

17253

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRTÜNMEYE MARUZ METALİK DİSKLERİN AŞINMIŞ
BÖLGELERİNDE DOLGU KAYNAK İŞLEMİNDEN SONRA AŞINMA
ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI

Mehmet . H. KORKUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

METALURJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

1991

ELAZIĞ

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRTÜNMEYE MARUZ METALİK DİSKLERİN AŞINMIŞ
BÖLGELERİNDE DOLGU KAYNAK İŞLEMİNDEN SONRA AŞINMA
ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI**

Mehmet . H. KORKUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
METALURJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Bu Tez, Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından
Oybirliği / Oyçokluğu İle Başarılı / Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)

(İmza)

(İmza)

Danışman

Prof. Dr. Şeref KUNÇ

ÖZET**Yüksek lisans tezi****SÜRTÜNMEYE MARUZ METALİK DİSKLERİN AŞINMIŞ
BÖLGELERİNDE DOLGU KAYNAK İŞLEMİNDEN SONRA AŞINMA
ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI****Mehmet . H . KORKUT****Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Metalurji Eğitimi Anabilim Dalı****1991 , Sayfa : 80**

Bu tez çalışmasında sürtünme kuvvetlerinin etkisi ile aşınması söz konusu olan malzemelerin üzerine dolgu kaynağı yapılmak suretiyle aşınma davranışlarının geliştirilmesine çalışıldı . Bir ray - teker mekanizması dikkate alınarak metal-metal sürtünmesi üzerinde çalışmalar yoğunlaştırıldı.

Ray - teker mekanizması laboratuvar şartlarında modellenerek 7 ayrı dolgu elektrodu (E 10 - 60 Z örtülü , E 6 - 60 (65 w) t örtülü , E 18 - 8 Mn B , E 4 - 200 k örtülü , E 1 - 300 örtülü , Ey - 4253 Mn B , E 51 - 3 RR 22) üzerinde deney sonuçları incelendi . Deneyler 40 N, 60 N, 80 N' luk yüklemelerde , sabit bir kayma sonucunda oda şartlarında yapıldı. Deney sonuçları ağırlık kaybı esasına göre tesbit edildi.



Deney sonuçlarına metalografik yapı , yüzey sertliği ve yüzeyde oluşan oksit tabakası açısından yorumlar getirildi . En iyi sonuç sünek matris olan ostenitik yapılarda elde edildi. Bu yapılar içerisinde NbC (niobyum karbür) ihtiva eden ostenit yapılar diğer ostenitik yapılara göre daha iyi aşınma direnci verdi. Yüzeyde oluşan oksitlerden kalıcı oksitler, sürtünme kuvvetini düşürdüğünden dolayı aşınma direncini arttırdığı tesbit edildi. Yüzey sertliği ile aşınma direnci arasında doğrudan bir ilişki tesbit edilemedi.

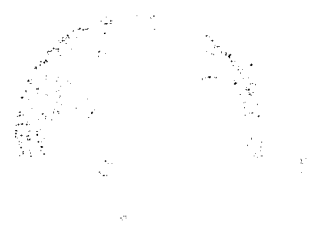


SUMMARY**Masters Thesis****EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF WEARING
CONDITIONS , AFTER WELD DEPOSITING ON
THE WORN SURFACES OF METALLIC MATERIALS.****Mehmet . H . KORKUT****Fırat University
Institute of Science and Technology
Metallurgical Education Department****1991 , Page : 80**

Materials which exposed to wear by frictional forces were deposited welding and their wearing behaviours were tried to be developed. On a rail - wheel mechanism , and metal - to - metal friction were studied.

The rail - wheel mechanism was modelled for laboratory conditions, and test results from 7 differend deposit welding rods (E 10 - 60 Z covered, E 6 - 60 (65 w) t covered , E 18 - 8 Mn B , E 4 - 200 k covered , E 1 - 300 covered , Ey - 4253 Mn B , E 51 - 3 RR 22) were examined. Tests were applied under 40 N , 60 N , and 80 N loads , constant sliding and room conditions . Test results were determined by weight loos.

Test result were interpreted according to the metallographic structure , surface hardness and oxide film formed on the surfaces. The best results were obtained from austenitic structures having ductile matrixes . Among these structures , the austenitic structures having NbC (Niobium Carbide) , showed better wearing resistance than the others . Oxides formed on the surface increased the wear resistance because of the reducing the frictional force. A direct relation between surface hardness and wear resistance were not determined.



TEŞEKKÜR

Bu tezin önerilmesinde ve yönlendirilmesinde benden her türlü yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam, Metalurji Eğitimi Bölüm ve Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. M. Mustafa YILDIRIM' a; çalışmalarım sırasında bana ışık tutup, yol gösteren Sayın Danışman Hocam, Teknik Eğitim Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Şeref KUNÇ' a; deney setinin , numunelerin hazırlanmasında ve çalışmanın verimli bir şekilde tamamlanabilmesi için , gerekli ilgiyi üzerimden eksik etmeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKSOY' a sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Deney numunelerinin temininde bana yardımcı olan Türkiye Lokomotif Sanayi Anonim Şirketi (TÜLOMSAŞ) Genel Müdürlüğü ve Malatya Lokomotif Bakım Ünitesi (LOKO) yetkililerine , deney seti ve numunelerin hazır hale getirilmesinde emeği geçen Elazığ Karayolları Bölge Müdürlüğü Bakım ve Onarım Atelyesi yetkili ve çalışanlarına; ayrıca deney sonrası numunelerin metalografik olarak açıklanabilmesi için benden laboratuvar imkanlarını esirgemeyen, Çimento Sanayi (ÇİTOSAN) ve Çimento Müstahsiller Birliği Genel Müdürü Sayın Mehmet Gümüş BARAN ve bu iş yerinde çalışıp tez çalışmasında emeği geçenlere en içten teşekkürlerimi sunarım.

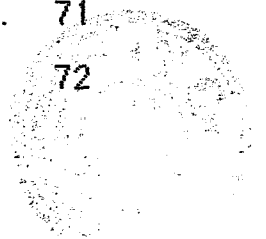
Ayrıca; tez çalışmamla sürekli ilgilenen ve literatür temininde yardımcı olan, Fırat Üniversitesi. Mak. Müh. Böl. Arş. Gör. Halidun KELEŞTEMUR' a ve Tek. Eğt. Fak. Metalurji Eğitimi ve Müh. Fak. Mak. Müh. Böl. atelyeleri görevlilerine candan teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Özet	1
Summary	111
Teşekkür	v
İçindekiler	vi
Semboller	18
Şekiller.....	8
Tablolar.....	xii
Resimler.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Dolgu Kaynağının Yararları	1
1.2. Dolgu Kaynağında Karşılaşılan Başlıca Problemler	2
1.2.1. Isıl zorlamalar	2
1.2.2. Ana ve dolgu metallerinin karışması	3
1.3. Dolguların Yapılması	4
1.4. Özlü Tel Elektrodlarla Dolgu Kaynağı	5
2. AŞINMA	6
2.1. Aşınmanın Çeşitleri	7
2.1.1. Adhesiv aşınma	7
2.1.2. Abrasiv aşınma (abrazyon)	9
2.1.2.1. Serbest abrasiv aşınma (erozyon)	11
2.1.2.2. Hafif darbeli şiddetli abrasiv aşınma	11
2.1.2.3. Ağır darbeli şiddetli abrasiv aşınma	11
2.1.3. Korozif aşınma	12
2.1.4. Termik aşınma	13
2.1.5. Kavitasyon	13

2.2. Mevcut Deney Düzenekleri Ve Genel İlkeler	14
2.3. Metallerde Aşınma Deneyi	15
2.4. Adhesiv Aşınma Sisteminin Açıklanması	17
2.5. Aşınma Analizi Ve aşınmaya Etki Eden Faktörler	17
2.5.1. Yüzey basıncının aşınmaya etkisi	20
2.5.2. Aşınma miktarına hızın etkisi	20
2.5.3. Yüzey pürüzlülüğünün aşınmaya etkisi	22
2.5.4. Numunenin şekil ve boyutunun aşınmaya olan etkisi	23
3. DOLGU KAYNAĞI TEKNİKLERİ	24
3.1. Oksi Asetilen Kaynak Yöntemi	24
3.1.1. Kaynak yapılışı	24
3.2. Örtülü Elektrodlarla Ark Kaynağı Yöntemi	25
3.3. Tozaltı Ark Kaynak Yöntemi	25
3.4. Gazaltı Ark Kaynak Yöntemi	26
3.4.1. Wıg kaynağı.....	26
3.4.2. Mıg kaynağı.....	26
3.5. Dolgu Kaynağı Uygulama Örnekleri	27
3.5.1. Kırıcı (konkasör) makaraları	27
3.5.2. Çamur karıştırıcı bıçaklar	27
3.5.3. Vagon tekerlekleri	27
3.5.4. Kok itici pabuçların sert dolgusu	27
3.5.5. Sinter tesisi karıştırıcı kollarının sert dolgu kaynağı	28
3.5.6. Konveyör vidalarının sert dolgu kaynağı	29
3.6. Ana Malzemesi 12 -14 Mn' lı Çelik Olan Parçaların Dolgu Kaynağı	30
3.6.1. Hafriyat makinaları kazıcı uçlarının sert dolgusu	30
3.6.2. Döner kırıcı (konkasör) çekiçlerinin sert dolgusu	31
3.6.3. Aşınma plakalarının sert dolgu kaynağı.....	32
3.6.4. Maden kırıcılarının sert dolgu kaynağı	33

3.6.5. Kazıcı kepçelerin sert dolgu kaynağı	34
3.7. Dolgu Kaynağında Kullanılan Elektrodlar	35
3.7.1. Sert dolgu amaçlı özlü elektrodlar	35
3.7.1.1. Tozaltı kaynak telleri	35
3.7.1.2. Gazaltı kaynak telleri	35
3.7.1.3. Açık ark kaynağı elektrodları	35
3.7.2. Sert dolgu kaynağı elektrodlarının, işletme şartları ve dolgu yapılacak malzeme açısından incelenmesi	39
4. MATERYAL VE METHOD	42
4.1. Deney Tezgahı Modeli	42
4.2. Deney Çalışmalarında Kullanılan Cihaz Ve Aparatların Tanıtılması	42
4.3. Deneyde Kullanılan Numuneler	44
4.4. Deneylerde Kullanılan Dolgu Elektrodları	44
4.5. Numuneler Üzerine Dolgunun Yapılışı	45
4.6. Numunelere Uygulanan Ön Ve son Tavlama Sıcaklığının Hesaplanması	46
4.6.1 Numunelerin fırın içinde bekleme süresinin hesaplanması	48
4.7. Deney Numunelerine Uygulanan Ağırlığın Hesaplanması	51
4.8. Deneylerin Yapılışı	52
4.8.1. Aşınma deneylerinin yapılışı	53
4.8.2. Metalografik deneylerin yapılışı	53
5. DENEY SONUÇLARI	54
5.1. Aşınma Deney Sonuçları	54
5.2. Sertlik Deneyi Sonuçları	62
6. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ	63
7. GENEL SONUÇLAR VE TAVSİYELER	71
KAYNAKLAR	72



SEMBOLLER

$T_{\text{ön}}$: Ön ısıtma sıcaklığı	($^{\circ}\text{C}$)
e	: Parça kalınlığı	(mm)
Bi	: Isının iletimle transferindeki boyutsuz sayı	(—)
h	: Isı taşınım katsayısı hareketsiz ortam (hava) için	($\text{w} / \text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)
L	: Isının transfer edildiği boy	(m)
k	: Malzemenin ısı iletim katsayısı	($\text{w} / \text{m} \text{ } ^{\circ}\text{C}$)
V_p	: Parçanın hacmi	(m^3)
A	: Parçanın toplam yüzey alanı	(m^2)
T_f	: Fırın sıcaklığı	($^{\circ}\text{C}$)
T	: Malzemenin merkezindeki sıcaklık	($^{\circ}\text{C}$)
T_0	: Malzemenin başlangıç sıcaklığı	($^{\circ}\text{C}$)
t	: Fırın içinde bekleme süresi	(dk)
P	: Numuneye uygulanan kuvvet	(N)
n	: Tornanın devir sayısı	(d / dk)
S	: Sürtünme yolu	(m)
C_p	: Malzemenin spesifik özgül ısısı	(Joul / $\text{kg} \text{ } ^{\circ}\text{C}$)
R_a	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü	(μm)
H	: Malzeme sertliği	(kg / mm^2)
V	: Hız	(m / sn)

ŞEKİLLER

- Şekil 1 : Parçanın dışbükey hali.
- Şekil 1.1 : Parçanın içbükey hali.
- Şekil 1.2 : Dolgu yapılacak kısmın yüzeyinin hazırlanması
- Şekil 1.3 : Parça yüzeyinin kaynağa hazırlanması.
- Şekil 2 : Metal - metal sürtünmesi mekanizması.
- Şekil 2.1 : Metal - metal sürtünmesi esnasında yüzeyden parça kopması.
- Şekil 2.2 : Abrasiv aşınma.
- Şekil 2.3 : Basınç etkisiyle abrasiv aşınma.
- Şekil 2.4 : Darbe etkisiyle abrasiv aşınma.
- Şekil 2.5 : Abrasiv aşınma testleri arasındaki ilişkiler.
- Şekil 2.6 : Termik aşınma yöntemi.
- Şekil 2.7 : Kavitasyon aşınma şekli.
- Şekil 2.8 : En çok kullanılan sürtünme - aşınma deney düzeneklerinin şematik ve toplu olarak gösterilmesi
- Şekil 2.9 : Kaynak bağları ve kopma şekilleri .
- Şekil 2.10 : Sürtünen iki cismin temas alanları ve aşınmanın temel unsurları.
- Şekil 2.11 : Yüzey basıncının aşınmaya etkisi.
- Şekil 2.12 : Aşınma miktarına hızın etkisi.
- Şekil 2.13 : Yüzey pürüzlülüğünün aşınma ve sürtünme katsayısına etkisi.
- Şekil 2.14 : Numune çapının aşınma hızına etkisi.
- Şekil 3 : Sinter tesisi karıştırıcı kollarının sert dolgusu.
- Şekil 3.1 : Konveyör vidalarının sert dolgusu.



- Şekil 3.2 : Hafriyat makineleri kazıcı uçlarının sert dolgu kaynağı.
- Şekil 3.3 : Döner konkasör çekiçlerinin sert dolgusu.
- Şekil 3.4 : Aşınma plakalarının sert dolgusu.
- Şekil 3.5 : Maden kırıcılarının sert dolgusu.
- Şekil 4 : Deney seti.
- Şekil 4.1 : Deney numunelerinin şekilleri.
- Şekil 5.1 : Dolgulu 1 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.2 : Dolgulu 2 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.3 : Dolgulu 3 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.4 : Dolgulu 4 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.5 : Dolgulu 5 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.6 : Dolgulu 6 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.7 : Dolgulu 7 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 5.8 : Dolgulu 1 ve 4 numaralı elektrodların değişik yüklerde, sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.
- Şekil 6.1 : Kullanılan tüm dolgu elektrodlarının toplu olarak bir arada sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.



TABLolar

- Tablo 1** : Dolgu elektrodları ve analizleri.
- Tablo 2** : İşletme şartları ve mikro - yapı açısından dolgu elektrodları.
- Tablo 3** : Bandaj ve ray malzemesi analizleri.
- Tablo 4** : Kullanılan dolgu elektrodları analizleri ve standard numaraları.
- Tablo 5** : Dağlayıcı analizleri.
- Tablo 6** : Deney öncesi ve deney sonrası numunelerin sertlikleri.
- Tablo 7** : Kullanılan numunelerin deney öncesi ve sonrası yüzey sertlikleri ile sistemdeki aşınma miktarları.

RESİMLER

- Resim 1 : 1 Numaralı numunenin metaloğrafik yapısı.
Resim 2 : 2 Numaralı numunenin metaloğrafik yapısı.
Resim 3 : 3 Numaralı numunenin metaloğrafik yapısı.
Resim 4 : 4 Numaralı numunenin metaloğrafik yapısı.
Resim 5 : 1 Numaralı numunenin oksit fotoğrafı.
Resim 6 : 2 Numaralı numunenin oksit fotoğrafı.
Resim 7 : 4 Numaralı numunenin oksit fotoğrafı.

1 . GİRİŞ

Dolgu kaynağı, uygulamada tamir işlemlerinde ve imalatın bir safhası olarak görülmektedir (Anık,1988). Dolgu kaynağı, metalik bir parçanın yüzeyini, aşınma ve korozyon gibi dış etkilerin neden olduğu hasarlara karşı korumak için yapılmaktadır.

Dolgu kaynağı, aşınan parçaların yeniden servise verilmesinde, geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Bunları şöyle sıralamak mümkündür; Kırıcı (konkasör) makaraları, çamur karıştırıcıları, vagon tekerleri, ray-teker sistemi, kok itici pabuçları, hafriyat makineleri, döner konkasör çekiçleri, aşınma plakaları, sinter tesisi karıştırıcıları, maden kırıcıları, konveyör vidaları, hadde merdaneleri ve iş makinelerinin yürüyüş takımlarıdır.

Dolgu kaynağı genellikle elektrik ark kaynağı yöntemlerinden herhangi biri ile yapılabilmektedir. Kaynak yönteminin seçiminde, parçanın şekli, malzeme ve işletme koşulları etkili olmaktadır. Dolgu kaynak yöntemlerinden en çok uygulanan ve ekonomik olanları, tozaltı, gazaltı ve elle kaynak yöntemleridir.

Sonuç olarak; aşınmayı uzun ömürlü ve ekonomik olarak önleme yöntemlerinden en önemlisi uygun elektrodla yapılan ucuz dolgu işlemidir. Dolgu işleminin başarıya ulaşması uygun malzeme, uygun elektrod, uygun çalışma koşulları ve uygun kaynak yöntemi seçimi ile aşınmanın türünün bilinmesine bağlıdır (Dolutaş, 1988, Gültekin, 1988, Oğuz,1976, Firma Katalogu, 1990).

1.1. Dolgu Kaynağının Yararları

1. Dolgu kaynağı yapılan Parçanın kullanma ömrü uzar, bundan dolayı verim artar, bakım için geçecek toplam süre azalır. Montaj için harcanan toplam işçilik ve maliyet düşer. Daha az yedek parça stoku ile çalışılabildiğinden yedek parça temin ve stoklama maliyeti düşer.

2. Parçanın tümü daha pahalı olan malzeme ile yapılacağı yerde ana malzeme üzerine dolgu yapılarak parça daha ucuza mal edilir.

3. Sünek ve darbeye dayanıklı bir malzeme üzerine aşınmaya dayanıklı bir dolgu yaparak hem darbe hem aşınma şartlarının birlikte olduğu iyi bir çalışma olanağı elde edilir.

4. Bu yolla kısmen kırılmış ya da hatalı işlenmiş parçalar da tamir edilebilir (A.S.M,1971, Layıktez, 1988).

Dolgu kaynağının kaynak usulleri sınıflandırmasındaki yerine bakıldığında bu yöntemin aşınmış parçaların tamirinde % 50, koruyucu amaçlar için de % 10 oranında kullanıldığı görülür. Başarılı bir sonuç elde etmek için aşınmış bir parçanın sert dolgu kaynağına başlamadan önce aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir :

1.Öncelikle dolgu kaynağının amacının tamir amaçlı veya koruyucu amaçlı olup olmadığı bilinmelidir.

2. Parçanın maruz kaldığı aşınma türü belirlenmelidir.

3. Kaynak sonrasında kabul edilebilir deformasyon sınır değerine ulaşılmalıdır.

4. Aşınma miktarının büyüklüğü ve aşınmanın ana malzemeye ne ölçüde zarar verdiği araştırılmalıdır.

5. Tampon tabaka* gerek duyulup duyulmadığı saptanmalıdır.

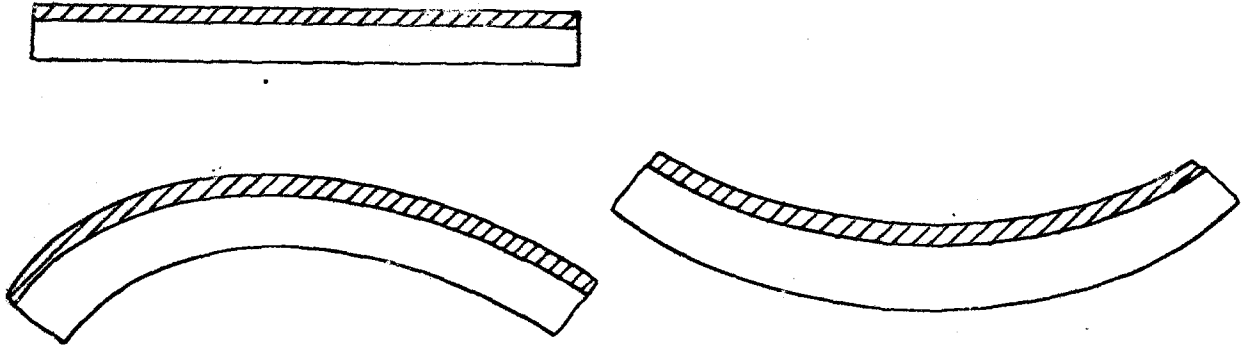
6. Parçanın dolgu işleminden sonra herhangi bir ısı işlem ya da işleme gerektirip gerektirmeyeceği göz önünde tutulmalıdır (Moore 1974)

1.2. Dolgu Kaynağında Karşılaşılan Başlıca Problemler

1.2.1. Isıl zorlamalar :

Dolgu kaynağında çoğu zaman ana metalle dolgu metali birbirinden farklı niteliktedirler. Uzama katsayıları ve elastikiyet modülleri değişiktir. Bu nedenle soğumada çekme her iki metalde aynı olmayacaktır. Soğuk bir A ana metali üzerine bir D ergimiş dolgu metali çekildiğinde üst yüzey daha çok uzar ve parça şekil I' de görüldüğü gibi dışbükey hale alır. Soğumada olay tersine döner, dolgu tabakasının üstün çekmesi parçayı iç bükey hale getirir. Şekil 1.1.

* **Tampon tabaka:** Genellikle zor kaynak edilebilen ve darbeli aşınmaya maruz olan parçaların dolgusunda sert dolgu metalinin ana malzemeye uyum göstermesi ve darbeli çarpmada, darbe etkisi ana malzemeye geçmeyecek şekilde ana malzeme ile sert dolgu tabakası arasında çekilen tabakadır.



Şekil 1 : Parçanın dışbükey hali.

Şekil 1.1 : Parçanın içbükey hali.

Ana parça dolgudan evvel bir ön ısıtmaya tabi tutulmuşsa şekil değiştirme daha az olur. Ana parça çok kalınsa şekil değiştirme azalır, ancak parça içinde gerilmeler kalır. Şekil değiştirmeleri önlemek ve ısıl zorlamaları gidermek için ön ısıtma ile nüfuziyeti sınırlamak üzere ısı geçişini en alt düzeyde tutmak gerekir.

1.2.2. Ana ve dolgu metallerinin karışması :

Dolgu kaynağı esnasında ana metalinde bir kısmı ergir ve dolgu metaline karışarak bileşimini değiştirir. Karışma derecesi ergimiş ve dolgu malzemesi ile birleşmiş ana metal miktarının toplam olarak ergimiş metal miktarına oranıdır. Karışma derecesi kullanılan kaynak usulü, çalışma şekli (akım şiddeti, ark uzunluğu, elektroda verilen hareket, dikişlerin şekli v.s) ve tabaka adedine bağlıdır.

