

## Sap Parçalama Makinesi Bıçak Bağlantı Kulaklarının Ana Boruya Kaynaklı Yerlerinin Kırılma Sebeplerinin Araştırılması

Yaşar KARAGÖZ<sup>1</sup>

Galip KEÇECİOĞLU<sup>2</sup>

Geliş Tarihi : 18.03.1999

**Özet:** Bir imalâthanedede imâl edilen sap parçalama makinasının bıçaklarının ana boruya bağlantı kulaklarının, kaynak yerlerinden, en küçük bir darbe ile kırıldıkları belirtilerek, kırılmalarının nedenlerinin araştırılması ve sonuçta sorunun çözümü istenmiştir. Yapılan incelemede, bıçak kulaklarının ana bağlantı borusuna kaynatılmasında esas sorunun kaynağın bilhassa ana boruya nüfuz etmemesi olduğu tespit edilmiştir. Bu sorunun giderilmesi için önce sorun bilimsel olarak araştırılmış, sonra sorunu giderici kaynak tekniği işlemleri uygulanarak olumsuzluklar giderilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Sap parçalama makinası, kulaklı bıçak, bağlantı kulağı, kaynak tekniği

### A Research on the Breakage Reasons of the Welding Points of the Knife Connection Ears of the Stem Cutting Machine to the Main Pipe

**Abstract :** It has been found out that the knife connection ears to the main pipe of the stem cutting machine, manufactured in a workshop, have been broken from the welding points even with a small stroke, and it has been requested that the breakage reasons are to be searched and the matter is to be solved. After studying carefully, it was determined that the source of the main reason causing this problem was the welding of the knife ears to the main pipe, which didn't permeate to the main connection pipe. To eliminate this matter, firstly the problem has been studied scientifically and then tried to be solved by applying a welding technique which removes the problem.

**Key Words:** Stem cutting machine, knife ear, connection pipe, welding technique.

#### Giriş

#### Sap parçalama makinasının tanıtımı

Sap parçalama makinası tarla düzeyinde kalan tarımsal artıklar ile yabancı otların kesilmesinde ve parçalanmasında kullanılmaktadır. Araştırmada kullanılan sap parçalama makinasının genel ölçüleri şöyledir:

Makine toplam uzunluğu...:1000 mm.

Makine toplam genişliği...: 2345 mm.

Makine toplam yüksekliği...:1135 mm.

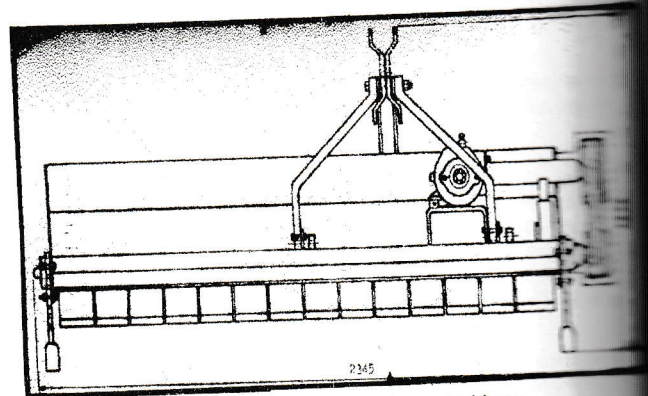
Makine toplam ağırlığı.....: 337 kg.

Makine hareketini traktör kuyruk milinden 540 dev/dak olarak, mafsallı mil yardımıyla almaktadır. Traktör kuyruk mili dönüş hareketi makinadaki dişli kutusunda gereken devir sayısına düşürülüp 90° döndürülerek, çıkış mili ucundaki kasnaktan V kayışlarıyla bıçak miline bağlı kasnağa iletilmektedir. Makinanın bıçakları bıçak taşıyıcı borusuna dört sıra halinde ve serbest hareket edecek şekilde bağlanmışlardır. Şekil 1' de sap parçalama makinasının öngörünüşü verilmiştir. Resmin üzerindeki ölçüler araştırmada kullanılan makinaya ait ölçülerdir (Mutaf 1974, Öz 1979).

Şekil 2'de bıçakların montaj durumları görülmektedir

Makinanın çalışması esnasında, bıçakların montaj edildiği borunun dönmesiyle oluşan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle bıçaklar açılmakta, bu konumda iken çarptıkları bitki saplarını kesip parçalamaktadırlar.

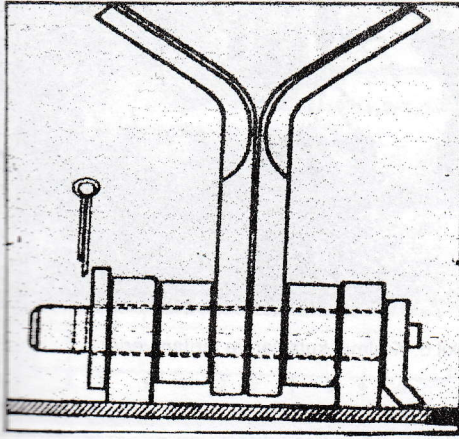
Şekil 3' te sap parçalama bıçaklarının montaj edildikleri ana bağlantı borusu ve bağlantı kulakları görülmektedir.



