KAPALI DEVRE MEKANİK TESİSATLARDA KOROZYON – 1

Prof. Dr. Olcay KINCAY, Kimya Y. Müh. Haluk AĞUSTOS
Arş. Gör.Uğur AKBULUT, Arş. Gör. Alpay Kürekçi

Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü
Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı
34349 Beşiktaş / İstanbul

okincay@yildiz.edu.tr, hagustos@mynet.com
akbulutugur@yahoo.com, kurekci@yildiz.edu.tr,

ÖZET

Korozyon, yavaş ilerleyen bir reaksiyondur. Dolayısıyla etkilerinin gözden kaçması ve sistemin bir parçası ya da bütününün fonksiyonu kaybolduktan sonra farkına varılması sıkça rastlanılan bir durumdur. Korozyonun Türkiye'ye maliyetinin gayri safi milli hasılanın % 4,5 kadarı olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda korozyon ve korozyondan korunma hususunda bilgilerin yayılarak mekanik tesisat sistemlerinin devreye alınması ile birlikte eşzamanlı olarak koruma programlarının başlatılması gereklidir.

Bu çalışmada korozyonun tanımı, genel olarak oluşum biçimleri, mekanik tesisat yapılarını oluşturan demir-çelik esaslı malzemelerde yoğun oluşan korozyon süreci, korozyon hızı ve korozyon türlerinin yanı sıra kapalı devre mekanik tesisatlardaki sonuçları konu edilmiştir. "Kapalı Devre Mekanik Tesisatlarda Korozyon – 2" adlı çalışmada ise korozyon etkisi ile zarara uğramış bir mekanik tesisat sistemi ele alınarak vakanın neden ve sonuçları ortaya konulacak, ayrıca sistem için çözüm getirilerek takip edilecek korozyon koruma programı sunulacaktır. Önerilecek olan korozyon koruma programının sistem devreye alınmadan önce uygulanmasının daha az maliyetli olduğu ve korozyon zararının da meydana gelmeden engellenebileceği durumu gözden kaçırılmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik tesisat, korozyon, korozyon oluşumu, korozyon türleri, korozyon zararı

1. GİRİŞ

Korozyon, metalin içinde bulunduğu ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyona girerek metalik özelliklerini kaybetmesidir. Metallerin büyük bir kısmı su ve atmosfer etkisine dayanıklı olmayıp, normal şartlar altında bile korozyona uğrayabilir. Bütün metaller doğada mineral olarak bulundukları hale dönüşmek eğilimindedir. Doğada mineraller, söz konusu metalin en düşük enerji taşıyan bileşiği yani en kararlı halinde bulunurlar. Bu mineraller özel metalürjik yöntemlerle ve enerji harcanarak metal haline getirilir. Ancak metallerin çoğu, element halinde, termodinamik olarak kararlı değildir. Uygun bir ortamın bulunması halinde üzerinde taşımış oldukları kimyasal enerjiyi geri vererek yeniden minimum enerji taşıyan kararlı bileşikler haline dönüşmek isterler. Bu sebeple korozyon reaksiyonları enerji açığa çıkararak kendiliğinden ilerler. Bazı soy metaller hariç teknolojik öneme sahip bütün metal ve alaşımlar korozyona etkisi altında kalırlar.

2. KOROZYON

Korozyon, malzemelerin içinde bulundukları ortamın etkisiyle, kimyasal ve elektro-kimyasal reaksiyonlar sonucunda fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri kapsamında değişime uğramalarıdır [1]. "Korozyon" DIN 50900'de de şu şekilde tanımlanmaktadır; "Metal malzemenin ölçülebilir bir değişim göstermesine neden olan ve sistemin bir parçasının veya bütününün fonksiyonuna zarar veren, metal - çevre reaksiyonudur." Yine aynı normda "Korozyon zararı" ise "metal bir yapı parçasının veya bir bütün sistemin fonksiyonuna verilen zarar" olarak tanımlanır [2].

