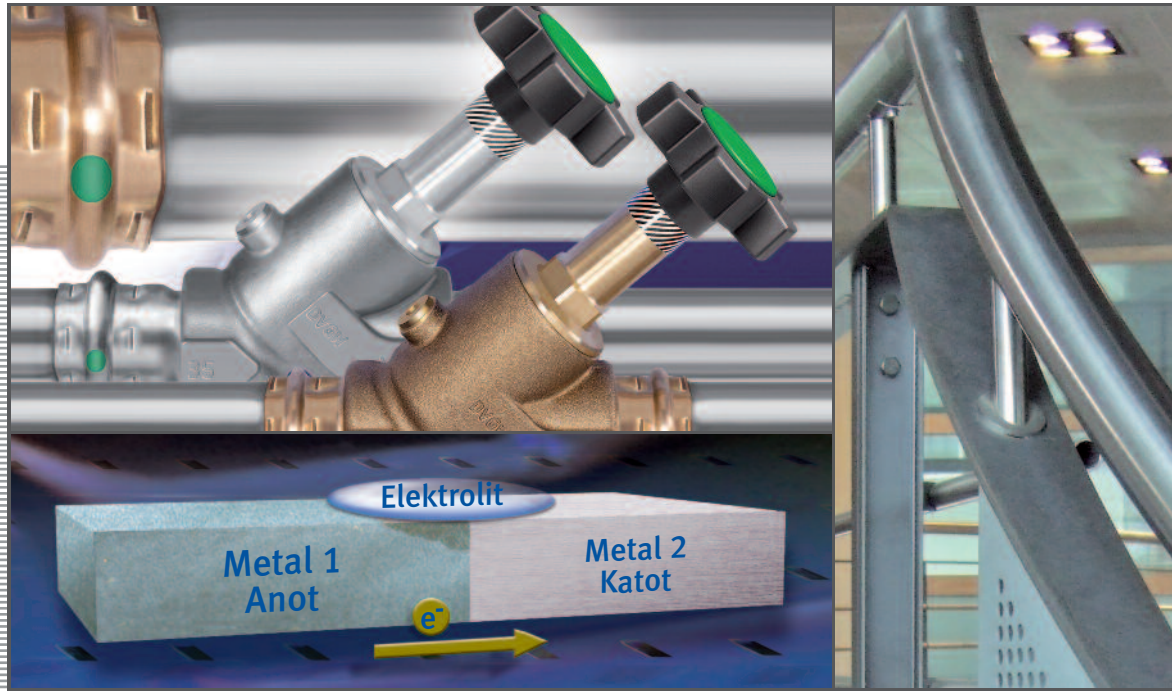


## Diğer Metalik Malzemelerle Temas Halindeki Paslanmaz Çelikler



## Euro Inox

Euro Inox, Paslanmaz Çelik için Avrupa pazarını geliştirme birliğidir.

Euro Inox'un üyeleri arasında şunlar bulunur:

- Avrupalı paslanmaz çelik üreticileri
- Ulusal paslanmaz çelik geliştirme birlikleri
- Alaşım element endüstrilerini geliştirme birlikleri.

Euro Inox' un öncelikli hedefi, paslanmaz çeliklerin eşsiz özelliklerini tanıtmak ve bunların mevcut uygulamalarda ve yeni pazarlarda kullanımını daha ileri götürmektir. Bu amaç doğrultusunda Euro Inox, mimarların, tasarımcıların, uzmanların, üreticilerin ve nihai kullanıcıların malzemeyi daha yakından tanıması için konferanslar ve seminerler organize eder, basılı ve elektronik formatta kılavuzlar yayımlar. Euro Inox ayrıca, teknik ve pazar araştırmalarını destekler.

ISBN 978-2-87997-327-2

978-2-87997-263-3 İngilizce çevirisi

978-2-87997-322-7 Felemenkçe çevirisi

978-2-87997-323-4 Fransızca çevirisi

978-2-87997-324-1 Çekçe çevirisi

978-2-87997-325-8 Fince çevirisi

978-2-87997-326-5 İsveççe çevirisi

978-2-87997-328-9 Polonyaca çevirisi

978-2-87997-329-6 İtalyanca çevirisi

978-2-87997-330-2 İspanyolca çevirisi

## Tam Üyeler

### Acerinox

[www.acerinox.com](http://www.acerinox.com)

### Aperam

[www.aperam.com](http://www.aperam.com)

### Outokumpu

[www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

### ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

[www.acciaiterni.com](http://www.acciaiterni.com)

### ThyssenKrupp Nirosta

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

## Ortak Üyeler

### Acroni

[www.acroni.si](http://www.acroni.si)

### British Stainless Steel Association (BSSA)

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

### Cedinox

[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

### Centro Inox

[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

### Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

### International Chromium Development Association (ICDA)

[www.icdachromium.com](http://www.icdachromium.com)

### International Molybdenum Association (IMOA)

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

### Nickel Institute

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

### Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

[www.turkpasder.com](http://www.turkpasder.com)

### Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

[www.puds.pl](http://www.puds.pl)

### SWISS INOX

[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

Diğer Metalik Malzemelerle Temas Halindeki  
Paslanmaz Çelikler  
Malzemeler ve Kullanımları Serisi, Cilt 10  
© Euro Inox 2011

İngilizceye çeviren ve adapte eden ARLT, N./BURKERT, A./  
ISECKE, B., Edelmetall Rostfrei in Kontakt mit anderen  
Werkstoffen (Merkblatt 829), Düsseldorf, Informations-  
stelle Edelmetall Rostfrei, 4th edition 2005

Türkçe çeviri  
Dr. Caner Batıgün  
ODTÜ Kaynak Teknolojisi ve Tahribatsız Muayene  
Merkezi, Ankara, Türkiye

#### Yayımcı

Euro Inox  
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80,  
1030 Brüksel, Belçika  
Tel +32 2 706 82 65 Faks +32 2 706 82 69

#### Fotoğraflar:

Atomium asbl / vzw, Brüksel (B)  
Centro Inox, Milan (I)  
Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung,  
Berlin (D)  
David Cochrane, Sidcup (UK)  
Benoît Van Hecke, Hasselt (B)  
Outokumpu, Torino (FIN)  
Thomas Pauly, Brüksel (B)  
Christoph Seeberger, Münih (D)  
ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Krefeld (D)  
Schöck Bauteile GmbH, Baden-Baden (D)  
Viega GmbH & Co. KG, Attendorn (D)

## İçindekiler

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Giriş                                      | 2  |
| 2   | Galvanik korozyonun prensipleri            | 3  |
| 3   | İlgili faktörler ve örnekler               | 5  |
| 3.1 | Elektrolit direnci                         | 5  |
| 3.2 | İslatma süresi ve ortamları                | 6  |
| 3.3 | Elektrot reaksiyonlarının kinetiği         | 8  |
| 3.4 | Katot ve anot alanı                        | 8  |
| 4   | Farklı uygulamalardaki pratik tecrübeler   | 10 |
| 4.1 | Su ve atık suların arıtılması              | 11 |
| 4.2 | Atmosfer koşulları altındaki parçalar      | 14 |
| 4.3 | Bina ve konstrüksiyonlarda paslanmaz çelik | 15 |
| 4.4 | Taşıtlı uygulamalarında paslanmaz çelik    | 18 |
| 5   | Galvanik korozyonun önlenmesi              | 22 |
| 6   | Literatür                                  | 23 |

#### Bildirim

Euro Inox bu dokümanda sunulan bilgilerin teknik açıdan doğruluğunu sağlamak için her türlü çabayı göstermiştir. Fakat, okuyucunun burada mevcut materyalin sadece genel bilgi amaçlı olduğunu algılaması tavsiye edilmektedir. Euro Inox, üyeleri, çalışanları, danışmanları ve çeviri yapan kişi veya kuruluşlar işbu yayında sunulan bilgilerin kullanılması nedeniyle oluşabilecek herhangi bir kayıp, hasar veya ziyana bağlı hiçbir yükümlülük veya sorumluluk kabul etmeyeceklerini özellikle bildirirler.

#### Telif hakkı uyarısı

Bu çalışma telif haklarına tabidir. Euro Inox, herhangi bir dilde çeviri, yeniden basım, resimlerin, ifadelerin ve yayının yeniden kullanımı konusundaki bütün haklarını elinde tutmaktadır. Bu yayının hiçbir kısmı, telif hakkı sahibi olan Euro Inox, Lüksemburg'un yazılı izni olmaksızın yeniden üretilemez, bilgi deposunda saklanamaz ve hiçbir şekilde elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya diğer yöntemlerle herhangi bir biçime aktarılamaz. İhlaller yasal işleme tabi tutulacak olup, ihlalden kaynaklanan maddi zararların yanı sıra maliyet ve yasal ücretler konusunda da sorumluluk doğar ve Avrupa Birliği dahilinde Lüksemburg telif hakları yasa ve tüzüğüne kovuşturma yasası kapsamına girer.