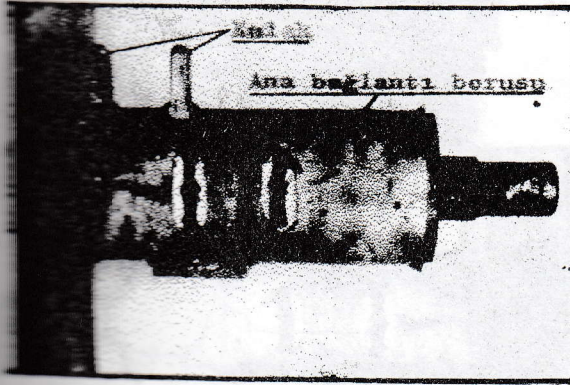
Şekil 1. Sap parçalama makinası

<sup>1</sup> Ege Üniv. Mühendislik Fak. Mühendislik Bölümü - İzmir

<sup>2</sup> Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü - İzmir



Şekil 2. Sap parçalama makinesi bıçaklarının ana boruya bağlantı durumu



Şekil 3. Sap parçalama bıçakları ana bağlantı borusu ve bıçak bağlantı kulakları

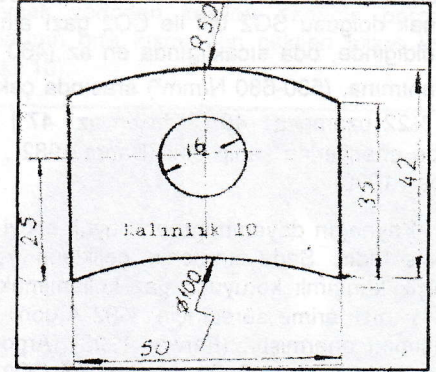
### Sap parçalama makinesi bıçak bağlantı kulaklarının tanıtımı

Sap parçalama makinesi bağlantı kulakları MKE (1922) çeliğinden, 10x50 mm profil kesitinde çekilmiş boyutları 42 mm boylarında kesilerek yapılmıştır. Kulakların üst kısmı dış bükey, alt kısmı içbükey kavislendirilmiştir. İç bükey kavislendirme kulağın taşıyıcı boru üzerine oturması için yapılmıştır. Ayrıca, kulağın üzerine bir adet 15 mm çapında pim montaj deliği açılmıştır (Şekil 4).

### Materyal ve Yöntem

#### Kulak ve bağlantı borusunun tanıtımı

Bu çalışmada materyal olarak 10x50x42 mm boyutlarında sap parçalama bıçakları bağlantı kulakları, ana borusu kaynaklı dış çapı 114,5 mm, et kalınlığı 10 mm, uzunluğu 2000 mm olan bıçak ana bağlantı borusu ile aynı malzemeleri kullanılmıştır.



Şekil 4. Bıçak bağlantı kulağı

Çizelge 1. Kulak ve taşıyıcı boru malzemesinin kimyasal bileşimi

Adı	% C	% Mn	% Si	% P,S
Kulak	0,176	0,78	0,257	0,015
Boru	0,23	-	-	0,05

Kulakların yapıldıkları malzeme ile bıçak taşıyıcı borusunun yapıldığı malzemenin kimyasal bileşimi Çizelge 1'de gösterilmiştir (Gücer 1970).

### Kaynak materyalinin tanıtımı

Bıçak bağlantı kulakları taşıyıcı boruya MAG gazaltı kaynak yöntemi ile kaynatılmışlardır. Kaynakta koruyucu gaz olarak CO<sub>2</sub> gazı, dolgu teli olarak, DIN 8559-SG2 tipi, bakır kaplı kaynak teli kullanılmıştır. Telin kalınlığı 1,2 mm dir (Anık 1982, Aichele 1992).

SG2 teli hem CO<sub>2</sub>, hem de bir gaz karışımı altında, alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler için gerekli mekanik özellikleri sağlar. SG2 teli ile elde edilen kaynak dolgusunda gözenek oluşma tehlikesi yoktur. Bu nedenle SG2 teli çok geniş uygulama alanına sahiptir. Bu tel çok yönlü olarak çeşitli malzemeler üzerinde kullanılabilirliği için SG2 teli çok amaçlı tel olarak kabul edilir (Gülbahar 1984, Farwer 1993).

SG2 telinin kimyasal bileşimi Çizelge 2'de belirtildiği gibidir.