Korozyon süreci karmaşık bir elektro-kimyasal reaksiyondur. Sistem üzerindeki işletme yükü ve stresi, pH koşulları ve ortamın kimyasal kompozisyonu korozyon oluşumunda önemli bir etkiye sahiptir [3]. Çelik, alüminyum, bakır malzeme ve alaşımlarından oluşan mekanik tesisat boru ve donanımları, O_2 ve suyun bulunduğu her ortamda korozyona uğrar. Kapalı devre mekanik ısıtma-soğutma tesisatlarında, tasarım ölçütleri, su akış hızı, pH, metalllerin metalürjik özellikleri, sıcaklık, basınç ve tesisattaki suyun kimyasal içeriği gibi koşullara bağlı olarak korozyon hızı değişmektedir. Korozyonla birlikte bakteri üremesi olasılığı da oldukça yüksektir [4].

Korozyon yavaş ilerleyen bir reaksiyondur. Zamana bağlı değişim gösteren korozyon hızı, işletme ya da üretim maliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Korozyonun Türkiye'ye maliyetinin gayri safi milli hasılanın % 4,5 kadarı olduğu düşünülmektedir [5]. Şekil 1'de korozyona uğramış bir borunun makro yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Korozyona uğramış boru [6]

3. KOROZYON OLUŞUMUNDA GENEL BİÇİMLER

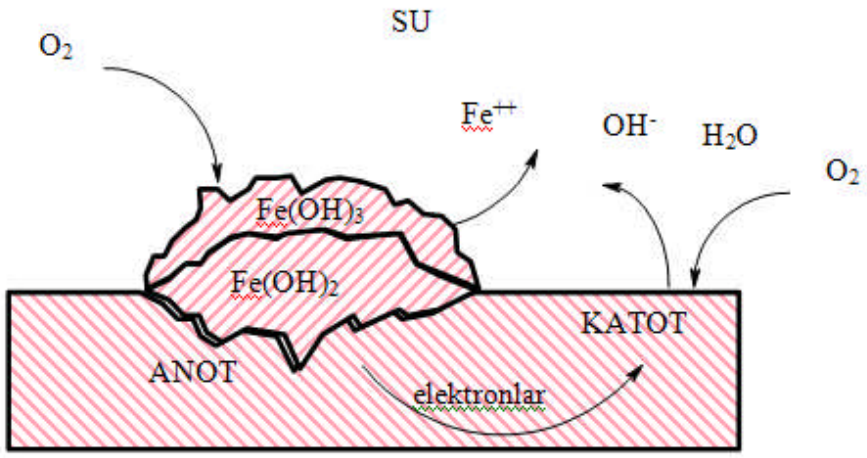
A. **Su-metal ortam-madde** etkileşmesi ile; oksijen, asitler (karbondioksit, hidroklorik asit, asit sülfürik), eriyikler (kireçli, sodalı ve alkalik sıvılar), tuzlar (amonyum-kalsiyum-magnezyum klorürleri, beton ve şap katkıları), su buharı ve kükürt oksit ihtiva eden gaz maddelerle metalin ortamda etkileşimi ile oluşmaktadır.

.

B. **Galvanik Birim** oluşumuyla; elektrik iletkenliğine sahip (elektrolit) çözelti olan tesisat su ortamında iki farklı metal arasında oluşan gerilim farkı etkisiyle galvanik birim oluşmaktadır. Gerilimi düşük metal, elektrolit içinde çözünerek korozyon sürecini başlatır. Elektro-kimyasal sıralamada metaller elektriksel gerilim değerlerine göre dizilirler. Çelik boru hatlarında galvanik birim etkisi ile katodik koruma yapıldığı

gibi, en düşük değerli olan magnezyum esaslı çubuklar, su ısıtıcılarında, yer tanklarında ve uzun gaz hatlarında anot olarak kullanılmaktadır [2].

4. DEMİRİN KOROZYON SÜRECİ



Şekil 2. Demirin korozyonu

Birçok incelemeye göre pasın en kararlı biçimi Fe_2O_3 tür. Şekil 2'de verilen demir korozyonunda görüldüğü gibi yüksek sıcaklıklarda (900-1300^{0}F) Fe_2O_3, Fe_3O_4'e dönüşür. Fe_3O_4 oluşumu paslı çeliğin yüksek sıcaklıklarda ısıtılması veya oksitlenmesi (indirgenme) işlemiyle ortaya çıkar.

