



**EĞİTİM VE FEN FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN KOROZYON-ÇEVRE
İLİŞKİLERİ KAVRAMALARINI ALGILAMALARININ ÇEVRE BİLİNCİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

VOLKAN BİLİR

**DOKTORA TEZİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK, 2015

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 6 ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : VOLKAN

Soyadı : BİLİR

Bölümü : KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Eğitim ve Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon-Çevre İlişkileri Kavramalarını Algılamalarının Çevre Bilinci Üzerine Etkileri

İngilizce Adı : The Effects of the Perceptions of the Students at Faculties of Education and Science Towards Conceiving Corrosion – Environment Relationships on Their Environmental Consciousness

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: VOLKAN BİLİR

İmza:

Jüri onay sayfası

Volkan Bilir tarafından hazırlanan “Eğitim ve Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon-Çevre İlişkileri Kavramalarını Algılamalarının Çevre Bilinci Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy çokluğu ile Gazi Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Ana Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Levent AKSU

(Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

.....

Başkan: Prof. Dr. Orhan ATAKOL

(Kimya Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi)

.....

Üye: Prof. Dr. Kaan Cebesoy EMREGÜL

(Kimya Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi)

.....

Üye: Prof. Dr. Güler EKMEKÇİ

(Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

.....

Üye: Doç. Dr. YÜKSEL ALTUN

(Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Bu tezin Kimya Öğretmenliği Bilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tahir ATICI

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimimde tanıdığım, tez danışmanlığımı üstlenen ve tez süresi boyunca benden yardımlarını, ilgi ve alakasını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Mehmet Levent AKSU'ya

Hayatımın her anında bana desteklerini esirgemeyen sevgili babam Zekeriya BİLİR, sevgili annem Fatma BİLİR ve sevgili ablam Selma BİLİR'e

Tez çalışmalarımı yaparken yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Orhan ATAKOL ve sayın hocam Doç. Dr. Yüksel ALTUN'a

Çalışmalarım esnasında anketlerimi uygulamamda yardımcı olan Sayın Doç Dr. Erdal KOCABAŞ ve sayın Dr. Mustafa DOLMACI'ya

Doktora süresince ilgili yazışmalarımızı yapan ve her öğrencide emeklerinin olduğuna inandığım Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü memurlarına

Düzce Üniversitesinde çalışan iş arkadaşlarıma ve özellikle Düzce de aynı evi paylaştığımız ev arkadaşlarım Uzman Ahmet DOLMACI, Gökhan ÖNDER ve Müjdat DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Volkan BİLİR

EĞİTİM VE FEN FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN KOROZYON- ÇEVRE İLİŞKİLERİ KAVRAMALARINI ALGILAMALARININ ÇEVRE BİLİNCİ ÜZERİNE ETKİLERİ

(Doktora Tezi)

Volkan BİLİR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2015

ÖZ

Bu çalışma eğitim fakültesi kimya öğretmenliği ve fen fakültesi kimya bölümü öğrencilerinin korozyon ile ilgili bilgi düzeylerinin öğrenim gördükleri sınıflara göre nasıl farklılık gösterdiğini, korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeylerinin öğrenim gördükleri sınıflara göre nasıl farklılık gösterdiğini, korozyon bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeyleri arasındaki ilişkiyi ve çevre kimyası dersi alan öğrenciler ile çevre kimyası dersi almayan öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada öğrencilerin bilgi düzeylerini ve algılarını tespit etmek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan “Korozyon Bilgi Testi” ve “Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırma Survey (tarama) modeline göre düzenlenmiştir. Çalışma 2014-2015 öğretim yılının II. Döneminde, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Konya Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü ve Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünde eğitime devam eden 345 öğrenciye uygulanmıştır. Verilerin analizinde, ölçeklerin ve testlerin geçerlik ve güvenirliğini hesaplamada SPSS 21.0 paket programı kullanılmış,

verimlerin betimlenmesinde ve ortalama ve standart sapma ile grupların karşılaştırılmasında ANOVA testi kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, öğrencilerin korozyon ile ilgili bilgi düzeylerinin öğrenim gördükleri sınıflara göre anlamlı şekilde farklılık gösterdiği, öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeylerinin öğrenim gördükleri sınıflara göre Eğitim Fakültesi öğrencilerinde anlamlı şekilde farklılık göstermediği, Fen Fakültesi öğrencilerinde anlamlı farklılık gösterdiği, öğrencilerin korozyon bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve öğrencilerin çevre kimyası dersi alan öğrenciler ile çevre kimyası dersi almayan öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Çalışma sonunda eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu ve korozyonun çevresel etkileri algılamalarının orta düzeyde olduğu görülmüştür. Korozyon günümüzün ve geleceğin önemli problemleri arasında yer almaktadır ve bu konu hakkında bilgi sahibi olmak ve çevresel etkileri ile algılamalarının yüksek olması öğrencilerden beklenen bir durumdur. Bu sayede toplum bilinci artacak ve korozyonun çevresel etkilerine karşı alınan önlemler daha etkili olabilecektir.

Bilim Kodu :

Anahtar Kelimeler : korozyon, korozyon eğitimi, korozyonun çevresel etkileri,

Sayfa Adedi : 139

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Levent AKSU

**THE EFFECTS OF THE PERCEPTIONS OF THE STUDENTS AT
FACULTIES OF EDUCATION AND SCIENCE TOWARDS
CONCEIVING CORROSION – ENVIRONMENT RELATIONSHIPS
ON THEIR ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS**

(PhD Dissertation)

BİLİR, Volkan

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

December 2015

ABSTRACT

This study was done to analyse how the knowledge levels related to corrosion of the students at faculty of education, chemistry teaching and faculty of science, chemistry department differed from each other according to the class in which they attended, how their perception levels of conceiving the environmental effects of corrosion differed from each other according to the class in which they attended and also the relationship between their knowledge levels of corrosion and their perception levels of conceiving the environmental effects of corrosion and the relationship between the perception levels towards the environmental effects of corrosion of the students who had taken environment chemistry course and the students who hadn't taken environment chemistry. In the study "Corrosion Knowledge Test" and "the Scale of Perceptions towards Environmental Effects of Corrosion" was used to determine the knowledge levels and the perceptions of the students and these tools were prepared by the researcher. The study was organised according to survey model. The study was applied to 345 students attending Gazi University, Gazi Faculty of Education, chemistry teaching department of secondary science and mathematics fields, Necmettin Erbakan University, Ahmet Keleşoğlu Faculty of Education, chemistry teaching department of secondary science and mathematics fields, Ankara University, Faculty of Science, chemistry department, Selçuk University, Faculty of Science, chemistry department and Gazi University, Faculty of Science, chemistry

department in the 2014 – 2015 academic year. SPSS 21.0 package program was used to analyse data and to calculate the validity and reliability of tests and ANOVA test was used to compare the groups with arithmetic mean and standart deviation and to describe the data. The findings of the study indicated that the students' knowledge levels related to corrosion showed significant differences according to the class in which they attended, that the students' perception levels of conceiving the environmenal effects of corrosion in the faculties of education didn't differ significantly according to the class in which they attended, that there was a significant difference between the students' knowledge levels related to corrosion and their perception levels of conceiving the environmental effects of corrosion in the faculties of science, that there was a significant relationship between the students' knowledge levels related to corrosion and their perception levels of conceiving the environmental effects of corrosion, and that there wasn't a significant difference between the perception levels of conceiving the environmental effects of corrosion of the students who had taken environment chemistry course and the students who hadn't taken environment chemistry. At the end of the study, it was understood that the knowledge levels related to corrosion of the students attending the faculties of education and science were insufficient and their perceptions towards the environmental effects of corrosion were medium-level. Corrosion is one of the most important problems of nowadays and future and students are supposed to have information about it and understand it with its environmental effects. Thus, society consciounes will rise and the precautions taken against the environmental effects of corrosion can be more effective.

Science Code :

Key Words : corrosion, corrosion education, environmental effects of corrosion

Number of Pages : 139

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet Levent AKSU

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI	ii
Jüri onay sayfası	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xviii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
Problem.....	5
Alt Problemler	5
Hipotezler.....	5
Araştırmanın Amacı	6
Araştırmanın Önemi.....	6
Sınırlılıklar.....	8
Varsayımlar	9

BÖLÜM II.....	11
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
Korozyon.....	11
Korozyonun Tanımı	11
Korozyonun Önemi	12
Korozyonun Oluşma Nedenleri.....	14
Korozyon Reaksiyonları	15
Korozyona Etki Eden Faktörler	20
Korozyon Tipleri	22
Korozyon Etkenleri	29
Korozyonun Kontrolü ve Önlenmesi	33
Saf Metal Kullanımı	34
Alaşım Elementi Katma	34
İşıl İşlem	34
Uygun Tasarım	34
Korozyona Dayanıklı Malzeme Kullanımı	38
Üretim Yöntemlerinin Etkisi.....	38
Birleştirme Malzemeleri	38
Katodik Koruma.....	38
Anodik Koruma	39
Korozyon Önleyicisi (İnhibitör) Kullanımı	39
Korozyona Neden Olan Maddeleri Uzaklaştırmak	39
Metal Olmayan Kaplamalar	40
Korozyon Kayıpları ve Korozyonun Ekonomiye Maliyeti	40

İşletme kesikliği	40
Ürün kaybı	40
Ürün kirlenmesi	41
Aşırı Önlemler	41
Kaplama masrafları	41
Korozyonun Ülke Ekonomilerine Zararları	42
Korozyonun Çevreye Etkileri	45
Korozyon Eğitimi	47
Çevre Eğitimi	49
BÖLÜM III	53
YÖNTEM	53
Araştırma Modeli	53
Evren ve Örneklem	54
Değişkenler	55
Bağımlı Değişkenler	55
Bağımsız Değişkenler	55
Veri Toplama Araçları	55
Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF)	55
Korozyon Bilgi Testi (KBT)	56
Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ)	59
Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF)	71
Verilerin Analizi	71
BÖLÜM IV	73
BULGULAR VE YORUM	73

Çalışma Grubunun Genel Yapısına İlişkin Veriler.....	73
Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler	75
Alt Problemlere Yönelik Bulgular ve Yorumlar	77
Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar.....	78
İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar.....	79
Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	79
Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	80
Beşinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	81
Altıncı Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	82
Yedinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	82
Sekizinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar	83
Hipotezlerin Test Edilmesi.....	84
Hipotez 1’in Test Edilmesi.....	84
Hipotez 2’nin Test Edilmesi	84
Hipotez 3’ün Test Edilmesi.....	85
Hipotez 4’ün Test Edilmesi.....	85
Hipotez 5’in Test Edilmesi.....	85
Hipotez 6’in Test Edilmesi.....	85
Hipotez 7’in Test Edilmesi.....	86
Hipotez 8’in Test Edilmesi.....	86
Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF)’undan Elde Edilen Veriler	86
BÖLÜM V	93
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	93

Sonuçlar	93
Öneriler	98
KAYNAKÇA	101
EKLER.....	109
EK 1 - ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ SORU FORMU	110
EK 2 – KOROZYON BİLGİ TESTİ	111
EK 3 - KOROZYONUN ÇEVRESEL ETKİLERİNİ ALGILAMA ÖLÇEĞİ.....	115
EK 4 – KOROZYON İLE İLGİLİ SORU FORMU	117

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Bazı Elementler İçin Standart Elektrot Potansiyeller (Uhlig, 1953, s.1134).....	16
Tablo 2. Bazı Metallerin Hidrojenli ve Oksijenli Ortamlardaki Korozyon Hızları (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.233).....	19
Tablo 3. Zeminin Elektriksel Özgöl Direncine Göre Koroziflik Sıralaması (MEGEP, 2009)	21
Tablo 4. Çok Karşılaşılan Galvanik Hücreler (MEGEP, 2009).....	23
Tablo 5. Örneklemenin Okullara, Bölümlere ve Sınıflara Göre Dağılımı	54
Tablo 6. Ön Pilot Uygulamada Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Ayırt Edicilik İndeksleri (d) ve Güçlük Dereceleri (p)	57
Tablo 7. Ön Pilot Çalışmaya Ait Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerlerine Göre Soruların Dağılımı	58
Tablo 8. Pilot Uygulama Sonucu Alt ve Üst Gruptaki Öğrencilerin Doğru Cevap Sayısına Göre Madde Analizi.....	59
Tablo 9. Güvenirlik, Geçerlik ve Norm Çalışmalarında Çalışma Grubu Sayılarının Dağılımları	61
Tablo 10. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği Maddelerinin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	62
Tablo 11. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Tamamının İç Tutarlılık Katsayıları	63
Tablo 12. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Madde Toplam Analizi Sonuçları	64
Tablo 13. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Madde Kalan Sonuçları	65
Tablo 14. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği Geneline Ayırt Edicilik Sonuçları	66

Tablo 15. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği İçin Yapılan Kaise-Meyer Olkin ve Bartlett Test Sonuçları	68
Tablo 16. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin Faktör Yükleri, Faktörlere Ait Cronbach Alpha Değerleri ve Faktörlerde Yer Alan Maddeler.....	69
Tablo 17. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin Faktörler Arası Pearson Korelasyon Katsayıları.....	71
Tablo 18. Araştırmaya Katılan Kimya Öğretmenliği ve Kimya Bölümü Öğrencilerinin Kişisel Bilgileri	74
Tablo 19. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler	75
Tablo 20. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler.....	76
Tablo 21. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunda Bilgi Düzeyleri İle Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları.....	78
Tablo 22. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunda Bilgi Düzeyleri İle Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları	79
Tablo 23. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Öğrenim Gördükleri Sınıflar Arasında Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları	80
Tablo 24. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Öğrenim Gördükleri Sınıflar Arasında Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları	81
Tablo 25. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyonun Çevresel Etkilerine Karşı Algılamaları ile Korozyon İle İlgili Bilgi Düzeyleri Arasındaki Korelasyon.....	82
Tablo 26. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyonun Çevresel Etkilerine Karşı Algılamaları ile Korozyon ile İlgili Bilgi Düzeyleri Arasındaki Korelasyon	82
Tablo 27. Çevre Kimyası Dersi Almış Eğitim Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Çevre Kimyası Dersi Almamış Eğitim Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri İle İlgili Algılamaları Arasındaki t-Testi Sonuçları	83
Tablo 28. Çevre Kimyası Dersi Almış Fen Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Çevre Kimyası Dersi Almamış Fen Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algılamaları Arasındaki t-Testi Sonuçları	84

Tablo 29. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Günlük Hayatta Hangi Ortamlarda Korozyon Olayını Gözlemlediniz? Etkileri Nelerdir” Sorusuna Verilen Cevaplar.....	87
Tablo 30. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Günlük Hayatta Hangi Ortamlarda Korozyon Olayını Gözlemlediniz? Etkileri Nelerdir” Sorusuna Verilen Cevaplar.....	88
Tablo 31. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Korozyondan Korunmak İçin Nasıl Bir Yöntem Önerirdiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar.....	89
Tablo 32. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Korozyondan Korunmak İçin Nasıl Bir Yöntem Önerirdiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar.....	90
Tablo 33. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Ülkemizin Korozyon Açısından Durumunu Nasıl Değerlendirirsiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar.....	91
Tablo 34. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Ülkemizin Korozyon Açısından Durumunu Nasıl Değerlendirirsiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çeliğin korozyon döngüsü (Davis, 2000, s.1)	15
Şekil 2. Galvanik seri diyagramı (LaQue, 1975, s. 179).....	17
Şekil 3. Metal korozyonunun şematik gösterimi (Üneri, 1998a).....	20
Şekil 4. Korozyonun yaygın türleri şeması (Davis, 2000, s.5)	22
Şekil 5. Kristaller arasındaki korozyon şekli (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.122)	25
Şekil 6. Elektrik akımı korozyonuna bir örnek	26
Şekil 7. Boya altından yürüyen filiform korozyonunun görünümü.....	26
Şekil 8. Fazla gerilimin etkisiyle çatlakların oluşumu ve korozyona uğramaları.	27
Şekil 9. Aşınmalı korozyona uğramış bir makine parçası.	28
Şekil 10. Alüminyum ve bakır levhalar ile çelik cıvata arasında izolasyon kullanımı.	35
Şekil 11. Birbiri üzerine yatay binen iki metal levhanın korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208).....	35
Şekil 12. Birbiri ile dikey kesişen iki metal levhanın korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208)	36
Şekil 13. Kıvrılan iki levhanın korozyondan korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208)	36
Şekil 14. Borularda koruma (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.215)	37
Şekil 15. Tanklarda koruma (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.215)	37
Şekil 16. Korozyon maliyetinin ABD GSMH içerisindeki payı (Webster, 2010).....	42
Şekil 17. ABD Donanmasındaki toplam korozyon maliyetinin oransal gösterimi (Thomas, 2010).	43

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik ve Araştırma Kurumu
NATO	Kuzey Atlantik Anlaşması
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AMÖT	Amerikan Materyal ve Ölçüm Topluluğu
NBS	Ulusal Standartlar Masası
EFC	Avrupa Korozyon Federasyonu
WP7	Çalışma Grubu 7
GSMH	Gayrı Safi Milli Hasıla
MIC	Mikrobiyolojik Etki Korozyonu
ÇKSF	Çevre Kirliliğinin Nedenleriyle ilgili Soru Formu
KBT	Korozyon Bilgi Testi
KÇEAÖ	Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği
KİSF	Korozyonla ilgili Soru Formu
SPSS	Sosyal Çalışmalar için İstatistik Programı
d	Ayırt edicilik
p	Madde Güçlüğü
Dü	Üst Grup
Da	Alt Grup

N	Veri Sayısı
X	Aritmetik Ortalama
Ss	Standart Sapma
r	Korelasyon Katsayısı
P	Anlamlılık Derecesi
Sd	Serbestlik Derecesi
t	t Testi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Korozyon, metallerin içinde bulundukları ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlara girerek metalik özelliklerini kaybetmeleridir. Korozyon istenmeyen bir olaydır, ekonomik bakımdan her ülkenin büyük kayıplara uğramasına neden olur. Korozyon yavaş seyreden bir olay olduğundan, zararlı sonuçlarının ortaya çıkması uzun zaman almaktadır. Bazı tahminlere göre, korozyonun devlete maliyeti gayri safi milli hasılatın %3.5-5.0'ine ulaşmaktadır. Türkiye için bu değerin %4.5 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bunu yanı sıra ülkemizde korozyon kaynaklı iş kazaları oluşmakta ancak hala bu konu ile ilgili yeterli ve aydınlatıcı istatistiki ve bilimsel çalışmalar yapılmamaktadır (Bildik, 2014).

Korozyonun istenmeyen bir olay olması ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde ekonomik kayıplar yanında çeşitli çevresel sorunları da yanında getirmesi, korozyon eğitiminin önemini arttırmaktadır.

Palmer (1995), bilginin en önemli değer olduğu yaşadığımız bilgi çağında yapılan çalışmalar yaşanabilir bir çevreye sahip olmak için eğitimin ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Gelecek nesillerin daha sağlıklı ve güvenilir bir ortamda yaşamalarını sağlamak için çevreye duyarlı bireyler yetiştirmek, bir zorunluluk haline gelmiştir.

Türkiye'de korozyon konusundaki bilimsel çalışmaların başlangıcı 1950'lere kadar gider. Ülkemizde katodik koruma uygulamasına ilk olarak yurt dışından getirilen gemilerde rastlanmıştır. Yeraltında ve limanlardaki katodik koruma, Türkiye'nin NATO üyesi olmasıyla yıllardır ülkede NATO inşaatlarına bağlı olarak güncelliğini koruyan bir konudur. Ankara Şeker Fabrikasının Türkiye'de korozyon zararlarına karşı korunmada

alışmalar yürüten endüstri araştırma merkezleri arasında önemli bir yeri vardır. TBTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) Marmara Araştırma Merkezi bu alanda çok yoğun çalışmaların yapıldığı bir merkez olmuş ve korozyon konusunda yapılan teknik çalışmaların tamamı bilimsel bu kurumda yürütülmüştür. Türkiye Petrolleri, BOTAş ve İller Bankası gibi kurumlar da korozyonla mücadelede etkin rol oynamışlardır Köklü bir Türk Kurumu olan Devlet Demiryolları 1990 yılından beri seminer ve kurslar yoluyla personelinin korozyonla ilgili bilgilerini güncellemektedir (Bilgiç, 2008).

9-13 Eylül 2012 tarihleri arasında İştambul Sheraton Maslak Otel ve Kongre Merkezinde yapılan Avrupa Korozyon Kongresinde farklı sektörlerden pek çok profesyonel bir araya gelmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda Dünyamızın yıllık korozyon kaybının 4,4 trilyon dolar civarında, Türkiye'nin toplam kaybının ise 45,6 milyar dolar civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu sayıların korozyon tehlikesinin Dünya ekonomisine, insan sağlığına ve çevreye yol açtığı büyük tehlikenin bir kanıtıdır. Bu kongrede katodik koruma, petrol ve gaz üretiminde korozyon, otomotiv korozyonu, polimer materyallerin korozyonu, nükleer korozyon, rafineri endüstrisinde korozyon, korozyon eğitimi ve bilgisayar uygulamaları gibi onlarca konu ele alınmıştır.

Bilgiç'e (2008) göre korozyon ve neden olduğu sonuçlar konusunda bilgi ve eğitim yetersizliğinin önlenmesi niversiteler, araştırma merkezleri, endüstri ve yatırımcı kuruluşların yer aldığı organize bir çalışma ile gerçekleştirilebilir. Korozyon bilimi çok karmaşık bir bilim dalıdır ve diğer birçok bilim dallarıyla ilgilidir. Sorunların belirlenmesi ve bunların çözümü için elektrokimya, termodinamik, elektrokimyasal kinetik, elektrokimyasal termodinamik, yüzey fiziği ve kimyası, mekanik, metalürji ve malzeme bilgisi gibi çeşitli bilim dallarındaki bilgilerin bir arada kullanılması gerekir. Bu nedenle de eğitim ve öğretimin büyük önemi vardır.

Üniversitelerimiz, lkemizde korozyon sorunlarının belirlenmesi ve çözümünde çok değerli katkılar sağlamışlardır ve bu tür çalışmalar devam etmektedir. Bu gün Türkiye'de birçok üniversitede kimya, metalürji ve malzeme mühendisliği disiplinlerinde korozyon önemli bir ders olarak yer almaktadır.

Ülkemizde korozyonla ilgili farkındalığı yaratmak amacıyla Korozyon Derneği niversite ilgili elemanları, kamu ve özel endüstri işletmeleri temsilcileri ve korozyon önleyici firma temsilcilerinden oluşan 20 kurucu ye tarafından 1987 yılında kurulmuştur. Derneğin merkezi Ankara'da Orta Doğu Teknik niversitesi'dir (neri, 2004). Derneğin amacı,

Türkiye’de korozyon bilimi ve korozyon önleme yöntemleri ile bunlara olan ilginin gelişmesi ve yaygınlaşmasıdır. Bu doğrultuda dernek aşağıda sıralanan faaliyetlerde bulunur;

- a) Korozyon bilimi ve korozyonu önleme yöntemlerinin gelişmesini özendirmek ve bunları uygulanması için gerekli teknolojilerin gelişmesini sağlamak,
- b) Korozyon ve korozyonu önleme alanında eğitim ve öğretime yardımcı olmak,
- c) Korozyon ve korozyonu önleme konusunda endüstri için gerekli eğitim olanaklarını araştırma ve bu konuda diğer kuruluşlarla iş birliği yapmak,
- d) Korozyon ve korozyonu önleme ile ilgili bilgileri toplayarak bunları öncelikle uygulayıcılara aktarmak ve gerektiğinde başvuracak kaynak olarak depolamak,
- e) Korozyon ve korozyonu önleme konusunda bilimsel toplantılar, konferanslar, kurslar, seminerler düzenlemek,
- f) Korozyon bilimi ve korozyonun önlenmesinde kullanılan yöntem, teknoloji, kurum ve malzemelerin tanıtımı için sergiler düzenlemek,
- g) Benzer amaçlarla kurulmuş ve kurulacak olan diğer derneklerle dernek amaçlarının gerçekleşmesine yönelik işbirliği yapmak (Üneri, 2004).

Üniversitelerimizde korozyon sorunlarının belirlenmesi ve bu sorunlara çözümler üretilmesi açısından önemli görevler düşmektedir. Üneri’nin (2004) yapmış olduğu bir araştırmada ülkemizde korozyon dersi üniversitede; kimya, metalürji ve malzeme mühendisliği disiplinlerinde önemli bir ders olarak yer almaktadır. Bu üniversiteler;

1. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara
2. Çukurova Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Adana
3. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
4. Gazi Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara
5. Gazi Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara
6. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü, Ankara
7. İnönü Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Malatya

8. İstanbul Teknik Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul
9. Mersin Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Mersin
10. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay
11. Kocaeli Üniversitesi, İzmit
12. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Ankara
13. Cumhuriyet Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sivas

Bu üniversitelerin yaklaşık yarısında korozyon dersleri yüksek lisans ve doktora dersi olarak okutulmakta ve bu araştırmalar tez olarak sunulup yayınlanmaktadır (Üneri, 2004).

Selçuk Üniversitesinde korozyon dersi sadece Metalürji ve Malzeme Mühendisliği bölümü programında, Gazi Üniversitesinde ise Metalürji ve Malzeme Mühendisliği bölümü ve Kimya Mühendisliği programında okutulmaktadır. Çalışmanın uygulandığı Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü ve Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya bölümü programlarında korozyon adı altında bir ders olmadığı, sadece bazı dersler içerisinde korozyonun konu olarak yer aldığı görülmektedir.

Bunun yanı sıra korozyonun ve korozyon ürünlerinin çevreye birçok zararı olduğu bilinmektedir. Korozyonun ders olarak okutulmaması öğrencilerin korozyon ile ilgili bilgi düzeylerini etkilemekte, bu durum kimya bölümü ve kimya öğretmenliği programlarında okuyan öğrencilerde korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamalarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Eğitimcilerin çevre sorunları konusunda öğrencilerine verecekleri pek çok yükümlülük vardır. Seçilen bir konuya ilişkin yazılı ve görüntülü haberleri derleyerek sınıfta bir tartışma ortamı yaratılması, yakın çevrelerinde bu konuda yürütülen projelere müdahil olunması ve gerektiğinde aktif rol alınması, çalışmalar sırasında ortaya çıkan tartışma ortamına toplumun farklı kesimlerini dâhil etmeye yönelik girişimler bu bağlamda değerlendirilebilecek seçeneklerdir. Bunlar aynı zamanda bir yandan öğrencilerin çevre sorunlarına somut çözüm önerileri getirmelerini sağlarken öte yandan da onları karar alma sürecine dâhil etmektedir (Garcia ve Michaelis, 2001, s. 118). Korozyonun bir çevre sorunu olarak algılanması, bu konunun çevre ile ilgili derslere dahil edilmesi ve öğrencilerin etkin bir şekilde öğretimin içerisinde yer edilmelerine bağlıdır.

Problem

Eğitim ve Fen Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Alt Problemler

1. Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?
2. Fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?
3. Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?
4. Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?
5. Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mı?
6. Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mı?
7. Çevre Kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış eğitim fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki var mı?
8. Çevre Kimyası dersi almış fen fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış fen fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki var mı?

Hipotezler

Bu bölümde araştırmanın alt problemleri ile ilgili olarak aşağıdaki null hipotezleri kurulmuştur.

1. Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık göstermez.
2. Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık göstermez.
3. Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık göstermez.
4. Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık göstermez.
5. Eğitim Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.
6. Fen Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.
7. Çevre Kimyası dersi almış Eğitim Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Eğitim Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.
8. Çevre Kimyası dersi almış Fen Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Fen Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği bölümü öğrencileri ile Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerini algılamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmektir.

Araştırmanın Önemi

Sanayileşme ile birlikte önemi daha da artan ve ülke ekonomisine oldukça büyük bir yük getiren korozyon olayının ortaöğretim öğrencilerine öneminin anlatılması, korozyondan

korunma ve bu konuda güncel örneklerin verilmesi önem arz etmektedir. Bu bilgilerle donatılan öğrencilerin bu bilgileri üniversite eğitiminde de kullanmaları çalışma açısından önemlidir (Şahin, Yılmaz ve Morgil, 2001).

Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında etkili olan bireylerin bu sorunların giderilmesinde de üzerlerine düşen sorumlulukların neler oldukları bilincine ulaştırılmaları gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi, ancak etkin bir çevre eğitimi ile mümkün olacaktır (Altın, Bacanlı ve Yıldız, 2002; Soran, Morgil, Yücel, Atav ve Işık, 2000; Özer, 1991).

Çevre sorunlarına karşı toplumda yaşayan insanların bu konuda yerine getirmeleri gereken görevleri vardır ve bunların gerçekleşmesi eğitimle mümkündür. Bu noktada yaşam boyu eğitim süreci de çevre eğitiminin önemli bir parçasıdır (Soran, Morgil, Yücel, Atav ve Işık, 2000).

Birçok çevre probleminin temelinde sorumsuz çevre davranışının yattığı bilinmektedir. Bu nedenle Childress ve Wert (1976), Harvey (1977), Hungerford ve Peyton (1976) ve Rubba ve Wiesenmayer (1985) gibi bazı araştırmacılar çevre eğitiminin en büyük amacının sorumlu çevre davranışı gösteren çevre okur-yazar insanlar yetiştirmek olduğunu vurgulamışlardır (aktaran Culen ve Volk, 2000).

Amaca uygun bir çevre eğitimi verebilmek için öncelikle bu eğitimi verebilecek nitelikteki çevre eğitimcilerinin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle gelecekte çevre konusunda karar alacak kuşakları eğitecek olan öğretmenlerin yetiştirilmesi, toplumun tüm katmanlarına yaşam boyu verilmesi öngörülen çevre eğitiminin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır; çünkü çevreyle ilgili eğitilmiş öğretmenler önceliklerin önceliği olarak tanımlanmaktadır.

Çevre eğitiminin okullardaki başarısının öğretmenlerden kaynaklandığı (Simmons, 1993) ve dolayısıyla çevre eğitiminin kalitesinin artırılabilmesi için de öğretmen adaylarının sahip oldukları algılamaların değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Ballantyne ve Bain, 1995).

Brezilya'da demir çivinin deniz suyunda uğradığı korozyonu öğrencilere göstermek için yapılan bir çalışmada cep telefonu kullanılmıştır. Bir kaba alınan deniz suyu içerisine bir miktar 1,10-fenantrolin eklenmiştir. Daha sonra kap içerisine demir çivi konularak öğrencilerin karışımdaki renk değişimini cep telefonları kamerasıyla çekerek gözlemlmeleri sağlanmıştır. Karışımdaki demir zamanla korozyona uğrayarak Fe^{2+} iyonları oluşacak. Oluşan bu Fe^{2+} iyonları, 1,10-fenantrolin ile etkileşerek $[Fe(phen)_3]^{2+}$

kompleks iyonunu oluşturur. Demir çivinin korozyona uğramasıyla $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ kompleks iyonunun derişimi artacaktır. Bu derişim artışı sonucu oluşan renk değişiminden demir çivinin korozyona uğraması öğrenciler tarafından bu şekilde gözlemlenerek öğrenmenin, daha anlamlı ve daha teşvik edici olması sağlanmıştır (Moraes, Confessor ve Gasparotto, 2015).