# 1 Giriş

Karmaşık tasarım koşulları, aynı parça içerisinde farklı metalik malzemelerin birleştirilmesini gerekli hale getirebilmektedir. Ayrıca, çoğu kez sadece bulunabilirlikle ilgili olarak yönetilen şans kombinasyonları da görülebilmektedir; örneğin bağlantı elemanları veya şimler. Bu tür karışık malzeme tasarımları, bazı koşullar altında partner malzemelerden bir tanesinde korozyona sebep olabilir. Bu olgu, içerisinde iki farklı metalin galvanik bir çift oluşturduğu “galvanik korozyon”<sup>1</sup> içerir.

Galvanik elemanların oluşmasının sonucu olarak, daha az asal olan malzemede hızlı korozyon meydana gelebilir. Adı geçen bu malzeme, bu durumda daha asal partner metalle herhangi bir temas altında olmaksızın tahmin edilenden çok daha yüksek bir hızda korozyona uğrayabilir. Görünümün kabul edilemez biçimde bozulması, borularda sızdırma veya kopan bağlantı elemanları gibi korozyonla ilgili hasarlar, bir parçanın servis ömrünü büyük ölçüde azaltabilmekte ve za-

manından önce değiştirilmesine neden olmaktadır. Çoğu teknik uygulamada, temas altındaki metallere paslanmaz çelik daha pozitif korozyon potansiyeline sahiptir; dolayısıyla genellikle partner malzeme için bir korozyon tehlikesi söz konusudur.

Bununla birlikte, galvanik korozyonun oluşma riski çok sayıda faktöre bağlıdır. Kullanılan malzemenin yanı sıra, ortam ve tasarım da çok önemlidir. Bu nedenle, malzemelerin uygunluğu ile ilgili önceden karar vermek zordur. Mevcut yaygın, galvanik korozyonun prensiplerini ve tasarımcıların korozyon riskini tahmin etmelerine izin veren esas parametreleri tarif etmektedir.

<sup>1</sup>Korozyon elemanı etkisi sebebiyle bir metalde meydana gelen hızlı korozyon. Diğer faktörler arasında, konsantrasyon elemanları, havalandırma elemanları ve aktif/pasif elemanlar sayılabilir.

## 2 Galvanik korozyonun prensipleri

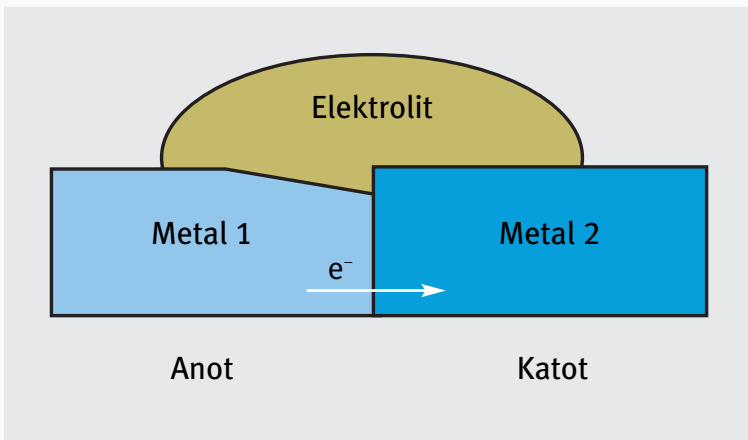
Galvanik korozyon meydana gelebilmesi için, şu koşullar mevcut olmak zorundadır:

- verilen bir sistem içerisinde metallerin farklı korozyon potansiyelleri;
- iki metal arasında iletken bir bağlantı;
- her iki metali birbirine bağlayan elektrik iletkeni bir nem filmi (elektrolit)

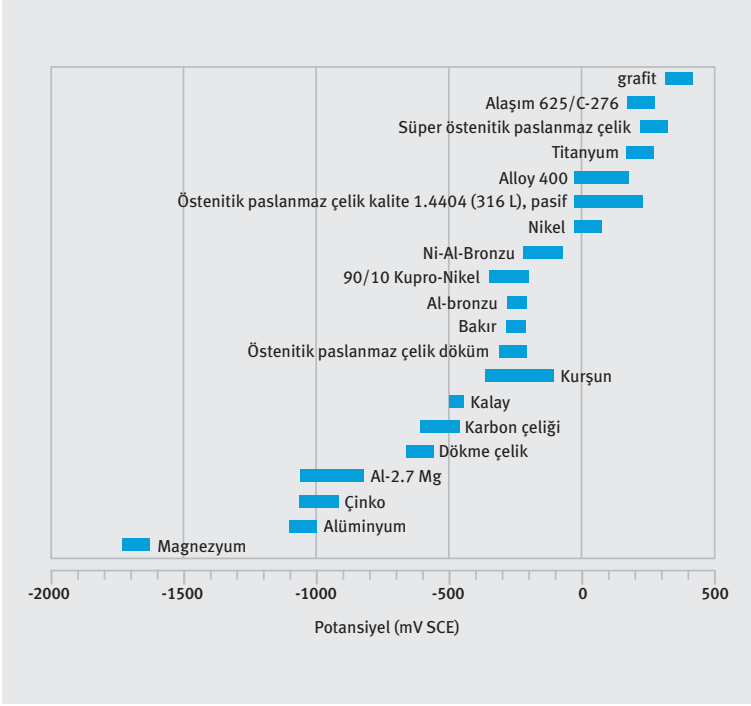
Şekil 1, bu üç ön koşulu grafik tarzında göstermektedir. Galvanik korozyon meydana geldiğinde, daha az asal olan malzeme – anot – tercihen saldırıya uğrarken, daha asal olan malzeme – katot – korozyona karşı korunmaktadır. Gerçekte katodik korumanın prensibi, korozyondan korunmayı temin eden kurban anotlara dayanmaktadır.

Farklı potansiyele sahip iki metalin elektrik iletkeni bir çözelti içerisinde birbirine temas etmesi, anottan katoda doğru bir elektron akışına yol açmaktadır. Elektro-kimyasal reaksiyonlar, izolasyon içerisindeki bir metalde doğal olarak meydana gelenlerle aynıdır; bununla birlikte, anot üzerindeki korozif saldırı fazlasıyla hızlıdır. Bazı durum-

larda galvanik elemanların meydana gelmesi, aksi durumda söz konusu ortamda korozyona dirençli olacak malzemelerde korozyona neden olabilmektedir. Bu, bazı ortamlarda bölgesel biçimde polarize olabilen alüminyum gibi pasif malzemeler için karşılaşılabilen bir durumdur. Böyle durumlarda, galvanik elemanların meydana gelmesinin yol açacağı potansiyel kayma olmaksızın ortaya çıkmayacak aralık korozyonu veya çukurcuk korozyonu gibi lokal korozyon olayları gözlenebilir.



Şekil 1:  
Farklı metal korozyonu için  
ön koşullar.

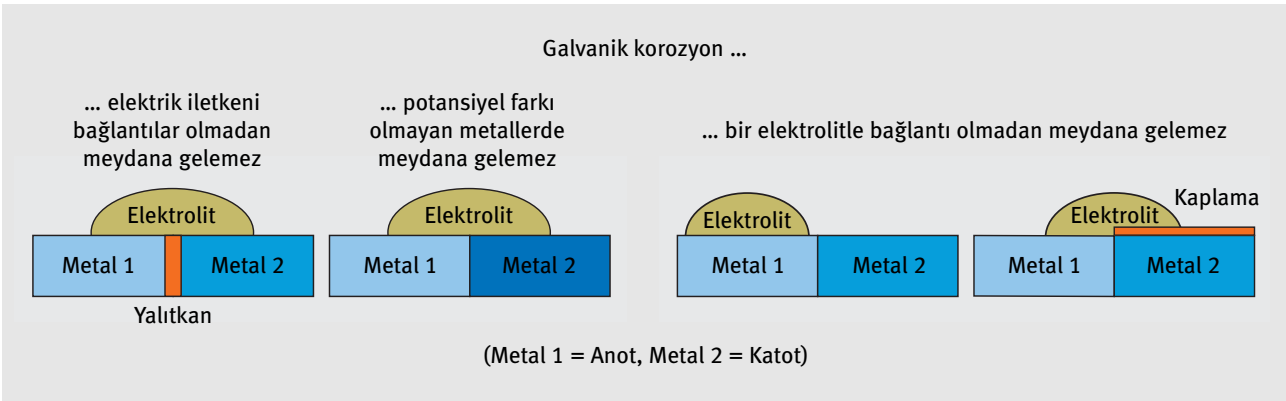


Şekil 2:  
10 °C altında deniz  
suyundaki Galvanik  
Seri [11].

Yaygın inanın tersine, elektrokimyasal bir hücre içerisindeki potansiyel farkı tek başına gerçek galvanik korozyon riskine ait iyi bir gösterge değildir. Bu sadece bu tür bir riskin hesaba katılıp katılmaması gerektiğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, metallerin standart potansiyellerini gösteren yayımlanmış çok sayıda tablo, sadece potansiyel farklarına ait bir yaklaşım sağlamaktadır. Belirleyici faktör, standartlaştırılmış deneysel şartlar altında gözlenen potansiyel farkından ziyade, gerçek çalışma koşulları altındaki esas potansiyel farkıdır. Bu nedenle, galvanik seriye ait deneysel tablolar deniz suyu gibi tipik ortamlar için üretilmişlerdir. Bunlar çeşitli metallerin verilen bir ortam içerisindeki potansiyelini konumlandırmaktadır (Şekil 2).

