

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM ALET VE MAKİNELERİNDE METALLERİN BİRLEŞTİRİLMESİNDE
KULLANILAN MALZEMLERDE OLUŞAN KOROZYON ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Sedat ÇELİKKALP

TARIM MAKİNALARI ANABİLİMDALI

DANIŞMAN: Prof.Dr. Bülent EKER

TEKİRDAĞ 2011

Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Bülent EKER danışmanlığında, **Sedat ÇELİKKALP** tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Tarım Makineleri Anabilim Dal'ında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: **Prof. Dr. Poyraz ÜLGER**

İmza: 

Üye: **Prof. Dr. Bülent EKER** (Danışman)

İmza: 

Üye: **Yrd. Doc. Dr. Nurşen YENİCİ**

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARIM ALET VE MAKİNELERİNDE METALLERİN BİRLEŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN MALZEMLERDE OLUŞAN KOROZYON ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Sedat ÇELİKKALP

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Anabilim dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent EKER

Bu çalışmada Tarım Makinelerinin imalatında kullanılmış olan perçin ve cıvatalı birleştirme yöntemleri ele alınmıştır. Endüstride yaygın olarak kullanılmakta olan cıvatalı ve perçinli birleştirme yöntemi ile birleştirilen makine aksamalarının kullanılan malzeme ve farklı birleştirme şekilleri oluşturularak korozyon direnç seviyeleri saptanmıştır. Oluşturulan Deney ortamında periyodik zaman aralıklarıyla ölçümler yapılarak numunelerdeki değişim incelenmiştir.

Araştırmalarda 3mm kalınlığında S235JRG2 (St 37-2) ve Al 99,8 (saf ticari alüminyum) malzemelerin, birbiri üzerine bindirilmiş olan çelik ve alüminyum sac levha malzemelerin çeşitli baş şekillerine göre perçin ve cıvata-somunla birleştirilmiş numuneler kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda, kullanılan deney ortam ve yöntemi aynı olması nedeniyle deney sonuçlarına en büyük etkiyi birleştirme elemanının şekli, biçimi ve malzeme türü belirlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Korozyon, Perçin, Cıvata, Birleştirme türleri, Alüminyum, Çelik

Yıl 2011, 93 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

A STUDY OF CORROSIVE EFFECTS IN BINDING AGENTS USED IN AGRICULTURAL MACHINES AND EQUIPMENTS

Sedat ÇELİKKALP

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Instruments and Equipments

Supervisor: Prof. Dr. Bülent EKER

In this study, units like rivets, and bolts that are used in assembling the agricultural machines and equipments, have been dealt with. The corrosion resistance level in riveted and bolted connections in machines and equipments which are commonly used in industry has been determined. In a created test environment, the change in the samples has been measured periodically.

In the study, 3mm thick S235JRG2 (St 37-2) and Al 99,8 (pure commercial aluminium), imbricated steel and aluminium plates samples connected with rivets and bolts have been used.

According to the study, keeping the test environment and the method the same, the shape, and type of the connecting piece have the most remarkable impact on the results.

Keywords: Corrosion, Rivet, Bolt, Connection Types, Aluminium, Steel

2011, 93 page

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	Alüminyum
Fe	Demir
m	Metre
dm	Desimetre
lt	Litre
kg	Kilogram
kgf	Kilogram kuvvet
e	Elektron
A	Amper
K.H.	Korozyon Hızı
s ²	Saniyekare
TS	Türk Standartları
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alman Standartları)
I.S.O.	International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
M.F.İ.B.	Merkezi Finans ve İhale Birimi
T.Z.D.K	Türkiye Ziraat Donatım Kurumu
G.S.M.G.	Gayri Saf Milli Gelir
F1	Çelik malzemelerde numune kodu
A1	Alüminyum malzemelerde numune kodu
CNC	Computer Numerical Control
MIC	Microbiological Influenced (Mikrobiyolojik Korozyon)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı.....	2
2.KURAMSAL TEMELLER.....	3
2. 1. Endüstriyel Malzemeler.....	3
2. 2. Çelik Malzeme Ve Özellikleri.....	4
2. 2. 1. Çelik.....	4
2. 2. 2. Türkiye Demir Ve Çelik İşletmeleri Tarihçesi.....	4
2. 2. 3. Çelik Ve Özellikleri.....	4
2. 2. 4. Çeliğin Mekanik Özellikleri.....	4
2. 2. 5. Çeliklerin Sınıflandırılması.....	5
2. 2. 6. Çeliklerin Kullanım Alanları.....	6
2. 3. Alüminyum Malzeme Ve Özellikleri.....	6
2. 3. 1. Alüminyum.....	6
2. 3. 2. Alüminyum'un Özellikleri.....	7
2. 3. 3. Alüminyum Kullanımının Endüstrilere Göre Gruplandırılması.....	7
2. 4. Birleştirme Elemanları.....	8
2. 4. 1. Cıvatalar.....	8
2. 4. 1. 1. Cıvatanın Tanımı.....	8
2. 4. 1. 2. Cıvatanın Sınıflandırılması.....	9
2. 4. 1. 2. 1. Altı Köşe Başlı Cıvatalar.....	9
2. 4. 1. 2. 2. Silindirik Başlı Cıvatalar.....	10
2. 4. 1. 2. 3. Havsa Başlı Cıvatalar.....	10
2. 4. 1. 3. Cıvata Gereçleri.....	10
2. 4. 2. Somunlar.....	11
2. 4. 2. 1. Somunun Tanımı.....	11
2. 4. 2. 2. Somunların Sınıflandırılması.....	12
2. 4. 2. 3. Presle Basılarak Yapılan Sac Somunlar.....	13
2. 4. 3. Perçinler.....	14
2. 4. 3. 1. Perçin.....	14
2. 4. 3. 2. Perçin Çeşitleri.....	14
2. 4. 3. 2. 1. Yuvarlak Başlı Perçinler.....	14
2. 4. 3. 2. 2. Mercimek Başlı Perçinler.....	15
2. 4. 3. 2. 3. Mercimek-Havşa Başlı Perçinler.....	15
2. 4. 3. 2. 4. Havsa Başlı Perçinler.....	15

2. 4. 3. 2. 5. Silindirik Başlı Perçinler.....	15
2. 4. 3. 2. 6. Konik Başlı Perçinler.....	16
2. 4. 3. 2. 7. Perçin Boyunun Hesaplanması.....	16
2. 4. 3. 3. Perçinleme İşleminin Yapılışı.....	17
2. 4. 3. 4. Perçinli Birleştirmede Meydana Gelen Hatalar.....	18
2. 5. Korozyon.....	18
2. 5. 1. Korozyon Tanımı Ve Özellikleri.....	18
2. 5. 2. Metallerin Korozyonu.....	19
2. 5. 2. 1. Metallerde Korozyon Oluşum Nedenleri.....	20
2. 5. 2. 2. Korozyon Ürünü.....	21
2. 5. 3. Korozyonun Önemi.....	21
2. 5. 4. Korozyon Ve Metal-Çözelti Ara Yüzeyi.....	22
2. 5. 5. Pasifleşme Ve Pasivizasyon.....	22
2. 5. 6. Korozyon Hızı.....	22
2. 5. 6. 1. Korozyon Hızı Zaman İlişkisi.....	23
2. 5. 6. 2. Korozyon Hızının Zamana Bağlı İlerleyişi.....	23
2. 5. 6. 3. Korozyon Hızını Belirleme (Ölçmede)Yöntemleri.....	23
2. 5. 6. 3. 1. Kütle Azalması.....	24
2. 5. 7. Çeliklerin Korozyon Etkileşimi.....	24
2. 5. 7. 1. Demirin Korozyonu.....	24
2. 5. 7. 2. Çeliklerin Korozyon Hızı Üzerine Oksijenin Etkisi.....	25
2. 5. 7. 3. İyonların Çelikler Üzerine Korozyon İlişkisi.....	26
2. 5. 8. Alüminyumun Korozyon Etkileşimi.....	26
2. 5. 9. Alüminyumun Korozyonuna Bulunduğu Ortamın Etkisi.....	27
2. 5. 9. 1. Alüminyumun Korozyonunun Termodinamiği.....	27
2. 5. 10. Korozyon Türleri.....	28
2. 5. 10. 1. Korozyonun Genel Olarak Sınıflandırılması.....	28
2. 5. 10. 1. 1. Kimyasal Korozyon.....	28
2. 5. 10. 1. 2. Elektrokimyasal Korozyon.....	28
2. 5. 10. 1. 3. Türleri.....	29
2. 5. 10. 1. 3. 1. Homojen Dağılımlı Korozyon.....	29
2. 5. 10. 1. 3. 2. Galvanik Korozyon.....	29
2. 5. 10. 1. 3. 3. Gerilme Korozyonu.....	30
2. 5. 10. 1. 3. 4. Stres Korozyonu.....	31
2. 5. 10. 1. 3. 5. Erozyon (Türbülans) Korozyonu.....	31
2. 5. 10. 1. 3. 6. Taneler Arası Korozyon.....	32
2. 5. 10. 1. 3. 7. Aralık Korozyonu.....	33
2. 5. 10. 1. 3. 8. Aralık Korozyonu Önleme Yolları.....	33
2. 5. 10. 1. 3. 9. Sürtünme Korozyonu.....	33
2. 5. 10. 1. 3. 10. Seçimli Korozyon.....	34
2. 5. 10. 1. 3. 11. Çukur Korozyonu.....	34
2. 5. 10. 1. 3. 12. Havalandırma Korozyonu.....	34
2. 5. 10. 1. 3. 13. Kabuk Altı Korozyonu.....	35
2. 5. 10. 1. 3. 14. Fili Form Korozyonu.....	35
2. 5. 10. 1. 3. 15. Aşınmalı Korozyon.....	35
2. 5. 10. 1. 3. 16. Yorulmalı Korozyon.....	36
2. 5. 10. 1. 3. 17. Kaçak Akım Korozyonu.....	36
2. 5. 10. 1. 3. 18. Elektrik Akımı Korozyonu.....	36

2. 5. 10. 1. 3. 19. Mikrobiyolojik Korozyon.....	37
2. 5. 11. Korozyon Ölçüm Testleri.....	37
2. 5. 11. 1. Test Çeşitleri.....	37
2. 5. 11. 2. Korozyon Testlerinin Yapılış Amaçları	37
2. 5. 12. Korozyonu Önleme Yöntemleri.....	37
2. 5. 12. 1. Alaşım Elementi Katma	37
2. 5. 12. 2. Katodik Korunma	38
2. 5. 12. 3. Anodik Koruma	38
2. 5. 12. 4. Uygun Malzeme Seçimi.....	39
2. 5. 12. 5. Uygun Tasarım.....	40
2. 5. 12. 6. Yüzey Kaplama	41
2. 5. 12. 6. 1. Metal Kaplamalar.....	41
2. 5. 12. 6. 2. Metal Olmayan Kaplamalar.....	41
2. 5. 12. 7. İnhibitör Kullanımı.....	41
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	43
3. 1. Materyal.....	43
3. 2. Kullanılan Malzemeler	43
3. 2. 1. Çelik Sac Levha.....	43
3. 2. 2. Alüminyum Sac Levha.....	44
3. 2. 3. Dolu Çubuklar (Bağlantı Elemanları).....	46
3. 2. 4. Ahşap Altlık.....	47
3. 2. 5. Deney Havuzu.....	47
3. 2. 6. Katalizör Madde.....	49
3. 2. 7. Direnç Ölçüm Cihazı.....	49
3. 2. 7. Ağırlık Ölçüm Cihazı.....	49
3. 3. Deneyin Yapılışı.....	50
3. 4. Kısıtlılıklar.....	51
4.BULGULAR.....	52
4. 1. Sökülemeyen (Perçinli) Birleştirmelerde Oluşan Değişimler.....	52
4. 2. Sökülebilen (Cıvatalı) Birleştirmelerde Oluşan Değişimler.....	62
4. 3. Birleştirme Yapılmayan Malzemelerde Oluşan Değişimler.....	72
4. 4. Deney Ortamı (Katalizör Su) Renk Değişimleri	76
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	80
6. KAYNAKLAR	86
EKLER.....	88
Ek-1. Birleştirilecek Olan Çelik Ve Alüminyum Sac Levha İçin Detay Çizimleri.....	88
Ek-2. Birleştirme Elemanlarının Detay Çizimleri	89
Ek-3. Ahşap Altlık Detay Resmi.....	90
Ek-4. Deney Havuzu İmalat Detay Resmi.....	91
TEŞEKKÜR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2. 1. Endüstriyel malzemelerin sınıflandırılmasının şematik gösterimi.....	3
Şekil 2. 2. Karbonun çeliğin mekanik özelliklerine etkisi	5
Şekil 2. 3. Cıvatanın kısımları.....	9
Şekil2. 4. Altı köşe başlı cıvata.....	9
Şekil 2. 5. Silindirik başlı cıvatalar	10
Şekil 2. 6. Mercimek ve havsa başlı cıvatalar	10
Şekil 2. 7. Cıvataların mekanik özellikleri gösterimi.....	11
Şekil 2. 8. Somun kalınlığı ve anahtar ağzı	12
Şekil 2. 9. Presle basılan sac somunlar	14
Şekil 2. 10. Yuvarlak başlı perçin	15
Şekil 2. 11. Mercimek başlı perçin	15
Şekil 2. 12. Mercimek- havşa başlı perçin	15
Şekil 2. 13. Havsa başlı perçin.....	16
Şekil 2. 14. Silindirik başlı perçin.....	16
Şekil 2. 15. Konik başlı perçin.....	16
Şekil 2. 16. Perçin boy hesaplaması	17
Şekil 2. 17. Elle yapılan perçinleme işlem sırası	18
Şekil 2. 18. Demir madeninin korozyon dönüşümü.....	20
Şekil 2. 19. Pasivisasyon.....	22
Şekil 2. 20. Korozyon oluşum hücresi	24
Şekil 2. 21. İyonların çelik korozyon ilişkisi	26
Şekil 2. 22. Galvanik korozyon.....	29
Şekil 2. 23. Gerilme korozyonu	30
Şekil 2. 24. Korozyon sonucu çatlamış ve malzeme kaybetmiş makine parçası.....	31
Şekil2. 25. Erozyon korozyonu.....	32
Şekil 2. 26. Taneler arası korozyon	32
Şekil 2. 27. Aralık korozyonu	33
Şekil 2. 28. Sıvı tanklarındaki havalandırma korozyonu	34
Şekil 2. 29. Boya altından yürüyen filiform korozyonunun görünümü	35
Şekil 2. 30. Aşınmalı korozyona uğramış bir makine parçası.....	36
Şekil 2. 31. Elektrik akımı korozyonuna bir örnek	36
Şekil 2. 32. Elektroliz hücresi.....	39
Şekil 3. 1. Çelik sac levhadan (s235jrg2) imal edilen birleştirilecek olan parçalar...	44
Şekil 3. 2. Alüminyum sac levhadan (al 99,8) imal edilen birleştirilecek olan parçalar.....	46
Şekil 3. 3. Çelik malzeme birleştirme elemanları	46
Şekil 3. 4. Alüminyum malzeme birleştirme elemanları.....	47
Şekil 3. 5. Deney havuzu.....	48
Şekil 3. 6. Direnç ölçümü için kullanılan ohmmetre.....	49
Şekil 3. 7. Hassas dijital terazi	50
Şekil 4. 1. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi	53

Şekil 4. 2. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi.....	53
Şekil 4. 3. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzeme de ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	54
Şekil 4. 4. Çelik (f1) malzeme için görünümeler	54
Şekil 4. 5. Alüminyum (a1) malzeme için görünümeler.....	55
Şekil 4. 6. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi.....	56
Şekil 4. 7. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi	57
Şekil 4. 8. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	57
Şekil 4. 9. Çelik (f2) malzeme için görünümeler.....	58
Şekil 4. 10. Alüminyum (a2) malzeme için görünümeler	59
Şekil 4. 11. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi	60
Şekil 4. 12. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi	60
Şekil 4. 13. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	61
Şekil 4. 14. Çelik (f3) malzeme için görünümeler	62
Şekil 4. 15. Alüminyum (a3) malzeme için görünümeler	62
Şekil 4. 16. Altı köşe başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi...	63
Şekil 4. 17. Altı köşe başlı cıvatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi	64
Şekil 4. 18. Altı köşe başlı cıvata ile birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	64
Şekil 4. 19. Çelik (f4) malzeme için görünümeler	65
Şekil 4. 20. Alüminyum (a4) malzeme için görünümeler	66
Şekil 4. 21. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi	67
Şekil 4. 22. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi	67
Şekil 4. 23. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	68
Şekil 4. 24. Çelik (f5) malzeme için görünümeler	68
Şekil 4. 25. Alüminyum(a5) malzeme için görünümeler	69
Şekil 4. 26. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede korozyon direnç değişimi	70
Şekil 4. 27. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede korozyon direnç değişimi	70
Şekil 4. 28. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	71
Şekil 4. 29. Çelik (f6) malzeme için görünümeler	72
Şekil 4. 30. Alüminyum (a6) malzeme için görünümeler	72
Şekil 4. 31. Birleşik olmayan tek çelik malzemede korozyon direnç değişimi	73
Şekil 4. 32. Birleşik olmayan tek alüminyum malzemede korozyon direnç değişimi..	74
Şekil 4. 33. Birleşik olmayan tek çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi.....	74

Şekil 4. 34. Tek çelik malzeme için görünüm	75
Şekil 4. 35. Tek çelik malzeme için görünüm	76
Şekil 4. 36. Deney öncesinde deney havuzunun görünümü	76
Şekil 4. 37. Deney sırasında deney havuzunun görünümü	77
Şekil 4. 38. Deney sonrası deney havuzundan görüntüler	77
Şekil 4. 39. Alüminyum numunelerin havuz içindeki görünümü	78
Şekil 4. 40. Çelik numunelerin havuz içindeki görünümü	79
Şekil 5. 1. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan perçinli birleştirme türüne göre ağırlık kaybı değişimleri	81
Şekil 5. 2. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan perçinli birleştirme türüne göre direnç kaybı değişimleri	82
Şekil 5. 3. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan cıvatalı birleştirme türüne göre ağırlık kaybı değişimleri	83
Şekil 5. 4. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan cıvatalı birleştirme türüne göre direnç farkı değişimleri	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2. 1. Cıvataların genel mekanik özellikleri.....	11
Çizelge 2. 2. Kullanım amaçlarına göre somunlar	13
Çizelge 2. 3. Sis, yağmur ve kar içinde bulunan iyon ya da moleküllerin yaklaşık konsantrasyonları.....	20
Çizelge 2. 4. Metalik malzemelerin korozyon tepkileri.....	40
Çizelge 3. 1. Çelik sac levhanın kimyasal özellikleri (Erdemir katoloğu 2007).....	43
Çizelge 3. 2. Çelik sac levhanın fiziksel özellikleri (Erdemir katoloğu 2007).....	43
Çizelge 3. 3. Alüminyum sac levhanın kimyasal analizi (Seydişehir katoloğu 2009).....	45
Çizelge 3. 4. Alüminyum sac levhanın kimyasal analizi (Seydişehir katoloğu 2009).....	45
Çizelge 3. 5. Deney havuzunun fiziksel özellikleri.....	48
Çizelge 4. 1. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler	52
Çizelge 4. 2. Havşa başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler	56
Çizelge 4. 3. Yuvarlak başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler	59
Çizelge 4. 4. Altı köşe başlı cıvata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler.....	63
Çizelge 4. 5. Havşa mercimek başlı cıvata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler	66
Çizelge 4. 6. Silindirik başlı cıvata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler	69
Çizelge 4. 7. Birleştirme yapılmadan tek çelik ve alüminyum numunelere ait veriler.....	73

1.GİRİŞ

Ülkemizin gelişebilmesi, teknolojik alanda dünyada yaşanan gelişmelerin izlenmesi ve bunların hızla kazandırılarak uygulamaya sokulması ile mümkündür. Ülkemiz tarım makinaları sanayi son yıllarda gözle görülebilir bir büyüme evresine girmiştir. Cumhuriyet tarihinde ilk kez, modern tarım alet ve makinalarının yurt içinde imalatını gerçekleştirmek amacıyla 1944 yılında Türkiye Ziraat Kurumu kurulmuştur. Böylece TZDK Adapazarı fabrikalarında, her çeşit hayvan ve traktör pulluklar, tarım arabası, tınav makineleri, santrifüj pompaları, mibzerler vb. makine ve aletler yapılmaya başlamıştır (Birsin 1996)

Günümüzde tarımla uğraşan kitlenin ihtiyaçlarına bağlı olarak sayıları ve fonksiyonları gün geçtikçe artan ve gittikçe karmaşık yeni alet ve makineler yapılmaktadır. Bu alet, cihaz ve makineler, hammadde, yarı mamul ve mamul girdilerinin bir arada kullanılmasıyla meydana gelmektedir (Metiner 2009).

Ülkemizdeki traktör sayısı, tarımda makineleşmenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Tekirdağ ilindeki mekanizasyon düzeyi yüksektir. Tekirdağ'da ekilen alan 384912ha, traktör sayısı 20333 adet, hektar başına düşen motor gücü 32,9 BG/ha, 1000ha alana düşen motor sayısı 52,89 adettir (Anonim 1998).

Teknikte kullanılan metallerin çoğu oksijen, su, sülfürlü bileşikler gibi birçok maddelerle tepkime vererek metalik doğalarını değiştirirler. Demir ve alaşımları endüstride en çok kullanılan metaldir ve yüzeyinde oluşan oksit oluşumu (Fe_2O_3) korozyon etkisini arttırıcı özellik göstermesini sağlar. Demir ve alaşımlarından sonra, endüstride en çok kullanılan ikinci metal Alüminyum'dur. Saf Alüminyumun çekme dayanımı düşük olmakla birlikte pek çok elementle alaşımlandırılarak mekanik özellikleri geliştirilebilir. Alüminyumun yüzeyinde oksit (Al_2O_3) oluşumuyla metalin korozyona karşı dayanımının arttığı ileri sürülmektedir. Alüminyum yüzeyinde anodik oksit oluşumu, yapısı ve kimyasal davranışlarının incelenmesi yaygın olarak çalışılan bir konudur (Doğru 2007)

Metallerin sulu ortamda (sulu korozyon) oksijenle verdiği tepkimelerde ilk aşamada korozyon ürünleri hidroksitlerdir ve zamanla su kaybederek oksitlere dönüşürler. Susuz ortamda (kuru korozyon) yüksek sıcaklıkta metalin oksijen ile tepkimesinde doğrudan oksit oluşumu gözlenir (Konuklu 2007).

Korozyon büyük zararlara yol açarak önemli israf kaynaklarından birini oluşturur. Korozyon nedeniyle meydana gelen malzeme, enerji ve emek kaybının yıllık değeri, ülkelerin gayri safi milli gelirlerinin (GSMG) yaklaşık % 5' i düzeyindedir. Bu değer ciddi bir ekonomik kayıp demektir. Korozyon maddi kayıplardan başka, çevre kirliliğine de yol açar. Bu nedenle, korozyon ve korozyonu önleme ilkelerinin metal malzeme kullanan her kesim ve özellikle teknik elemanlar tarafından bilinerek uygulanmasında büyük yararlar vardır. Korozyonu önleme yöntemlerini doğru uygulamak suretiyle korozyon kayıpları %20 ile 40 arasında azaltılabilir (Keleş 2008).

1. 1. Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı

Tarım makinaları üretiminde kullanılan birleştirme yöntemi en yaygın olarak kullanılan kaynaklı birleştirme, cıvata-somun ve perçinli birleştirme yöntemleridir. Tarım alet ve makinalarında kullanılan birleştirme elemanlarının doğru şekilde seçilmesi, kullanım ömrü ve verimi açısından önem taşımaktadır.

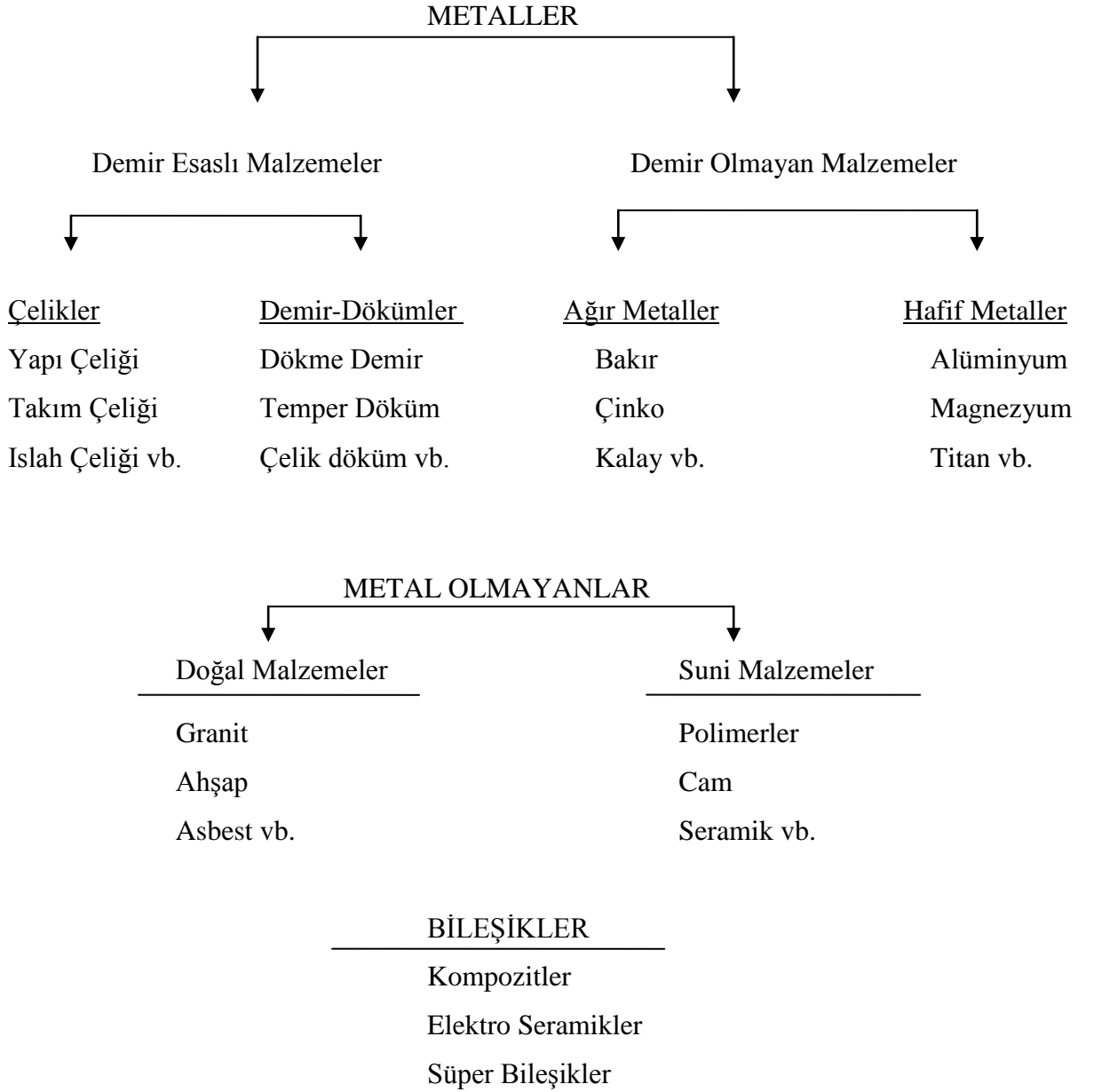
Tarım alet ve makinalarının çeşitli yerlerindeki metallerin birleştirilmesinde kullanılan perçinli ve cıvatalı bağlantı elemanlarının yapılmış oldukları malzeme cinsi, birleştirme biçimi ve bağlantı elemanı çeşidi özelliklerine göre korozyon dirençlerinin tespiti deneyler sonucunda yapılarak korozyon açısından en uygun şeklin ve biçimin belirlenmesi amaçlanmış, yapılan çalışmayla bu durumla ilgili tespitler ortaya konulmuştur.

Bu sayede birleştirme elemanlarının doğru şekilde seçilmesi, kullanım ömrü ve veriminin arttırılması, malzemelerin korozyon etkilerini azaltıcı tedbirler olarak, ülke ekonomisine katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2. 1. Endüstriyel Malzemeler

Malzemeler farklı niteliklere sahiptir dolayısıyla belirli bir makine elemanı için, kendi görevini iyi ve sürekli yerine getirebilecek şekilde bir seçim yapılmalıdır. Malzemelerin türleri hakkında bir özet elde etmek için kendi kimyasal yapılarına veya niteliklerine göre sınıflandırmamız gerekir (Şekil 2. 1.) (Fischer 1995).