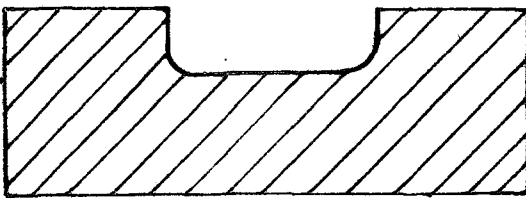
Birinci tabakada % 30' dan az bir karışma derecesi elde etmek mümkün değildir. Bunun için de nüfuziyeti sınırlama tedbirleri alınmalıdır. Aksi halde karışma % 50' yi bulabilir. Sonraki tabakalarda karışma daha az olur. İkincisinde % 10-20, üçüncüsünde % 3-10 bu duruma örnek verilecek olursa, % 0,40 karbonlu bir ana metal üzerine % 0,10 karbonlu bir elektrodla dolgu yapıldığında ;

- Birinci tabaka % 0,25 karbonlu
- İkinci tabaka % 0,17 karbonlu
- Üçüncü tabaka % 0,14 karbonlu
- Dördüncü tabaka % 0,12 karbonlu
- Beşinci tabaka % 0,11 karbonlu olur.

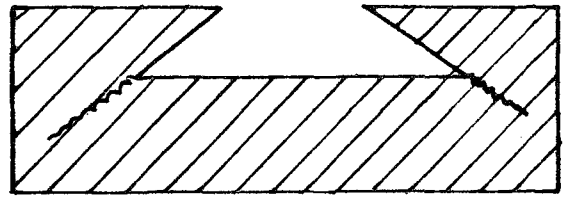
Görüldüğü gibi ilk tabakalardaki bileşim , elektrodunkinden değişiktir. Bu nedenle sert dolguların sertlik ölçüsü için en az üç paso kaynak çekmek gereklidir (Oğuz,1976).

1.3. Dalguların Yapılması

Bir dolgunun çalışmada iyi netice vermesi, geniş ölçüde hazırlığa gösterilen özene bağlıdır. Doldurulacak yüzeyler önce yağ, pas, boya v.s' den iyice temizlenecek sonrada gerekiyorsa (yani uzun süre çalışılmış parçalar ise) çatlakların araştırılması için parçalar incelenecek bunun için magnetoskopi cihazına başvurulabilir. Üzerinde çatlakların bulunduğu bir yüzey üzerine dolgu yapmanın hiçbir anlamı yoktur. Çünkü bu durumda çatlaklar dolgu malzemesinin içinde ilerleyecektir. Yüzey hazırlama işlemine girişmeden evvel parçanın tavlanması gerekiyorsa bu işlem öncelikle yapılmalıdır. Yüzey hazırlanmasında amaç , darbe etkisiyle çatlaklar meydana getirebilecek keskin ve kapalı açılarn yok edilmesi ve parçaların üzerinde son şekil verildikten sonra, karışma bölgesi dışında uygun dolgu kalınlığı kalacak şekilde yüzeylerin oyulmasıdır. Şekil 1.2 ve 1.3

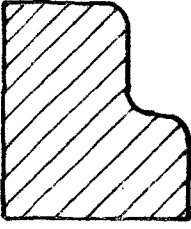


Doğru

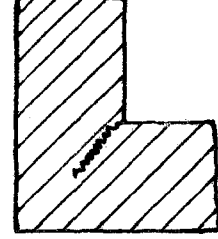


Yanlış

Şekil 1.2 : Dalgusu Yapılacak Kısımın Yüzeyinin Hazırlanması.



Doğru



Yanlış

Şekil 1.3 : Parça Yüzeyinin Kaynağa Hazırlanması.

1.4. Özlü Tel Elektrodla Dolgu Kaynağı :

Kaynak sırasında ana metal ve elektrod metalinde mevcut oksitlerle ergime sırasında ortaya çıkanların redüklenmesi , işlemin başarılı olması için ilk koşuldur. Öbür yandan çelik ana kitlesi içinde dağılmış yada belli yerlerde toplanmış kükürt ve fosfor gibi saflığı bozan segregasyon olayına yol açan elementler içerir. Mekanik karakteristiklere zarar vermelerini önlemek üzere bunların yok edilmeleri veya dikiş içinde mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde dağıtılmalarını sağlamak gerekir. Bu nedenle kaynak bir arıtma işlemidir. Gaz koruması altında çıplak telli yarı otomatik kaynaktaki, arıtıcı elementler sadece telde bulunur. Bundan dolayı elektrod teli başlıca rol oynar. Kullanılan dolgu malzemeleri ileride detaylı olarak ele alınacaktır (Gültekin,1988, Oğuz 1988).

2.AŞINMA

Aşınma, cisimlerin yüzeylerinde mekanik etkenlerle (mekanik bir sebep veya mekanik bir enerji verilmesi sonucu) mikro taneciklerin kopup ayrılması sonucu istenmeyen bir değişikliğin oluşması olayıdır (Demirci, 1982. Gediktaş, 1970. Gürleyik, 1967,1972, 1975, 1978. Mutaf, 1977. Ulusoy, 1977).

Çeliklerin aşınmasında onların yüzeylerine gaz, sıvı ve katıların teması ya da başka türlü etki etmeleri sonucu doğar. Aşınmanın oluş biçimi tüm ayrıntıları ile bilinmemekte ise de genellikle, aşınmanın olabilmesi için; tribolojik olarak bir karşı elemanın , bir izafi hareketin ve bir yükün bulunması gerekir. Bunun sonucu ya parça kopması veya atom düzeyinde parçanın kopması şeklinde aşınma olmaktadır. Aşınmayı etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilirler;

A- Tribolojik Sistemin Elemanlarına Bağlı Faktörler :

a) Esas sürtünme elemanına bağlı olanlar :

- 1 - Malzemenin cinsi,
- 2 - Kimyasal yapısı,
- 3 - Mikro-yapısı,
- 4 - Hacimsel ve yüzeyse sertliği,
- 5 - Elastisite modülü,
- 6 - Akma ve kırılma özellikleri,
- 7 - Yüzey pürüzlülüğü,
- 8 - Şekil ve boyutları,
- 9 - Soğuk şekillendirme,
- 10- Isıl işlem,

b) Karşı elemana bağlı olanlar :

- 1 - Aşındırıcı tane büyüklüğü,
- 2 - Tane şekli,
- 3 - Tane dağılımı.

c) Ortama bağlı olanlar :

- 1 - Nem,
- 2 - Sıcaklık.

B- İşletmeye Bağlı Faktörler :

- 1 - Yük (kuvvet),
- 2 - Hareket,
- 3 - Kayma (sürtünme) yolu,
- 4 - Zaman,
- 5 - Kaymanın cinsi (Erdoğan, 1986. Keleştimur, 1989).

Aşınmanın teknik olduğu kadar ekonomik yönden de önemle üzerinde durulması gerekmektedir. Endüstride arıza bakımı büyük ekonomik kayıplara neden olur. Bu arızaların başta aşınmadan meydana geldiği bugün çok iyi anlaşılmıştır. Dolayısıyla dünya endüstrisinde aşınma araştırma çabaları yoğunlaşmıştır (Durmuş1988). Aşınma genellikle, yataklarda, frenlerde, pistonlarda, supablarda, kesici uç ve ağızlarında , dişlilerde, kırma ve öğütme işlemlerinde kullanılan değirmenlerde, yol toprak ve ziraat makinelerinde, türbün kanatlarında, maden cevherleri üretim cihazlarında, ray-teker sisteminde v.s. gibi birçok yerlerde karşımıza çıkmaktadır (Onaran, 1959).

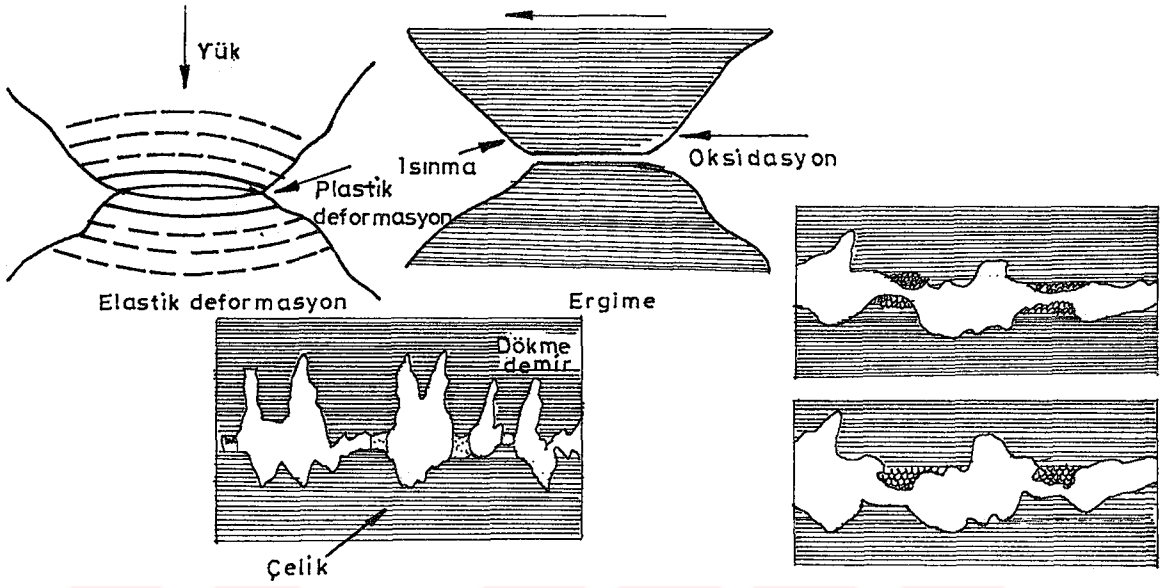
Aşınmaya karşı mücadele, makinelerin ömrünü uzatmak bakımından gayet önemli olup bu hususta bazı teknikler geliştirilmiştir. Bunların arasında kaynakla sert dolgu tekniği çok büyük önem taşımaktadır. Bu alanda mevcut 30 yıllık bilgi birikimi ve deneyimleri sert dolgu kaynağı yapılarak ciddi tasarrufların elde edilebileceğini göstermiştir (Layıktez, 1972).

2.1.Aşınmanın Çeşitleri

2.1.1. Adhesiv aşınma :

Özellikle birbirleriyle kayma sürtünmesi yapan, metal metal aşınma çiftinde meydana gelen birbiriyle kaynamanın bir sonucudur. Birbiri üzerinde kayan çok küçük yüzeylerdeki gerilmeler küçük yüklemelerle dahi akma gerilmesi sınırına erişirler veya bunu geçerler. Bu nedenle bir parçadan diğerine malzeme geçişi, soğuk kaynakma ve küçük parçaların kesilmesi meydana gelir (Gürleyik, 1972). Adhesiv aşınma genellikle, eş çalışan parçalarda metalin metale sürtünmesinden ileri gelen aşınma şeklidir. Şekil; 2' de metal-metal sürtünmesinin mekanizması

görülmektedir.



Şekil 2: Metal-Metal Sürtünmesi Mekanizması.

Bu tip aşınmaya genellikle

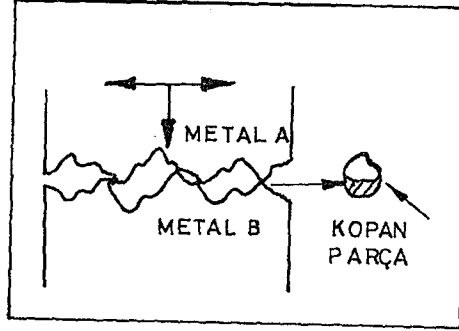
- dişlilerde,
- yataklarda,
- ray-teker (demiryolu araçlarında) sisteminde ve
- kam mekanizmalarında rastlanır.

Metalin metale sürtünme aşınmasının söz konusu olduğu yerlerde eş çalışan parça çiftinden kolayca sökülüp tamir edilebilecek olanının diğerine göre daha yumuşak olması tercih edilir. Örneğin küçük pinyon dişli büyük ana dişliden daha yumuşak olmalıdır (Külahlı, 1988. Layıktez, 1988. Oğuz, 1987).

İki metalin sürtünmesi esnasında yüzey tabakası yer yer, çok kısa süreler için , 600-1000 °C lik sıcaklıklara kadar yükselebilir. Yüzeyde hızla oksitler ve bazı yazarlara göre de , nitrürler meydana gelir (Oğuz, 1976).

Yüksek yüzey sertliği ve sıcaklık artışına karşılık yüksek mukavemet meydana gelecek etkilere karşı koyabilir. Ancak farklı metallerin karşı

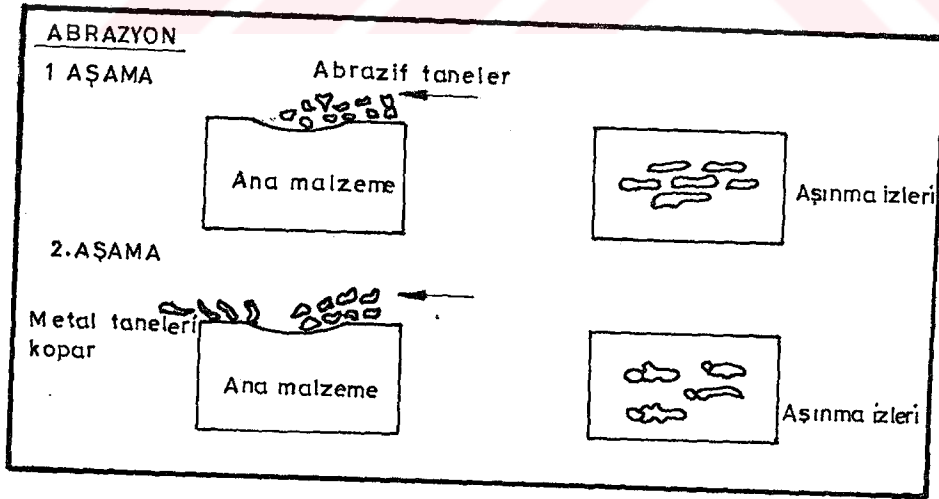
karşıya olmaları halinde bu oksit daha yumuşak olana gömülüp daha sert olana aşındırabilir. Beraberce tesir eden basınç, sıcaklık, mikro-kaynaklar ve bunların neticesinde de kopmalar olabilir. İki metalin sürtünmesi esnasında yüzeyden parça kopması (taşınması) şekil. 2.1 de görülmektedir.



Şekil. 2.1: Metal-Metal Sürtünmesi Esnasında Yüzeuden Parça Kopması (Söderberg , 1986).

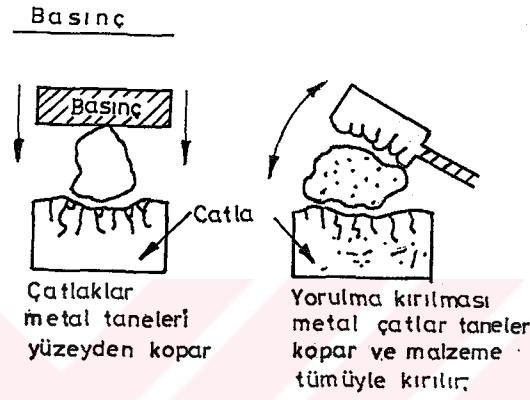
2.1.2. Abraziv aşınma (abrazyon) :

Bu tip aşınma, malzeme yüzeyine karşı metalik ya da metalik olmayan aşındırıcı bir maddenin temasından ileri gelen, başka bir deyişle sürtünme

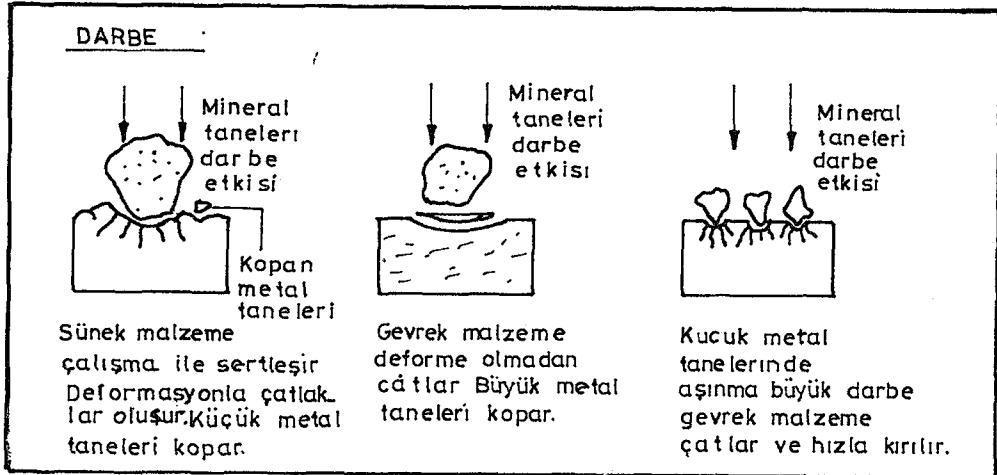


Şekil. 2.2: Abraziv Aşınma

çiftlerinden daha sert olanının karşı sürtünme elemanı içerisine yüzey pürüzlülüğü mertebesinde girerek, hareket esnasında onu çizmesi ve talaş kaldırması olayıdır. Abrasiv aşınma basınç ve darbe etkisinin tek tek veya birlikte ana malzemeye etkimesi sonucu meydana gelir. Şekil; 2.2, 2.3 ve 2.4 (Dolmuş, 1988, Yurderi, 1982).



Şekil 2.3: Basınç Etkisiyle Abrasiv Aşınma



Şekil 2.4: Darbe Etkisiyle Abrasiv Aşınma (Külahlı, 1988).

Yırtılma ve çizilme diye de adlandırılan bu aşınma; çizici , raybalayıcı veya çarpan zorlanmalar nedeniyle meydana gelir. Abrasiv aşınmada sert tanecikler basınç altında yüzeyde kayarken veya yuvarlanırken önce metal yüzeyine girer ve sonrada metalik tanecikleri yerinden yırtarlar. Sert malzemenin yüzeyindeki pürüzler kesici kenarlar gibi çalışır ve yumuşak yüzeyden sürekli malzeme kaldırır (Yurderi, 1982). Abrasif aşınma bu faktörlerin etkime şekline göre üç grupta toplanır.

2.1.2.1. Serbest abrazyiv aşınma (erozyon) :

Abrasyiv maddelerin, kendi ağırlıkları ile metal yüzeyinde yaptığı aşındırmadır. Sıvılar, gazlar akış sırasında parçanın sınır yüzeylerinde patlama veya çarpma etkisi yaparak yüzeyden parçacıklar koparırlar ve girdaplar etkisiyle dalgalı yüzey meydana getirirler. Böylece aşınma dahada hızlanır. Özellikle doğru akımın saptığı veya bozulduğu yerlerde fazla aşınma olur . Akışkanın içindeki katı maddeler (havadaki tozlar, sudaki kumlar veya buhardaki oksitler) özellikle aşınmaya artırıcı yönde etki eder ve iç yapıyı gevşeterek kaymalara neden olurlar (Fınkın, 1970). Bu aşınma şekline örnek olarak

-kum konveyörlerindeki ve fan kanatlarındaki aşınmalar gösterilebilir.

2.1.2.2. Hafif darbeli şiddetli abrazyiv aşınma :

Abrasyiv parçacıkların yüksek basınç ve hafif darbe etkisi ile birlikte metal yüzeyinde oluşturduğu aşınma şeklidir. Basınç ve darbe etkisi sonucu oluşan çatlaklar malzeme yüzeyinde tanelerin kopmasına neden olur. Bu aşınma şekli de

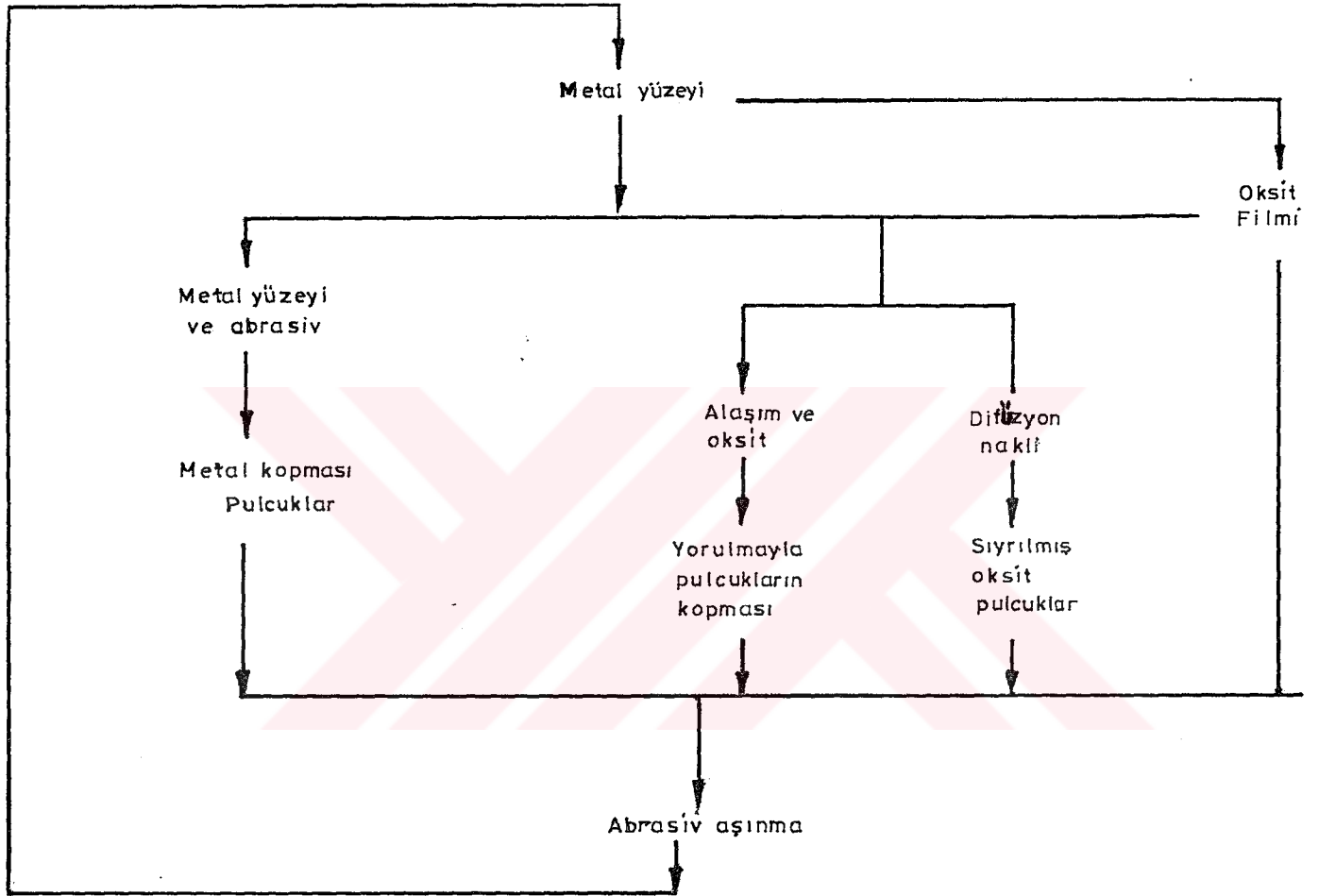
- Kil ezicilerinde , sinterleme tesislerinde, kum karıştırma makinesi kanatlarında görülmektedir.

2.1.2.3. Ağır darbeli şiddetli abrazyiv aşınma :

Yüksek basınç ve ağır darbe etkisi altında abrazyiv parçacıkların büyüklüğüne ana metalin cinsine göre yüzeyden iri veya ufak parçalar kopar

veya ana malzeme çatlayıp kırılır. Bu aşınmaya örnek olarak da

- Kırıcı (konkasör) çene ve çekiçleri ,iş makineleri uçları, paletleri,ve yüksek fırın çanları gösterilebilir (Bilginer, 1987. KÜlahlı, 1988. Layıktez, 1972). Bütün abrazyiv aşınma testleri arasındaki ilişki şekil 2.5 ' de görülmektedir.



