

---

*Araştırma Makalesi / Research Article*

---

## **NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O Su-Tuz Sistemindeki İletkenliğin 273,15 ve 298,15 K’de İncelenmesi**

Hasan ERGE\*

*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, 65080, Van  
(ORCID: 0000-0002-7696-3300)*

---

### **Öz**

Bu çalışmada A<sup>+</sup>, B<sup>++</sup>/(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>, X<sup>-</sup>//H<sub>2</sub>O [A<sup>+</sup>: K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> v.b, B<sup>++</sup>: Ba<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup> v.b, X<sup>-</sup>: Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> v.b] dördlü su- tuz sistemi bünyesinde yer içeren NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O üçlü su-tuz sisteminin; 273,15 ve 298,15 K’de; Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> ve NaBr tuzlarının sulu çözeltide iletkenliklerini nasıl etkiledikleri deneysel olarak incelendi. Ötonik noktada her iki tuzun iletkenliği 273,15 K’de 7440 ve 298,15 K’de 7540 mS/cm olarak bulundu.

**Anahtar kelimeler:** İletkenlik, su-tuz sistemi, ötonik nokta.

---

## **Investigation of the Conductivity in the NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O Ternary Water-Salt System at 273,15 and 298,15 K**

---

### **Abstract**

In this study, Na<sup>+</sup>, Ba<sup>++</sup>/(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>//H<sub>2</sub>O [A<sup>+</sup>: K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> etc., B<sup>++</sup>: Ba<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup> etc., X<sup>-</sup>: Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> etc.] are included in the quaternary water-salt system field of NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O ternary water-salt system at 273,15 and 298,15 K; Ba (H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> and NaBr salts in aqueous solution how they effect their conductivity were investigated experimentally. At the eutonic point, the conductivity of both salts were found to be at 273,13 K 7440 mS/cm and 298,15 K 7540 mS/cm.

**Keywords:** Conductivity, water-salt system, eutonic point

---

### **1. Giriş**

Elektriksel iletkenlik; çözelti içindeki tuzların elektrik yüklerinin bir yerden bir başka noktaya taşınması olarak tarif edilebilir. Elektrığın taşınmasını serbest elektronlar veya çözelti içerisindeki yüklü tanecikler yani iyonlar sağlar.

İyonlar tarafından taşınan elektrik akımına elektrolit iletkenlik denir. Elektrolit iletkenlik sulu tuz çözeltisinin iyonlarına ayrışarak maddenin elektrik iletmesini gerçekleştirir. Çözeltilerde elektriksel iletkenlik, çözelti içerisinde bulunan iyon sayısı ile doğru orantılı olarak değişir. Çözeltide iyonlaşma ne kadar fazla olursa iletkenlikte o oranda artmış olur.

Hipofosforöz asitin tuzları olarak bilinen hipofosfitler; sıcak kuvvetli baz çözeltilerinin fosfor ile karıştırılması sonucu elde edilebilmektedir. Bu tuzlar sayesinde kurulan ve çizilen “Bileşim-Özellik” grafikleriyle değerli kimyasal tuzların geri kazanımı, elde edilmesi ve karışımlarının analizi ve de birbirlerinden ayrılma parametreleri gösterilebilmektedir [1-3].

Erge ve ark. [4] yaptıkları deneysel araştırmada; Na<sup>+</sup>, Ba<sup>++</sup>/Cl<sup>-</sup>, (H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>//H<sub>2</sub>O karşılıklı dördlü su-tuz sistemi nin içerisinde barınan BaCl<sub>2</sub>-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin +50 °C sıcaklıkta yoğunluğunu, çözünürlüğünü, faz dengelerini ve iletkenliklerini araştırmışlardır. Sistemin bileşiminde bir ötonik nokta tespit etmişlerdir. Bu ötonik noktadaki bileşimler (yüzde kütle cinsinden): Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-8.79, BaCl<sub>2</sub>-

---

\*Sorumlu yazar: [ergehasan@hotmail.com](mailto:ergehasan@hotmail.com)

Geliş Tarihi: 05.11.2019, Kabul Tarihi: 27.11.2019

28.91 ve  $H_2O$ – 62.30'dur. Analiz edilen bu ötoktik noktada sıvı faz ile aynı anda bulunan katı fazın bileşimi ise  $Ba(H_2PO_2)_2.H_2O$  ve  $BaCl_2.2H_2O$  'dur.

