

## Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

### Türkiye’de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi

# METAL KAPLAMA GALVANİZASYON

## Rehber Doküman

2012

Türkiye  
2012

*Bu kitapçık LIFE – Third Countries Programı LIFE06/ TCY/TR/292 HAWAMAN projesi kapsamında hazırlanmıştır.*

# İÇİNDEKİLER

<b>1</b>	<b>AMAÇ</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GALVANİZLEME SİSTEMLERİ</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>GALVANİZLEMEDE ATIK TÜRLERİ</b> .....	<b>5</b>
3.1	Galvanizlemede Atıkların Oluşumu .....	5
3.2	Atık Azaltılması.....	5
3.2.1	Galvaniz Banyo Kimyasallarının Seçimi.....	5
3.2.2	Rahatsız Edici Maddelerin Eklenmesini Engellemek .....	6
3.2.3	Galvaniz Banyo Kimyasallarının sürdozajsız yoğunlaştırılması .....	6
3.2.4	Etken maddelerin istenmeden aktarma sonucu azalmasını engelleme.....	7
3.2.5	Optimize edilmiş Yıkama sistemleri.....	7
3.2.6	Buharlaştırma ve Vaporizasyon (veya tebahhur) .....	8
3.2.7	Banyo temizliği ve Banyo rejenerasyonu yapınız .....	8
3.2.8	Tek tür metal çamuru üretimi .....	9
3.3	Çamurlar ve filtre kekleri .....	9
3.4	Sulu yıkama sıvıları .....	10
3.5	Degresaj atıkları .....	11
3.5.1.	Tehlikeli maddeler içeren sulu degresaj atıkları .....	11
3.5.2	Organik çözücüler içeren atıklar (halojensiz) .....	11
3.5.3	Organik çözücüler içeren atıklar (halojenli).....	12
3.6	Asitli sıyırma çözeltileri .....	13
3.7.	Diğer atıklar .....	14
<b>4</b>	<b>İLAVE BİLGİLER</b> .....	<b>15</b>

# 1 AMAÇ

Bu kılavuz, galvanizleme tesislerinin optimum hale getirilmesi, modernleştirilmesi ve planlanmasında temiz üretim ile çevrenin korunması yöntemiyle atık oranının düşürülmesini, çevrenin korunmasını, optimum kalite elde etmeyi ve giderlerin düşürülmesini amaçlayan atık üreticilerine yöneliktir.

Temiz üretim ile çevrenin korunması, temiz üretim sistem ve tekniklerinde yapılacak değişikliklerle çevreye daha az zarar veren üretim biçimi anlamına gelir. Aynı zamanda optimum kalite, malzeme ve enerjide etkinlik ile masraf düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu sistemde çevre kirlenmesini azaltmak üretim prosedürü bittikten sonra devreye sokulan bir koruma sistemi ile değil, üretimin tüm aşamalarında ve kısmî üretim sürecinde gerçekleşir.

Elinizdeki HAWAMAN projesi kılavuzu, temiz üretim ile çevrenin korunması yöntemi ile tehlikeli atıkların oluşmasının engellenmesine, atık miktarının düşürülmesine ve oluşabilecek atıkların yeniden kullanımına, dolaşıma alınmasına odaklanmış bir rehberdir. Rehberde galvanizlemeden oluşan atıklar ve entegre üretim ile çevrenin korunması yöntemi ile elektro galvaniz kaplama sistemlerindeki ön işlem, yıkama ve daldırma aşamaları açıklanmıştır. Rehber, konusu gereği perdelama veya sıcak çinkolama gibi diğer kaplama sistemleri için de bilgi içermektedir.

## 2 GALVANİZLEME SİSTEMLERİ

Gerekli parçaların sulu elektrolit çözücü içinde doğru akımla metalik tabaka ile kaplanması galvanizleme işlemidir. Kaplama yapılacak malzeme metal olabileceği gibi sunî maddeler de olabilir.

Kaplama ile yüzeyin yapısı ve vasfı değiştirilerek, kaplama yapılan malzemenin

- görünüşü (parlaklık, renk),
- paslanmaya / oksidasyona karşı dayanıklılığı,
- aşınmaya karşı dayanıklılığı / sertlik derecesi,
- kayganlığı / sürtünme,
- elektrik iletkenliği,
- örneğin lehimlenebilirliği veya gaz yoğunluğu gibi özellikleri, daha iyi bir duruma getirilir.

Kaplamada en sık kullanılan malzemeler çinko ve nikel olmakla beraber, tunç, krom, altın, kadmiyum, bakır, pirinç, gümüş ve kalay gibi maddeler de sık kullanılır. Kaplamanın kalınlığı genellikle 50 µm dan daha küçüktür.

