

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

**Na₂(H₂PO₂)₂ - Ba(H₂PO₂)₂ - H₂O ÜÇLÜ SİSTEMİN ODA SICAKLIĞINDA
ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ, YOĞUNLUĞU, İLETKENLİĞİ VE FAZ DENGELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hakan TURAN
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Hasan ERGE

VAN-2011

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

**Na₂(H₂PO₂)₂ - Ba(H₂PO₂)₂ - H₂O ÜÇLÜ SİSTEMİN ODA SICAKLIĞINDA
ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ, YOĞUNLUĞU, İLETKENLİĞİ VE FAZ DENGELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hakan TURAN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2010-
FBE-YL035 nolu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2011

KABUL VE ONAY SAYFASI

Kimya Anabilim Dalı'nda Yrd.Doç.Dr. Hasan ERGE danışmanlığında, Hakan TURAN tarafından sunulan “ $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ Üçlü Sistemin Oda Sıcaklığında Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği ve Faz Dengelerinin Araştırılması” isimli bu çalışma “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” ve “Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi”nin ilgili hükümleri gereğince/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....
Enstitü Müdürü

ÖZET

Na₂(H₂PO₂)₂ - Ba(H₂PO₂)₂ - H₂O ÜÇLÜ SİSTEMİN ODA SICAKLIĞINDA ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ, YOĞUNLUĞU, İLETKENLİĞİ VE FAZ DENGELERİNİN ARAŞTIRILMASI

TURAN, Hakan

Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hasan ERGE

Mart 2011, 55 sayfa

Bu tezde fizikokimyasal analiz yöntemleri kullanılarak; Na⁺, Ba²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻//H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan Na₂(H₂PO₂)₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O, üçlü sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlük, yoğunluk, iletkenlik ve faz dengeleri araştırıldı.

Çalışmalara başlarken ilk olarak 100 mL'lik balon jøjeye 100 mL saf su eklendi ve Na₂(H₂PO₂)₂'in çözünürlük noktasına ulaşmaya kadar 6'şar g Na₂(H₂PO₂)₂ ilave edilerek her işlem iki saat karıştırılıp bir saat dinlendirilerek işlem yapılmıştır. Çözünürlük noktası saptandı ve bu noktadaki yoğunluk ve iletkenlikler saptandı. Aynı sistem üzerine 2'şer g Ba(H₂PO₂)₂ ilave edilerek işleme devam edildi. Her işlem sonrasında çözülden 2-3 mL alınıp 110°C ye ayarlı etüvde kurutma işlemine tabi tutuldu. Sonrasında kuru kalık saf suda çözülerek 100 mL ye tamamlandı. Bu çözültideki Na⁺, Ba⁺² iyon analizleri yapıldı.

İkinci olarak Ba(H₂PO₂)₂ 'in oda sıcaklığındaki çözünürlük noktası saptandı ve çözünürlük noktasındaki Ba(H₂PO₂)₂ 'in üzerine 4 er g Na₂(H₂PO₂)₂ ilave edilerek işleme devam edildi.

Bu işlemler esnasında Na₂(H₂PO₂)₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O Üçlü su-tuz sisteminin basit ötonik sistem türüne ait olduğu ve ötonik noktanın bileşimi % kütle olarak 50.73 Na₂(H₂PO₂)₂, 0.53 Ba(H₂PO₂)₂, 48.74 H₂O olduğu saptandı.

Anahtar Kelimeler: Na₂(H₂PO₂)₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü su-tuz sistemi, İzotermik Sistem, Yoğunluk, Çözünürlük, İletkenlik.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE SOLUBILITY, DENSITY, CONDUCTIVITY AND PHASE EQUILIBRIUMS IN THE $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O TERNARY SYSTEMS BY THE ISOTHERMAL METHOD AT ROOM TEMPERATURE.

TURAN, Hakan

Master Thesis, Department of Chemistry

Supervisor: Asst. Prof. Hasan ERGE

March 2011, 55 pages

In the present thesis, solubility, density, conductivity and phase equilibria of $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O ternary system existing in Na^+ , Ba^{2+} , $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ // H_2O quaternary mutual water-salt system were investigated by using physicochemical analysis methods.

In the first place, 100 mL distilled water was added into a 100 mL volumetric flask and each time 6 g $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ was added until solubility point of $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$. Each addition was followed by mixing two hours and leaving one hour. Having established solubility point, density and conductivities were determined at this point. To this system, 2 g $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ was added. After each process, 2-3 mL aliquot was taken and dried in an oven fixed at 110 °C. Then this dried product was dissolved in 100 mL distilled water and Na^+ , Ba^{+2} ion analyses were carried out.

In the second place, solubility point of $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ at room temperature was established and each time 4 g $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ was added into this solution.

It was determined that $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O triple water-salt system was belong to eutonic system type and the composition of eutonic point was 50.73, 0.53 and 48.74 (w/w %) for $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ and H_2O , respectively.

Key Words: $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O Ternary Water-Salt System, Isothermic System, Density, Solubility, Conductivity.

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Anorganik Kimya Bilim Dalı yüksek lisans programında yapılmıştır. Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2010-FBE-YL035 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Bu tezde fizikokimyasal analiz yöntemleri kullanılarak; Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^- (\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$, üçlü sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlük, yoğunluk, iletkenlik ve faz dengeleri araştırılmıştır.

Bu çalışmanın bütün aşamalarında yardım ve desteğini esirgemeyip bana yol gösteren, değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan ERGE 'ye, çalışmamın çeşitli aşamalarında yardımlarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Arif EYNULLAYEV, Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza KUL, Öğr. Gör. İhsan ALACABEY, Öğr. Gör. Uğur ÖZDEK'e ve sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hakan TURAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Su-Tuz Sistemlerinin Araştırılmasında Kullanılan Fizikokimyasal Yöntemler	2
1.1.1. İzotermal yöntem	3
1.1.2. Müşahide-Politermal (MP) yöntem	5
1.1.3. Diğer yöntemler	6
1.1.3.1. Termogravimetri (TG) yöntemi	6
1.1.3.2. Elektrik iletkenliği yöntemi	6
1.1.3.3. İkili sistemler	7
1.2. AX-BX-H ₂ O Üçlü Sistemlerin Çözünürlük Diyagramlarının Gösterilmesi	7
1.2.1. Gibbs yöntemi	7
1.2.2. Rozeboum yöntemi	8
1.2.3. Schreinemakhers yöntemi	9
1.2.4. Yeneke–Le Chatelier yöntemi	10
1.3. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sistemlerin Faz Diyagramları	11
1.3.1. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sisteminde Hidratlar ve Çift Tuzun Oluşmamış Halleri	12
1.3.2. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) Tuzunun Hem Hidrat Hem de Hidratsız İki Faz Oluşturmuş Halleri	13
1.3.3. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) Tuzunun Hidrat Oluşturmuş Halleri	14
1.3.4. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) ve c (BX) Tuzlarının Çift Tuz Oluşturmuş Halleri	14

1.3.5. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) ile c (BX) Tuzlarının Meydana Getirdikleri Çift Tuz Hidrat Oluşturma Halleri	15
1.3.6. AX-BX-H ₂ O Üçlü Su Tuz Sisteminde b (AX) ile c (BX) Tuzlarının Meydana Getirdikleri Çift Tuz ve b (AX) Tuzunun Hidratlar Oluşturmuş Halleri	16
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1. Hipofosforöz Asitin Elde Edilişi	29
3.2. Baryum(II) İyonunun Analiz Yöntemleri ve Özellikleri	30
3.2.1. Baryumun özellikleri	30
3.2.2. Baryumun EDTA ile tayini	31
3.2.3. Baryumun ftaleinpurpur indikatörü ile tayini	31
3.2.4. Baryumun Eriochromschwarz T indikatörü ile tayini	32
3.3. Sodyumun Özellikleri	32
3.4. Hipofosfit İyonunun Titrimetrik Yöntemle Tayini	34
3.5. Klor İyonunun Analiz Yöntemleri	34
3.5.1. Mohr metodu ile klorür iyonunun (Cl ⁻) tayini	34
3.5.2. Fajans metodu ile klorür iyonunun (Cl ⁻) tayini	35
3.6. Sistemin Araştırılmasında Kullanılan Tuzlar ve Araçlar	36
3.6.1. Piknometre yöntemi	37
3.6.2. İletkenlik yöntemi	37
3.6.3. Klorür iyonu tayini	38
3.6.4. Baryum(II) iyonunun EDTA ile tayini	38
3.6.5. Katı fazın Schreinemakhers'in "kalıklar" yöntemiyle tayin edilmesi	39
4. BULGULAR	41
4.1. Na ₂ Cl ₂ -Ba(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O Üçlü Sistemin Oda Sıcaklığında Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği ve Faz Dengeleri	41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Su-tuz sisteminin izotermal yöntemle araştırılması için kullanılan düzenek.	4
Şekil 1.2. Su-tuz sistemin MP yöntemle araştırılması için kullanılan düzenek.	5
Şekil 1.3. İkili sistemin çözünürlüğünün politermi.	7
Şekil 1.4. AX-BX-H ₂ O üçlü sistemin çözünürlüğünün Gibbs yöntemi ile gösterilmesi.	8
Şekil 1.5. AX-BX-H ₂ O üçlü sistemin çözünürlüğünün Rozeboom yöntemi ile gösterilmesi.	9
Şekil 1.6. AX-BX-H ₂ O üçlü sistemin çözünürlüğünün Schreinemakers yöntemi ile gösterilmesi.	10
Şekil 1.7. AX-BX-H ₂ O üçlü sistemin çözünürlüğünün Yeneke-Le Chatelier yöntemi ile gösterilmesi.	11
Şekil 1.8.1. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde hidrat ve çift tuzun olmadığı faz diyagramı.	12
Şekil 1.8.2. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde b tuzunun hem hidrat hemde hidratsız iki faz oluşturduğu faz diyagramı.	13
Şekil 1.8.3. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde b tuzunun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.	14
Şekil 1.8.4. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde çift tuzun faz diyagramları türleri.	15
Şekil 1.8.5. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde çift tuzun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.	15
Şekil 1.8.6. AX-BX-H ₂ O üçlü su tuz sisteminde çift tuz ve b tuzunun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.	16
Şekil 3.1. Katı fazın bileşiminin Schreinemakers'in "kalık" yöntemiyle tayini.	40
Şekil 4.1. NaH ₂ PO ₂ -Ba(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü ve faz dengeleri diyagramı(Rozeboom Yöntemi).	42
Şekil 4.2. NaH ₂ PO ₂ -Ba(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O üçlü sistemin yoğunluğunun Yeneke-Le Chatelier diyagramı.	43

- Şekil 4.3. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin iletkenliğinin Yeneke-Le Chatelier diyagramı. 44
- Şekil 4.4. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin çözünürlüğünün Yeneke-Le Chatelier diyagramı. 45
- Şekil 4.5. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin çözünürlük, yoğunluk, ve iletkenliğinin(üçü bir arada) bileşim ile değişim diyagramı. 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü ve dengede bulunan katı fazların bileşimi	41
Çizelge 4.2. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü, yoğunluğu ve iletkenliğinin sistemin bileşimi ile değişimi	43
Çizelge 4.3. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü	45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: Yüzde
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat Sıcaklığı
cm	: Santimetre
cm^3	: Santimetreküp
d	: Yoğunluk
dak	: Dakika
dm^3	: Desimetreküp
g	: Gram
J	: Joule
K	: Kelvin Sıcaklığı
kg	: Kilogram
kJ	: Kilojoule
L	: Litre
M	: Molarite
m^3	: Metreküp
Meg	: Milieşdeğergram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mmol	: Milimol
μS	: Mikrosaniye
N	: Normalite
Pa	: Paskal
s	: Saniye
t	: Sıcaklık
V	: Hacim
μg	: Mikrogram
nm	: Nanometre
pm	: Pikometre

1.GİRİŞ

N. S. Kurnakov tarafından ortaya konulan fizikokimyasal analiz terimi, sistemin herhangi bir özelliğine dayanılarak (çözünürlük, viskozite, yoğunluk, iletkenlik vb.) söz konusu sistemin bileşenlerinin birbirlerini karşılıklı etkileşimlerini ortaya çıkarmak için kullanılan araştırma yöntemlerinden meydana gelmiştir (Özdek, 2009).

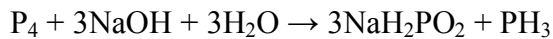
Fizikokimyasal analizin teorik esasının geliştirilmesinde Gibbs'in fazlar kuralı, V.F.ALEKSEYEV' in sıvıların karşılıklı çözünürlükleri (Alişoğlu, 1973), I.F. ŞREDER' in katıların erime sıcaklıkları, erime öz ısıları ve sıvılardaki çözünürlükleri arasındaki bağlantılar (Alişoğlu, 1973; Erge, 2009) ve diğer araştırmaların çok büyük rolü olmuştur.

Fizikokimyasal analiz yöntemleriyle birçok göl, deniz ve yer altı su kaynaklarının ihtiva ettikleri tuzlar esasında kurulmuş olan üçlü, dörtlü ve beşli su-tuz sistemlerinin araştırılması yapılarak çizilen "Bileşim-Özellik" diyagramları esas alınıp birçok değerli kimyasal maddelerin elde edilişi, geri kazanılması, karışımlardan ayrılması ve teknolojik üretimi gerçekleştirilmiştir.

Hazar denizi Kara-Boğazgol sularından mirabilit kristal hidratın $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristallerinin ayrılması, Na^+ , $\text{Mg}^{+2}/\text{Br}^-$, $\text{SO}_4^{-2}/\text{H}_2\text{O}$ dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminde çözünürlüğün ve denge fazlarının fizikokimyasal yöntemlerle araştırılması sonucu mümkün olmuştur (Özdek, 2009).

Ayrıca, kimya endüstrisinde Solvay teknolojik süreci adı ile bilinen sodanın Na_2CO_3 üretiminde son ürünün verimini yükseltebilmek için Na^+ , $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$, $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{O}$ dörtlü karşılıklı su-tuz sistemi üzerinde fizikokimyasal yöntemler kullanılarak bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

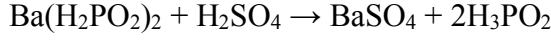
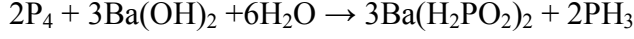
Son araştırmalar fizikokimyasal analiz yöntemlerinin bir başka yönde kullanıldığını ortaya çıkarmıştır. Bilindiği gibi Anorganik Kimyada bazı elementlerin bazı kimyasal bileşiklerinin elde edilişi çok basamaklıdır ve bundan dolayı da pahalı olduklarından kullanım alanları pek gelişmemiştir. Hipofosfitler de böyle bileşiklerdir. Hipofosfitler, hipofosforöz asidin tuzları olmak üzere kuvvetli bazların sıcak çözeltileri ile fosforun karşılıklı etkileşmesi sonucu elde edilmektedir (Özdek, 2009).



Bu yöntem hidroksitleri suda çözünebilir diğer elementler için de geçerlidir:

Ca(H₂PO₂)₂, Ba(H₂PO₂)₂ ve NH₄H₂PO₂ gibi (Özdek, 2009).

Cu(OH)₂ gibi hidroksitleri suda çözünmeyen elementlerin hipofosfitlerinin elde edilişi genel olarak çok basamaklı yöntemle gerçekleştirilir (Beglov ve ark.,1980).



Bu şekilde, çok basamaklı yöntemlerle elde edilen hipofosfitler pahalı olup, kullanım alanları pek gelişmiş değildir. Bu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için, daha kolay ve pratik olabilecek bir yöntemin hazırlanması gerekmektedir. Bunun için, NaH₂PO₂ veya KH₂PO₂ gibi ucuz hipofosfitler ile CuSO₄, CuBr₂ ve Cu(NO₃)₂ gibi bakırın iyi çözünebilir ve ucuz olan tuzları arasındaki yer değiştirme tepkimelerine dayanan, daha kolay ve pratik olabilecek bir yöntem hazırlanabilir. Böyle bir yöntemin fizikokimyasal esaslarının hazırlanabilmesi için dörtlü karşılıklı A⁺, Cu⁺²//X⁻, H₂PO₂⁻//H₂O su-tuz sistemleri üzerinde fizikokimyasal analiz yöntemleri kullanılarak faz dengelerinin araştırılması yapılmıştır (Zulfugarlı ve Aliyev, 1983; Aliyev ve Velieva, 1985; Aliyev ve ark., 1989; 1990; 1991; Alişoğlu ve Necefoğlu, 1997; Alişoğlu, 1998; 2002).

Önerilen bu tez çalışmasında Na⁺, Ba⁺²/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sistemlerinde kullanılacak baryum tuzundan meydana getirilmiş olan Na₂(H₂PO₂)₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü su-tuz sisteminin fizikokimyasal yöntemlerle çözünürlüğünün ve faz dengelerinin, sıvı fazların yoğunluğunun ve iletkenliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.1. Su-Tuz Sistemlerinin Araştırılmasında Kullanılan Fizikokimyasal Yöntemler

Denge halinde bulunan su-tuz sistemlerinde çözünürlüğün, sıvı fazın viskozite, yoğunluk, iletkenlik ve tuzluluk gibi özelliklerin, dengede bulunan katı fazların bileşimini ve fazların sınırlarını araştırmak için aşağıdaki fizikokimyasal yöntemler kullanılmaktadır.

1.1.1. İzotermal yöntem

Erge (2009), yapmış olduğu çalışmada izotermal yöntemin Rozeboum, Schreinemahers ve Van't Hoff'un yaptıkları çalışmaların sonucu olarak meydana geldiğini belirtmiştir. Bu yöntem N.S. Kurnakov'un, çalışmaları ve araştırmaları esasında daha da geliştirilerek geniş sıcaklık aralığında uygulanmıştır.

Çözünürlüğün bu yöntemle tayini için, elektro termostat ve söz konusu su-tuz sistemi içeren cam malzemelerden hazırlanmış olan özel bir düzenek kullanılır (Şekil 1.1).

Çözeltinin, katı faz ile denge haline daha kısa bir süre içerisinde getirilebilmesi için 600- 900 devre/dakika hızla dönen elektro-karıştırıcı ile karıştırılması gerekir.

Sıcaklığı sürekli olarak sabit tutabilmek için sisteme ısı verilerek çözelti karıştırılır. Termostat genel olarak aşağı sıcaklıklar için su ile yüksek sıcaklıklar için ise mineral yağ ile doldurulur. Su-tuz sisteminin araştırılmasında kullanılan cam kabın iki kısmı vardır; 100- 150 mL hacminde olan aşağı kısmına araştırılan su-tuz karışımı konulur ve yukarı kısmına çözeltinin hava ile temasını kaldırmak için civa veya mineral yağ konulur.

Çözünürlüğün tayininde karıştırma süresi, tuzların fizikokimyasal özelliklerine ve sistemin denge haline varma süresine bağlı olarak değişir. Genel olarak karıştırma süresi birkaç saat, bazen birkaç gün veya hafta olabilir.

Su-tuz sisteminin araştırılması genel olarak aşağıdaki gibi yapılır, kabın aşağı kısmına 100 mL damıtma su konulur ve sonra iki tuzdan birinin kristalleri ilave edilerek, sistem denge haline varana kadar karıştırılır (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1 Su-Tuz sisteminin izotermal yöntemle araştırılması için kullanılan düzenek.

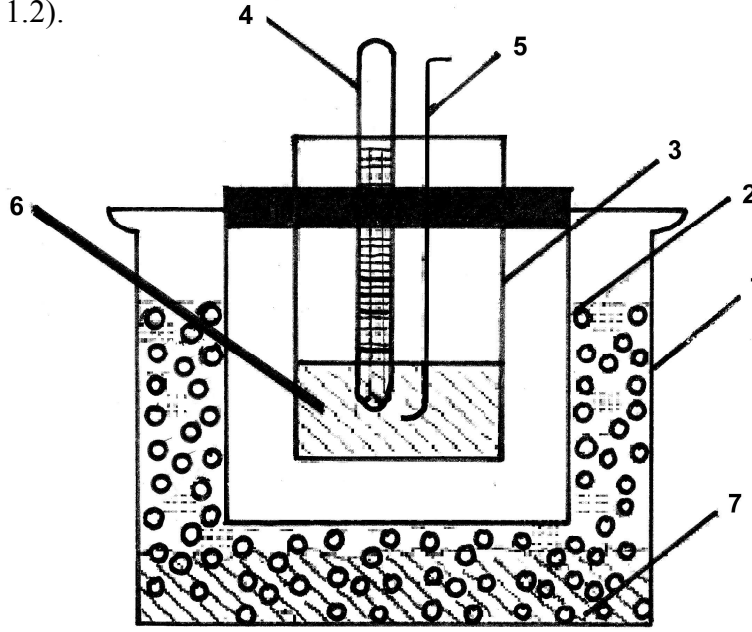
Belli bir süre sonra tuzun çözünürlüğünün tayini için kaptaki çözeltilerden numune alınır, üzerinde gereken tayinler ve ölçümler yapıldıktan sonra kaptaki çözeltilere ikinci tuzun kristalleri ilave edilip, sabit sıcaklıkta sistem denge haline gelene kadar karıştırılır ve katı fazın sıvı fazdan ayrılıp çökebilmesi için 20- 30 dakika bekletilir. Sonra kaptaki sıvı fazdan pipetle 2- 3 mL numune alınıp uygun analitik yöntemlerle çözeltilenin bileşimi tayin edilir. Bununla beraber elektro termostatta aynı sıcaklıkta bulunan söz konusu sıvı fazın yoğunluk ve iletkenlik ölçümleri de gerçekleştirilir. Daha sonra sıvı faz ile dengede bulunan katı fazdan bir miktar numune alınıp, süzgeç kağıdı arasında kurutulup tartıldıktan sonra kimyasal analizi yapılarak bileşimi tayin edilir. Bu işlemlerden sonra, sisteme ikinci bileşenin kristallerinden bir miktarı ilave edilip kullanılan analiz, ölçüm ve tayinler yeniden tekrarlanır. Bu işlemler

sistemin sıvı fazının her iki bileşenle doygun hale gelmesiyle yani ötonik noktaya ulaşmasıyla son bulur.