Galvanik korozyonun ön koşulları hakkında bilinç sahibi olunması ve Şekil 3'deki örneklerin doğru biçimde anlaşılması, bölüm 5'de tartışılacak önleyici faaliyetlerin belirlenmesini mümkün kılacaktır.

Şekil 3:  
Galvanik korozyonun  
oluşamayacağı şartlar.



### 3 İlgili faktörler ve örnekler

Faraday yasasına göre, elektrokimyasal korozyon prosesleri doğrudan yük transferi, yani akım geçişi ile ilişkilidir. Bu nedenle, korozyonu ölçmek üzere çoğunlukla akım ve akım yoğunlukları kullanılmaktadır. Galvanik korozyonla ilgili şartlar karşımıza çıktığında, toplam korozyon akımı  $I_{tot}$  prensip olarak, kendi kendine korozyondan doğan bir kısmı akım  $I_s$  (yani diğer metallerle temastan bağımsız korozyon kısmı) ve bir kısmı pil akımı  $I_{el}$  (yani, partner malzemeler arasındaki hücre akımı sebebiyle meydana gelen korozyon kısmı (Eşitlik 1))'den oluşmaktadır.

$$I_{tot} = I_s + I_{el} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Eleman korozyonunun şiddeti, iki metal arasındaki potansiyel farkı ( $\Delta U$ ), elektrolit direnci ( $R_{el}$ ) ve sırasıyla anot ve katottaki polarizasyon direnci ( $R_{p,a}$ ) & ( $R_{p,c}$ ) tarafından belirlenmektedir (Eşitlik 2).

$$I_{el} = \frac{\Delta U}{R_{el} + R_{p,a} + R_{p,c}} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

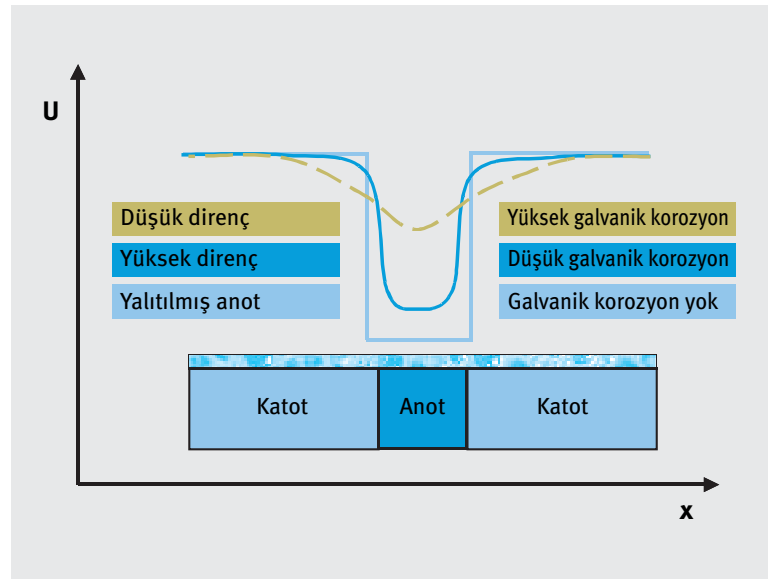
Bu eşitlikten, galvanik korozyonu belirleyen faktörlerle ilgili olarak sonuçlar çıkarılabilmektedir. Bu faktörler, metalik korozyonun teknik açıdan belirgin bir problem teşkil edip etmeyeceğinin belirlenmesinde kritiktir. Bu nedenle, bu faktörlerin etkileri ayrı ayrı tartışılacaktır.

#### 3.1 Elektrolit direnci

Elektrolit direnci arttıkça, galvanik korozyon riski azalmaktadır. Bunun sebebi, galvanik akımın erişiminin azalması ve Şekil 4'te

gösterildiği gibi anottaki potansiyel değişiminin sınırlanmasıdır.

Yüzeiden ölçülen potansiyel, yalıtılmış anot durumunda, birbirinden bağımsız olarak katot ve anodun ilgili potansiyelinin konumunu tanımlamaktadır. Geçiş bölgesinde, potansiyelde belirgin bir sıçrama görülmektedir. Katot ile anot arasında elektriksel iletken bir bağlantı mevcut olduğunda, yüksek dirence sahip elektrolitler içerisinde (örneğin yoğunlaşma sonucu meydana gelen su film-



Şekil 4: Elektrolit direncinin anot polarizasyonu üzerindeki etkisi.

leri) anotta yüksek değerlere doğru düşük bir polarizasyon gözlenmektedir. Düşük dirence sahip elektrolit filmler (tuzlu su) söz konusu olduğunda, çok güçlü bir polarizasyon ölçülmektedir. Polarizasyon ne kadar yüksekse, malzeme aktif durumda olduğunda anottaki korozyon hızı o kadar yüksek olmakta veya malzeme pasif durumdaysa kritik (korozyon başlatan) potansiyele ulaşma olasılığı o kadar yüksek olmaktadır. Tablo 1 çeşitli su türlerine ait özgül iletkenlik değerlerini vermektedir.



### 3.2 Islatma süresi ve ortamları

Elektrolit direnci ve ıslatma süresi arasında güçlü bir etkileşim mevcuttur. Bu durum parçalar daimi olarak su bazlı sıvılarca ıslatılmadığı yerlerde kritik öneme sahiptir. Galvanik korozyonun ön koşullarının tarifinde anlatıldığı gibi, elektrolit filmi anahtar bir rol oynamaktadır. Böyle bir film olmadan galvanik korozyon meydana gelemez. Bu durum, uygulamada elektrolit filmi mevcut olmadığında metalik malzemelere ait herhangi bir kombinasyonun korozyon bakış açısından kritik olmadığı anlamına gelmektedir. Bu, yoğunlaşma bulunmayan iç kısımdakiler için tipiktir. Normal biçimde havalandırılan ve ısıtılan ortamlardaki aydınlatma fişstürleri veya iç mekan dekorasyon parçalarında korozyon riski bakımından herhangi bir sınırla-

ma olmadan esas itibarıyla herhangi bir malzeme kombinasyonu kullanılabilir (Şekil 5).

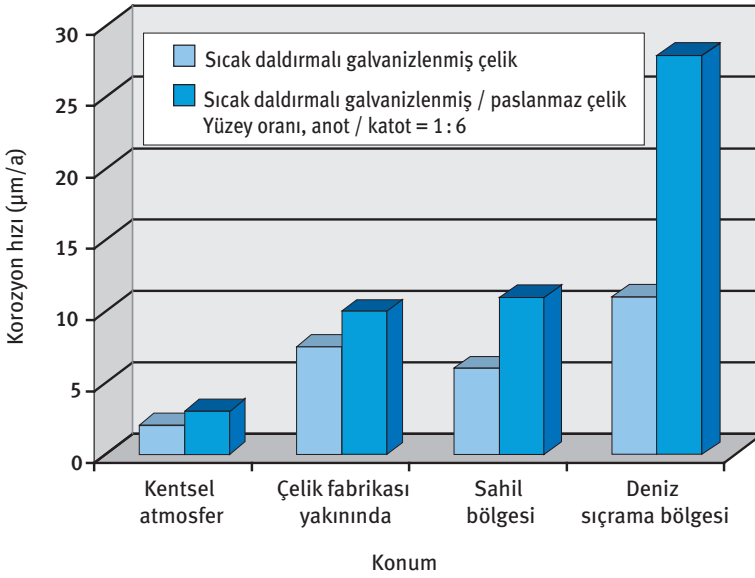
Hem maruz kalma süresi, hem de elektrolit direnci, lokal şartlara fazlasıyla bağlıdır. Deniz ve kapalı yüzme havuzu ortamlarındaki veya endüstriyel ortamlardaki galvanik korozyon olasılığı, kırsal atmosferik koşullarındakine kıyasla belirgin ölçüde daha yüksektir. Şekil 6 paslanmaz çelikle temas edilen veya temassız durumda ortamın çinkodaki korozyon hızı üzerindeki etkisini göstermektedir. Bu şekil, bir sahil atmosferinde ve deniz suyu sıçrama bölgesinde hücresel korozyona ait oranın (yani korozyon hızları arasındaki farkın) kendi kendine korozyonunu (yani paslanmaz çelikle temas etmeyen çinkonun korozyon hızını) aştığını göstermektedir.