Gazaltı kaynağında gaz-elektrot ikilisinin seçimi kaynak dolgusunun sahip olması gereken mekanik özelliklerine bağlıdır. DIN 9559 Standardında kaynak sonrasında dolgu metalinin sahip olması gereken özellikleri (DIN-8559-SG2-CO<sub>2</sub>-Y4643) biçiminde bir kodlama ile tanımlanır. Burada (SG2) kullanılacak telin kimyasal bileşimini, CO<sub>2</sub> kullanılan koruyucu gazı, (Y4643) ise mekanik özellikleri ifade eder. Mekanik özellikleri belirten (Y4643) kodunun ilk bölümü olan (Y46) kaynak dolgusunun akma dayanımını, son iki rakkam olan (43) ise

Çizelge 2. SG2 telinin kimyasal bileşimi

Adı	No	% C	% Si	% Mn	% Cu
SG2	1.5125	0,10	0,9	1,5	0,30

darbe enerjisini temsil etmektedir. Bu değerlere göre, kaynak dolgusu SG2 teli ile CO<sub>2</sub> gazı altında meydana getirildiğinde, oda sıcaklığında en az (460 N/mm<sup>2</sup>) akma dayanımına, (530-680 N/mm<sup>2</sup>) arasında çekme dayanımına, %22 uzamaya, -40°C' da en az 47 j ISO-V çentik darbe enerjilerine sahip olur (Baum 1982 , Dilthey 1993, Hobart 1980).

Kaynağın dayanımına en büyük etkiyi koruyucu gaz yapmaktadır. Sade karbonlu çeliklerin kaynağında 26 değişik karışimli koruyucu gaz kullanılmaktadır. (Church 1984) hızlı erime süreci için, %92 Argon+ %8 CO<sub>2</sub> gazı karışımını önermiştir. (Farwer 1993) (Argon+ %8 CO<sub>2</sub> ; Argon+ %4 CO<sub>2</sub>+ %2 O<sub>2</sub> ;Argon+ %8 CO<sub>2</sub> %20 Helyum) oranlarında iki ve üç bileşenli koruyucu gaz önermiştir.

Sap parçalama makinası bıçak bağlantı kulakları, taşıyıcı boruya kaynatıldıkları yerden kırılmışlardır. Şekil 5' te kırılmış kulaklar ve kırılan yerler, Şekil 6' da kırılan kulağın kesiti ve bıçak ana bağlantı borusundaki kırılan kulak yerlerinin görüntüleri ile kırılmamış kulaklar gösterilmiştir.

Sap parçalama makinası kulaklarının ana boruya kaynatıldıkları yerden kırılma nedenlerinin tespiti için aşağıdaki denemelerin yapılması kararlaştırılmıştır.

1. Taşıyıcı borudan kesilen iki boru parçasının MAG kaynak yöntemiyle kaynatılması sonucunda oluşan kaynak bölgesinin mikro fotoğrafının çekimi ve fotoğraftaki iç yapının incelenmesi. Kaynak bölgesinin kaynak damarı ve çevresindeki sertlik ölçümlerinin tespiti sonucunda sertlik diyagramının çizilmesi

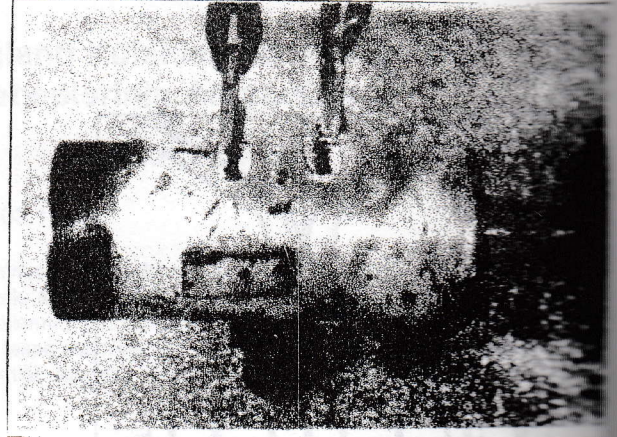
2. Kulakların yapıldığı 10x50 mm lik malzemeden kesilen iki parçanın uç uca MAG kaynak yöntemiyle kaynatılmasıyla oluşan kaynak bölgesinin mikro fotoğrafının çekimi ve fotoğraftaki iç yapının incelenmesi. Kaynak bölgesinin kaynak damarı ve çevresindeki sertlik ölçümlerinin tespiti sonucunda sertlik diyagramının çizilmesi.

3. Sertleştirilmiş sap parçalama makinası bıçaklarından birinin taşıyıcı boruya MAG kaynak yöntemiyle kaynatılmasıyla oluşan sertlik ölçümlerinin tespiti sonucunda sertlik diyagramının çizilmesi.

