

23745.

T.C.  
ULUDAG UNIVERSITESI  
FEN BILIMLERI ENSTİTUSU  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ENDÜSTRİDE KULLANILAN  
DEĞİŞİK ALAŞIMLARIN  
ELEKTROLİTİK ORTAMLARDAKİ  
KOROZYON ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ  
GÜROL DEMİRBAŞ

BURSA, MART 1992

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ENDÜSTRİDE KULLANILAN  
DEĞİŞİK ALAŞIMLARIN  
ELEKTROLİTİK ORTAMLARDAKİ  
KOROZYON ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ  
GÜROL DEMİRBAŞ

Sınav Günü : 9.Nisan.1992

Jüri üyeleri : Prof. Dr. Mustafa CEBE (Danışman) (U.ü.)

: Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR (D.E.Ü) .....

: Prof. Dr. Halim DEMİRCİ. (U.ü.) .....

BURSA, MART 1992

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
ANTASYON MERKEZİ

## ÖZET

Yapılan bir ön incelemeyle endüstride sıklıkla kullanılan değişik tür alaşımların korozyon özelliklerine bağımlı, termodinamik ve diğer fiziksel özelliklerin incelendiği bu çalışmada, farklı fiziksel ortamlarda değişik konsantrasyonlu asit çözeltileri kullanılmıştır.

Korozyon hızının alaşım türü dışında asidin cinsi, konsantrasyonu ve ortamın oksijenden arındırılmış ya da havalandırılmış olmasına bağımlı olduğu görülmüştür.

Korozyon üzerinde özellikle sıcaklık faktörünün de çok etkili olduğu izlenmiş olup, termodinamik ifadelerin basit sistemlere göre daha karmaşık olduğu gözlenmiştir.

Deneylerde kullanılan alaşımların korozyon öncesi ve sonrası yüzde kimyasal bileşimlerinde, yoğunluklarında ve sertlik değerlerinde farklılıklar gözlenmiştir.

## ABSTRACT

In this study, the thermodynamic and other physical properties which are related with the corrosion behaviour of the different alloy types, have been investigated and acidic solutions with various concentrations have been used in different physical medium.

It has been observed that the corrosion rate is also related with the kind of the acids, acid concentrations and to be in air free or in aerated medium besides the kind of the alloys.

A distinctive differences between the chemical compositions, densities and hardness values of the alloys determined before and after the corrosion tests have been observed.

## ÖNSÖZ

Endüstride, organik ve anorganik asitler, bazlar, tuzlar, besinler ve organik çözücülerle birlikte bunların türevlerini içeren ortamlarda önemli korozyon problemleriyle karşılaşmaktadır. Organik ve anorganik asitler çok yaygın olarak kullanıldıklarından, neden oldukları korozyonun maliyeti büyük önem taşımaktadır. Bu asitlerin korozyonu, bazı durumlarda konsantrasyonla doğru orantılı olarak artarken, bazı durumlarda da konsantrasyonla ters orantılı olarak azalmaktadır.

Korozyonu önlemenin en genel yolu, çeşitli asitlerin metal ve alaşımlar üzerindeki korozyon etkilerini bilmek ve bu bilgiler ışığında en uygun metal ve alaşımı seçmektir.

Tezimin hazırlanışında büyük emeği geçen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa CEBE'ye ayrıca elektrot potansiyellerinin ölçülmesinde E.Ü. Fen Fakültesi yetkililerine ve A.A.S. analizlerinde Balıkesir M.T.A. Bölge Müdürlüğü ilgililerine teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

	SAYFA	NO
1. GİRİŞ. ....		1
2. KURAM. ....		14
2.1. METALLER VE ALAŞIMLARI. ....		14
2.2. DEMİR DIŞI METALLER VE ALAŞIMLARI. ....		18
2.2.1. Bakır ve Alaşimleri. ....		18
2.2.2. Alüminyum ve Alaşimleri. ....		19
2.2.3. Nikel ve Alaşimleri. ....		20
2.2.4. Çinko ve Alaşimleri. ....		21
2.2.5. Kurşun ve Alaşimleri. ....		21
2.2.6. Kalay ve Alaşimleri. ....		21
2.3. KOROZYONUN TEMEL İLKELERİ. ....		23
2.3.1. Tanım. ....		23
2.3.2. Korozyonun Elektrokimyasal Mekanizması. ....		23
2.3.3 Kimyasal ve Elektrokimyasal Termodinamiğin Korozyona Uygulanması. ....		28
2.3.3.1. Korozyon Olayında Denge Sabitleri ve Elektromotor Kuvvetlerin Serbest Enerji Değişimlerinden Yararlanarak Hesaplanması. ....		28
2.4. KOROZYON ve ELEKTROKİMYASAL KİNETİK. ....		32
2.4.1. Elektrokimyasal Elektrot Potansiyeli. ....		32
2.4.2 Elektrokimyasal Hücre ve Korozyon Hücresi. ....		35
2.4.3. Kimyasal Kinetik. ....		37
2.4.3.1. Reaksiyon Hızının Sıcaklıkla Değişimi. ....		38
2.5. KOROZYON HIZI İFADELERİ. ....		39
3. DENEYSEL İŞLEMLER VE BULGULAR. ....		42
3.1. KOROZYONA İLİŞKİN DENEYSEL İŞLEM. ....		42
3.1.1. Deney Numunesi. ....		42
3.1.2. Deney Numunelerinin Ön Hazırlığı. ....		43
3.1.3. Çözeltinin hazırlanması. ....		44
3.1.4. Deney Düzenegi. ....		46
3.1.5. Deneyle Sonuçları. ....		48
3.1.5.1. t=30 °C Sabit Sıcaklıkta Oksijenden Arındırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon. ....		48
3.1.5.2. Farklı Sıcaklıklarda Oksijenden Arındırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon. ....		69
3.1.5.3. t=30 °C Sabit Sıcaklıkta Havalandırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon. ....		93
3.1.5.4. Farklı Sıcaklıklarda Havalandırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon. ....		114
3.1.5.5. Çözelti Karıştırma Hızı ve $\varphi = f(\text{PH})$ Değişim Eğrileri. ....		126
3.1.6. Değişik Alaşımın Korozyonunda 12. Saat için, Sıcaklığa Bağlı Olarak Çeşitli Termodinamik Büyüklüklerin Hesaplanması. ....		130
3.2. METAL ANALİZLERİNDE ATOMİK ABSORBSİYON SPEKTROMETRE (A.A.S.) YÖNTEMİNİN TANITIMI. ....		143
3.2.1. Alaşım Analizlerinin Yapılmasında İzlenen Yöntem. ....		145

3.2.2. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi Yöntemi ile Bulunan Sonuçlar. ....	202
3.3. KOROZYON DENEYLERİNDE KULLANILAN ALAŞIMLARIN YOĞUNLUKLARININ TAYİNİ. ....	148
3.4. MALZEMELERDE SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ. ....	156
3.4.1. Korozyon Deneylerinde Kullanılan Alaşımın Sertliğinin Ölçülmesi Yöntemleri ve Bulunan Sonuçlar. ....	156
3.5. DEĞİŞİK ALAŞIMLARIN KOROZYON ÖNCESİ VE SONRASI YÜZEY FOTOĞRAFLARININ TESPİTİ. ....	162
4. TARTIŞMA. ....	175
KAYNAKLAR. ....	181
EKLER. ....	183



## ÇİZELGE LİSTESİ

SAYFA		SAYFA	
	NO		NO
Çizelge 1.	1... 5	Çizelge 3.	50...100
Çizelge 1.	2... 6	Çizelge 3.	51...100
Çizelge 1.	3... 7	Çizelge 3.	52...102
Çizelge 1.	4... 8	Çizelge 3.	53...102
Çizelge 2.	1... 40	Çizelge 3.	54...104
Çizelge 3.	1... 43	Çizelge 3.	55...104
Çizelge 3.	2... 49	Çizelge 3.	56...106
Çizelge 3.	3... 49	Çizelge 3.	57...106
Çizelge 3.	4... 51	Çizelge 3.	58...108
Çizelge 3.	5... 51	Çizelge 3.	59...108
Çizelge 3.	6... 53	Çizelge 3.	60...110
Çizelge 3.	7... 53	Çizelge 3.	61...110
Çizelge 3.	8... 55	Çizelge 3.	62...112
Çizelge 3.	9... 55	Çizelge 3.	63...112
Çizelge 3.	10... 57	Çizelge 3.	64...115
Çizelge 3.	11... 57	Çizelge 3.	65...115
Çizelge 3.	12... 59	Çizelge 3.	66...115
Çizelge 3.	13... 59	Çizelge 3.	67...116
Çizelge 3.	14... 61	Çizelge 3.	68...116
Çizelge 3.	15... 61	Çizelge 3.	69...116
Çizelge 3.	16... 63	Çizelge 3.	70...120
Çizelge 3.	17... 63	Çizelge 3.	71...122
Çizelge 3.	18... 65	Çizelge 3.	72...124
Çizelge 3.	19... 65	Çizelge 3.	73...127
Çizelge 3.	20... 67	Çizelge 3.	74...127
Çizelge 3.	21... 67	Çizelge 3.	75...130
Çizelge 3.	22... 70	Çizelge 3.	76...132
Çizelge 3.	23... 70	Çizelge 3.	77...132
Çizelge 3.	24... 70	Çizelge 3.	78...132
Çizelge 3.	25... 71	Çizelge 3.	79...132
Çizelge 3.	26... 71	Çizelge 3.	80...136
Çizelge 3.	27... 71	Çizelge 3.	81...136
Çizelge 3.	28... 72	Çizelge 3.	82...136
Çizelge 3.	29... 72	Çizelge 3.	83...136
Çizelge 3.	30... 72	Çizelge 3.	84...140
Çizelge 3.	31... 73	Çizelge 3.	85...147
Çizelge 3.	32... 73	Çizelge 3.	86...148
Çizelge 3.	33... 73	Çizelge 3.	87...148
Çizelge 3.	34... 74	Çizelge 3.	88...149
Çizelge 3.	35... 74	Çizelge 3.	89...149
Çizelge 3.	36... 74	Çizelge 3.	90...150
Çizelge 3.	37... 75	Çizelge 3.	91...152
Çizelge 3.	38... 75	Çizelge 3.	92...153
Çizelge 3.	39... 75	Çizelge 3.	93...153
Çizelge 3.	40... 76	Çizelge 3.	94...154
Çizelge 3.	41... 87	Çizelge 3.	95...154
Çizelge 3.	42... 89	Çizelge 3.	96...155
Çizelge 3.	43... 91	Çizelge 3.	97...158
Çizelge 3.	44... 94	Çizelge 3.	98...159
Çizelge 3.	45... 94	Çizelge 3.	99...159
Çizelge 3.	46... 96	Çizelge 3.	100...160
Çizelge 3.	47... 96	Çizelge 3.	101...160
Çizelge 3.	48... 98	Çizelge 3.	102...161
Çizelge 3.	49... 98	Çizelge 3.	103...162

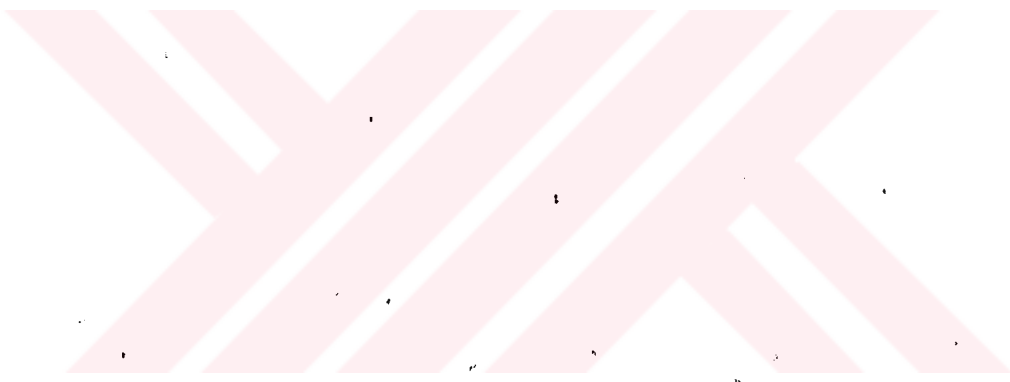


SEKIL LISTESI

	<u>SAYFA NO</u>		<u>SAYFA NO</u>		
Sekil 1.	1...	5	Sekil 3.	41...	86
Sekil 1.	2...	10	Sekil 3.	42...	88
Sekil 1.	3...	11	Sekil 3.	43...	90
Sekil 1.	4...	12	Sekil 3.	44...	92
Sekil 2.	1...	16	Sekil 3.	45...	95
Sekil 2.	2...	16	Sekil 3.	46...	95
Sekil 2.	3...	17	Sekil 3.	47...	97
Sekil 2.	4...	24	Sekil 3.	48...	97
Sekil 2.	5...	26	Sekil 3.	49...	99
Sekil 2.	6...	27	Sekil 3.	50...	99
Sekil 2.	7...	29	Sekil 3.	51...	101
Sekil 2.	8...	33	Sekil 3.	52...	101
Sekil 2.	9...	34	Sekil 3.	53...	103
Sekil 3.	1...	47	Sekil 3.	54...	103
Sekil 3.	2...	47	Sekil 3.	55...	105
Sekil 3.	3...	50	Sekil 3.	56...	105
Sekil 3.	4...	50	Sekil 3.	57...	107
Sekil 3.	5...	52	Sekil 3.	58...	107
Sekil 3.	6...	52	Sekil 3.	59...	109
Sekil 3.	7...	54	Sekil 3.	60...	109
Sekil 3.	8...	54	Sekil 3.	61...	111
Sekil 3.	9...	56	Sekil 3.	62...	111
Sekil 3.	10...	56	Sekil 3.	63...	113
Sekil 3.	11...	58	Sekil 3.	64...	113
Sekil 3.	12...	58	Sekil 3.	65...	117
Sekil 3.	13...	60	Sekil 3.	66...	117
Sekil 3.	14...	60	Sekil 3.	67...	118
Sekil 3.	15...	62	Sekil 3.	68...	118
Sekil 3.	16...	62	Sekil 3.	69...	119
Sekil 3.	17...	64	Sekil 3.	70...	119
Sekil 3.	18...	64	Sekil 3.	71...	121
Sekil 3.	19...	66	Sekil 3.	72...	123
Sekil 3.	20...	66	Sekil 3.	73...	125
Sekil 3.	21...	68	Sekil 3.	74...	128
Sekil 3.	22...	68	Sekil 3.	75...	128
Sekil 3.	23...	77	Sekil 3.	76...	129
Sekil 3.	24...	77	Sekil 3.	77...	129
Sekil 3.	25...	78	Sekil 3.	78...	133
Sekil 3.	26...	78	Sekil 3.	79...	133
Sekil 3.	27...	79	Sekil 3.	80...	134
Sekil 3.	28...	79	Sekil 3.	81...	134
Sekil 3.	29...	80	Sekil 3.	82...	135
Sekil 3.	30...	80	Sekil 3.	83...	135
Sekil 3.	31...	81	Sekil 3.	84...	137
Sekil 3.	32...	81	Sekil 3.	85...	137
Sekil 3.	33...	82	Sekil 3.	86...	138
Sekil 3.	34...	82	Sekil 3.	87...	138
Sekil 3.	35...	83	Sekil 3.	88...	139
Sekil 3.	36...	83	Sekil 3.	89...	141
Sekil 3.	37...	84	Sekil 3.	90...	142
Sekil 3.	38...	84	Sekil 3.	91...	143
Sekil 3.	39...	85	Sekil 3.	92...	147
Sekil 3.	40...	85	Sekil 3.	93...	151

**RESİM LİSTESİ**

	<u>SAYFA NO</u>
Resim 3. 1 .....	162
Resim 3. 2 .....	164
Resim 3. 3 .....	165
Resim 3. 4 .....	166
Resim 3. 5 .....	167
Resim 3. 6 .....	167
Resim 3. 7 .....	168
Resim 3. 8 .....	169
Resim 3. 9 .....	170
Resim 3. 10 .....	171
Resim 3. 11 .....	172
Resim 3. 12 .....	173
Resim 3. 13 .....	174



## KULLANILAN SEMBOLLER

A <sup>+</sup>	.....	: Artı yüklü metal iyonu.
e <sup>-</sup>	.....	: Elektron.
ΔG	.....	: Serbest enerji. (cal/mol)
K	.....	: Denge sabiti.
R	.....	: Gaz sabiti. (cal/°K-mol)
T	.....	: Mutlak sıcaklık. (°K)
a	.....	: Reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu ortaya çıkan maddelerin aktiviteleri.
n	.....	: Korozyon hücresinden geçen elektronların sayısı.
F	.....	: Faraday sabiti. (96500 Coulomb)
E	.....	: Korozyon hücresinin elektromotor kuvveti. (Volt)
E <sup>o</sup>	.....	: Standart elektrot potansiyeli. (Volt)
ΔH	.....	: Elektrokimyasal reaksiyonun entalpisi. (cal/mol)
ΔS	.....	: Entropi. (cal/°K-mol)
r <sub>1</sub>	.....	: Reaksiyonun yükseltgenme hızı.
r <sub>2</sub>	.....	: Reaksiyonun indirgenme hızı.
i <sub>a</sub>	.....	: Anodik akım yoğunluğu.
i <sub>c</sub>	.....	: Katodik akım yoğunluğu.
i <sub>o</sub>	.....	: Denge reaksiyonu akım yoğunluğu.
ϕ	.....	: Reaksiyon hızı. (mmpy/h)
C	.....	: Konsantrasyon.
h	.....	: Zaman. (saat)
k	.....	: Reaksiyon hız sabiti. (h <sup>-1</sup> )
E <sub>a</sub>	.....	: Aktivasyon enerjisi. (cal/mol)
m	.....	: Eğim.
W	.....	: Ağırlık azalması. (mg)
D	.....	: Örneğin yoğunluğu. (g/cm <sup>3</sup> )
A	.....	: Yüzey alanı. (inç kare)
T	.....	: Süre. (saat)
N <sub>1</sub>	.....	: Uyarılmış hale geçen atom sayısı.
N <sub>o</sub>	.....	: Temel enerji düzeyindeki atom sayısı.
k	.....	: Boltzman sabiti.
E <sub>a</sub>	.....	: İki enerji düzeyi arasındaki fark.
I <sub>o</sub>	.....	: Gelen ışığın şiddeti.
I	.....	: Atom bulutunu terk eden ışığın şiddeti.
ε <sub>r</sub>	.....	: τ frekansındaki ışığın absorpsiyon katsayısı.
L	.....	: Çözelti uzunluğu. (cm)
A	.....	: Absorbans.
W	.....	: Dalga boyu. (A°)
V	.....	: Hacim.
HB	.....	: Brinell sertlik değeri.
HV	.....	: Vickers sertlik değeri.

## 1 . G İ R İ Ş .

Endüstride metal ve alaşımları, doğadaki bileşiklerden çeşitli işlem, emek ve ekonomik harcama karşılığı üretilmektedir. Bunları üretmek için karşılaşılan güçlükler de giderek artmaktadır. Özellikle enerji ve hammadde yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan olumsuz gelişmeler, günümüzde önemli gereksinimlerden olan metal ve alaşımlarının korozyona karşı korunması hususunda geçmiş dönemlere kıyasla daha etkili bir mücadeleyi gerektirmektedir.

Ülkemiz yeni teknolojiler geliştirme ve teknolojik bilgi birikimi sağlama çabası içinde bulunmakla birlikte, bilgi ve teknolojinin yetersiz olduğu alanlarda endüstriyel araç gereç ve makinaları yurt dışından getirme durumundadır. Buna göre ülkemizde korozyona karşı harcanan çabaların önümüzdeki yıllarda da büyük ölçüde arttırılması gerekmektedir.

Korozyonun yol açtığı ekonomik kayıplar, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki aşamada değerlendirilmektedir. Doğrudan kayıpların en önde geleni, korozyona karşı verilen savaşta baş vurulan önlemlerdir. Korozyona dayanıklı malzeme üretimi, yüzey kaplamaları korozyon etkinliğini azaltmak için korozif ortamlara yapılan ilaveler ve görevini yapamayacak derecede bozunmuş parçaların yenileriyle değiştirilmeleri bir anlamda korozyonun ekonomik maliyetini oluşturmaktadır. A.B.D. de korozyonun yıllık maliyeti, 8,000,000,000 \$ olarak tahmin edilmektedir. Aynı ülkede korozyonun yol açtığı kayıplar için aşağıdaki verilere göz atmak ilginç olacaktır.<sup>11.21</sup>

Otomobil yakıt sistemlerinde korozyon 100,000,000 \$/yıl  
Otomobil radyatörlerinde korozyon .... 52,000,000 \$/yıl  
Otomobil egzoz sistemlerinde ..... 500,000,000 \$/yıl

Görevini yapamayacak derecede deforme olmuş bir parçanın yenisi ile değiştirilmesi esnasındaki zaman ve üretim kaybı, dolaylı kayıplara bir örnektir. Delinmiş depo veya borularda meydana gelebilecek ürün kayıpları da önemlidir. Ayrıca korozyon ürünlerinin yüzeysel yığılımı ısı geçirgenlik katsayısını önemli ölçüde düşüreceğinden, sıcak su ve buhar hazırlama tesislerinde verimin düşmesine yol açmaktadır. Günümüzde önemli bir tehlike de gıda maddelerinin korozyon ürünleriyle kirlenerek sağlığa zararlı hale gelmeleridir. Bazı hammadde rezervlerinin hızla azalmakta olduğu dikkate alınırsa, büyük emekler sonucu oksitlerinden arındırılarak kazanılan metalleri, korozyon yoluyla tekrar oksit haline dönüştürerek kaybetmek, doğal kaynakların daha kısa sürede tüketilmesi anlamına gelmektedir.

Korozyonun yol açtığı kayıplar, tahminlere göre milli gelirin %1-3.5 ü arasında değişmektedir. 1970 yılında yapılan bir araştırmaya göre İngiltere'de korozyonun maliyetinin bu ülkenin milli gelirinin %3.5 ü düzeyinde olduğunu göstermiştir.<sup>11</sup>

Bu açıklamalar çerçevesinde korozyon araştırmacıları metal ve alaşımların çeşitli kullanım ortamlarında gösterdikleri değişik türden korozyon proseslerini anlama, açıklama ve korozyonu önleme çabası içindedirler. Nitekim C. KATO ve çalışma arkadaşları %3.4 NaCl çözeltisindeki 5 ppm. konsantrasyonlu sülfür miktarının, gemi endüstrisinde kullanılan %9.4 Cu, %1.7 Ni ve Fe alaşımı üzerindeki korozyon etkisini incelemişlerdir. Deniz suyu içindeki bu alaşımın korozyona karşı iyi direnc göstermesinin nedeni, korozyon ürünlerinin yapısından kaynaklanmaktadır. Korozyon ürünleri  $Cu_2O$  ve  $Cu_2(OH)_2Cl$  şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada

korozyon ürünlerinin geçirgen bir dış tabaka, nisbeten yoğun bir orta tabaka ve çok ince bir iç tabakadan meydana geldiği ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacılar ayrıca doğal sülfür bileşikleri ile kirlenmiş veya kirletilmiş deniz suyunda değişik miktarlarda sülfür ve havalandırma periyodları kullanarak korozyon hızının değiştiğini de gözlemişlerdir.<sup>[3]</sup>

Diğer taraftan H. P. LEE ve Ken NOBE, %1.7 Fe den ibaret ticari bir Cu-Ni (90/10) alaşımının oksijenden arındırılmış asidik Cl çözeltileri içindeki elektrokimyasal davranışını döner halka-disk elektrotları ile incelemişlerdir. Bunlar aynı zamanda alaşımın elektrokimyasal çözünürlüğünü çeşitli dönme hızlarında ve farklı potansiyellerde Cl<sup>-</sup> ve H<sup>+</sup> konsantrasyonlarına bağımlı olarak da etüd etmişlerdir.<sup>[4]</sup>

Isao SEKINE ve çalışma arkadaşları formik asit çözeltisi içinde 304 tipi paslanmaz çelik (%19 Cr, %9 Ni, %0.08 C) ve saf Fe, Ni, Cr un korozyon davranışlarının karşılaştırmasını yapmışlardır. Formik asit çözeltisi içinde 304 tipi paslanmaz çeliğin korozyon direncine katkısı olan kimyasal bileşenlerin etkisini zamana bağımlı olarak incelemişlerdir. %100 asit çözeltisindeki korozyon davranışının, düşük asit konsantrasyonlu çözeltilere oranla oldukça farklı olduğu ve sulu çözeltilerde korozyon hızının %100 asit çözeltilerindeki korozyon hızından daha büyük olduğu gözlenmiştir.<sup>[5]</sup>

Ayrıca Pushpa GUPTA ve arkadaşları, %1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi içindeki 63/37 pirincinin korozyonu ve bu pirincin çinkosunun arındırılması üzerine inhibitörlerin etkisini incelemek için ağırlık kaybı ve çözelti konsantrasyonu analiz teknikleri kullanmışlardır. Ağırlık kaybı ve çözelti konsantrasyon analizi incelemelerinde 48 saat sonundaki elektrod ağırlık kaybını 9.1 mg/(2\*2 cm<sup>2</sup>). mertebesinde belirlemişlerdir.<sup>[6]</sup>

K. N. Krishnan ve K. Prasad Rao, düşük karbonlu çelik üzerine austenitik paslanmaz çelik elektrotlar kullanarak kaynakla kaplamışlar ve sistemdeki kaplama tabakasındaki metallerin (Cr, Ni, C, Nb, Mn, Si) korozyon hızlarını 5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.5N NaCl korozyon ortamında mpy korozyon büyüklüğü cinsinden incelemişlerdir (korozyon hızları ASTM Specification G31-72' ye göre hesaplanmıştır)\*.

Bu araştırmacılar oda sıcaklığındaki korozyon hızlarının kaplamanın ferrit içeriğine, korozyon süresine ve tavlama sıcaklıklarına bağlı olarak değiştiğini gözlemişlerdir. 600-800 °C de tavlama işlemi uygulanmış malzemelerin 1 ve 10 saat arasındaki korozyon hızlarında önemli bir değişme olmamış ancak korozyon süresi 100 saate çıkarıldığında korozyon hızı 280 mpy den 7 mpy değerine düşmüştür. Malzemeler 1000 °C de tavlandıktan sonra korozyon hızlarında bir azalma meydana geldiği de gözlenmiştir. Kaplamalardaki ferrit içeriğinin korozyon hızına etkisi olduğu saptanmıştır. Çizelge 1.1 de verilen farklı ferrit içerikli örnekler dikkate alındığında 12 FN örnekleri 600-800 °C de tavlama işlemine tabi tutulmuş düşük ferrit içerikli örneklerle kıyasla nispeten daha yüksek korozyon hızı göstermişlerdir. 1000 °C tavlama sıcaklığında ise 12 FN örneklerinin diğerlerine kıyasla korozyon hızlarında önemli azalmalar olduğu görülmüştür. Ferrit içeriğini ölçmek için FeSe2 tipi Ferritescope\*\* kullanılmış ve Magnegage\*\*\*'ye karşı kalibre edilmiştir.

---

\* American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, PA.

\*\* Helmut Fischer GmbH, West Germany.

\*\*\* American Instrument Co. Silver Spring, MD.

K. N. Krishnan ve K. Prasad Rao, düşük karbonlu çelik üzerine austenitik paslanmaz çelik elektrotlar kullanarak kaynakla kaplamışlar ve sistemdeki kaplama tabakasındaki metallerin (Cr, Ni, C, Nb, Mn, Si) korozyon hızlarını 5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.5N NaCl korozyon ortamında mpy korozyon büyüklüğü cinsinden incelemişlerdir (korozyon hızları ASTM Specification G31-72' ye göre hesaplanmıştır)\*.

Bu araştırmacılar oda sıcaklığındaki korozyon hızlarının kaplamanın ferrit içeriğine, korozyon süresine ve tavlama sıcaklıklarına bağlı olarak değiştiğini gözlemişlerdir. 600-800 °C de tavlama işlemi uygulanmış malzemelerin 1 ve 10 saat arasındaki korozyon hızlarında önemli bir değişme olmamış ancak korozyon süresi 100 saate çıkarıldığında korozyon hızı 280 mpy den 7 mpy değerine düşmüştür. Malzemeler 1000 °C de tavlandıktan sonra korozyon hızlarında bir azalma meydana geldiği de gözlenmiştir. Kaplamalardaki ferrit içeriğinin korozyon hızına etkisi olduğu saptanmıştır. Çizelge 1.1 de verilen farklı ferrit içerikli örnekler dikkate alındığında 12 FN örnekleri 600-800 °C de tavlama işlemine tabi tutulmuş düşük ferrit içerikli örneklerle kıyasla nispeten daha yüksek korozyon hızı göstermişlerdir. 1000 °C tavlama sıcaklığında ise 12 FN örneklerinin diğerlerine kıyasla korozyon hızlarında önemli azalmalar olduğu görülmüştür. Ferrit içeriğini ölçmek için Fe8e2 tipi Ferritescope\*\* kullanılmış ve Magnegage\*\*\*'ye karşı kalibre edilmiştir.

---

\* American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, PA.

\*\* Helmut Fischer GmbH, West Germany.

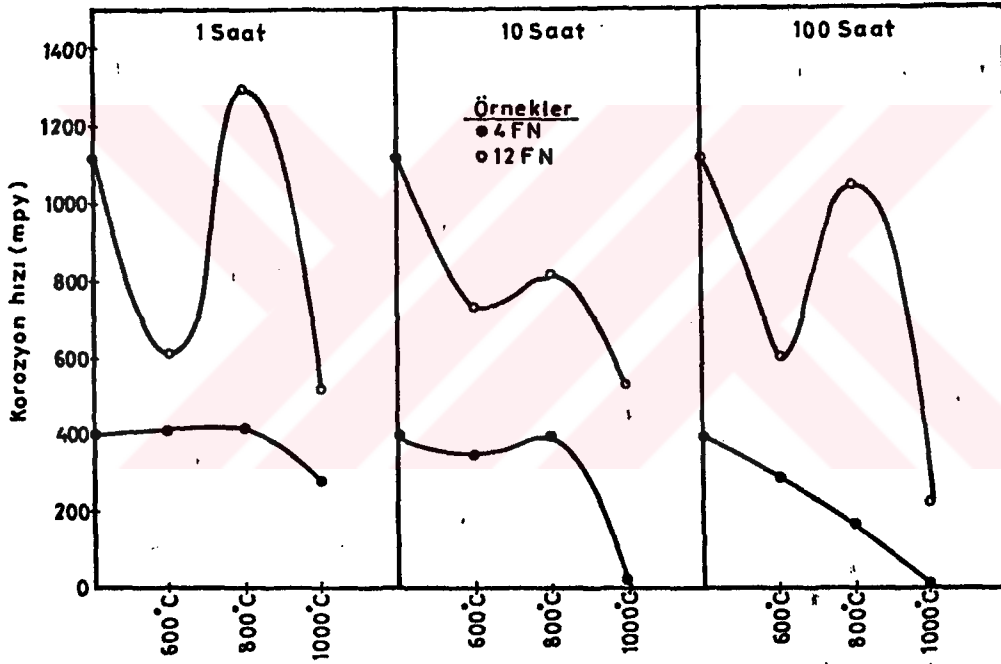
\*\*\* American Instrument Co. Silver Spring, MD.



Çizelge 1.1 Ferrit içeren kaplama metalleri ve kimyasal bileşimleri.<sup>[7]</sup>

Örnek no	Kullanılan elektrot	Kaynak hızı (mm/dak)	Cr	Ni	C	Nb	Mn	Si	Ferrit içeriği (FN)
1	309Cb	100	20.67	10.80	0.050	0.45	0.88	1.02	12
2	309Cb	140	19.30	9.70	0.062	0.47	0.96	0.90	10
3	308Cb	100	18.67	9.60	0.052	0.44	0.90	0.98	4
4	308Cb	140	17.10	8.90	0.068	0.39	0.85	1.02	2

Korozyon hızlarının sonuçları, farklı korozyon süreleri için şekil 1.1 de verilmiştir.



Şekil 1.1 Farklı korozyon süreleri için korozyon hızları.<sup>[7]</sup>

Şekil 1.1 den de anlaşılacağı gibi tavlama sıcaklığı 600 °C den 1000 °C ye çıkarıldığında, ferrit içinde küresel karbür taneciklerinin meydana gelmesinden dolayı 4FN örneklerinin korozyon hızları sabit kalmakta ya da önemli ölçüde düşmektedir. 800 °C de tavllanmış 12FN örneklerinde ise, ferrit miktarı arttığı için korozyon hızlarında bir sıçrama görülmektedir.<sup>[7]</sup>

J. A. Beverly, ve R. T. Foley, demirin korozyonunda aktivasyon enerjisinin anyona bağımlılığını araştırmışlardır. Doğal korozyon ortamını sağlamak için korozyon reaksiyonları, tümü hava ile doyurulmuş 0.5 M NaCl, NaBr, NaI, NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ortamlarında ve PH ları 2.7 olan NaClO<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> asit çözeltileri içinde gerçekleştirilmiştir. Deney örneği olarak ağırlıkça bileşimi %99.77 Fe, %0.13 Cu, %0.04 Ni, %0.01 Mn, %0.01 Sn içeren alaşım kullanılmıştır. Deneyler 30-32-35-40-45-50 °C sıcaklık aralıklarında ve kinetik ölçümler 2-4-6 saatlik süreler baz alınarak yapılmıştır. Korozyon hızları, Arrhenius tipi grafikler yardımıyla açıklanmış ve bu grafiklerin eğimlerinden hesaplanan aktivasyon enerjileri çizelge 1.2 de verilmiştir.

Çizelge 1.2 Farklı anyonların varlığında demirin çözünme aktivasyon enerjileri. <sup>(8)</sup>

Ç Ö Z E L T İ	E <sub>a</sub> (Kcal/mol)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5.6 ± 0.7
0.50 M Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10.4 ± 1.3
0.50 M Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	16.1 ± 2.0
0.50 M NaNO <sub>3</sub>	5.2 ± 0.6
0.50 M NaClO <sub>4</sub>	5.9 ± 0.6
0.50 M NaCl	5.4 ± 0.7
0.50 M NaBr	6.5 ± 0.8
0.50 M NaI	11.1 ± 1.4

Bu bilgiler ışığında demirin korozyonu için hem hız sabiti hem de aktivasyon enerjisinin çözeltilerdeki anyonların tabiatına bağımlı olduğu açıkça gözlenmiştir. Değişik çözelti ortamlarında meydana gelen farklı korozyon hızlarının, iyonların adsorbsiyon enerjilerindeki farklılardan kaynaklandığı öne sürülmüştür. Bu durumda çizelge 1.2 de verilen aktivasyon enerjileri halojen iyonlarının (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> ve I<sup>-</sup>) artan iyon yarıçapı ile artmaktadır. <sup>(8)</sup>

M. Schorr ve J. Yahalom, derişik H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> asidi içinde AISI 304-316 tipi austenitik paslanmaz çeliğin korozyon hızlarını 50-120 °C sıcaklık aralığında ağırlık kaybı ölçümleri ile

saptamışlar ve asitler içinde metallerin çözünme reaksiyonlarıyla ilgili aktivasyon enerjisinin önemini ortaya koymuşlardır. Sonuçta, Arrhenius denklemine göre ( $k=A \exp(-E_a/RT)$ ) eksenlere Log k ve  $1/T$  değerleri yerleştirilmek suretiyle çizilen grafikler yardımıyla hesaplanan  $E_a$  değerleri, asit konsantrasyonuna bağlı olarak 10-20 Kcal/Mol mertebesinde bulunmuş, ayrıca metalik korozyonun mekanizma ve hızındaki değişimin yüzey kusurları yoğunluğuna da bağlı olduğu belirlenmiştir. [9]

Olen L. Riggs, JR., karbon çeliği için  $H_2PO_4$  ortamındaki aktivasyon enerjisi değerlerini belirlemiştir. Korozyon testleri ağırlıkça %45-70-80-85  $H_2PO_4$  konsantrasyonlu asit çözeltisi içinde ve 24-35-45-50-66-75-83 °C sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. Test örneği bileşimi çizelge 1.3 de verilen karbon çeliğinden hazırlanmıştır.

**Çizelge 1.3 Çelik örneklerinin kimyasal bileşimi. [10]**

ELEMENT	%	ELEMENT	%
C	0.036	Si	0.004
S	0.06	Cu	0.01
P	0.01	Al	0.006
Mn	0.36	Ni	0.01
		Fe	99.99

Deney örneğinin görünür yüzey alanı  $38 \text{ cm}^2$  dir. Her bir sistem için spesifik korozyon hızını elde etmek üzere en az 12 örnek kullanılmıştır. Test süresi ağırlıkça %45-70-80 konsantrasyonlu  $H_2PO_4$  için 1 saat, ağırlıkça %85 konsantrasyonlu  $H_2PO_4$  asit çözeltisi için 4 saattir.

Test sonuçlarına göre çizilen Arrhenius grafikleri korozyon hızlarının tümünü  $1/T$  nin fonksiyonu olarak vermektedir.

Basit sistemler için geçerli Arrhenius bağıntısı

korozyon ortamlarında geçerliliğini koruyamamakta ve bunun sonucu olarak da dar sıcaklık aralıklarında aynı sistemle ilgili  $E_a$  değerleri farklılık göstermektedir. Ağırlıkça %45 konsantrasyonlu fosforik asit çözeltisi için 45 °C derecede elde edilen korozyon hızları, 24 ve 35 °C deki sistemler için elde edilen korozyon hızlarından biraz daha yüksektir ve fonksiyonel değişimler paralellik göstermektedir.

24-50 °C sıcaklık aralıklarındaki deneysel aktivasyon enerjilerinin  $14.2 \pm 0.5$  Kcal/Mol lük ortalama değerden kısmen sapmakta olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde 50-83 °C sıcaklıklardaki aktivasyon enerjileri ise 17.5 Kcal/Mol lük ortalama değerden kısmen sapmaktadır. Bu değer fosforik asitin 24-50 °C sıcaklık aralığı için bulunan ortalama aktivasyon enerjisinden yaklaşık olarak 3.3 Kcal/Mol daha yüksektir. Bu durum çizelge 1.4 den görülebilmektedir. Ayrıca grafiklerin eğimlerinde de belirli bir değişim göze çarpmaktadır.

Çizelge 1.4 Aktivasyon enerjileri. [10]

$H_3PO_4$ %	Aktivasyon Enerjisi (Kcal/mol)	
	24 - 50 °C	50 - 83 °C
45	14.800	16.800
70	14.240	18.200
80	13.750	17.700
Ortalama E	14.250	17.500
85	7.050	8.650

$H_3PO_4$  konsantrasyonunun ağırlıkça %85 e çıkarılması ve sıcaklığın 55-60 °C yükseltilmesi aktivasyon enerjisinde önemli bir değişime neden olmaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklarda ağırlıkça %85  $H_3PO_4$  için elde edilen aktivasyon enerji değerlerinin, ağırlıkça %45-70-80 için elde edilen değerlerden çok daha düşük olduğu saptanmıştır. [10]

Bu çalışmada da gözleendiği gibi korozyon olayında

sıcaklık ve elektrolit ortamın zamanla değişimi korozyon hızını etkileyen iki temel ve birbirinden bağımsız etken durumundadır.

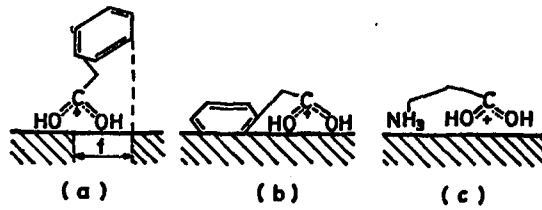
Diğer taraftan bazı organik asitlerin tek başına korozyon ortamı olarak kullanıldığında aşındırma etkisi göstermesine karşın, kendinden daha aşındırıcı olan ortamlarda korozyon inhibitörü gibi de davranabildikleri gözlenmiştir. Örneğin R. M. SALEH ve A. M. SHAMS EL DIN termometrik yöntem kullanarak organik asitler ve anyonlarının 2N HCl ve 1.5N NaOH ortamlarında alüminyum korozyonunu yavaşlattıklarını saptamışlardır. Yapılan çalışmada organik asitler ve tuzlarının kimyasal bileşimleri ve yapıları ile korozyon yavaşlatma etkileri arasında sistematik bir korelasyon bulunmaya çalışılmış ve yavaşlatmanın adsorbsiyon mekanizması ile gerçekleştiği belirlenmiştir.

2N HCl ortamında yavaşlatıcı olarak formik, propiyonik ve butirik asit gibi alifatik asitler; benzoik, fenil asetik, fenil propiyonik gibi aromatik asitler ve glisin, alanin, sistin, metiyonin, izo-lösin, glutamik asit gibi amino asitler, NaOH ortamında ise aynı asitlerin sodyum tuzları kullanılmıştır. Yavaşlatma mekanizmalarını aydınlatmak için termometrik eğrilerden yararlanılmıştır.

Sonuçlardan anlaşıldığına göre asitler Al yüzeyine karboksil guruplarıyla adsorblanmaktadır. Asit moleküllerinin geri kalan uzun kısımları ise çözelti içinde kalmaktadır. Kuvvetli asit ortamında organik asitler, protonlanmış formda ( $\text{RCOOH}_2^+$ ) buldukları için adsorbsiyon, korozyona uğrayan Al metalinin katodik yerlerinde oluşmaktadır. Organik asidin alifatik kısmındaki  $\text{CH}_2$  gurubu elektron itici bir karaktere sahiptir fakat bu karakter zincir uzunluğu arttıkça azalmaktadır. Dolayısıyla protonlanma derecesinin şu sıra

içinde artması beklenir: formik < asetik < propiyonik < bütirik. Aynı asitlerin adsorblanma derecesinde beklentiye uygun olarak aynı sırayı izlediği saptanmıştır. NaOH içindeki Al çözünmesi anodik kontrollüdür. Bundan dolayı alifatik asit anyonlarının yavaşlatma etkileri zayıftır. Çünkü bunların adsorbsiyonu tercihli değildir. Gözlenen sonuçlar test edilen anyonlar arasında önemli bir adsorbsiyon farkı bulunmadığı yolundadır. Anyonların adsorbsiyonu  $-COO^-$  gurubuyla gerçekleşmektedir.

Aromatik asitler için yavaşlatma etkisinin molekül hacmi ile değiştiği gözlenmiştir. Bunu açıklamak için iki gerekçe vardır. Birincisi, adsorbsiyon karboksil gurubu tarafından gerçekleştirilerek molekülün geri kalan kısmı çözelti tarafında kalmaktadır. Fenil gurubu normal olarak alifatik zincir ile aynı düzlemde olmayıp fenil-metilen bağı çevresinde serbetçe döndüğü için metal yüzeyi üzerinde r yarıçaplı bir daire oluşturmakta ve bundan dolayı sterik etkiler daha ileri bir adsorbsiyona izin vermemektedir şekil 1.2(a).



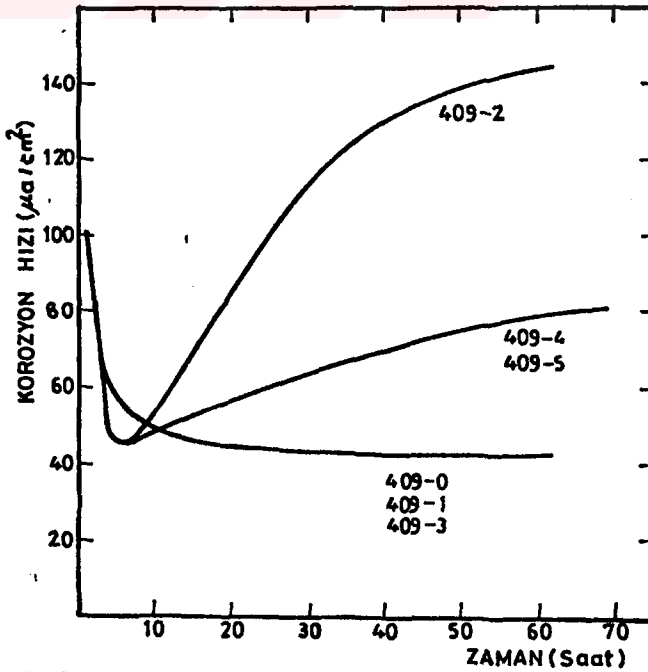
Şekil 1.2 Aromatik asitlerin (a,b) ve amino asitlerin (c) Al yüzeyindeki adsorbsiyonlarının şematik gösterimi. [11]

ikinci neden ise aromatik asitlerin fenil guruplarının adsorblanmalarıdır şekil 1.2-b. Bu durumda zincirin karboksil ucuyla bağlanması beklenir, fakat fenil gurubunda elektron yoğunluğu yüksek olduğu için  $-COOH$  gurubuyla bağlanmasının ikinci planda kaldığı, söylenebilir. Deneysel sonuçların yorumu ikinci alternatifi desteklemektedir. [11]

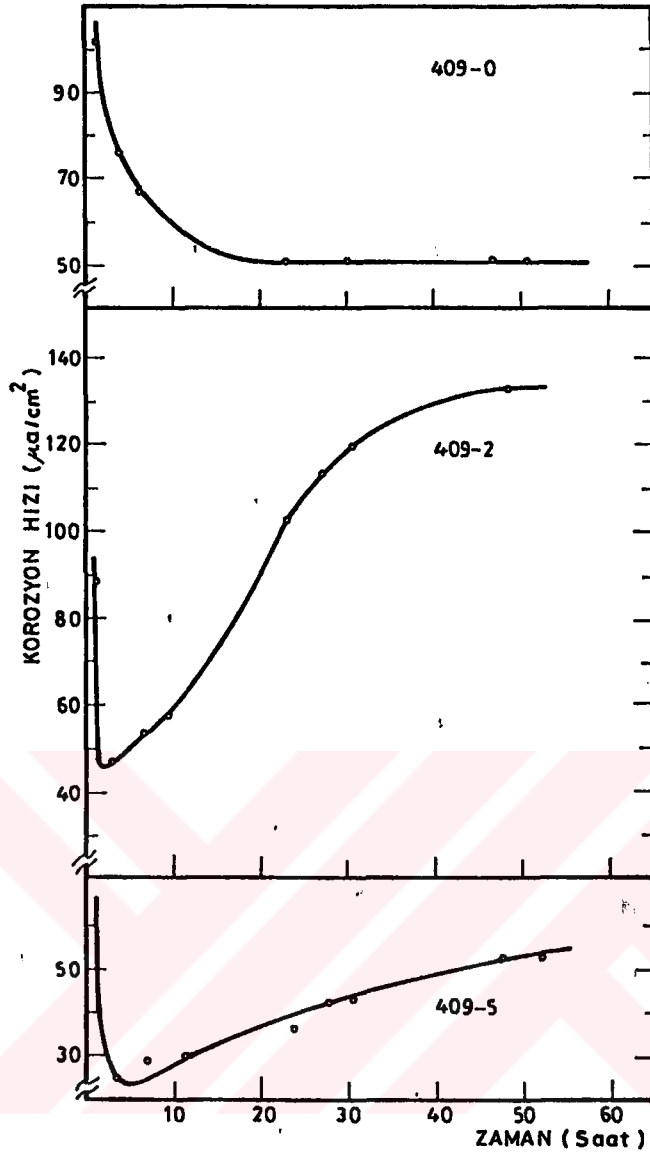
A. C. Makrides ve F. Cocks, bir gıda katkı maddesi (Blue Dye No.1) içeren seyreltik  $H_2PO_4$  ortamında (0.0182 M), ticari olarak kullanılan ve kimyasal bileşim yönünden çeliğe yakın 406, 408, 409 ve 709 tipi (levha halinde) dört yumuşak çeliğin korozyon hızlarını 35 °C sıcaklıkta incelemişlerdir.

Yapılan araştırma sonucunda ortaya çıkan korozyon hızı-zaman eğrileri ilk bakışta şaşırtıcı bir karmaşıklık izlenimi vermektedir. Bununla birlikte eğrilerin tüm verilere göre dikkatli incelenmesi sonucu, açık ve net sayılabilecek bir görünüm ortaya çıkmaktadır. Buna göre bütün örnekler için başlangıçtaki yüksek korozyon hızı yaklaşık 20 saat içinde bir minimuma azalmakta ve sonraki 50 saat içinde düzenli bir biçimde artmaktadır.

Korozyon hızının zaman bağımlılığına ilişkin verilen bu açıklamalar (409-0, 409-2, 409-5) çeşitli örnekler ve seriler için şekil 1.3 ve 1.4 de gösterilmektedir. Diğer serilere ait sonuçlarda da aynı benzerlik görülmektedir.



Şekil 1.3 Çeşitli imalat safhalarında 409 serisi için korozyon hızının zamana bağımlılığı. [12]



Şekil 1.4 Çeşitli 409 örnekleri için korozyon hızının zamana bağımlılığı. [12]

Eğrilerde ilk birkaç saat içinde (yaklaşık 5 saat) maksimum bir korozyon hızının gözlenmesi, muhtemelen yüzeyin hazırlanmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum keyfi bir koşul olduğundan dolayı erken korozyon konusunda anlamlı bir yorum yapılamamaktadır. Ancak soğuk şekil verme işlemine tâbi tutulmuş metallerin çözünmesi, genellikle daha hızlı olmaktadır. Bunun nedeni çok sayıda dislokasyon oluşmasındandır. Bir dislokasyon yüzeyle keşiştiği zaman öyle bölgeler oluşur ki, buralarda metal iyonlarının ara yüzey boyunca transferi, yüzeydeki diğer bölgelere oranla daha



düşük bir aktivasyon enerjisi ile gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden soğuk şekil verilmiş metallerin daha yüksek çözünme hızlarına sahip olması beklenmektedir. Çeşitli örneklere ait 50 saatlik korozyon süresi sonunda korozyon hızındaki artışın, anodik reaksiyonun daha hızlı olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu esnada katodik reaksiyonun kinetiği yalnızca küçük değişimler göstermektedir. Ayrıca başlangıçta gözlenen yüksek korozyon hızı ve bu hızın zaman ile azalması koruyucu bir filmin oluşması ile açıklanmaktadır. Bu filmin oluşmasından adsorplanmış bir inhibütör sorumludur. Başlangıçtaki azalmadan sonra korozyon hızı 30-40 saatlik bir süreye doğru zamanla artmaktadır. Artış hızı reaksiyon ilerledikçe örneklerde daha büyük bir yüzey alanı oluşmasından kaynaklanmaktadır. İncelenen örneklerin korozyon hızları 60-70 saat geçmedikçe kararlı hal (büyük ölçüde korozyon hızında değişme meydana gelmemesi) değerlerine ulaşamamaktadır. [12]

Verilen literatür özetleri ve bu alanda yapılan araştırmalar gösteriyor ki, metal ve alaşımlarından elde edilen malzemelerin kullanım amacı ve buldukları ortam şartları birbirinden çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle ortaya çıkan korozyonun niteliği ve hız mekanizması korozyon ortamları ile yakından ilişkili olduğundan, her ortam ve alaşım türü için korozyon prosesini etkileyen parametreler ayrı ayrı incelenmelidir.

Bu çalışma, endüstride kullanılan çeşitli alaşımların, farklı asidik ortamların yol açtığı korozyona karşı gösterdikleri dirençlerin, literatürde belirtilen laboratuvar test yöntemlerine uygun olarak saptanması ve bu sayede malzeme seçimine yardımcı olabilecek hızlı ve tatmin edici bilgilerin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır.

## 2. KURAM.

### 2.1. METALLER VE ALAŞIMLARI.

Metaller günümüz endüstrisinde geniş bir uygulama alanına sahip mühendislik malzemeleridir. Korozyon mühendisleri, temel olarak malzemelerin kimyasal özellikleri ile ilgilenmektedirler. Ayrıca malzemelerin fiziksel yapıları, temel kimyasal bileşimleri ve mekanik özellikleri de önemli olmaktadır. Malzemelerin bu özellikleri uygun şartlar altında mühendislik testleri ile saptanmaktadır. Çekme deneyi sonuçları ile belirlenen ve malzemelerin mekanik davranışlarının değerlendirilmesinde en fazla önem taşıyan parametreler çekme gerilmesi, elastiklik modülü, elastiklik sınırı ve akma sınırıdır. Ayrıca sertlik ölçülmesi en kısa yoldan malzemelerin mekanik özellikleri hakkında bir fikir vermektedir.

Metal adı altında toplanan elementlerin tümünde ortak bazı özellikler de görülmektedir. Bütün metaller ışığı yansıtmakta, elektrik ve ısıyı iyi iletmektedirler.

Sanayide kullanılan saf metaller belirli özelliklere sahiptir. Bu özelliklerine göre kullanım alanlarında sınırlıdır. Saf metallerin özelliklerini belirli hallerde değiştirerek elde edilen sınırlı bir özellik geliştirilmesi endüstrinin ihtiyaç duyduğu özelliklere yeterli gelmemektedir. Fakat çoğu durumda metalin özelliklerini düzeltmek için ikinci bir element ilave edilmektedir. Bu şekilde ilave edilen metaller karışımına da alaşım adı verilmektedir. Alaşımlar, en az iki elemanın birleşmesinden meydana gelmekte ve genellikle homojen bir yapıya sahip bulunmaktadır. Homojen yapıda parçanın her yerinde malzeme özellikleri değişmemektedir. Bir homojen

alaşımın kristallerinin yapısı aynı olmakla beraber, kristallerin büyüklük ve şekilleri birbirinden farklı olabilmektedir. Alaşım heterojen ise, kimyasal yapıları birbirinden farklı olan en azından iki kristal çeşidi bulunmaktadır. Malzeme özellikleri çeşitli yerlerde birbirinden farklılıklar göstermektedir.

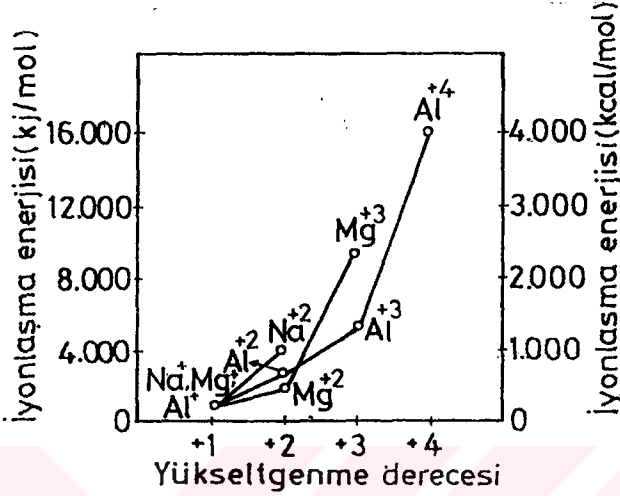
Malzemelere metal özelliğini veren etkenlerden birisi de metal kristalindeki atomları birbirine bağlayan özel bir bağ çeşidinin bulunmasıdır.

Birbirine oranla bağıl kuvvetleri değişen ve dolayısıyla kopmaları büyük enerji isteyen bağlar iyonik, atomik (kovalent) ve metalik bağlar olmak üzere üç guruba ayrılmaktadır.

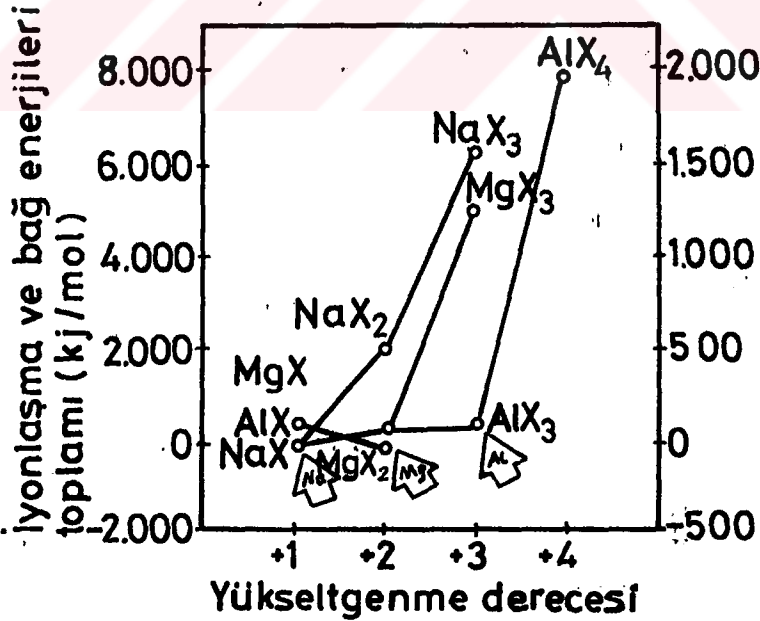
iyonik bağlarla ilgili Kossel hipotezleri uyarınca, iyonik bağlar basit elektrostatik model yardımıyla açıklanabilmektedir.<sup>[13]</sup> Bu nedenle iyonik kristalin oluşumunda, katyon ve anyonun sırasıyla elektron verme ve alma yeteneği büyük önem taşımaktadır. Elektropozitif elementlerin elektron verme güçleri iyonlaşma enerjileriyle ölçülebilmektedir. İyonlaşma enerjilerinin büyüklüğü oranında elektron verme eğilimi azalmaktadır. Aşağıda verilen şekil 2.1 ve şekil 2.2 sırasıyla değişik iyonların farklı değerliklerine karşı gelen iyonlaşma enerjilerini ve iyonlaşma enerjileriyle bağ enerjilerinin toplamını göstermektedir.

Temel olaylar arasında sıralanan, metallerin ısıyı ve elektriği iletmesi, mekanik dayanıklılık ve sertlik gibi ayırıcı özellikler, metalik bağların yapısından kaynaklanmaktadır. Metalik bağlar, kimyasal ve zayıf enerjili fiziksel bağlardan oldukça farklı niteliktedirler. Daha genel

anlamda, metalik ortamdaki tüm atomların valans elektronlarını tamamen serbest ve birbirinden bağımsız duruma getirerek, üç boyutta ve komşu atomlar ile ortaklaşa bağ yapabilmeleri şeklinde tanımlanmaktadır. Bu durum şekil 2.3 te verilmiştir.

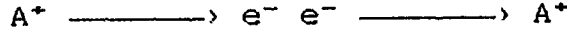


Sekil 2.1 İyonlaşma enerjilerinin değişik metal ve metal iyonlarının yükseltgenme basamağına göre değişimleri.

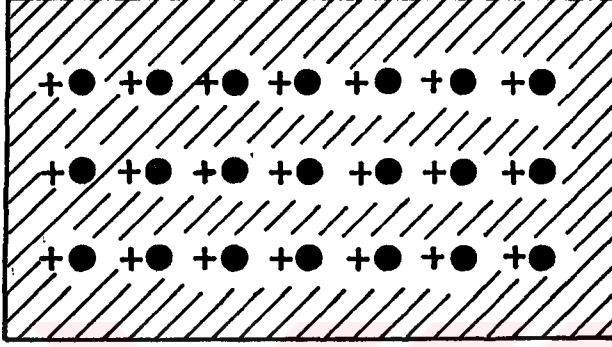


Sekil 2.2 İyonlaşma ve bağ enerjileri toplamının değişik iyonik yapılara göre değişimleri. ( $M^{+n}$  katyonu ile  $X^{-1}$  anyonu arasındaki uzaklıklar  $r_0 = 2.00 \text{ \AA}$  değerinde kabul edilmiştir.)

Metalik ortamda serbest duruma geçen elektorn sayısı, ortamdaki atom sayısına eşdeğerdir görüşü var sayılarak aynı türden iki metal atomu arasındaki metalik bağ;



modeli ile gösterilmektedir. [13]



Sekil 2.3 Metalik kristal yapıda atomların elektronlarını tamamen serbest duruma geçirmeleri. [13]

Modelden izlenebildiği gibi iki tane  $A^+$  metal atomu, birer valans elektronlarını serbest konuma geçirerek  $e^- - e^-$  arasındaki itme enerjisini de yenecek biçimde iki elektronu ortaklaşa kullanabilmektedir. [13]

Bu bilgiler ışığında metallerin yapısı için bir model tasarlanabilmektedir. Kristal kafesinin düğüm noktalarında bulunan artı yüklü metal iyonlarının oluşturduğu bir iskelet serbestçe hareket edebilen elektronlardan oluşmuş bir elektron denizi içine daldırılmıştır. Artı iyonlardan oluşan iskelet hareket etmemektedir. Metalin bütün kütlesi bu iskelette bulunmaktadır. iskeleti çevreleyen elektron denizindeki elektronlar ise metalin her yerine hemen hemen aynı sıklıkta dağılmışlardır. Sürekli hareket halinde olup, metalin her yanını dolaşabilmekte ve belirli bir atoma da bağlı bulunmamaktadır.

Bu model, metal özelliklerinin oluşumunu açıklamak için yeterli olmaktadır. Metalik bağ yönelmiş bir bağ olmadığı için kristal içindeki atomları, belirli bir yönde büyük bir dirençle karşılaşmadan kaydırma olanağı bulunmaktadır. Bu durumda atomlar birbirini üzerinde kaymakta ve kristalin dış görünüşü değişmekle birlikte, atomlar arasındaki bağlar bozulmamaktadır. Çünkü tek yönlü değil çok yönlü bir bağlanma vardır. Bunun sonucu olarak da, metaller dövülebilmekte ve kolayca işlenebilmektedir.

## 2.2. DEMİR DIŞI METALLER VE ALAŞIMLARI.

### 2.2.1. Bakır ve Alaşımları.

Bakırı diğer metallerden ayıran en önemli özellik, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği yanında korozyona oldukça dayanıklı olmasıdır. Bu yüzden teknolojide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Çatı malzemesi, tatlı su ve deniz suyu hatlarında, ısı değiştiricilerinde, kodenselerlerde, şaftlar ve denizle ilgili malzemelerin yapımında kullanılmaktadır. Bakırın suya bıraktığı iyonları, kirletici organizmalar için zehirleyici olduğundan dolayı yüzeyine tutunmalarına da olanak vermemektedir.

Günümüzde çok tanınan bakır alaşımları, pirinçler, bronzlar, kupro-nikeller (Cu-Ni) ve nikelli gümüşlerdir.<sup>[1]</sup>

Pirinçler, bileşimlerinde en az %53 Cu ve bunun dışında en önemli eleman olarak çinko bulunan alaşımlardır. Tane yapılarına göre tek fazlı  $\alpha$ -pirinci (Cu  $\geq$  %63) yada iki fazlı ( $\alpha + \beta$ )-pirinci (%63 > Cu > %53) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çinko miktarı %15 ile sınırlı olanlar kızıl pirinç, diğerleri ise sarı pirinç olarak adlandırılmaktadır.  $\alpha$ -pirinçlerinin iki önemli türü üzerinde de durmak gerekmektedir. Admiral pirinci, %1 Sn ilavesiyle mekanik özellikleri ve korozyona karşı direnci geliştirilmiş bir

alaşım olmaktadır. Daha ileri bir korozyon dayanımına gereksinim duyulan hallerde %2 Al içeren alüminyum pirinci kullanılmaktadır.

iki fazlı pirinçlerden Muntz metali (%60Cu - %40Zn) tatlı suların soğutucu olarak değerlendirildiği düşük sıcaklıklarda çalışan kondenselerde ve kondenser başlıklarında kullanılmaktadır. [14. 15]

Bronzlar bileşimlerinde, minimum %60 Cu ve en önemlisi çinko olmamak üzere %12 ye kadar olan oranlarda kalay, silisyum, alüminyum ve berilyum gibi elemanları bulunduran alaşımlardır. Bronzlar yüksek mekanik mukavemet ve toklukları yanında, korozyona ve aşınmaya karşı pirinçlerden daha dayanıklı malzemelerdir. Bronzlar bakır dışındaki bileşenlerine göre de adlandırılmaktadırlar (kalay bronzu, Al-bronzu, v.b.). [14. 15]

Bakırın çok elemanlı alaşımlarından biri de yeni gümüş (ticari adı alpaka) olup %47-60 Cu, %12-25 Ni, %15-41 Zn içermektedir. Alaşıma katılan nikel, gümüşe benzer bir renk vermektedir. Bina kaplamalarından sanat eserlerine, sofra takımlarından optik hassas ve mekanik aletlere kadar yaygın kullanım alanı bulunmaktadır. İyi lehim ve kaynak yapılabilmektedir. Kurşun ihtiva ettiğinde, talaş kaldırarak işlenmesi kolaylaşmaktadır. [14]

### 2.2.2. Alüminyum ve Alaşımları.

Alüminyum reaktif bir metaldir. Fakat üzerini film şeklinde kaplayan alüminyum oksit tabakası onu çevrenin çeşitli korozyon etkilerinden korumaktadır. Alüminyumun en önemli özelliği özgül ağırlığının ( $2.71 \text{ gr/cm}^3$ ) küçük olması ve hafif metaller sınıfına girmesidir. Atmosfer ve sular olmak üzere birçok ortamlarda korozyona karşı yeterince

dayanıklıdır. Onun yaygın kullanımına katkıda bulunan diğer özellikleri, renksizlik, toksik olmayan korozyon ürünleri, görünüşü, elektrik ve ısı iletkenliği, yansıtıcılığı olmaktadır.<sup>[11]</sup> Ancak yaklaşık 80 N/mm<sup>2</sup> düzeyinde olan çekme mukavemeti, alaşım elemanlarının katkısı ve ayrıca ısıl işlemlerle 700 N/mm<sup>2</sup> ye kadar yükseltilebilmektedir. Mutfak aletleri, ev eşyaları, bina kaplamaları, elektrik iletkenleri, otomobil ve uçak endüstrisi, kimya ve gıda sanayiindeki kaplar gibi birçok kullanım alanları da bulunmaktadır.

Alüminyum mukavemetinin arttırılması için alaşımlandırılmaktadır. Alüminyum alaşımları, saf alüminyuma göre daha yüksek çekme mukavemeti ve sertlik göstermektedir. Bunun yanında ısı iletim katsayısı, elektrik iletkenliği ve şekillendirmeye karşı direnç özellikleri alaşım elemanları tarafından değiştirilmektedir. Alüminyum alaşımlarının esasını çok yüksek oranda saf alüminyum oluşturmaktadır.<sup>[14, 15]</sup>

### 2.2.3. Nikel ve Alaşımları.

Nikel, plastik şekil değiştirme yeteneği ve korozyona karşı çok dayanıklı olması gibi metalik malzemelerde aranan faydalı özelliklerin bir çoğuna sahiptir. Süneklik ve tokluğunu düşük ve yüksek sıcaklıklarda kaybetmemektedir. Bu nedenle nikel ve nikel esaslı alaşımlar endüstride çok aranan malzemelerdir. Kaynak, lehimleme ve talaş kaldırma işlemlerine elverişlidirler. Nikel özellikle korozyona dayanıklılık isteyen kimya ve gıda endüstrisindeki cihazların yapımında büyük önem taşımaktadır. Fakat pahalı olduğundan dolayı elektrolitik kaplamalarda kullanılmaktadır. Üretilen nikelin %80 gibi büyük bir bölümünden ise alaşım elemanı olarak yararlanılmaktadır. Nikel, gümüş beyazlığında bir



metal olup ergime sıcaklığı 1446 °C, yoğunluğu 8.9 gr/cm<sup>3</sup> tür. Önemli nikel alaşımlarının başında Monel (%66 Ni, %1.4 Fe, %3 Al ve Cu) gelmektedir. Isıya ve korozyona karşı dayanıklılığı ile tanınan bu alaşım, türbin kanatları, buharlastırıcı borular ve asit filtrelerinin yapımında kullanılmaktadır.

Hastelloy ticari adı altında toplanan ve bileşimlerinde Mo ile Fe, Si gibi elemanlar bulunan nikel alaşımları, çok yüksek korozyon direncine ve geniş bir sıcaklık aralığında üstün mekanik özelliklere sahiptir. [14]

#### 2.2.4. Çinko ve Alaşımları.

Çinko oldukça yumuşak ve düşük ergime sıcaklığına (420 °C) sahip bir metaldir. Döküm ve plastik, şekil değiştirmeye elverişlidir. Mekanik işleme sertleşebilme özelliğini geliştirebilmek için %0.85-1.50 Cu ilavesi yararlı olmaktadır. Çinkoya en çok Al, Mg ve Cu katılarak elde edilen alaşımlar özellikle pres döküme çok elverişlidir. [14]

#### 2.2.5. Kurşun ve Alaşımları.

Kurşun bilinen en eski metallere biridir. Açık havada üzerini bir oksit tabakası kaplamaktadır. Yoğunluğu 11.34 gr/cm<sup>3</sup>, ergime sıcaklığı 326 °C dir.

Kurşun çok yumuşak bir metal olduğundan mekanik mukavemetini arttırmada alaşım elemanı olarak antimon kullanılmaktadır. Sert kurşun olarak isimlendirilen alaşım %6 Sb içermektedir. %12-16 Sb içeren kurşun alaşımları, kaymalı yatak imalinde kullanılmaktadır. [14]

#### 2.2.6. Kalay ve Alaşımları.

Kalay, kurşun kadar yumuşak olmamakla birlikte ergime noktası düşük (232 °C) ve çok sünek bir malzemedir. Bu

özelliklerinden dolayı kalayın endüstride kullanılması büyük ölçüde kısıtlanmıştır. Korozyona dayanıklı ve tuzlarının zehirli olmaması, bu metalin kaplama malzemesi olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Kalaydan genellikle alaşım malzemesi olarak yararlanılmaktadır. Beyaz metal adı altında toplanan Pb-Sn-Sb alaşımları yatak malzemesi olarak kullanılmaktadır. [14]

## 2.3. KOROZYONUN TEMEL İLKELERİ.

### 2.3.1. Tanım.

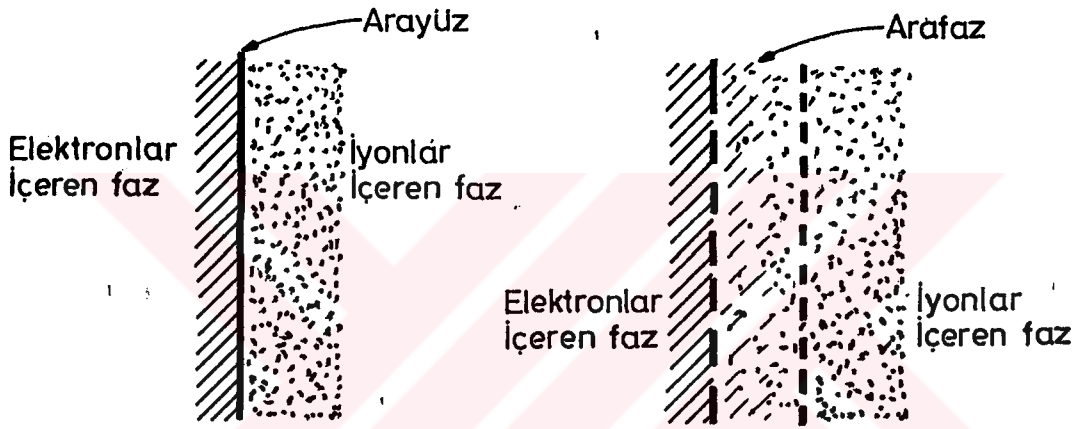
Geniş anlamda korozyon, metal ve alaşımlarının çevreleri ile kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonları sonucu, dıştan içe doğru bozunmaları olarak tanımlanmaktadır. Bir metalin korozyonu denilince, onu elementel halden ya çözünmüş veya yüzey tabakası halinde bir bileşiğe dönüştüren reaksiyonların tümü anlaşılmaktadır. Ancak yeni bulgular metal olmayan malzemelerin de (seramik, plastik, kauçuk, emaye ve cam v.b.) benzer biçimde etkilendiklerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle korozyon terimi, yapı malzemesi niteliği taşıyan tüm malzemelerin çevrenin etkisiyle bozunmalarını kapsayacak biçimde kullanılmaktadır. <sup>11</sup>

Yukarıda yapılan tanıma göre, kimyasal ve elektro kimyasal olmak üzere iki çeşit korozyondan söz etmek gerekecektir. <sup>11</sup> Kimyasal korozyon metal ve alaşımların gaz ortamlar içindeki oksitlenmesidir (kuru korozyon). Ancak çevremizi dolduran nemli havanın sonuçladığı korozyon olayı bu tarifin dışındadır. Metal ve alaşımların sulu ortamlar içerisindeki bozunmaları ise elektrokimyasal korozyon olarak adlandırılmaktadır (ıslak korozyon). Gerçekte her iki korozyon türünün de elektrokimyasal mekanizma ile oluştuğu bilinmektedir.

### 2.3.2. Korozyonun Elektrokimyasal Mekanizması.

Birbiriyle temas halinde, biri elektronlar diğeri iyonlar içeren iki ayrı faz arasında, fazların ikisine de değen ve kalınlığı limit durumda sifıra indirgenen bir arayüz tasarlanabilir. Arayüz, bir katı fazla bir sıvı faz arasında olabildiği gibi, katı fazla gaz fazı, yada iki ayrı katı faz arasında da olabilmektedir. Tasarlanan bir arayüz kuramsal

olarak düşünülse bile, pratikte kesin bir biçimde varolmayacağı açıktır. Çünkü birbirine değen iki faz az veya çok birbirlerine karışacaklardır. Bir fazdan diğer faza geçiş birdenbire olmayıp, yavaş yavaş sürekli bir değişimle meydana gelmektedir. Bu değişimin olduğu bölgenin kalınlığı sıfır değildir. Arayüzler iki boyutlu bir yüzey olmayıp üç boyutlu bir hacim bölgesidir. Bu üç boyutlu bölgeyi, iki boyutlu kuramsal yüzeyden ayırt etmek için arafaz adı verilen yeni bir tanım yapılması gereği duyulmaktadır. <sup>[16]</sup>



Sekil 2.4 Kuramsal bir kavram olan arayüz ile gerçekte sisteme uygun bir kavram olan arafaz arasındaki ilişki. <sup>[16]</sup>

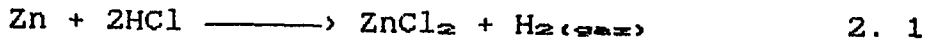
Bütün arafazlar elektrikle yüklüdür. Bunun nedeni bir metal parçası üzerinde düşünülerek açıklanabilir. Metal, eksi yüklü elektron bulutları ile çevrili artı yüklü iyonlardan oluşmuş bir örgü olarak tasarlanabilmektedir. Bu örgüdeki toplam artı yük ile toplam eksi yük birbirine denk olduğu için metalin bütünü yüksüz görünmektedir.

Bazı metaller asit ortamlarda kuvvetli bir reaksiyona girerek hızla çözüldükleri bilinen ve gereğinde kolayca gözlenebilen bir olaydır. Korozyonun elektrokimyasal doğası HCl in çinkoya etkimesiyle gösterilebilir. Bir çinko parçası seyreltik HCl çözeltisine daldırılırsa şiddetli bir reaksiyon

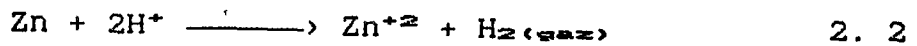
gözlenmekte ve çinko yüzeyinde hidrojen açığa çıkmaktadır. Çinko çözelti içinde çözünürken, pozitif çinko iyonları çözeltiye geçerken elektronlar metal üzerinde kalmaktadır. Böylece metal üzerinde eksi yük aşırılığı oluşmakta ve metal eksi yükü yüklenmektedir. Bu sırada çözeltinin de artı yükü yükleneneceği açıktır. Metal iyonlarının çözeltiye geçiş hızına, metalin çözünme basıncı denilmektedir. Çözünme olayı bir dengeye ulaşınca kadar sürmekte, denge oluştuğunda çözeltideki artı yüklerle metal üzerindeki eksi yükler arasında potansiyel farkı ortaya çıkmakta, bu da elektrot potansiyeli olarak tanımlanmaktadır. Denge, bütün dengelerde olduğu gibi dinamiktir. Yani birim zamanda ne kadar iyon çözünüyorsa, o miktarda iyon da çözeltiden metale geçiyor demektir. Bazı metallerin çözünme basınçları büyüktür. Bunlar soy olmayan metallerdir. Bunlarda iyonların metalden çözeltiye geçme eğilimleri daha büyüktür ve metal eksi yükü yüklenmektedir.

Bazı metallerin çözünme basınçları ise çok küçüktür. Bunlarda, çözeltideki iyonlar metale geçme eğilimindedir. Dolayısıyla metal artı yükü yüklenmektedir.

Yukarıda açıklanan reaksiyon aşağıdaki gibi gösterilebilir.



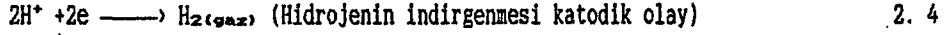
Klorür iyonunun bu reaksiyonda değişmediği gözönüne alınarak, denklem aşağıdaki gibi basitleştirilebilir.



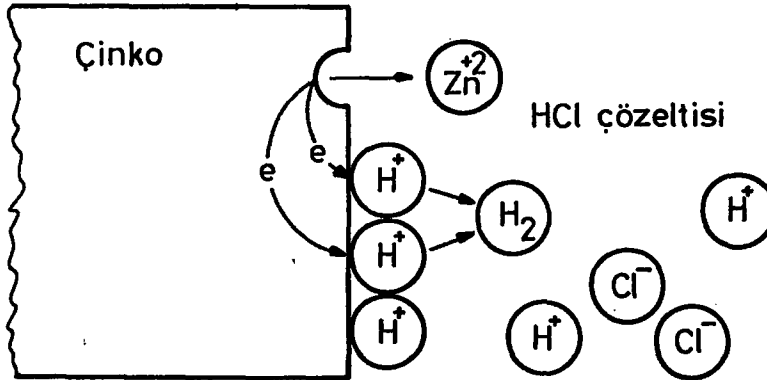
Bu reaksiyon, korozyon hücresi içinde gerçekleşen tüm olayı özetlemektedir. 2.2 reaksiyonu yakından incelenirse, reaksiyon süresinde çinkonun kendi iyonlarını oluşturmak

üzere yükselttiği ve hidrojen iyonlarının, hidrojene indirgendiği görülmektedir.

2.2 reaksiyonu iki reaksiyona bölünebilir.



