83217

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

83217

BORAKS ÇÖZELTİLERİNİN PH, İLETKENLİK VE AKMAZLIĞININ İNCELENMESİ

Perihan GÜLSOY
Proses ve Reaktör Tasarımı Programı
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman
Prof.Dr.İsmet GÜRGEY

21.06.1999

İSTANBUL

T.C. YÜ
DOKÜ

Uygundur
29. 6 - 1999

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma 15/7/1999 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ...Kim. Müh.....Anabilim Dalı Proses ve Reaktör Tasarımı programında ~~Doktora~~ / Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İMZA	İMZA	İMZA
Prof.Dr.... İsmet Gürsey Danışman	Prof.Dr.... Sevgi Tamer	~~Prof~~.Dr.. Hayati Filiz

İMZA	İMZA
Y. Doç ~~Prof~~.Dr.... Sulhi Çağatay	Y. ~~Prof~~.Dr.... Muzaffer Yazar

ÖNSÖZ

Bu çalışmada , kimya sanayinde en çok yararlanılan ara kimyasal maddelerden sayılan boraksın pH, iletkenlik ve akmazlığı incelenmiştir. Yaptığım literatür araştırmalarına göre henüz bu konuda bir çalışma yapılmamıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalara baz teşkil etmesi açısından beni böyle bir konuyu araştırmaya yönelten ve tezimin hazırlanmasında değerli ilgi ve katkılarını esirgemeyen Saygıdeğer Hocam Prof.Dr. İsmet Gürgey'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, Marshall Boya ve Sanayi A.Ş. laboratuarlarından yararlanmamı sağlayan Müdürüm Sayın Halis Şahin'e ,çalışmalarım süresince beni destekleyen Sevgili Eşim K.Hakan Hasşerbetçi'ye teşekkürlerimi bildiririm.

PERİHAN GÜLSOY HASŞERBETÇİ

İÇİNDEKİLER

Önsöz	i
İçindekiler	ii
Şekil Listesi	iii
Tablo Listesi	iv
Özet	v
Summary	vi
Giriş	1

BÖLÜM 1

1.1.	Boraksın fiziksel özellikleri	2-3
1.2.	Susuz boraksın fiziksel ve kimyasal özellikleri	4-5
1.3.	Türkiye'de tinkalden boraks üretimi	7-11
1.4.	Kramer borat cevherinden boraks üretimi	12-14
1.5.	Üretim proseslerinde karşılaşılan problemler	14
1.6.	Dünyada ve Türkiye'de bor mineralleri yatakları ve rezervleri	15-16
1.7.	Bor bileşiklerinin kimya sanayiinde kullanım alanları	17-19

BÖLÜM 2

MALZEME VE METOD

2.1. Deneyin yapılışı	20-21
2.2. Deney düzeneği	22
2.3. Deneyde kullanılan ekipmanlar	23-24

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 Boraks çözeltilerinin akmazlığı	25-41
3.2 Boraks çözeltilerinin iletkenliği	42-52
3.3 Boraks çözeltilerinin pH'ı	53-63
3.4. Tartışma ve Sonuç	64
Kaynaklar	65
Özgeçmiş	66

ŞEKİL LİSTESİ

BÖLÜM 1

Şekil 1.1. Boraksın sudaki çözünürlüğü

Şekil 1.2. Kırka konsantratör tesisi akım şeması

Şekil 1.3. Bandırma boraks fabrikası teknolojik akım şeması

BÖLÜM 2

Şekil 2.1. Deney düzeneğinin şematik çizimi

Şekil 2.2. Su banyosu şematik çizimi

BÖLÜM 3

Şekil 3.1.1. Çözelti no 1 için akmazlık grafiği

Şekil 3.1.2. Çözelti no 2 için akmazlık grafiği

Şekil 3.1.3. Çözelti no 3 için akmazlık grafiği

Şekil 3.1.4. Çözelti no 4 için akmazlık grafiği

Şekil 3.1.5. Çözelti no 5 için akmazlık grafiği

Şekil 3.1.6. Azot ortamında deneme (çöz no 1') akmazlık grafiği

Şekil 3.1.7. Azot ortamında deneme (çöz no 2') akmazlık grafiği

Şekil 3.1.8. Azot ortamında deneme (çöz no 3') akmazlık grafiği

Şekil 3.1.9. Akmazlık-Madde miktarı grafiği

Şekil 3.1.10. Farklı derişimde sıcaklık – akmazlık değişimi

Şekil 3.1.11. Çözelti no 1 için logμ -1/T grafiği

Şekil 3.1.12. Çözelti no 2 için logμ -1/T grafiği

Şekil 3.1.13. Çözelti no 3 için logμ -1/T grafiği

Şekil 3.1.14. Çözelti no 4 için logμ -1/T grafiği

Şekil 3.1.15. Çözelti no 5 için logμ -1/T grafiği

Şekil 3.2.1. Çözelti no 1 için iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.2. Çözelti no 2 için iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.3. Çözelti no 3 için iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.4. Çözelti no 4 için iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.5. Çözelti no 5 için iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.6. Azot ortamında deneme (çöz no 1') iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.7. Azot ortamında deneme (çöz no 2') iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.8. Azot ortamında deneme (çöz no 3') iletkenlik grafiği
Şekil 3.2.9. İletkenlik-Madde miktarı grafiği
Şekil 3.2.10. Farklı derişimde sıcaklık – iletkenlik değişimi
Şekil 3.3.1. Çözelti no 1 için pH grafiği
Şekil 3.3.2. Çözelti no 2 için pH grafiği
Şekil 3.3.3. Çözelti no 3 için pH grafiği
Şekil 3.3.4. Çözelti no 4 için pH grafiği
Şekil 3.3.5. Çözelti no 5 için pH grafiği
Şekil 3.3.6. Azot ortamında deneme (çöz no 1') pH grafiği
Şekil 3.3.7. Azot ortamında deneme (çöz no 2') pH grafiği
Şekil 3.3.8. Azot ortamında deneme (çöz no 3') pH grafiği
Şekil 3.3.9. pH-Madde miktarı grafiği
Şekil 3.3.10. Farklı derişimde sıcaklık – pH değişimi

TABLO LİSTESİ

BÖLÜM 1

Tablo 1.1 Boraksın sudaki çözünürlük değerleri

Tablo 1.2 Susuz boraksın bazı fiziksel özellikleri

Tablo 1.3 Boraks dekahidratın buhar basıncının sıcaklıkla değişimi

Tablo 1.4 Dünya borat cevherlerinin dağılımı

BÖLÜM 3

Tablo 3.1 Sıcaklık - Akmazlık İlişkisinin Arrhenius Eşitliğine Uyumu

ÖZET

BORAKS ÇÖZELTİLERİNİN PH , İLETKENLİK VE AKMAZLIĞININ İNCELENMESİ

Bu çalışmada boraks çözeltilerinin pH, iletkenlik ve akmazlıkları 0.5 ile 100 ° C arasında değişen sıcaklıklarda olçülmüştür. Boraks çözeltileri boraksın belli sıcaklıklarda çözünürlüğü dikkate alınarak hazırlanmıştır. Yüksek sıcaklıklarda , çözeltilerin pH ve akmazlığı azalırken iletkenliğinin arttığı gözlenmiştir.Çözeltilerden azot geçirme ortamın olası karbondioksit etkisini gidermiştir. Buna bağlı olarak pH ve iletkenlik beklendiği gibi artma eğilimi göstermiştir.

SUMMARY

THE pH ,CONDUCTIVITY AND VISCOSITY OF BORAKS SOLUTIONS

In this study , pH , conductivity and viscosity of borax solutions were measured at temperatures ranging from 0.5 to 100 ° C . Borax solutions were prepared concerning the solutions of borax at certain temperatures . It was observed that , at raising temperatures pH and the viscosity of the solutions decreased while the conductivity increased . Degassing of the solutions with N_2 eliminated the possible CO_2 effect of medium. Therefore the pH and conductivity tend to increase as expacted.

GİRİŞ

Bor cevherleri ve türevleri ticari olarak çok geniş ve çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Boraks 1927 'den beri Kaliforniya'da üretilmekte ve halen Dünya üretiminin en büyük payı buradan karşılanmaktadır .Türkiye 'de boraks uzun süredir kullanılmakta ve bu maddenin kullanımında artma eğilimi görülmektedir. Dünya rezervinin % 70-80 'inin Türkiye'de bulunması dolayısıyla ülkemizin boraks yönünden zengin bir ülke olması bu cevherin işlenmesi ve kullanımı yönünde yatırımların arttırılması gerektiğini düşündürmektedir. Özellikle araştırmaların artırılması , kalkınma için bu cevherin daha verimli kullanılır hale getirilmesi yolunda çalışmalar yapılmalıdır. Bu düşünceden yola çıkarak yaptığımız araştırmada boraksın çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanmış çözeltilerin pH , elektriksel iletkenlik ve akmazlıklarındaki değişmeleri incelenmiştir.

BÖLÜM I

I.1. BORAKS'IN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Boraks Dekahidrat ($Na_2B_4O_7 .10 H_2O$) , yoğunluğu 1.715 g / cm^3 olan monoklinik kristal yapısında bir sodyum borat hidratıdır. Ticari boraks pentahidrat genellikle 4.67 mol su içermektedir.

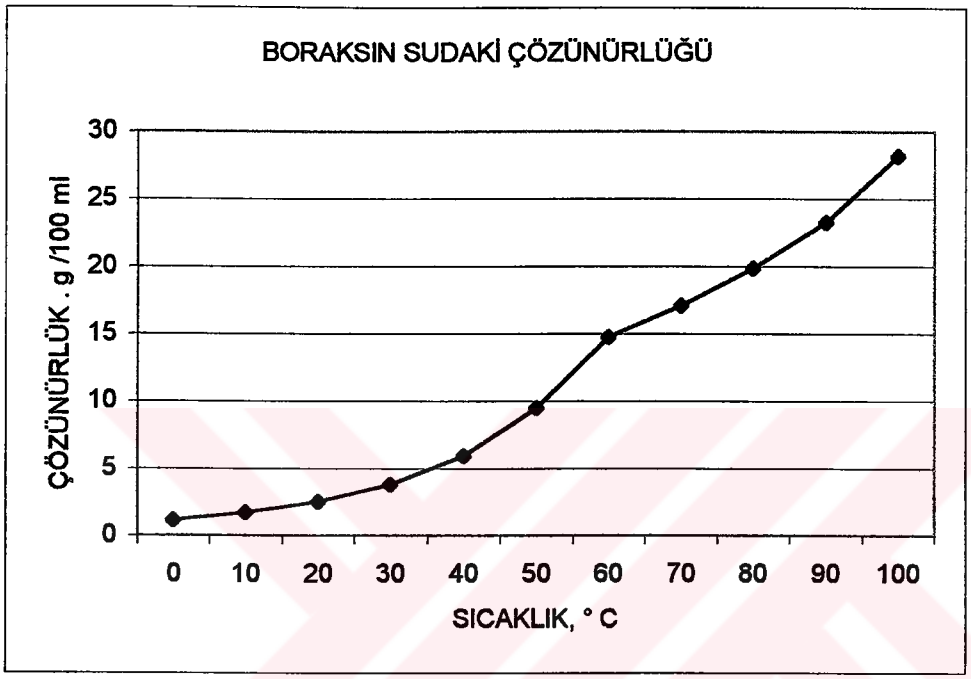
Boraks çözeltilerinin pH'ı konsantrasyondan hemen hemen bağımsızdır.[1]

Boraksın sudaki çözünürlük değerleri **Tablo 1.1**'de verilmiştir.[3]

TABLO 1.1. Boraksın sudaki çözünürlük değerleri

° C	g $Na_2B_4O_7$/ 100 g doygun çözelti	Katı faz
0	1.18	$Na_2B_4O_7.10 H_2O$
10	1.76	"
20	2.58	"
30	3.85	"
40	6.00	"
50	9.55	"
58.5	14.52	$Na_2B_4O_7.10H_2O$+$Na_2B_4O_7.4 H_2O$
60	14.82	$Na_2B_4O_7.4H_2O$
70	17.12	"
80	19.88	"
90	23.31	"
100	28.22	"

T.C. YÜKSEK
DOKÜMAN



ŞEKİL 1.1 BORAKSIN SUDAKİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ

I.2. SUSUZ BORAKSIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Disodyum Tetraborat : $Na_2B_4O_7$ (formül ağırlığı 201.27) camsı ya da değişik kristal şekillerinde oluşur. Susuz boraksın alfa ,beta , gama olarak isimlendirilen üç değişik kristal şekli vardır. Alfa kararlı şekil olup diğerleri yarı kararlıdır. Tablo 2 değişik susuz boraks şekillerinin bazı fiziksel özelliklerini vermektedir. Bu tablodan görüleceği gibi kararlı kristal şekli olan alfa şekli 742.5 °C 'de en yüksek ergime sıcaklığına sahipken beta ve gama şekilleri daha düşük ergime sıcaklıklarına sahiptir. Amorf yapıda ise tüm benzer yapılarda olduğu gibi belli bir ergime sıcaklığı olmayıp , ısıtma sırasında önce sinterleşme ve sonra giderek yumuşayarak ergimeye ulaştığı gözlenir.

Tablo 1.2 Susuz Boraksın Bazı Fiziksel Özellikleri

Kristal şekli	camsı	α	β	χ
Kristal yapısı	amorf	triklinik		
Yoğunluk (gr/cm3)	2.367	2.27	-	2.75
Ergime sıcaklığı (C)	-	742.5	720	663
Oluşum Isısı MJ/mol	-3.2566	-3.2767	-	-
Kcal /mol	-778.34	-783.2	-	-
Kırılma İndisi	1.513	1.471	1.50	1.526

Boraksın yapısındaki iki mol su borat iyonuna bağlı hidroksil grupları şeklindedir. Buna karşılık boraks dekahidratın sekiz mol suyu ve boraks pentahidratın üç mol suyu gerçek kristal suyu şeklindedir. Bu yapı ısıtma sırasında son iki mol kristal suyun, daha zor uzaklaştırılma nedenini açıklamaktadır.

I.2.1. Boraksın dehidratlaştırılması

Eğer boraks dekahidrat 50 °C 'e kadar ısıtılırsa , tersinir olarak pentahidrat ve su buharı vermek üzere bozunabilir.

$Na_2B_4O_7.\ 10\ H_2O$ ------> $Na_2B_4O_7.\ 5\ H_2O\ +\ 5H_2O\ (g)$ ....(1)

Eşitlikte ve tabloda görüldüğü gibi $Na_2B_4O_7.10\ H_2O$ (s) 'nin ısıtılması ile 5 kristal sulu yapıya geçmesi , ortamdaki su buharı ve basıncına dolayısıyla havadaki bağıl nem oranına bağlıdır.

Tablo 1.3... Boraks Dekahidratın Buharlaşma Basınçlarının Sıcaklıkla Değişimi

Sıcaklık	Su buharı basıncı , P mmHg
15	7
17.5	8.5
19.8	10
22.5	12
25.0	14
59.0	133

Boraks tuzlarının moleküler suyu olan son iki mol yapısal suyu hariç diğer kristal suların uzaklaştırılması (Dehidratasyonu) kullanılan tuzun cinsine bağlıdır.. 120 °C 'ye kadar olan bölgeye dehidratasyon bölgesi , bu sıcaklığın üzerindeki tüm sıcaklıklara da bozunma bölgesi olarak bakmak mümkündür.

I.2.2. TİNKAL CEVHERİNİN OLUŞUMU VE YAPISI

Sodyum boratlar içinde normal sıcaklıklarda ilk oluşan mineral borakstır. Boraks dekahidrat kuru havada kolaylıkla suyunu kaybederek tinkal konite , tinkalkonitte nemli havada kolaylıkla su emerek boraks dekahidrata dönüşebilir.

Kırka *tinkal cevherinin* ana yapısı boraks dekahidrat ($Na_2B_4O_7$. 10 H_2O) olup , kernit ($Na_2B_4O_7.4H_2O$) yapısına nadiren rastlanmaktadır. Cevher , yatağın durumuna göre değişik miktarlarda suda çözünmeyen safsızlıklar içerir. Bu suda çözünmeyen safsızlıklar dolamit , kil cinsi maddeler ve suda çözünmeyen bor tuzlarından (genellikle üleksit halinde) ibarettir. Mevcut yatak üç ana cins cevherden oluşmaktadır. Bunlar;

a) Camsı cevher : Bu cevher tipi , mevcut yataklardaki cevherin yağmur yada yeraltı sularıyla çözünüp yeniden kristallenmesi ile oluşmuştur. İri kristal kümeleri halinde ve oldukça saf yapıdadır. Ancak bu cevher cinsi mevcut yatağın çok az bir kısmını oluşturmakta ve diğer cevher cinsleri arasında gelişigüzel dağılım göstermektedir.

b) Tabakalı cevher :_Mevcut yatağın yaklaşık %10 'unu oluşturan bu cevher cinsi tinkal minerali ile suda çözünmeyen diğer minerallerin biribirni takip eden katmanları halinde dizilmesiyle oluşmuştur. Bu yatak , % 75- 80 tenörlü (% 27- 29 B2O3) olup , camsı cevher hariç , yatağın en yüksek tenörlü kısmını oluşturur.

c) Bileşik cevher : Cevher yatağının % 90 'ına yakın kısmını oluşturan bu cevher cinsi , % 60- 70 tenörlü (% 23- 25 B2O3). Bu cevherde , tinkal minerali ile diğer mineraller birbirine iyice karışmış haldedir.

Cevher yatağında yarıca ana bant killer mevcut olup düşük B_2O_3 içerikli bu kısımlar konsantratöre verilmeden atılmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmalarda , cevher içerisindeki kil cinsinin montmorillonit olduğu yapılan kimyasal ve X- Ray analizleri sonucunda tespit edilmiştir. Cevher yatağının büyük bir kısmını oluşturan bileşik cevherin içerdiği bu suda çözünmeyen maddelerin % 50- 60 'ının montmorillonit ve kalanının dolomitten oluştuğu , tabakalı cevherde ise bu oranın dolomit lehine değiştiği ve dolomit yanında kalsitinde ($CaCO_3$) varolabileceği saptanmıştır. [3]

I.3. TÜRKİYEDE TİNKALDEN BORAKS ÜRETİMİ

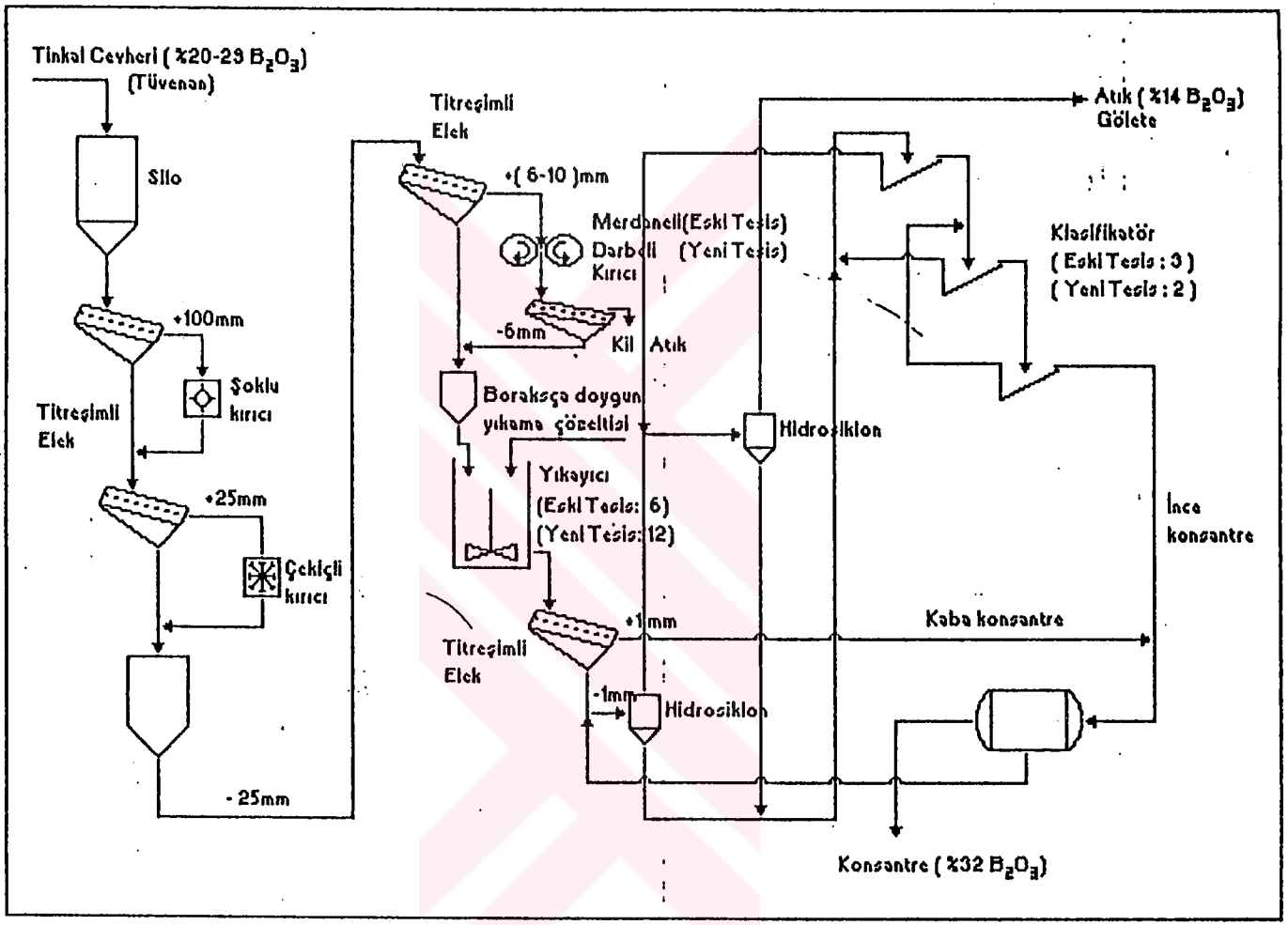
I.3.1. Kırka tesislerinde Tinkal konsantresi üretimi