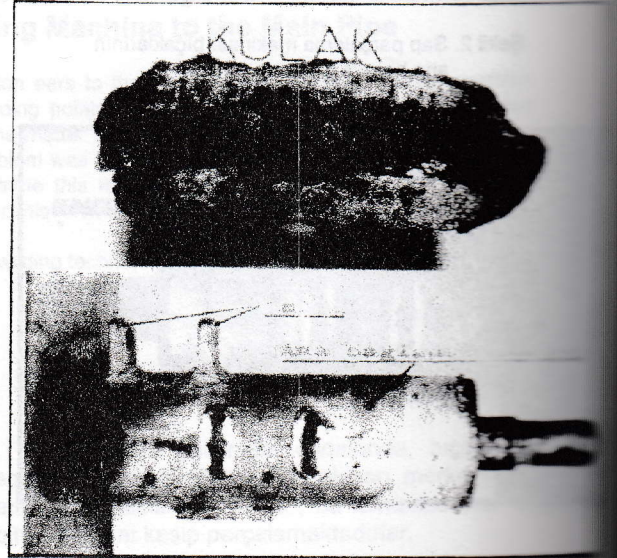
#### Sertlik ölçümlerinin grafiklerinin çizimleri

Boru ile boru, lâma ile lâma, boru ile lâmanın kaynatıldıkları yerlerden kesilen ve denemeler için hazırlanmış üç adet kaynaklı deneme parçasının, kaynak bölgesi ile geçiş bölgesi ve ana malzeme sertlik değerleri, yaklaşık olarak 0,5 ilâ 1,00 mm' lik aralıklarla ölçülmüş ve sertlik diyagramları çizilmiştir.

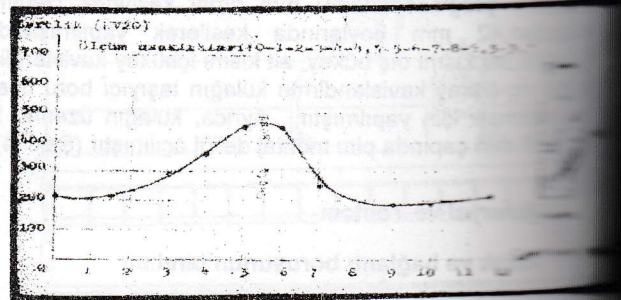
Şekil 7' de boruyla borunun kaynatılmasında kaynak yerinin muhtelif kısımlarının sertlik değerlerini gösteren sertlik diyagramı görülmektedir.



Şekil 5. Kırılmış kulaklar ve kırılan yerler

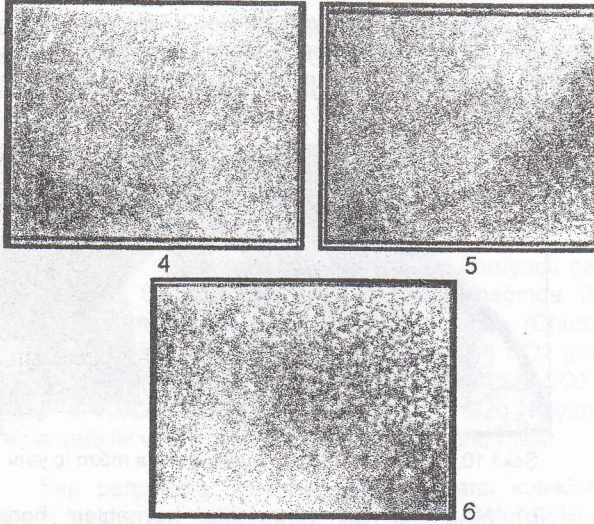


Şekil 6 Kırılan kulağın kesiti ve kulağın kırıldığı kulak ana bağlantısındaki görüntüsü



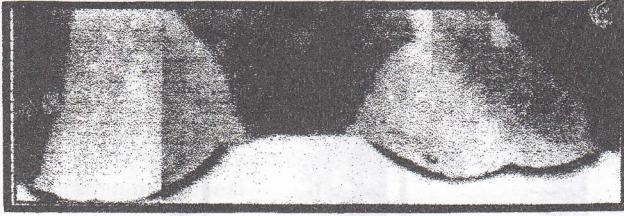
Şekil 7. Boruya borunun kaynatılmasında sertlik diyagramı