Şekil 2.5: Abrazyiv Aşınma Testleri Arasındaki İlişkiler (Peng, 1987).

2.1.3. Korozyif aşınma :

Abrazyiv aşınma ile kimyasal maddelerin birlikte meydana getirdiği aşınma şeklidir. Aşınan yüzeyler, aynı zamanda korozyif etkilere de uğrarsa buna korozyif aşınma denir. Kimyasal korozyon kendi başına oluşabildiği gibi

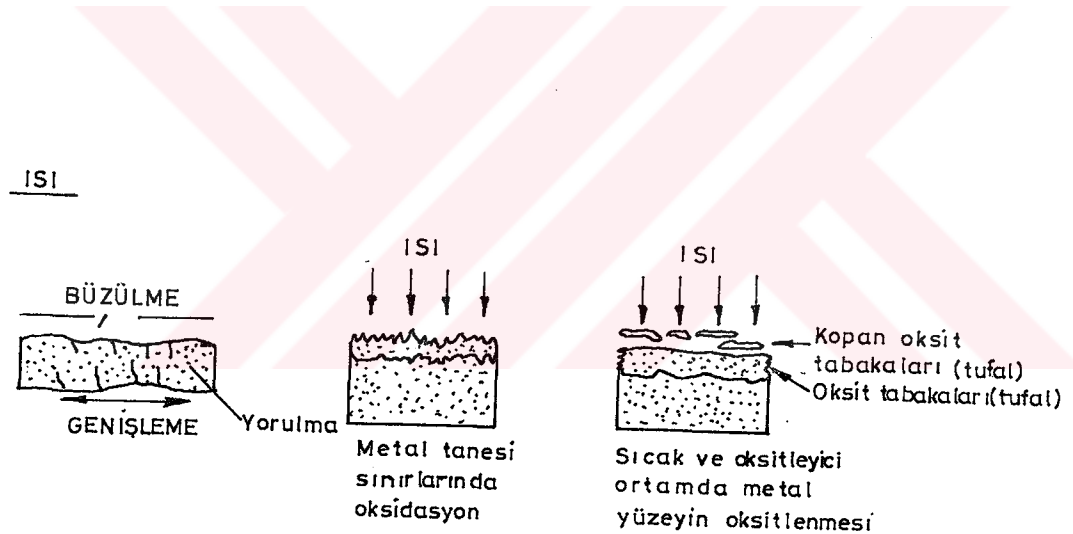
diğer aşınma türleri ile birlikte de meydana gelebilir. Malzeme özelliklerini etkileyen , sıvı veya gaz ortamındaki kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan bir aşınma çeşididir. Bunların görüldüğü yerlere örnek olarak;

- Yağ pres helezonlarındaki aşınma ve şeker fabrikalarındaki aşınma gösterilebilir (Bahadır, 1978. Fıncın, 1970).

2.1.4. Termik aşınma :

Yüksek sıcaklığın yanı sıra darbe ve gazların etkisi ile birlikte görülen aşınma şeklidir. Bu aşınma türü şekil 2.6 ' da görülmektedir. Bu aşınmaya örnek olarak ;

- Buhar ve gaz valfleri oturma yüzeyleri, valf etekleri veya valf klapeleri, sıcak hadde silindir ve merdaneleri , verilebilir.

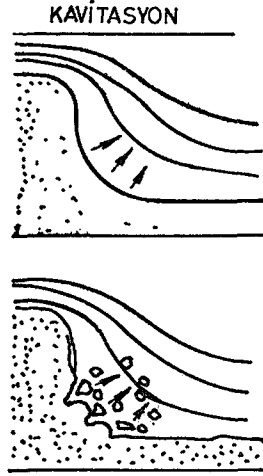


Şekil. 2.6: Termik Aşınma Yöntemi (Koz, 1988).

2.1.5. Kavitasyon :

Su makinalarında suyun vakum (emme) etkisinin genellikle su içindeki kum zerrisi gibi abrazyiv maddelerle birlikte oluşturduğu aşınma şeklidir. Bu aşınma türü şekil .2.7. de görülmektedir. Örnek olarak; Su türbini çark

kanatlarında, deniz taşıtı pervanelerinde, pompa çarklarında ve boru dirseklerinde görülen aşınmalar verilebilir.



Şekil 2.7: Kaviteasyon Aşınma Şekli (Koz, 1988).

2.2.Mevcut Deney Düzenekleri Ve Genel İlkeler

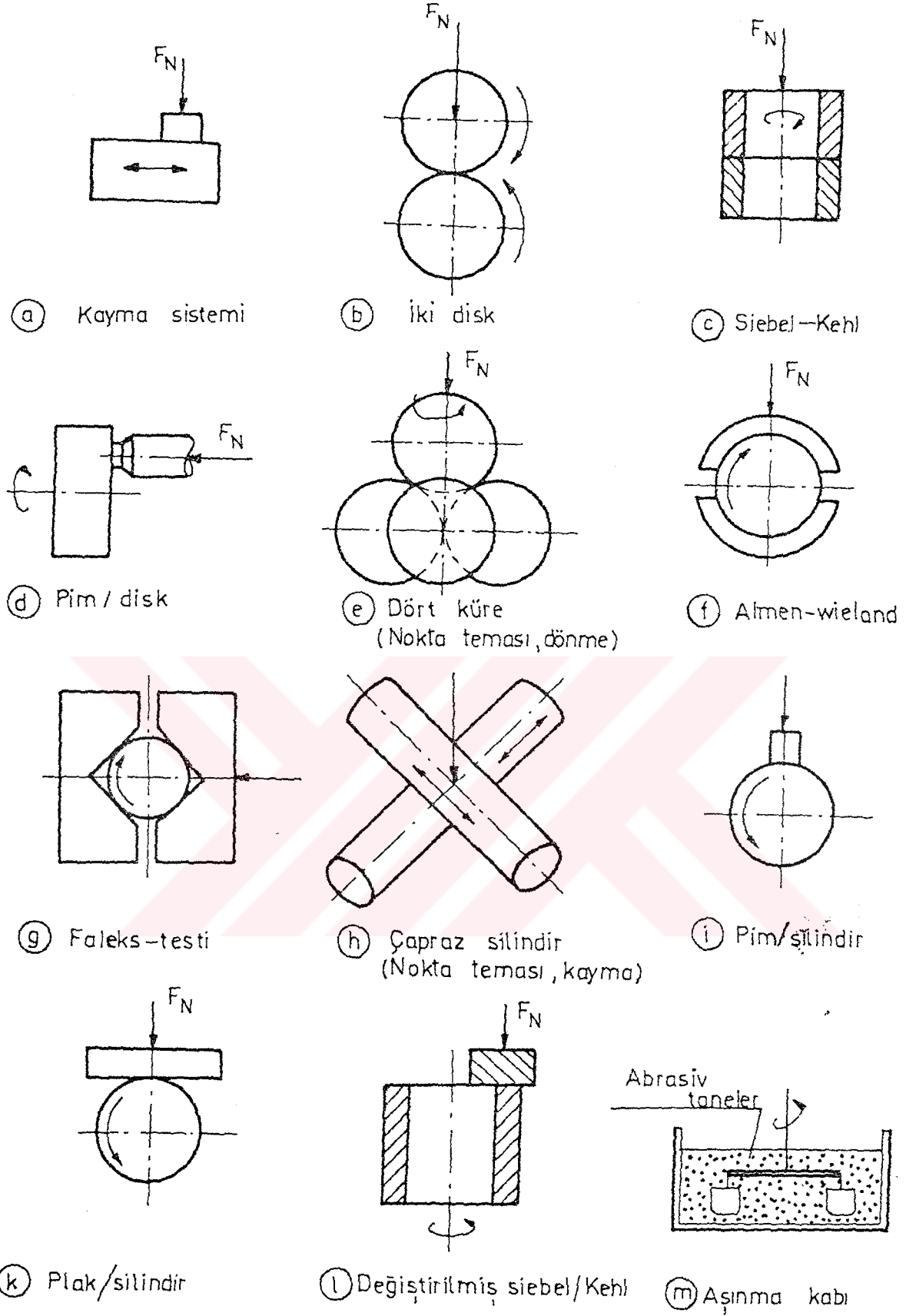
Sürtünme ve aşınmaya maruz makine ve parçalarının endüstride kullanma yer ve koşullarının farklı oluşu, sürtünme ve aşınma özellikleri bakımından çeşitli zorluklar arzeder. Bu nedenle sürtünme ve aşınma deneylerinde geliştirilen "model deney" standartlarında çok çeşitli olması gereklidir. Yapılacak olan aşınma deney düzeneğinin seçimi gerçek sistemin özellikleri ve çalıştığı şartlar göz önüne alınarak yapılır veya o doğrultuda geliştirilir. Gerçek sistem özelliklerine ne derece yaklaşırsa, laboratuvarında bulunan deney sonuçlarının teknik sistemlere aktarılması sorunu o kadar azaltılmış olur. Ancak koşulları değiştirme ve elde edilen sonuçları tekniğe aktarma oldukça sınırlıdır. Hız sürtünme süresi ve yükleme miktarı gibi unsurların belirli oranlarda küçültülerek deney standardına uygulanması sonuçların gerçek sisteme aktarılmasında ek problemler doğurmadığı gibi ayrıca uygulama kolaylığı sağlayacaktır.

Laboratuvarında elde edilen sonuçları değerlendirirken dikkatli olmak gerekir. Çünkü şartların biraz değişmesi aşınma durumunu önemli ölçüde

etkilemektedir. Aşınmaya maruz makine parçalarının kullanıldıkları yer ve çalışma şartlarının farklı oluşu, bunları incelemek için geliştirilen mekanizmaların da farklılığını gerektirmektedir. Bu nedenle bugüne kadar 200' ün üzerinde deney düzeneğinin geliştirilmiş olduğu bilinmektedir. Fakat yine de en çok kullanılan deney sistemlerini şematik olarak şekil. 2.8 de görmek mümkündür. Bulunan sonuçlar genel olmaktan çok aşınma durumu hakkında sınırlı bilgiler verir. Bu sistemler aşınmanın nasıl meydana geldiğini değil, çeşitli şartlarda nasıl değiştiğini bulmaya yarar. Bu yüzden değişkenlere çözüm bulmak için başka imkan olmadığından "model deney" yapmak kaçınılmaz olmuştur (Demirci, 1977).

2.3. Metallerde Aşınma Deneyi :

Metallerde aşınma olayına yapı mühendisliğinde en çok demiryol raylarında rasgelenmektedir. Bir metalin aşınmaya yeter düzeyde dayanıklı olup olmadığı, en iyi bir şekilde ancak deneylerle anlaşılır. Fakat hemen belirtelim ki bu özelliği gerçeğe en yakın bir şekilde, belirten bir deney metodu henüz saptanmış değildir. Metaller üzerinde aşınma deneyinin yapılmasında kullanılan aletler arasında en bilinenlerinden birisi İsviçre'de Amsler Firması tarafından geliştirilendir. Burada uygulanan parçaların çapları, 30-50 mm arasında olan halka şeklindedir. Bunlar 250-2500 N arasında değişebilen ve deney süresince sabit tutulan "p" basınç kuvvetlerinin etkisi altında birbirine değmektedir. Ayrıca; halkalar 200 d/d da dönmektedir. Bu sistemle bazı faktörleri göz önünde tutarak aşınma deneyleri yapılabilir (Postacıoğlu, 1981).



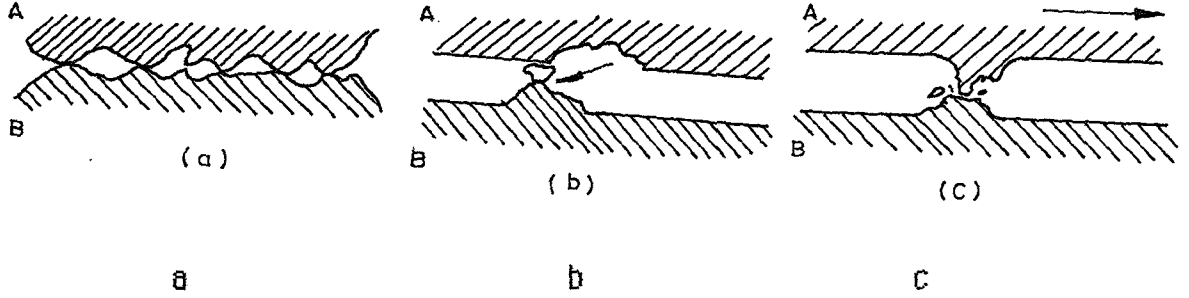
Şekil 2.8: En çok kullanılan sürtünme-aşınma deney düzeneklerinin şematik ve toplu olarak gösterilmesi (Demirci, 1982).

2.4. Adhesiv Aşınma Sisteminin Açıklanması

Adhesiv aşınma, moleküler kuvvetlerin etkisi altındaki temas yüzeylerinde oluşan bölgesel kaynak bağlarının kırılması suretiyle meydana gelir. Birbirleriyle temasta bulunan benzer kafes yapılı iki metalik yüzey arasında adhezyon kuvveti dediğimiz bir çekim söz konusudur. Bu kuvveti oluşturabilmek için malzemelerin moleküllerini birbirine çok yaklaştırmak gerekmektedir. Zaten temas halindeki iki metal, birbirleriyle yüzeylerdeki pürüzler vasıtasıyla etkileşirler. Teknik olarak çok düzgün işlenmiş yüzeylerde de bu durum söz konusudur. Metal ağırlığından veya herhangi bir dış kuvvet etkisiyle, çok küçük olan pürüz tepelerine gelecek basınç veya gerilme çok büyük olacaktır. Bu kuvveti taşıyamayan pürüzler plastik deformasyona uğrayacaklardır. Eğer malzemenin şekil değiştirme yeteneği yüksek ise, mikro adhezyon olanları şiddetle temas yüzeyine tamamen yayılacaktır. Dolayısıyla yüzeyde absorbe edilmiş sıvı veya gaz molekülleri ve oksit tabakaları parçalanacaktır. Adhesiv aşınma sırasındaki oksitlenme olayını, korozif aşınma ile karıştırmamak gerekir. Yukarıda bahsedilen parçalanma malzeme moleküllerinin direkt temasa geçmelerine imkan verir. Bunun neticesinde de bölgesel kaynak bağları oluşur. Bu sırada eğer izafi hareket de varsa yüzeydeki sıcaklık yükselir ve ergime noktasına kadar ulaşabilir. Böylece kaynama yerinden veya metal yüzeyinden bir miktar parça kopar bu metalik parçacıklar ara yüzeyde serbest parçacıklar halinde kalabilecekleri gibi metallerden birine bağlı şekilde de bulunabilirler. Her iki durumda da malzeme kaybı meydana gelmekle beraber ikinci durumda malzemelerin birinden diğerine malzeme geçişi söz konusudur. Şekil. 2.9. (Akkurt, 1977. Gediktaş, 1971. Hurricks, 1973).

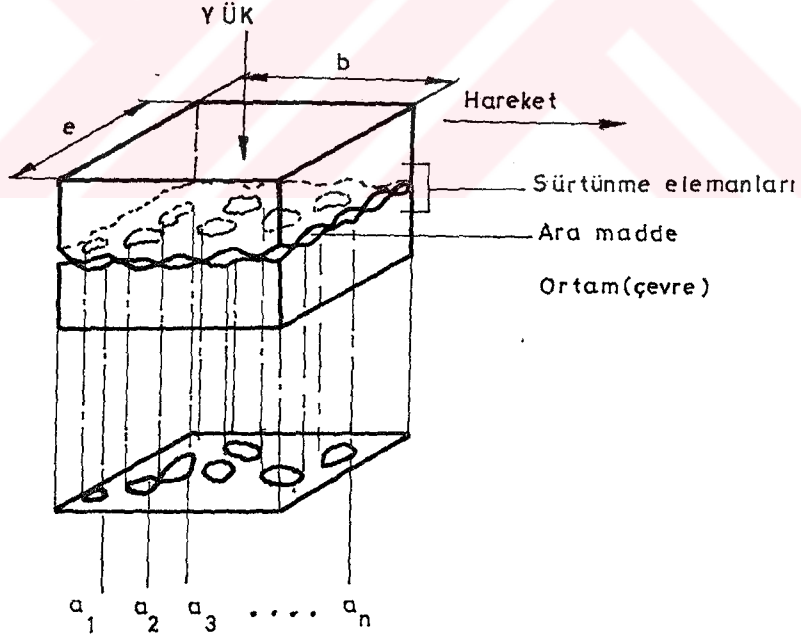
2.5. Aşınma Analizi Ve Aşınmaya Etki Eden Faktörler :

Aşınma olayının başlayabilmesi veya devamı için bir sürtünmenin olması gereklidir. Sürtünen iki cismin temas alanı büyüklüğünün aşınmaya büyük etkisi vardır. İki cismin temas durumu ve aşınma olayını belirleyen "aşınma temel unsurları" toplu olarak şekil: 2.10' da şematik olarak gösterilmiştir.



- a. Yüzeyde kaynak bağları.
 b. A' den B' ye malzeme transferi.
 c. Kopan parçacıkların serbest ara madde haline geçişi.

Şekil 2.9: Kaynak Bağları ve Kopma Şekilleri (Gediktaş, 1970).



Şekil 2.10: Sürtünen İki Cismin Temas Alanları ve Aşınmanın Temel Unsurları.

Şekil; 2.10 da da görüldüğü gibi aşınma olayına etki eden faktörler yüklenme, hareket, aşınan ve aşındıran sürtünme elemanları, ara madde ve çevre (ortam)' dir

1. Yüklenme : Etki eden kuvvetin büyüklüğü, türü (statik, dinamik, darbeli veya titreşimli olup olmadığı) doğrultusu ve zamana göre değişimi yüklemenin şiddetini belirleyen etmenleri oluşturur.

2. Hareket : Temel sürtünme elemanının karşı sürtünme elemanına göre izafi hareketinin cinsi (kayma, yuvarlanma veya çarpma etkilerinden hangisinin ağırlıklı olduğu), büyüklüğü ve doğrultusu ile belirlenir.

3. Sürtünme elemanları : Aşınan ve aşındıran elemanlardır. Aşınan eleman; fiziksel ve kimyasal özellikleri yanında, yüzeysel yapısı, şekli, durumu tamamen belirli olan ve aşınması özel ilgi ile incelenen katı cisimdir. Aşındıran eleman; aşınmanın meydana gelmesinde başlıca öneme sahip olan karşı sürtünme elemanı, katı bir cisim sıvı ya da gaz ortam olabilir. bu eleman temel sürtünme elemanı ile birlikte bir aşınma çifti oluşturur.

4. Ara madde : Temel sürtünme elemanı ile karşı sürtünme elemanı arasında katı, sıvı, gaz, buhar ya da bunların karışımı şeklinde bulunan maddedir. Örneğin; bu ara maddesini, yüzeyler arasında herhangi bir nedenle girmiş kum taneleri oluşturabileceği gibi, aşınma esnasında yüzeyden kopan parçacıklarda ara maddesi görevi üstlenebilirler.

5. Çevre (Ortam) : Sistemi içine alan ve genellikle sıvı ya da gaz halinde bulunan ortamdır. Su, hava ve gazlar teknikte en sık rastlanılan çevre ortamlarıdır.

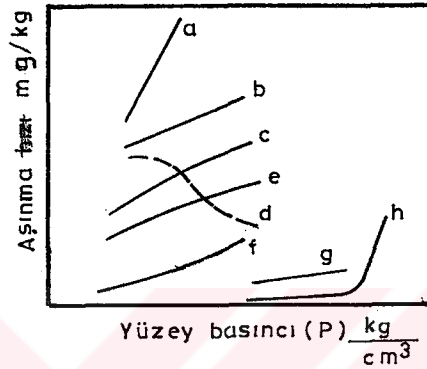
Birbirleriyle temas eden iki cismin gerçek temas yüzeyi, görünen temas yüzeyinden küçüktür. Çünkü temas yüzeyleri ne kadar düz işlenirse işlensin yüzeyde mutlaka pürüz dediğimiz kabalık ve çıkıntıların bulunduğu bir gerçektir. Bu bakımdan temas halindeki iki cisim bu pürüzler vasıtasıyla temas kurarlar. pürüzlerin arasındaki girintiler ise temas alanı dışında kalırlar. Şekil. 2.10' da görüldüğü gibi görünen temas alanı $S = exb$ (birim kare) iken gerçek temas yüzeyi, pürüzlerin temas yüzeylerinin toplamıdır. Yani;

$$S_g = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n \text{ şeklindedir.}$$

anlaşılacağı üzere görünen (geometrik) temas alanı (S) , gerçek temas alanından (S_g) daima büyüktür. $S > S_g$ (Kragelsky, 1960).

2.5.1. Yüzey basıncının aşınmaya etkisi :

Şekil 2.11. de en önemli parametrelerden biri olan yüzey basıncının çeşitli tipteki aşınma olaylarına etkileri gösterilmiştir.



Şekil 2.11:Yüzey Basıncının Aşınmaya Etkisi .

- a. Kuru mineral kayma aşınması, (Metal / Mineral).
- b. Kuru-ara tanecikleriyle kayma aşınması, (Metal / Metal).
- c. Kuru kayma aşınması, (Metal / Metal).
- d. Özel yönelimli kuru-kayma aşınması, (Metal / Metal).
- e. Aralarında yabancı tanecikler bulunan iki metalin aşınması, (M/M).
- f. Yağlı yuvarlanma aşınması, (Metal / Metal).
- g. Kuru yuvarlanma aşınması, (Çelik / Çelik).
- h. Yağlı yuvarlanma aşınması, (Çelik / Çelik).

2.5.2. Aşınma miktarına hızın etkisi :

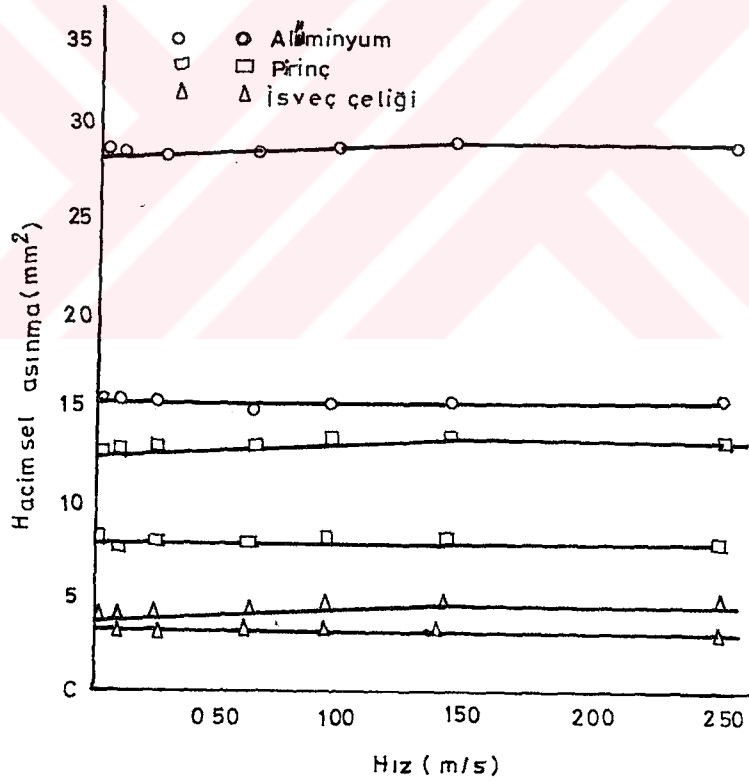
0- 2.5 m/s aralığında kayma hızının artmasıyla hacimsel aşınmanın yavaş olarak arttığı, Khruschov ve Babichev ile Nathon ve Jones tarafından tespit edilmiştir. Bu artış büyük tane boyutlarında daha da belirgindir. Son iki araştırmacı bu artışı sürtünme sıcaklığına bağlarken Khruschov ve

Babichev, % 13' lük bir artışın abrazyiv özelliklerinde bir değişiklik yapacağına dikkati çekmişlerdir (Moore, 1974).