Lise öğrencileri ile yapılan bir araştırmada lise öğrencilerinin kendi ifadelerine göre, büyük bir çoğunluğunun korozyon kavramını duymadıkları, bir diğer ifadeyle bu kavrama yeterince aşına olmadıkları ortaya çıkmıştır. Korozyon konusunun eğitim programında yalnızca kısa bir şekilde yer alması gerektiği görüşünde oldukları da ulaşılan diğer bir sonuçtur (Akkaya, 2010).

Üniversite öğrencileriyle yapılan başka bir çalışmada da üniversite öğrencilerinin korozyon bilgi düzeyleriyle korozyona karşı tutumları eğitim aldıkları bölümlere göre anlamlı bir farklılık gösterdiği bulunmuştur. Korozyon dersi alan öğrencilerin, almayan öğrencilere göre korozyon bilgi düzeylerinin ve korozyona karşı tutumlarının daha yüksek olduğu görölmüştür (Eyceyurt, 2010).

Çevre eğitimi programlarının odak noktası genellikle çevreye ilişkin bilginin artırılması yoluyla çevreye karşı tutumların olumlu yönde değiştirilmesini sağlamak olmuştur (Pooley ve O'connor, 2000). Bunun için güncel bir konu olan ve her zaman da karşımıza bir sorun olarak çıkacak korozyonun çevresel etkilerinin, kimya öğretmen adayları ve kimya bölümü öğrencileri tarafından nasıl algılandığı önem arz etmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerinin neler olduğu, kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencilerinin çevre ile ilgili aldıkları derslerde öğrencilere verilmesi gerekmektedir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın sınırlılıkları;

1. Araştırmanın evreni Türkiye'deki Kimya Öğretmenliği Programlarında okuyan öğretmen adayları ve Türkiye'deki Kimya Bölümü Programlarında okuyan Kimya Bölümü öğrencileri ile sınırlı kalmıştır.
2. Araştırmanın örneklemi 2014-2015 öğretim yılı Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında okuyan öğrenciler, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu

Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında okuyan öğrenciler, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğrencileri, Konya Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü (öğrencileri ve Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğrencileri ile sınırlıdır.

3. Uygulanan veri toplama araçları hazır olarak alınmamış, araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

4. Çalışmanın örneklemi 345 kişi ile sınırlıdır.

Varsayımlar

Bu çalışmanın varsayımları;

1. Tüm öğrencilerin uygulanacak anket ve testlere isteyerek ve samimiyetle cevap vermişlerdir.

2. Anket ve testlerin uygulandığı öğrenciler, araştırmanın sonucunu etkileyecek bir etkileşimde bulunmamışlardır.

3. Başvurulan uzman görüşlerinin yeterli olacağı varsayılmıştır.

4. Öğrencilere uygulanan testler ve algı ölçekleri gerçeği yansıtmıştır.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Korozyon

Korozyonun Tanımı

1763 yılında İngilizler bir firkateynlerinin omurgasında geminin hızını yavaşlatan midye birikmesini önlemek amacıyla bakır ile kaplamışlardı. Ancak bir müddet sonra bakırı tutturmak için kullanılan demir vidaların hızla paslanıp koptuğunu gördüler. Aynı yıl İngiltere Savunma Bakanlığına sunulan bir raporda demir ile bakırın bir arada kullanılmaması gerektiği bildiriliyordu. Bu korozyonun ilk fark edildiği andı (Trethewey ve Chamberlain, 1988).

Korozyon Latince "corrosus" sözcüğünden gelmektedir (El-Meligi, 2010). Korozyon kavramına bakıldığında farklı bakış açılarına göre birçok tanım yapmak mümkündür. Basit anlamda bakıldığında korozyon, metal donatıların istenmeyen yükseltgenmesi, genel olarak maddelerin, özel olarak metal ve alaşımların çevrenin çeşitli etkileriyle kimyasal ve elektrokimyasal değişme ya da fiziksel çözünme sonucu aşınmasına korozyon denir (Üneri, 2004).

Amerikan Materyal ve Ölçüm Topluluğu'nun sözlüğünde korozyon, genelde metal olan materyalin çevresiyle olan kimyasal veya elektrokimyasal bir reaksiyon olduğunu ve bu reaksiyon sonucunda materyalin ve özelliklerinin yıkımı olarak geçmektedir.(Korozyon ve Korozyon Testlerine ilişkin Terminoloji, AMÖT G15-99b, 2000)

Korozyon daha çok metallerin çevresiyle tepkimeye girerek metalik özelliklerini kaybetmesi (MEGEP), katı maddelerin çeşitli etkiler altında dıştan içe doğru ilerleyen aşınması, elektrokimyasal bir işlemle metallerin bozunması (Chang, 2011), metallerin istenmeyen yükseltgenmesi (Atkins ve Jones, 1997), bir metalin içinde bulunduğu ortamın etkisiyle çözünerek aşınması (Petrucchi, Harwood ve Herrings, 2012) gibi farklı bakış açılarıyla kavram tanımlanmaya çalışılmıştır.

Üneri (1998), malzemelerin, zaman içerisinde bulundukları ortamın etkisiyle kimyasal ya da elektrokimyasal bozunması korozyon olarak tanımlanır. Korozyonun en fazla görüldüğü malzeme türü, kimyasal ve/veya elektrokimyasal tepkimelere girme eğilimleri oldukça yüksek olan metallerdir. Metallerin korozyona uğrama miktarı, oksijen ilgileri ile yakından ilişkilidir. Serbest halde kararlı olan metallerin (altın, platin, titanyum vb.) korozyon dayanımları daha yüksek iken, oksijen ilgisi nispeten fazla olan metaller (demir, alüminyum, bakır vb.) daha kolay oksitlenmektedir.

Korozyonun Önemi

Korozyonun doğrudan ve dolaylı olarak yol açtığı ekonomik kayıplar, korozyondan korunmak için alınması gereken tedbirlerin önemini belirleyen en önemli göstergedir. Doğrudan kayıpların en önde gelen kaynağı, korozyona karşı verilen savaşta başvuru olan önlemlerdir. Korozyona dayanıklı malzemeler, yüzey kaplamaları, etkinliğini azaltmak amacıyla saldırgan ortamlara yapılan ilaveler ve görevini yapamayacak derecede bozunmuş parçaların yenileri ile değiştirilmeleri bir anlamda korozyonun fiyatını oluşturmaktadır (Doruk 1982).

Korozyon olayı endüstrinin hemen her dalında kendisini göstermektedir. Atmosfer koşullarına maruz olan tanklar, depolar, direkler, taşıt araçları, yer altı boru hatları, betonarme demirleri, gemiler, fabrikalarda kimyasal madde ile doldurulan tanklar ve birçok makine parçası korozyon ile karşı karşıyadır. Bütün bu yapılar, korozyon sebebiyle beklenenden daha kısa sürede işletme dışı kalmakta ve büyük ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Korozyon kayıplarının maliyet hesabı oldukça zordur çünkü korozyon sebebiyle meydana gelen malzeme ve işçilik kayıplarının yanında, gözle görülmeyen bazı ikincil kayıplarda söz konusudur. Bunlar;

- Korozyon sonucu meydana gelen arızalardan dolayı tesisin devre dışı kalması,
- Bir deponun, tankın veya boru hattının korozyon sonucu delinmesi halinde ürün kaybı ve bu ürünün çevre kirliliğine sebep olması, ürünün yanıcı olması durumunda ise yangına sebep olması,
- Çözünen korozyon ürünlerinin, elde edilen kimyasal madde içine karışarak ürünü kirletmesi,

- Metalleri korozyondan korumak için alınan önlemlerden (boyama, kalay ve çinko ile yapılan kaplama vb.) dolayı maliyetin artması şeklinde özetlenebilir

Görevini yapamayacak derecede bozulmuş bir parçanın yenisi ile değiştirilmesi, ilgili tesisin bir süre kapatılarak üretimin durdurulması anlamına gelir. Korozyon doğrudan ürün kaybına yol açabildiği gibi (delinmiş depo veya iletim hattı borularında petrol veya su kaybı) ürünü kirleterek kullanılmaz hale dönüştürebilir (korozyon ürünlerinin ana ürüne karışması). Korozyon ürünlerinin yüzeysel yığılması ısı geçirgenlik katsayısını önemli ölçüde düşürerek (örneğin; sıcak su ve buhar hazırlama tesislerinde) verimin düşmesine yol açar. Bu türden kayıplar dolaylı kayıplar olarak tanımlanırlar (Dillon 1982).

Korozyonun önemini oluşturan bir diğer etmen emniyet faktörüdür. Örneğin, korozyonun sonucunda oluşan beklenmedik malzeme bozunmaları, yüksek basınçlı kazan ve benzeri tesislerin patlamasına ve çevreye zarar vermelerine neden olabilir. İlginç örneklerini günlük yaşamımızda gözlemleyebileceğimiz bir diğer tehlike de, gıda maddelerinin korozyon ürünleri ile kirlenerek sağlığa zararlı hale gelmeleridir (Doruk 1982).

Korozyona ilginin bir başka kaynağı; hammadde rezervlerini koruma zorunluluğudur. Gerçekte büyük bir zorlama sonucu oksitlerinden arıtılarak kazanılan metalleri (örneğin, demir cevherlerinden ham demir elde etmek için yüksek fırında gerçekleştirilen olaylar) korozyon yolu ile tekrar oksit haline dönüştürerek kaybetmek hammadde rezervlerinin daha kısa sürede tüketilmesi anlamına gelir. Özellikle bazı metal rezervlerinin hızla azalmakta olduğu dikkate alınınca, korozyona ilginin zamanla daha da artmasını beklemek gerekecektir (Doruk 1982).

Korozyon nedeni ile ülkelerin uğradığı zararın boyutları metal kullanımının hızla arttığı ikinci dünya savaşından sonra özellikle dikkati çekmeye başlamıştır. Değişik ülkelerde yapılan korozyon kaybı tahminleri bu kaybın boyutlarının, yalnız metalik malzemeler için dahi gayri safi milli hasılanın %3,5 ile 5'i arasında değiştiğini göstermektedir. Bu alanda bilinen en kapsamlı araştırma ilk olarak ABD'de (Amerika Birleşik Devletleri) NBS'nin (National Bureau of Standard) 1978 yılında yayınladığı çalışmadır. Bu çalışmada ülke ekonomisi 130 sektöre bölünerek her sektördeki doğrudan ve dolaylı korozyon kaybı ile doğrudan ve dolaylı önlenabilir korozyon, girdi çıktı analizi ile incelenmiş ve her sektör için endüstri katsayıları; birim dolar başına korozyon kayıpları ve önlenabilir korozyon kayıpları olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki katsayıların uyarlanmış değerleri kullanılarak, Türk ekonomisinin 1991 yılına ait girdi-çıkıtı verilerinden yararlanılarak,

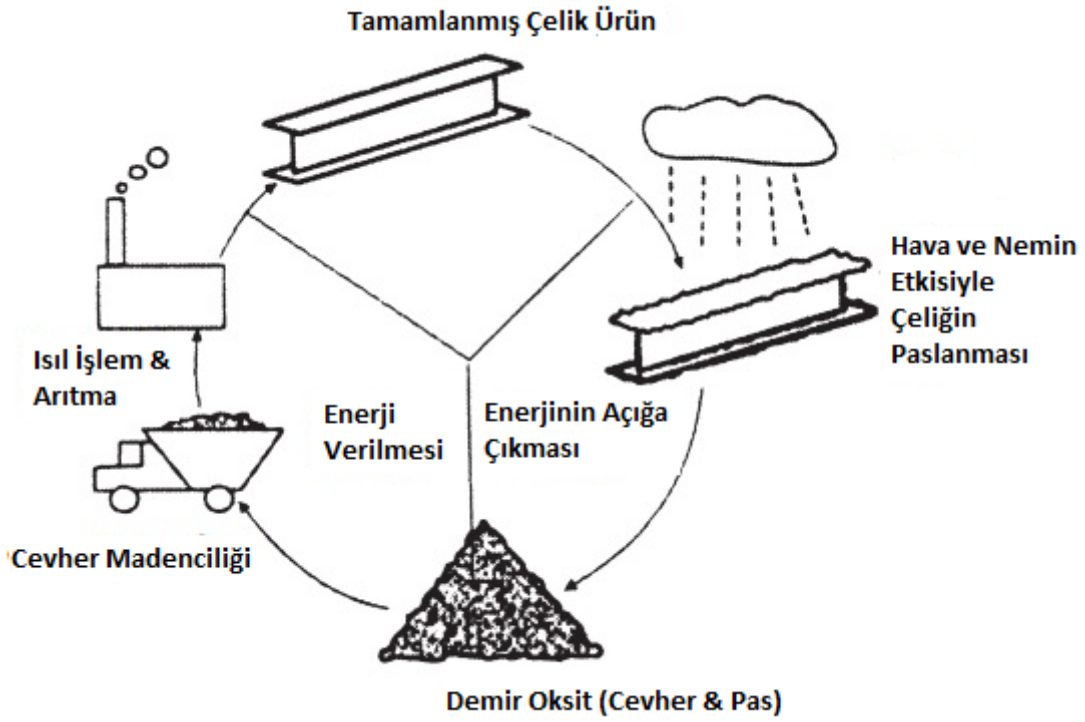
Türkiye'nin metalik korozyon kaybı tahmini yapılmıştır. ülkemizin en önemli 15 sektörüne ait toplam önlenabilir korozyon kaybı değerleri hesaplanmıştır. Türkiye'nin toplam korozyon kaybı GSMH'sının %4.36'sı, önlenabilir korozyon kaybı da %16.3'üdür (Çakır, 1994a).

Bu değer önemli bir ekonomik kayıptır. Korozyona karşı bilinçli ve programlı yöntemler uygulanarak bu kayıpların ortalama %15-20 oranında geri kazanılabileceği ilgili araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Revie 1984, Üneri 1998b).

Korozyonun Oluşma Nedenleri

Metallerin doğada bulunma şekillerine bakıldığında birçoğunun bileşikleri halinde bulunduğu gözlenmektedir. Metallerin bu bileşik halleri serbest enerjilerinin düşük olduğu, yani kararlı olduğu durumdur. Metallerin bu bileşik halinden yani minerallerinden, metallerin ve alaşımların elde edilmesi enerji gerektiren bir durumdur.

Bütün metaller, doğada bulundukları mineral hale dönüşme eğilimindedirler. Metallerin doğada bulundukları bu hal metalin en düşük enerji taşıdığı, yani en kararlı olduğu haldir. Bu mineraller çeşitli metalürjik metotlarla ve enerji harcanarak metal haline getirilir. Uygun bir ortam bulunması halinde metaller üzerindeki fazla enerjiyi vererek kendiliğinden doğada bulundukları eski bileşik haline dönmeye çalışırlar. Korozyon reaksiyonlarında daima bir serbest enerji azalması söz konusudur. Metallerin korozyona olan eğilimi doğrudan bu serbest enerji değişimine bağlıdır. Aşağıdaki şekilde çeliğin korozyon döngüsünü görebiliriz.



Şekil 1. Çeliğin korozyon döngüsü (Davis, 2000, s.1)

Korozyon Reaksiyonları

Tüm olaylar gibi korozyon da termodinamik ve kinetik yasalarına uyar, yani metaller tekrar doğada bulundukları kararlı bileşiklerine dönüşme eğilimindedirler. Korozyon reaksiyonunun yürütücü kuvveti, reaksiyon sırasında açığa çıkan enerji yani serbest entalpideki azalmadır. Termodinamik olarak bir reaksiyonun kendiliğinden yürüyebilmesi için, reaksiyonunun serbest entalpi değişiminin (ΔG) negatif olması gerekir. Eğer bu değişim pozitif ise, metalin söz konusu ortamda korozyona uğramayacağı kesin olarak söylenebilir. Serbest entalpi değişiminin negatif olması durumunda ise korozyon olayının gerçekleşeceği açıktır (Üneri, 1998a).

$$\Delta G = -nFE$$

Bu formüle göre ΔG 'nin negatif olması için hücre potansiyelin pozitif olma gerekliliği açıktır. Standart elektrot potansiyelleri daima indirgenme (anti korozyon) reaksiyonları şeklinde yazıldığından metalin sahip olduğu pozitif E değeri korozyona olan direncin göstergesidir. Bir hücrede daima yüksek E değerlerine sahip olan metaller soy metaller olarak bilinir ve IUPAC kararlarına göre E değeri;

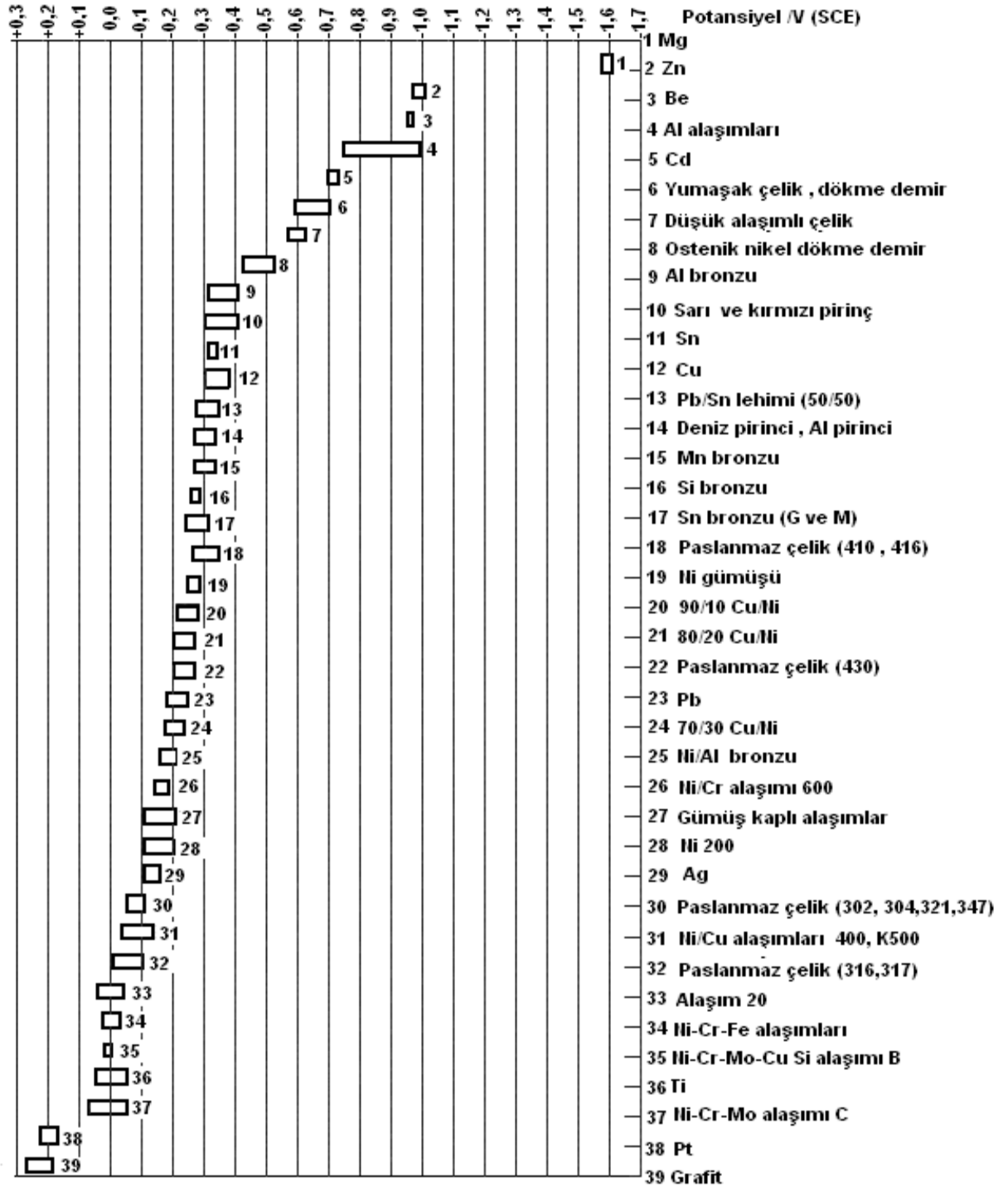
$$E = E_{\text{katot}} - E_{\text{anot}} \quad \text{olarak verilmektedir.}$$

Aşağıda bazı elementler için standart elektrot potansiyelleri verilmiştir.

Tablo 1. Bazı Elementler İçin Standart Elektrot Potansiyeller (Uhlig, 1953, s.1134)

Reaksiyon	E^0 / V
$Au^+ + e = Au$	1,68
$Pt^+ + e = Pt$	1,20
$Hg^{2+} + 2e = Hg$	0,85
$Ag^+ + e = Ag$	0,80
$Cu^{2+} + 2e = Cu$	0,34
$2H^+ + 2e = H_2$	0,00
$Pb^{2+} + 2e = Pb$	-0,13
$Sn^{2+} + 2e = Sn$	-0,14
$Ni^{2+} + 2e = Ni$	-1,25
$Cd^{2+} + 2e = Cd$	-0,40
$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0,44
$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0,76
$Mg^{2+} + 2e = Mg$	-2,34
$Na^+ + e = Na$	-2,71
$Ca^{2+} + 2e = Na$	-2,87
$K^+ + e = K$	-2,91

Ancak bu değerler ideal şartlar altında değerlendirildiğinden daha genel şartları gösteren aşağıda verilen şekildeki galvanik seriyi kullanmak daha doğru sonuçlar verecektir.



Şekil 2. Galvanik seri diyagramı (LaQue, 1975, s. 179)

Bütün korozyon hücreleri birer pildir ve tüm piller de birer korozyon hücrelidir. Korozyon hücresi veya pilin çalışmasındaki temel olay, hücrelerin metal/elektrolit ara yüzeylerindeki

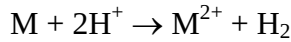
elektron transferidir. Sistemde toplam elektron sayısı sabit olup, elektron transferini yürüten kuvvet uygulanan potansiyel farkıdır. Bir yükseltgenme ya da anodik tepkime olayı, değerliğin artması veya elektron verilmesi ile ifade edilir. Değerliğin azalması ya da elektron alınması ise, bir indirgeme veya katodik tepkimeyi gösterir. Yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerinin her ikisi de, metal yüzeyinde eşzamanlı ve aynı hızda yürümelidir. Aksi takdirde, metalin elektrikle yüklenmesi gerekir. Bu ise olanaksızdır, çünkü elektrik yükü birikmediğinden, metalik korozyon sırasında yükseltgenme hızı indirgenme hızına eşit olacaktır.

Korozyon tepkimeleri de, elektrokimyasal yarı tepkimeler şeklindedir. Metalin, ortam içindeki yükseltgeyiciler ile tepkimeye girerek yükseltgenmesi, yani korozyona uğraması elektrokimyasal reaksiyonların bir sonucudur (Üneri, 1998a).

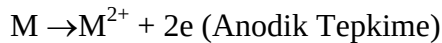
Korozyon tepkimeleri de, elektrokimyasal yarı tepkimeler şeklindedir. Metalin, ortam içindeki yükseltgeyiciler ile tepkimeye girerek yükseltgenmesi, yani korozyona uğraması elektrokimyasal reaksiyonların bir sonucudur. Buna göre korozyon temel olarak;

a. İki farklı metal arasında olan galvanik korozyon

b. Bir metal ile farklı bir faz (sıvı, gaz veya katı) arasında olan galvanik olmayan korozyon şeklinde ikiye ayrılır. Örneğin asidik ortamda korozyon aşağıdaki şekilde cereyan eder;



Metalin çözünerek M^{2+} iyonlarına dönüşmesini ve hidrojen çıkışını yarı pil tepkimeleri şeklinde yazacak olursak,



Bunun dışında aşağıdaki ortamlarda katodik tepkimelerde cereyan edebilir;



Özellikle oksijenli ortamda korozyon hızı 10 ile 1000 kat arası artmaktadır. Bu reaksiyon sonucunda metal yüzeyinde oluşan gevşek ve sıyrılabilen oksit yapılarından kaynaklanmaktadır. Klorunda benzer bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir ancak mekanizması henüz açıklanamamıştır. Aşağıdaki tabloda oksijenin bazı metallerin korozyon üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir.

Tablo 2. Bazı Metallerin Hidrojenli ve Oksijenli Ortamlardaki Korozyon Hızları (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.233)

Metal	Asit	Korozyon hızı (mm/yıl)	
		Hidrojenle doygun asit (Oksijen yok)	Oksijenle doygun asit
Yumuşak çelik	H ₂ SO ₄ (1,2N)	321	358
Pb	HCl(1,1N)	17	163
Cu	HCl(1,1N)	17	180
Sn	H ₂ SO ₄ (1,2N)	9	1100
Ni	HCl(1,2N)	6	440

Bir korozyon olayının devam edebilmesi için bazı koşulların sağlanması gerekir.

Bunlar;

- Anot ve katot bölgeleri olmalıdır,
- Anot ve katot arasında potansiyel farkı olmalıdır,
- Anot ve katodu birleştiren elektronik iletken (ya da metalik iletken) bir yol bulunmalıdır,
- Anot ve katot elektriksel iletken olan yani, iyonlarına ayrılmış olan bir elektrolit

içine daldırılmış olmalıdır (Üneri, 1998a).

Farklı iki metal ya da safsızlık içeren metallerde, daha soy olan metal anottur, diğeri ise katot görevi yaparak elektrokimyasal tepkimeleri gerçekleştirir. Sulu ortamda bulunan metal ise, elektrolit/metal ara yüzeyinde oluşan etkileşimler sonucu korozyon tepkimeleri meydana getirebilir. Elektrolit içine daldırılmış iki farklı metal arasında oluşan potansiyel fark sebebiyle elektronlar, anottan katoda doğru ilerler.

Şekil 3’de görüldüğü gibi, M²⁺ iyonları anotta oluşmakta ve çıkan e katoda doğru akmaktadır.

Malzeme Seçiminin Etkisi: korozyona sebep olan etkenlerden biride potansiyel farkı bulunan metallerin bir arada kullanılmasıdır. Bu durum korozyonu başlatıcı ve hızlandırıcı bir etkiye sahiptir. Örneğin çelik sacdan yapılan panoların üzerine konulan paslanmaz çelik cıvata ve contalar bulundukları bölgede galvanik korozyona sebep olmaktadır. Bu tip durumlarda ana yüzeye cıvatalar ya da contalar plastik ile izole edilmelidir (MEGEP, 2009).

Taneler Arası Özellik Farkları: Metallerin tane boyutları arasındaki farklar ve iki tanedeki farklı konsantrasyonlar neticesinde iki tanenin sınırı, korozyon başlangıcı için uygun bir ortam oluşturur. Kaynak yapılan bölgelerin korozyona uğrama sebebi budur.

Sistem Dizaynı: Korozi malzemelerin depolandığı sistemlerde korozi ortamın (su, asit, baz, vb.) birikmesini önlemeye yönelik tasarımlar uygulanmalıdır. Sıvı birikimini önlemek için çok ince de olsa aralıklardan kaçınılmalıdır (MEGEP, 2009).

Sistemin Bulunduğu Ortamın Oksijen Konsantrasyonu: Malzemeler aynı ortamda kalsalar bile yüzeylere temas eden hava içerisinde oksijen konsantrasyonu her yer de aynı olmayabilir. Bu durumda malzemenin bir bölgesi anot diğer bölgesi katot işlevi görerek elektrokimyasal korozyonun başlamasına sebep olabilir (MEGEP, 2009).

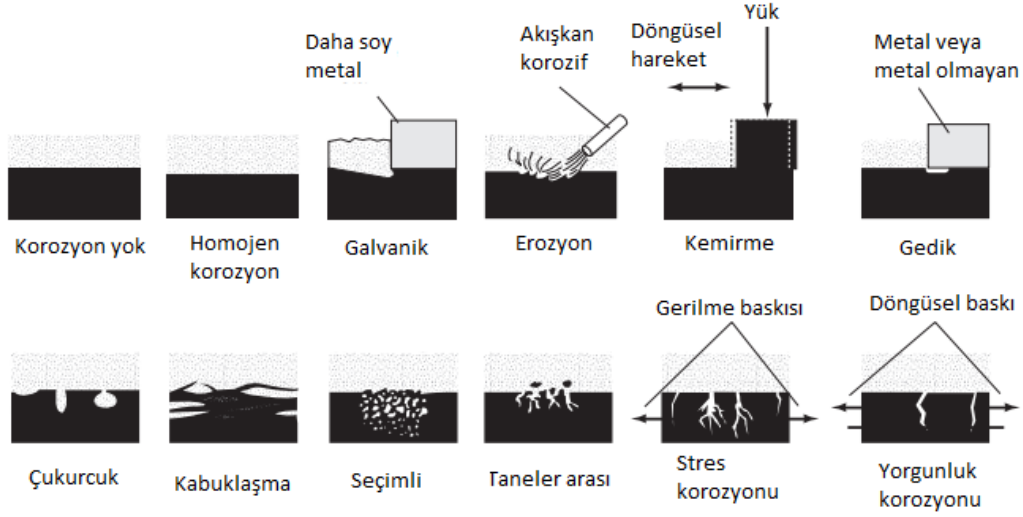
Zemin Elektriksel Özgül Direncinin Etkisi: Düşük özgül dirençli bölgelerde iletkenliğin yüksek olması iyonik ortamın daha aktif olmasına sebep olmaktadır. Bundan dolayı korozyon mekanizması daha hızlı gelişir (MEGEP, 2009).

Tablo 3. Zeminin Elektriksel Özgül Direncine Göre Korozi Sıralaması (MEGEP, 2009)

Zemin Elektriksel Özgül Direnci (ρ)	Zemin Korozi Özelliği
$\rho < 1.000$	Çok korozi
$1.000 < \rho < 3.000$	Korozi
$3.000 < \rho < 10.000$	Orta korozi
$10.000 < \rho$	Az korozi

Korozyon Tipleri

Bu bölümde korozyon türlerinden bahsedilecektir. Aşağıdaki şekilde korozyonun yaygın türleri gösterilmiştir.



Şekil 4. Korozyonun yaygın türleri şeması (Davis, 2000, s.5)

Homojen (Uniform) Korozyon

Metal yüzeyin her tarafında eşdeğer oranda gerçekleşen korozyon türüdür. Korozyona uğrayan metalin kalınlığı her noktada aynı oranda azalır. Herhangi bir dış etkenden etkilenmeyen ve atmosfer ortamında gerçekleşen, tamamı aynı cins malzemeden üretilmiş metaller homojen korozyona uğrar.

Genel korozyonu önlemek amacıyla aşağıdaki işlemler uygulanır (Altanlar, 2006):

- Boyama,
- İnhibitör,
- Katodik koruma ve kaplama.