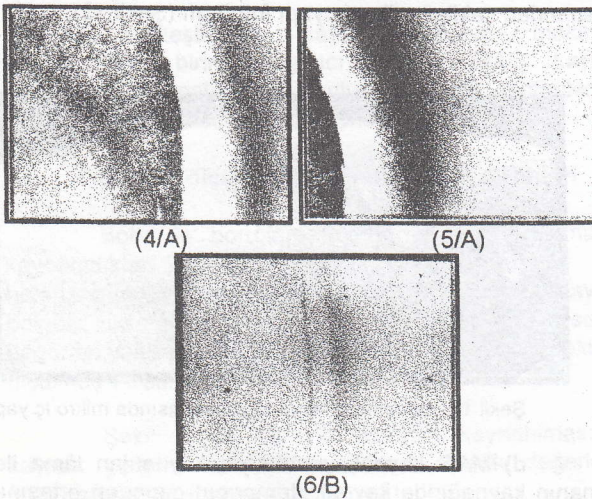
Şekil 13. Lama ile lamanın kaynağında kaynak damarının dışından ortasına doğru çekilen üç değişik mikro iç yapı fotoğrafı (Numaralar şekil 8'de belirtilen yerlerdir)

e) Taşıyıcı borunun parçasıyla kulağın kaynatıldıkları yerden kesilen deneme parçasının kaynak damarının orta kısmından çekilen iç yapı fotoğrafı (Şekil 14)



Şekil 14. Borunun lamaya kaynatılmasında mikro iç yapı

f) MAG kaynak yöntemiyle kaynatılan taşıyıcı borunun parçasıyla kulağın kaynatıldıkları yerden kesilen deneme parçasının dışından ortasına doğru çekilen üç değişik iç yapı fotoğrafı (Şekil 15).



Şekil 15. Lama ile borunun kaynağında kaynak damarının dışından ortasına doğru çekilen üç değişik mikro iç yapı fotoğrafı (Numaralar şekil 9'da belirtilen yerlerdir)

En ideal kaynak dikişi oluşumunun tespiti için, değişik kaynak parametreleri kullanılarak köşe kaynak deneyleri yapılmıştır. Deneylerde kullanılan koruyucu gaz karışımı (%60 Argon+ %30 Helyum+ %10 CO<sub>2</sub>) dir. Deneylerde tel elektrot olarak 1 mm çapında SG2 teli kullanılmıştır. Kaynak hızı 35 cm/dak' dir. Değişik parametreler kullanılarak yapılan deneylerle elde edilen köşe kaynak dikişlerinin makrokesitleri şunlardır:

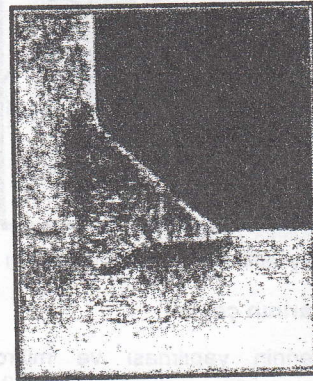
1.Deney: Tel ilerleme hızı 20 m/dak, kaynak gerilimi 38 V. Bu kaynak parametreleri kullanılarak yapılan kaynak sonunda elde edilen köşe kaynak dikişi (Şekil 16)' da görülmektedir.

2.Deney: Tel ilerleme hızı 25 m/dak, kaynak gerilimi 42 V. Bu kaynak parametreleri kullanılarak yapılan kaynak sonunda elde edilen köşe kaynak dikişi (Şekil 17)' de görülmektedir.

3.Deney: Tel ilerleme hızı 30 m/dak, kaynak gerilimi 43 V. Bu kaynak parametreleri kullanılarak yapılan kaynak sonunda elde edilen köşe kaynak dikişi (Şekil 18)' de görülmektedir.

4.Deney: Tel ilerleme hızı 35 m/dak, kaynak gerilimi 45 V. Bu kaynak parametreleri kullanılarak yapılan kaynak sonunda elde edilen köşe kaynak dikişi (Şekil 19)' da görülmektedir.

5.Deney: Tel ilerleme hızı 48,5 m/dak, kaynak gerilimi 46 V. Bu kaynak parametreleri kullanılarak yapılan kaynak sonunda elde edilen köşe kaynak dikişi (Şekil 20)' de görülmektedir.



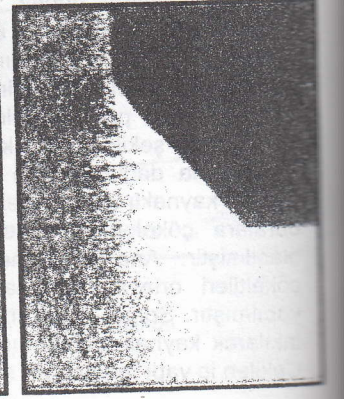
Şekil 16



Şekil 17



Şekil 18



Şekil 19

### Bulguları ve Tartışma

Boru ile lâmanın kaynatıldığı kaynak yerinden kesilen deneme parçasının metal mikroskopu ile incelenmesinde, kaynak dikişinin hemen bitişiğinde iri taneli bölge olduğu görülmüştür (Şekil 14). Erime bölgesine bitişik olan ve kaynak esnasında 1150°C ile 1450°C arasındaki sıcaklığa maruz kalan bu bölgede, daha geç soğuma nedeniyle, sert ve gevrek yapıya sahip iri taneler oluşmuştur.