1.1.2.Müşahide-Politermal (MP) yöntem

MP yöntemi çözeltinin soğutulması aşamasında çözülmüş olan tuzun ilk kristallerinin meydana gelmesinin ve çözeltinin ısıtılması sırasında ise son kristallerinin kaybolmasının gözlenmesine dayanan bir sistemdir (Özdek, 2009).

MP yönteminin gerçekleştirilmesi için aşağıdaki düzenek kullanılır (Şekil 1.2).



Şekil 1. 2. Su-Tuz sistemin MP yöntemle araştırılması için kullanılan düzenek:

1-Termostat, 2-Çözelti konulan kabın dış tüpü, 3-Çözelti konulan kabın iç tüpü, 4-Termometre, 5-Cam veya platin'den hazırlanmış karıştırıcı, 6-Araştırılan su-tuz sistemi, 7-Soğutucu karışım.

İç-içe yerleştirilmiş olan iki tüpten (tüpler arasındaki hava tabakası, soğuma ve ısınma sürecinin yavaş ve sabit bir hızla yürümesini sağlar) biri olan çözelti kabının iç tüpüne cam karıştırıcı ile 0,1–0,2°C hassaslı bir termometre yerleştirilir. Cihaz soğutulmak için soğutucu karışım ile doldurulmuş olan termostata yerleştirilir. Sıcaklığı -15°C ye kadar düşürebilmek için soğutucu karışım olarak “buz + sodyum klorür kristalleri” ve daha düşük sıcaklıklar elde etmek için ise sıvı hava, sıvı azot, “aseton + katı karbondioksit” ve diğer soğutucu karışımlar kullanılmaktadır.

Çözeltinin hazırlanması esnasında gerekli olan su ve tuz miktarları 0,0001 g hassaslığı ile analitik terazilerde tartılır. Çözelti devamlı olarak soğutulduğunda ve sürekli olarak karıştırıldığında çok küçük kristallerin meydana gelmesinden dolayı denge haline kısa bir zamanda varılabilir. Bu tür kristaller denge veya sıcaklık değişimine daha hassas oldukları için bir deneysel noktanın tayini 20- 30 dakikadan fazla sürmez.

Bu verilere göre MP yöntemin kullanılmasıyla araştırma için harcanacak olan süre “izotermal” yöntemine göre 10- 15 defa kısaltılabilir.

MP yöntemiyle elde edilmiş olan deneysel sonuçlar (ilk kristallerin meydana gelmesi veya son kristallerin kayıp olması sıcaklıkları) çözeltinin derişimlerine uygun bir şekilde kare milimetrik kağıt üzerine aktarılarak bir “Bileşim-Özellik” diyagramı kurulabilir.

1.1.3.Diğer yöntemler

1.1.3.1.Termogravimetri (TG) yöntemi

Bu yöntem kullanılarak katı-katı sistemlerin eriyiklerinin soğuma eğrileri elde edilir. Bu eğriler üzerindeki ötonik ve geçiş noktalarında meydana gelen sıcaklık durakları tespit edilir. Sonuç olarak elde edilmiş soğuma eğrilerine dayanılarak araştırılan sistemin “Bileşim-Sıcaklık” diyagramı kurulur (Özdek, 2009).

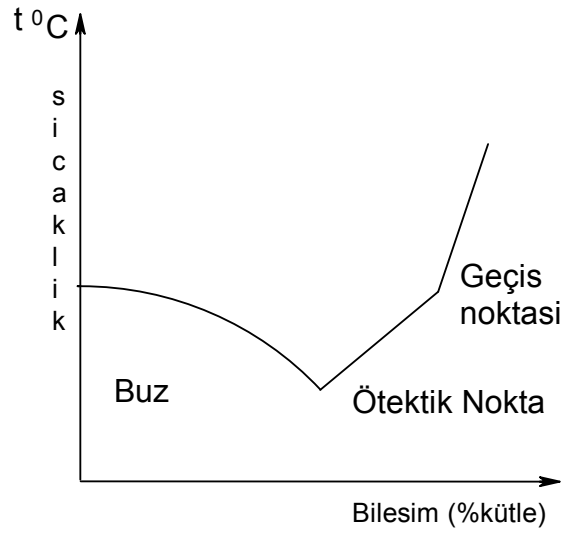
1.1.3.2.Elektrik iletkenliği yöntemi

Bu yöntemin esası çözeltinin elektrik iletkenliğinin veya elektrik direncinin ölçümüne dayanmaktadır. Çözeltinin elektrik iletkenliği araştırıldığında, molar veya eşdeğer elektrik iletkenliği esasında ölçümler yapılır (Özdek, 2009).

1.1.3.3 İkili Sistemler

İkili sistemin denge halleri (bir tuzun sulu çözeltisi olabilir) düzlem üzerinde diyagram vasıtasıyla gösterilebilir. Bunun için ordinat oku üzerinde sıcaklık, absis oku üzerinde ise % Bileşim gösterilir (Adıgüzel, 2010).

(Şekil 1.3).



Şekil 1.3. İkili sistemin çözünürlüğünün politermi.

1.2.AX-BX-H₂O Üçlü Sistemlerin Çözünürlük Diyagramlarının Gösterilmesi Yöntemleri

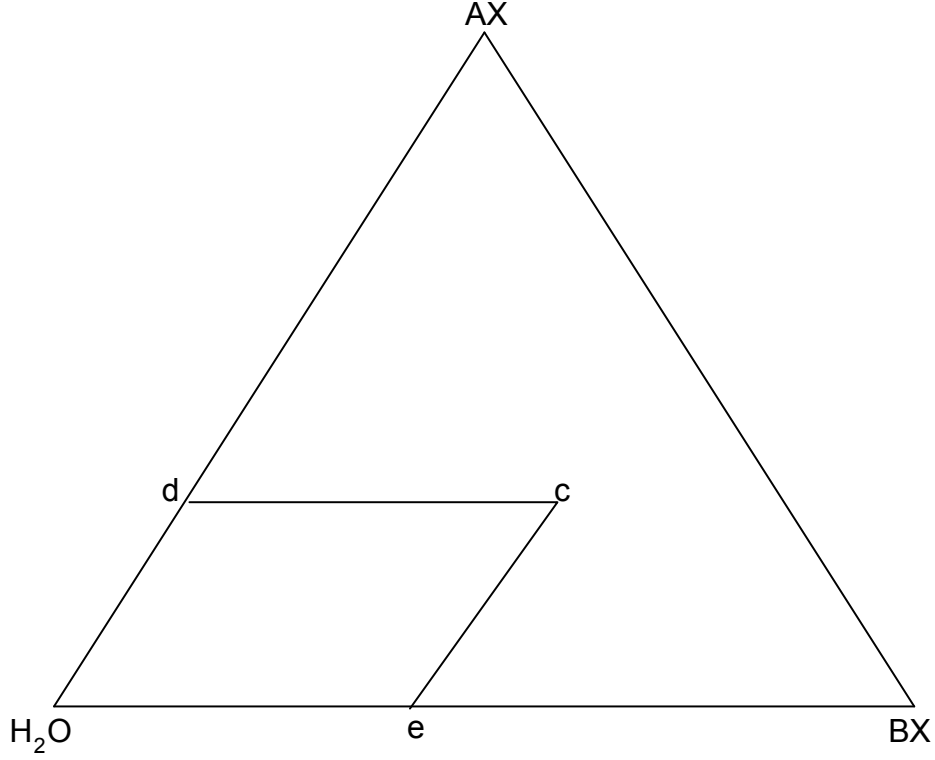
1.2.1. Gibbs yöntemi

Sistemin çözünürlüğünü Gibbs yöntemi ile gösterebilmek için H₂O ve iki tuz AX ve BX yer alan eşkenar üçgen kullanılır (Şekil 1.4) AX tuzun miktarı H₂O-AX kenarı üzerindeki **d** ile BX tuzun miktarı ise H₂O-BX kenarına paralel olan ve diyagram üzerinde yer almış olan **c** noktasından başlayan doğru hat üzerindeki **e** ile gösterilir.

Üçgen içinde verilmiş olan her hangi bir **c** test noktasına uygun gelen sistemin bileşimini gösterebilmek için bu noktadan sistemin kenarlarına paralel hatlar çizilir ve

elde edilen kesişme noktaları olan **d** noktası AX tuzun **e** noktası ise BX tuzun çözünürlüklerini belirtir (Erge, 2010).

(Şekil 1.4).

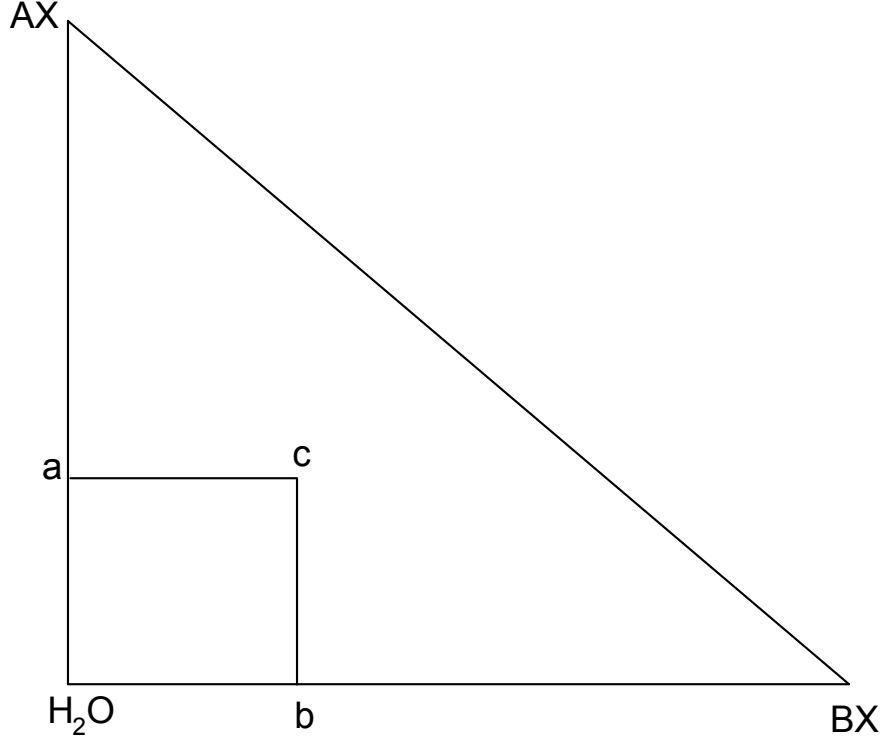


Şekil 1.4. AX-BX-H₂O üçlü sisteminin çözünürlüğünün Gibbs yöntemi ile gösterilmesi.

1.2.2. Rozeboum yöntemi

Sistemin çözünürlüğünü Rozeboum yöntemi ile gösterebilmek için dik üçgen kullanılır. Diyagramın 90° olan köşesinde H₂O yer almakta olup, H₂O-AX ve BX-H₂O kenarları üzerinde ise sırasıyla AX ve BX tuzlarının saf sudaki çözünürlükleri yer almaktadır (Erge, 2010).

(Şekil 1.5).



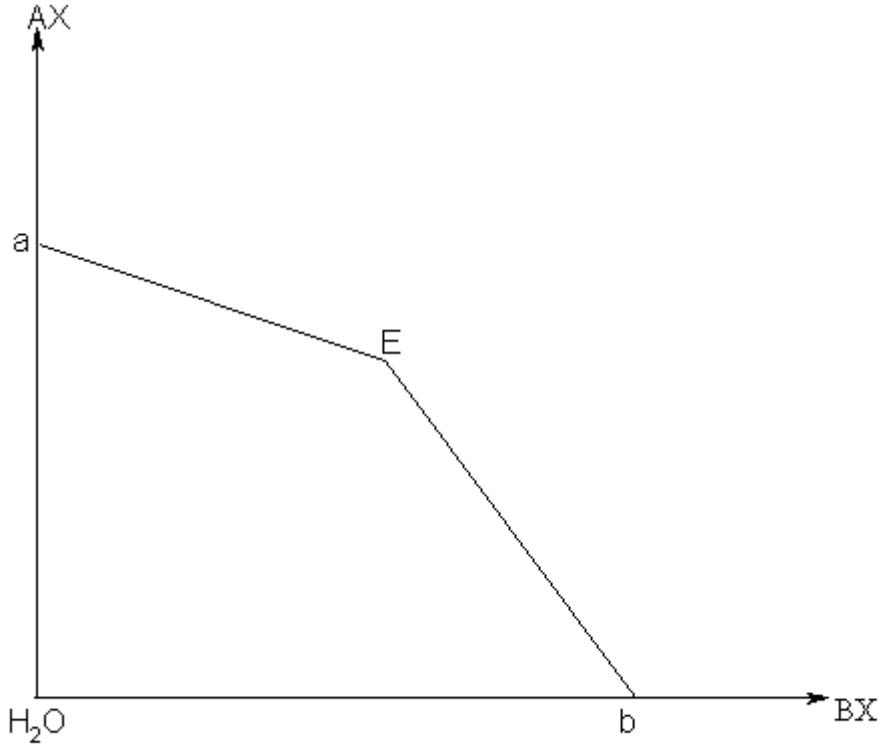
Şekil 1.5. AX-BX-H₂O üçlü sistemin çözünürlüğünün Rozeboom yöntemi ile gösterilmesi.

AX tuzun miktarı H₂O-AX kenarı üzerindeki **a** ile, BX tuzun miktarı ise H₂O-BX kenarı üzerindeki **b** noktası ile, üçgen içindeki **c** noktası ise AX-BX-H₂O sisteminin bileşimini göstermektedir.

1.2.3. Schreinemakers yöntemi

Sistemin çözünürlüğünü Schreinemakers yöntemi ile gösterebilmek için üç sistem kullanılır bunlar: absis, ordinat ve koordinat sistemidir. Absis oku üzerindeki **b** noktası BX tuzun derişimini, ordinat oku üzerindeki **a** noktası ise AX tuzun derişimini göstermektedir. Bu yöntemde AX ve BX tuzların miktarları 100 mol suya denk gelen tuzların mol sayıları şeklinde ifade edilmektedir (Erge, 2010).

(Şekil 1.6).



Şekil 1.6. AX-BX-H₂O üçlü sistemin çözünürlüğünün Schreinemakers yöntemi ile gösterilmesi.

Diyagramda görünen E noktası ötonik nokta olarak belirtilir, sistemin sıvı fazının, AX ve BX tuzlarının her ikisi ile de doymuş durumda olduğunu gösterirken, her iki tuzun katı faz ile de dengede bulunduğunu göstermektedir.

1.2.4. Yeneke – Le Chatelier yöntemi

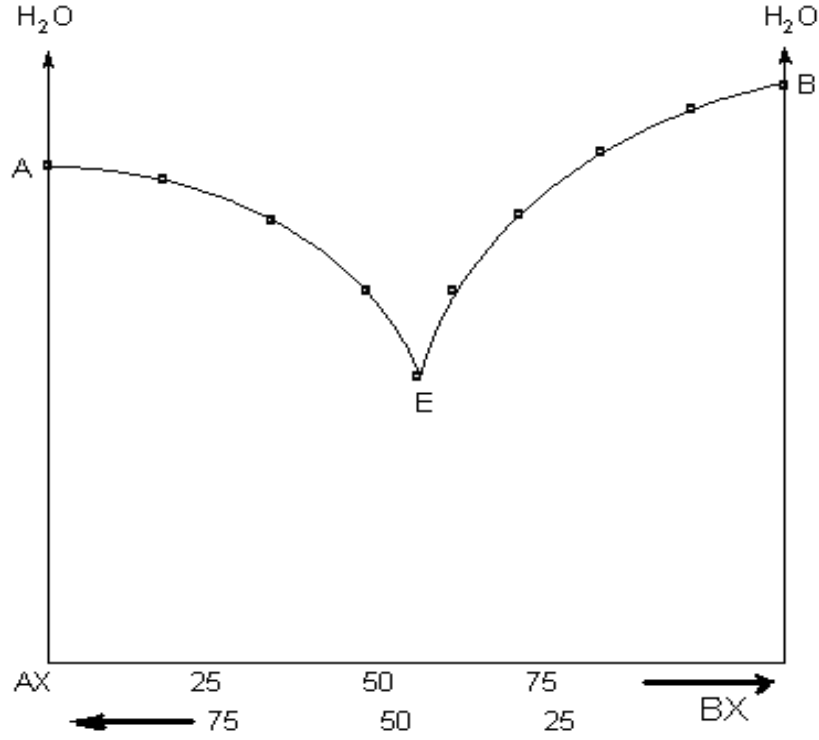
Yeneke-Le Chatelier yönteminde araştırılması yapılan AX-BX-H₂O sisteminin bileşimi absis oku üzerinde çözülmüş tuzların toplam miktarı 100 mol alınarak belirlenir.

Bunun için AX noktasından BX noktasına doğru BX tuzunun miktarı, BX noktasından AX noktasına doğru ise AX tuzunun miktarı gösterilir.

Ordinat oku üzerinde sistemin her bir test noktası 100 mol tuz karışımına uygun gelen suyun mol sayısını, AX-E-BX çözünürlük eğrisi ile absis oku arasında kalan alan

katı faz ile dengede bulunan çözeltileri, AX-E-BX çözünürlük eğrisinin yukarı kısmında kalan alan ise tuzlarla doymayan çözeltileri göstermektedir (Erge, 2010).

(Şekil 1.7).



Şekil 1.7. AX-BX-H₂O üçlü sistemin çözünürlüğünün Yeneke – Le Chatelier yöntemi ile gösterilmesi.

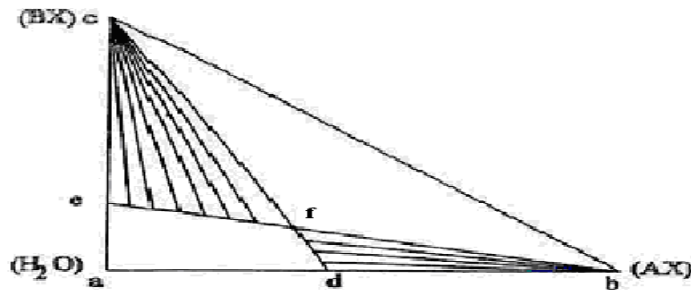
1.3. AX-BX-H₂O Üçlü Su-Tuz Sistemlerin Faz Diyagramları

Her tuzun doygunluk derişimine ulaşması için ne kadar su içerisinde çözüneceği farklıdır. Çözünürlüğü, doygunluk derişimine ulaşıldığında daha fazla eklenen tuzun çözünmeyerek saf katı faz olarak kabın dibine çökmesi olarak adlandırabiliriz. Çözünürlük dengesi, sabit sıcaklık ve sabit basınçta çözeltilerdeki suyun kimyasal potansiyeli saf katı tuzun kimyasal potansiyeline eşit olduğu andır. Karışıma eklenen ikinci bir tuz birinci tuzun sudaki çözünürlüğünü etkilemektedir. Birinci tuz ile doymun bir çözeltiliye ikinci tuz eklenmeye devam edildiğinde belli bir süre sonra çözeltili ikinci tuz ile doymun hale gelir. Tersine, karışıma eklenen birinci tuz da ikinci tuzun sudaki çözünürlüğünü değiştirmektedir. Tuzlardan biri ile doymun çözeltili yalnız bu tuzun

kristalleri ile termodinamik denge halinde bulunduğu halde, tuzlardan ikisi ile de doymuş çözelti iki tuzun kristalleri ile termodinamik denge halindedir. Karışan tuzların anyon ve kationlarının benzerlik ya da farklılıklarına bağlı olarak karışımın bazı bileşimlerinde hidrat, çift tuz ve hidrat halindeki çift tuz oluşumlarına rastlanır. Hidrat, tuzlardan biri ile su arasındaki bir kimyasal bileşik; çift tuz, iki tuz arasındaki bir kimyasal bileşik; nitrat halindeki çift tuz ise çift tuz ile su arasındaki bir kimyasal bileşiktir. Özellikleri yukarıda sıralanan bu türden bazı üçlü su-tuz sistemlerin diyagram türleri aşağıda gösterilmiştir. Bu faz diyagramlarında **a** suyu (H_2O) **b** ve **c** ise (**AX**) ve (**BX**) tuzları simgelemektedir. Aynı diyagramlardaki **h** noktaları oluşan hidratları, **k** noktası oluşan çift tuzu, **m** noktası ise hidrat halindeki çift tuzları göstermektedir (Anosov ve ark., 1987). Diyagramların sırasıyla daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi aşağıda gösterilmiştir (Erge, 2010).

