T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORGANOJELLER ile ÇÖZÜCÜ KARIŞIMLARININ AYRILMASININ İNCELENMESİ

Aycan DİLEK

DANIŞMAN
Prof. Dr. Lutfullah M. SEVGİLİ

II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Selva ÇAVUŞ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Temel İşlemler ve Termodinamik Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 11.07.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Temel İşlemler ve Termodinamik Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Lutfullah M. SEVGİLİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Süheyla ÇEHRELİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Yavuz SALT
Yıldız Teknik Üniversitesi
Kimya-Metalurji Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 2604 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca, bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren ve yardımcı olan çok değerli hocalarım Sayın Prof.Dr. Lutfullah M. SEVGİLİ ve Prof.Dr. Selva ÇAVUŞ'a, gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan tüm Temel İşlemler ve Termodinamik Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca daima yanımda olan ve beni destekleyen başta babam Bektaş DİLEK ve annem Endam DİLEK olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2019 Aycan DİLEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **xxii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xxviii**
ÖZET ..... **xxxii**
SUMMARY ..... **xxxv**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. POLİMERLER 3
2.1.1. Uyarıya Duyarlı Polimerler 4
2.1.1.1.Sıcaklığa Duyarlı Jeller *5*
2.1.1.2. pH'a Duyarlı Jeller *6*
2.1.1.3.Elektriğe Duyarlı Jeller *7*
2.1.2.Organojeller 7
2.1.2.1. Organojellerin Genel Özellikleri *7*
2.1.2.2. Organojellerin sentezi *8*
2.1.2.3. DDMA ve NİPAM Organojelleri *10*
2.1.3.JELLERİN ŞİŞME KİNETİĞİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER 11
2.1.4.JELLERİN ŞİŞME KİNETİĞİNİN VE DİFÜZYON MEKANİZMALARININ İNCELENMESİ 12
2.1.4.1. Birinci Derece Kinetik Model *14*
2.1.4.2. İkinci Derece Kinetik Model *16*
2.2. ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRELERİ 16
2.2.1. TEK KOMPONENTLİ ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRESİ (HİLDEBRAND PARAMETRESİ) VE KOHESİF ENERJİ YOĞUNLUĞU 17
2.2.2.HANSEN ÜÇ-KOMPONENTLİ ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRELERİ 18
2.2.3. ATOMİK GRUP KATKI MODELİ İLE ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRESİ HESAPLANMASI 21
2.2.3.1. HOFTYZER- VAN KREVELEN (VKH) Çözünürlük Parametreleri *23*

2.2.3.2. HOY Çözünürlük Parametreleri *23*
2.2.4. Deneysel Verilerden Çözünürlük Parametresi Hesabı 25
2.2.4.1.GEE Çözünürlük Parametresi Hesabı *25*
2.4. BENZEN- TOLUEN 26
2.4.1. ANALİZ YÖNTEMLERİ 27
2.5. JELLERİN KULLANIM ALANLARI 29
2.5.1. DDMA POLİMERLERİNİN KULLANIM ALANLARI 30
2.5.2. NİPAM POLİMERLERİNİN KULLANIM ALANLARI 31
3. MALZEME VE YÖNTEM 32
3.1 KİMYASAL MADDELER 32
3.1.1. N-izopropilakrilamit (NİPAM) Monomeri 32
3.1.2. Dodesilmetakrilat (DDMA) Monomeri 33
3.1.3. Etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) Çapraz Bağlayıcısı 33
3.1.4. Azobisizobutironitril (AIBN) Başlatıcısı 34
3.1.5. Nitrobenzen 34
3.1.6. Toluen 35
3.1.7. Benzen 35
3.1.8. Limonen 36
3.1.9. Linalool 36
3.1.9. Diğer Çözücüler ve Özellikleri 37
3.2 CİHAZLAR 37
3.2.1. Kumpas 37
3.2.2. Hassas Terazi 37
3.2.3. Su Banyosu 38
3.2.4. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) 38
3.2.5. Gaz Kromatografisi (GC) 38
3.3. YÖNTEM 38
3.3.1. Poli(N-izopropilakrilamit-ko-dodesil metakrilat) Jellerinin Sentezi 38
4. BULGULAR 40
4.1. KARAKTERİZASYON 40
4.1.1. Sentezlenen Jellerin Bileşimi ve Jelleşme Oranları 40
4.1.2. Jellere Ait SEM Görüntüleri 40
4.1.3. Jellere Ait FT-IR Sonuçları 45
4.1.4.Sentezlenen Jelin Molekül Açık Formülü 47

4.1.3. Sentezlenen Jelin Farklı Çözücülerde Şişme Davranışının İncelenmesi.....47
4.1.4. Farklı Metotlar Kullanılarak Çözünürlük Parametresi Hesabı.....48
4.1.4.1.Çözünürlük Parametresi Hesapları.....49
4.1.5. Sentezlenen Jelin Farklı Sıcaklıklarda Şişme Davranışının İncelenmesi.....55
4.1.6. Benzen-Toluen Şişme Kinetikleri 60
4.1.7. Benzen-Toluen Ayırma Çalışmaları.....64
4.1.7.1. Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi 64
4.1.7.2. Karışımlardan benzenin ayrılması 66
4.1.7.3.Karışımlardan Toluenin Ayrılması.....106
4.1.8. Limonen-Linalool Şişme Kinetikleri.....149
4.1.9. Limonen- Linalool Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi.....153
4.1.9.1. Limonen-Linalool İkili Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi 153
4.1.9.2. Limonen-Linalool-Etanol Üçlü Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi 180
4.1.9.3. İkili ve Üçlü Karışımların Seçimliliklerinin Karşılaştırılması 181
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 182
KAYNAKLAR.....185
EKLER 192
ÖZGEÇMİŞ 193