Kırka tinkal cevher yatağından açık ocak işletme yöntemi ile çıkarılan tüvenan cevherin tabakaları arasında bulunan kil katmanları açık ocakta ayrılmaktadır. Ocaktan çıkarıldığında ortalama % 20-29 B_2O_3 içeren cevherin , konsantratör tesisinde zenginleştirilmesi ile 6 mm boyutlu ve %32 B_2O_3 içerikli konsantre üretilmektedir. % 30-35 suda çözünmeyen madde içeriği de % 10-12 civarına düşürülmektedir. Zenginleştirme , kırma , mekanik dağıtma ve boyuta göre sınıflandırma ile tinkal cevheri içinde bulunan gang minerallerinin ayrılması ve uzaklaştırılması esasına dayanır. Şekil 2 'de Etibank Kırka konsantrünün akım şeması (yaş yöntem) görülmektedir. Buna göre kamyonlarla taşınan ham cevher bir bunkee verilmektedir. Daha sonra titreşimli eleklerde elenen cevherin elek altı direkt olarak band konveyöre , iri taneleri ise sırasıyla iki çekiçli ve bir silindirli kırıcıda kırıldıktan sonra tekrar bir elekten geçirilerek bir konveyöre verilmektedir. Böylece konsantrasyon ünitesine gelen mal burada iki tiknerden (kıvamlaştırıcı–kalınlaştırıcı) gelen çözeltiye iki yıkayıcıda yıkandıktan sonra üzerinden temiz su akıtılan bir elekten geçirilmekte , elek altında kalan kısım bir hidrosiklona gönderilmektedir. Böylece tinkal minerali doygun çözelti ile karıştırılarak mümkün olduğu kadar killerden ayrılmaktadır. Hidrosiklonun alt kısmından alınan ince tinkal , spiralli klasörlerde (3) çözünerek şlamdan arınmış olarak alınır. Klasörden alınan taşkan ile hidrosiklonun üst kısmından gelen çözelti ,Tiknerlere (2) verilmektedir. Tiknerlerde alta çöken kısım atılıp üst kısımdan çıkan taşkan ile yıkama suyu olarak yıkayıcılara gönderilmektedir. Yukarıdaki eleme işlemi sonunda elek üstünde kalan iri tinkal taneçikleri ile klasörden alınan ince tinkal , santrifüj kurutuculara gönderilmekte ve böylece tane boyutları birkaç mm 'yi geçmeyen bir konsantre hazırlanmaktadır.

Bu konsantre % 33 B_2O_3 ve ön işlemlerde görülmeyen çok az miktarda (% 8) kadar montmorilloritik kil ve dolamit gibi suda çözünmeyen safsızlıklar içermektedir.

Uygulanan projeye göre zenginleştirme tesisinden en az az % 35.5 B_2O_3 içerikli konsantre üretimi planlanmış , ancak bugüne kadar istenilen B_2O_3 içeriğinde konsantre üretilememiştir. Bu durum hem konsantre satış bedelini etkilemiş , hem de rafinasyon tesisinde büyük problemler ortaya çıkarmıştır.

Konsantratör tesisinin akım şeması ektedir. Şekil 2 İşletme verileri yeni tesisteki konsantrenin %1 daha fazla B_2O_3 içerdiğini göstermektedir. Verim açısından iki tesiste % 85 'lik aynı verimle çalıştığı belirtilmektedir.



Şekil 1.2: Kırka Konsantratör Tesisi Akım Şeması

Üretilen tinkal konsantresinin bir kısmı aynı müessese içinde kurulu bulunan bor türevleri tesisinde boraks pentehidrat ve Etibank Bandırma tesislerinde boraks dekahidrat üretimlerinde kullanılmakta ve kalan kısmı ise yurt dışına satılmaktadır.

I.3.2 Tinkal konsantresinden Boraks Dekahidrat üretimi

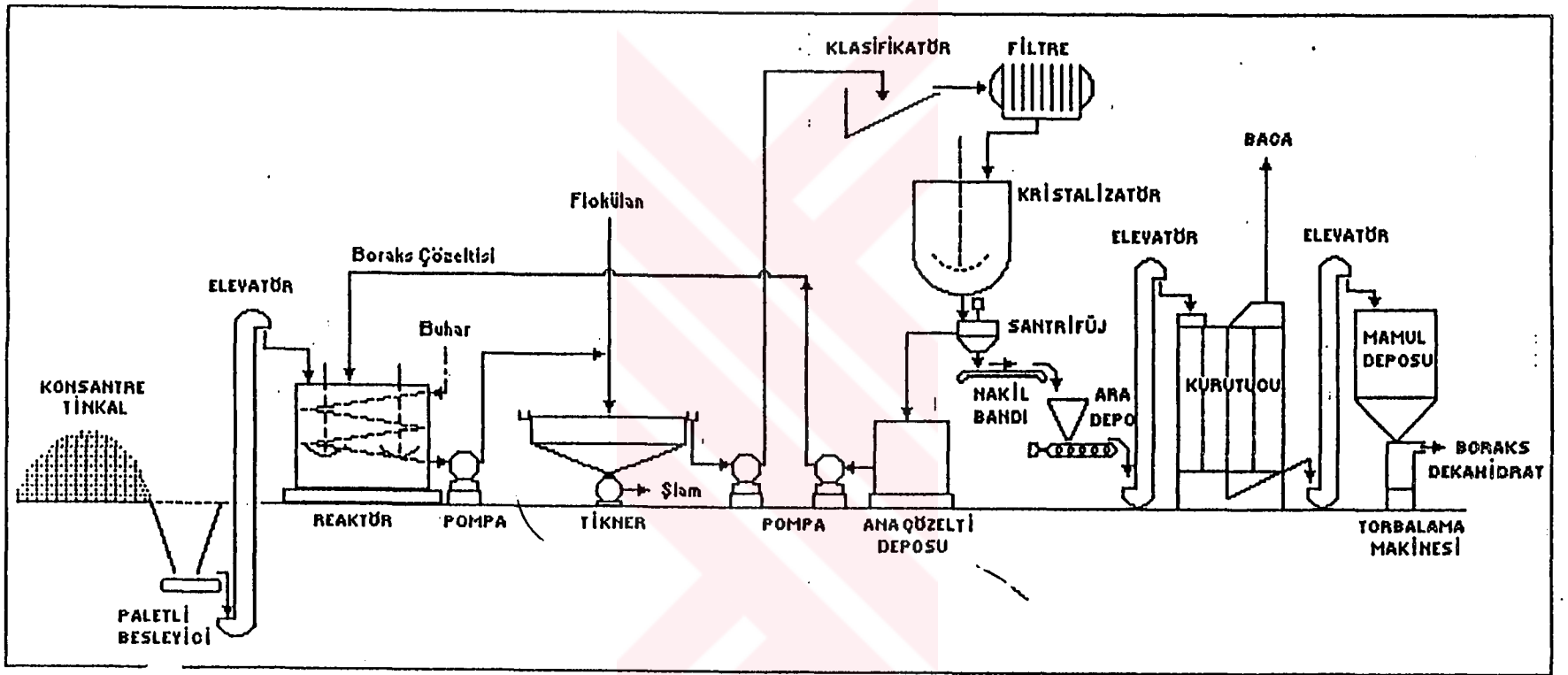
Etibank Bandırma Tesislerinde hammadde olarak ,Kırka Boraks İşletmesinde üretilen , yaklaşık % 32 B_2O_3 içerikli tinkal konsantresi kullanılmaktadır. Tinkal konsantresi bir paletli besleyici ve elevatörle reaktöre beslenmektedir. Herbiri 58 m^3 kapasiteli reaktörler buharla ısıtılmaktadır. Konsantre bu reaktörde sistemde devreden 35 °C 'de doygun zayıf çözelti ile 98 °C sıcaklıkta çözülmektedir. Tinkal konsantresinde mevcut % 10-12 civarındaki çözünmeyen maddeler oldukça kararlı bir süspansiyon oluşturarak hazırlanan çözeltide askıda kalmaktadır. Elde edilen süspansiyona iyonik olmayan poliakrilamid ve polietilen oksit flokülanlar ilave edilerek çözünmeyen maddeler çöktürülmektedir. Pelet flokülasyonu denilen bu yöntemde berrak çözeltinin önemli bir kısmı (yaklaşık % 80-85'i) kurtarılmaktadır. Kalan yoğun süspansiyon klasifikatörden geçirilerek katı madde içeriği artırılmakta ve filtreden geçirilerek katı olarak atılmaktadır.Klasifikatörden ve filtreden ele geçen filtreler prosese geri döndürülmektedir. Temiz boraks çözeltisinin (% 15-16 $Na_2B_4O_7$ içerikli) tek kademede kristallendirme işlemi , 35 °C 'de çalışan kristalizörde yapılmaktadır. Kristalizasyon işlemi , 35°C 'de çalışan kristalizörde ypılmaktadır. Kristalizasyon işlemi 4 saat sürmektedir. Sıcaklık 35 °C civarında iken çözelti santrifüjlenmekte ve santrifüjlenen süspansiyondan kristaller alınarak bir bantla ara depoya oradanda kurutucuya sevkedilmektedir. 50°C 'de ve sıcak hava ile çalışan döner tepsili kurutucularda kurutulan kristaller kapalı mamul deposuna alınmaktadır. Kendi kendine soğutulan ürün , torbalanarak satışa hazır hale getirilmektedir.

Şekil 3 'de tinkal konsantresinden boraks üretimini içeren proses akım şeması gösterilmektedir. Buna göre yukarıda anlatılan şekilde hazırlanan tinkal konsantresi bir besleyici elevatör ile çözünme reaktörlerine sevkedilir. Bu reaktörler buharla ısıtılmakta ve sıcaklıkları 100°C 'ye yakın tutulmaktadır. Burada çözünen boraks ve çözünmeyen kil , dolamit gibi süspansiyon maddeleri ile bir süre sonra bir pompa ile tiknere sevk edilmektedir. Tiknerin dibine çöken şlam zaman zaman atılmaktadır.Tiknerin üzerinden taşan ve temiz olan çözelti basınçlı bir filtreden geçirilmektedir. Bu basınçlı filtre daha evvelden temiz çözelti verdiği anlaşına kadar kısa devre çalışmaktadır. Filtreden çıkan

berrak çözeltinin sıcaklığı 80 ° C 'ye düşmekte kristalizöre 80° C 'de gelmektedir. Kristalizörün içindeki spiralli soğutma helazonu ile bu sıcaklık 40 ° C 'nin altına kadar düşürülmektedir. Burada arka arkaya birkaç kristalizör kullanılmaktadır. Kristalizasyon işlemi 4 saat sürmektedir. Bu sürenin kısaltılması halinde çok küçük kristaller oluşmaktadır.Sıcaklık 35 °C civarında iken çözelti santrifüjlenmekte ve santrifüjlenen süspansiyondan kristaller alınarak bir band ile ara depoya , oradan da kurutucuya sevk edilmektedir. Bu kurutucu 50 °C 'de çalışmaktadır. Sıcak hava ile çalışan döner tepsili kurutucunun içinde vantilatörler vardır ve bu hava kısmen doymuş durumda çalışmaktadır. İçinde çok fazla hava sirkülasyonu olmadığından ince tozların dışarı kaçma olasılığı az olmaktadır.

Tepsilerden aşağı doğru dökülen kurutulmuş ürün alttan alınmakta ve kapalı mamul deposuna sevk edilmektedir. Ürün orada kendi kendine soğulmakta , oradan da torbalanarak satışa hazır hale gelmektedir.

Aşağıda çeşitli kaynaklardan boraks üretimi ile ilgili prosesler daha detaylı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 1.3 . Bandırma Boraks Fabrikası Teknolojik Akım Şeması

I.4. Kramer borat cevherlerinden boraks üretimi

Kramer borat cevherleri boraks ve rasorit minarellerini içerir. Rasorit , borakstan sadece kristal suyu sayısı bakımından farklı olup,

$Na_2B_4O_4 . 4 H_2O$ formülü ile gösterilir ve içinde bir miktar filtrasyonu zorlaştıran kil ve hümik asitli organik maddeler içermektedir. Bunun için ham minarele bir ön temizleme işlemi uygulanır.

a- Ham Rasorit , b- Hazırlanmış Rasorit c- Extra hazırlanmış Rasorit olmak üzere üç tip rasorit üretilmektedir.

Ham rasorit hiç işlenmemiştir. Çözülmesi ve süzülmesi zordur. Bunun için Amerika'da çözme işleminden önce , çeneli kırıcı ve bilyalı değirmenlerde ufalanıp öğütülen mineral kurutulup elenip manyetik separatörlerden geçirilmektedir.

Kaliforniya US Borax'ın üretiminde ,öğütülmüş ve belli bir B_2O_3 konsantrasyonuna getirilmiş cevher önce bir siloya alınır, oradan çözücü kaplara geçilir. Bunlar 90- 100 °C sıcaklıktadır. Çözme işlemleri sırasında kalsiyum ve magnezyum iyonlarını çöktürmek üzere çözeltiye soda ilave edilir. Yarım saatlik bir reaksiyon sonunda çözünmemiş iri taneler 60 meş'lik bir elekten geçirilir. Böylece 0.2 mm 'den büyük çözünmeyen iri taneler atılır. Böylece elde edilen ve içerisinde bol kil minerali bulunan boraks çözeltisi ters akım yıkama sistemine göre çalışan tiknerlere geçirilir. Tiknerler 70 m çapında , kapalı havuz biçiminde kaplardır. Burada sıcaklığın düşmemesi ve kristallenmenin önlenmesi için tinkerin etrafında ısıtma sistemleri mevcuttur. İlk tiknerden alınan çözelti ikinci tiknere , ikinciden alınan üçüncüye ve üçüncüden alınan dördüncüye geçirilerek gittikçe seyreltilir. Böylece son tiknerde taze su ile karışan ve alttan çok seyrelmiş çözelti ile alınan çözelti için süzme işlemine gerek kalmaz ve şlam ,çamur pompaları (diyagram pompa) ile alınarak gravitasyonla, artık bölümüne akıtılır.Birinci tiknerin taşkanı sürekli " Stuters Wells " vakum kristalizörüne gönderilerek boraks pentahidrat ($t > 60° C$) ve boraks dekahidrat ($t < 60° C$) kristallendirilir. Boraks penta hidrat ve dekahidrat kristallerini taşıyan çözelti otomatik santrifüje gönderilir ve daha sonra boraks pentahidrat (100 ° C 'nin üzerinde) dekahidrat (60 ° C'nin altında) Wyssmont veya döner kurutucularda kurutulur. Saf boraks dekahidrat için ise nemli pentahidrat yeniden su ile karıştırılıp ,ısıtıldıktan sonra süzülür ve soğutulup, kristallendirilir.

Rasoritten boraks üretiminde iyi bir verim sağlanması için uygulanan diğer bir ön işlem , rasoritin ön kalsinasyonudur. Hazırlanmış rasorit olarak tanımlanan bu madde boraks endüstrisinde büyük bir kullanım alanı bulmuştur. Bu ürün ön kalsinasyona tutulur,

ögütülür, akışkan halde elenir ve toz veya öğütülebilir ürün olarak çuvallarla piyasaya sunulur.% 65 veya % 46 B_2O_3 içeren bu madde ve Rasorit 65 veya 46 denir.

Çuvalların deniz nakliyatı sırasında su çekmeleri dolayısıyla patlamamaları için ,rasorit kalsinasyonundan sonra çok az miktarda su ile yüzeysel olarak hidratize edilir.

I.4.1. Göl Sularından Boraks Üretimi

Karbonasyon ünitesinden gelen ve bir miktar boraks pentahidrat kristalleri içeren çözelti ile , potas ünitesinden gelen doygun boraks çözeltisi ile birleştirilerek iki pentahidrat kristalizörüne verilir. Bu kristalizörlerde $t > 60$ ° C de ham sodyum tetraborat pentahidrat ($Na_2B_4O_7.5H_2O$) şeklinde kristallendirilir. Kristalizörden çıkan ve hacimce % 6.8 çökmüş küçük pentahidrat kristalleri içeren taşkan , 20 m çapında bir Dorr tiknerine gönderilir ve burada çözeltideki kristallerin çoğu çöktürülür. Tinkerden alınan taşkanda bir miktar küçük penta hidrat kristalleri kalabilir. Bu akım , ham boraks filtresinden gelen çözelti ile birleştirilerek , % 7.2 – 7.5 $Na_2B_4O_7$ ve % 12 KCl içeren bir çözelti halinde buharlaştırıcı ünitesine gönderilir. Pentahidrat kristalizörünün alt kısmından alınan ve pentahidrat kristallerini içeren lapa ise , direkt olarak bir kristalizöre bağlı iki siklon separatörden geçirilir. Kristalizörlerde 12 meş'e kadar büyütülen oluşan karışım , siklon separatörlerde sınıflandırılmaya uğratılır.Burada 60 meş'in üzerindeki kristallerden , hacimce % 70-80 çökmüş kristal içeren bir akım hazırlanarak , filtre besleme tankına gönderilir.60 meş'in altındaki kristaller ve çözelti ise kristalizörlere geri gönderilir. Bu geri besleme ile kristalizörlerde devamlı olarak aşı kristal bulunması sağlanmış olur. Filtre besleme tankından çıkan ham boraks pentahidrat lapası , iki tane 4 m. uzunluğundaki yatay düz yataklı filtrelere gönderilir. Filtrelerden alınan ham boraks pentahidrat kristalleri 70° C 'de rafine boraksın ana çözeltisiyle karıştırılır. Hazırlanan boraks süspansiyonu sıcak çözücüye yollanır. Bu tanka sıcak buhar enjekte edilerek tankın sıcaklığı 95° C 'a kadar yükseltilir ve tüm boraks çözeltiye alınır. Böylece hazırlanan konsantre boraks çözeltisi basınçlı filtrelerden geçirildikten sonra vakum kristalizörlerine gönderilir. Burada isteğe göre boraks dekahidrat veya pentahidrat üretilir. Daha sonra kristalizörden alınan lapa gravitasyonla bir besleme hunisine gönderilir. 3 m . yüksekliğinde , 5 m çapındaki bu hunide yoğunlaştırılan lapa , buradan yedi tane santrifüjlerden alınan filtrat ve yıkama suları besleme hunisinin taşkanı ile birleştirilerek ana çözelti hazırlanır. Bu çözelti ham boraks pentahidratın ana suyla tekrar karıştırma işleminin yapıldığı tanka pompalanır. Santrifüjden alınan nemli boraks ya direkt olarak borik asit ve susuz boraks ünitelerine ya da seri haldeki tambur ve ya tepsili kurutuculara geçirilerek kurutulur. Bu kurutuculardan çıkan boraksın sıcaklığı 50

° C civarındadır. Kuru boraks önce içersindeki demirin ayrılması için manyetik separötörlerden geçirilir ve daha sonra elenerek çeşitli tane büyüklüklerinde paketlemeye yollanır.

I.5. ÜRETİM PROSESLERİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Konsantratör tesisini terk eden atık süspansiyon % 7-10 civarında kili içeren ortam sıcaklığında boraksça doygun bir çözeltidir. Bu süspansiyon ayrıca % 1.5- 3 civarında çok küçük boraks dekahidrat kristalleri de içermektedir. Tüm bu katık , göletlere göndermekte ve uzun dinleme süresinde katı partiküllerin çökelmesi sonucu temiz boraks çözeltisi geri kazanılarak tekrar konsantratör tesisinde kullanılmaktadır. Halen tesiste uygulanmakta olan bu yöntemin en büyük sakıncası sistemde taze su kullanımı nedeniyle atık barajların hacimlerinin artması ve gölet barajlarının herhengi bir doğal afet (deprem, aşırı yağış gibi) sonucu yıkılmasının onarılmasının mümkün olmayacak çevre kirliliği yaratabilme tehlikesidir. Bu nedenle göletlerin ortadan kaldırılması yıkama çözeltisinin kapalı devre halinde çalıştırılması gereklidir. Bunun için de atıktaki katı partiküllerin uygun bir yolla çözeltiden ayrılması ve mümkün olduğunca az ana çözelti tutacak katı haline getirilmesi gerekmektedir.

