

# YÜZEY İŞLEMLER TEKNOLOJİLERİ

I

VEDAT BERK  
Kimya Y.Mühendisi

## ÖNSÖZ

Bu ilk kitabım işkolikliği yüzünden mesuliyetlerini öncelikle gözönüne alan, ailesinin hoşgörüsüne sığınan bir babanın, eşi Birsen' e, çocukları Dr. Özlem ve Dr. Oğuz Berk' e ithafıdır.

Kitabın hazırlanmasına vesile olan Sayın Gültekin Yıldırım Beyefendi' ye, yazılmasında emeği geçen Alper Önsavaş Bey' e teşekkürlerimi sunuyorum.

İstedim ki, metal kaplamacılığı “galvano” konusunda çalışan meslekdaşlarımla tekniker ve teknisyenler faydalansınlar. Hele bu konuda yeni işe başlayanlara da çok faydalı olacağı kanısındayım. Ne yapılıyor, nasıl yapılması gerekir bilsinler istedim. Bu ilk kitabımı bu konuda çalışanlara bedelsiz olarak armağan ediyorum.

Günümüz dünyasında artık hiçbir şey SIR değil. Gerçi olması gereken SIR' lar var (uzay – iletişim – sağlık konuları gibi) ama çok şeyleri de bizler SIR' laştırıyoruz.

Tüm metal kaplamacılığı sektörü çalışanlarına sağlık, esenlikler ve bol kazanç dileklerimle.

**Vedat BERK**

**19 Haziran 2004**

# İÇİNDEKİLER

---

<b>Modern Galvanoteknik (Elektrolitik Yolla Metal Kaplamacılığı)</b>	<b>1</b>
<i>Tarihçe, Genel Bilgiler, Prensipler</i>	1
<i>Kaplamada İzlenen Aşamalar</i>	2
<i>Yüzey Temizleme</i>	2
<i>Banyolarda Kaplama</i>	3
<b>Elektrikli Kaplamada İzlenen Aşamalar</b>	<b>4</b>
<i>Yüzey Temizleme</i>	4
<i>Banyolarda Kaplama</i>	5
<i>Elektrolitik Kaplamanın Kalitesi Üzerine Etki Eden Faktörler</i>	6
<b>Metal Kaplamacılığı (Galvanoteknik) Temel Bilgiler</b>	<b>8</b>
<i>Genel Tarifler</i>	8
<i>Elektroliz Olayına Örnekler</i>	9
<i>Çeşitli Metallerin Ebatlarına Göre Anot'ların Ağırlıkları</i>	12
<i>Galvanoteknikte Faydalanılabilen Akım Nisbeti</i>	12
<b>Galvano Banyolarının Analizlerinin Önemi</b>	<b>14</b>
<i>Ayarlı Çözeltilerin Aranan Kimyasallara Göre Faktörleri</i>	15
<i>Gravimetrik Faktörler</i>	16
<b>pH Belirlenmesi, İndikatörler, Tampon Çözeltiler</b>	<b>19</b>
<i>İndikatör Tablosu</i>	19
<i>Tampon Çözeltiler</i>	21
<b>Nikel Kaplama Tekniği</b>	<b>23</b>
<i>Banyo Terkibi</i>	23
<i>Nikel Banyo Çeşitleri</i>	23
<i>Nikel Kaplama Tekniğinde Kullanılan Tuzlar</i>	24
<i>Banyo Terkip Örnekleri</i>	24
<i>Nikel Kaplamada Kullanılan Yardımcı Malzemelerin Kullanımı</i>	26
<i>Nikel Banyosunun Organik Kir ve Pisliklerden Temizlenmesi İşlemi</i>	26
<i>Tablolar</i>	28
<i>Nikel Banyosu Analiz Metodu</i>	30
<i>Nikel Kaplama Banyolarında Vukuu Muhtemel Hatalar, Sebepleri ve Giderilmeleri</i>	31
<b>Çinko Kaplama (Galvaniz)</b>	<b>32</b>
<i>Elektrolitik Yolla Çinko Kaplama İşlemi</i>	32
<i>Alkalik ve Siyanürlü Banyolarda Reaksiyonlar</i>	33
<i>Elektrolitik Çinko Banyo Terkipleri</i>	34
<i>Mavi Pasivasyon Terkibi</i>	36
<i>Sarı-yeşil (janjan) Pasivasyon Terkibi</i>	37
<i>Tablolar</i>	38
<i>Alkalik (Siyanürlü) Çinko Banyosu Analiz Metodu</i>	39
<i>Asitli Çinko Banyosu Analiz Metodu</i>	40
<i>Çinko Kaplama Banyolarında Vukuu Muhtemel Hatalar, Sebepleri ve Giderilmeleri</i>	42
<b>Elektrolitik Parlatma</b>	<b>43</b>
<i>Anodize Edilmiş (Eloksallı) Al Parçaların Boyanması</i>	44
<i>Boyamadan Önce Yapılacak Eloksal İşlemi</i>	46
<i>Sealing (Tesbit) Etkisine Tesir Eden Belli Başlı Faktörler</i>	46
<i>Alüminyumun Kullanıldığı Yerler</i>	47
<b>Paslanmaz Çeliklerin Elektropolisaj İşlemi</b>	<b>48</b>
<i>Elektrolitik Parlatma Banyosunun Analizi</i>	50
<i>Tablo (Fosforik Asit)</i>	50
<i>Tablo (Sülfürik Asit)</i>	50
<i>Paslanmazların Elektrolitik Parlatma Banyo Analizi</i>	52

<b>Alüminyumun Anodik Oksidasyonu (Eloksal)</b>	<b>53</b>
<i>Eloksal İşlem Sırası</i>	54
<i>Çeşitli Anodik Oksidasyon Metodları</i>	56
<i>Eloksal Banyo Analizi (Volumetrik Analiz)</i>	57
<b>Fosfatlama İşlemi</b>	<b>58</b>
<i>Fosfatlama Sistemlerinde Yağ Alma, Yüzey Temizlemenin Önemi</i>	59
<i>Çinko Fosfatlama</i>	60
<i>Mangan Fosfat İşlemi</i>	62
<b>Krom Kaplama</b>	<b>63</b>
<i>I- Krom Metali Hakkında Genel Bilgiler</i>	63
<i>Cr' un Fiziksel Özellikleri, Tabiatta Bulunuşu</i>	63
<i>Memleketimizde krom cevherinin yörelere göre dağılımı</i>	64
<i>a- Krom Cevheri Sınıflandırılması</i>	65
<i>b- Krom Bileşikleri</i>	65
<i>c- Krom Metalinin Oksitleri</i>	66
<i>d- Krom Tuzları</i>	66
<i>II- a- Dekoratif ve Sert Krom Kaplama Hakkında Genel Bilgiler</i>	67
<i>b- Elektrolitik Kaplamanın Kalitesi Üzerine Etki Eden Faktörler</i>	68
<i>c- ANOT' lar Hakkında Genel Bilgiler</i>	70
<i>III- a- Dekoratif ve Sert Krom Kaplamada Kullanılan Kimyasallar</i>	72
<i>b- Banyo Terkipleri ve Mukayeseli Tablo</i>	73
<i>c- Krom Kaplamada Anot ve Katot' ta Oluşan Kimyasal Reaksiyonlar</i>	74
<i>IV- Krom Kaplamada Dikkat Edilecek Hususlar</i>	75
<i>V- Dekoratif ve Sert Krom Banyolarında Vuku Bulan Kaplama Hataları, Sebepleri ve Hataların Giderilmesi</i>	80
<i>VI- Dekoratif ve Sert Krom Banyolarının Analitik Kontrolleri</i>	83
<i>VII-Galvano Isıtıcılarının Çeşitli Elektrolit ve Kimyasal Maddelere Karşı Dayanıklılık Tablosu</i>	89
<b>Bakır ve Pirincin (Sarı) Renklendirme İşlemi</b>	<b>90</b>
<i>Potasyum Sülfür ve Potasyum Polisülfür İle Renklendirme</i>	90
<i>Sarıncın (Pirinç) Kahverengine Renklendirilmesi</i>	91
<b>ABS Kaplama Tekniği</b>	<b>92</b>
<i>Plastiklerin Tarihçesi</i>	92
<i>ABS Kaplama Tekniğinde Uygulama Sırası</i>	93
<i>Akımsız Bakır Kaplama Terkibi</i>	95
<i>Akımsız Nikel Kaplama Terkibi</i>	95
<i>Asitli Bakır Kaplama</i>	96
<i>Parlak Nikel Kaplama</i>	96
<i>Parlak Krom Kaplama</i>	97
<b>Galvanoteknikte Hesaplamalar</b>	<b>98</b>
<i>PS – Kilowatt Dönüşüm Tablosu</i>	102
<i>Yoğunluk – Spesifik Sıcaklık Tablosu</i>	104
<i>Yardımcı Formüller</i>	105
<i>Faraday Kanunları ve Uygulamaları</i>	106
<i>Tablo</i>	113
<b>Fabrika Atıksularının Doğaya Zarar Vermeyecek Şekilde Arıtılması</b>	<b>114</b>
<i>Arıtılmış Atıksulardaki İSKİ Parametreleri</i>	119
<i>Atıksularla İlgili İSKİ parametreleri</i>	120
<b>Kaplamalarda Korozyon Kaybı Tablosu</b>	<b>121</b>
<b>Faydalanılan Eserler</b>	

# MODERN GALVANOTEKNİK

## “Elektrolitik Yolla” Metal Kaplamacılığı

### Tarihçe

Elektrolitik yolla metal kaplamacılığı 1843 yılında başlar. R. Boettper ilk nikel kaplamayı yapar. Banyo terkibi nikel sülfat ve amonyum sülfattır. 1849' da ilk olarak ticari anlamda nikel kaplamacılığı başlar. Gittikçe yeni terkipler geliştirilir. Karbonlu anotlar kullanılmaya başlanır. 1912' de İngiltere' de ilk parlatici kullanılır. 1915' ten sonra gelişmeler hızla artar. Watt's ve De Verter özellikle kaplamanın kalite kontrolü üzerinde durdular. 1935' te Thompson pH kontrolünün önemini belirtti. Modern parlak nikel banyolarının ticari anlamda değer kazanması ve kullanılmasını Schlötter başlattı. Daha sonra birçok gelişmeler oldu. İlk krom kaplamayı 1843' te Antoine Clesar Becquerel uyguladı. Kitabında krom klorür ( $CrCl_3$ ) ve krom sülfat  $Cr_2(SO_4)_3$  kullandığını belirtmektedir. Kromik asit çözeltisinden ilk krom kaplama 1856' da Geuther tarafından yapıldı. 1919 – 1924 yıllarında Sargeut çok çalıştı ve kromik asit çözeltisinin pratik ve uygunluğunu kitabında belirtti.

### Genel Bilgiler

Elektrolitik olarak metalik bir eşyanın başka bir metal tabakasıyla kaplanması şu amaçlarla yapılır :

- 1 - Korozyona karşı koruma dayanıklılığının artırılması,
- 2 - Dekoratif amaçlarla daha iyi bir görünüm,
- 3 - Aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklılığının artırılması
- 4 - Kalıpların ve piston yataklarının darbelere karşı dayanıklılığın artırılması için.

Diğer bir metal kaplama şekli de ergimiş çinko içerisinde daldırma yolu ile yapılan galvanizlemedir. Konumuz elektrolitik yol ve doğru akımla yapılan kaplamadır. Bu usül de temel metale tutunma ve dayanıklılık bakımından en tercih edilenidir. Bu teknik bugün o kadar ilerlemiştir ki ABS (Akri nitril – Butadion – Stiro l) cinsi plastiklerin (ki bunlar iletken değ illerdir) bazı ön işlemlerden sonra iletken hale getirilerek istenilen kaplamalarla (bakır, nikel, krom, altın, sarı ve gümüş) kaplanmaları kabil olmaktadır. Bu kaplama cinsleri sadece dekoratif amaçlı ve ince kaplamalardır. Kaplanacak parçalar radyo, televizyon düğmeleri, küçük panolar ve bijuteride kullanılan parçalardır. Bu plastikler enjeksiyon makinelerinde şekillendirildikten sonra iletken hale getirilerek istenilen kaplama yapılabilir.

### Prensip

Bir metal yüzeyinin elektrolitik olarak kaplanmasında, yüzeyi kaplanacak olan cisim uygun bir elektrolite batırılır ve katot olarak kullanılır. Anot ise çöken metalden (kaplama cinsine göre çinko, bakır, nikel, kalay vs.) ve yüksek safiyette (%99.998) olmalıdır. Krom kaplamada ise çözünmeyen kurşun anot (%7 Sn+%93 Pb) kullanılır. Elektrolitik yolla kaplamada kullanılan akım doğru akım olup düşük voltajlıdır. Redresörlerden yararlanır. Redresörlerin uygulama şekli 10 – 20 V ve 1200 – 2500 A verecek şekilde ayarlanır. Kademeli değil, değişken (variabl) redresörler tercih edilmelidir.

Elektrolitik olarak elde edilen bir metal tabakasını biçim ve yapısı yalnız metal cinsine değil, elektroliz koşullarına da bağlıdır. Bununla beraber işleme etki eden çeşitli yapıda tabakalar elde edilebilir. Bugün gerek metalografik, gerek X ışınları düfraksion yöntemleriyle metallerin kristal bir yapıda oldukları saptanmıştır. Buna göre katotta bir metalin çökmesi bir kristalleşme olarak düşünülebilir. çözüntünün özellikleri kristalin yapısına ve büyüklüğüne bağlıdır. Kristallerin oluşma biçimi iki etkene bağlıdır :

- Kristallerin oluşum hızı,
- Kristallerin gelişme hızı.

Eğer kristal zerrelerin büyüme hızları bunların oluşum hızından çok daha büyük ise çöküntü

büyük kristaller halinde, aksi halde küçük kristaller halinde olur. Demek oluyor ki zerrelere oluşumunu kolaylaştıran koşullarda, küçük kristaller meydana gelir, küçük kristalli yapı gayet düzgün ince ve yapışık bir tabaka sağlar.

### **Kaplamada İzlenen Aşamalar**

Süngerli, poröz (zamak gibi) yapılarda kristaller arasında hidrojen (H<sub>2</sub>) gazının yerleşmiş olmasından dolayı az yapışık özelliktedir, zamanla kabarmalar yapar. Onun için katotta hidrojen çıkışını önlemek gerekir. Temel metale iyi yapışık ve dayanıklı bir tabakanın elde edilmesinde en başta gelen en önemli faktör kaplanacak parçanın yüzeyinin temizliğidir. Kaplanacak parçaların, kaplama banyolarına girmeden önce tabii tutulacağı işlemler çok önemlidir. Kaplanacak yüzeyin temizliği noksan ise yapılan tüm çalışmalar boşunadır. Malzeme, zaman ve enerji kaybına sebep olur.

Bir kaplama işlemi genel olarak

- Polisaj,
- Elektrolitik yolla kaplama olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Polisaj işlemi tek motorlu sistemlerden tam otomatik sürekli sistemlere (band polisajı) geçmiş büyük bir aşama göstermiştir. Zamak, pirinç (sarı) parçaların önce çelik telden fırçalarla çapakları alınır. Ayrıca özel keçe ve özel cilalarla kumaştan veya sisal fırçalarla parlatılmaları sağlanır. Kaplanacak yüzeyler bir ayna parlaklığına getirilir. Burada en önemli husus ; demir, zamak veya alüminyum parçaların polisajlarının birlikte ve aynı polisaj tezgahında değil, ayrı ayrı tezgahlarda yapılmasıdır. Birlikte ve aynı tezgahda yapılan polisajda alüminyum tozları yangına sebep olur. Zamak döküm parçalarda, döküm hatalarından ileri gelen, gözle görülemeyen süngerimsi poröz oluşumdan dolayı boşluklarda hava veya kimyasal atık kalması nedeniyle kaplamadan sonra bu yerlerde kabarmalar olur. Bu kabarmaların bir önemli sebebi de zamak döküm işlerinde yolluk adı verilen parçaların hurda malzeme ile orijinal malzemeye fazla katılmasından doğar.

### **Yüzey Temizleme**

*Yağ, Cila Artıklarından Temizleme :*

Yüzeyi yağ ve cila artıklarından organik yağlardan oluşan kirlilik alkalik sıcak yağlama banyolarında sabunlaştırma ile giderilebilir. Hazır terkipler (ilaçlar) % 5 – 10 oranında suda eritilerek 65 – 70 °C’ de 15 – 20 dakika müddet ile işleme tabii tutulurlar. Terkipte ekseriya “sudkostik, soda, trisodyum fosfat” ile inhibitör veya emülgatör yardımcı kimyasallar bulunur. Bunlar da temel metalin cinsine göre Alzamak, sarı pirinç ve demir için değişik oranlardadır.

Keza elektrolitik yağ almada da bu maddelerle birlikte bazı ilave tuzlar kullanılmak suretiyle, normal sıcaklıkta anodik veya katodik çalışılarak birkaç dakika gibi zaman diliminde işleme tabii tutulur. Katotta çıkan hidrojen gazı miktarı anotta çıkan oksijen gazının iki katı olduğundan gazın temizleme etkisi katotta daha fazladır. Mineral yağlar sabunlaşmazlar, bu tür yağlar ultrasonik temizleme ile giderilmelidir. Eskiden triklor etilen veya perklor etilen ile buhar fazında temizleniyordu.

Elektrolitik yolla metal kaplamacılığında sıcak yağ alma, elektrolitik yağ alma ve müteakip işlerin peşpeşe hiç ara verilmeden yapılması gerekir.

*Parça Yüzeyindeki Oksit ve Pasın Giderilmesi :*

Demir ve çelikten imal edilmiş parçaların yüzeyindeki oksit ve pasın giderilmesi için tuz ruhu, sülfürik asit tek başına veya her ikisinin karışımı muhtelif konsantrasyonlarda, maliyetlerinin düşük olması avantajı ile kullanılmakta iseler de dezavantajları daha fazladır. Malzeme sathında pas giderildikten sonra bekleme süreci içerisinde malzeme tekrar paslanabilmektedir. Yüzey tekrar kararmakta, aşınmakta ve bazen de lekeler oluşmaktadır. Ayrıca atölyeler ve çalışma yerlerinin çok iyi aspirasyonu (havalandırılması) gerekmektedir. Asit buharları diğer ham mamülleri ve civarda bulunan aparat ve cihazları korozyon etkisi dolayısıyla paslandırabilir.

Pas ve kireç çözücüsü, yüksek kesafeti, etkin pas alıcı ve kireç sökücü özelliğiyle, temel metale etki vermeyen özelliğiyle geniş bir kullanım alanını kapsar. Yukarıda adı geçen asitleri

içermez, aspirasyon gerektirmez ve hiçbir korozif etkisi yoktur. Parça yüzeyinde kaynak ve lehimleme sonucu oluşan pisliklerin giderilmesinde de pas ve kireç sökücü kullanılmaktadır. Adı geçen ürün elektrokimya sanayiinin imalatıdır.

#### *Elektrolitik ve Kimyasal Parlatma*

a- Elektrolitik Parlatmada Prensi : Metal, elektrolitik bir pilde anot olarak kullanılır. Metalin çözünmesi o şekilde olur ki, yüzeydeki pürüzler kalkar ve yüzey düz ve parlak olur. Elektrolitik parlatma işlemi her metal için özel terkiplerde (özel banyolarda) yapılır.

Özetle: Özel banyolarda metali anodik çözüdürmeye uğrattmak ve yüzeyinin parlatılmasını sağlamaktır.

b- Kimyasal Parlatma : Dışarıdan bir potansiyel uygulamadan, metali kendisini çözen bir banyoya daldırıp kimyasal çözünmeye uğratarak yüzeyinin düzeltilip parlatılmasıdır. Reaksiyonun yürüyüşü elektrolitik parlatmaya benzer, tek farkı burada iki ayrı elektrot (anot ve katot) olmayıp, anot ve katot olarak oluşmakta ve anodik bölgeler film yardımıyla aşınmaktadır. Yani kısaca yüzeyde oluşan lokal piller olaya yön vermektedir.

#### **Banyolarda Kaplama**

Polisajı icabeden parçalar polisaj işleminden sonra bekletilmez. Parçaların ciladan oluşan yağlı kirliliği yukarıda belirtildiği gibi sıcak alkali ve elektrolitik yağ alma işlemlerine tabi tutulur. Parçalar elektrolite daldırılır ve akım verilir, bazı durumlarda da parçalar akım altında asılır. Aksi halde metal yüzeyinde bir oksit tabakası oluşur. Kaplama işleminin aralıksız devam etmesi gereklidir. Birbirini takip eden kaplama banyolarda da parçalar havada bekletilmemelidir. Akım kesilmesi gibi durumlarda ise son kaplanmış veya yarı kaplanmış parçalar bir sonraki yıkama banyosunda bekletilmelidir. En son kaplamadan çıkan parçalar (kaplama işlemi biten parçalar) demineralize sıcak suda 95 °C' de 5 – 10 dakika bekletilir. İşlem tamamlanır. Misal olarak ;

Parlak dekoratif bir krom kaplamada işlem sırası şöyle olmalıdır :

- 1- Sıcak alkali yağ banyosunda yağdan giderme.
- 2- Su ile yıkama, çalkalama.
- 3- Elektrolitik yolla yağdan giderme. (Anodik veya katodik)
- 4- Su ile yıkama, çalkalama.
- 5- Nötralizasyon. (demir malzeme için %8 – 10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , zamak malzeme için %5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + %1 – 2 HF)
- 6- Su ile yıkama, çalkalama.
- 7- Ön siyanürleme (%3 – 5 NaCN). Parçalar daldırılıp çıkarılır.
- 8- Siyanürlü bakır kaplama (5 sn. anodik 25 sn. katodik) tavsiye edilir.
- 9- Ekonomik yıkama. (Bu asla dökülmez ve arıtmaya verilmez)
- 10- Su ile yıkama, çalkalama. (Kaskatlı)
- 11- Nötrleme (%5 – 10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile)
- 12- Su ile yıkama, çalkalama.
- 13- Parlak nikel kaplama. (Bazı özel durumlarda dublex nikel kaplama tatbik edilmektedir)
- 14- Ekonomik yıkama. (Bu asla dökülmez ve arıtmaya verilmez.)
- 15- Su ile yıkama, çalkalama.
- 16- Parlak dekoratif krom kaplama.
- 17- Ekonomik yıkama. (Bu asla dökülmez ve arıtmaya verilmez.)
- 18- Su ile yıkama, çalkalama, durulama.
- 19- Demineralize 95 °C sıcak suda sealing ve kurutma.

**Not :** Ekonomik yıkama banyoları çıktıkları banyonun elektrolitlerini ihtiva ederler. Mesela, nikel kaplamadan sonraki ekonomik yıkama nikel iyonlarıyla, yardımcı katkı maddelerini içerir, nikel banyosuna yapılacak takviyelerde bu yıkama suyu kullanılır. Ayrıca tüm ekonomik yıkama banyoları deiyonize su ile hazırlanmalıdır.

# ELEKTRİKLİ KAPLAMADA İZLENEN AŞAMALAR

Temel metale (sac, zamak veya pirinç) iyi yapışık ve dayanıklı bir tabakanın elde edilmesinde başta gelen en önemli faktör kaplanacak malzemenin yüzeyinin temizliğidir. Kaplanacak parçaların kaplama banyolarına girmeden önce tabii tutulacağı işlemler çok önemlidir. Kaplanacak yüzeyin temizliği noksan ise yapılan tüm çalışmalar boşunadır. Malzeme, zaman ve enerji kaybına sebep olur.

Bir kaplama işlemi genel olarak:

1- Polisaj

2- Elektrolitik yolla kaplama olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Polisaj işlemi tek motorlu sistemlerden, tam otomatik kontinü (sürekli) sistemlere geçmiş, büyük bir aşama göstermiştir. Zamak (bir çinko alaşımı olup tabloda çeşitli tertipleri belirtilmiştir). Pirinç "sarı" parçaların önce çelik telden fırçalarla çapakları alınır; ayrıca özel keçe ve özel cilalarla kumaştan veya sisal fırçalarla parlatılmaları sağlanır. Kaplanacak yüzeyler bir ayna parlaklığına getirilir.

Burada en önemli husus demir, zamak veya alüminyum parçaların polisajlarının ayrı ayrı tezgahlarda yapılmasıdır. Aksi halde Al tozları yangına sebebiyet verir.

Zamak döküm parçalarda, döküm hatalarından ileri gelen, gözle görülmeyen süngerimsi yapısından ("poröz" oluşundan) dolayı hava, yağ veya kimyasal bir artık kalır ve kaplamadan sonra kabarmalar olur. Bu kabarmaların bir sebebi de, zamak döküm işlemlerinde "yolluk" adı verilen parçaların, hurda zamak ile birlikte orjinal malzemeye fazla katılmasıdır.

<b>Terkipte bulunan metal</b>	<b>Zamak 2</b>	<b>Zamak 3</b>	<b>Zamak 5</b>	<b>Zamak 100</b>
Alüminyum	% 3,5 – 4,0	% 3,5 – 4,3	% 2,5 – 4,3	% 0,3 – 0,8
Bakır	% 2,5 – 3,5	% 6	% 0,7 – 1,25	% 0,4 – 0,5
Magnezyum	% 0,02 – 0,1	% 0,02 – 0,5	% 0,03 – 0,08	% 0,02
Çinko	Bakiye	Bakiye	Bakiye	Bakiye

## YÜZEY TEMİZLEME

### A- Yağdan Temizleme :

Yüzeyi yağ (polisaj cila artıklarından) ve organik yağlardan oluşan kirlilik, alkali sıcak yağ alma banyolarından sabunlaştırma yolu ile giderilebilir. Özel firmaların hazır olarak sattıkları terkiplerden %5-10 gibi nisbette suda eritilerek 60- 70 °C ve 5- 15 dakika gibi müddetle işleme tabii tutulur. Burada en etken kimyasallar soda, sud kostik ve trisodyum fosfattır. Keza elektrolitik yağ almada da bu maddelerle birlikte ilave tuz (emülgatör – inhibitör gibi) kullanılmak suretiyle, normal hidrojen gazı miktarı anotta çıkan oksijen gazının iki katı olduğundan gazın temizleme etkisi katotta daha fazladır. Mineral yağlar sabunlaşmazlar bunlara değişik uygulama gerekmektedir. Eskiden triklor veya perklor etilen buhar fazında temizlenirdi. Artık bu solventlerin kullanımı tüm dünyada yasaklandı. Elektrolitik yağ alma çeşitli metal tiplerine göre anodik veya katodik olarak uygulanmaktadır.

Elektrolitik metal kaplamacılığında dikkat edilecek bir husus da sıcak yağ alma, yıkama, elektrolitik yağ alma ve müteakip işlemlerin peşpeşe hiç ara verilmeden yapılması gerekliliğidir.

### B- Parça Yüzeyindeki Oksit ve Pasın Giderilmesi :

Demir ve çelikten imal edilmiş parçaların yüzeyindeki oksit ve pasın giderilmesi için tuzruhu, sülfürik asit tek başına veya her ikisinin karışımı muhtelif konsantrasyonlar maliyetlerinin düşük olması nedeniyle kullanılmakta iseler de dezavantajı daha fazladır Malzeme yüzeyindeki pas giderildikten sonra bekleme sürecinde (ya kaplamadan veya boyama işleminden önce) malzeme tekrar paslanabilmektedir Yüzey tekrar kararmakta, aşınmakta ve bazen de lekeler oluşmaktadır.



Ayrıca atölyeler ve çalışma yerlerinin çok iyi havalandırılmaları gerekmektedir. Çok özel pas sökücüler (tuzruhu ve sülfürik asit içermeyen) bu işi mükemmel görür ve koku, duman vs. çıkarmazlar, civarda bulunan aparat ve cihazlara asla korozif etkileri olmaz.

Özel pas sökücü preparatımızın\* yüksek kesafeti, etkin pas alıcı özelliği ve temel metali etkilemeyen özelliğiyle geniş bir kullanım alanı vardır. Pası alınan malzemeleri tekrar paslanmaktan korur. Aspirasyon gerektirmez, civara hiçbir korozif etkisi ve hijyenik hiçbir yan tesiri yoktur. Keza parça yüzeyinde kaynak ve lehimleme sonucu oluşan pisliklerin giderilmesinde de kullanılabilmekte olup yukarıda adı geçen asitleri v.s. içermez. Mühim bir özelliği de soğutma sistemlerinde eşanjör v.s.'de sert suların meydana getirdiği kireç tortusunu rahatlıkla, tehlikesizce yok etmesidir.

#### *C- Elektrolitik Kimyasal Parlatma :*

##### *a- Elektrolitik parlatmada prensip :*

Metal elektrolitik bir pil de anot olarak kullanılır. Metal çözünmesi o şekilde olur ki yüzeydeki pürüzler kalkar, yüzey düz ve parlak olur. Elektrolitik parlatma işlemi her metal için özel banyolarda yapılır Özel tertipteki banyolarda metal anodik çözüldürmeye uğrattılır ve yüzeyi parlatılır.

##### *b- Kimyasal Parlatma:*

Dışardan bir potansiyel uygulamadan metali, kendisini çözen bir banyoya daldırıp kimyasal çözülmeye uğratarak yüzeyinin düzeltilip parlatılmasıdır. Reaksiyonun yürüyüşü elektrolitik parlatmaya benzer, sadece farkı burada iki ayrı elektrot (anot ve katot) olmayıp, anot ve katot olarak etkileyen bölgeler aynı metal üzerindedir. Banyo içerisine bastırılan metalin üzerinde bir film tabakası oluşmakta ve anodik bölgeler film yardımıyla aşınmaktadır. Yani kısaca yüzeyde lokal piller olaya yön vermektedir.

### **BANYOLARDA KAPLAMA**

Polisajı icabeden parçalarda, polisaj işleminde sonra parçalar (malzeme) bekletilmez. Parçaların cila vs.den oluşan yağlı kirliliği yukarıda belirtildiği gibi, alkalik sıcak yağ alma ve elektrolitik yağ alma işlemlerine tabi tutulur. Parçalar elektrolite daldırılır ve akım verilir, bazı durumlarda da parçalar akım altında asılır. Aksi halde metalin yüzeyinde bir oksit tabakası oluşur. Kaplama işleminin aralıksız, bekletilmeden devam edilmesi gereklidir. Birbirini takibeden kaplama banyolanda kaplanacak parçalar havada (açıkta) fazla bekletilmez (bekletilmemelidir) Akım kesilmesi gibi durumlarda ise kaplanmış veya yarı kaplanmış parçalar bir sonraki yıkama banyosunda bekletilmelidir. En son kaplamadan çıkan parçalar demineralize sıcak suda (9 °C) de 5-10 dakika bekletilmelidir.

Misal olarak parlak dekoratif bir krom kaplama işlemini ele alırsak çalışma sırası şöyle olmalıdır:

- 1- Sıcak alkali yağ alma banyosu 65- 70 °C, 5-10 dak.
- 2- Su ile yıkama, çalkalama,
- 3- Elektrolitik yağ alma (anodik veya katodik - temel metale göre) normal sıcaklıkta 0,5-2 dak.
- 4- Su ile yıkama, çalkalama,
- 5- Nötrleme Demir malzeme için %10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
Zamak için %5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+, %1-2 HF,
- 6- Su ile yıkama, çalkalama,
- 7- Su ile yıkama çalkalama,
- 8- Ön siyanürleme %3-5 NaCN çözeltisiyle (genelde tatbik edilmemektedir). Tatbikatı yararlıdır,
- 9- Siyanürlü bakır kaplama, (genel izahı ilerdeki sayılarda),
- 10- Ekonomik yıkama,
- 11- Su ile yıkama, çalkalama,
- 12- Nötrleme (%5-10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile)
- 13- Su ile yıkama, çalkalama,
- 14- Parlak nikel kaplama (genel izahı gelecek sayılarda),

- 15- Ekonomik yıkama,
- 16- Su ile yıkama, çalkalama,
- 17- Parlak dekoratif krom kaplama (genel izahı gelecek sayılarda),
- 18- Ekonomik yıkama,
- 19- Su ile yıkama, çalkalama,
- 20- 95 °C' de demineralize sıcak suda yıkama (sealing) ve kurutma.

## **ELEKTROLİTİK KAPLAMANIN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

İyi bir elektrolitik kaplama için banyo terkibi ve cinsi ve elektrolitte kullanılan parlatici, parlak taşıyıcı, nemlendirici gibi v.s. adlarla üretici veya temsilci firmalar aracılığıyla satılan kimyasallar da önemlidir. Bu maddelerin kullanımı ve seçimi çok iyi yapılmalıdır. Kullanılan kimyasalların menşei de çok önemlidir. Bir Degussa siyanürü ile Uzakdoğu malı asla kıyaslanamaz. Banyoları, elektrolitleri hazırlarken kullanılacak su da çok önemlidir. Sertliği çok yüksek kuyu ve artezyen suları asla kullanılmamalıdır. En iyisi deiyonize su kullanmaktır.

### **1- Akım yoğunluğu :**

Galvanoteknikte akım şiddetinin yerine elektrodların birim yüzeyine isabet eden akım şiddeti alınır. Buna akım yoğunluğu denilir. Birim yüzeyi (dm<sup>2</sup>) dir.

$$d = i(\text{amper}) / s(\text{dm}^2) = \dots [\text{amp} / \text{dm}^2]$$

Akım yoğunluğunun artışının kaplamanın yapısı bakımından iki karşı etkisi vardır. Akım yoğunluğu artınca kristallerin oluşma hızı artmış olur ve kaplama ince yapılı olur. Fakat akım yoğunluğu daha da artınca katot dolayında deşarj olan metal iyonları çözelti içinden gelenlerle yeterince karşılanamadığından katotta bir fakirleşme meydana gelir, bunun sonucu kaplama homojen olmaz ve kalite bozulur, siyah ve süngerimsi kaplamalara yol açar. Katotta fazla hidrojen çıkışı akım yoğunluğunun artmış olduğuna işarettir.

### **2- Konsantrasyon ve karıştırma :**

Kaplamanın yapısı üzerinde konsantrasyonun etkisi büyüktür. Kristallerin oluşum hızı büyük olacağından ince yapılı ve temel metale iyice yapışık, sağlam bir kaplama elde edilir. Katottaki yerel fakirleşmeyi karşılamak amacı ile banyo da kaplanacak malzemeyi hareket ettirmek yararlıdır. Ayrıca banyonun periyodik aralıklarla filtre edilmesi çok faydalıdır. Elektrolite hava ile (düşük basınçta) hareket de verilebilir fakat dipteki tortular, pislik v.s. elektrolitte devamlı sirkülasyon yapacağı için kaplanacak parçaların üzerine yapışma ihtimali vardır.

### **3- Temperatur (sıcaklık) :**

Sıcaklığın iki karşıt etkisi vardır. Bir taraftan difüzyonu artırdığından kristallerin oluşum hızını artırır ve böylece küçük kristalli yapılar elde edilir. Fakat diğer taraftan katot polarizasyonunu azaltır ve böylece büyük kristallerin oluşumuna ve bunların büyümesine, ayrıca hidrojen aşırı gerilimi de azalacağından hidrojen çıkışı kolaylaşacak ve kaplama süngerimsi yapıda olacaktır. Her banyonun çalışma temperaturü belli olup, banyoların ilerdeki çalışma talimatlarında gösterilecektir.

### **4- Temel Metalin ve Elektrolitin Tabiatı:**

Kaplamanın kalitesi üzerinde temel metalin etkisi büyüktür. Özellikle zamak döküm parçalarının kaplaması çok dikkat ister. Dökümün kalitesi ve terkibi çok önemli olup, soğuk ve itinasız bir dökümde yapı "poröz" süngerimsi olduğundan kaplama sonucunda bir müddet sonra kabarcıklar (kabarmalar) oluşur. Bu kaplamanın kötü oluşundan değil, temel metalin bozuk oluşundandır.

Elektrolitlerin tabiatına gelince, kompleks tuzların elektroliziyle elde edilen kaplamaların normal tuzlarla elde edilenlerden daha üstün olduğu uzun zamandan beri bilinen bir gerçektir. Özellikle kadmiyum, çinko, bakır, altın ve gümüşün kaplamalarında bu metallerin çifte tuzları eritilmek suretiyle "elektrolitler" hazırlanır. Çifte tuzlarda metalin ayrışması iki kademe olur:

### *Potasyum-gümüş siyanür kompleks tuzunun ayrışması :*

Az olmakla beraber ikinci iyonlaşma sonucu katot dolayında az miktarda  $Ag^+$  iyonları bulunur. Bunlar  $K^+$  iyonlarına nazaran tercihen deşarj olurlar. Siyanür banyolarında altın, bakır, çinko ve kadmiyumun ayrılması da aynı şekilde olur.

Kompleks tuzların elektrolizi ile basit tuzların elektrolizine göre katot polarizasyonu daha fazla olur. Yani daha fazla potansiyel uygulanır ve bu da taneciklerin kristal yapılarının iyi kalitede olmasını sağlar. Bir başka önemli nokta da hidroliz sonucunda koloidal cisimler meydana gelmesidir ki, bunun sonucunda iyi kaliteli kaplamalar elde edilir.

Kolloidlerin etkisi banyolara ilave edilen parlatici, parlak taşıyıcı ve iletkenlik katkı maddelerinin cins ve banyolara katılış biçim ve miktarlarıyla da önem kazanır. Bu maddelerden bir veya birkaçının aşırısı zararlı olabilir, az katılırsa da görevini yapmaz. Bu maddelerin çoğu kolloid veya redüktördürler, çoğu da yüzey aktif maddelerdir. Bunlar kristal zerreleri üzerinde absorblanıp büyümelerini önlerler. Böylece ince taneli kristal yapılar elde edilirler. Banyolara katılmadan önce gereken miktarda bazılan 3-4 misli suda eritilerek katılırlar, bazıları da çalışma talimatlarında belirtildiği gibi direkt olarak katılırlar.

### **5- pH' ın etkisi :**

Elektrolitte ya asidik (nikel, asitli bakır, asitli çinko ve asitli kalay) ya da alkalik karakterde ve alkalik siyanürle (siyanürlü çinko, kadmiyum, sarı "pirinç" altın ve gümüş) hazırlanırlar.

Elektrolitlerin belirtilen pH değerlerinin altında veya üstünde olması kaplama kalitesini derhal etkileyecek ve kalitesini bozacaktır. Kontinü kaplamalarda yukarıda izah edildiği gibi (dekoratif krom hattında) ara yıkamalara alkali banyolardan asidik kaplamalara geçerken, nötrleme vs. gibi pH değerini etkileyecek faktörlere çok dikkat edilmelidir. Ve asla pH ayarını yaparken sudkostik ve hidroklorik asit kullanılmamalıdır.

### **6- Dağılma gücü (Kaplama gücü) :**

Elektrolitik kaplamada, kaplamanın sadece görünümünün ve özelliklerinin istenilen şekilde olması yeterli değildir. Aynı zamanda kaplamanın, malzemenin tüm yüzeyinde aynı kalınlıkta olması da gereklidir. Ekonomik bakımdan kaplamanın minimum kalınlıkta olması istenir. Düzgün olmayan şekillendirilmiş bir malzeme (dekoratif amaçlı) üzerinde oldukça düzgün bir kaplamanın elde edilmesi için çözeltinin (elektrolitin) gösterdiği özelliğe dağılma gücü (thoowing power) denir. Bu adlandırma kaplama gücü (covering power) terimiyle daha iyi mana kazanır.

Son yıllarda dağılma gücü esas itibarıyla kaplama dağılımının, yani şekillendirilmiş eşyanın çeşitli kısımlarındaki kaplama kalınlığının bir ölçüsü olarak kullanılır. Bu iki deyim pratikte sıkı sıkıya birbirine bağlıdır. Düzgün olmayan dekoratif bir parça kaplanmak istenildiğinde anoda yakın olan kısımlar daha uzaktakilere göre daha kalın bir tabaka ile kaplanırlar. Zira ohm kanununa göre yakın noktalar arasında direnç daha azdır. Anoda yakın olan bir nokta öteki noktalara göre daha yüksek bir akım yoğunluğuna tabi tutulduğunda bir süre sonra bu nokta metalik iyon bakımından fakirleşmiş olur ve polarizasyon kendini gösterir, karşıt bir e.m.k. (elektromotor kuvvet) meydana gelir ki, bu düşünülen nokta ile anod arasında elektrolit direncinin artmasına karşılıktır. Bunun sonucu anoda uzak olan noktalar hesabın gösterdiğinden daha büyük bir akım alır ve böylece kaplama gücü artar. Eğer polarizasyon meydana gelmemiş olsa anoda yakın noktalar daha da yaklaşmış olacağından sonunda kaplama saçaklı olur. Çözeltinin iletkenliğinin fazlalığı sonunda polarizasyon fazladır. O halde iletkenliği fazla elektrolitlerde kaplama gücü fazladır. Sıcaklık artışı iletkenliği artırır da polarizasyonu daha fazla artıracağından kaplama gücünü azaltmış olur. Kaplama kalınlığı mikron ( $\mu$ ) olarak parçanın banyoda kalma (kaplama) müddeti (dakika) ve akım yoğunluğu ( $A / dm^2$ ) ile ilgilidir.

# METAL KAPLAMACILIĞI

## “GALVANOTEKNİK” TEMEL BİLGİLER

### GENEL TARİFLER

1. **KESAFET (yoğunluk – dansite – özgül ağırlık)** : Bir cismin 1 ml. sinde (1 cm<sup>3</sup> ünde) bulunan çökelti kütlesidir. (d) ile gösterilir.

$$d = \frac{\text{çökelti kütlesi (gr.)}}{\text{çökelti hacmi (ml.)}} = \dots \text{ gr/ml}$$

Her elementin yoğunluğu ayrı ayrıdır.

Su	1 gr/ml.	Cr	7,20 gr/ml.
Al	2,7 gr/ml.	Cu	8,96 gr/ml.
Fe	7,8 gr/ml.	Ni	8,90 gr/ml.
Zn	7,1 gr/ml.	Pb	11,35 gr/ml.
Sn	7,3 gr/ml.	Hg	13,60 gr/ml.

2. **YÜZDE (%)** : Bir çözeltinin 100 gramında bulunan çözünmüş maddenin kütlesidir.

$$\text{Yüzde (\%)} = \frac{\text{gram}}{100 \text{ gr.}}$$

*Mesela* : % 15 lik bir sudkostik çözeltisi ne demektir?

15 gr. sudkostüğün 85 ml. sudaki çözeltisidir. (suyun yoğunluğu 1 dir.) Toplam 100 gramdır.

NOT : % 96 lık bir sülfürik asitten %30 luk bir sülfürik asit çözeltisi hazırlanacak ise burada çapraz kaide yönteminden yararlanılır. Şöyle ki ;

Sülfürik asit	96	30	Alınacak asit miktarı
		30	
Su	0	66	Alınacak su miktarı

%96 lık asit % 30 asit farkı 66 dır. 66 k su alınacaktır. Su % 0 hazırlanacak % 30 farkı 30 olup 30 k. asit alınacaktır.

Karışımın % si 30 dur. Karışımı hazırlarken **ASLA** asit üzerine su dökülmez. Suyun üzerine yavaş yavaş ve kabın cidarından azar azar asit ilave edilmelidir.

3. **KONSANTRASYON** : Çözeltinin 100 ml.sinde bulunan çözünmüş maddenin kütlesidir.

$$\text{konsantrasyon} = \frac{\text{gram}}{100 \text{ ml.}}$$

Konsantrasyonu 20 olan bir çözelti demek ; 20 gram madde 100 ml. çözücüde çözünmüş demektir.

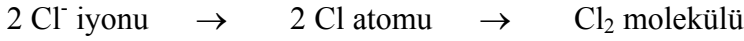
4. **ELEKTROLİT** : Elektroliz kabında (+) pozitif kutup ANOT, (-) negatif kutup KATOT adını alır. Elektrik akımını geçiren maddelere İLETKEN, elektrik akımını geçirmeyen maddelere YALITKAN adı verilir. Anoda giden (-) negatif yüklü iyonlara ANYON , katoda giden (+) pozitif yüklü iyonlara da KATYON adı verilir.

**5. ELEKTROLİZ :** İyonlara ayrılabilen bir cismin sulu çözeltisinde, su dipollerinden ibaret bir cins bulutla çevrili, yani hidratize olmuş (+) ve (-) yüklü iyonlar vardır.

Bir bakır klorür ( $\text{CuCl}_2$ ) çözeltisinde sudaki ( $\text{H}^+$ ) ve ( $\text{OH}^-$ ) iyonlarının yanında ( $\text{Cu}^+$ ) ve ( $\text{Cl}^-$ ) iyonları bulunur. Bu çözeltiye iki platin levha sokup bir doğru akım kaynağının iki farklı kutbuna bağlayıp akım geçirirsek :

(+) yüklü ( $\text{Cu}^{++}$ ) iyonları negatif elektroda KATOD'a gider. (-) yüklü ( $\text{Cl}^-$ ) iyonları ise pozitif yüklü elektroda ANOD'a gider.

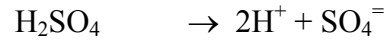
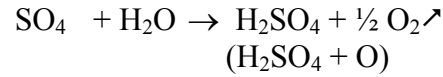
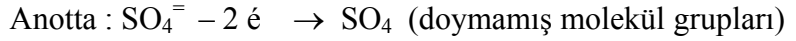
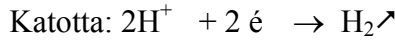
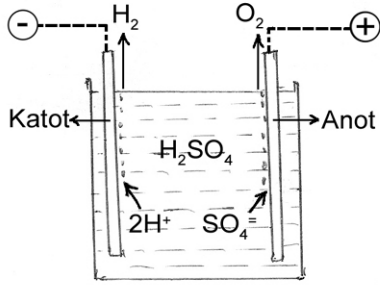
$\text{Cu}^{++}$  iyonları katotta elektrik yüklerini bırakırlar. Her bakır iyonu elektrottan iki elektron alır, böylece  $\text{Cl}^-$  iyonları elektrikçe nötral olan klor gazı haline geçerler.



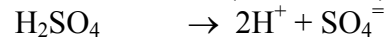
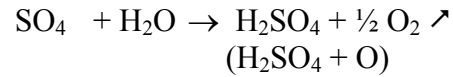
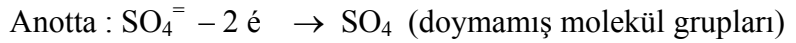
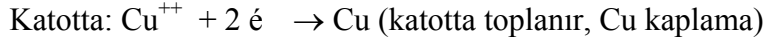
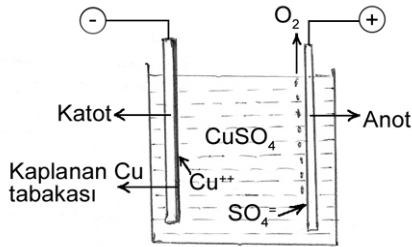
Bir atom-gram bakırın elektrotta açığa çıkarılması için  $2 \times 96.490$  (coulomb) gerekir. Elektrolitik kaplamanın "Galvanoteknik" yani metal kaplamacılığının temelini işte bu elektroliz olayı oluşturur.

### ELEKTROLİZ OLAYINA ÖRNEKLER

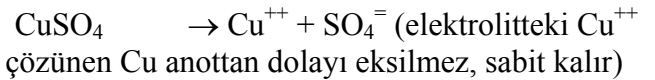
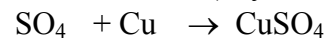
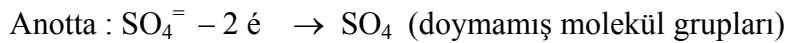
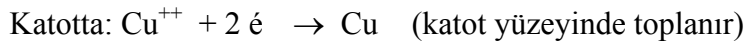
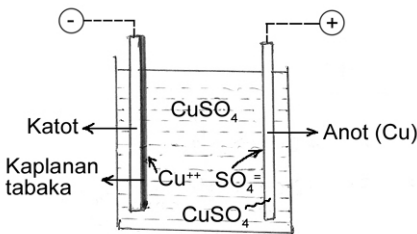
#### A – (Çözünmeyen Pt elektrot ile) Sülfürik Asit çözeltisinin elektrolizi (Şematik) :



#### B – (Çözünmeyen Pt elektrot ile) Bakır Sülfat çözeltisinin elektrolizi :



#### C – (Çözünen bakır anot ile) Bakır Sülfat çözeltisinin elektrolizi :



**6. OHM KANUNU :** 1 Ohm ( $\Omega$ ) ; içinden 1 Amper' lik akım geçtiğinde iki nokta arasında 1 Volt' luk potansiyel farkı gösteren bir iletkenin bu iki nokta arasındaki direncidir.

**7. DİRENÇ :** Bir iletkenin direnci onun boyu (l) ile doğru orantılı, kesiti (s) ile ters orantılıdır. Direnç (R) ile gösterilir.

$$R = g \cdot \frac{l}{s} \quad (g) \text{ katsayısına özgül direnç denir.}$$

**8. VOLT :** 1 Ohm'luk bir dirençten 1 Amper geçiren kuvvettir.

**9. AMPER :** Akım şiddeti birimidir. Bir iletkenin zaman biriminde geçen elektrik miktarıdır. Yani 1 Amper bir iletkenin 1 Saniyede 1 Coulomb geçirilmesiyle elde edilir.

**10. 1 COULOMB :** Bir gümüş nitrat çözeltisinden 1,118 mg. gümüş açığa çıkaran elektrik miktarı 1 coulomb (kulon)'dur.

**11. FARADAY KANUNU :** Herhangi bir iyonun 1 ekvivalent gramının nötr element haline geçebilmesi için daima aynı miktarda, yani 96.490 coulomb'a ihtiyacı vardır. Yani elektrolizde elektrolitin 1 ekvivalent gramını açığa çıkaran elektrik miktarıdır. Bu da 96.490 coulomb'dur ve elektronun yükü ile Avagadro sayısının çarpımına eşittir.

$$\begin{aligned} \text{Faraday (F)} &= 96.490 \text{ coulomb veya} \\ &= 96.490 \text{ Amper-saniye veya} \\ &= 26,801 \text{ Amper-saat} \\ 1 \text{ coulomb} &= 1 \text{ Amper-saniye} \\ 1 \text{ c} &= 1 \text{ As} \\ 1 \text{ saat} &= 3.600 \text{ saniye} \\ 1 \text{ Ekvivalent eşdeğer} &= 96.490 / 3.600 = 26,8 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Galvanoteknikte amper-saat geçerlidir.

1 Amper-saatte ayrılan metal miktarı (e) elektrokimyasal eşdeğer olarak bilinir.

$$c = \frac{\text{Atom ağırlığı}}{\text{Değerlik} \times 26,8} \quad \text{ekvivalent eşdeğer gr (gr /Ah)}$$

**Örnek : Gümüş'ün eşdeğer miktarı nedir?**

**Çözüm :** Ag atom ağırlığı 108  
değerliği 1

$$c = \frac{108}{1 \times 26,8} = 4,03 \text{ gr /Ah}$$

**Örnek : (+6) değerlikli Krom'un eşdeğer miktarı nedir?**

**Çözüm :** Cr atom ağırlığı 52  
değerliği 6

$$c = \frac{52}{6 \times 26,8} = 0,323 \text{ gr /Ah}$$

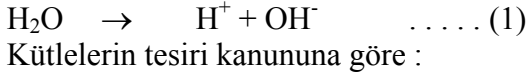
**Örnekler :**

+2 değerlikli Ni <sup>++</sup>	eşdeğer miktarı	c = 1,095 gr /Ah
+3 değerlikli Al <sup>+++</sup>	eşdeğer miktarı	c = 0,355 gr /Ah
+2 değerlikli Zn <sup>++</sup>	eşdeğer miktarı	c = 1,220 gr /Ah
+1 değerlikli Au <sup>+</sup>	eşdeğer miktarı	c = 7,357 gr /Ah

**12. AKIM YOĞUNLUĞU :** Galvanoteknikte akım şiddetinin yerine, elektrotların birim yüzeyine isabet eden akım şiddeti alınır. Buna akım yoğunluğu denir. Birim yüzey  $\text{dm}^2$  dir.

$$d = \frac{i \text{ (amper)}}{s \text{ (dm}^2\text{)}} = \dots [\text{A} / \text{dm}^2]$$

**13. pH NEDİR?** pH değeri  $\text{H}^+$  iyonları molar konsantrasyonu olarak tarif edilir.



$$\frac{[\text{H}^+] [\text{OH}^-]}{(\text{H}_2\text{O})} = K = 1,7 \times 10^{-16} \dots \dots (2)$$

Suyun molar konsantrasyonu 55 sabit olarak kabul edilebilir, yani :

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = K = 10^{-14} \dots \dots (3)$$

Bu K sabitesine suyun “iyonizasyon” veya “dissosiasyon” sabitesi denir. Bu da elektriksel metodlarla ölçülmüş ve  $22^\circ\text{C}$ ’ de  $K = 10^{-14}$  bulunmuştur.

Bu yalnız saf su için değil, asidik, alkali ve bütün sulu çözeltiler için gereklidir. Saf suda ve nötral çözeltilerde  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  birbirine eşit olduğundan her birisi;  $10^{-7}$  dir. Yani :

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ \text{pOH} &= [\text{OH}^-] \\ \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \text{ tür.} \end{aligned}$$

Buna göre çözeltileri şöyle sınıflandırmak kabildir :

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{pOH} = 7 \\ \text{pH} &= 7 \quad \text{nötral çözelti} \\ \text{pH} &< 7 < \text{pOH} \text{ asidik çözelti} \\ \text{pH} &> 7 > \text{pOH} \text{ alkali çözelti} \end{aligned}$$

Sorensen, logaritmik ifadeler yerine, yani  $\text{H}^+$  iyonları konsantrasyonu  $10^{-7}$  dir demek yerine, pH 7 dir demeyi uygun görmüştür.

**NOT :** pH değerlerini hassas 0,5 – 5,5 / 5,5 – 9,0 / 9,0 – 14,0 aralıklı pH kağıtları ile ölçebileceğiniz gibi, en iyisi pH metre cihazı ile ölçmektir.

