

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tülay BÖLÜK

**FOLIUM SALVIAE (ADAÇAYI) VE RADIX (LIQUIRITAE)
GLYCYRRHIZAE (MEYAN KÖKÜ) NİN CİVA ÇELİĞİNİN
KOROZYONU ÜZERİNE İNHİBİTÖR ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

KİMYA ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FOLIUM SALVIAE (ADAÇAYI) VE RADIX (LIQUIRITAE) GLYCYRRHIZAE
(MEYAN KÖKÜ) NİN CİVA ÇELİĞİNİN KOROZYONU ÜZERİNE
İNİHİTÖR ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tülay BÖLÜK
YÜKSEK LİSANS
KİMYA ANABİLİM DALI**

**Bu tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği
/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.**

İmza.....

Doç.Dr.İlyas DEHRİ
DANIŞMAN

İmza.....

Prof.Dr.Mehmet ERBİL
ÜYE

İmza.....

Prof.Dr.Melih BAYRAMOĞLU
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Kimya Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Birimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından Desteklenmiştir.**

Proje No: FEF2003YL48

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanundaki hükümlere tabidir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitiminin boyunca bana yol gösteren, araştırmamın gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. İlyas DEHRİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm ve bütün çalışmam süresince bilgilerinden istifade ettiğim hocalarım, Sayın Prof. Dr. Birgül YAZICI ve Sayın Prof Dr. Mehmet ERBİL'e teşekkür ederim.

Her konuda desteklerini gördüğüm laboratuvar arkadaşlarım Arş Gör. Ramazan SOLMAZ, Arş Gör. Hülya KELEŞ, Arş Gör. Süleyman YALÇINKAYA, Muzaffer ÖZCAN' a,

çalışmanın her aşamasında ilgi, sabır ve yardımlarını esirgemeyen eşim Hakan'a ve aileme,

teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FOLIUM SALVIAE (ADAÇAYI) VE RADIX (LIQUIRITAE) GLYCYRRHIZAE
(MEYAN KÖKÜ) NİN CİVA ÇELİĞİNİN KOROZYONU ÜZERİNE İNHİBİTÖR
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Tülay BÖLÜK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANBİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. İlyas DEHRİ

Yılı: 2005 , Sayfa: 84

Jüri: Doç. Dr. İlyas DEHRİ

Prof. Dr. Mehmet ERBİL

Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

Korozyonu önlemek amacıyla inhibitör kullanımı yaygın bir uygulamadır. Değişik kimyasalların bu amaçla kullanımı yanısıra son yıllarda doğal bitki ekstraktlarının inhibitör olarak kullanımı ile ilgili çalışmalar da artmıştır.

Bu çalışmada molekül yapıları gereği inhibitör olmaları muhtemel adaçayı ve meyan kökü ekstraktlarının civa çeliği üzerinde inhibitör etkinlikleri pH a bağlı olarak araştırılmıştır. Deneysel verileri elde etmek için alternatif akım impedansı, polarizasyon direnci ölçme ve akım potansiyel eğrileri elde edilmesi yöntemleri kullanılmıştır. Bu bitkisel ekstraktların varlığında yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değeri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan pH a bağlı olarak inhibitör olma durumunun değiştiği gözlenmiştir. pH=4 ve pH=4,5 de etkinlik (%30 ve %-8) gözlenmezken pH ın 5 olmasıyla inhibitör etkinliği % 85-90 ların üzerine çıkmış ve pH=7 den sonra bu etkinlik tekrar azalmaya başlamıştır. Meyan kökünün ise tüm pH larda iyi bir inhibitör olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Civa çeliği, korozyon inhibitörleri, adaçayı ve mayan kökü, EIS.

ABSTRACT

MSc THESIS

AN INVESTIGATION OF INHIBITION EFFECT OF FOLIUM SALVIAE
AND RADIX (LIQUIRITAE) GLYCRRYHIZAE ON THE CORROSION OF
MERCURY STEEL

Tülay BÖLÜK

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assosc. Prof. Dr. İlyas DEHRİ

Year: 2005, Pages: 84

Jury: Assosc. Prof. Dr. İlyas DEHRİ

Prof. Dr. Mehmet ERBİL

Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

Using inhibitors in order to protect from the corrosion is very common. Together with using various chemicals for this purpose, research on the utilization of naturel products as inhibitors has increased in the recent years.

In this study, owing to the their molecular structure Folium Salviae and Radix (Liquiritae) Glycrryhizae are expected being good inhibitors for mercury steel corrosion. Their inhibition efficiencies on corrosion of mercury steel were investigated at different pHs. To obtain the experimental data AC impedance, polarization resitance measurement and polarization curves measurement techniques were used. The percent inhibition efficiency (IE%) values were determined in the presence of Folium Salviae and Radix (Liquiritae) Glycrryhizae. The results showed that inhibition efficiency change with pH. The effectiviness of Folium Salviae as corrosion inhibitors was not seen at pHs 4 and 4,5 but inhibition efficiency up to 85-90% and 70-75% can be obtained at pHs 5 and 7, respectively. It is observed that Radix (Liquiritae) Glycrryhizae didn't behave as a good inhibitor at all pHs studied.

KeyWords: mercury steel, corrosion inhibitors, Folium Salviae and Glycrryhizae, EIS.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, araştırmamın gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. İlyas DEHRİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm ve bütün çalışmam süresince bilgilerinden istifade ettiğim hocalarım, Sayın Prof. Dr. Birgül YAZICI ve Sayın Prof Dr. Mehmet ERBİL'e teşekkür ederim.

Her konuda desteklerini gördüğüm laboratuvar arkadaşlarım Arş Gör. Ramazan SOLMAZ, Arş Gör. Hülya KELEŞ, Arş Gör. Süleyman YALÇINKAYA, Muzaffer ÖZCAN'a,

çalışmanın her aşamasında ilgi, sabır ve yardımlarını esirgemeyen eşim Hakan'a ve aileme,

teşekkürlerimi sunarım.

| İÇİNDEKİLER | SAYFA |
|--|--------------|
| ÖZ | I |
| ABSTRACT | II |
| TEŞEKKÜR | III |
| İÇİNDEKİLER | IV |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | VI |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VII |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | XII |
| | |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 1.1.Korozyonun Tanımı ve Önemi..... | 1 |
| 1.2.Korozyonun Termodinamiği ve Dayandığı Elektrokimyasal Temeller..... | 3 |
| 1.2.1.Katodik tepkimenin Termodinamiği..... | 3 |
| 1.2.2.Anodik tepkimenin Termodinamiği..... | 5 |
| 1.3.Korozyonu Önleme Yöntemleri..... | 6 |
| 1.3.1.Aktif Koruma..... | 6 |
| 1.3.1.1.Katodik Koruma..... | 6 |
| 1.3.1.2.Anodik Koruma..... | 7 |
| 1.3.2.Pasif Koruma..... | 7 |
| 1.3.2.1.Organik ve İnorganik Kaplama..... | 7 |
| 1.3.2.2.İnhibitörlerle Kaplama..... | 8 |
| 1.3.2.2.(1).Anodik İnhibitörler..... | 10 |
| 1.3.2.2.(2).Katodik İnhibitörler..... | 10 |
| 1.3.2.2.(3).Karma İnhibitörler..... | 11 |
| 1.3.2.2.(4).İnhibitör Etkinliklerinin Saptanmasında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar..... | 11 |
| 1.3.2.3.İnhibitör Olarak kullanılan Doğal Bitkilerde Bulunan Bazı Maddelerin Özellikleri..... | 12 |
| 1.3.2.3.(1).Tanenler..... | 12 |

| | |
|--|-----------|
| 1.3.2.3.(2).Alkoloidler..... | 13 |
| 1.3.2.3.(3).Zamklar ve Müsilajlar..... | 16 |
| 1.3.2.3.(4).Saponinler..... | 16 |
| 1.4.Çalışmanın Amacı..... | 16 |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 17 |
| 3.MATERYAL VE METOD..... | 33 |
| 3.1.Materyal..... | 33 |
| 3.2.Metod..... | 37 |
| 3.2.1.Deneysel Çalışmalar..... | 37 |
| 4.BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 38 |
| 4.1.Bulgular..... | 38 |
| 4.2.Tartışma..... | 74 |
| 5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 78 |
| KAYNAKLAR..... | 79 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 84 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

- Çizelge 1.1. Bazı alkaloid ve tuzlarının çeşitli çözücülerdeki çözünürlükleri.....14
- Çizelge 3.1 Ege bölgesinden elde edilen köklerin içeriği.....35
- Çizelge 4.1. 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi ve 0,5M Na₂SO₄+100mL adaçayı ekstraktı içeren çözelti içinde farklı pH larda belirlenen polarizasyon direnci ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri.....74
- Çizelge 4.2. 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi ve 0,5M Na₂SO₄+100mL meyan kökü ekstraktı içeren çözelti içinde farklı pH larda belirlenen polarizasyon direnci ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri.....75

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

| | | |
|--------------|--|----|
| Şekil 4.1.a. | pH=4 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 38 |
| Şekil 4.1.b. | pH=4 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 39 |
| Şekil 4.2.a. | pH=4,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 40 |
| Şekil 4.2.b. | pH=4,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 41 |
| Şekil 4.3.a. | pH=5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 42 |
| Şekil 4.3.b. | pH=5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 43 |
| Şekil 4.4.a. | pH=5,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 44 |
| Şekil 4.4.b. | pH=5,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde elde edilen E-I çözeltisi (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisi + 100ml adaçayı ekstraktı eklenen çözeltinin E-I eğrisi (•)..... | 45 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Şekil 4.5.a. | pH=6 da 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 46 |
| Şekil 4.5.b. | pH=6 da 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde elde edilen E-I çözeltisi (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisi + 100ml adaçayı ekstraktı eklenen çözeltinin E-I eğrisi (•)..... | 47 |
| Şekil 4.6.a. | pH=6,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 48 |
| Şekil 4.6.b. | pH=6,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 49 |
| Şekil 4.7.a. | pH=7 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 50 |
| Şekil 4.7.b. | pH=7 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 51 |
| Şekil 4.8.a. | pH=7,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 52 |
| Şekil 4.8.b. | pH=7,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 53 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Şekil 4.9.a. | pH=8 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 54 |
| Şekil 4.9.b. | pH=8 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 55 |
| Şekil 4.10.a. | pH=4 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 56 |
| Şekil 4.10.b. | pH=4 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 57 |
| Şekil 4.11.a. | pH=4,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 58 |
| Şekil 4.11.b. | pH=4,5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 59 |
| Şekil 4.12.a. | pH=5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları..... | 60 |
| Şekil 4.12.b. | pH=5 de 0,5 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na ₂ SO ₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri..... | 61 |

- Şekil 4.13.a. pH=5,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....62
- Şekil 4.13.b. pH=5,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....63
- Şekil 4.14.a. pH=6 da 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....64
- Şekil 4.14.b. pH=6 da 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....65
- Şekil 4.15.a. pH=6,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....66
- Şekil 4.15.b. pH=6,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....67
- Şekil 4.16.a. pH=7 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....68
- Şekil 4.16.b. pH=7 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....69

- Şekil 4.17.a. pH=7,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....70
- Şekil 4.17.b. pH=7,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....71
- Şekil 4.18.a. pH=8 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen Nyquist diyagramları.....72
- Şekil 4.18.b. pH=8 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (•) elde edilen E-I eğrileri.....73

SİMGELER VE KISALTMALAR

- E : Elektrot potansiyeli (V)
I : Akım Yoğunluğu (mA/cm²)
Z : İmpedans (ohm)
Z' : Gerçek impedans (ohm)
Z'' : Sanal impedans (ohm)
R_p : Polarizasyon direnci (ohm)

1. GİRİŞ

1.1. Korozyonun Tanımı ve Önemi

Metallerin içinde buldukları ortamın etkisi ile çözünerek aşınmasına korozyon adı verilir. Ortamın metaller üzerine etkisi kimyasal veya elektrokimyasal yollardan biri veya her ikisi ile olur.

Korozyon tepkimeleri elektrod/elektrolit ara yüzeyinde metalin çözünmesi şeklinde gerçekleşir. Elektrod/elektrolit ara yüzeyinde gerçekleşen tepkimeler difüzyon, adsorplanma, reaksiyon kademesi, desorplanma ve geriye difüzyondur.

a)Difüzyon:Elektrolit içerisindeki iyon ve moleküller elektrod yüzeyine doğru difüzyonlanır.

b)Adsorplanma:Yüzeye kadar difüzyonlanmış moleküller yüzeyde adsorbe olur.

c)Reaksiyon Kademesi:Yüzeyde adsorbe olmuş moleküller elektrokimyasal tepkimeye uğrar.

d)Desorplanma:Yüzeyde oluşan ürünler desorbe olur.

e)Geriye Difüzyon:Desorbe olmuş ürün molekülleri yüzeyden çözelti içine doğru difüzyonlanır. Korozyon ürünlerinin yüzeyden uzaklaşması korozyonun sürmesini sağlar. Yukarıda değinilen ve yüzeyde tepkime vermek üzere difüzyon ile gelip tepkime ürünlerinin desorpsiyonu ile olayın sürmesini sağlayan iyonlar daha çok katodik tepkimeyi üstlenenlerdir. Korozyon olaylarında hem katodik tepkime ürünlerinin hem de korozyon ürünlerinin uzaklaşması yüzeyin daha sonraki tepkimesi için açık kalmasını sağlar ve olay devam eder.

Metaller doğada oksitleri, sülfürleri v.b. gibi değişik bileşikleri halinde bulunur ve doğadaki bileşikleri en kararlı olanlarıdır. Metal haline getirilirken uygulanan işlemlerle enerji kapasiteleri arttırılmış, entropileri küçültülmüş ve metalik yapıyı sağlamak üzere enerji sarf edilmiştir.

Bir metal termodinamik bir sistem gibi düşünülürse üretimi sırasında verilen enerjiyle kararsız bir hale gelmiştir. Çevresi ile etkileşerek fazla enerjisini vermesi ve kararlı bileşiği haline dönüşmesi doğal bir olaydır. Bu doğal yapıya dönüşme eğilimi

üretimleri sırasında harcanan enerji ile orantılıdır. Çok enerji sarf edilerek elde edilen metaller doğal yapılarına çok kolay dönerler.

Metallerin korozyona uğramaları sonucunda oluşan bileşiklere korozyon ürünleri adı verilir. Korozyon ürünleri koşullara bağlı olarak metal yüzeyinde kalabilir veya metal yüzeyinden hemen uzaklaşabilir. Korozyon ürünlerinin yüzeyden hemen uzaklaşması korozyon olayının devam etmesi anlamına gelir. Ürünlerin yüzeyde kalması durumunda ise korozyonun zamanla azalması veya tamamen durması söz konusu olabilir. Metal yüzeyinde kalan ve sıkı bir film oluşturan ürünler, genelde oksitleri olarak bilinir. Örneğin Alüminyum üzerinde oluşan ince Al_2O_3 filmi koruyucu nitelikte bir oksittir.

Yüzeyi tamamen korumayan poröz yapılı oksitler de oluşabilir. Oluşan oksit poroziteye bağlı olarak korozyonu belirli ölçüde önlese de tamamen durdurmaz. Pas olarak nitelenen demir oksitler bu niteliktedir. Bazı demir oksitler korozyonu belirli ölçüde yavaşlatabilir.

Metallerin oksijenle tepkime vermeleri sulu veya susuz ortamlarda görülebilir. Normal koşullarda yürüyen sulu korozyon çok miktarda su içeren ortamlarda (doğal su, deniz suyu, çeşitli kimyasal maddeler içeren çözeltiler v.s.) ya da nemin yoğunlaşması ile oluşan sıvı tabakaları içinde yürüyebilir. Olayın mekanizması hepsinde aynıdır. Susuz ortamda korozyon ise yüksek sıcaklıklarda metalin oksijenle birleşerek doğrudan oksit oluşturmasıdır. Bir metalin oksijen ile verdiği tepkime basit olarak şöyledir :



Bu tepkimenin sağa doğru ilerlemesi korozyon olayını, sola doğru ilerlemesi ise doğadan metalürjik olarak elde edilmelerini gösterir.

Enerji ve emek sarf edilerek doğadan kazanılan metaller korozyonla tekrar doğaya dönmektedir. En basit deyimle korozyon sonucu kaybedilen metal, elde edilmesi sırasında harcanan enerjinin emeğin, paranın boşa gitmesi demektir (Erbil, 1985). Bunların hepsine genel olarak korozyon giderleri denilebilir.

1.2. Korozyonun Termodinamiği ve Dayandığı Elektrokimyasal Temeller

Korozyon olayı temelde elektrokimyasal bir olaydır. Anodik tepkime (oksidasyon) metalin çözünmesi, katodik tepkime (redüksiyon) ise ortamda bulunan herhangi bir meddenin ya da iyonun indirgenmesidir.

Korozyon tepkimeleri ile elektrokimyasal bir pilde yürüyen tepkimeler arasında hiçbir fark yoktur. Ancak korozyonun, elektrokimyasal bir pilden farkı denetimsiz olmasıdır.

Elektrokimyasal tepkimelerde de kimyasal tepkimelerde olduğu gibi, tepkime entalpisi ve tepkime serbest enerjisi dikkate alınmalıdır. Elektrokimyasal tepkimelerde daima elektron alış-verişi olduğundan tepkimeleri elektron üreten (anodik) ve elektron tüketen (katodik) tepkimeler olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Bu nedenle her birini yarı tepkime olarak adlandırıp tepkime serbest enerjilerini ayrı ayrı incilemek gerekir. Her bir yarı tepkimenin enerji bilançosuna göre tepkimenin yürüyüp yürümeyeceği tahmin edilebilir. Bir tepkimenin kendiliğinden yürüyüp yürümeyeceği ΔG serbest enerjisinin büyüklüğüne bağlıdır. Metalin yükseltgenmesi yönünde kendiliğinden yürüyen bir tepkime için $\Delta G < 0$ olup bu tepkime korozyon tepkimesidir.

1.2.1. Katodik Tepkimenin Termodinamiği

Korozyon olaylarında görülen birçok katodik tepkimelerden başlıcaları şunlardır (Green , 1970 ; Erbil, 1985).

1.Hidrojen iyonlarının indirgenmesiyle, hidrojen gazı çıkışı



Bu tepkimeyi karşılayan elektrot potansiyeli ;

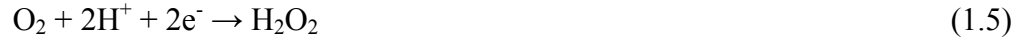
$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln a_{H^+} - \frac{RT}{2F} \ln P_{H_2} \quad (1.3)$$

Hidrojen elektrot için $E_0 = 0$ kabul edildiğinde (1.3) bağıntısı

$$E = -0,059 \text{ pH} - \frac{RT}{2F} \ln P_{H_2} \quad (1.4)$$

Şeklinde verilir. Korozyon sırasında hidrojen gazı çıkışı oluyorsa gazın basıncı yaklaşık olarak atmosfer basıncı büyüklüğündedir ve son terim ihmal edilebilir.

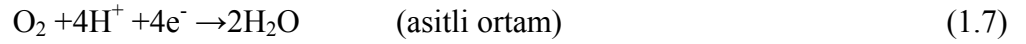
2.a) Hidrojen peroksit oluşturmak üzere oksijenin indirgenmesi



Bu tepkimeyi karşılayan elektrot potansiyeli;

$$E = 0.68 - 0.059 \text{ pH} - \frac{RT}{2F} \ln a_{H_2O_2} / P_{O_2} \quad (1.6)$$

b) Su oluşturmak üzere oksijen indirgenmesi



Bu tepkime sonucunda elektrot potansiyeli;

$$E = 1.23 - 0.059 \text{ pH} + \frac{RT}{4F} \ln P_{O_2} \quad (1.8)$$

c) Nötral ve alkali çözeltilerde oksijen indirgenmesi



Bu tepkimeyi karşılayan elektrot potansiyeli ise;

$$E = E_0 - \frac{RT}{4F} \ln a_{OH^-}^4 / P_{O_2} \quad (1.10)$$

3. Ortamda bulunan daha soy bir metal iyonunun indirgenmesi de olasıdır. Ortamda bulunan ve korozyonu söz konusu olan metale göre daha soy bir potansiyele sahip iyonların metal yüzeyinde indirgenerek metalik hale geçmeleri ile de katodik tepkime sürebilir.



(1.11) tepkimesinin elektrot potansiyeli de

$$E = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{M^{++}} \quad (1.12)$$

bağıntısı ile verilir.

4.Çözelti içinde bulunan daha yüksek değerlikli bir iyon daha düşük bir değeriğe indirgenebilir.



Bu tepkimenin yürüdüğü potansiyel aşağıdaki gibidir;

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln a_{M^{+3}} / a_{M^{+2}} \quad (1.14)$$

1.2.2. Anodik Tepkimenin Ternodinamiği

Anodik tepkime metalin yükseltgenmesidir (ERBİL, 1985; GREENE, 1970).



Bu çözünme denkleminde göre

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{M^{+n}} \quad (1.16)$$

bağıntısı yazılabilir.

Korozyon potansiyeli E_0 'a bağlı olduğu gibi başka faktörlere de bağlıdır. İyon aktifliği, potansiyeli belirleyen en önemli faktörlerdendir. Korozyona uğrayan

metalin bulunduğu ortamda başlangıçta hiç metal iyonu bulunmayabilir. Korozyonun olması ile artan iyon derişimi potansiyel değişimini sağlar.

Ortam koşullarına bağlı olarak potansiyel-pH veya potansiyel-iyon aktifliği ilişkileri olası tepkimeler dikkate alınarak kuramsal olarak hesaplanıp ilgili bağıntılar türetilir. Bu tür ilişkiler M. Pourbaix tarafından incelenerek diyagramlar halinde verilmiştir (POURBAIX, 1966).

1.3. Korozyonu Önleme Yöntemleri

1.3.1. Aktif Koruma

1.3.1.1. Katodik Koruma

Katodik koruma, korunacak yapıyı, yapı üzerindeki anot bölgelerinin açık devre potansiyeline katodik olarak polarizleme olarak tanımlanır (ÜNERİ,1985).

Katodik koruma pratikte çelik, bakır, kurşun ve pirinç gibi metallere, hertürlü korozyon ortamında toprakta veya sulu ortamlarda uygulanır. Paslanmaz çelik, alüminyum gibi pasifleşen metalleri de çukur korozyonundan korur (UHLIG & REVIE,1985).

Katodik koruma ilk defa Sir Humphry Davy tarafından 1824'te uygulanmış ve gemi tekneleri çinko anotlarla korunmuştur (FONTANA & GREEN, 1967; UHLIG & REVIE, 1985). Yöntemin etkin olarak uygulanmaya başlaması yaklaşık 100 yıl sonra Amerika'da yer altı petrol borularının korunmasıyla başlar. Günümüzde binlerce yıllık gömülü borular ve kablolar katodik koruma ile etkin şekilde korunmaktadır.

Katodik koruma iki ayrı yöntem ile uygulanır:

a)Dıştan Akım Uygulanarak Katodik Koruma

Dıştan doğru akım vererek yapılan katodik korumada yapıt elektriksel olarak eksi yapılı ve katot gibi davranır. İkinci elektrot elektriksel olarak artı yapılı ve anot olarak devreyi tamamlar. Artı akım anottan elektrolite (toprağa ya da deniz suyuna) elektrolitten, katodik olarak korunan yapıta akmaktadır (ÜNERİ, 1985).

b)Kurban Anot İle Katodik Koruma

Bu yolla yapılan katodik korumalarda dış enerji kaynağı kullanılmaz. Korunacak metalden daha aktif olan başka bir metal veya alaşım metale bağlanır. Aktif metal, çiftin anodu olacağından korunacak metal katot olur ve metal korozyona karşı korunmuş olur (ÜNERİ, 1985).

1.3.1.2. Anodik Koruma

Anodik koruma anodik olarak poarizlendiği zaman kolayca pasifleşen ve i akımı çok küçük olan metallere ve alaşımlara (genellikle geçiş metallerine) uygulanır.

Bu yöntem uygulanmadan önce metalin akım potansiyel karakteristiklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Pasiflik bölgesinde uygulanan potansiyel metalin daha fazla aşınmasını önler. Metal başlangıçta bir miktar çözünerek yüzey kapanır ve pasif bir tabaka oluşturur. Uygulanan anodik pasif potansiyelde, oluşan pasif tabakanın sürekliliği sağlanır. Bu yöntemle çalışılırken koşulların çok iyi araştırılması gerekmektedir. Yapılacak bir hata korozyonu daha fazla hızlandırabilir.

1.3.2. Pasif Koruma**1.3.2.1. Organik ve İnorganik Kaplama**

Metalin yüzeyini kaplayarak korozif ortamla bağlantısını kesmek korozyondan koruma uygulamalarının en yaygın olanlarından bir tanesidir (ERBİL, 1985). Kaplamalar organik boyalarla ve metalik boyalarla yapılabilir.

Kaplamanın iyi yapılabilmesi için kaplama yapılacak metal yüzeyinin temiz ve kuru olması gerekmektedir. Kaplama yapılmış metalin yüzeyinde kaplanmamış metal kısımlar bulunursa bu kaplanmamış yüzeylerde korozyon daha hızlı gerçekleşir ve kaplanmamış halinden daha hızlı bir şekilde korozyon devam eder.

Kaplama yapılacak metale uygun bir kaplama maddesi seçilmesi gerekir. Organik kaplamalar metal yüzeyinin kapatılmasında en çok uygulanan bir yöntemdir. Organik kaplama çeşitli boyalar, laklar, polimer meddeler kullanılarak yapılabilir

Metalik kaplamalarda kaplama metali kaplanacak malzemedan daha soy ise bu tür kaplama katodik kaplamadır. Kaplamanın çok sıkı olması ve yüzeyinin iyi kaplanması gerekir. Çelik üzerine elektrolitik nikel kaplama katodik kaplamalar için iyi bir örnektir.

Kaplama metali kaplanacak malzemedan daha az soy ise kaplama anodik kaplamadır. Kaplama metali kurban anot gibi etki gösterir. Bu tür kaplamalarda yüzeyin kapatıcı olması şart değildir.

İnorganik metalik olmayan kaplamalarda yüzey camsı maddelerle kaplanır ya da yüzey uygun bir oksit ile kaplanarak korozyona karşı bir koruma sağlanabilir.

1.3.2.2. İnhibitörlerle Kaplama

Elektrod/elektrolit ara yüzeyinde meydana gelen tepkimelerde en önemli basamak adsorpsiyon kademesidir. Fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki tür adsorpsiyon vardır. Fiziksel adsorplanmada iyon veya moleküller, yüzeyde Van der Waals kuvvetleri ile tutulur. Bu tür adsorpsiyonlarda adsorplanma ısıları düşük değerlidir. Kimyasal adsorplanmada adsorbe olan iyon veya moleküller yüzeyde Valans kuvvetleri tarafından tutulmaktadır. Bu kuvvetler fiziksel adsorpsiyon kuvvetlerinden daha güçlü olup, kimyasal adsorpsiyon ısıları da fiziksel adsorplanma ısılarına kıyasla çok fazladır.

Metal yüzeyine adsorplanan iyon ya da moleküllerin genel etkileri korozyonda büyük önem taşımaktadır. Koroziif bir ortama az miktarda eklendiğinde korozyonu yavaşlatan ya da durduran maddelere inhibitör denir (ERBİL, 1984). Etkileri anodik ve/veya katodik tepkimeleri yavaşlatarak korozyon hızını azaltma şeklindedir. İnhibitörler etkinlik gösterdikleri elektrokimyasal reaksiyon türüne göre Evans tarafından üç gruba ayrılmıştır. Toplam korozyon reaksiyonunun anodik dalını yavaşlatan inhibitörler “anodik inhibitörler”, katodik dalını yavaşlatanlar “katodik

inhibitörler”, her iki dalı birlikte yavaşlatanlar ise “karma inhibitörler” olarak adlandırılmıştır (WRANGLER, 1972; ERBİL, 1984).