Şekil 2. 1. Endüstriyel malzemelerin sınıflandırılmasının şematik gösterimi

2. 2. Çelik Malzeme ve Özellikleri

2. 2. 1. Çelik

Demir ve çelik 5000 yıldır kullanılmakla beraber, iki yüzyıl öncesine kadar yalnızca silah ve eşya yapımında yer almışlardır. Ancak, 18. yy. İngiltere’de ham demir üretiminin başlamasıyla birlikte demir yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen yıllarda 1855 yılında Bessemer, 1864 yılında Siemens-Martin, 1879 yılında Thomas yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı haldeyken arıtılması sağlanmış ve dökme çelik üretimi olanağı ortaya çıkmıştır. Böylece 1800’lü yılların sonlarından itibaren dökme çelik, en çok üretilen cins olmuştur. Özellikle 20. Yüzyılın başında elektrik fırınlarının da kullanılmaya başlanmasıyla da çelik yapı tekniklerinde büyük ilerlemeler meydana gelmiştir. Yine bir İngiliz olan Henry Cort yaklaşık 1784 yılında pudralama metodunu geliştirerek iyi kalitede dövme çelik üretimini mümkün kılmıştır. Bu buluş sayesinde sanayiye yetecek miktarda iyi kalite çelik elde edilebilmiş ve odun kömürü ile demir işleyen Rusya ve İsveç’in tekeli kaldırılmıştır. Böylece İngiltere çelik piyasasına hâkim olmuş ve gerek madeni, gerekse üretim yöntemiyle dünyaya kendini kabul ettirmiştir. Birçok ülke, İngiliz mühendislerini davet edip, kendi ülkelerinde demir fabrikaları kurmakla görevlendirmişlerdir. Fransa ve Almanya’da ilk yüksek fırını 1787 yılında İngilizler kurmuştur (Özhendekçi 2009).

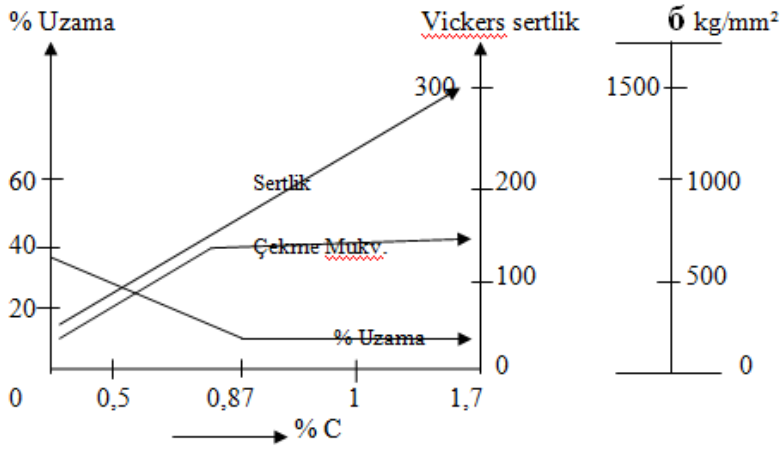
2. 2. 2. Türkiye Demir Ve Çelik İşletmeleri Tarihçesi

Türkiye’de ekonomik ilkeler içinde demir çelik sanayi kurulup kurulmayacağına incelenmesine, 1925 yılında İktisat Vekâleti tarafından başlanmıştır. Türkiye’de Demir Çelik Sanayinin kurulması çalışmalarına 1932 yılında son kez Rus heyetinin incelemeleri ile tekrar başlamış 6 Haziran 1939’da Kuvvet Santralinin işletmeye alınmasına müteakip diğer ünitelerde peyderpey işletmeye alınmışlardır. Demir Çelik Fabrikası İşletmesi’nin muhtelif ünitelerinin ilavesi ile genişletilmesi üzerine Müessese, Sümerbank’tan ayrılarak 13.05.1955 tarih ve 6559 sayılı kanunla bağımsız bir KİT durumuna gelmiş ve “Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Genel Müdürlüğü” adını almıştır (<http://www.tdci.gov.tr>)

2. 2. 3. Çelik ve Özellikleri

Herhangi bir işlemde geçmeden dövülebilen ve genellikle %1,7’den fazla karbon ihtiva etmeyen daha büyük dayanımı olan demir esaslı metal malzemedirler (Fischer 1995).

Üretim yöntemleri ve kullanılan cevherlerden ötürü demirin karbon, silisyum, manganez, alüminyum, bakır, krom, nikel, molibden, bor, vanadyum, vb. gibi elementler ile teşkil ettiği alaşımdır. Günümüzde "demir ve çelik" endüstrisi tek isim altında kullanılsa da, geçmişte bu iki sektör birbirinden ayrı isimlere sahiptiler. Endüstride kullanılan bütün demir alaşımlarına, dökme demir hariç çelik adı verilir (Serfiçeli 1997).



Şekil 2. 2. Karbonun çeliğin mekanik özelliklerine etkisi (Özbilen 1995)

2. 2. 4. Çeliğin Mekanik Özellikleri

Çeliğin bazı mekanik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Elastiklik modülü, $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- Kayma Modülü, $G = E/2(1+\nu) = 810000 \text{ kg/cm}^2$
- Poisson Oranı, $\nu = 0,3$
- Isıl genişleme katsayısı (α) = 0,000012

Kimyasal nitelikleri, çevre şartlarının ve aktif maddelerin malzemeler üzerine yaptıkları etkilerle ilgilidir. Çeliklerin korozyon etkisi incelendiğinde; alaşımsız çelik, rutubetli havada korozyon bakımından dayanıklı olmayıp pas (demir oksit) yapar. Pullanma olayına karşı dayanıklıdır ve yanabilirlik özelliği vardır (Fischer 1995).

2. 2. 5. Çeliklerin Sınıflandırılması

Çelikler Kendi aralarında farklı başlıklar altında; üretim yöntemlerine göre, kullanım alanlarına göre, alaşım durumlarına göre, sertleştirme ortamlarına göre, fiziksel ve Kimyasal özelliklerine göre gruplandırılmışlardır.

- Üretim Yöntemlerine Göre: Bessemer ve Thomas Çeliği, Siemens-Martin Çeliği, Elektrik Ark ve Elektrik Endüksiyon Çeliği, Pota Çeliği, Oksijenli Konverter Çeliği, Vakum Çeliği, Puddel ve Kaldo Çeliği.
- Kullanım Alanlarına Göre: Yapı Çelikleri, Takım Çelikleri, Soğuk İş, Sıcak İş Çelikleri, Hız Çelikleri, Yay Çelikleri, Isıya Dayanıklı Çelikler, Paslanmaz Çelikler.

- Alaşım Durumlarına Göre: Alaşimsız Çelikler, Sade karbonlu çelikler, Hafif Alaşımli Çelikler.
- Sertleştirme Ortamlarına Göre: Hava Çeliği, Su Çeliği, Yağ Çeliği
- Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Göre: Isıya Dayanıklı Çelikler, Manyetik Çelikler, Korozyona Dayanıklı Çelikler, Paslanmaz Çelikler (Gülesin, Boran 1995).

2. 2. 6. Çeliklerin Kullanım Alanları

Çelik kullanılan her şeyin geniş kapsamlı bir listesini yapmak elbette imkânsız olur, çünkü çelik gerçekten her yeredir. Sıradan cisimlerden, en ince zevklere hitap eden aletlere; çok ufak parçalardan (elektronik montajların mikro motorları için parçalar, 1gr.'dan az olan tartılar,..), en büyük parçalara (gaz tankları vb.) kadar çelik sonsuz sayıda ürün için temeldir.

Motorlu araç sektöründe Bu sektör yapı endüstrisinden sonra ikinci en büyük çelik pazarıdır. Çelik, bir aracın ağırlığının %55-70'ini oluşturur. Günlük kullanımlar için Sayılarca tip paket, çelik levha kullanılarak imal edilir, sağlamlaştırmak için her iki tarafları ince bir kalay tabakasıyla kaplanır. Alaşimsız çelik (sözde karbon çeliği) pas koruması gerektirir. Bilgisayar ve Telekomünikasyon sektöründe, Enerjide, Petrol ve nükleer enerji sanayileri çok özel altyapı, donanım ve akıcı ağ gerektirir. Çelik aşırı korozif çevrelerde, yüksek sıcaklıklarda ve güçlü mekanik sınırlamalarda kullanılarak kritik meydan okuma şartlarını karşıladığı için kimyasal endüstri için olduğu gibi bu çevreler için de anahtar bir malzemedir. İnsan dokusuyla etkileşim süresince kararlı (sağlam) ve tamamen nötr olan paslanmaz çelik, yapay kalçalar ve diz kapakları, vidalar, protezler, neşter vb. için idealdir. (Özyılmaz 1999)

Günümüzde değişik amaçlara uygun çok sayıda çelik sac üretilmektedir. Bunlardan en önemlileri en çok kullanılan DKP olarak adlandırılan vasıfsız çelik saclar, galvanizli saclar ve paslanmaz olarak adlandırılan galvanizli saclardır. Paslanmaz çelik saclar, gıda sektörünün her kolunda ve kimya sanayisinde geniş olarak kullanılmaktadır. Soğutma ve iklimlendirmede kullanılan galvanizli çelik saclar, Soğuk çekilmiş çelik sac ise, kaliteli ve yüksek dayanımlı bir yapı malzemesidir (Megep 2007).

2. 3. Alüminyum Malzeme Ve Özellikleri

2. 3. 1. Alüminyum

İsmi, yunanca alum mineraline verilen isim olan alumen' den almıştır. İlk olarak 1825'de Hans Christian Örsted tarafından saf olmayan bir halde elde edilmiş, ardından Friedrich Wöhler tarafından 1827'de saf element olarak izole edilmiştir. (Konuklu 2007).

Alüminyumun endüstriyel çapta üretimi ise, 1886 yılında ABD'de Charles Martin Hall ve Fransa'da Paul T. Heroult'un birbirlerinden habersiz olarak yaptıkları ergimiş bir alüminyum oksidi ile kriolit katışımının elektroliz yöntemiyle ucuz yolla imal etme yöntemini

geliştirmişlerdir. Alüminyum, oksijen ve silisyumdan sonra dünya kabuğunda en yaygın elementtir. Diğer metallerle birleşmiş durumda yer kabuğunun % 8'ini oluşturmaktadır. (Oguz 1990)

1886 yılında Werner von Siemens'in dinamoyu keşfi ve 1892 yılında K.J.Bayer'in boksitten alümina eldesini sağlayan Bayer prosesini bulması ile Alüminyumun endüstriyel çapta üretimi çok kolaylaşmış ve bu en genç metal, demir çelikten sonra dünyada en çok kullanılan ikinci metal olmuştur (Konuklu 2007)

2. 3. 2. Alüminyum'un Özellikleri

Sembol: Al

Atom Numarası: 13

Atom Ağırlığı: 26,98

Yoğunluk: 2,7 gr/cm³

Ergime Derecesi: 660 ° C

Kaynama Derecesi: 2300 ° C

Rengi: Parlak gümüşü

Saf Alüminyumun çekme dayanımı yaklaşık 49 kgf/cm² iken alaşımlandırıldığında bu değer 700 kgf/cm² e çıkar (Doğru 2007).

Çok üstün korozyon özelliklerine sahip olması, üzerinde oluşan saydam görünüşlü oksit tabakasının koruyucu olmasındandır. Elektrik İletkenliği Bakırın %65'i kadardır (Serfiçeli 1997).

2. 3. 3. Alüminyum Kullanımının Endüstrilere Göre Gruplandırılması

Dünyadaki kullanımı, hem miktar hem de değer olarak demirden sonra gelir. Saf alüminyumun çekme dayanımı düşük olmakla birlikte, bakır, çinko, magnezyum, manganez ve silisyum gibi pek çok elementle alaşımlandırılarak mekanik özellikleri geliştirilebilir. Yüksek dayanım/ağırlık oranlarından ötürü alüminyum alaşımları, uçak ve uzay araçlarının vazgeçilmez bileşenleridir. (Serfiçeli 2000)

Alüminyum saclar, endüstride çelik saclardan sonra en çok kullanılan sac türüdür. Malzemesinin hafif oluşu, yüksek korozyon direncine sahip olması ve alaşımlarının üstün mekaniksel özellikleri en önemli vasıflarındandır.

Alüminyum endüstride aşağıda belirtildiği gibi geniş kullanım yelpazesine sahiptir;

- İnşaat, Ambalaj, Taşıt Araçları, İletken olarak, Mühendislik Uygulamaları, Su arıtma, Tarım araçlarında, Dayanıklı tüketim aletleri (cihazlar, mutfak araç gereçleri, vs.), Makine imalatı, Yüksek saflıkta alüminyum, elektronik ve CD'lerde
- Toz haline getirilmiş alüminyum boyalara gümüşümsü renk vermede kullanılır.

- Alüminyum pulcukları (özellikle ahşap boyamada), astar boyalarına da katılabilir. Böylece kurumayla birlikte alüminyum pulcuklar su geçirmez bir tabaka oluşturur.
- Kolay şekillendirilebilir olu şu ve yüksek ısı iletkenliğinden ötürü, yeni bilgisayarların CPU'larının ısı uzaklaştırıcılarında alüminyum kullanılır.
- Bakır ısı uzaklaştırıcıları daha küçük olmalarına karşın daha pahalı ve yapımları daha zordur.
- Alüminyumun çok hızlı oksitlenme özelliği, katı roket yakıtı olarak ve diğer piro teknik kompozisyonların üretiminde kullanılmasına yol açar (Doğru 2007).

2. 4. Birleştirme Elemanları

Bir makineyi meydana getiren çeşitli parçalar birleştirmeler yardımı ile genel durum içersindeki yerlerini, hareketlerini ve görevlerini sağlayacak şekilde birbirlerine birleştirilmişlerdir. Birleştirmeler iki ana grupta toplanırlar (Servi ve Ark. 1991).

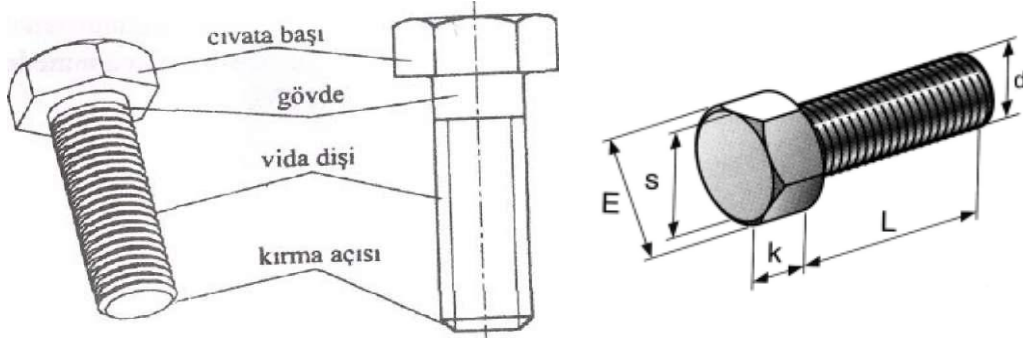
- *Sökülemeyen Birleştirmeler:* İki parça bir birine birleştirildikten sonra tahrip edilmeden sökülemezse bu birleştirmeye sökülemeyen birleştirme denir. Örnek perçinli ve Kaynaklı birleştirmeler.
- *Sökülebilir Birleştirmeler:* İki parçanın tahrip edilmeden sökülebilir şekilde birleştirmesine sökülebilir birleştirme denir. Örnek vidalı birleştirmeler.

2. 4. 1. Cıvatalar

2. 4. 1. 1.Cıvatanın Tanımı

Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan, gövde kısmına vida dışı açılmış, başı altıgen, dörtgen veya değişik biçimlerde şekillendirilmiş standart makine elemanlarına cıvata denir. Cıvatalar genellikle somunla birlikte kullanılır. Parçalan somun kullanmadan sökülebilir şekilde birleştiren cıvatalar piyasada kısaca vida olarak adlandırılır.

Cıvata ya da vidanın başıyla birleşen ve üzerinde kısmen veya tamamen vida dışı açılmış kısmına 'vida' denir, cıvatanın kısımları Şekil2.3.de gösterilmiştir. Vida dışlarının kolay ağızlaması için gövde ucu bombeli veya konik olarak şekillendirilir. Konik olarak şekillendirilmiş vida ucuna kırma açısı (pah) denir (Megep 2006).



Şekil 2. 3. Civatanın kısımları (Megep 2006)

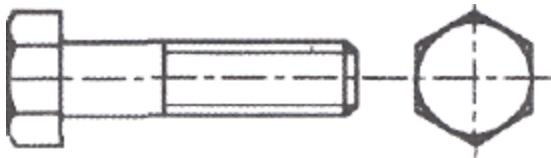
4. 1. 2. Civatanın Sınıflandırılması

Civataları baş şekillerine göre sınıflandırabiliriz (Fisher 1995);

- Altı köşe başlı civatalar,
- Mercimek başlı civatalar,
- Dört köşe başlı civatalar,
- Kesik koni başlı civatalar,
- Tırtırlı başlı civatalar,
- Halka başlı civatalar,
- T kanal civataları,
- Silindirik başlı civatalar,
- Havsa başlı civatalar,
- Bombe başlı civatalar,
- Kelebek başlı civatalar,
- Delik başlı civatalar,
- Tırnaklı civatalar,

2. 4. 1. 2. 1. Altı Köşe Başlı Civatalar

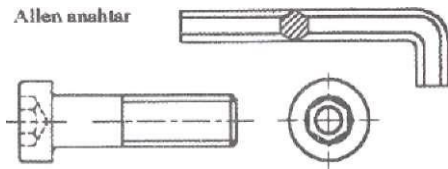
Civata başının, bağlantısının dışında kalmasında sakınca olmayan çeşitli anahtarlarla sökölüp takılmaya elverişli büyük ve güçlü sıkma gerektiren yerlerde kullanılır altı köşe başlı civata şekil 2. 4 de gösterilmiştir (Megep 2006).



Şekil 2. 4. Altı köşe başlı civata (İyigün 1998)

2. 4. 1. 2. 2. Silindirik Başlı Cıvatalar

Cıvata başının bağlantının dışında kalmasında sakınca bulunan kuvvetli sıkma gerektiren yerlerde kullanılır. Başın ortasında altı köşe oyuk vardır. Allen isimli özel anahtarla sökülüp takılır, silindirik başlı cıvata aşağıda şekil 2. 5’de gösterilmiştir (Megep 2006).



Şekil 2. 5. Silindirik başlı cıvatalar (İyigün 1998)

2. 4. 1. 2. 3. Havsa Başlı Cıvatalar

Tornavidayla sökülüp takılabilen ve orta sıkma kuvveti gerektiren yerlerde kullanılan küçük boyutlu cıvatalardır mercimek-havsa başlı cıvata şekil 2. 6’da gösterilmiştir (Megep 2006).

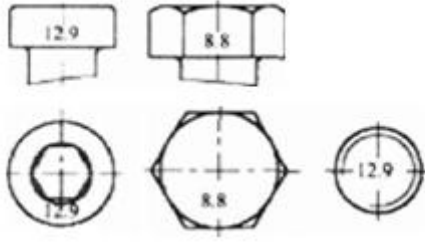


Şekil 2. 6. Mercimek ve havsa başlı cıvatalar (İyigün 1998)

2. 4. 1. 3. Cıvata Gereçleri

Cıvatalar (vidalar) genel olarak sade karbonlu; sementasyon ve ıslah çeliklerinden yapılır. Özel hallerde bakır ve alüminyum alaşımlarından da yapılır. Günümüzde kullanma yerlerinin özelliklerine göre seramik, bakalit, plâstik vb birçok gereçten yapılır.

Cıvatalar mukavemet (dayanım) sınıflarından çekme dayanımına göre gruplandırılır. Dayanım sınıfı iki sayıyla, örneğin, 10. 9 gibi ifade edilir. Dayanım sınıfı, cıvata üzerinde şekil 2. 7’de görüldüğü gibi belirtilir (Megep 2006).



Şekil 2. 7. Cıvataların mekanik özellikleri gösterimi

En az çekme dayanımını (R_m) bulmak için ilk sayı 100 ile çarpılır. İkinci rakam ise en az akma sınırı (R_e) veya 0,2 genleşme sınırının ($R_p 0,2$) kısaltılmış ifadesidir. En az akma sınırını bulmak için, mukavemet sınıfını belirten iki rakamın çarpımının 10 katı alınır.

Çizelge 2. 1'de TS 3576'ya göre cıvataların mekanik özellikleri verilmiştir (Gülserin, Boran 1995).

Çizelge 2. 1. Cıvataların genel mekanik özellikleri (TS 3576)

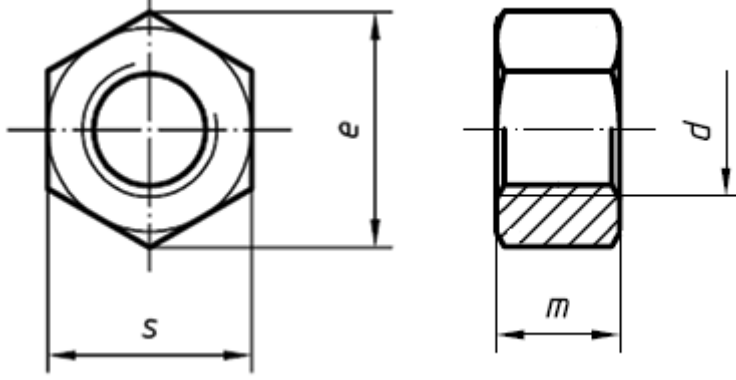
Dayanım sınıfı	3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	9,8	10,9	12,9
Çekme dayanımı, R_m , N/mm^2	300	400		500		600	800	900	1000	1200
Akma gerilmesi alt sınırı, N/mm^2										
0,2 Akma gerilmesi, $R_p 0,2$ N/mm^2	180	240	320	300	400	480	640	720	900	1080
Örnek: Dayanım sınıfı 9,8 $R_m=9 \times 100=900 N/mm^2$ $R_e=9 \times 8 \times 10=720 N/mm^2$										

2. 4. 2. Somunlar

2. 4. 2. 1. Somunun Tanımı

Parçaları birbirine çözülebilir şekilde bağlamaya yarayan cıvatalara, saplamalara vb. vida açılmış makine parçalarına vidalanan bağlama elemanlarına somun denir. Şekil 2. 8'de somun görünüşleri ve perspektif resmi verilmiştir. Somun üst yüzeyiyle oturma yüzeyi

arasındaki mesafeye somun kalınlığı (m) denir. Somunlardan en çok altı köşe somun kullanılır. Somunların sökölüp takılmasında, anahtarın somuna değdiği, birbirine paralel iki yüzey arasındaki mesafeye anahtar ağzı (s) denir (Servi ve Ark. 1991).



S: anahtar ağzı, e: köşegen çapı, m: somun kalınlığı, d: anma çapı

Şekil 2. 8. Somun kalınlığı ve anahtar ağzı (DIN 6915)

2. 4. 2. 2. Somunların Sınıflandırılması

Somunlar kullanma amaçlarına göre çeşitli biçimlerde imal edilirler ve aşağıdaki çizelge 2. 2'deki gibi sınıflandırılırlar (Kulaksız 1995).

Çizelge 2. 2. Kullanım amaçlarına göre somunlar (Kulaksız 1995)

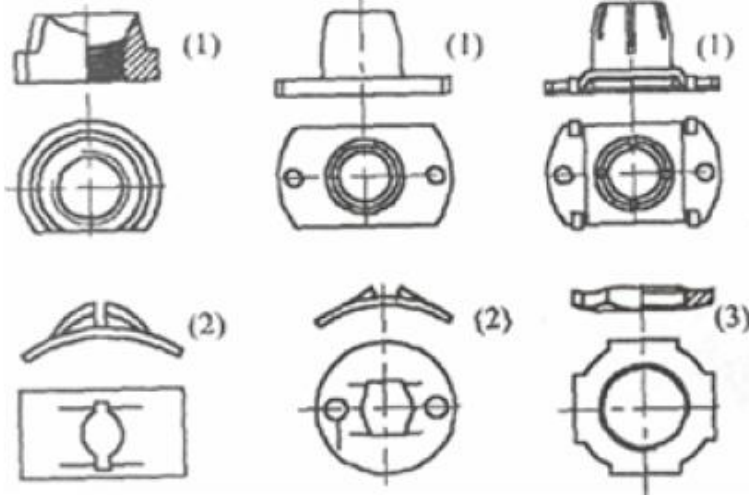
Adı	Şekli	Kullanım yeri	Adı	Şekli	Kullanım yeri
Altıköşe somun		Altıköşe başlı, yarık başlı ve silindirik başlı cıvatalarda	Taçlı somun		Cıvatalı bağlantı kupilyalarla emniyete alınmak istendiğinde
Şapkakalı somun		Vida diş ucunun korunmasında, cıvataların dışarıya karşı estetik olarak kapatılmasında	Kelebek somun		Cıvatalı birleştirmelerin sık sık sökülmesi mecburiyeti varsa
Tırtıllı somun		Birleştirmelerde sık sık elle çözülme mecburiyeti olan yerlerde	Kamalı Somun		Eksenel boşluğun verilmesi ve tekrar ayarlanması için rulmanların mil üstüne tespitlenmesinde
Yüksüklü somun		Boruların vidalı bağlantıları için	Bilezik somun		Nakliyeler işlerinde taşıyıcı halat gözü olarak.

2. 4. 2. 3. Presle Basılarak Yapılan Sac Somunlar

Vida dişi açmaya uygun olmayan, et kalınlığı ince olan yerlerde, perçinlenen ve kaynakla tespit edilen somunlar kullanılır.

Yay somunu, yay çeliğinden presle basılarak yapılan, yayın bir adım kadar hareketiyle dönmeyi önleyen bir vida dişinin görev yaptığı somundur Kablo borusu somunu, elektrik tesisat işlerini kullandığı bir somundur (Şekil 2. 9.) (Megep 2006).

Presle basılarak yapılan sac somunlar perçinlenen somun, yay somunu ve Kablo borusu somunu olmak üzere 3 çeşittir ve çizelge 2. 9'da gösterilmiştir.



Şekil 2. 9. Presle basılan sac somunlar (Megep 2006)

2. 4. 3. Perçinler

Bir ucu çeşitli baş şekillerine göre hazırlanan ve sonra diğer ucu iki parçayı birleştirmek için dövülerek oluşturulmuş sökülemeyen birleştirme elemanına denir (Bağcı 1995).

2.4.3.1.Perçin

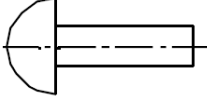
Özellikle ince ve metal olmayan parçaların veya biri metal diğeri metal olmayan parçaların birleştirilmesi söz konusu ise perçinleme vazgeçilemez bir yöntemdir. Kaynaklı veya diğer birleştirme yöntemleri bu konuda yetersiz kalmaktadır. Genel olarak akma çelik, Alüminyum, alüminyum alaşımları, pirinç ve son zamanlarda elektrik işlerinde yalıtılması gereken yapılarda poliamid, teflon gibi plastik malzemelerden imal edilerek endüstride baş şekillerine göre kullanıma sunulmuştur (Servi ve Ark. 1991).

2. 4. 3. 2. Perçin Çeşitleri

Sökülemeyen birleştirme elamanı olan perçinler baş şekillerine göre isimlendirilmiştir.

2. 4. 3. 2. 1. Yuvarlak Başlı Perçinler

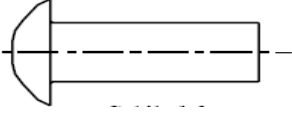
Perçin başının yarım yuvarlak olması sebebiyle bu isimle anılırlar, şekil 2.10'da gösterilmiştir. Perçin başları sıcak ya da soğuk olarak biçimlendirilebilir (Megep 2005).



Şekil 2.10. Yuvarlak başlı perçin

2. 4. 3. 2. 2. Mercimek Başlı Perçinler

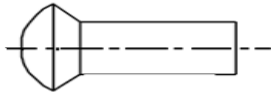
Özellikle ince kesitli parçalarda kullanılırlar. Perçin başı çıkıntısının az olması bir avantajdır, şekil 2. 11’de görülmektedir (Megep 2005).



Şekil 2.11. Mercimek başlı perçin

2. 4. 3. 2. 3. Mercimek-Havşa Başlı Perçinle

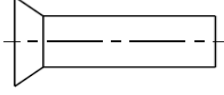
Perçin başı fazla çıkıntı yapmaması istenen yerlerde kullanılır (Megep 2005). Mercimek- Havşa başlı perçin aşağıda şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Mercimek - havşa başlı perçin

2. 4. 3. 2. 4. Havsa Başlı Perçinler

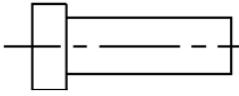
Perçin başının perçinlenecek parça içerisine gömülmesi isteniyorsa bu tür perçinler kullanılır, havşa başlı perçin model şekil 2.13.da gösterilmiştir (Megep 2005).



Şekil 2.13. Havşa başlı perçin

2. 4. 3. 2. 5. Silindirik Başlı Perçinler

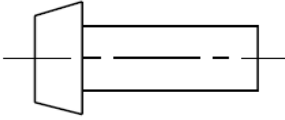
Genellikle sacların perçinlemedesinde kullanılırlar (Megep 2005).