#### **14. ELEKTROLİTİK KAPLAMANIN ÜZERİNE TESİR EDEN FAKTÖRLER :**

- Akım yoğunluğu,
- Konsantrasyon (banyo terkibi) ve karıştırma,
- Sıcaklık (elektrolitin temperaturü)
- Temel metalin ve elektrolitin tabiatı.
- pH değeri,
- Dağılma gücü (kaplama gücü)

#### **15. °BAUME (BOME) DERECEŚİ (°Bé) – ARCOMETRE DERECEŚİ :**

Bu derecenin tayininde sudan hafif ve sudan ağır sıvılar için iki tip arcometre kullanılır.

a. Sudan ağır sıvılarda kullanılacak arcometre % 10' luk tuzlu suya daldırıldığı zaman görülen nokta 10 (on), saf (destile) suda görülen nokta 0 (sıfır) olarak işaretlenir ve on parçaya bölünür.

b. Sudan hafif sıvılarda ise ayar tamamen yukarıdakinin aksidir. Yani % 10 luk tuzlu suya batan kısım 0 (sıfır), saf (destile) suda görülen kısım 10 (on) olarak alınmıştır. Yine aralık on eşit parçaya bölünür.

### Yoğunluk (dansite) ve °Baume Derecesi Arasındaki İlgisi :

a. Sudan ağır sıvılar için :

$$d = \frac{144,32}{144,32 - ^\circ\text{Be}}$$

b. Sudan hafif sıvılar için :

$$d = \frac{144,32}{144,32 + (^\circ\text{Be} - 10)}$$

**MÜHİM NOT :** Metal kaplamacılığında elektrolitlerin °baume derecelerine göre banyo takviyeleri yapmak doğru değildir. °Baume derecesi daima yanlıtır. Analiz değerlerine itibar edilmelidir.

### 16. ÇEŞİTLİ METALLERİN EBATLARINA GÖRE ANOT LARIN AĞIRLIKLARI:

<u>Anot Cinsi</u>	<u>Yoğunluk</u>	<u>Kalınlık</u>	<u>300 x 200</u>	<u>400 x 200</u>	<u>500 x 200</u>	<u>600 x 200</u>
<b>Saf Kurşun</b>	11,34	5,0 mm.	3,400 kg.	4,540 kg.	5,670 kg.	6,800 kg.
<b>Kadmiyum</b>	8,64	6,0 mm.	3,110 kg.	4,150 kg.	5,180 kg.	6,220 kg.
<b>Bakır</b>	8,93	5,0 mm.	2,680 kg.	3,570 kg.	4,470 kg.	5,360 kg.
<b>Sarı M63</b>	8,55	5,0 mm.	2,570 kg.	3,420 kg.	4,280 kg.	5,130 kg.
<b>Nikel</b>	8,85	8,0 mm.	4,250 kg.	5,660 kg.	7,080 kg.	8,500 kg.
<b>Çinko</b>	7,14	5,0 mm.	2,180 kg.	2,910 kg.	3,640 kg.	4,370 kg.
<b>Kalay</b>	7,28	5,0 mm.	2,140 kg.	2,860 kg.	3,570 kg.	4,280 kg.
<b>Altın</b>	19,30	0,7 mm.	20 mm. genişlik 1 mt. levha 270 gr.			
<b>Gümüş</b>	10,50	2,0 mm.	400 x 250 mm. 1 mt. levha 2,100 kg.			
		3,0 mm.	400 x 250 mm. 1 mt. levha 3,150 kg.			
		5,0 mm.	400 x 250 mm. 1 mt. levha 5,250 kg.			

### 17. GALVANOTEKNİKTE “FAYDALANILABİLEN AKIM NİSBETİ” :

Kaplamacılıkta doğru akım kaynağı “redresör”ün gösterdiği amper, kaplama cinsine göre vereceğimiz akım yoğunluğunun biraz üzerinde tutulmalıdır. Şöyle ki :

1,5 A /dm<sup>2</sup> akım yoğunluğuyla ve toplam 180 A tutan redresör ampermetresinin 190 – 200 A göstermesi sağlanmalıdır. Direnç ve baralardaki akım kayıpları da nazari itibara alınmalıdır. Bazı kaplama cinslerinin faydalanılabilen akım yüzdeleri şöyledir :

Parlak dekoratif nikel	% 95 – 98
Parlak gümüş	% 98
Bakır (asitli)	% 98 – 100



Bakır (siyanürlü)	% 80 – 90
Bronz	% 95 – 100
Çinko (siyanürlü)	% 75 – 95
Çinko (asitli)	% 95 – 100
Kalay (alkali)	% 85 – 98
Krom (sülfürik asitli)	% 10 – 12
Krom (katalistli)	% 27
Kurşun	% 90 – 100
Sarı (pirinç)	% 75 – 80

**18. Aydınlatma sanayii için yapılan reflektör vs.nin ışığı yansıtma ölçümlerinin yüzdeleri de şöyledir :**

*(ortalama değerler)*

Gümüş için	% 88
Aluminyum için	% 85
Kalay için	% 70
Krom için	% 66
Nikel için	% 55
Bakır için	% 62
Altın için	% 61
Kadmiyum için	% 52
Çinko için	% 50

# GALVANO BANYOLARININ (Elektrolitlerin) ANALİZLERİ ve ÖNEMİ

Galvano banyolarının bakım ve kontrolü çok önemlidir. Elektrolitlerin çalışma durumlarına göre (1-2 vardiya gibi) haftada 1-2 kez analizleri mutlaka yapılmalıdır. Anot, bara ve askı temizlikleri de önemlidir.

Banyoların, yani elektrolitlerin °Baume (bome) ile yoğunluk kontrolü sağlıklı ve doğru değildir. Yapılacak en sağlıklı yöntem kimyasal analizdir. Bakır, Nikel, Çinko ve Kalay kaplamalarda ANOT' lar çözünen anotlardır, elektrolitteki fakirleşmeyi anotlar telafi edebilir. Bir de çözünmeyen anotlar Altın ve gümüş kaplamada Paslanmaz veya Platin anotlar kullanılır. Bunlar çok hassas ve çok ince kaplama yapılan kaplamalardır. Bir de dekoratif ve bilhassa sert krom kaplamalı banyolarda çözünmeyen (% 7) Kalay ve (% 93) Kurşun ihtiva eden anotlar vardır. Krom kaplamada, kromik asit ilavesi yapılacak banyo analizine göre yapılmalıdır.

Analizleri imkan dahilinde kendi bünyenizde yapmanızda yarar vardır. Bundan böyle Chemist derginizde her banyonun analizlerini ayrı ayrı bulacaksınız. Kat'iyen bome derecesine itibar etmeyiniz. Şayet kendi bünyenizde analiz yapımı imkanınız yok ise güvenli bir laboratuvara veya üniversiteye yaptırabilirsiniz.

Kimyasal madde parlatıcı ve yardımcı malzemeleri satan firmalar analizleri pek önemsememekte ve Hull-Zelle denemesini yeterli görmekteyirler ki bu aslında yeterli değildir. Ayrıca 2 ml. gibi bir analiz örneği ile çalışmaktadırlar, az numune ile volumetrik titrasyonda hata nisbeti yüksek olur. 10 ml. bir örnekle yapılan analizde ise hata nispeti düşük olur. Bir işletmede yıllarca bome derecesiyle banyo takviyeleri yapılmakta iken yaptıkları yanlışın farkına vararak kimyasal analiz yöntemine başvurdular.

Okuyucularımın sohbet niteliğinde olan bu önsöz ile sırayla sizlere tüm banyoların kimyasal analiz metodları sunulacaktır. Problemi, sorusu olan okuyucularımıza şahsen ben cevap vereceğim.

Yıldız Üniversitesi' nde verdiğim "Metal Kaplamacılığı" dersi, ki seçmeli bir ders olup bir semestr sürelidir, böyle kısa bir sürede tüm kimyasal işlemleri, tatbikatları, analiz metodlarını ve atık su arıtmalarını izah için zaman çok azdır. Sizler derginizde galvanoteknik ile ilgili yazıların tümü ile yakın gelecekte geniş kapsamlı bir kitaba sahip olacaksınız.

**TABLO 1 : Ayarlı çözeltilerin muhteviyatı.**

n/1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	53,0020 gr/lt
n/1	NaOH	40,0051 gr/lt
n/1	KOH	56,1041 gr/lt
n/1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	49,0381 gr/lt
n/1	HCl	36,4651 gr/lt
n/1	HNO <sub>3</sub>	63,0161 gr/lt
n/10	KMnO <sub>4</sub>	3,1605 gr/lt
n/10	I	12,6920 gr/lt
n/10	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 5H <sub>2</sub> O	24,8195 gr/lt
n/10	AgNO <sub>3</sub>	16,9888 gr/lt
n/10	FeSO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	39,2138 gr/lt
n/10	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	4,9035 gr/lt
n/10	KBrO <sub>3</sub>	2,7835 gr/lt
n/10	KCNS	9,7174 gr/lt
	K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	27,8350 gr/lt <sup>1</sup>
	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	14,3250 gr/lt <sup>2</sup>

1 – (1 ml. demek 0,01 gr. Zn)

2 – (1 ml. demek 1 gr/lt. NaCN, 10 ml. numune için)

Aşağıda ayarlı çözeltilerin aranan kimyasallara göre tekabül ettikleri faktörleri verilmiştir :

1 ml. n/1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0170	gr.	NH <sub>3</sub>
veya n/1	HCl	0,05300	gr.	NaCO <sub>3</sub>
tekabül ettiği		0,04001	gr.	NaOH
		0,05610	gr.	KOH
		0,06910	gr.	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
		0,1640	gr.	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (pH 9,7)
		0,08200	gr.	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (pH 9,7)
		0,01061	gr.	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> . 5H <sub>2</sub> O
		0,06103	gr.	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
		0,1011	gr.	KNO <sub>3</sub>
		0,08501	gr.	NaNO <sub>3</sub>
		0,1975	gr.	NiSO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
		0,05705	gr.	NH <sub>4</sub> FHF
		0,05350	gr.	NH <sub>4</sub> Cl
		0,1976	gr.	CoSO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
		0,03100	gr.	Na <sub>2</sub> O
1 ml. n/1 NaOH		0,04904	gr.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
veya n/1 KOH		0,03647	gr.	HCl
tekabül ettiği		0,06302	gr.	HNO <sub>3</sub>
		0,020014	gr.	HF
		0,09800	gr.	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (pH 4,6)
		0,04900	gr.	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (pH 9,7)
		0,08790	gr.	HF <sub>4</sub>
		0,1005	gr.	HClO <sub>4</sub>
		0,06184	gr.	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
		0,06005	gr.	CH <sub>3</sub> COOH
		0,04603	gr.	HCOOH
		0,08204	gr.	CH <sub>3</sub> COONa
		0,02401	gr.	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
		0,1000	gr.	CrO <sub>3</sub>
		0,2822	gr.	COOK . CH(OH) . CH(OH) . COONa .4H <sub>2</sub> O
		0,097	gr.	NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H
1 ml. n/10 KMnO <sub>4</sub>		0,005584	gr.	Fe
tekabül ettiği		0,03401	gr.	HCOONa
		0,006088	gr.	Sb
		0,04255	gr.	KNO <sub>2</sub>
		0,001701	gr.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
1 ml. n/10 J		0,005595	gr.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
		0,002004	gr.	Ca
		0,0060	gr.	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (40 Gew.%)
		0,05935	gr.	Sn
		0,01334	gr.	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub> . 3H <sub>2</sub> O
		0,01128	gr.	SnCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O
		0,003746	gr.	As
		0,004946	gr.	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		0,001501	gr.	HCHO
		0,006303	gr.	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
1 ml. n/10		0,006357	gr.	Cu

Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0,02811 gr.	CoSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
tekabül ettiği	0,006907 gr.	Pb
	0,009860 gr.	Au
	0,004280 gr.	CH <sub>3</sub> . C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> . SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
	0,009158 gr.	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> . CO . SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
1 ml. n/10 AgNO <sub>3</sub>	0,009803 gr.	NaCN
tekabül ettiği	0,02811 gr.	KCN
	0,005845 gr.	NaCl
	0,1189 gr.	NiCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O
	0,01190 gr.	CoCl <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O
	0,003546 gr.	Cl
	0,002935 gr.	Ni (siyanid titrasyonu)
	0,002935 gr.	Co (siyanid titrasyonu)
	0,008108 gr.	NaCNS
	0,005350 gr.	NH <sub>4</sub> Cl
1 ml. n/10 K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,005584 gr.	Fe
tekabül ettiği	0,000657 gr.	CH <sub>2</sub> OH . CH(OH) . CH <sub>2</sub> OH
1 ml. n/10	0,001099 gr.	Mn
FeSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	0,003333 gr.	CrO <sub>3</sub>
tekabül ettiği	0,001734 gr.	Cr
1 ml. n/1 KBrO <sub>3</sub>	0,03040 gr.	Mg
tekabül ettiği	0,06088 gr.	Sb
1 ml. n/10 KCNS	0,01079 gr.	Ag
tekabül ettiği		
1 ml. n/10 NaNO <sub>2</sub>	0,0049 gr.	NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H
tekabül ettiği		

**TABLO 2 : Gravimetrik faktörler.**

Bulunan	Faktör	Aranan
AgCl	x 0,7526	Ag
AgCl	x 0,4079	NaCl
AgCl	x 0,2474	Cl
AgCl	x 0,2931	NaF
Ag	x 0,5417	NaCl
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	x 0,5291	Al
Al	x 12,36	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 18H <sub>2</sub> O
Al	x 17,59	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 24 H <sub>2</sub> O
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	x 0,7574	As
As	x 1,948	Na <sub>2</sub> AsO <sub>3</sub>
BaSO <sub>4</sub>	x 0,4202	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
BaSO <sub>4</sub>	x 0,3430	SO <sub>3</sub>
BaSO <sub>4</sub>	x 0,8063	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> OHSO <sub>3</sub> H
BaSO <sub>4</sub>	x 0,1374	S
BaSO <sub>4</sub>	x 0,4150	NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H
BiOJ	x 0,5939	Bi

<b>Bulunan</b>		<b>Faktör</b>	<b>Aranan</b>
Bi	x	1,115	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CaF <sub>2</sub>	x	0,4867	F
CaF <sub>2</sub>	x	1,076	NaF
Ca	x	2,769	CaCl <sub>2</sub>
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	x	0,7342	Co
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	x	3,502	CoSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Co	x	4,769	CoSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Co	x	6,706	CoSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
Cr	x	1,923	CrO <sub>3</sub>
Cr	x	1,461	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
CuO	x	0,7989	Cu
Cu	x	3,927	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O
Cu	x	3,731	Cu(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Cu	x	3,768	CuH <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Cu	x	2,369	Cu <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	x	0,6994	Fe
Fe	x	7,022	Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
Fe	x	4,979	FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Fe	x	3,561	FeCl <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	x	0,8270	In
In	x	1,926	InCl <sub>3</sub>
In	x	2,256	In <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	0,2185	Mg
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	2,2140	MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	3,011	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . 12H <sub>2</sub> O
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	1,437	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Mg <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	x	10,17	MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Mg(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	x	0,06976	Mg
Mg(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	x	0,7071	MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Mn	x	2,291	MnCl <sub>2</sub>
Mn	x	5,045	MnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Mn	x	4,062	MnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
NH <sub>3</sub>	x	3,141	NH
NH <sub>3</sub>	x	3,879	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ni(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	x	0,2031	Ni
Ni(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	x	0,9722	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Ni(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	x	1,367	NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
Ni(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	x	0,8226	NiCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O
Ni	x	4,786	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Ni	x	6,730	NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
Ni	x	4,050	NiCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O
NiSO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	x	1,0685	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	x	0,9359	NiSO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	x	1,406	NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	x	0,2850	SO <sub>7</sub>
NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	x	0,08624	NH <sub>3</sub>
NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O	x	0,4053	SO <sub>3</sub>
NiCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	x	1,182	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
NiCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	x	1,661	NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
PbSO <sub>4</sub>	x	0,6833	Pb

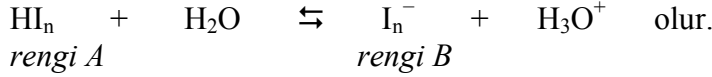
<b>Bulunan</b>		<b>Faktör</b>	<b>Aranan</b>
PbMoO <sub>4</sub>	x	0,5644	Pb
PbMoO <sub>4</sub>	x	0,3926	MoO <sub>3</sub>
PbCrO <sub>4</sub>	x	0,6411	Pb
PbClF	x	0,1605	NaF
PbClF	x	0,07261	F
Pb	x	1,838	Pb(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Pd(C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	x	0,3167	Pb
SiO <sub>2</sub>	x	3,531	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> . 5H <sub>2</sub> O
SO <sub>3</sub>	x	1,774	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
SO <sub>3</sub>	x	1,651	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
SO <sub>3</sub>	x	2,467	NiSO <sub>4</sub> . (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 6H <sub>2</sub> O
SO <sub>3</sub>	x	3,509	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
SnO <sub>2</sub>	x	0,7877	Sn
SnO <sub>2</sub>	x	1,770	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub> . 3H <sub>2</sub> O
Sn	x	2,247	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub> . 3H <sub>2</sub> O
Sn	x	1,900	SnCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O
Sn	x	1,809	SnSO <sub>4</sub>
TeO <sub>2</sub>	x	0,7995	Te
WO <sub>3</sub>	x	0,7995	W
ZnO	x	0,8034	Zn
ZnO	x	3,533	ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
ZnO	x	1,675	ZnCl <sub>2</sub>
Zn	x	4,398	ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O
Zn	x	2,085	ZnCl <sub>2</sub>
Zn	x	3,656	Zn(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>

# pH' IN BELİRLENMESİ VE İNDİKATÖRLER

İndikatörler organik boyar maddelerdir. İçinde bulunduğu çözeltinin pH' ı belirli sınırlar arasında değiştiği zaman ortama verdiği renk de değişir. Dolayısıyla aynı pH değerlerine sahip değişik çözeltilere aynı bir indikatörden aynı miktarlarda katılırsa, bu çözeltilerin hepsi aynı rengi alırlar. Diğer bir deyişle; aynı indikatörle aynı rengi veren bütün çözeltilerin pH değerleri aynıdır.

Mesela *turnusol kağıdının* asidik ortamda kırmızı, bazik ortamda da mavi olduğu ve *fenolftaleinin* asidik ortamda renksiz, bazik ortamda ise kırmızı olduğu bilinir.

Bu indikatörlerin kendileri de zayıf asit veya bazlar olup, zayıfça dissosie olurlar ve dissosiasyon ürünleri, dissosie olmamış moleküllerden başka renk ve konstitüsyona sahiptirler. Asit tipte bir indikatörü  $HI_n$  ile gösterirsek; sulu çözeltide,



İndikatörün karakteristik özelliği yukarıda yazdığımız gibi  $HI_n$  ve  $I_n^-$  in aynı renkte olmamasıdır. Mesela; metil oranjda  $HI_n$  kırmızı  $I_n^-$  ise sarıdır. Fenolftaleinde  $HI_n$  ve  $HI_n^-$  renksiz,  $HI_n^{-2}$  kırmızıdır. Kısaca her vakit  $HI_n$  nötral ve  $I_n^-$  yalnız bir eksi yük taşır anlamı çıkarılmamalıdır, ikisi arasında bir eksi yük farkı var demektir.

## İndikatör Tablosu

İndikatör	pH aralığı	Renk Değişimi
Brillant kresol mavisi (asidik ortam)	0,0 – 1,0	portakal kırmızısı- mavi
Kresol kırmızısı (asidik ortam)	0,2 – 1,8	kırmızı - sarı
Chinaldinrot	1,0 – 2,0	renksiz - kırmızı
Timol mavisi (asidik ortam)	1,2 – 2,8	kırmızı - sarı
Metakresol purpur	1,2 – 2,8	kırmızı - sarı
Tropaeolin 00	1,3 – 3,0	kırmızı - sarı
Benzyl orange	1,9 – 3,3	kırmızı - sarı
$\beta$ – Dinitrofenol	2,2 – 4,4	renksiz - sarı
$\alpha$ – Dinitrofenol	2,8 – 4,4	renksiz - sarı
La Motte Gelb	2,6 – 4,2	kırmızı - sarı
Bromfenol mavisi	2,8 – 4,6	sarı - mavi
Metil sarısı	2,9 – 4,0	kırmızı - sarı
Kongo kırmızısı	3,0 – 5,0	menekşe - kırmızı
Metil oranj	3,1 – 4,4	kırmızı - sarı
Bromphenol grün	3,8 – 5,4	sarı - mavi
$\gamma$ – Dinitrofenol	4,0 – 5,6	renksiz - sarı
Metil kırmızısı	4,2 – 6,3	kırmızı - sarı

<b>İndikatör</b>	<b>pH aralığı</b>	<b>Renk Değişimi</b>		
Chlorphenol rot	4,8 – 6,4	sarı	-	kırmızı
Azolitmin (Lackmus)	5,0 – 8,0	kırmızı	-	mavi
Bromkresol purpur	5,2 – 6,8	sarı	-	purpur
p – nitrofenol	5,6 – 7,6	renksiz	-	sarı
Nitrazingel B	6,0 – 7,0	sarı	-	mavi
Bromtimol mavisi	6,0 – 7,6	sarı	-	mavi
Nötral rot	6,8 – 8,0	kırmızı	-	portakal
Phenol rot	6,8 – 8,4	sarı	-	kırmızı
m – nitrofenol	6,8 – 8,4	renksiz	-	sarı
Rosol säure	6,9 – 8,0	sarı	-	kırmızı
Kresol rot (alkalik ortam)	7,2 – 8,8	sarı	-	kırmızı
$\alpha$ – naftolftalein	7,3 – 8,7	sarı	-	mavi
Timol mavisi (alkalik ortam)	8,0 – 9,6	sarı	-	mavi
Turmeric	8,0 – 10,0	sarı	-	portakal
$\alpha$ – Kresolftalein	8,2 – 9,8	renksiz	-	menekşe
Fenolftalein	8,8 – 10,0	renksiz	-	kırmızı
Ftalein kırmızısı	8,6 – 10,2	sarı	-	kırmızı
Thymol violett	9,0 – 13,0	sarı yeşil	-	portakal
Thymolftalein	9,3 – 10,5	renksiz	-	mavi
La Motte purpur	9,6 – 11,2	purpur	-	kırmızı
Tolyrot	10,0 – 11,6	kırmızı	-	sarı
Alizarin sarısı R	10,1 – 12,0	sarı	-	portakal kırmızısı
Brillant kresol blau (alkalik ortam)	10,8 – 12,0	mavi	-	sarı
Nitramin	10,8 – 13,0	renksiz	-	portakal
Parazol orange	11,0 – 12,6	sarı	-	portakal
Tropaeolin 000	11,9 – 13,0	sarı	-	kırmızı
Tropaeolin 0	11,1 – 12,7	sarı	-	portakal
La Motte sulphorange	11,2 – 12,6	sarı	-	kırmızı
Titan gelb	12,0 – 13,0	sarı	-	kırmızı
Epsilonblau	12,0 – 13,0	portakal	-	menekşe
La Motte violett	12,0 – 13,6	menekşe	-	mavi
Acryl blau	12,0 – 13,6	kırmızı	-	mavi



---

## İndikatörlerin Hazırlanmaları

---

Alizarin sülfonosit Na tuzu	0,1 gr. indikatör 100 ml. destile suda çözündürülür.
Brenzkatechin violett	0,1 gr. indikatör 100 ml. destile suda çözündürülür.
Chromazurol 5	100 ml. destile suda 0,1 – 0,4 gr. çözülür
Diphenylamin	100 ml. p.a. konsantre sülfürik asitte 1 gr. çözündürülür.
Dithizon	10 mg. indikatör 100 gr. karbon tetraklorürde çözündürülür.
Eriochromschwarz T	1 gr. indikatör 300 gr. p.a. NaCl de havanda iyice ezilerek karıştırılır, kapalı muhafaza edilir.
Glyzinthymolblau	1 gr. indikatör 100 gr. KNO <sub>3</sub> ile iyice karıştırılır.
Metil oranj	0,1 gr. indikatör 100 ml. destile suda çözündürülür.
Metil kırmızısı	0,2 gr. indikatör %90 lık etil alkolden 100 ml.sinde çözülür.
Metil timol mavisi	1 gr. indikatör 100 gr. KNO <sub>3</sub> ile iyice karıştırılır.
Mürexid	1 gr. indikatör 500 gr. p.a. NaCl ile havanda iyice ezilerek karıştırılır, kapalı muhafaza edilir.
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> veya Na tuzu	100 ml. destile suda 5 gr. eritilir.
PAN	0,1 gr. indikatör 100 ml. metil alkolde çözündürülür.
Fenolftalein	%70 lik etil alkolden 100 ml.sinde 0,1 gr. çözündürülür.
Sülfosalizyl säure	2 gr. indikatör 100 ml. destile suda çözündürülür.
Thymol blau	%20 lik etil alkolden 100 ml.sinde 0,1 gr. çözündürülür.
Thymol phthalexon	100 gr. potasyum nitrate 1 gr. karıştırılır.
Tiron	2 gr. indikatör 100 ml. destile suda eritilir.
Variamin blau B	1 gr. indikatör 300 gr. p.a. NaCl ile havanda ezilerek karıştırılır.
Ksilenol oranj	1 gr. indikatör 100 gr. KNO <sub>3</sub> ile iyice karıştırılır.

## TAMPON ÇÖZELTİLER

Tampon çözelti seyreltmekle veya kendisine az miktarda kuvvetli asit ya da kalevi katıldığı halde [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] konsantrasyonunu önemli derecede değiştirmeyen çözeltidir. Dolayısıyla tampon çözeltilerin fazla miktarda H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarını tutma veya serbest kalma özelliğine malik olması, yani değişik olarak çalışan iki bileşenden oluşması gerekmektedir. Bu bileşenlerden birisi dışarıdan H<sup>+</sup> iyonları getirildiği zaman, ötekisi de çözeltide H<sup>+</sup> iyonları eksildiği zaman harekete geçecektir. Birincinin H<sup>+</sup> iyonlarını tutma, ötekisinin de bırakabilme özelliği olacaktır. Bir çözelti içinde nisbeten fazla oranda hem zayıf asit hem de zayıf baz bulundurulursa *tampon çözelti* özelliğine sahip olur.

Aşağıdaki tabloda muhtelif pH değerlerine göre kullanılan tampon çözeltilerin hazırlanmaları gösterilmiştir.

---

## Çeşitli pH Değerindeki Tampon Çözeltiler

---

pH 1,0	1 N HCl
pH 2 – 4	2 M monoklor asetik asit (1k) ile 1 M sodyum asetat çözeltisi (1k) karışımıdır. (2 M monoklor asetik asit 189 gr/lt. + 1 M sodyum asetat 82 gr/lt.)
pH 3,0	53 ml. konsantre amonyak ile 90,4 ml. %98 lik formik asit 2000 ml. destile suda çözündürülür.
pH 4,0 – 6,5	1 N asetik asit (60 gr. asetik asit 1 lt. destile suda) + 1 M sodyum asetat (82 gr/lt.) karışımıdır.
pH 4,5	150 gr. kristalize sodyum asetat + 150 ml. asetik asit 500 ml. destile suda çözündürülür.
pH 5,4	400 gr. urotropin + 100 ml. konsantre HCl + 1000 ml. destile su
pH 5,5	40 ml. asetik asit + 160 ml. piridin
pH 7,0	%20 lik urotropin çözeltisi hazır bulundurulmalıdır. Asidite yükselirse bununla ayarlanmalıdır.
pH 6,5 – 8,0	1 M trietanolamin çözeltisi ve 1 M HCl hazır bulundurulur. Gerektiği zaman karıştırılır. Trietanol kullanırken dikkat edilmeli, çoğu metallerle chelat kompleksi teşekkül eder. 1 M trietanolamin (150 gr.) 1000 ml. destile suda çözündürülür.
pH 8 – 11	1 M amonyak ve 1 M NH <sub>4</sub> Cl çözeltisi karışımıdır.
pH 10	54 gr. NH <sub>4</sub> Cl + 350 ml. konsantre amonyak 1000 ml. destile suda çözündürülür. veya, 70 gr. NH <sub>4</sub> Cl + 570 ml. konsantre amonyak ile 1000 ml. suda çözündürülür.
pH 11 – 13	1 N NaOH çözeltisi kullanılır.

# NIKEL KAPLAMA TEKNIĐİ

<b>Nikel :</b>	Sembolü	Ni
	Atom ağırlığı	58,71
	Yoğunluğu	8,9
	E.n.	1455 °C
	K.n.	3177 °C
	Değerlikleri	+1, +2, +3, +4
	Normal potansiyel	0,25 V
	Elektrokimyasal eşdeğer miktarı	1,095 gr/A.h (+2 değerlikli Ni için)

## **Banyo Terkibi :**

Parlak nikel kaplama dekoratif amaçlıdır, esası iyi bir ara kaplamadır. Sarı “messing” gümüş, altın ve krom kaplamalardan önce tatbiki şarttır. Yüzey düzgünlüğü ve parlaklığı ne kadar iyi olursa, son kaplama kademesi o derece iyi olur. Tabi temel metalin polisajının da kusursuz olması gereklidir. Nikel kaplama ayna parlaklığında ve düzgün bir yüzeye dikkati çeker fakat korozyona dayanıklı değildir, önce sarı, sonra yeşilimsi bir renk alır.

İyi bir nikel kaplamada banyo sıcaklığı, akım yoğunluğu, pH değeri faktörleri kadar kaplama kalitesini etkileyen bir diğer husus da, saf temiz tuzlar ve kaliteli parlaticı ve parlak nikel taşıyıcı kullanılmasıdır. Ayrıca karbon ihtiva eden de-polarize nikel anotlar gibi elektrolitik nikel anotlar da torbalar içerisinde banyoya asılmalıdır.

Nikel parlaticıları ; esas (ana) parlaticı, parlak taşıyıcı ve nemlendirici olmak üzere üçlüdür. Parlaticı grubunu seçerken imalatçı veya mümessil firmaları iyice tetkik etmeden seçmeyiniz. Ayrıca kalite faktörü kadar fiyat ve 10.000 Ah sarfiyat miktarları da çok önemlidir.

Cıvata, somun, rondela gibi küçük parçalar trommelde, büyük ve geniş satırlı parçalar ise askıda kaplanmalıdır. Otomotiv sanayiinde parçaların bir ön siyanürlü bakır kaplamadan sonra, asitli bakırla kaplanması ve çift nikel kaplamadan sonra 0,5 mikron krom “mikroçatlaklı” katalist ihtiva eden banyolarda kaplanması tavsiye edilir.

Nikel banyolarında temizliğe çok dikkat edilmelidir. Keza metal kaplamacılığının ana prensibi temizliktir. Fakat nikel banyolarında elektrolite karışan demir ve çinko (zamak’tan gelen) iyonları banyo terkiibini, dolayısıyla kaplama kalitesini bozar. Çalışma esnasında elektrolite düşen bir parça zamanında farkedilip çıkarılmazsa banyoyu bozar. Banyonuzu 8-10 günlük periyotlarda sellektif ve yılda en az 2-3 kez aktif kömürle temizlemelisiniz. Çok acil kirlenmelerde demir ve çinko iyonlarını çöktürmek için özel çöktürücü kullanabilirsiniz. 1.000 ml. için sarf miktarı takriben 60-80 ml.dir.

Nikel kaplama tekniğinde çok çeşitli kaplama terkipleri vardır. Nikel kaplama esnasında bir ara kaplamadır.

## **Nikel Banyo Çeşitleri :**

- 1- Mat nikel veya yarı parlak nikel kaplama
- 2- Parlak nikel banyosu (NiCl<sub>2</sub> – NiSO<sub>4</sub> lı)
- 3- Nikel sülfamatlı
- 4- Nikel floroboratl
- 5- Akımsız nikel kaplama
- 6- Satine nikel
- 7- Nikel pirofosfatlı kaplama
- 8- Siyah nikel kaplama

## Nikel Kaplama Tekniğinde Kullanılan Tuzlar :

NiSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (nikel sülfat)	mol ağı. 280,87 1 gr. Ni <sup>++</sup> 4,79 gr. tuzda bulunur.	%20,9 Ni <sup>++</sup> ihtiva eder.
NiCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O (nikel klorür)	mol ağı. 237,30 1 gr. Ni <sup>++</sup> 4,05 gr. tuzda bulunur.	%24,7 Ni <sup>++</sup> ihtiva eder.
Ni(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O (nikel amonyum sülfat)	mol ağı. 394,99 susuz halde	%14,9 Ni <sup>++</sup> ihtiva eder. %19,99 Ni <sup>++</sup> ihtiva eder.
Ni(NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (nikel sülfomat)	mol ağı. 250,21	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> (borik asit)	mol ağı. 61,84	%56,2 B <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (magnezyum sülfat)	mol ağı. 246,49	%9,87 Mg <sup>++</sup>
NiCO <sub>3</sub>	mol ağı. 118,72	%49,44 Ni <sup>++</sup> %39,07 CO <sub>2</sub>
Teksapin Na laurilsülfat CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>2</sub> O.SO <sub>3</sub> Na C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> NaO <sub>4</sub> S	mol ağı. 288,39	%64,61 lauril alkol
Saccharin (Sakarın) C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>3</sub> S	mol ağı. 183,19	
Anot		%99,99 safiyette elektrolitik nikel olmalıdır.

Nikel kaplama tekniğinde kaplamacılar kesinlikle kimyasal malzemelerini kullandığı spesiyal firmaların verdiği çalışma talimatlarını uygulamalıdır (özellikle parlaticı ve parlak taşıyıcı gibi).

Dekoratif krom hattında (Cu-Ni-Cr da) nikel bir ara kademedir. Keza bazı ahvalde altın ve gümüş kaplamada da ara kademe olarak tatbik edilir.

### Aşağıda çok ve çeşitli nikel terkipleri bilgi olarak verilmiştir :

1- Watt's banyosu :	240-300 gr/lt.	Nikel sülfat
	20-60 gr/lt.	Nikel klorür
	20-45 gr/lt.	Borik asit
	Banyo sıcaklığı	35-60 °C
	Akım yoğunluğu	2-10 A/dm <sup>2</sup> (2-8 V)
	pH değeri	1,5-4,5
	Banyo	(malzeme hareketli)
2-	75 gr/lt.	Nikel sülfat
	20 gr/lt.	Borik asit
	100 gr/lt.	Sodyum sülfat
	30 gr/lt.	Amonyum klorür
	Akım yoğunluğu	2 A/dm <sup>2</sup> (5 V)
	pH değeri	6,8

3-	210	gr/lt.	Nikel sülfat
	30	gr/lt.	Borik asit
	25	gr/lt.	Nikel klorür
	5	gr/lt.	Sodyum florür
	30	gr/lt.	Sodyum klorür
	Banyo sıcaklığı		40-50 °C
	Akım yoğunluğu		1,5 A/dm <sup>2</sup> (2-5 V)
	pH değeri		4,2-5,2

Not : Parlaticı ve parlak taşıyıcı kullanımı spesiyal firmanın talimatına uygun olmalıdır. Bu terkip bakır ve bakır alaşımları için tavsiye edilen bir terkiptir.

4-	308	gr/lt.	Nikel sülfat
	99	gr/lt.	Magnezyum sülfat
	21	gr/lt.	Magnezyum klorür
	30	gr/lt.	Borik asit
	Banyo sıcaklığı		20-80 °C
	Akım yoğunluğu		0,3-8 A/dm <sup>2</sup>
	pH değeri		2-5,8

Parlaticı ve parlak taşıyıcı için firma talimatına uyulmalıdır.

5-	300	gr/lt.	Nikel sülfat
	40-45	gr/lt.	Nikel klorür
	37-40	gr/lt.	Borik asit
	Banyo sıcaklığı		40-50 °C
	Akım yoğunluğu		2-4 A/dm <sup>2</sup> (2-4 V)
	pH değeri		3,3-3,8
	Banyo hareketli		

Parlaticı ve parlak taşıyıcı için firma talimatına uyulmalıdır.

6-	240	gr/lt.	Nikel sülfat
	15	gr/lt.	Nikel klorür
	30	gr/lt.	Borik asit
	25	gr/lt.	Sodyum sülfat
	25	gr/lt.	Magnezyum sülfat
	Banyo sıcaklığı		50 °C
	Akım yoğunluğu		1-5 A/dm <sup>2</sup>
	pH değeri		5
	Banyo hareketli		

7- Ni+ Co Banyosu (Hinriches banyosu) Parlak nikel :

240	gr/lt.	Nikel sülfat
45	gr/lt.	Nikel klorür
30	gr/lt.	Borik asit
15	gr/lt.	Kobalt sülfat
35	gr/lt.	Sodyum formiat
Banyo sıcaklığı		50-60 °C
Akım yoğunluğu		3-4 A/dm <sup>2</sup> (2-3 V)
pH değeri		4-4,3

8- Ni+ Co Banyosu (Weisberg-staddart) Parlak nikel :

240	gr/lt.	Nikel sülfat
30	gr/lt.	Nikel klorür
45	gr/lt.	Nikel formiat
30	gr/lt.	Borik asit
2,6	gr/lt.	Kobalt sülfat
0,8	gr/lt.	Amonyum sülfat
Banyo sıcaklığı		60-70 °C
Akım yoğunluğu		4-6,5 A/dm <sup>2</sup> (3-4 V)
pH değeri		3,7

9- Sülfomatlı terkip :

300	gr/lt.	Nikel sülfomat
30	gr/lt.	Nikel klorür
30	gr/lt.	Borik asit
Banyo sıcaklığı		25-70 °C
Akım yoğunluğu		2-14 A/dm <sup>2</sup>
pH değeri		3,5-4,5

10- Siyah nikel terkihi :

75	gr/lt.	Nikel sülfat
45	gr/lt.	Nikel amonyum sülfat
38	gr/lt.	Çinko sülfat
15	gr/lt.	Sodyum rodanür
Banyo sıcaklığı		50-55 °C
Akım yoğunluğu		0,5-2,0 A/dm <sup>2</sup>
pH değeri		5,6-5,9

Metal kaplamacılığında nikel kaplama ara kademe olmasının yanında, elektrik ve elektronik endüstrisinde son kademedir.

Nikel kaplamada diğer kaplama çeşitlerinde olduğu gibi temizliğe çok dikkat edilmelidir. Temizlik ve filtrasyon asla ihmal edilmemelidir.

**Nikel kaplamada kullanılan yardımcı malzemelerin kullanımı :**

Esas (ana) parlaticı	10.000 Ah' de sarfiyat 1,2-1,5 lt.
Parlak taşıyıcı	10.000 Ah' de sarfiyat 0,8-1,0 lt.
Nemlendirici	10.000 Ah' de sarfiyat 0,2-0,3 lt. mertebelerinde olmalıdır.

Tabiatı ile özel parlaticıların fiyatları çok yüksek olabilir, sarfiyatları önemlidir. Bir fikir verebilmek için nikel banyolarında nemlendirici olarak sodyum lauril sülfat, yani teksapon, texapon TN-40 veya texapon TN-60 ticari adıyla satılan malzemeden %15-20 lik hazırlayıp kullanabilirsiniz. Keza şekerden 500 misli daha tatlı olan tatlandırıcı sakarini de %15-20 gibi destile suda eriterek parlak taşıyıcı olarak kullanabilirsiniz.

**Satine Nikel ve Akımsız Kaplama :**

Satine nikel kaplama ipek parlaklığında, kumlu görünümde dekoratif bir nikel kaplamadır. Çok dikkat ve itina isteyen bu kaplama için tuzlarını ve çalışma talimatını uygun spesiyal firmalardan temin edebilirsiniz, onların vereceği çalışma talimatını aynen uygulamasınız. Akımsız nikel kaplamanın da çok ayrı bir önemi ve yeri vardır.

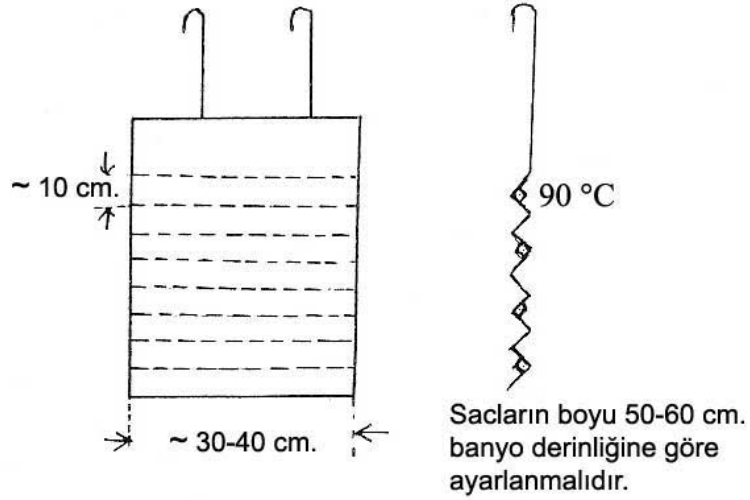
**Nikel Banyosunun Organik Kir ve Pisliklerden Temizlenmesi İşlemi :**

Kirlenmiş nikel banyosu elektroliti ya kendi kabında veya yedek diğer bir eşdeğer büyüklükteki bir kapta 40-45 °C' ye getirilir. Pür sülfürik asit ilavesiyle pH değeri 3-3,5 a getirilir.

Ayrı emaye bir kaptta 0,25 gr/lt. hesabıyla potasyum permanganat saf suda eritilerek banyoya katılır, banyo devamlı karıştırılır. Elektrolit permanganat ilavesinden dolayı hafif kırmızı-pembe renk alır. Rengin devamlı ve sabit olması permanganatın yeterli olduğunun delilidir. Banyo bu halde 48 saat tutulmalıdır. Bilahare perhidrol ile permanganatın rengi izale edilmelidir. Perhidrol takriben 1/10 nisbetinde sulandırılmalıdır. 25-30 ml./100 litre hesabıyla banyoya katılır.

Bilahare 0,2 gr/lt. hesabıyla banyoya aktif kömür katılır, iyice karıştırılır. Bir gece bekletilir. Ertesi gün banyo filtre edilmelidir. Yukarıda da belirtildiği gibi bu çökertme, ilaveler vs. ayrı bir kaptta yapılmalı, filtre etme işi kendi temizlenmiş banyo kabına yapılmalıdır. Böylece temizlenmiş nikel banyosunun çalışmaya hazırlanması gerekir. Banyo sıcaklığı 55-60 °C olmalı, pH ayarı 3,8-4,2 arasında olmalıdır. Bir gece de banyoyu selektif temizlemeye tabi tutmalıdır. Bu iş ileride banyo çalışmaları arasında en az haftada bir ve bazen de birkaç defa tekrarlanmalıdır. Aktif kömürle temizleme işini 2,5-3 ayda bir yapmakta yarar vardır. pH ayarı nikel karbonatla yapılmalıdır.

Selektif temizleme için 0,9-1,0 mm. Kalınlıkta temiz DKP sacdan şekilde görüldüğü gibi sac kesilerek ve aralarındaki aç 90° olacak şekilde bükülür. 2-3 adet sac banyoya 0,9-1,0 V' ta 8 ila 10 saat çalıştırmak suretiyle devam edilir. Yalnız sacların çok temiz, yağdan ve pasdan âri olması gerek ve şarttır. Bu temizleme işi haftada bir yapılmalıdır.



## TABLOLAR

**Tablo 1' de %100 akım veriminde akım yoğunluğu (A/dm<sup>2</sup>) – zaman ilişkisi kaplama kalınlığı verilmektedir.**

<b>A/dm<sup>2</sup></b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>
<b>1 dak.</b>	0,21	0,31	0,41	0,51	0,62	0,82	1,03	1,23
<b>2</b>	0,41	0,62	0,82	1,03	1,23	1,64	2,05	2,46
<b>3</b>	0,62	0,92	1,23	1,54	1,85	2,46	3,08	3,69
<b>4</b>	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	3,28	4,10	4,92
<b>5</b>	1,03	1,54	2,05	2,56	3,08	4,10	5,13	6,15
<b>6</b>	1,23	1,85	2,46	3,08	3,69	4,92	6,15	7,38
<b>7</b>	1,44	2,15	2,87	3,59	4,31	5,74	7,18	8,61
<b>8</b>	1,64	2,46	3,28	4,10	4,92	6,56	8,20	9,84
<b>9</b>	1,85	2,77	3,69	4,61	5,54	7,38	9,23	11,07
<b>10</b>	2,05	3,08	4,10	5,13	6,15	8,20	10,25	12,30
<b>11</b>	2,26	3,38	4,51	5,64	6,77	9,02	11,28	13,53
<b>12</b>	2,46	3,69	4,92	6,15	7,38	9,84	12,30	14,76
<b>13</b>	2,67	4,00	5,33	6,66	8,00	10,66	13,33	15,99
<b>14</b>	2,87	4,31	5,74	7,18	8,61	11,48	14,35	17,22
<b>15</b>	3,08	4,61	6,15	7,69	9,23	12,30	15,38	18,45
<b>16</b>	3,28	4,92	6,56	8,20	9,84	13,12	16,40	19,68
<b>17</b>	3,49	5,23	6,97	8,71	10,46	13,94	17,43	20,91
<b>18</b>	3,69	5,54	7,38	9,23	11,07	14,76	18,45	22,14
<b>19</b>	3,90	5,84	7,79	9,74	11,69	15,58	19,48	23,37
<b>20</b>	4,10	6,15	8,20	10,25	12,30	16,40	20,50	24,60
<b>22</b>	4,51	6,77	9,02	11,28	13,53	18,04	22,55	27,06
<b>24</b>	4,92	7,38	9,84	12,30	14,76	19,68	24,60	29,52
<b>25</b>	5,13	7,69	10,25	12,81	15,38	20,50	25,63	30,75
<b>26</b>	5,33	8,00	10,66	13,33	15,99	21,32	26,65	31,98
<b>28</b>	5,74	8,61	11,48	14,35	17,22	22,96	28,70	34,44
<b>30</b>	6,15	9,23	12,30	15,38	18,45	24,60	30,75	36,90
<b>32</b>	6,56	9,84	13,12	16,40	19,68	26,24	32,80	39,36
<b>34</b>	6,97	10,46	13,94	17,43	20,91	27,88	34,85	41,82
<b>35</b>	7,18	10,76	14,35	18,94	21,53	28,70	35,88	43,05
<b>36</b>	7,38	11,07	14,76	18,45	22,14	29,52	36,90	44,28
<b>38</b>	7,79	11,69	15,58	19,48	23,37	31,16	38,95	46,74
<b>40</b>	8,20	12,30	16,40	20,50	24,60	32,80	41,00	49,20
<b>45</b>	9,23	13,84	18,45	23,06	27,68	36,90	46,13	55,35
<b>50</b>	10,25	15,38	20,50	25,63	30,75	41,00	51,25	61,50
<b>60</b>	12,30	18,45	24,60	30,75	36,90	49,20	61,50	73,80
<b>70</b>	14,35	21,53	28,70	35,88	43,05	57,40	71,75	86,10
<b>80</b>	16,40	24,60	32,80	41,00	49,20	65,60	82,00	98,40
<b>90</b>	18,45	27,68	36,90	46,13	55,35	73,80	92,25	110,70
<b>120</b>	24,60	36,90	49,20	61,50	73,80	98,40	123,00	147,60



**Tablo 2' de %100 akım veriminde akım yoğunluğu (A/dm<sup>2</sup>) – zaman ilişkisi yanında gr/m<sup>2</sup>' de toplanan metal miktarı verilmektedir.**

A/dm <sup>2</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
<b>1 dak.</b>	1,82	2,74	3,65	4,56	5,47	7,30	9,12	10,95
<b>2</b>	3,65	5,47	7,30	9,12	10,95	14,60	18,25	21,89
<b>3</b>	5,47	8,21	10,95	13,68	16,42	21,89	27,37	32,84
<b>4</b>	7,30	10,95	14,60	18,25	21,89	29,19	36,49	43,79
<b>5</b>	9,12	13,68	18,25	22,81	27,37	36,49	45,61	54,74
<b>6</b>	10,95	16,42	21,89	27,37	32,84	43,79	54,74	65,68
<b>7</b>	12,77	19,16	25,54	31,93	38,32	51,09	63,86	76,63
<b>8</b>	14,60	21,89	29,19	36,49	43,79	58,39	72,98	87,58
<b>9</b>	16,42	24,63	32,84	41,05	49,26	65,68	82,11	98,53
<b>10</b>	18,25	27,34	36,49	45,61	54,74	72,98	91,23	109,47
<b>11</b>	20,07	30,11	40,14	50,18	60,21	80,28	100,35	120,42
<b>12</b>	21,89	32,84	43,79	54,74	65,68	87,58	109,47	131,37
<b>13</b>	23,72	35,58	47,44	59,30	71,16	94,88	118,60	142,32
<b>14</b>	25,54	38,32	51,09	63,86	76,63	102,18	127,72	153,26
<b>15</b>	27,37	41,05	54,74	68,42	82,11	109,47	136,84	164,21
<b>16</b>	29,19	43,79	58,39	72,98	87,58	116,77	145,97	175,16
<b>17</b>	31,02	46,53	62,04	77,54	93,05	124,07	155,09	186,11
<b>18</b>	32,84	49,26	65,68	82,11	98,53	131,37	164,21	197,05
<b>19</b>	34,67	52,00	69,33	86,67	104,00	138,67	173,33	208,00
<b>20</b>	36,49	54,74	72,98	91,23	109,47	145,97	182,46	218,95
<b>22</b>	40,14	60,21	80,28	100,35	120,42	160,56	200,70	240,84
<b>24</b>	43,79	65,68	87,58	109,47	131,37	175,16	218,95	262,74
<b>25</b>	45,61	68,42	91,23	114,04	136,84	182,46	228,07	273,69
<b>26</b>	47,44	71,16	94,88	118,60	142,32	189,76	237,19	284,63
<b>28</b>	51,09	76,63	102,18	127,72	153,26	204,35	255,44	306,53
<b>30</b>	54,74	82,11	109,47	136,84	164,21	218,95	273,68	328,42
<b>32</b>	58,39	87,58	116,77	145,97	175,16	233,54	291,93	350,32
<b>34</b>	62,04	93,05	124,07	155,09	186,11	248,14	310,18	372,21
<b>35</b>	63,86	95,79	127,72	159,65	191,58	255,44	319,30	383,16
<b>36</b>	65,68	98,53	131,37	164,21	197,05	262,74	328,42	394,11
<b>38</b>	69,33	104,00	138,67	173,33	208,00	277,33	346,67	416,00
<b>40</b>	72,98	109,47	145,96	182,46	218,95	291,93	364,91	437,90
<b>45</b>	82,11	123,16	164,21	205,26	246,32	328,42	410,53	492,63
<b>50</b>	91,23	136,84	182,46	228,07	273,69	364,91	456,14	547,37
<b>60</b>	109,47	164,21	218,95	273,69	328,42	437,90	547,37	656,84
<b>70</b>	127,72	191,58	255,44	319,30	383,16	510,88	638,60	766,32
<b>80</b>	145,96	218,95	291,93	364,91	437,90	583,86	729,83	875,79
<b>90</b>	164,21	246,32	328,42	410,53	492,63	656,84	821,05	985,27
<b>120</b>	218,95	328,42	437,89	547,37	656,84	875,79	1094,74	1313,69

## NİKEL BANYOSU ANALİZ METODU

### 1- Metalik Nikel (Ni<sup>++</sup>) Miktarı Tayini :

- Reaktifler : 1- p.a. Amonyak  
2- Müreksit (indikatör)  
(100 gr. p.a. NaCl + 1 gr. indikatör)  
3- 0,1 M EDTA Çözeltisi

#### Analizin Yapılışı :

100 ml.lik bir balon jøjeye bir pipetle 10 ml. numune alınır, çizgiye kadar destile su ile tamamlanır, çalkalanır. 400 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere seyreltilen bu çözeltiden 10 ml. alınır, takriben 200 ml.lik destile su ile seyreltilir, üzerine 20 ml.lik amonyak katılır ve bir spatula ucu ile müreksit katılır, iyice çalkalanır. 0,1 M EDTA ile menekşe renge kadar titre edilir. Sarfiyat a ml. ise;

#### Hesaplama :

$a \times 5,869 = \dots$  [gr/Lt] olarak banyodaki metalik toplam nikel miktarı bulunur.

#### Örnek :

0,1 M EDTA sarfiyatı 14,5 ml. ise

$14,5 \times 5,869 = 85,10$  [gr/Lt] toplam metalik nikel miktarıdır.

#### Not :

Buradan banyoda mevcut bulunan NiCl<sub>2</sub> ve NiSO<sub>4</sub> miktarı hesabı yapılmalıdır. Şöyle ki; analizde bulunan toplam metalik nikel miktarı (yukarıda) 85,10 [gr/Lt] bulunmuştu.

Bu rakam 4,79 faktörü ile çarpılırsa banyodaki toplam nikel tuzları miktarı (nikel klorür + nikel sülfat) bulunur. Bu da  $85,10 \times 4,79 = 407,62$  gr.dır.

İkinci analizde bulunan klorür (Cl<sup>-</sup>) miktarı 16,33 gr/Lt.dir. bu rakam 3,55 faktörü ile çarpılırsa, yani;  $16,33 \times 3,55 = 57,97$  [gr/Lt.] direkt olarak banyodaki nikel klorür miktarını verir.

Nikel sülfat miktarı ise yukarıda toplam nikel tuzları miktarı olarak bulunan 407,62 den NiCl<sub>2</sub> miktarı olan 57,97 çıkarılırsa;  $407,62 - 57,97 = 349,65$  [gr/Lt] olarak banyodaki nikel sülfat miktarı bulunmuş olur.

### 2- Klorür Miktarı Tayini :

- Reaktifler : 1- %5 lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (indikatör olarak)  
2- 0,1 N AgNO<sub>3</sub>

#### Analizin Yapılışı :

400 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere banyo numunesinden bir pipetle 10 ml.lik alınır, takriben 50 ml. destile su ile seyreltilir ve 5 ml. kadar %5 lik potasyum kromat çözeltisi katılır, iyice çalkalanır ve 0,1 N AgNO<sub>3</sub> ile devamlı çalkalayarak kiremit kırmızısı renge kadar titre edilir.

0,1 N AgNO<sub>3</sub> sarfiyatı a ml. ise;

#### Hesaplama :

$a \times 0,355 = \dots$  [gr/Lt] banyodaki klorür (Cl<sup>-</sup>) miktarı bulunur.

#### Örnek :

0,1 N AgNO<sub>3</sub> sarfiyatı 46 ml. ise

$46 \times 0,355 = 16,33$  gr/Lt. klorür var demektir.