Çalışma veya deney süresi, aşınma miktarını büyük oranda etkiler. Çalışma süresi arttıkça, normal olarak aşınma miktarıda artar. Yüzeyde zamanla oksidasyon tabakası oluşur. Bu tabakanın kalınlığı gittikçe artar ve aşınmayı etkiler. Öte yandan gerçek elemanlarla yapılan deneylerde abrazyiv aşınmanın, çalışma süresi ile arttığı tespit edilmiştir (Akkurt, 1977). Singh Atfen'e göre;

- Düşük yükleme ve hızlarda hızın aşınmaya etkisi yoktur.
- Düşük hız ve büyük yüklerde aşınma, hız ile artar.
- Aşınmanın farkedilir bir şekilde artmaya başladığı kritik hızda yükün artmasıyla düşer. Şekil : 2.12. de görülmektedir (Kantarıcı, 1982).

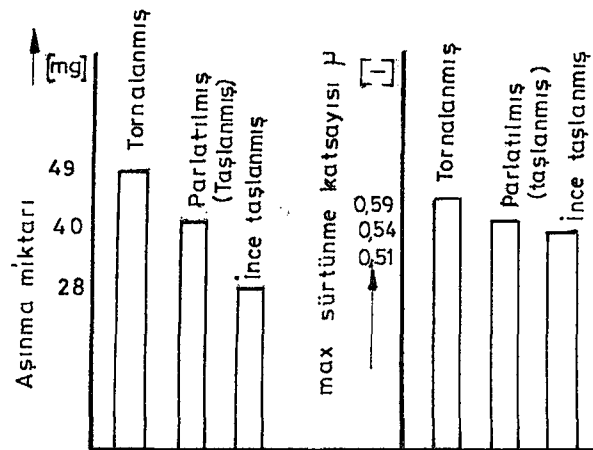
Aşınma oranının başlangıçta yükselmesine rağmen daha fazla kayma hızıyla azaldığı bildirilmektedir (Fıncın, 1970).



Şekil 2.12: Aşınma Miktarına Hızın Etkisi.

2.5.3. Yüzey pürüzlülüğünün aşınmaya etkisi :

Yüzey pürüzlülüğünün aşınmaya etkisi, çoğu araştırmacılar tarafından dikkatle incelenmiştir. Yüzeylerin temas davranışı üzerine pürüzlülüğün etkisini inceleyen ve teorik olarak başarılı neticeler alan Greenwood ve Williamson problemin anlaşılmasına çok önemli katkılar yapmışlardır (Nuri, 1979). Bir yüzeyin şeklini belirlemek için, aşınma ve sürtünme mekanizmasını etkileyen pürüzlerin yüzeydeki yoğunluğu ve yüksekliklerinin dağılım analizlerinin yapılması gerekir. Bu gerekçeye dayanılarak birçok çalışmalar yapılmış ve pürüzlerin profil eğrilerindeki yükseklik dağılımının gerçek dağılımdan farklı olduğu tespit edilmiştir (Osanna, 1979). Esasen yüzey pürüzlerinin büyüklüğü veya küçüklüğü, daha doğrusu yüzeyin pürüzlülük derecesi, temas davranışını etkileyeceğinden aşınma ve sürtünme olayını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yüzeylerin kaba işlenmiş olması gerçek temas alanını azaltacağından yüzeyde tek bir pürüze gelen yükün artmasına ve dolayısıyla aşınmanın artmasına sebep olur (Hısakado, 1976). Maksimum yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla aynı yük ve kayma mesafesinde aşınma miktarının arttığı görülür. Verilen ifadelerden anlaşılacağı gibi pürüzlülüğün artması aşınmayı da arttıracaktır. Yüzey kaplama yoluyla arttırılmaya çalışılan aşınma direnci, oldukça iyi neticeler vermiştir. Kaplamanın sıhhatine, yüzey pürüzlülüğünün büyük etkisi vardır. Kayma sırasında orijinal alt tabaka pürüzlerinin kırılması ve deformasyonu ile bağ kuvvetlerinin bozulmasına sebep olur. Şekil : 2.13. (Jahannur, 1976. Demirci, 1977)

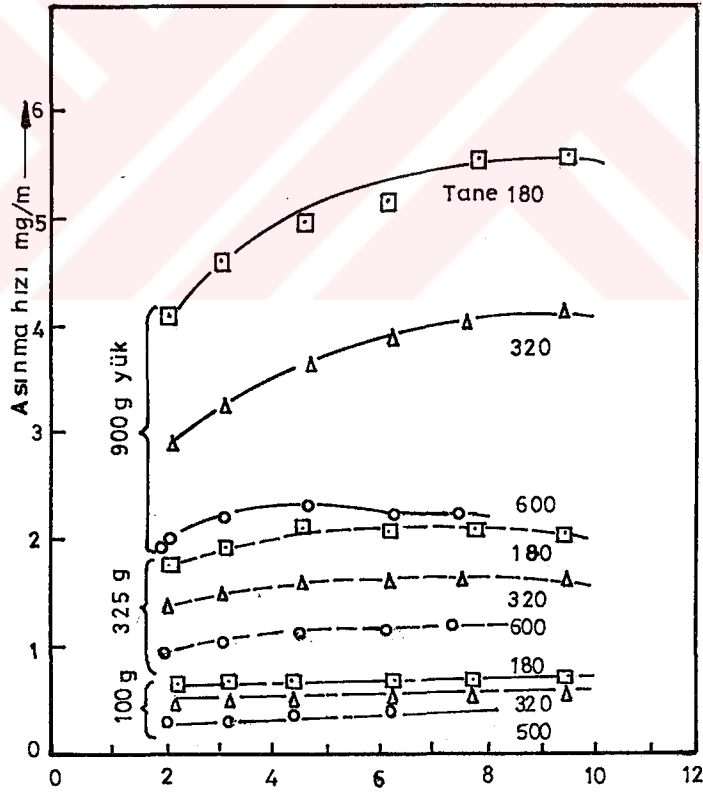


Şekil.2.13: Yüzey pürüzlülüğünün aşınma ve sürtünme katsayısına etkisi

Bu sonuç makine parçalarının özellikle sürtünerek çalışan parçaların yüzey işleme kalitelerinin aşınma bakımından önemli bir etken olduğunu ortaya koymaktadır.

2.5.4. Numunenin şekil ve boyutunun aşınmaya olan etkisi :

Temas yüzeyinin aşınma şekli, eş çalışan elemanların geometrik şekline, hareket tarzına ve basınç uygulamasına bağlıdır. Bu faktörler aşınma direncini etkiler (Akkurt, 1977). Numune boyutları, temas alanını etkilediğinden aşınmayı da etkiler. Richardson toprakla yaptığı deneysel aşınma araştırmalarında, kesici ağızların aşınarak parabolik bir şekil aldığını ve dolayısıyla parabolik ağızların daha az aşındığını, geometrik kesiti ideal daireye yakın olan numunelerin daha az aşındığını ve aşınma sonunda ideal daireye yaklaşma olduğunu tespit etmişlerdir. Şekil : 2.14. (Richardson, 1969).



Şekil 2.14: Numune Çapının Aşınma Hızına Etkisi (Moore, 1974).

3.DOLGU KAYNAĞI TEKNİKLERİ

Aşınmış parçaların sert dolgu kaynağında, birleştirme kaynağında kullanılan kaynak yöntemlerinin hemen hemen hepsi kullanılabilir. Ancak, bu yöntemlerde kullanılan kaynak malzemeleri birleştirme kaynağı amaçlı değil, sert dolgu amaçlı olacaktır.

3.1. Oksi-Asetilen Kaynak Yöntemi :

Bu yöntemle genellikle, az sayıda ve ince kesitli özel parçaların dolgu kaynağı yapılır. Dolgu kaynağında bu iş için, özel oksi-asetilen dolgu çubukları kullanılır. Bu kaynağın uygulandığı yerler;

- Sondaj matkap uçlarının tamir amacıyla dolgusu,
- Döküm kumu karıştırıcılarında karıştırma kanatlarının dolgusu,
- Supap etekleri ve supap oturma yüzeylerinin tamir amacı ile dolgusu
- Buhar vanaları,
- Ağaç ve plastik için kesme bıçakları,
- Zincir testere çubukları,
- Saban demirleri ve diğer tarım aletlerinin dolgusu için, çoğu zaman en uygun yöntemdir.

Dolgudan önce yüzeyler dikkatle temizlenecektir. Metal yüzeyinde yabancı madde bulunması veya ısıtma esnasında aşırı derecede oksidin meydana gelmesi halinde, yabancı maddeler, kaynak çubuğunun ucu ile sürtülüp kazınarak yok edilir. Sert dolgu tabakasının altında sıkışıp kalmış oksit sert dolgu alaşımının karbonu ile reaksiyona girip gaz çıkarır ve süngerleşmeye neden olur. Çoğu zaman sert dolgu alaşımları, oksitlenmeyi sınırlı şekilde kontrol edecek bir dezoksidan içerirler (Amk, 1988. Gültekin, 1988).

3.1.1. Kaynak yapılışı :

Ön ısıtma (eğer varsa) temizleme işleminden sonra yapılır. Bu durumda ön ısıtmadan sonra sert dolgusu yapılacak yüzey üfleçle kızıl tava getirilir. Kobalt alaşımli sert dolguda asetilen gazı kullanıldığında içteki sarı alev karbürleyici olup oksitleri redükler. Ayrıca sıcaklık yükseldikçe

ana metal üzerine karbon ilave eder ve böylece yüzeyin ergime noktasını düşürür. Nikel alaşımları ile dolguda, ergime başladığında yüzey parlar, sulu bir hal alır, buna "terleme" denir. Ana metal ergimeye başlar başlamaz alev ucu ile ısıtılmış sert dolgu çubuğunun ucundan bir damla bunun üstüne damlatılır. Bu damla terleyen bölge ile derhal karışır. Ergimiş alan alev sıcaklığı ile yürütüldükçe çubuktan da damlalar ergitilerek eklenir. Böylece sert dolgu yapılacak alan, sert dolgu alaşımı ile kaplanana kadar işleme devam edilir.

3.2. Örtülü Elektrodlarla Ark Kaynağı Yöntemi :

En çok kullanılan kaynak yöntemidir. Genelde yatay pozisyonda çalışılmaktadır. Her cins malzemeye ve aşınma tipine uygun örtülü elektrod kolayca bulunabilir. Yöntemin bazı uygulama alanları;

- Büyük düz veya silindirik yüzeyler,
- Nispeten kalın parçalar ,
- Kalın dolgu gerektiren durumlar,
- Manganezli çelikten parçalar (Kantarıcı, 1982).

3.3. Tozaltı Ark Kaynak Yöntemi :

Dolgu yüzeyi fazla, büyük parçaların yatay pozisyonda veya döner parçaların otomatik kaynağında kullanılır. Oldukça süratli, dolgu oranı yüksek ve verimli bir kaynak yöntemidir. Parçaya verilen ısı sınırlı bölgede kaldığından deformasyon ve çarpılmalar en düşük seviyededir.

Son zamanlarda büyük bir önem kazanan bu yöntem ergiyen elektrod ile kaynak gurubuna girer. Ark otomatik olarak bir kangaldan gelen elektrod ile iş parçası veya iki elektrod arasında oluşur ve işlem tamamen otomatik veya yarı otomatik olabilir. uygun bir toz tabakası işlem esnasında oksidasyonu önler. Tercihen yüksek yoğunluktaki bir akımda (20 Amp/mm²) çalışılarak birim zamanda daha fazla doldurma metali yığılması sağlanır. Bazı özel tertibatlarla birden fazla tel kullanılarak bu çalışma değeri arttırılabilir. Doldurma malzemesi ve kullanılan toz birbirlerine uygun olmalıdır. Çeşitli elamanları birbirine bir bağlayıcı ile yapıştırılmış tozlar veya beraberce önce ergitilmiş sonra öğütülmüş tozlar kullanılır, kaynak

elektrodlarının örtüsü gibi, tozun birinci görevi erimiş metali kıymetli elementlerin oksitlenmesinden, oksijen, azot ve hidrojen absorpsiyonundan korumasıdır. Bunun dışında toz karbon, molibden , krom, manganez ve nikel gibi alaşım elamanları içerir. Bunlarla ergimiş doldurma metalini alaşımlandırabilir. Bu durumda alaşımsız teller kullanılmalıdır. MIG yönteminde olduğu gibi, bu yöntemde de dolu tellerin yanında özlü tellerde kullanılabilir. Tozaltı kaynağı ile doldurma yönteminde MIG-yönteminde olduğu gibi, **soğuma şartları önemli rol oynar**. Bir diğer ifadeyle soğuma ne kadar çabuk olursa, doldurmanın sertliği de o ölçüde artar (Anık, 1988). Bazı uygulama yöntemleri; mil, merdane, teker ve yüksek fırın çanı gibi yerlerin dolgu işlemlerinde rahatlıkla uygulanabilir (Dolmuş, 1988).

3.4. Gazaltı Ark Kaynak Yöntemi :

Karbondioksit veya argon-karbondioksit karışım gaz ortamı altında çıplak sert dolgu tel elektrodu kullanılarak yapılan bir sert dolgu yöntemidir.

3.4.1. Wıg - kaynağı :

Koruyucu soy gaz (Ar) altında ergimeyen elektrodla gerçekleştirilen bu yöntemin seçimine ana neden, kaynak işlemine katılan malzemelerin oksidasyona karşı olan yüksek duyarlılıklardır. Yöntem genellikle onarım ve düzeltme amaçlı dolgularla Al, Mg, Ni, Cu ve bunların alaşımları gibi malzemelerle uygulanmaktadır.

3.4.2. Mıg - kaynağı :

Bu yöntemde genellikle aşınma ve korozyona dayanıklı yüzeyler elde edilmesinde yararlanılmaktadır. Dolgu malzemesi, sürekli beslenen ergiyen bir elektrod ile ayrıca ark ortamına sevk edilen ilave malzemenin toplamından oluşmaktadır. Çelikler için, aynı cins malzeme ve yüksek karbonlu çeliklerin kaplanması koruyucu gaz olarak sadece CO₂ kullanılmaktadır (Gültekin, 1988).

3.5. Dolgu Kaynağı Uygulama Örnekleri

3.5.1. Kırıcı (konkasör) makaraları :

Bunlar hem noksan kısımların yeniden imali hem de sert yüzey elde etmek için doldurulur. Austenitik manganezli çelik için toplam alaşım miktarı % 12-25 Mn ve Ni' li dolgu malzemesi kullanılır. Dikişler enine iki tabaka halinde çekilir. makara yüzeyinin dış kısmı % 12-25 Cr, Mo li dolgu malzemesi ile doldurulur. Bir tipik austenitik manganez çeliğinde 1.2 m² lik alanın sert dolgusu için 90 ile 120 kğ kaynak metali kullanılır. Örtülü elektrod veya yarı otomatik açık ark kaynak yöntemi kullanılır.

3.5.2. Çamur karıştırıcı bıçaklar :

Genellikle sertleştirilmiş karbon çeliğinden olan bu bıçaklar tungsten karbürü (volfram karbürü) ile doldurulur. Örtülü elektrodla elektrik-ark kaynağı veya oksijen-asetilen kaynağı uygulanır. Dökme demirden bıçaklar 650 °C ' de önceden tavlama ve bu sıcaklık bütün kaynak devamınca sürdürülür. Bıçaklar yavaş soğumaya terk edilir.

3.5.3. Vagon tekerlekleri :

Çer tekerleri, maden arabaları, vinçler ve diğer hareket eden donanımın tekerlekleri aşınma mukavemetlerinin artırılması amacı ile doldurulur. % 0,40 C' lu çelikten yapılmış bir tekerlek toplam alaşım miktarı % 6-12 Cr, Mo, Mn bulunduran dolgu malzemesi ile doldurulur. Kaynaktan önce 150-200 °C ' lik bir ön ısıtma uygulanır. Dolgudan sonra yavaş soğumaya bırakılır. Meticede dolgu yapılan kısmın çatlaması önlenmiş olur ve taşlanarak düzeltme yapılır.

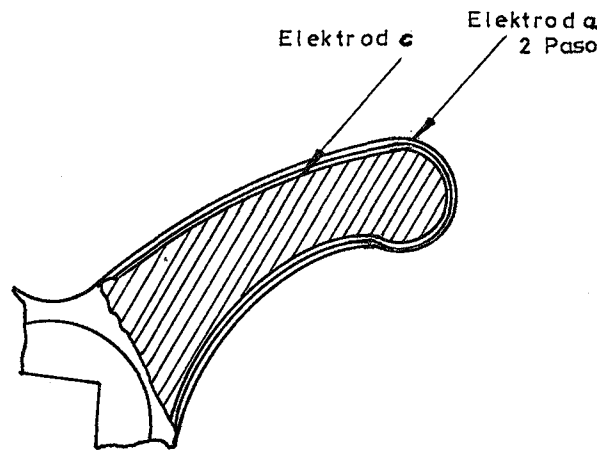
3.5.4. Kok itici pabuçların sert dolgusu :

Çelik haddehanelerinin kok fırınlarında kok itici pabuçları; son derece abrasiv sıcak olan koku , fırından taşıyıcı bandın kepçelerine iter. Kok buradan doldurma kulesine gider, pabuçlar bir zincir sistemi üzerinde

bulunur. Pabucun tabanı aşırı ısı ve abrazyon aşınmasına maruzdur. Bu nedenle burası örtülü elektrodla el kaynağı ile sert dolgu yapılır. Yaklaşık olarak 30 cm en, 120 cm boyunda olan bu kok itici pabuçları düşük karbonlu çelikten yapılmış olup toplam alaşım miktarı % 25-50 Cr, Ni, Mo' lü dolgu malzemesinin yüksek karbonlu alaşımları ile kaplanır. Kaynak yatay pozisyonda uygulanır ve dolgu kalınlığı yaklaşık olarak 6 mm olur. Dikişler aşınma yönüne paralel çekilir, ön ve son ısıtma uygulanmaz. Bir pabuca yaklaşık olarak 23 kg sert dolgu malzemesi gider (Oğuz, 1976. Robinowicz, 1976).

3.5.5. Sinter tesisi karıştırıcı kollarının sert dolgu kaynağı :

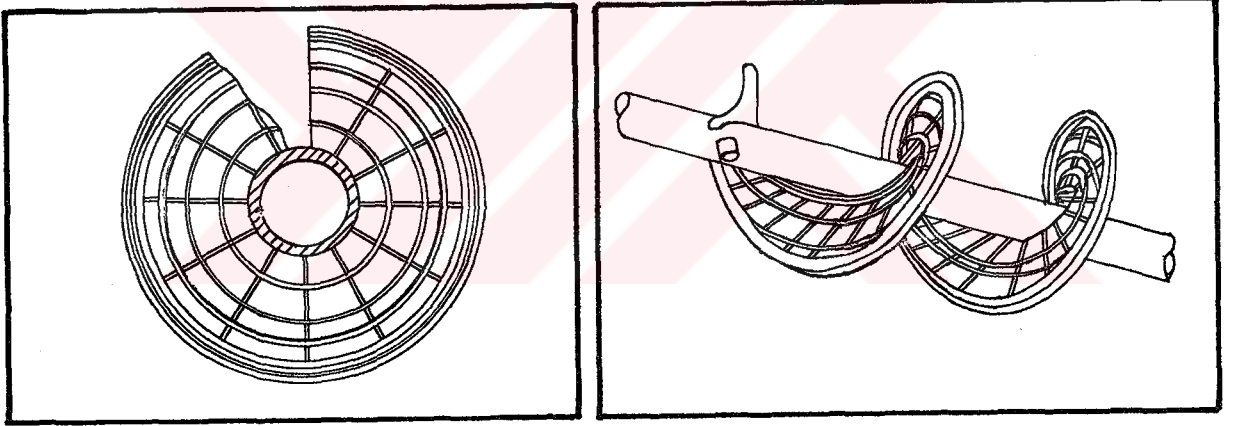
Ana malzemesi % 0.6 C ' lu çelik olan bu karıştırıcılar , Demir-Çelik fabrikalarında kullanılırlar. 350 °C lik bir ön tavlama işlemi ana malzemeye bağlı olarak dolgu pasolarının emniyeti açısından gereklidir. Yeni parçalarda bir paso tampon kaynağı üzerine bir paso sert dolgu tabakası atılmalıdır. Kullanılmış parçalarda aşınma çok fazla ise parça, ana malzemeye uygun bir elektrod ile ilk boyutlarına getirildikten sonra bir paso tampon tabaka ve bir paso sert dolgu tabakası atılmalıdır. Tampon tabaka elektrod c (% C max 0.13 , % Mn 5 , % Si 0.5 , % Cr19 , % Ni 9) ve sert dolgu tabakası için elektrod a (% 5.5 C , % 22 Cr , % 6.5 Nb , % 6.5 Mo , % 2 W) kullanılmıştır. Kaynaktan sonra parçanın işlenmesine gerek yoktur, uygulama şekil, 3' de görülmektedir.



Şekil 3: Sinter Tesisi Karıştırıcı Kollarının Sert Dolgusu

3.5.6. Konveyör vidalarının sert dolgu kaynağı :

Kullanılma alanları, maden ocakları, çimento fabrikaları, merkezi elektrik santralleri v.s yerlerdir. Ön hazırlık ve ısıtma işlemi gerekli değildir. Aşınma dayanımını ve ömrünü uzatmak amacıyla yeni veya aşınmış konveyör vidalarına örtülü elektrod ile veya açık ark özlü elektrodu ile dolgu yapmak mümkündür. Parça, aşınma fazla ise ana malzemeye uygun bir elektrod ile orjinal ölçülerine getirilir. Gerek yeni ve gerekse aşınmış parçalarda tampon tabakaya ihtiyaç yoktur. Kaynak işleminde şekildeki gibi baklava tekniği uygulanmalı, uç kısımlarda ise 30 mm' lik şerit dolgu yapılmalıdır. Dolgu tabakası için elektrod (% 6 C, % 22 Cr, % 6.5 Nb)ve elektrodu (% 5.5 C, % 22 Cr, % 6.5 Nb, % 6.5 Mo, % 2 W) kullanılmıştır. Şekil , 3.1.



Şekil 3.1: Konveyör Vidalarının Sert Dolgusu.