1. $4Fe \rightarrow 4Fe^{++} + 8e^-$
$4Fe + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3.H_2O$ (Su içerikli kırmızı pas)

2. $4Fe + 2O_2 + 4H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_2$ (Su içerikli kırmızı pas)
$4Fe(OH)_2 + 2O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3.H_2O + 4H_2O$ (Su içerikli kırmızı pas)

3. Anot reaksiyonları (yükseltgenme)
$Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$

Katot reaksiyonları (indirgenme)

Nötr ve Alkalin Ortam
$1/2\ O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

Asidik Ortam
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Toplam reaksiyon : $Fe^o + ½O_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_2$ (Pas)

5. KOROZYON HIZI

Korozyon hızı, birim yüzeyde birim zamanda kaybolan metal miktarı olarak belirtilir ve aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$\mathbf{R = k \cdot W / A \cdot t \cdot d} \qquad (1)$$

R = Korozyon hızı (mm/yıl, m/yıl)
k = Sabit (korozyon hızı birimine bağlı olarak değişir)
W = Ağırlık kaybı (gr)
A = Yüzey alanı (cm^2)
t = Zaman (saat, yıl)
d = Yoğunluk (gr/cm^3)'dür.

Herhangi bir malzeme için [7].;

R < 0,15 mm / yıl malzeme korozyona dayanıklı,
0,15 mm / yıl < **R** < 1,5 mm/yıl malzeme orta derecede korozyona dayanıklı,
R > 1,5 mm/yıl malzeme korozyona dayanıksızdır.

6. KOROZYON ÇEŞİTLERİ

Korozyon; korozyon mekanizmasına, korozyona uğrayan malzemenin cinsine, endüstri dallarına, korozyon ortamın türüne ve korozyona uğrayan malzemenin görünümüne göre sınıflandırılabilir.

6. 1. Korozyon Mekanizmasına Göre Korozyon Türleri

6.1.1. Fiziksel Korozyon
Organik sıvılar ve ergimiş metallerin neden olduğu korozyon türüdür. Korozyon, doğrudan fiziksel çözünme ve katı hal değişimi ile gerçekleşmektedir. Cıva veya ergimiş alüminyumun metal malzeme yüzeyinde korozyona neden olması fiziksel korozyona örnek olarak gösterilebilir.

6.1.2. Kimyasal Korozyon
Metal malzemelerin doğrudan ortamla reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır. Atmosferik koşullarda en önemli korozif maddeler O_2, H_2S ve Halojenlerdir. Bunlar metal yüzeyini oksitleyerek farklı sülfür yapılarını oluşturmaktadır. Kimyasal korozyon yüksek sıcaklıklarda meydana geldiğinden yüksek sıcaklık korozyonu olarak da adlandırılmaktadır. Kazanların alevle ya da sıcak gazla temas ettiği bölgelerde meydana gelen korozyon türü kimyasal korozyona örnek teşkil etmektedir.

6.1.3. Elektro-kimyasal Korozyon
Sulu ortamda metal ve alaşımların ara yüzeylerinde karşılıklı elektron alışverişi ile meydana gelen korozyon türüdür. Bu mekanizmanın gerçekleşebilmesi için; aralarında potansiyel fark bulunan malzemelerin elektron akışına izin veren aynı elektrolit ortamında bulunması gerekmektedir.

Katot reaksiyonu $nM^+ + ne^- \rightarrow M_n$
Anot reaksiyonu $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$

Elektro-kimyasal korozyonda gerilimlerin (potansiyel) sıralamasını gösteren galvanik seri çok önemlidir. Tablo 1'de bazı metallerin deniz suyu ortamındaki galvanik seri değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Bazı metallerin deniz suyu ortamındaki galvanik serisi

