



**Araştırma Makalesi / Research Article**

**THERMODYNAMIC INTERACTIONS OF 5-DECYLOXY-2-[[[4-HEXYLOXYPHENYL]IMINO]METHYL]PHENOL WITH VARIOUS SOLVENTS**

**Özlem YAZICI, Fatih ÇAKAR, Özlem CANKURTARAN\*, Belkıs BİLGİN ERAN  
Ferdane KARAMAN**

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Esenler-İSTANBUL*

**Received/Geliş: 14.10.2008 Revised/Düzeltilme: 20.02.2009 Accepted/Kabul: 23.02.2009**

**ABSTRACT**

In this study, thermodynamic interactions of 5-decyloxy-2-[[[4-hexyloxyphenyl]imino]methyl]phenol with octane, nonane, decane, ethyl acetate, isobutyl acetate and butyl acetate were examined by inverse gas chromatography method. Firstly, the specific retention volumes of the solvents were determined and the retention diagrams were plotted for liquid crystal-solvent systems. And then, the weight fraction activity coefficient, Flory-Huggins and equation of state interaction parameters, effective exchange energy parameter, exchange enthalpy and entropy parameters were calculated at the temperatures between 130 and 150 °C because thermodynamical equilibrium occurred at this temperature range.

**Keywords:** Inverse gas chromatography, interaction parameter, thermodynamics, liquid crystals.

**Number/Numarası:** QD79.C4: Chromatography, QD923: Liquid Crystals, QD504: Thermodynamics,

**5-DESİLOKSİ-2-[[[4-HEKZİLOKSİFENİL]İMİNO]METİL]FENOL' ÜN ÇEŞİTLİ ÇÖZÜCÜLERLE  
TERMODİNAMİK ETKİLEŞİMLERİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol'ün oktan, nonan, dekan, etil asetat, isobutil asetat ve butil asetat ile termodinamik etkileşimleri ters gaz kromatografi metoduyla incelendi. İlk olarak, sıvı kristal-çözücü sistemleri için çözücülerin spesifik alıkonma hacimleri belirlendi ve alıkonma diyagramları çizildi. Daha sonra, termodinamik dengenin oluştuğu 130–150 °C sıcaklık aralığında, sonsuz seyreltiklikteki aktivite katsayıları, Flory-Huggins ve hal denklemi etkileşim parametreleri, etkin değişim enerji parametreleri, değişim entalpi ve entropi parametreleri hesaplandı.

**Anahtar Sözcükler:** Ters gaz kromatografisi, etkileşim parametresi, termodinamik, sıvı kristaller.

**1. GİRİŞ**

İleri materyaller olarak teknolojiye geniş yer bulan sıvı kristallere ilgi her geçen gün artmakta ve farklı yapıdaki yeni sıvı kristal malzemelerin dizaynı, fiziksel özelliklerinin belirlenmesi konusundaki araştırmalara hızla yenileri eklenmektedir. Akışkan ve anisotropinin kombinasyonu olan sıvı kristal sistemleri, bu özellikleri nedeniyle alışılmamış davranışlar sergilerler. Sıvı kristallerin çeşitli dış etkilere, özellikle de termal, elektriksel ve manyetik alanlara yüksek

\*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: kurtaran@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 41 83

derecede duyarlı olması, bu malzemelerin yüksek uygulama potansiyeline sahip olmasını sağlamıştır [1]. Bu yapıların en yaygın örnekleri olan salisilaldimin bileşikleri geniş bir çerçevede termotropik mesofaz gösterirler ve mesogenik salisilaldimin bileşikleri fiziksel incelemeler için ilginç materyallerdir [2].