Inhibitörler ayrıca organik inhibitörler ve inorganik inhibitörler olarak da sınıflandırılabilirler ancak bu sınıflandırma keyfidir.

Inorganik inhibitörler çoğunlukla nötr elektrolitler içinde kullanılır ve anodik reaksiyon üzerine etki ederek metalin pasifleşmesini sağlarlar.

Organik inhibitörler ise anodik veya katodik olarak sınıflandırılmaları mümkün olmayan korozyon inhibitörlerinin büyük çoğunluğunu oluştururlar. Genel olarak bu inhibitörler organik bileşiklerdir. Metal yüzeyinde adsorplanarak metalin çözünmesini ve metal yüzeyindeki indirgenme tepkimelerini azaltırlar. Bu tip inhibitörler metalin bütün yüzeyinde adsorplanırlar ve genel olarak çift etkiye sahiptirler. Yani hem anodik hem de katodik olayları engellerler. Ancak etkileri çoğu zaman birbirinin aynı değildir. Organik inhibitörler çoğunlukla asit elektrolitler içinde kullanılır. Metal yüzeyinde oluşturdukları adsorpsiyon tabakası fazla kararlı olmaz ve etki mekanizmaları moleküler yapılarıyla ilgili olarak çok farklıdır. Organik inhibitörlerin etkileri genellikle yüzeyi kapatarak korozif ortamla etkileşebilecek yüzey alanını azaltmalarından ibarettir. Bu nedenle genelde inhibitör konsantrasyonu arttıkça artar.

Organik inhibitörler üç grupta toplanabilir:

- a)Organik nitrit ve aminler gibi azot içeren bileşikler
- b)HS⁻ ya da S⁻² ya da halkada kükürt içeren bileşikler
- c)Hem kükürt hem azot içerenler, özellikle tiyokarbamidler

Aminlerin adsorpsiyonu amin-metal bağlarının gücüne (azot atomunun elektron yoğunluğunun büyük olması ve bu elektronların koordinat bağı oluşturma yeteneğinden dolayı) ve aminin çözünürlüğüne bağlıdır. Alifatik aminlerin inhibitör gücü;

NH₃<RNH₂<R₂NH<R₃N şeklindedir.

Kükürt içeren bileşikler azot içerenlerden daha etkindirler. Çünkü kükürt, azottan daha iyi elektron vericidir. Yani kükürtün adsorpsiyonu gerçekleştiren koordinat bağları oluşturma eğilimi daha büyüktür (Metil<Etil<Propil<Butil<Amil).

Son zamanlarda birçok organik inhibitör nötr ortamlarda inorganik inhibitörler de asitli ortamlarda kullanılmışlardır.

İnhibitör uygulamalarının yapılacağı ortamlar katı, sıvı veya gaz olabilir. Her ortam için inhibitör uygulanabilirliği farklıdır. Genellikle kapalı devre çalışan sulu sistemlerde inhibitörlerle koruma yapılmaktadır. Ancak sulu olmayan ortamlarda da uygulama yapılabilir.

1.3.2.2.(1). Anodik İnhibitörler

Bir inhibitör sadece anodik reaksiyonu önliyorsa ya anot yüzeyine adsorplanan pozitif yüklü iyonlar nedeniyle metal iyonlarının çözeltiye geçiş hızı azalmakta ya da metalin pasifleşmesi sonucu korozyon hızı azalmaktadır.

Nötr ortamlarda çoğunlukla karşılaşılan ve oldukça etkin olan pasifleşme halinde aktif yüzeyin azalması nedeniyle genel korozyon azalır.

Anodik inhibitörler korozyon potansiyelini pozitif değerlere kaydırarak metal yüzeyini pasifleştirdikleri için bu inhibitörler pasifleştirici inhibitörler olarak da adlandırılırlar.

Anodik inhibitörler katodik inhibitörlerden daha fazla etkindirler. Bununla beraber anodik inhibitörler ortama az miktarda eklendiklerinde korozyon hızını arttırarak tehlikeli olabilirler.

1.3.2.2.(2). Katodik İnhibitörler

Katodik inhibitörler katodik reaksiyonların ilerleme hızlarını yavaşlatarak korozyon hızını azaltırlar ve korozyon potansiyelini negatif değerlere kaydırırlar. Katodik inhibitörlerin korozyon hızını yavaşlatması iki türlü gerçekleşebilir:

- a)Metal yüzeyinde katot reaksiyonunun sürdüğü alan küçüldüğü için hız azalır.
- b)Katodik reaksiyonun basamaklarından biri yavaşlatılarak korozyon hızı azaltılır.

Katodik inhibitörler bölgesel korozyona neden olmadığı için güvenli olarak kullanılabilirler. Çözelti içinde yeteri miktarda bulunmasalar bile bir tehlike yaratmazlar.

1.3.2.2.(3). Karma İnhibitörler

Bu tür inhibitörler hem anodik hem de katodik reaksiyonlar üzerine etki ederler. Bu tür inhibitörler korozyon potansiyelini fazla değiştirmezler. Korozyon akımını küçültürler (ERBİL, 1984)

1.3.2.2.(4). İnhibitör Etkinliklerinin Saptanmasında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

Metal korozyonuna etki eden bir çok faktör mevcuttur. Dolayısıyla inihbitör uygulamalarının etkin olabilmesi için bazı faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Metalin türü, ortamın bileşimi, çözeltilinin bileşimi, çözeltilinin pH'ı, çözeltili sıcaklığı, ortamın havaya açık olup olmaması, malzeme dizaynı v.b. etkin faktörlerdir.

Metalin türü inhibitör etkinliğine etki eder. İnhibitörün etkinliği metalden metale farklılık gösterir. Herhangi bir inhibitör bazı metaller için tamamen inhibitör etkisi gösterirken bir başka metal için aşındırıcı, tehlikeli bir iyon haline gelebilir. İnhibitörlerin her metal için ayrı etki göstermeleri nedeniyle birden fazla metalin bir arada kullanıldığı sistemlerde sorun çıkabilir. Bu durumda tüm metalleri koruyabilecek karışımlar hazırlamak gerekir. İnhibitör kullanılırken inhibitörün kullanılacağı ortama uygun seçilmesi gerekir. Asitli ortamda inhibitör etkinliği olan bir madde nötr ya da bazik bir ortamda etkin olmayabilir. Bütün inhibitörlerin en çok etkin olduğu bir pH aralığı vardır. İnhibitör seçilirken kullanılacak sistemin pH'ı göz önünde bulundurulmalıdır.

Sıcaklığın etkisi inhibitörleri olumsuz yönde etkiler. Sıcaklık arttıkça bir çok inhibitörün etkinliği azalır (ERBİL, 1984). İnhibitörlerin yeterince etkin olabilmeleri için ortamda belirli derişimde bulunmaları bazen çok tehlikeli olmakta ve korozyonu hızlandırmaktadır (Anodik inhibitörler). İnhibitörün etkin olduğu en düşük derişimde kullanılması da ekonomik açıdan gereklidir.

İnhibitör seçimi çevre sorunları açısından da önemlidir. Sanayideki gelişmelere paralel olarak çevre sorunları önem kazanmıştır. Kullanılan inhibitörün kullanıldığı koşullarda zehirli olmaları üretilen maddeye bağlı olarak önemli veya önemsiz olabilir. Ancak inhibitör kullanımı sırasında kaçaklar ve belirli bir kullanım

devresinden sonra dışarı atılmaları çevre sorunlarını da beraberinde getirir. Bunun için inhibitör seçimi yaparken çok titiz davranmak gerekir.

Hem ekonomik olması hem de çevre kirliliği açısından son zamanlarda inhibitör çalışmaları doğal bitkiler yönünde olmuştur. Çeşitli kabuklar, bitki kökleri, yaprakların ekstraktlarının inhibitör etkinlikleri araştırılmaktadır.

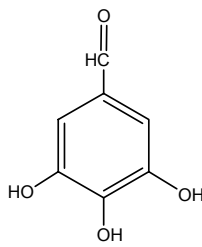
1.3.2.3. İnhibitör Olarak Kullanılan Doğal Bitkilerde Bulunan Bazı Maddelerin Özellikleri

Bitkilerin yapısında bulunan maddeler; tanenler, alkaloidler, zamlar, müsilajlar ve saponinlerdir (AKSU, 1971; BAYTOP, 1974).

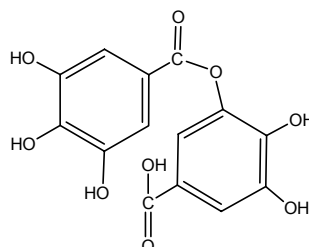
1.3.2.3.(1). Tanenler

Azotsuz, polifenolik bünyeli ve genellikle amorf bileşiklerdir. Su ve etanolde çözünür, eter ve kloroformda çözünmezler. Hemen her bitkide bulunan buruk tatlı ve büzücü niteliktedirler. Çeşitli tohumların kabukların ve birçok ham meyvelerin buruk-büzücü tadı bundan ileri gelir. Tanenler iki büyük grup altında toplanırlar.

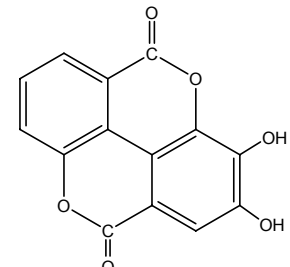
A)Hidrolize olabilen tanenler (Pyrogallik tanenler): Bir monosakkarit ile asit fenollerin esterleridir. Monosakkarit olarak genellikle glikoz asit fenol olarak da gallik veya digallik asit (gallik tanenler) veya ellagik asit (ellagik tanenler) vardır. Bu tip tanenler taşıyan başlıca droglar şunlardır:



Gallik asit



m-Digallik asit

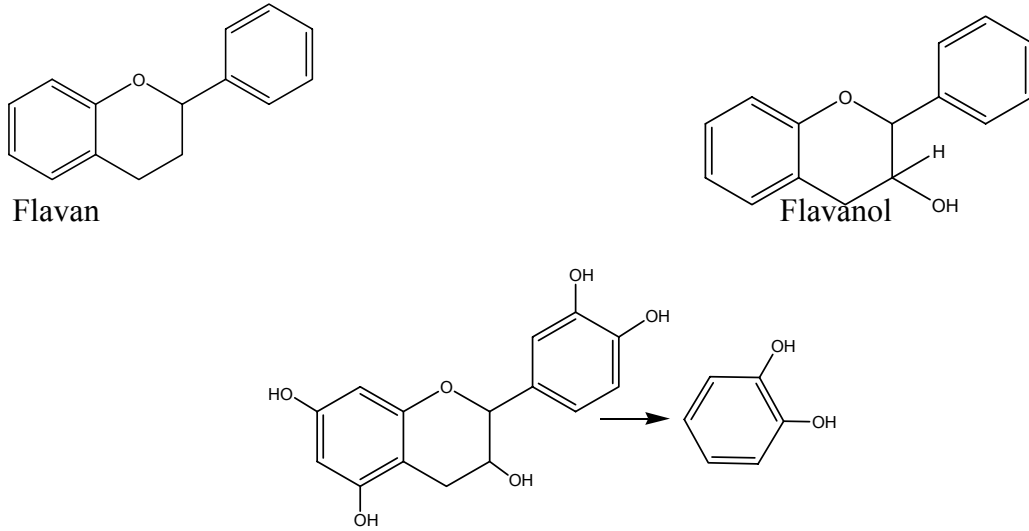


Ellagik asit

Bu tip tanenler seyreltik asitler (%4 H₂SO₄) ile su banyosunda ısıtılarak (iki saat) veya özel bir enzimin (tannaz) etkisiyle şekerlere ve asit fenollere ayrılırlar.

B)Hidrolize olmayan tanenler (Kateşik tanenler): Kateşinin (cyanidol, pentahidroksi flavan) bir kondenzasyon ürünüdür. Kateşin ise, flavan nüvesi taşıyan, flavanolun pentahidroksi türevidir. Kateşik tanenler enzimler veya asitler ile hidrolize olmazlar. Kuru distilasyon sonunda pyrokateşin meydana gelir. Sudaki çözeltileri demir tuzlarıyla zeytin yeşili bir renk verir. Bromlu su ile çökerler.

Yukarıdaki özellikler bu tip tanenlerin gallik tanenlerden kolaylıkla ayrılmasını sağlar



Kateşin ve Pyrokateşin

1.3.2.3.(2). Alkoloidler

Bünyelerinde azot bulunan, bazik karakterli bitkisel maddelerdir. Alkoloidler genellikle kokusuz, renksiz ve kristalize bileşiklerdir. Oksijen taşımayan alkoloidler (koniin, nikotin gibi) düşük sıcaklıkta sıvıdırlar. Pek az renkli alkoloid bilinmektedir. Bazı halde alkoloidler suda çözünmez (efedrin, koniin ve nikotin gibi bazı alkoloidler dışında) ancak polar olmayan organik çözücülerde (eter, kloroform, benzen v.s.) kolaylıkla çözünürler. Buna karşılık alkoloid tuzları suda kolaylıkla çözünürler, polar

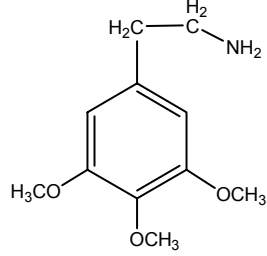
olmayan organik çözücülerde çözünmezler. Çok az baz haldeki alkaloidler suda, alkaloid tuzları da organik çözücülerde çözünürler.

Çizelge 1.1.Bazı alkaloid ve tuzlarının çeşitli çözücülerdeki çözünürlükleri

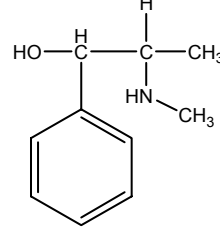
| Madde | Su | Etanol | Eter | Kloroform |
|-------------------|-------|---------|----------|----------------|
| Akonitin | 3,300 | 23 | 47 | 3 |
| Akonitin sülfat | 0,38 | 5 | 3,000 | 420 |
| Kokain | 600 | 5 | 2,5 | 1,1 |
| Kokain klorhidrat | 0,4 | 2,6 | Çözünmez | 19 |
| Emetin | 1,000 | ---- | ---- | ---- |
| Emetin klorhidrat | 4 | ---- | ---- | ---- |
| Efedrin | 20 | 0,2 | Çözünür | Çözünür |
| Efedrin sülfat | 1,2 | 76 | Çözünmez | Çözünmez |
| Hyoscyamin | 281 | Çözünür | 49 | 1,5 |
| Hyoscyamin sülfat | 0,5 | 4,5 | ---- | Çok az çözünür |
| Kinin | 1,750 | 0,6 | 2,6 | 1,9 |
| Kinin sülfat | 9 | 19 | 1,770 | 920 |
| Striknin | 6,400 | 110 | 55 | 6 |
| Striknin sülfat | 31 | 65 | Çözünmez | 325 |

Alkaloidler daha çok bitkinin özel bir kısmında (kök, kabuk, meyve, yaprak v.s.) toplanmıştır. Alkaloidler bitkide genellikle çeşitli asitlerin tuzları halinde bulunur. Bu asitler inorganik (H_2SO_4 , H_3PO_4) veya organik (laktik asit, malik asit v.s.) olabilir. Bazen de çok özel asitler (akontik asit, mekanik asit gibi) bulunmaktadır.

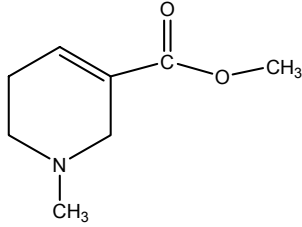
Alkaloidlerdeki azot primer, sekonder veya tersiyer amin halindedir. Nadiren de kuarterner amonyumhidrat karakterine sahiptir. Daha çok heterosiklik bir halka içindedir (heterosiklik alkaloidler). Azotu yan zincirde taşıyan alkaloidler (heterosiklik olmayan alkaloidler) de vardır.



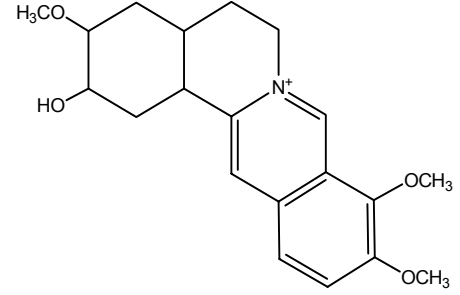
Meskalin
(primeramin)



Epedrin
(sekonderamin)



Arekolin
(tersiyeramin)



Kolumbamin
(kuarteneramonyum hidrat)

a)Heterosiklik olmayan alkaloidler: Azotu yan zincirde taşıyan alkaloidlerdir. Bitkiler aleminde seyrek olarak rastlanırlar (efedrin, meskalin, hardenin, colchicin)

b)Heterosiklik alkaloidler: Azotu bir heterosiklik halka içinde taşıyan alkaloidlerdir. Molekülde bir veya birden fazla halka bulunur. Alkaloidlerin büyük çoğunluğu bu gruba girer.

Alkaloidler kurutulmuş ve ince toz haline getirilmiş bitkisel materyalden etanol ile ekstrakte edilir.

1.3.2.3.(3). Zamklar ve Müsilajlar

Bileşim bakımından zamklar ve müsilajlar, hemiselüloz ve pektinlere benzemek üzere, şekerlerle üronik asitlerin kondesasyon ürünüdürler. Zamklar bitkilerde patolojik şartlarda ya da yaralanma suretiyle ya da bazen de mantar ve bakterilerin zarar vermesinden ötürü kabuklardan salgılanırlar. Müsilajlar ise bazı bitki dokularının normal maddesidir. Genellikle kaygan maddelerdir. Zamklar suda koloidal olarak çözünürler. Asitler ile uzun süre hidroliz edildiklerinde heksozlar, pentozlar ve üronik asitlere bölünürler. Zamklar, bileşimlerine katılan üronik asitlerden dolayı genellikle asidiktirler.

Müsilajla, yarı katı halde dağılmış faz olarak (kolloidal) hücre içinde bulunurlar. Müsilaj partikülleri suyu kolaylıkla adsorbe ederek şişerler ve bu suret ile bitkinin hidratasyon kapasitesini yükseltirler. (Keten tohumunda bulunan müsilajların bileşimi; glukoz, galaktoz, arabinoz ve xyloz gibi şekerlerle galaktoglukronik asit v.b. dir.).

1.3.2.3.(4). Saponinler

Bunlar bitkilerde oldukça yaygın bulunan bir sınıf glikozitlerdir. Sudaki kolloidal çözeltileri sabun gibi köpürme özelliğine sahiptir. Bu heterosidler özellikle köklerde, tohumlarda ve yapraklarda bulunurlar. Anadoluda en çok tespi tohumunda bulunduğu bilinmektedir.

1.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, doğada bol bulunan etkin maddelerinin molekül yapıları gereği inhibitör olmaları muhtemel adaçayı ve meyan kökü bitki ekstraktlarının civa çeliğinin 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içindeki korozyon davranışı üzerine etkileri atmosfere açık bir şekilde pH a bağlı olarak araştırılmıştır. Deneylerden elde edilecek polarizasyon direnci değerlerinden bitkilerin yüzde inhibitör etkinlikleri (%IE) belirlenmiştir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

M. ERBİL, (1984) tarafından saf demirin çözünme karakteristiklerinin inhibitör derişimi ve pH a bağılı olarak değışimleri izlenerek hekzan (1,6)-difosfonik asit (HDFa), propan (1,3)-difosfonik asit (PDFa) ve benzen (1,4)-difosfonik asit (BDFa) in inhibitör etkinlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla yukarıda sözü edilen maddeleri ayrı ayrı içeren 0,5M Na₂SO₄ çözeltileri içinde, hidrojen atmosferinde, potansiyokinetik yöntemle akım potansiyel eğrileri elde edilmiş ve bu eğrilerin kıyaslanmasından hepsinin yüzey aktif inhibitör etkisine sahip oldukları saptanmıştır.

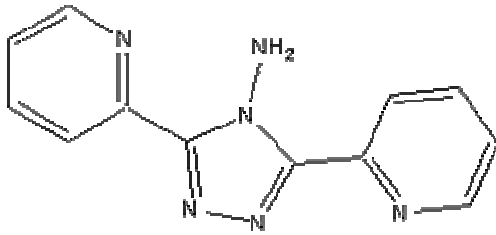
M. ERBİL (1984) Benzen (1,4)-bifosfonik asit (BBFA) in 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içerisinde demirin korozyonu üzerine inhibitör etkisini, akım potansiyel eğrileri yöntemi kullanılarak araştırmıştır. Deneylede döner disk elektrot sisteminden yararlanılmış, H₂ ve O₂ atmosferlerinde çalışılmıştır. Elde edilen akım potansiyel eğrileri ve kinetik sonuçların karşılaştırılması sonucunda, BBFA nın hidrojen atmosferi altında ve 4<pH<5 aralığında, zayıf bir yüzey aktif inhibitör olduğu gösterilmiştir.

M. Erbil (1987) tarafından korozyon hızı ölçme yöntemlerinden biri olan alternatif akım impedansı yönteminin teorik temelleri gözden geçirilerek deneysel sapmalar tartışılmıştır. Metal/çözelti ara yüzeyinde oluşan elektrokimyasal çift tabakanın difüz bölgesi ile ilgili olarak yapılacak düzeltmelerin, belirlenen korozyon hızının daha doğru olmasını sağlayacağı ileri sürülmüş ve gerçek korozyon hızının hesaplanmasında kullanılabilecek olan yük transfer direncinin a.c. impedansı yöntemiyle elde edilen kompleks diyagramdan yararlanılarak hesaplanmasını sağlayacak yeni bir formül önerilmiştir. İnhibitör etkisi olan maddelerin, yüzey yapısına ve buna bağılı olarak kompleks diyagramın şekli üzerine nasıl etkidiğine kısaca değinilmiştir. İmpedans ölçümleri sonucunda elde edilecek kompleks diyagramların yarım daireye değil yarım elipse benzemesi gerektiği ileri sürülmüştür.

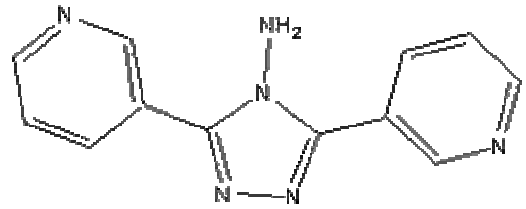
M. Metikos-Hukovic, R.Babic, (1996) Bu çalışmada impedans tekniğı kullanılarak ARMCO demirinin 0,5M H₂SO₄ çözeltisi içindeki korozif davranışları üzerine, tiyoüenin inhibitör etkisi araştırılmıştır. İnhibitör etkinliğinin kritik bir değere kadar (1mM) konsantrasyonun artmasıyla doğru orantılı olarak arttığı bu

değerden sonra azalmaya başladığı belirlenmiştir. Tiyüenin demir yüzeyine sülfür atomu üzerinden adsorplandığı ve bir karma inhibitör gibi davranarak hem demirin çözünmesini hem de katodik hidrojen çıkışını yavaşlattığı belirlenmiştir. Adsorpsiyon serbest entalpi değişimi $\Delta G = -39\text{kJ/mol}$ olarak hesaplanmıştır. Tiyüenin asidik ortamlarda aşağıda verilen reaksiyon gereği iki ayrı biçimde bulunabileceği belirtilmiştir; $(\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{S} + \text{H}_3\text{O}^+ \leftrightarrow (\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{S}^+\text{H} + \text{H}_2\text{O}$, 0,5M H_2SO_4 içinde tiyüenin yalnızca %5 protonlanır. Elde edilen impedans verilerinden kritik konsantrasyona ulaşıncaya kadar eklenen tiyüenin metal yüzeyindeki polarizasyon direncini arttırdığı ve Frumkin adsorpsiyon izoterminde uygun olarak hesaplandığı belirlenmiştir.

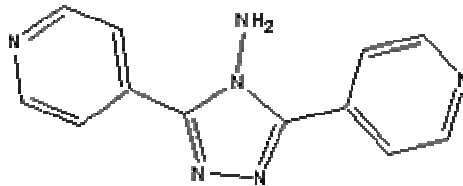
B.Mernari ve ark.; (1998) Adı, 3,5-bis(n-piridil)-4-amino-1,2,4-triazol (n-PAT), olan yeni bir sınıf korozyon inhibitörü sentezlenmiş ve 1M HCl içinde yumuşak çeliğin korozyonuna inhibisyon etkisi, korozyon kütle kaybı testleri ve elektrokimyasal impedans spektroskopisi gibi çeşitli korozyon izleme teknikleriyle araştırmışlardır. Elektrokimyasal çalışma, bu bileşiklerin anodik inhibitör olduklarını göstermiştir.n-PAT in çelik yüzeyine adsorpsiyonunun Langmuir adsorpsiyon izoterminde uyduğu bulunmuştur.



2-PAT



3-PAT

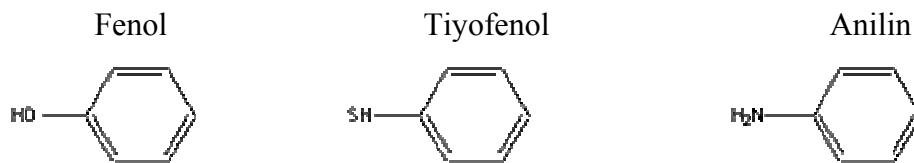


4-PAT

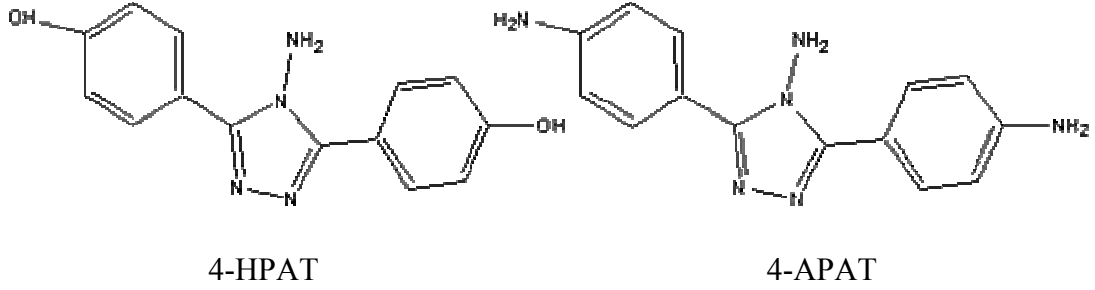
M.Alodan ve W.Smyrl, (1998) Tiyoüenin (TU) bakırın korozyonu üzerine etkisi H_2SO_4 çözeltisi içinde araştırmışlardır. TU nin düşük konsantrasyonlarında zayıf etkileşim olmuştur. TU nin yüksek konsantrasyonlarında ($>1mM$), kuvvetli etkileşimler gözlenmiştir. Bakır elektrodun açık devre potansiyelini negatif yöne kaydıran ve sülfatlı ortamda bile Cu nin Cu^{+1} yükseltgenmesine neden olan çözeltide TU nin Cu^{+1} iyonları ile kompleks oluşturduğu daha pozitif potansiyellerde TU nin Cu^{+2} iyonları ile reaksiyona girerek kompleks oluşturduğu belirlenmiştir. Yeterli Cu^{+2} -TU kompleksi konsantrasyonunda sülfat kompleks filmi oluştuğu da gözlenmiştir.

H.-B. Xu ve ark., (1998) tarafından tiyoüenin (TU) demirin korozyon davranışı üzerine inhibitör etkisi $0,5mol/L H_2SO_4$ çözeltisi içinde SERS spektra ve elektrokimyasal ölçümler yardımıyla araştırılmıştır. TU demirin katodik ve anodik reaksiyonlarını önlemiştir. İnhibitör etkisi konsantrasyon ile artmakta, $1,25mol/L$ civarında maksimuma ulaşmakta ve sonra azalmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda TU demirin anodik reaksiyonunu aktif bölgelerde adsorplanarak önlemektedir, yüksek konsantrasyonlarda TU demirin anodik reaksiyonuna katılmakta ve adsorpsiyonu Langmuir adsorpsiyon izotermine uymaktadır. İlgili kinetik parametre $ba = 118mV$ tur. Düşük konsantrasyonlarda TU çoğunlukla demir yüzeyine paralel adsorplanmaktadır. Bununla birlikte konsantrasyonu artarken yüzeye dik olma eğilimi göstermektedir.