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1 :N-izopropilakrilamit (NIPAM) molekülünün açık formülü…….....30
Şekil 3.2 :Dodesilmetakrilat (DDMA) molekülünün açık
Şekil 3.3 formülü…….…….....31
Şekil 3.4 :Etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) molekülünün açık
Şekil 3.5 formülü…..….31
Şekil 3.6 :Azobisizobutironitril (AIBN) molekülünün açık formülü ……...…….32
Şekil 3.7 :Nitrobenzen molekülünün açık formülü
Şekil 3.8 ……...…...……..32
Şekil 3.9 :Toluen molekülünün açık formülü
Şekil 3.10 …….…….....……...…..33
Şekil 4.1 :Benzen molekülünün açık formülü……..…….……...…….33
Şekil 4.2 :Limonen molekülünün açık formülü
Şekil 4.3 ……..…….……..34
Şekil 4.4 :Limonen molekülünün açık formülü
Şekil 4.5 ……..…….…..34
Şekil 4.6 :Sentezlenen jellerin disk halinde kesilmiş genel
Şekil 4.7 görünüşü.……..….37
Şekil 4.8 :80DDMA80NİPAM20 jeline ait SEM
Şekil 4.9 görüntüleri…….…….....39
:80DDMA20NIPAM15PEG jeline ait SEM görüntüleri …….....39
Şekil 4.10 :80DDMA20NIPAM10PEG jeline ait SEM görüntüleri …….....39
:80DDMA20NIPAM5PEG jeline ait SEM görüntüleri ……...……..40
Şekil 4.11 :90DDMA10NIPAM jeline ait SEM görüntüleri
…….……...……40
Şekil 4.12 :DDMA10NIPAM15PEG jeline ait SEM görüntüleri …….……..….40
Şekil 4.13 :90DDMA10NIPAM10PEG jeline ait SEM görüntüleri …….…...…...41
Şekil 4.14 :90DDMA10NIPAM5PEG jeline ait SEM görüntüleri …….……..…..41
:Farklı oranlarda PEG içeren 80DDMA20NIPAM jelinin FTIR
Şekil 4.15 sonuçları……..42
:Farklı oranlarda PEG içeren 90DDMA10NIPAM jelinin FTIR sonuçları
Şekil 4.16 ……42
:80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin
Şekil 4.17 görünüşleri……....43
:Sentezlenen DDMA-NİPAM kopolimerinin açık formülü
Şekil 4.18 …..…….....44
:Gee metoduna göre elde edilen grafik
Şekil 4.19 ……..…….....……53
:DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin benzen
Şekil 4.20 içinde farklı sıcaklıklarda şişme
değerleri…….….54
: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin toluen

Şekil 4.21 içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri …….……..…….....55
Şekil 4.22 **:** DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin limonen içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri
Şekil 4.23 …….……..…….…..55
Şekil 4.24 **:** DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin n-Oktan içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri …….……..……...56
Şekil 4.25 **:** DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin Siklohekzan içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri
Şekil 4.26 …….…....56
Şekil 4.27 **:** Farklı çözücüler içindeki DDMA80NİPAM20PEG10 jelinin farklı sıcaklıklarda şişme değerleri …….……..……...57
Şekil 4.28 **:** Farklı çözücüler içindeki DDMA80NİPAM20 jelinin farklı sıcaklıklarda şişme değerleri …….…….....57
Şekil 4.29 **:** DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin benzen içinde şişme kinetiği …….……..…….…...60
Şekil 4.30 **:** DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin toluen içinde şişme kinetiği …….……..…….…...60
Şekil 4.31 **:** 80DDMA20NIPAM jelinin benzen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri
Şekil 4.32 …….……..…….....61
Şekil 4.33 **:** 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin benzen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri …….……....61
Şekil 4.34 **:** 80DDMA20NIPAM jelinin toluen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri …..…….……..…...61
Şekil 4.35 **:** 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin toluen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri …..…….……..62
Şekil 4.36 **:** Ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminin şematik olarak gösterimi ……..…….…….…….....63
Şekil 4.37 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi …….…….……64
Şekil 4.38 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktar değişimi……..……...…….…….…….....65
Şekil 4.39 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi……..…….…....65
Şekil 4.40 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jel içindeki toplam miktar değişimi……..…...…….…….…..…...66
Şekil 4.41 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jeldeki benzen miktarı değişimi……..…….…….…..…...66
Şekil 4.42 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jeldeki su miktarı değişimi……..…….…….…..…...66
Şekil 4.43 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi……...……..…….……...67
: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri

Şekil 4.44 değişimi……..……..…….....…...67
Şekil 4.45 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi……..…….…….……...…...67
Şekil 4.46 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için % kümülatif absorpsiyon değişimi ……...……..…….……...…...68
Şekil 4.47 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği…….....….....69
Şekil 4.48 **:** 50 ppm benzen çözelitisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği ….....…...69
Şekil 4.49 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği …….....70
Şekil 4.50 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……..……. ……...70
Şekil 4.51 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.52 karşılaştırılması…….....70
Şekil 4.53 **:**50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……..….....71
Şekil 4.54 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği …….....72
Şekil 4.55 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği …….....72
Şekil 4.56 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği …….....72
Şekil 4.57 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.58 karşılaştırılması ……..…….…….....73
Şekil 4.59 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……..…….…….....73
Şekil 4.60 **:** 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.61 karşılaştırılması……...…….…….....73
Şekil 4.62 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişim …….....74
Şekil 4.63 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktari değişimi…..……...…….....75
: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi ……..……...…….....75
Şekil4.64 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen miktarı değişimi……..…….....76
: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi……..…….....76
: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı

Şekil 4.65 değişimi ……..……..…….....77
Şekil 4.66 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi……..……..…….....77
Şekil 4.67 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi……..……..……..….....77
Şekil 4.68 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi……..……..……..…….....78
Şekil 4.69 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için % kümülatif absorpsiyon……78
Şekil 4.70 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği…….……....79
: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği ……...……....80
Şekil 4.71 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği ..……..…..……....80
Şekil 4.72 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması
Şekil 4.73 ..……..……..…....80
Şekil 4.74 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması..……81
Şekil 4.75 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.76 karşılaştırılması....……...81
Şekil 4.77 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği……...….....82
Şekil 4.78 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği
Şekil 4.79 ……...…….....….....82
Şekil 4.80 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği ……...…....83
Şekil 4.81 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik
Şekil 4.82 model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.83 karşılaştırılması…….....83
Şekil 4.84 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması….....83
Şekil 4.85 **:** 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması….....84
Şekil 4.86 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi……..…….....84
: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen

Şekil 4.87 miktarı değişim grafiği ……..……...…....85
Şekil 4.88 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su mıktarı değişim grafiği ……...……...……...….....85
Şekil 4.89 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi grafiği ……..……...……...…...….....86
Şekil 4.90 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen mıktar değişimi grafiği ……..……...……...…...….....86
: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su mıktar değişimi grafiği ...…...……...……...….....86
Şekil 4.91 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi ……..…….……...……....87
Şekil 4.92 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi
Şekil 4.93 ……..…….……...……....……....87
Şekil 4.94 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi ……...……..……...…….....87
: 250 ppm benzen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon değişimi 88
Şekil 4.95 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği …….....89
Şekil 4.96 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)]
Şekil 4.97 grafiği…..……..……..…..89
Şekil 4.98 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması
Şekil 4.99 ……..…….…….…..90
Şekil 4.100 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.101 karşılaştırılması …….……90
Şekil 4.102 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği …….……...….……91
Şekil 4.103 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği ..……...….……91
Şekil 4.104 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği..……...….……92
Şekil 4.105 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……...……..……...…….....…….92
Şekil 4.106 **:** 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ...……...92
Şekil 4.107 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi…….....93
Şekil 4.108 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişim grafiği ……...……...……...…..93
: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği ……...……...…….....94

