

## BENZOİK ASİTİN FARKLI ÇÖZÜCÜ ORTAMLARINDA KIRILMA İNDİSİ VE YÜZEY GERİLİMİ ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Nalan TEKİN<sup>1\*</sup>, Mustafa CEBE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, BALIKESİR

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, BURSA

Geliş/Received: 13.10.2003 Kabul/Accepted: 27.04.2004

### COMPARISON OF REFRACTIVE INDEX AND SURFACE TENSION OF BENZOIC ACID SOLUTIONS IN DIFFERENT SOLVENTS

#### ABSTRACT

The refractive index and surface tension related to the geometry of molecules. The geometry of benzoic acid molecules are changed due to solvent-solvent and solute-solvent interactions in solutions. Therefore, the  $n$  and  $\gamma$  values of solutions are changed with this interactions. In this study, various solvents having different dielectric constants have been used to investigate concentration and temperature relationships between  $n$  and  $\gamma$  values of benzoic acid solutions. Additionally, overall functional standard error values of  $n$  and  $\gamma$  are calculated and the sensitivity of the methods used are compared. Results show that, the error in refractive index values is smaller than the error in surface tension values. In this study, the refractive index measurements were shown to be more accurate than surface tension measurements.

**Key words:** Surface tension, refractive index, benzoic acid, solvent effect.

#### ÖZET

Sıvılarda kırılma indisi ve yüzey gerilimi değerleri moleküllerin geometrileri ile yakından ilişkilidir. Çözelti ortamında gerek çözünen-çözücü gerekse çözücü-çözücü etkileşimleri sebebi ile benzoik asit moleküllerinin geometrileri buna bağlı olarak da  $n$  ve  $\gamma$  değerleri değişecektir. Çalışmamızda çözelti ortamında bu etkileşimleri yaratacak şekilde farklı dielektrik sabitine sahip çözücüler seçilmiş ve araştırılan çözelti sistemlerinin  $n$  ve  $\gamma$  değerlerinin çözelti derişimi ve sıcaklıkla değişimi incelenmiştir. Ayrıca belirlenen  $n$  ve  $\gamma$  değerlerinin toplam fonksiyonel standart hata değerleri hesaplanmış ve yöntemlerin duyarlılıkları karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ölçülen kırılma indisi değerleri için hesaplanan hata değeri hesaplanan yüzey gerilimi değerlerindeki hataya oranla daha küçüktür. Bizim çalışmamızda, kırılma indisi ölçümleri yüzey gerilimi ölçümlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Yüzey gerilimi, kırılma indisi, benzoik asit, çözücü etkisi.

#### 1. GİRİŞ

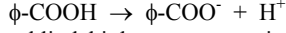
Bir molekülün fiziksel ve kimyasal özelliği; yapısında bulunan atomlara, bulunduğu ortamda yaptığı kimyasal bağlara ve bu bağların siddetlerine bağlıdır. Birçok kimyasal reaksiyon çözeltilerde meydana gelir. Özellikle H-bağları ve Van der Waals bağları çözelti ortamında çok önemlidir. Moleküsel sistemlerde fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden ayırmak mümkün

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail: nisik@balikesir.edu.tr; tel: (0266) 249 3358

## ***Benzoik Asitin Farklı Çözücü Ortamlarında Kırılma...***

değildir. Belirli bir fiziksel koşul değişimi kimyasal özelliği belirli ölçüde değiştirebilmektedir [1].

Çalışmamızda seçilen benzoik asit molekülü elektronik ve bağ yapısı gereği tüm zayıf enerji terimlerinin ortaya çıkmasına olanak verebilecek özelliktedir. Özellikle farklı dielektrik sabitlerine sahip çözeltilerinde gerek çözücü-çözücü ve gerekse çözünen-çözücü türü hidrojen bağları da sıcaklık ve derişime bağımlı olarak oluşabilmektedir [2]. Değişik çözeltilerinde bulunan moleküler tanecikler, moleküler assosiasyon yolu ile oluşturdukları dimer ve trimer yapıdan belirli bir denge sabiti uyarınca ortaya çıkan etkileşim türüne göre monomer yapıya dissosiyasyon olabildiği gibi tek moleküler tanecik; ortamın dielektrik sabitine bağımlı olarak bünyesindeki  $\phi$ -COOH gruplarının;



şeklindeki denge uyarınca iyonik dissosiasyon özelliği de gösterebilmektedir [2].