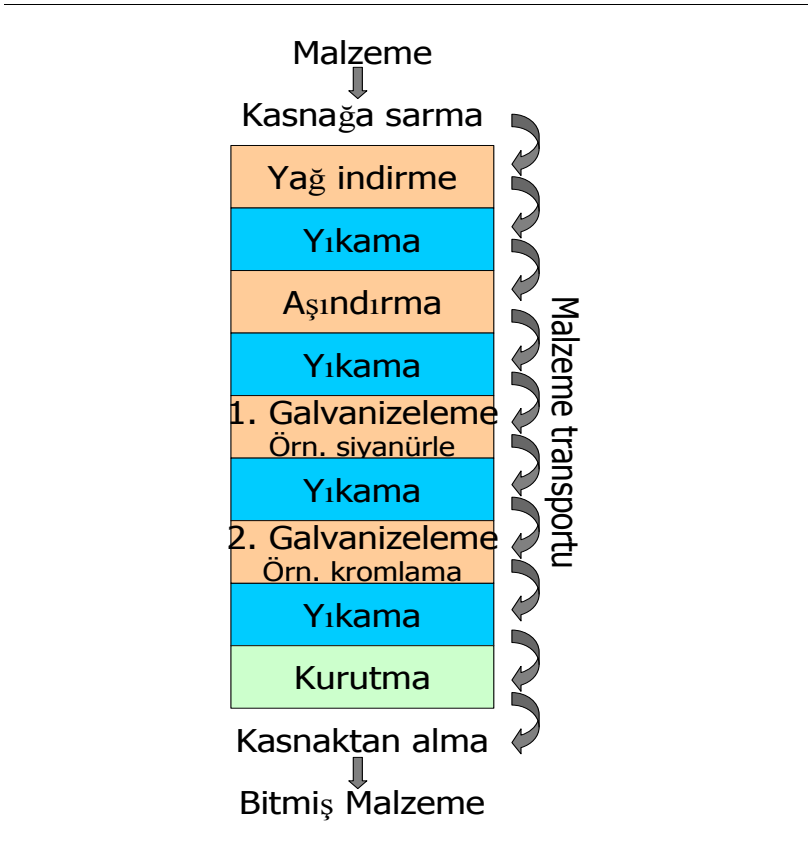
Sert krom kaplamalarda bir kaç 100 µm da olabilir. Örneğin kromun kalay ile kaplamasından sonra olduğu gibi, bazı durumlarda 2 veya daha fazla tabaka ile kaplama yapılır.

Kaplama yapılmadan önce malzeme yapılacak malzemenin yağlardan (yağının alınması) ve oksitlenmelerden (menevişleme ile) iyice temizlenmesi zorunludur Her uygulamadan sonra malzeme yıkanmak zorunda olduğundan, galvanizleme işleminde bir birini takip eden yıkama yapılır ve sonunda da lekesiz olarak kurutulur.

Kaplama yapılacak parçalar çengellere asılır, kaldırma ve nakliye sistemleri sayesinde sıra ile etkileşim kazanlarına daldırılır. Küçük parçalar silindirler içinde, kablolar ise yürüyen bantlar içinde galvanizlenir.



Resim 2.1: Galvanizasyon  
Kaynak: Leiterplattencentrum Ralf Smyczek, Almanya



Resim 2.2 Galvanizleme proses adımlarına bir örnek  
Kaynak: Wilfried Denz, www.denz-umweltberatung.de

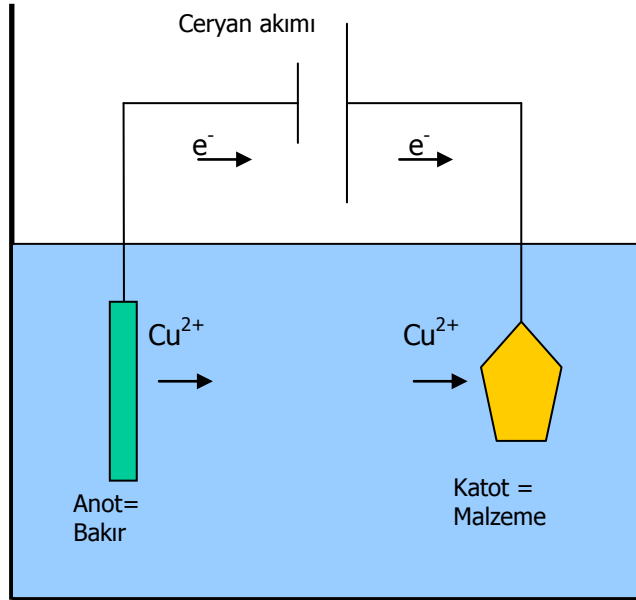
Bir Galvanizleme prosesi aşağıda belirtilen işletme prosedürlerden oluşur.

### **A-Ön işlem/Temizleme**

Galvanizlemede uygulanan en sık ön işlemler şunlardır:

- Solvent veya sulu alkalik temizleyiciler yardımı ile temizlemek veya yağını almak. Bu temizleme sıcaklık (sıcak yağsızlaştırma) ultrason veya Elektroliz yardımı ile desteklenir.
- Asitle aşındırma (genelde seyreltilmiş sülfürik asit, hidroklorik asit veya nitrik asit kullanılır)
- Konsantre asitlerle yakma (sülfürik-, hidroklorik- ve nitrik asit)
- Elektrolitik küf indirme
- Nötralize
- Dekape etme (genelde sülfürik-, hidroklorik- sitrik- veya asetik asit)

### **B-Galvanizleme**



Resim 2.3 Galvanizleme (Örneğin: Bakır ayırma)

Kaynak: Wilfried Denz, [www.denz-umweltberatung.de](http://www.denz-umweltberatung.de)

Galvanizleme banyoları çözülmüş metal iyonlarının yanı sıra başka maddelerde içermektedir. Bu maddeler kaplama cinsine göre değişmektedir. Örneğin tuzlar, asitler, parlatma ekleri, amonyak, siyanür, bafır ekleri ve bağlayıcılar vb.

Elektroliz Banyolarına örnekler:

- Bakır, asitik: bakırsülfat, sülfürik asit, nemlendirici, parlatıcı
- Bakır, siyanürik: bakır siyanür, potasyum hidroksit veya soyum hidroksit, parlatma ekleri, muhtemelen potasyumtartrat
- Nikel: Nikel tuzları (sülfat, klorür, sülfamat), borik asit, nemlendirici, parlatıcı, düzeltici
- Krom: Krom asit, sülfürik asit, silisik-hidroflurik asit (karma asitsel elektrolitler)
- Çinko, siyanürik: çinko siyanür, sodyum siyanür, sodyum hidroksit, parlatıcı
- Çinko, asidik: çinko sülfat, amonyum klorür
- Çinko, alkalik: çinko oksit, potasyum hidroksit veya soyum hidroksit, parlatıcı, tenzitler
- Çinko, asidik: çinko(II)sülfat, çinko(II)metansülfonat, fenolik sülfonik asit veya metan sülfonik asit, sülfürik asit, parlatıcı

- Çinko, alkalik: sodyum- / potasyum stanat, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit

### **C-Yıkama**

A ve B bölümünde verilen proses adımlarının her birinden sonar üretim parçasında kontamine olarak yapışan proses kimyasalları su veya demineralize su ile temizlenmelidir. Bu temizlik oranı bir sonraki proses adımı için gerekmekte ve onun tarafından belirlenmektedir. (temizleme kriteri) ve 100 ile 100.000 arasında bulunmaktadır.