Şekil 4.109 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi ……..……...……...…..94
Şekil 4.110 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen miktarı değişimi ……..……...……...…..95
Şekil 4.111 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi……...……95
Şekil 4.112 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi …….....…….....95
Şekil 4.113 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi …….……..96
Şekil 4.114 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi ……...……96
Şekil 4.115 **:** 450 ppm benzen çözeltisi için %kümülatif absorpsiyon grafiği ….....96
Şekil 4.116 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği …….....98
Şekil 4.117 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği …….....98
Şekil 4.118 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği …….....98
Şekil 4.119 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……...99
Şekil 4.120 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……...99
Şekil 4.121 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği……..……...100
Şekil 4.122 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği
Şekil 4.123 ……...……....100
Şekil 4.124 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği
Şekil 4.125 …….……...….……...101
Şekil 4.126 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……101
Şekil 4.127 **:** 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması…….....101
Şekil 4.128 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında çözelti içindeki benzen konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi …….....102
Şekil 4.129 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jel içindeki benzen miktarının zamana bağlı değişim grafiği…….…….…….....102

Şekil 4.130 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jellerin şişme değerleri……..103
Şekil 4.131 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi …….....105
Şekil 4.132 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişimi
Şekil 4.133 ……..……...…….……...….....105
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi ……..…….……...….....105
Şekil 4.134 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi ……..…….……...….....106
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı
Şekil 4.135 değişimi ……..…….……...….....106
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi…….107
Şekil 4.136 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi …….107
Şekil 4.137 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi …….107
Şekil 4.138 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi …….108
Şekil 4.139 **:** 50 ppm toluen çözeltisi için %kümülatif absorpsiyon ……...108
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik
Şekil 4.140 hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği
...…….109
Şekil 4.141 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği
Şekil 4.142 …….110
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik
Şekil 4.143 hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği
……..110
Şekil 4.144 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.145 karşılaştırılması ..……..110
Şekil 4.146 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.147 karşılaştırılması…...…….111
: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model
Şekil 4.148 ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.…..….111
Şekil 4.149 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği……..…..…....….112
Şekil 4.150 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği
……...……...….112
Şekil 4.151 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği
..…….……..……...….113

Şekil 4.152 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.153 karşılaştırılması ……....113
Şekil 4.154 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……...….113
Şekil 4.155 **:** 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması..…….....….114
Şekil 4.156 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi..…...……..115
Şekil 4.157 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen miktarı değişim grafiği……..……..……..115
Şekil 4.158 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği ……..…...……...……...……..115
Şekil 4.159 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi ……..……..…...……...……..116
Şekil 4.160 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi ……..……..…...……...……..116
Şekil 4.161 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişim grafiği ……..……..…...……..……..117
Şekil 4.162 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi
Şekil 4.163 ……..……..….....……....117
Şekil 4.164 **:** 100 ppm tolüen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi ……..……..…...……..117
Şekil 4.165 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi ……...……..……..……..118
: 100 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği …....118
Şekil 4.166 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği
Şekil 4.167 …….....119
Şekil 4.168 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği
Şekil 4.169 ……..……...120
Şekil 4.170 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği ……..120
Şekil 4.171 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……..…..120
Şekil 4.172 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……..…….....121
Şekil 4.173 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……..…...…..121

Şekil 4.174 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 **Şekil 4.175** grafiği……..……..…..…..…..122
Şekil 4.176 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği ……..……..……..122
Şekil 4.177 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği ……..……..……..123
Şekil 4.178 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması…….123
Şekil 4.179 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması….....123
Şekil 4.180 **:** 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile **Şekil 4.181** karşılaştırılması….....124
Şekil 4.182 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi …….….....125
Şekil 4.183 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen miktar değişim grafiği …….....125
Şekil 4.184 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği ……..…….....125
Şekil 4.185 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi ……..…….....126
Şekil 4.186 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi ……...……...…….....126
Şekil 4.187 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi …….…….....127
Şekil 4.188 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri **Şekil 4.189** değişimi…….…….....127
Şekil 4.190 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi……...…….....127
Şekil 4.191 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi……...…….....128
Şekil 4.192 **:** 250 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği ...….128
Şekil 4.193 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği…….…….....129
Şekil 4.194 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği ……..…….....130
Şekil 4.195 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği ..…..…….....130
: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik

Şekil 4.196 model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması…….....130
Şekil 4.197 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile
Şekil 4.198 karşılaştırılması ……...…....131
Şekil 4.199 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……...…....131
Şekil 4.200 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği ……..…….....132
: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği …….…….…….....132
Şekil 4.201 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği ..…….…….…….....133
Şekil 4.202 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan tolüene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması…….…133
Şekil 4.203 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması…….....133
Şekil 4.204 **:** 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……....134
Şekil 4.205 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi ……...…...134
Şekil 4.206 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen
Şekil 4.207 miktarı değişimi ……...……..…….....…...135
Şekil 4.208 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi ……...……...……...…...135
Şekil 4.209 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi ……...…….....……...…...136
Şekil 4.210 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi ……...……...……...…...136
Şekil 4.211 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi ……...…….....……...…...137
Şekil 4.212 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi…….……...……...…...137
: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi ……...……...……...…...137
Şekil 4.213 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi…….……...……...…...138
: 450 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği …...138
Şekil 4.214 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği …….....139
Şekil 4.215 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği …….....140

Şekil 4.216 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t- ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği ..…….140
Şekil 4.217 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluen şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.…….....140
Şekil 4.218 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suyun şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.…….....141
Şekil 4.219 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.……...……141
Şekil 4.220 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği……...……..142
Şekil 4.221 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği ……..…..143
: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği ……..……....143
Şekil 4.222 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluen şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması……...…..143
Şekil 4.223 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suyun şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……....144
Şekil 4.224 **:** 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması ……....144
Şekil 4.225 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında çözelti içindeki toluen konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi……...145
Şekil 4.226 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jel içindeki toluen miktarının zamana bağlı değişimi…….…..145
Şekil 4.227 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jellerin şişme değerlerinin değişimi …….....146
Şekil 4.228 **:** Limonen şişme kinetiği …….…….....149
: Linalool şişme kinetiği …….…….....149
Şekil 4.229 **:** 80DDMA20NIPAM limonen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri …….....150
Şekil 4.230 **:** 80DDMA20NIPAM10PEG limonen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri…….....150
Şekil 4.231 **:** 80DDMA20NIPAM linalool içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri ……..…….....150
: 80DDMA20NIPAM10PEG linalool içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri……..……...……..…….....151