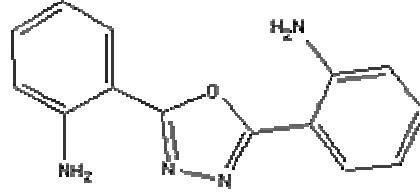
M.Bouayed ve ark., (1999) Metalik demir yüzeyleri üzerinde organik moleküllerin korozyon inhibisyonu hem deneysel hem de teorik olarak incelenmiştir. Tiyofenol, fenol ve anilin inhibisyon etkinliği gravimetrik ve elektrokimyasal deneylerle kıyaslanmıştır. EH-MO (Extended Hückel-Molecular Orbital) ve EH-sıkı bağlanma (Extended Hückel tight-binding) hesaplamalarıyla, metal yüzeyine adsorplanan protonların varlığında ve yokluğunda metal ile inhibitör arasındaki etkileşimin gücünü kıyaslanmanın ve farklı etkinliklerin nedenini açıklamanın mümkün olduğu gösterilmiştir.



F.Bentiss ve ark., (1999) İsimleri 3,5-bis(n-hidroksifenil)-4-amino-1,2,4-triazol (n-HPAT) ve 3,5-bis(n-aminofenil)-4-amino-1,2,4-triazol (n-APAT) olan yeni bir sınıf korozyon inhibitörleri sentezlenmiştir. 1M HCl asit içinde yumuşak çeliğin korozyonuna aminotriazollerin etkisi kütle kaybı ve elektrokimyasal impedans spektroskopisi yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu bileşiklerin çok iyi anodik inhibitör olduklarını göstermiştir. Aminotriazollerin yumuşak çelik yüzeyine adsorpsiyonlarının, Langmuir adsorpsiyon izoterminde uyduğu belirlenmiştir.



F.Bentis ve ark., (1999) Bir molar hidroklorik asit (HCl) içinde yumuşak çeliğin korozyonuna organik inhibitörlerin yeni bir sınıfının (2,5-bis(2-aminofenil)-1,3,4-oksadiazol [2-APOX]) inhibisyon etkisi araştırılmıştır. İnhibitör sentezlenmiş ve korozyon inhibisyonu etkisi kütle kaybı ve çeşitli elektrokimyasal tekniklerle araştırılmıştır. Potansiyodinamik polarizasyon çalışmaları 2-APOX un karma bir inhibitör olduğunu göstermiştir. İmpedans parametrelerindeki (yük transfer direnci[R_t] ve çift tabaka kapasitesi[Cd] değişmeler metal yüzeyinde artan maruz kalma zamanıyla büyüyen koruyucu bir filmin oluşumunu sağlayan 2-APOX un adsorpsiyonunu göstermiştir.2-APOX un yumuşak çelik yüzeyine adsorpsiyonunun, Langmuir adsorpsiyon izoterminde uyduğu belirlenmiştir.1M HCl içinde yumuşak çeliğin korozyon davranışı üzerine sıcaklığın etkisi 80mg/L 2-APOX un eklenmesiyle 25-60°C sıcaklık aralığında çalışılmıştır. İlgili aktivasyon korozyon ve serbest adsorpsiyon enerjileri belirlenmiştir.

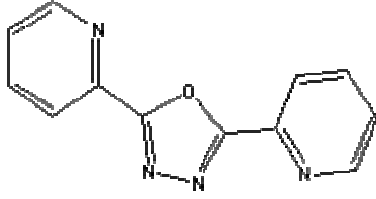


2-APOX

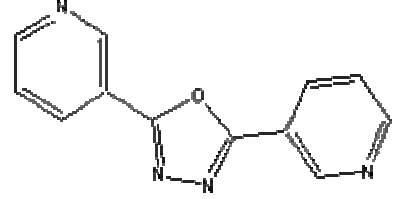
Lin J.-C. Ve ark., (1999) NaCl çözeltisi ve deniz suyu içinde katodik kontrol altında TU ve Al^{+3} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi katyonlar kullanılarak çeliğin korozyonunun önlenmesi araştırılmıştır. %3,5 NaCl çözeltisi içinde $-1,100V$ dan daha az elektronegatif katodik potansiyel altında çeliğin korunması genellikle tamamlanmamıştır. Bununla birlikte, çözeltiliye 50ppm Al^{+3} iyonu ya da 75ppm TU ekleyerek koruma hemen hemen %50 oranında arttırılabilmektedir ve bunların birlikte kullanımlarıyla bu oran neredeyse %90 olmaktadır. Aynı zamanda inhibitörler ve katodik korumanın çeliği korumak için nasıl birlikte kullanılabileceği araştırılmıştır. Ayrıca çözeltinin pH sı takip edilmiş, grafit/çelik çifti arasındaki sıfır direnç akımı ölçülmüş, katot reaksiyon ürünleri analiz edilmiştir. Çeliğin korunması üzerine inhibitörler ve katodik kontrolün birlikte etkilerini açıklamak için bir mekanizma önerilmiştir.

F.Bentiss ve ark., (2000) 1M HCl ve 0,5M H_2SO_4 içinde yumuşak çeliğin korozyonuna, adları 2,5-bis(n-piridil)-1,3,4-oksadiazol (n-POX) olan yeni korozyon inhibitörlerinin etkisi kütle kaybı ölçümleri ile polarizasyon eğrileri ve elektrokimyasal impedans spektroskopisi gibi teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu bileşiklerin çok iyi inhibitör olduklarını ve 1M HCl içinde 0,5M H_2SO_4 tekinden daha etkin olduklarını göstermiştir. Potansiyodinamik ölçümler n-POX un 1M HCl içinde karma, 0,5M H_2SO_4 içinde ise katodik inhibitör olduğunu göstermiştir. n-POX katodik reaksiyon üzerini hidrojen oluşum reaksiyonunun mekanizmasını değiştirmeden etkimiştir. n-POX un yumuşak çeliğin korozyonu üzerine inhibisyon etkisinin piridil süstitüentler üzerindeki azot atomlarının pozisyonlarına bağlı olduğu belirlenmiştir. Asidik çözeltilerde yumuşak çeliğin korozyon inhibisyonu mekanizmasını belirlemek için yüzey analizleri de

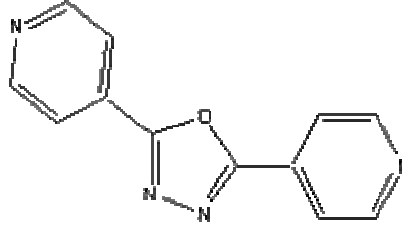
yapılmıştır. Her iki asidik ortamda da n-POX un yumuşak çelik yüzeyine adsorpsiyonunun Langmuir adsorpsiyon izotermine uyduğu belirlenmiştir.



2-POX

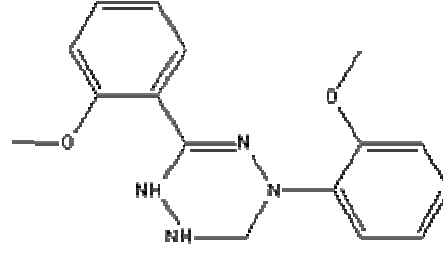


3-POX



4-POX

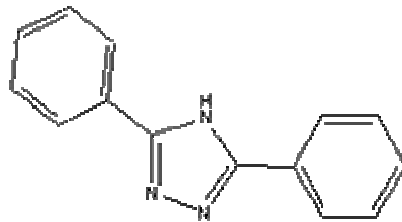
L.Elkadi ve ark., (2000) Asidik ortamda yumuşak çeliğin korozyonu üzerine 3,6-bis-(2-metoksifenil)-1,2-dihidro-1,2,4,5-tetrazin (2-MDHT) nin inhibisyon etkisi etkisi kütle kaybı ve çeşitli elektrokimyasal tekniklerle araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu organik bileşiğin çok iyi bir inhibitör olduğunu göstermiştir. 2-MDHT, çelik korozyonunu 1M HCl içinde 0,5M H₂SO₄ tekinden çok daha etkili olarak azalmıştır. Potansiyodinamik polarizasyon çalışmaları 2-MDHT nin 1M HCl içinde karma ve 0,5M H₂SO₄ içinde katodik inhibitör olduğunu göstermiştir. 2-MDHT hidrojen çıkış reaksiyonunun mekanizmasını değiştirmeden katodik reaksiyon üzerine etkimiştir. Asidik ortamda korozyon inhibisyonu mekanizmasını belirlemek için yüzey analizleri de yapılmıştır. Her iki asit içinde yumuşak çelik yüzeyine bu inhibitörün adsorpsiyonunun Langmuir adsorpsiyon izotermine uyduğu belirlenmiştir. 1M HCl içinde yumuşak çeliğin korozyon davranışı üzerine sıcaklığın etkisi 100mg/L 2-MDHT nin eklenmesi ile 25-60 °C sıcaklık aralığında araştırılmıştır. İlgili aktivasyon korozyon ve serbest adsorpsiyon enerjileri hesaplanmıştır.



2-MDHT

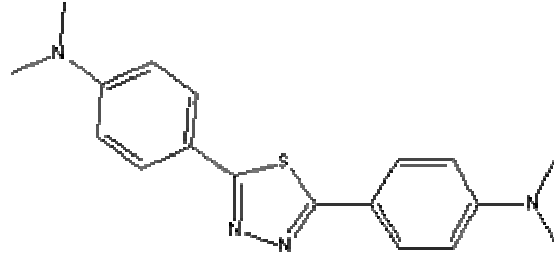
İ.Dehri ve M.Erbil, (2000) Yüzeyi polyester ile kaplı galvanize çeliğin atmosferik korozyonu üzerine bağıl nemin etkisi elektrokimyasal impedans tekniği kullanılarak araştırılmıştır. Ölçümler hızlandırılmış atmosferik korozyon test düzeneği ile gerçekleştirilmiştir. Nyquist diyagramları Erbil tarafından geliştirilen yarım elips modeli ve Boukamp tarafından geliştirilen Equivcrt programı kullanılarak simüle edilmiştir. Organik kaplamalı yüzeyin kaplama direncinin ve metalin korozyon hızının bağıl neme bağlı değiştiği belirlenmiştir.

F.Bentiss ve ark., (2000) 30 °C da yumuşak çeliğin korozyonuna 3,5-difenil-4H-1,2,4-triazolun (DHT) inhibitör etkisi, elektrokimyasal teknikler ve kütle kaybı ölçümleri kullanılarak araştırılmıştır. Polarizasyon eğrilerinden, bu organik bileşiğin karma bir inhibitör olduğu ve %98 e varan inhibitör etkinliği gösterebildiği belirlenmiştir. Farklı yöntemlerle belirlenen inhibisyon etkinliklerinin uyum içinde olduğu görülmüştür. Dht moleküllerini içeren 1M HCl çözeltisi içinde, yumuşak çelik yüzeyinin X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) spektrumlarından bu moleküllerin yüzeye adsorpsiyonları belirlenmiştir. DHT nin yumuşak çelik yüzeyine adsorpsiyonunun Langmuir izotermine uyduğu belirlenmiştir.



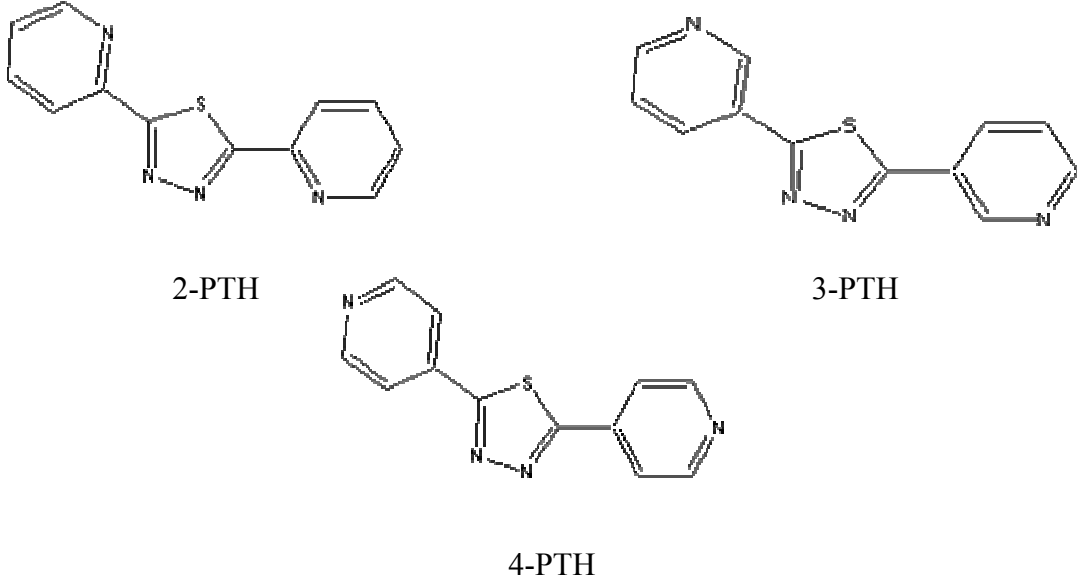
DHT

F.Bentiss ve ark., (2001) Adı 2,5-bis(4-dimetilaminofenil)-1,3,4-tiyadiazol (DAPT) olan yeni bir sınıf korozyon inhibitörlerinin bir örneği sentezlenmiş ve 30 °C da 1M HCl ve 0,5M H₂SO₄ içinde yumuşak çeliğin korozyonu üzerine inhibitör etkisi çeşitli korozyon izleme teknikleriyle araştırılmıştır. Sabit asit derişiminde, inhibitör etkinliğinin DAPT derişimi ile arttığı ve DAPT ın 0,5M H₂SO₄ içinde 1M HCl tekinden daha etkin olduğu bulunmuştur. Potansiyostatik polarizasyon çalışmalarından DAPT ın karma bir inhibitör olduğu belirlenmiştir. DAPT ilavesiyle 1M HCl içinde yumuşak çeliğin korozyon davranışı üzerine sıcaklığın etkisi, 25-60 °C sıcaklık aralığında çalışılmıştır. 30 °C DAPT ın yumuşak çelik yüzeyine adsorpsiyonu Langmuir izotermine uyduğu bulunmuştur. DAPT ın varlığında adsorpsiyon serbest enerjisinin negatif bulunmasıyla, çelik yüzeyine tiyadiazol moleküllerinin kemisorpsiyonu önerilmiştir.



DAPT

M.El Azhar ve ark., (2001) 1M HCl ve 0,5M H₂SO₄ içinde yumuşak çeliğin korozyonuna 2,5-bis(n-piridil)-1,3,4-tiyadiazol (n-PTH) nin inhibitör etkisi, kütle kaybı ve elektrokimyasal impedans spektroskopisi kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar bu bileşiklerin karma inhibitörler olduklarını ve 1M HCl içinde H₂SO₄ tekinden daha etkili olduklarını göstermiştir. Her iki asidik ortamda da yumuşak çelik yüzeyine n-PTH in adsorpsiyonunun Langmuir izotermine uyduğu belirlenmiştir.

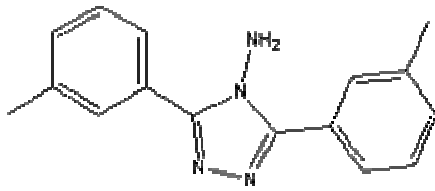


A.Y.El-Etre, (2001) 5M HCl çözeltisi içinde alüminyum korozyonuna vanilinin inhibisyon etkisi hidrojen atmosferinde kütle kaybı ve potansiyodinamik polarizasyon teknikleri kullanılarak farklı sıcaklıklarda ölçülmüştür. Vanilinin 5MHCl çözeltisi içinde alüminyumun korozyonu için iyi bir inhibitör olarak davrandığı bulunmuştur. Vanilin konsantrasyonu arttıkça inhibisyon etkinliğinin arttığı gözlenmiştir. Vanilinin inhibisyon aktifliği moleküllerin elektrod yüzeyine adsorpsiyonu tartışmalıdır. Alüminyum yüzeyine vanilinin adsorpsiyonu izotermi takip edilerek hesaplanmıştır.

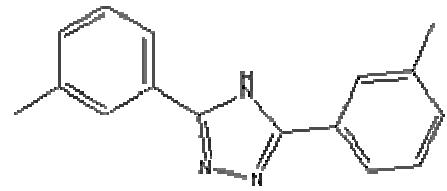
M.M.Osman,R.A.El-Ghazawy ve ark., (2001) Maleik anhidrit-oleik asitten suda çözünebilen MO nun trietanol amonyum tuzu(TEASMO), MO nun trietanol amin esteri(TEAEMO) ve polioksialkil MO(POAMO-23) bileşikleri sentezlenerek infrared absorpsiyon spektroskopisi(FTIR) ve nükleer magnetik rezonans spektroskopisi(NMR) ile kimyasal yapıları tespit edilmiştir. Bu bileşikler için 1M H₂SO₄ içinde yumuşak çelik üzerindeki inhibisyon etkinliği potansiyodinamik polarizasyon tekniği ile ölçülmüştür. Veriler, TEASMO nun minimum inhibisyon etkinliği (%65), maksimum inhibisyon etkinliğini POAMO-23 (%95) gösterdiğini doğrulamıştır. Bileşiklerin etkinlik sırası; POAMO-23>TEAEMO>TEASMO şeklinde bulunmuştur. Sonuçlar bu inhibitörlerin karma inhibitör olarak etkidiklerini doğrulamış ve korozyon oranını azaltığını göstermiştir.

A.E.Stoyanova ve S:D:Peyerimhoff, (2002) Asidik ortamlarda çelik için organik bileşiklerin korozyon inhibisyon etkisini moleküler karakteristiklerine bağlamak için, tiyoüre ve dokuz türevi, kükürt içeren başka iki organik bileşik ile üre ve iki türevi için SCF hesaplamaları yapılmıştır. Bütün bileşiklerin yapıları optimize edilmiş ve iyonlaşma potansiyelleri, dipol momentleri ve elektron yoğunluğu dağılımları hesaplanmıştır. İnhibisyon etkisi için en etkili moleküler parametrenin iyonlaşma potansiyeli olduğu ve korozyon inhibisyonundaki artış ile iyonlaşma potansiyelindeki azalış arasında açık bir ilişkinin varlığı görülmüştür.

B.El Mehdi ve ark., (2002) 3,5-di(m-tolil)-4-amino-1,2,4-triazol (m-DTAT) ve 3,5-di(m-tolil)-4H-1,2,4-triazol (m-DTHT) tarafından 1M HCl içinde yumuşak çeliğin korozyon inhibisyonu, 30 °C da elektrokimyasal teknikler ve kütle kaybı ölçümleri kullanılarak incelenmiştir. Polarizasyon eğrileri, m-DTAT nin karma, m-DTHT nin ise katodik inhibitör olduklarını göstermiştir. M-DTAT için %95 ve m-DTHT için %91 e varan inhibitör etkinlikleri gösterebildikleri belirlenmiştir. Yumuşak çeliğin yüzeyine bu inhibitörlerin adsorpsiyonunun Langmuir adsorpsiyon izotermine uyduğu bulunmuştur. 30-60 °C sıcaklık aralığında, $4 \cdot 10^{-4}$ M m-DTAT ve m-DTHT nin eklenmesi yle korozyon davranışı üzerine sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. İlgili aktivasyon korozyon ve serbest adsorpsiyon enerjileri hesaplanmıştır. Triazol türevlerinin kıyaslanması, aminotriazolün inhibisyon etkinliğinin 4H-triazolünkinden daha büyük olduğunu göstermiştir.



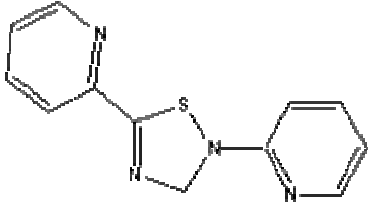
m-DTAT



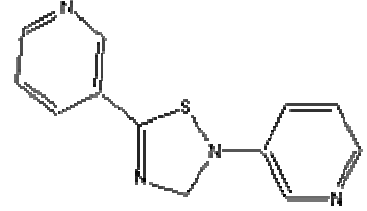
m-DTHT

M.El Azhar ve ark., (2002) Perklorik asit (1M HClO₄) çözeltilerinde yumuşak çeliğin korozyonuna 2,5-bis(n-piridil)-1,3,4-tiyadiazol (n-PTH) izomerlerinin etkisi kütle kaybı, elektrokimyasal impedans spektroskopisi ve potansiyodinamik polarizasyon direnci yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır.

İnhibisyon etkinliğinin, tiyadiazolün yapısına bağlı olduğu ve 3-PTH nin 2-PTH den daha iyi bir inhibitör olduğu belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonlarda 2-PTH nin yumuşak çeliğin korozyonunu hızlandırdığı gözlenmiştir. Polarizasyon eğrilerinden 3-PTH nin anodik 2-PTH nin ise katodik bir inhibitör olduğu görülmüştür. Asidik çözeltide yumuşak çeliğin korozyonunun 3-PTH tarafından inhibisyonu ve 2-PTH tarafından hızlandırılması mekanizmaları aydınlatılmak için X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) kullanılmıştır. 1 M HClO₄ içinde yumuşak çelik yüzeyine 3-PTH nin adsorpsiyonunun Langmuir izotermine uyduğu belirlenmiştir.

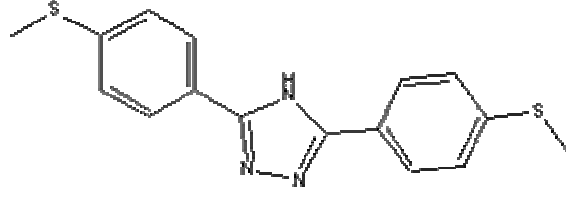


2-PTH



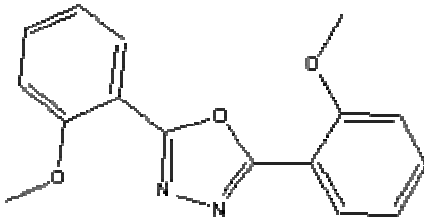
3-PTH

M.Lagrenée ve ark., (2002) Adı 3,5-bis(4-metiltiyofenil)-4H-1,2,4-triazol (4-MTHT) olan yeni bir triazol türevinin etkinliği, 1M hidroklorik asit (1M HCl) ve 0,5M sülfürik asit (0,5M H₂SO₄) içinde yumuşak çeliğin korozyon inhibisyonu için araştırılmıştır. Korozyon inhibisyonu, elektrokimyasal yöntemler ve kütle kaybı ölçümleri kullanılarak çalışılmıştır. Bu çalışmalar, 4-MTHT nin çok iyi bir inhibitör olduğunu göstermiştir. 4-MTHT nin 1M HCl içinde 0,5M H₂SO₄ tekinden daha etkili bir inhibitör olduğu ve sırasıyla 1M HCl ve 0,5M H₂SO₄ içiçinde %99 ve %80 e varan inhibitör etkinlikleri gösterebildikleri belirlenmiştir. Aktivasyon enerjileri (E_a), 4-MTHT nin varlığında ve yokluğunda korozyon akımının sıcaklıkla ilişkisi incelenerek belirlenmiştir. Yumuşak çeliğin sıfır yük potansiyeli ac impedans yöntemiyle çalışılmıştır ve 4-MTHT nin adsorpsiyon mekenizması tartışılmıştır. Her iki asitte de yumuşak çelik yüzeyine 4-MTHT nin adsorpsiyonunun Langmuir izotermine uyduğu belirlenmiştir.

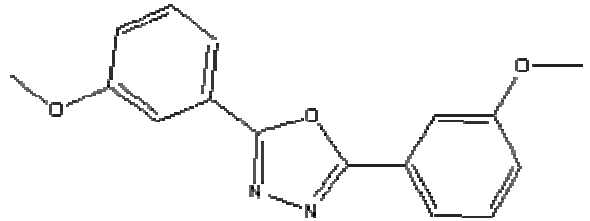


4-MTHT

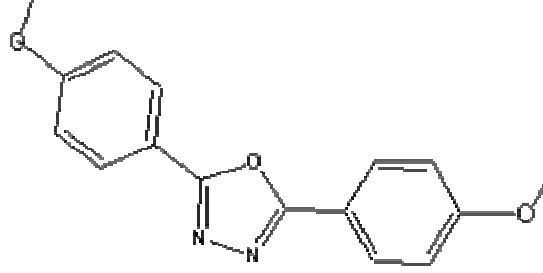
F.Bentiss ve ark., (2002) 1M HCl ve 0,5M H₂SO₄ içinde yumuşak çelik için korozyon inhibitörleri olarak, 2,5-bis(n-metoksifenil)-1,3,4-oksidadiazollerin (n-MOX) etkinlikleri, kütle kaybı ölçümleri ve elektrokimyasal çalışmalarla belirlenmiştir. Sonuçlar bu inhibitörlerin çok düşük derişimlerde bile iyi bir korozyon inhibisyonu gösterdiklerini göstermiştir. Sonuçların, çalışılan oksidadiazollerle elde edilenler arasında, kıyaslanması 2-MOX un en iyi inhibitör olduğunu gösremiştir. 1M HCl asit içinde 0,5M H₂SO₄ tekinden daha etkin olduğu bulunmuştur. 25-60°C sıcaklık aralığıda inhibisyon etkinliğinin sıcaklıkla biraz arttığı gözlenmiş ve ilgili aktivasyon enerjileri hesaplanmıştır. 2-MOX un eklenmesi aktivasyon enerjisini düşürmüştür. Her iki asidik ortamda da yumuşak çelik yüzeyine 2-MOX un adsorpsiyonunun Langmuir adsorpsiyon izotermine uyduğu belirlenmiştir. Hesaplanan kuvantum kimyasal parametrelerle inhibisyon etkinliği arasında, inhibitörlerin yapısıyla inhibisyonun değişmesinin elektronik özelliklerle açıklanabileceğini gösteren anlamlı korelasyonlar elde edilmiştir.



2-MOX



3-MOX



4-MOX

N.Huynh, S.E.Battle ve ark., (2002) Karboksibenzotriazol den (CBTAH) türetilen alkil esterlerin (metil, butil, heksil, oktil) bakırın korozyonuna inhibitör etkisi araştırılmıştır. İnhibitör etkinliği konsantrasyon, zaman ve pH a bağımlı olarak kütle kaybı ve potansiyodinamik tekniklerle ölçülmüştür. pH~0 da oktil ve heksil esterlerin inhibitör etkinliği, benzotriazolden daha yüksektir. pH= 8 in üstüne çıktıkça inihibitör etkinliği herbir ester için azalmaktadır, fakat pratik kullanım için yeterlidir. Butil ve metil esterler için zıt eğilime dikkat edilmiştir. İnhibitör etkinliği, pH arttıkça artmaktadır. Sülfürik asit çözeltisi (pH~0) içindeki inhibitör etkinliği sırası; oktil>heksil>butil>metil, nötrale yakın çözeltide (pH~8) bu sıra tam tersidir. Protonlanmış türlerin (CBTAH₂⁺-R) bir azonitrojenin bakıra kimyasal adsorpsiyonla bağlandığı ve düşük pH larda alkil zincir uzunluğu arttıkça bakır yüzeyinde birbirine yakın alkil zincirleri arasında yönlendirmenin Van der Waals çekim kuvvetleri tarafından tayin edildiği düşünülmüştür. Farklı olarak yüksek pH da bir polimerik kompleks şekillendirilmiş ve sterik engelin daha az koruyucu film yapmak için rol aldığı önerilmiştir. Polarizasyon, EIS ve SERS çalışmaları bu hipotezleri doğrulamaktadır.