1.3.1. AX-BX- H_2O Üçlü Su-Tuz Sisteminde Hidratlar ve Çift Tuzun Oluşmamış Halleri

Faz diyagramında bulunan **d** noktası saf **b** (**AX**) tuzunun sudaki çözünürlüğünü, **e** noktası ise saf **c** (**BX**) tuzunun sudaki çözünürlüğünü göstermektedir. Diyagramdaki **df** eğrisi **b** tuzu ile doymuş çözeltiyi, **ef** eğrisi **c** tuzu ile doymuş çözeltiyi, **f** noktası ise her iki tuz ile doymuş çözeltiyi göstermektedir. Buna göre **bdfb** bölgesinde saf **b** tuzu ve bu tuz ile doymuş çözelti olmak üzere iki faz, **cefc** bölgesinde ise saf **c** tuzu ve bu tuz ile doymuş çözelti olmak üzere yine iki faz bulunduğu göstermektedir. İki faz arasındaki denge doğruları görünüm olarak yelpaze şeklindedir (Şekil 1.8.1).

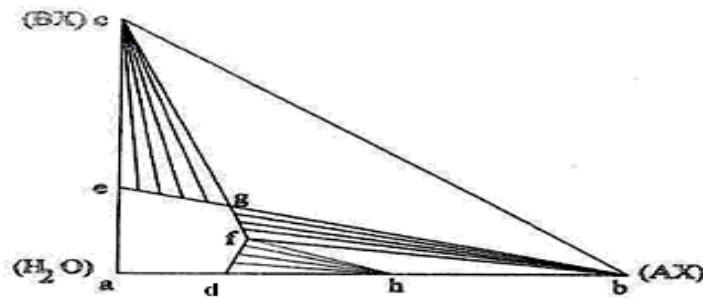


Şekil 1.8.1 AX-BX- H_2O üçlü su tuz sisteminde hidrat ve çift tuzun olmadığı faz diyagramı.

Diyagramdaki **fbcf** bölgesinde her iki tuz ile doymun olan **f** çözeltisi ile saf **b** ve saf **c** tuzlarının heterojen karışımı bulunmaktadır. Su oranının yüksek olduğu **adfea** bölgesinde ise **b** ve **c** tuzu ile henüz doymamış çözelti bulunmaktadır.

1.3.2. AX-BX-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) Tuzunun Hem Hidrat Hem de Hidratsız İki Faz Oluşturmuş Halleri

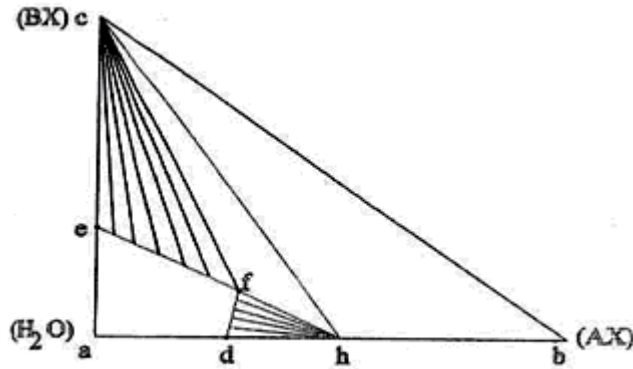
Diyagramda **ab** kenarı üzerindeki **h** kutup noktası **b** tuzunun su ile hidrat oluşturduğunu bize gösterir. Sabit oranlar yerasınca bu noktada okunan su ve tuz miktarlarından **h** hidratının kimyasal formülü bulunur. Böylece **d** noktası saf hidratın sudaki çözünürlüğünü, **e** noktası ise saf **c** tuzunun sudaki çözünürlüğünü göstermektedir. Diyagramdaki **df** eğrisi yalnızca **h** hidratı ile doymun çözeltiyi, **fg** eğrisi yalnızca **b** tuzu ile doymun çözeltiyi, **eg** eğrisi yalnızca **c** tuzu ile doymun çözeltiyi, **f** noktası hem **h** hidratı ve hem de **b** tuzu ile doymun çözeltiyi, **g** noktası ise hem **b** tuzu ve hem de **c** tuzu ile doymun çözeltiyi göstermektedir. Su oranının yüksek olduğu **adfge** bölgesinde **h** hidratı, **b** tuzu ve **c** tuzu ile henüz doymamış çözelti bulunmaktadır. İki fazlı olan **hdfh** bölgesinde **h** hidratı ve yalnızca bu hidratla doymun olan **df** çözeltisi, **bfgb** bölgesinde saf **b** tuzu ve yalnızca bu tuz ile doymun olan **fg** çözeltisi, **cegc** bölgesinde ise saf **c** tuzu ve yalnızca bu tuz ile doymun olan **eg** çözeltisi bulunmaktadır. Üç fazlı olan **bhfb** bölgesinde saf **b** tuzu, saf **h** hidratı ve bunların ikisi ile de doymun olan **f** çözeltisi, **bcgb** bölgesinde ise saf **b** tuzu, saf **c** tuzu ve bunların ikisi ile de doymun olan **g** çözeltisi bulunmaktadır (Şekil 1.8.2)



Şekil 1.8.2 AX-BX-H₂O üçlü su tuz sisteminde b tuzunun hem hidrat hemde hidratsız iki faz oluşturduğu faz diyagramı.

1.3.3. AX-BX-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) Tuzunun Hidrat Oluşturmuş Halleri

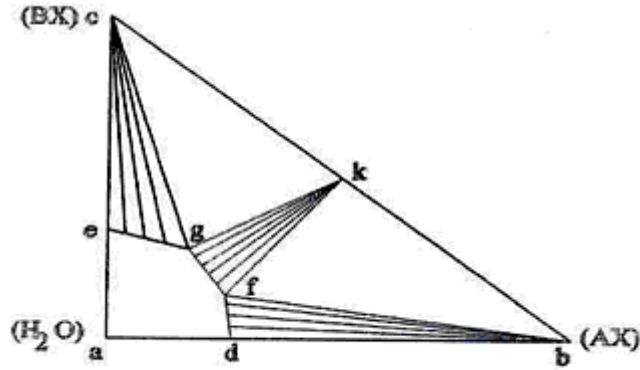
Bu faz diyagramdaki **f** noktası hem **h** hidrati ve hem de **c** tuzu ile doymun çözeltiliyi göstermektedir. Diğer bölgeleri önceki diyagramlardaki gibi değerlendirilip gösterilen bu diyagramın, öncekilerde bulunmayan **fhcf** bölgesinde saf **h** hidrati, saf **c** katısı ve bunların ikisi ile doymun **f** çözeltilisi, **hbch** bölgesinde ise saf **h** hidrati, saf **b** katısı ve saf **c** katısının heterojen karışımı bulunmaktadır (Şekil 1.8.3).



Şekil 1.8.3 AX-BX-H₂O üçlü su tuz sisteminde b tuzunun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.

1.3.4. AX-BX-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) ve c (BX) Tuzlarının Çift Tuz Oluşturmuş Halleri

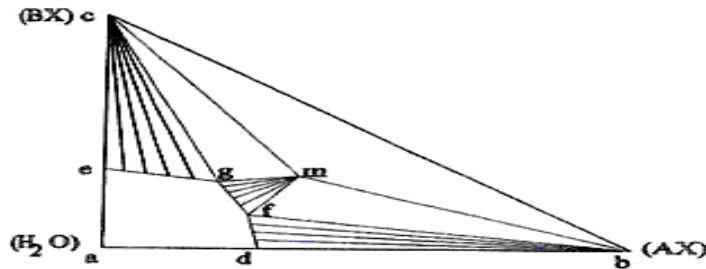
Bu faz diyagramındaki **bc** ekseninde görülen **k** noktasındaki kutuptan **b** ve **c** tuzları arasında çift tuz adı verilen yeni bir kimyasal bileşiğin oluştuğu görülmektedir. Sabit oranlar yasası uyarınca tuzların birbirlerine kütlelerinin oranı **k** noktasından okunarak çift tuzun formülü bulunur. Önceki faz diyagramlarından farklı olarak ortaya çıkan iki fazlı **kfgk** bölgesindeki saf **k** çift tuzu bunların ikisi ile de doymun olan **f** çözeltilisi, diğer üç fazlı **gkcg** bölgesinde ise saf **k** çift tuzu, saf **c** tuzu ve bunların ikisi ile de doymun olan **g** çözeltilisi bulunmaktadır (Şekil 1.8.4).



Şekil 1.8.4 AX-BX-H₂O üçlü su tuz sisteminde çift tuzun faz diyagramları türleri.

1.3.5. AX-BX-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminde b (AX) ile c (BX) Tuzlarının Meydana Getirdikleri Çift Tuz Hidrat Oluşturma Halleri

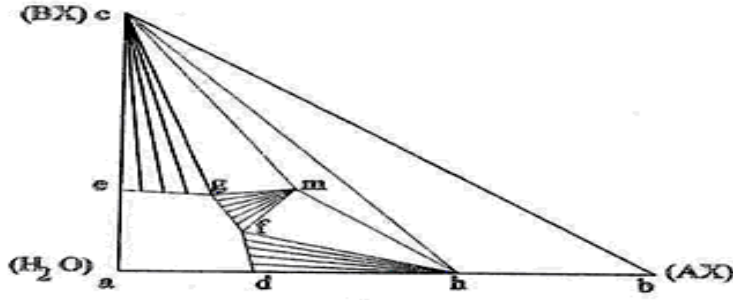
Faz diyagramında görülen üçgenin içindeki **m** noktası hidratı halinde bir çift tuzun oluştuğunu göstermektedir. İncelenen diyagramlardakilerden farklı görünen iki fazlı **mfgm** bölgesinde saf **m** çift tuz hidratı ve yalnızca bununla doymun olan **fg** çözeltisi vardır. Üç fazlı olan **fbmf** bölgesinde saf **b** katısı, saf **m** çift tuz hidratı, saf **c** tuz ve bunların ikisi ile de doymun olan **f** çözeltisi; **gmcg** bölgesinde saf **m** çift tuz hidratı, saf **c** tuzu ve bunların ikisi ile de doymun olan **g** çözeltisi; **mbcm** bölgesinde ise saf **m** çift tuz hidratı, saf **b** tuzu ve saf **c** tuzu bulunmaktadır. Sabit oranlar yasası ile faz diyagramında gösterilen **m** ile simgelenmiş olan çift tuz hidratının kimyasal formülü bulunabilir (Şekil 1.8.5).



Şekil 1.8.5 AX-BX-H₂O üçlü su tuz sisteminde çift tuzun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.

1.3.6. AX-BX-H₂O Üçlü Su Tuz Sisteminde b (AX) ile c (BX) Tuzlarının Meydana Getirdikleri Çift Tuz ve b (AX) Tuzunun Hidratlar Oluşturmuş Halleri

Diyagramdaki **h** ve **m** noktaları yukarıda değinildiği gibi sırayla **b** tuz ve çift tuzun hidratlarının oluştuğunu göstermektedir. Diğerlerinden biraz farklı görülen **mhcm** bölgesinde saf **m** çift tuz hidratı, saf **h** ve saf **c** tuzu, **fhmf** bölgesinde ise saf **h** hidratı ve saf **m** çift tuz hidratı ile bunların ikisi ile de doymun olan **f** çözeltisi bulunmaktadır. Faz diyagramında **d**, **e**, **f** ve **g** noktalarının yerleri, sıcaklık değişimlerinde çözünürlük sıcaklığa bağlı olduğundan ötürü değişir. Değişen sıcaklıkla hidrat, çift tuz, çift tuz hidratları oluşmayabilir ya da ortadan kalkabilir. Bu sebepten dolayı faz diyagramlarının hangi sıcaklıkta çizildiği kesin olarak belirtilmelidir. Bu tür sistemlerde basıncın önemli bir etkisi olmamaktadır (Şekil 1.8.6).



Şekil 1.8.6 AX-BX-H₂O üçlü su tuz sisteminde çift tuz ve b tuzunun hidrat oluşturduğu faz diyagramları türleri.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

d Metallerin hipofosfitlerinin daha kolay ve pratik elde edilmiş yöntemlerin işlenip hazırlanması için $A^+, B^{++}/X^-, H_2PO_2^-//H_2O$ ($A^+=M^+, B^{++}=d$ metallerin kanyonları, X^- = halojenler ve NO_3^- , $(SO_4)^{-2}$ gibi anyonlar) dörtdü karşılıklı su-tuz sistemlerin çözünürlüğü ve faz dengelerinin fizikokimyasal yöntemlerle araştırılması büyük önem taşımaktadır (Alişoğlu, 1973).

İzotermik yöntemle $Na_2Cl_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ üçlü sistemi $20^\circ C$ sıcaklıkta araştırılmıştır. Sonuç olarak söz konusu sistemin çözünürlük eğrisi üzerinde aşağıdaki bileşimde bir ötonik noktanın bulunduğu saptanmıştır: $NaCl$ - % 22.91 $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 6.84 ve H_2O - % 70.25. Diğer taraftan söz konusu sistemde $NaCl$ tuzunun etkisi altında $Mn(H_2PO_2)_2$ nin çözünürlüğü % 12.41 den % 6.84'e kadar azaldığı izlenmiştir (Aliev ve Velieva, 1985) .

İzotermik yöntemle $K_2(NO_3)_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ üçlü sistemi $20^\circ C$ sıcaklıkta araştırılmıştır. Sonuç olarak söz konusu sistemin çözünürlük eğrisi üzerinde aşağıdaki bileşimli bir ötonik noktanın bulunduğu tespit edilmiştir: $K_2(NO_3)_2$ - % 20.12, $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 6.88 ve H_2O %73.00. Söz konusu ötonik noktada $K_2(NO_3)_2$ ve $Mn(H_2PO_2)_2.H_2O$ tuzların kristallerinin sıvı faz ile dengede buldukları gösterilmiştir (Aliev ve ark., 1989).

İzotermik yöntemle $Na_2(H_2PO_2)_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$, $(NH_4)_2(H_2PO_2)_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ ve $Ca(H_2PO_2)_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ sistemlerinin $20^\circ C$ sıcaklıkta çözünürlükleri ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak birinci sistemin izotermik eğrisi üzerinde NaH_2PO_2 - % 53.40, $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 0.02 ve H_2O - % 46.58 bileşime sahip ötonik noktanın, ikinci sistemin izotermik eğrisi üzerinde ise NaH_2PO_2 - % 50.46, $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 0.63 ve H_2O - % 48.91 bileşime sahip bir ötonik noktanın ve üçüncü sistemin izotermik eğrisi üzerinde ise $Ca(H_2PO_2)_2$ - % 8.62, $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 7.39 ve H_2O - % 83.99 bileşime sahip bir ötonik noktanın olduğu saptanmıştır (Aliev ve ark., 1990).

İzotermik yöntemle $NaBr-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ sisteminin $25^\circ C$ sıcaklıkta çözünürlük ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak sistemin izotermik eğrisi üzerinde ötonik noktaların; $NaBr$ - % 46.92, $Mn(H_2PO_2)_2$ - % 2.30 ve H_2O - % 50.78 bileşime sahip olduğu saptanmıştır (Aliev ve ark., 1991).

İzotermik yöntemle $\text{Na}_2(\text{NO}_3)_2\text{-Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ dörtdü sistemin 0°C sıcaklıkta çözünürlüğü ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak araştırılan dörtdü sistem için bileşimi (% kütle olarak) ; NaNO_3 - % 11.36, NaH_2PO_2 - % 42.88, $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - % 0.13 ve H_2O - % 45.63 olan dörtdü ötonik nokta saptanmıştır (Alişoğlu ve Necefoğlu, 1997).

Fizikokimyasal yöntemlerle $\text{K}_2\text{Br}_2\text{-MnBr}_2\text{-Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ dörtdü sisteminin 25°C sıcaklıkta çözünürlüğü ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak araştırılan dörtdü sistem için bileşimi (% kütle olarak); KBr - % 10.21, MnBr_2 - % 57.37 $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - % 1.35 ve H_2O - % 31.07 olan dörtdü ötonik nokta saptanmıştır. Mangan hipofosfitin kristalleşme alanı, diğer katı fazların kristalleşme alanlarına göre, en büyük olmak üzere % 90.7'dir. Bu sonuca dayanılarak potasyum hipofosfit ile mangan bromür arasında gerçekleşen tepkimeden dolayı mangan hipofosfitin daha kolay ve pratik olarak yeni bir yöntemle eldesinin yapılabileceği gösterilmiştir (Alişoğlu, 1998).

Fizikokimyasal analiz yöntemleriyle $\text{Na}_2\text{Cl}_2\text{-MnCl}_2\text{-Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ dörtdü sistemin 25°C sıcaklıkta çözünürlük ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak (% kütle olarak); NaCl - % 4.12, MnCl_2 - % 41.50, $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - % 2.06 ve H_2O - % 52.32 bileşime sahip dörtdü ötonik nokta saptanmıştır. Söz konusu noktada üç katı fazın NaCl 'ün $\text{MnCl}_2.4\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2.H_2\text{O}$ tuzların kristallerinin 25°C sıcaklıkta sıvı fazla dengede buldukları gösterilmiştir. $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ' in kristalleşme alanı sistemde bulunan diğer bileşenlerin kristalleşme alanlarına göre en büyük olduğu (% 82.9) gösterilmiştir (Alişoğlu, 2002).

İzotermik yöntemle $\text{K}_2(\text{NO}_3)_2\text{-Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ dörtdü sistemin 25°C sıcaklıkta çözünürlüğü, yoğunluğu, viskozitesi ve faz dengeleri araştırılmıştır. Araştırma sonucu sistemin çözünürlük eğrisi üzerinde; % 2.65 $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$, % 19.82 KNO_3 , % 50.85 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ve % 26.68 H_2O bileşimine sahip dörtdü ötonik nokta saptanmıştır. Söz konusu dörtdü noktada 25°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın dengede buldukları tespit edilmiştir: $\text{KNO}_3, \text{Mn}(\text{NO}_3)_2.3\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2.H_2\text{O}$. Bundan başka sistemi oluşturan bileşenlerden $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2.H_2\text{O}$ kristal hidratın kristalleşme alanının genel alanının % 79.4'ünü oluşturduğu yani en büyük olduğu gösterilmiştir (Alishogly ve Ilyasly, 2003).

Fizikokimyasal analiz yöntemleriyle $\text{Na}^+, \text{Mn}^{++}/\text{Cl}^-, (\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dörtdü karşılıklı su-tuz sisteminin 25°C sıcaklıkta çözünürlüğü, yoğunluğu, viskozitesi ve faz

dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak iki invariant(ötonik) dörtlü noktalar tayin edilmiştir. Birinci ötonik noktanın bileşimi (%kütle olarak); NaCl - % 4.12, MnCl₂ - % 41.50, Mn(H₂PO₂)₂ - % 2.06 ve H₂O - % 52.32 şeklinde saptanmıştır. Söz konusu ötonik noktada 25°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın dengede buldukları saptanmıştır: NaCl, MnCl₂.4H₂O ve Mn(H₂PO₂)₂.H₂O. Yukarıda gösterilen katı fazlarla dengede bulunan sıvı fazın viskozitesi ve yoğunluğu sırasıyla 16.20.10⁻³ Pa.s ve 1522 kg.m⁻³ olarak gösterilmiştir. İkinci ötonik noktada sıvı faz ile dengede olan üç katı fazın NaCl, NaH₂PO₂.H₂O ve Mn(H₂PO₂)₂.H₂O oldukları tespit edilmiştir. Söz konusu ötonik noktanın bileşimi ise NaCl - % 1.80, NaH₂PO₂ - % 46.38, Mn(H₂PO₂)₂ - % 0.10 ve H₂O - % 51.72 olarak gösterilmiştir. İkinci ötonik noktadaki dengede bulunan sıvı fazın viskozitesi ve yoğunluğu ise sırasıyla 14.42 .10⁻³ Pa.s ve 1365 kg.m⁻³ olarak tayin edilmiştir (Alişoğlu, 2004).