Ters gaz kromatografisi (TGK), polimerlerin fizikokimyasal özelliklerinin incelenmesinde kullanılan kolay, hızlı ve ekonomik bir metottur. Bu metodun sıvı kristallere uygulanması henüz yenidir ve bu konuda literatürde çok az çalışma mevcuttur [3]. TGK yönteminde, sıvı kristal-çözücü etkileşimleri ile spesifik alıkonma hacimleri arasında bir ilgi mevcuttur. Bu ilgi çözücünün kolonda kaldığı süre zarfında geçen taşıyıcı gazın net hacmi olan alıkonma hacmi  $V_g$  yardımıyla hesaplanır. Sıfır kolon basıncındaki düzeltilmiş alıkonma hacmi olan spesifik alıkonma hacmi,  $V_g^0$  yardımıyla elde edilen termodinamik parametreler çözücü-sıvı kristal etkileşimlerini açıklamak için kullanılır. Polimer çözücü sistemleri için hal denklemi teorisindeki  $X_{eff}$  parametrelerinin karışımın bileşimine bağlı olmadığı sadece polimer ve çözücülerin yapılarına bağlı olduğu öne sürüldü. Daha sonraları  $X_{eff}$  parametrelerinin sıcaklıktan bağımsız olmadığı görüldüğünde, bu parametreye entalpik ve entropik katkılar olabileceği düşünüldü. Teoriye göre tanımlanan değişim entalpi ve entropi parametrelerinin, bileşimden ve sıcaklıktan bağımsız olması beklenmektedir. Önceki yıllarda TGK deneylerinden sadece hal denklemi etkileşim parametresi ve etkin değişim enerji parametreleri hesaplanabiliyor, değişim entalpi ve entropi parametreleri hesaplanamıyordu. İlk kez bizim tarafımızdan teorideki eşitlikler TGK koşullarına uyarlandı ve polimer-çözücü sistemleri için değişim entalpi ve entropi parametreleri hesaplandı [4-8]. Daha sonra aynı metod sadece birkaç sıvı kristal-çözücü sistemine uygulandı [9]. Ama bu konuda henüz yeterli sayıda deneysel çalışma yapılmamıştır ve teorisinin geçerliliği için daha birçok çalışma yapılması gereklidir.

Bu çalışmada, sentezlenen 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol'ün seçilen alkan ve asetatlarla Flory-Huggins ve hal denklemi teorisine göre termodinamik etkileşimleri belirlendi. Daha sonra bazı çözücülerin sıvı kristal ile etkileşimlerinden yararlanarak molar çözünme ve kısmi molar karışma ısıları ve çözücülerin buharlaşma ısıları hesaplandı.

## 2. DENEYSEL KISIM

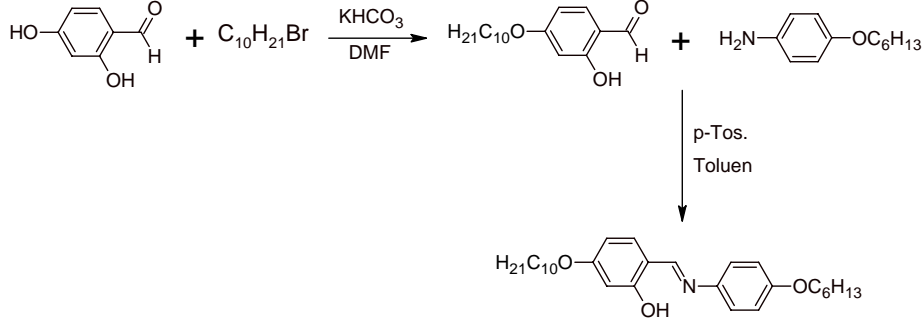
### 2.1. Kullanılan Maddeler ve Cihazlar

Bu çalışmada çözücü olarak analitik saflıkta Merck firmasına ait çözücüler; oktan (O), nonan (N), dekan (D), etil asetat (EA), isobutil asetat (IBA) ve butil asetat (BA) kullanıldı. Destek katısı olarak Merck firmasına ait, asitle yıkanmış ve dimetilklorosilan ile silanize edilmiş AW-DMCS Chromosorb W ve 1m uzunluğunda dış çapı 1/8" olan paslanmaz çelikten yapılmış kolonun uçlarını kapatmak içinse Alltech malı silanize cam yünü kullanıldı. Hewlett Packard Marka 6890 N Model, TCD dedektörlü bir gaz kromatografi cihazı kullanıldı.

### 2.2. Sentez

Williamson Eter Sentezi yöntemi ile 2,4-dihidroksibenzaldehid'in  $KHCO_3$  varlığında desilbromür ile reaksiyonu, ilgili aldehidi oluşturmuştur. Elde edilen aldehidin, 4-heksiloksianilin ile p-toluensülfonik asit varlığındaki kondenzasyon reaksiyonu sonucu salisilaldimin bileşiği 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol (I) sentezlenmiştir.