Yıkama suyu banyoda kullanılmış olan etken maddeleri içermektedir ve bu sebepten geri kazandırılması gerekmektedir. Tek defa yıkama yöntemi ile oluşacak yıkama suyu miktarı buharlaşma ve eksiltme neticesinde oluşacak eksik miktarları karşılamaya yeterli gelmeyecektir. Bu çelişki arka arkaya kurulmuş muhtelif banyolarla çözülmektedir (3.2.5e bakılması rica olunur)

### **D-Kurutma**

Tüm prosesin son yıkama adımından sonra elde edilen parçaların lekesiz kurutulması gerekmektedir. Bunu ya tamamen demineralize edilmiş su veya organik su iticiler (örn. Testbenzini) ile elde etmek mümkündür.

### **E-Banyo temizliği**

Proses banyolarının uzun süre kullanılmasını sağlayabilmek için rahatsız edici maddelerin (kirliliklerin, reaksiyon ve işlem atıklarının) sürekli proseslerden alınması gerekmektedir. (3.2.7 ye bakılması rica olunur).



Resim 2.4: Galvanizasyon

Kaynak: MetalS Galvanizasyon, OSTIM Ankara, Türkiye, Fotoğraf: Anja Schwetje

### 3 GALVANİZLEMEDE ATIK TÜRLERİ

#### 3.1 Galvanizlemede Atıkların Oluşumu

İlerdeki sayfalarda Galvanizlerde oluşabilen en önemli tehlikeli atıklar anlatılacaktır. Bunun yanı sıra bu atıkların geri kazanım ve bertaraf yolları gösterilecektir.

Galvanizleme atıkları, galvanizleme prosesine yapım malzemeleri ile birlikte aktarılmış kirliliklerden (yağlar, katıyağlar, oksitler) oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, proses banyolarından yıkama banyolarına aktarma ve sürünceme neticesinde oluşan banyo kimyasalları ve bunların indirgeme ürünleridir.

Atık miktarlarını düşürme önlemleri bu yüzden ilk başta kirlilik aktarımını azaltma yardımı ile hedeflenmektedir.

Tablo 3.1 Galvanizleme atıkları

<b>Grup 1101</b>	<b>Metal ve Diğer Yardımcı Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanması Kaynaklı Atıklar (Örn: Galvanizleme, Çinko Kaplama, Dekapaj, Asitle Sıyırma, Fosfatlama, Alkalın Degradasyonu, Anotlama)</b>
110105*	Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)
110106*	Başka bir şekilde tanımlanmamış asitler
110107*	Sıyırma Bazları
110108*	Fosfatlama çamurları
<b>110109*</b>	<b>Tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri</b>
110110	11 01 09 'un haricindeki çamurlar ve filtre kekleri
110111*	Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları
110112	11 01 11 'in haricindeki sulu durulama sıvıları
<b>110113*</b>	<b>Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları</b>
110114	11 01 13 'ün haricindeki yağ alma atıkları
110115*	Membran ya da iyon değişim sistemlerinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren sıvı ve çamurlar
110116*	Doymuş ya da bitik iyon değişim reçineleri
110198*	Tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar
110199	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar

#### 3.2 Atık Azaltılması

Galvaniz işlemlerinde atık olarak fazlaca kullanılmış proses sıvıları (Asitler, bazlar, konsentratlar) ve yıkama suları oluşmaktadır. Atık miktarlarını düşürmeye yönelik tüm önlemler ilk etapta etken maddelerin proses banyolarından istenmeyerek alınmasını azaltma ve yıkama banyolarına aktarılan kimyasalların proses banyolarına geri kazandırılmasına yöneliktir.

Proses banyoları içeriklerini değiştirebilecek tüm önlemlerin sadece çok iyi bir planlama ve deneyler neticesinde yapılması tavsiye edilmektedir. Bu planlamalara kimyasalların müteahhitleri ve tesis kurucularının mutlaka fikri alınması gerekmektedir. (3.2.1. ve 3.2.5-3.2.7 ye bakılması rica olunur)

##### 3.2.1 Galvaniz Banyo Kimyasallarının Seçimi

Optimal seçilmiş elektrolit sistemleri ve bertaraf sorunu veya zorluğu oluşturacak katkı malzemelerinden kaçınılması proses ve yıkama suyu banyolarının masraf ve zahmeti azalacaktır.



Kimyasal katkıların degresaj malzemelerinin bertarafında da çoğunda EDTA, NTA gibi sert kompleks oluşturalara glukonik asit türevlerinden alternatifler seçilebilir.