Sistemlerin kırılma indisi ve yüzey gerilimlerinin ortam sıcaklığı ve seçilen çözücülerin özellikleri ile nasıl değiştiğinin araştırıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır [3-9]. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların literatürdeki bu özelliklerle ilgili genel değişime uygun olduğu görülmüştür. Bir önceki çalışmamızda çözücünün polarlığının; Benzaldehit, benzoik asit ve okzalik asit çözeltilerinin kırılma indisi, dipol momentleri ve polarizabilite üzerine etkisi incelenmiştir [10]. Kırılma indisi ve yüzey gerilimi özellikleri tanecik büyüklüğüne ve polarlığa bağlı olarak değişmektedir. Kırılma indisi parametresi bir çözeltilerde iyonik veya moleküler davranışları yansıtmaya açısından önemli bir optik özelliktir. Çözelti ortamında bulunan türler arasındaki etkileşim sonucunda molekülün geometrisi değişmektedir. Bu etkileşimler aynı zamanda çözelti sisteminin kırılma indisi ve yüzey gerilimi parametrelerini de değiştirecektir. Kırılma indisi ve yüzey gerilimi molekül sistemlerinin yapı özelliklerinin belirlenmesi açısından da oldukça önemlidir [11-14]. Bu çalışmada kimyasal bağ ve elektronik konfigürasyonu açısından önemli görülen benzoik asit'in değişik çözücü ortamlarındaki kırılma indisleri ve yüzey gerilim değerleri belirlenmiştir. Etil alkol, iso-propil alkol ve sikloheksan gibi farklı dielektrik sabitlerine sahip olan çözücüler seçilmiştir. Çözelti termodinamiğinde kullanılan yöntemlerin her koşulda aynı doğrulukta ve duyarlılıkta olmaması bu yöntemlerin karşılaştırılmasını gerektirmektedir ve çalışmamızın asıl tasarlanma amacıdır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre, molekül sistemlerinin yapı parametrelerinin aydınlatılmasında önemli bir yere sahip olan bu iki parametreden kırılma indisi ölçümlerinin, aynı sistem için yüzey gerilimi ölçümlerinden daha doğrulukla yapılabileceği belirlenmiştir.

## **2. DENEYSEL KISIM**

Kırılma indisi ölçümleri "CETI marka COVEKS model Abbe Refraktometrisi" kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm sıcaklık aralığı 293.15K-323.15K'dir. Ölçümlerde Na 589.6 nm (D-Line) lambası kullanılmıştır. Refraktometre hücresi bir sabit sıcaklık su banyosu ile bağlantılıdır.

Çözeltilerin yüzey gerilimlerini belirlemek için gerekli olan yoğunluk değerleri 293.15K ile 323.15K arasında piknometrik metotla belirlenmiştir. Kullanılan piknometrenin hacmi 24.92mL'dir.

Yüzey gerilimi ölçümlerinde 2.8mL hacminde cam mantolu stalagmometre kullanılmıştır. Ölçüm sıcaklık aralığı 293.15K ile 323.15K'dir.

## **3. TEORİ VE HESAPLAMALAR**

### **3.1. Kırılma İndisi**

Kırılma indisi saydam maddelerde görülen bir özelliktir. Bir maddenin kırılma indisi, içinden geçen ışık demetini doğrultusundan sapıtma miktarıyla ilgilidir. Işık demetinin doğrultusundan sapıtılması ise ışığın madde içindeki hızının vakumdaki hızından küçük olmasının bir sonucudur.

Işığın madde içindeki hızı ne kadar küçükse, kırılma indisi o kadar büyüktür. Kırılma indisini değiştiren başlıca etkenler ışığın dalga boyu, sıcaklık ve basınçtır. Saydam bir cismin kırılma indisi, kullanılan ışığın dalga boyunun artması ile azalır. Buna normal dispersiyon denir. Absorbsiyon bölgeleri yakınında bu değişme çok fazla olur. Buna da anormal dispersiyon denir.