Şekil 2.14. Silindirik başlı perçin

2. 4. 3. 2. 6. Konik Başlı Perçinler

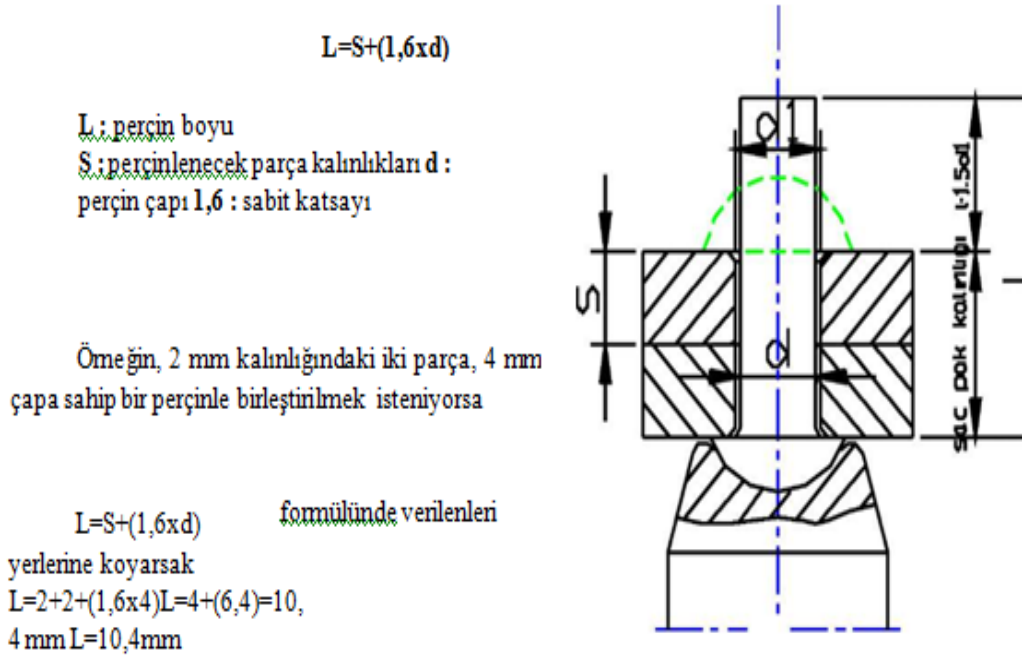
Bazı perçinlerin kolay takılabilmesi için baş kısımları konik olarak üretilirler. Bu tür perçinlere konik başlı perçin denir (Megep 2005).



Şekil 2.15. Konik başlı perçin

2. 4. 3. 2. 7. Perçin Boyunun Hesaplanması

Perçinin baş kısmının dışında kalan tüm boyu (L) olarak ifade edilir ve perçinleme işlemine başlamadan önce belirlenmesi gerekir. Perçinleme işleminde tam bir kapama başı oluşturulması için perçin boyunun bilinmesi gerekir. Perçinleme işlemi yapılacak parçanın kalınlığıyla doğrudan ilgilidir. Perçin boyunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır (Servi ve Ark. 1991).

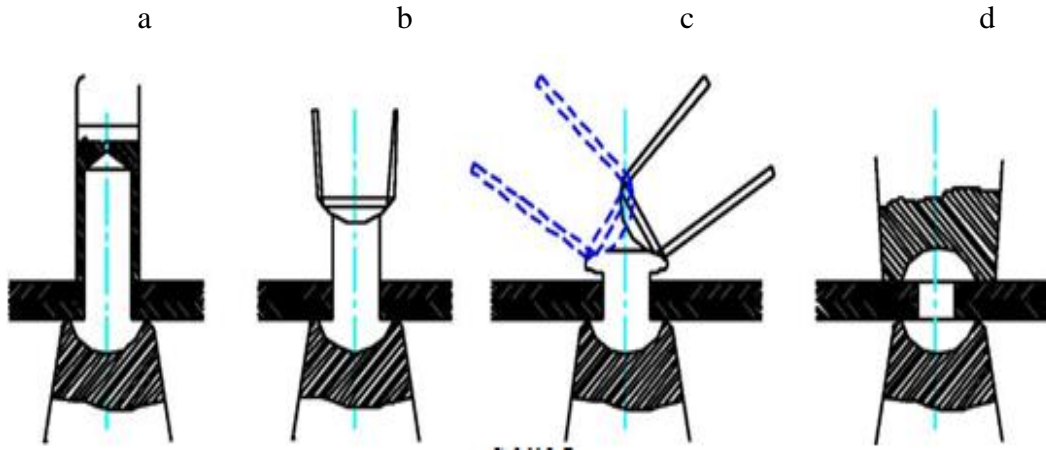


Şekil 2.16. Perçin boy hesaplaması (Servi ve Ark. 1991).

2. 4. 3. 3. Perçinleme İşleminin Yapılışı

Perçinleme işlemi elle ve otomatik makinelerle olmak üzere iki biçimde yapılmaktadır.

Elle perçinleme işleminde oturma başı ağır bir balyoz veya perçin krikosu ile sıkıca tutulur. Perçin ucuna önce çekiçle kabaca şekil verilip kapama başın biçimine göre kalıp kullanarak dövülerek perçinleme işlemi tamamlanır (şekil 2.17.). Çapı 26mm kadar olan perçinler elle perçinlenebilir (Servi ve Ark. 1991).



Şekil 2.17. Elle yapılan perçinleme işlem sırası (Servi ve Ark. 1991)

2. 4. 3. 4. Perçinli Birleştirmede Meydana Gelen Hatalar

Perçinleme hataları çoğu kez yanlış hesaplar ya da kuralların dikkate alınmamasından ortaya çıkar. Perçinleme hataları aşağıdaki sebeplerden dolayı meydana gelmektedir.

- Perçin boyunun yanlış hesaplanması: Perçin boyunun kısa tutulması perçin başının oluşmamasına neden olur. Perçin uzun tutulması ise perçin başının gereğinden fazla yayılmasına neden olur.

- Perçin çektirmesinden kaynaklanan hatalar: Perçin çektirmesi kullanılmadığı ya da yeterli çektirme işlemi yapılmazsa parçalar birbirlerine tam temas etmez, dolayısıyla dövme sırasında iki parça arasındaki perçin gövdesi şişme yapar.

- Perçin gövdesinin eğik hale gelmesi: Perçin delik çaplarının büyük olması perçin gövdesinin eğik hale gelmesine neden olur.

- Eksensel kaçıklıkların meydana getirdiği hatalar: Perçinin deliğe girmemesine neden olur.

- Çekiçleme sonrası meydana gelen hatalar: Kuralına uygun yapılmayan çekiçleme ya da gereğinden fazla uygulanan çekiç darbeleri kapama başında ezilmelere yol açar (Megep 2005).

2. 5. Korozyon

2. 5. 1. Korozyon Tanımı Ve Özellikleri

Korozyonun çok çeşitli biçimlerde tanımlanması mümkündür. Bunlardan bazıları şöyle ifade edilir:

- Genel olarak maddelerin, özel olarak metal ve alaşımların çevrenin çeşitli etkileriyle kimyasal ve elektrokimyasal değişme ya da fiziksel çözünme sonucu bozunmasına,

- Bir maddenin doğa ile verdiği tepkimelerle bozunmasına,
- Doğrudan mekanik olmayan etkenlerle maddenin parçalanmasına,
- Oksitli minerallerden metal elde edilmesinin ters işlemine korozyon denir (Hasanov 2002).

Korozyon hücrelerinde, anotta metal yükseltgenerek çözeltilmeye geçer. Katotta ise eşdeğer miktarda bir indirgenme reaksiyonu meydana gelir. Bu açıdan bakıldığında korozyon olayı kendiliğinden akım üreten bir galvanik pil olarak düşünülebilir. Anot ile katot arasındaki elektron akımı metal üzerinden gerçekleşir. Anot ve katot arasındaki potansiyel farkı ne derece büyükse ve elektrolit direnci ne derece düşükse korozyon hızı o derece büyüktür. (Çatal 2007).

Malzemeler sıvı ortamda korozyona maruz kalırlarsa elektrokimyasal, kuru ortamlarda korozyona uğrarsa kimyasal, İyapısında veya kafes sistemlerinde korozyona uğrarsa metalürjik korozyona uğrarlar (Özbilen 1995).

2. 5. 2. Metallerin Korozyonu

Metalik korozyona elektrokimyasal bir olay olarak bakılabilir. Ekonomik bakımdan önemli olan demir, Alüminyum gibi metaller gerilim sırasındaki yerlerine göre aktif olduklarından, bu metallerin bir tuz ya da oksit oluşturmak üzere iyon haline geçişleri enerji vererek cereyan ettiğinden uygun koşullarda (rutubet, hava oksijeni vb.) anodik olarak çözeltilmeye geçerler. Hava da bulunan gazların (CO₂, H₂S, SO₂, O₂ v.b.) etkisi ile metal yüzeyinde meydana gelen korozyon o kadar önemli değildir ve kısa bir zaman sonra sona erer (Özyılmaz 1999).

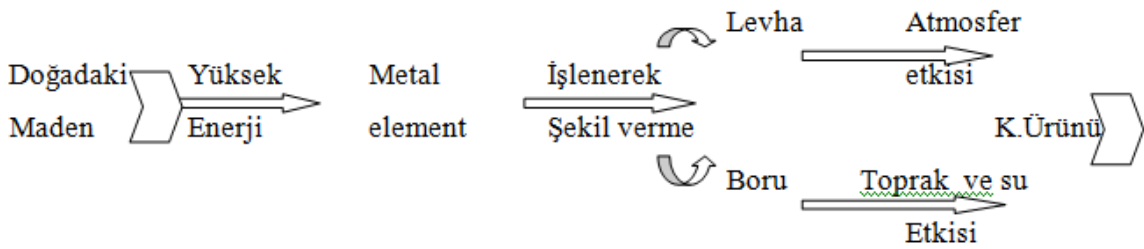
Korozyon çeşitli metalleri değişik ölçüde etkiler ve çok değişik şekilde kendini gösterir. Korozyon ya metalin parlak renginin kaybolması özellikle etkin olduğu yerlerde delikçikler meydana getirerek paslanma şeklinde görülebilir. Korozyon birbirinden farklı iki metalin birleşme yeri yakınlarında fazlaca ilerleyebilir. Bir diğer korozyon şekli metal yüzeyinde yerel olarak oyulmalar (pitting) meydana gelmesidir. Metalin dayanıklılığı, korozyon sonucu meydana gelen kırılma ve kopma (cracking) ile yok olur. Bir tek yağmur damlası içinde yaklaşık üç milyon eşit sayıda hidrojen ve hidroksil iyonu bulundurur. Korozyon ortamı, yağmur suyundan en kuvvetli asit ve baz çözeltilmesine kadar herhangi bir nemlilik olabilir (Özyılmaz 1999).

Çizelge 2. 3. Sis, yağmur ve kar içinde bulunan iyon ya da moleküllerin yaklaşık konsantrasyonları (Graedel 1987).

<u>İyon ya da Moleküller</u>	<u>Sis(meq/L)</u>	<u>Yağmur (meq/L)</u>	<u>Kar(meq/L)</u>
H ⁺	100-6300	10-100	25
pH	2,2-4	4-5	4,6
NH ₄ ⁺	370-10500	0,1-39	20
Cl ⁻	56-1100	0,5-1800	62
NO ₃ ⁻	130-12000	0,3-50	46
PO ₄ ³⁻	-	≤ 3,3	-
SO ₄ ²⁻	62-5060	1-150	57
HCO ₂ ⁻	-	4-36	560
CH ₃ CO ₂ ⁻	-	1-10	280
(COO ₂) ²⁻	-	33	-
H ₂ O ₂	-	10-70	-

2. 5. 2. 1. Metallerde Korozyon Oluşum Nedenleri

Doğada metal elementleri bileşikler halinde bulunurlar. Bileşiklerden saf elementler elde etmek için yüksek seviyede enerji harcanarak kararlı haldeki bileşikleri kararsız hale getiririz. Bu durumda elde edilmiş element fırsatını bulduğunda yeniden eski haline yani kararlı hale geçmek için bünyesindeki enerjiyi harcar ve bir geriye dönüşüm süreci başlar. Bu dönüşüme korozyon, ortaya çıkan dönüşmüş malzemeye de korozyon ürünü (pas,oksit vb..) adı verilir (Özbilen 1995).



Şekil 2. 18. Demir madeninin korozyon dönüşümü (Özbilen 1995)

Sonuçta, metallerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve elektriksel özelliklerinde istenmeyen bazı değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler bazı zararlara yol açar (Keleş 2008).

2. 5. 2. 2. Korozyon Ürünü

Metallerin korozyona uğramaları sonunda oluşturulan bileşiklere korozyon ürünleri denir. Korozyon ürünleri koşullara bağlı olarak metal yüzeyinde kalabilir veya metal yüzeyinden hemen uzaklaşabilir. Korozyon ürünlerinin yüzeyden hemen uzaklaşması korozyonun devam etmesi demektir. Ürünlerin yüzeyde kalması durumunda ise korozyonun zamanla azalması ya da tamamen durması söz konusu olabilir. Metal yüzeyinde kalan ve sıkı bir film oluşturan ürünler genelde oksitlerdir. Örneğin alüminyum üzerinde oluşan ince Al_2O_3 filmi koruyucu nitelikte bir oksittir. Yüzeyi tamamen koruyamayan geçirgen yapıları oksitler de oluşabilir. Oluşan oksit geçirgenliğe bağlı olarak korozyonu belli ölçüde önlese de tamamen durduramaz. Pas olarak nitelenen demir oksitler böyledir. Bir metalin oksijenle verdiği tepkime basit olarak ($Metal + O_2 \rightleftharpoons Metal\ Oksit$) şeklindedir (Özcan 2000).

2. 5. 3. Korozyonun Önemi

Korozyon çalışmaları ekonomik, güvenlik ve Kaynakların korunması açılarından önem kazanmaktadır.

- Ekonomik Açıdan: Korozyonla kaybolan ve işe yaramaz hale gelen metallerin korozyon önlemleri ile kazanılması, bir başka deyişle kazanılmış malzemenin ömrünü uzatarak daha verimli kullanılması sağlanır.
- Güvenlik Açısından: Çalışmakta olan sistemlerde, korozyon sonucu meydana gelecek dayanım zayıflaması sistemin çökmesine ve önemli kazalara neden olabilir. Örneğin, basınçlı kazanlarda ve buhar kazanlarında patlama, zehirli maddelerin bulunduğu metalik kaplarda sızıntı, köprü ayaklarında çökme vb.
- Kaynakların Korunması Açısından: Dünya rezervlerinin sınırlı olması nedeniyle boşa giden her türlü emek ve enerji dışında, metalik malzemelerin geleceğe ait stokları da verimsizce kullanılmış olacaktır (Keleş 2008).

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

Her ülkenin özellikle sanayileşmiş ülkelerin korozyon giderleri oldukça büyük miktarlar tutmaktadır. Bu giderler üretim maliyetine yüklenmekte ve maliyeti artırmaktadır. Çoğu ülkelerde korozyon giderleri her yıl istatistikler halinde saptanmaktadır (Özcan 2000).

Korozyon kayıplarının hesaplanması oldukça güç olmakla birlikte, ülkemizde bir yılda meydana gelen kayıpların, yıllık çelik üretimimizin yaklaşık üçte biri düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir (Serfiçeli 2000).

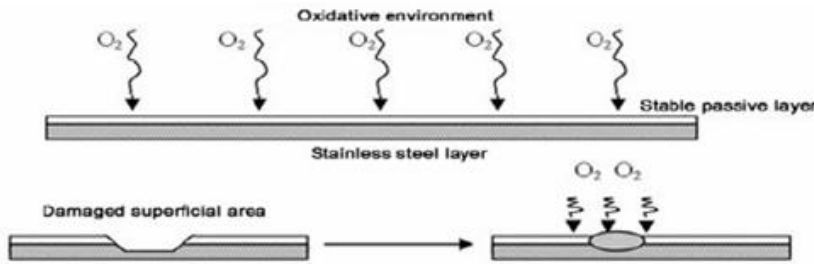
2. 5. 4. Korozyon ve Metal-Çözelti Ara Yüzeyi

Korozyon, elektriksel ara yüzey olarak adlandırılan elektrot/elektrolit ara yüzeyinde olur. Elektriksel ara yüzey terimi bir elektrolitin sınırında fazlar arasındaki bölgeyi oluşturan iyonlar, gelişigüzel yönlendirilmiş dipoller (su molekülleri) ve elektronların sıralanışını anlatmak için kullanılır (Keleş 2008).

2. 5. 5. Pasifleşme ve Pasivizasyon

Metallerin aktifliklerini kaybetmesine Pasifleşme Denir. Bazı metaller hem aktif hem de pasiflik özelliğini gösterebilir. Pasifleşme aynı zamanda bir metalin bulunduğu konumda soylu bir metal gibi davranış göstermesi olarak bilinir (Özbilen 1995).

Pasivasyon mekanizması genel olarak metalin üzerinde bir oksit tabakasının oluşmasına ve oluşan bu oksit tabakasının korozyon reaksiyonunu devam ettirecek olan oksijen atomlarının ana metal ile temas etmesini önlemesi ile korozyonu durduran bir mekanizmadır (Eker 2009).



Şekil 2. 19. Pasivizasyon (Eker 2009)

2. 5. 6. Korozyon Hızı

Korozyon hızı çeşitli birimlerde verilmesine karşın genelde metalin birim zamanda çözünme hızıdır. Metal yüzeyinin her yanında aynı hızda çözünmenin olduğu koşullarda korozyon hızı kütle azalması olarak verilebilir (Erbil,1987).

Metalin birim zamandaki çözünme hızına korozyon hızı denir. Uluslararası en çok kullanılan birimler, kütle için gram ya da miligram, yüzey alanı için m² ya da dm² ve zaman için yıl ya da gündür. (Korozyon hızı = kütle azalması / metalin yüzey alanı x zaman) (Özbilen 1995).

2. 5. 6. 1. Korozyon Hızı Zaman İlişkisi

Metal yüzeyinin korozyonu sonucu kalınlığın giderek azalması yada çukur oluşumu sonucu malzemenin delinmesi söz konusu olduğunda korozyon hızını kütle azalması olarak vermek anlamlı değildir. Korozyon hızını derinliğe ilerleme biriminde vermek daha anlamlıdır (Konuklu 2007).

$$V = 8760 \times 10 \text{ AP} / A d t$$

Bağıntıda

V: korozyon hızı (mm/yıl) 8760: bir yılın saat olarak karşılığı

AP: kütle kaybı

A: korozyon ortamındaki metalin toplam yüzey alanı (cm²) t: metalin korozyon ortamda bırakıldığı zaman (saat) d: metalin yoğunluğu (gr/cm³)

Kısa sürelerde ölçülen derinlikler cm, mm boyutlarına göre oldukça küçüktür bu nedenle korozyon hızı çoğunlukla mil (10 mil=1inç=2,54cm) biriminde verilir. Yılda mil olarak korozyon hızı kısaca (mpy) olarak gösterilir (Konuklu 2007).

2. 5. 6. 2. Korozyon Hızının Zamana Bağlı İlerleyişi

- Korozyon hızını arttıracak veya azaltacak faktörlerin olmadığı ya da her iki faktörün birbirini dengelediği koşullarda korozyon hızı sabit kalır.

- Korozyon başladıktan sonra zamanla korozyon hızı artabilir. Oluşan hidrojen iyonları katodik tepkimede rol alır ve hidrojen iyonları miktarı arttıkça korozyon hızı artar

- Metal yüzeyini tam kapatamayan, kalın ve poröz yapılı oksit tabakaları korozyon hızını yavaşlatsa da tam olarak durduramaz. Korozyon hızı difüzyon sınır akımı büyüklüğündedir.

- Metalin doğrudan pasifleşmesi sonucu korozyon hızı minimum bir değere düşüp sabit kalabilir. Korozyon hızı, yüzeydeki oksidin çözünme hızına eşittir. Alüminyum yüzeyinde oluşan koruyucu oksit tabakası örnek olarak verilebilir (Konuklu 2007).

2. 5. 6. 3. Korozyon Hızını Belirleme (Ölçmede) Yöntemleri

Korozyon hızı ölçme yöntemleri elektrokimyasal ve elektrokimyasal olmayan yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır. Elektrokimyasal olmayan yöntemler çok zaman almalarına rağmen bu yöntemlerle saptanan etkinlikler teknikte uygulanan koşullara daha yakın olması sebebi ile daha anlamlı ve doğrudur. Ancak, bazı avantajlarından dolayı elektrokimyasal yöntemler özellikle son yıllarda oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır (Konuklu 2007).

Kimyasal olaylarda korozyon hızının belirlenmesi aşağıdaki yöntem kullanılarak ölçülür:

2. 5. 6. 3. 1. Kütle Azalması

Bu yönteme göre korozyon hızı belirlenirken çözünmenin homojen olması ve korozyon ürünlerinin ya tamamen çözünür veya uygun bir çözültide çözünmesi metal yüzeyinden uzaklaştırılması gereklidir. Korozyon akımı Faraday yasalarından yararlanılarak şu eşitliğe göre bulunabilir. Birimi g veya mg cinsinden verilir. “ $I_{kor} = Am-n-F/M-S-At$ ”

(Hasanov 2002)

Elektrokimyasal olaylarda oluşan korozyon hızının belirlenmesinde aşağıdaki yöntemlerden yararlanılır:

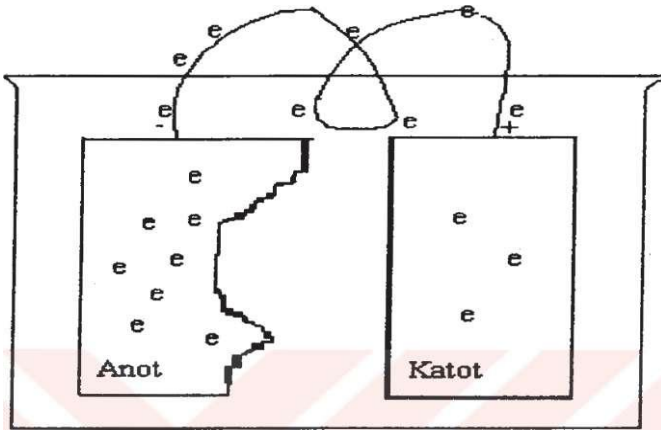
- Tafel ekstrapolasyon yöntemi,
- Lineer polarizasyon yöntemi,
- Alternatif akım empedans ölçme yöntemi (Üneri, 1998).

2. 5. 7. Çeliklerin Korozyon Etkileşimi

Korozyon oluşum nedenlerini en güzel inceleyeceğimiz metal çeliktir. Çelik sulu çözültüler içinde ya da rutubetli atmosferde kolaylıkla korozyona uğrayarak yüzeyinde paz denilen korozyon ürünlerini oluşturur. Pasın bileşimi esas itibarıyla demir III oksit (Fe_2O_3) tir. Bu bileşim ile demirin doğada en çok bulunan filizi olan hematit bileşimi aynıdır (Serfiçeli 2000).

2. 5. 7. 1. Demirin Korozyonu

Korozyona örnek olarak suda korozyona uğrayan bir demir anot alınırsa, (Şekil 2. 20.), artı iki yüklü bir demir atomu ardında iki elektron bırakarak ayrılır ve çözültiye geçer.



Şekil 2. 20. Korozyon oluşum hücresi (Özyılmaz 2002)

Anotta bu fazla elektronlar devre yolu ile katot yüzeyine geçerler. Burada elektronlar hidrojen iyonlarından bazılarını indirger. Bu ana kadar hidrojen ve hidroksil iyonları denge halinde iken şimdi hidrojen iyonlarının uzaklaşması yerel olarak katot yakınlarında hidroksil iyonlarının artmasına sebep olur. Eğer adi bir demir parçası tuz asidi çözeltisi içine konursa çözelti içinden şiddetle kabarcıklar halinde hidrojen meydana geldiği gözlenir. Bu şiddetli bir korozyon olayıdır ve eğer bu sırada metal yüzeyi yalandan incelenebilseydi metal yüzeyinin çok küçük ama pek çok sayıda anot ve katot bölgelerini üzerinde bulundurduğu görülecekti. Bu sırada çözünen yerler anot bölgeleridir. Korozyon ilerledikçe anot bölgeleri yer değiştirir ve böylece metal yüzeyinin her tarafı aynı şekilde çözünür (Özyılmaz 2002).

Bu küçük hücrelerin meydana gelme nedenleri değişiktir. Potansiyel farkı meydana getiren bu nedenler şu şekilde özetlenebilir: Metal yüzeyinin her tarafta aynı olmayışı, yüzeyinin kusurlu oluşu, metalin kristal örgüsünün farklılığı, bölgesel gerilim farkı ve çevredeki değişiklik (Özyılmaz 2002).

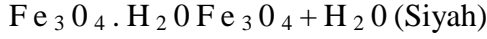
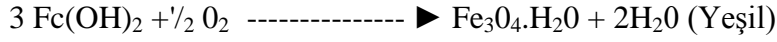
2. 5. 7. 2. Çeliklerin Korozyon Hızı Üzerine Oksijenin Etkisi

İki erlenmayer içine demir parçaları konulduktan sonra üzerine su eklenir. Bu kaplardan birine oksijen gönderilir. Diğerine su içinde çözülmüş olan oksijeni uzaklaştırmak üzere azot gönderilir. Birkaç saat sonra oksijen uzaklaştırılmış olan kapta hiçbir değişiklik olmadığı görülür. Oksijenle doyurulan kapta kahverengi bir bulanıklık ve demir parçalarının üzerinde pas meydana geldiği gözlenir. Hava özel olarak giderilmedikçe her zaman depolarizatör olarak etkiyen oksijen vardır. Oksijenin bulunması yerel pilin katodunda hidrojen iyonunun yükünü vermesi kolaylaştırıldığından korozyon hızı artar. Bu halde soy metalin aşın gerilimi önemini kaybeder. Yüksek aşın gerilim gösteren metallerde de korozyon olur. Yani, iki metal hava ile temasta olan bir çözeltiye batırılacak olursa aşın gerilim ne olursa olsun korozyon olur. Bu nedenle aşınmış bir teneke, rutubetli bir yerde korozyona uğrar. Oysa oksijensiz bir yerde kalayın yüksek aşın gerilimi nedeniyle korozyon olmaz. Bilindiği gibi zedelenecek iç demir tabakası meydana çıkmış bir teneke, saf demire nazaran daha hızlı paslanır. Bu halde kısa devreli bir galvanik pil meydana gelir. Bu yerel pilin anoduna Fe^{2+} iyonları, katodunda ise hava oksijeni etkisiyle $4mol OH^-$ iyonları meydana gelir.

- $Fe(OH)_2$ 'in çözünürlük çarpımı aşıldıkça $Fe(OH)_2$ çöker ve havanın oksijeniyle oksitlenmeye devam eder (Özyılmaz 2002).



- Eğer hava oksijeni $Fe(OH)_2$ ' i tamamen oksitlemeye yetmezse ara kademe olarak magnetit meydana gelir (Özyılmaz 2002).



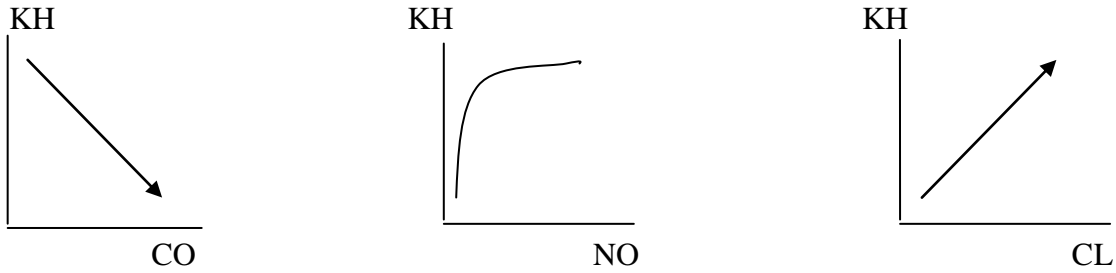
2. 5. 7. 3. İyonların Çelikler Üzerine Korozyon İlişkisi

Bunlar çözücü durumunda olan iyonlardır.

Karbonat İyonu: Metal yüzeyince emilip, yüzeyde kolay çözülmeyen bir metal karbonat filmi oluşumu ile ana metalin korozif ortamla temasının kesilmesi sağlanır. Karbonat konsantrasyonu arttıkça korozyon hızı azalır (KH=korozyon hızı).

Nitrat İyonu: Yükseltgen karakteri nedeniyle yüzeyde çözünme sağlayarak ince bir oksit filmi oluşumu sağlar. Böylece ana metalin korozyon hızı azaltılır. Nitrat önce korozyon hızını artırır daha sonra oluşan filmin etkisiyle azaltır.

Klor İyonu: Metal yüzeyinde sürekli bir oksit oluşumu sağlayarak malzemenin hızlı bir şekilde korozyona uğramasına neden olur, Klor konsantrasyonu arttıkça korozyon hızı da zararlı bir şekilde artar (Özbilen 1995).



