



**İSTANBUL  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SU-BUTİRİK ASİT-ÇÖZÜCÜ  
ÜÇLÜ SİSTEMLERİNİN  
SIVI-SIVI DENGELERİ**

**Kayhan BAYAZIT  
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı  
Temel İşlemler ve Termodinamik Programı**

**Danışman  
Prof. Dr. Ş. İsmail KIRBAŞLAR**

**Mayıs, 2012**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 18/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Temel İşlemler ve Termodinamik programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

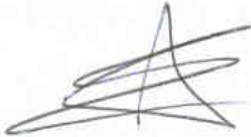
Tez Jürisi



Prof. Dr. Ş. İsmail KIRBAŞLAR (Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Umur DRAMUR  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Mehmet MAHRAMANLIOĞLU  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi (Kimya Anabilim Dalı)



Doç. Dr. İsmail İNCİ  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi



Yard. Doç. Dr. Metin HASDEMİR  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin 16761 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

## **ÖN SÖZ**

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca benden bilgi, yardım ve birikimlerini esirgemeyen ve her daim yol gösteren çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ş. İsmail KIRBAŞLAR'a, ders aşamasından tez aşamasına kadar olan süreçte her konuda desteklerini aldığım, Temel İşlemler ve Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Umur DRAMUR'a, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcısı Sayın Doç. Dr. Erol İNCE'ye, en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezimin hazırlanışı ve çalışmalarımın her aşamasında bana sabırla yardım eden ve desteğini esirgemeyen sayın hocalarım Arş. Gör. Aslı GÖK GAMSIZKAN, Arş. Gör. Selin ŞAHİN SEVGİLİ, Arş. Gör. Selim AŞÇI ve Arş. Gör. Melisa DEMİREL LALİKOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemi sağlayıp manevi desteklerini her zaman arkamda hissettiren aileme, bu süreçte benden yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Seyhan GÜNYELİ ve Zeynep İLBAY'a teşekkürü borç bilirim.

**Mayıs, 2012**

**Kayhan BAYAZIT**

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. EKSTRAKSİYON.....	3
2.1.1. Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonu.....	4
2.1.2. Ekstraksiyonda Çözücü Seçimi.....	7
2.2. SIVI-SIVI DENGELERİ.....	9
2.2.1. Fazlar Kuralı.....	9
2.2.2. Nernst Dağılım Kanunu.....	10
2.2.3. Üçgen Diyagramlar.....	10
2.2.4. Üçgen Diyagramda Çözünürlük Eğrisi.....	12
2.2.5. Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi.....	13
2.3.6. Çözünürlük Diyagramı-Dağılma Katsayısı-Bağlantı Doğrusu İlişkisi.....	14
2.3. KARBOKSİLLİ ASİTLER VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ.....	15
2.3.1. Butirik Asit.....	16
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	19
3.1. BUTİRİK ASİDİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	19
3.2. KULLANILAN ORGANİK ÇÖZÜCÜLER.....	20
3.2.1. Metil Etil Keton.....	20
3.2.2. Butil Asetat.....	20
3.2.3. Fenil Asetat.....	21
3.3. DENEMELER.....	22
3.3.1. Çözünürlük Eğrisinin Çizimi.....	22
3.3.2. Bağlantı Doğrularının Çizimi.....	22
3.3.3. Bağlantı Doğrularının Korelasyonu.....	23
4. BULGULAR.....	24
4.1. SU – BUTİRİK ASİT – METİL ETİL KETON ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGE VERİLERİ.....	24
4.1.1. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 298.2 K.....	24
4.1.2. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 308.2 K.....	28
4.1.3. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 318.2 K.....	32
4.1.4. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemlerinde Dağılma Katsayıları, Ayrırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri.....	36
4.2. SU – BUTİRİK ASİT – BUTİL ASETAT ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGE VERİLERİ.....	39
4.2.1. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 298.2 K.....	39
4.2.2. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 308.2 K.....	43
4.2.3. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 318.2 K.....	47

4.2.4. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemlerinde Dağılma Katsayıları, Ayırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri .....	51
4.3. SU – BUTİRİK ASİT – FENİL ASETAT ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGE VERİLERİ .....	54
4.3.1. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 298.2 K .....	54
4.3.2. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 308.2 K .....	58
4.3.3. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 318.2 K .....	62
4.3.4. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemlerinde Dağılma Katsayıları, Ayırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri .....	66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	69
KAYNAKLAR .....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	75

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1: Basit Kontakt Şeması .....	5
Şekil 2. 2: Üç Bileşenli Bir Sistemin Üçgen Diyagramda Gösterilmesi .....	11
Şekil 2. 3: Üçgen Diyagramda Çözünürlük Eğrisi .....	12
Şekil 2. 4: Üç Bileşenli Bir Sistemde Sıcaklığın Faz Dengesi Üzerine Etkisi .....	13
Şekil 2. 5: Üçgen Diyagramlarda Bağlantı Doğrusu (a) $d < 1$ , (b) $d = 1$ , (c) $d > 1$ .....	14
Şekil 4. 1: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 298.2K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	25
Şekil 4. 2: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	25
Şekil 4. 3: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	26
Şekil 4. 4: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	26
Şekil 4. 5: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	27
Şekil 4. 6: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 308.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	29
Şekil 4. 7: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	29
Şekil 4. 8: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	30
Şekil 4. 9: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	30
Şekil 4. 10: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	31
Şekil 4. 11: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 318.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	33
Şekil 4. 12: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	33
Şekil 4. 13: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	34
Şekil 4. 14: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	34
Şekil 4. 15: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	35
Şekil 4. 16: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi .....	36
Şekil 4. 17: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi .....	37
Şekil 4. 18: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri .....	38
Şekil 4. 19: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 298.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	40
Şekil 4. 20: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	40

<b>Şekil 4. 21:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	<b>41</b>
<b>Şekil 4. 22:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	<b>41</b>
<b>Şekil 4. 23:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>42</b>
<b>Şekil 4. 24:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 308.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	<b>44</b>
<b>Şekil 4. 25:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	<b>44</b>
<b>Şekil 4. 26:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	<b>45</b>
<b>Şekil 4. 27:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	<b>45</b>
<b>Şekil 4. 28:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>46</b>
<b>Şekil 4. 29:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 318.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	<b>48</b>
<b>Şekil 4. 30:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	<b>48</b>
<b>Şekil 4. 31:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	<b>49</b>
<b>Şekil 4. 32:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	<b>49</b>
<b>Şekil 4. 33:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>50</b>
<b>Şekil 4. 34:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi .....	<b>51</b>
<b>Şekil 4. 35:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi .....	<b>52</b>
<b>Şekil 4. 36:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri .....	<b>53</b>
<b>Şekil 4. 37:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 298.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	<b>55</b>
<b>Şekil 4. 38:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	<b>55</b>
<b>Şekil 4. 39:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	<b>56</b>
<b>Şekil 4. 40:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu .....	<b>56</b>
<b>Şekil 4. 41:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>57</b>
<b>Şekil 4. 42:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 308.2 K, $\circ$ : çözünürlük eğrisi, $\Delta$ : bağlantı doğrusu .....	<b>59</b>
<b>Şekil 4. 43:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	<b>59</b>
<b>Şekil 4. 44:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu .....	<b>60</b>



<b>Şekil 4. 45:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K’deki Hand Korelasyonu .....	<b>60</b>
<b>Şekil 4. 46:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K’deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>61</b>
<b>Şekil 4. 47:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 318.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu .....	<b>63</b>
<b>Şekil 4. 48:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K’deki Othmer-Tobias Korelasyonu .....	<b>63</b>
<b>Şekil 4. 49:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K’deki Bachman Korelasyonu .....	<b>64</b>
<b>Şekil 4. 50:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K’deki Hand Korelasyonu .....	<b>64</b>
<b>Şekil 4. 51:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K’deki Bancroft Korelasyonu .....	<b>65</b>
<b>Şekil 4. 52:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi.....	<b>66</b>
<b>Şekil 4. 53:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi .....	<b>67</b>
<b>Şekil 4. 54:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri .....	<b>68</b>

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 3. 1:</b> Butirik asidin fizikokimyasal özellikleri.....	19
<b>Tablo 3. 2:</b> Metil etil ketonun fizikokimyasal özellikleri.....	20
<b>Tablo 3. 3:</b> Butil asetatın fizikokimyasal özellikleri .....	21
<b>Tablo 3. 4:</b> Fenil asetatın fizikokimyasal özellikleri .....	22
<b>Tablo 4. 1:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	24
<b>Tablo 4. 2:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	24
<b>Tablo 4. 3:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 298.2 K .....	27
<b>Tablo 4. 4:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K.....	28
<b>Tablo 4. 5:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K.....	28
<b>Tablo 4. 6:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 308.2 K .....	31
<b>Tablo 4. 7:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K.....	32
<b>Tablo 4. 8:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K.....	32
<b>Tablo 4. 9:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K .....	35
<b>Tablo 4. 10:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Dağılma Katsayıları ve Ayırma Faktörleri .....	36
<b>Tablo 4. 11:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri .....	37
<b>Tablo 4. 12:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K.....	39
<b>Tablo 4. 13:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K.....	39
<b>Tablo 4. 14:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 298.2 K.....	42
<b>Tablo 4. 15:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K.....	43
<b>Tablo 4. 16:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K.....	43
<b>Tablo 4. 17:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 308.2 K.....	46
<b>Tablo 4. 18:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K.....	47
<b>Tablo 4. 19:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K.....	47
<b>Tablo 4. 20:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K.....	50

<b>Tablo 4. 21:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Dağılma Katsayıları ve Ayırma Faktörleri .....	<b>51</b>
<b>Tablo 4. 22:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri .....	<b>52</b>
<b>Tablo 4. 23:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K .....	<b>54</b>
<b>Tablo 4. 24:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K .....	<b>54</b>
<b>Tablo 4. 25:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 298.2 K .....	<b>57</b>
<b>Tablo 4. 26:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K .....	<b>58</b>
<b>Tablo 4. 27:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K .....	<b>58</b>
<b>Tablo 4. 28:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 308.2 K .....	<b>61</b>
<b>Tablo 4. 29:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K .....	<b>62</b>
<b>Tablo 4. 30:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K .....	<b>62</b>
<b>Tablo 4. 31:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K .....	<b>65</b>
<b>Tablo 4. 32:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Dağılma Katsayıları ve Ayırma Faktörleri .....	<b>66</b>
<b>Tablo 4. 33:</b> Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri .....	<b>67</b>

## SEMBOL LİSTESİ

<b>a</b>	: korelasyon sabiti
<b>b</b>	: korelasyon sabiti
<b>R<sup>2</sup></b>	: korelasyon katsayısı
<b>C</b>	: bileşen (konstituent) sayısı
<b>d</b>	: dağılma katsayısı
<b>E</b>	: ekstrakt faz
<b>e</b>	: etkime değeri
<b>f</b>	: NaOH'in faktörü
<b>F</b>	: serbestlik derecesi
<b>P</b>	: faz sayısı
<b>R</b>	: rafinat faz
<b>M</b>	: molekül ağırlığı (g/gmol)
<b>MEK</b>	: metil etil keton
<b>N</b>	: normalite (N)
<b>sts</b>	: standart sapma
<b>S</b>	: ayırma faktörü
<b>S<sub>NaOH</sub></b>	: titrasyonda sarfedilen NaOH'in miktarı (mL)
<b>w<sub>1</sub></b>	: su konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>2</sub></b>	: asit konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>3</sub></b>	: çözücü konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>11</sub></b>	: rafinat fazdaki su konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>21</sub></b>	: rafinat fazdaki asit konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>31</sub></b>	: rafinat fazdaki çözücü konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>13</sub></b>	: ekstrakt fazdaki su konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>23</sub></b>	: ekstrakt fazdaki asit konsantrasyonu (ağ., %)
<b>w<sub>33</sub></b>	: ekstrakt fazdaki çözücü konsantrasyonu (ağ., %)

## ÖZET

### **SU - BUTİRİK ASİT - ÇÖZÜCÜ ÜÇLÜ SİSTEMLERİNİN SIVI-SIVI DENGELERİ**

Karboksilli asitler endüstride yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Fermentasyonla üretimi esnasında sulu fermentasyon ortamından ayrılması işleminin ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Sıvı - sıvı ekstraksiyonu karboksilli asitlerin sulu çözeltilerinden ayrılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle ait bir ayırma prosesinin dizayn edilebilmesi için ayrılacak karışıma ait denge verilerinin bilinmesi gereklidir.

Bu çalışmada karboksilli asit olarak butirik asit incelenmiş ve çözücü olarak da metil etil keton, butil asetat ve fenil asetat kullanılmıştır.

Su – Butirik Asit – Çözücü (metil etil keton, butil asetat, fenil asetat) üçlü sistemlerinin 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K'deki sıvı-sıvı faz dengeleri incelenmiştir. Herbir sisteme ait çözünürlük eğrisi ve bağlantı doğrusu verileri deneysel olarak tespit edilmiştir. Deneysel verilerden yararlanarak dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri hesaplanmıştır. Deneysel verilerin güvenilirliği Othmer-Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları uygulanarak test edilmiştir.

## **SUMMARY**

### **LIQUID-LIQUID EQUILIBRIA OF WATER-BUTYRIC ACID-SOLVENT TERNARY SYSTEMS**

Carboxylic acids have a widespread use in industry. During the production of carboxylic acids by the fermentation process the separation of acids from the aqueous fermentation media is economically in great importance.

Liquid-liquid extraction is a process used to separate carboxylic acids from their aqueous solutions. Equilibrium data relating to these systems are required to design an extraction process.

In this study, butyric acid was examined as carboxylic acid and methyl ethyl ketone, butyl acetate and phenyl acetate were used as solvent.

Liquid-liquid phase equilibrium of Water - Butyric Acid – Solvent (methyl ethyl ketone, butyl acetate, phenyl acetate) ternary systems were examined at 298.2 K, 308.2 K and 318.2 K. Solubility curves and tie-line data of each systems were determined experimentally. Distribution coefficients and separation factor values were calculated from experimental data. The reliability of experimental tie-line data were ascertained by using Othmer-Tobias, Bachman, Hand and Bancroft correlations.

## 1. GİRİŞ

Karboksilli asitler endüstride özellikle gıda sanayiinde birçok hazır besin maddesinin tatlandırılmasında ve antimikrobiyel olarak korunmasında, birçok kimyasal üretim prosesinde reaktif ortam oluşturulmasında, ayrıca eczacılık, kozmetik endüstrisi, metal temizlemesi, tekstil sanayii, kağıt endüstrisi gibi pek çok alanda hammadde ve katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [1,2].

En eski ve en bilinen biyoteknolojik üretim prosesi fermentasyondur. Çoğu karboksilli asitler fermentasyon prosesi ile üretilmektedir. Ancak fermentasyon çözeltilerinde genellikle %10'dan daha seyreltik olarak bulunmaktadırlar. Karboksilli asitlerin suya olan yüksek ilgilerinden dolayı derişiklendirilmesi ve ayrılması zordur. Karboksilli asitlerin seyreltik sulu çözeltilerinden destilasyon yöntemi ile geri kazanılması sırasında suyun buharlaştırılması gerekmektedir. Bu durum da yüksek enerji maliyetine neden olmaktadır. Ayrıca etkin bir ayırma için çok raflı bir kolonun kullanılması da yapım maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle karboksilli asitlerin seyreltik çözeltilerinden geri kazanılması için sıvı-sıvı ekstraksiyon metodu tercih edilmektedir.

Günümüzde, biyoteknoloji alanındaki hızlı gelişmeler sonucu çok sayıda biyokimyasal madde üretilebilmektedir. Biyokimyasal proseslerde, birçok tepkime sulu ortamlarda gerçekleştiğinden ürünün sulu fazdan ayrılması işleminin ürün kalitesini bozmadan düşük enerji tüketimi ve yüksek etkinlikle yapılması amaçlanmaktadır.

Karboksilli asitler genel olarak apolar olan organik çözücülerle sulu çözeltilerden iyi bir şekilde ekstrakte edilemezler. Dolayısıyla bu asitlerin sulu çözeltilerden ekstraksiyonu bilimsel ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda büyük bir gelişme gösteren biyoteknoloji alanında, birçok biyokimyasal maddenin elde edilmesi, derişiklendirilmesi ve ayrılması giderek daha fazla ilgi çekmiş ve bu konu ile ilgili araştırmalar gün geçtikçe literatürde daha fazla yer almıştır[1-4]. Özellikle ekstraksiyon için kullanılan çözücülerin seçimi büyük önem kazanmış, ekonomik ve çevresel faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekliliği birçok çalışmada vurgulanmıştır.

Etkin bir ekstraksiyon sistemi dizayn edebilmek için ayrıca o sisteme ait sıvı-sıvı denge verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için pekçok çalışma yürütülmüştür[5,6].

Bu çalışmanın amacı, endüstride yaygın bir kullanım alanına sahip önemli bir karboksilli asit olan butirik asidin sulu çözeltilerinden ekstraksiyonu için literatürde henüz incelenmemiş olan çeşitli çözücüler (metil etil keton, butil asetat, fenil asetat) ile oluşturduğu denge verilerinin deneysel olarak belirlenmesidir. Deneysel çalışmalar 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K olmak üzere üç farklı sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Deneysel verilerden yararlanarak dağılma katsayısı ve ayırma faktörü değerleri hesaplanarak çözücü performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca incelenen herbir sistem için deneysel verilerin güvenilirliği Othmer-Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları uygulanarak test edilmiştir.



## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. EKSTRAKSİYON

İlk medeniyetler maden cevherinden metalleri, çiçeklerden kokuları, bitkilerden boyayı ve yanmış bitki küllerinden potasyum hidratı ayırma, tuz eldesi için deniz suyunu buharlaştırma ve likör destilleme teknikleri geliştirmişlerdir. Zenginleştirme, yoğunlaşma, arıtma, saflaştırma, ve izolasyonu da içeren ayırma işlemleri, kimyagerler ve kimya mühendisleri için her zaman büyük önem taşımıştır[7]. Saf olmayan bir bileşiğin saflaştırılması veya bir karışımın bileşenlerine ayrılması işlemlerinin tümü ayırma ve saflaştırma işlemleri olarak bilinir. Buradaki temel amaç maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklardan yararlanarak, ayırma ve saflaştırma gerçekleştirmek ve saf maddeler elde edebilmektir. Karışımlar homojen ve heterojen olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Heterojen karışımlar aktarma, süzme, eleme gibi yöntemlerle ayrılırlar. Homojen karışımların ayrılması ise buharlaştırma, destilasyon, ekstraksiyon, süblimleştirme, kristallendirme, kromatografi gibi metodlarla olur.

Karışımları ayırmada farklı yöntemler izlenmesine rağmen hepsinin özünde iki faz oluşturmak ve daha sonra bu fazları mekanik tekniklerle birbirinden ayırmak ana fikri yatar. Heterojen karışımlarda zaten iki faz olduğu için bu tür karışımların ayrılmaları nispeten daha kolaydır. Bu temelden yola çıkarak ekstraksiyonun tanımını, herhangi bir madde karışımında bulunan bir yada birkaç maddeyi uygun faz teşkil eden bir çözücü veya çözücü karışımı kullanmak suretiyle ayırma şeklinde yapabiliriz[8].

Ekstraksiyon oda sıcaklığında yapılmakla beraber sıcakta ve soğukta yapılabilir. Sıcakta yapıldığı zaman ekstraksiyon sıcaklığı hiçbir zaman çözücünün kaynama noktasından yüksek olmaz. Soğukta yapıldığı zaman ise sıcaklık, bir kristalizasyon veya donma meydana gelmeyecek şekilde seçilmelidir.

Ekstraksiyonda fazlardan biri katı diğeri sıvı olabildiği gibi fazların her ikisi de sıvı olabilir. Bu durumlara göre sırasıyla, katı-sıvı ve sıvı-sıvı ekstraksiyonlarından bahsedilebilir. Her iki ekstraksiyonun da kimya endüstrisindeki önemi büyüktür.

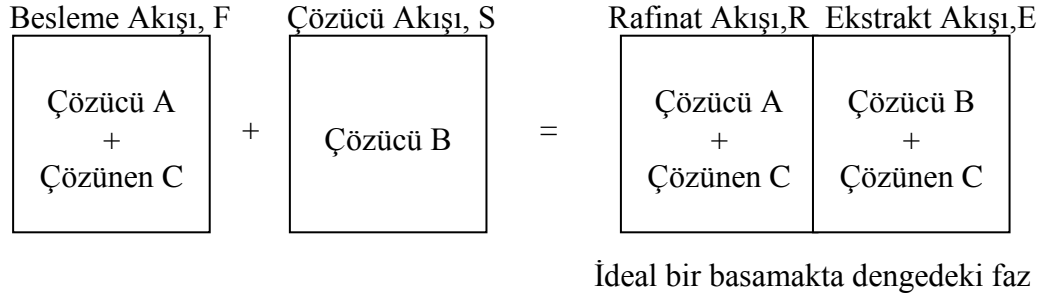
Katı-sıvı ekstraksiyon yönteminde katı içinde bulunan bir madde, bu maddeyi büyük ölçüde çözebilen bir sıvı yardımıyla alınır. Bu prosesin etkinliği açısından önemli olan faktörler, katı faz ile organik fazın temas yüzeyi ve temas süresidir. Fazlar ayrıldıktan sonra sıvının herhangi bir yöntemle uzaklaştırılması ile katı içindeki madde ele geçer. Çözünen maddenin (solutenin) geri kazanımı kristalizasyon veya buharlaştırma ile gerçekleştirilebilir. Şeker pancarından şekerin, yağlı tohumlardan yağın, bitkilerden esansların, balıktan balık yağının, çay ve kahveden kafeinin ekstraksiyonu katı-sıvı ekstraksiyonuna örnektir[8,9].

### **2.1.1. Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonu**

Çözelti içinde çözünmüş bir maddeyi, bu çözeltiyi kendisiyle karışmayan başka bir sıvı ile çalkalayarak alma işlemine sıvı-sıvı ekstraksiyonu denir. Çözücü ekstraksiyonu olarak da adlandırılır. Bir veya daha fazla komponentli sıvı karışımlarının selektif etkili bir çözücü kullanılarak ekstraksiyonu, günümüzde kimyasal madde üretimi ve petrol endüstrilerinde oldukça geniş bir uygulama alanı bulmaktadır.

Sıvı-sıvı ekstraksiyonu, homojen sıvı karışımlarının komponentlerini ayırmak için kullanılır. Sıvı karışımı ile karışmayan veya kısmen karışan çözücünün ilavesini ve iki faz arasında karışım komponentlerinin dağılımını içerir. Sıvı fazda çözülmüş maddeye çözünen veya solute denir. Çözücünün ilavesinden sonra, çözünen bakımından zenginleşen faza ekstrakt faz veya solvent faz (alan faz), çözünen bakımından fakirleşen faza da rafinat faz ya da sulu faz (veren faz) adı verilir[10].

Bir ekstraksiyon prosesi, laboratuvarında veya endüstride uygulandığında her zaman geçerli olan denge doğrultusunda yaklaşımla, sıvı fazların teması ve temastaki sıvı fazların ayrılmasıdır. Laboratuvar ölçümleri için ayırma tüplerinde fazların karıştırılması, dengeye ulaşma ve fazları ayırma şeklinde gerçekleştirilir. Proses şematik olarak şu şekilde gösterilebilir:



Şekil 2. 1: Basit Kontakt Şeması

A çözücüsü içinde çözülmüş solute C komponentini içerir ve B çözücüsüyle teması sağlanır. C'nin kütle transferi iki sıvı faz arasında meydana gelir. A ve B birbiriyle karışmayacak şekilde seçilir[11].

Sıvı-sıvı ekstraksiyonu, çözelti komponentlerinin iki faz arasında dağılımı ile ayrılmalarının gerçekleştiği difüzyonel bir prosestir ve şu aşamalardan oluşur:

1. Karışım ve solventin temasa getirilmeleri
2. İki fazın oluşması
3. Maddenin organik fazdan ayrılması
4. Her iki fazdan solventin geri kazanılması [9].

Bir ayırma işlemi destilasyon ile ekonomik bir şekilde gerçekleştirilebiliyorsa ekstraksiyona gerek yoktur. Fakat karışım halindeki homojen sıvı komponentlerinin kaynama noktalarının birbirlerine çok yakın olması, bu kaynama noktalarının eldeki ısıtma ortamına göre çok yüksek olması, bir kısım komponentin diğerlerinin kaynama temperaturünde bozunması (ısıya duyarlı maddelerin ayrılması), azeotrop halindeki karışımların ayrılması, relatif uçuculukları zayıf olan sıvıların ayrılması gibi durumlarda, sıvı-sıvı ekstraksiyonu destilasyon operasyonunun yerini alabilen bir operasyon olarak düşünülebilir[12].

Destilasyon yönteminin esası sıvıların kaynama noktaları farkına dayanırken, sıvı-sıvı ekstraksiyonda maddelerin kimyasal yapıları esastır. İşte bu esastan dolayı,

- Fenol, anilin, nitratlı aromatikler gibi yüksek kaynama noktalı organiklerin sudan uzaklaştırılmasında,
- Formik asit, asetik asit ve formaldehit gibi hidrojen bağı ihtiva eden organiklerin sudan uzaklaştırılmasında,

- Tıbbi ürünler, aromalar, tatlandırıcılar, gıda ürünleri gibi ısıya duyarlı maddelerin saflaştırılmasında,
- Kaprolaktam, adiponitril, akrilik asit ve zirai kimyasallar gibi maddelerin reaksiyonlardan geri kazanımında,
- Bazı petrol fraksiyonlarının ayrılmasında geniş bir uygulama alanı bulmaktadır[13].

Sıvı – Sıvı Ekstraksiyonu; *Paralel Akım Ekstraksiyonu* ve *Ters Akım Ekstraksiyonu* olmak üzere ikiye 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 prosesdir. Her bir rafinat kendisini takip eden kademenin 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.

### 2.1.2. Ekstraksiyonda Çözücü Seçimi

Ekstraksiyonda kullanılacak çözücülerin selektif yani ayırıcı olmaları gerekir. Genellikle elementer yükü küçük olan faz çözücü, elementer yükü büyük olan faz rafinat ismini alır. İki faz arasında dağılma hızı bu iki fazın yüzeyleriyle orantılıdır. Bu yüzeyler ne kadar büyük olursa dağılma hızı o kadar büyük olacağından dinamik bir dengenin kurulmasında o kadar hızlı olacaktır. Çözücü ve rafinat fazların yoğunlukları birbirinden ne kadar farklı olursa, fazların keskin sınırlarla ayrılması da o kadar kolay olur.

Faz ayrılmasında zorluk yaşanılmasının iki sebebi vardır;

1. Fazların yoğunlukları birbirine çok yakındır. Böyle durumlarda örneğin rafinat fazın içinde nötral tuzlar çözündürmekle bu fazın yoğunluğunu arttırmak, dolayısıyla çözücü ve rafinat fazların keskin bir sınırla ayrılmasını sağlamak mümkündür.
2. Ekstrakte edilecek fazlar içinde yüzey aktif maddeler bulunabilir. Örneğin yağ asitlerinin bulunduğu bir ortamda ortam kalevi olduğunda sabunlaşma reaksiyonu sonucunda kolaylıkla emülsiyonlar meydana gelebilir. Böyle durumlarda çözeltinin pH'nın değiştirilmesi veya emülsiyon kırıcıların kullanılarak fazların ayrılmasını kolaylaştırmak mümkün olur [14].

Ekstraksiyon prosesi için ekonomik ve teknik tercihler çözücü özellikleri ile belirlenmiştir. Ancak, çoğu madde istenen özelliklerin hepsine sahip olamaz. Çözücü seçiminde dikkate alınan hususlar şöyledir:

**1. Seçicilik:** Ekstraksiyon prosesinde çözücünün uygulanabilmesine karar verilmesinde düşünülmesi gereken en önemli özelliktir. Çözücünün çözeltiden bir komponenti diğerine tercih ederek çözmesi esastır. Bir çözücü, komponentlerden birini maksimum diğerini minimum oranda çözmelidir. Ortamda A ile ifade edilen madde solute olmak üzere, herhangi bir C çözücüsünün A ve B maddelerini ayırmadaki etkinliği, ekstrakt fazda A'nın B'ye oranının, rafinat fazdaki oranına bölünmesiyle belirtilir. Bu orana seçicilik veya ayırma faktörü denir.

Ekstrakt faz E harfi ile, rafinat faz da R harfi ile temsil edilmek üzere, E ve R dengede olan fazlar ise:

---

(2.1)

Başarılı bir ayırma için seçicilik 1'den büyük olmalıdır. Seçicilik değeri 1'e eşit olduğunda maddeleri birbirinden ayırmak mümkün değildir.

**2. Dağılma Katsayısı:** Dağılma katsayısı'nın  $d > 1$  değerleri uygun bir seçicilik sağlar. Büyük dağılma katsayısı sağlayan çözücülerde sarfiyat daha az olacaktır. Aynı zamanda yüksek dağılma katsayısı değerleri, çözücüden çözücünün daha büyük miktarlarda geri kazanımını gösterir. Bu durumda çözücü ihtiyacı ve ekstraksiyon ekipmanının maliyeti azalır. Ancak ayırmanın gerçekleşmesi için dağılma katsayısının 1'den büyük olması gerekmez.

**3. Çözücü çözünürlüğü:** Kullanılan çözücü ne kadar büyük bir çözünmezlik alanı oluşturursa, o kadar kullanışlı olacaktır. Bu durum çözücünün, ekstrakte edilecek çözümlerin solutesindeki çözünürlüğünün küçük olmasıyla mümkündür ve çözücünün geri kazanımını da kolaylaştırır. Böylece çözücünün geri kazanımı ile sonuçlanan ekonomik olmayan operasyonlardan kaçınılmış olunur.

**4. Yoğunluk:** Birbiri ile temasta olan fazların yoğunlukları arasındaki fark önemlidir ve bu fark ne kadar büyük olursa fazların ayrılması o kadar kolay olur. Bu sadece birbiri ile karışmayan fazların ayrılma oranını değil, ayrıca temasta buldukları cihaz kapasitesini de arttırmış olacaktır.

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

**6. Fazlar Arasındaki Yüze Gerilimi:** Birbiriyle karışmayan ve kesin sınırlarla ayrılmış olan fazlar arasındaki yüze geriliminin, hızlı bir işlem için yüksek olması gerekir. Fazlar arasındaki yüze geriliminin düşük olması bir sıvının diğesinde dağılmasını zorlaştırır. Ayrıca düşük yüze gerilimi stabil emülsiyonların oluşmasına neden olur. Tepe noktasında dengede bulunan fazlar arasında yüze gerilimi sıfırdır.

**7. Kimyasal Reaksiyona Girebilme Kabiliyeti:** Genellikle çözücü ve çözeltilinin komponentleri arasında kimyasal reaksiyon olması istenmez. Çünkü bu durum ürün miktarının azalmasına ve çözücü kaybına neden olur. Kullanılan çözücü kimyasal olarak kararlı olmalıdır. Sistemdeki diğerkomponentlere ve kullanılan teçhizatın malzemesine karşı inert davranmalıdır.

Göz önünde bulundurulması gereken diğerozellikler çözücünün;

- Düşük korozivite,
- Düşük viskozite,
- Düşük spesifik ısı ve buharlaşma ısısı,
- Düşük bir donma noktası,
- Düşük fiyat,
- Yüksek bir alevlenme ve patlama noktasına sahip olması,
- Zehirli olmamasıdır[15].

## 2.2. SIVI-SIVI DENGELERİ

Sıvı-sıvı ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak gerçekleştirilecek olan bir ayırma prosesinin dizayn edilebilmesi için ayrılacak karışıma ait sıvı-sıvı denge verilerinin bilinmesi gerekir. Bunun için de dağılma katsayısı, çözünürlük eğrisi ve bağlantı doğruları deneysel olarak belirlenir.

### 2.2.1. Fazlar Kuralı

Fazlar kuralı 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. Yani bir faz diyagramında, o fazın kaç değişik bileşenle kontrol edilebileceğini gösteren kuraldır.

$$F = C - P + 2 \quad (2.2)$$

Termoelastik sistemlerde denge faktörleri sıcaklık ve basınç olduğundan 2 sayısı buradan gelir. Sabit sıcaklık ve basınçta üç bileşenli bir sistem için;

$$F = 3 - P \quad (2.3)$$

olur. Tek fazlı homojen sahada sistemin serbestlik derecesi 2 ve iki likit fazlı heterojen bölgede ise varyans 1 olur. İki likit fazın eşdeğer olması şartıyla tepe noktasında sistem değişkensizdir. Bağımsız değişkenler sistemin uygun gördüğü şekildedir[16].

### 2.2.2. Nernst Dağılım Kanunu

Birbirinde çözünmeyen ya da çok az çözünen iki sıvıya bunlarda tamamen çözünebilen üçüncü bir madde ilave edilir ve karıştırılırsa, ilave edilen madde her iki faz arasında dağılıma uğrar. Belirli bir sıcaklıkta dinamik denge kurulduktan sonra ekstrakt ve rafinat fazlardaki ağırlıkça konsantrasyonlar sırasıyla  $C_E$  ve  $C_R$  ise,

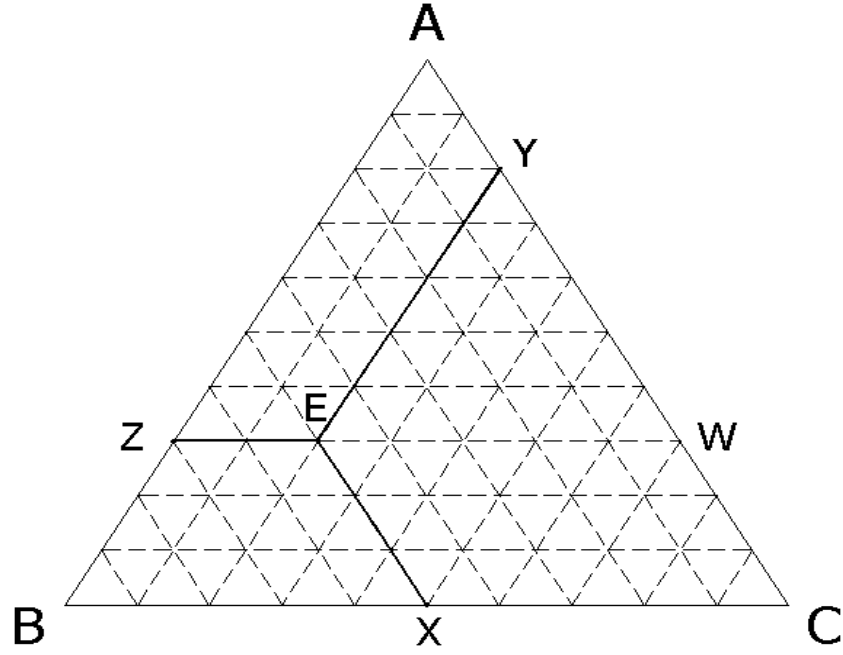
$$d = C_E / C_R \quad (2.4)$$

yazılabilir. Orantı sabiti d'ye dağılım katsayısı denir. Bu bağıntı sıvı-sıvı ekstraksiyonunun dayandığı temel prensibi oluşturur[17].

### 2.2.3. Üçgen Diyagramlar

Üç bileşenden oluşan bir sistemin faz denge verilerinin incelenmesi ve madde dağılımının gözlemlenmesinde eşkenar veya dik üçgenlerden yararlanır. Sekil 2.2' de bu amaçla kullanılan bir eşkenar üçgen görülmektedir.





Şekil 2. 2: Üç Bileşenli Bir Sistemin Üçgen Diyagramda Gösterilmesi

Üçlü karışımın bütün kompozisyonları daima üçgenin içinde ki bir nokta ile gösterilebilir. Üçgenin köşeleri saf komponentleri, kenarları ikili karışımları, iç bölgesi ise üçlü karışımları temsil eder. Üçgende, tepeye ekstrakte edilecek komponent, sol köşeye ekstrakte edilecek ortam komponenti ve sağ köşeye de çözücü yerleştirilir. Eşkenar üçgenin içinde ki herhangi bir E noktasından, üçgenin kenarlarına paralel doğrular çizildiğinde; elde edilen EX, EY ve EZ doğru parçalarının uzunlukları toplamı sabit ve üçgenin bir kenarına eşittir.

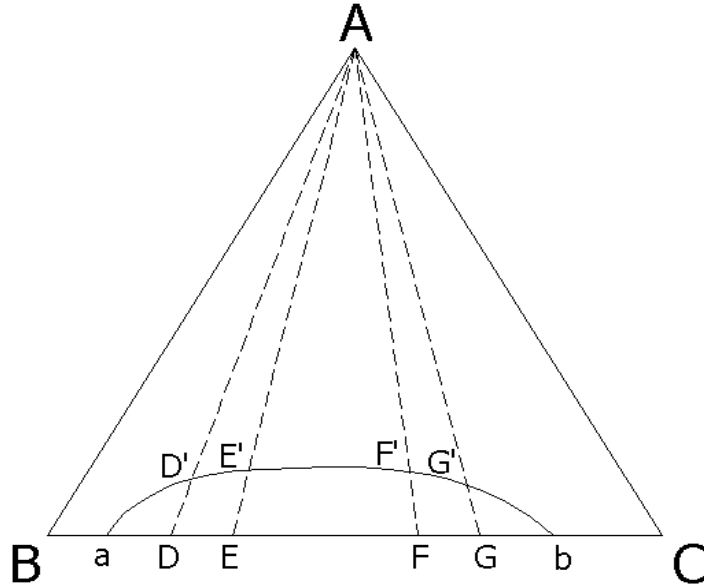
$$AB = AC = BC = EX+EY+EZ \quad (2.5)$$

Şekil 2.2 dikkate alınıp, üçgenin bir kenar uzunluğu 100 (veya 1) olarak kabul edilirse, bileşimi E olarak gösterilen üçlü bir karışım için A, B, C komponentlerinin yüzdeleri (veya fraksiyonları) sırasıyla EX, EY, ve EZ doğru parçalarının uzunluklarına eşit olur. Buna göre E karışımı %30 A, %50 B, %20 C içerir.

Üçgenin herhangi bir kenarına çizilen paralel bir hat üzerindeki bütün noktalarında, bu kenarın karşısındaki köşede bulunan komponentin konsantrasyonu sabittir. Örneğin Şekil 2.2'de ZW hattı üzerinde ki bütün noktalarda sistem %30 A içerecektir[18].

### 2.2.4. Üçgen Diyagramda Çözünürlük Eğrisi

Pratikte ekstraksiyonda, birbirinde sınırlı bir çözünürlük gösteren iki sıvı ve bunlarda tamamen çözünebilen bir madde söz konusu olup bunlara ait çözünürlük diyagramı Şekil 2.3.'de görüldüğü gibidir. Diyagramda a ve b noktaları A maddesi yokken B ve C likitleri arasındaki sınırlı çözünürlüğü göstermektedir. Buna göre bileşimi a ve b arasında olan bir B-C ikili karışımı, kompozisyonları a ve b ile gösterilen iki faza bölünür. D bileşimindeki karışıma A komponenti damla damla ilave edildiğinde mevcut iki fazın oranı gitgide değişir ve fazlardan biri (burada C içeriği fazla olan faz) gitgide azalarak D` noktasında kaybolur ve karışım tek fazlı hale geçer. Bu noktaya ayrılma noktası denir. E, F, G ikili karışımlar içinde benzer işlem uygulandığında üç komponentin birarada homojen karışım oluşturdukları sınırlar (E', F', G`) tespit edilebilir. Bu noktaların birleştirilmesi ile elde edilen eğri, üçlü sistemin çözünürlük eğrisi (binodal eğri)'dir.

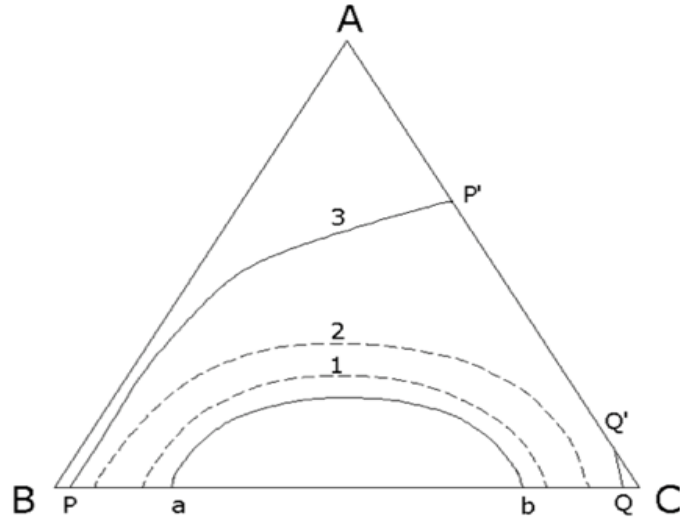


Şekil 2. 3: Üçgen Diyagramda Çözünürlük Eğrisi

Çözünürlük eğrisinin altında kalan bölgede sistem daima heterojen (iki fazlı), diyagramın geri kalan kısmında ise homojen (tek fazlı)'dir. Heterojen bölgede herhangi bir sistem, kompozisyonları çözünürlük eğrisi üzerindeki noktalarla ifade edilen iki faza bölünür. Bu iki noktayı birleştiren doğruya bağlantı doğrusu, konjugen hattı ya da konode denir[19].

### 2.2.5. Sıcaklığın Ayrılma Bölgesi Üzerine Etkisi

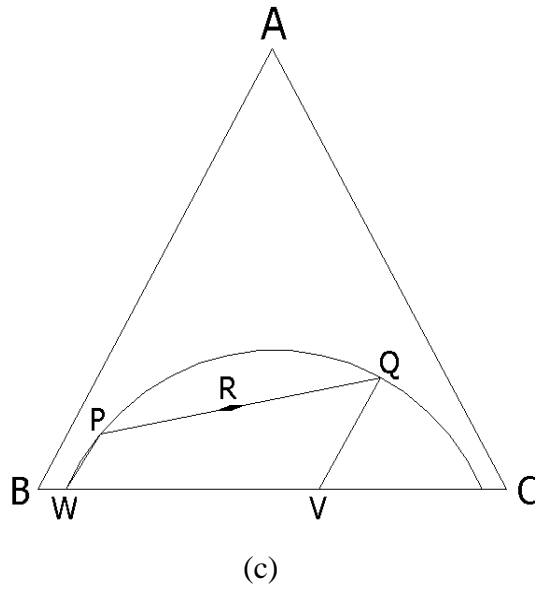
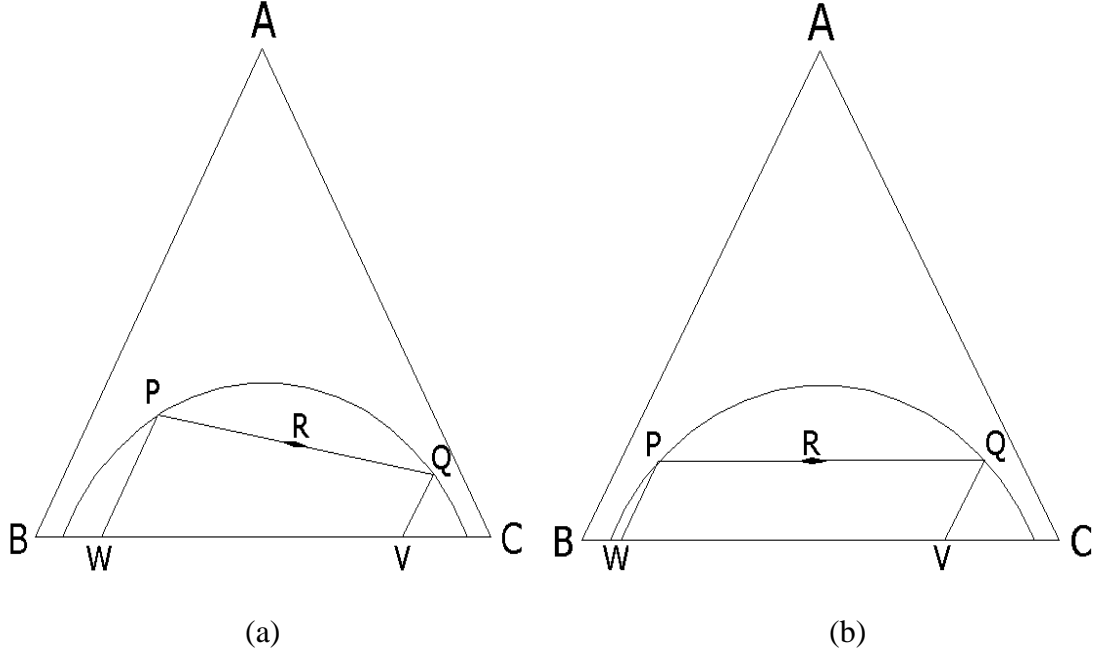
Sıcaklık değişmesi ile karışma (veya ayrılma) noktaları da değişeceğinden eğrinin konumu da değişmektedir. Bu nedenle çözünürlük eğrilerine çözünürlük izotermi de denilmektedir. Sıcaklığın düşürülmesi çözünürlüğü azaltacağından ayrılma alanının büyümesine neden olacaktır (Şekil 2.4'de 1,2). Sıcaklığın daha ileri bir derecede düşürülmesi ikinci bir ayrılmayı doğurabilir (Şekil 2.4'de 3). Böylece çözünürlük eğrisi iki kola bölünmüş olur ve B'ce zengin fazın bileşimi  $PP'$ , C'ce zengin fazın bileşimi ise  $QQ'$  hattı üzerinde olur. Yüksek sıcaklıklarda sadece heterojen alanlar azalmaz, aynı zamanda bağlantı doğrularının eğimi de değişebilir. Deneysel olarak çözünürlük izotermi tayin edilirken işlemlerin sabit sıcaklıkta yapılması gerekir[17,20].



Şekil 2. 4: Üç Bileşenli Bir Sistemde Sıcaklığın Faz Dengesi Üzerine Etkisi

### 2.3.6. Çözünürlük Diyagramı-Dağılma Katsayısı-Bağlantı Doğrusu İlişkisi

Şekil 2.5.a, b, c' de sırasıyla dağılma katsayılarının, birden küçük, eşit ve büyük olduğu durumlar görülmektedir.



Şekil 2. 5: Üçgen Diyagramlarda Bağlantı Doğrusu (a)  $d < 1$ , (b)  $d = 1$ , (c)  $d > 1$

R noktasındaki bir üçlü karışımın bir arada dengede bulunan P ve Q fazlarına ayrıldığı kabul edilirse, P fazı B bakımından, Q fazı da C bakımından zengindir (Şekil 2.5). P ve Q noktalarından üçgen kenarına çizilen paralellerin uzunlukları (PW, QV) bu iki fazdaki A komponentinin konsantrasyonu ile orantılıdır.

A komponentinin B ve C arasındaki dağılma katsayısı;

$$\frac{PW}{QV} = \frac{C_B}{C_C} \quad (2.6)$$

olacaktır. Yani dağılma katsayısı ile bağlantı doğrusu eğimi birbiriyle ilişkilidir. Bir üçlü sistemde dağılma katsayısı genel olarak fazların kompozisyonuna bağlı olup sabit değildir. Bu B ve C maddelerinin bir heterojen karışımına artan A madde miktarlarını ilave ederek, birlikte bulunan fazların kompozisyonunu tayin etmekle gösterilebilir[14,21].

### 2.3. KARBOKSİLLİ ASİTLER VE ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Karboksilli asitler bir veya daha fazla olabilen karboksil gruplarının varlığı ile karakterize edilirler. Alkil zincirine bağlı karboksil fonksiyonel grubunu (-COOH) içeren bileşiklerdir. Karboksil adı karbonil ve hidroksil gruplarından ileri gelir. Fonksiyonel grubu belirtmek için R-COOH veya  $C_nH_{2n+1}COOH$  genel formülleri ile gösterilirler. Bu gruptaki H atomu aktiftir ve serbest hidrojen (hidronyum) iyonu olarak ortaya çıkabilir. Organik karboksilli asitler (R-COOH); alifatik, alisiklik, aromatik ve heterosiklik olarak sınıflandırılırlar. Karboksilli asitler zayıf asitlerdir. Yani  $H^+$  katyonu ve  $RCOO^-$  anyonuna kısmen dissosiyasyon olurlar. Mesela, oda sıcaklığındaki çözeltilerinde asetik asit moleküllerinin yalnızca %0.02'si dissosiyasyon halde bulunur. Bununla beraber, karboksilli asitlerin çoğu en zayıf inorganik asitlerden daha kuvvetlidir. Eğer süstitüe gruplar karboksil grubuna yakınsa eklenen karboksil gruplarının veya negatif süstitüentlerinin organik asitler içine girişi asidin kuvvetini artırır[22].

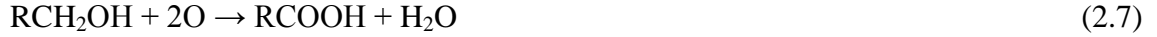
Karbon sayısı 4'ten düşük olan karboksilli asitler su ile karışabilen, keskin kokulu, korozyon sıvılarıdır. Daha yüksek karbon sayılı olanlar yağimsıdırlar, suda kısmen

çözünürler ve kokuları da hoş değildir. Karbon sayısı 10'dan büyük olanlar suda çözünmezler[23].

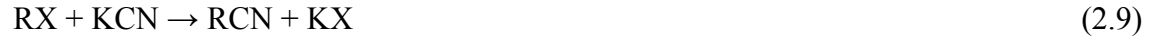
Karbon sayısı 5'e kadar olan karboksilli asitler doğada pekçok bitkide ve idrar, ter gibi hayvansal sıvılarda bulunurlar. Daha yüksek karbon sayılı olanlar yağlarda ve vaksalarda esterleri halinde bulunurlar. Bu nedenle bunlara yağ asitleri de denir[1].

Karboksilli asitler fermantasyon yönteminin haricinde organik sentez yoluyla şu yöntemlerle üretilirler:

#### 1.Primer alkol veya aldehitlerin oksidasyonu



#### 2.Nitrillerin hidrolizi



#### 3.Grignard bileşiklerinin CO<sub>2</sub> ile reaksiyonu (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katalizörlüğünde)



### 2.3.1. Butirik Asit

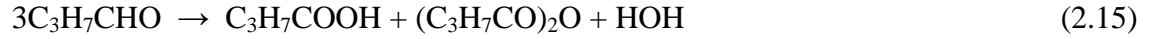
Butirik asit, etilasetik asit olarak da bilinen, hayvansal ve bitkisel yağlarda ester halinde bulunan yağ asididir. İsmi de Yunanca 'butoqoc= tereyağ' kelimesinden almıştır. Bozulmuş tereyağında, peynirde, kustumukta, terde ve bazı diğer vücut sıvılarında serbest halde bulunur. Bozunmuş tereyağındaki koku, butirik asit gliseridinin hidrolizi sonucu butirik asidin serbest hale geçmesidir.

Butirik asidin bazı üretim teknikleri şunlardır:

1. n-butil alkolün oksidasyonu ile üretilir. Oluşan butiraldehidin oksidasyona uğramasıyla butirik asit elde edilir.

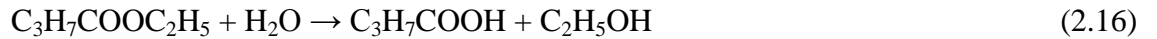


Katalizör olarak kullanılan mangan bütirat ya da kobalt tuzu içindeki bütiraldehit hava ya da oksijen içinden geçirilir. Sıcaklığa bağlı olarak (% 90 civarında) yüksek saflıkta ürünler elde edilir. Bu prosedür butirik anhidrit için de bir kaynaktır. Anhidritle beraber oluşan butirik asit ve su ekstraksiyonla ayrılır.



2. Laktik asidin nişasta ve sakkarin (melas gibi) metaryallerinden belirli mikroorganizmalarla fermentasyonu ile üretimi

3. Butirik asit esterlerinin hidrolizi ile üretimi



4. Butironitrilin hidrolizi ile üretimi



5. Propilenin oksidasyon prosesi ile üretimi,  $(\text{Ni}(\text{CO})_4)$  katalizörlüğünde



6. Krotonik asidin hidrogenasyonu ile üretimi



Butirik asidin kullanım alanları şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Düşük karbon sayılı alkollerin tatlandırıcı olarak kullanılan esterlerinin üretiminde hammadde olarak kullanılır. Metil butirat elma, etil butirat ananas, isoamil butirat armut meyvası tatlandırıcıları olarak kullanılmaktadır.
2. Suyu giderilmiş butirik asit çok kullanılan plastiklerden biri olan asetat-butirat selülozunun hammaddesidir. Çok iyi kalıplama ve boyutsal kararlılık özelliklerinden dolayı selüloz asetat-butirat diş fırçası, duvar kağıdı, trabzanlar, kasket ve rütbe etiketleri, uçak aletlerinin kadran ve kontrol kolları gibi kalıplama ürünlerinin üretiminde kullanılır.
3. Butirik asidin selüloz türevleri vernikler için çok kullanışlıdır. Isıya, ışığa ve neme karşı dayanıklıdırlar.
4. Butirik asidin kalsiyum tuzu deri tabaklama işlemlerinde, asit klorürleri ise ilaç endüstrisinde kullanılır.
5. Butirik asit ve esterlerinin bazıları aromatik özelliklerinden dolayı besin ve parfüm endüstrilerinde koku ve lezzeti arttırmak için katkı maddesi olarak kullanılır.

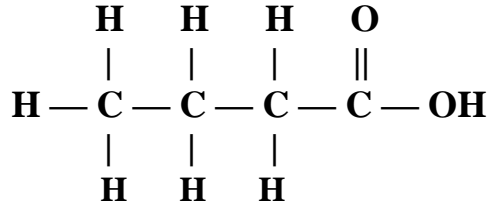
İlaç ve gıda endüstrisinde kullanılan butirik asidinin doğal olması gerekir. Bu nedenle bu yüzyılın ilk yarısı boyunca fermentasyonla butirat üretimi için bir çok proses öne sürülmüştür. Bununla beraber fermentasyon prosesleri, oluşan ürünün konsantrasyonunun düşük olması, çözeltiden ayrılmasının pahalı olması ve butiratla birlikte yan ürün olarak asetatın oluşması nedeniyle pek kullanılmamaktadır. Bu nedenle butirik asidin petrokimyasal kaynaklardan üretimi ile uzun süre rekabet bile edememiştir. Ancak petrokimyasal kaynakların sınırlı oluşu, tekrar kullanılabilen bir hammadde olan karbonhidratları basit organik kimyasallara dönüştüren bu gibi fermentasyon reaksiyonlarına olan ilgiyi arttırmıştır [24,25].



### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. BUTİRİK ASİDİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Butirik asit ya da etil asetik asit viskoz, renksiz ve fena kokulu bir sıvıdır. Suda, alkolde ve eterde kolaylıkla çözünebilir.  $\text{CaCl}_2$  ilavesi ile sulu çözeltilerinden ayrılabilir. Asetik asitten biraz daha zayıf, laktik asitten ise oldukça zayıf bir asitlik özelliği gösterir. Ama orta şiddette bir asittir. Bazlarla ve güçlü oksidanlarla reaksiyona girebilir. Bazı metallere etki edebilir.



**Butirik Asit**

Tablo 3. 1: Butirik asidin fizikokimyasal özellikleri

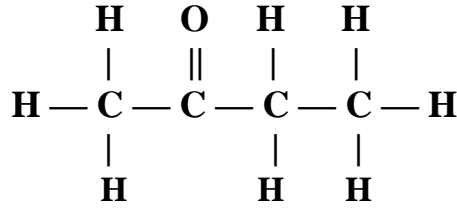
Kimyasal formülü	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
Kapalı formülü	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$
Molekül ağırlığı	88.11 g/mol
Erime noktası	-6.3 °C
Kaynama noktası	163,7 °C
Yoğunluğu (25 °C)	0.96 g/cm <sup>3</sup>
Sudaki çözünürlüğü (20 °C)	Her oranda
Asitlik ( $\text{pK}_a$ )	4.81
Kırılma indisi (20 °C)	1.3984
Viskozite (20 °C)	0.0016 Pa.s

Butirik asit su ile (% 18.4 butirik asit) 99.4 °C de kaynayan bir azeotrop oluşturur. Ayrıca halobenzen, alkil benzen, haloalkan ve alifatik hidrokarbonlarla da azeotrop oluşturur[23,26].

## 3.2. KULLANILAN ORGANİK ÇÖZÜCÜLER

### 3.2.1. Metil Etil Keton

Metil etil keton yaygın olarak kullanılan organik bir çözücüdür. Selüloz asetat ve nitroselüloz kaplama ile ilgili proseslerde, plastik üretiminde, parafin vaks imalatında, mobilya üretiminde vernik, boya, cila giderici olarak kullanılmaktadır[27].



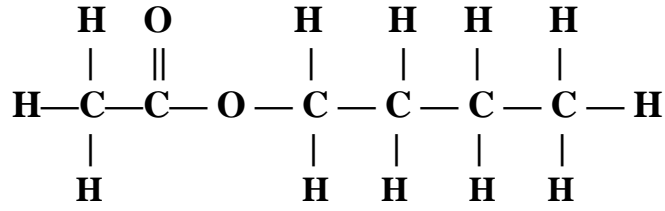
**Metil Etil Keton**

Tablo 3. 2: Metil etil ketonun fizikokimyasal özellikleri

Kimyasal formülü	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Kapalı formülü	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Molekül ağırlığı	72.11 g/mol
Erime noktası	-86 °C
Kaynama noktası	79.64 °C
Yoğunluğu (25 °C)	0.8050 g/cm <sup>3</sup>
Sudaki çözünürlüğü (20 °C)	27.5 g/100 ml
Kırılma indisi (20 °C)	1.3788
Viskozite (20 °C)	0.43 cP

### 3.2.2. Butil Asetat

Butil asetat renksiz, düşük viskoziteli, karakteristik ester tadına sahip orta uçuculukta berrak bir sıvıdır. Endüstriyel olarak önemli bir kimyasal olup çok yönlü bir çözücü ve organik sentezlerde ara maddedir. Alkol, keton, aldehit gibi tüm genel organik çözücülerle karışır. Suyla karışması ise sınırlıdır. Sulu çözeltilerinde uçuculuğu azalır. Keskin bir meyve kokusuna sahip olup tadı muza benzer. Plastik, likör, reçine, sakız ve kaplama sanayinde bol miktarda kullanılır. Ayrıca parfüm endüstrisinde, plastik ve yapay deri üretiminde kullanılır[28].



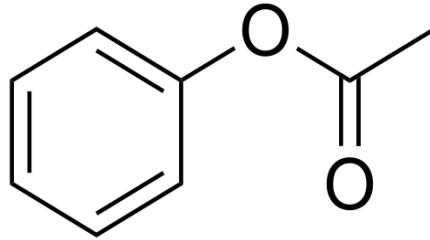
### Butil Asetat

Tablo 3. 3: Butil asetatın fizikokimyasal özellikleri

Kapalı formülü	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
Molekül ağırlığı	116.16 g/mol
Erime noktası	-99 °C
Kaynama noktası	112 °C
Yoğunluğu (25 °C)	0.879 g/cm <sup>3</sup>
Sudaki çözünürlüğü (20 °C)	10 g/L
Kırılma indisi (20 °C)	1.394
Buhar basıncı	10 mm-Hg

### 3.2.3. Fenil Asetat

Fenil asetat fenol ve asetik asitin esteridir. Üretim metodlarından biri, aspirinin dekarboksilasyonu iken diğer bir üretim metodu fenol ve asetik asidin reaksiyonu ile olur. Fenil asetat sabunlaşma ile, fenol ve asetat tuzu oluşturmak üzere bileşenlerine ayrılabilir. Sodyum hidroksit gibi kuvvetli bazlarla ısıtılması ile fenol ve sodyum asetat açığa çıkarır. Bu iki kimyasal ısıtma ve dekantasyon veya ısıtma ve filtrasyon yöntemi ile birbirinden ayrılabilir[29].



### Fenil Asetat

Tablo 3. 4: Fenil asetatın fizikokimyasal özellikleri

Kapalı formülü	$C_8H_8O_2$
Molekül ağırlığı	136.15 g/mol
Kaynama noktası	196 °C
Yoğunluğu (25 °C)	1.073 g/cm <sup>3</sup>
Sudaki çözünürlüğü (20 °C)	Çok az
Kırılma indisi (20 °C)	1.501
Buhar basıncı	0.43 cP

### 3.3. DENEMELER

#### 3.3.1. Çözünürlük Eğrisinin Çizimi

Çözünürlük eğrisinin çizilmesi için asit - çözücü ve asit - su ikili sistemlerinin belli oranlarda karışımları hazırlanmıştır. Oranları belli bu homojen karışımlar izotermal cam bir hücreye alınmıştır. Asit - çözücü ikili karışımlarının her birine ortamı heterojen hale getirecek olan su bir enjektör yardımı ile damla damla ilave edilmiştir. Ortam heterojen hale geldiği anda su sarfiyatı kaydedilerek komponentlerin ağırlıkça yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylece çözünürlük eğrisinin çözücü kolu bileşimleri bulunup üçgen diyagramda işaretlenmiştir. Aynı işlemler asit-su ikili karışımlarına uygulanarak çözünürlük eğrisinin rafinat kolu bileşimleri elde edilmiştir. Bu noktalar da üçgen diyagram üzerinde işaretlenmiştir. Oluşturulan organik ve rafinat kol eğrileri birleştirilerek su-asit-çözücü üçlü sistemine ait çözünürlük eğrisi tamamlanmıştır. Çözünürlük eğrisi 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K sıcaklıkları için çizilmiştir.

#### 3.3.2. Bağlantı Doğrularının Çizimi

Çözünürlük eğrisi çizildikten sonra, bu eğrinin altında seçilen noktalara karşılık gelen karışımlar hazırlanarak, 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K'de 2 saat süre ile su banyosunda çalkalanmaya bırakılmıştır. Karışan numuneler santrifüj tüplerine aktarılıp 2000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Alt ve üst fazlar farklı enjektörlerle numune şişelerine alınmıştır. Her bir fazdan belli bir miktar madde alınıp 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Bu şekilde ekstrakt ve rafinat fazlardaki asit miktarları tayin edilmiştir. Sarfiyatlardan

yararlanılarak % asit miktarına geçilmiştir. Yüzde olarak asit miktarları organik ve rafinat kollar üzerinde işaretlenerek bağlantı doğruları çizilmiştir.

$$g_{\text{asit}} = (N \times f \times S_{\text{NaOH}} \times M / e) \times 10^{-3} \quad (3.1)$$

$$\% \text{ asit} = (g_{\text{asit}} / T) \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.3.3. Bağlantı Doğrularının Korelasyonu

Su - Butirik Asit - Metil Etil Keton; Su - Butirik Asit - Butil Asetat; Su- Butirik Asit- Fenil Asetat üçlü sistemlerinin 298,2 K, 308,2 K ve 318,2 K sıcaklıklarındaki deneysel olarak belirlenmiş bağlantı doğruları verilerinin güvenilirliğini test etmek için Othmer-Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft tarafından önerilen korelasyonlar uygulanmıştır[30-33].

$$\text{Othmer-Tobias; } \ln\left(\frac{1-W_{33}}{W_{33}}\right) = a + b \ln\left(\frac{1-W_{11}}{W_{11}}\right) \quad (3.3)$$

$$\text{Bachman; } \left(\frac{W_{33}}{W_{11}}\right) = a + b(W_{33}) \quad (3.4)$$

$$\text{Hand; } \ln\left(\frac{W_{23}}{W_{33}}\right) = a + b \ln\left(\frac{W_{21}}{W_{11}}\right) \quad (3.5)$$

$$\text{Bancroft; } \ln\left(\frac{W_{11}}{W_{21}}\right) = a + b \ln\left(\frac{W_{13}}{W_{33}}\right)^r \quad (3.6)$$

## 4.BULGULAR

### 4.1. SU – BUTİRİK ASİT – METİL ETİL KETON ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGE VERİLERİ

Bu bölümde Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton üçlü sisteminin 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K'deki sıvı-sıvı denge verilerine ait deneysel bulgular verilmiştir.

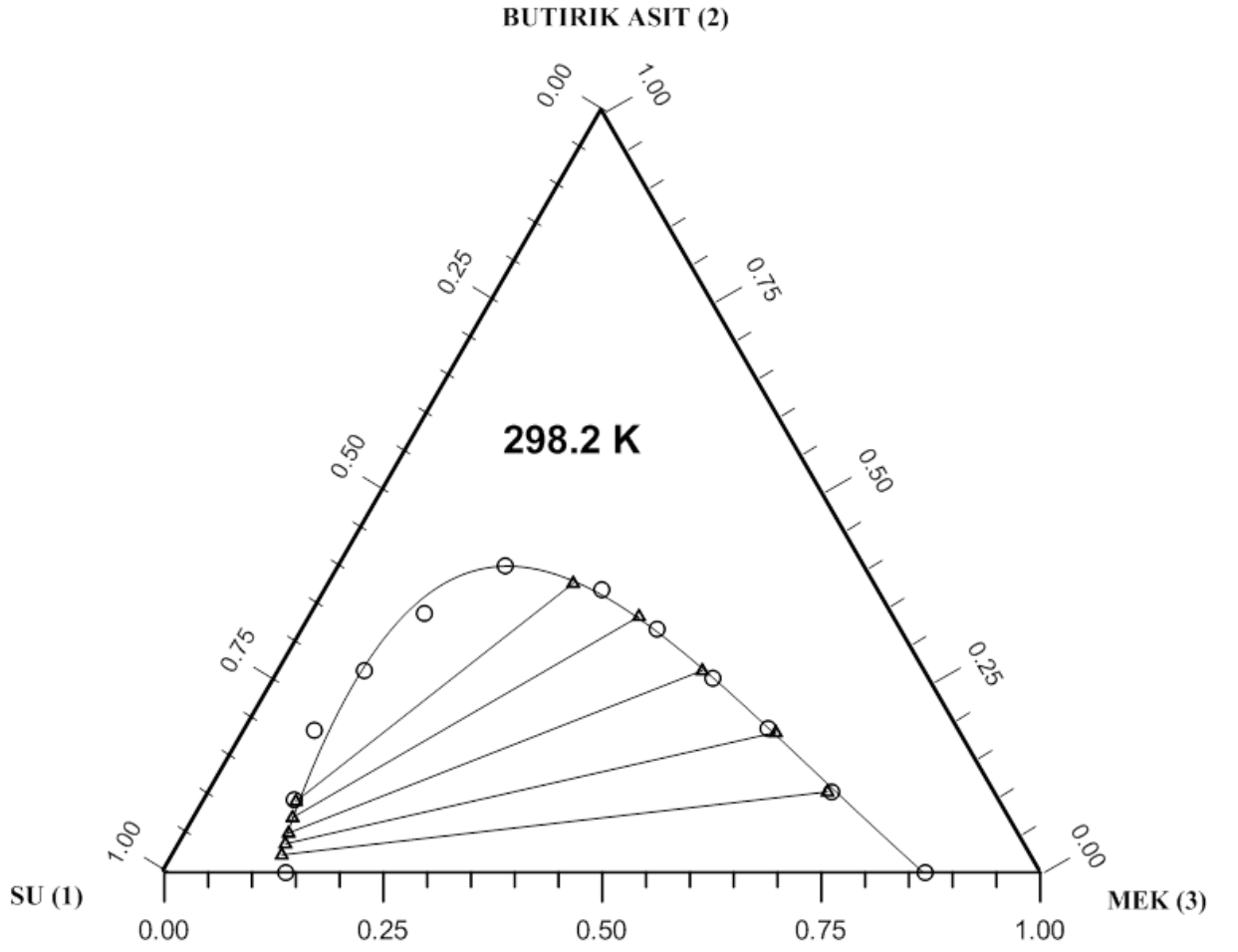
#### 4.1.1. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 298.2 K

Tablo 4. 1: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K

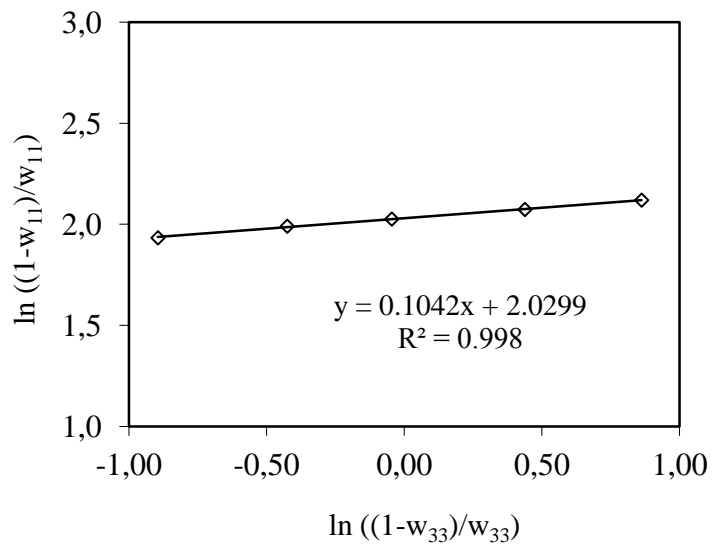
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.8714	0	0.1296
0.8055	0.0977	0.0968
0.7469	0.1849	0.0682
0.6503	0.2708	0.0789
0.5479	0.3506	0.1015
0.4300	0.4237	0.1464
0.3023	0.3854	0.3123
0.2686	0.3275	0.4039
0.2399	0.2639	0.4962
0.2150	0.1905	0.5945
0.1815	0.1065	0.7120
0.1367	0	0.8633

Tablo 4. 2: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K

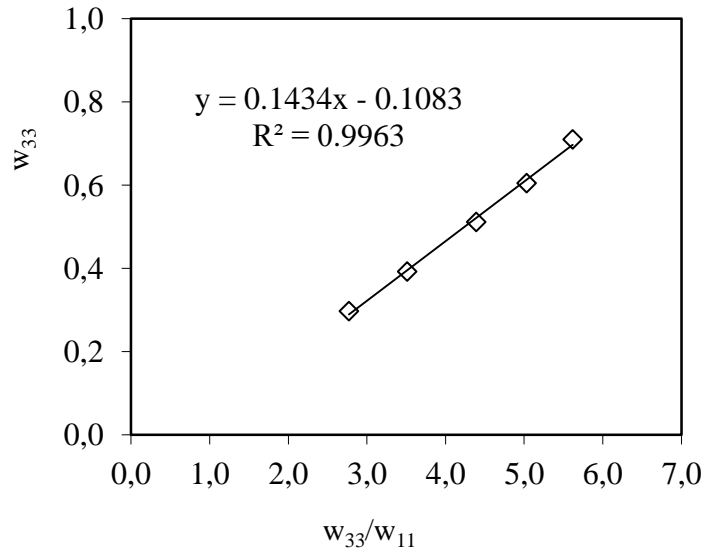
$w_{11}$	$sts$	$w_{21}$	$sts$	$w_{31}$	$sts$
0.1264	0.0008	0.0210	0.0005	0.8526	0.0005
0.1202	0.0016	0.0379	0.0011	0.8419	0.0007
0.1165	0.0009	0.0540	0.0005	0.8295	0.0011
0.1117	0.0008	0.0724	0.0003	0.8159	0.0008
0.1072	0.0010	0.0912	0.0024	0.8016	0.0029
$w_{13}$	$sts$	$w_{23}$	$sts$	$w_{33}$	$sts$
0.1867	0.0058	0.1035	0.0024	0.7098	0.0045
0.2100	0.0023	0.1853	0.0002	0.6047	0.0024
0.2300	0.0023	0.2586	0.0019	0.5114	0.0040
0.2800	0.0035	0.3278	0.0064	0.3922	0.0092
0.3167	0.0115	0.3864	0.0071	0.2970	0.0186



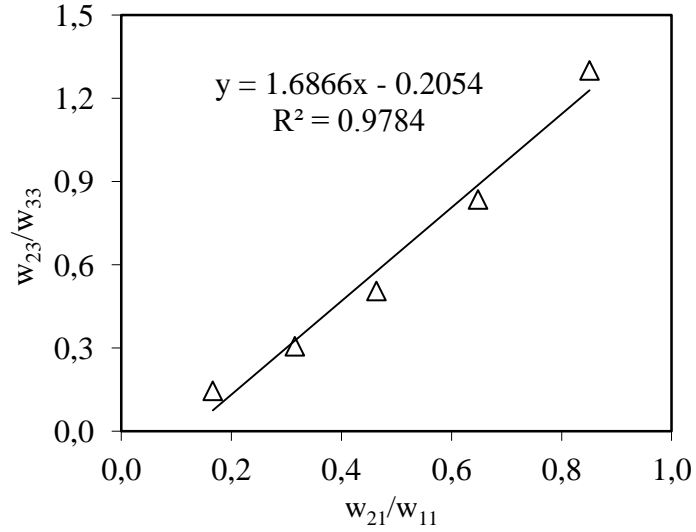
Şekil 4. 1: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 298.2K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



Şekil 4. 2: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu

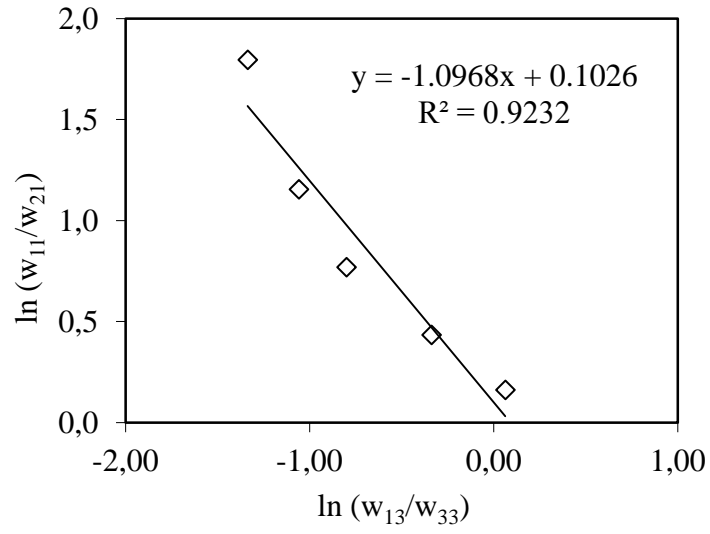


Şekil 4. 3: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 4: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu





Şekil 4. 5: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 3: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 298.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.1042	2.0299	0.998	0.0037
<b>Bachman</b>	0.1434	-0.1083	0.9963	0.0116
<b>Hand</b>	1.6866	-0.2054	0.9784	0.0780
<b>Bancroft</b>	-1.0968	0.1026	0.9232	0.2048

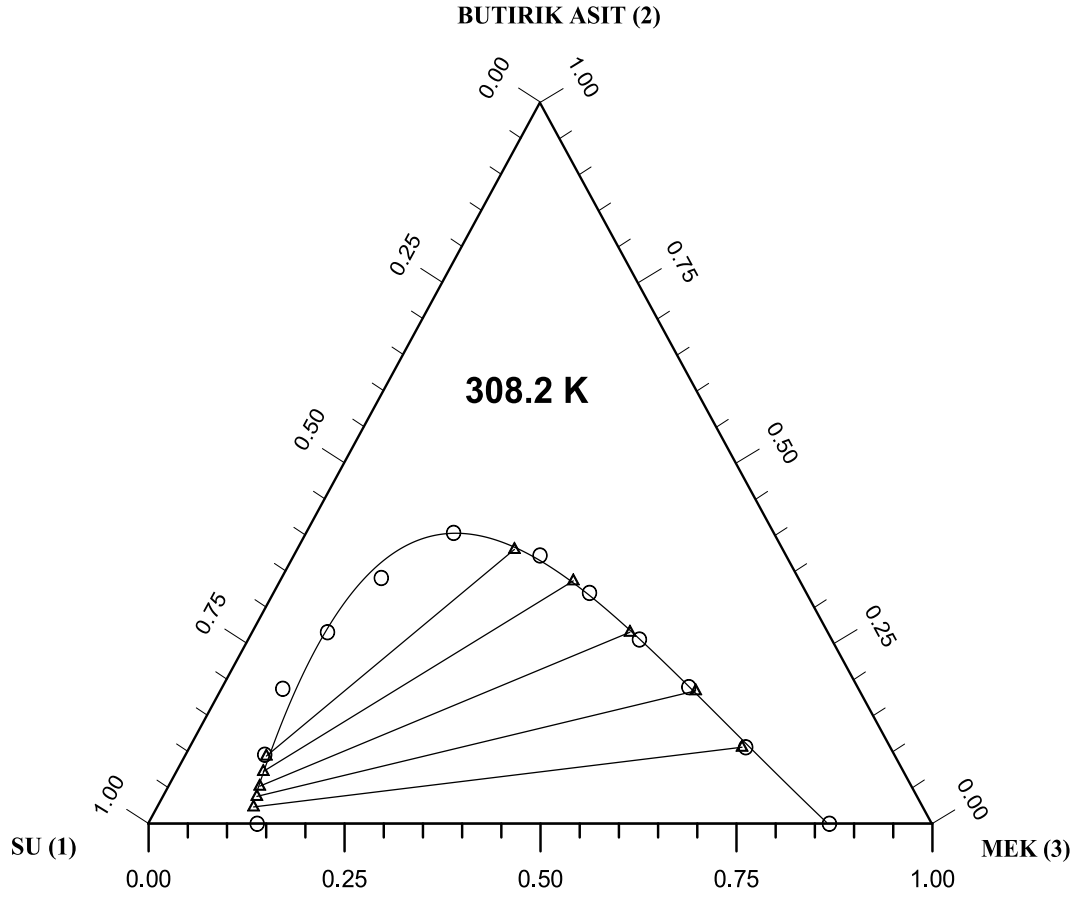
#### 4.1.2. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 308.2 K

Tablo 4. 4: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K

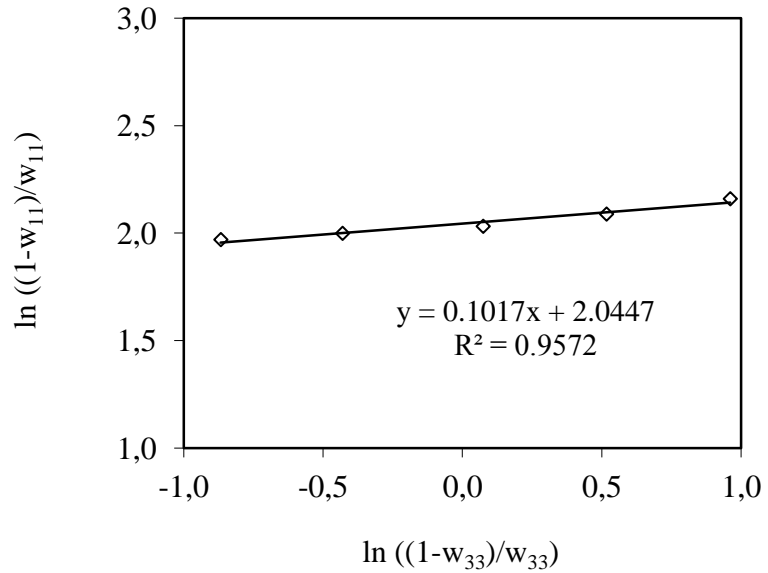
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.8615	0	0.1385
0.8040	0.0957	0.1003
0.7353	0.1871	0.0776
0.6390	0.2655	0.0955
0.5328	0.3407	0.1265
0.4093	0.4032	0.1875
0.3147	0.3719	0.3134
0.2775	0.3200	0.4025
0.2461	0.2554	0.4985
0.2160	0.1895	0.5945
0.1852	0.1060	0.7088
0.1314	0	0.8686

Tablo 4. 5: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K

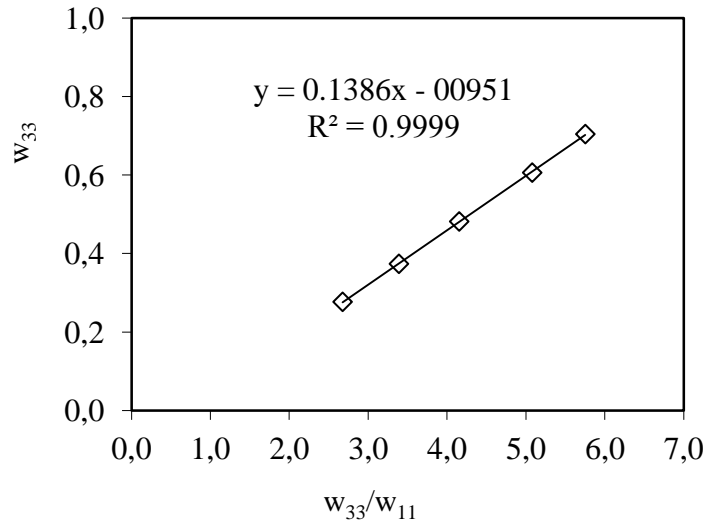
$w_{11}$	sts	$w_{21}$	sts	$w_{31}$	sts
0.1224	0.0010	0.0230	0.0001	0.8546	0.0010
0.1193	0.0011	0.0376	0.0012	0.8431	0.0022
0.1159	0.0013	0.0518	0.0030	0.8323	0.0027
0.1102	0.0015	0.0722	0.0019	0.8176	0.0018
0.1034	0.0016	0.0935	0.0015	0.8031	0.0025
$w_{13}$	sts	$w_{23}$	sts	$w_{33}$	sts
0.1900	0.0035	0.1058	0.0017	0.7042	0.0046
0.2100	0.0046	0.1840	0.0016	0.6060	0.0057
0.2533	0.0058	0.2652	0.0106	0.4815	0.0163
0.2900	0.0100	0.3364	0.0117	0.3736	0.0216
0.3433	0.0551	0.3800	0.0443	0.2767	0.0990



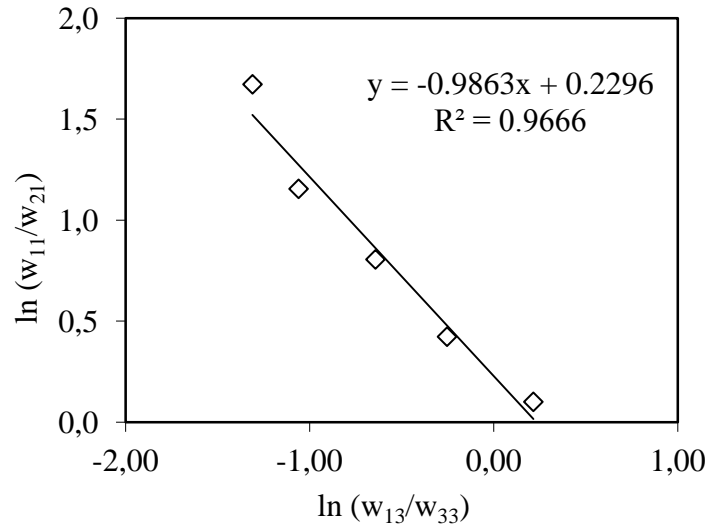
Şekil 4. 6: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 308.2 K, o: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



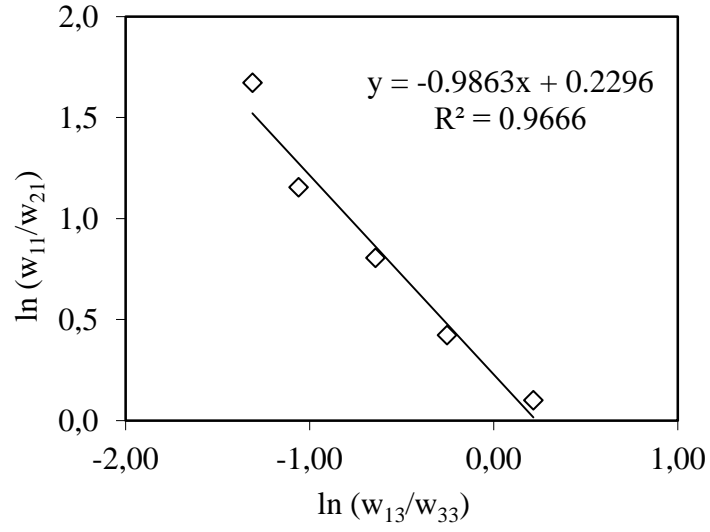
Şekil 4. 7: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 8: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 9: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 10: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 6: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 308.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.1017	2.0447	0.9572	0.0181
<b>Bachman</b>	0.1386	-0.0951	0.9999	0.0022
<b>Hand</b>	1.7291	-0.2120	0.9966	0.0329
<b>Bancroft</b>	-0.9863	0.2296	0.9666	0.1298

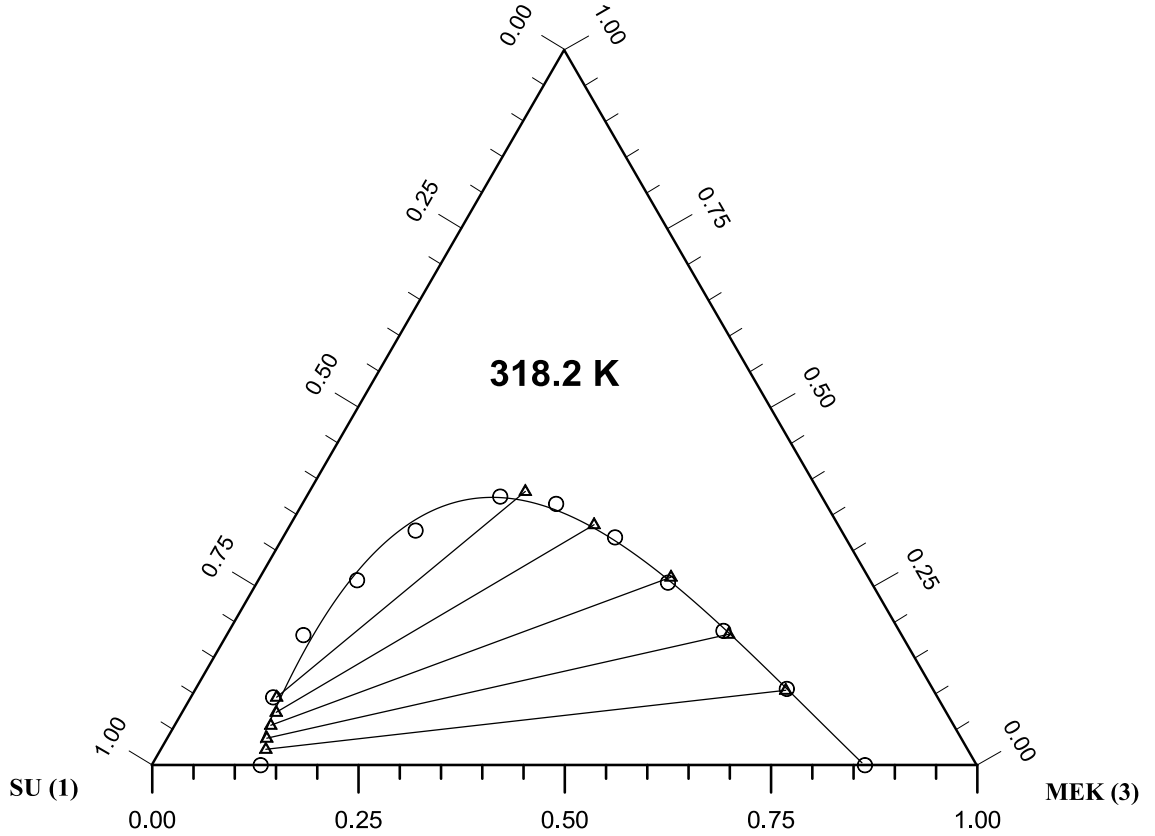
### 4.1.3. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemi, 318.2 K

Tablo 4. 7: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K

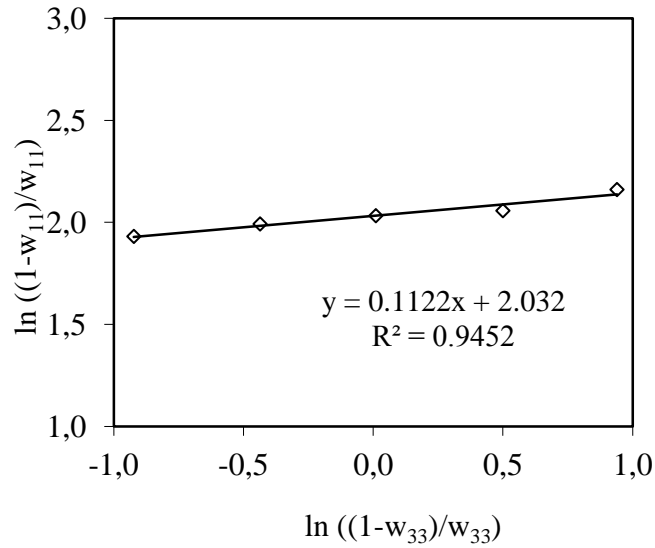
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.8886	0	0.1114
0.8060	0.0948	0.0992
0.7259	0.1818	0.0923
0.6225	0.2585	0.0119
0.5168	0.3279	0.1553
0.3901	0.3754	0.2345
0.3279	0.3652	0.3069
0.2799	0.3184	0.4017
0.2474	0.2551	0.4975
0.2139	0.1877	0.5984
0.1776	0.1066	0.7158
0.1362	0	0.8638

Tablo 4. 8: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K

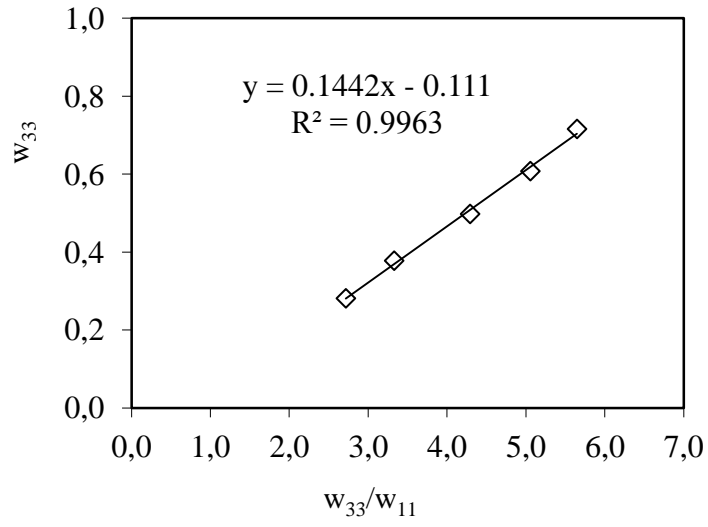
$w_{11}$	$sts$	$w_{21}$	$sts$	$w_{31}$	$sts$
0.1267	0.0010	0.0219	0.0002	0.8514	0.0009
0.1201	0.0013	0.0374	0.0019	0.8425	0.0011
0.1159	0.0028	0.0555	0.0009	0.8286	0.0021
0.1134	0.0018	0.0736	0.0022	0.8130	0.0009
0.1034	0.0023	0.0947	0.0022	0.8019	0.0028
$w_{13}$	$sts$	$w_{23}$	$sts$	$w_{33}$	$sts$
0.1800	0.0041	0.1044	0.0030	0.7156	0.0067
0.2100	0.0013	0.1827	0.0015	0.6073	0.0028
0.2400	0.0020	0.2625	0.0028	0.4975	0.0040
0.2867	0.0058	0.3358	0.0048	0.3776	0.0105
0.3367	0.0058	0.3823	0.0039	0.2810	0.0096



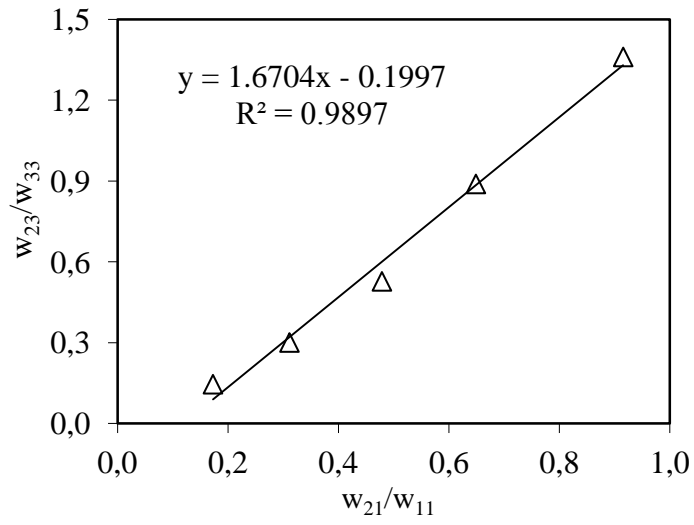
Şekil 4. 11: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 318.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



Şekil 4. 12: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu

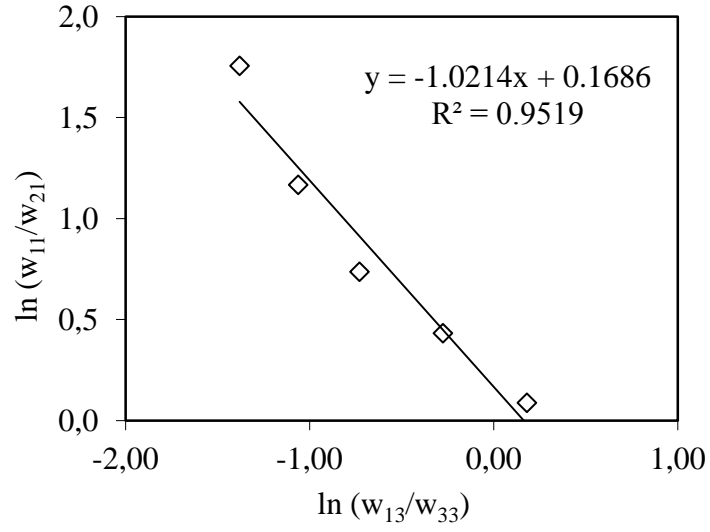


Şekil 4. 13: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 14: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Hand Korelasyonu





Şekil 4. 15: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

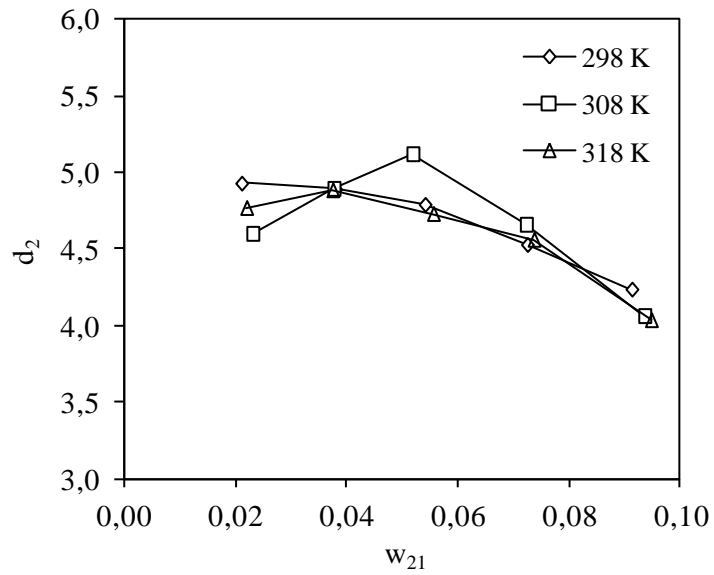
Tablo 4. 9: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.1122	2.0320	0.9452	0.0230
<b>Bachman</b>	0.1386	-0.0951	0.9999	0.0122
<b>Hand</b>	1.6704	-0.1997	0.9897	0.0573
<b>Bancroft</b>	-1.0214	0.1686	0.9519	0.1645

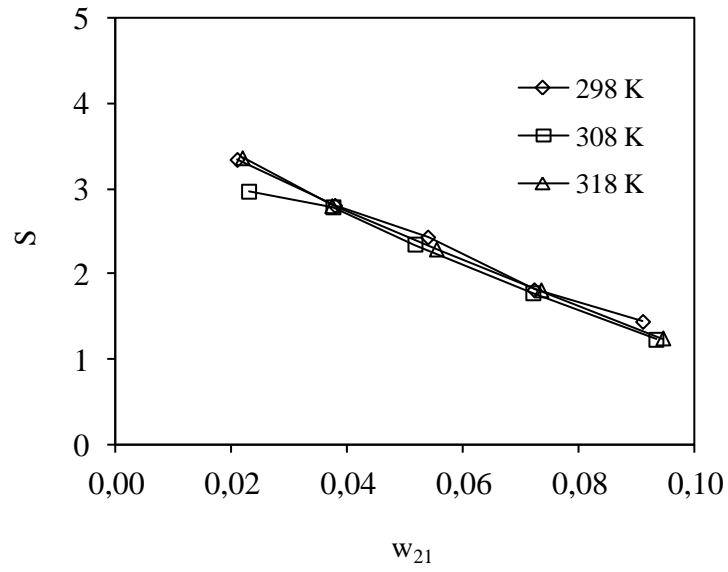
#### 4.1.4. Su – Butirik Asit – Metil Etil Keton Sistemlerinde Dağılım Katsayıları, Ayırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri

Tablo 4. 10: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Dağılım Katsayıları ve Ayırma Faktörleri

Sıcaklık	$d_1$	$d_2$	$S = (d_2 / d_1)$
<b>298.2 K</b>	1.48	4.93	3.34
	1.75	4.89	2.80
	1.97	4.79	2.43
	2.51	4.53	1.81
	2.95	4.24	1.43
<b>308.2 K</b>	1.55	4.60	2.96
	1.76	4.89	2.78
	2.19	5.12	2.34
	2.63	4.66	1.77
	3.32	4.06	1.22
<b>318.2 K</b>	1.42	4.77	3.36
	1.75	4.88	2.79
	2.07	4.73	2.28
	2.53	4.56	1.80
	3.26	4.04	1.24



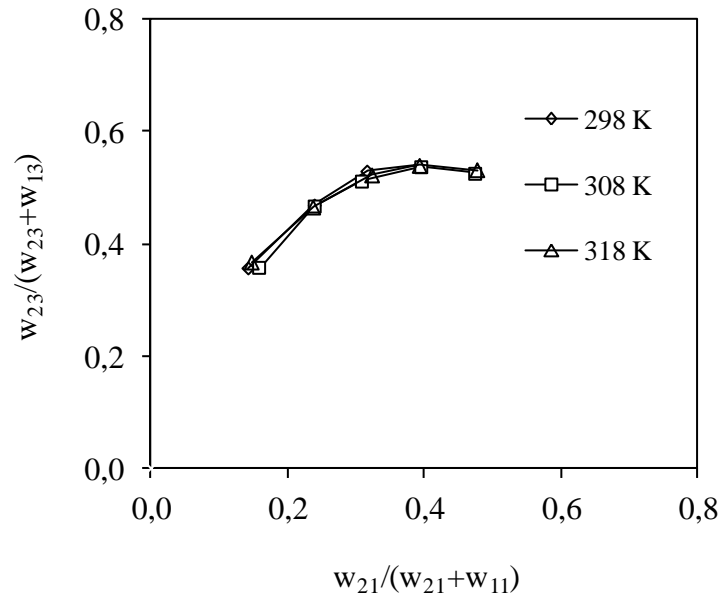
Şekil 4. 16: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi



Şekil 4. 17: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi

Tablo 4. 11: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri

Sıcaklık	$w_{21}/(w_{21}+w_{11})$	$w_{23}/(w_{23}+w_{13})$	Seçicilik
<b>298.2 K</b>	0.1425	0.3567	2.50
	0.2397	0.4688	1.96
	0.3167	0.5293	1.67
	0.3933	0.5393	1.37
	0.4597	0.5496	1.20
<b>308.2 K</b>	0.1582	0.3577	2.26
	0.2396	0.4670	1.95
	0.3089	0.5115	1.66
	0.3958	0.5371	1.36
	0.4749	0.5253	1.11
<b>318.2 K</b>	0.1474	0.3672	2.49
	0.2375	0.4652	1.96
	0.3238	0.5224	1.61
	0.3936	0.5394	1.37
	0.4780	0.5318	1.11



Şekil 4. 18: Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri

#### 4.2. SU – BUTİRİK ASİT – BUTİL ASETAT ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGİ VERİLERİ

Bu bölümde Su – Butirik Asit – Butil Asetat üçlü sisteminin 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K'deki sıvı-sıvı denge verilerine ait deneysel bulgular verilmiştir.

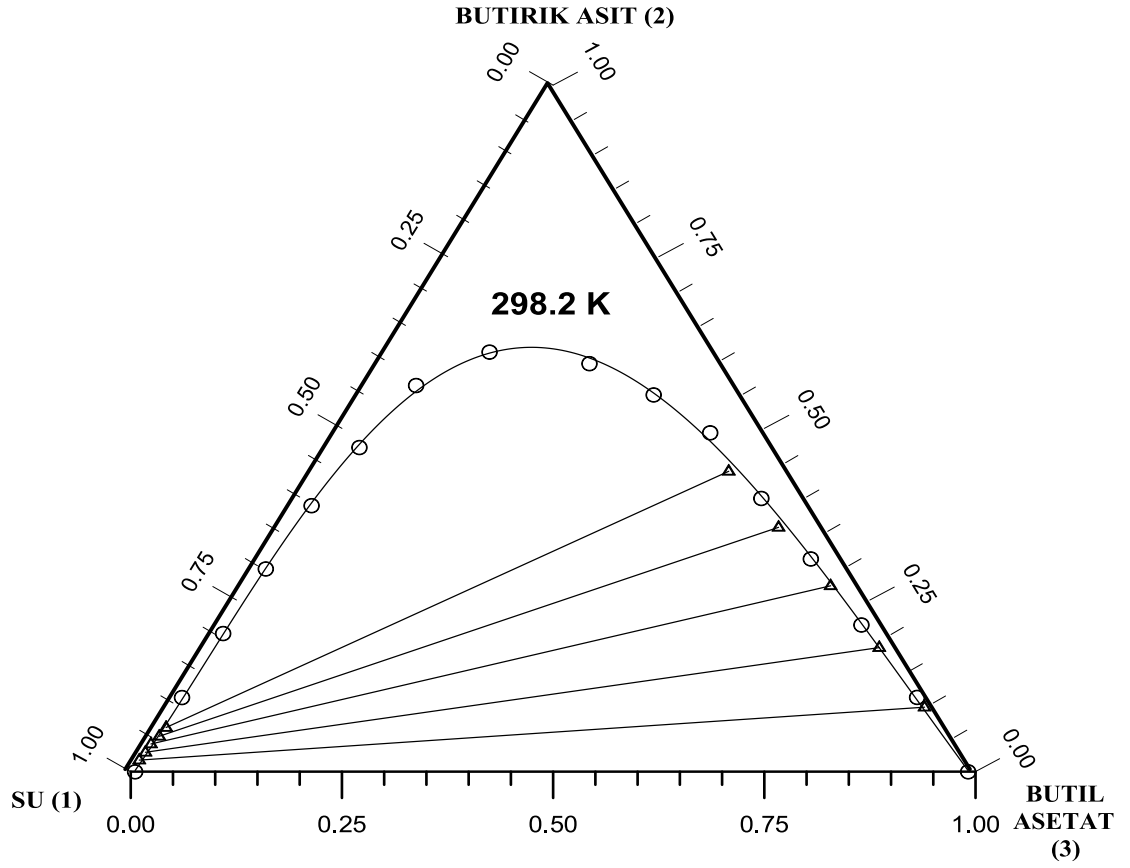
##### 4.2.1. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 298.2 K

Tablo 4. 12: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K

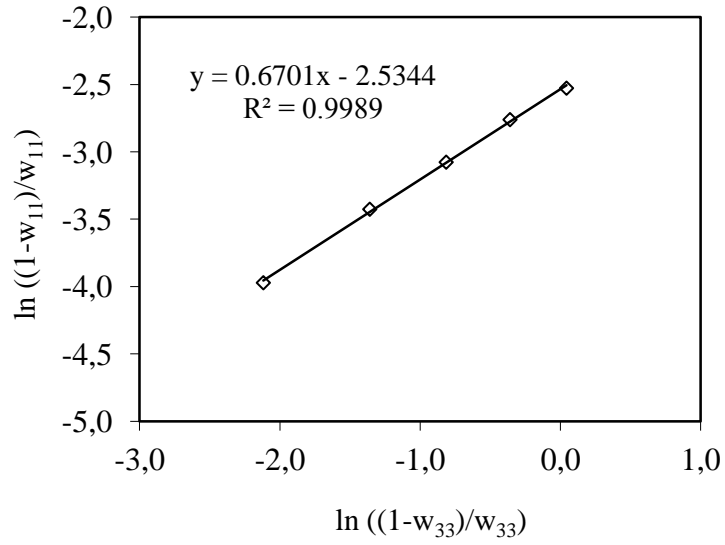
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.9949	0	0.0051
0.8852	0.1082	0.0066
0.7899	0.2014	0.0087
0.6924	0.2955	0.0121
0.5921	0.3877	0.0202
0.4931	0.4724	0.0345
0.3808	0.5627	0.0565
0.2696	0.6114	0.1190
0.1597	0.5945	0.2458
0.1065	0.5490	0.3445
0.0672	0.4938	0.4390
0.0544	0.3982	0.5474
0.0399	0.3101	0.6500
0.0281	0.2139	0.7580
0.0149	0.1085	0.8766
0.0087	0	0.9913

Tablo 4. 13: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K

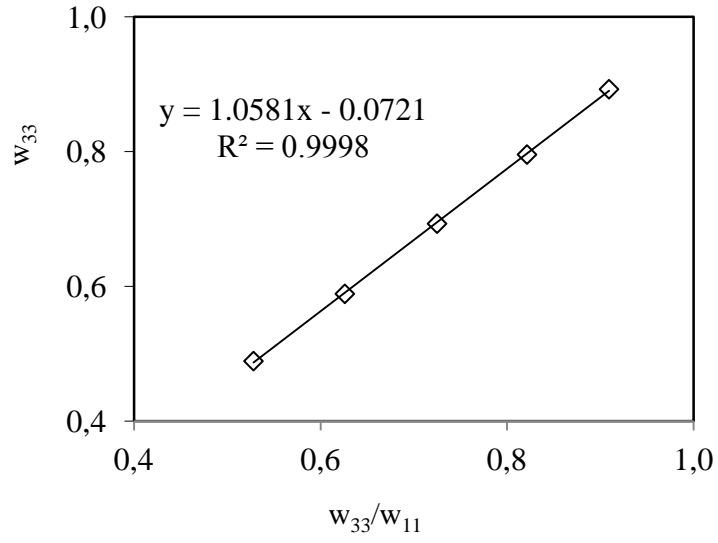
$w_{11}$	sts	$w_{21}$	sts	$w_{31}$	sts
0.9815	0.0012	0.0168	0.0004	0.0017	0.0010
0.9685	0.0009	0.0282	0.0004	0.0033	0.0008
0.9559	0.0015	0.0403	0.0007	0.0038	0.0008
0.9405	0.0017	0.0515	0.0002	0.0080	0.0018
0.9260	0.0022	0.0643	0.0001	0.0097	0.0023
$w_{13}$	sts	$w_{23}$	sts	$w_{33}$	sts
0.0134	0.0007	0.0939	0.0017	0.8927	0.0010
0.0236	0.0026	0.1807	0.0024	0.7957	0.0016
0.0362	0.0020	0.2707	0.0007	0.6931	0.0027
0.0552	0.0021	0.3559	0.0025	0.5889	0.0042
0.0734	0.0036	0.4375	0.0019	0.4891	0.0017



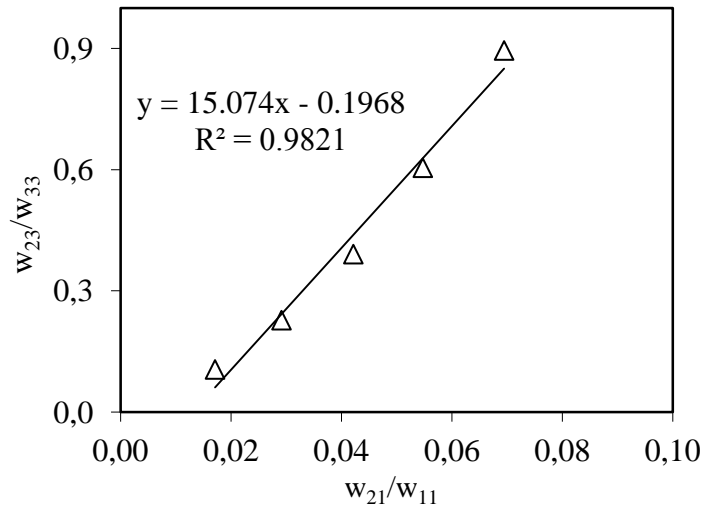
Şekil 4. 19: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı 298.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, △: bağlantı doğrusu



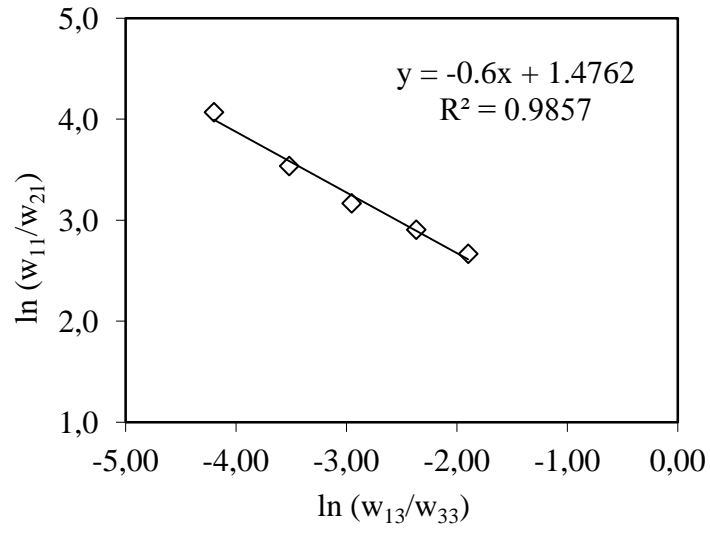
Şekil 4. 20: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 21: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 22: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 23: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 14: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 298.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.6701	-2.5344	0.9989	0.0215
<b>Bachman</b>	1.0581	-0.0721	0.9998	0.0026
<b>Hand</b>	15.074	-0.1968	0.9821	0.0484
<b>Bancroft</b>	-0.6	1.4762	0.9857	0.0760



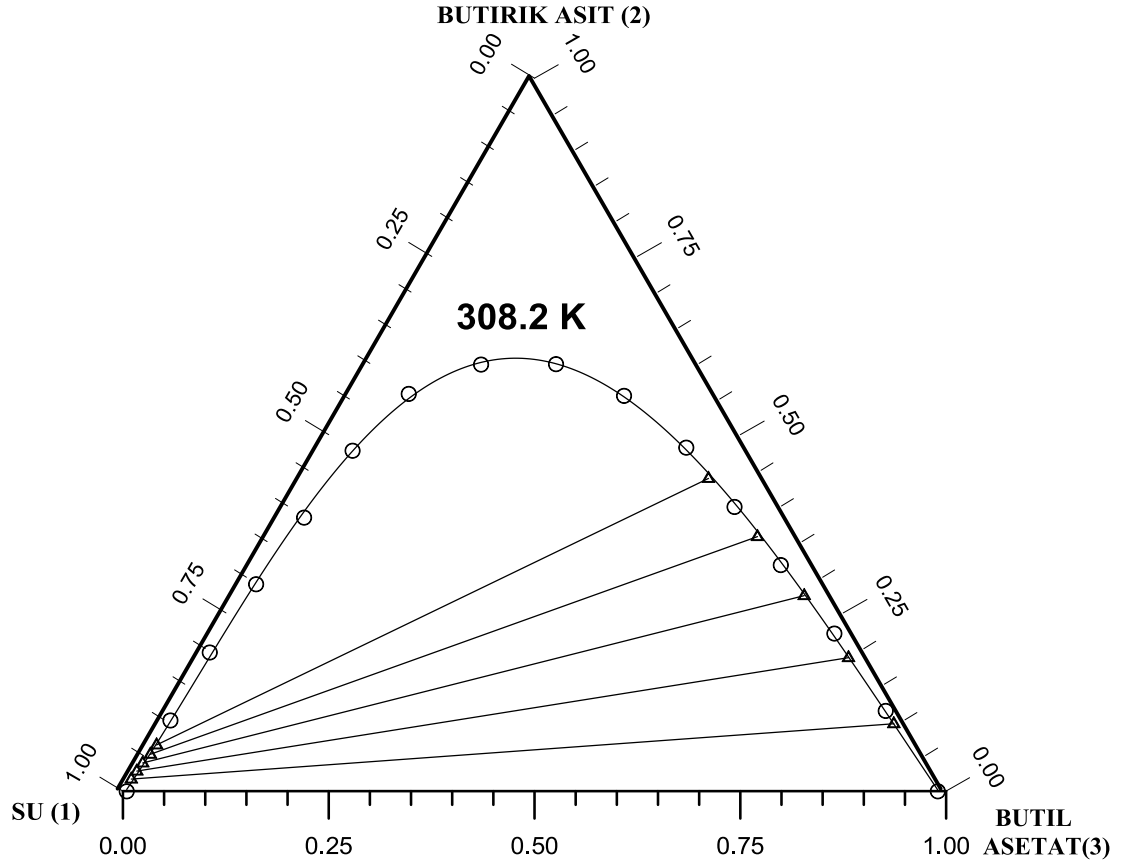
#### 4.2.2.Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 308.2 K

Tablo 4. 15: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K

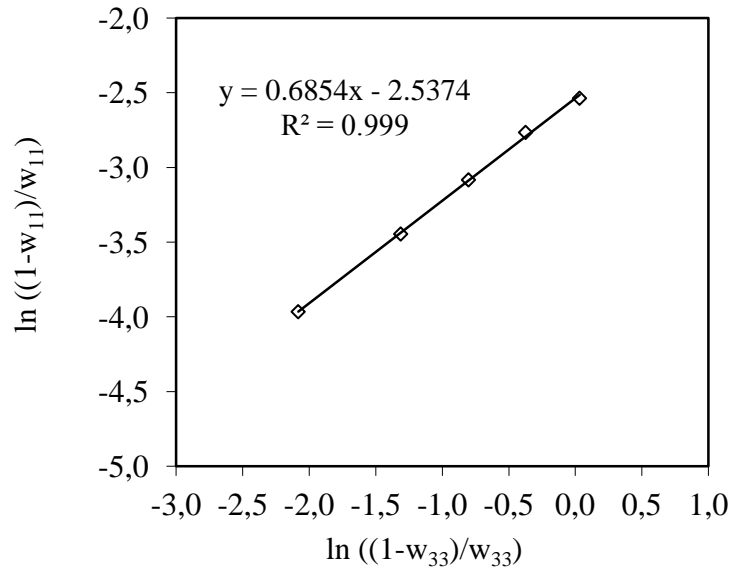
<b>w<sub>1</sub></b>	<b>w<sub>2</sub></b>	<b>w<sub>3</sub></b>
0.9954	0	0.0046
0.8926	0.0994	0.0080
0.7972	0.1947	0.0081
0.6930	0.2905	0.0166
0.5880	0.3839	0.0281
0.4822	0.4777	0.0401
0.3741	0.5575	0.0685
0.2656	0.5986	0.1358
0.1743	0.5992	0.2266
0.1139	0.5547	0.3314
0.0746	0.4821	0.4433
0.0576	0.3989	0.5435
0.0422	0.3173	0.6405
0.0251	0.2213	0.7536
0.0170	0.1128	0.8702
0.0101	0	0.9899

Tablo 4. 16: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K

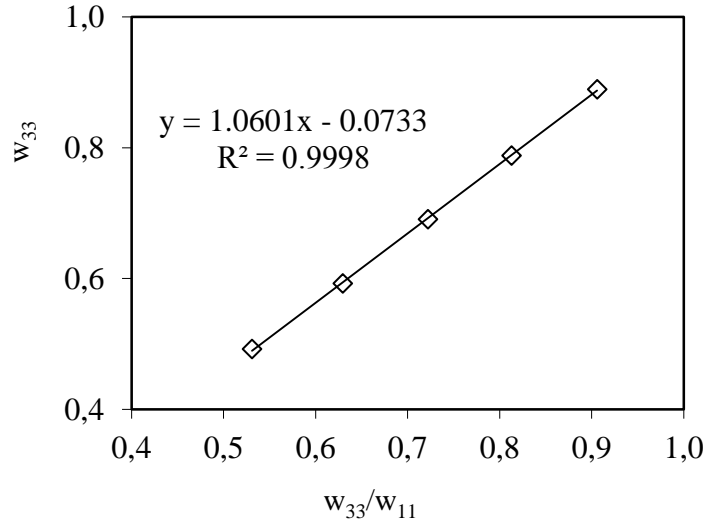
<b>w<sub>11</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>21</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>31</sub></b>	<b>sts</b>
0.9814	0.0002	0.0169	0.0002	0.0017	0.0004
0.9691	0.0011	0.0281	0.0003	0.0028	0.0008
0.9562	0.0015	0.0395	0.0001	0.0043	0.0014
0.9408	0.0009	0.0517	0.0003	0.0075	0.0007
0.9267	0.0007	0.0648	0.0006	0.0085	0.0003
<b>w<sub>13</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>23</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>33</sub></b>	<b>sts</b>
0.0163	0.0009	0.0945	0.0008	0.8892	0.0011
0.0249	0.0024	0.1872	0.0032	0.7878	0.0040
0.0353	0.0011	0.2742	0.0013	0.6905	0.0009
0.0507	0.0012	0.3570	0.0021	0.5923	0.0017
0.0694	0.0012	0.4386	0.0044	0.4920	0.0055



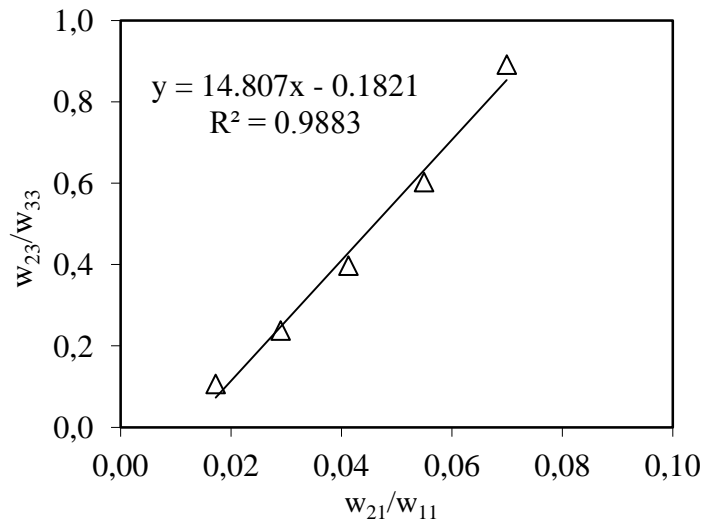
Şekil 4. 24: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı  
308.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



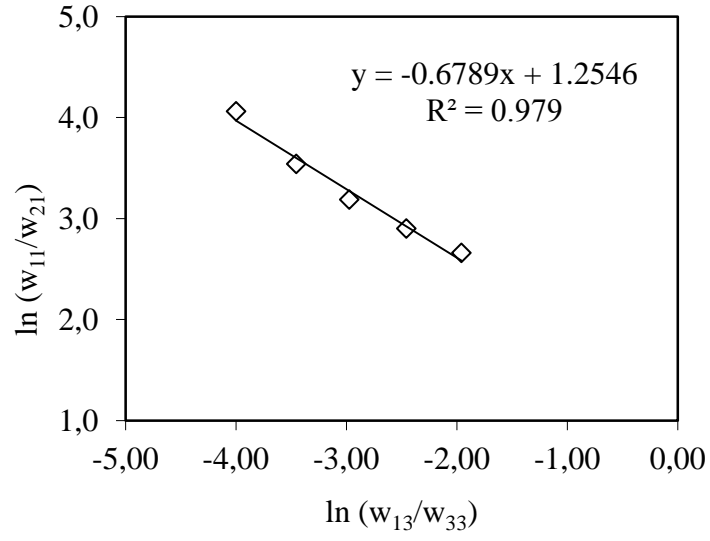
Şekil 4. 25: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki  
Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 26: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 27: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 28: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 17: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 308.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.6854	-2.5374	0.999	0.0210
<b>Bachman</b>	1.0601	-0.0733	0.9998	0.0024
<b>Hand</b>	14.807	-0.1821	0.9883	0.0387
<b>Bancroft</b>	-0.6789	1.2546	0.979	0.0921

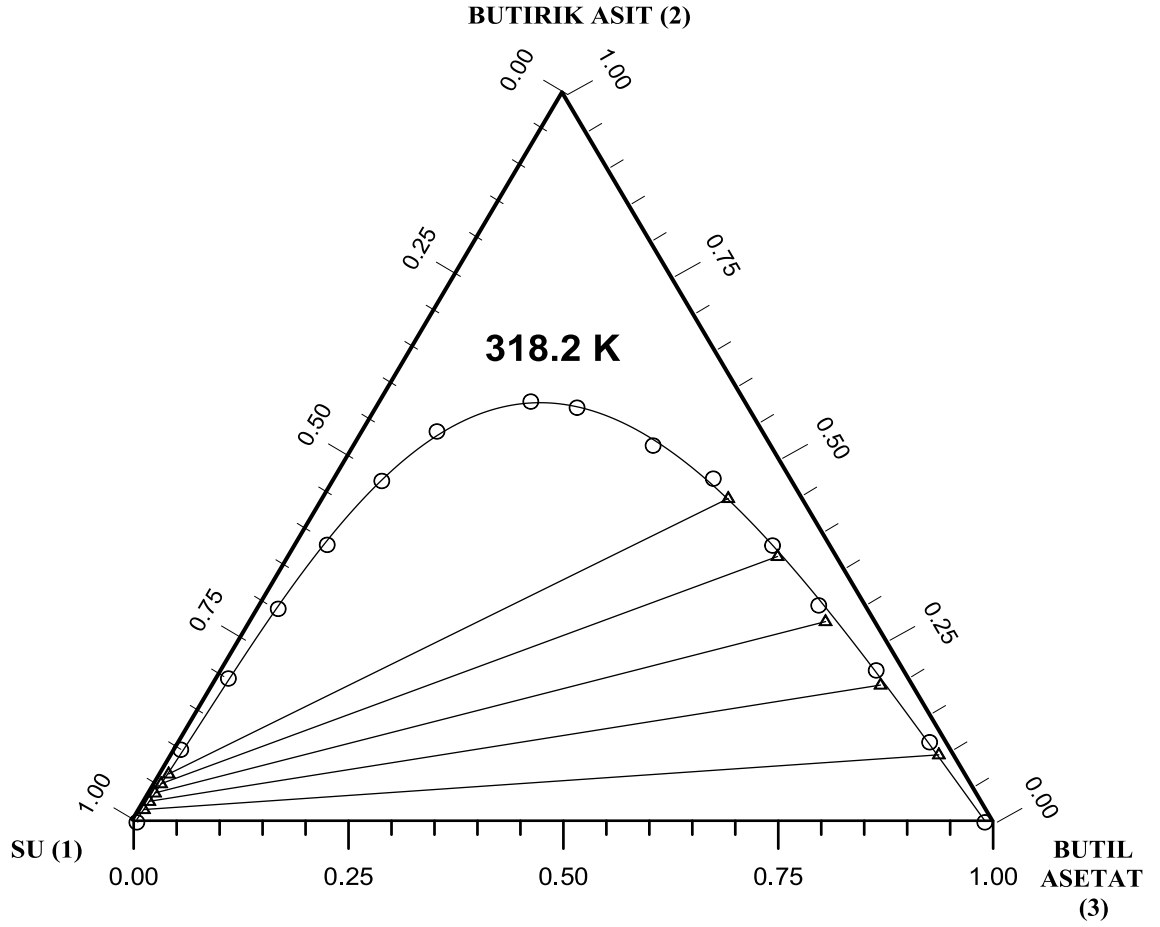
### 4.2.3. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemi, 318.2 K

Tablo 4. 18: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K

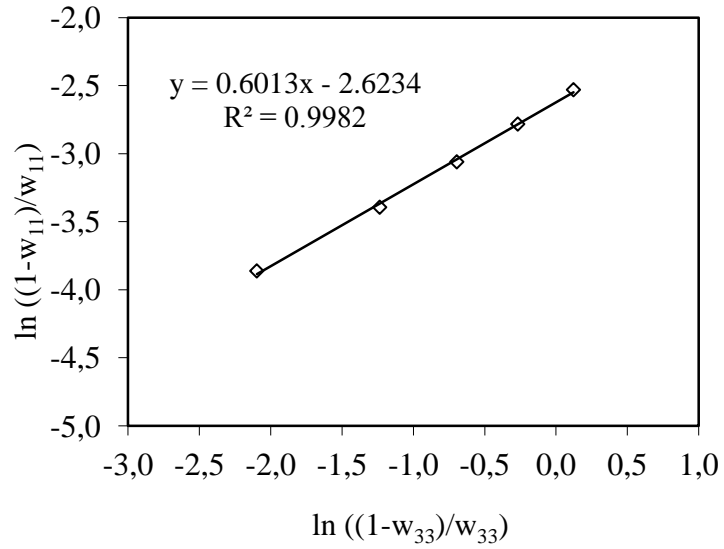
<b>w<sub>1</sub></b>	<b>w<sub>2</sub></b>	<b>w<sub>3</sub></b>
0.9963	0	0.0037
0.8953	0.0998	0.0049
0.7910	0.1977	0.0114
0.6851	0.2934	0.0215
0.5841	0.3814	0.0345
0.4767	0.4691	0.0541
0.3785	0.5372	0.0843
0.2488	0.5783	0.1729
0.1992	0.5699	0.2310
0.1367	0.5178	0.3455
0.0894	0.4723	0.4383
0.0665	0.3804	0.5531
0.0539	0.2981	0.6480
0.0317	0.2088	0.7595
0.0188	0.1101	0.8711
0.0097	0	0.9903

Tablo 4. 19: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K

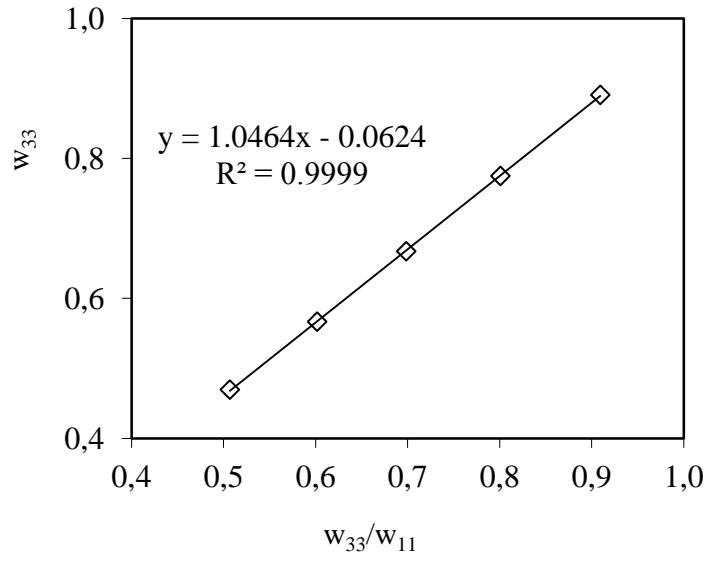
<b>w<sub>11</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>21</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>31</sub></b>	<b>sts</b>
0.9794	0.0011	0.0173	0.0006	0.0033	0.0011
0.9675	0.0011	0.0286	0.0005	0.0039	0.0012
0.9552	0.0009	0.0401	0.0008	0.0047	0.0011
0.9417	0.0015	0.0528	0.0010	0.0055	0.0014
0.9262	0.0016	0.0662	0.0012	0.0076	0.0010
<b>w<sub>13</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>23</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>33</sub></b>	<b>sts</b>
0.0169	0.0014	0.0925	0.0004	0.8906	0.0018
0.0368	0.0008	0.1884	0.0019	0.7748	0.0012
0.0572	0.0059	0.2756	0.0029	0.6672	0.0076
0.0683	0.0028	0.3651	0.0023	0.5666	0.0033
0.0858	0.0033	0.4448	0.0032	0.4694	0.0049



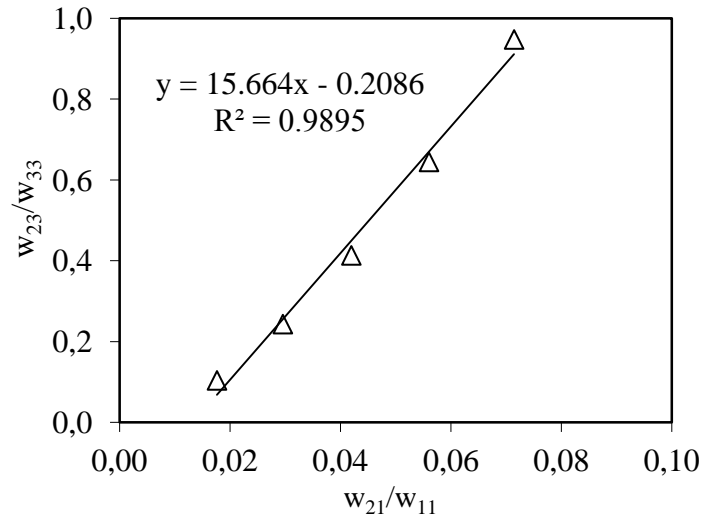
Şekil 4. 29: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı  
318.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



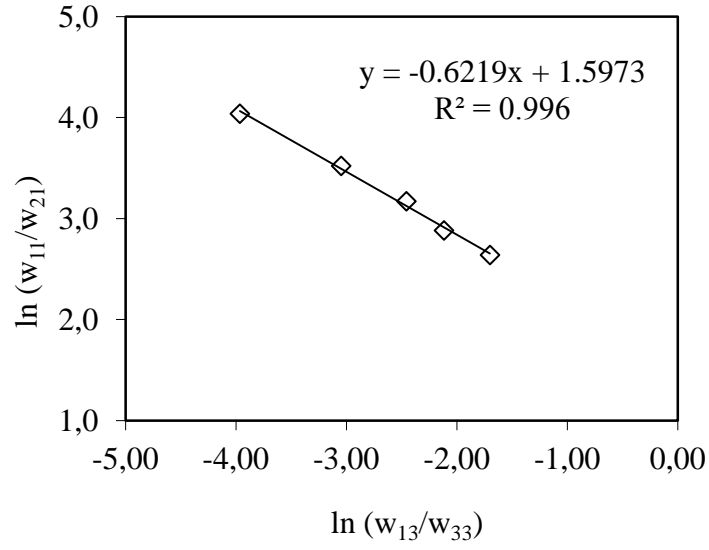
Şekil 4. 30: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki  
Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 31: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 32: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 33: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 20: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K

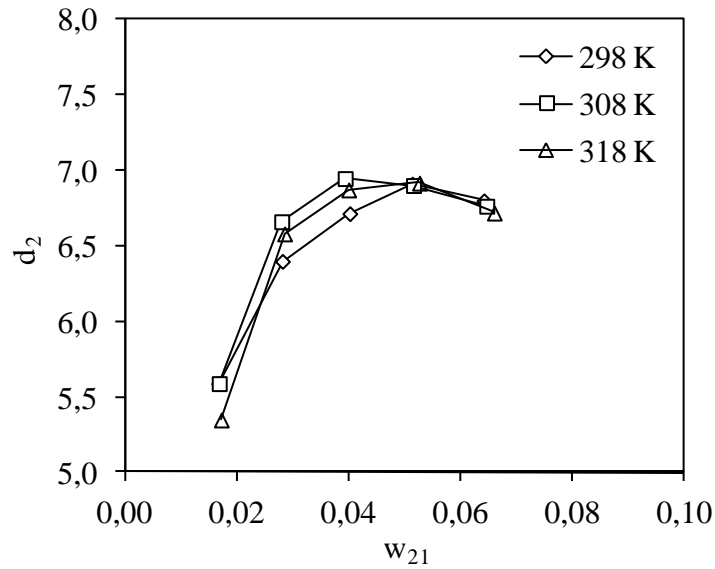
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.6013	-2.6234	0.9982	0.0258
<b>Bachman</b>	1.0464	-0.0624	0.9999	0.0015
<b>Hand</b>	15.664	-0.2086	0.9895	0.0395
<b>Bancroft</b>	-0.6219	1.5973	0.996	0.0400



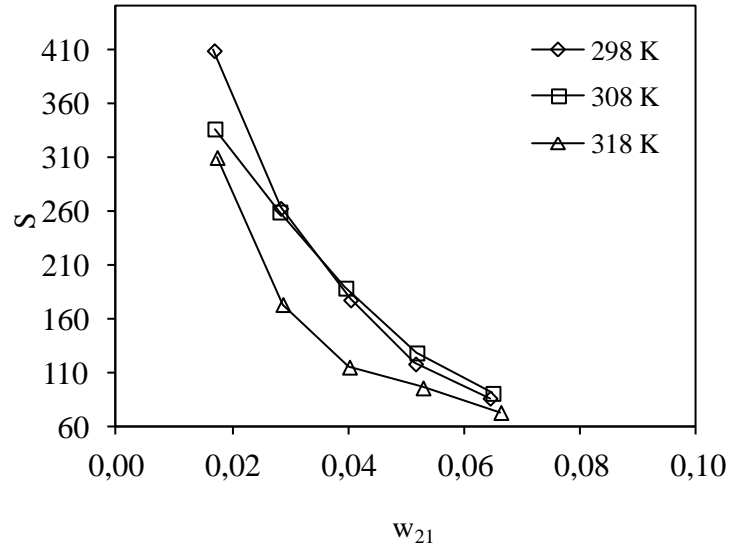
#### 4.2.4. Su – Butirik Asit – Butil Asetat Sistemlerinde Dağılma Katsayıları, Ayırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri

Tablo 4. 21: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Dağılma Katsayıları ve Ayırma Faktörleri

Sıcaklık	$d_1$	$d_2$	$S = (d_2 / d_1)$
298.2 K	0.014	5.58	409.3
	0.024	6.39	262.6
	0.038	6.71	177.3
	0.059	6.91	117.7
	0.079	6.80	85.8
308.2 K	0.017	5.58	336.5
	0.026	6.66	259.1
	0.037	6.94	188.3
	0.054	6.90	128.0
	0.075	6.76	90.3
318.2 K	0.017	5.34	309.9
	0.038	6.58	173.0
	0.060	6.87	114.7
	0.072	6.91	95.4
	0.093	6.71	72.5



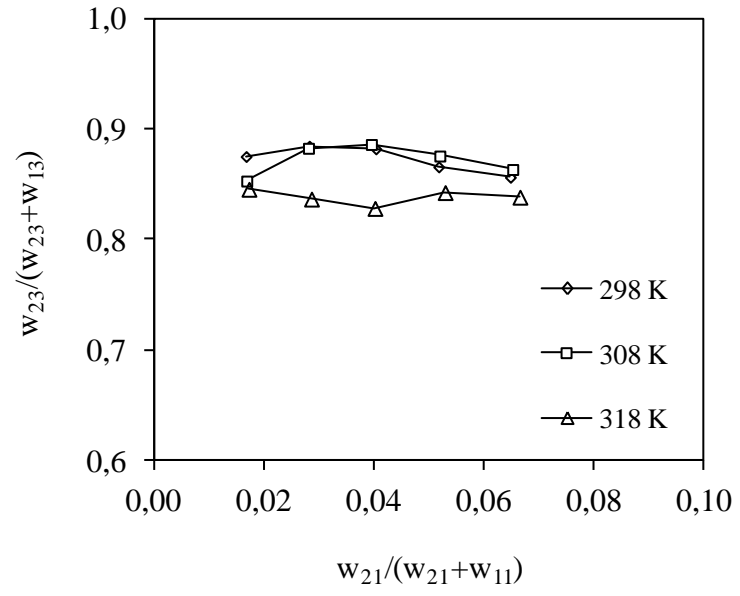
Şekil 4. 34: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi



Şekil 4. 35: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi

Tablo 4. 22: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri

Sıcaklık	$w_{21}/(w_{21}+w_{11})$	$w_{23}/(w_{23}+w_{13})$	Seçicilik
<b>298.2 K</b>	0.0168	0.8751	52.0
	0.0283	0.8845	31.2
	0.0405	0.8820	21.8
	0.0519	0.8657	16.6
	0.0650	0.8563	13.1
<b>308.2 K</b>	0.0169	0.8529	50.3
	0.0282	0.8826	31.3
	0.0396	0.8860	22.3
	0.0521	0.8756	16.8
	0.0654	0.8634	13.2
<b>318.2 K</b>	0.0173	0.8455	48.7
	0.0287	0.8366	29.1
	0.0403	0.8281	20.5
	0.0531	0.8425	15.8
	0.0667	0.8383	12.5



Şekil 4. 36: Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri

### 4.3. SU – BUTİRİK ASİT – FENİL ASETAT ÜÇLÜ SİSTEMİNE AİT SIVI - SIVI DENGE VERİLERİ

Bu bölümde Su – Butirik Asit – Fenil Asetat üçlü sisteminin 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K'deki sıvı-sıvı denge verilerine ait deneysel bulgular verilmiştir.

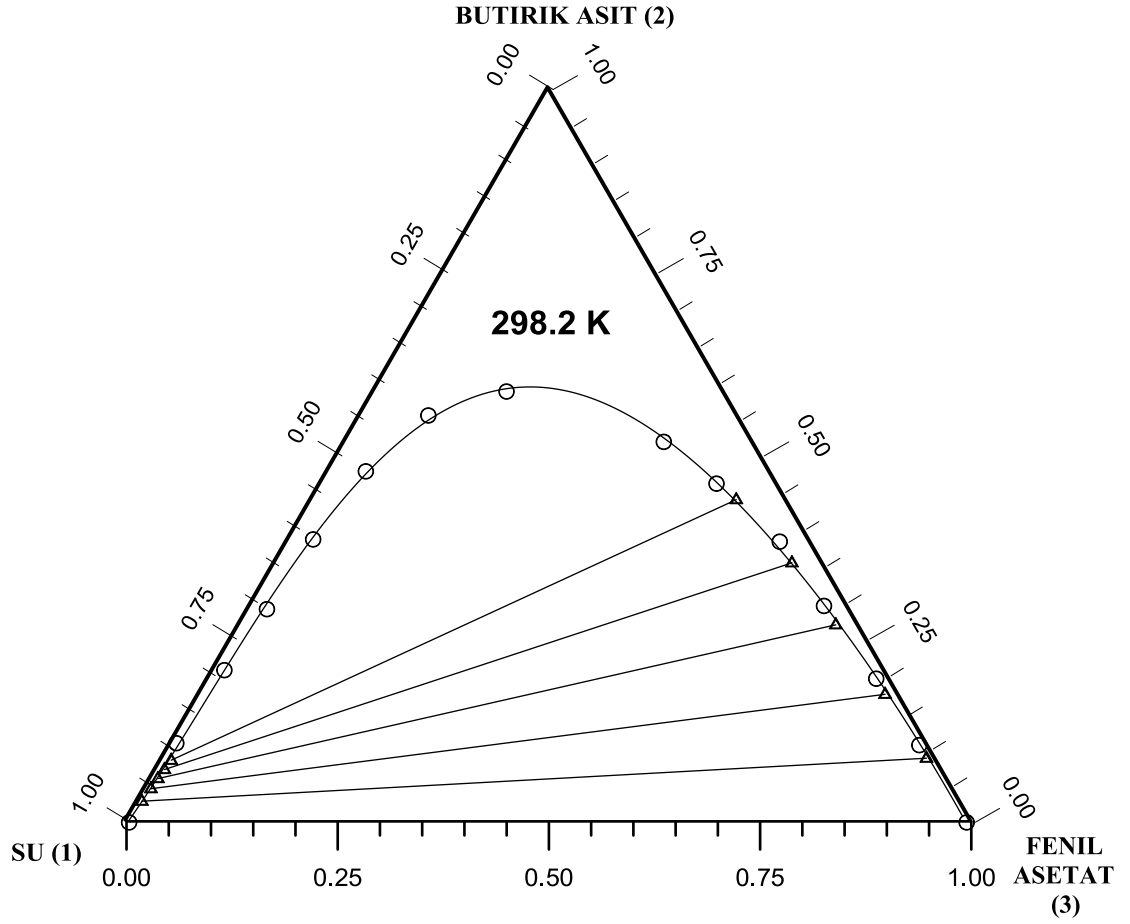
#### 4.3.1. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 298.2 K

Tablo 4. 23: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 298.2 K

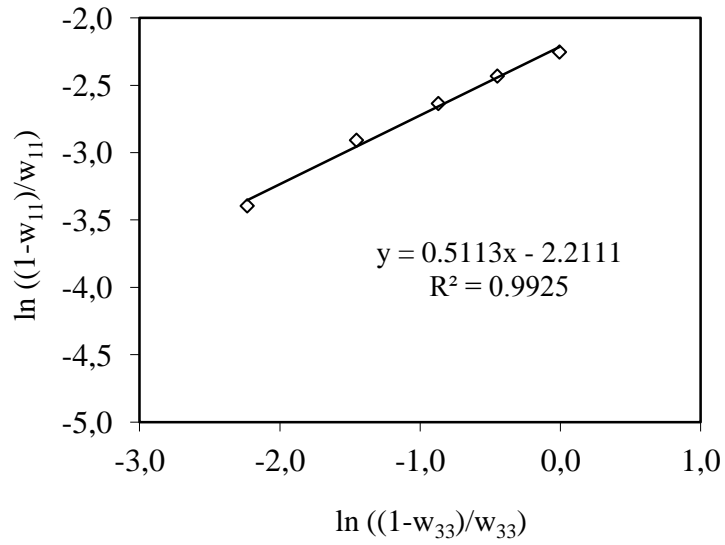
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.9969	0	0.0031
0.8870	0.1081	0.0049
0.7802	0.2078	0.0120
0.6883	0.2910	0.0207
0.5860	0.3862	0.0278
0.4771	0.4791	0.0437
0.3650	0.5554	0.0796
0.2561	0.5881	0.1558
0.1220	0.5343	0.3438
0.1043	0.5194	0.3763
0.0704	0.4624	0.4672
0.0352	0.3832	0.5817
0.0266	0.2955	0.6779
0.0145	0.1962	0.7894
0.0088	0.1055	0.8858
0.0055	0	0.9945

Tablo 4. 24: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 298.2 K

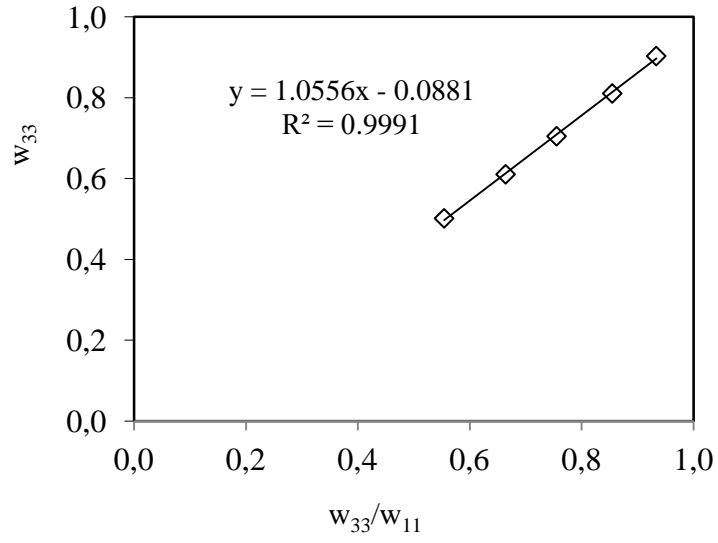
$w_{11}$	sts	$w_{21}$	sts	$w_{31}$	sts
0.9675	0.0005	0.0287	0.0007	0.0038	0.0004
0.9482	0.0007	0.0457	0.0002	0.0061	0.0006
0.9331	0.0009	0.0595	0.0003	0.0074	0.0009
0.9192	0.0007	0.0719	0.0002	0.0090	0.0007
0.9049	0.0005	0.0846	0.0004	0.0106	0.0001
$w_{13}$	sts	$w_{23}$	sts	$w_{33}$	sts
0.0094	0.0004	0.0874	0.0006	0.9032	0.0002
0.0147	0.0007	0.1746	0.0010	0.8107	0.0009
0.0257	0.0019	0.2694	0.0011	0.7049	0.0018
0.0353	0.0025	0.3540	0.0008	0.6107	0.0028
0.0581	0.0005	0.4402	0.0011	0.5017	0.0015



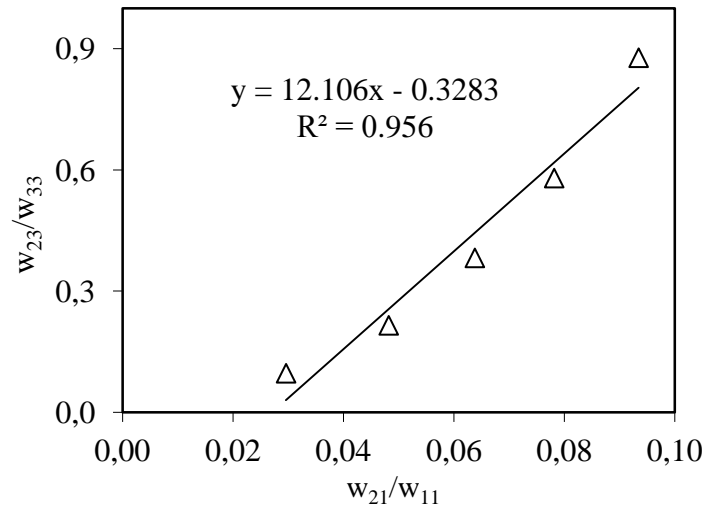
Şekil 4. 37: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı  
298.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



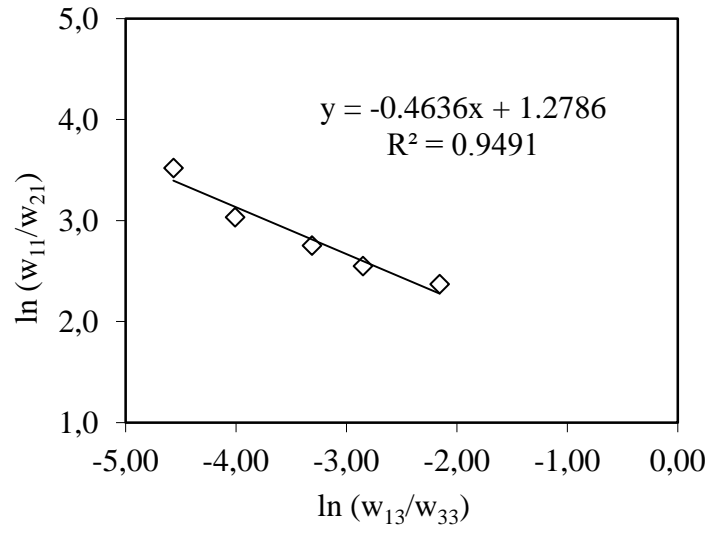
Şekil 4. 38: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki  
Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 39: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 40: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 41: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 298.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 25: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 298.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.5113	-2.2111	0.9925	0.0446
<b>Bachman</b>	1.0556	-0.0881	0.9991	0.0056
<b>Hand</b>	12.106	-0.3283	0.9560	0.0749
<b>Bancroft</b>	-0.4636	1.2786	0.9491	0.1173

### 4.3.2. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 308.2 K

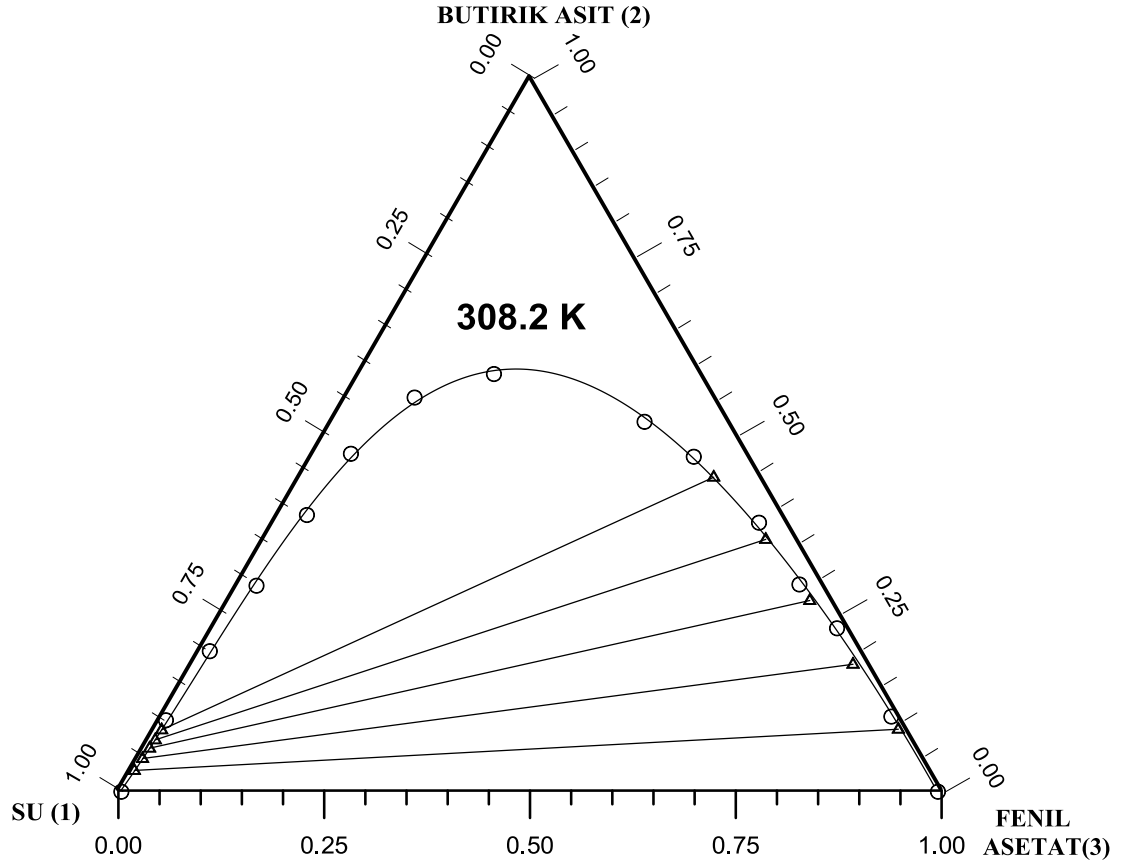
Tablo 4. 26: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 308.2 K

$w_1$	$w_2$	$w_3$
0.9964	0	0.0036
0.8921	0.1002	0.0077
0.7904	0.1970	0.0125
0.6878	0.2888	0.0234
0.5770	0.3880	0.0350
0.4806	0.4738	0.0456
0.3639	0.5526	0.0835
0.2510	0.5856	0.1634
0.1189	0.5336	0.3475
0.1015	0.5186	0.3798
0.0662	0.4696	0.4641
0.0332	0.3772	0.5896
0.0274	0.2906	0.6820
0.0124	0.2291	0.7584
0.0084	0.1054	0.8863
0.0044	0	0.9956

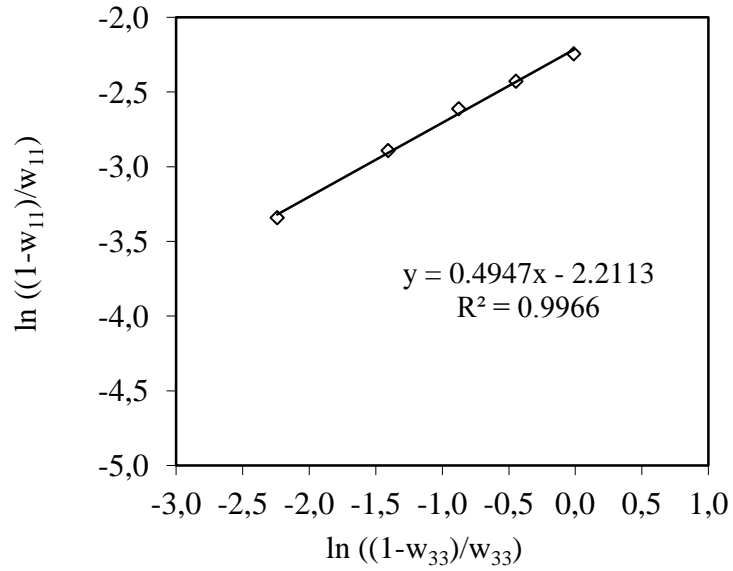
Tablo 4. 27: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 308.2 K

$w_{11}$	sts	$w_{21}$	sts	$w_{31}$	sts
0.9658	0.0005	0.0296	0.0002	0.0046	0.0006
0.9475	0.0012	0.0463	0.0007	0.0062	0.0006
0.9317	0.0008	0.0608	0.0009	0.0076	0.0002
0.9190	0.0007	0.0724	0.0002	0.0086	0.0005
0.9042	0.0003	0.0864	0.0007	0.0094	0.0005
$w_{13}$	sts	$w_{23}$	sts	$w_{33}$	sts
0.0089	0.0004	0.0874	0.0005	0.9038	0.0008
0.0184	0.0009	0.1784	0.0011	0.8032	0.0010
0.0262	0.0009	0.2678	0.0019	0.7059	0.0023
0.0369	0.0012	0.3535	0.0019	0.6096	0.0029
0.0565	0.0029	0.4407	0.0004	0.5029	0.0032

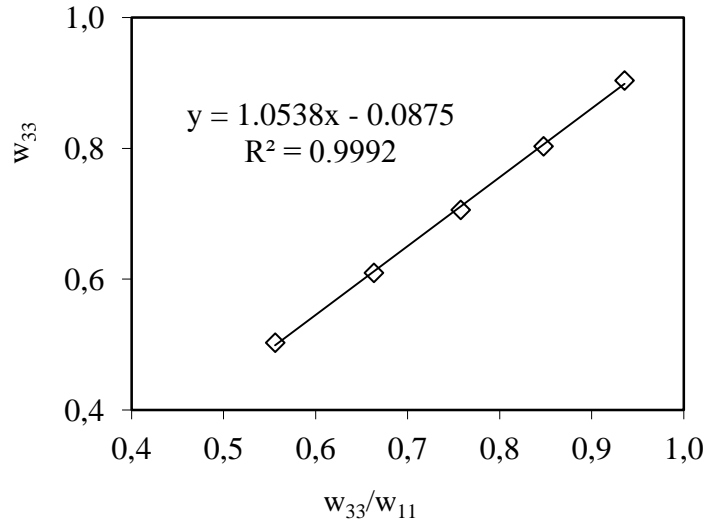




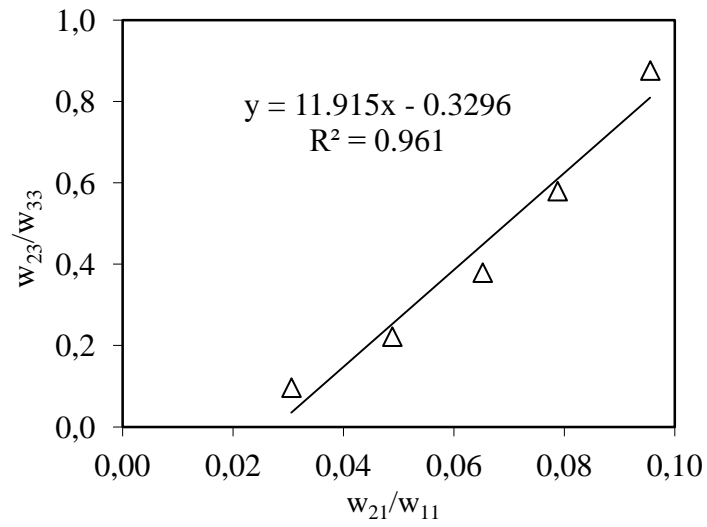
Şekil 4. 42: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı  
308.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



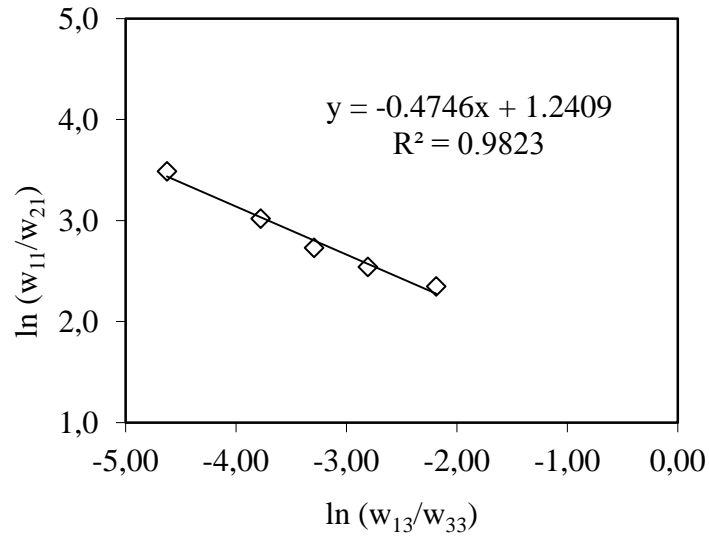
Şekil 4. 43: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki  
Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 44: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 45: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 46: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 308.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

Tablo 4. 28: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyonu Parametreleri, 308.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.4947	-2.2113	0.9966	0.0290
<b>Bachman</b>	1.0538	-0.0875	0.9992	0.0052
<b>Hand</b>	11.915	-0.3296	0.9610	0.0701
<b>Bancroft</b>	-0.4746	1.2409	0.9823	0.0684

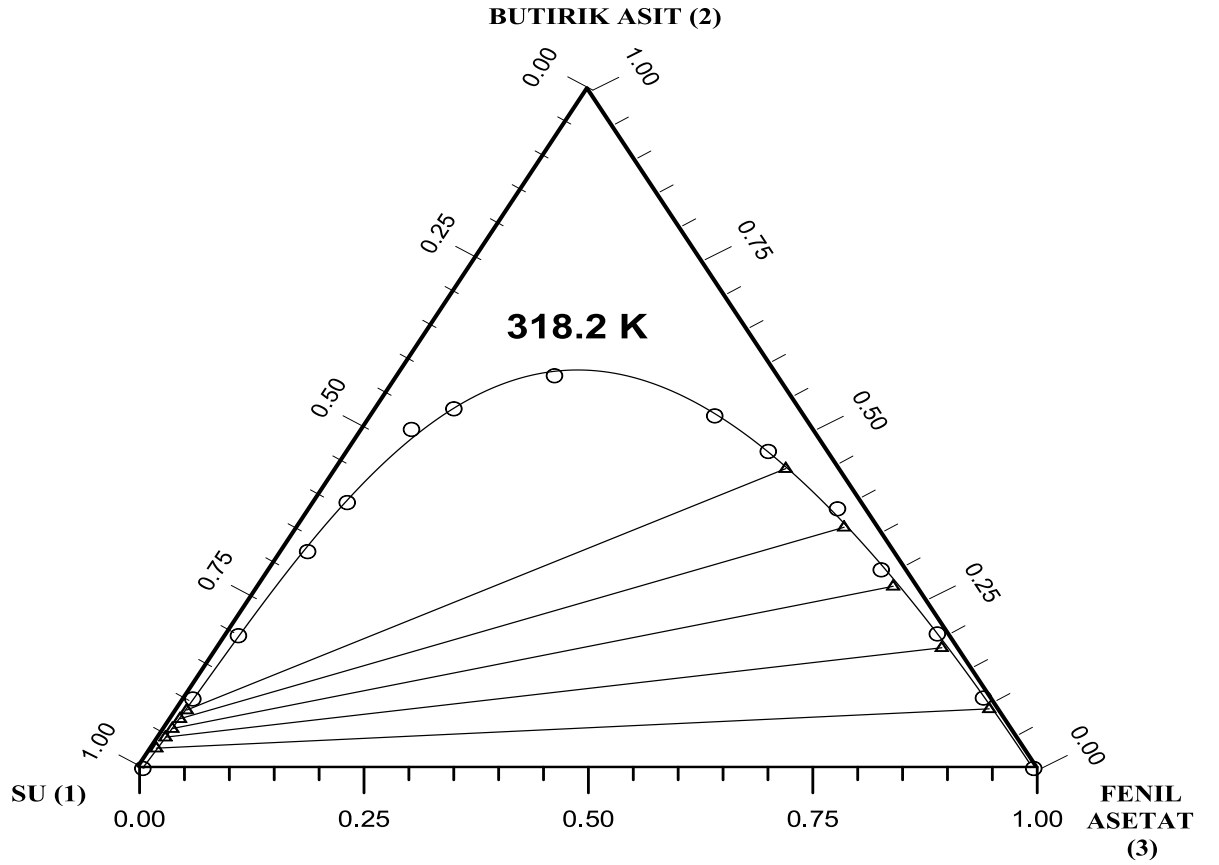
### 4.3.3. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemi, 318.2 K

Tablo 4. 29: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Eğrisi Verileri, 318.2 K

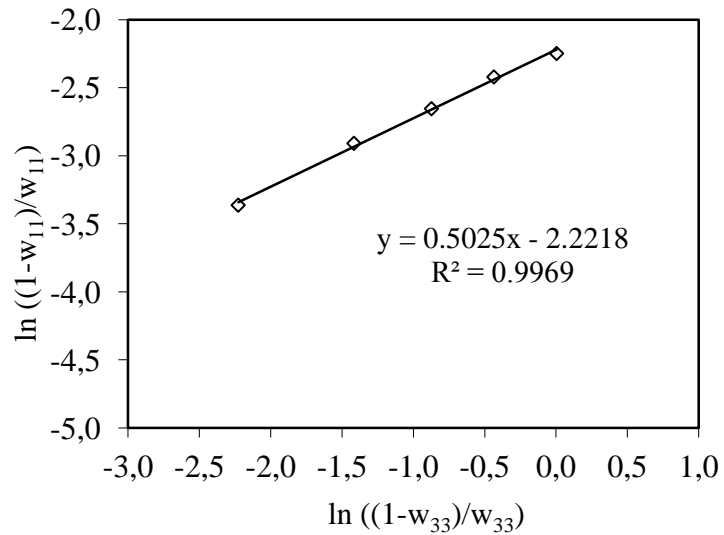
<b>w<sub>1</sub></b>	<b>w<sub>2</sub></b>	<b>w<sub>3</sub></b>
0.9964	0	0.0036
0.8894	0.1025	0.0081
0.7920	0.1958	0.0122
0.6529	0.3198	0.0273
0.5727	0.3921	0.0353
0.4471	0.4999	0.0530
0.3847	0.5303	0.0849
0.2483	0.5791	0.1727
0.1450	0.5070	0.3480
0.0993	0.5199	0.3808
0.0659	0.4674	0.4666
0.0311	0.3828	0.5860
0.0274	0.2929	0.6798
0.0121	0.1984	0.7895
0.0080	0.1038	0.8882
0.0039	0	0.9961

Tablo 4. 30: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Bağlantı Doğrusu Verileri, 318.2 K

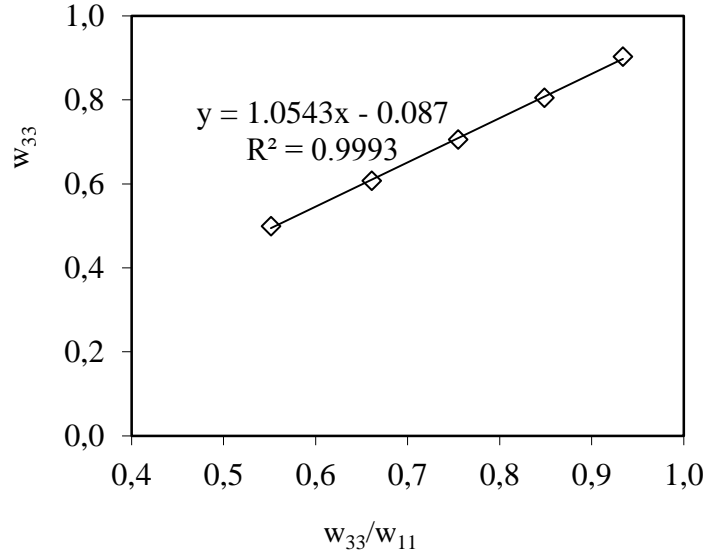
<b>w<sub>11</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>21</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>31</sub></b>	<b>sts</b>
0.9665	0.0007	0.0296	0.0004	0.0038	0.0007
0.9483	0.0009	0.0458	0.0008	0.0059	0.0015
0.9343	0.0016	0.0585	0.0007	0.0072	0.0010
0.9184	0.0005	0.0731	0.0010	0.0085	0.0009
0.9045	0.0013	0.0858	0.0003	0.0097	0.0011
<b>w<sub>13</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>23</sub></b>	<b>sts</b>	<b>w<sub>33</sub></b>	<b>sts</b>
0.0097	0.0010	0.0876	0.0006	0.9027	0.0007
0.0175	0.0013	0.1777	0.0012	0.8048	0.0021
0.0264	0.0017	0.2683	0.0013	0.7053	0.0018
0.0375	0.0006	0.3554	0.0017	0.6071	0.0011
0.0592	0.0018	0.4418	0.0006	0.4989	0.0023



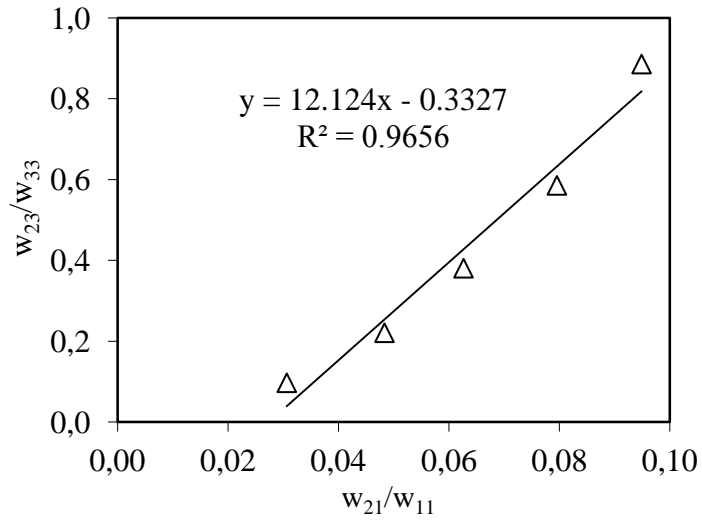
Şekil 4. 47: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemi Çözünürlük Diyagramı  
318.2 K, ○: çözünürlük eğrisi, Δ: bağlantı doğrusu



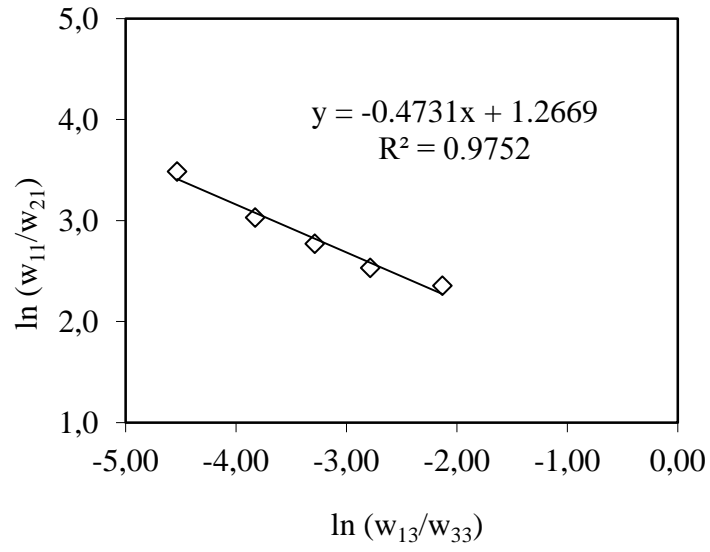
Şekil 4. 48: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki  
Othmer-Tobias Korelasyonu



Şekil 4. 49: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bachman Korelasyonu



Şekil 4. 50: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Hand Korelasyonu



Şekil 4. 51: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait 318.2 K'deki Bancroft Korelasyonu

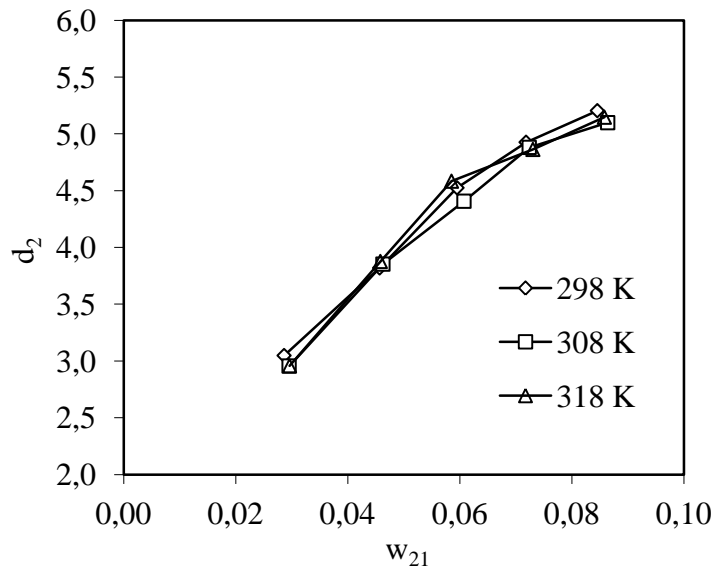
Tablo 4. 31: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Korelasyon Parametreleri, 318.2 K

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>sts</b>
<b>Othmer-Tobias</b>	0.5025	-2.2218	0.9969	0.0280
<b>Bachman</b>	1.0543	-0.0870	0.9993	0.0050
<b>Hand</b>	12.124	-0.3327	0.9656	0.0667
<b>Bancroft</b>	-0.4731	1.2669	0.9752	0.0807

#### 4.3.4. Su – Butirik Asit – Fenil Asetat Sistemlerinde Dağılım Katsayıları, Ayırma Faktörleri ve Seçicilik Değerleri

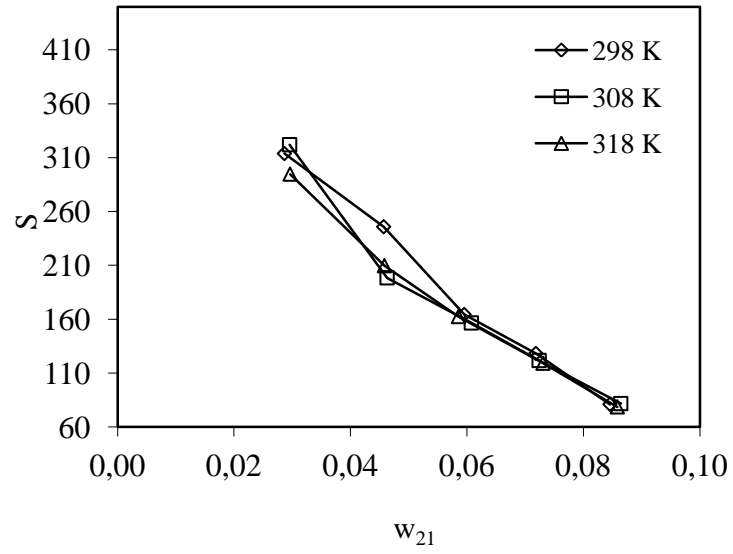
Tablo 4. 32: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Dağılım Katsayıları ve Ayırma Faktörleri

Sıcaklık	$d_1$	$d_2$	$S = (d_2 / d_1)$
<b>298.2 K</b>	0.010	3.05	314
	0.016	3.82	246
	0.028	4.52	164
	0.038	4.93	128
	0.064	5.20	81
<b>308.2 K</b>	0.009	2.96	322
	0.019	3.85	198
	0.028	4.41	157
	0.040	4.88	122
	0.062	5.10	82
<b>318.2 K</b>	0.010	2.96	295
	0.018	3.88	210
	0.028	4.58	162
	0.041	4.86	119
	0.065	5.15	79



Şekil 4. 52: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sisteminde Dağılım Katsayılarının Değişimi

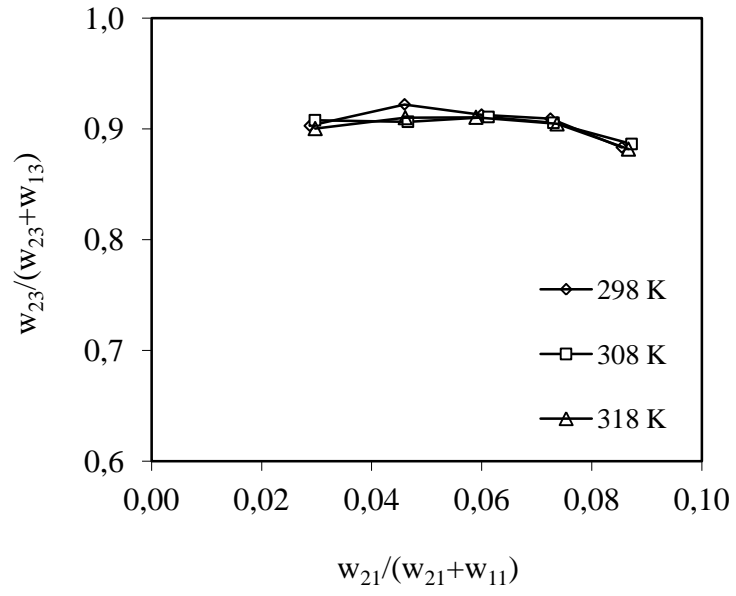




Şekil 4. 53: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sisteminde Ayırma Faktörlerinin Değişimi

Tablo 4. 33: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemine ait Seçicilik Değerleri

Sıcaklık	$w_{21}/(w_{21}+w_{11})$	$w_{23}/(w_{23}+w_{13})$	Seçicilik
<b>298.2 K</b>	0.0288	0.9028	31.38
	0.0460	0.9222	20.05
	0.0600	0.9129	15.22
	0.0725	0.9092	12.54
	0.0855	0.8833	10.33
<b>308.2 K</b>	0.0297	0.9079	30.57
	0.0466	0.9065	19.46
	0.0612	0.9108	14.87
	0.0731	0.9056	12.40
	0.0872	0.8864	10.16
<b>318.2 K</b>	0.0297	0.9003	30.27
	0.0461	0.9102	19.74
	0.0590	0.9105	15.44
	0.0737	0.9046	12.27
	0.0867	0.8818	10.17



Şekil 4. 54: Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) Sistemleri için Seçicilik Faktörleri

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Su(1) – Butirik Asit(2) – Metil Etil Keton(3) üçlü sistemine ait çözünürlük eğrisi verileri 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K için sırasıyla Tablo 4.1, Tablo 4.4 ve Tablo 4.7’de verilmiştir. Tablolardan görüldüğü gibi su, metil etil ketonda yaklaşık %14 oranında çözünmektedir. Metil etil ketonun sudaki çözünürlüğü ise yaklaşık %13 oranındadır.

Her üç sıcaklık için bağlantı doğruları verileri ise sırasıyla Tablo 4.2, Tablo 4.5 ve Tablo 4.8’de verilmiş olup bağlantı doğrularının hassaslığı her bir veri için standart sapmalar hesaplanarak tablolarda verilmiştir.

Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton (3) üçlü sisteminin her üç sıcaklık için grafikleri Şekil 4.1, Şekil 4.6 ve Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Bağlantı doğrularının güvenilirliğini test etmek için Othmer – Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları kullanılmıştır. Tablo 4.3’de bu korelasyonlara ait “a” ve “b” katsayıları ile “R<sup>2</sup>” değerleri verilmiştir. Ayrıca her korelasyon denklemi için standart sapmalar hesaplanmıştır. Bütün korelasyonlar için R<sup>2</sup>’nin 0.92’den büyük olduğu bulunmuştur.

Çalışılan sıcaklık aralıklarında üçlü sisteme ait denge verilerinde anlamlı bir değişim belirlenmemiştir.

Şekil 4.1, Şekil 4.6 ve Şekil 4.11’den görüldüğü gibi butirik asit, metil etil ketonda sudan daha büyük oranda çözülmüştür. Bu dağılma katsayısının 1’den büyük olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 4.10’da üçlü sisteme ait her üç sıcaklık için dağılma katsayıları (d) ve ayırma faktörleri (S) verilmiştir. Butirik asidin dağılma katsayısının (d<sub>2</sub>) 4.04 ile 5.12 arasında değiştiği bulunmuştur.

Butirik asidin ekstraksiyon etkinliği çözücünün ayırma faktörüyle (S) belirtilir. Ayırma faktörü çözücünün butirik asidi sudan ayırmasının bir göstergesidir. Ayırma faktörünün 1’den büyük olması (1.22 – 3.36 arasında) bu sistem için butirik asidin metil etil ketonla ekstraksiyonunun mümkün olduğu anlamına gelmektedir. Ayırma faktörü ve dağılma katsayıları heterojen bölgede değişkendirler.

Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) üçlü sistemine ait çözünürlük eğrisi verileri 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K için sırasıyla Tablo 4.12, Tablo 4.15 ve Tablo 4.18’de verilmiştir. Tablolardan görüleceği gibi suyun butil asetatta ki çözünürlüğü sıfıra çok yakındır. Benzer şekilde butil asetat da suda hemen hemen hiç çözünmemektedir.

Bu üçlü sisteme ait bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.13, Tablo 4.16 ve Tablo 19’da verilmiş olup bağlantı doğrusu verilerine ait standart sapmalar tablolarda gösterilmiştir. Her bir sıcaklık için sıvı-sıvı denge verileri Şekil 4.19, Şekil 4.24 ve Şekil 4.29’da verilmiştir.

Bağlantı doğrularının güvenilirliğini test etmek için Othmer – Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları için  $R^2$ ’nin 0.97’den büyük olduğu bulunmuştur.

Çalışılan sıcaklık aralıklarında üçlü sisteme ait denge verilerinde anlamlı bir değişim belirlenmemiştir.

Şekil 4.19, Şekil 4.24 ve Şekil 4.29’dan görüldüğü gibi butirik asit, butil asetat fazında su fazından daha fazla çözünmektedir.

Tablo 4.21’de her bir sıcaklık için dağılma katsayıları ve ayırma faktörleri verilmiştir. Butirik asidin dağılma katsayısı ( $d_2$ )’nin 5.34 ile 6.94 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Ayırma faktörünün ise 72.5 ile 409 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) üçlü sistemine ait çözünürlük eğrisi verileri 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K için sırasıyla Tablo 4.23, Tablo 4.26 ve Tablo 4.29’de verilmiştir. Her bir tablodan da görüleceği gibi su ve fenil asetatin karşılıklı çözünürlükleri hemen hemen sıfırdır.

Her bir sıcaklık için bağlantı doğrusu verileri Tablo 4.24, Tablo 4.27 ve Tablo 4.30’da verilmiştir. Tüm bağlantı doğrusu verileri için standart sapma değerleri hesaplanmış olup tablolarda gösterilmiştir.

Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) sistemine ait çözünürlük verilerine ait grafikler Şekil 4.37, Şekil 4.42 ve Şekil 4.47’de gösterilmiştir.

Bağlantı doğrularının geçerliliğini test etmek için Othmer-Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları kullanılmıştır. Ayrıca her bir korelasyona ait standart sapmalar hesaplanmış olup bütün korelasyonlar için  $R^2$ ’nin 0.94’ten büyük olduğu bulunmuştur.

Çalışılan üç sıcaklık için sıvı-sıvı denge verilerinin sıcaklıktan pratik olarak etkilenmedikleri belirlenmiştir.

Şekil 4.37, Şekil 4.42 ve Şekil 4.47'den görüldüğü gibi butirik asit, fenil asetat fazında su fazından daha fazla çözünmektedir.

Tablo 4.32'de üçlü sisteme ait üç farklı sıcaklıkta dağılma katsayıları ve ayırma faktörleri verilmiştir. Butirik asidin dağılma katsayılarının 2.96 ile 5.20 aralığında değiştiği bulunmuştur. Ayırma faktörlerinin ise 79 ile 322 arasında değiştiği bulunmuştur.

Bu tez çalışmasında; yaptığımız literatür taramasında çalışılmadığı tespit edilen, Su (1) – Butirik Asit (2) – Metil Etil Keton(3), Su (1) – Butirik Asit (2) – Butil Asetat (3) ve Su (1) – Butirik Asit (2) – Fenil Asetat (3) üçlü sistemlerinin 298.2 K, 308.2 K ve 318.2 K sıcaklıklarda sıvı-sıvı denge verileri deneysel olarak elde edilmiştir.

Bağlantı doğrularının güvenilirliğini test etmek için Othmer-Tobias, Bachman, Hand ve Bancroft korelasyonları uygulanmıştır. Bütün korelasyonlar için  $R^2$ 'nin 0.92'nin üzerinde olduğu bulunmuştur. Metil etil keton, butil asetat ve fenil asetat çözücülerini butirik asidin sulu çözeltilerinden ayrılmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Gerçekleştirilen tez çalışması SCI kapsamındaki dergilerde yayınlanıp uluslararası DATABANK'lardaki literatür boşluğunu dolduracak olup bundan sonraki çalışmalara katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

1. OTHMER, K., 1947 ,*Encyclopedia Of Chemical Technology*, Vol. 1, 139-147.
2. BİLGİN, M., KIRBAŞLAR, Ş.İ., ÖZCAN, Ö., DRAMUR, U., 2005, (Liquid+Liquid) Equilibria of (Water + Butyric Acid + Isoamyl Alcohol) Ternary System, *J. Chem. Thermodynamics*, 37, 297-303.
3. BİLGİN, M., 2006, Phase equilibria of liquid (water+butyric acid+ oleyl alcohol) ternary system, *Journal Of Chemical Thermodynamics*, 38, 1634-1639.
4. KIRBAŞLAR, Ş.İ., 2006, Liquid+liquid equilibria of the (water+butyric acid+ dodecanol) ternary system, *Journal Of Chemical Thermodynamics*, 38, 696-700.
5. ÇEHRELİ, S., ÖZMEN, D., TATLI, B., 2005, Liquid+liquid equilibria of the (water+propionic acid+diethyl phthalate) at several temperatures, *Journal Of Chemical Thermodynamics*, 37, 1144-1150.
6. ÇEHRELİ, S., ÖZMEN, D., TATLI, B., 2005, Liquid+liquid equilibria of the (water+propionic acid+dimethyl phthalate) at several temperatures, *Journal Of Chemical Thermodynamics*, 37, 837-842.
7. SEADER, J. D., HENLEY, E. J., 1998, *Separation Principles Process*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 0-471-58626-9.
8. SEVGİLİ, L.M., ŞENOL, A., AYDIN, A., 2000, Batarya Tipi Katı-Sıvı Ekstraksiyon Ünitesinde Kloroform Çözücü ile Çay Atıklarından Kafein Üretimi, *IV.Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 1015-1020.
9. BROWN, G.G., 1955, *Unit Operations*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 297
10. McCABE, L.W., SMITH, J.C., 1956, *Unit Operations of Chemical Engineering*, Mc-GRAW HILL Book Company Inc., New York, 586-587
11. OTHMER, K.,1980 , *Encyclopedia Of Chemical Technology*, Volume 9, 672-675.
12. ÇEHRELİ, S., 1994, *Asetik Asit-Su-Solvent Karışımı (Sikloheksil Asetat-Sikloheksanol) Sistemi Çözünürlük Dengesinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
13. TREYBALL R.E., 1963, *Mass Transfer Operations*, McGraw-Hill, Inc., New York,408-409.

14. BATIR D., 2004, *Su-Karboksilli Asit Çözücü Sistemlerinin Sıvı Sıvı Denge Verilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
15. TREYBALL, R.E., 1963, *Liquid Extraction*, 2nd Ed., McGRAW HILL Book Company Inc., New York
16. BERKEM RIZA, A., BAYKUT, S., BERKEM, M., 1994, *Fizikokimya*, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
17. ALDERS, L., 1955, *Liquid-Liquid Extraction*, Elsevier Pub. Co. Amsterdam.
18. KING, C.J., 1981, *Seperation processes*, McGRAW HILL, Inc.,USA, 37
19. YÜKSEL, S., 2003, *Karboksilli Asitlerin Seyreltik Sulu Ortamlardan Ekstraksiyonu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
20. SPALA, E.E., RICKER, L.N., 1982 Thermodynamic Model for Solvating Solutions with Physical Interactions, *Ind. Eng. Chem. Process Des.*, 21, 409–415
21. PERRY H.J.,1950, *Chemical Engineers Handbook*, Mc GRAW-HILL Publishing Company Ltd., New York, 718-727
22. BREUSCH, F.L., ULUSOY, E., 1981, *Genel Organik Kimya*, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 60.
23. ÖZERİŞ, S., 1993, *Temel Organik Kimya*, Fatih Yayınevi, İstanbul, 155.
24. OTHMER, K., 1947, *Encyclopedia Of Chemical Technology*, Volume 2, 693-697.
25. ZIGOVA, J., VANDAK, D., SCHLOSSER, S., STURDIK, E., 1996, Extraction Equilibria of Butyric Acid with Organic Solvents, *Separation Science and Technology*, 31, 2671-2684.
26. ARISOY, Ç., 2005, *Karboksilli Asitlerin Ekstraksiyonunda Çözücü Seçimi ve Sıvı-Sıvı Denge Verilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
27. Turner, C.F.; McCreery, J.W., 1981, *The Chemistry of Fire and Hazardous Materials*, Boston, Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc. pp. 118.
28. SERT, E., 2009, *Butyl Acetate Production by Reactive Distillation*, Doktora, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
29. March, J., 1992, *Advanced Organic Chemistry*, 4th Ed. J. Wiley and Sons, New York.

30. OTHMER, T.F., TOBIAS, P.E., 1942, *Tie-Line Corelation, Ind. Eng. Chemistry*, 34, 690.
31. BROWN, T.F., 1948, *Ind. Eng. Chemistry*, 40, 103.
32. HAND, D.B., 1930, *J. Phys. Chem.*, 34, 1961.
33. Zafarani-Moattar, M.T., Hosseinpour-Hashemi, V., 2012, (Liquid + liquid) equilibrium of the ternary aqueous system containing poly ethylene glycol dimethyl ether 2000 and tri potassium citrate at different temperatures, *Journal Of Chemical Thermodynamics*, 48, 75-83.



## ÖZGEÇMİŞ

### KAYHAN BAYAZIT

10.08.1987 tarihinde Tekirdağ'ın Çerkezköy ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi Çerkezköy Cumhuriyet İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimimi Hacı Fahri Zümbül Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2005 yılında ÖSYM tarafından yapılan üniversite giriş sınavı sonucunda İ. Ü. Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü'ne girmeye hak kazandım. 2008 yılı yaz döneminde stajımı BOSCH Sanayi ve Ticaret A. Ş.'de tamamladım. İ. Ü. Kimya Bölümü'nü 2009 yılında başarıyla tamamladım. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Temel İşlemler ve Termodinamik programında yüksek lisans eğitimime devam etmekteyim.