Kırılma indisini değiştiren ikinci etken sıcaklıktır. Sıcaklığın değişmesiyle cismin yoğunluğu değiştiğinden, kırılma indisi de değişir. Sıcaklığın düşmesiyle genellikle hacim büzülmesi olduğundan, ışığın yolundaki elektron sayıları ve dolayısıyla ışıkla elektronlar arasındaki etkileşme artar. Bunun sonucu ışığın o madde içindeki hızı azalır ve kırılma indisi büyür. [15]

Kırılma indisini değiştiren üçüncü etken basınçtır. Basıncın artması ile kırılma indisi artar. Bu artış gazlarda sıvılara göre daha fazladır. Basıncın artması ile kırılma indisinin artması katılarda sıvılardan daha azdır. Kırılma olayının fizikokimyasal ölçümleri kantitatif nitelik taşımaktadır. Maddenin molar hacmi; mol kütlesi, dolayısıyla yoğunluğu, saflığı ya da ortamdaki mol kesri, sıcaklık, moleküler yapısının elektronik konfigürasyonu ve maddesel ortamın üzerine düşen ışığın dalga boyuna bağlıdır [15,16].

Maddesel ortamın kırılma indisi büyüklüğü ile ilgili ayrıntılı bağıntı Selmeyer tarafından önerilmiştir. Söz konusu bağıntıda,  $\lambda_0$  ortama gönderilen ışının boşluktaki dalga boyu,  $k_i$  moleküler yapıda yer alan i. elektronun salınım kuvvet sabiti, n birim hacimdeki elektron sayısı,  $\lambda$  ortamda yol alan ışının sahip olduğu dalga boyu, e elektron yükü ve  $n_\infty$ ; dalga boyunun  $\lambda = \infty$  durumundaki aynı maddenin ortaya koyduğu kırılma indisidir. İlgili bağıntı yarı deneysel nitelikli olup;

$$\tilde{n}^2 = \tilde{n}_\infty^2 + \sum_i \frac{4\pi n e^2}{k_i} \frac{\lambda_{0i}^2}{\lambda^2 - \lambda_{0i}^2} = 1 + \sum_i \frac{4\pi n e^2}{k_i} \frac{\lambda_{0i}^2}{\lambda^2 - \lambda_{0i}^2} \quad (1)$$

eşitlikleri ile verilebilmektedir. i moleküldeki konumu, konfigürasyonu nedeni ile farklılık gösteren elektronların sırasını göstermektedir [17].

### 3.2. Yüzey Gerilimi

Moleküller arası kısa mesafelerde ortaya çıkan Van der waals çekim kuvvetleri, sıvı fazın kararlı ve sürekli oluşunda en büyük etmendir. Bu tür kuvvetler yüzey gerilim ve yüzey serbest enerjisi büyüklüklerinin irdelenmesiyle açıklanabilir. Yüzey gerilim ve yüzey serbest enerjisi; izotermal ve dönüşümlü olarak yüzeyi birim miktarda arttırmak için gerekli iş şeklinde tanımlanabilir.

Çoğu sıvı sistemlerin yüzey gerilimi  $\gamma$ , sıcaklıkla hemen hemen doğrusal olarak azalma gösterir. Yüzey gerilim büyüklüğü, kritik sıcaklık  $T_c$  civarında, moleküller arası kohezyon kuvvetleri sıfıra yaklaştığı için oldukça küçük bir değere ulaşır. Yüzey gerilimi ile sıcaklık arasında geçerli bir çok deneysel bağıntı önerilmiştir. Ramsay ve Shields bağıntısı bunlar içinde en önemlisi olup Eşitlik 1.39'da görüldüğü gibidir. [16,18].

$$\gamma \left( \frac{Mx}{\rho} \right)^{2/3} = k(T_c - T - 6) \quad (2)$$

Bağıntıda M sıvının mol tartısı,  $\rho$  sıvının yoğunluğu, x sıvının assosiasyon derecesi,  $T_c$  kritik sıcaklık ve k sisteme bağlı bir sabittir.

Yüzey ve arayüzey gerilim ölçüm yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir: **1.** Kapiler yükselme yöntemi **2.** Wilhelmy levha yöntemi **3.** Halka yöntemi **4.** Damla hacmi ve damla ağırlığı yöntemidir [18]. Çalışmamızda çözeltilerin yüzey gerilim ölçümleri damla ağırlığı yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Yöntemin temeli dar bir kapiler borudan yerçekimi etkisiyle kopan sıvı damlasının hacim ya da ağırlığının belirlenmesi ilkesine dayanır. Kopma noktasında, yüzey gerilim kuvvetiyle yerçekim kuvveti arasında oluşan denge ile ilgili matematiksel eşitlik,

### Benzoik Asitin Farklı Çözücü Ortamlarında Kırılma...

$$\gamma = \frac{\phi mg}{2\pi r} = \frac{\phi V \rho g}{2\pi r} \quad (3)$$

şeklinde yazılabilir. Burada m damlanın kütlesi, V damlanın hacmi,  $\rho$  sıvının yoğunluğu, r kapiler borunun dış yarıçapı ve  $\phi$  düzeltme faktörüdür [2,18].