Sıvı kristal bileşiğin (I) yapısı spektroskopik yöntemler ( $^1H$ -,  $^{13}C$ -NMR, MS, EA) kullanılarak aydınlatılmıştır. Bileşiğin beklenen yapısı ve spektroskopik veriler tamamen uyum içerisindedir [10].



Şekil 1. Sıvı kristal 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol (I) bileşiğinin sentezi.

### 3. TERS GAZ KROMATOĞRAFİSİ (TGK) TEORİSİ

Spesifik alıkonma hacmi,  $V_g^0$  TGK ölçümlerinden aşağıdaki şekilde bulunabilir [11-13].

$$V_g^0 = \frac{Q(t_R - t_A)J273.2}{(T_r w)} \quad (1)$$

Burada Q taşıyıcı gaz debisi,  $t_R$  çözücünün kolonda alıkonma süresi,  $t_A$ , havanın kolonda alıkonma süresi, J, basınç düzeltme faktörü,  $T_r$ , kolon çıkış sıcaklığı, w, kolona doldurulan sıvı kristalin ağırlığıdır.

Flory-Huggins ve Hal Denklemi Teorisine göre sıvı kristal-çözücü etkileşim parametreleri,  $\chi$  Eşitlik 2 ve 3'e göre aşağıdaki şekilde verilir.

$$\chi_{12}^\infty = \ln \left( \frac{273.2 R v_2}{p_1^0 V_g^0 V_1^0} \right) - \left( 1 - \frac{V_1^0}{M_2 v_2} \right) - \frac{p_1^0 (B_{11} - V_1^0)}{RT} \quad (2)$$

$$\chi_{12}^* = \ln \left( \frac{273.2 R v_2^*}{p_1^0 V_g^0 V_1^*} \right) - \left( 1 - \frac{V_1^*}{M_2 v_2^*} \right) - \frac{p_1^0 (B_{11} - V_1^0)}{RT} \quad (3)$$

Bu eşitlikte R ideal gaz sabiti,  $v_2$  sıvı kristalin spesifik hacmi,  $v_2^*$  sıvı kristalin karakteristik hacmi,  $p_1^0$  çözücünün buhar basıncı,  $V_1^0$  çözücünün molar hacmi,  $V_1^*$  çözücünün karakteristik hacmi,  $M_2$  sıvı kristalin molekül ağırlığı,  $B_{11}$  buhar fazındaki çözücünün ideallikten sapmasına ait ikinci virial katsayı ve T, kolon sıcaklığıdır.

Hal denklemi teorisindeki etkin değişim enerji parametreleri  $X_{eff}$  ise aşağıdaki eşitlikle tanımlanır.

$$RT \chi_{12}^* = p_1^* V_1^* \{ 3T_{1r} \ln[(v_{1r}^{1/3} - 1)/(v_{2r}^{1/3} - 1)] + v_{1r}^{-1} - v_{2r}^{-1} + X_{eff}/p_1^* v_{2r} \} \quad (4)$$

Burada  $p_1^*$  karakteristik basınç,  $v_{1r}$ ,  $v_{2r}$  ve  $T_{1r}$  ise sırasıyla çözücünün indirgenmiş hacmi, sıvı kristalin indirgenmiş hacmi ve çözücünün indirgenmiş sıcaklığıdır.

Entalpi etkileşim parametresi  $\chi_h^*$  aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur.

$$\chi_h^* = [\partial\chi_{12}^*/\partial(1/T)]/T \quad (5)$$

$X_{12}$  değişim entalpi parametresi TKG koşullarında aşağıdaki eşitlik ile bulunur [4-9].

$$\chi_h^* = (p_1^*V_1^*/RT)[(v_{1r}^{-1} - v_{2r}^{-1}) + (\alpha_2 T/v_{2r})(T_{1r} - T_{2r})/T_{2r}] + V_1^*(1 + \alpha_2 T)X_{12}/(v_{2r}RT) \quad (6)$$

Burada  $\alpha_2$ , sıvı kristalin termal genişleme katsayısıdır.