İzotermik yöntemle Na⁺, Mn⁺⁺/Br⁻, (H₂PO₂)⁻//H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin 25°C sıcaklıkta çözünürlüğü, yoğunluğu, viskozitesi ve faz dengeleri araştırılmıştır. Sonuç olarak iki invariant (ötonik) dörtlü noktalar tayin edilmiştir. Birinci ötonik noktanın bileşimi (% kütle olarak); NaBr - % 13.72, MnBr₂ - % 58.36 Mn(H₂PO₂)₂ - % 1.28 ve H₂O - % 26.64 şeklinde saptanmıştır. Söz konusu ötonik noktada 25°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın dengede buldukları saptanmıştır. NaBr.2H₂O, MnBr₂.4H₂O ve Mn(H₂PO₂)₂.H₂O. Yukarıda gösterilen katı fazlarla dengede bulunan sıvı fazın viskozitesi ve yoğunluğu sırasıyla; 17.85 .10⁻³ Pa.s ve 2047 kg.m⁻³ olarak gösterilmiştir. İkinci ötonik noktada sıvı faz ile dengede olan üç katı fazın ise NaBr.2H₂O, NaH₂PO₂.H₂O, Mn(H₂PO₂)₂.H₂O oldukları tespit edilmiştir. Söz konusu ötonik noktanın bileşimi ise NaBr - % 22.00, NaH₂PO₂ - % 40.22 Mn(H₂PO₂)₂ - % 0.39 ve H₂O - % 37.39 olarak gösterilmiştir. İkinci ötonik noktadaki dengede bulunan sıvı fazın viskozitesi ve yoğunluğu sırasıyla 27.15 .10⁻³ Pa.s ve 1635 kg.m⁻³ olarak tayin edilmiştir. Söz konusu dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminde Mn(H₂PO₂)₂.H₂O kristal hidratın kristalleşme alanının diğer bileşenlere göre en büyük olduğu gösterilmiştir (genel kristalleşme alanı % 92.00) (Alişoğlu, 2005).

Adıgüzel ve ark. (2007), Na⁺, Cu²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan NaCl-CuCl₂- H₂O üçlü sistemin 0°C sıcaklıkta çözünürlüğünü ve faz dengelerini araştırmışlardır. Söz konusu sistemin basit ötonik sistem türüne ait olduğunu tespit etmişlerdir. Sistemde 0°C' de NaCl ve CuCl₂.2H₂O

bileşimli katı fazların olduğunu tespit etmişlerdir (yüzde kütle olarak); NaCl-12.66, CuCl₂-31.26 ve H₂O-56.08.

Adıgüzel ve ark. (2007), Na⁺, Zn²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan ZnCl₂-NaCl- H₂O üçlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta çözünürlüğünü ve faz dengelerini araştırmışlardır. ZnCl₂-NaCl- H₂O üçlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta yüzde bileşimini aşağıdaki gibi bulmuşlardır. NaCl-5.24, ZnCl₂-60.37 ve H₂O-34.39 olarak saptamışlardır. Söz konusu ötonik noktada sıvı faz ile . ZnCl₂.2H₂O ve 2NaCl.ZnCl₂.2 H₂O katı fazlarının dengede bulduklarını göstermişlerdir.

Erge ve ark. (2008), Na⁺, Ba²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı sisteminin bünyesinde yer alan Na₂Cl₂/BaCl₂/ Ba(H₂PO₂)₂/ H₂O dörtlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta çözünürlüğünü ve faz dengelerini araştırmışlardır. Söz konusu sistemin aşağıdaki bileşime sahip bir ötonik noktasını tespit etmişlerdir (yüzde kütle olarak); NaCl-15.03, BaCl₂-12.36, Ba(H₂PO₂)₂-2.86 ve H₂O-69.75. Bu ötonik noktada sistemin sıvı fazı ile BaCl₂.2 H₂O, Ba(H₂PO₂)₂. H₂O ve NaCl kristallerinin dengede bulunduğunu saptamışlardır.

Erge ve ark. (2008), Na⁺, Ba²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı sisteminin bünyesinde yer alan BaCl₂- Ba(H₂PO₂)₂- H₂O üçlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmışlardır. Araştırma sırasında söz konusu sistemin aşağıdaki bileşime sahip bir ötonik noktasının olduğunu tespit etmişlerdir (yüzde kütle olarak); BaCl₂-22.53, Ba(H₂PO₂)₂-7.85 ve H₂O-69.62. Tespit edilen bu ötonik noktada sıvı faz ile iki katı fazın dengede olduğunu göstermişlerdir: BaCl₂.2 H₂O ve Ba(H₂PO₂)₂. H₂O.

Özbey ve ark. (2008), Na⁺, Cu²⁺// Br⁻, SO₄²⁻// H₂O dörtlü karşılıklı sistemin bünyesinde yer alan CuSO₄-CuBr₂- H₂O üçlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini, viskozitesini, tuzluluğunu ve faz dengelerini araştırmışlardır. Araştırma sırasında söz konusu sistemin aşağıdaki bileşime sahip bir ötonik noktasının olduğunu tespit etmişlerdir (yüzde kütle olarak); CuSO₄-2.00, CuBr₂-45.39 ve H₂O-52.61. Bu ötonik noktada sistemin sıvı fazı ile CuSO₄.5 H₂O ve CuBr₂.2 H₂O kristal hidratının dengede bulunduğunu saptamışlardır.

Adıgüzel ve ark. (2009), Na⁺, Zn²⁺/ Cl⁻, (H₂PO₂)⁻// H₂O dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan ZnCl₂- Zn(H₂PO₂)₂- H₂O üçlü sisteminin 0⁰C sıcaklıkta çözünürlüğünü ve faz dengelerini araştırmışlardır. ZnCl₂- Zn(H₂PO₂)₂- H₂O üçlü

sistemin 0°C sıcaklıkta yüzde bileşimini aşağıdaki şekildeki gibi bulmuşlardır. $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -19.69, ZnCl_2 - 44.22, ve H_2O -36.09. Söz konusu ötonik noktada sıvı faz ile $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ve $\text{ZnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ katı fazlarının dengede bulduklarını saptamışlardır.

Erge (2009), yaptığı çalışmada Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördümlü karşılıklı su tuz sistemini 0°C sıcaklıkta izotermik yöntemle çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmıştır. İki invariant(ötonik) dördümlü noktalar tayin etmiştir. Birinci ötonik noktanın bileşimini(yüzde kütle olarak); NaCl -17.70, BaCl_2 -15.46, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -2.28 ve H_2O -64.56 şeklinde bulmuştur. Söz konusu ötonik noktada 0°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın dengede buldukları saptanmıştır: NaCl , $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ve $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. İkinci ötonik noktada sıvı faz ile dengede olan üç katı fazın ise NaCl , $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ şeklinde olduğunu tespit etmiştir. Söz konusu ötonik noktanın yüzde bileşimini ise NaCl -10.37, NaH_2PO_2 -32.37, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -0.27 ve H_2O -56.99 olarak bulmuştur.

Özdek (2009), yapmış olduğu çalışmada fizikokimyasal analiz yöntemleri kullanarak; Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördümlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan Na_2Cl_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O , üçlü sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmıştır. Bu işlemler esnasında NaCl - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O Üçlü su-tuz sisteminin basit ötonik sistem türüne ait olduğu ve ötonik noktanın bileşimi (yüzde kütle olarak); NaCl -22.64, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -4.10 ve H_2O -73.26 olduğunu saptamıştır. Söz konusu ötonik noktada oda sıcaklığında sıvı faz ile aşağıdaki iki katı fazın dengede bulduklarını saptamıştır. Bunlar NaCl ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'dur.

Adıgüzel (2010), yaptığı çalışmada Na^+ , $\text{Zn}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördümlü karşılıklı su-tuz sistemini 0°C sıcaklıkta izotermik yöntemle çözünürlüğünü, yoğunluğunu, viskozitesini, iletkenliğini, tuzluluğunu ve faz dengelerini araştırmıştır. İki tane dördümlü sistemin ötonik noktasını tayin etmiştir. Birinci dördümlü sistemin ötonik noktasının bileşimini(yüzde kütle olarak); NaCl -1.09, NaH_2PO_2 -43.99, $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -0.49 ve H_2O -54.43 şeklinde bulmuştur. Söz konusu ötonik noktada 0°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın dengede bulunduğu saptanmıştır. Bunlar $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaCl , $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'dur. ikinci dördümlü sistemin ötonik noktasının bileşimi ise (yüzde kütle olarak); NaCl -5.14, ZnCl_2 -54.82, $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ -6.78 ve H_2O -33.26 şeklinde bulmuştur. Söz konusu ötonik noktada 0°C sıcaklıkta sıvı faz ile aşağıdaki üç katı fazın

dengede buldukları saptanmıştır. Bunlar $ZnCl_2 \cdot 2 H_2O$, $2NaCl \cdot ZnCl_2 \cdot 2H_2O$ ve $Zn(H_2PO_2)_2$ 'dir.

Özdek ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmada deneysel sonuçlara göre $NaCl-NaH_2PO_2-H_2O$ üçlü sisteminin basit ötonik sistemler türüne ait olduğu saptanmış olup söz konusu sistemin bulundurduğu ötonik noktanın bileşimi (yüzde kütle olarak); $NaCl-1.12$, $NaH_2PO_2-44.02$ ve $H_2O-54.86$ olarak tespit etmişlerdir.

Meydan (2010), yapmış olduğu çalışmada fizikokimyasal analiz yöntemleri kullanarak; Na^+ , Ba^{2+}/Cl^- , $(H_2PO_2)^-//H_2O$ dördümlü karşılıklı su-tuz sisteminin bünyesinde yer alan $BaCl_2-NaCl-H_2O$ üçlü sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmıştır. Bu işlemler esnasında $NaCl-BaCl_2-H_2O$ Üçlü su-tuz sisteminin basit ötonik sistem türüne ait olduğu ve ötonik noktanın bileşimi (yüzde kütle olarak); $NaCl-16.78$, $BaCl_2-13.43$ ve $H_2O-69.79$ olduğunu saptamıştır. Söz konusu ötonik noktada oda sıcaklığında sıvı faz ile aşağıdaki iki katı fazın dengede bulduklarını saptamıştır. Bunlar $NaCl$ ve $BaCl_2 \cdot H_2O$ 'dur.

Özdek ve ark. (2010), çalışmada Na^+ , Ba^{2+}/Cl^- , $(H_2PO_2)^-//H_2O$ dördümlü karşılıklı su tuz sisteminin bünyesinde yer alan $Na_2Cl_2-Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$ üçlü sisteminin $50^{\circ}C$ sıcaklıkta izotermik yöntemle çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmışlardır. Söz konusu sistemin "Bileşim-Özellik" diyagramını göstermişlerdir.

Alacabey ve ark. (2010), yapmış oldukları çalışmalarda dördümlü karşılıklı su-tuz sistemine ait olan Na^+ , Ba^{2+}/Cl^- , $(H_2PO_2)^-//H_2O$ bünyesinde yer alan $NaH_2PO_2-Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$ $0^{\circ}C$ sıcaklıkta çözünürlüğünü, yoğunluğunu, iletkenliğini ve faz dengelerini araştırmışlardır. Söz konusu sistemin aşağıdaki bileşime sahip bir ötonik noktasını tespit etmişlerdir (yüde kütle olarak); $NaH_2PO_2-45.27$, $Ba(H_2PO_2)_2-0.55$ ve $H_2O-54.18$.

Alacabey ve ark. (2010), çalışmalarında oda sıcaklığında $Ba(H_2PO_2)_2-BaCl_2-H_2O$ üçlü sistemin fizikokimyasal yöntemlerle çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması sırasında elde ettikleri deneysel sonuçların ve onların esasında kurulan faz diyagramlarından yararlanarak doğal tuz karışımlarında ve sanayi atıklarında birlikte buldukları durumda $Ba(H_2PO_2)_2$ ve $BaCl_2$ tuzlarının birbirlerinden ayrılması yöntemlerini araştırmışlardır.

Daha sonraki yıllarda sodyumhipofosfitin yiyeceklerdeki antimikrobiyal özellikleri araştırıldı. Van Dolah ve Christenson (1974), E.coli, Streptococcus aureus, Bacillus Subtilis üzerine çeşitli bileşiklerin Streptomisin'in aktivitesindeki rolünü incelediler. Onlar Streptomisin'in sodyumhipofosfit tarafından indirgenmesinde ya da başka indirgenler kullanıldığında b. subtilis'in bakteristik etkisini azalttığını buldular. Sjoström (1949), yağsız süte % 0.001-0.008 oranında sodyumhipofosfit eklendiğinde enterobakter aerogenus fermantasyonunun (mayalanma) birkaç gün engellendiğini fakat sonradan fermantasyonun başladığını gözlemlemişlerdir.

Pierson ve ark. (1981), domuzlarda yalnız sodyumhipofosfitin veya sodyumhipofosfitin sodyumnitritle kombinasyonunda büyümesini ve toksik etkisini araştırdılar. Onlar domuzlara C. Botulinum A tipli ve B tipli sporları aşılandığında sodyumhipofosfitin antibiotulinal etkisi olduğunu buldular. Serbest nitrit bulunan domuzlarda % 0.1 ve 0.3 oranında ağırlıkça artış olduğunu toksik özelliğinde azaldığını gözlemlediler.

Sonuç olarak, hipofosfitlerin toksik etkisi görülmemektedir. Hipofosfitlerin yiyeceklerde kullanımı bir fonksiyonla sınırlı değildir. Hipofosfitler yiyeceklerde antioksidant olarak, düzenleyici olarak, yiyeceklerin akışkanlığını sağlayıcı olarak kullanılabilir (Nair ve Ramakrishnan, 1952; Calvert ve Atkinson, 1970). Bazı çalışmalar sodyumhipofosfitin yiyecek sisteminde etkili bir inhibitör olduğunu göstermiştir (Pierson ve ark., 1981; Leifer, 1983; Pierson ve ark., 1983;).

Leifer (1983), C. Botulinum'un toksik özelliği ve büyümeyi engelleyici özelliğine karşı sodyumhipofosfitin ve sodyum nitritin etkilerini araştırdı. Onun araştırmaları; Pierson ve arkadaşlarının araştırmalarını destekliyordu. O sodyumhipofosfitin yalnız olarak ya da 50µg/g sodyum nitritle kombinasyonunun antibiotulinal etkisinin olduğunu buldu.

Leifer (1983), hipofosfit anyonunun inhibitasyondan sorumlu olduğunu katyonun hiçbir etkisi olmadığını kanıtladı.

Rhodehamel ve Pierson (1990), laboratuvar ortamında gram negatif yiyecek kaynaklı patojenik ve yıkıcı bakterilere karşı sodyumhipofosfitin koruyucu etkisini araştırdılar. Sodyumhipofosfit anaerobik bakterilere karşı özellikle salmonella typhimurium ve vibrio parahaemolyticus'a karşı çok etkili olduğunu tespit ettiler. Fakat campylobakter ve pseudomonas fluorescenslere karşı etkisiz olduğunu gördüler.

Rhodehamel ve Pierson (1990), hipofosfitlerin patolojik ve çürütücü bakterilerin bazılarının büyümesini engellediğini göstermişlerdir. pH yükseldiği zaman antimikrobiyaller etkisiz olduğu için nötral pH'da sodyumhipofosfitin etkisi daha fazladır. Bugün kullanılan koruyucuların geniş pH aralığında aktiviteleri vardır. Onlar maya ve küflerde etkilidirler. Fakat gram negatif bakterilere karşı etkileri azdır (Banwart, 1976). Bu yüzden bir antimikrobiyal yiyecek koruyucu olarak sodyumhipofosfitin düşük asitli yiyeceklerde koruyucu olarak kullanılması mümkündür. Şu anki dondurulmuş yiyeceklere karşı olan tüketici eğilimi sodyumhipofosfit kullanımı açısından ilave uygun ortamlar sağlayabilir. Hipofosfitin yiyeceklerdeki diğer fonksiyonları kadar antimikrobiyal özellikleri bu bileşiğin çok fonksiyonlu bir yiyecek katkı maddesi olarak bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Yatsenko ve Chudotvortsev (2002), bu çalışmada su-tuz sistemlerinin faz diyagramlarını ve bu sistemlerdeki buzun erime ve kristalizasyon davranışları ile grup (I) ve (II) klorit ve sülfatlarının fizikokimyasal özelliklerinin korelasyonlarını (katyon yarı çapı ve sudaki çözeltinin ısısı) analiz etmişlerdir. Eriyen buz üzerindeki kinetik çalışmaların; faz transformasyon mekanizmalarına ve değişik sulu sistemlerdeki komponent dağılımına işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Martyak (2003), nikel hipofosfit tuzlarını kullanarak elektronsuz nikel (EN) depozisyonlarının kaplama yapılan yüzeylerin çoğunu etkilediğini görmüştür. Reaksiyona giren kimyasalları sürekli ilave ederek ve istenmeyen yan ürünlerin temizlenmesini nikel hipofosfitin, $Ni(H_2PO_2)_2$ sudaki düşük çözeltisiyle engellemiştir. Nikel ve hipofosfit solüsyonlarının ilavesinin; arınma seviyesine ulaşabileceğini, elektrolit hacminin artmasına ve çalışma ısısının dalgalanmasına neden olabileceğini ve de tutarsız depozit niteliklerinin ortaya çıkaracağını belirtmiştir. Hipofosforik asit içindeki nikel iyonlarının artan konsantrasyonunun bir yandan kesintisiz bir EN süreci sağlarken diğer yandan yan ürünlerin ticari olarak kabul edilebilirlik düzeylerini korumasına olanak sağlayacağını ifade etmiştir.

Singh (2003), elektrokimyasal polarizasyon tekniğini akımsız nikel kaplama (EN)'nin gözenek ölçümlerinde çalışmıştır. Tekniği bimetalik yüzey aşındırılmasında katot veya anot değişken alanı ile elektrokimyasal parametrelerdeki değişikliğin izlenmesi esasına dayandırmıştır. Nikel kaplı deney örneklerini değişik kompleks alanların bulunduğu bir hipofosfit kaplama banyosundan sağlamıştır. Bu tekniği

banyoların gözeneklilik üzerindeki etkilerini saptamak için kullanmıştır. Sonuç olarak; diğer eski metotlardan farklı olarak tahrip edici olmayan bir elektrokimyasal metot olarak, bu metodun EN-kaplamada en küçük gözenekleri bile bulduğunu ve bunların sayısını belirlediğini iddia etmiştir.

Kuratieva ve ark. (2004), hekzaakuamagnezyum(II)hipofosfit $[Mg(H_2O)_6](H_2PO_2)_2$ 'in iki modifikasyonunun yapısal karakterizasyonunu aydınlatıp, sentezini yapmışlardır. Hekzaakua katyonunun, hipofosfit anyonunun, hipofosfit anyonu içindeki hidrojen bağlarının uzunluğunu ve su molekülünün koordinatlarının geometrik karakterizasyonunu analiz etmişlerdir. Literatür bilgisi bu formlardan ikisini desteklemiştir.

Zeng ve ark. (2004), nikel hidroksitin deaktivasyonunu, nikel elektrottaki hipofosfitin elektrooksidasyonu üzerinde, UV-görünür yansıma spektroskopisi ile çalışmışlardır. Deneysel sonuçlarının, potansiyelin ne zaman -1,0 V (SCE) den küçük çıkarsa, hipofosfitin aktive olduğu durumda nikel elektrotun yüzeyinin nikel hidroksitten bağımsız olduğunu ifade etmişlerdir. Potansiyelin (pozitif olarak) -0.75 V değerini aldığı zaman; iki absorbansın 300 nm ve 550 nm gibi yaklaşık değerlerle bağlandığını görmüşlerdir. Alfa-nikel hidroksitin yapısının yüklendiği durumda araştırmışlardır. Nikeli, alfa-nikel hidroksitle oksitlemişler ve nikel substrattan hipofosfit iyonlarının parçalandığı durumda ve nikelin yüzeyinin, nikel hidroksitle kaplandığı zaman; yüzeyin şiddetli deaktivizasyona uğradığını göstermişlerdir.

Naumova ve ark. (2004), Cs, Rb, K hipofosfitlerin anhidrat kristallerini araştırmışlar ve bu bileşiklerin yapılarını X-ışınları difraksiyon analizi ile tayin etmişlerdir. Genel yapıyı metal katyonu tabakaları ve hipofosfit anyonlarının düzenlediğini ve bütün bileşiklerdeki hipofosfit anyonunun tabakalardaki 4 katyonun arasındaki köprü fonksiyonunu oluşturduğunu, her bir oksijen atomunun iki katyona bağlı olduğunu ve CsH_2PO_2 ve RbH_2PO_2 bileşiklerinde aynı yapıya sahip olduğunu bulmuşlardır.

Zhu ve ark. (2004), mikrodalga ışık saçılması altında etilen glikol içinde $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ile NaH_2PO_2 'i indirgen olarak kullanarak bakır metal nanopartiküllerinin hazırlanması için bir metot önermişlerdir. Reaksiyonun parametrelerini; indirgen maddelerin konsantrasyonları, mikrodalga ışık saçılmasının zamanı ve bakır nanopartiküllerinin toplamı ve de büyüklüğü gibi etkileri geçirgen elektron mikroskobu

ve güçlü X-ışınları difraksiyonu ile araştırmışlardır. Metrekarede yaklaşık 10 nm boyutlu bakır nanopartiküllerinin iyi saçılmış olduğunu görmüşlerdir. Mikrodalga ışık saçılmasının kullanılmasının nanopartiküllerin dağılıma boyutlarını ve iyi dispersiyona ve reaksiyonun hızına olumlu etki ettiğini göstermişlerdir.

