

ve işçilik hizmetlerini ve teknolojilerini sunan teknolojik bir kurum. Bu kurum, teknolojilerin gelişmesi ve uygulanması konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, ülkenin ekonomisi ve sosyal yaşamda önemli bir değişimi gözle见过。Birçok teknoloji, eğitim, sağlık ve yaşam alanlarında büyük bir etki yaratmaktadır. Örneğin, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi, eğitimde okulları ve üniversiteleri daha etkin hale getirmektedir. Ayrıca, sağlık sektöründe de teknolojilerin etkisi, hastaların tedavisi ve ilaç geliştirme süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Teknolojinin etkisi, ekonomiye de büyük katkıda bulunmaktadır. Özellikle, teknolojiyi kullanan şirketlerin ihracat seviyesi, ülkenin ekonomisini güçlendirmektedir. Bu nedenle, teknoloji, ülkemizin geleceğinin temel taşıdır.

Vakıf Teknoloji ve İnnovasyon Merkezi, teknolojilerin gelişmesi ve uygulanması konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, ülkenin ekonomisi ve sosyal yaşamda önemli bir değişimi gözle见过。Birçok teknoloji, eğitim, sağlık ve yaşam alanlarında büyük bir etki yaratmaktadır. Örneğin, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi, eğitimde okulları ve üniversiteleri daha etkin hale getirmektedir. Ayrıca, sağlık sektöründe de teknolojilerin etkisi, hastaların tedavisi ve ilaç geliştirme süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Teknolojinin etkisi, ekonomiye de büyük katkıda bulunmaktadır. Özellikle, teknolojiyi kullanan şirketlerin ihracat seviyesi, ülkenin ekonomisini güçlendirmektedir. Bu nedenle, teknoloji, ülkemizin geleceğinin temel taşıdır.

## METAL TOZLARININ KAYNAK ENDÜSTRİSİNDE UYGULANMASI

Yrd. Doç. Dr. İbrahim ERTÜRK\*

### I. GİRİŞ :

Günümüzün üretim teknolojisinde metaller gibi metal tozları da yaygın halde kullanılmaktır. Dünyada üretilen metal tozlarının yaklaşık % 60'ı otomatik endüstrisinde % 25'i kaynak endüstrisinde, geri kalanı da çeşitli endüstri kollarında kullanılmaktadır. Bu makalede metal tozlarının kaynak endüstrisindeki kullanım yerleri üzerinde durulacaktır.

### II. KAYNAK ENDÜSTRİSİNDE :

Metal tozları; kaynak arka sırasında koruyucu gaz ve curul oluşturarak kaynak banyosunu atmosferik ortamdan korumak, arka kararlılığını sağlamak ve kaynak dikişini alaşımlandırmak maksadıyla elektrod örtü maddesi olarak kullanıldığı gibi; tozaltı, sert dolgu ve metallerin kesilmesi gibi yöntemlerde yaygın olarak kullanılır. Bu nedenle kaynak endüstrisinde kullanılan metal tozları dört grupta toplayabiliriz.

#### 2.1. Elektrod Örtü Maddesi Olarak Kullanılan Metal Tozları :

Bu tozlar örtünün karakterine, elektrodon tipine göre değişmekte birlikte, başta verimi yükseltmek ve kaynak dikişini alaşımlandırmak için katılırlar. Ayrıca; metal tozları ve bileşimlerinin çizele 1'de gösterilen faydalari da vardır. Örtüye ilave edilen M/T.'ları öğütülüp 100 meşlik (148 mikron) eleklerden geçirildikten son-

(\*) Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi End. Malzeme Anabilim Dalı Başkanı.

ra örtü maddesine katılsırlar. Alaşuma katılan metal tozlarının boyutları küçüldükçe alaşımındaki verimlerde o oranda artar. Gündümüzde alaşımı kaynak dikişleri elde etmek için alaşımı kaynak teli yerine alaşım elemanı içeren örtü malzemesi kullanmak daha ekonomik olmaktadır.