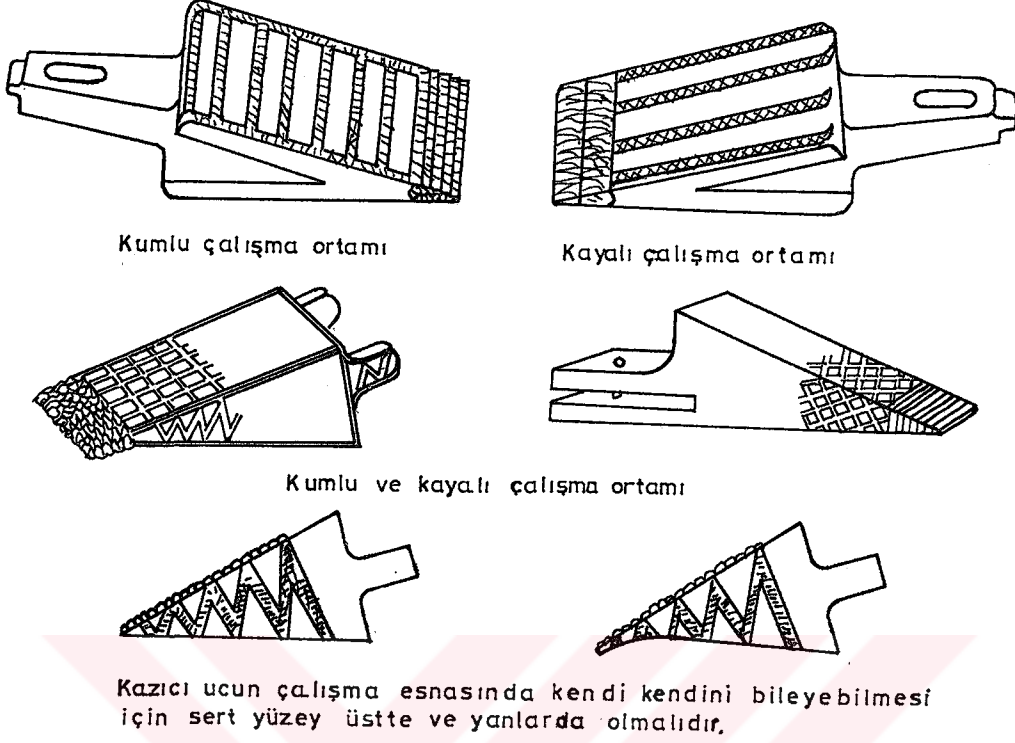
3.6. Ana Malzemesi 12-14 Mn' lı Çelik Olan Parçaların Dolgu Kaynağı

Burada kullanılan ana malzemeler % 12-14 manganezli çelikdir. Bu özelliğe sahip malzemeler şöyle sıralanabilir ;

- Hafriyat makinaları kazıcı uçlarının sert dolgusu,
- Döner konkasör çekiçlerinin sert dolgusu,
- Aşınma plakalarının sert dolgusu,
- Maden kırıcılarının sert dolgusu ve
- Kazıcı kepçelerin sert dolgu kaynağıdır.

3.6.1. Hafriyat makinaları kazıcı uçlarının sert dolgusu :

Isıl işlem gerekli değildir, aksine kaynak esnasında parçanın sıcaklığı 150 °C ' yi aşmamalıdır. Pasolararası sıcaklık elin dayanabileceği kadar olmalıdır. Çok sayıda parçanın dolgusu yapılacak ise parçalar sıraya konmalı, önce birinci pasoları çekilip bittikten sonra ikinci pasoları yapılmalıdır. Kullanılan kaynak yöntemi, örtülü elektrodlarla, elle yapılan elektrik-ark kaynağı yöntemidir. Çalışma ortamına bağlı olarak darbe emniyetini arttırmak amacı ile parça yüzeyine tampon tabaka kaynağı yapılır. Dolgu pasosu , uygun sertlik ve aşınma dayanımı elde etmek üzere çalışma ortamına göre aşağıdaki şekillerden birine uygun olacak şekilde üst üste iki sıra halinde çekilir. Kullanılan dolgu malzemesi, tampon tabaka için, elektrod (% C max 0.13, % Mn 5, % Si 0.5, % Cr19 , % Ni 9) kullanılır. Dolgu tabakası için elektrod (% 6 C, % 22 Cr, % 6.5 Nb) veya elektrod (% 4 C , % 20 Cr % 6.5 Nb) kullanılabilir. Uygulama durumu şekil, 3.2 ' de görülmektedir.



Şekil 3.2:Hafriyat Makineleri Kazıcı Uçlarının Sert Dolgu Kaynağı.

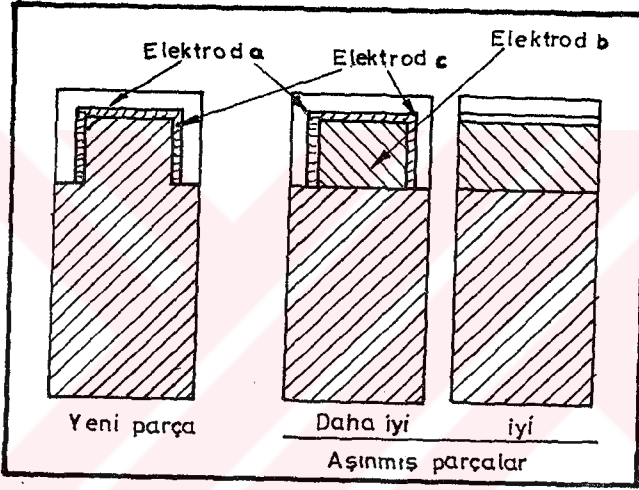
3.6.2. Döner kırıcı (konkasör) çekiçlerinin sert dolgusu :

Bu çekiçler çimento endüstrisinde ve çeşitli endüstri alanlarında kullanılır. Dolgu kaynağı yapılmadan önce bir ön hazırlık yapılmaktadır. Çekiçler ile yüzey arasındaki ölçü toleransını tutturmak üzere bir master hazırlanmalıdır. Aşınmış yüzeylerdeki muhtemelen çatlak olabilen eski dolgu pasosu artıkları uygun bir şekilde giderilmelidir. Bu malzemeye ön tavlama gerekmez, kaynak esnasında parçanın sıcaklığı 150 °C ' yi aşmamalıdır, kaynak sonrası soğuma mümkün olduğu kadar yavaş olmalıdır. Kaynak işlemi yapılırken;

- Kaynak sırasında uygun sıcaklık dağılımını sağlamak üzere (çok sayıda parça varsa) parçalar sıra ile doldurulmalı, eğer parça sayısı az ise, çekiç bir su kuvveti içinde, su seviyesi dolgu yapılacak yüzeyin altında kalacak şekilde doldurulmalıdır.

- Yeni parçalarda, darbe emniyetini sağlamak amacı ile yüzeye önce bir tabaka tampon kaynağı sonra bir tabaka sert dolgu kaynağı uygulanmalıdır.

- Kullanılmış parçalarda, aşınma ana malzemeye ulaşmış ise, parça şekil 3.3' de görüldüğü gibi ana malzemeye uygun bir elektrodla doldurulmalı, daha sonra tampon tabaka ve sert dolgu tabakası kaynakları yapılmalıdır. Ana malzemeye uygun elektrod b (% 0.6-0.7 C , % 11-14 Mn, % 3 Ni) kullanılır. Tampon tabaka için elektrod c (% C max 0.13, % Mn 5, % Si 0.5, % Cr19 , % Ni 9) ve sert dolgu için elektrod a(% 4 C, % 20 Cr, % 6.5 Nb) kullanılmıştır.

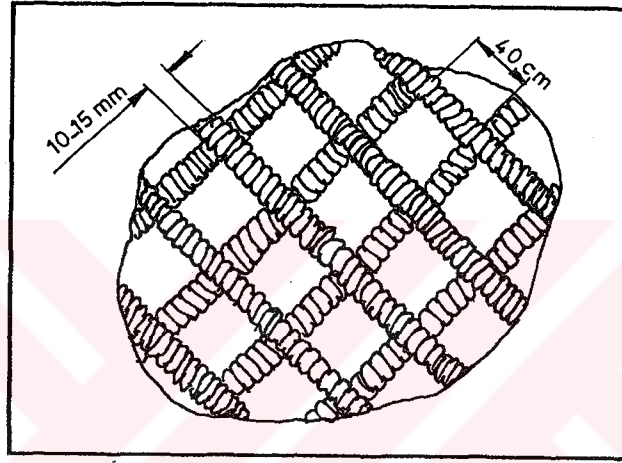


Şekil 3.3: Döner Konkasör Çekiçlerinin Sert Dolgusu.

3.6.3 Aşınma plakalarının sert dolgu kaynağı :

Kullanılma alanları; demir-çelik endüstrileri madencilik ve taş ocaklarıdır. Kaynak sırasında parçanın sıcaklığı yaklaşık 150 °C nin üstüne çıkmaması gerekir. Aşınma dayanımı ve ömrünü uzatmak amacı ile yeni veya aşınmış plakalara örtülü elektrodla elektrik-ark kaynak yöntemi ile sert dolgu kaynağı yapılmalıdır. Kaynak işleminde baklava tekniği uygulanmalı, paso genişliği 10-15 mm, pasolararası mesafe 40 mm kadar

olmalıdır. Sert dolgu pasosundan önce, bir sıra tampon tabaka çekmek özellikle tamir amacı ile sert dolgu kaynağı yapılan plakalarda pasonun kalkma tehlikesine karşı gereklidir. Tampon tabaka için elektrod (% C max 0.13, % Mn 5, % Si 0.5, % Cr 19 , % Ni 9), sert dolgu için ise; elektrod (% 6 C, % 22 Cr, % 6.5 Nb) veya elektrod (% 4.2 C, % 0.3 Mn, % 1.3 Si, % 31 Cr, % kalamı Fe) kullanılır. Şekil, 3.4.



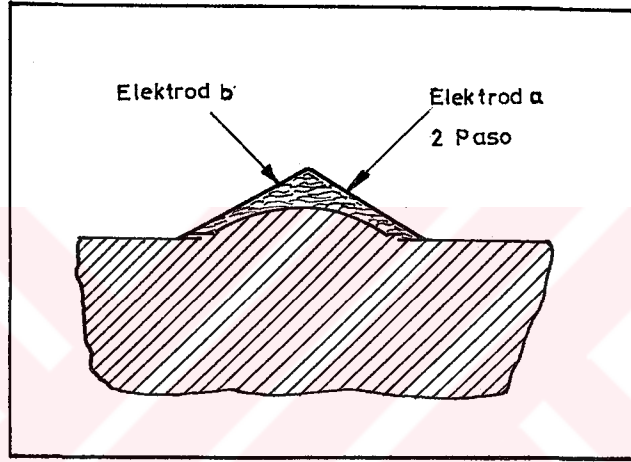
Şekil 3.4: Aşınma Plakalarının Sert Dolgusu.

3.6.4. Maden kırıcılarının sert dolgu kaynağı :

Demir-çelik fabrikaları, maden ve taş işleme tesislerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemeye ;

- Ön tavlama gerekli değildir.
- Pasolararası sıcaklık 150 °C' yi aşmayacak şekilde düzenlenmelidir.
- Kaynak sonrası soğutma esnasında, parça hava temasından etkilenmeyecek şekilde gayet yavaş olmalıdır. Kaynak işleminde örtülü elektrod veya açık ark özlü elektrodu kullanılabilir. Parça, aşınma fazla ise ana malzemeye uygun bir elektrod kullanılarak orijinal ölçülerine getirilir.

Gerek yeni gerek aşınmış parçalarda darbe emniyetini arttırmak üzere bir tampon tabaka pasosu çekilebilir. Çalışma koşullarına göre en uygun aşınma dayanımı ve sertlik elde etmek üzere seçilen sert dolgu elektrodu ile üst üste iki paso kaynak çekilmelidir. Tampon tabakanın kaynağı için elektrod b (% 0.6-0.7 C , % 11-14 Mn, % 3 Ni) sert dolgu tabakası için elektrod a (% 4 C, % 20 Cr, % 6.5 Nb) kullanılır. Maden kırıcılarının sert dolgusuyla ilgili uygulama şekil, 3.5 'de görülmektedir.



Şekil 3.5: Maden Kırıcılarının Sert Dolgusu.

3.6.5. Kazıcı kepçelerin sert dolgu kaynağı :

Bu kepçeler, madencilik endüstrisi, hafriyat çalışmaları, taş ocaklarında kullanıma alanlarına sahiptir. Tamir işleminden önce aşınmış yerlerdeki eski dolgu metali kalıntıları ve muhtemel çatlaklar giderilmelidir. Isıl işlem gerekli olmadığı gibi, pasolararası sıcaklık 150°C yi aşmamalıdır. Fazla aşınmış yerlere elektrod (% 0.6-0.7 C , % 11-14 Mn, % 3 Ni) kullanılarak ilk ölçülerine getirilir. Yeni veya kullanılmış kepçelerin aşınmaya maruz kalan yerlerine abrazyiv aşınmanın cinsine göre yeterli

dayanım elde etmek üzere dolgu pasoları atılır. Orta dereceli aşınma için elektrod (% 6C, % 22 Cr, % 6.5 Nb) ağır darbeli aşınma için elektrod (% 4 C, % 20 Cr, % 6.5 Nb) kullanılmıştır. Kepçe durgun hava ortamında normal soğumaya terk edilmelidir (Durmuş, 1988. Gültekin, 1988. Layıktez, 1988).

3.7. Dolgu Kaynağında Kullanılan Elektrodlar

3.7.1. Sert dolgu amaçlı özlü elektrodlar :

Sert dolgu kaynağı genellikle örtülü elektrod ile yapılmaktadır. Ayrıca tozaltı kaynak yöntemi de silindirik şekilli parçaların, düz ve geniş yüzeylerin sert dolgu kaynağında kullanılmaktadır. Son yıllarda geliştirilmiş olan özlü sert dolgu tekniği, geniş uygulama alanına sahiptir. Özlü sert dolgu işlemi üç şekilde yapılmaktadır.

3.7.1.1. Tozaltı kaynak telleri :

Mil, makara, tekerlek, hadde merdanesi, yüksek fırın çanı gibi silindirik parçalar ve aşınma plakaları gibi düz ve büyük yüzeylere, özel alaşımlı sert dolgu elektrodu ve alaşımsız tozaltı tozu kullanılarak dolgu yapılmaktadır.

3.7.1.2. Gazaltı kaynak telleri :

Karbondioksit, argon veya karışım gaz koruyuculuğu altında özel alaşımlı özlü sert dolgu telleri ile dolgu kaynağı yapılmaktadır.

3.7.1.3. Açık ark kaynağı elektrodları :

Gazaltı kaynak makinesindeki tel sürme cihazına benzeyen redresör veya jeneratör tipi örtülü elektrod kaynak makinelerine bağlanabilen bir aparat yardımıyla özel özlü elektrodun el ile kullanılan bir torca sürüldüğü, fakat gazaltı kaynağının aksine, herhangi bir koruyucu gaz kullanılmadan açıkta yapılan bir sert dolgu kaynağı şeklindedir. Örtülü elektrodun

kullanılabildiği her yerde kullanılabilir. Sert dolgu amaçlı açık ark kaynağı özlü elektrodları kenetli tip olup yüzeyleri, paslanmayı önlemek üzere özel bir işlem ile kaplanmıştır. Bu yöntemin örtülü elektrodla sert dolgu kaynağına üstünlükleri şunlardır.

- Özellikle, hafriyat ve toprak makinelerinin çok çabuk aşınan bazı parçalarının yerinde ve süratli doldurulması (böylece çok pahalı olan bu makinelerin sadece dolgu işlemi için atölyeye çekilmesi ve uzun süre devre dışı kalması zorunluluğu ortadan kalkar).

- Büyük yığılma miktarı ve yüksek dolgu hızı ile zamana karşı yarış yapılan sert dolgu kaynaklarında (örneğin çok sayıda çimento çekiçlerinin dolgusu) işlemin süratle tamamlanmasıdır.

- Koruyucu gaz ortamı olmadığından, herhangi bir koruyucuya gerek kalmadan açık sahada kaynak imkânını sağlaması ve sonuçta maddi tasarruf sağlaması (Durmuş,1988). Açık ark kaynağında, sert tabaka ve yüksek aşınmaya maruz parçaların dolguları için kullanılan elektrodlar ve analizleri tablo, 1 de verilmiştir.

Tablo 1' deki elektrodların kullanıldığı yerler sırasıyla açıklanmıştır.

1 nolu elektrod :

Aşınan raylar, makaslar, bandajlar, haddeler (valsler), merdaneler, dişliler, miller, mekanizma kamları, paletli araçların aşınan palet ve yürüyüş takımları gibi yerlerde kullanılır.

2 nolu elektrod :

Hafriyat makineleri kazıcı ağızları, yüksek sıcaklıkta aşınmaya dayanıklı olması istenen giyotin makasları, basınçlı döküm kalıp parçaları, hadde ve merdaneler, konkasör çekiçleri v.s. tipik uygulama alanları vardır.

3 nolu elektrod :

İki nolu elektrodun aynıdır. Bazik karakteri dolayısıyla çatlama dan üst

üste pasolar çekmek mümkündür.

4 nolu elektrod :

Karıştırıcı kanatları, salyangozlar, çimento ve beton pompalarının parçaları, kırma ve öğütme makinaları, korozyon ve yüksek sıcaklıkta aşınmanın söz konusu olduğu petro-kimya endüstrisi alanlarında kullanılır.

5 nolu elektrod :

Ostenitik yapılı manganez sert çeliğinin dolgu kaynağında, hafriyat ve iş makinelerinin kazıcı ağızları, paletli makinelerin yürüyüş takımları, Mn sert çeliğinden yapılmış kırıcı (konkasör) çeneleri gibi darbeli aşınmaya maruz bütün makine parçalarının dolgusunda kullanılır.

6 nolu elektrod :

18 Cr/ 8 Ni ve Mn'li ostenitik yapılı bazik tip bir elektrod'dur. Benzer olmayan demir esaslı malzemelerin, düşük kabiliyetli çeliklerin, darbeye ve aşınmaya maruz Mn'li çeliklerin kaynaklarında birleştirme ve tampon tabaka pasolarında kullanılır.

7 nolu elektrod :

Özellikleri altı numaranın aynı olup yalnız çekirdek teli alaşımlı olmayıp alaşım elementleri örtüden gelmekte ve yüksek randımanlı sınıfına girmektedir.

8 nolu elektrod :

Torna ve planya kalemleri, freze bıçakları, özel spiral matkaplar gibi kesici takımların imal ve tamirinde kullanılır.

9 nolu elektrod :

Cr ve Nb karbürlü ostenitik yapılıdır. Yüksek basınçlı ve darbeli aşınmaya dayanıklı dolgular için kullanılır. Değirmen çekiçleri, kırıcı (konkasör) merdane ve aşındırma plakaları, kazıcı ve kepçe ağızları v.s uygulama alanlarına sahiptir.

Tablo 1: Dolgu Elektrodları ve analizleri

Elektrod No	T.S. E. K No	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	Nb
1	E 1 - 300 Örtülü	0.10	0.6	0.6	2.6	-	-	-	-
2	E6-60(65W)t Örtülü	0.4	0.3	0.5	6	0.5	0.5	-	-
3	E6- 60 Örtülü	0.4	0.3	0.5	6	0.5	0.5	-	-
4	E 10 - 60 C Örtülü	4.3	-	-	35	-	-	-	-
5	E 7 - 250 k Örtülü	0.6	14	-	-	-	-	3	-
6	E 307 - 15	0.13	5	0.5	19	-	-	9	-
7	E 307 - 15	0.13	5	0.5	19	-	-	9	-
8	E4-60(65W)s Örtülü	0.8	0.5	0.4	5	8	0.8	-	-
9	E 6 - 60 Örtülü	4	-	-	20	-	-	-	6.5
10	E 10 - 60 z Örtülü	6	-	-	22	-	-	-	6.5
11	E 9-200ckz Örtülü	5.5	-	-	22	6.5	1.0	-	6.5
12	E 10 - 65 rz Örtülü	4.2	0.3	1.3	31	-	-	-	-

10 nolu elektrod :

Cr ve Nb karbürlü ostenitik yapılıdır. Şamot ve tuğla pres helezonları, kepçeli ve vidalı konveyörler, kazıcı ve kepçe ağızları, maden ve çimento sanayi gibi tipik uygulama alanları vardır.

11 nolu elektrod :

Yüksek C, Cr, Nb, Mo, V içerikli kompoze karbürlüdür. Cevher eleme ve kırma tesisleri, sinter kırıcıları, beton ve asfalt karıştırıcıları, toz aşınmasına maruz parçaların dolgusuna uygundur.

12 nolu elektrod :

Özellikle tuğla ve toprak sanayinde kullanılan kazıcı kepçe tırnakları, karıştırıcı kanatları, konveyör helezonları ve zincirleri gibi parçaların dolgusunda kullanılır (Postacıoğlu, 1981. Firma katalogları, 1990).

3.7.2. Sert dolgu kaynağı elektrodlarının; işletme şartları ve dolgu yapılacak malzeme açısından incelenmesi :

İşletme şartları olarak;

- Orta dereceli aşınma.
- Ağır darbe ve orta şiddette abrazyon.
- Ağır darbe ve şiddetli abrazyon.
- Hafif zorlamalı abrazyon, ısıl çatlak- korozyon.
- Hafif zorlamalı sürtünme aşınması, korozyon-erozyon.
- Abraziv aşınma.

İşletme şartlarına bağlı olarak çeşitli mikro-yapı veren dolgu elektrodu üretilmektedir. Sözü edilen yapılar;

- Beynitik.
- Ostenitik.
- Beynitik-martenzitik.
- Ostenit içerisine dağılmış ince karbürler.
- Ostenit içerisine dağılmış ötektik karbürler.

- Ostenit içine dağılmış çeşitli tipte karbürler.
- Martenzit+Ferritik yapılarıdır.

Buna bağlı olarak tablo : 2 ' de işletme şartlarına ve yapılara uygun çeşitli elektrodlar gösterilmiştir (Aksoy, 1987, Firma katalogları, 1990).



Tablo 2: İşletme Şartları ve Mikro-yapı açısından dolgu elektrodları.