Rafine boraks tuzları üretiminde konsantredeki suda çözünmeyen maddeler de teknolojik güçlükler çıkarmakta, üretim veriminin düşmesine ve önemli ölçüde flokülan harcamasına neden olmaktadır. Yurt dışı satışlarında ise hem düşük tenör için uygulanan cezalar , hem de % 19-20 civarındaki su ve kilin taşınmasuı dolayısıyla oluşan ulaşım masraflarındaki artışlar her yıl milyarlarca liralık maddi kayıplara neden olmaktadır.

Boraks dekahidrat ve penta hidrat üretimlerinde uygulanan flokülasyon yönteminin de iki temel sakıncası vardır. Birinci sakınca , uygulanan yöntem gereği oldukça hacimli ve fazla ana çözelti taşıyan floklar oluşmakta ve bu nedenle proses verimi düşük olmaktadır. İkinci sakınca ise , mevcut tinkal yataklarının zenginliği göz önüne alınarak verimin düşük olmasının önemli olmayabileceği düşünülse dahi , atıktaki fazla miktardaki boraksın yağmur suları ile yıkanarak denize ve çevredeki sulama sularına karışarak çevre kirliliği ve zirai ürünlere önemli zararlar vermesidir. :

Uygulanan teknolojinin düzeltilmesi gereken diğer önemli yanı ise üretilen boraks dekahidratın içinde çözünmeyen safsızlıkların oldukça fazla olmasıdır.

1.6. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE BOR MİNERALLERİ YATAKLARI VE REZERVLERİ

Boraks binlerce yıldan beri bilinmektedir.Babilliler ziynetlerini boraks kullanarak kaynak yapmışlar , Persler ve Araplar boraksı 2000 yıl önce kullanmışlardır. Öte yandan Avrupa'ya ilk boraks örneklerini Marco Polo'nun 13. Yüzyılda Moğolistandan getirdiği söylenir. Dünyada bor cevheri olarak nitelendirilen 50 'den fazla bileşik vardır. Dünyanın bilinen bor kaynaklarının büyük çoğunluğunu tinkal cevherleri oluşturmaktadır. Büyük rezervleri olan diğer bor cevherleri ise Kolemanit ve Uleksittir. Ticari açıdan da en önemli olan bu cevherler Türkiye , ABD, Sovyetler Birliği , Arjantin ve Şili olmak üzere başlıca 5 ülkede üretilmektedir. Bu ülkelerdeki büyük doğal kaynaklar ve rezerv miktarları tablo 5'de verilmiştir. Toplam olarak Sovyetler Birliğinde 60 , Arjantin 15 ,Çin 'de ise 15 milyon ton (B_2O_3 olarak) cevher olduğu sanılmaktadır.

Rezerv açısından Türkiye dünyada bir numara olmasına karşın , üretim açısından Amerika Birleşik Devletleri birinci durumda yer almaktadır.

Tablo 1.4 Dünya Borat Cevherlerinin Dağılımı

ÜLKE	ALAN	BAŞLICA CEVHER	REZERV(ton)
Türkiye	Bigadiç	Kolemanit ,Priseit ,Uleksit	
	Emet	Kolemanit	23 milyon
	Kırka	Tinkal , Kolemanit,Uleksit	122 milyon
ABD	Kaliforniya	Tinkal ,Kernit	41-50 milyon
	Searles Gölü	Göl suyu	15 milyon
	Death Valley	Kolemanit ,Priseit, Uleksit	
SSCB	Inder	Aşarit	
Arjantin	Tinkalayu	Tinkal ,Kernit,Uleksit	
Çin	Iksaydam		

ABD 'de belli başlı bor yatakları Kaliforniya'da "Boron County " bölgesinde toplanmış olup "Searless Lake" gölünden de bol miktarda boraks elde edilmektedir. Türkiye'de ise , bor yataklarından çıkan cevherler Romalılarca bile kullanılmasına karşın , Susurluk yakınlarındaki Sultançayır-Aziziye'de çıkan Priseit cevheri 1949 yılına kadar bilinen tek yatak niteliğini korumuştur. Bundan sona Bigadiç ,Emet , Mustafa Kemal Paşa ve son

zamanlarda da Eskişehir yakınındaki Kırka'da da rezervler bulunmuştur. Türkiye Dünya'nın en büyük bor minerali rezervlerine sahiptir. Bor minerali rezervlerinde Türkiye'yi ,ABD ,SSCB, Şili ,Çin Halk Cumhuriyeti ve Arjantin takip etmektedir. Dünya bor mineralleri rezervleri hakkında güvenilir bilgiler elde etmek oldukça zordur. Son yapılan araştırmalar ile ortaya çıkarılan rezervler gittikçe artmaktadır. Bureau of Mines 'ın verileri sadece ABD için 1985 yılında 1980 yılına göre % 210 ' luk bir artış ortaya koymuştur.

Etibank'ın son yıllarda yaptığı çalışmalarda Türkiye'nin görünür bor rezervleri yaklaşık 800 milyon tona ; görünür muhtemel rezervlerinin toplamı ise 2.443.142.000 tona ulaşmıştır. Türkiye'de bulunan rezervlerde göz önüne alındığı zaman Dünya bor tuzu rezervi 1.323.000.000 tondur. Türkiye bu rezervlerin % 63'üne sahiptir. Türkiye'deki bor rezervlerinin tamamı Etibank'ın sorumluluğu altındadır.

Dünya bor rezervlerinin % 63'ünün Türkiye'de % 16.4'ünün ABD 'de bulunmasına karşılık ,Dünya bor hammadde üretiminin % 93'ü bu iki ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye ve ABD yaptıkları araştırmalarla rezervlerini artırırlarken bor rezervleri olmayan Batı Avrupa ülkeleri ile Japonya satın aldıkları bor hammadddelerinden çeşitli bor bileşikleri üreterek dünyadaki önemli konumlarını sürdürmektedirler.

1979 yılında bor madenlerinin işletme hakkının özel sektörden alınıp Etibank'a devredilmesinden sonra Bigadiç ,Emet,Kestelek ve Kırka İşletmelerinde modern anlamda zenginleştirme tesisleri , Kırka ve Bandırma 'da ise zenginleştirlmiş bor minerallerini işleyerek borakspentahidrat , boraks dekahidrat , susuz boraks ve borik asit üreten fabrikalar kurulmuştur. Bor bileşiklerinden olan bu ürünler bünyelerinde su bulundurduğu için ara ürün niteliğindedir. Ülkemizde halen katma değeri yüksek , nihai bor ürünleri üretimi yapılamadığı gibi ABD ile Japonya'da büyük kullanım olanakları olan cam yünü ve cam elyafı ise yurdumuzda çok düşük kapasiteli iki tesiste özel sektör tarafından üretilmektedir.

Türkiye'de bor hammadeleri ve bor bileşikleri üretimi Etibank'a bağlı müesseseler tarafından yapılmaktadır. Bigadiç'te kolemanit ve uleksit üretimi ,Emet bölgesinde kolemanit üretimi , Kırka bölgesinde konsantre tinkal ve bor bileşikleri üretimleri gerçekleştirilmektedir. Kırka bor türevleri tesisi ; çözme ,kristallendirme- kurutma ve ergitme olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Bandırma'da ise bor bileşikleri üretimi amacıyla üç ayrı tesis kurulmuştur. Bunlar boraks ,borik asit ve sodyum perborat tesisleridir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON

I.7. BOR BİLEŞİKLEŞİKLERİNİN KİMYA SANAYİİNDE KULLANIM ALANLARI

Bor cevherleri ve türevleri ticari olarak çok geniş ve çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kimya sanayiinde en çok yaralanılan ara kimyasal maddelerden sayılmaktadır. Kullanıldığı bileşime ve miktara bağlı olarak bor cevherleri birbirine zıt görünen çeşitli amaçların gerçekleşmesinde yararlı olamaktadır. Örneğin : hem patlayıcı maddelerde , hem ateşe dayanıklı maddeler yapımında hem gübrelerde hem de yabancı otların temizlenmesinde kullanılabilmektedir. Amerika'da tüketilen B_2O_3 'ün kullanım alanları aşağıda paragraflar halinde sunulmuştur..

I .7.1. Cam ve Seramik Sanayi

Cam elyafı (yalıtım)

Ergimiş cama % 7 borik oksit verecek şekilde boraks penta- hidrat veya üleksit – probertit katılmaktadır. Maliyetine bağlı olarak sulu veya susuz tipleri kullanılmakta , bazı hallerde de borik asitten yararlanılmaktadır. Kullanılan bor oksitin % 24 'ü ABD 'da , % 14 'ü B. Avrupa'da yalıtıcı cam elyafı imalinde tüketilmektedir. Arzulanan yaratıcılık derecesine göre çeşitli spesifikasyonlar tanımlanır. Binalarda asbestin yerine kullanılmaya başlanmıştır. Başlıca imalatçılar Owens – Corning Fiberglass ABD , Manville ABD , Certain Teed ABD, PPG Industies ABD.

Hafifliği fiyatının düşüklüğü gerilmeye olan direnci ve kimyasal etkilere dayanıklığı nedeniyle plastiklerde sinai elyaf vb.'de lastik ve kağıtta yer edinmiş olan cam elyaf kullanıldığı malzemelerde sertlik ve dayanıklılık kazandırmaktadır. Böylece sertleşmiş plastikler otomotiv , uçak sanayilerinde çelik ve diğer metalleri ikame etmeye başlamıştır. Ayrıca spor malzemelerinde (kayak, tenis) kullanılmaktadır. Trafik işaretleri ve karayolu onarımı gibi alanlar en son bulunan kullanım alanlarıdır . Bu gibi ürünlerde rafine kolemanit tercih edilmektedir. İngiltere'de oto başına 70-75 kg. cam yünü tüketilmektedir..

Optik cam elyafı ışık fotonlarının etkin biçimde transferini sağlamaktadır. İngiliz Felecon firmasının ürettiği yeni bir elyaf saniyede 140 milyon baytı 27 km. uzağa taşıyabilmektedir. Bu lifler % 6 B_2O_3 ihtiva etmektedir. Philips'in Hollanda'daki fabrikasında bu lifler üretilmektedir.

Borosilikat camları

Camın ısıya dayanımını , cam imalatı sırasında çabuk ergimesini devitifikasyonunun önlenmesini sağlayan bor yansıtma , kırma , parlama özelliklerini de artırmaktadır. Bor camı asite ve çizilmeye karşı korur. Cam eriğinin % 0.5 ,ile % 0.23 'ü bor oksitten oluşmaktadır. Pyrex 'de % 13.5 B_2O_3 vardır. Genellikle cama boraks, kolemanit, borik asit halinde karma olarak ilave edilir. Otolar , fırınlar , çamaşır makinası , vb. Bu tür camlar tercih edilir. ABD 'de bu tür cam imal eden 100 'e yakın firma vardır.

I.7.2. Emaye ve Sırları

Emayelerin viskozitesini ve doygunlaşma ısısını azaltan borik asit % 20 oranlarına kadar kullanılmaktadır. Sulu boraks ve bazı hallerde borik asit veya susuz boraks 'da kullanılır. Mutfak aletleri , banyolar , kimya sanayi techizatı su tankları , silahlar vs. alanlarda da emaye kaplama kullanılır.

Amerika 'da plastik banyolar tercih edilmektedir. Ancak Avrupa'da hala emayeli banyolar kullanılmaktadır. Seramiği çizilmeye karşı dayanıklı kılan bor % 3-24 oranında kolemanit halinde sırlara katılmaktadır..

I.7.3. Yanma önleyici (geciktirici) maddeler

Bu alanda en önemlileri plastikler , tekstil ve kağıttır. Binalarda katları ayıran zeminlere ve duvarlara enjekte edilen kağıt yünü günümüzde kamyona monte edilen makinalarda da üretilmektedir. Alev engelleyicilerin % 85'i plastik sanayiinde kullanılır. Çinko borat, boraks, amonyum , florborat ürünler olup , antimuan trioksit ile birlikte kullanılır.

Çinko borat rakibi mallardan daha pahalıdır. (Alumina trihidrat , Magnezyum hidroksit) ancak dumanın emilme hızını uzattığı kor halindeki ateşi çabuk bastırdığı için üstün bir mamuldür. İngiltere'de çocukların gecelik ve pijamalarında alev önleyici maddeler kullanılması yasa ile zorunlu tutulmuştur.

I.7.4. Sabun ve Deterjan Sanayii

Temizleyici maddeler ya klorinli yada peroksitli bileşiklerdir. Deterjanların ağırlığının % 20-25 'I sodyum perborattır. En önemli rakip mallar sodyum hidroksit hipoklorit ve hidrojen peroksittir. Bulaşıktan çok çamaşırda tercih edilmektedir. Yıkama ısısı enerji maliyetine bağlı olarak azaldığı için Na - hidroklorit talebi artmaktadır, çünkü en etkili olduğu ısı 40- 60 ° C 'dir. Perborat ürününün % 90'ı deterjan imalatında kullanılmaktadır.

I.7.5. Metalurji

Kolemanit ve borik asit en çok kullanılan ürünlerdir. Çelik alaşımda kullanılan bor bileşiği ferroboran veya sulandırılmış bor alaşımıdır.Ferroboron borat kontsantresinin

aliminotermik redüklenmesi ile elde edilir. Yüksek borlu (% 5) çelikler nükleer reaktörlerde nötron emilmesini sağlayan önemli bir alaşımdır. Borlu çelikler enerji tasarrufu sağlar. Yeni geliştirilen bazı borlu çelikler soğuk çekme, inşaat, tarım makinaları, vinçler, yaylar, grayder bıçakları, vitesler gibi yerlerde tercih edilen çelik türleridir. Aliminyum izabesinde titanyum ile birlikte borlu bileşikler kullanılır.Diğer bir kullanım alanı da çelik yapımında florit yerine kolemanit veya üleksittin kullanılmasıdır. Elektro kaplama sanayiinde kaplama banyoya borik asit veya serbest florborat ilave edilir. Camsı metaller konusunda araştırmalar henüz sonuçlanmamıştır. Fakat demir, bor, karbon ve silikonda deneysel üretimler başarılı olmuştur. Transformatörlerdeki enerji kaybını 1/3'e indiren bu metaller gelecekte hızlı bir gelişme gösterecektir.

1.7.6. Tarımda:

Bor tarımda gübre, herbisit, pestisit ve algisit dallarında kullanılmaktadır. Herbisitler bitkiye kritik bir miktardan fazla verildiği zaman toksit etki gösterir. Ayrıca sulu bakır metaborat kereste ve diğer selülozik maddelerde fungisit olarak işlev görmektedir. Bitkinin beslenmesi için az miktarda bor'a ihtiyaç vardır. Çünkü şekerin hücre zarından geçişini kolaylaştırır. Yeni imal edilen, keresteyi böceklerden korumak için borik asit veya boraks pentahidrat banyosu kullanılmaktadır. Dizel ve uçak yakıtlarında gelişme gösteren funguların önlenmesi için borik asit esteri kullanılmaktadır. Karınca ve hamam böceği için de etkili bir öldürücüdür.

I.7.7. Nükleer Sanayii:

Tüketim miktarı yönünden önemli olmamasına rağmen teknolojik ilerleme açısından büyük önemi olan bir kullanım alanıdır. Bor mineral ve bileşikleri B10 ve B11 izotoplarını içerirler. B10'un nötron emme gücü çok yüksektir. Bor izotopları nükleer reaksiyon sırasında denetim kurulmasına imkan verdiği gibi, dimetil eter, elementer bor, zenginleştirilmiş borik oksit, veya asit veya ferroboran haline dönüştürüldüğünde nükleer reaktörün kontrol çubuklarının yapımında da kullanılır. Bu çubuklar % 2 bor içeren çelik/alimunyum alaşımlarıdır. B10 nükleer reaktörlerde koruyucu kabuk olarak işe yaramaktadır. Bor karpitler Phenix rekatörlerinde koruyucu kabuk olarakta kullanılmaktadır. Bor 304 adı verilen yeni bir paslanmaz çelik atılmış nükleer yakıtı taşırken onun içine konulduğu kapların yapımında kullanılır. Nükleer sanayiinde borun en yakın rakibi gadolinyum ve samaryumdur. Kaliforniya üniversitesi'ndeki araştırmalarda B11 'in Paoton fizyonlanması sırasında radyoaktivitesiz enerji açığa çıkmıştır.Böylece temiz nükleer enerji elde edilmektedir.

BÖLÜM II

II.1. DENEYSEL ÇALIŞMA

II.1.1. Deneyin Yapılışı

Boraksın iletkenlik , pH ve akmazlığının incelendiği bu çalışmada deneyler çift ceperli bir kapta gerçekleştirildi. (Bkz şekil 1) Hacminin değişmemesi için kaba bir geri soğutucu bağlandı. Sıcaklık , boraks çözeltisinin bulunduğu kaba bağlı termostatla ve çözelti içine daldırılan termometre ile tüm deney süresince kontrol edilmiştir. Ortamın gazının boraks çözeltisine etkisi olup olmadığını anlamak için ayrıca azot gazı ortamında çalışılmıştır.

Çözeltilerin hazırlanışı;

Sayfa 2 'de verilen boraksın suda çözünürlük eğrisinden yararlanılarak çözeltiler hazırlanmıştır ve ölçümler tümüyle çözünmüş boraks çözeltilerinden alınmıştır.
Buna göre çözeltilerin hazırlanışı aşağıda özetlemiştir.

Çözelti No :1
0 ° C 'de ,
1.18 g boraks suda çözülerek 100 ml doygun çözeltiye tamamlanmıştır.
Iki adet çözelti hazırlanmıştır. Çözeltilerden biri pH, iletkenlik ölçümlerinin birlikte alındığı çözelti kabında kullanılmıştır. Diğer çözelti brookfield viskozimetresinde akmazlık ölçümleri için kullanılmıştır.

Çözelti No :2

20 ° C 'de ,

2.58 g $Na_2B_4O_7$ suda çözülerek 100 ml doygun çözeltiye tamamlanmıştır.

Iki adet çözelti hazırlanmıştır. Çözeltilerden biri pH, iletkenlik ölçümlerinin birlikte alındığı çözelti kabında kullanılmıştır. Diğer çözelti brookfield viskozimetresinde akmazlık ölçümleri için kullanılmıştır.

Çözelti No :3

40 ° C 'de ,

12 g $Na_2B_4O_7$ suda çözülerek 100 ml doygun çözeltiye tamamlanmıştır.

Üç adet çözelti hazırlanmıştır. Birinci çözelti pH, iletkenlik ölçümlerinin birlikte alındığı çözelti kabında kullanılmıştır. İkinci çözelti brookfield viskozimetresinde akmazlık ölçümleri için kullanılmıştır. Üçüncü çözelti ise normal atmosferde bulunan CO_2 'in çözeltiler üzerindeki tesirinin ortadan kaldırılması ,inert atmosferde ortaya çıkabilecek sonuçların incelemesi amacıyla azot ortamında yapılan çalışmalarda kullanılmıştır.

(bkz çözelti no 1' - bölüm 3-)

Çözelti No :4

60 ° C 'de ,

14.82 g $Na_2B_4O_7$ suda çözülerek 100 ml doygun çözeltiye tamamlanmıştır.