Yapılan çalışmada bağlantı kulaklarına hadde doğrultusuna dik, 45° açılı, çift taraflı kaynak ağızı açılması ve iki parçanın kaynak ağızları arasında 2mm aralık verilmesi gerekirken, kaynak ağızlarının haddeleme doğrultusunda, tek taraflı ve rastgele açıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, CO2 gazı oksitleyici bir gazdır. Kaynak damarının darbe direncini arttırmak için koruyucu gaz olarak saf CO2 gazı yerine uygun bir koruyucu gaz karışımı kullanılmalıdır (Lesnewitsch 1958, Tülbentçi 1983)

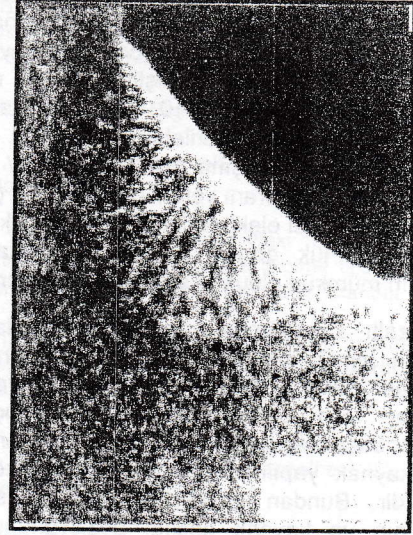
İdeal kaynak dikişi parametrelerinin tespiti için yapılan deneylerde torcun yer düzlemi ile yaptığı eğim açısı yaklaşık 85° olarak bulunmuştur. Ayrıca, deneylerde köşe dikişinin kök noktası ile kontak borusu arasındaki 30 mm. aralıkta en iyi sonuçlar elde edilmiş; gaz borusu ağız ile köşe dikişinin kök noktası arasında 25 mm' lik bir dikey uzaklık bırakılması gerektiği saptanmıştır. Bu sınır koşullarının sağlanmasında koruyucu gazın çok önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Uygun koruyucu gaz kullanılmadığı takdirde kaynak damarında, çatlama ve kırılmaya neden olan önemli bir gözenek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, uygun olmayan koruyucu gaz kullanıldığında kaynak damarının gevrek, kırılma çatlama meyilli olduğu tespit edilmiştir (Halmoy 1983).

Kaynak parametrelerinin tespiti için kaynak banyosunun davranışının da gözlemlenmesi gerekir. Kaynak dikiş kalitesi hakkındaki bilgi, ısının tesiri altında kalan bölge ve kaynak hatalarından oluşmuş büyütülmüş kesitler ile sağlanmaktadır. Şekil 21 ve Şekil 22' de bu tip iki kaynak dikiş kesiti görülmektedir.

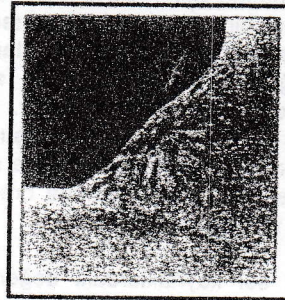
Şekil 21, hatalı kaynak dikişini göstermektedir. Şekildeki kaynak banyosunun yetersiz koruyucu gaz ile kaplanmasından dolayı kaynak dikişinin alın bölgesinde çatlak, gözenek, dikey sacda ileri derecede bir yanma olduğu görülmektedir.

Şekil 22 'deki gibi hatasız kaynaklı bağlantılarda, nüfuziyet düzenlidir; kaynak damarı çatlak ve gözenek içermez; dikiş ve parça arasındaki geçişler yumuşaktır ve dinamik yüklerle karşı dayanıklıdır.

Deneylerde yapılan kaynaklarda koruyucu gaz olarak Argon + %30 Helyum + % 10 CO2 karışımı koruyucu gaz kullanıldığında çok iyi, Argon + %25 Helyum + % 10 CO2 karışımı koruyucu gaz kullanıldığında iyi sonuç alınmıştır. Buradan, koruyucu gaz bileşimindeki Argon gazının oranının yüksekliğinin kaynakta olumlu etki yaptığı saptanmıştır.



Şekil 20



Şekil 21. Hatalı köşe dikişi



Şekil 22. Hatasız köşe dikişi

Gerilimi uygun olarak ayarlanmış çalışma bölgelerinde, sıçrama oluşumu ve dikişin görünüşü ve süreç kararlılığıyla ilişkili olarak objektif bir fark görülmemiştir.

Tel elektrodlar üzerinde gerçekleştirilen kimyasal analizler dikkate değer farklar göstermemiştir. Bakır kaplı tellerin birbirlerine yakın özelliklerde oldukları tespit edilmiştir. Tel yüzeylerinin elektron mikroskopu vasıtasıyla bulunabilen farklılıkları arasında bağlantı yoktur, bu farklılıkların ark üzerindeki etkilerinde değişiklik tespit edilememiştir.