Şekil 2. 21. İyonların çelik korozyon ilişkisi (Özbilen 1995)
(KH: Korozyon Hızı)

2. 5. 8. Alüminyumun Korozyon Etkileşimi

Alüminyum, alkali ve toprak alkali metaller haricinde bütün elementlere karşı anodik etki yapması gerekirken, pratikte korozyona dayanıklı bir metaldir. Her ne kadar alüminyumun oksijene büyük eğilimi varsa da, korozyona dayanımı göreceli olarak yüksektir. Bunu sağlayan da, metalin yüzeyinde oluşup onu daha ileri bir oksitlenmeden koruyan yoğun, nüfuz ettirmez oksit filmidir. Saf alüminyum nispeten yumuşak ve zayıf olup (Kopma

mukavemeti 90 N/mm²) endüstriyel uygulamalarda bu yüzden alaşımlandırılmış halde kullanılır. EC (electrical conductor) Grade'i alüminyumun elektriksel iletkenliği %61 IACS, yüksek safiyette (%99,98) alüminyumunki de yaklaşık %65'dir. Alüminyum, herhangi başka metale göre yüksek ışık yansıtma ve ısı yayımı kabiliyetini haizdir. Yüksek safiyette alüminyum levha %80'den fazla ışık yansıtacak şekilde muamele edilebilir (Oğuz 1990).

Alüminyum Korozyonunda Anot reaksiyonu (Çatal 2007)



2. 5. 9. Alüminyumun Korozyonuna Bulunduğu Ortamın Etkisi

Alüminyum alaşımları, sulu ortamlarda oksijenden fazla etkilenmemekle beraber, bol miktarda çözülmüş oksijen özellikle asitli çözeltilerde metalin çözünmesine sebep olur. CO₂ ve H₂S fazla etkin olmamakla beraber, su içinde çözülmüş olan SO₂ Alüminyumun bir miktar çözünmesine neden olur. Bu miktar, bakır ve çeliğe kıyasla oldukça azdır. Oksijensiz ortamda H₂ ve N₂ zararsızdır (Oğuz 1990).

Alüminyumun çözünmesinin pH'ya bağımlılığını veren genel bir bağıntı mevcut değildir. Saf suyun 180°C'a kadar Alüminyuma gözle görülür bir etkisi olmaz. Nötr suyun fazla etkin olmaması yanında, bazı sular Alüminyumun oyuk korozyonuna sebep olurlar. Alüminyum alaşımları oda sıcaklığında, pek çok organik asitlere karşı dayanıklıdır. Alüminyum meyve asitlerine karşı da dayanıklıdır. Sulu asitler Alüminyum alaşımları için koroziftir. HF, HCl ve HBr konsantrasyonunun % 0,1'in altındaki değerler hariç, Alüminyum alaşımları için oldukça korozif olup aşınma hızı da sıcaklıkla artmaktadır.

Alkali çözeltilerde; NaOH ve KOH, %0,01'den daha küçük konsantrasyonlar haricinde, metalin süratle çözünmesine sebep olurlar. Alkali sulu çözeltilerin aşındırıcı etkisi bazı inhibitörler aracılığı ile azaltılabilir de, derişik çözeltiler için genel inhibitörler etkili olmamaktadır. NH₃ veya NH₄OH'e karşı Alüminyum alaşımları son derece dayanıklıdır.

Tuz çözeltilerinde; nötr veya nötre yakın tuz çözeltileri (pH=5-8,5) Alüminyum alaşımlarına oda sıcaklığında fazla etki etmezler. Cl⁻ ihtiva eden çözeltiler daha koroziftir. Alkali ve asidik tuz çözeltileri koroziftir (Doğru 2007).

2. 5. 9. 1. Alüminyumun Korozyonunun Termodinamiği

Korozyonun başlamasıyla birlikte iyon aktifliğinde değişim gözlenir. Başlangıç koşullarında eser miktarda veya hiç bulunmayan metal iyonunun derişimi, korozyonun başlaması ile artmaya başlar ve potansiyelin değişmesine neden olur. M. Pourbaix, her metal için metal, iyon ve oksitlerin termodinamik kararlılığa sahip oldukları alanları gösteren potansiyel-pH diyagramları geliştirmiştir. Metallerin aktifliği sırasındaki oldukça aktif

bölgelerde bulunan Alüminyum (Eter = -1,663V) korozyona karşı oldukça dirençlidir (Konuklu 2007).

2. 5. 10. Korozyon Türleri

2. 5. 10. 1. Korozyonun Genel Olarak Sınıflandırılması

2. 5. 10. 1. 1. Kimyasal Korozyon

Bir metal arada herhangi bir aracı olmadan, kimyasal bileşikler meydana getirerek aşınırsa buna kimyasal korozyon denir. Bu yüzden metallerde en çok karşılaşılan korozyon türlerindedir (Serfiçeli 2000).

Kimyasal korozyon genellikle yüksek sıcaklıkla meydana gelmektedir. Bundan dolayı bu korozyon türü, yüksek fırınlarda yapılan tavlama veya haddehanelerde yapılan sıcak biçimlendirme işlemleri sırasında meydana gelmektedir. İstisna olarak normal sıcaklıklarda aktif klor gazı ile reaksiyona giren metal malzemelerde kimyasal korozyona uğrar (Serfiçeli 1997).

Metal malzemenin doğrudan korozyon yapıcı elementlerle elektron alış verişinde bulunup iyonlaşması ile meydana gelen korozyon türüne “kimyasal korozyon” denir. Kimyasal korozyonda genellikle korozyon etkili madde oksijendir. Oksijen ile bileşik yapan metal malzemelerin üzerinde oksit tabakası denilen koyu renkli kabuk (tufal) oluşmaktadır (Erbil 1985).

Örneğin: ($2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ / Magnezyum oksit)

2. 5. 10. 1. 2. Elektrokimyasal Korozyon

Metallerin yalın olarak elektrikle aşınmasına elektrokimyasal korozyon denir. Ancak korozyon oluşumu için tek başına elektrik yeterli değildir, bir elektrolit ve yalıtkan maddeye ihtiyaç vardır. Bu tür korozyon her zaman zararlı korozyon olarak tanınmaz, elektroliz olayının gerçekleşmesi için kullanılır (Serfiçeli 2000).

Metal malzemelerin, iyonlarına ayrışabilen bir elektro yardımıyla elektron alış veriş sonucu iyonlaşması ve bileşik yapması ile meydana gelen korozyona “elektrokimyasal korozyon” denir. Elektrokimyasal korozyon bir elektroliz olayıdır. Elektroliz olayı için gerekli olan elektrolit, sıvı bir çözelti olabileceği gibi toprak, beton veya değişik türdeki kimyasal tuzlar da olabilmektedir. Metallerin yüzeyleri, açık havada ve rutubetli ortamlarda, elektrokimyasal korozyon sonucu bir oksit tabakası ile kaplanmaktadır. Bu durum demir malzemelerde sıkça görülmektedir. Demir malzemeler, hava ve suyun etkisiyle iyonlaşarak, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ bileşiği (pas) oluştururlar ve korozyona uğrarlar (Erbil 1985).

2. 5. 10. 1. 3. Türleri

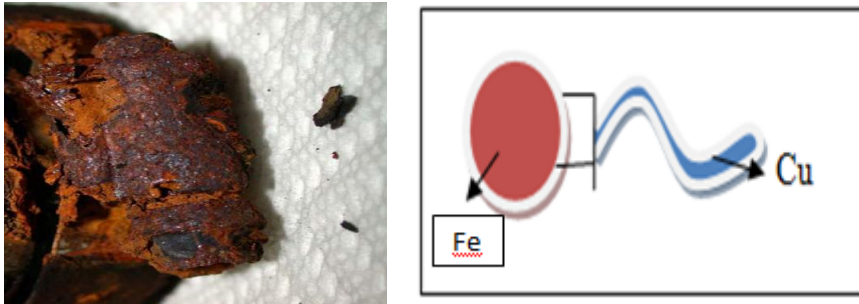
2. 5. 10. 1. 3. 1.Homojen Dağılımlı Korozyon

Malzemelere en az zararı olan fakat en çok görülen korozyon türüdür. Malzemenin korozyona her yönden eşit olarak uğradığı kabul edilir. Metal elektrolit içine yerleştirildiği zaman bazı bölgeler anodik özellik gösterirler, fakat bazen anot ve katot alanları yer değiştirir ve neticede homojen bir korozyon ortaya çıkar, bu yararlı bir işlem olarak da kullanılabilir (Özbilen 1995).

Yüzey kaplamaları, katodik koruma, saldırgan ortama ilave edilecek korozyon hızını sınırlayan maddeler gibi farklı koruma yöntemleri uygulanarak homojen dağılımlı korozyon kolaylıkla engellenebilir (Konuklu 2007).

2. 5. 10. 1. 3. 2. Galvanik Korozyon

Genellikle sulu veya iletken ortamda iki farklı metalin birbiriyle temas halinde bulunması neticesinde oluşur. İki malzeme arasındaki potansiyel farkı korozyon oluşumunu başlatır (Eker 2009).



Şekil 2. 22. Galvanik korozyon (Özbilen 1995)

Yukarıdaki şekilde (Fe) Anot – (Cu) Katod'dur. Anot yüzeyin alanı katod yüzey alanından daha büyük olması nedeniyle Anodik akım yoğunluğu oldukça düşüktür. Tersine anot yüzey alanı katoda göre büyükse korozyon olayı önemsizdir (Özbilen 1995).

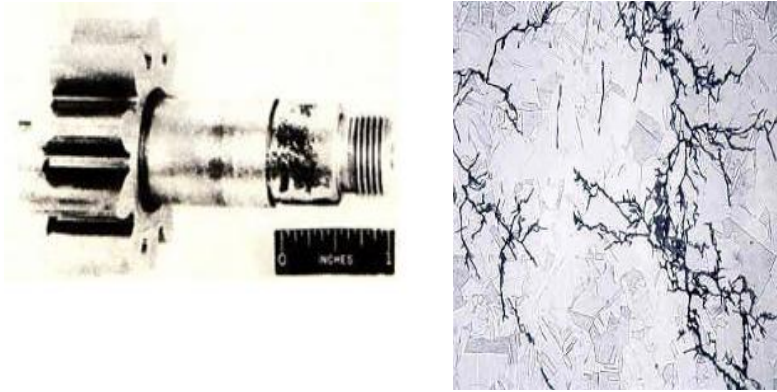
Daha az soy metal anot olur ve korozyona uğrar. Galvanik korozyon özellikle küçük anot - büyük katot bağlantılarında çok tehlikelidir. Galvanik korozyonu önlemek için aralarındaki potansiyel farkın küçük olduğu metallerin eşlenmesine dikkat edilmelidir (Konuklu 2007).

2. 5. 10. 1. 3. 3. Gerilme Korozyonu

Korozif ortamda bulunan makine parçaları ve metal yapıların çoğu mekanik gerilim altındadır (Hasanov 2002).

Bu korozyon tane sınırlarında çatlak oluşturarak, malzemelerin dayanımını azaltır. Bozunma parça yüzeyinde bulunan çatlaklarda veya gerilme yığılmasına yol açan diğer geometrik düzensizliklerde 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. 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 (Doğru 2007).

Ağır yükler altında ve korozyona elverişli ortamlarda çalışan parçalar için önemli bir korozyon çeşididir. Özellikle paslanmaz çelik ve pirinç malzemelerde görülür. Statik çekme yönündeki gerilme ve korozyonun birlikte etkisi sonucu malzemenin akma yükünün altında gerilmelerde gevrek olarak kırılmasına yol açan tehlikeli bir korozyondur (Eker 2009).



Şekil 2. 23. Gerilme korozyonu (Eker 2009)

Yüzeyde mevcut çatlaklar veya gerilim yoğunlaşmasına olanak sağlayan diğer geometrik düzensizliklerle başlar. Çatlağın dibi, geniş olan dış yüzeye göre daha aktiftir ve korozyonla çatlaklar malzeme içine doğru genişler (Konuklu 2007).

2. 5. 10. 1. 3. 4. Stres Korozyonu

Korozif ortamda bulunan bir metal aynı zamanda statik bir gerilme altında ise, metalin çatlayarak kırılması, korozyonun başlaması için uygun bir ortam yaratır. Normal halde korozyon ürünleri metal yüzeyinde koruyucu bir kabuk oluşturduğu halde, stres altında iken kabuk oluşturamaz. Bunun sonucu olarak korozyon hızla devam ederek metalin o bölgede çatlamasına neden olur (Özyılmaz 1999).



Şekil 2. 24. Korozyon sonucu çatlamış ve malzeme kaybetmiş makine parçası

2. 5. 10. 1. 3. 5. Erozyon (türbülans) Korozyonu

Bir metal ile korozif ortam arasındaki bağıl hareket nedeniyle metalin aşınma ya da parçalanma hızının artmasına denir (Hasanov 2002).

Erozyonlu korozyon olayı daha çok hareketli akışkanların bulunduğu ekipmanlarda, (borular, dirsekler, valfler, pompalar, santrifüjler, pervaneler, karıştırıcılar, ısı değiştiriciler vb.) söz konusu olabilir (Özyılmaz 1999).

Sıvı akımı ile korozyon ürünlerin mekanik yıpranması sonucu sürekli aktif kalan yüzeylerde görülür, ortamın akma hızı korozyon hızını belirler. Akım doğrultusunu değişikliğe zorlayan köşelerde, sivri uçlarda ve dönemeçlerde etki çok fazladır. Ortamda katı parçacıkların bulunması oksit tabakalarının uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (Erbil,1985).



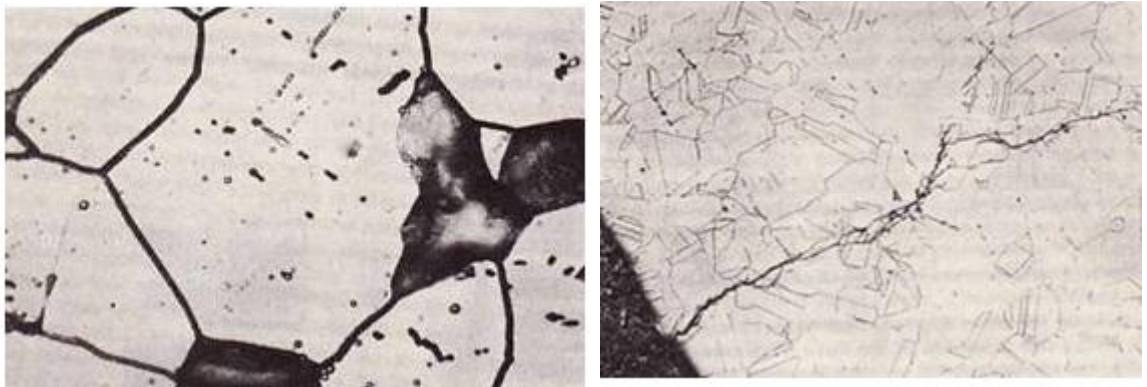
Şekil 2.25. Erozyon korozyonu (Özbilen 1995)

2. 5. 10. 1. 3. 6. Taneler arası Korozyon

Kristaller arasında oluşan bağların azalması(kapması) sonucu oluşan korozyondur. Anodik bir etki sonucu oluşur. Paslanmaz Krom, Krom Nikel, Alüminyum bakır alaşımlarında çok görülür. Karbon miktarının %0,005 'e indirilmesi veya karbür yapıcı elemanların katılması korozyon oluşumunu azaltır. Daha Çok Kaynaklı birleştirmelerde görülür (Özbilen 1995).

Krom ve krom-nikel çeliklerinde krom karbür ($Cr_{23}C_6$) çökmesi ile örgü araları önemli ölçüde krom kaybeder ve krom zengini örgü içlerine göre anodik tutuma geçerek hızla çözünür (Konuklu 2007).

Homojenliği bozulmuş olan çeliğin yüzeyinde oluşması gereken film tabakasının bir kısmı da taneler arasında oluşur ve istenmeyen bir yapıya sebep olur (Eker 2009).

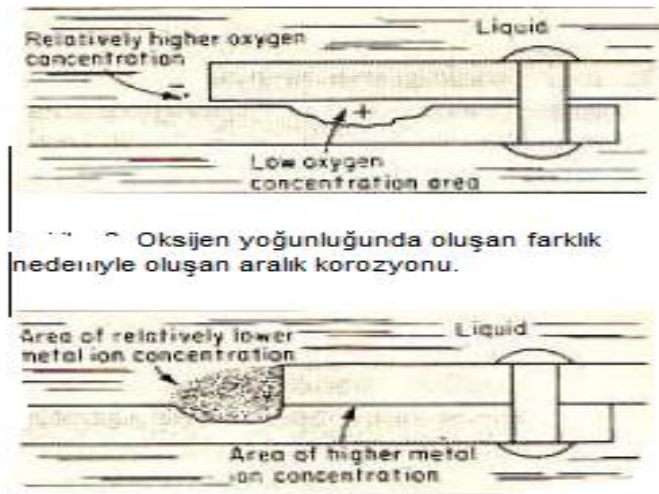


Şekil 2. 26. Taneler arası korozyon (Özbilen 1995)

2. 5. 10. 1. 3. 7. Aralık Korozyonu

Perçin, civata gibi sökülebilir birleştirmelerde, birleştirme dar aralıklarında durgun sıvının oluşmasıyla zaman içinde meydana gelen korozyondur. Her tür malzemede oluşabilir, aralığı oluşturan malzemelerin metal olması zorunlu değildir (Özbilen 1995).

Aralık genişledikçe korozyon miktarı azalır. Çatlak içinde herhangi bir nedenle başlayan korozyon, oksijen difüzyonunun sınırlı olması nedeniyle çatlak içindeki oksijeni bitirecektir. Genellikle pasiflik gösteren malzemelerde çokça görülür (Üneri 1998).



Şekil 2. 27. Aralık korozyonu (Özbilen 1995)

2. 5. 10. 1. 3. 8. Aralık Korozyonu Önleme Yolları

- Dar bölge oluşumunu sağlayan tasarımlardan kaçınılması,
- Keskin köşe ve durgunluk yaratan bölgelerden kaçınılması,
- Yüzeyde oluşan çökelekler sık sık temizlenmeli,
- Üretime ara verildiğinde sistem bağlantıları sökülmeli,
- Birleştirmelerde absorblanma özelliği olmayan contalar kullanılmalı,
- Toprak altı borularının birleştirme bölgelerinde homojen üst toprak bulunmalıdır (

Özbilen 1995).

2. 5. 10. 1. 3. 9. Sürtünme Korozyonu

Biri metalik, en az iki katı malzeme arasındaki sürtünme sonucu meydana gelir. Sürtünme sonucu ara yüzeydeki oksitler kolayca parçalanır ve açılan yüzey korozyona uğrar (Konuklu 2007).

2. 5. 10. 1. 3. 10. Seçimli Korozyon

Elektrokimyasal gerilim dizisinde birbirinden çok uzak metallere oluşan alaşımlar seçimli korozyona uğrar (Konuklu 2007).

Daha soy olan bileşen katot, az soy olan bileşen anot olur. Örneğin sarı pirinç içindeki çinkonun çözünerek ayrılması sonucu bakırın kırmızı rengi ile pirincin sarı rengi ayrı ayrı görülür. Birçok alaşımda Alüminyum, demir, kobalt ve vb. elementlerin uzaklaşması sonucu benzer olaylar gözlenir (Üneri 1998).

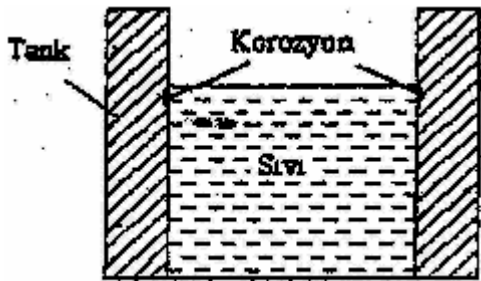
2. 5. 10. 1. 3. 11. Çukur Korozyonu

Alüminyum yüzeyinde oluşan oksit tabakasında daha çok çukur korozyonu meydana geldiğinden daha detaylı incelemek yararlı olacaktır. Çukur korozyonu pasif metal yüzeylerinde pasif tabakanın bozulduğu noktalarda görülür. Pasif filmin bozulduğu nokta anot olur ve geniş yüzeyli katodun etkisiyle metal içine doğru ilerler. Katotta indirgenecek bir maddenin ve ortamda aktifleştirici iyonların bulunması halinde tepkime oto katalitik olarak hızlanır (Konuklu 2007).

Çukur korozyonu genellikle klorür iyonları içeren nötr ortamlarda oluşur. Ortamın pH değeri çukur korozyonunun etkinliğini belirler, pH değeri küçük ise çukur korozyonu yerini homojen Dağılımlı korozyona bırakır. Buna karşılık pH değeri yüksek ise pasif tutumun etkinliğini artırır (Konuklu 2007).

2. 5. 10. 3. 12. Havalandırma Korozyonu

Genellikle su içerikli sıvıların bulunduğu tanklarda görülen bir korozyon türüdür. Bu korozyon şekli, tankların sıvı seviyesinde ve biraz altındaki bölgelerde farklı oksijen konsantrasyonunun dan meydana gelmektedir (Fischer U 1995).



Şekil 2. 28. Sıvı tanklarındaki havalandırma korozyonu (Özyılmaz 1999).

2. 5. 10. 1. 3. 13. Kabuk Altı Korozyonu

Metal yüzeyinde korozyon ürünlerinin oluşturduğu veya başka bir nedenle oluşan bir kabuk (birikinti) altında meydana gelen korozyona kabuk altı korozyonu denir. Bu korozyon kabuk altının rutubetli olmasından ve yeteri kadar oksijen alamamasından kaynaklanır. Çünkü kabuk altında sıvı hareketi yoktur. Bu durum çatlak korozyonuna benzer bir ortam yaratır. Kabuğun altı anot, kabuk çevresi ise katot olur. Örneğin, boru yüzeylerini izole etmek amacı ile sarılan cam pamuğu yağış nedeniyle ıslanırsa, bu bölgelerde şiddetli bir kabuk altı korozyonu başlar (Anonim 2000).

2. 5. 10. 1. 3. 14. Fili form Korozyonu

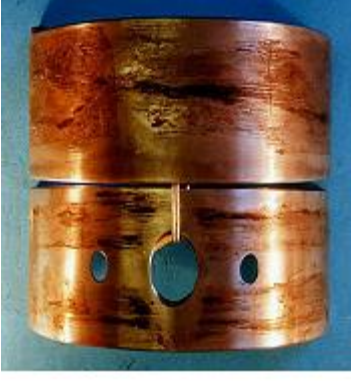
Metal yüzeyinde bulunan boya veya kaplama tabakası altında yürüyen bir korozyon olayıdır. Fili form korozyonu, çatlak korozyonunun bir türü olarak kabul edilebilir (Anonim 2000).



Şekil 2. 29. Boya altından yürüyen fili form korozyonunun görünümü (Anonim 2000)

2. 5. 10. 1. 3. 15. 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 (Anonim 2000).



Şekil 2. 30. Aşınmalı korozyona uğramış bir makine parçası (Anonim 2000)

2. 5. 10. 1. 3. 16. Yorulmalı Korozyon

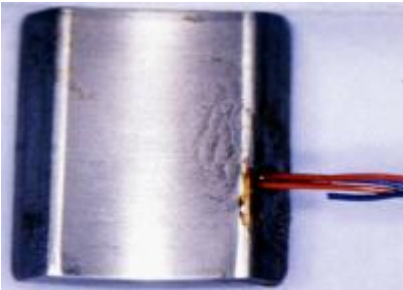
Periyodik olarak yükleme – boşaltma şeklinde etkiyen dinamik bir stres altında bulunan bir metal zamanla yorulur. Yorulmuş halde bulunan metal, normalden daha küçük gerilmelerin etkisi ile çatlayabilir. Yorulma ve korozyonun birlikte etkisi metalin kısa sürede çatlamasına neden olur (Anonim 2000).

2. 5. 10. 1. 3. 17. Kaçak Akım Korozyonu

Doğru akım ile çalışan raylı taşıt araçları, doğru akım taşıyan yüksek voltajlı elektrik hatları ve kaynak makineleri zemin içine kaçak akım yayarlar. Bu kaçak akımlar çevrede bulunan metalik yapılara girerek korozyona neden olurlar. Örneğin; bir yeraltı tren hattına paralel giden boru hattında kaçak akım korozyonu meydana gelebilir (Anonim 2000).

2. 5. 10. 1. 3. 18. Elektrik Akımı Korozyonu

Üzerinden elektrik akımı geçen metallerde, akımın çıktığı yer anot olacağı için elektroliz işlemine benzer şekilde korozyon meydana getirmektedir (Anonim 2000).



Şekil 2. 31. Elektrik akımı korozyonuna bir örnek (Anonim 2000)

2. 5. 10. 1. 3. 19. 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. Özellikle enerji ve petrol sanayisinde, mikrobiyolojik korozyondan kaynaklanan yangın problemleri gibi bazen 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 (Hasanov 2002).

2. 5. 11. Korozyon Ölçüm Testleri

2. 5. 11. 1. Test Çeşitleri:

- Ağırlık kaybı testi
- Yerel Korozyon Testi
- Çukur Korozyon Testi
- Galvanik ve Aralık korozyon testi (Özbilen 1995).

2. 5. 11. 2. Korozyon Testlerinin Yapılış Amaçları

- İşletmelerde cihaz ve donanımlarda oluşan korozyonu denetlemek
- İlerideki uygulamalar için malzeme ve çevrenin etkilerini bularak belirlemek
- Korozyon direncini bilmemiz gereken malzemeyi seçebilmek
- Korozyon mekanizmasını inceleyebilmek,

Bu amaçla Gerçek ortam şartlarında yapılan servis içi testler, Gerçek ortam şartlarında hazırlanmış laboratuvar testleri, hızlandırılmış testler (Kalite kontrol, eleme testi, mekanizma testleri) yapılmaktadır (Özbilen 1995).

2. 5. 12. Korozyonu Önleme Yöntemleri

Korozyonu önlemek veya korozyondan korunmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları şunlardır: Alaşım yaparak, Korozyon Oluşturan maddeleri uzaklaştırarak, katodik ve anodik korunma, Yüzeyin başka bir madde ile kaplanması inhibitör kullanmak vb. (Serfiçeli 2000).

2. 5. 12. 1. Alaşım Elementi Katma

Alaşım elementi katmak suretiyle bazı metallerin korozyon direnci artırılabilir. Alaşım yaparak ekonomik olarak pahalı olsa da korozyondan korunmanın en güvenilir yoludur (Serfiçeli 1997)

Bazı alaşım elementleri malzemenin yzeyinde gzeneksiz oksit filmleri oluşturarak veya oluşmasına yardım ederek malzemenin korozyon direncini arttırlar. rneğin; bakır alaşımlarına katılan mangan ve alüminyum, paslanmaz çeliğe katılan molibden ve alüminyuma katılan magnezyum bu malzemelerin korozyon dirençlerini artırır (Serfiçeli 2000).

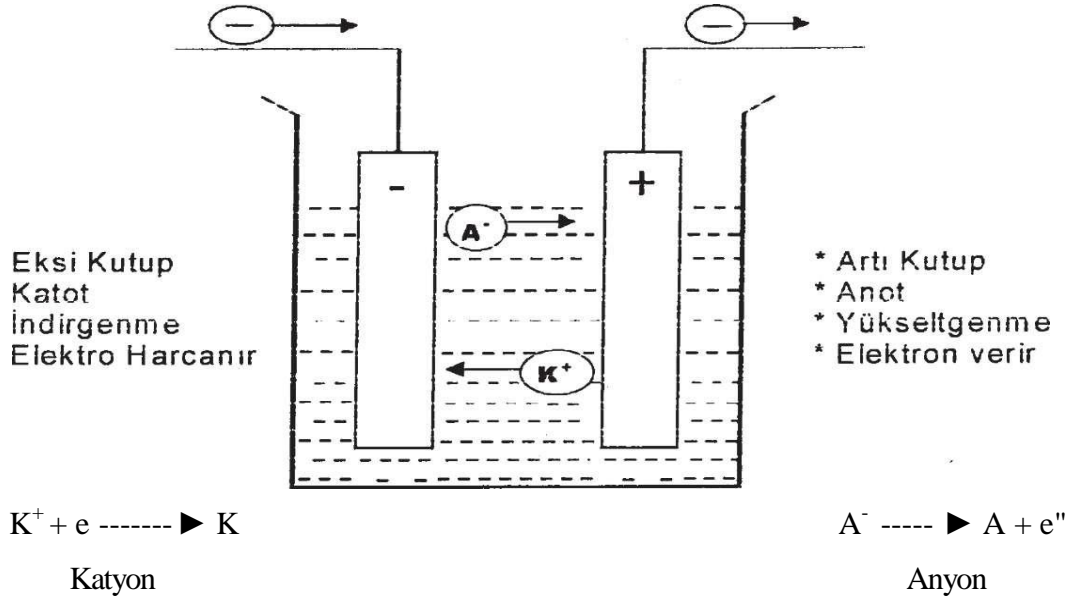
2. 5. 12. 2. Katodik Korunma

Normal olarak, elektriksel temas durumunda korozyona uğrayan metalin galvanik seride kendisinden daha yukarıda yer alan metal ile birleştirilmesi sonucunda sağlanır. Korozyondan korunmak istenen metal katot yapılarak galvanik pil oluşturulur. Bu tür koruma sağlamak için genelde çinko ve magnezyum kullanılır (Keleş 2008).