Örnekler:

- Siyanür içeren sistemler yerine siyanürsüz elektrolitik degresaj banyoları,
- Siyanürlü Çinko elektrolitleri yerine alkalik veya zayıf asitsel Çinko elektrolitleri,
- Cadmium elektrolitleri yerine Çinko elektrolitleri,
- Siyanürlü bakır elektrolitleri yerine ön nikelleme elektrolitleri kullanılması,
- Kompleks oluşturalar içeren banyolar yerine kompleks oluşturalar içermeyen banyolar seçilmesi (örn. alkalik sıcak degresaj banyoları),
- Kimyasal degresaj yerine sulu degardasyon,
- Eğer çözücü degresajı gerekiyorsa halojen içermeyen çözücüler (CKW yerine),
- Silikatsız demulsiyonlu degresaj banyoları,
- AOX (absorbe edilebilen organik halojen miktarı) içermeyen ürünlerin seçilmesi

Mümkün olduğunca kontrolü kolay mümkün olan, aynı zamanda dayanıklı olan ve banyo rejenerasyonundan sonra etkenliklerini kaybetmeyen banyo içeriklerini seçilir.

### 3.2.2 Rahatsız Edici Maddelerin Eklenmesini Engellemek

Temizleme banyolarının mümkün olduğunca uzun kullanılmasının en iyi, en kolay ve aynı zamanda en ucuz yolu banyoya konulan iş parçalarının temiz, yağı alınmış veya az olmasıdır. Bu amaçta müşterinizle beraber çalışınız.

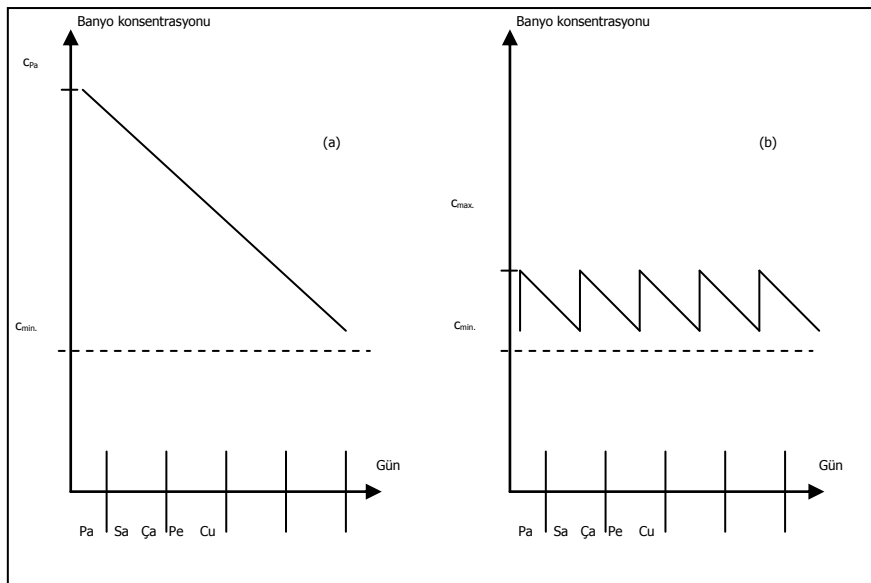
### 3.2.3 Galvaniz Banyo Kimyasallarının sürdozajsız yoğunlaştırılması

Banyo parametrelerinin sürekli analitik kontrolü ve selektif yoğunlaştırma ile banyo kimyasallarının sürdozajını engelleyiniz. (sadece eksik olan etkenlerin gerektiği miktarda dozajı) Parola: Mümkün olduğunca az ve yetecek kadar fazla.

Böylelikle pahalı katkı malzemelerinden tasarruf eder ve aynı zamanda atık miktarlarınızı düşük tutabilirsiniz, çünkü banyolardan çekilen etkenlerin miktarı düşecektir.

Bu yüzden banyo elektrolitindeki metal yoğunluğunun mümkün olduğunca düşük ve amperajın optimal olmasına dikkat ediniz. Sulu degresaj banyolarında sadece gerektiği kadar temizleyici ekleyiniz.

Etkenlerin konsantrasyonunu sürekli yoğunlaştırılarak haftalık gerekli miktara farklı olarak hesaplanan mevcut miktarın daima biraz üzerinde tutulması gerekmektedir. (bkz. resim 3.1).



Resim 3.1: a) haftalık gereken etken miktarı ; b) minimal ilaveli günlük yoğunlaştırma  
Kaynak: Wilfried Denz, www.denz-umweltberatung.de

Öneri: Proses banyoları sıvılarının sürekli harekette tutulması (karıştırma) ile etkenlerin konsantrasyonunun banyonun her yerinde (yüzey dahil) aynı tutulması sağlanır. Böylece yıkama daha efektifleşir ve yıkama suyu miktarı ve temizleyici miktarı düşürülür.

### 3.2.4 Etken maddelerin istenmeden aktarma sonucu azalmasını engelleme

Proses banyoları için çok önem taşıyan etkenlerin banyodan istenmeden aktarılması veya gereksiz çıkarılmasını azaltmak için gereken önlemleri alınız.

Bu durum,

- etkenlerin banyolardan daha az çıkarılmasına (daha az etken satın alımı, daha az atık oluşumu, daha az çevre kirliliği, daha az maliyet);
- aynı kalan diğer şartlar altında daha az yıkama suyu gereksinimi ve bu durumda atık su deşarjında zararlı madde konsantrasyonunun düşmesi, anlamına gelmektedir.