üç adet çözelti hazırlanmıştır. Birinci çözelti pH, iletkenlik ölçümlerinin birlikte alındığı çözelti kabında kullanılmıştır. İkinci çözelti brookfield viskozimetresinde akmazlık ölçümleri için kullanılmıştır. Üçüncü çözelti azot ortamındaki deneme için kullanılmıştır. (bkz çözelti no 2' - bölüm 3-)

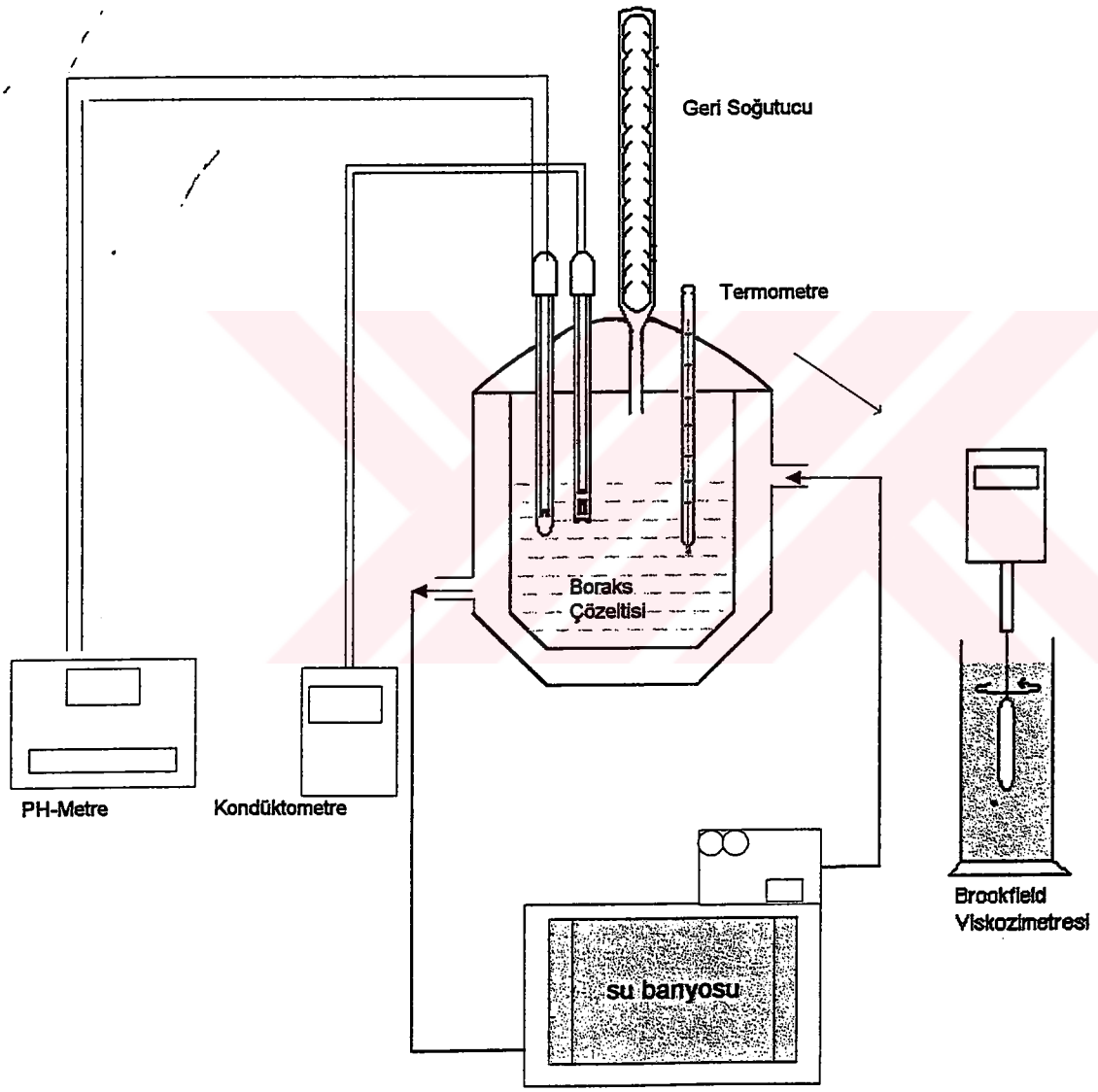
Çözelti No :5

70 ° C 'de ,

17.12 g $Na_2B_4O_7$ suda çözülerek 100 ml doygun çözeltiye tamamlanmıştır.

iki adet çözelti hazırlanmıştır. Birinci çözelti pH, iletkenlik ölçümlerinin birlikte alındığı çözelti kabında kullanılmıştır. İkinci çözelti brookfield viskozimetresinde akmazlık ölçümleri için kullanılmıştır. Üçüncü çözelti azot ortamındaki deneme için kullanılmıştır. (bkz çözelti no 3' - bölüm 3-)

II.2. DENEY DÜZENEĞİ



Şekil 2.1 Deney Düzeneğinin Şematik Çizimi

2 .3 . Deneyde kullanılan hammaddeler ve malzemeler

2.3.1. Boraks deka hidrat ($Na_2B_4O_7$. 10 H_2O)
2.3.2. Azot gazı
2.3.2. Demineralize su
2.3.3. Laboratuar aygıtları

2.3.3.1. Brookfield Viskozimetresi

Ölçülen viskozite birimi cP 'dır. (1 cP = 1mPa s)

Teknik Özellikler :

Gerilim	: 115 VAC ya da 230 VAC
Frekans	: 50 ya da 60 Hz
Güç tüketimi	: 20 Watt'dan az
Tork	: 673.7 Dyne .cm
Sapma oranı (hatalı ölçme sınırı)	: ± 1%

2.3.3.2. ORION İLETKENLİK CİHAZI MODEL 130 VE 135

Ölçülen iletkenlik birimi	: mS/cm
Sıcaklık Ölçüm Aralığı	:-5 ° C - 99.9 ° C
Ölçme aralığı(tuz)	: 0 – 1999 mg / l
Sapma oranı	: □ 0.5 % (–10 ile +55 ° C arasında)

2.3.3.3. PH- METRE 654 (METROHM LTD)

654 pH metre ,termometrik ve potansiyometrik uygulamalar için kullanılan bir laboratuar ekipmanıdır.

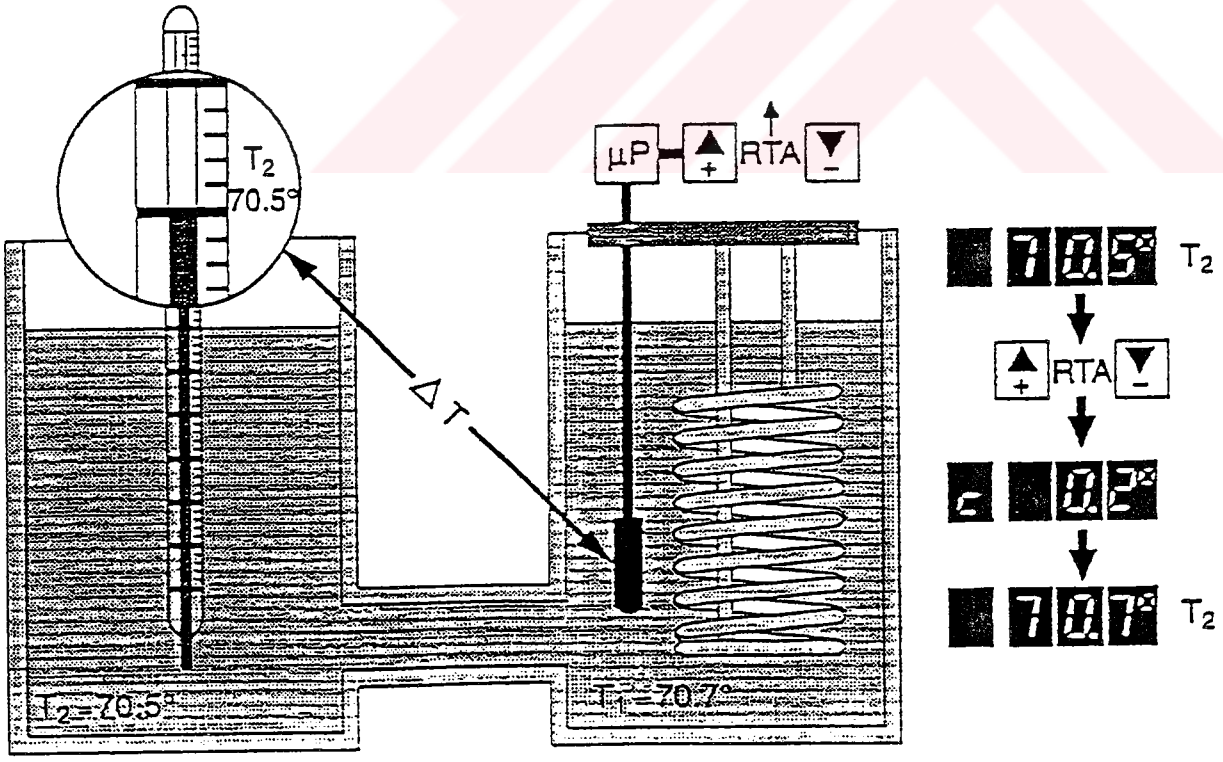
Teknik Özellikler :
pH = 0.000.....14.000
t = -200 .....0.....+ 500 C
U =1999.9....0.....+ 1999.9 mV
Güç kaynağı : 100,117,220,240 V ± 10 %
: 50.....60 Hz , 15 VA

Kalibrasyonu Metrohm çözeltisi ile yapılır.
pH =4 (potasyum hidrojen ftalat) – DIN,C
pH = 7 (fosfat) – DIN , D
pH = 9 (borax) – DIN , F
Sapma oranı (hatalı ölçme sınırı) : $5x10^{-14}$

2.3.3.4. SU BANYOSU (DC1)

Teknik özellikler:

Işlem Sıcaklığı	:	-30 .....150 C
Doğruluk oranı	:	± 0.02
Isıtıcı kapasitesi 230 V	:	1000W
Sirkülasyon kapasitesi	:	17 1/dak
Sıcaklık ayarı	:	dijital



$T_2 = T_1 \pm \Delta T(RTA) = T_s$

BÖLÜM 3

BULGULAR

3 .1 . Boraks çözeltilerinin akmazlığı

Boraks çözeltilerinin akmazlığı incelenirken doymuş çözeltileri temel alınmıştır.Bir başka deyişle , boraksın sıcaklık –çözünürlük ilişkisinden yararlanarak hazırlanan doymuş çözeltilerin akmazlıklarının sıcaklıkla değişimi incelenmiştir. Şekil 3.1.1 10 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin ; şekil 3.1.2. , 30 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin ; şekil 3.1.3. , 50 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin ; şekil 3.1.4., 70 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin , şekil 3.1.5 , 80 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin akmazlığının artan sıcaklığa göre değişimini göstermektedir.

Ortam atmosferine azot gazı verildiğinde ,50 , 60, 80 ° C 'de hazırlanmış doymuş çözeltilerin akmazlıklarının değişimi şekil 3.1.6....8 'de verilmiştir. Bu durumda akmazlığın genel olarak biraz arttığı gözlenmektedir.
Şekil 3.1.9 'da 50 °,70 °, 90 ° C 'de boraks çözeltilerinin derişiminin akmazlık üzerine etkisi gösterilmiştir. Elde edilen eğrilerin genel konumu akmazlığın boraks çözeltisinin derişiminin artmasına bağlı olarak arttığını göstermektedir. Şekil 3.1.10 'da çözünürlüğe koşut olarak akmazlığın değişimi görülmektedir. Burada sıcaklıkla çözünürlüğün artmasına karşın akmazlığın azaldığı gözlenmektedir.

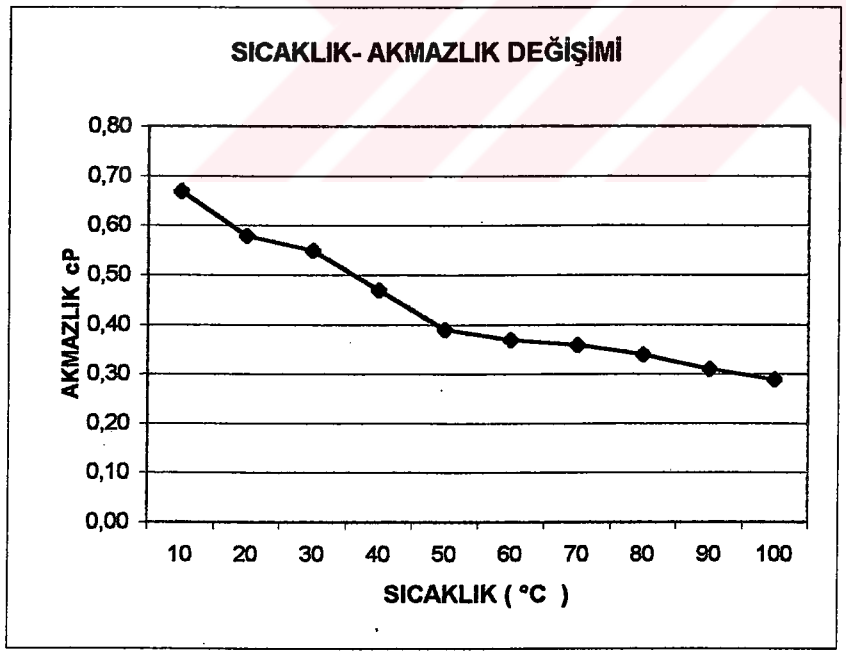
Boraks çözeltilerinin akmazlığının sıcaklığa bağımlılığının Arrhenius deklemine uyumunun araştırılması amacıyla akmazlıkların logaritmasının 1 / T 'e göre değişimi gösterildiğinde , şekil 3.1.11,....,15 elde edilmiştir. Bu eğrilerin konumu , şekil 3.1.13 ve 3.1.14 dışında Arrhenius denklemine uyum olduğunu göstermektedir. Uymamanın deneme hatası ve ölçümlerin azlığından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Bu eğrilerden elde edilen veriler tablo 3.1.11... 3.1.15'de verilmiştir.

3.1. BORAKS ÇÖZELTİLERİNİN AKMAZLIĞI

TABLO 3.1.1. Çözelti No 1

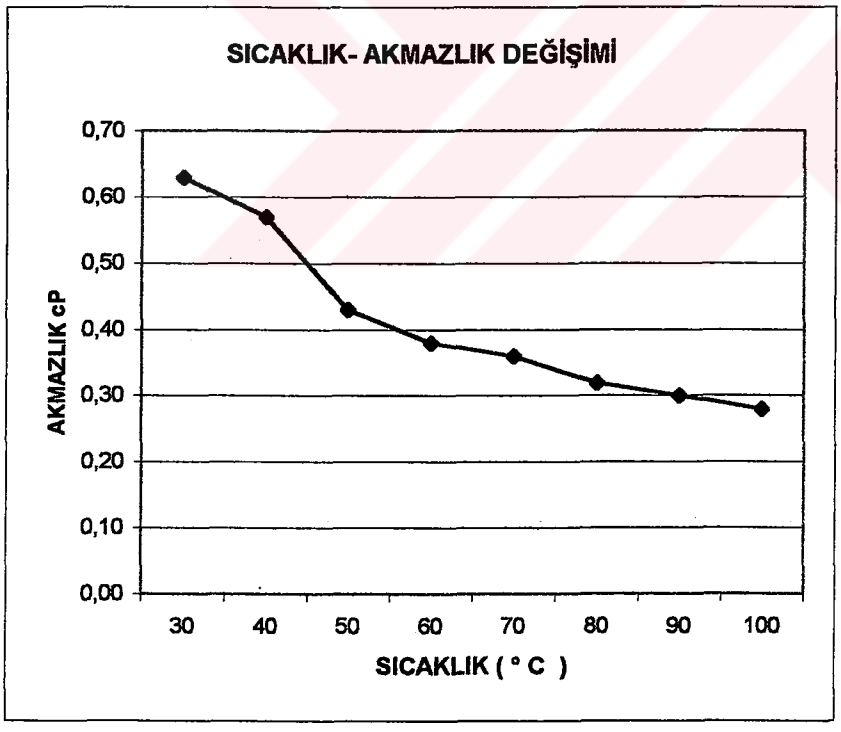
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
10	0,67
20	0,58
30	0,55
40	0,47
50	0,39
60	0,37
70	0,36
80	0,34
90	0,31
100	0,29



SEKİL 3.1.1 Çözelti No 1 için akmazlık-sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.2. Çözelti No 2

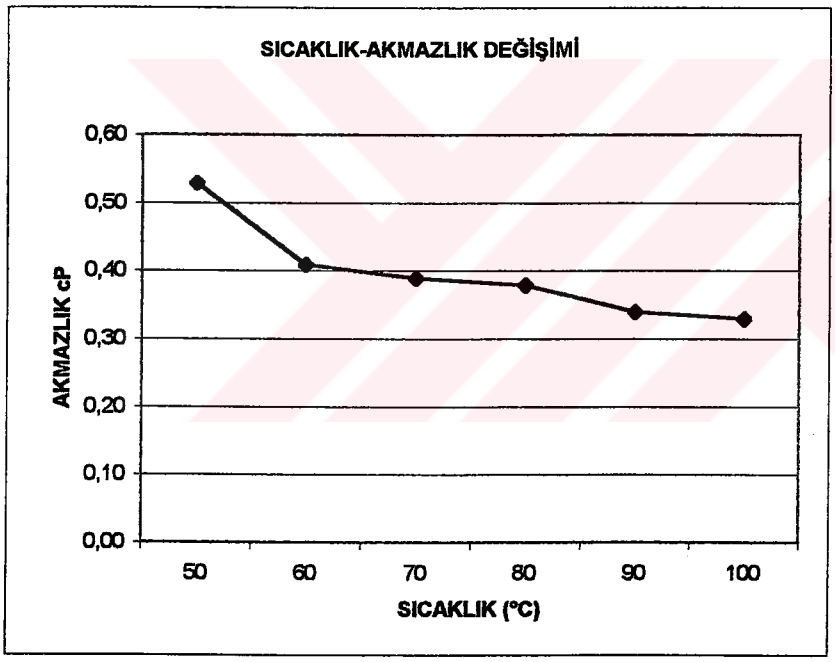
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
30	0,63
40	0,57
50	0,43
60	0,38
70	0,36
80	0,32
90	0,30
100	0,28



SEKIL 3.1.2 Çözelti No1 için akmazlık - sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.3. Çözelti No 3

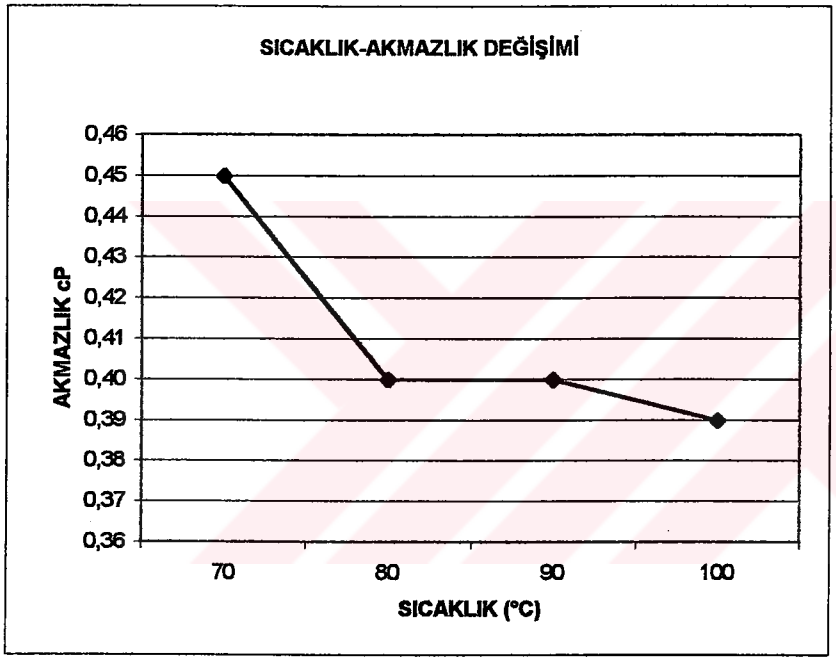
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
50	0,53
60	0,41
70	0,39
80	0,38
90	0,34
100	0,33



SEKIL 3.1.3 Çözelti No 3 için akmazlık-sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.4. Çözelti No 4

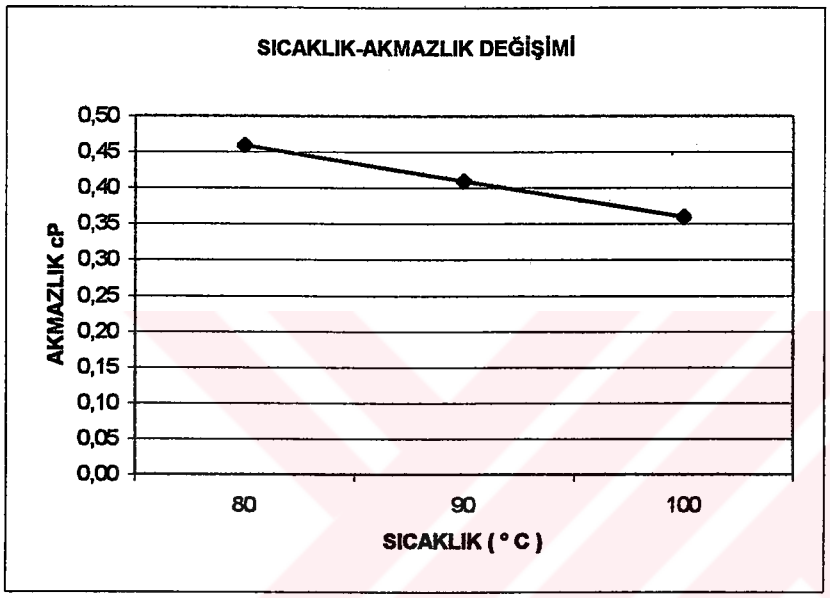
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
70	0,45
80	0,40
90	0,40
100	0,39



SEKIL 3.1.4 Çözelti No için akmazlık-sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.5. Çözelti No 5

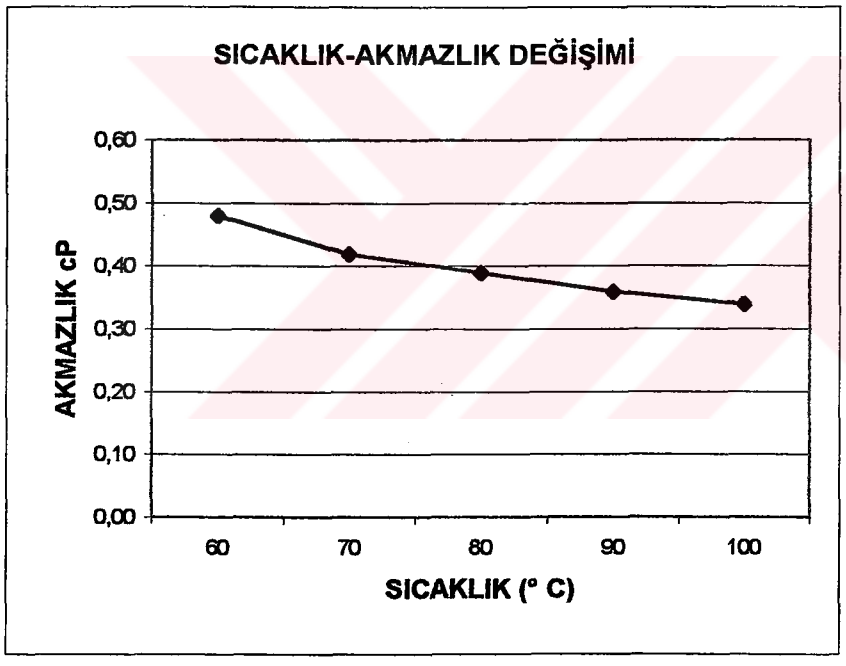
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
80	0,46
90	0,41
100	0,36