Galvanik Korozyon

Zemin yapısının farklılığından ya da farklı standart potansiyele sahip iki malzemenin bir arada kullanılmasından kaynaklanan korozyon türüdür. Standart potansiyeli büyük olan metal daima katot olarak davranır ve çözünmez. Temas da olan diğer metal ise anot olarak

davranır ve çözünür. Buna göre bazı metallerin standart elektrot potansiyelleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

halindeki iki metal arasında bir galvanik pil oluşur ve aktif olan metal anot, diğer metal ise katot görevi görerek malzemede korozyon meydana gelir. Örneğin; bakır ile çeliğin temas etmesi durumunda bakırdan dolayı çelik korozyona uğrayacaktır (MEGEP, 2009).

Galvanik korozyonun pratikte etkili olması aşağıdaki faktörlere bağlıdır (Ada, 2014):

Çevrenin Koroziflik Derecesi: Metallerin içinde bulunduğu çevre ne derece korozif özellikte ise galvanik etki daha şiddetle kendini gösterir. Bu durum atmosferik korozyonda daha belirgindir. Deniz atmosferinde galvanik etki daha hızlı bir korozyona neden olur. Eğer kuru bir atmosfer söz konusu ise galvanik korozyon olmaz.

Metaller Arası Mesafe: Galvanik korozyon, iki metalin birbirine bağlandığı noktada en şiddetli olarak kendini gösterir. Mesafenin etkisi çözeltinin iletkenliğine bağlıdır. Elektrolit direnci fazla ise korozyon olayı hemen bağlantı yakınında oyuk şeklinde kendini gösterir. Eğer çözelti iletkenliği yüksek ise korozyon olayı daha geniş bir alana dağılacaktır.

Katot / Anot Yüzey Oranı: Büyük bir katot ile küçük bir anottan oluşan bir galvanik hücrede anot kısa sürede yıpranır, katot /anot oranının büyük oluşu anot akım yoğunluğunun büyümesine ve küçük bir bölgeden fazla miktarda madde kaybına neden olmaktadır. Örneğin bakır plakaları çelik perçin ile tutturulmasında, çelik perçinler kısa sürede parçalanır. Kaplama yapılmış bir malzemede, kaplamanın ufak bir hasar görmesi durumunda büyük katot küçük anot etkisi görülür ve kaplamanın hasar gördüğü yerde malzeme delinmeye kadar gidebilir.

Galvanik korozyonu özetle bir elektrolit içerisine daldırılmış iki farklı metalin birbiri ile teması halinde daha elektronegatif olan metal yüzeyinde meydana gelen korozyon olayıdır. Çok karşılaşılan galvanik korozyon örnekleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4. Çok Karşılaşılan Galvanik Hücreler (MEGEP, 2009).

Galvanik Çift	Korozyona Uğrayan Metal
Çelik ve bakır yüzey	Çelik
Çelik ve alüminyum yüzey	Alüminyum
Çelik ve kurşun	Çelik
Yeni ve eski boru	Yeni boru

Çatlak Korozyonu

Metal yüzeyinde bir çatlak içerisinde veya dar bir aralıkta oluşan korozyon türüdür. Bu korozyon, çatlak içi ile çevre arasındaki oksijen konsantrasyonu ile metal iyonu konsantrasyonunun farklı olması sonucu oluşur. Çatlağın dış kısımları katot iç kısımları ise anot gibi davranır. Çatlağın dış kısmında korozyon görülmezken iç kısımlarda korozyon meydana gelir.

Oyuklanma Korozyonu

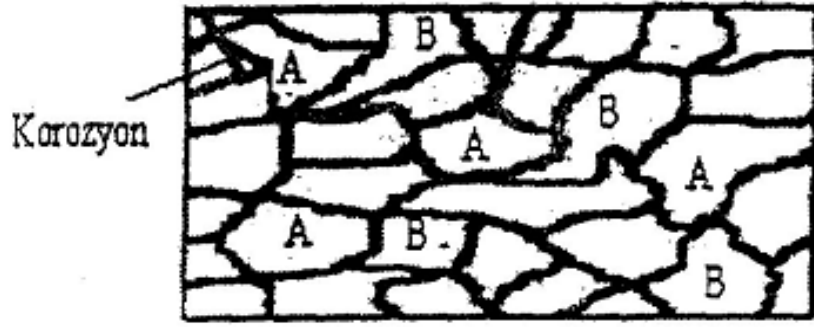
Korozyonun çok dar bir alan içerisinde oluşması ve bunun sonucu derin ve dar oyuklar şeklinde oluşan korozyon türüdür. Metal yüzeyinde çukur oluşumu görülür. Bu çukurlar korozyon ürünleri ile dolar. Meydana gelen malzeme kaybı homojen korozyona göre az olmasında rağmen, malzeme kısa zamanda delinerek kullanılmaz hale gelebilmektedir.

Taneler Arası Korozyon

Mikro yapıda kristaller arası karmaşık oluşumlar, buralarda bir korozyona neden olurlar Tanecik sınırları arasında boydan boya uzayan şekilde olmak üzere korozyon dayanıklılığı az olan malzemelerde görülür (Yaşar, 1995).

Tane sınırları korozyonu, malzemenin tane sınırları yakınında korozyon olayının yoğunlaşması sonucu ortaya çıkan bozunma türüdür. Tane sınırları korozyonunun en belirgin özelliği çok küçük ağırlık kaybına karşı, korozyon hızının tane sınırları yakınında çok yüksek değerlere ulaşabilmesidir. Taneler bütünlük ve şekillerini korurken taneler arası bağ bozulmaya uğrar. Bunun sonucu olarak metallere özgü bazı tutumlarda önemli değişiklikler beklemek gerekir. Bunlardan en önemlisi; korozyonun etken olduğu bölgelerde mekanik dayanımın sıfıra indirgenmesidir. Parçaların dış görünüm ve ölçülerinde önemli bir değişiklik görülmez. Bu koşullarda tane sınırları korozyonunun izlenmesi ve kontrol altına alınması güçleşir (Doruk 1982).

Örneğin, Ostenitik çelikler (%18 Cr, %8 Ni) 400-900 °C arasına çıkarıldığında veya soğuma esnasında bu sınırlar arasını geçerken tane sınırlarında karışık bir karbür çökmesi olur. Bu olay taneler arası korozyona yatkınlık kazandırmaktadır. Böyle bir çelik artık daha zayıf korozyon koşullarından etkilenir. Klor, flor ve iyot içeren ortamlarda duyarlılık gösterir. Taneler arası korozyona uğrayan ostenitik paslanmaz çeliği elle ezerek toz haline getirmek mümkündür. Kaynar durumdaki sülfat-sülfürik çözeltisinde tutulan bir paslanmaz çelikte meydana gelen taneler arası korozyon Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Kristaller arasındaki korozyon şekli (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.122)

Seçimli Korozyon

Bir alaşım içinde bulunan metallere birinin diğerinden önce korozyona uğramasıdır. %70 Cu, %30 Zn'den oluşan pirinç alaşımında Zn kolayca korozyona uğrayabilir. Korozyon sonucunda Zn konsantrasyonu zamanla azalırken sarı renk bakır kırmızısına dönüşür (MEGEP, 2009).

Erozyon Korozyonu

Limanlarda ve boru sistemlerinde sık rastlanılan korozyon türüdür. Metal ile ortam arasındaki hareket sonucu metalin aşınma hızı artar. Metal yüzeyinde oluşan delikler, oluklar, hendekler korozyonun oluşumunu ve korozyon hızının artmasına neden olur (Bilgiç, 2008)

Biyolojik Korozyon

Metal malzemelerin bulunduğu toprak gibi ortamlarda metali kimyasal ya da elektrokimyasal olarak etkileyen bakteriler ve mikroorganizmalar mevcuttur. Bu bakterilerden en tehlikelisi sülfat indirgeyen bakterilerdir. Bu bakteriler, topraktaki sülfatları indirgeyerek demir alaşımlarına etkilediği bilinen H_2S 'i serbest hale geçirirler ve reaksiyon sonucu oluşan hidroksit iyonları çevrede bulunan karbonat ve silikat iyonları ile yer değiştirerek hidroksit çökeltilerini oluşturabilirler. Böylece demir yüzeyine yapışmış korozyon ürünlerine rastlanılır (MEGEP, 2009).

Kaçak Akım Korozyonu

Toprak zemin içerisinde bulunan raylı taşıtlara ait elektrik kablolarından çıkan kaçak akımlar yer altı borularında şiddetli ve hızlı korozyona sebep olurlar. Hattın her noktasında toprağa doğru akım oluşur. Metal, Faraday Kanunu'na göre korozyona uğrar. Bilhassa

raylı taşıttan yayılan kaçak akım negatif kutbun raya bağlandığı nokta civarında borudan tekrar raya döner ve korozyon riski oluşturur (MEGEP, 2009).



Şekil 6. Elektrik akımı korozyonuna bir örnek

Kaplama bozukluğu (filiform) Korozyonu

Yüzeyi kaplama yapılmış bir metal ile kaplama yapılmamış metalin potansiyelleri birbirinden farklıdır. Çeşitli sebeplerden dolayı kaplamada meydana gelen bozulmalar, delinmeler, bu bölgelerin anot gibi davranmasına ve bu bölgelerin korozyona uğramasına sebep olur. Bu tip korozyon metal yüzeyinde çok küçük bölgelerde yoğunlaşan bir korozyondur.

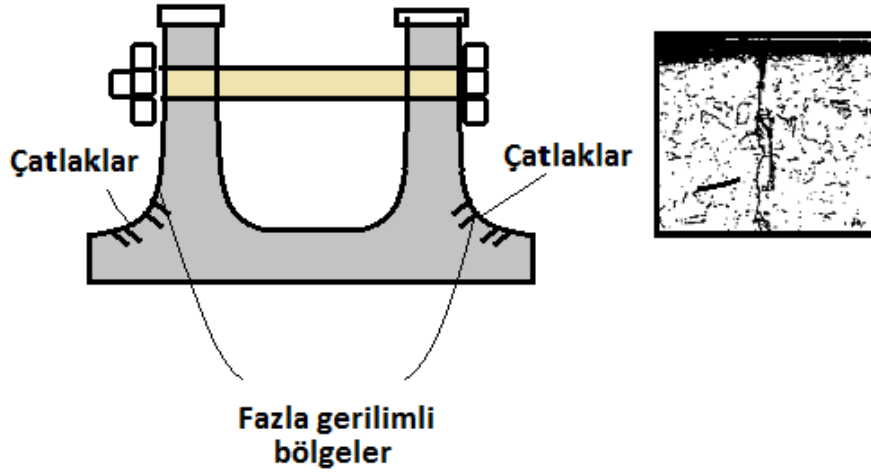


Şekil 7. Boya altından yürüyen filiform korozyonunun görünümü.

Gerilim Korozyonu

Gerilmeli korozyon, gerilme ve korozyon etkisiyle metal malzemelerde meydana gelen bozunma, olarak tanımlanabilir. Bu korozyon tane sınırlarında çatlak oluşturarak, malzemelerin dayanımını azaltır. Bozunma parça yüzeyinde bulunan çatlaklarda veya gerilme yığılmasına yol açan diğer geometrik düzgünsüzlüklerde başlar. Gerilmeli korozyonun en belirgin özelliği, kimyasal ve mekanik etkilerin birbirini destekler nitelikte olmasıdır. Gerilmeli korozyon, korozif ortamda bulunan korozyona duyarlı malzemelerde çekme gerilmesi etkisiyle çatlak oluşması ve ilerlemesi şeklinde meydana gelen bir olaydır.

Pirinç malzemede meydana gelen gerilmeli korozyon çatlağı Şekil 5’de görülmektedir. Oluşan çatlaklar hem gerilme, hem de korozyonun etkisiyle belirli hızlarda malzemenin içine doğru ilerler. Parçanın kesiti uygulanan yükü taşıyamayacak duruma geldiğinde ani kopma meydana gelir.



Şekil 8. Fazla gerilimin etkisiyle çatlakların oluşumu ve korozyona uğramaları.

Kavitasyon Korozyonu

Hızlı akan sıvıların malzeme yüzeyine yakın yerlerde oluşan alçak basınç kabarcıklarının büyümesi ve patlaması ile meydana gelen korozyon türüdür. Oluşan dalgalar yüzeye çarparak malzeme yüzeyindeki ince tabakayı tahrip eder. Açığa çıkan metal çözünerek korozyona uğrar. Bu yüzeylerde petek görünümü oluşur.

Aşınmalı Korozyon

Birbiri üzerinde kayan iki yüzeyin aşınması ile birlikte yürüyen korozyon olaylarına aşınmalı korozyon denir. Aşınmalı korozyon daha çok metallerin yığın halinde uzun mesafelere taşınmaları sırasında ve yumuşak bağlantı yapılmış elemanlar arasında görülür. Aşınmalı korozyonun oluşması için ortamda suyun bulunmasına gerek yoktur.



Şekil 9. Aşınmalı korozyona uğramış bir makine parçası.

Mikrobiyolojik Korozyon

MIC (mikrobiyolojik etkiden kaynaklanan korozyon veya mikrobiyolojik korozyon, microbiological influenced corrosion), mikroplar, bakteriler ve mantarlar tarafından başlatılan veya hızlandırılan korozyondur. 100 yılı aşkın bir süre önce ortaya çıkarılan MIC'in, modern endüstriyel sistemler için ciddi bir problem olduğunun farkına son 30 yılda varılmıştır.

MIC, metal ve yapı malzemelerine olan korozyon zararlarının yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Dünya genelinde MIC'in direkt olarak sebep olduğu zararın yıllık 30 – 50 Milyar \$ düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. ABD sanayi, boru hatlarında meydana gelen korozyonun % 15-30'unu oluşturan MIC ile mücadele etmek amacıyla, sadece doğal gaz endüstrisinde yılda 1,2 Milyar \$ harcama yapmaktadır. MIC, özellikle enerji ve petrol sanayiinde, mikrobiyolojik korozyondan kaynaklanan yangın problemleri gibi zaman zaman ciddi hasarlarla sonuçlanan birçok soruna yol açmaktadır. Normal korozyon olayının mevcut olmadığı ortamlarda mikrobiyolojik korozyon olayına nadiren rastlanır. Başka sebeplerle meydana gelen korozyon olaylarına ayrıca mikrobiyolojik korozyon olayları da katılarak korozyon hızını artırıcı etki yapar (Dillon, 1982).

Mikrobiyolojik korozyon, bazı mikroorganizmaların korozyon hızını artırması ile olur. Mikroorganizmanın gelişmesi sürecinde asitler ve sülfürler oluşur. Bu bileşenler korozyon hızını artırır. Bazı hallerde mikroorganizmanın kendisi elektrokimyasal reaksiyona katılır. Sülfür bileşikler bakteriler tarafından elementel kükürt veya sülfata kadar oksitlenebilir. Bazıları da bunun tersi reaksiyonu gerçekleştirir. Thiobacillus thio oxidans gibi bazı

aerobik bakteriler, her çeşit sülfür bileşimini ve elementel kükürdü sülfata oksitler (Wesley, 2013).

Yorulmalı Korozyon

Periyodik olarak yükleme – boşaltma şeklinde etkiyen dinamik bir stres altında bulunan bir metal zamanla yorulur. Yorulmuş halde bulunan metal, normalden daha küçük gerilmelerin etkisi ile çatlayabilir. Yorulma ve korozyonun birlikte etkisi metalin kısa sürede çatlamasına neden olur.

Korozyon Etkenleri

Korozyon olayı dinamik bir döngü sürecidir. Yani her an, her ortamda metal olan ya da olmayan malzemeler korozyon bir etkiye maruz kalabilirler. Korozyon etkenleri, elektrokimyasal, fiziksel ve çevresel olarak üç ana grup altında toplanabilir.

Elektrokimyasal Etkenler

Elektrokimyasal korozyonun olabilmesi için bazı şartların sağlanması gereklidir. Öncelikle metallerle temas eden nemin olması, metallerin elektro potansiyelleri arasında fark olması, oluşan akımın devreyi tamamlaması gerekir. Kısaca bir elektro korozyon hücresinde dört eleman bulunur. Bu elemanlar anot, katot, metal yolu ve elektrolittir. Bu elemanların biri olmaz ise, korozyon oluşmaz. Korozyon hücresine örnek olarak karbon-çinko kuru pili verilebilir. Kuru pilin dışı çinkodandır ve iki elektrottan biri olan çinko, katodu oluşturur. Merkezdeki karbon çubuk ise anottur. İki elektrot arasındaki nemli pasta ise elektroliti oluşturur. Korozyon hücresinde, korozyon başlaması ve devam etmesi için aynı elemanlar gereklidir. İki metal, elektrolite daldırıldığında, çözeltide çözünme kabiliyetini yönlendiren elektrik potansiyeline sahip olurlar. Metaller çözeltide çözündüğünde, metal atomları yüzeyde bir veya daha fazla elektron bırakarak pozitif yüklü iyon şeklinde metalden ayrılırlar. Yüzeyde bırakılan elektronlar, metal yoluyla, (iletken vasıtasıyla) katoda erişir. Korozyon anotta olur, anodik metal elektrolitte çözünür. Anoda göre daha az aktif olan ve korozyona uğramayan elektron katottur. Elektronların anottan katoda taşındığı yola Metal Yolu denir. Uçaklarda metal yolu, uçağın kaplama sacı, bağlantı elemanları, civataları veya herhangi bir metalik iletken olabilir. Korozyon hücresini oluşturan elektrolit, nemi içeren iyonize çözeltidir. Korozyon hücresinde elektrolit bulunmaz ise metal çözünemediğinden anodik metali terk etmez ve korozyon oluşmaz (Yalçın ve Koç, 1991).

Fiziksel Etkenler

Yüksek basınç ve sıcaklık, maddelerin korozyona uğraması için daha elverişli bir ortam sağlar. Yüksek basınç ve sıcaklık gaz türbinli motorlarda türbin bölümünde doruğa çıkar. Bu bölümde türbin paleleri yüksek sıcaklık ve basınca dayanacak ve korozif etkenlerden en az etkilenecek titanyum malzemesi kullanılarak optimize edilebilir. Bir parça üzerine dayanımından çok daha fazla miktarda yük biniyorsa veya çok yönlü kuvvetlerin etkisi altındaysa korozyona uğraması kaçınılmazdır. Sürtünme ile malzemelerin koruyucu yüzeyleri tahrip olarak korozyona maruz kalabilirler. Örneğin, gün içinde aşırı derecede sıcaklık farklarının olduğu bir ortam korozyon için adres çıkarmaktadır.

Çevresel Etkenler

Korozyona neden olma açısından coğrafik konuma göre iklim şartları da önemli rol oynar. Sıcaklık-nem etkisi, özellikle tropikal deniz ikliminin görüldüğü bölgeler korozif etkiyi hat safhada arttırmaktadır. Korozyona neden olma açısından coğrafik yerleşime göre iklimler dörde ayrılır. Yüksek sıcaklık ve nemin birlikte etki ettiği en korozif ortam tropikal denizel ortamdır. Bu ortamda korozyon, sıcaklıkla birlikte hızla artar. Sıcaklığın -25°C ile 37°C arasında, nemin ise 10–100 % arasında değiştiği ılıman iklimli ve endüstriyel kirlenme, duman ve sis gibi kalıntıları taşıyan ortam endüstriyel ortamdır. Endüstriyel kuruluşlardan yükselen gazlar havanın nemi ile birleşerek asit şeklinde yoğunlaşır ve korozyonu hızlandırır. Sıcaklığın çok düşük olduğu ve düşük elektrokimyasal reaksiyonun olduğu ortam kutupsal ortamdır. Bu ortamda elektrokimyasal ortamın çok düşük olmasına karşın çok soğuk durumdaki metal ısındığında nem toplanır. Bu da metalde korozyon yaratır. Nemin çok düşük olduğu ve korozyon olmadığı tek ortam çöl ortamıdır. Bu ortamda nem olmadığından sıcaklığın etkisi olmaz (Yalçın ve Koç, 1991).

Deniz suyu içindeki korozyon

İletkenliği oldukça yüksek olan deniz suyu, temas ettiği metalik yapılar için şiddetli korozif bir ortam oluşturur. Özellikle demir ve yumuşak çelik, deniz suyu içinde süratle korozyona uğrar. Deniz suyu içinde en büyük bileşen olarak bulunan klorür iyonu ve diğer halojenler çeliğin pasifleşmesini önleyerek çukur tipi korozyon oluşmasına neden olurlar. Diğer taraftan deniz suyu rezistivitesinin düşük oluşu, metal yüzeyinde oluşan korozyon hücrelerinin etkinliğini artırır (Yalçın ve Koç 1991). Çeliğin deniz suyu içindeki korozyonu, su altı korozyonuna benzer şekilde yürür. Anodik reaksiyon sonucu metal

iyonları çözeltiye geçer. Bunlar anot bölgesinde birikmeyip suda kolay çözünebilen klorür tuzları halinde uzaklaşır. Deniz suyunun pH derecesi 8 civarında olduğundan, katot reaksiyonu yalnızca oksijen redüksiyonu şeklinde yürüyebilir. Bu durum deniz içindeki korozyon olayının esas itibariyle metal yüzeylerine oksijen difüzlenmesine bağlı kalmasına neden olur (Yalçın ve Koç, 1991).

Deniz suyuna maruz çelik yapıların korozyon hızı ortalama olarak 0,10-0,125 (mm/yıl) verilmekle beraber, bu değer başta metal yapının karakteristikleri olmak üzere birçok çevresel faktöre bağlı kalır (Yalçın ve Koç 1991). Denize çakılmış bir kazık için korozyon açısından en tehlikeli bölge yapının atmosfer ile temas ettiği ve deniz suyu ile ıslanan bölgedir. Böylelikle en fazla korozyonun, gelgit olayının yüksek seviyelerinde meydana geldiği, buna karşın çamur seviyesi altında ise korozyon hızının çok az olduğu söylenebilir. Gelgit olayının meydana geldiği bölgede denizin çekilmesinden sonra, çelik üzerindeki ıslak bölgenin kurumasıyla klor yoğunluğu artacak ve bunun sonucunda korozyon o bölgede hızlanacaktır. Deniz kenarındaki, deniz suyu etkisine maruz kıyı yapılarında ve açık denizlerde petrol ve doğalgaz çalışmaları için kurulan platform yapıları da benzer etkilere maruzdur (Yalçın ve Koç, 1991).

Atmosferik korozyon

Yapının hangi alanında kullanılırsa kullanılsın, metallerin atmosferik korozyona maruz kalması kaçınılmaz bir olaydır. Atmosferik korozyon diğer tüm korozyon çeşitlerinden gerek harcanan para ve gerekse yitirilen malzeme miktarı bakımından en büyük olanıdır. Atmosferik korozyon çeşitli coğrafik bölgeler ve yerel koşullara göre değişir. Endüstri bölgelerinde korozyon hızı çöl ve kutup bölgelerine oranla 100 kat daha büyük olabilir. Deniz kenarından 24 m. uzakta bulunan çelik levhanın, 240 m. uzakta bulunan bir levhadan 12 kat daha hızlı korozyona uğradığı saptanmıştır. Çeliğin deniz kenarındaki korozyon hızı çöl bölgelerine oranla 400-500 kat daha büyüktür (Üneri 1998b). Atmosferik korozyon hızı, meteorolojik koşullara ve özellikle endüstriyel kirlenme derecesine bağlıdır.

Örneğin çeliğin atmosfer içindeki korozyon hızı su altı ve yeraltı korozyon hızına göre çok az olmasına rağmen, atmosferik korozyonun neden olduğu kayıpları, toplam korozyon zararlarının hemen hemen yarısını oluşturur (Yalçın ve Koç,1995).

Hava rutubetinin etkisi: Doğal halde bulunan temiz atmosfer bileşiminde su buharı dışında korozyon yapacak başka bir bileşen mevcut değildir. Havadaki su buharı doymun

halden daha az olduğunda dahi korozyona neden olabilir. Bağıl rutubetin %70'den yukarı olması halinde, gece gündüz sıcaklık farkı nedeniyle metal yüzeyinde yoğunlaşma sonucu ince bir sıvı filmi oluşur. %70-80 bağıl rutubette korozyon hızında keskin bir artış olur. Metal yüzeyinde sıvı filminin oluşmasına neden olan minimum bağıl rutubete 'Kritik Bağıl Rutubet' denir. Rutubetin bu değerden daha düşük olduğu zamanlarda, metal yüzeyinde sıvı tabakası görülmez. Ancak, çok ince kapiler boşluklar içinde sıvı halde su bulunabilir. Eğer, metal yüzeyinde toz ve kir gibi kapiler özelliği olan katı tanecikler mevcutsa, su buharının yoğunlaşması daha kolay olur (Yalçın ve Koç 1991).

Endüstriyel kirlenmenin etkisi: Atmosferik korozyon açısından en etkili faktör endüstriyel kirlenmedir. Başta yanma olayları olmak üzere, endüstriyel işlemlerden atmosfere birçok kimyasal gaz, buhar ve katı tanecikler karışır. Havadaki kimyasal gazlardan en yaygın ve en etkili olanı kükürt oksitleridir. Bu oksitler havada bulunan su buharı ile birleşerek asitleri oluştururlar. Bunun dışında diğer asitler, amonyak ve klorürler de atmosfer içine karışabilir. Özellikle denize açık atmosferlerde rüzgar ile taşınan mikroskobik tuz parçacıkları bulunur. Bunlar atmosfere açık metal yüzeylerinde çökerek birikir (Yalçın ve Koç 1991).

Sıcaklığın etkisi: Atmosferik korozyon hızı, metal yüzeyinde oluşan sıvı filminin yüzeyde kalış süresine bağlı olduğundan, korozyon olayına sıcaklığın büyük etkisi vardır. Sıcaklık düşük olduğu sürece metal yüzeyinde kuruma gecikecek ve korozyon olayı devam edecektir. Bu nedenle, atmosferik korozyon hızı, sıcaklığın düşük olduğu bölgelerde, ılıman iklimin hakim olduğu bölgelere göre daha fazladır. Bunun dışında sürekli değişen sıcaklık, metal yüzeyindeki yoğunlaşmayı kolaylaştırdığı için korozyonu artırıcı olarak rol oynamaktadır (Yalçın ve Koç 1991). Sıcaklığın yükselmesiyle korozyonun arttığı doğru olmakla beraber, artan sıcaklığa bağlı olarak, bağıl nemlilikteki azalma ve çevrenin tamamen kuruması durumlarının bu genellemenin dışında kaldığına dikkat edilmelidir. Genelleştirmek gerekirse; 30 °C'lik bir sıcaklık değişikliğinin korozyon hızında 10 kat artış yarattığı söylenebilir (Çakır 1990).

Yağış ve rüzgarın etkisi: Atmosferik korozyonun yürümesi için mutlaka suya ihtiyaç vardır. Bu nedenle yıllık yağış miktarı ile korozyon hızı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Ancak yağış miktarı kadar sıklığı ve kuruma süresi de önemlidir. Bu yüzden bölgedeki rüzgar hızı ve yönü de önemli rol oynamaktadır. Rüzgar kurumayı çabuklaştırdığı gibi yüzeyde toplanan kir ve tozların sürüklenerek uzaklaşmasına da neden olur

Yukarıda belirtilen faktörler herhangi bir bölgedeki korozyon hızı hakkında kesin bir değer vermeyi güçleştirir. Birçok halde aynı yapının çeşitli kısımlarında bile korozyon hızı büyük ölçüde değişebilir. Buna rağmen mühendislikte alınacak önlemlere yardımcı olmak amacıyla, atmosferlerin korozyon açısından sınıflandırılması yoluna gidilmektedir (Yalçın ve Koç 1991).

Korozyonun Kontrolü ve Önlenmesi

Korozyonu tamamen önlenemese de korozyona karşı imalat veya kullanım aşamalarında alacağımız önlemlerle korozyonu azaltabiliriz. Ancak öncelikli olarak korozyonu kontrol altına almak gerekmektedir. Korozyona karşı alınacak önlemlerin yanı sıra bunlara ek olarak servis içi kontrol ve izleme metotlarıyla korozyonun mali yükünün hafifletilmesi sağlanabilecektir. Tarım alet ve makinalarında oluşan korozyonda öncelikle yapım malzemelerinin ortaya konulması önemlidir. Çünkü tarım alet ve makinaları gerek işlem sırasında gerekse işlem dışı zamanlarda karşı karşıya kaldıklarında bünyelerinde bulunan malzemelerin fiziki olarak yıprandıkları ve sonuçta fonksiyonlarını yapamaz hale gelmeleri söz konusudur.

Korozyonu önlemek veya korozyondan korunmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları;

- Saf metal kullanımı,
- Alaşım elementi katma,
- Isıl işlem,
- Uygun tasarım,
- Korozyona dayanıklı malzeme kullanımı,
- Katodik koruma,
- Anodik koruma,
- Korozyon önleyicisi (inhibitör) kullanımı,
- Pasifleştiricilerin kullanılması,
- Korozyona neden olan maddeleri uzaklaştırmak,
- Yüzey kaplama şeklinde sıralanabilir.

Bu yöntemleri tek tek ele alacak olursak;

Saf Metal Kullanımı

Birçok uygulamalarda saf metal kullanılarak, homojen olmayan kısımlar minimuma indirilerek çukurcuk (pitting) korozyonu büyük ölçüde engellenebilmektedir. Böylelikle parçanın veya elemanın korozyona karşı direnci artırılabilir.

Alaşım Elementi Katma

Bazı metallerin korozyon direnci alaşım elementi eklenerek artırılabilir. Örneğın, ostenitik paslanmaz çelikler 880 ile 1380 °C arasındaki sıcaklıklardan soğutulduğunda tane sınırlarında krom karbürler çökelmektedir. Bu ökeme, eliğı taneler arası korozyona duyarlı hale getirmektedir. Bu tür korozyonun oluşmasını önlemek için ya karbon oranını düşürmek, ya da karbürleri daha kararlı bir ęekle dönüşmesini sağlamak gereklidir. Karbürleri daha kararlı bir duruma dönüştürmek için eliğı titanyum ve kolombiyum katılır. Bazı alaşım elementleri malzemenin yüzeyinde gözeneksiz oksit filmleri oluşturarak veya oluşmasına yardım ederek malzemenin korozyon direncini artırırlar. En çok bu uygulamaya tabi olan metaller, bakır alaşımlarına katılan mangan ve alüminyum, paslanmaz eliğı katılan molibden ve alüminyuma katılan magnezyum bu malzemelerin korozyon dirençlerini artırır.