Örtü karekterine göre elektrodları sınıflandırmamız gereklidir:

#### **2.1.1. Rutil Elektrodlar :**

Bu elektrodlarda örtü ağırlığının yaklaşık % 35'ni titan oluşturur. Ayrıca, selüloz, ferromangan, sodyum ve potasyum ile potasyum silikatlarda katılır. Feldespat ve asbest gibi silisli maddeler normal curufa akıcılık veren titan dioksit ile birleşerek curufun normal akıcılıkta kalmasını sağlarlar.

#### **2.1.2. Bazik Elektrodlar :**

Bu elektrodların örtü ağırlığının büyük bir bölümünü kalsiyum ve diğer toprak alkali metallerin karbonatları ile bir miktar kalsiyum florür oluşturur. Curufun akışkanlığını azaltmak için örtüye az miktarda silikat, rutil veya zirkonyum silikat da katılır. Ferro silisyumda katılarak kaynak metalindeki karbon oksitlerinin meydana getireceği gözenekler önlenmiş olur.

#### **2.1.3. Oksit Elektrodlar :**

Bu elektrodların örtü ağırlığının yaklaşık % 60-70'ni demir oksit oluşturur. Ayrıca,  $(Fe_3O_4)$  Mağnetit,  $(SiO_2)$  Kuartz,  $(CaCO_3)$  Kalsiyum Karbonat, Kaolen ve su camı belirli oranlarda kullanılır. Demir Oksit olarak mağnetit yerine  $(Fe_2O_3)$  hematitde kullanılabilir. Kaynak sırasında fazla karbon ve magenez yanması olacağını bu elektrodları düşük karbonlu çeliklerin kaynağından kullanmak yerinde olur.

#### **2.1.4. Selülozik Elektrodlar :**

Bu elektrodların örtü ağırlığının % 30'nu selüloz oluşturur. Selüloz yandığı zaman kaynak metalinin üzerinde koruyucu gaz atmosferi meydana getirir. Örtüye diğer maddelerden titan curufun kolay kalkmasını sağlarken, mangenez de kaynak sırasında okşitlenerek kaybolan mangenezi dikiş tekrar kazandırır.

**ÇİZELGE - 1: Örtülü Elektrodların Üretimde Kullanılan Metal Tozları ve Görevleri.**

Alaşım Elemanının Adı	Alaşım Elemanın Ortası İçindeki Formu	Örtü İçindeki Görevleri			
		Curuf Yarıpıcı Maddeler	Ari Düzenleyen Maddeler	Oksidasyon Maddeleri	Gaz At. Oluşturan Maddeler
Demir	Demir	X	X	X	
Alüminyum	Ferroalüminyum				X X
Vanadyum	Ferrovanyum				X X
Krom	Ferrokrom				X
Nikel	Elektrolitikni.				X
Bakır	Bakır				X
Niobum	Ferroniobum				X
Titanyum	Ferrotitanyum	X	X		X
Berlyum	Bakır-Berlyum				X
Tungsten	Ferrotungsten				X
Zirkonyum	Nikel-Zirkon				X
Mangenez	Ferromangan	X			X X
Molibden	Ferromolibden				X
Kalay	Kalay				X

#### **2.1.5. Asit Elektrodlar :**

Bu elektrodlarda örtünün büyük bir bölümünü Ferro mangan, demir oksit, kuartz ve diğer deokside maddeler oluşturmaktadır. Bazi hallerde ferro mangan yerine ferrosilisyumda katılabilir. Bu elektrodlarda örtünün karakteri oksitleyici olduğundan kaynak banyosundaki alaşım elemanları büyük oranda yanar. Bunun için dikişli alaşımlandırılacak maddelerin örtüye ilavesi gerekecektir.

#### **2.1.6. Demir Tozlu Elektrodlar :**

Bu elektrodların örtüsünün ağırlık olarak % 50'ye varan kısmını demir tozu oluşturur. Demir tozu örtüyü iletken hale getirenek arka oluşumunda kolaylaştırıcı etki yapar. Aynı zamanda kaynak dikişine de geçerek verimi artırır. Bu nedenle demir tozlu elektrodlara yüksek verimli elektrodlar adı verilir.