### 3- Borik Asit Miktarı Tayini :

- Reaktifler : 1- Brom kresol purpur (indikatör)  
2- Karion F  
(1 lt. gliserin + 20 gr. Mannit)  
3- 0,1 N NaOH

#### Analizin Yapılışı :

400 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere banyo numunesinden bir pipetle 5 ml.lik alınır, üzerine 20 damla brom kresol purpur katılır, çözelti, mavi olur, üzerine 50 ml. karion F çalkalayarak katılır, renk yeşil olur. 0,1 N NaOH ile renk tam mavi olana kadar titre edilir.

0,1 N NaOH sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 1,236 = \dots$  [gr/lt] olarak borik asit miktarı bulunur.

**4- Sakarin Miktarı Tayini :**

- Reaktifler :
- 1- Gravetol (0,2 gr. metil kırmızısını 50 ml. izopropil alkolde çözün. 1,75 ml. p.a. sülfürik asit ilavesi ve etil asetatla 1 lt.ye tamamlayın. 2 gün sonra filtre edin.)
  - 2- 1:1 HCl çözeltisi
  - 3- Etil alkol
  - 4- 0,1 N NaOH

**Analizin Yapılışı :**

250 ml.lik bir ayırma hunisine banyo numunesinden bir pipetle 50 ml.lik alınır, üzerine 2 ml. 1:1 lik HCl çözeltisi katılır, bilahare 10 ml. gravetol ve 25 ml. etil alkol katılır. Bir dakika boyunca iyice çalkalanır, bir dakika beklenir. Alttaki yeşil faz tabakası alınır. Üstteki sarı faz tabakası bir erlene alınır, 25 ml. alkol katılarak 0,1 N NaOH ile renk gül kırmızısından sarı olana kadar titre edilir.

0,1 N NaOH sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 1,4 = \dots$  [gr/lt] olarak banyodaki sakarin miktarı bulunur.

**Nikel Kaplama Banyolarında Vukuu Muhtemel Hatalar, Sebepleri ve Giderilmeleri :**

<u>Görülen Hata</u>	<u>Muhtemel Sebebi</u>	<u>Hatanın Giderilmesi</u>
Mat lekeler	Yetersiz ön temizleme	Sıcak ve elektrikli yağ almaya ve ara yıkamalara dikkat edilmelidir.
Koyu mat kaplama	Elektrolitte yabancı metalik pislik vardır.	Devamlı selektif temizleme yapmalı ve anot temizliğine itina gösterilmelidir.
Sarı kaplama	Organik pislikler olabilir	Aktif kömürle temizlenmelidir.
Pürüzlü kaplama	a) Elektrolit kirlenmiştir. b) Aşırı parlatici katılmıştır. c) Nemlendirici çok azdır. d) pH değeri çok düşüktür.	a) Selektif temizleme yapılmalıdır. b) Akım yoğunluğunu artırarak çalışılmalı. c) Spesiyal firmanın tavsiyesine uyarak nemlendirici katılmalı. d) pH değerini 3,8 – 4,2' ye getirmeli.
Poröz ve kabuklu kaplama	a) Aşırı hidrojen çıkışından b) Alkalik yağ almadan taşınma olabilir.	a) Elektrolite nemlendirici katılmalıdır. b) Aktif karbonla çöktürüp elektrolit temizlenmelidir.
Parlatici sarfiyatı artmış ise	Elektrolitin aşırı kirlenmesi	Elektrolit filtre edilmeli, anot yüzeyi ve anot torbaları temizlenmelidir.
Anot erimesi zayıf	Elektrolitte klorür miktarı düşüktür.	Elektrolite analiz değerine göre $NiCl_2$ eritilmelidir.
Kaplama yaprak yaprak soyulmakta	a) Yetersiz ön temizleme b) Arada akım kesilmiştir. c) Anot yüzeyi fazladır. d) Akım yoğunluğu çok yüksektir.	a) Sıcak ve elektrikli yağ alma ile ara yıkamalara dikkat edilmelidir. b) Kontakt yerleri temizlenmeli, iyi elektrolitik nikel sökme yapılmalıdır. c) Anot eksiltilmelidir. d) Akım yoğunluğu ayarlanmalıdır.
Koyu renk kaplama	Elektrolite yabancı metaller (Zn, Cu gibi) karışmıştır.	Selektif temizleme yapılmalıdır.

# ÇİNKO KAPLAMA (GALVANİZ)

Metalik parçaları korozyondan korumak için koruyucu bir tabaka olan çinko ile kaplama işlemidir. Bunun için tatbik edilen iki yöntem vardır.

1- Elektrolitik yöntem : Ergimiş çinko tuzları ile yapılan elektrolitik kaplamadır.

2- Sıcak ergimiş çinkoya daldırmak suretiyle yapılan (elektrolitik olmayan) kaplamadır. Bu işlemde çinko kaplanacak parça temizlendikten sonra ergimiş (sıvı) çinko içerisine daldırılarak yapılır. Bu işlemler tam parçalar ve yarı ürünlere (çubuk, tel, boru ve levha gibi) de tatbik edilirler. Bitmiş tüm parçalarda kaynak, perçin vs. üzeri tamamen kaplanır. Yüzeyde çinko kristal yapılar görülebildiği gibi, kaplama kalınlığı 25-35 mikrondur.

Ergimiş çinko ile galvanizlemede kabul edilen kalite standardı İngiltere' de BS 5750, diğer ülkelerde ISO 9000-9003' tür. Bu şartnamelere uygun üretim yapanlar, yani bu belgeleri haiz işletmeler büyük avantajlar elde ederek kapasitelerini artırmışlardır.

## **Elektrolitik Yolla Çinko Kaplama İşlemi :**

1- Asidik elektrolitlerle

2- Alkalik (siyanür içeren) elektrolitlerle

3- Siyanür içermeyen alkalik elektrolitlerle olmak üzere üç şekilde tatbik edilmektedir.

## **Genel Bilgiler :**

Çinko : Sembolü Zn  
Atom ağırlığı 65,38  
Değerliği (+2)  
Özgül ağırlığı 7,133  
Erime noktası 420 °C  
Kaynama noktası 905,7 °C  
Elektrokimyasal ekvivalent ağırlığı 1,22 gr/A.h  
Sertliği 40-50 VH kg/mm<sup>2</sup>

Çinko oksit : ZnO  
Mol ağırlığı 81,38  
%80,34 Zn<sup>++</sup> vardır.  
1 gr. metalik çinko 1,25 gr. tuzda bulunur.

Çinko siyanür : Zn(CN<sub>2</sub>)  
Mol ağırlığı 117,42  
%55,69 Zn<sup>++</sup> vardır.  
1 gr. metalik çinko 1,80 gr. tuzda bulunur.

Çinko karbonat : ZnCO<sub>3</sub>  
Mol ağırlığı 125,39  
%52,14 Zn<sup>++</sup> vardır.  
1 gr. metalik çinko 1,92 gr. tuzda bulunur.

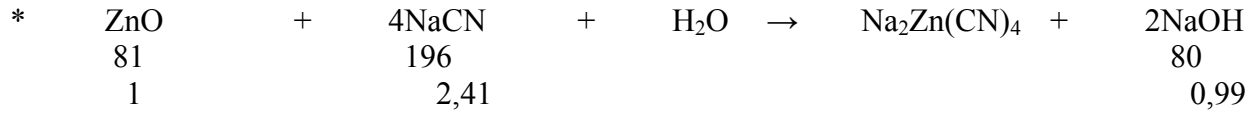
Çinko sülfat : ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O  
Mol ağırlığı 287,56 (susuz 161,45)  
%22,74 Zn<sup>++</sup> vardır.  
1 gr. metalik çinko 4,41 gr. tuzda bulunur.

Çinko klorür :  $ZnCl_2$   
 Mol ağırlığı 136,29  
 %47,97  $Zn^{++}$  vardır.  
 1 gr. metalik çinko 2,08 gr. tuzda bulunur.

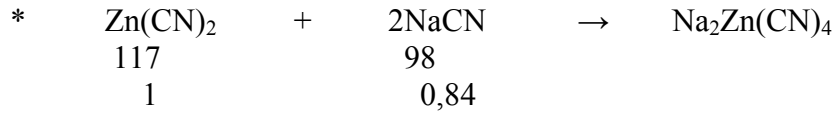
Çinko-potasyum siyanür :  $K_2Zn(CN)_4$   
 Mol ağırlığı 247,66  
 %26,4  $Zn^{++}$  vardır.  
 1 gr. metalik çinko 3,79 gr. tuzda bulunur.

Çinko-sodyum siyanür :  $Na_2Zn(CN)_4 \cdot 3H_2O$   
 Mol ağırlığı 269,49 (susuz 215,45)  
 %30,4  $Zn^{++}$  vardır.  
 1 gr. metalik çinko 3,29 gr. tuzda bulunur.

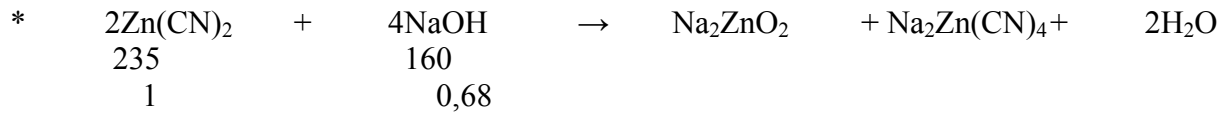
### Alkalik ve Siyanürlü Banyolarda Reaksiyonlar :



1 k. Zn (ZnO olarak) 3,01 k. NaCN' de çözünür.  
 Buna tekabül eden 1,22 k. NaOH' tır.

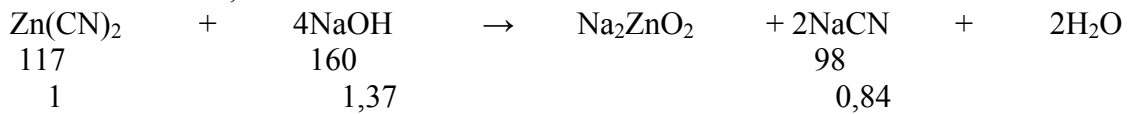


1 k. Zn (Zn(CN)<sub>2</sub> olarak) 1,50 k. NaCN' e tekabül eder.

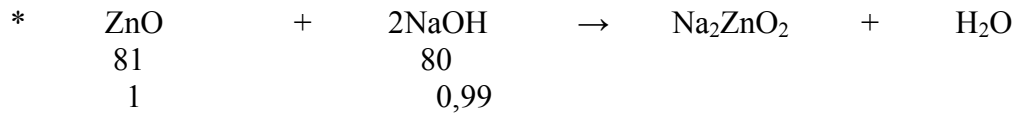


1 k. Zn (Zn(CN)<sub>2</sub> olarak) 1,21 k. NaOH' da çözünür.

NaOH fazlası ise;



1 k. Zn (Zn(CN)<sub>2</sub> olarak) 2,45 k. NaOH' da çözünür ve 1 k. NaCN gereklidir.



1 k. Zn (ZnO olarak) 1,24 k. NaOH' da çinkat olarak çözünür.

$$ZnO \times 0,80 = Zn$$

$$Zn \times 1,24 = ZnO$$

$$Zn(CN)_2 \times 0,56 = Zn$$

$$Zn \times 1,78 = Zn(CN)_2$$

Elektrolitik çinko kaplamada hangi tip olursa olsun parçaların mükemmel bir şekilde temizlenmesi gerekir. Kaplanacak parçalar kaynak yerleri ve tufal içeriyorsa mutlaka asidik yağ alma işlemine tabi tutulmalıdır. Yoksa sıcak alkalik yağ alma, elektrikli yağ alma işlemi yeterlidir.

**Aşağıdaki genel sıralamada :**

- 1- Asidik yağ alma : Normal sıcaklık veya 50-55 °C. Müddet 20 dakika, devamlı filtrasyon.
- 2- Su ile yıkama, durulama : Kaskadlı – devamlı akar su
- 3- Sıcak alkalik yağ alma : 55-65 °C, pH : 10-11. Müddet 5-15 dak.
- 4- Su ile yıkama, durulama : Kaskadlı – devamlı akar su
- 5- Elektrolitik yağ alma : Normal sıcaklık, pH : 10-11. Müddet 1-2 dak.
- 6- Su ile yıkama, durulama : Kaskadlı – devamlı akar su
- 7- Nötrleme : %10 HCl veya HNO<sub>3</sub> ile normal sıcaklıkta. Müddet 2-3 dak.
- 8- Su ile yıkama, durulama : Normal sıcaklıkta Kaskadlı yıkama (devamlı akar su)
- 9- Elektrolitik çinko kaplama: Spesiyal firmanızın verdiği çalışma talimatına uymanız gerekmektedir. Aşağıda belirtilen terkiplerden de yararlanabilirsiniz.
- 10- Ekonomik yıkama
- 11- Su ile yıkama, durulama
- 12- Pasivasyon : Spesiyal firmanızın terkiibi veya aşağıda verilen reçeteden yararlanabilirsiniz.
- 13- Su ile yıkama, durulama
- 14- 95 °C’ de deiyonize sıcak suda yıkama (müddet 10-15 dakika) ve kurutma.

Elektrolitik çinko kaplamacılığında %99,99 safiyetinde çinko anot kullanılmalıdır.

Alkalik siyanürlü banyolarda korozyona dayanıklı ve çok kaliteli kaplama yapılabilmektedir. Askı veya dolap kaplamalarda safiyeti yüksek, uygun malzemeler kullanılmak suretiyle kısa sürede ve yüksek parlaklık veren kaplamalar elde edilmektedir. Yine akım verimi yüksek, askı ve dolap olarak potasyumlu (KCl) ihtiva eden asidik çinko banyoları gözardı edilmemelidir. Asidik çinko banyolarında elektrolite hava hareketi de sağlanmalıdır ve devamlı filtrasyon şarttır. Kullanılacak parlaticı ve parlak taşıyıcı miktarlarında spesiyal firmanın önerilerine uyulmalıdır.

**Elektrolitik Çinko Banyo Terkipleri :**

**A) Asidik Banyo Terkipleri :**

- |    |                 |  |
|----|-----------------|--|
| a) | 70-90 gr/lt.    | ZnCl <sub>2</sub>  |
|    | 190-220 gr/lt.  | KCl  |
|    | 25 gr/lt.       | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>   |
|    | 30 ml/lt.       | Parlak taşıyıcı  |
|    | 2 ml/lt.        | Parlaticı  |
|    | pH değeri       | 5,0-5,5  |
|    | Sıcaklık        | 20-40 °C. Çok yüksek sıcaklıkta parlaklık azalır, parlaticı sarfiyatı artar. Elektrolit soğutulmalıdır. (Teflon – titan) |
|    | Akım verimi     | %96-98’ dir.   |
| b) | 450 gr/lt.      | ZnSO <sub>4</sub>  |
|    | 1 gr/lt.        | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
|    | 20 gr/lt.       | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>   |
|    | Banyo sıcaklığı | 20-40 °C   |
|    | Akım yoğunluğu  | 10-50 A/dm <sup>2</sup>  |
|    | Akım yoğunluğu  | %90-92   |

c)	250-375 gr/lt.	ZnSO <sub>4</sub>
	15-25 gr/lt.	NH <sub>4</sub> Cl
	30-45 gr/lt.	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
	1 gr/lt.	β-naftol
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	pH değeri	3,5-4,5
	Akım yoğunluğu	2-4 A/dm <sup>2</sup>
d)	250 gr/lt.	ZnSO <sub>4</sub>
	150 gr/lt.	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
	10 gr/lt.	CaCO <sub>3</sub>
	40 gr/lt.	Dextrin
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	pH değeri	3,5-4,5
	Akım yoğunluğu	1-3 A/dm <sup>2</sup>

**B) Siyanürlü Alkalik Banyo Terkipleri :**

a)	60-80 gr/lt.	ZnO
	140-150 gr/lt.	NaCN
	60 gr/lt.	NaOH
	40 gr/lt.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
	3 gr/lt.	Stabilizatör (Polisülfür. Banyoda mutlak bulunmalıdır, yabancı metalleri çökertir. Kontrolü doymuş krom asetat çözeltisi ile yapılır. Kurşun asetata batırılmış küçük filtre kağıdı çinko banyosuna daldırıldığında kağıtta siyahlaşma veya kahverengi husule gelirse polisülfür yeterli demektir.şayet renk değişmezse yok demektir.
	0,5-1,0 ml/lt.	Parlatıcı (10.000 A.h için 1-1,2 lt.)
	Banyo sıcaklığı	20-40 °C
	pH değeri	10-12
	Akım yoğunluğu	0,5-10 A/dm <sup>2</sup>
	Mfaktör = 2,8 olmalıdır. (M <sub>f</sub> = (CN / M <sub>e</sub> ))	
b)	55 gr/lt.	Zn(CN <sub>2</sub> )
	50 gr/lt.	NaCN
	70 gr/lt.	NaOH
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	pH değeri	13,5
	Akım yoğunluğu	1-3 A/dm <sup>2</sup>
c)	430 gr/lt.	ZnSO <sub>4</sub>
	255 gr/lt.	NaCN
	30 gr/lt.	Zn(CN <sub>2</sub> )
	700 gr/lt.	NaOH
	15 gr/lt.	Dextrin
	30 gr/lt.	Sakkaroz
	10 gr/lt.	Anisaldehit
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	pH değeri	12,5-13,0
	Akım yoğunluğu	1-4 A/dm <sup>2</sup>

d)	42 gr/lt.	Zn(CN) <sub>2</sub>
	78 gr/lt.	NaCN
	78 gr/lt.	NaOH
	10-30 gr/lt.	Amonyum rodanür
	10-30 gr/lt.	Disiyanamid
	40-100 gr/lt.	Formaldehit
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	pH değeri	13-13,5
	Akım yoğunluğu	1-3 A/dm <sup>2</sup>
e)	80 gr/lt.	Zn(CN) <sub>2</sub>
	42 gr/lt.	NaCN
	78 gr/lt.	NaOH
	1 gr/lt.	Piperonal
	0,1 gr/lt.	Gelatin
	8,5 gr/lt.	Mo - trioksit (MoO <sub>3</sub> )
	Banyo sıcaklığı	20 °C
	Akım yoğunluğu	2-3 A/dm <sup>2</sup>

### **B) Yüksek İletkenlik ve Hızlı Kaplama Çinko Floroborat Banyo Terkibi :**

a)	180 gr/lt.	Çinko floroborat Zn(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
	30 gr/lt.	Amonyum floroborat
	25 gr/lt.	Borik asit
	1 gr/lt.	β-naftol
	Banyo sıcaklığı	20-30 °C
	pH değeri	5-5,4
	Akım yoğunluğu	4-10 A/dm <sup>2</sup>
b)	<i>Döküm parçalar için floroboratlı terkip :</i>	
	300 gr/lt.	Çinko floroborat
	27 gr/lt.	Amonyum klorür
	35 gr/lt.	Amonyum floroborat
	Banyo sıcaklığı	40 °C
	pH değeri	3,5
	Akım yoğunluğu	25-75 A/dm <sup>2</sup> (hareketli)

**Not :** Çinko kaplamadan sonra pasivasyon işleminin yapılması gereklidir. Bu işlemde müddet çok kısadır (10-20 saniye gibi). Pasivasyon işlemi çinko kaplamada olduğu gibi kadmiyum kaplamadan sonra da tatbik edilir.

Çinko kaplamadan sonra, kaplama kalınlığı ne kadar fazla ve parlaklığı ne kadar fazla olursa olsun pasivasyon işlemi yüzeyde gözle görünmeyen pürüzleri giderdiği gibi kaplamaya canlılık verir; üzerinde teşekkül eden sarı-yeşil veya mavi renk (pasivasyon rengi) dayanıklılığını artırır. Şöyle ki; 20 mikronluk pasive edilmemiş çinko kaplama ömrü 10 yıl ise, pasive edilmiş çinko kaplama ömrü 12-13 yıldır.

Çeşitli çinko pasivasyon ürünlerini spesiyal firmalardan temin edebileceğiniz gibi, kendiniz de hazırlayabilirsiniz.

### **A) Mavi Pasivasyon İçin :**

a)	250 gr/lt.	CrO <sub>3</sub>
	25 gr/lt.	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	2,5 gr/lt.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	3,5 gr/lt.	HNO <sub>3</sub>
	Müddet	15-25 saniye



b)	%2 Krom şapı	KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O
	%0,5 Nitrik asit	
	Müddet	15-25 saniye

**B) Sarı-Yeşil (janjan) Pasivasyon İçin :**

Yukarıda mavi pasivasyon (a) da gösterilen terkipten sonra tesisinizde mevcut yağ alma banyosundan ayrı bir kazanda %8-10' luk sulandırılmış çözeltiye hemen daldırılıp çıkarılması ile renk sarı-yeşil'e döner.

Pasivasyondan sonra yıkama, durulama yapılmalı ve demineralize sıcak suda 10-15 dakika tutulmalıdır.

***Ucuz ve kaliteli bir terkip de şöyledir :***

4 kg. Kromik asit

1-1,5 kg. kaya tuzu

100 litre suda eritilir ve 15-20 saniye müddetle pasivasyona tabi tutulur.

Not : Çinko kaplama banyolarının genel sıralamasında izah edilen sıraya uygun olarak, siyanürlü çinko kaplama için;

8. sıradan sonra

9. sıra olarak %3-5 lik bir ön siyanürleme terkihi konulması da yararlıdır.

10. sıra Alkalik siyanürlü kaplama

11. sıra Ekonomik yıkama

12. sıra Su ile yıkama, durulama

13. sıra %0,25 lik HNO<sub>3</sub> ile nötrleme

14. sıra Su ile yıkama, durulama

15. sıra Pasivasyon

16. sıra Su ile yıkama, durulama

17. sıra 95 °C' de demineralize suda 10-15 dakika sealing ve kurutma şeklinde olmalıdır.

***Diğer sayfadaki tablolarda***

%100 akım veriminde

1- Zaman [dakika] – kaplama kalınlığı [mikron] olarak

2- Zaman [dakika] – kaplama kalınlığı ilişkisinden [gr/m<sup>2</sup>] olarak toplanan çinko miktarı belirtilmiştir.

ÇİNKO KAPLAMA %100 akım veriminde zaman-kalınlık tablosu.								
A/dm <sup>2</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
1 dakika	0,29	0,43	0,57	0,71	0,86	1,14	1,43	1,71
2	0,57	0,86	1,14	1,43	1,71	2,28	2,85	3,42
3	0,86	1,28	1,71	2,14	2,57	3,42	4,28	5,13
4	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	4,56	5,70	6,84
5	1,43	2,14	2,85	3,56	4,28	5,70	7,13	8,55
6	1,71	2,57	3,42	4,28	5,13	6,84	8,55	10,26
7	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	7,98	9,98	11,97
8	2,28	3,42	4,56	5,70	6,84	9,12	11,40	13,68
9	2,57	3,85	5,13	6,41	7,70	10,26	12,83	15,39
10	2,85	4,28	5,70	7,13	8,55	11,40	14,25	17,10
11	3,14	4,70	6,27	7,84	9,41	12,54	15,68	18,81
12	3,42	5,13	6,84	8,55	10,26	13,68	17,10	20,52
13	3,71	5,56	7,41	9,26	11,12	14,82	18,53	22,24
14	3,99	5,99	7,98	9,98	11,97	15,96	19,95	23,95
15	4,28	6,41	8,55	10,69	12,83	17,10	21,38	25,66
16	4,56	6,84	9,12	11,40	13,68	18,24	22,81	27,37
17	4,85	7,27	9,69	12,12	14,54	19,38	24,23	29,08
18	5,13	7,70	10,26	12,83	15,39	20,52	25,66	30,79
19	5,42	8,12	10,83	13,54	16,25	21,67	27,08	32,50
20	5,70	8,55	11,40	14,25	17,10	22,81	28,51	34,21
22	6,27	9,41	12,54	15,68	18,81	25,09	31,36	37,63
24	6,84	10,26	13,68	17,10	20,52	27,37	34,21	41,05
25	7,13	10,69	14,25	17,82	21,38	28,51	35,63	42,76
26	7,41	11,12	14,82	18,53	22,24	29,65	37,06	44,47
28	7,98	11,97	15,96	19,95	23,95	31,93	39,91	47,89
30	8,55	12,83	17,10	21,38	25,66	34,21	42,76	51,31
32	9,12	13,68	18,24	22,81	27,37	36,49	45,61	54,73
34	9,69	14,54	19,38	24,23	29,08	38,77	48,46	58,15
35	9,98	14,97	19,95	24,94	29,93	39,91	49,89	59,86
36	10,26	15,39	20,52	25,66	30,79	41,05	51,31	61,57
38	10,83	16,25	21,67	27,08	32,50	43,33	54,16	65,00
40	11,40	17,10	22,81	28,51	34,21	45,61	57,01	68,42
45	12,83	19,24	25,66	32,07	38,48	51,31	64,14	76,97
50	14,25	21,38	28,51	35,63	42,76	57,01	71,27	85,52
60	17,10	25,66	34,21	42,76	51,31	68,42	85,52	102,62
70	19,95	29,93	39,91	49,89	59,86	79,82	99,77	119,73
80	22,81	34,21	45,61	57,01	68,42	91,22	114,03	136,83
90	25,66	38,48	51,31	64,14	76,97	102,62	128,28	153,94
100	34,21	51,31	68,42	85,52	102,62	136,83	171,04	205,25

ÇİNKO KAPLAMA %100 akım veriminde zaman-gr/m <sup>2</sup> de toplanan metal tablosu.								
A/dm <sup>2</sup>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
1 dakika	2,03	3,05	4,07	5,08	6,10	8,13	10,16	12,20
2	4,07	6,10	8,13	10,16	12,20	16,26	20,33	24,39
3	6,10	9,15	12,20	15,24	18,29	24,39	30,49	36,59
4	8,13	12,20	16,26	20,33	24,39	32,52	40,65	48,78
5	10,16	15,24	20,33	25,41	30,49	40,65	50,81	60,98
6	12,20	18,29	24,39	30,49	36,59	48,78	60,98	73,17
7	14,23	21,34	28,46	35,57	42,68	56,91	71,14	85,37
8	16,26	24,39	32,52	40,65	48,78	65,04	81,30	97,56
9	18,29	27,44	36,59	45,73	54,88	73,17	91,46	109,76
10	20,33	30,49	40,65	50,81	60,98	81,30	101,63	121,95
11	22,36	33,54	44,72	55,89	67,07	89,43	111,79	134,15
12	24,39	36,59	48,78	60,98	73,17	97,56	121,95	146,34
13	26,42	39,63	52,85	66,06	79,27	105,69	132,12	158,54
14	28,46	42,68	56,91	71,14	85,37	113,82	142,28	170,73
15	30,49	45,73	60,98	76,22	91,46	121,95	152,44	182,93
16	32,52	48,78	65,04	81,30	97,56	130,08	162,60	195,12
17	34,55	51,83	69,11	86,38	103,66	138,21	172,77	207,32
18	36,59	54,88	73,17	91,46	109,76	146,34	182,93	219,51
19	38,62	57,93	77,24	96,55	115,85	154,47	193,09	231,71
20	40,65	60,98	81,30	101,63	121,95	162,60	203,25	243,90
22	44,72	67,07	89,43	111,79	134,15	178,86	223,58	268,29
24	48,78	73,17	97,56	121,95	146,34	195,12	243,90	292,68
25	50,81	76,22	101,63	127,03	152,44	203,25	254,07	304,88
26	52,85	79,27	105,69	132,11	158,54	211,38	264,23	317,08
28	56,91	85,37	113,82	142,28	170,73	227,64	284,56	341,47
30	60,98	91,46	121,95	152,44	182,93	243,90	304,88	365,86
32	65,04	97,56	130,08	162,60	195,12	260,16	325,21	390,25
34	69,11	103,66	138,21	172,77	207,32	276,42	345,53	414,64
35	71,14	106,71	142,28	177,85	213,42	284,55	355,69	426,83
36	73,17	109,76	146,34	182,93	219,51	292,68	365,86	439,03
38	77,24	115,85	154,47	193,09	231,71	308,94	386,18	463,42
40	81,30	121,95	162,60	203,25	243,90	325,20	406,51	487,81
45	91,46	137,20	182,93	228,66	274,39	365,86	457,32	548,78
50	101,63	152,44	203,25	254,07	304,88	406,51	508,14	609,76
60	121,95	182,93	243,90	304,88	365,86	487,81	609,76	731,71
70	142,28	213,42	284,55	355,69	426,83	569,11	711,39	853,66
80	162,60	243,90	325,20	406,51	487,81	650,41	813,02	975,62
90	182,93	274,39	365,86	457,32	548,78	731,71	914,64	1097,57
120	243,90	365,86	487,81	609,76	731,71	975,61	1219,52	1463,42

## I- ALKALİK (SİYANÜRLÜ) ÇİNKO BANYOSU ANALİZ METODU

### 1- Metalik Çinko (Zn<sup>++</sup>) Miktarı Tayini :

- Reaktifler :
- 1- pH:10 tampon çözelti (70 gr. p.a. NH<sub>4</sub>Cl + 570 ml. kons. amonyak 1 lt.lik balon jøjede litreye tamamlanır.
  - 2- Magnezyum titriplex
  - 3- Erio T indikatör
  - 4- Formaldehit
  - 5- 0,05 M EDTA

#### **Analizin Yapılışı :**

Banyo numunesinden pistonlu pipetle 10 ml. örnek 100 ml.lik bir balon jøjeye alınır, destile su ile çizgiye kadar tamamlanır. Analiz için seyreltilen bu çözeltiden geniş ağızlı 500 ml.lik bir erlenmayere 10 ml. alınır ve üzerine takriben 100-150 ml. destile su katılır ve 5 ml. pH:10 tampon çözelti katılarak iyice çalkalanır. Spatül ucu ile magnezyum titriplex ve Erio T indikatörü katılır, iyice çalkalanır. Çözelti mavi renk alır, esasında kırmızı olmalıdır. Birkaç ml. formaldehit katılarak bekletilmeden 0,05 M EDTA ile renk kırmızıdan maviye dönene kadar titre edilir, formaldehit ilavesiyle renk kırmızı olana kadar titrasyona devam edilir (formaldehit ilavesi ekseriya yapılmalıdır.)

0,05 M EDTA sarfiyatı a ml. ise;

#### **Hesaplama :**

$a \times 3,269 = \dots$  [gr/lt] olarak metalik çinko miktarını verir.

### 2- Sodyum Siyanür (NaCN) Miktarı Tayini :

- Reaktifler :
- 1- Kons. amonyak
  - 2- %20 lik NaOH çözeltisi
  - 3- %10 luk KI çözeltisi
  - 4- 0,1 N AgNO<sub>3</sub>

#### **Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten pistonlu pipetle 10 ml. örnek 100 ml.lik bir balon jøjeye alınır, çizgiye kadar destile su ile tamamlanır, iyice çalkalanır. Seyreltilen bu çözeltiden 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere tam 20 ml. alınır, takriben 100-150 ml. destile su katılır. Üzerine 5 ml. %20 lik NaOH çözeltisi ve birkaç damla kons. amonyak ile birkaç damla KI ilave edilir ve 0,1 N AgNO<sub>3</sub> ile kiremit kırmızısı renge kadar titre edilir.

Sarfedilen 0,1 N AgNO<sub>3</sub> miktarı a ml. ise;

#### **Hesaplama :**

$a \times 4,9 = \dots$  [gr/lt] olarak banyodaki NaCN miktarı bulunur.

#### **Not :**

M faktörü tayini burada çok önemlidir. Banyodaki toplam NaCN miktarının banyodaki metalik çinko (Zn<sup>++</sup>) miktarına oranı M faktörüdür. Bu oran 2,7-2,8 olmalıdır.

$M_{\text{faktör}} = (\text{Toplam NaCN}) / (\text{Metalik Zn}^{++}) = 2,7-2,8$  olmalıdır.

### 3- Sodyum Hidroksit (NaOH) Miktarı Tayini :

- Reaktifler :
- 1- %10 luk NaCN çözeltisi
  - 2- İndigokarmin (0,1 gr. ile 100 ml. destile suda hazırlanmalıdır.)
  - 3- 1 N HCl

#### **Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten pistonlu pipetle geniş ağızlı 500 ml.lik bir erlenmayere tam 10 ml. örnek alınır. 500 ml. kadar destile su ve 30 ml. %10 luk NaCN çözeltisi katılır, iyice çalkalanır, 4 damla

indikatör (indigokarmin çözeltisi) katılır, devamlı ve iyi çalkalayarak 1 N HCl ile mavi renge kadar titre edilir.

1 N HCl sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 4,0 = \dots$  [gr/lit] banyodaki NaOH miktarı bulunur.

#### 4- Sodyum Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Miktarı Tayini :

Reaktifler : 1- %5  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi  
2- 1 N HCl  
3- 1 N NaOH  
4- Metil oranj (indikatör)

**Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten pistonlu bir pipetle geniş ağızlı 4500 ml.lik bir beherglasa 10 ml. numune alınır. Takriben 100 ml. destile su ve %30 luk baryum nitrat çözeltisinden 30 ml. katılır, karıştırılır. Çökeltinin tam oluşması için beklenir. Bilahare mavi bantla filtre edilir, çökelti sıcak destile su ile yıkanır. Çökelti 300 ml.lik geniş ağızlı bir erlene alınır, 100 ml. destile su ve 25 ml. 1 N HCl katılır a ml.). birkaç damla metil oranj muvacehesinde de 1 N NaOH ile titre edilir (b ml.).

1 N NaOH sarfiyatı b ml. ise; (a = 25 ml. alınmıştı.)

**Hesaplama :**

$(25 - b) \times 5,3 = \dots$  [gr/lit] banyodaki  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miktarı bulunur.

## II- ASİTLİ ÇİNKO BANYOSU ANALİZ METODU

### 1a- Metalik Çinko ( $\text{Zn}^{++}$ ) Miktarı Tayini :

Reaktifler : 1- %20 lik trietanolamin çözeltisi  
2- Kons. amonyak  
3- Metil timol mavisi (indikatör, 1 gr.100 gr.  $\text{KNO}_3$  ile karıştırılır.)  
4- 0,05 M EDTA çözeltisi

**Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten bir pipetle 10 ml. numune 250 ml.lik bir balon jøjeye alınır, destile su ile çizgiye kadar tamamlanır, iyice çalkalanır. Seyreltilen bu çözeltiden 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere 10 ml. numune alınır. Takriben 50 ml. destile su ile seyreltilir. Üzerine 20 ml. trietanolamin çözeltisi ve 30 ml. kons. amonyak katılır, iyice çalkalanır. Bir dakika kadar sonra çözelti zayıf sarı renk alır, bilahare indikatör ilavesiyle 0,05 M EDTA ile titre edilir. Çözeltinin rengi mavi ve kırmızı üzerinden gri-kül rengine dönene kadar titre edilir.

0,05 M EDTA sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 8,173 = \dots$  [gr/lit] banyodaki çinko miktarını verir.

### 1b- Metalik Çinko ( $\text{Zn}^{++}$ ) Miktarı Tayini :

Reaktifler : 1- pH:10 tampon çöz.  
2- Formaldehit  
3- Erio T indikatör  
4- 0,1 M EDTA çözeltisi

**Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten 100 ml.lik bir balon jøjeye bir pipetle 10 ml. numune alınır, çizgiye kadar destile su ile tamamlanır. Seyreltilen bu çözeltiden 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere pipetle 10 ml. alınır, üzerine 20 ml. pH:10 tampon çözelti konur, çalkalanır ve 2 ml. %37 lik formaldehit çözeltisi katılır. 3-4 damla Erio T indikatörü muvacehesinde 0,1 M EDTA ile renk tam mavi olana kadar titre edilir.

0,1 M EDTA sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 6,54 = \dots$  [gr/lt] banyodaki çinko miktarı bulunur.

**2a- Klorür (Cl<sup>-</sup>) Miktarı Tayini :**

Reaktifler : 1- Kons. p.a. HNO<sub>3</sub>  
2- 0,1 N AgNO<sub>3</sub>  
3- Doymuş NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>).12H<sub>2</sub>O  
(ferriamonyum sülfat) çözeltisi  
4- 0,1 N NH<sub>4</sub>SCN çözeltisi

**Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten bir pipetle 10 ml. numune 100 ml.lik bir balon jøjeye alınır, destile su ile çizgiye kadar tamamlanır. Seyreltilen bu çözeltiden 2 ml. numune 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere alınır, takriben 50 ml. destile su katılır ve üzerine tam hassas olarak 25 ml.lik bir pipetle 0,1 N AgNO<sub>3</sub> (25 ml.) katılır. 2 ml. doymuş ferriamonyum sülfat eklenir, iyice çalkalanır. 0,1 N NH<sub>4</sub>SCN ile gül kırmızısı renge kadar titre edilir.

0,1 N NH<sub>4</sub>SCN sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$(25 - a) \times 17,73 = \dots$  [gr/lt] klorür (Cl<sup>-</sup>) miktarı bulunur.

**2b- Klorür (Cl<sup>-</sup>) Miktarı Tayini :**

Reaktifler : 1- %5 lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> çözeltisi  
2- 0,1 N AgNO<sub>3</sub> çözeltisi

**Analizin Yapılışı :**

Elektrolitten bir pipetle 10 ml. numune 100 ml.lik bir balon jøjeye alınır, çizgiye kadar destile su ile tamamlanır. Seyreltilen bu çözeltiden 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere 10 ml. numune alınır. Üzerine %5 lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> çözeltisinden 20 ml. katılır ve iyice çalkalayarak 0,1 N AgNO<sub>3</sub> ile kiremit kırmızısı renge kadar titre edilir.

0,1 N AgNO<sub>3</sub> sarfiyatı a ml. ise;

**Hesaplama :**

$a \times 3,55 = \dots$  [gr/lt] klorür (Cl<sup>-</sup>) miktarı bulunur.

## Çinko Kaplama Banyolarında Vukuu Muhtemel Hatalar, Sebepleri ve Giderilmeleri :

<u>Görülen Hata</u>	<u>Muhtemel Sebebi</u>	<u>Hatanın Giderilmesi</u>
Kaplamanın kısa süre sonunda soyulması	a) Ön temizlemenin yetersiz olması b) Asitle dağlama süresinin uzun tutulması.	a) Sıcak ve elektrolitik yağ almalara dikkat edilmelidir. b) Süre kısaltılmalıdır.
Kabarıklı kaplama	a) Kötü (yetersiz) temizleme işlemi. b) Parça üzerinde film tabakası (kirlilik) kalması. c) Elektrolitte fazla miktarda serbest CN veya NaOH mevcudiyeti ve yabancı metaller olması.	a) Ön temizlemelere ve terkiplerine dikkat edilmeli. b) Bol su ile yıkamalı c) Analiz değerleri kontrol edilip ayarlanmalı.
Çalışma esnasında anot yüzeyinin çok siyahlanması	Elektrolitte serbest siyanür miktarı çok düşük.	Analiz yapılarak CN ilave edilmelidir.
Çalışma esnasında anot yüzeyi çok parlaktır	Elektrolitte aşırı siyanür ve NaOH mevcudiyeti.	Analiz yapılmalı, $M_{faktör}$ kontrol edilmeli, metal iyonları gerekebilir.
Aşırı gaz çıkışı	Fazla serbest CN mevcudiyeti.	Elektrolite $Zn(CN)_2$ katılmalı.
Kaba (sert) kaplama	a) Metal miktarı çok yüksek. b) Temizleme noksanlığı.	a) Anot yüzeyi ayarlanmalı veya paslanmaz anot (yedek) asılmalı. b) Banyo filtre edilmelidir.
Mat kaplama (tromelde)	a) Akım yoğunluğu yüksek. b) Serbest siyanür düşük. c) Temizleme yetersiz. d) Parlaticı noksan. e) Fazla polisülfür var.	a) Akım yoğ. max. 1-1,5 A/dm <sup>2</sup> olmalı. b) Analize göre siyanür katılmalı. c) Temizlemelere dikkat edilmeli. d) Parlaticı katılmalı. e) Kurşun karbonatla çökertip filtre edilmeli.
Kaplama silindiğinde veya hafifçe kazındığında kaplamanın yokluğu veya kaplama çok ince görülmekte	a) Çok düşük akım yoğunluğu. b) Anot yüzeyi çok az. c) Metal miktarı yetersiz. d) Serbest siyanür çok fazla. e) Karbonat teşekkülü.	a) Akım yoğunluğunun ayarı 1-1,5 A/dm <sup>2</sup> olmalı. b) Anot yüzeyi artırılmalı. c) Analize göre $Zn(CN)_2$ ilavesi yapılmalı. d) NaOH ilavesi yapılmalı. e) Soğutarak çöken karbonatı almalı.
Kaplama kuruduktan sonra lekelenmekte	a) Yetersiz ve kirli suda yıkama. b) Kuruduktan sonra yüzeyde tozlu tortu oluşuyor.	a) Yıkama sularına (devamlı akar su) dikkat edilmeli. b) Kurutma santrifüjde yapılmalı.
Mat kaplama	a) Parlaticı noksan. b) Banyo sıcaklığı çok yüksek.	a) Parlaticı katılmalı. b) Elektrolit soğutulmalı.
Malzeme kaplama almıyor	a) Anotlar pasifleşmiş. b) Kaplanacak malzeme pasifleşmiş (döküm).	a) Anotlar temizlenmeli, aktifleştirilmeli. b) Malzemeleri siyanür çözeltisinde veya seyreltik $HNO_3$ te aktifleştirin.

## Asidik Çinko Banyosunda Vukuu Muhtemel Hatalar, Sebepleri ve Giderilmeleri :

<u>Görülen Hata</u>	<u>Muhtemel Sebebi</u>	<u>Hatanın Giderilmesi</u>
Koyu renk kaplama	a) Klorür miktarı çok yüksek. b) Metalik pislikler.	a) Analiz yapılarak önlenmeli. b) Yabancı metaller çöktürülmeli. Devamlı filtrasyona devam edilmeli.
Kumlu kaplama	a) Akım yoğunluğu yüksek. b) Metalik Zn miktarı düşük.	a) Akım yoğunluğu düşürülmeli. b) Analize göre $ZnCl_2$ ilave edilmeli.
Mat kaplama	a) pH değeri bozulmuş. b) İletkenlik az.	a) pH değerini ayarlayın. b) Parlak taşıyıcı katın. Parlaticı katın.
Mat, kırılğan kaplama.	Banyoda metal tuzu miktarı fazla.	Banyoyu uzun süre çalıştırın ve elektroliti seyreltin.

# ELEKTROLİTİK PARLATMA

Metallerin mekanik yolla keçe ve fırçalarla polisajı yapılarak yüzeyleri parlatılabildiği gibi

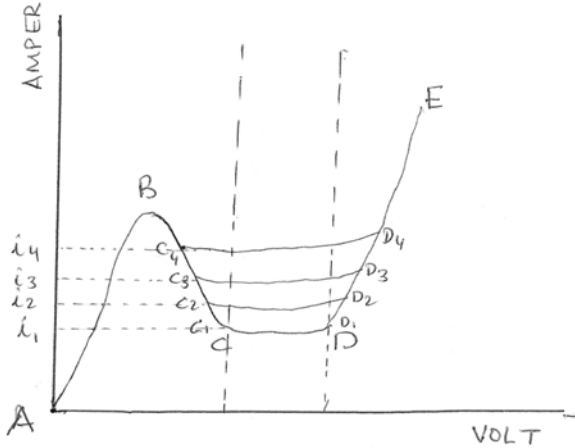
- 1- Elektrolitik yolla parlatılmaları,
- 2- Kimyasal olarak parlatılmaları kabildir.

## 1- Elektrolitik Parlatma :

Her metal için özel banyo terkipleri vardır. Elektrolitik parlatmada (E.P.) metal, anoda bağlanır ve DC tatbikinde metalin anodik çözünmesi sonucu yüzey parlatılmış olur. Mekanik parlatma işleminden, polisajdan önce, metalin yüzeyinde gözle tesbit edilemeyen pürüzler (tümsek ve çukurlar) vardır. Polisajda yüzeydeki pürüzler kazınıp, çukur yerler dolmaktadır. Çukurlar dolarken metalin oksidi de aşındırıcı tozlardan oluşan metal tozlarıyla dolar. Yüzeyde husule gelen bu tabaka metalin görünümünü etkiler.

Elektrolitik parlatmanın esası, anodik bağlanmış metal yüzeyindeki tümseklerin metale bir gerilim uygulanmasıyla çukur yerlere oranla daha hızlı olarak çözünmesidir. Yani burada eloksalda veya elektrolitik kaplamalarda olduğu gibi bir tabaka oluşmaz. Daha güzel bir PARLAKLIK sağlanmış olur.

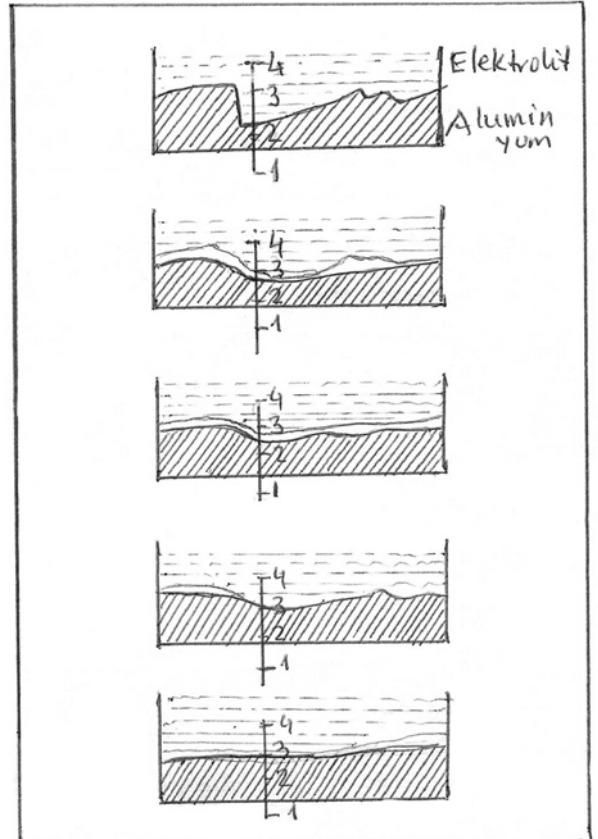
Elektrolitik parlatmada volt-amper ilişkisi aşağıdaki grafikte özetlenmiştir :



1. bölgede : Polisajlı parça mat görünüştedir.
2. bölgede : Polisajlı parça düz ve parlak görünüştedir.
3. bölgede : Parçada eşit olmayan aşınma ve gaz çıkışı vardır.

Grafikte elektrolitik parlatma sırasında akım-voltaj değişimleri gösterilmiştir. Burada metal AB aralığında çözünmekte ve üzerinde bir film teşekkül etmektedir. C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> noktalarında film son şeklini almaktadır. Bu noktalarda metal ve banyoya bağlı olarak film farklı hızlarda çözünür. i<sub>1</sub> gibi sifıra yakın bir hızla çözünüyorsa (pratikte çözünmüyor kabul edilirse – metal pasifleşmiştir) i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>, i<sub>3</sub> hızlarda metal belirli bir hızla çözünüyorsa hala aktiftir. Seçilen banyo (elektrolit) ve sağlanan koşullara göre belirli bir hızla parlatma olur. Aksi halde metal gelişigüzel bir şekilde aşınmaya uğrar.

Aluminyumun elektrolitik parlatılmasının şematik izahı yandaki şekilde gayet güzel görülmektedir.



### **Elektrolitik parlatma için iyi bir terkip (BRYTAL Metodu) :**

150 gr/lt. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

50 gr/lt. Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

800 gr/lt. Demineralize su

#### Çalışma Şartları :

Sıcaklık 75-90 °C

Akım kesafeti 10 V ve 2,5-5,0 A/dm<sup>2</sup>

Müddet 2-12 dakika

Bu metotta parça yüzeyindeki amorf oksit filmi, oksit ve yağ gidermede temizlendikten sonra parlatma banyosunda takriben ilk 20 saniyede şiddetli bir aşınma başlamakta ve takriben 5 dakika sonra oldukça parlak bir yüzey oluşmaktadır. Daha sonra anodik oksidasyona tabi tutulan parça mükemmel bir yansıtıcılık kazanmaktadır.

### **2- Kimyasal Parlatma :**

Dışarıdan bir potansiyel uygulanmadan, metali kendisini çözen bir banyoya daldırıp kimyasal çözülmeye uğratarak yüzeyinin düzeltilip parlatılmasıdır.

Reaksiyonun yürüyüşü elektrolitik parlatılmaya benzer, sadece burada fark; iki ayrı elektrot olmayıp, anot ve katot olarak etkiyen bölgeler aynı metalin üzerindedir. Banyo içerisine batırılan metalin üzerinde gene bir film tabakası oluşmakta ve anodik bölgeler film yardımı ile aşınmaktadır. Yani kısaca yüzeyde lokal piller olaya yön vermektedir.

#### **Uygun bir terkip :**

7750 gr. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

1550 gr. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

600 gr. HNO<sub>3</sub>

45 gr. H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

50 gr. Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

5 gr. Nemlendirici

Çalışma sıcaklığı 105 °C

Müddet 3 dakikadır.

Parçalar banyodan çıkarıldıktan sonra bol su ile yıkanır, HNO<sub>3</sub> ve su banyolarından tekrar geçirilerek anodik oksidasyon işlemine tabi tutulur. 8-10 µ kaplama yeterlidir.

Parçalar banyolardan müteakip banyolara geçişi sırasında havada fazla bekletilmemeli, işlem sürekli ve süratli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Zira havada bekletmek, fazla tutmak hemen oksit filmi oluşmasına neden olur.

### **Anodize Edilmiş (Eloksallı) Al Parçaların Boyanması (Boya İşlemi) :**

Anodize edilmiş alüminyumun boyanması “renklendirilmesi” değişik işlemler gerektirir. Eloksal tabakası Al yüzeyini koruduğu gibi, bu tabaka saydam, renksiz ve kimyasal olarak inaktif ve oldukça serttir. Mesamatlı yapısı sayesinde kolayca boyanır, bu boyama işlemini diğer boyama işlemleriyle karıştırmamak gerekir. Bir aynayı misal olarak alırsak; cam, saydam oksit (eloksal) tabakasını, gümüşlü ters yüzü de temel metale (alüminyum) tekabül eder. Demek oluyor ki, boyanmış oksit tabakası renkli camdan bir aynaya benzemektedir.

Anodik oksidasyondan sonra boyama işlemi hemen yapılmalıdır. Boyalar organik veya anorganik esaslı olabilir. Belli pH değerlerinde muayyen (belli) sıcaklıklarda ve akımsız olarak, eloksallı parçaların boya kaplarına daldırmalarıyla yapılır.

Bu işlemde erimiş olan boya oksit (eloksal) tabakasına nüfuz ederek yerleşir ve bu sırada yüzeyin cinsini hiçbir şekilde değiştirmez. Boyanmış malzeme sathı sealing “tesbit” işlemi de tatbik edilerek oksit tabakasındaki mesamatlar kapatılmış olur. Böylece boyaya rutubete, aşınma ve ışığın etkisine karşı dayanma özelliği verilmiş olur.



Anodize edilen Al ve Al alaşımlarının tabii renginin malzemenin saflığı, yani terkibi ile değişeceği tabiidir. Bu renk devamlı olup, kesin olarak da boyanın nüansına etki eder. Ekstra saf Al ile Mg, Si ihtiva eden alaşımları da saydam oksit tabakası verirler. Bu kalitedeki alüminyumlar elektrolitik ve kimyasal parlatmaya uygun olduklarından, özellikle parlak mamuller için kullanılırlar.

Sülfürik asitli banyolarda çalışıldığında %1-2 Mn ihtiva eden, anodize edilmiş alüminyuma (alaşıma) biraz mat, esmer nüans kazandırır. Mn miktarı artarsa renk koyu esmere kadar gider.

%0,6-1,5 Si eloksal tabakasına gri bir renk verir.

%3-6 Si ihtiva eden bir tip alaşım, gri alaşım olarak bilinir.

Boyanın ve boya işleminin zarar görmemesi için boya işlemi uygun kaplarda yapılır. Birçok boyalar bazı metallerle temas ettiklerinde zararlı sonuçlar verirler. Burada boya kabının dışında ısıtıcı elemanları, ısıtma boruları, hava girişi vs.nin en uygun maddelerden yapılmasına dikkat edilmelidir. Demir, pirinç, bakır ve kurşundan mamul boya kapları asla uygun değildir. Anodize edilmiş ve mesamatları kapatılmış Al kaplar, paslanmaz çeliklerden yapılan kaplarda ve PE kaplarda boya homojen kalır ve nüans değişikliği yapmaz. En uygun kaplar Cr-Ni-Mo çelikleridir. Bakalit, emaye, porselen, cam, PVC ve PE' den mamul kaplar boya için en uygun olanlarıdır.

Normal şartlarda gerçekleştirilmiş bir oksit tabakası çözelti halinde maddelerle koloidal süspansiyonlar emebilecek bir mesamat sistemine sahip olma özelliği taşırlar. Tabi ki emilecek maddelerin çapı, mesamatların çapından (takriben 0,02 mikron) daha küçük olmalıdır.

Anorganik boyamalar oksit tabakasının içinde suda erimeyen renkli anorganik bağlar kurmak suretiyle gerçekleşir. Mesela bronz nüanslar iki banyodaki alternatif işlemler (kobalt asetat ve potasyum permanganat) ile elde edilir. İki boyalı bu metod her zaman mükemmel bir şekilde eş renkte (benzer) boyamalar elde edilmek istenildiğinde çok zor olup, boyayı yapanın tecrübe ve maharetine bağlıdır. Organik boyalarla çalışmak çok basit ve kolaydır. Tek banyolu metodla çalışıldığından, çoğu defa her an boya işleminin kontrolü kabildir. Boyama işlemi bir absorpsiyon işleminden ibarettir. Belirli şartlarda bir sulu eriyikte oksit tabakasının içerisine absorbe edilirler.

Boyalar genellikle iyi bir erime özelliğine sahiptirler ve mümkün olduğu kadar demineralize suda eritilmeleri (hazırlanmaları) gerekir.

Boya üreticileri kullanılacak boyanın eritilmesi gereken [gr/lit.] olarak miktarını, çalışma sıcaklığını ve pH değerleriyle, banyoda tutma miktarlarını vermektedirler.

Hazırlanan banyo eriyikleri uygun olarak imal edilen kapaklı kaplarında uzun müddet terkibi bozulmadan saklanabilirler. Boyamada dikkat edilecek husus eloksallı parçanın boyamadan önce bol bol akar suda (kaskadlı yıkama) iyice çalkalanarak yıkanması gerekir, şarttır.