Erge ve ark. [5]  $Na^+, Ba^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^-//H_2O$  dördümlü karşılıklı su-tuz sisteminin yapısında bulunan  $BaCl_2$ - $Ba(H_2PO_2)_2$ - $H_2O$  üçlü sistem için 0 °C ve 25 °C'de çözünürlüğü ve faz dengelerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmalar sonucu  $BaCl_2$ - $Ba(H_2PO_2)_2$ - $H_2O$  üçlü sisteminin 0 °C'deki bileşimi (yüzde kütle olarak);  $BaCl_2$ -%22.53,  $Ba(H_2PO_2)_2$ -%7.85 ve  $H_2O$ -%69.62 olan ötonik (invariant) nokta saptamışlardır. Yine aynı sistem için 25 °C'deki bileşimi ise (yüzde kütle olarak);  $BaCl_2$ -%21.81,  $Ba(H_2PO_2)_2$ -%11.55 ve  $H_2O$ -%66.44 olarak saptamışlardır. Her iki ötonik noktada sıvı faz ile  $Ba(H_2PO_2)_2$ ,  $H_2O$  ve  $BaCl_2$ ,  $H_2O$  katı fazlarının dengede bulduklarını tespit etmişlerdir.

Demirci ve ark. [6] katı-sıvı faz dengeleri yardımıyla ayrılmak istenilen kimyasal, hiçbir reaksiyon ve katkı olmadan sadece çözünürlüğün bileşimle değişimiyle kolayca elde edilebileceğini belirtmişlerdir.  $NaCl$ - $NaH_2PO_2$ - $Zn(H_2PO_2)_2$ - $H_2O$  dördümlü su-tuz sisteminin katı-sıvı faz dengelerini 333.15K'de izotermal çözünürlük metoduna göre yapmışlardır. Bu tuzların doymuş çözeltideki çözünürlük verilerini tespit etmişlerdir. Bu dördümlü sistemin  $NaCl$ ,  $NaH_2PO_2.H_2O$  ve  $Zn(H_2PO_2)_2.H_2O$ 'den oluşan üç kristallenme alanlı, tek ötonik noktalı basit ötonik tipli olarak tespit etmişlerdir. Çalışılan bu dördümlü sistemin ötonik noktasının bileşimi ise %6.79  $Zn(H_2PO_2)_2$ , % 43.13  $NaH_2PO_2$ , %6.71  $NaCl$  ve %43.37  $H_2O$  olarak belirtmişlerdir. Ayrıca ötonik noktanın 100 mol tuz bileşimi 5.44 mol  $Zn(H_2PO_2)_2$ , 76.62 mol  $NaH_2PO_2$  ve 17.94 mol  $NaCl$  olarak hesaplanmışlardır.  $Zn(H_2PO_2)_2$ 'in kristallenme alanının en geniş olduğunu, aynı zamanda çözünürlüğü en düşük olan tuz olduğunu ve kristalizasyonla kolayca ayrılabilirliğini göstermişlerdir.

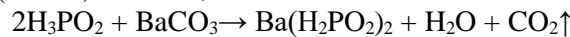
Adıgüzel ve ark. [7] geri dönüşüm ve sanayide en önemli konunun ürün elde edilirken; pratik yolla, uygun ve ekonomik olması gerektiğini belirtmişlerdir. Fizikokimyasal analiz yöntemiyle sıvı-katı faz dengelerinin araştırılması sayesinde hiçbir kimyasal katkı maddesi ilave edilmeden istenilen kimyasalın salt çözünürlük farkından yararlanmak suretiyle çözeltiden ayrılması konusunda yöntem geliştirebileceklerini söylemişlerdir. Yaptıkları deneysel çalışmada;  $NaCl$  ve  $NaH_2PO_2$  tuzlarını ihtiva eden sulu çözeltinin 298,15 K'deki çeşitli fizikokimyasal özelliklerinin (iletkenlik, vizkozite, tuzluluk ve faz dengeleri gibi) nasıl değiştiğini incelemişlerdir. Denge halinde ötoktik nokta bileşenlerini üçlü su- tuz sisteminde ( yüzde kütle olarak) %46.43  $NaH_2PO_2$ , %1.83  $NaCl$  ve %51.74  $H_2O$  olarak bulmuşlardır. Ayrıca ötoktik noktadaki vizkoziteyi 14,12 cP, yoğunluğu  $1373 \text{ kg m}^{-3}$ , tuzluluğu  $360 \text{ g kg}^{-1}$  ve  $664 \mu\text{S cm}^{-1}$  olarak ölçmüşlerdir. Aynı sistemde katı fazın bileşimini ise  $NaH_2PO_2.H_2O$  ve  $NaCl$  tuzları olarak tespit etmişlerdir.