SanjaMartinez, LuicaStern, (2002) H₂SO₄ çözeltisi içinde düşük karbon çeliğinin korozyonu mimosa tannin varlığında ve yokluğunda 20 °C den 60°C ye kadar olan sıcaklık aralığında pH=1 ve pH=3 için kütle kaybı yöntemi ile ölçülmüştür. Deneysel veriler Temkin, Frumkin ve Freundlich izotermiler ile karşılaştırılmıştır. Adsorpsiyon işlemi için serbest enerji ve entalpi hesaplamaları, çözünme işlemi için aktivasyon enerjisi, entalpi ve entropi hesaplamaları yapılmıştır. Temel termodinamik fonksiyonları mimosa tannin in inhibitör davranışları hakkında önemli bilgiler toplamak için kullanılmıştır. Adsorpsiyon serbest enerjisinin negatif

değerde olması adsorpsiyonun kendiliğinden gerçekleştiğini göstermektedir. Temkin ve Frumkin izotermi en iyi etkinliğin pH=1 de olduğunu göstermektedir.

M.A.Quarashi ve R.Sardar, (2002) 1-Hidroksifonil(5-merkapt-1-okza-3,4,diazol (HMO), 2-fenil-5-merkapt-1-okza-3,4-diazol(PMO) ve 2-sinamil5-merkapt-1-okza-3,4-diazol(CMO) bileşikleri laboratuvarında sentezlenmiş ve 1N HCl ile 1N H₂SO₄ içerisinde çeliğin korozyonuna inhibisyon etkisi kütle kaybı ve potansiyodinamik polarizasyon teknikleri ile araştırılmıştır. Bu bileşiklerin inhibisyon etkinliği çeşitli konsantrasyon, sıcaklık ve bekletme süreleri için bulunmuştur. Her iki asit için çelik yüzeyinde bu bileşiklerin adsorpsiyonunun Temkin adsorpsiyon izotermi ile uyum gösterdiği bulunmuştur. Potansiyodinamik polarizasyon verileri, bileşiklerin her iki asit çözeltisi içerisinde katodik inhibitör olarak davrandığını göstermiştir.

G.Bereket ve ark., (2003) Bazı 2-merkapt pirimidin türevlerinin termodinamik parametreleri yarı-ampirik kuvantum kimyasal hesaplama yöntemleriyle belirlenmiştir. Sulu faz için moleküllerin tam geometri optimizasyonları yapılmış ve deneysel verilerle herhangi olası korelasyonlar araştırılmıştır. Hem tautomerizm hem de korozyon prosesi için gözlenen korelasyonların güven sınırları tatmin edici bulunmuştur.

C.Öğretir ve ark., (2003) Yarı-ampirik yöntemler kullanılarak, yüksek sıcaklıkta gaz fazında metalik Zn ile bazı imidazolin türevlerinin etkileşim mekanizması araştırılmış ve elde edilen veriler, literatürde Fe için elde edilmiş hesaplama sonuçları ile deneysel sonuçlar arasındaki olası bir korelasyonu ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Metalik Zn ile protonlanmış imidazolin molekülleri arasındaki etkileşimin, asidik ortamlarda (0-1N HCl) negatif yüklü Cl⁻ iyonları tarafından kaplanan Zn yüzeyi arasında elektrostatik etkileşim yoluyla fiziksel adsorpsiyon şeklinde gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Ancak, koordine kovalent bağ oluşturarak kimyasal adsorpsiyonun da iki olası yolla yer alabileceği belirtilmiştir.

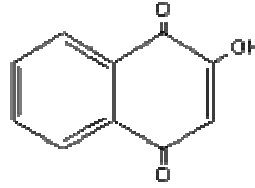
LibingTang, Guannan Mu ve ark., (2003) 1M HCl içinde çeliğin korozyonu üzerine neutral red in inhibisyon etkisi kütle kaybı ve potansiyodinamik polarizasyon metodları kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar, neutral red in inhibitör

etkinliği olduğunu doğrulamaktadır. Potansiyodinamik polarizasyon çalışmaları neutral red in 1M HCl içinde çelik için karma inhibitör olarak etkidiğini göstermektedir. İnhibitör etkinliğinin sıcaklık düştükçe arttığı gözlenmiştir. Düşük konsantrasyonlarda bile (10mg/L) neutral red 1M HCl içinde çeliğe %45 koruma sağladığı ve 150mg/L konsantrasyonunda %90 koruma sağladığı gözlenmiştir. En uygun inhibitör konsantrasyonu 1M HCl içinde 150mg/L dir. Çelik yüzeyine neutral red in adsorpsiyonu entropi azalışının eşlik ettiği ekzotermik bir işlemdir. Adsorpsiyon işlemi hem fiziksel hem de kimyasal adsorpsiyon şeklinde meydana gelebilmektedir.

A.Y.El-Etre, (2003) Dikenli armutun (Opuntia ekstrakt) modifiye gövdesinden elde edilen müsilaj ekstraktının asitli ortamda alüminyum korozyonuna inhibisyon etkinliği hidrojen atmosferi altında kütle kaybı ve potansiyodinamik teknikler kullanılarak test edilmiştir. 2M HCl içerisinde alüminyum korozyonunda iyi bir inhibitör olarak rol aldığı belirlenmiştir. Ekstraktın Al yüzeyine adsorpsiyonunun kendiliğinden oluştuğu bulunmuştur. İnhibitör etkinliği ekstrakt konsantrasyonu arttıkça artmaktadır. İnhibitör etkinliğine sıcaklığın etkisi araştırılmış ve sıcaklığın artması ile ekstraktın inhibitör etkinliğinin azaldığı gözlenmiştir. Fiziksel adsorpsiyon gerçekleşmiş olabilir. Ekstrakt varlığında korozyon reaksiyonunun aktivasyon enerjisi artmaktadır. Ayrıca adsorpsiyon reaksiyonunun termodinamik parametreleri hesaplanmıştır. Opuntia ekstraktının klorür iyonu içeren çözeltilerde çukurcuk korozyonuna karşı iyi bir koruma sağladığı bulunmuştur.

G.Davis, J.Fraunhofer, (2003) Tütün bitkisi ekstrelerinin %10 H₂SO₄ ve %4 HCl çözeltileri içinde çelik ve alüminyum malzeme yüzeyinde inhibitör etkinliği araştırılmıştır. Çalışmalar tütün ekstrelerinin oldukça etkili inhibitörler olduklarını göstermiştir. Ekstrelerin biyolojik olarak parçalanabilme özellikleri vardır. Ayrıca sağlık ve güvenlik açısından da minimum tehlike yarattıkları açıklanmıştır. Bu maddelerin, toksik korozyon inhibitörleri karşısında düşük maliyetli alternatif oluşturduğu düşünülmektedir.

A. Y. El-Etre ve ark., (2005) tarafından kına bitkisinden (Lawsonia) elde edilen sulu ekstraktın C-çeliğinin, nikel (Ni) in ve çinko (Zn) nun asidik, nötral ve alkali çözeltilerinde polarizasyon ölçme tekniği kullanılarak korozyon inhibitörü olarak test edilmiştir. Tüm test ortamlarında test edilen üç elektrod için iyi bir korozyon inhibitörü olduğu bulunmuştur. Ekstrakt konsantrasyonu arttıkça inhibitör etkinliğinin arttığı belirlenmiştir. Bu etkinlik derecesi metalin doğasına ve ortama bağlıdır. C-çeliği ve nikel için inhibitör etkinliğinin şu sıraya göre arttığı bulunmuştur; alkali<nötral<asit, çinko için bu sıra asit<alkali<nötral dir. Ekstraktın bir karma inhibitör olarak rol aldığı bulunmuştur. Ekstraktın inhibitör etkisi Lawsonia molekülünün metal yüzeyine adsorpsiyonu göz önünde tutularak ele alınmıştır. Adsorpsiyonun tüm testlerde Langmuir adsorpsiyon izotermine uyduğu belirlenmiştir. C-çeliği ve nikel korozyonuna lawson molekülü ile metal katyon arasında oluşan kompleks için inhibisyon mekanizması önerilmiştir.



Lawsone

3.MATERYAL VE METOD

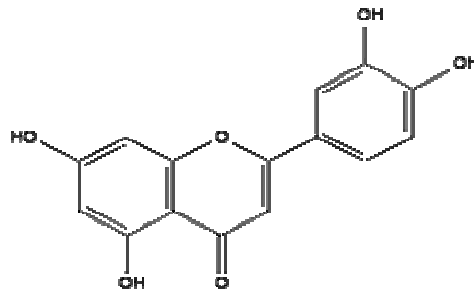
3.1.Materyal

Adaçayı ve meyan kökü bitkilerinin civa çeliğin 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içindeki korozyon davranışı üzerine farklı pH lardaki etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada kullanılan materyaller:

İnhibitör Etkinlikleri Araştırılan Maddelerin Özellikleri: Bu çalışmada meyan kökü ve adaçayı kullanılmıştır (AKSU, 1971, BAYTOP, 1974)

Adaçayı (Folium Salviae) Yaprağı: *Salvia officinalis* L. (labiatae) bitkisinin kurutulmuş yapraklarıdır. Bitki mor çiçekli, 30-50cm yüksekliğinde, çok senelik akdeniz bölgesinde (Yunanistan, Yugoslavya) kurak topraklarda yabancı olarak bulunur. Adaçayı etken maddesi salvion, pinen, borneol, tanen ve sineol dür. Yapraklarında bulunan bileşikler; %2-3 uçucu yağ, %5 rosmarinik asit, tanen bileşikleri, flavonlar (salvigenin, luteolin hispidulin) ile karnasol (=pikrosalvin) gibi diterpenler ve ursolik asit ve benzeri triterpenleri içerir. Uçucu yağ, %60-64 civarında ökaliptol (1,8-sineol), %8,2 kafur ve %5 in altında tuyon türevleri içerir.

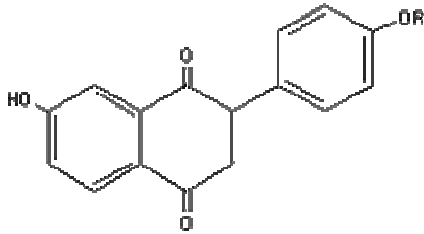
Folium salviae trilobae: Türkiye (bilhassa batı bölgesi), Yunanistan, İtalya ve İspanya'da yetişmekte olan *s.Trilobae* L.(labiatae) türünün kurutulmuş yapraklarıdır. Türkiye'de adaçayı ismi ile kullanılan drog çoğunlukla bu türden elde edilir. Çiçekli ve yapraklı dallar uçucu yağ (%3), triterpenler, flavonlar (salvigenin) v.s. taşır. Adaçayında en çok bulunduğu bilinen Luteolin in molekül şekli aşağıda verilmiştir.



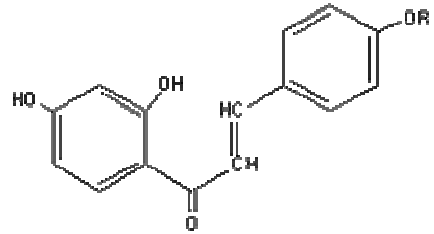
luteolin

Meyan Kökü (Radix (Liquiritae) Glycyrrhizae): Glycyrrhiza glabra L. (Lguminosae) türünün muhtelif varyetelerinin ve kökü tatlı lezzetli olan diğer Glycyrrhiza türlerinin soyulmamış (R. Glycyrrhizae naturalis) veya soyulmuş (r. Glycyrrhizae mundata) kuru kök ve rizomlarıdır.

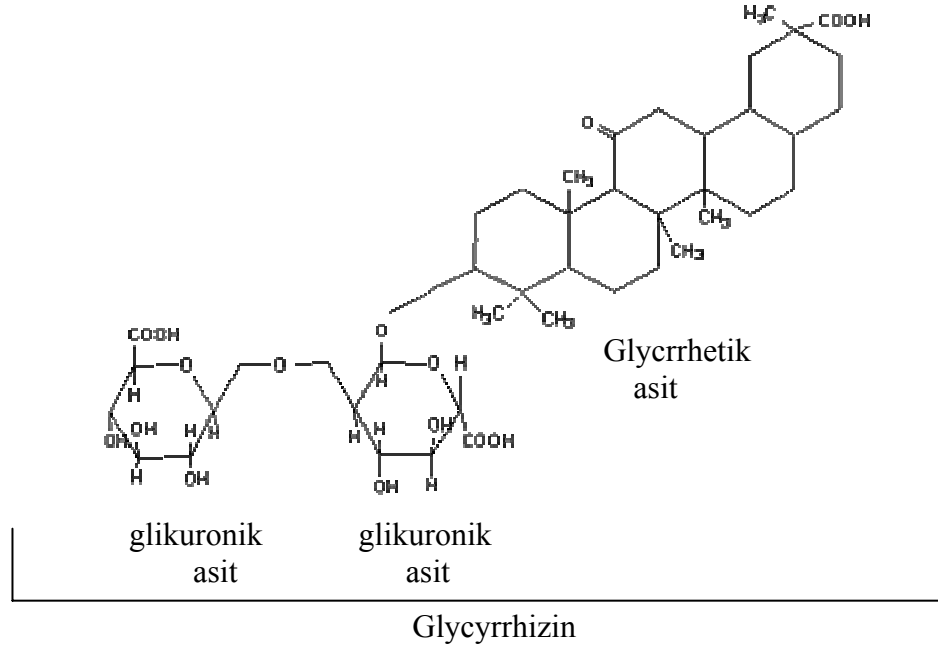
Bitki mavimsi mor veya sarı çiçekli, 1-2m boyunda ve çok seneliktir. Bilhassa nehir ve dere kenarlarındaki kumluklarda yetişir. Glycyrrhizae türleri Akdeniz bölgesi, Rusya, Yakın Doğu memleketleri ve Orta Amerika' ya yayılmıştır. Drog özellikle yabani bitkilerden elde edilir. İçeriği; Nişasta, şeker (glikoz, sakkaroz), zambak, reçine, acı madde, flavon glikozitleri ve glycyrrhizin (glycyrrhizik asit) taşır. Bu madde glikozit yapısında üç değerli bir asittir. Bitkide K ve Ca tuzu halinde bulunur. Hidrolize edilir ise ve şeker olarak da iki molekül glikuronik asit elde edilir. Glycyrrhizin şekerden 50 defa daha tatlı olup köklerdeki miktarı, drogun elde edildiği türe göre %5-13 arasında değişmektedir. Köklerde bulunan flavon glikozitlerinin toplam miktarı %1 civarındadır. Bunlardan en önemlileri liquirozit (beyazımtırak renkli) ve isoliquirozit (sarı renkli) dir.



Liquirozit



İsoliquirozit



Anadoluda yetişen türlerden elde edilen köklerin kimyasal içeriği aşağıda gösterilmiştir:

Çizelge 3.1 Ege bölgesinden elde edilen köklerin içeriği

| Bölge | Su | Kül | Hulasa | Glikoz | Sakaroz | Reçine | Glycyrrhizin |
|----------|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------------|
| Alaşehir | 8,7 | 4,9 | 33,3 | 1,3 | 2,9 | 3,4 | 9,3 |
| Çine | 8,8 | 6,1 | 27,0 | 1,8 | 2,3 | 5,8 | 8,3 |
| Menemen | 7,8 | 5,0 | 37,3 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 10,7 |
| Salihli | 8,0 | 4,9 | 31,6 | 16 | 2,0 | 6,3 | 10,0 |
| Sarayköy | 8,2 | 6,0 | 28,1 | 1,4 | 2,0 | 5,3 | 11,8 |
| Söke | 9,9 | 6,2 | 33,3 | 1,6 | 2,3 | 5,3 | 7,1 |
| Tire | 9,0 | 5,5 | 33,7 | 1,6 | 2,7 | 3,5 | 9,1 |
| Ortalama | 8,6 | 5,5 | 31,9 | 1,5 | 2,3 | 4,7 | 9,5 |

Na_2SO_4 : Analitik saflıkta Merck marka olup inhibitör etkinliği araştırma ortamının hazırlanmasında kullanılmıştır.

H_2SO_4 : Analitik saflıkta Riedel marka olup Na_2SO_4 çözeltisinin pH'ının ayarlanmasında kullanılmıştır..

NaOH : Analitik saflıkta Riedel marka olup Na₂SO₄ çözeltisinin pH ının ayarlanmasında kullanılmıştır.

Çalışma elektrodu : Civa çelik elektrot çalışma elektrodu olarak kullanılmıştır. Bütün ölçümlerde aynı elektrot kullanılmıştır. Çalışma elektrodu olarak kullanılan civa çeliği elektrodun bileşimi kütlece yüzde olarak %15 C, %0,7 Cr, % 0,1 V, %84,2 Fe dir.

Karşı elektrot :1cm² yüzey alanına sahip platin levha elektrot karşı elektrot olarak kullanılmıştır.

Referans elektrot : Potansiyelin kontrolü amacı ile bir Ag/AgCl (doygun, KCl) elektrot olarak kullanılmıştır.

Metal parlatici : Çalışma elektrodunun yüzeyi parlatılmak için kullanılmıştır. Çalışma elektrodunun yüzeyini parlatmak için 800, 1000 ve 1200 gritlik zımpara kağıtları kullanılmıştır.

pH metre : Schoot-Mainz C6811 marka ph metre ile çözelti pH'ı istenilen pH'ya ayarlanmıştır.

Magnetik karıştırıcı : Velp marka magnetik karıştırıcı ile çözelti karıştırılmıştır.

A.C. İmpedans Analizörü : CHI 604 A marka elektrokimyasal analizör. İnhibitör etkinliğinin ve metal korozyonunun belirlenmesi için impedans ölçümlerinde ve akım potansiyel eğrilerinin elde edilmesinde kullanılmıştır.

3.2.Metod

3.2.1.Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalarda alternatif akım impedansı, polarizasyon direnci belirlenmesi ve akım potansiyel eğrilerinin elde edilmesi yöntemleri kullanılmıştır.

Ölçümler üç elektrot tekniği ile oda sıcaklığında pH 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8 için 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde ve 0,5M Na₂SO₄+100ml/L inhibitör içeren ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Çalışma elektrodu olarak 5 cm boyunda silindirik

civa çeliği çubuktan hazırlanan çözelti etkisine bırakılacak alan dışında diğer yüzeyleri polyesterle kaplı civa çeliği elektrodu kullanılmış ve elektriksel iletkenlik bu elektroda tutturulan bakır tel ile sağlanmıştır. Her ölçümden önce çalışma elektrodunun yüzeyi mekanik parlaticıda değişik tanecik boyutlu (800, 1000 ve 1200 grit) zımpara kağıtları kullanılarak parlatılmış ve test hücre sine yerleştirilmeden önce yüzeyi saf su ile temizlenmiştir. Karşı elektrot olarak bir platin levha (1cm² yüzey alanına sahip) ve referans elektrot olarak da Ag/AgCl (doğgun KCl) elektrot kullanılmıştır. Bütün elektrokimyasal ölçümler çalışma elektrodunun atmosfere açık 150ml elektrolit içeren test hücre sinde 30 dakika bekletilmesinden sonra karıştırılarak yapılmıştır.

İnhibitör etkisi araştırılacak bitki ekstraktlarının elde edilmesi için; bitkiler önce ince parçalar haline getirilip etüvde (105 ° C adaçayı için, 70 °C meyan kökü için) 1saat bekletildikten sonra 30 gr tartılmış numunelerden adaçayı 80-90 ° C sabit sıcaklıkta 1L suda 1 saat süreyle, meyan kökü ise oda sıcaklığında 1L suda 17 saat süreyle bekletilmişlerdir. Tüm bitki ekstraktlarının elde edilmesinde aynı işlem uygulanmıştır.

Alternatif Akım İmpedansı Yöntemi : Alternatif akım impedansı tekniği kullanılarak Nyquist diyagramları 10⁵~10⁻² Hz frekans aralığında 10 mV genlik kullanılarak elde edilmiştir. Ölçümler korozyon potansiyelinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Nyquist diyagramlarından ilgili impedans parametreleri belirlenmiştir.

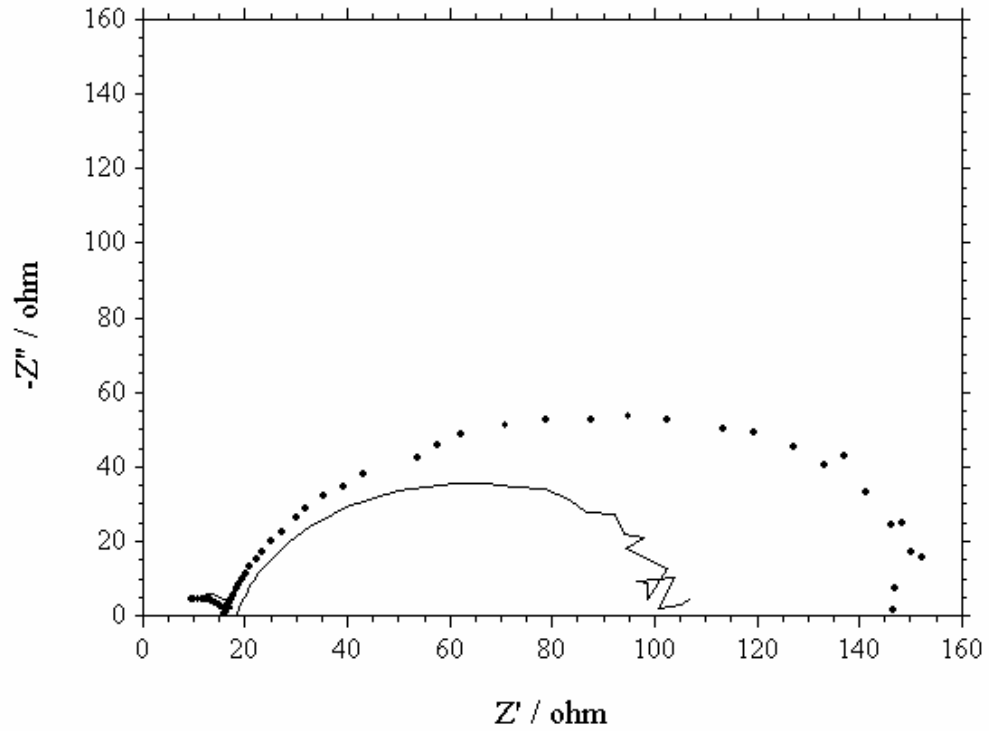
Polarizasyon Direnci Belirlenmesi : Korozyon potansiyelinden 10 mV daha negatif değerden başlayarak, 10mV daha pozitif potansiyele kadar olan aralık 0.001V/s tarama hızı ile taranarak elde edilen akım-potansiyel eğrilerinin eğiminden polarizasyon direnci değerleri hesaplanmıştır.

Akım-Potansiyel Eğrilerinin Elde Edilmesi : Çalışılan ortamlarda korozyon potansiyelinden başlayarak 0,2V potansiyele kadar 0,001V/s tarama hızı ile anodik akım potansiyel eğrileri elde edilmiş ve kendi aralarında kıyaslanmıştır.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

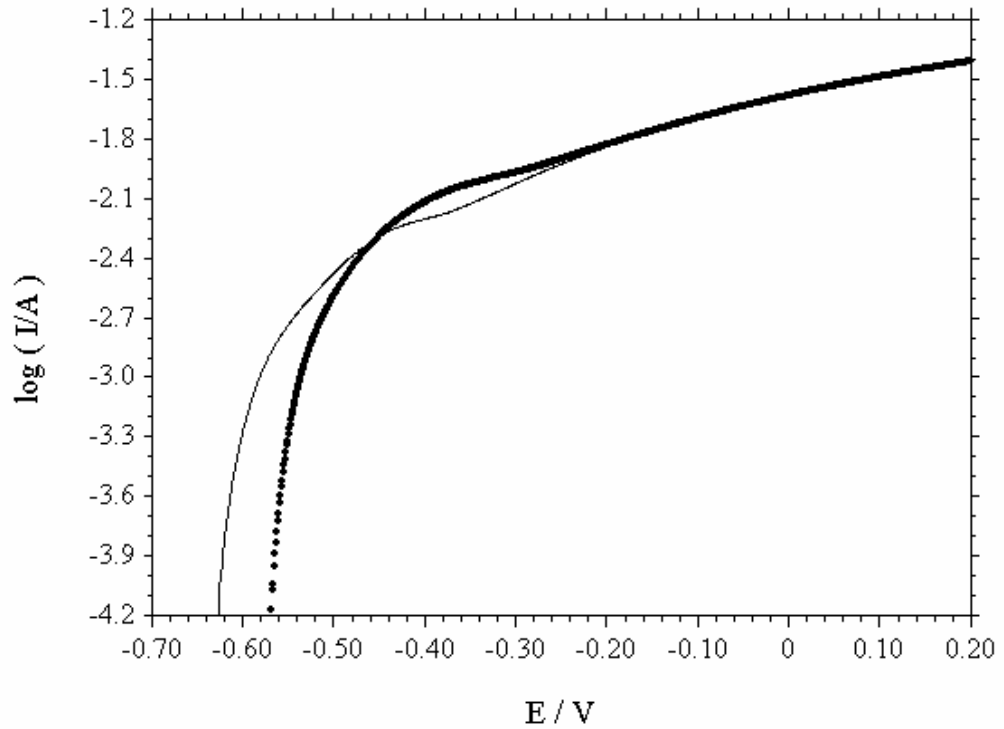
4.1.Bulgular

0,5 M Na_2SO_4 çözeltisi içinde pH=4 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.1.a da verilmiştir. Şekil 4.1.a dan görüldüğü gibi adaçayı ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 88 ohm luk direnç değeri ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile 143 ohm a yükselmiştir.



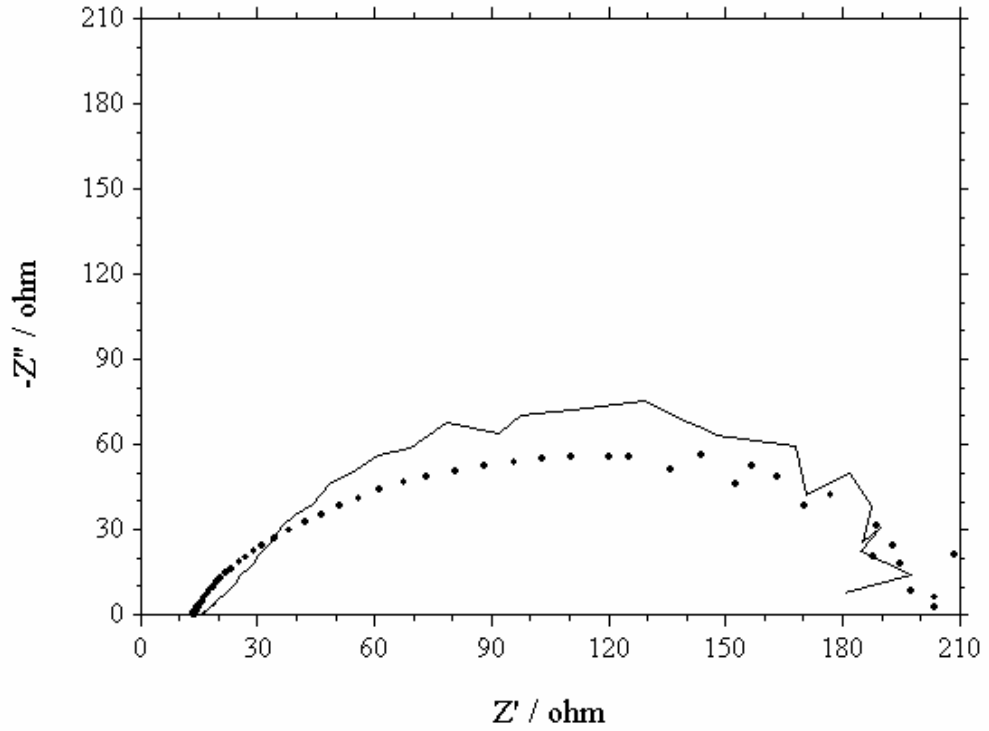
Şekil 4.1.a. pH=4 de 0,5 M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), 0,5 M Na_2SO_4 + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında adaçayı ekstraktı içermeyen ve 100ml/L adaçayı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.1.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,628$ V, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,569$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi akım değerlerini küçük bir potansiyel aralığında anodik bölgede azaltmakla beraber önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $3,16$ mA iken, 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $2,51$ mA dir.



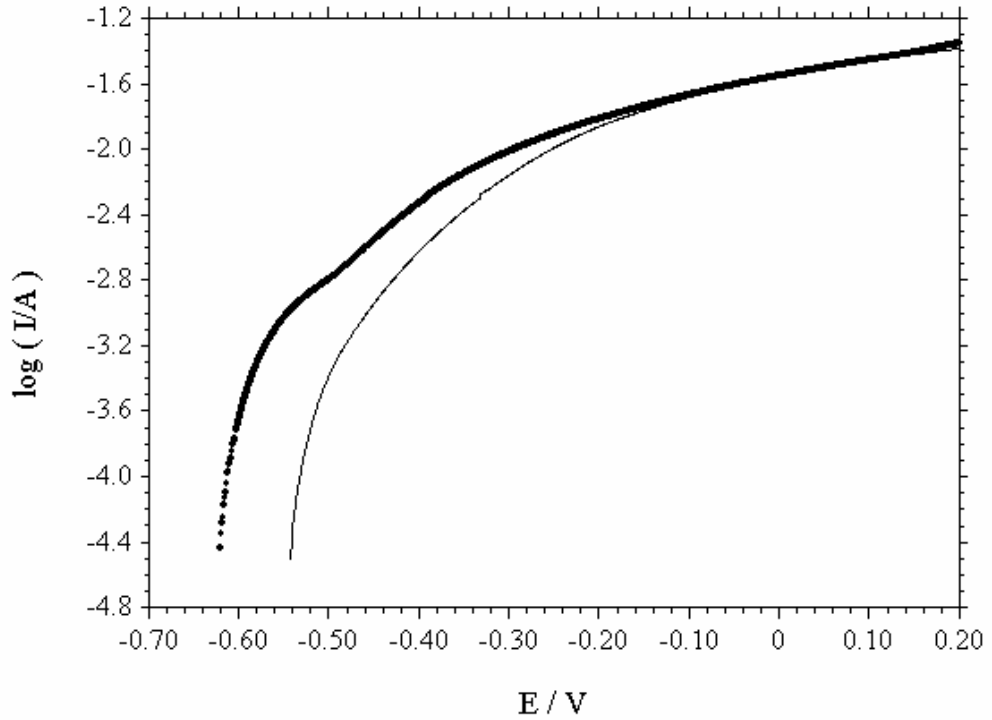
Şekil 4.1.b. pH=4 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=4,5 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.2.a da verilmiştir. Şekil 4.2.a dan görüldüğü gibi adaçayı ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 195 ohm luk direnç değerinde ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile bir değişiklik görülmemiştir.



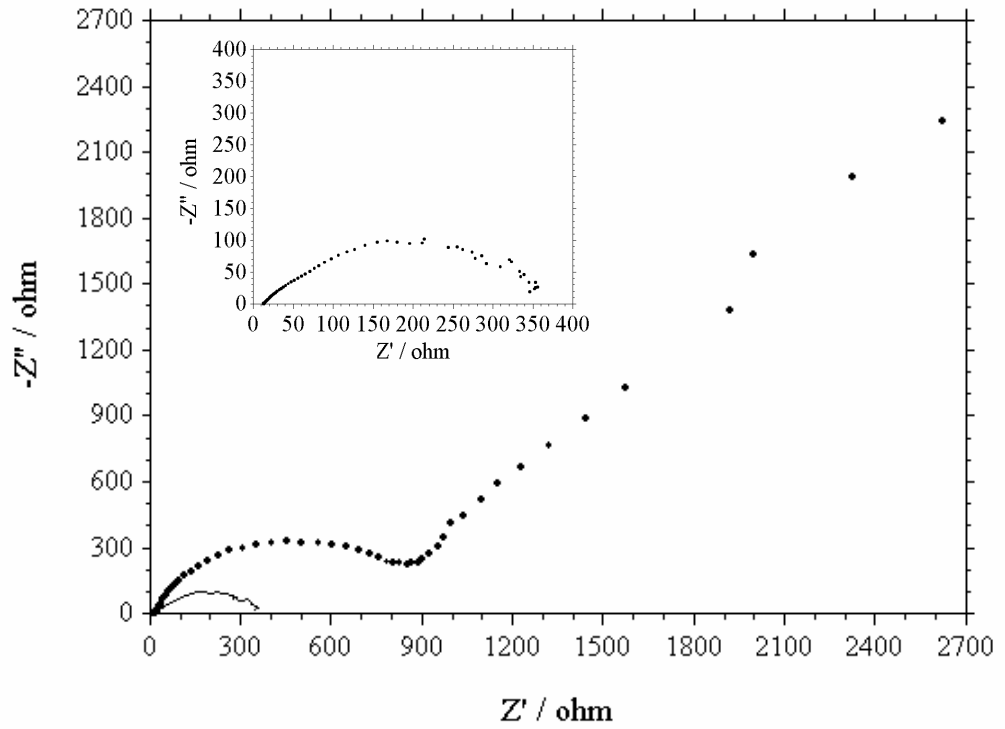
Şekil 4.2.a. pH=4,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda adaçayı içermeyen ve 100ml/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrisi Şekil 4.2.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,543$ V, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,621$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi akım değerlerini anodik bölgede arttırmaktadır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamda akım değeri $0,398$ mA iken, inhibitör içeren ortamdaki akım değeri $1,585$ mA, $-0,10$ V da inhibitörlü ve inhibitörsüz ortamlardaki akım değeri $23,442$ mA olmuştur.



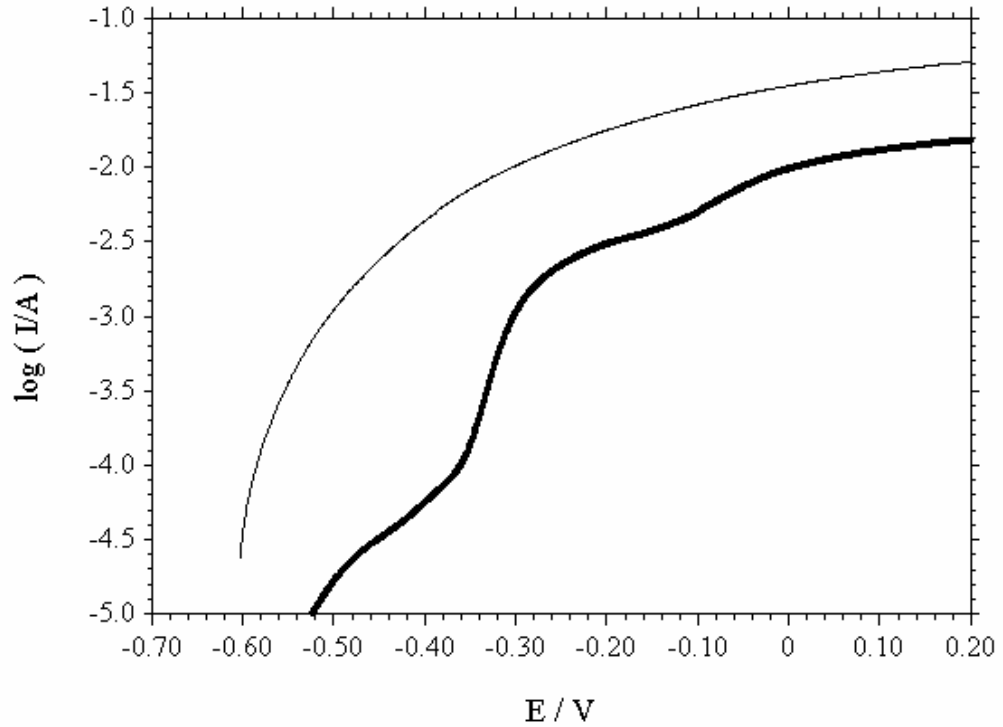
Şekil 4.2.b. pH=4,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=5 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.3.a da verilmiştir. Şekil 4.3.a dan görüldüğü gibi adaçayı ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen direnç 370 ohm dur. Ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile Nyquist diyagramı iki luplu olmuştur. Bu luplardan birincisinin değeri 900 ohm olurken, ikincisinin Warburg impedansına benzer bir değişim göstermekte ve direnç değeri tam olarak belirlenememektedir.



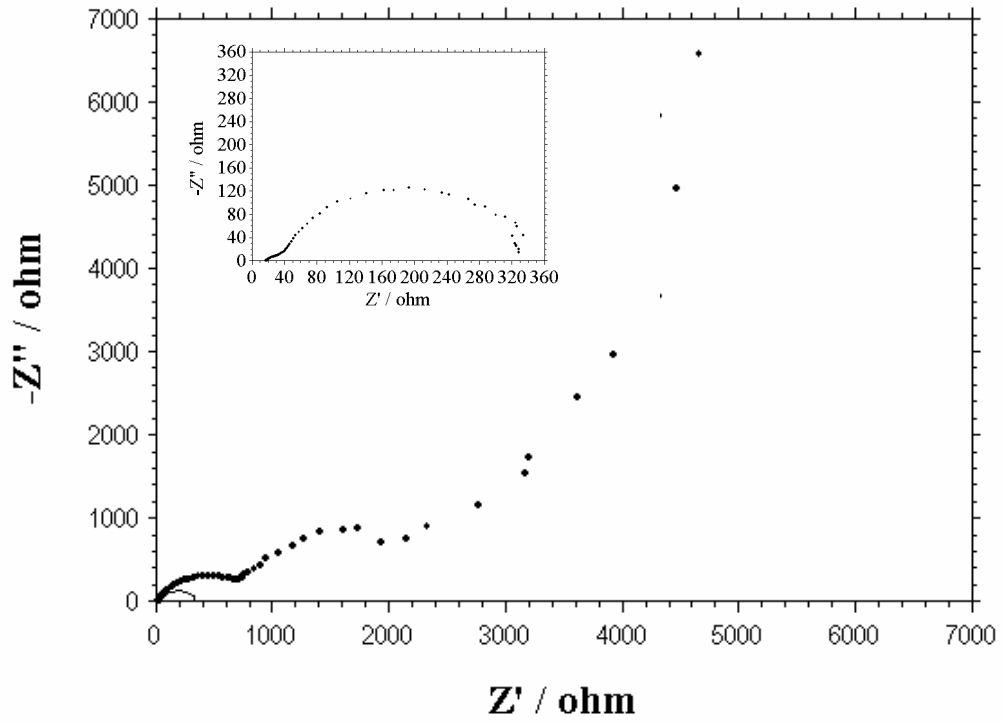
Şekil 4.3.a. pH=5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında adaçayı içermeyen ve 100mL/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.3.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,604$ V, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,544$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi akım değerlerini anodik bölgede belli oranlarda azaltmıştır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri 1 mA iken, 100ml/L adçayı ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri 0,0158 mA, $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri 10 mA, inhibitörlü ortamda 1 mA, $0,10$ V da ise inhibitörsüz ve inhibitörlü ortamlardaki akım değerleri sırasıyla 44,668 mA ve 12,60 mA olarak bulunmuştur.



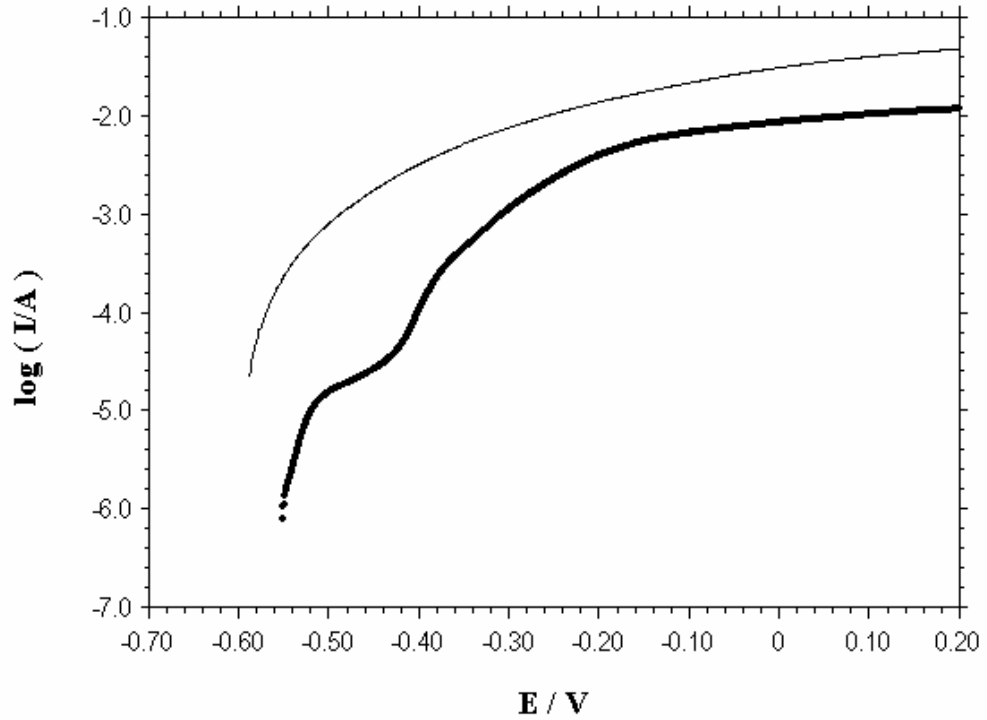
Şekil 4.3.b. pH=5 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

Civa çeliği elektrodu ile 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=5,5 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.4.a da verilmiştir. Şekil 4.4.a dan görüldüğü gibi adaçayı ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından 342 ohm luk direnç belirlenmiştir. Ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile direnci 1800 ohm olan ikinci ve direncinin belirlenmesi mümkün olmayan Warburg impedansına benzer üçüncü bir lup elde edilmiştir.



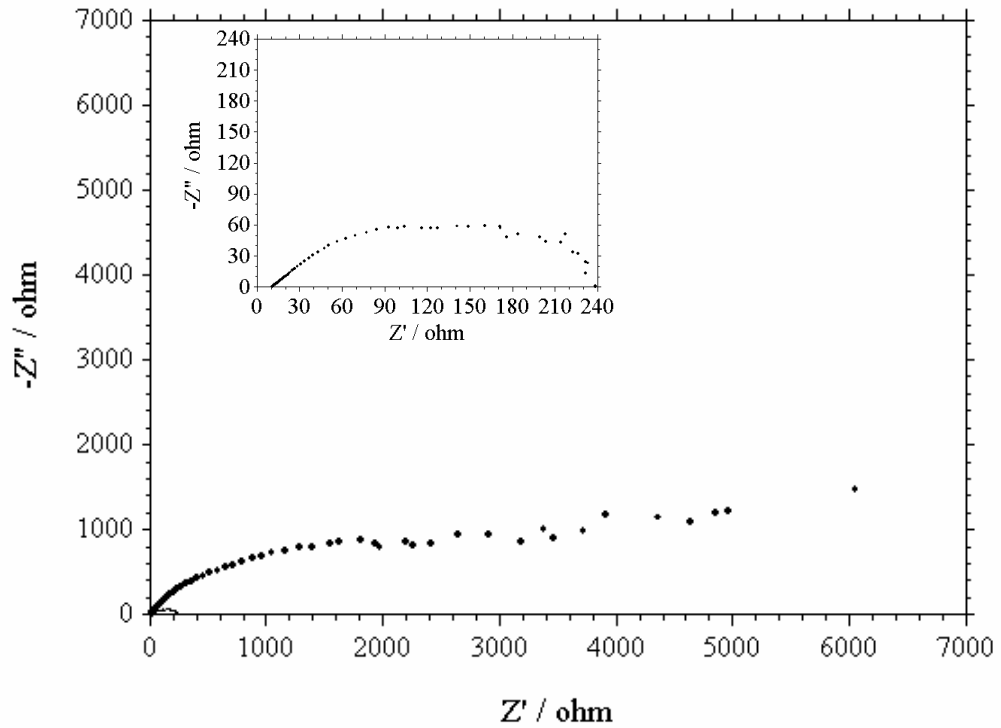
Şekil 4.4.a. pH=5,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100ml/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.4.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,589$ V, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli $-0,552$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile akım değerleri anodik bölgede oldukça azalmaktadır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $0,794$ mA iken, 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $0,01585$ mA olmuştur. $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri $7,943$ mA, inhibitörlü ortamda $1,260$ mA olurken, $0,10$ V da inhibitörsüz ortamda $31,623$ mA, inhibitörlü ortamdaki ise 10 mA olarak bulunmuştur.



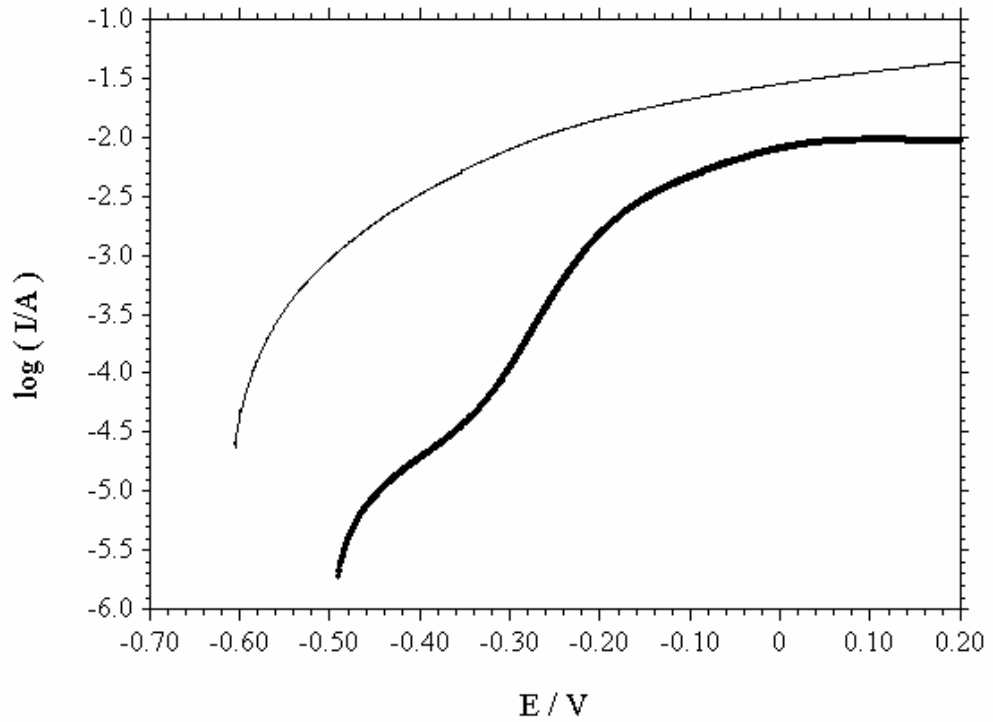
Şekil 4.4.b. pH=5,5 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=6 da civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.5.a da verilmiştir. İnhibitör içeren ortamda elde edilen Nyquist diyagramınının görüldüğü gibi orta frekans bölgesinden sonra değerler biraz saçılmış ve eğri kapanmamıştır. Düşük frekans bölgesinde Nyquist diyagramında bir uzama görülmektedir.



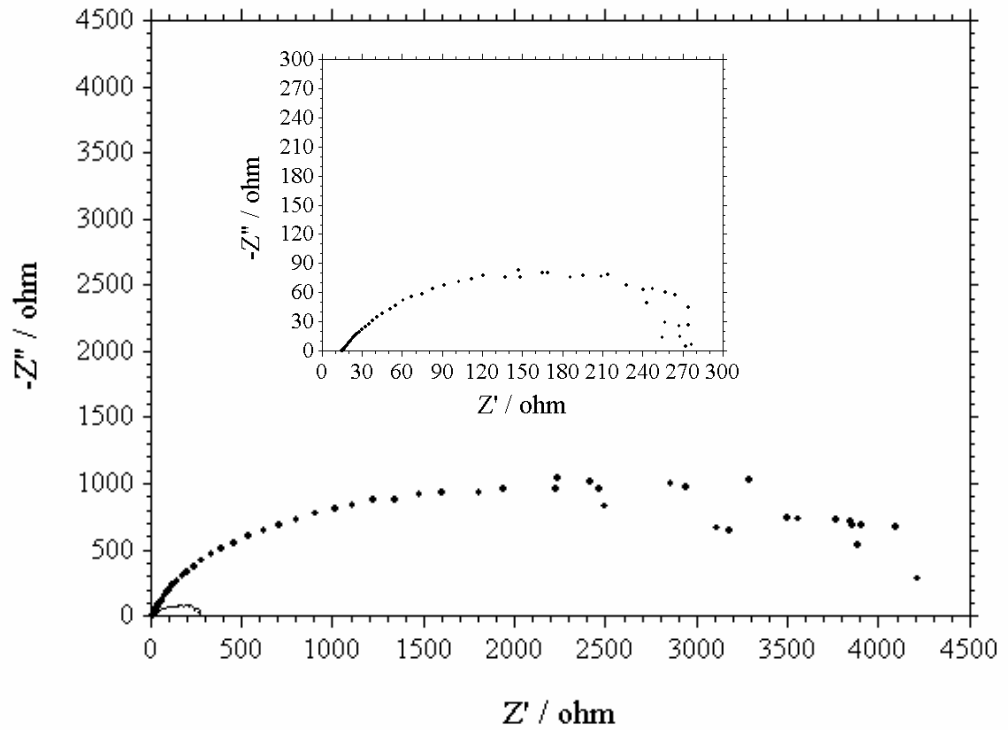
Şekil 4.5.a. pH=6 da 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100ml/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.5.b de verilmiştir. Ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,607$ V tan $-0,491$ V a kaymıştır. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile akım değerleri anodik bölgede oldukça azalmaktadır. Örneğin; $-0,48$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $1,260$ mA iken, 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $0,00398$ mA, $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri $7,943$ mA, inhibitörlü ortamda $0,112$ mA, $0,10$ V da ise inhibitörsüz ortamda $35,481$ mA, inhibitörlü ortamda 10 mA olarak bulunmuştur.



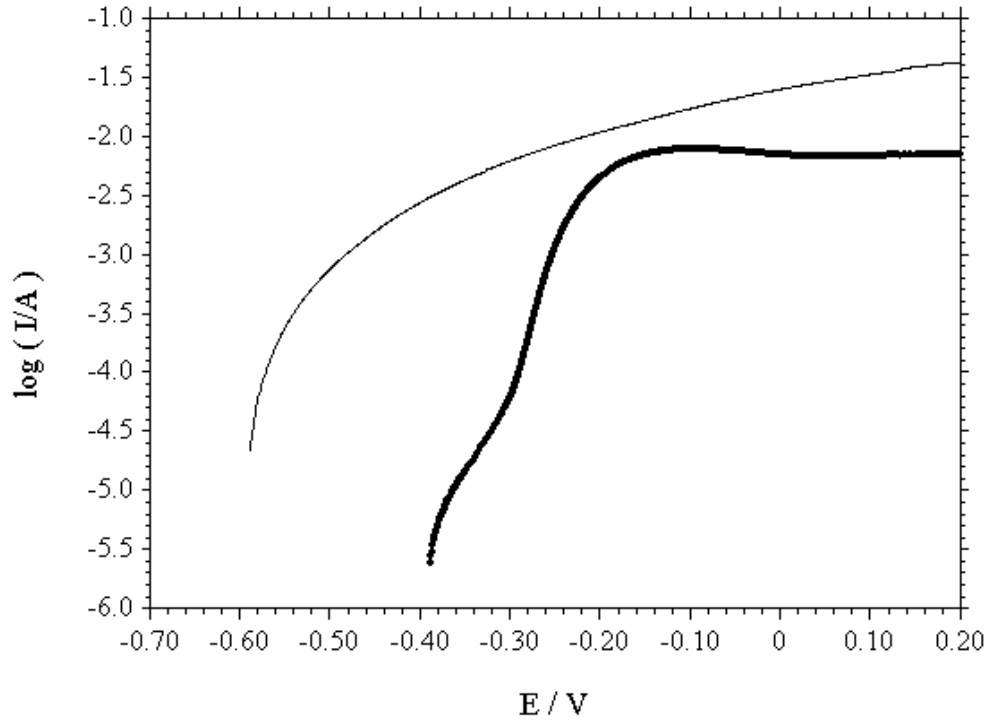
Şekil 4.5.b. pH=6 da $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde E-I (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde E-I (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=6,5 da civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.6.a da verilmiştir. İnhibitör içeren ortamda elde edilen Nyquist diyagramından ölçülen direnç değeri 4400 ohm dur.



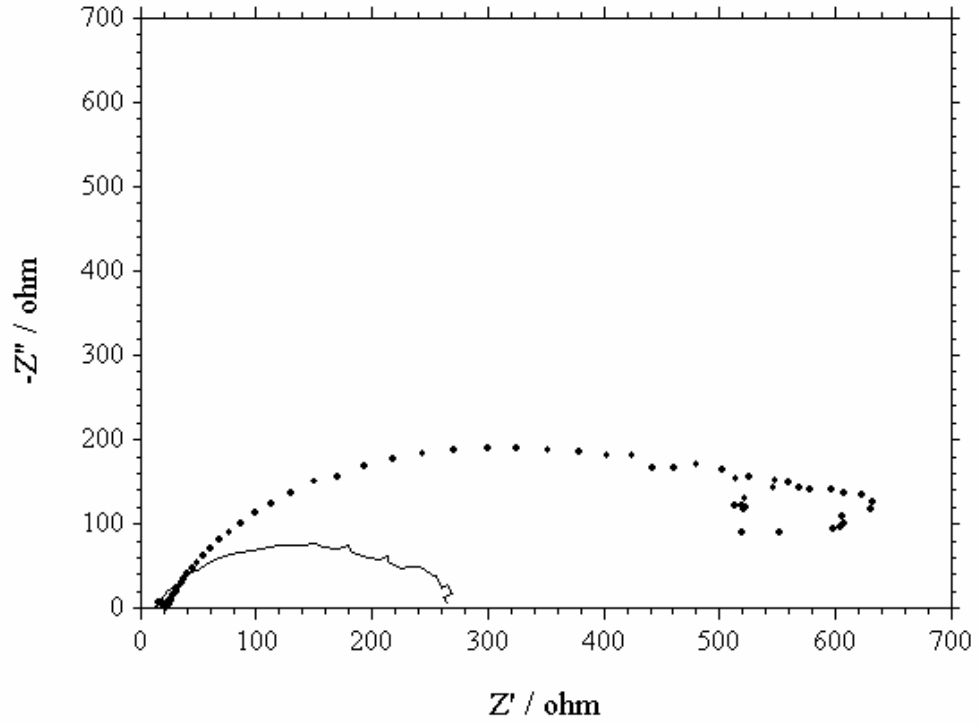
Şekil 4.6.a. pH=6,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100mL/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.6.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı ekstraktı yok iken korozyon potansiyeli $-0,590$ V, ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli $-0,389$ V tur. Şekil 4.6.b den görüldüğü gibi adaçayı ekstraktı anodik bölgede $-0,36$ V da akım değerini $0,01$ mA e azaltırken $-0,20$ V da ve $0,10$ V da akım değerleri sırası ile $4,467$ mA ve $6,31$ mA olarak ölçülmüştür.



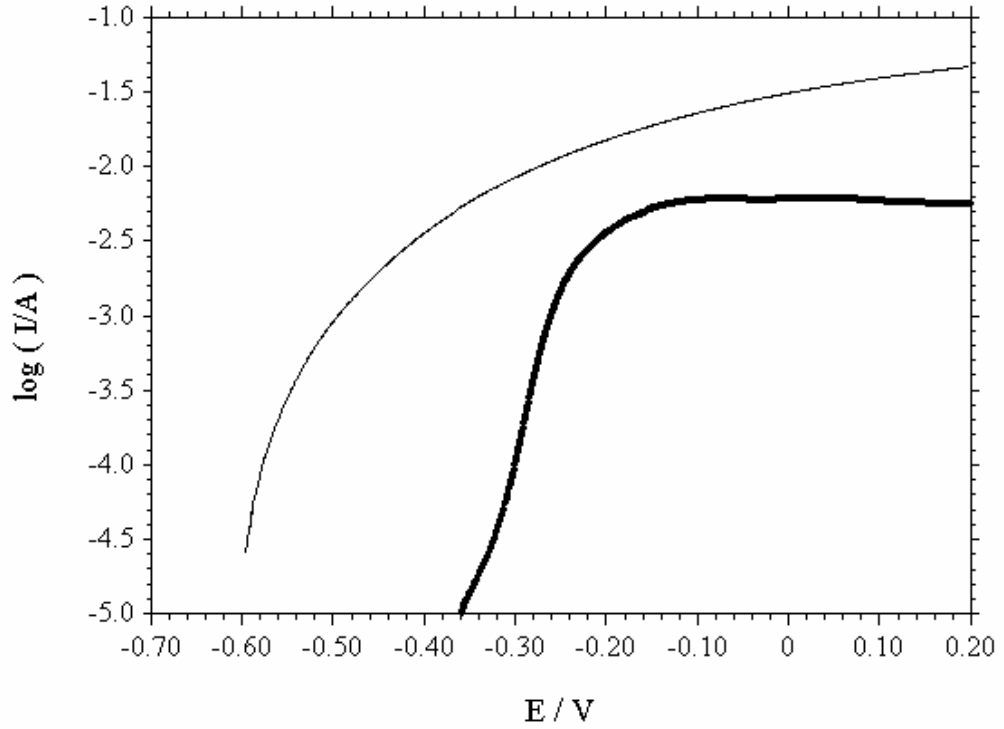
Şekil 4.6.b. pH=6,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml/L adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=7 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.7.a da verilmiştir. Bu diyagramda belirlenen direnç değeri 256 ohm dur. Ortama 100mL/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile impedans ölçümlerinden belirlenen direnç değeri 600 ohm olarak belirlenmiştir.



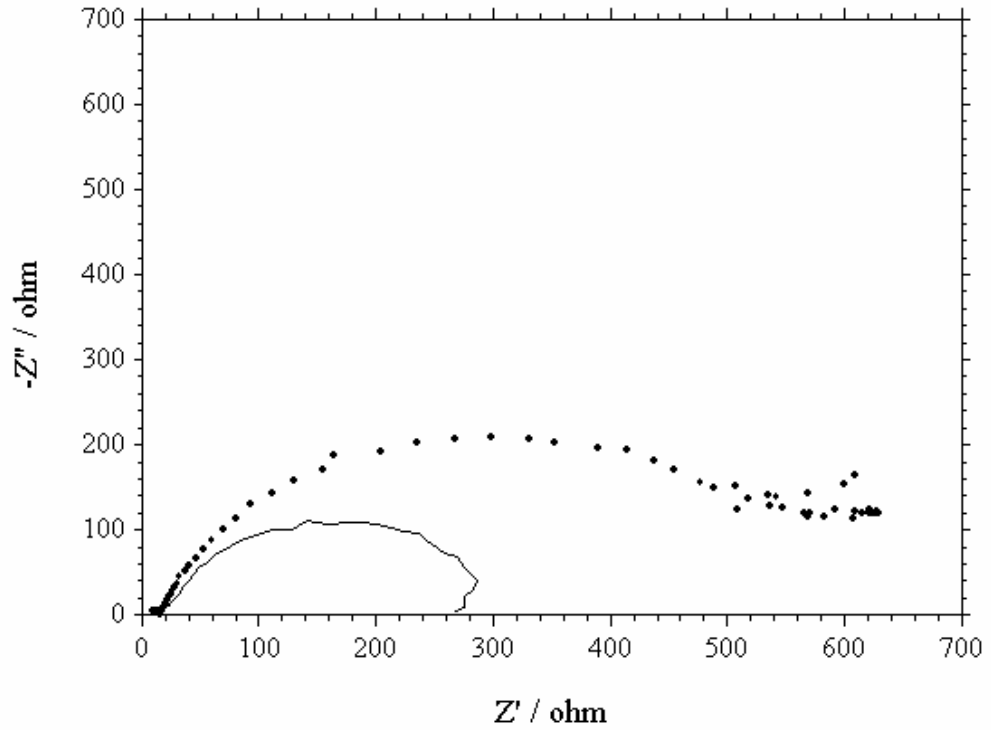
Şekil 4.7.a. pH=7 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100mL/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.7.b de verilmiştir. Ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,597$ V tan $-0,384$ V a kaymıştır. Çalışılan potansiyel aralığında Şekil 4.7.b den görüldüğü gibi adaçayı anodik bölgede akım değerlerini belli oranlarda azaltmıştır. Ancak $-0,28$ V da bir basamak oluşturarak etkinlik azalmaya başlamış ve $-0,20$ V tan sonra akım değerleri arasındaki fark tekrar açılmaya başlamıştır.



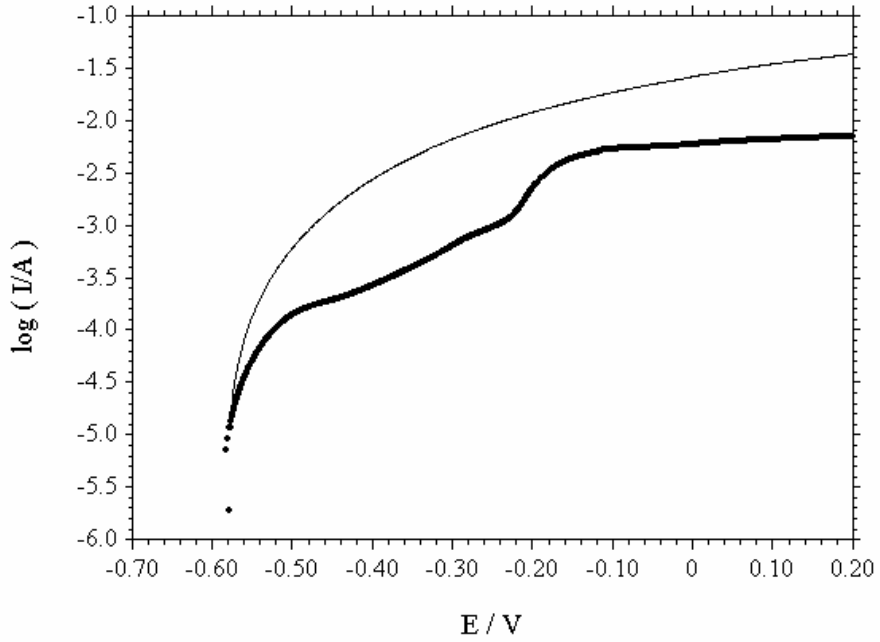
Şekil 4.7.b. pH=7 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=7,5 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.8 a da verilmiştir. Bu diyagramda belirlenen direnç değeri 280 ohm dur. Ortama 100mL/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile direnç değerinin ise 580 ohm olduğu belirlenmiştir.



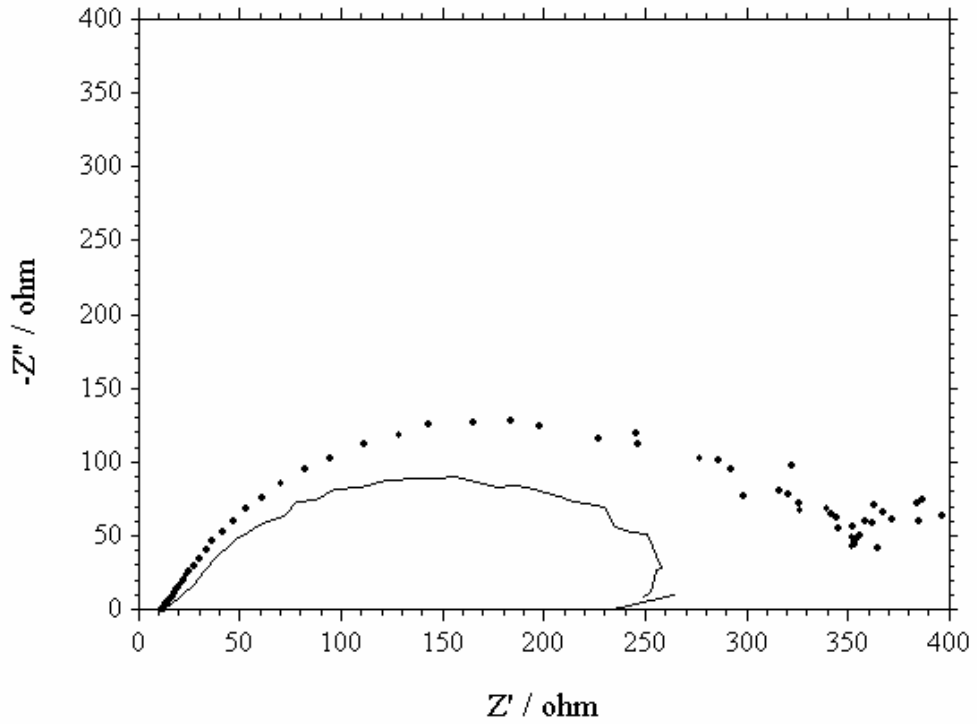
Şekil 4.8.a. pH=7,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100mL/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.8.b de verilmiştir. 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,583$ V ölçülmüştür. Şekil 4.8.b den görüldüğü gibi inhibitörlü ve inhibitörsüz ortamlardaki korozyon potansiyelleri yaklaşık olarak aynı değerde ölçülmektedir. Adaçayı $-0,50$ V~ $-0,20$ V potansiyel aralığında akım değerlerini bir miktar azaltmakla beraber $-0,20$ V da bir basamak oluşturarak etkinliğini belirli ölçüde kaybetmiştir.



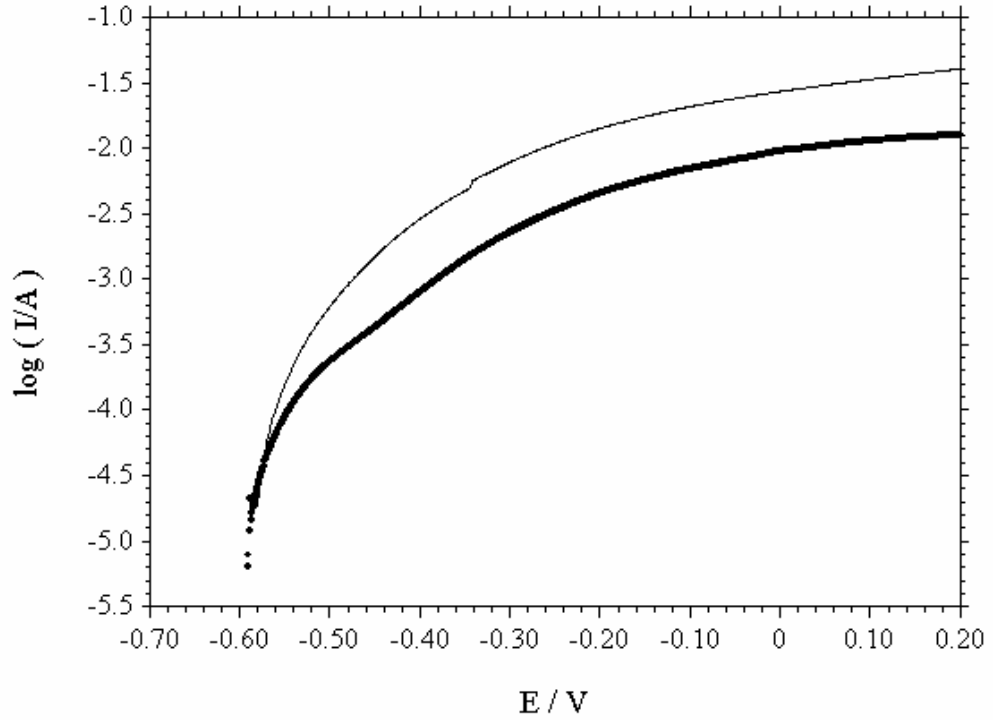
Şekil 4.8.b. pH=7,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=8 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.9 a da verilmiştir. Bu diyagramda inhibitörsüz ortamda belirlenen direnç değeri 240 ohm dur. Ortama 100mL/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile impedans ölçümlerinden belirlenen direnç değeri ise 300 ohm olarak ölçülmüştür.



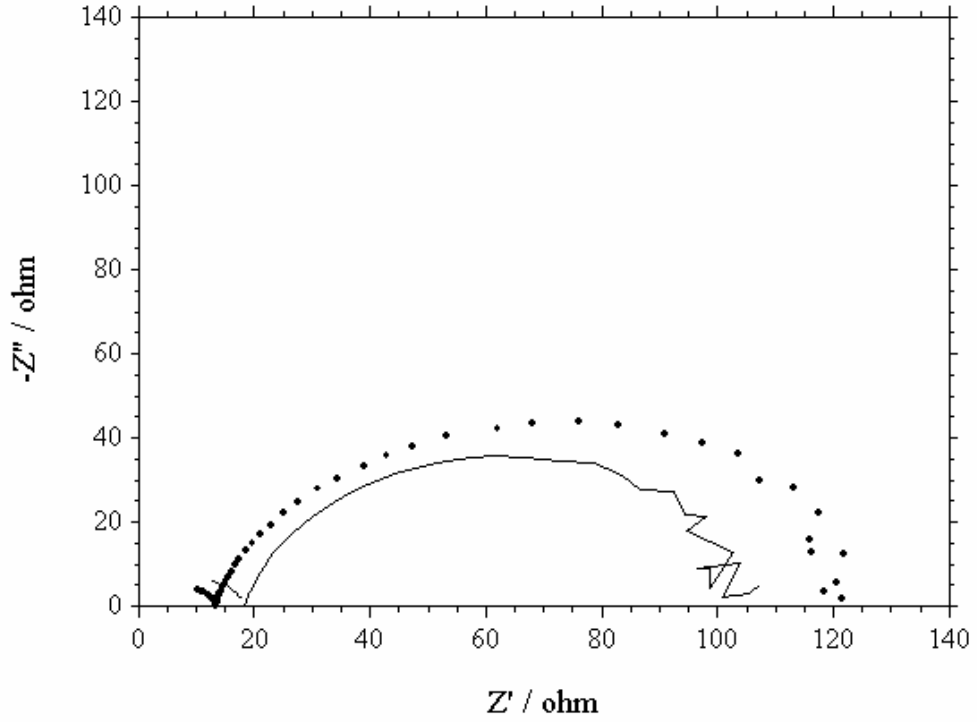
Şekil 4.9.a. pH=8 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100mL/L adaçayı ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.9.b de verilmiştir. Ortamda adaçayı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli ile ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli aynı olup yaklaşık $-0,592$ V tur. Şekil 4.9.b den görüldüğü gibi adaçayı içeren ortamda korozyon potansiyeli değişmemiş ve bu bölgede akım değerlerini pek değiştirmemiş dolayısıyla etkinliğinin önemli derecede olmadığı görülmüştür.



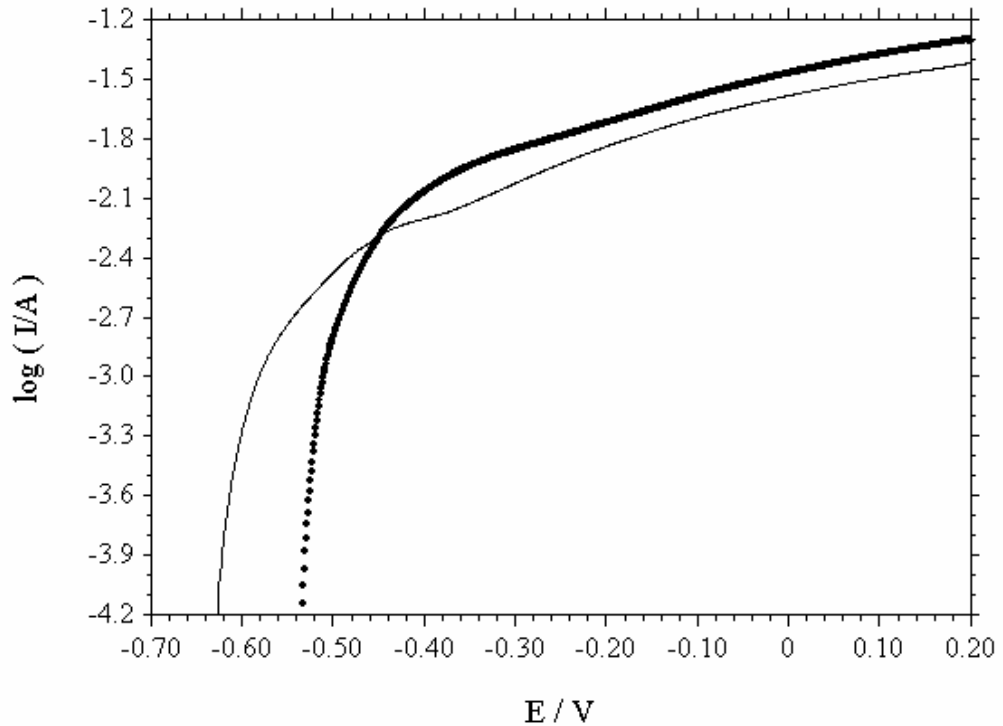
Şekil 4.9.b. pH=8 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml adaçayı ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=4 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.10.a da verilmiştir. Şekil 4.10.a dan görüldüğü gibi meyan kökü ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 88 ohm luk direnç değeri ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile 112 ohm olarak ölçülmüştür.



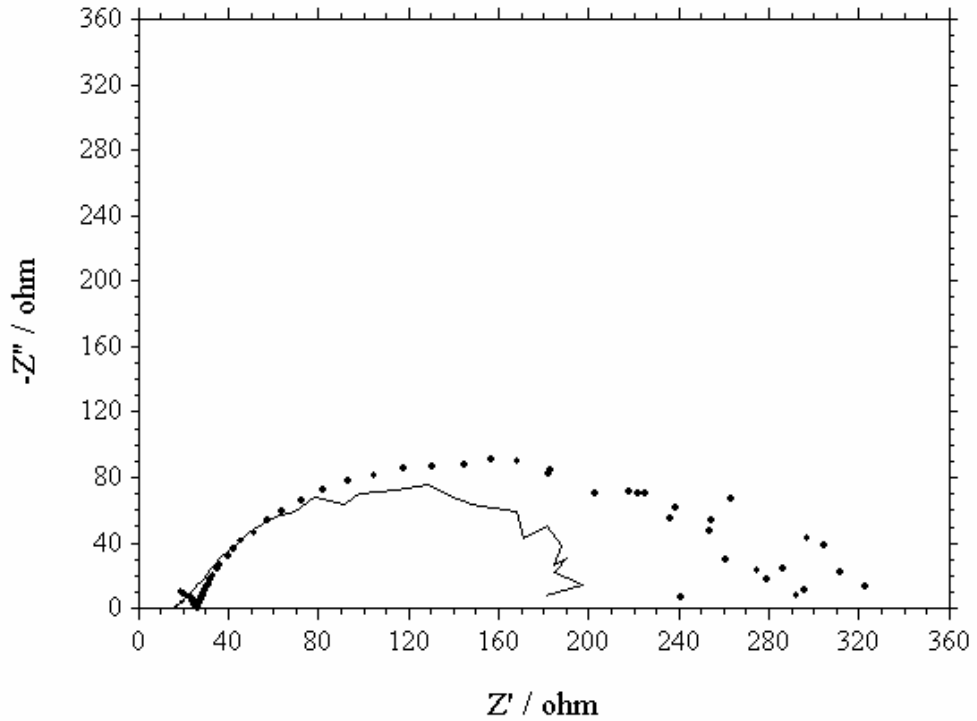
Şekil 4.10.a. pH=4 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda meyan kökü ekstraktı içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.10.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,628$ V, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,534$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi akım değerlerinde önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $3,311$ mA iken, 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $1,585$ mA dir. $-0,45$ V da inhibitörlü ve inhibitörsüz ortamdaki akım değeri aynı olup bu değer $5,012$ mA dir. Meyan kökü ekstraktı içeren ortamda $-0,45$ V~ $0,20$ V potansiyel aralığında akım değerleri daha çok artmakta ve meyan kökünün bu pH da korozyonu hızlandırdığı bile görülmektedir.



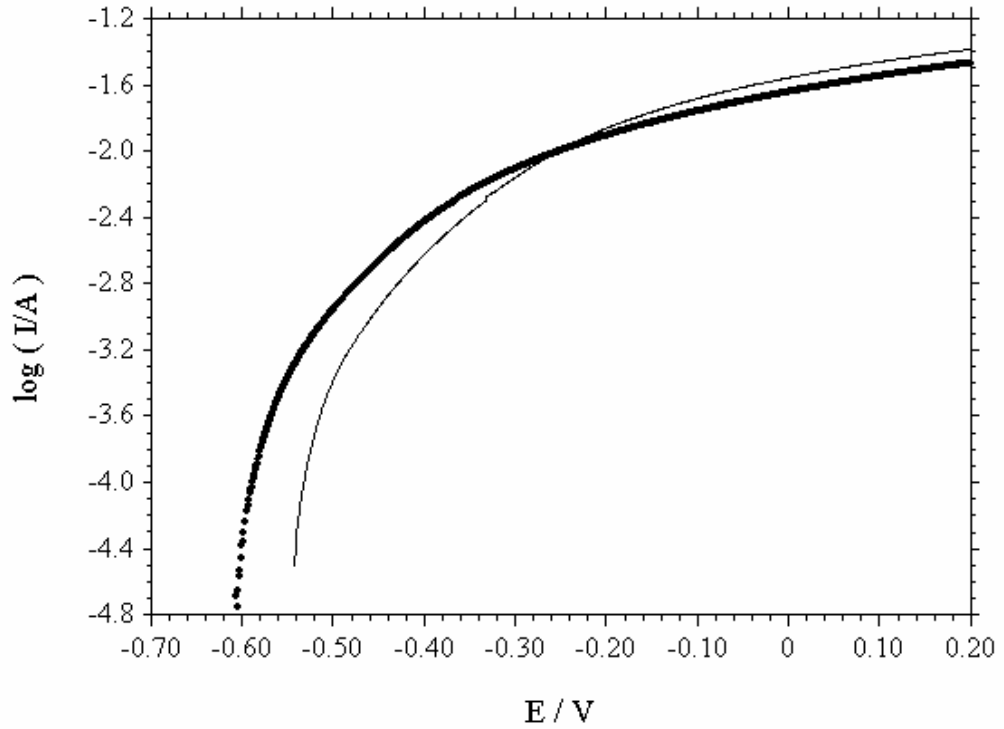
Şekil 4.10.b. pH=4 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=4,5 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.11.a da verilmiştir. Şekil 4.11.a dan görüldüğü gibi meyan kökü ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 185 ohm luk direnç değeri ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile 280 ohm olarak belirlenmiştir.



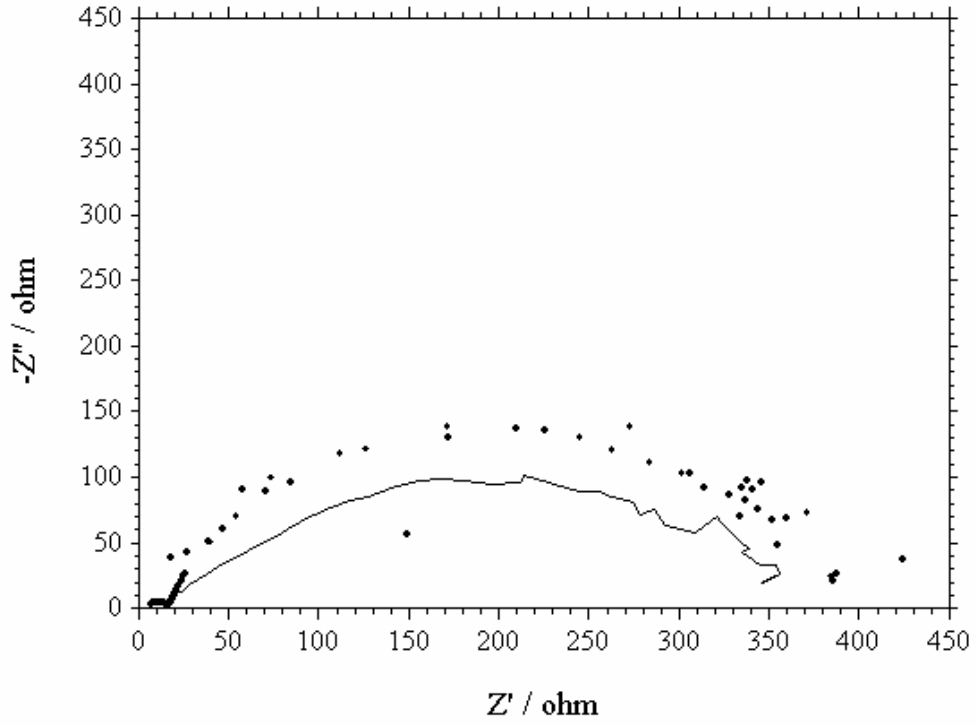
Şekil 4.11.a. pH=4,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında meyan kökü içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.11.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,543$ V, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,607$ V tur. Ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi akım değerlerini anodik bölgede arttırmaktadır. Meyan kökü ekstraktı içeren ortamda $-0,60$ V~ $0,20$ V potansiyel aralığında ölçülen akım değeri artmakta ve bir etkinlik gözlenememektedir.



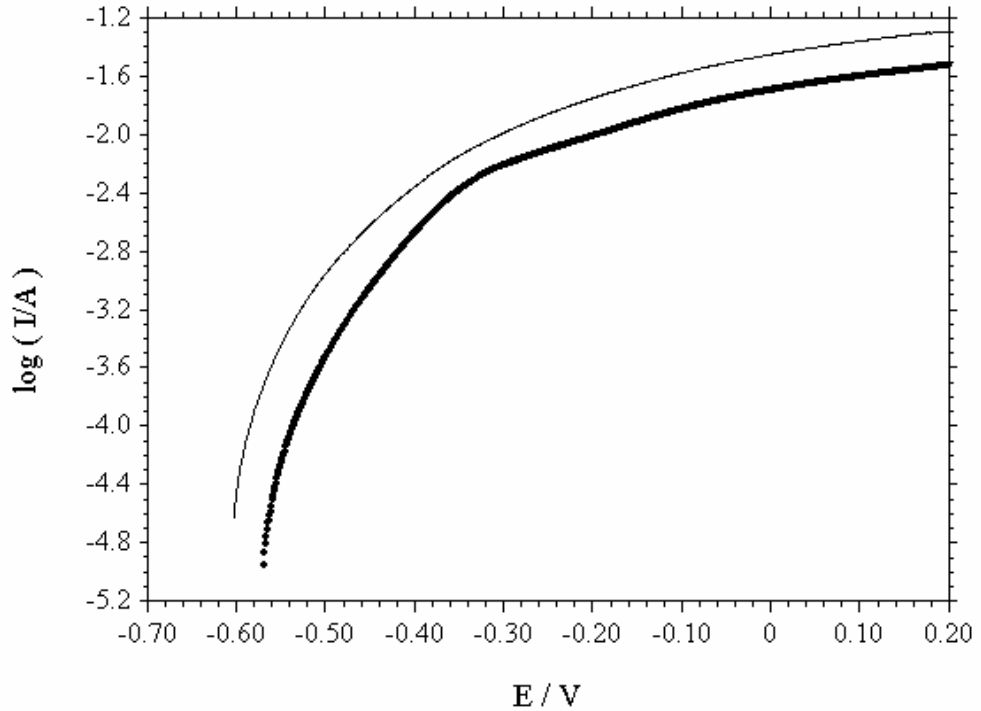
Şekil 4.11.b. pH=4,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=5 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.12.a da verilmiştir. Şekil 4.12.a dan görüldüğü gibi meyan kökü ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 330 ohm luk direnç değeri ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile 370 ohm a yükselmiştir.



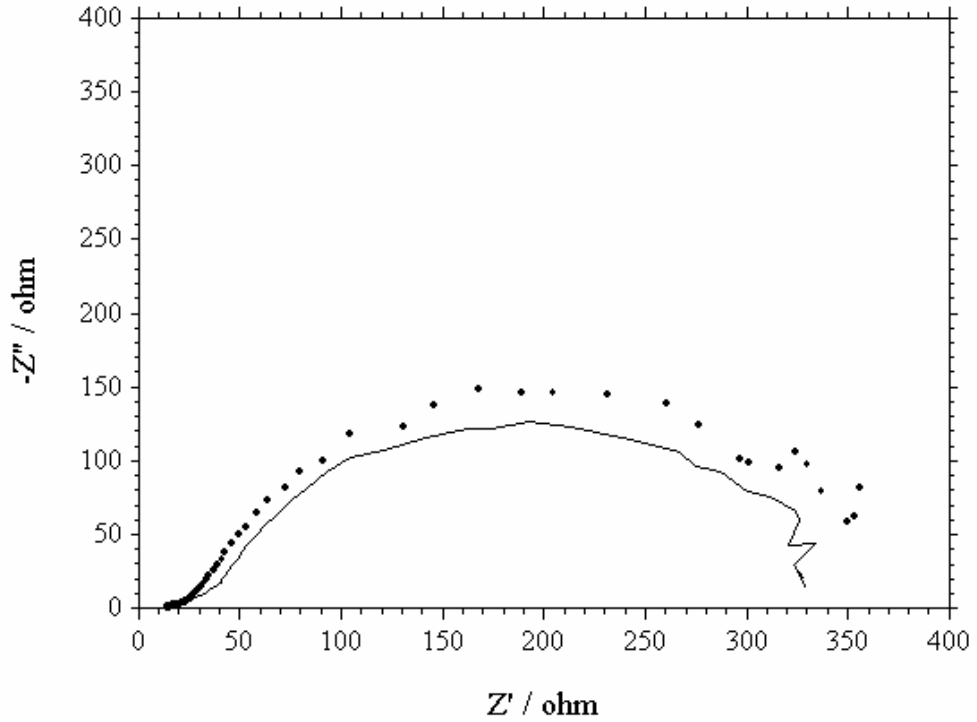
Şekil 4.12.a. pH=5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında meyan kökü inhibitörü içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.12.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,604$ V, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile ölçülen korozyon potansiyeli $-0,570$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi akım değerlerini anodik bölgede bir miktar azaltmıştır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri 1 mA iken, 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $0,316$ mA, $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri 10 mA, inhibitörlü ortamda $6,310$ mA, $0,10$ V da ise inhibitörsüz ve inhibitörlü ortamlardaki akım değerleri sırasıyla $40,738$ mA ve $25,120$ mA olarak bulunmuştur.



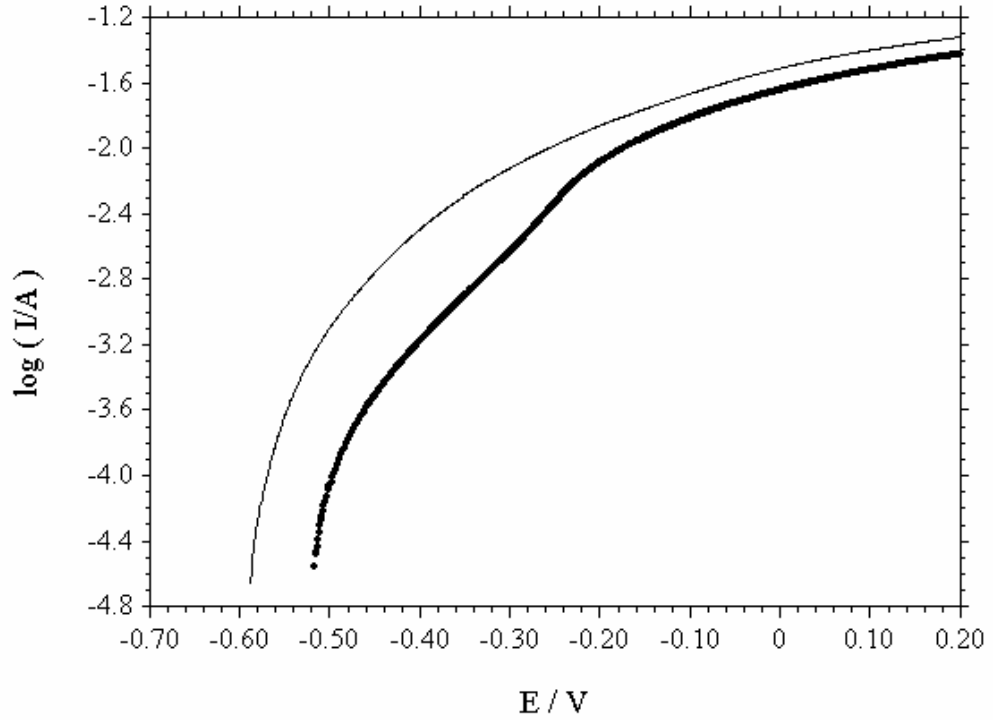
Şekil 4.12.b. pH=5 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

Civa çeliği elektrodu ile 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=5,5 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.13.a da verilmiştir. Şekil 4.13.a dan görüldüğü gibi meyan kökü ekstraktı içermeyen ortamda elde edilen Nyquist diyagramından belirlenen 342 ohm luk direnç değeri ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile 365 ohm olarak ölçülmüştür.



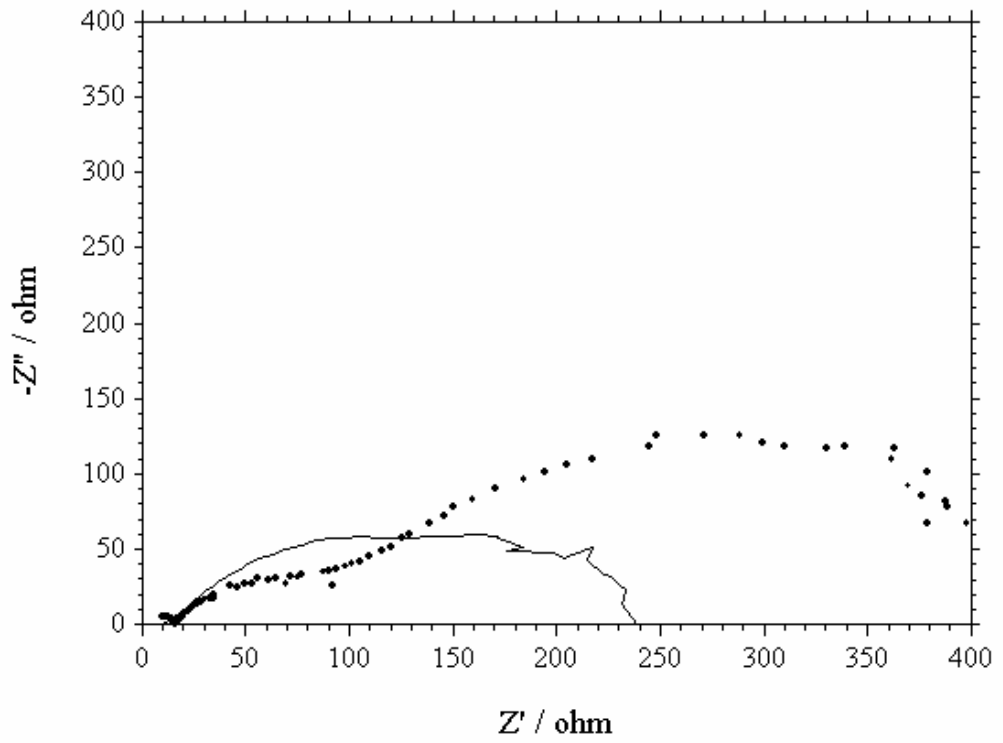
Şekil 4.13.a. pH=5,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.13.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,589$ V, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli $-0,517$ V tur. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile akım değerleri anodik bölgede bir miktar azalmaktadır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $0,794$ mA iken, 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $0,0794$ mA, $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri $7,413$ mA, inhibitörlü ortamda $2,512$ mA, $0,10$ V da ise inhibitörsüz ortamda $39,811$ mA, inhibitörlü ortamdaki akım değeri $31,623$ mA olarak bulunmuştur.



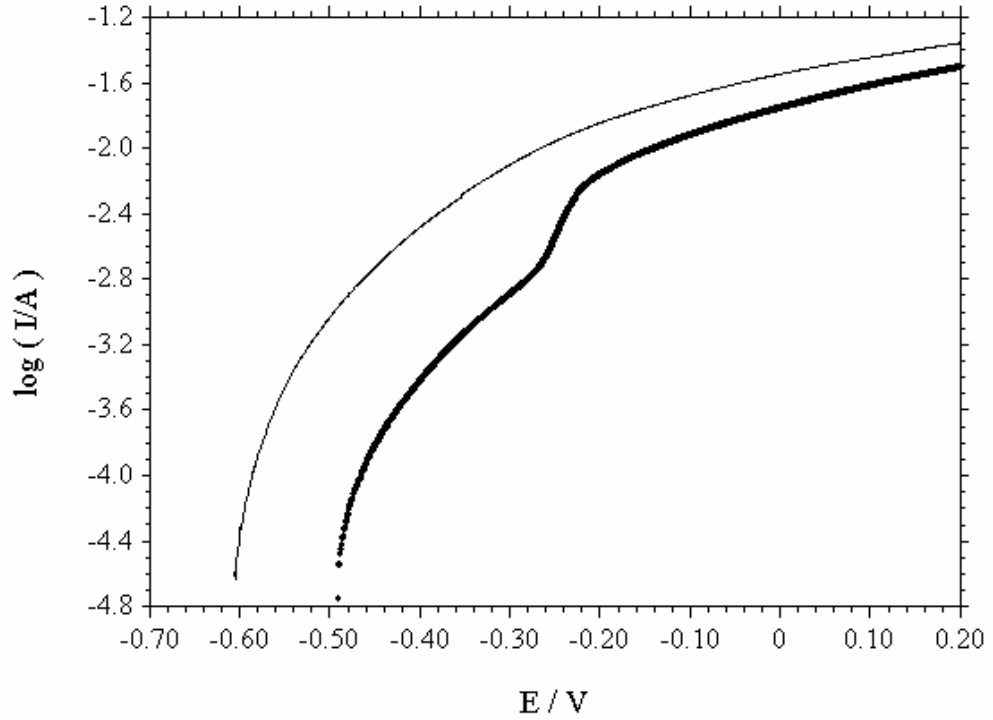
Şekil 4.13.b. pH=5,5 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=6 da civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.14.a da verilmiştir. İnhibitör içeren ve içermeyen ortamlarda elde edilen Nyquist diyagramından ölçülen direnç sıra ile 435 ohm ve 227 ohm dur.



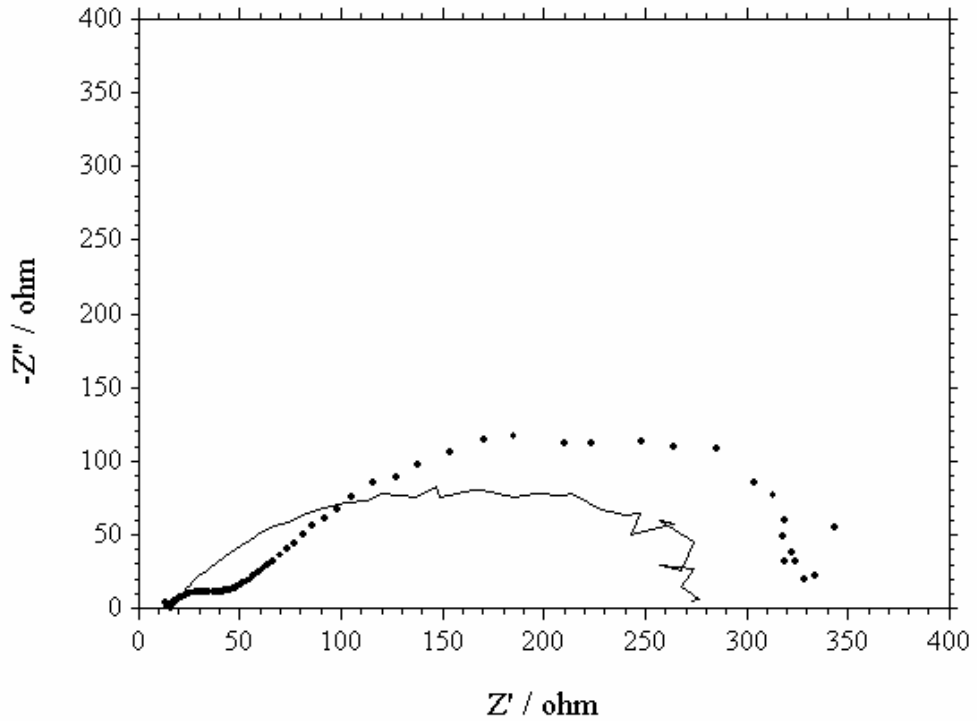
Şekil 4.14.a. pH=6 da 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.14.b de verilmiştir. Ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,607$ V tan $-0,491$ V a kaymıştır. Çalışılan potansiyel aralığında, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile akım değerleri anodik bölgede belli oranlarda azalmaktadır. Örneğin; $-0,50$ V da inhibitör içermeyen ortamdaki akım değeri $1,260$ mA iken, 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenen ortamdaki akım değeri $0,0501$ mA, $-0,30$ V da inhibitörsüz ortamdaki akım değeri $7,943$ mA, inhibitörlü ortamda $1,260$ mA, $0,10$ V da ise inhibitörsüz ortamda $35,481$ mA, inhibitörlü ortamdaki akım değeri $25,120$ mA olarak bulunmuştur.



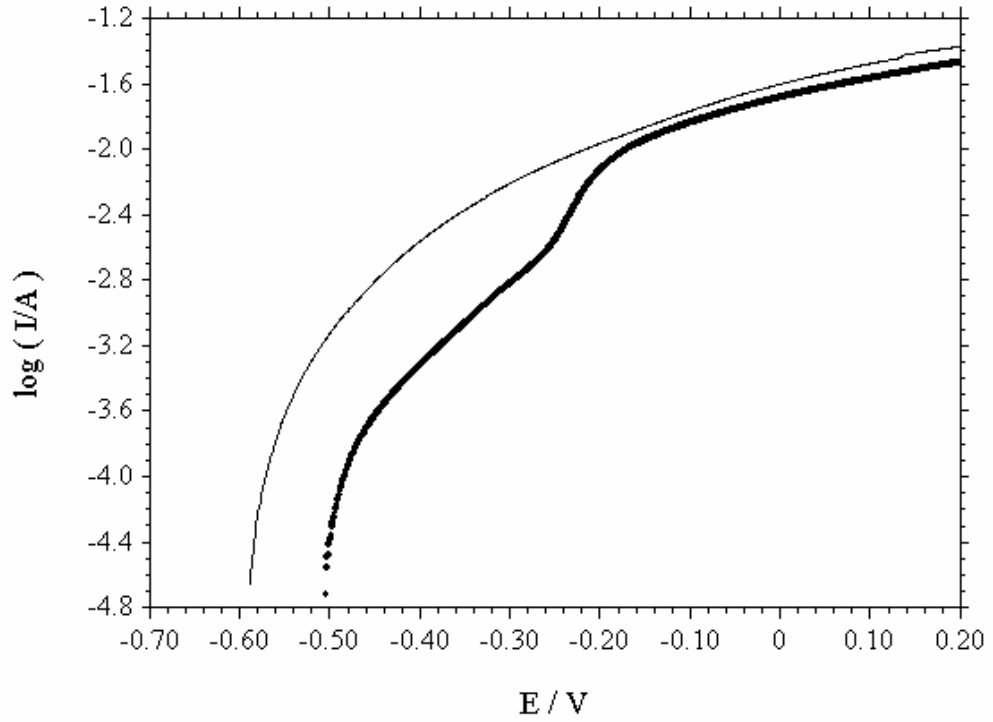
Şekil 4.14.b. pH=6 da $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=6,5 da elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.15.a da verilmiştir. İnhibitör içermeyen ve içeren ortamda elde edilen Nyquist diyagramlarından belirlenen direnç değerleri sırayla 255 ohm ve 335 ohm dur.



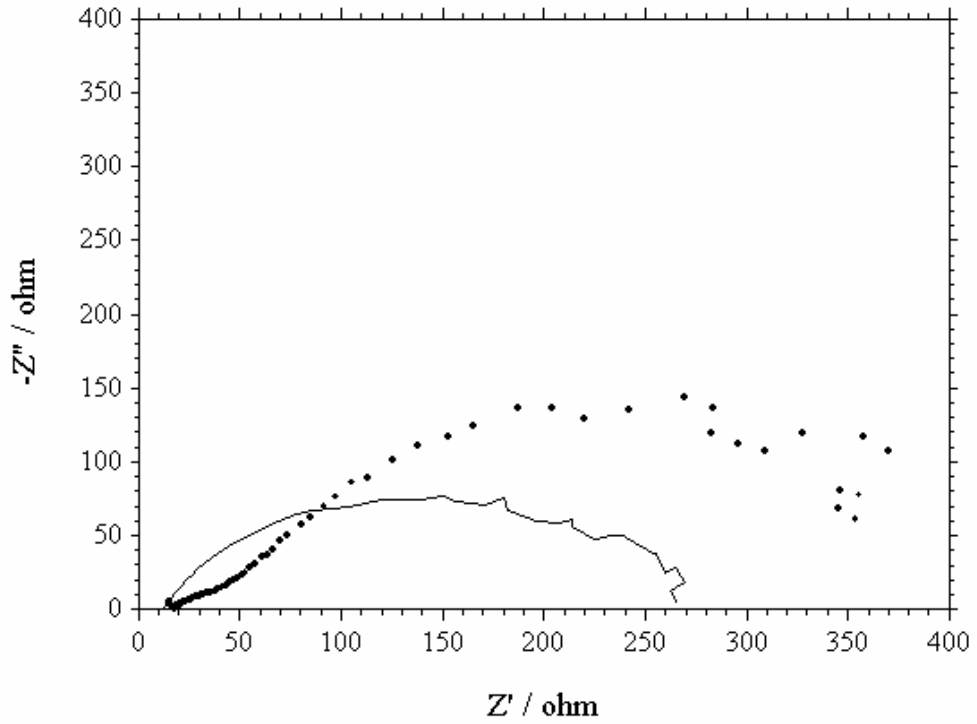
Şekil 4.15.a. pH=6,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.15.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken korozyon potansiyeli $-0,590$ V, ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli $-0,505$ V tur. Şekil 4.15.b den görüldüğü gibi meyan kökü ekstraktı anodik bölgede $-0,30$ V da $2,51$ mA den $1,585$ mA değerine düşmektedir. $-0,20$ V~ $0,20$ V potansiyel aralığında ise akım değerinde önemli bir değişim gözlenmemiş ve bir etkinlik saptanmamıştır.



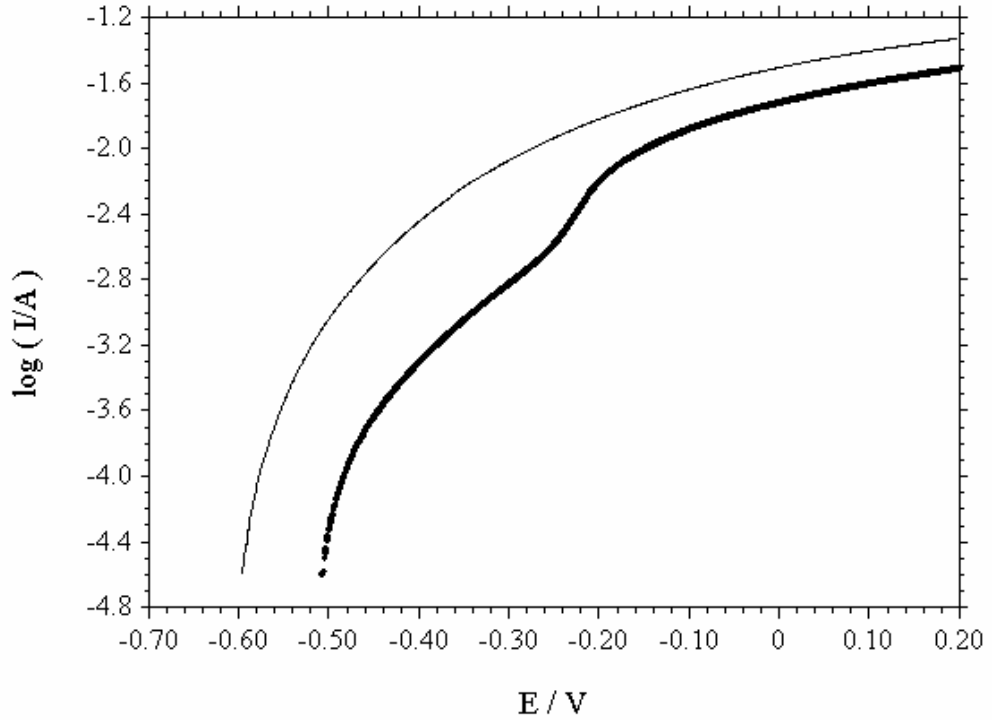
Şekil 4.15.b. pH=6,5 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=7 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.16.a da verilmiştir. Bu diyagramda inhibitörsüz ortamda belirlenen direnç değeri 255 ohm dur. Ortama 100mL/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile impedans ölçümlerinden belirlenen direnç değerinin 400 ohm olduğu belirlenmiştir.



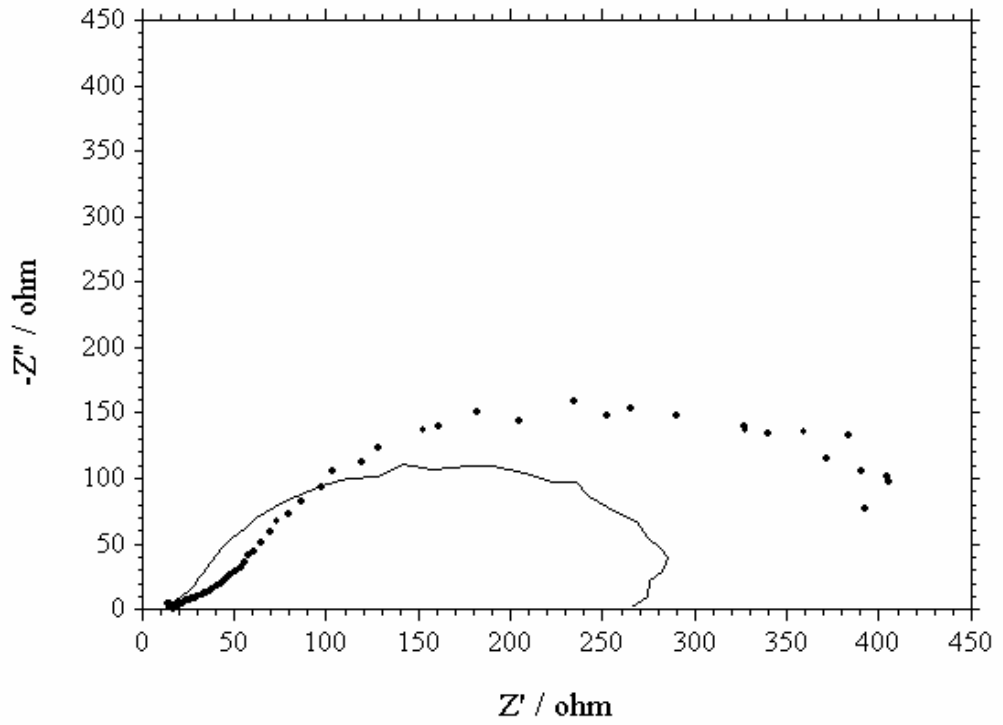
Şekil 4.16.a. pH=7 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100mL/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.16.b de verilmiştir. Ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,597$ V tan $-0,507$ V a kayarak çok az bir değişim göstermiştir. $-0,50$ V da inhibitörsüz ortamda ölçülen akım değeri $1,260$ mA, 100mL/L meyan ekstraktı içeren ortamda ölçülen akım değeri $0,112$ mA, $-0,30$ V da meyan kökü ekstraktı içeren ve içermeyen ortamlardaki akım değeri sırası ile $1,585$ mA ve $8,913$ mA dir. $0,10$ V da inhibitör içeren ve içermeyen ortamlardaki akım değerleri arasında çok büyük bir fark görülmemektedir.



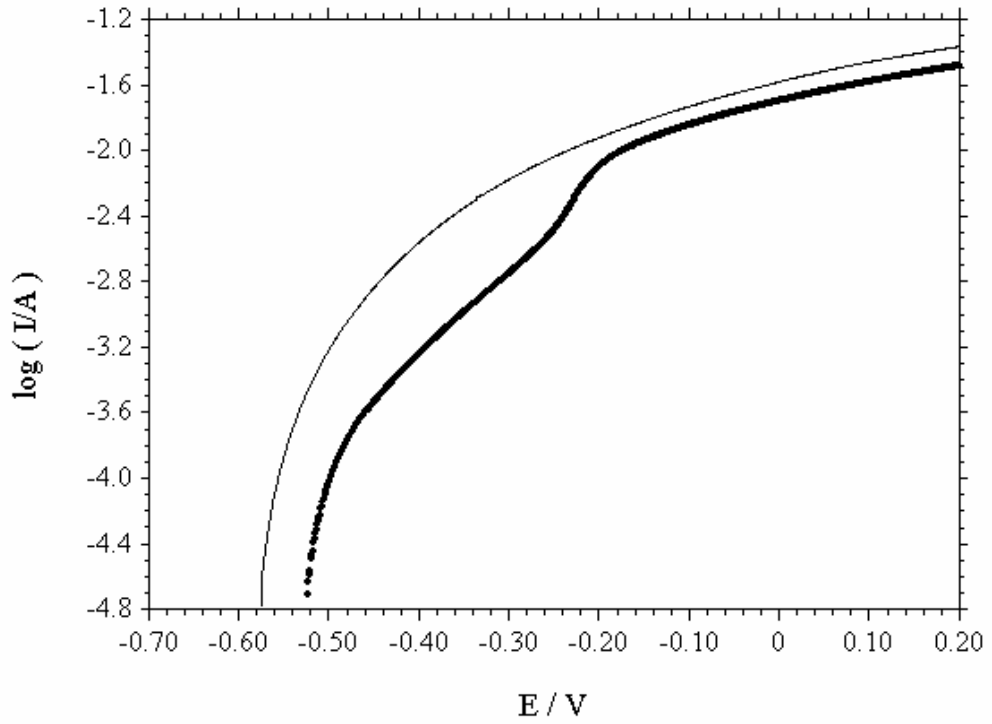
Şekil 4.16.b. pH=7 de $0,5$ M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), $0,5$ M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=7,5 de civa çeliği elektrodu ile elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.17 a da verilmiştir. Bu diyagramda belirlenen direnç değeri 285 ohm dur. Ortama 100mL/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile impedans ölçümlerinden belirlenen direnç değerinin ise diğer pH lara göre bir miktar artış gösterdiği (485 ohm) görülmüştür.



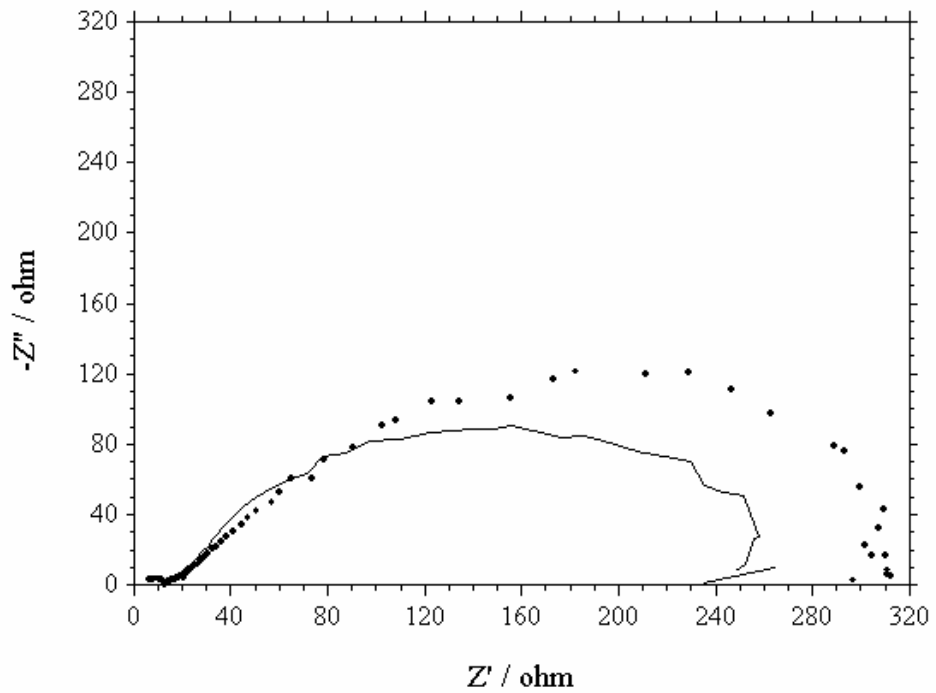
Şekil 4.17.a. pH=7,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı koşullarda inhibitör içermeyen ve 100ml/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.17.b de verilmiştir. 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesiyle korozyon potansiyeli $-0,578$ V tan $-0,524$ V a kaymıştır. Meyan kökü ekstraktı $-0,50$ V~ $-0,20$ V potansiyel aralığında akım değerlerini bir miktar azaltmakla beraber $-0,20$ V da bir basamak oluşturarak etkinliğini belirli ölçüde kaybetmiştir.



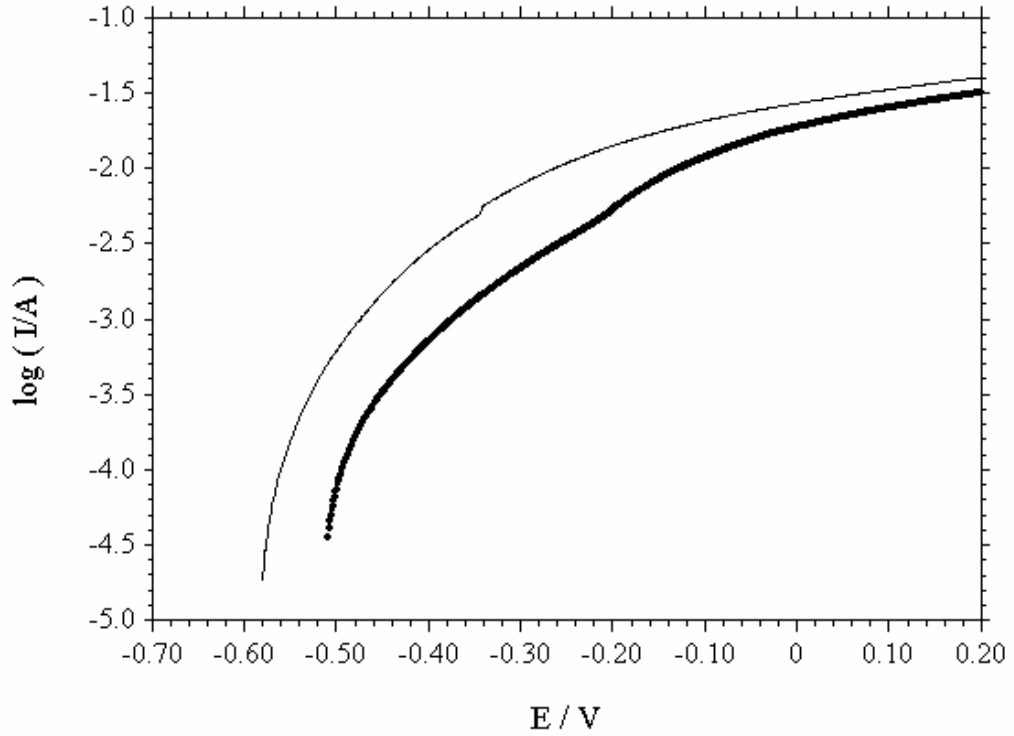
Şekil 4.17.b. pH=7,5 de 0,5 M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), 0,5 M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=8 de elde edilen Nyquist diyagramı ile aynı ortama 100ml/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile elde edilen Nyquist diyagramı birlikte Şekil 4.18 a da verilmiştir. Bu diyagramda belirlenen direnç değeri 265 ohm dur. Ortama 100mL/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile impedans ölçümlerinden belirlenen direnç değeri ise 300 ohm olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.18.a. pH=8 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisinde (-), 0,5 M Na₂SO₄ + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen Nyquist diyagramları.

Aynı aynı şartlar altında inhibitör içermeyen ve 100mL/L meyan kökü ekstraktı içeren ortamlarda elde edilen akım potansiyel eğrileri Şekil 4.18.b de verilmiştir. Ortamda meyan kökü ekstraktı yok iken ölçülen korozyon potansiyeli $-0,581$ V ortama 100ml/L meyan ekstraktı eklenmesiyle ölçülen korozyon potansiyeli $-0,509$ V tur. Şekil 4.18.b den görüldüğü gibi meyan kökü içeren ortamda korozyon potansiyeli pozitif kaymış ancak bu bölgede akım değerlerini pek değiştirmemiş dolayısıyla önemli bir etkinlik görülmemiştir.



Şekil 4.18.b. pH=8 de 0,5 M Na_2SO_4 çözeltisinde (-), 0,5 M Na_2SO_4 + 100ml meyan kökü ekstraktı çözeltisinde (.) elde edilen E-I eğrileri.

4.2.Tartışma

Adaçayı için farklı pH larda elde edilen Nyquist diyagramlarından belirlenen impedans değerleri ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Polarizasyon direnci değerleri alternatif akım impedansı yöntemiyle aynı koşullarda klasik polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile de belirlenerek yine aynı Çizelgede verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi Nyquist diyagramlarından belirlenen polarizasyon direnci değerleri ile klasik yöntem ile belirlenen polarizasyon direnci değerleri birbirleriyle uyum içindedir.

Çizelge 4.1. 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi ve 0,5 M Na₂SO₄ + 100mL adaçayı ekstraktı içeren çözelti içinde farklı pH larda belirlenen polarizasyon direnci ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri.

| İnhibitör | Adaçayı | | | | | |
|-----------|---------|---|---|---|---|--------------------|
| | pH | R _{p_o} ^(a) (Ω) | R _{p_{inh}} ^(a) (Ω) | R _{p_o} ^(b) (Ω) | R _{p_{inh}} ^(b) (Ω) | %IE ^(c) |
| | 4,0 | 83 | 120 | 88 | 143 | 30 |
| | 4,5 | 186 | 172 | 195 | 195 | -8 |
| | 5,0 | 375 | 2497 | 368,70 | ----- | 85 |
| | 5,5 | 349 | 4730 | 342 | ----- | 93 |
| | 6,0 | 248 | 6706 | 228 | 6053 | 96 |
| | 6,5 | 261 | 3727 | 262 | 4400 | 93 |
| | 7,0 | 256 | 975 | 256 | 600 | 74 |
| | 7,5 | 300 | 1189 | 280 | 580 | 75 |
| | 8,0 | 286 | 643 | 240 | 300 | 55 |

(a):Polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile belirlenen polarizasyon direnci.

(b):Nyquist diyagramlarından belirlenen polarizasyon direnci.

(c)Polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile belirlenen polarizasyon direnci değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Meyan kökü için farklı pH larda elde edilen Nyquist diyagramlarından belirlenen impedans değerleri ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri Çizelge 4.2 de verilmiştir. Polarizasyon direnci değerleri alternatif akım impedansı yöntemiyle aynı koşullarda klasik polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile de belirlenerek aynı Çizelgede verilmiştir. Çizelge 4.2. den görüldüğü gibi Nyquist diyagramlarından belirlenen polarizasyon direnci değerleri ile klasik yöntem ile belirlenen polarizasyon direnci değerleri birbirleriyle uyum içindedir.

Çizelge 4.2. 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi ve 0,5 M Na₂SO₄ +100mL meyan kökü ekstraktı içeren çözelti içinde farklı pH larda belirlenen polarizasyon direnci ve yüzde inhibisyon etkinliği (%IE) değerleri.

| İnhibitör | Meyan | | Kökü | | %İE ^(c) |
|-----------|------------------------------------|---|------------------------------------|---|--------------------|
| | R _{Po} ^(a) (Ω) | R _{P_{inh}} ^(a) (Ω) | R _{Po} ^(b) (Ω) | R _{P_{inh}} ^(b) (Ω) | |
| pH | | | | | |
| 4,0 | 83 | 100 | 88 | 112 | 17 |
| 4,5 | 186 | 349 | 185 | 280 | 47 |
| 5,0 | 375 | 459 | 330 | 370 | 18 |
| 5,5 | 349 | 321 | 342 | 365 | -9 |
| 6,0 | 248 | 410 | 228 | 435 | 40 |
| 6,5 | 261 | 308 | 255 | 335 | 15 |
| 7,0 | 256 | 339 | 256 | 400 | 24 |
| 7,5 | 300 | 346 | 285 | 485 | 13 |
| 8,0 | 286 | 260 | 265 | 300 | -10 |

(a):Polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile belirlenen polarizasyon direnci.

(b):Nyquist diyagramlarından belirlenen polarizasyon direnci.

(c)Polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile belirlenen polarizasyon direnci değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Yüzde inhibisyon etkinlikleri, polarizasyon direnci ölçme yöntemi ile belirlenen polarizasyon direnci değerleri kullanılarak aşağıda verilen bağıntıya göre belirlenmiştir.

$$\%IE = [(R_{Po}^{-1} - R_{P(inh)}^{-1}) / R_{Po}^{-1}] \times 100 \quad (4.1)$$

Adaçayı ekstraktının pH=4 ve pH=4,5 de 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde inhibitörsüz ortamdaki polarizasyon direnci değerlerini önemli ölçüde değiştirmediği gözlenmiştir. pH= 4 ve 4,5 de çözelti zayıf asidik bir çözeltidir. Bu çözeltide 10⁻⁴ M civarında H⁺ iyonu mevcuttur. Çözeltide bulunan (adaçayı ekstraktından geçen) luteolin de yaklaşık 10⁻⁴ M kadardır. Bu durumda çözeltinin serbest H⁺ iyonları luteolin molekülündeki OH grupları ile etkileşime girip onların metal yüzeyine adsorpsiyonlarını engelliyor olmalıdır. Bu nedenle de bu pH larda bir inhibitör etkinliği gözlenememiştir. pH=5, 6 ve 6,5 de oldukça yüksek inhibisyon gözlenirken (%85-96) pH=7 ve 7,5 de gözlenen inhibisyon biraz azalmasına karşın oldukça iyidir (%74). pH=8 de ise inhibisyon %55 değerine düşmüştür. pH=5-7,5 aralığında inhibisyonun yüksek olması bu pH larda luteolin molekülündeki OH gruplarının çözeltide düşük miktarda bulunan H⁺ iyonları tarafından etkilenmediğini göstermektedir. Adaçayının etkin maddeleri içinde en çok bulunanı luteolindir. Luteolin molekülü dört tane hidroksil grubu içermektedir. Literatür bilgilerine göre inhibitör etkinliği araştırılan moleküllerde S, N, OH gibi gruplar bulunduğunda bunlardan metal yüzeyine bağlanmada en aktif olanı S ve en az aktif olanı ise OH grubudur. Luteolin molekülünde S ve N grupları yoktur. Adsorpsiyonu sağlayacak olan tek grup hidroksil grubudur. Molekülün üzerindeki OH grupları çözelti içindeki diğer atom, iyon ya da gruplar tarafından pasifize edilmediği ölçüde molekülün metal yüzeyine adsorpsiyonu kuvvetli olur ve bir inhibisyon gözlenebilir. Ya da etkilense bile az miktarda etkilenmiş olur ve diğer OH gruplarının adsorpsiyonu inhibisyonda yeterli olabilir. pH=5 de %85 olan inhibisyon değerinin pH=6 da %96 olması bu görüşü doğrulamaktadır. Çünkü luteolin molekülündeki OH grupları pH=5 de pH=6 dakinden daha fazla biçimde pasifize edilmiştir. pH=8 de inihibisyonun %55 e düşmesi yine çözelti içindeki diğer gruplardan kaynaklanmaktadır. Ortamın pH ı 8 olunca çözeltide 10⁻⁶ M OH⁻ iyonu bulunur. Bu iyonlar metal yüzeyine luteolin molekülünden önce adsorbe olurlar. Çünkü luteolin molekülü OH⁻ iyonundan oldukça büyük bir moleküldür. OH⁻ iyonlarının yüzeye adsorpsiyonundan sonra açık kalan diğer yerlere luteolin molekülü adsorbe olmakta ve yüzeyi kapatmaktadır. Ancak OH⁻ iyonlarının kapattığı alan muhtemelen poröz bir yapıya sahip olmakta ve inhibisyon etkinliği de buna bağlı olarak azalmaktadır.

Adaçayı ekstraktı içeren çözeltide pH=5-6,5 aralığında elde edilen Nyquist diyagramlarından da yüzeyde oluşan direncin çok büyük olduğu görülmektedir. pH=5 de Nyquist diyagramı iki luptan, pH=5,5 de üç luptan oluşmaktadır ve bunların toplam direnç değerleri diyagramdan belirlenememiştir. İkinci lupların pH=5 de bir Warburg impedansına benzemesi pH=5,5 de ise ikinci lupun kapanıp üçüncü lupun Warburg impedansına benzer hal alması bu pH lardan 5,5 de inhibitör molekülünün yüzeyde daha fazla biriktiğini göstermektedir. Bu birikime bağlı olarak da inhibitör etkinliği artmaktadır. pH=6 da elde edilen Nyquist eğrisinde bir uzama vardır. Literatürde (DEHRİ İ., ÖZCAN M., 2004) Nyquist eğrisindeki uzamaların metal yüzeyindeki birikintilerin kalınlaşmasıyla olduğu belirtilmektedir. pH=6 da da luteolin molekülünün metal yüzeyinde iyi bir tutunma gösterdiği bu eğrinin uzamasından da anlaşılmaktadır.

Meyan kökü ekstraktının Çizelge 4.2 de görüldüğü gibi inhibitör olarak etkinliği oldukça zayıftır. Meyan kökünün içinde bulunan ve inhibitör olarak etkimesi beklenen moleküllerin (Liquirozit ve İsoliquirozit) yapılarında adsorpsiyonu gerçekleştirecek yeterli miktarda hidroksil ya da başka bir fonksiyonel grup içermediği görülmektedir. Yapıda yer alan bir diğer molekül olan glyerryhizinin ise hem yeterli fonksiyonel grup içermemesi hem de büyük bir molekül olmasından dolayı metal yüzeyine adsorpsiyonu oldukça zordur. Bu nedenle meyan kökünde pH=4,5 ve pH=6 da %40 civarında çok az bir etkinlik gözlenmiş diğer pH larda önemli bir etkinlik saptanamamıştır.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Adaçayı ve meyan kökü ekstraktları ile elde edilen deney sonuçlarından, ekstraktların inhibitör olarak etkinliği saptanmak üzere; ekstraktın eklenmediği 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde belirlenen polarizasyon direnci ($R_{Po}^{(a)}$) ile ortama ekstrakt eklenerek belirlenen polarizasyon direnci ($R_{Pinh}^{(a)}$), (4.1) bağıntısında yerine konmuş ve etkinlikler yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

1-0,5 M Na₂SO₄ çözeltisine 100mL/L adaçayı ekstraktı eklenmesi ile pH 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8 de civa çeliğinin korozyonuna inhibitör etkisinin atmosfere açık ortamlarda elde edilen sonuçları;

- pH 4 ve 4,5 de 100mL/L eklenen adaçayı ekstraktının civa çeliğinin korozyonuna etkin bir inhibitör olmadığı bulunmuştur.
- 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içinde pH=5-6,5 aralığında 100ml/L adaçayı ekstraktının civa çeliğine %85-96 arasında değişen bir inhibisyon sağladığı bulunmuştur.
- pH=7 ve 7,5 de etkinliğin biraz düşmesine karşın yine de önemli bir etkinlik gözlenmiştir (%74).
- pH=8 de adaçayı ekstraktının 0,5 M Na₂SO₄ çözeltisi içindeki inhibisyon etkinliği %55 değerine düşmüştür.

2-0,5 M Na₂SO₄ çözeltisine 100mL/L meyan kökü ekstraktı eklenmesi ile pH 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8 de civa çeliğinin atmosfere açık ortamlarda tüm pH larda etkin bir inhibitör olmadığı bulunmuştur.

Özellikle adaçayı ekstraktının GC-MS analizleri yapılarak içindeki kimyasal maddelerin belirlenmesi ve deneylerin bazı termodinamik fonksiyonların da belirleneceği şekilde detaylandırılması gereklidir. Bazı kuantum kimyasal hesaplamalar da yapılarak deneysel sonuçlarla teorik sonuçların karşılaştırılması ile bu bitkinin inhibitör olarak kullanımında önemli sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- AKSU, Samim, 1971. Bitkisel Maddeler Kimya ve Teknolojisi, İstanbul, s.68-98-217.
- ALODAN, M., SMYRL, W., 1998. Effect of Thiourea on Copper Dissolution and Deposition. *Electrochimica Acta*, 44(2-3): 299-309.
- AZHAR, M.E., MERNARİ, B., TRAISNEL, M., BENTISS, F., LAGRENEE, M., 2001. Corrosion Inhibition of Mild Steel by the new Class of Inhibitors [2,5-bis(n-pyridyl)-1,3,4-thiadiazoles] in Acidic Media. *Corrosion Science*, 43: 2229-2238.
- AZHAR, M.E., TRAISNEL, M., MERNARI, B., GENGEMBRE, L., BENTISS, F., LAGRENEE, M., 2002. Electrochemical and XPS Studies of 2,5-bis(n-Pyridyl)-1,3,4-thiadiazoles Adsorption on Mild Steel in Perchloric acid Solution. *Applied Surface Science*, 185: 197-205.
- BAYTOP, Turhan, 1974. Farmakognozi, Dr. Pharm. İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. Cilt-I, s.103-110, Cilt-II, s. 156-199-256.
- BENTISS, F., LAGRENEE, M., TRAISNEL, M., 2000a. 2,5-bis(n-pyridyl)-1, 3, 4 - Oxadiazoles as Corrosion Inhibitors for Mild Steel in Acidic Media. *Corrosion*, 56(7): 733-742.
- BENTISS, F., LAGRENEE, M., TRAISNEL, M., HORNEZ, J.C., 1999b. Corrosion Inhibition of Mild Steel in 1M Hydrochloric Acid by 2,5-bis(2-aminophenyl)-1,3,4—oxadiazole. *Corrosion*, 968-976.
- BENTISS, F., LAGRENEE, M., TRAISNEL, M., MERNARI, B., ELATTARI, H., 1999a. 3,5-bis(n-hydroxyphenyl)-4-amino-1,2,4-triazoles and 3,5-bis(n-aminophenyl)-4-amino-1,2,4-triazoles: A new Class of Corrosion Inhibitors For Mild Steel in 1M HCl Medium. *Journal of Applied Electrochemistry*, 29: 1073-1078.
- BENTISS, F., TRAISNEL, M., CHAIBI, N., MERNARI, B., VEZIN, H., LAGRENEE, M., 2002c. 2,5-bis(n-metoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazoles Used as Corrosion Inhibitors in Acidic Media: Correlation Between Inhibition Efficiency and Chemical Structure. *Corrosion Science*, 44: 2271-2289.

- BENTISS, F., TRAISNEL, M., GENGEMBRE, L., LAGRENEE, M., 2000. Inhibition of Acidic Corrosion of Mild Steel by 3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole. *Applied Surface Science*, 161: 194-202.
- BENTISS, F., TRAISNEL, M., LAGRENEE, M., 2001. Influence of 2,5-bis(4-dimethylaminophenyl)-1,3,4-thiadiazole on Corrosion Inhibition of Mild Steel in Acidic Media. *Journal of Applied Electrochemistry*, 31: 41-48.
- BEREKET, G., ÖĞRETİR, C., YAMAN, M., HÜR, E., 2003. Tautomeric Studies on 2-mercapto Pyrimidines and their Significance in Corrosion Process. *Journal of Molecular Structure (THEOCHEM)*, 625: 31-38.
- BOUAYED, M., RABAA, H., SRHIRI, A., SAILLARD, J.-Y., BACHIR, A.B., BEUZE, A.L., 1999. Experimental and Theoretical Study of Organic Corrosion Inhibitors on Iron in Acidic Medium. *Corrosion Science*, 41: 501-517.
- DAVIS, G., FRAUNHOFER, J., 2003. Tobacco Plant Extracts as Environmentally Benign Corrosion Inhibitors. *Materials Performance*, 42: 56.
- DEHRİ, İ., ERBİL, M., 2000. The Effect of Relative Humidity on the Atmospheric Corrosion of Defective Organic Coating Materials: an EIS Study with a New Approach. *Corrosion Science*, 42: 969-978.
- EL-ETRE, A.Y., 2001. Inhibition of Acid Corrosion of Aluminum Using Vanillin. *Corrosion Science*, 43: 1031-1039.
- EL-ETRE, A.Y., 2003. Inhibition of Aluminum Corrosion Using Opuntia Extract. *Corrosion Science*, 45: 2485-2495
- ETRE, A.Y., ABDALLAH, M., EL,TANTAWY, Z.E., 2005. Corrosion Inhibition of some Metals Using Lawsonia Extract. *Corrosion Science*, 47: 385-395.
- ELKADI, L., MERNARI, B., TRAISNEL, M., BENTISS, F., LAGRENEE, M., 2000. The Inhibition Action of 3,6-bis(2-methoxyphenyl)-1,2-dihydro-1,2,4,5-tetrazine on the Corrosion of Mild Steel in Acidic Media. *Corrosion Science*, 42: 703-719.
- ERBİL, M., 1980. Demirin Korozyonu Üzerine Bazı Yeni İnhibitörlerin Etkinliklerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Doçentlik Tezi, Ankara, 117s.

- ERBİL, M., 1984. Demirin Anodik Çözünme Karakteristikleri Üzerine Bazı Yeni İnhibitörlerin ve pH ın Etkileri. *Doğa*, 12: 239-247.
- ERBİL, M., 1984. Korozyon İnhibitörleri. SEGEM, Ankara, 148.
- ERBİL, M., 1984 The Inhibition of Benzene(1,4)Biphosphonic Acid on Cororsion of Iron in Aqueous Solutions. *Chimica Acta Turcica*, 12: 97-105.
- ERBİL, M., 1987. Alternatif Akım (A.C.) Yöntemiyle Korozyon Hızı Belirlenmesi. *Doğa*, 3: 100-111.
- ERBİL, M., 1996. Korozyonun Önlenmesi (M.ERBİL, B.YAZICI, İ.DEHRİ Editörler).5. Korozyon Sempozyumu Bildirileri: 223-237.
- HUYNH, N., BATTLE, S.E., NATOYA, T., TRUEMAN, A., HINTON, B.,SCHWEINSBERG, D.P., 2002. Studies on Alkyl Esters of Carboxybenzotriazole as Inhibitors for Copper Corrosion. *Corrosion Science*, 44: 1257-1276.
- LANGRENE, M.,MERNARI, B., BOUANIS, M., TRAISNEL, M., BENTISS, F., 2002. Study of the Mechenism and Inhibiting Efficiency of 3,5-bis-(4-methylthiophenyl)-4H-1,2,4-triazole on Mild Steel Corrosion in Acidic Media. *Corrosion Science*, 44: 573-588.
- LIN, J.C., CHANG, S.L., LEE, S.L., 1999. Corrosion Inhibition of Steel by Thiourea And Cations Under Incomplete Cathodic Protection in a 3,5% NaCl Solution And Sea Water. *Journal of Applied Electrochemistry*, 29(8): 911-918.
- LIBIN, T., GUANNAN, M., GUANGHANG, L., 2003. The Effect of Neutral Red on the Corrosion Inhibition of Cold Rolled Steel in 1 .0 M Hydrochloric Acid. *Corrosion Science*, 45: 2251-2262.
- MARTINEZ, Sanja, STERN, Ivica, 2002. Thermodynamic Characterization of Metal Dissolution and Inhibitor Adsorption Process in the Low Carbon Steel Mimosa tannin / Sulfuric Acid System. *Applied Surface Science* 199: 83-89.
- MEHDI, B.E., MERNARI, B., TRAISNEL, M., BENTISS, F., LEGRENEE, M., 2002. Synthesis and Comparative study of the Inhibitive Effect of Some New Triazole Derivatives Towards Corrosion of Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution. *Materials Chemistry and Physics*, 77: 489-496.

- MERNARİ, B., ATTARI, H.E., TRAISNEL, M., BENTISS, F., LAGRENEE, M., 1998. Inhibiting Effects of 3,5-bis(n-pyridyl)-4-amino-1,2,4-triazoles on the Corrosion for Mild Steel in 1 M HCl Medium. *Corrosion Science*, 40(2/3): 391-399.
- METIKOS-HUKOVICH, M., BABIC, R., 1996. Impedance Investigation of Corrosion Inhibition of Armeo Iron by Thiourea. *Journal of Applied Electrochemistry*, 24(6).
- OSMAN, M.M., EL-GHAZAWY, R.A., AL-SABAGH, A.M., 2003. Corrosion Inhibition of Some Surfactans Derived from Maleic-oleic Acid Adduct on Mild Steel in 1M H₂SO₄. *Materials Chemistry and Physics*, 80: 55-62.
- ÖĞRETİR, C., ÇALIŞ, S., BEREKET, G., BERBER, H., 2003. Theoretical Search on Metal-Ligand Interaction Mechanism in Corrosion of Some Imidazoline Derivatives. *Journal of Molecular Structure(THEOCHEM)*, 626: 179-186.
- ÖĞRETİR, C., MIHÇI, B., BEREKET, G., 1999. Quantum Chemical Studies of some Pyridine Derivatives as Corrosion Inhibitors. *Journal of Molecular Structure (THEOCHEM)*, 488: 223-231.
- ÖZCAN, M., DEHRİ, İ., 2004. Electrochemical and Quantum Chemical Studies of some Sulphur-Containing Organic Compounds as Inhibitors for the Acid Corrosion of Mild Steel. *Progress in Organic Coatings*, 51: 181-187.
- POURBAIX, M., 1966. *Atlas of Electrochem. Eq.in Aqueous Sol.*, Printed in Great Britain by J.W. Arowsmith Ltd. Bristol, 307-321.
- QURAIŞHİ, M.A., SARDAR, R., 2002. Corrosion Inhibition of Mild Steel in Acidic Solutions by Some Aromatic Oxadiazoles. *Materials Chemistry and Physics*, 78: 425-431.
- STOYANOVA, A.E., PEYERIMHOFF, S.D., 2002. On the Relationship between Corrosion Inhibiting effect and Molecular Structure. *Elektrochimica Acta*, 47:1365-1371.
- UHLIG, H.H., REVIE, R.W., 1985. *Corrosion and Control* Printed in the U.S. by Jhon Wiley & Sons, Inc.3 Basi.
- ÜNERİ, S., 1985. *Katodik Koruma*, SEGEM, Ankara.
- ÜNERİ, S., 1998. *Korozyon ve Önlenmesi* . SEGEM, Ankara

WRANGLER, G., 1972. An Introduction to Corrosion and Protection of Metals,
Printed in Great Britain by Butler & Tanner Ltd., London, 157-162.

XU, H.B., YU, J.K., DONG, J.H., LIN, H.C., CAO, C.N., 1998. SERS and
Electrochemical Study of Inhibition Mechanism of Thiourea on Iron in H₂SO₄
Solution. Journal of the Chinese Society of Corrosion and Protection,
18(1): 14-20.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Adana'da doğdum. 1996 yılında Anafartalar Lisesinden mezun oldum. 1997 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldum. Aynı yıl içinde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında yüksek lisans programına başladım.