Tablo 1:  
Farklı su türlerindeki  
tipik özgül iletkenlik  
değerleri.

| Ortam                                    | Özgül iletkenlik ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) <sup>-1</sup> |
|--|---|
| Saf su                                   | $5 \cdot 10^{-8}$   |
| Minerali giderilmiş su (demineralize su) | $2 \cdot 10^{-6}$   |
| Yağmur suyu                              | $5 \cdot 10^{-5}$   |
| İçme suyu                                | $2 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$                         |
| Hafif tuzlu nehir suyu                   | $5 \cdot 10^{-3}$   |
| Deniz suyu                               | $3,5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-2}$                       |



Ortamsal atmosferin yanı sıra, tasarım detayları da belirleyici bir rol oynamaktadır. Nem filmlerinin hızla kurumasına yardımcı olan faktörler (yeterli havalandırma, aralıkların önlenmesi, yağmur suyunun serbestçe boşaltılması) korozif saldırıyı azaltmaktadır. Aralıklar içerisindeki veya üzeri örtülü bölgelerdeki sürekli nemli kalan alanlar, durgun su ve kirlenmiş yüzeyler galvanik korozyonu oldukça hızlandırabilmektedir.



Şekil 6:  
Paslanmaz çelikle temas eden ve etmeyen sıcak daldırmalı galvanizlenmiş çeliğin farklı ortamlardaki korozyon hızı.

Şekil 5:  
Normal biçimde ısıtılan ve havalandırılan iç mekân ortamlarında genel anlamda elektrolitlerin bulunmaması sebebiyle, bu koşullar altında paslanmaz çeliğin boyanmış karbon çeliği gibi diğer metalik malzemelerle kombinasyonu genellikle bir galvanik korozyon riski içermez.

### 3.3 Elektrot reaksiyonlarının kinetiği

Elektrot reaksiyonlarının kinetiği, *Eşitlik 3* içerisinde anot ve katodun polarizasyon direnci değerleri ile ifade edilmektedir. Potansiyeldeki 100 mV kadar az farklar dahi korozyona sebep olabilmekteyken, önemli ölçüde büyük potansiyel farklarına sahip metaller zorluk yaşanmadan birleştirilebilmektedir. Gerçekte, potansiyel farkı galvanik korozyon kinetiği hakkında bilgi vermemektedir. Reaksiyon kinetiği, metale bağlıdır. Örneğin titanyum çözünmüş durumdaki oksijeni bakıra kıyasla çok daha az miktarda indirgemektedir. Bu gerçek, titanyumun bakırdan daha yüksek bir pozitif potansiyele sahip olmasına rağmen, neden karbon çeliğinin bakırla temas ettiğinde titanyumdakine kıyasla daha hızlı korozyona uğradığını açıklamaktadır.

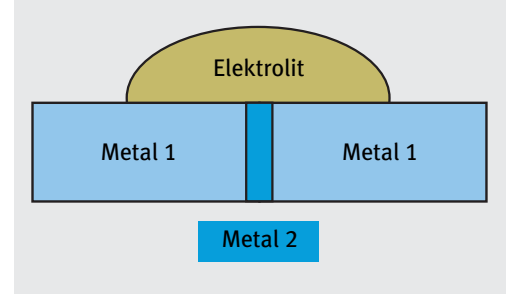
Bu bağlamda, korozyon tabakalarının oluşması da belirleyici bir rol oynamaktadır. Bunlar malzemenin potansiyelini belirgin ölçüde değiştirebilmekte ve anodik ve/veya katodik kısmi reaksiyonlarda engel teşkil etmektedir.

### 3.4 Katot ve anot alanı

Hücre akım yoğunluğunun  $i_{el}$  (alanla ilgili hücre akımı) hesaplanmasında kullanılan bir faktör de, katodik ( $A_c$ ) ve anodik ( $A_a$ ) yüzey alanlarının oranıdır. Bu oran, galvanik korozyon hızını kuvvetli biçimde etkilemektedir (*Eşitlik 3*).

$$i_{el} = \frac{A_c}{A_a} \cdot \frac{\Delta U}{R_{el} + R_{p,a} + R_{p,c}} \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Katodik yüzey alanı (galvanik çiftteki daha asal olan metal), anodik yüzey alanına (daha az asal metal) kıyasla çok küçük olduğu sürece korozyon davranışında bir değişim gözlenmemektedir. Bu durum, *Şekil 7*'de gösterilmektedir.

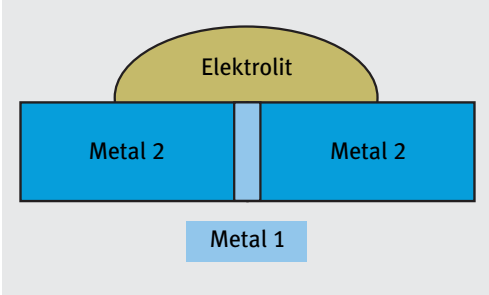


*Şekil 7:*  
Katot (metal 2), anoda (metal 1) kıyasla küçük olduğunda, hiçbir hasara yol açmamaktadır.



*Şekil 8a, 8b:*  
Çok büyük galvanizli çelik parçalar üzerindeki paslanmaz çelik bağlantı elemanları, normalde korozyona sebep olmazlar.





Şekil 9:

Anot (metal 1) küçük ve katot (metal 2) büyük olduğunda, muhtemelen galvanik korozyon meydana gelecektir.

Tipik örneklerin bulunduğu durumlar, alüminyum veya galvanizli karbon çeliği parçaların üzerinde paslanmaz çelik bağlantı elemanlarının kullanıldığı hallerdir. Şekil 8'de iki adet pratik uygulama gösterilmektedir. Korozif şartlar içerisinde dahi, bu malzeme esasen hiçbir galvanik korozyona yol açmamaktadır.

Atmosferik koşullar altında bazen anodik ve katodik yüzeylerin aktif boyutlarını ölçmek zor olmaktadır. Bununla birlikte, pratik bir değerlendirme için bu gerekli olmayabilir. Normalde sistemin genelini dikkate almak yeterlidir. Malzeme kombinasyonlarında, bağlantı elemanları her zaman daha asal

olan malzemeden yapılmalıdır; böylece katot yüzeyi küçük olacaktır.

Bununla birlikte, tersi durum bir probleme yol açabilmektedir. Şekil 9'da gösterildiği gibi, küçük bir anot büyük bir katotla çevrelendiğinde, galvanik korozyon meydana gelebilmektedir.

Böyle durumlara ait tipik örnekler Şekil 10'da gösterilmektedir. Bu durumlarda, partner metallerin korozif şartlar altında hızlı korozyona uğrayabileceği açıktır.



Şekil 11:

Galvanik korozyonu önlemek için, paslanmaz çelik panellerin üzerinde sadece paslanmaz çelik bağlantı elemanları kullanılmalıdır.



Şekil 10a, 10b:

Şekil 9'da gösterilen prensibe ait pratik örnekler (deniz atmosferi içerisinde paslanmaz çelikte temas halinde galvanizli karbon çeliği).

## 4 Farklı uygulamalardaki pratik tecrübeler

Paslanmaz çelik içeren malzeme kombinasyonlarının korozyon davranışlarıyla ilgili kapsamlı araştırmalar ve pratik tecrübeler mevcuttur. İlgili bazı sonuçlar *Tablo 2 ila 5'de* gösterilmektedir. Sonuçların hepsi, yüksek karbon içeriğine sahip stabilize edilmiş paslanmaz çelik kalitelerine aittir. Prensip, sonuçlar 1.4307 veya 1.4404 gibi karbon içeriği azaltılmış kalitelere transfer edilebil-

mektedir. Korozyon sisteminin bir bütün olarak dikkate alınması kaydıyla, ilave kılavuz bilgiler ilgili literatür içerisinde bulunabilmektedir.

Takip eden bölümlerde özetlenecek olan bazı genel ifadelerin açıklanmasını sayısal değerlerin dışında tecrübe mümkün kılmaktadır.

Tablo 2: Paslanmaz çelikte temas halindeki çeşitli malzemelerde görülen korozyon hızları.

| Galvanik hücre |   | Ortam                         | Alan oranı | Korozyon hızı (mm/yıl)                 |
|----------------|---|-------------------------------|------------|--|
| 1.4016         | Karbon çeliği<br>Zn 99.9<br>Al 99.9<br>Cu-DGP<br>Ti | İçme suyu,<br>havalandırılmış | 1:1        | 0,47<br>0,26<br>0,17<br>0,07<br>< 0,01 |
| 1.4541         | SF-Cu   | Suni deniz suyu               | 1:1        | 0,12                                   |
|                |   |                               | 1:10       | 0,07                                   |
|                |   |                               | 10:1       | 1,00                                   |
|                | Karbon çeliği                                       |                               | 1:1        | 0,38                                   |
|                |   |                               | 1:10       | 0,25                                   |
|                |   |                               | 10:1       | 1,10                                   |
| Zn<br>Ti       | 1:1   | 0,61                          |            |  |
|                | 1:1   | < 0,01                        |            |  |

Tablo 3: DIN 50919'a göre 0.1 N NaCl (havalandırılmış, CO<sub>2</sub> ile doymun, oda sıcaklığında) içerisindeki 1.4541 ve 1.4571 paslanmaz çelik kaliteleri ile temas halindeki ZnCuTi'da görülen korozyon hızları.