#### **2.2. Toz Altı Kaynağında Kullanılan Metal Tozları :**

Bu kaynak yönteminde kullanılan metal tozları örtülü elektrod kaynağındaki örtüsünün görevini yaparlar. Kaynak işlemeye fiziksel ve metalurjik olarak tesir ederler. Fiziksel olarak oluşan sert dolgu tozu olup Si ve Mn'in geçiş/yanma davranışını rakamla ifade edilirken C, Cr, Mo gibi elementler sadece sembolleryle verilir.

Metalurjik olarak ise kaynak edilen metal, kaynak teli ve tozun bileşimi. Dikişin kimyasal bileşimine tesir eden önemli faktörleri yaratırlar.

Tozaltı kaynağında kullanılan tozları aşağıdaki böümlere ayıralım:

##### **2.2.1. İmal Şekline Göre :**

- . Erimiş tozlar
- . Sinterlenmiş tozlar,
- . Aglomere tozlar,

##### **2.2.2. Kimyasal Bileşimine Göre :**

- . Asit karakterli tozlar
- . Nötür karakterli tozlar
- . Bazik karakterli tozlar

##### **2.3.2. Manganez Miktarına Göre :**

- . Yüksek manganezli
- . Orta manganezli
- . Manganezsiz

Toz altı kaynağında kullanılan tozlar DIN 32522'ye göre 7 klassta toplanmıştır.

Klas 1 Alaşimsız ve düşük alaşımımlı çeliklerin birleştirme kaynağında kullanılan tozlardır. Si ve Mn'in geçiş/yanma davranışını rakamla ifade edilir.

Klas 2 Alaşimsız ve düşük alaşımımlı çeliklerin birleştirme kaynağında kullanılan tozlardır. Si ve Mn'in geçiş/yanma davranışını sadece sembolleryle verilir.

Klas 3 Sert dolgu tozu olup Si ve Mn'in geçiş/yanma davranışını rakamla ifade edilirken C, Cr, Mo gibi elementler sadece sembolleryle verilir.

Klas 4 % 5'in üzerinde Cr içeren yüksek sıcaklığı dayanıklı çeliklerin birleştirme kaynağına ve alaşimsız ve düşük alaşımımlı çeliklerin uygun ilâve metalle dolgu kaynağında kullanılan tozlardır. Geçiş/yanma davranışını Si, Mn, Cr sırasıyla rakamla ifade edilir.

Klas 5 Paslanmaz ve ısıya dayanıklı Cr'lu ve Cr-Ni'li çeliklerin birleştirme ve dolgu kaynağında kullanılan tozlar geçiş/yanma davranışını Si, Mn, Nb, C sırasıyla rakamla ifade edilir.

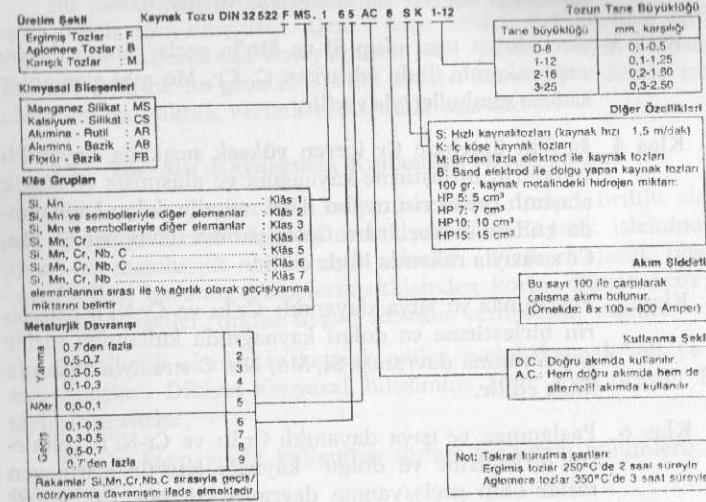
Klas 6 Paslanmaz ve ısıya dayanıklı Cr'lu ve Cr-Ni'li çeliklerin birleştirme ve dolgu kaynağı için Cr içermeyen tozlar olup geçiş/yanma davranışını Si, Mn, Cr, Nb, C sırasıyla rakamla ifade edilir.

Klas 7 Nikel ve nikel esaslı alaşımının birleştirme ve dolgu kaynağında kullanılan tozlar olup geçiş/yanma davranışını Si, Mn, Cr, Nb sırasıyla rakamla ifade edilir.

#### **ÇİZELGE - 2 : DIN 32522'ye göre tozaltı kaynağında kullanılan tozların kimyasal bileşimlerinin gösterilisi.**

Tanıma İşareti	Ana Madde Olarak Kimyasal Bileşimi	Toz Cinsi
MS	$MnO + SiO_2$ min. % 50	Mangan-Silikat
CS	$CaO + MgO + SiO_2$ min. % 60	Kalsiyum-Silikat
AR	$Al_2O_3 + TiO_2$ Min. % 45	Alümina-Rutil
AB	$Al_2O_3 + CaO + MgO$ (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> min.% 20) min. % 45	Alümina-Bazik
FB	$CaO + MgO + MnO + CaF_2$ min.% 50 $SiO_2$ min.% 20 $CaF_2$ min.% 15	Florür-Bazik

### ÇİZELGE - 3 : DIN 32522 Göre Kaynak Tozlarının Gösterilişi.



### 3. Dolgu Maddesi Olarak Kullanılan Metal Tozları :

Dolgu kaynağından istenen özelliklerin başında sertlik ve dayanım gelir. Bu nedenle dolgu kaynağının sert yüzey dolgusuda denir. Sert yüzey dolgusu aşınan parçaların tamirinde kullanılan bir kaynak teknigidir. Bununla beraber yeni dizayın edilen parçaların aşınmaya zorlanan bazı kısımlarının sert dolgusu son derece isabetli olur. Dolgu kaynağı çeşitli kaynak yöntemleri ile yapıldığı gibi atomize olarak tel ve toz püskürtme yöntemi ilede yapılabilir.

Bu yöntemlerde dolgu malzemesi doldurulacak metalle aynı ve yakın bileşimde olur, iken ilave edilen dolgu parçaya bir takım yeni özellikler kazandıracak ise esas metalden ayrıca seçilebilir.

#### 3.1. Dolgu Malzemesinden İstenen Özellikler :

- . Normal şartlardaki sertlik
- . Sıcak haldeki sertlik
- . Aşınmaya karşı dayanıklılık
- . Abroyzona dayanıklılık
- . Korrozyona dayanıklılık
- . Sıcak halde oksidasyona dayanıklılık

Dolgu kaynağında başarılı olabilmek için dolgu malzemesinin seçimini bilerek yapmak gerekir. Çünkü her özel aşınma durumu için optimum değerleri verecek bir malzeme, toz grubu vardır. Yeterki aşınma tipide titizlikle tesbit edilmiş olsun.

Dolgu kaynaklarında kullanılan tel ve tozların bileşimi alaşım gruplarına göre DIN 8555 de sınıflandırılmıştır.

### ÇİZELGE 4 : DIN 8555'e göre dolgu malzemeleri.

Alaşım grubu	% Bileşimi							
	C	Co	Cr	Fe	Mn	Mo	Ni	W
1 < 0,4	—	0 İİİ 3	—	0,5 İİİ 3	0 İİİ 1	0 İİİ 3	—	—
2 > 0,4	—	0 İİİ 5	—	0,5 İİİ 3	0 İİİ 1	0 İİİ 3	—	—
3 0,2 İİİ 0,5	—	1 İİİ 5	—	—	0 İİİ 4	0 İİİ 5	1 İİİ 10	0,15 İİİ 1,5
4 0,6 İİİ 1,5	0 İİİ 15	4 İİİ 6	—	—	0 İİİ 10	—	1,4 İİİ 18	0 İİİ 3
5 0,2 ye kadar	—	5 İİİ 30	—	—	0 İİİ 2	0 İİİ 5	—	—
6 0,2 İİİ 2,0	—	5 İİİ 18	—	—	0 İİİ 2	—	—	—
7 0,5 İİİ 1,2	—	0 İİİ 3	—	11 İİİ 18	(Mo 1)	0 İİİ 3	—	—
8 0,25 e kadar	—	18 İİİ 20	—	5 İİİ 6	(Mo 1)	5 İİİ 9	—	—
9 0,2 e kadar	—	13 İİİ 30	—	—	0 İİİ 5	0 İİİ 25	—	Nb/Ta 0 İİİ 1,5
10 1,5 İİİ 5	0 İİİ 5	27 İİİ 35	—	0 İİİ 8	0 İİİ 3	—	0 İİİ 5	—
20 0,7 İİİ 3	31 İİİ 70	25 İİİ 33	Geri kalon	—	0 İİİ 3	0 İİİ 3	3 İİİ 25	—
21 —	—	Cr-Karbür 0 İİİ 80	Bağılayıcılar Fe, Mo, Co, Ni	—	—	W-Karbür 0 İİİ 80	—	(Ti-Karbür 1)
22 1 e kadar	1 İİİ 1,5	8 İİİ 18	—	—	—	65 İİİ 85	(W 1)	—
23 0,12 ye kadar	0 İİİ 2,5	0 İİİ 18	4 İİİ 7	—	8 İİİ 35	Geri kalon	0 İİİ 23	0,2 İİİ 0,6

Alaşım grubu	% Bileşimi						
	Sn	Al	Fe	Ni	Si	Mn	Cu
30 6 İİİ 12	—	—	—	—	—	—	—
31 —	5 İİİ 15	0 İİİ 6	(Ni 1)	(Si 1)	(Mn 1)	—	—
32 —	—	(Fe 1)	5 İİİ 45	—	(Ni 1)	Geri kalon	—

1) Grup karakterini değiştirmeyen elementler

2) Alım grubu 31'in tenimine bakınız.

İsviçre'nin Castolin firması da dolgu kaynağında ve yüzey kaplamada kullanılan toz ve alaşımını geliştirmek kullaşma yerine ve tozun bileşime göre özel olarak numaralandırılmıştır.

Castolin Firmasının Tozlarına Ait Bazı Örnekler Aşağıda Verilmiştir.

Tozun Numarası	Bileşimi	Kullanıldığı Yer ve Malzemeler
Castolin 10009	Ni-Cr-Bor.	Kamarlar, darbeli çalışan parçalar, çelikler, paslanmaz çelikler, dökme demir.
Castolin 10112	Ni-Cr-Tungsten Karbür	Nakil zincirler, helezonlar, çelikler, paslanmaz çelikler.
Castolin 10494	Ni-Cr-Fe-Bor Silisyum bazlı	Alaşimsız ve合金 çelikler.
Castolin 19400	Cr-Alaşımımlı	Saf bakır dışında her türlü demir合金lar, Alüminyum合金ları bakır合金ları.
Castolin 19985	Cr. Ni bazlı	Bilyeli yatak muyluları, demir bakır合金ları Alüminyum合金ları.
Castolin 12093	Co-Ni katıklı.	Korozif ortamda çalışan burç, piston ve miller.

Plazma kaynak yöntemi ile de demir, seramik, tungsten tungsten karbür, tantalyum, platin, zirkonyum, vanadyum v.b. metaller metal tozu püskürtüllererek doldurulabilir.

Plazma kaynağındaki kullanılan dolgu malzemeleri toz halinde olup bileşimleri çizelge 5'de verilmiştir.

#### 4. Metallerin Kesilmesinde Kullanılan Metal Tozları :

Metallerin Oksijenle kesilmesinden doğan zorluklar toz altında kesme yönteminin gelişmesine sebep olmuştur.

Kesme sırasında özel oksi asetilen torcu ile demir tozu kullanılır. Kesmeyi daha aktif hale getirmek reaksiyon ısısını yükseltmek için demir tozunun içine % 10 ile % 30 Alüminyum tozunda katılır. Paslanmaz çeliklerin kesilmesinde toz olarak krom oksit kullanılır. Bu yöntem ile合金 çelikler, dökme demirler, paslanmaz çelikler, ile demir dışı metallerden Alüminyum, bakır, monel ve bronz malzemeler kolaylıkla kesilebilmektedir.