İstenmeden aktarımın engellenmesi;

- Damlama süresinin uzatılması: Damlama süresinin 5-10 saniyeden 15 saniyeye uzatılması (kasnak/tromel de 30 saniye) ortalama %20 aktarma düşüşü anlamına gelir.
- Çıkarma hızının azaltılması
- Kasnakların banyo üzerinde sallanması, darbeleri (hızlı, sallayarak) hareket ettirme, hava ile üfleme, emme, kasnak ve tromellerin banyo üzerinde su püskürtme
- Küçük parçaların tromel içinde sentrifüjlenmesi
- Kablo, bant ve plakaların sıyırılması
- Akif banyo üzerinde ön yıkama yapılması: Banyodan buharlaşma ve aktarma sonucu eksilen suyun tamamlanması
- Proses çözeltisinde mütenasip düşük derecede etken miktarı (önceki bölüme bak)
- Tenzit eklenmesi (ve böylece viskozite düşürülmesi)
- Proses banyolarının sıcaklığının yükseltilmesi
- Banyolar arasında uygun damla levhaları konulması ve bu levhalarda biriken damla birikintilerinin banyoya geri aktarılması
- Kasnak izolelerinin iyi kontrol edilmesi, aksi takdirde temas yerlerine metal kaplama oluşması ve diğer banyolara aktarılması
- Damlama optimizasyonlu kasnaklar: hafif meyil verilmiş ve yüksek bağlanmış parçaların bir alt kattaki parçalara damlamasının engellenmesi
- Eğer parçaların yapımında etken olabiliyorsanız: Parçaların doldurucu bölümlerini çıkarılması ve doldurucu derin bölümlerine akma delikleri uygulanması

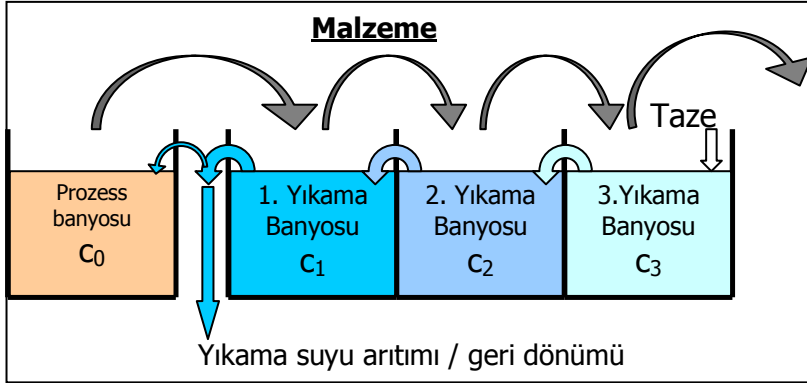
Elektrolitin çabuk kurummasına dikkat ediniz ve bazı banyolarda çabuk reaksiyon durdurulması (Kromatlama, yakma) gerektiğini hesaba koyunuz.

### 3.2.5 Optimize edilmiş Yıkama sistemleri

Daha yüksek yıkama kriterleri elde edebilmek için (bölüm 2/C ye bak) çeşitli yıkama banyolarının arka arkaya kullanılması ('Kaskat' yıkama) tavsiye edilir. Böylece yıkama suyu miktarı düşürülür. Etkenlerin büyük bir bölümü banyo rejenerasyonunda prosese tekrar geri kazandırılır. Bu amaçla yıkanması gereken parçalar ters yön yöntemi ile yıkanmalıdır, yani ilk olarak en yoğun ve son olarak en temiz banyoda yıkanmalıdır.

Tablo 3.2 :Yıkama kriterine bağlı su harcanması ve yıkama adımları sayısı

Yıkama kriteri	x Yıkama adımı için gereken yıkama suyu miktarı* [Litre]				
	x = 1	x = 2	x = 3	x = 4	x = 5
100	99	9,5	4,3	2,8	2,2
1.000	999	31,1	9,6	5,3	3,7
10.000	9.999	99,5	21,2	9,7	6,1
100.000	99.999	315,7	46,1	17,5	9,8



Resim 3.2: Kaskat metodu ile yıkama sularının tekrar kullanımı  
Kaynak: Wilfried Denz, www.denz-umweltberatung.de

Düşük yıkama kriterleri gerekirse genelde 2, yüksek gerekirse 3 banyo kullanılır. Sık sık Kaskat-, durak-, püskürtme- ve tasarruf banyoları kombine olarakta kullanılmaktadır (püskürtme banyosu: suyu püskürterek veya serpiştirerek yıkama; tasarruf banyoları: proses banyosundan önce son yıkama).

### 3.2.6 Buharlaştırma ve Vaporizasyon (veya tebahhur)

Buharlaştırma ve vaporizasyon ile prosesde eksilen yıkama suyu miktarını karşılayabilirsiniz.

#### Buharlaştırma:

Buharlaştırma yönteminde su çok ince püskürtülmüş şekilde hava ile temas eder ve havayı hızlı bir şekilde suya doyurur. Bu örneğin bir damlama kulesinde yapılabilir. Bu olayda hava çevresinden enerji alır. Gaz parçacıklarının yanısıra su partiküllerinde damlama kulesinden sürüklenmemesi için buharlaştırıcıya bir damlacık ayırtıcı veya aerosol ayırıştırıcısı eklenir. Buharlaştırıcının verimliliği hava ısı derecesi ve nem oranına bağlıdır.

#### Vaporizasyon:

Vaporizasyon esnasında bir sıvı buharlaşma derecesinin üzerinde derecelere ısıtılır. Sanayide kullanılan vaporizatörler kullanılan basınca bağlı olarak derece 40° ile 100° C arasında çalışır. Çalışma basıncı 0.1 ile 1 bar arasındadır. Modern vakuumlu vaporizatörler (buhar sıkıştırma ve ısıtma pompalı) bir metreküp suyun vaporizasyonuna sadece 150 – 200 kWh kullanırlar. Elektrolit içeren çözeltilerin vaporizasyonunda organik elektrolitlerin parçalanması problem oluşturur. Bu yüzden çok düşük derecelerde ve alçak basınçlı çalışan vaporizatörler üretilmiştir. Su çok düşük derecelerde buharlaştırılır.

### 3.2.7 Banyo temizliği ve Banyo rejenerasyonu yapınız

Banyo temizliği yani rahatsız edici maddelerin (kir/toz/indirgeme ve yabancı maddeler) sürekli banyodan alınması banyo kullanım zamanını muntazam artırabilir. Bunun yanısıra banyo kalıcı yüksek kalite ve yüksek etkiye sahip olur.