Boya çözeltilerinin pH değerleri 3-9 arasında değişmekte olup, genellikle 5,0-7,0 arasındadır. Boya hazırlandığında pH metre ile ayarına bakılır, çalışma süresince pH ayarı sık sık kontrol edilmelidir. pH değerinin değişimi vukuunda ise yine spesiyalist boya firmasının çalışma talimatına uyulmalıdır. Genellikle çok düşük pH (asidik) değerlerinde seyreltik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ile ve çok yüksek pH (alkalik) değerlerinde de seyreltik asetik asit veya seyreltik sülfürik asit çözeltisiyle pH ayarı yapılmalıdır.

Boya banyolarının sıcaklığı da genellikle 55-65 °C civarındadır. Soğukta veya normal sıcaklıkta tatbik edilen banyolar da vardır. Fakat bu durumda 60 °C' de elde edilen nüansa eşit bir boya elde edilmek isteniyorsa daha fazla boya kullanmak ve boya banyosunda fazla tutmak gerekir. En önemli dezavantajı; soğukta yapılan boyamada renk stabl (dayanıklı) değildir, rengini kolayca bırakabilir.

Boyama süresi 2-3 dakikadan başlar, 10-15 dakikaya kadar devam eder. Çok açık nüanslar ve iyi bir dayanıklılık isteniyorsa, müddet 10-15 dakikadan aşağı olmamalıdır. Genellikle düşük konsantrasyonlu banyolarda uzun müddet yapılan boyamalarda, daha yüksek konsantrasyonlu banyolarda kısa süre ile yapılan boyamalara nazaran çok daha iyi bir dayanıklılık elde edilir. Kullanılan boya miktarları birkaç gr/lit.den 10 gr/lit.ye kadar kullanılmaktadır. Bütün Al banyoları esasında birbirleriyle kolayca karışabilirler fakat, boyamada elde edilen eloksal tabakası üzerine absorpsiyonları farklı olacağından çeşitli renklerin değişik nüans farkları meydana gelebilir. Bu hal devamlı kontrol ve dikkat ister. pH değerleri birbirlerinden çok farklı boyalar birbirlerine

karıştırılmamalıdır.

Boyanın anodize (eloksal) edilmiş parçalarda dayanıklı olması için, eloksal tabakasının 10-12 mikrondan düşük olmaması gerekir. Mimari açıdan bina cepheleri için yapılan eloksalin kalınlığı da 20 mikrondan aşağı olmamalıdır. Boyaların da ışığa ve kötü hava şartlarına karşı optimum bir dayanıklılıkları vardır.

**Boyamadan önce yapılacak eloksal işlemi :**

Akım kesafeti	1,5 A/dm <sup>2</sup>
Voltaj	15-17 V
Elektrolit	190-200 gr/lt. serbest H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 5-10 gr/lt. aluminyum
Sıcaklık	18-22 °C
Müddet	30 dakika

şartlarını haiz olmalıdır. Bu durumda minimum 12-14 µ (mikron) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tabakası oluşturulur.

Aşağıdaki tabloda SANDOZ firmasının banyolarının renklere göre kullanım terkipleri şöyledir :

<b>Boya Cinsi</b>		<b>K. Miktarı</b>	<b>pH değeri</b>
Altın Sarısı	SANODAL Gold 4N	30 gr/lt	>8
Kırmızı	Aluminium Rot GLW	4 gr/lt	7
Sarı	Sanodal Gelb 3GL	3 gr/lt	>8
Kırmızı	Sanodal Rot B3LW	5 gr/lt	>8
Bordo	Aluminium Bordeaux RL	5 gr/lt	6-7
Mor	Aluminium Violett CLW	3 gr/lt	6-7
Mavi	Sanodal Blau 2LW	0,5 gr/lt	>8
Mavi (koyu)	Sanodal Blau 2LW	3 gr/lt	>8
Yeşil	Aluminium Grün LWN	0,2 gr/lt	7-8
Yeşil (koyu)	Aluminium Grün LWN	1,0 gr/lt	7-8
Siyah	Aluminium Schwarz 2LW	2,0 gr/lt	>8
Siyah (koyu)	Aluminium Schwarz 2LW	10,0 gr/lt	>8
Siyah (çok koyu)	Sanodal Schwarz GL	30,0 gr/lt	>8 (eloksal kalınlığı 24 µ olmalıdır.)

Not : Sandoz firma lisansıyla çalışan CLARIANT firması boyaların kullanım şekli de aynıdır.

Bazı boyamalarda nüans farkları sealing esnasında meydana gelebilir. Boyanın sabitleştirilmesi işleminde firmanın vereceği talimata uyulması gerekmektedir.

Kısaca boyama işleminden sonra durulama yapılır. Tesbitten (sealing) sonra renk sabit kalır. Bazı boyaların 95 °C demineralize suda rengi açılmakta ve sealing banyosu da hafifçe renklenmektedir.

**Sealing (tesbit) etkisine tesir eden belli başlı faktörler şunlardır :**

Süre, sıcaklık, banyonun terkiibi ve pH değeri.

Süre asgari 20 dakika olarak kabul edilir. Bina cephelerinin sealing süreleri oksidasyon süresiyle aynı olmalıdır. Suyun sıcaklığı kaynama sıcaklığında tutulmalıdır. 95 °C' nin altında noksan olur ve düşük sıcaklıkta müddeti uzatarak yapılan işlem hatalıdır. Yetersiz sealing boyaların dayanıklılığını azaltır. Banyo demineralize su ile hazırlanmalıdır. Kuyu veya artezyen suları kesinlikle kullanılmamalıdır. Tesbit banyosuna katılan tuzlar gibi yardımcı maddeler boyaların dayanıklılığını olumlu yönde etkiler. Banyoya giren sülfatlar, fosfatlar gibi yabancı maddeler ise sealing'i olumsuz yönde etkiler ve taşımayı kuvvetlendirirler. Sealing banyosu nötral veya hafifçe asidik olmalıdır. pH 5,5-6,0' a ayarlanmalıdır. Sealing banyosu sık sık yenilenmelidir. Sealing'ten sonra malzemeler iyice durulanır ve kurutulur.

## **Özet Olarak Alüminyum'un Kullanıldığı Yerler :**

Uçak Sanayii : Ses altı ve ses üstü uçakların yapımında

Otomobil Sanayii : Hafifliği nedeniyle (pistonlar, çeşitli karterler, diferansiyel köprüsü, karoseri), iyi termik iletkenliği nedeniyle (blok silindirler, üst kapaklar), dekoratif amaçla (profiller, far ile ayna çerçeveleri)

Elektrik : Yoğunluğu bakırdan 3 defa daha düşük olmakla beraber, iletkenliği bakırın %62' si kadardır. Havai hatlar, al çelik kablolar, Al-Mg-Si alaşımları, bağlama çubukları, izole kablolar, makara sarımları, abajur sanayiinde, aydınlatmada.

Ambalaj : Alüminyumun zararsız olması, su geçirmemesi, ultraviyole ışınlarını durdurması nedeniyle (çikolata, çay, tütün ve Al folilerle tereyağ, kondanse süt, Al tüplerde salça, dış macunu ve meşrubat şişelerinin kapaklarında)

Yapı Endüstrisi : Bina cephelerinin doğramalarında, damlarda süsleme ve dekoratif amaçla mutfak takımları, elektrikli ev aletleri, laboratuvar ve sınıai cihazlarda (tank, kamyon ve treyler şasileri, vagonlar), demiryollarında işaret levhaları, maden ocaklarında payandalar, payanda kolları, kömür arabaları, denizcilikte üst yapılar, bölmeler, cankurtaran filikaları gibi.

Tekstil Sanayii : Makaralar, silindirler, ayrıca eloksallı reflektörler ve fantezi süs eşyası yapımında bijuteride.

# PASLANMAZ ÇELİKLERİN ELEKTROPOLİSAJ İŞLEMİ

Paslanmaz çelikten imal edilen ev araç ve gereçlerinin, çatal, kaşık, mikser, çaydanlık ve kevgir gibi parçalar ile tıbbi maksatla ortopedik parçaların kırık, çıkık vs.de vücut içerisine takılan paslanmazdan mamul parçaların elektrolitik parlatmasında tatbik edilir.

Parçaların imalatları esnasındaki lehim, kaynak gibi muhtelif şekillendirilmelerinden ileri gelen matlık ve renk değişimleri bu özel elektrolitik parlatma çözeltisiyle giderilir. Sonuçta malzemede hiçbir şekilde kaybolmayacak bir parlaklık sağlanır.

Anodik olarak gerçekleştirilen bu tür parlatmada bu özel elektrolitin diğerlerinden üstün farkı, 300 kalite paslanmazlarda yüzeyde pasivasyon sağladığı için korozyona karşı direncini daha da çok artırır. Bu yolla elektrolitik parlatma çok ekonomiktir ve elektrolit de uzun ömürlüdür. Yalnız ön işlemlerde meydana gelebilecek ezikleri ve derin çizgileri düzeltmez, sadece yüzeyi parlatır.

Paslanmazların mekanik polisajından sonra bilhassa çaydanlık ve demliklerin (dış yüzeylerinin) polisajından sonra iç kısmının elektrolitik parlatılması, içi ve dışı birlikte yapılırsa çok üstün ve homojen bir parlaklık kazanır. Ayrıca banyoya giremeyecek kadar büyük parçaların elektrolitik parlatılması da kısım kısım yapılabilir. İşlem esnasında dışarda kalan kısımda hiçbir değişiklik olmaz, yan etkiler görülmez.

Mekanik parlatma işleminde polisajdan önce metalin yüzeyinde gözle görülemeyen pürüzler (tümsek ve çukurlar) vardır. Polisajda yüzeydeki pürüzler kazınıp, çukur yerler dolmaktadır. Çukurlar dolarken metalin aşındırıcı tozları ile dolar, yüzeyde husule gelen bu tabaka metalin görünümünü etkiler.

Elektrolitik parlatmanın esası, anodik olarak bağlanmış metal yüzeyindeki tümseklerin metale uygun bir gerilim tatbikiyle çukur yerlere oranla daha hızlı olarak çözünmesidir. Yeni burada diğer elektrolitik kaplamalarda olduğu gibi (Cu-Ni-Zn-Cr) gibi bir tabaka oluşmaz, daha güzel bir parlaklık sağlanmış olur.

Elektrolitik parlatma çözeltisinin hijyenik hiçbir yan etkisi yoktur. Sağlığa zarar verecek gaz, buhar neşretmez. Eldivenle çalışılmalıdır. Çok dikkatle çalışarak elektrolitin yüze ve göze sıçramamasına dikkat edilmelidir.

Elektrolitin çalışma sıcaklığının yüksek oluşundan dolayı çok az bir buharlaşma sözkonusu olabilir. Bundan dolayı sabahları işe başlarken 100 lt.lik bir elektrolit için 500 ml. Kadar destile (veya demineralize) su katılmalıdır. Analize göre asitlerin karışımı yapılmalıdır.

**Tablo 1. Paslanmaz Çelikler (DIN 17440)**

Malzeme No	DIN	C	Si max	Mn max	P max	S max	Cr	Ni
1,4016	X8 Cr 17 AISI 420-410	0,10	1,00	1,00	0,045	0,030	18,00	0,50
1,4021	X20 Cr 13	0,20	1,00	1,00	0,045	0,030	13,00	–
1,4034	X40 Cr 13	0,40	1,00	1,00	0,045	0,030	13,00	–
1,4300	X12 Cr Ni 188 AISI 304	0,12	0,60	0,60	0,030	0,030	18,00	9,00
1,4401	X5 Cr Ni Mo 1810	0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	18,00	12,00 (x)
1,4828	X15 Cr Ni Si 25 12	0,15	2,00	0,60	0,045	0,030	20,00	12,00
1,4841	X15 Cr Ni Si 25 20 AISI 310	0,15	2,00	2,00	0,045	0,030	25,00	20,00

Not : (x) 2,25 Mo vardır.

Paslanmaz çeliklerin anodik parlatılmasında :

Anot : Parlatılacak malzeme.

Katot : Paslanmazdan mamul banyo kazanı veya paslanmaz plakalar.

Anot – Katot mesafesi : 12-15 cm olmalıdır.

Anot / Katot yüzey oranı : 1 / 1 oranında olmalıdır.

Elektrolit sıcaklığı : 100-105 °C

Akım yoğunluğu : 14-16 V ve 28-30 A/dm<sup>2</sup>

Elektrolit : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Yeni elektrolitin bir müddet kullanımından sonra akım yoğunluğu 20-24 A/dm<sup>2</sup> ye düşürülebilir.

Müddet : 1-3 dakikadır.

Not : Silindirik malzemelerde içerisine yardımcı 2-3 mm.  $\phi$  paslanmaz katot olarak konulmalıdır. Elektrolitin sıcaklığı termostatla kontrol edilmeli ve sabit tutulmalıdır.

**Tablo 2. Paslanmaz Çelik Terkipleri**

AISI 304								
	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	S	P
Min.	0,08	0,75	2,0	8 10,5	18 20	0,10	0,030	0,045
Max.	0,63	0,35	1,08	8,04	18,12	0,093	0,023	0,024

AISI 316									
	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	S	P	Mo
Min.	0,030	0,75	2,0	10,0 14,0	16,0 18,0	0,10	0,030	0,045	2,0 3,0
Max.	0,024	0,40	1,28	10,09	16,77	0,04	0,026	0,026	2,09

AISI 420								
	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	S	P
Min.	0,150	1,00	1,0	–	12,0 14,0	–	0,030	0,040
Max.	0,193	0,37	0,38	0,26	13,10	–	0,04	0,018

## Elektrolitik Parlatma Banyosunun Analizi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Karışımı)

Reaktifler : 1 N NaOH  
Metil oranj indikatör  
Fenolftalein

Analizin Yapılışı :

a) Banyo numunesinden (elektrolitten) bir pipetle 10 ml. 1 lt.lik balon jøjeye alınır ve çizgiye kadar destile su ile seyreltilerek iyice çalkalanır. Seyreltilen bu çözeltilen 10 ml. Numune 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere alınır, takriben 100 ml. destile su ilavesiyle 4-5 damla metil oranj katılarak 1 N NaOH ile sarı renge kadar titre edilir.

1 N NaOH sarfiyatı (a) ml. olsun.

b) Bilahare çözeltiliye 3-4 damla fenolftalein ilavesiyle 1 N NaOH ile titrasyona renk gül kırmızısı olana kadar devam edilir.

1 N NaOH sarfiyatı (b) ml. olsun.

Hesaplama : Seyreltme oranı dikkate alınarak,

$b \times 9,8 = \dots$  [gr/lt] H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> miktarını verir.

$(a - b) \times 4,9 = \dots$  [gr/lt] H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarını verir.

**Tablo 3. Fosforik Asit (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)**

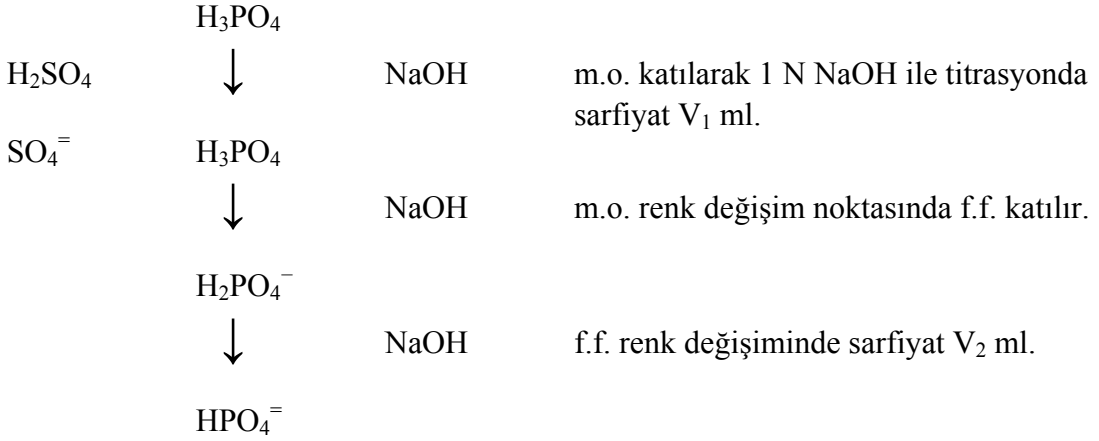
Fosforik Asit (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) 20°			Fosforik Asit (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) 20°			Fosforik Asit (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) 20°		
°Bé	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> %	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> [gr/lt]	°Bé	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> %	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> [gr/lt]	°Bé	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> %	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> [gr/lt]
0,7	1	10,05	12,3	16	175,00	25,8	35	425,60
1,6	2	20,22	13,0	17	187,00	29,3	40	502,60
2,2	3	30,48	13,9	18	199,30	32,9	45	582,70
3,0	4	40,88	14,6	19	211,50	36,3	50	668,00
3,9	5	51,40	15,4	20	224,00	39,7	55	759,00
4,4	6	61,98	16,1	21	236,50	43,1	60	855,60
5,3	7	72,73	16,9	22	249,30	46,3	65	957,40
6,0	8	83,60	17,7	23	262,20	49,6	70	1067,00
6,9	9	94,59	18,5	24	275,30	52,8	75	1183,00
7,7	10	105,70	19,1	25	288,20	55,8	80	1305,00
8,4	11	116,90	19,8	26	301,60	58,8	85	1435,00
9,3	12	128,30	20,6	27	315,10			
10,0	13	139,80	21,4	28	329,00			
10,8	14	151,30	22,2	29	342,80			
11,5	15	163,10	22,9	30	356,70			

**Tablo 4. Sülfürük Asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

Özgül Ağırlık	°Bé	Çözeltilinin Normalitesi	Asit Muhtevası			
			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %	SO <sub>3</sub> [kg/lt]	SO <sub>3</sub> %	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [kg/lt]
755	62,1	29,35	82,00	449	66,94	175
760	62,3	29,59	82,44	451	67,30	185
765	62,5	29,87	83,01	465	67,76	196
770	62,8	30,14	83,51	478	68,17	207
775	63,0	30,40	84,02	491	68,60	218
780	63,2	30,69	84,50	504	68,98	228
785	63,5	30,98	85,10	519	69,47	240
1,790	63,7	31,28	85,70	1,534	69,96	1,252
795	64,0	31,59	86,30	549	70,45	265
800	64,2	31,89	86,92	564	70,96	277
805	64,4	32,24	87,60	581	71,50	291
810	64,6	32,59	88,30	598	72,08	305
815	64,8	32,99	89,16	618	72,96	322
820	65,0	33,42	90,05	639	73,51	338
821	–	33,50	90,20	643	73,63	341
822	65,1	33,58	90,40	647	73,80	345
823	–	33,67	90,60	651	73,96	348
824	65,2	33,77	90,80	656	74,12	352
825	–	33,87	91,00	661	74,29	356
826	65,3	33,97	91,25	666	74,49	360
827	–	34,07	91,50	671	74,69	364
828	65,4	34,18	91,70	676	74,86	368
829	–	34,28	91,90	681	75,03	372
830	–	34,39	92,10	685	75,19	376
831	65,5	34,50	92,43	692	75,46	382
832	–	34,62	92,70	698	75,69	386
833	65,6	34,75	92,97	704	75,89	391
834	–	34,87	93,25	710	76,12	396
835	65,7	34,99	93,56	717	76,38	402
836	–	35,11	93,80	722	76,57	405
837	–	35,28	94,25	730	76,90	412
838	65,8	35,46	94,60	739	77,23	419
839	–	35,64	95,00	748	77,55	426
840	65,9	35,87	95,60	759	78,04	436
8405	–	35,99	95,95	765	78,33	441
8410	–	36,17	96,38	774	78,69	448
8415	–	36,54	97,35	792	79,47	463
8410	–	36,87	98,20	808	80,16	476
8405	–	36,99	98,52	814	80,43	481
8400	–	37,03	98,72	816	80,59	483
8395	–	37,05	98,77	817	80,63	484
8390	65,8	37,18	99,12	823	80,93	488
8385	65,8	37,23	99,31	826	81,08	490
8384	65,8	37,66	100,00	838	81,63	500

## Paslanmazların Elektrolitik Parlatma Banyo Analizi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

Prensip : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> karışımının analitik kontrolüdür.



Analizin Yapılışı :

Elektrolitten bir pipetle 5 ml. numune 100 ml.lik bir balon jöjeye alınır, destile su ile çizgiye kadar tamamlanır. Seyreltilen bu çözeltiden 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere 15 ml. numune alınır ve m.o. (metil oranj) ve 1 N NaOH ile renk dönüm noktasına kadar titre edilir.

1 N NaOH sarfiyatı V<sub>1</sub> ml.dir. Bu dönüm noktasında çözeltiye derhal 4-5 damla f.f. (fenolftalein) katılarak 1 N NaOH ile renk dönüm noktasına kadar titre edilir.

1 N NaOH sarfiyatı V<sub>2</sub> ml.dir.

V<sub>1</sub> sarfiyatı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarını

V<sub>2</sub> sarfiyatı H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> miktarını verir.

### Örnek Hesaplama :

V<sub>1</sub> sarfiyatı 9 ml.

V<sub>2</sub> sarfiyatı 2 ml. ise

a) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarı :

V<sub>1</sub> - V<sub>2</sub> = 2 ml.dir.

2 x (98 / 2) x (100 / 15) = 653,33 mg.dir.

Başlangıçta 5 ml. numune alındığından bu rakam 5' e bölünür. Yani,

653,33 / 5 = 130,66 mg/lt. bulunur.

Litrede ise (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tablosundan) 130 gr/lt. ve % olarak ise %15' e tekabül ettiği bulunur.

b) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> miktarı :

7 x (98 / 1) x (100 / 15) = 4573,33 mg.

4573,33 / 5 = 914,46 mg/lt. bulunur.

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tablosundan %78,80' e tekabül eder. Yani %78,80 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> bulunur.

Hesaplama kullanılan 15 rakamı seyreltiden alınan çözelti miktarıdır.

**Not :**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 130 mg. bulundu ise; litrede 1000 x 130 = 130.000 mg/lt. yani 130 gr/lt.

Tablodan %15 bulunur.

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 914,66 mg. bulundu ise; litrede 1000 x 914,66 = 914.660 mg/lt. yani 914,66 gr/lt.

Tablodan %78,80 bulunur.



# ALUMİNYUM'UN ANODİK OKSİDASYONU

<b>Aluminyum :</b>	Sembölü	Al
	Atom no.	13
	Atom ağırlığı	26,981
	Yoğunluğu	2,698 (20 °C' de)
	E.n.	660,24 °C
	K.n.	2467 °C
	Değerliği	+3
	Normal potansiyel	-1,7 V
	Elektrokimyasal eşdeğer miktarı	0,33588 gr/A.h

İlk defa Alman *Wöhler* tarafından  $AlCl_3$  üzerine potasyum etki ettirerek açığa çıkarıldı (1827). İlk sınaî üretimi *Sainte-Claire* tarafından gerçekleştirildi (1854). Elektroliz yolu ile ilk metalurjisi de *Deville*' de 1886 yılında Fransız *Herault* ve Amerikalı *Hall* tarafından aynı zamanda, fakat ayrı ayrı bulundu.

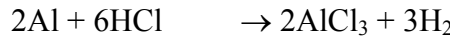
Demirden sonra en çok kullanılan beyaz, gümüşî görünüşte ve hafif bir metaldir. Kolayca tel ve levha haline gelebilir. Oksijene karşı büyük bir ilgisi olmakla beraber, ince bir amorf oksit ( $Al_2O_3$ ) tabakası ile kaplıdır. Dolayısıyla bu oksit tabakası metali korur. Üretimden yeni çıkan bir aluminyumun yüzeyinde oluşan film tabakası 50-80 °A (angström=  $10^{-10}$  mt.) kadardır. Oksit tabakası (amorf) kalınlığı arttıkça esas (ana) metali koruyucu bir özellik arzeder. Aluminyumda bulunan  $Al_2O_3$ ' ün bu koruyucu özelliği diğer metallerde yoktur. Mesela demir üzerinde oluşan oksit tabakası bilahare rutubetin de (nem) etkisiyle pas'a dönüşür. Bu paslanma (korozyon) sonucu tonlarla kayıp oluşur.

Aluminyumun elde edildiği boksit cevheri 1938 yılına kadar bilinmiyordu. MTA Enstitüsü'nün 1962-1965 yılları arasında yaptığı çok geniş kapsamlı jeolojik sondaj ve kuyu çalışmaları Konya-Seydişehir boksitlerinin tipi ve yeterli rezervde olduğunun anlaşılması üzerine yörede aluminyum üretim tesisi kurulmasına karar verilmiştir. Ülkemizde takriben 60 milyon ton boksit rezervi bulunmaktadır.

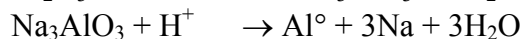
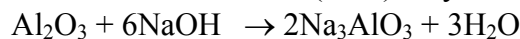
1974' te Etibank Seydişehir Al tesislerini kurmuştur. Tesisin üretim kapasitesi 60.000 tondur. Yurdumuzda aluminyum sektörü Ortadoğu ülkeleri ve Avrupa topluluğuna yaptığı ihracatını gün geçtikçe artırmaktadır.

Aluminyum oksijen ve klorda yanar. HCl ve HF de bu metale hızla,  $H_2SO_4$  ise yavaş etki eder. Derişik  $HNO_3$ ' den etkilenmediği gibi, organik maddelerin çoğuna da dayanıklıdır.

Al soğukta yavaş, fakat sıcakta HCl' de pek çabuk çözünür ve hidrojen açığa çıkar :



Seyreltik  $H_2SO_4$ ' te zorlukla, fakat derişik  $H_2SO_4$ ' te pek çabuk çözünür. NaOH ve KOH' da sıcakta aluminat vererek çözünür ve hidrojen çıkar :



Bu reaksiyonda  $H_2$  kaleviden (alkaliteden) değil, su moleküllerinden oluşur. Alkalitenin rolü  $Al(OH)_3$  tabakasını çözündürerek yüzeyi temiz tutmaktır. Burada oluşan sodyum aluminata asidin etkimesiyle, aluminyumun yüzeyindeki tüm oksit (amorf  $Al_2O_3$ ) tenarındırarak "aktif aluminyum" haline dönüşür.

Laboratuvarda elde edilen aktif aluminyum üzerine su dökülürse, bir müddet sonra hidrojen çıkar ve metal aluminyumun bu özelliğinden faydalanılarak aktif hale getirilmiş, yüzeyinde önceden havada oluşan amorf oksit ( $Al_2O_3$ ) tabakası giderilerek sülfürik asit (aşağıda diğer metodlar gibi) çözeltisinde anodik olarak elektroliz edilirse gayet güzel görünüşlü, homojen ve yüzeyde her tarafta eşit kalınlıkta bir  $Al_2O_3$  tabakası elektrolitik olarak elde edilmiş olur.

İşte bu işleme ELOKSAL adı verilir. Eloksal kelimesi Almanca bir tabir olan (**E**lektrolytische **O**xidation des **A**luminums) yani alüminyumun anodik oksidasyonu kelimelerinin baş harfleri birleştirilerek türetilmiştir.

Adından da anlaşıldığı gibi Alüminyum parçalar, yani elokse edilecek, “anodik oksidasyona” tabii tutulacak parçalar anoda asılmalıdır. Katot ya Al veya Pb plakalardan oluşur. Banyo kabı tamamen kurşun kaplı veya Pt-Fe olmalıdır.

İyi bir anodik oksidasyon (eloksal) işlemi için aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

**a)** İyi bir eloksal, metalin Al safiyetine bağlıdır. Al %99,5 saflıkta olmalıdır.

**b)** Anodik oksidasyon işlemi diğer Cu, Ni, Zn ve Cr kaplamalara benzemez. Bu tür kaplamalarda kaplanacak metal katoda asılmakta ve anotta bazı istisnalar hariç, elektrolitik Cu, Ni, Zn’ dir. Krom, Au ve Ag kaplamalarda çözünmeyen anot kromda (%93 Pb + %7 Sn), Au ve gümüşte Pt anotlar gibi. Bu tür kaplamalarda redresör seçimi; banyo hacmine ve işleme göre, gerilimi 10-12 veya 15 V, akımı da 800-1500-3000 A’ e kadardır. Anodik oksidasyonda ise voltaj yüksek olduğundan 30-40 V olarak seçilmelidir. Akım 1500-2500 A’ dir.

**c)** Alüminyum parçaların yüzeyinde oluşan amorf oksit tabakasının çok iyi giderilmesi gerekir. Aynı zamanda Al mamullerinin imalatında yüzeyde yağ tabakası da bulunur. Onun için alüminyum malzemenin iyi temizlenmesi oksit tabakası + yağ tabakasının giderilmesi önem kazanır. Kesinlikle yalnız sudan kostik (NaOH) çözeltisi bu işi görmezve dezavantajı alüminyum yüzeyini aşındırır.

**d)** Oksit ve yağ tabakasının giderilmesi özel temizleme maddeleri üreten firmalardan Alüminyum için olduğu belirtilmelidir. Bilgi için alüminyum cins ve şekillerine göre muayyen yüzde oranlarında, içeriğinde NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ve emülgatör bulunur.

**Eloksal işlem sırası şöyle olmalıdır :**

- 1- Parçalar özel alüminyum askılarına asılır, demir, pirinç vs. askı kullanılmaz.
- 2- Oksit ve yağ alma banyosunda 40-50 °C’ de temizlenir. Şayet Al parçaların polisajı yapılmışsa burada yağlarından temizlenir. Banyo üzerinde aspirasyon sağlanmalıdır.
- 3- 30-35 °C suda yıkama.
- 4- Devamlı akar suda yıkama.
- 5- %15-20 lik HNO<sub>3</sub> de nötrleme.  
Not : Al alaşım Si ihtiva ediyorsa %1-3 HF ilave edilmelidir. Bu asitle çalışırken cilde temasına asla izin verilmemelidir.
- 6- Su ile yıkama, durulama.
- 7- Su ile yıkama, durulama.
- 8- Eloksal (anodik oksidasyon) banyosu.

Elektrolit %20 lik sülfürik asit çözeltisidir. Burada deiyonize su kullanılmalıdır. Banyo hazırlanırken önce banyoya (hazırlanacak hacme göre) önce suyun ¾’ ü konulur, üzerine çok yavaş yavaş ve azar azar sülfürik asit katılır.

Banyo hazırlayıcılar mutlaka koruyucu gözlük ve uzun konçlu eldiven kullanmalıdırlar. Reaksiyon kimyaca (ekzotermik) ısı veren bir reaksiyon olduğundan elektrolit çok ısınır, soğuması beklenir veya banyoya tabandan soğumayı kolaylaştırmak (süreyi kısaltmak) için düşük basınçla hava verilir. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılması bittikten sonra tam soğuması beklenir.

Çalışma şartları :

Elektrolit %20 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi

Sıcaklık 18-22 °C

Voltaj 12-25 V

Amper 1-2 (1,6 A/dm<sup>2</sup>)

Süre 20-30 dakika

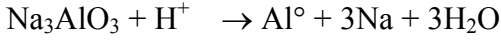
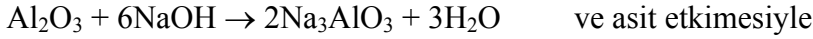
Anot-katot arası mesafe 15-25 cm. olmalıdır. Katot/anot yüzey oranı ½ olmalıdır.

Eloksal banyo çalışma sıcaklığı 24-25 °C lere çıktığında kalite bozulur. Kalitenin devamlı sağlıklı olması için eloksal banyosunun iç yan cidarlarına kurşun boru (serpantin) döşenerek, sıcaklığı 18-22 °C’ de sabit tutmaya çalışılmalıdır.

9- Su ile yıkama, durulama.

10- 95 °C' de demineralize suda sealing ve kurutma.

Yukarıda da formüle edildiği gibi; oksit giderme ve yağ alma banyosunda birinci banyoda amorf oksit tabakası giderilir.



Aktif hale geçen alüminyum eloksal banyosunda sekizinci banyoda anotta çıkan oksijen ile homojen, her yerde eşit kalınlıkta elektrolitik olarak bir  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tabakası oluşur.

Alüminyum safiyeti ne kadar yüksek olursa, o kadar kaliteli bir eloksal tabakası elde edilir.

Not : alüminyum safiyetinin düşük olması ve içeriğinde Si ve Mn ihtiva etmesi durumunda, malzeme yüzeyinde oksit ve yağ alma banyosundan sonra kirlilik, gri veya siyah bir film tabakası oluşabilir. Bu hata beşinci banyoda nitrik asit ve HF ile giderilir.

Eloksal işleminde :

a) Oksit giderme ve yağ alma terkibi %6-8' lik olmalıdır. Banyo ömrü 4-6 haftadır. Arada bir takviye edilerek bu süre sonunda yeniden hazırlanmalıdır.

b) yıkama suları devamlı akar su olmalıdır.

c) Eloksal banyosunun her 10-15 günde bir  $\text{H}_2\text{SO}_4$  miktarı kontrol edilmelidir. Banyoda metalik  $\text{Al}^{+++}$  miktarı 15 gr/lt. yi geçerse yenilenmelidir.

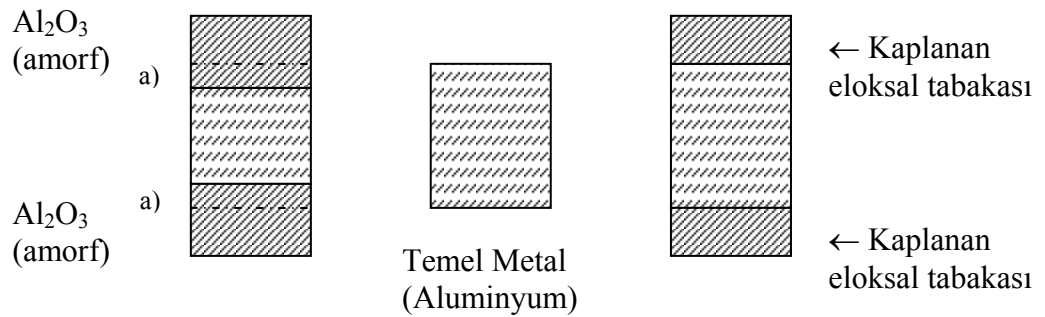
d)  $\text{HNO}_3$  ve HF banyosunda dikkatli çalışılmalı, parça yüzeyindeki kirlilik, film tabakası kalıyorsa yenilenmelidir.

Buradaki kirli suların içerisinde ihtiva ettiği atık kimyasalların zararsız hale getirilmesi YASA GEREĞİ şarttır. Şayet müstakil bir yerde çalışılıyor ise, usulüne uygun kimyasal yöntemle arıtma sistemi kurulmalı, kontrol edilmelidir.

Şayet eloksalı yapılan parçalar içerisinde bozuk çıkanlar olursa, ayrı bir banyoda %8-10' luk bir sudkostik banyosunda parçanın üzerindeki oksit tabakası sökülmelidir.

Eloksal işleminde aşağıda şematik olarak gösterildiği şekilde;

Oksit giderme, yağ alma banyosunda önceden havada oluşan amorf  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tabakası giderilir, metal yüzeyinde bir aşınma olur. Bilahare eloksal işleminden sonra elektrolitteki müddete göre (istenilen kalınlığa kadar) 15-25 mikron tabaka elde edilmesi sağlanır. Eloksal tabakası oluşurken elektrolite Al geçer, alüminyumun elektrolitte erime hızı  $0,6 \text{ gr}/\mu.\text{m}^2$  dir. Yüksek konsantrasyonda Al mevcudiyeti eloksal işleminde voltajı daha da yükselterek enerji sarfiyatının artmasına ve de banyonun çok ısınmasına neden olur.



a) Oksit ve yağ almadaki eksilen kısım

## Çeşitli Anodik Oksidasyon (Terkipleri) Metodları :

### 1- GS (Doğru akım + Sülfürik asit) Metodu :

Elektrolit	: %20 sülfürik asit
Gerilim (voltaj)	: 10-20 V
Akım (amper)	: 1,5-2,5 A/dm <sup>2</sup>
Sıcaklık	: 18-22 °C
Renk	: Renksiz

### 2- GX (Doğru akım + Okzalik asit) Metodu :

Elektrolit	: %5 okzalik asit
Gerilim (voltaj)	: 60 V
Akım (amper)	: 1-1,5 A/dm <sup>2</sup>
Sıcaklık	: 18-20 °C (30-35 V, 1-2 A/dm <sup>2</sup> de 35 °C)
Renk	: Hafif renkli

### 3- WX (Alternatif akım + Okzalik asit) Metodu :

Elektrolit	: %7-10 okzalik asit
Gerilim (voltaj)	: 80 V
Akım (amper)	: 2-5 A/dm <sup>2</sup>

### 4- BK (Doğru akım + Kromik asit) Metodu :

Elektrolit	: 30-100 gr/lt. kromik asit
Gerilim (voltaj)	: 40-50 V
Akım (amper)	: 1 A/dm <sup>2</sup>

Eloksal kaplama kalınlığı banyoda kalma müddetiyle ilgilidir. Akım kesafeti ve banyoda kalma müddeti ile istenilen kalınlıkta eloksallık tabakası oluşturulur.

Mesela, 20 °C' de 1,6 A/dm<sup>2</sup> ile kaplama kalınlığı-zaman ilişkisi :

15 dakikada	8 mikron
30 dakikada	14 mikron
60 dakikada	26 mikron
90 dakikada	37 mikron

Enerji sarfiyatı 30-40 dakikada 0,5-2,5 kWh/m<sup>2</sup> dir.

Eloksal tabakası çok sert ve aşınmaya dayanıklıdır. Sealing işlemi yapılmış eloksallık tabakası korozyona çok dayanıklıdır ve saydam yapısı alüminyumun metalik karakterini ortaya koyar. Yalnız eloksallık tabakası asitlere dayanıklı olmakla birlikte alkalik kimyasallardan hemen etkilenir.

### Kromik asit ile anodik oksidasyon :

Uçak ve savunma sanayiinde tatbik yeri vardır. Korozyona karşı çok dayanıklıdır. Piyasada yün örgü şişlerinin kaplanması da tatbik edilir.

Elektrolit : 30-100 gr/lt. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Burada parçalar banyoya en düşük voltajda asılır, 30-40 dakikada 30-32 V' a çıkarılır. Parça adedinin yaklaşık 2,5 katı ampere ulaşılması ve buradan itibaren sabit kalacak şekilde voltaj 50 V' a kadar yükseltilip işlem tamamlanır. İşlem sırasında elektrolitin hava ile sürekli karıştırılması sağlanmalıdır.

### Sert eloksallık işlemi :

Çok sert, sürtünmeye dayanıklı bir yüzey istenildiğinde yapılan bir eloksallık işlemidir. Elektrolit 10-30 gr/lt. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve 30-80 V tatbiki ile (-4 / 0 °C) suhunette yapılır. Tabaka kalınlığı 20-30 mikrondan (μ) 100-125 mikrona kadar çıkılabilir.

## **Eloksal (Anodik Oksidasyon) Banyo Analizi (Volumetrik Analiz Yöntemi) :**

### **1) Toplam sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) tayini :**

Reaktifler : 1 N NaOH ayarlı çözelti  
Fenolftalein (indikatör)

Analizin Yapılışı :

Banyo çözeltisinden bir pipetle 10 ml. numune 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere alınır. Takriben 50 ml. destile su ile seyreltilir ve 4-5 damla fenolftalein indikatörü katılarak 1 N NaOH ile hafif gül kırmızısı renge kadar titre edilir.

1 N NaOH sarfiyatı (a) ml. ise,

Hesaplama :  $a \times 4,9 = \dots$  [gr/lit] Toplam sülfürik asit miktarı bulunur.

### **2) Serbest sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) tayini :**

Reaktifler : 1 N NaOH ayarlı çözelti  
Fenolftalein (indikatör)  
Tampon çözelti (500 gr/lit. KF, Merck)

Analizin Yapılışı :

Banyo çözeltisinden 10 ml. numune bir pipetle 500 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere alınır. Üzerine 20 ml. tampon çözelti ve 4-5 damla fenolftalein katılarak 1 N NaOH ile hafif gül kırmızısı renge kadar titre edilir.

1 N NaOH sarfiyatı (b) ml. ise,

Hesaplama :  $b \times 4,9 = \dots$  [gr/lit] Serbest sülfürik asit miktarı bulunur.

### **3) Banyoda (elektrolitte) bulunan Al<sup>+++</sup> miktarı :**

Banyoda çalışma sürecinde elektrolite geçen Al<sup>+++</sup> ise toplam ve serbest sülfürik asit arasındaki farktan hesaplanır.

Hesabın Yapılışı :  $(a-b) \times 0,9 = \dots$  [gr/lit] Al<sup>+++</sup> miktarıdır.

NOT :

- Analiz her 10-15 günde bir yapılmalıdır.
- Analiz sonucuna göre eksik olan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılmalıdır.
- Banyodaki Al<sup>+++</sup> miktarı 18-20 gr/lit. ye ulaştığı takdirde banyo yeniden hazırlanmalıdır.

# FOSFATLAMA İŞLEMİ

## Fosfatlamamın Amacı :

Sac (çelik) üzerinde korozyon, pas oluşumuna engel olmaktır. Boya öncesi ise yüzeyin boya işlemine kadar geçecek süreç içerisinde paslanmasını önlemektedir.

Ayrıca yüzeyde oluşturulan 1-1.5 µ (mikron) kalınlığındaki fosfat tabakası boyanın yüzeye iyi tutunmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda boya sonrası herhangi bir nedenle boya filmi kırıldığında veya soyulduğunda boya altı yüzeyde korozyonun oluşumuna engel olur.

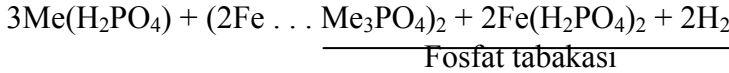
Ayrıca elektriğe karşı izolasyonu yapılabilen, hareketli parçaların sürtünmeden dolayı aşınmaya karşı mukavemetleri artırılmaktadır. Fosfat banyosunda demir, çelik, çinko ve halitalarının yüzeylerinde kimyasal reaksiyon sonucunda yüzey tamamen bir fosfat tabakası ile kaplanmakta ve korozyona karşı dayanıklılık kazanmaktadır. Alüminyum için ayrıca koruyucu bir yöntem kromatize (alodine) tatbik edilir. Özel olarak alüminyum yüzeyine tatbik edilen bu usül demir ve çelik yüzeyine yapılan fosfatlama işleminin benzeridir. Bu yöntemde de önce Al metalinin yüzeyi yağ, oksit v.s. kirlilikten kurtarılır. %1-2' lik Alodine (Kromatize) çözeltisine daldırılır; 2-3 dakika yeterlidir. Amaç yüzeyde koruyucu, korozyon mukavemetini artırıcı bir kromat tabakası oluşturmaktır.

## Fosfatlama İşlemi :

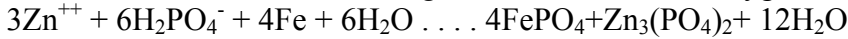
- Çinko fosfatlama
- Demir fosfatlama
- Mangan fosfatlama olmak üzere üç ayrı metod vardır. Her birinin amacı ve kullanım yerleri başkadır. Çinko fosfat tabakası metal yüzeyinin fosforik asit ve sonucu oluşur. Genel olarak formül :

Metal yüzeyine iyice yapışması için  $Zn(H_2PO_4)_2$ ;  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  kullanılır. Asidik çinko fosfat bileşiğinin metal yüzeyinde nötralize olması, çinko fosfat kristallerinin metal yüzeyine çökmesine neden olur.

Bu çinko fosfat tabakasının özellikleri metal yüzeyinin durumu ile ilişkilidir. Metal yüzeyleri fosfatlamadan önce yağ, kir, pas vs.den tamamen kurtarılmış olmalıdır.



$Zn(H_2PO_4)_2$  ile  $H_3PO_4$  çinko ve alaşımları için kullanılır.  $Zn(H_2PO_4)_2 + Zn \dots (PO_4)_2 + 2H_2$  burada tersiyer çinko fosfat oluşur. Oluşan bu tabakanın kalınlığı 1 – 1,5 µ (mikron) ve 0,6 – 1,5 ağırlıkları mertebesinde üreticinin verdiği kullanma talimatının uygulanması ile sağlanabilir.



Fosfatlama İşlemi,

- Daldırma
- Tünel fosfat (püskürtme) yolu ile iki şekilde tatbik edilir. Her ikisinde de kimyasal işlem aynı, tatbikat (uygulama) değişiktir.

## İdeal bir çinko fosfatlama işleminde tatbik edilecek sıra şöyle olmalıdır :

- Sıcak alkali yağ alma
- Su ile yıkama (çalkalama) durulama
- Nötrleme
- Su ile yıkama (çalkalama) durulama
- Aktivasyon
- Fosfatlama
- Su ile yıkama (çalkalama) durulama
- Pasivasyon
- Sealing (demineralize su ile yıkama, çalkalama)

## Fosfatlama Sistemlerinde Yağ Alma, Yüzey Temizlemenin Önemi :

Yetersiz bir yağ alma işlemi kusurlu fosfatlamaya neden olur Yeterli bir yağ alma işlemi ise homojen ince kristalli, kusursuz bir fosfat tabakası oluşumunu sağlar. Yağ alma işleminde yağların cinsi de çok önemlidir. Bazı yağlar alkali kimyasallarla kolayca temizlenebilmekte, derin çekme veya sıvamalarda kullanılan yağlar ise pek kolay temizlenememektedir. Ayrıca yağ alma maddesi (çözültisi) suyla kolay durulanabilmeli, yüzeyde bakiye bırakmamalıdır.

İyi bir yağ alma maddesi Alkali karakterde olmalıdır. İçeriğinde ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , yüzey aktif maddeler) bulunur. Terkibi üretici firmaların verdiği özel ticari isimler altında satılır. Bunlar daldırma veya püskürtme sisteminde rahatlıkla, güvenle kullanılabilir. Yalnız şu hususu da akıldan çıkarmamak gerekir ki; yağ alma, reçetesi yeterli bir çalışma veya iyi bir fosfatlama için gerekli faktörlerden sadece birisidir. Zaman, konsantrasyon, sıcaklık ve basınç diğer öğelerdir.

Tüm öğeler, imalatçı (satıcı) firma tarafından tüketici firmalara yazılı olarak kullanım konsantrasyonu, sıcaklık, Süre, basınç parametreleri vs. verilmelidir. Keza analitik kontrollerin yapılış şekilleri de verilmelidir.

Yağ alma işleminde yağ alma banyosunun önemle dikkat edilmesi gereken parametreleri şöyle özetlenebilir :

- Banyodaki serbest alkali değeri
- Sıcaklık
- Basınç (püskürtme sisteminde)
- Zaman
- pH değeri
- Banyo ömrü (değişme periyodu)

Banyo analiz değerlerine göre ara takviyeler yapılmaktadır ancak, takviyelerin de yeterli olmadığı 5-6 hafta sonunda banyo yeniden hazırlanmalıdır. Kullanılan sular kimyasal arıtmaya tabi tutulmalıdır.

#### **Su İle Yıkama, Çalkalama (durulama)**

Gerek fosfatlamada gerek metal kaplamacılığında (galvanoteknikte) su ile yıkama, ara yıkamalar, çalkalamalar çok önemlidir.

Fosfatlamada yağ almadan sonraki yıkama çok önemlidir. Burada amaç yüzeydeki alkali karakterdeki yağ alma maddesini gidermek, müteakip banyolara taşınmasını önlemektir. Durulama banyoları devamlı akarsu (alttan taze) üstten (kirli su) çıkışlı banyolar olmalıdır.

#### **Nötrleme**

Durulamadan sonra alkaliteyi tamamen nötralize etmek için %5-6 lık zayıf bir asitle nötrlemelidir.

#### **Aktivasyon**

Fosfatlama öncesi (yüzey şartlandırıcı) da denilen ve titan tuzu içeren bir madde ile aktive edilir ki ince kristal yapılı bir fosfat tabakası oluşturulsun. Aktivasyon banyosu titanyum içeren kimyasalın su da tam çözünmemesinden dolayı kirli, bulanık bir görünüş (süspansiyon) arzeder. Dolayısıyla yüzeyde aktif noktalar oluşarak fosfat kristallerinin büyümesine yardımcı olur. Püskürtme sistemlerinde özel tip nozzle'ler seçimine dikkat edilmelidir (nozzle püskürtme delik ağızlarıdır).

Aktivasyon banyosunda da çok önemli altı kontrol noktası bulunmaktadır :

- Banyo çözültisi konsantrasyonu (süspansiyon ömrü)
- Sıcaklık
- Basınç
- Zaman (süre)
- pH değeri
- Aktivasyonda mutlak deiyonize su kullanılması.

Ayrıca aktivasyon dar bir pH aralığında çalışmayı gerektirir. Başka bir deyişle bu pH aralığında aktivasyon aktiftir. Alt ve üst pH değerlerinde aktif değildir. pH alt değerlerinde fosfat kristali

oluşumu kötü yönde oluşur, parçalı-lekeli fosfat tabakası oluşur. pH üst değerlerinde ise aktivasyon kimyasalı yüzeyi aktive değil, pasive eder ve dolayısıyla yüzeyde homojen olmayan bir fosfat tabakası oluşur.

### **Fosfatlama İşlemi**

**Çinko Fosfatlama :** Kalite performansı yüksek iyi bir çinko fosfat tabakası ince kristalli ve istenilen kalınlıkta olmalıdır. Bu ise daldırma fosfatlamada sürekli taze fosfat çözeltisiyle; püskürtme fosfatlamada düşük basınçta, yüksek debide çalışan nozzle'lerin kullanılmasıyla sağlanabilir.

Banyo konsantrasyonu çinko fosfat yenileyici kimyasallann sürekli ilavesiyle korunur.

Fosfat banyolarında dikkat edilmesi gereken parametreler şunlardır :

- a- Serbest asit ve korozyon performansı,
- b- Toplam asit ve korozyon performansı,
- c- Hızlandırıcı
- d- Müddet (süre)
- e- Sıcaklık (°C temperatür)
- f- Basınç
- g- Kaplama ağırlığı (gr/m<sup>2</sup>)
- h- Kristal büyüklüğü

*a- Serbest asit :* Çinko fosfat çözeltisinde çözünmüş halde bulunur. Şayet çözeltinin pH > 7 ise çöker. Analizde bulunan "serbest asit" banyodaki serbest fosforik asit miktarıdır. Bu ise çinko fosfat tuzunun çözeltide çözünmüş halde bulunmasını sağlar. Yüksek serbest asit ortamında çalışıldığında, çinko fosfat çözünürlüğü artacağı için, çinko fosfat tabakası oluşumu güçleşir. Arzu edilmeyen demir fosfat ortaya çıkar. Sonuçta ince, gevşek, yumuşak, mavimtrak bir tabaka oluşur ve korozyon performansı düşer.

Ayrıca banyoda düşük serbest asit ile çalışılırsa bu takdirde çinko fosfat banyoda çöker, fazla miktarda çamur meydana gelir; sarfiyat artar, kalite düşer, maliyet artar.

*b- Toplam asit :* Banyoda bulunan çinko fosfat konsantrasyonunun miktarı olup, imalatçı firma tarafından belirlenir, tatbikatçı verilen bu değerler içerisinde çalışmalıdır. Verilen limitin altında çalışmada yavaş ve ince fosfat tabakası oluşur. Düşük korozyon performansı görülür.

*c- Hızlandırıcı konsantrasyonu :* Fosfatlama banyoları genellikle "hızlandırıcı" olarak adlandırılan bir additif madde içerir. Bunun iki esas görevi vardır. Birincisi metal yüzeyindeki demiri aktif hale getirir, fosfatlama kimyasalında aşındırma efekti sağlayarak demiri çözer ve çamur oluşturur. Şayet hızlandırıcı mevcut olmasaydı, yüzeyden çözünen demir tekrar metal yüzeyinde istenmeyen demir fosfat şeklinde çökerdi. İkinci görevi ise metal yüzeyinde oluşan hidrojeni yükseltgemektir. Zira hidrojenin mevcut oluşu çinko fosfat tabakasının oluşmasını ve çökmesini engeller. Hızlandırıcı, hidrojeni depolarizasyon reaksiyonu ile suya dönüştürür. Banyodaki hızlandırıcı çok önemle takip edilmelidir.

*d- Müddet (süre) ve korozyon dayanıklılığı :* Daldırma çinko fosfatta minimum süre 2 dakika, maksimum süre 3 dakikadır. Püskürtme fosfatta müddet 1-3 dakikada tamamlanır.

Daha uzun süreler fosfat tabakası yapısı açısından zararlı olmasa da kaliteyi artırma gibi olumlu bir yanı yoktur. Sadece maliyeti artırıcı etkisi, kimyasal madde sarfiyatı, fazla ısı ve enerji kullanımı söz konusudur. Keza metal kaplamacılığında (galvanoteknikte) de parlaticı fazla konulursa kaplamanın daha çok parlak olacağı sanılmamalıdır. Üretici firmanın verdiği değerlere sadık kalınmalıdır. (Mesela 10.000 Amper-saatte 1,5- 1,8 H. gibi)

*e- Sıcaklık (°C) ve korozyon dayanıklılığı :* Uygun bir çinko fosfat tabakasının oluşumu çok önemli derecede temperatüre bağlıdır. Çinko fosfat tabakasının çözünürlüğü sıcaklık yükseldikçe azalır, dolayısıyla önemli derecede çinko fosfat bileşiğinin çinko fosfat çamuru şeklinde çökmesini hızlandırır. Üretici firmanın verdiği temperatür (mesela 48-50 °C gibi) değerleri içerisinde çalışılmalıdır.

*f- Basınç ve korozyon dayanıklılığı :* Fosfatlama işlemi esnasında iki tip kristal oluşur ve bunlar

- Geniş kristal büyüklüğü (*hopeite*)



• Daha küçük ve ince kristal büyüklüğü (*phosphophyllite*) şeklinde isimlendirilirler. Fosfat tabakasında bu iki tip kristaller arasındaki orana (P-Ratio) denilir.

Püskürtme fosfatlamada uygun parametrelerde çalışan püskürtme sisteminde yüksek P-Ratio oranı ve yüksek phosphophyllite yapısı elde edilir.

Ayrıca çinko fosfat çamuru, kimyasal işlemin sonucu doğal üründür. Püskürtme basıncı sıcaklık ve hızlandırıcı konsantrasyonunun oluşan çamur miktarı üzerindeki etkisi çok büyüktür.