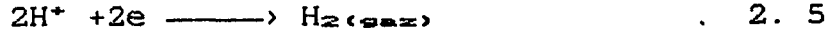
Anodik olay, çinkonun elektron kaybederek pozitif yüklü çinko iyonlarına dönüşmesidir. Anodik olayla üretilen elektronlar katodik olayla, yani elektrolit içinde mevcut hidrojen iyonlarının indirgenmesi işlemine girerek kaybolmaktadırlar. Anodik olayın hızı (elektron üretim hızı), katodik olayın hızına (elektron harcama hızı) eşittir. Elektrolit içinde mevcut Cl iyonları elektrik yükü bakımından değişikliğe uğramadıklarından hızlar arası dengeyi etkilememektedir. O halde çinkonun korozyon hızı elektrolitin içerdiği hidrojen iyonlarının indirgenme hızına bağlı kalmaktadır. Diğer bir ifadeyle, çinkonun korozyon hızı elektrolitin içerdiği hidrojen iyonlarının konsantrasyonu (aktivitesi) ile artmaktadır. Çinkonun oksijenden arındırılmış HCl ortamındaki korozyonu, şekil 2.5 da şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.5 Oksijenden arındırılmış HCl asiti içerisinde çinkonun korozyonu esnasında meydana gelen elektrokimyasal reaksiyonlar. [12]

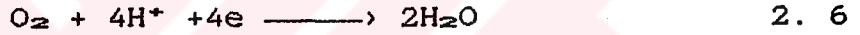
Oksijenden arındırılmış asitik ortamlarda korozyon, metal türüne bağlı olmaksızın, aynı katodik reaksiyonla

oluşmaktadır. Hidrojen reaksiyonu olarak tanımlanan bu olay;

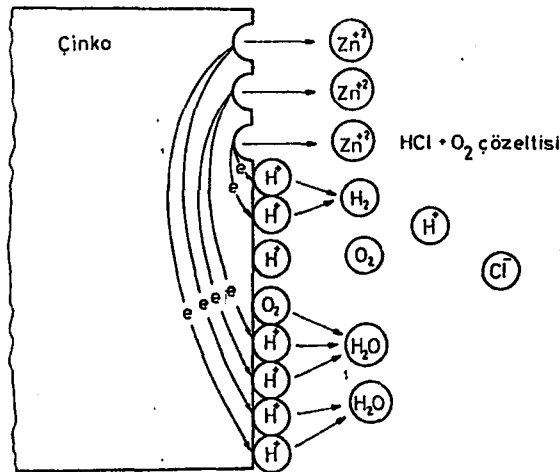


denklemleriyle verilmektedir. [1]

Havalandırılmış asitik ortamların özelliği, hidrojen iyonu yanında oksijen moleküllerini de içermeleridir. Böylece hidrojen ve oksijen reaksiyonlarının aynı zamanda oluşarak korozyon olayına katkıda bulunacaklarını düşünmek gerekir. Havalandırılmış asitik ortamların, oksijenden arındırılmış asitik ortamlara oranla daha korozif olmaları bunu kanıtlar niteliktedir. Birden fazla reaksiyonun katodik olay olarak rol üstlenmeleri elektron harcama hızını ve bu nedenle de korozyon hızını arttırmaktadır. Hidrojen iyonlarının varlığı ortamda mevcut oksijenin;



reaksiyonu ile indirgenmesine yol açmaktadır. [1] Hidrojen iyonları ve oksijen moleküllerinin korozyon olayına katkıları şekil 2.6 de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.6 Havalandırılmış HCl asit konsantrasyonunda çinkonun korozyonu esnasında meydana gelen elektrokimyasal reaksiyonlar. [1]

### 2.3.3 Kimyasal ve Elektrokimyasal Termodinamiğin Korozyona Uygulanması.

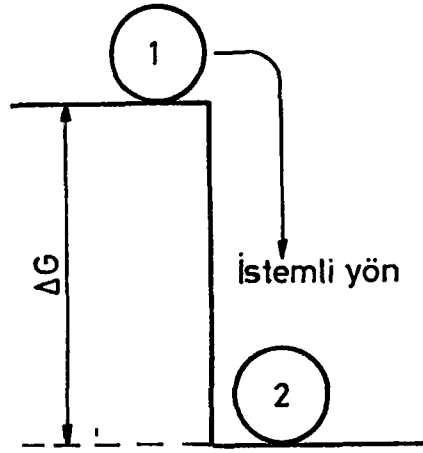
Temelleri 1876 yılında, tanınmış bilim adamı Willard GIBBS tarafından atılan kimyasal termodinamiğin uygulamaları, özellikle 1913 yılından sonra gelişmiş ve kimyasal reaksiyonların bilinmeyen yönlerinin aydınlatılması sağlanmıştır. Kimyasal termodinamik yardımıyla birçok reaksiyonun gerçekleşme şansının, önceden söyleme olanağı bulunmaktadır. Fakat termodinamik, korozyon hızı ile ilgili hiçbir bilgi vermemekte, yalnızca reaksiyonun yönünü göstermektedir. Korozyon hızı, elektrokimyasal kinetikten yararlanarak belirlenmektedir.<sup>11</sup>

Kimyasal termodinamiğin sulu çözeltilerdeki korozyon olaylarının incelenmesinde yeterince başarılı olamamasının nedeni, reaksiyonların sadece kimyasal reaksiyonlar olamayıp, aynı zamanda elektrokimyasal reaksiyonlar olmalarından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı elektrokimyasal termodinamikten yararlanmak gerekmektedir. Bu durumda elektrokimyasal reaksiyonlarda basınç P, konsantrasyon C ve elektrot potansiyeli (E.M.K.) E yi kullanmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.<sup>11</sup>

#### 2.3.3.1. Korozyon Olayında Denge Sabitleri ve Elektromotor Kuvvetlerin Serbest Enerji Değişimlerinden Yararlanarak Hesaplanması.

Serbest enerji değişimi  $\Delta G$ , bir reaksiyonun meydana gelebilme istemini göstermektedir. Reaksiyona giren maddelerin ürünlerinden daha kararsız oluşu, herhangi bir reaksiyonun istemli olarak meydana gelişinde başlıca etken olmaktadır. Bunu bir cismin yüksek bir yerden düşüşüne benzetebiliriz (Şekil 2.7).



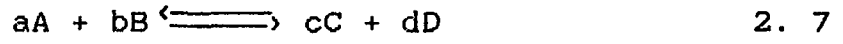


Şekil 2.7 Serbest enerji değişiminin mekaniksel bir analoğu. [11]

Düşme sonunda cisim, potansiyel enerjisi daha az olan yeni bir duruma kavuşmaktadır. Kimyasal ve korozyon reaksiyonlarında da durum benzer olup, reaksiyona giren maddeler enerjilerini minimum yaparak kararlılıklarını maksimuma ulaştırmak, entropilerini ise maksimum yapmak istemektedir. [17]

Reaksiyon istemlerinin anlaşılması amacıyla en çok başvurulan termodinamik faktör serbest enerji olmaktadır. İstemli değişimlerde  $\Delta G$  değeri negatif, istemsizlerde pozitifdir. Denge halinde ise  $\Delta G = 0$  dir. [18]

A ve B maddeleri bir kimyasal reaksiyonla C ve D reaksiyon maddelerini oluşturuyorsa, ilgili denge reaksiyonu aşağıdaki gibi yazılmaktadır.



Kimyasal termodinamige göre bu reaksiyonun  $\Delta G$  serbest enerji değişimi ile, reaksiyona giren maddeler ve ürünlerin aktiflikleri arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\Delta G = -RT \ln \left[ \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \right]_{\text{denge}} + RT \ln \left[ \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \right] \quad 2.8$$

Burada K denge sabitini, R gaz sabitini, (8.314 J/derece-mol), T mutlak sıcaklığı, a reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu ortaya çıkan maddelerin aktivitelerini ifade etmektedir. Buna göre 2.8 bağıntısı;

$$\Delta G = -RT \ln K + RT \ln \left[ \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \right] \quad 2.9$$

şeklinde yazılabilir. Denge halinde  $\Delta G = 0$  dır.

Reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu ortaya çıkan maddelerin aktiviteleri 1 ise, 2.9 bağıntısı;

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad 2.10$$

şeklini almaktadır. Bu bağıntıda  $\Delta G^\circ$  standart serbest enerji değişimini ifade etmektedir. [18]

Bu bağıntıdan yararlanılarak denge sabiti biliniyorsa reaksiyonun standart serbest enerji değişimi hesaplanabilmektedir.

Şimdi 2.7 reaksiyonunun tersinir bir pilde yürüdüğünü düşünelim. Bu pilin çalışması sırasında elektrotlarda kimyasal reaksiyonlar olmakta, dolayısıyla bir iş yapılmakta ve elektronlara E.M.K. ne eşit bir enerji verilmektedir. Eğer devreden geçen akım çok küçükse yapılan iş tersinir sayılabilmektedir. Ayrıca pilde, hacim değişmesi ile ilgili bir iş de meydana gelmemektedir. Bu duruma göre pilde meydana gelen toplam elektriksel iş, doğrudan doğruya serbest enerji değişimine özdeş olmaktadır. Her bir elektrona verilen enerji E.M.K. ne eşit olduğuna ve devreden  $nF$  kadar elektrik yükü, yani elektron geçtiğine göre pilde yapılan toplam elektriksel iş;

Elektriksel iş = E.M.K. \* Geçen elektrik miktarı

$$\text{Elektriksel iş} = E * nF \quad 2.11$$

kadar olacaktır. Bu elektiriksel iş pilde meydana gelen tek tersinir iş olduğuna göre,

$$\Delta G = -n F E \quad 2.12$$

denklemleri ile ifade edilmektedir. Burada n, korozyon hücresinden geçen elektronların sayısını F, Faraday sabitini (96494 Coulomb), E ise korozyon hücresinin E.M.K. ni belirtmektedir. Bu bağıntı, pildeki reaksiyonların serbest enerjisini pilin E.M.K. ne bağlayan çok önemli bir bağıntı olmaktadır. Serbest enerji değişimi  $\Delta G$ , E potansiyel farkı ile çalışan bir korozyon hücresinin n tane elektronun iletimi esnasında yaptığı iş olarak tariflenmektedir. E nin birimi volt ise serbest enerji değişimi ( $\Delta G$ ) Joule olarak bulunmaktadır. [10]

Elektromotor kuvvetini sıcaklık ve aktivitelere bağlı olarak veren ilişki NERNST denklemi adıyla bilinmektedir. 2.7 reaksiyonuna uygun Nernst denklemi:

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \left[ \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \right] \quad 2.13$$

olarak yazılmaktadır. [10] Burada  $E^{\circ}$ , E nin standart koşullardaki değerini göstermektedir. Bu bağıntıdan yararlanarak aktiviteler ve pilin standart elektromotor kuvveti  $E^{\circ}$  biliniyorsa, pilin E.M.K. ti hesaplanabilmektedir.

Serbest enerji değişimini, sistemdeki entalpi değişime bağlayan Gibbs-Helmholtz denkleminden yararlanarak,  $\Delta G$  nin aracılığıyla entalpi ile E.M.K. i (E) birbirine bağlanabilmektedir.

$$\Delta G = \Delta H + T \left( \frac{\delta \Delta G}{\delta T} \right)_P \quad 2.14$$

2.12 denklemine göre;

$$\Delta G = - n F E$$

idi:

$$- n F E = \Delta H + T \left( \frac{\delta(-n F E)}{\delta T} \right)_P \quad ;$$

$$\Delta H = - n F E - T \left[ (-n F) \left( \frac{\delta E}{\delta T} \right)_P \right] \quad ;$$

$$\Delta H = n F \left[ T \left( \frac{\delta E}{\delta T} \right)_P - E \right] \quad 2.15$$

bağıntısı elde edilmektedir. Bu bağıntı elektrokimyasal reaksiyonun entalpisi ile E.M.K. ve E.M.K. nin sıcaklığa göre değişimi arasındaki bağıntıyı göstermektedir. [20]

2.15 denkleminde yararlanılarak, E ve  $\left( \frac{\delta E}{\delta T} \right)_P$  yani sabit basınçta bir pilin E.M.K. nin sıcaklığa göre değişimi biliniyorsa, pildeki reaksiyonun entalpi değişimi hesaplanabilmektedir.

Ayrıca,  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  olduğuna göre, entropi değişimi de bulunabilmektedir. [20]

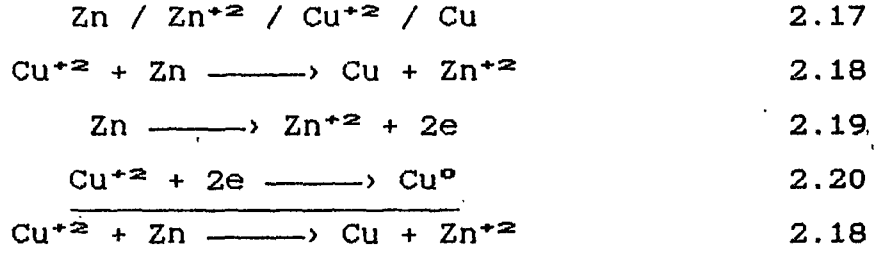
$$\Delta S = n F \left( \frac{\delta E}{\delta T} \right)_P \quad 2.16$$

## 2.4. KOROZYON ve ELEKTROKİMYASAL KİNİTİK.

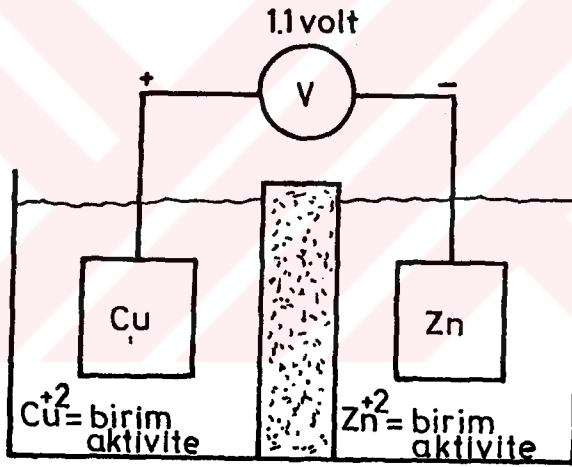
### 2.4.1. Elektrokimyasal Elektrot Potansiyeli.

Bir elektrokimyasal veya korozyon reaksiyonu ile ilgili enerji değişimi, söz konusu reaksiyonların elektrot potansiyellerinden hesaplanmaktadır. [1] Tersinir bir elektrot potansiyeli veya pilin elektromotor kuvveti ile ilgili ilkeleri açıklayabilmek için dengede olan bir DANIEL pilini örnek olarak alıp, pilde yürüyen reaksiyonları yazmak

gerekmektedir. <sup>111</sup>

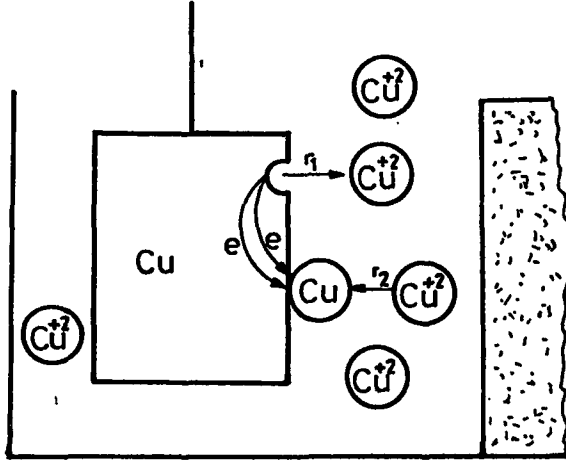


2.18 reaksiyonu ile ilgili serbest enerji değişimini incelemek için, çözeltilerin birbirlerine karışmalarını geciktiren gözenekli bir zar ile, cinko ve bakır elektrotları kendi iyonlarını içeren çözeltilere daldırılarak bir pil kurulabilmektedir. Şekil 2.8



Şekil 2.8 Bakır ve çinko iyonlarının dengede olduğu tersinir hücre. <sup>111</sup>

Denge durumunda her bir bölmede 2.19 ve 2.20 reaksiyonlarıyla gösterilen yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları aynı hızla ilerlemektedir. Yani sistemde dıştan görülen bir değişme olmamaktadır. Bu durum şekil 2.9 da bakır elektrot için gösterilmiştir.



Sekil 2.9 Tersinir Bakır elektrot.

Metal yüzeyinin bazı noktalarında bakır atomları  $Cu^{+2}$  iyonuna yükseltgenirken, bazı noktalarında  $Cu^{+2}$  iyonları bakıra indirgenmektedir. Denge durumu söz konusu olduğunda her iki yöndeki yük aktarım reaksiyonlarının  $r_1$  ve  $r_2$  hızları birbirine eşit olmalıdır. Metalin  $r_1$  ve  $r_2$  yükseltgenme ve indirgenme hızlarının büyüklüğü akım yoğunluğu terimi ile ifade edilmektedir. Metalin indirgenmesi katodik akımı (- akım) karşılamaktadır.



2.21 reaksiyonunun  $r_2$  indirgenme hızı,  $i_c$  katodik akım terimi ile ifade edilmektedir. Metalin yükseltgenmesi anodik akımı (+ akım) karşılamaktadır.



2.22 reaksiyonunun  $r_1$  yükseltgenme hızı,  $i_a$  anodik akım terimi ile gösterilmektedir.

Denge durumunda,  $i_a$  anodik akım yoğunluğu,  $i_c$  katodik akım yoğunluğuna eşit olmaktadır.

$$(i_a)_{Cu} = (i_c)_{Cu} = (i_0)_{Cu} \quad 2.23$$

$i_0$ , denge reaksiyonu akım yoğunluğu olarak isimlendirilmektedir. Denge reaksiyonu akım, yoğunluğu, denge durumunda bulunan bir elektrotta yükseltgenme ve indirgenme yönünde yürüyen reaksiyon hızlarının bir ölçüsü olmaktadır.

Çinkoya da benzer düşünceler uygulanırsa aşağıdaki bağıntı elde edilmektedir.

$$(i_a)_{Zn} = (i_c)_{Zn} = (i_0)_{Zn} \quad 2.24$$

Yukarıda sözü edilen  $Zn^{+2} / Zn$  ve  $Cu^{+2} / Cu$  elektrotlarına yarı hücre, eğer metallerin değmekte oldukları iyonların aktiviteleri 1 ise, standart elektrotlar (yarı piller) denilmektedir.

Bir elektrokimyasal hücre veya pilin potansiyeli, elektrotların standart elektrot potansiyellerini (E.M.K.) gösteren çizelgelerden yararlanarak hesaplanabilmektedir. Standart E.M.K. dizisine göre,

$$e^{\circ}_{Cu} \text{ , } Cu = 0.337 \text{ V.} \quad e^{\circ}_{Zn} \text{ , } Zn = -0.763 \text{ V.}$$

tur. Bir pilin E.M.K.  $i$ , katot potansiyelinden anot potansiyeli çıkarılarak hesaplanmaktadır.

$$E^{\circ} = e^{\circ}_c - e^{\circ}_a = 0.337 - (-0.763) = 1.1 \text{ V.} \quad 2.25$$

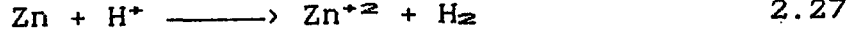
Eğer iyonların aktiviteleri  $a \neq 1$  ise, NERNST bağıntısının tümünü kullanmak ve iyonların aktivitelerini de hesaba katmak gerekmektedir. [1]

$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{yok.}}{a_{ind.}} \quad 2.26$$

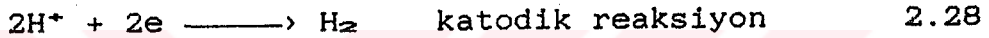
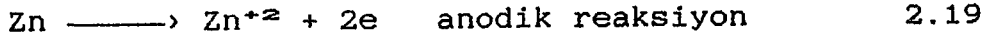
#### 2.4.2 Elektrokimyasal Hücre ve Korozyon Hücresi.

Bir korozyon olayında yürüyen reaksiyonların, elektrokimyasal bir hücrede yürüyen reaksiyonlara benzerliğini

göstermek için bir çinko parçasının HCl asit çözeltisine daldırıldığını düşünelim. Çinkonun asit içindeki korozyonu sırasında aşağıdaki reaksiyonun meydana geldiği bilinmektedir.



Genellikle çinkonun çözünmesi her yanda aynı olmaktadır. Fiziksel olarak çinko yüzeyinde anot ve katot bölgeleri birbirlerinden ayrılmamaktadır. 2.27 reaksiyonu aşağıdaki gibi parçalanabilmektedir.



Burada anodik reaksiyon Daniell pilindeki ile aynı ise de, katodik reaksiyonun farklılığı göze çarpmaktadır. Çinkonun korozyonu sırasında çinko yüzeyinde gelişigüzel dağılmış atomların anodik ve katodik yerler oluşturdukları ve 2.19 ile 2.28 yük aktarımı reaksiyonlarının çinko aracılığı ile yürüdüğü kabul edilmektedir.<sup>11</sup> Çinko, her yerde aynı biçimde korozyona uğradığına göre, toplam anodik ve katodik yüzeylerin birbirine eşit olmaları gerekmektedir. Anodik ve katodik bölgelerin ayrılamadığı bu elektrokimyasal reaksiyon, aşağıdaki tersinir pil ile gösterilmektedir.



Bu pilin bir elektrodu, Zn / Zn<sup>+2</sup> tersinir elektrodu, diğeri de tersinir hidrojen elektrodudur.

Genel olarak denge potansiyelleri hidrojenin denge potansiyelinden küçük olan metaller, sulu çözeltilerde hidrojen çıkışı ile çözünmektedir. Metalin denge potansiyeli hidrojeninkinden ne denli küçükse, korozyon hızı da o denli



büyük olmaktadır. Örnek olarak Pb, Sn, Ni, Co, Ta, Cd, Fe, Cr, Zn, Mg, Al, Na, K, Be ve Li verilebilir.

Denge potansiyelleri hidrojenin denge potansiyelinden büyük (0 V.) ve oksijenin denge potansiyelinden küçük (+1.23 V.)olan metaller hidrojen çıkışı ile korozyona uğramamaktadırlar. Ancak oksijen içeren çözeltiler içinde korozyona uğrayabilmektedirler. Bu metaller Sb, Bi, Cu ve Ag dir. [11]

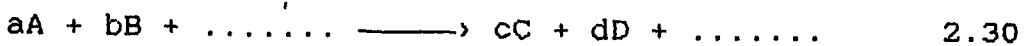
Denge potansiyeli, oksijenin denge potansiyelinden (+2.23 V.) büyük olan metaller (örneğin altın), genel olarak sulu çözeltilerde korozyona uğramamaktadırlar. [11]

#### 2.4.3. Kimyasal Kinetik.

Kimyasal reaksiyonların hızları, reaksiyonların mekanizmaları ve reaksiyon hızları üzerine etki eden faktörler kimyasal kinetik ile belirlenmektedir. Kimyasal kinetik ve termodinamik, kimyasal reaksiyonların irdelenmesinde birbirlerini bütünlemede ve kimyasal denge durumlarına açıklık kazandırmaktadır.

Reaktanların reaksiyon hızları, kimyasal nitelikleriyle çok yakından ilgili olmaktadır. Ayrıca reaktanların konsantrasyonu ve sıcaklık gibi temel fiziksel değişkenler de reaksiyon hızını etkilemektedir. Sıcaklık artışıyla iyonik veya molekülse taneciklerin kinetik enerjileri yükseleceğinden, reaksiyon hızlarında da yükselme görülecektir. Genellikle 10 °C bir sıcaklık artışında reaksiyon hız sabiti iki kat civarında artış göstermektedir. [21]

Genel anlamda bir kimyasal reaksiyon,



yapısıyla verilmektedir. Bu reaksiyon üzerinde gerek reaktan ve gerekse ürünlerin zamana göre değişimleri diğer bir ifadeyle reaksiyon hızı;

$$v = \frac{-dC_A}{dt} = \frac{-dC_B}{dt} \dots\dots = \frac{+dC_C}{dt} = \frac{+dC_D}{dt} \dots\dots \quad 2.31$$

eşitlikleriyle gösterilebilmektedir. (-) işaret reaktan konsantrasyonunun zamanla azalışını, (+) işaret ise ürün konsantrasyonunun t zamanına göre artışını belirtmektedir. Eşitliklerden görüldüğü gibi kimyasal reaksiyonun her bileşenindeki değişim hızı sayısal büyüklük olarak birbirine eşdeğer olmaktadır. Reaksiyonun hız büyüklüğü, reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonları ile orantılıdır. Hız büyüklüğü ile konsantrasyon arasındaki orantı katsayısı, k, aşağıda görüldüğü gibi reaksiyon hız sabiti olarak adlandırılmaktadır.

$$\begin{array}{c} A \longrightarrow \text{Ürün} \\ v = - \frac{d[A]}{dt} = \frac{+d[\text{Ürün}]}{dt} = k[A] \\ k = \frac{v}{[A]} \end{array} \quad 2.32$$

Reaksiyon hız ifadesinde görüldüğü gibi, reaktanların t zamanına bağımlı konsantrasyon büyüklükleri doğru orantılı olarak etkinlik göstermektedir. [21]

#### 2.4.3.1. Reaksiyon Hızının Sıcaklıkla Değişimi.

Genel bir tanımla, sıcaklık arttıkça reaksiyon hızı dolayısıyla hız sabiti de artış göstermektedir.

Arrhenius, sıcaklıkla reaksiyon hız sabiti arasında geçerli olabilecek aşağıdaki genel diferansiyel ifadeyi önermektedir. [21]

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2} \quad 2.33$$

Bu ifade üzerinde integral işlemi gerçekleştirildiğinde sırasıyla;

$$\ln k = - \frac{E_a}{RT} + I' \quad 2.33(a)$$

$$\log k = \left( - \frac{E_a}{2.303 R} \right) \frac{1}{T} + I \quad 2.33(b)$$

ifadeleri elde edilmektedir. I' ve I integral sabitleri,  $E_a$  aktivasyon enerjisidir. R gaz sabitine bağımlı olarak elde edilen  $E_a$  aktivasyon enerji büyüklüğü reaksiyon kinetiğinde önemli bir kavram olmaktadır.

2.33(b) eşitliği kullanılarak deneysel olarak farklı sıcaklıklarda elde edilen hız sabitleri yardımıyla  $\log k = f(1/T)$  doğrusal değişim grafiği çizildiğinde, eğim değeri  $m = -E_a / 2,303R$  büyüklüğüne eşitlenerek incelenen sıcaklık bölgesinde reaksiyonun aktivasyon enerjisi  $E_a$  belirlenebilmektedir. [9.10.21]

## 2.5. KOROZYON HIZI İFADELERİ.

Metal ve alaşımlarının korozyona karşı dirençlerini birbirleriyle karşılaştırmak için, herbirinin korozyon hızı nicel olarak verilmelidir. Bir metalin korozyona karşı direncini belirlemek için korozyon ortamına bırakılmış bir metalin ağırlığının azalması gr, mg veya yüzde ağırlık değişmesi olarak tanımlanmaktadır. Fakat bu oldukça az uygulanan bir yöntem olmaktadır. Ağırlık azalması metalin korozyon ortamında kalma süresine bağlıdır. Ayrıca korozyona uğrayan metalin biçimi de korozyon hızını etkilemektedir. Örneğin, aynı ağırlıktaki bir küre ve ince bir levha halinde olan aynı metal, aynı korozyon ortamına eşdeğer süre

birakılırsa, hem ağırlık azalması ve hem de yüzde ağırlık değişmesinin levha halindeki örnekte daha büyük olduğu görülecektir. Çünkü korozyon ortamında birim hacimde daha büyük bir yüzey korozyona uğramaktadır. Bundan dolayı korozyon hızı ifadesinde belirsizlik ve yanlış anlaşılma nedeniyle bu her iki ifade yolundan kaçınılmaktadır. Diğer bir ifadeyle ağırlık azalması, birim zaman için birim yüzey başına ağırlık azalması olarak değiştirilmiştir. İngiliz ve Amerikan literatürlerinde genel olarak  $dm^2$  lık yüzeyde günde miligram olarak ağırlık azalması mdd ( $mg/dm^2.gün$ ) birimi kullanılmaktadır.<sup>11</sup> Fakat bu tanım korozyon direncini, metalin içine işleme veya incelme durumunu tam ifade etmediği için kullanılması uygun görülmemektedir. Çizelge 2.1 de gösterildiği gibi literatürlerde korozyon hızı çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır.

Çizelge 2.1 Mühendislik uygulamaları için korozyon hızlarını karşılaştırmada kullanılan ifadeler.<sup>11</sup>

TANIM =====	KULLANIM ŞEKLİ =====
Ağırlık azalması gr. veya mg. (%ağırlık değişimi) .....	Az kullanılır, örneğin biçimi ve korozyon ortamında kalma süresi sonuca etkir
Günde $dm^2$ için mg. mdd ( $mg/dm^2.gün$ ) .....	
Günde $dm^2$ için gr. ( $gr/dm^2.gün$ ) .....	
Saatte $cm^2$ için gr. ( $gr/cm^2.h$ ) .....	
Saatte $m^2$ için gr. ( $gr/m^2.h$ ) .....	Elverişli fakat bu anlatımlar metalin incelme hızlarını vermemektedir.
Saatte $inç^2$ için gr. ( $gr/inç^2.h$ ) .....	
Saatte $cm^2$ için mol. ( $mol/cm^2.h$ ) .....	
Yılda $inç$ .....	
Ayda $inç$ .....	Daha uygun, bu anlatım metalin incelme hızını vermektedir.
Yılda mm. ....	
Yılda mil MPY (mil/yıl) .....	
Yılda mm. mmpy (mm/yıl) .....	En uygun, metalin incelme hızını vermektedir.

Endüstride kullanılan metallerin korozyon hızları yaklaşık 1 ile 200 MPY arasında değiştiğinden, pratikte yılda mil veya yılda mm. incelme ifadesi üstün tutulmaktadır. Mil olarak korozyon hızı, korozif ortama bırakılan metalin ağırlık azalmasından aşağıda verilen bağıntı kullanılarak kolayca hesaplanmaktadır. <sup>11</sup>

$$\frac{534 W}{DAT} = \text{mil/yıl veya MPY} \quad 2.34$$

Burada W ağırlık azalması mg, D örneğin yoğunluğu gr/cm<sup>3</sup>, A örneğin yüzey alanı inç kare, T süre saattir.

Yılda mil olarak verilen korozyon hızı, aşağıdaki bağıntılarla metrik sisteme çevrilebilmektedir. <sup>11</sup>

$$\text{MPY} = 0.0254 \text{ mm / yıl}$$

$$\text{MPY} = 25.4 \text{ } \mu\text{m / yıl}$$

$$\text{MPY} = 2.90 \text{ nm / yıl}$$

$$\text{MPY} = 0.805 \text{ pm /sn.}$$

Yukarıda 2.34 bağıntısı metrik sisteme çevrilirse:

$$\frac{13.56 W}{DAT} = \text{mm / yıl veya mmpy} \quad 2.35$$

bağıntısı elde edilmektedir.

### 3. DENEYSEL İŞLEMLER VE BULGULAR.

#### 3.1. KOROZYONA İLİŞKİN DENEYSEL İŞLEM.

Teknikte kullanılan malzemelerin seçiminde, çoğunlukla korozyona karşı direncin saptanması gözönüne alınmaktadır. Aksi takdirde seçim ucuz malzemeye yönelik olacaktır. Malzemelerin ön seçimi için laboratuvar korozyon testleri hızlı ve tatmin edici sonuçlar vermektedir.

Çözünmemiş gazlar, çatlak şartları ve gerilme gibi çeşitli faktörler malzemenin korozyon davranışına tesir etmektedir. Malzemenin korozyona karşı direnç faktörünü belirleyen bir metod, toplam daldırma testi olarak adlandırılmaktadır.<sup>[22]</sup> Ayrıca tuz spreyi, ivmelendirilmiş elektrolitik ortam ve havalandırılmış ortama daldırma diğer test yöntemlerini teşkil etmektedir. Açıklanan bu laboratuvar testlerinden elde edilen sonuçlar, tesis ve makinalarda kullanılan malzemelerde meydana gelebilecek sonuçlar hakkında önemli bilgiler vermektedir.

NACE (The National Association of Corrosion Engineers) proses endüstrisi için metallerin laboratuvar korozyon testi standardı TM - 01 - 69 u oluşturmuştur. Bu standart, toplam daldırma testini de içine almaktadır.<sup>[22]</sup>

##### 3.1.1. Deney Numunesi.

Numunenin boyut ve şekli testin amacına göre değişmektedir. Toplam daldırma testi için levha halindeki malzemelerin boyutlarında, yüzey-kütle oranının büyük ve çevre alanının toplam alana göre oranı küçük olması arzu edilmektedir. Bu oranlar minimum kalınlıklı dairesel veya

karesel örneklerin kullanımı ile sağlanmaktadır.

Laboratuvar korozyon testleri için dairesel kesitli bir örnek çapının 1(1/2) inç, kalınlığının yaklaşık olarak 1/8 inç ve dairesel parçanın ortasında parçayı asmak için 5/16 veya 7/10 inç çapında bir delik olması öngörülmektedir. [22]

Dairesel kesitli örneğin toplam yüzey alanı;

$$A = \frac{\pi}{2} (D^2 - d^2) + t\pi D + t\pi d \quad 3.1$$

Formülü ile ifade edilmektedir. Burada, t : Kalınlık, D : Örneğin çapı ve d : Delik çapını ifade etmektedir. [22]

Levha halindeki örneklerin boyutlarının 2\*1 inç<sup>2</sup> olması tercih edilmektedir. Bütün örnekler dikkatle ölçülerek, korozyona maruz yüzey alanlarının hassas bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. ± %1 lik hata payı kabul edilebilir niteliktedir.

Yukarıda literatürde belirtilen ifadelere göre laboratuvar testlerinde kullandığımız alaşımların türleri ve yüzey alanları çizelge 3.1 de görülmektedir.

Çizelge 3.1

Yüzde ağırlık oranları	Malzeme geometrisi	Toplam yüzey alanı (inç <sup>2</sup> )
765 Cu - 735 Zn ..... Sarıpirinç alaşımı	Levha	4.236220
761 Cu - 720.66 Zn - 718.1 Ni - 70.04 Pb ..... Alpaka alaşımı	Levha	4.141129
792 Cu - 76.10 Sn - 71.80 Zn ..... Bakır alaşımı	Levha	4.106299
788 Cu - 710 Sn - 71.50 Zn - 70.5 Pb ..... Bakır alaşımı	Dairesel kesitli	4.092540
788 Al - 78.40 Cu - 70.23 Ni - 71.2 Zn - 72.10 Si Alüminyum alaşımı	Dairesel kesitli	4.092540

### 3.1.2. Deney Numunelerinin Ön Hazırlığı.

Deney örneklerinin standart boyutlarda kesilip hazırlandığında, daha önce buldukları ortamlardaki

etkileşimlerden dolayı yüzeylerinde, korozyon ürünleri ve kirli-yağlı bir tabakanın varlığı görülmüştür. Bu tabaka örneklerin korozyon hızlarının da etkileyebileceğinden dolayı fiziksel ve kimyasal temizleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Literatür 1 de belirtildiği gibi fiziksel temizleme işlemi için malzeme yüzeyindeki kirlilik polisaj makinasıyla giderilmiştir (yüzeyden en az 1/10000 inçlik bir kalınlığın kalkması gerekmektedir).<sup>[22]</sup> Hemen kullanılmayacak örnekler ise desikatörde saklanmıştır.

Kimyasal temizleme işlemi için literatür 1 de tavsiye edilen  $CCl_4$  ve alkol kullanılmış, örneklerin yüzeyleri reçine ve yağ gibi yabancı maddelerden arındırılmıştır.

### 3.1.3. Çözeltinin hazırlanması.

Korozyon deneylerinde, korozyon ortamı olarak  $CH_3COOH$ ,  $HCl$ ,  $H_3PO_4$  ve  $HCOOH$  (Merck) den hazırlanan ağırlıkça %1, %2, %5, %10, %15, %20, %25 lik konsantrasyonlardaki asit çözeltileri kullanılmıştır. Deneyler belirtilen konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış ve havalandırılmış asitik ortamlarda, her alaşım örneği için 3 saatlik periyodlarda toplam 30 saat olmak üzere ağırlık kayıpları ölçülerek tespit edilmiştir. Zamanın korozyon üzerinde etkisinin belirlenmesinde geçerli olan yöntem Wachter ve Treseder (Chemical Eng. Progr. June 1947) tarafından sunulmuştur. Bu yöntem aynı zamanda planlanmış aralık testi olarak da adlandırılmaktadır.<sup>[22]</sup> Çözeltinin oksijenden arındırılması için, çözelti 100 °C ye kadar ısıtılmıştır. Oksijenin sudaki çözünürlüğü 100 °C de,  $P = 1$  Atm. basınç altında ve 100  $cm^3$  de 2.30  $cm^3$  olarak verilmektedir.<sup>[23]</sup> Çözeltinin havalandırılması için şekil 2.2 de görüldüğü gibi hava pompası kullanılmıştır.

Çözelti hacmi olarak, A.S.T.M. de belirtilen A 262 - 64 T



standartına göre 1 inç<sup>2</sup> lik örnek yüzeyine karşılık 125 ml. lik çözelti hazırlanmalıdır. <sup>(22)</sup> Deneylerde kullandığımız örneklerin yüzey alanları 4 inç<sup>2</sup> dolayında olduğu için 500 ml. lik asit çözeltileri hazırlanmıştır.

Deney sıcaklığı olarak 30 °C sabit sıcaklık seçilmiştir. Oksijenden arındırılmış %25 konsantrasyonlu asit çözeltilerinde ve ayrıca havalandırılmış bazı %25 konsantrasyonlu asit çözeltilerinde sıcaklık 5 er derece aralıklarla arttırılarak 35 - 40 - 45 °C de malzemenin korozyon miktarının sıcaklığa göre değişimi araştırılmıştır. Korozyon deneylerinde çözelti sıcaklığı litertür 1 de belirtilen ± 1 °C toleransına uygun olarak sürekli ve termostat yardımıyla (şekil 3.1 de görüldüğü gibi) kontrol edilmiş ve bu limite uyulmaya çalışılmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan asit çözeltilerinin PH değerleri, PH metre ile ölçülerek aşağıda verilmiştir.

	%1 CH <sub>3</sub> COOH	%2 CH <sub>3</sub> COOH	%5 CH <sub>3</sub> COOH	%10 CH <sub>3</sub> COOH	%15 CH <sub>3</sub> COOH	%20 CH <sub>3</sub> COOH	%25 CH <sub>3</sub> COOH
PH (t=30°C)	3.58	3.55	2.85	2.68	2.45	2.35	2.24 (t=35°C, PH=2.20) (t=40°C, PH=2.16) (t=45°C, PH=2.15)
	%1 HCl	%2 HCl	%5 HCl	%10 HCl	%15 HCl	%20 HCl	%25 HCl
PH (t=30°C)	1.32	1.02	0.56	0.35	0.12	0.09	0.05 (t=35°C, PH=0.04) (t=40°C, PH=0.03) (t=45°C, PH=0.02)
	%1 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%2 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%5 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%10 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%15 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%20 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	%25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
PH (t=30°C)	2.10	1.95	1.62	1.50	1.30	1.15	0.92 (t=35°C, PH=0.80) (t=40°C, PH=0.76) (t=45°C, PH=0.72)
	%1 HCOOH	%2 HCOOH	%5 HCOOH	%10 HCOOH	%15 HCOOH	%20 HCOOH	%25 HCOOH
PH (t=30°C)	2.65	2.45	2.30	2.05	2.00	1.85	1.75 (t=35°C, PH=1.70) (t=40°C, PH=1.67) (t=45°C, PH=1.64)

Korozyon deneyleri 150 d/d lık sabit hızla karıştırılan asit çözeltilerinde gerçekleştirilmiştir. Çözelti hızının korozyon üzerindeki etkisini incelemek için, farklı çözelti hızlarında (300 d/d - 750 d/d ) sarı pirinç alaşımı ile levha halindeki bakır alaşımı denenmiştir. Elde edilen deneysel değerlerden, korozyon miktarını belirleyen doğrusal regresyon ifadeleri ve bu ifadelere uygun doğrusal regresyon değişim eğrileri de çizilmiştir.

#### 3.1.4. Deney Düzenegi.

Deney düzeneginin uygun boyutta (genellikle 500-5000 ml) bir cam kap ve havalandırma elemanından oluşması, çözeltinin sabit sıcaklıkta tutulabilmesi için termostatlı bir ısıtıcının kullanılması, ayrıca deney örneğinin tüm yüzeyinin çözelti ile temas edebilmesini sağlayacak şekilde camdan yapılmış bir desteğin bulunması öngörülmektedir (NACE Standart TM - 01 - 69).

Literatürde açıklanan bu deney düzenegine uygun olarak oluşturduğumuz deney düzenegi, aşağıda şekil 3.1 ve 3.2 de görülmektedir.

Vazelin

-47-

Deney kabı

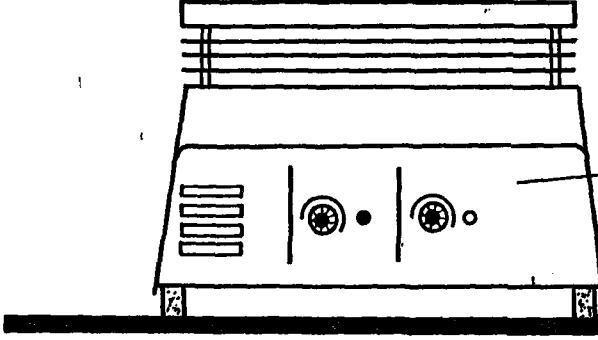
Deney numunesi

Asit çözeltisi

Cam destek

Manyet

Termostatlı manyetik ısıtıcı ve karıştırıcı



Şekil 3.1 Oksijenden arındırılmış korozyon ortamını sağlayan deney düzeneği.

Vazelin

Hava borusu

Deney kabı

Hava

Asit çözeltisi

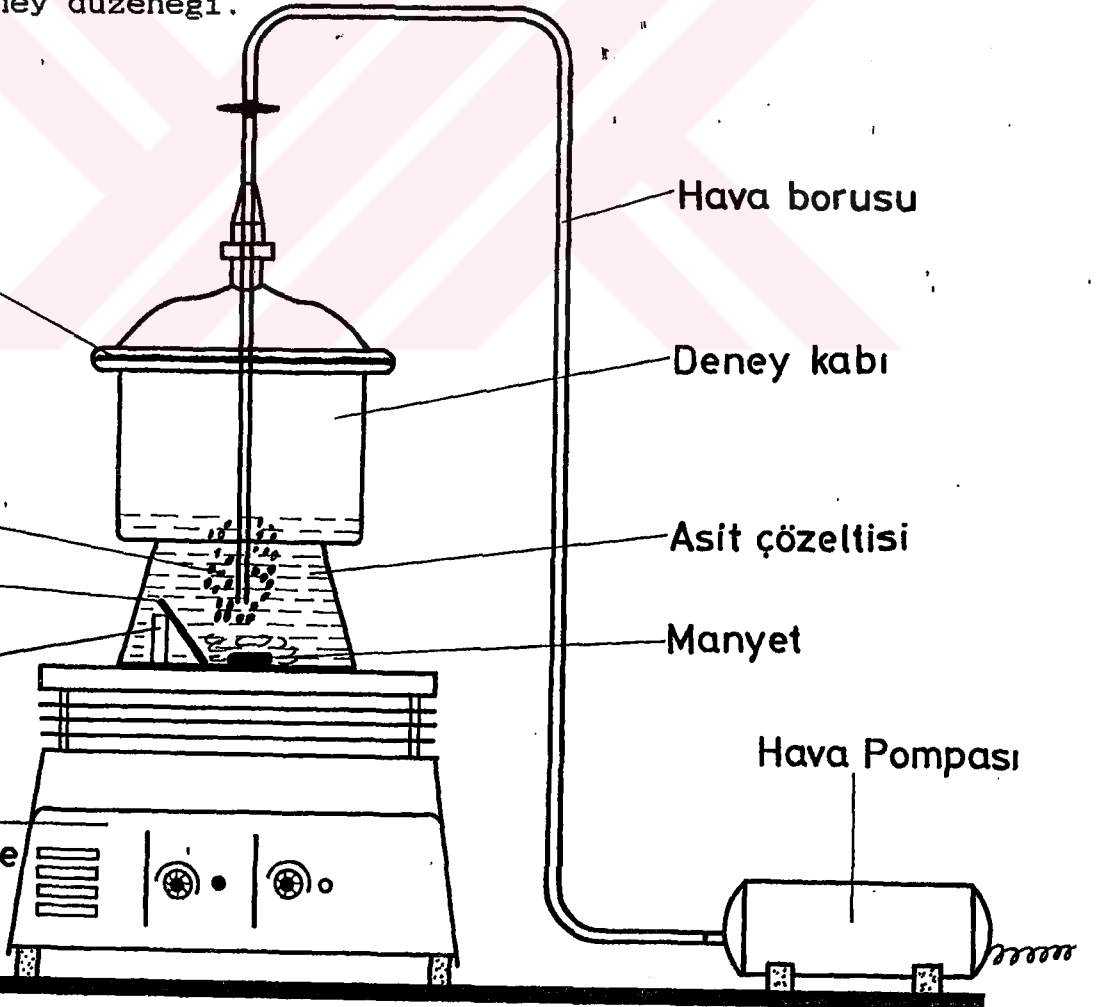
Deney numunesi

Manyet

Cam destek

Hava Pompası

Termostatlı manyetik ısıtıcı ve karıştırıcı



Şekil 3.2 Havalandırılmış korozyon ortamını sağlayan deney düzeneği.

### 3.1.5. DeneYlerin Sonuçları.

#### 3.1.5.1. $t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ Sabit Sıcaklıkta Oksijenden Arındırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon.

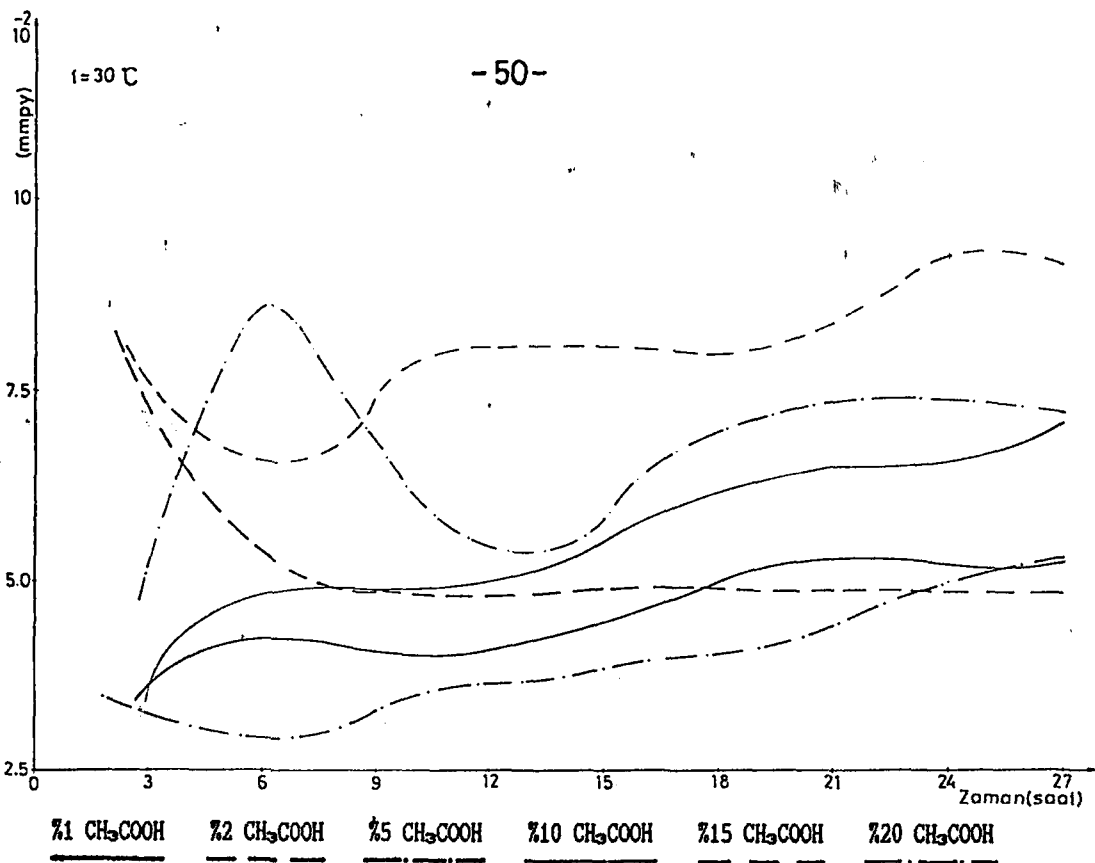
Farklı alaşımların, ağırlıkça farklı konsantrasyonlu asit çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının değişimi ve bu deneysel değerlerden elde edilen korozyon miktarını belirleyen doğrusal regresyon ifadeleri çizelgeler halinde aşığıda verilmiştir. Ayrıca, Bu çizelgelere uygun olarak çizilen doğrusal regresyon eğrileri de  $[y=f(h)]$  aşığıda görölmektedir.

CİZELGE 3.2 ÖBŞLİJENİN ARİNDİBİLİS AGİBLİKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KOROZYON ÖRTİMLERİNİN, T=30 C SABİT SICAKLIĞA, AGİBLİKA 465 Cİ - 135 Zm İÇEREN SARI PİRENC ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KOROZYON HİKTARİNİ BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

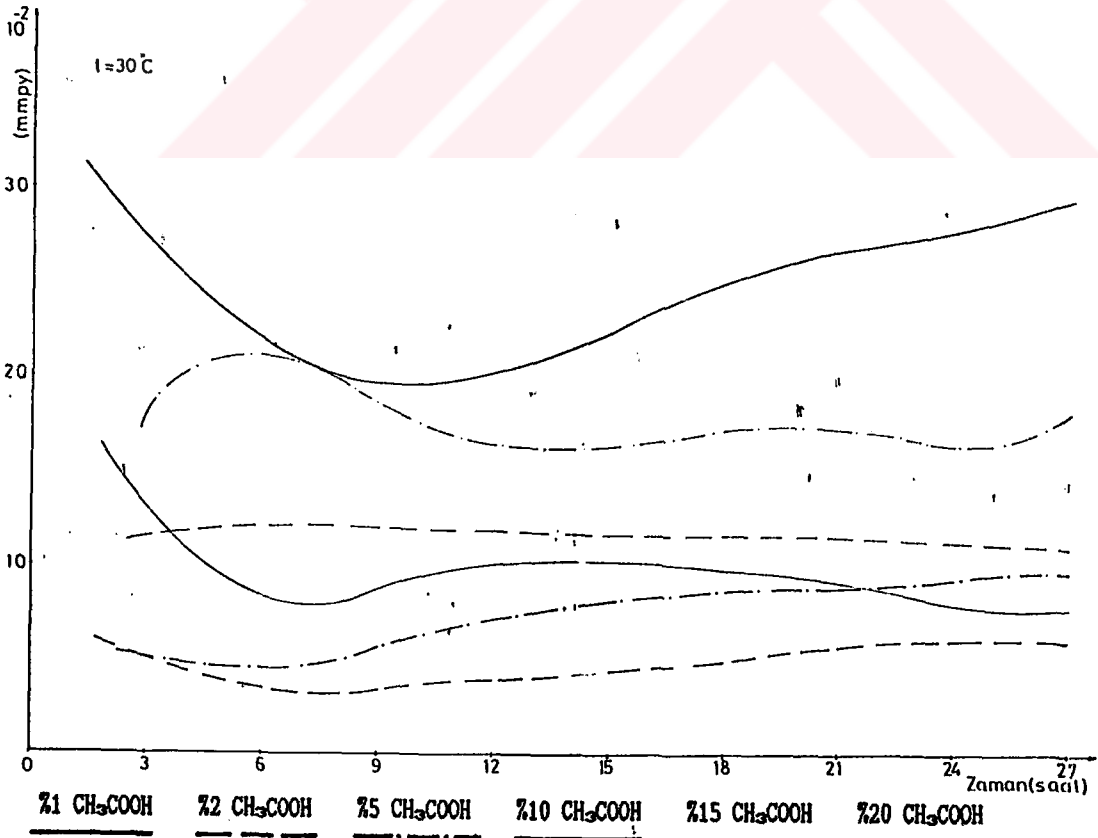
-AGİBLİKA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat,h)										KOROZYON HİKTARİNİ BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
11	CH <sub>3</sub> COOH	3.629E-02	4.127E-02	4.293E-02	3.718E-02	4.756E-02	5.066E-02	4.908E-02	5.450E-02	5.175E-02	Y = +1.134E-07h <sup>15</sup> - 9.070E-06h <sup>14</sup> + 2.556E-04h <sup>13</sup> - 3.459E-03h <sup>12</sup> + 1.990E-02h <sup>11</sup> + 9.533E-04
12	CH <sub>3</sub> COOH	7.271E-02	4.550E-02	4.734E-02	4.956E-02	4.824E-02	4.791E-02	5.097E-02	4.707E-02	4.845E-02	Y = -3.990E-08h <sup>15</sup> + 3.835E-06h <sup>14</sup> - 1.430E-04h <sup>13</sup> + 2.561E-03h <sup>12</sup> - 2.184E-02h <sup>11</sup> + 1.189E-01
15	CH <sub>3</sub> COOH	3.314E-02	2.646E-02	3.856E-02	3.305E-02	3.634E-02	4.350E-02	4.389E-02	4.874E-02	5.324E-02	Y = -8.866E-08h <sup>15</sup> + 6.937E-06h <sup>14</sup> - 2.010E-04h <sup>13</sup> + 2.672E-03h <sup>12</sup> - 1.512E-02h <sup>11</sup> + 5.889E-02
110	CH <sub>3</sub> COOH	3.629E-02	4.789E-02	4.848E-02	5.038E-02	5.550E-02	6.167E-02	6.325E-02	6.690E-02	7.011E-02	Y = +1.572E-07h <sup>15</sup> - 1.236E-05h <sup>14</sup> + 3.605E-04h <sup>13</sup> - 4.769E-03h <sup>12</sup> + 2.898E-02h <sup>11</sup> - 1.683E-02
115	CH <sub>3</sub> COOH	7.599E-02	6.440E-02	7.818E-02	7.845E-02	7.665E-02	8.259E-02	8.496E-02	9.003E-02	9.177E-02	Y = -2.745E-07h <sup>15</sup> + 2.119E-05h <sup>14</sup> - 6.059E-04h <sup>13</sup> + 7.854E-03h <sup>12</sup> - 4.367E-02h <sup>11</sup> + 1.517E-01
120	CH <sub>3</sub> COOH	5.293E-02	8.595E-02	6.389E-02	5.695E-02	6.344E-02	6.808E-02	6.796E-02	7.103E-02	7.011E-02	Y = +6.079E-07h <sup>15</sup> - 4.862E-05h <sup>14</sup> + 1.444E-03h <sup>13</sup> - 1.939E-02h <sup>12</sup> + 1.130E-01h <sup>11</sup> - 1.475E-01

CİZELGE 3.3 ÖBŞLİJENİN ARİNDİBİLİS AGİBLİKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KOROZYON ÖRTİMLERİNİN, T=30 C SABİT SICAKLIĞA, AGİBLİKA 461 Cİ - 120.66 Zm - 118.10 Nİ - 10.04 PD İÇEREN YENİ GURUS (ALPACA) ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KOROZYON HİKTARİNİ BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİBLİKA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat,h)										KOROZYON HİKTARİNİ BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
11	CH <sub>3</sub> COOH	2.735E-01	2.149E-01	2.041E-01	1.986E-01	2.214E-01	2.562E-01	2.642E-01	2.784E-01	2.938E-01	Y = +2.105E-07h <sup>15</sup> - 1.399E-05h <sup>14</sup> + 2.816E-04h <sup>13</sup> - 7.378E-04h <sup>12</sup> - 2.364E-02h <sup>11</sup> + 3.435E-01
12	CH <sub>3</sub> COOH	5.211E-02	3.254E-02	3.907E-02	3.582E-02	4.428E-02	5.427E-02	5.768E-02	6.024E-02	6.078E-02	Y = -6.270E-08h <sup>15</sup> + 5.366E-06h <sup>14</sup> - 1.843E-04h <sup>13</sup> + 3.142E-03h <sup>12</sup> - 2.427E-02h <sup>11</sup> + 1.008E-01
15	CH <sub>3</sub> COOH	5.205E-02	4.559E-02	5.644E-02	7.163E-02	8.075E-02	8.249E-02	9.489E-02	8.954E-02	9.696E-02	Y = -1.102E-07h <sup>15</sup> + 9.846E-06h <sup>14</sup> - 3.312E-04h <sup>13</sup> + 5.055E-03h <sup>12</sup> - 3.073E-02h <sup>11</sup> + 1.071E-01
110	CH <sub>3</sub> COOH	1.302E-01	8.465E-02	9.117E-02	1.009E-01	9.899E-02	1.020E-01	9.490E-02	8.629E-02	7.815E-02	Y = -3.928E-07h <sup>15</sup> + 3.283E-05h <sup>14</sup> - 1.038E-03h <sup>13</sup> + 1.518E-02h <sup>12</sup> - 9.921E-02h <sup>11</sup> + 3.174E-01
115	CH <sub>3</sub> COOH	1.173E-01	1.172E-01	1.259E-01	1.205E-01	1.094E-01	1.237E-01	1.154E-01	1.123E-01	1.100E-01	Y = +2.471E-08h <sup>15</sup> - 2.314E-06h <sup>14</sup> + 7.995E-05h <sup>13</sup> - 1.275E-03h <sup>12</sup> + 8.957E-03h <sup>11</sup> + 9.895E-02
120	CH <sub>3</sub> COOH	1.823E-01	2.084E-01	1.823E-01	1.693E-01	1.641E-01	1.693E-01	1.712E-01	1.661E-01	1.795E-01	Y = +7.423E-07h <sup>15</sup> - 5.843E-05h <sup>14</sup> + 1.711E-03h <sup>13</sup> - 2.266E-02h <sup>12</sup> + 1.282E-01h <sup>11</sup> - 4.163E-02



Sekil 3.3 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.2 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



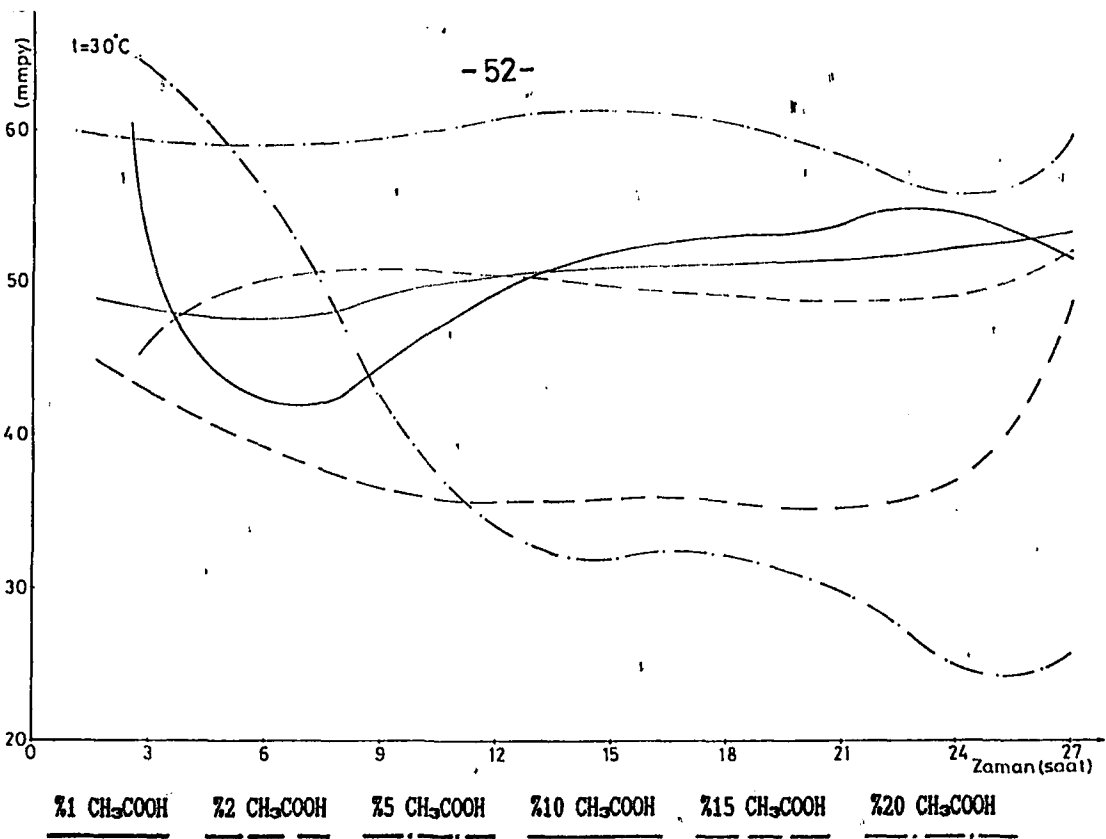
Sekil 3.4 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.3 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.4 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKÇA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KORÖZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SARIIT SICAKLIKTA, AGİRLİKÇA 792 Cu - 26.10 Sn - 2i.80 Zn İCEREN LEVHA HALINDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (ampy) VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

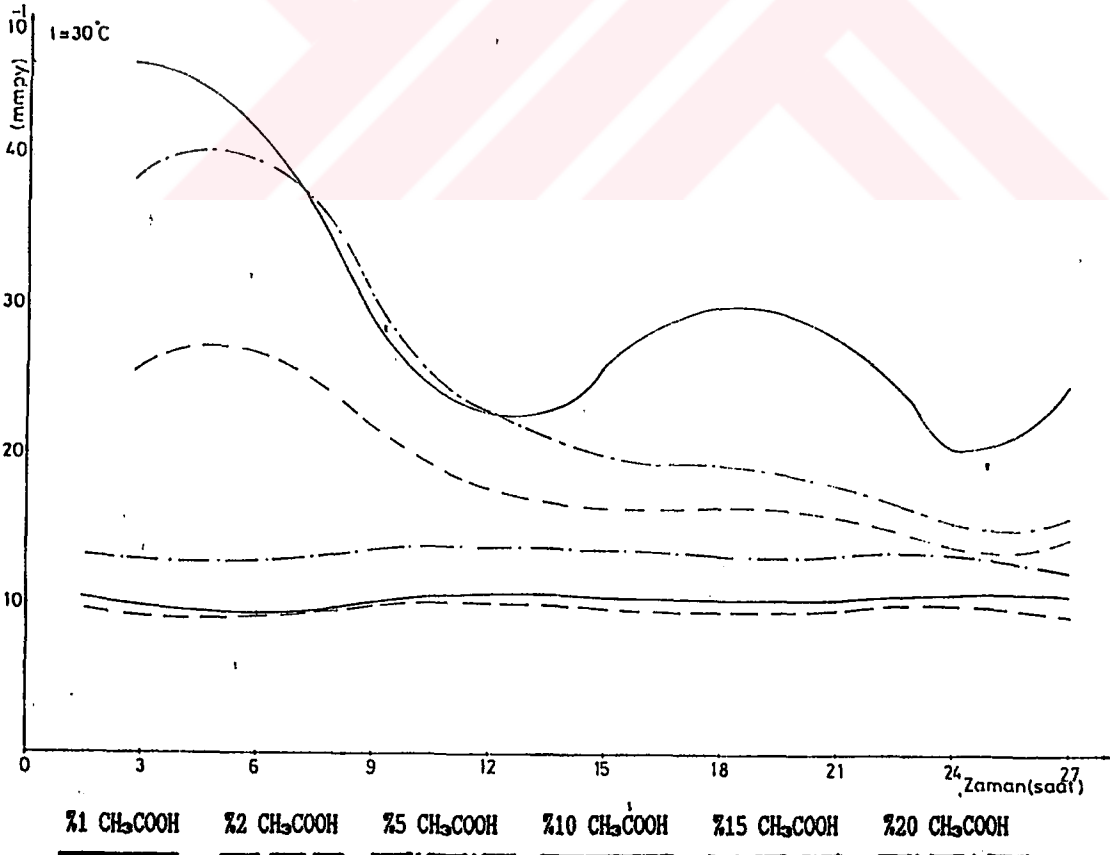
AGİRLİKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)							KORÖZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
Z1 CH <sub>3</sub> COOH	5.182E-01	4.289E-01	4.408E-01	4.914E-01	5.218E-01	5.182E-01	5.540E-01	5.338E-01	5.162E-01	Y = -9.117E-07h <sup>2</sup> +5.7526E-05h <sup>4</sup> -2.373E-03h <sup>3</sup> +3.496E-02h <sup>2</sup> -2.267E-01h <sup>1</sup> +9.450E-01
Z2 CH <sub>3</sub> COOH	4.288E-01	3.842E-01	3.693E-01	3.619E-01	3.574E-01	3.395E-01	3.753E-01	3.574E-01	4.884E-01	Y = +5.503E-07h <sup>2</sup> -3.485E-05h <sup>4</sup> +7.866E-04h <sup>3</sup> -7.177E-03h <sup>2</sup> +1.601E-02h <sup>1</sup> +4.245E-01
Z5 CH <sub>3</sub> COOH	6.433E-01	5.629E-01	4.110E-01	3.351E-01	3.467E-01	3.097E-01	2.808E-01	2.658E-01	2.522E-01	Y = +1.649E-06h <sup>2</sup> +5.1258E-04h <sup>4</sup> +3.488E-03h <sup>3</sup> -4.155E-02h <sup>2</sup> +1.735E-01h <sup>1</sup> +4.113E-01
Z10 CH <sub>3</sub> COOH	4.824E-01	4.758E-01	4.944E-01	5.003E-01	5.075E-01	5.123E-01	5.157E-01	5.182E-01	5.211E-01	Y = -1.956E-07h <sup>2</sup> +5.1661E-05h <sup>4</sup> -5.203E-04h <sup>3</sup> +7.297E-03h <sup>2</sup> -4.149E-02h <sup>1</sup> +5.539E-01
Z15 CH <sub>3</sub> COOH	4.646E-01	4.825E-01	5.361E-01	4.914E-01	4.825E-01	5.063E-01	4.850E-01	4.847E-01	5.202E-01	Y = +2.376E-07h <sup>2</sup> +5.1824E-05h <sup>4</sup> +5.565E-04h <sup>3</sup> -8.422E-03h <sup>2</sup> +6.120E-02h <sup>1</sup> +3.389E-01
Z20 CH <sub>3</sub> COOH	5.897E-01	6.076E-01	5.540E-01	6.567E-01	5.825E-01	6.195E-01	5.744E-01	5.696E-01	5.937E-01	Y = +2.616E-07h <sup>2</sup> +5.1461E-05h <sup>4</sup> +2.517E-04h <sup>3</sup> -1.297E-03h <sup>2</sup> -1.535E-04h <sup>1</sup> +5.993E-01

CİZELGE 3.5 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKÇA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KORÖZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SARIIT SICAKLIKTA, AGİRLİKÇA 288 Cu - 210 Sn - 21.50 Zn - 20.5 Pb İCEREN ÇUBUK SEKİLİNDKİ BAKIR ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (ampy) VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)							KORÖZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
Z1 CH <sub>3</sub> COOH	9.597E-01	9.825E-01	9.648E-01	9.902E-01	1.158E+00	9.928E-01	9.532E-01	1.099E+00	1.034E+00	Y = -1.804E-06h <sup>2</sup> +5.1425E-04h <sup>4</sup> -4.144E-03h <sup>3</sup> +5.377E-02h <sup>2</sup> -2.918E-01h <sup>1</sup> +1.468E+00
Z2 CH <sub>3</sub> COOH	9.138E-01	9.597E-01	9.648E-01	9.711E-01	9.902E-01	9.749E-01	8.988E-01	1.026E+00	9.072E-01	Y = -1.636E-06h <sup>2</sup> +5.1163E-04h <sup>4</sup> -3.105E-03h <sup>3</sup> +3.558E-02h <sup>2</sup> -1.651E-01h <sup>1</sup> +1.172E+00
Z5 CH <sub>3</sub> COOH	1.295E+00	1.287E+00	1.376E+00	1.344E+00	1.356E+00	1.346E+00	1.308E+00	1.346E+00	1.207E+00	Y = -2.120E-06h <sup>2</sup> +5.1555E-04h <sup>4</sup> -4.191E-03h <sup>3</sup> +5.008E-02h <sup>2</sup> -2.485E-01h <sup>1</sup> +1.694E+00
Z10 CH <sub>3</sub> COOH	4.479E+00	4.692E+00	1.645E+00	3.054E+00	2.843E+00	2.605E+00	2.490E+00	2.403E+00	2.329E+00	Y = +2.726E-05h <sup>2</sup> -2.043E-03h <sup>4</sup> +5.557E-02h <sup>3</sup> -6.559E-01h <sup>2</sup> +3.018E+00h <sup>1</sup> +7.030E-02
Z15 CH <sub>3</sub> COOH	2.590E+00	2.681E+00	2.092E+00	1.801E+00	1.724E+00	1.549E+00	1.530E+00	1.430E+00	1.395E+00	Y = +8.116E-06h <sup>2</sup> +5.6450E-04h <sup>4</sup> +1.899E-02h <sup>3</sup> -2.499E-01h <sup>2</sup> +1.325E+00h <sup>1</sup> +3.920E-01
Z20 CH <sub>3</sub> COOH	3.885E+00	3.946E+00	2.889E+00	2.422E+00	2.023E+00	1.836E+00	1.748E+00	1.596E+00	1.528E+00	Y = +1.209E-05h <sup>2</sup> +5.9719E-04h <sup>4</sup> +2.900E-02h <sup>3</sup> -3.864E-01h <sup>2</sup> +2.034E+00h <sup>1</sup> +5.367E-01



**Şekil 3.5** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.4 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



**Şekil 3.6** Ağırlıkça %88. Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.5 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

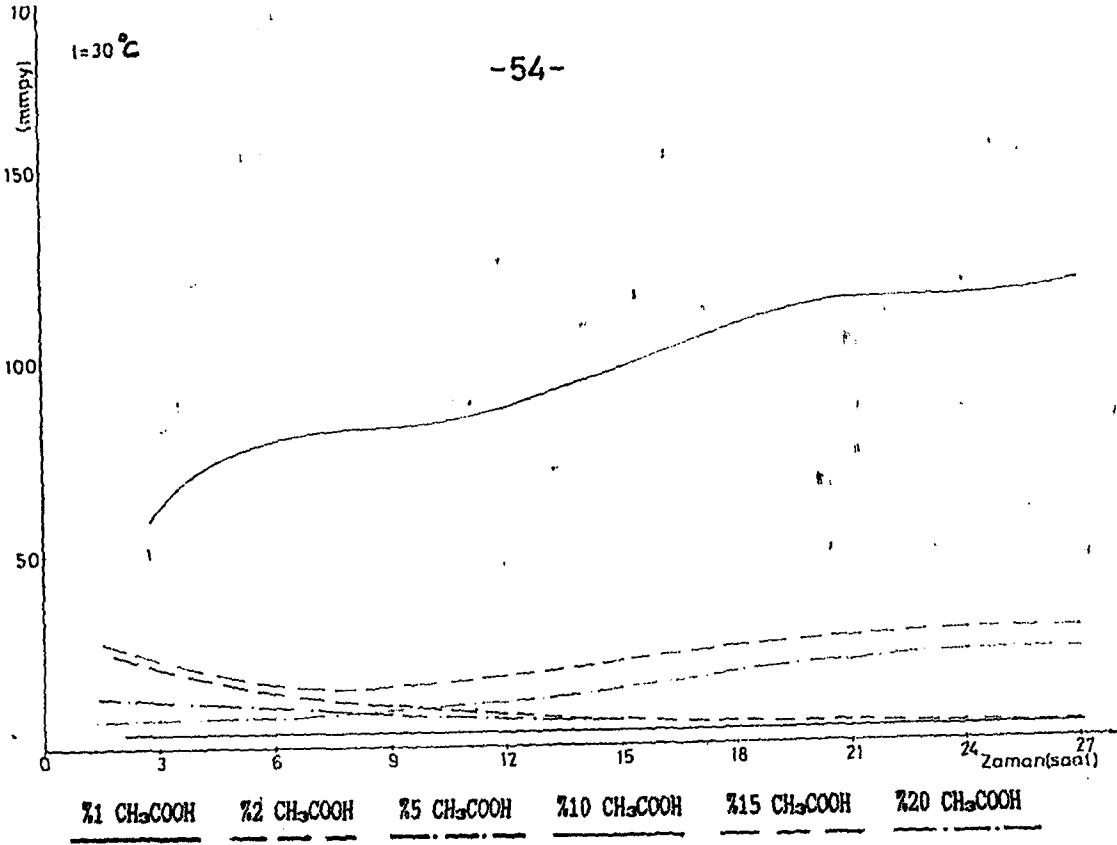


ÇİZELGE 3.6 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKA 298 Al - 20.40 Cu - 20.25 Ni - 21.20 Zn - 22.10 SI İÇEREN ALUMİNYUM ALASINIMIN KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmpy) VE BU DEĞERİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

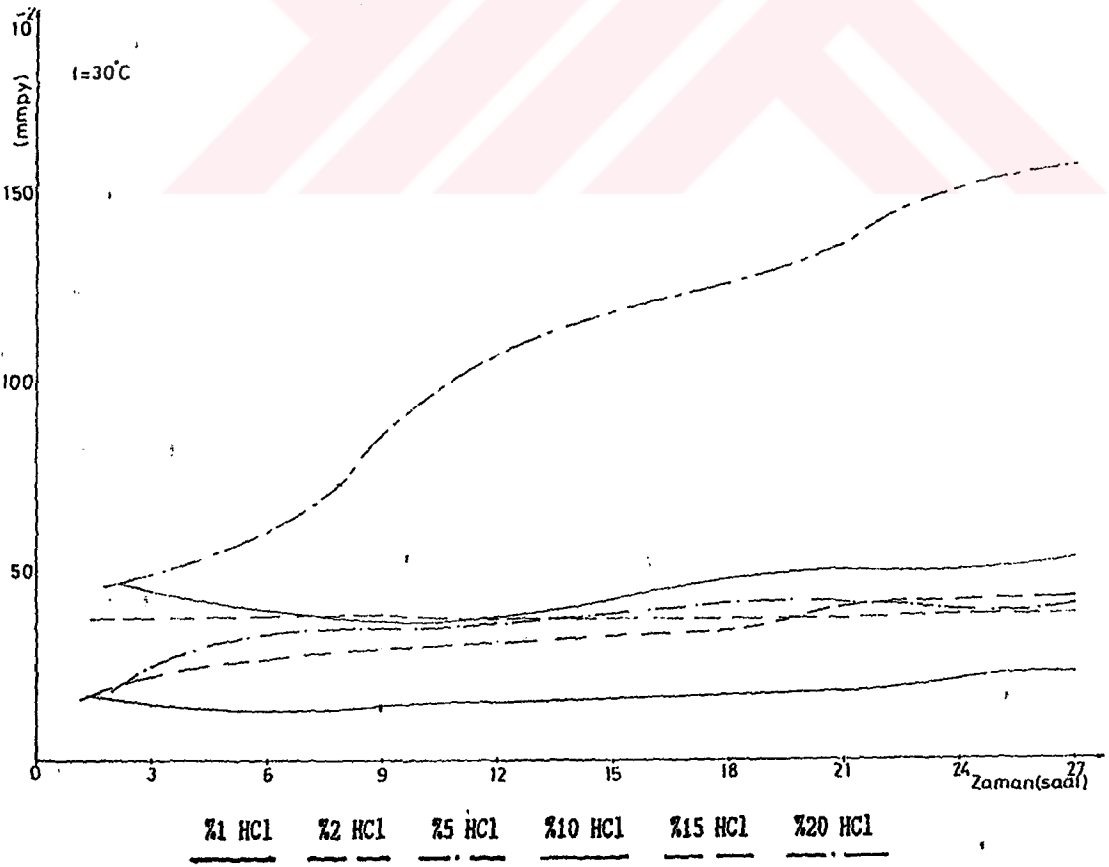
AGİRLİKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 CH <sub>3</sub> COOH	4.158E-02	4.158E-02	4.158E-02	4.158E-02	4.158E-02	4.152E-02	4.153E-02	4.153E-02	4.153E-02	4.153E-02	Y = -1.336E-09h <sup>10</sup> +5 +1.023E-07h <sup>9</sup> +4 -2.853E-06h <sup>8</sup> +3 +3.505E-05h <sup>7</sup> +2 -1.835E-04h <sup>6</sup> +1 +4.189E-02
22 CH <sub>3</sub> COOH	2.075E-01	1.453E-01	1.107E-01	8.306E-02	6.644E-02	5.537E-02	5.340E-02	4.672E-02	4.153E-02	4.153E-02	Y = -1.149E-07h <sup>10</sup> +5 +8.994E-06h <sup>9</sup> +4 -2.799E-04h <sup>8</sup> +3 +4.673E-03h <sup>7</sup> +2 -4.837E-02h <sup>6</sup> +1 +3.175E-01
25 CH <sub>3</sub> COOH	1.243E-01	1.037E-01	8.302E-02	7.266E-02	6.644E-02	6.230E-02	5.340E-02	5.187E-02	5.535E-02	5.535E-02	Y = +1.343E-07h <sup>10</sup> +5 -9.545E-06h <sup>9</sup> +4 +2.418E-04h <sup>8</sup> +3 -2.437E-03h <sup>7</sup> +2 +3.261E-02h <sup>6</sup> +1 +1.306E-01
210 CH <sub>3</sub> COOH	6.229E-01	7.890E-01	8.166E-01	8.823E-01	9.800E-01	1.086E+00	1.115E+00	1.168E+00	1.176E+00	1.176E+00	Y = +1.937E-06h <sup>10</sup> +5 +4.415E-03h <sup>9</sup> +3 -5.763E-02h <sup>8</sup> +2 +3.549E-01h <sup>7</sup> +1 -3.366E-02
215 CH <sub>3</sub> COOH	2.075E-01	1.661E-01	1.522E-01	2.242E-01	2.353E-01	2.847E-01	2.751E-01	2.860E-01	2.860E-01	2.860E-01	Y = +9.538E-08h <sup>10</sup> +5 -4.728E-06h <sup>9</sup> +4 -5.424E-06h <sup>8</sup> +3 +3.259E-03h <sup>7</sup> +2 -4.248E-02h <sup>6</sup> +1 +3.068E-01
220 CH <sub>3</sub> COOH	8.276E-02	8.296E-02	8.302E-02	1.245E-01	1.411E-01	1.730E-01	2.194E-01	2.180E-01	2.261E-01	2.261E-01	Y = +1.159E-07h <sup>10</sup> +5 -9.105E-06h <sup>9</sup> +4 +2.264E-04h <sup>8</sup> +3 -1.781E-03h <sup>7</sup> +2 +4.613E-02h <sup>6</sup> +1 +7.944E-02