Sulu degresaj banyolarında banyo temizliği:

Banyo temizliğini yağ ve katı maddeler gibi yabancı maddelerin banyodan çıkarılması ile gerçekleştirilir. Aşağıdaki yöntemler seçilebilir:

Tablo 3.3: Sulu temizleme çözeltilerinden kirlilikleri arındırma metodları

<b>Arıtma metodu</b>	<b>Temizleyicinin çalışma sistemi yağ ayrışımı</b>	<b>...ayrıştırmaya yarar</b>	<b>Yağ ayrıştırma derecesi</b>	<b>Yatırım</b>	<b>İşletme</b>
<b>Skimmer</b>	Adhezyon ile ayrıştırım	Yüzen yağlar	Düşük	Az	Az
<b>Gravitasyon ayırıştırıcı</b>	Gravitasyon ile ayrıştırım	Boş yağlar; büyük partiküller	Orta	Orta	Az - orta
<b>(Sentrifüj) Separatör</b>	Sentrifüj güç ile ayrıştırım	Boş ve emulge edilmiş yağlar küçük/büyük partiküller	Yüksek	Yüksek	Yüksek
<b>Mikro-/ Ultrafiltrasyon</b>	Emulsiyon ayrıştırımı	Emulge edilmiş yağlar (önce boş yağlar alınmalı) en küçük partiküller	Yüksek (ama tenzit kaybı yüksek)	Yüksek	Orta - yüksek

### 3.2.8 Tek tür metal çamuru üretimi

Değişik galvanik banyoları, ayrı saklayıp arıtılır. Geri kazanım için (bkz 3.3) banyo içindeki metallerin ve galvanik çamurlarının mutlaka ayrı kaydedilmesi ve artırılması gerekmektedir.

Galvanik çamurları mümkün olduğunca kuru olmalı ve mümkün olduğunca az yabancı madde içermelidir. Böylece atık miktarı az olur ve geri dönüşüm ücreti düşer. Sodyum hidroksit ile çökertilmiş çamurlar kireç sütü veya sodyum sülfür ile yapılan çökertmelerden daha verimlidir.

İlerki sayfalarda galvanizlerde oluşabilen en önemli tehlikeli atıklar anlatılacaktır. Bunun yanısıra bu atıkların nasıl geri kazanılıp nasıl bertaraf edileceği belirtilecektir.

## 3.3 Çamurlar ve filtre kekleri

### **Tipik tanımlama**

Galvaniz çamurları, (ağır) metal içeren çamurlar

### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Galvanizleme şirketleri, metal kaplama şirketleri; Atıklar atık su arıtımında (nötralize ve zararlı madde giderimi) ve proses banyoları rejenerasyonunda ve yıkama suyu arıtımında oluşmaktadır.

### **Atık niteliği**

**İçeriği:** Ağır metal içeren çamurlar kadmiyum, krom(III), krom (VI), kobalt, bakır, nikel vb. genelde hidroksit- veya sülfid-çamuru, su oranı %50 ile %80 arası, az miktarda siyanür de içerebilir.

Çamurumsu veya macunumsu katılıkta olur.

Yoğunluk içerdiği maddelere göre 1.3 t/m<sup>3</sup> civarındadır.

Muhafaza etme ve taşıma konteynırları

Maddenin haline göre değişik büyüklükte konteynırlar tanklar variller ve özel ambalajlar (250 den 1000 litreye kadar, örneğin IBC)

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

Galvaniz çamurları metal ve rahatsız edici madde oranına göre gerek metalurji gerekse hidrometalurji şirketlerinde geri kazanılır. Gerekirse geri kazanım öncesi susuzlaştırma ve siyanür veya kromat giderme yapılmalıdır. Ülkemizde mevcutta bunun gibi tesisler bulunmamakla birlikte yurtdışına gönderilerek bu yöntemlerle geri kazanılması mümkündür.

Pirometalurji Yöntemleri:

Pirometalurji metal geri kazanımı yöntemleri ile nötrale- ve çökertme çamurları (hidroksit çamurları, sülfid çamurları, iyon değişim reçineleri) yüksek fırınlarda geri kazanılabilir.

Fakat, kükürt içeren çamurlar sülfürik madenlerde de olduğu gibi kükürtdioksit oluşmasına sebep olmaktadır ve baca gazı temizliğine tabi tutulmalıdır.

Galvaniz çamurlarının metal konsantrasyonunun mümkün olduğunca yoğunlaştırılması anlamlı ve maliyeti en düşük geri kazanımın ilk şartıdır.

Hidrometalürjik Yöntemler

Hidrometalürji geri kazanım yöntemleri genelde birkaç ıslak kimyasal metodun kombinasyonundan oluşmaktadır (sıvı-sıvı ekstraksiyonu). Bu metodlar bu yüzden sadece sıvı atıklar için geçerlidir. (konsentratlar ve yarı konsentratlar) Bu metotta geri kazanılması istenen sıvılardaki metal içeriklerinin sulu bir çözeltide toplanması sağlanır. Bu çözelti içinden metaller ve metal bileşimleri geri kazanılır. Buradada geri kazanım için monometal çamurları daha olumludur.

### **Bertaraf**

Kimyasal fiziksel arıtma; düzenli depolama veya yurt dışında yeraltında depolama

## **3.4 Sulu yıkama sıvıları**

### **Tipik tanımlama**

Yıkama sıvıları, yıkama banyoları atıkları,

### **Atık kodu ve tanımı**

110111*	Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları
---------	--

### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Malzemelerin yıkanması: malzemelerden etkenlerin / kimyasalların proses adımları arasında indirilmesi

### **Atık niteliği**

İçeriği: Ağır metal (kadmiyum, krom(III), krom (VI), kobalt, bakır, nikel vb.) içeren sulu sıvılar, az miktarda siyanür de içerebilir.

