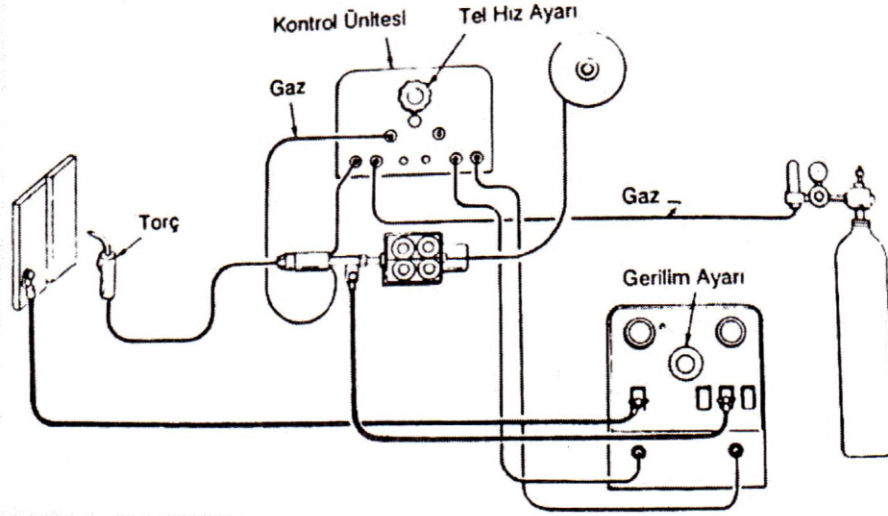
İngilizce "Tungsten Inert Gas" kelimelerinin baş harfleri alınarak kısaca TIG kaynağı olarak adlandırılan bu kaynak metodu, Almanca tungsten anlamına gelen "Wolfram" kelimesi kullanıldığında WIG kaynağı olarak da adlandırılmaktadır. Bu kaynak metodunda kaynak arkı erimeyen bir tungsten elektrot ile iş parçası arasında oluşmaktadır. Kaynak bölgesi Tungsten elektrotu çevreleyen bir lüleden yani torçtan gönderilen bir asal gaz (helyum veya argon) tarafından korunmaktadır. Tungsten elektrot erimediğinden kaynak yapılacak iş parçası kendisi eriyerek kaynak gerçekleşir. Gerekli görülürse, kaynak sırasında ilave kaynak teli (veya kaynak elektrotu) kaynak bölgesine kaynakçı tarafından sokulur (Ertürk, 1987; Anık ve ark., 1991; Serfiçeli, 1997 ve 2004).

## 2. 4. MIG/MAG kaynağı

MIG "Metal Inert Gas (Metal Soy Gaz)" ve MAG "Metal Active Gas (Metal Aktif Gaz)" kelimelerinin baş harflerinin ifadesidir. MIG ve MAG kaynak metodunda kaynak arkı eriyen elektrot ile iş parçası arasında oluşmaktadır. Koruyucu gaz olarak MIG kaynağında esas itibariyle helium veya argon, MAG kaynağında ise karbondioksit kullanılmaktadır. Her iki metotta da kaynak donanımı aynıdır. Arkı oluşturan elektrotun erimesi ve koruyucu olarak gaz kullanılması nedeniyle MIG kaynak metodu "Eriyen Elektrot ile Gazaltı Kaynağı" adı ile, MAG kaynak metodu ise "Karbondioksit Kaynağı" adı ile de anılmaktadır. Şekil 2'de MIG kaynağında ark bölgesi ve Şekil 3'de MIG ve MAG kaynak donanımı blok şeması görülmektedir (Ertürk, 1997; Tülbentçi, 1990; Anık ve ark., 1991).



Şekil 2. MIG kaynak metodunda ark bölgesi (Tülbentçi, 1990).



Şekil 3. MIG/MAG kaynak donanımı blok şeması (Ertürk, 1987).

### 3. Şerit Testerelerde Uygulanan Mig/Mag Kaynağı

Şerit testerelerin kaynağında daha önce açıklanan bütün eritme kaynağı metodları uygulanabilir. Son yıllarda uygulamada en çok tercih edilen metot eriyen elektrot ile gazaltı kaynağı adı verilen MIG/MAG kaynağıdır. Arkı oluşturan elektrotun erimesi ve koruyucu olarak gaz kullanılması nedeniyle "Eriyen Elektrot ile Gazaltı Kaynağı" adı verilerek diğer gazaltı kaynağı olan ve erimeyen elektrot kullanılan TIG/WIG kaynak metodundan açık bir şekilde ayrılmaktadır.



### 3. 1. Kaynak donanımı

Şerit testerelede MIG/MAG kaynağının uygulandığı kaynak donanımı; üzerinde testere yatağı ve sıkıştırma tertibatı bulunan masa formunda stabil bir tezgah, torç ve torç hareket düzeni, sabit gerilimli kaynak makinesi, tel sürme ünitesi ve kaynak teli, kumanda panosu ve koruyucu gaz tüpünden oluşmaktadır. Bazı makinelerde kaynak donanımına tavlama ünitesi de eklenmiştir (Şekil 4).

Tezgah: Tezgah bütün kaynak donanımını üzerinde taşıyan masa formunda stabil bir taşıyıcıdır. Üzeri kaynak yapılacak testerenin yerleştirilmesine ve hareket ettirilmesine uygun yapılmıştır. Tezgahın iki yanında ve altında yeterli boşluk vardır ve bu boşlukta sabit veya hareketli testere taşıma tertibatı (serbest rulolar) bulunur.