Şekil 4.232 **:** 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi…….……...…….....152
Şekil 4.233 **:** 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi…….……...…….....153
Şekil 4.234 **:** 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı seçicilik değerleri ……..…….....153
Şekil 4.235 **:** 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı dağılma katsayısı
Şekil 4.236 değerleri…..…….....154
: 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı dağılma
Şekil 4.237 katsayısı
değerleri…..…….....155
: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli
Şekil 4.238 ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……..….....156
: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli
Şekil 4.239 ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……..….....156
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili
Şekil 4.240 karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı seçicilik değerleri
…….....157
Şekil 4.241 **:** 90DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı
Şekil 4.242 dağılma katsayısı
değerleri……157
Şekil 4.243 **:** 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı şişme
Şekil 4.244 değerleri……....158
: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile
Şekil 4.245 ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi…...…….……....159
Şekil 4.246 **:** 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının
Şekil 4.247 zamana karşı değişimi……..…….……....159
: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı
Şekil 4.248 ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı seçicilik değerleri…….……...……....160
Şekil 4.249 **:** 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı dağılma
Şekil 4.250 katsayısı
değerleri…….……...160
: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı şişme değerleri

……...…….…...161
: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……..……..…….…...162
: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi …….…...163
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik
değerleri…….…….....163
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı
değerleri……164
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri……....165
: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……....166
: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi…….……....166
: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri ……...…....167
: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı
değerleri…….....167
: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri ……..……....168
: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……....169
: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAMPEG jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi ……..…….....170
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri …...…….....170
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı
değerleri……171

: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri……..…..172
: DDMA80NIPAM20 jelinin limonen - linalool karışımları içindeki şişme kinetiklerinin karşılaştırması ……..……..172
: DDMA80NIPAM20PEG10 jelinin limonen – linalool karışımları içindeki şişme kinetiklerinin karşılaştırılması…….……...……..173
: 90\10 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı ……..…….…..173
: 80\20 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı ……..……...174
: 70\30 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı ……..……...174
: Tüm çözelti karışımları içinde DDMA80NIPAM20 jellinin absorpladığı limonen-linalool miktarları……...175
: Tüm çözelti karışımları içinde DDMA80NIPAM20PEG10 jellinin absorpladığı limonen-linalool miktarları …….….175
: 90\10 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı ……..……176
: 80\20 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı..……..176
: 70\30 karışımı içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı..……..…..…..177

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 **:** Uyarıya duyarlı polimerlerin etkilendiği çevresel uyaranlar ve bu uyaranların gruplandırılması..……...4
Tablo 3.1 **:** Polimerlerin sentezinde kullanılan kimyasallar ve özellikleri……..…30
Tablo 3.2 **:** NIPAM kimyasalının özellikleri ……...…….....31
Tablo 3.3 **:** DDMA kimyasalının özellikleri
Tablo 3.4 ……..…….…….....32
Tablo 3.5 **:** Nitrobenzen kimyasalının özellikleri ……...…….…….....32
Tablo 3.6 **:** Toluen kimyasalının özellikleri
Tablo 3.7 ……...…….....33
Tablo 3.8 **:** Benzen kimyasalının özellikleri
Tablo 3.9 …….....33
: Limonen kimyasalının özellikleri …….…….....34
Tablo 3.10 **:** Linalool kimyasalının özellikler…….....34
Tablo 4.1 **:** Jellerin şişme özelliğinin incelenmesinde kullanılan diğer çözücülere ait özellikler
Tablo 4.2 …….....….....35
: Sentezlenen jellerde kullanılan kimyasallar ve miktarları…….....37
Tablo 4.3 **:** Deneme çalışmaları sırasında sentezlenen jellerin bileşenleri ve sentezlenen jellere ait jelleşme
Tablo 4.4 oranları…….....…….38
: Jellerin benzen ve tolüen içindeki şişme oranları ve jellere ait jelleşme
Tablo 4.5 yüzdeleri ……...……...….....43
: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin farklı
Tablo 4.6 çözücülerde şişme oranları……...…….....44
: Jellerin şişmesinde kullanılan farklı çözücülerin çözünürlük parametreleri……...…….....45
Tablo 4.7 **:** Jellerin şişmesinde kullanılan bazı çözücülerin VKH metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri …….…….....47
: EGDMA hesaba katılmadan VKH metodu ile hesaplanan polimer
Tablo 4.8 çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri …….....48
Tablo 4.9 **:** EGDMA hesaba katılarak,VKH metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri …….....48
Tablo 4.10 **:** Jellerin şişmesinde kullanılan farklı çözücülerin HOY metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri…….....49
: EGDMA hesaba katılmadan, Hoy metodu ile hesaplanan polimer
Tablo 4.11 çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri ….…….....50
Tablo 4.12 **:** EGDMA hesaba katılarak, Hoy metodu ile hesaplanan polimer

çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait
Tablo 4.13 polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri ….…….....51
Tablo 4.14 **:** Jellerin şişmesinde kullanılan bazı çözücülerin Gee metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri ….…….....52
Tablo 4.15 **:** DDMA80NİPAM20 jelinin farklı çözücüler içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri…….....53
Tablo 4.16 **:** DDMA80NİPAM20PEG10 jelinin farklı çözücüler içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri …….....54
Tablo 4.17 **:** DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin benzen içinde şişme kinetiği değerleri …….....58
Tablo 4.18 **:** DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin toluen içinde şişme kinetiği değerleri …….....59
Tablo 4.19 **:** 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi …….....64
Tablo 4.20 **:** 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi …….....65
Tablo 4.21 **:** 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları …….....68
Tablo 4.22 **:** 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar……..…….....68
Tablo 4.23 **:** 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları……..….....69
Tablo 4.24 **:** 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik
hesaplar……...…….....71
Tablo 4.25 **:** 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar …….....71
Tablo 4.26 **:** 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi ……....74
Tablo 4.27 **:** 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi …….....75
Tablo 4.28 **:** 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon
Tablo 4.29 katsayıları…….....78
Tablo 4.30 **:** 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik
hesaplar…….....79
Tablo 4.31 **:** 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları…….....79
Tablo 4.32 **:** 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar
Tablo 4.33 ……..……..…….....81
Tablo 4.34 **:** 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar …….....82
Tablo 4.35 **:** 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi …….....84
Tablo 4.36 **:** 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi …….....85