| Galvanik hücre |        | Alan oranı | Korozyon hızı (mm/yıl) |
|----------------|--------|------------|------------------------|
| 1.4541         | ZnCuTi | 1:1        | 4,39                   |
|                |        | 1:5        | 1,43                   |
| 1.4571         | ZnCuTi | 1:1        | 3,88                   |
|                |        | 1:5        | 0,91                   |

Tablo 4: Su bazlı NaCl çözeltisi (35°C'da %5 hacim NaCl ile) içerisinde, yüzey oranı 1:1 (DIN 50919) koşulu altında çeşitli paslanmaz çeliklerle temas halindeki farklı metalik malzemelerde görülen korozyon hızları.

| Galvanik hücre                          | Korozyon hızı (mm/yıl) |                    |                       |
|---|------------------------|--------------------|-----------------------|
|   | X6CrMo17-1<br>1.4113   | X2CrTi12<br>1.4512 | X5CrNi18-10<br>1.4301 |
| Karbon çeliği                           | 0,62                   | 0,66               | 0,69                  |
| Sıcak daldırılmalı galvanizlenmiş çelik | 0,51                   | 0,51               | 0,55                  |
| ZnAl 4 Cu 1                             | 0,66                   | 0,66               | 0,69                  |
| AlMg 1                                  | 0,15                   | 0,29               | 0,29                  |
| Cu-DGP                                  | 0,04                   | 0,04               | 0,04                  |
| CuZn 40                                 | 0,04                   | 0,04               | 0,04                  |

Tablo 5: Kuzey denizinde (saha testi) 1 yıl süreyle 1.4439 paslanmaz çelik kalitesi ile temas halindeki farklı malzemelerde görülen korozyon hızları.

| Galvanik hücre |               | Alan oranı | Korozyon hızı<br>(mm/yıl) |
|----------------|---------------|------------|---------------------------|
| 1.4439         | Karbon çeliği | 1:1        | 0,31                      |
|                |               | 4:1        | 0,75                      |
|                |               | 10:1       | 2,10                      |
| 1.4439         | AlMg 4.5 Mn   | 1:1        | 0,17                      |
|                |               | 4:1        | 0,26                      |
|                |               | 10:1       | 0,95                      |
| 1.4439         | CuNi 10 Fe    | 4:1        | 0,07                      |
| 1.4439         | CuZn 20 Fe    | 4:1        | 0,18                      |

#### 4.1 Su ve atık suların arıtılması

Bileşimine bağlı olarak, suyun paslanmaz çelik üzerindeki korozif etkisi önemli ölçüde değişebilmektedir: yabancı madde içermeyen iyonsuzlaştırılmış su, korozif değildir (çok yüksek sıcaklıklar haricinde). İçme suları ve benzer bileşimdeki sular, orta seviyeli klorür iyonu konsantrasyonları (İçme Suları Direktifine göre en fazla 250 mg/L) içermektedir. Bunlar, olumsuz şartlar altında çukurcuk ve aralık korozyonuna ve yüksek sıcaklıklar ile klorür konsantrasyonunun birleşik etkisiyle gerilmeli korozyon çatlamasına yol açabilmektedir. Çoğu durumda, 1.4401, 1.4404 ve 1.4571 gibi östenitik CrNiMo ka-

liteler uygun usülde imal edildiklerinde korozyona karşı dirençlidirler. Aynı zamanda, 1.4301 kalitenin başarıyla kullanıldığı çok sayıda durum da mevcuttur.

İçme suyu içerisinde, galvanik korozyon riski orta seviyededir. Paslanmaz çelik, bakır, bakır alaşımları ve kızıl pirinç uzun yıllardan bu yana, soğuk-su ve sıcak-su uygulamalarındaki borular, bağlayıcılar ve tanklarda temas korozyonu hasarı olmadan başarıyla kullanılmıştır (Şekil 12). Karbon çeliği paslanmaz çelik ile düşük-oksijenli su içerisinde birleştirilebilirken, galvanizli çelik ve alüminyum alaşımlarının bahsedilen bu ortamın içerisinde birleştirilmesi galvanik korozyon riski taşımaktadır [2].



Atık su sistemlerinde, şartlar daha az belirgindir. Geniş bir çeşitlilikte su bileşimleri görülmekte olup, bazıları yüksek iletkenliğe sahiptir. Ayrıca galvanik korozyon riski atık suların birçok malzemeye karşı genelde yüksek olan korozifliği ile de artmaktadır. *Tablo 6*, çeşitli malzemelerin havalandırılmış atık sular içerisindeki uygunluğuna dair genel bir bakış sunmaktadır. Yumuşak lehimlenmiş bağlantılarda, korozyona dirençli bir lehim malzemesinin seçilmesi kritiktir.

*Şekil 12:*  
Boru tesisatçılığında, paslanmaz çelikle bakır ve tunç (top metali) gibi bakır alaşımlarının kombinasyonları başarıyla kullanılmaktadır.

*Tablo 6: Malzemelerin havalandırılmış atık suya uygunluğu.*

|                               |                             | Küçük bir alana sahip malzeme |                       |    |       |                 |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|----|-------|-----------------|
|                               |                             | Karbon çeliği / dökme demir   | Zn / galvanizli çelik | Al | Cu    | Paslanmaz çelik |
| Büyük bir alana sahip malzeme | Karbon çeliği / dökme demir | +                             | +                     | -  | o / - | +               |
|                               | Zn / galvanizli çelik       | -                             | +                     | -  | o*    | +               |
|                               | Al                          | -                             | o / -                 | +  | -     | +               |
|                               | Cu                          | -                             | -                     | -  | +     | +               |
|                               | Paslanmaz çelik             | -                             | -                     | -  | o     | +               |
|                               | Beton içerisindeki çelik    | -                             | -                     | -  | +     | +               |

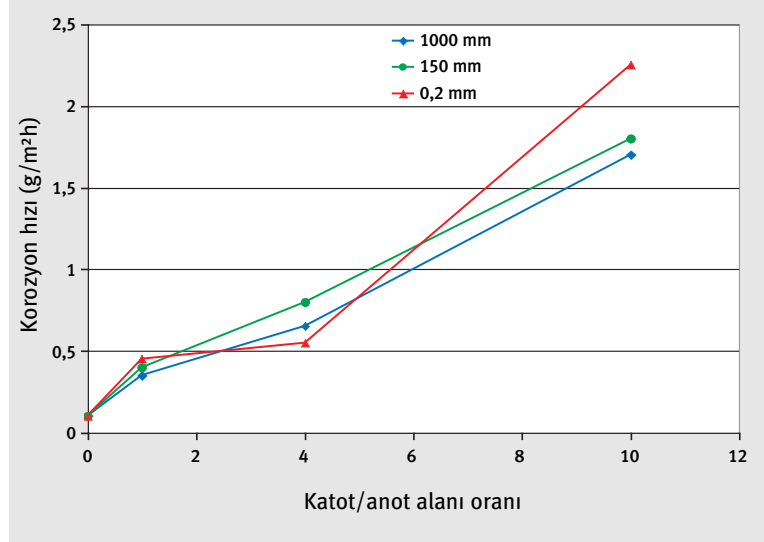
Anahtar: + iyi o belirsiz - zayıf

\* Bu partner metallerin birleştirilmesinin malzemeler üzerinde sadece ihmal edilebilir bir etkisi olmasına rağmen, daha az asal olan partner metalin kendi kendine korozyon hızının yüksek olması nedeniyle bu kombinasyon tavsiye edilmemektedir.

Deniz suyu (tipik klorür iyon konsantrasyonu yaklaşık 16,000 mg/L) ve benzer yüksek-klorürlü tür sular yüksek korozyon stresi sebep olurlar ve normalde EN 1.4462, 1.4439, 1.4539, veya 1.4565 gibi daha yüksek alaşımlı kalitelere veya nikel bazlı alaşımlara gerek duyarlar. Çeşitli metalik malzemelerin su içerisinde korozyona uğramasını engellemek için önerilen tavsiyeler EN 12502, bölüm 1 ile 5'den alınabilir [2]. Galvanik korozyon riski esasen suyun iletkenliğine bağlıdır (bakınız bölüm 2). Bu bakımdan, iyonsuzlaştırılmış su normalde kritik değildir.

İletkenliği yüksek bir ortam olarak, deniz suyu galvanik korozyonu teşvik etme eğilimindedir. Sadece alüminyum alaşımları, çinko veya galvanizli karbon çeliğinden yapılmış parçalar değil, aynı zamanda bakır ve tunçtan (top metalinden) yapılmış olanlar da risk altındadır. Şekil 13, katot/anot oranlarının paslanmaz çelik ve karbon çeliği içeren malzeme kombinasyonlarındaki korozyon hızları üzerindeki etkilerini göstermektedir. İletkenliği yüksek bu ortam içerisinde katot ve anot arasındaki mesafenin belirgin bir etkiye sahip olmadığı açıkça görülmektedir. Metalik parçalar, aralarında (örneğin, ortak bir toprak hattı ile) elektriksel iletken bir bağlantı bulunması koşuluyla birbirinden nispeten uzak olsalar dahi temas korozyonuna eğilimli olabilirler.