Demirci ve ark. [8]  $NaCl+NaH_2PO_2+H_2O$  üçlü sisteminin 333,15 K'de katı-sıvı denge verilerini ve fizikokimyasal özelliklerini izotermal yöntem kullanılarak araştırmışlardır. Katı faz bileşimlerini ise Schreinemaker yöntemi ile tayin etmişlerdir.  $NaCl+NaH_2PO_2+H_2O$  üçlü sisteminin basit ötonik yapıya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Faz eğrisinde, bir ötonik nokta, iki invariant eğrisi ve iki kristallenme bölgesi görmüşlerdir. Kristallenme bölgelerinde  $NaCl$  ve  $NaH_2PO_2.H_2O$  yapılarını tespit etmişlerdir.  $NaCl+NaH_2PO_2+H_2O$  üçlü sisteminde  $NaH_2PO_2$ 'in  $NaCl$  üzerine salting-out (çözeltiden tuz uzaklaştırma) etkisini gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada;  $Na^+, Ba^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^-//H_2O$  karşılıklı dördümlü su-tuz sistemi yapısında var olan  $BaCl_2$ - $Ba(H_2PO_2)_2$ - $H_2O$  su-tuz üçlü deneysel sistemin 273,15 K ve 298,15 K gibi iki farklı sıcaklıkta  $Ba(H_2PO_2)_2$  ve  $NaBr$  tuzlarının iletkenlik açısından birbirlerini nasıl etkiledikleri araştırılmıştır.

## 2. Materyal and Method

$NaBr$ - $Ba(H_2PO_2)_2$ - $H_2O$  sisteminin 273,15 ve 298,15 K'de oluşturulması için Merck'in  $NaBr$  tuzu (%99 saflıkta) kullanılmıştır.  $Ba(H_2PO_2)_2$  tuzu ise;



reaksiyonu ile laboratuarda saf olarak elde edilmiştir. Elde edilen tuz iki kez kristallendirme işlemine tabi tutulduktan sonra deneysel kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Sistemdeki iletkenlikleri ölçebilmek için elektro termostata yerleştirilmiş özel bir cam kap kullanılarak aynı sıcaklıktaki veriler elde edilmiştir. "Cond 3151/SET" kondüktometre aleti kullanılarak iletkenlik tayinleri tespit edildi. İletkenlik ölçen cihazlar başlıca üç kısımdan oluşurlar; direnç, elektrik kaynağı ve analiz edilecek çözeltinin konulduğu iletkenlik hücresi. Analizi yapılacak çözeltiden 1 mililitre alındı ve saf su ile 100 mililitreye seyreltildi. İçerisine iletkenlik ölçen alet yerleştirilerek

ölçümler yapıldı. İletkenlik birimi mS/cm olarak belirtildi ve çözelti 100 mililitreye seyreltildiğinden dolayı bulunan değerler 100 ile çarpılarak sonuçlar verildi [9,10].