Isıl İşlem

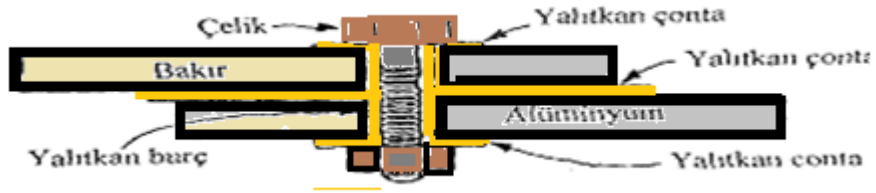
Döküm parçalarının çoğunda segregasyon oluşmaktadır. Bu parçalara homojenizasyon, çözündürme veya stabilizasyon gibi ısııl işlemler uygulayarak iç yapıları daha homojen bir hale getirilerek korozyon dirençleri artırılır. Gerilmeli korozyona duyarlı olan metal ve alaşımların korozyon dirençlerini artırmak için soğuk ęekillendirmeden sonra gerilme giderme işlemleri uygulanmaktadır.

Uygun Tasarım

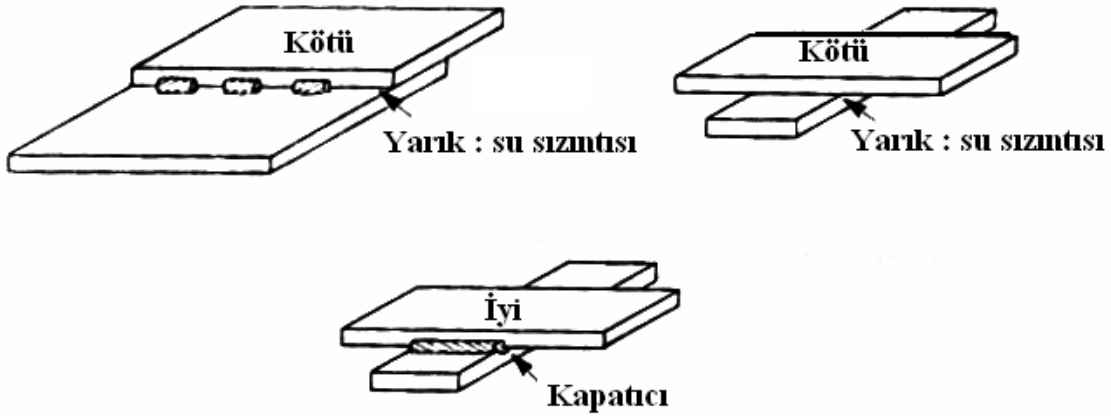
Metal parçanın korozyon ortamıyla temasını en az düzeye indirmek için uygun tasarım yapılmalıdır. Elektromotif seride aralarında mesafe bulunan elementler arasında temastan kaçınılması gerekmektedir. Eğer bu önlenemezse, galvanik korozyonu önlemek için plastik veya kauçuk malzemeler kullanılarak metal malzemelerin teması önlenmelidir. Örneğın; alüminyum, eliğı göre daha anot olduğundan elik levhaları birleştirmek için kullanılan

alüminyum perçinlerde korozyon oluşabilmektedir. Eğer alüminyum levhaları birleştirmek için çelik perçinler kullanılırsa, alüminyum levhada oluşan galvanik korozyon perçinlerin gevşemesine veya işlevini yapamaz hale gelmesine neden olabilmektedir. Metal levhalarla perçin ve civatanın değdiği bölgeyi, yumuşak ve yalıtkan bir malzeme ile ayırarak teması önlemek veya temas eden yüzeylere önce çinko kromat, daha sonra da alüminyum boya sürerek oluşabilecek korozyon önlenabilir. Cıvata gibi birleştiricilerin temas noktaları plastik veya metal olmayan manşon (bilezik), pul ve sızdırmazlık rondelaları gibi parçalar ile yalıtımları yapılabilir (Yalçın ve Koç 1991).

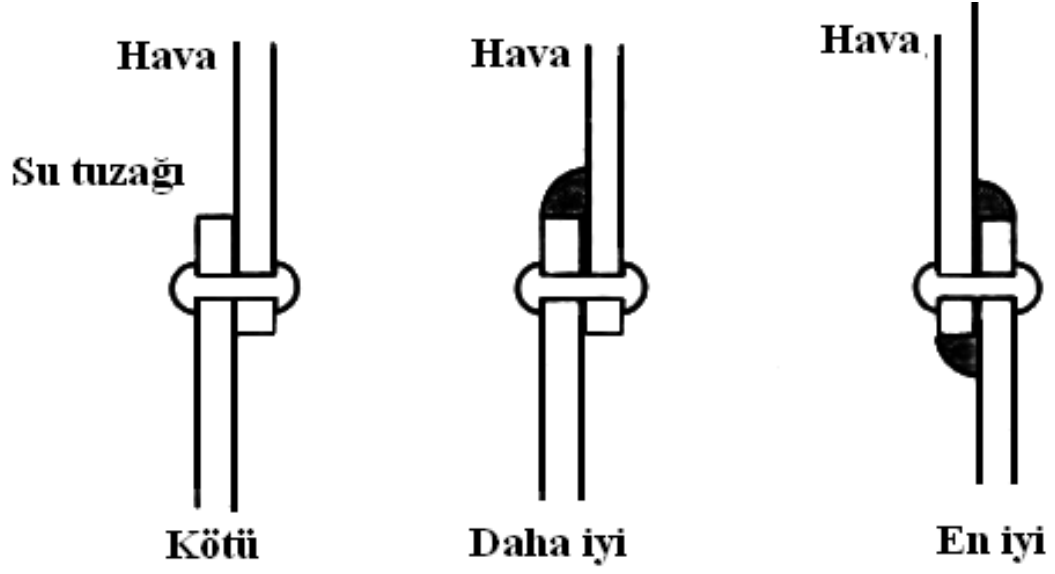
Aşağıdaki şekillerde metallerin korozyon ortamı ile temasını en az düzeye indirmek için kullanılan tasarım şekilleri verilmiştir.



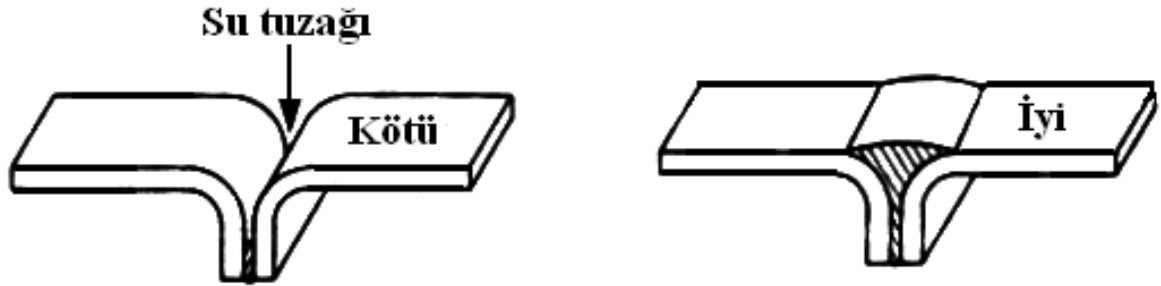
Şekil 10. Alüminyum ve bakır levhalar ile çelik cıvata arasında izolasyon kullanımı.



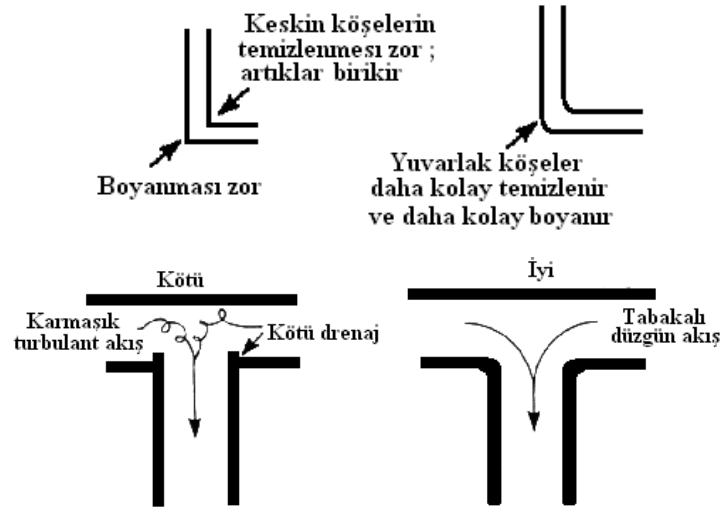
Şekil 11. Birbiri üzerine yatay binen iki metal levhanın korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208)



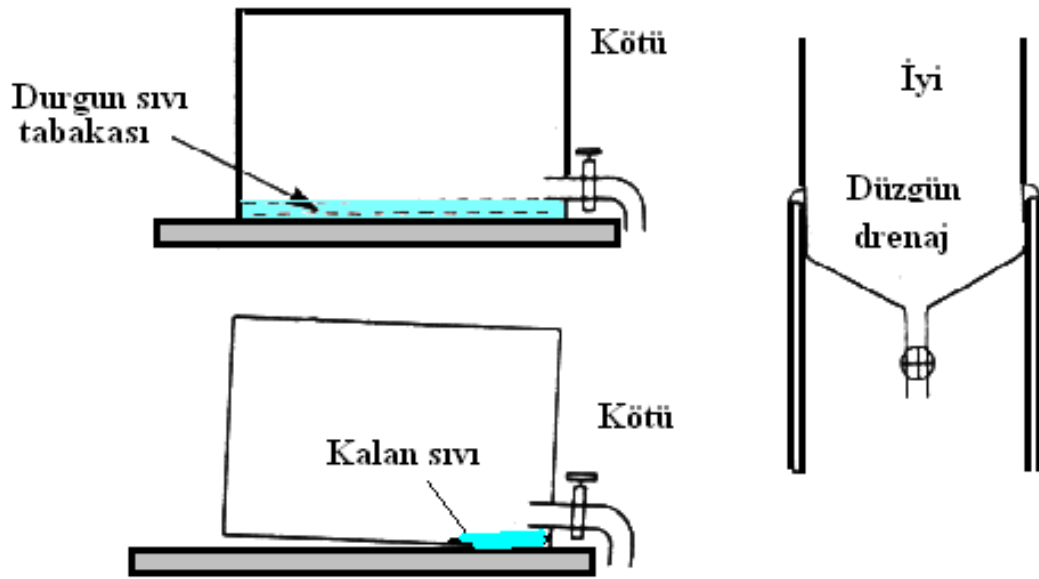
Şekil 12. Birbiri ile dikey kesişen iki metal levhanın korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208)



Şekil 13. Kıvrılan iki levhanın korozyondan korunması (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.208)



Şekil 14. Borularda koruma (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.215)



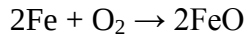
Şekil 15. Tanklarda koruma (Trethewey ve Chamberlain, 1988, s.215)

Korozyona Dayanıklı Malzeme Kullanımı

Korozyona karşı alınacak en önemli önlem; korozyon oluşumuna karşı en dayanıklı malzemeleri seçmektir. En dayanıklı malzemeler çelik başta olmak üzere, alüminyum, bakır, plastik ve bazı makine parçalarında kullanılan seramik malzemelerdir.

Üretim Yöntemlerinin Etkisi

Bu yöntemlerde oksijen, demir ile tepkimeye girer ve demiroksit oluşur.



Çelik üretim yöntemlerinde ana işlem; C oranını istenilen değere düşürmek, P ve S elementlerini ise olabildiğince çelikten uzaklaştırmaktır.

Ülkemizde tarım makinaları imalatında, özellikle toprak işleme makinalarında pulluk uç demiri, disk keski, kùltivatör ayağı gibi organlarda hala en yaygın olarak Siemens-Martin çeliğı kullanılmaktadır (Doruk, 1982).

Birleştirme Malzemeleri

Plastik malzemeler korozyon dayanımının iyi olması nedeniyle tarım sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Özellikle tarımsal savaşta kullanılan pùlverizatörlerde çok etkin şekilde ilaçların yaptığı korozyona dayanım sağlamıştır. Bunun yanında sulama sistemlerinde metal boruların yerine, makine imalatında ise dişli çarklarında çelik dişliler yerine plastik dişliler kullanılmaya başlamıştır (Demirci, 1984).

Katodik Koruma

İki şekilde uygulanır:

- 1.Korunacak malzemeye dışarıdan akım vererek,
2. Malzemeyi daha aktif bir malzemeye bağlayarak.

Katodik koruma normal olarak, elektriksel temas durumunda korozyona uğrayan metalin galvanik seride kendisinden daha yukarıda yer alan metal ile birleştirilmesi sonucunda sağlanır. Katodik korumada, korozyondan korunmak istenen metal katot yapılarak galvanik pil oluşturulur. Bu tür koruma sağlamak için, genelde çinko ve magnezyum kullanılır. Bazı durumlarda bir gerilim kaynağı aracılığı ile koruyucu akım elde edilir. Bu

durumda anot karbon, grafit veya platin gibi koruyucu malzemelerden oluşur. Yer altında boruların korunması için anotlar borudan 2,4-3,0 m uzağa gömülür. Anotların her biri kollektör kabloya bağlanır ve bu da boru hattına lehimlenir. Akım anotdan toprağa gönderilerek, boru hattında toplanır ve kollektör kablo vasıtasıyla anoda geri döner (MEGEP, 2009).

Anodik Koruma

Anodik koruma esas olarak bir pasifleştirme işlemi olarak kabul edilebilir. Bu nedenle yöntem ancak pasifleşme özelliği olan metallere uygulanabilir. Bu yöntemde metale anodik yönde bir dış akım uygulanarak metalin pasiflik potansiyeline gelmesi sağlanır. Bu yöntem sadece pasifleşme özelliği olan metallere uygulanabilir.

Anodik koruma yapılarak metal sürekli olarak pasif halde tutulur. Pasif hal, korozyon akımının en düşük olduğu haldir. Ancak en düşük korozyon akımı her zaman yeterli derecede düşük olmayabilir ve bu nedenle bazı çözeltiler için bu yöntem uygun çözüm getirmez. Ayrıca; anodik korumada, potansiyel ve akım kontrolünün çok iyi yapılması gerekir. Eğer sistemde bir arıza meydana gelirse, korunan metal kısa sürede korozyona uğrayabilir. Bu nedenle anodik koruma genellikle şiddetli korozyon olayının söz konusu olduğu ortamlarda korozyon hızını azaltmak amacıyla kullanılır (Yalçın ve Gürü, 2002).

Korozyon Önleyicisi (İnhibitör) Kullanımı

Korozyon önleyicileri, korozyon etkisiyi azaltmak veya önlemek için korozyon ortamına az miktarda katılan maddelerdir. Bu maddeler çoğu durumlarda metal yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturarak korozyonu önlerler. Otomobil radyatörlerinde kullanılan antifriz karışımının içine veya ısıtma sisteminde kullanılan suyun içerisine inhibitör katılır. İnhibitör kullanımı çukur korozyonuna karşı en ekonomik çözüm yoludur (Yalçın ve Gürü, 2002). Örneğin; korozyon ortamına oksit yapıcı maddeler katılarak alüminyum, krom ve mangan gibi metallerin yüzeylerinde oksit filmleri oluşturulur ve böylece bu metallerin korozyondan korunması sağlanır.

Korozyona Neden Olan Maddeleri Uzaklaştırmak

Her zaman uygulanması olası olmayan bir yöntemdir. Az miktardaki potasyum kromat tuzlu suyun korozyon etkisi azaltır. Sakin sularda oksijen bulunacağından kazan vb.

tesislerde suyun aşırı karıştırılarak oksijen almasının önlenmesi korozyonu azaltan bir uygulamadır.

Metal Olmayan Kaplamalar

Boya ve organik maddeler içeren metal olmayan diğer kaplamalar, esas olarak parça yüzeylerinin korunması ve görünümünün iyileştirilmesi için kullanılır. Boya, malzeme yüzeyinde koruyucu bir film oluşturur ve bu film çatlamadığı veya soyulmadığı sürece metal malzemeyi korozyondan korur.

Korozyon Kayıpları ve Korozyonun Ekonomiye Maliyeti

Görünen korozyon kayıplarının malzeme + işçilik olarak hesaplanması çok kolaydır. Ancak asıl ekonomik kayıplar korozyona bağlı olarak ortaya çıkan ve çoğu zaman bedeli belirlenemeyen dolaylı kayıplardır. Bunlar kabaca beş grup altında toplanabilir.

İşletme kesikliği

Bir tesiste korozyona uğramış olan bir parçanın sökülerek yerine yenisinin konulması, işletmenin belli bir süre kesilmesini gerektirir. İşletme kesikliğinden doğan zararlar, çoğu zaman korozyona uğrayan parçanın maliyetinden ve işçilik masraflarının toplamından çok daha büyüktür. Örneğin bir enerji üretim santralin de korozyon sonucu meydana gelen bir arıza nedeniyle santralin bir bölümünün servis dışı kalması ve elektrik üretiminin durması hesaplanamayacak derecede ekonomik kayıplara neden olur.

Ürün kaybı

Bir yeraltı tankının veya boru hattının korozyon nedeniyle delinmiş olduğunu düşünelim. Kaçak yeri belirleninceye kadar geçen süre içinde akışkan kaybı meydana gelir. Çevreye kaçan akışkanın yanıcı, patlayıcı veya toksik bir madde olması halinde, ekonomik kayıplar yanında çevre kirlenmesi ve sağlık açısından da tehlikeler söz konusu olur. Örneğin akaryakıt istasyonlarında bulunan yeraltı benzin tanklarında korozyon sonucu meydana gelen deliklerden kaçan benzin birçok patlamalara neden olmaktadır.

Ürün kirlenmesi

Özellikle gıda, ilaç ve tekstil sanayiinde, çelik kapların korozyonu nedeniyle oluşan pas ürüne karışarak onun kirlenmesine ve kullanılmaz hale gelmesine neden olur. Demir ve çelik söz konusu olduğunda korozyon ürünlerinin zararı yalnız kirlenme şeklinde olduğu halde, toksik özellik gösteren diğer metaller için daha da önemlidir. Yakın zamana kadar içme suyu tesisatlarında kurşun borular kullanılırdı. Günümüzde korozyon sonucu suya karışan kurşun bileşiklerinin insan sağlığı için son derece zararlı olduğu belirlenmiş ve kurşun boruların bu amaçla kullanılması yasaklanmıştır. Kurşun kirlenmesi ile ilgili olarak tarihi bir örnek Romalıların kurşun su ve şarap kapları kullanmalarıdır. Kurşunun korozyon sonucu çözünerek insan sağlığı için uzun sürede toksik etki yapacağı o tarihte bilinmediği halde, tarihçiler Roma İmparatorluğunun çökmesinde bu kurşun zehirlenmesi olayının etkili olduğunu savunmaktadırlar.

Aşırı Önlemler

Makinaların tasarımı sırasında muhtemel korozyon kayıpları göz önüne alınarak, malzeme kalınlıklarına korozyon payı ilave edilmektedir. Burada önemli olan söz konusu ortamdaki korozyon hızının önceden sağlıklı olarak belirlenmesidir. Ancak çoğu zaman bu tahminin doğru olarak yapılması mümkün olmamaktadır. Veya ortam koşullarında meydana gelen değişimlerin korozyon hızını ne derece artıracığı konusunda önceden kesin bir bilgi elde edilememektedir. Bu durumda emniyet açısından korozyon payının gereğinden büyük seçilmesi yoluna gidilmektedir. Böylece muhtemel korozyon olayını önlemek amacıyla tonlarca malzeme boşa harcanmış olmaktadır. Örneğin, 20 cm çapında ve 360 km uzunluğunda bir boru hattında et kalınlığı 6,3 mm olan çelik boru yerine korozyona karşı dayanıklı olması öngörülerek 8,2 mm et kalınlığında bir çelik boru kullanılması halinde 3350 ton çelik boşa harcanmış olur. Burada meydana gelen kayıp yalnızca gereksiz yere kullanılmış olan çelik kütlesi değildir. Buna ilave olarak, işletmede kullanılan elektrik enerjisinde de artış görülür. Borunun et kalınlığı artırılınca iç çapı azalır. Bunun sonucu olarak borudan taşınmakta olan akışkan debisinde yaklaşık % 5 oranında azalma meydana gelir. Veya pompalama elektrik enerjisi % 5 artar.

Kaplama masrafları

Çeliğin korozyonunu önlemek üzere kullanılan boya ve diğer kaplamalar için yapılan masrafların da korozyon kaybı olarak kabul edilmesi gerekir. Bu malzemeler korozyonu

önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Eğer demir korozyona uğramamış olsaydı bu masrafların yapılmasına gerek duyulmayacaktı. Bütün dünyada üretilen boyanın yaklaşık üçte ikisi korozyonu önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Diğer taraftan birçok makina veya ekipmanın üretiminde korozyonu önlemek amacıyla ucuz olan demir yerine daha pahalı başka metal veya alaşımlar kullanılmakta veya kaplama yapılmaktadır. Örneğin, gıda endüstrisinde kullanılmakta olan konserve kutularında çelik sacın korozyonunu önlemek üzere kalay kaplama yapılmaktadır. Bu amaçla harcanmış olan kalay ve galvaniz yapımında kullanılan çinko da aslında bir korozyon kaybı sayılmalıdır.

Korozyonun Ülke Ekonomilerine Zararları

Korozyon, kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu malzeme yüzeyinden başlayarak, malzeme derinliklerine doğru tesir ederek devam eden ve malzeme özelliğinin değişmesine yol açan bir bozunma sürecidir. Bu süreç büyük zararlara yol açarak önemli israf kalemlerinden birini oluşturmaktadır (Elçiçek, Karaoğlanlı ve Demirel, 2011).

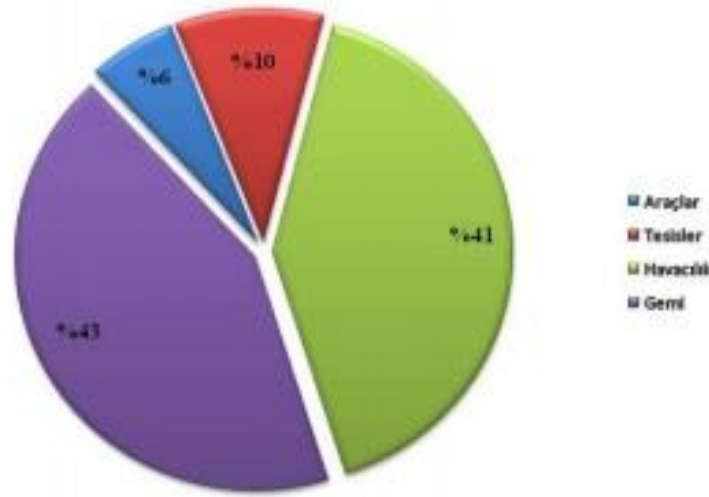
Korozyon, kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu malzeme yüzeyinden başlayarak, malzeme derinliklerine doğru tesir ederek devam eden ve malzeme özelliğinin değişmesine yol açan bir bozunma sürecidir. Bu süreç büyük zararlara yol açarak önemli israf kalemlerinden birini oluşturmaktadır. Korozyon nedeniyle meydana gelen malzeme, enerji ve emek kaybının yıllık oranı ülkeler bazında, gayri safi milli hâsılatının yaklaşık %5'i düzeyindedir (Akdoğan, 2008). ABD için korozyonun GSMH içerisindeki payı aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.



Şekil 16. Korozyon maliyetinin ABD GSMH içerisindeki payı (Webster, 2010).

Bu oran ABD’de 444 milyar \$ ile GSMH’nın %3,1’ne tekabül etmektedir (Şekil 16).

ABD Donanmasının, donanma korozyon önleme ve kontrol departmanı tarafından hazırlanan 2010 yılı raporunda toplam korozyon maliyeti 7,36 milyar \$ olarak açıklanmıştır. Bu miktar içerisinde ilk sırada 3,2milyar \$ (%43) ile Gemi Donanması yer almaktadır (Thomas, 2010).



Şekil 17. ABD Donanmasındaki toplam korozyon maliyetinin oransal gösterimi (Thomas, 2010).

Veriler ışığında gemi endüstrisinin korozyonla mücadele konusunda önemli bir yer tuttuğu görülmektedir.

Korozyon yavaş oluşan bir olaydır. Bu nedenle, zararlı sonuçlarının ortaya çıkması uzun vakit almaktadır. Bu olgu, metalik yapıların tasarımında korozyonun göz ardı edilmesinin başlıca nedenidir. Gerçekte, korozyon sanayide yatırım ve üretim maliyetlerini belirleyen başlıca etmenlerdendir. Korozyonun ekonomiye maliyeti ortalama olarak gayri safi milli hasılanın % 3.5-5.0'i kadar olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye için bu değer % 4.5'in üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Çevre kirliliği ve emniyet ile ilgili endişelerin giderek arttığı günümüzde, bilim adamları ve mühendislere düşen görev korozyonun etkin kontrolünü sağlayacak teknikleri geliştirip uygulamaktır.

Korozyon genellikle metalik malzemelerde hasara neden olmaktadır. Ekonomik açıdan her ülkenin büyük kayıplara uğramasına neden olur. Korozyon her şeyden önce insan hayatını ve sağlığını zarara sokan bir olay olmasının yanı sıra bunun dışında diğer zararları kısaca şu şekilde özetleyebiliriz:

1- Bilindiği gibi bakırın korozyon ürünlerinin insan sağlığı için çok zararlı olması nedeni ile bakır kaplar yüzyıllarca kalayla kaplanarak kullanılmışlardır. Uçaklarda bazı önemli parçaların korozyon nedeni ile kırılması (korozyonlu yorulma, gerilimli korozyon çatlaması gibi nedenlerle) uçağın düşmesine ve can kaybına neden olabilir.

2- Korozyon dünyadaki sınırlı metal kaynaklarının en önemli israf nedenidir: Her yıl üretilen metalik malzemelerin yılsonuna yaklaşık 1/3'ü korozyon nedeni ile kullanılmaz hale gelmektedir. Devre dışı kalan metalik malzemeler hurda olarak kısmen değerlendirilebilirse de 1/3'ü bir daha geri kazanılamamak üzere kaybedilir, yani tabiata geri döner. Bu ise yıllık metalik malzeme üretiminin 1/10'unun, korozyon nedeni ile, bir daha geri kazanılamamak koşulu ile kaybı demektir.

3- Korozyon nedeni ile malzeme kaybı yanında sermaye - emek - enerji ve bilgi de kaybolur: Metalik malzemelerin üretimi sermaye - emek - enerji ve bilgi gerektirmektedir. Korozyon nedeni ile kullanılamaz hale gelmeleri bu nedenle ilave kayıplara neden olur.

4- Korozyon ortamı kirletir ve ayrıca kirli ortam metal korozyonunu hızlandırır: Metalik malzemelerin tabiata geri dönen kısmı ortamı kirletir. Kirli ortam ise korozyonu hızlandırır. Bakır iyonu içeren sular dökme demir veya alüminyum yüzeyle temas edince bakır metalik hale döner ve metali (dökme demir veya alüminyum) çözer; ayrıca açığa çıktığı bölgelerde korozyonu hızlandırır, delikler, oyuklar oluşumuna neden olur.

Metal kaybı yeni metal üretimini ve dolayısı ile ilave çevre kirlenmesine neden olarak atmosferin ve suyun kirliliğini artırır. Kirli ortamda ise metaller daha hızla korozyona uğrarlar.

5- Korozyon olarak nitelendirilebilecek çözünmeler teknolojinin gelişimi ile daha aşağı sınırlara çekilmektedir.

Örneğin, ilaç endüstrisi veya atom santrallerinde korozyon olarak nitelenebilecek metal çözünmesi ile atmosferik koşullarda bir çelik yapının korozyonu arasında çok büyük farklar vardır. Atmosferik koşullarda milimetrenin kesirli düzeyindeki korozyon nedeni ile uğranılan kalınlık azalmaları normal kabul edilirken bir atom santralinde soğutma suyunun içinden geçtiği borularda korozyonun pratik olarak sıfıra yakın olması istenir (Yalçın ve Koç 1991).

Korozyonun Çevreye Etkileri

Çevre için en tehlikeli korozyon, elektrik ve kimyasal işleme tesislerinde meydana gelen korozyondur. Bunun birçok doğrudan ve dolaylı etkileri vardır. Korozyonun bazı sonuçları şu şekilde değerlendirilir.

Verimlilik kaybına neden olabilir. Örneğin korozyona uğrayan materyalde oluşan çukurlar, oyuklar ürünün ısı transfer oranını azaltacaktır. Bu durum verimlilik kaybıyla sonuçlanır.

Bir ürünün kirlenmesi ile sonuçlanabilir. Bu durum genellikle korozyona uğrayan materyal ile temas halinde olan diğer ürünün kirlenmesi ile sonuçlanmaktadır. Sağlık için zehirli ve tehlikeli olan kurşun ile yapılmış borular içerisinden su geçerken kurşun molekülleri suda çözünür ve su kirlenir.

Korozyonun meydana geldiği yerin bitişik ekipmanının hasara uğramasına neden olabilir.

Katı korozyon ürünlerinin mekanik, valflere, pompalara hasar verebilir, boruların tıkanmasına sebep olur aynı zamanda değerli metallerin kaybına neden olabilir.

Korozyon yapısal hatalardan kaynaklanarak insanlara tehlikeli yaralanmalara ve ölümlere neden olur. Örneğin köprülerde, arabalarda ve uçaklarda meydana gelebilecek korozyonun oluşturduğu kaza riskleri korozyonun sonucudur ve korozyon; arabalar, su boru hatları, köprüler, binalar ve petrol inşaatlarına kadar her türlü materyale zarar verebilir (El – Meligi, 2010).

Korozyonun bazı sonuçları sosyal olabilir. Bunlar;

Güvenlik: Toksiklerin serbest kalması, inşaatların çökmesi ve yangın çıkması olabilir. Korozyon sebep olduğu maddi kayıpların yanı sıra, çevreyi kirleten ve insan hayatını tehlikeye sokan etkileri ile de ciddi zararlar teşkil etmektedir. Yapılan bir araştırma sonucu, İzmit depreminde yıkılan binaların % 67'sinde korozyon hasarlarının görüldüğü tespit edilmiştir. Resmi rakamlara göre bu hasarlar, 58 bin vatandaşımızın hayatını kaybetmesine, 122 bin vatandaşımızın yaralanmasına ve 411 bin binanın yıkılmasına veya ağır hasar görmesine neden olmuştur. 1999 depreminde korozyon dolayısıyla meydana gelen zararın maddi boyutu kabaca hesaplama yapıldığında, 168 milyar TL civarında olduğu belirtilmektedir (<http://www.yalitim.net/?pid=20948>).

2013 yılının kasım ayında Çin'in Qingdao şehrinde bir petrol borusu patladı ve 62 insanın ölümüne, 136 insanın da yaralanmasına neden oldu. Sekiz ay sonra benzer bir patlama Kaohsiung şehrinde meydana geldi ve 32 insanın ölümüyle, 321 insanın da yaralanmasıyla

sonuçlandı. Boru hatları çelikten yapılmıştı ve benzer çevrelerde 20 yıllık kullanımdan sonra bozulmuştu. Nedeni korozyondur (Victor ve Leape, 2015).