Naumov ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada monoklinik lityum dihidrojenfosfit ve tetragonal berilyum bis(dihidrojenfosfit)'in yapılarını tek-kristal X-ışınları difraksiyonu ile tayin etmişlerdir. Yapıların oksijen atomu tarafından koordine edilen tetrahedral metal katyonu ve hipofosfit anyonu tabakalarından oluştuğunu göstermişlerdir. Tabakaların içinde köprü olarak dört lityum anyonu ve iki berilyum katyonu oluştuğunu, lityum hipofosfit içinde lityum atomunun iki kere köşegene uzandığını ve hipofosfit anyonun üzerinde PO₂ atomlarının bağlı olduğunu, berilyum hipofosfitte ise berilyum atomlarının eksen üzerinde uzandığını ve hipofosfit anyonunun genel bir pozisyonda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Obraztsova ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada sodyum hipofosfit ve hipofosforöz asitin çeşitli tuzlarının indirgenmesi yoluyla bakır tozlarını elde etmişler ve değişik faktörlerin sarf ettiği etkiyi ve de bileşiklerin yakın bir kısmındaki elektiriksel iletkenliği çalışmışlardır.

Naumova ve ark. (2004), sezyum hipofosfit, rubidyum hipofosfit ve potasyum hipofosfitin yapılarını tek-kristal X-ışınları difraksiyonu ile tayin etmişlerdir. Hipofosfit anyonlarının ve alkali katyonunun tabakalarının yapısal içeriğinin, benzer tabakalar içindeki dört katyon köprüsüyle ilişkili olduğunu, rubidyum ve sezyum hipofosfitinde benzer yapı içerdiğini göstermişlerdir.

Naumova ve ark. (2004), değişik alanlarda kullanılan metal hipofosfitlerinin yapıları üzerinde çalışmışlardır. Sentez şartlarını (sıcaklık ve belirteçler) oluşturularak NH₄, Cs, Rb, K, Li anhidrat kristallerini geliştirmişlerdir. Bu bileşiklerin yapısını X-ışınları difraksiyon analizi ile hesaplamışlardır. Bu kristal yapıyı hipofosfit anyonları içerisinde koordine olmuş metal katyonları tabakaları olarak tarif etmişlerdir. Tuzların tümünde hipofosfit anyonlarının aynı tabaka içinde dört katyon arasında köprü görevi yaptığını ve her bir oksijen atomunun iki katyona bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Naumova ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada anhidrit lityum ve amonyum hipofosfitin kristallerini büyütme için sentez koşulları (sıcaklık ve belirteçler) oluşturularak LiH₂PO₂'nin kristal yapısını tayin etmişlerdir. 100 K'de ve oda sıcaklığında

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ 'in atomik konumlarını ve hücre parametrelerini incelenmişlerdir. Hipofosfit anyonunun oksijen atomları tarafından dört katot köprüsü olarak seçildiğini, her bir oksijen atomunun iki katota bağlı olduğunu ve (001) düzlemine paralel kırışıklık gösterdiğini, yapının genel arka kısma çok benzerlik gösterdiğini fakat tetrahedral katot-anot bağlarının tipine ise farklılık gösterdiğini, LiH_2PO_2 'deki Li-O bağının iyonik olduğunu ($1,933 \text{ \AA}^0$) ve $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ 'deki N-H...O bağının ise hidrojen bağı (2.846 \AA^0) olduğunu göstermişlerdir.

Drovosekov ve ark. (2004), resistometre ve X-ışınları fotoelektron spektroskopisini kullanarak; indirgen bir madde olarak hipofosfit iyonlarını içeren çözeltide demirin elektron kaybetme ihtimalini ve demir tabakasının bazı düzenli hallerini tespit etmişlerdir.

Zeng ve ark. (2005), Ni ve Cu yüzeylerine moleküler olarak absorblanmış hipofosfitin yüzey yapısı ve elektrokimyasal özellikleri B3LYP yoğunluk fonksiyon teorisi ile incelemişlerdir. H_2PO_2 'in metal yüzeyindeki geometrik ve oryantasyonu tamamen optimize edilmiş ve Ni ve Cu yüzeylerindeki 6 ve 4 kararlı yapıyı gözlemlemişlerdir. En kararlı H_2PO_2 yapılarının her iki P-O bağı ile substrata bağlı yapı ve köprü yapısında hiç atom buldurmeyen yapı olduğunu belirlemişlerdir. Ni yüzeyine olan adsorbsiyon enerjisinin Cu yüzeyine olan adsorbsiyon enerjisinden yüksek olduğunu bulmuşlardır. Mulliken populasyon analizleri sonuçlarında, H_2PO_2 yapısındaki O atomlarının substrata verdiği elektronlar ile substrattan H_2PO_2 ye verilen elektronların önemli bir rol aldığını göstermişlerdir. Bu elektron alışverişinin Ni yüzeyine doğru daha fazla yapıldığını göstermişlerdir. Ni substrat yüzeyine Cu yüzeyinkinden daha fazla negatif Mulliken yük transferinin olduğunu gözlemişler ve daha fazla pozitif Mulliken yükünün $\text{Ni}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ deki P de olduğunu saptamışlardır. Bu değer $\text{Cu}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ 'den daha yüksek olduğunu ve $\text{Ni}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ deki P atomunun nükleofilik OH^- iyonlarının saldırısına uğradığını ve Ni yüzeyindeki H_2PO_2 'nin Cu yüzeyindeki H_2PO_2 'den daha kolay oksitlendiğinin göstergesi olduğunu bulmuşlardır.

Wu ve ark. (2009), Pamuklu kaplama kumaşlarının çoğu genel görünüm açısından birleşik tutuşabilirlik standartını karşılayamadığını saptamışlardır. (16 CFR 1610). Bu çalışmada pamuklu kaplama için alev yavaşlatıcı sonlandırma sistemleri olarak üç karboksilik asit olan süksinik asit (SUA), malik asit (MLA) ve tartarik asite (TTA) başvurmuşlardır. Bu asitlerin üçünün de katalizör olarak sodyum hipofosfit

içerisinde pamuğu esterleştirdiğini ve SUA'nın pamuğa bağlıken en reaktif hidrolize karşı en dirençli olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Hem MLA hemde TTA'lı hidroksil grubun esterleşmeyi önlediği ve pamuğa bağlı MLA ve TTA için hidrolizi kolaylaştırdığı görmüşlerdir. Çift fonksiyonlu üç asit de pamuk kaplamanın tutuşabilirliğini 3. Sınıftan 1.Sınıfa düşürmede etkili olduğunu görmüşlerdir. Mikroölçekli tutuşma kalorimetre verileri SUA'nın en üst sıvı yayılım oranını ve ısı-salınım kapasitesini azaltarak düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. SUA uygulanmış pamuklu kaplama aynı zamanda en yüksek yanma sürdürme gücüne ve en az kumaş sarartma gücüne sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Guo ve ark. (2010), Hipofosforöz asit $Ti-PbO_2$ artı uç, bir paslanmaz çelik katodu ve sodyum hipofosfitin sulu bir çözeltisini içeren elektrodializ ile elde etmişlerdir. Hipofosforöz asit üretme işlemi incelemişlerdir. Anodik voltaj, ürün konsantrasyonu, ve akım yeterliliği gibi bazı faktörler iletmişlerdir. Sonuçlar altı bölümlü elektrodialitik hücre hipofosforöz asit içeriğini ve saflığını geliştirmede kullanılabilir olabileceğini göstermişlerdir. $Ti-PbO_2$ elektrodu ürün maliyetini azaltmada maksimum anot olmuştur. İşlem basit, düşük maliyetli ve yüksek yeterlilikte olmuştur.

Szirmai ve ark. (2010), Laboratuvarlarının birinde iyi yapışan yüksek kalite yüzey kaplama nikeli ve ardından gelen sesin geri yollanmasında çevresel bakımdan iyi ve etkili bir muamele olduğu ortaya çıkan elektronsuz nikel tabaka için yeni bir yüzey ön-uygulama prosedürü geliştirmişlerdir. Bu nedenle mayalanabilen alüminyum madde pasif yüzeyi değiştirmek ve nikel fosfor çekirdeği elektronsuz nikel kaplama banyosundan ayırmak amacıyla azalan kimyasal ayrışma için sodyum hipofosfitten oluşan yumuşak asitli (laktik asit) bir solüsyona daldırmışlardır. Bu yeni, uygulama öncesi teknik sırasında hipofosfit negatif iyon yüzey adsorpsiyonu önemli bir rol oynamıştır ve bu nedenle uygulama öncesi meydana gelen adsorpsiyon olayı ve yüzey tepkimelerini karakterize etmek ve takip etmek için birkaç ileri yüzey testi ve analitik tekniği (Tarayıcı Elektron Mikroskopisi, İletici Elektron Mikroskopisi, Enerji Dağıtımli X-ray Spektrometrisi, X-ray Fotoelektron Spektroskopisi) uygulamışlardır. XPS yi tetikleyen Al (P 2p, O 1s, C 1s, Al 2p, Ni 2p fotoelektron hatları) nin bu araştırmada incelenen yüzeylerde oluşan ve var olan kimyasal türlerin tanımlanmasında ki en güçlü teknik olduğu kanıtlamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Hipofosforöz Asitin Elde Edilişi

Özdek (2009), yapmış olduğu çalışmada H_3PO_2 asidin hazırlanması için, Karyagin'in önerdiği yönteme göre ilk önce beyaz fosfor ile $Ba(OH)_2$ maddeleri 1:3 oranında alınıp, kendiliğinden tutuşan bir gaz olan fosfinin (PH_3) açığa çıkması bitene kadar suda kaynatılacağını belirtmiştir. Meydana gelen $Ba(H_2PO_2)_2$ tuzunun çözeltisi titre edilir ve çözülden CO_2 gazı geçirilerek tepkimeye girmeyen $Ba(OH)_2$ 'in baryum karbonata dönüştürülmesi sonucu oluşan çökelekten ayırmak için $Ba(H_2PO_2)_2$ çözeltisi yeniden filtre edilir. Sonra elde edilen söz konusu çözelti buharlaştırılarak $Ba(H_2PO_2)_2$ tuzun kristalleri elde edilir. Daha sonra, 185 g. $Ba(H_2PO_2)_2$ tuzunu 5 L suda çözüp %98'lik H_2SO_4 ile muamele edilir. Elde edilen çözelti karışımı iyice karıştırıldıktan sonra meydana gelen $BaSO_4$ 'ın tam çökebilmesi için bir gün (24 saat) bekletilir. $BaSO_4$ çökeleği üzerindeki berrak çözelti ayrılır ve porselen bir kaptaki buharlaştırılarak başlangıç hacmi 1/4'e kadar getirilir. Sonra çözelti platin bir kaba aktarılıp ısıtılarak buharlaştırmaya devam edilir. Bu sırada çözelti termometre ile karıştırılır (termometre sıvıya civa bulunan kısmı dibe değmeyecek şekilde daldırılır). Bu işlem sıcaklık $105\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar devam ettirilir. Daha sonra sıvı sıcak halde filtre edilir ve kaynama noktasına gelmeden buharlaştırma devam ettirilir. Sıcaklık $110\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye geldiğinde 15 dakika süreyle ısıtarak yavaş yavaş sıcaklık $130\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar artırılır (kaynama olmamasına dikkat edilir). Bu durumda ki H_3PO_2 asidin çözeltisinde hava kabarcığı bulunmamakta ve PH_3 gazının kokusu hissedilmemektedir (fakat kısmen buharlaştığı zaman tütsülenmektedir). Çok dikkatli olarak buharlaştırıldığında sıcaklık bileşik bozulmaksızın $138\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılabilir. Isıtma 10 dakika daha devam ettirildikten sonra soğutulur.

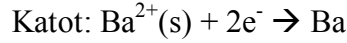
Çalışma çok dikkatli bir şekilde yapıldığında safsızlık olarak çok az miktarda H_3PO_3 ve H_3PO_4 ihtiva eden hemen hemen saf bir H_3PO_2 asidi elde edilir (Alişoğlu,1973).

3.2. Baryum(II) İyonunun Analiz Yöntemleri ve Özellikleri

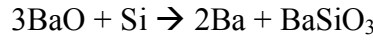
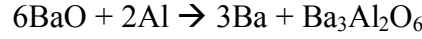
3.2.1. Baryumun özellikleri

Baryum ilk olarak 1774 yılında Carl Scheele tarafından tanımlanmıştır. İlk olarak 1808 yılında Humphry Davy tarafından İngiltere’de ekstrakte edilmiş. s-blok elementi olan Baryum elementinin atom numarası 56, atom ağırlığı 137.327 g/mol’ dur.

Saf olarak izolasyonu BaCl₂ elektrolizi ile gerçekleştirilebilir:



Baryumun eldesi için diğer bir yöntem ise baryum oksidin BaO alüminyum, silisyum veya magnezyumunun indirgenmesi ile elde edilmesidir:

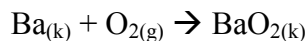
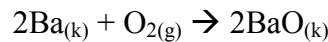


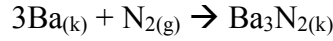
Baryum tuzları alevde yeşil renk verirler. Metal oksitleri su ve alkolle çok çabuk reaksiyon verirler. Baryum sülfat kalıcı beyazlık sağlamak veya beyazlatmak için boya endüstrisinde, cam yapımında, baryum karbonat fare zehiri olarak, nitratı ve kloratı yeşil renk elde etmek için, sülfürleri ise beyaz pigment olarak ve lastik yapımında kullanılır. BaSO₄ (barit) petrol kuyularının yapımında kullanılır.

Baryumun bazı fiziksel özellikleri şöyle sıralanabilir; yoğunluğu 3.51 g/cm³, erime noktası 727 °C (1000 K), kaynama noktası 1870 °C (2143 K), molar hacmi 38.16 ml/mol, mineral sertliği 1.25, özgül ısı 0.204 J/gK.

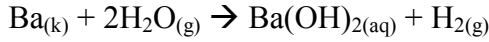
Bazı kimyasal özelliklerini ise şöyle sıralayabiliriz; elektronik konfüğürasyonu [Xe].6s², kabuk yapısı: 2.8.18.18.8.2, elektronegatifliği 0.89 (Pauling birimine göre), 0.68(Sanderson elektronegativitesine göre), atomik yarıçapı 215 pm (hesaplanan 253 pm), iyonik yarıçapı 198 pm, I. iyonlaşma enerjisi 502.9 kJ mol⁻¹, II. iyonlaşma enerjisi 965.2 kJ mol⁻¹, III. iyonlaşma enerjisi 3600 kJ mol⁻¹, dolayısıyla oksidasyon sayısı +2 dir.

Baryum gümüşümsü beyaz renkli bir metaldir. Metal yüzeyi ince bir oksit tabakası ile kaplanarak metali havaya karşı etkileşimden korur. Havada yanması ile oksitlerini ve nitrür oluşturur:

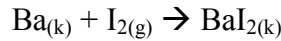
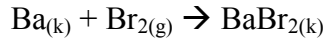
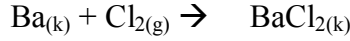




Baryum su ile reaksiyona girerek $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ve hidrojen gazı oluşturur:



İyot haricinde diğer halojenlere çok reaktif olarak reaksiyon verir. İyodür ile ne şekilde reaksiyon verdiği bilinmemektedir (Özdek, 2009).



3.2.2. Baryumun EDTA ile tayini

EDTA diye kısaltılan madde, etilendiamin tetrasetik asittir. Gerek asidin kendisi ve gerekse tuzları saf olarak elde edilebildiklerinden primer standart olarak kullanılırlar. Yalnız asitin kendisinin suda çözünürlüğü oldukça sınırlı olduğundan onun yerine suda ondan daha çok çözünen disodyum tuzu kullanılır. Disodyum tuzu, formül başına iki molekül su içerir.

Maddenin formülü çok büyük olduğundan, genellikle H_4Y şeklinde kısaltılır. Buna göre disodyum tuzu $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 'dır.

EDTA çözeltisi mol üzerine yapıldığından bu maddeyle yapılan titrasyonlarda miliekivalent sayısı ve miliekivalent gram yerine milimol sayısı ve milimol gram kullanılır. Çünkü maddenin bir formül-gramı bir formül gram tuzla kompleks verir.

EDTA titrasyonlarında ortamın pH'sı ve kullanılacak indikatörler önemlidir.

0,1 gramdan daha az baryum ihtiva eden çözeltinin hacmi 100 mL'ye tamamlanır. Üzerine ortamın pH'sına göre 1-2 mL tampon çözelti ve 1-2 damlada indikatör çözeltisinden ilave edilir. Ayarlı EDTA ile ortamın rengi şarap kırmızından deniz mavisine dönünceye kadar titre edilir (Gündüz, 1993).

$$T_{\text{EDTA}} = 0.0033 \text{ g / mL Ba}^{+2}$$

3.2.3. Baryumun ftaleinpurpur indikatörü ile tayini

100 mL'de takriben 0.2 gram kadar Ba^{2+} ihtiva eden çözelti, gene yaklaşık aynı hacim etil alkol veya metanol, 0.5 mL ftaleinpurpur indikatörü çözeltisi ve 10 mL amonyak ile karıştırılır ve 1/10 molar titripleks-III çözeltisi ile koyu kırmızı mor

renkten çok açık menekşe renginde kesin bir dönüm noktası elde edilinceye kadar titre edilir (Gülensoy, 2003).

1 mL 1/10 molar titripleks-III çözeltisi=13.736 mg Ba.

3.2.4. Baryumun Eriochromschwarz T indikatörü ile tayini

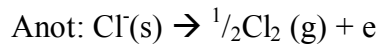
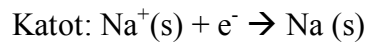
100 mL'de en fazla 30-40 mg Ba²⁺ katyonu içeren numuneye 1 mL 2 N klorür asidi ve 4 mL tampon çözeltisi katılır. Sonra indikatör çözeltisinden 7 damla ilave edilir ve mavi renk oluşuncaya kadar 0.02 molar titripleks-III çözeltisi ilave edilir (Gülensoy, 2003).

1 mL 0.02 molar titripleks-III çözeltisi = 2.747 mg Ba.

3.3. Sodyumun Özellikleri

Atom numarası 11, atom ağırlığı 22.989770 g/mol olan sodyum elementi ilk olarak 1807 yılında Humphrey Davy tarafından sodyum hidroksitten elektroliz yolu ile izole edilmiştir. Oda koşullarında (25 °C 298 K) gümüşümsü beyaz metalik renge sahiptir. Sodyum metali deniz suyunda çok miktarda bulunan NaCl tuzunun elektrolizi ile saf olarak elde edilir.

NaCl erime noktası 800 °C den fazla olduğu için elektroliz ile saflaştırılması zor olduğundan NaCl (40 %) ve CaCl₂ (60 %) karışımı kullanılarak erime noktası 580 °C'ye düşürülür. Bu karışımın elektrolizi ile Na saf olarak elde edilir:

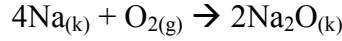
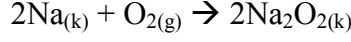


Sodyumun bazı fiziksel özellikleri; yoğunluğu 0.968 g/ml, erime noktası 97.72 °C (370.87K), kaynama noktası 883 °C (1156 K), molar hacmi 23.78 ml/mol, mineral sertliği 0.5, ısı iletkenliği(300 K) 1.41 W cm⁻¹ K⁻¹, özgül ısı 1.230 J g⁻¹ K⁻¹, buharlaşma entalpisi 97.7 kJ mol⁻¹, atomlaşma entalpisi 107 kJ mol⁻¹ şeklinde sıralanabilir.

Kimyasal özellikleri ise; elektronik konfigürasyonu [Ne].3s¹, kabuk yapısı 2.8.1, elektron ilgisi 52.8 kJmol⁻¹, elektronegatiflik 0.93 (Pauling birimine göre), 0.56 (Sanderson elektronegatifliğine göre), atomik yarıçapı 180 pm (190 pm hesaplama ile), I. iyonlaşma enerjisi 495.8kJ/mol, II. İyonlaşma Enerjisi 4562 kJ/mol, III. İyonlaşma Enerjisi 6910.3 kJ/mol'dür, oksidasyon sayısı +1'dir.