### 3. Bulgular ve Tartışma

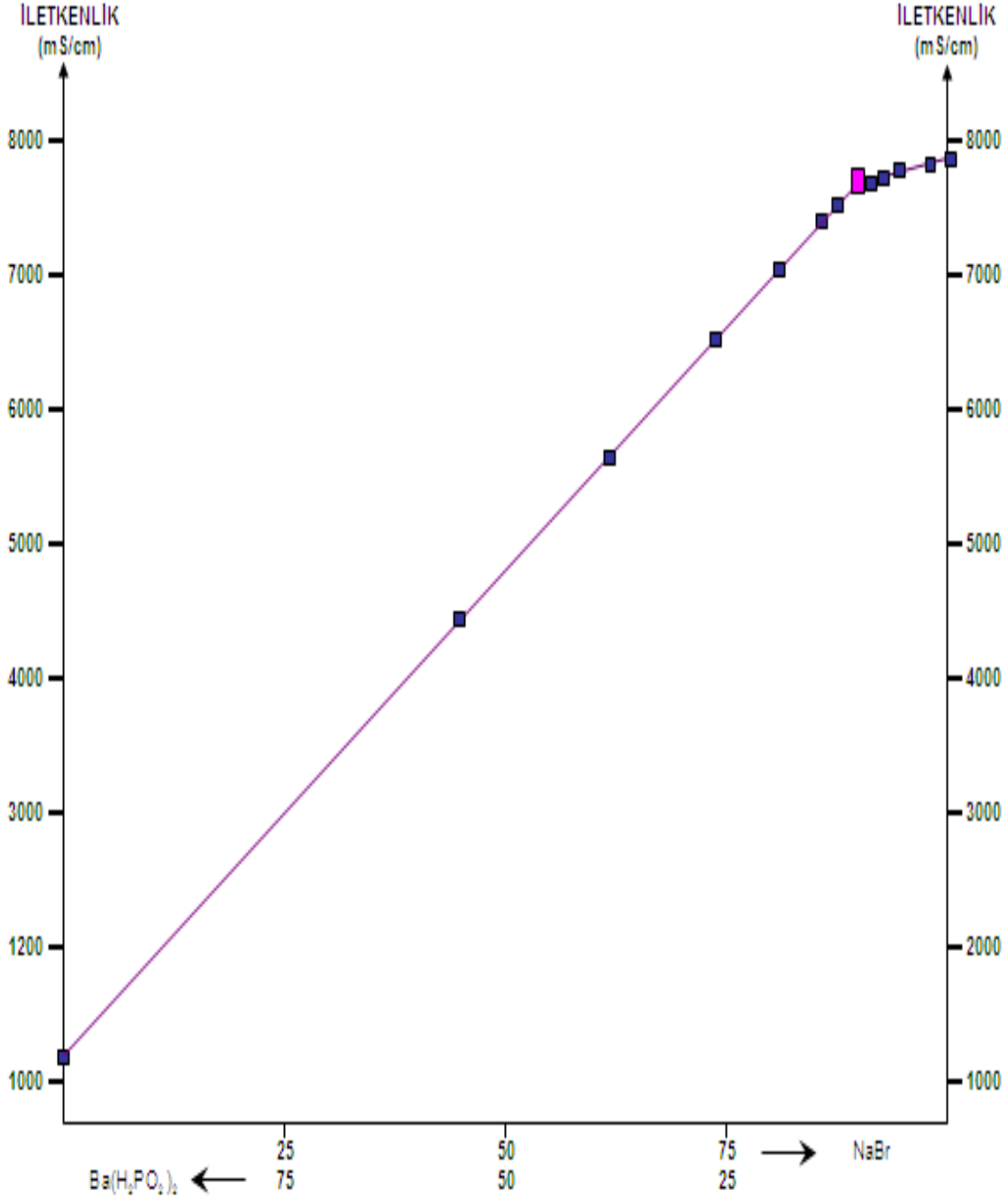
Her iki sıcaklık için; ilk olarak saf suda NaBr tuzunun iletkenliği ölçüldü. Daha sonra aynı tuzlu su çözeltisi üzerine ikişer gram halinde Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzu ilave edilmeye başlandı. Devam eden ölçümler sonucunda tuz ilave edilse bile iletkenliğin hiç değişmediği noktaya ulaşıldı. Bu nokta her iki tuzunda doygun olduğu ötonik noktayı göstermektedir. Tersinde ise bu kez Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzunun saf sudaki iletkenliği ölçüldü ve üzerine dörder gram NaBr tuzu eklendi. İletkenliğin her ne kadar tuz eklenirse eklensin değişmediği noktaya gelindi ve ötonik noktaya gelindiği deneysel olarak ölçülmüş oldu. 273,15 K’de ve 298,15 K’de ayrı ayrı 14 (toplam 28) deneysel nota tespit edildi. Her iki tuzunda ötonik nokta değerleri koyu renklerle gösterilmiştir (Tablo1,Tablo 2, Şekil 1, Şekil 2).

**Tablo 1.** NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin 273,15 K’de iletkenliğinin sistemin bileşimi ile değişimi