SEKIL 3.1.5 Çözelti No 5 için akmazlık-sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.6. Azot ortamında deneme Çözelti No: 1'

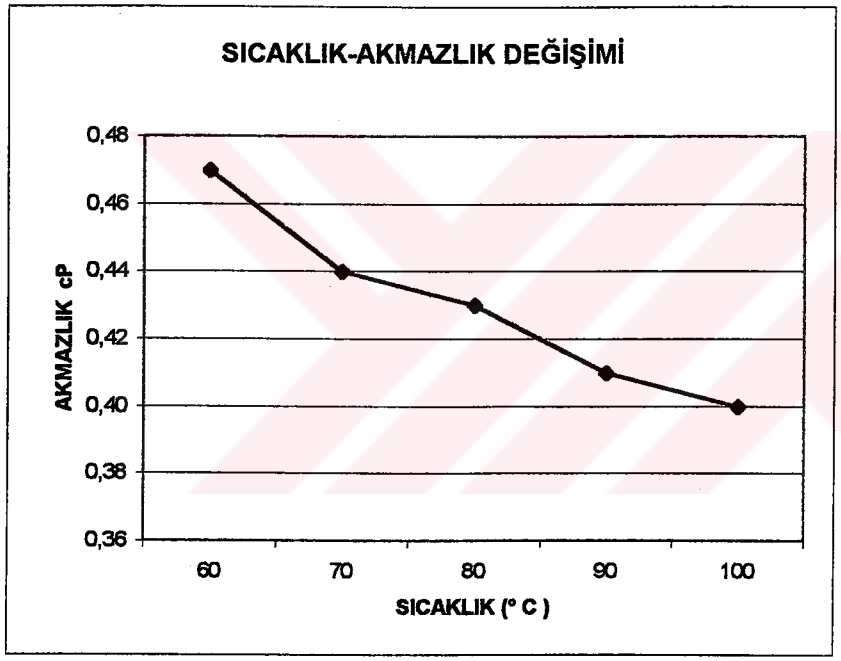
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
50	0,55
60	0,48
70	0,42
80	0,39
90	0,36
100	0,34



SEKIL 3.1.6 Çözelti No 1' için akmazlık -sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.7. Azot ortamında deneme Çözelti No: 2 '

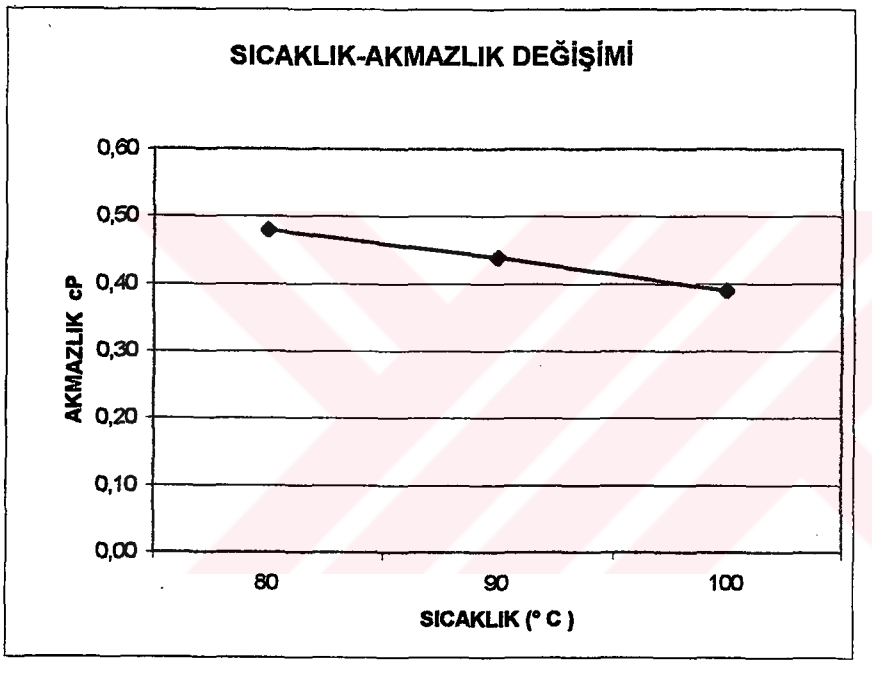
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
60	0,47
70	0,44
80	0,43
90	0,41
100	0,40



SEKIL 3.1.7 Çözelti No 2 ' için akmazlık-sıcaklık grafiği

TABLO 3.1.8. Azot ortamında deneme Çözelti No: 3'

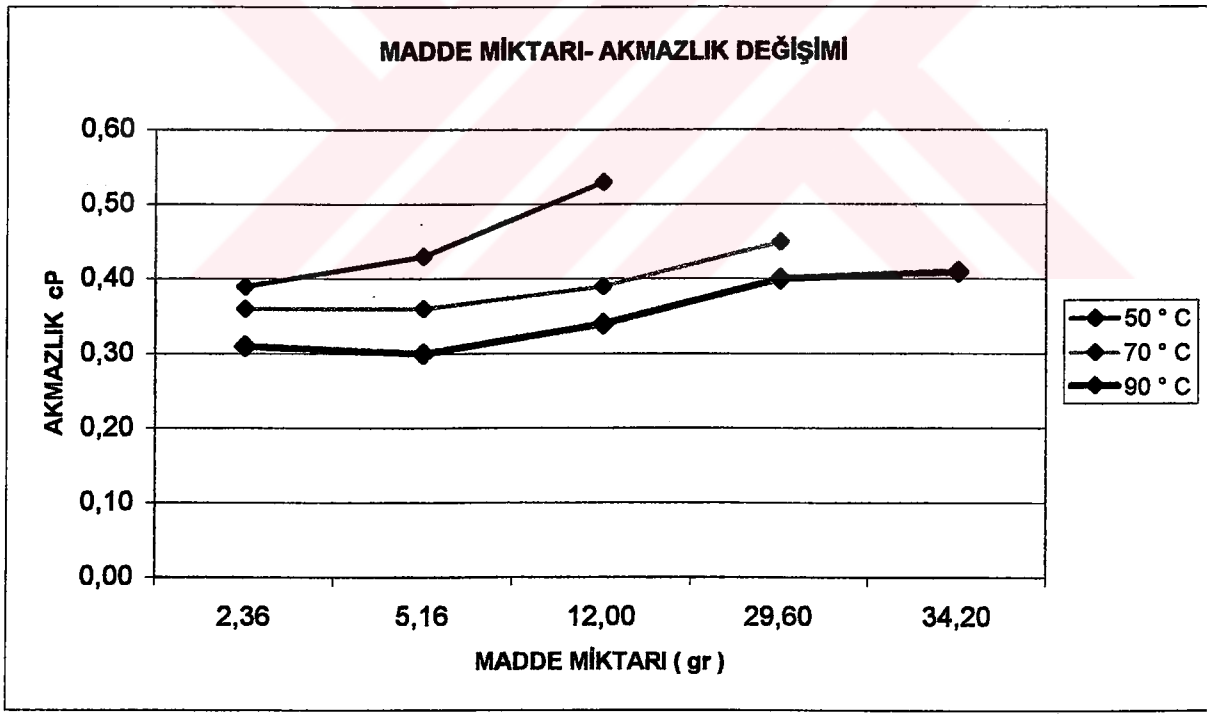
SICAKLIK (° C)	AKMAZLIK cP
80	0,48
90	0,44
100	0,39



SEKIL 3.1.8 Çözelti No 3' için akmazlık-sıcaklık

TABLO 3.1.9. AKMAZLIK - MADDE MİKTARI

MADDE MİKTARI gr	(50 ° C için) AKMAZLIK cP	(70 ° C için) AKMAZLIK cP.	(90 ° C için) AKMAZLIK cP
2,36	0,39	0,36	0,31
5,16	0,43	0,36	0,30
12,00	0,53	0,39	0,34
29,60		0,45	0,40
34,20			0,41

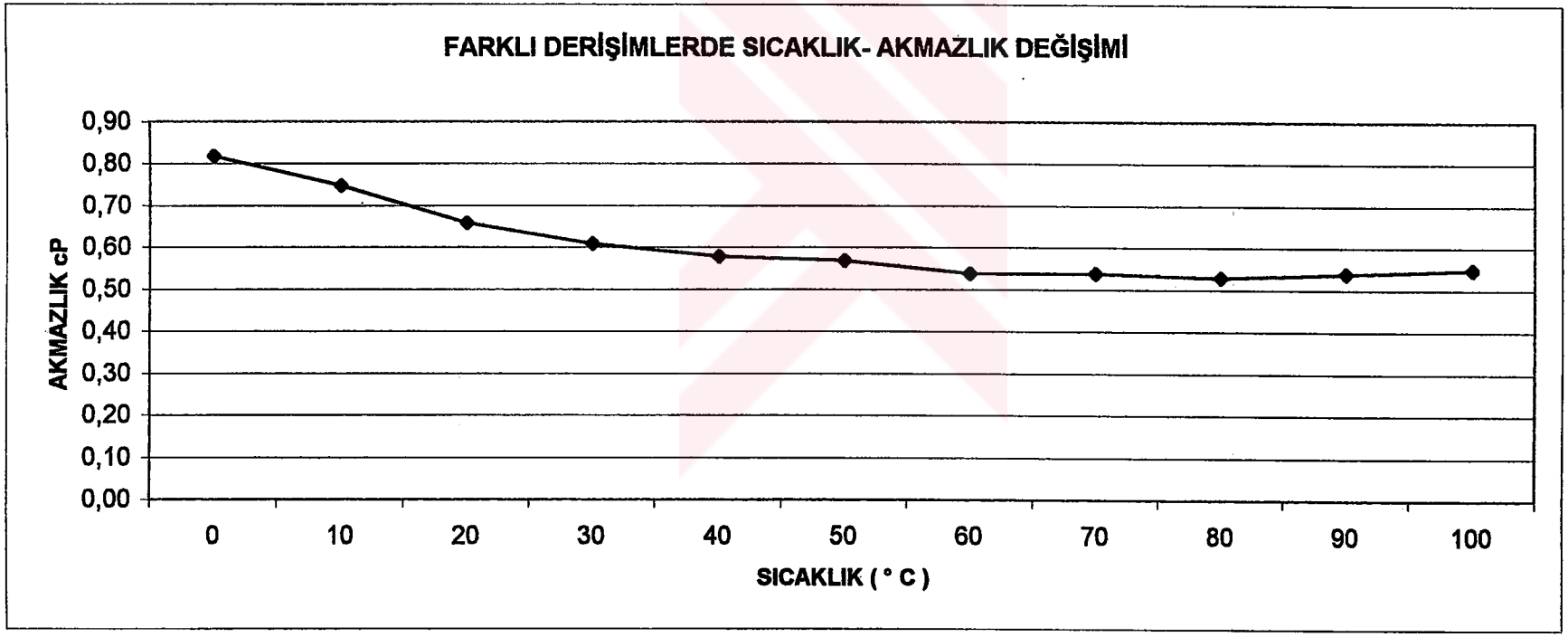


SEKIL 3.1.9 Akmazlık-Madde miktarı grafiği

T.C. YÜKSEKÖĞ
DOKÜMANTA

TABLO 3.1.10. FARKLI DERİŞİMLERDE AKMAZLIK - SICAKLIK DEĞİŞİMİ

ÇÖZÜNÜRLÜK (g Na2B4O7/ 100 g doygun çözelti)	1,18	1,76	2,58	3,85	6,00	9,55	14,82	17,12	19,88	23,31	28,22
SICAKLIK (T° C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AKMAZLIK Cp	0,82	0,75	0,66	0,61	0,58	0,57	0,54	0,54	0,53	0,54	0,55



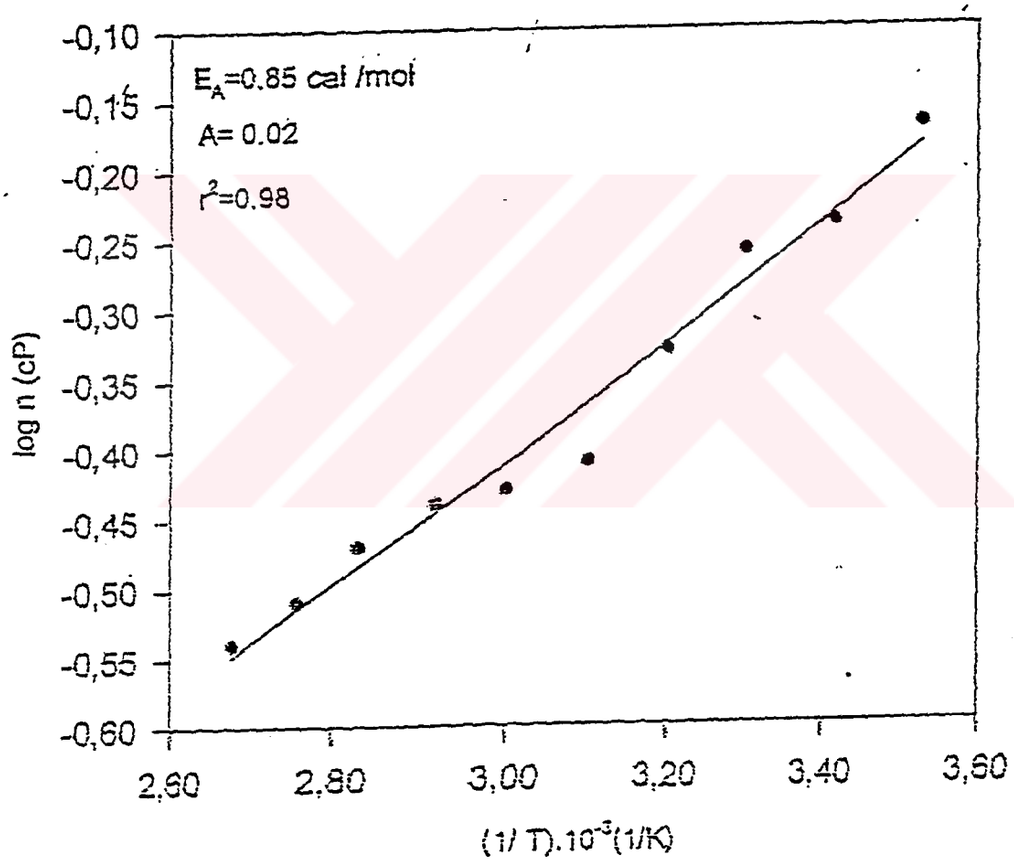
SEKIL 3.1.10 Farklı derişimlerde sıcaklık-akmazlık değişimi

Tablo 3.1. Sıcaklık - Akmazlık İlişkisinin Arhenius Eşitliğine Uyumu

	Doğru Denklemleri	Aktivasyon enerjisi cal / mol	A değişmezi	r 2
1	y = 0,43 x - 1,69	0,85	0,0200	0,98
2	y = 0,57 x - 2,09	1,13	0,0081	0,96
3	y = 0,44 x - 1,67	0,87	0,0200	0,88
4	y = 0,241 x -1,06	0,48	0,0900	0,72
5	y = 0,66 x - 2,22	1,32	0,0060	0,99

3.1.11. Çözelti No 1 için log η - 1/ T ilişkisi

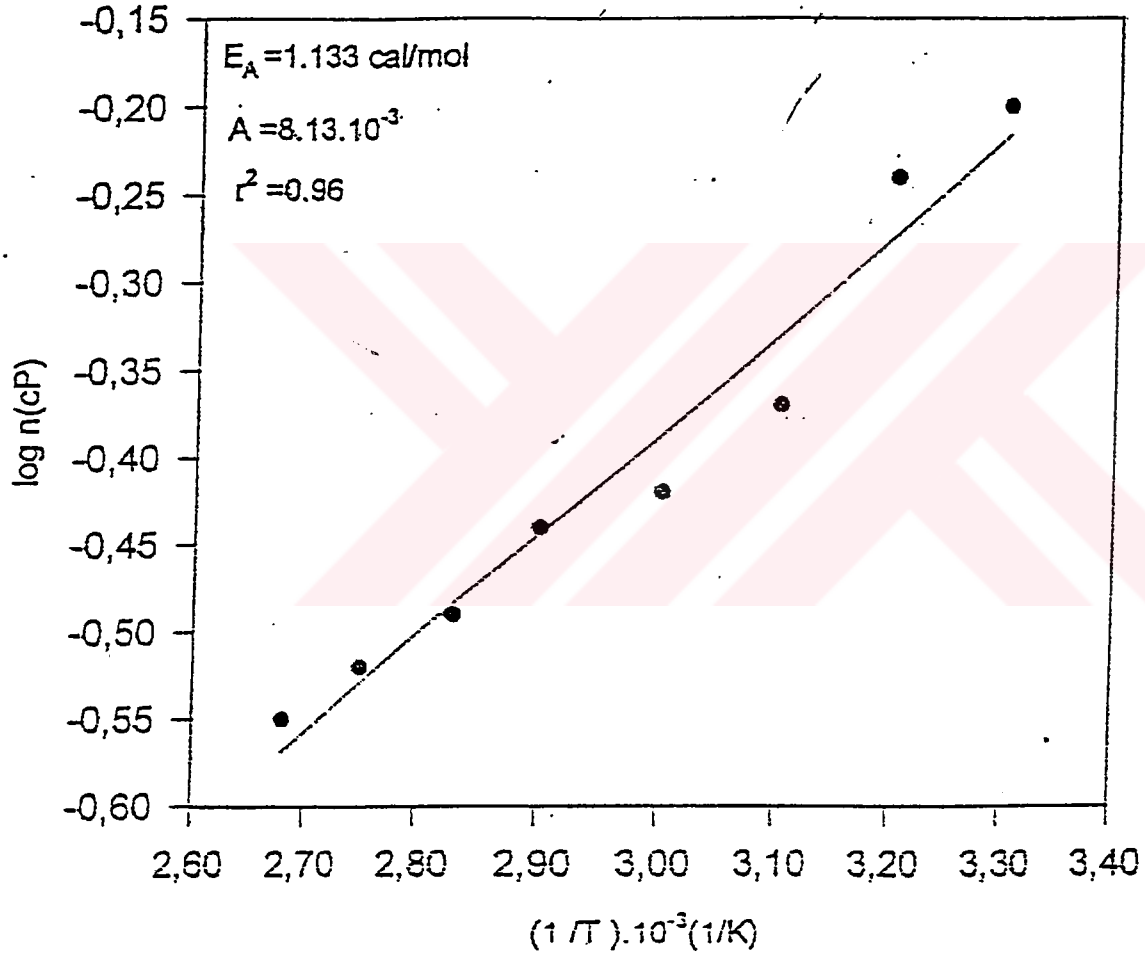
Log η	-0.174	-0.236	-0.259	-0.327	-0.408	-0.432	-0.443	-0.468	-0.508	-0.537
1/ T (°K) x 10^{-3}	3.533	3.413	3.300	3.195	3.096	3.003	2.915	2.832	2.755	2.68