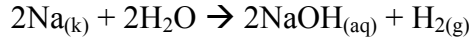
Sıvı sodyum gazı soğutucu özelliği nedeni ile nükleer santrallerde ve bir çok uygulamada kullanılabilir. Na metali organik esterlerin indirgenmesinde ve bir çok organik sentezde, sodyum hidrür, sodyum peroksit, sodyum siyanür üretiminde, sofratuzu olarak bilinen NaCl bileşiği, kabartma tozu olarak bilinen NaHCO₃ bileşiği, kostik soda olarak bilinen NaOH bileşiği, soda külü olarak bilinen Na₂CO₃ bileşiği kâğıt, gıda, tekstil, kimya, sabun, cam ve metal gibi bir çok endüstride, sokak aydınlatmalarında, tarım ve fotoğrafçılık alanlarında, vuruntuyu azaltmak için tetraetil kurşun (PbEt₄) bileşiğinin hazırlanmasında kullanılmaktadır.

Sodyum metali bıçak ile kesilebilecek kadar yumuşak bir metaldir. Yüzeyi parlaktır. Fakat havadaki oksijen ve nem ile teması sonucunda matlaşır. Havada yandığı zaman sodyum peroksit bazende sodyum oksit bileşiğini oluşturur.

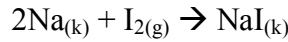
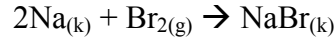
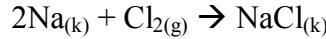
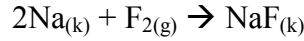


Na metalinin su ile reaksiyonu sonucunda alev alır ve patlama olur. Bu nedenle çok tehlikeli bir reaksiyondur.

Sodyum metalinin su ile hızlı reaksiyonunun sonucunda renksiz sodyum hidroksit çözeltisi ve hidrojen gazı oluşturur. Bu çözelti baziktir ve reaksiyon ekzotermik bir reaksiyondur. Sodyum metalinin su ile olan reaksiyonu potasyumun su ile olan reaksiyonundan daha yavaş fakat lityumun reaksiyonundan daha hızlıdır:



Halojenler ile Reaksiyonunda tuz oluşturur:

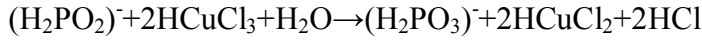


Seyreltik sülfürik asit ile hızlı bir şekilde reaksiyona girerek hidrojen gazı ve sulu Na(I) çözeltisini oluşturur (Özdek, 2009).

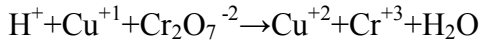


3.4. Hipofosfit İyonunun Titrimetrik Yöntemle Tayini

Oda sıcaklığında derişik HCl ortamında Cu(II) tuzunun fazlası kullanıldığında, sodyumhipofosfit ortamda çabuk ve tam olarak fosfite kadar $(\text{H}_2\text{PO}_3)^-$ yükseltgenir ve bu sırada eşdeğer miktarda CuCl_2 iyonu oluşur. Sonuncunun hemen titrasyonu yapılarak $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ tayini yapılabilir.



Titrasyon için; 3-10 mL $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ içeren örnek çözelti üzerine ($a \text{ mg} \leq 1 \text{ mmol}$ $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ eşit hacimde derişik HCl asidi ve 0.5-1 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ilave edilir. Elde edilen çözelti iyice karıştırıldıktan sonra (oda sıcaklığında) üzerine bir damla 0.025 M ferroin çözeltisi indikatör olarak ilave edilir ve 2-3 dakikadan sonra $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ 'nin miktarına karşı oluşan Cu(I) sürekli karıştırılarak 0.1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi ile titre edilir. Titrasyonun dönüm noktası kırmızımtırak rengin saf yeşil renge dönmesiyle tayin edilir (Alişoğlu, 1973).



Cu^{+1} ve ferroin \rightarrow kırmızı-yeşil

Cu^{+2} ve ferroin \rightarrow yeşil

Hipofosfitin miktarı: $A = a.H$

A= Örnekteki hipofosfitin mg olarak miktarı

a= 0.1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 'nin mL olarak miktarı

H= 0.1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 'nin $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-$ 'ye göre titrini gösterir

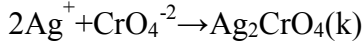
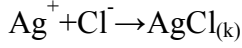
Titre: 1 mL 0.1 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi 5.3 mg $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ' ya denk gelir.

A/ m (g/L) hipofosfitin miktarı olarak hesaplanabilir. Burada m analiz için alınan örnek çözeltinin hacmidir (Özdek, 2009).

3.5. Klor İyonunun Analiz Yöntemleri

3.5.1. Mohr metodu ile klorür iyonunun (Cl^-) tayini

Bu yöntem en çok Cl^- ve Br^- iyonlarının analizinde kullanılır. Eşdeğer nokta titrant (AgNO_3) ile indikatör (CrO_4^{-2}) arasında oluşan tuğla kırmızısı rengi Ag_2CrO_4 çökeleğinin oluşumu ile belirlenir.

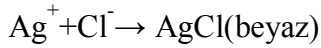


Titrasyon işleminde analiz çözeltisine K_2CrO_4 eklendiğinde, çözeltinin rengi sarı olur. Titrasyon başladığında tuğla renkli Ag_2CrO_4 çökeleği oluşsa bile çabucak kaybolur, çünkü Ag_2CrO_4 daha az çözünen AgCl haline döner. Eşdeğer noktada ise ortamda Cl^- bulunmadığından Ag_2CrO_4 oluşumu gözlemlenebilir.

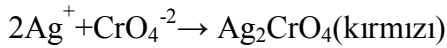
Bu titrasyonda iki önemli faktör vardır. Bunlardan biri CrO_4^{2-} derişimi, ikincisi ise çözelti pH'sıdır. Analizi yapılacak katı numune, 100 -110 °C da bir saat kadar kurutulur ve 0.20-0.25 g arasında 0.1 mg duyarlılıkla tartılır. Dikkatle erlene aktarılır ve yaklaşık 50 mL damıtık suda çözülür. % 5 lik K_2CrO_4 çözeltisinden 1.0 mL eklenir. Çözelti ayarlı 0.1 N AgNO_3 çözeltisi ile Ag_2CrO_4 ın kırmızı rengi kalıcı olana kadar titre edilir. Dönüm noktasına yaklaşıırken titrant çok yavaş eklenmelidir. Öncelikle çözeltide oluşan kırmızı renk gidene kadar çözelti çalkalanmalı daha sonra titrant damla damla eklenmelidir. Harcanan titrant hacmi (V_{Ag}) not edilir.

Verilen numune çözelti halinde ise, % 5 lik K_2CrO_4 çözeltisinden 1.0 mL eklenir ve doğrudan AgNO_3 ile yukarıda anlatıldığı şekilde titre edilir.

Titrasyon tepkimesi



Dönüm noktasında



Elde edilen sonuçlara dayanılarak klorür iyonunun miktarı (% kütle) aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Özdek, 2009).

$$\% \text{Cl}^- = \frac{N \cdot V \cdot \text{Meg} \cdot 100}{T}$$

N_{Ag} = Gümüş nitrat çözeltisinin normalitesi,

V_{Ag} = Gümüş nitrat çözeltisinin titrasyon sırasında harcanmış olan hacmi (mL),

Meg = Klorür iyonunun mili eşdeğer gramı (0.03547),

T = Klorür iyonu bulduran numunenin tartımı (gram olarak).

3.5.2. Fajans metodu ile klorür iyonunun (Cl^-) tayini

Adsorpsiyon indikatörleri kullanılarak yapılan titrasyon yöntemine Fajans yöntemi denir. Adsorpsiyon indikatörü, organik bir bileşik olup çökeltme titrasyonunda

oluşan katının yüzeyinde adsorplanma eğilimi gösterir. İdeal olarak adsorpsiyon, eşdeğer noktada oluşur ve renk, çözeltinin renginden farklı bir renge dönüşür. Tipik bir adsorpsiyon indikatörü flüoressein'dir ve Cl^- nin AgNO_3 ile titrasyonunda kullanılır.

% 0.2'lik Flüoressein İndikatör Çözeltisi: 0.2 g flüoressein bir miktar % 70'lik alkol içerisinde çözüldükten sonra son hacim 100 mL'ye % 70'lik alkol ile tamamlanır. Eğer analiz edilecek örnek katı ise 100-110 °C da bir saat kadar kurutulur ve 0.20-0.25 g arasında dördüncü hanesine kadar hassas olarak tartılır. Üzerine 50 mL saf su ilave edilir. Eğer örnek sıvı ise üzerine bir miktar saf su eklenerek deneye başlanır. Çözeltinin pH'sı 7 oluncaya kadar duruma göre klorsuz nitrik asit veya klorsuz kalsiyum karbonat eklenir. pH'sı ayarlanan çözeltiliye flüoressein indikatör çözeltisinden 6-7 damla ve dekstrin çözeltisinden 4-5 damla eklenir. Erlendeki çözeltinin rengi kırmızı olduğu ana kadar 0.1 N ayarlı gümüş nitrat ile titre edilir. Titrasyon sırasında harcanan gümüş nitrat hacmi not edilir (V) (Özdek, 2009).

$$\% \text{Cl}^- = \frac{\text{N.V.Meg.100}}{\text{T}}$$

N_{Ag} = Ayarlı AgNO_3 çözeltisinin normalitesi,

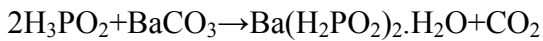
V_{Ag} = Harcanan AgNO_3 hacmi, mL ,

Meg = Klorür iyonunun mili eşdeğer gramı (0.003547),

T = Klorür iyonunu bulduran numunenin tartımı (gram olarak).

3.6. Sistemin Araştırılmasında Kullanılan Tuzlar ve Araçlar

$\text{Na}^+, \text{Ba}^{2+}, (\text{H}_2\text{PO}_2)^- // \text{H}_2\text{O}$ dörtlü karşılıklı su-tuz sisteminin oluşturulması için; Riedel-de Haen ve Merck'in tuzları kullanılmıştır (The Merck Index, 1960). $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ tuzu ise ;



reaksiyonu ile laboratuarda saf olarak elde edilmiştir. Elde edilen tuzlar iki kez kristallendirme işlemine tabi tutulmuştur.

Sistemde çözünürlüğün, yoğunluğun, iletkenliğin ve dengede bulunan fazların araştırılması için elektro- termostata yerleştirilmiş özel cam kap kullanılmıştır.

Sistemin sıvı fazının yoğunluğunun tayini için 5 mL hacmi olan piknometre, iletkenlik için ise "JENWAY" kondüktometri cihazı kullanılarak yapılmıştır.

3.6.1. Piknometre yöntemi

Bu yöntem denge halinde bulunan çözeltinin (sıvı fazın) yoğunluğunun tayinine dayanmaktadır. Yoğunluk ölçümünü gerçekleştirmek için 5-10 mL hacmi olan piknometre kullanılır. Pipet ile araştırılan sistemin sıvı fazından numune alınıp piknometreye aktarılır (gereken hacimden biraz fazlası alınır) ve termostatta çözeltinin bulunduğu aynı sıcaklıkta 15-20 dakika bekletilir. Daha sonra süzgeç kağıdının küçük bir parçası kullanılarak piknometredeki çözelti tam olarak çizgiye kadar getirilir. Piknometre bir süzgeç kağıdı arasında kurutulduktan sonra tartılıp aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılır (Özdek, 2009).

$$d(t)_{\text{çöz.}} = [(m_{\text{çöz.}} - m_0) : (m_{\text{H}_2\text{O}} - m_0)] \times D_{\text{H}_2\text{O}}^{(t)}$$

burada;

$m_{\text{çöz.}}$ = piknometrenin çözelti ile tartısı,

$m_{\text{H}_2\text{O}}$ – piknometrenin destile su ile tartısı,

m_0 = boş piknometrenin tartısı,

$D_{\text{H}_2\text{O}}^{(t)}$ – suyun (t) sıcaklıktaki yoğunluğu.

3.6.2. İletkenlik yöntemi

Bir çözeltinin iletkenliği, çözeltinin iyon konsantrasyonuna, çözücünün cinsine ve sıcaklığına bağlıdır.

Bu yöntem ile çözeltinin sabit sıcaklıkta farklı iyon konsantrasyonlarında iletkenlik ölçümü yapılmıştır. Bu ölçüm “JENWAY” kondüktometri cihazı kullanılarak yapılmıştır.

İletkenlik ölçümünü gerçekleştirmek için 1 mL araştırılan çözeltiden alınarak saf su ile 100 mL’ye tamamlanır. Daha sonra iletkenlik ölçümünün yapılacağı kaba hazırlanmış olan çözeltiden konular ve termostat içerisinde soğutulur. Soğutma işlemi istenen değere ulaştığında kondüktometri ile iletkenlik ölçülür. Birimi mS/cm’dir.

Bulunan değer, çözelti 100 mL’ye tamamlandığı için 100 ile çarpılır (Özdek, 2009).

3.6.3. Klorür iyonu tayini

Klorür iyonu Mohr yöntemiyle tayin edilir. İndikatör olarak kromat indikatörü ve ayarlı gümüş nitrat çözeltisi kullanılır. Dönüm noktası, koyu kırmızı renkli Ag_2CrO_4 çökeleğin meydana gelmesi ile anlaşılır.

Tayin yapmak için, doygun çözeltiden numune alınarak tartılır, 100 mL'lik bir balon jöje'de 100 mL'lik bir çözelti hazırlanır. Bu çözeltiden pipetle alınan 10 mL'lik numune, 1 mL %5'lik potasyum kromat ile titre edilir.

Titrasyon çözeltinin devamlı karıştırılması ve damla damla gümüş nitrat çözeltisinin ilave edilmesiyle gerçekleştirilir. Tepkimenin sonuna doğru damlanın düştüğü yerde teşekkül eden kırmızı çökeleğin kaybolması çok yavaş olur. Onun için kap iyice çalkalanır ve ikinci damla düşmeden kırmızı çökeleğin çökmesi sağlanır. Renk değişikliğinin devamlı ve hafif farklı olduğu ana kadar titrasyona devam edilir. Elde edilen sonuçlara dayanılarak klorür iyonunun miktarı (% kütle) aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Özdek, 2009).

$$\%Cl^- = \frac{N.V.meg.100}{T}$$

N = Gümüş nitrat çözeltisinin normalitesi,

V = Gümüş nitrat çözeltisinin titrasyon sırasında harcanmış olan hacmi (mL),

meg = Klorür iyonunun mili eşdeğer gramı (0.03547) ,

T = Klorür iyonu bulduran numunenin tartımı (gram olarak).

3.6.4. Baryum(II) iyonunun EDTA ile tayini

0.2 M EDTA çözeltisinin hazırlanması için bu maddenin sodyum tuzundan $Na_2H_2Y.2H_2O$ 7.4448 gram tartılarak oda sıcaklığında bir miktar suda çözünüp daha sonra çözeltinin hacmi 1 litreye tamamlanır.

İndikatör olarak Eriochrome Black T (1 gram eriochrome black T kütlesi alınıp üzerine 100 gram NaCl karıştırılarak hazırlanır) ve pH 10 tamponu kullanılır. pH 10 tamponu 54 gram NH_4Cl , % 25'lik 350 mL NH_3 'te çözülür ve hacmi 1 litre oluncaya kadar saf su ile tamamlanarak hazırlanır.

Ba^{2+} iyonunun tayinini yapmak için, analizi yapılacak olan karışımdan belli miktarda bir numune alınarak tartılır ve bir miktar suda çözülerek 100 mL ye

tamamlanır. Bu çözeltiden pipetle 10 mL alınıp üzerine 2-3 mL pH 10 tamponu ilave edilir. Bundan sonra çözeltiye 1-2 damla Eriochrome Black T eklendikten sonra ayarlı EDTA çözeltisi ile titrasyona başlanır, renk şarap kırmızısından deniz mavisine dönüncüye kadar titre edilir ve harcanan hacim kaydedilir. Elde edilen sonuçlara dayanılarak baryum (II) iyonunun miktarı (% kütle olarak) aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Özdek, 2009).

$$\%Ba(II) = \frac{M.V.meg.100}{T}$$

M = EDTA çözeltisinin molarite cinsinden derişimi,

V = Titrasyon sırasında harcanmış olan EDTA çözeltisinin hacmi (mL),

meg = Baryum (II) iyonunun mili eşdeğer gramı(0.0033 gram),

T = Baryum (II) iyonu ihtiva eden numunenin tartımı (gram olarak).

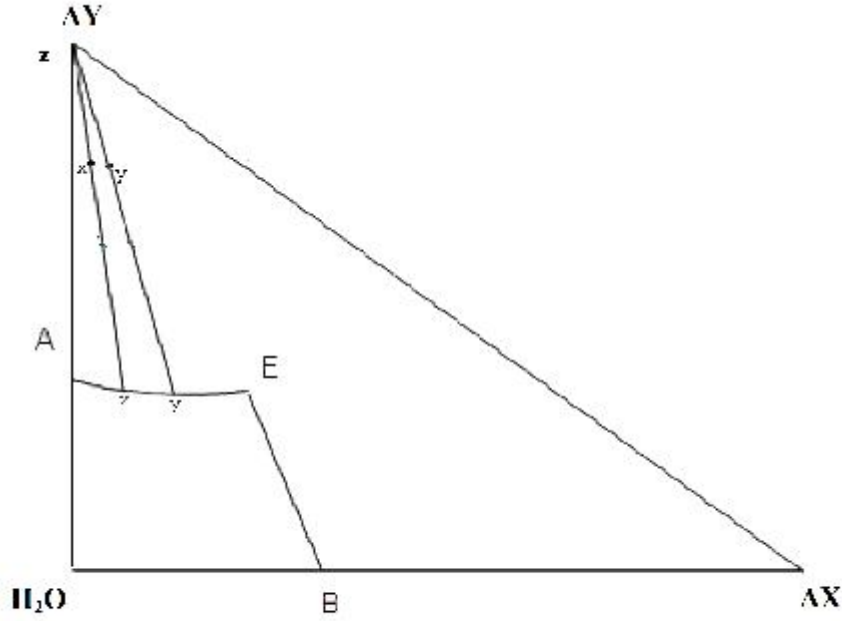
3.6.5. Katı fazın Schreinemakhers'in "kalıklar" yöntemiyle tayin edilmesi

Bu yöntemin esası "kaldıraç" kuralına dayanmaktadır. Söz konusu kurala göre, iki üçlü karışımın (sistemin) karıştırılmasıyla meydana gelen üçüncü bir sistemin test noktası, kullanılan iki üçlü sistemlerin test noktalarını birleştiren doğru hat üzerinde yer almaktadır (Alişoğlu, 1973).

Bu yaklaşımdan yola çıkarak, aynı katı faz ile dengede bulunan doygun çözeltilerin bileşimleri tayin edilir sonra, onlarla dengede bulunan katı fazdan da bir miktar alınıp süzgeç kağıdı arasında kurutulup tartıldıktan sonra uygun analitik yöntemler uygulanarak bileşimleri analiz edilir. Bundan sonra, elde edilen deneysel sonuçlar diyagram üzerine aktarılıp, söz konusu katı fazın kimyasal formülünü gösteren test noktası saptanabilir. Bunun için, doygun çözeltinin ve "kalığın" bileşimlerini gösteren test noktalarından geçen hat (Schreinemakhers "ışını") çizilir. Katı fazla dengede bulunan iki çözelti üzerinde aynı işlemler yapılarak iki Schreinemakhers "ışını" çizilir.

Elde edilen bu iki hattın kesişme noktası, sıvı faz ile dengede bulunan katı fazın bileşimini veya başka bir ifade ile kimyasal formülünü gösteren test noktasını belirtmiş olur (Özdek, 2009).

(Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Katı fazın bileşiminin Schreinemakhers'in "kalık" yöntemiyle tayini

Şekil 3.1 'de alttaki x ve y test noktaları sıvı fazın bileşimlerini, üstteki x ve y test noktaları söz konusu sıvı faz ile dengede bulunan katı fazın Schreinemakhers'in "kalık" yöntemiyle tayin edilmiş bileşimlerini, z noktası ise xx ve yy hatların (Schreinemakhers "ışın"ların) kesişme noktası olup, katı fazın kimyasal formülüne uygun gelen test noktasını göstermektedir.

Katı fazın bileşiminin tayininde Schreinemakhers'in "kalık" yöntemi uygulandığında, katı fazı oluşturan kristaller karışımından numune alınırken daha az miktarda çözeltinin sürüklenmesine özen göstermek gerekir.