ÇİZELGE 3.7 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU HCl KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKA 265 Cu - 235 Zn İÇEREN SARI FIRINC ALASINIMIN KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmpy) VE BU DEĞERİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 CH <sub>3</sub> COOH	8.267E-02	5.123E-02	3.524E-02	3.967E-02	5.089E-02	4.846E-02	4.767E-02	4.378E-02	3.891E-02	3.891E-02	Y = +3.225E-08h <sup>10</sup> +5 -5.905E-07h <sup>9</sup> +3 +2.609E-05h <sup>8</sup> +2 -3.056E-02h <sup>7</sup> +1 +1.534E-01
22 CH <sub>3</sub> COOH	7.271E-02	4.625E-02	3.415E-02	2.643E-02	3.634E-02	3.854E-02	3.682E-02	3.262E-02	3.047E-02	3.047E-02	Y = +1.574E-07h <sup>10</sup> +5 -1.096E-05h <sup>9</sup> +4 +2.543E-04h <sup>8</sup> +3 -1.963E-03h <sup>7</sup> +2 -2.620E-03h <sup>6</sup> +1 +9.188E-02
25 CH <sub>3</sub> COOH	9.830E-03	1.979E-02	2.201E-02	1.897E-02	2.112E-02	2.422E-02	2.594E-02	2.766E-02	2.826E-02	2.826E-02	Y = +9.720E-08h <sup>10</sup> +5 -8.131E-06h <sup>9</sup> +4 +2.545E-04h <sup>8</sup> +3 -3.647E-03h <sup>7</sup> +2 +2.372E-02h <sup>6</sup> +1 -3.514E-02
210 CH <sub>3</sub> COOH	2.306E-02	2.476E-02	2.092E-02	1.982E-02	2.377E-02	2.697E-02	2.690E-02	2.807E-02	2.826E-02	2.826E-02	Y = +1.278E-07h <sup>10</sup> +5 -9.874E-06h <sup>9</sup> +4 +2.785E-04h <sup>8</sup> +3 -3.452E-03h <sup>7</sup> +2 +1.796E-02h <sup>6</sup> +1 -6.712E-03
215 CH <sub>3</sub> COOH	1.323E-02	1.821E-02	1.764E-02	1.818E-02	2.049E-02	2.149E-02	2.124E-02	2.272E-02	2.313E-02	2.313E-02	Y = +6.193E-08h <sup>10</sup> +5 -4.857E-06h <sup>9</sup> +4 +1.416E-04h <sup>8</sup> +3 -1.884E-03h <sup>7</sup> +2 +1.150E-02h <sup>6</sup> +1 -7.802E-03
220 CH <sub>3</sub> COOH	3.302E-02	4.959E-02	5.066E-02	5.123E-02	5.220E-02	5.011E-02	5.428E-02	5.410E-02	5.580E-02	5.580E-02	Y = +9.285E-08h <sup>10</sup> +5 -7.859E-06h <sup>9</sup> +4 +2.533E-04h <sup>8</sup> +3 -3.837E-03h <sup>7</sup> +2 +2.712E-02h <sup>6</sup> +1 -2.020E-02



**Şekil 3.7** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.6 ya uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



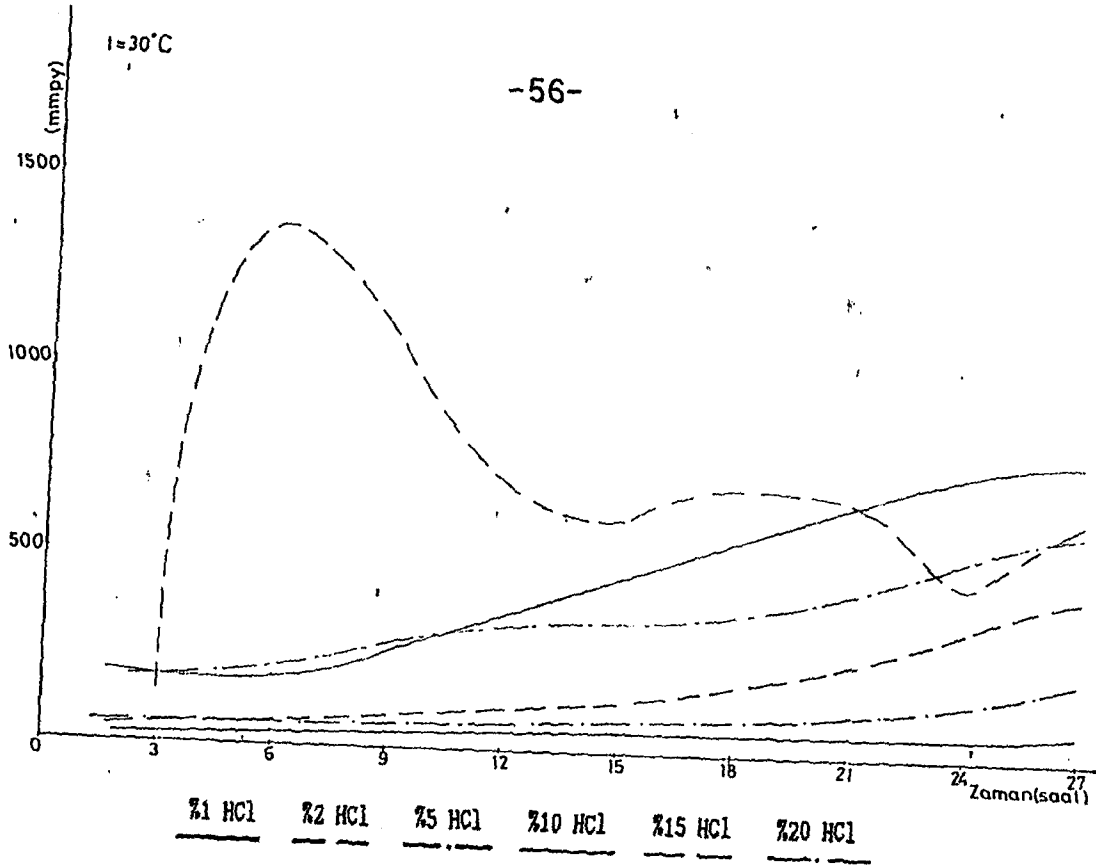
**Şekil 3.8** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.7 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.8 OKSİJERDEN ARINDIRILMIŞ AGİRLİKKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HCL KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SARIT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 261 Cu - 20.66 Zn - 218.10 Ni - 20.04 Pb İÇEREN YENİ GÜMÜŞ (ALPAKA) ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mpy) VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

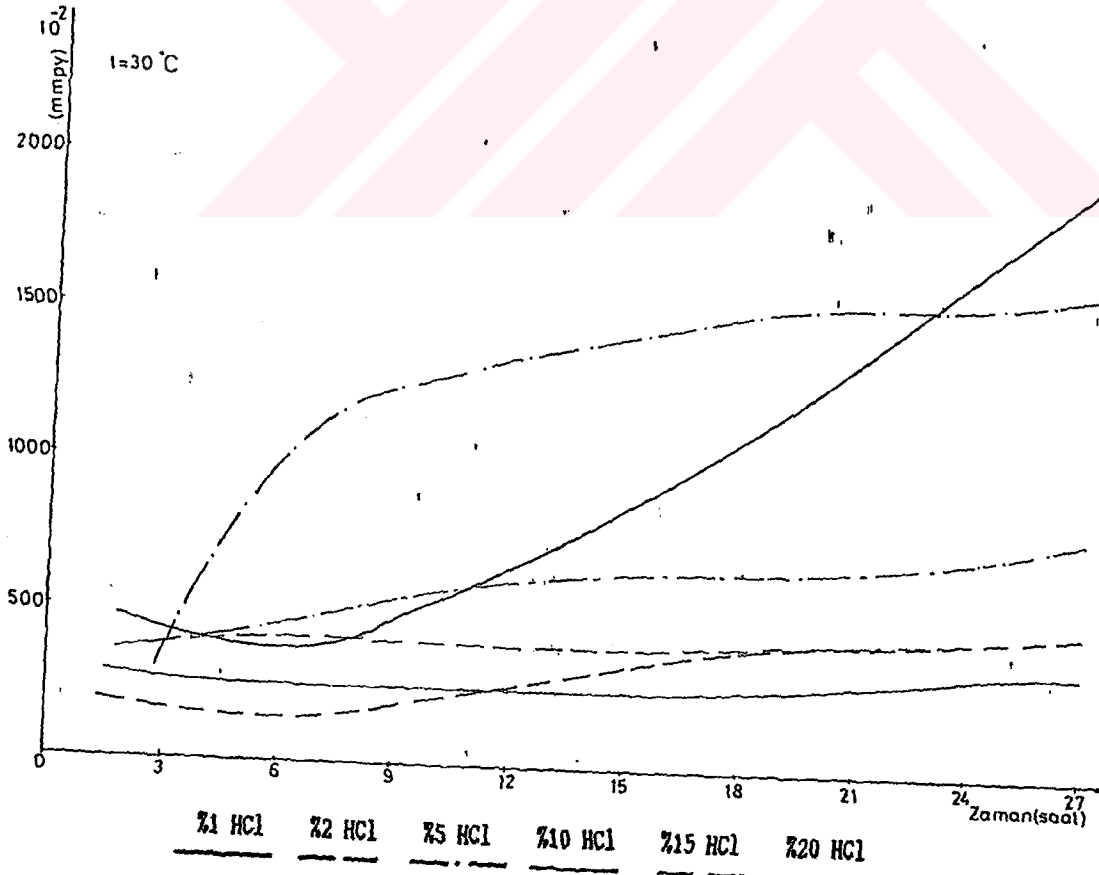
AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 HCL	2.475E-01	3.582E-01	4.342E-01	4.689E-01	5.992E-01	5.601E-01	5.303E-01	6.285E-01	7.308E-01	Y = +2.223E-07h <sup>0.5</sup> + 8.003E-06h <sup>0.4</sup> + 2.629E-05h <sup>0.3</sup> + 4.879E-04h <sup>0.2</sup> + 2.835E-02h <sup>0.1</sup> + 1.616E-01	
Z2 HCL	4.949E-01	7.099E-01	7.815E-01	1.075E+00	1.370E+00	1.706E+00	2.311E+00	3.427E+00	4.259E+00	Y = -5.057E-06h <sup>0.5</sup> + 3.641E-04h <sup>0.4</sup> - 9.280E-03h <sup>0.3</sup> + 1.065E-01h <sup>0.2</sup> - 4.772E-01h <sup>0.1</sup> + 1.217E+00	
Z5 HCL	5.341E-01	5.470E-01	6.209E-01	6.871E-01	8.102E-01	1.098E+00	1.459E+00	1.459E+00	2.017E+00	Y = +4.418E-08h <sup>0.5</sup> + 1.093E-05h <sup>0.4</sup> - 5.801E-04h <sup>0.3</sup> + 1.110E-02h <sup>0.2</sup> - 6.444E-02h <sup>0.1</sup> + 6.435E-01	
Z10 HCL	1.732E+00	1.876E+00	2.331E+00	3.686E+00	4.496E+00	5.603E+00	6.604E+00	7.429E+00	7.763E+00	Y = -4.900E-06h <sup>0.5</sup> + 3.830E-04h <sup>0.4</sup> - 1.190E-02h <sup>0.3</sup> + 1.830E-01h <sup>0.2</sup> - 1.042E+00h <sup>0.1</sup> + 3.535E+00	
Z15 HCL	1.771E+00	1.359E+01	9.760E+00	7.922E+00	6.841E+00	6.117E+00	5.807E+00	5.575E+00	5.935E+00	Y = +1.369E-04h <sup>0.5</sup> - 1.110E-02h <sup>0.4</sup> + 3.386E-01h <sup>0.3</sup> - 4.761E+00h <sup>0.2</sup> + 2.972E-01h <sup>0.1</sup> - 5.304E-01	
Z20 HCL	1.784E+00	2.156E+00	2.718E+00	3.159E+00	3.439E+00	3.625E+00	4.241E+00	5.215E+00	5.973E+00	Y = -1.131E-05h <sup>0.5</sup> + 8.528E-04h <sup>0.4</sup> - 2.322E-02h <sup>0.3</sup> + 2.788E-01h <sup>0.2</sup> - 1.274E+00h <sup>0.1</sup> + 3.695E+00	

CİZELGE 3.9 OKSİJERDEN ARINDIRILMIŞ AGİRLİKKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HCL KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SARIT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 292 Cu - 26.10 Sn - 21.80 Zn İÇEREN LEYHA HALINDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mpy) VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 HCL	4.271E+00	4.217E+00	4.158E+00	7.166E+00	9.017E+00	1.032E+01	1.432E+01	1.638E+01	1.952E+01	Y = -7.703E-06h <sup>0.5</sup> + 6.424E-04h <sup>0.4</sup> - 2.079E-02h <sup>0.3</sup> + 3.411E-01h <sup>0.2</sup> - 2.191E+00h <sup>0.1</sup> + 8.379E+00	
Z2 HCL	1.644E+00	1.608E+00	1.787E+00	2.859E+00	3.560E+00	3.916E+00	4.360E+00	4.597E+00	4.797E+00	Y = +6.262E-05h <sup>0.5</sup> - 4.373E-03h <sup>0.4</sup> + 1.016E-01h <sup>0.3</sup> - 7.211E-01h <sup>0.2</sup> + 3.029E+00	
Z5 HCL	3.755E+00	1.003E+01	1.231E+01	1.363E+01	1.451E+01	1.492E+01	1.513E+01	1.566E+01	1.590E+01	Y = +1.958E-05h <sup>0.5</sup> - 1.652E-03h <sup>0.4</sup> + 5.401E-02h <sup>0.3</sup> - 8.663E-01h <sup>0.2</sup> + 7.128E+00h <sup>0.1</sup> - 1.122E+01	
Z10 HCL	2.662E+00	2.627E+00	2.603E+00	2.618E+00	2.623E+00	2.642E+00	2.982E+00	3.257E+00	3.485E+00	Y = -3.155E-06h <sup>0.5</sup> + 2.218E-04h <sup>0.4</sup> - 5.564E-03h <sup>0.3</sup> + 6.288E-02h <sup>0.2</sup> - 3.195E-01h <sup>0.1</sup> + 3.196E+00	
Z15 HCL	3.878E+00	4.101E+00	4.146E+00	3.940E+00	4.114E+00	4.161E+00	4.342E+00	4.617E+00	4.799E+00	Y = +1.605E-06h <sup>0.5</sup> - 1.500E-04h <sup>0.4</sup> + 5.241E-03h <sup>0.3</sup> - 8.118E-02h <sup>0.2</sup> + 5.438E-01h <sup>0.1</sup> + 2.840E+00	
Z20 HCL	3.681E+00	4.503E+00	5.623E+00	6.196E+00	6.540E+00	6.737E+00	6.943E+00	7.054E+00	8.003E+00	Y = -1.505E-06h <sup>0.5</sup> + 1.742E-04h <sup>0.4</sup> - 6.145E-03h <sup>0.3</sup> + 7.790E-02h <sup>0.2</sup> - 8.155E-02h <sup>0.1</sup> + 3.365E+00	

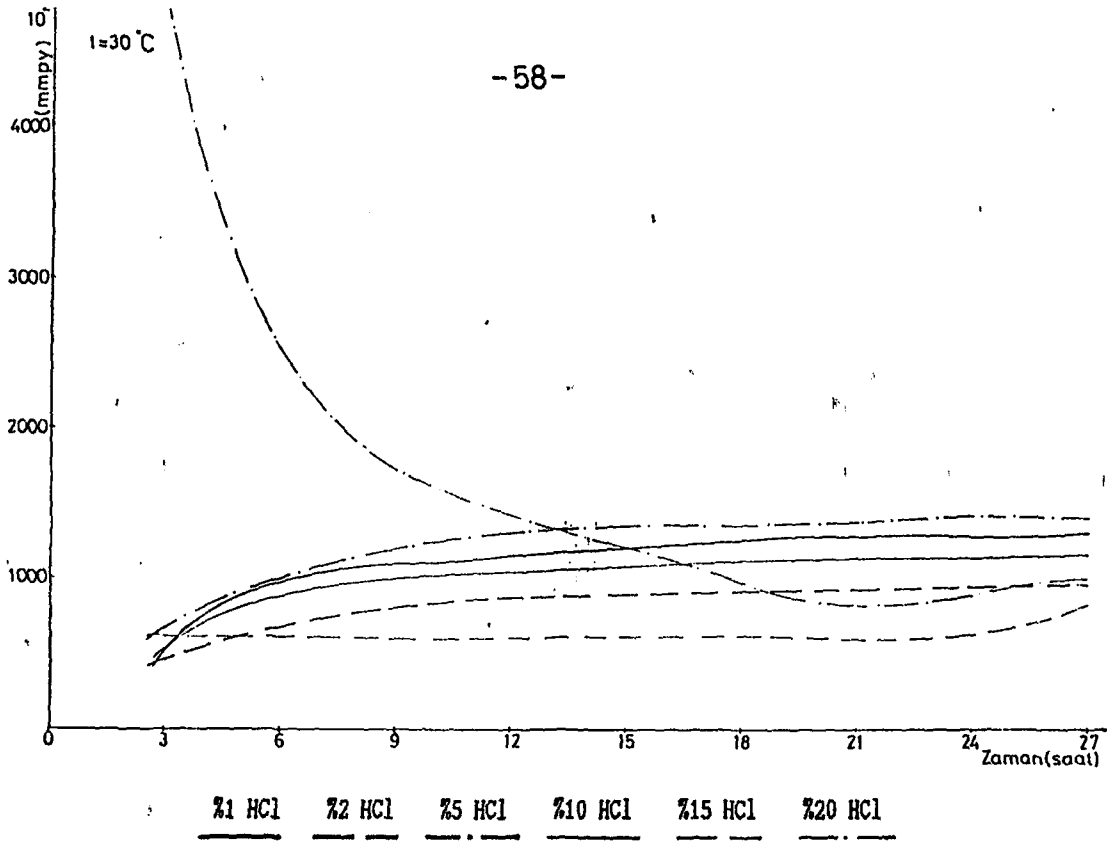


Şekil 3.9 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.8 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

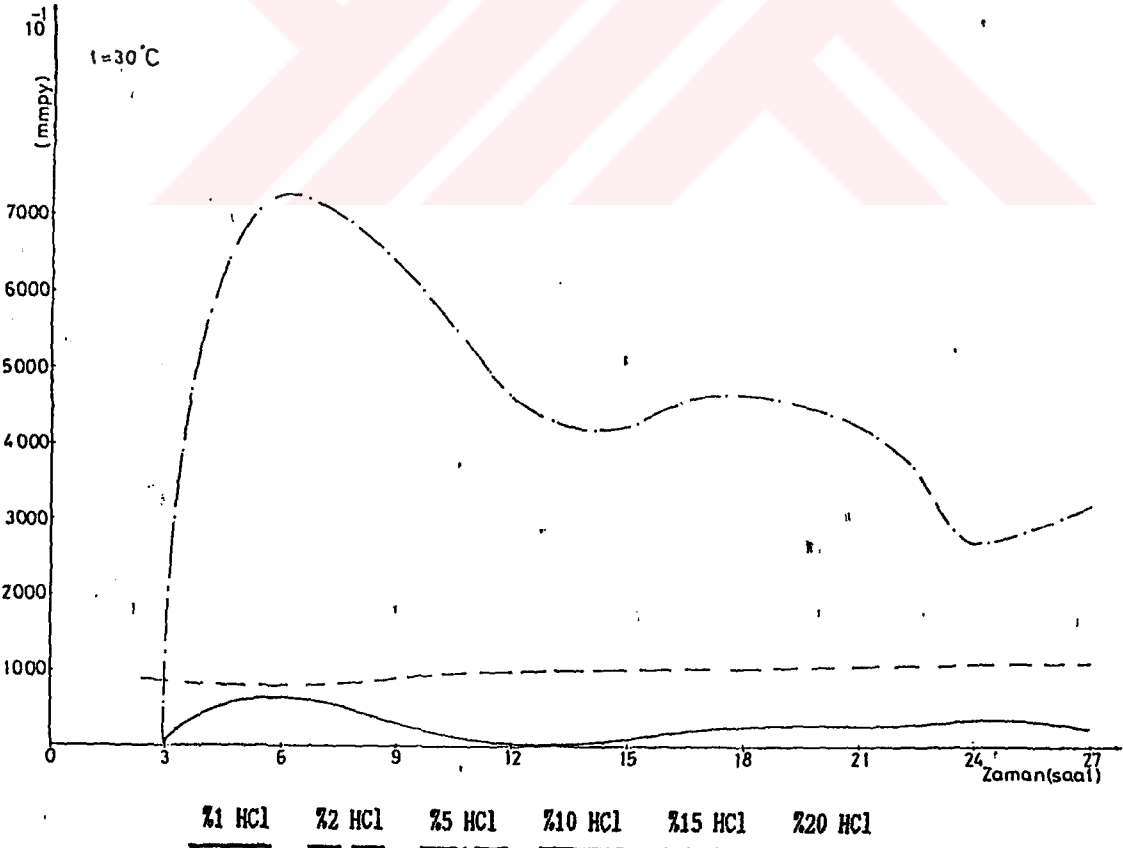


Şekil 3.10 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.9 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$





Şekil 3.11 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.10 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



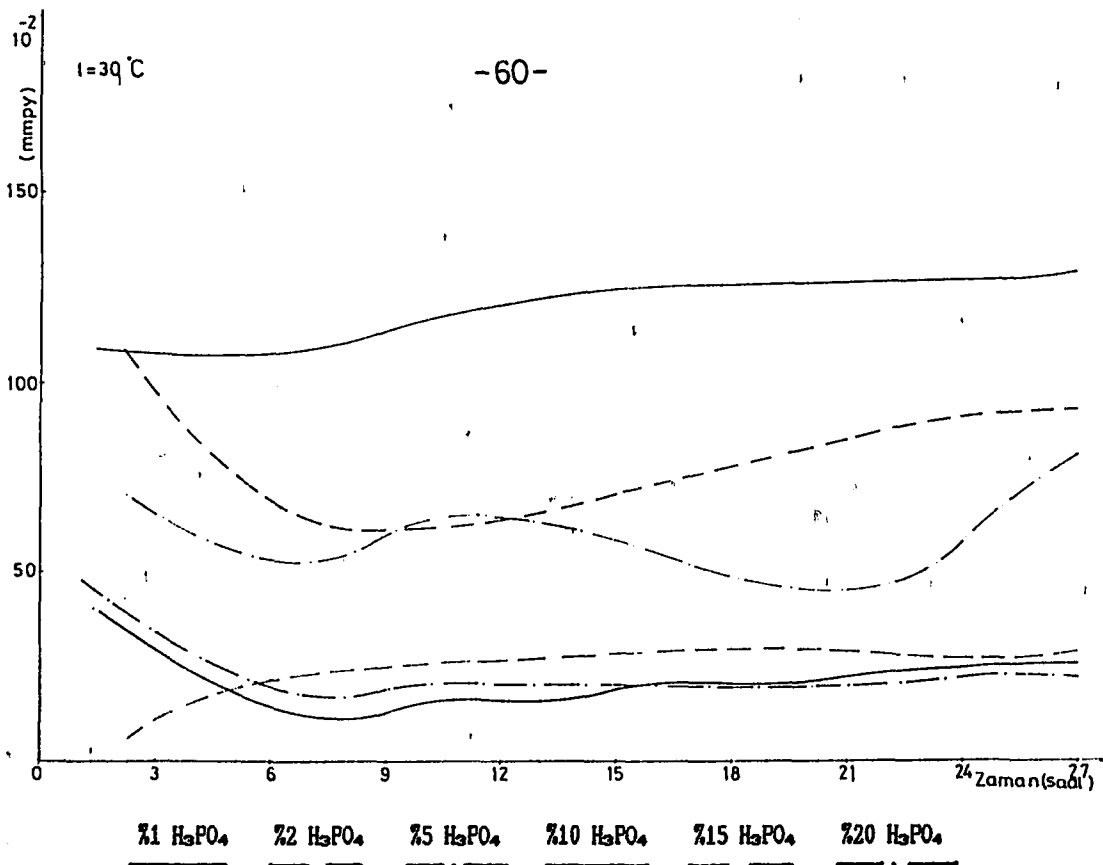
Şekil 3.12 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.11 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.12 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGIRLIKKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABIT SICAKLIKTA, AGIRLIKKA 265 Cu - 235 Zn ICEREN SARI PIRINC ALASTININ KOROZYON MIKTARI DEGISIMLERI (mmp) VE BU DENETSEL DEGERLEMLERDEN ELDE EDILEN KOROZYON MIKTARINI BELIRLEYEN DOGRUSAL REGRESYON IFADLELERI.

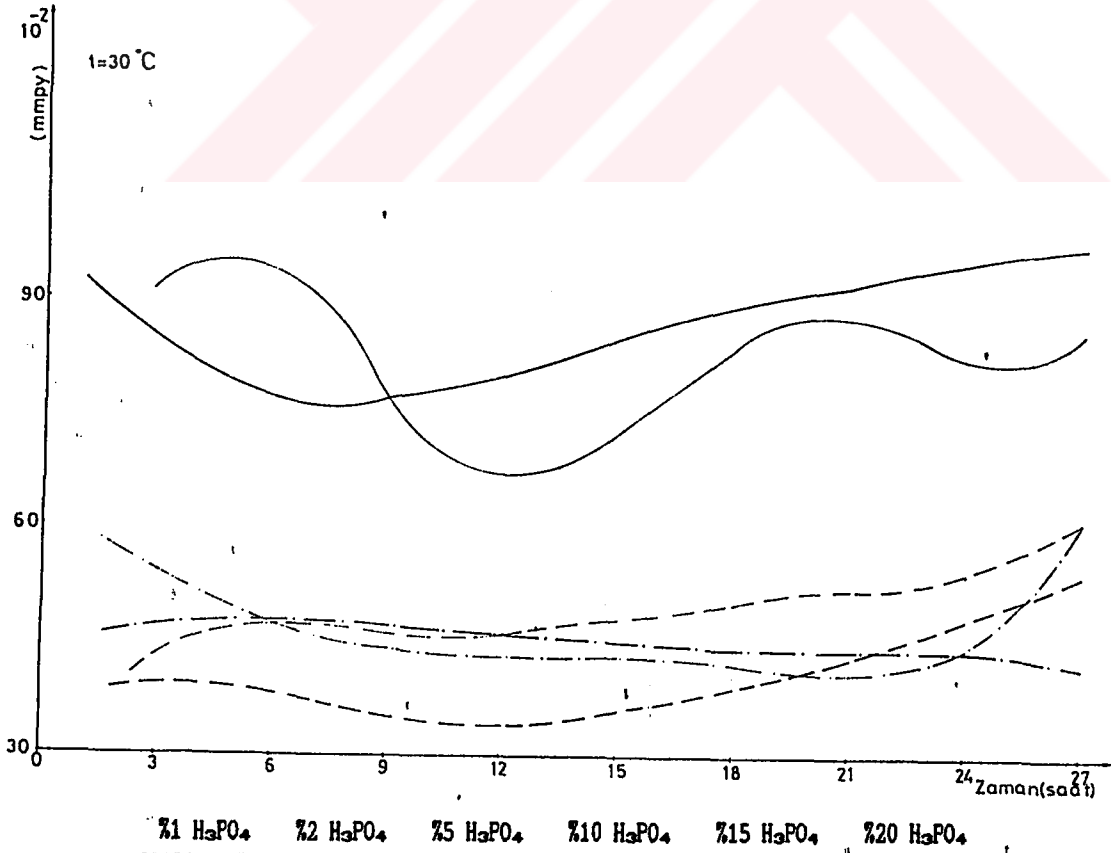
AGIRLIKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)											KOROZYON MIKTARINI BELIRLEYEN DOGRUSAL REGRESYON IFADLELERI
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
X1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.556E-01	1.120E-01	1.587E-01	2.042E-01	1.971E-01	2.294E-01	2.412E-01	2.504E-01	Y = -5.945E-07h <sup>11</sup> +5.319E-05h <sup>10</sup> +4.837E-03h <sup>9</sup> +3.025E-02h <sup>8</sup> -2.257E-01h <sup>7</sup> +1.7444E-01			
X2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	7.998E-01	5.769E-01	6.567E-01	7.047E-01	7.553E-01	8.591E-01	9.933E-01	9.199E-01	Y = -5.315E-07h <sup>11</sup> +4.885E-05h <sup>10</sup> -1.842E-03h <sup>9</sup> +3.529E-02h <sup>8</sup> -3.165E-01h <sup>7</sup> +1.655E+00			
X3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.930E-01	1.931E-01	1.930E-01	1.918E-01	2.013E-01	1.992E-01	2.101E-01	2.172E-01	Y = -1.095E-06h <sup>11</sup> +8.364E-05h <sup>10</sup> -2.771E-03h <sup>9</sup> +4.010E-02h <sup>8</sup> -2.685E-01h <sup>7</sup> +1.8.506E-01			
X10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.083E+00	1.071E+00	1.189E+00	1.235E+00	1.264E+00	1.259E+00	1.256E+00	1.284E+00	Y = -2.789E-07h <sup>11</sup> +2.856E-05h <sup>10</sup> -1.053E-03h <sup>9</sup> +1.672E-02h <sup>8</sup> -9.673E-02h <sup>7</sup> +1.2.648E-00			
X15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.121E-01	2.179E-01	2.407E-01	2.770E-01	2.764E-01	2.905E-01	2.708E-01	2.781E-01	Y = +6.619E-07h <sup>11</sup> -5.147E-05h <sup>10</sup> +1.518E-03h <sup>9</sup> -2.151E-02h <sup>8</sup> +1.526E-01h <sup>7</sup> +1.1.900E-01			
X20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6.350E-01	6.039E-01	5.727E-01	5.572E-01	6.661E-01	1.636E-01	7.206E-01	7.692E-01	Y = -2.632E-06h <sup>11</sup> +2.199E-04h <sup>10</sup> -6.619E-03h <sup>9</sup> +8.762E-02h <sup>8</sup> -4.968E-01h <sup>7</sup> +1.1.522E+00			

CİZELGE 3.13 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGIRLIKKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABIT SICAKLIKTA, AGIRLIKKA 261 Cu - 220.66 Zn - 418.10 Ni - 50.04 Pb ICEREN YESIL GUBUS (ALPACA) ALASTININ KOROZYON MIKTARI DEGISIMLERI (mmp) VE BU DENETSEL DEGERLEMLERDEN ELDE EDILEN KOROZYON MIKTARINI BELIRLEYEN DOGRUSAL REGRESYON IFADLELERI.

AGIRLIKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)											KOROZYON MIKTARINI BELIRLEYEN DOGRUSAL REGRESYON IFADLELERI	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27				
X1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	8.466E-01	7.815E-01	3.908E-01	3.430E-01	3.621E-01	3.994E-01	4.261E-01	4.949E-01	9.606E-01	9.725E-01	9.303E-01	9.606E-01	Y = -2.750E-07h <sup>11</sup> +2.461E-05h <sup>10</sup> -8.822E-04h <sup>9</sup> +8.971E-04h <sup>8</sup> +8.971E-04h <sup>7</sup> -1.1.66E-02h <sup>6</sup> +5.516E-02h <sup>5</sup> +1.209E-01h <sup>4</sup> +1.094E+00
X2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3.907E-01	3.908E-01	3.430E-01	3.621E-01	3.994E-01	4.261E-01	4.949E-01	4.255E-01	4.494E-01	4.255E-01	4.255E-01	4.255E-01	Y = +3.579E-07h <sup>11</sup> -2.953E-05h <sup>10</sup> +8.971E-04h <sup>9</sup> -3.362E-06h <sup>8</sup> -9.286E-04h <sup>7</sup> +9.439E-03h <sup>6</sup> +1.4.502E-01
X3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4.689E-01	4.819E-01	4.602E-01	4.656E-01	4.585E-01	4.450E-01	4.484E-01	4.484E-01	4.484E-01	4.484E-01	4.484E-01	4.484E-01	Y = -6.178E-08h <sup>11</sup> +2.542E-06h <sup>10</sup> -3.362E-06h <sup>9</sup> -9.286E-04h <sup>8</sup> +9.439E-03h <sup>7</sup> +1.4.502E-01
X10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	9.378E-01	8.857E-01	8.683E-01	5.373E-01	8.570E-01	8.075E-01	8.410E-01	8.662E-01	8.582E-01	8.582E-01	8.582E-01	8.582E-01	Y = +3.933E-06h <sup>11</sup> -3.069E-04h <sup>10</sup> +8.744E-03h <sup>9</sup> -1.091E-01h <sup>8</sup> +5.518E-01h <sup>7</sup> +1.3.686E-02
X15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4.429E-01	4.429E-01	5.210E-01	5.002E-01	4.298E-01	4.971E-01	5.377E-01	5.340E-01	6.194E-01	6.194E-01	6.194E-01	6.194E-01	Y = +6.642E-07h <sup>11</sup> -4.984E-05h <sup>10</sup> +1.405E-03h <sup>9</sup> -1.807E-02h <sup>8</sup> +1.053E-01h <sup>7</sup> +1.2.483E-01
X20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5.470E-01	4.754E-01	4.472E-01	4.331E-01	4.272E-01	4.211E-01	4.168E-01	4.168E-01	4.168E-01	4.168E-01	4.168E-01	4.168E-01	Y = +6.025E-07h <sup>11</sup> -3.496E-05h <sup>10</sup> +6.826E-04h <sup>9</sup> -4.299E-03h <sup>8</sup> -1.355E-02h <sup>7</sup> +1.6.092E-01



**Şekil 3.13** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.12 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



**Şekil 3.14** Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.13 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarları doğrusal regresyon eğrileri.  $y = f(h)$

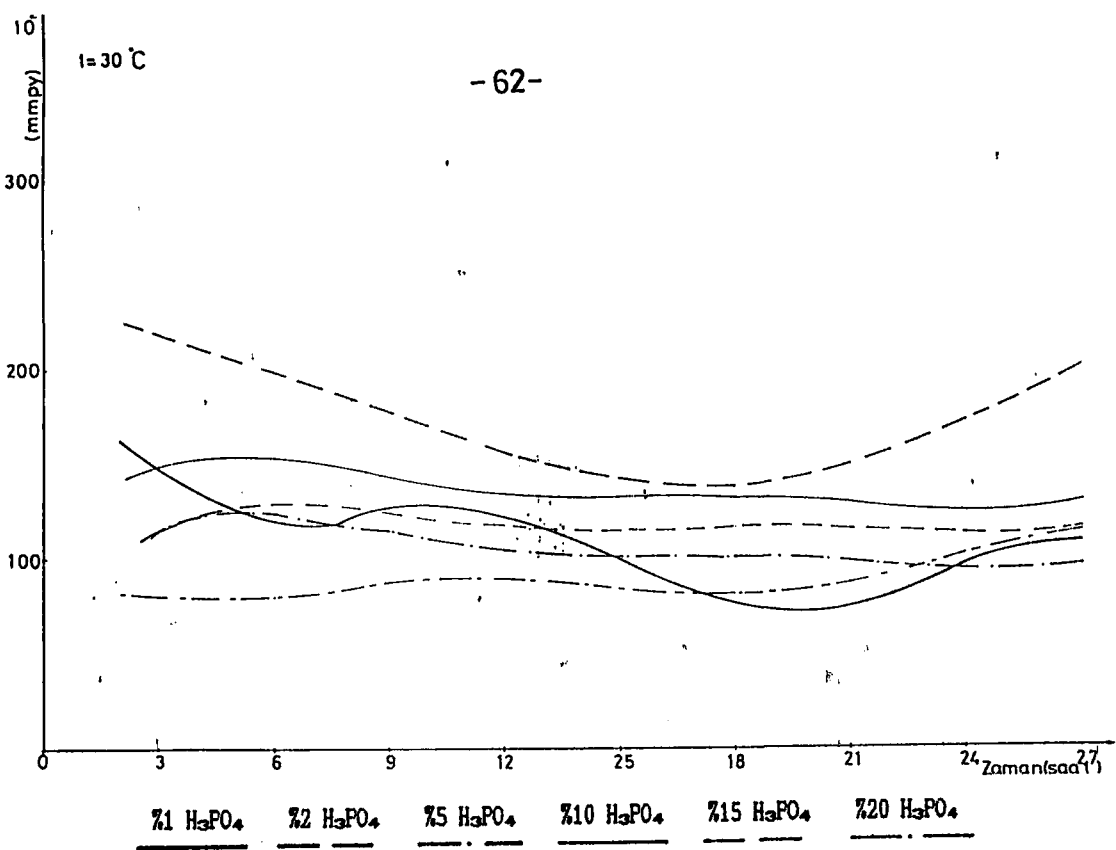


CİZELGE 3.14 OKSİJENDEN ARIYORILMIS AGİRLİKCA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKCA K92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn İÇEREN LEYHA HALINDEKİ BAKIR ALAŞIMİNİN KOROZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (mmpy) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

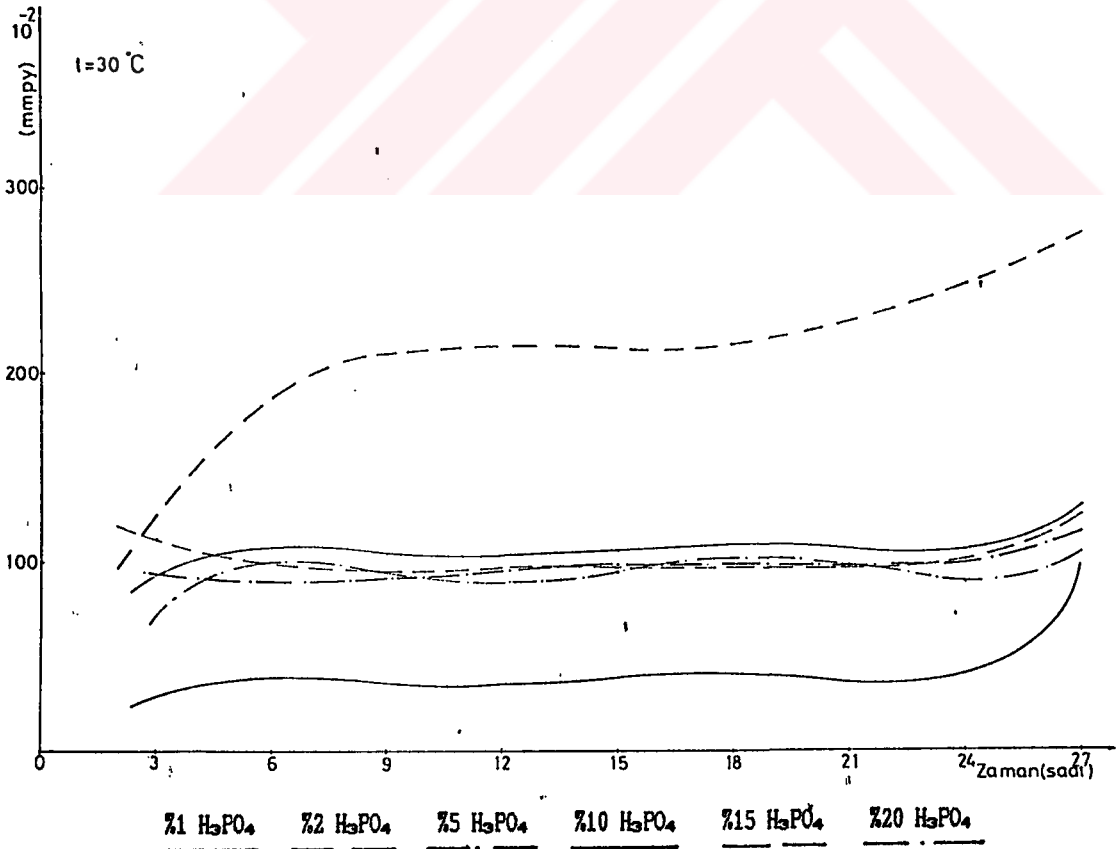
AGİRLİKCA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.447E+00	1.296E+00	1.132E+00	1.354E+00	9.078E-01	7.952E-01	7.633E-01	9.448E-01	1.086E+00	Y = -7.170E-06*t <sup>5</sup> +5.519E-04*t <sup>4</sup> -1.544E-02*t <sup>3</sup> +1.914E-01*t <sup>2</sup> -1.050E+00*t <sup>1</sup> +3.276E+00	
Z2 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.180E+00	2.037E+00	1.715E+00	1.555E+00	1.444E+00	1.412E+00	1.366E+00	1.774E+00	1.978E+00	Y = -7.902E-07*t <sup>5</sup> +4.778E-05*t <sup>4</sup> -8.001E-04*t <sup>3</sup> +4.557E-03*t <sup>2</sup> -7.519E-02*t <sup>1</sup> +2.394E+00	
Z5 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.144E+00	1.242E+00	1.108E+00	1.094E+00	9.935E-01	9.858E-01	9.981E-01	9.404E-01	9.570E-01	Y = +2.139E-06*t <sup>5</sup> -1.720E-04*t <sup>4</sup> +5.173E-03*t <sup>3</sup> -7.078E-02*t <sup>2</sup> +4.090E-01*t <sup>1</sup> +4.240E-01	
Z10 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.483E+00	1.555E+00	1.370E+00	1.412E+00	1.312E+00	1.301E+00	1.284E+00	1.251E+00	1.281E+00	Y = +2.131E-06*t <sup>5</sup> -1.657E-04*t <sup>4</sup> +4.794E-03*t <sup>3</sup> -6.277E-02*t <sup>2</sup> +3.417E-01*t <sup>1</sup> +9.070E-01	
Z15 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.144E+00	1.304E+00	1.197E+00	1.229E+00	1.136E+00	1.141E+00	1.139E+00	1.128E+00	1.138E+00	Y = +1.695E-06*t <sup>5</sup> -1.388E-04*t <sup>4</sup> +4.284E-03*t <sup>3</sup> -6.101E-02*t <sup>2</sup> +3.808E-01*t <sup>1</sup> +4.452E-01	
Z20 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	8.041E-01	8.130E-01	8.935E-01	8.711E-01	8.470E-01	8.309E-01	8.552E-01	1.010E+00	1.122E+00	Y = -2.407E-06*t <sup>5</sup> +1.813E-04*t <sup>4</sup> -4.898E-03*t <sup>3</sup> +5.754E-02*t <sup>2</sup> -2.775E-01*t <sup>1</sup> +1.242E+00	

CİZELGE 3.15 OKSİJENDEN ARIYORILMIS AGİRLİKCA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKCA Z98 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb İÇEREN ÇUBUK SEKLİNDEKİ BAKIR ALAŞIMİNİN KOROZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (mmpy) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKCA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3.048E-01	3.657E-01	3.658E-01	3.809E-01	3.717E-01	3.859E-01	3.830E-01	3.942E-01	9.733E-01	Y = +4.081E-06*t <sup>5</sup> -2.810E-04*t <sup>4</sup> +7.203E-03*t <sup>3</sup> -8.443E-02*t <sup>2</sup> +4.439E-01*t <sup>1</sup> -4.511E-01	
Z2 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.234E+00	1.889E+00	2.051E+00	2.167E+00	2.102E+00	2.186E+00	2.215E+00	2.493E+00	2.718E+00	Y = -2.393E-05*t <sup>5</sup> +1.860E-03*t <sup>4</sup> -4.982E-02*t <sup>3</sup> +5.465E-01*t <sup>2</sup> +4.667E-04	
Z5 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	9.292E-01	9.292E-01	8.785E-01	9.712E-01	1.005E+00	9.775E-01	9.772E-01	9.921E-01	1.139E+00	Y = +8.765E-07*t <sup>5</sup> -5.214E-05*t <sup>4</sup> +1.030E-03*t <sup>3</sup> -7.174E-03*t <sup>2</sup> +1.042E-02*t <sup>1</sup> +9.425E-01	
Z10 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	9.292E-01	1.043E+00	1.076E+00	1.028E+00	1.051E+00	1.092E+00	1.060E+00	1.066E+00	1.283E+00	Y = +2.894E-06*t <sup>5</sup> -2.138E-04*t <sup>4</sup> +5.919E-03*t <sup>3</sup> -7.560E-02*t <sup>2</sup> +4.384E-01*t <sup>1</sup> +1.410E-01	
Z15 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.127E+00	9.978E-01	9.597E-01	9.711E-01	9.688E-01	9.724E-01	9.836E-01	9.921E-01	1.234E+00	Y = +8.415E-07*t <sup>5</sup> -4.588E-05*t <sup>4</sup> +7.419E-04*t <sup>3</sup> -9.414E-04*t <sup>2</sup> -6.220E-02*t <sup>1</sup> +1.304E+00	
Z20 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	7.313E-01	9.825E-01	9.343E-01	9.026E-01	9.719E-01	1.028E+00	9.227E-01	9.331E-01	1.038E+00	Y = +5.034E-06*t <sup>5</sup> -3.830E-04*t <sup>4</sup> +1.084E-02*t <sup>3</sup> -1.403E-01*t <sup>2</sup> +8.152E-01*t <sup>1</sup> -7.245E-01	



Sekil 3.15 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.14 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



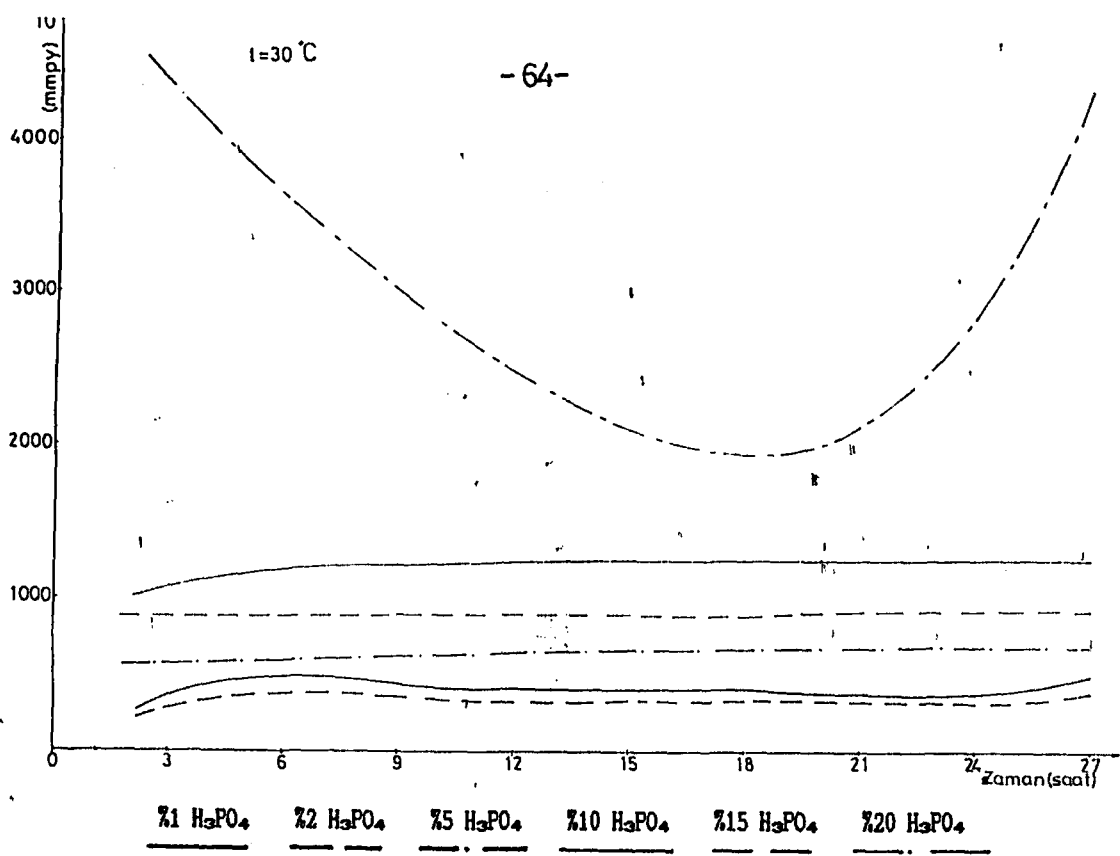
Sekil 3.16 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.15 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.16 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA %8 Al - %8.40 Cu - %0.25 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si ALASIMININ KOROZYON MİKTARINI DEĞİŞİMLERİ (mpy) VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

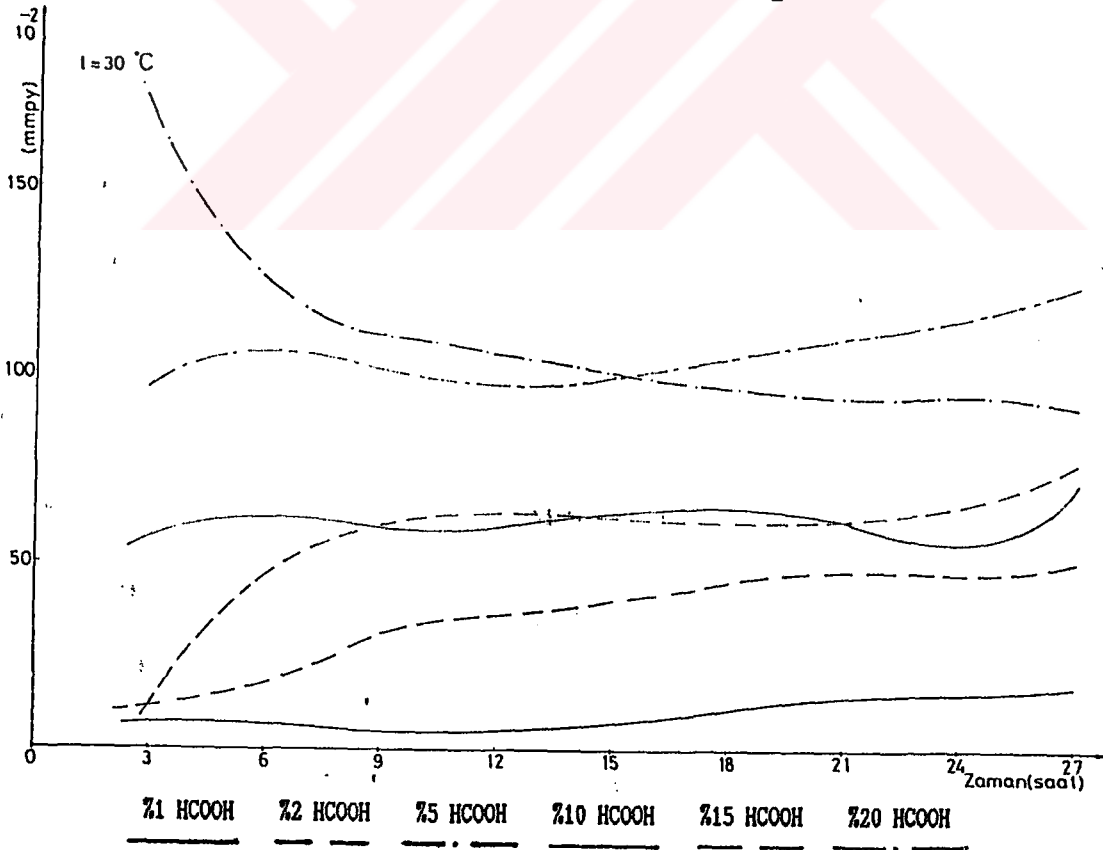
AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
X1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3.696E+00	4.775E+00	4.457E+00	4.173E+00	4.052E+00	3.944E+00	3.856E+00	3.825E+00	4.890E+00	4.890E+00	Y = +1.921E-05*H <sup>15</sup> -1.469E-03*H <sup>14</sup> +4.240E-02*H <sup>13</sup> -5.674E-01*H <sup>12</sup> +3.385E+00*H <sup>11</sup> -2.427E+00
X2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2.948E+00	3.716E+00	3.571E+00	3.353E+00	3.322E+00	3.355E+00	3.262E+00	3.275E+00	3.792E+00	3.792E+00	Y = +1.237E-05*H <sup>15</sup> -9.601E-04*H <sup>14</sup> +2.808E-02*H <sup>13</sup> -3.799E-01*H <sup>12</sup> +2.297E+00*H <sup>11</sup> -1.239E+00
X3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5.771E+00	5.895E+00	6.394E+00	6.488E+00	6.618E+00	6.685E+00	6.780E+00	6.794E+00	6.837E+00	6.837E+00	Y = -4.040E-06*H <sup>15</sup> +3.145E-04*H <sup>14</sup> -8.975E-03*H <sup>13</sup> +1.116E-01*H <sup>12</sup> -5.007E-01*H <sup>11</sup> +6.484E+00
X10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.179E+01	1.194E+01	1.215E+01	1.237E+01	1.229E+01	1.240E+01	1.240E+01	1.247E+01	1.246E+01	1.246E+01	Y = -3.177E-06*H <sup>15</sup> +2.429E-04*H <sup>14</sup> -6.772E-03*H <sup>13</sup> +8.175E-02*H <sup>12</sup> -3.573E-01*H <sup>11</sup> +1.230E+01
X15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	8.719E+00	8.802E+00	8.858E+00	8.927E+00	8.968E+00	8.968E+00	9.051E+00	9.020E+00	9.038E+00	9.038E+00	Y = -5.211E-07*H <sup>15</sup> +3.306E-05*H <sup>14</sup> -1.296E-03*H <sup>13</sup> +3.650E-02*H <sup>12</sup> +8.621E+00
X20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4.347E+01	3.731E+01	2.841E+01	2.438E+01	2.197E+01	2.008E+01	1.892E+01	2.965E+01	4.271E+01	4.271E+01	Y = +5.771E-06*H <sup>15</sup> -1.618E-04*H <sup>14</sup> +2.050E-03*H <sup>13</sup> +4.864E-02*H <sup>12</sup> -3.035E+00*H <sup>11</sup> +5.237E+01

CİZELGE 3.17 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA %5 Cu - %3S Zn İCEREN SARI PİRİNC ALASIMININ KOROZYON MİKTARINI DEĞİŞİMLERİ (mpy) VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat,h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
X1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	7.480E-02	6.228E-02	5.398E-02	4.669E-02	7.471E-02	1.141E-01	1.334E-01	1.634E-01	1.785E-01	1.785E-01	Y = +3.998E-07*H <sup>15</sup> -3.179E-05*H <sup>14</sup> +9.063E-04*H <sup>13</sup> -1.074E-02*H <sup>12</sup> +4.909E-02*H <sup>11</sup> +8.399E-04
X2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.868E-01	1.805E-01	3.154E-01	3.704E-01	4.208E-01	4.503E-01	4.678E-01	4.856E-01	4.994E-01	4.994E-01	Y = -1.421E-06*H <sup>15</sup> +1.142E-04*H <sup>14</sup> -3.407E-03*H <sup>13</sup> +4.540E-02*H <sup>12</sup> -2.377E-01*H <sup>11</sup> +5.756E-01
X5 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.681E+00	1.257E+00	1.112E+00	1.043E+00	9.960E-01	9.836E-01	9.373E-01	9.416E-01	9.243E-01	9.243E-01	Y = -1.624E-06*H <sup>15</sup> +1.365E-04*H <sup>14</sup> -4.414E-03*H <sup>13</sup> +6.903E-02*H <sup>12</sup> -5.400E-01*H <sup>11</sup> +2.793E+00
X10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5.851E-01	5.914E-01	6.266E-01	6.131E-01	6.076E-01	6.453E-01	6.474E-01	5.322E-01	7.207E-01	7.207E-01	Y = +2.616E-06*H <sup>15</sup> -1.864E-04*H <sup>14</sup> +4.872E-03*H <sup>13</sup> -5.720E-02*H <sup>12</sup> +2.955E-01*H <sup>11</sup> +8.456E-02
X15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.121E-01	4.980E-01	5.685E-01	6.381E-01	6.673E-01	6.121E-01	5.781E-01	6.848E-01	7.609E-01	7.609E-01	Y = +7.702E-07*H <sup>15</sup> -6.525E-05*H <sup>14</sup> +2.286E-03*H <sup>13</sup> -4.098E-02*H <sup>12</sup> +3.690E-01*H <sup>11</sup> -6.785E-01
X20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	9.711E-01	1.083E+00	9.711E-01	1.005E+00	9.935E-01	1.054E+00	1.073E+00	1.175E+00	1.233E+00	1.233E+00	Y = +1.641E-06*H <sup>15</sup> -1.332E-04*H <sup>14</sup> +4.035E-03*H <sup>13</sup> -5.492E-02*H <sup>12</sup> +3.215E-01*H <sup>11</sup> +4.033E-01



**Şekil 3.17** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.16 ya uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



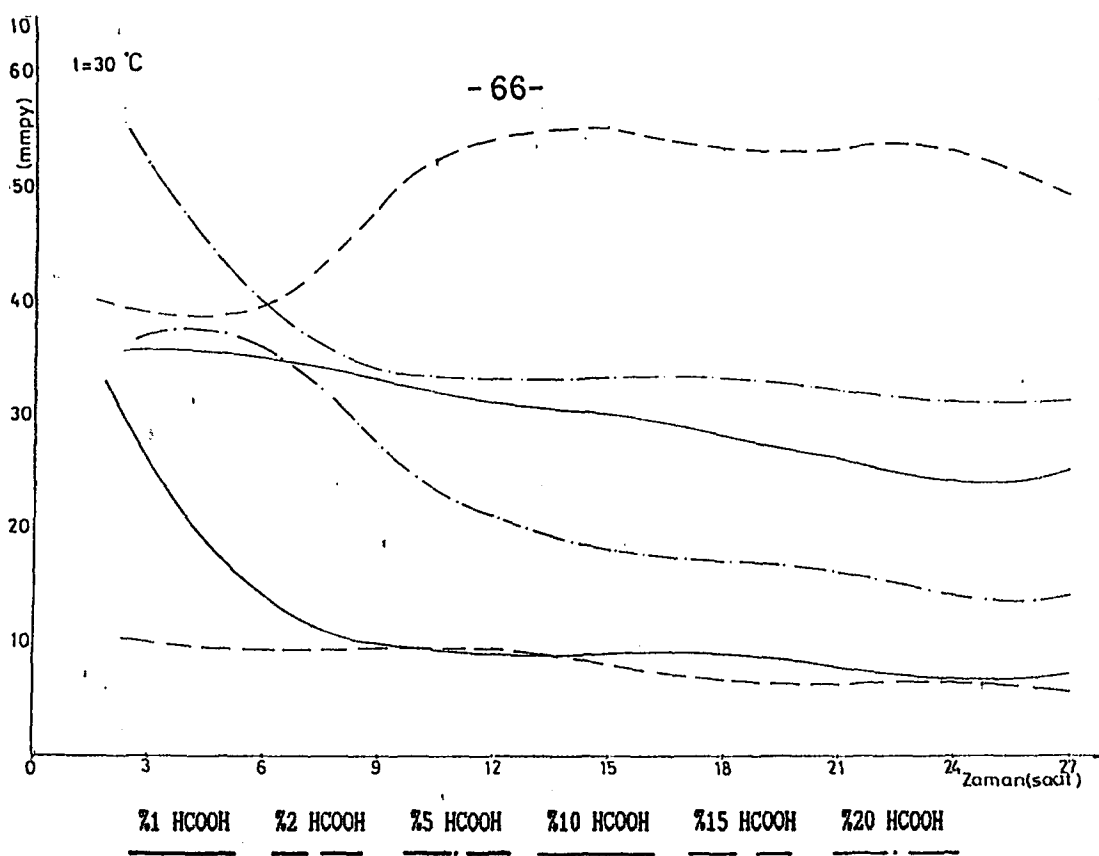
**Şekil 3.18** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.17 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.18 OKSİJENLİNDEN ANINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI VÜZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, I=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 251 Cu - 20.04 Pb İÇEREN YENİ GURUS (ALPRAKA) ALAŞTIRMİNIN KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

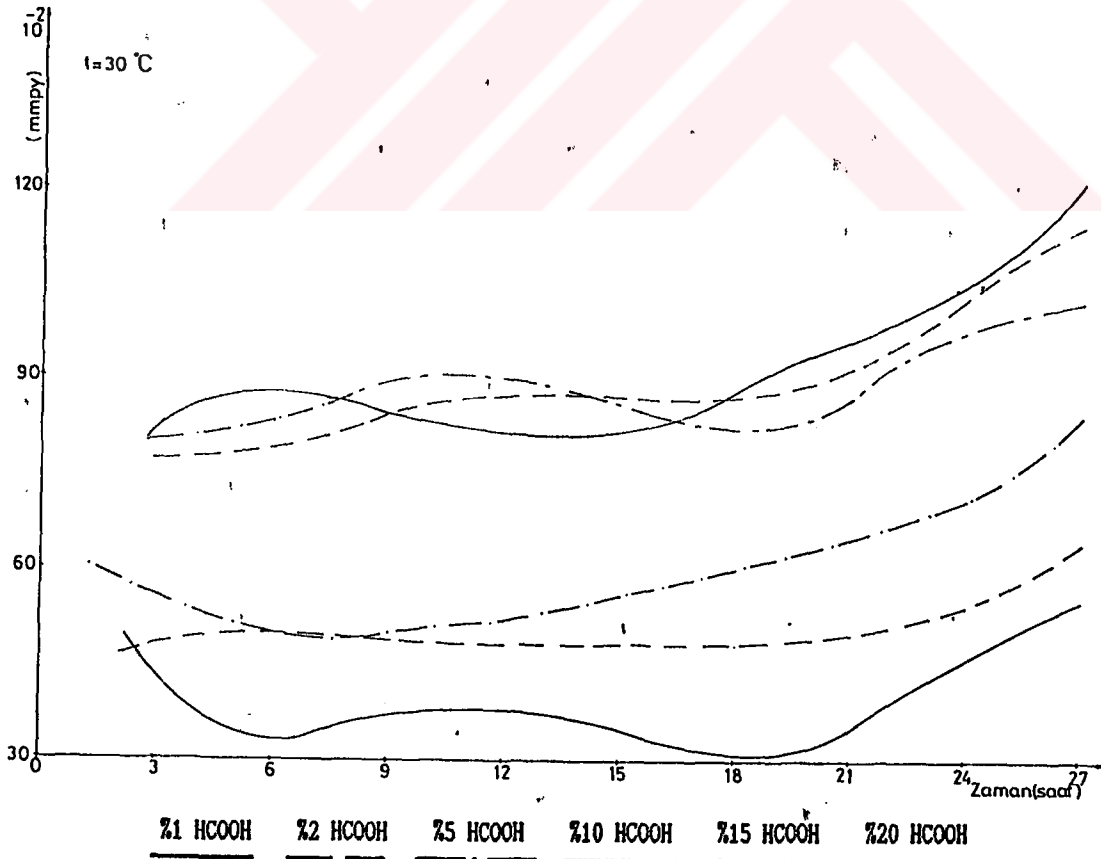
AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 HCOOH	1.433E-01	1.042E-01	8.141E-02	1.016E-01	8.684E-02	7.629E-02	7.001E-02	7.091E-02	Y = +5.492E-06h <sup>2</sup> +4-3.865E-04h <sup>3</sup> +9.700E-03h <sup>4</sup> -1.039E-01h <sup>5</sup> +1+4.949E-01		
22 HCOOH	1.042E-01	9.117E-02	1.042E-01	8.791E-02	7.555E-02	7.164E-02	6.512E-02	5.789E-02	Y = -2.568E-07h <sup>5</sup> +1.943E-05h <sup>4</sup> -5.337E-04h <sup>3</sup> +6.430E-03h <sup>2</sup> -3.440E-02h <sup>1</sup> +1.619E-01		
25 HCOOH	3.777E-01	3.647E-01	2.692E-01	2.214E-01	1.902E-01	1.737E-01	1.600E-01	1.433E-01	Y = +1.046E-06h <sup>5</sup> -8.327E-05h <sup>4</sup> +2.451E-03h <sup>3</sup> -3.199E-02h <sup>2</sup> +1.605E-01h <sup>1</sup> +1.229E-01		
210 HCOOH	3.647E-01	3.517E-01	3.300E-01	3.191E-01	2.996E-01	2.866E-01	2.695E-01	2.547E-01	Y = +1.262E-07h <sup>5</sup> -8.296E-06h <sup>4</sup> +2.014E-04h <sup>3</sup> -2.228E-03h <sup>2</sup> +5.565E-03h <sup>1</sup> +3.635E-01		
215 HCOOH	3.907E-01	3.908E-01	5.036E-01	5.275E-01	5.418E-01	5.514E-01	5.396E-01	4.964E-01	Y = -1.318E-06h <sup>5</sup> +1.023E-04h <sup>4</sup> -2.993E-03h <sup>3</sup> +3.834E-02h <sup>2</sup> -1.932E-01h <sup>1</sup> +6.986E-01		
220 HCOOH	5.210E-01	4.103E-01	3.343E-01	3.419E-01	3.439E-01	3.408E-01	3.200E-01	3.169E-01	Y = +1.160E-07h <sup>5</sup> -3.079E-06h <sup>4</sup> -1.607E-04h <sup>3</sup> +7.228E-03h <sup>2</sup> -9.491E-02h <sup>1</sup> +7.476E-01		

CİZELGE 3.19 OKSİJENLİNDEN ANINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI VÜZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, I=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 292 Cu - 26.10 Sn - 21.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞTIRMİNIN KOROZYON HİKTARİ DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 HCOOH	4.288E-01	3.395E-01	3.872E-01	3.708E-01	3.467E-01	3.336E-01	3.548E-01	4.534E-01	5.579E-01	Y = -2.138E-06h <sup>5</sup> +1.668E-04h <sup>4</sup> -4.750E-03h <sup>3</sup> +6.072E-02h <sup>2</sup> -3.418E-01h <sup>1</sup> +1.027E+00	
22 HCOOH	4.824E-01	5.093E-01	4.894E-01	4.780E-01	5.039E-01	4.825E-01	4.901E-01	5.607E-01	6.393E-01	Y = +1.928E-07h <sup>5</sup> -1.385E-05h <sup>4</sup> +4.172E-04h <sup>3</sup> -6.109E-03h <sup>2</sup> +3.959E-02h <sup>1</sup> +4.102E-01	
25 HCOOH	5.540E-01	5.629E-01	4.110E-01	5.718E-01	5.933E-01	5.837E-01	6.305E-01	7.393E-01	8.418E-01	Y = +2.579E-07h <sup>5</sup> -1.282E-05h <sup>4</sup> +1.360E-04h <sup>3</sup> +2.521E-03h <sup>2</sup> -4.562E-02h <sup>1</sup> +6.769E-01	
210 HCOOH	8.220E-01	8.935E-01	8.160E-01	8.265E-01	8.327E-01	8.994E-01	9.215E-01	1.086E+00	1.211E+00	Y = +9.750E-07h <sup>5</sup> -7.965E-05h <sup>4</sup> +2.470E-03h <sup>3</sup> -3.424E-02h <sup>2</sup> +2.016E-01h <sup>1</sup> +4.665E-01	
215 HCOOH	7.684E-01	8.131E-01	8.339E-01	8.533E-01	9.042E-01	8.696E-01	9.088E-01	1.050E+00	1.138E+00	Y = -1.174E-06h <sup>5</sup> +8.900E-05h <sup>4</sup> -2.412E-03h <sup>3</sup> +2.837E-02h <sup>2</sup> -1.306E-01h <sup>1</sup> +9.696E-01	
220 HCOOH	8.041E-01	8.220E-01	9.352E-01	8.890E-01	8.363E-01	8.468E-01	8.858E-01	9.627E-01	1.034E+00	Y = -1.983E-06h <sup>5</sup> +1.455E-04h <sup>4</sup> -3.797E-03h <sup>3</sup> +4.233E-02h <sup>2</sup> -1.849E-01h <sup>1</sup> +1.068E+00	



**Şekil 3.19** Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.18 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



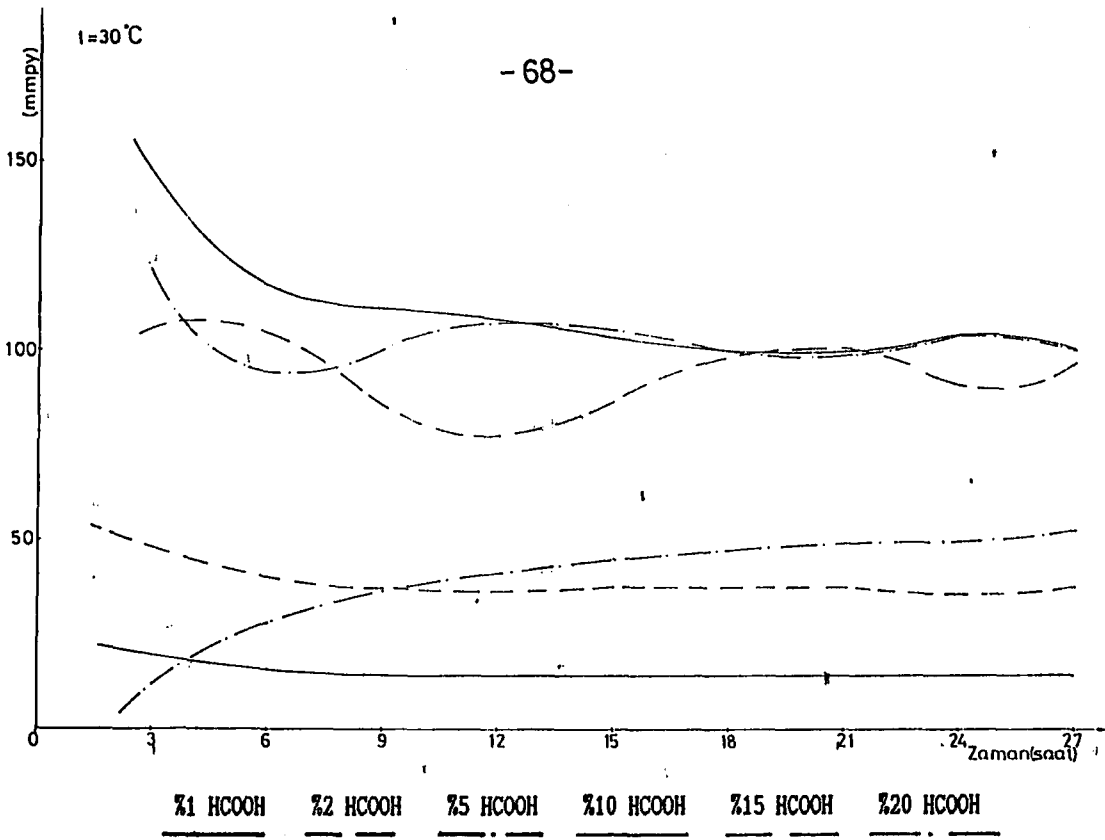
**Şekil 3.20** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.19 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.20 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HÇOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 288 Cu - 210 Sn - 20.5 Zn - 20.5 Pb İÇEREN ÇUBUK SEKLİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

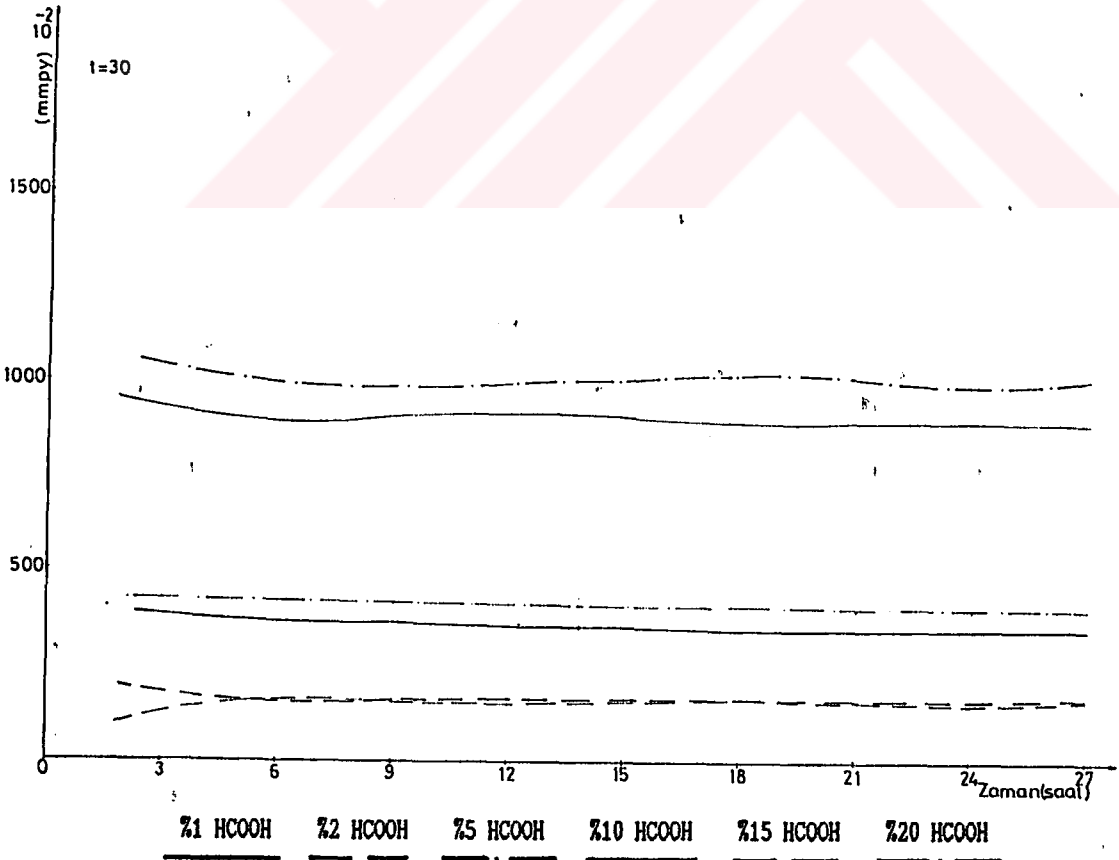
AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
X1 HÇOOH	1.982E-01	1.600E-01	1.524E-01	1.448E-01	1.341E-01	1.422E-01	1.480E-01	1.409E-01	1.430E-01	Y = -9.670E-08h <sup>10</sup> +7.883E-06h <sup>9</sup> +4.192E-03h <sup>8</sup> +2.3.624E-02h <sup>7</sup> +1.2.749E-01	
X2 HÇOOH	4.876E-01	4.190E-01	3.555E-01	3.656E-01	3.870E-01	3.732E-01	3.613E-01	3.656E-01	3.707E-01	Y = +2.959E-07h <sup>10</sup> -1.767E-05h <sup>9</sup> +2.956E-04h <sup>8</sup> +3.099E-04h <sup>7</sup> -4.206E-02h <sup>6</sup> +1.6.066E-01	
X5 HÇOOH	1.217E-01	2.970E-01	3.453E-01	4.303E-01	4.570E-01	4.697E-01	4.853E-01	5.027E-01	5.196E-01	Y = +4.770E-07h <sup>10</sup> -3.824E-05h <sup>9</sup> +1.194E-03h <sup>8</sup> -1.875E-02h <sup>7</sup> +1.626E-01h <sup>6</sup> -1.2.254E-01	
X10 HÇOOH	1.462E+00	1.188E+00	1.112E+00	1.093E+00	1.045E+00	9.394E-01	1.069E+00	9.978E-01	1.011E+00	Y = -2.328E-06h <sup>10</sup> +1.821E-04h <sup>9</sup> -5.353E-03h <sup>8</sup> +7.391E-02h <sup>7</sup> -4.925E-01h <sup>6</sup> +1.2.410E+00	
X15 HÇOOH	1.062E+00	9.750E-01	9.750E-01	6.322E-01	9.536E-01	9.851E-01	9.402E-01	9.483E-01	9.530E-01	Y = +4.881E-06h <sup>10</sup> -3.722E-04h <sup>9</sup> +1.032E-02h <sup>8</sup> -1.245E-01h <sup>7</sup> +6.048E-01h <sup>6</sup> +1.1.186E-01	
X20 HÇOOH	1.203E+00	9.222E-01	1.066E+00	1.017E+00	1.051E+00	9.978E-01	1.025E+00	1.007E+00	1.012E+00	Y = -3.602E-06h <sup>10</sup> +2.874E-04h <sup>9</sup> -8.554E-03h <sup>8</sup> +1.164E-04h <sup>7</sup> -7.035E-01h <sup>6</sup> +1.2.478E+00	

CİZELGE 3.21 OKSİJENDEN ARINDIRILMIS AGİRLİKKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HÇOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRLİKKA 288 Al - 28.40 Cu - 20.25 Ni - 21.20 Zn - 22.10 SI İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI DEĞİŞİMLERİ (mmp) VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRLİKKA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
X1 HÇOOH	3.820E+00	3.550E+00	3.695E+00	3.602E+00	3.380E+00	3.605E+00	3.446E+00	3.441E+00	3.465E+00	Y = -2.198E-06h <sup>10</sup> +1.741E-04h <sup>9</sup> -5.127E-03h <sup>8</sup> +6.914E-02h <sup>7</sup> -4.311E-01h <sup>6</sup> +1.4.606E+00	
X2 HÇOOH	1.785E+00	1.578E+00	1.592E+00	1.588E+00	1.827E+00	1.592E+00	1.602E+00	1.624E+00	1.633E+00	Y = -2.115E-06h <sup>10</sup> +1.848E-04h <sup>9</sup> -6.019E-03h <sup>8</sup> +8.916E-02h <sup>7</sup> -5.784E-01h <sup>6</sup> +1.2.879E+00	
X5 HÇOOH	1.042E+01	9.923E+00	1.001E+01	9.747E+00	1.009E+01	1.030E+01	9.870E+00	9.981E+00	1.001E+01	Y = +3.143E-06h <sup>10</sup> -1.953E-04h <sup>9</sup> +3.773E-03h <sup>8</sup> -1.707E-02h <sup>7</sup> -1.498E-01h <sup>6</sup> +1.0.092E+01	
X10 HÇOOH	9.301E+00	8.966E+00	9.079E+00	9.238E+00	8.885E+00	9.045E+00	9.040E+00	8.880E+00	8.904E+00	Y = -5.931E-06h <sup>10</sup> +4.706E-04h <sup>9</sup> -1.390E-02h <sup>8</sup> +1.865E-01h <sup>7</sup> -1.104E+00h <sup>6</sup> +1.1.127E+01	
X15 HÇOOH	1.287E+00	1.578E+00	1.509E+00	1.495E+00	1.644E+00	1.522E+00	1.566E+00	1.599E+00	1.592E+00	Y = +2.725E-06h <sup>10</sup> -2.180E-04h <sup>9</sup> +6.546E-03h <sup>8</sup> -9.087E-02h <sup>7</sup> +5.765E-01h <sup>6</sup> +1.2.172E-01	
X20 HÇOOH	4.276E+00	4.090E+00	4.263E+00	3.903E+00	4.185E+00	4.062E+00	3.944E+00	3.924E+00	3.940E+00	Y = +9.602E-07h <sup>10</sup> -5.972E-05h <sup>9</sup> +1.220E-03h <sup>8</sup> -8.319E-03h <sup>7</sup> -1.451E-02h <sup>6</sup> +1.4.353E+00	



Şekil 3.21 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.20 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Şekil 3.22 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.21 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



### 3.1.5.2. Farklı Sıcaklıklarda Oksijenden Arındırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon.

Bu kesimde değişik alaşımların, farklı sıcaklık aralıklarında, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 lik sabit konsantrasyonlu farklı asit çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının değişimini ve bu deneysel değerlerden elde edilen korozyon miktarlarını belirleyen doğrusal regresyon ifadeleri çizelgeler halinde verilmiştir. Bu çizelgelere uygun olarak çizilen doğrusal regresyon eğrileri de  $[y=f(h)]$  aşağıda gösterilmiştir.