Daldırma fosfatlamada çözelti hareketi sağlanmalıdır. Optimum çözelti hareketi için optimum basınç sağlanmalıdır. Bu durumda küçük, ince ve kübik kristal yapılı homojen fosfat tabaka görünüm ve optimum tabaka ağırlığı elde edilir.

*g- Kaplama ağırlığı ve korozyon dayanıklılığı* : Kaplama ağırlığı ( $gr/m^2$ ) ve kaplama kalınlığı (mikron) çinko fosfat tabakasının korozyon performansını göstermesi açısından çok büyük bir önemi vardır.

*h- Kristal yapısı ve korozyon dayanıklılığı* : Çinko fosfat tabakasındaki kristal yapısı ve kristal büyüklüğü banyonun fiziksel ve kimyasal parametrelerinin devamlı ve sık kontrolünün önemini vurgular.

İnce ve küçük kristal yapısı yoğun bir fosfat tabaka yapısı oluşturduğu için tercih edilir ve yüksek korozyon dirençlerine ulaşılması kolaylaşır. İri ve geniş kristal yapısı fosfat tabakasının gevşekliği ve düşük korozyon performansı olarak yorumlanabilir.

#### **Fosfatlama Sonrası Yıkama ve Çalkalama :**

Çinko fosfatlamadan sonraki yıkama ve durulamanın fonksiyonu fosfatlama kimyasallarının kalıntılarının uzaklaştırılması, fosfatlama sürecinin durdurulması ve müteakip banyolara taşınmalarının önlenmesidir.

Daldırma ve püskürtme fosfatlamada yıkama, çalkalama ve durulamalarda (tüm ara yıkamalarda) devamlı taze su akımı sağlanmalıdır. Püskürtme sistemlerinde basınç ve süre iyi ayarlanmalıdır.

#### **Pasivasyon :**

Çinko fosfatlamadan sonra metal kaplamacılığında (galvanoteknikte çinko-kadmiyum kaplamadan sonra olduğu gibi parçalar pasivasyon işlemine tabi tutulur. Pasivasyon işlemi süresince yüzeylerde kalan bazı birikintilerin ve reaksiyona henüz girmemiş kimyasalların uzaklaştırılması, iri (grob) kristallerin inceltilmesi ve şayet varsa çinko fosfat tabakası ile örtülemeyen noktacıkların korunmasıdır. Pasive edilmiş bir çinko fosfat yüzeyi pasive edilmemiş bir çinko fosfat yüzeyine göre 2-10 misli yüksek korozyon dayanıklılığı sağlar.

Pasivasyon kimyasalları üç çeşittir :

- a- Krom içeren kromik asit veya bikromatlar,
- b- Kromsuz kompleks organik bileşikler,
- c- Kromsuz anorganik tuzlar,

Yine pasivasyonda korozyon dayanıklılığını etkileyen beş ana etken vardır :

- Krom konsantrasyonu
- pH değeri
- Püskürtme sisteminde basınç
- Süre
- Sıcaklık

Bu değerler tamamiyle kimyasalları üreten firmalardan kullanıcı firmalara sağlıklı bir biçimde verilmelidir. Burada pH değeri çok kritiktir, çok dikkat edilmelidir. Keza banyo konsantrasyonu da çok önemlidir. Pasivasyonda mutlaka deiyonize su kullanılmalıdır. Esasında tüm sistemde deiyonize su kullanılmalıdır.

#### **Sealing :**

Pasivasyondan sonra iki yıkama ve çalkalama (durulama) yapılmalıdır. Birinci yıkamada fosfatlanmış yüzeylerdeki pasivasyon kimyasallarının kalıntılarının yüzeyden uzaklaştırılmasıdır. Deiyonize su şarttır, ayrıca suyun pH değeri, iletkenlik (mikrosiemens değeri) ve püskürtme sistemlerinde basınç ayarı çok önemli etkenlerdir. İkinci deiyonize su ile yıkama ki buna "sealing" adı verilir, 95 °C' de deiyonize su ile yıkamaktır.

*Diğer fosfatlama çeşitleri :*

a- Demir fosfatlama: Bu da aynen çinko fosfatlamaya benzer bir sistemdir. Daha ucuz, basit bir sistem olup özel durumlarda tatbik edilir.

b- Mangan fosfatlama: Mangan fosfatlamanın özel bir amacı ve yöntemi vardır. Amaç silindir borular, dişliler, çeşitli demir ve çelik tabakaların, hareket millerinin, konik dişli çarklarda, manivela, krank mili, pistonlarda ve debriyaj parçalarında kısaca sürtünme ve mukavemet gerektiren bütün demir ve çelik parçalarda tatbik edilir.

*Avantajı* : Hem korozyona dayanıklılık sağlar ve hem de sürtünme ile meydana gelebilecek aşınmaları önler. Parçaların çalışma sürecini (ömrünü) artırır. Tabaka kalınlığı 5-6gr/m<sup>2</sup> arasında değişir.

### **Mangan Fosfat İşlemi :**

*Gaye* : Silindir borular, dişliler, çeşitli demir ve çelik tabakaların hareket millerinin, konik dişli çarklarda manivela, krank milli, amortisör, pistonlarda debriyaj parçalarında kısaca sürtünmeye mukavemet gerektiren bütün demir ve çelik parçalarda tatbik edilir.

*Avantaj* : Hem korozyona mukavemet sağlar ve hem de sürtünme ile meydana gelebilecek aşınmaları önler, parçaların çalışma ömrünü artırır. Tabaka kalınlığı fosfatlama süresine göre 5-60 gr/m<sup>2</sup> arasındadır.

*İşlemin Tatbikatı* : Parçaların aşağıdaki çalışma sıra ve şartlarına göre tatbiki gerekir.

1. Parçaların yağının giderilmesi :

Alkali yağ alma banyosu	spesiyal	% 5 – 8
	Süre	5 – 15 dakika
	Sıcaklık	70 – 95 °C

2. Su ile yıkama çalkalama

3. Aktivasyon	Fixaj 5020 A	% 0,3
	Fixaj 5020 BTH	% 0,3
	Süre	1 dakika
	Sıcaklık oda sıc.	20 °C

Aktivasyon banyosu mümkün mertebe küçük tutulmalıdır, en büyük parçaların da girebileceği bir kap olmalıdır ve banyo her hafta yenilenmelidir. Banyoda hava sirkülasyonu veya parça hareketi şarttır.

4. Mangan fosfat tatbikatı : Ther. Granodine TH 112 ile % 19,2 oranında hazırlanmalıdır. (100 lt. demineralize suda 19.200 kg.)

Sıcaklık	95 – 98 °C
Süre	5 – 20 dak.
Fe <sup>++</sup> Miktarı	3 – 4 gr/lt. (Max. 7 gr/lt.)
Toplam asit	72 - 78
Serbest asit	12 – 14
Asit oranı	5,5 – 6,5

Hazırlanan banyo 70-80 °C' ye getirilir. Banyoda 3-4 kg. kadar çelik talaşı 1 saat kadar bekletilir ve çıkarılır. Bilahare banyo sıcaklığı 95 °C' ye çıkarılır, sıcaklık 95 °C' nin altına düşmemelidir. Zira kaplanmamış yüzeylere rastlanabilir. Banyo kazanı kalın 304 veya 316 kalite paslanmaz kaptan imal edilmelidir; teflon kaplı ısıtıcı kullanılmalıdır. Demir miktarı da max. 7 gr/lt.yi geçmemelidir.

5. Su ile yıkama, çalkalama

6. Sealing demineralize suda 95 °C, 10 – 15 dakika

7. Sealing'ten sonra parçalar soğumadan yüzeydeki suyun giderilmesinden sonra ince bir yağ tabakası ile kaplanır. Bir yağ banyosuna daldırılır ve süzülür. Bu yağlama işlemi de önemlidir; mangan fosfat tabakasının zemine yapışıklığı gibi dış satha hava rutubet v.s. karşı etkinliğini artırır, fosfat tabakasının korunmasını sağlar.

### **Kaynakça :**

Henkel – Collardin  
T.J. Zers – Can Alacahoğlu

# DEKORATİF VE SERT KROM KAPLAMA TEKNİĞİ

## I - KROM METALİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER :

Sembolü	..... Cr
Atom no.	..... 24
Atom ağırlığı	..... 51,996
Yoğunluğu	..... 7,1
E. n.	..... 1765 °C
K. n.	..... 2660 °C
Değerlikleri	..... +2 ; +3 ; +5 ; +6
Elektronları	..... 2 ; 8 ; 12 ; 2
İzotopları	..... 50 (% 4,4) ; 52 (% 83,78) ; 53 (% 9,43) ; 54 (% 2,3)

**Bulunuşu :** 1797 yılında Sibirya' da bir maden yatağında Fransız kimyageri *Vauquelin* tarafından bulundu. Ancak 1854 yılında *Bunsen* tarafından elde edilebildi. Krom metalini ısıya çok dayanıklıdır ve demirden daha güç olarak 1765 °C' de ergir. Çok sert bir metal olup aşınmaz ve havadan oksitlenmez, parlaklığını korur.

Bu metalin bütün tuzları kuvvetli ve renklendirici olduklarından, adı Yunanca' da renk anlamına gelen **chrome** ' den gelmektedir.

Yerkabuğunun % 0,037 – 0,040' ını krom tuzları oluşturmaktadır. Krom cevheri (kromit),  $FeCr_2O_4$  ( $Cr_2O_3 \cdot FeO$ ) minerali halinde (%68  $Cr_2O_3$  ve %32  $FeO$ ) bulunur.

Tabiatta bu oranda olmayıp değişik şekillerde bulunur. Fe yerine (Mg), Cr yerine (Al) veya ferrik demir spinel mineral grubunun bir çeşidi olup,  $(Mg, Fe^{++})O$  ( $Cr, Al, Fe^{+++}$ ) $_2O_3$  şeklinde de gösterilebilir. Yoğunluğu 4,6 ; sertliği 5,5' tur. Krom metalini  $PbCrO_4$  şeklinde de bulunur.

Krom cevheri Türkiye' de 1848 yılında Bursa yakınlarında bulundu ve işletilmeye başlandı. Kısa bir süre sonra Türkiye' nin krom üretimi dünya üretiminin % 60' ına yükseldi. Türkiye' de çıkarılan kromun dünya piyasalarında ilgi görmesi nedeniyle yeni yataklar arayan yabancı firmalar Fethiye' de yeni bir damar ortaya çıkararak işletmeye başladılar (1927). 80.000 ton maden elde edildi. Türkiye' nin krom yataklarının bol fakat 80-100.000 tonluk rezervler halinde olduğu anlaşıldığından, araştırma alanları genişletilerek MTA enstitüsü tarafından Guleman yatakları bulundu (1935). Buna paralel olarak ihracat da arttı.

1953' te Güney Amerika' da zengin krom cevherinin bulunması fiyatları etkiledi ve üretim aksadı. Ta ki 1957' de fiyatlarda meydana gelen yükselme krom ihracatımızı artırdı. 1964' te üretime hız verildi. MTA enstitüsünün sürekli çalışmaları sonucu ülkemizde 1200 yerde krom cevheri tesbit edildi. Türkiye' nin krom rezervlerinin yaklaşık olarak 80-100 milyon tonu bulunduğu ve bunun 25 milyon tonunun yüksek, 35 milyon tonunun da düşük tenörlü olduğu tesbit edildi.

Türkiye' nin krom üretimi hem devlet hem de özel sektör tarafından yapılır. Üretimde devletin payı % 25, özel kesimin payı % 75' tir. 1963' te Antalya' da cevher ve konsantre krom tüketen ferro krom tesisi kuruldu. Son yıllarda da Mersin' de kurulan KROMSAN krom bileşikleri fabrikasında da tüm krom kimyasallarının ana çıkış maddesi olan sodyum bikromat ( $Na_2Cr_2O_7$ ) üretilir.  $Na_2Cr_2O_7$  kozmetik, tekstil boyaları ve tıbbi müstahzarlar ile birçok yerde kullanılır. Kromik asit ( $CrO_3$ ) metal kaplamacılığında, ahşap koruma, manyetik band, organik kimyasal maddelerin üretimi ve birçok alanda kullanılır. Ayrıca deri kimyasalları, Tankrom AB-SB-OB serileri de üretilmektedir. Soda ürünlerinde ise; ağır ve hafif soda ( $Na_2CO_3$ ); sodyum bikromat ve sodyum silikat üretilmektedir.

Memleketimizde krom cevherinin yörelere göre dağılımı, kısaca;

- Kayseri : Pınarbaşı, Tomarza zuhuru ve yatakları. 135 yatak bulunmuş olup 85' i yarma, 50' si ocak şekline dönüştürülmüştür (%11,8 - %50,6 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Rezerv; 56.435 ton görünür, 1.012.745 ton muhtemel.
- Konya: Çumra (Sudurköy, Küçükören) yatağı, %35 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , 2.000 ton görünür, 1.000 ton muhtemel rezerv.
- Kütahya: İl genelinde 100 ton krom zuhuru. %20-54 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 16.000 ton.
- Malatya: Hekimhan – Bıcır yatağı, %42 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Rezerv 29.760 ton görünür, 140.000 ton muhtemel.
- Muğla: İl genelinde 129 yatak ve zuhuru. Şu anda 3 ocak çalışıyor, %35 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 70.000 ton.
- Siirt: İl genelinde 2 adet zuhur ve terkedilmiş 1 ocak var. %26-51 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 100 ton görünür, muhtemel rezerv 2728 ton.
- Sivas: Yıldızeli, Kangal, Divriği, Hafik, Zara, İmranlı, Suşehri yatakları, 250 adet. Bunların 15 kadarı işletilmektedir. %10-48 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Rezerv 2,5-3 milyon ton arası.
- Tokat: Yeşilyurt, Artova ilçelerinde 30' a yakın ocak var. Artovailçesi Salur ocağı %20 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 265.000 ton.
- Tunceli: Pülümür, Bağderesi yatağı %43 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 16.000 ton.
- Van: Özalp ilçesi 5 adet krom zuhuru. %38-48 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 570 ton görünür.
- Bayburt: Coşan yatağı %41-42 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 18.000 ton.
- Adana (Pozantı, Aladağ): %5-52 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Karsantı ocağı. Rezerv 400' e yakın ocak ve zuhurlarda 213 milyon ton görünür.
- Antalya: Hürmalı, Küçükçankurtaran, Akbükü (Koztepe) yatakları, %40-44 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv bilinmiyor, geçmişte 71.450 ton üretim yapılmış.
- Balıkesir: Dursunbey, Çakırcaköy, Çatalçam yatakları. %30-46 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , geçmişte 500 ton üretim yapılmış.
- Bitlis: İl genelinde %39-49 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vardır. Rezerv 4,5-52 ton görünür.
- Burdur: Tefenni, Yeşilova %20-50 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- Bursa: Orhaneli sahasında 124, Harmancık sahasında 157 olmak üzere 281 ocak var. %10-40 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. halen 10 ocakta üretim yapılmaktadır. Rezerv 5-6 milyon ton.
- Denizli: Acıpayam, Efeklidere, Küçükalan, Darıdüzü %35-46 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 128 ton.
- Elazığ: İl genelinde 22 adet yatak var. Geçmişte çok üretim yapılmış halen Kapın ve Sari yatakları çalışıyor. %15-35 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 3,5 milyon ton.
- Erzincan: Merkez, Refahiye, Ilıç, Kemah, Tercan ve Çayırılı yatakları, %10-54 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, rezerv 3,5-4 milyon ton.
- Erzurum: Kop yöresi %15,7-56,14 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 3,7 milyon ton.
- Eskişehir: İl genelinde 250 ocak, %20-48 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Halen 5 ocak çalışmakta, rezerv 4,07 milyon ton.
- Gaziantep: Islahiye, Kartalköy, Sarıkaya, Kalaycık, Çolaklar, Küçükkatranlı, Büyükkatranlı, Çucuk, Alacaköy, Melikanlı. %30-50 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , 18.226 ton görünür, 20.725 ton muhtemel rezerv. Etibanka ait beş ayrı sahada ocak. %35-44 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 209.000 ton.
- Hakkari: İl genelinde 2 ocak (biri terkedilmiş, %10-20 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ocakta %33-48 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , rezerv 5.830 ton.
- Isparta: Sütçüler, Kızıltepe %36-40 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , geçmiş yıllarda birkaç bin ton cevher üretilmiş.

NOT: İTO' nun "Türkiye' de Metal Yatakları" kitabından derlenmiştir.

KROMun metal olarak kullanımından ziyade, alaşımları ve tuzları (bileşikleri) daha çok kullanılmaktadır. Kromit cevheri metalurjide, refrakter sanayiinde kullanılmaktadır. Kromit, döküm kumu olarak da kullanılır.

Beyaz renkte ve çok sert bir metal olan krom, eskiden aluminotermi metoduna göre elde edilirdi. Bugün ise krom oksidin sıcak sülfürik asitte çözünmesiyle meydana gelen tuzun çözeltisinin elektroliziyle elde edilir. Diğer istihali de kromit minerallerinin elektriksel direnç fırınlarında kok kömürü ile ısıtılmasıdır. Bu durumda bir miktar karbon ile beraber % 35 demir ve % 65 krom içeren, ferrokrom adı verilen bir alaşım meydana gelir. Adi ferrokromda karbon oranı % 10, arıtılmış ferrokromda ise % 1' den azdır. Bu da krom ayrılmaksızın krom çeliği yapımında kullanılır. Krom oksit yalnız başına kok kömürü ile muamele edilecek olursa krom karbürleri meydana gelir.

Metal halindeki krom, anotta yükseltgenerek pasiflendirilebilir. Bu durumda metalin yüzeyinde görülemeyecek kadar ince bir oksit tabakasının oluşması muhtemeldir. Krom, elektriksel gerilim sırasında hidrojenin solunda olmasına rağmen, pasiflendirilmiş halde iken sulu asitlerden kolay kolay etkilenmez. Krom, HCl ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de çözünür, fakat pasiflendirildiğinden dolayı HNO<sub>3</sub> gibi yükseltgen asitlerde çözünmez.

#### a- Krom Cevheri Sınıflandırılması :

<u>Cevher Cinsi</u>	<u>Kimyasal Yapı</u>	<u>Kullanım Alanı</u>
Yüksek Kromlu	% 46-55 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cr / Fe = 2 / 1	Metalurji
Yüksek Demirli	% 40-46 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cr / Fe = 1,5-2 / 1	Kimyasal ve metalurji
Yüksek Alüminyumlu	% 33-38 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % 22-34 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cr / Fe = 2-2,5 / 1	Refrakter

#### b- Krom Bileşikleri :

Kromit : FeO.Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> krom cevheri

Kromalaun : Alümen krom-III-potasyum sülfat  
(kromşapı) KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.12H<sub>2</sub>O Mol ağırlığı 499,43  
susuz Mol ağırlığı 283,24

Kromik : Krom-III-okside tekabül eden asitler için kullanılır.

Kromiklorür : Genel formülü *M*CrCl<sub>6</sub> olan karmaşık tuz. (*M* : tek değerli bir element)

Kromflorid : (+2) CrF<sub>2</sub> Mol ağırlığı 89,99 yeşil monokolin kristal, yoğunluğu 4,11  
(kromiflorür) organik sentezlerde katalizör

(+3) CrF<sub>3</sub> Mol ağırlığı 108,99 rombik yeşil kristal, yoğunluğu 3,8  
boya endüstrisinde

(+4) CrF<sub>4</sub> Mol ağırlığı 128,01 yeşil-siyah kristaller, yoğunluğu 2,89

Kromel : Terkibinde % 10-20 krom bulunan bir nikel alaşımının ticari adıdır.

**c- Krom Metalinin Oksitleri :**

Kromun başlıca üç oksidi vardır.

<u>I- Bazik özellik gösteren :</u>	Cr-II-oksit Cr-III-oksit	CrO ve Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (krom yeşili)
<u>II- Asidik özellik gösteren :</u>	Cr-IV-oksit Sulu H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> Kromatlar Bikromatlar	kromik asit (krom anhidrit) K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
<u>Krom-III-tuzları :</u>	Kromun bu tuzları Cr-III-oksitten türer. CrCl <sub>3</sub> CrCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	susuz mol ağırlığı 158,38 sulu mol ağırlığı 266,48 (susuz halinde % 32,84 Cr vardır)

**d- Krom Tuzları :**

<u>Krom kırmızısı :</u>	2PbCrO <sub>3</sub> .Pb(OH) <sub>2</sub>	mol ağırlığı 115,67 Bazik bir tuzdur.
<u>Krom siyahı</u> (Chromogenschwarz) :	Eriochromschwarz T (Na tuzu) C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>7</sub> S	mol ağırlığı 461,38 İndikatör olarak kullanılır.
<u>Krom-III-sülfat :</u>	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .18H <sub>2</sub> O	sulu mol ağırlığı 716,51 susuz mol ağırlığı 392,22 (susuz halinde % 26,52 Cr vardır)
<u>Kurşun kromat</u> (Bleichromat) :	Krom sarısı PbCrO <sub>4</sub>	mol ağırlığı 323,22

## II - a- Dekoratif ve Sert Krom Kaplama Hakkında Genel Bilgiler :

Galvanoteknikte en önemli faktör, kaplanacak malzeme yüzeyinin temizliğidir. Parçalar kaplamanın cinsine göre elektrolitlere (bakır, nikel, krom gibi) daldırılmadan önce tabii tutulacağı işlemler çok önemlidir. Kaplanacak yüzeyin temizliği noksan (yetersiz) ise yapılan tüm çalışmalar boşunadır. Malzeme, zaman ve enerji kaybına sebep olunur. Bir kaplama işlemi genel olarak;

### 1- Polisaj

2- Elektrolitik yolla kaplama olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Temel metale göre polisaj işlemi zamak, pirinç, alüminyum ve demir için farklı özellikler arzeder. Konumuz krom olduğuna göre **dekoratif** veya **sert krom** kaplamadan önce yüzey temizleme işleminde dikkat edilecek hususları belirtmekte yarar vardır.

Krom kaplanacak parçanın (kalıp, silindir, mil, vs.) şekline göre gereken polisajı yapılır. Önce yüzeyindeki polisaj, cila vs. artıkları giderilmelidir. Organik yağlardan oluşan kirlilik, alkalik sıcak yağ alma banyolarında sabunlaştırma yolu ile giderilebilir. Kaplanacak parça, özel firmaların hazır olarak sattıkları terkiplerden % 5-10 gibi oranda suda eritilerek hazırlanan çözeltiyle, 65-70 °C' de ve 5-15 dakika gibi müddetle temizlemeye tabii tutulur. Burada en etken kimyasallar  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  –  $\text{NaOH}$  –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tır. Keza elektrolitik yağ almada da bu maddelerle birlikte bazı ilave tuzlar (emülgatör ve inhibitör) kullanılmaktadır. Dolayısıyla normal hidrojen gazı miktarı, anotta çıkan oksijen gazının iki katı olduğundan temizleme etkisi katotta daha fazladır. Mineral yağlar sabunlaşmazlar, bunlara değişik uygulama gerekmektedir. Eskiden trikloretilen veya perkloretilen buhar fazında temizlenirdi. Artık bu solventlerin kullanımı tüm dünyada yasaklandı.

Elektrolitik yağ alma terkipleri çeşitli temel metal tiplerine göre anodik veya katodik olarak uygulanmaktadır. Süre 1-3 dakikadır, normal sıcaklıkta çalışılır.

Misal olarak, parlak dekoratif krom kaplama işleminde takip edilecek çalışma sırası şöyle olmalıdır :

- Alkalik sıcak yağ alma banyosu , 65-70 °C , 5-15 dakika
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Elektrolitik yağ alma (anodik veya katodik), temel metalin durumuna göre normal sıcaklıkta, süre 0,5-2 dakika
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Nötrleme, % 10  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Su ile yıkama, çalkalama
- Siyanürlü bakır kaplama
- Ekonomik yıkama
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Su ile yıkama, çalkalama
- Nötrleme (% 5-10  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile)
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Parlak nikel kaplama
- Ekonomik yıkama
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Parlak dekoratif krom kaplama
- Ekonomik yıkama
- Su ile yıkama, çalkalama
- Demineralize sıcak suda 95 °C sealing ve kurutma

Sert krom kaplamadan sonra ; gerekiyorsa polisaj işlemleri ve yukarıda dekoratif kromda belirtilen sırada olduğu gibi bir sıra ile:

- Alkalik sıcak yağ alma banyosu, 65-70 °C, 5-15 dakika
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Elektrolitik yağ alma (0,5 dakika)
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Nötrleme (% 10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile)
- Su ile yıkama, çalkalama
- Aşındırma (100-120 gr /lt. CrO<sub>3</sub> ihtiva eden) banyosu
- Sert krom kaplama
- Ekonomik yıkama
- Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akar su)
- Demineralize sıcak suda 95 °C sealing ve kurutma

Not: Buradaki aşındırma işlemi sert krom tabakasının yüzeye iyi tutunmasını sağlamak içindir. Parça burada anoda asılır (ters akım), müddet 30-40 saniyedir.

#### **b- Elektrolitik Kaplamanın Kalitesi Üzerine Etki Eden Faktörler :**

Kaliteli, iyi bir elektrolitik kaplama için banyo terkibi ve cinsi, elektrolitte kullanılan parlaticı, parlak taşıyıcı ve nemlendirici, stabilizatör gibi adlarla üretici veya mümessil (temsilci) firmalar aracılığıyla satılan kimyasallar da çok önemlidir. Bu maddelerin seçimi ve kullanımı çok iyi yapılmalıdır. Kullanılan kimyasalların menşei de çok mühimdir. Bir *Degussa siyanürü* (NaCN veya KCN) ile Uzakdoğu malı asla kıyaslanamaz. Ayrıca elektroliti (bakır-nikel-krom) hazırlarken kullanılacak su da çok önem arzeder. Sertliği çok yüksek olan kuyu ve artezyen suları asla kullanılmamalıdır. En iyisi deiyonize su kullanmaktır.

**1- Akım yoğunluğu :** Galvanoteknikte akım şiddetinin yerine elektrodların birim yüzeyine isabet eden akım şiddeti alınır. Buna *Akım yoğunluğu* denir. Birim yüzeyi [dm<sup>2</sup>] dir.

$$d = i \text{ [amper] / S [dm}^2\text{]} = \dots \text{ [A /dm}^2\text{]} \text{ ile gösterilir.}$$

Akım yoğunluğundaki artışının kaplamanın yapısı bakımından birbirine zıt iki etkisi vardır : Akım yoğunluğu artınca kristallerin oluşma hızı artar ve kaplama ince yapılı olur. Fakat akım yoğunluğu daha da artınca katot dolayında deşarj olan metal iyonları çözelti içinden gelenlerle yeterince karşılanamadığından katotta bir fakirleşme meydana gelir. Bunun sonucu kaplama homojen olmaz ve kalite bozulur, siyah ve süngerimsi kaplamalara yol açar. Katotta fazla hidrojen gazı çıkışı, akım yoğunluğunun artmış olduğunu işaretidir.

**2- Konsantrasyon ve karıştırma :** Kaplamanın yapısı üzerinde konsantrasyonun etkisi büyüktür. Kristallerin oluşum hızı büyük olacağından ince yapılı ve temel metale iyice yapışık, sağlam bir kaplama elde edilir. Katottaki yerel fakirleşmeyi karşılamak amacıyla banyodaki kaplanacak malzemeye hareket verilmelidir. Ayrıca banyonun belli periyotlarda filtre edilmesi çok faydalıdır. Bazı özel banyolar da devamlı filtrasyona tabi tutulur. Bazı banyolarda da elektrolite düşük basınçla hava tatbik edilerek elektrolitin hareketi sağlanır. Burada dipteki tortuların devamlı sirkülasyondan etkilenerek kaplanacak parçaların üzerine yapışma ihtimali vardır.

**3- Sıcaklık (temperatür) :** Sıcaklığın iki karşıt etkisi vardır. Bir taraftan difüzyonu artırdığından kristallerin oluşum hızı artar ve böylece küçük kristalli yapılar elde edilir. Fakat diğer taraftan katot polarizasyonunu azaltır ve böylece büyük kristallerin oluşumuna ve bunların büyümesine neden olur. Ayrıca hidrojen aşırı gerilimi de azalacağından hidrojen çıkışı kolaylaşacak ve kaplama süngerimsi yapıda olacaktır.

Her banyonun belli çalışma sıcaklığı vardır. Kimyasal ürünleri satan firmaların verdikleri terkip ve çalışma talimatları doğrultusunda hepsi belirlenmiştir.



**4- Temel metalin ve elektrolitin tabiatı :** Kaplamanın kalitesi üzerinde temel metalin etkisi büyüktür. Özellikle zamak döküm parçaların kaplaması çok itina ve dikkat ister. Dökümün kalitesi ve terkihi çok önemlidir. Zamak dökümünde “yolluk” tabir edilen parçaların ziyan olmaması için orjinal zamaka katılma oranı fazla tutulursa, hele soğuk, itinasız bir döküm ya da enjeksiyon yapıldığında, zaten poröz bir yapıya sahip olan parçada bu porözlük daha da artar. Kaplama sonucunda kabarcıklar (kabarmalar) oluşur. Bu kaplamanın kötü oluşundan değil, temel metalin bozuk oluşundandır (Otomobillerin zamak kapı kollarında görülen kabarmalarda olduğu gibi).

Elektrolitlerin tabiatına gelince, kompleks tuzların elektroliziyle elde edilen kaplamaların, normal tuzlarla elde edilenlerden daha üstün olduğu uzun zamandan beri bilinen bir gerçektir. Özellikle kadmiyum, çinko, bakır, altın ve gümüş kaplamalarında bu metallerin çifte tuzlarını eritmek suretiyle “elektrolitler” hazırlanır. Çifte tuzlarda metallerin ayrışması iki kademe olur.

*Potasyum – gümüş – siyanür kompleks tuzunun ayrışması :* Az olmakla beraber ikinci iyonlaşma sonucu katot dolayında az miktarda  $Ag^+$  iyonları bulunur. Bunlar  $K^+$  iyonlarına nazaran tercihan deşarj olurlar. Siyanür banyolarında altın, bakır, çinko ve kadmiyumun ayrılması da aynı şekilde olur

Kompleks tuzların elektrolizi ile, basit tuzların elektrolizine göre katot polarizasyonu daha fazla olur. Yani daha fazla potansiyel uygulanır ve bu da taneciklerin kristal yapılarının iyi kalitede olmasını sağlar. Bir başka önemli nokta da; hidroliz sonucunda kolloidal cisimler meydana gelmesidir ki, bunun sonucunda kaliteli kaplamalar elde edilir.

Kolloidlerin etkisi, banyolara ilave edilen parlaticı, parlak taşıyıcı ve iletkenlik katkı maddelerinin cinsleri, banyolara katılış biçim ve miktarlarıyla da önem kazanır. Bu maddelerden bir veya birkaçının aşırısı zararlı olabilir. Az katılırsa da görevini yapmaz. Bu maddelerin çoğu kolloid veya redüktördür, çoğu da yüzey aktif (tansioaktif) maddelerdir. Bunlar kristal zerrelere üzerinde absorblanıp, büyümelerini önlerler. Böylece ince taneli kristal yapılar elde edilir. Banyolara katılmadan önce gereken miktarda, bazıları 3-4 misli suda eritilerek katılırlar, bazıları da verilen çalışma talimatlarında belirtildiği gibi direkt olarak katılırlar.

**5- pH 'ın etkisi :** Elektrolitler ya asidik (nikel, asitli bakır, asitli çinko ve asitli kalay), ya da alkalik karakterde; alkalik-siyanürlü ve alkalik-siyanürsüz (çinko, kadmiyum, sarı – “pirinç”, altın ve gümüş) hazırlanırlar.

Elektrolitlerin belirtilen pH değerlerinin altında veya üstünde olması kaplama kalitesini derhal etkileyecek ve bozacaktır. Sürekli kaplamalarda, yukarıda izah edildiği gibi (dekoratif krom hattında) ara yıkamalar alkali banyolardan asit kaplamalara geçerken nötrleme vs. gibi pH değerini etkileyecek faktörlere çok dikkat edilmelidir. **Bilhassa nikel banyolarında, pH ayarını yaparken asla NaOH ve HCl kullanılmamalıdır.**

**6- Dağılma gücü (kaplama gücü) :** Elektrolitik kaplamada, kaplamanın sadece görünümünün ve özelliklerinin istenen şekilde olması yeterli değildir. Aynı zamanda kaplamanın, malzemenin tüm yüzeyinde aynı kalınlıkta olması da gereklidir. Ekonomik bakımdan kaplamanın minimum kalınlıkta olması istenir. Düzgün olmayan, dekoratif amaçlı şekillendirilmiş bir malzeme üzerinde oldukça düzgün bir kaplama elde edilmesi için çözeltinin (elektrolitin) gösterdiği özelliğe “dağılma gücü” (throwing power) denir. Bu anlam “kaplama gücü” (covering power) terimiyle daha iyi mana kazanır.

Dağılma gücü son yıllarda kaplama dağılımının, yani şekillendirilmiş eşyanın çeşitli kısımlarındaki kaplama kalınlığının bir ölçüsü olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu iki deyim pratikte sıkı sıkıya birbirine bağlıdır. Düzgün olmayan, dekoratif bir parça kaplanmak istenildiğinde, anoda daha yakın olan kısımlar daha uzaktakilere göre daha kalın bir tabaka ile kaplanırlar. Zira Ohm Kanunu' na göre; yakın olan noktalar arasında direnç daha azdır. Anoda yakın olan bir nokta öteki noktalara göre daha yüksek bir akım yoğunluğuna tabi tutulduğunda, bir süre sonra bu nokta metalik iyon bakımından fakirleşmiş olur ve polarizasyon kendini gösterir, karşıt bir e.m.k. (elektromotor kuvveti) meydana gelir ki bu, düşünülen nokta ile anot arasında elektrolit direncinin artmasına karşılıktır. Bunun sonucu olarak, anoda uzak olan nokta hesabın

gösterdiğinden daha büyük bir akım alır ve böylece kaplama gücü artar. Eğer polarizasyon meydana gelmemiş olsa, anoda yakın noktalar daha yaklaşmış olacağından kaplama saçaklı olur.

Çözelti iletkenliğinin fazlalığı sonucunda polarizasyon fazladır. o halde, iletkenliği fazla olan elektrolitlerde kaplama gücü fazladır. Sıcaklık artışı iletkenliği artırır da, polarizasyonu daha fazla artıracığından kaplama gücünü azaltmış olur. Kaplama kalınlığı mikron [ $\mu$ ] olarak, parçanın banyoda kalma (kaplama) süresi [dakika] ve akım yoğunluğu [ $A / dm^2$ ] ile ilgilidir.

### c- ANOT' lar Hakkında Genel Bilgiler :

En basit tarifıyla ANOT galvanoteknikte, elektrik devresinin bir kısmı olarak elektrolitik kaplama kabına (banyoya) konulduğunda cereyanın (doğru akımın) geçmesine ve metal tortusunun (kaplama) katotta yerleşmesine izin veren bir metaldir.

Anodun gerçek önemi aşağıda özetlenen anot reaksiyonlarına bağlıdır :

- Metal erimesi : Elektrolitte eksilen (fakirleşen) metali tamamlar.
- Oksijen çıkması : Anot tesir derecesinin başlıca kaynağıdır.
- Oksidatif reaksiyonlar : Anodun veya çözelti olarak metal iyonlarının reaksiyonları.

Anot malzemesi seçilirken en önemli husus, anodun istenildiği şekilde imali için uygun olması ve en uygun elektrik bağlantı düzenlerinin imali için elverişli olmasıdır.

Anotlar “eriyen” (Cu, Ni, Zn, Sn gibi) veya “erimeyen” (% 7 Sn + % 93 Pb : kurşun, platin ve paslanmaz) olmak üzere iki tiptir.

Erimeyen anotlara “çözünmeyen” adı verilir. Çözünen anotlarda, elektrolitteki metal iyonları sürekli olarak anot çözünmesiyle sabit kalır. Erimeyen anotların fonksiyonları ekseriya sınırlıdır. Fiziksel özellikleri iyi bir elektriksel iletkenlik, güç ve şekillendirme kabiliyeti ihtiva etmelidir.

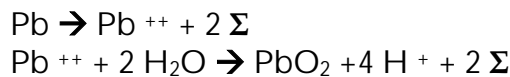
Korozyona karşı dayanıklılık da önemlidir. Zira elektrolitik işlem esnasında erimemelidir. Aynı zamanda, çalışmadığında da sabit olmalıdır.

En iyi çözünmeyen anot “platin”dir. Saf platin pahalı olduğundan, platine edilmiş titan içeren alaşımı kullanılmaktadır. “Titan”ın kendisi de uygundur fakat, Pt anot kullanılması aksiyon potansiyelini 1,5 V daha azaltır. Paslanmaz çelik de bazı özel durumlarda anodik oksidasyonlarda katot olarak kullanılmaktadır.

### **Krom kaplamada kullanılan kurşun ve kurşun alaşımları :**

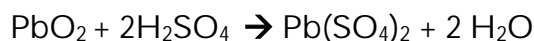
Kurşun ve kurşun alaşımlarının anodik hareket tarzı, kurşunlu akümülatörlerde büyük bir önem ve dikkat kazanmıştır. Burada elektrolit değişmez bir şekilde “sülfürik asit” ( $H_2SO_4$ )’ tir. Burada enteresan olan, muhtelif kurşun oksitlerinin morfolojisi, stabilitesi ve kinetiğidir. *Burbank*, anodik filmlerde oksit, hidroksit ve sülfat serisi ve bilahare ölçülen korozyon oranlarının film teşekkülüne uygun olabileceğini ( $pH < 5$ ) tesbit etmiştir.

Asit çözeltilerde oksit teşekkülünün mekanizması basit ve direkttir.

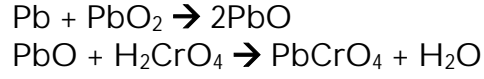


Hemen hemen nötr olan çözeltilerde  $PbO$ ’ nun bir mamul olarak teşekkülü mümkündür.  $PbO$  yüksek elektriksel dayanıklılığa haiz bir oksittir, çatlayabildiği gibi, sülfürik asidin içerisinde eriyebilir, dolayısıyla bu durum arzu edilmemektedir.

Birçok konsantr (derişik) asitlerde peroksit filmi gayri sabit olmaktadır. % 30’ luk  $H_2SO_4$  çözeltisinde ;



reaksiyon  $PbO$ ’ dan geçmektedir. Şöyle ki;  $PbO$  değiştirilmez bir hale getirmektedir.



Önceden okside edilmiş kahverengi peroksitle kaplı kurşun anotdaki sarı kurşun-kromat görünüşü bozukluk ifade eder.

Krom için, peroksitle kaplı kurşun anot elektro çökeltisi sabit kalır, erimez, düşük elektriksel bir dayanıklılığı haizdir ve (+3) değerlikli kromu (+6) değerlikli kroma okside eder.



Saf kimyasal kurşun pek az kullanılır. Zira kromik asit teşekkülünde çok süratle aşınır, mesamatlı poröz bir yapıya dönüşür. % 7 Sn içeren alaşımın korozyon dayanıklılığı fazladır. Hatta % 0,2 gümüş kullanılması tavsiye ediliyorsa da, maliyeti artırdığından kullanılmamaktadır.

Krom banyolarında kullanılan anotların yüzeyindeki istenmeyen film tabakasının temizlenmesi için % 10 HCl + % 10 NaCl içeren bir çözeltide tel fırça tatbiki gerekir. Temizlemeyi yapan kişinin koruyucu gözlük ve eldiven takması zorunludur. Diğer bir yöntem de 90 gr /lt senyet tuzu + 90 gr /lt NaOH içeren bir çözeltide bir gece tutmak ve bilahare tel fırça ile temizlemektir.

### III - a- Dekoratif ve Sert Krom Kaplamada Kullanılan Kimyasallar :

- Kromik asit (krom-VI-oksit) : CrO<sub>3</sub> Mol ağırlığı 100,01  
% 52 metalik Cr içerir.  
1 gr. metalik Cr 1,92 gr. tuzda bulunur.
- Krom-III-oksit : Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Mol ağırlığı 152,02  
% 68 metalik Cr içerir.  
1 gr. metalik Cr 1,46 gr. tuzda bulunur.
- Sülfürik asit : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Mol ağırlığı 98,08 , yoğunluğu 1,84 ve 66 °Bé berrak olmalıdır.  
NOT : Krom banyoları için p.a. Merck veya Riedel kullanılmalıdır.
- KATALİST-KS (toz) : Faydalanılabilen akım verimini ve takriben kaplama hızını  
Florür ihtiva eden üçlü % 50-60 artıran üçlü bir komponenttir. Kaplama hızı dakikada  
komponent % 100 aktif 1-1,2 mikrondur.  
Kullanım oranı ilk hazırlama ve takviyelerde kromik asidin %3'ü oranındadır.
- GAZ KESİCİ (SIVI) : % 25 aktif madde içeren gaz kesici, termik ve kimyasal stabilite ile  
Krom banyosu çalışırken yüzeyde bir köpük tabakası oluşturarak öncelikle hijyenik koruyu-  
oluşan CrO<sub>3</sub> partiküllerinin culuk sağlar. Kullanılmadığı takdirde burun iç mukozasında geçme-  
havaya yayılmasını önlemek yen yaralar oluşur. Burun nezleli gibi devamlı akar ve burun kemiği-  
için kullanılır. ni eritir. Bilahare akut derecede, solunum yolu ile ciğerlere ulaşır.
- Bütün bu olumsuzlukları gideren sıvı gaz kesicinin bir önemli faydası da kaplama sürecinde reaksiyonda oluşan CrO<sub>3</sub> partiküllerinin havaya karışmasını önlemektir. Kullanılmaması durumunda, çalışma ortamında tavan ve duvarlar sarıya boyanır ve civarındaki makine aksamı, aparat ve aletler CrO<sub>3</sub> etkisiyle korozyona uğrar.
- Baryum Karbonat : BaCO<sub>3</sub> Mol ağırlığı 197,37  
Çok zehirli beyaz bir tozdur. (MAK = 0,72 mg /m<sup>3</sup> havada)  
Kullanımında burun maskesi takılmalıdır. Banyoda oluşan fazla H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'i çöktürmek için kullanılır. 1 gr. fazla H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'i çöktürmek için 2 gr. BaCO<sub>3</sub>'e ihtiyaç vardır.
- $$\begin{array}{r} \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \\ 98 \quad + \quad 197,36 \rightarrow 233,36 + 18 + 44 \\ 295,36 = 295,36 \end{array}$$
- ANOT : Elektrolitik dekoratif ve sert krom kaplamada çözünmeyen kurşun anot (yukarıda da izah edildiği gibi) kullanılır. Terkibi % 7 Sn + % 93 Pb olmalıdır. Anodun genişliği 6 – 10 cm. kalınlığı 10 – 12 mm.dir. Mil vs. için özel spiral anotlar (kaplanacak parçalara göre) hazırlanmalıdır.

## b- Banyo Terkipleri :

Dekoratif ve sert krom kaplama için çok ve çeşitli banyo terkipleri vardır. En uygun krom kaplama terkipleri aşağıda mukayeseli olarak verilmiştir.

Dekoratif krom banyosu çalışan bir işyerinde kendi işi için sert krom yapması gerektiğinde, aynı banyoda kendi (kalıp vs.) parçasını sert krom kaplayabilir. Her iki banyoda terkip aynıdır. Kaplamanın yapıldığı banyo sıcaklığı ve akım yoğunluğu değişiktir.

<u>Terkipler :</u>	<u>Dekoratif Krom</u>	<u>Sert Krom</u>
Sıcaklık	38 – 42 °C	55 – 60 °C
Akım yoğunluğu	8 – 2 A /dm <sup>2</sup>	20 – 40 A /dm <sup>2</sup>
Faydalanılabilen akım oranı	% 7 – 10	% 7 – 10
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /CrO <sub>3</sub> oranı	1 /100	1 /100

Bu tabloda gösterilen değerler **katalizör (Katalist-KS) ihtiva etmeyen** banyolar içindir. Bilhassa sert kromda akım verimini ve kaplama hızını artırmak için Katalist-KS mutlaka kullanılmalıdır. Zira faydalanılabilen akım verimini % 7-10' lardan % 27-28' e kadar çıkarır. Başka bir deyimle daha az elektrik parası ödersiniz. İkincisi ve en önemlisi kaplama hızında dakikada 1-1,2 mikron'a ulaşırsınız. 20 mikronluk bir kaplamaya 20 dakikada ulaşırsınız. Katalistli banyolarda sülfürik asidin kromik aside oranı % 0,5' tir.

Katalist-KS gerek banyonun yeni kuruluşunda, gerekse takviyelerde olsun daima katılacak kromik asidin % 3' ü oranında olmalıdır ve katalist, kromik asitle birlikte eritilmelidir. Takviyelerde de kromik asit ve katalist kendi banyo suyunda (elektrolitte) küçük porsiyonlar halinde eritilmelidir.

### **Verimli, sağlıklı ve sürekli bir çalışma için :**

1- Krom banyo analizinde kromik asit ve sülfürik asit analizi haftada bir defa mutlaka yapılmalıdır. 2-3 vardiyalı çalışan yerlerde haftada iki kez yapılmalıdır.

2- (+3) değerlikli krom ve Fe<sup>++</sup> analizi ayda bir kez yapılmalıdır. Analizlerin °Baumé ile kontrolü doğru değildir.

### **Banyo Terkipleri (Mukayeseli Tablo) :**

	<u>Eski (klasik) metod</u>	<u>İdeal krom banyo terkipleri</u>	
	Katalistsiz dekoratif krom kaplama	Katalistli dekoratif krom kaplama	Katalistli sert krom kaplama
Kromik asit	280 – 320 gr /lt	280 – 320 gr /lt	300 gr /lt
Sülfürik asit	2,8 – 3,0 gr /lt	1,4 – 1,6 gr /lt	1,5 gr /lt
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /CrO <sub>3</sub> oranı	1 /100	% 0,5	% 0,5
Katalist-KS	yok	% 3	% 3
Sıcaklık	38 – 42 °C	38 – 42 °C	55 – 60 °C
Akım yoğunluğu	8 – 10 A /dm <sup>2</sup>	10 – 20 A /dm <sup>2</sup>	55 – 60 A /dm <sup>2</sup>
Faydalanılabilen akım oranı	% 7 – 10	% 27 – 28	% 27 – 28

Elektrolitik krom kaplamada, yukarıda da belirtildiği gibi % 7 Sn + % 93 Pb ihtiva eden, çözünmeyen anot kullanılmalıdır.

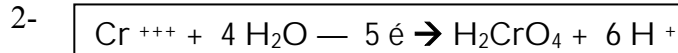
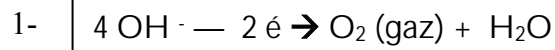
Krom kaplamacılığında çözünmeyen anot kullanıldığından, burada analizin önemi daha da artmaktadır. Eriyen anotlarda çözeltide (elektrolitte) fakirleşen metal iyonları anodun çözünmesi sayesinde sabit kalır.

Anot yüzeyi daima katot yüzeyinden büyük olmalıdır. Bir de kaplanacak parçanın şekli çok önemlidir. Çok keskin ve sivri uçlarda akım yoğunluğu çok fazla olacağından, böyle parçaların kaplaması mat ve pürüzlü olur.

Anotların üzeri kurşun kromat ve krom kromat ile örtüldüğünden, çelik tel fırçalar ile sık sık temizlenmelidir. Mil gibi silindirik parçalarda helezon (spiral) anotlar kullanılması fayda sağlar, aksi halde eliptik bir kaplama oluşur. Spiral anotlar veya silindirik banyo kazanlarında bu hata nisbeten giderilmiş olur. Yani, anodu gören yüzeylerde daha kalın kaplama, görmeyen yüzeylerde ince ve dolayısıyla eliptik bir kaplama oluşur.

### c- Krom Kaplamada Anot ve Katotta Oluşan Kimyasal Reaksiyonlar :

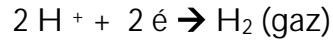
ANOTta iki reaksiyon (tepkime) oluşur :



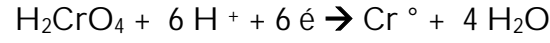
Birinci reaksiyonda  $\text{O}_2$  gazı çıkar. İkinci reaksiyonda (+3) değerlikli krom tuzundan  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  teşekkül eder.

KATOTta üç reaksiyon oluşur :

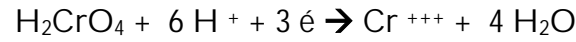
1-  $\text{H}^+$  iyonu elektron (e) alır ve gaz haline geçer.



2- Kromik asitten metalik krom ayrışması vuku bulur.



3- (+6) değerlikli krom tuzu tarafından (+3) değerlikli krom tuzuna redüklenir.



Bu redükleme olayı sülfürikasit ile yabancı asitler, veya onların karışımlarıyla Katalist (katalizör) yardımıyla oluşur.

## IV - Krom Kaplamada Dikkat Edilecek Hususlar :

### a- Sıcaklık (Temperatür) :

Sıcaklık otomatik ayarlayıcı ile (termostat) sabit tutulabilir. Aynı zamanda elektrotlardaki kuvvetli gaz çıkışı [anotta oksijen ve katotta hidrojen gazları] elektrolitin sıcaklığının sabit kalmasında çok az da olsa yardım eder.

Hafta başlarında işe başlarken krom banyolarına uygun, temiz bir sac plaka asılıp banyo 1-2 saat boşta çalıştırılmalıdır.

Kaplanacak malzemelerin askılara takılması, çıkarılması, kontakt yerlerinin ve baraların temizliğine çok dikkat edilmelidir. Krom kaplanmış askıların temizlenmesi de şarttır.

Banyo sıcaklığından dolayı zamanla elektrolitin suyu kısmen buharlaşır, seviye düşer. Bu durumda krom'u takip eden ekonomik yıkama banyosundan, krom banyosuna eksilen miktar kadar su katılmalıdır.

Yukarıda belirtilen analiz periyotlarına çok dikkat edilmelidir. Devamlı bir rapor halinde not edilmelidir. Keza banyoya katılan kimyasalların sarf miktar ve periyotları da kaydedilmelidir. Maliyeti kontrol açısından faydalıdır.

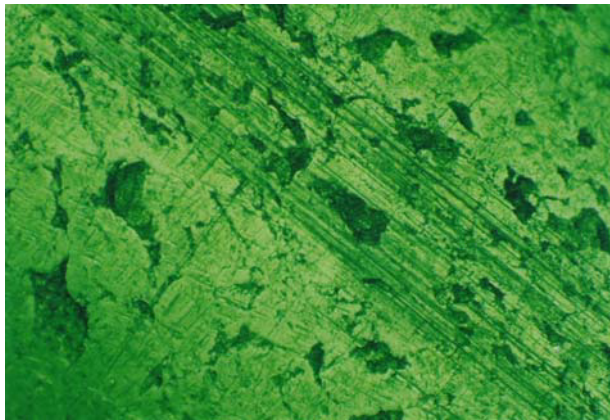
Anotların temizliğine dikkat edilmeli ve % 10' luk sülfürik asitli çözeltide tel fırçalarla temizlenmelidir. Temizleyicinin eldiven ve gözlük kullanması şarttır. Kaplamada bozuk çıkan parçalar % 10-15' lik NaOH çözeltisinde 4-6 V' ta anodik olarak sökülmeli (katot, sac plaka) ve gerekiyorsa tekrar polisajı yapılarak kaplanmalıdır.

### b- Katalist KS – Önemi ve Fonksiyonu :

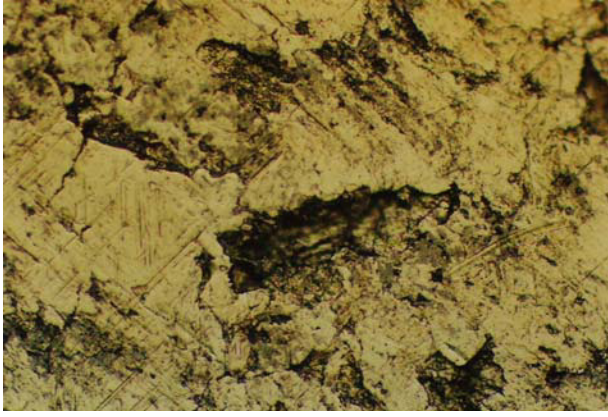
Katalist (katalizör) terimi, termodinamik bakımından mümkün olan fakat çok yavaş olarak yürüyen kimyasal reaksiyonları hızlandıran maddeleri tanımlar. Bunlar ya reaksiyon temin eden atom veya moleküllerin birbirleriyle çarpışma sayısını artırır, veya bu reaksiyona engel olan bazı ara reaksiyonları bertaraf ederler. Kısacası reaksiyonu hızlandırır.

Krom kaplamada katalist katılmasından dolayı kaplama gözle görülemeyen (mikro çatlaklı) bir yapıya sahip olur. Böyle mikro çatlaklılık, bir kaplamada bir noktada oluşabilecek korozyonun sathın her tarafına yayılmasını önler. Yani korozyon yüzeye dağılmaz, o noktada kalır. Katalist-KS, katılacak kromik asidin % 3' ü kadar olmalıdır.

Katalist-KS' nin önemini içeren aşağıdaki resimler sert krom kaplamada parçaların mikroskopla büyütülmüş haliyle çok net olarak gözler önüne serilmektedir.



Resim 1a : Hiç işlem görmemiş yüzey (büyütme 100 misli)



Resim 1b : Hiç işlem görmemiş yüzey  
(büyütme 400 misli)



Resim 2 : Katalist-KS ilave edilmiş,  
mikroçatlaklı krom kaplı yüzey  
(büyütme 100 misli)

Uygulama :

50 °C' de 50 A /dm<sup>2</sup>

Süre 20 dakika

Kaplama kalınlığı 21-23 mikron



Resim 3 : Katalist-KS ilave edilmiş,  
mikroçatlaklı krom kaplı yüzey  
(büyütme 200 misli)

Uygulama :

50 °C' de 50 A /dm<sup>2</sup>

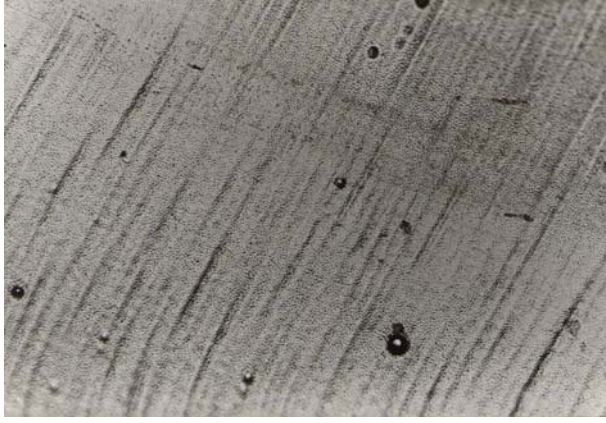
Süre 20 dakika

Kaplama kalınlığı 20-22 mikron



Resim 4 : Krom kaplanmış ve taşlanmış  
yüzeyin görünüşü (büyütme 400 misli)





Resim 5 : Krom kaplanmış ve taşlanmış yüzeyin Resim 2' deki uygulamadan sonra, 2 yıl sonundaki hali. 4-5 noktada oluşan korozyon belirtileri görülmektedir.