Şekil 3.1.11. Çözelti No 1 için log η - 1/ T grafiği

3.1.12. Çözelti No 2 için log η - 1/ T ilişkisi

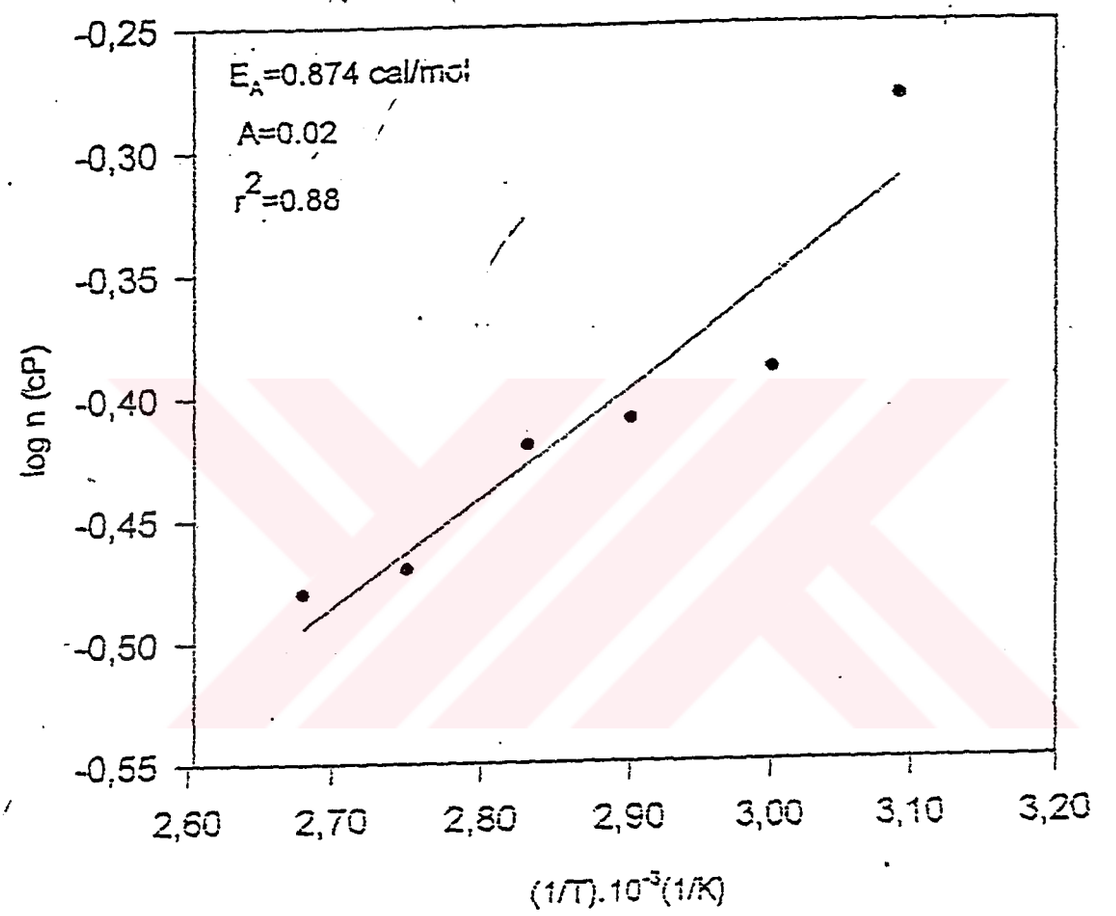
Log η	-0.2	-0.24	-0.37	-0.42	-0.44	-0.49	-0.52	-0.55
1/ T (° K) x 10^{-3}	3.3	3.19	3.09	3.003	2.9	2.83	2.75	2.68



Şekil 3.1.12. Çözelti No 2 için log η - 1/ T grafiği

3.1.13. Çözelti No 3 için log η - 1/ T ilişkisi

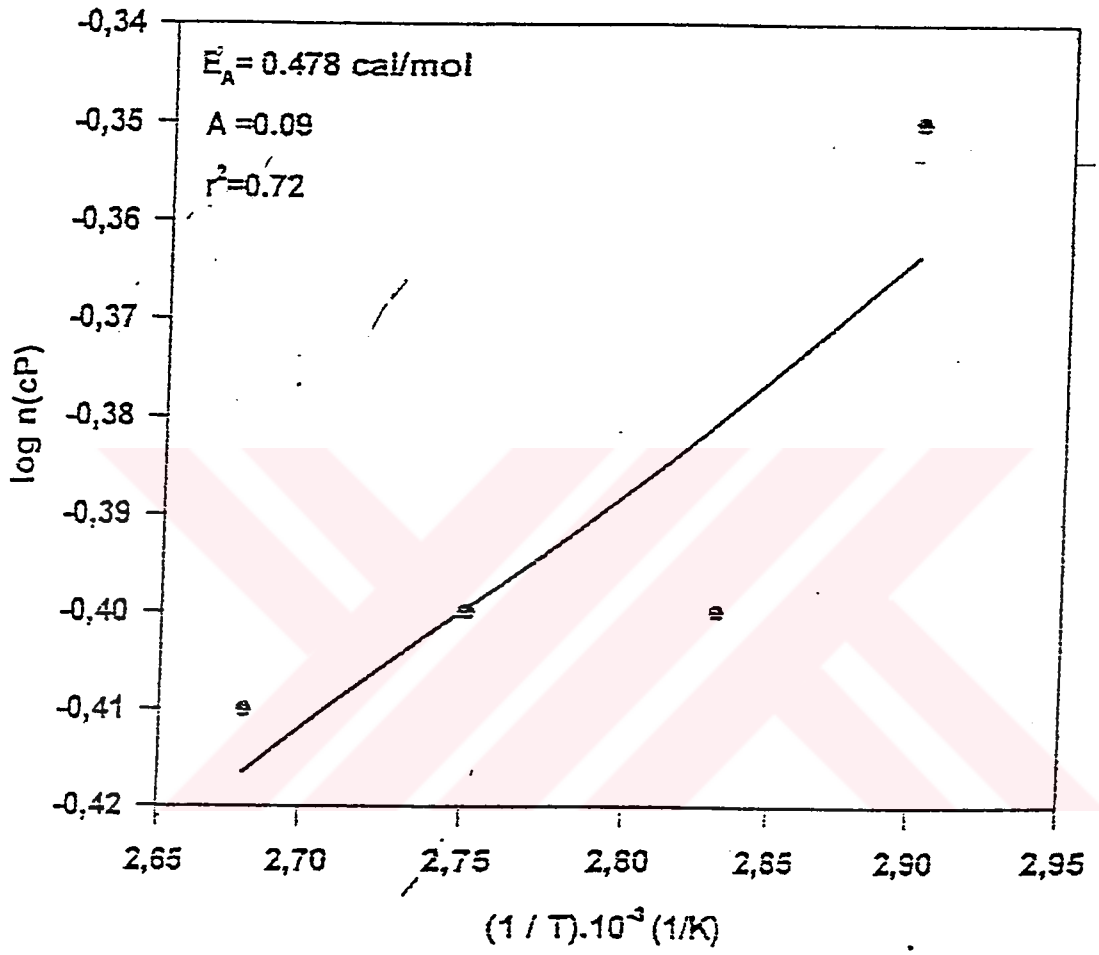
Log η	-0.28	-0.39	-0.41	-0.42	-0.47	-0.48
1/ T (° K) x 10^{-3}	3.09	3.003	2.9	2.83	2.75	2.68



Şekil 3.1.13. Çözelti No 3 için log η - 1/ T grafiği

3.1.14. Çözelti No 4 için log η - 1/ T ilişkisi

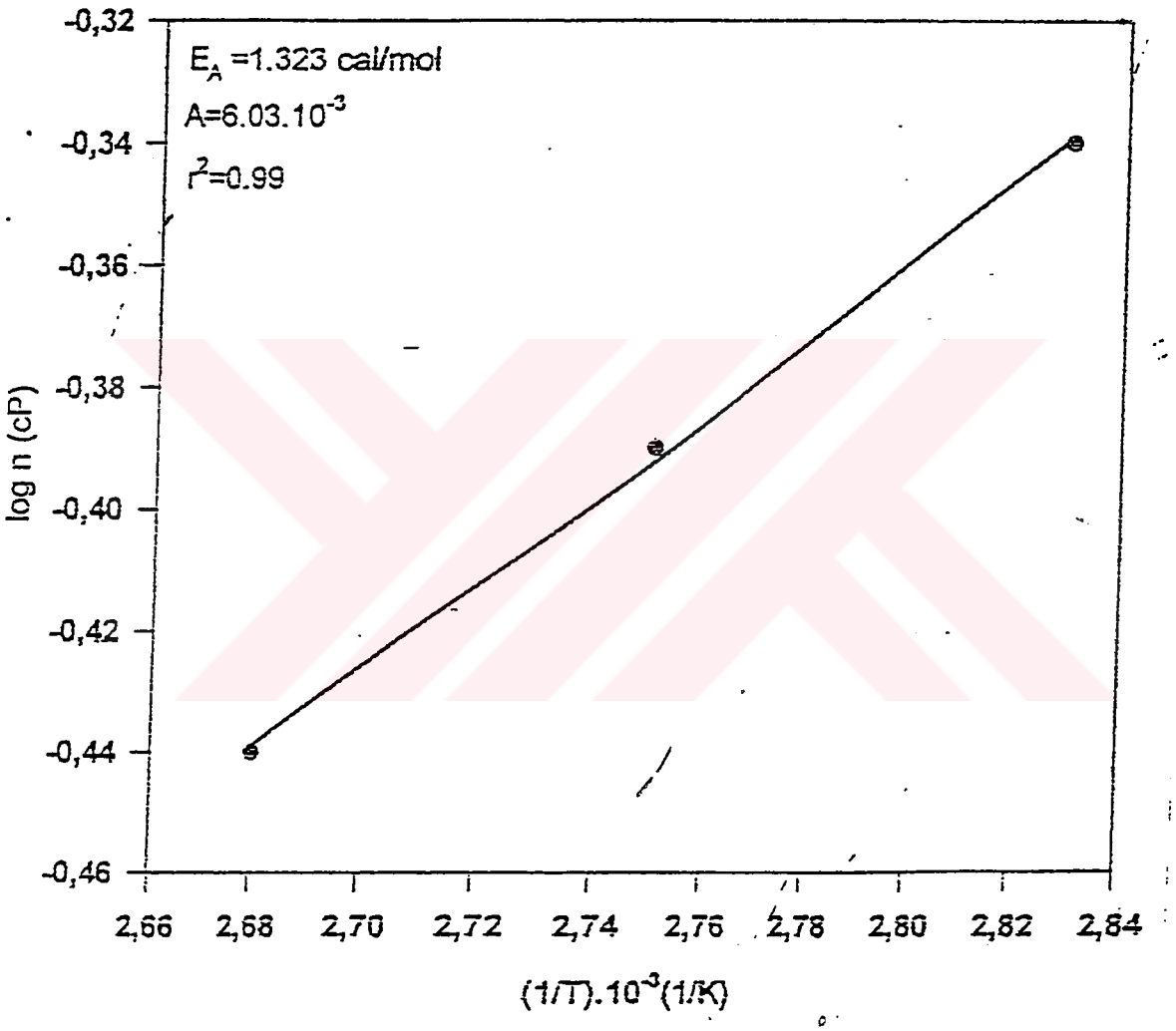
Log η	-0.35	-0.40	-0.40	-0.41
1/ T (° K) x 10^{-3}	2.9	2.83	2.75	2.68



Şekil 3.1.14. Çözelti No 4 için log η - 1/ T grafiği

3.1.15. Çözelti No 5 için log η - 1/ T ilişkisi

Log η	-0.34	-0.39	-0.44
1/ T (° K) x 10^{-3}	2.9	2.83	2.75



Şekil 3.1.15. Çözelti No 5 için log η - 1/ T grafiği

3.2. Boraks Çözeltilerinin İletkenliği

Doymuş boraks çözeltilerinin sıcaklığa bağlı iletkenlik değişimi şekil 3.2.1,2,3,4,5'de verilmiştir. Daha önce açıklandığı şekilde hazırlanmış çözeltilerin iletkenliklerinin sıcaklıkla arttığı ve bu artışın doğrusal nitelikte olduğu görülmektedir. Ortama azot gazının girmesiyle boraks çözeltilerinin anıan koşullar altında etkisi değişiklik göstermektedir. 40 ° C ya da 60 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin iletkenliği çözelti atmosferine azot girdiğinde artmaktadır. (şekil 3.2.6., şekil 3.2.7) , 70 ° C 'de hazırlanan doymuş çözeltinin iletkenliği çözelti atmosferine azotun girmesiyle azalmaktadır.
(şekil 3.2.8)

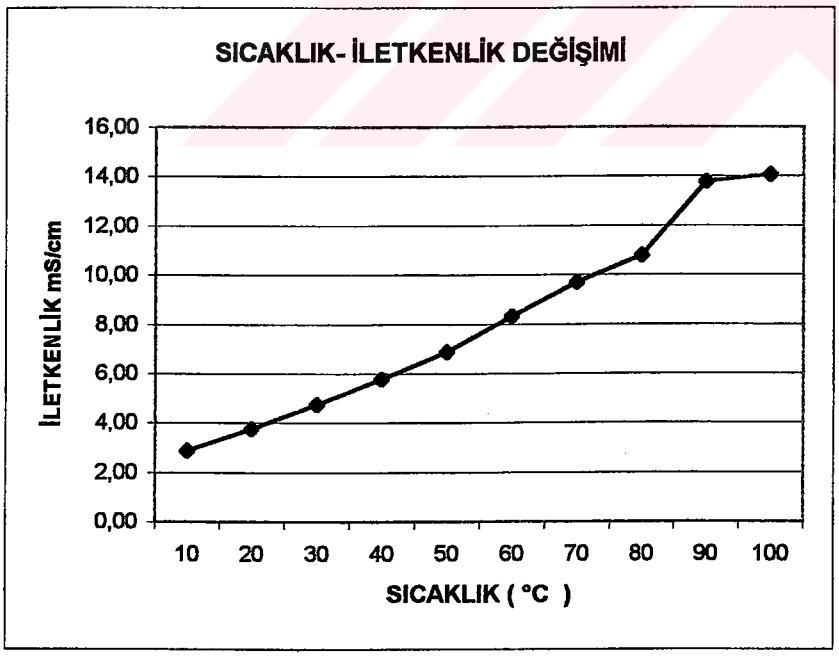
Değişmeyen sıcaklıklarda , çözeltideki boraks miktarının artması iletkenliği şekil 3.2.9 'da görüldüğü gibi arttırmaktadır.

Şekil 3.2.10 çözünürlüğe koşut olarak iletkenliğin değişmesini göstermektedir.Buna göre iletkenliğin artan çözünürlüğe bağlı olarak artması doğaldır.

3.2. BORAKS ÇÖZELTİLERİNİN İLETKENLİĞİ

TABLO 3.2.1. Çözelti No 1

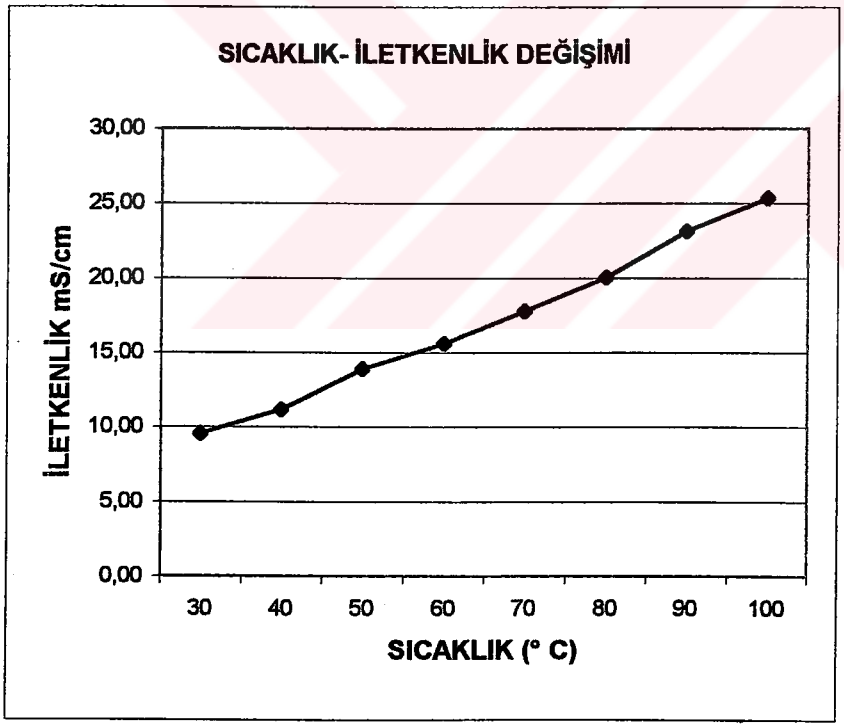
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
10	2,90
20	3,78
30	4,75
40	5,80
50	6,90
60	8,34
70	9,73
80	10,80
90	13,80
100	14,10



ŞEKİL 3.2.1 Çözelti No 1 için iletkenlik- sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.2. Çözelti No 2

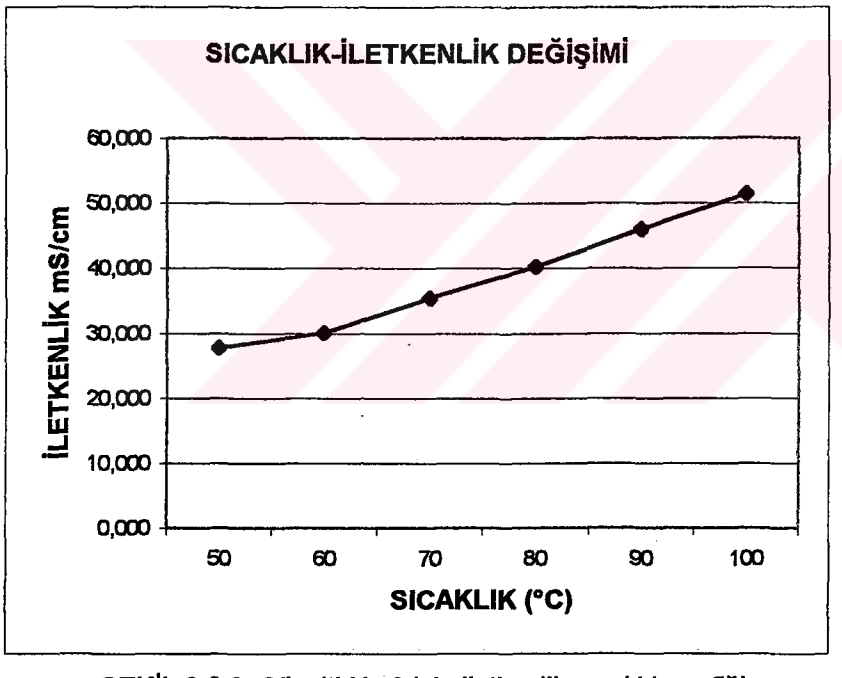
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS / cm
30	9,60
40	11,20
50	13,95
60	15,63
70	17,80
80	20,09
90	23,20
100	25,40



ŞEKİL 3.2.2 Çözelti No 2 için iletkenlik - sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.3. Çözelti No 3

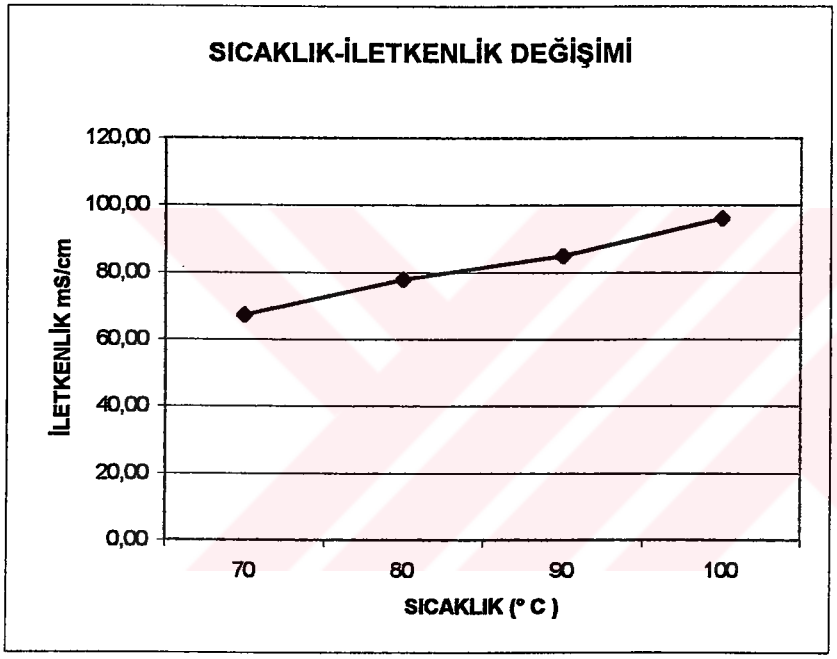
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
50	27,800
60	30,100
70	35,500
80	40,300
90	46,100
100	51,500



ŞEKİL 3.2.3 Çözelti No 3 için iletkenlik-sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.4. Çözelti No 4

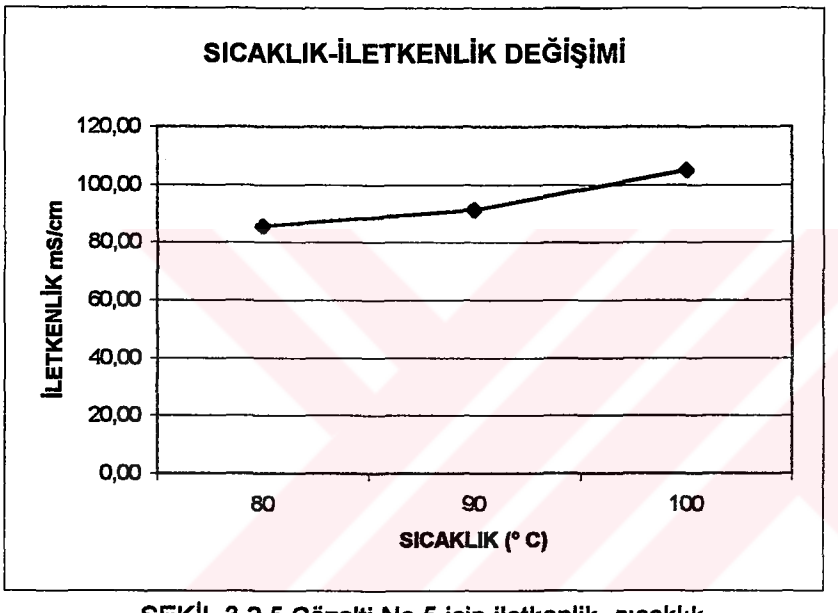
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS / cm
70	67,40
80	78,00
90	85,10
100	96,20