$X_{\text{eff}}$  ve  $X_{12}$  arasında aşağıdaki eşitlik vardır.

$$X_{\text{eff}} = X_{12} - Tv_{2r} - Q_{12} \quad (7)$$

Burada  $Q_{12}$  değişim entropi parametresi olarak tanımlanır.

Sonsuz seyreltiklikteki kısmi molar karışma ısıları,  $\Delta\bar{H}_1^\infty$  ve molar çözünme ısıları,  $\Delta\bar{H}_s$ , eşitlik 8 ve 9 ye göre aşağıdaki şekilde hesaplanır [14,15].

$$\Delta\bar{H}_s = -R[\partial(\ln V_g^0)/\partial(1/T)] \quad (8)$$

$$\Delta\bar{H}_1^\infty = R[\partial(\ln \Omega_1^\infty)/\partial(1/T)] \quad (9)$$

Burada T kolon sıcaklığı,  $\Omega_1^\infty$ , çözücülerin sonsuz seyreltiklikteki ağırlık kesri aktivite katsayılarıdır ve aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$\ln \Omega_1^\infty = \ln(273.2R/V_g^0 p_1^0 M_1) - p_1^0 (B_{11} - V_1^0)/RT \quad (10)$$

Burada  $M_1$  çözücünün molekül ağırlığıdır.

Molar buharlaşma ısısının  $\Delta H_v$ ,  $\Delta\bar{H}_s$  ve  $\Delta\bar{H}_1^\infty$ 'a bağımlılığı ise aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\Delta H_v = \Delta\bar{H}_1^\infty - \Delta\bar{H}_s \quad (11)$$

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

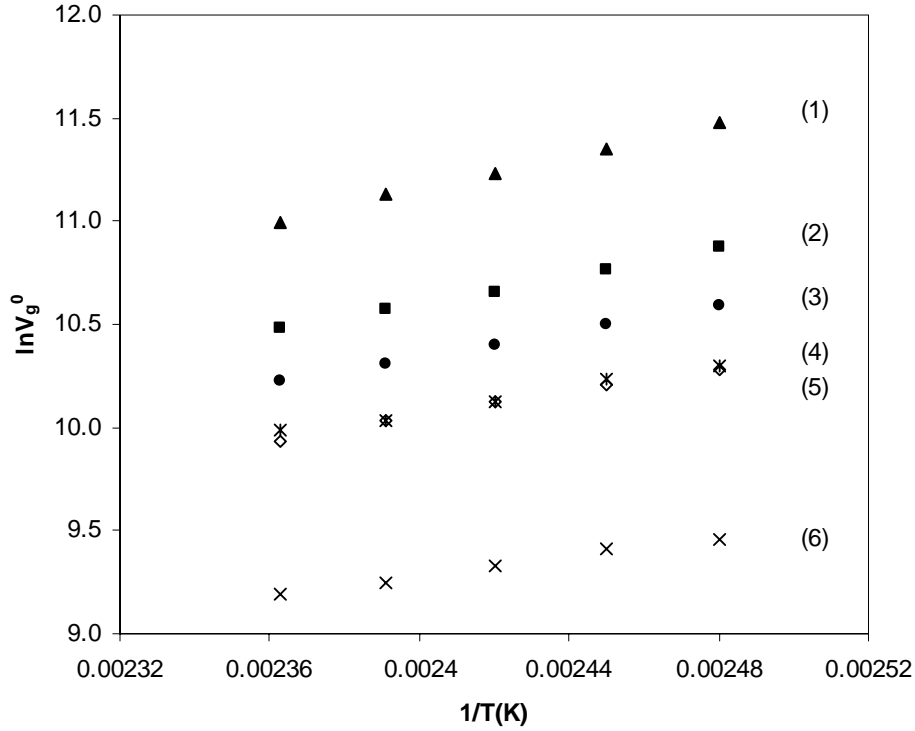
5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol üzerine polarizasyon mikroskobu ve diferensiyel tarama kalorimetresi (DSC) ile yapılan incelemeler sonucu, kalamitik molekül geometrisine sahip salisilaldimin bileşiğinin (I) *termotropik sıvı kristal* özelliğine sahip olduğu gözlenmiştir. Bileşiğin geçiş sıcaklıkları Çizelge 1'de verilmiştir. Bileşik I'in isotropik sıvıdan soğutulması sırasında kırık yelpaze tekstürü ve Schlieren tekstür ortaya çıkmıştır. Yapılan incelemelerde bileşik I'in hem ısıtma ve hem de soğutma sırasında yani enansiyotropik olarak ortaya çıkan SmC mesofaz türüne sahip olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 1.** Salisilaldimin bileşiği 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol'ün (I) faz geçiş sıcaklıkları<sup>a</sup> ve entalpi<sup>a</sup> değerleri: K: kristal, Sm: simetik ve Iso: isotropik mesofaz