Elektrod Analizi	Sertlik HRC	İşletme Şartları	Mikro Yapı	Uygulama Alanları
C : 0.14 Mn : 1.5 Si : 0.75 Cr : 2.5	40	Orta dereceli aşınma	Beynit + Martenzit	Traktör makaraları, tekerler, miller, karbonlu çelikten makaralar
C : 1.2 Mn : 16.5 Si : 0.4 Cr : 9 Ni : 3	41	Ağır darbe, orta şiddette abrazyon	Ostenit matriste dağılmış Nb' yum ve krom karbürler	Konkasör çekiç ve merdaneleri greyder bıçakları ve hafriyat makineleri
C : 1.7 Mn : 1.5 Cr : 7 Ti : 5 Mo : 1 Si : 0.5	56	Ağır darbe ve şiddetli abrazyon	Yüksek kromlu sert martanzitik matriste dağılmış ince titanyum karbürler	Ezme silindirleri, tarım aletleri, konkasör çekiçleri, buldozer bıçakları, hafriyat makineleri v.s gibi yerlerde
C : 5.5 Mn : 0.25 Si : 1 Cr : 22 Nb : 6.5 Mo : 3.25 W : 1 V : 0.45	63	Hafif darbe ve şiddetli abrazyon	Ostenitik matriste çeşitli tipte kompleks karbürler	Aşınma plakaları, fan kanatları, elekler, yüksek fırın çanları, yükleme bölgeleri ve oluklar
C : 0.16 Mn : 1.6 Si : 0.2 Cr : 5.8 Mo : 1.65 W : 1.7	45	Hafif zorlama, ısı çatlak-korozyon	Martenzit	Yüksek fırın çanları oturma yüzeyleri ve öğütücü makaraların abrazyon dayanımı için kullanılır
C : 0.5 Mn : 0.8 Si : 0.4 Cr : 13 Mo : 0.25	55	Hafif zorlamalı sürtünme aşınması korozyon erozyon	Martenzit	Oksilerin araya girmesiyle oluşmuş metal-metal aşınması, sıcak çatlaklar korozyon döküm merdaneleri v.s

4. MATERYAL ve METHOD :

4.1. Deney Tezgahı Modeli :

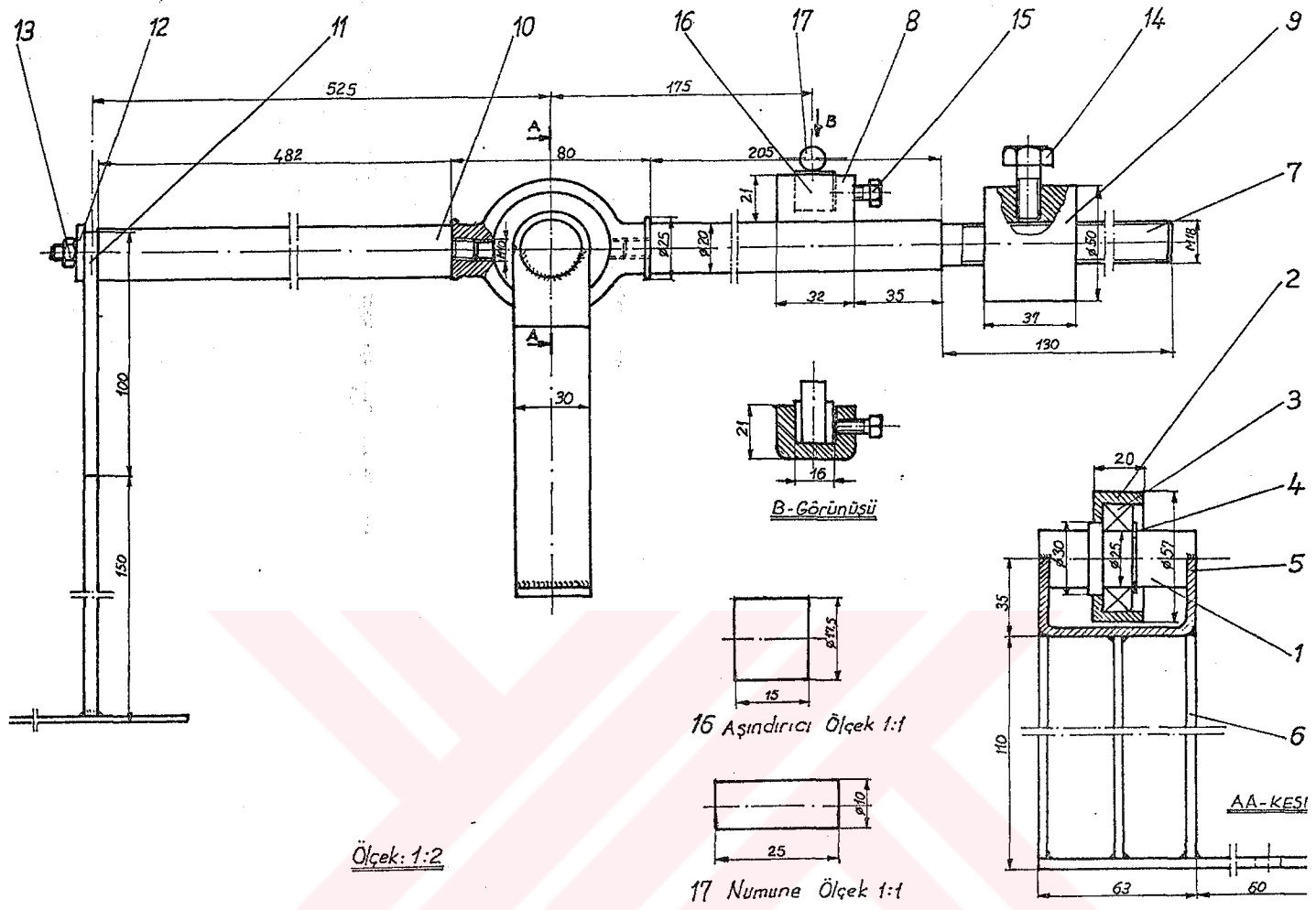
Bugün için aşınma deneyinde kullanılacak standart bir cihaz modeli bulunmamakla birlikte, her araştırmacı kuruluş, kendi çalışmalarındaki aşınma şartlarına uygun bir deney cihazı geliştirerek konu üzerindeki araştırmalarını sürdürmektedir.

Bu çalışmada kullanılmak üzere geliştirilen deney tezgahı modelinin şematik görünüşü şekil: 4 de verilmiştir. Şekilde görülen bu deney tezgahı modelinin gerçekleştirilme maliyetinin yüksek olması dolayısıyla bu model içindeki gerekli tüm alet ve teçhizatları bünyesinde bulunduran ve aynı işlemi görebilen bir torna tezgahından yararlanmak suretiyle, çalışmalarda kullanılan deney tezgahı geliştirildi.

4.2. Deney çalışmalarında Kullanılan Cihaz Ve Aparatların Tanıtılması :

Deneysel çalışmalarında ara maddeyi, sürtünme sırasında ortaya çıkan metal parçacıkları oluşturmaktadır. Deneyler atmosfere açık yapıldığından, çevre olarak atmosfer şartları geçerlidir. Deney tezgahı şekil: 4 'de görüldüğü gibi çalışmaktadır. Burada aşındırıcı olarak seçilen ray malzemesi deney seti üzerine yerleştirilmiş durumdadır (parça no: 16). Aşınan parça (numune) tornanın aynasına bağlanmış vaziyettedir (parça:17). Deneysel çalışmalarda tornanın devri dijital takometre ile ölçülmek suretiyle tespit edildi. Aşındırma işlemi esnasındaki ağırlık kaybı, aşınan numuneler saf alkolle temizlenip kurutulduktan sonra H 31 AR tipi terazide 10^{-5} duyarlılıkta ölçülerek belirlendi.

Çelik numunelere uygulanan ön tav ve son tavlama işleminde Elektro-Mag direnç tipi tav fırınından faydalanıldı. Numunelerin yüzey sertlikleri, her numune yüzeyinde 5 değişik noktada ölçüm yapılarak ve ortalamaları alınarak bulundu. Yüzeyler taşlama tezgahında taşlandıktan sonra kullanıldı (Yıldırım, 1985).



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 : Mil (Ç 1040). | 9 : Ağırlık parçası (C 22). |
| 2 : Yatak (C 35). | 10 : Kol (C 35). |
| 3 : Bilyalı yatak (6005 DIN 625). | 11 : Ağırlık taşıyıcısı (Sac 2 mm). |
| 4 : Emniyet segmanı (Ç1030). | 12 : Rondela 7 (Ç 1030). |
| 5 : U demiri (C 22). | 13 : Altı köşe somun M 6 TS 1026 / 1 (Ç 1030). |
| 6 : Lama demiri (C 22). | 14 : Altı köşe başlı cıvata M10 x 24 TS 1021 / 1 . |
| 7 : Kol (C 22). | 15 : Altı köşe başlı cıvata M5 x 18 TS 1021 / 1 . |
| 8 : Numune tutucu (C 35). | 16 : Aşındırıcı (Ray malzemesi bkz : Tablo 3). |
| | 17 : Numune (Bandaj malzemesi bkz : Tab 3). |

Şekil 4 : Deney Seti.

4.3. Deneyde Kullanılan Numuneler:

Deneylerde raylı taşımacılıkta ray-teker sistemi olarak tarif edilebilecek sistemde, tekerde meydana gelen aşınmanın tamirinde kullanılan elektrodlar ve bu sistemi oluşturan malzemeler esas alındı. Bu husustaki bilgiler ve malzemeler Türkiye Lokomotif Sanayi (Tülomsaş) Genel Müdürlüğü ile Malatya Lokomotif Bakım (Loko) Ünitesinden temin edildi.

Adı geçen kuruluşlardan alınan bilgilere göre vagon tekerleri monoblok veya bandaj geçirilmiş şekilde servise verilmektedirler. Aşınan bandaj geçirilmiş tekerleri yeniden kullanabilmek içinde, bandaj üzerine dolgu yapılmaktadır. Bu sebeple deney çalışmalarında, dolgu bandaj malzemesi üzerine yapılmaktadır. Bandaj ve ray malzemesinin analizleri Makine Kimya Endüstrisinden (M.K.E) alınan sonuçlara göre tablo : 3 'de verildi.

Tablo 3: Bandaj ve Ray Malzemesi Analizleri.

Malzeme	% Element					
	C	Mn	Si	P	S	Diğer
Bandaj	0.35	0.64	0.10	0.066	0.034	eser
Ray	0.42	1.32	0.24	0.022	0.015	eser

4.4. Deneylerde Kullanılan Dolgu Elektrodları :

Dolgu işlemleri bandaj malzemesinden hazırlanan numuneler üzerine imalatçı tarafından tavsiye edilen şekilde gerçekleştirildi. Dolgu işlemlerinde kullanılan elektrodların analizleri ve standard numaraları tablo: 4 'de verilmiştir.

Tablo 4: Kullanılan Dolgu Elektrodları Analizleri
Ve Standard Numaraları.

Elektrod No	T.S.E.K No	% Element							
		C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	Nb
1	E 10 - 60 Z örtülü	6	-	-	22	-	-	-	6.5
2	E 6-60(65W)t örtülü	0.4	0.3	0.5	7	0.5	0.5	-	-
3	E 18 - 8 Mn B	0.3	5	0.5	19	-	-	9	-
4	E 4 - 200 k örtülü	0.65	13	-	-	-	-	3	-
5	E 1 - 300 örtülü	0.10	0.6	0.6	2.6	-	-	-	-
6	E y - 4253 Mn B	0.1	1.2	0.5	-	-	-	-	-
7	-	0.08	0.5	0.3	-	-	-	-	-

4.5. Numuneler Üzerine Dolgunun Yapılışı :

Numuneler hazır hale getirildikten sonra dolgusu yapılacak numuneler üzerine işlem sonrası karışmaması için numarator ile numaralar vuruldu. Dalgusu yapılacak numuneler tav fırınında ön tavlama işlemine tabi tutuldular. Dolgu işleminde kullanılacak elektrodlar bazik tip elektrodlar olduğundan, tav fırını içerisinde 250-300 °C de 2-3 saat kurutuldu. Bütün bu işlemler sonunda, daha önceden belirlenen numuneler üzerine elle yapılan elektrik-ark kaynağı yöntemiyle dolgu işlemi üç paso kaynak çekilerek dolgu elektrodunun oluşan banyo esnasında ana malzemeye karışması en aza indirilmeye çalışıldı. Dolgu işlemi

atmosfer şartları altında, hava sirkülasyonunun olmadığı yerde Teknik Eğitim Fakültesi Metalurji Bölümü Atelyesi' nde yapıldı. Doğrusu yapılan numunelerin Elazığ Merkez Endüstri Meslek Lisesinde yüzeyleri ince taşlandı.

4.6. Numunelere Uygulanan Ön ve Son Tavlama Sıcaklığının Hesaplanması

$$T_{\text{ön}} = 350 \sqrt{[c]-0.25}$$

$T_{\text{ön}}$ = Ön ısıtma sıcaklığı

[C] = Toplam eşdeğer karbon

$$[C] = C_c + C_e$$

C_c = Kimyasal eşdeğer karbon (çeliğin kimyasal bileşiminden)

C_e = Parça kalınlığına bağlı kalınlık eşdeğer karbon

$$C_c = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{25} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

$$C_c = 0.35 + \frac{0.64}{6} + \frac{0.10}{24} + 0$$

$C_c = 0.46$ (kimyasal eşdeğer karbon)

$$C_e = 0.005 \times e \times C_c$$

$e = 10$ mm (parçanın kalınlığı)

$$C_e = 0,005 \times 10 \times 0,46$$

$C_e = 0.023$ (Parça kalınlığına bağlı eşdeğer karbon)

$$[C] = C_c + C_e$$

$$[C] = 0.46 + 0.023$$

$$[C] = 0.48 \text{ (toplam eşdeğer karbon)}$$

$$T_{\text{ön}} = 350 \sqrt{[C] - 0.25}$$

$$T_{\text{ön}} = 350 \sqrt{[0.50] - 0.25}$$

$$T_{\text{ön}} = 170 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Ön tavlama sıcaklığı) (Söderberg, 1986).}$$

Martenzit başlama sıcaklığı üzerindeki bir sıcaklık son tavlama sıcaklığı olarak seçildi Buna göre ;

$$M_s (^{\circ}\text{F}) = 1000 - (650 \cdot \% \text{C}) - (70 \cdot \% \text{Mn}) - (35 \cdot \% \text{Ni}) - (70 \cdot \% \text{Cr}) - (50 \cdot \% \text{Mo})$$

$$M_s (^{\circ}\text{F}) = 1000 - (650 \cdot 0,35) - (70 \cdot 0,64) - 0$$

$$M_s (^{\circ}\text{F}) = 727 \text{ (bunu } ^{\circ}\text{C cinsinden yazarsak)}$$

$$(^{\circ}\text{F} - 32) 5/9$$

$$(727-32) 5/9 = 386 \text{ }^{\circ}\text{C bulunur.}$$

$$\text{Son tavlama sıcaklığı} = 386 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Oguz, 1987).}$$

4.6.1. Numunelerin Fırın İçinde Bekleme Süresinin Hesaplanması :

Küçük parçalarda zamanla değişen rejim hali

$Bi \ll 1$ durumu

$$Bi = h \times L / k$$

Bi = Biot sayısı (ısınmın iletimle transferindeki boyutsuz sayı)

$h = 20$ ısı taşımın katsayısı hareketsiz ortam (hava) için ($w / m^2 \text{ } ^\circ C$)

$k = 60$ Malzemenin iletim katsayısı ($w / m \text{ } ^\circ C$)

L = ısınmın transfer edildiği boy (m)

$$L = V/A$$

V = Parçanın hacmi (m^3).

A = Parçanın toplam yüzey alanı (m^2).

Parçamız silindir şeklinde olduğundan silindirin toplam alanı;

$$A = 2\pi \frac{d^2}{4} + \pi d h$$

$d = 0.01$ m (çap)

$h = 0.025$ m (yükseklik)

$$A = 2\pi \frac{(0.01)^2}{4} + \pi(0.01) 0.025$$

$$A = 9.42 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Toplam yüzey alanı bulunur .

$$V = \frac{\pi(d)^2}{4} \times h = \frac{\pi(0.01)^2}{4} \times 0.025$$

$$V = 1.963 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ (malzemenin hacmi)}$$

$$L = \frac{V}{A} = \frac{1.963 \times 10^{-6}}{9.42 \times 10^{-4}} = 2.084 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 2.084 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$Bi = h \times L / k$$

$$Bi = 20 \times 2.084 \times 10^{-3} / 60$$

$Bi = 0.00076 \ll 1$ şartını sağladığından aşağıdaki denklemi kullanabiliriz.

$$\frac{T_f - T}{T_f - T_o} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

T_f = Fırın sıcaklığı (260 ° C)

T = Malzemenin merkezindeki sıcaklık (250 ° C)

T_0 = Malzemenin başlangıç (oda) sıcaklığı ($20^{\circ}C$)

t = ? Fırın içinde bekleme süresi (dk)

$$t_0 = \frac{\rho \times c_p}{h} \times L$$

ρ : Malzemenin yoğunluğu (kg / m^3)

C_p : Malzemenin spesifik özgül ısısı(joul / $kg^{\circ}K$)

t_0 = ? Zaman (sn)

$$t_0 = \frac{\rho \times c_p}{h} \times L = \frac{7850 \times 460}{20} \times 2.084 \times 10^{-3}$$

$t_0 = 376.26$ (sn).

$$\frac{T_f - T}{T_f - T_0} = e^{-\frac{t}{376.26}}$$

$$\frac{1}{24} = e^{-\frac{t}{376.26}}$$

$$\ln \frac{1}{24} = -\frac{t}{376.26}$$

$t = 1195.75$ sn

$t = 20$ dakika bulunur (Dagsöz, 1990).

4.7. Deney Numunesine Uygulanan Ağırlığın Hesaplanması :

Aşınan numune ile aşındırıcı arasında istenen temas kuvvetinin hesaplanması için, şekilde görülen yük asma noktasına belirli bir ağırlık asılmaktadır. Asılacak ağırlığın değeri aşağıdaki şekilde hesaplandı.

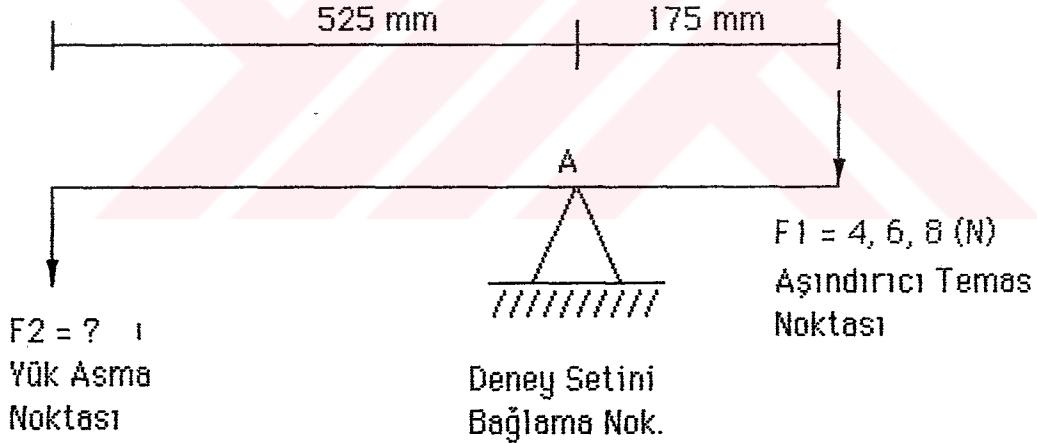
Moment Formülünden Gidilerek;

$$F_1 = 40 \text{ (N) için , } F_2 = ? \text{ (N)}$$

$$\Sigma M_A = 40 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} - F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)} = 0$$

$$40 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} = F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)}$$

$$F_2 = 13.33 \text{ (N) dur.}$$



$$F_1 = 60 \text{ (N) için , } F_2 = ? \text{ (N)}$$

$$\Sigma M_A = 60 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} - F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)} = 0$$

$$60 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} = F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)}$$

$$F_2 = 20 \text{ (N) dur.}$$

$$F_1 = 80 \text{ (N) için, } F_2 = ? \text{ (N)}$$

$$\Sigma M_A = 80 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} - F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)} = 0$$

$$80 \text{ (N)} \times 175 \text{ (mm)} = F_2 \text{ (N)} \times 525 \text{ (mm)}$$

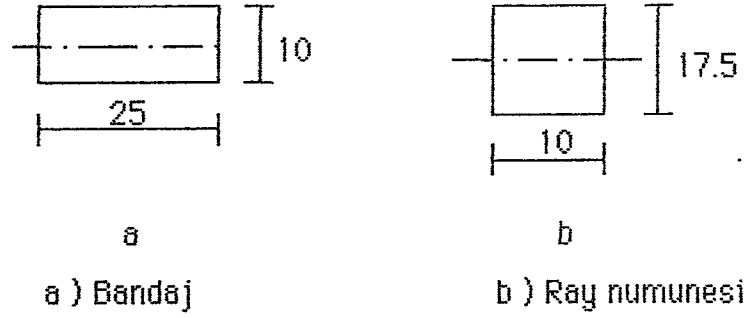
$$F_2 = 26.66 \text{ (N) olur.}$$

Deneyler yapılırken bu ağırlıklar göz önüne alındı.

4.8. Deneylerin Yapılışı :

4.8.1. Aşınma deneylerinin yapılışı :

Deneyler tornanın sabit devrinde (190 d/dk) yapıldı. Deneyde kullanılan numunelerin şekil ve boyutları şekil: 4. 1'de verildi. Bandaj numuneleri üzerine üç sıra dolgu yapılarak dolgu malzemesinin oluşan banyoya karışması önlenme yoluna gidildi. Numuneler üzerine 4, 6, 8 N lık ağırlık uygulandı. Aşınma deneyleri her 50 metre yol sonunda durdurulup, bandaj numunelerindeki ağırlık kaybı tesbit edildi. Ağırlık kayıpları 10^{-5} hassasiyetteki elektronik terazi ile bulundu. Deney aralarında numunelerin yüzeyleri alkolle temizlenmek suretiyle yüzeydeki aşınma ürünü parçacıklar atıldı aynı zamanda yüzeyde oluşabilecek değişiklikler gözle kontrol edildi. Deneyler 1000 metre yol sonunda kesildiler. Deney sonunda ray malzemesindeki ağırlık kaybıda tesbit edilerek, sistemdeki toplam aşınma kayıplarının hesaplanması'da kullanıldı. Dolguların mikro yapılarını gözlemek ve deney sonunda numuneler üzerinde meydana gelen yapıyı belirlemek için, optik ve taramalı elektron mikroskopunda bir seri metalografik çalışma yapıldı. İrdeme kısmında bahsedileceği üzere, yüzeyde oluşan tabakaların tesbiti için x ışınları analiz metoduna başvuruldu. Numuneler üzerinde meydana gelen tabakanın belirlenmesi için, yapılan çalışmalar irdeme kısmında detaylı olarak incelendi.



Şekil 4.1: Deney Numunelerinin Şekilleri.

4.8.2. Metalografik deneylerin yapılışı :

Araştırmaya konu olan malzemelerin iç yapılarını incelemek maksadıyla dolgulu numuneler metalografik manada parlatma işleminden geçirildikten sonra tablo, 5 ' de verilmiş olan dağlayıcılar ile dağlandı.

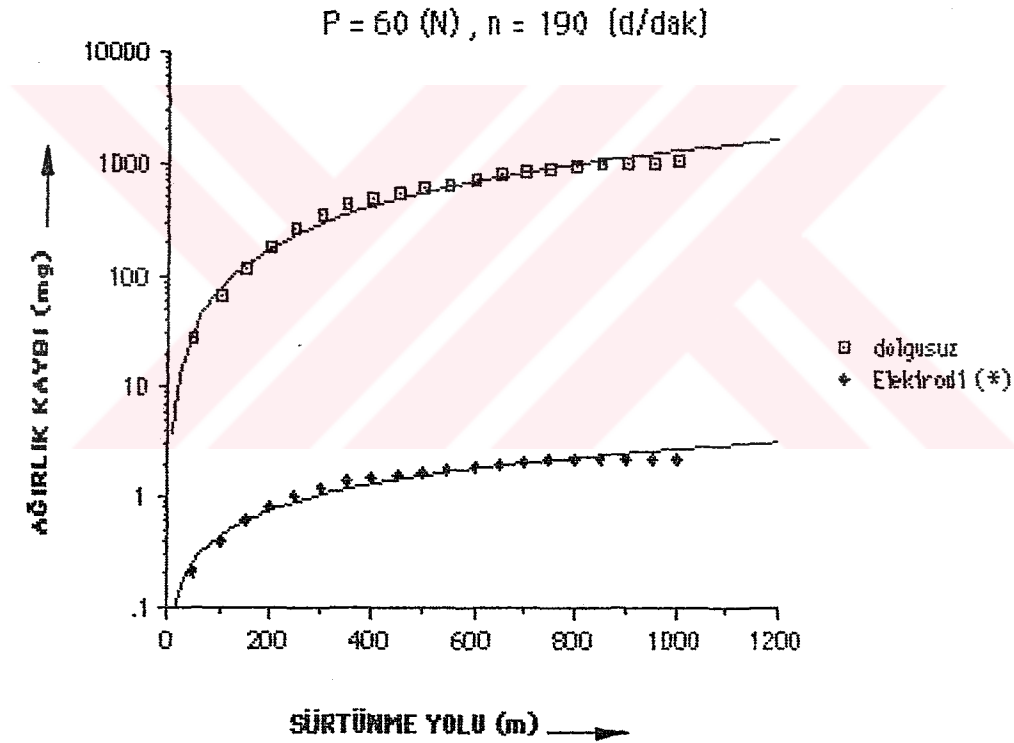
Tablo 5:Dağlayıcı Analizleri (George 1984).