Tezgah üzerindeki testere yatağının tam ortasına testere uçlarını tutup sıkıştıran çeneler monte edilmiştir. İki çene arasında tam ortada kaynak aralığı bulunur. Kaynak aralığının altına bakır veya pirinç levha yerleştirilmiştir. Bazı makinelerde bu levha ısıtma düzeneği ile donatılmıştır. Kaynak yapılmadan önce testere uçlarının ısıtılması, yani ön ısıtma bu levha ile gerçekleştirilmektedir. Bu levhanın tam ortasında oluk şeklinde kaynak taşma kanalı bulunmaktadır. Kaynak sırasında testere uçları bu kanalın tam ortasına gelecek şekilde birleştirilir. Kaynak dikişinin alt yüzeyinde oluşan kaynak kordonu yükseltisi bu kanal içerisinde kalır.

Torç ve torç hareket düzeni: Tel elektrotu akımın yüklenmesi, ark bölgesine koruyucu gazın gönderilmesi torcun (hamlacın) görevidir. Tel elektrot sürekli ilerlediği için tele elektrik iletimi bir kayar kontak ile sağlar. Tel torcu terk etmeden önce bakır esaslı bir kontak lülesi içinden geçerken kaynak akımı ile yüklenir; bu kontak lülesine konsantrik olarak, torcun ağız bölgesinde bir gaz lülesi (nozulu) bulunur ve bu lüle sayesinde koruyucu gaz akımı laminar (girdapsız) olarak kaynak bölgesine sevk edilir (Tülbentçi, 1990).

Tezgahın üzerine kaynak aralığının hemen arkasına ortaya kaynak torcunu taşıyan ve otomatik olarak ileri-geri hareketini sağlayan tertibat monte edilmiştir. Torcun otomatik hareketi trapez (veya krameyer) dişli sistemini çalıştıran bir motor yardımı ile sağlanmaktadır. Otomatiğe ayarlanmış olan torç, yatay düzleme dik durumda olup, aşağı-yukarı ve sağa-sola doğru ince ayarı yapılabilmektedir. Otomatik ayarda iken kaynak, arkadan öne doğru veya önden arkaya doğru her iki yönde de yapılabilmektedir.

Kaynak makinesi: Kaynak akımı için gerekli olan gerilim ve akım şiddeti oluşturmak amacı ile geliştirilmiş makinelerin tümüne "kaynak makinesi" veya "akım üretici" denir. Eritme kaynağında kullanılan elektrik ark kaynak makineleri şebekeden aldığı yüksek gerilim ve düşük akım şiddetindeki elektrik enerjisini, düşük gerilim ve yüksek akım şiddetine çevirir. Kaynak makinelerinde kullanılan ark gerilimi 25-55 volt, akım şiddeti ise 10 ila 600 amper arasındadır. Koruyucu gaz kaynağında kullanılan kaynak makineleri doğru ve alternatif (dalgalı) akım türü ile çalışırlar. Ayrıca ark kaynak makineleri karakteristik ark çizgilerine göre düşey karakteristikli ve yatay karakteristikli olarak ayrılır (Serfiçeli, 2004).

MIG/MAG kaynak yönteminde kullanılan akım üreteçleri yatay karakteristiklidir. Sabit gerilimli olarak da adlandırılırlar; ancak gerilim tamamen sabit



değildir. Her 100 amper için azami 7 volt ark gerilimi düşmesine izin verilir; bu değer kaliteli makinelerde 1 ila 5 volt arasındadır (Tülbentçi, 1990; Serfiçeli, 2004).

Sabit gerilimli kaynak makinelerinde iç ayar diye adlandırılan ark boyu ayarı vardır. Ark gerilimi ile tel ilerleme hızı ve buna bağlı olarak da akım şiddeti otomatik olarak ayarlanır. Böylece, herhangi bir sebeple meydana gelebilecek uzun ark boyları nedeniyle ortaya çıkacak kaynak bozukluklarının önüne geçilir. Bu makinelerde tel ilerletme motoru seçilmiş sabit bir devirde döner (Tülbentçi, 1990).

MIG kaynak metodunda güvenilir kaynak bağlantısı elde edebilmek için ayarlanması gereken kaynak parametrelerinin başında akım şiddeti ve gerilim gelir. Sabit gerilimli kaynak makinelerinde bu iki parametre birbirinden bağımsız olarak ayarlanabilir. Kaynak gerilimi (ark boyu) makinenin ince ve kaba ayar düğmesinden kademeli olarak veya bazı özel tiplerde potansiyometre ile kademesiz olarak ayarlanabilir. Kaynak akım şiddeti ise tel hızı ile birlikte tel hızı düğmesinden ayarlanır (Tülbentçi, 1990).

Tel sürme ünitesi ve kaynak teli: Bilindiği gibi MIG/MAG kaynak metodunda elektrot olarak eriyen kaynak teli kullanılır. Kaynak teli makineye monte edilmiş tel sarma tertibatı tarafından kontrol edilmektedir. Tel sarma tertibatı teli makaradan sağıp önceden saptanmış bir hızla ark bölgesine gönderen mekanizmadır. Ucunda ark oluşan kaynak telinin erime hızı arkın yapısını etkiler. Aynı zamanda tel besleme hızı ile torç hareket hızı (kaynak hızı) arasında uyum olması gerekir. Tel besleme hızı akım şiddetini belirler. Tel hızı ayarı kademesiz bir mekanik tertibat veya gerilim değiştirilerek hız ayarı yapılan doğru akım motoru tarafından gerçekleştirilir. Günümüzde daha çok bu ikinci sistem tercih edilmektedir (Tülbentçi, 1990).