Tablo 4.37 **:** 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları…….…….…….....88
Tablo 4.38 **:** 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar..……..…….
Tablo 4.39 …….....88
Tablo 4.40 **:** 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları……..……. 89
Tablo 4.41 **:** 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden difüzyon katsayıları……..….....90
Tablo 4.42 **:** 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar …….....91
Tablo 4.43 **:** 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının
Tablo 4.44 değişimi.....93
Tablo 4.45 **:** 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi …….…….....94
Tablo 4.46 **:** 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları …….....97
Tablo 4.47 **:** 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik
hesaplar…….……..…….....97
Tablo 4.48 **:** 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.…….…….....97
Tablo 4.49 **:** 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik
Tablo 4.50 hesapları.……..…….....99
Tablo 4.51 **:** 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.…….....100
Tablo 4.52 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltileri için jellerin ve çözeltilerin denge konsantrasyonları….....103
Tablo 4.53 **:** 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jeller için hesaplanan difüzyon
Tablo 4.54 katsayıları ……..…….....104
Tablo 4.55 **:** 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi …….....104
Tablo 4.56 **:** 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi …….....106
Tablo 4.57 **:** 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları …….....108
Tablo 4.58 **:** 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar…….…….....109
Tablo 4.59 **:** 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon
Tablo 4.60 katsayıları……..…….....109

Tablo 4.61 **:** 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar …….....111
Tablo 4.62 **:** 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar …….……..…….....112
Tablo 4.63 **:** 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi …….....114
Tablo 4.64 **:** 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi…..…….....116
Tablo 4.65 **:** 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları …..…….....118
Tablo 4.66 **:** 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar…..……..…..…….....119
Tablo 4.67 **:** 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları…..……..…….....119
Tablo 4.68 **:** 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik
Tablo 4.69 hesaplar…..…….....121
Tablo 4.70 **:** 100 ppm toleun-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar …..…….……..…….....122
Tablo 4.71 **:** 250 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi …..…….....124
Tablo 4.72 **:** 250 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi ……..……..…….....126
Tablo 4.73 **:** 250 ppm toleun-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları ……..…….....128
Tablo 4.74 **:** 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar……..…….....129
Tablo 4.75 **:** 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları…….....129
Tablo 4.76 **:** 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik
hesaplar……..…….....131
Tablo 4.77 **:** 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden katsayılar……..……..…….....132
Tablo 4.78 **:** 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi…….....134
Tablo 4.79 **:** 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi …..…….....136
Tablo 4.80 **:** 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları
Tablo 4.81 ……..…….....138
Tablo 4.82 **:** 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar……..…….....139
Tablo 4.83 **:** 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları…….....139
Tablo 4.84 **:** 450 ppm toluenn-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar……..…….....141

Tablo 4.85 : 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar…….....142
Tablo 4.86 : 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltileri için jellerin ve çözeltilerin denge konsantrasyonları 146
Tablo 4.87 : 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltileri içinde yer alan jeller için hesaplanan difüzyon katsayıları …….....146
Tablo 4.88 : 80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin limonen içinde şişme kinetiği …….....147
Tablo 4.89 : 80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin linalool içinde şişme kinetiği …….....148
Tablo 4.90 : 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….....152
Tablo 4.91 : 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği …….....153
Tablo 4.92 : 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri ……...….....154
Tablo 4.93 : 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….....155
Tablo 4.94 : 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği...156
Tablo 4.95 : 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri…….....157
Tablo 4.96 : 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….…….…….....158
: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….……...159
Tablo 4.97 : 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri …….……...161
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….…….....162
: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği …….....163
: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri …….....164
: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi …….…….....165
: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği …..…....166
: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri …….....168
: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi ……..….....169
: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği...170
: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri …….....171
: limonen-linalool-etanol üçlü karışımlarının ayrılmasında

DDMA80NIPAM20 ve DDMA80NIPAM20PEG10 jellerine ait dağılma katsayıları ve seçicilik değerleri……..……..…....177
: ikili ve üçlü karışımların ayrılması sırasında DDMA80NIPAM20 ve DDMA80NIPAM20PEG10 jelleri için hesaplanan seçicilik denge değerlerinin karşılaştırılması ……..……..…....178

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
$\mathbf{M_t}$	: Denge şişme değeri
$\mathbf{W_s}$	: Şişen jelin ağırlığı
$\mathbf{W_d}$	: Kuru jel ağırlığı
$m_{i,s}$	: t anında solvent karışımındaki i komponentinin miktarı
F	: Fickian difüzyon katsayısı
m_T	: Gravimetrik olarak hesaplanmış toplam solvent miktarı
$w_{i,s}$	: i komponentinin çözücü karışımı içindeki kütle fraksiyonu
$m_{i,jel}$	: t anında jelin absorbladığı i komponenti miktarı
$m_{i,s,0}$	: t=0 anında çözücü karışımında bulunan i komponenti miktarı
k	: Polimerin ağ yapısına bağlı bir parametre olan şişme katsayısı
n	: Jeldeki çözücü difüzyonunu temsil eden karakteristik şişme katsayısı
D	: Jel diski içindeki efektif difüzyon katsayısı
L	: Jel diskinin kalınlığı
$\mathbf{M_\infty}$	: Denge durumunda absorplanan toplam çözücü miktarı
$\mathbf{k_1}$	: Birinci derece sabiti
$\mathbf{k_2}$	: İkinci derece sabiti
CED	: Kohesif enerji yoğunluğu
$\Delta\mathbf{E_i^v}$	: Buharlaşan türlerin enerjisi
$\boldsymbol{\delta_i}$	: Tek komponentli çözünürlük parametresi
$\mathbf{V_i}$	: Tek komponentli çözünürlük parametresinde birim hacim

$\mathbf{V}$: Karışımın hacmi

$\mathbf{V_i}$: i bileşeninin molar hacmi

$\mathbf{\Phi_i}$: Karışımdaki i bileşeninin hacim fraksiyonu

$\mathbf{\Delta E_v}$: Buharlaşma enerjisindeki toplam değişim

$\mathbf{\Delta E_h}$: Hidrojen bağları enerjisi

$\mathbf{\Delta E_p}$: Dipol etkileşimler enerjisi

$\mathbf{\Delta E_d}$: Dispersif kuvvetler enerjisi

$\mathbf{\delta_t}$: Toplam çözünürlük parametresi

$\mathbf{\Delta E_v}$: Buharlaşma enerjisindeki toplam değişim

$\mathbf{^{ij}R}$: Belli konumdaki i sıvısının kürenin merkezine uzaklığı

$\mathbf{^{j}R}$: Yarıçap etkileşimi

$\mathbf{\Delta e_j}$: j grubunun buharlaşma enerjisi katkısı

$\mathbf{n_j}$: Moleküldeki j tipi grup sayısı

$\mathbf{F_j}$: Molar çekim sabiti

$\mathbf{\rho_p}$: Polimer yoğunluğu

$\mathbf{M_i}$: Polimerin molekül ağırlığı

$\mathbf{\delta_i}$: Grup katkı hesaplarında tekrar eden polimer grubu

$\mathbf{F_d}$: Molar çekim sabitinin dipersif komponenti

$\mathbf{T_b}$: Kaynama sıcaklığı

$\mathbf{T_{cr}}$: Kritik sıcaklık

$\mathbf{M}$: Molekül ağırlığı

$\mathbf{\rho}$: Yoğunluk

$\mathbf{\alpha}$: Hoy metoduna göre toplam kohezyon parametresi

$\mathbf{\Delta_T^P}$: Polimer zincirinin bir kısmında tekrarlanan birimler için toplam sabit

$\sum_z {}^zV_g$: Tekrar eden monomer birimlerinin toplam grup molar hacim sabiti

α^* : Polimer zincirini birleştirme sayısı

$\delta_{polimer}$: Çapraz bağlı bir polimerin çözünürlük parametresi

$\delta_{solvent}$: Solventin çözünürlük parametresi

Q : Gee eşitliğinde şişme oranı

$Q_{maksimum}$: Gee eşitliğinde maksimum şişme oranı

α : Gee eşitliği sabiti

Kısaltmalar	**Açıklama**
DDMA	: Dodesil metakrilat
NIPAM	: *N*-izopropil akrilamid
EGDMA	: Etilen glikol dimetakrilat
PEG	: Poli etilen glikol
AIBN	: Azobisizobutironitril
SEM	: Taramalı elektron mikroskopu
FT-IR	: Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi
DSC	: Diferansiyel taramalı kalorimetri cihazı
TGA	: Termagravimetri cihazı
LCST	: Alt kritik çözelti sıcaklığı
UCST	: Üst kritik çözelti sıcaklığı
BTEX	: Benzen-tonuen-etilbenzen-ksilen
GC-FID	: Gaz kromatografisi-alevli iyon dedekte sistemi
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
PMMA	: Polimetil metakrilat
PDDMA	: Poli dodesil metakrilat

PODMA : Polioktadesil metakrilat

LLE : Sıvı-sıvı ekstraksiyonu

SPE : Katı faz ekstraksiyonu

SPME : Katı faz mikroekstraksiyonu

LPEM : Tek basamak ekstraksiyonu

DLLME : Dispersiv sıvı-sıvı mikroekstraksiyonu

HLLE : Homojen sıvı-sıvı ekstraksiyonu

CPE : Bulanıklaşma noktası ekstraksiyonu

USAE : Ultrasonik destekli emülsifikasyon

ÖZET

ORGANOJELLER ile ÇÖZÜCÜ KARIŞIMLARININ AYRILMASININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aycan DİLEK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Lutfullah M. SEVGİLİ

II. Danışman : Prof. Dr. Selva ÇAVUŞ

Bu çalışmada, farklı oranlarda dodesil metakrilat (DDMA) ve *N*-izopropil akrilamid (NIPAM) monomerlerinden sentezlenmiş olan kopolimerleri kullanarak çeşitli çözücülerdeki şişme davranışları ile çözücü karışımlarının ayrılması incelenmiştir. Sentezlenen kopolimerlerde gözenekliliği artırmak amacıyla farklı oranlarda PEG600 kullanılmıştır. Serbest radikal polimerizasyonu mekanizmasına göre sentezlenen jellerde çapraz bağlayıcı olarak etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), başlatıcı olarak azobisizobutironitril (AIBN) kullanılmıştır. Jeller hazırlanırken toplam başlangıç monomer konsantrasyonu 2M olarak sabit tutulmuştur. Toplam monomer konsantrasyonu molce %1 başlatıcı (AIBN) , %1 çapraz bağlayıcı (EGDMA) içermektedir. Jeller 5 ml etanol içerisinde hazırlanmıştır. Farklı oranlarda monomer ve PEG bileşimli hazırlanan jellerin benzen ve toluen içerisindeki zamana bağlı şişme davranışları incelenmiştir. En yüksek şişme oranına sahip olan jeller , %80

DDMA+%20 NIPAM+%10PEG içeren jel ile %80 DDMA+%20 NIPAM jeli olarak belirlenmiş ve çalışmalara bu iki jel ile devam edilmiştir.

%80 DDMA+%20 NIPAM+%10PEG ile %80 DDMA+%20 NIPAM jellerinin karakterizasyonu SEM ve FT-IR yöntemleri ile belirlenmiştir.

Sentezlenen jellerin organojel olma özelliğinden dolayı, sudaki benzen ve toluen absorplama kapasitesine ait çalışmaların yanında, jellerin farklı çözücüler içindeki şişme davranışları da belirlenmiştir. Her bir çözücüye ait çözünürlük parametresi, grup katkı terimleri ile tanımlanan VKH, HOY ve HANSEN metotlarına göre ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. GEE metodu kullanılarak da deneysel şişme denge değerleri yardımıyla polimere ait toplam çözünürlük parametresi hesaplanmıştır.

Polimerlerin farklı çözücüler içinde farklı sıcaklıklardaki şişme davranışı da incelenmiştir. Polimerlerin şişme davranışının sıcaklığa bağlı olarak değişim göstermediği görülmüştür.

Jeller 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm olarak hazırlanan ayrı ayrı benzen-su ve tolüen-su karışımlarına konulup, jellerin benzen ve tolueni absorplama miktarları hesaplanmıştır.