Bileşik	T/°C ( $\Delta H/kJ mol^{-1}$ )
I	K 69.3 (33.8) SmC 123.2 (5.3) Iso

<sup>a</sup>Erim ve "clear" (berraklaşma noktası) prosesleri için 5 K min<sup>-1</sup> oranında ısıtma gerçekleştirilmiştir, entalpiler parantez içindedir.

Çözücülerin çalışılan sıcaklık aralığında sıvı kristaldeki alıkonma süreleri deneysel olarak TGK ölçümlerinden bulundu. Alıkonma sürelerinden yararlanarak spesifik alıkonma hacimleri,  $V_g^0$ , Eşitlik 1'den belirlendi ve sonuçlar  $\ln V_g^0/(1/T)$  grafiğinde (Şekil 2) verildi. Termodinamik parametreler denge kurulduğu 130-150 °C aralığında hesaplandı.



**Şekil 2.** 5-Desiloksi-2-[[[4-hekziloksifenil]imino]metil]fenol için D (1), N (2), BA (3), IBA (4), O (5) ve EA (6)' in spesifik alıkonma hacimlerinin ( $V_g^0$ ) logaritmasının, mutlak sıcaklığın tersi ( $1/T$ ) ile değişimi

Çözücü-sıvı kristal etkileşim parametreleri  $\chi_{12}^\infty$  ve  $\chi_{12}^*$ , Eşitlik 2 ve 3'e göre hesaplandı ve sonuçlar Çizelge 2 ve Çizelge 3' de verildi. Teoriye göre  $\chi_{12}^\infty$  değerleri 0.5' den küçükse çözücü o sıvı kristal için iyi, büyükse zayıf çözücüdür. O, N ve D' in  $\chi_{12}^\infty$  değerlerinin çalışılan sıcaklık bölgesinde 0.5 den büyük olduğu ve artan sıcaklıkla azaldığı görülmektedir. Bu durumda, O, N ve D zayıf çözücülerdir fakat çözünürlük sıcaklıkla artmaktadır. EA, IBA ve BA sıvı kristal için düşük sıcaklıklarda zayıf çözücüler iken artan sıcaklıkla iyi çözücü durumuna geçmektedir. Sıcaklıkla çözünürlüğün artması endotermik çözünürlüğü göstermektedir.

**Çizelge 2.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Flory-Huggins Etkileşim Parametreleri,  $\chi_{12}^{\infty}$ 

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	0.84	0.87	0.90	0.71	0.66	0.66
135	0.78	0.84	0.87	0.64	0.60	0.61
140	0.73	0.80	0.84	0.61	0.58	0.58
145	0.70	0.75	0.79	0.59	0.55	0.55
150	0.68	0.72	0.78	0.54	0.47	0.50

**Çizelge 3.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Hal Denklemi Teorisi Etkileşim Parametreleri,  $\chi_{12}^*$ 

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	0.97	0.98	1.00	0.81	0.82	0.81
135	0.91	0.91	0.96	0.75	0.75	0.76
140	0.86	0.91	0.93	0.73	0.73	0.73
145	0.82	0.85	0.88	0.69	0.69	0.69
150	0.81	0.82	0.87	0.62	0.62	0.64

Etkin değişim enerji parametreleri,  $X_{\text{eff}}$ , Eşitlik 4 yardımıyla hesaplandı. Sonuçlar Çizelge 4’ de verildi.  $X_{\text{eff}}$  sonuçlarına bakıldığında, sıcaklıkla  $X_{\text{eff}}$  değerlerinin biraz arttığı görülmektedir.