4. BULGULAR

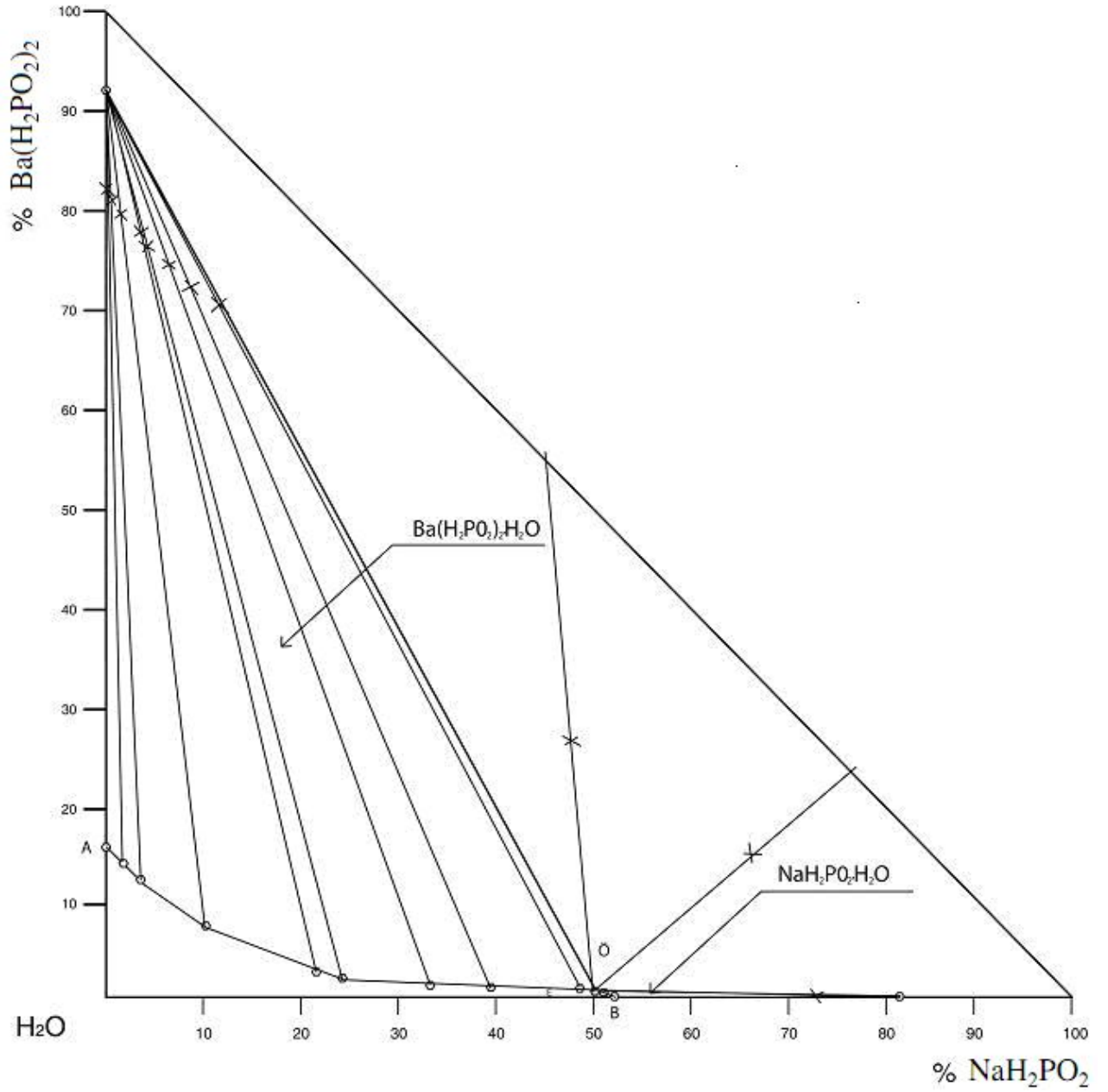
4.1. $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ Üçlü Sistemin Oda Sıcaklığındaki Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği Ve Faz Dengeleri

$\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sistemin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması sırasında sistemin $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ tarafından $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ yönünde ötonik noktaya ulaşana kadar 10 deneysel nokta ve $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$ tarafından $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ yönünde ise ötonik noktaya varılana kadar 3 deneysel nokta tayin edilmiştir. Sistemin sıvı fazın ve dengede bulunan katı fazın bileşimleri ile ilgili elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1’de verilmiş olan bilgilere dayanılarak $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin Rozeboom yöntemiyle faz diyagramı çizilmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü ve dengede bulunan katı fazların bileşimi.

No	Sıvı Faz (% Kütle)			Kuru Kalık (% Kütle)		Katı Fazın Bileşimi
	NaH_2PO_2	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$	H_2O	NaH_2PO_2	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$	
1	51.96	0.00	48.04	100.00	0.00	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{H}_2\text{O}$
2	51.07	0.32	48.61	73.24	0.26	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{H}_2\text{O}$
3	50.73	0.53	48.74	67.17	16.32	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{H}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
4	50.73	0.53	48.74	48.31	28.62	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{H}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
5	48.61	1.08	50.31	11.26	70.90	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
6	38.92	1.49	59.59	9.47	72.53	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
7	33.49	1.60	64.91	6.47	74.53	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
8	24.43	3.03	72.54	4.41	76.09	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
9	21.97	3.25	74.78	3.50	77.80	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
10	10.71	7.36	81.93	2.06	79.04	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
11	6.87	10.17	2.96	0.80	81.80	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
12	4.17	12.20	83.63	0.50	82.20	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$
13	0.00	16.23	83.77	0.00	100.00	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2, \text{H}_2\text{O}$

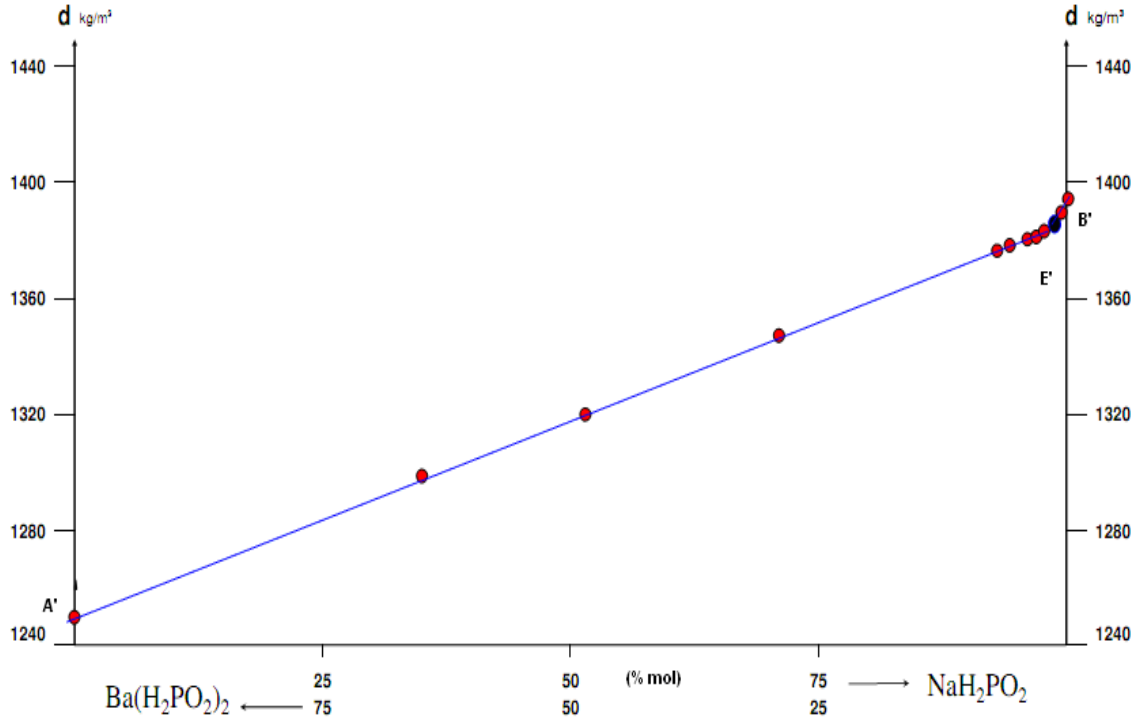


Şekil 4. 1. NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü ve faz dengeleri diyagramı (Rozeboum Yöntemi).

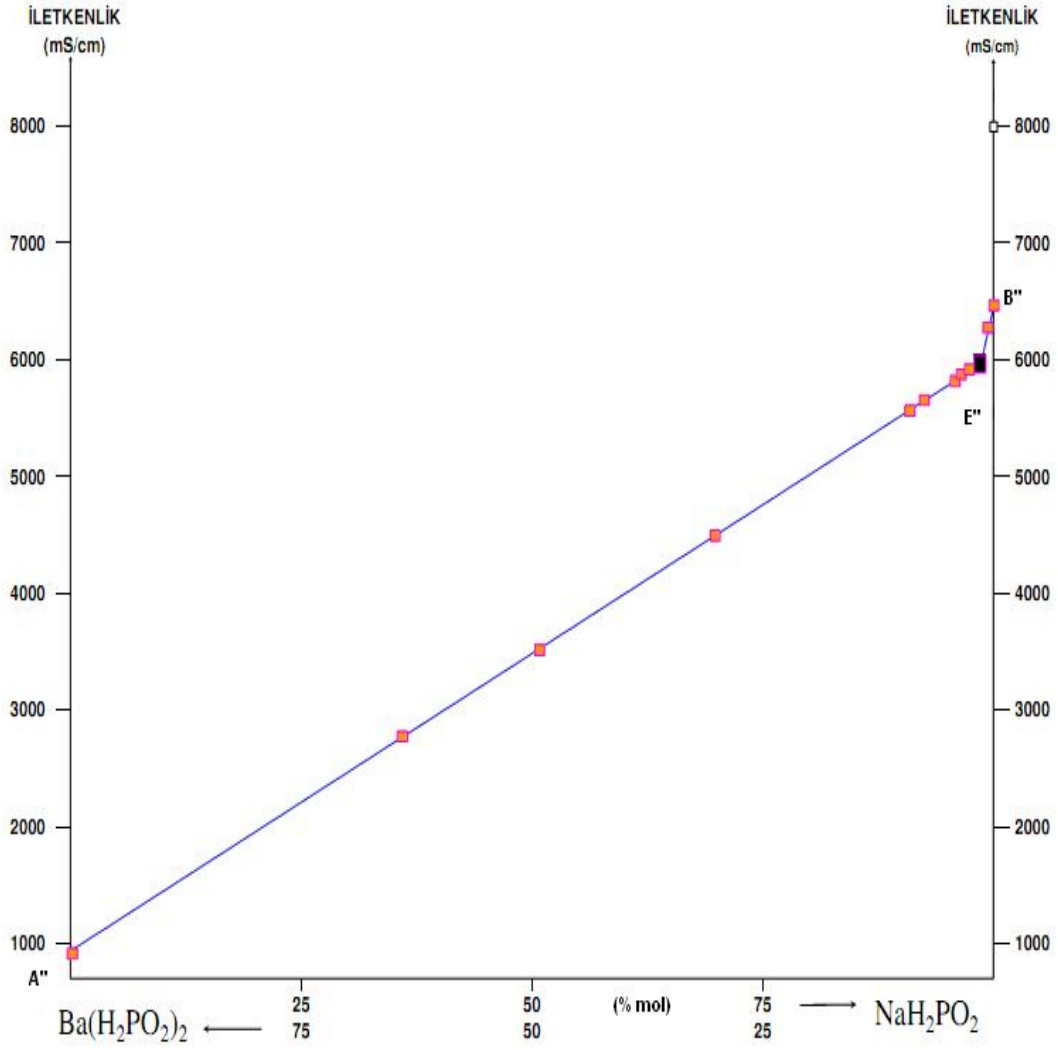
Çizelge 4.2’de verilmiş olan bilgilere dayanılarak NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin oda sıcaklığındaki sistemin yoğunluğunun ve iletkenliğinin Yeneke-Le Chatelier yöntemiyle diyagramları çizilmiştir (Şekil 4.2-4.3).

Çizelge 4.2. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü, yoğunluğu ve iletkenliğinin sistemin bileşimi ile değişimi.

No	Sıvı Faz (% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza Karşı H ₂ O Mol Sayısı	d (kg.m ⁻³)	İletkenlik (mS.cm ⁻¹)
	NaH ₂ PO ₂	Ba(H ₂ PO ₂) ₂	H ₂ O	NaH ₂ PO ₂	Ba(H ₂ PO ₂) ₂			
1	51.96	0.00	48.04	100.00	0.00	904	1394	6480
2	51.07	0.32	48.61	99.58	0.42	927	1390	6360
3	50.73	0.53	48.74	99.31	0.69	933	1385	5960
4	50.73	0.53	8.74	99.31	0.69	933	1385	5960
5	48.61	1.08	50.31	98.55	1.45	997	1384	5900
6	38.92	1.49	59.59	97.53	2.47	1460	1383	5880
7	33.49	1.60	64.91	96.94	3.06	1837	1381	5860
8	24.43	3.03	72.54	92.44	7.56	2684	1380	5850
9	21.97	3.25	74.78	91.11	8.89	3032	1378	5810
10	10.71	7.36	81.93	68.82	31.18	5148	1360	5220
11	6.87	10.17	82.96	50.61	49.39	5976	1341	4400
12	4.17	12.20	83.63	34.14	65.86	6696	1316	3600
13	0.00	16.23	83.77	0.00	100.00	7656	1255	935



Şekil 4. 2. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin yoğunluğunun Yeneke-Le Chatelier diyagramı.



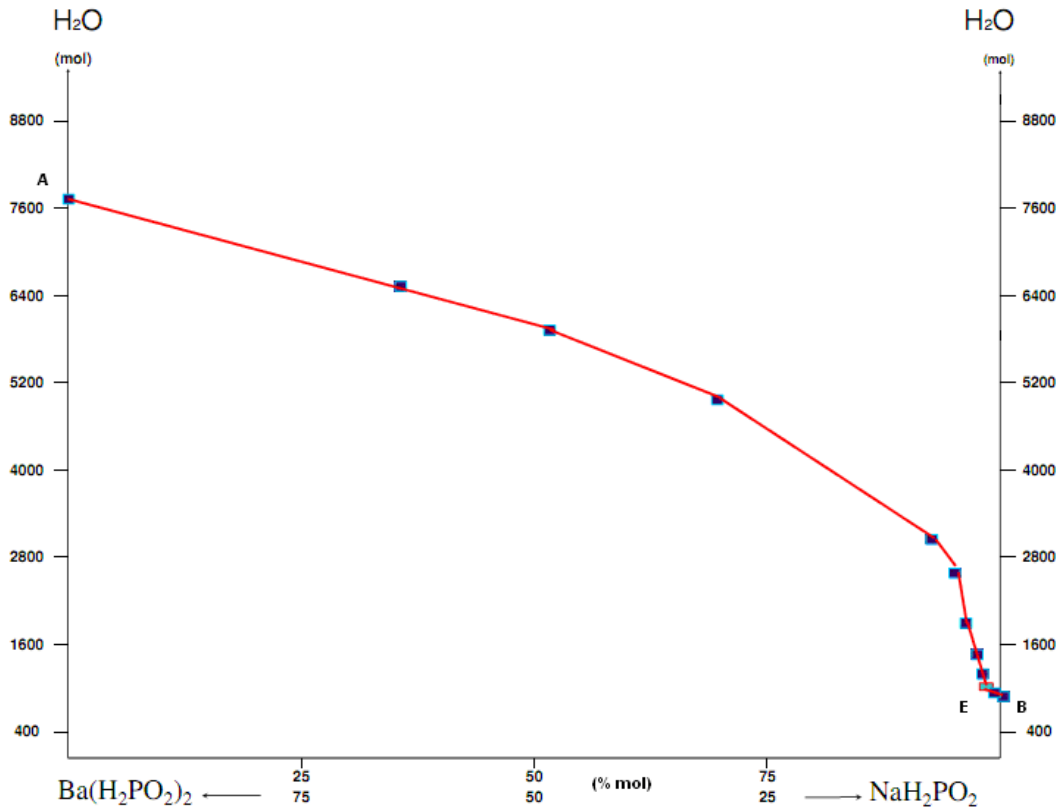
Şekil 4.3. NaH₂PO₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü sistemin iletkenliğinin Yeneke-Le Chatelier diyagramı.

NaH₂PO₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki sistemin bileşimi % kütle ifadesine dayanılarak yapılan matematiksel işlemler sonucu % mol tuz karışımı ve 1000 mol suya karşın tuzların mol sayıları olarak çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

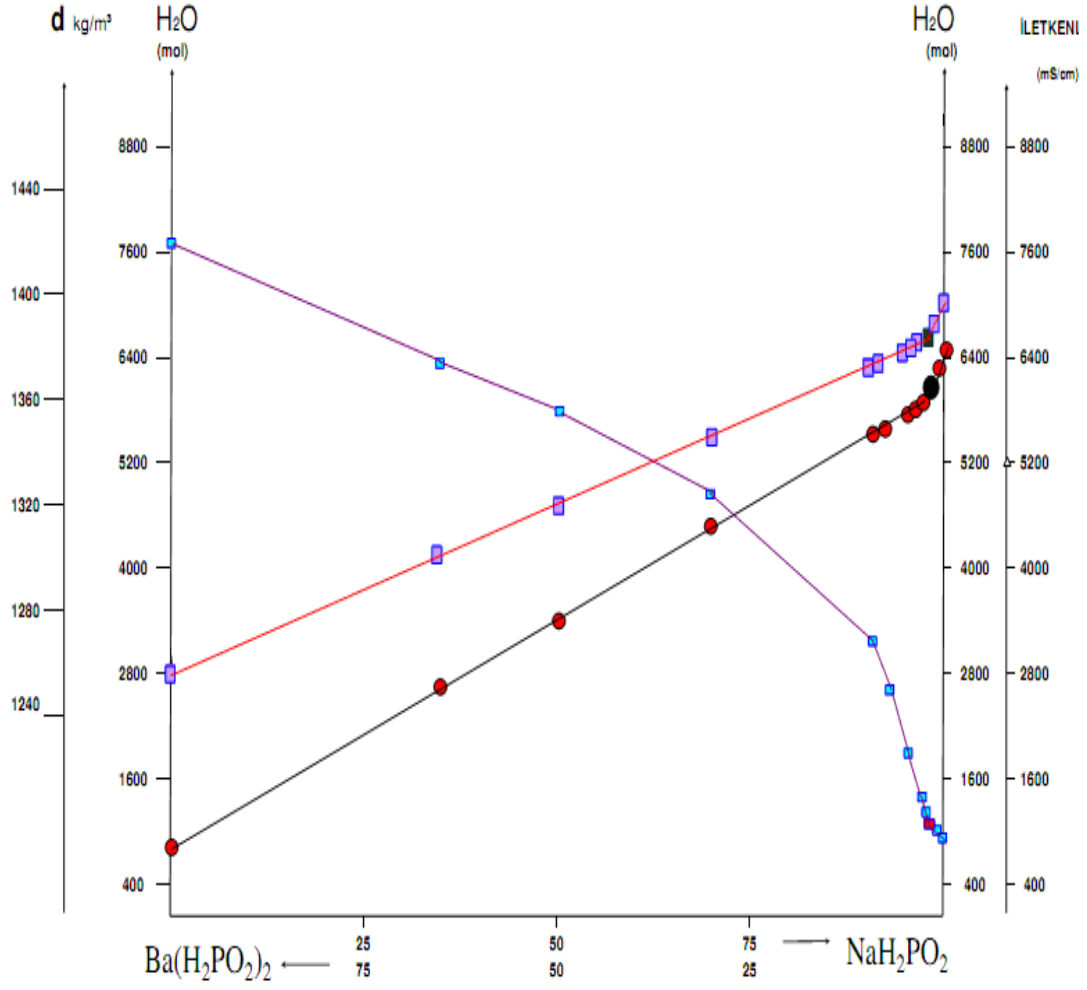
Çizelge 4. 3. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü su-tuz sisteminin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü.

No	Sıvı Faz (% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza Karşı H_2O Mol Sayısı
	NaH_2PO_2	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$	H_2O	NaH_2PO_2	$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$	
1	51.96	0.00	48.04	100.00	0.00	904
2	51.07	0.32	48.61	99.58	0.42	927
3	50.73	0.53	48.74	99.31	0.69	933
4	50.73	0.53	48.74	99.31	0.69	933
5	48.61	1.08	50.31	98.55	1.45	997
6	38.92	1.49	59.59	97.53	2.47	1460
7	33.49	1.60	64.91	96.94	3.06	1837
8	24.43	3.03	72.54	92.44	7.56	2684
9	21.97	3.25	74.78	91.11	8.89	3032
10	10.71	7.36	81.93	68.82	31.18	5148
11	6.87	10.17	82.96	50.61	49.39	5976
12	4.17	12.20	83.63	34.14	65.86	6696
13	0.00	16.23	83.77	0.00	100.00	7656

Çizelge 4.3'de verilmiş olan bilgilere dayanılarak $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin oda sıcaklığındaki çözünürlüğünün Yeneke-Le Chatelier yöntemiyle diyagramı çizilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ üçlü sistemin çözünürlüğünün Yeneke-Le Chatelier diyagramı.



Şekil 4.5. NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin çözünürlük, yoğunluk, ve iletkenliğinin (üçü bir arada) bileşim ile değişim diyagramı.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-/\text{H}_2\text{O}$ dörütlü karşılıklı su tuz sisteminin bünyesinde yer alan $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemde fizikokimyasal yöntemlerle çözünlük, yoğunluk, iletkenlik ve faz dengeleri araştırılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge(4.1-4.3) ve Şekil (4.1-4.4)'de gösterilmiştir.