**İyonların hızları :** Elektrolitteki iyonların elektrik alanında belirli bir hızları vardır. Bu hız elektrotlar arasındaki gerilim farkına, iyonların yüküne, kütlelerine, ve beraberce sürükledikleri su dipollerinden meydana gelmiş hidrat zarflarının büyüklüğüne ve bundan başka sıcaklığa bağlıdır. Bu hız  $0,00001 - 0,01$  [A / (sn.V)] [amper / (saniye . volt)] büyüklüğündedir.

#### c- Krom Gaz Kesici – Önemi ve Fonksiyonu :

Krom gaz kesici toz veya sıvı olarak % 25 aktif madde içerir. Gaz kesicinin en önemli özelliği; banyo çalışırken (kaplama yapılırken) banyo yüzeyinde devamlı bir köpük tabakası oluşturmasıdır. İşte bu kalıcı köpük tabakası, kimyasal reaksiyon esnasında meydana gelen kromik asit ( $\text{CrO}_3$ ) zerreciklerinin (partiküllerinin) dış ortama, çalışma mahaline yayılmasını önler.

Gaz kesicinin önemi çok büyüktür. Öncelikle hijyenik yönden (sağlık açısından) şöyle ki, kromik asit partikülleri önce burun mukozasına nüfuz eder, orada geçmeyen yaralar oluşturur ve burun kemiğini eritir. Burun nezleli gibi devamlı akar. Genizde yanmalar olur, senelerce solunumla akciğere kadar ulaşır ve çok kötü sonuçlar doğurur. Mideye intikalinde ise ülsera neden olduğu tesbit edilmiştir.

İkincisi de, ortama yayılan  $\text{CrO}_3$  zerrecikleri çalışma mahalinin tavan ve duvarlarını tamamen sarıya boyar. Ayrıca çalışma ortamındaki metalik eşya ve aparatların korozyona uğramasına neden olur.

Gaz kesicinin aktivitesinin yüksek oluşu büyük bir avantajdır. Zira katılacak 50-60 ml. (1 tonluk banyo için) uzun bir süre kalıcı köpük sağlar, köpük azalınca tekrar katılır. Krom banyo yüzeylerinde  $\text{CrO}_3$  zerreciklerine engel olmak için kullanılan kalitesiz plastik toplar kromik asidin kuvvetli etkilemesiyle parçalanmakta, banyo içerisinde yüzmekte ve en kötüsü anodun yüzeyine yapışmaktadır. Plastik kürecikler avantaj değil dezavantajdır. Yandan emişli krom banyolarında kullanılan gaz kesici emilip gider ve ziyan olur.

Kromik asit partiküllerinin ortamdaki tehlikelilik durumu MAK :  $0,1 \text{ mg / m}^3$ tür.

**d- Krom Banyoları İle İlgili Faydalı Akım ve Ayrışma Hızı Cetveli :**

**A- Parlak krom banyoları için : 400 gr/lit Kromik asit + 4 gr/lit Sülfürik asit**

Sıcaklık : 40 °C

Akım yoğunluğu	[A /dm <sup>2</sup> ]	8	12	16	24	32
Faydalı akım	%	7,1	9,8	12	15,3	17,8
Ayrışan gr.	saatte	0,18369	0,38032	0,62093	1,18752	1,84209
Ayrışan gr.	dakikada	0,00306	0,00634	0,01035	0,01979	0,03071
Mikron kalınlık	saatte	2,66217	5,51188	8,99899	17,2105	26,6970
Mikron kalınlık	dakikada	0,04437	0,09186	0,14998	0,28684	0,44494
Gram /Amp.saate		0,02296	0,03169	0,03881	0,04948	0,57565
Gram /Amp.dakika		0,00038	0,00053	0,00065	0,00082	0,00096

Sıcaklık : 45 °C

Akım yoğunluğu	[A /dm <sup>2</sup> ]	12	16	24	32	48
Faydalı akım	%	9	10,3	13,4	15,5	18,3
Ayrışan gr.	saatte	0,34927	0,53296	1,04005	1,60406	2,84075
Ayrışan gr.	dakikada	0,00582	0,00888	0,01733	0,02673	0,04735
Mikron kalınlık	saatte	5,06188	7,72405	15,0733	23,2472	41,1703
Mikron kalınlık	dakikada	0,08436	0,12873	0,25116	0,38745	0,68617
Gram /Amp.saate		0,02911	0,03333	0,04334	0,05013	0,05918
Gram /Amp.dakika		0,00049	0,00055	0,00072	0,00084	0,00099

**B- Sert krom banyoları için : 250 gr/lit Kromik asit + 2,5 gr/lit Sülfürik asit**

Sıcaklık : 50 °C

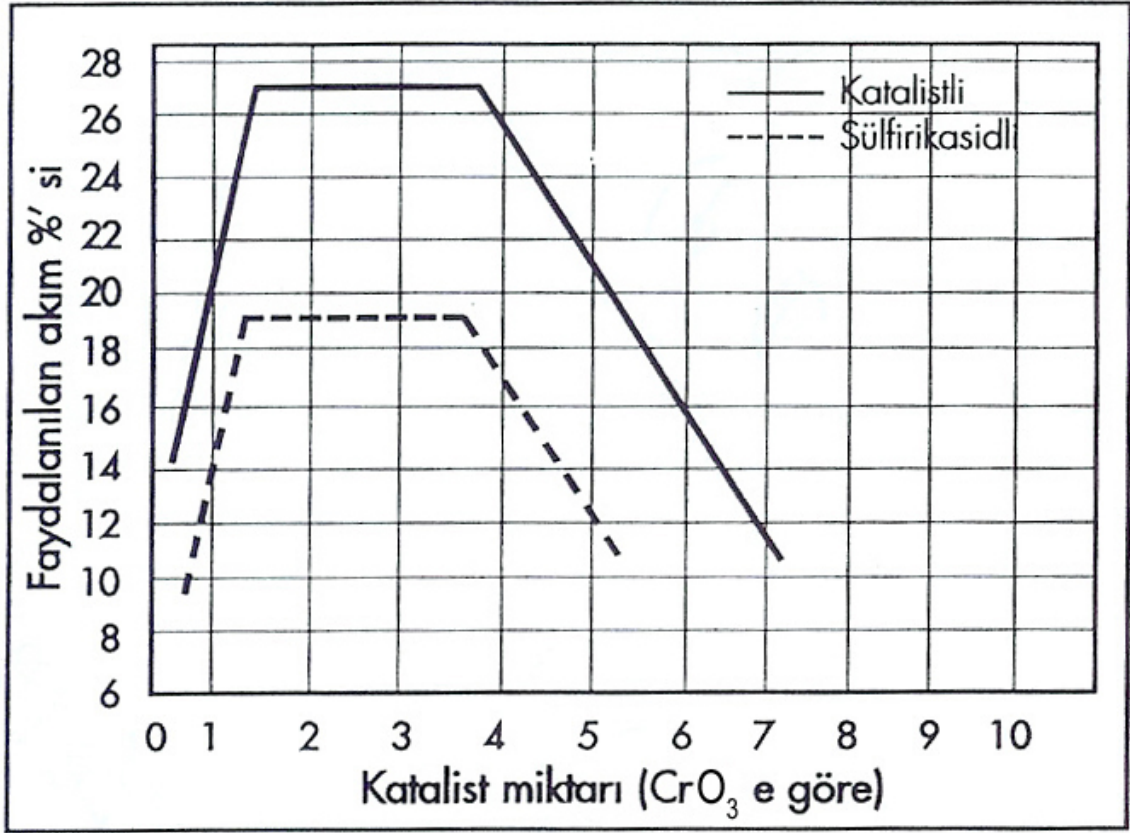
Akım yoğunluğu	[A /dm <sup>2</sup> ]	16	24	38	48	62
Faydalı akım	%	12,8	15,4	17,9	18,8	20,1
Ayrışan gr.	saatte	0,66232	1,19529	2,19977	2,91836	4,03021
Ayrışan gr.	dakikada	0,01104	0,01992	0,03666	0,04864	0,06717
Mikron kalınlık	saatte	9,59888	17,3265	31,8807	42,2951	58,4088
Mikron kalınlık	dakikada	0,15998	0,28878	0,53135	0,70492	0,97348
Gram /Amp.saate		0,04140	0,04980	0,05789	0,06080	0,06500
Gram /Amp.dakika		0,00070	0,00083	0,00096	0,00101	0,00108

Sıcaklık : 55 °C

Akım yoğunluğu	[A /dm <sup>2</sup> ]	16	24	38	48	62
Faydalı akım	%	10,4	14,2	17,0	17,5	19,1
Ayrışan gr.	saatte	0,53814	1,10215	2,08916	2,71656	3,82970
Ayrışan gr.	dakikada	0,00897	0,01837	0,03482	0,04528	0,06383
Mikron kalınlık	saatte	7,79910	15,9731	31,2777	39,3704	55,5029
Mikron kalınlık	dakikada	0,12998	0,26622	0,52130	0,65617	0,92505
Gram /Amp.saate		0,03363	0,04592	0,05498	0,05660	0,06177
Gram /Amp.dakika		0,00056	0,00077	0,00092	0,00094	0,00103

Not : Bu tablodaki değerler normal kromik asit + sülfürik asitli banyolar içindir. Katalist-KS kullanıldığında akım verimi % 27-28' lere ulaşmakta ve kaplama hızı dakikada 1-1,2 mikrona erişmektedir.

**KATALİST MİKTARI İLE FAYDALANILABİLEN AKIM  
ARASINDAKİ İLİŞKİ GRAFIĞI**



30 A /dm<sup>2</sup> ve 45 °C' de

50 A /dm<sup>2</sup> ve 50 °C' de

**Kaplama Müddeti**

**Katalist'siz**

**Katalist'siz**

**Katalist'li**

60 dakika

21,6 mikron

41,0 mikron

65,6 mikron

120 dakika

43,6 mikron

82,0 mikron

131,2 mikron

240 dakika

130,8 mikron

246,0 mikron

393,6 mikron

## V - Dekoratif ve Sert Krom Banyolarında Vuku Bulan Kaplama Hataları, Sebepleri ve Hataların Giderilmesi :

### a- Dekoratif (parlak) krom banyoları için :

<u>Görülen Hata</u>	<u>Muhtemel Sebebi</u>	<u>Hatanın Giderilmesi</u>
Parçada kaplama yok	1- Parça yeterince temizlenmemiştir (yağlı ve oksitli olabilir). 2- Kaplama uygun metal için değildir. 3- Katalist çok az veya hiç yoktur. Keza asit hiç yoktur.	1- Parçanın yüzeyi çok iyi temizlenmeli, nötrleme ve yıkamalara itina edilmelidir. Sıcak alkali ve elektrikli yağ alma banyoları kontrol edilmelidir. 2- Kaplanacak metal uygun seçilmelidir. (Çinko, pirinç vs. krom öncesi ara bir nikel kaplaması yapılmalıdır.) 3- Dikkatli bir banyo analizi yaparak, asit miktarı ve yabancı asit (katalist) kontrol edilmelidir.
Kaplama parça üze-rinde tutunmuyor, so-yuluyor veya zor kap-lama	Elektrolitte metal miktarı çok azdır.	Analize göre metal miktarını artırmak için CrO <sub>3</sub> katılmalıdır.
Parça yüzeyinde krom-la kaplanmamış kısım-lar görülmektedir.	1- Her iki yağ alma banyosunda dikkatle temizlenmeli, bol su ile yıkanmalı, parça havada bekletilmemelidir. 2- Kaplama sırasında akım kesilmişse veya arada bir parça kontrol amacı ile banyodan çıkarılıp tekrar banyoya sokulursa.	1- Temizlemelere ve ara yıkamalara çok itina edilmelidir. 2- Banyodan sık sık çıkarılıp kontrol edilmemelidir.
Kaplama zayıf, renkli gökkuşağı renginde nüanslar oluşuyor	1- Asit veya yabancı asit (katalist) ya hiç yok veya çok azdır. 2- Temel metal uygun değildir.	1- Analiz yaparak asit ilave edilmeli ve katalist katılmalıdır. 2- Kaplanacak metali uygun seçip, ara nikel kaplama yapılmalıdır.
Kaplama çok yavaş cereyan ediyor	1- Banyo kesafeti ya çok yüksek veya düşüktür. 2- Banyo sıcaklığı çok yüksektir. 3- Banyoda asit miktarı çok yüksektir. 4- Akım yoğunluğu çok düşük, askı telleri kesiti küçük veya kontakt yerleri temassızlığı nedeniyle yeterince akım geçmemektedir.	1- Banyoyu analiz değerine göre ideal değerine ayarlamalıdır. 2- Banyo sıcaklığı 38 – 42 °C arasında sabit tutulmalıdır. 3- Analize göre asit miktarını ayarlamalı, fazlası BaCO <sub>3</sub> ile çöktürülmelidir. 4- Askı telleri kalınlaştırılmalı, üzerinde oluşan krom sökülmelidir. Kontakt yer-leri iyice zımparalanıp temizlenmelidir.
Mat kaplama ve koyu (mat) lekeler oluşuyor	1- Banyo sıcaklığı çok düşüktür. 2- Akım yoğunluğu çok yüksektir. 3- Kaplama yapılırken akım kesilmesi vuku bulmaktadır. 4- Ara (nikel) kaplamadan sonra parça çok bekletilmiştir. 5- Banyoda fazla H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> vardır. 6- Elektrolit, demir ile kirlenmiştir.	1- Banyo sıcaklığı 38 – 42 °C arasında sabit tutulmalıdır. 2- Anot /Katot oranına dikkat edilmeli, akım yoğunluğu düşürülmelidir. 3- Nikel ara tabakasını ince yapmamalı ve hemen sonra kroma bekletilmeden sokulmalıdır. 4- Banyo analizi yapılarak fazla asit BaCO <sub>3</sub> ile çöktürmelidir. 5- Metalik demir kirliliği analizle kontrol edilip, banyo seyreltilmelidir.
Kaplama süt beyaz-lığında oluşmakta	1- Banyo sıcaklığı ya çok düşük veya çok yüksektir. 2- Akım yoğunluğu ya çok düşük veya çok yüksektir.	1- Banyo sıcaklığı 38 – 42 °C arasında sabit tutulmalıdır. 2- Akım yoğunluğu uygun oranda tatbik edilmelidir.
Krom kaplamada ara nikel tabakası kalkıyor (soyuluyor)	1- Banyoda H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> miktarı çok fazla 2- Parça üzerinde eski, sökülmemiş krom kaplama mevcuttur.	1- Banyo analizi yapılarak fazla asit BaCO <sub>3</sub> ile çöktürmelidir. 2- Eski krom tabakası iyice sökülerek, yeniden polisaj ile temizleme işleri layıkıyla yapılmalıdır.

## Görülen Hata

Krom kaplamada ara nikel tabakası kalkıyor (soyuluyor)

## Muhtemel Sebebi

1- Banyoda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarı çok fazla  
2- Parça üzerinde eski, sökülmemiş krom kaplama mevcuttur.

## Hatanın Giderilmesi

1- Banyo analizi yapılarak fazla asit BaCO<sub>3</sub> ile çöktürmelidir.  
2- Eski krom tabakası iyice sökülerek, yeniden polisaj ile temizleme işleri layıkıyla yapılmalıdır.

Kaplama kalınlığı parça yüzeyinde eşit değil, farklılıklar gösteriyor

1- Hatalı anot şekli  
2- Anotlar kirlenmiş ve yüzeyi kurşun kromat ile kaplanmıştır.  
3- Parçalar birbirlerini gölgelemektedir.

1- Kaplanacak parçalara göre anot şekli hazırlanmalıdır. Silindirik parçalarda spiral, derin malzemelerde yardımcı anot gibi.  
2- Anot yüzeyi tel fırçalarla iyice temizlenmeli veya elektrolitik yolla anodik olarak NaOH çözeltisinde temizlenmelidir.  
3- Parçalar birbirlerine gölge yapma-yacak şekilde asılmalı, birbirlerine ve anoda karşı uygun asılması sağlanmalıdır.

Parça üzerinde kahve-rengi lekeler oluşmakta

1- Elektrolitte asit miktarı çok düşüktür.  
2- Banyoda (+3) değerlikli krom çok artmıştır.

1- Elektrolitin analizine göre gerekli H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> miktarı ayarlanmalıdır.  
2- Katot yüzeyini azaltıp anot yüzeyini artırarak banyo boşta çalıştırılır. 1,5-2,0 kg. katalist eritilmelidir.

### **b- Sert krom kaplama banyoları için :**

Not : Sert krom kaplamada parçalar, temizlemeler sonrasında ve krom kaplamadan önce ½ dakika aşındırma banyosunda (anodik) çalıştırılmalıdır.

## Görülen Hata

Mat, gri kaplama

## Muhtemel Sebebi

1- Akım yoğunluğu çok yüksek  
2- Banyo sıcaklığı çok düşük  
3- (+3 değerli krom) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> çok yüksek  
4- Yabancı metal(Fe, Cu) miktarı yüksek

## Hatanın Giderilmesi

1- Akım yoğunluğu ayarlanmalıdır.  
2- Banyo sıcaklığı artırılmalıdır. Özetle ; 50 °C'de 50 A /dm<sup>2</sup>, 55 °C'de 55 A/dm<sup>2</sup> uygulanmalıdır.  
3- Banyo boşta, küçük katot, büyük anot yüzeyiyle 60-65 °C'de 60 A /dm<sup>2</sup> ile çalıştırılmalı, 1,5-2,0 kg. katalist eritilmelidir.  
4- Banyo analizi yapılarak yabancı metal miktarı tesbit edilmelidir.

Süt beyazlığında krom kaplama

1- Akım yoğunluğu çok düşüktür.  
2- Banyo sıcaklığı çok yüksektir.  
3- Askı kesiti düşük, akım yoğunluğu düşük, kontakt yerlerinin temassızlığı.

1- Akım yoğunluğu artırılmalıdır.  
2- Banyo sıcaklığı uygun dereceye (50-55 °C) getirilmelidir.  
3- Kontakt yerleri temizlenmeli ve sıkıştırılmalı, askı kesiti artırılmalıdır.

Krom kaplama yavaş oluşmakta

1- Banyo sıcaklığı çok yüksektir.  
2- Banyo terkibi değişmiştir.  
3- Kontakt yerleri zayıflığı veya temasızlığı.

1- Banyo sıcaklığı uygun dereceye (50-55 °C) getirilmelidir.  
2- Analiz yapılar CrO<sub>3</sub> miktarı ideal değerine getirilmelidir.  
3- Anot ve katot kontakt yerleri kontrol edilerek temizlenip, sıkıştırılmalıdır.

Kumlu ve dumanlı kaplama

Banyo sıcaklığı çok düşüktür.

Banyo sıcaklığı 50-55 °C'ye ayarlanmalıdır.

Krom tabakası kalkmakta (soyulmakta)

1- Parça iyi temizlenmemiştir.  
2- Parça yüzeyinde eski krom tabakası kalmıştır.  
3- Akım kesilmesi sonucu parça banyoda uzun süre kalmıştır.

1- Parça yüzeyinde sıcak alkali ve elektrikli yağ alma ile iyi bir temizlenme sağlanmalıdır.  
2- Eski krom tabakası iyice sökülmelidir.  
3- Kaplama sökülmesi ve baştan, temizlemelerle sıraya riayet edilerek yeniden kaplanmalıdır.

## Görülen Hata

## Muhtemel Sebebi

## Hatanın Giderilmesi

Yüzey yer yer krom kaplama almamakta

- 1- Kötü yağ alma (temizleme)
- 2- Yüzeyde oksit tabakası kalmıştır.
- 3- Yer yer hidrojen birikmesi olmaktadır
- 4- Banyoda  $CrO_3$  çok azdır.
- 5- Akım yoğunluğu düşük ve anot yüzeyi küçüktür.

- 1- Sıcak alkalik ve elektrolitik yağ almada itina gösterilmelidir.
- 2- Oksit tabakasının polisajla veya asitle giderilmesi sağlanmalıdır.
- 3- Parça, banyo yüzeyinde hidrojen birikmeyecek şekilde asılmalı veya tazyikli hava sıkılmalıdır.
- 4- Banyo analizi yapılarak  $CrO_3$  artırılmalıdır.
- 5- Akım yoğunluğu artırılmalıdır (50-55 A / $dm^2$ ). Anot yüzeyi artırılmalı ve askı kesiti büyütülmelidir.

Banyo akım yoğunluğu çok fazla

- 1- Kontakt hatası mevcuttur.
- 2- Anot yüzeyi küçüktür.

- 1- Kontakt yerlerini temizleyin ve sıkı bağlantı yapın.
- 2- Anot yüzeyini artırın.

İri taneli kaplama

- 1- Çok yüksek akım yoğunluğu.
- 2- Banyo sıcaklığı çok düşüktür.
- 3- Çok keskin kenar ve keskin uçlar.
- 4- Yüzeyde sert, derin pürüzler var.

- 1- Akım yoğunluğu 50-55 A / $dm^2$  ye ayarlanmalıdır.
- 2- Banyo sıcaklığı 50-55 °C'ye getirilmelidir.
- 3- Mümkünse keskin uçları giderilmeli, yuvarlanmalıdır.
- 4- Yüzey taşlanıp, polisajı yapılmalıdır.

Kaplama kalınlığı eşit değil

- 1- Çok kalın kaplama
- 2- Kenar ve köşelerde fazla kaplama
- 3- Anot (şekil ve terkihi) hatalıdır.
- 4- Parçalar birbirini gölgeleyecek şekilde asılmıştır.

- 1- Anot – katot mesafesi uygun ayarlanmalıdır.
- 2- Keskin kenar ve köşeler kabilsen yuvarlanmalıdır (radius verilmelidir).
- 3- Anotlar kaplanacak parçalara göre uygun hazırlanmalıdır (yerine göre yardımcı anot, çubuk ve spiral gibi). Anot % 7 Sn + % 93 Pb olmalıdır.
- 4- Parçaların birbirlerini gölgeleme-yecek şekilde asılmaları sağlanmalı, ara mesafeleri uygun olmalıdır.

Parçaların şekline göre delik veya uç nokta-larda kaplama kalınlığı fazla oluşmakta

- 1- Kaplanacak temel metalde çukurlar var.
- 2- Banyo kabı dibinde tortu (çamur) birikmiştir.
- 3- Hidrojen çıkışı engellenmiştir.
- 4- Banyonun serbest asit miktarı düşüktür.

- 1- Temel metaldeki karınca ve çukurlar polisajla giderilmelidir.
- 2- Banyo ayda bir temizlenmeli, dipteki tortu atılmalı, filtre edilmelidir.
- 3- Parçanın asılış şekli değiştirilerek hidrojenin serbest çıkışı sağlanmalıdır.
- 4- Analiz sonucuna göre gerekli  $H_2SO_4$  ile tamamlanmalıdır.

Krom kaplama sonra-sı yüzeyde çatlaklar oluşmakta

- 1- Kaplanacak parça çok sertleştirilmiştir.
- 2- Kaplanacak parça hiç ısı ileme tabi tutulmamış (tavlanmamış)tır.

- 1- Isıl işlemle parçanın sertliği normale düşürülmelidir.
- 2- 190-200 °C' de ısı ileme sertlik (iç gerilim) giderilmelidir.

Krom kaplama sonra-sı yapılan taşlamada kaplama daire şeklinde kalmakta

- 1- Banyo sıcaklığı ve yıkama suyu arasında ısı farkı çok fazladır.
- 2- Parça banyoda kaplama esnasında iken akım kesilmiş, geç farkedilmiştir.

- 1- Krom kaplamadan sonra parça çok soğuk suya sokulmamalıdır.
- 2- Parça banyodan çıkarılır, krom tabakası sökülür ve yeniden kaplanır.

Askı ve bağlantı yerleri (kontakt) çok ısınmak-ta

- 1- İletken kesiti küçük, bağlantı (kontakt) teması iyi değil veya oksitli

- 1- İletken kesiti büyütülmelidir.
- 2- Bağlantı (kontakt) yerleri iyice temizlenmeli ve civatalar çok iyi sıkılmalıdır.

## VI - Dekoratif ve Sert Krom Banyolarının Analitik Kontrolleri :

Yukarıda da belirtildiği gibi galvanoteknikte (metal kaplamacılığında), elektrolitlerin analizleri usulüne uygun olarak ve sağlıklı bir biçimde yapılmalıdır. Banyoların (elektrolitlerin) °Baumé (bome) derecelerine bakıp da, şu kadar (gr /lt) kromik asit var demek hatalıdır. Hele sülfürik asit, (+3) değerlikli krom ve demir iyonları miktarları ciddi analiz yapılmadan söylemek kabil değildir.

Analizlerinizi titizlikle yapabilen güvenebileceğiniz bir yere veya üniversitelere başvurmanızda yarar vardır. Kimyasal ürünler satan firmalar analizleri ücretsiz yapmakla bir avantaj sağlarken, bir de dezavantaj yaratıyorlar. Görebildiğim kadarıyla analiz raporlarında, sattıkları yan ürünlerin (parlatıcı, parlak taşıyıcı, ve nemlendirici gibi) eksik olduğunu belirterek, banyoya katılmasını tavsiye ediyorlar. Kanaatimce bu yanlış bir uygulamadır. Ayrıca analiz metodlarında, standart analiz metodlarına uyulmadığını müşahade ettim. Şöyle ki; yerine göre elektrolit numuneleri 5 ml. veya 10 ml. olarak alınmalıdır. Analiz numunesi olarak hiçbir zaman 2 ml. alınarak analiz yapılmamalıdır. Kaldı ki, bazı atölye sahipleri aynı bir banyonun “eşdeğer” analizini 3-4 ayrı yerde yaptırdıklarını ve farklı sonuçlar aldıklarını belirttiler. Çoğu fabrika, analizlerini kendi laboratuvarlarında kendileri yapmaktadırlar.

### KROM BANYOSU ANALİZ METODLARI

#### 1- Kromik asit (CrO<sub>3</sub>) miktarı tayini (+6 değerlikli krom) :

##### Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- 0,1 N KMnO<sub>4</sub> çözeltisi
- 2- 0,1 N Demir-II-amonyum sülfat çözeltisi Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

##### Analizin Yapılışı :

Krom banyo numunesinden 10 ml. örnek pipetle 500 ml.lik bir balon jøjeye alınır, saf su ilavesiyle çalkalayarak çizgiye kadar 500 ml.ye tamamlanır. Bilahare 300 ml.lik geniş ağızlı bir erlenmayere seyreltilen bu örnekten, pipetle 10 ml. alınır, üzerine takriben 150 ml. kadar saf su katılır, çalkalanır. Üzerine otomatik büretten tam 30 ml. iyice çalkalaya çalkalaya demir-II-amonyum sülfat çözeltisi akıtılır. Renk tamamen çimen yeşiline döner, hemen arkasından 0,1 N potasyum permanganat çözeltisi ile renk gül kırmızısı – menekşe olana kadar fazlası geri titre edilir.

Çok hassas ve hatasız sonuç veren bir metoddur.

##### Hesabın Yapılışı :

Burada önemli olan 0,1 N demir-II-amonyum çözeltisinin faktörü (ayarı)dır. Faktörü zamanla ilgili olarak F = 1,0 iken F = 0,85 lere düşmektedir, çözelti aylık yetecek miktarda hazırlanmalıdır.

Önce faktör kontrol edilmelidir. Alınan 30 ml. demir-II çözeltisi 0,1 N potasyum permanganatla titre edilir.

Misal olarak; şayet 29 ml. permanganat sarfedilmişse, faktör :

$$F = 29/30 = 0,966' \text{ dir.}$$

Bir müddet sonra 28,2 ml. sarfedilmişse faktör :

$$F = 28,2/30 = 0,94' \text{ tür.}$$

Örnek : F = 0,966 olan demir-II çözeltisi ile yapılan analizde 13,5 ml. 0,1 N potasyum permanganat sarfedilmiş olsun. Kromik asit miktarı şöyle hesap edilir.

30 ml. demir-II çözeltisi alınmıştı, gerçek sarfiyat ise ;

30 ml. x 0,966 = 29,88 ml.' dir. (Dikkat! 30 ml. değil.) Bu rakamdan,

29,88 – 13,5 = 16,38 ml. permanganat sarfiyatı çıkarılıp 16,6 faktörü ile çarpılırsa,

16,38 x 16,6 = 271,908 gr /lt. kromik asit miktarı bulunmuş olur.

Örnek : F = 0,966 olan demir-II çözeltisi ile yapılan analizde 18 ml. 0,1 N permanganat sarfedilmişse, hesaplama ;

$$30 \quad \times \quad 0,966 \quad = \quad 29,88$$

$$29,88 \quad - \quad 18 \quad = \quad 11,88$$

$$11,88 \quad \times \quad 16,6 \quad = \quad 197,208 \text{ gr /lt. kromik asit elektrolitte vardır denir.}$$

Burada yapılacak iş banyoya kromik asit miktarını hesap ederek ilave etmektir. Çalıştığınız özel firmanın verdiği çalışma talimatına uyararak, mesela önerdiği kromik asit miktarı 280 gr /lt ise bu değere getirmektir. Bu durumda hesaplama şöyle yapılmalıdır :

280 – 197,208 = 82,79 gr /lt. hesabı ile kromik asit eritilmelidir (elektrolitte olması gereken miktara ulaşmak için litre başına eklenecek miktar). Banyo hacmi 800 lt. ise,  
800 x 0,0827 = 66,16 kg. kromik asit eritilmelidir.

## 2- (+3) değerlikli krom miktarı tayini (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olarak) :

### Gerekli Reaktifler :

- 1- 0,1 N gümüş nitrat çözeltisi
- 2- Amonyum persülfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> – (mol ağı. 228,20)
- 3- p.a. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 4- 0,1 N Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> çözeltisi
- 5- 0,1 N KMnO<sub>4</sub> çözeltisi

### Analizin Yapılışı :

Yukarıda 1 no.lu analizde 500 ml.ye seyreltilen çözeltilerden bir pipetle 10 ml. numune geniş ağızlı bir erlenmayere alınır. Üzerine dikkatlice 3 ml. p.a. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılır, çalkalanır, takriben 4-5 gr. kadar amonyum persülfat (toz) ilave edilerek, 3 damla 0,1 N AgNO<sub>3</sub> katılır. İyice çalkalanarak çözelti kaynayana kadar ısıtılır. Bilahare soğumaya bırakılır, iyice soğuduktan sonra üzerine takriben 150 ml. saf su ve tam 30 ml. demir-II-amonyum sülfat çözeltisi büretten akıtılır, çalkalama devamlı yapılmalıdır. Arkasından renksiz olana kadar 0,1 N KMnO<sub>4</sub> ile titre edilir.

### Hesabın Yapılışı :

0,1 N KMnO<sub>4</sub> sarfiyatı 12 ml. bulunmuş olsun.

F = 29,88 idi.

$$29,88 - 12 = 17,8$$

$$17,8 \times 16,6 = 295,48 \quad (+3 \text{ ve } +6 \text{ krom toplamı})$$

Buradan (+6) Cr değeri çıkarılırsa;

$$295,48 - 271,908 = 23,572 \text{ bulunur. Bulunan bu rakam 1,52 faktörü ile}$$

çarpılırsa;  $23,572 \times 1,52 = 35,829 \text{ gr/lt (+3 değerlikli krom bulunmuş olur.)}$

## 3- Sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) miktarı tayini :

### Gerekli Kimyasal ve Aparatlar :

- 1- Özel ayarlı BaCl<sub>2</sub> çözeltisi
- 2- Özel kapılar tüp
- 3- Özel “yatay dönen” 3000 devir/dak. santrifüj aparatı

Not : Krom banyolarında santrifüj metodu ile sülfürik asit tayininde, bu izah edilen metodla min. 10 dakikada sonuç alınmaktadır. Gravimetrik metodla yapılan analiz 8-10 saat gibi bir süre ister. Bu izah edilen metod çok sağlıklıdır. Burada kapılar tübün kılcal boru ve taksimatı çok önem arzeder.

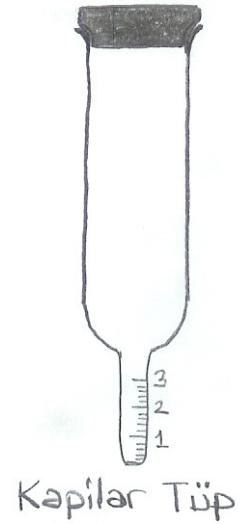
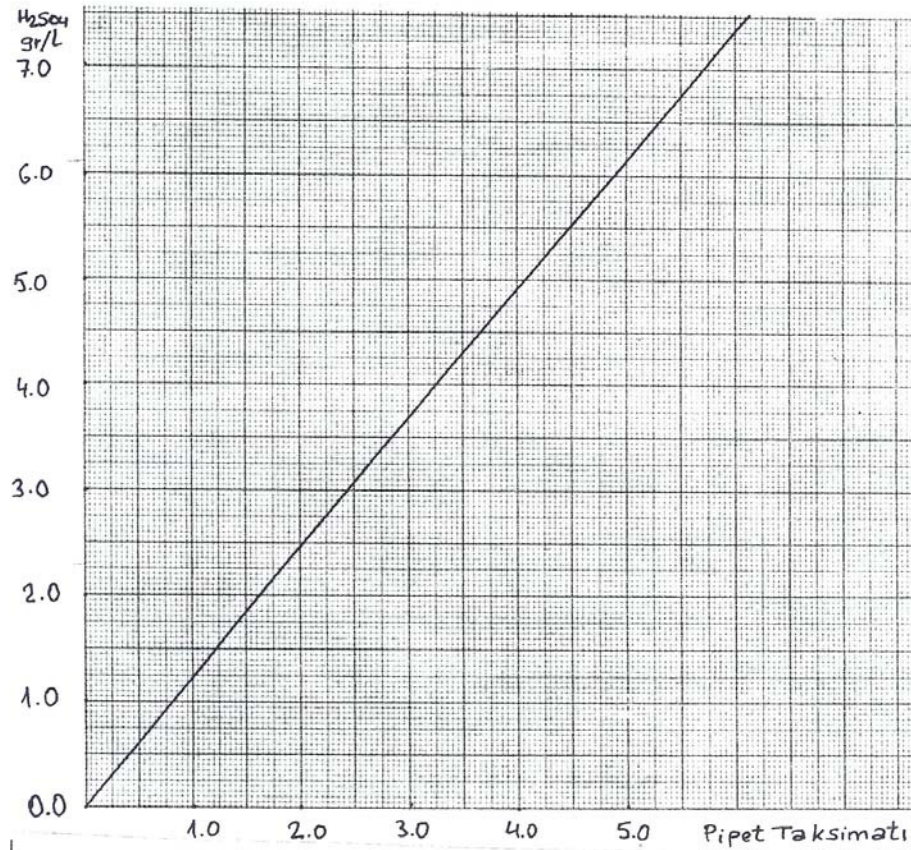
### Analizin Yapılışı :

Takriben 10 ml. iç hacmi olan kapaklı, özel “kapılar”a bir pipetle 5 ml. krom banyo numunesi konulur. (Çift kapılarla deneme yapılmalıdır.) Üzerine pistonlu pipetle 3,5 ml. özel ayarlı BaCl<sub>2</sub> çözeltisi konulur, kapılar iyice çalkalanır (1-2 dakika), sonra 5 dakika bekletilir, çökeltinin



dibe çökmesi beklenir ve iki kapılar hafifçe birbirine tıkatılır. Sonra 3000 devir/dak. santrifüjde 2 dakika müddetle santrifüje edilir.

Her iki kapılardaki çökelti seviyesi taksimattan okunur ve özel grafikten sülfürik asit miktarına bakılır. Bu metoduyla bulunan  $H_2SO_4$  miktarı aynen gravimetrik metoduyla kıyaslanacak olursa, aynı sonuç bulunduğu görülmüştür.



Not : Şayet  $H_2SO_4$  tayininde “kapılar”daki çökelti seviyesi 3’ ü geçiyorsa, o zaman yapılacak işlem şöyle olmalıdır : 300 ml.lik bir erlene tam 50 ml. krom banyo numunesi alınır, üzerine 50 ml. saf su katılır, iyice çalkalanır ve bu seyreltilen çözeltiden 5’ er ml. kapılara alınır. Üzerine 3,5 ml. özel  $BaCl_2$  çözeltisi konur, çalkalanır. 2 dakika beklenir ve 5 dakika santrifüj edilir.

Dipteki tortu seviyesi okunur ve 2 misli alınır (seyreltmeden dolayı). Çökelti taksimatı 2,5 okunuyorsa grafikte 5 taksimatına tekabül eden  $H_2SO_4$  miktarına bakılır.

#### 4- Krom banyosunda metalik demir miktarı tayini :

##### Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- %30 luk NaOH çözeltisi
- 2- Sodyum peroksit “  $Na_2O_2$  ”
- 3- 1 : 1 HCl
- 4- Konsantre (derişik) amonyak çözeltisi
- 5- Kalay-II-klorür çözeltisi “  $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$  – mol ađ. 225,65”  
(125 gr.  $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$  100 ml. derişik HCl’de çözölüp 1 lt.lik balon jodede çizgiye kadar saf su ile tamamlanır.
- 6- Reinhardt-Zimmermann çözeltisi  
(67 gr. mangan sülfat “  $MnSO_4 \cdot 4 H_2O$  – mol ađ. 223,07” 500 ml. saf suda çözölüp 13,8 ml. derişik fosforik asit (d: 1,87)  $H_3PO_4$  ve 130 ml. derişik  $H_2SO_4$  (d: 1,84) katılarak 1 lt.lik balon jodede çizgiye kadar saf su ile tamamlanır.
- 7- Doymuş cıva-II-klorür çözeltisi ( $HgCl_2$  – mol ađ. 271,52)
- 8- 0,1 N  $KMnO_4$  çözeltisi

#### Analizin Yapılışı :

Krom banyo çözeltisinden 10 ml. numune 250 ml.lik bir cam behere alınır, üzerine takriben 50 ml. saf su katılarak, alkalik reaksiyon verene kadar %30' luk NaOH çözeltisinden katılır. Bilahare spatülle yaklaşık 2 gr. kadar  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ilave edilir. 15 dakika kadar kaynatılır. Soğuduktan sonra çökelti mavi bandla süzülür. Çökelti 1 : 1 hidroklorik asitte çözülür ve amonyak ilavesiyle tekrar kaynatılır. Tekrar süzülür ve yıkandıktan sonra renk kaybolana kadar  $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  çözeltisi damlatılır. Soğuduktan sonra 10 ml.  $\text{HgCl}_2$  çözeltisi ile 5 ml. Reinhardt-Zimmermann çözeltisi ve takriben 200 ml. saf su katılır. Çözelti pembe renk alana kadar 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  ile titre edilir.

#### Hesabın Yapılışı :

Sarfedilen 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  miktarı a ml. ise, elektrolitteki metalik demir miktarı ;

$$a \times 0,559 = \dots [\text{gr /lt}] \text{ ' dir.}$$

Şayet 5 ml. 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  sarfedilmiş ise;

$$5 \times 0,559 = 2,795 [\text{gr /lt}] \text{ demir var demektir.}$$

### **5- Krom banyosunda metalik bakır miktarı tayini :**

#### Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- Derişik HCl
- 2- p.a. asetik asit “  $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$  – mol ağı. 60,05 ”
- 3- Etil alkol “  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ”
- 4- Hidrojen sülfür “  $\text{H}_2\text{S}$  ”

#### Analizin Yapılışı :

10 ml. krom banyo numunesi 250 ml.lik bir cam behere alınır. Üzerine 150 ml. saf su katılır ve 250 ml. derişik HCl, 25 ml. asetik asit ve 25 ml. etil alkol katılarak 25 dakika kadar kaynatılır. Bilahare çözeltiye bakır sülfür çökmesi bitene kadar  $\text{H}_2\text{S}$  ilave edilir. Sonra çözeltiyi (bakır sülfürü) mavi banddan filtre ederek çökelti alınır. Filtre kağıdındaki tortu az miktardaki HCl ve  $\text{H}_2\text{S}$  ihtiva eden su ile dikkatlice yıkanır. Daha önce kızdırılıp darası alınmış porselen bir krozedede fırında yakılır. Krozedeki bakır oksidin miktarı hassas terazide tartılarak net ağırlığı bulunur. Krozedeki kül ağırlığı (daradan sonra) a gr. ise;

#### Hesabın Yapılışı :

$a \times 79,89 = \dots [\text{gr /lt}]$  bakır-II-oksit miktarı bulunmuş olur.

Cu-II-oksit mol ağı. 79,54' tür ve %79,88 Cu ihtiva eder.

### **6- Krom banyosunda metalik çinko miktarı tayini :**

#### Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- Amonyum klorür “  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ”
- 2- %0,1 metil oranj indikatörü
- 3- %0,1 bromtimol mavisi indikatörü
- 4- %20 lik diamonyum hidrojenfosfat çözeltisi “  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ”
- 5- Sodyum peroksit “  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ”

#### Analizin Yapılışı :

Krom banyosundan 5 ml. numune alınarak 400 ml.lik bir cam behere konulur, üzerine takriben 100 ml. saf su katılır, iyice çalkalanır ve 2 gr.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ilave ederek 20-25 dakika kaynatılır, soğumaya bırakılır. Sonra HCl ile asitlendirilir ve 5 gr.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ilavesiyle 5 damla metil oranj ve 5 damla brom timol mavisi indikatörleri katılır. Çözelti turuncu-kırmızı renk alır. Renk sarı-yeşil olana kadar amonyak damlatılır.

Şayet elektrolit demir içeriyorsa kahverengi bir tortu oluşur. Bunu siyah band filtre kağıdı ile süzüp ayırmalıdır. Çözelti yeniden sarı renk alana kadar tekrar kaynatılarak 20 ml. yeni hazırlanmış diamonyum hidrojenfosfat çözeltisi katılır ve kum banyosunda takriben 1 saat bekletilir. Çökelti oluştuğunda mavi banddan filtre edilir. Önceden kızdırılıp darası alınmış bir porselen krozede yakılır, kül edilir. Soğuyunca tartılır. Çökeltinin net ağırlığı a gr. ise;

Hesabın Yapılışı :

$a \times 85,82 = \dots$  [gr /lt] olarak metalik çinko miktarı bulunur.

#### **7- Krom banyosunda klorür ( Cl<sup>-</sup> ) miktarı tayini :**

Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- Sodyum piroşülfit “ Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – mol ağı.190,11 ”
- 2- p.a. nitrik asit
- 3- %5 lik AgNO<sub>3</sub> çözeltisi

Analizin Yapılışı :

400 ml.lik bir cam behere 20 ml. krom banyo numunesinden bir pipetle alınır. Üzerine takriben 100 ml. saf su eklenir ve tüm +6 değerlikli kromun indirgenmesini temin için 4 gr. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> katarak, 20 ml. nitrik asit ve 10 ml. %5 lik AgNO<sub>3</sub> ilave edilir.çökelti oluştuğunda cam pamuğundan süzülür. 105 °C’ de etüvde iyice kurutulur. Hassas terazide çökeltinin ağırlığı gram olarak tartılır. Çökeltinin ağırlığı a gr. ise;

Hesabın Yapılışı :

$a \times 22,37 = \dots$  [gr /lt] olarak elektrolitteki klorür miktarı bulunmuş olur.

#### **8- Krom banyosunda metalik nikel miktarı tayini :**

Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- Amonyak çözeltisi
- 2- Dimetil glioksim çözeltisi (20 gr. NaOH 900 ml. saf suda çözündürülür, üzerine 10 gr. dimetil glioksim ve 50 ml. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> katarak 1 litreye tamamlanır.
- 3- Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sodyum peroksit
- 4- p.a. hidroklorik asit “ HCl ”

Analizin Yapılışı :

250 ml.lik bir cam behere 10 ml. krom banyo numunesinden bir pipetle alınır. Üzerine takriben 50 ml. saf su katarak, 2 gr. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilavesiyle 15 dakika kaynatılır. Teşekkül eden çökeltiyi eritecek kadar HCl ve gerekiyorsa amonyak katılarak çökelti çözündürülür. Bilahare mavi bandla filtre edilir, iyice yıkanır, filtre edilen çözeltiyeye 10 ml. dimetil glioksim çözeltisi katılır. Ardından 80 °C’ ye kadar ısıtılır. Oluşan tortu önceden sabit tartıma getirilmiş, darası belli bir cam porselen krozeden süzülür. Sıcak saf su ile filtrat yıkanır, etüvde 120 °C’ de kurutulur. Soğuduktan sonra tartılır. Çökelti ağırlığı a gr. ise;

Hesabın Yapılışı :

$a \times 20,32 = \dots$  [gr /lt] Krom banyosundaki metalik nikel miktarı bulunmuş olur.

## 9- Krom banyosunda florür ( F<sup>-</sup> ) miktarı tayini :

### Gerekli Reaktifler (Kimyasallar) :

- 1- %25 lik NaOH çözeltisi
- 2- 1 : 1 HCl çözeltisi
- 3- %10 luk kalsiyum klorür çözeltisi
- 4- p.a. amonyak
- 5- Derişik asetik asit “ CH<sub>3</sub>COOH ”
- 6- Derişik nitrik asit “ HNO<sub>3</sub> ”
- 7- Amonyum okzalat “ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O , mol ađ. 142,12“
- 8- Amonyum klorür “ NH<sub>4</sub>Cl , mol ađ. 53,50 ”
- 9- %10 luk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi
- 10- 0,1 N KMnO<sub>4</sub> çözeltisi

### Analizin Yapılışı :

Krom banyosundan bir pipetle alınan 20 ml. numune 250 ml.lik balon jöjeye konur, takriben 20 ml. saf su ile seyreltilir. Üzerine %25 lik NaOH katılır ve devamlı çalkalayarak kaynatılır. Çözelti kesin olarak alkalik olmalıdır, oda sıcaklığında çözeltinin soğuması beklenir. Sonra çizgiye kadar saf su ile tamamlanır. Daha sonra kuru bir mavi band filtre kağıdından süzülür. Süzölen çözeltinin 100 ml.si 400 ml.lik bir cam behere alınır, 1 : 1 HCl ile hafifçe asidik hale getirilir. Üzerine 10 ml. %10 luk CaCl<sub>2</sub> çözeltisi katılır, amonyak ilavesiyle hafif alkalik yapılır. Ardından, bikromatin altın sarısı rengi oluşana kadar asetik asit katılır (fazlasından sakınmalıdır). Çözelti ısıtılır ve çökeltinin oluşması hızlanır. Sonra mavi band filtre kağıdından süzölür, iyice yıkanır.

Çökelti filtre kağıyla birlikte 400 ml.lik erlene alınıp 5 ml. derişik nitrik asit ilavesiyle çözöndürölür. Üzerine 250 ml. saf su ilave edilerek kaynayana kadar ısıtılır, 5 gr. amonyum okzalat ve 5 gr. amonyum klorür katılır. Tekrar kaynatılır, bir kez daha filtre edilir. Filtrenin üzerinde kalan tortu sıcak su ile yıkanıp, erlene konan tortu ve filtre kağının üzerine 100 ml. 510 luk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılır. 60-80 °C’ ye kadar ısıtılıp, sıcak halde iken 0,1 N KMnO<sub>4</sub> ile titre edilir. 0,1 N KMnO<sub>4</sub> sarfiyatı a ml. ise;

### Hesabın Yapılışı :

$a \times 0,4 = \dots$  [gr /lt] HF miktarı,

$a \times 0,24 = \dots$  [gr /lt] H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> miktarı olarak bulunur.

**GALVANO İSİTİCİLERİNİN ÇEŞİTLİ ELEKTROLİT VE KİMYASAL MADDELERE KARŞI DAYANIKLILIK TABLOSU**

KULLANILAN ÇÖZELTİ VEYA ELEKTROLİT	PO	TC	PB	PS	SB	GB	Tİ	TE
<b>1. ÖN TEMİZLEMELER (İLK İŞLEMLER)</b>								
Potasyumhidroksit KOH ( ' )	—	—	—	0	0		+0	
Sodyumhidroksit NaOH ( ' )	—	—	—	0	0	—	+0	
P3-Alkali Tuzları	—	—	—	+0	+0			
Perkloretilen (C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ) ( ' )	—	—	—	+0	—			
Trikloretilen (C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> ) ( ' )	—	—	—	+0	—			
<b>2. ASİTLE DAĞLAMA (SARI VE PARLATMA)</b>								
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - HCl - HNO <sub>3</sub> (Kimyaca saf asitler)	+	+	—	—	—	—	—	+
<b>3. ANORGANİK ASİTLER</b>								
Florür Asidi (H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )	—	—	—	—	—	+	—	+
Florosilikat (H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> )	—	—	—	—	—	+	—	+
Altın Suyu (Kimyaca saf asitler 3HCl + HNO <sub>3</sub> )	+	+	—	—	—	—		+
Çeşitli Asitler Karışımı (Asitler kimyaca saf)	+	+	—	—	—	—	—	+
Oleum, dumanlı sülfürik asit	+	+	—	—	—	—	—	+
Fosforik Asit (Kimyaca saf H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	+0	+0	—	+0	—	+	+0	+
Nitrik Asit (Kimyaca saf HNO <sub>3</sub> )	+	+	—	+0	—	—	+	+
Klorür Asidi (Kimyaca saf HCl)	+	+	—	—	—	—	—	+
Sülfürik Asit (Kimyaca saf H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	0/—	—	—	+	—	+
<b>4. ORGANİK ASİTLER</b>								
Formik Asit (HCOOH)	+	+	—	—	—	+	—	+
Benzoik Asit (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH)	+	+	—	+	—	+	+	+
Asetik Asit (CH <sub>3</sub> COOH)	+	+	—	+	—	+	+	+
Süt Asidi (CH <sub>3</sub> CHOCOOH)	+	+	—	—	—	+	+	+
Okzalik Asit (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> H <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	+	+	—	—	—		—	+
Fenolsülfonik Asit (C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OHSO <sub>3</sub> H)	+	+	—	+	—	+		+
Tartarik Asit (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> )	+	+	—	+0	—		+	+
Limon Asidi (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> (OH) (COOH)3.H <sub>2</sub> O)	+	+	—	+	—		0	+
<b>5. ELEKTROLİTLER</b>								
Kurşun Banyosu (H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ihtiva eden)	—	—	—	—	—	+	—	+
Krom Banyosu (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> " )	+	+	0/—	—	—	—	+	+
Krom Banyosu (H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> " )	0	0	—	—	—	—	—	+
Demir Banyosu (FeCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O " )	+	+	—	—	—	—	+	+
Demir Banyosu (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O+Fe(BF <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> veya NaCl)	+0	+0	—	—	—	—	—	+

**İŞARETLER:**

PO : Sert Porselen Spesial  
TC : Teknik Cam

PB : Özel Kurşunlu (%8 Sb lu)  
PS : Paslanmaz Çelik

İşaretler : + dayanıklı , — dayanıksız , 0 sınırlı , şarta bağlı

KULLANILAN ÇÖZELTİ VEYA ELEKTROLİT	PO	TC	PB	PS	SB	GB	Tİ	TE
Altın Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Altın Banyosu (Asitli)	+	+	—	—	—	—	—	+
Kadmiyum Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Kadmiyum Banyosu (Florürlü)	—	—	—	—	—	+	—	+
Kadmiyum Banyosu (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	—	—	—	—	—	+
Bakır Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Bakır Banyosu (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	—	—	—	—	—	+
Bakır Banyosu (Florürlü)	—	—	—	—	—	+	—	+
Sarı Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Nikel Banyosu (Kimyasal, alkalik, akımsız)	—	—	—	—	—	+	+0	+
Nikel Banyosu (Kimyasal, asitli, akımsız)	+	+	—	—	—	+	+0	+
Nikel Banyosu (NiSO <sub>4</sub> ve NiCl <sub>2</sub> )	+	+	—	—	—	—	0	+
Platin Banyosu (Asitli)	+	+	—	—	—	—	—	+
Rodyum Banyosu (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	—	—	—	—	—	+
Gümüş Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Çinko Banyosu (Siyanürlü, alkalik)	+0	+0	—	+	—	—	+	+
Çinko Banyosu (Asitli)	+	+	—	—	—	—	—	+
Çinko Banyosu (Florürlü)	—	—	—	—	—	+	—	+
Kalay Banyosu (Florürlü)	—	—	—	—	—	+	—	+
Kalay Banyosu (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	—	—	—	—	—	+
<b>6. DİĞERLERİ</b>								
Aluminyum Parlatma (Florürlü)	0	0	—	—	—	+	—	+
Ağartma, Beyazlatma (Sodyumhipokloritli)	+	+	—	—	—	—	+0	+
Boraks Banyosu (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O)	—0	+0		+				+
Kromatize Banyosu (CrO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> florürsüz)	+	+	—	—	—	—	—	+
Dekopaj Banyosu (HCl ve H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> florürsüz)	+	+	—	—	—	—	—	+
Anodik Oksidasyon, Eloksal Banyosu	+	+	—	—	—	—	—	+
Parlatma Banyosu (Kimyasal H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub> )	+	+	—	0	—	—	—	+
Salamura, Tuz Banyoları (NaCl ihtiva eden)	+	+	—	—	—	+		+
Fosfatlama Banyoları (Demir ve Çinko fosfat)	+0			+		+		+
Siyah Renklendirme Banyosu (HNO <sub>3</sub> + FeCl <sub>3</sub> )	+	+	—	—	—	—		+
Sealing (Tuz ihtiva etmeyen yıkama banyosu)	+	+		+0	—	+		+
Perhidrol (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	+	+		+			+	+

SB : Özel Çelik  
GB : Özel Grafitli

Tİ : Titan  
TE : Teflon Kaplı

# BAKIR VE PİRİNÇ'İN “SARI” RENKLENDİRME İŞLEMLERİ

**BAKIR :** Bakırın tabii rengi kırmızıdır. Kuru havada oldukça dayanıklıdır. Nemli havada oksitlenir ve uzun zaman sonra rengi sarı, siyah-kahverengi ve gri-siyah, koyu nefli yeşile dönüşür.