$\phi$  düzeltme faktörünün Eşitlik 3'de yer almasının iki temel nedeni vardır. a) Damla kapilerin ucundan tamamen ayrılmamaktadır b) Yüzey gerilim kuvvetlerinin büyük bir oranı dikey konumda değildir.  $\phi$  faktörü  $r/V^{1/3}$  ile orantılı olup yarı deneysel olarak Herkins ve Brown tarafından saptanmıştır.

Sabit hacimde bir sıvının yüzey gerilimini Traube Stalagmometresi ile ölçmek için, tüpün ucundaki bir kılcal borudan sıvı serbest düşmeye bırakılır ve düşen damlalar sayılır. Eğer aynı hacimde verilen bir karşılaştırılma sıvısı ile deneme yapılırsa, bilinmeyen sıvının yüzey gerilimi  $\phi$  faktörleri birbirine eşit kabul edilerek,

$$\gamma_1 = \gamma_2 \frac{m_1}{m_2} \quad (4)$$

veya,

$$\gamma_1 = \gamma_2 \frac{n_2 \cdot d_1}{n_1 \cdot d_2} \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanabilir. Buradaki  $n_1$  ve  $n_2$ ;  $d_1$  ve  $d_2$  yoğunluklarına sahip sıvıların V hacmindeki stalagmometreden damlatılarak sayılan damla sayısıdır [15-18].

### 3.3. En Küçük Kareler Yöntemi ve Eğrilerin Uyumu

Elde edilen deneysel veriler En küçük kareler metodu kullanılarak grafik edilmiştir. Çalışılan deneysel sınırlar içerisinde olmak üzere  $n = f(C,T)$  ve  $\gamma = f(C,T)$  deneysel eşitlikleri  $y_i = mx_i + b$  doğru denklemleri şeklinde türetilmiştir.

En küçük kareler yöntemi uyarınca elde edilen m ve b parametreleri üzerinde bir hatadan söz edilebilir. Bu nedenle elde edilen doğru denklemindeki m ve b parametreleri genellikle standart hatalı olarak verilebilir. m ve b büyüklükleri üzerindeki varyanslar sırası ile  $\alpha_m^2$ ,  $\alpha_b^2$  ile verilebilir. Bu iki büyüklük sırasıyla aşağıdaki eşitliklerle verilebilmektedir. [19,20]

$$\alpha_m^2 = \frac{n\sigma^2}{n \sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2} \quad (6)$$

$$\alpha_b^2 = \frac{\sigma^2 \sum (x_i)^2}{n \sum (x_i)^2 - (\sum x_i)^2} \quad (7)$$

Bu eşitliklerde yer alan  $\sigma^2$ ,  $y_i$  gözlenen değerlerle ilgili varyanstır.  $\sigma^2$  aşağıdaki bağıntı ile önerilebilmektedir.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y_i - mx_i - b)^2}{n - 2} \quad (8)$$

### 3.4. Fonksiyonel Hata Dağılımı

P fiziksel özelliğinin;  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  gibi çok sayıda değişkene bağımlı olduğunu düşünelim.  $P = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  Fonksiyonu oluşturan değişkenlerin her biri için gerekli sayıda yapılan ölçümlerin sonunda temel işlemler yardımı ile elde edilen ortalama muhtemel hatalar sırası ile  $x_1$  için  $\theta_1$ ,  $x_2$  için  $\theta_2, \dots$  şeklinde oluşturulsun. P fonksiyonunun  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  değişkenlerine göre kısmi diferansiyeli alınırsa;

$$dP = \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right) dx_1 + \left( \frac{\partial P}{\partial x_2} \right) dx_2 + \dots + \left( \frac{\partial P}{\partial x_n} \right) dx_n \quad (9)$$

fonksiyonuna ilişkin toplam diferansiyel elde edilir. P fonksiyonuna ait ortalama muhtemel hata da son eşitliğe paralel olarak;

$$\theta_p = \left| \frac{\partial P}{\partial x_1} \right| \theta_1 + \left| \frac{\partial P}{\partial x_2} \right| \theta_2 + \dots + \left| \frac{\partial P}{\partial x_n} \right| \theta_n \quad (10)$$

eşitliği ile verilebilmektedir. Bu son eşitliğin karesi alınırsa;

$$\theta_p^2 = \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right)^2 \theta_1^2 + \left( \frac{\partial P}{\partial x_2} \right)^2 \theta_2^2 + \dots + \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial P}{\partial x_2} \right) \theta_1 \theta_2 + \dots + \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial P}{\partial x_n} \right) \theta_1 \theta_n \dots \quad (11)$$

uzun ve genel eşitliği elde edilir. Son eşitlikteki karşılıklı ikili çarpılmış terimler, küçük oluşları nedeni ile ihmal edilebilir. Böylece fonksiyonun ortalama muhtemel hatasına ilişkin son ifade,

$$\theta_p^2 = \left[ \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right)^2 \theta_1^2 + \left( \frac{\partial P}{\partial x_2} \right)^2 \theta_2^2 + \left( \frac{\partial P}{\partial x_3} \right)^2 \theta_3^2 + \dots \right] \quad (12)$$

yapısında yazılabilir. Eşitliğin her iki tarafının karekökü alınırsa, fonksiyona ilişkin muhtemel hata  $\theta_p$ ;

$$\theta_p = \left[ \left( \frac{\partial P}{\partial x_1} \right)^2 \theta_1^2 + \left( \frac{\partial P}{\partial x_2} \right)^2 \theta_2^2 + \dots \right]^{1/2} \quad (13)$$

ifadesi ile belirlenebilir. [19,20]

### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Farklı dielektrik sabitine sahip çözücülerle hazırlanan Benzoik asit çözeltilerinin kırılma indisi değerleri belirlenmiştir. Benzoik asit çözeltilerinin derişim aralığı 0.002M ile 0.3M arasında değişmektedir. Deneysel ölçümler 25°C, 35°C ve 45°C de gerçekleştirilmiştir.

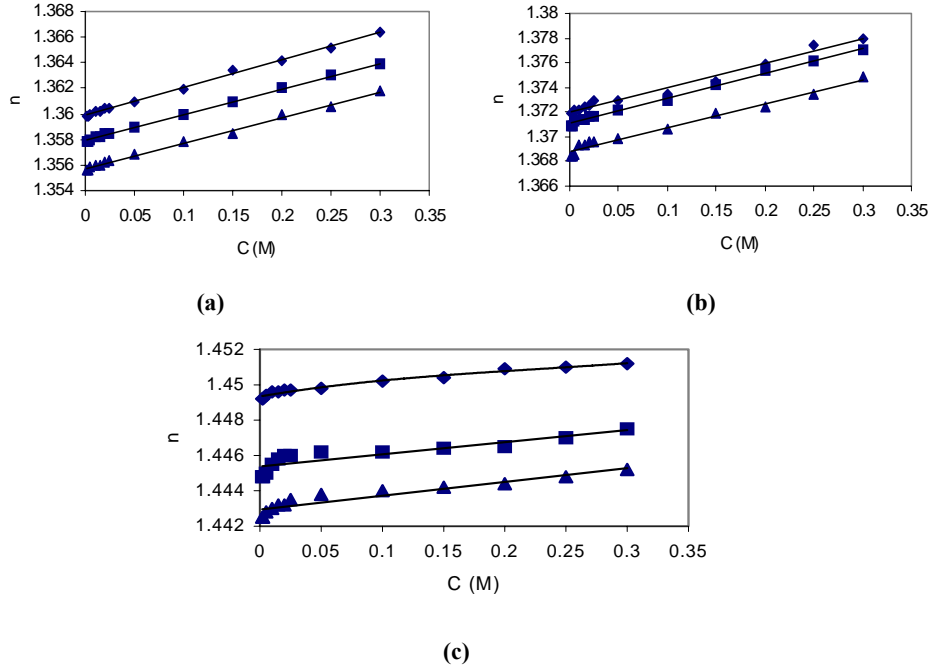
Şekil 1. a-c. Benzoik asit çözeltilerinin ölçülen kırılma indisi değerlerinin; çözeltilerin derişimleri ve ortam sıcaklığı ile değişimini göstermektedir.

Çözeltilerin derişimleri arttıkça kırılma indisi değerlerinin de arttığı görülmektedir. Çalışılan ortamın sıcaklığının azalması ise kırılma indisi değerlerinin azalmasına neden olmaktadır.

Kırılma indisi büyüklüğü; fizikokimyasal özelliği nedeni ile sıcaklıkla çok etkilenen ve moleküler yapının fizikokimyasal özellikleri doğrultusunda  $n=f(t)$  yapısı ile dar sıcaklık aralığında doğrusal, geniş sıcaklık bölgesinde ise polinomiyal eğri gösteren fonksiyonel değişime sahiptir. [1,2] Sıcaklığın düşmesiyle genellikle hacim büzülmesi olduğundan, ışığın yolundaki

## Benzoik Asitin Farklı Çözücü Ortamlarında Kırılma...

elektron sayıları ve dolayısıyla ışıkla elektronlar arasındaki etkileşme artar. Bunun sonucu ışığın o madde içindeki hızı azalır ve kırılma indisi büyür.

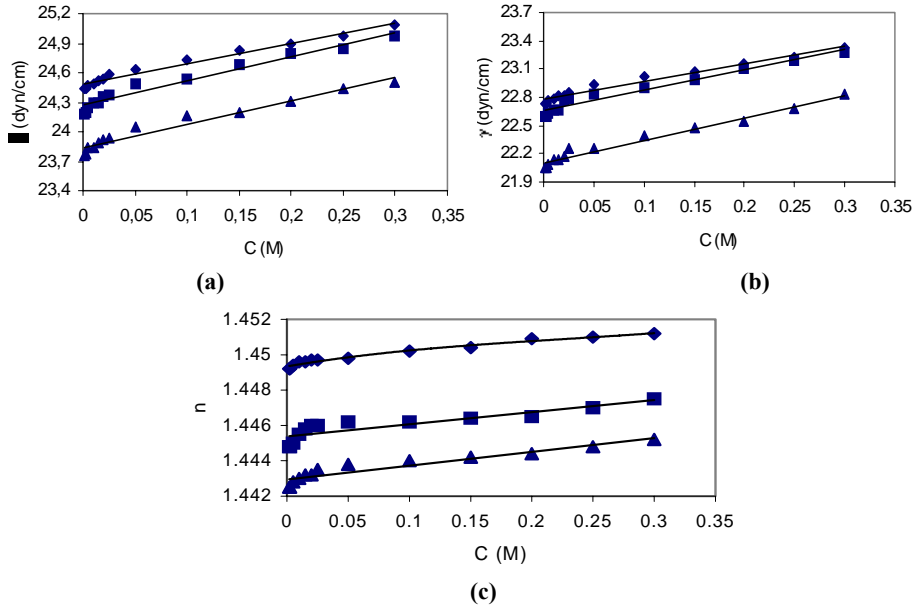


**Şekil 1.** Benzoik asit çözeltilerinin kırılma indisi değerlerinin çözeltilerin derişimleri ve ortam sıcaklıkları ( $\blacklozenge$  25<sup>0</sup>C,  $\blacksquare$  35<sup>0</sup>C ve  $\blacktriangle$  45<sup>0</sup>C) ile değişimi **a)** etil alkol **b)** iso-propil alkol **c)** sikloheksan

Farklı dielektrik sabitine sahip çözücülerle hazırlanan Benzoik asit çözeltilerinin yüzey gerilim değerleri belirlenmiştir. Benzoik asit çözeltilerinin derişimi 0.002M ile 0.3M arasında değişmektedir. Deneysel ölçümler 25<sup>0</sup>C, 35<sup>0</sup>C ve 45<sup>0</sup>C de gerçekleştirilmiştir.

Çözeltilerin derişimlerinin artmasıyla yüzey gerilimi değerlerinin de arttığı görülmektedir. Ortam sıcaklığı arttığında ise yüzey gerilimi değerleri azalmaktadır. Çoğu sıvı sistemlerin yüzey gerilimi  $\gamma$ , sıcaklıkla hemen hemen doğrusal olarak azalma gösterir [2,3]. Çalışmamızda incelediğimiz sistemde de bu yönde bir eğilim görülmektedir.

Çalışmamızda, seçilen iki yöntemden elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir. Kullandığımız yöntemlerden hangisinin daha duyarlı olduğunu belirleyebilmek amacı ile her iki yöntemden elde edilen deneysel verilerin toplam fonksiyonel standart hata değerleri hesaplanmıştır. Benzoik asit çözeltilerinin kırılma indisi ve yüzey gerilimi verileri için hesaplanan toplam fonksiyonel standart hata değerleri Tablo 1.'de gösterilmiştir. Hesaplanan hata değerleri çalışmamızda seçilen iki yöntemden elde edilen sonuçların karşılaştırılması için kullanılmıştır.