**Çizelge 4.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Hal Denklemi Teorisi Etkin Değişim Enerji Parametreleri,  $X_{\text{eff}}$ 

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	10.95	11.25	10.32	9.52	4.21	6.14
135	11.02	11.84	11.08	9.29	4.18	6.33
140	11.21	12.26	11.52	11.21	5.53	7.07
145	11.62	12.06	11.58	12.82	6.16	7.51
150	12.53	12.20	12.47	12.76	5.02	7.16

Daha sonra sıcaklıktan bağımsız olduğu düşünülen hal denklemi teorisindeki değişim entalpi  $X_{12}$  ve entropi  $Q_{12}$  parametreleri Eşitlik 6 ve 7’ den hesaplandı. Sonuçlar Çizelge 5 ve 6’ da verildi.  $X_{12} \sim 8 \text{ Jcm}^{-3}$  dolaylarında olduğunda karışımda sadece dispersiyon kuvvetlerinin etkin olduğu, 8 den küçük olduğunda çözücü ile çözünmeyi arttırıcı yönde bir spesifik etkileşiminin (çekme kuvvetinin) olduğu öne sürülmüştür. Yüksek  $X_{12}$  değerleri çözünürlüğün azlığına işaret etmektedir. Bu çalışmada hesaplanan parametreleri Çizelge 5 ve 6’ da verilmiştir. Bütün

çözücüler için hesaplanan değerleri yüksektir. Bu da çalışılan sıvı kristal çözücü sistemlerinde yüksek sıcaklıklarda çözünürlüğün iyi olmadığını göstermektedir.

**Çizelge 5.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Hal Denklemi Teorisi Değişim Entalpi Parametreleri,  $X_{12}$

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	95.31	80.11	67.31	158.91	125.11	117.65
135	94.88	79.88	67.02	158.03	124.37	117.31
140	94.38	79.59	66.71	157.03	123.56	116.89
145	93.81	79.24	66.37	155.84	122.70	116.40
150	93.22	78.88	66.00	154.48	121.75	115.86

**Çizelge 6.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Hal Denklemi Teorisi Değişim Entropi Parametreleri,  $Q_{12} \cdot 10^2$

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	17.61	14.38	11.90	31.19	25.24	23.28
135	17.15	13.91	11.44	30.41	24.58	22.69
140	16.66	13.49	11.06	29.21	23.64	22.00
145	16.14	13.19	10.76	28.08	22.88	21.38
150	15.53	12.83	10.30	27.28	22.47	20.92

Daha sonra  $V_g^0$  ve  $\Omega_1^\infty$  değerlerinin logaritmalarının mutlak sıcaklığın tersine karşı çizilmesi ile elde edilen doğruların eğimlerinden (Eşitlik 8 ve 9) sırasıyla  $\Delta\bar{H}_s$  ve  $\Delta\bar{H}_1^\infty$  değerleri bulundu.  $\Omega_1^\infty$  değerleri Eşitlik 10' dan hesaplandı ve sonuçlar Çizelge 7' de verildi. Çözücülerin molar buharlaşma ısıları ise Eşitlik 8 yardımıyla hesaplandı ve  $\Delta\bar{H}_s$  ve  $\Delta\bar{H}_1^\infty$  sonuçları ile birlikte Çizelge 8' de verildi. Bu çalışmada bulunan molar buharlaşma ısılarının  $\Delta H_v$ , literatürden bulunan molar buharlaşma ısıları  $\Delta H_v^{lit}$  [16] uyduğu görüldü. Çözücülerin  $\Delta\bar{H}_1^\infty$  değerlerine ait veriler çözücülerin sıvı kristal ile endotermik çözünürlük gösterdiklerini belirtmektedir.