Ayrıca sarı pirinç ve levha halindeki bakır alaşımının  $[y=f(h)]$  değişim eğrileri üzerinde çizilen teğetlerin eğimleri yardımıyla belirli sürelerdeki korozyon hızları ( $v$ ), dolayısıyla  $v = k|A|$  bağıntısından da korozyon hız sabitleri ( $k, \log(k)$ ) belirlenerek sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir. Bu çizelgelere uygun olarak, 12. saat için çizilen  $\log(k) - 1/T$  eğrileri üzerinde alınan teğetlerin eğimleri belirlenerek,  $m = -E_a / (2.303 R)$  eşitliği yardımıyla belirtilen alaşımlara ait aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ) hesaplanmıştır.

CİZELGE 3.22 AĞIRLIKA 25 CH<sub>3</sub>COOH OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKA 55 Cu - 55 Zn İÇEREN SARI PİRİNG ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ. ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
T=30	9.905E-02	7.763E-02	6.700E-02	8.721E-02	9.086E-02	8.721E-02	9.439E-02	1.003E-01	9.838E-02	Y = -5.731E-07h <sup>5</sup> + 2.903E-05h <sup>4</sup> - 8.421E-04h <sup>3</sup> + 1.120E-02h <sup>2</sup> - 6.599E-02h <sup>1</sup> + 2.173E-01
T=35	1.752E-01	1.652E-01	1.784E-01	1.908E-01	1.969E-01	2.021E-01	2.062E-01	2.052E-01	2.133E-01	Y = -1.542E-07h <sup>5</sup> + 1.347E-05h <sup>4</sup> - 4.396E-04h <sup>3</sup> + 6.488E-03h <sup>2</sup> - 3.916E-02h <sup>1</sup> + 2.453E-01
T=40	3.304E-01	3.386E-01	4.306E-01	4.427E-01	4.698E-01	4.955E-01	5.276E-01	5.517E-01	5.800E-01	Y = -8.548E-07h <sup>5</sup> + 6.589E-05h <sup>4</sup> - 1.864E-03h <sup>3</sup> + 2.336E-02h <sup>2</sup> - 1.116E-01h <sup>1</sup> + 4.996E-01
T=45	7.565E-01	8.374E-01	8.974E-01	9.539E-01	1.011E+00	1.059E+00	1.068E+00	1.086E+00	1.102E+00	Y = 4.595E-07h <sup>5</sup> - 3.345E-05h <sup>4</sup> + 8.859E-04h <sup>3</sup> - 1.093E-02h <sup>2</sup> + 8.268E-02h <sup>1</sup> + 5.848E-01

CİZELGE 3.23 AĞIRLIKA 25 CH<sub>3</sub>COOH OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKA 51 Cu - 50.66 Zn - 51.80 Ni - 50.04 Pb İÇEREN YENİ GÜMÜŞ (ALPACA) ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ. ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
T=30	2.344E-01	2.019E-01	2.344E-01	2.312E-01	2.292E-01	2.410E-01	2.493E-01	2.621E-01	2.648E-01	Y = -7.010E-07h <sup>5</sup> + 5.391E-05h <sup>4</sup> - 1.537E-03h <sup>3</sup> + 1.992E-02h <sup>2</sup> - 1.124E-01h <sup>1</sup> + 4.299E-01
T=35	9.899E-01	9.769E-01	9.899E-01	9.931E-01	9.586E-01	9.660E-01	9.694E-01	9.671E-01	9.725E-01	Y = -4.883E-07h <sup>5</sup> + 3.673E-05h <sup>4</sup> - 1.004E-03h <sup>3</sup> + 1.213E-02h <sup>2</sup> - 6.327E-02h <sup>1</sup> + 1.095E+00
T=40	4.298E-01	5.601E-01	4.298E-01	4.28E-01	4.507E-01	4.146E-01	3.982E-01	3.859E-01	3.936E-01	Y = 4.2.696E-06h <sup>5</sup> - 1.939E-04h <sup>4</sup> + 5.603E-03h <sup>3</sup> - 7.362E-02h <sup>2</sup> + 4.201E-01h <sup>1</sup> - 3.042E-01
T=45	3.647E-01	3.452E-01	3.821E-01	3.973E-01	4.793E-01	4.971E-01	5.098E-01	5.796E-01	6.209E-01	Y = -3.099E-07h <sup>5</sup> + 2.788E-05h <sup>4</sup> - 9.374E-04h <sup>3</sup> + 1.458E-02h <sup>2</sup> - 9.089E-02h <sup>1</sup> + 5.311E-01

CİZELGE 3.24 AĞIRLIKA 25 CH<sub>3</sub>COOH OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKA 52 Cu - 56.10 Sn - 51.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ HAKİR ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ. ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
T=30	5.897E-01	5.450E-01	5.540E-01	5.718E-01	5.397E-01	5.331E-01	5.386E-01	5.271E-01	5.262E-01	Y = -8.431E-07h <sup>5</sup> + 6.625E-05h <sup>4</sup> - 1.929E-03h <sup>3</sup> + 2.543E-02h <sup>2</sup> - 1.486E-01h <sup>1</sup> + 8.550E-01
T=35	4.825E-01	5.004E-01	5.004E-01	5.004E-01	4.610E-01	4.438E-01	4.327E-01	4.825E-01	4.884E-01	Y = -5.014E-07h <sup>5</sup> + 3.350E-05h <sup>4</sup> - 7.636E-04h <sup>3</sup> + 6.772E-03h <sup>2</sup> - 1.953E-02h <sup>1</sup> + 4.984E-01
T=40	9.828E-01	8.845E-01	8.339E-01	9.024E-01	8.863E-01	8.781E-01	8.781E-01	8.667E-01	9.034E-01	Y = +1.083E-05h <sup>5</sup> - 6.986E-04h <sup>4</sup> + 1.557E-02h <sup>3</sup> - 1.382E-01h <sup>2</sup> + 1.382E-01h <sup>1</sup> + 1.278E+00
T=45	1.019E+00	7.863E-01	8.816E-01	8.711E-01	8.470E-01	9.024E-01	8.501E-01	8.644E-01	8.716E-01	Y = -2.434E-06h <sup>5</sup> + 1.978E-04h <sup>4</sup> - 6.021E-03h <sup>3</sup> + 8.420E-02h <sup>2</sup> - 5.258E-01h <sup>1</sup> + 1.987E+00

CİZELGE 3.25 AĞIRLIĞI 225 CH<sub>3</sub>COOH OKSİJENLİ ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 266 Cu - 210 Sn - 21.50 Zn - 20.5 Pb İÇEREN ÇEKİR EKİMLİ DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
T=30	3.717E+00	3.984E+00	2.978E+00	2.453E+00	2.148E+00	2.008E+00	1.798E+00	1.683E+00	1.632E+00	Y = +1.506E-05 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> -1.209E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +3.551E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -4.723E-01 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> +2.560E+00 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> -6.014E-01
T=35	8.531E-01	7.998E-01	8.937E-01	8.302E-01	8.805E-01	8.607E-01	8.640E-01	7.693E-01	7.346E-01	Y = +3.651E-06 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -2.607E-04 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +5.663E-03 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -4.210E-02 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +9.292E-01
T=40	7.311E-01	5.179E-01	5.638E-01	4.722E-01	4.418E-01	4.595E-01	3.895E-01	3.485E-01	4.841E-01	Y = +1.688E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -1.010E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.108E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.896E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +1.129E+00
T=45	1.721E+00	1.546E+00	1.503E+00	1.413E+00	1.523E+00	1.462E+00	1.465E+00	1.457E+00	1.456E+00	Y = +2.347E-07 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> -1.018E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -5.547E-05 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +8.045E-03 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.219E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +2.016E+00

CİZELGE 3.26 AĞIRLIĞI 225 CH<sub>3</sub>COOH OKSİJENLİ ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 268 Al - 28.40 Cu - 20.25 Ni - 21.20 Zn - 22.10 Si İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
T=30	8.276E-02	4.138E-02	2.759E-02	1.141E-01	9.963E-02	1.384E-01	1.305E-01	1.505E-01	1.568E-01	Y = -5.544E-07 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +4.779E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -1.557E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.343E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.509E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +3.669E-01
T=35	1.246E+00	3.633E+00	5.951E+00	6.457E+00	6.145E+00	6.422E+00	7.106E+00	7.318E+00	7.520E+00	Y = -1.762E-05 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +1.239E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.994E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -2.672E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +1.237E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> -9.578E-02
T=40	1.247E-01	2.285E-01	2.076E-01	3.322E-01	3.654E-01	4.637E-01	4.300E-01	7.889E-01	9.780E-01	Y = -1.155E-06 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +8.975E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -2.452E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.913E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.269E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +3.153E-01
T=45	5.397E-01	5.191E-01	5.121E-01	5.606E-01	5.232E-01	6.229E-01	5.872E-01	7.007E-01	6.459E-01	Y = -1.204E-06 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +8.693E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -2.326E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.873E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.573E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +8.137E-01

CİZELGE 3.27 AĞIRLIĞI 225 HCl OKSİJENLİ ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 265 Cu - 23.5 Zn İÇEREN SARI PİRİNG ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
T=30	1.432E+00	1.370E+00	1.403E+00	1.485E+00	1.606E+00	1.646E+00	1.709E+00	1.841E+00	1.952E+00	Y = -8.688E-07 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +7.565E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -2.469E-03 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +3.758E-02 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -2.394E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +1.878E+00
T=35	1.855E+00	1.955E+00	1.876E+00	1.886E+00	1.805E+00	1.751E+00	1.900E+00	2.000E+00	2.103E+00	Y = -8.969E-07 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +5.317E-05 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -8.798E-04 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +1.415E-03 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> +4.724E-02 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +1.725E+00
T=40	1.655E+00	2.235E+00	1.934E+00	3.193E+00	3.750E+00	4.121E+00	6.021E+00	6.854E+00	6.672E+00	Y = -9.611E-06 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +6.209E-04 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -1.459E-02 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +1.616E-01 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -6.921E-01 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +2.693E+00
T=45	3.312E+00	3.667E+00	4.495E+00	5.861E+00	6.678E+00	7.871E+00	9.304E+00	1.038E+01	1.147E+01	Y = -6.953E-06 <sup>h</sup> h <sup>5</sup> +5.384E-04 <sup>h</sup> h <sup>4</sup> -1.579E-02 <sup>h</sup> h <sup>3</sup> +2.202E-01 <sup>h</sup> h <sup>2</sup> -1.097E+00 <sup>h</sup> h <sup>1</sup> +5.024E+00

CİZELGE 3.28 AĞIRLIKCA Z25 HCl OKSİJENDEN ARINDIRILMIS COZELTISI İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKCA Z61 Cu - Z20.66 Zn - Z18.10 Ni - Z0.04 Pb İÇEREN YENİ GURUS (ALPARKA) ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	3.92E+00	4.989E+00	5.141E+00	5.437E+00	5.715E+00	5.249E+00	7.051E+00	8.023E+00	8.023E+00	Y = -1.286E-05*h**5 + 9.342E-04*h**4 - 2.354E-02*h**3 + 2.410E-01*h**2 - 7.763E-01*h**1 + 4.709E+00
T=35	5.945E+01	4.378E+01	4.047E+01	4.321E+01	4.945E+01	4.959E+01	4.968E+01	5.703E+01	5.465E+01	Y = -1.032E-04*h**5 + 8.189E-03*h**4 - 2.481E-01*h**3 + 3.583E+00*h**2 - 2.381E+01*h**1 + 9.935E+01
T=40	2.313E+02	1.693E+02	1.463E+02	1.348E+02	1.769E+02	1.475E+02	1.264E+02	1.065E+02	9.830E+01	Y = +1.859E-04*h**5 - 8.681E-03*h**4 + 2.755E-02*h**3 + 3.510E+00*h**2 - 5.230E+01*h**1 + 3.575E+02
T=45	3.022E+02	2.830E+02	2.766E+02	2.239E+02	1.817E+02	1.515E+02	1.298E+02	1.136E+02	1.010E+02	Y = -2.856E-04*h**5 + 1.968E-02*h**4 - 4.564E-01*h**3 + 3.964E+00*h**2 - 1.847E+01*h**1 + 3.318E+02

CİZELGE 3.29 AĞIRLIKCA Z25 HCl OKSİJENDEN ARINDIRILMIS COZELTISI İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKCA Z92 Cu - Z6.10 Sn - Z6.10 Zn - Z1.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	5.897E+00	7.085E+00	7.416E+00	7.594E+00	7.716E+00	7.758E+00	7.824E+00	7.851E+00	8.835E+00	Y = +1.131E-05*h**5 - 8.453E-04*h**4 + 2.408E-02*h**3 - 3.271E-01*h**2 + 2.168E+00*h**1 + 1.724E+00
T=35	1.710E+02	1.544E+02	1.433E+02	1.388E+02	1.358E+02	1.364E+02	1.169E+02	1.023E+02	9.093E+01	Y = +2.003E-04*h**5 - 1.387E-02*h**4 + 3.323E-01*h**3 - 3.201E+00*h**2 + 7.909E+00*h**1 + 1.678E+02
T=40	3.415E+02	3.371E+02	2.711E+02	2.033E+02	1.627E+02	1.355E+02	1.162E+02	1.017E+02	9.036E+01	Y = +6.773E-04*h**5 - 5.631E-02*h**4 + 1.753E+00*h**3 - 2.455E+01*h**2 + 1.322E+02*h**1 + 1.212E+02
T=45	4.753E+02	4.051E+02	2.760E+02	2.070E+02	1.656E+02	1.380E+02	1.183E+02	1.035E+02	9.200E+01	Y = +9.490E-04*h**5 - 7.509E-02*h**4 + 2.177E+00*h**3 - 2.718E+01*h**2 + 1.119E+02*h**1 + 3.305E+02

CİZELGE 3.30 AĞIRLIKCA Z25 HCl OKSİJENDEN ARINDIRILMIS COZELTISI İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKCA Z88 Cu - Z10.50 Zn - Z0.50 Pb İÇEREN CUBUK SEKLİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	1.831E+01	1.837E+01	1.839E+01	1.759E+01	1.838E+01	1.813E+01	1.844E+01	1.842E+01	2.235E+01	Y = +3.415E-05*h**5 - 2.414E-03*h**4 + 6.326E-02*h**3 - 7.474E-01*h**2 + 3.806E+00*h**1 + 1.199E+01
T=35	1.532E+02	1.245E+02	1.465E+02	1.537E+02	1.534E+02	1.532E+02	1.533E+02	1.534E+02	1.609E+02	Y = -4.961E-04*h**5 + 4.025E-02*h**4 - 1.213E+00*h**3 + 1.654E+01*h**2 - 9.719E+01*h**1 + 3.263E+02
T=40	1.672E+02	1.408E+02	1.694E+02	1.644E+02	1.660E+02	1.688E+02	1.694E+02	1.694E+02	1.695E+02	Y = -4.808E-04*h**5 + 3.790E-02*h**4 - 1.110E+00*h**3 + 1.472E+01*h**2 - 8.432E+01*h**1 + 3.146E+02
T=45	5.991E+02	4.364E+02	4.481E+02	4.186E+02	4.125E+02	4.180E+02	4.056E+02	4.025E+02	4.028E+02	Y = -1.130E-03*h**5 + 9.235E-02*h**4 - 2.851E+00*h**3 + 4.118E+01*h**2 - 2.780E+02*h**1 + 1.133E+03

CİZELGE 3.31 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %65 Cu - %25 Zn İÇEREN SARI PIRINC ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARLI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat.h)							KOROZYON HİKTARINI BELİMLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	4.108E-01	4.793E-01	4.441E-01	4.389E-01	4.631E-01	4.856E-01	5.122E-01	5.354E-01	5.506E-01	Y = +1.178E-06 <sup>n</sup> +5 -9.500E-05 <sup>n</sup> +4 +2.840E-03 <sup>n</sup> +3 -3.815E-02 <sup>n</sup> +2 +2.236E-01 <sup>n</sup> +1 +1.175E-02
T=35	4.461E-01	4.462E-01	3.859E-01	4.513E-01	4.432E-01	4.399E-01	4.429E-01	6.563E-01	7.678E-01	Y = -1.592E-06 <sup>n</sup> +5 +1.224E-04 <sup>n</sup> +4 -3.393E-03 <sup>n</sup> +3 +4.210E-02 <sup>n</sup> +2 -2.288E-01 <sup>n</sup> +1 +8.494E-01
T=40	2.987E-01	2.799E-01	2.573E-01	3.393E-01	4.009E-01	4.358E-01	4.838E-01	5.011E-01	5.215E-01	Y = +2.125E-07 <sup>n</sup> +5 -1.145E-05 <sup>n</sup> +4 +9.855E-05 <sup>n</sup> +3 +3.343E-03 <sup>n</sup> +2 -4.529E-02 <sup>n</sup> +1 +4.052E-01
T=45	9.088E-01	9.462E-01	9.462E-01	9.120E-01	8.914E-01	8.819E-01	1.040E+00	1.035E+00	1.015E+00	Y = -6.281E-07 <sup>n</sup> +5 +3.160E-05 <sup>n</sup> +4 -3.693E-04 <sup>n</sup> +3 -2.126E-03 <sup>n</sup> +2 +4.643E-02 <sup>n</sup> +1 +7.943E-01

CİZELGE 3.32 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb İÇEREN YENİ GRUBUS (ALPACA) ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARLI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat.h)							KOROZYON HİKTARINI BELİMLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	2.866E-01	2.605E-01	3.777E-01	4.135E-01	4.324E-01	4.819E-01	4.745E-01	4.884E-01	4.993E-01	Y = -1.203E-06 <sup>n</sup> +5 +9.697E-05 <sup>n</sup> +4 -2.905E-03 <sup>n</sup> +3 +3.900E-02 <sup>n</sup> +2 -2.099E-01 <sup>n</sup> +1 +6.358E-01
T=35	3.367E-01	3.321E-01	4.950E-01	5.731E-01	5.549E-01	6.013E-01	6.345E-01	6.333E-01	6.483E-01	Y = -2.247E-06 <sup>n</sup> +5 +1.754E-04 <sup>n</sup> +4 -5.047E-03 <sup>n</sup> +3 +6.451E-02 <sup>n</sup> +2 -3.284E-01 <sup>n</sup> +1 +8.670E-01
T=40	2.475E-01	6.122E-01	6.708E-01	6.799E-01	6.708E-01	6.882E-01	7.033E-01	6.968E-01	6.874E-01	Y = +1.329E-06 <sup>n</sup> +5 -1.240E-04 <sup>n</sup> +4 +4.416E-03 <sup>n</sup> +3 -7.418E-02 <sup>n</sup> +2 +5.786E-01 <sup>n</sup> +1 -9.431E-01
T=45	4.298E-01	5.145E-01	4.255E-01	5.275E-01	5.913E-01	6.317E-01	6.624E-01	6.838E-01	7.149E-01	Y = +2.017E-06 <sup>n</sup> +5 -1.521E-04 <sup>n</sup> +4 +4.176E-03 <sup>n</sup> +3 -5.055E-02 <sup>n</sup> +2 +2.695E-01 <sup>n</sup> +1 -2.299E-02

CİZELGE 3.33 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn İÇEREN LEYHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARLI. ( mmpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat.h)							KOROZYON HİKTARINI BELİMLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	6.254E-01	6.880E-01	6.909E-01	6.835E-01	7.577E-01	6.969E-01	7.224E-01	8.801E-01	9.788E-01	Y = -7.551E-07 <sup>n</sup> +5 +5.703E-05 <sup>n</sup> +4 -1.488E-03 <sup>n</sup> +3 +1.610E-02 <sup>n</sup> +2 -6.104E-02 <sup>n</sup> +1 +7.059E-01
T=35	7.327E-01	6.344E-01	5.897E-01	6.433E-01	6.397E-01	6.373E-01	6.280E-01	6.277E-01	6.354E-01	Y = -4.826E-07 <sup>n</sup> +5 +4.472E-05 <sup>n</sup> +4 -1.563E-03 <sup>n</sup> +3 +2.533E-02 <sup>n</sup> +2 -1.857E-01 <sup>n</sup> +1 +1.105E+00
T=40	3.395E-01	4.467E-01	5.063E-01	5.450E-01	5.504E-01	5.361E-01	5.539E-01	5.450E-01	5.559E-01	Y = -1.429E-07 <sup>n</sup> +5 +9.600E-06 <sup>n</sup> +4 -1.719E-04 <sup>n</sup> +3 -9.409E-04 <sup>n</sup> +2 +5.087E-02 <sup>n</sup> +1 +1.995E-01
T=45	8.220E-01	8.130E-01	8.518E-01	8.354E-01	8.256E-01	9.054E-01	8.322E-01	8.421E-01	8.617E-01	Y = +6.495E-07 <sup>n</sup> +5 -4.596E-05 <sup>n</sup> +4 +1.176E-03 <sup>n</sup> +3 -1.329E-02 <sup>n</sup> +2 +6.691E-02 <sup>n</sup> +1 +7.083E-01

CİZELGE 3.34 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ ÇÖZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb İÇEREN ÇUBUK SEKİNDKİ EKİNER ALAŞIMININ KORUZYON MİKTARI. ( mmp ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	5.942E-01	4.571E-01	4.215E-01	4.300E-01	3.626E-01	3.555E-01	3.635E-01	3.409E-01	3.419E-01	Y = -1.298E-06 <h<sup>2+5 +1.028E-04<h<sup>3-3.048E-03<h<sup>4+4.191E-02<h<sup>5-2.724E-01<h<sup>6+1.111E+00</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=35	3.655E-01	3.732E-01	4.317E-01	4.532E-01	4.174E-01	4.164E-01	4.135E-01	4.075E-01	4.181E-01	Y = -1.007E-06 <h<sup>2+5 +7.809E-05<h<sup>3-2.201E-03<h<sup>4+2.693E-02<h<sup>5-1.301E-01<h<sup>6+5.676E-01</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=40	9.141E-01	6.931E-01	7.718E-01	6.970E-01	7.166E-01	6.880E-01	6.722E-01	6.923E-01	6.923E-01	Y = -1.853E-06 <h<sup>2+5 +1.500E-04<h<sup>3-4.556E-03<h<sup>4+6.395E-02<h<sup>5-4.107E-01<h<sup>6+1.680E+00</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=45	3.051E-02	3.951E-02	5.085E-02	1.105E-01	1.371E-01	1.524E-01	1.633E-01	1.790E-01	1.913E-01	Y = -3.342E-07 <h<sup>2+5 +2.949E-05<h<sup>3-9.752E-04<h<sup>4+1.455E-02<h<sup>5-8.430E-02<h<sup>6+1.789E-01</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>

CİZELGE 3.35 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ ÇÖZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %8 Al - %8.40 Cu - %0.25 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KORUZYON MİKTARI. ( mmp ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	2.184E+01	2.124E+01	1.770E+01	1.608E+01	1.468E+01	1.403E+01	1.360E+01	1.723E+01	2.020E+01	Y = +6.087E-06 <h<sup>2+5 -5.621E-04<h<sup>3+2.130E-02<h<sup>4-3.427E-01<h<sup>5+1.573E+00<h<sup>6+1.977E+01</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=35	3.990E+01	3.938E+01	3.982E+01	3.983E+01	4.071E+01	3.991E+01	3.995E+01	9.374E+01	8.464E+01	Y = -7.043E-04 <h<sup>2+5 +5.132E-02<h<sup>3-1.357E+00<h<sup>4+1.597E+01<h<sup>5-8.101E+01<h<sup>6+1.746E+02</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=40	1.207E+02	1.189E+02	1.210E+02	1.210E+02	1.210E+02	1.211E+02	1.229E+02	1.209E+02	1.209E+02	Y = -7.451E-05 <h<sup>2+5 +5.605E-03<h<sup>3-1.557E-01<h<sup>4+1.951E+00<h<sup>5-1.055E+01<h<sup>6+1.387E+02</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=45	1.138E+02	1.145E+02	1.248E+02	1.315E+02	1.351E+02	1.375E+02	1.390E+02	1.402E+02	1.637E+02	Y = +2.866E-05 <h<sup>2+5 -3.885E-04<h<sup>3-3.774E-02<h<sup>4+1.016E+00<h<sup>5-6.013E+00<h<sup>6+1.235E+02</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>

CİZELGE 3.36 AĞIRLIKÇA %25 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ ÇÖZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %65 Cu - %35 Zn İÇEREN SARI PİRİNC ALAŞIMININ KORUZYON MİKTARI. ( mmp ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	3.466E-01	3.113E-01	2.697E-01	2.739E-01	2.664E-01	2.677E-01	2.508E-01	2.801E-01	2.863E-01	Y = -8.609E-08 <h<sup>2+5 +7.994E-06<h<sup>3-2.810E-04<h<sup>4+4.920E-03<h<sup>5-4.556E-02<h<sup>6+1.4.501E-01</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=35	2.615E-01	3.361E-01	3.200E-01	3.393E-01	3.088E-01	3.133E-01	3.113E-01	3.066E-01	3.057E-01	Y = +3.854E-07 <h<sup>2+5 -3.341E-05<h<sup>3+1.108E-03<h<sup>4-1.734E-02<h<sup>5+1.239E-01<h<sup>6+1.764E-02</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=40	4.482E-01	4.669E-01	5.063E-01	4.638E-01	5.030E-01	4.876E-01	4.909E-01	5.073E-01	4.966E-01	Y = -1.422E-07 <h<sup>2+5 +8.588E-06<h<sup>3-1.573E-04<h<sup>4+4.748E-04<h<sup>5+1.149E-02<h<sup>6+1.4.120E-01</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>
T=45	3.097E-01	6.163E-01	6.433E-01	6.817E-01	6.524E-01	6.931E-01	6.972E-01	7.299E-01	7.152E-01	Y = -1.637E-06 <h<sup>2+5 +1.271E-04<h<sup>3-3.651E-03<h<sup>4+4.932E-02<h<sup>5-2.9928E-01<h<sup>6+1.4.237E+00</h<sup></h<sup></h<sup></h<sup></h<sup>

CİZEĞE 3.37 AĞIRLIĞI 25 HOŞ OXSLJENDEYİN ARIYORILMIS COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 261 Cu - 20.66 Zn - 2.6.10 Ni - 20.04 Pb İÇEREN YENİ GURUS (ALPARKA) ALAŞIMININ KORUZON HIKTIARI. ( RMPY ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat,h)										KORUZON HIKTIARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
T=30	8.466E-01	5.926E-01	4.506E-01	4.559E-01	4.454E-01	4.190E-01	4.149E-01	4.070E-01	4.298E-01	4.298E-01	4.298E-01	$Y = -6.961E-07h^{*5} + 6.218E-05h^{*4} - 2.131E-03h^{*3} + 3.537E-02h^{*2} - 2.939E-01h^{*1} + 1.464E+00$
T=35	4.167E-01	4.169E-01	4.732E-01	5.015E-01	5.470E-01	6.010E-01	6.219E-01	6.281E-01	6.281E-01	6.281E-01	6.281E-01	$Y = -4.324E-07h^{*5} + 3.453E-05h^{*4} - 1.044E-03h^{*3} + 1.449E-02h^{*2} - 7.690E-02h^{*1} + 5.427E-01$
T=40	6.642E-01	6.643E-01	6.773E-01	6.839E-01	6.929E-01	6.988E-01	7.182E-01	7.326E-01	7.395E-01	7.395E-01	7.395E-01	$Y = -2.894E-07h^{*5} + 2.131E-05h^{*4} - 5.763E-04h^{*3} + 7.061E-03h^{*2} - 3.554E-02h^{*1} + 7.217E-01$
T=45	1.276E+00	1.270E+00	1.085E+00	9.931E-01	9.482E-01	9.443E-01	9.769E-01	1.005E+00	1.019E+00	1.019E+00	1.019E+00	$Y = +1.901E-06h^{*5} - 1.571E-04h^{*4} + 4.801E-03h^{*3} - 6.456E-02h^{*2} + 3.359E-01h^{*1} + 7.292E-01$

CİZEĞE 3.38 AĞIRLIĞI 25 HOŞ OXSLJENDEYİN ARIYORILMIS COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 262 Cu - 26.10 Sn - 21.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORUZON HIKTIARI. ( RMPY ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat,h)										KORUZON HIKTIARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
T=30	1.590E+00	1.045E+00	9.649E-01	9.784E-01	9.042E-01	8.428E-01	8.297E-01	7.729E-01	7.942E-01	7.942E-01	7.942E-01	$Y = -3.808E-06h^{*5} + 3.165E-04h^{*4} - 9.917E-03h^{*3} + 1.448E-01h^{*2} - 9.878E-01h^{*1} + 3.503E+00$
T=35	1.322E+00	1.249E+00	1.406E+00	1.492E+00	1.494E+00	1.474E+00	1.465E+00	1.485E+00	1.511E+00	1.511E+00	1.511E+00	$Y = -1.214E-06h^{*5} + 9.931E-05h^{*4} - 2.968E-03h^{*3} + 3.877E-02h^{*2} - 1.973E-01h^{*1} + 1.643E+00$
T=40	2.180E+00	2.055E+00	2.573E+00	2.805E+00	2.920E+00	3.136E+00	6.229E-01	9.582E-01	1.267E+00	1.267E+00	1.267E+00	$Y = +4.197E-06h^{*5} - 1.134E-04h^{*4} - 2.880E-03h^{*3} + 1.031E-01h^{*2} - 7.697E-01h^{*1} + 3.665E+00$
T=45	1.483E+00	1.698E+00	2.311E+00	2.171E+00	2.112E+00	2.040E+00	1.966E+00	1.957E+00	1.958E+00	1.958E+00	1.958E+00	$Y = -5.962E-06h^{*5} + 4.502E-04h^{*4} - 1.217E-02h^{*3} + 1.374E-01h^{*2} - 5.409E-01h^{*1} + 2.155E+00$

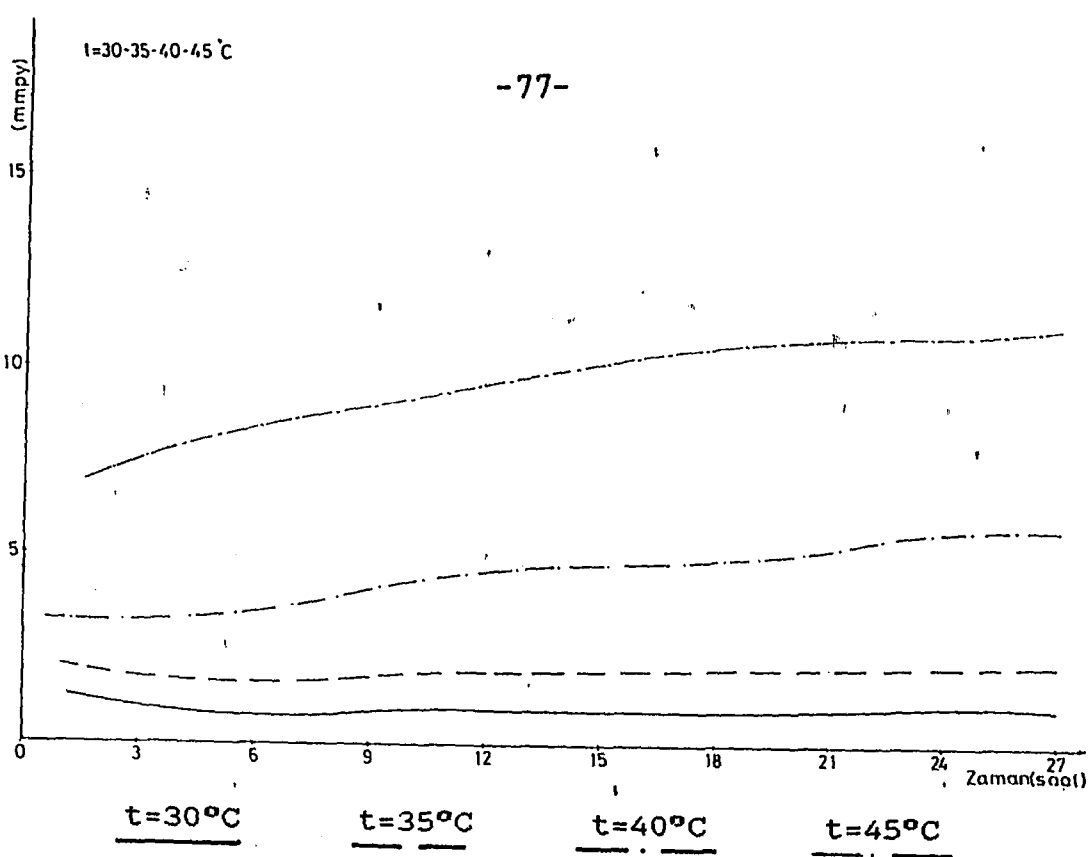
CİZEĞE 3.39 AĞIRLIĞI 25 HOŞ OXSLJENDEYİN ARIYORILMIS COZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIĞI 288 Cu - 24.50 Zn - 24.50 Sn - 24.50 Pb İÇEREN ÇUBUK SEKLİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORUZON HIKTIARI. ( RMPY ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A N A N (Saat,h)										KORUZON HIKTIARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
T=30	1.219E+00	1.074E+00	9.901E-01	9.902E-01	9.536E-01	9.876E-01	9.880E-01	9.902E-01	9.919E-01	9.919E-01	9.919E-01	$Y = +2.934E-06h^{*5} - 2.553E-04h^{*4} + 8.026E-03h^{*3} - 1.064E-01h^{*2} + 1.473E+00$
T=35	1.310E+00	1.226E+00	1.183E+00	1.356E+00	1.307E+00	1.315E+00	1.275E+00	1.251E+00	1.219E+00	1.219E+00	1.219E+00	$Y = -1.297E-06h^{*5} + 1.120E-04h^{*4} - 3.632E-03h^{*3} + 5.350E-02h^{*2} - 3.385E-01h^{*1} + 1.943E+00$
T=40	1.691E+00	1.516E+00	1.462E+00	1.493E+00	1.411E+00	1.450E+00	1.399E+00	1.392E+00	1.402E+00	1.402E+00	1.402E+00	$Y = -8.823E-07h^{*5} + 7.612E-05h^{*4} - 2.481E-03h^{*3} + 3.788E-02h^{*2} - 2.747E-01h^{*1} + 2.238E+00$
T=45	1.600E+00	1.447E+00	1.432E+00	1.501E+00	1.487E+00	1.526E+00	1.336E+00	1.480E+00	1.486E+00	1.486E+00	1.486E+00	$Y = -1.891E-06h^{*5} + 1.618E-04h^{*4} - 5.130E-03h^{*3} + 7.371E-02h^{*2} - 4.665E-01h^{*1} + 2.473E+00$

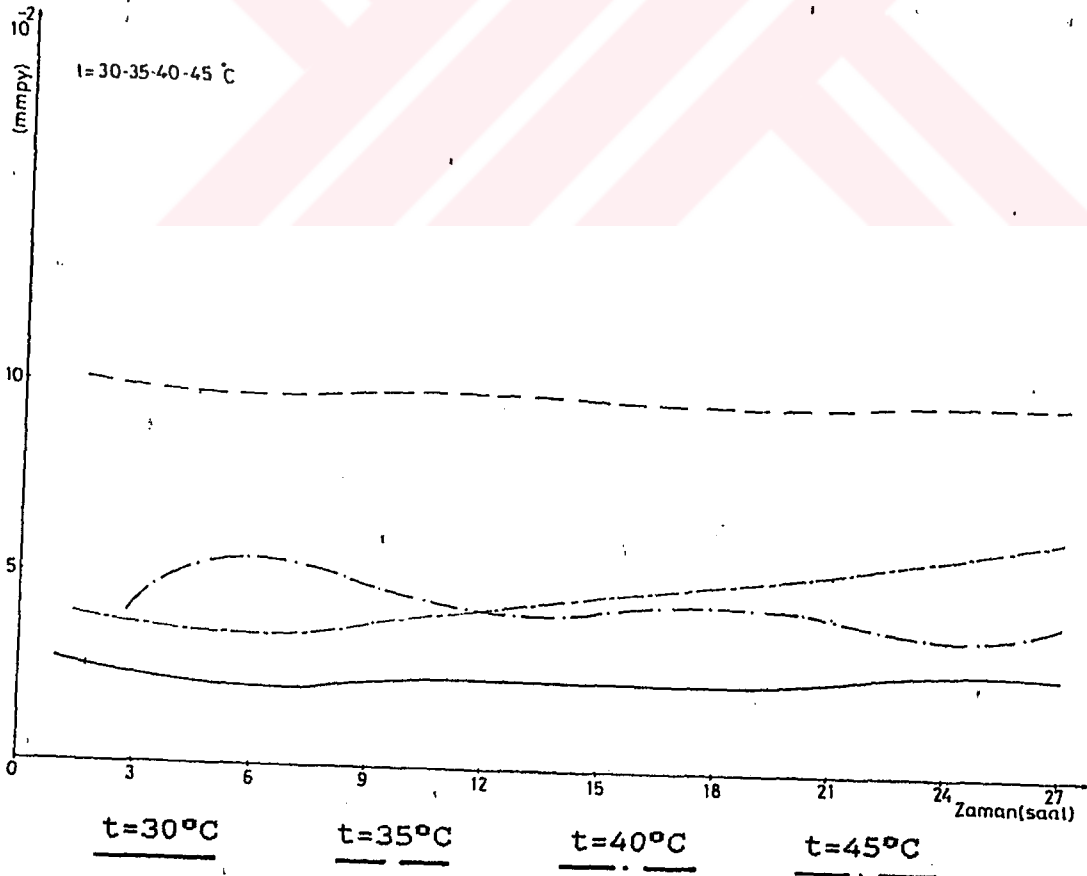
CİZELGE 3.40 AĞIRLIKÇA %25 HCOOH OKSİJENDEN ARIYORULANIS ÇÖZELTİSİ İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKÇA %88 AL - %8.40 CU - %0.25 NI - %1.20 ZN - %2.10 Sİ İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KOROROZYON NİKLARİ. ( mmPy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat.h)										KOROROZYON NİKLARİNİ BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
T=30	5.107E+00	5.481E+00	4.803E+00	4.972E+00	4.941E+00	4.962E+00	5.279E+00	4.951E+00	4.969E+00	4.969E+00	Y = +1.296E-05 <sup>n</sup> +5 -1.014E-03 <sup>n</sup> +4 +2.916E-02 <sup>n</sup> +3 -3.734E-01 <sup>n</sup> +2 +2.022E+00 <sup>n</sup> +1 +1.681E+00
T=35	1.993E+00	1.785E+00	1.799E+00	2.003E+00	1.711E+00	1.841E+00	1.975E+00	1.765E+00	1.781E+00	1.781E+00	Y = -2.533E-06 <sup>n</sup> +5 +1.987E-04 <sup>n</sup> +4 -5.872E-03 <sup>n</sup> +3 +8.023E-02 <sup>n</sup> +2 -4.930E-01 <sup>n</sup> +1 +2.892E+00
T=40	2.284E+00	2.159E+00	3.529E+00	2.761E+00	2.400E+00	2.311E+00	2.331E+00	2.315E+00	2.210E+00	2.210E+00	Y = -1.839E-05 <sup>n</sup> +5 +1.362E-03 <sup>n</sup> +4 -3.637E-02 <sup>n</sup> +3 +4.189E-01 <sup>n</sup> +2 -1.937E+00 <sup>n</sup> +1 +5.170E+00
T=45	3.612E+00	3.280E+00	3.419E+00	3.363E+00	3.288E+00	3.024E+00	3.369E+00	3.322E+00	3.335E+00	3.335E+00	Y = -8.419E-06 <sup>n</sup> +5 +6.365E-04 <sup>n</sup> +4 -1.771E-02 <sup>n</sup> +3 -2.225E-01 <sup>n</sup> +2 -1.242E+00 <sup>n</sup> +1 +5.778E+00

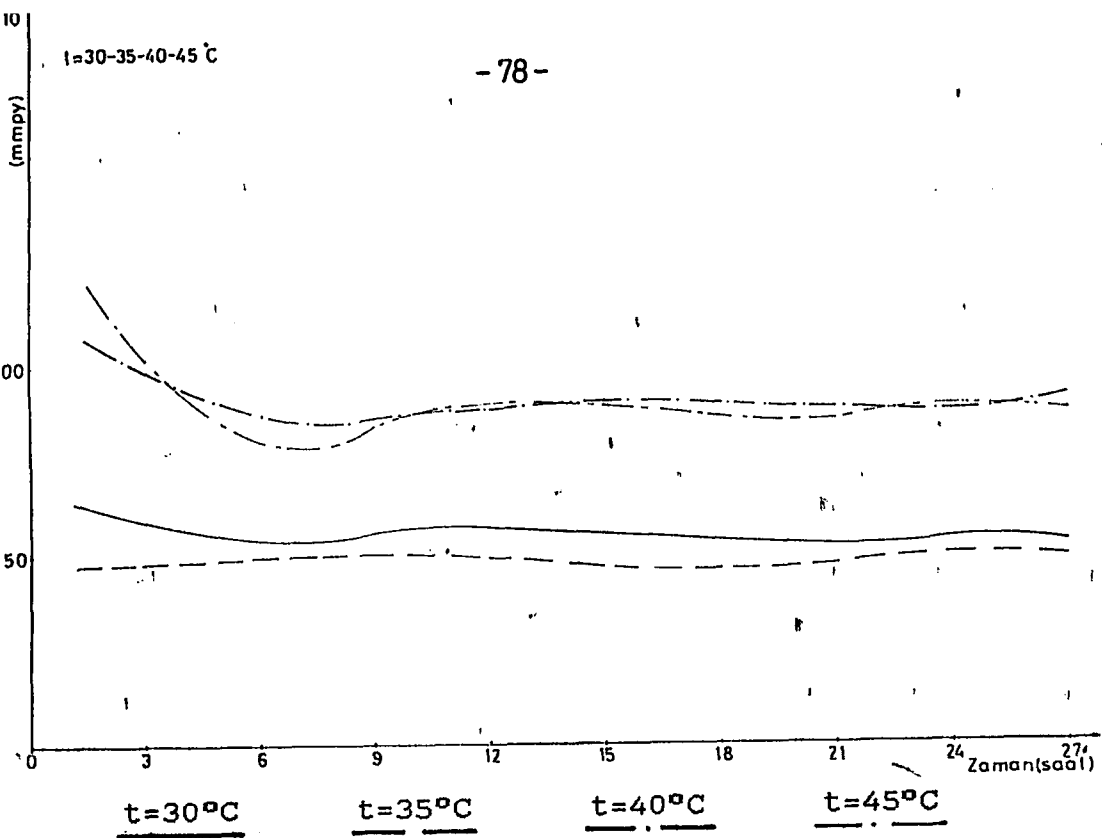




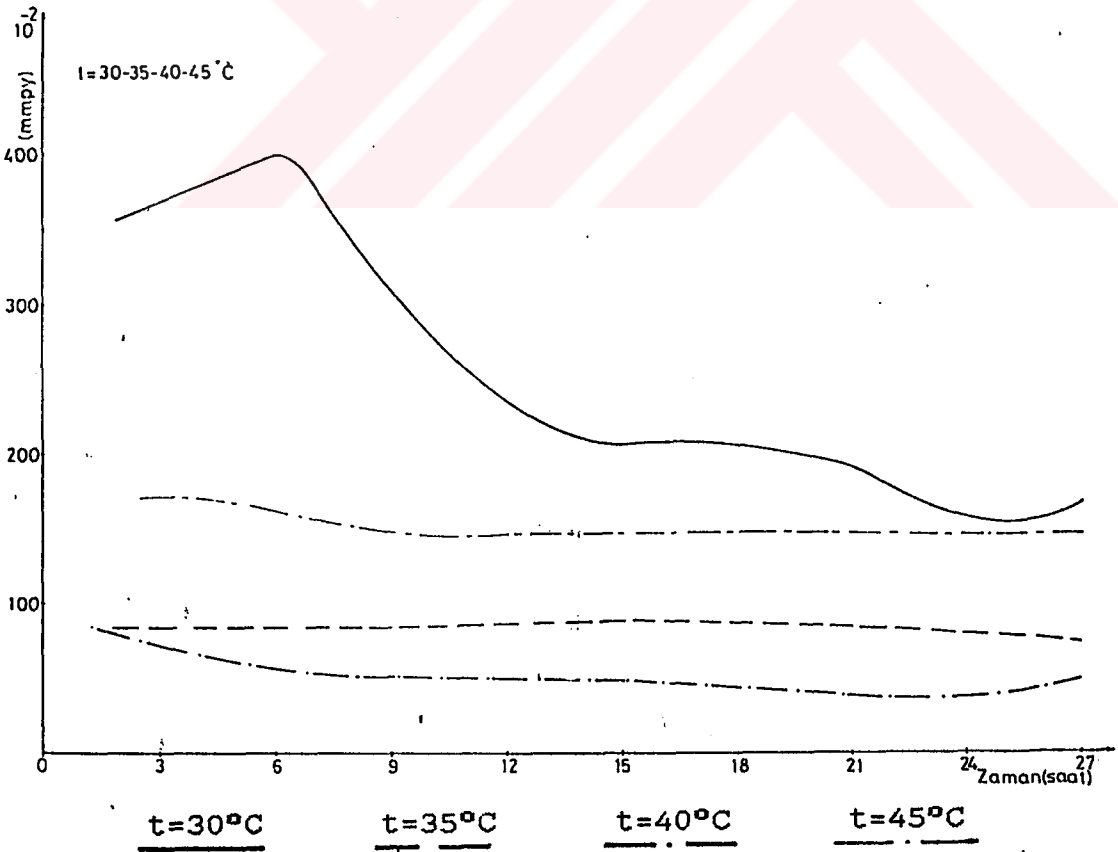
**Şekil 3.23** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.22 ye uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



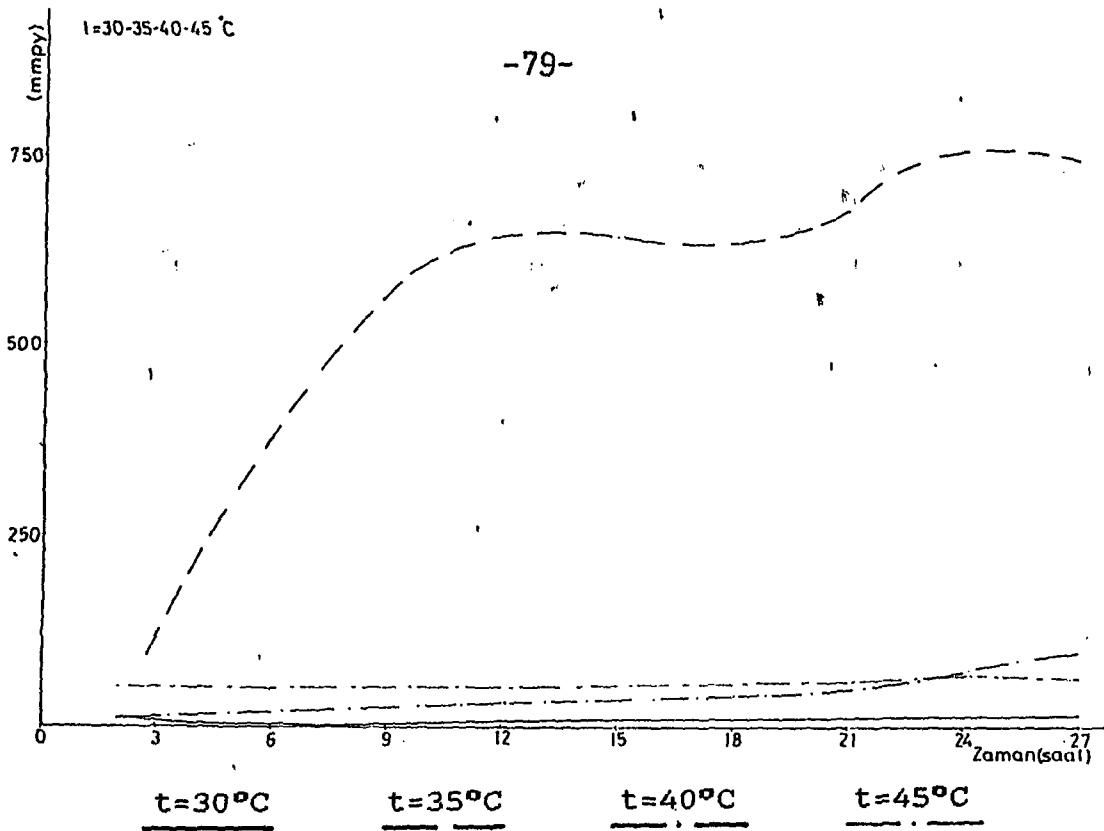
**Şekil 3.24** Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.23 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri:  $y = f(h)$



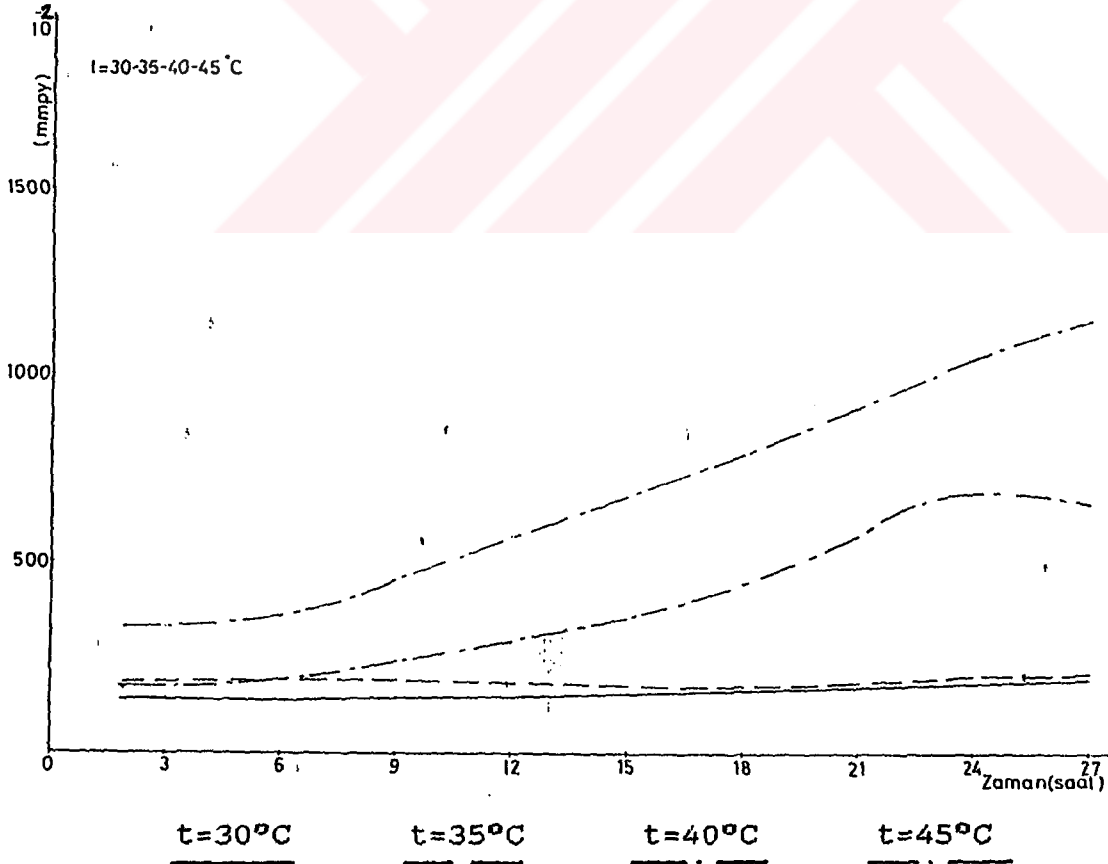
**Şekil 3.25** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.24 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



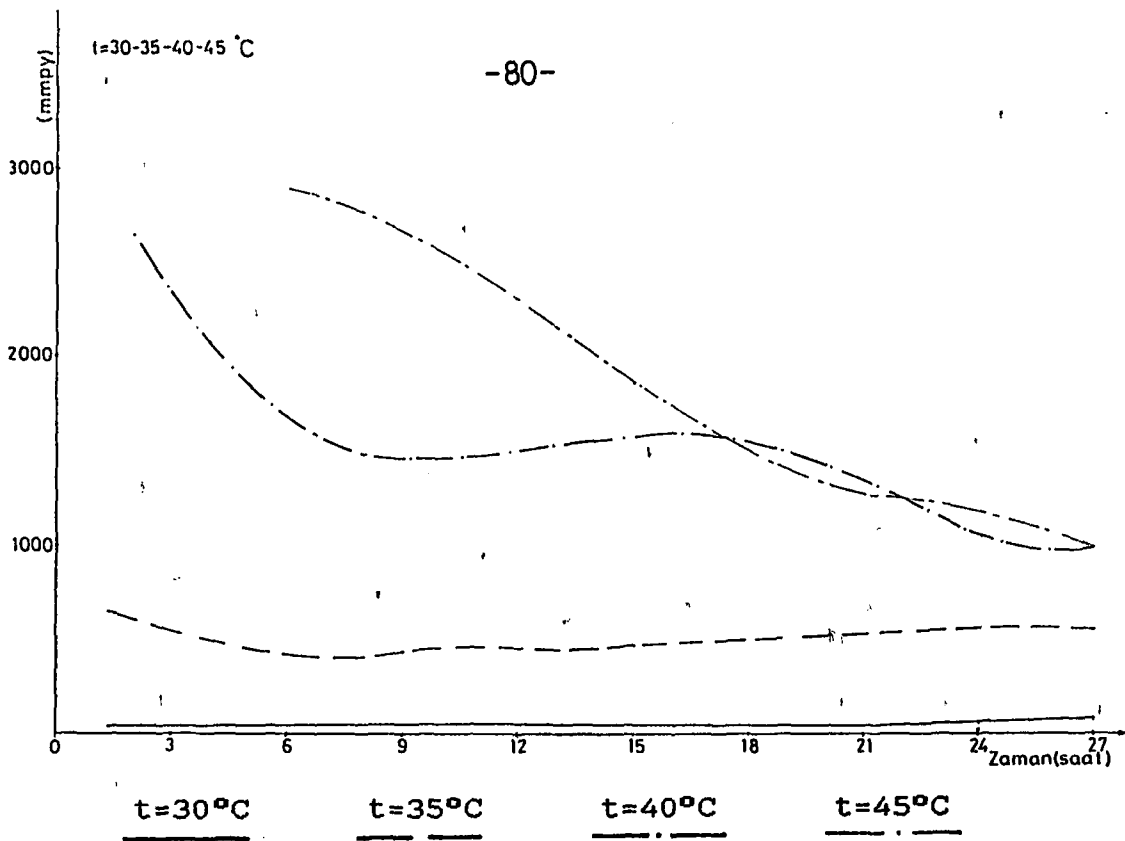
**Şekil 3.26** Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.25 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



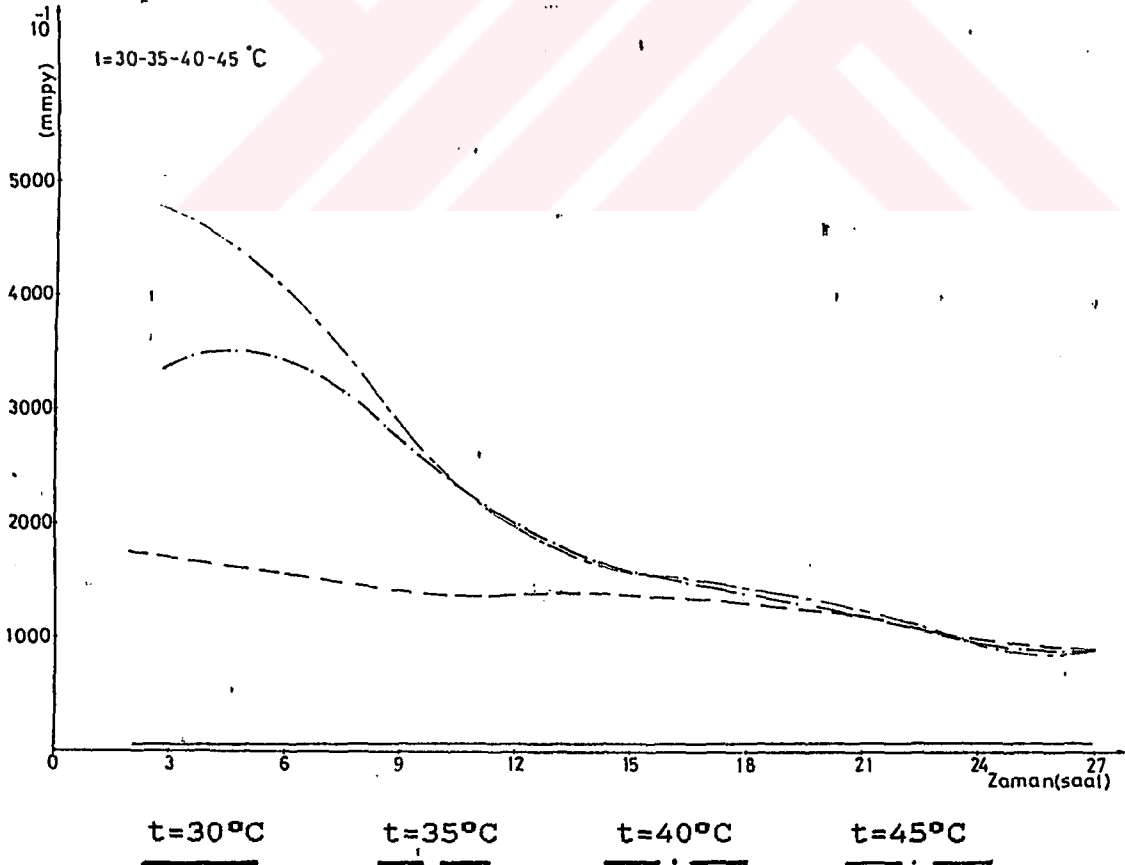
**Sekil 3.27** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.26 ya uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



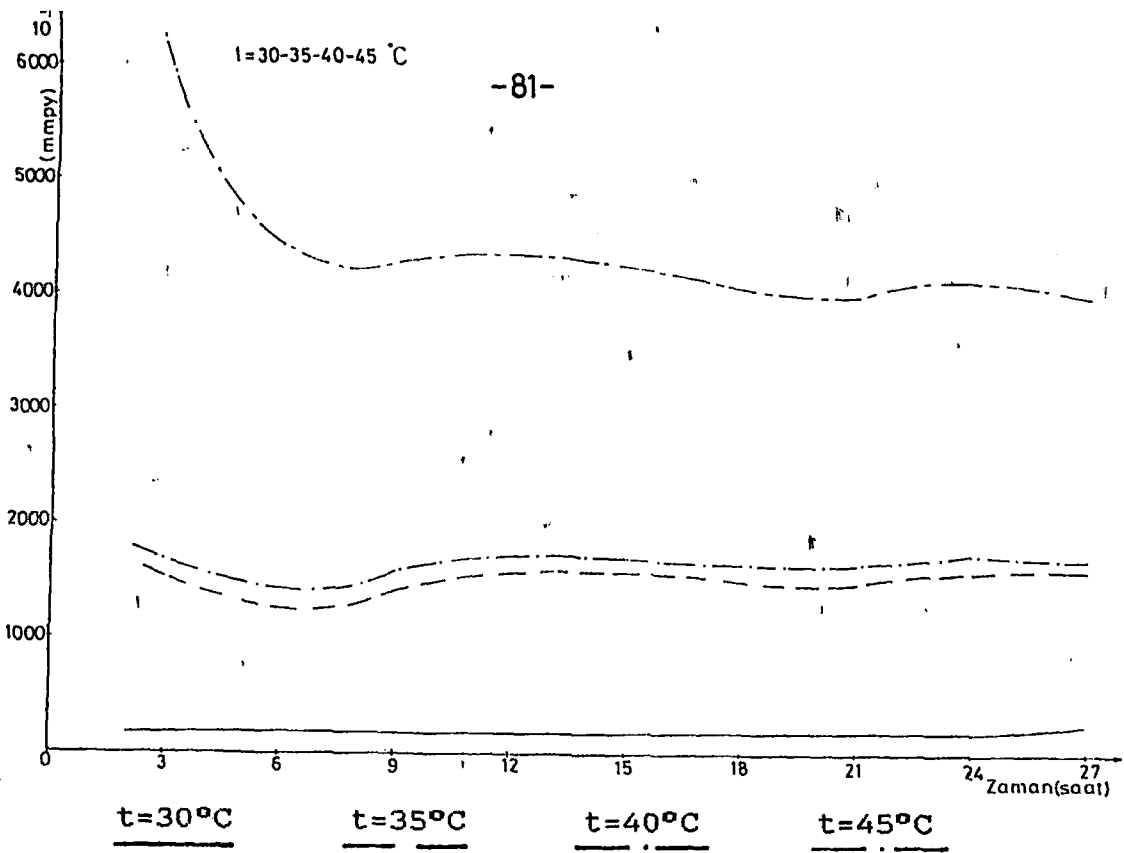
**Sekil 3.28** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.27 ye uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



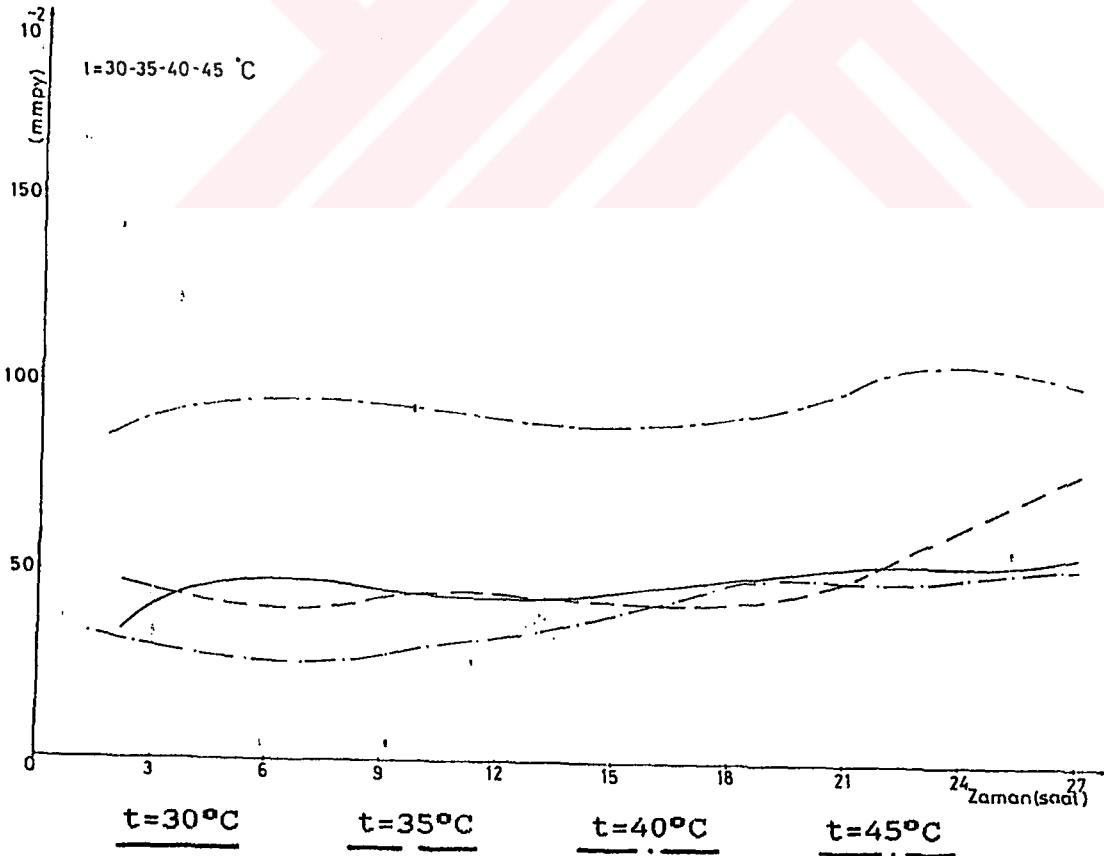
**Şekil 3.29** Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.28 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



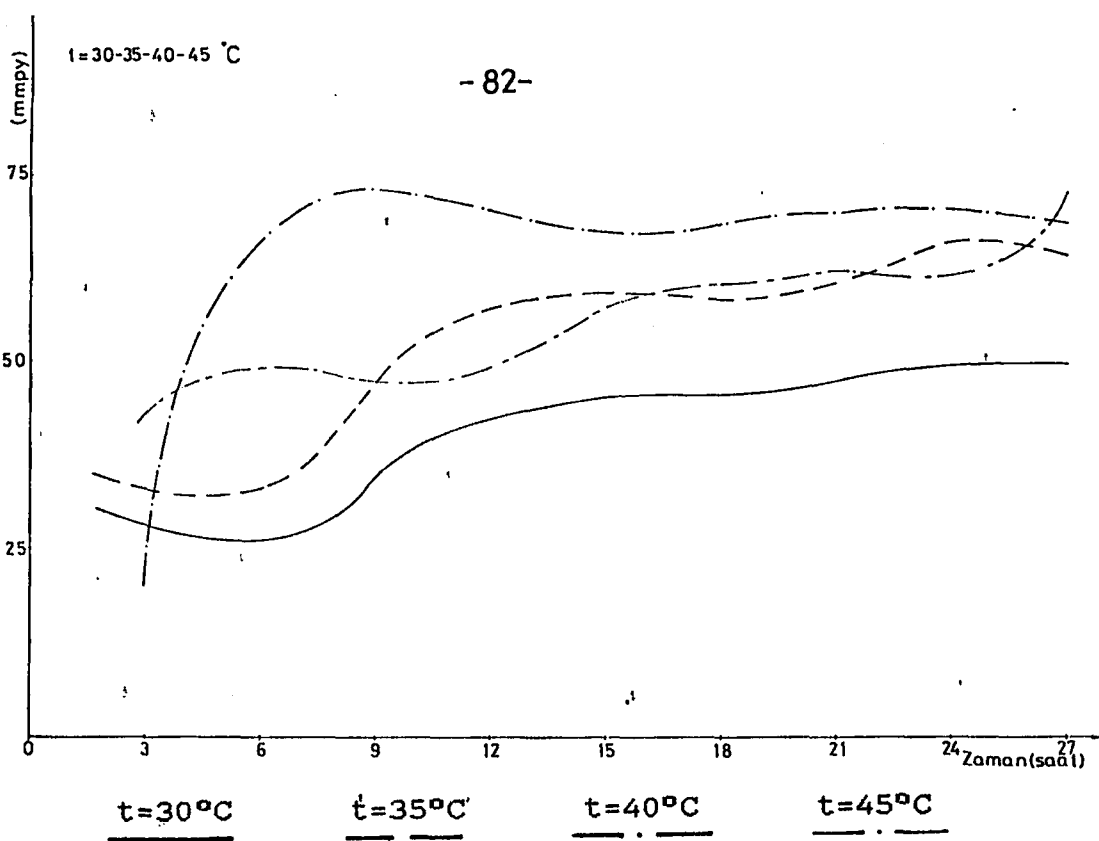
**Şekil 3.30** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.29 a uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



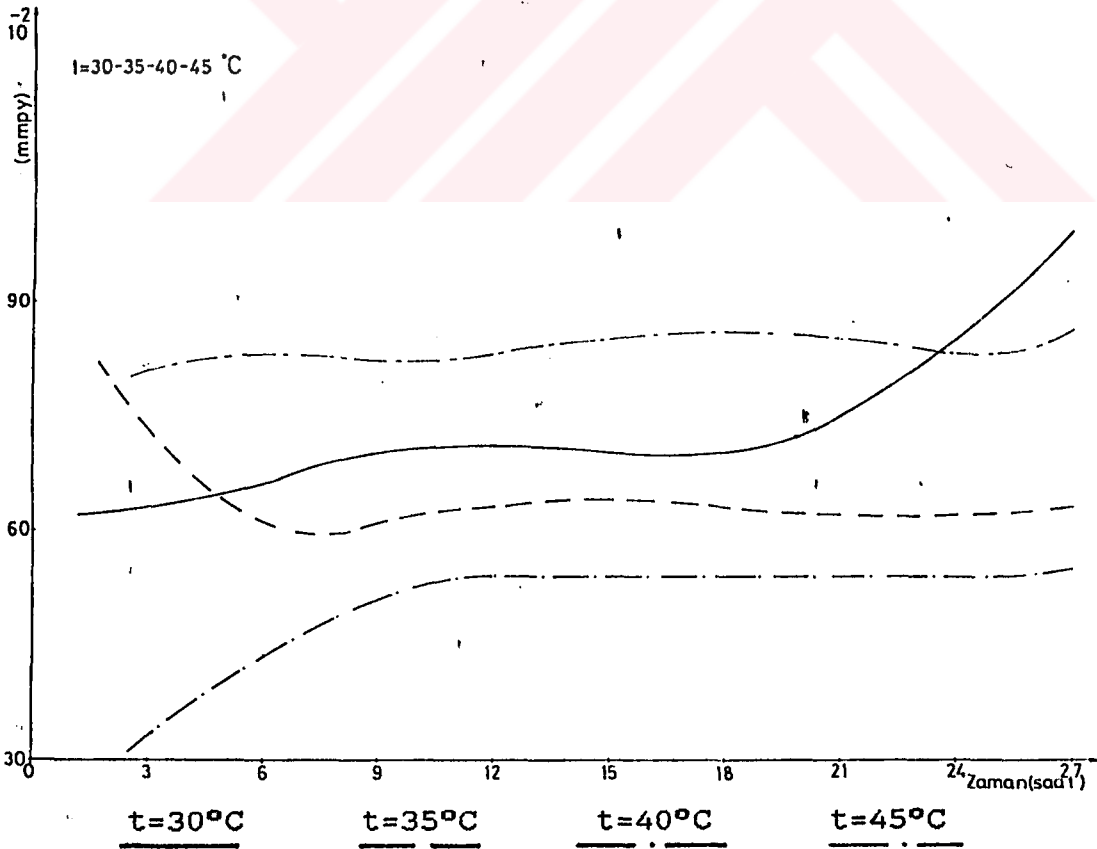
Şekil 3.31 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.30 a uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



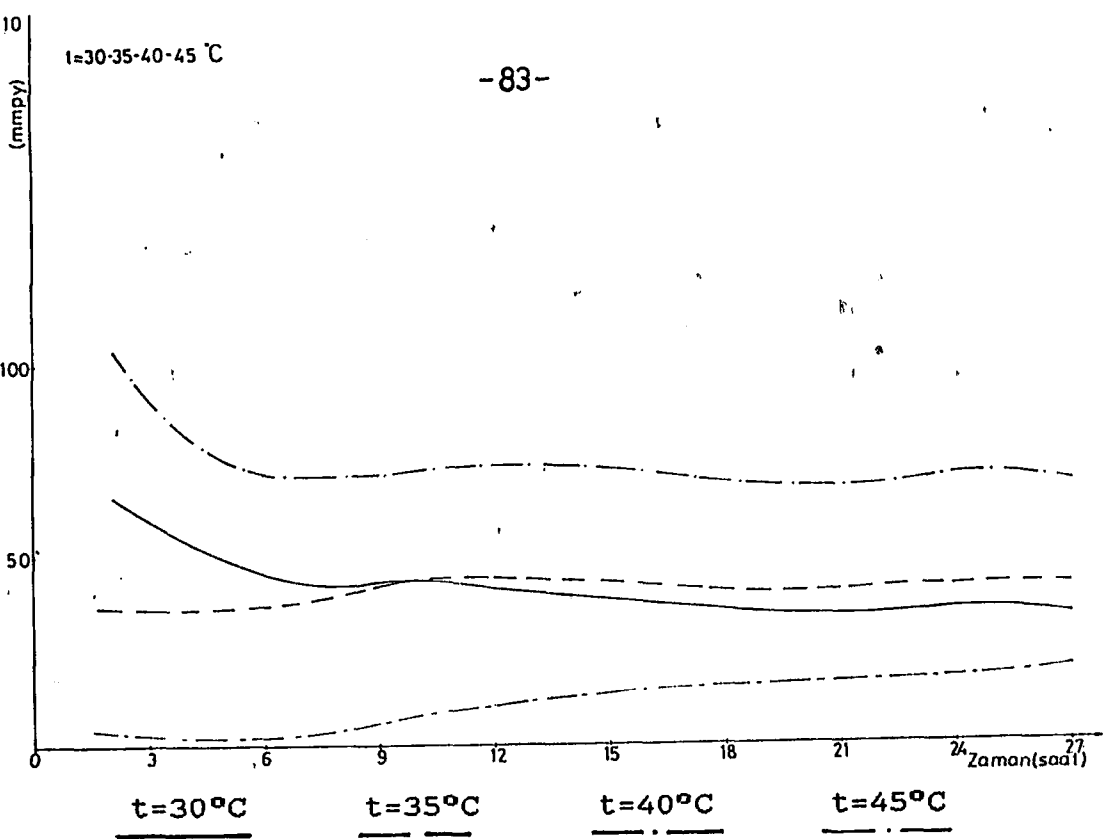
Şekil 3.32 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.31 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $H_3PO_4$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



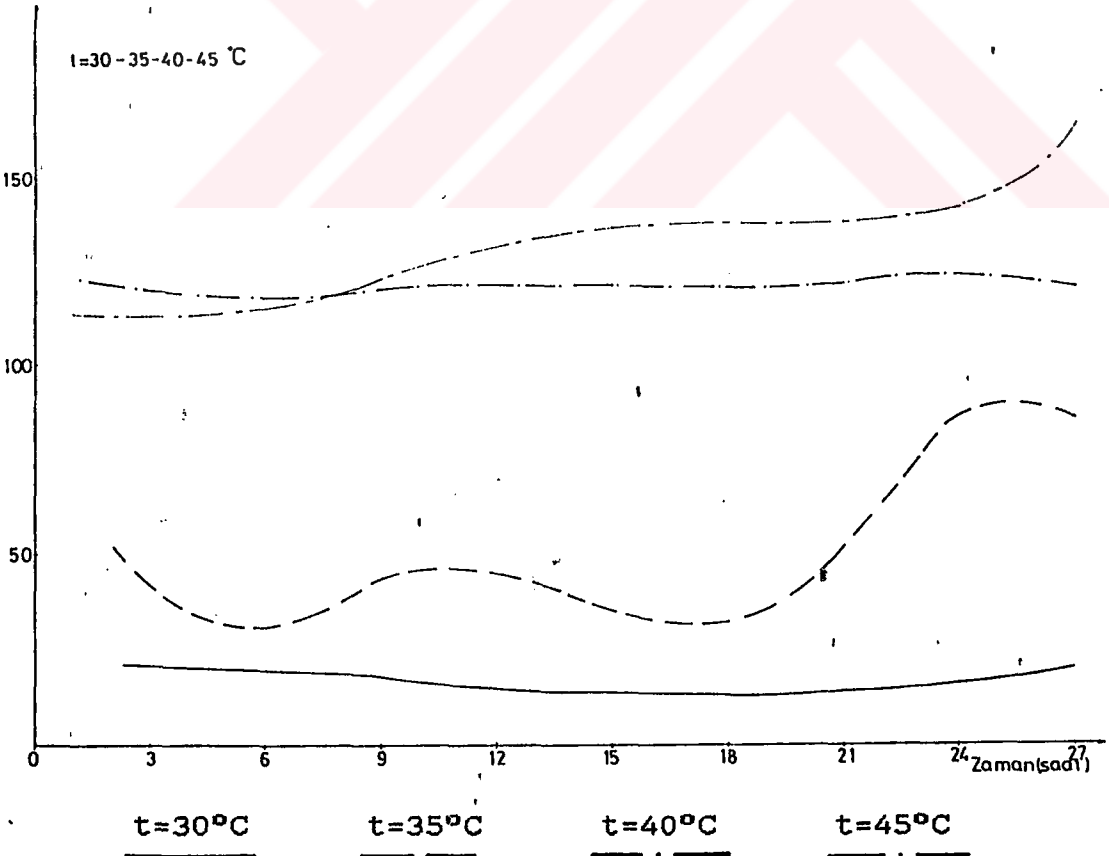
**Şekil 3.33** Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.32 ye uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $\text{H}_3\text{PO}_4$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



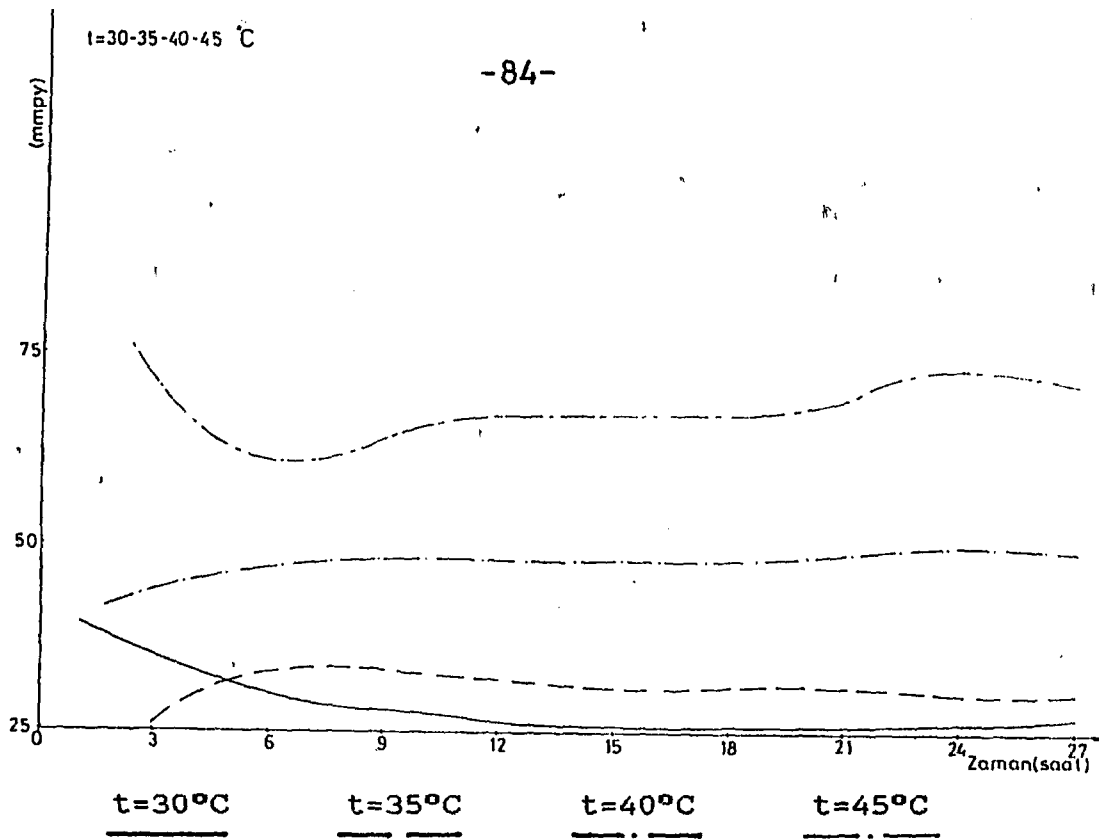
**Şekil 3.34** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.33 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25  $\text{H}_3\text{PO}_4$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