Katodik koruma tekniği başlıca demir, bakır, kurşun, Alüminyum ve bazı alaşımlara uygulanır. Metal veya alaşımlara katodik korunmanın uygulanabilmesi için ya bu metaller sulu bir çözeltili içine daldırılmış olmalı veya etrafları ıslak maddelerle sarılmış olmalıdır. Yer altındaki borular, gemi gövdeleri ve buhar kazanları gibi yapılar bu yöntemle korunurlar (Özbilen 1995).

2. 5. 12. 3. Anodik Koruma

Anodik koruma, metalin potansiyelini korozyon potansiyeline göre daha anodik değerlerde tutarak korozyon hızının azaltılması yöntemidir. Bu tür koruma ancak pasifleşebilen metallere uygulanır. Metalin akım-potansiyel karakteristikleri iyi bilinmelidir. Pasiflik bölgesinde uygulanan potansiyel, metalin daha aşırı aşınmasını önler. Metal başlangıçta bir miktar çözünenek yzeyinde pasif bir tabaka oluşturur. Uygulanan anodik pasif potansiyelde, oluşan pasif tabakanın sürekliliği sağlanır. Bu yöntem pasifleşmeyen metallere uygulanmadığı gibi, bilinçsizce yapılacak bir anodik koruma uygulaması da çok büyük zararlara neden olabilir (Keleş 2008).



Şekil 2. 32. Elektroliz hücresi (Keleş 2008).

2. 5. 12. 4. Uygun Malzeme Seçimi

Malzeme seçimi, malzemenin kullanılacağı tesisin amacı, bulunduğu çevre koşulları (nem, kimyasal kirlilik, yağış toz, katı partiküller), çalışma koşullarının kimyasal ve fiziksel yapısı, çalışma sıcaklığı, çalışma basıncı, hammaddeden ürüne kadar her aşamada malzemenin temas edebileceği ara ürünler göz önünde bulundurulmalıdır (Özcan 2000).

Malzeme seçerken kullanılması olası her malzeme için nelerin, hangi koşullarda korozif olabileceği araştırılmalıdır. Ön elemenden geçen ve kullanılabilen malzemeler mutlaka test edilmelidir. Seçilecek malzemenin ekonomik değeri de önemlidir. Korozyon bakımından en uygun olan malzemenin seçilmesi teknolojik sebeplerden, mukavemet gereksinimlerinden ve masrafların yüksek olmasından dolayı mümkün değildir. Bundan dolayı daha önceden belirlenen malzemenin korozyona karşı önleyici tedbirlerle korunması mecburiyeti vardır (Fischer 1995).

Çizelge 2. 4. Metalik malzemelerin korozyon tepkileri (Fischer 1995)

MALZEMELER	KOROZYON TEPKİMESİNİN GENEL TANIMI	KURU ORTAM HAVASI	BÖLGE ATMOSFERİ	SANAYİ HAVASI	DENİZ ATMOSFERİ	DENİZ SUYU
Alaşımsız ve düşük alaşımlı Çelikler	Korozyona az dayanıklı - korunmasız olarak sadece kuru ortamlarda dayanıklı	Pratikte Dayanıklı	Kullanılmaz	Dayanıksız	Kullanılmaz	Kullanılmaz
Alüminyum ve alaşımları	Genel olarak iyi dayanıklı- İstisna: Cu içeren alaşımları	Pratikte Dayanıklı	Oldukça dayanıklı	Dayanıksız	Dayanıksız	Dayanıksız (zamanla)

2. 5. 12. 5. Uygun Tasarım

Parçanın korozyon ortamıyla temasını en aza indirmek için uygun tasarım yapılmalıdır. Birden fazla malzemenin kullanılması kaçınılmaz olan sistemlerde hemen yanındaki diğer malzeme için tehlikeli olmamalıdır. Yani galvanik seride birbirine uzak olan elementler arasında temastan kaçınılmalıdır. Alüminyum, çeliğe göre daha anot olduğundan çelik levhaları birleştirmek için kullanılan alüminyum perçinlerin korozyona uğramaları beklenebilir. Eğer alüminyum levhaları birleştirmek için çelik perçinler kullanılırsa, alüminyum levhada oluşan galvanik korozyon perçinlerin gevşemesine veya işlevini yapamaz hale gelmesine neden olabilir (Fischer 1995).

Gerek bağlantılar ve gerekse sistemin genel geometrisi, sistem üzerinde her türlü birikintinin oluşmasına olanak tanınamalıdır. Üst kısımda su birikintisi oluşması, dipte (özellikle kazanlarda) tam boşalmanın sağlanmaması ve elektriksel koruma uygulanacak sistemlerde potansiyelin homojen dağılmaması korozyon için risk faktörleridir ve tasarım aşamasında bunlar göz önünde bulundurulmalıdır. Korozyonun oluşumunda tasarım etkisi oldukça önem taşımaktadır, bu yüzden zararlı korozyondan korunmak için çeşitli tasarım önlemleri aşağıda belirtilmiştir;

- Perçin ve cıvatalı birleştirme yerine mümkün olduğunca kaynaklı birleştirme tercih edilmelidir.

- Yapılacak tank veya depoların kolay temizlenebilir şekilde olması gerekir
- Makine sistemindeki parçaların kolay sökülebilir ve üzerine gerilimin az gelecek şekilde yapılmalıdır.
- Farklı malzemeler arasında oluşabilecek elektriksel temas engellenmelidir.
- Boru sistemlerinde en az seviyede keskin dönüş ve eğimlerden kaçınılmalıdır.
- Oluşabilecek korozyonu dikkate alarak toleransları iyi vermeliyiz
- Isı transferlerinin homojen oluşmasına dikkat etmeliyiz
- Çalışma ortamını mümkün olduğunca oksijenden arındırmalıyız (Özbilen 1995).

2. 5. 12. 6. Yüzey Kaplama

Metal yüzeyini kaplayarak iletken ortamla bağlantısını kesmek, korozyondan korunma uygulamalarının en yaygın olanlarından biridir. Koruyuculuğu yüzeyi örten tabakanın porozitesine bağlıdır. Metal ve Metal olmayan kaplamalar olmak üzere iki gruba ayrılır (Keleş 2008).

2. 5. 12. 6. 1. Metal Kaplamalar

Metal kaplamalar sıcak daldırma, elektro kaplama, difüzyon ve mekanik kaplama gibi yöntemlerle yapılır. Pratikte korozyona karşı en çok çinko ya da alüminyum kaplama kullanılır. Sıvı metale daldırma yöntemi, esas olarak çeliğin çinko, kalay, kadmiyum, alüminyum veya kurşun ile kaplanması için uygulanır ve bu yöntemin çok geniş uygulama alanı vardır (Keleş 2008).

Kaplama işleminde kullanabileceğimiz metaller; Çinko, Krom, Kurşun, Nikel, bakır, Kadmiyum, Kalay ve Altındır. Çelik malzemelerde daha çok galvanizasyon olarak bilinen çinko kaplama kullanılır (Serfiçeli 2000).

2. 5. 12. 6. 2. 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. Metal malzemelerin içinde buldukları ortamla reaksiyona girmeleri sonucunda da yüzeylerinde oksit filmi oluşur. Bu tür filmlerin de koruyucu kaplama görevi yapabilirler (Keleş 2008).

2. 5. 12. 7. İnhibitör Kullanımı

İnhibitörler, korozyon etkiyi azaltmak veya önlemek için korozyon ortamına katılan maddelerdir. Korozyon olayı metalin kimyasal ya da elektrokimyasal olarak çözünmesi olduğuna göre, inhibitör yardımı ile yüzeyi bloke edip açık yüzey kalmasını önleyerek ya da metalin potansiyelini denetimli olarak değiştirerek çözünme koşullarına ulaşmasını önlemek

korozyon hızının azalmasını sağlayacaktır. Korozyon inhibitörleri birçok sistemlere eklenirler. Temizleme banyoları, soğutma sistemleri, çeşitli rafineri birimleri, kimyasal işlemler, buhar jeneratörleri vb. (Üneri, 1998).

İnhibitörler, anodik ya da katodik tepkimeler üzerine etkimesi, yüzeyde adsorblandığında doğrudan ya da dolaylı etkin olması, etkime mekanizması, oksitleyici olup olmaması, organik ya da inorganik olması ve ortamda yeterli miktarda bulunmadığı zaman tehlikeli olup olmaması gibi etmenler göz önüne alınarak çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır (Keleş 2008).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

Tarım makineleri üreticilerinin ve işletmelerinin üretimini gerçekleştirdikleri tüm makine, araç ve gereçlerde kullandıkları alüminyum ve çelik sac levhalar, perçinli birleştirme çeşitleri ve cıvatalı birleştirme çeşitleri ele alınmıştır.

Üretici ve işletmeler kullandıkları sac levha, perçin ve cıvataların malzemelerine ait özelliklerini temin ettikleri firmalardan alabilmektedirler.

3. 2. Kullanılan Malzemeler

3. 2. 1. Çelik Sac Levha

Tarım makine üreticilerin ve işletmelerin kullandıkları sac levha malzemeleri genel olarak en fazla 3mm kalınlığa kadar olan yumuşak çelik grubuna giren düşük alaşımlı çelik sac grubundadır. Sac malzemeler ST 37-2 (sıcak haddelenmiş alaşımsız çelik) grubuna giren malzeme özelliklerini taşımaktadır. Çelik sac levhanın kimyasal özellikleri çizelge 3. 1’de fiziksel özellikleri çizelge 3. 2’de, verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Çelik sac levhanın kimyasal özellikleri (Erdemir kataloğu 2007)

ESKİ STANDART NO	YENİ STANDART NO	KİMYASAL ANALİZİ						
		C	Mn	P	Si	CU	Al(1)	N(1)
TS 2162 EN 10025-96	DIN EN 10025- 94	max	max	max	max	max	max	max
ST 37-2	S235JRG2	0.17	0.80	0.025	0.025	0.40	0.25- 0.40	0.0009

Çizelge 3. 2. Çelik sac levhanın fiziksel özellikleri (Erdemir kataloğu 2007)

FİZİKSEL ANALİZ		
Akma Mukavemeti (min) kg/mms ² Kalınlık(mm) ≤16	Çekme Mukavemeti (min) kg/mms ² Kalınlık(mm) ≤3≤100	Uzama (%min) L ^o =80 min ≤3≤40
235	360 - 510	24

Yapılan arařtırmada bař Őekillerine göre perćinli ve civatalı olarak birleřtirilecek olan ćelik sac levhadan imal edilecek olan malzeme 50 x100 x 3mm ebatlarında 13 adet özdeř parća olarak üretilmiřtir. S235JRG2 malzemedan imal edilmiř olan örnek parćaların görünümü Őekil 3. 1’de gösterilmiř olup detay resimleri Ek 1’de verilmiřtir.



Őekil 3. 1. ćelik sac levhadan (S235JRG2) imal edilen birleřtirilecek olan parćalar

3. 2. 2. Alüminyum Sac Levha

Tarım alet ve makinelerinde genel olarak ćeliklerle alařım halinde ćeřitli parća ve ebatlarda kullanılırlar. Alüminyum sac levha Al 99,8 (Saf Ticari Alüminyum) grubuna giren yarı sert malzemelerin özelliklerini tařımaktadır. Alüminyum sac levhanın kimyasal özellikleri ćizelge 3. 3’de fiziksel özellikleri ćizelge 3. 4’de, verilmiřtir.

Çizelge 3. 3. Alüminyum sac levhanın kimyasal analizi (Seydişehir kataloğu 2009)

ISO R 209	KİMYASAL ANALİZİ							
Al 99,8	Al max	Fe max	Si max	Cu max	Zn max	Ti max	Herbiri	Toplam
	99,80	0,15	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,10

Çizelge 3. 4. Alüminyum sac levhanın kimyasal analizi (Seydişehir kataloğu 2009)

FİZİKSEL ANALİZ		
ÇEKME DAYANIMI (kg/mms ²) min - max	% UZAMA (50MM) min	SERTLİK (HB) min
14 - 18	4	40

Yine araştırmada baş Şekillerine göre perçinli ve cıvatalı olarak birleştirilecek olan alüminyum sac levhadan imal edilecek olan malzeme 50 x100 x 3mm ebatlarında 13 adet özdeş parça olarak üretilmiştir. ISO R 209/ Al 99,8 malzemedan imal edilmiş olan örnekle parçaların görünümü Şekil 3. 2’de gösterilmiş olup detay resimleri Ek 1’de verilmiştir.



Şekil 3. 2. Alüminyum sac levhadan (Al 99,8) imal edilen birleştirilecek olan parçalar

3. 2. 3. Dolu Çubuklar (Bağlantı elemanları)

Makine üreticilerin çeşitli ebatlarda kullandıkları çelik ve alüminyum çubuklar mevcuttur. Bu deneyde çelik malzemelerde birleştirme elemanı imalatı için çapı 18mm olan Transmisyon Çeliği (TS 1291) ve çapı 20mm olan Alüminyum (TS 1164) çubuk malzeme kullanılmıştır.

Çelik malzemede birleştirme elemanı olarak kullanılan perçin civata ve somunlar 18 mm çaplı transmisyon çeliğinden şekil 3. 3’de gösterildiği gibi birer adet imal edilmişlerdir. Birleştirme elemanlarının detay resimleri EK 2’de verilmiştir.



Şekil 3. 3. Çelik malzeme birleştirme elemanları

Alüminyum malzemede birleştirme elemanı olarak kullanılan perçin cıvata ve somunlar 20 mm çaplı ekstruze edilmiş alüminyum dolu çubuktan şekil 3. 4’de gösterildiği gibi birer adet imal edilmişlerdir. Birleştirme elemanlarının detay resimleri EK 2’de verilmiştir.



Şekil 3. 4. Alüminyum malzeme birleştirme elemanları

3. 2. 4. Ahşap altlık

Deney havuzunda her bölme içinde birleştirilen deney parçalarının cam zeminle temasını eşit mesafelerde kesmek için gürgen ağacından imal edilmişlerdir. Ahşap altlıklar 90 x 30 x 30 mm ebatlarında imal edilmiş olup detay resimleri Ek 3’de gösterilmiştir.

3. 2. 5. Deney Havuzu

Yapacağımız olduğumuz deneyin havuzu şekil 3. 5’de görüldüğü gibi araştırmada kullanılmak üzere cam malzemeden imal edilmiştir. Deney havuzunun detay resimleri Ek 4’de verilmiştir. Çizelge 3. 5’de deney havuzunun fiziksel özellikleri verilmiştir.



Şekil 3. 5. Deney havuzu

Çizelge 3. 5. Deney havuzunun fiziksel özellikleri

Deney Havuzu Fiziksel Parametreleri	Birim	Değer
Genişlik	mm	316
Uzunluk	mm	628
Yükseklik	mm	350
Malzeme kalınlığı (cam)	mm	4
Bölüm sayısı	Adet	18
Bölüm ebatları (bölme iç)	mm	100 x 100 x 346

Araştırmamızı gerçekleştireceğimiz deney havuzu içinde eşit hacimlerde yer alan bölümlerin sızdırmazlık özelliği sağlanarak ölçümlerin sağlıklı yapılmasına olanak sağlamıştır. Özellikle bölmelerde bulunan numune değişimlerinin katalizör olarak kullanılan suyun zaman içerisinde etkisi düşünüldüğünde birbirlerinden bağımsız kalmış olmaları renk değişimi ve direnç ölçümlerinin doğru tespitine yardımcı olmuştur.

3. 2. 6. Katalizör madde

Deney sürecinde birleştirilen malzemelerde planlanan farkların oluşması için katalizör madde olarak kullanılacak sıvı; %50 Saf su ve %50 şebeke suyu karıştırılarak her bölüme hacimsel olarak 2/3 oranında (2,3lt) konarak kullanılmış, toplam yaklaşık 42 lt karışım su hazırlanmıştır.

3. 2. 7. Direnç Ölçüm Cihazı

Yapacağımız araştırmada direnç ölçümleri için 1/100 hassasiyetle ölçüm yapabilen dijital göstergeli Ohm metre ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yapılabilmesi için bakır uçlu izole kablolar kullanılmıştır. Deneyde kullanılmış olan Ohmmetre Şekil 3. 6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 6. Direnç ölçümü için kullanılan ohmmetre

Bir iletkenen geçen elektrik akımına karşı iletkenin gösterdiği direncin birimidir, simgesi “ Ω ” ve (ohm= volt / amper) dir. Bir iletkenin iki ucu arasına 1 voltluk bir gerilim uygulandığında, bu iletkenen 1 amperlik akım geçerse bu iletkenin direnci 1 Ω dur. 1983'teki “Milletlerarası Elektrik Kongresi”nde tarif edilen milletlerarası ohm ise, 106,3 cm uzunluğunda 0 °C ve 14,4521 gram olan cıvanın bir doğru akıma gösterdiği direnç olarak tarif edilmiştir (Megep 2007).

3. 2. 7. Ağırlık ölçüm Cihazı

Yapacağımız araştırmada numunelerin ağırlık değişimlerinin tespiti için gram cinsinden hassasiyeti 1/1000 olan dijital terazi kullanılmıştır. Deneyde kullanılmış olan Dijital terazi Şekil 3. 7'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 7. Hassas dijital terazi

3. 3. Deneyin Yapılışı

Araştırmamızda kullanılacak olan Çelik ve Alüminyum levhalardan gerekli ölçülerde ve sayıda presde kesilerek markalaması yapılarak birleştirilecek olan malzemeler üzerinde gerekli şekil verme işlemi tamamlandı. Daha sonra her iki malzeme grubuna ait olan parçalar yüzey temizlik işlemi yapılarak alüminyumlar kendi arasında, çeliklerde kendi arasında eşitlenecek şekilde hassas terazi yardımıyla ağırlıklarının eşitlenmesi sağlandı. Ağırlıkları eşitlenen çelik ve alüminyum parçalar eşleştirilerek deney parça numaraları verildi. Parçalar deney başlangıç tarihine kadar havası alınmış poşetler içinde muhafaza edildi.

Birleştirme işlemi için kullanılacak perçin cıvata ve somun elemanları CNC “ Computer Mumorical Control” tezgâhında EK 2’de gösterilen ölçüler doğrultusunda çelik ve alüminyum malzemelerden imal edildi. İmalatı tamamlanan birleştirme elemanlarının ayrı ayrı ağırlıkları tespit edilerek deney başlangıcına kadar havası alınmış poşetler içinde muhafaza edildi.

Deney başlangıç tarihi olan 13.12.2010 tarihinde ölçümü yapılacak olan parçalar birleştirme elemanlarıyla birleştirildi.

Deneyin başlama tarihinde hazırlanan deney havuzu için, en çok güneşe maruz kalabileceği güvenli bir yere yerleştirilerek her bölmeye aynı hacimde (2,3 Lt) katalizör su eklendi ve tüm bölmeleri dolduruldu.

Hazır halde bulunan Ohmmetre ile çelik ve alüminyumun baş şekillerine göre birleştirilmiş olan parçalarının ağırlık ve başlangıç dirençleri ölçülerek not edildi.



Yüzeyi son olarak temiz ve yağsız bezle temizlenen birleştirilmeyen ve birleştirilmiş parçalar daha önceden etiketlenmesi yapılmış olan bölmelere ağaç takozlarla birlikte yerleştirildi. Deney sürecinin bitimine kadar her 10 günde bir olan dönemlerde tüm parçalar havuzun içinden sırasıyla alınarak gerekli ölçümler 12.01.2011 tarihinde tamamlandı.

3. 4. Kısıtlılıklar

- 1-Deney süresi içinde sabit su sıcaklığının hava şartlarına bağlı olarak sürekli sağlanamaması.
- 2-Deney havuzunun fiziksel tehlikelere açık olması ve kırılabilir malzemeden yapılmış olması.

4. BULGULAR

Bu çalışmada korozyon oluşum miktarlarını belirlemek amacıyla yapılan 13.12.2010 – 12.01.2011 tarihleri arasında 10'ar günlük periyotlarla yapılan deneylerde, çelik ve alüminyum malzemelerin farklı birleştirme türlerinde zamana ve ortama bağlı olarak gösterdikleri korozyon dirençlerinde ve ağırlıklarında oluşan değişim değerleri aşağıdaki başlıklar altında sunulmuştur.

- 1- Sökülemeyen (Perçinli) Birleştirmelerde oluşan değişimler
- 2- Sökülebilir (Cıvatalı) Birleştirmelerde oluşan değişimler
- 3- Birleştirilme yapılmayan malzemelerde oluşan değişimler
- 4- Deney ortamı (katalizör su) renk değişimleri

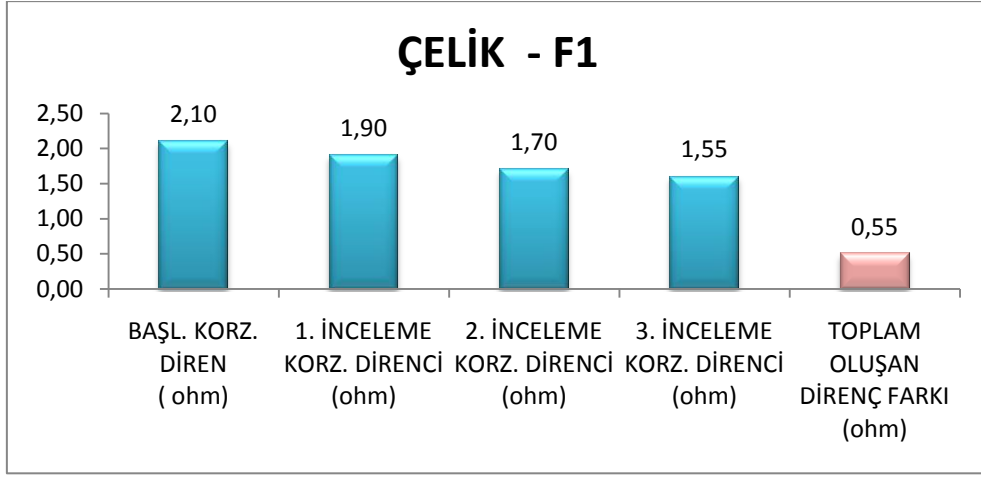
4. 1. Sökülemeyen (Perçinli) Birleştirmelerde Oluşan Değişimler

Mercimek Havşa başlı perçinle birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 4.1de verilmiştir.

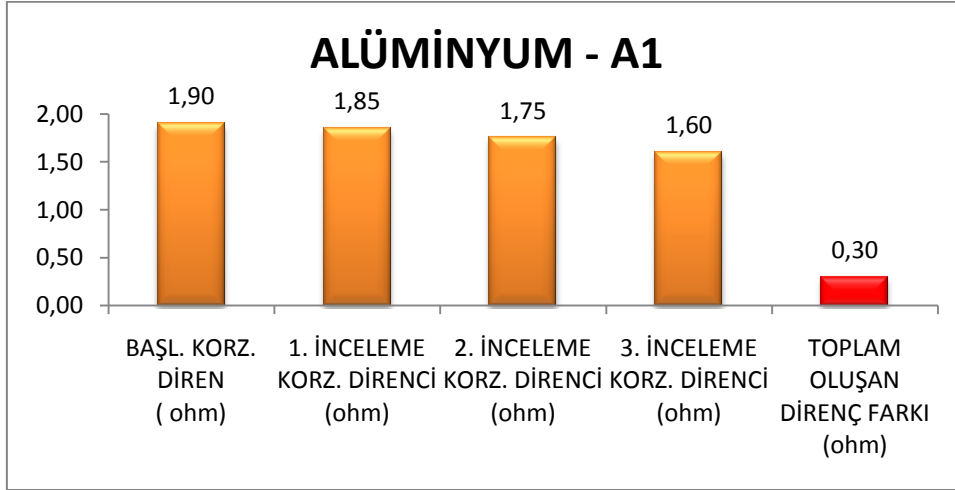
Çizelge 4. 1. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

MERCİMEK HAVŞA BAŞLI PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F1	ÇELİK - F1	237,0	234,5	2,50	2,10	1,90	1,70	1,55	0,55
A1	ALÜMİNYUM - A1	83,5	83,0	0,50	1,90	1,85	1,75	1,60	0,30

Yapılan ölçümlerde mercimek havşa başlı perçinle birleştirilmiş olan çelik malzemede direnç değerlerinin düzenli değer azalışları gösterdiği, fakat alüminyum malzemede bu düzenli azalış seyrinin gerçekleşmediği görülmüştür (Şekil 4. 1, Şekil 4. 2).

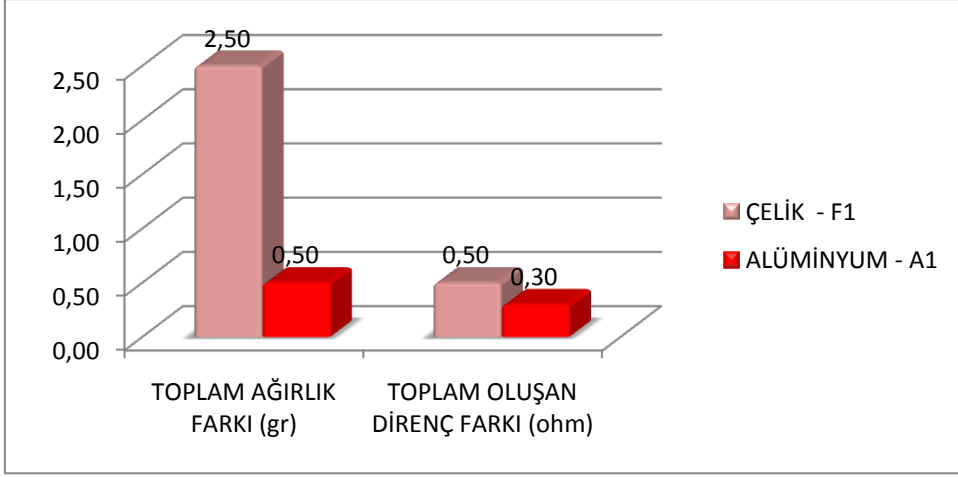


Şekil 4. 1. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi



Şekil 4. 2. Mercimek Havşa başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi

Yapılan ölçümler sonucunda Mercimek havşa başlı perçinle birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıplarının olduğu belirlenmiş. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 26,2 iken ağırlık kaybının %1,06 olduğu, Alüminyum malzemede negatif yönlü direnç farkının % 15,79 iken ağırlık kaybının %0,60 olduğu tespit edilmiş, böylece alüminyum malzemede oluşan direnç azalması yani korozyon oluşum miktarına karşın daha az ağırlık kaybının olduğu görülmüştür (Şekil 4. 3).



Şekil 4. 3. Mercimek havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi

Deney süreci içerisinde Mercimek Havşa başlı perçinle birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürünü Şekil 4. 4’de görülmektedir.



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci inceleme



c) İkinci inceleme



d) Üçüncü inceleme

Şekil 4. 4. Çelik (F1) malzeme için görünümler

Deney süreci içerisinde Mercimek Havşa başlı perçinle birleştirilen alüminyum malzemede oluşan korozyon ürünü Şekil 4. 5’de görülmektedir.



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



d) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

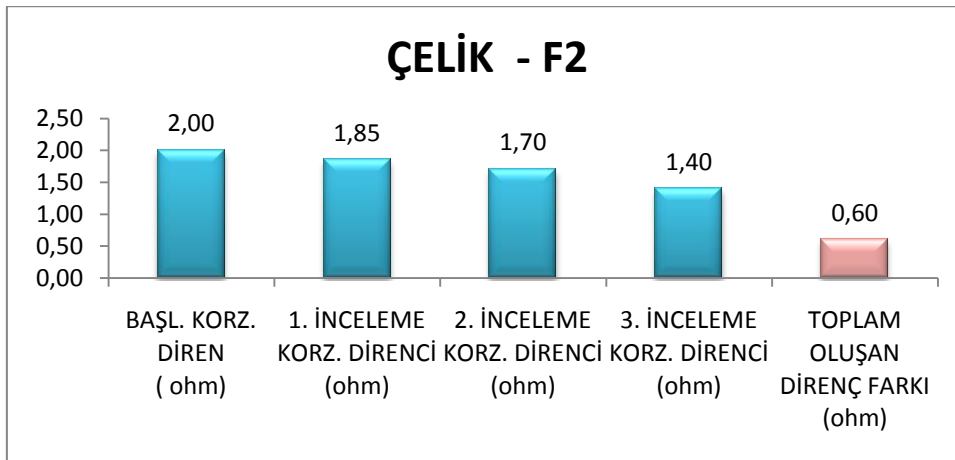
Şekil 4. 5. Alüminyum (A1) malzeme için görünümler

Havşa başlı perçinle birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 4. 2’de verilmiştir.