Genellikle filtrelemede kullanılan aktif karbonla paslanmaz çeliği temas altına getiren su hazırlama uygulamalarında genel bir korozyon riski mevcuttur. Bazı durumlarda, filtre malzemesindeki parçacıklar gevşeyip yerinden çıkarak paslanmaz çelikte temas ederler. Bu durumda, filtre malzemesinin büyük yüzey alanı katot olarak görev yaparak



Şekil 13:  
Anot ve katot arasındaki yüzey oranı ve mesafenin, paslanmaz çelikte deniz suyu içerisinde temas eden karbon çeliğinde görülen korozyon hızı üzerindeki etkisi (Kuzey Denizi suyu içerisine kalıcı daldırma).

paslanmaz çeliğin polarizasyonunu 200 ila 300 mV pozitif yönde kaydırır. Bu kayma, ferritik ve molibden-içermeyen östenitik kalitelere düşük klorür seviyelerinde bile aralık ve çukurcuk korozyonu başlatabilir. Bu procese ait bir örnek Şekil 14'te gösterilmektedir. Burada korozyon hasarı, su işletmesine ait bazı su besleme havuzlarındaki filtre ağız taban plakaları ile demir takviyeli betonu birleştiren paslanmaz çelik bağlantı elemanlarını, ortalama klorür seviyesi 150 mg/L ile belirgin bir biçimde etkilemiştir. Çukurcuk ve aralık korozyonu sadece filtre malzemesi olarak aktif karbonun kullanıldığı ve durulama işlemleri esnasında bağlantı elemanlarıyla temasın gerçekleşebildiği filtre havuzlarında görülmektedir. Bağlantı elemanlarının çeşitli parçalarında kullanıldığı belirtilen 1.4301, 1.4571 ve 1.4401 kalitelerine ilave olarak yanlışlıkla 1.4016 ferritik paslanmaz çelik kalite de kullanılmıştır. Şaşırtılmayacak biçimde, korozyon hasarından en fazlasıyla etkilenen kalite bu olmuştur.



Şekil 14:

Aktif karbon kullanan bir su arıtma tesisinde filtre havuzuna ait paslanmaz çelik bağlantı elemanlarındaki galvanik korozyon: 1.4016 paslanmaz çelik sabitleme civatasının monte edilmiş (solda) ve sökülmüş hali, korozyondan dolayı kesit alanında meydana gelen azalmayı göstermekte (sağda).



## 4.2 Atmosfer koşulları altındaki parçalar

Su bazlı ortamlar için kullanılan boru ve kapların içerisinde tipik olarak bir elektrolit mevcutken, bu durum çevredeki havaya maruz parçalar için mutlaka geçerli değildir. Bu tür durumlarda korozyon sadece neme maruz kaldığı esnada meydana gelebilir. Yüzey mutlaka doğrudan yağmur veya sıçrayan su ile temas altında olmayabilir. Çoğu kez, suyun çevredeki havadan absorpsiyonu yoluyla mikroskobik nem filmleri oluşabilir. Ayrıca, görülebilir yoğunlaşma da meydana gelebilir. Parçalar üzerindeki kirlilik ve nem çeken birikintilerin de nemlilik üzerinde belirgin bir etkisi olabilir. Pulların altı veya bindirilmiş sacların arası gibi kötü havalandırılan aralıklar, gerçekte nemliliğin kalıcı mevcudiyetine yol açabilir. Su bazlı sistemlerdeki korozyon elemanlarının aksine, buradaki elemanların oluşumu sadece çok sınırlı bir alanla bağlantılı olabilmektedir. Bu iki malzeme, partner metalin daha büyük yüzeyinin belirgin bir rolü olmaksızın, birbirini sadece çok küçük bir bölge dahilinde temas çizgisi boyunca etkilemektedir. Bu tür durumlarda, yüzey oranı sadece sınırlı bir etkiye sahip olup, bilinen yüzey oranı kuralları normal yolla uygulanamamaktadır.

Ortamdaki hava içerisinde elemanlara erişimin sınırlı olması sebebiyle, galvanik korozyonu önlemek için paslanmaz çeliği temas çizgisi boyunca dar bir bölgede kaplamak genellikle yeterlidir.

Paslanmaz çelik ile alüminyum, çinko veya çinko kaplı parçalar gibi daha az asal metaller arasındaki sürekli ıslak boşluklar problemli alanlar olabilmektedir. Boşluğu dolduran elastik bağlantı contaları kullanmak, ispatlanmış bir önlemdir. Bununla birlikte, boşluk içerisinde kullanılan gevrekleşme ve çatlamaya eğilimli dolgu macunları, durumu daha kötü yapmaktadır.

Tablo 7, çeşitli malzemelerin atmosferik koşullar altında uygunluğu hakkında bilgi sağlamaktadır.

### 4.3 Bina ve konstrüksiyonlarda paslanmaz çelik

Bina ve konstrüksiyonlardaki paslanmaz çelik kullanımı giderek artmaktadır. Mimari tasarım olasılıklarının ötesinde, malzemenin kolay imalatı ve yüksek korozyon direnci üstün önem arz etmektedir. Paslanmaz çelik, görülebilir yüzeyler, yapı elemanları ve bağlantı elemanları (cıvatalar gibi) için kullanılmaktadır. En alışılmış kaliteler 18/8 CrNi ve 17/12/2 CrNiMo tipleridir. Bunlardan ikincisi özellikle endüstriyel ve kentsel ortamlardaki yüksek-kaliteli yüzeyler veya bina cephe kaplama destekleri gibi ulaşılamayan yapı elemanları içindir. Paslanmaz çeliğin diğer metalik malzemelerle birleştirilme zorunluluğu, kaçınılması güç bir durum olabilir. Korozyon davranışı, ciddi derecede tasarım faktörlerine bağlıdır: yağmur veya yoğunlaşma ile ıslatılmış yüzey alanları üzerinde, iç ve dış ortamlarda, metallerin etkileşimi uzak noktalara ulaşmamakta ve sadece temas çizgisi boyunca yakın alanda belirgin hale gelmektedir.

Dış atmosfere ve yoğunlaşmaya maruz parçalarda anahtar faktör ıslatma süresidir. Nem filmlerine ara sıra veya kısa süreli maruz kalma normalde galvanik korozyona yol açmamaktadır. Bundan dolayı, tasarım faktörleri büyük önem taşımaktadır. Nem filmlerinin hızlı kurumasını sağlayan faktörler (iyi havalandırma, aralıkların önlenmesi, yağmur suyu tahliyesi, düzgün yüzeyler) korozyon saldırısını azaltmaktadır. Bununla birlikte, sürekli nemli alanlar (aralık veya kuytu alanların içi), durgun su ve kirlilik galvanik korozyon riskini büyük miktarda artırmaktadır. Kirlerin yağmur ile giderildiği ve yeterli biçimde havalanarak hızlıca kuruyan hava etkisi altındaki parçalar, yağmurdan korunmuş olsalar dahi uzun süre nemli kalan ve kirlerin birikmesine izin veren girintili alanlara kıyasla, korozyona karşı daha az eğilimlidir.

Yüzey oranlarının, korozyon riskini tanımlamada kısıtlı bir değere sahip olmasına karşın, küçük anotlar ve nispeten büyük katotlar içeren tasarımlardan kaçınılmalıdır. Bu prensibe uyulmadığı sürece, iyi havalandırıl-

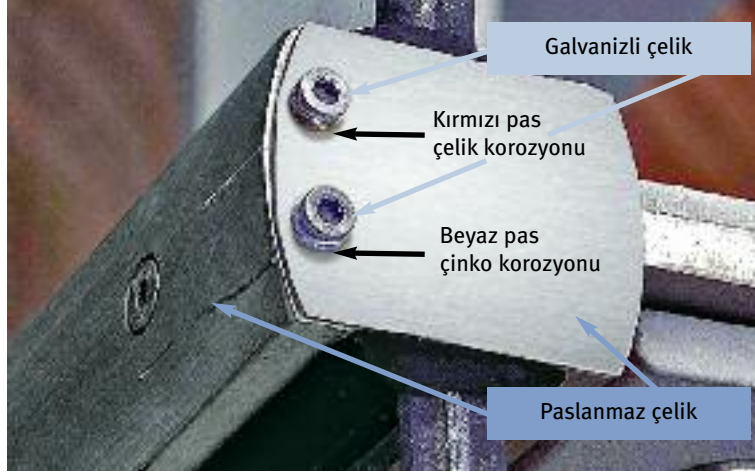
Tablo 7: Malzemelerin ortamdaki havaya uygunlukları

| Büyük bir alana sahip malzeme |                             | Küçük bir alana sahip malzeme |                       |       |       |                 |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------|
|                               |                             | Karbon çeliği / dökme demir   | Zn / galvanizli çelik | Al    | Cu    | Paslanmaz çelik |
|                               | Karbon çeliği / dökme demir | +                             | -                     | -     | +     | +               |
|                               | Zn / galvanizli çelik       | +                             | +                     | +     | o     | +               |
|                               | Al                          | o / -                         | o                     | +     | o / - | +               |
|                               | Cu                          | -                             | -                     | -     | +     | +               |
|                               | Paslanmaz çelik             | -                             | -                     | o / - | +     | +               |

Anahtar: + iyi o belirsiz - zayıf

\* Bu partner metallerin birleştirilmesinin malzemeler üzerinde sadece ihmal edilebilir etkiye sahip olmasına rağmen, daha az asal partner metalin kendi kendine korozyon hızının yüksek olması sebebiyle bu kombinasyon tavsiye edilmemektedir.