Sağlık: Korozyona uğramış ekipman nedeniyle kaçan kirlilik ya da korozyon ürününün kendisi nedeniyle oluşan kirlilik. Örneğin; korozyonun ortaya çıkardığı Cr^{+6} iyonları yüksek derecede toksik ve kanserojendir (EL-Meligi, 2010).

Doğal Kaynakların Tükenmesi: Metal ve bunları üretmek için kullanılan yakıtlar, korozyona uğramış malzemelerin göze hoş görünmemesi durumunda bunların yenilenme çalışmaları

Yukarıdaki bu öğelerin sosyal sonuçları yanında ekonomik yönleri de vardır. Petrol boru hatlarındaki sızıntının neden olduğu kirlenme korozyonun ortaya çıkardığı bir kayıpla birlikte, ürünün ve çevrenin kirlenmesine yol açabilir ki, değerlendirmesi ve tamiri çok zor olan bir zarardır.

Korozyon maddi kayıpların yanı sıra insan hayatı ve sağlığına zarar veren ve çevre kirliliğine neden olan bir olaydır. Bundan dolayıdır ki, giderilmesine hiç olmazsa en aza indirilmesine çalışılır (Sridhar, N. and Cragolino, G.A. 1993, Moayed and Newman 1998). Son yıllarda metal ve alaşımların korozyonunu önleme çalışmalarında çevre ve insan sağlığını tehdit etmeyen ve toksik etkisi olmayan madde ve bileşikler büyük önem kazanmıştır (DeBerry 1985, Ahmad and MacDiarmid 1996, Yağan ve diğerleri. 2005).

Metalik malzemelerin yaygın olarak kullanıldığı köprülerde, altyapı tesisatlarında, gemi ve uçak gibi ulaşım araçlarında ve daha birçok alanda karşılaşılan korozyonun, ülke ekonomilerine verdiği zarar gayri safi milli gelirlerinin (GSMG) yaklaşık % 5' i düzeyindedir. Maddi kayıpların yanı sıra neden olduğu çevre kirliliği, metalleri korozyondan korumak için yapılan çalışmaların önemini daha da arttırmıştır (Demir, 2010).

Korozyonu önlemek veya en aza indirmek, çevreyi ve ekonomiyi güvenlik altına almak için gerekli bir ihtiyaçtır. Buna göre, teknik ve teknik olmayan alanlarda önleyici stratejiler kullanılarak daha iyi korozyon yönetimi sağlanabilir (El Meligi, 2010). Korozyon Maliyetleri ve Önleyici Stratejiler üzerine Amerika Birleşik Devletleri'nde hazırlanan rapora göre bu stratejiler şu şekilde sıralanmıştır:

- Önemli korozyon maliyetlerine ve olası maliyet kazançlarına dair farkındalığı artırmak

- Korozyon hakkında hiçbir şey yapılamayacağına dair yanlış kanıyı değiştirmek
- Güçlü korozyon yönetimi sayesinde korozyonun maliyetini düşürecek politikaları, yasaları, standartları ve yönetim uygulamalarını değiştirmek
- Korozyon kontrolünün tanınması konusunda personelin eğitimini geliştirmek
- Daha iyi korozyon yönetimi için gelişmiş tasarım uygulamalarını gerçekleştirmek
- Araştırma ve geliştirme yoluyla korozyon teknolojisini daha iyi hale getirmektir.

Korozyon Eğitimi

Korozyon eğitimi, korozyon ile ilgili problemler ve korozyonu önleme üzerine bilgileri yaymanın en etkili yollarından biridir. Verilen eğitim korozyon problemlerinin teşhisi için mantıklı bir temel sağlamalıdır (Costa, 2009).

Korozyondan kaynaklanan kayıpları en aza indirmek için yapılması gerekenler arasında; ülkeleri korozyon konusunda kendilerine özgü araştırma geliştirme (Ar-Ge) merkezleri kurmalı ve bu merkezlerde yapılan çalışmalar yoğunlaştırılarak, bilgi ve eğitim eksikliğinin giderilmesi ve üniversite, endüstri ve yatırımcı kuruluşlarının yer aldığı ortak bir çalışma ortamının oluşturulması gerekmektedir (Elçiçek, Karaoğlanlı ve Demirel, 2011).

Ülkemizde korozyon konusunda araştırma, geliştirme ve eğitim çalışmalarını yürüten birçok kurum ve kuruluş vardır. Bu kurumlardan ilki 22.5.1986 tarihinde TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu tarafından oluşturulan Korozyon İhtisas Komisyonu'dur (Üneri, 2004).

Türkiye'de korozyon zararlarına karşı korunmada çalışmalar yürüten en önemli endüstri araştırma merkezleri arasında Ankara Şeker Fabrikası gelmektedir. TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) Marmara Araştırma Merkezi bu alanda çok ciddi çalışmaların yapıldığı bir merkez olup korozyon konusunda yapılan teknik çalışmaların tamamı bilimsel bu kurumda gerçekleştirilmiştir. Korozyonla mücadelede önemli rol oynayan kuruluşlar, Türkiye Petrolleri, BOTAŞ ve İller Bankası gibi kurumlardır. Bunun yanında köklü bir Türk Kurumu olan Devlet Demiryolları 1990 yılından beri seminer ve kurslar yoluyla personelinin korozyonla ilgili bilgilerini yenilemektedir (Bilgiç, 2008).

Üniversitelerimizde sınırlı sayıda bölümlerde korozyon dersleri ve korozyonla ilgili dersler verilmektedir. Bu derslerin ağırlıklı olarak işlendiği bölüm, metalürji ve maden

mühendisliği bölümüdür. Çalışmanın yapıldığı bölümlerde korozyonla ilgili derslerin işlenmediği tespit edilmiştir.

1955 yılından beri faaliyette bulunan Avrupa Korozyon Federasyonu (EFC), 25 Avrupa ve 3 Avrupa dışından ülkenin korozyonla ilgili 33 Derneği'nin üye olduğu bir kuruluştur. EFC 1969 yılında, korozyon ile ilgili problemlere ilgi duyan bir çalışma grubu oluşturmuştur. Adı Korozyon Eğitimi Üzerine Çalışma Grubu 7 (WP7) olan bu oluşum uluslararası seviyede korozyon eğitime katkıda bulunabilecek yolları bulmaya hedeflemektedirler. WP7 üyelerinin WP7 korozyonla ilgilenen üniversitede çalışan öğretim görevlileridir. Bazı üyeler hükümetlerden ve endüstri kuruluşlarından gelmektedir. Grup şu anda 23 ülkeden 43 üyeye sahiptir (Costa, 2009).

WP7 korozyon alanındaki uzmanları ortak çalışma, bilgi alış veriş ve deneyimlerin paylaşılması için düzenli aralıklarla bir araya getirir ve korozyon anlayışını yaygınlaştırmayı korozyon ile ilgili problemleri tartışmayı ve başarılı korozyon eğitiminin örneklerini vermeyi hedefler (Costa, 2009).

WP7 grubunun başlıca faaliyetleri şunlardır:

- Eğitimsel konular üzerine toplantılar
- Eğitim ve öğretim politikalarıyla ilgilenenler için bilgilerin derlenmesi
- Kitapların hazırlanması ve diğer eğitimsel teşvikler
- Diğer kurumlarla işbirliği içerisinde düzenlenen eğitimler
- Sertifikalandırma üzerine çalışmalar
- Mesleki uzmanların endüstriyel faaliyetleri içerisinde korozyon problemlerini çözmeleri için bilgilerin paylaşılması (Costa, 2009).

Utah Üniversitesi'nin Metalurji Mühendisliği, var olan korozyon dersini öğrencilere daha fazla ulaşılabilir hale getirmek için gerekli eğitimsel araçları tasarlayarak internet tabanlı korozyon dersleri vermeye başlamıştır. Programın şu hedefleri gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır:

- Korozyon teori ve uygulamalarına dair sağlam bir anlayış geliştirmek,
- Korozyonun temel türlerini ve mekanizmalarını anlamak,
- Korozyonun azaltılması için uygun materyaller ve teknolojiler seçebilmek,
- Korozyonun oranını ve maliyetini öngörebilmek.

Hedefler basit gibi dursa da gerçekleştirilmesi, güçlü pedagojik ilkelere dayanan uygun öğrenme materyalleri ve değerlendirme araçları gerektirmektedir (Free, 2005).

Çevre Eğitimi

Albert Einstein ise çevreyi “Benim dışımda olan her şey.” olarak tanımlayarak, çevre kavramının aslında çok geniş bir anlam ifade ettiğini vurgulamaktadır (Miller ve Spoolman, 2010, s. 6).

Çevre kavramı, insanın diğer insanlarla karşılıklı ilişkilerini, insanların bu ilişkiler sürecinde birbirlerini etkilemesini, insanın kendi dışında kalan tüm canlı varlıklarla, yani bitki ve hayvan türleriyle olan karşılıklı ilişkilerini ve etkileşimini, insanın canlılar dünyası dışında kalan ama canlıların yaşamlarını sürdürdükleri ortamdaki tüm cansızlarla, yani hava, su, toprak, yeraltı zenginlikleri ve iklimle olan karşılıklı ilişkilerini ve bu ilişkiler çerçevesinde etkileşimini anlatmaktadır (Keleş, vd., 2009, s. 52).

Çevre kapsam olarak çok geniş bir kavram olduğu için çevre eğitiminin de kapsamlı bir alan olduğu söylenebilir. Çevre eğitimi sadece biyoloji, ekoloji ya da dış çevre ile ilgili etkinlikleri ifade etmemektedir (Gülay ve Önder 2011, s. 71). Genel olarak çevre eğitiminin özellikleri şöyle sıralanabilir (Meredith, vd., 2000, s. 5):

- Çevre eğitimi çevreyle ilgili konular veya sorunlarla ilgilidir;
- Çevre eğitimi, pek çok çalışma ve öğrenme alanından yararlanan disiplinler arası bir yapıdadır,
- Çevre eğitimi öğrencilerin ihtiyaçları ve ilgi alanlarına göredir,
- Çevre eğitimi yaşam boyu süren bir öğrenme sürecidir,
- Çevre eğitimi doğru ve gerçek bilgilere dayanmaktadır,
- Çevre eğitimi dengeli ve tarafsız bir şekilde bilgi sunmaktadır,
- Çevre eğitiminde öğrenme ortamı olarak olabildiğince dış ortamdan yararlanılır.

Çevre eğitiminin en kısa tarifi doğanın dilinin öğrenilmesidir (Ozaner, 2004). Çevre eğitimi, çevre kalitesi ile ilgili sorunlar hakkında uygun kararları verebilmeleri ve yerinde davranışları gösterebilmeleri amacıyla bireyleri geliştiren uygulamaları kapsamaktadır (Hart, 2007, s. 690).

Çevre eğitimi, çevre sorunları hakkında bir farkındalık ve görüş oluşturmak amacıyla, sorumlu bireysel ve grup davranışlarına neden olan bir süreçtir (KACEE, 2013). Çevre

eğitimi, evre ve ilgili konularda bilinçli, mevcut evre problemlerinin çözümüne katkı sağlayacak ve yenilerinin oluşumunu engelleyebilecek bilgi, beceri, tutum, güdü, kişisel ve toplumsal görev ve sorumluluklara sahip bir dünya nüfusu geliştirme amacı olan, yaşam boyu süren disiplinler arası bir yaklaşımdır (Deniş ve Genç, 2010, s. 9).

Karataş (2013)'a göre, ğretmen adaylarının eğitim hayatları boyunca alacakları evre eğitimi onlara toplumu bilinçlendirmek adına rehber olabilecektir. evre eğitimi ile bilinç kazanan insanların oluşturduğu bir toplumun ise evre sorunları karşısında daha duyarlı olacağı söylenebilecektir. Öğretmen adaylarına, insan etkinlikleri ile küresel evre sorunları arasındaki bağlantıları gösterebilecek ve bu konuda onların bilgi ve sorumluluk duygularını geliştirebilecek bir evre eğitimi tüm toplum açısından büyük yararlar sağlayabilecektir. Çünkü toplumun geleceğini, yetiştirdikleri nesillerle öğretmenler şekillendirmektedir. Öğretmenlerin bütüncül bir bakış açısı ve sosyal sorumluluk anlayışıyla, çalışacakları alan ve yetiştirecekleri öğrencilerine gerçekten yararlı olabilmelerinde, eğitim fakültelerinde daha birer ğretmen adayı iken aldıkları ve onları bilinçlendiren evre eğitiminin büyük önem taşıdığı unutulmamalıdır.

Tiflis deklarasyonunda evre eğitiminin amaçları beş farklı kategoride belirtilmiştir. Bunlar; farkındalık, bilgi, etki, yetenek ve katılım olarak vurgulanmıştır (UNESCO, 1978).

- Farkındalık; insanlara ve toplumlara evre ve çevreyi etkileyen sorunlarla ilgili duyarlılık kazanmasına yardımcı olmak olarak tanımlanabilir.
- Bilgi; bireylere ve toplumlara evre ve evre sorunları ile ilgili bilgileri edinmelerini sağlayacak deneyimlerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.
- Tutum; birey ve toplumlara evre ve evre sorunlarıyla ilgili harekete geçmelerini sağlayacak duygu ve değerlerin oluşmasına yardımcı olmaktadır.
- Yetenek; birey ve toplumlara evre ile ilgili sorunların üzümünde gerekli olan problem zme becerilerinin geliştirilmesinde yardımcı olmaktadır.
- Katılım; bireyin ve grupların evre sorunların zmne katılmaları için fırsatlar oluşurmaya yardımcı olmaktadır (Hungerford, Bluhm, Volk ve Ramsey, 1998).

Korozyonun doğrudan veya dolaylı olarak çevreye etkileri göz önüne alındığında, geçmişin ve geleceğin önemli evre sorunları arasında yer alan korozyonun çevresel etkilerinin eğitimin her kademesinde vurgulanması gereken bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu noktada eğitimcilerin ve eğitim sürecine giren bireylerin korozyonu bir

evre sorunu olarak algılamaları ve bu noktanın dersler içerisinde değerlendirildiği bir konu düzeyine çıkması gerekmektedir. Korozyonun evresel etkileri göz önüne alındığında korozyonun evre eğitiminin içerisine yer alması için güçlü bir farkındalık yaratılması gerekmektedir.

Araştırmanın yapıldığı üniversitelerdeki evre kimyası dersi ders içerikleri incelendiğinde konuların genel olarak şu bafşlıklar altında toplandığı görülmüştür:

- evre Kimyasına Giriş, Temel Kavramlar, Temel evrimler,
- Atmosferin Bileşenleri, Atmosferde kimyasal ve fotokimyasal tepkimeler,
- Stratosferde Ozon, Küresel Isınma, Sera Etkisi, Fotokimyasal Duman, Asit yağmurları,
- Hava ve hava Kirliliği, Hava Kirleticiler,
- Hava Kalitesinin Tayini, Kirletici derişimleri,
- Su ve Su kirliliği, Kirleticiler
- Su kalitesi tayini, Kirlilik kriterleri
- Toprak ve toprak Kirliliği,
- Atıkların geri kazanılması
- Radyoaktif maddeler ve tepkimeleri,
- Nükleer santraller ve atıkların etkileri, Enerji Dengesi ve Muhtemel Enerji Kaynakları
- Toksik maddeler kimyası, Gürültü .

evre kimyası ders içeriklerine bakıldığında korozyonun çevresel etkileri ile ilgili konuların yer almadığı görülmüştür.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, evreni ve örnekleme, araştırmada kullanılacak veri toplama araçları ve verilerin analizinde kullanılan istatistiksel yöntem ve teknikler açıklanmıştır.

Araştırma Modeli

Araştırma genel tarama modelinin, kesitsel tarama türü kullanıldı. Karasar (1998) genel tarama modelini “çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup, örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleri” olarak tanımlamıştır. Tarama modelleri geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekilde betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır (Karasar, 1998).

Kesitsel bir tarama tasarımında bir veya birden fazla örneklemden belli bir zaman kesitinde o anki tutum veya uygulamaları ölçmek için sadece bir defa veri toplanır. Ayrıca kesitsel tasarımın belirli bir zaman kesitinde bir kereliğine veri toplamayı işe koşması, tarama araştırmalarında para ve zaman giderlerini düşürmektedir (Bryman, 2004).

Araştırmada öncelikle öğrencilere çevre kirliliğinin en önemli nedenleri ilgili Çevre Kirliliği ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) dağıtılarak öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşleri yazılı olarak alınmıştır. Aynı öğrencilere ÇKSF’den sonra Korozyon Bilgi Testi (KBT) ve Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ) uygulandı. Son olarak öğrenci gruplarına korozyon ile görüşlerinin yazılı olarak alınacağı Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF) dağıtılarak bu konu ile ilgili görüşleri alınmıştır.

Evren ve Örneklem

Çalışma evrenini Türkiye’deki Kimya Öğretmenliği Programlarında okuyan öğretmen adayları ve Türkiyede’ki Kimya Bölümü Programlarında okuyan Kimya Bölümü öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında (GKÖ) okuyan öğrenciler, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında (NKÖ) okuyan öğrenciler, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü (AKB) öğrencileri, Konya Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü (SKB) öğrencileri ve Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü (GKB) öğrencileri oluşturmuştur.

Araştırmaya katılan öğrencilerin okullara, sınıflara ve bölümlere göre dağılımı Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Örneklemin Okullara, Bölümlere ve Sınıflara Göre Dağılımı

Örneklem Bilgileri	N	%	
Fakülte	N.E.Ü. Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi	54	15.7
	G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi	48	13.9
	A.Ü. Fen Fakültesi	162	47.0
	S.Ü. Fen Fakültesi	33	9.6
	G.Ü. Fen Fakültesi	48	13.9
	Toplam	345	100
Bölüm	Kimya Öğretmenliği	95	27.5
	Kimya Bölümü	250	72.5
	Toplam	345	100
Sınıf	1.Sınıf	58	16.8
	2.Sınıf	98	28.4
	3.Sınıf	40	11.6
	4.Sınıf	115	33.3
	5.Sınıf	34	9.9
	Toplam	345	100

Çalışmanın örnekleme uygunluk örnekleimidir. Uygunluk örnekleme çalışma için ulaşılabilen (uygun) kişilerin oluşturduğu grup olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2003).

Değişkenler

Bağımlı Değişkenler

Araştırmada iki farklı değişken vardır. Bunlar;

1. Öğrencilerin korozyon konusunda bilgi düzeyleri
2. Öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ilgili algılamaları

Bağımsız Değişkenler

Araştırmanın bağımsız değişkenleri;

1. Öğrencilerin eğitim gördüğü üniversiteler
2. Öğrencilerin eğitim gördüğü bölümler
3. Öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflardır.
4. Öğrencilerin Çevre Kimyası dersini alıp almaması durumu

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen Çevre Kirliliği ile İlgili Soru Formu (ÇKSF), Korozyon Bilgi Testi (KBT) ve Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ) ve Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF) uygulanmıştır. Aşağıda araştırmada veri elde etmek için kullanılan testler tanıtılmıştır.

Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF)

Uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin neler çevre kirliliğinin nedenleri ile ilgili neler bildikleri ortaya koymak için bir sorudan oluşan form oluşturulmuştur.

Açık uçlu bir maddeden oluşan Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) EK-1’de verilmiştir.

Korozyon Bilgi Testi (KBT)

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak korozyon konusu ile ilgili 22 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi geliştirilmeden önce korozyon konusu ile ilgili belirtke tablosu hazırlanmış ve hazırlanan bu belirtke tablosu göz önüne alınarak 35 maddeden oluşan bir soru havuzu oluşturulmuştur. Havuzda yer alan sorular Bloom taksonomisine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca, alanında uzman iki kimya eğitimcisi ve bir Türkçe eğitimcisi ile beraber incelenerek kullanılacak olan taslak başarı testindeki madde sayısı 22 olarak belirlenmiştir.

Çoktan seçmeli 22 maddeden oluşan başarı testi, Ankara Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliği Bölümü ile Konya Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliğinde öğrenim gören 110 öğrenciye uygulanmıştır. Başarı testinin uygulanacağı öğrenciler daha önceki eğitim-öğretim dönemlerinde korozyon dersini almışlardır. Çoktan seçmeli başarı testi 5 seçenekli olup, doğru cevaplara “1” yanlış ve boş cevaplara “0” puan verilerek toplam 22 puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Başarı testine ait maddelerinin yapı geçerliliğinin sağlanması için madde analizi yapılmış ve madde analizinde hesaplanan madde ayırt edicilik indisleri ve güçlük dereceleri Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, testin güçlük indekslerinin 0.00 ile 0.83 arasında değiştiği ve ayırt edicilik indekslerinin 0.00 ile 0.76 arasında değiştiği görülmektedir. Test maddelerin ayırtıcılık gücü -1 ile +1 arasında değişmektedir. Madde ayırt edicilik değerinin yüksek olması testin geçerliliğini arttırmaktadır. Maddelerin ayırt edicilik indisi 0.40 ve daha büyük ise madde çok iyi, 0.30- 0.39 arasında ise madde oldukça iyi, 0.20-0.29 arasında ise madde zorunlu hallerde kullanılabilir veya değiştirilebilir, 0.19 ve daha küçük ise, madde çok zayıftır, eğer düzeltmelerle geliştirilemiyorsa testten çıkarılmalıdır (Turgut, 1992; Tekin, 2000).

Tablo 6. Ön Pilot Uygulamada Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Ayırt Edicilik İndeksleri (d) ve Güçlük Dereceleri (p)

S	G	A	B	C	D	E	Boş	Dolu	p (Güçlük)	d (Ayırt Etme)
1	Üst	0	2	4	0	24	0	30	0.65	0.30
	Alt	2	5	6	0	15	2	28		
2	Üst	0	0	0	11	19	0	30	0.47	0.31
	Alt	1	0	0	18	9	2	28		
3	Üst	0	30	0	0	0	0	30	0.82	0.35
	Alt	5	17	0	2	2	4	26		
4	Üst	12	2	2	14	0	0	30	0.27	0.36
	Alt	8	9	0	2	3	8	22		
5	Üst	9	19	0	0	0	2	28	0.62	0.09
	Alt	8	15	0	3	0	4	26		
6	Üst	28	0	0	0	2	0	30	0.79	0.27
	Alt	17	2	2	5	0	4	26		
7	Üst	8	0	19	0	1	2	28	0.19	0.20
	Alt	3	5	12	4	4	2	28		
8	Üst	0	0	27	2	1	0	30	0.75	0.29
	Alt	4	0	17	1	6	2	28		
9	Üst	8	22	0	0	0	0	30	0.46	0.50
	Alt	10	5	9	1	1	4	26		
10	Üst	0	0	28	0	0	2	28	0.93	0.13
	Alt	0	0	26	4	0	0	30		
11	Üst	1	2	0	0	27	0	30	0.72	0.36
	Alt	1	7	3	2	15	2	28		
12	Üst	0	4	0	26	0	0	30	0.63	0.45
	Alt	0	8	3	9	2	8	22		
13	Üst	20	1	0	9	0	0	30	0.33	0.66
	Alt	0	7	1	4	14	4	26		
14	Üst	30	0	0	0	0	0	30	0.83	0.32
	Alt	19	3	0	6	0	2	28		
15	Üst	0	30	0	0	0	0	30	0.68	0.62
	Alt	5	9	4	4	2	6	24		
16	Üst	0	0	2	2	26	0	30	0.49	0.73
	Alt	7	0	12	2	3	6	24		
17	Üst	2	28	0	0	0	0	30	0.75	0.35
	Alt	6	16	2	0	4	2	28		
18	Üst	0	0	0	0	30	0	30	0.83	0.32
	Alt	0	2	2	5	19	2	28		
19	Üst	0	4	13	13	0	0	30	0.22	0.43
	Alt	3	2	0	15	4	6	24		
20	Üst	0	0	0	29	1	0	30	0.57	0.76
	Alt	11	3	2	5	5	4	26		
21	Üst	0	0	29	1	0	0	30	0.77	0.37
	Alt	0	4	16	4	3	3	27		
22	Üst	0	2	9	11	8	0	30	0.32	0.30
	Alt	4	7	0	6	4	9	21		

Tablo 6 incelendiğinde, testin ortalama madde gücü 0.57, buda testin ortalama güçlükte bir test olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra testin ortalama ayırt ediciliği ise yaklaşık olarak 0.41 civarındadır. Bu durumda testin ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu ve ayırt edicilik indeksi 0.20 ile 0.29 arasında olan 6, 7 ve 8 numaralı maddelerin düzeltilmeden kullanılabileceğini göstermektedir. Ayırt ediciliği 0.19 ve daha küçük olan 5 ve 10 numaralı iki madde testten çıkarılmasına karar verilmiş, 6, 7 ve 8 numaralı maddeleri gerekli düzenlemeler yapılarak teste dâhil edilmiştir.

Tablo 7. Ön Pilot Çalışmaya Ait Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerlerine Göre Soruların Dağılımı

D Değeri	Toplam
0.40 ve üzeri	7
0.30 – 0.39	10
0.20 – 0.29	3
0.19 ve altı	2

Tablo 6 ve Tablo 7 incelendiğinde ayırt edicilik indeksi 0.40 ve üzeri olan 9, 12, 13, 15, 16, 19 ve 20 numaralı 7 maddenin çok iyi, ayırt edicilik indeksi 0.30- 0.39 arasında olan 1, 2, 3, 4, 11, 14, 17, 18, 21 ve 22 numaralı 10 maddenin oldukça iyi madde özelliğinde olduğu görülmektedir. Bu maddelerde herhangi bir değişiklik yapılmadan testte kullanılmıştır.

Daha sonra pilot uygulama ile 20 sorudan oluşan test, Ankara Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliği Bölümü ile Konya Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliğinde öğrenim gören 110 öğrenciye tekrar uygulanarak madde analizi yapılmıştır. Ölçeğin geliştirilmesi aşamasında, test-tekrar test yöntemi, aynı denek grubuna aynı koşullarda, önemli derecede hatırlamaları önleyecek kadar uzun, fakat ölçülecek özellikte önemli değişimler olmasına izin vermeyecek kadar kısa bir zaman aralığında iki kez uygulanarak, iki uygulamadan elde edilen ölçüm değerlerinin korelasyon katsayısına bakılarak ölçeğin güvenilirliğini hesaplanmıştır.

Yapılan madde analizine göre ortaya çıkan ayırt edicilik indeksi puanları Tablo 8’de sunulmuştur. Bu uygulama sonucunda Cronbach-Alpha güvenirlik katsayısı 0.76 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 8. Pilot Uygulama Sonucu Alt ve Üst Gruptaki Öğrencilerin Doğru Cevap Sayısına Göre Madde Analizi

Soru No	Dü	Da	p	d	Soru No	Dü	Da	p	d
1	25	14	0.66	0.33	11	20	4	0.40	0.51
2	21	10	0.53	0.34	12	30	19	0.83	0.32
3	30	19	0.83	0.32	13	30	13	0.73	0.53
4	17	5	0.37	0.39	14	26	7	0.55	0.61
5	28	18	0.78	0.29	15	28	15	0.73	0.39
6	23	12	0.59	0.33	16	30	18	0.82	0.36
7	27	15	0.71	0.37	17	16	5	0.35	0.35
8	22	8	0.50	0.44	18	28	7	0.59	0.68
9	27	17	0.75	0.29	19	27	16	0.73	0.33
10	26	13	0.66	0.39	20	13	3	0.26	0.32

Dü: Üst Grup, Da: Alt Grup, p: Madde Güçlüğü, d: Ayırt Edicilik

Alfa (α) katsayısına bağlı olarak başarı testinin güvenilirliği aşağıdaki gibi yorumlanır:

- $0.00 \leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değildir,
- $0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçeğin güvenilirliği düşük,
- $0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir,
- $0.80 \leq \alpha < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir. (Kalaycı 2009).

Korozyon Başarı Testi'nin Cronbach-Alpha güvenirlik katsayısına (0.76) bakılarak oldukça güvenilir diye yorumlanabilir.

Çoktan seçmeli 20 maddeden oluşan başarı testi gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra son haline getirilmiş. Başarı testinin son hali EK-2'de verilmiştir.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ)

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği geliştirme sürecinde ilk olarak alanyazın taraması yapılarak tez danışmanı ve araştırmacı tarafından 32 maddeden oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan 32 maddelik form uzman görüşü almak üzere, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü ile Türkçe Eğitimi Bölümünde görev yapan 2, Eğitim Bilimleri alanında 3 ve Kimya Eğitimi alanında uzman 4 kişinin görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda 6 madde ölçekten çıkarılmıştır. Maddelerin yanıtlama biçimi “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde beşli dereceli bir yapıda düzenlenmiştir. Ölçek likert tipindedir ve

26 madde yer almaktadır. Bu ölçekten alınabilecek en yüksek puan 130, en düşük puan ise 26'dır. Puanların yüksek oluşu öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılamalarının yüksek olduğu, puanın düşük oluşu öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılamalarının düşük olduğunu ifade etmektedir.

Algı düzeyleri öğrencilerin aldıkları puanlara göre;

130-111	Çok İyi
110-90	İyi
89-69	Orta
68-47	Kötü
46-26	Çok Kötü

Şeklinde yorumlanmıştır.

Uygulama formu, 2014-2015 Öğretim Yılı Bahar Yarıyılı'nın Şubat-Mart ayları içerisinde, Düzce Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü'nden toplam 142 öğrenciye araştırmanın amacı açıklanarak sınıf ve laboratuvar ortamında uygulanmıştır. Ölçeğin doldurulması ortalama 15 dakika sürmüştür.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin Güvenilirlik, Geçerlik Analizleri ve Alt Boyut Korelasyonları ve Norm Değerleri

Korozyonun çevresel etkilerini algılama ölçeğinin güvenilirlik, geçerlilik ve norm çalışmalarının yapıldığı çalışma gruplarının tümünde denek sayısının %50'sinin eğitim fakültesi kimya öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerden, %50'sinin fen fakültesi kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerden oluşmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 7'de Korozyonun çevresel etkilerini algılama ölçeğinin güvenilirlik, geçerlilik ve norm çalışmalarının yapıldığı çalışma gruplarına dağılımlarına ilişkin bulgular sunulmuştur.

Tablo 9. Güvenirlik, Geçerlik ve Norm Çalışmalarında Çalışma Grubu Sayılarının Dağılımları

	Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği	Fen Fakültesi Kimya Bölümü	Toplam
Güvenirlik Çalışması (test tekrar test uygulaması)	71	71	142
Güvenirlik Çalışması (iç tutarlılık uygulaması)	71	71	142
Geçerlik Çalışması (faktör analizi uygulaması)	71	71	142
Norm Çalışması	71	71	142

Tablo 9'a bakıldığında korozyonun çevresel etkilerini algılama ölçeğinin test tekrar test uygulanmasında 142 öğrenciden, iç tutarlılık, madde analizi ve faktör analizi uygulamalarında 142 öğrenciden elde edilen veriler kullanılmıştır. Yine ölçeğin norm çalışması 142 öğrenciden elde edilen veriler üzerinde yapılmıştır.