MIG kaynak metodunda kullanılan teller 0,5 , 0,8 , 1,0 , 1,2 , 1,4 , 1,6 , 2,0 ve 2,5 mm çap serilerine göre imal edilir. Yüzeyleri metelsel parlatma veya bakır kaplama yolu ile korunur. Bakır kaplama ile telin korozyona karşı dayanımının artırılması yanında, elektriksel yönden iyi bir kontak özelliği ortaya çıkarılmaktadır (Gültekin, 1991).

Koruyucu gazlar ve koruyucu gaz tüpü: Bütün gazaltı kaynak yöntemlerinde koruyucu gazın ark bölgesini tamamen örtmesi ve atmosferin olumsuz etkilerinden koruması gerekir. MIG/MAG kaynağında asal (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 çeşitli çeliklerin kaynağında uygulama alanı bulmaktadır. Koruyucu gazların farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı, düzgün ve sakin yanışlı bir ark ile kaynak yapabilmek için, her bir gaza belirli bir ark gerilimi ve akım şiddeti uygulamak gerekmektedir (Tülbentçi, 1990).

Kullanılan gazın tipi genel olarak kaynağın formunu etkiler. Saf argon kullanıldığı taktirde oksitlenme olmaz, fakat nüfuziyet azlığı söz konusudur. Saf CO<sub>2</sub> kullanıldığı zaman nüfuziyet iyidir, fakat oksitlenme vardır (Polat, 1985). Uygulamalarda argona kontrollü ilave edilen O<sub>2</sub> gazı ile bazı özellikler değiştirilebilmektedir. O<sub>2</sub> gazı arkı daha kararlı kılmakta ve işleme kolaylık kazandırmaktadır (Gültekin, 1991).

Kaynak sırasında kullanılan koruyucu gaz basınçlı tüplerden sağlanır. Tüp ağzlarına gaz basınç ayar ventili diye isimlendirilen düzenek takılır. Bu düzenek sadece

tasarlandığı gaz için kullanılmalıdır. Düzeneğin üzerinde tüpe yakın olan manometre tüp basıncını, uzak olan debimetre gaz debisini gösterir. Kaynak sırasında gaz akımının açılıp kapanması kumanda dolabında bulunan bir manyetik ventil ile sağlanır. Koruyucu gaz debisi, bir çok etkene bağlı olmakla beraber elektrot çapının (mm) 10 katı olarak alınabilir. Örneğin elektrot çapı 1,00 mm ise gaz debisi 10 litre/dakikadır (Ertürk, 1987; Tülbentçi, 1990).

Ülkemizde MIG kaynak uygulamalarında en çok Artı Bileme (İleri Mak.) ve Bilgi Trafo markalı makineler kullanılmaktadır (Şekil 4 ve 5).

### **3. 2. Şerit testerelerde kaynak işi**

Şerit testerelerde kaynak işi testere uçlarının kesilmesi ve hazırlanması, kaynağın yapılması, tavlama ve bakım olmak üzere dört safhada gerçekleştirilir.

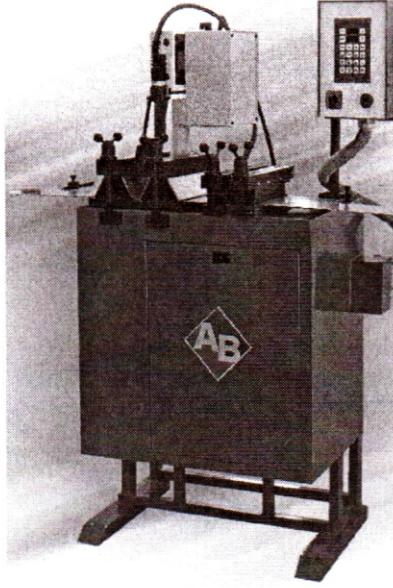
#### **3. 2. 1. Testere uçlarının kesilmesi ve hazırlanması**

Şerit testereler genellikle en dar yerinden kopar. Şerit testerelerin en dar yeri diş dipleridir. Kaynak, kopmanın meydana geldiği yer olan diş dibinden değil diş sırtından yapılmaktadır. En yaygın uygulama budur. Burada ölçü diş adımının, yani iki diş ucunun tam ortasıdır. Testere uçlarının kesilmesinde keskin bir makas kullanılır. Testereyi düzgün kesmek için makas donanımında testere yerleşme ve tutma tertibatı bulunmalıdır. Testere makas donanımına yerleştirilip sabitleştirildiğinde makasın bıçağı testere ucunu hem boyuna hem enine yönde 90°'lik açı ile kesebilecek konumda olmalıdır (Şekil 6).

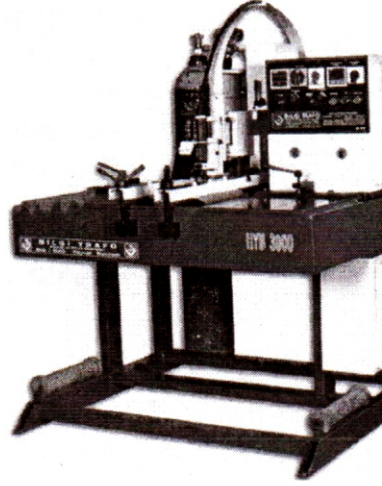
Yukarıda açıklandığı gibi itinalı bir şekilde kesilen uçlar varsa çapaklardan temizlenir. Bu iş ege veya zımpara ile yapılabilir.

Birleştirilecek uçların temizliği çok önemlidir. Pas, kir, yağ elektrik iletkenliğini etkiler. Bunun için pas varsa taşlanarak giderilir ve her türlü kir ve yağdan arındırılır. Bunun için gerekirse kir ve yağ sökücüler kullanılabilir. Pas, yağ gibi kirlilikler olmasa bile testere uçları alkol (ispirto, aseton) ile silinir.





Şekil 4. Artı bileme MIG-TAV kaynak makinesi (Firma kataloğundan).



Şekil 5. Bilgi Trafo HYB 3000 MIG kaynak makinesi (Firma kataloğundan).

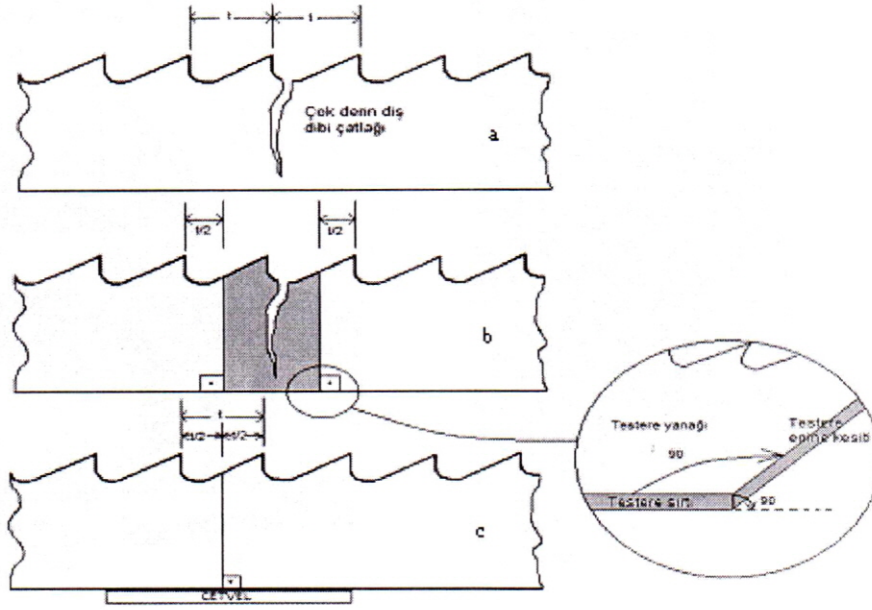
Testere uçlarının hazırlanmasında diğer bir husus, testere uçlarının makineye tam olarak oturmasını sağlamak bakımından uçlardaki dişlerin çaprazlarının alınmasıdır. Uçların hazırlanması sırasında kaynak yerine yakın dişlerin çaprazı alınır.

### 3. 2. 2. Kaynağın yapılması

Tekniğine uygun şekilde hazırlanan testere uçları kaynak tezgahına yerleştirilir. İki uç birleştiğinde sonsuz band haline gelecek olan testere uçları kaynak aralığında olacak şekilde tezgahın sağ-sol ve altına geçirilir. Bunun için daha önce de belirtildiği gibi tezgahın iki tarafında yeterli boşluk bulunmalı ve bu boşluklarda sabit veya hareketli testere hareket tertibatı olmalıdır. Esasen bileyihane yerleşim planı hazırlanırken kaynak makinesinin yerleştirileceği alanın hesaplanmasında bu boşluklar dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde yer darlığı, sıkışıklık sıkıntı yaratır ve kazalara sebebiyet verebilir.

Makinenin sıkıştırma çeneleri gevşetilmiş veya kaldırılmış durumda iken testere uçları kaynak aralığının tam ortasında alın altına getirilir ve bu sırada testere sırtı arka dayamalara iyice dayanarak bu dayamalarda bulunan sıkıştırma kolları ile ön sıkıştırma yapılır. Böylece testere sırtının doğruluğu sağlanmış olur. Sonra kaldırılmış veya gevşetilmiş vaziyette duran baskı çeneleri testere üzerine indirilerek testere uçları sıkıştırılıp stabil hale getirilir.





Şekil 6. Testere uçlarının kesilmesi: a) derin diş dibi çatlağı, b) diş adımı  $t$  dikkate alınarak kesme çizgilerinin belirlenmesi (testerenin fazla kısalmaması için kesilecek parça mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır) ve c) alın altına birleştirmede sırt düzgünlüğünün kontrolü.

Testere uçları makineye yerleştirilirken uçların birleşme çizgisinin kaynak yeri altında bulunan bakır levhanın ortasındaki kanalın ortasından geçmesi gerekir. Daha önce belirtildiği gibi kaynak aralığının altına yerleştirilmiş olan bakır levhanın üzerindeki kaynak taşma kanalı kaynak aralığının tam ortasında bulunmakta ve torcun ileri geri hareketi bu kanal boyunca olmaktadır.

Bakır levha bazı makinelerde ısıtma düzeniyle donatılmıştır ve kaynak yapılmadan önce testere uçlarına ön ısıtma uygulamak amacı ile kullanılmaktadır. Ön ısıtmalı makinelerde tavlama ünitesi yoktur ve tavlama işi ön ısıtma düzeni ile yapılmaktadır (Şekil 5). Bu nedenle bakır levha çok temiz olmalı, elektrik iletkenliğini etkileyecek kir, pas gibi kirliliklerden temizlenmelidir. Temizlik sadece üst yüzeyde değil zaman zaman yerinden sökülerek tüm yüzeylerinde yapılmalıdır.

Burada belirtilmesi gereken önemli bir husus da şudur: Testere uçlarının tezgahın üzerindeki kaynak yerine tam oturabilmesi için testere yatağı, bakır levha, tutma çeneleri ve sırt dayamaları çok temiz olmalıdır. Örneğin sırt dayamalarındaki ufak bir kaynak parçası sırt düzgünlüğünü bozabilir. Bakır levhanın bir tarafında kalmış olan kaynak parçaları testere uçları arasında seviye farkı oluşturabilir.

Testere uçları sıkıştırılıp stabil hale getirildiği zaman uç uca birleşme çizgisi testere sırtı ile 90°'lik dik açı teşkil etmelidir. Uçlar bu çizgi boyunca her noktada tam temas halinde olmalıdır. Ayrıca diş uçları arasındaki açıklık yani diş adımı testerenin normal diş adımına uygun olmalıdır. Bu hususlar temin edilemezse testere kaynak tezgahından çıkarılıp diş uçları yeniden hazırlanmalıdır.

Otomatiğe ayarlandığı zaman kaynak yüzeyine dik duruma getirilen torcun ileri geri hareketi otomatik olarak gerçekleşmektedir. Kaynak sırasındaki hareket mesafesi (kaynak mesafesi) testere genişliğine göre ayarlanır. Bu işlem bazı makinelerde torcun hareketini sağlayan dişli kutusunun alt tarafında bulunan sviçlerle, bazı makinelerde kumanda tablosu üzerinden otomatik olarak gerçekleştirilir. Torcun hareket mesafesi testere genişliğine 2 cm eklenerek elde edilen mesafedir. Bilindiği gibi kaynağa testere sırtından 1 cm geriden başlanır ve diş ucundan 1 cm ileriye kadar devam ettirilir. Testereden taşan bu birer santimetrelilik kısımlara kaynak yeri altında bulunan bakır levhanın etkilenmemesi için birer cm genişliğinde şerit parçaları kesilerek konulur. En yaygın uygulama budur.

Yukarıda ayrıntılı olarak açıklandığı gibi hazırlıklar tamamlandıktan sonra ön ısıtmalı makinelerde kaynak işlemine başlamadan önce testere uçları ön ısıtmaya tabi tutulur. Ön ısıtma, kaynak yerinin altına yerleştirilmiş olan bakır levhanın ısıtılması ile sağlanır. Bu levha ısındığı zaman onunla temas eden testere uçları da ısınır. Ön ısıtma için şalter açılarak şebekeye bağlanılır. Sonra ayar düğmesi ile istenilen sıcaklığa ayarlanır. Ön ısıtma sıcaklığı 450 °C'dir. Çeliğin yapısına bağlı olmakla beraber ön ısıtmada testere uçları gri bir renk alır.

Torç hareket ettirilmeden önce tel hareket hızı belirlenmelidir. Tel hareket hızına göre de yanma ayarı yapılır. Bunun için tel hareket ayarının yanında bulunan yanma hızı düğmesinden yanma hızı ayarlanır. Sonra kumanda tablosunda torç hızı veya kaynak hızı ayarlanır. Nihayet makine otomatiğe bağlanıp ileri butonuna basılınca torç ark oluşturur ve kaynak başlar. Kaynak sırasında kuvvetli bir ultraviyole ışını meydana geldiği için göz rahatsızlıklarına ve cilt yanmalarına karşı önlem alınmalıdır. Arkın sakın ve kararlı bir şekilde yanması gerekir. Otomatik olduğu için torç ileri hareket mesafesinin sonuna geldiği zaman ark söner ve torç otomatik olarak geri döner.

Ön ısıtma olmayan makinelerde ön ısıtmalı makinelerden farklı olarak kaynağın başlayacağı tarafın aksi tarafına nokta kaynağı (punto) yapılmaktadır. Punto atılmaz ise kaynağın bitiş tarafında oyuk oluşmaktadır.

Kaynak kordonunun genişliği ve yüksekliği önemlidir. Fazla geniş ve yüksek olan kordonların taşlanması sırasında ısınma ve dolayısıyla yanma riski yüksektir. Bu bakımdan kaynak kordonu yüksekliği testere kalınlığına göre değişmekle beraber çok fazla olmamalıdır. Genişlik ise çok dar olmamakla beraber gereğinden büyük de olmamalıdır. Kaynak kordonunun biçim ve boyutlarını ayarlanan akım şiddeti ile kaynak hızı (torç hızı) etkiler. Ayrıca koruyucu gaz karışımının da etkilediği bilinmektedir.