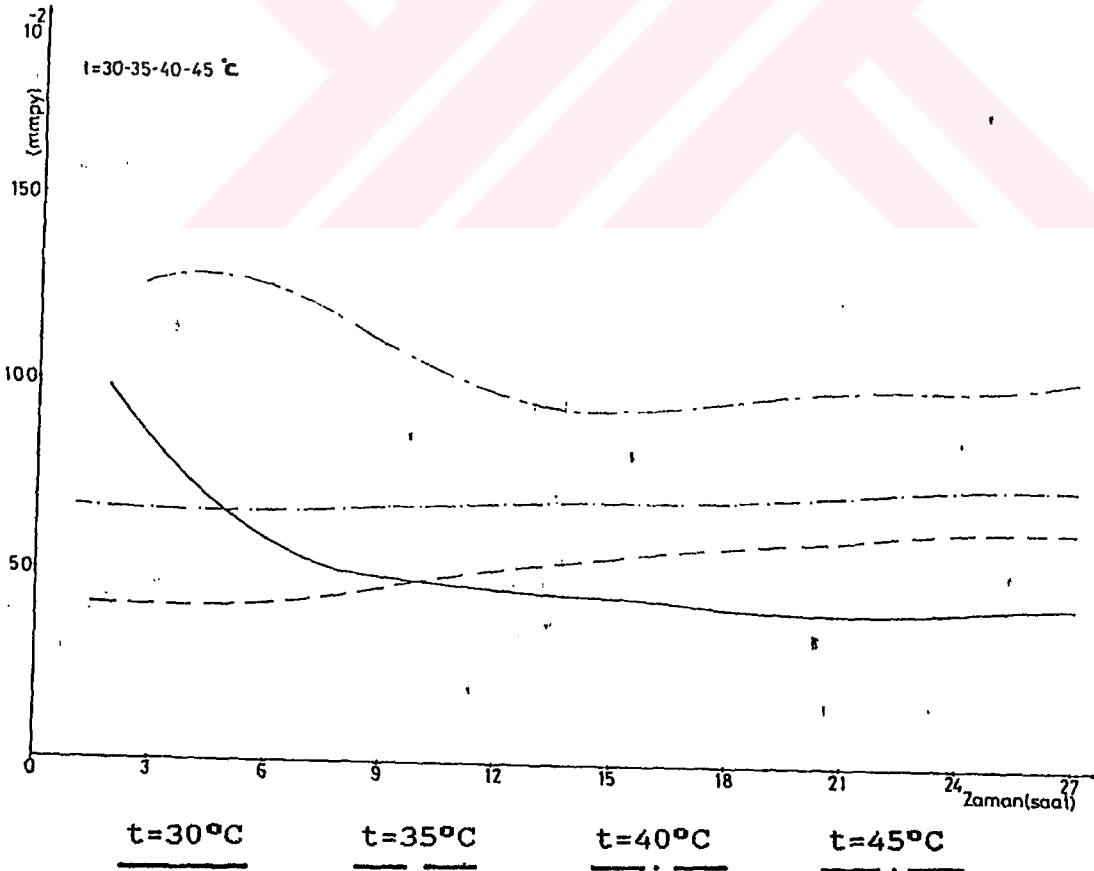
Sekil 3.35 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.34 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Sekil 3.36 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.35 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

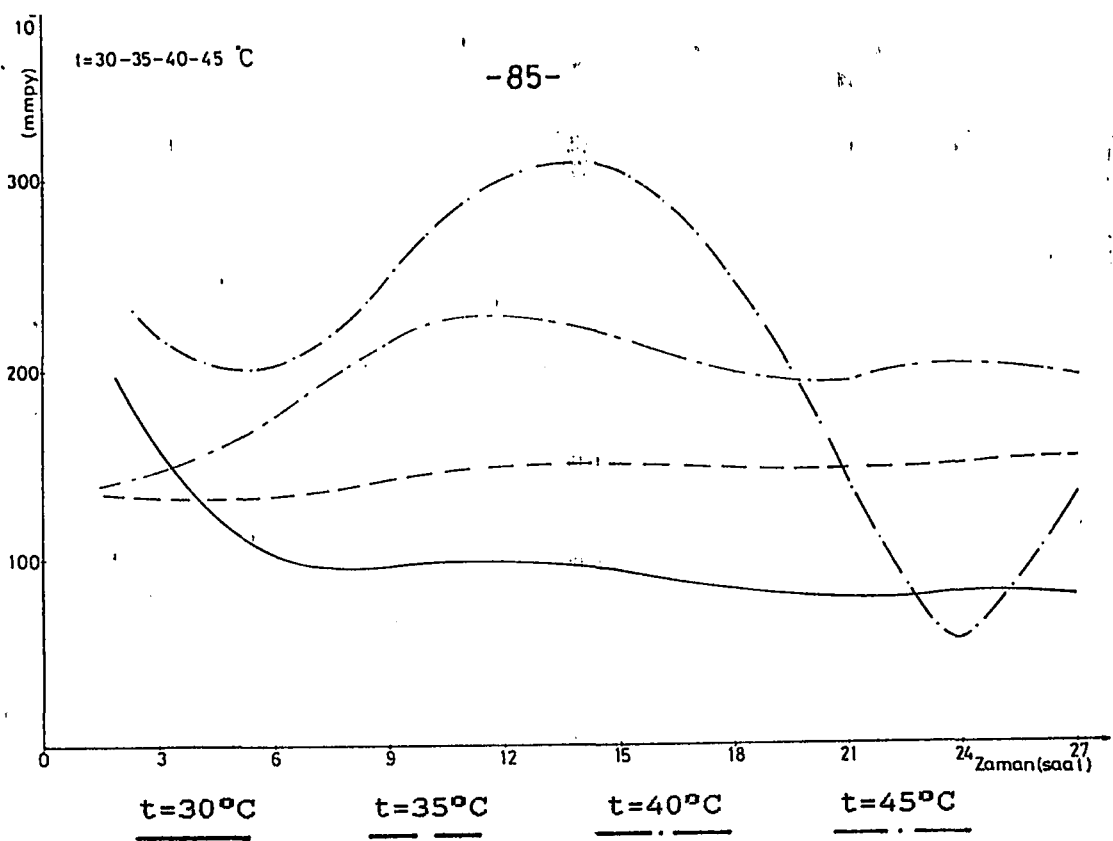


Şekil 3.37 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.36 ya uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

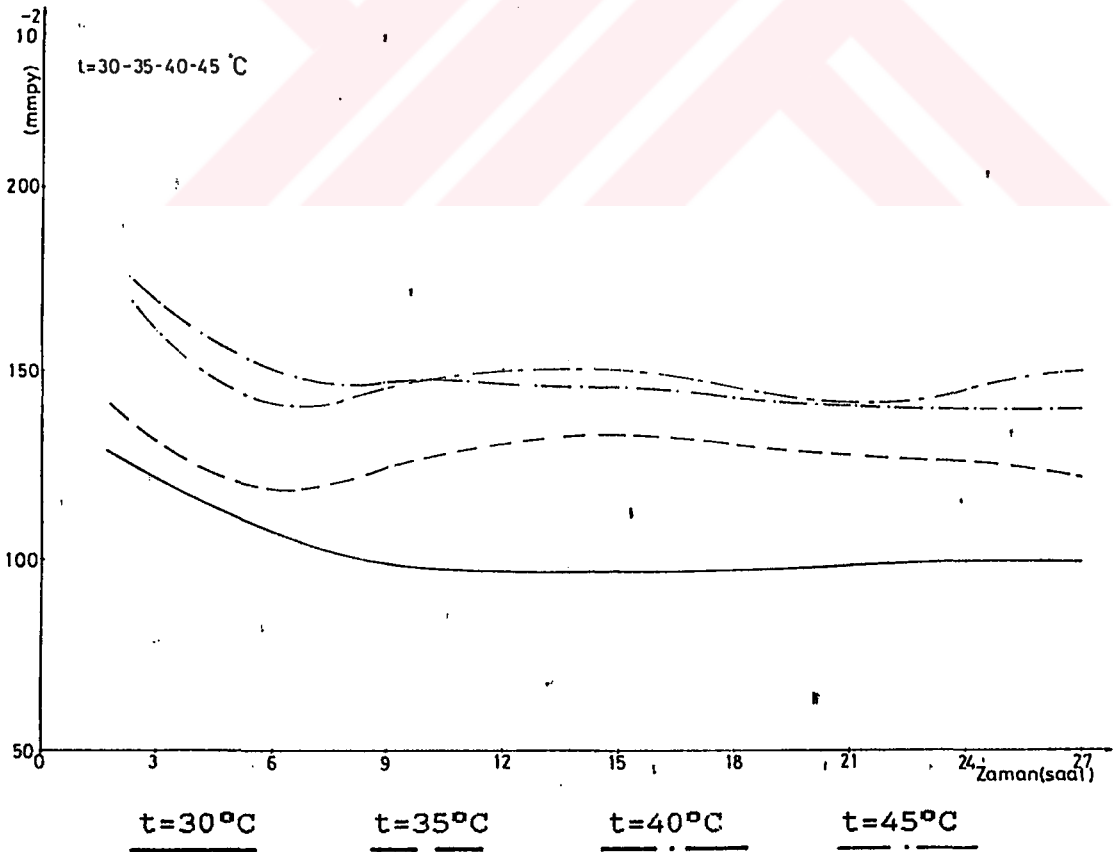


Şekil 3.38 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.37 ye uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

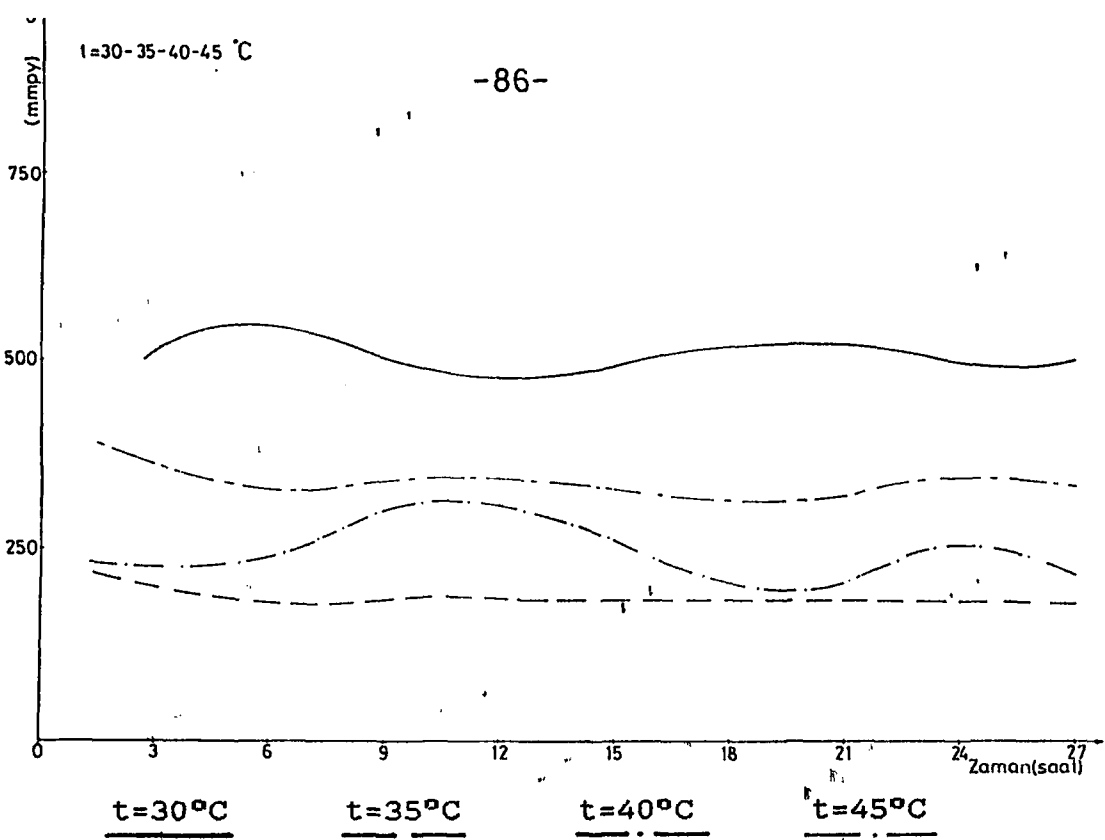




**Şekil 3.39** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.38 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



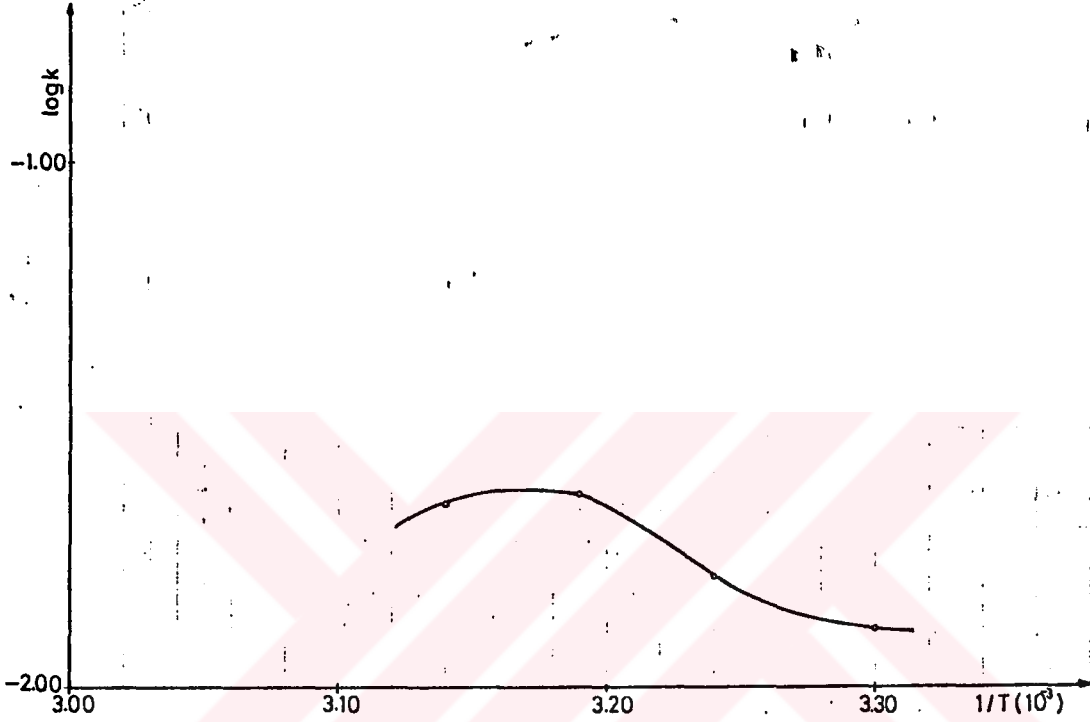
**Şekil 3.40** Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.39 a uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış %25 HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Sekil 3.41 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.40 a uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, oksijenden arındırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

Çizelge 3.41 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3.23 e göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$\delta$ (mmpy/h)	k (h <sup>-1</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	-2,5x10 <sup>-3</sup>	(0,028) <sub>-</sub>	-1,54	3.30
	8	3,33x10 <sup>-3</sup>	0,040	-1,39	
	12	1,15x10 <sup>-3</sup>	0,012	-1,89	
	16	-1,02x10 <sup>-3</sup>	(0,011) <sub>-</sub>	-1,95	
	24	6,06x10 <sup>-4</sup>	5,94x10 <sup>-3</sup>	-2,22	
35	4	-4,16x10 <sup>-3</sup>	(0,024) <sub>-</sub>	-1,61	3.24
	8	4,44x10 <sup>-3</sup>	0,026	-1,58	
	12	3,07x10 <sup>-3</sup>	0,016	-1,79	
	16	1,25x10 <sup>-3</sup>	6,26x10 <sup>-3</sup>	-2,20	
	24	1,76x10 <sup>-3</sup>	8,52x10 <sup>-3</sup>	-2,06	
40	4	4,44x10 <sup>-3</sup>	0,013	-1,87	3.19
	8	0,025	0,064	-1,19	
	12	0,010	0,023	-1,63	
	16	4,28x10 <sup>-3</sup>	8,92x10 <sup>-3</sup>	-2,04	
	24	7,05x10 <sup>-3</sup>	0,012	-1,90	
45	4	9,09x10 <sup>-3</sup>	0,011	-1,93	3.14
	8	1,92x10 <sup>-3</sup>	2,16x10 <sup>-3</sup>	-2,66	
	12	0,021	0,022	-1,65	
	16	0,015	0,015	-1,81	
	24	4,54x10 <sup>-3</sup>	4,20x10 <sup>-3</sup>	-2,37	



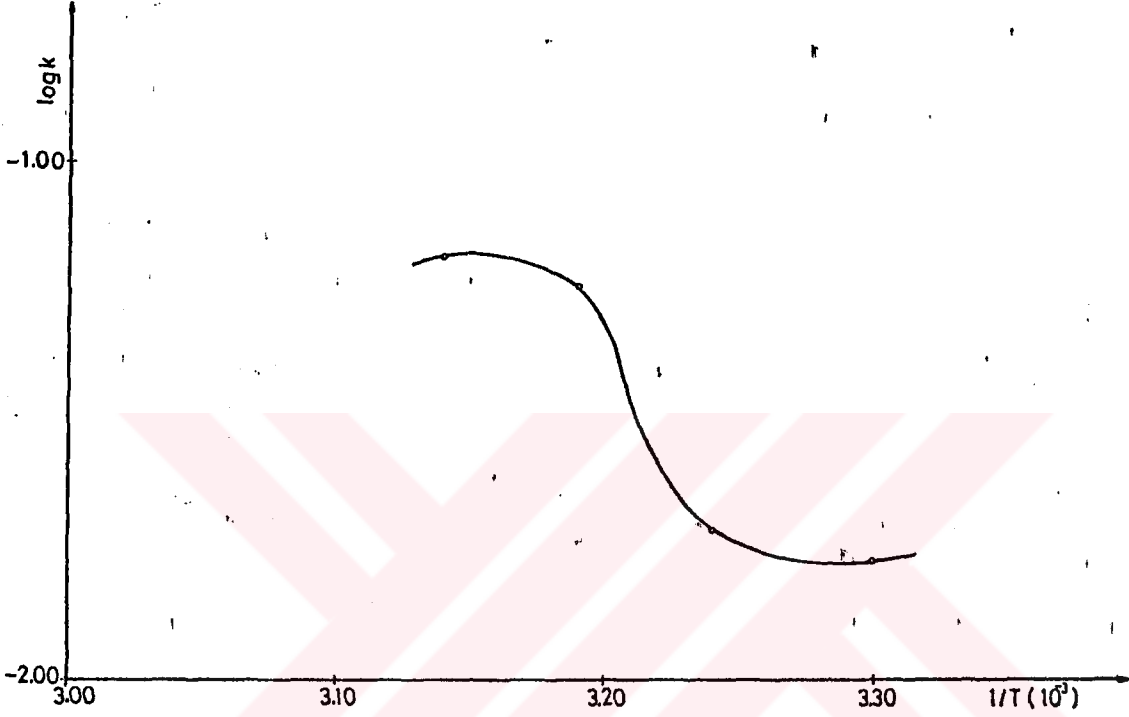
Şekil 3.42 Çizelge 3.41 e uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

Şekil 3.42 ve  $m = -E_a/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ).

$1/T(10^{-3})$	$E_a$ (cal/mol)
3.30	-915
3.24	21120
3.19	7449
3.14	-11440

Çizelge 3.42 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCL çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3, 28 e göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$\delta$ (mmpy/h)	k (h <sup>-1</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	-0,030	(0,022) <sub>-</sub>	-1,65	3.30
	8	0,026	0,019	-1,70	
	12	0,025	0,016	-1,77	
	16	0,022	0,013	-1,85	
	24	0,046	0,025	-1,59	
35	4	0,029	0,015	-1,81	3.24
	8	-0,010	(5,19x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,28	
	12	-0,035	(0,019) <sub>-</sub>	-1,71	
	16	-0,012	(6,74x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,17	
	24	0,042	0,021	-1,67	
40	4	0,075	0,042	-1,36	3.19
	8	0,205	0,093	-1,02	
	12	0,170	0,058	-1,23	
	16	0,330	0,086	-1,06	
	24	0,100	0,014	-1,83	
45	4	0,100	0,031	-1,50	3.14
	8	0,375	0,091	-1,03	
	12	0,368	0,064	-1,18	
	16	0,400	0,056	-1,24	
	24	0,500	0,048	-1,31	



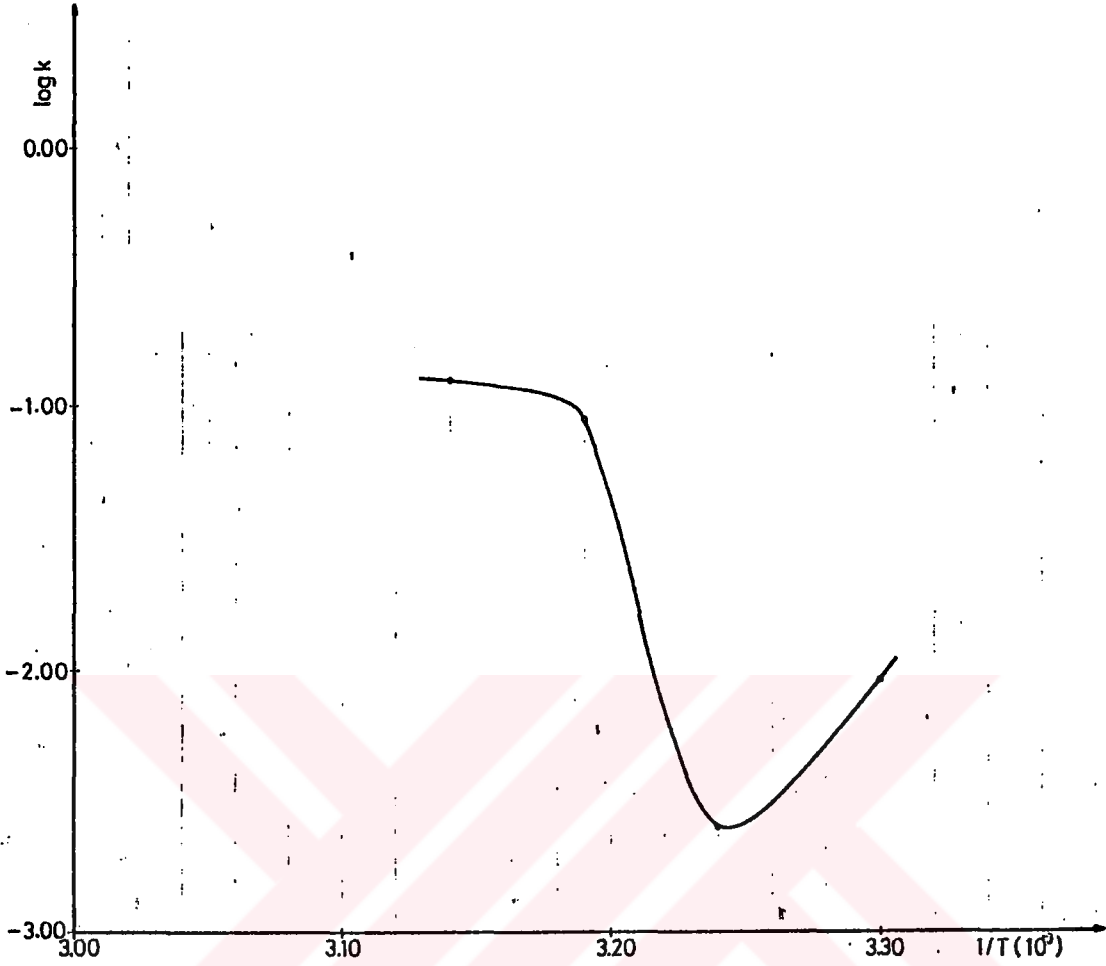
Şekil 3.43 Çizelge 3.42 ye uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

Şekil 3.43 ve  $m = -E_a/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ).

$1/T(10^{-3})$	$E_a$ (cal/mol)
3.30	-11440
3.24	19608
3.19	26692
3.14	-4814

Çizelge 3.43 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCL çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3.30 a göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$\delta$ (mmpy/h)	k (h <sup>-2</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	0,460	0,071	-1,14	3.30
	8	0,050	6,77x10 <sup>-3</sup>	-2,16	
	12	0,060	8,85x10 <sup>-3</sup>	-2,05	
	16	0,040	5,94x10 <sup>-3</sup>	-2,22	
	24	0,050	6,64x10 <sup>-3</sup>	-2,17	
35	4	-5,000	(0,029) <sub>-</sub>	-1,52	3.24
	8	-3,700	(0,025) <sub>-</sub>	-1,59	
	12	-0,344	(2,49x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,60	
	16	-1,360	(9,99x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,00	
	24	-4,540	(0,045) <sub>-</sub>	-1,34	
40	4	4,000	0,011	-1,93	3.19
	8	-24,61	(0,080) <sub>-</sub>	-1,09	
	12	-17,50	(0,087) <sub>-</sub>	-1,06	
	16	-8,330	(0,055) <sub>-</sub>	-1,25	
	24	-7,610	(0,077) <sub>-</sub>	-1,10	
45	4	-21,87	(0,047) <sub>-</sub>	-1,32	3.14
	8	-42,85	(0,129) <sub>-</sub>	-0,88	
	12	-24,00	(0,120) <sub>-</sub>	-0,91	
	16	-7,500	(0,050) <sub>-</sub>	-1,30	
	24	-7,690	(0,080) <sub>-</sub>	-1,09	



Şekil 3.44 Çizelge 3.43 e uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

Şekil 3.44 ve  $m = -E_a/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ).

$1/T(10^{-3})$	$E_a$ (cal/mol)
3.30	42900
3.24	24083
3.19	58442
3.14	-3628



**3.1.5.3. t=30 °C Sabit Sıcaklıkta Havalandırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon.**

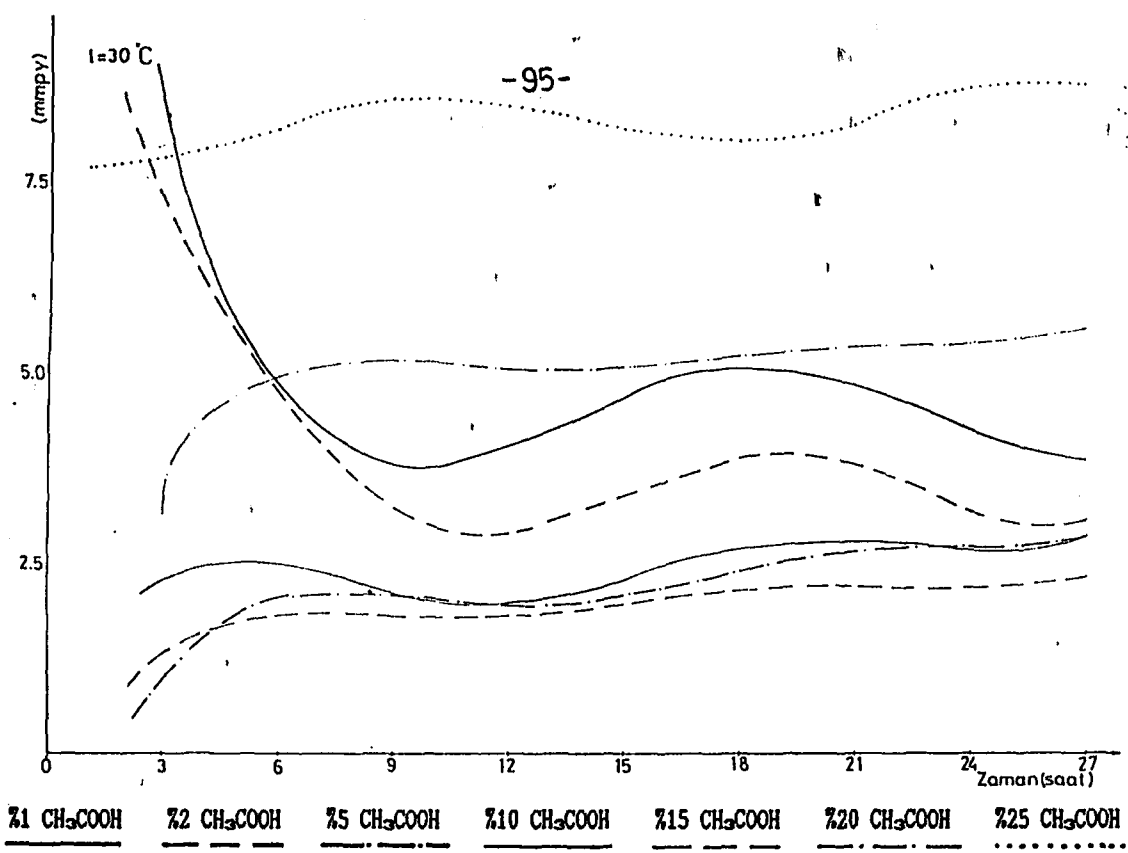
Farklı alaşımların, ağırlıkça farklı konsantrasyonlu asit çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının değişimi ve bu deneysel değerlerden elde edilen korozyon miktarını belirleyen doğrusal regresyon ifadeleri çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir. Ayrıca, Bu çizelgelere uygun olarak çizilen doğrusal regresyon eğrileri de  $[y=f(h)]$  aşağıda görülmektedir.

CİZELGE 3.44- HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKLA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU  $CH_3COOH$  KOROZYON ORTAMLARINDA,  $T=30$  C SABİT SICAKLIKTA AĞIRLIKLA 265 Cİ - 235 Zm İÇEREN SARI PİRİNK ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

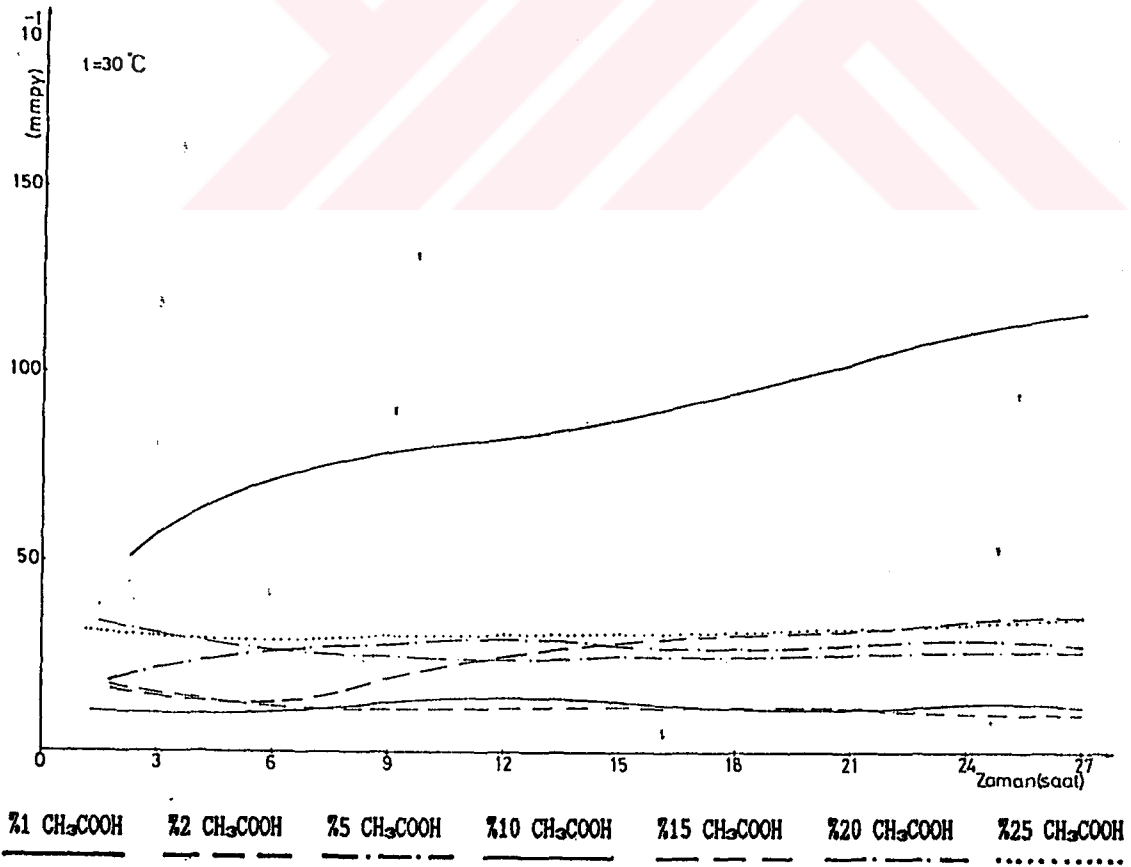
AĞIRLIKLA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
21 $CH_3COOH$	8.267E-02	5.123E-02	3.524E-02	3.967E-02	5.089E-02	4.846E-02	4.767E-02	4.378E-02	3.891E-02	$Y = +3.225E-08 \cdot h^{0.5} - 5.905E-07 \cdot h^{0.4} - 6.809E-05 \cdot h^{0.3} + 2.609E-03 \cdot h^{0.2} - 3.056E-02 \cdot h^{0.1} + 1.534E-01$
22 $CH_3COOH$	7.271E-02	4.625E-02	3.415E-02	2.643E-02	3.634E-02	3.854E-02	3.682E-02	3.262E-02	3.047E-02	$Y = +1.574E-07 \cdot h^{0.5} - 1.096E-05 \cdot h^{0.4} + 2.543E-04 \cdot h^{0.3} - 1.963E-03 \cdot h^{0.2} - 2.620E-03 \cdot h^{0.1} + 9.188E-02$
25 $CH_3COOH$	9.830E-03	1.979E-02	2.201E-02	1.897E-02	2.112E-02	2.422E-02	2.594E-02	2.766E-02	2.826E-02	$Y = +9.720E-08 \cdot h^{0.5} - 8.131E-06 \cdot h^{0.4} + 2.545E-04 \cdot h^{0.3} - 3.647E-03 \cdot h^{0.2} + 2.372E-02 \cdot h^{0.1} - 3.514E-02$
210 $CH_3COOH$	2.306E-02	2.476E-02	2.092E-02	1.982E-02	2.377E-02	2.697E-02	2.690E-02	2.807E-02	2.826E-02	$Y = +1.278E-07 \cdot h^{0.5} - 9.874E-06 \cdot h^{0.4} + 2.785E-04 \cdot h^{0.3} - 3.452E-03 \cdot h^{0.2} + 1.796E-02 \cdot h^{0.1} - 6.712E-03$
215 $CH_3COOH$	1.323E-02	1.821E-02	1.764E-02	1.818E-02	2.049E-02	2.149E-02	2.124E-02	2.272E-02	2.313E-02	$Y = +6.193E-08 \cdot h^{0.5} - 4.857E-06 \cdot h^{0.4} + 1.416E-04 \cdot h^{0.3} - 1.864E-03 \cdot h^{0.2} + 1.150E-02 \cdot h^{0.1} - 7.802E-03$
220 $CH_3COOH$	3.302E-02	4.959E-02	5.066E-02	5.123E-02	5.220E-02	5.011E-02	5.428E-02	5.410E-02	5.580E-02	$Y = +9.285E-08 \cdot h^{0.5} - 7.859E-06 \cdot h^{0.4} + 2.533E-04 \cdot h^{0.3} - 3.837E-03 \cdot h^{0.2} + 2.712E-02 \cdot h^{0.1} - 2.020E-02$
225 $CH_3COOH$	7.271E-02	3.261E-02	3.368E-02	8.755E-02	7.861E-02	8.149E-02	8.211E-02	8.672E-02	8.736E-02	$Y = -7.226E-08 \cdot h^{0.5} + 4.708E-06 \cdot h^{0.4} - 9.870E-05 \cdot h^{0.3} + 6.173E-04 \cdot h^{0.2} + 1.885E-03 \cdot h^{0.1} + 6.400E-02$

CİZELGE 3.45- HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKLA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU  $CH_3COOH$  KOROZYON ORTAMLARINDA,  $T=30$  C SABİT SICAKLIKTA AĞIRLIKLA 261 Cİ - 230.66 Zm İÇEREN YENİ GÖMÜS (ALPAKA) ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKLA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
21 $CH_3COOH$	5.731E-01	7.229E-01	7.728E-01	8.336E-01	8.883E-01	9.074E-01	1.055E+00	1.097E+00	1.159E+00	$Y = -8.731E-06 \cdot h^{0.5} + 5.629E-04 \cdot h^{0.4} - 1.234E-02 \cdot h^{0.3} + 1.268E-01 \cdot h^{0.2} + 2.901E-01$
22 $CH_3COOH$	1.433E-01	1.368E-01	2.084E-01	2.507E-01	2.761E-01	3.169E-01	3.219E-01	3.419E-01	3.575E-01	$Y = -6.577E-07 \cdot h^{0.5} + 5.393E-05 \cdot h^{0.4} - 1.651E-03 \cdot h^{0.3} + 2.274E-02 \cdot h^{0.2} - 1.223E-01 \cdot h^{0.1} + 3.465E-01$
25 $CH_3COOH$	2.214E-01	2.685E-01	2.952E-01	2.833E-01	2.839E-01	2.844E-01	2.772E-01	2.931E-01	2.851E-01	$Y = -2.549E-07 \cdot h^{0.5} + 1.698E-05 \cdot h^{0.4} - 3.703E-04 \cdot h^{0.3} + 2.442E-03 \cdot h^{0.2} + 9.223E-03 \cdot h^{0.1} + 1.801E-01$
210 $CH_3COOH$	1.042E-01	9.770E-02	1.520E-01	1.303E-01	1.250E-01	1.216E-01	1.172E-01	1.189E-01	1.201E-01	$Y = -6.702E-07 \cdot h^{0.5} + 5.103E-05 \cdot h^{0.4} - 1.411E-03 \cdot h^{0.3} + 1.698E-02 \cdot h^{0.2} - 8.222E-02 \cdot h^{0.1} + 2.314E-01$
215 $CH_3COOH$	1.563E-01	1.237E-01	1.172E-01	1.042E-01	1.303E-01	1.172E-01	1.061E-01	1.042E-01	9.841E-02	$Y = +6.267E-08 \cdot h^{0.5} - 2.311E-06 \cdot h^{0.4} - 3.409E-05 \cdot h^{0.3} + 2.254E-03 \cdot h^{0.2} - 2.840E-02 \cdot h^{0.1} + 2.226E-01$
220 $CH_3COOH$	3.126E-01	2.605E-01	2.605E-01	2.292E-01	2.540E-01	2.692E-01	2.621E-01	2.621E-01	2.634E-01	$Y = -1.259E-07 \cdot h^{0.5} + 1.004E-05 \cdot h^{0.4} - 3.237E-04 \cdot h^{0.3} + 5.422E-03 \cdot h^{0.2} - 4.669E-02 \cdot h^{0.1} + 4.103E-01$
225 $CH_3COOH$	2.995E-01	2.931E-01	3.039E-01	3.158E-01	3.178E-01	3.169E-01	3.238E-01	3.370E-01	3.502E-01	$Y = -3.450E-07 \cdot h^{0.5} + 2.735E-05 \cdot h^{0.4} - 7.970E-04 \cdot h^{0.3} + 1.042E-02 \cdot h^{0.2} - 5.716E-02 \cdot h^{0.1} + 3.976E-01$



Sekil 3.45 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.44 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



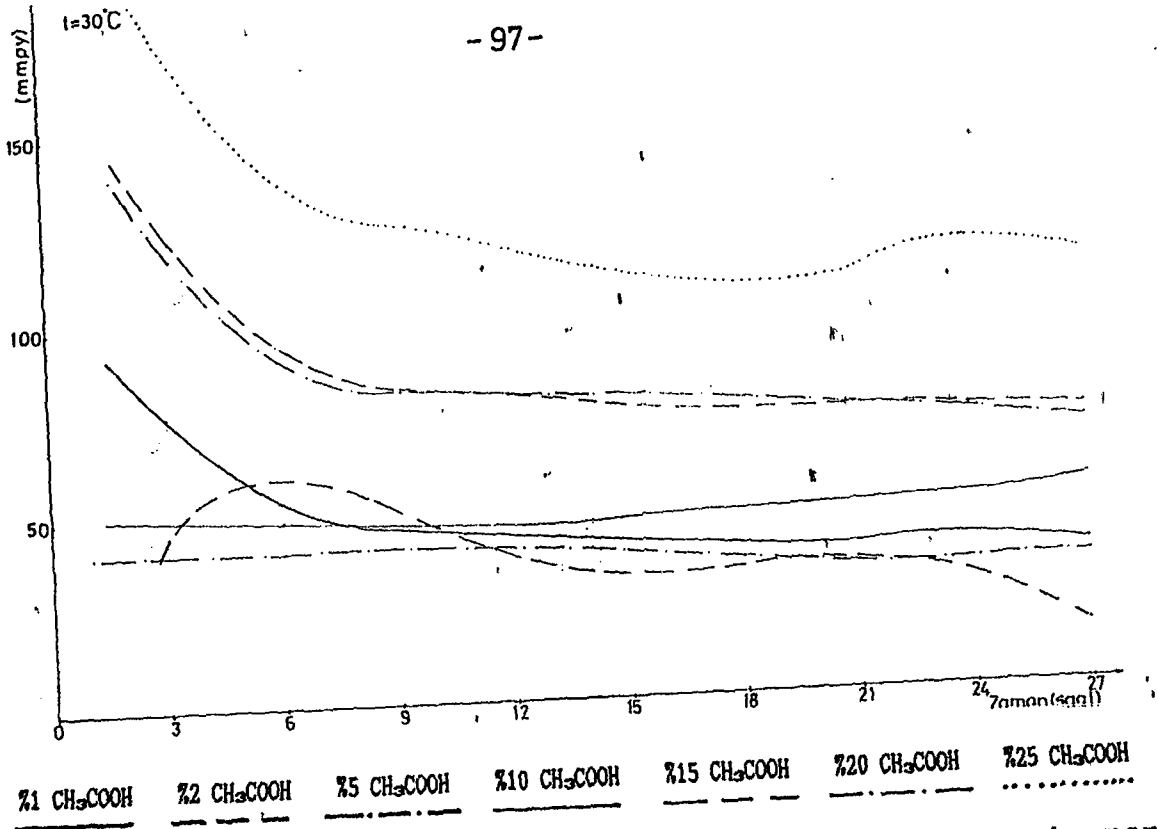
Sekil 3.46 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.45 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.4<sup>a</sup> HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU  $CH_3COOH$  KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 992 Cu - 10 Sn - 10 Pb İÇEREN LEVHA HALINDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

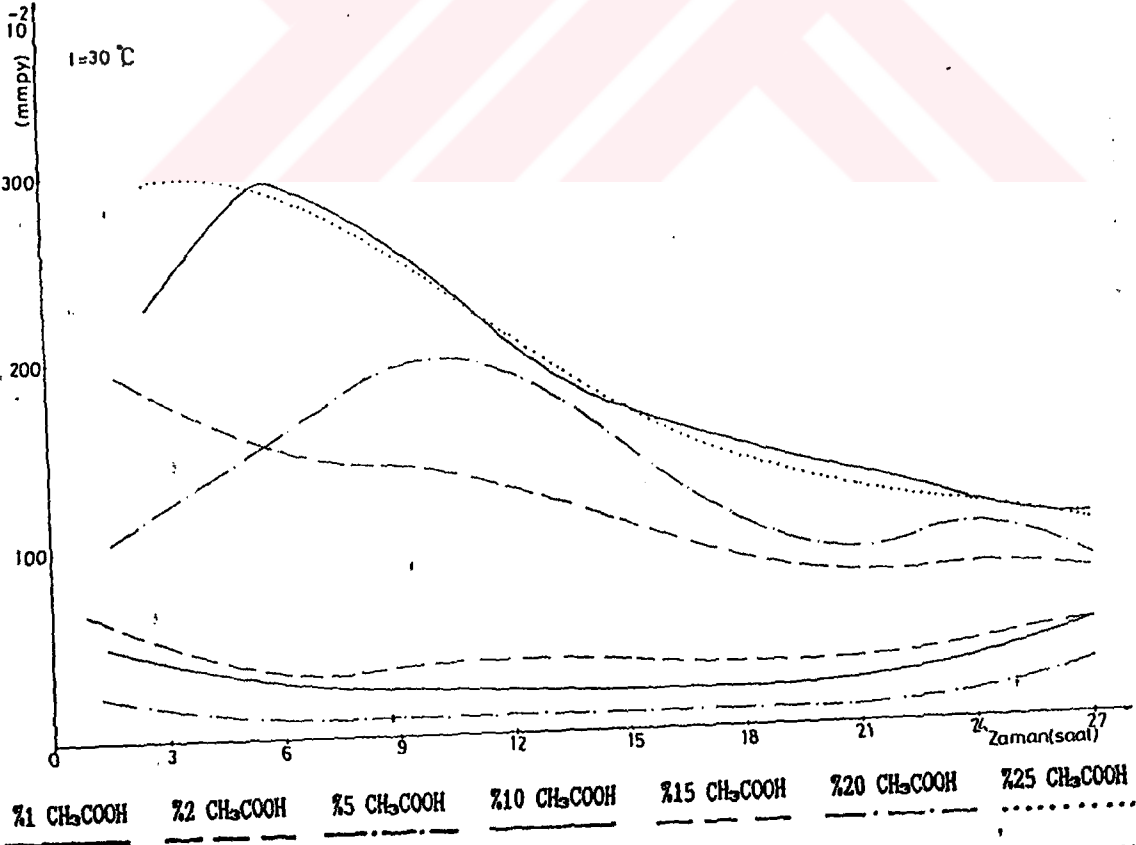
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
11 $CH_3COOH$	7.684E-01	5.450E-01	4.705E-01	4.333E-01	4.074E-01	3.931E-01	3.957E-01	3.820E-01	3.633E-01	Y = -9.556E-07h <sup>2</sup> +7.792E-05h <sup>3</sup> +3.740E-02h <sup>2</sup> -2.877E-01h <sup>1</sup> +1.357E+00	
12 $CH_3COOH$	4.467E-01	6.076E-01	4.944E-01	4.021E-01	3.431E-01	3.217E-01	3.319E-01	3.149E-01	1.489E-01	Y = +1.445E-06h <sup>2</sup> -1.359E-04h <sup>3</sup> +4.660E-03h <sup>2</sup> -7.120E-02h <sup>1</sup> +4.531E-01h <sup>1</sup> -3.899E-01	
15 $CH_3COOH$	4.110E-01	4.110E-01	4.169E-01	4.065E-01	3.753E-01	3.546E-01	3.370E-01	3.373E-01	3.355E-01	Y = -4.795E-07h <sup>2</sup> +3.629E-05h <sup>3</sup> +1.120E-02h <sup>2</sup> -5.344E-02h <sup>1</sup> +4.951E-01	
20 $CH_3COOH$	5.003E-01	4.646E-01	4.646E-01	4.735E-01	4.825E-01	4.884E-01	4.901E-01	5.137E-01	5.301E-01	Y = +3.544E-07h <sup>2</sup> -2.680E-05h <sup>3</sup> +7.406E-04h <sup>3</sup> -8.802E-03h <sup>2</sup> +4.019E-02h <sup>1</sup> +4.420E-01	
25 $CH_3COOH$	1.269E+00	9.560E-01	8.398E-01	7.648E-01	7.475E-01	7.403E-01	7.349E-01	7.267E-01	4.210E-01h <sup>1</sup> +1.129E+00	Y = -1.361E-06h <sup>2</sup> +5.128E-04h <sup>3</sup> -3.587E-03h <sup>2</sup> +5.506E-02h <sup>1</sup> -4.210E-01h <sup>1</sup> +1.129E+00	
20 $CH_3COOH$	1.215E+00	9.202E-01	8.220E-01	7.719E-01	7.952E-01	7.403E-01	7.192E-01	6.909E-01	Y = -7.081E-07h <sup>2</sup> +6.561E-05h <sup>3</sup> -2.362E-03h <sup>2</sup> +4.094E-02h <sup>1</sup> +1.942E+00		
25 $CH_3COOH$	1.751E+00	1.403E+00	1.251E+00	1.189E+00	1.094E+00	1.102E+00	1.087E+00	1.126E+00	1.159E+00	Y = -2.270E-06h <sup>2</sup> +1.749E-04h <sup>3</sup> -5.097E-03h <sup>2</sup> +7.146E-02h <sup>1</sup> +2.771E+00	

CİZELGE 3.4<sup>b</sup> HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU  $CH_3COOH$  KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 998 Cu - 10 Sn - 10 Pb İÇEREN ÇURUK SEKLİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON HİKTARİ (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON HİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
11 $CH_3COOH$	3.960E-01	3.047E-01	2.439E-01	2.362E-01	2.285E-01	2.159E-01	2.155E-01	3.332E-01	4.909E-01	Y = -4.866E-07h <sup>2</sup> +4.447E-05h <sup>3</sup> -1.431E-03h <sup>2</sup> +2.122E-02h <sup>1</sup> -1.543E-01h <sup>1</sup> +7.072E-01	
12 $CH_3COOH$	5.027E-01	3.504E-01	3.808E-01	3.770E-01	3.595E-01	3.453E-01	3.569E-01	3.923E-01	4.858E-01	Y = -1.706E-06h <sup>2</sup> +1.398E-04h <sup>3</sup> -4.233E-03h <sup>2</sup> +5.848E-02h <sup>1</sup> -3.638E-01h <sup>1</sup> +1.174E+00	
15 $CH_3COOH$	1.677E-01	1.219E-01	1.066E-01	1.029E-01	9.141E-02	8.886E-02	8.924E-02	1.485E-01	2.471E-01	Y = -3.428E-07h <sup>2</sup> +3.071E-05h <sup>3</sup> -9.683E-04h <sup>3</sup> +1.377E-02h <sup>2</sup> -9.175E-02h <sup>1</sup> +3.444E-01	
20 $CH_3COOH$	2.407E+00	2.864E+00	2.681E+00	2.057E+00	1.682E+00	1.516E+00	1.275E+00	1.171E+00	1.036E+00	Y = +5.431E-06h <sup>2</sup> -4.733E-04h <sup>3</sup> +1.567E-02h <sup>2</sup> +1.567E-02h <sup>2</sup> -3.399E-01h <sup>1</sup> +1.539E+00h <sup>1</sup> -4.655E-01	
25 $CH_3COOH$	1.798E+00	1.470E+00	1.544E+00	1.226E+00	1.042E+00	9.242E-01	8.313E-01	7.693E-01	7.752E-01	Y = -3.424E-06h <sup>2</sup> +2.615E-04h <sup>3</sup> -7.276E-03h <sup>2</sup> +9.057E-02h <sup>1</sup> -5.442E-01h <sup>1</sup> +2.785E+00	
20 $CH_3COOH$	1.249E+00	1.440E+00	2.265E+00	1.714E+00	1.386E+00	1.170E+00	1.016E+00	8.989E-01	8.700E-01	Y = -9.078E-06h <sup>2</sup> +6.670E-04h <sup>3</sup> -1.731E-02h <sup>2</sup> +1.835E-01h <sup>1</sup> -6.869E-01h <sup>1</sup> +2.052E+00	
25 $CH_3COOH$	2.986E+00	2.811E+00	2.646E+00	2.034E+00	1.664E+00	1.435E+00	1.243E+00	1.129E+00	1.019E+00	Y = -2.557E-07h <sup>2</sup> +1.086E-05h <sup>3</sup> -1.520E-03h <sup>2</sup> +3.869E-02h <sup>1</sup> +2.278E-01h <sup>1</sup> +2.595E+00	



Sekil 3.47 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.46 ya uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



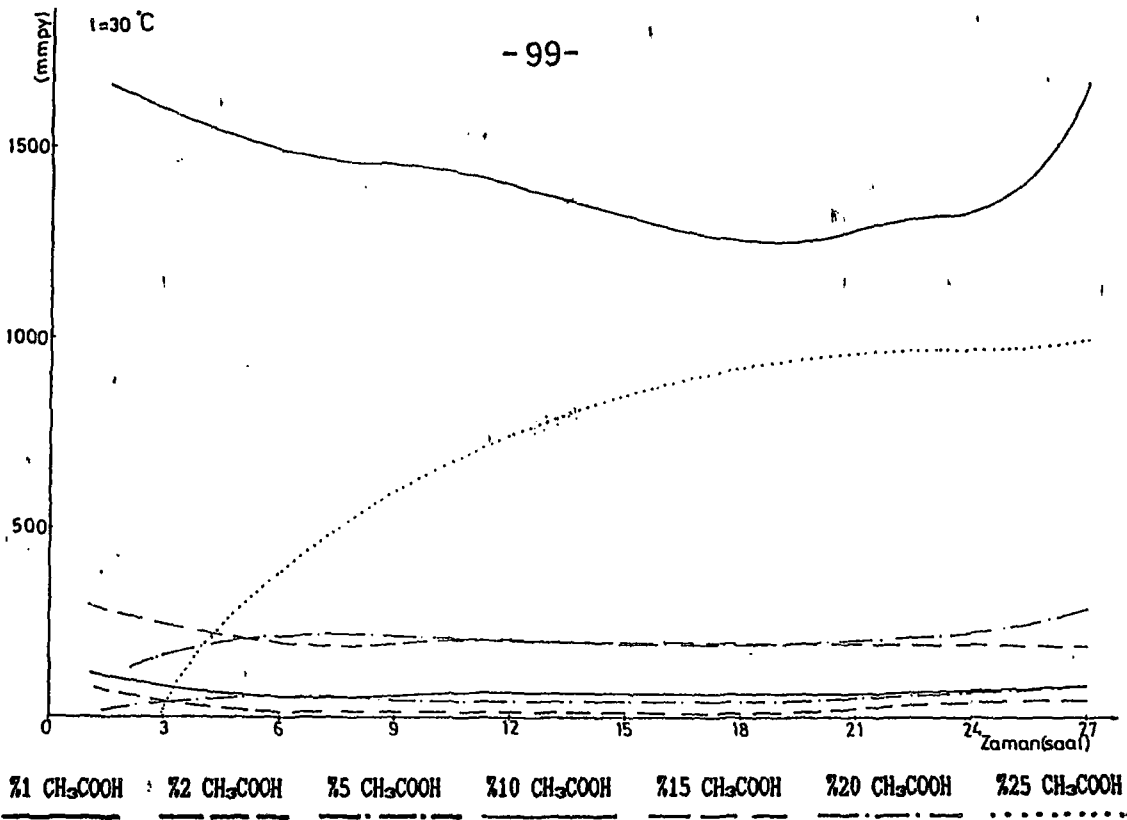
Sekil 3.48 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.47 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış  $\text{CH}_3\text{COOH}$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.49 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU CH<sub>3</sub>COOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKA 268 ALI - 29.40 CU - 20.25 NI - 21.20 ZN - 22.10 SI İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞTİRLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

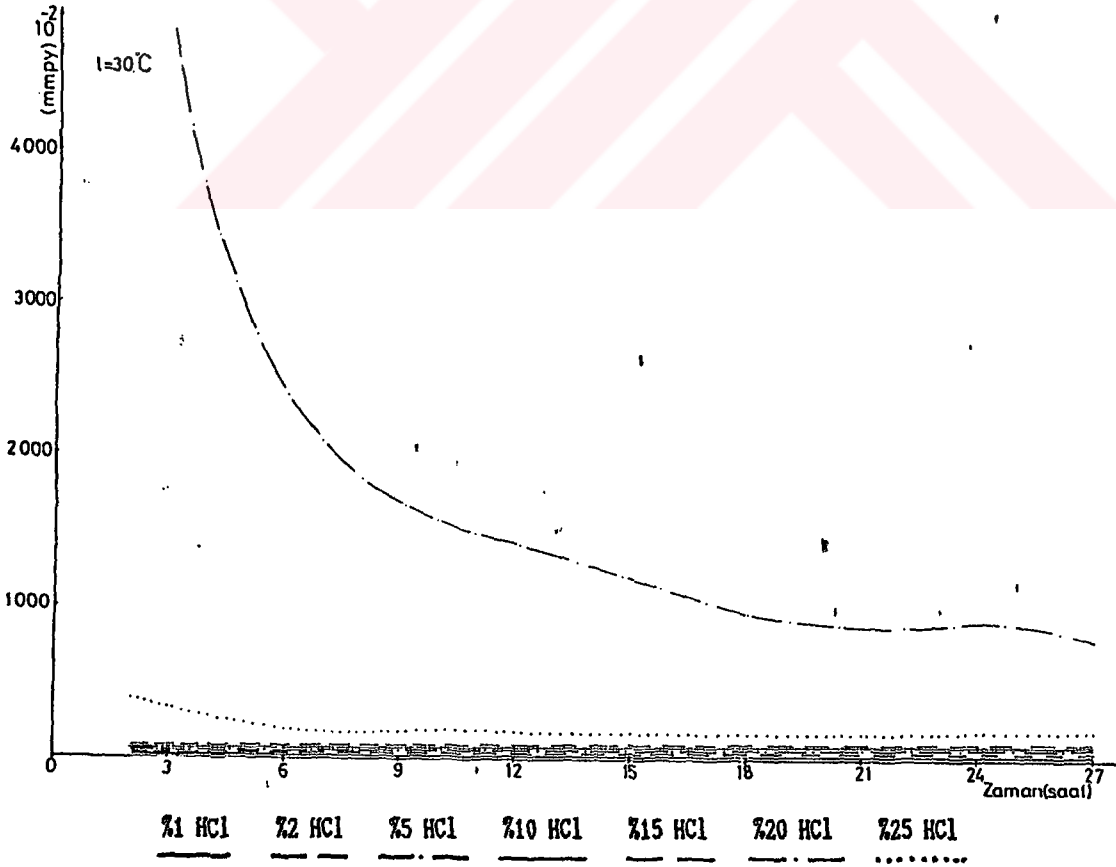
AĞIRLIKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ					
	3	6	9	12	15	18	21	24	27							
X1 CH <sub>3</sub> COOH	8.276E-02	6.217E-02	5.530E-02	6.227E-02	7.468E-02	5.537E-02	6.522E-02	7.786E-02	8.302E-02	8.165E-02	Y = -3.581E-07	+2.865E-05	+8.524E-04	+1.165E-02	-7.147E-02	+2.151E-01
X2 CH <sub>3</sub> COOH	4.158E-02	2.079E-02	1.386E-02	2.079E-02	1.663E-02	1.386E-02	2.964E-02	4.153E-02	4.615E-02	4.615E-02	Y = -3.686E-07	+2.797E-05	-7.875E-04	+1.027E-02	-6.187E-02	+1.551E-01
X5 CH <sub>3</sub> COOH	4.158E-02	6.237E-02	4.158E-02	4.158E-02	4.158E-02	3.465E-02	5.340E-02	7.266E-02	8.307E-02	8.307E-02	Y = +9.682E-08	-9.845E-06	+3.680E-04	-5.970E-03	+3.958E-02	-3.163E-02
X10 CH <sub>3</sub> COOH	1.578E+00	1.557E+00	1.343E+00	1.464E+00	1.312E+00	1.259E+00	1.257E+00	1.453E+00	1.656E+00	1.656E+00	Y = -1.309E-06	+1.044E-04	-2.927E-03	+3.625E-02	-2.161E-01	+1.987E+00
X15 CH <sub>3</sub> COOH	2.491E-01	1.869E-01	2.076E-01	1.868E-01	1.993E-01	2.007E-01	1.898E-01	1.920E-01	1.845E-01	1.845E-01	Y = -4.934E-07	+4.015E-05	-1.234E-03	+1.763E-02	-1.151E-01	+4.659E-01
X20 CH <sub>3</sub> COOH	1.663E-01	2.285E-01	1.938E-01	2.284E-01	1.993E-01	1.869E-01	2.017E-01	2.336E-01	2.861E-01	2.861E-01	Y = +1.766E-07	-1.476E-05	+5.153E-04	-8.795E-03	+6.799E-02	+3.093E-02
X25 CH <sub>3</sub> COOH	4.158E-02	3.738E-01	6.090E-01	7.474E-01	8.304E-01	9.273E-01	9.609E-01	9.654E-01	9.919E-01	9.919E-01	Y = +6.552E-07	-5.270E-05	+1.659E-03	-2.743E-02	+2.789E-01	-5.932E-01

CİZELGE 3.49 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HCl KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKA 265 CU - 23.5 ZN İÇEREN SARI PİRLİNC ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞTİRLERİ VE BU DENETİSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ					
	3	6	9	12	15	18	21	24	27							
X1 HCl	7.927E-02	1.305E-01	8.918E-02	1.140E-01	1.328E-01	1.531E-01	1.652E-01	1.817E-01	1.817E-01	1.817E-01	Y = +9.055E-07	-7.152E-05	+2.078E-03	-2.697E-02	+1.534E-01	-1.887E-01
X2 HCl	1.553E-01	1.718E-01	2.004E-01	2.247E-01	2.450E-01	2.610E-01	2.789E-01	2.858E-01	2.899E-01	2.899E-01	Y = -1.431E-07	+1.126E-05	-3.361E-04	+4.502E-03	-1.814E-02	+1.776E-01
X5 HCl	2.873E-01	2.279E-01	2.356E-01	2.345E-01	2.392E-01	2.511E-01	2.515E-01	2.556E-01	2.621E-01	2.621E-01	Y = -3.785E-07	+3.164E-05	-1.085E-03	+1.503E-02	-1.030E-01	+4.859E-01
X10 HCl	2.577E-01	3.519E-01	3.777E-01	3.659E-01	3.898E-01	4.085E-01	4.219E-01	4.307E-01	4.497E-01	4.497E-01	Y = +8.653E-07	-7.008E-05	+2.135E-03	-3.015E-02	+1.984E-01	-1.214E-01
X15 HCl	2.739E-01	3.798E-01	4.980E-01	5.291E-01	5.752E-01	5.976E-01	6.456E-01	6.972E-01	7.401E-01	7.401E-01	Y = -6.741E-07	+4.892E-05	-1.239E-03	+1.224E-02	-1.308E-02	+2.324E-01
X20 HCl	4.669E-01	2.434E-01	1.708E-01	1.356E-01	1.159E-01	1.005E-01	9.082E-01	8.541E-01	8.082E-01	8.082E-01	Y = -8.917E-05	+7.483E-03	-2.411E-01	+3.749E+00	-2.902E+01	+1.062E+02
X25 HCl	3.349E-01	2.079E-01	1.917E-01	1.858E-01	1.828E-01	1.834E-01	1.839E-01	1.900E-01	1.845E-01	1.845E-01	Y = -8.742E-06	+7.096E-04	-2.187E-02	+3.187E-01	-2.194E+00	+7.618E+00



Şekil 3.49 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.48 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Şekil 3.50 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.49 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

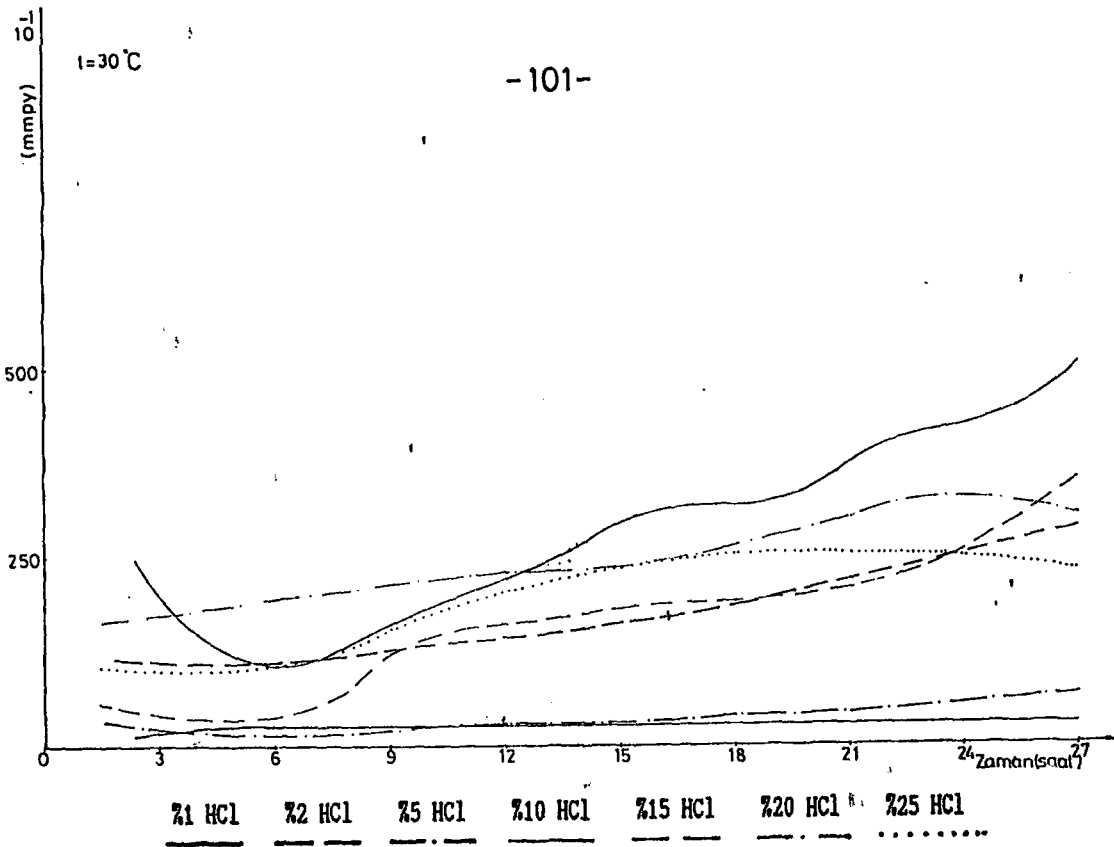
CİZELGE 3.50 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HCL KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA Z61 Cu - 20.66 Zn - 218.10 Ni - 20.04 Pb İÇEREN YENİ GÜBÜR (ALPARKA) ALASİMİNİN KOROZYON MİKTARI (mm/y) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİ ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat, h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 HCL	1.967E+00	2.579E+00	2.775E+00	2.879E+00	2.765E+00	2.765E+00	2.932E+00	2.905E+00	2.905E+00	2.932E+00	Y = -1.691E-06h <sup>10</sup> +5 +9.892E-05h <sup>9</sup> -4 -1.446E-03h <sup>8</sup> +3 -9.743E-03h <sup>7</sup> +2 +3.368E-01h <sup>6</sup> +1 +1.082E+00
Z2 HCL	1.110E+01	1.147E+01	1.269E+01	1.639E+01	1.639E+01	1.854E+01	2.160E+01	2.488E+01	2.837E+01	2.837E+01	Y = -9.803E-06h <sup>10</sup> +5 +7.506E-04h <sup>9</sup> +4 -2.133E-02h <sup>8</sup> +3 +2.991E-01h <sup>7</sup> +2 -1.540E+00h <sup>6</sup> +1 +1.358E+01
Z3 HCL	2.070E+00	1.921E+00	2.092E+00	2.817E+00	3.303E+00	3.942E+00	4.665E+00	5.630E+00	6.566E+00	6.566E+00	Y = -8.628E-06h <sup>10</sup> +5 +7.144E-04h <sup>9</sup> +4 -2.236E-02h <sup>8</sup> +3 +3.325E-01h <sup>7</sup> +2 -2.156E+00h <sup>6</sup> +1 +6.733E+00
Z10 HCL	1.960E+01	1.000E+01	1.840E+01	2.245E+01	2.916E+01	3.363E+01	3.897E+01	4.297E+01	5.063E+01	5.063E+01	Y = -1.093E-04h <sup>10</sup> +5 +9.215E-03h <sup>9</sup> +4 -2.920E-01h <sup>8</sup> +3 +4.277E+00h <sup>7</sup> +2 -2.660E+01h <sup>6</sup> +1 +6.814E+01
Z15 HCL	8.154E+00	1.033E+01	1.105E+01	1.332E+01	2.245E+01	1.902E+01	1.658E+01	2.858E+01	3.431E+01	3.431E+01	Y = -4.469E-05h <sup>10</sup> +5 +3.981E-03h <sup>9</sup> +4 -1.765E-01h <sup>8</sup> +3 +1.761E+00h <sup>7</sup> +2 -9.583E+00h <sup>6</sup> +1 +2.480E+01
Z20 HCL	1.895E+01	1.898E+01	2.243E+01	2.295E+01	2.392E+01	2.595E+01	3.192E+01	3.063E+01	3.063E+01	3.119E+01	Y = -3.653E-05h <sup>10</sup> +5 +2.439E-03h <sup>9</sup> +4 -5.965E-02h <sup>8</sup> +3 +6.691E-01h <sup>7</sup> +2 -2.892E+00h <sup>6</sup> +1 +2.293E+01
Z25 HCL	1.020E+01	1.019E+01	1.731E+01	1.890E+01	2.472E+01	2.357E+01	2.726E+01	2.337E+01	2.325E+01	2.337E+01	Y = -2.337E-05h <sup>10</sup> +5 +2.126E-03h <sup>9</sup> +4 -7.126E-02h <sup>8</sup> +3 +1.109E+00h <sup>7</sup> +2 -5.882E+00h <sup>6</sup> +1 +1.956E+01

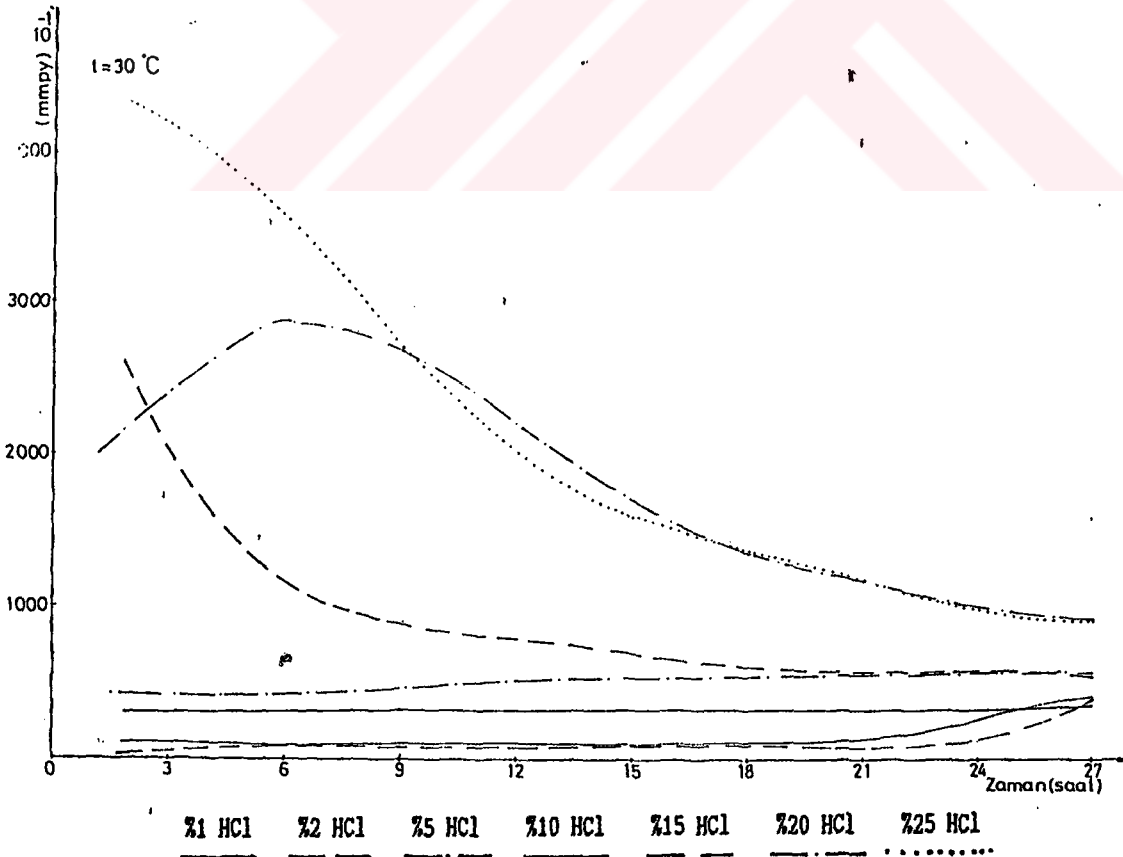
CİZELGE 3.57 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU HCL KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA Z92 Cu - 26.10 Sn - 21.80 Zn İÇEREN LEVHA HALINDEKİ BAKIR ALASİMİNİN KOROZYON MİKTARI (mm/y) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİ ELDE EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A N A N (Saat, h)										KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
Z1 HCL	3.163E+01	3.269E+01	3.284E+01	3.273E+01	3.281E+01	3.277E+01	3.281E+01	3.280E+01	3.600E+01	3.600E+01	Y = +2.851E-05h <sup>10</sup> +5 -2.042E-03h <sup>9</sup> +4 +5.498E-02h <sup>8</sup> +3 -6.873E-01h <sup>7</sup> +2 +3.926E+00h <sup>6</sup> +1 +2.459E+01
Z2 HCL	2.006E+02	1.174E+02	9.015E+01	7.640E+01	6.846E+01	6.177E+01	5.870E+01	5.574E+01	5.511E+01	5.511E+01	Y = -3.263E-04h <sup>10</sup> +5 +2.744E-02h <sup>9</sup> +4 -8.852E-01h <sup>8</sup> +3 +1.378E+01h <sup>7</sup> +2 -1.070E+02h <sup>6</sup> +1 +4.202E+02
Z5 HCL	4.219E+01	4.070E+01	4.759E+01	5.045E+01	5.323E+01	5.439E+01	5.608E+01	5.651E+01	5.710E+01	5.710E+01	Y = -8.286E-05h <sup>10</sup> +5 +6.628E-03h <sup>9</sup> +4 -1.979E-01h <sup>8</sup> +3 +2.660E+00h <sup>7</sup> +2 -1.440E+01h <sup>6</sup> +1 +6.635E+01
Z10 HCL	1.045E+01	1.068E+01	1.065E+01	1.077E+01	1.073E+01	1.080E+01	1.085E+01	1.085E+01	4.162E+01	4.162E+01	Y = -9.302E-05h <sup>10</sup> +5 +7.333E-03h <sup>9</sup> +4 -2.036E-01h <sup>8</sup> +3 +2.463E+00h <sup>7</sup> +2 -1.264E+01h <sup>6</sup> +1 +3.160E+01
Z15 HCL	6.737E+00	7.800E+00	8.065E+00	8.202E+00	8.091E+00	7.965E+00	8.138E+00	1.290E+01	4.237E+01	4.237E+01	Y = +1.361E-04h <sup>10</sup> +5 -8.931E-03h <sup>9</sup> +4 +2.188E-01h <sup>8</sup> +3 -2.461E+00h <sup>7</sup> +2 +1.243E+01h <sup>6</sup> +1 -1.397E+01
Z20 HCL	2.412E+02	2.817E+02	2.806E+02	2.105E+02	1.684E+02	1.403E+02	1.203E+02	1.052E+02	9.354E+01	9.354E+01	Y = -6.008E-03h <sup>10</sup> +5 +4.192E-01h <sup>9</sup> +4 -9.922E+00h <sup>8</sup> +3 +8.114E+01h <sup>7</sup> +2 +7.523E+01
Z25 HCL	4.188E+02	3.547E+02	2.693E+02	2.020E+02	1.616E+02	1.347E+02	1.154E+02	1.010E+02	8.978E+01	8.978E+01	Y = +4.605E-04h <sup>10</sup> +5 -3.739E-02h <sup>9</sup> +4 +1.115E+00h <sup>8</sup> +3 -1.418E+01h <sup>7</sup> +2 +5.091E+01h <sup>6</sup> +1 +3.655E+02



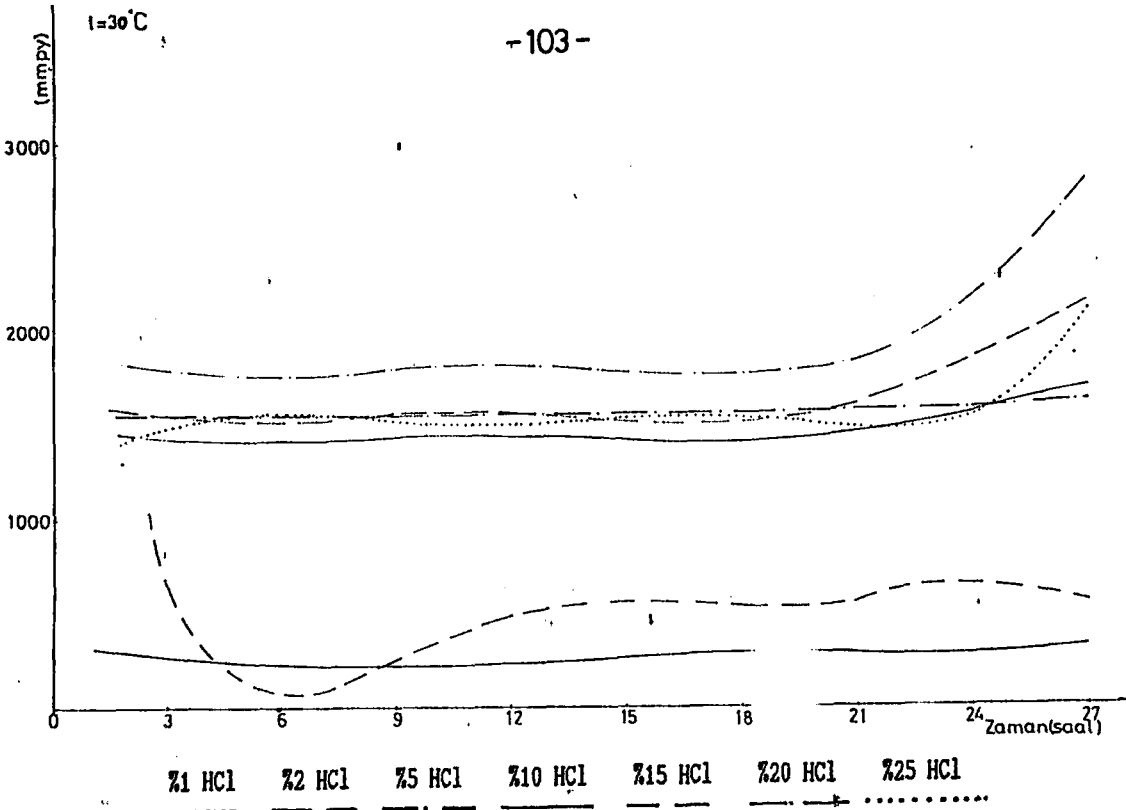


Sekil 3.51 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.50 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