No	Sıvı Faz (% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza Karşı H <sub>2</sub> O Mol Sayısı	İletkenlik (mS.cm <sup>-1</sup> )
	NaBr	Ba(H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NaBr	Ba(H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
1	43.39	0.00	56.61	100.00	0.00	1493	7860
2	42.15	2.15	55.70	96.21	3.79	1455	7705
3	41.80	4.25	53.95	92.72	7.28	1325	7612
4	41.50	5.85	52.65	90.19	9.81	1306	7536
5	41.18	6.50	52.32	89.14	10.86	1302	7483
<b>6</b>	<b>40.95</b>	<b>6.70</b>	<b>52.35</b>	<b>88.79</b>	<b>11.21</b>	<b>1299</b>	<b>7440</b>
<b>7</b>	<b>40.95</b>	<b>6.70</b>	<b>52.35</b>	<b>88.79</b>	<b>11.21</b>	<b>1299</b>	<b>7440</b>
8	40.25	7.25	52.50	87.79	12.21	1311	7350
9	36.12	8.18	55.70	85.12	14.88	1602	7200
10	28.66	8.96	62.38	80.56	19.44	2007	7050
11	22.52	10.48	67.00	73.58	26.42	2352	6450
12	15.51	12.38	72.11	61.88	38.12	3400	5850
13	8.63	13.99	77.38	44.43	55.57	4825	4430
14	0.00	15.03	84.97	0.00	100.00	8386	1110

**Tablo 2.** NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin 298,15 K’de iletkenliğinin sistemin bileşimi ile değişimi

No	Sıvı Faz(% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza Karşı H <sub>2</sub> O Mol Sayısı	İletkenlik (mS.cm <sup>-1</sup> )
	NaBr	Ba(H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NaBr	Ba(H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
1	49,67	0,00	50,33	100,00	0,00	1160	7980
2	48,74	1,32	49,94	97,95	2,05	1149	7860
3	47,8	2,58	49,62	96,00	3,99	1141	7774
4	47,32	3,54	49,14	94,54	5,46	1124	7700
<b>5</b>	<b>46,27</b>	<b>5,75</b>	<b>47,98</b>	<b>91,25</b>	<b>8,75</b>	<b>1083</b>	<b>7540</b>
<b>6</b>	<b>46,27</b>	<b>5,75</b>	<b>47,98</b>	<b>91,25</b>	<b>8,75</b>	<b>1083</b>	<b>7540</b>
7	44,56	6,37	49,07	90,06	9,93	1135	7425
8	38,44	7,15	54,41	87,45	12,55	1417	7242
9	32,05	8,84	59,11	82,45	17,55	1740	6870
10	23,92	10,74	65,34	74,27	25,73	2322	6285
11	18,58	11,89	69,53	66,94	33,05	2867	5770
12	13,37	12,95	73,68	57,23	42,77	3609	5065
13	7,51	14,28	78,21	40,53	59,46	4831	3840
14	0,00	16,05	83,95	0,00	100,00	7759	1020



Şekil 1. NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin 273,15 K'de iletkenliğinin Yeneke-Le Chatelier diyagramı.