**Çizelge 7.** Sıvı Kristal/Çözücü Sistemleri için Sonsuz Seyreltikteki Ağırlık Kesri Aktivite Katsayıları,  $\Omega_1^\infty$ 

t(°C)	O	N	D	EA	IBA	BA
130	6.41	6.20	6.02	5.26	4.85	4.58
135	6.08	6.01	5.85	4.95	4.58	4.38
140	5.82	5.81	5.65	4.87	4.50	4.26
145	5.63	5.52	5.40	4.78	4.37	4.13
150	5.56	5.34	5.36	4.58	4.07	3.95

**Çizelge 8.** Çözücülerin sonsuz seyreltikteki kısmi molar karışma ısıları,  $\Delta\bar{H}_1^\infty$ , molar çözünme ısıları,  $\Delta\bar{H}_s$ , bulunan buharlaşma ısıları,  $\Delta H_v$  ve literatürden bulunan molar buharlaşma ısıları,  $\Delta H_v^{lit}$  [16]. (kcal/mol)

Çözücüler	$\Delta\bar{H}_1^\infty$	$-\Delta\bar{H}_s$	$\Delta H_v$	$\Delta H_v^{lit}$ [16]
O	2.4	5.8	8.2	8.2
N	2.6	6.6	9.2	8.8
D	2.1	8.1	10.2	9.4
EA	2.1	4.6	6.8	7.7
IBA	2.7	5.5	8.2	8.6
BA	2.4	6.2	8.6	8.6

#### 4. SONUÇ

Çalışılan sıcaklık aralığında hesaplanan termodinamik parametrelerden, alkanların zayıf çözücü, asetatların düşük sıcaklıklarda zayıf artan sıcaklıkla iyi çözücü olduğu ve çözücülerin sıvı kristal ile endotermik çözünürlük gösterdikleri belirlendi. Bu çalışmada bulunan  $\Delta H_v$  değerlerinin literatürden bulunan  $\Delta H_v^{lit}$  ile uyduğu görüldü. Akışkan hale getirebilmek için, uygulamada, sıvı kristaller sıvılardaki dispersiyonları halinde kullanılır. Bu nedenle, sıvı kristal-çözücü etkileşimlerinin bilinmesi önemlidir. Kullanılan çözücünün sıvı kristal için çok iyi değil orta derecede iyi çözücü olması, dolayısıyla sıvı kristali dispers edebilmesi gerekir. Bu çalışmada kullanılan çözücülerin incelenen sıvı kristali dispers edebilecek etkileşim parametrelerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

#### Teşekkür

Bu araştırma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir (Proje No: 24-01-02-03).



## REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Collings P. J., Hird M., "Introduction to Liquid Crystals", 2. Baskı, Taylor & Francis Ltd., London, 2001, 195-221, 271-288.
- [2] (a) Hoshino N., Takahashi K., Sekiuchi T., Tanaka H., Matsunaga Y., "Smectogenic Copper(II) Complexes of N-Salicylideneaniline Derivatives. A Comparative Study of Homologous Series Carrying Alkoxy and/or Alkanoyloxy Substituents", *Inorg. Chem.*, 37, 5, 882-889, 1998; (b) Hoshino N., "Liquid Crystal Properties of Metal-Salicylaldimine Complexes. Chemical Modifications Towards Lower Symmetry", *Coordination Chemistry Reviews*, 174, 77-108, 1998; (c) Bilgin-Eran B., Yörür Ç., Tschierske C., Prehm M., Baumeister U., "Liquid Crystals Based on Semiperfluorinated Imines and Salicylaldimato Metal Complexes. A Comparative Study of Alkyl, Alkoxy and Polyether Substituents", *Journal of Materials Chemistry*, 17, 2319-2328, 2007.
- [3] (a) Price G.J., Shillcock I.M., "Investigation of Mesophase Transitions in Liquid Crystals Using Inverse Gas Chromatography", *Can. J. Chem.*, 73, 11, 1883-1892, 1995; (b) Price G.J., Hickling S.J., Shillcock I.M., "Applications of Inverse Gas Chromatography in the Study of Liquid Crystalline Stationary Phases", *J. Chromatogr. A*, 969, 193-205, 2002; (c) Shillcock I.M., Price G.J., "Inverse Gas Chromatography Study of Poly(Dimethyl Siloxane)-Liquid Crystal Mixtures", *Polymer*, 44, 4, 1027-1034, 2003; (d) Ammar-Khodja F., Guermouche S., Guermouche M.H., Rogalska E., Rogalski M., Judeinstein P., Bayle J.P., "A Thermodynamic Approach to Understanding Liquid Crystal Selectivity in Gas Chromatography", *Chromatographia*, 57, 249-253, 2003.
- [4] Cankurtaran O., Yilmaz F., "Determination of The Exchange Enthalpy And Entropy Parameters of The Equation-of-State Theory for Poly(dimethyl siloxane) in Various Solvents" *Polymer*, 37, 3019-3023, 1996.
- [5] Cankurtaran O., Yilmaz F., "Determination of Exchange Enthalpy And entropy Parameters of Poly(dimethyl siloxane) With Some n-Alkanes by Inverse Gas Chromatography" *Polymer International*, 41, 307-313, 1996.
- [6] Yilmaz F., Cankurtaran O., "A Study on The Parameters of Exchange Enthalpy, X-12, And Entropy, Q(12), in The Equation-of-State Theory for Some Polymer-Solvent Pairs" *Polymer*, 39, 1243-1247, 1998.
- [7] Cankurtaran O., Yilmaz F., "Determination of Exchange Enthalpy And Entropy Parameters of The Equation-of-State Theory for Poly(dimethyl siloxane) And Some Aromatic Solvents by Inverse Gas Chromatography" *Polymer International*, 49, 99-102, 2000.
- [8] Coskun S., Cankurtaran O., Bilgin Eran B. et al, "A Study of Some Equation-of-State Parameters of Poly(methylhydrosiloxane-co-dimethylsiloxane) With Some Solvents by Gas Chromatography", *Journal of Applied Polymer Science*, 104, 1627-1631, 2007.
- [9] (a) Cakar F., Yorur C., Cankurtaran O. et al, "Synthesis, Characterization and Retention Behavior of 4-(Tetradecyloxy)-N-(4-Hexyloxyphenyl)-2-Hydroxybenzalimine", *Optoelectron. Adv. Mater.- Rapid Comm.*, 2, 374-378, 2008. (b) Ocak H., Sakar D., Cakar F., Cankurtaran O., Eran B.B., Karaman F., "Use of Inverse Gas Chromatography on Physicochemical Characterization of a New Synthesized Liquid Crystal: (S)-5-(2-Methylbutoxy)-2-[[[4-Dodecyloxyphenyl] Imino] Methyl]phenol", *Liquid Crystals*, 35, 12, 1351-1358, 2008. (c) Yazici O., Ocak H., Cakar F., Cankurtaran O., Eran B.B., Karaman F., "Synthesis and Thermodynamical Interactions of (S)-5-(2-Methylbutoxy)-2-[[[4-Hexyloxyphenyl]Imino]Methyl] Phenol Liquid Crystal with Some Solvents", *Optoelectron. Adv. Mater.- Rapid Comm.*, 2, 6, 366-370, 2008.
- [10] Yörür Ç., "Yeni Sıvı Kristal Moleküllerin Dizaynı, Sentezi ve Mesomorfik Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2003.

- [11] Voelkel A., Strzemiecka B, Adamska K. and Milczewska K.” Inverse Gas Chromatography As a Source of Physiochemical Data”, *Journal of Chromatography A*, 1216, 1551-1566.
- [12] Aspler, J.S. “Theory and Applications of Inverse Gas Chromatography”, in *Chromatographic Science*, 29, ed by Liebman, S.A.; Levy, E.J. Marcel Dekker, New York, 1985, 399.
- [13] Bolvari A.E., Ward T.C., Koning, P.A., Sheehy D.P., “Experimental Techniques for Inverse Gas Chromatography In Inverse Gas Chromatography Characterization of Polymer and Other Materials”, Chapter 2, Eds. Lloyd, D.R.; Ward, T.C.; Schreiber, H.P.; Pizana, C.C. Am.Chem.Soc., 1989, 12-19.
- [14] Vilcu R. and M. Leca, in *Studies in Polymer Science* , co-eds. Editura Acadmiei Romane and Elsevier Science Publishers, Elsevier, Amsterdam, 1990.
- [15] Flory P.J. and Shih H., ”Thermodynamics of Solutions of Poly(dimethylsiloxane) in Benzene, Cyclohexane and Chlorobenzene” , *Macromolecules*, 5, 761, 1972.
- [16] Littlewood B.A. “Gas chromatography”; Academic Press, McGraw-Hill, New York, 1970, 4-9.