## RENKLENDİRME KULLANILAN KİMYASALLARI :

<i>Potasyum sülfür</i>	$K_2S$
<i>Potasyum polisülfid</i>	$K_2S_3, K_2S_4$
<i>Sodyum tiyoantimuanat</i>	$Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$ (açık sarı kristaller halindedir. Soğuk suda 1+3 kaynar suda kolay çözünür. Ağzı kapalı olarak hava ve ışığın etkisinden iyice korunmalıdır.)
<i>Geldschwefel</i>	Antimon pentasülfid $Sb_2S_3$
<i>Potasyum persülfat</i>	$K_2S_2O_8$ Beyaz kristal, 50 k. suda çözünür. ısıtılınca parçalanır. Sulu çözeltisi kuvvetli oksitleyicidir. $K_2S_2O_8 + H_2O \rightarrow K_2SO_4 + H_2SO_4 + O$
<i>Sodyum klorat</i>	$NaClO_3$ (Renksiz, susuz, hidroskopik bir maddedir. 1 k. sudu 40 k. çözünür, zehirlidir.)
<i>Amonyum nitrat</i>	$NH_4NO_3$ Dikkatli ısıtın, havada parçalanır. $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$ 100 gr. Suda 0 °C' de (soğutarak suda soğukta) 118 gr., 100 °C' de 871 gr. çözünür.
<i>Amonyum persülfat</i>	$(NH_4)_2S_2O_8$ Oda sıcaklığında suda kolay çözünür.

**PİRİNÇ “SARI” :** Pirinç bir bakır + çinko alaşımıdır. %67 Cu (bakır) + %33 çinko karışımı en ideal olanıdır. (%70 Cu + %30 Zn' de olabilir. Terkip değıştikçe renk tonu da değışir.

## BAKIR VE PİRİNÇİN RENKLENDİRİLME İŞLEMLERİ :

Hangi metal renklendirilecek olursa olsun, öncelikle yapılacak iş parçalarının yağdan temizlenmiş olması gerekir. Büyük askı parçalarında keze polisaj yağları, oksid vs. iyice temiz olmalıdır. Küçük parçalar küçük delikli kovalarda yine bu kovanın gireceği başka bir kaptaki hazırlanan çözeltiliye daldırılması (renklendirme çözeltilisine) ile yapılır, önce kaynar suya daldırılır.

## POTASYUM SÜLFÜR ( $K_2S$ ) VE POTASYUM POLİSÜLFÜR ( $K_2S_3$ ) İLE RENKLENDİRME :

Bakır ve bakır alaşımlarının renklendirilmesi potasyum polisülfür veya polisülfür ile kabildir. Çözelti ucuza mal olur ve daima iyi sonuç alınır. Her iki malzeme de ağzı iyi kapalı muhafaza edilmelidir.

**Terkip : 1 lt. suda 10 gr.** eritilir, çözeltilinin sıcaklığı 80 °C' dir. Renklendirilecek malzeme renk banyosuna daldırılmadan önce temiz, ayrı bir kaptaki bulunan sıcak kaynar suya daldırılıp renklendirme çözeltilisine batırılması iyi olur. Birkaç dakikada kahverengi, 4-5 dakikada mavi-siyah bir renk elde edilir. Şayet koyu siyah renk elde edilmek isteniyorsa, renklendirme çözeltilisi hafif kalevi olacak şekilde sudkostikle kalevilendirilir. Renklendirmeden sonra çok çok iyi yıkanmalı ve hemen kurutulmalıdır.

**Terkip : 1 lt. suda 25 gr.** Yine aynı şekilde çalışılmalıdır.

**Not :** Bu kalevi renklendirme çözeltilisinde gümüş parçaları da eski gümüş, antik gümüş haline getirebilirsiniz. Bu çözeltiler daima az ve taze hazırlanmalıdır. Çözelti hazırlanırken önce 1-3 gr. sudkostik veya soda bilahare polisülfür eritilmelidir.

Keza sarı “pirinç” malzemeler de yukarıdaki renklendirmeye tabi tutulur fakat yeterince koyu renk alınmaz. Bunun için ayrı bir çözeltiliye ihtiyaç vardır. 5-10 gr/lt. hesabıyla göztaş çözeltilisi hazırlanır, göztaş eritilmeden önce hafif asitli olacak şekilde sülfürik asitle asitlendirilir.

Pirinç parçalar önce kalevi potasyum sülfid çözeltilisine daldırılır, istenilen renk tonu elde edilene kadar birkaç kez işleme devam edilir.

**Not :** Kalevi olan polisülfürlü renklendirme çözeltilisine oda sıcaklığında birkaç damla amonyak katılması faydalıdır. Reaksiyonu hızlandırır.

### **Kahverengi-siyah Boyama (Renklendirme) :**

**Terkip :** 10 gr. Potasyum polisülfür  
20 gr. Amonyum klorür  
1 lt. su

Oda sıcaklığında çalışılır, yüksek ısıda ve çözeltiliye sodyum antimuanat ( $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) katılmalıdır.

**Bu çözeltinin terkihi ise :** 1 lt. su BAKIR İÇİN  
50 gr. Sudkostik  
10 gr. Potasyum persülfat  
Sıcaklık 100 °C

Önce suda sudkostik eritilir, çözelti 100 °C' ye ısıtılır ve tez halindeki potasyum persülfat yavaş yavaş katılır. Renklendirilecek büyük parçalar tellere asılır, küçük parçalar delikli küçük kovalarda çözeltiliye batırılır, kap devamlı hareket ettirilir. Reaksiyonda parçalarda oksijen gazı oluşur, renklendirme 5 dakika kadar sürer. Renklendirmeden sonra yine her defasında aynı miktar potasyum persülfat katılmalıdır. Parçalar koyu-siyah renk alır. Şayet yaş fırça ile fırçalanırsa parlatılabilir.

### **SARI "PİRİNÇ"İN KAHVERENGİNE RENKLENDİRİLMESİ :**

**Terkip :** 1. Çözelti : 1 lt. su  
80 gr. Sodyum tiyoantimuanat  
25 gr. Potasyum polisülfür

2. Çözelti : 1 lt. su  
2 gr. Göztaşı (bakır sülfat)  
10 ml. saf teknik sülfürik asit 66°Be

Renklendirilecek parçalar önce birkaç saniye birinci çözeltiliye daldırılıp çıkarılır, iyice yıkanır. Bilahare ikinci çözeltiliye daldırılır ve bu iş 2-3 kez renk renk sabitleşinceye kadar tekrar edilir.

**Bir başka terkip ise :** 1 lt. su  
40 gr. Potasyum klarat  
20 gr. Nikel sülfat ( $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )  
120 gr. göztaşı ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )  
2 gr. Potasyum permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )

Renklendirme çözeltisi hafifçe ısıtılır, büyük parçaları asarak, küçük parçaları delikli plastik kaplarda çalkalayarak renklendirilir. Gayet güzel kahverengi oluşur. Permanganatın birkaç misli fazlası katılırsa renk daha koyulaşır.

# ABS (Akrilnitril-Butadien-Stirol) PLASTİKLERİNİN ELEKTROLİTİK METODLARLA KAPLAMA TEKNİĞİ

Plastik kelimesi (Yun. Plastikos = biçim vermek ile ilgili olan; Lat. Plasticus, Fr. Plastique) kelimelerinden Türkçemize aynen yerleşmiş genel bir terimdir. Yani elle çalışabilen, yoğurulabilen, istenilen şekil verilebilen plastik çamur deyimi gibi. Esasında plastiklere sadece elle değil, levha, profil veya enjeksiyon makineleriyle olduğu gibi çok değişik ve özel makinelerle de şekil verilmektedir.

## **Plastiklerin tarihçesi :**

Plastiklerin pek çok değişik türleri vardır. Bu maddelerin imali, suni reçinelerin keşfiyle başlamıştır. 1840' lı yıllarda kauçuğun kükürtle işlenmesi, plastik maddelerin üstün nitelikler kazanmasını sağladı. 1869' da nitrik asitin selüloza tepkimesiyle elde edilen ve temel maddesi nitroselüloz olan selüloit, 1879' da kazein' den çıkarılan galalit, sınai olarak üretildi. 1909' da Baekeland, temel maddesi fenolformaldehit olan ilk organik plastiği, Bakalit'i buldu. 1915' de selülozasetat üretimi başarıldı. 1921' de üreformaldehit ve polimetilmetakrilat, 1928' de polistiren, 1930' da vinil asetat ve vinil poliklorür, 1932' de butadien kauçuğu ve melamin formaldehid, 1938' de poliamid bileşikleri, 1943' de silikonlar, 1954' de polipropilen ve 1956' da polikarbonatlar ortaya çıktı. O yıldan bu yana da, daha nice çeşitli amaçlar için özel tipler geliştirildi. Bilhassa 1960' lı yıllardan sonra da üretimi her yıl %20 civarlarında bir artış göstermektedir.

## **Plastikler genel olarak iki sınıfa ayrılırlar :**

### **Termoplastlar :**

Bir defa şekillendirildikten sonra kırılıp parçalanarak, ufak granül haline getirilerek tekrar şekillendirilebilen plastiklerdir. PE, PS, PVC gibi. Yalnız bunları tekrar kullanırken esas orijinal granüllere max. %5-10 gibi katılmalıdır, fazla katılması halinde kalite çok bozulur.

### **Duroplastlar :**

Bir defa şekillendirildikten sonra tekrar şekillendirilemeyen gruptur. Bunlar bakalit, melamin, üreformaldehid, galalit ve fiberglas (polyester + cam elyaf) tipi plastiklerdir .

ABS adı altındaki plastiklerin metalizasyonu takriben 30 yıl öncelerinden başlar. 50 yıl kadar önceleri iletken olmayan bazı süs eşyaları, dekoratif parçalar çok basit yöntemlerle üzerleri bakır, nikel kaplanıyordu. Bu yöntemde parça üzerine çok ince yapışkan bir zambak sürülerek bunun da üzerine çok ince mikronize toz kömür püskürtülerek parçaya yapışması sağlanıyordu. Kuruduktan sonra da bakır veya nikel kaplanıyordu. Önce alkalik siyanürlü bakır, bilahere asitli parlak bir bakır (kalın bir tabaka) kaplanarak üzeri koruyucu bir saydam vernikle kaplanıyordu, malzeme bakırdanmış görüntüsü veriyordu veya gümüş kaplanabiliyordu.

30 yıl öncesine kadar bu metodla çalışıldı, daha sonraki yıllarda ve halen bazı özel iletken olmayan alçı veya tahta, fiberglastan mamul parçalar yüzeyleri iyice kurutulup temizlendikten sonra incelticisi olan, viskozitesi ayarlanabilen bir özel metalik gümüş tozları ihtiva eden bir lak boya tabancası ile püskürtülerek iletken hale getiriliyor ve bilahere bakır, nikel, krom kaplanıyordu. Şimdi revaçta olan ABS plastiklerinin elektrolitik yöntemlerle, başlangıçta karşılaşılan kimyasal zorlukları zamanla giderilerek yeni buluşlarla ve hergün artan bir miktarda ki %400 lük bir artış söz konusudur, gözde bir işkolu olmuştur. Galvanoteknik'te yani metal kaplamacılığında ayrı ve özel bir yere gelmiştir.

ABS (Akrilnitril Butadien Striel) terkiibini oluşturan kimyasalların baş harfleri alınarak kısaca göstermek içindir. Diğer plastikler için de aynı kısaltma geçerlidir. Polietilen PE, Polivinilklorür PVC, Polistirel PS gibi. ABS Özel bir plastik türüdür. İçerisinde butadien ihtiva etmektedir. ABS plastiklerinin metalizasyonu iki yöntemle gerçekleştirilmektedir.

1- **Vakum sistemi** ki bu artık revaçta değildir. Bu sistemde vakum kabına yüksek voltajda



katot olan parça yüzeyine metalik anot'tan metal zerrecikleri püskürtülmekte ve bilahare ince saydam "şeffaf" vernikle kaplama yapılmaktadır.

2- **Elektrolitik yöntemle olan kaplama** ki esas konumuz budur ve çok revaçtadır. ABS' in diğer bazı türleri, geliştirilen bazı özel metodlarla kaplanabilmektedir, fakat en çok tercih edileni ABS türüdür.

ABS plastiklerinin metalizasyonuna geçmeden önce dünya pazarlarında kaplamaya en uygun ABS üreten firmaların isimleriyle ticari adlarını belirtmekte fayda görüyorum.

#### **ABS türünün Ticari Adı, Üretici Firma ve Ülke :**

- 1-BEXAN BX Plastics Ltd. Lawhord Place Manningtree Essex / England
- 2-CYCOLAC EP 3510 Marbon Chemicals Division of Borg Warner Ltd. Gran Gemouth/Scotland. Almanya'daki Mümessili: S. Goldmann u. Co. KG. 48 Bielefeld Lessingstranss
- 3-EDITER sociee Edison Via Principe Eugenio 5 Milano Italien
- 4-LACQRAN Aguitanie Plastigues 16 rue d'Artois Paris 8e/Frankreich. Almanya'daki Mümessili: Aguitanie Kunststoffe 4 Düsseldorf Graf Adolf Strasse 8688 Deutschland
- 5-LORKARIL Ets. Kuhlmann 25 Boulevard De L'Amiral Broix Paris 16e/Frankreich
- 6-LUSTRAN PC 299 Monsanto Chemical Company St. Louis/USA. Almanya'daki Mümessili: W. Köknk 2 Hamburg lAn der Alster 5
- 7-NOVODUR PMC 2/PMC 5 Farber fabriken BAYER AG 509 Leverkusen Deutschland
- 8-POLYSAR ABS 510 Polysar International SA Friburg/Schweiz. Almanya'daki Mümessili: Otto Krahm 2 Hamburg 11 Grimm 10
- 9-SICOFLEX Mazzucchelli Celluleide s.p.A. Castilione Olona (Varese) Italien Sic Plastics GmbH 8 München Dachauerstrasse 4 Deutschland
- 10-TERLURAN 5760 Badische Anilin Soda Fabrik BASF AG 67 Ludwigshafen/Rhein Deutschland

Bilahare çeşitli bazı ülkeler gibi Japonlar da ABS üretimine geçerek bir takım ticari isimlerle Polymon (Formid 210-410-420), Plastimer Ugikral TA, UniRoyal MP 2603 ve Arylon T 1000, Slincolac JSR (Japon) piyasaya girmişlerdir.

#### **ABS kaplama tekniğinde, uygulama sırası:**

ABS' den mamul enjeksiyonla şekillendirilen parçaların (5 gr. dan 250 gr.'a kadar) metalizasyonu için çok temiz ve yağsız olmalıdır. Küçük parçalar (35 gr. dan 25 gr.'a kadar olanlar) plastik sepet veya tromellerde; büyük parçalar ise iletken bir telle eldivenli ellerle teker teker iç kısımlarından sarılıp bağlanarak işlem görürler. Yukarıda alfabetik olarak ABS üreten firmaları belirtmiştik. Metoda girmeden önce elektrolitik yöntemle kaplama tekniğini, yani işin kimyasal yönünü geliştiren kimyasal terkipleri hazırlayıp kaplamacılara sunan firmaları da belirtmekte yarar görüyorum. Bu firmalar ürettikleri her ayrı terkibe ticari isimler vererek çalışma talimatlarıyla piyasaya sürmektedirler.

Canning, Scherring. Dr. W Kampschulte, Riedel u. Co Udylite, LPW, Dr. Hesse, Mc Gean Rohco Inc. gibi. Prensipten aşağı yukarı aynıdır, bazı özel farklılıklar göze çarparsa da en iyisi en pahalı olan ve teferruata kaçmayandır. Kimyasalları üreten firmalar çalışma talimatlarını ve banyoların analiz metodlarını da vermektedirler.

Yukarıda belirtildiği gibi parça çok temiz ve yağsız olmalıdır. Şayet parçalar yağlı ise önce bir alkalik sıcak yağlama banyosunda yağdan arındırılarak yıkanır ve aşağıdaki sıra takip edilir.

#### **Ön Aşındırma :**

ABS' den mamul malzeme temiz ve yağsız olmalıdır, yani imalatı esnasında enjeksiyon makinasından çıktıktan sonraki kirlilik giderilmiş olmalıdır. Çeşitli imalatçı firmaların ABS türlerine göre aşındırma işlemi bazı küçük farklılıklar gösterir, gaye ve metod aynıdır. Farklılık terkip ve banyo sıcaklığındadır. Aşındırma banyosunun terkinde kromik asit ve sülfürik asit vardır. Sıcaklık 62-68 °C arasında değişir. Müddet 35 dakikadan 10-12 dakikaya kadardır.

Genel bir bilgi için :

400 g/lt. CrO<sub>3</sub>, 400 g/lt. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, d: 1,84

Aşındırmadaki amaç ABS terkininde bulunan butadieni aşındırmaktır. Bu kimyasal aşındırmada, yüzeyin cam gibi olan düzgünlüğünü gözle görülemeyecek bir şekilde mikro aşındırmadır. Genel aşındırma kabı, içi kurşun kaplı bir kazandır.

Terkibi hazırlarken önce yarıya kadar deiyonize su konulur, sülfürik asit yavaş yavaş ve cidardan katılır. Reaksiyon ekzotermik olduğu için asidin tamamı katılmaz, bilahare gerekli kromik asit katılır ve devamlı karıştırılır. Haftada iki kez  $\text{CrO}_3$  ve  $\text{H}_2\text{SO}_4$  analizi yapılmalıdır. Havalandırma "aspirasyon" şarttır. Banyo kazanının üst yan tarafında emiş kanalları olmalıdır.

**Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca yıkanır.

**Nötrleme :**

Yıkama suyundaki kromik asidin (+6 değerinde kromun) +3 değerinde krom bisülfide indirgenmesi yapılır. İzahı yukarıda yapılmıştır.

**Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca yıkanmalıdır.

**Nötrleme :**

%5'lik HCl çözeltisinde parçalar nötrlemeye tabi tutulur. Banyo kazanı PP, PE veya sert PVC olmalıdır. Çalışma normal sıcaklıkta ve müddet takriben yarım dakikadır.

**Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca çalkalanmalıdır.

**Aktivasyon 1 (ön aktivasyon) :**

a- Terkip: 10 gr/lt.  $\text{SnCl}_2$ , 40 gr/lt. HCl konsantre, sıcaklık 20-25°C, müddet 1-2 dakika.

b- Terkip: 10 gr/lt.  $\text{PdCl}_2$ , 40 gr/lt. HCl konsantre, sıcaklık 20-25°C, müddet 1-2 dakika.

Aktivasyon banyoları genellikle 80-150 lt. arasında küçük miktarlarda hazırlanır. Pahalı ve hassas banyolardır ve sık sık değiştirilmeleri icabeder. Banyo kabı PP veya PPC olmalıdır.

100 litrelik bir aktivasyon banyosu hazırlamak için banyo kabına takriben 80 litre kadar deiyonize su konur, 4 litre konsantre HCl katılır ve iyice karıştırılır. Bilahare 1 kg teknik  $\text{SnCl}_2$  azar azar eritilerek katılır ve sonra banyo 100 litreye tamamlanır. Burada aşınan yüzeyde "aşındırma işleminden sonra" bir kalay ve paladyum film tabakası oluşur.

**Deiyonize su ile yıkama, çalkalama :**

Bu yıkamada kesinlikle şehir suyu kullanılmamalıdır.

**Aktivasyon II (ikinci aktifleme) :**

Terkip : 25-10.0 gr/lt.  $\text{AgNO}_3$

10.0-20.0 gr/lt. Amonyak

Banyo kazanı PP veya PVC olmalıdır. Takriben 100 litre hazırlamak için banyo kabına takriben 80 litre deiyonize su alınır ve 400-500 gram gümüş nitrat eritilir. Şehir suyu kesinlikle kullanılmamalıdır. Bilahare 1,3/1,5 litre saf amonyak azar azar ve iyice karıştırılmak suretiyle ilave edilir ve 100 litreye tamamlanır. Müddet yarım-bir dakikadır. Parça yüzeyinde bu defa, bir önceki aktivasyondan sonra iyon mübadelesi olur (metallerin elektriki gerilim sırasını hatırlayınız). Burada hidrojenin sağındaki ve solundaki elementlerin normal potansiyel farkından doğan farklı, bu defa yüzeyde gümüş tabakası oluşur.

Hidrojen 0,02  $\text{H}^+$

Gümüş +0,80  $\text{Ag}^{++}$

Kalay -0,14  $\text{Sn}^{++}$

Artık parça tam anlamıyla iletken hale getirilmiştir. Dolayısı ile bundan sonra akımsız bakır, şimdilerde tercih edilen akımsız nikel kaplama ile elektrolitik kaplamaya hazırlanır.

Bundan 10-12 yıl öncesine kadar tatbik edilen metod akımsız bakır idi. Daha sonra akımsız nikel kaplamalar tatbik edilmeye başlandı. Bakırın terkedilmesine sebep, banyonun sık sık

bozulması, devamlı filtrasyonu ve bilhassa bakırın devamlı çökmesi idi. Akımsız nikelde ise bu tür problemler yoktur. Her iki metodun tatbikatı şöyledir :

**a- Akımsız bakır kaplama terkibi :** Terkip iki kısımdan oluşmaktadır.

1. Kısım : 35 gr/lt. göztaş  
50 gr/lt. sudkostik  
170 gr/lt. senyet tuzu

2. Kısım : 50 ml/lt. formaldehit

Çözeltiler ayrı ayrı kaplarda deiyonize su ile hazırlanır, çalışmaya başlanacağı zaman her iki kısımdan eşit miktarlarda alınır (1+1 oranında). Normal sıcaklıkta, pH 10-11,5 arasında olacak şekilde ayarlanır ve çalışılır. Formaldehitten dolayı dibe devamlı bakır çökmekte ve banyo ömrü kısalmaktadır. Bundan dolayı bu methodan vazgeçilmiştir, fakat piyasada halen bu methodla çalışan firmalar vardır. Fakat metod ekonomik değildir.

Not: Yukarıda bahsedilen aktivasyondan sonra iki kez deiyonize su ile yıkama işlemi vardır. Konuyu dağıtmamak için, ilişkili olduğundan bir arada bahsettik.

**b- Akımsız nikel kaplama terkibi :**

2. Aktivasyondan sonra 10 ve 11. sıralarda iki kez deiyonize su ile yıkanan parçalar, şu sıralarda revaçta olan akımsız nikel banyosunda kaplamaya tabi tutulur. Değişik akımsız nikel terkipleri hakkında tatbik edilen reçeteler şunlardır :

*A- Brenner-Riedel'e göre :*

30 gr/lt. NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O  
10 gr/lt. NaH<sub>2</sub> PO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O sodyum-hipofosfit  
35 gr/lt. glikolacid

pH değeri 4-6 (pH ayarı için NaOH çözeltisi kullanılmalıdır), çalışma sıcaklığı 90°C saatte 15 mikron kaplama yapar. Fakat ABS için 10-15 dakika yeterlidir. Banyo kabı PP, sert PVC olup yandan emişli, yani aspirasyon olmalıdır. Metalik olmayan özel PP filtreler kullanılmalıdır. Banyo kabı hiç olmazsa ayda bir başka bir kaba filtre edilerek, tüm iç yüzeyleri temizlenmelidir.

*B- Dow'a göre :*

10 gr/lt. NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O  
20 gr/lt. NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O  
10 gr/lt. Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>. 5½ H<sub>2</sub>O Na-citrat  
5 ml. % 70' lik HF  
pH değeri 6,5 olmalıdır

*C- Kannigen'e göre :*

20-23 gr/lt. NiSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O  
20-30 gr/lt. NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O  
30-35 gr/lt. kompleks teşkil edici tuz  
2-4 gr/lt. hızlandırıcı  
2-4 mg/lt. stabilizatör  
30-50 mg/lt. nemlendirici

Sıcaklık 90-93 °C, saatte 30 mikron nikel kaplama yapılabilir.

**İktisadi yıkama :**

Akımsız nikel banyolarında buharlaşmadan doğan su kaybı veya ilaç takviyelerinde bu su kullanılır.

**Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca yıkanır.

**Asitleme :**

%5 sülfürikasitle bir ön asitleme yapılmalıdır ki bundan sonra asitli bakır kaplama yapılacaktır. Bu elektrolitik yolla ve doğru akımla ilk kaplamadır. Artık iletken olmayan ABS

plastığı, yukarıda izah edilegelen işlemlerden sonra tamamen tam anlamıyla kaplamaya hazırdır. Asitli bakır kaplamadan sonra sırasıyla nikel, krom, istenilirse sarı (pirinç), altın ve gümüş kaplama yapılabilir.

Ön asitlemenin sebebi ise, asitli bakır banyosu terkininde  $H_2SO_4$  bulunduğundan, yıkama sularından başka iyonların bakır banyosuna göçüne engel olmaktadır.

#### **Asitli bakır kaplama :**

Genel olarak terkip:

250 gr/lt.  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

35-50 gr/lt. pür sülfürik asit "Merck"

4 gr/lt. parlaticı

50 mg/lt. iletkenlik tuzu

Anot: %99,99 safiyette elektrolitik bakır lamadır. 10 x 200 x 600 anotlar, banyoya titan anot tutucuları ile asılmalıdır.

Sıcaklık 20 °C

Akım kesafeti 1,2 V 5,8 A/dm<sup>2</sup> olmalıdır. Banyoda malzeme hareketi sağlanmalıdır. Küçük parçalar tromellerde, büyük parçalar özel askılarda, her parçanın kendine mahsus özel askılarında asılmalıdır. Parçalar ortadaki hareketli baraya sıkıca tutturulmuş olmalıdır.

Kaplama kalınlığı banyonun kesafeti (bomesi), akım kesafeti ve müddetle ilgili olduğundan, kaç mikron kaplama isteniyorsa ona göre tüm şartlar gerçekleştirilmelidir. ABS kaplamada 5-6 mikron, büyük parçalarda 10 mikrona kadar çıkmaktadır.

#### **Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca yıkanır.

#### **Asitleme :**

%5 sülfürik asitle, amaç yukarıda belirtildiği gibi.

#### **Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1-2 dakika müddetle bolca yıkanır.

#### **Parlak nikel kaplama:**

250-280 gr/lt.  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$

30-50 gr/lt.  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$

40 gr/lt.  $H_3BO_3$

Sıcaklık 50-55 °C

pH değeri 4,2-4,8

Akım kesafeti 1,5 A/dm<sup>2</sup>

Anot; % 99,99 safiyette elektrolitik nikel anot "ince"

Banyoda parçalar hareket ettirilmelidir.

#### **İktisadi yıkama :**

Banyoda hem buharlaşmadan doğan su kaybını önlemek için hem de nikel banyosuna yapılacak ilaç ilavelerinde bu su kullanılmalıdır.

#### **Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1 -2 dakika müddetle bolca yıkanır.

*Not :* Bu tür yıkamaların devamlı akarsu ile olması tercih edilmelidir.

#### **Aktifleme :**

%5 kromikasit çözeltisine 20-30 saniye kadar daldırılıp çıkarılma işlemi; zira bundan sonra parça krom kaplanacaktır. Tatbikatı çok seyrek, bilgi edinilmesi için belirtiyorum. Şayet parçalar krom kaplanılmayacak ise, işlem burada bitmiş sayılır ve parçalar bolca yıkanır ve kurutulur. Veya

başka bir kaplama türü; sarı (pirinç), altın kaplanacak ise nikelden sonra kaplamaya devam edilir.

**Parlak krom kaplaması: (Genel olarak tertip)**

250-280 gr/lt. CrO<sub>3</sub>,

2.5-2.8 "pür" H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> "Merck"

Sıcaklık 38-42 °C

Akım kesafeti 10-20 A/dm<sup>2</sup>

Müddet 3-4 dakikadır.

Anot % 7 kalay ihtiva eden kurşun anottur.

Bu banyoda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/CrO<sub>3</sub> oranı 1/100 olmalıdır. Banyonuzun analitik kontrolü haftada iki kez yapılmalıdır.

**İktisadi yıkama :**

**Su ile yıkama, çalkalama :**

Parçalar normal sıcaklıktaki su içerisinde 1 -2 dakika müddetle bolca yıkanır.

**Kurutma :**

Yandan üflemleri kazanlarda parçalar 50 °C sıcak hava ile kurutulmalıdır.

**Son bilgiler :**

- 1- Galvanoteknik'te (metal kaplamacılığında) ilk şart temizliktir.
- 2- Kullanılan su, banyolar için deiyonize su, yıkama suları şehir suyu olabilir.
- 3- Tesis yeri iyi seçilmelidir. Havalandırma, atık suların akışı ve tesisin dışında arıtma sisteminin çalıştırılması ve her an kontrolü gerekir.
- 4- Her kaplama banyosunun redresörleri ayrı olmalıdır.
- 5- Banyo kazanlarının dizilişi düz bir hat olabileceği gibi, yerin durumuna göre U dönüşümlü olabilir.
- 6- Zeminin kimyasal maddelere karşı dayanıklı olması sağlanmalıdır, zira asit vs.lerle beton aşınacağına, her sene yenilemek icabeder.
- 7 - Tesiste çalışacak işçilerin eğitimi şarttır.

# GALVANOTEKNİKTE HESAPLAMALAR

## A- TARİFLER :

**Yüzde :** Çözeltinin 100 gr.ında bulunan çözünmüş maddenin kütlesidir.

$$\text{Yüzde (\%)} = \frac{\text{gr.}}{100 \text{ gr.}}$$

**Konsantrasyon :** Çözeltinin 100 ml.sinde bulunan çözünmüş maddenin kütlesidir.

$$\text{Konsantrasyon} = \frac{\text{gr.}}{100 \text{ ml.}}$$

**Yoğunluk (Kesafet) :** Çözeltinin veya katı maddelerin 1 ml.sinde bulunan çözelti kütlesidir.

$$\text{Kesafet (d)} = \frac{\text{Çözelti kütlesi (gr.)}}{\text{Çözelti hacmi (ml.)}}$$

Her maddenin (elementin) yoğunluğu ayrıdır.

Antimon	6,67	Nikel	8,90
Aluminyum	2,70	Gümüş	10,50
Kurşun	11,34	Kalay	7,28
Krom	7,19	Çinko	7,13
Demir	7,86	Platin	21,45
Altın	19,30	Titan	4,50
Bakır	8,93	Paladyum	12,00
Bronz	8,90	Pirinç (sarı)	8,40

**Bome (Baumé) Derecesi :** Bu derecenin tayininde sudan hafif ve sudan ağır cisimler için iki tip *arcometre* kullanılır.

a) Sudan ağır çözeltiler için kullanılacak arcometre %10 luk tuzlu suya daldırıldığında tesbit edilen nokta 10 (on), saf suda tesbit edilen nokta 0 (sıfır) olarak işaretlenir ve arası on eşit parçaya (10 taksimata) bölünür.

b) Sudan hafif olanlarda ise ayar yukarıdakinin tamamen aksidir. %10 luk tuzlu suya batan kısım 0 (sıfır), saf (destile) sudaki kısım 10 (on) olarak alınmıştır ve arası yine on eşit parçaya (10 taksimata) bölünür.

Kesafet (yoğunluk) ve bome derecelerinin birbirine dönüşümü (çevrimi) için aşağıdaki formüllerden faydalanılır. Ayrıca hazır tablodan yararlanılabilir.

$$d (\text{yoğunluk}) = \frac{144,32}{144,32 - \text{°Bé}} \quad \text{Sudan ağır sıvılar için.}$$

$$d (\text{yoğunluk}) = \frac{144,32}{144,32 + (\text{°Bé} - 10)} \quad \text{Sudan hafif sıvılar için.}$$

°Bé ve Yoğunluk Dönüşüm Tablosu (Sudan Ağır Sıvılar İçin) +15 °C' de

Grad Bé	↔	Yoğunluk	Grad Bé	↔	Yoğunluk	Grad Bé	↔	Yoğunluk
1		1,007	25		1,210	48		1,500
2		1,014	26		1,220	49		1,516
3		1,021	27		1,231	50		1,532
4		1,029	28		1,241	51		1,549
5		1,036	29		1,252	52		1,566
6		1,043	30		1,263	53		1,583
7		1,051	31		1,274	54		1,601
8		1,059	32		1,286	55		1,618
9		1,067	33		1,297	56		1,637
10		1,075	34		1,309	57		1,656
11		1,083	35		1,321	58		1,676
12		1,091	36		1,333	59		1,695
13		1,099	37		1,346	60		1,714
14		1,108	38		1,358	61		1,736
15		1,116	39		1,371	62		1,758
16		1,125	40		1,385	63		1,779
17		1,134	41		1,398	64		1,801
18		1,143	42		1,412	65		1,823
19		1,152	43		1,427	66		1,847
20		1,161	44		1,440	67		1,872
21		1,171	45		1,454	68		1,897
22		1,180	46		1,469	69		1,921
23		1,190	47		1,484	70		1,946
24		1,200						

°Bé ve Yoğunluk Dönüşüm Tablosu (Sudan Hafif Sıvılar İçin) +15 °C' de

Grad Bé	↔	Yoğunluk	Grad Bé	↔	Yoğunluk	Grad Bé	↔	Yoğunluk
10		1,000	20		0,935	30		0,878
11		0,993	21		0,929	35		0,852
12		0,986	22		0,922	40		0,828
13		0,980	23		0,917	45		0,804
14		0,973	24		0,911	50		0,783
15		0,967	25		0,907	55		0,762
16		0,960	26		0,900	60		0,742
17		0,954	27		0,895	65		0,724
18		0,948	28		0,889	70		0,706
19		0,941	29		0,884	75		0,689

### pH Değerinin İzahı : pH nedir?

Kimyasal reaksiyonlarda hidrojen iyonu H<sup>+</sup> konsantrasyonu çok önemlidir. *Rutherford*' un atom modeline göre bir hidrojen iyonu, elektronu alınmış bir hidrojen iyonudur. Buna *proton* denir. Proton en küçük pozitif elektrik miktarını gösterir.

Saf su pek az olmakla beraber gene elektriği iletir ki, bu su moleküllerinin *dissosie* olup iyonlarına ayrılmış olduğunu gösterir.



Bu dengeye kütlelerin tesiri kanunu tatbik edilirse ;

$$\frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K = 1,7 \times 10^{-16} \text{ olur.} \quad \dots \dots (2)$$

[H<sup>+</sup>]

Suyun molar konsantrasyonu 55,5 yani sabit olarak kabul edilebilir ve denge sabitesi

içerisine alınabilir.

$$[H^+][OH^-] = K = 10^{-14} \quad \dots (3)$$

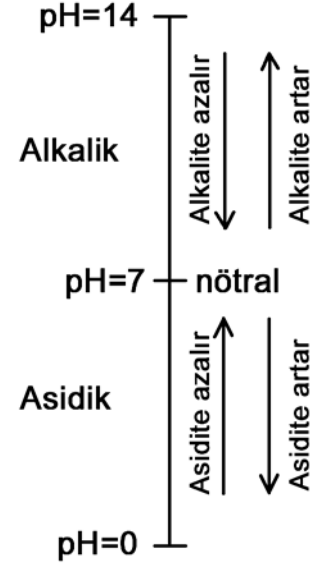
Bu K sabitesine suyun “iyonizasyon sabitesi” veya “dissosiasyon sabitesi” denir. Elektriksel metodlarla ölçülmüş, 22 °C’ de  $K = 10^{-14}$  bulunmuştur. Bu yalnız saf su için değil, asitli veya alkali bütün sular için geçerlidir.

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [H^+] \\ \text{pOH} &= -\log [OH^-] \\ \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \text{ tür.} \end{aligned}$$

Buna göre çözeltileri şöylece sınıflandırmak kabildir.

$$\begin{aligned} \text{pH} = \text{pOH} = 7 & \quad \text{nötral çözelti} \\ \text{pH} < 7 < \text{pOH} & \quad \text{asidik çözelti} \\ \text{pH} > 7 > \text{pOH} & \quad \text{kalevi çözelti} \end{aligned}$$

Yukarıda izah edilen pH tarifinde on rakamının pek kullanışlı olmayan negatif üsleri yerine Sorensen işaret sistemleri kullanılır. Bu sistemde çözeltilerin asitliği  $H^+$  iyonlarının aktivitesiyle değil, bunun logaritmasının işaretçe tersi ile ifade edilir ve pH ile gösterilir. Bir çözeltinin  $H^+$  iyonları konsantrasyonu  $10^{-7}$  dir demek yerine bu çözeltinin pH’ ı 7 dir denir.



**Örnek :** Bir çözeltide  $H^+$  iyonları konsantrasyonu  $3 \cdot 10^{-4}$  M olduğuna göre bu çözeltinin pH değeri nedir?

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [H^+] = -\log (3 \cdot 10^{-4}) \\ &= -(\log 3 + \log 10^{-4}) \\ &= -0,48 + (-4) = -(0,48 - 0,4) \\ &= -(-3,52) = 3,52 \text{ bulunur. } \text{pH: } 3,52 \text{ dir.} \end{aligned}$$

**Örnek :** Bir çözeltinin pH’ ı 4,65 tir. Çözeltideki  $[H^+]$  iyonları konsantrasyonu ne kadardır?

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,65} = 10^{-5+0,35}$$

Bu ise (anti log 0,35)  $\times 10^{-5}$  demektir.

Anti log 0,35 = 2,24 olduğundan  $[H^+] = 2,24 \times 10^{-5}$  olur.

## B- ELEKTROKİMYASAL EKVİVALENT (EŞDEĞER) A MİKTARI :

**1 Coulomb** = 1 amper x 1 saniye

**Amper (i)** : 15 gr. p.a.  $AgNO_3$  ün 85 ml. destile sudaki çözeltisinden saniyede 1,118 mg. gümüş açığa çıkaran akım miktarıdır.

**Volt (E)** : 1 ohm’ luk bir dirençten 1 amper geçiren kuvvettir.

**Ohm (R)** : 0 °C’ de düzgün kesitli 1 mm<sup>2</sup> kesitinde ve 106.300 cm. boyunda 14,4521 gr. ağırlığındaki bir cıva sütununun direncidir.

$$A = \frac{m}{i \cdot t} \quad i: [\text{amper}], t: [\text{saniye}]$$

Metal kaplamacılığında (galvanoteknikte) 1 A.h kullanılır.

1 saat = 3.600 saniye ve 1 ekvivalent gram metalin ayrışması için,

$96.500 / 3.600 = 26,8$  A.h gereklidir.



1 A.h de ayrılan miktara elektrokimyasal ekvivalent (eşdeğer) miktar denir ve “ c ” ile gösterilir.

$$c = \frac{\text{Atom ağırlığı}}{\text{Değerlik} \times 26,804} = \frac{A \text{ gr.}}{26,804} \quad [\text{gr/A.h}]$$

**Örnek :** Gümüşün elektrokimyasal eşdeğer miktarı nedir?

Ag Atom ağırlığı = 107,88  
değerliği = 1

$$c = \frac{107,88}{1 \times 26,804} = 4,025 \quad [\text{gr/A.h}] \text{ bulunur.}$$

**a) Elektrik Enerjisi :**

Bir enerji daima iki faktörün çarpımına eşittir.

Enerji = Şiddet faktörü x Kapasite faktörü

Elektrik şiddet faktörü Elektro Motor Kuvvet (E.M.K.), kapasite faktörü de Elektrik Miktarı’ dır. O halde;

$$\begin{aligned} \text{Elektrik enerjisi} &= \text{Elektro Motor Kuvveti} \times \text{Elektrik Miktarı} \\ &= E \cdot Q \\ &= E \cdot i \cdot t \end{aligned}$$

Pratik birimler sisteminde;

Joule = Volt x Coulomb = Volt x Amper Saniye’ dir. Ohm Kanunu dikkate alındığında,

$$\begin{aligned} \text{Elektrik enerjisi} &= R \cdot i^2 \cdot t \quad [\text{joule}] \\ &= R \cdot i^2 \cdot t \cdot 10^7 \quad [\text{erg}] \\ &= \frac{R \cdot i^2 \cdot t}{9,81} \quad [\text{kgm}] \end{aligned}$$

1 küçük kalori      4,183 joule veya  
1 joule                      0,2390 kaloriye eşdeğer olduğundan

Elektrik enerjisinin ısı cinsinden değeri :

$$q = \frac{E \cdot i \cdot t}{4,183} = \frac{R \cdot i^2 \cdot t}{4,183} = 0,2390 R \cdot i^2 \cdot t \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

**b) Mekanik Güç (N) :**

İş = Kuvvet x Yol      (Zaman biriminde yapılan iş’e **Güç** denir.)

$$\text{Güç} = \frac{\text{Kuvvet} \times \text{Yol}}{\text{Zaman}} = \frac{\text{İş}}{\text{Zaman}} = \dots \quad [\text{kgm/sn}]$$

P : Kuvvet      [kg]

S : Yol              [m]

t : Zaman            [sn] alınırsa,

N (Güç) 1 B.G. (beygir gücü) 75 kgm

$$N = \frac{P \cdot S}{75 \cdot t} \quad [\text{kgm/sn}]$$

$$s = \frac{N \cdot t \cdot 75}{P} \quad [\text{m}]$$

$$P = \frac{N \cdot t \cdot 75}{s} \quad [\text{kg}]$$

$$t = \frac{P \cdot S}{75 \cdot N} \quad [\text{sn}]$$

**Örnek :** 60 kg.lık bir yükü 3 dakikada 20 m. yükseğe taşıyan bir insanın gücü nedir?

P : 60 kg.

S : 20 m.

t : 3 dak. = 180 sn.

$$N = \frac{P \cdot S}{t \cdot 75} = \frac{60 \cdot 20}{180 \cdot 75} = 0,089 \text{ B.G. dür.}$$

PS–Kilowatt Dönüşüm Tablosu			
PS	Kilowatt	PS	Kilowatt
1	0,7351	36	26,464
2	1,4702	37	27,199
3	2,2053	38	27,934
4	2,9404	39	28,669
5	3,6755	40	29,404
6	4,4106	41	30,139
7	5,1457	42	30,874
8	5,8808	43	31,609
9	6,6159	44	32,344
10	7,3510	45	33,080
11	8,0861	46	33,815
12	8,8212	47	34,550
13	9,5563	48	35,285
14	10,291	49	36,020
15	11,027	50	36,755
16	11,762	51	37,490
17	12,497	52	38,225
18	13,232	53	38,960
19	13,967	54	39,695
20	14,702	55	40,431
21	15,437	56	41,166
22	16,172	57	41,901
23	16,907	58	42,636
24	17,642	59	43,371
25	18,378	60	44,106
26	19,113	61	44,841
27	19,848	62	45,576
28	20,583	63	46,311
29	21,318	64	47,046
30	22,053	65	47,782
31	22,788	66	48,517
32	23,523	67	49,252
33	24,258	68	49,987
34	24,993	69	50,722
35	25,729	70	51,457

Kilowatt–PS Dönüşüm Tablosu			
Kilowatt	PS	Kilowatt	PS
1	1,3604	36	48,974
2	2,7208	37	50,335
3	4,0812	38	51,695
4	5,4416	39	53,056
5	6,8020	40	54,416
6	8,1624	41	55,776
7	9,5228	42	57,137
8	10,8833	43	58,497
9	12,244	44	59,858
10	13,604	45	61,218
11	14,964	46	62,578
12	16,325	47	63,939
13	17,685	48	65,299
14	19,046	49	66,660
15	20,406	50	68,020
16	21,766	51	69,380
17	23,127	52	70,741
18	24,487	53	72,101
19	25,848	54	73,462
20	27,208	55	74,822
21	28,568	56	76,182
22	29,929	57	77,543
23	31,289	58	78,903
24	32,650	59	80,264
25	34,010	60	81,624
26	35,370	61	82,984
27	36,731	62	84,345
28	38,091	63	85,705
29	39,452	64	87,066
30	40,812	65	88,426
31	42,172	66	89,786
32	43,533	67	91,147
33	44,893	68	92,507
34	46,254	69	93,868
35	47,614	70	95,228

**c) Elektrik Gücü (N) :**

Bir saniyede yapılan iş' e **Güç** denildiğinden,

$$\begin{aligned} \text{Elektrik Gücü} &= \frac{\text{Elektrik Enerjisi}}{\text{Zaman}} = \frac{\text{Volt} \cdot \text{Coulomb}}{\text{Saniye}} \\ &= \frac{\text{joule}}{\text{sn}} = \text{Watt} \end{aligned}$$

O halde Volt x Amper = Watt  
1 Watt x 1 sn = 1 joule' dür.

Buna göre (Watt . sn) enerji birimidir. Zaman birimi olarak saat veya yıl da alınabilir.

$$\begin{aligned} \text{Watt} \cdot \text{saat} &= 3.600 \text{ joule} \\ \text{Kilowatt} \cdot \text{saat} &= 3.600.000 \text{ joule} \\ \text{Kilowatt} \cdot \text{yıl} &= 31.536 \cdot 10^6 \text{ joule} \\ 1 \text{ Beygir Gücü} &= 75 \text{ kgm} = 746 \text{ Watt} = 0,746 \text{ kW} \\ &(\text{PS}) \end{aligned}$$

**Formüller :**

$$N = V \cdot i \quad V [\text{Volt}], i [\text{Amper}]$$

$$i = \frac{N}{V} \quad [\text{Amper}]$$

$$V = \frac{N}{i} \quad [\text{Volt}]$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1.000 \text{ W} \\ 1 \text{ kW} &= 1,36 \text{ PS} \\ 1 \text{ PS} &= 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW} \end{aligned}$$

**Örnek :** 6 V ve 300 A' lik bir jeneratörün gücü nedir?

$$\begin{aligned} V &= 6 \text{ V} \quad i = 300 \text{ A} \\ N &= V \cdot i = 6 \cdot 300 = 1.800 \text{ W} = 1,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

**Örnek :** 4,5 PS (beygir gücü) kaç kW eder?

$$\begin{aligned} N &= 4,5 \text{ PS} \\ N &= 0,736 \cdot 4,5 = 3,3 \text{ kW} \end{aligned}$$

**Örnek :** 6.300 W kaç (beygir gücü) eder?

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1,36 \text{ PS den} \\ N &= 6.300 \text{ W} = 6,3 \text{ kW} \\ N &= 1,36 \cdot 6,3 = 8,55 \text{ PS eder.} \end{aligned}$$

**Örnek :** 1.500 W' lık bir banyo ısıtıcısı 8 saatte ne kadar masraf yapar?

(1 kWh = 128.000 TL)

$$\begin{aligned} \text{Masraf} &= \text{İş} \cdot \text{Para} & M &= A \cdot P & A &: 1 \text{ kW}' \text{ da yapılan iş} \\ & & P &: \text{Fiyat (1 kW ücreti)} \\ & & M &: \text{Masraf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= N \cdot t = 1,5 \text{ kW} \cdot 8 \text{ saat} = 12 \text{ kWh} \\ M &= A \cdot P = 128.000 \times 12 = 1.536.000 \text{ TL bulunur.} \end{aligned}$$

### ISI MİKTARI :

Metal kaplamacılığında (galvanoteknikte) 1 kg. banyo çözeltisinin (elektrolit miktarının) sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gereken ısı miktarı (sıcaklık) aşağıdaki tablodan faydalanılarak şu formülle hesaplanmalıdır.

$$\text{Spesifik sıcaklık} \quad C = 1 - (0,0095 \cdot n) \quad (n : \text{elektrolitin } ^\circ\text{Bé olarak yoğunluğu})$$

Yoğunluk	Spesifik sıcaklık	Yoğunluk	Spesifik sıcaklık	Yoğunluk	Spesifik sıcaklık
1 °Bé	0,9905	11 °Bé	0,8955	21 °Bé	0,8005
2 °Bé	0,9810	12 °Bé	0,8860	22 °Bé	0,7910
3 °Bé	0,9715	13 °Bé	0,8765	23 °Bé	0,7815
4 °Bé	0,9620	14 °Bé	0,8760	24 °Bé	0,7720
5 °Bé	0,9525	15 °Bé	0,8575	25 °Bé	0,7625
6 °Bé	0,9430	16 °Bé	0,8480	26 °Bé	0,7530
7 °Bé	0,9335	17 °Bé	0,8385	27 °Bé	0,7435
8 °Bé	0,9240	18 °Bé	0,8290	28 °Bé	0,7340
9 °Bé	0,9145	19 °Bé	0,8195	29 °Bé	0,7245
10 °Bé	0,9050	20 °Bé	0,81	30 °Bé	0,7150

1 kg. suyun sıcaklığını +14,5 °C' den +15,5 °C' ye yükseltmek yani 1 °C arttırmak için gerekli ısı miktarı **1 kcal** (kilo kalori)dir.

Bir galvano banyosunda lüzumlu toplam ısı miktarı şöyle hesaplanır :

Toplam Isı Miktarı = Spesifik sıcaklık x Kütle x Sıcaklık farkı

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta v \quad [\text{kcal}]$$

C : Spesifik sıcaklık [kcal/kg.°C]

m : Elektrolit miktarı [kg]

$\Delta V$  : Sıcaklık farkı [°C] ( $V_{\text{sıcak}} - V_{\text{soğuk}}$ )

$$\text{Buradan,} \quad m = \frac{P}{C \cdot \Delta v} \quad [\text{kg}]$$

$$\Delta v = \frac{Q}{C \cdot m} \quad [^\circ\text{C}] \quad \text{hesaplanır.}$$

**Örnek :** 800 lt.lik bir nikel banyosunu 18 °C' den 50 °C' ye çıkarmak için gerekli ısı miktarı nedir? (Banyo yoğunluğu 20 °Bé dir.)

$$V = 800 \text{ lt}$$

$$\Delta v = 50 - 18 = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C = 0,8100 \quad (\text{tablodan bakılır})$$

$Q = C \cdot m \cdot \Delta v$  formülünden

$$m = V \cdot \rho \quad C = 1 - (0,0095 \cdot 20)$$

$$m = 800 \cdot 1,161 \quad C = 1 - 0,19$$

$$m = 928,8 \text{ kg.} \quad C = 0,81$$

$$Q = 0,81 \cdot 928,8 \cdot 32$$

$$Q = 24.074,496 \text{ kcal}$$

$$Q \approx 24.075 \text{ kcal bulunur.}$$

### Yardımcı Formüller :

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ joule}$$

$$1 \text{ kWh} \approx 860 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ watt.sn} = 0,24 \text{ cal (elektriksel ısı birim miktarı)}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ joule} = 0,001163 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$$

$$Q (\text{ısı} - \text{sıcaklık birimi}) = 860 \times \text{Elektriksel iş [kcal]}$$

$$Q = 860 \cdot A \quad [\text{kcal}] \text{ veya}$$

$$Q = 860 \cdot N \cdot t [\text{kcal}]$$

Galvano banyolarının ısıtılmalarında ısı kaybını ( $\eta$ ) da dikkate almak gerekir. O zaman formül,

$$Q = 860 \cdot N \cdot t \cdot \eta \quad [\text{kcal}] \text{ şeklini alır.}$$

Güç ise,

$$N = \frac{Q}{860 \cdot \eta \cdot t} \quad [\text{kW}]$$

Q : Isı birimi [kcal]

t : Zaman

$\eta$  : Isı kaybı (%)

Buradan,

$$t = \frac{Q}{860 \cdot N \cdot \eta} \quad [\text{saat}]$$

$$\eta = \frac{Q}{860 \cdot N \cdot t} \quad \% \text{ olarak bulunur.}$$

**Örnek :** 20 °Bé yoğunluğunda 1.000 lt. hacminde bir sert krom banyosunu 4 saatte 18 °C' den 58 °C' ye yükseltmek gerekiyor.

a) Banyoyu (elektroliti) ısıtmak için gerekli elektrik enerjisi (kW) nedir?

b) 1 kWh = 128.000 TL ise, elektrik masrafı nedir?

**Çözüm :**

$$V = 1.000 \text{ lt.}$$

$$\Delta v = 58 - 18 = 40 \text{ °C}$$

$$t = 4 \text{ saat}$$

$$\eta = 0,8 \text{ (%20 kayıp)}$$

$$C = 0,81 \text{ (tablodan bakılır.)}$$

$$\rho = 20 \text{ °Bé} = 1,161$$

$$1 \text{ kWh} = 128.000 \text{ TL}$$

$$a) \quad N = \frac{Q}{860 \cdot \eta \cdot t} \text{ den} \quad Q = C \cdot m \cdot \Delta v$$

$$m = V \cdot \rho = 1000 \cdot 1,161 = 1.161 \text{ kg.}$$

$$C = 0,81$$

$$Q = 0,81 \cdot 1.161 \cdot 40 = 37.600 \text{ kcal.}$$

$$N = \frac{37.600}{860 \cdot 0,8 \cdot 4} = 13,67 \text{ kW bulunur.}$$

b)

$$M = A \cdot P$$

$$A = N \cdot t$$

$$A = 13,67 \times 4 = 54,7 \text{ kWh}$$

$$M = 54,7 \times 128.000 = 70.016.000 \text{ TL bulunur.}$$

**Örnek :** 600 lt.lik bir sıcak su yıkama banyosunu 2 saatte 15 °C' den 95 °C' ye çıkarmak için lüzumlu elektrik enerjisi nedir?

**Çözüm :**

$$\frac{600 \cdot 80 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{860 \cdot 2} = 27,9 \text{ kW}$$

**Örnek :** 1.000 lt.lik bir nikel banyosunun (d : 1,125 ve 16 °Bé) sıcaklığını 15 °C' den 55 °C' ye çıkarmak için lüzumlu elektrik enerjisi nedir?

**Çözüm :**

$$\frac{1000 \cdot 40 \cdot 1,125 \cdot 0,99}{860 \cdot 1,0} = 51,8 \text{ kW}$$

**Örnek :** 1.000 lt.lik bir nikel banyosunun (d : 1,125 ve 16 °Bé) sıcaklığını 15 °C' den 55 °C' ye çıkarmak için lüzumlu elektrik enerjisi nedir?

**Çözüm :**

$$\frac{1000 \cdot 40 \cdot 1,125 \cdot 0,99}{860 \cdot 1,0} = 51,8 \text{ kW}$$

**Örnek :** 800 lt.lik bir sert krom banyosunu 55 °C' ye kadar ısıtmak için 6 kW' lık bir ısıtıcı ile ne kadar zamanda ısıtılabilir?