Malzeme	Reaksiyon		Std. Elektrot Potansiyeli [V]
Lityum	Li^{+}	$+e \Leftrightarrow Li$	- 3,03
Potasyum	K^{+}	$+e \Leftrightarrow K$	- 2,93
Sodyum	Na^{+}	$+e \Leftrightarrow Na$	- 2,71
Magnezyum	Mg^{++}	$+2e \Leftrightarrow Mg$	- 2,37
Alüminyum	Al^{+++}	$+3e \Leftrightarrow Al$	- 1,66
Çinko	Zn^{++}	$+2e \Leftrightarrow Zn$	- 0,76
Krom	Cr^{++}	$+2e \Leftrightarrow Cr$	- 0,74
Demir	Fe^{++}	$+2e \Leftrightarrow Fe$	- 0,44
Kadmiyum	Cd^{++}	$+2e \Leftrightarrow Cd$	- 0,40
Nikel	Ni^{++}	$+2e \Leftrightarrow Ni$	- 0,23
Kalay	Sn^{++}	$+2e \Leftrightarrow Sn$	- 0,14
Kurşun	Pb^{++}	$+2e \Leftrightarrow Pb$	- 0,12
Hidrojen	$2H^{++}$	$+2e \Leftrightarrow H_2$	0,00
Bakır	Cu^{++}	$+2e \Leftrightarrow Cu$	+ 0,34
Cıva	Hg^{++}	$+2e \Leftrightarrow Hg$	+ 0,79
Gümüş	Ag^{+}	$+e \Leftrightarrow Ag$	+ 0,80
Platin	Pt^{++}	$+2e \Leftrightarrow Pt$	+ 1,20
Altın	Au^{+++}	$+3e \Leftrightarrow Au$	+ 1,45

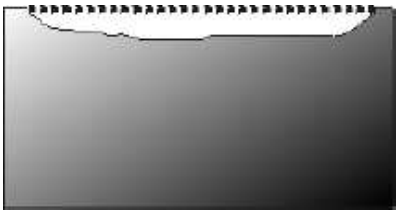
6.2. Korozyona Uğrayan Yüzeyin Görünümüne Göre Korozyon Türleri

6.2.1. Homojen Dağılımlı Korozyon

Anot ve katot bölgelerin, karşılıklı sürekli yer değiştirmesi ile Şekil 3'de de görüldüğü gibi yüzeylerde çok noktalı ve homojen yayılan korozyon türüdür [1]. Sıcak haddeleme sonucu çeliğin yüzeyini kaplayan oksit tabakalarının uzaklaştırılması, homojen dağılımlı korozyon etkisiyle gerçekleştirilmektedir [8].

6.2.2. Çukurcuk Korozyonu

Pasifleşebilen metaller ile halojen iyonu içeren ortamlarda sıkça rastlanır. Malzeme kaybı az, ancak boru kesitine dik ve hızlı ilerleyen korozyon türüdür. Korozyonun çok dar bölgelerde yoğunlaşması sonucu malzeme yüzeyinde oluşan çukurcukların morfolojisi (Şekil 4), metal veya alaşımın cinsine göre değişmektedir. Çoğunlukla, metal yapı delindikten sonra korozyon oluşumu fark edilmektedir. Al alaşımlı, paslanmaz ve çelik çekme boru kesitindeki akış hızlarının azaldığı bölgelerde yaygın görülmektedir. Metal yüzeyindeki süreksizlikler ve mekanik hasarlar ayrıca korozyonu hızlandıran etkenlerdir. NaCl, $CaCl_2$, $MgCI_2$, $AlCI_3$, NaBr ve $FeCI_3$, $CuCI_2$ gibi oksitleyici metal iyon klorürlerini içeren ortamlar pH'ın etkisi ile çukurcuk korozyonu hızlandırmaktadır [1, 8].



Şekil 3. Homojen dağılımlı korozyon [9]



Şekil 4. Çukurcuk korozyonu [9]

6.2.3. Seçici Korozyon

İlke olarak, elektro-kimyasal gerilim dizisinde birbirinden çok uzak metallerden imal edilen alaşımlar seçici korozyona uğramaktadır. Seçici korozyonun bozucu etkisi malzemenin uğradığı mukavemet kaybıdır. Korozyonun etkili olduğu bölgelerde çekme mukavemetinin sıfıra indiği kabul edilmektedir. Büyük ölçüde mukavemet kaybına uğrayan parçaların dış görünümünde renk değişimi dışında korozyona ait emareler görülmemektedir [8]. Pirinç malzemelerde ve lamel grafitli dökme demirlerde sıkça rastlanan bu korozyon türü, alaşımdaki belirli bir metalin veya fazın öncelikli çözünmesi sonucu oluşur. Zn miktarı %15'den fazla olan pirinç (Cu-Zn) alaşımında seçici korozyon daha hızlı oluşmaktadır. Zn çözünmesi ile meydana gelen seçici korozyon sonucunda geriye kalan bakır malzemesi pirincin sarı rengini kızıl renk olarak değiştirmektedir [1].

6.2.4. Aralık Korozyonu

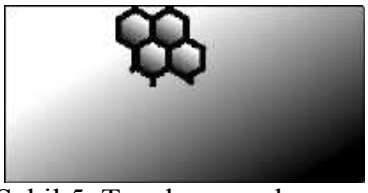
Cıvata ve perçin gibi bağlantı elemanların çok dar bölgelerine sıvının girmesiyle aralık korozyonu oluşmaktadır. Aralık korozyonu durgun çözeltilerin var olduğu ortamlarda, örtülü yüzeyler altında ve aralıklarda meydana gelmektedir. Korozyonun oluşabilmesi için aralığın, korozyon çözeltisinin girebileceği kadar yeterli darlıkta olması gerekmektedir [1]. Ağaç, cam, beton, kauçuk, asbest gibi aralığı oluşturan malzemelerin ikisinin de metal olmadığı koşullarda da korozyon gerçekleşebilir [8]. Aralık korozyonu, montajda yok edilemeyen dar aralıklarda sık rastlanır (şase parçaları birleşme yüzeyleri vb.) ve aralık genişledikçe korozyon etkinliği azalmaktadır [10].

6.2.5. Tane İçi Korozyon

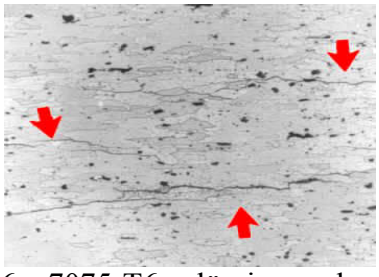
Genellikle yük altında çalışan parçalarda görülen tane içi korozyonda**;** tane içi **anot**, tane sınırı ise **katot** görevi üstlenmektedir.

6.2.6. Taneler Arası Korozyon

Tane sınırlarının amorf yapıda olması dolayısıyla tane sınırlarının potansiyel farkı içine göre daha büyük olduğundan, daha soy yapıda olan tane içi korunur ve tane sınırı korozyona uğrar. Östenitik paslanmaz çeliklerde görülen krom karbür çökelmesi bu korozyon türüne örnek olarak gösterilebilir. Şekil 5 ve 6'da taneler arası korozyon örneği verilmiştir.



Şekil 5. Taneler arası korozyon



Şekil 6. 7075-T6 alüminyumda taneler arası korozyon (resim genişliği 500 μm)

6.2.7. Kaplama Altı (Tabakalaşma) Korozyonu

Endüstride ve deniz ortamlarında Al ile alaşımlarında sıkça görülmektedir. İki metal tabakası arasındaki nem sonucu tabakaların birbirinden ayrılması şeklinde ortaya çıkmakta ve oluşan hasar, haddeleme yönünde uzanan tane sınırlarında meydana gelmektedir [1].

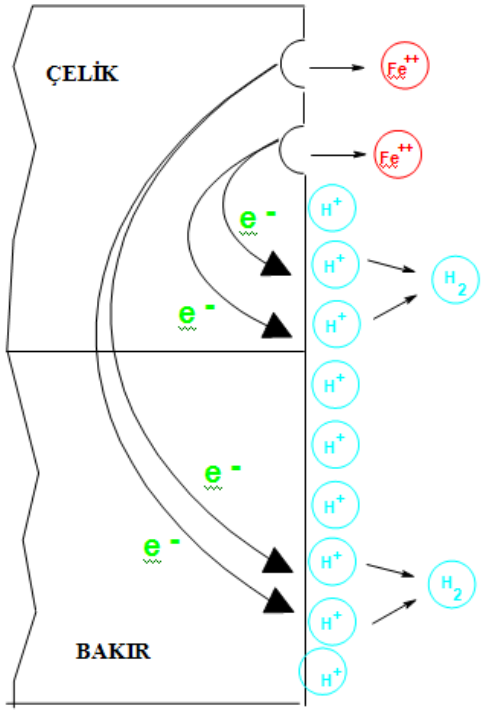
6.2.8. Galvanik Korozyon

Elektrolitik sıvı ortamında, elektrik potansiyelleri farklı iki metal veya alaşımlarda ortaya çıkmaktadır. Malzemelerden daha soy olanı katot, diğeri ise anot olarak davranmakta ve anot olarak davranan malzeme korozyona uğramaktadır. Malzemelerin galvanik seriye göre seçmek ve aralarında iyi bir yalıtım yapmak, bu korozyon türünün önlenmesi için en etkili yöntem olarak bilinmektedir [1].

Korozyona uğrayacak kısımlar diğer kısımlara oranla et kalınlığı daha fazla yapılmakta ve bu kısımların gerektiğinde kolay değiştirilmesine olanak sağlayacak tasarımlar yapılmaktadır [8]. Tablo 2'de demirin farklı metallerle eşlemesinde korozyon hızındaki değişmeleri, Şekil 7'de ise galvanik korozyon oluşumu verilmiştir.

Tablo 2. Demirin farklı metallerle eşlemesinde korozyon hızındaki değişmeleri (ortam: %1 NaCl) [8]

Eşlenen Metal	**Ağırlık Kaybı [mg / hafta]**
Magnezyum	0,0
Çinko	0,4
Kadminyum	0,4
Alüminyum	9,8
Antimon	153,1
Wolfram	176,0
Kurşun	183,2
Kalay	171,1
Nikel	181,1
Bakır	183,1



Şekil 7. Galvanik korozyon

6.2.9. Kazımalı Korozyon

Yeterli yük altında birbirleri üzerinde ileri geri hareket eden metal yüzeylerde görülen bozunma türüdür. Metallerin birbirine sürtmesi sonucunda ortama giren O_2, korozyon oluşumuna sebep olmaktadır [1]. Şekil 8'den de görüldüğü gibi bozunan yüzeylerin görünümü çok sayıda oksit parçaları ile çevrelenmiş çukurcuklardan oluşmaktadır. Oluşan oksit parçacıklar ara yüzeyden uzaklaştırması mümkün olmamaktadır [8].



Şekil 8. Kazımalı korozyon [9]

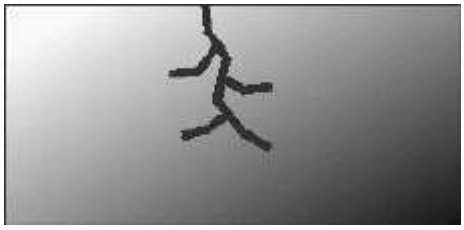
6.2.10. Mekanik Zorlamalı Korozyon Türleri

6.2.10.1. Gerilmeli Korozyon

NH_3, SO_2 içeren endüstri ve deniz ortamında, yapısında mikro çatlak içeren ve gerilme altında çalışan parçalarda görülmektedir. Gerilme ile korozif etkenlerin azaltılması ve malzeme seçimi korozyon hızı düşürülebilmektedir [1]. Yüksek basınçlı kaplar, buhar kazanları, içten yanmalı motor silindir gömlekleri, pompa mili ve rotor gibi mekanik yapılarda görülmektedir (Şekil 9 ve 10).



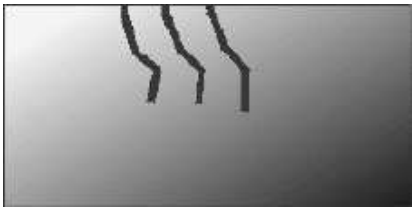
Şekil 9. Gerilme çatlaması



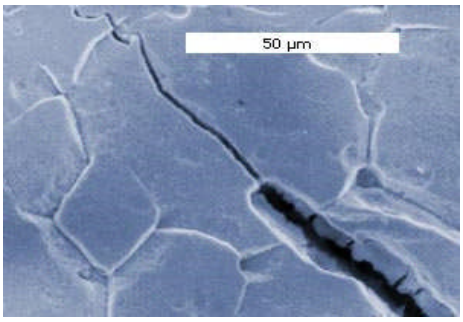
Şekil 10. Gerilmeli korozyon [9]

6.2.10.2. Hidrojen Gevrekliği: Hacim merkezli kübik kafes yapısına sahip olan metallerde daha sık meydana gelmektedir. Petrol ve kimya endüstrisinde sıklıkla görülmektedir. Katot reaksiyonu sonucu oluşan hidrojen malzeme içerisinde basınç bölgeleri oluşturmakta ve iç gerilmelere ve çatlaklara yol açmaktadır [1, 8].

6.2.10.3. Yorulmalı Korozyon: Dinamik yük altında çalışan malzemelerde görülen tane içi bir korozyon türüdür. Dinamik yükler altından çalışan malzemeler, yorulma nedeniyle (Şekil 11) dayanabilecekleri gerilmeden daha küçük gerilmelerin etkisi altında çatlayabilirler [1].



Şekil 11. Yorulmalı korozyon



Şekil 12. Birincil yorulmalı korozyon çatlağının ikincil bir korozyon tepkisi ile genişletilmesi

Yorulma kırılması, gevrektir ve gerilmeli korozyonda olduğu gibi çatlaklar genellikle transgranular olmasına karşın dallanma biçiminde değildir. Şekil 12'de kısmen ikincil bir korozyon tepkisi ile genişletilen birincil yorulmalı korozyon çatlağını gösterilmektedir. Korozif ortam, daha hızlı bir çatlak büyümesine sebep olmaktadır [9].

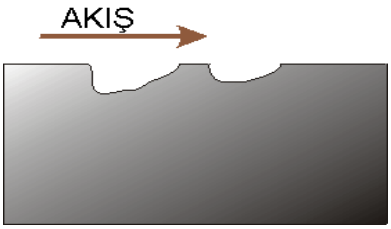
6.2.10.4. Erozyon Korozyonu

Metal malzeme ile ortam akışkanı arasındaki bağıl hızın yüksek olduğu durumlarda oluşan (Şekil 13) korozyon türüdür. Özellikte akmakta olan sıvının yön değiştirdiği noktalarda, boru hatlarında, dirseklerde, pompalarda sıklıkla görülen korozyon türüdür [1]. Aşındırıcı etki nedeni ile metal çözünmesi/kaybı artmaktadır.

6.2.10.5. Kavitasyon

Sıvı içinde malzeme yüzeyine yakın yerlerde oluşan korozyon türüdür. Şekil 14'de kavitasyona uğramış su soğutma gömleği görülmektedir. Akış esnasında bazı noktalardaki basınç değişimi nedeniyle su buhar kabarcıkları oluşmakta ve kabarcıklar, yüzeyin pürüzlü bir

noktasına temas ettiğinde patlayarak, malzemede hasar oluşturmaktadır. Kavitasyonda ortam ve korozyona uğrayan malzeme hareket etmekte, su türbinleri, pompa kanatları ve gemi pervaneleri gibi mekanik yapılarda görülmektedir.



Şekil 13. Erozyon korozyonu [9]



Şekil 14. Kavitasyon [11]

7. KAPALI DEVRE TESİSATLARDA PARADOKS BİR İLİŞKİ, KOROZYON YA DA ÇÖKELTİ

Su, birbirine zıt iki yapısal özellikten birini daha etkin olarak üzerinde taşımaktadır. pH, iletkenlik, alkalinite, sertlik gibi ölçütlere bağlı olarak **Korozyon** yada **Çökelti** sorunları ortaya çıkmaktadır. Yumuşatma ve arıtma yöntemleri ile suyun kimyasal içeriğinin tasfiyesi **çökelti** sorunlarını gidermekte fakat çözüm gibi görünen bu koşul suyun korozif etkisini önemli ölçekte artmasına neden olmaktadır. Burada pH ölçeği önemli belirleyici bir unsurdur. Yumuşatma yada arıtma sonrası su nötr yada asit [pH≤7] özelliğine gelmekte, lim pH → 0 değerine giderken **korozyon** en fazla etkiye ulaşmaktadır.

Korozyon sürecini durdurmak için pH>7 bazik koşullar oluşturulduğunda artan baz değeri ile **Çökelti** sorunu artmaktadır. lim pH → 14 değerine giderken farklı biçimleriyle **çökelti** en büyük değerine ulaşmaktadır [13].

8. DENETİMSİZ SUYUN TESİSAT ve CİHAZLARA OLUMSUZ ETKİLERİ

Su, içinde bulunduğu mekanik yapı ile sahip olduğu fiziksel/kimyasal koşullara bağlı olarak Korozyon ya da Çökelti oluşturma arasında salınım yapmaktadır. Mekanik tesisatın yapısal özellikleri ile suyun kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak değişen zamana göre, oluşan çamurlaşma katı faz tabakalaşmasına dönüşmektedir. Oluşan tabakalar, boru, pompa, eşanjör, serpantin kazan, boyler, vana ve benzeri cihazların bağlantı noktalarında, iç cidarları ve ekleme parçalarında birikmektedir.

Katı faz tabakalaşması ve birikmeler, çeşitli korozyon tiplerinin oluşumunu hızlandırmakta, ısı aktarım hızını azaltmakta ve sıvı akış rejimini **[*laminar → türbülans, vorteks, basınç ve hız kayıpları, basınç dalgalanmaları vb.*]** olumsuz etkilemektedir. Bu sonuçların etkisi ile, mekanik tesisat sisteminde yer alan cihaz ve donanımların çalışma verimliliği önemli ölçüde azaldığı gibi faydalı kullanım ömürleri de kısalarak devre dışı kalmaktadır.

Sonuçta, konfor ve enerji **[*yakıt, elektrik*]** kaybı ile birlikte, tahmin edilen amortisman ve bakım **[*işgücü, malzeme*]** giderleri artarak toplam işletme maliyetleri yükselmektedir [13].

9. SONUÇ

Korozyon, malzemelerin içinde bulunduğu ortam ile kimyasal ve elektro-kimyasal reaksiyona girerek fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin değişime uğraması olup yavaş ilerleyen bir reaksiyondur. Bu nedenle de etkilerinin gözden kaçması ve sistemin bir parçası ya da bütününün fonksiyonu kaybettikten sonra farkına varılması oldukça sık rastlanılan bir durumdur. Bu çalışmada korozyonun oluş biçimleri, süreci, türleri ve kapalı devre mekanik tesislerdeki sonuçlarına dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Sunulacak olan "Kapalı Devre Mekanik Tesisatlarda Korozyon – 2" adlı çalışmada ise korozyon etkisi ile zarara uğramış bir Plaza'nın mekanik tesisat sistemi ele alınarak korozyonun sisteme verdiği zarar gösterilecek ve korozyondan korunma hususunda bilgiler verilecektir. Özellikle mekanik tesisat sistemlerinin devreye alınması ile birlikte eşzamanlı olarak koruma programlarının başlatılması gerekliliği vurgulanacaktır.

KAYNAKLAR

[1] A., Akdoğan, A., Görenler, 'Al-Si Matrisli Kompozit Malzemelerin Korozyon Davranışlarının İncelenmesi', Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, 2007.

[2] www.teskon.mmo.org

[3] www.derenkimya.com.tr

[4] www.korozyon.org

[5] www.korozyondernegi.org

[6] www.igdas.com.tr

[7] Yalçın, H., Koç, T., 'Katodik Koruma', Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayını, 1999.

[8] A., Akdoğan, E., Yüksek, 'Çelik Malzemelerin Aşınma ve Korozyon Davranışını Arttırmak için Çeşitli Kimyasal Kaplamaların İncelenmesi', Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, 2005.

[9] www.corrosion-doctors.org

[10] www.deltamakinaltd.com

[11] www.sektoryayincilik.com

[13] Hydrosafe-AKSEM KİMYA, Eğitim ve Seminer Notları, İstanbul, 2007.