**Şekil 2.** Benzoik asit çözeltilerinin yüzey gerilimi değerlerinin çözeltilerin derişimleri ve ortam sıcaklıkları ( $\blacklozenge$  25 $^{\circ}$ C,  $\blacksquare$  35 $^{\circ}$ C ve  $\blacktriangle$  45 $^{\circ}$ C) ile değişimi **a)** etil alkol **b)** iso-propil alkol **c)** sikloheksan

**Tablo 1.** Farklı çözücülerle hazırlanmış Benzoik asit çözeltilerinin ölçülen kırılma indisi ve hesaplanan yüzey gerilimi ve toplam fonksiyonel standart hata değerleri **a)** 25 $^{\circ}$ C **b)** 35 $^{\circ}$ C **c)** 45 $^{\circ}$ C

<b>(a)</b>						
25 $^{\circ}$ C						
Derişim (M)	Etil Alkol <sup>a</sup>		İso-Propil Alkol <sup>a</sup>		Sikloheksan <sup>a</sup>	
	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n
2.00x10 <sup>-3</sup>	22.74±0.026	1.3598±0.0014	20.41±0.025	1.3719±0.0014	24.43±0.027	1.4492±0.0004
2.50x10 <sup>-2</sup>	22.85±0.025	1.3604±0.0017	20.53±0.030	1.3729±0.0016	24.59±0.032	1.4497±0.0005
3.00x10 <sup>-1</sup>	23.33±0.084	1.3664±0.0047	20.95±0.081	1.3779±0.0044	25.08±0.088	1.4512±0.0010
<b>(b)</b>						
35 $^{\circ}$ C						
Derişim (M)	Etil Alkol <sup>a</sup>		İso-Propil Alkol <sup>a</sup>		Sikloheksan <sup>a</sup>	
	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n
2.00x10 <sup>-3</sup>	22.59±0.039	1.3579±0.0013	20.29±0.030	1.3709±0.0013	24.18±0.041	1.4448±0.0005
2.50x10 <sup>-2</sup>	22.78±0.044	1.3584±0.0015	20.44±0.035	1.3716±0.0016	24.37±0.048	1.4460±0.0006
3.00x10 <sup>-1</sup>	23.28±0.101	1.3639±0.0043	20.94±0.097	1.3770±0.0042	24.98±0.131	1.4475±0.0011
<b>(c)</b>						
45 $^{\circ}$ C						
Derişim (M)	Etil Alkol <sup>a</sup>		İso-Propil Alkol <sup>a</sup>		Sikloheksan <sup>a</sup>	
	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n	$\gamma$ (dyn/cm)	n
2.00x10 <sup>-3</sup>	22.05±0.033	1.3556±0.0014	19.93±0.037	1.3684±0.0013	23.86±0.041	1.4425±0.0002
2.50x10 <sup>-2</sup>	22.25±0.039	1.3564±0.0016	20.09±0.043	1.3696±0.0016	23.93±0.048	1.4435±0.0005
3.00x10 <sup>-1</sup>	22.84±0.107	1.3618±0.0044	20.51±0.119	1.3748±0.0044	24.51±0.131	1.4452±0.0010

<sup>a</sup> [21]

## **Benzoik Asitin Farklı Çözücü Ortamlarında Kırılma...**

Her iki yöntem için toplam fonksiyonel standart hata değerleri hesaplanmış ve bulunan değerler karşılaştırılmıştır. Kırılma indisi verileri için hesaplanan hata değerlerinin daha küçük olduğu ; yüzey gerilimi verileri için hesaplanan hata değerlerinin ise daha büyük olduğu belirlenmiştir. Çalışılan molekül sel sistemin yüzey gerilimi değerlerinin hesaplanabilmesi için pek çok parametrenin göz önüne alınması gerekmektedir. Yoğunluk, damla sayısı parametreleri bunlardan sadece ikisidir. Bu durumda her bir parametreden gelebilecek hata değerlerinin tabiatları gereği yüksek olması bu sonucu ortaya çıkarmaktadır.