Elde edilen deneysel sonuçlara göre (Çizelge 4.1-4.3 ve Şekil 4.1-4.4) $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sisteminin basit ötonik sistemler türüne ait olduğu saptanmıştır. Söz konusu sistemin bulundurduğu ötonik noktanın bileşimi (% kütle); % 50.73 $\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$, % 0.53 $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ ve % 48.74 H_2O olarak tespit edilmiştir. Bu ötonik noktada sistemin sıvı fazı ile $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristal hidratının dengede bulunduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de görüldüğu gibi, oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin NaH_2PO_2 - H_2O tarafından $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ köşesine doğru yönde yapıldığı sırada, NaH_2PO_2 tuzun karşılıklı çözünlüğü çözeltiliye ilave edilen $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzun etkisi altında % 51.96'dan (NaH_2PO_2 tuzunun saf sudaki çözünlüğü) azalarak % 50.73'e kadar (NaH_2PO_2 tuzunun ötonik noktadaki çözünlüğü) düştüğu tespit edilmiştir.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O tarafından NaH_2PO_2 köşesine doğru yönde yapıldığı sırada ise $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzun karşılıklı çözünlüğü çözeltiliye ilave edilen NaH_2PO_2 tuzun etkisi altında % 16.23'den [$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzun saf sudaki çözünlüğü] değişerek % 0.53'e kadar [$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzunun ötonik noktadaki çözünlüğü] azaldığı hesaplanmıştır.

NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin oda sıcaklığında çözünlüğünün Yeneke-Le Chatelier yöntemiyle diyagramını kurmak için sistemin bileşiminin % kütle ile ifadesine dayanılarak matematiksel işlemler sonucu söz konusu sistemin bileşimi 100 mol tuz karışımında NaH_2PO_2 ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzların mol sayıları olarak ve % mol tuz karışımına karşın çözeltideki suyun mol sayısı şeklinde ifade edilmiştir. Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin sıvı fazın yoğunluğunun araştırılması sırasında elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge 4.2'de ve yoğunluğun sistemde $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in bileşimi ile değişimi diyagramı Şekil 4.2'de

gösterilmiştir.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin NaH_2PO_2 - H_2O tarafından $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ köşesine doğru yönde yapıldığı sırada sıvı fazın yoğunluğu 1394 kg/m^3 'den (NaH_2PO_2 tuzunun doymuş çözeltisinin yoğunluğu) sisteme $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzunun ilave edilmesi sonucu değişerek 1385 kg/m^3 'e kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki yoğunluğu) azaldığı tespit edilmiştir.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O tarafından NaH_2PO_2 köşesine doğru yönde yapıldığı sırada sıvı fazın yoğunluğu 1255 kg/m^3 'den [$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzun doymuş çözeltisinin yoğunluğu] sisteme NaH_2PO_2 tuzunun ilave edilmesi sonucu değişerek 1385 kg/m^3 'e kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki yoğunluğu) arttığı saptanmıştır.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin sıvı fazın yoğunluğunun ötonik noktadaki değerinin NaH_2PO_2 tuzunun saf sudaki doymuş çözeltisinin yoğunluğundan daha düşük olması sistemin ötonik noktadaki bulundurduğu çözünmüş olan toplam tuz miktarının [NaH_2PO_2 + $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$] daha az olmasına bağlıdır.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin sıvı fazın iletkenliğinin araştırılması sırasında elde edilen deneysel sonuçlar Çizelge 4.2'de ve iletkenliğin sistemde $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in bileşimi ile değişimi diyagramı Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin NaH_2PO_2 - H_2O tarafından $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ köşesine doğru yönde yapıldığı sırada sıvı fazın iletkenliğinin 6480 mS/cm değerinden (NaH_2PO_2 tuzunun doymuş çözeltisinin iletkenliği) sisteme $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzunun ilave edilmesi sonucu değişerek 5960 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki iletkenliği) düştüğü saptanmıştır.

Oda sıcaklığında NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemin araştırılması üçgenin $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O tarafından NaH_2PO_2 köşesine doğru yönde yapıldığı sırada sıvı fazın iletkenliğinin 935 mS/cm değerinden [$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzun doymuş çözeltisinin iletkenliği] sisteme NaH_2PO_2 tuzun ilave edilmesi sonucu değişerek 5960 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki iletkenliği) yükseldiği bulunmuştur.

Bu değerlendirmeler sonucu; NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O , üçlü sistemin araştırılmasında kullanılan fizikokimyasal yöntemlerin, sıvı ve katı fazların

bileşimlerinin analizinde uygulanan analitik yöntemlerin ve diğer deneysel çalışmaların doğru ve mümkün olduğu kadarıyla hatasız bir şekilde gerçekleştirildiğinin ve elde edilen sonuçların yüksek derecede sağlam ve güvenilir olduklarının bariz bir göstergesi olarak kabul edilmesi düşünülebilir.

Erge (2009), yaptığı çalışmada Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördümlü karşılıklı su tuz sisteminin bünyesinde yer alan; NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O üçlü sistemi üzerinde 0°C sıcaklıkta çalışmış olup kendi çalışmamla (oda sıcaklığında) karşılaştırıldığında çözünürlük bazında baktığımızda NaH_2PO_2 ' in saf sudaki çözünürlüğünün 47.80 'den 51.96 'ya yükseldiğini $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in saf sudaki çözünürlüğünün 15.03 'den 16.23 'e yükseldiği saptanmıştır. Bunlara ek olarak ötonik noktada çözünürlüklerin, sırasıyla NaH_2PO_2 ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in 45.57 , 0.55 'den 50.73 , 0.53 'e değiştiği saptanmıştır. Yoğunluğa baktığımızda NaH_2PO_2 ' in saf sudaki yoğunluğunun 1384 kg/m^3 'ten 1394 kg/m^3 'e yükseldiğini aynı şekilde $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in saf sudaki yoğunluğunun da 1143 kg/m^3 'ten 1255 kg/m^3 'e yükseldiği saptanmıştır. Bunlara ek olarak ötonik noktada yoğunluğun 1282 kg/m^3 'ten 1385 kg/m^3 'e arttığı tespit edilmiştir. İletkenliğe baktığımızda NaH_2PO_2 ' in saf sudaki iletkenliği 6400 mS/cm 'den 6480 mS/cm 'e yükseldiğini, $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ 'in saf sudaki iletkenliğinin 5890 mS/cm 'den 935 mS/cm 'ye düştüğü saptanmıştır. Bunlara ek olarak ötonik noktada iletkenliğin 7800 mS/cm 'den 5960 mS/cm 'e düştüğü tespit edilmiştir.

Ayrıca oda sıcaklığında Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ dördümlü karşılıklı su tuz sisteminin bünyesinde yer alan; NaH_2PO_2 - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O , üçlü sistemin fizikokimyasal yöntemlerle çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması sırasında elde edilen deneysel sonuçların ve onların esasında kurulan ve çizilen diyagramların, 'HALLURJİ'de (tuz endüstrisinde) uygulanabilecek NaH_2PO_2 ve $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzlarının doğal tuz karışımlarından ve sanayi atıklarında bulunan tuz karışımlarından ayrılması yöntemlerinin fizikokimyasal esaslarının işlenip hazırlanmasında uygulanabileceği ve kullanılması beklenebilir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, V., 2010. *Sodyum ve Çinkonun Klorürleri ve Hipofosfitlerini İçeren Dörtlü Karşılıklı Su-Tuz Sistemini İzotermik Yöntemle Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi*(doktora tezi, basılmamış). Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Adıgüzel, V., Erge, H., Kul, A.R., 2009. ZnCl₂-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü sisteminin 0°C’ de çözünürlüğünün ve faz dengelerinin araştırılması. **23. Ulusal Kimya Kongresi**. 16-20 Haziran 2009, Sivas.
- Adıgüzel, V., Üstebay, N., Alişoğlu, V., 2007. ZnCl₂-NaCl-H₂O üçlü sisteminin 0°C’ de çözünürlüğünün ve faz dengelerinin araştırılması. **21. Ulusal Kimya Kongresi**. 23-27 Ağustos 2007, Malatya.
- Adıgüzel, V., Üstebay, N., Alişoğlu, V., 2007. NaCl-CuCl₂-H₂O üçlü sisteminin 0°C’ de çözünürlüğünün ve faz dengelerinin araştırılması. **21. Ulusal Kimya Kongresi**. 23-27 Ağustos 2007, Malatya.
- Alacabey, İ., Erge, H., Kul, A.R., Adıgüzel, A., Özdek, U., 2010. NaH₂PO₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O, üçlü sistemin 0°C sıcaklıkta çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması. **24. Ulusal Kimya Kongresi**. 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak.
- Alacabey, İ., Erge, H., Kul, A.R., Turan, H., Adıgüzel, V., Özdek, U., 2010. BaCl₂-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O üçlü sistemin oda sıcaklığındaki çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması. **24. Ulusal Kimya Kongresi**. 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak.
- Aliev, V.A., Velieva, S.M., 1985. Sodium Chloride Manganese-Hypophosphate-Water System at 20-Degrees-c. **Zr. Neorg. Khim.**, 30, N^o3, pp. 798-800.
- Alishogly, V.A., Ilyasly, T.M., 2003. Phase Equilibria in the K₂(NO₃)₂-Mn(NO₃)₂-Mn(H₂PO₂)₂-H₂O Qaternary System at 25 Degrees C. **Russian Journal of Inorganic Chemistry** 48(11) : 1751-1753.
- Alişoğlu, V., 1973. *Potasyum ve Manganın Bromür ve Sülfatlarını İhtiva Eden Karşılıklı Su-Tuz Sisteminin Fizikokimyasal Araştırılması* (doktora tezi). Bakü.
- Alişoğlu, V., 2002. Physicochemical Analysis of the System Na⁺,Mn⁺²/Cl⁻,(H₂PO₂)⁻//H₂O. **C. R. Chimie** 5. pp. 547-549.

- Alişoğlu, V., 2004. Etude de la Solubilité et des Phases en Equilibre Dans le Systeme Na^+ , $\text{Mn}^{2+}/\text{Cl}^-, (\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$. *J. Soc. Alger. Chim* 14 (1):167-170.
- Alişoğlu, V., 2005. Etude de la Solubilité des Phases en Equilibre Dans le Systeme Na^+ , $\text{Mn}^{2+}/\text{Br}^-(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$. *C.R Chimie* 8 : 1684-1687.
- Alişoğlu, V., 1998. Solubility and Phase in Equilibrium in the $\text{K}_2\text{Br}_2/\text{MnBr}_2/\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2/\text{H}_2\text{O}$ System. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.1, Serie IIC, pp.781-785.
- Alişoğlu, V., Necefoğlu, H., 1997. Solubility in the $\text{Na}_2(\text{NO}_3)_2/\text{Na}_2(\text{H}_2\text{PO}_2)_2/\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2/\text{H}_2\text{O}$ System. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.324, Serie IB, pp. 139-142.
- Aliyev, V.A., Dolinina, R.M., Gadjiev, S., 1990. The Solubility in NaH_2PO_2 - $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_2$ - $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O and $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O Systems. *C. R. Acad. Sci., Paris*, Ser. II 310, pp. 1191-1194.
- Aliyev, V.A., Dolinina, R.M., Lepechkov I.N., 1989. Potassium Nitrate- Manganese Hypophosphite- Water System at 20-Degrees-c. *Zr. Neorg. Khim.*, 34, N^o5, pp. 1324-1326.
- Aliyev, V.A., Dolinina, R.M., Lepechkov, I.N., 1991. Solubility and Physical-Chemical Properties of Saturated Solutions in NaBr - $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - H_2O System at 25- Degrees-c. *Zr. Neorg. Khim.*, 36, N^o8, pp. 2112-2114.
- Anosov, V.Y., Ozerova, M.I., Fialkov, V.Y., 1987. Osnovy Fizikokhimicheskogo Analiza. *İzd. Nauka M.* pp. 175-193.
- Banwart, G. J., 1976. Basic Food Microbiolog . *AVI Publishing Co., Inc.*, Westport, CT.
- Beglov, B.M., Tukhtayev, S., Yugay, M.R., 1980. *Zr. Neorg. Khim.*, t.25, N^o8, pp.2283-2287
- Bergman, A.G., Vlasov, N.A., 1942. *Dok. AN SSCB, M.*, pp. 26-31.
- Calvert, F. E., Atkinson, W.T., 1970. Process for The Preparation of Hydratable Protein Foods. *U.S. Patents* 3, 498.794. Mar. 3.
- Drovosekov, A.B., Ivanov, M.V., Lubnin, E.N., 2004. Deposition of Iron by the Method of Chemical-Catalytic Reduction Using Sodium Hypophosphite. *Protection of Metals* 40 (1):89-91.

- Erge, H., 2009. *Sodyum ve Baryumun Klorürleri ve Hipofosfitlerini İçeren Dörtlü Karşılıklı Su-Tuz Sisteminin İzotermik Yöntemle Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi*(doktora tezi, basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Erge, H., Adıgüzel, V., Kul, A.R., Alişoğlu, V., 2008. Na₂Cl₂/BaCl₂/ Ba(H₂PO₂)₂/ H₂O Sisteminin Fizikokimyasal Analizi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1: 33-36.
- Erge, H., Adıgüzel, V., Kul, A.R., 2008. BaCl₂- Ba(H₂PO₂)₂- H₂O Üçlü Sistemin 0°C Sıcaklıkta Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği ve Faz Dengelerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13: 24-30.
- Guo, A. ve ark., 2010. Electrolytic Production of Hypophosphorous Acid With Six-Compartment Electrolytic Cell and Ti-PbO₂ Anode. *Advanced Materials Research*, 96: 67.
- Gülensoy, H., 2003. *Kompleksometrinin Esasları ve Kompleksometrik Titrasyonlar Kitabı*. Sayfa 126-131. Çantay Kitapevi. İstanbul.
- Gündüz, T., 1993. *Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı*. Bilge Yayıncılık. sayfa 173-174. Ankara.
- Gündüz, T., 1997. *Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı*, 7, pp. 145-175.
- Kuratieva, N.V., Naumova, M.I., Naumov, D.Y., 2004. Synthesis and Crystal of Two Modifications of Hexaaquamagnesium(II) Hypophosphite. *Journal of Structural Chemistry* 45(2):281-286.
- Leifer, A. M., 1983. Sodium Hypophosphite Inhibition of Clostridium Botulinum in Pasteurized Comminuted Pork. MS. *Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University*. Blacksburg.
- Meydan, İ., 2010. *NaCl-BaCl₂-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminin Oda Sıcaklığında İzotermik Yöntemle Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması*(yüksek lisans tezi, basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Martyak, N.M., 2003. Bath Loading Effects with Nickel Hypophosphite Elektroless Nickel Processes. *Plating and Surface Finishing* 90 (11): 46-51.
- Naumov, D.Y., Naumova, M.I., Podberezkaya, N.V., 2004. Lithium and Beryllium

- Hypophosphites. *Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure Communications* 60:173-175.
- Naumova, M.I., Kuratieva, N.V., Naumov, D.Y., 2004. Synthesis and Crystal Structures of Anhydrous Lithium and Ammonium Hypophosphites. *Journal of Structural Chemistry* 45(3):465-470.
- Naumova, M.I., Kuratieva, N.V., Naumov, D.Y., 2004. Synthesis, Growth Conditions and Crystal Structures of Alkali Metal Hypophosphites MH_2PO_2 . *Crystallography Reports* 49 (2):282-287.
- Naumova, M.I., Kuratieva, N.V., Naumov., 2004. Crystal Structures of Anhydrous Potassium, Rubidium and Cesium Hypophosphites. *Journal of Structural Chemistry* 45(1):107-113.
- Naumova, M.I., Kuratieva, N.V., Podberezskaya, N.V., 2004. The Alkali Hypophosphites KH_2PO_2 , RbH_2PO_2 and CsH_2PO_2 . *Acta Crystallographica Section C-Crystal Structure Communications* 60:153-155.
- Obraztsova, I.I., Simenyuk, G.Y., Eremenko, N.K., 2004. Electrically Conducting Formulations Based on Ultradispersed Powders of Copper, Obtained by Reduction of Its Salts with the Hypophosphite Ion. *Russian Journal of Applied Chemistry* 77 (3):380-384.
- Özdek, U., 2009. *NaCl-Ba(H₂PO₂)₂-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminin Oda Sıcaklığında İzotermik Yöntemle Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özdek, U., Kul, A.R., Erge, H., Meydan, İ., Adıgüzel, V., Turan, H., 2010. Na_2Cl_2 - $Ba(H_2PO_2)_2$ - H_2O üçlü su-tuz sisteminin 50 °C sıcaklıkta izotermik yöntemle çözünürlüğünün ve faz dengelerinin araştırılması. **24. Ulusal Kimya kongresi**. 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak.
- Özdek, U., Kul, A.R., Erge, H., Adıgüzel, V., Alacabey, İ., 2010. $NaCl$ - NaH_2PO_2 - H_2O üçlü sistemin 0 °C sıcaklıkta çözünürlüğü, yoğunluğu, iletkenliği ve faz dengelerinin araştırılması. **24. Ulusal Kimya Kongresi**. 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak
- Özbey, Ç., Erge, H., Adıgüzel, V., Kul, A.R., 2008. $CuSO_4$ - $CuBr_2$ - H_2O üçlü sistemin 0°C sıcaklıkta Çözünürlük, Yoğunluk, İletkenlik, Viskozite, Tuzluluk ve Faz Dengelerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13: 85-93.

- Pierson, M. D., K., Rice, M., Jadlocki, J., 1981. Sodium Hypophosphite Inhibition of Clostridium Botulinum in Bacon. *Proceedings of the 27th European Meat Research Workers Congress*. pp.651-654. Vol. 2, August 24-28, Vienna, Austria.
- Pierson, M. D., Todd, J.M., Rice, K.M., Johnson, G.L., 1983. Antimicrobials for the Inhibition of Clostridium Botulinum in Smoked Chub and Sable. Paper no.89, presented at 43rd *Annual meeting of Ints. of Food Technologists*, New Orleans, LA, June 19-22.
- Rhodehamel, E. J., Pierson, M.D., 1990. Sodium Hypophosphite Inhibition of the Growth of Selected Gram Negative Foodborne Pathogenic and Spoilage Bacteria. *J. Food Prot.* 53:56-63.
- Rozeboum, B., 1887. *Roc. Trav. Chem.* Payz-Bas, pp. 342-344.
- Singh, R., 2003. The Application of An Electrochemical Tecnique to Determine the Porosity of Electroless nickel Coating Produced in Hypophosphite Baths. *Anti-Corrosion Methods and Materials* 50 (2) :121-128.
- Sjostrom, G., 1949. Some Chemical and Bacteriological Problems Topical for Dairy Science. *Svenska Mejeritidan* (41):605-607.
- Szirmai, G. ve ark., 2010. An Experimental Study on The Effect of Aqueous Hypophosphite Pre-Treatment Used on An Aliminium Alloy Substrate Before Electroless Nickel Plating. *Materials Science Forum*, 659:103
- Van Dolah, R.W., and Christenson, G.I., 1974. Chemical Inactivation of Streptomycin. *Arch. Biochem* (12):7-12.
- Van't Hoff., 1936. Okyanusta Meydana Gelen Tuz Çökelekleri. *İzd. İnost. Lit. M.*, pp. 17-23.
- Wu, X. ve ark., 2009. Flame Reterdant Finishing of Cotton Fleece Fabric: Part IV- Bifunctional Carboxylic Acids. *Journal of Fire Sciences*, 27:431.
- Yatsenko, O.B., Chudotvortsev, I.G., 2002. Ice Melting and Crystallization in Binary Water-Salt Systems. *Inorganic Materials* 38 (9) : 907-913.
- Zeng, Y., Mo, M., Yi, J.L., 2004. The Deactivation of Nikel Hydroxide to Hypophosphite Elektrooxidation on a Nickel Electrode. *Chinese Chemical Letters* 15(12):1483-1486.
- Zeng, Y., Yi, J.L., Wang, H.X., 2005. Theoretical Study of H₂PO₂ Adsorption on Ni and

- Cu Surfaces. *Journal of Molecular Structure-Theochem*, 724(1-3):81-86.
- Zhu, H.T., Zhang, C.Y., Yin, Y.S., 2004. Rapid Synthesis of Cupper Nanoparticles by Sodium Hypophosphite Reduction in Ethylene Glycol under Microwave Irradiation. *Journal of Crystal Growth* 270(3-4):722-728.
- Zulfugarlı, C.I., Aliyev, V.A., 1983. System of Manganese Hypophosphite, Manganese Chloride- Water at 25-Degrees-c and Manganese Hypophosphate, Sodium Hypophoshate Water at 40-Degrees-c. *Zr. Neorg. Khim.*, 30,N^o11, pp.2981-2982.

ÖZGEÇMİŞ

27.05.1986 yılında Van'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Van Merkez'de tamamladı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümüne yerleşti ve 2008 yılında mezun oldu.