Madde hali sıvı

Yoğunluğu: 1.1 t/m<sup>3</sup>

Muhafaza etme ve taşıma konteynırları

Lisanslı taşıtlar ve tanklar variller (örn. IBC 250 – 1000 litre) veya benzeri

### **Şirket içi atık arıtımı / Geri kazanımı**

Bölüm 3.2'de detaylı şekilde yıkama banyolarının kullanma süresinin nasıl uzatıldığı ve atık miktarının nasıl düşük tutulacağı anlatılmıştır.

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

R4-Metodu

Genelde değerlendirebilecek şekilde çamur oluşturabilmek için şirket içi arıtma sisteminde atıkların deveren / dolaşım sistemi üzerinden yoğunlaştırılması 3.2.8. bölümde anlatılmıştır ve doğrudan geri kazanımı değerlendirebilecek metallerin az oluşundan genelde mümkün değildir, gerektiğinde hidrometalurjik yöntemle geri kazanımı yapılır. (bkz. 3.3 )

### **Bertaraf**

Kimyasal fiziksel arıtma

## **3.5 Degresaj atıkları**

### **3.5.1. Tehlikeli maddeler içeren sulu degresaj atıkları**

#### **Tipik tanımlamalar**

Degresaj banyoları, inorganik; inorganik kimyasallar içeren degresaj banyoları

#### **Atık kodu ve tanımı**

110113*	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları
---------	---

#### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Metal işleyen şirketlerde Galvaniz veya aşındırma işlemleri öncesi yapılan metal degresajı; başlıca madeni yağların indirilmesi

#### **Atık niteliği**

İçeriği: İnorganik yağ emulgatörleri örn. bazlar (NaOH, KOH) ve soda fosfat ve tenzit çözeltileri, madeni bazlı yağ, katı yağ, parafin, mum yağları, küf ve kir içerikli Sıvı veya çamurumsu halde olabilir. Yoğunluğu 1 t/m<sup>3</sup> arasında seyredir

#### **Muhafaza etme ve taşıma konteynırları**

Lisanslı taşıtlar ve tanklar, variller ve diğer ambalajlar

#### **Şirket içi atık arıtımı / Geri kazanımı**

Katı malzemenin (filtre) ve yağların ayrıştırılması (skimer, dekanter, ultrafiltrasyon, 3.2.7' ye bak)

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

Metod: R1

Yoğunlaştırılmış yağ atıkları termik değerlendirmeye verilebilir.

### **Bertaraf**

Kimyasal fiziksel arıtma; Tehlikeli atık yakma tesisleri

## **3.5.2 Organik çözücüler içeren atıklar (halojensiz)**

#### **Tipik tanımlamalar**

Çözücüler, çözücü karışımları; sulu yıkama sıvıları, organik; Degresaj banyoları, organik; organik çözücüler içeren degresaj banyoları atıkları (halojensiz)

#### **Atık kodu ve tanımı**

110113*	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları
140603*	Diğer çözücüler ve çözücü karışımları
140605*	Diğer çözücüler içeren çamurlar veya katı atıklar

### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Metal işleyen şirketlerde Galvaniz veya aşındırma işlemleri öncesi yapılan metal degresajı; başlıca madeni yağların indirilmesi

### **Atık niteliği**

İçeriği: Organik çözücüler ve çözücü karışımları örn. benzin, petroleter, petroleum, ispirto, sükloheksan, soğuk temizleyiciler veya emülgatörler ve dispers ediciler (örn. yağ alkolleri-, yağ aminleri-, yağ asitleri-, yağ asit amidleri-, alkülarül poliglikol-eterler) yağ indirici, madeni bazlı yağlarla katı yağlarla parafin mum yağları, küf ve kir içerikli  
Sıvı veya çamurumsu halde olabilir  
Yoğunluğu 0.8 – 1.2 t/m<sup>3</sup> arasında seyredir

### **Muhafaza etme ve taşıma konteynırları**

Lisanslı taşıtlar ve tanklar, metal veya plastik variller (örn. 60 litreden 200 litreye kadar tıpalı variller) ve ambalajlar (250 litreden 1000 litreye kadar IBC ler); sıkıştırılmış özel taban baz üzerinde muhafaza edilmelidir.

### **Şirket içi atık arıtımı / Geri kazanımı**

Destillasyon ve kati maddelerin ayrıştırımı ve şirket içi geri dönüşümü ve termik değerlendirme

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

Metodlar R1, R2

Destillasyon ve kati maddelerin ayrıştırımı ve geri dönüşümü, termik değerlendirme

### **Bertaraf**

Tehlikeli atık yakma tesisleri

## **3.5.3 Organik çözücüler içeren atıklar (halojenli)**

### **Tipik tanımlamalar**

Halojenli çözücüler, çözücü karışımları; sulu yıkama sıvıları, degresaj banyoları

### **Atık kodu ve tanımı**

11 01 13	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları
14 06 01	Kloroflorokarbonlar, HCFC, HFC
14 06 02	Diğer halojenli çözücüler ve çözücü karışımları
14 06 04	Halojenli çözücüler içeren çamurlar veya katı atıklar

### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Metal işleyen şirketlerde Galvaniz veya aşındırma işlemleri öncesi yapılan metal degresajı; başlıca madeni yağların indirilmesi

### **Atık niteliği**

İçeriği: Organik çözücüler ve çözücü karışımları örn. benzin, petroleter, petroleum, ispirto, sükloheksan, soğuk temizleyiciler veya emülgatörler ve dispers ediciler (örn. yağ alkolleri-, yağ aminleri-, yağ asitleri-, yağ asit amidleri-, alkülarül poliglikol-eterler) yağ indirici, madeni bazlı yağlarla katı yağlarla parafin mum yağları, küf ve kir içerikli.  
Sıvı veya çamurumsu halde olabilir.  
Yoğunluğu 0.9 – 1.5 t/m<sup>3</sup> arasında seyredir.

### **Muhafaza etme ve taşıma konteynırları**

Lisanslı taşıtlar ve tanklar, metal veya plastik variller (örn. 60 litreden 200 litreye kadar tıpalı variller) ve ambalajlar (250 litreden 1000 litreye kadar IBC ler); sıkıştırılmış özel taban baz üzerinde muhafaza edilmelidir

### **Şirket içi atık arıtımı / Geri kazanımı**

Katı maddelerin şirket içi geri dönüşümü ve termik değerlendirilmesi için ayrıştırımı. Şirket içi geri dönüşüm tesislerinde (destillasyon) geri kazanımı büyük miktarlar için söz konusu olabilir.

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

Metod R2

Çözücü geri kazanım tesislerinde geri kazanılması: Destillasyon ve rahatsız edici maddelerin ayrıştırımı.

### **Bertaraf**

Tehlikeli atık yakma tesisleri

## **3.6 Asitli sıyırma çözeltileri**

### **Tipik tanımlamalar**

Sıyırma asitleri, aşındırma çözeltileri, asitler, genelde sülfirik- hidroklorik-, nitrik asit

### **Atık kodu ve tanımı**

110105	Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)
--------	--------------------------------------

### **Atık oluşumu ve kaynağı**

Galvanizleme öncesi metaller yüzeyindeki oksit tabakasını sıyırma banyoları

### **Atık niteliği**

İçeriği: inorganik asitler (genelde sülfirik- hidroklorik-, nitrik asit kir içerikli), metal iyonlarla kirletilmiş.

Sıvı

Yoğunluğu ortalama 1.05 t/m<sup>3</sup>

Muhafaza etme ve taşıma konteynırları

Plastik variller (örn. 60 litreden 200 litreye kadar tıpalı variller) ve ambalajlar (250 litreden 1000 litreye kadar IBC ler)

### **Şirket içi atık arıtımı / Geri kazanımı**

Muhtemelen şirket içi nötralize veya arıtma tesislerinde arıtma ve temizleme/rejenerasyon sonrası geri kazanılması (bkz. 3.2.7).

### **Dış şirketlerde geri kazanım**

Metod R5, R6

Nötralize, sülfirik asitden kükürtdioksit geri kazanımı; fosforik ve nitrik asitden gübre üretimi

### **Bertaraf**

Metod D9, Kimyasal fiziksel arıtma



### **3.7. Diğer atıklar**

Galvanizlemelerde daha birçok değişik tehlikeli atık vardır, fakat bu atıklar galvanizleme işlemlerinden oluşmaz.

Örnekler:

- Yan prosesler: Basınç üretiminde oluşan kompresör kondenzatları ve hidrolik yağlar
- İşletme prosesleri: soğutucu kaydırma emulsiyonları ve metal işlemlerinden kaynaklanan öğütme çamurları
- Ev tekniği: Flüoresan tüpleri, aküler ve ısıtmadan ve kalörifer sisteminden kalıntılar.

## 4 İLAVE BİLGİLER

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ağ bağlantısı; <http://www.csb.gov.tr>

Galvanizasyon işlemine dair daha ayrıntılı bilgi edinmek için aşağıda listelenen kaynakları kullanabilirsiniz.

### 1. Avrupa IPPC Bürosu (Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü) Mevcut en Uygun Referans Dokümanları (BREFs)

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/> -> BREF Surface treatment of metals

### 2. ECO SMEs – yeşil ürün hizmetleri (AB projesi)

Rehber Dokümanlar, Durum çalışmaları, Linkler vs.

[www.ecosmes.net](http://www.ecosmes.net) -> Guidelines -> Metal Processing -> Galvanizing

### 3. ABD Çevre Koruma Ajansı

<http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/fabric.html>

<http://www.epa.gov/sectors/metalfinishing/index.html> and -> search -> metal finishing  
e.g. "Pollution Prevention for the Metal Finishing Industry: "Kirliliği Önleme konusunda teknik yardım tedarik edenler için bir rehber doküman"; indir:

<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=20000VPB.txt>

### 4. Envirowise – Sürdürülebilir uygulamalar, Sürdürülebilir kazançlar, bir Birleşik Krallık Programı

Rehber dokümanlar, Durum çalışmaları, Linkler, vs.

<http://www.envirowise.gov.uk/> -> Search -> Finishing

### 5. Eco-Efficiency Toolkits and Fact Sheets (UNEP Daha Temiz Üretim için Çalışma Grubu, Queensland Üniversitesi, Avustralya)

<http://www.gpa.uq.edu.au/CleanProd/toolkits/toolkits.htm> -> Metal Finishing

### 6. Kuzey Carolina Kirliliği Önleme ve Çevresel Yardım Şubesi

Bir çok belge ve durum çalışması

<http://www.p2pays.org> -> search -> galvanization / metal finishing

### 7. The PIUS-Internet-Portalı - "Bir AB Başarı Öyküsü"

Giderleri azalt – geleceğe yatırım yap. PIUS'un açılımı "daha temiz üretim"

<http://www.pius-info.de> -> mation pool -> All document types -> surface finishing / surface cleaning

### 8. IFC – Dünya Bankası, Çevre, Sağlık ve Güvenlikle ilgili rehber dokümanlar

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines> -> Metal, Plastic, Rubber Products Manufacturing

### 9. PPRC Projesi – Kirliliği Önleme Ağı

<http://pprc.org/solutions.cfm> -> Industry Sectors -> Metal Finishing

## NOTLAR

## NOTLAR

## NOTLAR



T.C.  
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK  
BAKANLIĞI