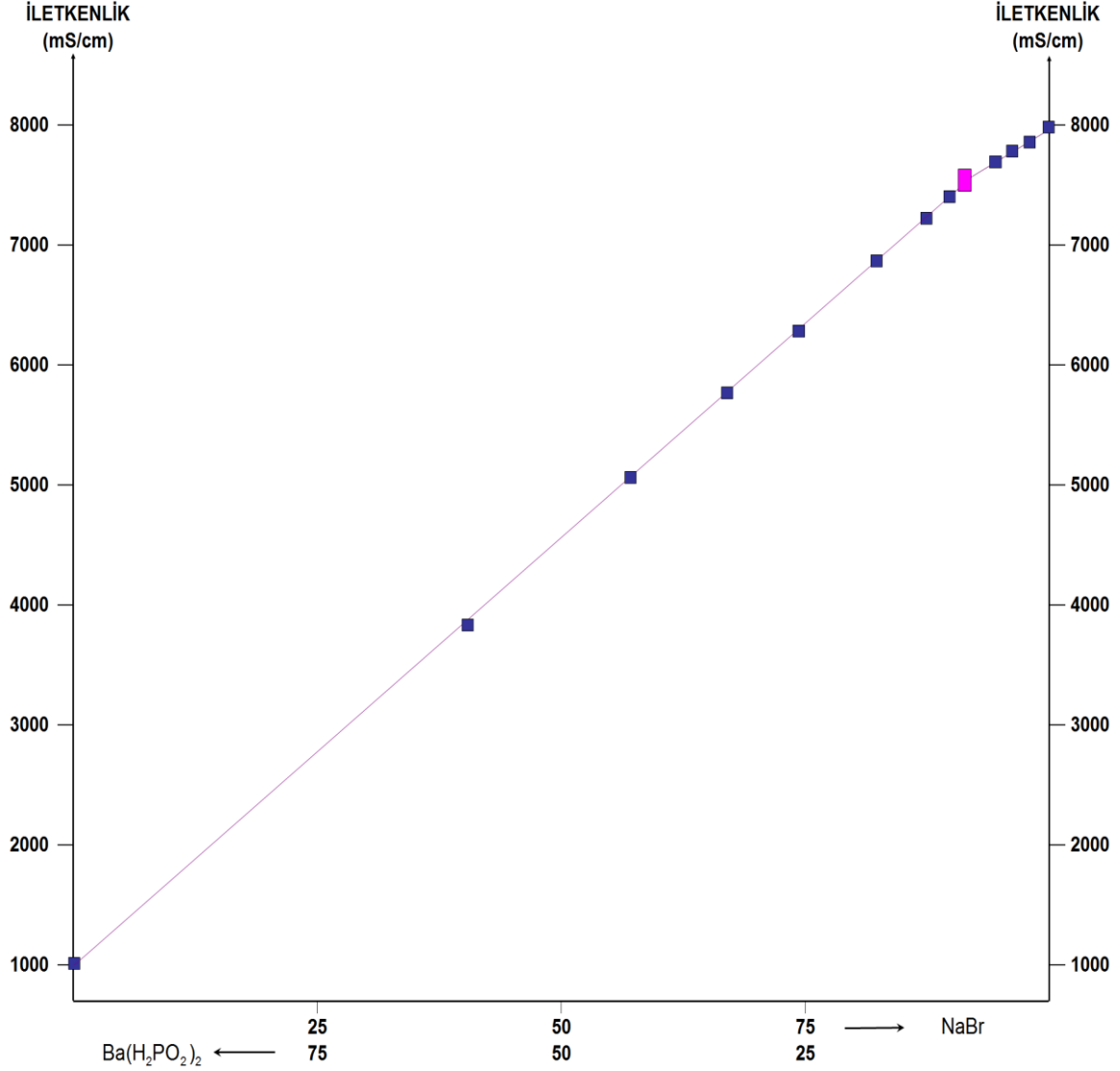
273,15 K'de NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin araştırılması esnasında, NaBr-H<sub>2</sub>O tarafından Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> yönüne doğru yapıldığı sırada, sisteme Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzunun ilave edilmesi sonucu 6 deneysel nokta tespit edildi ve sıvı fazın iletkenliğinin 7860 mS/cm değerinden (NaBr tuzunun doymuş çözeltisinin iletkenliği), 7440 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki iletkenliği) düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 1).

Aynı sistem için Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O tarafından NaBr köşesi yönüne doğru ilerlendiği sırada, sisteme NaBr tuzunun ilave edilmesi sonucu 8 deneysel nokta tespit edildi ve sıvı fazın iletkenliğinin 1110 mS/cm değerinden [Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzun doymuş çözeltisinin iletkenliği] 7440 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki iletkenliği) yükseldiği saptanmıştır (Tablo 1).

298,15 K'de NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin araştırılması esnasında ise; NaBr-H<sub>2</sub>O tarafından Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> yönüne doğru yapıldığı sırada, sisteme Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzunun ilave edilmesi sonucu 5 deneysel nokta tespit edildi ve sıvı fazın iletkenliğinin 7980 mS/cm değerinden (NaBr tuzunun doymuş çözeltisinin iletkenliği), 7540 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki

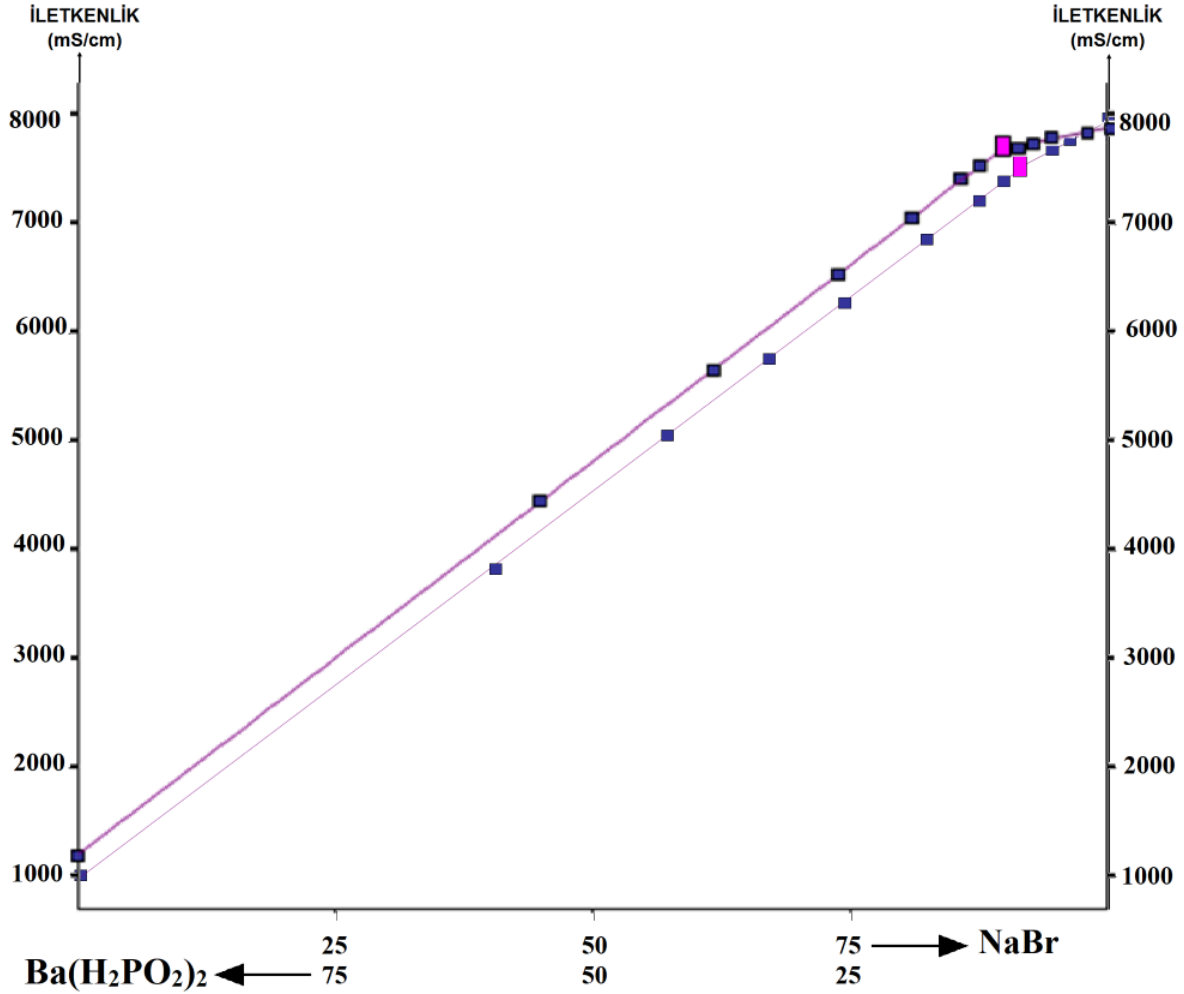
iletkenliği) düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 2).

Aynı sistem için  $Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$  tarafından NaBr köşesi yönüne doğru ilerlendiği sırada, sisteme NaBr tuzunun ilave edilmesi sonucu 9 deneysel nokta tespit edildi ve sıvı fazın iletkenliğinin 1020 mS/cm değerinden  $[Ba(H_2PO_2)_2]$  tuzun doymun çözeltisinin iletkenliği] 7540 mS/cm değerine kadar (sistemin sıvı fazın ötonik noktadaki iletkenliği) yükseldiği saptanmıştır (Tablo 2).



**Şekil 2.** NaBr- $Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$  sisteminin 298,15 K'de iletkenliğinin Yeneke-Le Chatelier diyagramı.

Şekil 3'te görüldüğü üzere her iki sıcaklıktada;  $Ba(H_2PO_2)_2$  tuzunun ilavesi ile serbest iyon derişiminin engellendiği ve bundan dolayı iletkenliği düşürdüğü, NaBr tuzunun ilavesi ile ise ortamda bulunan serbest iyon miktarının arttığı ve böylece iletkenliğide arttırdığını ortaya çıkardığı düşünülebilir. Ayrıca her iki sıcaklık için ötektik noktaların aynı hat üzerinde bulunması deneyin hatasız ve güvenilir olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. NaBr-Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sisteminin 273,15 ve 298,15 K'de iletkenliğinin ikisi bir arada diyagramı.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak; 273,15 ve 298,15 K gibi farklı iki sıcaklıkta yapılan deneyler ve onların sonuçlarından elde edilen verilerden oluşturulan tablo ve diyagramdan her iki tuzun iletkenlik açısından birbirlerini etkiledikleri görüldü. NaBr ve Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> tuzlarının birbirlerinin iletkenliklerini değiştirdikleri tespit edildi. Sıcaklık arttıkça çözeltide bulunan iyon hareketliliği artmış ve sıcaklık ile iletkenliğin doğru orantılı olarak arttığı deneysel olarak gösterilmiştir. Öyleyse çözeltilerdeki iletkenliğin değişme nedeni olarak; sıcaklığın, çözücünün cinsinin ve çözeltideki iyon konsantrasyonlarının etkili olduğu belirtilebilir. Bu üçlü su-tuz sistemi için çözünürlük, yoğunluk, vizkozite gibi diğer parametrelerin ölçülmesiyle her iki tuzun birbirinden fizikokimyasal olarak kolayca ayırma yöntemleri tavsiye edilebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2013-FEN-B070 proje numarası ile desteklenmiştir. Yardım ve desteklerinden dolayı kurumuma teşekkür ederim.