Numune No	Analiz
1	50 ml Laktik asit 30 ml Nitrik asit (HNO_3) 8 ml Florik asit (HF)
2	10 ml Su (H_2O) 10 ml Nitrik asit (HNO_3) 10 ml Florik asit (HF)
3	5 ml Nitrik asit (HNO_3) 5 ml Klorik asit 1 gr Pikrik asit 200 ml Alkol
4	2 ml Nitrik asit (HNO_3) 100 ml Alkol

5.DENEY SONUÇLARI :

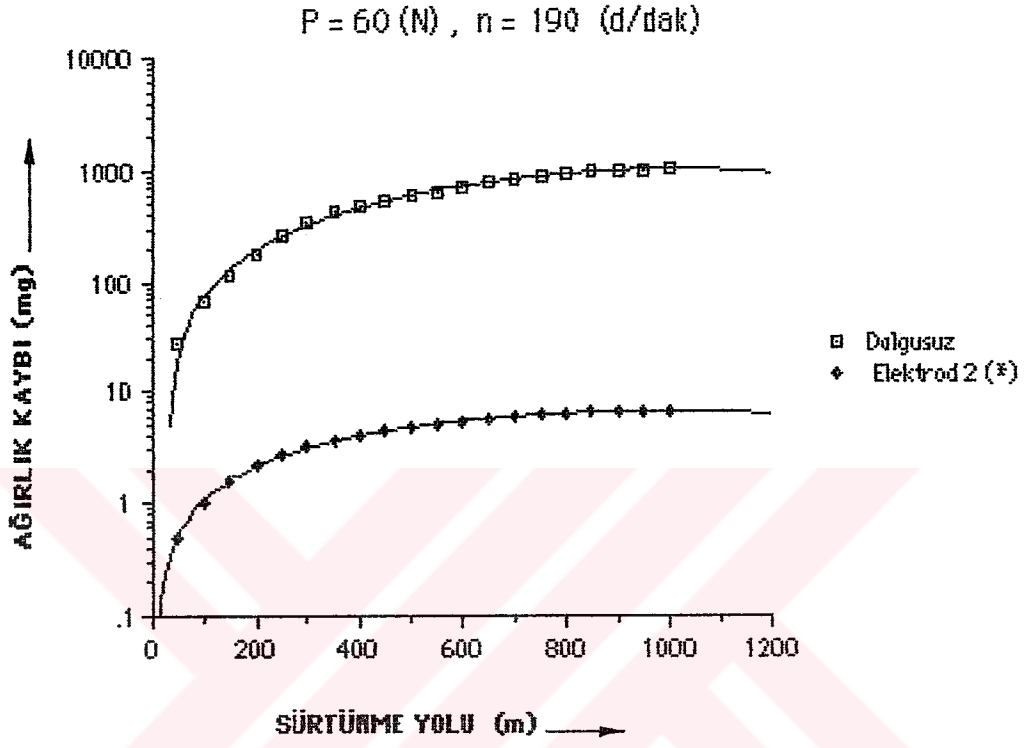
5.1. Aşınma Deney Sonuçları :

Aşınma deney sonuçlarında dolgunsuz, bandaj numunelerinin, doldurulmuş bandaj numuneleri ile ayrı ayrı karşılaştırılmaları Şekil . 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 de verilmiş bulunmaktadır.



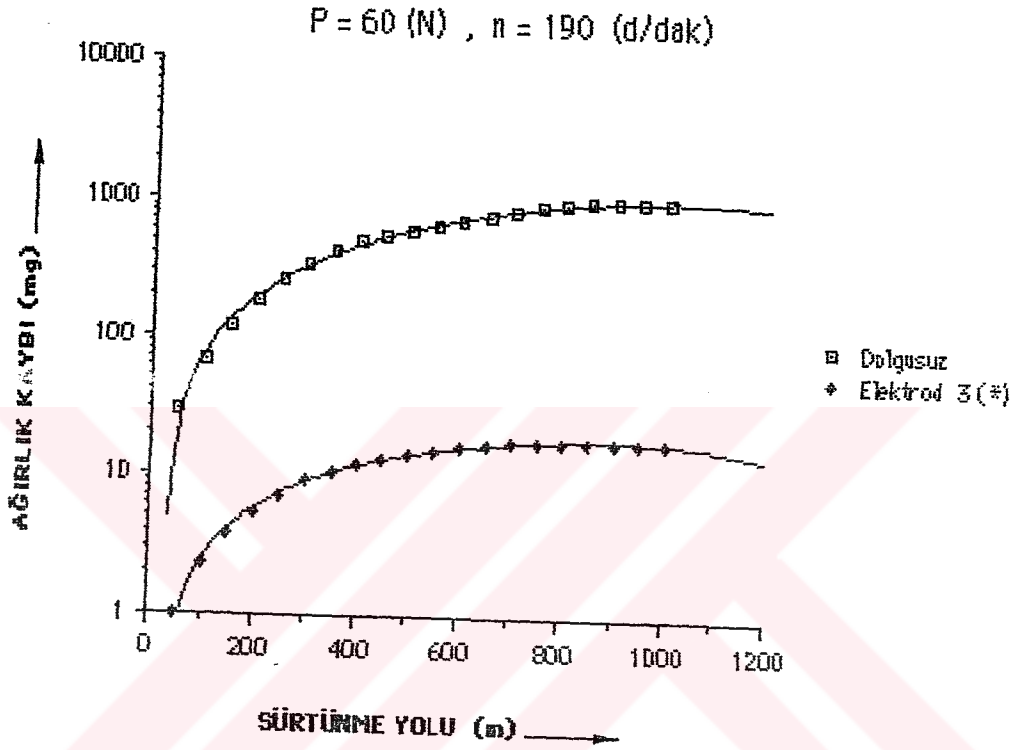
Şekil . 5.1: Dolgulu 1 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin ,
sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 1 için ,bakınız tablo : 4)



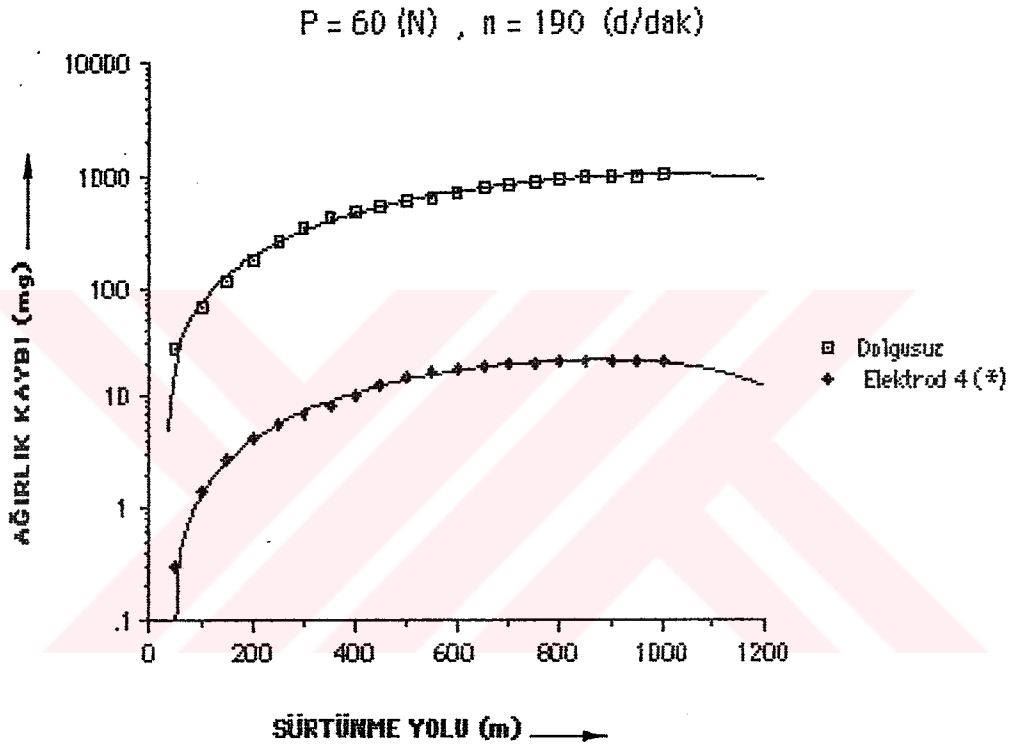
Şekil 5.2: Dolgulu 2 numaralı elektrod ile dalgusuz numunenin , sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 2 için , bakınız tablo : 4)



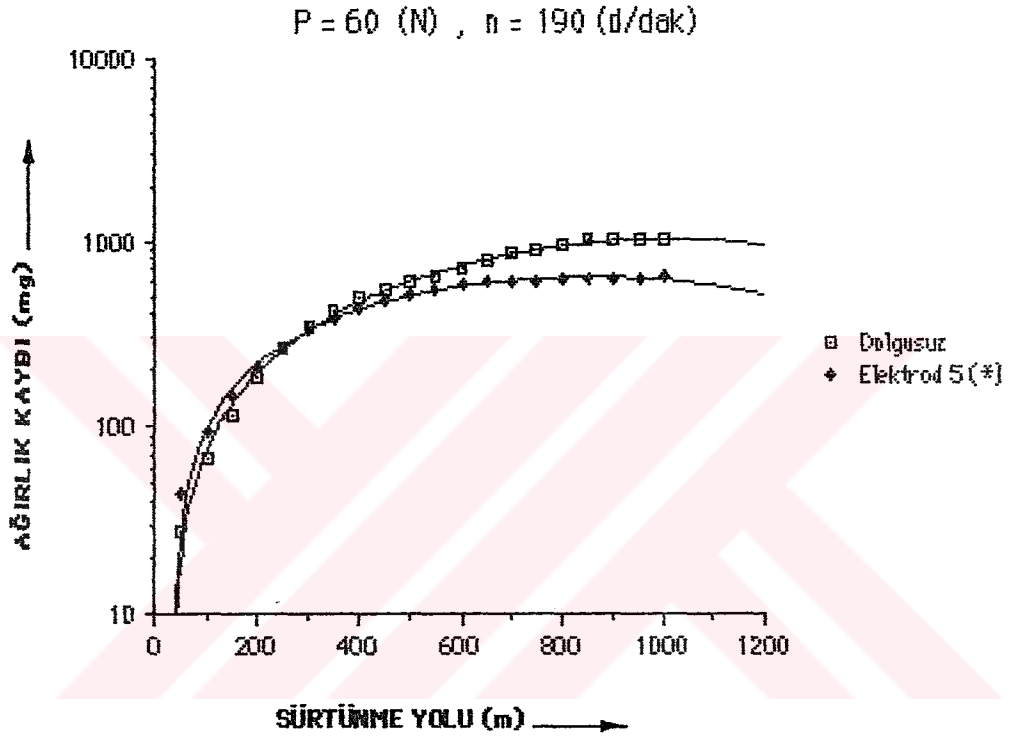
Şekil 5.3: Dolgunuz 3 numaralı elektrod ile dolgunuz numunenin , sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 3 için , bakınız tablo : 4)



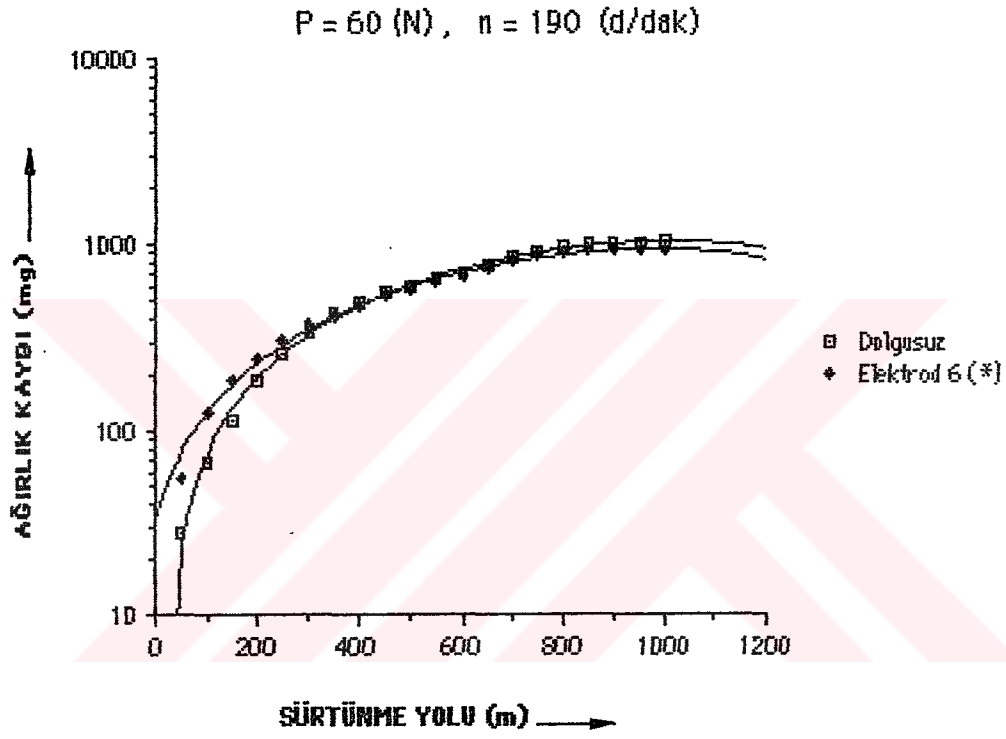
Şekil 5.4: Dolgulu 4 numaralı elektrod ile dolgunsuz numunenin ,
sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 4 için , bakınız tablo : 4)



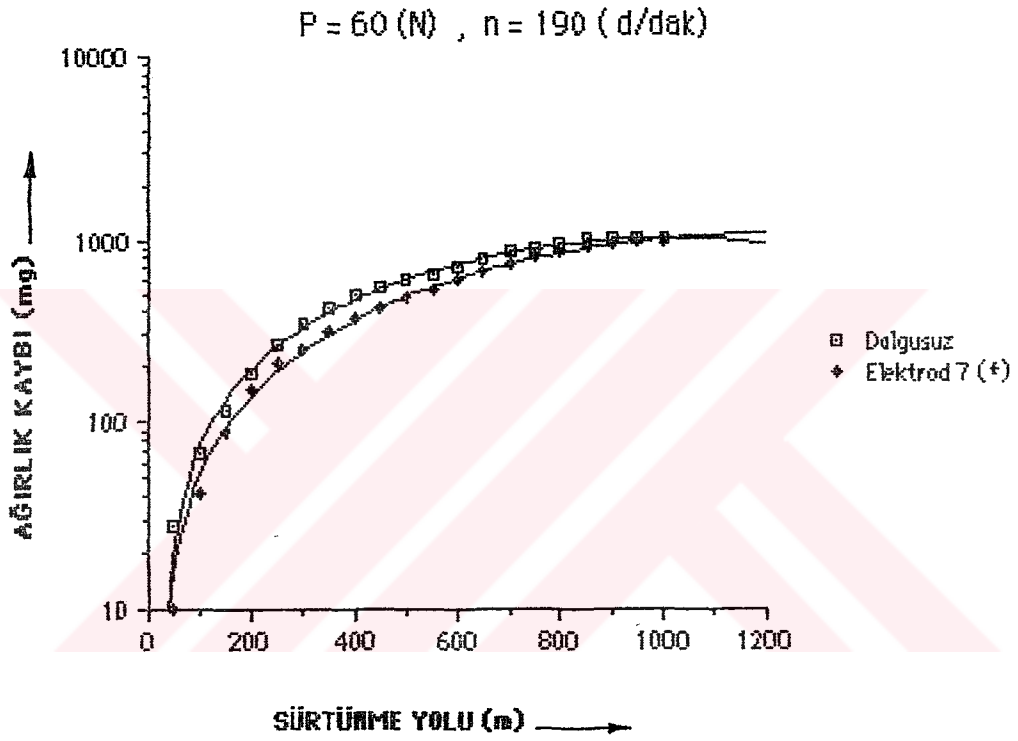
Şekil 5.5: Dolgulu 5 numaralı elektrod ile dolgunuz numunenin ,
sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 5 için , bakınız tablo : 4)



Şekil 5.6: Dalgulu 6 numaralı elektrod ile dalgusuz numunenin, sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 6 için, bakınız tablo : 4)

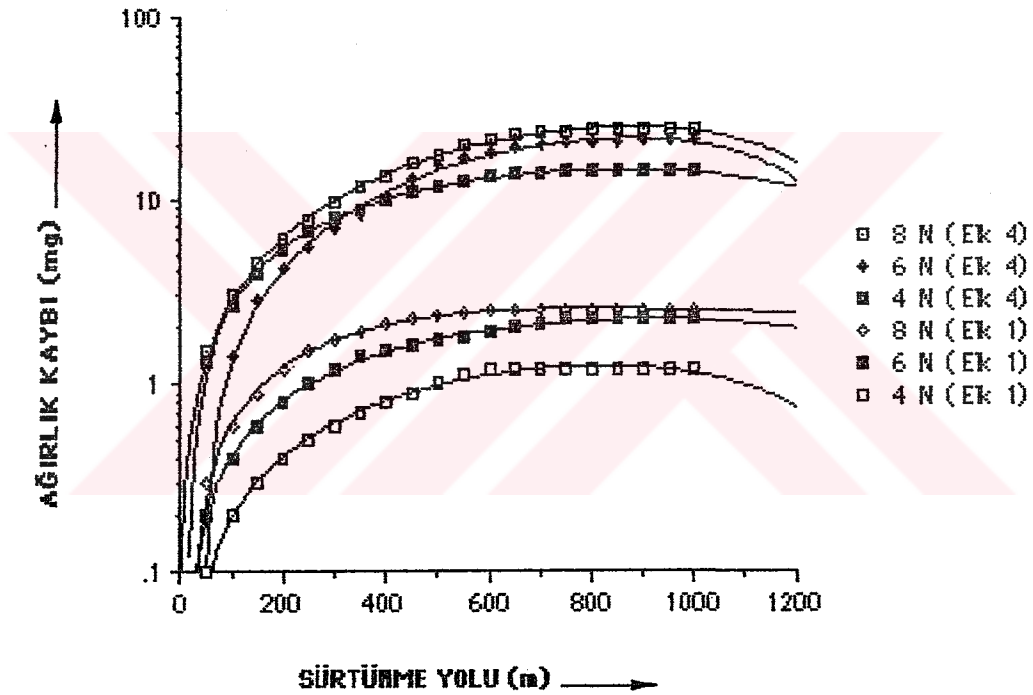


Şekil 5.7: Dolgulu 7 numaralı elektrod ile dalgusuz numunenin ,
sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 7 için , bakınız tablo : 4)

Bandaj tamirinde en çok kullanılan 4 numaralı elektrod ile deneylerde en iyi sonucu veren 1 numaralı elektrodun uygulanan yüke karşılık aşınma davranışının tesbiti açısından yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Şekil 5.8 de karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir. Böylece yüzey basıncının ağırlık kaybına etkileri de gözlenmiş olmaktadır.

$$P = 40, 60, 80, (N) , n = 190 (d / dk)$$



Şekil 5.8: Dolgulu 1 ve 4 numaralı elektrodların değişik yüklerde , sürtünme yolu - ağırlık kaybı ilişkisi.

* (Elektrod 1 ve 4 için , bakınız tablo : 4)

5.2. Sertlik Deneyi Sonuçları :

Deney öncesi ve deney sonrası numunelerin yüzeylerinden ölçülen 5 farklı noktadan alınan sertlik değerlerinin ortalaması tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6: Deney öncesi ve deney sonrası numunelerin sertlikleri.

Numuneler	1	2	3	4	5	6	7	Dolgusuz
Sertlik HRC Deney öncesi	58	56	25	26	30	225 HB	225 HB	150 HB
Deney sonrası	60	57	40	37	30	225 HB	225 HB	150 HB

6. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ :

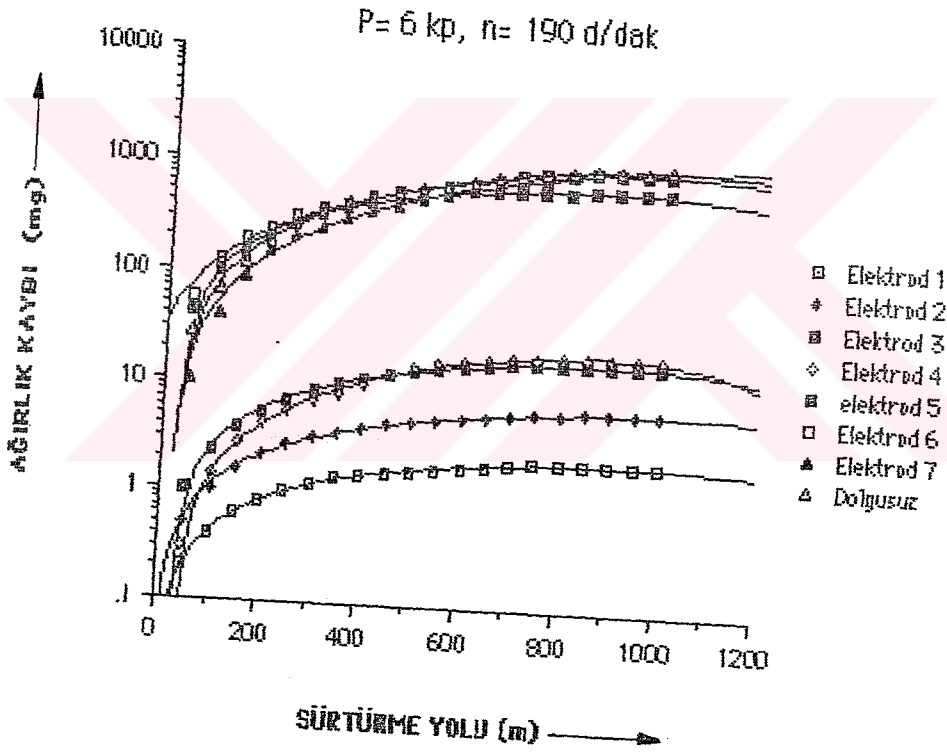
Aşınmaya dayanıklı malzeme seçilmesinde kullanıcının düşünebildiği ilk husus sertliktir. Bu bakımdan elde edilen sonuçların irdelenmesine öncelikle sertlik ile yaklaşılmaya çalışılmıştır. Deney sonuçları şekil , 6.1' de verilmiş hali ile gözden geçirildiğinde 5 , 6, 7 ve dolgusuz numuneler birbirlerine yakın değerler verirken, 1, 2, 3 ve 4 numaralı numuneler diğer numunelerden daha az ağırlık kaybı vererek kopukluk göstermektedirler. Bu sonuçlara yüzey sertliği açısından bakıldığı zaman tablo, 7' de gösterildiği gibi aşınma davranışının sertlikle doğrudan bir ilişki vermediği görülmektedir. Dalgusuz numuneye çok yakın aşınma gösterdiklerinden dolayı 5, 6 ve 7 numaralı numuneler dikkate değer bulunmamıştır.

Birçok araştırmacınınında ortaya koyduğu gibi (Moore 1974,Warrem 1987,Diespupe 1974, Hurricks 1973) diğer numunelerin (1, 2, 3 ve 4 numaralı) aşınma davranışları sertliklerinden ziyade metalografik yapılarına bağlanmıştır. Tablo, 7' de görüldüğü gibi 1 ve 2 numaralı elektrodların yüzey sertlikleri ölçü toleransları içerisinde birbirinin aynısıdır denilebilir. Ancak özellikle bandaj numunesi üzerindeki ağırlık kaybı 2 numaralı elektrod' da 3 misli kadardır. Bu sonuca sebep olarak resim, 1 ve resim, 2 de gösterildiği gibi bu farklı sonuç metalografik yapı farklılığından kaynaklanmaktadır. 1 numaralı numunede ostenit yapı içerisinde dağılmış olan birbirinden kopuk NbC (niobyum karbür) taneleri ve tane sınırlarındaki CrC (krom karbür) e karşılık 2 numaralı numunede martanzit tane sınırlarında CrC (krom karbür) tane için' de ise vanadyum (V) ve molibden (Mo) karbürlerden ibarettir. Bu iki yapı arasında aşınma

davranışı açısından en önemli fark 1 numaralı numunede sünek bir yapı olan ostenitin ana fazı oluşturmasındandır. Halbuki 2 numaralı numunede ana yapı sert ve kırılğan olan martanzit fazıdır. Martanzit fazı özellik itibariyle sünek olmadığından dolayı enerji absorbe özelliği düşüktür.