**Şekil 15:**  
Paslanmaz çelik kapağın (bir bina dış cephe montajında) galvanizli vidalar kullanarak bağlanması: kentsel atmosfer altında bir yıl sonra vidalar beyaz pas ve renk değiştirme başlangıcı gösteriyor.



mış alanlarda dahi galvanik korozyon ihtimal dahilindedir.

Şekil 15 bir örnek göstermektedir. Çelik ve camdan yapılmış bir bina dış cephesindeki yatay paslanmaz çelik profillerin uçları iki adet galvanizli çelik vidayla kapatılmıştır. Kapak ve vida arasındaki aralıktan başlayarak, burada belirgin beyaz pas oluşumu ve hatta ana malzemede de bir ölçüde korozyon görülmektedir. Bu olay sadece yaklaşık 12 aylık bir kullanım süresinden sonra görülmüş olduğundan, uygulamanın kalıcı bir çözüm sunmadığına işaret etmektedir. Galvanizli çelik vidalar, paslanmaz çelik bağlantı elemanlarıyla değiştirilmelidir.

Çatı kaplama teknolojisinde – hem yeni inşaat hem de yenilemelerde – diğer meta-

lik malzemeler veya metalik kaplamalı malzemelerle temas eden bağlantı elemanları için büyük çoğunlukla paslanmaz çelik kullanılmaktadır. Anodik ve katodik yüzeylerin elverişli oranı sebebiyle, bu tür malzeme kombinasyonlarında genellikle korozyon riski bulunmamaktadır. Çatı tamirlerinde, büyük yüzeyli paslanmaz çelikleri diğer metallerle birleştirmek alışılmadık bir uygulama değildir. Bu tür kombinasyonlar paslanmaz çelik parça ve alüminyum veya galvanizli parça arasındaki oran belirgin ölçüde 1:1 değerini aşmadığı sürece de kritik kabul edilebilir.

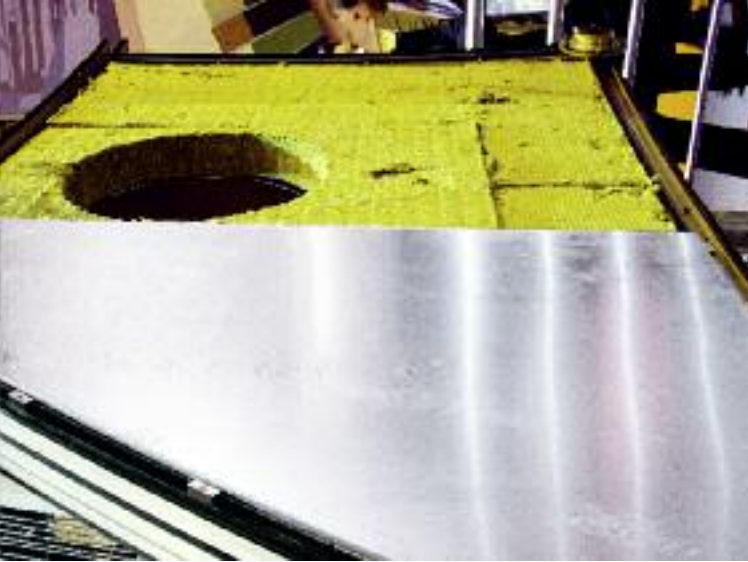
Şekil 16 ila 19 bina dış cephelerinde etkin biçimde engellenen galvanik korozyon riskine ait pratik örnekler göstermektedir.



Şekil 16:  
Atomium Brussels'de  
paslanmaz çelik dış  
panellerin karbon çeliği  
iskelet üzerine bağlan-  
ması.



Şekil 17:  
Paslanmaz çelik dış pa-  
nel, içerideki galvanizli  
çelik panelden uygun  
bağlantılar vasıtasıyla  
izole edilmiştir.



Şekil 18:  
Dış kabukta paslanmaz  
çelik ve iç kabukta galva-  
nizli karbon çelik kulları-  
lan izole edilmiş  
panellerin imalatı.



Şekil 19:  
Galvanik korozyonu  
önlemek amacıyla, pas-  
lanmaz çelik kaplama,  
karbon çeliği iç iskelete  
nem bulunmayan alan-  
larda bağlanmıştır.





**Şekil 20:**  
Paslanmaz çelik, otomotiv egzoz sistemlerinde normal seçenektir. Bağlantı elemanlarındaki lastik parçalar, galvanik korozyonu önlemektedir.

**Şekil 21:**  
Paslanmaz çelik gittikçe artan oranda yakıt tankları için kullanılmaktadır. Bunları yerinde tutan bağlantı elemanları, elektrik iletkenliğinin bağlantı yerinde kesilmesini sağlamaktadır.



#### 4.4 Taşıt uygulamalarında paslanmaz çelik

Binek otomobillerde ve diğer karayolu taşıtlarında paslanmaz çelik (%12 ila %18 krom oranına sahip ferritik kaliteler ve yaklaşık %18 kroma sahip östenitik kaliteler) egzoz sistemleri (Şekil 20), yakıt tankları (Şekil 21) ve gittikçe artan oranda gövde ve şasi parçalarında kullanılmaktadır. Demiryolu uygulamalarında, ferritik kalitelerin kaplamalarla kombinasyonu alışılmış bir seçenektir (Şekil 22, 23, 24). Aynı zamanda, dünyanın pek çok yerinde östenitik paslanmaz çeliklerin galvanik korozyon problemi olmadan demiryolu yolcu vagonlarında (Şekil 25) kullanılmasına dair öteden beri süregelen bir gelenek mevcuttur.



Şekil 22:  
Basit yalıtım teknikleri,  
tramvayların ferritik  
paslanmaz çelik gövde-  
lerini karbon çeliği şasi  
ile uyumlu hale getir-  
mektedir.

Şekil 23:  
Bir banliyö trenine ait bu  
yan duvarda iskelet ve dış  
paneller farklı kalitede  
paslanmaz çeliktendir.  
Bunlar özdeş potansiyele  
sahip olduklarından, gal-  
vanik korozyon meydana  
gelmemektedir.



Şekil 24:  
Şehir içi ve şehirler arası  
otobüslerde kullanım  
için paslanmaz çelik (ge-  
nellikle boyalı bir ferritik  
kalite) karbon çeliği şasi-  
lerle uyumlu olduğunu  
ispatlamıştır.



Burada da, kirlilik ve nemden dolayı içe-  
risinde korozif saldırılar meydana geleceğın-  
den paslanmaz çelik parçalar ve daha az asal  
malzemeler arasındaki aralıklardan kaçın-  
mak gerekmektedir. Bir kez daha, aralıklar  
uygun bir polimerle doldurulabilir. Taşımacı-  
lık uygulamalarında galvanik korozyona kar-  
şı alınan etkin bir önlem yukarıda bahsedil-  
diği gibi, temas bölgesinin paslanmaz çelik  
tarafının kaplanmasıdır.



Şekil 25:  
Dış panelleri östenitik  
paslanmaz çelikten olan  
demiryolu yolcu vagon-  
ları dünyanın pek çok ye-  
rinde galvanik korozyon  
problemleri olmadan  
kullanılmaktadır.



## Sıkça Sorulan Sorular

### Soru:

Farklı kimyasal bileşime sahip paslanmaz çelik kaliteleri birleştirildiğinde, galvanik korozyon riski var mıdır?

### Cevap:

Farklı tip paslanmaz çelikler arasında (farklı korozyon direnci sınıfları arasında da) her iki partner metalin serbest korozyon po-

#### Şekil 26:

Aynı korozyon direncine sahip olmasalar dahi, farklı tip paslanmaz çelikler arasında galvanik korozyon meydana gelmemektedir.



tansiyelleri birbiriyle aynı olduğundan, genelde galvanik korozyon meydana gelmemektedir. Bununla birlikte, her alaşımın korozyon direnci, ayrı ayrı hesaba katılmak zorundadır. Ayrıca, daha düşük korozyon direncine sahip malzeme, ilgili şartlar altında korozyona yeterince dirençli olmak zorundadır (Şekil 26).

### Soru:

Paslanmaz çelik, evsel boru tesisatı sistemlerinin tamirinde bakır veya galvanizli çelikle kombinasyon halinde kullanılabilir mi?

### Cevap:

Her iki malzeme de içilebilir su içerisinde benzer korozyon potansiyeline sahip olduğundan, paslanmaz çelik, bakır boru tesisatı ile birleştirildiğinde hiçbir problem beklenmemektedir. Sıcak daldırmalı galvanizli çelik boru tesisatı parçaları da paslanmaz çelikle birleştirilebilir. Bununla birlikte, bakır çinko alaşımı veya kızıl pirinçten yapılmış bağlantıların kullanılması tavsiye edilmektedir.