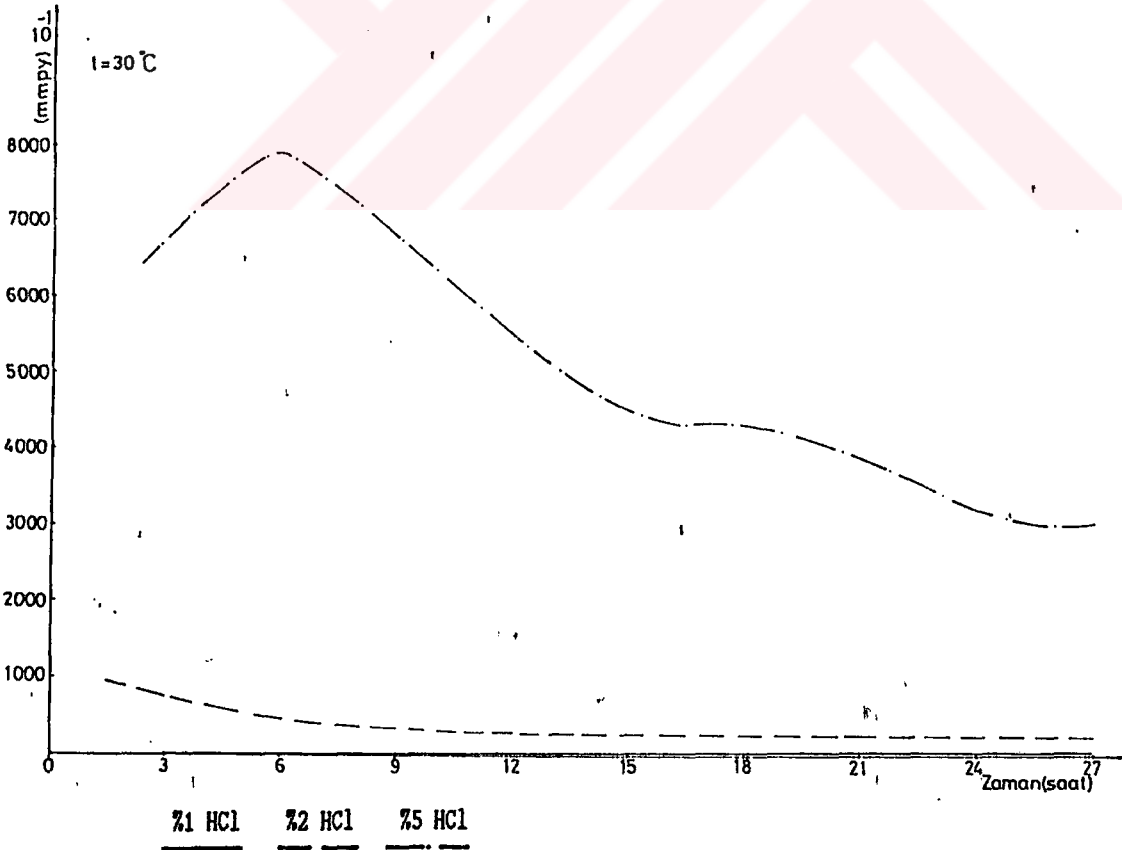


Sekil 3.52 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.51 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$





Sekil 3.53 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1,50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.52 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



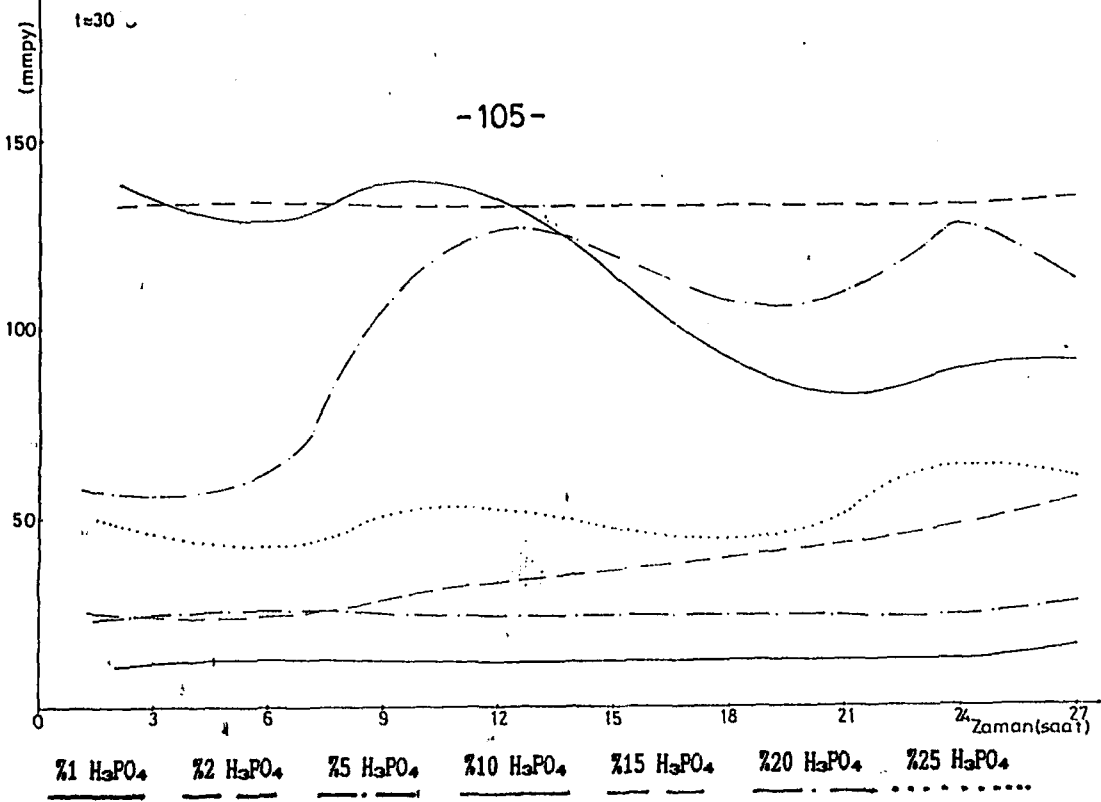
Sekil 3.54 Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.53 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCl çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 2.99 HAVALANDIRILMIŞ AGİRELİKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> KORÖZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRELİKA 265 Cu - K25 Zn İÇEREN SARI PİRLİNC ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

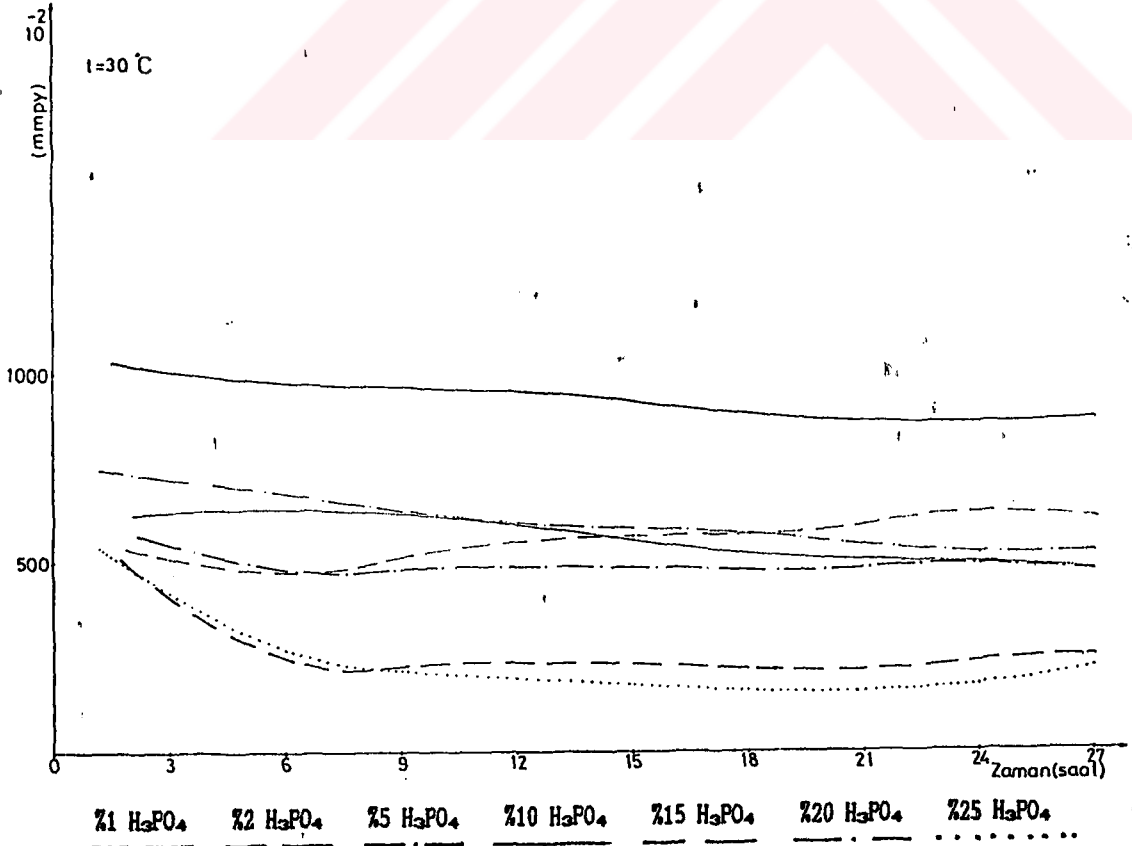
AGİRELİKA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat.h)										KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ				
	3	6	9	12	15	18	21	24	27						
X1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.244E-01	1.245E-01	1.245E-01	1.214E-01	1.170E-01	1.266E-01	1.245E-01	1.214E-01	1.563E-01	Y = +3.598E-07h <sup>10</sup> +5	-2.511E-05h <sup>9</sup> +4	+6.656E-04h <sup>8</sup> +3	-7.946E-03h <sup>7</sup> +2	+4.087E-02h <sup>6</sup> +1	+5.588E-02
X2 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.332E+00	1.338E+00	1.316E+00	1.317E+00	1.324E+00	1.324E+00	1.323E+00	1.323E+00	1.342E+00	Y = +1.718E-07h <sup>10</sup> +5	-1.225E-05h <sup>9</sup> +4	+3.251E-04h <sup>8</sup> +3	-3.897E-03h <sup>7</sup> +2	+1.943E-02h <sup>6</sup> +1	+1.302E+00
X3 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.490E-01	2.552E-01	2.448E-01	2.521E-01	2.390E-01	2.628E-01	2.472E-01	2.628E-01	2.781E-01	Y = +3.027E-07h <sup>10</sup> +5	-2.185E-05h <sup>9</sup> +4	+5.908E-04h <sup>8</sup> +3	-7.304E-03h <sup>7</sup> +2	+3.916E-02h <sup>6</sup> +1	+1.823E-01
X10 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.332E+00	1.326E+00	1.353E+00	1.363E+00	1.111E+00	9.421E-01	6.217E-01	8.731E-01	9.130E-01	Y = -4.535E-06h <sup>10</sup> +5	+3.492E-04h <sup>9</sup> +4	-9.659E-03h <sup>8</sup> +3	+1.150E-01h <sup>7</sup> +2	-5.750E-01h <sup>6</sup> +1	+2.269E+00
X15 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.490E-01	2.428E-01	2.947E-01	3.175E-01	3.685E-01	4.005E-01	4.233E-01	4.809E-01	5.423E-01	Y = -3.611E-07h <sup>10</sup> +5	+3.112E-05h <sup>9</sup> +4	-9.875E-04h <sup>8</sup> +3	+1.424E-02h <sup>7</sup> +2	-7.946E-02h <sup>6</sup> +1	+3.839E-01
X20 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5.603E-01	5.603E-01	1.204E+00	1.155E+00	1.126E+00	1.106E+00	1.186E+00	1.177E+00	1.152E+00	Y = -8.569E-06h <sup>10</sup> +5	+6.522E-04h <sup>9</sup> +4	-1.612E-02h <sup>8</sup> +3	+2.205E-01h <sup>7</sup> +2	-1.065E-00h <sup>6</sup> +1	+2.207E+00
X25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4.482E-01	4.482E-01	4.980E-01	4.949E-01	5.354E-01	5.816E-01	5.816E-01	5.992E-01	6.114E-01	Y = -3.271E-06h <sup>10</sup> +5	+2.401E-04h <sup>9</sup> +4	-6.397E-03h <sup>8</sup> +3	+7.533E-02h <sup>7</sup> +2	-3.741E-01h <sup>6</sup> +1	+1.055E+00

CİZELGE 3.99 HAVALANDIRILMIŞ AGİRELİKA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> KORÖZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AGİRELİKA 261 Cu - K20 66 Zn - K18.10 Ni - K0.04 Pb İÇEREN YENİ GİBİS (ALPAKA) ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİN EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AGİRELİKA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat.h)										KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ				
	3	6	9	12	15	18	21	24	27						
X1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.003E+00	9.834E-01	9.595E-01	9.476E-01	9.378E-01	8.944E-01	8.634E-01	8.759E-01	8.785E-01	Y = -3.323E-07h <sup>10</sup> +5	+2.759E-05h <sup>9</sup> +4	-8.232E-04h <sup>8</sup> +3	+1.075E-02h <sup>7</sup> +2	-6.560E-02h <sup>6</sup> +1	+1.125E+00
X2 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4.038E-01	2.695E-01	2.084E-01	2.475E-01	2.266E-01	2.106E-01	2.251E-01	2.263E-01	2.518E-01	Y = -9.806E-07h <sup>10</sup> +5	+8.259E-05h <sup>9</sup> +4	-2.623E-03h <sup>8</sup> +3	+3.902E-02h <sup>7</sup> +2	-2.712E-01h <sup>6</sup> +1	+9.353E-01
X5 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5.471E-01	4.819E-01	4.863E-01	4.852E-01	4.819E-01	4.856E-01	4.856E-01	4.790E-01	4.868E-01	Y = -6.602E-07h <sup>10</sup> +5	+5.233E-05h <sup>9</sup> +4	-1.562E-03h <sup>8</sup> +3	+2.171E-02h <sup>7</sup> +2	-1.389E-01h <sup>6</sup> +1	+8.075E-01
X10 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	6.382E-01	6.382E-01	6.426E-01	5.894E-01	5.949E-01	5.384E-01	4.931E-01	5.015E-01	4.776E-01	Y = -2.963E-07h <sup>10</sup> +5	+1.989E-05h <sup>9</sup> +4	-4.374E-04h <sup>8</sup> +3	+3.159E-03h <sup>7</sup> +2	-6.427E-03h <sup>6</sup> +1	+6.387E-01
X15 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5.080E-01	4.949E-01	4.863E-01	5.829E-01	5.470E-01	5.753E-01	6.047E-01	6.268E-01	6.194E-01	Y = -1.072E-06h <sup>10</sup> +5	+8.259E-05h <sup>9</sup> +4	-2.371E-03h <sup>8</sup> +3	+3.108E-02h <sup>7</sup> +2	-1.735E-01h <sup>6</sup> +1	+8.115E-01
X20 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	7.294E-01	6.773E-01	6.512E-01	6.057E-01	5.757E-01	5.970E-01	5.284E-01	5.253E-01	5.253E-01	Y = +4.272E-07h <sup>10</sup> +5	-3.045E-05h <sup>9</sup> +4	+7.828E-04h <sup>8</sup> +3	-8.509E-03h <sup>7</sup> +2	+2.458E-02h <sup>6</sup> +1	+7.114E-01
X25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	4.168E-01	2.670E-01	2.171E-01	1.889E-01	1.745E-01	1.650E-01	1.563E-01	1.693E-01	2.208E-01	Y = -3.973E-07h <sup>10</sup> +5	+3.712E-05h <sup>9</sup> +4	-1.293E-03h <sup>8</sup> +3	+2.142E-02h <sup>7</sup> +2	-1.760E-01h <sup>6</sup> +1	+7.851E-01



Sekil 3.55 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.54 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



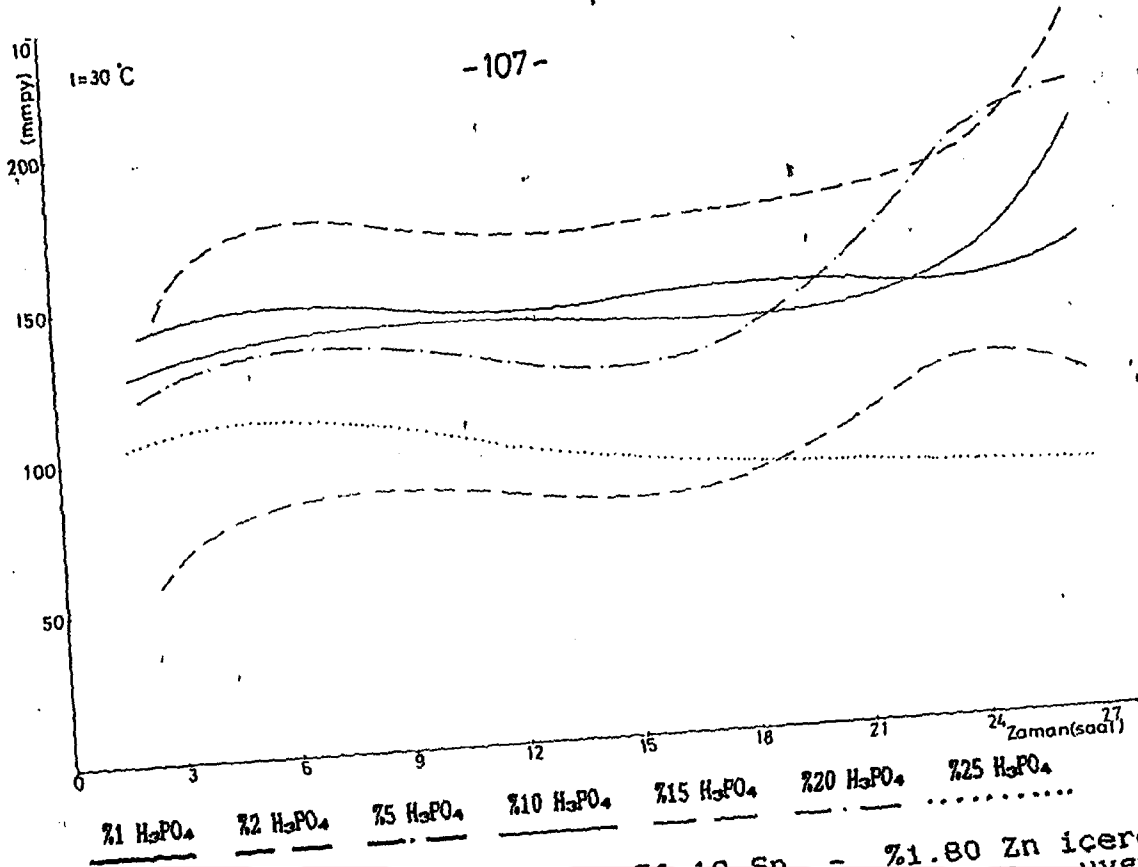
Sekil 3.56 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.55 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon

CİZELGE 3.67 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn İÇEREN LEVHA HALINDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORUZYON HİKTARİ (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORUZYON HİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

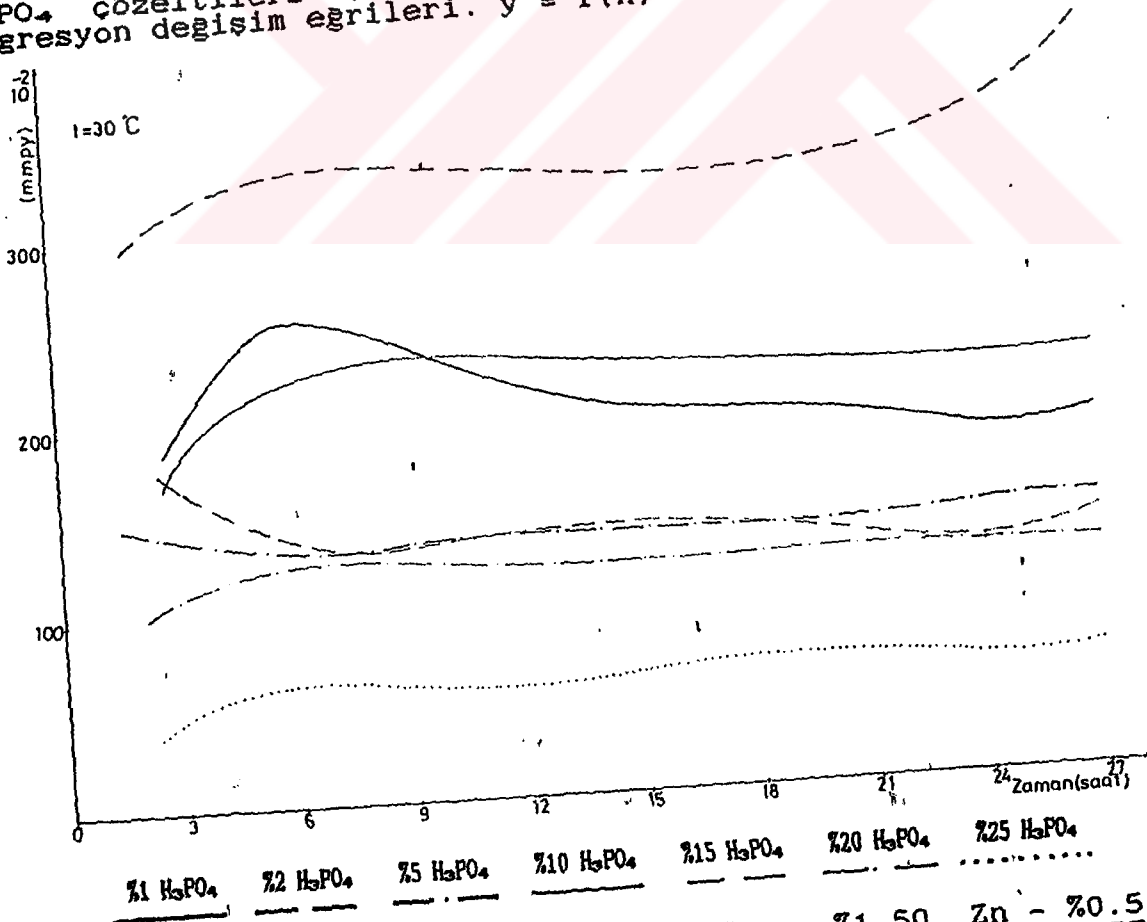
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)											KORUZYON HİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27					
Z1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.359E+00	1.501E+00	1.410E+00	1.434E+00	1.497E+00	1.433E+00	1.460E+00	1.465E+00	1.555E+00	1.789E-04	+5.079E-03	-6.608E-02	+3.845E-01	+6.761E-01
Z2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.537E+00	1.796E+00	1.638E+00	1.729E+00	1.708E+00	1.701E+00	1.710E+00	1.905E+00	2.259E+00	-2.286E-04	+6.576E-03	-8.843E-02	+5.391E-01	+5.600E-01
Z5 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.251E+00	1.403E+00	1.269E+00	1.242E+00	1.287E+00	1.301E+00	1.493E+00	1.977E+00	2.043E+00	-3.304E-03	+2.304E-03	+2.492E-02	-5.096E-02	+1.273E+00
Z10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.322E+00	1.421E+00	1.346E+00	1.425E+00	1.405E+00	1.331E+00	1.381E+00	1.535E+00	1.936E+00	-4.568E-05	+1.095E-03	-1.404E-02	+9.450E-02	+1.145E+00
Z15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6.611E-01	8.577E-01	8.510E-01	7.863E-01	8.327E-01	8.458E-01	9.496E-01	1.224E+00	1.106E+00	+1.105E-04	-1.931E-03	+7.474E-03	+6.881E-02	+4.388E-01
Z20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2.144E+00	2.822E+00	3.068E+00	2.770E+00	2.520E+00	2.460E+00	2.341E+00	2.256E+00	2.210E+00	-2.039E-04	+7.666E-03	-1.371E-01	+1.087E+00	+9.843E-02
Z25 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.090E+00	1.108E+00	1.078E+00	9.471E-01	9.578E-01	8.696E-01	8.654E-01	8.443E-01	8.200E-01	-4.995E-05	+1.671E-03	-2.549E-02	+1.536E-01	+8.144E-01

CİZELGE 3.68 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. KORUZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb İÇEREN CUBUK SEKİLDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORUZYON HİKTARİ (mmpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEYSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORUZYON HİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)											KORUZYON HİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27					
Z1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.950E+00	2.552E+00	2.316E+00	2.258E+00	1.977E+00	1.978E+00	1.865E+00	1.859E+00	1.857E+00	+5.652E-06	-4.681E-04	+1.470E-02	-2.146E-01	+1.382E+00
Z2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3.138E+00	3.260E+00	3.443E+00	3.218E+00	3.245E+00	3.280E+00	3.289E+00	3.496E+00	3.934E+00	+1.004E-06	-7.578E-05	+2.444E-03	-3.955E-02	+2.962E-01
Z5 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.417E+00	1.356E+00	1.341E+00	1.333E+00	1.444E+00	1.356E+00	1.345E+00	1.438E+00	1.430E+00	-1.164E-06	+9.435E-05	-2.846E-03	+3.940E-02	-2.423E-01
Z10 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.813E+00	2.232E+00	2.283E+00	2.361E+00	2.188E+00	2.239E+00	2.185E+00	2.197E+00	2.206E+00	+1.066E-06	-9.708E-05	+3.483E-03	-6.091E-02	+5.032E-01
Z15 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.706E+00	1.379E+00	1.356E+00	1.386E+00	1.380E+00	1.374E+00	1.327E+00	1.190E+00	1.351E+00	+3.449E-07	+6.826E-06	-1.348E-03	+3.589E-02	-3.449E-01
Z20 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.127E+00	1.234E+00	1.280E+00	1.219E+00	1.191E+00	1.219E+00	1.234E+00	1.198E+00	1.198E+00	+1.013E-06	-8.635E-05	+2.772E-03	-4.124E-02	+2.759E-01
Z25 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5.791E-01	6.398E-01	5.992E-01	5.713E-01	6.399E-01	6.703E-01	6.377E-01	6.360E-01	6.415E-01	+2.339E-06	-1.785E-04	+4.998E-03	-6.256E-02	+3.392E-01



Sekil 3.57 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.56 ya uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Sekil 3.58 Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.57 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

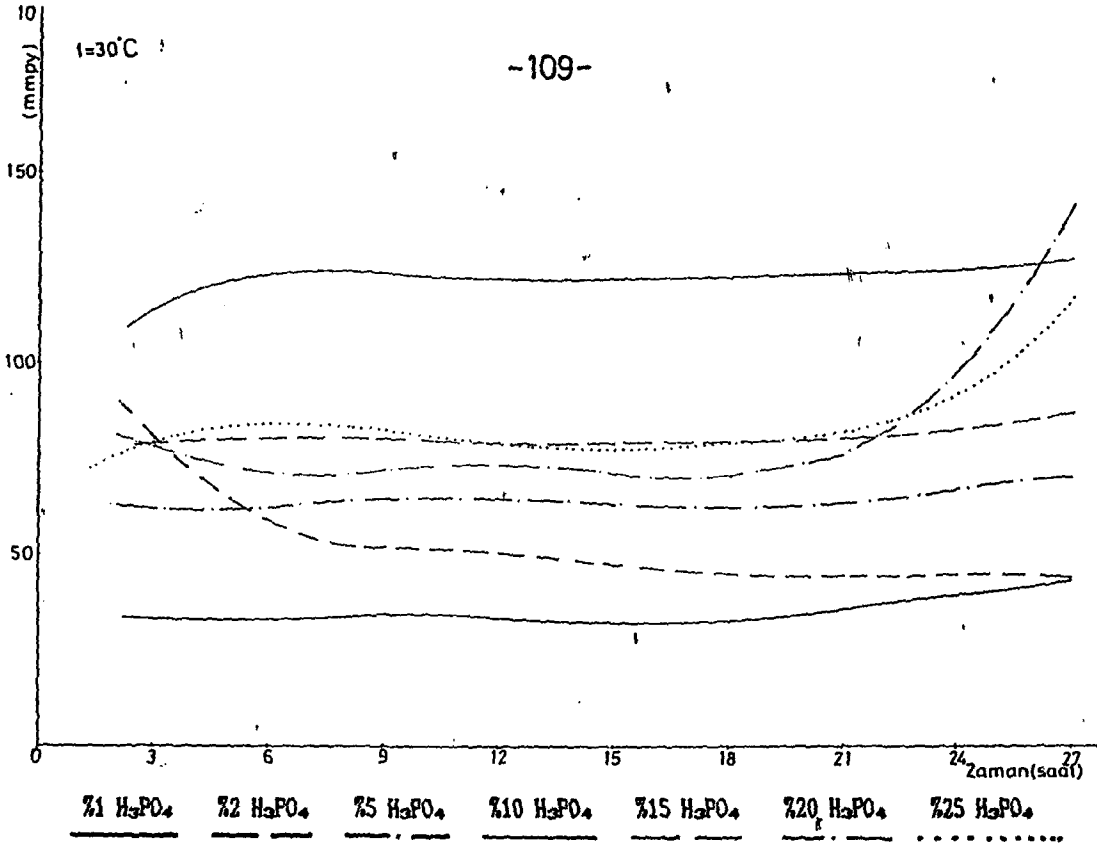
CİZELGE 3.58 HAVALARDAKİ AĞIRLIK FAKTLİ YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O. KORUZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 589 AL - 59.40 Cu - 52.10 SI İÇEREN ALUMİNYUM ALAŞIMININ KORUZYON MİKTARI (mmp) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİN ELDE EDİLEN KORUZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat,h)										KORUZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 H <sub>2</sub> O	3.280E+00	3.384E+00	3.377E+00	3.311E+00	3.305E+00	3.363E+00	3.334E+00	4.085E+00	4.364E+00	4.364E+00	Y = -5.072E-06h <sup>10</sup> +5.3.672E-04h <sup>9</sup> +9.359E-03h <sup>8</sup> +3.1.026E-01h <sup>7</sup> +2.4.642E-01h <sup>6</sup> +1.3.996E+00
22 H <sub>2</sub> O	8.013E+00	5.896E+00	5.370E+00	4.889E+00	4.783E+00	4.595E+00	4.472E+00	4.536E+00	4.516E+00	4.516E+00	Y = -1.029E-05h <sup>10</sup> +8.465E-04h <sup>9</sup> +2.652E-02h <sup>8</sup> +3.976E-01h <sup>7</sup> +2.2.942E+00h <sup>6</sup> +1.1.393E+01
25 H <sub>2</sub> O	6.269E+00	6.249E+00	6.436E+00	6.394E+00	6.319E+00	6.339E+00	6.353E+00	6.721E+00	7.026E+00	7.026E+00	Y = -5.121E-06h <sup>10</sup> +3.909E-04h <sup>9</sup> +1.071E-02h <sup>8</sup> +3.1.282E-01h <sup>7</sup> +2.6.366E-01h <sup>6</sup> +1.7.292E+00
210 H <sub>2</sub> O	1.142E+01	1.239E+01	1.233E+01	1.222E+01	1.231E+01	1.226E+01	1.227E+01	1.252E+01	1.273E+01	1.273E+01	Y = +7.564E-06h <sup>10</sup> +6.188E-04h <sup>9</sup> +1.928E-02h <sup>8</sup> +2.2.808E-01h <sup>7</sup> +2.1.869E+00h <sup>6</sup> +1.7.858E+00
215 H <sub>2</sub> O	7.972E+00	8.117E+00	7.903E+00	7.972E+00	8.022E+00	7.944E+00	7.978E+00	8.398E+00	8.752E+00	8.752E+00	Y = +8.417E-08h <sup>10</sup> +5.351E-06h <sup>9</sup> +3.777E-04h <sup>8</sup> +9.426E-03h <sup>7</sup> +7.813E-02h <sup>6</sup> +1.7.832E+00
220 H <sub>2</sub> O	7.847E+00	7.287E+00	7.211E+00	7.276E+00	7.183E+00	7.294E+00	7.403E+00	1.001E+01	1.414E+01	1.414E+01	Y = -8.004E-06h <sup>10</sup> +7.636E-04h <sup>9</sup> +2.426E-02h <sup>8</sup> +3.3.343E-01h <sup>7</sup> +2.2.020E+00h <sup>6</sup> +1.1.154E+01
225 H <sub>2</sub> O	7.931E+00	8.595E+00	7.889E+00	8.146E+00	8.005E+00	7.944E+00	8.043E+00	9.446E+00	1.174E+01	1.174E+01	Y = +8.007E-06h <sup>10</sup> +5.665E-04h <sup>9</sup> +1.597E-02h <sup>8</sup> +3.2.150E-01h <sup>7</sup> +2.1.290E+00h <sup>6</sup> +1.5.641E+00

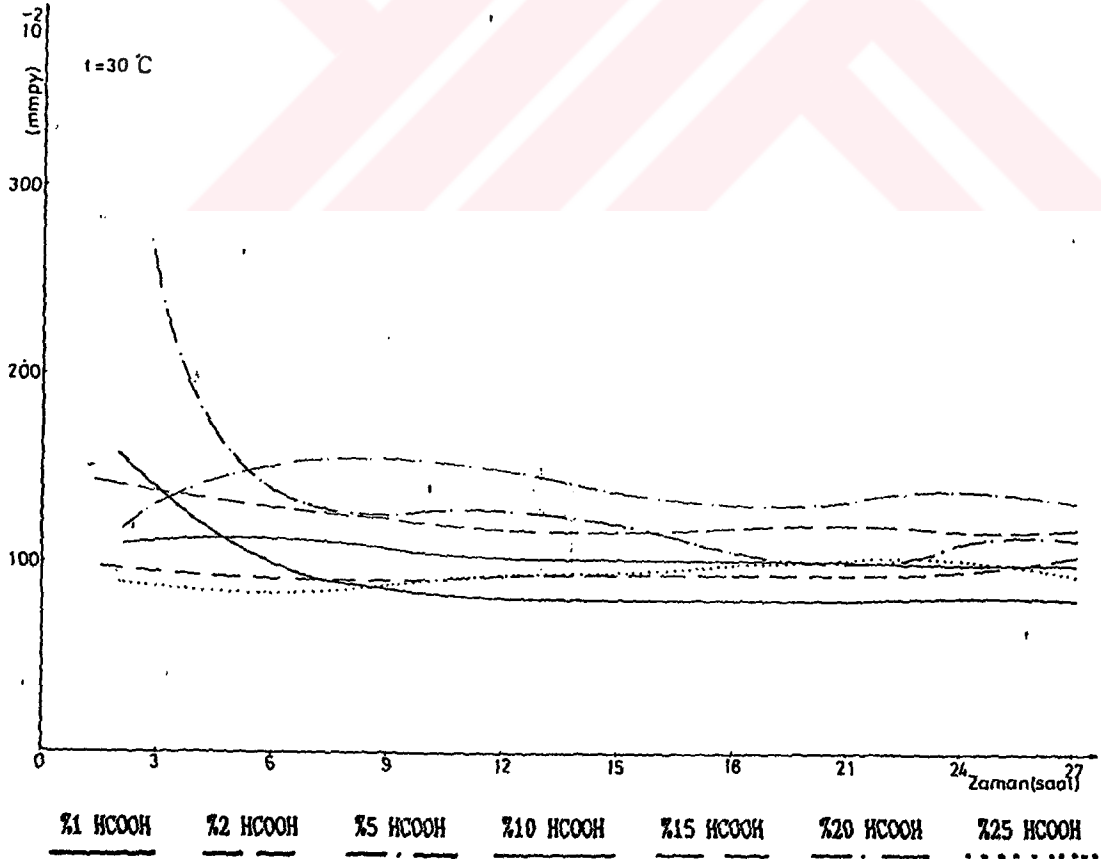
CİZELGE 3.59 HAVALARDAKİ AĞIRLIK FAKTLİ YÜZDE KONSANTRASYONLU H<sub>2</sub>O KORUZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 585 Cu - 525 Zn İÇEREN SAİRİ PİRİNG ALAŞIMININ KORUZYON MİKTARI (mmp) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİN ELDE EDİLEN KORUZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat,h)										KORUZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
21 H <sub>2</sub> O	1.382E+00	9.961E-01	8.640E-01	8.093E-01	8.093E-01	8.217E-01	8.111E-01	8.171E-01	8.190E-01	8.190E-01	Y = -1.024E-06h <sup>10</sup> +8.937E-05h <sup>9</sup> +8.937E-05h <sup>8</sup> +3.049E-03h <sup>7</sup> +5.131E-02h <sup>6</sup> +2.4.318E-01h <sup>5</sup> +1.2.293E+00
22 H <sub>2</sub> O	9.462E-01	9.151E-01	9.255E-01	9.306E-01	9.387E-01	9.421E-01	9.427E-01	9.493E-01	1.046E+00	1.046E+00	Y = +2.648E-07h <sup>10</sup> +1.290E-05h <sup>9</sup> +1.554E-04h <sup>8</sup> +8.560E-04h <sup>7</sup> +2.2.140E-02h <sup>6</sup> +1.9.904E-01
25 H <sub>2</sub> O	2.490E+00	1.376E+00	1.328E+00	1.245E+00	1.121E+00	1.110E+00	1.067E+00	1.041E+00	1.148E+00	1.148E+00	Y = -7.604E-06h <sup>10</sup> +6.283E-04h <sup>9</sup> +1.955E-02h <sup>8</sup> +2.843E-01h <sup>7</sup> +2.1.935E+00h <sup>6</sup> +1.6.226E+00
210 H <sub>2</sub> O	1.121E+00	1.121E+00	1.079E+00	1.030E+00	1.021E+00	1.025E+00	1.016E+00	9.960E-01	9.891E-01	9.891E-01	Y = +9.821E-07h <sup>10</sup> +7.794E-05h <sup>9</sup> +2.282E-03h <sup>8</sup> +2.977E-02h <sup>7</sup> +1.572E-01h <sup>6</sup> +1.8.585E-01
215 H <sub>2</sub> O	1.121E+00	1.289E+00	1.233E+00	1.189E+00	1.170E+00	1.179E+00	1.202E+00	1.180E+00	1.180E+00	1.180E+00	Y = +2.303E-06h <sup>10</sup> +1.863E-04h <sup>9</sup> +5.753E-03h <sup>8</sup> +8.035E-02h <sup>7</sup> +4.926E-01h <sup>6</sup> +1.2.197E-01
220 H <sub>2</sub> O	1.320E+00	1.407E+00	1.755E+00	1.348E+00	1.394E+00	1.336E+00	1.345E+00	1.346E+00	1.339E+00	1.339E+00	Y = -1.436E-06h <sup>10</sup> +8.774E-05h <sup>9</sup> +1.576E-03h <sup>8</sup> +3.372E-03h <sup>7</sup> +2.1.069E-01h <sup>6</sup> +1.9.848E-01
225 H <sub>2</sub> O	8.840E-01	7.968E-01	9.421E-01	9.276E-01	9.139E-01	9.400E-01	1.121E+00	9.602E-01	9.518E-01	9.518E-01	Y = -1.211E-06h <sup>10</sup> +8.899E-05h <sup>9</sup> +8.899E-05h <sup>8</sup> +2.472E-03h <sup>7</sup> +3.194E-02h <sup>6</sup> +1.1.768E-01h <sup>5</sup> +1.1.178E+00





**Sekil 3.59** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.58 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



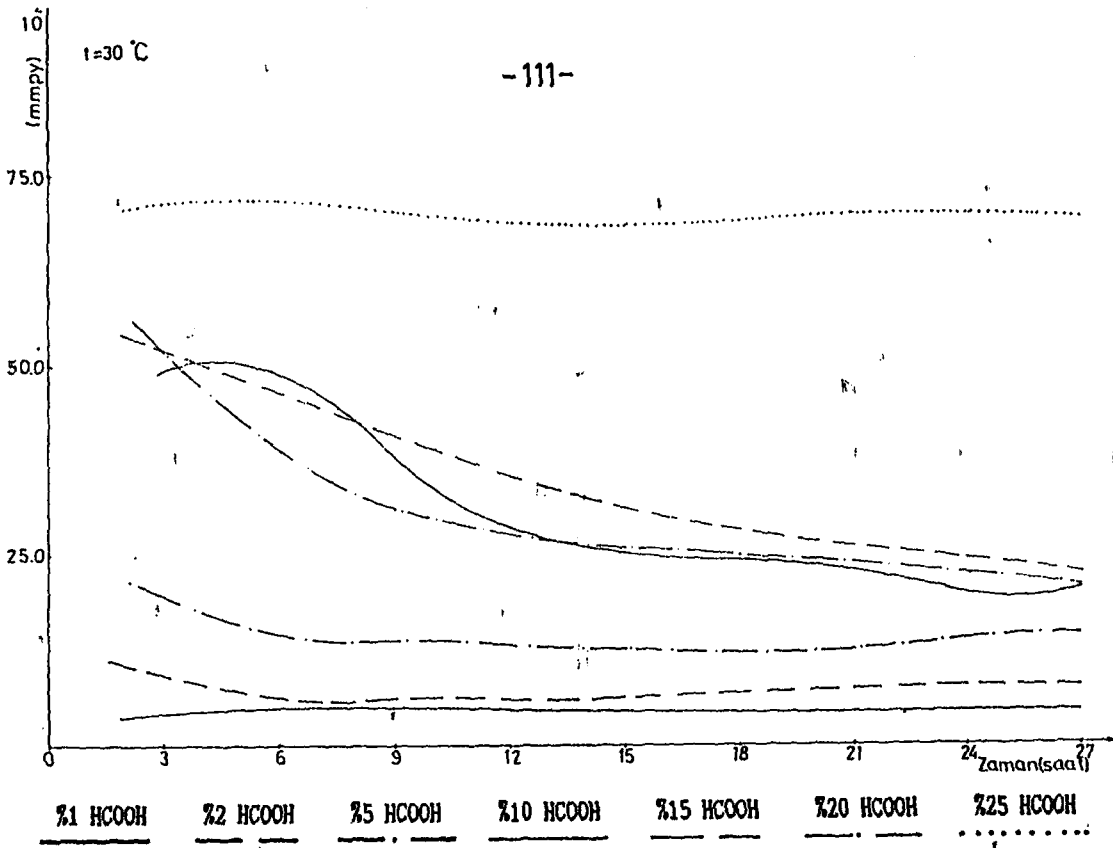
**Sekil 3.60** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.59 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.60 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI TUZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KORÖZYON-ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA AĞIRLIKÇA %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb İÇEREN YENİ GEMİS (ALPARKA) ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

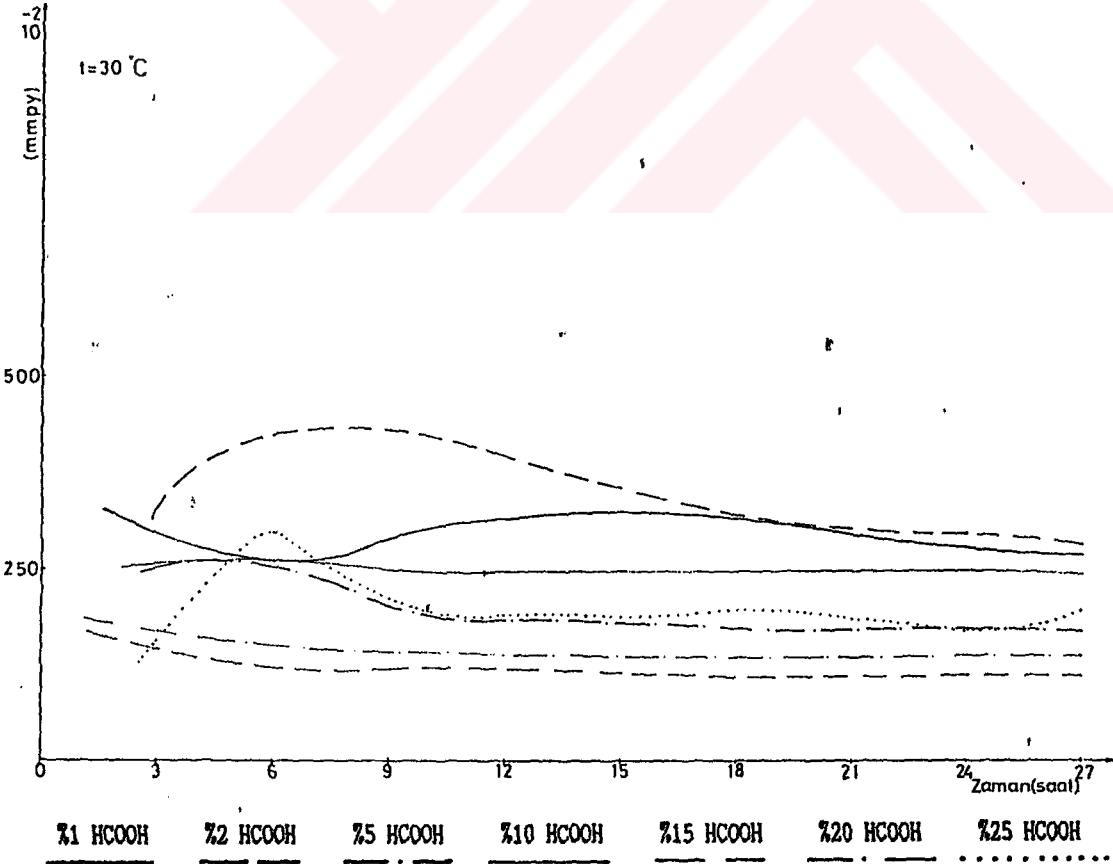
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat.h)										KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
%1 HCOOH	3.907E-02	4.559E-02	5.209E-02	4.559E-02	3.908E-02	3.908E-02	3.907E-02	3.907E-02	3.907E-02	3.907E-02	Y = -5.566E-09h <sup>10</sup> + 3.399E-06h <sup>9</sup> - 5.926E-05h <sup>8</sup> + 6.631E-05h <sup>7</sup> + 4.797E-03h <sup>6</sup> + 1.488E-01
%2 HCOOH	9.117E-02	6.512E-02	6.513E-02	6.186E-02	5.991E-02	7.163E-02	7.257E-02	7.326E-02	7.670E-02	7.670E-02	Y = -6.493E-08h <sup>10</sup> + 5.657E-06h <sup>9</sup> - 1.952E-04h <sup>8</sup> + 3.354E-03h <sup>7</sup> + 2.779E-02h <sup>6</sup> + 1.488E-01
%5 HCOOH	1.954E-01	1.498E-01	1.389E-01	1.302E-01	1.276E-01	1.237E-01	1.247E-01	1.384E-01	1.647E-01	1.647E-01	Y = -3.571E-07h <sup>10</sup> + 2.833E-05h <sup>9</sup> - 8.427E-04h <sup>8</sup> + 1.180E-02h <sup>7</sup> - 7.986E-02h <sup>6</sup> + 1.488E-01
%10 HCOOH	4.949E-01	4.884E-01	3.647E-01	2.996E-01	2.579E-01	2.366E-01	2.214E-01	2.068E-01	2.012E-01	2.012E-01	Y = +1.429E-06h <sup>10</sup> - 1.144E-04h <sup>9</sup> + 3.391E-03h <sup>8</sup> - 4.473E-02h <sup>7</sup> + 2.302E-01h <sup>6</sup> + 1.488E-01
%15 HCOOH	5.210E-01	4.624E-01	4.081E-01	3.484E-01	3.126E-01	2.800E-01	2.624E-01	2.426E-01	2.258E-01	2.258E-01	Y = +7.407E-08h <sup>10</sup> - 7.182E-06h <sup>9</sup> + 2.480E-04h <sup>8</sup> - 3.286E-03h <sup>7</sup> - 1.767E-03h <sup>6</sup> + 1.488E-01
%20 HCOOH	5.210E-01	3.777E-01	3.256E-01	2.638E-01	2.605E-01	2.540E-01	2.363E-01	2.231E-01	2.098E-01	2.098E-01	Y = +2.836E-06h <sup>10</sup> - 2.333E-04h <sup>9</sup> + 6.992E-03h <sup>8</sup> - 9.439E-02h <sup>7</sup> + 1.488E-01
%25 HCOOH	7.164E-01	7.164E-01	6.990E-01	6.903E-01	6.825E-01	6.903E-01	6.903E-01	6.985E-01	6.918E-01	6.918E-01	Y = +1.676E-07h <sup>10</sup> - 1.492E-05h <sup>9</sup> + 4.814E-04h <sup>8</sup> - 6.708E-03h <sup>7</sup> + 3.604E-02h <sup>6</sup> + 1.488E-01

CİZELGE 3.61 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI TUZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KORÖZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SABİT SICAKLIKTA AĞIRLIKÇA %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KORÖZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A H A N (Saat.h)										KORÖZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27		
%1 HCOOH	2.877E+00	2.957E+00	2.263E+00	3.605E+00	3.256E+00	3.065E+00	2.954E+00	2.837E+00	2.682E+00	2.682E+00	Y = -3.437E-06h <sup>10</sup> + 3.223E-04h <sup>9</sup> - 1.116E-02h <sup>8</sup> + 1.705E-01h <sup>7</sup> - 1.070E+00h <sup>6</sup> + 4.965E+00
%2 HCOOH	3.324E+00	4.137E+00	4.533E+00	3.878E+00	3.552E+00	3.225E+00	3.109E+00	2.913E+00	2.825E+00	2.825E+00	Y = -6.575E-05h <sup>10</sup> + 4.755E-03h <sup>9</sup> - 1.193E-01h <sup>8</sup> + 1.119E+00h <sup>7</sup> + 8.916E-01
%5 HCOOH	2.537E+00	2.037E+00	1.936E+00	1.805E+00	1.787E+00	1.751E+00	1.731E+00	1.700E+00	1.690E+00	1.690E+00	Y = -1.982E-06h <sup>10</sup> + 1.659E-04h <sup>9</sup> - 5.325E-03h <sup>8</sup> + 8.233E-02h <sup>7</sup> - 6.317E-01h <sup>6</sup> + 3.824E+00
%10 HCOOH	2.591E+00	2.073E+00	2.115E+00	1.894E+00	2.001E+00	1.981E+00	2.001E+00	1.966E+00	1.950E+00	1.950E+00	Y = -2.101E-06h <sup>10</sup> + 1.742E-04h <sup>9</sup> - 5.575E-03h <sup>8</sup> + 8.607E-02h <sup>7</sup> - 6.450E-01h <sup>6</sup> + 3.883E+00
%15 HCOOH	1.465E+00	1.206E+00	1.203E+00	1.162E+00	1.161E+00	1.120E+00	1.116E+00	1.117E+00	1.112E+00	1.112E+00	Y = -2.165E-06h <sup>10</sup> + 1.748E-04h <sup>9</sup> - 5.305E-03h <sup>8</sup> + 7.493E-02h <sup>7</sup> - 4.937E-01h <sup>6</sup> + 2.405E+00
%20 HCOOH	1.680E+00	1.492E+00	1.430E+00	1.398E+00	1.372E+00	1.346E+00	1.399E+00	1.358E+00	1.362E+00	1.362E+00	Y = -7.245E-07h <sup>10</sup> + 5.503E-05h <sup>9</sup> - 1.620E-03h <sup>8</sup> + 2.411E-02h <sup>7</sup> - 1.948E-01h <sup>6</sup> + 2.085E+00
%25 HCOOH	1.573E+00	2.278E+00	2.091E+00	1.943E+00	1.930E+00	1.844E+00	1.818E+00	1.803E+00	1.954E+00	1.954E+00	Y = +8.862E-06h <sup>10</sup> - 7.060E-04h <sup>9</sup> + 2.119E-02h <sup>8</sup> - 2.944E-01h <sup>7</sup> + 1.825E+00h <sup>6</sup> - 1.786E+00



Sekil 3.61 Ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının çizelge 3.60 a uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



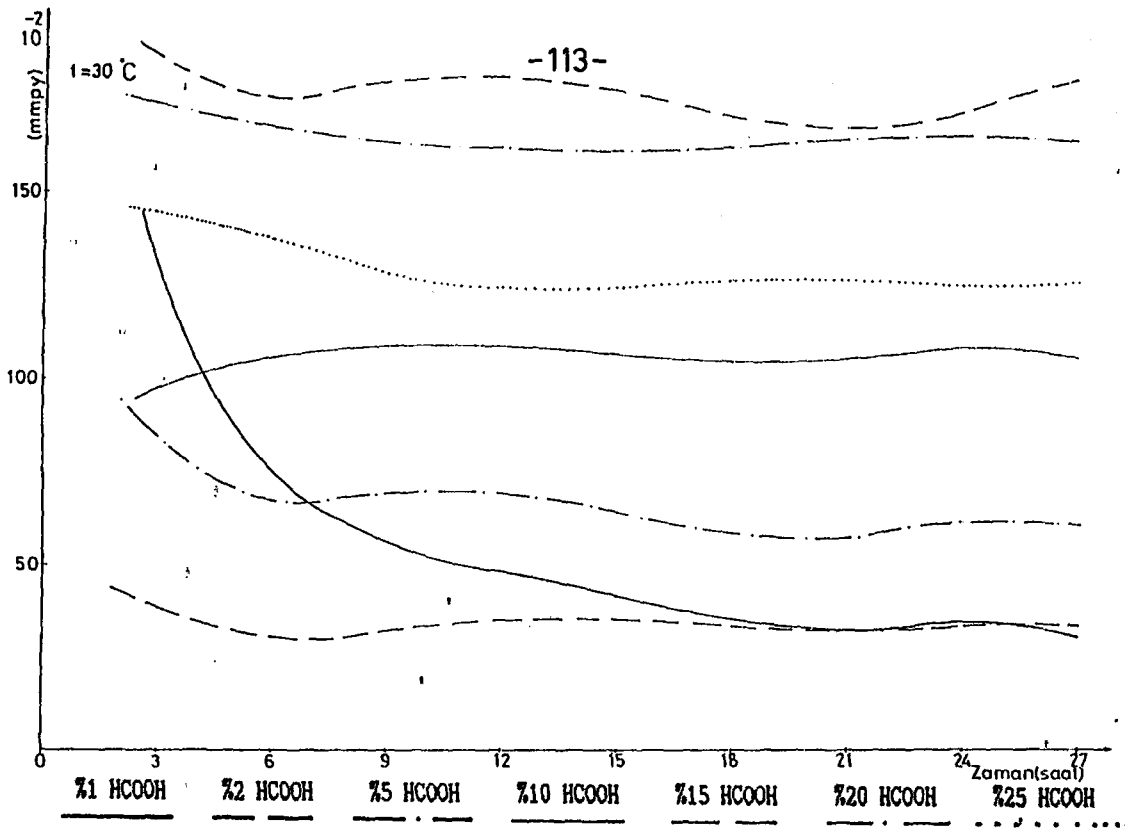
Sekil 3.62 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.61 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

CİZELGE 3.62 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 G SAHIT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 288 CU - 210 SN - 21.50 Zn - 20.5 Pb İCEREN CUBUK SEKILINDAKI BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mmp) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİ ELDİ EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

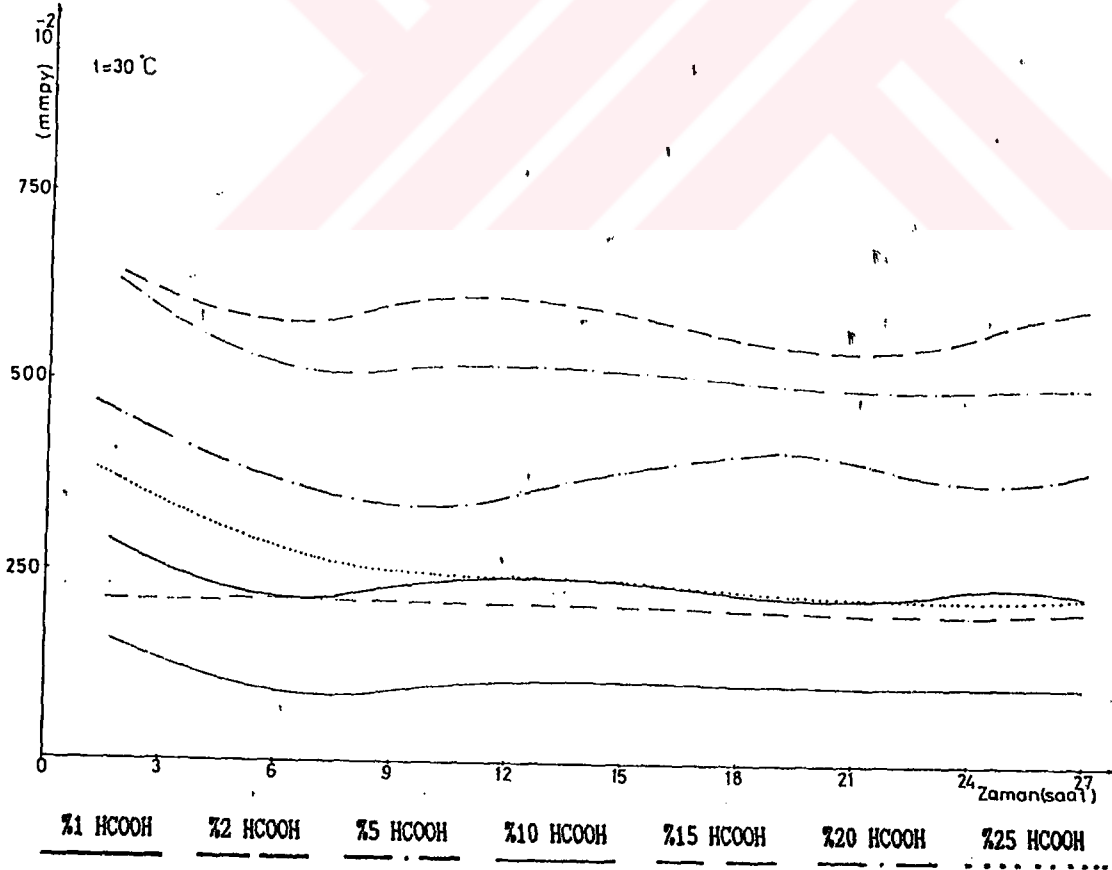
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)											KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
Z1 HCOOH	1.310E+00	7.694E-01	5.632E-01	4.761E-01	3.991E-01	3.656E-01	3.373E-01	3.275E-01	3.064E-01	Y = -2.105E-06t <sup>2</sup> +5.1.748E-04t <sup>2</sup> +4-5.584E-03t <sup>2</sup> +3+8.660E-02t <sup>2</sup> +2-6.795E-01t <sup>2</sup> +1+2.712E+00		
Z2 HCOOH	3.809E-01	3.048E-01	3.402E-01	3.390E-01	3.534E-01	3.402E-01	3.352E-01	3.237E-01	3.419E-01	Y = -7.380E-07t <sup>2</sup> +6.276E-05t <sup>2</sup> +4-1.988E-03t <sup>2</sup> +3+2.865E-02t <sup>2</sup> +2-1.807E-01t <sup>2</sup> +1+7.146E-01		
Z5 HCOOH	8.377E-01	6.854E-01	6.904E-01	7.198E-01	6.094E-01	6.043E-01	5.854E-01	5.979E-01	6.077E-01	Y = -2.498E-06t <sup>2</sup> +5.1.964E-04t <sup>2</sup> +4-5.714E-03t <sup>2</sup> +3+7.547E-02t <sup>2</sup> +2-4.500E-01t <sup>2</sup> +1+1.653E+00		
Z10 HCOOH	9.748E-01	1.051E+00	1.107E+00	1.104E+00	1.048E+00	1.036E+00	1.095E+00	1.057E+00	1.061E+00	Y = -5.585E-07t <sup>2</sup> +3.528E-05t <sup>2</sup> +4-6.966E-04t <sup>2</sup> +3+3.164E-03t <sup>2</sup> +2+3.193E-02t <sup>2</sup> +1+8.643E-01		
Z15 HCOOH	1.843E+00	1.767E+00	1.782E+00	1.771E+00	1.767E+00	1.790E+00	1.554E+00	1.763E+00	1.772E+00	Y = -1.857E-06t <sup>2</sup> +5.1.532E-04t <sup>2</sup> +4-4.611E-03t <sup>2</sup> +3+6.177E-02t <sup>2</sup> +2-3.602E-01t <sup>2</sup> +1+2.490E+00		
Z20 HCOOH	1.737E+00	1.645E+00	1.701E+00	1.561E+00	1.642E+00	1.584E+00	1.667E+00	1.619E+00	1.630E+00	Y = -1.015E-07t <sup>2</sup> +5.4.993E-06t <sup>2</sup> +4-1.162E-04t <sup>2</sup> +3+2.018E-03t <sup>2</sup> +2-3.070E-02t <sup>2</sup> +1+1.807E+00		
Z25 HCOOH	1.447E+00	1.386E+00	1.259E+00	1.276E+00	1.231E+00	1.252E+00	1.273E+00	1.247E+00	1.258E+00	Y = +1.054E-06t <sup>2</sup> +5-8.075E-05t <sup>2</sup> +4+2.227E-03t <sup>2</sup> +3-2.578E-02t <sup>2</sup> +2+9.903E-02t <sup>2</sup> +1+1.328E+00		

CİZELGE 3.63 HAVALANDIRILMIS AĞIRLIKÇA FARKLI YUZDE KONSANTRASYONLU HCOOH KOROZYON ORTAMLARINDA, T=30 C SAHIT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA 288 AL - 28.40 CU - 20.25 NI - 21.20 Zn - 22.10 SI İCEREN ALUMINYUM ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI (mmp) DEĞİŞİMLERİ VE BU DEĞİŞİMLERİ ELDİ EDİLEN KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat, h)											KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ
	3	6	9	12	15	18	21	24	27			
Z1 HCOOH	2.574E+00	2.180E+00	2.353E+00	2.450E+00	2.375E+00	2.187E+00	2.367E+00	2.227E+00	2.274E+00	Y = -7.331E-06t <sup>2</sup> +5.5.811E-04t <sup>2</sup> +4-1.709E-02t <sup>2</sup> +3+2.277E-01t <sup>2</sup> +2-1.330E+00t <sup>2</sup> +1+4.944E+00		
Z2 HCOOH	6.104E+00	5.937E+00	5.965E+00	5.927E+00	5.971E+00	5.924E+00	4.882E+00	5.912E+00	5.951E+00	Y = -8.642E-06t <sup>2</sup> +5.7.047E-04t <sup>2</sup> +4-2.086E-02t <sup>2</sup> +3+2.724E-01t <sup>2</sup> +2-1.526E+00t <sup>2</sup> +1+8.791E+00		
Z5 HCOOH	4.235E+00	3.903E+00	3.003E+00	3.820E+00	3.845E+00	4.034E+00	3.856E+00	3.841E+00	3.857E+00	Y = +7.028E-06t <sup>2</sup> +5-4.744E-04t <sup>2</sup> +4+1.080E-02t <sup>2</sup> +3-8.853E-02t <sup>2</sup> +2+9.885E-02t <sup>2</sup> +1+4.517E+00		
Z10 HCOOH	1.328E+00	8.927E-01	9.964E-01	1.038E+00	1.013E+00	1.107E+00	1.020E+00	1.007E+00	1.029E+00	Y = -3.421E-06t <sup>2</sup> +5.2.885E-04t <sup>2</sup> +4-9.170E-03t <sup>2</sup> +3+1.346E-01t <sup>2</sup> +2-8.839E-01t <sup>2</sup> +1+2.996E+00		
Z15 HCOOH	2.118E+00	2.221E+00	2.021E+00	2.221E+00	2.035E+00	2.069E+00	1.946E+00	2.009E+00	2.021E+00	Y = +4.367E-07t <sup>2</sup> +5-3.028E-05t <sup>2</sup> +4+8.308E-04t <sup>2</sup> +3-1.159E-02t <sup>2</sup> +2+7.244E-02t <sup>2</sup> +1+1.997E+00		
Z20 HCOOH	5.854E+00	5.294E+00	5.135E+00	5.055E+00	5.389E+00	4.920E+00	4.917E+00	4.957E+00	4.964E+00	Y = -3.896E-06t <sup>2</sup> +5.3.386E-04t <sup>2</sup> +4-1.102E-02t <sup>2</sup> +3+1.655E-01t <sup>2</sup> +2-1.143E+00t <sup>2</sup> +1+8.093E+00		
Z25 HCOOH	3.903E+00	2.886E+00	2.533E+00	2.367E+00	2.475E+00	2.284E+00	2.177E+00	2.201E+00	2.210E+00	Y = -3.192E-06t <sup>2</sup> +5.2.892E-04t <sup>2</sup> +4-1.000E-02t <sup>2</sup> +3+1.650E-01t <sup>2</sup> +2-1.322E+00t <sup>2</sup> +1+6.649E+00		



**Sekil 3.63** Ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının çizelge 3.62 ye uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



**Sekil 3.64** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.63 e uygun olarak, ağırlıkça farklı % konsantrasyonlarda havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

#### 3.1.5.4. Farklı Sıcaklıklarda Havalandırılmış Asitik Ortamlardaki Korozyon.

Bu kesimde değişik alaşımların, farklı sıcaklık aralıklarında, havalandırılmış ağırlıkça %25 lik sabit konsantrasyonlu farklı asit çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının değişimini ve bu deneysel değerlerden elde edilen korozyon miktarlarını belirleyen doğrusal regresyon ifadeleri çizelgeler halinde verilmiştir. Bu çizelgelere uygun olarak çizilen doğrusal regresyon eğrileri de  $[y=f(h)]$  aşağıda gösterilmiştir.

Ayrıca sarı pirinç, levha halindeki bakır ve alüminyum alaşımının  $[y=f(h)]$  değişim eğrileri üzerinde çizilen teğetlerin eğimleri yardımıyla belirli sürelerdeki korozyon hızları ( $\alpha$ ), dolayısıyla  $\alpha = k|A|$  bağıntısından da korozyon hız sabitleri ( $k$ ,  $\log(k)$ ) belirlenerek sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir. Bu çizelgelere uygun olarak, 12. saat için çizilen  $\log(k)-1/T$  eğrileri üzerinde alınan teğetlerin eğimleri belirlenerek,  $m = - E_a / (2.303 R)$  eşitliği yardımıyla belirtilen alaşımlara ait aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ) hesaplanmıştır.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
I=30	7.271E-02	8.261E-02	8.368E-02	8.755E-02	7.861E-02	8.149E-02	8.211E-02	8.672E-02	8.756E-02	Y = -7.226E-08*h**5 + 4.708E-06*h**4 - 9.870E-05*h**3 + 6.172E-04*h**2 + 1.885E-03*h**1 + 6.400E-02
I=35	9.463E-01	9.649E-01	8.632E-01	8.777E-01	9.014E-01	9.317E-01	8.822E-01	9.027E-01	9.047E-01	Y = +1.860E-06*h**5 - 1.401E-04*h**4 + 3.651E-03*h**3 - 4.656E-02*h**2 + 2.317E-01*h**1 + 5.772E-01
I=40	1.320E+00	1.426E+00	1.436E+00	1.454E+00	1.399E+00	1.403E+00	1.403E+00	1.426E+00	1.437E+00	Y = -1.290E-07*h**5 + 3.793E-06*h**4 + 1.653E-04*h**3 - 7.589E-03*h**2 + 9.028E-02*h**1 + 1.113E+00
I=45	2.116E+00	1.942E+00	2.004E+00	2.023E+00	1.992E+00	1.992E+00	2.023E+00	2.004E+00	2.006E+00	Y = -2.186E-06*h**5 + 1.762E-04*h**4 - 5.309E-03*h**3 + 7.323E-02*h**2 - 4.488E-01*h**1 + 2.936E+00

ÇİZELGE 3.65 AĞIRLIKA 225 CH<sub>3</sub>COOH HAVALANDIRILMIS COZELTISI İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKA 332 Cu - 56.10 Sn - 21.80 Zn İÇEREN LEVHA HALİNDEKİ BAKIR ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOGRUSAL REGRESTON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
I=30	1.751E+00	1.403E+00	1.251E+00	1.188E+00	1.094E+00	1.102E+00	1.087E+00	1.159E+00	1.126E+00	Y = -2.270E-06*h**5 + 1.749E-04*h**4 - 5.097E-03*h**3 + 7.146E-02*h**2 - 5.107E-01*h**1 + 2.771E+00
I=35	1.054E+00	1.322E+00	1.179E+00	1.211E+00	1.147E+00	1.281E+00	1.304E+00	1.224E+00	1.263E+00	Y = +5.523E-06*h**5 - 4.353E-04*h**4 + 1.271E-02*h**3 - 1.681E-01*h**2 + 9.740E-01*h**1 - 6.778E-01
I=40	1.304E+00	1.948E+00	1.811E+00	1.724E+00	1.760E+00	1.805E+00	1.738E+00	1.767E+00	1.785E+00	Y = +8.057E-06*h**5 - 6.433E-04*h**4 + 1.925E-02*h**3 - 2.651E-01*h**2 + 1.637E+00*h**1 - 1.706E+00
I=45	2.394E+00	2.207E+00	2.335E+00	2.238E+00	2.272E+00	2.272E+00	2.338E+00	2.298E+00	2.297E+00	Y = -1.874E-06*h**5 + 1.433E-04*h**4 - 4.106E-03*h**3 + 5.471E-02*h**2 - 3.339E-01*h**1 + 2.997E+00

ÇİZELGE 3.66 AĞIRLIKA 225 CH<sub>3</sub>COOH HAVALANDIRILMIS COZELTISI İÇİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AĞIRLIKA 588 Al - 58.40 Cu - 20.25 Ni - 21.20 Zn İÇEREN ALUMINYUM ALAŞIMININ KOROZYON MİKTARI ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENETSEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOGRUSAL REGRESTON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A M A N (Saat,h)								KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOGRUSAL REGRESTON İFADELERİ	
	3	6	9	12	15	18	21	24		27
I=30	4.158E-02	3.738E-01	6.090E-01	7.474E-01	8.304E-01	9.273E-01	9.609E-01	9.654E-01	9.919E-01	Y = +6.552E-07*h**5 - 5.270E-05*h**4 + 1.659E-03*h**3 - 2.743E-02*h**2 + 2.789E-01*h**1 - 5.932E-01
I=35	4.158E-02	2.079E-02	2.759E-02	2.069E-02	2.487E-02	2.072E-02	2.370E-02	2.074E-02	1.843E-02	Y = -1.983E-07*h**5 + 1.576E-05*h**4 - 4.712E-04*h**3 + 6.536E-03*h**2 - 4.148E-02*h**1 + 1.187E-01
I=40	2.906E-01	4.775E-01	4.014E-01	4.360E-01	3.820E-01	3.806E-01	4.093E-01	4.308E-01	4.844E-01	Y = +1.579E-06*h**5 - 1.296E-04*h**4 + 4.038E-03*h**3 - 5.842E-02*h**2 + 3.784E-01*h**1 - 4.181E-01
I=45	6.810E+00	7.225E+00	7.017E+00	7.131E+00	7.017E+00	7.059E+00	7.059E+00	7.079E+00	7.119E+00	Y = +4.336E-06*h**5 - 3.492E-04*h**4 + 1.057E-02*h**3 - 1.473E-01*h**2 + 9.164E-01*h**1 + 5.122E+00

ÇİZELGE 3.69 AGRI LİKA 25 HOOH HAVALANDIRILMIS COZELTISI İCİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AGRI LİKA 25 - 25 ZN İCEREN SAKI PİRİNG ALMAYININ KORUZYON MİKTARI ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	8.840E+01	7.968E+01	9.421E+01	9.276E+01	9.139E+01	9.400E+01	1.121E+00	9.602E+01	9.518E+01	Y = -1.211E-06h <sup>2</sup> + 8.899E-05h <sup>2</sup> + 3.194E-02h <sup>2</sup> - 1.768E-01h <sup>2</sup> + 1.178E+00
T=35	1.033E+00	1.058E+00	1.079E+00	1.027E+00	1.038E+00	1.035E+00	1.046E+00	1.058E+00	1.046E+00	Y = -5.283E-06h <sup>2</sup> + 3.398E-04h <sup>2</sup> - 7.082E-03h <sup>2</sup> + 5.666E-02h <sup>2</sup> + 9.165E-01
T=40	1.282E+00	1.170E+00	1.174E+00	1.186E+00	1.213E+00	1.193E+00	1.193E+00	1.203E+00	1.192E+00	Y = -1.117E-06h <sup>2</sup> + 9.152E-05h <sup>2</sup> - 2.827E-03h <sup>2</sup> + 4.050E-02h <sup>2</sup> - 2.620E-01h <sup>2</sup> + 1.776E+00
T=45	1.830E+00	1.787E+00	1.780E+00	1.802E+00	1.798E+00	1.820E+00	1.791E+00	1.802E+00	1.808E+00	Y = +4.486E-06h <sup>2</sup> - 2.915E-04h <sup>2</sup> + 6.506E-03h <sup>2</sup> - 5.660E-02h <sup>2</sup> + 1.949E+00

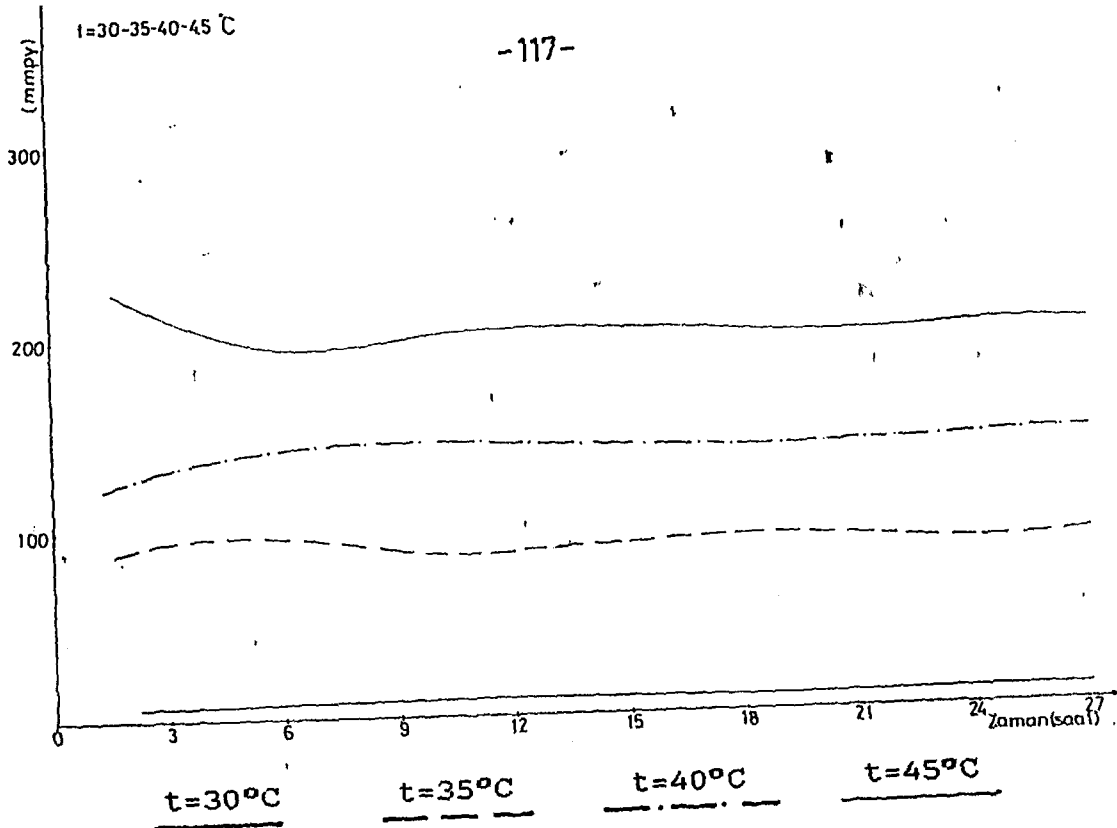
ÇİZELGE 3.68 AGRI LİKA 25 HOOH HAVALANDIRILMIS COZELTISI İCİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AGRI LİKA 25 Cu - 25.10 Sn - 21.86 Zn İCEREN LEYHA HALİNDEKİ BAKIR ALMAYININ KORUZYON MİKTARI ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	1.573E+00	2.278E+00	2.091E+00	1.943E+00	1.930E+00	1.846E+00	1.818E+00	1.803E+00	1.954E+00	Y = +8.862E-06h <sup>2</sup> - 7.060E-04h <sup>2</sup> + 2.119E-02h <sup>2</sup> - 2.944E-01h <sup>2</sup> + 1.825E+00h <sup>2</sup> - 1.1.786E+00
T=35	2.109E+00	1.313E+00	1.983E+00	2.095E+00	2.094E+00	2.210E+00	2.091E+00	2.106E+00	2.113E+00	Y = -1.340E-05h <sup>2</sup> + 1.078E-03h <sup>2</sup> - 3.233E-02h <sup>2</sup> + 4.397E-01h <sup>2</sup> - 2.580E+00h <sup>2</sup> + 6.691E+00
T=40	1.358E+00	1.769E+00	1.805E+00	1.751E+00	1.833E+00	1.849E+00	1.792E+00	1.805E+00	1.831E+00	Y = +4.292E-06h <sup>2</sup> - 3.401E-04h <sup>2</sup> + 1.013E-02h <sup>2</sup> - 1.405E-01h <sup>2</sup> + 9.003E-01h <sup>2</sup> - 3.355E-01
T=45	2.484E+00	2.680E+00	2.680E+00	2.649E+00	2.680E+00	2.654E+00	2.652E+00	2.660E+00	2.684E+00	Y = +1.795E-06h <sup>2</sup> - 1.443E-04h <sup>2</sup> + 4.387E-03h <sup>2</sup> - 6.235E-02h <sup>2</sup> + 4.068E-01h <sup>2</sup> + 1.714E+00

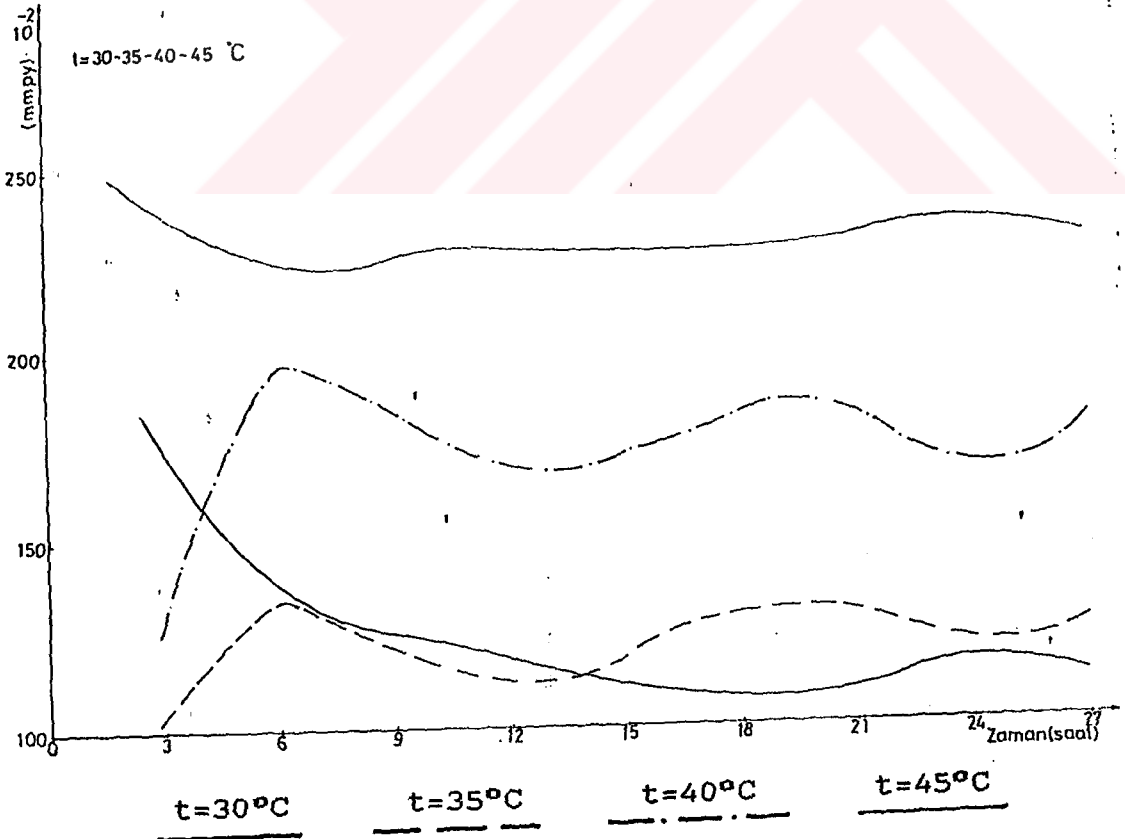
ÇİZELGE 3.69 AGRI LİKA 25 HOOH HAVALANDIRILMIS COZELTISI İCİNDE, FARKLI SICAKLIKLARDA, AGRI LİKA 28 Al - 28.40 Cu - 20.25 Ni - 21.20 Zn - 22.10 SI İCEREN ALUMINYUM ALMAYININ KORUZYON MİKTARI ( mpy ) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ.