3 ve 4 numaralı elektrotlarda ' da deney öncesi sertlikler birbirinin aynı olup aşınma davranışları' da çok yakınlık göstermektedir. Bu durumu mikro yapıları ile izah etmek mümkündür. Her iki numunenin ' de mikro yapısı resim 3 ve 4 ' de gösterildiği gibi ana yapı ostenittir. Bu numunelerin deney sonrası sertliklerine bakıldığında ' da yaklaşık aynı miktar' da arttığı görülür. Bu sonuca ostenit fazının soğuk işlem sonucu sertleşmesi sebep olmaktadır. Özellikle metal metal sürtünmesin' de sertlik ve metalografik yapı dışın' da aşınma davranışına diğer etkiler çevre ve ara madde'dir. Çalışmada çevreyi atmosfer oluşturduğundan dolayı deney sırasında aşınma bölgesine atmosferin tesir edeceği açıktır. Atmosfer içerisinde ' ki gazlardan oksijen deney bölgesinde' ki yükselen sıcaklığın etkisi ile oksitlenmelere sebep olacaktır. Bu oksitler ara madde oluşturarak sürtünme katsayısını düşürür ve aşınma davranışını etkiler (Smith 1985). Sözü edilen duruma deneylerde rastlanmıştır. Oksit tabakası' na 1 numaralı numune de 50, 2 numaralı numune' de 100, 3 numaralı numune'de 300, 4 numaralı numune' de 250 metre yol sonunda rastlanmıştır. Şekil, 6.1 de' de görüldüğü gibi bu numuneler' de kararlı sürtünmeye geçiş bu metrelerden sonra başlamaktadır. Kararlı sürtünmeye düşük sürtünme yolların' da geçen numuneler' de ağırlık kaybının daha düşük olacağı aşıkardır. Adı geçen tabakalar elektron mikroskopun' da ve x ışınları analiz cihazın' da incelenerek ne tip bir tabaka olduğu araştırılmasına karşılık kesin bir sonuç

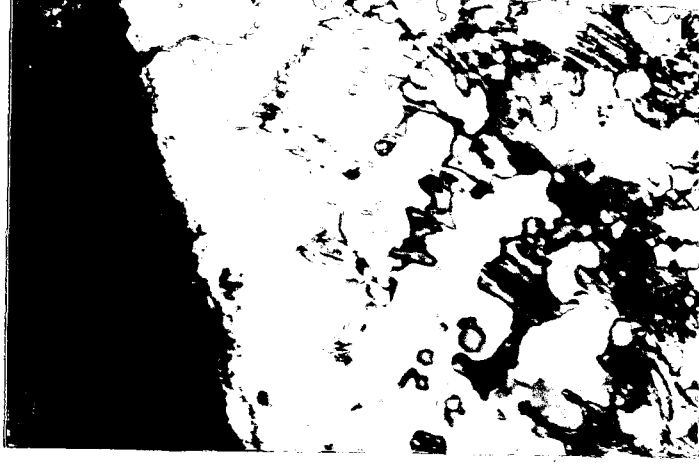
elde edilememiştir. Ancak oksit olabileceği tahmin edilmektedir. Bu oksitler sürekli olmayıp parçalar halinde teşekkül etmiş ve numune üzerinde ki pürüzleri kapatmıştır. Resim. 5, 6 ve 7 ' de oksit resimleri örnek olması açısından verilmiş bulunmaktadır.



Şekil 6.1: Kullanılan Tüm Dolgu Elektrodlarının Toplu Olarak Bir Arada Sürtünme yolu - Ağırlık Kaybı İlişkisi
(Elektrod, 1,2,3,4,5,6,7 için: Bakınız tablo , 4)

Tablo 7: Kullanılan Numunelerin Deney Öncesi Ve Sonrası Yüzey Sertlikleri İle Sistemdeki Aşınma Miktarları Verildi.

Numune No	Sertlik HRC		Bandaj numunelerindeki toplam aşınma (mg)	Raydaki (aşındırıcıdaki) toplam aşınma (mg)	Sistemdeki toplam aşınma (mg)
	Deney öncesi	Deney sonrası			
1	58	60	2.2	141	143.2
2	56	57	6.6	170	176.6
3	25	40	17.9	190	207.9
4	26	37	21.2	209	230.2
5	30	30	633	729	1362
6	HB 225	HB 225	915	919	1834
7	HB 225	HB 225	1000	1000	2000
Dolgusuz	HB 150	HB 150	1017	738	1755



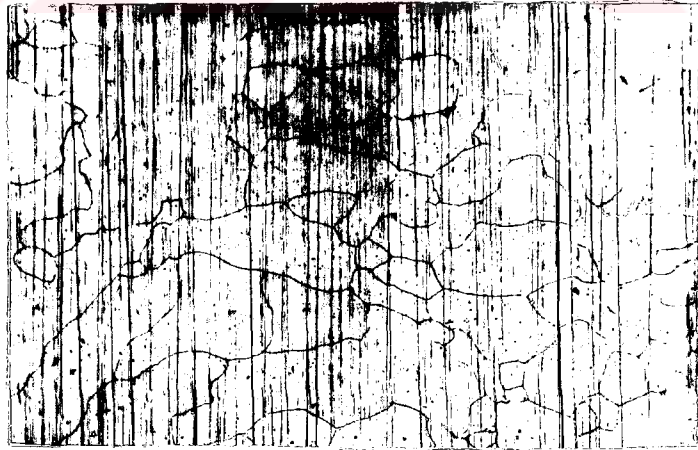
**Resim 1 : 1 Numaralı Numunenin
Metalografik Yapısı x 500.**



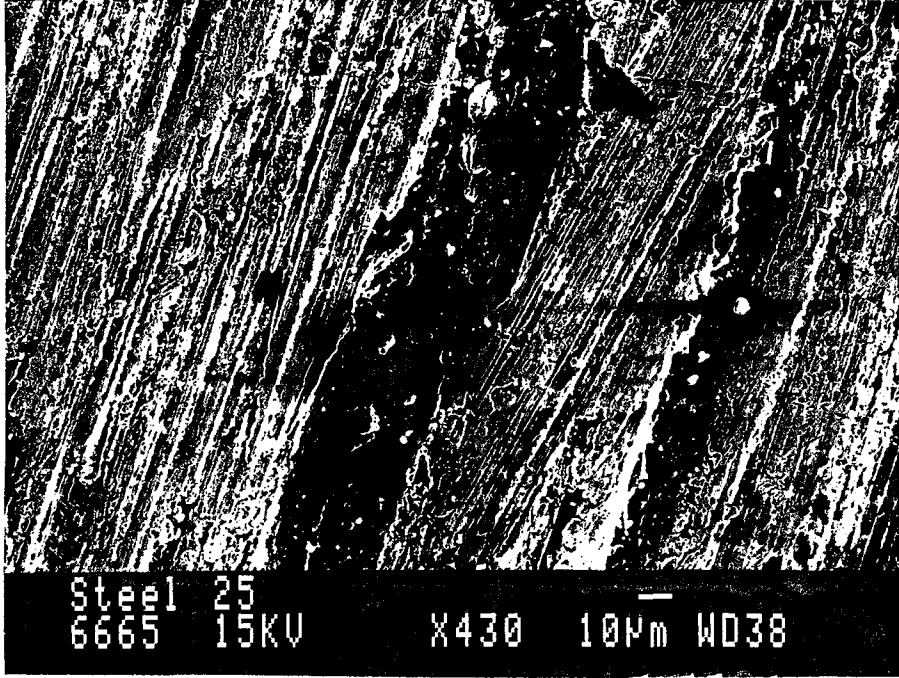
**Resim 2 : 2 Numaralı Numunenin
Metalografik Yapısı x 500.**



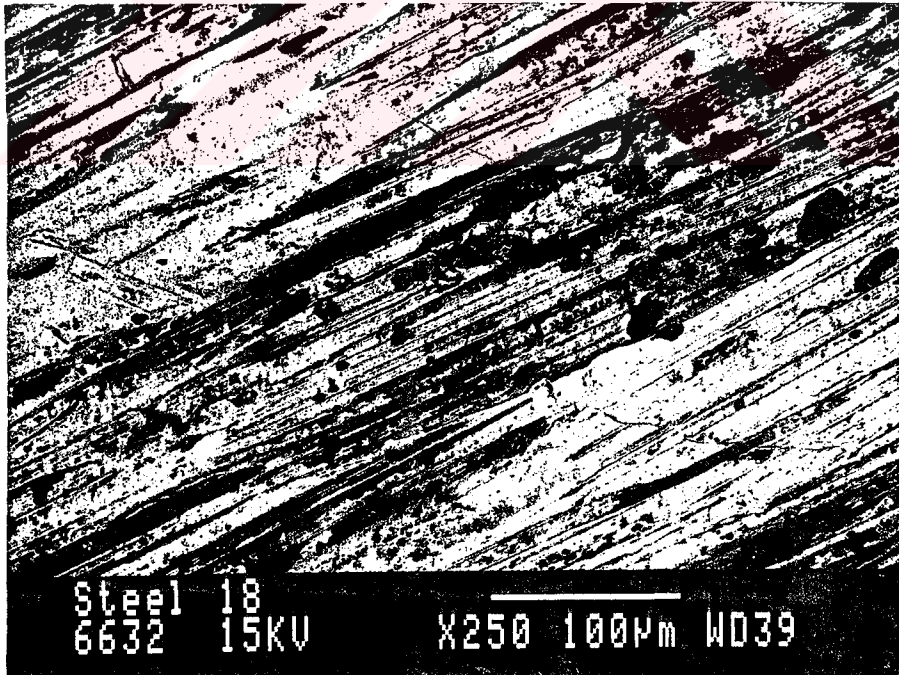
**Resim 3 : 3 Numaralı Numunenin
Metalografik Yapısı x 500.**



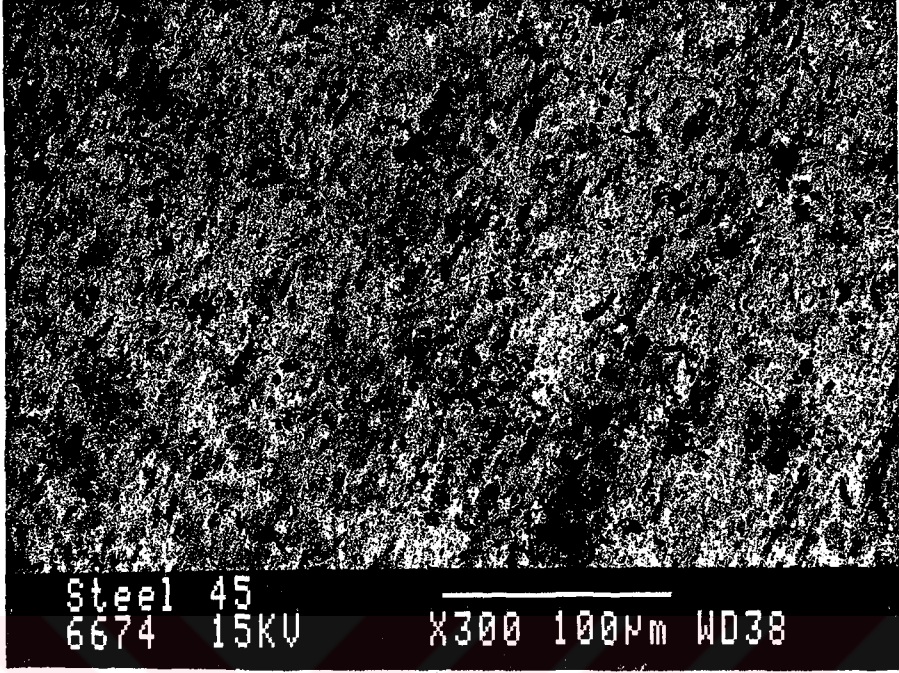
**Resim 4 : 4 Numaralı Numunenin
Metalografik Yapısı x 500.**



Resim 5: 1 Numaralı Numunenin Oksit Fotoğrafları x 430



Resim 6: 2 Numaralı Numunenin Oksit Fotoğrafları x 250.



Resim 7: 4 Numaralı Numunenin Oksit Fotoğraflı x 300

7. GENEL SONUÇLAR VE TAVSİYELER :

1. Çalışmaya konu olan malzemelerde aşınma davranışı ile sertlik arasında doğrudan bir ilişki bulunamamıştır. Bu durum metin içerisinde verilmiş olduğu gibi diğer araştırmacıların (Moore 1974, Warrem 1987, Driespupe 1974, Hurricks 1973) çalışmalarıyla paralellik göstermiştir.

2. En iyi sonuçlar sünek matrisli yapılarda elde edilmiş olup bu yapı ostenittir.

3. Bu matrisle beraber bulunan karbürlerden birbiri ile irtibatlı olmayan ve faz içerisinde (dağılmış halde) bulunan karbürlere sahip olan yapılar daha iyi sonuç vermektedirler.

4. Yüzeyde oluşan oksitlerden kalıcı oksitler sürtünme kuvvetini düşürdüğünden dolayı aşınma direncini arttırmaktadırlar.

5. Bu çalışmada elde edilen sonuçları uygulamaya aktarabilmek için gerçek şartlara yakın modeller kullanılarak deneylerin yapılmasında fayda görülmektedir.

6. Fren emniyeti açısından konuya yaklaşılması, uygulanabilirlik hakkında önemli sonuçların alınmasında yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

AKKURT, M., (1977). **Makine Konstrüksiyonunda Güvenirliliğin Esasları**. M.M.O. Yayın No: 106, İstanbul.

AKKURT, M., The Reliability Of Machine Elements Due To Wear. **İ.T.Ü Dergisi**. 30 (2): 111-127.

AKSOY, M., (1987). **İleri Kaynak Tekniği Ders Notları**. Fırat Üniversitesi, Elazığ.

ANIK, S., (1988). **Kaynak Teknolojisi El Kitabı**. Ergör Matbaası, İstanbul.

AVERY, S, H., (1961). The Measurement Of Wear Resistance **Wear**. 107 (3) : 413-415.

A.S.M, (1971). **Metals Handbook** American Society For Metals .1, Metals Park, Ohio .

BAHADUR, S., (1978). Wear Research And Development. **Journal Of Lubrication Technology Series Of The Transactions**. 100 (5) : 449-454.

BALL, A., (1986). Mechanisms Of Wear, And The Performance Of Engineering Metariels. **Wear**. 86 (2) : 1-13.

BİLGİNER, E., (1987). Aşınma Faktörleri Ve Çalışma Ortamları. **AS Kaynak Dergisi**. 1 (1) : 22-24.

DAGSÖZ, A. K.,(1990). **Isı Transferi**. İ.T.Ü Mak Fak İstanbul.

DEMİRCİ, A.H.,(1982). Ötektoidalı Alaşimsız Çeliklerin Yeni İmal Edilen Bir Sürtünme - Aşınma Deney Standardında,Isıl İşlemlere Bağlı Olarak Aşınma Davranışlarının İncelenmesi. **E.Ü.M.F, Doçentlik Tezi**, İzmir.

DEMİRCİ, A. H., (1987). Teknik Kuru Sürtünmeli Bir Aşınma Deney Düzeneği Tasarım Ve İmalatı. **Mühendis Ve Makine Dergisi** .8 (330) : 24-29.

DIESPUPE, D,E., (1974). Optimising Abrasion Resistance And Toughness In Steels And Iron For The Mining Industry, **Syposium Materials For The Mining Industry Varil Colarodo**, July : 30-31.

DOLUTAŞ, H., (1988). Özlü Telle Yapılan Kaynaklarda Kaynak Hataları Özlü elektrodlarla Kaynak Uygulamaları ve Avantajları **Seminer Notları**. 1-9 ,İstanbul.

DURMUŞ, V., (1988). Sert Dolgu Kaynaklarında Kullanılan Özlü Teller Ve Tercih Nedenleri. **Yüksek Seviyede Özlü Elektrodlarla Kaynak Uygulamaları ve Avantajları Seminer Notları.** 6-11, İstanbul.

ERDOĞAN, T., (1986). **Mühendisler İçin Çelik Seçimi** T.M.M.O.B yayını.119, Ankara.

FINKIN, E.F., (1970). What Happens When Parts Wear. **Machine Desing** 19 (3) : 149-154.

GEDİKTAŞ, M.,(1970). Sürtünme Ve Aşınma. **İ.T.Ü. Dergisi.** 28 : 27-30, İstanbul.

GÜLTEKİN, N., (1988). Gazaltı Ve Tozaltı Yöntemleri İle Dolgu Kaynağı. **Kaynak Bilimi Dergisi.** 2 : 71-88,

GÜRLEYİK, M., (1972). **Hasar Bilgisi.** Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayını. Trabzon.

GÜRLEYİK, M. Y., (1975). Metallerin Ve Metal Olmayan Sert Malzemelerin Taneli Maddeler Tarafından Sürtünerek Aşındırılması. **Mühendis Ve Makine Dergisi.** 19 : 37-45, Ankara.

GÜRLEYİK, M.Y.,(1978). **Aşınmanın Azaltılabilmesi İçin Soğuk Deformasyondan Yararlanma**. K.T.Ü. Yayını, Trabzon.

GEORGE, F., (1984) **Vonder Voort Metalography Principles And Practice**. London

GEDİKTAŞ, M., (1971). Sürtünme Ve Sürtünme Katsayısı. **İ.T.Ü Dergisi**. 29 : 57-62.

GÜLTEKİN, N., (1988). Koruyucu Gazaltı Kaynak Yöntemlerinin Prensipleri, Özellikleri, Donanımı, Avantajları, **Yüksek Seviyede Gazaltı Kaynak Yöntemleri (MIG/MAG ve TIG). Seminer Notları**. 1- 11, İstanbul.

HAZARDIN, G., (1972). **Makine Elemanları**. Güven Kitabevi. 1, Ankara

HISAKADO, T., (1976). The Influence Of Surfaces Roughness On Abrasive Wear. **Wear**. 4 : 179-190.

HURRICKS, P.L., (1973). Some Metallurgical Factor Controlling The Adhesive And Abrasive Wear Resistance Of Steels A Review. **Wear**. 26 : 285-304.

JAHANNUR, S., (1976). Sliding Wear Resistance Of Metallic Coated Surfaces. **Wear**. 40 : 75-84.

KANTARCI, M.S., (1982). Toprak İşleme Aletlerinde Aşınma.
İ.T.Ü. Makine Fakültesi Doktora Tezi, İstanbul.

KELEŞTİMUR, M.H. (1989). Makine Yapı Çeliklerinin Abrasif Aşınma Direncine Yüzey Sertliğinin Etkisi Ve Diğer Mekanik Özelliklerle İlişkisinin Araştırılması. **Y. Lisans Tezi**.
15-25, Elazığ.

KOZ, M., (1988). Sertliğin İncelenmesi Ve Tanımı. **Yüksek Seviyede Sert Dolgu Kaynakları Seminer Notları** 15-20, İstanbul.

KRAGELSKY, I.V., (1960). Contact Area Of Rough Surfaces .
Wear. 3 : 170-187.

KÜLAHLI, M., (1988). Özlü Elektrod Kullanarak Sert Dolgu Kaynağına Dair Örnekler. **Yüksek Seviyede Sert Dolgu Kaynakları Seminer Notları**. 11-20, İstanbul.

LAYIKTEZ, C., (1988). Çeşitli Sanayi Kollarında (Çimento, yağ, Demir-Çelik , tuğla, İş Makineleri , Sondaj Aletleri, Hidrolik ve Termik Santraller, Denizcilik İşletmeleri, Kalıp Sanayi) Aşınma Türlerinin İncelenmesi. **Yüksek Seviyede Sert Dolgu Kaynakları Seminer Notları**. 1-20, İstanbul.

LAYIKTEZ, C., (1972). Aşınmaya Dayanıklı Sert Dolgu. **Kaynak Teknolojisi Dergisi**. 2 : 2-8.

MUTAF, E., (1977). Toprak İşleme Aletlerinin İş Organlarında Kullanılan Bazı Çeliklerin Farklı Isıl İşlemlere Göre Laboratuvar Ve Tarla Şartlarında Aşınma Dirençleri. **Tübitak yayını**. 61: 52-70 .

MOORE, M.A., (1974). A Review Of Two-Body Abrasive Wear. **Wear**. 27 : 1-17.

MOORE, M.A.,(1974). The Relationship Between The Abrasive Wear Resistance, Hardness And Mikrostructure Of Ferritic Materials, **Wear**. 28 : 59-68.

NURI, K.A.,(1979). The Contact Behaviour Of Surfaces Of Small Nominal Area. **Wear**. 7 : 255-262.

ONARAN, K., (1959). Bazı Çelik Ve Alüminyum Alaşımlarının Kaymalı Veya Yuvarlanma Halinde Aşınma Ve Sürtünmenin Kuantitatif Analizi. **İ.T.Ü Doktora Tezi**, İstanbul.

OSANNA, P.H., (1979). Surfaces Roughness And Size Tolerance. **Wear**. 57 : 227-236.

- OĞUZ, B.,(1987). **Karbonlu Ve Alaşımli Çeliklerin Kaynağı**.
Divit Matbaacılık 2. Baskı , İstanbul.
- OĞUZ, B., (1976). **Dolgu Kaynağı El Kitabı**. Derlikon Kaynak
Elektrodları Yayını, İstanbul.
- OĞUZ, B., (1988). Özlü Tel Elektrodlarla Birleştirme Ve Dolgu
Kaynakları. **Kaynak Bilimi Dergisi**. 3 : 3-69.
- PENG, Q.F., (1989). Improving Abrasion Wear By Surfaces. **Wear**.129 (2)
:195-203.
- POSTACIOĞLU, B., (1981). **Cisimlerin Yapısı Ve Özellikleri**.
İ.T.Ü. Matbaası , İstanbul.
- RICHARDSON, R.C.,(1969). **The Wear Of Metals Shares In
Agricultural Soils**. Ph. D. Thesis, London.
- ROBİNDWICZ, E., (1976). **Friction And Wear Of Materials**. London.
- SIDNEY, H.A., (1986). **Intorduction To Physical Metalurgy**, A.Ü,
Yayını , Ankara.
- SÖDERBERG, S., (1986). Wear Mechanisms And Tool Life Of High
Speed Steels Related To Microstructure. **Upsala Universty
yayını**.110 : 313-329.

SMITH, A, F., (1985). The Influence Of Surface Oxidation And Sliding Speed On The Unlubricated Wear Of 316 Stainless Steel At Low Load. **Wear**, 105 (2) : 91-107.

ULUSOY, E., (1977). Bazı Toprak İşleme Alet Ve Makinelerinde İş Organlarının Aşınması Üzerinde Araştırmalar. E.Ü.Z.F **Doçentlik Tezi**, 12-37 , İzmir.

Üretici Firma Mamül Katalogları., (1990). **Oerlikon, As Kaynak, Böhler** . İstanbul.

WIARREV, M. GARRISION, J., (1987). Ductility And The Abrasive Wear Resistance Of Hot Work Die Steels. **Wear**, 116.

YILDIRIM, M.M., (1985). **Malzeme Bilgisi (1)**. Fırat Üniv. Elazığ.

YILDIRIM, M.M., (1986). **Malzeme Bilgisi (2)**. Fırat Üniv. Elazığ.

YILDIRIM, M.M., (1984). **Malzeme Bilgisi (3)**. Fırat Üniv. Elazığ.

YILDIRIM, M.M., (1989). **Alaşım Tekniği**. Fırat Üniv. Elazığ.

YURDERİ, F.,(1982). Aşınmaya Dayanıklı Malzemelerin Aşınma Özelliklerine Metalurjik Ve Diğer Faktörlerin Etkileri. İ.T.Ü. **Y. Lisans Tezi**. 8-21 İstanbul.