Eriyen elektrot olarak kullanılan kaynak teli aynı sıcaklıkta erimeleri ve sertleşmeleri için testere çeliğine benzer özellikte olmalıdır. Piyasada bobinlere sarılmış halde satılan MIG kaynak telleri normal olarak düşük karbonlu ve yüksek silikon ve/veya manganez muhtevalı olmaktadır. Bu, argon ve karbondioksit karışımı veya saf



karbondioksit kullanıldığında, kaynakta gözenekler oluşmasını önlemek için gereklidir (Polat, 1985).

### 3. 2. 3. Tavlama

Tavlama çeliğe uygulanan ısıl işlemdir. Tavlama ile yüksek sıcaklıklarda işlem gören çeliğin kabalaşan iç yapısının ince taneli homojen yapıya dönüşmesi sağlanır. İşlem sırasında oluşan gerilmeler giderilir. Hızlı soğuma ile sertleşen ve kırılğan hale gelen yapısı yumuşatılır. Buna göre tavlama: Çelik ve alaşımlarından oluşan gereçlerin solidus eğrisi (dönüşüm sıcaklığı) altındaki belli bir sıcaklığa kadar ısıtılmasına, bu sıcaklıkta bekletilmesine ve sonradan da soğutulmasına denir. Çelik ve alaşımları 721 °C'den sonra tavlama sıcaklığına erişmiş olur. Tavlama sıcaklığı üst sınırı solidus çizgisidir<sup>2</sup> (Serfiçeli, 2004).

Tavlamanın gerçekleştirilmek istenen amaca göre çeşitleri vardır. Bunlar; dövme tavı, yumuşatma tavı, normalleştirme tavı, gerginlik giderme tavı, su verme tavıdır.

Normalleştirme tavı: Çeliğe normal yapısını (eşit boydaki yuvarlak tanelerden oluşmuş ince taneli yapı) yeniden kazandırılması için yapılır. Dövülmüş, haddelenmiş, dökülmüş ve çekilmiş çelik ile kaynak yapılmış iş parçalarının kaynak bölgesinin çevresi yüksek sıcaklıktan etkilenecek iri tane yapısına bürünür. Yüksek sıcaklıkta bekletme de iri taneli yapının oluşmasına neden olur. Normalleştirme tavı çeliğin ince taneli yapısına geri dönmesini sağlar.

Gerginlikleri giderme tavı: Sıcak şekillendirme işlemleri sırasında (ısıl işlemler sırasında) meydana gelen düzensiz soğuma sonucunda oluşan iç gerilmelerin giderilmesi amacı ile uygulanır. Parçalar 550-600 °C sıcaklıklar arasındaki bölgede yavaş erişecek şekilde ısıtılır ve burada yaklaşık olarak 4 saat tavllanır. Sonra parçanın bütün kısımları aynı sıcaklıkta kalacak şekilde yavaş yavaş soğutulur. Gerginlik giderme tavı kaynak yapılmış parçalara uygulanır (Serfiçeli, 2004).

Çeliklerde gerginlikleri giderme tavı 2 türde yapılır. Bunlar menevişleme ve ıslaktır.

Menevişleme (temperleme): Bütün hatasız olarak sertleştirilmiş parçalar, cam sertliğinde ve cam kırılğanlığında. İstenilen şekilde kullanılabilmesi için belli bir sünekliğe kavuşmaları gerekir. Bu sünekliğe menevişleme sonucu ulaşılır. Menevişleme işlemine temperleme adı da verilir. Menevişleme ısıl işlemle sertleştirilmiş olan çeliğin dönüşüm sıcaklığının altında ve yüksek olmayan sıcaklıklarda ısıtarak uygun bir hızla soğutulup gevrekliğini giderme işlemidir. Menevişleme sıcaklıkları 150-650 °C arasındadır ve çelik çeşidi ile ısıl işlemden sonra hangi iş için kullanılacağına bağlıdır (Serfiçeli, 2004).

Islah: Islah etme daha çok yapı çeliklerine uygulanan önce bir sertleştirme arkasından da yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemidir. İşlemin amacı yüksek sünekliktir. Menevişleme ile arasındaki fark, işlemlerde uygulanan sıcaklıktır. Islah, çeliklerde 400-675 °C sıcaklık değerleri arasında uygulanır (Serfiçeli, 2004).

<sup>2</sup> Solidus eğrisi demir-sementit denge diyagramında yaklaşık olarak 1147 °C'den geçen eğridir (bazı kaynaklarda 1130 °C). Her metalin solidus eğrisi vardır.



Şerit testerelerde uygulanan bütün kaynak metodlarında yapılması gereken tavlama işlemi, testerenin kaynak bölgesinde kabalaşan yapısını ince taneli yapıya dönüştürmek, muntazam bir sertlik dağılımı sağlamak, kaynak sırasında oluşan gerilme ve deformasyonları ortadan kaldırmak amacı ile yapılır.

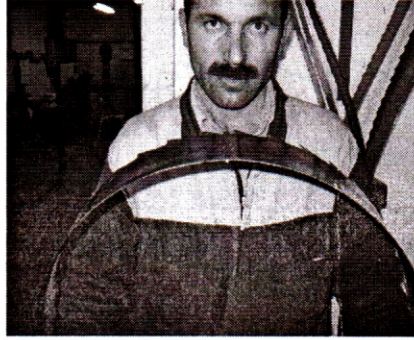
MIG kaynağından sonra uygulanan tavlama işlemi ön ısıtmalı makinelerde ayrı bir tavlama ünitesi olmadığı için testere kaynak pozisyonunda iken yapılır. Kaynak işlemi bittikten sonra testere makineden çıkarılmaz. Kaynak pozisyonu muhafaza edilerek ön ısıtma sıcaklığında (450 °C) 3-5 dakika bekletilir. Sonra makineden çıkarılarak sadece kaynak bölgesi asbest beze sarılır ve yavaş yavaş soğuması sağlanır.