### Soru:

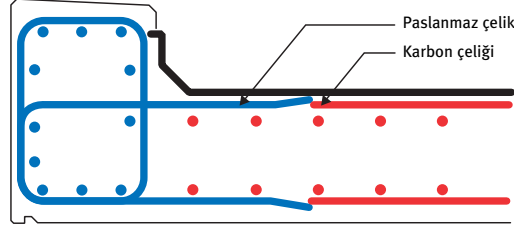
Paslanmaz çelik inşaat demirleri betonarme betonu içerisinde karbon çeliğiyle birleştirilebilir mi?

### Cevap:

Evet, karbon çeliği donatılar için bu tür bir kombinasyonda korozyon potansiyelleri aynı olduğundan normalde korozyon gündeme gelmez. Bu tür bir kombinasyon korozyonu önlemek için demir donatı beton içerisine girdiğinde veya borularla temas altında bulunduğu durumda kullanılabilir. Bağlantı



yeri, üzerinde en az 3 cm beton örtü olacak biçimde tamamen beton içerisinde kalmak zorundadır. Karbon çeliğinden yapılan inşaat demirleri aktif durumda ise (yani, klorürler ve/veya karbonatlaşma etkisiyle pasifliği giderilmiş) galvanik korozyon mümkündür. Bununla birlikte, birçok durumda bu etki aktif ve pasif karbon çeliğinden yapılan inşaat demirleri arasındaki (aktif/pasif eleman yoluyla korozyon) kaçınılmaz eleman oluşumundakinden çok daha az belirgindir. Çünkü paslanmaz çeliğin katodik verimi karbon çeliğinkinden çok daha azdır (Şekil 27).



**Şekil 27:** Minimum bir beton örtü tabakası verilip karbon çeliğinin pasif durumda olması sağlandığında, paslanmaz çelik inşaat donatıları galvanik korozyon riski olmadan karbon çeliği ile birleştirilebilir.

**Cevap:**

Tasarım bir elektrolitin (örneğin yağmur veya eriyen kar) uzun bir zaman süresince oluşmasına engel oluyorsa, bu tür bir doğrudan temas kabul edilebilir. Aksi takdirde plastik yuva kovanları kullanılmalıdır.

**Soru:**

Yalıtıcı polimerlerden yapılmış pullar mekanik bağlantılardaki temas korozyonunu önlemede etkili midir?

**Cevap:**

Bu birleştirme, malzemeler arasındaki dış açılmış bölgede metalik teması kesmese de, en fazla risk altındaki alan ilaveten kaplandığından bu tür pullar tavsiye edilmektedir.

**Soru:**

Korkuluklar için kullanılan paslanmaz çelik geçmeler karbon çeliği direklerle birleştirilebilir mi?

## 5 Galvanik korozyonun önlenmesi

Galvanik korozyonu önlemenin en açık yolu tasarım safhasında birbirine uyumlu malzemelerin seçilmesidir. Kullanılması zorunlu malzemeler birbirini etkileyebiliyorsa, koruyucu önlemler alınmak zorundadır. Bölüm 2 bu önlemlerin niteliği hakkında kılavuz bilgiler sağlamaktadır. Şekil 3 pratik olasılıkları tarif etmektedir:

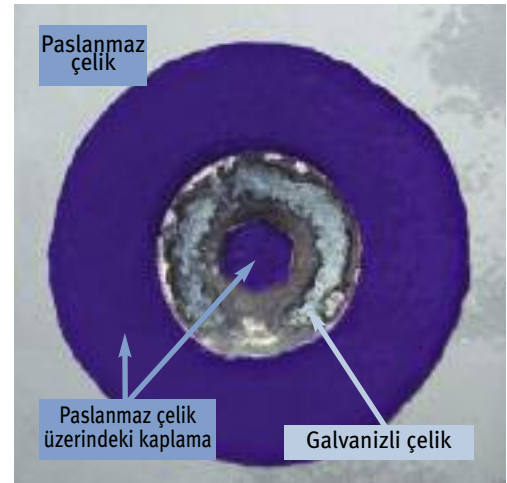
- Parçaların elektriksel yalıtımı (yalıtkanlar, plastik kovanlar veya poliamit pullar)
- Bağlantı yerini neme maruz kalmayacak bir alanda konumlandırma
- Bir katodu veya anotla beraber katodu kaplamak (ya geniş yüzey alanlarında veya birleştirme yeri yakınında).

Sadece anodun kaplanması galvanik korozyonu önlemek için uygun bir yol olmadığı dikkate alınmalıdır. Kaplamadaki kusurlar veya sahada kaçınılması zor olan bölgesel hasarlar, kritik bir korozyon elemanı oluşturmaktadır: kaplamadaki herhangi bir hasar, hızla korozyona uğrayacak küçük bir

anot açığa çıkarmaktadır.

Paslanmaz çelik parçanın katodik etkisini azaltmak için, paslanmaz çeliği çoğunlukla birleşme yeri çevresinde kaplamak yerlidir (Şekil 28). Kaplanacak bölgenin genişliği, korozif ortamın iletkenliğine bağlıdır. Normal oda atmosferine ve oldukça ince ve zayıf iletken elektrolit filmlerine maruz parçalarda çoğunlukla temas çizgisinin paslanmaz çelik tarafında sadece birkaç santimetre genişlikte bir bölgeyi kaplamak yeterli olmaktadır. Birkaç milimetre kalınlıkta tuzlu sıvı filmleri içerisinde, etkin katot alanı 10 cm'den daha geniş bir hal almaktadır.

Şekil 28:  
Galvanizli çelikte temas korozyonunun paslanmaz çelik tarafında küçük bir bölgenin kaplanması yoluyla önlenmesi. 48 saatlik bir tuz-püskürtme testinin sonucu: kaplama olmadan, galvanik korozyon paslanma başlatıyor (solda), paslanmaz çeliğin temas bölgesinde kaplanması ise galvanik korozyonu önüyor (sağda).



## 6 Literatur

- [1] DIN EN ISO 8044,  
Ausgabe:1999-11  
Korrosion von Metallen und  
Legierungen – Grundbegriffe  
und Definitionen
- [2] DIN EN 12502  
Teil 1 bis 5, Ausgabe:2005-03  
Korrosionsschutz metallischer  
Werkstoffe – Hinweise zur  
Abschätzung der Korrosionswahr-  
scheinlichkeit in Wasserverteilungs-  
und Speichersystemen
- [3] H. Gräfen,  
"Korrosionsschutz durch  
Information und Normung"  
Kommentar zum DIN-Taschenbuch  
219, Verlag Irene Kuron, Bonn (1988)  
S. 37
- [4] H. Spähn, K. Fäßler  
"Kontaktkorrosion"  
Werkstoffe und Korrosion 17 (1966)  
S. 321
- [5] D. Kuron  
"Aufstellung von Kontaktkorrosions-  
tabellen für Werkstoffkombinationen  
in Wässern"  
Werkstoffe und Korrosion 36 (1985)  
S. 173
- [6] D. Kuron, E.-M. Horn, H. Gräfen  
"Praktische elektrochemische  
Kontaktkorrosionstabellen von  
Konstruktionswerkstoffen des Chemie-  
Apparatebaues"  
Metalloberfläche 26  
(1967) Nr. 2, S. 38
- [7] H. Spähn, K. Fäßler  
"Kontaktkorrosion im  
Maschinen- und Apparatebau"  
Der Maschinen Schaden 40 (1967)  
Nr. 3, S. 81
- [8] W. Schwenk  
"Probleme der Kontaktkorrosion"  
Metalloberfläche 35  
(1981) Nr. 5, S. 158
- [9] K.-H. Wiedemann, B. Gerodetti, R.  
Dietiker, P. Gritsch  
"Automatische Ermittlung von  
Kontaktkorrosionsdaten und ihre  
Auswertung mittels  
Polarisationsdiagrammen"  
Werkstoffe und Korrosion 29 (1978)  
S. 27
- [10] E. Hargarter, H. Sass  
"Kontaktkorrosion zwischen verschie-  
denen Werkstoffen in Meerwasser"  
Jahrbuch der Schiffbautechnischen  
Gesellschaft 80  
(1986) S. 105
- [11] R. Francis  
"Galvanic Corrosion:  
a Practical Guide for Engineers"  
NACE International (2001)  
Houston Texas 77084  
ISBN 1 57590 110 2
- [12] GfKorr-Merkblatt 1.013  
"Korrosionsschutzgerechte  
Konstruktion"  
(2005)
- [13] Allgemeine bauaufsichtliche  
Zulassung Z-30.3-6  
"Erzeugnisse, Verbindungsmittel und  
Bauteile aus nichtrostenden Stählen"  
(jeweils gültige Fassung)  
Sonderdruck 862 der Infor-  
mationsstelle Edelstahl Rostfrei



ISBN 978-2-87997-327-2