**Çözüm :**

$$\frac{800 \cdot 40 \cdot 1,18 \cdot 1,0}{860 \cdot 6} = 6,5 \text{ saat gereklidir.}$$

Özetle formüle edecek olursak, ısıtma takatı galvano banyolarında şu formüle göre hesaplanır :

$$\text{kW} = \frac{\text{Banyo hacmi [lt]} \times \text{Sıcaklık farkı} \times \text{Yoğunluk} \times \text{Spesifik sıcaklık}}{860 \times \text{Isıtma süresi [saat]}}$$

Spesifik sıcaklık, yukarıda da belirtildiği gibi;

$$C = 1 - (0,0095 \cdot n) \text{ dir.} \quad (n: \text{Elektrolitin } ^\circ\text{Bé olarak yoğunluğudur.})$$

### **FARADAY KANUNLARI VE UYGULAMALARI :**

1- Bir elektrolitten elektrik akımı geçirildiği zaman serbest hale geçen veya çözünen madde miktarı, elektrolitten geçen elektrik miktarıyla orantılıdır.

2- Muhtelif elektrolitlerden aynı miktar elektrik akımının geçmesiyle ayrılan veya çözünen madde miktarı, her cismin kimyasal eşdeğeriyle orantılıdır.

*Kimyasal eşdeğer*, bir atomun atom tartısının veya bir atom grubunun mol tartısının, bunların dahil oldukları bileşikteki valanslarına oranıdır.

Bir coulomb'luk elektrik miktarının serbest hale geçirdiği veya çözdüğü maddenin gram miktarına, bu maddenin "*elektrokimyasal eşdeğeri*" denir.

Gümüşün elektrokimyasal eşdeğeri, yani bir coulomb'luk elektrik akımının açığa çıkardığı gümüş miktarı 0,00118 gr.dır. Şu halde gümüşün kimyasal eşdeğeri onun elektrokimyasal

eşdeğerine bölünürse;  $107,88 / 0,00118 \approx 96.500$  coulomb bulunur.

Herhangi bir cisimden bir eşdeğer gramının ayrılmasına tekabül eden bu elektrik miktarına *Faraday* denir ve [F] ile gösterilir.

1 Faraday = F = 96.500 coulomb olarak alınır.

Ayrılan elementin atom tartısı A, bulunduğu bileşikteki değerliği (n) ve geçen akımın miktarı da Q coulomb ise, ayrılan maddenin gram miktarı;

$$m = \frac{A}{n} \cdot \frac{Q}{96.500} \quad \text{veya } Q = i \cdot t \text{ olduğundan}$$

$$m = \frac{A}{n} \cdot \frac{i \cdot t}{96.500} \quad \text{olur. Burada (i) amper, (t) saniye ve (m) gram olarak bulunur.}$$

### I- Elektrikli Kaplamada Katotta Ayrışan (Toplanan) Metal Miktarının Hesaplanması :

Faraday Kanunu'ndan yararlanılarak hesaplanır.

Çöken (ayrışan) madde miktarı = Elektrokimyasal eşdeğer x Akım yoğunluğu x Zaman

$$m = c \cdot i \cdot t$$

Kaplamacılıkta tatbik edilen akımın tamamından istifade edilemediğinden (kayıptan dolayı), istifade edilebilen (faydalanılabilen) akım "a" yı hesaba katmak icabeder. O zaman formül,

$$m = c \cdot \dot{I} \cdot t \cdot a \quad [\text{gr}] \text{ olur.}$$

c : Elektrokimyasal eşdeğer (gr/Ah)

$\dot{I}$  : Bütün yüzey için tatbik edilen akım şiddeti (amper)

t : Zaman (saat)

a : Faydalanılan akım oranı %

m : Çöken (katotta ayrışan) metal miktarı

**Örnek :** 0,5 A/dm<sup>2</sup> akım yoğunluğuyla 2,5 dm<sup>2</sup> lik bir yüzeyde 80 dak. Müddetle nikel kaplama tatbik edildiğinde katotta toplanan (ayrışan) metal miktarı ne olur? (faydalanılan akım oranı %95 tir.)

**Çözüm :**

$$i = 0,5 \text{ A/dm}^2$$

$$F = 2,5 \text{ dm}^2$$

$$t = 80 \text{ dak.}$$

$$a = \%95 = 0,95$$

$$c = 1,095 \text{ gr/Ah}$$

$$m = c \cdot \dot{I} \cdot t \cdot a$$

$$\dot{I} = i \cdot F = 0,5 \times 2,5 = 1,25 \text{ A}$$

$$t = 80 / 60 = 1,33 \text{ saat}$$

$$m = 1,095 \times 1,25 \times 1,33 \times 0,95$$

$$m = 1,73 \text{ gr. bulunur}$$

### II- Çöken Metal Miktarının Kaplama Kalınlığına Göre Hesaplanması :

$$\text{Kaplama Kalınlığı (s)} = \frac{\text{Toplanan metal miktarı [gr]}}{\text{Yüzey [cm}^2\text{] x yoğunluk [gr/ml]}} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

$$s = \frac{m}{F \cdot \rho} \quad [\text{cm}]$$

m : Metal miktarı [gr]

F : Yüzey [cm<sup>2</sup>]

$\rho$  : Yoğunluk [gr/ml]

Galvanoteknikte kalınlık mikron [ $\mu$ ] ve yüzey [dm<sup>2</sup>] olarak hesaplamada kullanılır. O zaman formül

$$s = \frac{m \cdot 100}{F \cdot \rho} \quad [\text{mikron}] \text{ olur.}$$

Kaplama kalınlığı s [mikron] x kaplama hacmi kaplanan yüzey üzerinden hesaplanarak

yapılır.

$$\text{Ağırlık} = \text{Hacim} \times \text{Yoğunluk}$$

### Toplanan (Ayrışan) Metal Miktarının Hesabı :

$$\text{Kütle} = \text{Hacim} \times \text{Yoğunluk}$$

$$\text{Hacim} = \text{Kesit} \times \text{Yükseklik}$$

$$\text{Toplanan Metal Miktarı} = \text{Toplam Yüzey} \times \text{Kalınlık} \times \text{Yoğunluk}$$

$$m = F \cdot s \cdot \rho \text{ [gr] olarak hesaplanır.}$$

F : Toplam yüzey

s : Kalınlık [ $\mu$ ] mikron (1  $\mu$  = 0,001 cm)

$\rho$  : Yoğunluk (yoğunluk tablosuna bakınız.)

**Örnek :** 25 cm  $\emptyset$  çapında bir metal plaka 22  $\mu$  nikel kaplanmıştır. Ayrışan (katotta çöken) nikel miktarı nedir?

#### Çözüm :

$$d : 25 \text{ cm}$$

$$s : 22 \mu = 0,0022 \text{ cm}$$

$$\rho : 8,80 \text{ (tablodan)}$$

$$F = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 982 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} m &= F \cdot s \cdot \rho \\ &= 982 \cdot 0,0022 \cdot 8,8 \\ &= 19 \text{ gr. bulunur.} \end{aligned}$$

### III – Elektrikli Kaplama Banyolarında Kaplama Müddetinin Hesabı İçin :

$$t = \frac{m}{c \cdot \dot{I} \cdot a} \text{ [saat] formülünden yararlanır.}$$

m : Ayrışan metal miktarı [gr]

c : Elektrokimyasal ekvivalent eşdeğer miktarı [gr/Ah]

$\dot{I}$  : Akım şiddeti [A]

a : Faydalanılan akım oranı (%)

**Örnek :** Bir parlak krom banyosunda 0,5  $\mu$  kaplama istenmektedir. Kaplanacak yüzey 35  $\text{dm}^2$  dir. 10 A/ $\text{dm}^2$  akım yoğunluğu ve faydalanılan akım oranı %12 olduğuna göre, kaplanacak parçanın banyoda kalma süresi ne olmalıdır?

$$s = 0,5 \mu = 0,00005 \text{ cm}$$

$$F = 35 \text{ dm}^2 = 3.500 \text{ cm}^2$$

$$i = 10 \text{ A/dm}^2$$

$$a = \%12 = 0,12$$

$$\rho = 7 \text{ (cetvelden bulunur)}$$

$$c = 0,323 \text{ gr/Ah (cetvelden bakılır)}$$

#### Çözüm :

$$t = \frac{m}{c \cdot \dot{I} \cdot a} \text{ dan hesaplanır.}$$

$$t = \frac{1,225}{0,323 \times 350 \times 0,12} = 0,09 \text{ saat} = 5,4 \text{ dakika}$$

$$\begin{aligned} m &= F \cdot s \cdot \rho \\ &= 3.500 \times 0,00005 \times 7 \\ &= 1,225 \text{ gr.} \end{aligned}$$

$$\dot{I} = i \cdot F$$

$$\dot{I} = 10 \times 35 = 350 \text{ A}$$



#### IV- Elektrikli Kaplama Banyolarında Kaplama Müddetinin Kaplama (Çöken Metalin) Ağırlığından Faydalanılarak Hesaplanması :

**Örnek :** 12 adet yemek kaşığı 30 gr. gümüşle kaplanmıştır. Bir kaşığın yüzeyi azami 0,65 dm<sup>2</sup> dir. 0,5 A/dm<sup>2</sup> akım yoğunluğuyla ve %98 bir akım verimiyle banyoda kalma müddeti ne olmalıdır?

**Çözüm :**

$$m = 30 \text{ gr.}$$

$$F = 0,65 \times 12$$

$$i = 0,5 \text{ A/dm}^2$$

$$a = \%98 = 0,98$$

$$c = 4,025 \text{ gr/Ah}$$

$$t = \frac{m}{c \cdot i \cdot a} \quad \dot{I} = i \cdot F \\ = 0,5 \times 0,65 \times 12 = 3,9 \text{ A buradan,}$$

$$t = \frac{30}{4,025 \times 3,9 \times 0,98} = 1,95 \text{ saat bulunur. (1,95 saat = 117 dakika = 1 saat 57 dakika)}$$

#### PROBLEMLER :

1- Bir gümüş banyosunda 60 adet kaşık gümüşle kaplanmak isteniyor. Her bir kaşığın toplam yüzeyi 40 cm<sup>2</sup> dir. Kaplamanın kalınlığı 0,01 cm. olacaktır. Akım şiddeti 5 A' dir.

a. Kaplama için gerekli gümüş miktarı nedir?

b. Kaplama zamanı nedir?

**Çözüm :**

a. 60 ad. kaşık üzerinde toplanan gümüşün hacmi : 60 x 40 x 0,01 = 24 ml.

Toplanan gümüşün kütlesi : 24 x 10,5 = 252 gr. eder. Formülden

$$t = \frac{252 \times 96500}{107,88 \times 5} = 45.083 \text{ saniye bulunur. (12 saat 52 dak. eder.)}$$

2- Yukarıda bahsi geçen gümüş banyosuna batırılmış bulunan ve bir yüzü S = 800 cm<sup>2</sup> olan 2 mm. kalınlığında bir levha 0,25 A/dm<sup>2</sup> akım yoğunluğu ile 4 saat 58 dakika 10 saniye müddetle gümüş kaplanıyor. Kaplama kalınlığı nedir? (Ag : 107,88 d : 10,5)

**Çözüm :**

$$\dot{I} = 0,25 \times 8 = 2 \text{ A}$$

$$t = 4 \text{ saat } 58 \text{ dak. } 10 \text{ sn.} = 14.400 + 3.480 + 10 = 17.890 \text{ sn.}$$

$$m = \frac{107,88 \times 2 \times 17890}{96.500} = 39,9994 \text{ gr.} \approx 40 \text{ gr. bulunur.}$$

Diğer taraftan 800 cm<sup>2</sup> olan levhanın iki yüzeyinin de kaplandığı düşünülürse :

Kütle = Hacim x Yoğunluk

Hacim = Kesit x Yükseklik

$$h = \frac{40}{2 \times 800 \times 10,5} = 0,00238 \text{ cm.} \quad h = 0,0238 \text{ mm. bulunur.}$$

3- Bir bakır tasfiye banyosu her birinin yüzeyi 9 dm<sup>2</sup> olan paralel olarak bağlanmış 30 anot ve 29 katot ihtiva etmektedir. Akım yoğunluğu 20 A/dm<sup>2</sup> dir.

a. Banyodan geçen toplam akım şiddeti ve,

b. %95 akım verimi ile 24 saatte toplanan bakır miktarı nedir?

**Cözüm :**

a. Katodların toplam yüzeyi  $S = 9 \times 29 \times 2 = 522 \text{ dm}^2$

Toplam akım şiddeti de  $\dot{I} = 522 \times 20 = 10.440 \text{ A}$  dir.

1 Amper-saatte açığa çıkan bakır miktarı

$$m = \frac{63,6}{2} \times \frac{1 \times 3600}{96500} = 1,19 \text{ gr. O halde,}$$

b. 24 saatte 10.440 A' in açığa çıkardığı bakır miktarı

$$m = 1,19 \times 24 \times 10.440 \times 0,95 = 238,258 \text{ gr.dır.}$$

4- Bir çinko banyosunda 1 dm<sup>2</sup> lik bir parça 2,5 A/dm<sup>2</sup> lik bir akım yoğunluğu ile 24 dakikada 12 µ luk bir kaplama yapılmaktadır. Faydalanılan akım nisbeti nedir?

**Cözüm :**

$$i = 2,5 \text{ A/dm}^2$$

$$t = 24 \text{ dak.}$$

$$s = 12 \mu = 0,0012 \text{ cm.}$$

$$F = 1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 7,1$$

$$c = 1,22 \text{ gr/Ah}$$

$$m = F \cdot s \cdot \rho$$

$$= 100 \times 0,0012 \times 7,1$$

$$= 0,85 \text{ gr.}$$

$$t = 24 / 60 = 0,4 \text{ saat}$$

$$a = \frac{m}{c \cdot \dot{I} \cdot t} \times 100 = \frac{0,85}{1,22 \times 2,5 \times 0,4} \times 100 = 70 \quad \%70 \text{ bulunur.}$$

5- 8 dm<sup>2</sup> lik bir satıh, siyanürlü bakır banyosunda 0,4 A/dm<sup>2</sup> lik bir akım yoğunluğuyla 28 dak. kaplanarak, satıhta 2,5 gr. bakır çökertiliyor (toplanıyor). Faydalanılan akım nisbeti nedir?

**Cözüm :**

$$i = 0,4 \text{ A/dm}^2$$

$$F = 8 \text{ dm}^2$$

$$t = 28 \text{ dak.}$$

$$m = 2,5 \text{ gr.}$$

$$a = \frac{m}{c \cdot \dot{I} \cdot t} \times 100 = \frac{2,5}{2,372 \times 0,4 \times 28} \times 100 = 71 \quad \%71 \text{ bulunur.}$$

$$\dot{I} = i \cdot F$$

$$= 0,4 \times 8 = 3,2 \text{ A}$$

$$t = 28 / 60 = 0,467 \text{ saat}$$

6- Siyanürlü bir bakır banyosunda 5 askı mal asılmıştır. Beher askıda 12 dm<sup>2</sup> lik kaplanacak yüzey mevcuttur. 0,5 A/dm<sup>2</sup> akım yoğunluğu ile çalışıldığına ve faydalanılan akım nisbeti de %75 olduğuna göre 1 saatte kaplama kalınlığı ne olur?

**Cözüm :**

$$F = 12 \text{ dm}^2 \times 5 = 60 \text{ dm}^2$$

$$i = 0,5 \text{ A/dm}^2$$

$$a = \%75 = 0,75$$

$$t = 1 \text{ saat}$$

$$c = 2,372 \text{ gr/Ah}$$

$$\dot{I} = i \cdot F$$

$$= 0,5 \times 60 = 30 \text{ A}$$

$$m = c \cdot \dot{I} \cdot t \cdot a$$

$$= 2,372 \times 30 \times 1 \times 0,75 = 53,37 \text{ gr.}$$

$$S = \frac{m \cdot 100}{F \cdot \rho} = \frac{53,37 \times 100}{60 \times 8,9} = 10 \mu \text{ bulunur.}$$

### 7- Akım şiddeti ve Akım yoğunluğu :

$$\text{Ohm Kanunu' ndan } \dot{I} = \frac{E}{R}$$

$\dot{I}$  : Akım şiddeti yerine galvanoteknikte kaplanacak malzemenin (parçanın) birim yüzeyine isabet eden akım şiddeti alınır ve buna akım yoğunluğu denir. Ekseriya birim yüzey olarak  $\text{dm}^2$  alınır.

$$i \text{ (akım yoğunluğu)} = \frac{\dot{I} \text{ (toplam akım şiddeti)}}{d \text{ (toplam kaplanacak yüzey)}} \text{ [A/dm}^2\text{]}$$

a.  $30 \text{ dm}^2$  yüzeye sahip bir otomobil tamponu krom ile kaplanmaktadır, redresör ampermetrelerinde toplam 360 A okunmaktadır. Akım yoğunluğu nedir?

**Cözüm :**

$$d : 30 \text{ dm}^2 \quad \dot{I} : 360 \text{ A} \quad i = \frac{\dot{I}}{d} = \frac{360}{30} = 12 \text{ A/dm}^2 \text{ dir.}$$

b. Bir gümüş banyosunda iki düzine gümüş kaşık (beheri  $1,2 \text{ dm}^2$  dir)  $0,8 \text{ A/dm}^2$  akım yoğunluğu ile kaplanmaktadır. Akım şiddeti nedir?

**Cözüm :**

$$i = 0,8 \text{ A/dm}^2 \quad \dot{I} = i \cdot d = 0,8 \times 28,8 = 23 \text{ A bulunur.}$$
$$d = 1,2 \times 24 = 28,8 \text{ dm}^2 \text{ dir.}$$

### Kaplama kalınlığı (Ortalama kalınlık) $\mu$ "mikron" :

$$\text{Kalınlık} = \frac{\text{Ağırlık}}{\text{Satih} \times \text{Yoğunluk}}$$

Kalınlık, en küçük ve en büyük ortalaması için faktör :

$$f = \frac{\text{Bulunan kalınlık } (\mu)}{\text{Küçük kalınlık } (\mu)} = \frac{S}{s}$$

$$\text{Ortalama kalınlık} = S \times f$$

8- Bir parça  $20 \mu$  kaplanmak isteniyor. Denemede en küçük kalınlık  $16 \mu$  bulunmuştur. Ortalama kalınlık nedir?

**Cözüm :**

$$f = \frac{S}{s} \text{ den} \quad f = \frac{20}{16} = 1,25$$

$$\text{Ortalama kalınlık} = 20 \times 1,25 = 25 \mu \text{ dur.}$$

### Ağırlık Hesapları :

Metal ağırlığı = Malzeme satihı x Ortalama kalınlık x Yoğunluk

$$G = F \times \text{O.K.} \times \gamma \text{ [gr.]}$$

$$F : \text{Satih [cm}^2\text{]}$$

$$\gamma : \text{Yoğunluk (tablodan)}$$

$$S_{\text{ort. kalınlık}} : [\text{cm}]$$

$$\text{Cu} : 8,9 \quad \text{Ni} : 8,8$$

$$1 \mu = 0,0001 \text{ cm}$$

$$\text{Cr} : 7,0 \quad \text{Ag} : 10,5 \text{ gibi.}$$

9- Beheri 30 dm<sup>2</sup> olan 200 ad. tampon, azami 16 µ asgari 13 µ bakır olduğuna göre, toplam bakır kaplama miktarı nedir?

**Çözüm :**

$$a) f = \frac{\text{Bulunan kalınlık}}{\text{Küçük kalınlık}} = \frac{16}{13} = 1,23$$

$$b) \text{Ort. kalınlık} \quad S_{\text{ort}} = S_{\text{bulunan}} \times f \\ = 16 \times 1,23 = 20 \mu$$

$$c) \text{Metal ağırlığı ise; } G = 200 \times F \times S_{\text{ort}} \times \gamma$$

$$F = 30 \text{ dm}^2 = 3.000 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{ort}} = 20 \mu = 0,002 \text{ cm.}$$

$$\gamma = 8,9 \text{ (tablodan)}$$

$$G = 200 \times 3000 \times 0,002 \times 8,9$$

$$G = 10,680 \text{ gr.}$$

$$G = 10,68 \text{ kg.}$$

**Faraday Kanunları' na Göre Metal Ağırlıkları :**

Kaplama ağırlığı =  $\frac{\text{Elektrokimyasal Ekvivalent}}{\text{Akım Şiddeti}} \times \text{Zaman} \times \frac{\text{Faydalanılan akım nisbeti}}$

$$G = c \cdot \dot{I} \cdot t \cdot a \text{ [gr.]}$$

$$\dot{I} : \text{Akım şiddeti} \quad [\text{amper}]$$

$$t : \text{Zaman} \quad [\text{saat}]$$

$$a : \text{Faydalanılan akım \% si}$$

$$c : \text{Toplanan metal} \quad [\text{gr/Ah}]$$

Nikel için	1,095 gr/Ah	Kadmiyum için	2,096 gr/Ah
Bakır için	2,372 gr/Ah (siyanürlü)	Gümüş için	4,024 gr/Ah
Bakır için	1,186 gr/Ah (asitli)	Çinko için	1,219 gr/Ah
Krom için	0,323 gr/Ah		

10- 1000 lt.lik bir parlak nikel banyosunda 4 A/dm<sup>2</sup> çalışılıyor. Kaplanan metal sathı 80 dm<sup>2</sup>, mallar banyoda 25 dakika kalıyor ve faydalanılan akım nisbeti %95' tir. Ne kadar nikel kaplanır?

**Çözüm :**

$$G = c \cdot \dot{I} \cdot t \cdot a \quad \dot{I} = i \cdot F = 4 \times 80 = 320 \text{ A}$$

$$t = 25 / 60 = 0,416 \text{ saat}$$

$$G = 1,095 \times 320 \times 0,416 \times 0,95$$

$$= 138 \text{ gr.}$$

Element	Değerlik	Kesafet gr/cm <sup>3</sup>	Ayrılan Miktar gr/Ah ( 1 )	Ergime Sıcaklığı °C	Spes. Sıc. Kats. kalori/gr	Elektriksel Direnç ( 2 )
Alüminyum	3	2,70	0,3354	660	0,2140	2,828
Antimon	3	6,69	1,5143	631	0,0504	41,7
Kadmiyum	2	8,65	2,0968	321	0,0552	7,6
Krom	6	7,10	0,3234	1615	0,1110	2,6
Bakır	2	8,93	1,8558	1480	0,0921	1,77
Bakır	1	8,93	2,3716	1480	0,0921	1,77
Nikel	2	8,90	1,0948	1455	0,1050	7,8
Gümüş	1	10,50	4,0247	961	0,0558	1,59
Çinko	2	7,14	1,2196	420	0,0925	5,8
Kalay	4	7,31	1,1071	232	0,0542	11,5
Kalay	2	7,31	2,2142	232	0,0542	11,5

( 1 ) %100 faydalanılan akım nisbetinde

( 2 ) mikro ohm/cm<sup>2</sup>

Kaplama Cinsi ve Maksadı	Elektrolit Tipi	Banyo Sıc. °C	pH Değeri	Akım Yoğ. A/dm <sup>2</sup>	Çalışma Voltajı V	Ayrılan Metal gr/Ah		Faydalanılan Akım %	Kaplama Kalınlığı		Elektrolit
						Teorik	Pratik		A/dm <sup>2</sup>	µm	
<b>Krom (Dekoratif)</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	38-45	< 1	10-15	4-6	0,323	0,032	8-12	10	13	1,5
<b>Krom (Sert)</b>	"	55	< 1	40-60	4-12	0,323	0,058	15-20	50	2,5	1,5
<b>Kadmiyum (Koroz.)</b>	Siyanürlü	18-24	11-13	1,5-2	1,8-2,5	2,097	1,99	90-95	2	1,3	0,5
<b>Bakır (Ön bakır)</b>	"	18-24	10-11	0,3-0,5	2-3	2,372	1,78	65-75	0,3	10	0,1
<b>Bakır (Kuvv. bakır)</b>	"	60-70	> 14	2-6	2-5	2,372	1,328	55-60	4	1	0,7-1
<b>Bakır (Kuvv. bakır)</b>	Asitli H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20-40	1,2-3,0	3-5	2,5-5	1,186	1,186	100	3	1,5	1
<b>Nikel (Ön nikel)</b>	"	20-40	5,2-5,6	1-2	3-4,5	1,095	1,04	95	1	5,1	0,5
<b>Nikel (Parlak)</b>	"	30-50	4,5	0,5-4,0	2-5	1,095	1,04	95	5	1,1	1,5-2
<b>Çinko (Mat)</b>	Siyanürlü	18-24	> 14	1-3	2-4	1,22	1,1	85-90	1	4,0	0,6
<b>Çinko (Parlak)</b>	"	18-22	> 14	2-3	2-4	1,22	0,975	75-85	3	1,5	0,7
<b>Pirinç (Kuvv.)</b>	"	40-50	12-13	1-3	2,5-4	1,85	1,57	80-90	3	1,0	0,6
<b>Kalay (Koroz.)</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18-24	1,0-1,5	0,5-1,5	2,5-3,5	1,107	0,95	65-85	1	4,6	0,5
<b>Kalay (Koroz.)</b>	Alkali	90-98	> 14	1-1,5	3-4,5	1,138	0,854	60-75	1,5	4,2	0,5

# FABRİKA ATIK SULARININ DOĞAYA ZARAR VERMEYECEK ŞEKİLDE ARITILMASI

Sanayi tesislerinde su çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Fabrikalarda kullanılan suların mutlaka tasfiye edilmesi gerekir. Sertliği çok yüksek olan sular'ın buhar kazanlarında kazantaşı yarattığı ve ihtiva ettiği oksijen'in aşındırma etkisiyle kazanı yıprandırması da zararlı bir etkidir. Bugün her kapasitede geliştirilmiş mükemmel su tasfiye cihazları vardır. Büyük yatırım yapan ciddi işletmeler dışında da artık küçük işletmelerde su tasfiye cihazları kullanılmaktadır.

Şurası bir gerçektir ki, her işletmeci ürettiği malzeme cinsini elde etmek için su kullanmaktadır. Bu artık (atık) sular bir takım kimyasalları da beraberlerinde sürükleyeceklerdir. Hiç zehirli maddeler içermeyen sular da kuşkusuz bulunabilir. Konumuz kirlilik yaratan asitli, alkalik ortamı yaratan siyanür, kromik asid ve metalik tuzlardan suyu arındırmaktır. Şayet bu atık sular içerdikleri bu zehirli maddeler hiçbir işleme tabi tutulmadan civarda açılan genişçe bir çukura, dere, göl veya denize (fabrikanın bulunduğu çevreye göre) verilecek olursa, çok tehlikeli bir iş yapılmış olur.

İşletmeci nasıl başlangıçta kullanacağı suyun sertliğini gidermek amacıyla su tasfiye (deiyonize) tesisleri kuruyor, bir yatırım yapıyorsa; kirli (zehirli) suların da çevreye zarar vermeyecek hale getirilmeleri herşeyden önce vicdani ve vatani bir görevdir. Ayrıca yasa gereğidir. Maalesef bizler bu konuda çok ama çok geri kaldık. .

Şöyle ki; sanayiciler “Sanayi bölgesi” diye ayrılan bölgelerde “burada ben istediğim herşeyi yapabilirim, bu bölge benim için ayrılmıştır; kirli sularımı da istediğim gibi atabilirim” diyememelidir.

Hastalığı erken teşhis edemediğimiz için çok geç kaldık maalesef... Gelişmiş ülkeler bu problemlerini yıllar önce çözümlenmişlerdir.

Memleketimizde ilk ciddi adım 27.7.1973 tarih ve 14607 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Bakanlar Kurulu Kararı 7/6719’ a göre Tarım Bakanlığı’na hazırlanan, Danıştay’ca incelenen “Su Ürünleri Tüzüğü”, 11.8.1993 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2872 Sayılı Çevre Kanunu çıkarılmıştır. 10.4.1991 tarih ve 20488 sayılı resmi Gazete’ de 443 sayılı Çevre Bakanlığı Kuruluş ve Kanunları bilahare 21.8.1991 tarih ve 20967 sayılı Resmi Gazete’de 2872 sayılı Çevre Kanunu en son şeklini almıştır.

Özetle DOĞA’ ya, çevremize zarar vermeyecek şekilde bütün bireyler kendilerine düşen görevi yapmalıdırlar. Aksi halde DOĞA, TABİAT ANA bizleri susuz ve gıdasız bırakarak intikamını öyle bir alır ki... Toplum olarak aç, susuz ve sağlıklı kalırız.

Bütün meslek kuruluşları, üniversiteler elele koordineli bir şekilde çalışmalıdırlar. Çevre bilimi yalnız inşaat kökenli çevre mühendislerinin işi değildir. Çevre bilimi tüm tıp, kimya, botanik, ziraat, hidrobiyolog ve hatta jeologların elele vermeleri ve koordineli bir şekilde çalışmaları ile aydınlığa kavuşur. Çevre konusunda bireysellikten vazgeçerek tüm meslek kuruluşları tek bir ruh tek bir vücut gibi çalışmalıdırlar. Aksi halde hüsrana uğrarız. Biz hala araştırma ve etüd yapmakla birimizin dediğini diğeri bozmakla vakit geçiriyoruz.

Lütfen düşününüz, Altın Boynuz Haliç, Marmara, İzmit Körfezi, Koçhisar, Eber ve Akşehir gölleri ne halde, kurtarabildik mi?..

İşveren, sanayici yani yatırımcı şu gerçeği iyice görmeli ve düşünmelidir : Taşıyla, toprağıyla, insanıyla vatan bir bütündür nasıl birbirimizi seviyor ve sayıyorsak toprağımızı, ırmaklarımızı, deniz ve göllerimizi de sevmeli ve korumalıyız.

Sevinçle belirtmek isterim ki; çok ciddi, yurtiçi ve dışında arıtma tesisleri kuran gayretli mühendislerimiz, firmalarımız var. Ama tekrar belirtmekte yarar görüyorum, tüm meslek kuruluşlarının koordineli çalışmalarıyla bu işin başarıya ulaşması kabil olur.

Yatırımcı bu işin masrafına seve seve katlanmaktadır.

Böyle tesisleri görmek insana gurur ve şevk veriyor. Hepimiz bu işin gönüllü bireyleri olarak canla başla teknolojinin hizmetinde olmalıyız. Çevre işi şovmenlik değildir.

Denizden kepçe ile poşet toplayan büyük bir çevre yetkilisinin gazetede ki resmini

belleğimden silmek istiyorum.

### **FABRİKA ATIK SULARININ KİMYASAL YOLLA TASFİYESİ "ARITILMASI"**

Genel olarak fabrikalarda muhtelif maksatlar için su kullanılmaktadır.

- 1- Mutfak ve tuvaletler için,
- 2- Soğutma suyu olarak bazı cihazlar için,
- 3- Isı kaynağı olarak kazan dairesinde (kazan suyu)
- 4- Yıkama ve çalkalama (konserve, meşrubat, boya ve apre tekstil sanayiinde)
- 5- Kimyasal maddeler içeren banyoların (Galvanoteknikte, elektrolitik metal kaplamacılığı) fosfatlama, emaye sanayiinin yıkama suları gibi.

Bir misal olarak metal kaplamacılığıyla işteğal eden bir fabrikayı ele alalım. Bu işletme bir yan sanayii olarak beyaz ev aletleri; radyo, TV, mobilya aksesuarı üreten firmalara iş yapmaktadır. Bu işletmede:

- a- Parlak dekoratif krom hattı (bakır-nikel-krom)
- b- Eloksal (Anodizing) hattı
- c- Boya öncesi fosfatlama hattı
- d- Küçük parçalar için çinko kaplama hattı
- e- Emaye hattı mevcuttur.

Aritmada (zehirlilik tesirinin izalesi) daha önce de belirttiğimiz gibi iş, başta kimyacılar, biyologlara, çevrecilere, tıpcı ve ziraatçilere düşmektedir.

İşin ilk etabında kimyacı aşağıda şematik olarak belirtilen doneleri hazırlayacak; çevreci ve inşaatçılarla, projesini üstlenecek, arıtma sistemini kuracak yükleniciye iletacaktır. Tekrar kıvançla belirtmek isterim yurtiçi ve yurtdışı ihaleler kazanan çok ciddi, bilgili firmalarımız mevcuttur.

Kimyacının işi yukarda belirtildiği gibi; işletmede çalışma sonucu oluşan kirliliği, cins ve miktarlarıyla tesbit etmektir. Misal olarak aşağıda bir örnek verilmiştir.

**Tablo 1 . Parlak krom hattında çalışma sırası şöyle olmalıdır :**

Banyo Sırası	Banyo Cinsi	pH değeri	Sıcaklık °C	Değişme Süresi
1	Sıcak yağ alma banyosu	10-11	65-75	4 Hafta
2	Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	9-10	20-25	Hergün
3	Elektrikli yağ alma	10	20-25	4 Hafta
4	Su ile yıkama. çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	8-9	20-25	Hergün
5	Nötralizasyon (%10 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3	20	6 Hafta
6	Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	5-6	20	Hergün
7	Ön siyanürleme (%3-5 NaCN)	9	20	8-10 Hafta
8	Siyanürlü bakır banyosu (Ön Bakır kaplama)	10-11	50-60	—
9	Siyanürlü bakır banyosu (Parlak kaplama anodik ve katodik)	11-12	55-65	—
10	Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	8-9	20	Hergün
11	Nötralizasyon (%5 HCl + %5 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3-4	20	8 Hafta
12	Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	4-6	20	Hergün
13	Parlak nikel banyosu (P. nikel kaplama)	3,5-4,5	50-55	—
14	Su ile yıkama (iktisadi yıkama)	4-6	20	—

Banyo Sırası	Banyo Cinsi	pH değeri	Sıcaklık °C	Değişme Süresi
15	Su ile yıkama, çalkalama (devamlı akış temin edilmeli)	6-7	20	Hergün
16	P- Krom banyosu (Parlak Krom kaplama)	3-4	40	—
17	Su ile yıkama (iktisadi yıkama)	4-5	20	—
18	Su ile yıkama, çalkalama	5-6	20	Hergün
19	(devamlı akış temin edilmeli)			
20	Sıcak su ile yıkama	6,5-7	80-85	Hergün

Böyle bir çalışma düzenini esas olarak aldığımızı göre hergün verilen artık suların ;

a- Miktarı

b- İçerisinde ihtiva ettiği zehirli maddelerin cins ve miktarlarını önceden bilmek gerekir.

Bunlar kimyasal analizlerle ve hassas olarak yapılmalıdır. Birkaç tayinden sonra artık sularda ihtiva ettiği CN<sup>-</sup> miktarı bilinen su için, nötralizasyon işleminde malzemenin bir aşırısını kullanmakta fayda vardır.

**Tablo 2 . Muhtelif yıkama sularında bulunan bazı maddelerin analitik değerleri (misal olarak verilmiştir.)**

Zn <sup>++</sup>	4-6 mg/lt. Maksimum
Fe <sup>++</sup>	8-9 " "
Cd <sup>++</sup>	3-4 " "
Ni <sup>++</sup>	2-3 " "
CN <sup>-</sup>	0,6-1 " "
CrO <sub>3</sub>	0,8-1 " "
CrO <sub>3</sub>	1-2 gr/lt. Bazen daha fazla olabilir.
(fosfatlama ve pasivasyonlarda)	
Alkali NaOH olarak	4-5 "
Asit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> olarak	2-3 "
Asit HCl olarak	2-5 "

Nötralizasyon havuzuna verilen su miktarları

Alkali karakterde su miktarı	8.000 lt / 8 saat
Asit " " "	6.500 lt / 8 saat
Siyanürlü " " "	5.000 lt / 8 saat
Kromik asitli " " "	10.000 lt / 8 saat

Aynı şekilde ;

a) Eloksal (anodizing)

b) Fosfatlama hattı

c) Çinko kaplama hattı

d) Emaye hattı yıkama sularının içeriği cins ve miktarları tesbit edilmelidir.

İkinci aşamada arıtma sistemini kuracak firmayı seçmek, fabrikada arıtma yerinin seçimi, toplama depoları ve sistemin çevreci ve biyologlarla koordinasyona girilmesine kalmaktadır. Kanaatimce bu işe girişirken, arıtma sistemi kurulurken resmi kuruluşlardan, belediye ve ziraatçilerden mahallin topografik durumu, yeraltı su kaynakları, çevre ziraati, göl, deniz veya nehirlerde olan durumları tesbit edilmiş olmalıdır.

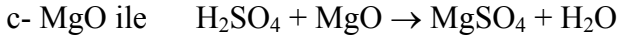
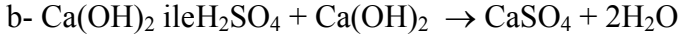
### TASFİYE EDİLECEK ARTIK SULAR:

**A-** Bir ön muameleye ihtiyacı olmayan **asidik ve alkali** karakterde olan sular ile,

**B-** Bir ön muameleye ihtiyacı olan **siyanürlü ve kromik asitli** yıkama suları olmak üzere iki kategoride incelenmelidir.

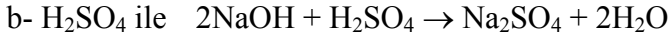
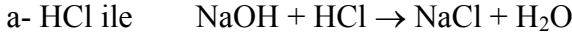


A- 1) Asidik karakterdeki sular (metal iyonları ihtiva etmeyen)



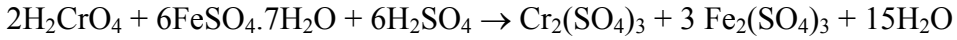
Prensip olarak bu üç metod var. Daha iktisadi, yukarda misal olarak aldığımız çalışma düzenimizdeki asidik karakterdeki sularımız asitle dağlama (beizen) oksit ve pastan giderme banyoları ve bunların yıkama suları ile; yağ alma banyolarında sonraki nötralizasyon banyolarını içerisine alır.

2) Alkali karakterdeki sular (metal iyonları ihtiva etmeyen)



Sıcak ve elektrolitik yağ alma banyoları ile bunların yıkama suları.

**B-** 1) Kromik asit ihtiva eden yıkama suları : Krom banyosundan sonraki yıkama sularıyla, sarı (pirinç) ve çinko kaplamadan sonraki kromik asit içeren pasivasyon banyoları ve bunların yıkama sularıdır. Kromik asidin tasfiyesi kullanılan çeşitli kimyevi maddelere ve aşağıdaki reaksiyonlara göre cereyan eder :



**Tablo 3 . 100 kg. kromik asidin tasfiyesi için teorik olarak lüzumlu kimyevi madde miktarları (çeşitli redüksiyon maddelerine göre):**

<u>Redüksiyon Maddesi</u>	<u>Sarfıyat Miktarları</u>
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	843 kg. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 294 kg. $\text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{FeSO}_4$ (susuz)	456 kg. " + 294 kg. "
$\text{FeSO}_4$ (metalik)	56 kg. Fe + 294 kg. "
$\text{NaHSO}_3$	156 kg. $\text{NaHSO}_3$ + 74 kg. "
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	143 kg. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ + 74 kg. "
$\text{SO}_2$	96 kg. $\text{SO}_2$

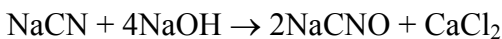
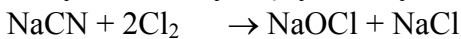
Redüksiyon maddesi olarak umumiyetle  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  veya  $\text{NaHSO}_3$  çözeltileri (50-100 gr/lt) kullanılır ve ucuzluğu yönünden tercih edilir. Diğer redüksiyon maddesi 1 mol kromik aside 3 mol  $\text{FeSO}_4$  lüzumludur. Teşekkül eden artık ürünler yekün tutar ve diğerlerine nazaran daha pahalıdır.

**Tablo 4 . 1 kg. kromik asidin redüksiyonunda teşekkül eden çamurun kullanılan redüksiyon maddelerine göre ağırlığı :**

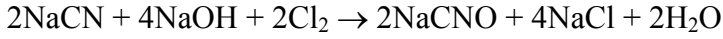
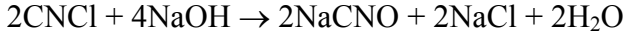
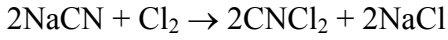
<u>Redüksiyon Maddesi</u>	<u>Nötralizasyon Maddesi</u>	<u>Çamur Ağırlığı</u>
$\text{FeSO}_4$	$\text{CaO}$	12,4 kg.
$\text{FeSO}_4$	$\text{NaOH}$	4,2 kg.
$\text{NaHSO}_3$	$\text{CaO}$	4,0 kg.
$\text{NaHSO}_3$	$\text{NaOH}$	1,1 kg.

2) Siyanür ihtiva eden yıkama suları : En önemli ve üzerinde dikkatle durulması icabeden siyanürlü yıkama sularıdır. Bunlar ; bakır, çinko, kadmiyum, sarı kaplama banyolarından sonraki yıkama sularıdır. Siyanür ihtiva eden suların tasfiyesi yani siyanürün oksidasyonu için **hipoklorit** kullanılır.

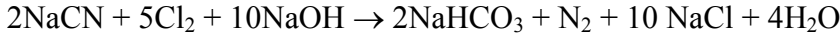
Kimyasal reaksiyon şöyle cereyan eder :



Esas kimyasal reaksiyon iki kademedede vuku bulur:



veya



**Tablo 5 . 100 kg. NaCN veya KCN için oksidasyon madde sarfiyatı :**

	Siyanata Oksidasyon		Tam Oksidasyon	
	<u>NaClO</u>	<u>CaCl<sub>2</sub>O</u>	<u>NaClO</u>	<u>CaCl<sub>2</sub>O</u>
<b>100 kg. NaCN için</b>	150 kg.	260 kg.	380 kg.	650 kg.
<b>100 kg. KCN için</b>	113 kg.	193 kg.	250 kg.	430 kg.
<b>100 kg. serbest CN için</b>	285 kg.	485 kg.	715 kg.	1220 kg.

Burada çok önemli olan husus, reaksiyon başlangıçta ani olur. pH çok önemlidir. ClCN (k.n +13°C) ayırır. Şayet pH değeri çok düşükse 9' un altında veya CN<sup>-</sup> konsantrasyonu yüksek ise (1 gr/lit) veya mahlülün suhuneti 50°C ise ClCN' den dolayı atmosfer çok tehlikelidir. Açık havada açık ve kendi özel havuzunda siyanürlü sulara hesabedilen miktar hipoklorit katılır. Hipoklorit katılmasından sonra reaksiyonun sona ermesi için 30-40 dakika beklenir.

Krom redüksiyonu ve siyanür oksidasyonu için ayrı ayrı pH (2-12) arasında hassas kaydedici pH metreler ; (+ 6) değerli kromu (+ 3)' e indirgemek için özel havuz, termostat kontrollü suhunet kaydedici termometreler, paslanmazdan, PVC veya fiberglastan mamul özel havuzlar ve kimyevi madde tankları, dozaj ayarları olan (% 50 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, % 30 NaOH, % 20 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ve hipoklorit mahlülleri için) tanklar, çamurları süzme için filtre pres, pompalar, çamur taşıyıcı konveyör veya özel arabaları, karıştırıcılar, baca, aspiratör sistemleri, elektrikli bağlantılar ve elektrik genel kablosu v.s. özel cihazlar isteyen modern bir sistemle çalışmak çok daha ekonomik ve ideal şekli olup bundan kaçmamak lazımdır.

Böyle işlem görmüş bir suyun standardı İngiltere'deki büyük şehir kanalizasyonlarına veya denize akıtılmaya müsaittir. Standardı takriben şöyledir :

**Tablo 6 .**

pH değeri	6-10
Siyanür miktarı	10 ppm'den az
Sıvıdaki zehirli maddeler	10 ppm'den az
Toplam olarak zehirli maddeler	30 ppm'den az

*NOT: (P.P.M.= milyonda kısım "parts per million" karşılığıdır.*

a. Hacim ile ifade edildiği takdirde (gazlar ve buharlar için) çalışma yeri havasında milyonda kısım ppm olarak gösterilir.

b. Ağırlıkla ifade edildiği takdirde, "gazlar ve buharlar, sıvı ve katı maddeler için" [m<sup>3</sup>]. çalışma yeri havasında [mg/m<sup>3</sup>] olarak gösterilir.

Böyle modern ve otomatik bir sistemde çökertme tankından çıkan sıvı tazyikli kum filtresine pompalanır. Filtreden çıkan su geri yıkama tankına oradan da nehre veya göle akıtılır. Geri yıkama tankı nisbeten en temiz suyu ihtiva eden bir depodur. Kumun sathında kir ve pislikler bir tabaka haline gelip suyun kumdan geçmesine mani olduğunda, bu tanktan bir miktar su geri pompalanır. Buna geri yıkama denir. Bu şekilde suyu bloke eden tabaka kırılır ve normal filtreye devam etmek imkanı doğar. Geri pompalanan suyun miktarı çok azdır. Ancak pompalama hızı normal prosedürünkünden 5 defa daha hızlıdır. Geri pompalanan kirli sıvı tekrar en baştan değil, fakat nötralize ve çökertme tankından geçerek son haline ulaşır. Çökertme tankının dibindeki tortu (çamur), tesisatın sonunda dışarı akanın %5' ini teşkil eder. Bu çöküntü bu safhada ince bir çamur tabakası halindedir. Ancak nemli ve gevrek olduğundan oradan alınıp atılmaya müsait değildir. Bu takdirde tazyik filtre pres yerine kullanılarak ve çamuru pompalamak suretiyle içindeki su miktarını düşürerek, katı bir pasta şekline sokularak (toprağa gömmek veya benzeri bir usülle) yok edilir.

**Tablo 7 . Arıtılmış Atık Sulardaki İSKİ parametreleri "değerleri".**

<b>PARAMETRELER</b>	<b>ATIKSU ÖRNEĞİNDE İZİN VERİLEBİLİR-MAKSİMUM DEĞER</b>
Biyokimyasal Oksijen İhtiyaç(Boi-s)	250 mg/lt.
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (Koi)	800 mg/lt.
Askıda Katı Madde (Akm)	350 mg/lt.
Toplam Azot (N)	40 mg/lt.
Toplam Fosfor (P)	100 mg/lt.
Yağ-gres (Yağ-gres)	100 mg/lt.
Anyonik Yüzeysel Aktif Madde (Deterjan)	Biyolojik olarak parçalanması mümkün olmayan yüzeysel aktif maddelerin deşarjı yasaktır.
Arsenik (As)	10 mg/lt.
Antimon (Sb)	3 mg/lt.
Kalay (Sn)	5 mg/lt.
Bor (B)	3 mg/lt.
Kadmiyum (Cd)	2 mg/lt.
Toplam - Krom (Cr)	5 mg/lt.
Bakır (Cu)	5 mg/lt.
Kurşun (Pb)	3 mg/lt.
Nikel (Ni)	5 mg/lt.
Çinko (Zn)	5 mg/lt.
Cıva (Hg)	0,2 mg/lt.
Gümüş (Ag)	5 mg/lt.
Toplam Siyanür (Cn)	10 mg/lt.
Fenoller	10 mg/lt.
Toplam Sülfür	2 mg/lt.
Balık Biyodeneği - 48 saat tolerans lim.	% 100
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	1700 mg/lt.
Sıcaklık	40 °C
pH	6-10

#### **Ön Arıtma Şartları :**

Madde 14 – a) Ön arıtma şartları kanalizasyon şebekesinin, atıksu havzalarının ve deşarj edildikleri alıcı ortamların özellikleri gözönüne alınmak suretiyle tesbit edilir.

b) Kanalizasyon şebekesinden faydalanan veya bölgesinde kanal şebekesi projelendirilmiş olan önemli kirletici kaynakların endüstriyel atıksu özellikleri aşağıda belirlenen kalite ölçülerinin herhangi birinden yüksek ise ön arıtma uygulanır. Hangi atıksu toplama havzalarının bu kapsamda olduğu idare tarafından tesbit edilir.

**Tablo 8 . Atık Sularla ilgili İSKİ parametreleri.**

<b>PARAMETRELER</b>		<b>İKİ SAATLİK KOMPOZİT ATIKSU ÖRNEĞİNDE İZİN VERİLEBİLİR DEĞER</b>
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	(KOİ)	800 mg/lt.
Askıda Katı Madde	(AKM)	350 mg/lt.
Toplam Azot	(TN)	100 mg/lt.
Toplam Fosfor	(P)	10 mg/lt.
Yağ-gres	(YAĞ-GRES)	100 mg/lt.
Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (DETERJAN)		Biyolojik olarak parçalanmasıTSE' ye göre mümkün olmayan yüzey aktif maddelerin deşarjı yasaktır.
Arsenik	(As)	10 mg/lt.
Antimon	(Sb)	3 mg/lt.
Kalay	(Sn)	5 mg/lt.
Bor	(B)	3 mg/lt.
Kadmiyum	(Cd)	2 mg/lt.
Toplam Krom	(Cr)	5 mg/lt.
Bakır	(Cu)	5 mg/lt.
Kurşun	(Pb)	3 mg/lt.
Nikel	(Ni)	5 mg/lt.
Çinko	(Zn)	10 mg/lt.
Cıva	(Hg)	0,2 mg/lt.
Gümüş	(Ag)	5 mg/lt.
Toplam Siyanür	(Cn)	10 mg/lt.
Fenol		10 mg/lt.
Toplam Sülfür		2 mg/lt.
Balık Biyodenyi - 48 saat tolerans limiti (TL.50)		% 100
Sülfat	(SO <sub>4</sub> )	1700 mg/lt.

(\*) İSKİ atıksuları bu maddede öngörülen kalite ölçülerinin altında bulunan ancak özellik arzeden atıksu kaynakları için bölgesel olarak toplu halde yük tarifine ait kısıtlamalar koyabilir.

(\*\*) İSKİ, sülfat parametresi 1700 mg/lt' nin üzerinde olan endüstrilerde seyrelmenin olduğu kanal noktasına kadar özel kanal yapılmasını isteyebilir veya İSKİ söz konusu kanalı bedeli mukabili yapabilir. Bununla ilgili işlemler Yönerge' de tesbit edilir.

<b>Kaplamalarda Korozyon Kaybı (yıllık) – mikron olarak</b>				
<b>Metal Kaplama Cinsi</b>	<b>Kırsal Alan</b>	<b>Şehir Ortamı</b>	<b>Endüstriyel Alan</b>	<b>Deniz kıyısı (sahiller)</b>
<b>Kurşun</b>	0,7-1,4	1,3-2,0	1,8-3,7	1,8
<b>Kadmiyum</b>	–	2,0-15,0	13-17	2-3
<b>Bakır</b>	1,9	1,5-2,9	3,2-4,0	3,8
<b>Nikel</b>	1,1	2,4	4,0-5,8	2,8
<b>Kalay</b>	–	1,5	1-3	1-3
<b>Demir</b>	5,0-60	30-70	40-160	64-230
<b>Çinko</b>	–	3-5	9-13	2-4

## **FAYDALANILAN ESERLER**

- 1- Praktische Galvanotechnik Lehr-und Handbuch  
Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau /WÜRTT.
- 2- Neuzeitliche Galvanische Metal abscheidung  
Gray-Dettner, Carl-Hanser-Verlag, Munchen.
- 3- Die Galvanische Vercromung, Robert Weiner  
Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau /WÜRTT.
- 4- Moderne Analysen für Die Galvanotechnik, Peter-Wolfram Wild  
Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau /WÜRTT.
- 5- Die Abwässer der Galvanotechnik und Metal Industrie  
Prof.Dr. Ing. Robert Weiner
- 6- Yıldız Teknik Üniversitesi Ders Notlarm.
- 7- Tabellen und Betriebsdaten für die Galvanotechnik.



1931’ de Akşehir’ de doğdum. İlk ve orta tahsilimi Akşehir’ de yaptıktan sonra Kabataş Erkek Lisesi’ nden 1950’ de, bilahare İ.Ü. Fen Fakültesi Kimya Mühendisliği’ nden 1955’ de mezun oldum. Hemen Yd. Sb.lık görevimi yaptım. Mamak Muhabere Okulu’ nu bitirerek K.K. Levazım dairesine bağlı Askeri Kimyahane’ de görevimi tamamladım. Terhisten sonra 1958-1961 yılları arasında İ.Ü. Fen Fakültesi organik kimya asistanı olarak, 1961-1963 yılları arasında Bursa TAMEK Konserve Fabrikası’ nda işletme müdürü olarak çalıştım.

1963 yılında sınaî kimya hocam Sayın Prof.Dr. Haldun Civelekoğlu’ nun tavsiyeleriyle ARÇELİK’ e girdim. Sütlüce’ deki fabrikada bir haftalık çalışma süreci sonunda Sayın Lütfü Doruk Beyefendi’ nin direktifleriyle Almanya’ ya gittim. Almanya’ da Riedel-Schering ve BASF’ de çalışmalar yaptım. Dönüşte ilk işim bir kimya laboratuvarı kurmak oldu. Fabrika 1967’ de Çayırova’ ya taşındığında ise, orada da ilk iş olarak fabrika atık sularının arıtılması için arıtma sistemini kurdum, ki yasal zorunluluk 1975 yılında getirildi.

Kurduğum laboratuvarda tüm galvanobanyolarının, fosfatlama ve emaye dairelerinin banyo analiz ve kontrolleri yapılıyordu. Ben fabrikada çalışan işçilerimizin daha verimli çalışmaları için haftada 4 saat mesleki bilgiler (teorik ve pratik) verdim. Ayrıca fabrikamızda Milli Eğitim Bakanlığı işbirliği ile bir çıraklık okulu vardı. Burada Arçelik çalışanlarının çocukları eğitim gördüler ve çok faydalı teknisyenler yetişti.

Çalışma sürecim içerisinde müteaddit defalar Almanya’ nın çeşitli fabrikalarında ve bir de Alman hükümetinin bursu ile 18 aylık plastik kursuna katıldım. BASF – BAYER – Hoechst – Henschel gibi firmalarda bulundum. ARÇELİK’ te çalışırken Sütlüce’ deki BEKO fabrikasında ve kısa bir süre OTOSAN’ da çalışmalarım oldu.

1983 yılında emekliliğimi isteyerek kendi danışmanlık firmamı kurdum. Bu arada bir çok kuruluşta danışmanlık hizmeti verdim (Çorlu, Trabzon, Samsun, Aksaray’ da). Ayrıca Yıldız Üniversitesi’ nde metal kaplamacılığı dersi verdim. Teknik dergilere makale, üniversite ve Türkiye Kimya Derneği’ nde konferanslar verdim.

**Vedat BERK**