Ön ısıtmaz MIG-TAV makinelerinde tavlama aşağıda açıklandığı gibi yapılmaktadır.

Kaynak işi tamamlandıktan sonra testere çeneler açılmadan 30-40 saniye kaynak makinesinde bekletilir. Sonra tav ünitesine kaydırılır. Kaynak yeri sıkıştırma çenelerinin arasındaki boşluğun tam ortasına getirilir. Tav ünitesinde yüksek sıcaklıktan daha düşük sıcaklığa doğru 3 kademeli tavlama yapılır.

Şaltere basılarak akım verildikten sonra tav düğmesi 3. kademeye getirilir ve düğmenin yanındaki butona basılarak testerede kaynak yerinin kızarması beklenir. Kızarıklık iyice görülünce butona kesik kesik basılarak kaynak yerinin kızarıklığının kaybolması ve esmerleşmesi sağlanır. Sonra tav düğmesi 2. kademeye ayarlanır. Tekrar butona basılarak kaynak yerinin hafif kızarması sağlanır. Kızarma görülünce butona kesik kesik basarak kaynak yerinin kızarıklığının gitmesi ve esmerleşmesi sağlanır. Nihayet tav düğmesi 1. kademeye ayarlanır. Butona basılarak kaynak yerinin çok hafif kızarması sağlanır. Hafif kızarıklık görülür görülmez butona kesik kesik basarak yavaş yavaş esmerleşmesi (soğuması) sağlanır. Tavlama bittikten sonra testere çeneler gevşetilmeden çeneler arasında iken 5-6 dakika soğumaya bırakılır (çenelerin sıcaklığı yavaş yavaş kaybolur). Nihayet çeneler gevşetilerek testere çıkartılır ve taşlamaya götürülür.

Kaynak veya tavlamanın başarılı olup olmadığı tavlama işleminden sonra testere kaynak yerinden bükülerek kontrol edilir. Testere kaynak yerinden kırılmadan bükülebiliyor ise kaynak başarılıdır (Şekil 7).



Şekil 7. Kaynak yerinin bükülerek kontrolü (Foto Kantay).

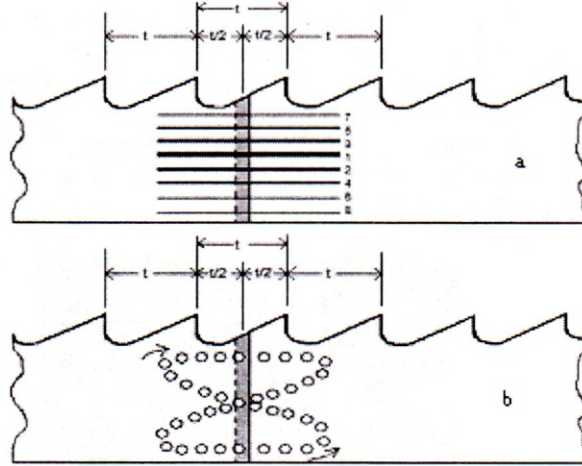
### 3. 2. 4. Çatlak kaynağı

Testere üzerindeki çok derin olmayan diş dibi çatlakları, sırt çatlakları ve yüzey çatlakları testere kesilmeden kaynak yapılır. Bunun için çatlağın yeri tespit edilir ve çevresi iyi bir şekilde temizlenir. Pas varsa giderilir. Ayrıca temizleyici ile silinir. Sonra testere makineye yerleştirilir. Çatlak makinenin kaynak aralığına getirilir. Torç elle yönetime ayarlanır ve çatlağın 0,5 cm gerisine alınır. Genel olarak kaynağa çatlağın 0,5 cm gerisinden başlanır. Torç üzerindeki başla butonuna basmadan önce ön ısıtma yapılır.

### 3. 2. 5. Bakım

Kaynak ve tavlama işi bittikten sonra kaynak yerinin itinalı bir şekilde bakımı yapılır. Bunun için önce, varsa büyük çapaklar bir eğe yardımı ile alınarak kaynak kordonu temizlenir. Kaynak kordonu özel taşlama makinesi ile uygun zımpara taşı kullanılarak standart testere kalınlığına ininceye kadar taşlanır. Uygun taş kullanılmaz ve taşlama sırasında kaynak bölgesinin gereğinden fazla ısınmasına neden olunursa yapılan tavlama bozulabilir<sup>3</sup>. Taşlamadan sonra kağıt yada bez zımpara ile zımparalanarak taş izleri giderilir. Gerekirse polisaj yapılır.

Kaynak sırasında ısınma nedeniyle kaynak yerinin iç gerilmesi de bozulur. Bu nedenle yeniden iç gerilme verilmesi gerekir.



Şekil 8. Testereye iç gerilme verilmesi: a) merdaneleme makinesi ile iç gerilme verilmesi ve b) levha çekici ile çekiçleme

<sup>3</sup> Taşlamadan sonra kaynak yerinin yeniden ısıtılması (yaklaşık 550 °C'ye kadar) ile daha iyi bir tavlamanın gerçekleşeceği belirtilmektedir (Polat, 1985).