#### Kaynaklar

- [1] Adıgüzel V., Erge H., Alişoğlu V., Necefoğlu H. 2014. Study of the Solubility, Viscosity and Density in Na<sup>+</sup>,Zn<sup>2+</sup>/Cl<sup>-</sup> H<sub>2</sub>O, Na<sup>+</sup>-Zn<sup>2+</sup>-(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sup>-</sup>-H<sub>2</sub>O, Na<sup>+</sup>,Cl<sup>-</sup>/(H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>)<sup>-</sup>-H<sub>2</sub>O, and

- $Zn^{2+}, Cl^{-}/(H_2PO_2)^{-}-H_2O$  Ternary Systems, and in  $Na^{+}, Zn^{2+}/Cl^{-}, (H_2PO_2)^{-}/H_2O$  Reciprocal Quaternary System at 273.15 K. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 75: 35-44.
- [2] Alişoğlu V. 2004. Etude de la solubilité des phases en équilibre dans le système  $Na^{+}, Mn^{2+}/Cl^{-}, (H_2PO_2)^{-}/H_2O$ . *C.R.y. Soc. Alger, Chim. T. 14, N: 1167-170*.
- [3] Erge H., Adıgüzel V., Alişoğlu V. 2013. Study of the Solubility in  $Na-Ba-Cl-H_2O$ ,  $Na-Ba-H_2PO_2-H_2O$ ,  $Na-Cl-H_2PO_2-H_2O$ , and  $Ba-Cl-H_2PO_2-H_2O$  Ternaries, and in  $Na^{+}, Ba^{2+}/Cl^{-}, (H_2PO_2)^{-}/H_2O$  Reciprocal Quaternary System at 0 °C. *Fluid Phase Equilibria*, 344: 13-18.
- [4] Erge H., Adıgüzel V., Karatay O., Kul A.R. 2012.  $BaCl_2-Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$  Üçlü Su-Tuz Sisteminin +50 °C Sıcaklıkta İncelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Dergisi*, 1 (17).
- [5] Erge H., Adıgüzel V., Kul A.R., Karatay O., Yenigün A. 2011.  $BaCl_2-Ba(H_2PO_2)_2-H_2O$  üçlü sisteminin 0°C ve +25°C'de Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması. 25. Ulusal Kimya Kongresi. 27 Haziran- 2 Temmuz, Erzurum.
- [6] Demirci S., Adıgüzel V., Şahin Ö. 2018.  $NaCl-NaH_2PO_2-Zn(H_2PO_2)_2-H_2O$  Dörtlü Sisteminin 333.15K'de Katı-Sıvı Faz Dengelerinin İncelenmesi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 57-62.
- [7] Adıgüzel V., Demirci S., Şahin Ö. 2017. Çözelti Ortamından Katı-Sıvı Faz Dengeleri Yardımıyla  $NaH_2PO_2$  ve  $NaCl$  Tuzlarının Ayrılması. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 7 (3): 137-142.
- [8] Demirci S., Adıgüzel V., Şahin Ö. 2018.  $NaCl+NaH_2PO_2+H_2O$  Üçlü Sisteminin 333 K'de Çözünürlük ve Fizikokimyasal Özellik Değişimlerinin İncelenmesi. *Erzincan Üniv. Fen Bilimleri Ens. Dergisi*, 11 (2): 132-137.
- [9] Gülensoy H. 2003. *Kompleksometrinin Esasları ve Kompleksometrik Titrasyonlar Kitabı*. Çantay Kitapevi, İstanbul, s: 126-131.
- [10] Gündüz T. 1993. *Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı*. Bilge Yayıncılık, Ankara, s:173-174.