Tablo 10'da Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği maddelerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 10. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği Maddelerinin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Maddeler	N	X	Ss
Madde 1	142	3.97	.76
Madde 2	142	4.11	.68
Madde 3	142	4.02	.97
Madde 4	142	2.95	1.08
Madde 5	142	4.02	.89
Madde 6	142	4.08	.95
Madde 7	142	3.71	.91
Madde 8	142	2.83	.93
Madde 9	142	3.90	.92
Madde 10	142	3.99	1.17
Madde 11	142	4.09	.91
Madde 12	142	2.69	.90
Madde 13	142	2.90	.92
Madde 14	142	3.62	.79
Madde 15	142	3.74	.95
Madde 16	142	3.98	.88
Madde 17	142	3.38	1.19
Madde 18	142	3.60	.78
Madde 19	142	3.47	.86
Madde 20	142	3.23	.99
Madde 21	142	3.62	.89
Madde 22	142	3.49	1.24
Madde 23	142	3.42	.82
Madde 24	142	2.48	.93
Madde 25	142	3.34	.80
Madde 26	142	2.82	.83

Tablo 10’da Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği maddelerinin aritmetik ortalamaları incelendiğinde en yüksek ortalamanın Madde 2’ye ait olduğu ve en düşük ortalamanın ise Madde 24’e ait olduğu görülmektedir. Maddelerin standart sapmaları incelendiğinde en büyük standart sapma 1.24’tür ve Madde 22’ye aittir. Madde 2’nin ise 0.68 değeri ile en küçük standart sapma değerine sahip olduğu için bu sorunun daha homojen bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği’nin tamamının iç tutarlılığını belirlemek amacıyla Cronbach Alpha, Spearman-Brown ve Guttman teknikleri kullanılmıştır.

Tablo 11. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Tamamının İç Tutarlılık Katsayıları

İç Tutarlılık Katsayıları	N	R	P
Cronbach Alpha	142	0.86	$p < .01$
Spearman-Brown	142	0.76	$p < .01$
Guttman	142	0.84	$p < .01$

Tablo 11'e bakıldığında ölçeğin genel toplam güvenilirliğini test etmek üzere hesaplanan iç tutarlılık katsayılarından en yüksek güvenilirliği Cronbach Alpha (0.86), en düşük güvenilirliği ise Spearman-Brown (0.76) ve Guttman (0.84) tekniklerinin verdiği görülmektedir. Bu değerlerin 0.70'ten büyük bir değer olması, Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin ilk aşamada iç güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin iç tutarlılık analizlerinden sonra madde analizi işlemlerine geçilmiştir.

Madde analiz işlemlerinde sırasıyla madde toplam, madde kalan ve madde ayırdedicilik analizleri yapılmıştır. Madde toplam, madde kalan ve ayırdedicilik değerleri ölçekteki her bir madde için ayrı ayrı elde edilmiş ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlılığı sınanmıştır.

Madde toplam analizi işlemlerinde ölçek maddelerinden alınan puanlar ile ölçek toplam puanı arasındaki korelasyonun anlamlılığına bakılmıştır.

Tablo 12. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Madde Toplam Analizi Sonuçları

Maddeler- Toplam Puan	N	R	p
Madde 1-Toplam Puan	142	.42	$p < .01$
Madde 2-Toplam Puan	142	.72	$p < .01$
Madde 3-Toplam Puan	142	.61	$p < .01$
Madde 4-Toplam Puan	142	.59	$p < .01$
Madde 5-Toplam Puan	142	.54	$p < .01$
Madde 6-Toplam Puan	142	.66	$p < .01$
Madde 7-Toplam Puan	142	.45	$p < .01$
Madde 8-Toplam Puan	142	.73	$p < .01$
Madde 9-Toplam Puan	142	.48	$p < .01$
Madde 10-Toplam Puan	142	.45	$p < .01$
Madde 11-Toplam Puan	142	.78	$p < .01$
Madde 12-Toplam Puan	142	.59	$p < .01$
Madde 13-Toplam Puan	142	.62	$p < .01$
Madde 14-Toplam Puan	142	.76	$p < .01$
Madde 15-Toplam Puan	142	.68	$p < .01$
Madde 16-Toplam Puan	142	.73	$p < .01$
Madde 17-Toplam Puan	142	.66	$p < .01$
Madde 18-Toplam Puan	142	.57	$p < .01$
Madde 19-Toplam Puan	142	.69	$p < .01$
Madde 20-Toplam Puan	142	.63	$p < .01$
Madde 21-Toplam Puan	142	.71	$p < .01$
Madde 22-Toplam Puan	142	.79	$p < .01$
Madde 23-Toplam Puan	142	.54	$p < .01$
Madde 24-Toplam Puan	142	.63	$p < .01$
Madde 25-Toplam Puan	142	.73	$p < .01$
Madde 26-Toplam Puan	142	.60	$p < .01$

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğindeki maddelerin tümü istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde ($p < .01$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Madde kalan analizi için Cronbach Alpha modeli kullanılmıştır. Cronbach Alpha ile maddeler arası korelasyona bağlı uyum değerlerine bakılmıştır.

Tablo 13. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği'nin Madde Kalan Sonuçları

Maddeler	N	R	Alpha (0.954)
Madde 1	142	.40	$p < .01$
Madde 2	142	.71	$p < .01$
Madde 3	142	.59	$p < .01$
Madde 4	142	.58	$p < .01$
Madde 5	142	.53	$p < .01$
Madde 6	142	.65	$p < .01$
Madde 7	142	.44	$p < .01$
Madde 8	142	.72	$p < .01$
Madde 9	142	.47	$p < .01$
Madde 10	142	.44	$p < .01$
Madde 11	142	.77	$p < .01$
Madde 12	142	.58	$p < .01$
Madde 13	142	.61	$p < .01$
Madde 14	142	.75	$p < .01$
Madde 15	142	.67	$p < .01$
Madde 16	142	.72	$p < .01$
Madde 17	142	.65	$p < .01$
Madde 18	142	.56	$p < .01$
Madde 19	142	.68	$p < .01$
Madde 20	142	.62	$p < .01$
Madde 21	142	.70	$p < .01$
Madde 22	142	.77	$p < .01$
Madde 23	142	.53	$p < .01$
Madde 24	142	.62	$p < .01$
Madde 25	142	.72	$p < .01$
Madde 26	142	.59	$p < .01$

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğindeki maddelerin tümü istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde ($p < .01$) anlamlıdır.

Madde ayırt edicilik analizi için ölçek toplam puanları temel alınarak grubun toplam puanları en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanmıştır. Daha sonra en yüksek

puan alan %27'lik grup ile en düşük puan alan %27'lik grup arasında, her bir madde ortalamaları için ilişkisiz grup "t" testi uygulanmıştır.

Tablo 14. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği Geneline Ayırt Edicilik Sonuçları

Maddeler	Grup	N	X	ss	T	Sd	P
Madde 1	Alt	38	2.11	0.92	-15.74	141	p <.01
	Üst	38	3.59	1.55			
Madde 2	Alt	38	2.93	1.35	-23.70	141	p <.01
	Üst	38	4.78	0.63			
Madde 3	Alt	38	3.87	1.13	-2.91	141	p <.01
	Üst	38	4.42	0.93			
Madde 4	Alt	38	3.33	1.58	-17.54	141	p <.01
	Üst	38	4.84	0.47			
Madde 5	Alt	38	3.21	1.42	-17.29	141	p <.01
	Üst	38	4.62	0.66			
Madde 6	Alt	38	2.11	0.91	-26.87	141	p <.01
	Üst	38	4.15	1.13			
Madde 7	Alt	38	2.29	1.24	-28.31	141	p <.01
	Üst	38	4.53	0.87			
Madde 8	Alt	38	4.08	1.40	-10.60	141	p <.01
	Üst	38	4.89	0.45			
Madde 9	Alt	38	3.00	1.46	-4.53	141	p <.01
	Üst	38	3.49	1.45			
Madde 10	Alt	38	3.59	1.43	-15.13	141	p <.01
	Üst	38	4.81	0.58			
Madde 11	Alt	38	4.59	0.68	-7.84	141	p <.01
	Üst	38	4.91	0.39			
Madde 12	Alt	38	2.89	1.07	-37.69	141	p <.01
	Üst	38	4.56	0.83			
Madde 13	Alt	38	3.70	1.46	-11.19	141	p <.01
	Üst	38	4.69	0.85			
Madde 14	Alt	38	4.42	0.93	-8.31	141	p <.01
	Üst	38	4.88	0.49			
Madde 15	Alt	38	3.16	0.75	-23.41	141	p <.01
	Üst	38	4.01	1.31			
Madde 16	Alt	38	3.21	1.58	-12.08	141	p <.01
	Üst	38	4.38	0.99			
Madde 17	Alt	38	3.63	1.64	-8.78	141	p <.01
	Üst	38	4.50	0.97			

Madde 18	Alt	38	4.04	1.10	-7.95	141	p <.01
	Üst	38	4.62	0.87			
Madde 19	Alt	38	3.47	1.10	-38.15	141	p <.01
	Üst	38	4.85	0.87			
Madde 20	Alt	38	3.71	1.19	31.24	141	p <.01
	Üst	38	4.83	0.52			
Madde 21	Alt	38	3.64	1.44	-16.35	141	p <.01
	Üst	38	4.91	0.33			
Madde 22	Alt	38	3.86	1.38	-9.33	141	p <.01
	Üst	38	3.88	1.34			
Madde 23	Alt	38	4.74	0.66	-11.92	141	p <.01
	Üst	38	3.74	1.44			
Madde 24	Alt	38	3.33	1.70	-17.52	141	p <.01
	Üst	38	4.92	0.33			
Madde 25	Alt	38	3.36	1.53	-6.06	141	p <.01
	Üst	38	4.00	1.32			
Madde 26	Alt	38	3.08	1.70	-19.86	141	p <.01
	Üst	38	4.89	0.41			

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğindeki maddelerin tümü istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde ($p < .01$) anlamlıdır.

Madde analiz işlemlerinden sonra madde toplam, madde kalan ve ayır edicilik sonuçları karşılaştırılmıştır. Bir maddenin ölçekte güvenilir olarak kalabilmesi için bu üç sistemde de istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde anlamlı sonuç vermesi beklenmiştir.

Üç ayrı yapılan yapılan geçerlilik işlemlerinde ölçeğin 26 madde olarak kullanılmaya karar verilmiştir. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği EK-3'te verilmiştir.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin yapı geçerliliğinin sınanmasında faktör analizi işlemleri uygulanmıştır. Faktör analizinin ilk aşamasında Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Örneklem Yeterliliği Testi ve Bartlett Küresellik Testi işlemleri yapılarak örneklem grubundan elde edilen verilerin analize uygunluğu test edilmiştir. Daha sonra Temel Bileşenler ve Varimax Rotated yöntemleri uygulanarak ölçeğin alt boyutları belirlenmiştir.

Tablo 15. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği İçin Yapılan Kaise-Meyer Olkin ve Bartlett Test Sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin	0.86
Barlett's Test	4376.13
Sd	3160
P	0.00

Tablo 15'e bakıldığında, Kaiser-Meyer-Olkin değerinin (0.86) 0.50'nin üzerinde olması nedeni ile örneklem büyüklüğünün faktör analizi yapmaya uygun olduğu anlaşılmaktadır. Bartlett's Testi değerinin de 0.01 önem derecesinde anlamlı olması, ölçülen özelliğin evren parametresinde çok boyutlu bir değişkenden geldiğinin göstermektedir (KMO = 0.86; χ^2 Bartlett test = 4376.13; p = 0.000).

26 maddeden oluşan Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin yapı geçerliğini belirlemek için dik döndürme (varimax) tekniği kullanılarak açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi ölçme aracının ölçtüğü değişkenlerin sayısını ve bunların her birinin testin bütününden elde edilen puanlara karkısını, ölçeğe ait maddelerin hangi faktörler altında ne kadar yüklere sahip olduğunu, testin ölçtüğü yapı ve yapıları ortaya çıkarmada kullanılabilecek bir analiz olarak tanımlamıştır (Atılğan, Kan & Doğab, 2006). Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği madde analiz çözümlemesi ve varimax faktör analizi ile yapılan döndürme işlemi sonunda, ölçekte özdeğeri 1'den büyük üç faktör bulunmuştur.

Varimax döndürme işlemi için Kaiser normalizasyon değeri hesaplanmıştır. 142 öğrenci ile yürütülen 26 madde için, döndürme işlemi sonucunda eigen değeri 6.951, 3.478 ve 1.280 olan toplam üç faktör ortaya çıkmıştır. Bazı maddeler birden fazla faktörde görünmesine rağmen üç faktör anlamlı görünmektedir. Fakat 3 faktör yapısı ise en iyi, anlamlı ve teorik olarak anlamlı bir faktör yapısına sahiptir. Bu durumda en anlamlı faktörde kalmasına karar verilerek problem çözülmüştür.

Yapılan analiz sonucunda toplam varyansın % 45.8'ini açıklayan, 26 madde ve 3 alt boyuttan oluşan ölçme aracı elde edilmiştir. Tavşancıl (2002)'e göre faktör analizi sonucunda elde edilen varyans oranları ne kadar yüksekse, ölçeğin faktör yapısı da o kadar kuvvetlidir. Yapılan analizlerde %40 ile %60 arasında değişen varyans oranları yeterli

kabul edilmektedir. Ölçekte yer alan her bir maddenin faktör yük değerlerinin .30 ve üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin faktörleri, faktör yükleri, Cronbach Alfa değerleri ve açıkladıkları varyans oranlarına ilişkin bulgular Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin Faktör Yükleri, Faktörlere Ait Cronbach Alpha Değerleri ve Faktörlerde Yer Alan Maddeler

Madde No	Faktör Yüğü	Maddeler
I. Faktör (Ekonomik) Cronbach Alpha = 0.88, Açıklanan toplam varyans= %26.7		
1	0.70	Korozyon kayıpları ülkelerin gayri safi milli hasılatlarının azalmasına neden olur
2	0.66	Her yıl üretilen demirin en az dörtte birinin korozyona uğraması, ülkenin ekonomik kaybına sebep olur
3	0.52	Metallerin ömrünü uzatmak doğal kaynakların korunmasına yardım eder
4	0.81	Korozyonun önemli sorun olması onun yalnızca doğrudan para harcanmasına neden olmasından ileri gelir
5	0.80	Korozyon doğal kaynakların korunmasına tükenmesine yol açar
6	0.65	Değerli metallerin korozyona uğraması ekonomik kayba sebep olur
7	0.71	Korozyon dünyadaki sınırlı metal kaynakların en önemli israf nedenidir
8	0.66	Metalleri korozyondan korumak üzere kullanılan yöntemler (boyalar, kalay ve çinko kaplamalar) korozyon kaybı olarak kabul edilmez
9	0.43	Doğal gaz veya su borusunun korozyon nedeniyle birkaç gün devre dışı kalması ile ekonomik kaybın yanında itibar kaybına neden olur
11	0.86	Petrol boru hatlarında korozyon nedeniyle oluşan sızıntılar ekonomik kayıplara neden olur
12	0.78	Korozyondan korumak için akaryakıt borularının kalınlığının artırılması pompalama enerjisinin azalmasına neden olur
13	0.70	Korozyondan korunmak için akaryakıt borularının kalınlığının artırılması taşıma maliyetlerini azaltır
24	0.68	Alüminyumun korozyona uğraması korozyonun yararlı etkilerindendir
25	0.55	Katodik koruma metalleri korozyona karşı korumada en etkili yöntemdir
26	0.69	Katodik koruma metalleri korozyona karşı korumada ekonomik bir yöntem değildir
II. Faktör (Sağlık) Cronbach Alpha = 0.82, Açıklanan toplam varyans= %16.4		
10	0.73	Petrol boru hatlarında korozyon nedeniyle oluşan sızıntılar kirlenmeye neden olmaz

16	0.82	Kurşun borular içme suyu içine zehirli kurşun bileşiklerinin karışmasına neden olur
17	0.36	Uzun süre kobalt oksitlere maruz kalındığında alerjik tepkilere neden olmaz
18	0.74	Uzun süre kobalt oksitlere maruz kalındığında kronik bronşite neden olur
19	0.81	Çinko oksit buharlarını uzun süre solunması “Çinko Ateşi” olarak adlandırılan rahatsızlığı ortaya çıkarır
20	0.75	Korozyonla mücadelede en etkin ve yaygın kullanılan uygulama fosfatlama ve kromatlama çevre sağlığı açısından sakıncası yoktur
21	0.82	Cr (Krom) (VI) metali A sınıfı kansorejendir
22	0.60	Kromatların zehirliliği su canlıları için de ciddi bir problem teşkil etmez
23	0.61	Kromat Avrupa Birliği tehlikeli maddeler ve yeraltı suyu kırmızı listesinde yer almaktadır
III. Faktör (Güvenlik) Cronbach Alpha = 0.90, Açıklanan toplam varyans= %2.7		
14	0.55	Büyük petrol rafinelerinde meydana gelen kazaların oluşmasında önemli bir faktör olarak korozyon hasarını gösterir
15	0.76	Korozyon binaların depreme olan dayanıklılıklarını azaltmaktadır

Tablo 16 incelendiğinde, faktör analizi sonucunda elde edilen alt boyutlardan birincisi “Ekonomik” boyutudur. 15 maddeden oluşan bu boyut ölçek toplam varyansının % 26.7’sini açıklamakta ve faktör yükleri 0.43 ile 0.81 arasında değişmektedir. İkinci alt boyut “Sağlık” boyutudur. 9 maddeden oluşan bu boyut toplam varyansın % 16.4’ünü açıklamakta ve faktör yükleri 0.36 ile 0.82 arasında değişmektedir. Üçüncü alt boyut “Güvenlik” alt boyutudur. 2 maddeden oluşan bu boyut ölçek toplam varyansının % 2.7’sini açıklamakta ve faktör yükleri 0.55 ile 0.76 arasında değişmektedir.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla faktörler arası korelasyona bakılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 17. Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin Faktörler Arası Pearson Korelasyon Katsayıları

Faktörler		Ekonomik Boyutu	Sağlık Boyutu	Güvenlik Boyutu
Ekonomik Boyutu	r	1.00	.503	.627
	p		.00	.00
Sağlık Boyutu	r		1.00	.841
	p			.00
Güvenlik Boyutu	r			1.00
	p			

P<0.001, r: Pearson Korelasyon Katsayıları

Tablo 17’de ölçekte yer alan üç faktör arasındaki korelasyon incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişki durumları belirlenmiştir. Ekonomik boyutu ile sağlık boyutu arasında ($r=0.503$, $p<0.001$) ve güvenlik boyutu arasında ($r=0.627$, $p<0.001$) anlamlı bir ilişki bulunurken, sağlık boyutu ile güvenlik boyutu arasında da ($r=0.841$, $p<0.001$) aynı şekilde anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkilerin yüksek ve pozitif yönde olması ölçeğin bağımsız faktörlerden oluştuğunu göstermektedir.

Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF)

Üç sorudan oluşan soru formu diğer veri toplama araçlarından sonra uygulanmak üzere öğrencilerin günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediklerini ve etkilerini, korozyondan korunmak üzere nasıl bir yöntem önereceklerini ve ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirdikleri araştırılmaya çalışılmıştır.

Açık uçlu üç maddeden oluşan Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF) EK-4’de verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan veriler, SPSS 21.0 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Verilerin çözümlenmesinde aşağıdaki analiz işlemleri yapılmıştır.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinin geliştirilmesi sırasında yapılan istatistiksel analiz işlemleri;

- Güvenilirlik İşlemleri:
 - Devamlılık Katsayısı (test-tekrar test)
 - İç Tutarlılık Katsayıları (Cronbach α)
- Geçerlilik İşlemleri:
 - Kapsam Geçerliliği
 - Uzman Görüşü
 - Madde Analizi
 - Yapı Geçerliliği
 - Faktör Analizi
 - Alt Boyutlar Arası Korelasyon
- Norm Hesaplamaları:
 - Tanımlayıcı İstatistik Hesaplamaları
 - Yüzdelik, z ve T puan dönüşümü

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, Üniversite öğrencilerinin ÇKS, KBT, KKTÖ ve KİSF ile elde edilen veriler sunulmaktadır. Çalışma grubunun test puanlarının ve tutum puanlarının karşılaştırılması sırasında ilişkili örneklemeler (tekrarlı ölçümler) için tek yönlü ANOVA (Analysis of Variance) testi uygulanmıştır. Karşılaştırmalarda anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

Çalışma Grubunun Genel Yapısına İlişkin Veriler

Bu bölümde, çalışmaya katılan öğrencilerin kişisel bilgileri ile akademik bilgi düzeyleri ve korozyonun çevresel etkilerini algılama düzeylerinin cinsiyet, fakülte, bölüm, sınıf ve çevre kimyası dersini alıp almama belirlemeye yönelik karşılaştırmalı bulgular verilmiştir.

Tablo 18. Araştırmaya Katılan Kimya Öğretmenliği ve Kimya Bölümü Öğrencilerinin Kişisel Bilgileri

Kişisel Bilgiler		N	%
Cinsiyet	Kız	245	71.0
	Erkek	100	29.0
	Toplam	345	100
Fakülte	N.E.Ü. Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi	54	15.7
	G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi	48	13.9
	A.Ü. Fen Fakültesi	162	47.0
	S.Ü. Fen Fakültesi	33	9.6
	G.Ü. Fen Fakültesi	48	13.9
	Toplam	345	100
Bölüm	Kimya Öğretmenliği	95	27.5
	Kimya Bölümü	250	72.5
	Toplam	345	100
Sınıf	1.Sınıf	58	16.8
	2.Sınıf	98	28.4
	3.Sınıf	40	11.6
	4.Sınıf	115	33.3
	5.Sınıf	34	9.9
	Toplam	345	100
Çevre kimyası dersini alıp almama	Dersi Aldı	43	12.2
	Dersi Almadı	302	87.7
	Toplam	345	100

Tablo 18’de görüldüğü gibi, kimya öğretmenliği ve kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin % 71.0’i (245) kız, % 29.0’u (100) erkektir. Öğrencilerin öğrenim gördükleri fakültelere baktığımızda % 15.74’si (54) N.E.Ü. Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, % 13.9’u (48) G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, % 47.0’si (162) A.Ü. Fen Fakültesi, % 9.6’sı (33) S.Ü. Fen Fakültesi ve % 13.9’u (48) G.Ü. Fen Fakültesidir. Öğrencilerin öğrenim gördükleri bölümler ise %27.5’i (95) Kimya öğretmenliği ve %72.5’i de (250) kimya bölümündedir. Öğrencilerin sınıflarına bakıldığında, %16.8’i (58) 1. Sınıf, %28.4’ü (98) 2. Sınıf, %11.6’sı (40) 3. Sınıf, %33.3’ü (115) 4. Sınıf ve %9.9’u (34) 5. Sınıfta öğrenim görmektedir. Öğrencilerin çevre kimyası dersi alıp almama durumları incelendiğinde, %12.2’si (42) dersi aldığını ancak % 87.7’sinin (303) dersi almadığını belirtmiştir.

Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler

Araştırma çalışmalarını başlandığında çalışma grubuna ilk olarak ÇKSF uygulanmış ve “Sizce çevre kirliliğinin en önemli nedenleri nelerdir, maddeler halinde yazınız?” sorusunu verilen cevaplardan elde edilen veriler araştırmacı tarafından yorumlanarak Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 19. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler

	N	%
Korozyon ve korozyon ürünleri	1	0,50
Gübre ve zirai mücadele ilaçları,	1	0,50
Kanalizasyon sularının arıtılmaksızın alıcı ortamlara verilmesi ve sulamada kullanılması,	1	0,50
Katı atıklar ve çöp,	19	9,55
Arazilerin yanlış kullanımı,	1	0,50
Endüstriyel ve kentsel kaynaklı gürültü.	1	0,50
Yorumsuz	8	4,02
Deodorant parfüm, odai spreylere vb	6	3,02
Fabrika atıkları	33	16,58
Evsel atıklar	6	3,02
Hastane atıkları	1	0,50
Çevre bilincinin oluşmaması	25	12,56
Kimyasal atıklar	9	4,52
Atık piller	1	0,50
Asit yağmurları	5	2,51
Geri dönüşüm olmaması ya da eksik olması	9	4,52
Doğal kaynakların bilinçsiz kullanılması	3	1,51
İnsan	7	3,52
Fosil yakıtlar	4	2,01
Bilinçsiz tüketim	2	1,01
Teknoloji	2	1,01
Diğer	5	2,51
Boş	7	3,52
Toplam	199	100

ÇKSF ile öğrencilerin çevre kirliliğinin en önemli nedenleri sorulmuş ve açık uçlu bu soruya verdikleri cevaplar gruplanarak Tablo 19 oluşturulmuştur. Tablo 19 incelendiğinde

eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon ve korozyon ürünlerini çevre kirliliğinin nedenleri olarak görme oranı % 0.5 olduğu gözlenmektedir. Bu durum eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonu çevre kirliliğinin nedenleri arasında görmedikleri konusunda bir bilgi vermiştir. Eğitim fakültesi öğrencileri çevre kirliliğinin nedeni olarak fabrika atıklarını (%16,58) görmektedirler.

Tablo 20. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Çevre Kirliliğinin Nedenleri ile İlgili Soru Formu (ÇKSF) ‘undan Elde Edilen Veriler

	N	%
Göçler ve düzensiz Şehirleşme	16	3,76
Kişi başına kullanılan enerji, su, kağıt, kömür vb. artışı,	1	0,23
Ormanların tahribi, yangınlar ve erozyon,	10	2,35
Konutlardaki ve işyerlerindeki ısınmadan kaynaklanan (özellikle kalitesiz kömür kullanımı) hava kirliliği,	4	0,94
Motorlu araçlar ve deniz araçları,	35	8,22
Korozyon ve Korozyon ürünleri	4	0,94
Atmosferik olaylar ve doğal afetler,	1	0,23
Katı atıklar ve çöp,	22	5,16
Arazilerin yanlış kullanımı,	1	0,23
Endüstriyel ve kentsel kaynaklı gürültü.	2	0,47
Yorumsuz	47	11,03
Deodorant parfüm Oda spreyleri vb	6	1,41
Fabrika Atıkları	47	11,03
Evsel atıklar	9	2,11
Çevre bilincinin oluşmaması	57	13,38
Kimyasal atıklar	20	4,69
Atık piller	5	1,17
Geri dönüşüm olmaması ya da eksik olması	16	3,76
Doğal kaynakların bilinçsiz kullanılması	6	1,41
İnsan	41	9,62
Fosil yakıtlar	6	1,41
Yeterli önlem alınmaması	1	0,23
Bilinçsiz tüketim	5	1,17
HES	1	0,23
Nükleer atıklar	4	0,94
Cezaların yetersizliği	4	0,94
Teknoloji	4	0,94
Diğer	6	1,41
Boş	45	10,56
Toplam	426	100,00

Tablo 20 ise fen fakültesi öğrencilerinin ÇKSF' ye verdikleri cevaplar gruplandırılarak oluşturulmuştur. Tablo 20 incelendiğinde fen fakültesi öğrencilerinin korozyon ve korozyon ürünlerini çevre kirliliğinin nedenleri olarak görme oranı % 0.94 olduğu görülmüştür. Fen fakültesi öğrencilerinin verdiği bu cevaplar incelendiğinde, fen fakültesi öğrencilerinin de korozyonu çevre kirliliğinin nedenleri arasında görmediği gözlemlenmektedir. Fen fakültesi öğrencileri çevre kirliliğinin en önemli nedenleri arasında çevre bilincinin oluşmamasını (%13,38) görmektedirler.

Alt Problemlere Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Elde edilen veriler SPSS (The Statistical Package for The Social Sciences) istatistik programı kullanılarak çözümlenmiş ve araştırmanın alt amaçları 0.95 güven düzeyinde ($p=0.05$) test edilmiştir. Her bir alt amaç için kullanılan testler aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.

Korozyon Başarı Testi ile Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeğinden elde edilen verilere göre Shapiro-Wilks normallik testine göre (.299) sonucu elde edilmiş, analizlerin parametrik testleri kullanılarak yapılmasını göstermiştir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin genel yapısına ait bilgilerin analizine ilişkin elde edilen veriler, yüzde ve frekans gibi betimsel istatistikler kullanılarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin fakülte türüne bağlı olarak çevre kirlenmesinde korozyon konusuna ait bilgi seviyelerinin sınıf düzeyine göre akademik başarı puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini test etmek için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Öğrencilerin fakülte türüne bağlı olarak çevre kirlenmesinde korozyon konusuna ait algılarının sınıf düzeyine göre akademik başarı puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini test etmek için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlendiğinde hangi grupların birbirleri arasında anlamlı farklılığını belirlemek için post-hoc testlerinden Scheffe testi uygulanmıştır. Öğrencilerinin fakülte türüne bağlı olarak korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını test etmek içinde basit korelasyon testi kullanılmıştır. Öğrencilerinin fakülte türüne bağlı olarak çevre kimyası dersi almış öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algıları ile çevre kimyası dersi almamış öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları

arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini test etmek için bağımsız t-testi kullanılmıştır.

Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Birinci alt problem “Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?” şeklinde ifade edilmektedir. Eğitim fakültesi öğrencilerine KBT uygulanmış ve testten alınan sonuçlar tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 21’ de verilmiştir.

Tablo 21. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunda Bilgi Düzeyleri İle Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	172.22	3	57.40	5.846	.001	5-1, 5-4
Gruplarıçi	962.36	98	9.82			
Toplam	1134.58	101				

Tablo 21’de görüldüğü gibi, kimya öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile öğrenim gördükleri sınıflar arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir [$F_{(3-101)}=5.846, p<.05$]. Bu verilere göre, kimya öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin, öğrenim gördükleri sınıf açısından incelendiğinde, 1.Sınıfta öğrencileri 8.07, 2.Sınıf öğrencileri 8.82, 4. Sınıf öğrencileri 7.73 ve 5. Sınıf öğrencileri 10.88 olarak belirlenmiştir. Öğrenim gördükleri sınıflar arası farkların hangisinde olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre 5. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin 1. Sınıfta öğrenim gören ve 4. Sınıfta öğrenim gören öğrenciler arasında 5. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre 5. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin, kimya öğretmenliği 1. Sınıf ve 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilere göre korozyon konusu hakkında anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür.

İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

İkinci alt problem “Fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeyleri nasıldır ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?” şeklinde ifade edilmektedir. Fen fakültesi öğrencilerine KBT uygulanmış ve testten alınan sonuçlar tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo 22. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunda Bilgi Düzeyleri İle Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Df	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Gruplararası	257.04	3	85.68	4.153	.007	1-3, 4-3
Gruplariçi	4765.74	231	20.63			
Toplam	5022.79	234				

Tablo 22’de görüldüğü gibi, kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile öğrenim gördükleri sınıflar arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir [$F_{(3-234)}=4.153, p<.05$]. Bu verilere göre, kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin, öğrenim gördükleri sınıf açısından incelendiğinde, 1.Sınıfta öğrencileri 7.45, 2.Sınıf öğrencileri 6.22, 3. Sınıf öğrencileri 4.8 ve 4. Sınıf öğrencileri 6.3 olarak belirlenmiştir. Öğrenim gördükleri sınıflar arası farkların hangisinde olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre 1. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin 3. Sınıfta öğrenim gören öğrenciler arasında farklılık olduğu bu farklılığın 1. Sınıf öğrencilerinin lehine olduğu; 4. Sınıfta öğrenim gören öğrenciler ile 3. Sınıfta öğrenim gören öğrenciler arasında farklılık olduğu bu farklılığında 4. Sınıf öğrencilerinin lehine olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, kimya bölümü 1. Sınıf ve 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin 3. Sınıfta öğrenim gören öğrencilere göre korozyon konusu hakkında anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Üçüncü alt problem “Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?” şeklinde ifade edilmiştir. Eğitim fakültesi öğrencilerine KÇEAÖ uygulanmış ve ölçekten

alınan sonuçlar tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 23’ te verilmiştir.

Tablo 23. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Öğrenim Gördükleri Sınıflar Arasında Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	<i>df</i>	Kareler Ortalaması	<i>F</i>	<i>p</i>	Anlamlı Fark
Gruplararası	318.61	3	106.20	1.358	.260	--
Gruplarıçi	7663.20	98	78.19			
Toplam	7981.81	101				

Tablo 23’te görüldüğü gibi, kimya öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusunun çevresel etkileri ile ilgili algıları ile öğrenim gördükleri sınıflar arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir [$F_{(3-101)}=1.358, p<.05$]. Bu verilere göre, kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılamalarını, öğrenim gördükleri sınıf açısından incelendiğinde, 1.Sınıfta öğrencileri 83.84, 2.Sınıf öğrencileri 80.86, 4. Sınıf öğrencileri 80.47 ve 5. Sınıf öğrencileri 84.52 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, kimya eğitiminde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusunun çevresel etkileri ile ilgili algılamalarında sınıf düzeyine göre değişmediği görülmektedir.

Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Üçüncü alt problem “Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre farklılık gösterir mi?” şeklinde ifade edilmiştir. Fen fakültesi öğrencilerine KÇEAÖ uygulanmış ve ölçekten alınan sonuçlar tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 24’ te verilmiştir.

Tablo 24. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyon Konusunun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Öğrenim Gördükleri Sınıflar Arasında Farklılığı İçin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Df	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlı Fark
Gruplararası	1000.67	3	333.55	4.038	.008	1-2
Grupları içi	19079.76	231	82.59			
Toplam	20080.44	234				

Tablo 24’te görüldüğü gibi, kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusunun çevresel etkileri ile ilgili algılarının sınıflar arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir [$F_{(3-234)}=4.038, p<.05$]. Bu verilere göre, kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusunun çevresel etkileri ile ilgili algılarının, öğrenim gördükleri sınıf açısından incelendiğinde, 1.Sınıfta öğrencileri 85.66, 2.Sınıf öğrencileri 78.40, 3. Sınıf öğrencileri 81.35 ve 4. Sınıf öğrencileri 80.58 olarak belirlenmiştir. Öğrenim gördükleri sınıflar arası farkların hangisinde olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre 1. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin 2. Sınıfta öğrenim gören öğrenciler arasında farklılık olduğu bu farklılığın 1. Sınıf öğrencilerinin lehine olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, kimya bölümü 1. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilere göre korozyon konusunun çevresel etkileri ile ilgili algılarının anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Beşinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Beşinci alt problem “Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mı?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu alt problem ilişkin veriler eğitim fakültesi öğrencilerine uygulanan KBT ve KÇEAÖ ile elde edilmiştir. KBT ve KÇEAÖ’ den elde edilen veriler analiz edilerek bu iki veri toplama aracından elde edilen sonuçlar arasındaki korelasyona bakılmıştır. İlgili değerler Tablo 25’ te verilmiştir.

Tablo 25. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Korozyonun Çevresel Etkilerine Karşı Algılamaları ile Korozyon İle İlgili Bilgi Düzeyleri Arasındaki Korelasyon

	Çevresel Etki Algıları	Bilgi Düzeyleri
Çevresel Etki Algıları	1	.402*
Bilgi Düzeyleri	.402*	1

Tablo 25’te görüldüğü gibi, eğitim fakültesi kimya öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir, $r=.402$, $p<.01$.

Altıncı Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Altıncı alt problem “Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mı?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu alt problem ilişkin veriler fen fakültesi öğrencilerine uygulanan KBT ve KÇEAÖ ile elde edilmiştir. KBT ve KÇEAÖ’ den elde edilen veriler analiz edilerek bu iki veri toplama aracından elde edilen sonuçlar arasındaki korelasyona bakılmıştır. İlgili değerler Tablo 26’ da verilmiştir.

Tablo 26. Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyonun Çevresel Etkilerine Karşı Algılamaları ile Korozyon ile İlgili Bilgi Düzeyleri Arasındaki Korelasyon

	Çevresel Etki Algıları	Bilgi Düzeyleri
Çevresel Etki Algıları	1	.315*
Bilgi Düzeyleri	.315*	1

Tablo 26’da görüldüğü gibi, fen fakültesi kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir, $r=.315$, $p<.01$.

Yedinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Yedinci alt problem “Çevre Kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile çevre kimyası dersi almamış eğitim fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki

var mı?” şeklinde ifade edilmiştir. Eğitim fakültesi öğrencilerine KÇEAÖ uygulanmış ve ölçekten alınan sonuçlar t-Testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Çevre Kimyası Dersi Almış Eğitim Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Çevre Kimyası Dersi Almamış Eğitim Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri İle İlgili Algılamaları Arasındaki t-Testi Sonuçları

Ders Durumu	N	X	S	Sd	t	P
Dersi Alan	35	83.35	6.45	109	.424	.672
Dersi Almayan	67	82.55	9.97			

Tablo 27 incelendiğinde, eğitim fakültesi kimya öğretmenliği öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılarının çevre kimyası dersi almış öğrencilerle dersi almamış öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir ($t(109) = .672$; $p > .05$). Bu verilere göre, çevre kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalaması 83.35 iken, bu değer çevre kimyası dersi almamış öğrencilerin puan ortalamaları 82.55 olarak gerçekleşmiştir. Çevre kimyası dersi almış öğrencilerle bu dersi almamış öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılarının benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Sekizinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ve Yorumlar

Sekizinci alt problem “Çevre Kimyası dersi almış fen fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile çevre kimyası dersi almamış fen fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki var mı?” şeklinde ifade edilmiştir. fen fakültesi öğrencilerine KÇEAÖ uygulanmış ve ölçekten alınan sonuçlar t-Testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 28’ de verilmiştir.

Tablo 28. Çevre Kimyası Dersi Almış Fen Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algıları ile Çevre Kimyası Dersi Almamış Fen Fakültesi Öğrencilerin Korozyonun Çevresel Etkileri ile İlgili Algılamaları Arasındaki t-Testi Sonuçları

Ders Durumu	N	X	S	Sd	t	P
Dersi Alan	8	83.37	6.23	241	.881	.379
Dersi Almayan	235	80.43	9.34			

Tablo 28 incelendiğinde, fen fakültesi kimya bölümü öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılarının çevre kimyası dersi almış öğrencilerle dersi almamış öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir ($t(242) = .379$; $p > .05$). Bu verilere göre, çevre kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalaması 83.37 iken, bu değer çevre kimyası dersi almamış öğrencilerin puan ortalamaları 80.43 olarak gerçekleşmiştir. Çevre kimyası dersi almış öğrencilerle bu dersi almamış öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılarının benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Hipotezlerin Test Edilmesi

Hipotez 1'in Test Edilmesi

Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin sınıflar arasında farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Tablo 21'de verilmiş olan ANOVA sonuçları incelenmiş ve $p=0.001$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin sınıfları korozyon konusu bilgileri üzerine etkisi vardır.

Bu nedenle Hipotez 1 reddedildi.

Hipotez 2'nin Test Edilmesi

Fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin sınıflar arasında farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Tablo 22'de verilmiş olan ANOVA sonuçları incelenmiş ve $p=0.007$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin sınıfları korozyon konusu bilgileri üzerine etkisi vardır.

Bu nedenle Hipotez 2 reddedildi.

Hipotez 3'ün Test Edilmesi

Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri algılamalarının sınıflar arasında farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Tablo 23'te verilmiş olan ANOVA sonuçları incelenmiş ve $p=0.260$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin sınıfları korozyon konusu bilgileri üzerine etkisi yoktur.

Bu nedenle Hipotez 3 kabul edildi.

Hipotez 4'ün Test Edilmesi

Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri algılamalarının sınıflar arasında farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Tablo 24'te verilmiş olan ANOVA sonuçları incelenmiş ve $p=0.008$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin sınıfları korozyon konusu bilgileri üzerine etkisi vardır.

Bu nedenle Hipotez 4 reddedildi.

Hipotez 5'in Test Edilmesi

Eğitim Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını anlamak için Tablo 25'te verilmiş olan $r=0.402$, $p<0.01$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Bu nedenle Hipotez 5 reddedildi.

Hipotez 6'in Test Edilmesi

Fen Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını anlamak için Tablo 26'da verilmiş olan, $r=0.315$, $p<0.01$ olarak bulunmuştur. Buna göre eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları ile korozyon ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Bu nedenle Hipotez 6 reddedildi.

Hipotez 7'in Test Edilmesi

Çevre Kimyası dersi almış Eğitim Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Eğitim Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını anlamak için Tablo 27'de t-Testi sonuçları incelenmiş ve $p=0.672$ bulunmuştur. Buna göre Çevre Kimyası dersi almış Eğitim Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Eğitim Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Bu nedenle Hipotez 7 kabul edildi.

Hipotez 8'in Test Edilmesi

Çevre Kimyası dersi almış Fen Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Fen Fakültesi öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını anlamak için Tablo 28'de t-Testi sonuçları incelenmiş ve $p=0.379$ bulunmuştur. Buna göre Çevre Kimyası dersi almış Fen Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ile Çevre Kimyası dersi almamış Fen Fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Bu nedenle Hipotez 8 kabul edildi.

Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF)'undan Elde Edilen Veriler

KİSF araştırma sonunda eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış ve öğrencilerden görüş alınmıştır. KİSF üç sorudan oluşmakta ve öğrencilere sorulan ilk soru “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” şeklinde olmuştur. Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin verdiği cevaplar doğrultusunda tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 29. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Günlük Hayatta Hangi Ortamlarda Korozyon Olayını Gözlemlediniz? Etkileri Nelerdir” Sorusuna Verilen Cevaplar

	N	%
Boş	28	28,87
Bahçe Demirleri	9	9,28
Logar Kapakları	1	1,03
Aşınma Olayları	1	1,03
Çivinin Paslanması	2	2,06
Araba Kaportalarında	4	4,12
Gümüşün Kararması	2	2,06
Doğa Olayları	1	1,03
Gemilerde	1	1,03
Paslanma	4	4,12
Bisiklet Demiri	1	1,03
Su Boruları	4	4,12
Kapılar	2	2,06
Otomobillerde	6	6,19
Yapılarda	4	4,12
İğnelerde	1	1,03
Demirin Aşınması	5	5,15
Küflenme	1	1,03
Fabrika	1	1,03
Pillerde	1	1,03
Toprakta	1	1,03
Gemilerde	1	1,03
Oksitlenme	1	1,03
Metaller	3	3,09
Demir	4	4,12
Demir Boruları	4	4,12
Binaların Boyalarının Dökülmesi	3	3,09
Kablolar	1	1,03
Toplam	97	100

Tablo 29 incelendiğinde eğitim fakültesi öğrencilerinin “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” sorusuna %28.87 oranında boş bıraktıkları görülmüştür. Öğrenciler korozyon olayını daha çok bahçe demirlerinde (%9.28) gözlemlediklerini yazmışlardır.

Tablo 30. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Günlük Hayatta Hangi Ortamlarda Korozyon Olayını Gözlemlediniz? Etkileri Nelerdir” Sorusuna Verilen Cevaplar

	N	%
Boş	105	43,03
Gemi paslanması	2	0,82
Demir paslanması	31	12,70
Bahçe demirlerinin paslanması	7	2,87
Alüminyum kararması	3	1,23
Sağlık açısından tehlikeli	1	0,41
Kullanılan araçlar	2	0,82
Arabalarda	15	6,15
İçme suyu borularındaki sızıntılar	2	0,82
Para kaybı	4	1,64
Fiziksel bozukluk	1	0,41
Su boruları	11	4,51
Balkon demirlerinin boyalarının parçalanması	6	2,46
Demir çitlerde demirin aşınması	2	0,82
Trafik lambaları	1	0,41
Asma köprüler	2	0,82
Paslanmalar	6	2,46
Metallerde kayıp	9	3,69
Petrol boru hattı	2	0,82
Gümüş takılar	3	1,23
Evin duvarlarındaki aşınma	3	1,23
Karayolları	1	0,41
Duvar boyalarının dökülmesi	2	0,82
Kalorifer boruları	1	0,41
Pil	2	0,82
Ilıman ortamda	1	0,41
Nemli ortamda	6	2,46
Kapı pencere	2	0,82
Açık havada	1	0,41
Pillerin yapısında değişme	1	0,41
Kapalı havasız ortamlarda	1	0,41
Suyun altında	3	1,23
Kirli yerlerde	1	0,41
Camlarda	1	0,41
İnşaat demirleri	1	0,41
Çatı olukları	1	0,41
Paraların paslanması	1	0,41
	244	100

Tablo 30 incelendiğinde fen fakültesi öğrencilerinin “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” sorusuna %43.03 oranında boş

bıraktıkları görülmüştür. Öğrenciler korozyon olayını daha çok demirin paslanmasında (%12.70) gözlemlediklerini yazmışlardır.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış KİSF'nun ikinci sorusu “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” şeklinde olmuştur. Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin verdiği cevaplar doğrultusunda tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 31. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Korozyondan Korunmak İçin Nasıl Bir Yöntem Önerirdiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar

	N	%
Boş	27	31,76
Antipas	1	1,18
Boyamak	12	14,12
Metal yüzeyin kaplanması	9	10,59
Doğru alaşımlar hazırlamak	3	3,53
Yükseltgenmeyi engellemek	1	1,18
Katodik koruma	1	1,18
Aşınmayı engelleyecek yöntemler	1	1,18
Uygun üretim	2	2,35
Kaliteli malzeme	4	4,71
Alüminyum ile kaplamak	1	1,18
Halkı bilinçlendirmek	1	1,18
Dayanıklı madde	1	1,18
Sivri uçlar yerine yuvarlak kenarlar	1	1,18
Korozyon önleyici	3	3,53
Boyamada hava kaçması engellemek	0	0,00
Analoik	2	2,35
Kataloik	2	2,35
İnsan sağlığına zararsız olması	1	1,18
Ürünün fiyatının uygun maliyetinde olması	1	1,18
Soy metaller kullanmak	1	1,18
Metallerin ömrünün uzatılması	2	2,35
Yalıtım	2	2,35
Kararlı duruma yaklaştırmak	1	1,18
Toprak temas kesilmesi	1	1,18
Güçlü alaşımlar	1	1,18
Nemli ortamdan korunma	1	1,18
Korozyon inhibitörleri kullanmak	1	1,18
Hava ile temas yüzeyi azaltma	1	1,18
	85	100

Tablo 31 incelendiğinde eğitim fakültesi öğrencileri “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” sorusuna %31.76 oranında boş bıraktıkları görülmüştür. Eğitim

fakültesi öğrencileri korozyondan korunmak için “boyamak” şeklinde (%14.12) yöntem önermişlerdir.

Tablo 32. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Korozyondan Korunmak İçin Nasıl Bir Yöntem Önerirdiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar

	N	%
Boş	123	54,19
Katodik koruma	10	4,40
Boya ile koruma	32	14,10
Bilinçli üreticiler	1	0,44
Dahada yanıklı madde üretimi	3	1,32
Yüzey kaplama	11	4,85
Nem korumak	4	1,76
Küf korumak	1	0,44
Oksijenden korumak	2	0,88
Sıvıdan korumak	3	1,32
Çevre koruma	1	0,44
Kaplama	4	1,76
Eğitim ve bilinçlendirme	5	2,20
Anlayış	1	0,44
Reaksiyonu yararlı olacak yönde çalışma	1	0,44
Uç sivri kısımlardan kaçma	1	0,44
Yalıtma	1	0,44
Bilinçlendirme	1	0,44
Kullanılan kaynakların israf edilmemesi	1	0,44
Kimyasal maddelerden koruma	1	0,44
İyi malzeme seçimi	7	3,08
Alternatif madde üretimi	1	0,44
Metal yüzeyine antipas	3	1,32
Cilalamak	1	0,44
Biyolojik korozyonu önlemek için değerli kaynak daha dikkatli kullanılmalı	1	0,44
Kaynak yerine cıvata	1	0,44
Anti pas kullanma	1	0,44
Daha dikkatli metal kullanımı	1	0,44
Anodik koruma	1	0,44
Sıcaklık azaltılmalı	1	0,44
Fosfatlama	1	0,44
Korozyon kimyası	1	0,44
	227	100

Tablo 32 incelendiğinde fen fakültesi öğrencileri “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” sorusuna %54.19 oranında boş bıraktıkları görülmüştür. Eğitim

fakültesi öğrencileri korozyondan korunmak için “boya ile koruma” şeklinde (%14.10) yöntem önermişlerdir.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış KİSF’nun üçüncü sorusu “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” şeklinde olmuştur. Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin verdiği cevaplar doğrultusunda tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 33. Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin “Ülkemizin Korozyon Açısından Durumunu Nasıl Değerlendirirsiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar

	N	%
Boş	42	58,33
Geri dönüşüm	1	1,39
Denize yakın illerde korozyon fazla	2	2,78
Normal	1	1,39
Bilinçlendirme	5	6,94
Korozyonla mücadelede yetersiz	1	1,39
Binalarda korozyon sağlıklı	1	1,39
Ekonomik yetersizlik	2	2,78
Bilinçli halk yok	1	1,39
Üç tarafı denizlerle çevrili olması korozyonu artırır.	2	2,78
Çeşme suları boruları sağlam değil	1	1,39
Ekonomik kayba neden olması	6	8.33
Yağış alan bölgeler	2	2,78
Sıcaklık ve nem	3	4,17
Korozyon 50 milyar dolar zarar verir	1	1,39
Çalışmalar eksik	1	1,39
	72	100

Tablo 33 incelendiğinde eğitim fakültesi öğrencileri “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” sorusuna %58.33 boş bıraktıkları görülmüştür. Eğitim fakültesi öğrencileri ülkemizi korozyon açısından değerlendirdiklerinde “Ekonomik kayba neden olması” yönünde (%8.33) cevap vermişlerdir.

Tablo 34. Fen Fakültesi Öğrencilerinin “Ülkemizin Korozyon Açısından Durumunu Nasıl Değerlendirirsiniz” Sorusuna Verdiği Cevaplar

	N	%
Boş	155	77,89
Durum iyi değil	5	2,51
Halkımız bilinçsiz	8	4,02
Önlem almak	4	2,01
Ekonomik açıdan zararlı	1	0,50
Alt yapı sorunu	1	0,50
Ortalama düzeyde	4	2,01
Çok kötü	2	1,01
Fazla dikkatsizlik	3	1,51
Cl iyonu	1	0,50
Kötü	3	1,51
Hava koşulları	3	1,51
Çok fazla var	2	1,01
Önlem alınmıyor	4	2,01
Mükemmel	1	0,50
Geride	1	0,50
Nemli	1	0,50
	199	100,00

Tablo 34 incelendiğinde Fen fakültesi öğrencileri “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” sorusuna %77.89 boş bıraktıkları görülmüştür. Fen fakültesi öğrencileri ülkemizi korozyon açısından değerlendirdiklerinde “Halkımız bilinçsiz“ yönünde (%4.02) cevap vermişlerdir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmanın son bölümünde araştırmanın sonuçları ve bu sonuçlardan yola çıkılarak yapılan, bundan sonraki araştırmalara da ışık tutabilecek öneriler üzerinde durulmuştur.

Sonuçlar

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeylerinin eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkilerini algılamalarına etkisini incelemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Bu araştırmada verileri toplamak için araştırmacı tarafından hazırlanan geliştirilen Çevre Kirliliği ile İlgili Soru Formu (ÇKSF), Korozyon Bilgi Testi (KBT) ve Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ) ve Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF) kullanılmış, KBT ‘nin geçerlilik güvenirlik çalışmaları Ankara Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliği Bölümü ile Konya Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Maden Mühendisliğinde öğrenim gören korozyon kimyası dersini almış 110 öğrenci ile yapılmıştır. KÇEAÖ, geçerlilik güvenirlik çalışmaları için Düzce Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü’nden toplam 142 öğrenciye uygulanmış ve veri analizleri yapılmıştır.

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Selçuk Üniversitesi Kimya Bölümü, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi

Kimya Öğretmenliği Bölümünden toplam 345 öğrenciye Çevre Kirliliği ile İlgili Soru Formu (ÇKSF), Korozyon Bilgi Testi (KBT) ve Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Ölçeği (KÇEAÖ) ve Korozyon ile İlgili Soru Formu (KİSF) uygulanarak SPSS 21.0 paket programı aracılığıyla analiz edilmiş ve bulgulara ulaşılmıştır.

Eğitim fakültesi öğrencilerine ÇKSF uygulanmış ve “Sizce çevre kirliliğinin en önemli nedenleri nelerdir, maddeler halinde yazınız?” sorusuna verdiği yanıtlara baktığımızda korozyon ve korozyon ürünlerini, çevre kirliliğinin nedenleri olarak görme oranı % 0.5 olduğu görülmüştür. Ortaya çıkan bu durum öğrencilerin korozyonu çevre kirliliği olarak görme oranlarının çok düşük olduğunu ortaya koymuştur. Eğitim fakültesi öğrencileri çevre kirliliğinde fabrika atıklarını en önemli neden olarak görmüşlerdir

Fen fakültesi öğrencilerine ÇKSF uygulanmış ve “Sizce çevre kirliliğinin en önemli nedenleri nelerdir, maddeler halinde yazınız?” sorusuna verdiği yanıtlara baktığımızda korozyon ve korozyon ürünlerini, çevre kirliliğinin nedenleri olarak görme oranı % 0.94 olduğu görülmüştür. Ortaya çıkan bu durum öğrencilerin korozyonu çevre kirliliği olarak görme oranlarının çok düşük olduğunu ortaya koymuştur. Fen fakültesi öğrencileri çevre kirliliğinde çevre bilincinin oluşmamasını en önemli neden olarak görmüşlerdir.

Kahyaoğlu ve Kaya (2012) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin çevre kirliliğinin nedenlerini insan kaynaklı olarak tanımladıkları görülmektedir. ÇKSF den elde edilen verilerden de anlaşılabacağı gibi kimya öğretmenliği öğrencileri, çevre kirliliğinin en önemli nedenleri arasında fabrika atıklarını, fen fakültesi kimya bölümü öğrencileri ise çevre bilincinin oluşmamasını görmektedirler. Hem fabrika atıkları hem de çevre bilincinin oluşmaması çevre kirliliğinin insan kaynaklı nedenleri arasında yer almaktadır.

Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeylerine ve öğrenim gördükleri sınıflara göre KBT ortalamalarına baktığımızda, 1.Sınıfta öğrencileri 8.07, 2.Sınıf öğrencileri 8.82, 4. Sınıf öğrencileri 7.73 ve 5. Sınıf öğrencileri 10.88 olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri oldukça düşüktür.

Fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusunda bilgi düzeylerine ve öğrenim gördükleri sınıflara göre KBT ortalamalarına baktığımızda 1.Sınıfta öğrencileri 7.45, 2.Sınıf öğrencileri 6.22, 3. Sınıf öğrencileri 4.8 ve 4. Sınıf öğrencileri 6.3 olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri çok düşüktür.

Eyceyurt (2010) ‘un üniversite öğrencileriyle yaptığı bir çalışmada da üniversite öğrencilerinin korozyon bilgi düzeylerinin oldukça düşük olduğunu ortaya koymuştur. Kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencilerinin test ortalamalarına bakıldığında yapılan bu çalışma ile paralellik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre KÇEAÖ ortalamalarına baktığımızda 1.Sınıfta öğrencileri 83.84, 2.Sınıf öğrencileri 80.86, 4. Sınıf öğrencileri 80.47 ve 5. Sınıf öğrencileri 84.52 olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ne düzeydedir ve öğrenim gördükleri sınıflara göre KÇEAÖ ortalamalarına baktığımızda 1.Sınıfta öğrencileri 85.66, 2.Sınıf öğrencileri 78.40, 3. Sınıf öğrencileri 81.35 ve 4. Sınıf öğrencileri 80.58 olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre fen fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Uygulama yapılan bölümler incelendiğinde bu bölümlerde korozyon dersinin olmadığı, korozyon konusunun başka bir dersin içerisinde konu olarak işlenmektedir ya da hiç korozyon konusuna hiç değinilmemektedir. Bu durum eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin testten aldığı ortalamalar incelendiğinde öğrencilerin ortalamaları ile paralellik göstermektedir.

Eğitim fakültesi kimya öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

Fen fakültesi kimya bölümünde öğrenim gören öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerine karşı algılamaları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.

Timur ve Yılmaz (2011)’ın yapmış olduğu bir çalışmada öğrencilerin akademik ortalarının artması ile çevre bilgilerinin de arttığını görmekteyiz. Öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeyleri ile korozyonun çevresel etkilerini algılamaları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunun ortaya çıkması öğrencilerin akademik başarılarının

artmasının çevresel etkilerini algılamalarını olumlu yönde etkileyeceği şeklinde sonuç değerlendirilebilir.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin oldukça düşük, korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları orta düzeyde olması bu durumu desteklemektedir. Korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin artırılması, korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamalarını yükseltecektir.

Eğitim fakültesi kimya öğretmenliği öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılarının çevre kimyası dersi almış öğrencilerle dersi almamış öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür ($t(109) = .672$; $p > .05$). Çevre kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalaması 83.35 iken, bu değer çevre kimyası dersi almamış öğrencilerin puan ortalamaları 82.55 olarak görülmüştür. Her iki grubunda korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algıları orta düzeydedir.

Fen fakültesi kimya bölümü öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılarının çevre kimyası dersi almış öğrencilerle dersi almamış öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir ($t(241) = .379$; $p > .05$). Bu verilere göre, çevre kimyası dersi almış eğitim fakültesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalaması 83.37 iken, bu değer çevre kimyası dersi almamış öğrencilerin puan ortalamaları 80.43 olarak görülmüştür. Her iki grubunda korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algıları orta düzeydedir.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin çevre kimyası dersi alan öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalaması, çevre kimyası dersi almış öğrencilerin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algı puanlarının ortalamasından az miktar yüksek olduğu görülmektedir. Bu puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın oluşmamasının nedeni öğrencilerin almış olduğu çevre kimyası dersinde korozyonun çevresel etkilerine değinilmemesidir. Çevre kimyası derslerinde korozyonun çevresel etkilerinin işlenmesi durumunda öğrencilerin korozyonun çevresel etkilerini algılamalarının yüksek olacağı düşünülmektedir çünkü Sadık ve Çakan'ın (2010) yapmış olduğu bir çalışmada çevre dersi almış olma-olmama bakımından elde edilen puanlar arasındaki farklar, Çevresel Davranış alt ölçeğinde çevre dersi alan öğretmen adayları lehine anlamlı bulunmuştur.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış ve öğrencilerden görüş alınmıştır. KİSF üç sorudan oluşmakta ve öğrencilere sorulan ilk soru “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” şeklinde olmuştur.

Eğitim fakültesi öğrencilerinin “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” sorusuna %28.87 oranında boş bıraktıkları, korozyon olayını daha çok bahçe demirlerinde (%9.28) gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Fen fakültesi öğrencilerinin “Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir” sorusuna %43.03 oranında boş bıraktıkları, korozyon olayını daha çok demirin paslanmasında (%12.70) gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış KİSF’nin ikinci sorusu “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” şeklinde olmuştur.

Eğitim fakültesi öğrencileri “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” sorusuna %31.76 oranında boş bıraktıkları, korozyondan korunmak için “boyamak” şeklinde (%14.12) yöntem önermişlerdir. Fen fakültesi öğrencilerinin “Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz” sorusuna %54.19 oranında boş bıraktıkları, Fen fakültesi öğrencileri korozyondan korunmak için “boya ile koruma” şeklinde (%14.10) yöntem önerdikleri görülmüştür.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin korozyon bilgi düzeylerinin düşük olması ile KİSF’nin ilk iki sorusuna yazmış oldukları cevaplar paralellik göstermektedir. Korozyon dersinin bu fakültelerde verilmesi durumunda öğrenci cevaplarının olumlu yönde farklılık göstereceği düşünülmektedir.

Eğitim ve fen fakültesi öğrencilerine uygulanmış KİSF’nin üçüncü sorusu “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” şeklinde olmuştur.

Eğitim fakültesi öğrencileri “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” sorusuna %58.33 boş bıraktıkları, Eğitim fakültesi öğrencileri ülkemizi korozyon açısından değerlendirdiklerinde “Ekonomik kayba neden olması” yönünde (%8.33) değerlendirme bulunmuşlardır. Fen fakültesi öğrencileri “Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?” sorusuna %77.89 boş bıraktıkları, ülkemizi korozyon açısından değerlendirdiklerinde “Halkımız bilinçsiz” yönünde (%4.02) cevap vermişlerdir.

Eğitim ve fen fakóltesi öğrencilerinin korozyonun çevresel etkileri ile ilgili algılamaları ortalamalarının orta düzeyde olması, KİSF'nin üçüncü sorusuna yazmış oldukları cevaplar ile paralellik göstermektedir. Korozyon dersinin bu fakólterlerde verilmesi ve çevre kimyası derslerinde korozyonun çevresel etkileri ile ilgili konulara değinilmesi öğrenci cevaplarının olumlu yönde farklılık göstereceği düşünölmektedir.

Öneriler

Korozyon istenmeyen ve kendiliğinden gerçekleşen bir olaydır. Günümüz ve geleceğimiz için önemli bir problemdir. Bu durum korozyonun fen bilimleri alanında eğitim gören öğrencilerin bu konuda bilinçli olması açısından önemlidir.

Günümüz yaşama koşulları düşünöldüğünde, metallerin hayatımızın her alanında yaşantımızın içinde olması korozyon bilgisinin hayatımız için önemini arttırmaktadır. Bilgi aktarımının formal olduğu okulöncesi, ilkokul, ortaokul ve üniversite kademesinde korozyon eğitiminin önemini arttırmaktadır.

Bu alanlarda eğitimci ve bilim insanı yetiştiren eğitim ve fen fakólterleri korozyon eğitimi konusunda önemini arttırmaktadır.