Test edilen 1.0 mm çaplı tel elektrod yüksek güçlü MAG kaynağı için uygundur. Bu telle yapılan deneylerde gözenek oluşumunun minimum olduğu görülmüştür. Bundan dolayı 1.0 mm. çaplı tel elektrod ile 25 m/dak' dan daha fazla tel ilerleme hızlarında kaynak yapılmalıdır.

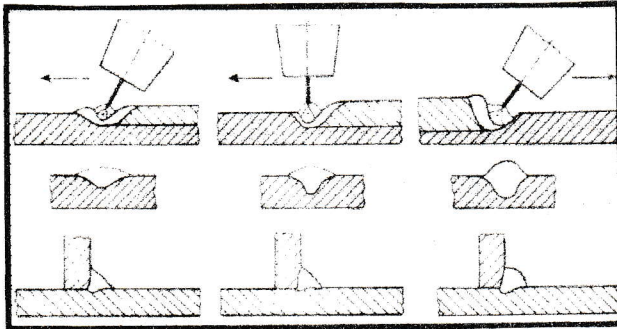
### Sonuç

%10 karbondioksit, %25 ila 30 helyum ve %60 ila 65 Argon' dan oluşan gaz karışımıyla çok iyi kaynak sonuçları alınmıştır. Daha yüksek helyum oranında kaynağın daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bundan dolayı %60 Argon, %30 Helyum ve % 10 CO<sub>2</sub> gaz karışımı ideal koruyucu gaz olarak önerilebilir. 46V' luk bir kaynak gerilimine kadar ki çalışma aralığında 25 lt/ dak' lık bir koruyucu gaz debisi oranı yeterli olacaktır. Bu gaz karışımı ve 1.0 mm çaplı tel elektrod ile 48,5 m/dak' lık tel ilerleme hızı , 46 V' luk gerilim ile kararlı kaynak sürecine ulaşmanın mümkün olduğu kanısına varılmıştır.

Gazaltı kaynağında kaynak damarından istenilen neticenin alınabilmesi için kaynak tellerinin rutubetten korunması gerekir. Ellerde buılanan ter, yağ v.b. gibi maddeler telin oksitlenmesine ve sonuçta kaynak dikişinin bozulmasına neden olurlar (Luijendijk 1993). Ayrıca, kaynak yapılırken torcun bükülmemesine dikkat edilmelidir. Bundan başka, denemeler esnasında iş parçasının ve kaynak başlığı pozisyonunun da elde edilen kaynak dikişinin kalitesini ve görünüşünü önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır.

Hatalı seçilmiş kaynak yönü de birleşme eksikliğine neden olabilmektedir. Geriye doğru (soldan -sağa) kaynakta ark kendini daha derine gömmektedir; bundan dolayı tümsek ve nispeten dar bir dikiş elde edilmektedir. Bu tip kaynakta ergimiş metal banyosu içine çok miktarda ısı verildiği için, metal soğumadan önce gazların sıvı metalden kaçmasına yetecek kadar zaman vardır. Bu nedenle, bu tarzda yapılan kaynakta gözenek oluşumu riski düşüktür. Ayrıca, burada koruyucu gazın arki ve sıvı metali örtmesi, ileri doğru (sağdan-sola) kaynağa oranla daha iyidir, (Şekil 23), (Anık ve arkadaşları 1985).

Çizelge 3' te sağ ve sol kaynaklardaki değerleri karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir (Anık ve arkadaşları 1985).



Şekil 23. Sol ve sağ kaynak halinde dikiş formunun değişimi

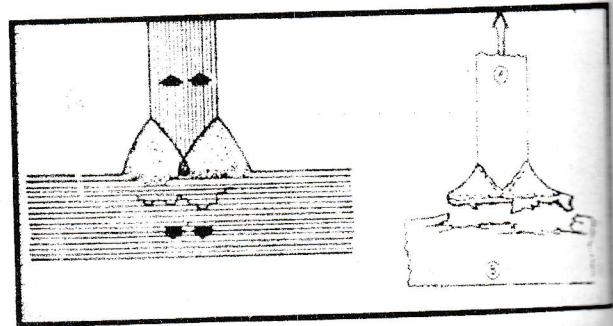
Çizelge 3. Sağ ve sol kaynak tekniklerinin karşılaştırılması

Kaynak başlığının hareket yönü	İleri doğru (sağdan sola)	Geriye doğru (soldan sağa)
Nüfuziyet	Daha az	Daha fazla
Dikiş genişliği	Daha geniş	Daha dar
Dikiş tümsekliği	Daha az	Daha fazla
Gözenek oluşum riski	Daha fazla	Daha az
Erime noksanlığı	Daha fazla	Daha az

İleri doğru (sağdan sola) kaynakta, ergimiş metal banyosu önünde kalan kaynak ağı boşluğundaki hava, geriye doğru (soldan sağa) kaynağa nazaran daha etkin olarak uzaklaştırılabilir. Bu tip kaynakta, arkın kaynak dikişinden uzaklaşması durumunda yetersiz birleşme olması riski vardır (Gülbahar 1984).