ŞEKİL 3.2.4 Çözelti No 4 için iletkenlik -sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.5. Çözelti No 5

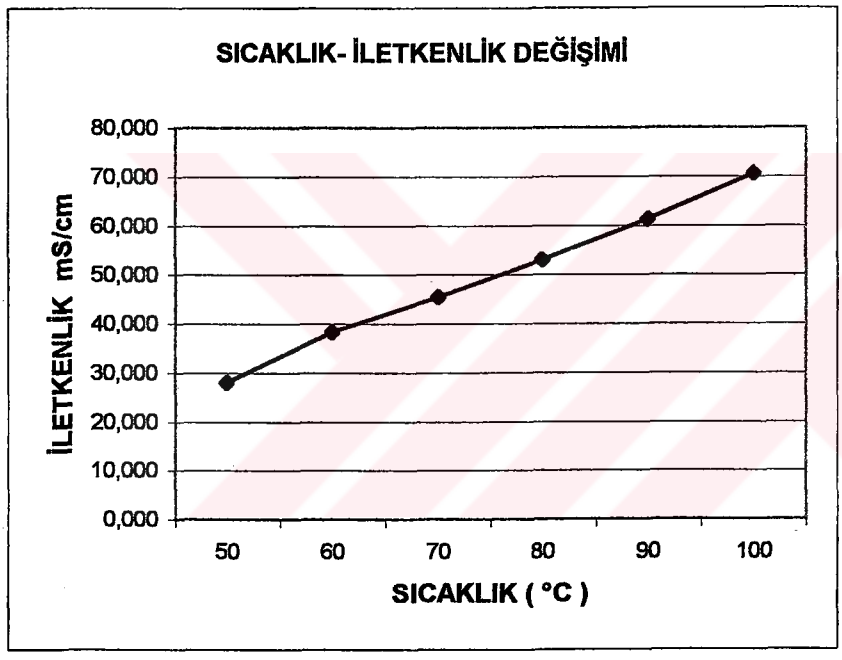
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
80	85,80
90	91,50
100	105,20



ŞEKİL 3.2.5 Çözelti No 5 için iletkenlik -sıcaklık

TABLO 3.2.6. Azot Ortamında Deneme Çözelti No 1'

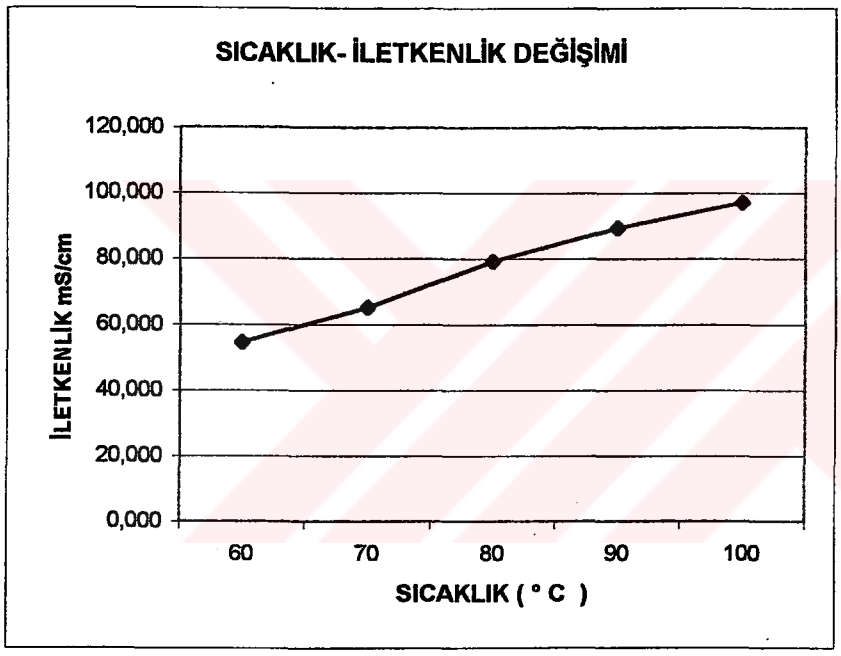
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
50	28,100
60	38,500
70	45,600
80	53,100
90	61,400
100	70,800



ŞEKİL 3.2.6 Çözelti No 1 ' için iletkenlik-sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.7. Azot Ortamında Deneme Çözelti No 2'

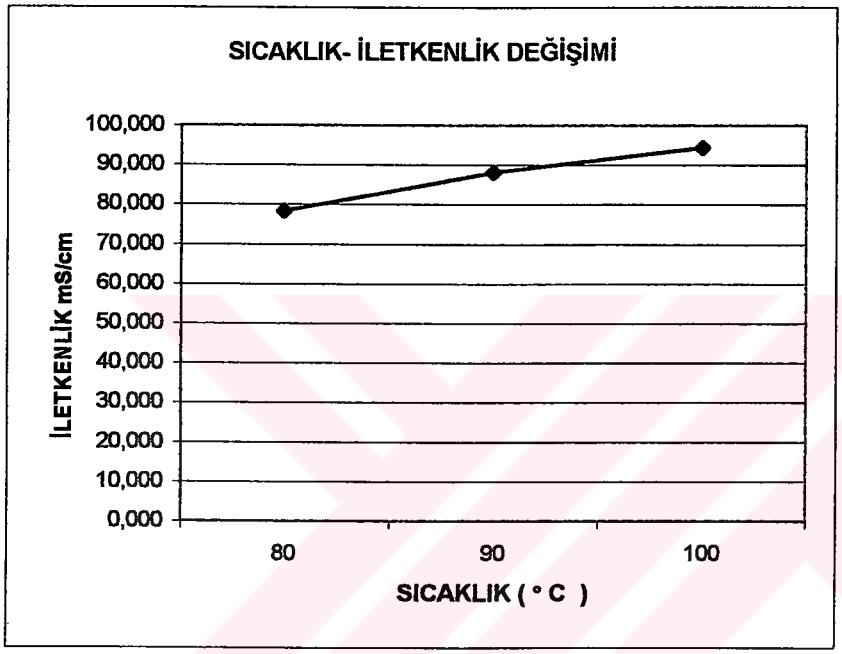
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
60	54,700
70	65,300
80	79,500
90	89,600
100	97,230



ŞEKİL 3.2.7 Çözelti No 2' için iletkenlik -sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.8. Azot Ortamında Deneme Çözelti No 3'

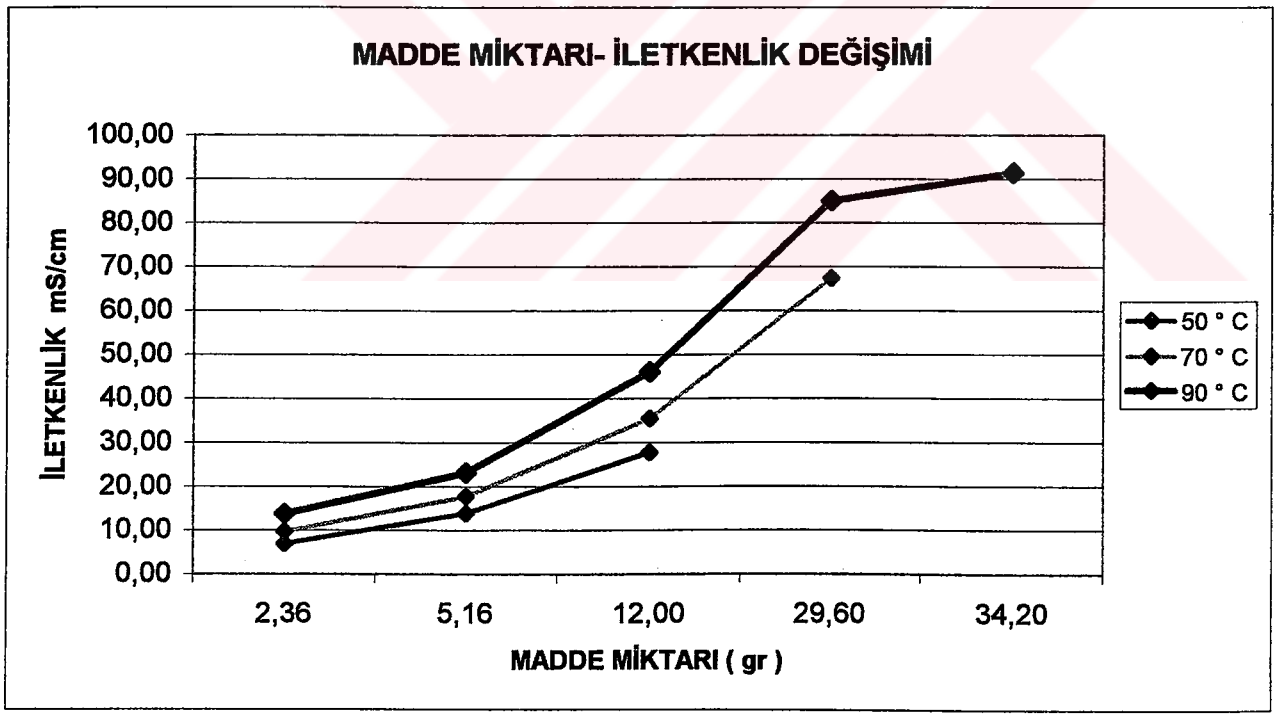
SICAKLIK (° C)	İLETKENLİK mS/cm
80	78,400
90	88,300
100	94,500



ŞEKİL 3.2.8 Çözelti No 3' için iletkenlik-sıcaklık grafiği

TABLO 3.2.9. İLETKENLİK - MADDE MİKTARI

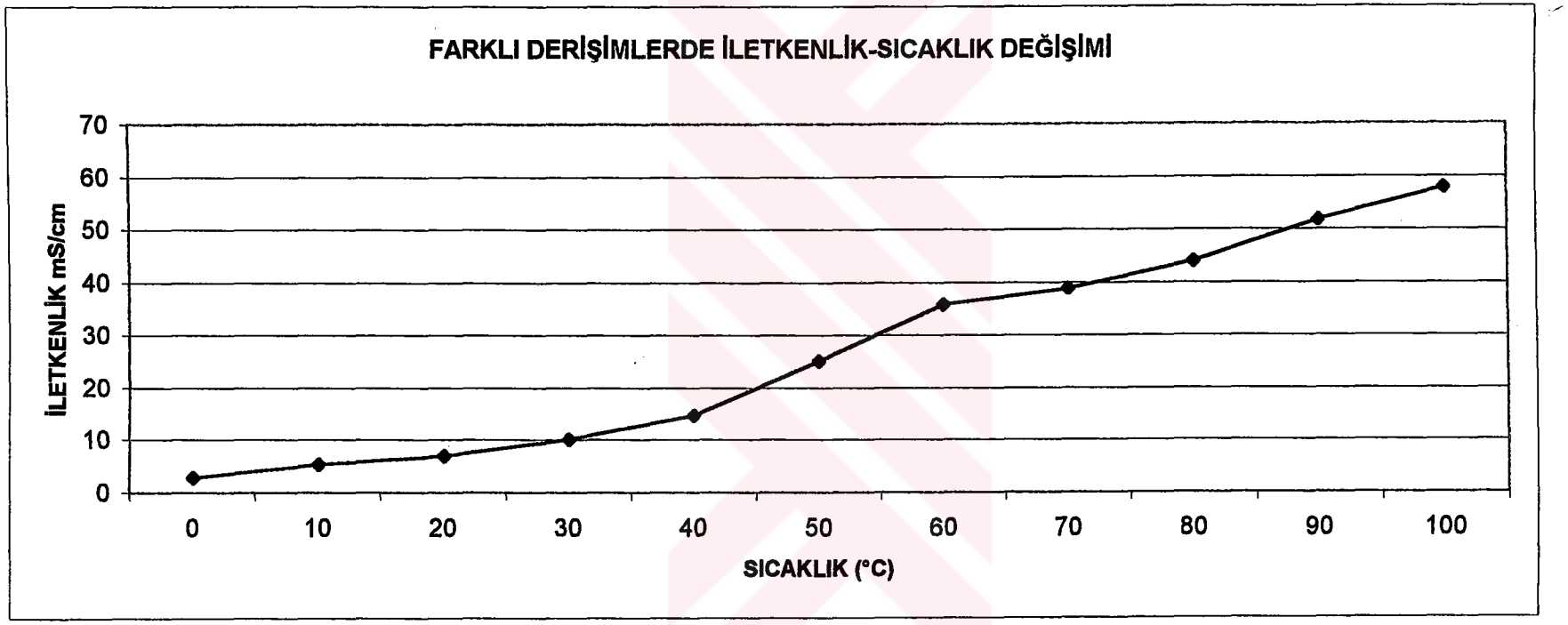
MADDE MİKTARI gr	(50 ° C için) İLETKENLİK mS/cm	(70 ° C için) İLETKENLİK mS/cm	(90 ° C için) İLETKENLİK mS/cm
2,36	6,90	9,73	13,80
5,16	13,95	17,80	23,20
12,00	27,80	35,50	46,10
29,60		67,40	85,10
34,20			91,50



SEKİL 3.2.9 İletkenlik-Madde miktarı

TABLO 3.2.10 FARKLI DERİŞİMLERDE SICAKLIK - İLETKENLİK DEĞİŞİMİ

ÇÖZÜNÜRLÜK (g Na2B4O7/ 100 g doygun çözelti)	1,18	1,76	2,58	3,85	6,00	9,55	14,82	17,12	19,88	23,31	28,22
SICAKLIK (° C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
İLETKENLİK mS / cm	2,99	5,46	7,1	10,21	14,85	25,2	36	39	44,2	52	58



ŞEKİL 3.2.10 Farklı derişimlerde iletkenlik-sıcaklık değişimi

3.3. Boraks Çözeltilerinin İletkenliği

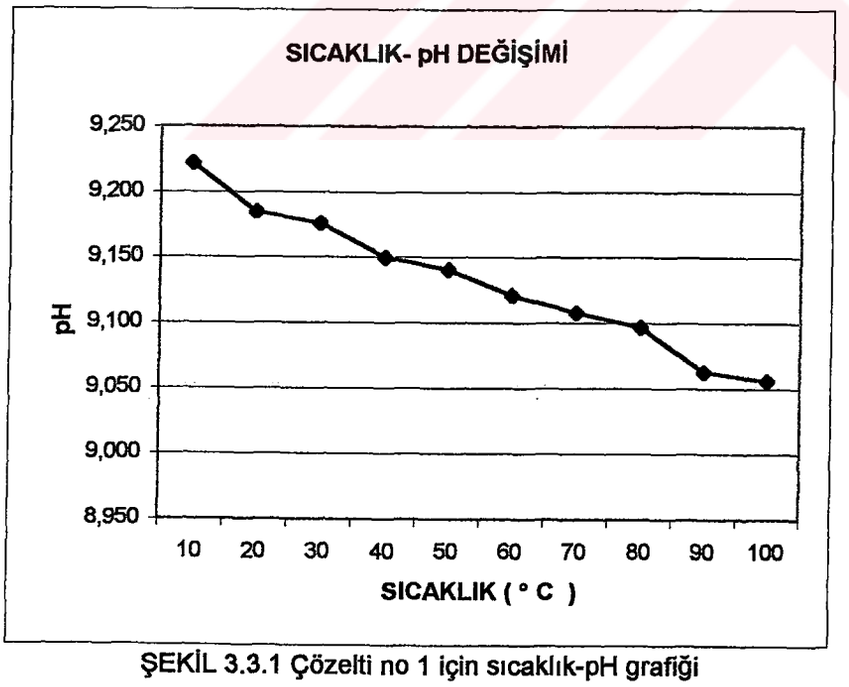
Çeşitli doymuş çözeltilerinin pH'ının sıcaklığa göre değişimi Şekil 3.3.1 ,2 ,3 ,4 ,5 'de verilmiştir. Bu eğrilerden boraks çözeltilerinin pH'ının sıcaklıkla doğrusal olarak azaldığı görülmektedir. Boraks çözeltisinin içine azot gazının verilmesi ile çözeltinin pH 'ının gidişinde , bir başka deyişle , doğrusal azalmasında değişiklik olmamakta,ancak pH değerleri büyümektedir. (Şekil 3.3.6. ,7 ,8) Çözeltinin pH 'I boraks miktarı artıkça azalmaktadır. (şekil 3.3.9)

Boraks çözünürlük eğrisine koşut olarak doymuş çözeltilerinin pH değerleri 'de bir artma göstermektedir.

3.3. BORAKS ÇÖZELTİLERİNİN pH 'I

TABLO 3.3.1. Çözelti No 1

SICAKLIK (° C)	pH
10	9,222
20	9,185
30	9,176
40	9,150
50	9,141
60	9,121
70	9,108
80	9,097
90	9,063
100	9,056

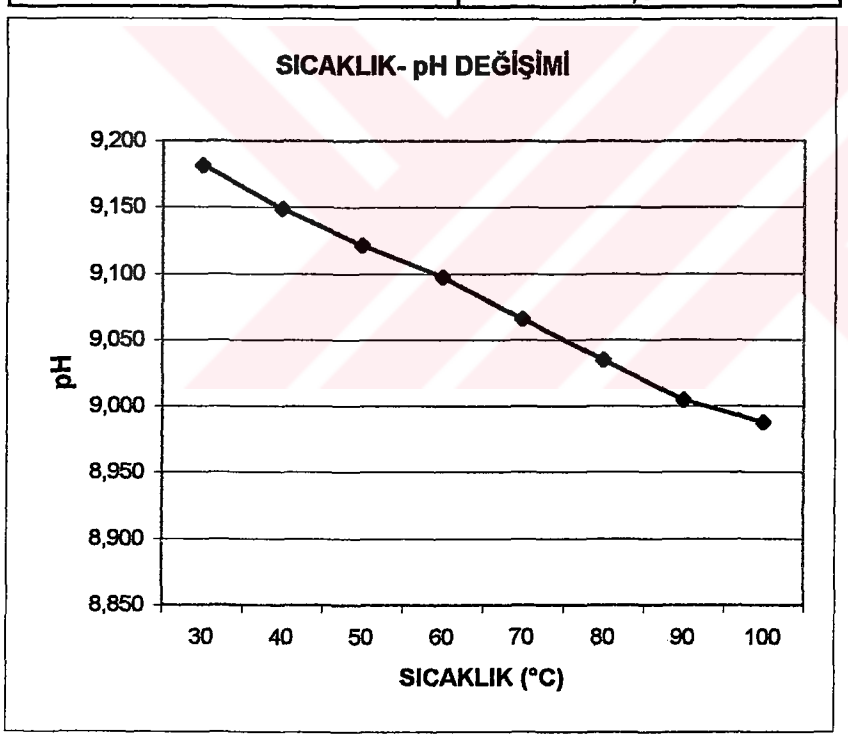


ŞEKİL 3.3.1 Çözelti no 1 için sıcaklık-pH grafiği

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON

TABLO 3.3.2. Çözelti No 2

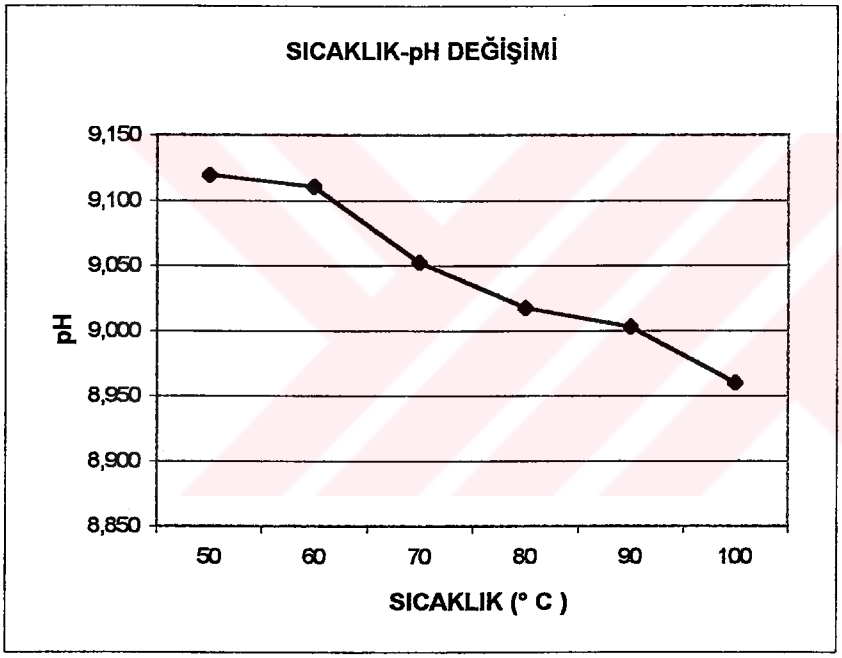
SICAKLIK (° C)	pH
30	9,182
40	9,149
50	9,122
60	9,098
70	9,066
80	9,035
90	9,005
100	8,988