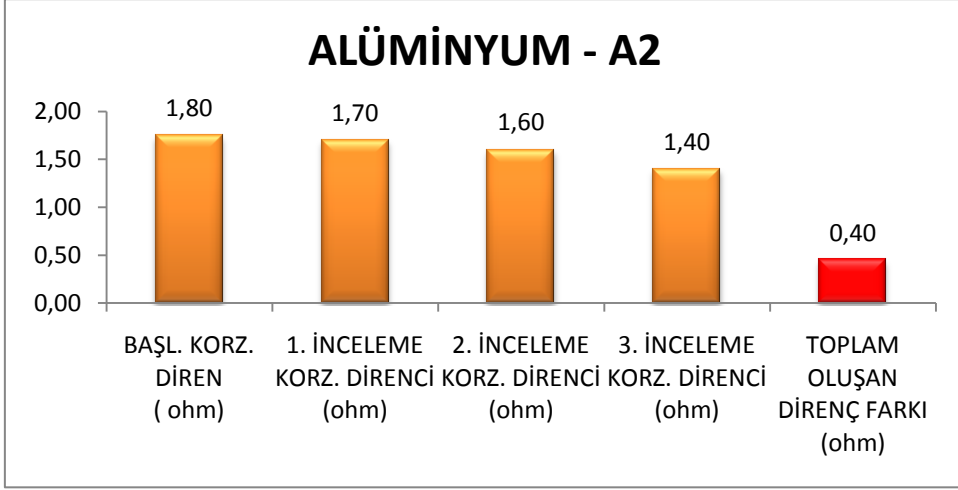
Çizelge 4. 2. Havşa başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

HAVŞA BAŞLI PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLAN GIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEM E KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEM E KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEM E KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F2	ÇELİK - F2	237,0	233,5	3,50	2,00	1,85	1,70	1,40	0,60
A2	ALÜMİNYUM - A2	83,5	82,0	1,50	1,80	1,70	1,60	1,40	0,45

Havşa başlı perçinle birleştirilmiş olan alüminyum malzemede direnç değerlerinin son ölçüm değerine kadar düzenli değer azalışları gösterdiği, fakat çelik malzemede bu düzenli azalış seyrinin gerçekleşmediği görülmüştür (Şekil 4. 6, Şekil 4. 7).



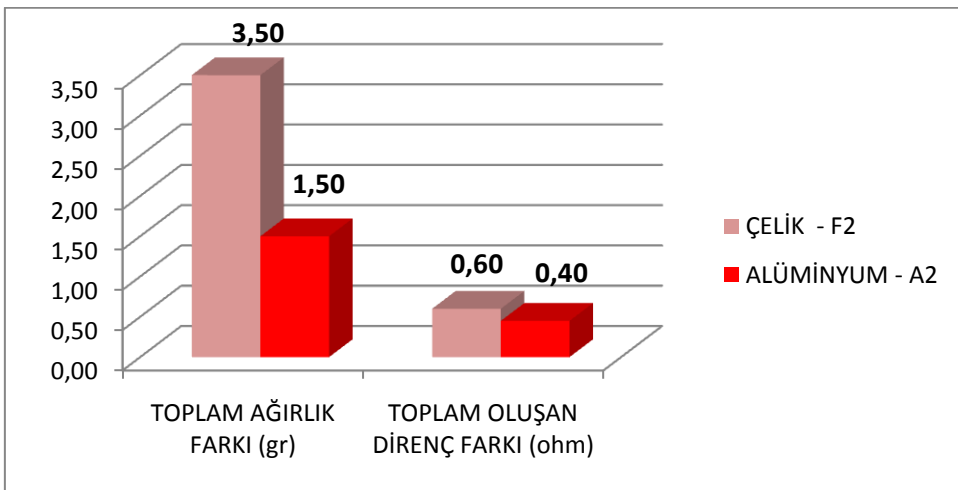
Şekil 4. 6. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi



Şekil 4. 7. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi

Havşa başlı perçinle birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıplarının olduğu gözlemlenmiştir. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 30 iken ağırlık kaybının %1,48 olduğu, Alüminyum malzemede negatif yönlü direnç farkının % 23,33 iken ağırlık kaybının %1,80 olduğu tespit edilmiştir.

Çelik malzemede oluşan direnç azalması yani korozyon oluşum miktarına karşın ağırlık kaybının alüminyum malzemeye göre 1/3 oranında daha fazla oranda gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4. 8.).



Şekil 4. 8. Havşa başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi

Deney süreci içerisinde Havşa başlı perçinle birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürünü Şekil 4. 9'da görülmektedir.



a) Başlangıç Görünümü



b) Birinci inceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 9. Çelik (F2) malzeme için görünümler

Deney süreci içerisinde Havşa başlı perçinle birleştirilen alüminyum malzemede oluşan korozyon ürünü Şekil 4.10'de görülmektedir.



a) Başlangıç görünümü

b) İkinci İnceleme



c) İkinci İnceleme

d) Üçüncü İnceleme

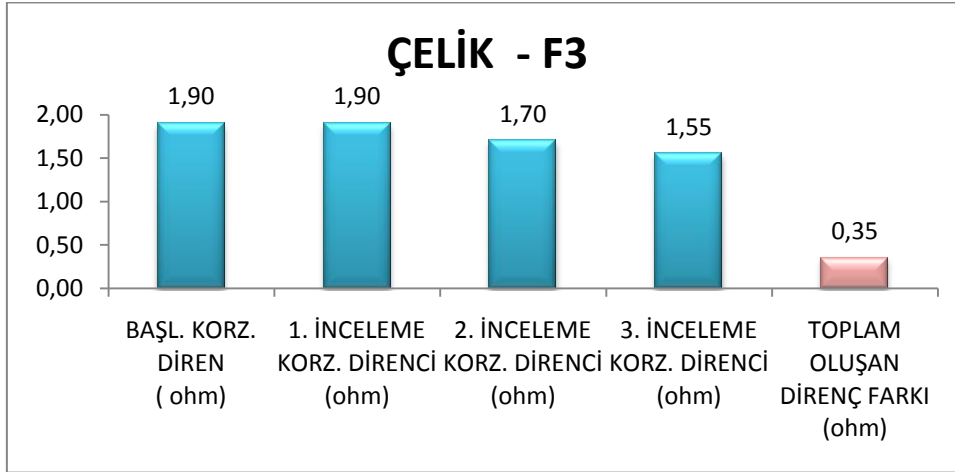
Şekil 4.10. Alüminyum (A2) malzeme için görünümler

Yuvarlak başlı perçinle birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 3'de verilmiştir.

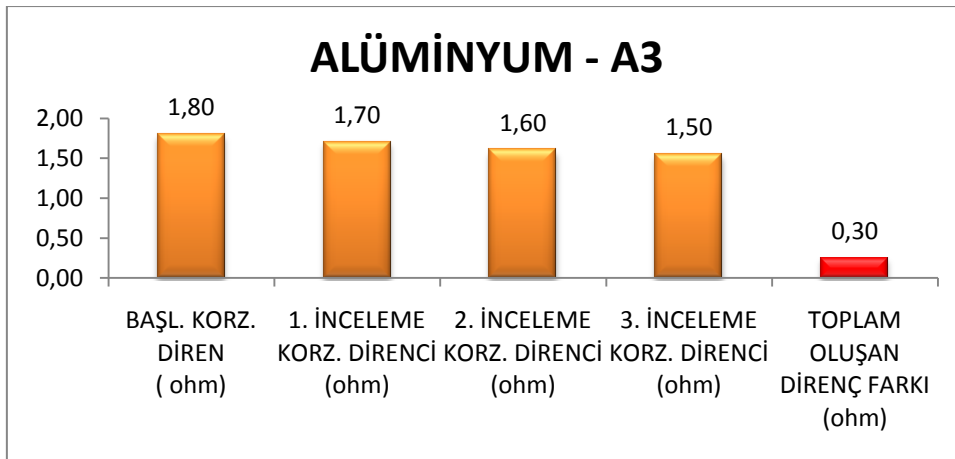
Çizelge 4. 3. Yuvarlak başlı perçinli birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

YUVARLAK BAŞLI PERÇİNLİ BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F3	ÇELİK - F3	236,0	235,0	1,00	1,90	1,90	1,70	1,55	0,35
A3	ALÜMİNYUM - A3	83,0	82,5	0,50	1,80	1,70	1,60	1,50	0,30

Yuvarlak başlı perçinle birleştirilmiş olan çelik malzemede direnç değerlerinin deney sürecinin ilk safhalarında azalış göstermediği son ölçümde anlamlı azalış gösterdiği görülmüş, Alüminyum malzemede bu durağanlığın aksine direnç değerlerinde düzenli bir azalış izlenmiştir (Şekil 4. 11, Şekil 4. 12).



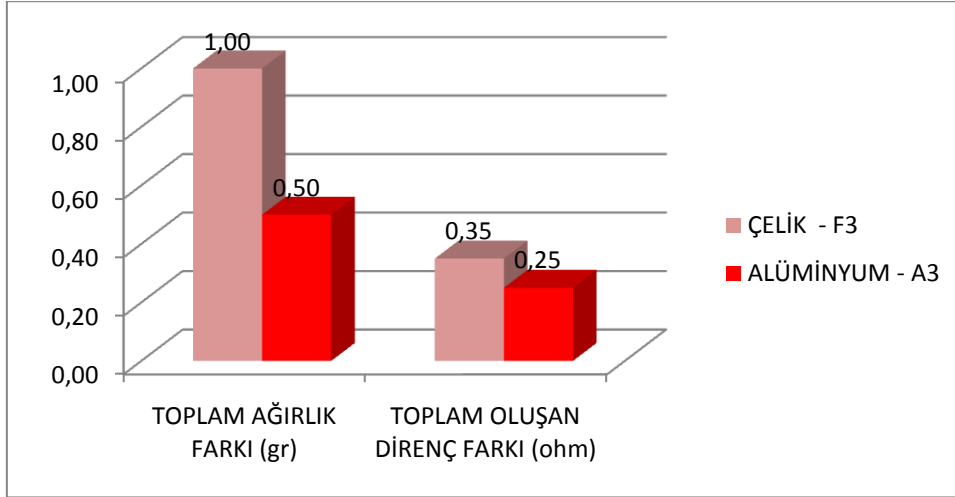
Şekil 4. 11. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi



Şekil 4. 12. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi

Yuvarlak başlı perçinle birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıplarının olduğu gözlemlenmiştir. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 18,41 iken ağırlık kaybının %0,43 olduğu, Alüminyum malzemede negatif yönlü direnç farkının % 16,77 iken ağırlık kaybının %0,60 olduğu tespit edilmiştir.

Alüminyum malzemede oluşan negatif yönlü direnç farkının 2 katı oranla malzemede ağırlık kaybı oluştuğu, Çelik malzemede ise bu farkın yaklaşık 3 katı olduğu görülmüştür (Şekil 4. 13).



Şekil 4. 13. Yuvarlak başlı perçinli birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi

Yuvarlak başlı perçinle birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 14' de alüminyum malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 15'de görülmektedir.



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 14. Çelik (F3) malzeme için görünümler



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 15. Alüminyum (A3) malzeme için görünümler

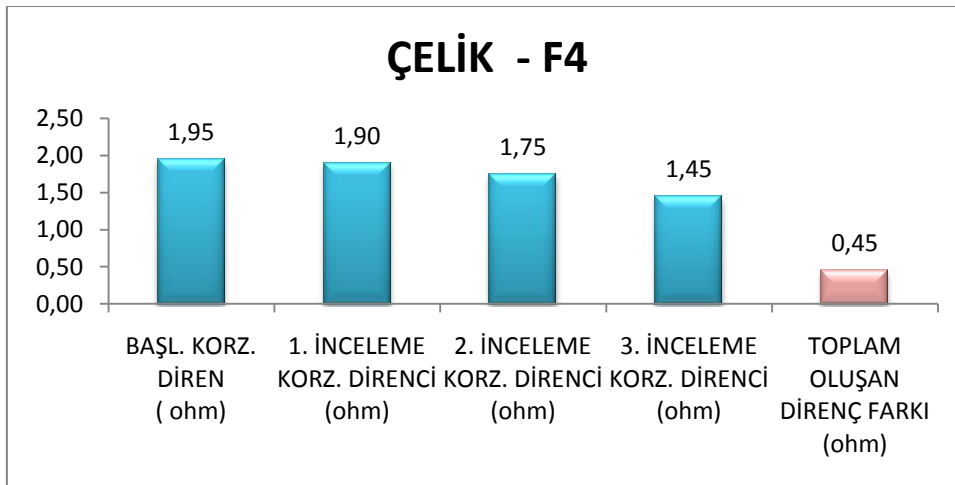
4. 2. Sökülebilen (Cıvatalı) Birleştirmelerde Oluşan Değişimler

Altı köşe başlı cıvata ile birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 4. 4'de verilmiştir.

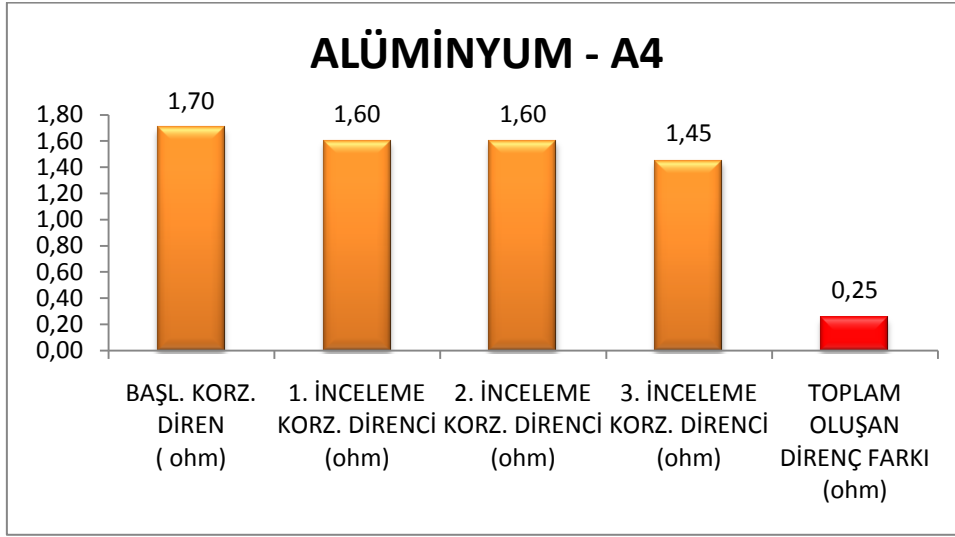
Çizelge 4. 4. Altı köşe başlı cıvata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

ALTIKÖŞE BAŞLI (Yarım diş) CIVATALI BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLAN GIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F4	ÇELİK - F4	240,0	238,5	1,50	1,95	1,90	1,75	1,45	0,45
A4	ALÜMİNYUM - A4	85,0	84,0	1,00	1,70	1,60	1,60	1,45	0,25

Yapılan ölçümlerde Altı köşe başlı cıvata ile birleştirilmiş olan çelik malzemede direnç değerlerinin değer azalışları gösterdiği, fakat her iki malzemeyle yapılan birleştirmede azalış seyrinin belirli bir düzeninin olmadığı görülmüştür (Şekil 4. 16 ve Şekil 4.17).



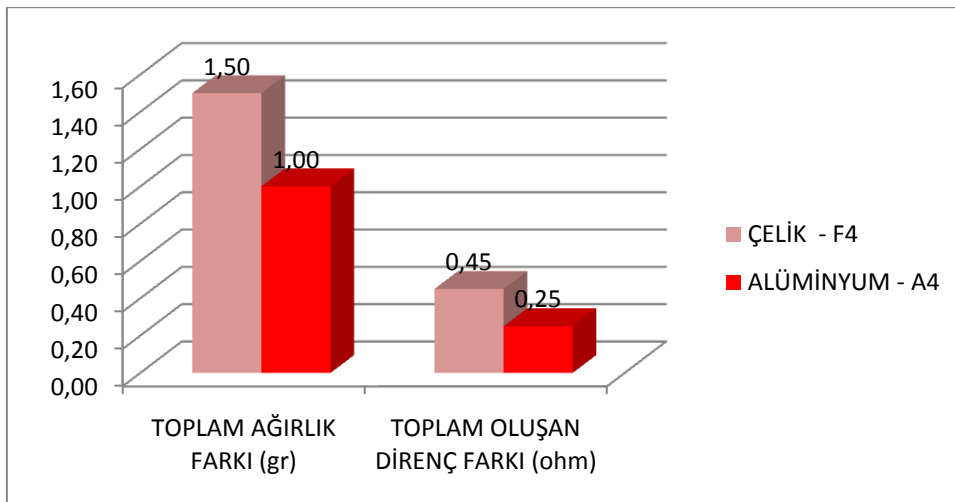
Şekil 4. 16. Altı köşe başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi



Şekil 4. 17. Altı köşe başlı civatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi

Altı köşe başlı civata ile birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıpları oluşmuştur. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 25,64 ağırlık kaybının %0,62 olduğu, alüminyum malzemede oluşan direnç kaybının % 14,71 ağırlık kaybının % 1,18 olduğu tespit edilmiştir.

Alüminyum malzemede oluşan negatif yönlü direnç farkının 4 katı oranla malzemede ağırlık kaybı olduğu, Çelik malzemede ise bu farkın yaklaşık 3 katı olduğu görülmüştür (Şekil 4. 18.).



Şekil 4. 18. Altı köşe başlı cıvata ile birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi

Altı köşe başlı cıvata ile birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 19'de alüminyum malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 20'de görülmektedir.



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 19. Çelik (F4) malzeme için görünümler



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

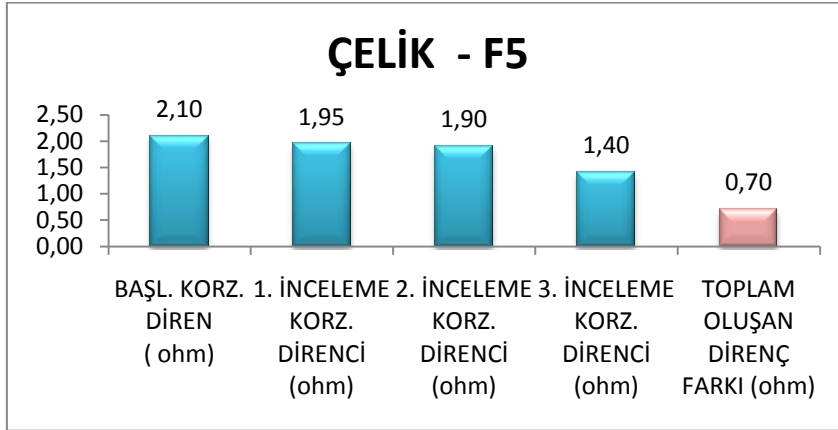
Şekil 4. 20. Alüminyum (A4) malzeme için görünümler

Havşa mercimek başlı civata ile birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 4. 5'de verilmiştir.

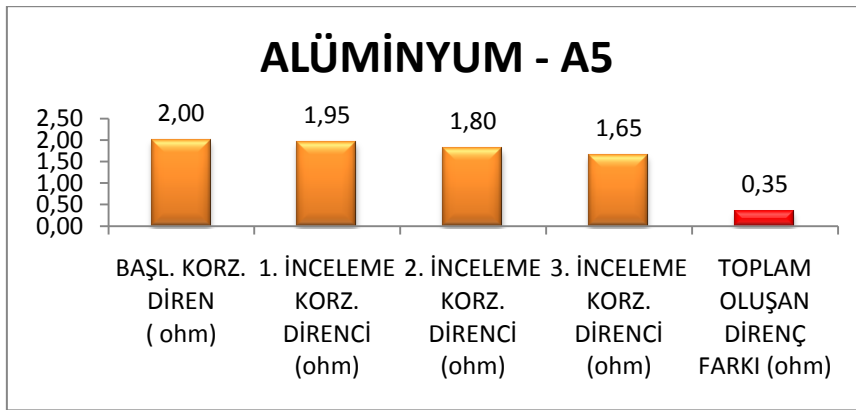
Çizelge 4. 5. Havşa mercimek başlı civata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

HAVŞA MERCİMEK BAŞLI (Yarım diş) CIVATALI BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F5	ÇELİK - F5	239,0	236,0	3,00	2,10	1,95	1,90	1,40	0,70
A5	ALÜMİNYUM - A5	84,5	83,0	1,50	2,00	1,95	1,80	1,65	0,35

Havşa mercimek başlı civata ile birleştirilmiş olan malzemelerde direnç değerlerinin azalış gösterdiği, Çelik malzemede yapılmış olan birleştirmede son deney ölçümünde ani düşüş gösterdiği alüminyum için böyle bir durumun gerçekleşmediği belirlenmiştir (Şekil 4. 21. ve Şekil 4. 22.).



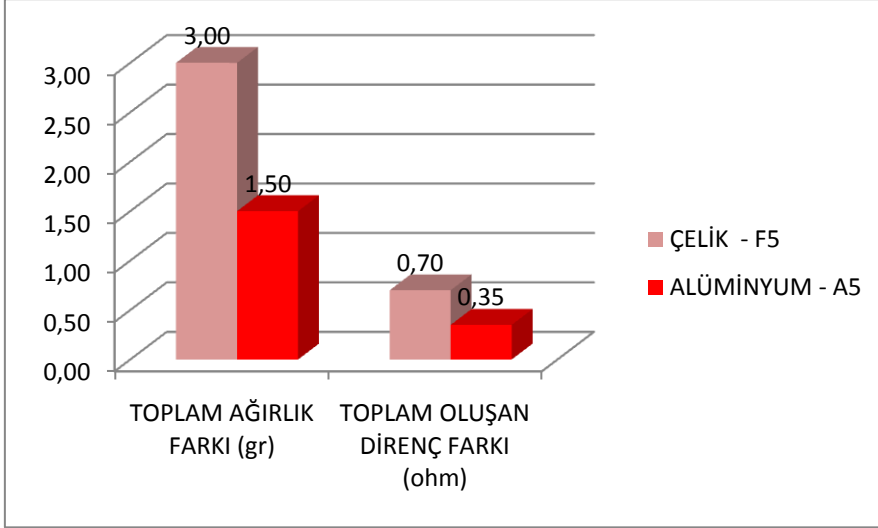
Şekil 4. 21. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede direnç değişimi



Şekil 4. 22. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede direnç değişimi

Havşa mercimek başlı cıvata ile birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıpları oluşmuştur. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 34,44 ağırlık kaybının %1,25 olduğu, alüminyum malzemede oluşan direnç kaybının % 17,50 ağırlık kaybının % 1,27 olduğu tespit edilmiştir.

Alüminyum malzemede oluşan negatif yönlü direnç farkının yaklaşık 5 misli oranla malzemede ağırlık kaybı olduğu, Çelik malzemede ise bu farkın yaklaşık 4,5 katı olduğu görülmüştür (Şekil 4. 23.).



Şekil 4. 23. Havşa mercimek başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik ve alüminyum malzeme de ağırlık ve direnç farkları değişimi

Havşa mercimek başlı cıvata ile birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 24' da alüminyum malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 25'de görülmektedir.



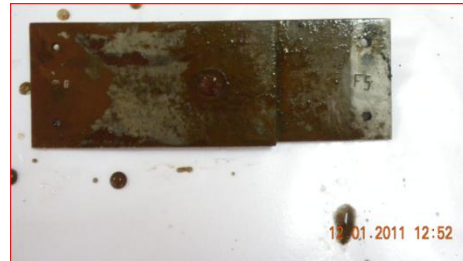
a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 24. Çelik (F5) malzeme için görünümler



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 25. Alüminyum(A5) malzeme için görünümler

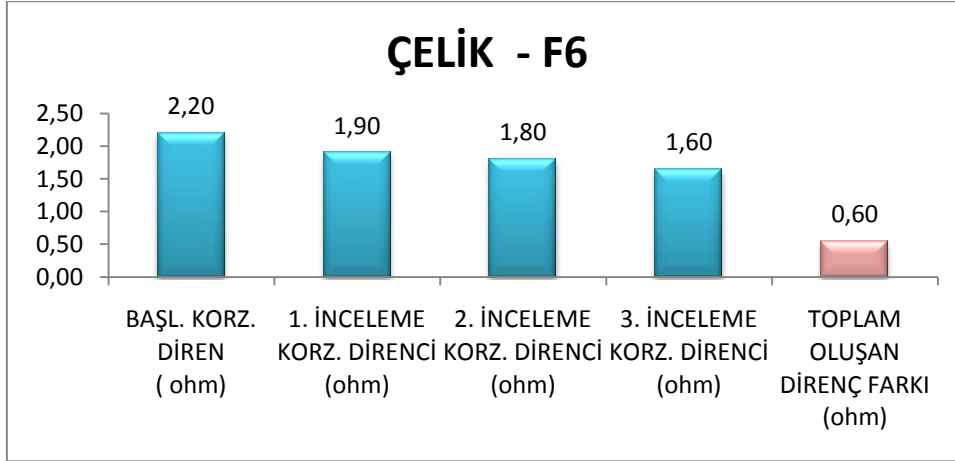
Silindirik başlı cıvata ile birleştirilen çelik ve alüminyum malzemelere ait direnç ölçümleriyle elde edilen korozyon ve ağırlık değişim verileri Çizelge 4. 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Silindirik başlı cıvata birleştirme yapılan çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

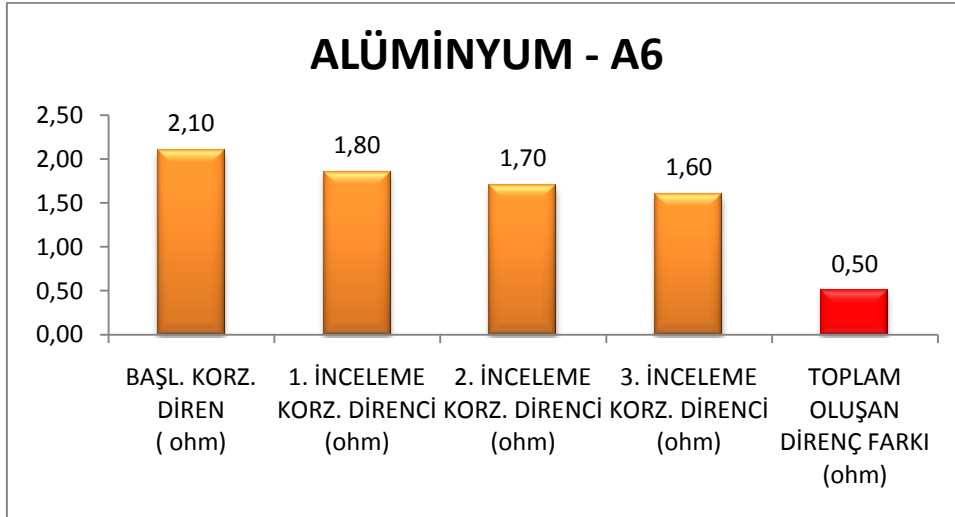
SİLİNDİRİK BAŞLI (Yarım diş) CIVATALI BİRLEŞTİRME VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİRENÇ (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F6	ÇELİK - F6	237,0	235,0	2,00	2,20	1,90	1,80	1,60	0,60
A6	ALÜMİNYUM - A6	84,0	81,5	2,50	2,10	1,80	1,70	1,60	0,50

Silindirik başlı cıvata ile birleştirilmiş olan malzemelerde direnç değerlerinin azalış gösterdiği, Çelik ve alüminyum malzemelerin her ikisinde de yapılmış olan cıvatalı

birleştirmede ilk deney ölçüm sürecinde ani düşüş gösterdiği daha sonraki ölçümlerde bu düşüşün daha kısa farklarla periyodik olarak devam ettiği görülmüştür (Şekil 4.26 ve Şekil 4.27).