Kaynak yerinde iç gerilme yeni bir testereye iç gerilme verilir gibi verilebilir. Bunun için çekiç kullanılabileceği gibi merdaneleme makinesi de kullanılabilir. Çekiç veya merdanelerin takip edeceği yollar ve uygulanacak vuruş veya basınç gücü Şekil 8 a'da gösterilmiştir. En yüksek vuruş veya basınç gücü testere genişliğinin 1/3'den geçen 1 nolu çizgi boyunca uygulanır<sup>4</sup>. İç gerilme elle verilecekse testerenin her iki yanağı yağlanarak düzeltme masası üzerine yerleştirilir ve altına örs konur. Şekil 8 b'de görüldüğü gibi X şeklinde veya 8 şeklinde bir yol takip edilerek bir levha çekici ile çekiçlenir. Fazla gerilme olmaması için örs ile testere arasına karton konabilir (Fronius, 1985).

Bakımı sırasında testere sırtında çukur veya tümsekler kontrol edilir. Varsa doğrultulur. Aynı zamanda yanaklarda çukur ve tümsekler varsa düzeltilir. Nihayet testerenin dönme yönünde çarpmaya karşı bir eğe ile ve bunu takiben bez zımpara ile hassas temizlik yapılır. Kaynak yerinin sağ ve solundaki birer dişe çapraz verilmez.

Bakım işlerinden sonra kaynak yerinden yaklaşık olarak 30 cm uzaktan şerit testere kaldırıldığı zaman kaynak tarafı diğer taraf gibi elastik bir şekilde dönerse testere iyi bir şekilde doğrultulup düzeltilmiş demektir.

#### 4. Sonuç

Kaynak işlemi kaynak yerinin hazırlanması, kaynağın yapılması, tavlama ve bakım olmak üzere 4 safhada gerçekleştirilmektedir. Başarılı bir kaynak için her safhada gerekli görülen iş ve işlemler titizlikle uygulanmalıdır. Testere uçlarının hazırlanmasında yapılan hatalar gözenek oluşumuna neden olmaktadır. Birleştirilecek uçlar düzgün kesilmeli, uçlar alın altına getirildiği zaman birleşme çizgisi boyunca her noktada birbirlerine temas etmeli ve ayrıca birleşme çizgisi testere sırtı ile 90°'lik açı yapmalıdır. Kaynak yeri iyi bir şekilde temizlenmelidir.

Kaynak telinin yapısı kaynak yapılacak testere çeliğinin yapısına uygun olmalıdır. Ucunda ark oluşan kaynak telinin erime hızı arkın yapısını etkiler. Aynı zamanda tel besleme hızı ile torç hareket hızı arasında uyum olması gerekir. Tel besleme hızı akım şiddetini belirler. Torç hareket hızı nüfuziyeti etkiler. Arkın sakin ve kararlı bir şekilde yanması gerekir. Kaynaktan sonra oluşacak kaynak kordonunun görünüşü kaynak kalitesinin göstergesidir. Kaynak sırasında iç yapısı bozulan çeliğe kaynaktan sonra amacına uygun şekilde tavlama yapılması gerekir. Tavlama şerit testerelerinin kaynağında önemli bir iş safhasıdır. Gerekli titizlik gösterilmeli, testere çeliğine uygun sıcaklıklarda yeterli sürelerle tavlama yapılmalıdır.

<sup>4</sup> Bu uygulama geniş şerit testerelerde bombeli kasnaklar için uygundur.



## Kaynaklar

- Anık, S., 1983.** Kaynak Teknolojisi El Kitabı. Ergör Matbaası, İstanbul.
- Anık, S., K. Tülbentçi ve E. Kaluç, 1991.** Örtülü Elektrod İle Elektrik Ark Kaynağı, Gedik Holding Yayını, İstanbul.
- Ertürk, I., 1987.** Gazaltı Kaynak Teknikleri. Türkiye Halk Bankası Krediler Müdürlüğü, Ankara.
- Eryürek, I. B., O. Bodur ve A. Dikicioğlu, 1996.** Kaynak Teknolojisinin Esasları-L.M. GOURD'dan Çeviri-Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Fronius, K., 1985.** Der Werkzeugschärfer. Eine Praktischer Ratgeber für den Werkzeugschärfer im Säge-und Hobelwerkbetrieb. Off-setdruck Hasinger GmbH, 8200 Rosenheim.
- Gültekin, N., 1991.** Kaynak Tekniği. Engin Ofset, Üsküdar, İstanbul.
- Matthes, K. J. ve E. Richter, 2003.** Schweißtechnik, 2. Auflage. Fachbuchverlag Leipzig.
- Polat, N., 1985.** Ahşap Kesiciler Semineri I-Band Testereler-MakineTakım End. A.Ş. Gebze.
- Serfiçeli, Y. S., 1997.** Metal İşleri Meslek Teknolojisi, Ankara.
- Serfiçeli, Y. S., 2004.** Metal İşleri Melek Teknolojisi 1 ve 2. Temel Ders Kitabı. M.E.B. Meslek Kitapları, Devlet Kitapları Müdürlüğü-İstanbul.
- Tülbentçi, K., 1990.** MIG/MAG Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağı. Gedik Holding-İstanbul.