SICAKLIK (C)	Z A H A N (Saat.h)							KORUZYON MİKTARINI BELİRLEYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
T=30	3.902E+00	2.865E+00	2.533E+00	2.367E+00	2.475E+00	2.284E+00	2.177E+00	2.201E+00	2.210E+00	Y = -3.192E-06h <sup>2</sup> + 2.892E-04h <sup>2</sup> - 1.000E-02h <sup>2</sup> + 1.650E-01h <sup>2</sup> - 1.322E+00h <sup>2</sup> + 6.649E+00
T=35	1.536E+00	1.619E+00	1.370E+00	1.360E+00	1.403E+00	1.481E+00	1.346E+00	1.386E+00	1.402E+00	Y = +5.253E-06h <sup>2</sup> - 3.995E-04h <sup>2</sup> + 1.115E-02h <sup>2</sup> - 1.382E-01h <sup>2</sup> + 7.154E-01h <sup>2</sup> + 3.504E-01
T=40	2.948E+00	3.114E+00	2.948E+00	2.938E+00	2.990E+00	2.927E+00	2.847E+00	2.849E+00	2.888E+00	Y = +3.876E-06h <sup>2</sup> - 3.010E-04h <sup>2</sup> + 8.698E-03h <sup>2</sup> - 1.142E-01h <sup>2</sup> + 6.477E-01h <sup>2</sup> + 1.817E+00
T=45	2.118E+00	2.180E+00	2.242E+00	2.201E+00	2.159E+00	2.228E+00	2.207E+00	2.201E+00	2.173E+00	Y = +2.199E-07h <sup>2</sup> - 2.434E-05h <sup>2</sup> + 9.512E-04h <sup>2</sup> - 1.659E-02h <sup>2</sup> + 1.287E-01h <sup>2</sup> + 1.852E+00

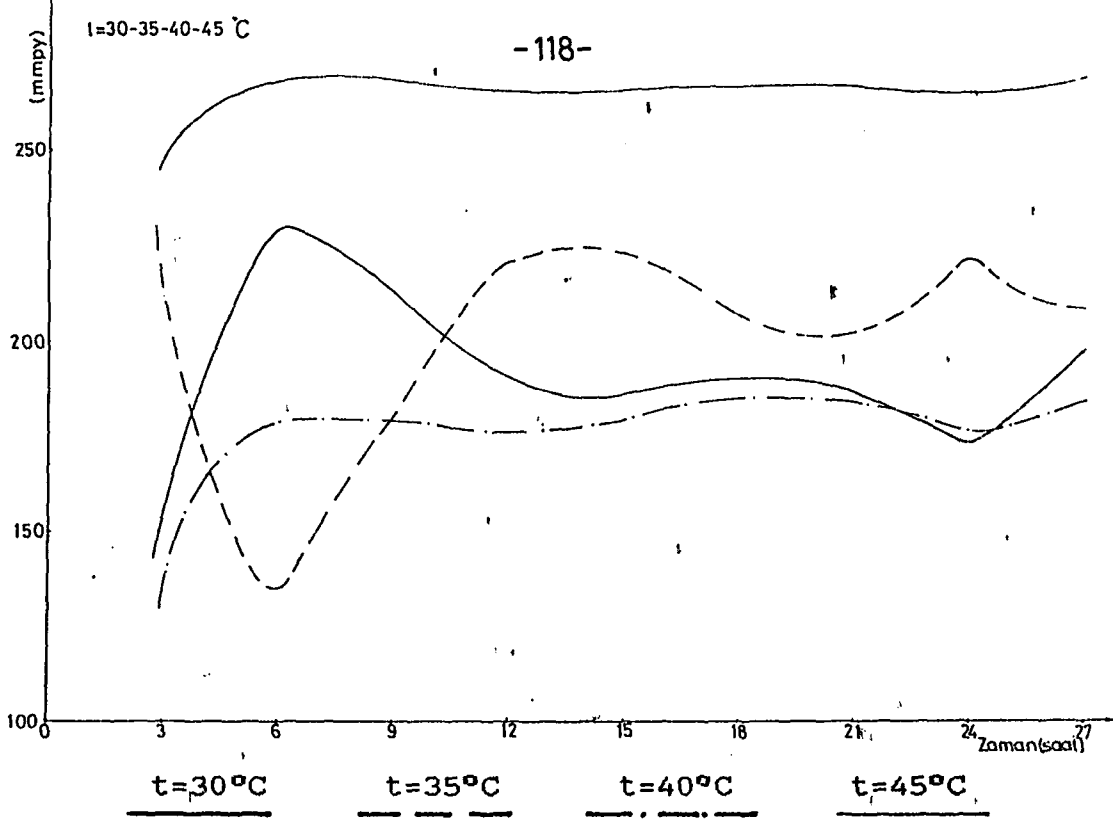




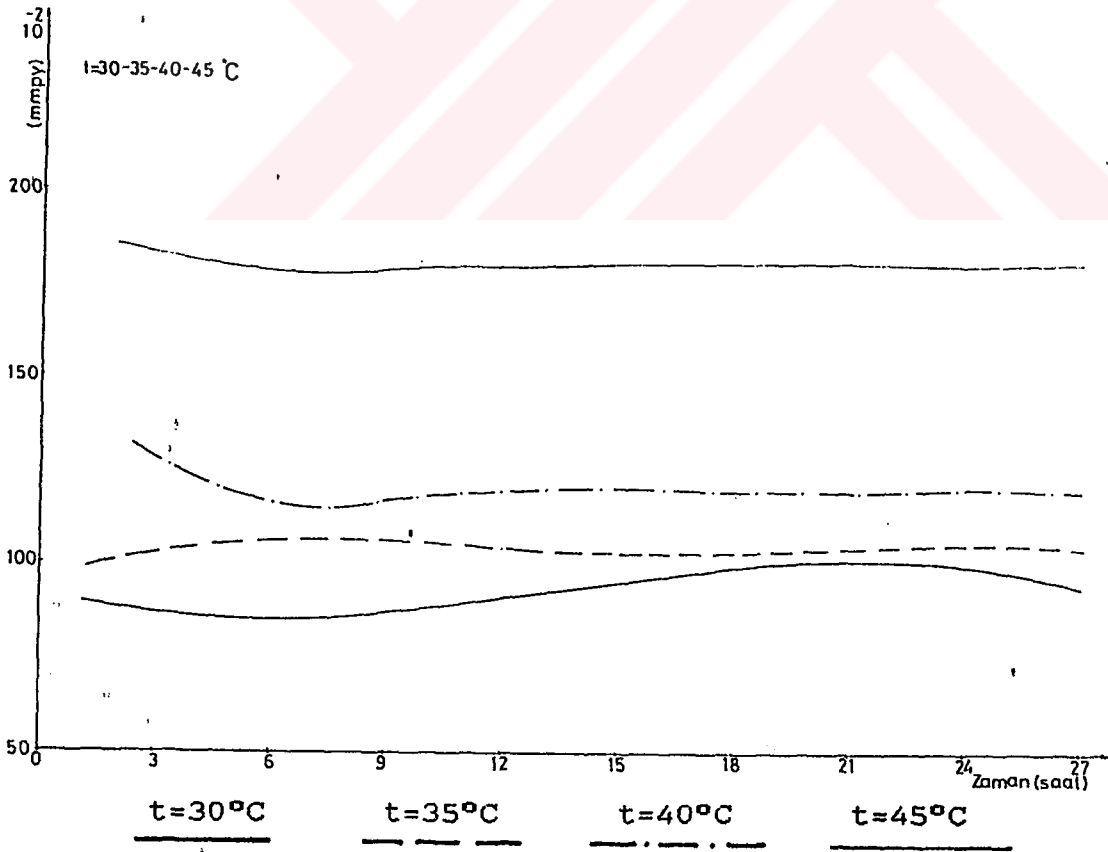
Sekil 3.65 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.64 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



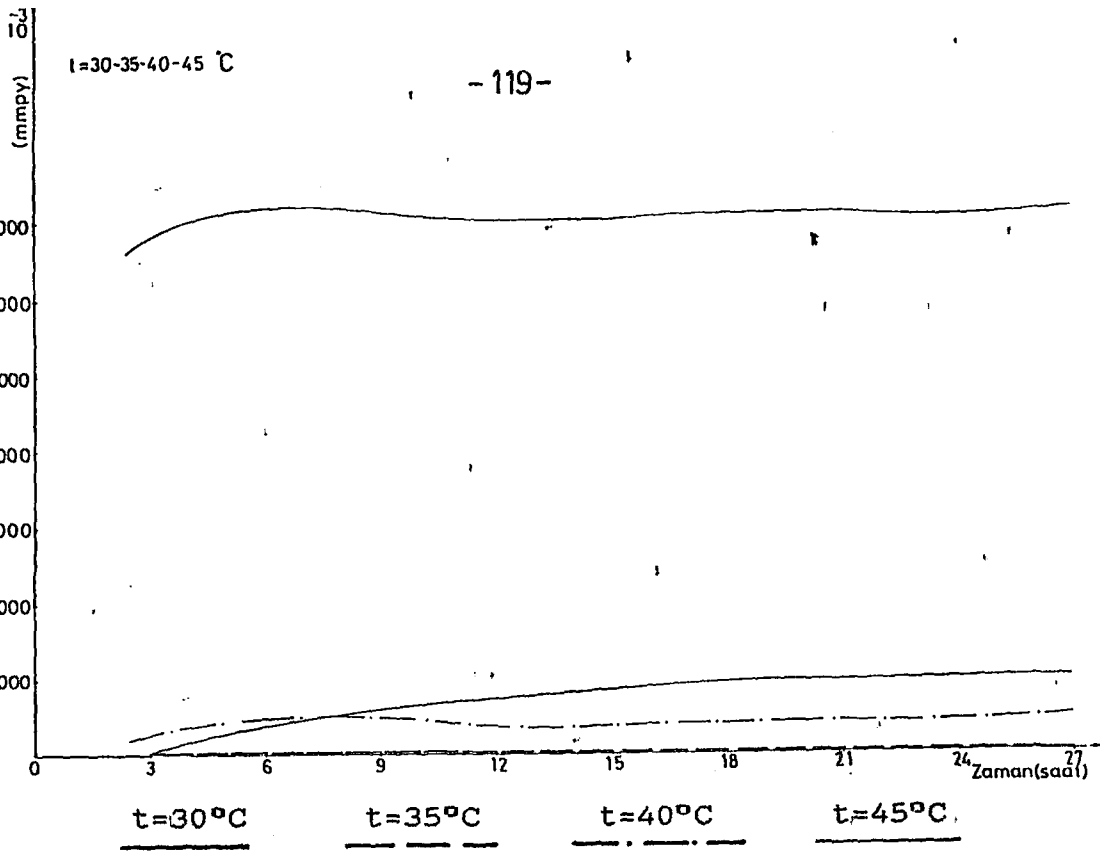
Sekil 3.66 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.65 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



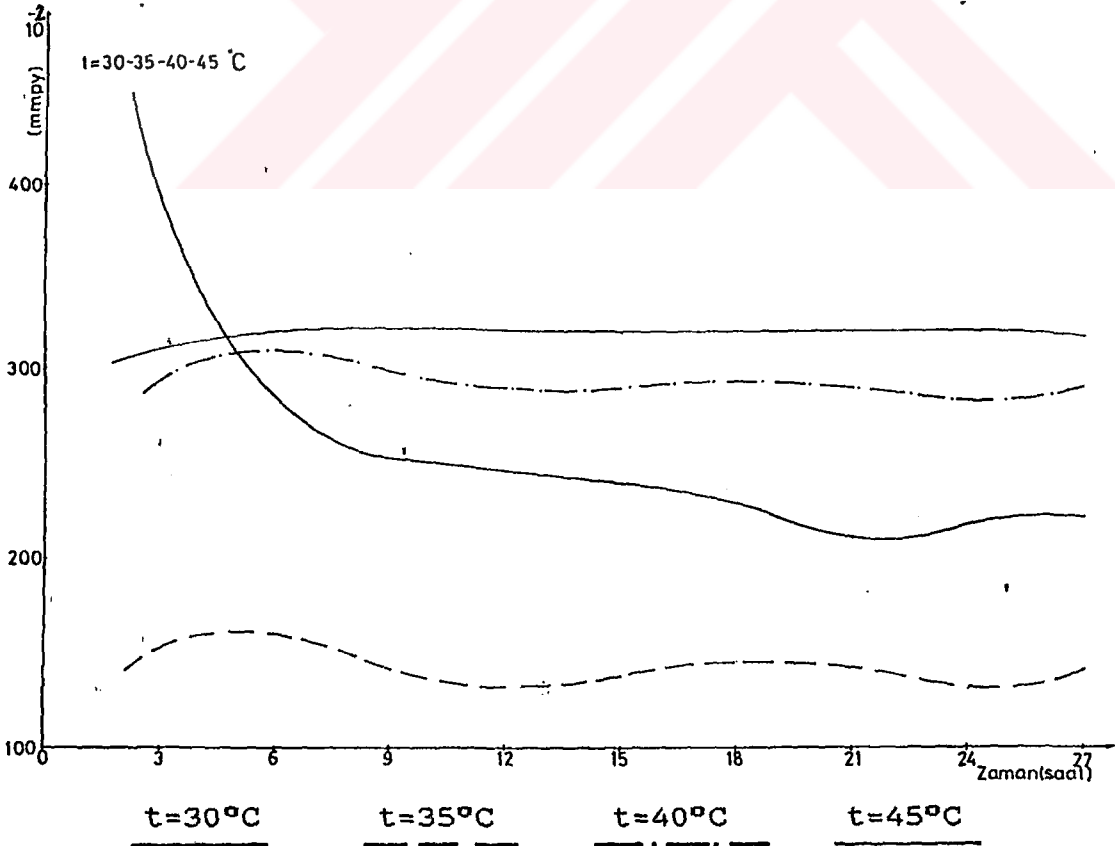
**Şekil 3.67** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.66 ya uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



**Şekil 3.68** Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.67 ye uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış %25  $HCOOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



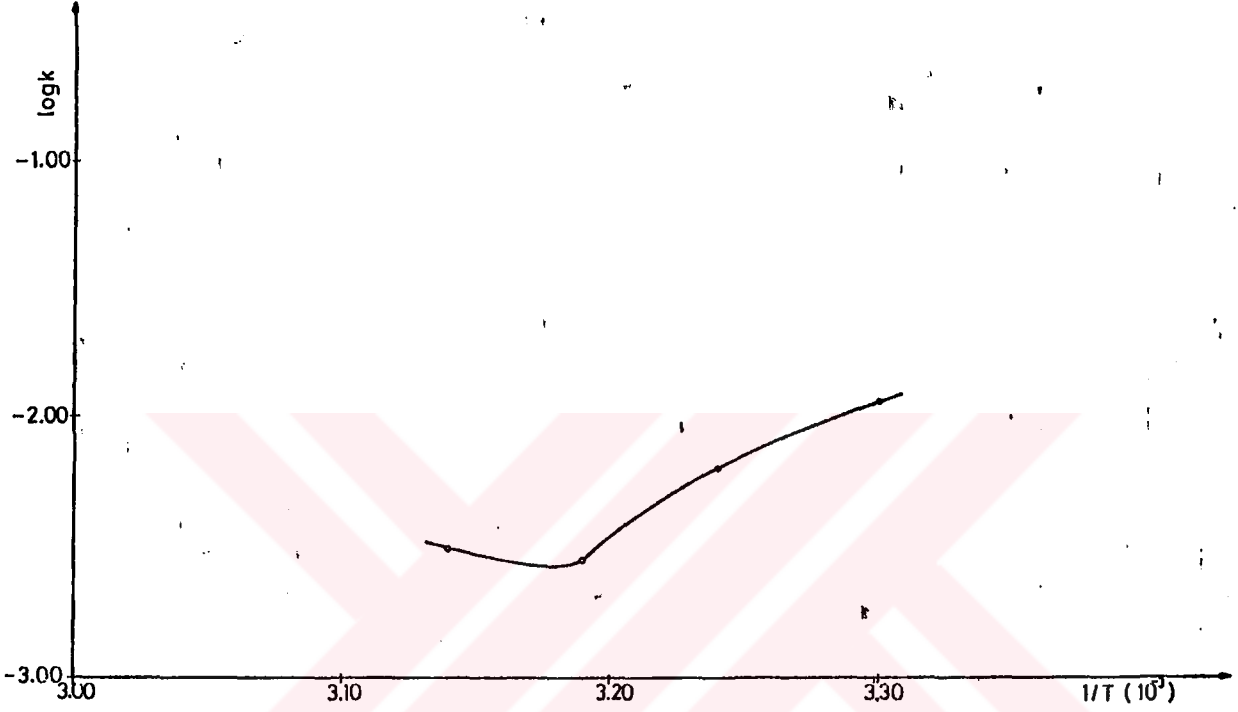
**Şekil 3.69** Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının çizelge 3.68 e uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış %25 HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



**Şekil 3.70** Ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının çizelge 3.69 a uygun olarak, farklı sıcaklıklarda, havalandırılmış HCOOH çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$

Çizelge 3.70 Havalandırılmış ağırlıkça %25 HCOOH çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3.68'e göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$v$ (mmpy/h)	k (h <sup>-1</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	-0,016	(0,019)	-1,71	3.30
	8	0,014	0,016	-1,78	
	12	0,010	0,011	-1,94	
	16	8,33x10 <sup>-3</sup>	8,68x10 <sup>-3</sup>	-2,06	
	24	-7,5x10 <sup>-4</sup>	(7,26x10 <sup>-3</sup> )	-2,13	
35	4	0,013	0,013	-1,87	3.24
	8	-3x10 <sup>-3</sup>	(2,81x10 <sup>-3</sup> )	-2,55	
	12	-6,5x10 <sup>-3</sup>	(6,23x10 <sup>-3</sup> )	-2,20	
	16	-6,66x10 <sup>-4</sup>	(6,47x10 <sup>-4</sup> )	-3,18	
	24	-1,42x10 <sup>-3</sup>	(1,35x10 <sup>-3</sup> )	-2,86	
40	4	-0,044	(0,037)	-1,43	3.19
	8	7,14x10 <sup>-3</sup>	6,15x10 <sup>-3</sup>	-2,21	
	12	3,33x10 <sup>-3</sup>	2,78x10 <sup>-3</sup>	-2,55	
	16	-2,5x10 <sup>-3</sup>	(2,08x10 <sup>-3</sup> )	-2,68	
	24	-1,11x10 <sup>-3</sup>	(9,22x10 <sup>-4</sup> )	-3,03	
45	4	-0,02	(0,011)	-1,95	3.14
	8	1,53x10 <sup>-3</sup>	8,70x10 <sup>-4</sup>	-3,06	
	12	5,5x10 <sup>-3</sup>	3,06x10 <sup>-3</sup>	-2,51	
	16	1x10 <sup>-3</sup>	5,53x10 <sup>-4</sup>	-3,25	
	24	9,52x10 <sup>-4</sup>	5,30x10 <sup>-4</sup>	-3,27	



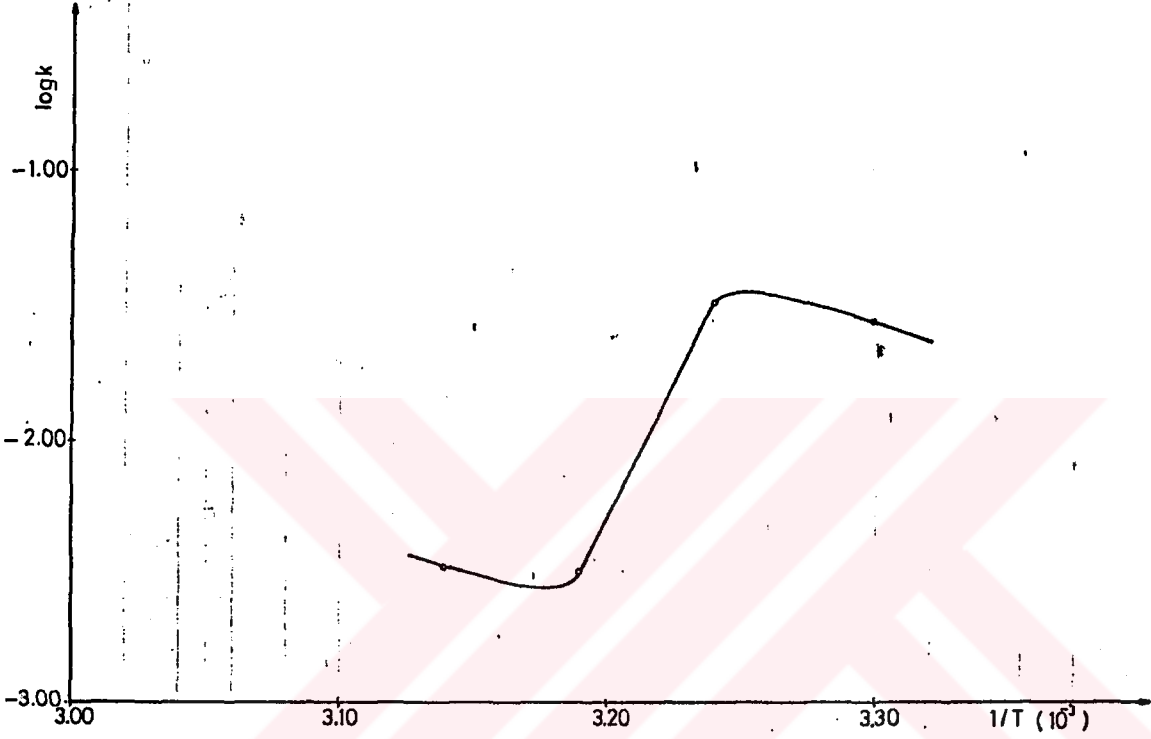
Şekil 3.71 Çizelge 3.70 e uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

Şekil 3.71 ve  $m = -E_a/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ).

<u>1/T(10<sup>-3</sup>)</u>	<u>E<sub>a</sub> (cal/mol)</u>
3.30	15253
3.24	-24084
3.19	-26400
3.14	-12480

Çizelge 3.71 Havalandırılmış ağırlıkça %25 HCOOH çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3.69 a göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$\delta$ (mmpy/h)	k (h <sup>-1</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	0,30	0,156	-0,80	3.30
	8	-0,062	(0,028) <sub>-</sub>	-1,54	
	12	-0,05	(0,026) <sub>-</sub>	-1,57	
	16	0,016	8,91x10 <sup>-3</sup>	-2,04	
	24	-7,14x10 <sup>-3</sup>	(4,12x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,38	
35	4	-0,328	(0,189) <sub>-</sub>	-0,72	3.24
	8	0,133	0,081	-1,08	
	12	0,068	0,031	-1,50	
	16	-0,04	(0,018) <sub>-</sub>	-1,73	
	24	-3,57x10 <sup>-3</sup>	(1,61x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,79	
40	4	0,16	0,101	-0,99	3.19
	8	-0,016	(9,10x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,04	
	12	-5,55x10 <sup>-3</sup>	(3,15x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,50	
	16	0,033	0,018	-1,73	
	24	-8 x 10 <sup>-3</sup>	(4,54x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,34	
45	4	0,075	0,028	-1,54	3.14
	8	-2,66x10 <sup>-3</sup>	(9,92x10 <sup>-4</sup> ) <sub>-</sub>	-3,00	
	12	-8,66x10 <sup>-3</sup>	(3,26x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,48	
	16	6,36x10 <sup>-3</sup>	2,38x10 <sup>-3</sup>	-2,62	
	24	1,20x10 <sup>-3</sup>	4,54x10 <sup>-4</sup>	-3,34	



Şekil 3.72 Çizelge 3.71 e uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

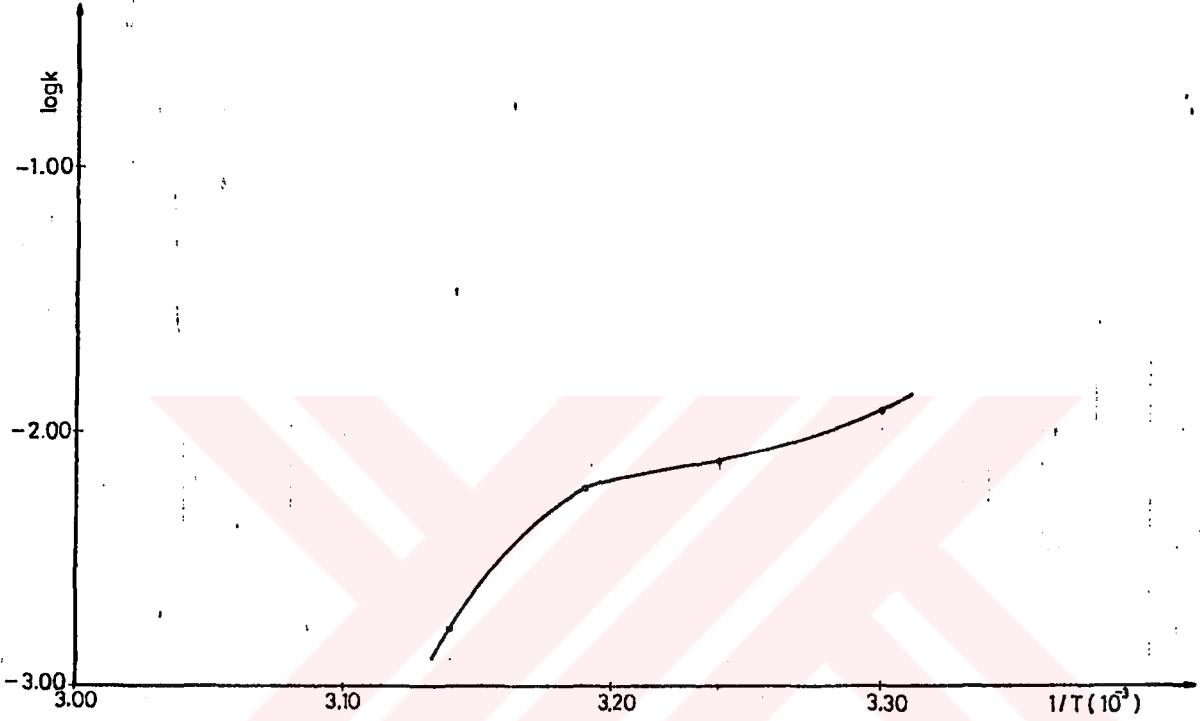
Şekil 3.72, ve  $m = -E_m/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_m$ ).

$1/T(10^{-3})$	$E_m$ (cal/mol)
3.30	14872
3.24	-17647
3.19	-14285
3.14	13074

Çizelge 3.72 Havalandırılmış ağırlıkça %25 HCOOH çözeltisi içinde, farklı sıcaklık ve zaman aralıklarında ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının korozyonu ile ilgili olarak şekil 3.70 e göre belirlenen hız sabiti büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Zaman (h)	$\delta$ (mmpy/h)	k (h <sup>-1</sup> )	log(k)	1/T(10 <sup>-3</sup> )
30	4	-0,400	(0,117) <sub>-</sub>	-0,92	3.30
	8	-0,076	(0,029) <sub>-</sub>	-1,52	
	12	-0,029	(0,012) <sub>-</sub>	-1,92	
	16	-0,027	(0,011) <sub>-</sub>	-1,93	
	24	6,66x10 <sup>-3</sup>	3,05x10 <sup>-3</sup>	-2,51	
35	4	0,040	0,025	-1,59	3.24
	8	-0,074	(0,049) <sub>-</sub>	-1,30	
	12	0,010	7,57x10 <sup>-3</sup>	-2,12	
	16	0,033	0,023	-1,63	
	24	-0,013	(9,95x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,00	
40	4	0,062	0,020	-1,68	3.19
	8	-0,044	(0,014) <sub>-</sub>	-1,83	
	12	-0,017	(6,01x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,22	
	16	0,015	5,42x10 <sup>-3</sup>	-2,26	
	24	-8,33x10 <sup>-3</sup>	(2,96x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,52	
45	4	0,036	0,016	-1,77	3.14
	8	1,08x10 <sup>-3</sup>	4,87x10 <sup>-4</sup>	-3,31	
	12	-3,57x10 <sup>-3</sup>	(1,62x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,78	
	16	1,11x10 <sup>-3</sup>	5,06x10 <sup>-4</sup>	-3,29	
	24	-6 x10 <sup>-3</sup>	(2,71x10 <sup>-3</sup> ) <sub>-</sub>	-2,56	





Şekil 3.73 Çizelge 3.72 ye uygun olarak 12. saat için çizilen  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  eğrisi.

Şekil 3.73 ve  $m = -E_a/2.303R$  denkleminde yararlanarak hesaplanan aktivasyon enerjileri ( $E_a$ ).

$1/T(10^{-3})$	$E_a$ (cal/mol)
3.30	-21354
3.24	-6311
3.19	-19611
3.14	-49920

### 3.1.5.5 Çözelti Karıştırma Hızı ve $\eta = f(\text{PH})$ Değişim Eğrileri.

Korozyon hızına çözeltinin karıştırma hızının etkisini incelemek üzere, değişik alaşımlar için asit çözeltileri içinde,  $t=30^{\circ}\text{C}$  sabit sıcaklıkta, farklı karıştırma hızları (300 d/d - 750 d/d) uygulanmıştır.

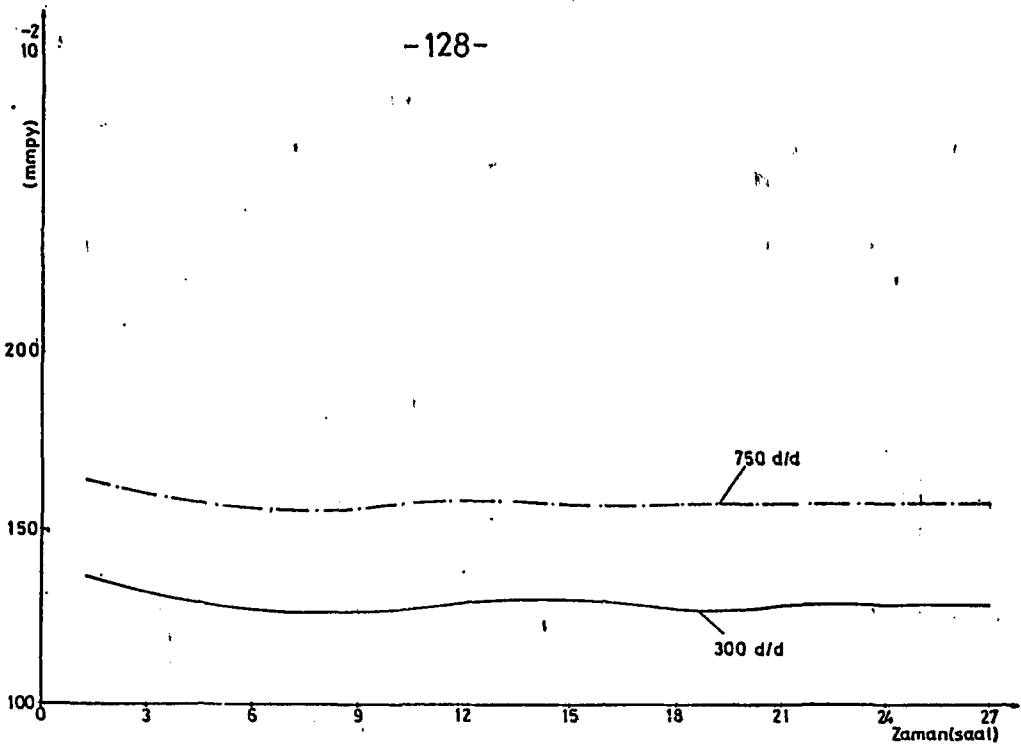
Ayrıca daha önceki bölümlerde açıklanan deneysel bulgular yardımıyla  $\eta = f(\text{PH})$  değişim eğrileri oluşturulmuş ve her iki faktörün etkisini incelemek üzere seçilen örnek değişim eğrileri aşağıda verilmiştir.

CİZELGE 3.23 OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ AĞIRLIKÇA %25 CH<sub>3</sub>COOH COZELTİSİ İÇİNDE, T= 50°C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA %5 Cu - %35 Zn İÇEREN SARI PİRİNG ALAŞIMININ, FARKLI COZELTİ HIZLARINDAKİ KOROZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ. ((a) 300 d/g, (b) 750 d/g)

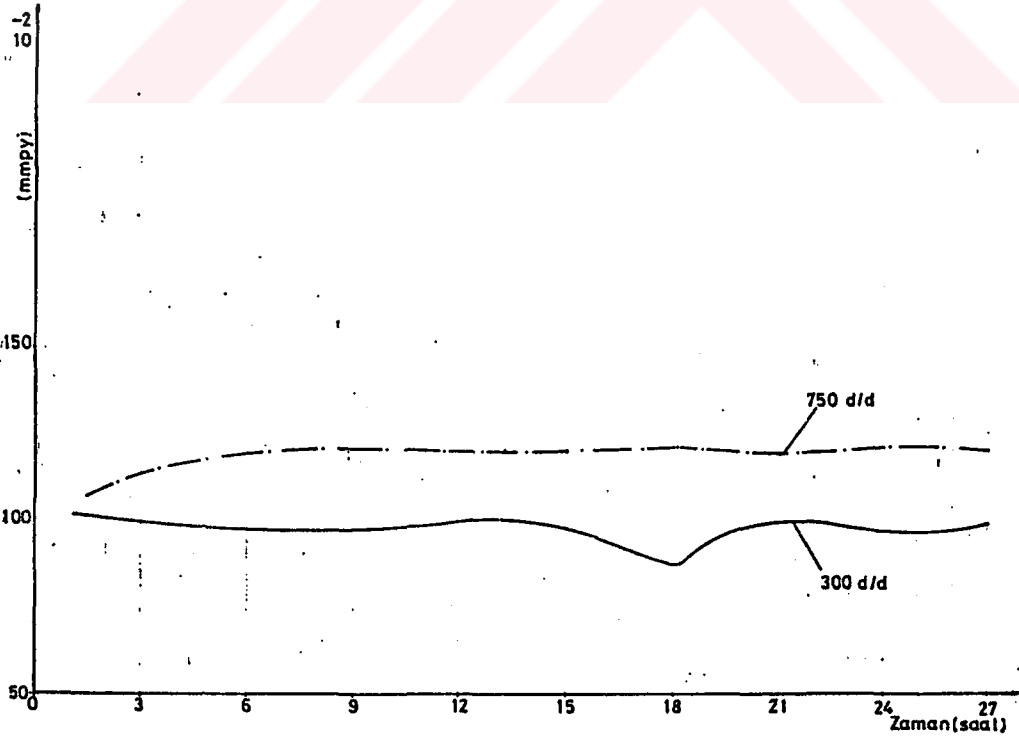
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	16	21		24	27
%25 CH <sub>3</sub> COOH	9.961E-01	9.774E-01	9.794E-01	9.929E-01	9.861E-01	8.653E-01	9.907E-01	9.665E-01	9.863E-01	Y = -1.765E-06*h**5 +1.320E-04*h**4 -5.595E-03*h**3 +4.340E-02*h**2 -2.266E-01*h**1 +1.377E+00
%25 CH <sub>3</sub> COOH	1.133E+00	1.195E+00	1.204E+00	1.198E+00	1.195E+00	1.208E+00	1.186E+00	1.200E+00	1.195E+00	Y = +4.047E-07*h**5 -3.351E-05*h**4 +1.056E-03*h**3 -1.570E-02*h**2 +1.090E-01*h**1 +9.205E-01

CİZELGE 3.24 OKSİJENDEN ARINDIRILMIŞ AĞIRLIKÇA %25 CH<sub>3</sub>COOH COZELTİSİ İÇİNDE, T= 50°C SABİT SICAKLIKTA, AĞIRLIKÇA %2 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn İÇEREN LEVHA HALINDAKİ BAKIR ALAŞIMININ, FARKLI COZELTİ HIZLARINDAKİ KOROZYON MİKTARI (mpy) DEĞİŞİMLERİ VE BU DENEMESEL DEĞERLERDEN ELDE EDİLEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ. ((a) 300 d/g, (b) 750 d/g)

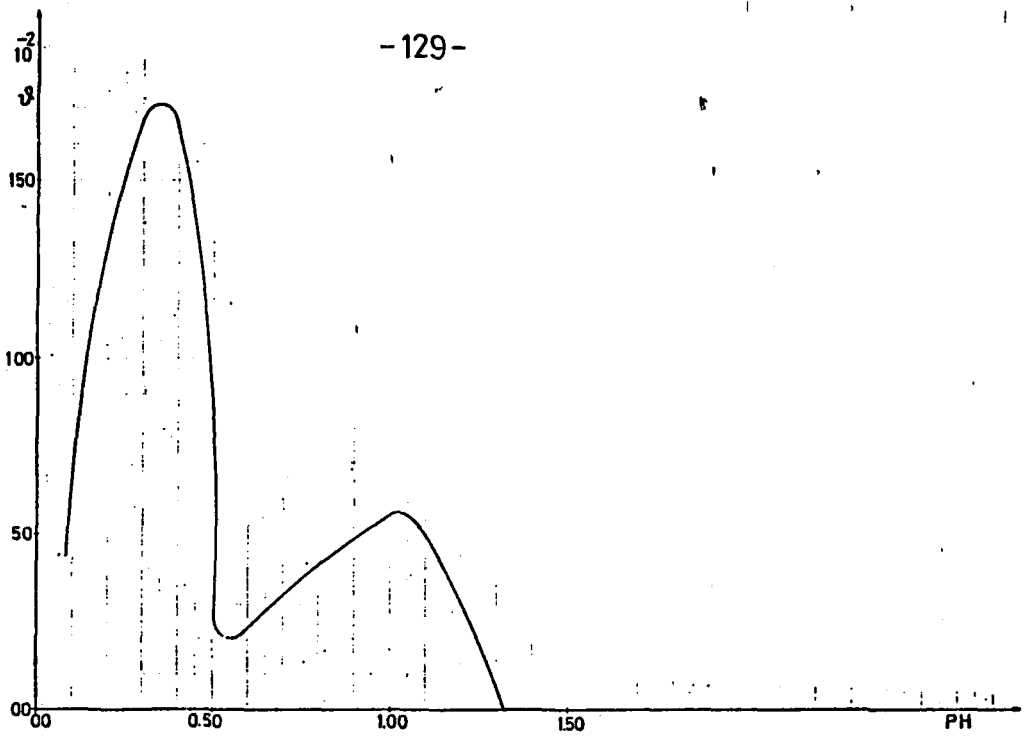
AĞIRLIKÇA KONSANTRASYON	Z A M A N (Saat.h)							KOROZYON MİKTARINI BELİRLİYEN DOĞRUSAL REGRESYON İFADELERİ		
	3	6	9	12	15	18	21		24	27
%25 CH <sub>3</sub> COOH	1.322E+00	1.278E+00	1.275E+00	1.291E+00	1.301E+00	1.278E+00	1.287E+00	1.280E+00	1.281E+00	Y = -5.061E-07*h**5 +4.208E-05*h**4 -1.312E-03*h**3 +1.878E-02*h**2 -1.198E-01*h**1 +1.547E+00
%25 CH <sub>3</sub> COOH	1.608E+00	1.564E+00	1.561E+00	1.586E+00	1.572E+00	1.578E+00	1.570E+00	1.575E+00	1.571E+00	Y = -5.710E-07*h**5 +4.636E-05*h**4 -1.411E-03*h**3 +1.976E-02*h**2 -1.236E-01*h**1 +1.637E+00



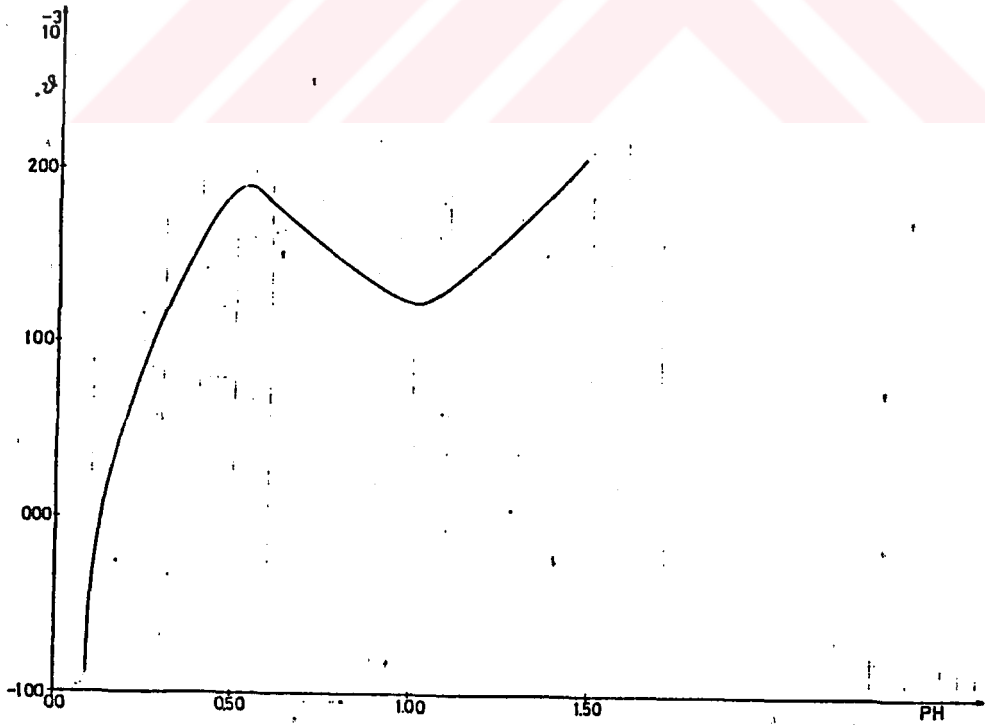
Sekil 3.74 Ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının çizelge 3.73'e uygun olarak, farklı çözelti hızlarında, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Sekil 3.75 Ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının, çizelge 3.74'e uygun olarak, ağırlıkça farklı çözelti hızlarında, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25  $CH_3COOH$  çözeltileri içindeki korozyon miktarlarının doğrusal regresyon değişim eğrileri.  $y = f(h)$



Sekil 3.76 Havalandırılmış, değişik konsantrasyonlardaki HCl asitinin PH değerleri ile, şekil 3.51 deki yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyon miktarını belirleyen doğrusal regresyon eğrilerinden 12.h için çizilen teget eğimlerinden bulunan korozyon hızlarına ( $v$ ) göre  $v = f(PH)$  değişimleri.



Sekil 3.77 Havalandırılmış, değişik konsantrasyonlardaki HCl asitinin PH değerleri ile, şekil 3.53 deki çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyon miktarını belirleyen doğrusal regresyon eğrilerinden 12.h için çizilen teget eğimlerinden bulunan korozyon hızlarına ( $v$ ) göre  $v = f(PH)$  değişimleri.

### 3.1.6. Değişik Alaşımın Korozyonunda 12. Saat için, Sıcaklığa Bağlı Olarak Çeşitli Termodinamik Büyüklüklerin Hesaplanması.

Korozyon deneylerinde kullanılan alaşımların, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (zayıf asit) ve  $\text{HCl}$  (kuvvetli asit) çözeltileri içinde, farklı sıcaklıklarda ( $t=30-35-40-45^\circ\text{C}$ ) oluşturulan korozyon ortamlarının 12. saatteki  $E_{p11}$  değerleri kalomel elektrotu karşı ölçülmüştür.\*

Kalomel elektrotun  $\text{KCl}$  çözeltisi konsantrasyonuna göre 0.1 N, 1 N ve doymuş olmak üzere üç çeşidini kullanmak mümkündür. Bu üç tür kalomel elektrotun E.M.K. değerleri birbirinden farklıdır. Aşağıdaki çizelgede her üç türdeki kalomel elektrotun  $25^\circ\text{C}$  deki standart, ayrıca  $t^\circ\text{C}$  daki karakteristik E.M.K. büyüklükleri verilmektedir. [24]

Çizelge 3.75 Kalomel Elektrot E.M.K. Değerleri. [24]

Elektrot	Şeması	E.M.K. $25^\circ\text{C}$ da	E.M.K. $t^\circ\text{C}$ da	Elektrot reaksiyonu
0.1N Kalomel	$\text{Hg}   \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k})   \text{KCl}(0.1 \text{ N})$	0.3338	$0.3338 - 7 \cdot 10^{-5}(t-25)$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k}) + 2\text{e} = 2\text{Hg}(\text{s}) + 2\text{Cl}(0.1\text{N})$
1 N Kalomel	$\text{Hg}   \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k})   \text{KCl}(1\text{N})$	0.2800	$0.2800 - 2.4 \cdot 10^{-4}(t-25)$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k}) + 2\text{e} = 2\text{Hg}(\text{s}) + 2\text{Cl}(1\text{N})$
Doymuş Kalomel	$\text{Hg}   \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k})   \text{KCl}(\text{Doymuş})$	0.2415	$0.2415 - 7.6 \cdot 10^{-4}(t-25)$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{k}) + 2\text{e} = 2\text{Hg}(\text{s}) + 2\text{Cl}(\text{Doymuş})$

Diğer karşılaştırma elektrotlarına kıyasla hazırlanışı ve kullanılışı daha kolay olduğu için ölçümlerde karşılaştırma elektrotu olarak doymuş kalomel elektrot tercih edilmiştir. Oluşturulan elektrokimyasal pillerde alaşımlar anod, doymuş kalomel elektrot ise katot olarak alınmıştır.

\* Ölçme işlemi E.O. Fen Fakültesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Doymuş kalomel elektrodun  $t^{\circ}\text{C}$  daki E.M.K. ti çizelge 3.75 de verilen  $0.2415 - 7.6 \cdot 10^{-4}(t - 25)$  ifadesine göre farklı sıcaklıklar için ( $t=30-35-40-45^{\circ}\text{C}$ ) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bulunan değerler belirtilen sıcaklıklara göre sırasıyla 0.2377-0.2339-0.2301-0.2263 volt mertebesinde bulunmuştur. Bu durumda pili meydana getiren elektrotlardan birinin potansiyeli bilindiğine göre  $E_{\text{pil}} = E_{\text{alaşım(yok.)}} + E_{\text{kalomel(ind.)}}$  ifadesinde yukarıdaki değerler yerine konarak alaşımın E.M.K. ti belirlenmiştir.

Sonraki aşamada her alaşım türü için oksijenden arındırılmış %25 konsantrasyonlu farklı asit ( $\text{CH}_3\text{COOH-HCl}$ ) ve sıcaklık parametrelerinde ( $t=30-35-40-45^{\circ}\text{C}$ )  $E = f(T)$  değişimleri belirlenmiştir. 2.3.3.1 bölümünde genel olarak tanımlanan 2.12 - 2.15 - 2.16 eşitliklerinden ve bu değişim eğrilerinin eğimlerinden yararlanarak sırasıyla G, H ve S büyüklükleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların tümü çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

Ayrıca farklı %25 konsantrasyonlu asit çözeltilerinde ve değişik alaşımların korozyonunda 12. saat için serbest enerji (G) büyüklüklerinin sıcaklıkla değişimlerine ilişkin  $G = f(T)$  eğrileri de çizilmiştir.

Çizelge 3.76 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn sarı pirinç alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>ölçülen</sub> (V.)	E <sub>hesaplanan</sub> (V.)	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.2630	0.0253	-1167	3.53*10 <sup>-3</sup>	48171	162
308	0.2760	0.0421	-1941	3.24*10 <sup>-3</sup>	44090	149
313	0.2830	0.0529	-2440	2.09*10 <sup>-3</sup>	27735	96
318	0.2880	0.0617	-2846	1.78*10 <sup>-3</sup>	23264	82

Çizelge 3.77 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCl çözeltisi içinde, ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn sarı pirinç alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>ölçülen</sub> (V.)	E <sub>hesaplanan</sub> (V.)	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.4990	0.2613	-12053	2.53*10 <sup>-3</sup>	23308	116
308	0.5030	0.2691	-12413	1.75*10 <sup>-3</sup>	12449	80
313	0.5090	0.2789	-12865	2.33*10 <sup>-3</sup>	20775	107
318	0.5110	0.2847	-13132	1.23*10 <sup>-3</sup>	4909	56

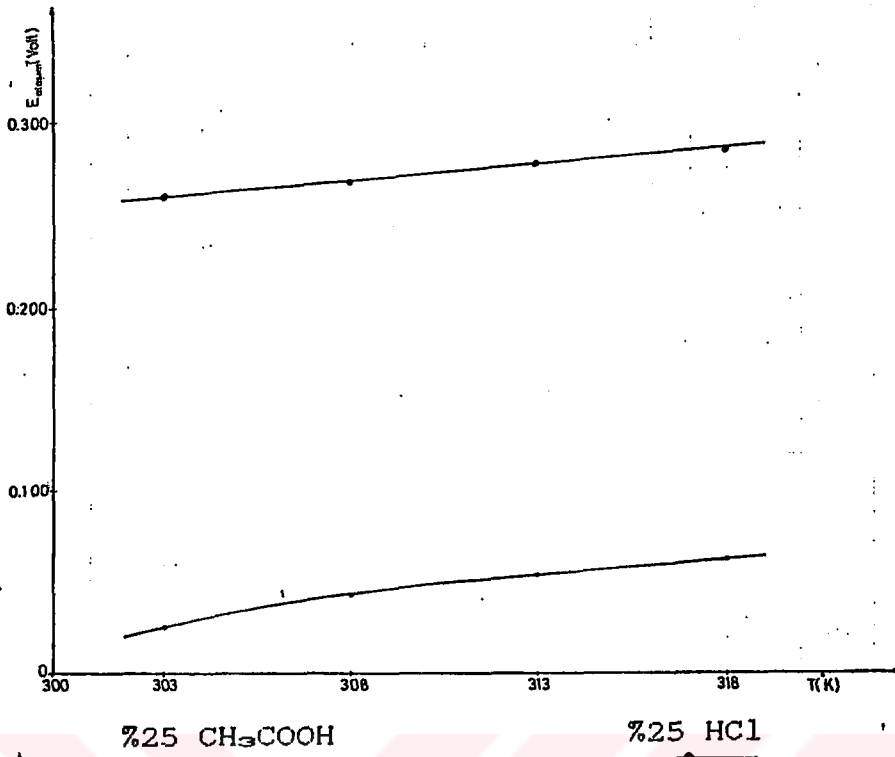
Çizelge 3.78 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPARA) alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>ölçülen</sub> (V.)	E <sub>hesaplanan</sub> (V.)	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.2580	0.0203	-936	1.35*10 <sup>-3</sup>	17932	62
308	0.2640	0.0301	-1388	1.96*10 <sup>-3</sup>	26458	90
313	0.2700	0.0399	-1840	2.22*10 <sup>-3</sup>	30212	102
318	0.2830	0.0567	-2615	3.94*10 <sup>-3</sup>	55179	181

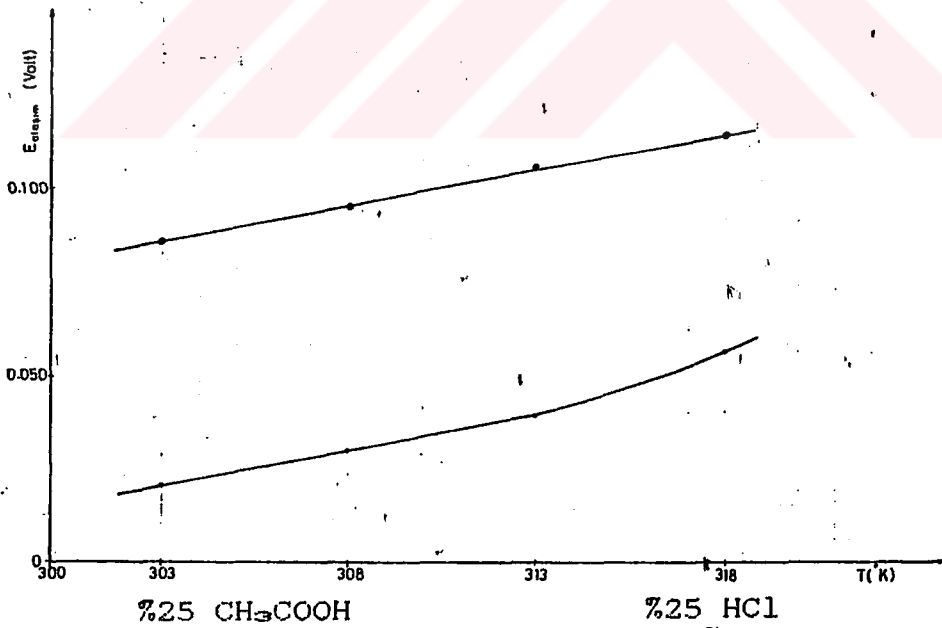
Çizelge 3.79 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCl çözeltisi içinde, ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPARA) alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>ölçülen</sub> (V.)	E <sub>hesaplanan</sub> (V.)	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.3240	0.0863	-3980	2.04*10 <sup>-3</sup>	24531	94
308	0.3290	0.0951	-4386	1.75*10 <sup>-3</sup>	20476	80
313	0.3360	0.1059	-4884	2.18*10 <sup>-3</sup>	26590	100
318	0.3400	0.1137	-5244	1.68*10 <sup>-3</sup>	19398	77

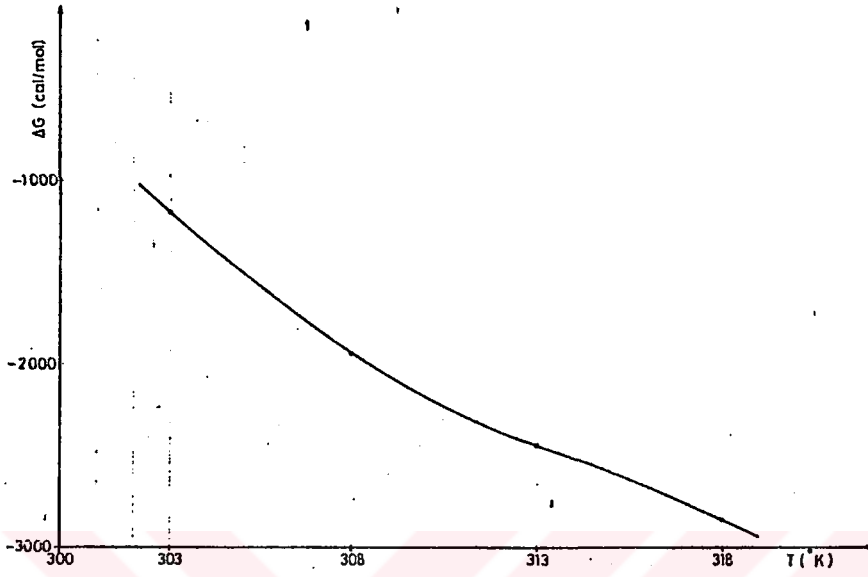




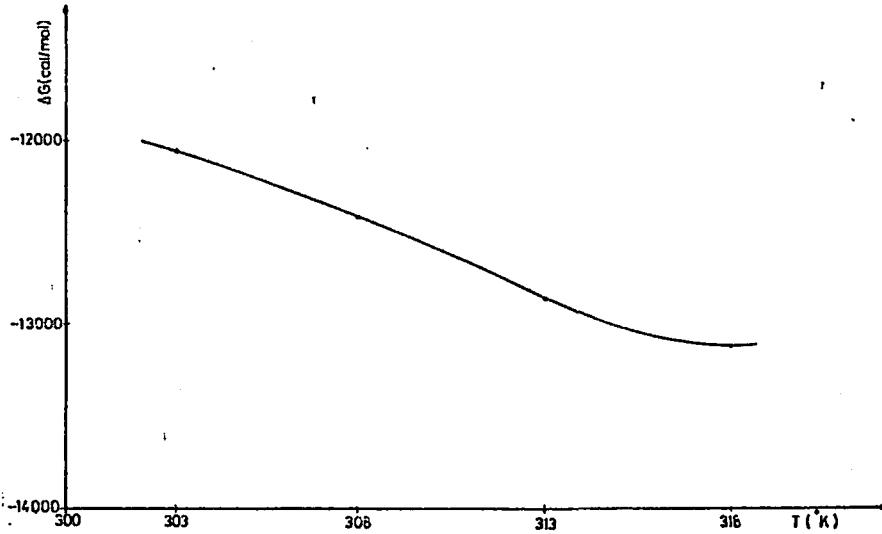
Sekil 3.78 Çizelge 3.76-3.77 de yer alan deneysel bulgulara bağlı olarak, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu farklı asit çözeltilerinde, ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonunda 12. saat için, yükseltgenme potansiyellerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $E=f(T)$



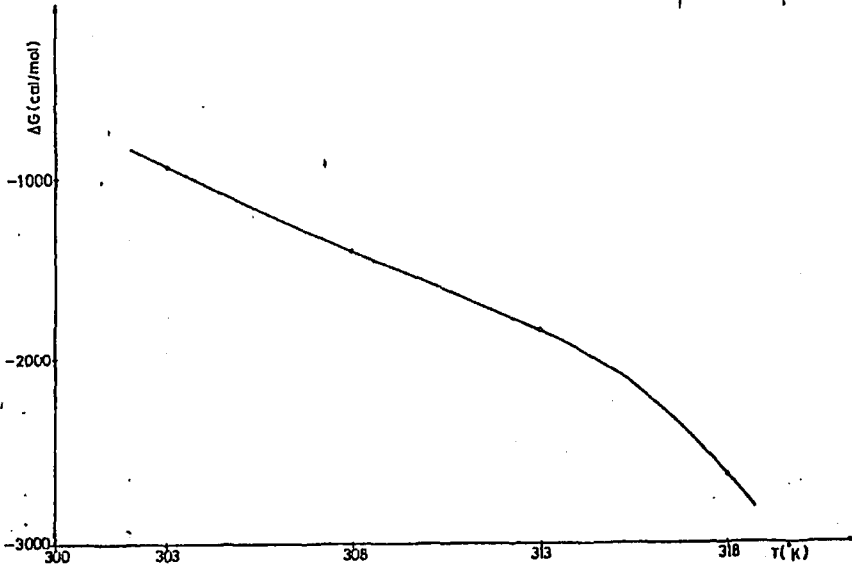
Sekil 3.79 Çizelge 3.78-3.79 da yer alan deneysel bulgulara bağlı olarak, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu farklı asit çözeltilerinde, ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyonunda 12. saat için, yükseltgenme potansiyellerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $E=f(T)$



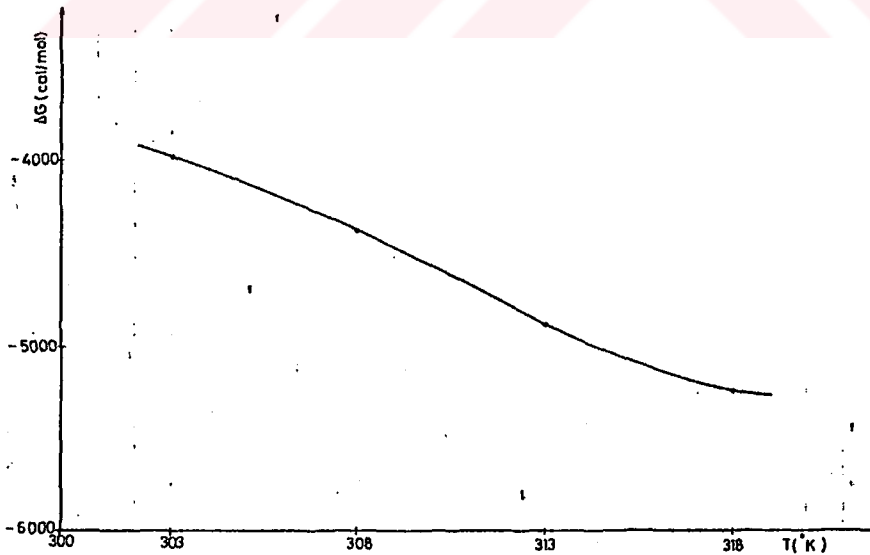
Şekil 3.80 Çizelge 3.76 de yer alan verilere göre ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji ( $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $\Delta G=f(T)$



Şekil 3.81 Çizelge 3.77 de yer alan verilere göre ağırlıkça %65 Cu - %35 Zn içeren sarı pirinç alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji ( $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $\Delta G=f(T)$



Şekil 3.82 Çizelge 3.78 de yer alan verilere göre ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji (  $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri  $\Delta G=f(T)$



Şekil 3.83 Çizelge 3.79 de yer alan verilere göre ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.10 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji (  $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri  $\Delta G=f(T)$

**Çizelge 3.80** Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>pit</sub> (V.) ölçülen	E <sub>alışım</sub> (V.) hesaplanan	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.2660	0.0283	-1305	4.71*10 <sup>-3</sup>	64525	217
308	0.2780	0.0441	-2034	2.56*10 <sup>-3</sup>	34336	118
313	0.2840	0.0539	-2486	3.45*10 <sup>-3</sup>	47325	159
318	0.2900	0.0637	-2938	2.31*10 <sup>-3</sup>	30946	106

**Çizelge 3.81** Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCl çözeltisi içinde, ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

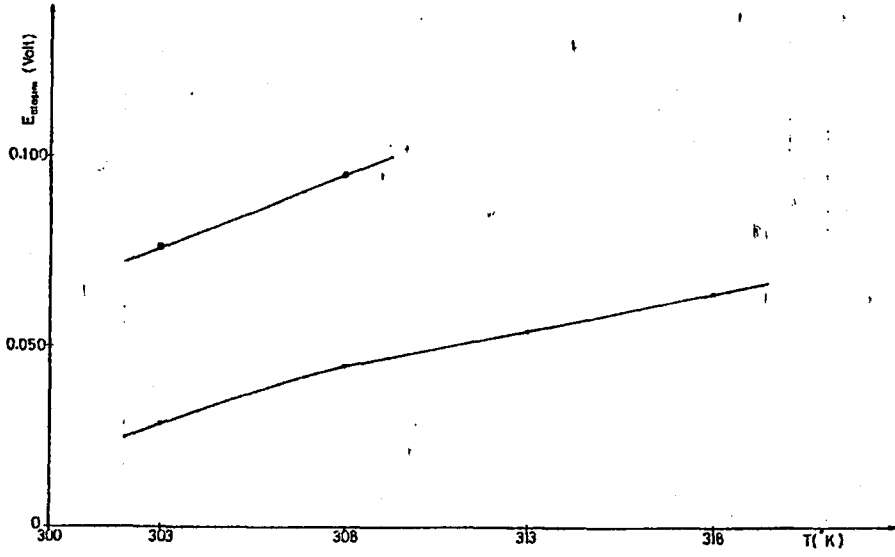
T (° K)	E <sub>pit</sub> (V.) ölçülen	E <sub>alışım</sub> (V.) hesaplanan	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.3140	0.0763	-3519	3.93*10 <sup>-3</sup>	51409	181
308	0.3290	0.0951	-4386	4.25*10 <sup>-3</sup>	55994	196
313	0.0000	0.0000	-0000	0.00	00000	000
318	0.0000	0.0000	-0000	0.00	00000	000

**Çizelge 3.82** Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>pit</sub> (V.) ölçülen	E <sub>alışım</sub> (V.) hesaplanan	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.2600	0.0223	-1028	1.76*10 <sup>-3</sup>	23570	81
308	0.2650	0.0311	-1434	4.78*10 <sup>-3</sup>	23854	82
313	0.2730	0.0429	-1978	2.63*10 <sup>-3</sup>	35993	121
318	0.2810	0.0547	-2523	2.47*10 <sup>-3</sup>	33708	113

**Çizelge 3.83** Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 HCl çözeltisi içinde, ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

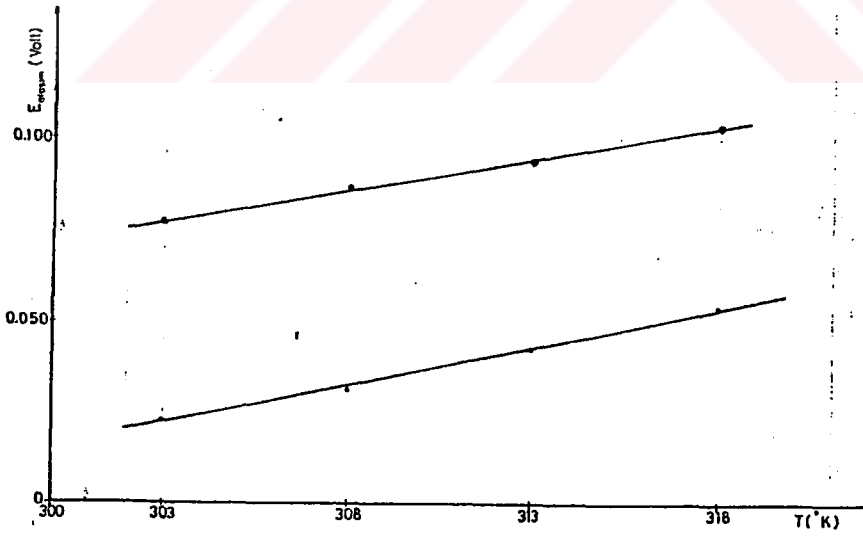
T (° K)	E <sub>pit</sub> (V.) ölçülen	E <sub>alışım</sub> (V.) hesaplanan	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.3150	0.0773	-3565	1.91*10 <sup>-3</sup>	23130	88
308	0.3210	0.0871	-4017	1.75*10 <sup>-3</sup>	20845	80
313	0.3250	0.0494	-4377	1.48*10 <sup>-3</sup>	16990	68
318	0.3300	0.1037	-4783	2.05*10 <sup>-3</sup>	25287	94



25 CH<sub>3</sub>COOH

25 HCl

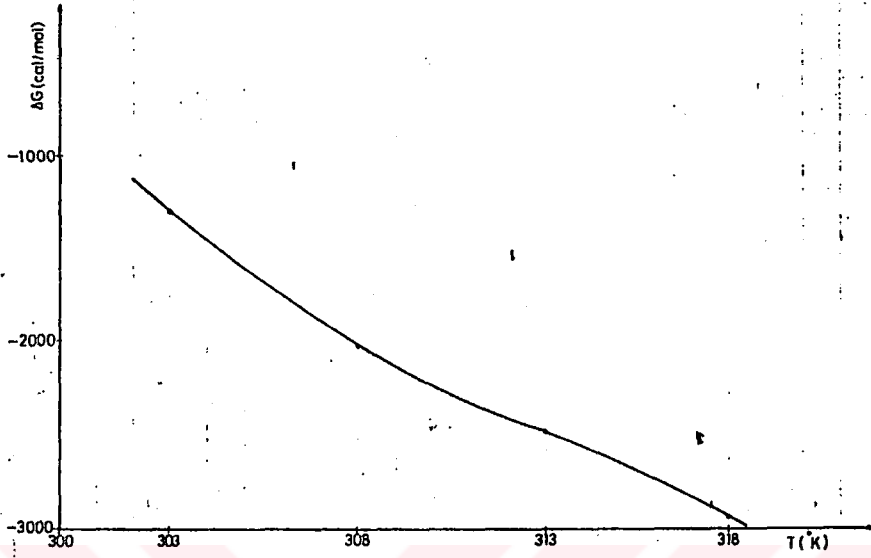
Şekil 3.84 Çizelge 3.80-3.81 de yer alan deneysel bulgulara bağlı olarak, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu farklı asit çözeltilerinde, ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının korozyonunda 12. saat için, yükseltgenme potansiyellerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $E=f(T)$



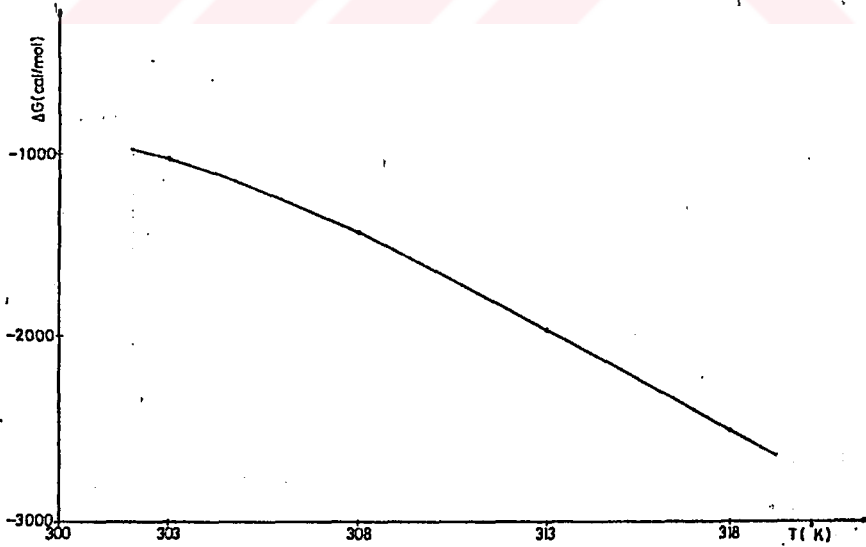
25 CH<sub>3</sub>COOH

25 HCl

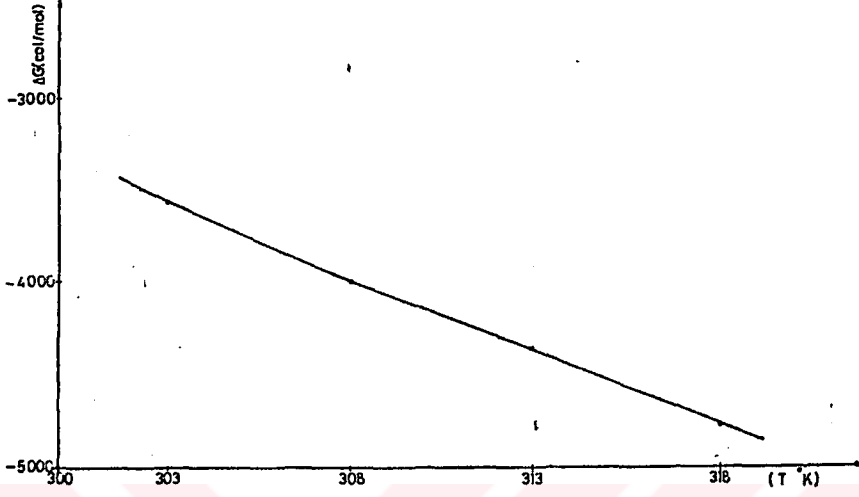
Şekil 3.85 Çizelge 3.82-3.83 de yer alan deneysel bulgulara bağlı olarak, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu farklı asit çözeltilerinde, ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.5 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyonunda 12. saat için, yükseltgenme potansiyellerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $E=f(T)$



Şekil 3.86 Çizelge 3.80 de yer alan verilere göre ağırlıkça %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji ( $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri  $\Delta G=f(T)$



Şekil 3.87 Çizelge 3.82 de yer alan verilere göre ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji ( $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri  $\Delta G=f(T)$

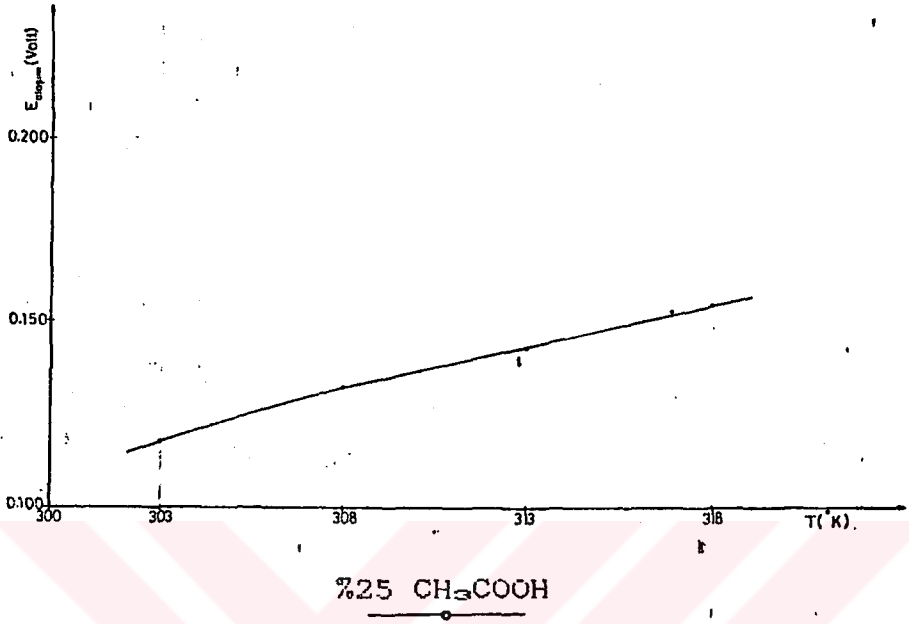


Şekil 3.88 Çizelge 3.83 de yer alan verilere göre ağırlıkça %88 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji (  $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa,bağlı olarak çizilen değişim eğrileri. $\Delta G=f(T)$

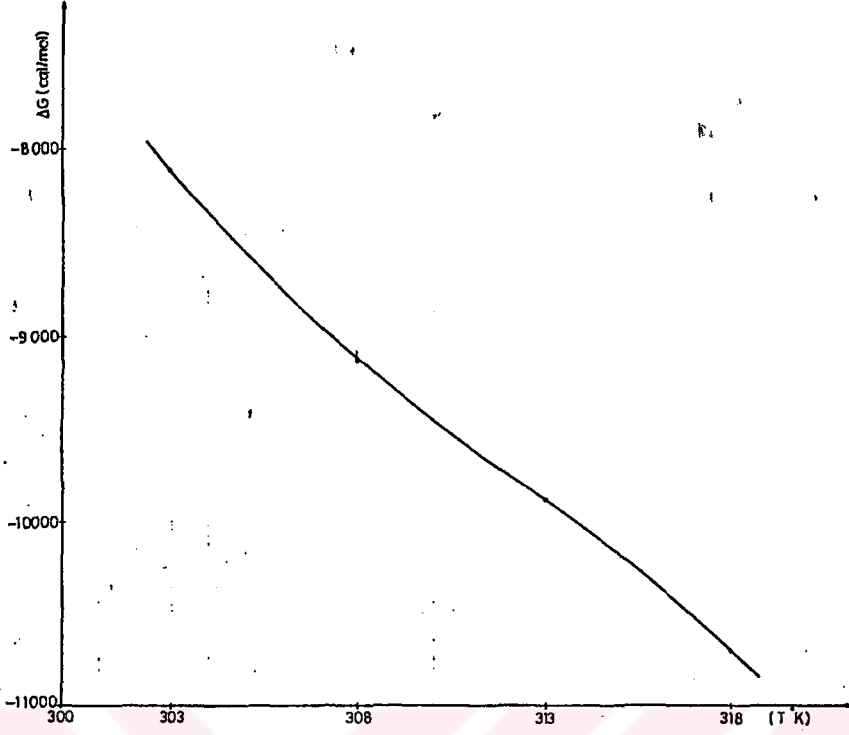
Çizelge 3.84 Oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 CH<sub>3</sub>COOH çözeltisi içinde, ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının ölçülen elektrot potansiyeli ve, 12. saat sonundaki korozyonunda sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan çeşitli termodinamik büyüklükler.