ŞEKİL 3.3.2 Çözelti No 1 için sıcaklık - pH grafiği

TABLO 3.3.3. Çözelti No 3

SICAKLIK (° C)	pH
50	9,120
60	9,111
70	9,053
80	9,018
90	9,003
100	8,960

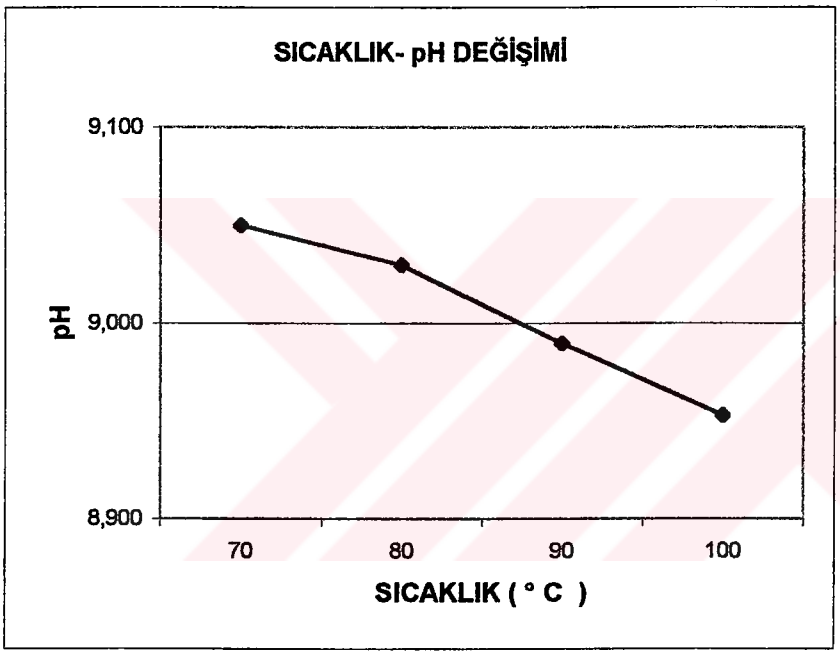


ŞEKİL 3.3.3 Çözelti No 3 için sıcaklık-pH grafiği

TABLO 3.3.4. Çözelti No 4

SICAKLIK - pH DEĞİŞİMİ

SICAKLIK (° C)	pH
70	9,050
80	9,030
90	8,990
100	8,953

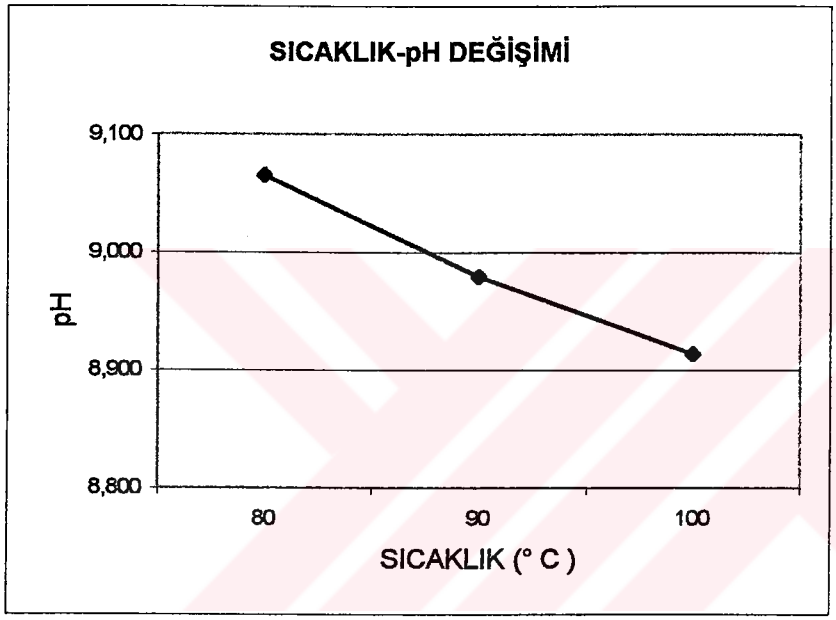


ŞEKİL 3.3.4 Çözelti No 4 için sıcaklık - pH grafiği

TABLO 3.3.5. Çözelti No 5

SICAKLIK -pH DEĞİŞİMİ

SICAKLIK (° C)	pH
80	9,066
90	8,980
100	8,914

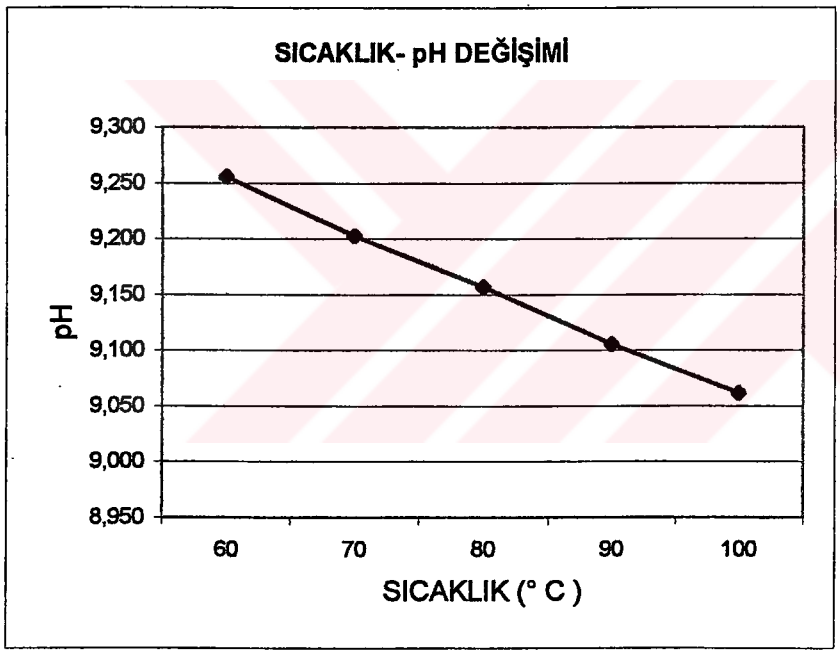


ŞEKİL 3.3.5 Çözelti No 5 için sıcaklık- pH grafiği

TABLO 3.3.6. Azot ortamında deneme Çözelti No 1'

SICAKLIK-pH DEĞİŞİMİ

SICAKLIK (° C)	pH
60	9,256
70	9,203
80	9,157
90	9,106
100	9,062

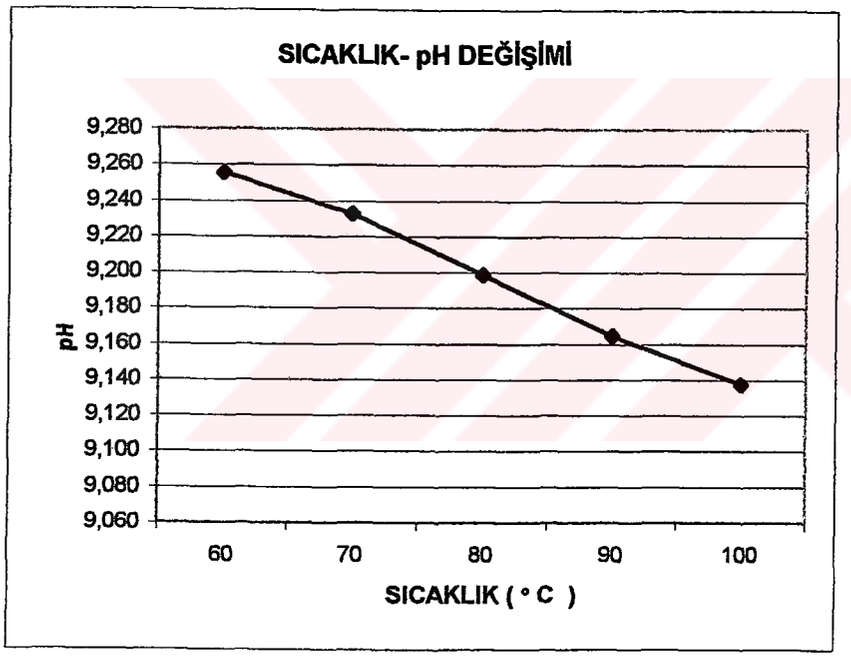


ŞEKİL 3.3.6 Çözelti No 6 için sıcaklık-pH grafiği

TABLO 3.3.7. Azot ortamında deneme Çözelti No 2'

SICAKLIK-pH DEĞİŞİMİ

SICAKLIK (° C)	pH
60	9,256
70	9,233
80	9,199
90	9,165
100	9,138

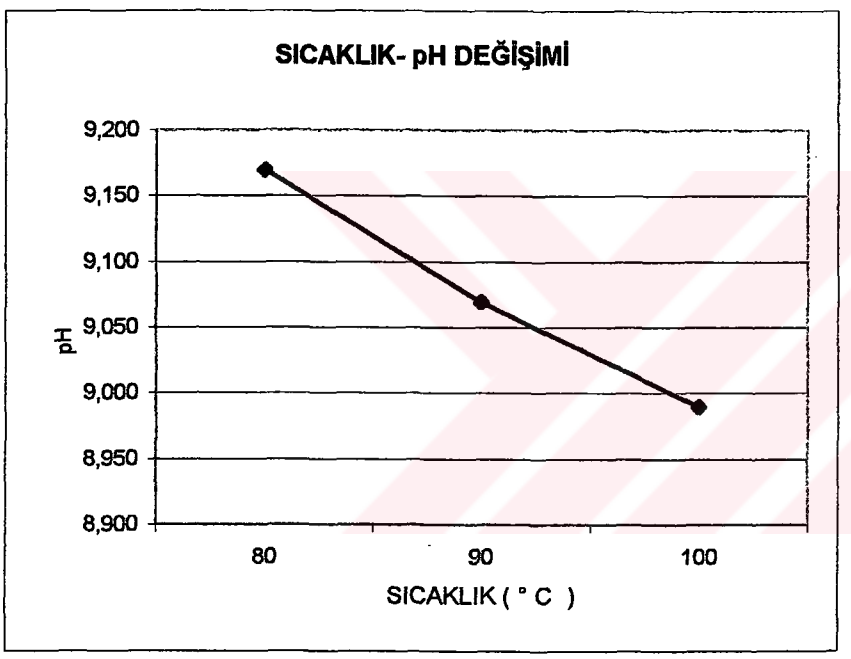


ŞEKİL 3.3.7 Çözelti no 2' için sıcaklık-pH grafiği

TABLO 3.3.8. Azot ortamında deneme Çözelti No 3'

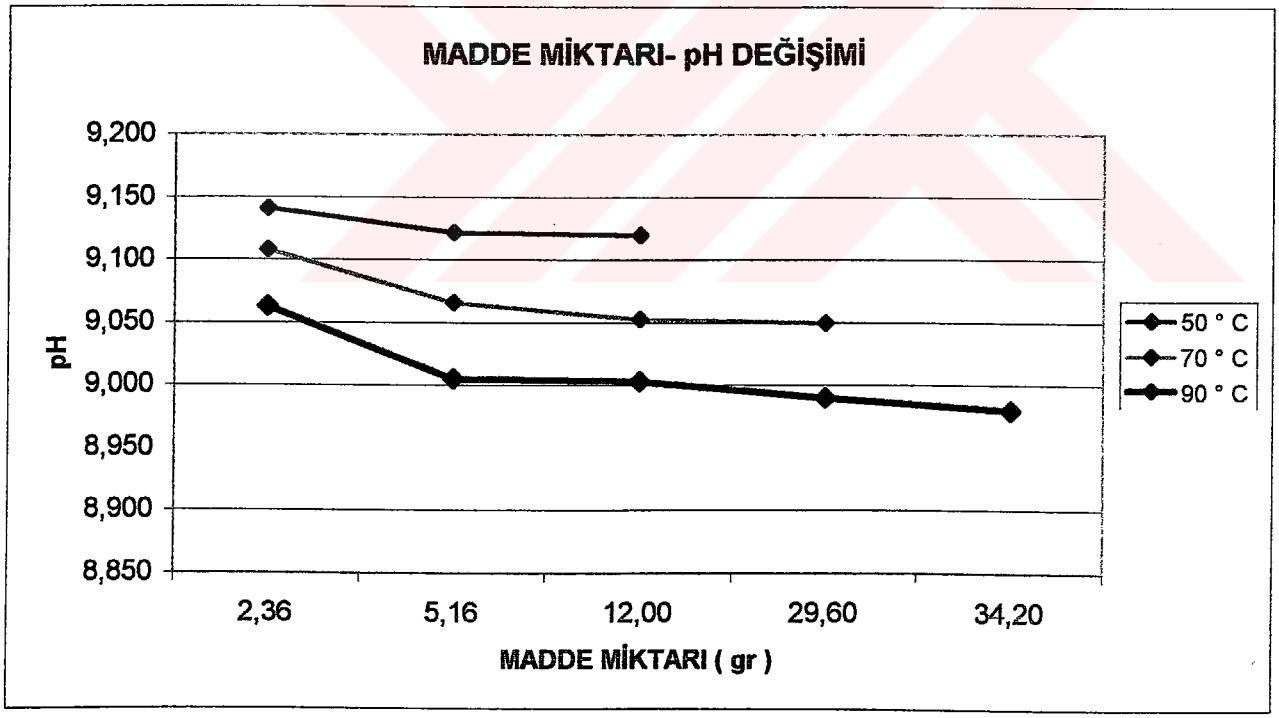
SICAKLIK-pH DEĞİŞİMİ

SICAKLIK (° C)	pH
80	9,170
90	9,070
100	8,990



TABLO 3.3.9. PH - MADDE MİKTARI

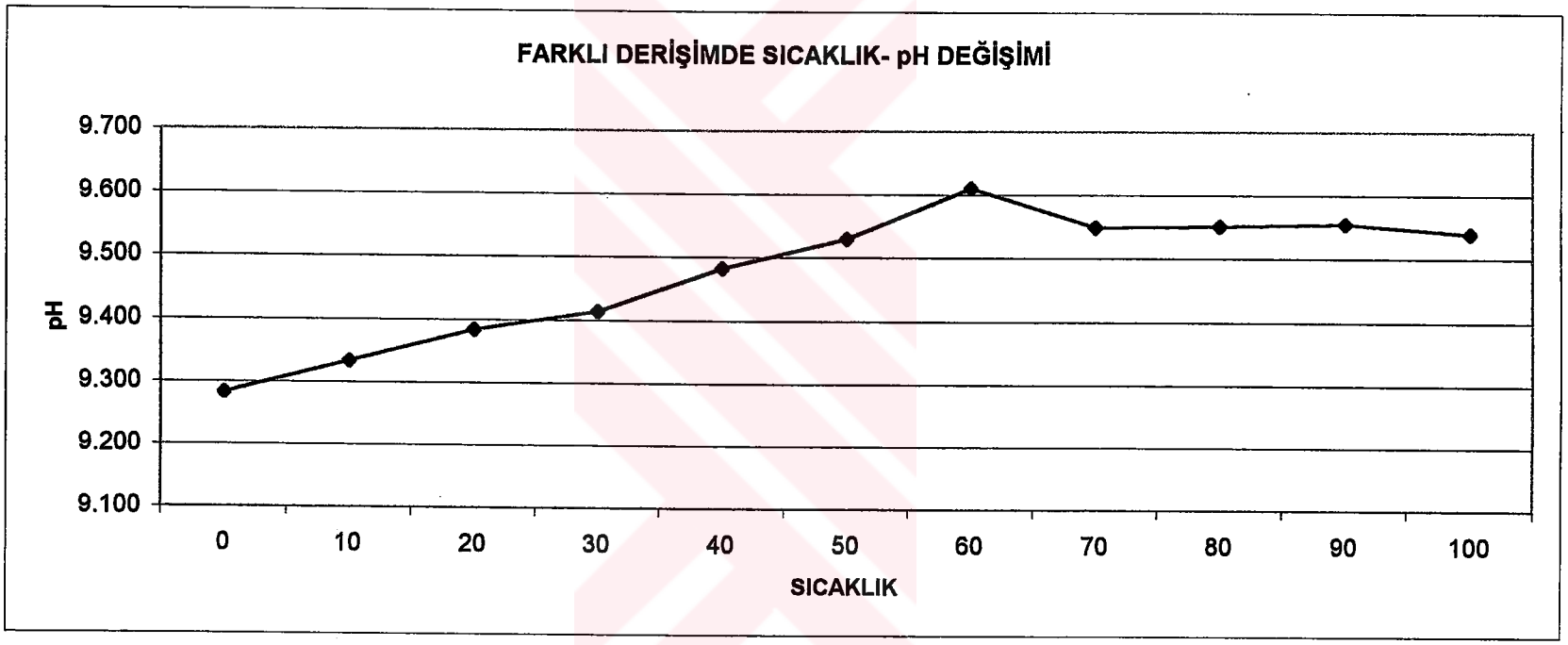
MADDE MİKTARI gr	(50 ° C için) pH	(70 ° C için) pH	(90 ° C için) pH
2,36	9,141	9,108	9,063
5,16	9,122	9,066	9,005
12,00	9,120	9,053	9,003
29,60		9,050	8,990
34,20			8,980



SEKİL 3.3.9 pH-madde miktarı grafiği

TABLO 3.3.10 FARKLI DERİŞİMDE SICAKLIK- PH DEĞİŞİMİ

ÇÖZÜNÜRLÜK (g Na2B4O7/ 100 g doygun çözelti)	1.18	1.76	2.58	3.85	6.00	9.55	14.82	17.12	19.88	23.31	28.22
SICAKLIK (T° C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
pH	9.284	9.335	9.386	9.415	9.484	9.531	9.611	9.550	9.552	9.556	9.540



ŞEKİL 3.3.10 Farklı derişimde sıcaklık -pH grafiği

3.4. TARTIŞMA

Boraks çözeltilerinin akmazlığının artan sıcaklıkla azalacağı beklenen bir sonuçtur.Aynı zamanda sıcaklığa bağlı akış hızı değişmesinin Arrhenius denklemine uyabileceği önceden düşünülmüştür.

Boraks çözeltilerinin iyonik bir iletkenliği olduğu ve iyonik iletkenliğin sıcaklığın yükselmesiyle artacağı yine beklenen bir sonuçtur.İletkenlikteki bu beklenen artma ,çözeltilerin pH 'larının sıcaklıkla azalmasıyla bir çelişki değil tersine iletkenliğin artmasının pH'ın düşmesiyle [H^+] 'ın artması ve bu iyonun iyonik iletkenlikle en yüksek devingenliye(mobilite) sahip olması ile açıklanabilir.Azotun çözelti atmosferindeki atmosfere katılması ile CO_2 etkisi ortadan kalktığından pH'da az da olsa bir yükselme gözlenmektedir.

Boraksın sudaki çözünürlük eğrisine koşut olarak çizilen akmazlık, iletkenlik ve pH – sıcaklık eğrilerinde , çözünürlük eğrisinde 58.5 ° C 'de gözlenen dekaborat – pentaborat dönüşümünün yarattığı eğim değişmesi akmazlık-sıcaklık (şekil 3.1.10) eğrisinde ortaya çıkmamakta , ancak iletkenlik – sıcaklık ve pH – sıcaklık eğrilerinde dikkati çekecek şekilde gözlenmektedir.

Bu çalışma, sonuçları bakımından beklentilere yanıt vermektedir ve bu alanda ilktir.

Kaynaklar

1. **Boron Compounds , Encylopedia of Chemical Technology,Third Edition, Kırk & Othmer , 1997 ,New york.**

2. **Boron Minerals & Chemicals , Chemical Economics Handbook , Stadford Research Institute , 1977 , California .**

3. **İnorganik Teknolojiler**
   Prof.Dr. Halidun Civelekoğlu
   Prof.Dr. Raşit Tolun
   Prof. Dr. Nusret Bulutçu
   İstanbul Teknik Üniverrsitesi Vakfı

4. **Kolemanitin Borik Asit Çözeltilerinde Çözünme Kinetiği, İTÜ Yüksek Lisans Tezi,**
   Hazırlayan; Seda Öçgüder Danışman : Doç.Dr.Hale Gürbüz, Haziran -1997.

5. **Bor Bileşikleri, IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu,Yayın no: DPT:1566-ÖİK:254 , Devlet Planlama Teşkilatı , 1977 , Ankara .**

6. **Madencilik Endüstriyel Hammaddeler Özel İhtisas Komisyonu Raporu , Yayın no : DPT-2291 , Devlet Planlama Teşkilatı , 1977 , Ankara .**

ÖZGEÇMİŞ

1974 İstanbul doğumluyum .İlk ve orta okulu İstanbul'da okudum. Semiha Şakir Özel Deneme lisesinden Mezun olduktan sonra İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünü bitirdim. Daha sonra aynı üniversitenin Proses ve Reaktör Tasarımı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Eğitimini aldım. Bir yıl Goodyear Chemicals Europe Mümessilliğni yapan bir şirkette teknik danışman olarak çalıştım. Şu an Marshall ortaklı Alman boya şirketi Herberts Sanayi Boyaları A.Ş. 'de Üretim Mühendisi olarak 3 yıldır görev yapmaktayım ..

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON