



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SU – KARBOKSİLİK ASİT KARIŞIMI – ÇÖZÜCÜ
DÖRTLÜ SİSTEMLERİNİN SIVI-SIVI DENGE VERİLERİ**

**Kim. Müh. Burcu BAŞLIOĞLU
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Temel İşlemler ve Termodinamik Programı**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Süheyla ÇEHRELİ**

Haziran, 2007

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SU – KARBOKSİLİK ASİT KARIŞIMI – ÇÖZÜCÜ
DÖRTLÜ SİSTEMLERİNİN SIVI-SIVI DENGE VERİLERİ**

**Kim. Müh. Burcu BAŞLIOĞLU
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Temel İşlemler ve Termodinamik Programı**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Süheyla ÇEHRELİ**

Haziran, 2007

İSTANBUL

Bu çalışma 11/07/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliğı Anabilim Dalı Temel İşlemler ve Termodinamik programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Yard.Doç.Dr. Süheyla ÇEHRELİ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Ahmet AYDIN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Umur DRAMUR
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Hacı ORAK
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Ş. İsmail KIRBAŞLAR
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdikleri her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli danışmanım Sn. Yrd. Doç. Dr. Süheyla ÇEHRELİ'ye, Bölüm Başkanımız Sn. Prof. Dr. Ahmet AYDIN'a ve Ana Bilim Dalı Başkanımız Sn. Prof. Dr. Umur DRAMUR'a, Sn. Yrd. Doç. Dr. Mehmet BİLGİN'e ve Sn. Dr. İrfan ÜNLÜSAYIN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanışı sırasında ve çalışmalarımın her aşamasında bana her konuda yardımcı olan Temel İşlemler ve Termodinamik Anabilim Dalı'nın değerli akademisyenlerine ve çalışmamı destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürü borç bilirim.

Hayatım boyunca benden destek ve yardımlarını esirgemeyip her zaman yanımda olan aileme ve bu kulvarda olmasalar bile benim için benimle birlikte koşmayı göze alan dostlarıma sonsuz teşekkürler.

Haziran, 2007

Burcu BAŞLIOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1. EKSTRAKSİYON	3
2.1.1. Katı – Sıvı Ekstraksiyonu	3
2.1.2. Sıvı – Sıvı Ekstraksiyonu	4
2.2. ÜÇ BİLEŞENLİ SİSTEMLER	8
2.2.1. Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi	10
2.2.2. Çözünürlük Diyagramı-Dağılma Katsayısı-Bağlantı Doğrusu İlişkisi	11
2.3. DÖRT BİLEŞENLİ SİSTEMLER	13
2.4. EKSTRAKSİYONDA ÇÖZÜCÜ SEÇİMİ	14
2.5. LİTERATÜRDE KARBOKSİLİK ASİTLERLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	16
2.5.1. Üç Bileşenli Sistemler İle İlgili Çalışmalar	16
2.5.2. Dört Bileşenli Sistemler İle İlgili Çalışmalar	18

3. MALZEME VE YÖNTEM	19
3.1. FORMİK ASİT	19
3.2. ASETİK ASİT	22
3.3. PROPİYONİK ASİT	28
3.4. ÇÖZÜCÜLER	31
3.4.1. Diisopropil Eter	31
3.4.2. Diisobutil Keton	31
3.4.3. Amil Asetat	32
3.5. ÇÖZÜNÜRLÜK EĞRİSİNİN TİTRASYON METODU İLE BELİRLENMESİ.....	32
3.6. BAĞLANTI DOĞRULARININ BELİRLENMESİ	34
3.6.1. Bağlantı Doğrularının Korelasyonu	34
4. BULGULAR	35
4.1. SU-FORMİK ASİT-ASETİK ASİT-ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K	35
4.1.1. Su-Formik Asit-Asetik Asit-Amil Asetat Sistemi	35
4.1.2. Su-Formik Asit-Asetik Asit-Diisobutil Keton Sistemi	37
4.1.3. Su-Formik Asit-Asetik Asit-Diisopropil Eter Sistemi	39
4.1.4. Su-Formik Asit-Asetik Asit-Çözücü Sistemlerine ait Dağılma Katsayısı, Ayrırma Faktörü ve Korelasyon Verileri	41
4.2. SU-FORMİK ASİT-PROPİYONİK ASİT-ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K	47
4.2.1. Su-Formik Asit-Propiyonik Asit-Amil Asetat Sistemi	47
4.2.2. Su-Formik Asit- Propiyonik Asit-Diisobutil Keton Sistemi.....	49
4.2.3. Su-Formik Asit- Propiyonik Asit-Diisopropil Eter Sistemi	51
4.2.4. Su-Formik Asit- Propiyonik Asit-Çözücü Sistemlerine ait Dağılma Katsayısı, Ayrırma Faktörü ve Korelasyon Verileri	53
4.3. SU-ASETİK ASİT-PROPİYONİK ASİT-ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K	58
4.3.1. Su-Asetik Asit-Propiyonik Asit-Amil Asetat Sistemi	58
4.3.2. Su-Asetik Asit-Propiyonik Asit-Diisobutil Keton Sistemi.....	60
4.3.3. Su-Asetik Asit-Propiyonik Asit-Diisopropil Eter Sistemi	62

4.3.4. Su-Asetik Asit-Propiyonik Asit-Çözücü Sistemlerine ait Dağılma Katsayısı, Ayrırma Faktörü ve Korelasyon Verileri	64
4.4. ÇALIŞILAN DÖRTLÜ SİSTEMLERE AİT GRAFİKSEL SUNULAR ...	69
5. TARTISMA VE SONUÇ	75
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Üç Bileşenli Bir Sistemin Üçgen Diyagramda Gösterilmesi	9
Şekil 2.2	: Üçgen Diyagramlarda Çözünürlük Eğrisi	10
Şekil 2.3	: Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi	11
Şekil 2.4	: Çözünürlük Diyagramı–Dağılma Katsayısı–Bağlantı Doğrusu İlişkisi	12
Şekil 2.5	: Çeşitli Kompozisyonlardaki Bağlantı Doğruları.....	12
Şekil 2.6	: Dört Komponentli Sistemlerin Düzgün Dört Yüzlüde Gösterilişi	14
Şekil 3.1	: Çözünürlük Eğrisinin Titrasyon Metodu İle Tayini	33
Şekil 3.2	: Deneysel Düzenekleri	33
Şekil 4.1	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	37
Şekil 4.2	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	39
Şekil 4.3	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	41
Şekil 4.4	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Otmer-Tobias Korelasyonları, 298.2 K. ϕ;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	43
Şekil 4.5	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. ϕ;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	44
Şekil 4.6	: Su(1)-[Formik(2,ϕ)+Asetik(3,◆)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	44
Şekil 4.7	: Su(1)-[Formik(2,Δ)+Asetik(3,Δ)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	45
Şekil 4.8	: Su(1)-[Formik(2,o)+Asetik(3,●)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	45
Şekil 4.9	: Su(1)-[Formik(2,ϕ)+Asetik(3,◆)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	45
Şekil 4.10	: Su(1)-[Formik(2,Δ)+Asetik(3,Δ)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	46

Şekil 4.11	: Su(1)-[Formik(2,o)+Asetik(3, ●)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	46
Şekil 4.12	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	48
Şekil 4.13	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	50
Şekil 4.14	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	52
Şekil 4.15	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Otmer- Tobias Korelasyonları, 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	54
Şekil 4.16	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	55
Şekil 4.17	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi.....	55
Şekil 4.18	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	56
Şekil 4.19	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	56
Şekil 4.20	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi.....	56
Şekil 4.21	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	57
Şekil 4.22	: Su(1)-[Formik(2, Δ)+Propiyonik(3, Δ)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	57
Şekil 4.23	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	59
Şekil 4.24	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	61
Şekil 4.25	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu	63
Şekil 4.26	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Otmer-Tobias Korelasyonları, 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	65

Şekil 4.27	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı–Çözücü(4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. \diamond ;Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter	66
Şekil 4.28	: Su(1)-[Asetik(2,o)+Propiyonik(3,o)] Asit Karışımı–Amil Asetat(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	66
Şekil 4.29	: Su(1)-[Asetik(2,o)+Propiyonik(3,o)] Asit Karışımı–Diisobutil Keton(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	67
Şekil 4.30	: Su(1)-[Asetik(2,o)+Propiyonik(3,o)] Asit Karışımı–Diisopropil Eter(4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	67
Şekil 4.31	: Su(1)-[Asetik(2,o)+Propiyonik(3,o)] Asit Karışımı–Amil Asetat(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	67
Şekil 4.32	: Su (1)- [Asetik (2,o) + Propiyonik (3,o)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	68
Şekil 4.33	: Su(1)-[Asetik(2,o)+Propiyonik(3,o)] Asit Karışımı–Diisopropil Eter(4) Sisteminde Dağılma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi	68
Şekil 4.34	: Su–Formik Asit–Asetik Asit–Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter.....	69
Şekil 4.35	: Su–Formik Asit–Propiyonik Asit–Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter.....	70
Şekil 4.36	: Su–Asetik Asit–Propiyonik Asit–Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter.....	71
Şekil 4.37	: Su–(Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları)–Amil Asetat Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı	72
Şekil 4.38	: Su–(Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları)–Diisobutil Keton Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı	73
Şekil 4.39	: Su–(Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları)–Diisopropil Eter Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı	74

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	36
Tablo 4.2	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	36
Tablo 4.3	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	38
Tablo 4.4	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	38
Tablo 4.5	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	40
Tablo 4.6	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	40
Tablo 4.7	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Deneysel Dağılıma Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K....	42
Tablo 4.8	: Su(1)-[Formik(2)+Asetik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları.....	43
Tablo 4.9	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	47
Tablo 4.10	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	48
Tablo 4.11	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	49
Tablo 4.12	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	50
Tablo 4.13	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	51
Tablo 4.14	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	52
Tablo 4.15	: Su(1)-[Formik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Deneysel Dağılıma Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K.....	53
Tablo 4.16	: Su(1)-[Formik(2)+Propionik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları..	54
Tablo 4.17	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	58
Tablo 4.18	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Amil Asetat(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	59
Tablo 4.19	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	60
Tablo 4.20	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisobutil Keton(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	61
Tablo 4.21	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	62

Tablo 4.22	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Diisopropil Eter(4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.	63
Tablo 4.23	: Su(1)-[Asetik(2)+Propiyonik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Deneysel Dağılma Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K.	64
Tablo 4.24	: Su(1)-[Asetik(2)+Propionik(3)] Asit Karışımı-Çözücü(4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları	65

SEMBOL LİSTESİ

D	: dağılma katsayısı
C	: çözünmüş madde konsantrasyonu
S	: ayırma faktörü
F	: serbestlik derecesi
c	: komponent sayısı
p	: faz sayısı
a	: Othmer-Tobias korelasyon eğimi
b	: Othmer-Tobias korelasyon sabiti
R²	: Othmer-Tobias korelasyon katsayısı
x₁₁	: suyun rafinat fazdaki ağırlıkça fraksiyonu
x₄₄	: çözücünün ekstrakt fazdaki ağırlıkça fraksiyonu

ÖZET

SU – KARBOKSİLİK ASİT KARIŞIMI – ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİNİN SIVI – SIVI DENGE VERİLERİ

Bu çalışmada Su – Karboksilik Asit Karışımı – Çözücü dörtlü sistemlerinin 298.2 K’ deki sıvı – sıvı denge verileri deneysel olarak belirlenmiştir. Karboksilik asit karışımı olarak; Formik Asit – Asetik Asit, Formik Asit – Propiyonik Asit ve Asetik Asit – Propiyonik Asit karışımları kullanılmıştır. Asit karışımları her bir asitten ağırlıkça % 50 - % 50 olacak şekilde hazırlanmıştır. Çözücü olarak; Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter kullanılmıştır.

İncelenen her bir asit karışımının çözücülerle oluşturdukları dörtlü sistemlere ait denge verileri çözünürlük eğrisi ve bağlantı doğrularının deneysel olarak belirlenmesiyle tespit edilmiştir. Deneysel verilerin güvenilirliği Othmer – Tobias korelasyonu ile test edilmiş, incelenen her bir dörtlü sisteme ait dağılma katsayısı ve ayırma faktörleri hesaplanmıştır.

SUMMARY

LIQUID – LIQUID EQUILIBRIUM OF WATER – CARBOXYLIC ACID MIXTURE – SOLVENT QUATERNARY SYSTEMS

Liquid – liquid equilibrium (LLE) data were determined for the quaternary system water – carboxylic acid mixture – solvent at 298.2 K. Formic Acid – Acetic Acid, Formic Acid – Propionic Acid and Acetic Acid – Propionic Acid mixtures were used as carboxylic acid mixtures. Each acid was prepared 50 % by mass proportionally for all acid mixture. Amil Acetate, Diisobutyl Keton and Diisopropyl Ether were used as solvent.

Solubility curves and tie-lines were determined experimentally for each quaternary system. The reliability of experimental data was ascertained by Othmer – Tobias pilots. Finally, the distribution coefficient and separation factors of each system were calculated from experimental results.

1. GİRİŞ

Kimya sanayiinde kimyasal maddelerin üretimleri kadar bu maddelerin tek başlarına eldeleri de oldukça önemlidir. Üretim esnasında maddeler tek başlarına değil, çoğu zaman pek çok yan ürünle birlikte oluşmaktadırlar. Kimyasal maddelerin ayrılma ve saflaştırılmasında kullanılan başlıca işlemler; buharlaştırma, destilasyon, kristalizasyon, ekstraksiyon ve membranla ayırmadır. Enerji tüketimi dolayısıyla ekstraksiyon prosesi günümüzde diğer proseslere tercih edilmektedir.

Fermentasyon ile karboksilik asit eldesi uzun zamandır bilinmektedir ve bazı temel karboksilik asitleri üretmek için kullanılan başlıca proseslerden biridir. Çalışmamızda yer alan formik, asetik ve propiyonik asitler sanayide geniş çapta kullanılan en önemli karboksilik asitlerdendir.

Organik asitlerin fermentasyon karışımından verimli bir şekilde ayrılması kimya endüstrisinde önemlidir. Ayırma prosesinde ekipmanlarının dizaynı için denge verilerine ihtiyaç vardır. Bu denge verilerinin belirlenmesinde dağılma katsayısı, çözünürlük eğrisi ve bağlantı doğruları deneysel olarak belirlenir.

Sıvı-sıvı ekstraksiyonunun ilk ticari uygulaması, fermentasyon ürünü olarak karboksilik asitlerin sulu çözeltisinden geri kazanımıdır. Ürün sentezi aşamasında sulu fazda bulunmaları ve su ile azeotrop teşkil etmeleri nedeni ile sudan ayrılma problemleri doğar. Bu amaçla, selektif ayırma işlemi için bilinen konvansiyonel çözücüler aracılığıyla sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi uygun görülmüştür.

Çeşitli karboksilik asitlerin sulu çözeltilerinden geri kazanımını geliştirmek için birçok çözücü denenmiş ve ilgili sistemlerin faz denge verileri literatürde sunulmuştur.

Bunların çoğu üçlü sistemlere ait çalışmalar olmakla beraber, dörtdü sistemlere ait çok fazla veri bulunmamaktadır. Bu nedenle aynı ortamda karışım halinde bulunan karboksilik asitler için uygun çözücü tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. EKSTRAKSİYON

Herhangi bir katı veya sıvı madde karışımında bulunan bir veya birkaç maddeyi bir çözücü veya çözücü karışımı kullanmak suretiyle ayırma işlemine *ekstraksiyon* denir.

Ekstraksiyonda kullanılan çözücüye *solvent*, çözünen maddeye *solute*, ekstraksiyon sonunda çözülmüş madde bakımından zenginleşen faza *ekstrakt faz*, çözülmüş madde bakımından fakirleşen faza da *rafinat faz* denir.

Ekstraksiyon genellikle oda temperaturünde yapılmakla beraber, sıcakta veya soğukta yapılabilir. Sıcakta yapıldığında ekstraksiyon temperaturü hiçbir zaman kullanılan çözücülerin kaynama noktasından yüksek olamaz. Soğukta yapıldığında ise temperatur bir kristalizasyon veya donma meydana gelmeyecek şekilde seçilmelidir [1].

Ekstraksiyon; katı-sıvı ekstraksiyon ve sıvı-sıvı ekstraksiyon olmak üzere iki büyük şekilde uygulanır.

2.1.1. Katı – Sıvı Ekstraksiyonu

Bir katı madde içinde bulunan çözülmüş maddeyi bir çözücü kullanmak suretiyle sıvı faz içine almak ve daha sonra da çözücünün geri kazanılması esnasında çözülmüş maddenin açığa çıkmasını sağlamak amacıyla yapılan işleme katı – sıvı ekstraksiyonu denir.

Katı-sıvı ekstraksiyonu, metalurji endüstrisinde oldukça yaygın kullanılan bir prosestir. Bir çok değerli mineral, istenmeyen katı kütleler içinden açığa çıkartılır ve bunların uygun çözücülerle katı - sıvı ekstraksiyonuna tabii tutulması söz konusudur. Benzer şekilde bir çok organik madde doğada bulunduğu orijinal strüktüründen katı-sıvı ekstraksiyonu ile ayrılmaktadır. Ayrıca çözücü olarak sıcak su kullanmak suretiyle çaydan kafein ekstraksiyonu da katı-sıvı ekstraksiyonuna bir örnektir [2].

2.1.2. Sıvı – Sıvı Ekstraksiyonu

Bir veya daha fazla bileşen içeren bir çözeltiyi, uygun bir çözücü ile temasa getirerek bileşenlerine ayırma işlemi sıvı-sıvı ekstraksiyonu olarak adlandırılır.

Sıvı-sıvı ekstraksiyonu şu aşamalardan oluşur:

- a) Ayrılacak karışım ve çözücünün temasa getirilmesi
- b) İki fazın oluşumu
- c) Ekstrakt fazdan maddenin ayrılması
- d) Her iki fazdan çözücünün geri kazanılması ki bu genellikle destilasyon ile gerçekleştirilir [3].

Sıvı-sıvı ekstraksiyonu iki fazın da sıvı olduğu bir kütle iletimi işlemidir. Kütle iletimi işlemlerini direkt ve dolaylı olmak üzere iki kısımda inceleyebiliriz. Direkt kütle iletimi işlemlerinde, ya ısı vermek ya da ısı almak suretiyle orijinal çözeltilerden istenilen ürün ayrılır. Örneğin destilasyon işleminde, sıvı madde bir buhar elde etmek için ısıtılarak orijinal çözeltinin bileşenleri sıvı ve buhar arasında dengesiz olarak dağıtılır. Bu tür saflaştırma işlemlerine örnek olarak destilasyon, buharlaştırma ve kristalizasyonu verebiliriz. Dolaylı işlemlerde ise, ilave bir madde kullanıldığı için sıvı-sıvı ekstraksiyonu, ekstraktif destilasyon, azeotropik destilasyon, gaz absorpsiyonu, adsorpsiyon ve iyon değiştirme işlemlerini sıralayabiliriz.

Sıvı-sıvı ekstraksiyonunun yapılabilmesi için iki şart vardır:

- a) Ayrılmak istenen karışımdaki bileşenler çözücü içinde seçimli olarak dağılmalıdır
- b) Karışım ve çözücü fazları birbirinde çözünmemelidir.

Bir ayırma metodu olarak sıvı-sıvı ekstraksiyon işleminin başarılı olarak kullanıldığı alanları özetlersek;

- Yakın kaynayan sıvıların ayrılması

Tipik bir örnek olarak destilasyonla ayırmanın oldukça pahalı olduğu, butadienin (k.n -4.75 °C) butilenden (k.n -5 °C) ayrılması verilebilir. Buna karşın sulu bakır amonyum asetat çözeltisi ile ekstraksiyonu sonucu kolayca ayrılır.

- Relatif uçuculukları zayıf olan sıvıların ayrılması

Kaynama noktaları arasında nispeten büyük fark olan ve uçuculukları zayıf olan su ve asetik asidin ayrılması bu duruma örnektir. Sulu asetik asit çözeltisinin derişiklendirilmesi esnasında olduğu gibi suyun büyük bir miktarının buharlaştırılmasını gerektiren işlemlerde ucuz bir proses olarak Ekstraksiyon işlemleri uygulanır.

- Kaynama noktası çok yüksek olan karışımların ayrılması

Örneğin doğal yağlardan uzun zincirli yağların ve vitaminlerin eldesinde destilasyon yerine ekstraksiyon uygulanır.

- Pahalı bir buharlaştırma işlemleri yerine

Benzoik asit, suyun buharlaştırılması ile sudaki seyreltik çözeltisinden ayrılabilir. Fakat bunun yerine benzoik asit önce benzenle muamele edilerek benzen fazına çekilir ve daha sonra buharlaştırma işlemleri uygulanarak çok daha ucuz bir şekilde benzoik asit elde edilmiş olur.

- Fraksiyonlu kristalizasyon yerine

Tantal ve kolumbiyum, potasyum florürün ikili tuzlarının fraksiyonlu kristalizasyon işlemleri sonucunda ayrılırlar. Fakat bu işlem çok pahalı ve uzun süreli olduğundan bunları ayırmak için metallerin hidroflorik asit çözeltileri, metil isobutil keton ile ekstrakte edilirler. Bu ayırma metodu standart bir işlem olmuştur.

- Isıya duyarlı maddelerin ayrılması

Penisilin ve çoğu antibiyotiklerin imalatında fermantasyon sonucu oluşan karışımların derişiklendirilmesi buharlaştırma ile gerçekleştirilemez. Çünkü bu ürünlerin kimyasal özellikleri değişir. Bundan dolayı bu tür maddelerin saflaştırılması ve derişiklendirilmesinde Ekstraksiyon işlemleri uygulanmaktadır.

- Azeotrop halindeki karışımların ayrılması
- Atık sulardan ve polimer çözeltilerden metal tuzlarının ayrılmasında
- Nükleer yakıtların geri kazanımında (PUREX prosesi)
- Metallerin az miktarda bulunduğu filizlerinden ayrılmasında [4, 5, 6]

Sıvı – Sıvı Ekstraksiyonu; *Paralel Akım Ekstraksiyonu* ve *Ters Akım Ekstraksiyonu* olmak üzere 2'ye ayrılır.

Bunlardan *Paralel Akım Ekstraksiyonu* kendi içinde *Tek (basit) Kontakt* ve *Defalarca Kontakt* olmak üzere 2'ye ayrılır. *Tek (basit) Kontakt* metodunda belirli bir hacimdeki rafinat fazı yine belirli bir hacimdeki çözücü ile çalkalanır. Bu metotta çözülmüş madde içeren faz çözücü ile muamele edilir. Denge meydana geldikten sonra ekstrakt ve rafinat fazları birbirinden ayrılır. Defalarca kontakt ekstraksiyonunda ise ayrılacak karışıma çözücünün ilave edildiği ve denge oluşup fazlar ayrıldıktan sonra ekstrakt fazının çekilip alındığı ve rafinat fazının tekrar taze çözücüyle muamele edildiği bir prosedir. Her bir rafinat kendisini takip eden kademelerin beslemesini oluşturur. Bu proses çözücünün uzaklaştırılmasından sonra istenen kompozisyona erişmiş bir rafinat elde edilinceye kadar tekrarlanır. Çözücü ile yapılan her bir muamele bir ekstraksiyonun kademe sayısı olarak adlandırılır.

Ters Akım Ekstraksiyonu'nda; çözücü ve rafinat fazları birbirine ters bir şekilde ekstraksiyon cihazı içinde hareket ederler. Bu şekilde devamlı olarak cihazın bir tarafından ekstrakte edilecek çözelti girerken, diğer taraftan taze çözücü girer. Bu metotta; besleme ile çözücü birbirlerine ters yönde hareket ederler. Beslemenin geldiği yerden derişik ekstrakt çıkarken, taze çözücünün girdiği yerden ise zayıf konsantrasyonlu rafinat çıkar. Hafif faz çözülmüş olduğu maddelerle birlikte destilasyon balonuna gönderilir. Bu balon alttan bir ısıtıcı ile ısıtılır. Meydana gelen çözücü buharı soğutucuda kondanse edilerek tekrar ekstraksiyon kolonunun altına geri gönderilir. Ağır

faz ise devamlı olarak alttan alınıp, pompa yardımıyla bir depo üzerinden tekrar verilir[7].

Ekstraksiyon teorisini anlamak için, ekstraksiyonun kapsadığı faz dengelerinin ana prensiplerinin bilinmesi gerekmektedir. Faz dengelerinin incelenmesinde önemli olan iki temel kural vardır. Bunlar; *dağılım kanunu* ve *fazlar kuralıdır*.

Nernst Dağılım Kanunu'na göre; birbirinde çözünmeyen ya da çok az çözünen iki sıvıya bunların içinde çözünebilen bir madde ilave edilir ve karıştırılırsa çözünen madde her iki sıvı arasında dağılıma uğrar. Çözünen madde her iki sıvıda da aynı moleküler halde ise belli bir sıcaklıkta dinamik denge kurulduktan sonra maddenin her iki sıvıdaki konsantrasyonları C_1 ve C_2 ise,

$$D = C_1 / C_2 \quad (2.1)$$

yazılabilir. Orantı sabiti D' ye *dağılım katsayısı* denir [8]. Bu bağıntı sıvı-sıvı ekstraksiyonunun dayandığı temel prensibi oluşturur.

Ayrırma faktörü; ayrılacak maddelerin birbirinden kolayca ayrılıp ayrılmayacaklarını gösteren önemli bir parametredir ve dağılım katsayılarının oranıyla bulunur.

$$S = D_2 / D_1 \quad (2.2)$$

Fazlar Kuralı ise, denge halindeki bir sistemin denge halini koruyabilmesi için önceden saptanması gereken denge faktör sayısını bildirir. Bu kural ile, içinde herhangi bir reaksiyon meydana gelmeyen kapalı bir sistemin, termodinamik halinin belirlenebilmesi için gerekli minimum özellik sayısı olan serbestlik derecesi (F) ile bileşen sayısı (c) ve faz sayısı (p) arasındaki ilişki tanımlanmıştır. Fazlar kuralında; bağımsız değişkenler ile bağımsız denklemler arasındaki fark, serbestlik derecesi olarak tanımlanır.

c, reaksiyona girmeyen bileşen sayısı; p, faz sayısı olarak alındığında, p-1 adet bağımsız denge denklemi yazılabilir. c adet bileşen için bu sayı $c(p-1)$ dir. p fazdaki toplam

bağımsız değişken sayısı $p(c-1)$ olur ve basınç ve sıcaklıkta birer bağımsız değişken olduklarından, fazlar kuralının toplam değişkenlerinin sayısı $2+p(c-1)$ olur [9, 10].

$$F=2+(c-1)p-(p-1)c$$

$$F=2-p+c \quad (2.3)$$

Sıvı-sıvı ekstraksiyonunda kullanılan çözücü sistemlerini ayırma işlemi uygulanacak karışımın kimyasal yapısına ve kullanılan cihazların fiziksel düzenlenmesine bağlı olarak şu şekilde sınıflandırabiliriz,

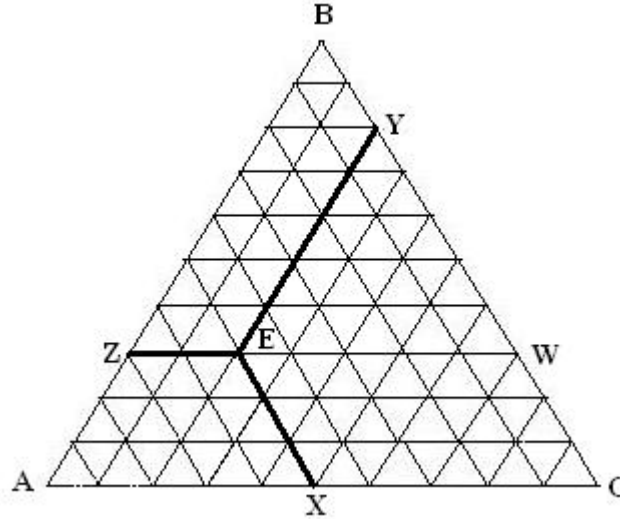
- a) **Tek Çözücülü Sistemler:** Bunlar, ayrılacak olan iki bileşen ve tek bir çözücüden ibarettirler (üç bileşenli sistemler). Kademeli veya sürekli temasla işlem yapılabilir. Kademeli temas durumunda çözücü ve ayrılacak karışım temas getirilir, kütle transferi bakımından denge oluşumu sağlanır, sonra fazlar ayrılır ve işlem tekrar edilir. Sürekli temas halinde ise uygun ekipmanlar sayesinde çözücü ve ayırma işlemine tabi tutulacak karışım, sistem boyunca sürekli temas halindedir. Genellikle düzenli olarak dengeye ulaşamaz.
- b) **Çözücü Karışımli Sistemler:** Çözünürlüğü açısından üçlü bir sistemin dengeye ulaşmasının mümkün olmadığı durumlarda en az iki bileşenden oluşan bir çözücü karışımı kullanılır. Bunlar da kademeli veya sürekli olarak işlenebilirler.
- c) **Çift Çözücülü Sistemler (fraksiyonlu ekstraksiyon):** Burada ayrılacak karışım, birbirinde çözünmeyen iki çözücü içinde dağıtılır. Bu sistemler en az dört bileşen içerirler [1].

2.2. ÜÇ BİLEŞENLİ SİSTEMLER

Ekstraksiyonda üç bileşenli sistemlerin gösterilmesinde eşkenar üçgenler kullanılır. Üçlü karışımın bütün kompozisyonu daima üçgenin içindeki bir nokta ile gösterilebilir. Üçgenin köşeleri saf bileşenleri, kenarları ikili karışımları, iç bölgesi ise üçlü karışımı temsil eder. Üçgende, tepe ekstrakte edilecek bileşen, sol köşeye ekstrakte edilecek ortam bileşeni ve sağ köşeye de çözücü yerleştirimi klasiktir. Eşkenar üçgenin içindeki herhangi bir E noktası, üçgenin kenarlarına paralel doğrular çizmek suretiyle X, Y ve Z

noktalarıyla birleştirilirse; EX, EY ve EZ doğru parçalarının uzunlukları toplamı sabit ve üçgenin bir kenarına eşittir.

$$AB = AC = BC = EX + EY + EZ \quad (2.4)$$

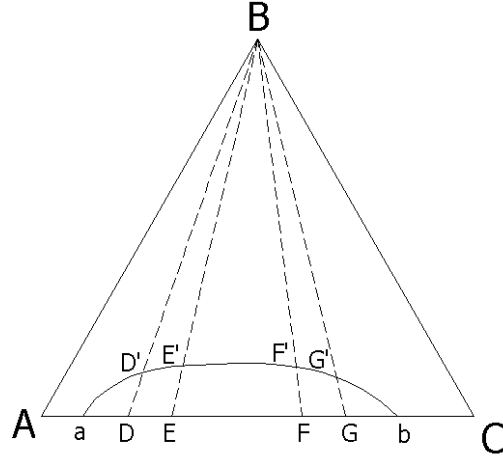


Şekil 2.1. Üç Bileşenli Bir Sistemin Üçgen Diyagramda Gösterilmesi

Şekil 2.1. dikkate alınıp, üçgenin bir kenar uzunluğu 100 (veya 1) olarak kabul edilirse, bileşimi E olarak gösterilen üçlü bir karışım için A, B, C bileşenlerinin yüzdeleri (fraksiyonları) sırasıyla EX, EY ve EZ doğru parçalarının uzunluklarına eşit olur. Buna göre E karışımını % 50 A, % 30 B, % 20 C içerir. Üçgenin herhangi bir kenarına çizilen paralel bir hat üzerindeki bütün noktalarda, bu kenarın karşısındaki köşede bulunan bileşenin konsantrasyonu sabittir. Örneğin Şekil 2.1.'de ZW hattı üzerindeki bütün noktalarda sistem % 30 B içerir.

Pratikte ekstraksiyonda, birbirinde sınırlı bir çözünürlük gösteren iki sıvı ve bunlarda tamamen çözünebilen bir madde söz konusu olup bunlara ait çözünürlük diyagramı Şekil 2.2.'de görüldüğü gibidir. Diyagramda a ve b noktaları B maddesi yokken A ve C sıvıları arasındaki sınırlı çözünürlüğü göstermektedir. Buna göre bileşimi a ve b arasında olan bir A-C ikili karışımı, kompozisyonları a ve b ile gösterilen iki faza bölünür. D bileşimindeki karışıma B bileşeni damla damla ilave edildiğinde mevcut iki

fazın oranı git gide değişir ve fazlardan biri (burada C içeriği fazla olan faz) git gide azalarak D noktasında kaybolur ve karışım tek fazlı hale geçer. Bu noktaya *ayrılma noktası* denir. E, F, G ikili karışımları için de benzer işlem uygulandığında üç bileşenin bir arada homojen karışım oluşturdukları sınırlar (E', F', G') tespit edilebilir. Bu noktaların birleştirilmesi ile elde edilen eğri üçlü sistemin *çözünürlük eğrisi* (binodal eğri) dir.



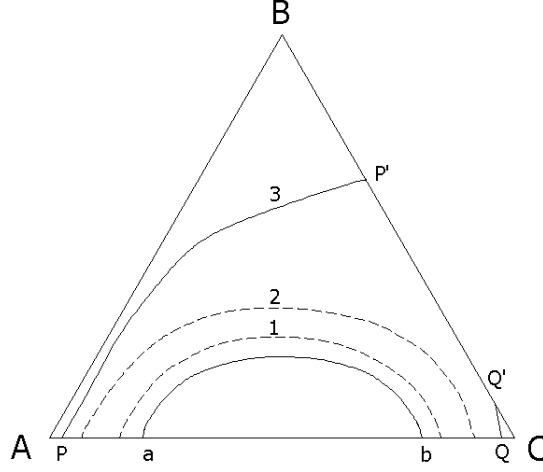
Şekil 2.2. Üçgen Diyagramlarda Çözünürlük Eğrisi

Çözünürlük eğrisinin altında kalan bölgede sistem, daima heterojen (iki fazlı) diyagramın geri kalan kısmında ise homojen (tek fazlı) dır. Heterojen alanda herhangi bir sistem, kompozisyonları çözünürlük eğrisi üzerindeki noktalarla temsil edilen iki faza bölünür. Bu iki noktayı birleştiren doğruya *bağlantı doğrusu* veya *konjugen hattı* ya da *konode* denir [1,7].

2.2.1. Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi

Sıcaklık değişmesiyle karışma (veya ayrılma) noktaları da değişeceğinden eğrinin konumu değişmektedir. Bu nedenle çözünürlük eğrilerine çözünürlük izotermi de denilmektedir. Sıcaklığın düşürülmesi çözünürlüğü azaltacağından dolayı ayrılma alanının büyümesine neden olacaktır.(şekil 2.3.'te 1,2) Sıcaklığın daha ileri bir derecede düşürülmesi ikinci bir ayrılmayı doğurabilir. (Şekil 2.3.'te 3) Böylece çözünürlük eğrisi iki kola bölünmüş olur. A'ca zengin fazın bileşimi PP', C'ce engin fazın bileşimi ise QQ'hattı üzerinde olur. Sıcaklığın yükselmesi, daha yüksek bir

çözünürlükten dolayı ayrılma alanının küçülmesine neden olur ve daha ileri bir sıcaklıkta çözünmezlik alanı yok olur. Denel olarak çözünürlük izotermi tayin edilirken işlemlerin sabit sıcaklıkta ($\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$) yapılması gerekir [1,7].



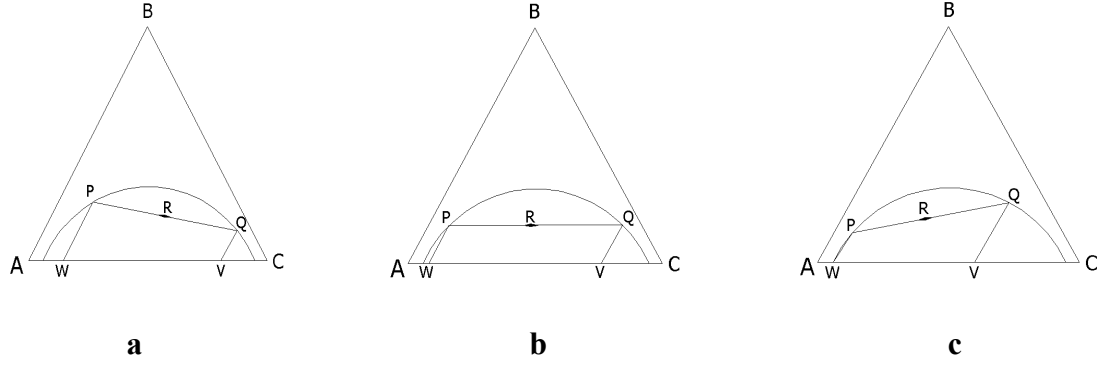
Şekil 2.3. Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi

2.2.2. Çözünürlük Diyagramı – Dağılma Katsayısı – Bağlantı Doğrusu İlişkisi

R noktasındaki bir üçlü karışımın bir arada dengede bulunan P ve Q fazlarına ayrıldığı kabul edilirse, P fazı A bakımından, Q fazı da C bakımından zengindir. (Şekil 2.4.) P ve Q noktalarından üçgen kenarına çizilen paralellerin uzunlukları (PW, QV) bu iki fazdaki B bileşeninin konsantrasyonu ile orantılıdır. B bileşeninin A ve C arasındaki dağılım katsayısı;

$$D = \frac{\text{Q fazındaki B konsantrasyonu}}{\text{P fazındaki B konsantrasyonu}} = QV / PW \quad (2.5)$$

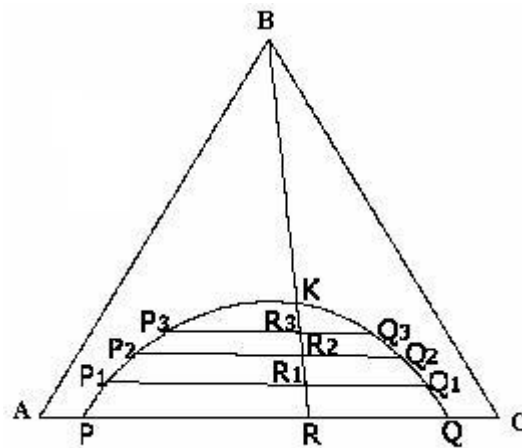
olacaktır. Buradan dağılma katsayısı ve bağlantı doğrusunun birbiriyle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2.4. a'da dağılma katsayısı 1'den küçük, b'de 1'e eşit ($QV = PW$) ve c'de 1'den büyüktür.



Şekil 2.4. Çözünürlük Diyagramı – Dağılma Katsayısı – Bağlantı Doğrusu İlişkisi

Bir üçlü sistemde dağılma katsayısı genel olarak fazların kompozisyonlarına bağlı olup sabit bir değere sahip değildir. Şekil 2.5.' te görüldüğü gibi A ve C maddelerinin bir heterojen karışımlarına B maddesinin artan miktarlarını ilave ederek ve birlikte mevcut olan fazların bileşimini tayin ederek gösterilebilir.

R değerleri heterojen karışımların kompozisyonlarını, P ve Q ise bunlara karşılık olan birlikte mevcut fazları temsil eder. Görüldüğü gibi artan B değerlerinde konodeler gittikçe kısalır. Öyle ki K noktasında konode, bir nokta olur (şekil 2.5). Bu K noktasına tepe noktası veya kritik karışma noktası denir. Tepe noktasında P ve Q fazlarının kompozisyonu aynı olur. Bu da dağılma katsayısının 1'e eşit olması demektir.



Şekil 2.5. Çeşitli Kompozisyonlardaki Bağlantı Doğruları

2.3. DÖRT BİLEŞENLİ SİSTEMLER

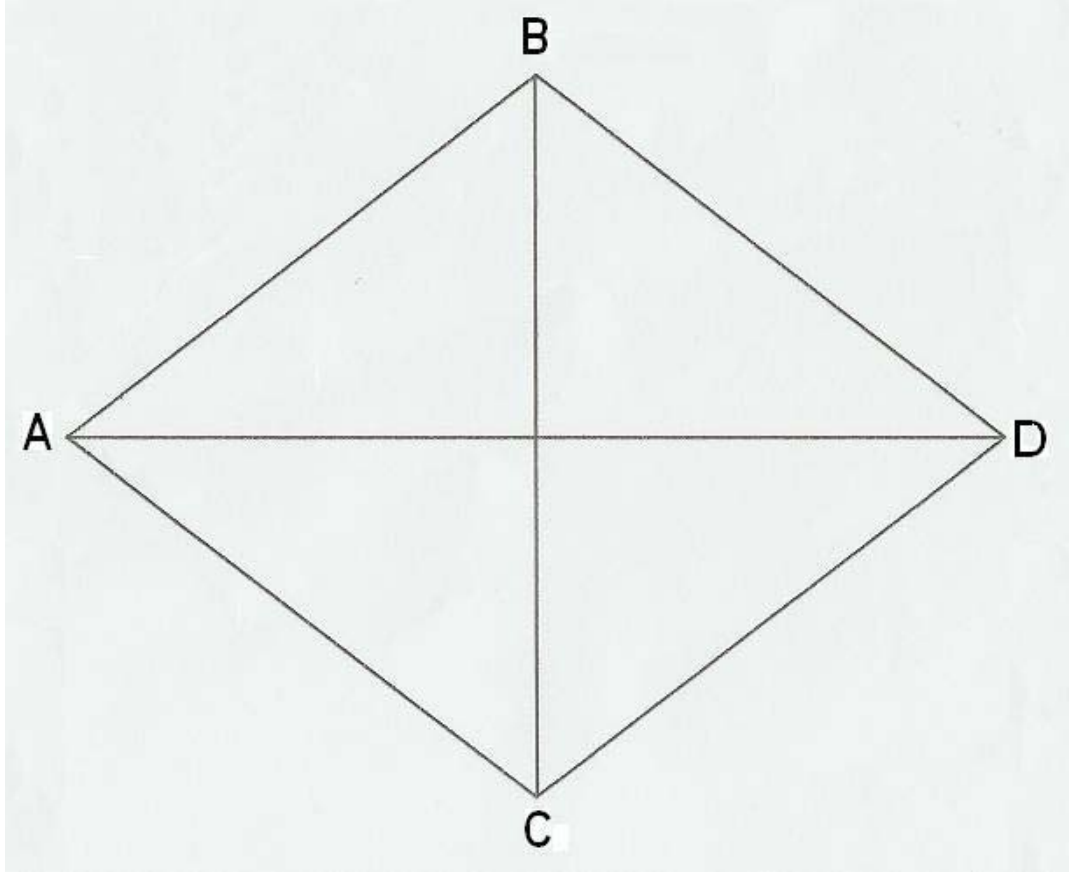
Çoklu sistemler için ekstraksiyon şu sebeplerden ortaya çıkmıştır. İki den fazla madde içeren besleyici ayrılmalıdır yada çözücünün kendisi bir karışımdır ya da her ikisidir. Bunun yanında her biri birkaç maddeden oluşan 2 çözücünün aynı zamanda kullanılması da mümkündür [1].

Çok bileşenli sistemlerin grafikte gösterimi zordur. Temelde iki çeşit olarak düşünülebilir. Bunlar iki çözünenin iki çözücü arasında dağılması ve çok bileşenli bir karışımın tek bir çözücü tarafından ayrılmasıdır. İlki her bir çözücü için ayrı ikili diyagramlar oluşturularak gösterilir. Fakat genellikle bunu uygulamak pratik değildir. İkinci kısım çoğunlukla pseudoternary bir karışım ve tek bir ikili diyagram oluşturularak basitleştirilebilir.

Dört bileşenli sistemler de, çözünmüş maddenin tek bir çözücü yerine çözücü karışımı kullanılarak ayrılması ya da iki çözünen ihtiva eden bir karışımdaki çözünenlerden birinin tek bir çözücü kullanılarak seçimli olarak ekstraksiyonu şeklinde iki tiptir.

Çözücü karışımının kullanıldığı durumda bu çözücüler karşılıklı çözüdür. Bu sebeple çözücü karışımı tek bir sıvı fazdır. Bu çözücü karışımındaki çözücü bileşenlerinden biri stok karışımda kısmen çözünürken, diğer çözücü bileşeni hem ilk çözücü bileşeninde hem de stok karışımında çözünebilir. Yağlama yağlarının rafinasyonunda kullanılan benzen-SO₂ prosesi buna iyi bir örnektir [12].

Dört bileşenli sistemler sabit sıcaklıkta bile kompozisyonun tüm gösterimi için hacim modeli gerektirirler. Dört bileşenli sistemlerin en anlaşılır şekilde gösterilmesinde Şekil 2.6' da görüldüğü gibi her bir yüzeyinde bir üçlü kombinasyonun gösterildiği *eşkenar üçgen piramit* ya da bir diğer adıyla *düzgün dört yüzlü* kullanılır [11].



Şekil 2.6. Dört Komponentli Sistemlerin Düzgün Dört Yüzlüde Gösterilişi

2.4. EKSTRAKSİYONDA ÇÖZÜCÜ SEÇİMİ

Seçicilik: Ekstraksiyon prosesinde çözücünün uygulanabilmesine karar verilmesinde düşünülmesi gereken en önemli özelliktir. Çözücünün çözültiden bir bileşeni diğerine tercih ederek çözmesi esastır. Bir çözücü bileşenlerden birini maksimum, diğerini minimum oranda çözmelidir. Herhangi bir C çözücüsünün A ve B maddelerini ayırmadaki etkinliği, eğer B'yi çözünen olarak kabul edersek ekstrakt fazda B'nin A' ya oranının rafinat fazdaki oranına bölünmesiyle belirtilir. Bu orana *seçicilik* veya *ayırma faktörü* denir.

$$\text{Seçicilik} = \frac{(\text{B'nin E'deki ağırlık Fraksiyonu})/(\text{A'nın E'deki ağırlık Fraksiyonu})}{(\text{B'nin R'deki ağırlık Fraksiyonu})/(\text{A'nın R'deki ağırlık Fraksiyonu})} \quad (2.6)$$

Dağılma Katsayısı: Dağılma katsayısı seçiciliği etkiler. Daha uygun dağılma katsayısı ($D > 1$) daha uygun bir seçiciliği sağlar. Büyük dağılma katsayısı olan çözücülerde sarfiyat daha az olacaktır. Ancak ayırmanın gerçekleşmesi için dağılma katsayısının 1'den büyük olması gerekmez.

Kapasite: Çözücü tercihen ayrılacak olan maddenin nispeten büyük miktarını çözme kapasitesine sahip olmalıdır.

Çözücü Çözünürlüğü: Kullanılan çözücü ne kadar büyük bir çözünmezlik alanı oluşturursa, o kadar kullanışlı olur. Bu da çözücünün (C olarak kabul) A maddesindeki çözünürlüğünün küçük olmasıyla mümkündür.

Karşılıklı çözünürlüklerin büyük olması, homojen bölgenin büyük olmasının dolayısıyla ekstraksiyon işleminin gerçekleştiği alanın küçülmesini gerektirecektir. Ekstraksiyonda kullanılacak çözücü ile ekstrakte edilecek çözelti, birbirinde mümkün olduğunca az çözünmelidir.

Geri Kazanılabilirlik: Bütün ekstraksiyon proseslerinde ürünlerden, ekstraksiyon çözücüsünün çıkarılması gereklidir. Bu sadece ürünün çözücü ile kirlenmesini önlemek için değil, maliyeti düşürmek için çözücünün yeniden kazanılması açısından da önemlidir. Geri kazanma prosesi genellikle bir fraksiyonlu destilasyondur. Bu işlemi ucuz bir şekilde gerçekleştirebilmek için çözücü ve ayrılacak bileşenin relatif uçuculukları arasındaki fark oldukça büyük olmalıdır. Çözücünün, mevcut diğer bileşenlerle bir azeotrop oluşturmaması önemlidir. Çünkü azeotrop oluşumu çözücünün destilasyonla ayrılmasına engel olabilir.

Yoğunluk: Birbiri ile temasta olan fazların yoğunlukları arasındaki fark önemlidir ve bu fark mümkün olduğu kadar büyük olmalıdır. Bu sadece birbiriyle karışmayan fazların ayrılma oranını değil, ayrıca temasta bulunduğu cihazın kapasitesini de arttırmış olacaktır.

Fazlar Arasındaki Yüzey Gerilimi: Birbiriyle karışmayan ve kesin sınırlarla ayrılmış olan fazlar arasındaki yüzey geriliminin hızlı bir işlem için yüksek olması gerekir.

Fazlar arasındaki yüzey geriliminin düşük olması bir sıvının diğerinde dağılmasını nispeten zorlaştırır. Ayrıca düşük yüzey gerilimi stabil emülsiyonların oluşmasına neden olur. Tepe noktasında dengede bulunan fazlar arasında yüzey gerilimi sıfırdır.

Kimyasal Reaksiyona Girme Kabiliyeti: Çözücü ve çözeltinin bileşenleri arasında kimyasal reaksiyonların olması istenmez [1].

Göz önünde bulundurulması gereken diğer özellikler;

- Düşük korrozivite,
- Düşük viskozite,
- Düşük spesifik ısı ve buharlaşma ısısı,
- Düşük bir donma noktası,
- Düşük fiyat,
- Yüksek bir alevlenme ve patlama noktası,
- Zehirli olmaması.

2.5. LİTERATÜRDE KARBOKSİLİK ASİTLERLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışmamızda kullandığımız karboksilik asitlere ait literatürde mevcut üç bileşenli ve dört bileşenli sistemlerle ilgili yapılan bazı çalışmalar şöyledir:

2.5.1. Üç Bileşenli Sistemler İle İlgili Çalışmalar

- Liquid – Liquid Equilibria for Systems of (Water + Carboxylic Acid + Methyl cyclohexanol) at 293,15 K: Modelling Considerations [13]
- Phase Equilibrium for Ternary Liquid Systems of Water (1) + Carboxylic Acid (2) + Chlorinated Hydrocarbon (3): Thermodynamic Modeling Through Serlas (2): formic acid, or acetic acid, or propanoic acid (3): chlorobenzen, or 1,2-dichloroethane [14]
- Liquid – Liquid Equilibria of Ternary Systems (Water + Carboxylic Acid + Cumene) at 298.15K [15].

Carboxylic acid: formic acid, or acetic acid, or propionic acid

- Liquid – Liquid Equilibria of The Water + Butyric Acid + Decanol Ternary System [16]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 1-Heptanol [17]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary Mixtures Water + Propionic Acid + Methyl Ethyl Ketone and Water + Propionic Acid + Methyl Propyl Ketone [18]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary Systems Water + Acetic Acid + Ethyl Acetate and Water + Acetic Acid + Isophorone (3,3,5-Trimethyl-cyclohexen-1one) [19]
- Extraction Equilibria of Acetic and Propionic Acids from Dilute Aqueous Solution by Several Solvents [20]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 2-Methyl-2-butanol [21]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 1-Hexenol [22]
- Influence of Hydrogen Bonding Acceptor Basicities of Esters and Ketones on the Extraction of Acetic and Butyric Acids from Aqueous Solutions [23]
- Liquid - Liquid Equilibria of the Water-Acetic Acid-Butyl Acetate System [24]
- Liquid-Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + Dimethyl Adipate [25]
- Liquid-Liquid Equilibria for the System Water + Propionic Acid + 1-Butanol at 303.2 K. Effect of Addition of Sodium Chloride [26]
- Liquid-Liquid Equilibria of Water + Propionic Acid + Methyl Butyl Ketone and of Water + Propionic Acid + Methyl Isopropyl Ketone and of Water + Propionic Acid + Methyl Isopropyl Ketone [27]
- Phase Equilibria for Liquid Mixtures of (Benzonitrile + a Carboxylic acid + Water) at $T = 298.15$ K [28]
- Solvent Equilibria for Extraction of Carboxylic Acids from Water [29]
- Extraction Equilibria of Formic and Acetic Acids from Aqueous Solution by Phosphate – Containing Extractants [30]

2.5.2. Dört Bileşenli Sistemler İle İlgili Çalışmalar

- Liquid – Liquid Equilibrium for the Quaternary System Toluene + Water + Propionic Acid + Ethyl Acetate [31]
- The Quaternary System Acetic acid + Chloroform + Acetone + Water at 25°C [32]
- Quaternary Liquid - Liquid Equilibrium: Water + Acetic Acid + 2-Butanone + Cyclohexane at 25°C [33]
- Liquid-Liquid Equilibrium for the Quaternary System of o-Xylene(1) + Water(2) + Propionic Acid(3) + 1-Butanol(4) at 298.15 K and Atmospheric Pressure [34]
- Measurements of Quaternary Liquid-Liquid Equilibrium for Water + Acetic Acid + Propionic Acid + Solvent (Butyronitrile, Benzyl Acetate, or Methyl Isobutyl Ketone) at 298.15 K [35]
- Quaternary Liquid – Liquid Equilibrium of Water + Acetic Acid + Propionic Acid + Solvent (Amyl Alcohol, Cyclohexyl Acetate, or Toluene) Systems [36]
- Liquid – Liquid Equilibria of The Acetic Acid + Water + Mixed Solvent (Cyclohexyl Acetate + Cyclohexanol) System [37]
- Liquid-Liquid Equilibria for Quaternary Systems Containing Acetic acid-Water and Binary Solvent [38]
- Liquid - Liquid Equilibria of Acetic, Formic, and Oxalic Acids Between Water and Tributyl Phosphate + Dodecane [39]

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. FORMİK ASİT

Sistemik adlandırılışı *metanoik asit*dir. Diğer isimleri; *formik asit*, *hidrojen karboksilik asit* ve *aminik asit*dir. En basit karboksilik asitdir. Molekül formülü H_2CO_2 ' dir. Formik asit, kimyasal sentezinde önemli bir vasıta. Balda ve karıncaların kendilerini koruma amaçlı olarak salgıladıkları sıvıda doğal olarak bulunur. Zarkanlılar sınıfındaki bu tür böceklerin ısırlıklarında mevcuttur. Adı Latince karınca anlamına gelen *formica* kelimesinden gelmektedir. Formik asidin bir baz ile nötralizasyonundan oluşan bir tuz ya da formik asitten türeyen bir ester format (metaonat) olarak adlandırılır. Format iyonunun formülü $HCOO^-$ 'dur.

Kimyasal Özellikleri: Formik asit suyla ve en polar organik çözücülerle karışabilir. Bir dereceye kadar hidrokarbonlar içinde çözünebilir. Hidrokarbonlarda ve buhar fazında, tek başına bir molekülden ziyade hidrojen bağlı dimer yapıdadır. Gaz fazında bu hidrojen bağı ideal gaz kanunundan şiddetli sapmayla sonuçlanır. Formik asit, diğer karboksilik asitlerle birçok kimyasal özelliği paylaşmasına rağmen normal şartlar altında açıl klorür veya asit anhidrit formuna girmez. Çok yakın zamana kadar, bu iki türevi oluşturmak için yapılan tüm girişimler karbon monoksit ile sonuçlanmıştır. Formik asit, aldehitlerin de bazı azaltıcı özelliklerini paylaşır.

Formik asit alkenlerle reaksiyona katılma yeteneği bakımından karboksilik asitler arasında benzersizdir. Formik asit ve alkenler ester oluşturmak üzere kolayca reaksiyon verirler.

Fiziksel Özellikleri

Görünüş : renksiz, dumanlı sıvı

Molekül Ağırlığı : 46.0254 g/mol

Yoğunluk ve Faz : 1.22 g/cm³, sıvı

Erime Noktası : 8.4 °C

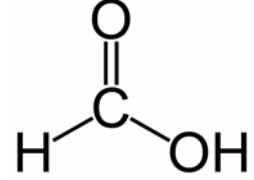
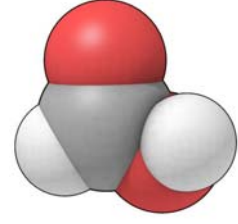
Kaynama Noktası : 100.8 °C

Parlama Noktası : 69 °C

Asidite (pK_a) : 3.75

Viskozite : 1.57 cP (26 °C' de)

Kırılma İndisi : 1.3701 – 1.3721 (20 °C' de)



Tarihçe: 15. yy'da bazı simyacı ve doğa bilimciler, karınca tepelerinden bir asit buharı çıktığının farkına vardılar. Bu maddenin yalıtımını tanımlayan ilk insan İngiliz doğa bilimci John Ray olmuştur, 1671. Karıncalar saldırmak ve savunmak amacıyla formik asit salgırlarlar. Formik asidin ilk sentezi, hidrosiyanik asitten, Fransız kimyacı Joseph Gay-Lussac tarafından yapılmıştır, 1855. Bir başka Fransız kimyacı Marcellin Berthelot, bugün kullanılan benzer bir şekilde karbon monoksitten bir sentez geliştirmiştir.

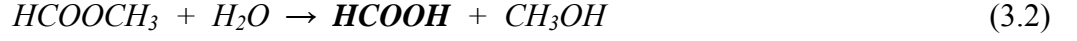
Formik asit kimyasal endüstrisinde, uzunca bir süre önemsiz endüstriyel kazanç sağlayan bir kimyasal bileşik olarak düşünülmüştür. Fakat 1960'larda, önemli miktarlarda formik asit, asetik asit üretiminin yan ürünü olarak elde edilmiştir. Şimdilerde çiftlik hayvanlarının yemlerinde koruyucu ve antibakteriyel olarak kullanımı artmıştır.

Üretimi: Formik asidin önemli bir miktarı, özellikle asetik asit gibi diğer kimyasalların üretiminde yan ürün olarak üretilir. Bu üretim, bugün istenen formik asiti elde etmek için yetersizdir ve bazı formik asitler amacına uygun olarak üretilir.

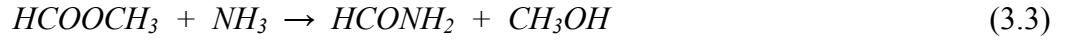
Metanol ve karbon monoksit kuvvetli bazik ortamda bir araya geldiklerinde formik asit türevi metil format oluşur. Kimyasal eşitliğe göre;



Endüstride bu reaksiyon, yükseltilmiş basınç altında ve likit fazda gerçekleştirilir. Tipik reaksiyon şartları 80 °C sıcaklık ve 40 atm basınçtır. En geniş kullanım şekli sodyum metoksittir. Metil formatın hidrolizi reaksiyonuyla formik asit oluşur.



Metanolün direk hidrolizinin verimli bir şekilde ilerleyebilmek için suyun oldukça aşırısına ihtiyacı vardır ve bazı üreticiler indirek yoldan; ilk olarak metil formatın amonyak ile formamid oluşturmak üzere reaksiyonu ve daha sonra formamidin sülfürik asit varlığında hidroliziyle formik asit üretirler.



Bu yöntem yan ürün amonyum sülfatın ortamdan uzaklaştırılması gerektiği için problemlidir. Bu nedenle bazı üreticiler, son zamanlarda, formik asidi suyun oldukça aşırısını kullanarak hidroliz yöntemiyle oluşturup ortamdan ayırmak suretiyle üretmektedirler. Bu ayırma yöntemlerinden biri formik asidin organik bir bazla sudan ekstraksiyonudur (sıvı ekstraksiyonu).

Laboratuar şartlarında formik asit, okzalik asidin susuz gliserol içinde ısıtılmasıyla elde edilir ve istim destilasyonu ile ekstrakte edilir. Bir başka hazırlama yöntemi de HCl çözeltisi kullanarak çeker ocak altında etil izonitrilin asit hidrolizidir.



Kullanım Alanları: Formik asidin temel olarak, çiftlik hayvanlarının yemlerinde koruyucu ve antibakteriyel olarak kullanılır. Siloda bulunan hayvan yemlerinin ya da taze samanların üzerine püskürtüldüğünde çürüme sürecinin önüne geçer ve yemin besleyici değerini yitirmemesini sağlar. Bu nedenle büyükbaş hayvanların kışlık yemlerinde koruyucu olarak kullanımı yaygındır. Kümes hayvanları endüstrisinde ise bazen yeme salmonella bakterilerini öldürmek amacıyla eklenir. Diğer kullanım alanları:

- Mikrobik bozunmayı önlemek için gıdalarda koruyucu olarak kullanılır.
- Ham kauçuktan organik lateks üretmek için kullanılır.
- Arı üreticileri formik asidi Varoa kenesine karşı zehir olarak kullanırlar.
- Az da olsa tekstil sanayinde deri tabaklanmasında kullanılır.
- Bazı format esterler suni tatlandırıcı ve koku verici olarak kullanılırlar.
- Evlerdeki eşyalarda bulunan lekeleri çözmek için kullanılan kireç çözücüler içinde bulunan aktif bir bileşendir.

Sentetik organik kimyada, formik asit genellikle hidrit iyonlarının kaynağı olarak kullanılır. Eschweiler-Clarke reaksiyonu ve Leuckart-Wallach reaksiyonu bu uygulamaya örneklerdir.

Laboratuarda formik asit, sülfürik asidin eklenmesiyle serbest kalan karbon monoksitin kaynağı olarak kullanılır. Ayrıca formik asit formil gruplarının da kaynağıdır.

Modifiye formik asidin kullanıldığı yakıt pillerinin de geleceği parlaktır [40,41].

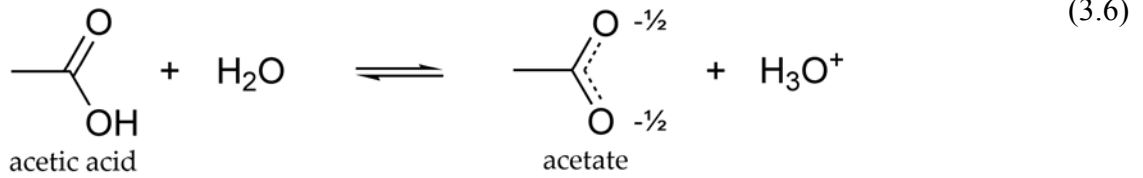
3.2. ASETİK ASİT

Asetik asit IUPAC tarafından tercih edilen ismidir. Bu isim Latince sirke anlamına gelen asetumdan türemiştir. Kimyasal terminolojide eşanlamı olarak *Etanoik asit* olarak da kullanılır. Diğer isimleri; *metan karboksilik asit*, *asetil hidroksit* ve *hidrojen asetattır*. Sirke asidi olmasından dolayı en tanınmış organik kimyasal bileşiktir. Kapalı formülü $C_2H_4O_2$ 'dir. Ekşi tadı ve keskin kokusu vardır. Saf sulu asetik asit 16.7 °C'ın altında renksiz kristalin katıya dönüşen renksiz hidroskopik bir sıvıdır. Asetik asit korroziftir ve buharları gözde iritasyona, burnun kurummasına ve yanmasına, boğazda şiddetli acıya ve akciğerlerde tıkanıklığa sebep olur. Buna rağmen sulu çözeltilerindeki ayrışma yeteneğine bağlı olarak zayıf asit temellidir. Asetik asit en basit karboksilik asitlerden biridir. Önemli bir kimyasal belirteç ve endüstriyel kimyasaldır. Yumuşak içecek şişelerinde kullanılan polietilen tereftalat üretiminde, fotoğraf filmi için selüloz asetat üretiminde, ahşap tutkalı polivinil asetat üretiminde ve pek çok sentetik elyaf ve kumaşın üretiminde kullanılır. Ev eşyalarında seyreltik asetik asit birikinti giderme ajanı

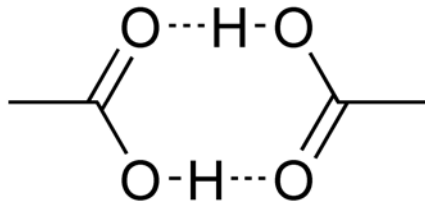
olarak kullanılır. Yiyecek endüstrisinde asetik asit E260 kodlu katkı maddesi olarak, asitlik ayarlayıcı olarak kullanılır.

Her yıl 6,5 milyon ton asetik aside ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yaklaşık 1,5 milyon tonu geri dönüşümle elde edilmekte, geri kalanı ise petrokimyasal besleme stoklarından ya da biyolojik kaynaklardan üretilmektedir.

Kimyasal Özellikleri: Asetik asitte olduğu gibi, karboksilik asitlere asidik karakter veren karboksil ($-\text{COOH}$) grubundaki hidrojen atomunun ortama H^+ iyonu olarak verebilmesidir. Asetik asit sulu çözeltilerinde monoasit etkili bir zayıf asittir.



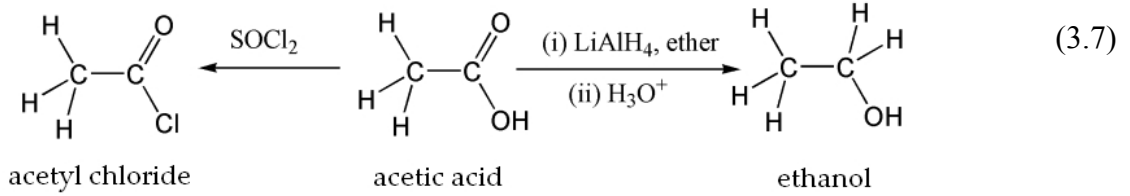
Asetik asitin kristal yapısı, moleküllerin hidrojen bağlarıyla bağlı dimerleri bir araya getirdiğini gösterir. Dimerler ancak 120°C 'deki buhar içinde saptanabilirler ya da hidrojen bağlarının bulunmadığı seyreltik çözeltilerin içindeki likit fazda meydana gelirler.



kesik çizgiler hidrojen bağı göstermektedir

Likit asetik asit etanol ve suya benzer şekilde hidrofilik (polar) protik çözücüdür. Sadece inorganik tuzlar ve şekerler gibi polar bileşikler değil, yağlar gibi apolar bileşikler ve kükürt, iyot gibi elementleri de çözerler. Ayrıca su, kloroform ve heksan gibi pek çok polar ve apolar çözücüyle de karışır. Bu çözücülük ve karışabilirlik özellikleri sayesinde endüstriye kimyasal olarak oldukça yaygın şekilde kullanılırlar.

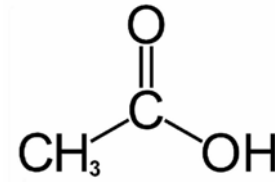
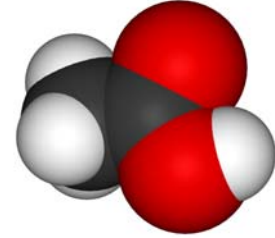
Asetik asit; demir, çinko ve magnezyumu da kapsayan pek çok metale karşı hidrojen gazı ve asetat olarak adlandırılan metal tuzları oluşturarak korrozif etki yapar. Alüminyum oksijene maruz kaldığında yüzeyde ince bir alüminyum oksit tabakası oluşur ve bu oldukça dayanıklıdır. Bu yüzden asetik asitin nakliyesinde alüminyum tankları kullanılabilir.



Biyokimyada da asetik asit oldukça önemlidir. Oksijensiz şartlarda organik besinlerdeki kimyasal bağ enerjisinin fermentasyon yoluyla ATP ye çevrilmesi genellikle enerji ihtiyacı az olan (maya bakterileri) basit canlılarda görülür. Canlılarda bulunan enzim farklılıklarına göre glikolizden sonra farklı alkol veya asit çeşitleri oluşabilir. Glikozun yıkımı sonucu oluşan ürünlerden biri de asetik asittir.

Fiziksel Özellikleri

<i>Görünüş</i>	: renksiz sıvı ya da kristal
<i>Molekül Ağırlığı</i>	: 60.05 g/mol
<i>Yoğunluk ve Faz</i>	: 1.049 g/cm ³ , sıvı; 1.266 g/cm ³ , katı
<i>Erime Noktası</i>	: 16.5 °C (289.6 ± 0.5 K)
<i>Kaynama Noktası</i>	: 118.1 °C (391.2 ± 0.6 K)
<i>Parlama Noktası</i>	: 43°C
<i>Asidite (pK_a)</i>	: 4.76 (25°C' de)
<i>Viskozite</i>	: 1.22 mPa·s (25 °C' de)
<i>Kırılma İndisi</i>	: 1.37 (20 °C' de)



Tarihçe: Asetik asit üreten bakteriler dünyanın her yerinde bulunmaktadır. Bira ya da şarap mayalayan herhangi bir kültür, bu alkollü içeceklerin hava ile temasının doğal bir sonucu olarak kaçınılmaz bir şekilde sirkeyi keşfetmiştir.

Asetik asidin kimyadaki kullanımını antik çağlara kadar uzanmaktadır. M.Ö. 3. yy'da Yunan filozof Theophrastos sirkenin metaller üzerine nasıl etki ettiğini tanımlayarak resim yapmada kullanılan pigmentleri üretmiştir. Bunlar beyaz kurşun (kurşun karbonat) ve bakır pası, bakır(II)asetat içeren bakır tuzları karışımını (yeşil) kapsamaktadır. 8.yy'da İranlı simyacı Jabir İbn Hayan (Geber) destilasyon yoluyla sirkeden asetik asit toplamıştır. Rönesans döneminde buzlu asetik asit, metal asetatların kuru destilasyonu yoluyla hazırlanmıştır. 16.yy'da Alman simyacı Andreas Libavius başka bir prosedür tanımladı ve bu yolla üretilen buzlu asetik asidi sirkeyle karşılaştırdı. Suyun sirke içindeki varlığı asetik asitin özellikleri üzerinde çok etkilidir. Uzun yıllar boyunca pek çok kimyacı buzlu asetik asit ile suyun içinde bulunan asitin iki farklı madde olduğuna inandılar. Ancak Fransız kimyager Piere Adet onların benzer olduklarını kanıtladı.

1847'de Alman kimyacı Hermann Kolbe ilk kez inorganik maddelerden asetik asit sentezledi. Bu reaksiyon zinciri karbon disülfürün karbon tetraklorüre klorlanmasıyla başlar. Bunu tetrakloroetiline piroliz ve trikloroasetik aside sulu klorlama izler. Reaksiyon zinciri asetik aside elektrolitik indirgemeye son bulur.

1910'a kadar pek çok buzlu asetik asit, odunun destilasyonu ile elde edilen "pyroligneous liquor" den elde edilmiştir. Asetik asit bundan kireç sütüyle muamele edilerek ayrılmıştır. Sonunda oluşan kalsiyum asetat sülfürik asitle asitleştirilmiş ve asetik asit geri kazanılmıştır. Bu zamanlarda Almanlar, %30'u çivit boyası üretiminde kullanılan 10000 ton asetik asit üretmişlerdir.

Üretimi: Asetik asit hem sentetik olarak hem de bakteriyel fermentasyonla üretilir.

1. Metanol Karbonilasyonu: En saf asetik asit bu yöntemle üretilir. Bu proste metanol ve karbon monoksidin reaksiyona girmesiyle asetik asit oluşur.



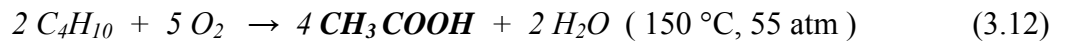
Proses iyodometanın da meydana geldiği 3 basamaktan oluşur. Karbonilasyon için bir kataliste ihtiyaç duyulur. Bu da genellikle bir metal komplekstir.



1968' de rodyum temelli katalizör ($\text{cis}[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$) keşfedildi ve bu da neredeyse hiç yan ürün olmadan düşük basınç altında etkili operasyon sağladı. Bu katalizörün kullanıldığı ilk fabrika 1970 yılında Amerikan kimya firması Monsanto tarafından inşa edildi ve rodyum katalizörlü metanol karbonilasyonu en baskın asetik asit üretim metodu oldu (Monsanto Prosesi).

2. *Asetaldehit Oksidasyonu:* Monsanto Prosesi ticarete dökülmeden önce en çok asetik asit asetaldehitin oksidasyonu ile üretiliyordu. Bu proses hala ikinci en önemli üretim metodu olmayı sürdürmektedir.

Asetaldehit; bütan ya da hafif naftanın oksidasyonu ile veyahut etilenin hidrasyonu ile üretilir. Bütan ya da hafif nafta çeşitli metal iyonlarının varlığında hava ile ısıtılırsa asetik asit üretmek üzere bozunur.



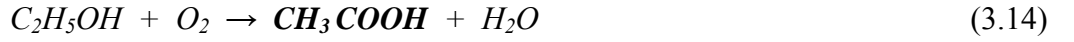
Bu reaksiyonda bütanon, etil asetat, formik asit ve propionik asit gibi bir çok yan ürün oluşabilir. Bunlar ticari değeri olan yan ürünlerdir.

Bütan oksidasyonundaki aynı şartlar altında ve aynı katalizör kullanılarak aset aldehitin havadaki oksijenle oksidasyonu ile asetik asit üretilir.



Modern katalizörler kullanılarak bu reaksiyonla % 95'in üzerinde bir verimle asetik asit elde edilebilir. Asetik asit oluşan değerli yan ürünlerden destilasyonlar ayrılabilir.

3. *Oksidatif Fermentasyon:* Sirke formundaki asetik asit *Asetobacter* türündeki bakteriler tarafından üretilir. Yeterli miktarda oksijen verilerek bu bakteriler çeşitli alkol içeren gıda maddelerinden sirke üretebilirler. bu gıda maddeleri; elma şarabı, şarap ve fermente tahıl, malt, pirinç ve patates püresidir. Bakteriler tarafından gerçekleştirilen bu kimyasal reaksiyonun basitleştirilmiş hali aşağıdaki gibidir:

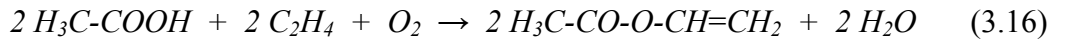


Asetobacter ile aşılana ve sıcak ve havadar bir yerde muhafaza edilen seyreltik alkol çözeltilisinden birkaç ay geçtikten sonra sirke oluşur. Endüstriyel sirke yapım metodları bu prosesi bakterilere verilen oksijenin iyileştirilmesiyle hızlandırır.

4. *Anaerobik Fermentasyon:* Anaerobik bakterilerin *Clostridium* cinsinin pek çok üyesini kapsayan bazı türleri şekeri etanol kullanmadan doğrudan asetik aside dönüştürebilir.

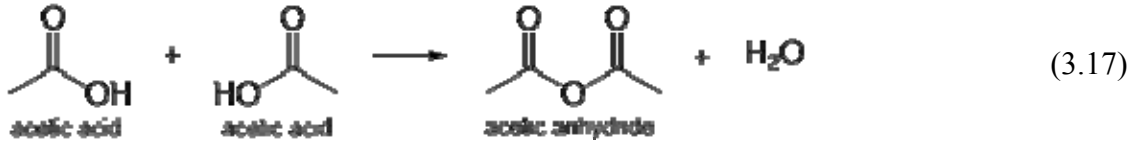


Kullanım Alanları: Asetik asit pek çok kimyasal bileşiğin üretimi için kimyasal bir belirteçtir. En büyük kullanım alanı *vinil asetat monomerinin* (VAM) üretimidir. Dünyada üretilen asetik asitin yaklaşık % 40-45'i bu uygulamada kullanılmaktadır. Etilen ve asetik asidin paladyum katalizörü varlığında oksijenle reaksiyonu ile VAM üretilir.



Vinil asetatın polimerizasyonu ile polivinil asetat veya daha başka polimerler oluşur. Bunlar da boya ya da yapıştırıcı olarak kullanılırlar.

Asetik anhidrit, 2 tane asetik asit molekülünün kondenzasyon ürünüdür. Tüm dünyada üretilen asetik asidin yaklaşık % 25-30'u bu amaçla kullanılmaktadır.



Asetik anhidrit kuvvetli bir asetilasyon ajanıdır. Önemli uygulaması sentetik tekstilde kullanılan selüloz asetat üretimidir. Ayrıca fotoğraf filminde kullanılır.

Asetik asit ayrıca aspirin, morfin ve diğer bileşiklerin üretiminde de kullanılan bir belirteçtir.

Sirke formundaki asetik asit solüsyonları (genellikle kütlece %5-18'lik) direk turşu yapımında kullanılır.

Saf erimiş asetik asit; tereftalik asit (TFA) üretiminde solvent olarak, polietilen tereftalat (PET) üretiminde hammadde olarak kullanılır. Ayrıca Friedel Crafts Alkilasyon reaksiyonunda solvent olarak kullanılır.

Bir çok organik ve inorganik tuzlar asetik asitten üretilir:

- *Sodyum asetat*: Tekstil endüstrisinde ve gıda koruyucu olarak kullanılır.
- *Bakır(II)asetat*: Pigment ve mantar ilacı olarak kullanılır.
- *Aluminyum asetat ve Demir(II)asetat*: Boyalar için renk sabitleyici olarak kullanılır.
- *Paladyum(II)asetat*: Organik birleşme reaksiyonlarında katalizör olarak kullanılır [42, 43, 44].

3.3. PROPİYONİK ASİT

Sistematik olarak propanoik asit olarak isimlendirilir. Diğer isimleri etan karboksilik asit, etil formik asit ve metil asetik asittir. Doğal olarak meydana gelen bir karboksilik asittir. Kapalı formülü $C_3H_6O_2$ 'dir. Renksiz, keskin kokulu korozif bir sıvıdır.

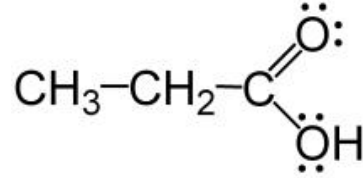
Propiyonik asidin tuz ve esterlerinde bulunan $CH_3CH_2COO^-$ anyonları *propionat* olarak adlandırılır.

Kimyasal Özellikleri: Propiyonik asit, diğer karboksilik asitlerde de olduğu gibi karboksilik asitlerin genel özelliklerini taşımaktadır. Amid, ester, anhidrit ve klorid türevleri formunda bulunabilir. Katalizör olarak PBr_3 varlığında, brom ile α -halojenasyona uğrayarak $CH_3CHBrCOOH$ oluşturur.

Propiyonik asit suyla karışabilir. Fakat sudan tuz eklenerek ayrılabilir.

Fiziksel Özellikleri

<i>Görünüş</i>	: renksiz sıvı ya da kristal
<i>Molekül Ağırlığı</i>	: 74,08 g/mol
<i>Yoğunluk ve Faz</i>	: 0,99 g/cm ³ , sıvı
<i>Erime Noktası</i>	: -21°C (252 K)
<i>Kaynama Noktası</i>	: 141 °C (414 K)
<i>Parlama Noktası</i>	: 54°C
<i>Asidite (pK_a)</i>	: 4.88 (25°C' de)
<i>Viskozite</i>	: 10 mPa·s (25 °C' de)
<i>Kırılma İndisi</i>	: 1.386 (20 °C' de)



Tarihçe: Propiyonik asit ilk kez 1844 yılında Johann GOTTLIEB tarafından şekerin bozunma ürünlerinden biri olarak tanımlanmıştır. Daha sonraki yıllarda diğer kimyacılar propiyonik asidi farklı yöntemlerle üretmişler fakat hiçbiri aynı maddeyi ürettiklerini fark etmemişler. 1847'de Fransız kimyager Jean-Baptiste DUMAS tüm bu asitlerin aynı bileşik olduğunu saptamış ve *propionik asit* adını vermiştir. Protos Yunanca'da ilk, pion ise yağ anlamına gelmektedir. Çünkü en küçük $H(CH_2)_nCOOH$ asididir ve diğer yağlı asitlerin özelliklerini sergilemektedir. Propiyonik asit sulu çözeltilerden tuz olarak elde edilen ilk yağ asididir. Sulu çözeltisinde yağ tabakası halinde yüzer. Doğada serbest propiyonik asit birkaç eterik yağda bulunur.

Üretimi: Endüstriyel olarak propiyonik asit genellikle propiyonaldehitin hava ile oksidasyonundan meydana gelir. Bu reaksiyon ılıman sıcaklıkta ve kobalt ya da manganez iyonları varlığında hızlı bir şekilde ilerler. Endüstriyel prosesler genellikle 40-50 °C sıcaklıkta gerçekleşir ve kimyasal denklem aşağıdaki gibidir:



Büyük miktarlarda propiyonik asit başlarda asetik asit üretiminde yan ürün olarak elde edilmekteydi. Ancak asetik asit üretim metodu değişince, asetik asit üretimi propiyonik asit eldesi için küçük bir kaynak haline geldi. Günümüzdeki en büyük propiyonik asit üreticisi, yaklaşık 80 kilo-ton/yıllık üretimiyle BASF (Baden Aniline and Soda Factory)'dir.

Propiyonik asit biyolojik olarak Koenzim A esterleri şeklinde üretilir. Propionil-CoA tek numaralı karbon atomlarından oluşan yağ asitlerinin ve ayrıca bazı amino asitlerin parçalanmasıyla oluşur. *Propionibacterium* cinsi bakteriler propiyonik asidi anaerobik metabolizmalarının son ürünü olarak üretirler. Bu sınıf bakteriler çoğunlukla geniş getiren hayvanların midelerinde ve insanların ter bezlerinde bulunurlar. Aktiviteleri ise İsviçre peynirinin ve ter kokusundan kısmen sorumlu olmalarıdır.

Kullanım Alanları: Propiyonik asit küf ve bazı bakterilerin gelişmesini engeller. Dolayısıyla üretilen propiyonik asidin büyük bir kısmı hayvan yemlerinde ve insanların tükettiği yiyeceklerde koruyucu olarak kullanılır. İnsan besinlerinde, özellikle ekmek ve diğer fırında pişmiş gıdalarda, sodyum ve kalsiyum tuzları şeklinde kullanılır. Benzer bir kullanımı da mantar önleyici ayak pudralarındadır.

Propiyonik asit kimyasal bir vasıta olarak da kullanışlıdır. Sentetik selülozik elyafları modifiye etmek için kullanılabilir. Ayrıca ecza ve böcek ilacı yapımında da kullanılır. Propiyonik asidin esterleri bazen çözücü ya da suni tatlandırıcı olarak kullanılır[41, 46].

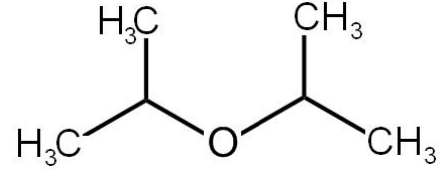
3.4. ÇÖZÜCÜLER

3.4.1. Diisopropil Eter

Kimyasal adı *isopropil eter*dir. Diğer isimleri; *isopropileter*, *2-isopropoxypropane* ve *2,2'-Oxybispropane*'dir. Kapalı molekül formülü $C_6H_{14}O$ 'dur. Diisopropil eter sekonder bir eterdir ve solvent olarak kullanılır. Renksiz bir sıvıdır. Suda çok az çözünür fakat pek çok organik solventle karışabilir [47].

Fiziksel Özellikleri

<i>Görünüş</i>	: renksiz, sıvı
<i>Molekül Ağırlığı</i>	: 102,18 g/mol
<i>Yoğunluk ve Faz</i>	: 0,725 g/cm ³ , sıvı
<i>Erime Noktası</i>	: -86 °C
<i>Kaynama Noktası</i>	: 67 - 70 °C
<i>Parlama Noktası</i>	: -28 °C
<i>Viskozite</i>	: 0,3 . 10 ⁻³ Pa.s
<i>Kırılma İndisi</i>	: 1.368 (20 °C' de)
<i>Suda Çözünürlüğü</i>	: 12 g/l (20 °C' de)

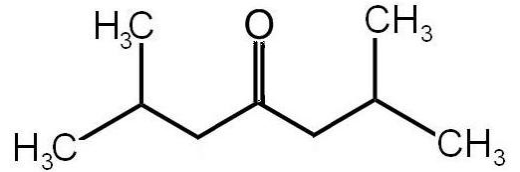


3.4.2. Diisobutil Keton

Diğer isimleri; *2,6-dimetil-4-heptanon* ve *isobutil ketondur*. Kapalı formülü $C_9H_{18}O$ 'dur [48].

Fiziksel Özellikleri

<i>Görünüş</i>	: renksiz, sıvı
<i>Molekül Ağırlığı</i>	: 142,24 g/mol
<i>Yoğunluk ve Faz</i>	: 0,807 – 0,811 g/cm ³ , sıvı
<i>Erime Noktası</i>	: -42 °C
<i>Kaynama Noktası</i>	: 168 °C
<i>Parlama Noktası</i>	: 49 °C



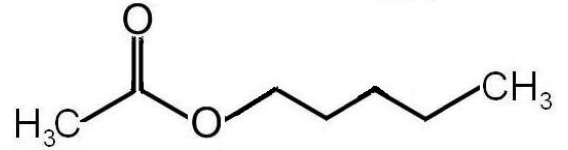
Viskozite : 0,92 mPa.s (20 °C' de)
Kırılma İndisi : 1.413 – 1,414 (20 °C' de)
Suda Çözünürlüğü : 0,5 g/l (20 °C' de)

3.4.3. Amil Asetat

Kimyasal ismi *pentil asetat*tır. Diğer isimleri *asetik asit pentil esteri* ya da *pentil etanoattır*. Bu organik bileşik $C_7H_{14}O_2$ kapalı formülüne sahip bir esterdir. Kokusu muza benzer. Bu yüzden muz yağı olarak adlandırılır. Bu bileşik asetik asit ve 1-pentanolün kondenzasyon ürünüdür. Suda az çözünür. Alkol ve eterlerle karışabilir. Koku verici ajan olarak, boya ve cila çözücüsü olarak ve penisilin hazırlanmasında kullanılır [49].

Fiziksel Özellikleri

Görünüş : renksiz, sıvı
Molekül Ağırlığı : 130,19 g/mol
Yoğunluk ve Faz : 0,876 g/cm³, sıvı
Erime Noktası : -71 °C
Kaynama Noktası : 149 °C
Parlama Noktası : 16 °C
Viskozite : 0,862 cP (25 °C' de)
Kırılma İndisi : 1.391 – 1,394 (20 °C' de)

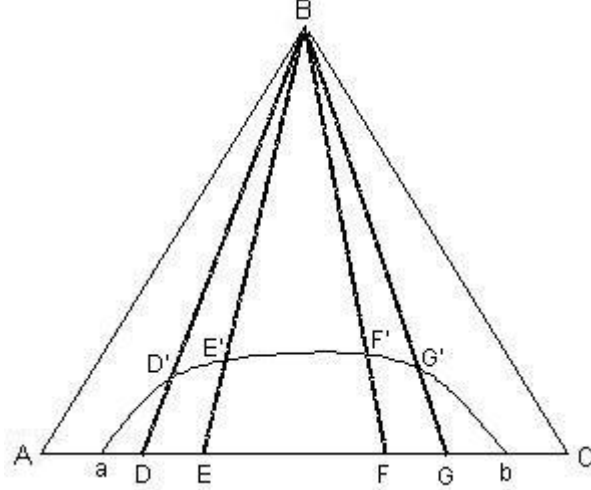


3.5. ÇÖZÜNÜRLÜK EĞRİSİNİN TİTRASYON METODU İLE BELİRLENMESİ

Çözünürlük eğrisinin belirlenmesinde analiz veya titrasyon metodu kullanılır. Yaptığımız çalışmada titrasyon metodu kullanıldığından burada titrasyon metodu anlatılacaktır.

D gibi bileşim ve miktarı bilinen bir heterojen ikili karışıma damla damla B ilave edilirse, çözünürlük eğrisi üzerinde bir D' noktası elde etmek için gereken B miktarı

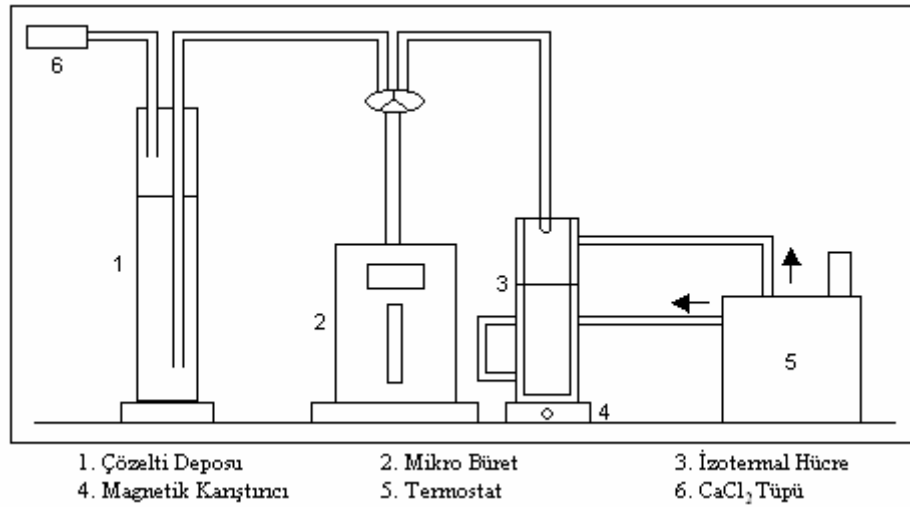
sarfıyatında sistem heterojen halden homojen hale geçecektir. Titrasyonda harcanan B miktarı da bilinerek D' nin kompozisyonu (ağırlık veya hacimce) hesaplanır. E, F, G karışımları için de aynı işlem yapıldığında E', F' ve G' noktaları bulunur (Şekil 3.1). bu noktalar sayesinde çözünürlük eğrisi çizilir.



Şekil 3.1 Çözünürlük Eğrisinin Titrasyon Metodu İle Tayini

Bundan başka homojen ikili karışımlardan başlayıp ortamı heterojen kılacak üçüncü komponentle titrasyon yaparak da ayrılma noktaları bulunabilir. Bazen de bu iki tarzı birlikte kullanmak gerekebilir.

Bu metolla çözünürlük eğrisinin belirlenmesi bize bağlantı doğrularını vermez. Bağlantı doğrularını da ayrıca belirlemek gerekir.



Şekil 3.2. Deney Düzeneği

3.6. BAĞLANTI DOĞRULARININ BELİRLENMESİ

Çözünürlük eğrisini belirledikten sonra heterojen bölgede olduğu bilinen üçlü karışımlar hazırlanır ve sabit sıcaklıkta karıştırıcılı bir banyoda 1 saat çalkalanır.

Fazların tamamen ayrılması 4000 devir/dak. lık bir santrifüjde sağlanır. Her bir fazdan alınan örnekler HP 6890 Gaz Kromatografi cihazında analiz edilir. Analizlerde birbirine seri bağlı FID (Flame Ionization) ve TCD (Thermal Conductivity) dedektörler ve uzunluğu 50 m., film kalınlığı 5 mikron, iç çapı 0.32 mm. olan SGE B1 kolon kullanılmıştır. Su ve formik asit TCD, asetik asit, propiyonik asit ve çözücüler FID dedektörlerle analiz edilmiştir. İnternal standart olarak etanol kullanılmıştır ve taşıyıcı gaz azot tur.

Öncelikle miktarı bilinen numunelerle kalibrasyon grafikleri oluşturulmuş, daha sonrada numuler analiz edilmiştir.

3.6.1. Bağlantı Doğrularının Korelasyonu

Bir üçlü diyagramdaki deneysel olarak belirlenmiş bağlantı doğruları verilerinin güvenilirliğini test etmek için Othmer ve Tobias [50] tarafından önerilen bir korelasyon uygulanmıştır. Buna göre;

$$\ln [(100 - x_{44}) / x_{44}] = a \ln [(100 - x_{11}) / x_{11}] + b \quad (3.19)$$

x_{11} : Suyun rafinat fazdaki ağırlıkça fraksiyonu

x_{44} : Çözücünün ekstrakt fazdaki ağırlıkça fraksiyonu

4. BULGULAR

Çalışmamızda yer alan sistemlerde 3 ayrı asit karışımının 3 ayrı çözücü ile oluşturdukları sıvı-sıvı denge verileri incelenmiştir. Bu asit karışımları formik asit, asetik asit ve propionik asitin ikili kombinasyonlarından oluşmaktadır. Her bir karışımda mevcut asitlerden ağırlıkça % 50 - % 50 oranında bulunmaktadır. Çözücü olarak ise; Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter kullanılmıştır.

4.1. SU – FORMİK ASİT – ASETİK ASİT – ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K

4.1.1. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Amil Asetat Sistemi

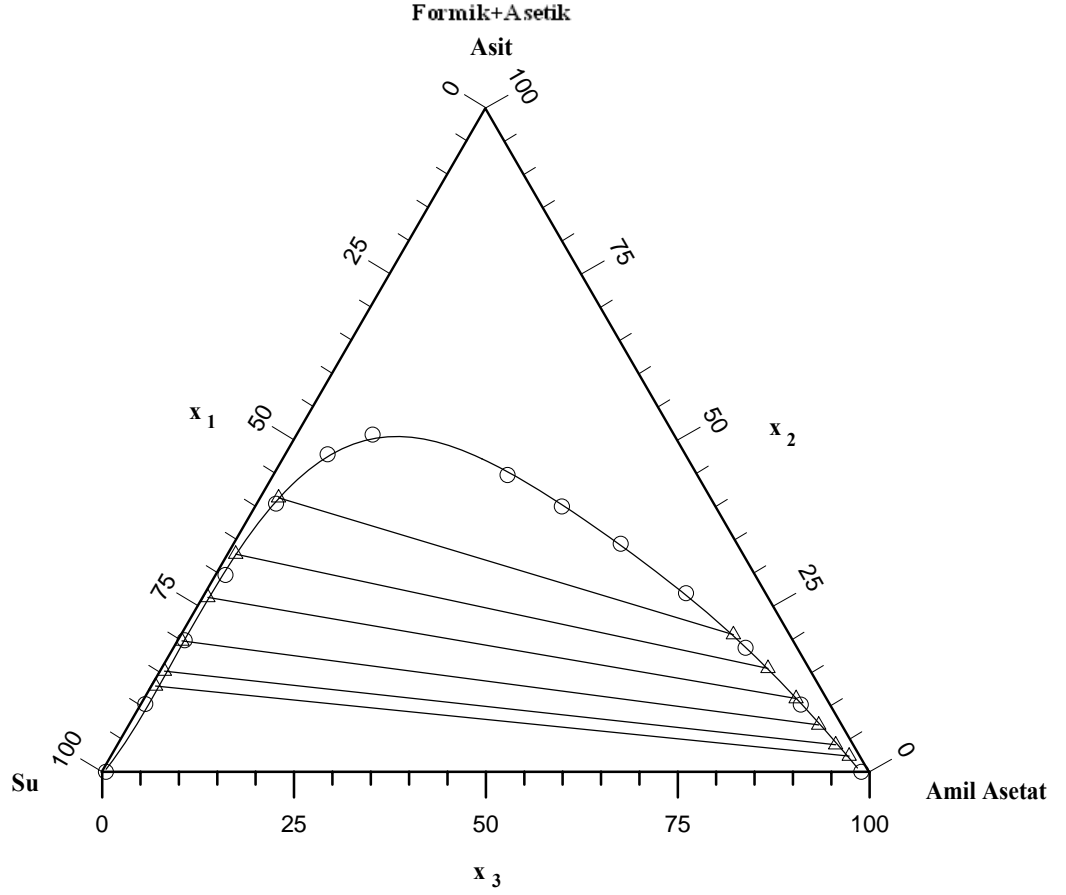
Su – Formik Asit – Asetik Asit – Amil Asetat Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.1’ de, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.2’ de verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.50	0.00	0.50
89.28	10.20	0.52
79.34	19.81	0.85
69.10	29.65	1.25
57.14	40.38	2.48
46.70	47.82	5.48
39.37	50.77	9.86
24.82	44.71	30.47
20.10	39.95	39.95
15.26	34.34	50.40
10.48	26.90	62.62
6.82	18.67	74.51
3.90	10.13	85.97
1.08	0.00	98.92

Tablo 4.2. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
86.61	2.28	10.63	0.48	1.48	0.31	2.05	96.16
84.31	3.28	11.89	0.52	2.39	0.67	3.40	93.54
79.75	4.20	15.50	0.55	3.10	1.11	5.94	89.85
73.10	5.60	20.66	0.64	4.06	1.77	9.25	84.92
66.22	6.92	25.86	1.00	5.45	2.46	13.11	78.98
56.39	8.50	32.76	2.35	7.41	3.19	17.48	71.92



Şekil 4.1. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Amil Asetat (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu

4.1.2. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Diisobutil Keton Sistemi

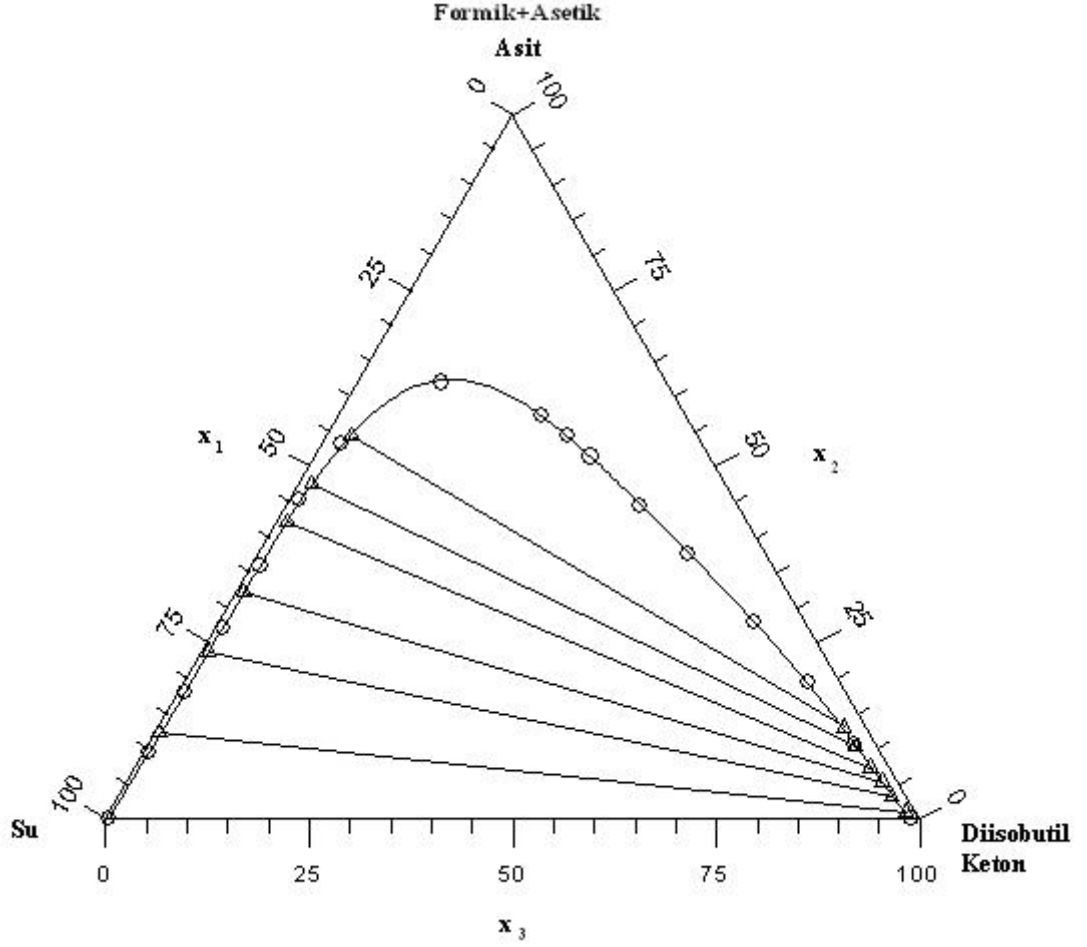
Su – Formik Asit – Asetik Asit – Diisobutil Keton Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.3’ te, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.4’ te verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.60	0.00	0.40
90.09	9.35	0.56
81.21	17.94	0.85
72.11	26.99	0.90
63.10	35.88	1.02
53.41	45.42	1.17
44.47	53.28	2.25
27.85	61.95	10.20
17.88	57.38	24.74
16.08	54.50	29.42
14.67	51.43	33.90
12.02	44.54	43.44
9.68	37.63	52.69
6.33	27.95	65.72
4.14	19.34	76.52
2.70	10.72	86.58
1.05	0.00	98.95

Tablo 4.4. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
87.36	2.67	9.57	0.40	1.19	0.21	0.80	97.80
75.57	6.08	17.60	0.75	1.86	0.50	2.67	94.97
66.93	8.13	24.05	0.89	1.97	0.77	4.49	92.77
56.65	10.34	31.76	1.25	2.52	1.08	6.12	90.28
50.88	11.11	36.45	1.56	2.75	1.47	8.87	86.91
42.76	12.46	41.83	2.95	2.86	2.22	10.85	84.07



Şekil 4.2. Su(1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisobutil Keton (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu

4.1.3. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Diisopropil Eter Sistemi

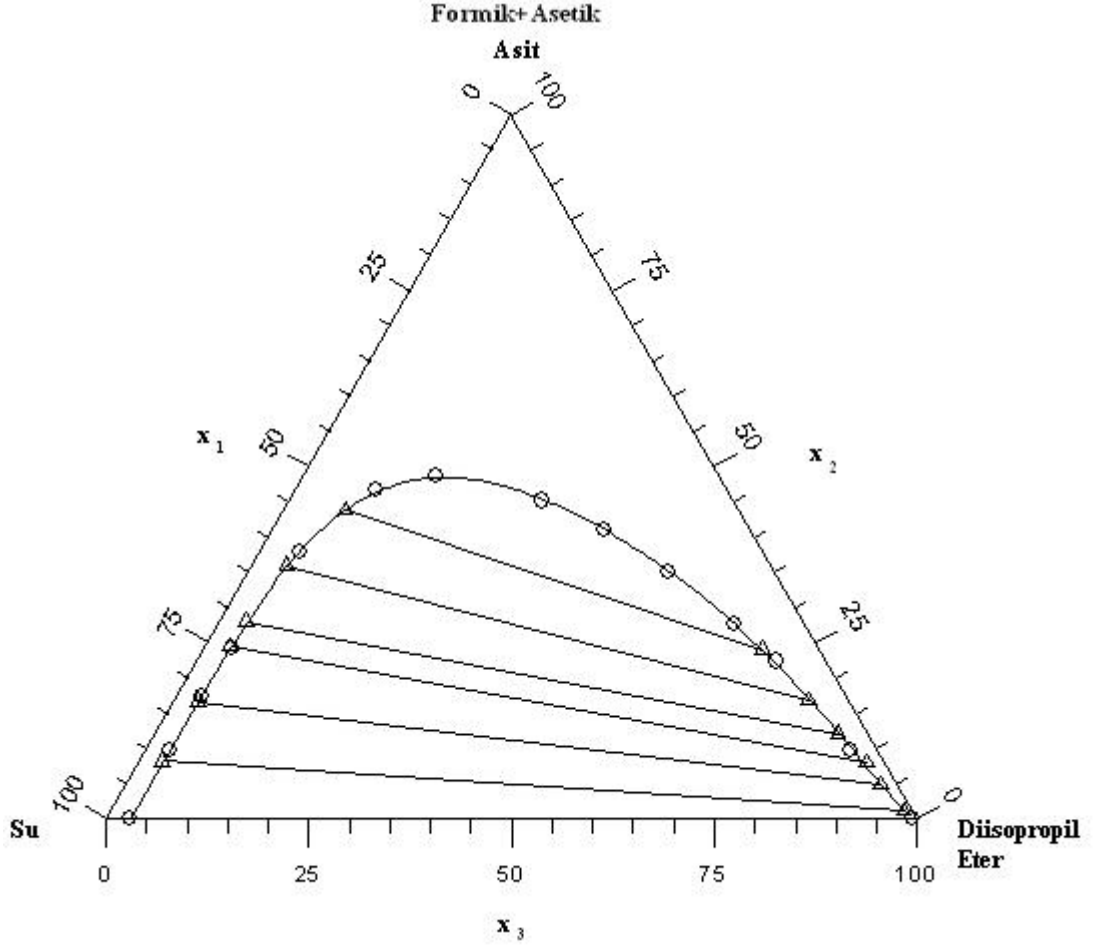
Su – Formik Asit – Asetik Asit – Diisopropil Eter Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.5’ te, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.6’ te verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.3’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
97.17	0.00	2.83
87.32	9.82	2.86
79.56	17.46	2.98
72.34	24.25	3.41
57.11	37.81	5.08
43.47	46.71	9.82
35.09	48.62	16.29
23.74	45.17	31.09
18.13	41.09	40.78
13.16	35.16	51.68
8.77	27.72	63.51
6.19	22.40	71.41
3.31	9.83	86.86
0.56	0.00	99.44

Tablo 4.6. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
89.01	1.50	6.71	2.78	1.06	0.24	0.91	97.79
80.39	3.26	13.35	3.00	2.08	0.98	3.89	93.05
72.50	5.75	18.72	3.03	2.28	1.80	6.20	89.72
68.71	6.53	21.56	3.20	3.75	2.02	10.05	84.18
59.79	7.93	28.05	4.23	5.00	3.81	13.09	78.10
48.60	9.62	34.28	7.50	7.09	4.14	19.87	68.9



Şekil 4.3. Su(1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu

4.1.4. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Çözücü Sistemlerine ait Dağılma Katsayısı, Ayırma Faktörü ve Korelasyon Verileri

Su – Formik Asit – Asetik Asit – Çözücü Sistemlerine ait deneysel dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri Tablo 4.7’ de verilmiştir.

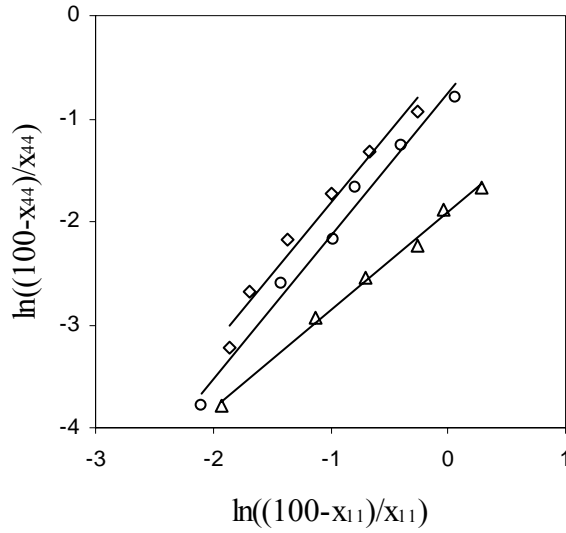
Tablo 4.7. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Deneysel Dağılım Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K.

D_1	D_2	D_3	S_2	S_3
<i>Amil Asetat</i>				
0.0134	0.1077	0.1929	8.04	14.39
0.0283	0.2043	0.2860	7.22	10.10
0.0389	0.2643	0.3882	6.79	9.85
0.0555	0.3161	0.4477	5.69	8.07
0.0823	0.3555	0.5070	4.32	6.16
0.1314	0.3753	0.5336	2.86	4.06
<i>Diisobutil Keton</i>				
0.0135	0.0787	0.0836	5.83	6.19
0.0246	0.0822	0.1517	3.34	6.17
0.0294	0.0947	0.1867	3.22	6.35
0.0445	0.1044	0.1927	2.35	4.33
0.0540	0.1323	0.2433	2.45	4.51
0.0669	0.1782	0.2594	2.66	3.88
<i>Diisopropil Eter</i>				
0.0119	0.1600	0.1356	13.44	11.39
0.0259	0.3006	0.2914	11.61	11.25
0.0314	0.3130	0.3312	9.97	10.55
0.0546	0.3093	0.4661	5.66	8.53
0.0836	0.4805	0.4667	5.75	5.58
0.1459	0.4304	0.5796	2.95	3.97

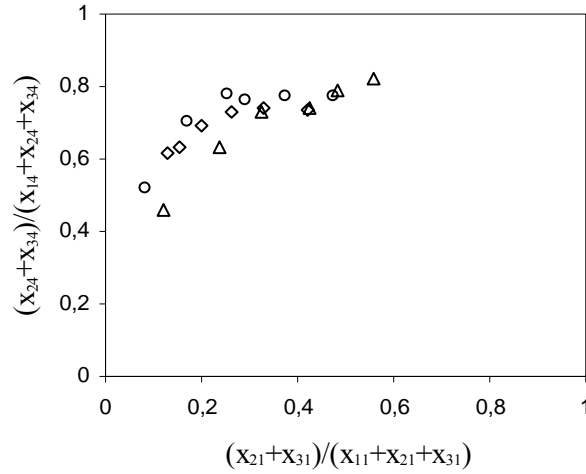
İncelenen sistemlere ait Othmer–Tobias korelasyonlarına ait korelasyon katsayıları Tablo 4.8 ve Şekil 4.4’ te, seçicilik diyagramı ise Şekil 4.5’ te verilmiştir.

Tablo 4.8. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları

Çözücü	a	b	R ²
Amil Asetat	1.3648	-0.4531	0.9715
Diisobutil Keton	0.9550	-1.9102	0.9958
Diisopropil Eter	1.3967	-0.7448	0.9856

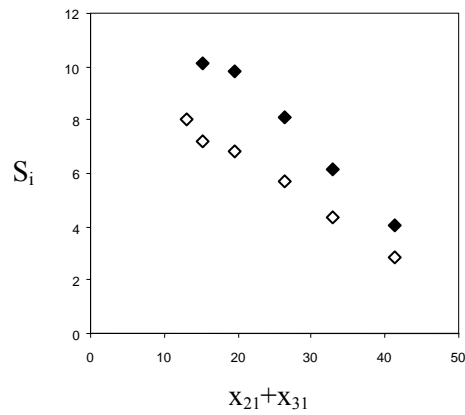


Şekil 4.4. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonları, 298.2 K. ◇; Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter

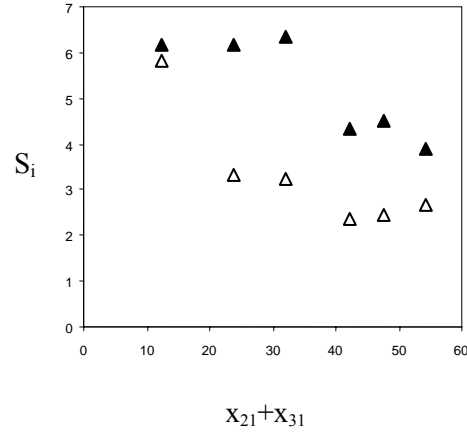


Şekil 4.5. Su (1) - [Formik (2) + Asetik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter

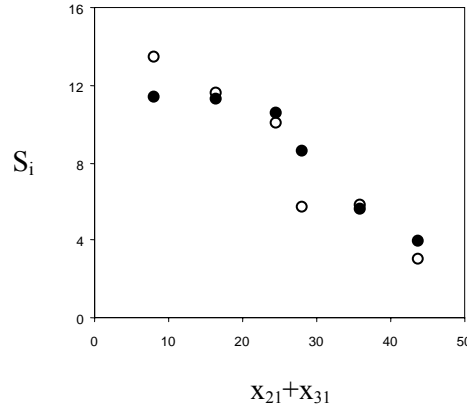
Daha sonra her bir çözücü sistemi için ayırma faktörlerinin ve dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi incelenmiştir. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemleri için ayırma faktörlerinin rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi sırasıyla Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Aynı sistemlere ait dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi ise Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de sunulmuştur.



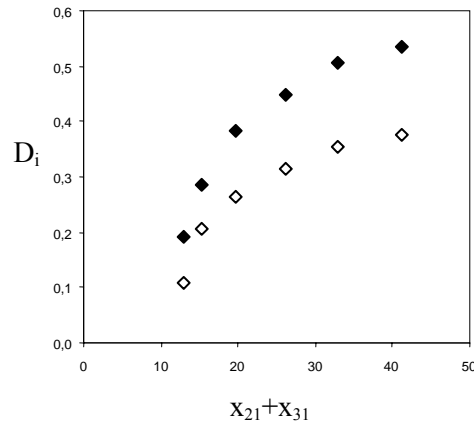
Şekil 4.6. Su (1)- [Formik (2,◇) + Asetik (3,◆)] Asit Karışımı - Amil Asetat (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



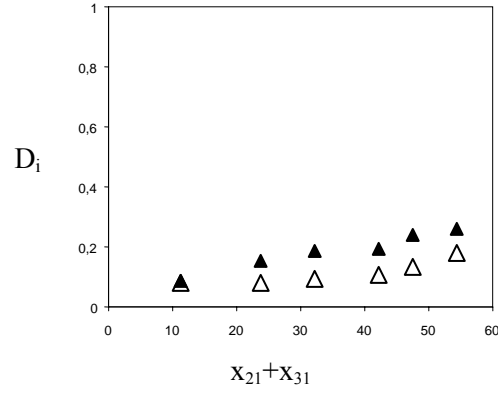
Şekil 4.7. Su (1)- [Formik (2,△) + Asetik (3,▲)] Asit Karışımı - Diisobutil Keton (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



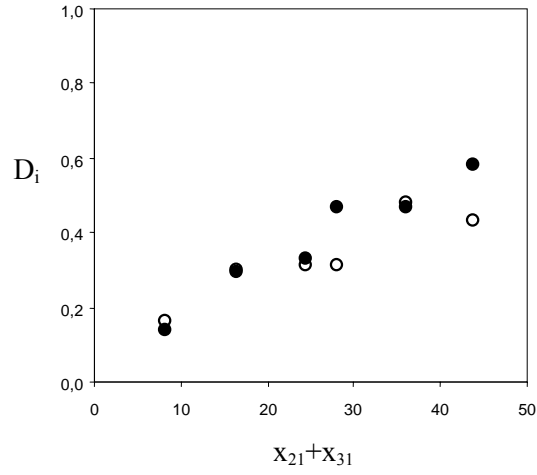
Şekil 4.8. Su (1)- [Formik (2,o) + Asetik (3,●)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.9. Su (1)- [Formik (2,◇) + Asetik (3,◆)] Asit Karışımı - Amil Asetat (4) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.10. Su (1)- [Formik (2, Δ) + Asetik (3, Δ)] Asit Karışımı - Diisobutil Keton (4) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.11. Su (1)- [Formik (2, \circ) + Asetik (3, \bullet)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi

4.2. SU-FORMİK ASİT-PROPIYONİK ASİT-ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K

4.2.1. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Amil Asetat Sistemi

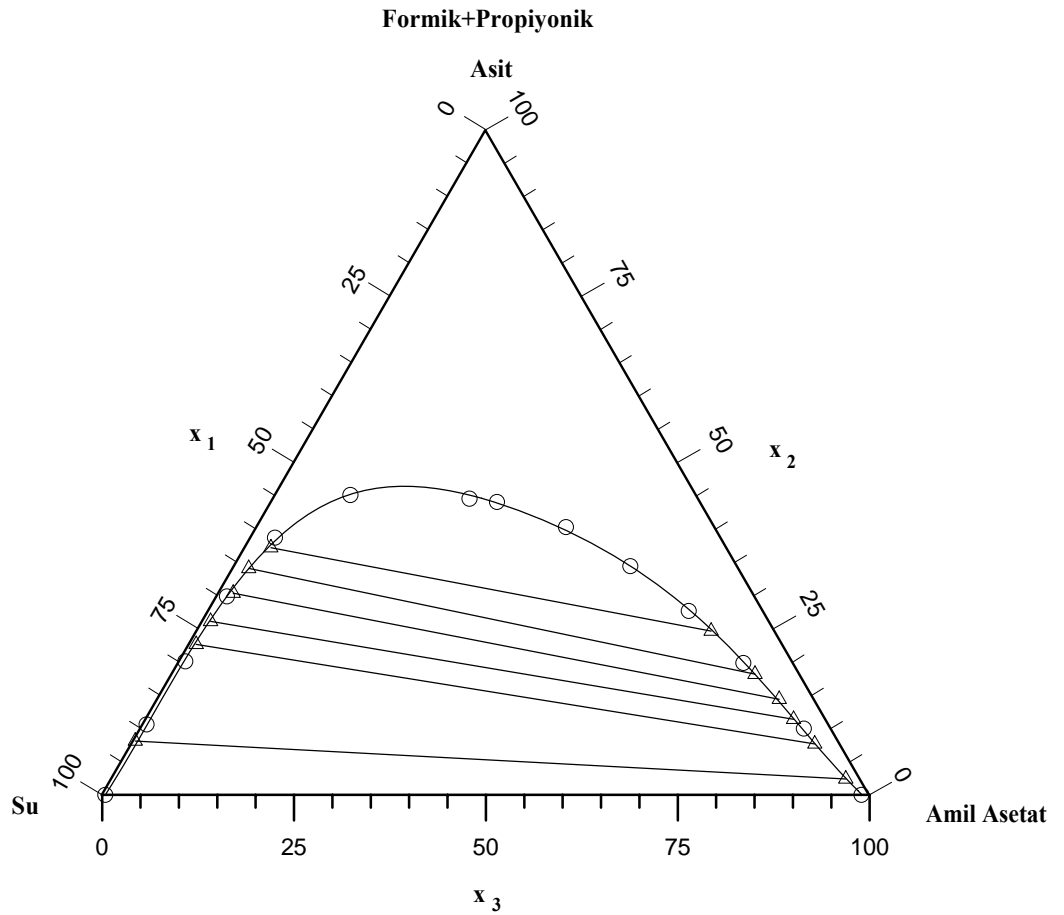
Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Amil Asetat Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.9’ da, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.10’ da verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.12’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.59	0.00	0.41
88.93	10.57	0.50
79.14	20.05	0.81
68.82	29.81	1.37
58.15	38.66	3.19
45.10	45.07	9.83
29.86	44.53	25.61
26.53	44.02	29.45
19.43	40.25	40.32
13.98	34.38	51.64
9.74	27.65	62.61
6.55	19.81	73.64
3.58	9.95	86.47
1.05	0.00	98.95

Tablo 4.10. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
91.64	2.94	5.15	0.27	1.93	0.22	2.15	95.70
76.46	6.61	15.99	0.94	3.31	0.82	6.83	89.04
72.84	8.18	17.88	1.10	4.23	1.37	9.99	84.41
67.79	8.95	21.36	1.90	4.59	1.66	12.70	81.05
63.90	9.20	24.82	2.08	5.86	2.09	16.04	76.01
59.45	9.85	27.30	3.40	8.33	2.93	21.68	67.06



Şekil 4.12. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ : bağlantı doğrusu

4.2.2. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Diisobutil Keton Sistemi

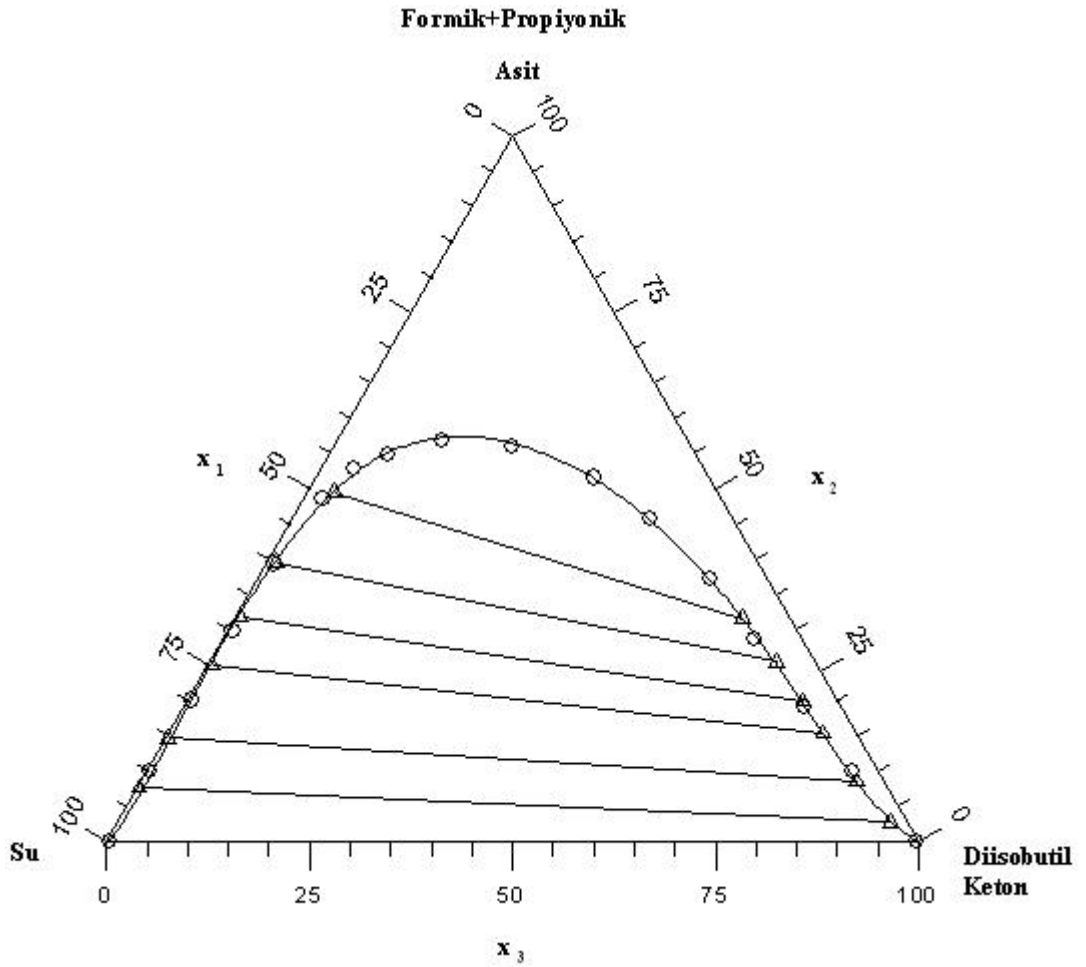
Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Diisobutil Keton Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.11’ de, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.12’ de verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.13’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.71	0.00	0.29
89.60	10.08	0.32
79.45	20.06	0.49
69.51	29.90	0.59
59.64	39.37	0.99
49.04	48.58	2.38
37.84	54.93	7.23
22.06	55.94	22.00
43.09	52.97	3.94
30.15	56.93	12.92
14.03	51.63	34.34
10.09	45.81	44.10
6.92	37.37	55.71
5.91	28.69	65.40
4.53	19.07	76.40
3.27	9.89	86.84
0.30	0.00	99.70

Tablo 4.12. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
92.17	2.21	5.45	0.17	2.10	0.00	2.73	95.17
85.14	2.83	11.85	0.18	3.29	0.10	8.44	88.17
74.59	6.48	18.47	0.46	4.07	0.36	14.99	80.58
67.47	7.94	23.89	0.70	4.20	1.72	18.22	75.86
59.42	8.56	30.96	1.06	4.74	2.54	22.89	69.83
47.25	10.67	38.90	3.18	5.85	3.81	27.80	62.54



Şekil 4.13. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu

4.2.3. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Diisopropil Eter Sistemi

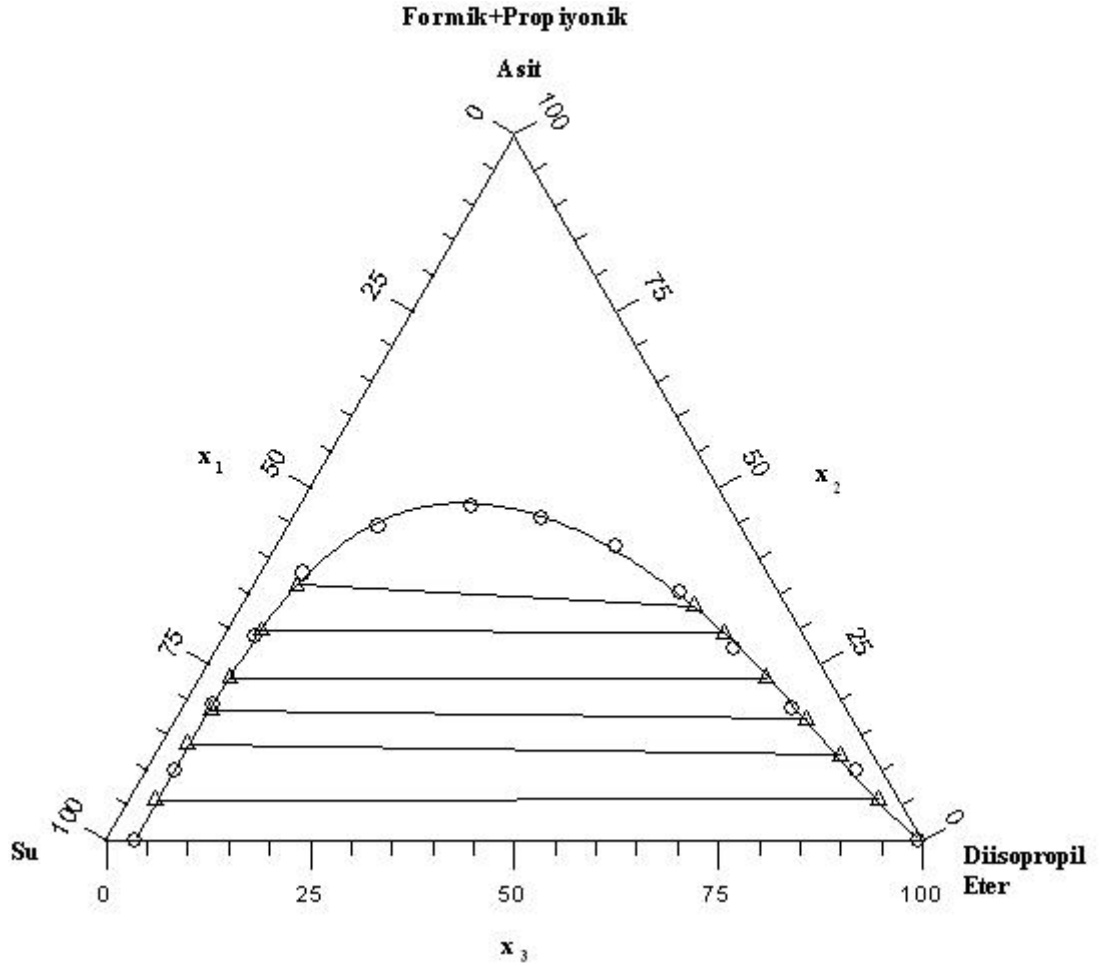
Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Diisopropil Eter Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.13’ te, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.14’ te verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.14’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
96.53	0.00	3.47
86.53	9.94	3.53
77.25	19.20	3.55
67.35	28.94	3.71
56.92	37.90	5.18
44.41	44.57	11.02
31.60	47.43	20.97
23.76	45.73	30.51
16.73	41.71	41.56
12.13	35.23	52.64
9.45	27.38	63.17
6.70	18.74	74.56
3.26	9.96	86.78
0.45	0.00	99.55

Tablo 4.14. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
91.16	1.6	4.2	3.04	2.48	0.29	5.55	91.68
83.21	4.36	9.39	3.04	4.07	0.77	11.36	83.8
77.91	5.74	12.81	3.54	5.73	1.31	15.89	77.07
73.32	7.12	15.95	3.61	7.75	1.94	21.09	69.22
66.23	8.47	21.26	4.04	9.69	2.92	26.49	60.90
58.59	9.34	26.86	5.21	11.44	2.85	30.47	55.24



Şekil 4.14. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ : bağlantı doğrusu

4.2.4. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü Sistemlerine ait Dağılma Katsayısı, Ayırma Faktörü ve Korelasyon Verileri

Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü Sistemlerine ait deneysel dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri Tablo 4.15’ te verilmiştir.

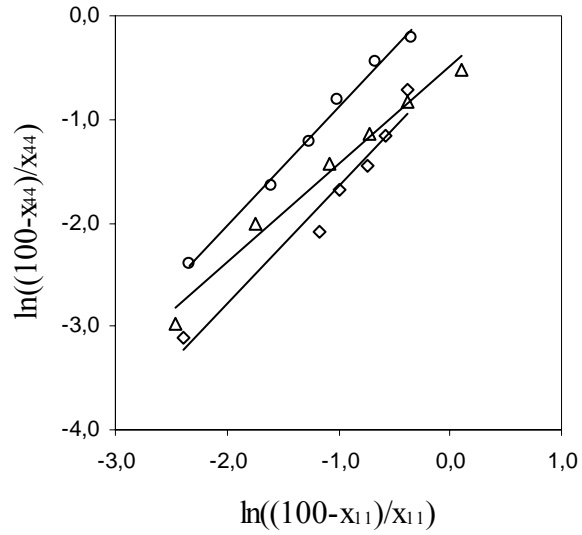
Tablo 4.15. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Deneysel Dağılma Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K.

D_1	D_2	D_3	S_2	S_3
<i>Amil Asetat</i>				
0.0211	0.0748	0.4175	3.55	19.79
0.0433	0.1241	0.4271	2.87	9.86
0.0581	0.1650	0.5587	2.84	9.62
0.0677	0.1855	0.5946	2.74	8.78
0.0917	0.2272	0.6463	2.48	7.05
0.1401	0.2975	0.7941	2.12	5.67
<i>Düsobutil Keton</i>				
0.0228	0	0.5009	0	21.97
0.0386	0.0353	0.7122	0.91	18.45
0.0546	0.0556	0.8116	1.02	14.86
0.0622	0.2166	0.7627	3.48	12.26
0.0798	0.2967	0.7393	3.72	9.26
0.1238	0.3571	0.7147	2.88	5.77
<i>Düsobpropil Eter</i>				
0.0272	0.1813	1.3214	6.67	48.58
0.0489	0.1766	1.2098	3.61	24.74
0.0735	0.2282	1.2404	3.10	16.88
0.1057	0.2725	1.3223	2.58	12.51
0.1463	0.3447	1.2460	2.36	8.52
0.1953	0.3051	1.1344	1.56	5.81

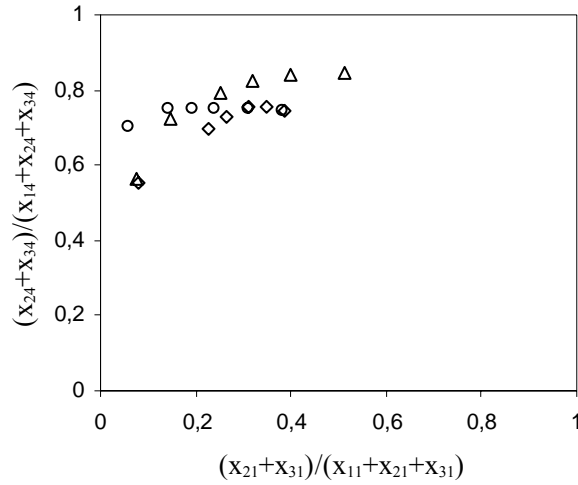
İncelenen sistemlere ait Othmer–Tobias korelasyonlarına ait korelasyon katsayıları Tablo 4.16 ve Şekil 4.15’ te, seçicilik diyagramı ise Şekil 4.16’ da verilmiştir.

Tablo 4.16. Su (1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları

Çözücü	a	b	R ²
Amil Asetat	1.1304	-0.5219	0.9583
Diisobutil Keton	0.9463	-0.4930	0.9831
Diisopropil Eter	1.1476	0.2622	0.9929

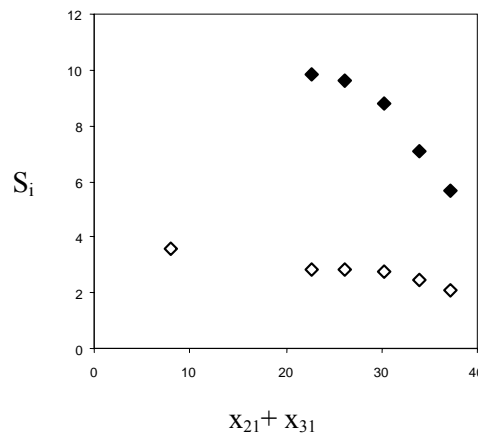


Şekil 4.15. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonları, 298.2 K. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, \circ ; Diisopropil Eter

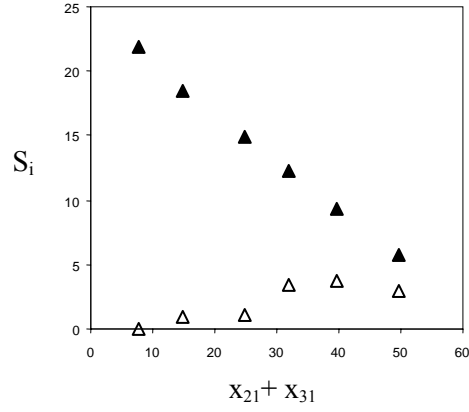


Şekil 4.16. Su(1) - [Formik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter

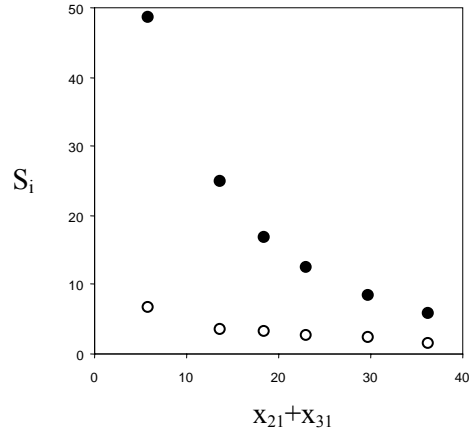
Daha sonra her bir çözücü sistemi için ayırma faktörlerinin ve dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi incelenmiştir. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemleri için ayırma faktörlerinin rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi sırasıyla Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da gösterilmiştir. Aynı sistemlere ait dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi ise Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de sunulmuştur.



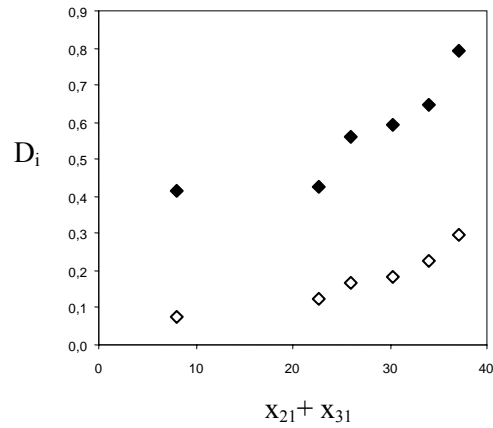
Şekil 4.17. Su (1)- [Formik (2, ◇) + Propiyonik (3, ◆)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



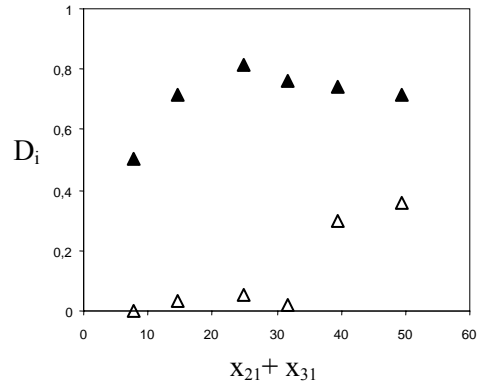
Şekil 4.18. Su (1)- [Formik (2, Δ) + Propiyonik (3, Δ)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



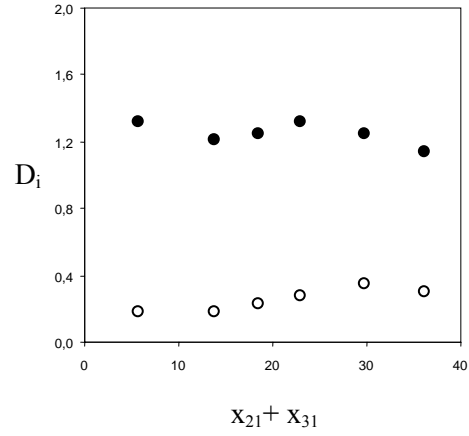
Şekil 4.19. Su (1)- [Formik (2, \circ) + Propiyonik (3, \bullet)] Asit Karışımı – Diisopropil Eter (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.20. Su (1)- [Formik (2, \diamond) + Propiyonik (3, \blacklozenge)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.21. Su (1)- [Formik (2, Δ) + Propiyonik (3, Δ)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sisteminde Dağılıma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.22. Su (1)- [Formik (2, \circ) + Propiyonik (3, \bullet)] Asit Karışımı – Diisopropil Eter (4) Sisteminde Dağılıma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi

4.3. SU–ASETİK ASİT–PROPIYONİK ASİT–ÇÖZÜCÜ SİSTEMLERİ, 298.2 K

4.3.1. Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Amil Asetat Sistemi

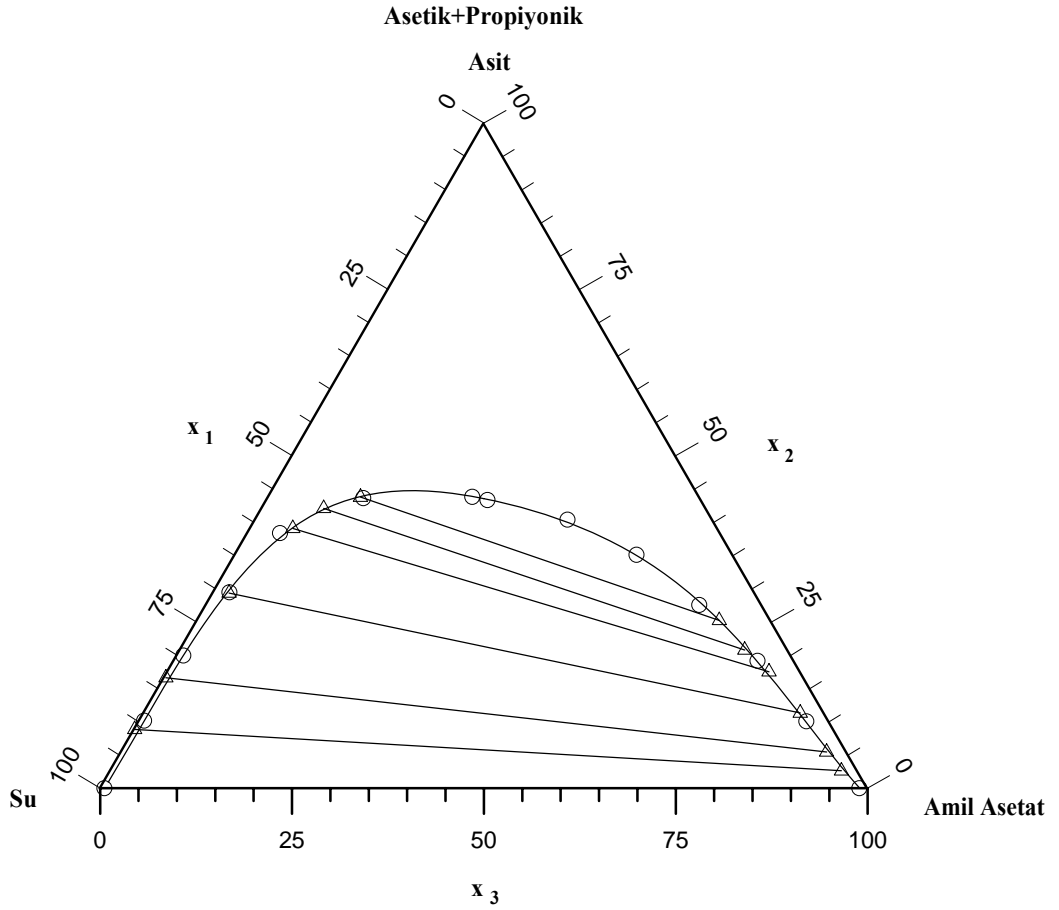
Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Amil Asetat Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.17’ de, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.18’ de verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.23’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.45	0.00	0.55
89.19	10.14	0.67
79.19	19.94	0.87
68.42	29.46	2.12
57.39	38.36	4.26
43.91	43.61	12.48
29.62	43.79	26.59
27.86	43.32	28.82
18.92	40.38	40.70
12.57	35.08	52.35
8.17	27.54	64.29
4.76	19.15	76.09
2.98	10.04	86.98
1.08	0.00	98.92

Tablo 4.18. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
91.08	5.74	3.10	0.08	2.01	0.97	1.64	95.38
83.14	9.91	6.70	0.25	2.62	1.85	3.58	91.95
68.53	16.45	12.89	2.13	3.13	4.32	6.97	85.58
55.38	20.34	18.71	5.57	4.09	6.28	11.21	78.42
49.86	20.93	21.14	8.07	5.63	7.50	13.26	73.61
44.21	21.04	22.74	12.01	6.71	8.92	16.30	68.07



Şekil 4.23. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu

4.3.2. Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Diisobutil Keton Sistemi

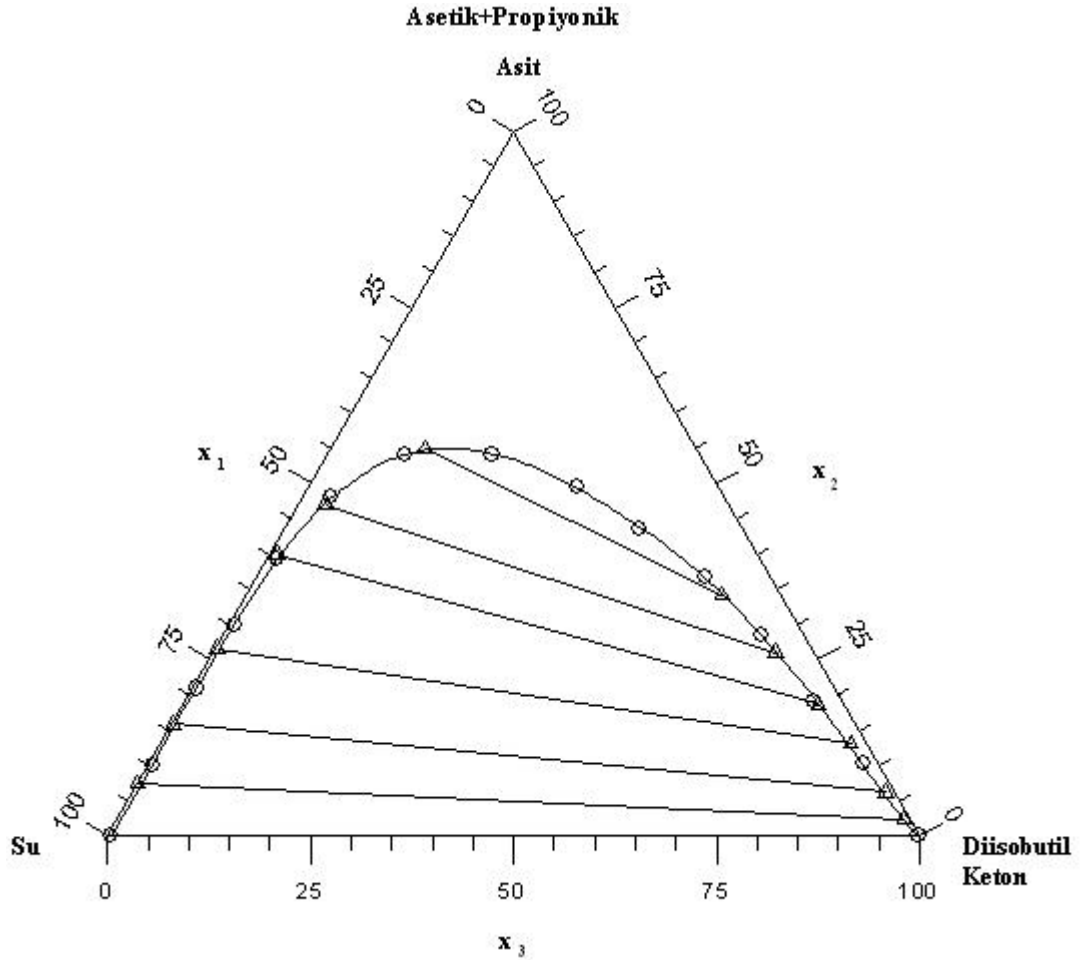
Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Diisobutil Keton Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.19’ da, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.20’ de verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.24’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
99.62	0.00	0.38
89.45	10.13	0.42
78.59	20.98	0.43
69.45	29.94	0.61
59.41	39.25	1.34
48.35	48.25	3.40
36.19	54.15	9.66
25.64	53.99	20.37
17.43	49.59	32.98
12.75	43.61	43.64
7.85	36.83	55.32
5.31	28.61	66.08
3.42	19.27	77.31
1.79	10.23	87.98
0.13	0.00	99.87

Tablo 4.20. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
92.53	4.53	2.93	0.01	0.74	1.03	1.23	97.00
84.01	8.37	7.51	0.11	1.12	2.21	4.04	92.63
73.13	14.14	12.51	0.22	1.92	4.34	8.75	84.99
59.08	21.11	18.91	0.90	3.09	6.32	12.42	78.17
49.61	24.29	22.80	3.30	4.77	9.06	17.02	69.15
33.49	27.16	27.73	11.62	7.18	12.48	21.74	58.60



Şekil 4.24. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ : bağlantı doğrusu

4.3.3. Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Diisopropil Eter Sistemi

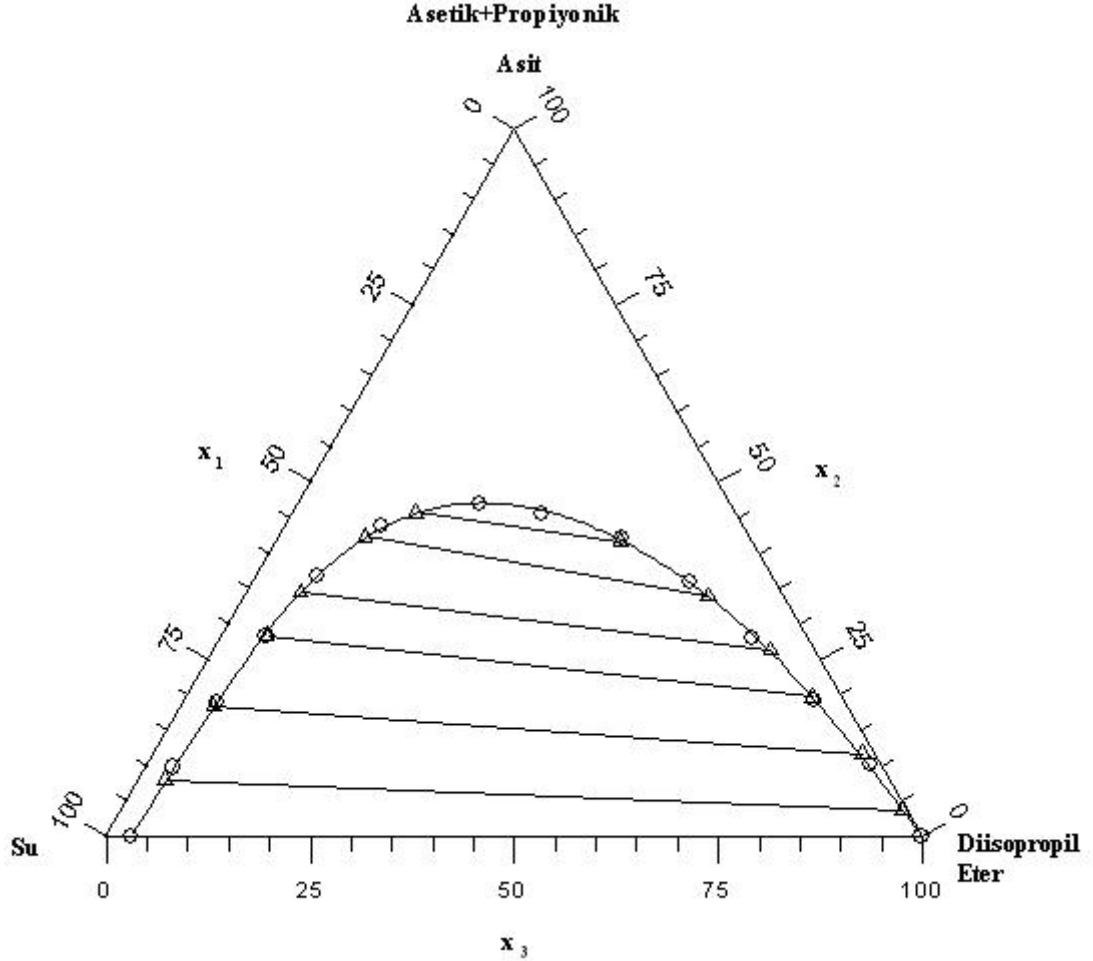
Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Diisopropil Eter Sistemine ait deneysel çözünürlük eğrisi verileri Tablo 4.21’ de, deneysel bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.22’ de verilmiştir. Sisteme ait çözünürlük diyagramı ise Şekil 4.25’ te gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.

x_1	x_{2+3}	x_4
96.93	0.00	3.07
86.94	9.74	3.32
76.96	19.00	4.04
66.25	28.32	5.43
55.76	36.86	7.38
44.34	43.90	11.76
30.86	46.93	22.21
23.87	45.67	30.46
15.82	42.12	42.06
10.48	36.00	53.52
6.76	28.10	65.14
3.66	19.23	77.11
1.47	10.05	88.48
0.20	0.00	99.80

Tablo 4.22. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Deneysel Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.

<i>Rafinat Faz</i>				<i>Ekstrakt Faz</i>			
x_{11}	x_{21}	x_{31}	x_{41}	x_{14}	x_{24}	x_{34}	x_{44}
88.93	3.63	4.27	3.17	0.6	0.49	3.21	95.7
77.66	10.06	8.3	3.98	1.59	3.17	8.48	86.76
66.22	15.56	12.77	5.45	3.64	5.64	14.05	76.67
59.02	18.21	16.24	6.53	5.46	8.64	17.64	68.26
47.21	22.36	19.95	10.48	9.31	11.91	22.01	56.77
39.23	24.67	21.08	15.02	16.11	15.61	26.09	42.19



Şekil 4.25. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Diisopropil Eter (4) Sistemi Çözünürlük Diyagramı, 298.2 K. o: çözünürlük eğrisi, Δ : bağlantı doğrusu

4.3.4. Su–Asetik Asit–Propiyonik Asit–Çözücü Sistemlerine ait Dağılıma Katsayısı, Ayırma Faktörü ve Korelasyon Verileri

Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü Sistemlerine ait deneysel dağılıma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri Tablo 4.23’ te verilmiştir.

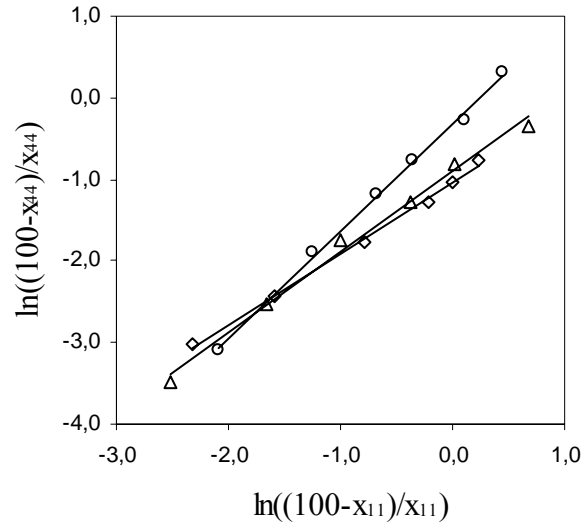
Tablo 4.23. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Deneysel Dağılıma Katsayısı ve Ayırma Faktörü Değerleri, 298.2 K.

D_1	D_2	D_3	S_2	S_3
<i>Amil Asetat</i>				
0.0221	0.1690	0.5290	7.65	23.94
0.0255	0.1867	0.5343	7.32	20.95
0.0457	0.2626	0.5407	5.75	11.83
0.0739	0.3088	0.5991	4.18	8.11
0.1129	0.3583	0.6272	3.17	5.56
0.1518	0.4240	0.7168	2.79	4.72
<i>Düsobutil Keton</i>				
0.0080	0.2274	0.4189	28.43	52.48
0.0133	0.2640	0.5379	19.85	40.44
0.0263	0.3069	0.6994	11.67	26.59
0.0523	0.2994	0.6568	5.72	12.56
0.0961	0.3730	0.7465	3.88	7.77
0.2144	0.4595	0.7840	2.14	3.66
<i>Düsopropil Eter</i>				
0.0067	0.1350	0.7518	20.15	112.21
0.0205	0.3151	1.0217	15.37	49.84
0.055	0.3625	1.1002	6.59	20.00
0.0925	0.4745	1.0862	5.13	11.74
0.1972	0.5326	1.1033	2.70	5.59
0.4107	0.6328	1.2377	1.54	3.01

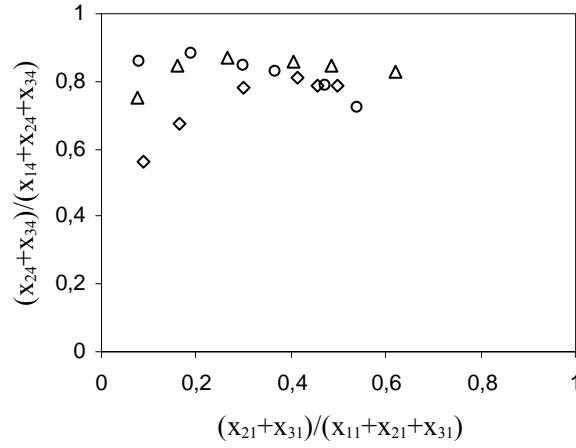
İncelenen sistemlere ait Othmer–Tobias korelasyonlarına ait korelasyon katsayıları Tablo 4.24 ve Şekil 4.26’ da, seçicilik diyagramı ise Şekil 4.27’ de verilmiştir.

Tablo 4.24. Su (1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı - Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonuna ait Korelasyon Katsayıları

Çözücü	a	b	R ²
Amil Asetat	0.8715	-1.0405	0.9959
Diisobutil Keton	0.9610	-0.8993	0.9919
Diisopropil Eter	1.3178	-0.3107	0.9970

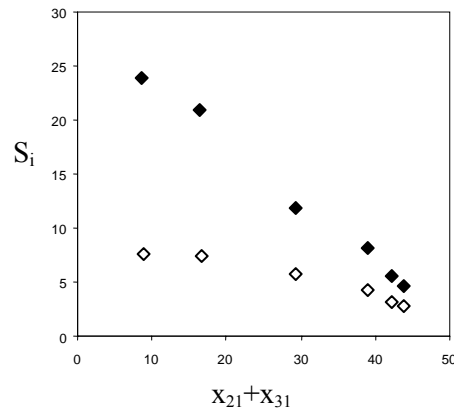


Şekil 4.26. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Othmer-Tobias Korelasyonları, 298.2 K. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, o ; Diisopropil Eter

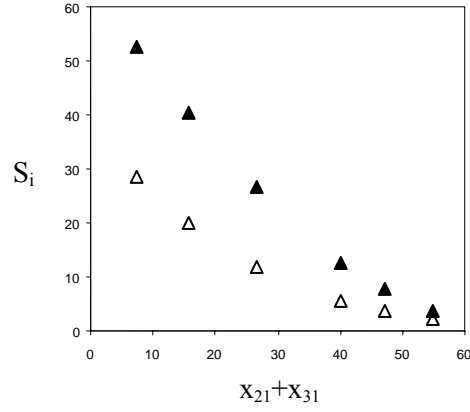


Şekil 4.27. Su(1) - [Asetik (2) + Propiyonik (3)] Asit Karışımı – Çözücü (4) Sistemleri Seçicilik Diyagramı , 298.2 K. ◇;Amil Asetat, Δ; Diisobutil Keton, o; Diisopropil Eter

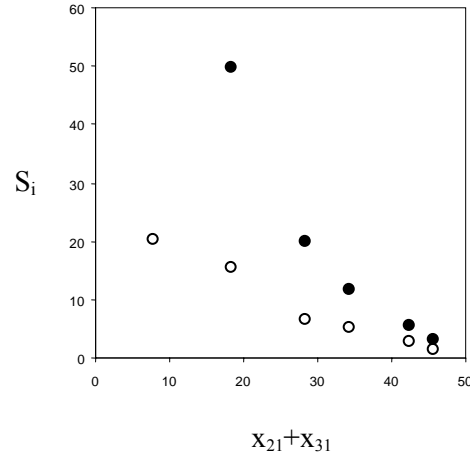
Daha sonra her bir çözücü sistemi için ayırma faktörlerinin ve dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi incelenmiştir. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemleri için ayırma faktörlerinin rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi sırasıyla Şekil 4.28, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da gösterilmiştir. Aynı sistemlere ait dağılma katsayılarının rafinat fazdaki asit konsantrasyonuna göre değişimi ise Şekil 4.31, Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’te sunulmuştur.



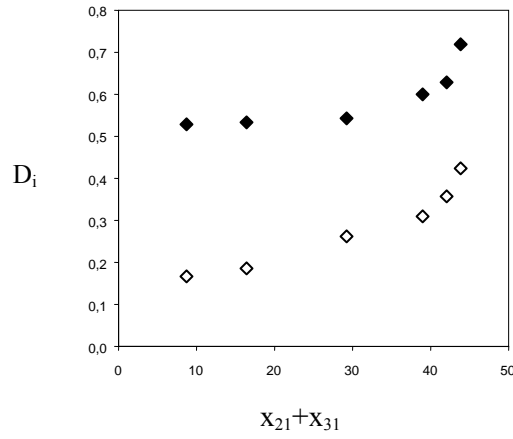
Şekil 4.28. Su (1)- [Asetik (2,◇) + Propiyonik (3,◆)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



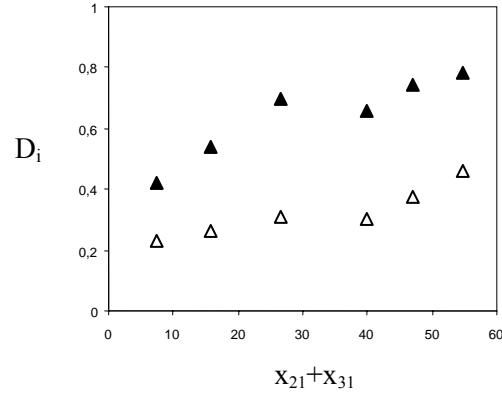
Şekil 4.29. Su (1)- [Asetik (2,Δ) + Propiyonik (3, Δ)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



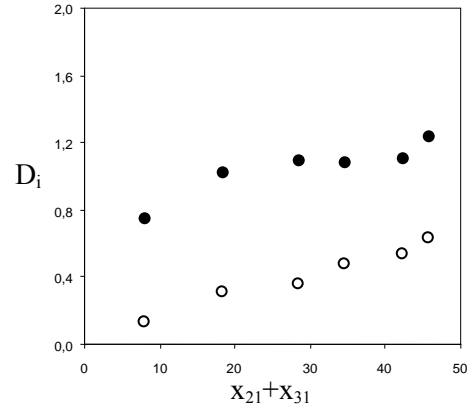
Şekil 4.30. Su (1)- [Asetik (2,o) + Propiyonik (3,●)] Asit Karışımı – Diisopropil Eter (4) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



Şekil 4.31. Su (1)- [Asetik (2,◇) + Propiyonik (3,◆)] Asit Karışımı – Amil Asetat (4) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



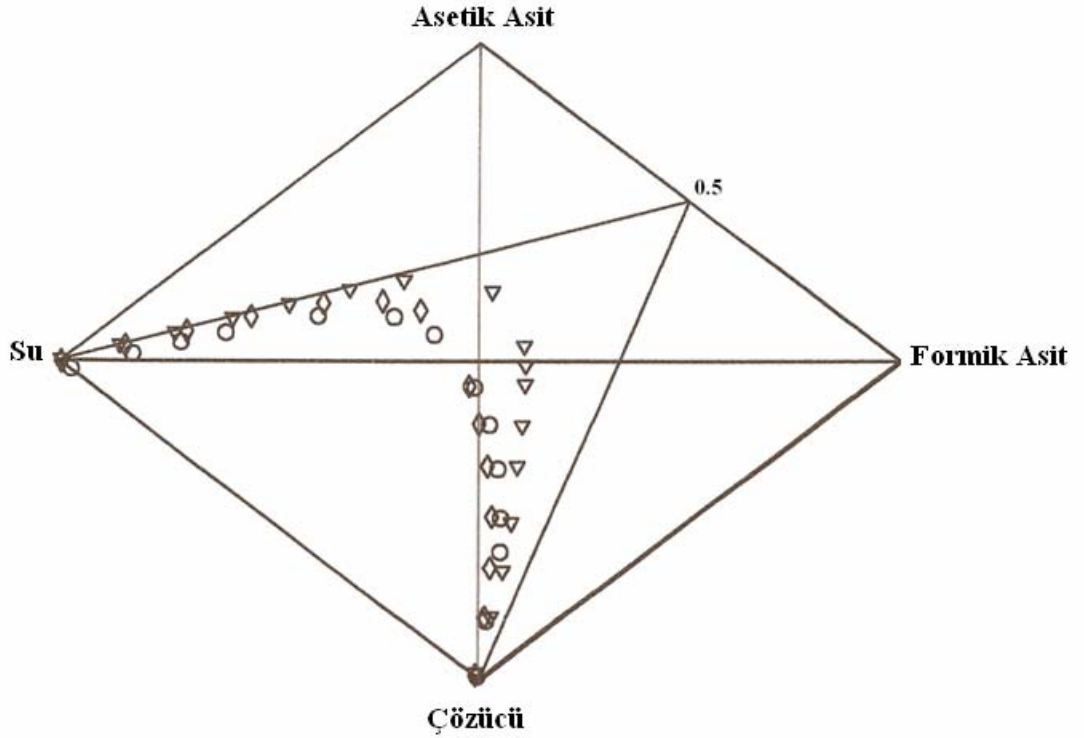
Şekil 4.32. Su (1)- [Asetik (2,Δ) + Propiyonik (3, Δ)] Asit Karışımı – Diisobutil Keton (4) Sisteminde Dağılıma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi



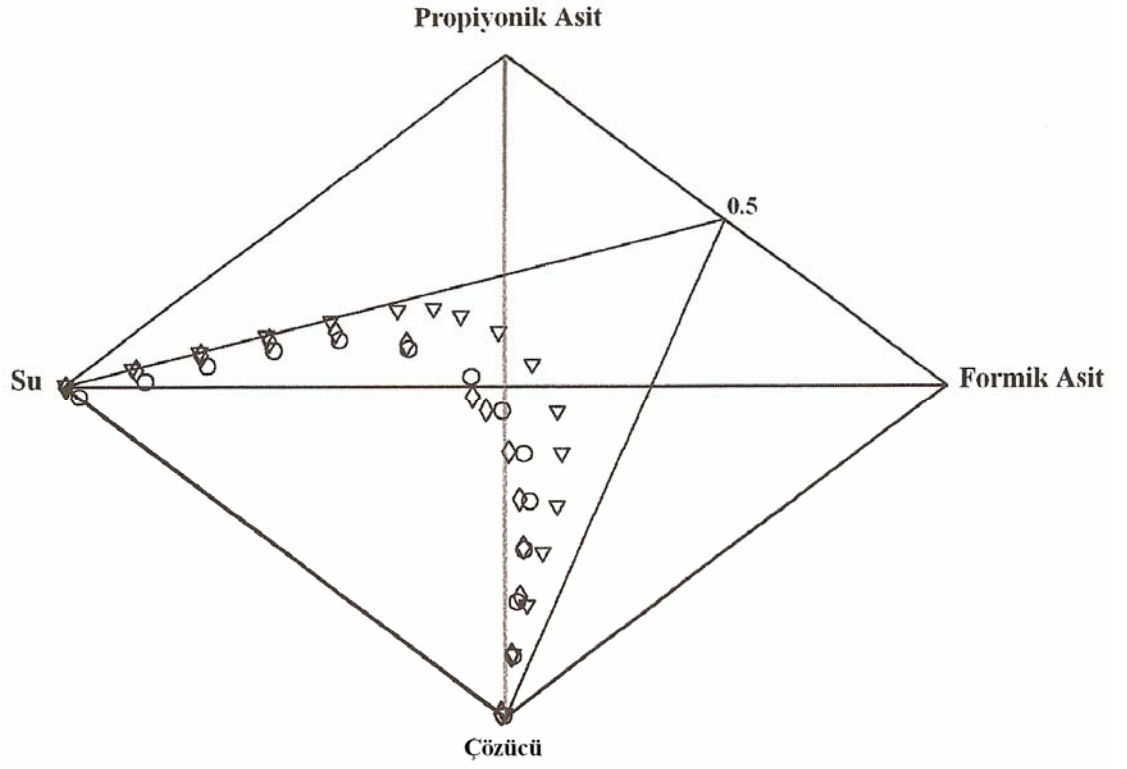
Şekil 4.33. Su (1)- [Asetik (2,o) + Propiyonik (3,●)] Asit Karışımı – Diisopropil Eter (4) Sisteminde Dağılıma Katsayılarının Rafinat Fazdaki Asit Konsantrasyonuna Göre Değişimi

4.4. ÇALIŞILAN DÖRTLÜ SİSTEMLERE AİT GRAFİKSEL SUNULAR

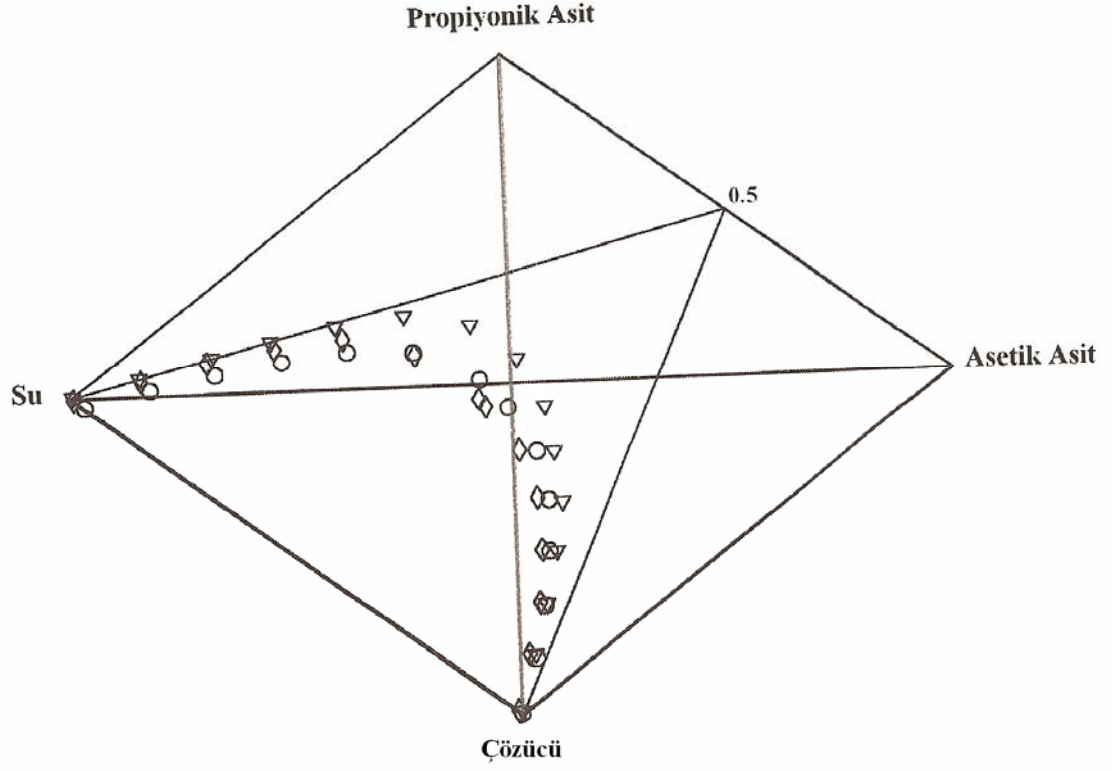
Çalışmamızın bu bölümünde herbir asit karışımının çözücüler karşısındaki davranışı incelenmiştir. Formik-Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit ve Asetik-Propiyonik Asit karışımlarından herbirinin çözücülerle (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) oluşturdukları çözünürlük alanları sırasıyla Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36' da düzgün dört yüzlü üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.34. Su – Formik Asit – Asetik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, \circ ; Diisopropil Eter

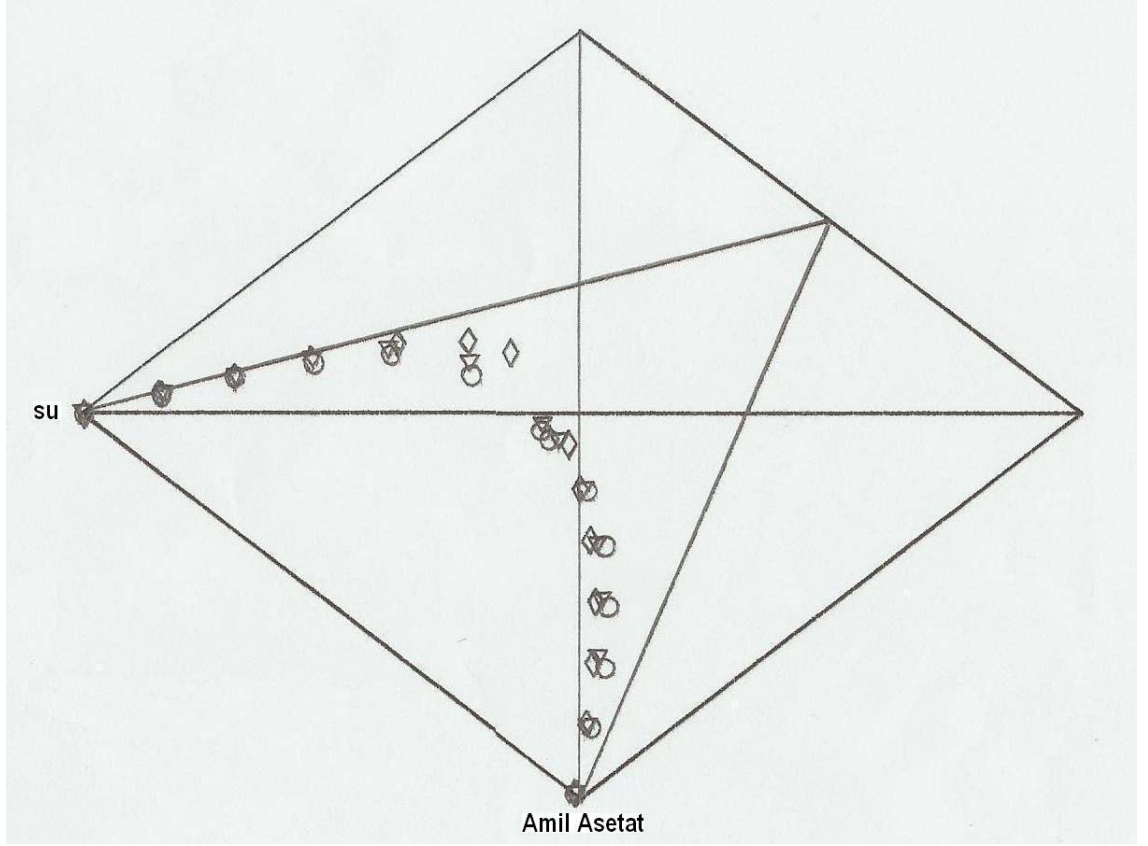


Şekil 4.35. Su – Formik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, \circ ; Diisopropil Eter

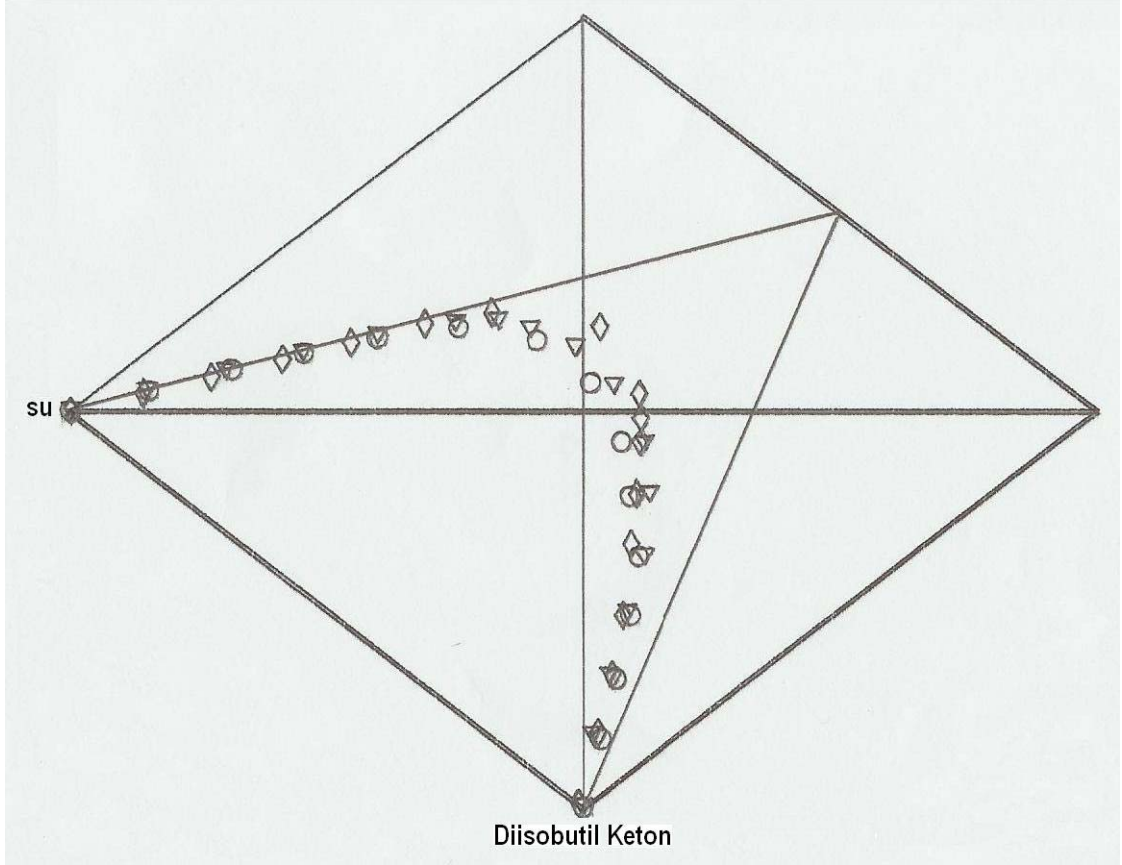


Şekil 4.36. Su – Asetik Asit – Propiyonik Asit – Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton ve Diisopropil Eter) Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. \diamond ; Amil Asetat, Δ ; Diisobutil Keton, \circ ; Diisopropil Eter

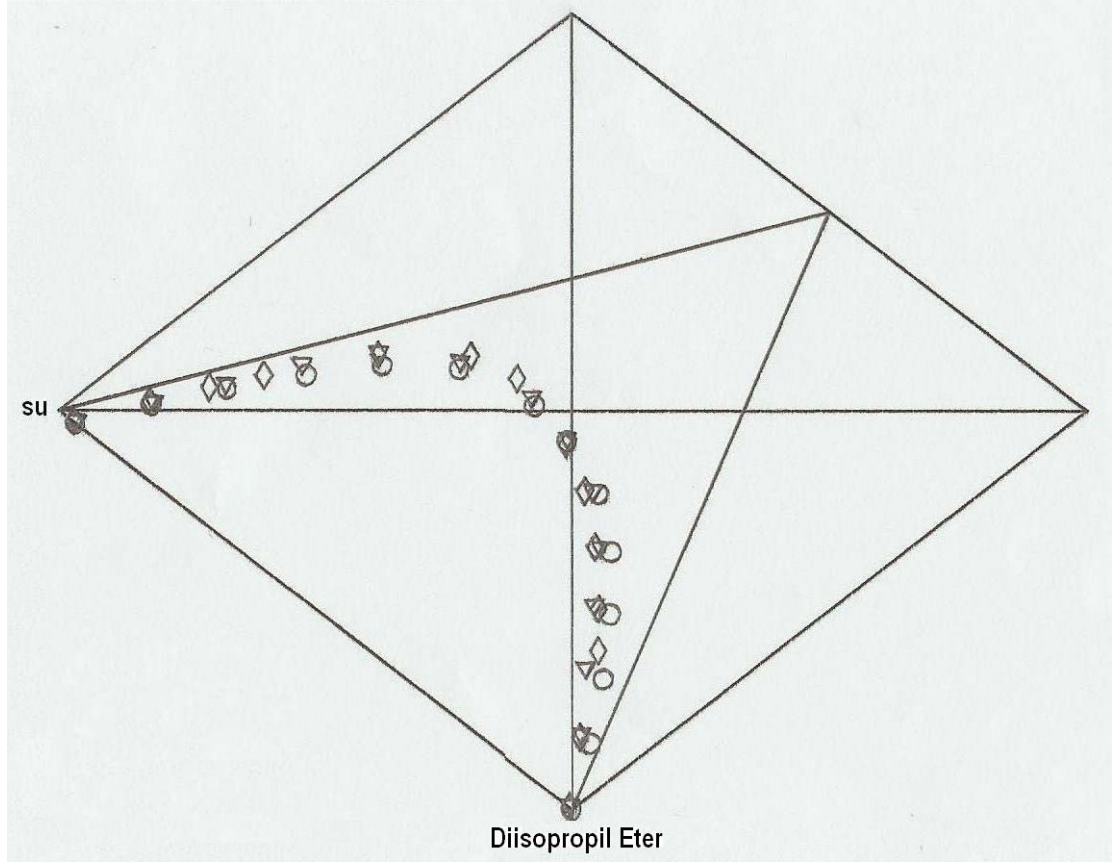
Daha sonra ise tüm asit karışımlarının tek bir çözücü karşısındaki davranışları karşılaştırılmıştır. Formik-Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit ve Asetik-Propiyonik Asit karışımlarının Amil Asetat ile oluşturdukları çözünürlük diyagramı Şekil 4.37’ de, Diisobutil Keton ile Şekil 4.38’de ve Diisopropil Eter ile ise Şekil 4.39’da verilmiştir.



Şekil 4.37. Su – (Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları) – Amil Asetat Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. ◇; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı



Şekil 4.38. Su – (Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları) – Diisobutil Keton Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. ◊; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı



Şekil 4.39. Su – (Formik–Asetik Asit, Formik-Propiyonik Asit, Asetik-Propiyonik Asit Karışımları) – Diisopropil Eter Sistemine ait Düzgün Dört Yüzlü. ◊; Formik–Asetik Asit Karışımı, Δ; Formik-Propiyonik Asit Karışımı, o; Asetik-Propiyonik Asit Karışımı

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Su - (Formik + Asetik) Asit Karışımı - Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter); Su - (Formik + Propiyonik) Asit Karışımı - Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter) ve Su - (Asetik + Propiyonik) Asit Karışımı - Çözücü (Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter) dörütlü sistemlerinin 298.2 K' deki sıvı-sıvı denge verileri deneysel olarak belirlenmiş ve bu sistemlere ait dağılma katsayıları ile ayırma faktörleri hesaplanmıştır.

(Formik Asit + Asetik Asit) karışımının her bir çözücü ile oluşturduğu deneysel denge verileri incelendiğinde; diisobutil ketonun, amil asetat ve diisopropil etere göre daha büyük bir çözünmezlik alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu asit karışımı için her bir çözücüde dağılma katsayısı değerlerinin 1'den küçük olduğu görülmektedir. Amil asetat ve diisobutil keton çözücüleri için asetik asitin formik asite göre daha yüksek dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Diisopropil eter sisteminde ise; her iki asitte de birbirine yakın dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri bulunmuştur.

(Formik Asit + Propiyonik Asit) karışımında ise deneysel denge verileri incelendiğinde yine; diisobutil ketonun, amil asetat ve diisopropil etere göre daha büyük bir çözünmezlik alanına sahip olduğu görülmektedir. İncelenen her bir çözücü için propiyonik asitin formik asite göre daha yüksek dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

(Asetik Asit + Propiyonik Asit) karışımında ise deneysel denge verileri incelendiğinde yine; diisobutil ketonun, amil asetat ve diisopropil etere göre daha büyük bir çözünmezlik alanına sahip olduğu görülmektedir. İncelenen her bir çözücü için propiyonik asitin asetik asite göre daha yüksek dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Su - (Formik + Asetik) Asit Karışımı - Çözücü Sisteminde: Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter çözücüleri için Othmer-Tobias korelasyon katsayıları sırasıyla 0.9715, 0.9958 ve 0.9856; Su - (Formik + Propiyonik) Asit Karışımı - Çözücü Sisteminde: Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter çözücüleri için sırasıyla 0.9583, 0.9831 ve 0.9929; Su - (Asetik + Propiyonik) Asit Karışımı - Çözücü Sisteminde: Amil Asetat, Diisobutil Keton, Diisopropil Eter çözücüleri için sırasıyla 0.9959, 0.9919 ve 0.9970 olarak bulunmuştur. Korelasyon katsayıları değerleri deneysel verilerin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Çözücülerin su ile karşılıklı çözünürlüklerin mümkün olduğunca düşük olması istenir. Bu açıdan kullandığımız her üç çözücü düşük karşılıklı çözünürlük değerlerine sahiptir. Çözünmezlik alanı açısından da çözücüler her bir asit karışımı için yeterli çalışma alanı oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] TREYBALL, R.E., 1963, *Liquid Extraction*, McGraw-Hill Book Company, United States of America, 0070651868.
- [2] BILGIN, M., 1996, Çay Atıklarından Kafein Üretimi Proses Parametrelerine Ait Optimal Değerlerin Bulunması, Yüksek Lisans Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3] SHERWOOD, T.K, PIGFORD, R.L., 1952, *Absorption and Extraction*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- [4] HUMPREY, J.L., KELLER, G.E., 1997, *Seperation Process Technology*, McGraw-Hill Book, Inc., New York, 0-70-031173-0.
- [5] SEADER, J.D, HENLEY, E.J., 1998, *Seperation Process Principles*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 0-471-58626-9.
- [6] *Ullmann Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 1993, 5th Ed., New York, A5-225, A4-386, B3 (6-3)
- [7] ALDERS, 1955, *Liquid-Liquid Extraction*, Elsevier Publishing Company, Netherlands, 55-6214.
- [8] BERKEM, A.R., BAYKUT, S., BERKEM, M.L., 1994, *Fizikokimya*, İ.Ü. İletişim Fakültesi Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 975-404-204-7.
- [9] GURUZ, K., 1986, *Kimya Mühendisliği Termodinamiği*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- [10] SMITH, J.M., VAN NESS, H.C., *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 0-07-100303-7.
- [11] LO, T.C., BAIRD, M.H.I., HAMSON, C., 1991, *Handbook of Solvent Extraction*, Krieger Publishing Company, Kreiger Drive, Malabar, Florida, 0-89464-546-3.
- [12] HUNTER, T.G., 1942, *Industrial and Engineering Chemistry*, 34(8), pp 963.

- [13] SENOL, A., 2004, Liquid – Liquid Equilibria for Systems of (Water + Carboxylic Acid + Methyl cyclohexanol) at 293,15 K: Modelling Considerations, *J. Chem. Eng. Data*, 49 (6), 1815 -1820.
- [14] SENOL, A., 2006, Phase Equilibrium for Ternary Liquid Systems of Water (1) + Carboxylic Acid (2) + Chlorinated Hydrocarbon (3): Thermodynamic Modeling Through Serlas, *Chemical Engineering Communications*, Volume 193, Number 3, 402-416 (15).
- [15] CEHRELI, S., 2006, Liquid – Liquid Equilibria of Ternary Systems (Water + Carboxylic Acid + Cumene) at 298.15 K, *Fluid Phase Equilibria*, Volume 248, Issue 1, 24-28.
- [16] KIRBASLAR, S.I., 2006, Liquid – Liquid Equilibria of The Water + Butyric Acid + Decanol Ternary System, *Braz. J. Chem. Eng.*, V.23 N.3
- [17] ALJIMAZ, A.S., FANDARY, M.S.H., ALKANDARY, J.A. AND FAHIM, M.A., 2000, Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 1-Heptanol, *J. Chem. Eng. Data*, 45, 301.
- [18] ARCE, A., BLANCO, A., SOUZA, P. AND VIDAL, I., 1995, Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary Mixtures Water + Propionic Acid + Methyl Ethyl Ketone and Water + Propionic Acid + Methyl Propyl Ketone, *J. Chem. Eng. Data*, 40, 225.
- [19] COLOMBO, A., BATTILANA, P., RAGAINI, V. and BIANCHI, C.L., 1999, Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary Systems Water + Acetic Acid + Ethyl Acetate and Water + Acetic Acid + Isophorone (3,3,5-Trimethyl-cyclohexen-1one), *J. Chem. Eng. Data*, 44, 35.
- [20] FAHIM, M.A., QADER, A. AND HUGHES, M.A., 1996, Extraction Equilibria of Acetic and Propionic Acids from Dilute Aqueous Solution by Several Solvents, *Sep. Sci. Technol.*, 27, 1809.
- [21] FAHİM, M.A., AL-MUHTASEB, A.A., 1996, Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 2-Methyl-2-butanol, *J. Chem. Eng. Data*, 41, 1311.
- [22] FAHİM, M.A., AL-MUHTASEB, A.A. and AL-NASHEF, I.M.,1997, Liquid - Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 1-Hexenol, *J. Chem. Eng. Data*, 42, 183.
- [23] HEGAZI, M.F., 1984, Influence of Hydrogen Bonding Acceptor Basicities of Esters and Ketones on the Extraction of Acetic and Butyric Acids from Aqueous Solutions, *J. Chem. Tech. Biotechnol*, 34A, 251.
- [24] INCE, E., KIRBASLAR, S.I., 2002, Liquid - Liquid Equilibria of the Water-Acetic Acid-Butyl Acetate System, *Braz. J. Chem. Eng.*, 19, 243.

- [25] INCE, E., 2005, Liquid-Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + Dimethyl Adipate, *Fluid Phase Equilib.*, 230, 58.
- [26] SÓLIMO, H.N., BONATTI, C.M., ZURITA, J.L. AND DE DOZ, M.B.G., 1997, Liquid-Liquid Equilibria for the System Water + Propionic Acid + 1-Butanol at 303.2 K. Effect of Addition of Sodium Chloride, *Fluid Phase Equilib.*, 137, 163.
- [27] TAGHIKHANI, V., VAKILI-NEZHAAD, G.R., KHOSHKBARCHI, M.K., AND SHARIATY-NIASSAR, M., 2001, Liquid-Liquid Equilibria of Water + Propionic Acid + Metyl Butyl Ketone and of Water + Propionic Acid + Metyl Isopropyl Ketone, *J. Chem. Eng. Data*, 46, 1107.
- [28] TREVOR, M., LETCHER, T.M. AND REDHI, G.G., 2001, Phase Equilibria for Liquid Mixtures of (Benzonitrile + a Carboxylic acid + Water) at T = 298.15 K, *J. Chem. Thermodyn.*, 33, 1555.
- [29] WARDELL, J.M., KING, C.J., 1978, Solvent Equilibria for Extraction of Carboxylic Acids from Water, *J. Chem. Eng. Data*, 23, 144.
- [30] WEIBIN, C., SHENLIN, Z., XIANGLAN, P., 2001, Extraction Equilibria of Formic and Acetic Acids from Aqueous Solution by Phosphate – Containing Extractants, *J. Chem. Eng. Data*, Vol. 46, n°6, pp. 1472-1475 (9 ref.).
- [31] JAE-KYUNG, K., DONG-WON, P., 2005, Liquid – Liquid Equilibrium for the Quaternary System Toluene + Water + Propionic Acid + Ethyl Acetate, *J. Chem. Eng. Data*, 50 (2), 625-629.
- [32] BRANCKER, A.V., HUNTER, T.G., NASH, A.W., 1940, The Quaternary System Acetic acid + Chloroform + Acetone + Water at 25°C, *J. Phys. Chem.*, 44, 683-698.
- [33] GOMIS, V., PRATS, D., RUIZ, F., ASENSI, J.C., REUS, F., 1995, Quaternary Liquid - Liquid Equilibrium: Water + Acetic Acid + 2-Butanone + Cyclohexane at 25°C, *Fluid Phase Equilibria*, Volume 106, pp. 203-211(9).
- [34] KIM, J.K., PARK, D.W., 2005, Liquid-Liquid Equilibrium for the Quaternary System of o-Xylene(1) + Water(2) + Propionic Acid(3) + 1-Butanol(4) at 298.15 K and Atmospheric Pressure, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 22(3), pp.483-488.
- [35] BILGIN, M., 2006, Measurements of Quaternary Liquid-Liquid Equilibrium for Water + Acetic Acid + Propionic Acid + Solvent (Butyronitrile, Benzyl Acetate, or Methyl Isobutyl Ketone) at 298.15 K, *J. Chem. Eng. Data*, 51 (3), 1066 -1069.
- [36] CEHRELI, S., BILGIN, M., 2004, Quaternary Liquid – Liquid Equilibrium of Water + Acetic Acid + Propionic Acid + Solvent (Amyl Alcohol, Cyclohexyl Acetate, or Toluene) Systems, *J. Chem. Eng. Data*, 49 (5), 1456 -1459.

- [37] CEHRELI, S., 2002, Liquid – Liquid Equilibria of The Acetic Acid + Water + Mixed Solvent (Cyclohexyl Acetate + Cyclohexanol) System, *Braz. J. Chem.*, vol.19 no.1.
- [38] JANG, Y., PARK, D.W., 2000, Liquid-Liquid Equilibria for Quaternary Systems Containing Acetic acid-Water and Binary Solvent, *Journal of The Korean Industrial and Engineering Chemistry*, Vol 11, No 6, 642-650.
- [39] MALMARY, G., FAIZAL, M., ALBET, J., MOLINIER, J., 1997, Liquid - Liquid Equilibria of Acetic, Formic, and Oxalic Acids Between Water and Tributyl Phosphate + Dodecane, *Journal of Chemical and Engineering Data*, vol. 42, n^o5, pp. 985-987 (11 ref.).
- [40] http://en.wikipedia.org/wiki/Formic_acid
- [41] COHEN, J.B., 1930, *Practical Organic Chemistry*, McMillan Press Ltd., London.
- [42] http://en.wikipedia.org/wiki/Acetic_acid
- [43] <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C64197&Units=SI&Mask=4#Thermo-Phase>
- [44] GOLDWHITE, H., 2003, New Haven Section Meeting, *American Chemical Society*, Volume 20, Number 3
- [45] 1996, *Dictionary of Organic Compounds* (6th Edn.), Vol. 1, Chapman & Hall., London, 0-412-54090-8
- [46] http://en.wikipedia.org/wiki/Formic_acid
- [47] http://en.wikipedia.org/wiki/Diisopropyl_ether
- [48] <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0713.htm>
- [49] http://en.wikipedia.org/wiki/Amyl_acetate
- [50] OTHMER, D.F., TOBIAS, P.E., 1942, Tie Line Correlation, *Industrial and Engineering Chemistry*, 34 (6), 693-696.

ÖZGEÇMİŞ

22.11.1981 tarihinde İstanbul'da doğdum. 1992 yılında Bahçelievler İlkokulu'nu, 1995 yılında Medeni Berk Ortaokulu'nu (Ataköy Atatürk İlköğretim Okulu) ve 1999 yılında İsmail Rüştü Olcay Lisesi'ni bitirdim. 1999 yılında girdiğim İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nü 2004 yılında tamamlayarak Kimya Mühendisi ünvanını aldım. 2005 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yüksek öğrenimimi yapmak üzere kabul edildim.