T (° K)	E <sub>ölçülen</sub> (V.)	E <sub>hesaplanan</sub> (V.)	ΔG (cal/mol)	dE/dT (V./derece)	ΔH (cal/mol)	ΔS (cal/mol-derece)
303	0.3550	0.1173	-8116	3.28*10 <sup>-3</sup>	60649	226
308	0.3660	0.1321	-9140	2.33*10 <sup>-3</sup>	40514	161
313	0.3730	0.1429	-9887	2.23*10 <sup>-3</sup>	38407	154
318	0.3810	0.1547	-10704	2.61*10 <sup>-3</sup>	46724	180





**Şekil 3.89** Çizelge 3.84 de yer alan deneysel bulgulara bağlı olarak, oksijenden arındırılmış ağırlıkça %25 konsantrasyonlu CH<sub>3</sub>COOH çözeltisinde, ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımının korozyonunda 12. saat için, yükseltgenme potansiyellerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri. E=f(T)

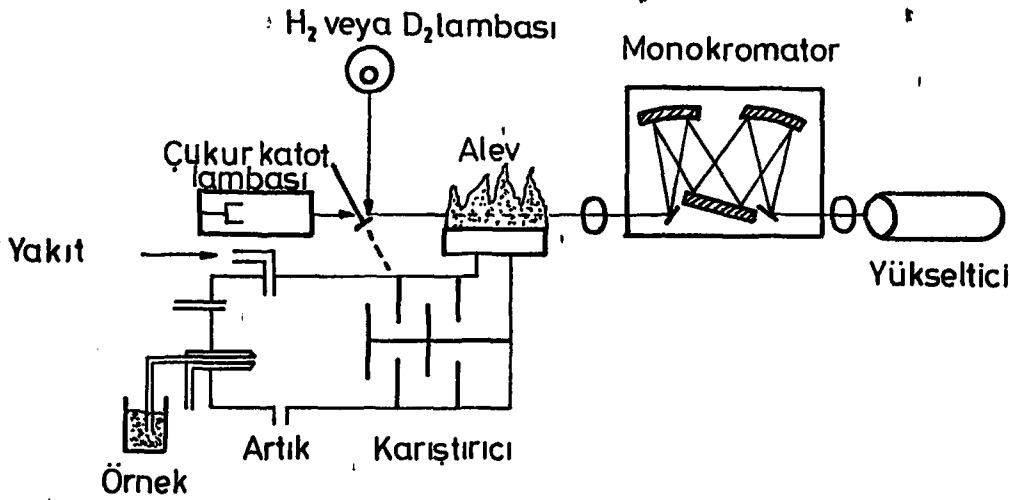


**Şekil 3.90** Çizelge 3.84 de yer alan verilere göre ağırlıkça %88 Al - %8.40 Cu - %0.23 Ni - %1.20 Zn - %2.10 Si içeren çubuk şeklindeki alüminyum alaşımının korozyonunda, 12.saat için, serbest enerji (  $\Delta G$ ) büyüklüklerinin sıcaklığa bağlı olarak çizilen değişim eğrileri.  $\Delta G=f(T)$

### 3.2. METAL ANALİZLERİNDE ATOMİK ABSORBSİYON SPEKTROMETRE (A.A.S.) YÖNTEMİNİN TANITIMI.

Çözelti içinde çözünmüş metal iyonları, A.A.S. si ile kolayca tayin edilebilmektedir. A.A.S. sinde bir ışık demeti önce alev altındaki örneğe, alevden monokromatore, daha sonra da absorblanan ışığın şiddetini ölçen bir dedektöre gönderilmektedir. Absorbsiyon A.A.S. yönteminde oldukça duyarlıdır. Çünkü absorbsiyon uyarılmış serbest atomların oranına bağlıdır ve genellikle herhangi bir anda uyarılmamış atomların, uyarılmış atomlara oranı Boltzman Kanunu gereğince çok yüksek olmaktadır. Işın demetinin dalgaboyu yalnızca tayin edilmekte olan metalin bir karakteristiği olduğuna göre, alev altındaki örnek tarafından absorblanan ışık enerjisi, örnekteki metal konsantrasyonunun bir ölçüsü olmaktadır. Bu ilke atomik absorbsiyon spektrometresinin temelini oluşturmaktadır. [25]

Alet esas olarak başlıca, ışın kaynağı, atomizer, monokromatör ve kaydediciden oluşmuştur (Şekil 3.91).



Şekil 3.91 Atomik absorpsiyon spektrometresinin şeması. [25]

Atomlar normal halde en düşük enerji düzeyinde bulunmaktadır. Bu durumdaki atomlar dışarıdan herhangi bir şekilde enerji alacak olurlarsa, atomların bazıları uyarılmış hale geçmektedir. Atom, aldığı enerjiyi  $10^{-8}$  saniyede belli dalgaboyunda ışımaya enerjisi halinde geri vererek tekrar temel enerji düzeyine dönmektedir. Bu ışımaya rezonans ışımaya denmektedir.

Atomik absorpsiyon spektrometresinde ölçüm, temel haldeki atomların rezonans ışınlarının absorpsiyonuna dayanmaktadır. Bu işlem için gerekli rezonans ışınları belirli bir kaynaktan sağlanmaktadır. Temel haldeki atomlar rezonans ışınlarını absorblayarak bunların şiddetini azaltmaktadır. Azalma atom sayılarıyla orantılı olmaktadır.

$I_0$  şiddetinde ve  $\nu$  frekansında paralel bir ışık demetinin bir atom bulutu üzerine gönderilme durumu göz önüne alınırsa, atom bulutu üzerine gelen ve atom bulutunu terkeden ışığın şiddeti arasındaki ilişki 3.2 bağıntısı ile verilmekte ve bu bağıntı Lambert - Beer kanunu olarak bilinmektedir. (25)

$$I = I_0 e^{-\epsilon \nu L C} \quad 3.2$$

Burada  $I_0$  gelen ışığın şiddetini,  $I$  atom ve iyonik bulutu terkeden ışığın şiddetini,  $\epsilon \nu$ ,  $\nu$  frekansındaki ışığın absorblanma katsayısını,  $L$  çözelti örneğinin uzunluğunu (ışığın çözelti iyonları arasında aldığı yolu),  $C$  konsantrasyonu ifade etmektedir.

Nicel spektroskopik yöntemlerde absorpsiyon (A) terimi aşağıdaki eşitlikle tanımlanmaktadır.

$$A = \text{Log} \frac{I_0}{I} \quad 3.3$$

3.2 eşitliğinden;

$$A = \epsilon_r LC \text{ Log } e \quad 3. 4(a)$$

$$A = 0.4343 \epsilon_r LC \quad 3. 4(b)$$

elde edilmektedir.  $\epsilon_r$  , alev içindeki  $\text{cm}^3$  başına düşen absorblayıcı tanecik sayısı ile orantılı olduğundan, absorbansa dayalı analizler iyonun konsantrasyonu ile orantılı olmaktadır.

Bütün analitik yöntemlerde, dolayısıyla atomik absorpsiyonda tayinler, belirli bir sınıra kadar yapılabilir. Girişim, atomik absorpsiyonda sınırlayıcı bir faktör olduğundan; doğruluk, kesinlik, duyarlık gibi parametreler belirli bir değere kadar sınırlandırılabilir. Duyarlık; %1 lik bir absorpsiyonu meydana getiren mg-metal/lit cinsinden konsantrasyonu ifade etmektedir. Kesinlik; analizde, ardışık bulunan değerlerin birbirlerine yakın olmasıdır. Kesinlikten amaç, tekrarlanabilme ve yeniden yapılabilir. Doğruluk denel sonuçların gerçek değere ne kadar yakın olduğunu belirtmede kullanılmaktadır. Doğruluk sistematik hataların mertebesini ifade etmektedir.

### 3.2.1. Alaşım Analizlerinin Yapılmasında İzlenen Yöntem.

Alaşım örneklerinin analizinde kullanılan A.A.S. yönteminin genel özellikleri bir önceki kısımda açıklanmıştır. Yöntemin pratik açıdan uygulanmasında izlenen prosedür ve çalışma tekniği ise aşağıdaki şekilde kısaca açıklanabilir.

A.A.S. ile analizde en önemli iş, standart çözelti konsantrasyonlarına karşı absorpsiyon değerlerinden oluşan bir kalibrasyon eğrisi çizmektir. Çalışma eğrisi de denilen bu eğrinin çizilmesinde, eğer tayin edilecek elementi içeren

çözeltiler bileşim yönünden basit ise ayrı özel bir işlem yapmaya gerek yoktur., Fakat tayin edilecek element kompleks bir ortamda bulunuyorsa, kalibrasyon çözeltileri de (standart çözeltiler) örneğe benzetilmelidir. Ayrıca örnek konsantrasyonu lineerlik sınırı üstüne çıkacak olursa seyreltme, en düşük tayin sınırı altına düşerse deriştirme işlemleri uygulanmalıdır. [26]

Çalışma eğrisi elde edildikten sonra örnek çözeltisinin absorbans değeri okunur ve eğri üzerinde bu absorbans değerine karşılık gelen konsantrasyon, interpolasyon işlemiyle örnek konsantrasyonu olarak belirlenir. Ancak örnek için okunan absorbans değeri çalışma eğrisinin doğrusal olduğu bölgeye düşmezse bu takdirde örnek üzerinde seyreltme işlemi, örnek konsantrasyonu mutlak tayin sınırı altına düşerse deriştirme işlemi, örnek çok kompleks bir ortamda bulunuyorsa standart ekleme yöntemine başvurulur. [26]

Alaşım örneklerinin analizlerinde M.T.A. Balıkesir Bölge Müdürlüğündeki PE 420 Model atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucu A.A.S. tekniği ile tayin edilecek bileşenleri yönünden, alaşım örneklerimizin basit çözeltiler oluşturdukları saptanmış ancak konsantrasyon okumaları cihazın lineerlik sınırını aştığı için seyreltme işlemleri uygulanmıştır. Bu cihaz ile tayin edilemeyen silisyum bileşeni ise yaş analitik yöntemle (HF eklenmesi sonrasında gravimetrik) tayin edilmiştir.

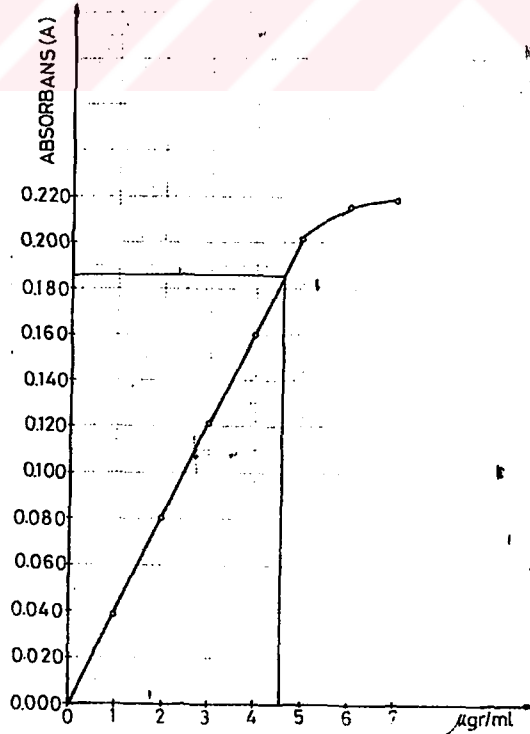
A.A.S. ile analiz tekniğinde izlediğimiz yöntem şöyledir. Cihazın çalışma parametrelerine ve tayin edilecek bileşen tür ve sayısına uygun miktarlarda alaşım 500 ml. lik balonjojeler içinde derişik  $HNO_3$  ile çözünmüş ve damıtık su

ile 500 ml. ye seyreltilmiştir. Bu 500 ml. lik örneklerin konsantrasyonu ilgili bileşenler yönünden doğrudan alev enjeksiyonu tekniği kullanılarak ve absorbands okuması yapılarak tayin edilmiştir. Cihazla ilgili bazı parametreler aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 3.85** Çeşitli alaşım bileşenlerinin PE 420 Model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde analiz için en duyarlı dalga boyları ve lineerlik sınırları.<sup>[26]</sup>

	Lamba Dalga Boyu (Å°)	Lineerlik sınırı (µg / ml)
Cu	W=3247	5
Ni	W=2320	5
Pb	W=2833	10
Zn	W=2139	1
Co	W=2407	5
Cd	W=2288	2
Bi	W=2231	50

Çok sayıda alaşım bileşeni içinden temsil edici örnek olarak seçilen bakır için çizilen çalışma eğrisi şekil 3.92 da gösterilmiştir.



Şekil 3.92 Bakır için çizilen çalışma (absorbans) eğrisi.

### 3.2.2. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi Yöntemi ile Bulunan Sonuçlar.

Korozyon deneylerinde kullandığımız alaşımların atomik absorbsiyon spektrofotometre yöntemiyle belirlenen korozyon öncesi ve sonrası % ağırlık olarak kimyasal bileşimleri aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir.

Çizelge 3.86 Levha halindeki sarı pirinç alaşımının atomik absorbsiyon spektrometre yöntemi ile belirlenen, korozyon öncesi ve sonrası (% ağırlık olarak) kimyasal bileşimi.

	% Cu	% Zn
KOROZYON ÖNCESİ BULGULAR	65.00	35.00
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	66.60	33.35
Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	65.40	34.60
Ağırlıkça %25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	66.80	33.20
Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	66.26	33.74

Çizelge 3.87 Levha halindeki yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının atomik absorbsiyon spektrometre yöntemi ile belirlenen, korozyon öncesi ve sonrası (%ağırlık olarak) kimyasal bileşimi.

	% Cu	% Zn	% Ni	% Pb
KOROZYON ÖNCESİ BULGULAR	61.00	20.66	18.10	0.04
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	60.90	20.40	18.62	0.03
Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	61.40	20.55	18.02	0.01
Ağırlıkça %25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	61.27	20.02	18.64	0.04
Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	60.75	20.38	18.80	0.02



Çizelge 3.88 Levha halindeki bakır alaşımının atomik absorpsiyon spektrometre yöntemi ile belirlenen, korozyon öncesi ve sonrası (% ağırlık olarak) kimyasal bileşimi.

	% Cu	% Sn	% Zn
<b>KOROZYON ÖNCESİ BULGULAR</b>	92.00	6.10	1.80
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	89.44	8.60	1.90
Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	88.65	9.40	1.88
Ağırlıkça %25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	92.59	5.25	2.10
Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	89.82	8.15	2.00

Çizelge 3.89 Çubuk şeklindeki bakır alaşımının atomik absorpsiyon spektrometre yöntemi ile belirlenen, korozyon öncesi ve sonrası (% ağırlık olarak) kimyasal bileşimi.

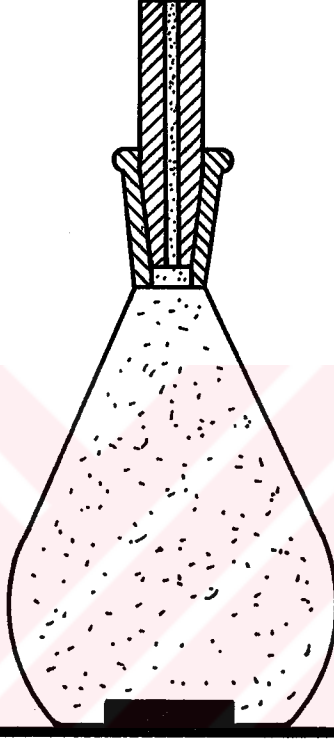
	% Cu	% Sn	% Zn	% Pb
<b>KOROZYON ÖNCESİ BULGULAR</b>	88.00	10.00	1.50	0.50
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	87.95	10.23	1.30	0.40
Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	87.77	10.60	0.56	0.90
Ağırlıkça %25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	87.85	10.35	1.51	0.30
Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	87.80	10.38	1.60	0.20

Çizelge 3.90 Çubuk şeklindeki alüminyum alaşımının atomik absorpsiyon spektrometre yöntemi ile belirlenen, korozyon öncesi ve sonrası (% ağırlık olarak) kimyasal bileşimi.

	% Al	% Cu	% Ni	% Zn	% Si
KOROZYON ÖNCESİ BULGULAR	88.00	8.40	0.23	1.20	2.10
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	87.00	8.65	0.20	0.90	3.20
Ağırlıkça %5 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	80.00	7.95	1.00	0.40	10.60
Ağırlıkça %25 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	86.75	8.03	0.20	0.95	4.02
Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası bulgular.	83.20	8.10	0.98	0.69	7.00

### 3.3. KOROZYON DENEYLERİNDE KULLANILAN ALAŞIMLARIN YOGUNLUKLARININ TAYİNİ.

Katı ve sıvıların yoğunlukları piknometre adı verilen camdan yapılmış aygıtlarla tayin edilmektedir. Hacimleri 1 - 100 ml arasında değişen piknometreler şekil 3.93 de verilmıştır.



Şekil 3.93 Camdan yapılmış piknometrenin kesiti.

Piknometre ile katı cisimlerin yoğunluğunu tayin etmek için;

1- iyice temizlenmiş ve kurutulmuş piknometre, saf su ile doldurulup tartılmaktadır ( $M_1$ ).

2- Piknometre içine katı cisim atılarak tekrar tartılmaktadır ( $M_2$ ). Taşan suyun kütlesi ( $M'$ ), katı cismin kütlesi de ( $M$ ) olduğuna göre aşağıdaki eşitlikler yazılabilmektedir.

$$\text{Piknometre} + \text{su} + M' = M_1$$

$$\text{Piknometre} + \text{su} + M = M_2$$

Bu eşitliklerden  $M' - M = M_1 - M_2$  ve  $M' = M + M_1 - M_2$  bulunmaktadır. Kütlesi  $M$  ve hacmi  $V$  olan bir cismin yoğunluğu,

$$d = \frac{M}{V} \quad 3.5$$

bağıntısı ile belirlenmektedir. Taşan suyun hacmi katı cismin hacmi kadar olduğundan,  $M' = V * d_{su}$  yazıldığında  $V$  nin değerinin  $M' / d_{su}$  olacağı açıktır. Böylece katı bir cismin yoğunluğu;

$$d = \frac{M * d_{su}}{M + M_1 - M_2} \quad 3.6$$

ifadesinden hesaplanmaktadır. [27]

Yaptığımız yoğunluk tayininde işlem  $30^{\circ}\text{C}$  sıcaklığında termostat yardımı ile sabit tutulduğundan  $d_{su} = 0.9957 \text{ g/cm}^3$  alınmıştır. [28]

Korozyon deneylerinde kullandığımız alaşımların korozyon öncesi ve değişik koşullardaki (farklı konsantrasyondaki asit çözeltisi ve sıcaklık) korozyon sonrası yoğunlukları, yukarıda açıklanan yöntem ve ilgili bağıntılara göre hesaplanarak, sonuçlar çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.91

<u>Yüzde ağırlık oranları</u>	<u>t = 30 °C d(gr/cm<sup>3</sup>)</u>
765 Cu - 735 Zn ..... Sarıpirinç alaşımı .....	8.57
761 Cu - 720.66 Zn - 718.1 Ni - 70.04 Pb ....Yeni gümüş (ALPAKA) alaşımı .....	8.38
792 Cu - 76.1 Sn - 71.8 Zn .....Levha halindeki bakır alaşımı .....	6.16
788 Cu - 710 Sn - 71.50 Zn - 70.5 Pb ....Çubuk şeklindeki bakır alaşımı .....	7.25
788 Al - 78.40 Cu - 70.23 Ni - 71.2 Zn - 72.10 Si Alüminyum alaşımı .....	2.66

Cizelge 3.92 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta %55 Cu - %25 Zn içeren SAE P111NC alaşımının, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen yoğunluk değişimleri.

KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.98	Ağırlıkta %1 HCl t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	8.01	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.96
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.60	Ağırlıkta %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.41	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.33
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	4.56	Ağırlıkta %25 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.88	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.26
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.26	Ağırlıkta %25 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.02	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.21
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.53	Ağırlıkta %25 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	3.91	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.52

Cizelge 3.93 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta %61 Cu - %20.66 Zn - %18.1 Ni - %0.04 Pb içeren yeni çubuk (ALPARKA) alaşımının, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen yoğunluk değişimleri.

KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.33	Ağırlıkta %1 HCl t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.03	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.52
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.51	Ağırlıkta %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.65	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.49
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.08	Ağırlıkta %25 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.94	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.48
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.34	Ağırlıkta %25 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.87	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.52
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.16	Ağırlıkta %25 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.08	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.92

Çizelge 3.94 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta %2 Cu - %5.1 Sn - %1.8 Zn içeren levha halindeki bakır alaşımının, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen yoğunluk değişimleri.

KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.83	Ağırlıkta %1 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	3.37	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	4.74	Ağırlıkta %1 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	4.91
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.80	Ağırlıkta %1 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	3.96	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	4.63	Ağırlıkta %1 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	4.90
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.75	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.15	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.61	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.33
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.60	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.31	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.47	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.00
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.59	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	3.13	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.78	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.22

Çizelge 3.95 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta %8 Cu - %10 Sn - %1.50 Zn - %0.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alaşımının, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen yoğunluk değişimleri.

KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ÖZETİMİ	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.53	Ağırlıkta %1 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.09	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.38	Ağırlıkta %1 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.36
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.59	Ağırlıkta %1 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.27	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.67	Ağırlıkta %1 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.61
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.17	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.72	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.90	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.71
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.80	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.71	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.49	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.77
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	7.98	Ağırlıkta %25 HCl oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	5.37	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.68	Ağırlıkta %25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	6.43

Çizelge 3.96 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta %28 Al - %6.40 Cu - %0.23 Ni - %1.2 Zn - %2.10 Si içeren alüminyum alaşımına, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen yoğunluk değişimleri.

KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	KOROZYON ORTAMI	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.08	Ağırlıkta %1 HCl oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.15	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.44	Ağırlıkta %1 HCOOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.32
Ağırlıkta %1 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.24	Ağırlıkta %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.36	Ağırlıkta %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.48	Ağırlıkta %1 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.33
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.03	Ağırlıkta %2 HCl oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	1.95	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.41	Ağırlıkta %25 HCOOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.33
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.14	Ağırlıkta %2 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	1.60	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.29	Ağırlıkta %25 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.13
Ağırlıkta %25 CH <sub>3</sub> COOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.04	Ağırlıkta %5 HCl oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	1.44	Ağırlıkta %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.06	Ağırlıkta %25 HCOOH oksidinden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası yoğunluk.	2.22

### 3.4. MALZEMELERDE SERTLİK ÖLÇME YÖNTEMLERİ.

Laboratuvarlarda ölçülen sertlik, malzemenin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır.

Sertlik ölçme genellikle, konik veya küresel standart sert bir ucun malzemeye batırılmasına karşı, malzemenin gösterdiği direnci ölçmekten ibarettir. Uygun olarak seçilen sert uç tatbik edilen bir yük altında malzemeye batırıldığında malzeme üzerinde kalıcı bir iz bırakmaktadır. Genel deyimle malzemenin sertliği, bu iz'in büyüklüğü ile ters orantılıdır. [29]

Genellikle laboratuvarlarda uygulanan sertlik ölçme yöntemleri şunlardır:

- a - Brinell sertlik ölçme yöntemi.
- b - Vickers sertlik ölçme yöntemi.
- c - Rockwell sertlik ölçme yöntemi.

#### 3.4.1. Korozyon Deneylerinde Kullanılan Alaşımların Sertliğinin Ölçülmesi Yöntemleri ve Bulunan Sonuçlar.

Deney örneklerinin kalınlığının ince olması dolayısıyla sertlik ölçümleri küçük yüklemelerde yapılmıştır. Çubuk şeklindeki alaşım örnekleri için Brinell sertlik ölçme yöntemi uygulanmıştır. Bu ölçme, kalibrasyonu yapılmış bir cihaz kullanılarak deneyi yapılacak malzemenin yüzeyine belirli bir yükün, belirli çaptaki sert malzemedan yapılmış bir bilya yardımıyla, belirli süre uygulanmasından ve sonuç olarak meydana gelen iz'in çapının ölçülmesinden ibarettir. 400 HB'ye kadar olan sertlikler için, sertleştirilmiş çelikten imal edilmiş bilyalar kullanılmaktadır. Bu bilya çapları normlaştırılmış olup 10, 5, 2.5 ve 1 mm dir. [29]

Deneylerimizde Brinell sertlik değeri ölçümlerinde 2.5 mm çaplı bilya kullanılmıştır.



Levha (saç) şeklindeki alaşım örneklerinin sertlikleri, 5 Kg'a kadar düşük yüklerde mikro sertlik ölçümleri (Vickers) ile belirlenmiştir. Bu yöntem, ince saçların ve özellikle deney örneklerinde sertliği ölçülecek çok küçük bölgelerin sertliklerinin ölçülmesinde elverişlidir. Mikro - sertlik deneyi için iki standart uç kullanılmaktadır. Bunlardan biri 136° lik tabanı kare olan piramit uç (Vickers ucu), diğeri ise National Bureau of Standarts tarafından geliştirilen ve Knoop ucu diye bilinen 172° 30' lik piramit uçtur.<sup>[29]</sup> Deneylerimizde 136° lik tabanı kare olan piramit uç (Vickers ucu) kullanılmıştır.

Kullanılan mikro - sertlik cihazında 25 g. dan 10000 g. kadar yük, tatbik etmek mümkündür. Meydana gelen iz'in köşegenlerinin kolayca görülebilecek bir uzunlukta olması için, malzemenin sertliğine göre en uygun yük belirlenerek ölçümler yürütülmüştür.\* Mikro - sertliğin nümerik değeri tatbik edilen yükün, numune üzerinde ucun bıraktığı iz'in alanına oranıdır.

Hesaplama işleminden kaçınmak için gerek Brinell, gerekse mikro-sertlik değerleri, hazır tablolardan okunmuştur. Korozyon deneylerinde kullanılan alaşımların korozyon öncesi ve sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir.

---

\* Korozyon deneylerinde kullanılan alaşımların sertlik değerlerinin ölçülmesi Balıkesir 1012. Ordudonatıs Ana Tamir Fabrikası'nın malzeme laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 3.97 Korozyon deneylerinde kullandığımız alaşımların korozyon öncesi sertlik değerleri.

<u>Alaşımların yüzde ağırlık oranları</u>	<u>Sertlik</u>
765 Cu - 735 Zn .....	Sarı pirinç alaşımı ..... 127 (HV - 10 Kg. yükte)
761 Cu - 720.66 Zn - 718.1 Ni - 70.04 Pb .....	Yeni gümüş (ALPAKA) alaşımı . 141 (HV - 10 Kg. yükte)
792 Cu - 76.1 Sn - 71.8 Zn .....	Levha halindeki bakır alaşımı ..... 188 (HV - 5 Kg. yükte)
788 Cu - 710 Sn - 71.50 Zn - 70.5 Pb	Çubuk şeklindeki bakır alaşımı ..... 75 (HB - 62.5 Kg. yükte)
788 Al - 78.40 Cu - 70.23 Ni - 71.2 Zn - 72.10 Si	Alüminyum alaşımı ..... 128 (HB - 62.5 Kg. yükte)

Cizelge 3.98 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkça %5 Cu - %25 Zn içeren SARE-EPİNAÇ alaşımının korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri. (Sertlikler 10 kg. yükte HV olarak ölçülmüştür.)

KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	Sertlik (HV)	
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	126	Ağırlıkça %1 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	128	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	110	Ağırlıkça %1 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	110
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	128	Ağırlıkça %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	128	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	110	Ağırlıkça %1 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	105
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	115	Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	115	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	111	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	105
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	115	Ağırlıkça %25 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	104	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	110	Ağırlıkça %25 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	105
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	126	Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	63	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	105	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	105

Cizelge 3-99 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkça %61 Cu - %20.66 Zn - %18.1 Ni - %0.04 Pb içeren yeni gümüş (ALPANA) alaşımının korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri. (Sertlikler 10 kg. yükte HV olarak ölçülmüştür.)

KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	KOROZYON ÖRTANI	Sertlik (HV)	Sertlik (HV)	
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %1 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	143
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	135	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	75	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri:	141

Çizelge 3.100 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta 992 Cu - 16.1 Sn - 41.3 Zn içeren levha halindeki bakiş- alabamın, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri. (Sertlikler 5 kg. yükte HV olarak ölçülmüştür.)

KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HV)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HV)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HV)	Sertlik (HV)
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	182	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	188
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 HCOOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	188
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	182	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	188
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 HCOOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	188
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	192	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	188	188

Çizelge 3.101 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkta 998 Cu - 10 Sn - 41.50 Zn - 10.50 Pb içeren çubuk şeklindeki bakır alabamın, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri. (Sertlikler 62.5 kg. yükte HB olarak ölçülmüştür.)

KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	Sertlik (HB)
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	74	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	118	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	112	115
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	73	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	118	Ağırlıkta 25 HCOOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	112	115
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	67	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	115	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	112	115
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	67	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	115	Ağırlıkta 25 HCOOH havalandırılması asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	112	115
Ağırlıkta 25 CH <sub>3</sub> COOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	67	Ağırlıkta 25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	75	Ağırlıkta 25 HCOOH oksijenden arındırılması asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	110	115

Çizelge 3.0 Korozyon deneylerinde kullanılan ağırlıkça %8 Al - %8,40 Cu - %0,23 Ni - %1,2 Zn - %2,10 Si içeren ALUMINYUM alaşımının, korozyon sonrası farklı koşullarda ölçülen sertlik değerleri.  
(Sertlikler 62,5 Kg. yükle HB olarak ölçülmüştür.)

KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)	KOROZYON ORTAMI	Sertlik (HB)
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	128	Ağırlıkça %1 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	96	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121	Ağırlıkça %1 HCOOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	107
Ağırlıkça %1 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	124	Ağırlıkça %1 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	97	Ağırlıkça %1 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121	Ağırlıkça %1 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	110
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	124	Ağırlıkça %2 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	67	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121	Ağırlıkça %2 HCl havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	42	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	118	Ağırlıkça %25 HCOOH havalandırılmış asit çözeltisinde t=30 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121
Ağırlıkça %25 CH <sub>3</sub> -COOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121	Ağırlıkça %5 HCl oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	31	Ağırlıkça %25 H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	118	Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenlen arındırılmış asit çözeltisinde t=45 °C de korozyon sonrası sertlik değeri.	121

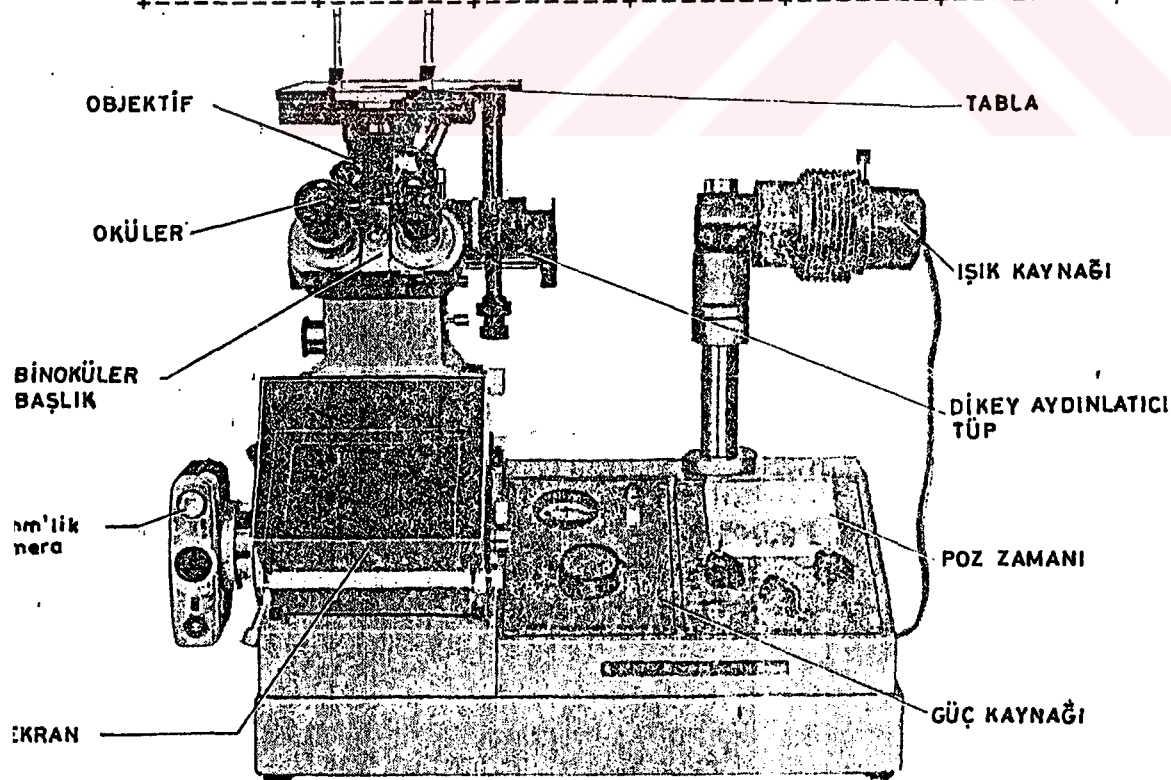
### 3.5. DEĞİŞİK ALAŞIMLARIN KOROZYON ÖNCESİ VE SONRASI YÜZEY FOTOĞRAFLARININ TESPİTİ.

Numunelerin yüzey fotoğrafları resim 3.1 de görülen PME model metalürji mikroskobu ile çekilmiştir. Çekim işleminde açısal büyütmesi 15X olan oküler ile, açısal büyütmesi 10X olan objektif kullanılmıştır. Çizelge 3.103 te verilen değerler fotoğrafların açısal büyütme oranının oküler objektif güçlerine bağımlı olarak değişimini göstermektedir. [30]

Çizelge 3.103

Toplam büyütme = Objektif gücü \* Oküler gücü \* 1.33

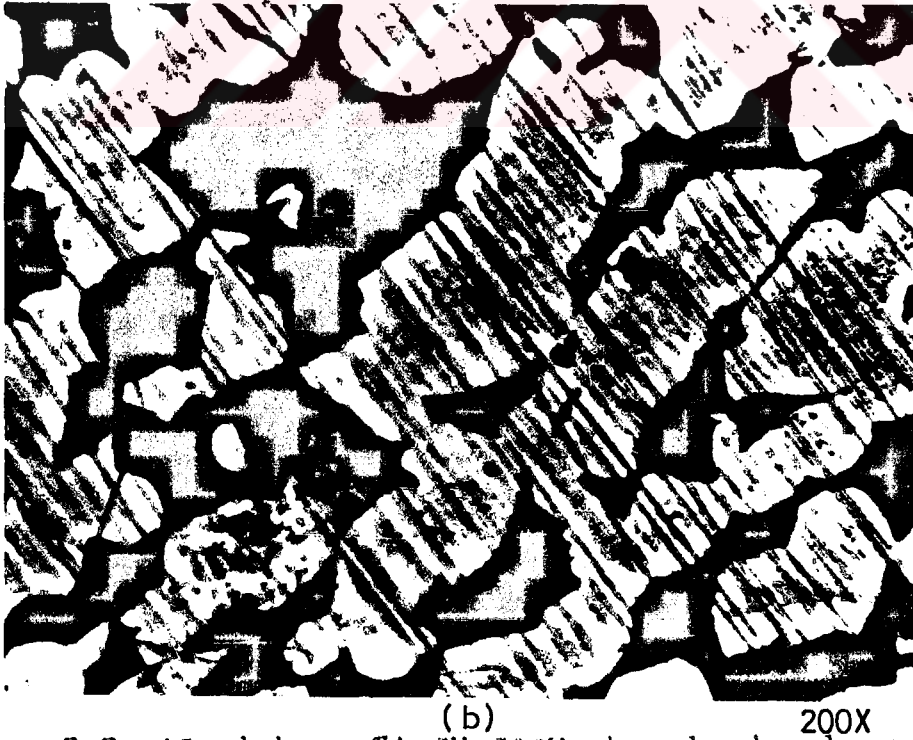
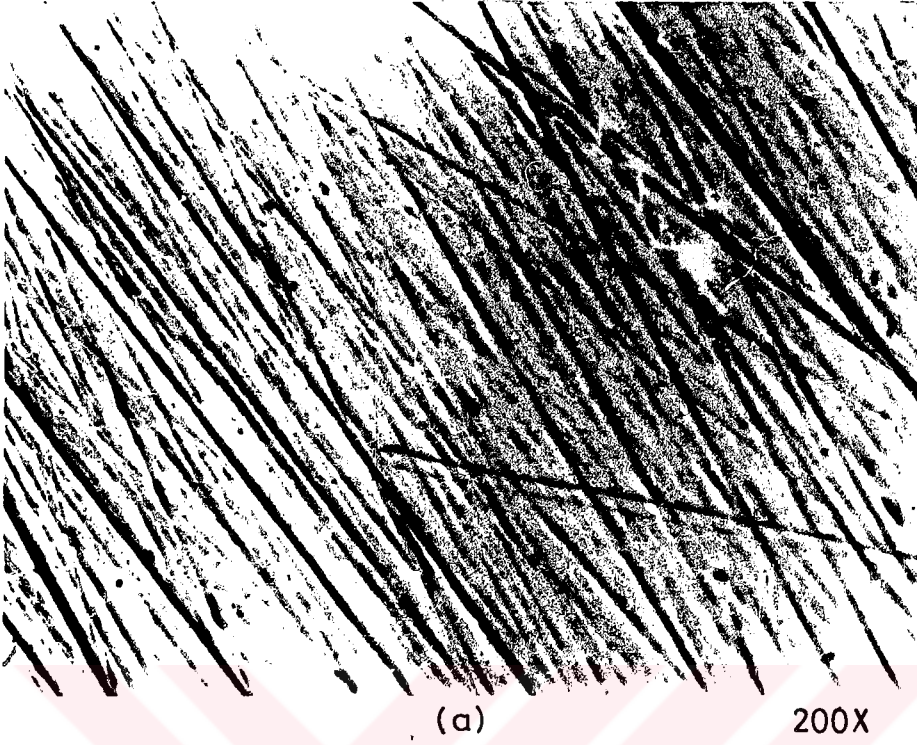
OKÜLER	OBJEKTİF				
	5X	10X	20X	40X	100X
7.5X	50X	100X	200X	399X	1000X
10X	66.5X	133X	266X	532X	1330X
11.3X	75X	150X	300X	901X	1500X
15X	100X	200X	400X	798X	2000X



Resim 3.1 PME model metalürji mikroskobu.

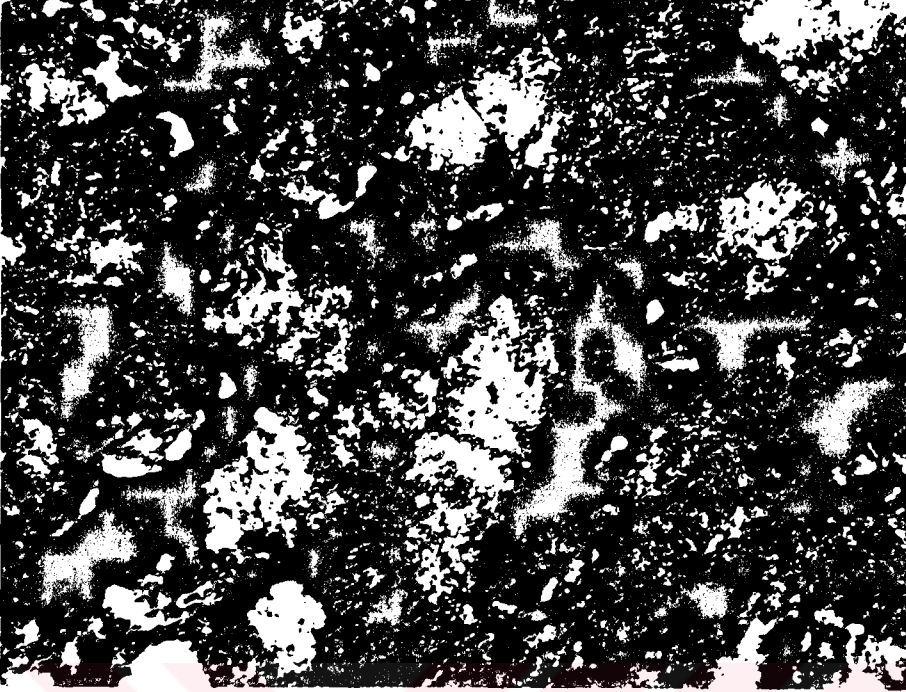
Yukarıda teknik özellikleri açıklanan PME Model metalürji mikroskobu ile, değişik alaşımların korozyon öncesi ve korozyon sonrası, farklı koşullarda çekilen yüzey fotoğrafları aşağıda verilmiştir.





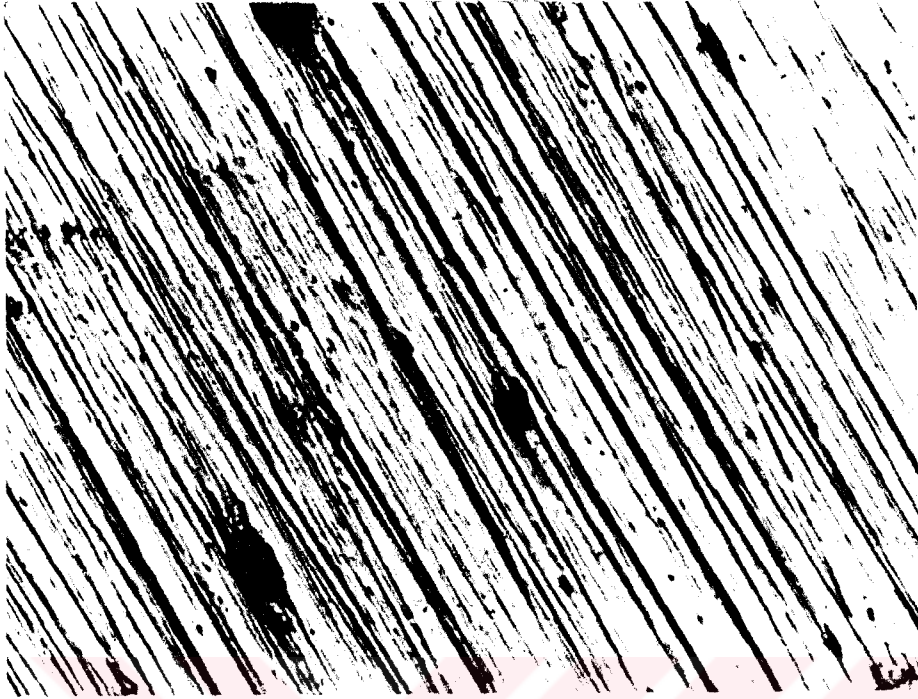
Resim 3.2 Ağırlıkça %1  $\text{CH}_3\text{COOH}$  havalandırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^\circ\text{C}$  de, sarı pirinç alaşımının korozyon öncesi ve sonrası yüzey fotoğrafları. [(a), korozyon öncesi; (b), korozyon sonrası]





200X

**Resim 3.3** Ağırlıkça %25  $\text{CH}_3\text{COOH}$  oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=45^\circ\text{C}$  de, sarı pirinç alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.



(a)

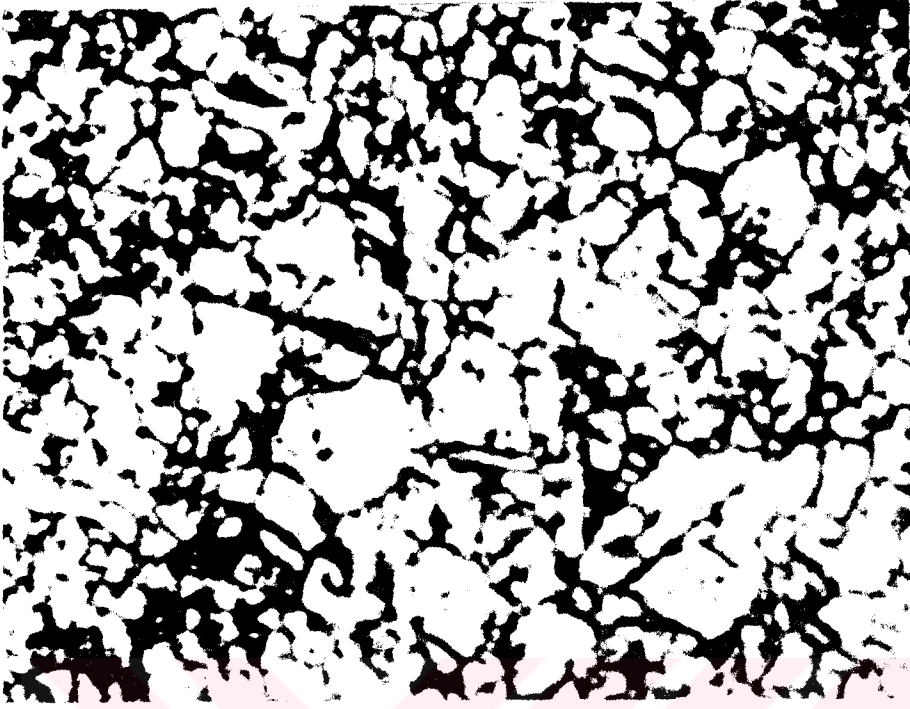
200X



(b)

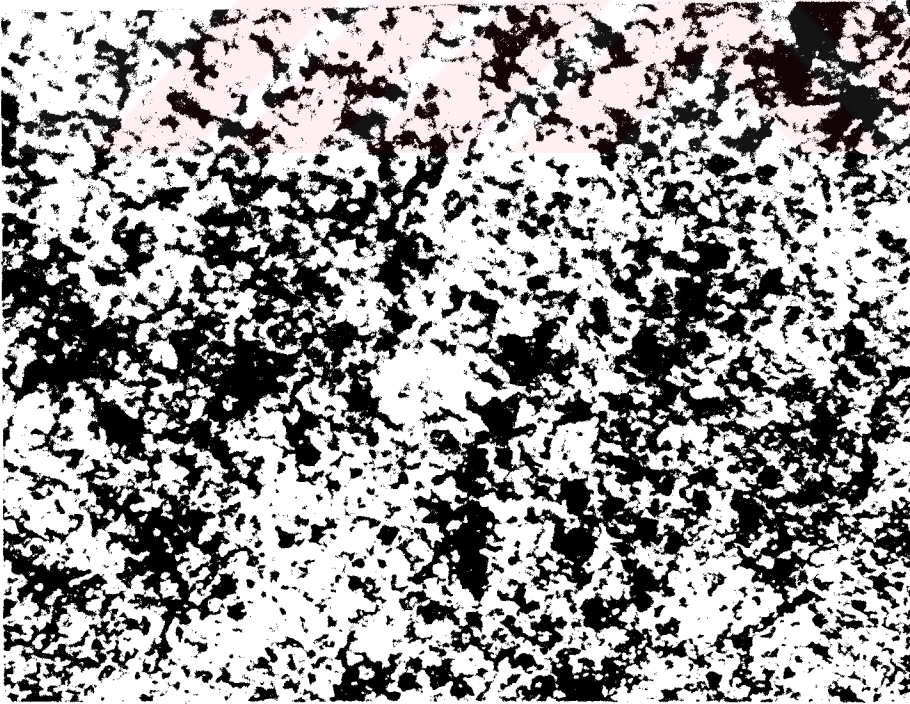
200X

Resim 3.4 Ağırlıkça %1 HCOOH havalandırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyon öncesi ve sonrası yüzey fotoğrafları. [(a), korozyon öncesi; (b), korozyon sonrası]



200X

**Resim 3.5** Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.



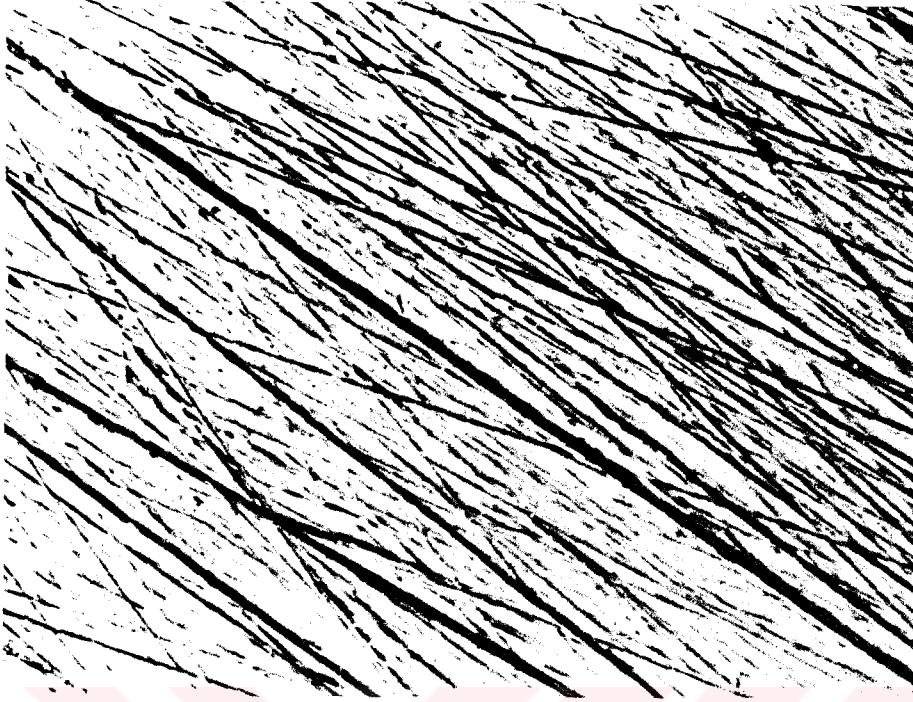
200X

**Resim 3.6** Ağırlıkça %25  $\text{H}_2\text{PO}_4$  oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.



200X

Resim 3.7 Ağırlıkça %25  $H_3PO_4$  oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=45^\circ C$  de, yeni gümüş (ALPAKA) alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.



(a)

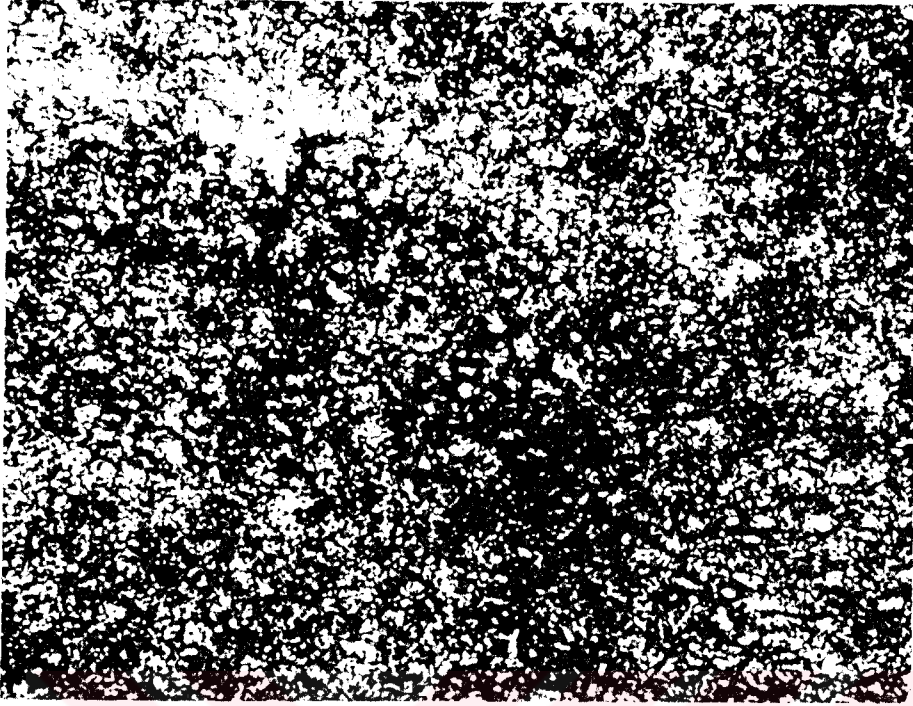
200X



(b)

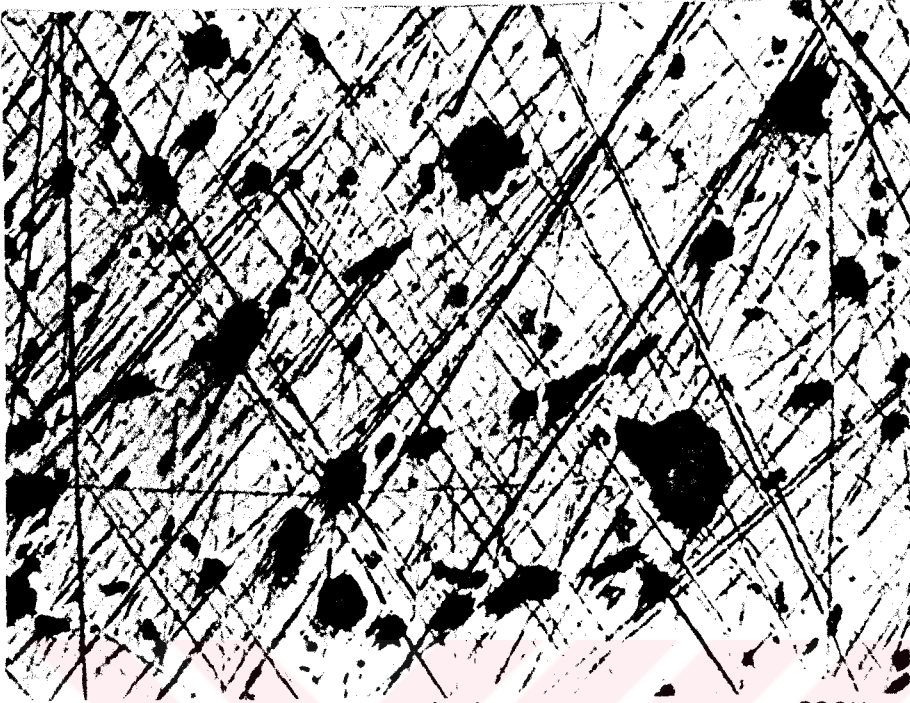
200X

**Resim 3.8** Ağırlıkça %1 HCOOH oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, levha halindeki bakır alaşımının korozyon öncesi ve sonrası yüzey fotoğrafları. [(a), korozyon öncesi; (b), korozyon sonrası]



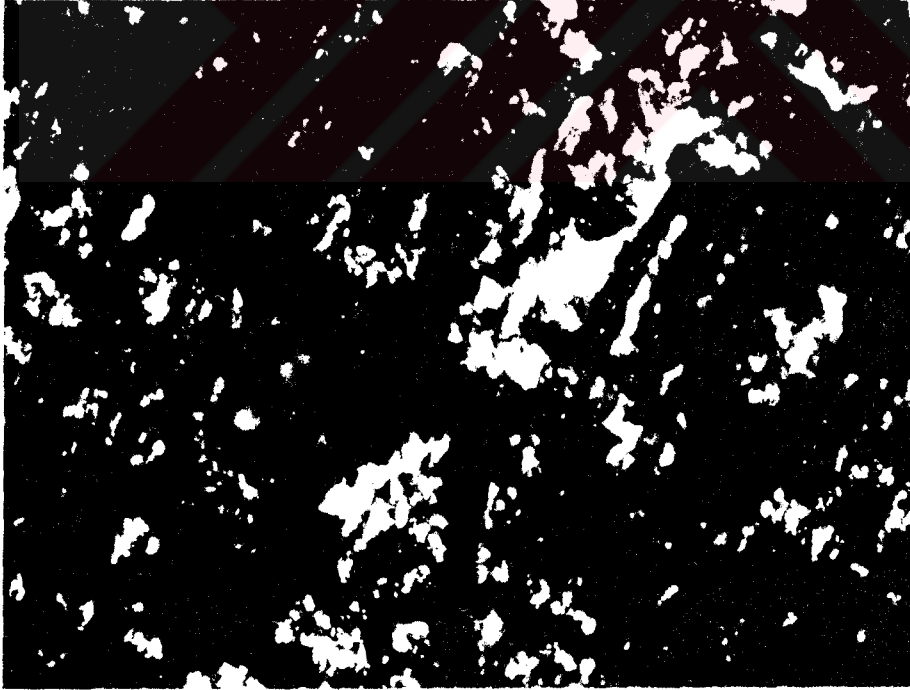
200X

**Resim 3.9** Ağırlıkça %25 HCOOH oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, levha halindeki bakır alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.



(a)

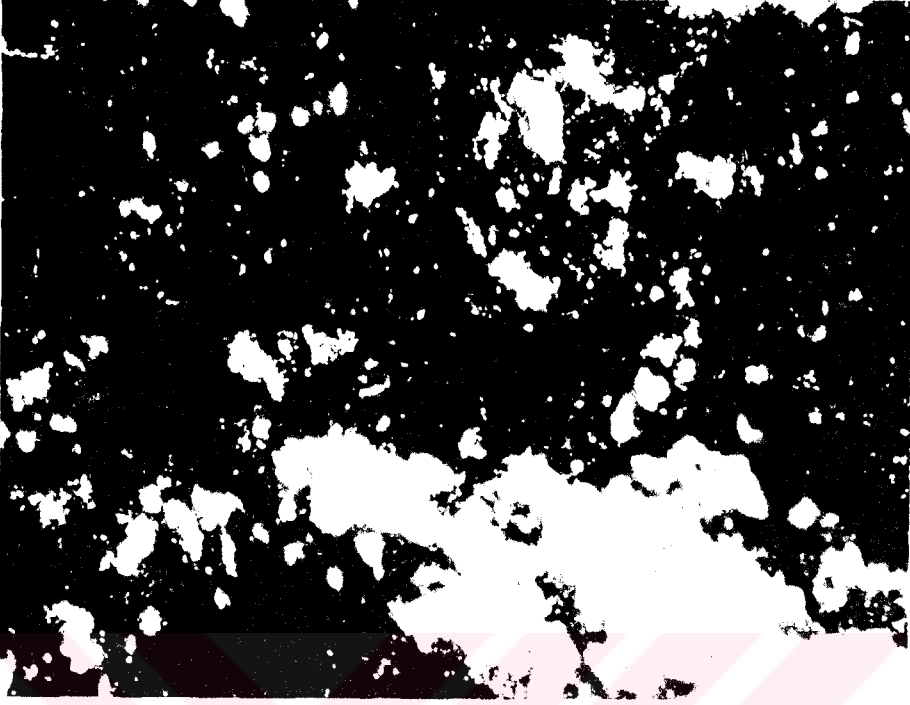
200X



(b)

200X

Resim 3.10 Ağırlıkça %1 HCl havalandırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyon öncesi ve sonrası yüzey fotoğrafları. [(a), korozyon öncesi; (b), korozyon sonrası]



200X

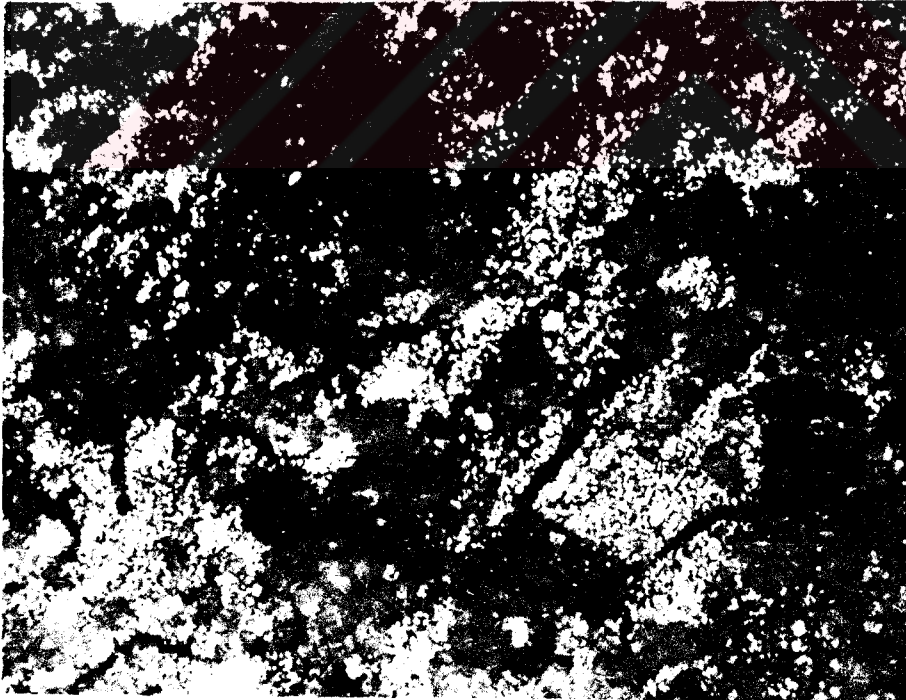
Resim 3.11 Ağırlıkça %25 HCl oksijenden arındırılmış çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, cubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyon sonrası yüzey fotoğrafı.





(a)

200X

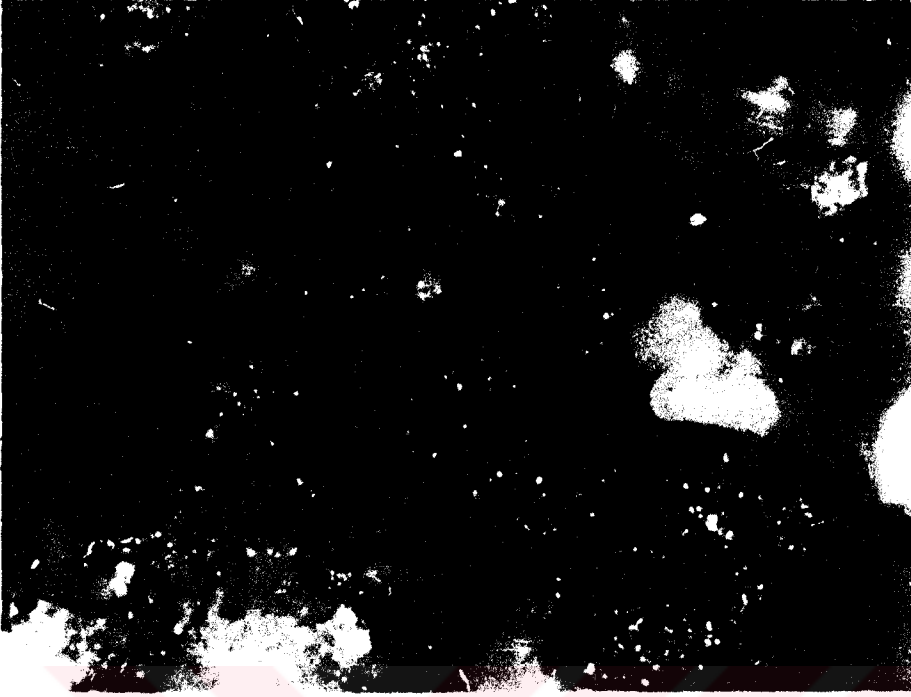


(b)

200X

Resim 3.12 Ağırlıkça %1  
çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de,  
öncesi ve sonrası yüzey  
öncesi;(b), korozyon sonrası]

HCl oksijenden arındırılmış  
alüminyum alaşımının korozyon  
fotoğrafları. [(a), korozyon



Resim 3.13 Ağırılıkça %5 HCl oksijenden arındırılmış 200X  
çözeltisi içinde,  $T=30^{\circ}\text{C}$  de, alüminyum alaşımının korozyon  
sonrası yüzey fotoğrafı.

#### 4 . TARTIŞMA .

Alaşım türü, asit türü, asit konsantrasyonu ortamın oksijenden arındırılmış ve havalandırılmış oluşuna göre korozyon miktarları karşılaştırıldığında, 30 saatlik deney süresi boyunca oksijenden arındırılmış ortamlarda korozyon miktarlarının en fazla çubuk şeklindeki bakır alaşımı ve alüminyum alaşımında ortaya çıktığı gözlenmiştir. Örneğin ağırlıkça farklı yüzde konsantrasyonlu asetik asit çözeltileri içinde çubuk şeklindeki bakır alaşımının korozyon miktarı 0-4 mmpy. ve hidroklorik asit ortamında 0-40 mmpy. sınırları arasındadır. Alüminyum alaşımında ise sırasıyla bu iki büyüklük asetik asitte 0-1.5 mmpy., hidroklorik asit ortamında 0-700 mmpy. mertebesindedir.

Alaşım sabit tutulduğunda oksijenden arındırılmış ortamda en etkili korozif asitin hidroklorik asit olduğu gerçeği gözlenmiştir. Nitekim, yeni gümüş (ALPAKA) alaşımında korozyon miktarı hidroklorik asit için 0-15 mmpy., formik asit için 0-0.4 mmpy. arasındadır. Her alaşımdaki korozyon güçleri farklı olmakla birlikte, asit faktör, olarak incelendiğinde ikinci sırada fosforik asit yer almaktadır. Bu özelliği formik asit ve asetik asit takip etmektedir. Asitlerin korozyon güçleri ile ilgili sıra incelendiğinde, asitlerin kuvvetlilik dereceleri (dissosiasyon) ile paralellik gözlenmektedir.

Benzer karşılaştırma havalandırılmış asitik ortamlar için yapıldığında, asitlerin korozyon etkinlikleri bağıl olarak artmaktadır. Nitekim farklı yüzde konsantrasyonlu hidroklorik asit çözeltileri içinde alüminyum alaşımının korozyon miktarı 0-800 mmpy. sınırına ulaşmaktadır. Havalandırılmış ortamlarda korozyonun daha yüksek olmasının

nedeni, ortamdaki oksijenin 2.3.2. bölümünde tanımladığımız özelliklerin sonucu, alaşımdaki metalleri yükseltgeyerek çözelti ortamına geçmesine katkı göstermesidir.

Asitlerin oksijenden arındırılmış ve havalandırılmış ortamlarda farklı alaşımlar üzerindeki korozyon güçleri karşılaştırıldığında, korozyon miktarının yüksekliği ile alaşımdaki miktarca payı büyük olan metalin yükseltgenme potansiyelinin düşüklüğü arasında bir ilişki olduğu gözlenmektedir.

Asitlerin yüzde konsantrasyonlarının korozyon miktarı üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, genel olarak hidroklorikasit ve fosforik asit için yüzde konsantrasyon büyüklüğünün korozyon miktarı ile doğru orantılı olarak değişim gösterdiği anlaşılmıştır. Özellikle bu iki asit Al ve Zn gibi elementlerin yüksek oranlarda bulunduğu alaşımlarda yüzde konsantrasyon artışı ile korozyon miktarını oldukça yükseltmektedir. Asetik asit ve formik asit için benzer bir paralellik izlenememiş ve genel olarak düşük konsantrasyonların daha etkili olduğu görülmüştür. Bu durum, asitlerin molekül sel türünden kaynaklanmakta ve korozyon anında metal yüzeyinde ortaya çıkan aktif merkezlerin moleküler yapıdaki asitlerin adsorpsiyonu sonucu pasifleşmesi nedeniyle meydana gelmektedir.<sup>[11-12]</sup> Belirtilen asitlerin yüzde konsantrasyonu arttıkça söz konusu durum, daha yüksek olasılıkla oluşmakta, korozyon hızı ve dolayısıyla korozyon miktarında düşüş görülmektedir.

Deney sel bulgular göstermiştir ki, korozyon hızı ve miktarı üzerinde sıcaklık önemli bir faktördür. Çalışma koşullarımız 30°C - 45°C aralığında sınırlandırılmış olup, tüm asitli ortamların her al aşım da farklı etkinlikte olmak üzere korozyonu, 40°C ye kadar pozitif yönde belirgin olarak

arttırdığı görülmüştür. Fakat bazı korozyon ortamlarında 40°C - 45°C arasında korozyon hızında düşme olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni korozyon anında bazı hollerin yüksek sıcaklığın sağladığı kinetik etkilerle muhtemelen ortadan kalkması ve böylece korozyon sürekliliğinin kırılabilmesidir. Ayrıca yüksek sıcaklıkta başlangıç sürelerinde korozyon hızı yüksek olduğundan, yükseltgenerek çözeltilmeye geçen metallerin korozyon bandında miktarca azalması sonucu, korozyona uğratici elemanların iç tabakalara ilerlemesi metalik bağ kökenli sterik etkilerce engellenebilmektedir. Bu durumun deney süresinin son kesimlerinde korozyon hızında azalmaya neden olduğu düşünülebilir. Nitekim literatür 7 ve 12 de benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Korozyonla ilgili aktivasyon enerjileri asit ve alaşım türüne göre oldukça farklılık göstermektedir. Deneysel bulgulara göre korozyon miktarı endüstriyel birim mmpy. cinsinden tanımlandığı için, hız ve hız sabitlerinin karşılaştırılması amacıyla, değişim hızının yönü dikkate alınmış ve işaret gözetilerek aktivasyon enerjilerinin karşılaştırılması olanağı sağlanmıştır. Korozyon olayında aktivasyon enerjisi ile ilgili Arrhenius bağıntısı, logaritmik formu doğrusal yapısını koruyamamakta, aynı sistemle ilgili olarak  $\text{Log}(k)=f(1/T)$  değişim eğrilerinin eğimleri farklı sıcaklıklarda değişik  $E_a$  değerleri vermektedir. Bunun nedeni, korozyon esnasında ve değişik sıcaklıklarda alaşım yüzeyi ve korozyon ortamının aynı fiziksel koşullarda kalamayışdır. Nitekim korozyon hızı değişim eğrilerinin görünümü de bu durumu doğrulamaktadır. [8.9.10]

İncelediğimiz korozyon sistemlerinde aktivasyon enerjilerini belirleyen parametreler, basit sistemlerin

aksine sadece sıcaklık değişimi ve reaksiyon boyunca komponent türünün korunması kabullenimi ile açıklanamamaktadır. Aksine reaksiyon süresince yüzeydeki adsorpsiyon özelliği, gerek hollerin fiziksel yapısı ve gerekse adsorplanan asidin reaksiyon süresi boyunca iyon türlerinin yüzdesinin ve adsorpsiyon anındaki moleküler diziliş değişimleriyle farklılık göstermektedir. Dolayısıyla sterik etki zamanla değişmektedir. Böylece sistemin her an yeni bir kimyasal ve fiziksel yapı alması sonucu özellikle sıcaklığa bağlı olarak karakteristik aktivasyon enerjisi de değişmektedir. Çünkü sıcaklık temel parametre olup onun değişiminden diğer parametreler de etkilenmektedir. Bu sonuç sistemin toplam elektronik potansiyel enerjisinin reaksiyon boyunca farklı parametreler nedeniyle sürekli değişim göstermesi ilkesine uygun düşmektedir.<sup>[31]</sup> Nitekim reaksiyon sistemiyle ilgili parametre sayısı arttığında, yani basit sistemlerdeki Arrhenius eşitliğinin geçerliliğini kaybetmesi durumunda, deneysel  $E_a$  aktivasyon enerjileri için farklı eşitlikler önerilmektedir.<sup>[32]</sup> En genel yapılı olanı da  $K_e^{**}$  korozyon anındaki (aktif kompleks) konsantrasyonuna bağlı denge sabitini belirtmek üzere,  $E_a = RT + RT^2(d \ln K_e^{**}/dT)$  ifadesidir.<sup>[32]</sup> Reaksiyon boyunca komponentlerin türü, konsantrasyonu ve sistemdeki diğer özelliklerin yapısı değiştiiğinden, farklı 'T değerleri için eğrinin doğrusal bir değişim göstermemesi nedeniyle, sabit 'eğim değeri korunamamaktadır. Eşitlikteki diğer terimler de gözönüne alındığında, sıcaklık ile  $E_a$  değerlerinin farklı büyüklüklerde ortaya çıkması doğaldır.<sup>[32]</sup>

incelediğimiz alaşımlarda yükseltgenmeye uğrayan metalin yüzdesi çok yüksek değildir ( $\approx 100$ ). Bu yüzden korozyon malzeme üzerinde seçimli olarak yürümektedir. Böylece oluşan

hollerin gerek geometrik ve gerekse fiziksel özellikleri nedeniyle, adsorpsiyon ve sterik etkinlikler homojen dağılım göstermemektedir. Bu durum E<sub>a</sub> değerlerinin farklı, dağılımda olmasının ayrı bir nedeni olmaktadır.

Alaşımın değişik ortamlardaki korozyonuyla ilgili termodinamik parametreler olarak sırasıyla  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta H$  büyüklükleri belirlenmiştir. Genel olarak tüm korozyon koşullarında entropi değişimleri pozitif, serbest enerji büyüklükleri de negatif değerlerde bulunmuştur. Bu durum istemli reaksiyonlar için temel termodinamik ilkelerle uyumludur. [10, 21] Nitekim korozyon ilerledikçe düzensizliğin artması dolayısıyla entropinin pozitif olması doğaldır. H değerlerinin pozitif olması ve sıcaklıkla düzenli değişim göstermemesinden anlaşılıyor ki, toplam reaksiyon elektronik potansiyel enerjisi, farklı sıcaklıklarda değişik parametrelere bağlı olarak değişik oranlarda etkilenmekte, ancak  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  eşitliği uyarınca reaksiyonu istemsiz yapmaya kafi gelmemektedir.

Korozyon boyunca alaşımın kompozisyonu (% kimyasal bileşimi) ve fiziksel özellikleri ortamın özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Nitekim korozyon öncesi ve sonrası alaşım örnekleri üzerinde gerçekleştirilen A.A.S. analizleri, yoğunluk ölçümleri, sertlik değerlerinin tespiti ve yüzeyden alınan fotoğraflar, üç boyutlu korozyon tabakasında kimyasal ve fiziksel özelliklerin değiştiğini doğrulamaktadır. Örneğin korozyon öncesinde levha halindeki bakır alaşımının kimyasal bileşimi %92 Cu - %6.10 Sn - %1.80 Zn dir. Bu alaşımın kimyasal bileşimi, sıcaklığı 45°C ve ağırlıkça %25 HCl çözeltisi içeren oksijenden arındırılmış korozyon ortamında, %88.65 Cu - %9.40 Sn - %1.88 Zn olarak değişmiştir. Yoğunluğu ise korozyon öncesinde 6.16 g/cm<sup>3</sup> olup

korozyon sonrasında  $3.13 \text{ g/cm}^3$  olarak saptanmış; sertlik değerinin de korozyon öncesinde 188 HV. ve korozyon sonrasında 125 HV. olarak değiştiği belirlenmiştir.

Alaşımın yüzey fotoğrafları incelendiğinde, korozyon öncesine göre korozyon sonrası meydana gelen hollerin konsantrasyona bağımlı olarak arttığı ve gerek geometrik ve gerekse kalitatif anlamda sterik etki gücünün değiştiği de görülmüştür.



## KAYNAKLAR

1. FONTANA, M. G., GREENE, N. D., "Corrosion Engineering", 2nd. Ed., p. 1-306, McGraw-Hill, New-York, 1978.
2. UHLIG, H. H., "Corrosion and Corrosion Control", 2nd. Ed., p. 1-162, John Wiley and Sons Inc. New-York, 1971.
3. KATO, C., PICKERING, H. W., CASTLE, J. E., "J. Electrochem", Soc. Electrochemical Science and Technology, June 1984.
4. LEE, H. P., NOBE KEN, "J. Electrochemical Soc." Electrochemical Science and Technology, June 1984.
5. SEKINE, Isao, CHINDA, Akira, NACE, March 1984, Vol. 40, No. 3.
6. G. P., C, S. R., N; G. K. T., P. B., P. B. B., NACE, January 1984, Vol. 40, No. 1.
7. KRISHNAN, K. N., & RAO, Prasad K., "Corrosion", October 1990, Vol. 46, No 10.
8. BEVERLY, Y. J., Alexander & FOLEY, R. T., "Corrosion" April 1975, Vol 31, No 4.
9. SCHORR, M. & YAHALOM, J., "Corrosion Science" 1972, Vol 12, pp. 867-868, Pergamon Press, Printed in Great Britain.
10. OLEN, L. Riggs, JR., "Corrosion" March 1967, Vol.21, No 5.
11. SALEH, R. M., & SHAMES El Din A.M. "Corrosion Science" 1972, Vol 12, pp. 689-697, Pergamon Press, Printed in Great Britain.
12. MAKRIDES, A. C., & COCKS, F., "Corrosion", January 1973, Vol. 29, No 7,
13. CEBE, M., "Atom ve Molekül Kimyası (Kuantum Kimyası)", Bölüm 7, sayfa 274-308, Ezgi Kitabevi Yayınları, Mart 1991-Bursa.
14. American Society for Metals, "Metals Handbook", Vol. 1, p. 865-1146, 8th. Ed., 1961.
15. American Society for Metals, "Metals Handbook", Vol. 2, p. 3-457, 9th. Ed., 1979.
16. GUSTAV, K., "Lehrbuch der Elektrochemie", p. 125-160, Verlag Chemie-Weinheim, 1957.
17. EBERT, H., "Elektrochemie" Vogel-Verlag-Würzburg, Ch. 2, 1972.
18. BARROW, N. G., "Physical Chemistry", p. 190-215, 3rd. Ed., McGraw-Hill Kogagusha Ltd., Tokyo, 1973.
19. LAITINEN, A. H., HARRIS, E. W., "Chemical Analysis", p. 217-238, 2nd. Ed., McGraw-Hill Kogagusha Ltd., Tokyo, 1975.

20. IVES, D. J. G., "Chemical Thermodynamics", p.110-136, University of London, 1971.
21. CEBE, M., "Fizikokimya", Cilt I, Bölüm XI, sayfa 619-649, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1987.
22. ROBERT, H., Perry-Cecil, CHILTON, H., "Chemical Engineers Handbook", p. 1-15, 6th. Ed., McGraw-Hill, 1984.
23. "CRC Handbook of Chemistry and Physics", p. 85, 71st. Ed., 1990-1991.
24. PEKİN, B., "Fiziko Kimya Dersleri", Cilt 3, sayfa 59-66, E.Ü. Fen Fakültesi Kitapları Serisi, No 27, 1978.
25. GALEN, W. E., "Instrumental Methods of Chemical Analysis" 4th. Ed., Ch. 7, McGraw-Hill, 1975.
26. Perkin-Elmer Atom-Absorptions Spectrophotometer Instruction Manual.
27. PEKİN, B., "Fizikokimya Deneyleri", E.Ü. Fen Fakültesi Yayınları, No. 24, 1977.
28. RAY, E., BOLZ, D., "CRC Handbook Applied Engineering Sciences", p. 67, The Chemical Rubber Co., 1970.
29. KAYALI, E. S., ENSARI, C., DİKEÇ, F., "Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri", sayfa 3 - 18 İTÜ, Metalürji ve Malzeme Bölümü, 1978.
30. Olympus Inverted Metallurgical Microscope Instruction Manual.
31. GLASSTONE, S., LAIDLER, K. L., & EYRING, H., The Theory of Rate Processes, p. 400-430, McGraw-Hill Book Company Inc, 1941.
32. NICHOLAS, J., "Chemical Kinetics", p. 1-22, Harper & Row London 1976.