ÇİZELGE - 5 : Plazma Doldurma Kaynağında Kullanılan Tozlar ve Özellikleri.

İl W/Iİ'ye Göre Sınıfı	Kimyasal Bileşimi	Sertliği.
Qa	Ni-Cr Alaşımımları	35 Rock Well-C
H	Co-Cr. Alaşımımları	40 Rockwell-C
G	Cr-C Alaşımımları	60 Rockwell-C
P	Tungsten Karbür	67 Rockwell-C

#### SONUÇ

Metal tozlarının, üretimi ve kullanımı sanayileşmiş ülkelerde hızla artmaktadır. Bu ülkeler araştırma ve geliştirme enstitüleri kurarak, toz metalurjisi teknolojisinden faydalanan yoluna gitmişlerdir.

Günümüzde, toz metalurjisi teknolojisinin geliştirilmesi kadar kullanımı da büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde de en azından mevcut araştırma merkezleri bünyesinde ya da bağımsız olarak toz metalurjisi araştırma ve uygulama merkezleri kurularak, ülke ekonomisine katkı sağlaması yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Uygur Eti Mustafa, **Metal Tozlarının İmalı** Orta Doğu Teknik Üniversitesi 1979, Ankara.
- Uygur Eti Mustafa, **Dünyada ve Türkiye'de Toz Metalurjisi** Orta Doğu Teknik Univ. 1982, Ankara.
- Anık Selahattin, **Kaynak Teknolojisi**, Cilt : 2 Teknik Üniv. Matbaası 1972, İstanbul.
- Anık Selahattin, Tülbentçi Kutsal, **Tozaltı Kaynak Tekniği**. BÖHLER Kaynak Elektrodları Yayımları İstanbul.
- Anık Selahattin, Tülbentçi Kutsal, **Elektrik Ark Kaynağı**, HOBART Kaynak Elektrodları Yayımları, 1986, İstanbul.
- Ersümer Aram, **Toz Metalurjisi**, Teknik Üniv. Matbaası 1970, İstanbul.
- Andrew D. Althouse, Carl H. Turngurst, Willam A. Bowdrich., **Modern Welding**.
- Eutectic, Castolin Kataloğu, İsviçre 1985.
- Öğuz Burhan, **Dolgu Kaynağı El Kitabı** OERLIKON Yayımları, 1976, İstanbul.
- DIN 32522 Normu
- DIN 8555 Normu
- TS 3087, **Toz Metalurjisi Terimleri**, 1978 Ankara.
- TS 3983, **Tozlarım Tane Büyüklüğünün Tayini**, 1983 Ankara.
- TS 4207, **Tozlarım Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini**, 1984 Ankara.

### a. Metallerin Kullanımda Kullanılan Metal Teknolojileri

Metallerin Okijendi İşlemlerindeki Uygulukları Taz Sınamalarla İlgili Bir İnceleme

Kullanımda bulunan teknolojilerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme

İşlemlerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme

### b. Metallerin Kullanımda Kullanılan Metal Teknolojileri

Metallerin Okijendi İşlemlerindeki Uygulukları Taz Sınamalarla İlgili Bir İnceleme

İşlemlerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme

### c. Metallerin Kullanımda Kullanılan Metal Teknolojileri

Metallerin Okijendi İşlemlerindeki Uygulukları Taz Sınamalarla İlgili Bir İnceleme

İşlemlerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme

### d. Metallerin Kullanımda Kullanılan Metal Teknolojileri

Metallerin Okijendi İşlemlerindeki Uygulukları Taz Sınamalarla İlgili Bir İnceleme

İşlemlerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme

### e. Metallerin Kullanımda Kullanılan Metal Teknolojileri

Metallerin Okijendi İşlemlerindeki Uygulukları Taz Sınamalarla İlgili Bir İnceleme

İşlemlerdeki uygulukları taz sınamalarla ilgili bir inceleme