Şekil 4. 26. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş çelik malzemede korozyon direnç değişimi

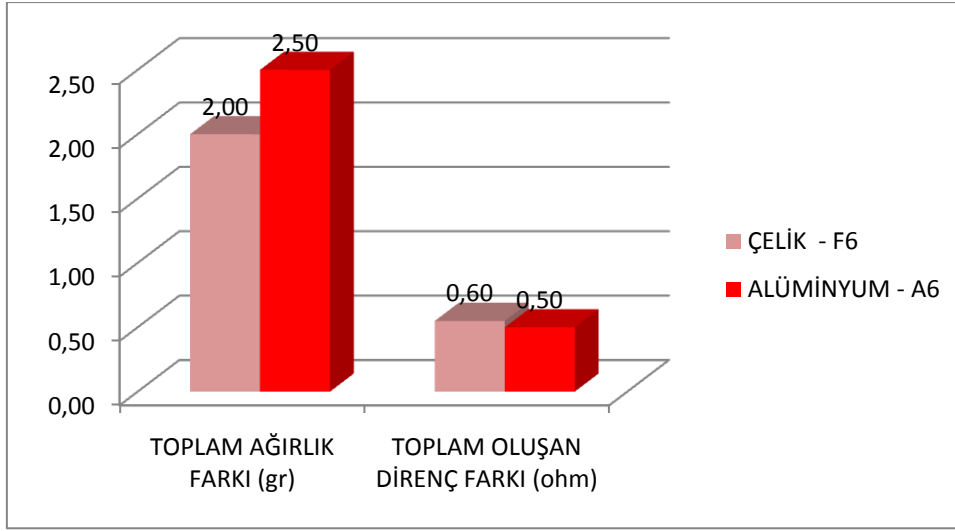


Şekil 4. 27. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş alüminyum malzemede korozyon direnç değişimi

Silindirik başlı cıvata ile birleştirilen her iki malzemede deneyler sonunda oluşan direnç farklarına göre ağırlık kayıpları oluşmuştur. Çelik malzemede negatif yönlü direnç farkının % 22,23 ağırlık kaybının % 0,84 olduğu, alüminyum malzemede oluşan direnç

kaybının % 23,81 ağırlık kaybının % 2,97 olduğu tespit edilmiştir. Birleştirme türleri içinde alüminyum malzemede sadece Silindirik başlı cıvatalı birleştirmede çeliğe göre daha fazla (çelik malzemede 2gr iken alüminyum malzemede 2,5 gr.) ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4. 28.).

Alüminyum malzemede oluşan negatif yönlü direnç farkının yaklaşık 5 misli oranla malzemede ağırlık kaybı olduğu, Çelik malzemede ise bu farkın yaklaşık 4 katı olduğu görülmüştür(Şekil 4. 28.).



Şekil 4. 28. Silindirik başlı cıvatalı birleştirilmiş Çelik ve Alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi

Silindirik başlı cıvata ile birleştirilen çelik malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 29' da alüminyum malzemede oluşan korozyon ürün oluşumu Şekil 4. 30'de görülmektedir.

Ω



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme

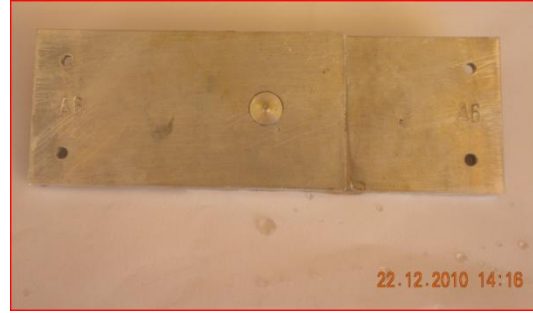


d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 29. Çelik (F6) malzeme için görünümler



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

Şekil 4. 30. Alüminyum (A6) malzeme için görünümler

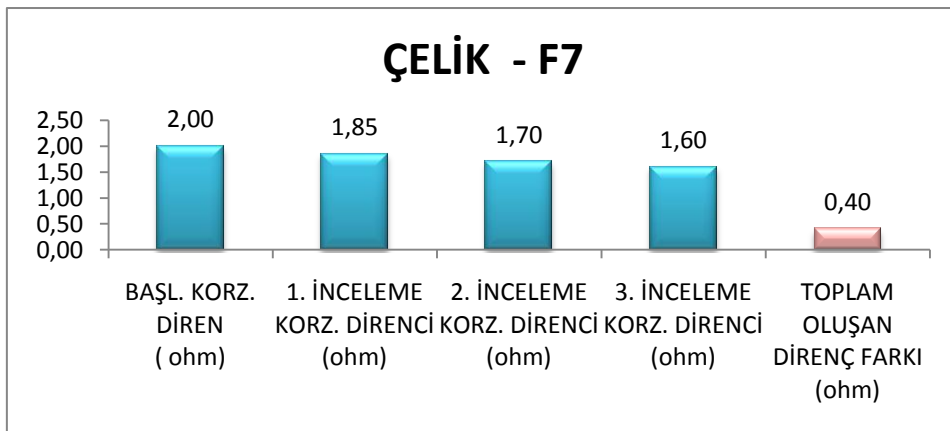
4. 3. Birleştirme Yapılmayan Malzemelerde Oluşan Değişimler

Çeşitli baş şekillerine göre hazırlanmış elemanlarla sökülebilir ve sökülemeyen tiplerde birleştirilmiş olan numunelerde oluşan değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi için herhangi bir birleştirme işlemi yapılmamış çelik ve alüminyum malzemeden özdeş numunelerde ortaya çıkan değişimler Çizelge 4. 7’de verilmiştir.

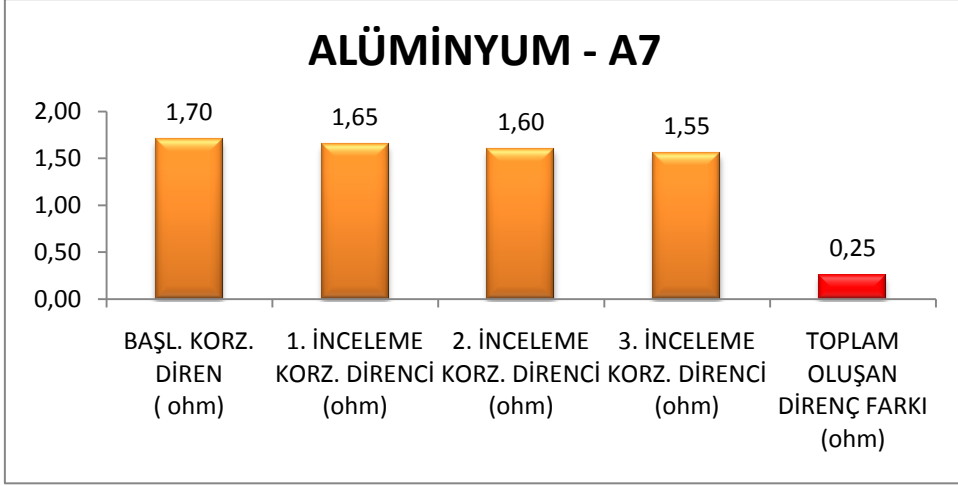
Çizelge 4. 7. Birleştirme yapılmadan tek çelik ve alüminyum numunelere ait veriler

TEK BİRLEŞTİRME ELEMANINA AİT VERİLERİ									
NUMUNE ADI	MALZEME CİNSİ	BAŞLANGIÇ AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	SON AĞIRLIĞI (Toplam /gr)	TOPLAM AĞIRLIK FARKI (gr)	BAŞL. KORZ. DİREN (Ω)	1. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	2. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	3. İNCELEME KORZ. DİRENCİ (Ω)	TOPLAM OLUŞAN DİRENÇ FARKI (Ω)
F7	ÇELİK - F7	116,0	115,0	1,00	2,00	1,85	1,70	1,60	0,40
A7	ALÜMİNYUM - A7	41,0	40,5	0,50	1,70	1,65	1,60	1,55	0,25

Birleştirme yapılmamış olan numunelerde yapılan ölçümlerde her iki malzemede direnç değerlerinin azalış gösterdiği, çelik malzemede azalış seyrinin belirli bir düzeninin olmadığı ancak Alüminyum malzemede düzenli ve çeliğe göre daha az oranda direnç kayıplarının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4. 31. ve Şekil 4. 32.).

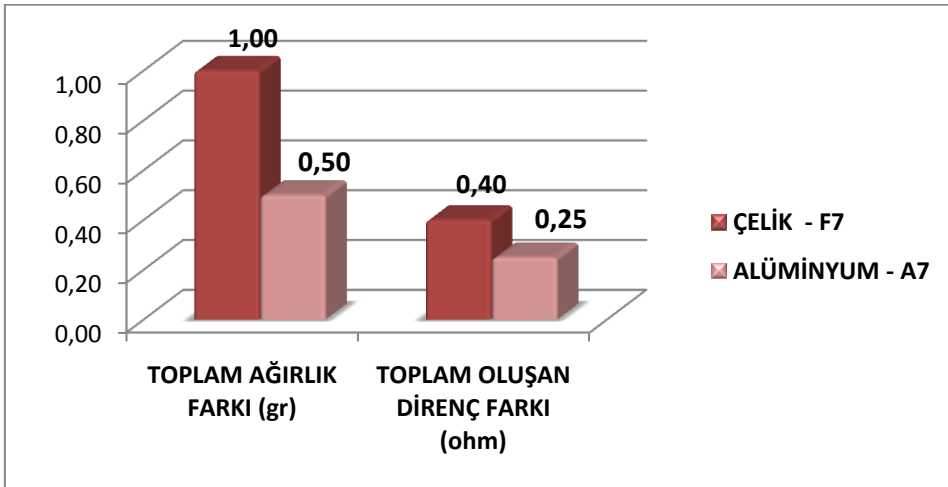


Şekil 4. 31. Birleşik olmayan tek çelik malzemede korozyon direnç değişimi



Şekil 4. 32. Birleşik olmayan tek alüminyum malzemede korozyon direnç değişimi

Birleştirilmeyen malzemelerde yapılan deneyler ışığında her iki malzemede de deney süreci sonunda korozyon sebebiyle ağırlık kayıpları oluşan negatif yönlü direnç farkının iki katı olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4. 33).



Şekil 4. 33. Birleşik olmayan tek çelik ve alüminyum malzemede ağırlık ve direnç farkları değişimi



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

şekil 4. 34.Tek elik malzeme için görünümler



a) Başlangıç görünümü



b) Birinci İnceleme



c) İkinci İnceleme



d) Üçüncü İnceleme

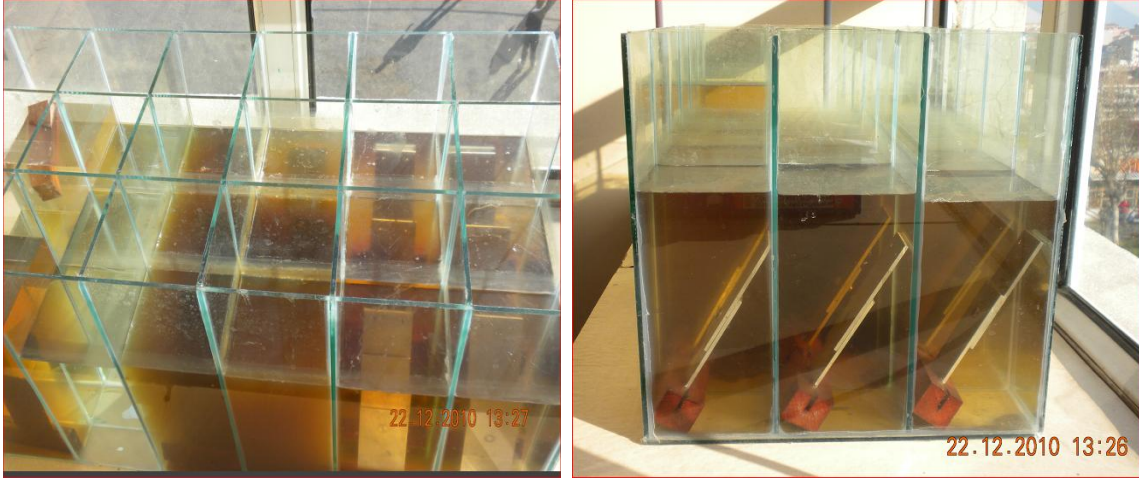
Şekil 4. 35. Tek çelik malzeme için görünümler

4. 4. Deney Ortamı (Katalizör Su) Renk Değişimleri

Yapılan bu araştırmada deneyin gerçekleştirildiği havuzlarda korozyon oluşumu için kullanılan katalizör (su) maddenin deney süreci içinde yapısında koyu kahverengi ve kırmızı renklerde değişim meydana gelmiştir. Numune havuzlarında meydana gelen renk değişiminin görünümü şekil 4. 36, şekil 4. 37, şekil 4. 38'de verilmiştir.



Şekil 4. 36. Deney öncesinde deney havuzunun görünümü

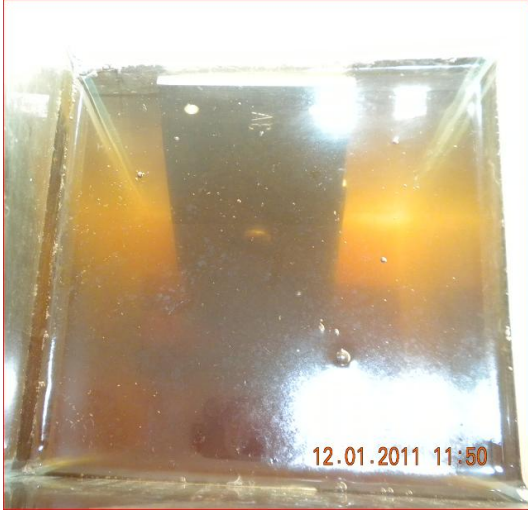


Şekil 4. 37. Deney sırasında deney havuzunun görünümü

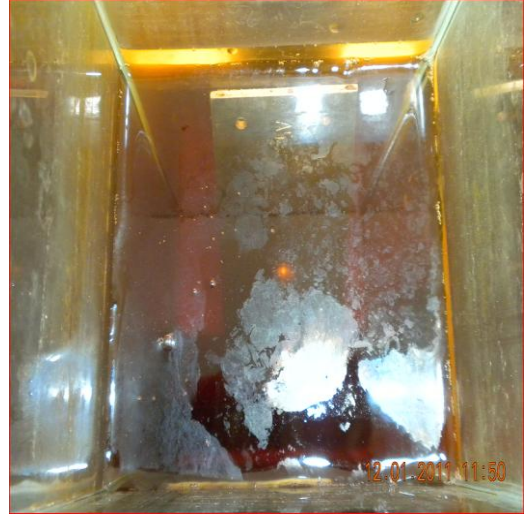


Şekil 4. 38. Deney sonrası deney havuzunun görünümü

Alüminyum ve Çelik malzemenen numunelerin deney sürecinin sonunda havuz ortamındaki görünümleri şekil 4.39, şekil 4.40 de belirtilmiştir.



a) Perçinli birleştirilmiş alüminyum numune



b) Cıvatalı birleştirilmiş alüminyum numune

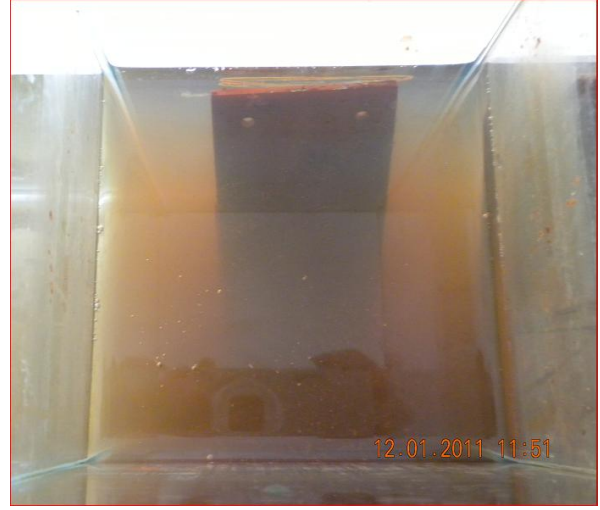


c) Birleştirilmemiş alüminyum parça

Şekil 4. 39. Alüminyum numunelerin havuz içindeki görünüşleri



a) Perçinli birleştirilmiş çelik numune



b) Cıvatalı birleştirilmiş çelik numune



c) Birleştirilmemiş çelik parça

Şekil 4. 40. Çelik numunelerin havuz içindeki görünüşleri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde imalatı yapılan tarım alet ve makinelerini oluşturan metal parçaların birleştirilmesinde kullanılan perçin ve cıvata bağlantılarında en çok karşılaşılan sorun uygulama verileri dikkate alındığında korozyondur. Yaptığımız bu araştırmada bunu ispatlayacak veriler elde edilmiştir. Bu verilere dayanılarak eğer uygun birleştirme yöntemleri kullanılırsa korozyon sonucu oluşan kayıpları minimize etmemiz söz konusu olabilecektir.

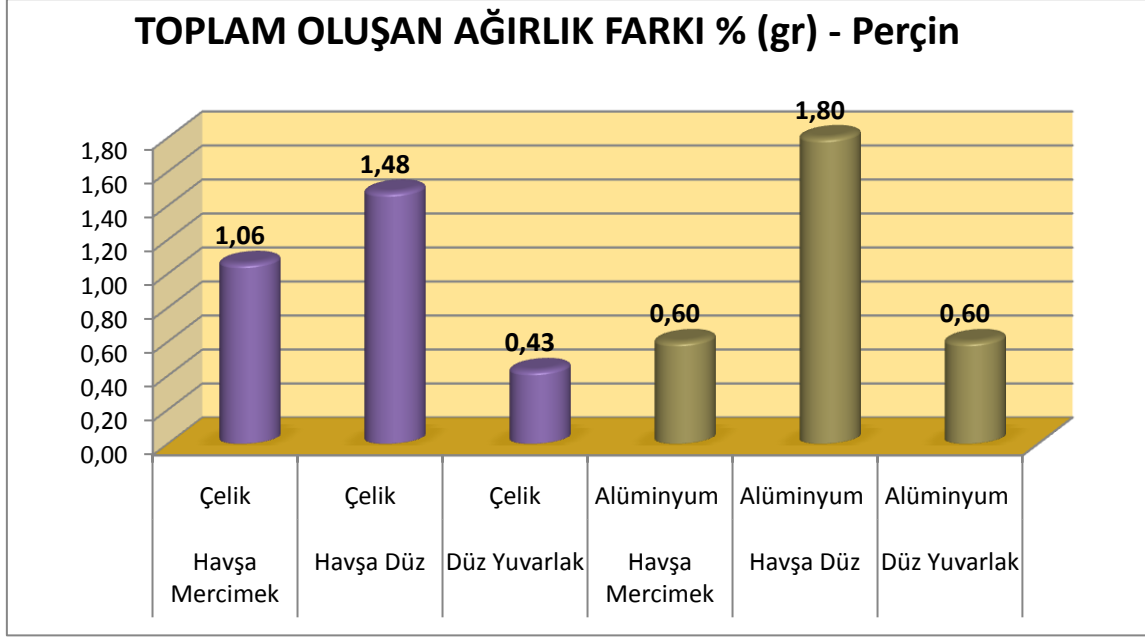
Bilindiği gibi korozyon sadece malzeme kaybı değil aynı zamanda makine ve aleti meydana getiren bütünüün tasarımsal değerlerinin değişmesidir. Bunun doğal sonucu olarak tarım alet ve makinelerinde beklenen verimlik ve fonksiyonel yeterlilik tam olarak sağlanamaz, onun için metal malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan tüm yöntemlerde korozyon faktörü dikkate alınarak yapısal çözümler geliştirilmelidir.

Nitekim yaptığımız bu araştırmada cıvata-somun sıklık oranlarını ve pençine uygulanan kuvvet değerinin değişmesiyle birlikte korozyon oluşum alanlarında farklılık gözlemlenmediği dikkate değerdir.

Tarım alet ve makinelerinden beklenen tüm hususların korozyonu önlemeye yönelik olarak gerçekleştirilebilmesi için birleştirme elemanlarının her birinin ayrı ayrı olarak ele alınması gerekmektedir. Şüphesiz metaller korozyona karşı dayanıksız olan malzemelerdir. Ancak bu malzemelere uygulanacak korozyon önleme yöntemleriyle de korozyon karşısında minimum kayıplara neden olunabilir.

Örneğin yaptığımız çalışmada;

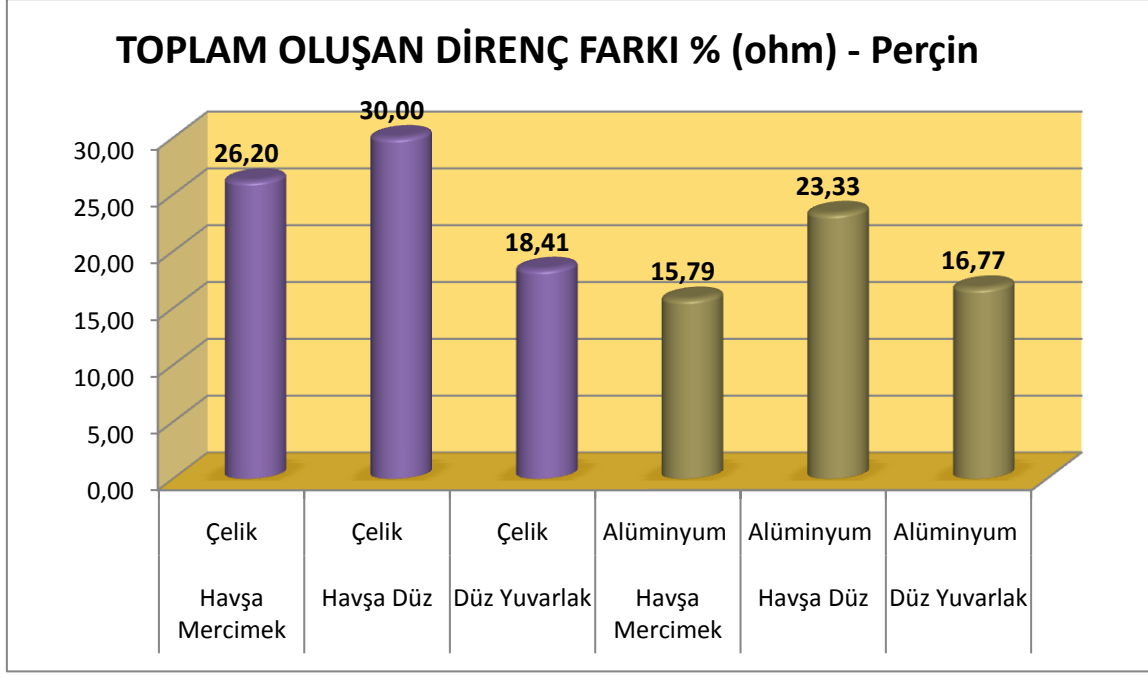
Perçinli birleştirmelerde yapılan deneyde oransal olarak en fazla korozyona uğrayarak ağırlık kaybına uğrayan birleştirme türü çelik malzemelerde % 1,48 ve alüminyum malzemedede % 1,80 oranlarıyla Havşa başlı birleştirilen numunelerde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte her iki malzemedede korozyona uğrayarak en az ağırlık kaybı görülen birleştirme türü çelik malzemelerde % 0,43 ve alüminyum malzemelerde % 0,60 oranlarıyla Yuvarlak başlı ve mercimek - havşa başlı birleştirmelerde olduğu saptanmıştır (Şekil 5. 1).



Şekil 5. 1. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan perçinli birleştirme türüne göre ağırlık kaybı değişimleri

Tüm yapılan deneyler ışığında perçinli birleştirme türleri arasında korozyona uğrayarak oransal olarak en az (% 0,43) ağırlık kaybına uğrayan birleştirme türünün çelik malzemeye uygulanan Yuvarlak başlı perçinli birleştirme olduğu, en fazla (%1,80) ağırlık kaybına uğrayan birleştirme türünün alüminyum malzemeye uygulanan Havşa başlı perçinli birleştirme olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.1).

Uygulanan işlemlerle korozyona maruz bırakılarak direnç kaybına uğrayan birleştirme türü çelik malzemelerde % 30 ve alüminyum malzemede % 23,33 oranlarıyla Havşa başlı olarak birleştirilen numunelerde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemede en az korozyona uğrayarak direnç farkı oluşan çelik malzemede %18,41 oranla Yuvarlak başlı perçinli birleştirme olurken alüminyum malzemede % 15,79 oranıyla Havşa Mercimek başlı perçinle birleştirilen numunede gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 5. 2)

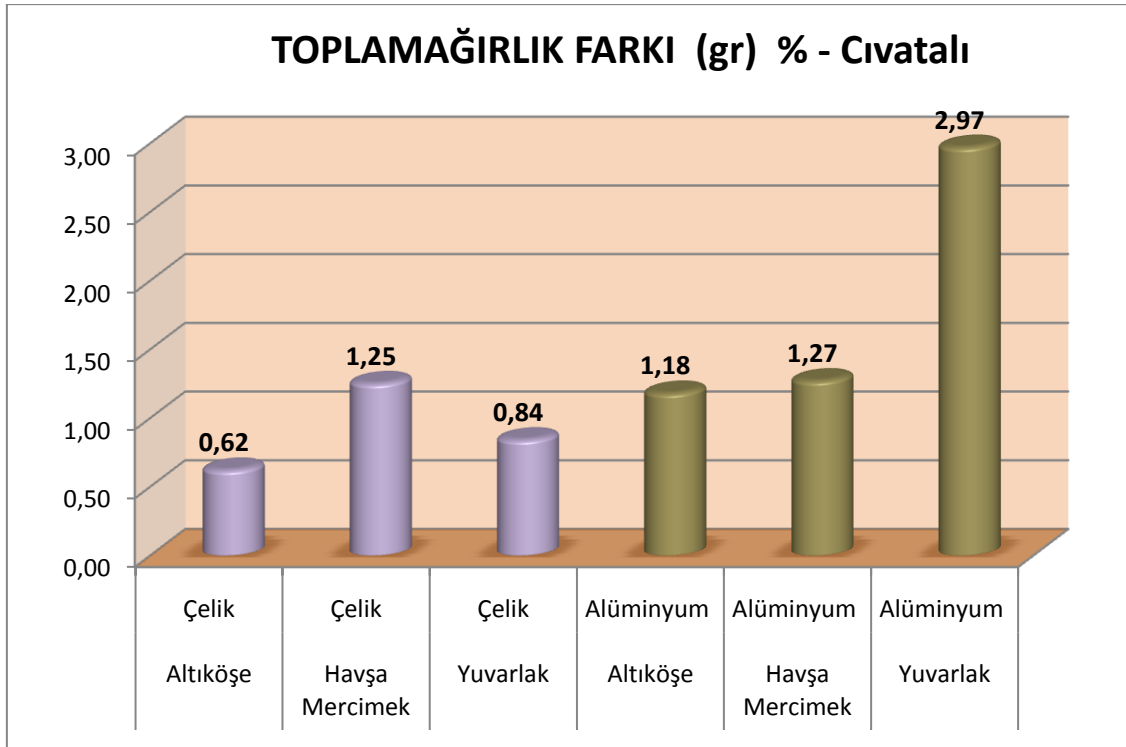


Şekil 5. 2. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan perçinli birleştirme türüne göre direnç kaybı değişimleri

Perçinli birleştirme türleri arasında korozyona uğrayarak en az (% 15,79) direnç kaybına uğrayan birleştirme türünün çelik malzemeye uygulanan Havşa mercimek başlı perçinli birleştirme olduğu, en fazla (%30) direnç kaybına uğrayan birleştirme türünün çelik malzemeye uygulanan Havşa başlı perçinli birleştirme olduğu belirlenmiştir (Şekil 5. 2).

Cıvatalı birleştirmelerde yapılan deneylerde oransal olarak en fazla korozyona uğrayarak ağırlık kaybına uğrayan birleştirme türü Alüminyum malzemelerde % 2,97 oranıyla silindirik başlı cıvata ile birleştirilen numunede oluştuğu tespit edilmiştir. Fakat Çelik malzemeler arasında en fazla korozyona uğrayarak ağırlık kaybeden havşa mercimek başlı cıvata ile birleştirilen numunede meydana geldiği görülmüştür.

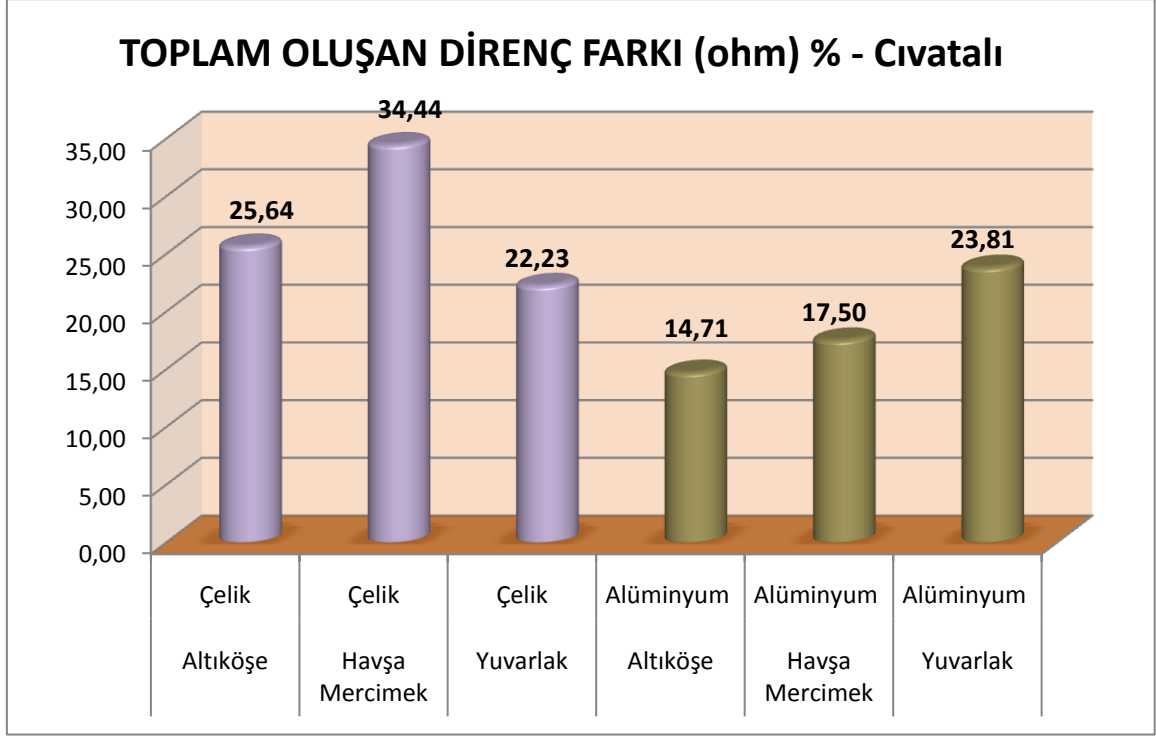
Her iki malzemede korozyona uğrayarak en az ağırlık kaybı görülen birleştirme türü çelik malzemelerde % 0,62 ve alüminyum malzemelerde % 1.18 oranlarıyla altı köşe başlı cıvata ile birleştirilen numunelerde oluştuğu saptanmıştır (Şekil 5. 3).



Şekil 5. 3. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan cıvatalı birleştirme türüne göre ağırlık kaybı değişimleri

Korozyona maruz kalırken oransal olarak en fazla direnç kaybına uğrayan birleştirme türü çelik malzemelerde % 34,44 oranla Havşa mercimek başlı cıvata ile birleştirilen parça ve alüminyum malzemedede % 23,81 oranlarıyla Silindirik başlı cıvata ile birleştirilen numunelerde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan incelemede en az korozyona uğrayarak direnç farkı oluşan çelik malzemelerde % 22,23 oranla yuvarlak başlı perçinli birleştirme olurken alüminyum malzemedede % 14,71 oranıyla Havşa Mercimek başlı cıvata ile birleştirilen numunede gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 5. 4)



Şekil 5. 4. Çelik ve alüminyum malzemelere uygulanan cıvatalı birleştirme türüne göre direnç farkı değişimleri

Bütün bu karşılaştırmalı sonuçlar dikkatle değerlendirildiğinde çoğunluğu metal malzemeden oluşan tarım alet ve makinelerinde korozyon önemli kayıplara yol açmaktadır. Yine çoğu zaman doğal koşullar içerisinde korumasız olarak bulunan tarım alet ve makinelerinde yaptığımız gözlemlerde korozyon başlangıç noktasının birleştirme yapı elemanları bölgelerinde oluştuğu buradan diğer alanlara geçtiği adeta kanser gibi tüm alanı kapladığı görülmüştür.

Korozyon sadece kayıp olarak değil aynı zamanda görsel kirlilikte yaratmaktadır. Nitekim yaptığımız denemelerde şeffaf renkteki suyun korozyon sonucunda kırmızı renge doğru dönüştüğü, bu dönüşümde kırmızı rengin demir atomlarından oluştuğu apaçık görülmüştür. Çözünme sonucunda demir ile birlikte örneğin çelik malzeme için karbon arasındaki bağın zayıfladığı buna bağlı olarak malzemede dayanım değerlerinin düştüğü görülmektedir. Özellikle malzeme yüzeyinde petek görümlü konuma geçilmesiyle birlikte dayanımsızlık hat safhaya ulaşmaktadır.

Bu genel değerlendirme ışığı altında tarım alet ve makinaları için birleştirme elemanları kullanılarak yapılan uygulamalarda aşağıdaki hususlar korozyonun önlenmesi açısından önerilmektedir.

- 1- Birleştirme elemanları zorunlu olmadıkça aynı malzemededen seçilmelidir.
- 2- Birleştirme elemanı olarak kullanılan perçin ve cıvata-somun yuvalarının ne aşırı büyük nede aşırı küçük çaplarda açılması istenmez. Bu durum gerçekleştiği takdirde uygulanan sıkma ve perçinleme basıncı ne kadar uygun seçilse bile korozyon başlangıç noktası olarak bu kısımlar öne çıkmaktadır.
- 3- Perçin ve cıvata-somun uygulamalarında özel aparat kullanılması uygun olacaktır. Böylece perçin başının ve cıvata başının aşırı zorlanmayla metal parçada oluşabilecek kılcal kırılmalara engel olunması sağlanacaktır. Unutulmaması gereken bu husus gerçekleşmez ise oluşacak olan bu kılcal damarlar genişleyecek ve korozyon oluşumuna davetiye ıkaracaklardır.
- 4- Perçinleme ve sıkma kuvveti değerleri malzemenin dayanım değerlerini geçmemelidir. Örneğ vermek gerekirse ST 37 ‘ den yapılmış iki metal malzemenin birleştirilmesinde kullanılacak cıvata ve somununda ST 37 özelliğini taşıması yanında, uygulanacak kuvvet değerinin de 37 kp/mm² den fazla olmaması tavsiye edilir.
- 5- Perçin ve cıvata bağlantı noktaları oluşabilecek korozyonu önlemek için sıvı yağ, kimyasallar vb. uygulanmasının olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak bu uygulamaların birleştirme öncesinde yapılması önerilir. Böylece metal malzeme üzerine açılan birleştirme deliklerinden gelebilecek korozyon en aza indirgenmiş olur.
- 6- Asla ve asla perçin veya cıvata başları boya ile boyanmamalıdır. Çünkü zamana bağlı olarak boyanın atlması ile birlikte cıvata ve perçin başında korozyon başlangıcı için uygun ortam meydana gelmektedir.

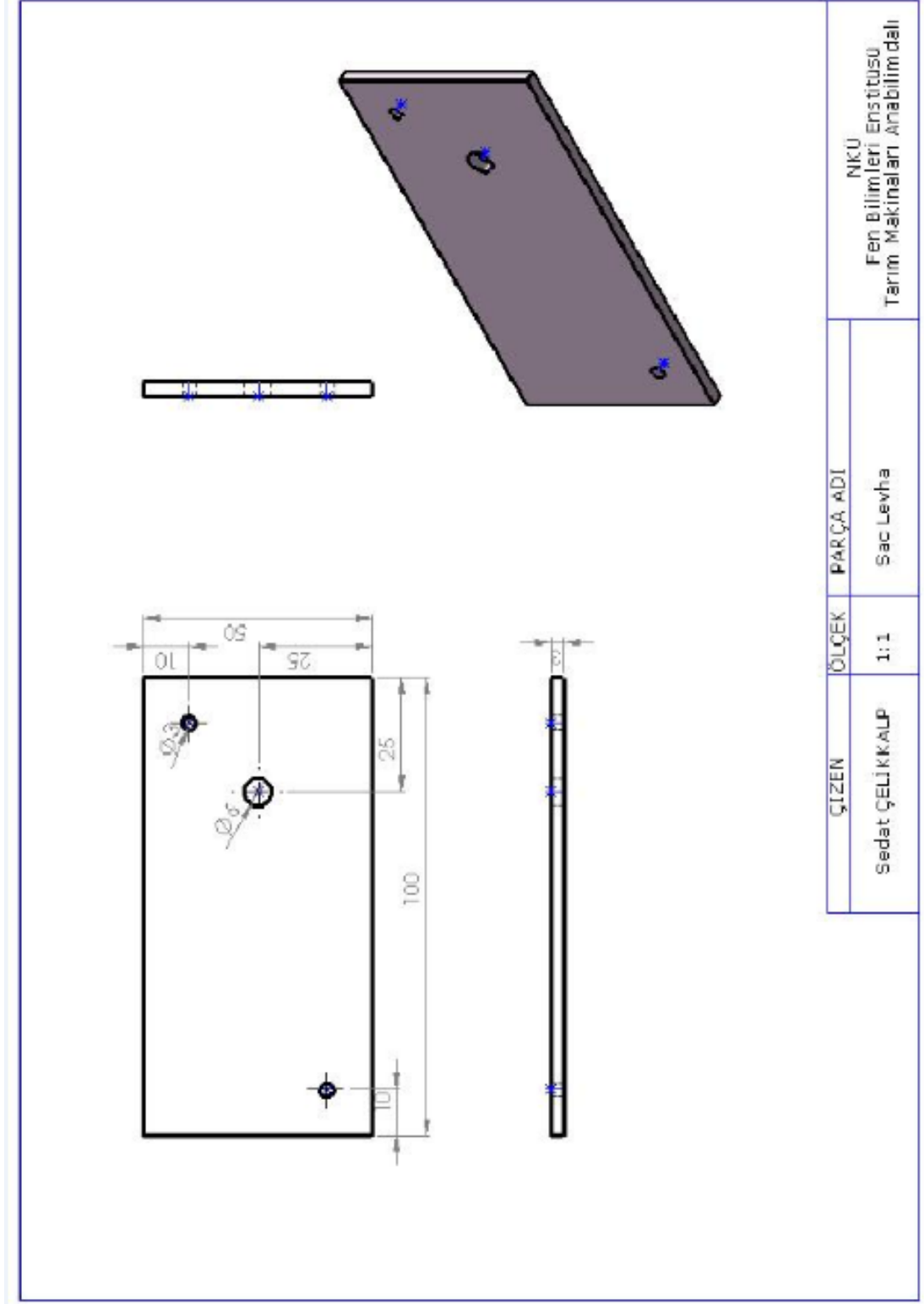
KAYNAKLAR

- Abdullayev A., Musayev Y., Helilov İ., İyigün M. (1998). Makine Elemanları Sözlüğü. Üniversal Dil Hizmetleri ve Yayıncılık A.Ş., 24-25, 30-32, İstanbul.
- Anonim (1997). Dokuzuncu Uluslararası Matalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, Matalurji Mühendisleri Odası, Cilt 1. İstanbul.
- Anonim (2000). Türkiye Korozyon Derneği. 11. Korozyon Sempozyum Bildirileri, Ankara.
- Bağcı (1995). Makine Teknik Resim. Milli Eğitim Basımevi, 171-178, 191-193, İstanbul.
- Birsin O. M (1996). Ekim makinelerinde Kullanılan Malzemelerin, Standartlara Uygunluğunun Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek lisans Tezi, T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Çatal S (2007). Alüminyum Yüzeyindeki Oksit Tabakasının Fosforik Asit Anodizing Yöntemiyle Geliştirilmesi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Doğru B (2007). Alüminyum Yüzeyindeki Oksit Tabakasının Borik Asit Sülfürik Asit Anodizing Yöntemiyle Geliştirilmesi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Eker AA. (2009). Paslanmaz Çelikler ve Paslanmaz Çeliklerin Korozyonu. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Erbil M. (1985). Korozyon. Sagem, Ankara.
<http://library.cu.edu.tr/tezler/6472.pdf>. (erişim tarihi 24.12.2010).
- Erbil, M., 1987. Alternatif Akım (A.C) Yöntemiyle Korozyon Hızı Belirlenmesi. Doğa, 3: 100-111.
- Erbil M.(2002) Korozyon Hızının AC Empedans Tekniği İle Ölçümü ve Uygulamaları, VII. Uluslar arası Korozyon Sempozyumu Bildiri Kitabı, Eskişehir, s.29.
- Erdemir Ürün Kataloğu (2007). Ereğli Demir Çelik Fabrikası., T.A.Ş., İstanbul.
- Fischer U. Çeviri: Kulaksız Ö., Çakır Ö., Ulusoy O. (1995). Metal Meslek Bilgisi. Ajans Türk Gazetecilik ve Matbaacılık Sanayi A.Ş., 247-253, 274, 311-315, Ankara.
- Gülesin M., Boran K. (1995). Metal Mesleğinde Çizelgeler. Ajans Türk Gazetecilik ve Matbaacılık Sanayi A.Ş., 101-112, 144, 151-161, Ankara.
- Graedel TE (1987). Copper Patians Formed in the Atmosphere II. A Qualitative Assesment of Mechanisms, Corrosion Science 27(7):721-740
- Hasanov R (2002). Petrol Çeliğinin Sülfür Kirliliği İçeren Karadeniz Suyundaki Korozyonuna Bazı Biyositlerin Etkisi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Keleş H. (2008). Yumuşak Çeliğin Asidik Ortamdaki Korozyonuna Bazı Organik Maddelerin İnhibitör Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Konuklu S (2007). Alüminyumun Yüzeyindeki Oksit Tabakasının Sülfürik Asit Anodizing Yöntemiyle Geliştirilmesi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kulaksız Ö (1995). Metal Mesleğinde Tablolar. Ajans Türk Gazetecilik ve Matbaacılık Sanayi A.Ş., 150-161, Ankara.
- Küçükgil E.Y., Özdağlar D. (2004). İçme Suyunda Agresivitenin Saptanması ve Şebekede Korozyonun Önlenmesi. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6: 19-39.
- Metiner H. (2009). Tarım Makinelerinde Kullanılan sac Malzemelerde Değişik Kaynak Bağlantı Şekillerinin Mekanik Darbelere Karşı Davranışlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

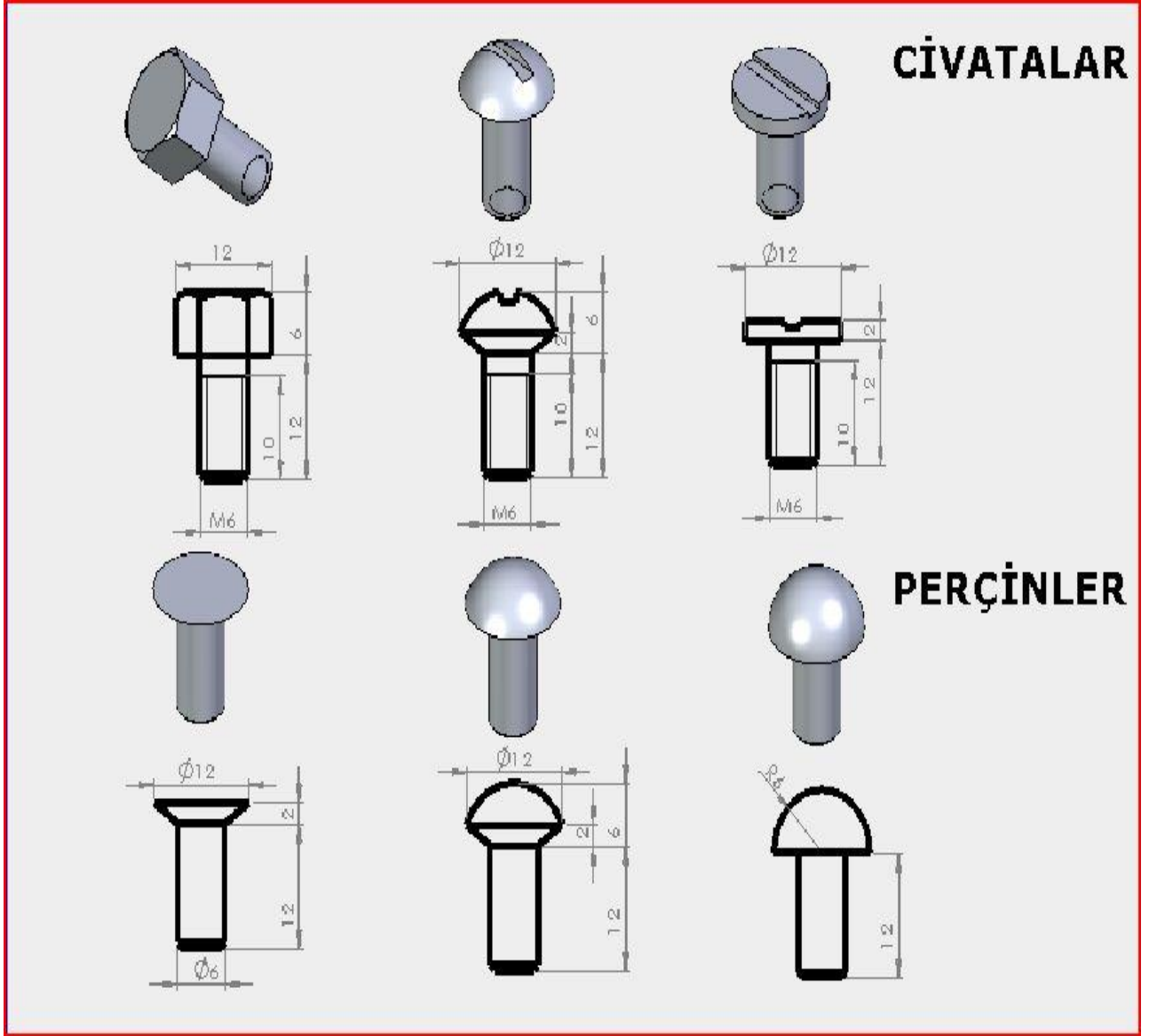
- MEGEP (2007). Elektrik Elektrik Teknolojisi Alanı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Elektriksel Büyüklükler ve Ölçülmesi, Ankara.
- MEGEP (2007). Metal Teknolojisi Megep Modülü. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Sac İşçiliği, Ankara.
- MEGEP (2006). Makine Teknolojisi Megep Modülü. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Sökülebilir Birleştirme Elemanları, Ankara.
- MEGEP (2005). Metal Teknolojisi Megep Modülü. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Perçinleme, Ankara
- Oğuz B.(1990). Demirdışı Metallerin Kaynağı Metalürji ve Uygulama. Erdini Basım ve Yayınevi, 275-322, İstanbul.
- Özbilen S.(1995). Kompozit Malzemeler ders notları, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Özbilen S.(1995). Korozyon ders notları, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Özcan M. (2000). Organik Kaplamalı Metalik Malzemelerde Kaplama Etkinliği ve Korozyonunun Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Özhendekçi D. (2009). Çelik Yapılar ders notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
http://www.yildiz.edu.tr/~devrimo/Devrim_Ozhendekci_Celik1_Ders-Notu-2.pdf
http://www.yildiz.edu.tr/~devrimo/Devrim_Ozhendekci_Celik1_Ders-Notu-1.pdf,
(erişim tarihi 11.01.2011).
- Özyılmaz AT (1999). Demirin Elektrokimyasal Olarak Polianilinle Kaplanması. Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya
- Seydişehir Ürün Katoloğu. (2008) Seydişehir Alüminyum Tic.LTD. ŞTİ., Ankara.
- Serfiçeli YS. (1997).Metal İşleri Meslek Teknolojisi III. Form Ofset, 60,79-80, Ankara.
- Serfiçeli YS. (2000).Malzeme Bilgisi. Form Ofset, 162-167, 242-250, Ankara.
- Servi M., Ergün C.; Tatar A. (1991). Milli Eğitim Basımevi, 28-39, 100-104, 106-109, İstanbul
- Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Anonim Şirketi. Demir Çelik Tarihçesi, <http://www.tdci.gov.tr/html/tarihce.html> (Erişim tarihi 04.01.2011).
- Üneri S (1998) Korozyonun Önlenmesi, Korozyon Derneği, Ankara.
“<http://www.korozyonderneği.org.tr/tr>”

EKLER

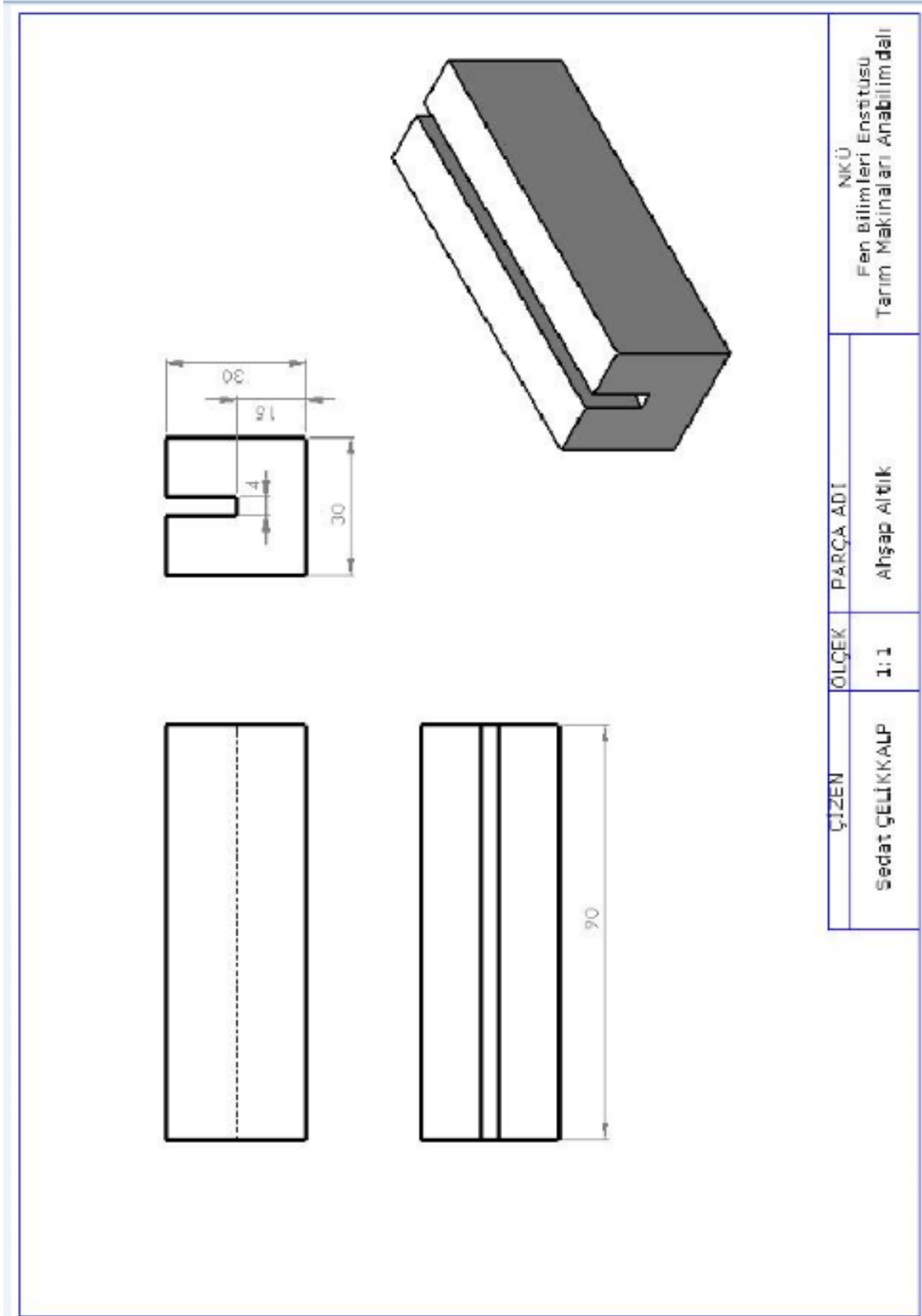
EK-1. Birleştirilecek Olan elik Ve Alüminyum Sac Levha için Detay izimleri



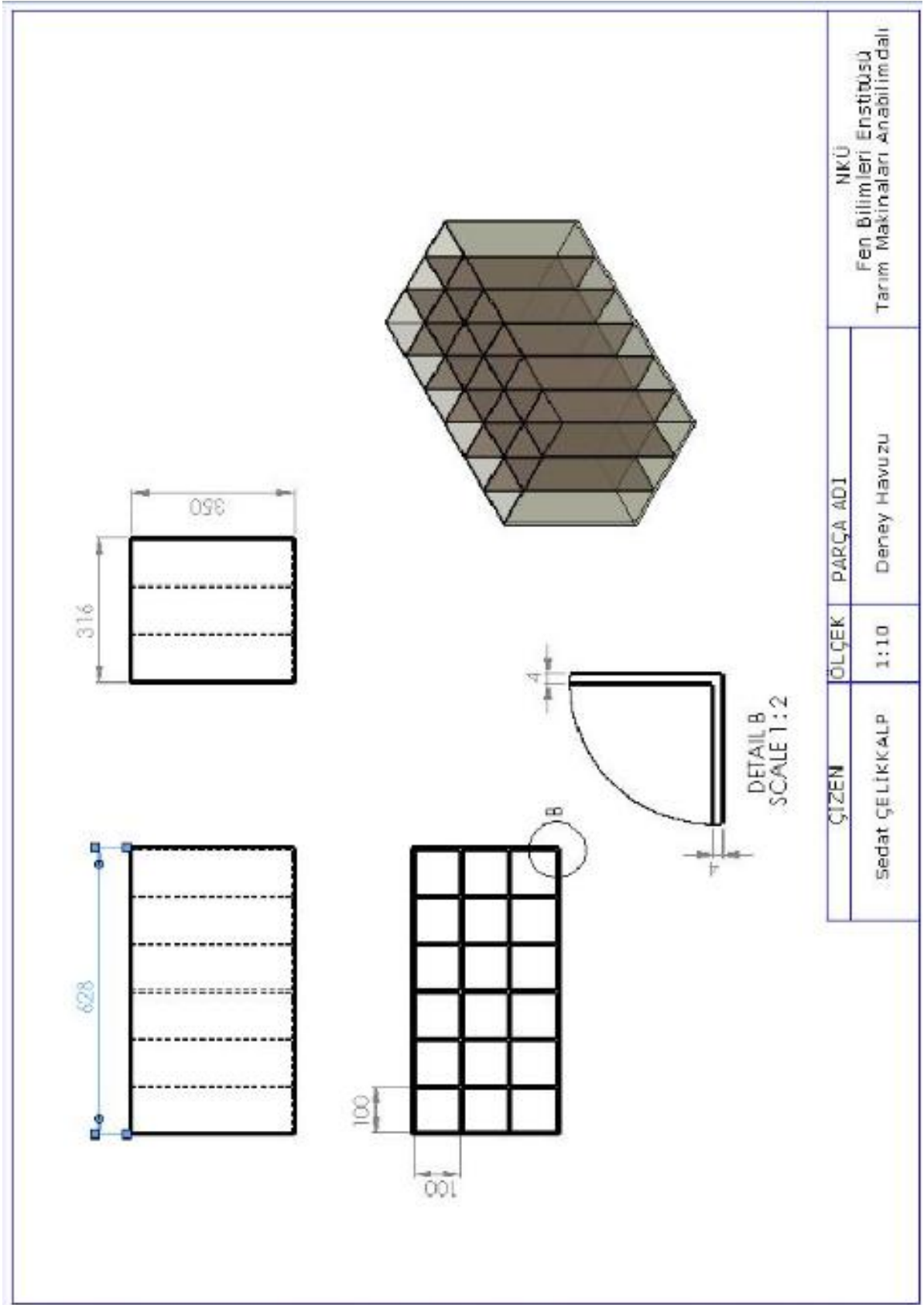
EK-2. Birleştirme Elemanlarının Detay izimleri



EK-3. Ahşap Altlık Detay Resmi



EK-4. Deney havuzu imalat detay resmi



TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın planlanması, yürütülmesi ve ortaya çıkarılmasında değerli fikirlerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen başta danışman hocam Prof. Dr. Bülent EKER'e, Tarım Makinaları Anabilim Dalı hocalarım Prof. Dr. Poyraz ÜLGER'e, Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, Prof. Dr. Selçuk ARIN'a, Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR'e ve diğer Tarım Makinaları Öğretim üyelerine, Doç. Dr. Türkan AKTAŞ'a, Yrd. Doc. Dr. Cihangir SAĞLAM'a, Yrd. Doc. Dr. Yılmaz BAYHAN'a, Yrd. Doc. Dr. Fulya TORUK'a, Yrd. Doç. Dr. İlker H. ÇELEN, Tarım Makinaları Bölüm Sekreteri Ferah BABACAN'a içten teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

Tekirdağ Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi İdarecilerine, Metal Teknolojileri şefi Ömer BAHÇEVAN ve bölüm arkadaşlarıma. Makine Teknolojileri Bölümü Şefi Hüseyin GEZER ve Öğretmen arkadaşlarıma, yoğun desteklerini esirgemeyen meslektaşlarım Kenan ÖZER ve Z.Serkan ÖZVARDARLI'ya ayrıca ÇUHAC Ziraat Aletleri Tamir ve Bakım Servisi yetkililerine teşekkürü bir borç bilirim.

Bana her zaman desteği ile güç veren eşim Ülfıye ÇELİKKALP'e şükranlarımı sunuyorum.

ÖZGEÇMİŞ

25 Aralık 1973'de Sakarya'nın Hendek İlçesinde doğdu. İlk ve orta eğitimini Sakarya'da tamamladı. Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü Metal İşleri Anabilim Dalında 1996 yılında Ankara'da bitirdi. Halen Tekirdağ Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesinde Teknik Öğretmen olarak görev yapmaktadır. Ayrıca Tekirdağ İl Milli Eğitim Müdürlüğü AR-GE Birimi / Projeler Koordinasyon Ekibinde; PG. Uzmanı, MFİB Proje İzleme ve Değerlendirme Uzmanı ve MEB Ulusal Yarışmalar Tekirdağ İl sorumlusu olarak faaliyet göstermektedir.

Evli ve bir çocuk babasıdır.