Plâka kalınlığı, kaynak ağı şekli, parçalar arasındaki aralık gibi değerler standartlara uygunsuz seçildiklerinde kaynak esnasındaki ısı girdisi çok düşük olabilir; sonuçta uygun bir birleşme sağlanamaz. Buna karşılık kaynağın dış görünüşü oldukça iyidir. Kaynağın bu görünüşü dikiş mukavemeti hakkında yanlış izlenim verir. Isıdan etkilenen kaynak bölgesinde sertleşme ve sonuçta kırılma ve çatlama oluyorsa, soğuma hızını azaltmak için parçalara ön tav uygulanmalıdır (Kılık 1983).

Kaynaklarının çatlamaması ve kırılmaması için, kulakların malzemesinin ve kulakların kaynatıldığı ana boru malzemesinin iç yapısında bağımsız hadde katları (katmerler) bulunmamalıdır. Eğer tam kaynatılacak yerde bu tip malzeme imalat hataları varsa buraları, bu hatalar giderilinceye kadar taşlanmalı, sonra dolgu kaynağı ile doldurulmalı ve bu dolgu kaynağı üzerine parçalar kaynatılmalıdır. Bu tip işlemle kaynaktaki lameller yırtılma sorunu ortadan kaldırılmış olur. Şekil 24 a-b' de kaynak yerindeki lâmeler yırtılmalar gösterilmiştir. Kulaklar bu tip yırtılma ile ana borudan kopmuşlardır.



Şekil 24. Birleştirme şekline ve uygun olmayan kaynak ağı dizaynına bağlı olarak lamel çatlama ve yırtılma oluşumları

### Kaynaklar

- Anık, S., 1982. Kaynak Tekniği, Cilt 1-2, İ. T. Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- Anık, S., K. A. Adsan, T. Macun, M. Tümer ve M. Gürçan, 1985. Gazaltı Kaynak Teknikleri, SEGEM Yayınları, İstanbul.
- Anonymous, 1980. Technical Guide or Gas Metal Arc Welding, Hobart Brothers Company, U.S.A.
- Aichele, G., 1992. Diskussionsbeitrag zur Wirtschaftlichkeitsberechnung des T. I. M. E. Schweissens, Schweißtechnik, Wien, H.5, s.66-68.
- Baum, L. M. and V. Fichter, 1982. Der Schutzgas Schweisser I-II DVS.
- Church, J. G. and U. H. Imaizumi, 1984. Welding characteristics of a new welding process, T.I.M.E. Process. IIW-Dok. XII-1-199-90.
- Dilthey, U., 1993. Anwendung moderner Hochleistungsschweißverfahren bei der Verarbeitung hochfester, Feinkornbaustähle, DVS-Bericht 15, s.71-76, DVS-verlag, Düsseldorf.
- Farwer, A., 1993. Zeitgemässes MAG Hochstromschweißen senkt die Kosten und erhöht die Abschmelzleistung, MM. 99, H.24, s.42-45 Hauck, g., Sandner.
- Gülbahar, B., 1984. Gazaltı Kaynak Yöntemleri, Oerlikon Kaynak Elektrotları ve San. A.Ş. Yayını, İstanbul.
- Gülbahar, B., 1984. Kaynak Bilimi, Sayı:1,2,3, Oerlikon Kaynak Elektrotları ve San. A.Ş. Yayını, İstanbul (s. 3-29;54-90), (s.64-67), (s.133-154).
- Gücer, D., 1970. Malzeme Bilgisi, İ.T.Ü. Sayı: 872, İstanbul.
- Halmoy, E., U. and H. Fostervoll, 1983. Rotating welding arcs. IIW-Dok. 212- 558.
- Kılık, R., 1983. Kaynak Bölgesindeki Sıcaklık Dağılımı ve Değişimine Isıl Özelliklerin, Gizli Ergime Isısının ve Elektrot Çapının Etkisi, İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.
- Lesnewitsch, A., 1958. Control of melting rate and metal transfer in gasshielded metal-arc welding, Partland II, Wdg. J.37, H.8,45,343, s.25,53,418.
- Luijendijk, T., 1993. Invloed van het beschermgas bei het MAG-lassen met verhoogde neersmeltsnelheid (2), Lastechnik, Nederland 59, H.2, S.62-67.
- Mutaf, E., 1974. Tarım Alet ve Makinaları, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:218, Bornova/İzmir.
- Öz, İ. H., 1979. Tarım Makinaları İ.T.Ü. No.1141, İstanbul.
- Tülbentçi, K., 1983. Sade Karbonlu Çeliklerin Kaynak Teknikleri, Seminer Notları, SEGEM, İzmir.