Eğitim fakóltesi kimya öğretmenliği öğrencileri ile fen fakóltesi kimya bölümü öğrencilerinin korozyon bilgi düzeylerinin düşük olması nedeniyle bu fakólterlerde korozyon konusunun ayrı bir ders olarak okutulması önerilmektedir.

Araştırma iki farklı bölümden toplam 345 öğrenciye uygulanmıştır. Bölüm sayısı ve öğrenci sayısı artırılarak daha da artırılarak daha geniş bir uygulama yapılabilir.

Araştırma ortaöğretim öğrencilerine ve üniversite öğrencilerine korozyon konusundaki bilgi düzeylerini arttırmaya yönelik öğretim yöntemleri kullanılarak ön-test, son- test şeklinde deneysel bir yöntemle gerçekleştirilebilir.

Öğrencilerin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin istenilen noktaya ulaşılabilmesi için korozyon eğitiminin okul öncesi dönemden başlayarak öğrencilere vermeye başlaması gerekmektedir.

Okul öncesi, ilkokul ve orta öğretim düzeyinde korozyon konusu ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmaların sayısı artırılarak, korozyon eğitimi konusunda karşımıza çıkan aksaklıklar ve eksiklikler belirlenerek, gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Okul öncesi, ilkokul ve orta öğretim düzeyinde korozyon konusunda gerekli farkındalığın sağlanması için gezi, gözlem gibi aktiviteler yapılmalıdır.

Korozyonun çevresel etkileri düşünüldüğünde, yapılan çalışmada bu alanda eğitim ve fen fakültesi öğrencilerinin algılamalarının orta düzeyde çıkması nedeni ile eğitim sürecinde olan her bireye korozyonun çevresel etkileri ile ilgili farkındalığın arttırılması için bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.

Korozyonun çevresel etkileri düşünüldüğüne, bu konu kapsamında verilen eğitimin öğrencilerin çevre ile ilgili aldığı derslerde yer edinmesi gerekmektedir.

Çalışma verilerinin güçlendirilmesi için daha geniş bir evrenle çalışılarak Türkiye genelinde diğer üniversitelere de uygulanarak desteklendiğinde ülkemizin korozyon konusunda ki düzeyi daha net ortaya konabilir.

Korozyonun Çevresel Etkilerini Algılama Testi 26 maddeden oluşmaktadır. Bu madde sayısı daha da arttırılarak çeşitli faktörler oluşturulabilir.

Araştırmada nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Çalışma nitel veri araçları ile desteklenebilir.

Korozyonun doğrudan veya dolaylı olarak çevreye etkileri göz önüne alındığında, geçmişin ve geleceğin önemli çevre sorunları arasında yer alan korozyonun çevresel etkilerinin eğitimin her kademesinde vurgulanması gereken bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu noktada eğitimcilerin ve eğitim sürecine giren bireylerin korozyonu bir çevre sorunu olarak algılamaları ve bu noktanın dersler içerisinde değerlendirildiği bir konu düzeyine çıkması gerekmektedir. Korozyonun çevresel etkileri göz önüne alındığında korozyonun çevre eğitiminin içerisine yer alması için güçlü bir farkındalık yaratılması gerekmektedir.

Çevre kimyası ders içerikleri incelendiğinde korozyonun çevresel etkilerinin konular içerisinde olmadığı tespit edilmiştir. Korozyonun çevresel etkilerinin çevre kimyası dersi içerisine konu olarak eklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ada, H. D. (2014). *Ankara Şeker Fabrikası'nda Değişik Ünitelerden Alınan Şerbet Örneklerinde Çelik Türlerinin Korozyon Direnç Ölçümleri, Uygun Malzeme Seçimi ve Maliyet Analizi Çalışmaları*. Doktora tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ahmad, N., & MacDiarmid, A.G. (1996). Inhibition of corrosion of steels with the exploitation of conducting. *Polymers. Synthetic Metals*, 78(2), 103-110.
- Akdoğan, A. (2008). Korozyon Seminer Notları. 10 Ekim 2015 tarihinde <http://aysegulakdoganeker.tr.gg/> sayfasından erişilmiştir.
- Akkaya, A.S. (2010). *Lise öğrencilerinin korozyon konusuyla ilgili bilgi düzeylerinin saptanması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Altanlar, S. (2006). *Şeker Fabrikaları Buharlaştırıcı Borularında Meydana Gelen korozyonun ve Şerbetin Korozif Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Altın, M., Bacanlı, H., & Yıldız, K. (2002, Eylül). *Biyoloji Öğretmeni Adaylarının Çevreye Yönelik tutumları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresinde sunulmuş Bildiri, ODTÜ, Ankara.
- AMÖT. (2000). *Korozyon ve Korozyon Testlerine ilişkin Terminoloji*, G15-99b (düzeltilmiş baskı).
- Atılğan, H., Kan, A. & Doğan, N. (2006). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Anı.
- Atkins, P. W., & Jones, L. L. (1997). *Temel kimya: moleküller, maddeler ve değişimler*. (E. Kılıç, F. Köseoğlu ve H. Yılmaz, Çev.). Ankara: Bilim.

- Ballantyne, R., & Bain, J. (1995). Enhancing Environmental Conceptions: An evaluation of cognitive conflict and structured controversy learning units. *Studies in Higher Education*, 20(3), 293-304.
- Bildik, N. (2014, Ekim). *Korozyon Hasarının İş Güvenliği ve İş Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi*. Uluslararası Korozyon Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Bilgiç, S. (2008). Korozyon. *Korozyon Bilimi ve Mühendisliği*, 16, 1-2.
- Bryman, A. (2004). *Social research today*. M. Bulmer (Ed.). New York, NY: Routledge.
- Chandrasekhar, P. (1999). *Conducting Polymers, Fundamentals and Applications*. London: Kluwer Academic.
- Chang, R. (2011). *Genel kimya: temel kavramlar*. (T. Uyar, S. Aksoy ve Recai İnam, Çev). Ankara: Palme.
- Childress, R. B., & Wert, J. (1976). Challenges for environmental education planners. *Journal of Environmental Education*, 7(4), 2-6.
- Costa, J. M. (2009). Corrosion Education –The contribution of the European Federation of Corrosion. P. McIntyre & J. Vogelsang (Ed), *Progress in Corrosion – the First 50 Years of the EFC* (s. 94-104). Leeds: Maney.
- Culen, G. R., & Volk, T. L. (2000). Effects of an Extended Case Study on Environmental Behavior and Associated Variables in Seventh –and Eighth– Grade Students. *The Journal of Environmental Education*, 31(2), 9-15.
- Çakır, A. (1990) *Metalik Korozyon İlkeleri ve Kontrolü*. Ankara: Makine Mühendisleri Odası..
- Çakır, A. (1994a). *Metalik korozyon ilkeleri ve kontrolü*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Çakır, A. (1994b). *MAMA mühendisliği el kitabı*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Çiçek, V., & Al-Numan, B. (2012). *Korozyon kimyası*. İstanbul: Sürat Üniversite.
- Davis, J. R. (2000). *Corrosion: Understanding the Basics*. Ohio; ASM International.

- DeBerry, D.W. (1985). Modification of the electrochemical and corrosion behavior of stainless-steels with an electroactive coating. *Journal of the Electrochemical Society*, 132(5), 1022-1026.
- Demir, A. (2010). Organik Elektronik Araştırma Grubu. İletken Polimerler. 20 Haziran 2015 tarihinde <http://www.polimerler.com/iletken%20polimerler/iletken%20polimerler.htm> sayfasından erişilmiştir.
- Demirci, H. (1984). *Plastik Malzeme Teknolojisi*. İzmir: 9 Eylül Üniversitesi.
- Deniş, H., & Genç, H. (2007). Çevre bilimi dersi alan ve almayan sınıf öğretmenliği öğrencilerinin çevreye ilişkin tutumları ve çevre bilimi dersindeki başarılarının karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 20-26.
- Dillon, C. P. (1982). *Forms of Corrosion Recognition and Prevention*. Houston, Texas: NACE International.
- Doruk, M. (1982). *Korozyon ve önlenmesi*. Ankara: ODTÜ.
- Elçiçek, H., Karaoğlanlı, A. C., & Demirel, B. (2011, Mayıs). *Gemicilik Endüstrisinde Korozyon Problemi ve Katodik Koruma Uygulamaları*. 16th International Advanced Technologies Symposium, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- El-Meligi, A. A. (2010). Corrosion Preventive Strategies as a Crucial Need for Decreasing Environmental Pollution and Saving Economics. *Recent Patents on Corrosion Science*. 2, 22-33.
- Eyceyurt, G. (2010). *Üniversite öğrencilerinin korozyon konusundaki bilgi düzeylerinin ve tutumlarının öğrenim görülen bölüm açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Final Report. Intergovernmental Conference on Environmental Education, (1978). *Unesco/UNEP*. 12 Ağustos 2014 tarihinde http://www.gdrc.org/uem/ee/EE-Tbilisi_1977.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Frankel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). *How to Design and evaluate reseach in education*. (Fifth Edition). New York: McGraw Hill.

- Free, M. L. (2005). Teaching corrosion via the internet using a variety of tools to enhance learning. *Hydrometallurgy*, 79, 31–39.
- Garcia, J., & Michaelis, J. U. (2001). *Social Studies for Children. A Guide to Basic Instruction*. USA: Allyn and Bacon. 28 Ağustos 2014 tarihinde <http://www.korozyon.dernegi.org.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Gülay, H., & Önder, A. (2011). *Sürdürülebilir gelişim için okulöncesi dönemde çevre eğitimi*. Ankara: Nobel.
- Hart, P. (2007). Environmental education. In Sandra Abell and Norman Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education* (s. 689-729). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Harvey, G. D. (1977). *Environmental education: A delineation of substantive structure*. Unpublished doctoral dissertation, Southern Illinois University, Carbondale.
- Hungerford, H. R., & Peyton, R. (1976). *Teaching Environmental Education*. Portland, Maine: J. Weston Walsh.
- Hungerford, H. R., Bluhm, W. J., Volk, T. L., & Ramsey, J. M. (1998). *Essential readings in environmental education*. Champaign, Illinois: Stipes.
- KACEE-Kansas Association for Conservation ve Environmental Education. What is environmental education. (2013). 28.08.2015 tarihinde <http://www.kacee.org/what-environmental-education-0>. sayfasından erişilmiştir.
- Kahyaoğlu, M., & Kaya, M. F. (2012). Öğretmen adaylarının çevre kirliliğine ve çevreyle ilgili sivil toplum örgütlerine yönelik görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 91-107.
- Kalaycı, Ş. (2009) *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli istatistik Teknikleri*. Ankara: Asil.
- Karasar, N. (1998). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel.
- Karataş, A. (2013). *Çevre bilincinin geliştirilmesinde çevre eğitiminin rolü ve Niğde Üniversitesi eğitim fakültesi örneği*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Keleş, R., Hamamcı, C., & Çoban, A. (2009). *Çevre politikası*. Ankara: İmge.
- LaQue, F. L. (1975). *Marine Corrosion*. UK: John Wiley.

- MEGEP. (2009). *Kimya Teknolojisi – Korozyon ve katodik koruma*. 12 Ağustos 2014 tarihinde
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Korozyon%20Ve%20Katodik%20Koruma.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Meredith, J., Cantrell, D., Conner, M., Evener, B., Hunn, D. & Spector, P. (2000). *Best practices for environmental education: Guidelines for success. A project of Ohio EE 2000: A Strategic Plan for Environmental Education*, USA Ohio: Environmental Education Council of Ohio.
- Miller, G. T., & Spoolman, S. (2010). *Environmental science*. Belmont, USA: Cengage Learning.
- Moayed, M.H., & Newman, R.C. (1998). Aggressive effects of pitting “inhibitors” on highly alloyed stainless steels. *Corrosion Science*, 40(2-3), 519-522.
- Moraes, E. P., Confessor, M. R., & Gasparotto, L. H. S. (2015). Integrating Mobile Phones into Science Teaching To Help Students Develop a Procedure To Evaluate the Corrosion Rate of Iron in Simulated Seawater. *Journal of Chemical Education*, 92, 1696-1699.
- Mükerrem Şahin, M., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2001). Ortaöğretim kimya müfredat programına korozyon konusunun katılma önerisi. *H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 121-128.
- Ozoner, F.S. (2004). Çevre (Doğa) eğitimi. M.C. Marin, ve U. Yıldırım (Ed.), *Çevre sorunlarına çağdaş yaklaşımlar: Ekolojik, ekonomik, politik ve yönetsel perspektifler* (s.585-611). İstanbul: Beta.
- Özer, U. (1991). *Çevre eğitimi*. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu Kitabı, İstanbul.
- Palmer, J. (1995). How research is informing practice in environmental education. *Environmental Education*, 50(Aut), 33-34.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., & Herring, F. G. (2012). *Genel kimya 2, ilkeler ve modern uygulamalar*. (T. Uyar ve S. Aksoy, Çev). Ankara: Palme.
- Pooley, J.A., & O’Connor, M. (2000). Environmental education and attitudes: emotions and beliefs are what is needed. *Environment and Behavior*, 32(5), 711-723.

- Revie, R.W. (1984). *Uhlig's corrosion handbook, Electrochemical society series*. (Second Ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Rubba, P. A. & Wiesenmayer. R. (1985). A goal structure for precollege STS education: A proposal based upon recent literature in environmental education. *The Bulletin of Science Technology and Society*, 5(6), 573-580.
- Sadık, F., & Çakan, H. (2010). Biyoloji Bölümü Öğrencilerinin Çevre Bilgisi Ve Çevre Sorunlarına Yönelik Tutum Düzeyleri. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 351-365
- Simmons, D. (1993). Facilitating Teachers' Use of Natural Resources: Perceptions of Environmental Education Opportunities. *Journal of Environmental Education*, 24 (3), 8-16.
- Soran, H, Morgil, İ, Yücel, S., Atav, E., & Işık, S. (2000). Biyoloji öğrencilerinin çevre konularına olan ilgilerinin araştırılması ve kimya öğrencileri ile karşılaştırılması. *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 128-139.
- Sridhar, N., & Cragolino, G.A. (1993). Applicability of repassivation potential for long-term prediction of localized corrosion of alloy 825 and type 316L stainless steel. *Corrosion*, 49(11), 885-894.
- Şahin, M., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2001). Ortaöğretim kimya müfredat programına korozyon konusunun katılma önerisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 121-128.
- Tansuğ, G. (2004). *Epoksi boyaların ve elektrokimyasal kaplamaların (PANi ve PPy) karbon çeliğinin klorürlü / sülfatlı ortamlarda korozyon davranışı*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana,
- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. Ankara: Nobel.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Yargı.
- Thomas, E. D. (2010, Aralık). Department of the Navy Corrosion Prevention & Control, Current U.S. Navy Corrosion Concerns isimli seminer. The U.S.A.

- Timur, S., & Yılmaz, M. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilgi düzeylerinin belirlenmesi ve bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 303-320.
- Trethewey, K. R., & Chamberlain, J. (1988). *Corrosion for Students of Science and Engineering*. Portkland, UK: Longman Group.
- Turgut, M.F. (1992). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Saydam.
- Uhlig, H. H. (1953). *Corrosion Handbook*. UK: John Wiley.
- U.S. Report on Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States. (2002). 5 Ekim 2015 tarihinde <http://www.corrosioncost.com> sayfasından erişilmiştir.
- Üneri, S. (1998a). *Korozyonun temel ilkeleri*. Ankara: SAGEM.
- Üneri, S. (1998b, Temmuz). *Korozyon ve önlenmesi*. 11.Uluslararası Korozyon Sempozyumu, Sabancı Kültür Sarayı, İzmir.
- Üneri, S. (2004) Elektrokimya ve Korozyonun Türkiye'deki Gelişimi ve Bugünü. *Korozyon Dergisi*, 12, 3-12.
- Webster, D. (2010, Nisan). *Pipeline Construction Drivers, Corrosion Cost and Engineering Issues*. WorleyParsons, Resources and Energy isimli seminer. The U.S.A.
- Wesley, S. B., Maurya, D.P., Goyal, H. S., & Negi S. (2013). Experimental investigation of microbiologically influenced corrosion of selected steels in sugarcane juice environment. *World J Microbiol Biotechnol*, 29(12), 2353-7.
- Victor, D., G., & Leape, J. P. (2015). Share Corrosion Data. *Macmillan*, 527, 441-442.
- Yağan, A., Pekmez, N.Ö., & Yıldız, A. (2005). *Electropolymerization of poly (N-methyl aniline) on mild steel: Synthesis, characterization and corrosion protection*. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 578(2), 231-238.
- Yalçın, H., & Gürü, M. (2002). *Su Teknolojisi*. İstanbul: Palme,
- Yalçın, H., & Koç, T. (1991). *Demir çelik yapıların korozyonu ve katodik korunması*, Ankara: İller Bankası.
- Yalçın, H., & Koç, T. (1995). *Mühendisler için Korozyon*, Ankara: Gazi Üniversitesi
- Yaşar, H. (1995). *Metaller İçin Yüzey İşlemleri*. Ankara: KOSGEB Eğitim Merkezi.

EKLER

EK 1 - ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ SORU FORMU

1) Cinsiyetiniz : ☐K ☐E

2) Okulunuz :

3) Fakülteniz :

4) Bölümünüz :

5) Sınıfınız : ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

6) Çevre Kimyası Dersi Aldınız mı? ☐Evet ☐Hayır

7) Sizce çevre kirliliğinin en önemli nedenleri nelerdir, maddeler halinde yazınız?

EK 2 – KOROZYON BİLGİ TESTİ

1. I. Metal donatıların istenmeyen yükseltgenmesidir.
II. Bir metalin içinde bulunduğu ortamın etkisiyle çözünerek aşınması
III. Metallerin içinde bulundukları ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlara girerek metalik özelliklerini kaybetmeleridir.

Yukarıda verilen tanımlardan hangisi ya da hangileri korozyona aittir?

- A.) Yalnız I
- B.) Yalnız II
- C.) Yalnız III
- D.) I ve III
- E.) I, II ve III

2. I. Kütle artışı
II. Renk değişimi
III. Elektriksel iletkenlikte değişim

Korozyon sonucunda metal malzemelerde yukarıdaki değişimlerden hangisi ya da hangileri gözlenebilir?

- A.) Yalnız I
- B.) Yalnız II
- C.) I ve III
- D.) II ve III
- E.) I, II ve III

3. I. Açık hava
II. Sulu ortam
III. Tuzlu su

Yukarıdaki ortamlara bırakılan aynı metal parçasında gerçekleşen korozyon hızını sıralayınız?

- A.) I > II > III
- B.) III > II > I
- C.) III > I = II
- D.) II > III > I
- E.) I = II = III

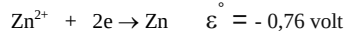
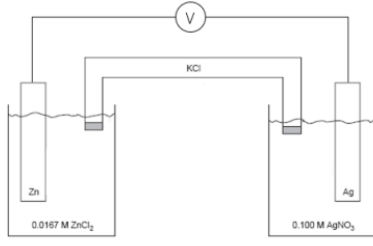
4. Anotta ve katotta oluşan olaylarla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A.) Anotta elektron salınması bir indirgenme olayı ve katotta elektron alınması ile yükseltgenme olur.
- B.) Anot iyonlar oluşturmak üzere çözünürse metal üzerinde kalan aşırı elektronlar anodu çözeltiye karşı eksi yapar.
- C.) Katotta aşırı elektronlar devre yolu ile anot yüzeyine geçerler.
- D.) Anotta metal atomları negatif yük kaybederek pozitif yüklü iyonlara dönüşürler.
- E.) Katotta indirgenebilen iyon ya da moleküllere ihtiyaç vardır.

5. Korozyon metalin aktiflik derecesine bağlıdır. Buna göre aşağıdaki metallerin hangisinin aktiflik derecesi daha küçüktür.

- A.) Au B.) Al C.) Cu D.) Fe E.) Zn

6.



Yukarıda standart koşullarda indirgenme potansiyelleri verilen metaller için elektrokimyasal hücrede gerçekleşen anodik ve katodik olayların denklemleri hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

- A) Anot : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ Katot : $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}$
 B) Anot : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^+ + \text{e}^-$ Katot : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$
 C) Anot : $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}$ Katot : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
 D) Anot : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ Katot : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^+ + \text{e}^-$
 E.) Anot : $2\text{Ag}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}$ Katot : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

7. Aşağıdakilerden hangisi korozyona etki eden faktörlerden biri değildir?

- A.) Ortamın etkisi
 B.) Sıcaklığın etkisi
 C.) Basıncın etkisi
 D.) Malzeme seçiminin etkisi
 E.) Elektrot potansiyelleri

8. I. Homojen
 II. Heterojen
 III. Galvanik

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri korozyon çeşidi değildir?

- A.) Yalnız I
 B.) Yalnız II
 C.) Yalnız III
 D.) I ve III
 E.) II ve III

9. Aşağıdakilerden hangisi korozyonun doğurduğu ekonomik zararlara örnek olamaz?

- A.) Tamirat masrafları
 B.) Ürün kalitesinde düşüş
 C.) Azalan işçilik maliyeti
 D.) Yedek parça bulundurma zorunluluğu
 E.) Yer altı borularında meydana gelen sızırdımlar nedeniyle yakıt veya su kaybı

10. %70 Cu + %30 Zn'den oluşan pirinç içinde bulunan Zn kolayca korozyona uğrayabilir. Korozyon sonucu oluşan alaşım yüzeyinde Zn konsantrasyonu azalır ve normal sarı renk, bakır kırmızısına dönüşür. Çok sık rastlanan bu korozyon türü aşağıdakilerden hangisidir?

- A.) Aralık korozyonu
- B.) Galvanik korozyon
- C.) Çukurcuk korozyonu
- D.) Selektif (seçici) korozyon
- E.) Erozyon korozyonu

11. Aşağıdakilerden hangisi sistemi korozyondan korunmak için yapılması gereken en etkili koruma yöntemidir?

- A.) Katodik koruma
- B.) Anodik koruma
- C.) Uygun tasarım
- D.) Uygun malzeme seçimi
- E.) Malzemenin boyanarak metal yüzeyinin ortam ile temasının kesilmesi

12. I. Trabzon
II. Ankara
III. Bolu

Yukarıda verilen şehirlerin atmosfer durumları incelendiğinde aynı metalin korozyona uğrama hızlarının doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

- A.) I > III > II
- B.) III > II > I
- C.) III > I = II
- D.) II > III > I
- E.) I = II = III

13. I. Altın (Au)
II. Çinko (Zn)
III. Platin (Pt)
IV. Magnezyum (Mg)
V. Nikel (Ni)

Yukarıdaki metallere hangisi ya da hangileri elektrokimyasal korozyona uğramaz?

- A.) Yalnız I
- B.) I ve III
- C.) II, III ve IV
- D.) I, III ve V
- E.) I, II, III ve V

14. I. Bahçe demirleri
II. Büyük metal köprüler
III. Yakıt ve petrol boruları

Yukarıdaki sistemlerinden hangisi ya da hangilerinde katodik koruma uygulanabilir?

- A.) Yalnız I
- B.) Yalnız II
- C.) Yalnız III
- D.) I ve II
- E.) I, II ve III

15. Bir metalin korozyona uğraması ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

- A.) Bütün metaller, tabiatta bulundukları mineral haline dönüşme eğilimindedirler.
- B.) Korozyon reaksiyonlarında daima bir serbest enerji artması söz konusudur.
- C.) Korozyon sırasında anodik ve katodik reaksiyonlar birlikte oluşur.
- D.) Metallerin korozyona uğrama hızı büyük ölçüde bulunduğu ortamla ilgilidir.
- E.) Ortamın sıcaklığının artması iyon hareketini artırarak korozyon hızını artırır.

16. I. Sağlık
II. Güvenlik

III. Doğal kaynakların tükenmesi

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri korozyonun çevreye olan etkileri içerisinde değerlendirilebilir?

- A.) Yalnız I
- B.) Yalnız II
- C.) Yalnız III
- D.) II ve III
- E.) I, II ve III

17. Aşağıdakilerden hangisi atmosferik korozyonu önlemek üzere tasarım sırasında uyulması gereken kurallardan değildir?

- A.) Yapının hiçbir tarafında su birikintisine neden olabilecek çukur, aralık, cep, raf vb. kısımlar bulunmamalıdır
- B.) Yapının doğrudan atmosfer etkisinde kalan bölgeleri mümkün olduğunca küçültülmelidir.
- C.) Köşeli uçlar yuvarlak uçlara tercih edilmelidir.
- D.) Düzgün yüzey sağlanması bakımından kaynak yapılması perçin veya cıvataya tercih edilmelidir.
- E.) Malzemelerin çıplak olarak zeminle teması önlenmelidir.

18. Bazı topraklarda metali kimyasal ya da elektrokimyasal olarak etkileyen bakteri ve mikroorganizmalar bulunabilir. Bu bakteriler topraktaki sülfatları indirgeyerek demir alaşımlarını çok çabuk etkilediği bilinen H_2S 'i serbest hale geçirirler. Bu korozyon türü aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A.) Kavitasyon korozyonu
- B.) Erozyon korozyonu
- C.) Galvanik korozyon
- D.) Biyolojik korozyon
- E.) Taneler arası korozyon

19. Bahçe demirlerinin boyasının zamanla dökülmesinin nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A.) Kullanılan boyanın kalitesiz olması
- B.) Kullanılan boya kalınlığının ince olması
- C.) Demirlerin boyanması esnasında boyanın içerisinde hava kabarcığının kalması
- D.) Demirin sivri uçlarının daha çok oksijene maruz kalması
- E.) Boyama esnasında yapılan hatalar

20. Otomobillerin kaportasında sıyrılmalar sonucunda ortaya çıkan korozyon, metal bölgenin neresinden başlar?

- A.) Boyasız metal bölgenin tam ortasında
- B.) Boyasız metal bölgenin tam bittiği yerde
- C.) Boyanın başladığı yerin tam altından
- D.) Boyasız bölgenin herhangi bir yerinden
- E.) Şartlara bağlı olarak metal bölgenin kenarlarından veya tam ortasından

EK 3 - KOROZYONUN ÇEVRESEL ETKİLERİNİ ALGILAMA ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler;

Bu Anketin amacı “Eğitim ve Fen Fakültesi Öğrencilerinin Korozyonun Çevresel Etkileri” ile ilgili düşüncelerini belirlemektir. Bu çalışmaya katkılarınız gönüllü olmanıza bağlı olup, çalışmanın sonuçlandırılması açısından çok değerlidir.

Bu ölçekte korozyonun çevresel etkileri ile ilgili ifadeler yer almaktadır. Her bir ifadeyi okuduktan sonra, ifadeye katılma derecenizi ifadelerin yanında ayrılan yere işaretleyiniz.

Yardım ve katkılarınızdan dolayı TEŞEKKÜRLER.

- 1) Cinsiyetiniz : ☐K ☐E
2) Okulunuz :
3) Fakülteniz :
4) Bölümünüz :
5) Sınıfınız : ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5
6) Çevre Kimyası Dersi Aldınız mı? ☐Evet ☐Hayır

KOROZYONUN ÇEVRESEL ETKİLERİ İLE İLGİLİ İFADELER	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Korozyon kayıpları ülkelerin gayri safi milli hasılatlarının azalmasına neden olur.					
2. Her yıl üretilen demirin en az dörtte birinin korozyona uğraması, ülkenin ekonomik kaybına sebep olur.					
3. Metallerin ömrünü uzatmak doğal kaynaklarımızın korunmasına yardım eder.					
4. Korozyonun önemli bir sorun olması onun yalnızca doğrudan para harcanmasına neden olmasından ileri gelir.					
5. Korozyon doğal kaynakların tükenmesine yol açar.					
6. Değerli metallerin korozyona uğraması ekonomik kayba sebep olur.					
7. Korozyon dünyadaki sınırlı metal kaynaklarının en önemli israf nedenidir.					
8. Metalleri korozyondan korumak üzere kullanılan yöntemlerden (boyalar, kalay ve çinko kaplamalar) korozyon kaybı olarak kabul edilmez					
9. Doğal gaz veya su borusunun korozyon nedeniyle birkaç gün devre dışı kalması ile ekonomik kaybın yanında itibar kaybına neden olur.					
10. Petrol boru hatlarında korozyon nedeniyle oluşan sızıntılar kirlenmeye neden olmaz.					
11. Petrol boru hatlarında korozyon nedeniyle oluşan sızıntılar ekonomik kayıplara neden olur					

KOROZYONUN ÇEVRESEL ETKİLERİ İLE İLGİLİ İFADELER	Kesinlikle katlıyor	Katlıyor	Kararsız	Katılmıyor	Kesinlikle Katılmıyor
12. Korozyondan korunmak için akaryakıt borularının kalınlığının artırılması pompalama enerjisinin azalmasına neden olur.					
13. Korozyondan korunmak için akaryakıt borularının kalınlığının artırılması taşıma maliyetlerini azaltır.					
14. Büyük petrol rafinelerindeki meydana gelen kazaların oluşmasında önemli bir faktör olarak korozyon hasarını gösterir.					
15. Korozyon binaların depreme olan dayanıklılıklarını azaltmaktadır.					
16. Kurşun borular içme suyu içine zehirli kurşun bileşiklerinin karışmasına neden olur.					
17. Uzun süre kobalt oksitlere maruz kalındığında alerjik tepkilere neden olmaz.					
18. Uzun süre kobalt oksitlere maruz kalındığında kronik bronşite neden olur.					
19. Çinko oksit buharlarını uzun süre solunması “Çinko Ateşi” olarak adlandırılan rahatsızlığı ortaya çıkarır.					
20. Korozyonla mücadelede en etkin ve yaygın kullanılan uygulama fosfatlama ve kromatlama çevre sağlığı açısından sakıncası yoktur.					
21. Cr (Krom) (VI) metali A sınıfı kanserojendir.					
22. Kromatların zehirliliği su canlıları için de ciddi bir problem teşkil etmez					
23. Kromat Avrupa Birliği tehlikeli maddeler ve yeraltı suyu kırmızı listesinde yer almaktadır.					
24. Alüminyumun korozyona uğraması korozyonun yararlı etkilerindendir.					
25. Katodik koruma metalleri korozyona karşı korumada en etkili yöntemdir.					
26. Katodik koruma metalleri korozyona karşı korumada ekonomik bir yöntem değildir.					

EK 4 – KOROZYON İLE İLGİLİ SORU FORMU

1) Cinsiyetiniz : ☐K ☐E

2) Okulunuz :

3) Fakülteniz :

4) Bölümünüz :

5) Sınıfınız : ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

6) Çevre Kimyası Dersi Aldınız mı? ☐Evet ☐Hayır

7) Günlük hayatta hangi ortamlarda korozyon olayını gözlemlediniz? Etkileri nelerdir?

8) Korozyondan korunmak için nasıl bir yöntem önerirdiniz?

9) Ülkemizin korozyon açısından durumunu nasıl değerlendirirsiniz?



GAZİ GELECEKTİR...