### **5. SONUÇ**

Moleküler sistemlerin kırılma indisi ve yüzey gerilimi belirlemelerine dayanan pek çok çalışma literatürde yer almaktadır [3-14]. Bu çalışmalar sistemlerin geometrilerinin ve yapı parametrelerinin belirlenmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bizim çalışmamızda, benzoik asit-çözücü sistemlerinin kırılma indisi ve yüzey gerilimi değerleri sıcaklık ve çözelti derişimlerinin fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Çözelti ortamında ortaya çıkan gerek çözücü-çözücü gerekse çözücü-çözünen etkileşimleri sonucu sistemin incelenen parametreleri değişim göstermektedir. Her iki yöntemin birbirini destekler nitelikli sonuçlar verdiği görülmüştür (Şekil 1. ve 2.). Yöntemlerin karşılaştırılabilmesi için elde edilen verilerin toplam fonksiyonel standart hata değerleri hesaplanmıştır. Hata değerleri karşılaştırıldığında, kırılma indisi ölçümlerinde hesaplanan hatanın diğer yöntemle hesaplanan yüzey gerilimi değerlerinde yapılan hatadan daha küçük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalıştığımız sistem için kırılma indisi belirleme yöntemi daha duyarlı sonuçlar vermektedir.

### **KAYNAKLAR**

- [1] Cebe M., "Fizikokimya II.", Uludağ Üniversitesi Basımevi , Bursa, 1995.
- [2] Cebe M., "Atom ve Molekül Kimyası", Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1998.
- [3] Huang J. -B, Mao M. and Zhu B. -B., "The surface physico-chemical properties of surfactants in ethanol-water mixtures", Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 155, 339-348, 1999.
- [4] Maham Y. and Mather A.E., "Surface thermodynamics of aqueous solutions of alkylethanolamines", Fluid Phase Equilibria, 182, 325-336, 2001.
- [5] Valkai S., Liszi J. and Szalai I., "Temperature dependence of the refractive index for three chloromethane liquids at 514.5nm and 632.8nm wavelengths", J. Chem. Thermodynamics, 30, 825-832, 1998.
- [6] Acemioglu B., Arık M., Efeođlu H. and Onger Y., "Solvent effect on the ground and excited state dipole moments of fluorescein", Theochem, 548, 165-171, 2001.
- [7] Jimenez E., Cabanas M., Segade L., et.al., " Excess volume, changes of refractive index and surface tension of binary 1,2-ethanediol + 1-propanol or 1-butanol mixtures at several temperatures", Fluid Phase Equilibria, 180, 151-164, 2001.
- [8] Lee J.-W, Kim J.-S., Lee H., " Surface tension and refractive index of (lithiumbromide + water + 1,3-propanediol), J. Chem. Thermodynamics, 33, 1527-1534, 2001.
- [9] Pineiro A., Brocas P., Amigo A., et. al., " Surface tensions and refractive indices of (tetrahydrofuran +n -alkanes) at T=298.15 K ", The J. Chem. Therm., 31, 931-942, 1999.
- [10] Tekin N., Cebe M., Tarımcı Ç., "Polarizabilities and dipole moments of benzaldehyde, benzoic acid and oxalic acid in polar and nonpolar solvents", Chem. Physics, 300, 239-246, 2004.
- [11] Do D.D., Ustinov E. and Do H.D., "Phase equilibria and surface tension of pure fluids using a molecular layer structure theory (MLST) model", Fluid Phase Equilibria, 204, 309-326, 2003.



- [12] Vogler E.A., "Structure and refractivity of water at biomaterial surfaces", *Advances in Colloid and Interface Science*, 74, 69-117, 1998.
- [13] Ferri J.K. and Stebe K.J., "A structure-property study of the dynamic surface tension of three acetylenediol surfactants", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 156, 567-577, 1999.
- [14] Hawiylak B., Andrecyle S. and et. al., "Viscosity, surface tension and refractive index measurements of mixtures of isomeric butanediols with water", *J. Solution Chem.*, 27, 827-841, 1998.
- [15] Barrow G.M., "Physical Chemistry", 4<sup>th</sup> edn., McGraw-Hill, New York, 1979.
- [16] Atkins P.W., "Physical Chemistry", Oxford Univ. Press, 1979.
- [17] Hohmann H., "International Lab.", 1999, 12.
- [18] Moore W.J., "Physical Chemistry", 5<sup>th</sup> edn., Longman Group, London, 1972.
- [19] Cebe M., "Kimyacılar İçin Matematik", Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1996.
- [20] Güler Ç., "Kimyacılar İçin Matematik", Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1991.
- [21] N. Tekin, "Değişik Türde Bileşen İçeren Çözelti Ortamlarında Kinetik ve Termodinamik Parametrelerin Fizikokimyasal İşlemlerle Karakterizasyonu" Doktora Tezi, Fen-Edebiyat Fakültesi, BAÜ, 2002.