Sentezlenen organojellerin başka organik maddeleri ayırma etkinliği hakkında bilgi sahibi olmak için de esansiyel yağ bileşenleri olan limonen ve linaloolün ikili karışımları seçilmiş ve bu ikili karışımın ayrılmasına ve etanol içindeki karışımlardan ayrılmasına yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Böylelikle benzen ve toluenin bulunduğu tek bir organik sınıf değil farklı fonksiyonel gruplara sahip organik maddelerdeki şişme davranışı ve ayırma etkinliği de incelenmiştir. Bu amaçla, limonen ve linaloolün üç farklı kompozisyondaki ikili karışımları hazırlanmış, ve jeller hazırlanan ikili karışımlara konmuştur. Dengeye ulaşana kadar, zamana bağlı ölçümler ile jelin absorbladığı limonen ve linalool miktarları hesaplanmıştır. Bu yolla hem jelin ikili karışımdaki şişme kinetiği hem de dağılma katsayısı ve seçicilik değerleri belirlenerek jelin limonen-linalool ikili karışımlarının ayrılmasındaki etkinliği incelenmiştir. Ayrıca çözünürlük parametrelerinin ayırma etkinliğine etkisi de incelenmiştir. İkili karışımlara ilave olarak, limonen-linalool ikili karışımlarının sabit miktarda etanol içinde üçlü karışımları da hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlardan jelin absorpladığı limonen, linalool ve etanol miktarları hesaplanıp ortamdaki etanolün limonen ve linaloolün seçiciliğine etkisi incelenmiştir.Temmuz 2019, 190 sayfa.

Anahtar kelimeler: dodesil metakrilat, *N*-izopropil akrilamid, benzen, limonen, linalool

SUMMARY

INVESTIGATION of the SEPARATION of SOLVENT MIXTURES by ORGANOGELS

M.Sc. THESIS

Aycan DİLEK

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Chemical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Lutfullah M. SEVGİLİ

Co-Supervisor : Prof. Dr. Selva ÇAVUŞ

In this study copolymers were syntesized by using different ratios of DDMA and NIPAM monomers. PEG600 was used with different ratios to increase porosity in syntesized copolymers. In gels which sythesized by free radical polymerization EGDMA was used as crosslinker, AIBN was used as initiator. While prepare gels total initial monomer consantration kept 2M. Total initial monomer consantration contains %1 mole AIBN and %1 mole EGDMA. Gels were prepared in 5 ml ethanol. Time dependent swelling behavior of gels which prepared with different monomer and PEG ratios was investigated. It was defined that DDMA80NIPAM20PEG10 and DDMA80NIPAM20 gels have the best swelling ratios and studies were continued with these gels.

Characterization of DDMA80NIPAM20PEG10 and DDMA80NIPAM20 gels were defined by SEM and FT-IR methods.

Swelling ratios of gels in different solvent were defined. solubility parameters for each solvent were determined by using each VKH, HOY and HANSEN mothods and results were compared. Polymer's total solubility parameter was determined theoretically by means of the graph which prepared by using Gee method.

Polymer's swelling ratio in different solvent and different temperatures was isvestigated. That was seen the swelling ratio of polymer does not dependent temperature.

Gels were put separatly in benzene and toluene mixtures which prepared as 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm and 450 ppm. Adsorption amount of gels for benzene and toluene was determined.

The binary mixtures of limonene and linalool essential oils were taken into consideration to have a knowledge about separation capacity of the synthesized gels for different organic mixtures. So, extraction studies were progressed for binary mixtures of limonene and linalool with different compositions and also for limonene-linalool mixture in ethanol. By this procedure not only benzene and toluene was studied and also swelling behavior and separation capacity of gels for the organic chemicals with different fuctional groups were also taken into consideration. For this aim, binary mixtures of limonene and linalool with three different compositions were prepared and gels were put into this mixtures. The amounts of limonene and linalool components were calculated depending on time until equilibrium. By this way, both swelling behavior of the gel in binary mixture and distribution coefficients and selectivity were calculated to investigate the separation efficiency of the gel for limonene-linalool binary mixture. And also the effect of solubility parameter into the separation efficiency was also investigated. In addition to binary mixtures, ternary mixture were also prepared by adding constant amount of ethanol to limonene-linalool mixture. The effect of ethanol onto the selectivity was determined by calculating the amounts of limonene, linalool and ethanol absorbed by the gel.

July 2019, 190 pages.

Keywords: dodecyl methacrylate, *N*-isopropyl acrylamide, benzene, limonene, linalool

1. GİRİŞ

Jel en genel tanımı ile üç boyutlu ağ yapıya sahip çapraz bağlı polimerik yapıya verilen addır. Jellerin kendilerine özgü çeşitli belirgin özellikleri mevcuttur. Bu özellikleri sayesinde de kullanışlıdırlar. En belirgin özelliklerinden biri yüksek oranda çözücüyü şişerek yapısına absorplamasıdır. Jel, şişme özelliği sayesinde, çeşitli maddelerin absorpsiyonunda ve ayrılmasında, ayrıca medikal ya da biyolojik kimyasalların kontrolünde de kullanım alanı bulabilmektedir.

1986 yılında Maaskant kan plazmasından lipoprotein ayırma işleminde jel kullanmış ve başarılı olmuştur. Maaskant bu çalışmada sülfat tanecikli poli(vinil alkol) jel kullanmıştır.

Kioussis 1999 yılında yaptığı çalışmada, poly(alilamin) jelini kullanmış ve zirai atık sularından besin kirleticilerin uzaklaştırmasında başarı sağlamıştır. Kullanılan jelin fosfat adsorplama seçimliliğinin oluşu, bu işlemde önemli etken olmuştur. Jeller, çalışmaları gerçekleştiren yazar tarafından ayırma alanında gelecek vadeden materyaller olarak tanımlanmıştır.

Jellerin yaygın olarak üzerinde çalışıldığı bir diğer konu atık sulardan fenolün uzaklaştırılmasıdır. G.Pan ve diğ. 2008 yılında sıvı çözeltilerin içinden fenolün ayrılmasında jelleri kullanmış, böylelikle çevreye zararlı atık suları iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarda geniş çaplı proses olarak biyolojik aktivitesi olan çamurlu su kullanılmıştır (Pan ve diğ.,2008).

NIPAM sıcaklığa duyarlılık özelliği taşıyan bir jeldir ve bu özelliği sayesinde uygulama alanı oldukça geniştir. Uygulama alanlarından biri atık sulardan fenol ayrılmasıdır. Kitosan-NIPAM konjuge yapısı oluşturularak yapılan uygulama bu alanda başarılı olmuştur (Saitoh ve diğ.,2010)

NIPAM'ın kullanıldığı bir diğer çalışma akrilik asit ile oluşturduğu kopolimerin organik boyarmaddelerin sulu çözeltiden uzaklaştırılması çalışmasıdır. Mikrojel bazlı olarak hazırlanan sistemin tekrar kullanılabilme kapasitesi incelenmiştir. Araştırma sonuçları

göstermiştir ki; kullanılan kopolimer her kullanımda ekstraksiyon özelliğinde küçük miktar kayıpla tekrar kullanılabilme özelliği taşımaktadır (Serpe ve diğ., 2014).

Benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen (BTEX) çevreye ve insan sağlığına zararlı etkileri kanıtlanmış ortam kirleticileridir. Bu tür ortam kirleticilerinin çevreye yayıldığı birçok kaynak vardır. BTEX kirleticilerinin ortadan kaldırılması için ise çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri de adsorpsiyon yöntemidir (Laokiat ve diğ.,2012). Ayrıca polimerik jeller ile de BTEX kirleticilerinin çevreden uzaklaştırılması mümkündür (Kayman ve diğ., 2013).

2. GENEL KISIMLAR

Çalışılan konu ile ilgili genel bilgiler bu kısımdaki başlıklar altında detaylandırılarak anlatılmıştır.

2.1. POLİMERLER

Polimerik jeller üç boyutlu ağ yapılar olup (Pawar ve diğ.,2014 ; Mujawar ve diğ.,2014 ; Pal ve diğ.,2014) ağ yapı başta yüzey gerilimi olmak üzere çeşitli etkenler aracılığıyla polimerin akıcılığını engeller (Mujawar ve diğ.,2014).Jeller, ağ yapılarına absorpladığı çözücü organik çözücü ise organojel , su ise hidrojel olarak adlandırılırlar (Pawar ve diğ.,2014 ; Mujawar ve diğ.,2014 ; Pal ve diğ.,2014).

Xerojeller katı-gaz ortamı karışımlarının ayrılmasında kullanılan jellerdir (Toprak ve diğ., 2011).

Hidrojeller üç boyutlu, ağ yapılı, hidrofilik (Anghelache ve diğ.,2014; Dragan,2014;Wei ve diğ.,2015) ,çapraz bağlı (Min ve Yanfeng,2001)heteropolimerler (Laftah ve diğ.,2011), homopolimerler veya kopolimerlerdir (Anghelache ve diğ.,2014). Hidrojeller yüksek hacimde suyu, sulu çözeltileri(Anghelache ve diğ.,2014),biyolojik sıvıları (Min ve Yanfeng, 2001) yapılarında tutabilirler (Min ve Yanfeng, 2001;Wei ve diğ.,2015; Dragan,2014;Anghelache ve diğ.,2014; Pal ve diğ., 2014). Yüksek miktarda suyu absorplama yeteneğine sahip olan hidrojeller şişme sırasında ağ yapıları sayesinde yapısal bütünlüğünü kaybetmezler (Zhi ve diğ.,2010 Wei ve diğ.,2015) ve absorpladıkları suyu basınç altında bile yapılarında tutabilirler (Mohan ve diğ.,2004). Yapılarında tuttukları miktarlar orijinal ağırlığının 400 katından, kuru ağırlıklarının %20'sinden fazla ,yine kuru ağırlıklarının binlerce katı kadar yüksek miktarlarda olabilir (Laftah ve diğ.,2011).

Hidrojellerin şişme kapasitesi, sıcaklık, basınç, çözücü, çözeltinin iyonik kuvveti, pH vb. gibi uyarılar karşısında değişmektedir (Zhi ve diğ., 2010).Hidrojeller, hidrofilik olmamaları ve biyouyumlulukları nedeniyle çeşitli alanlarda (ziraat, bahçecilik, biyoteknoloji, tıp, eczacılık, biyoenerji,gıda endüstrisi vb.)oldukça fazla ilgi görmektedirler. Jellerin günlük hayatta

kullanımına ilaç salım sistemleri, implantlar,kontakt lensler, hijyenik pedler,su geçirmez bantlar örnek gösterilebilir (Mohan ve diğ.,2004).

Hidrojeller kimyasal olarak kararlı yapı sergileyebilirler. Ayrıca moleküler dolaşmalarla (entanglement) ve/veya hidrojen bağı, iyonik bağ ya da hidrofobik etkileşimler dolayısıyla reversibl özellik gösterebilirler. Reversibl hidrojellere örnek olarak, 'iyonotropik' hidrojeller verilebilir. Bu hidrojellerde, zıt yüklü çok değerlikli iyon ile polielektrolit arasındaki etkileşimlere veya iki zıt yüklü polielektrolit arasındaki etkileşimlere rastlanır. (Dragan,2014).

Çevresel şartlara tepki temelli olan geleneksel hidrojeller aynı zamanda uyarıya duyarlı hidrojeller olarak da adlandırılır (Kumar ve diğ.,2007).

2.1.1. Uyarıya Duyarlı Polimerler

Uyarıya duyarlı polimerler ,kimyasal ya da fiziksel çevredeki uyaranlara cevap olarak boyut, fiziksel özellik (Hu ve diğ.,2012) ve faz değişimiyle yanıt veren polimerlerdir (Hoffman, 2013; Dragan,2014).Aşağıdaki tabloda bu tür davranışlara neden olan çeşitli çevresel uyaranlar listelenmiştir (Hoffman, 2013).

Tablo 2.1: Uyarıya duyarlı polimerlerin etkilendiği çevresel uyaranlar ve bu uyaranların gruplandırılması.

Fiziksel uyaranlar	**Kimyasal uyaranlar**	**Biyokimyasal uyaranlar**
Sıcaklık*	pH*	Enzim substratlar*
İyonik kuvvet*	Kimyasal ajanlar*	Ligandlara ilgi*
Çözücü*	Spesifik iyonlar*	
Radyasyon*		
Elektrik alan*		
Mekanik gerilim*		
Yüksek basınç*		
Ses dalgası*		
Manyetik alan*		
Nem ***		

***** :(Hoffman, 2013) ******:(Theato ve diğ.,2013) *******:(Hu ve diğ.,2012)

Uyarıya duyarlı polimerler 'akıllı' (Hoffman, 2013; Theato ve diğ.,2013 ; Koopmans ve diğ.,2011) ,'çevreye duyarlı' polimerler ya da 'uyarı-cevap' polimerleri olarak da adlandırılmaktadır (Theato ve diğ.,2013 ; Hoffman, 2013).Son yıllarda uyarıya duyarlı polimerler polimer bilimindeki önemli avantajlardan faydalanmış, bu sayede yeni akıllı malzemelerin uygulamaları etkileyici bir gelişme göstermiştir (Theato ve diğ.,2013).Uyarıya duyarlı polimerler ; ilaç salım sistemleri, yenilenebilir tıp, kozmetik, gıda , çevresel iyileştirme (Koopmans ve diğ.,2011), kumanda ve sensörler (Koopmans ve diğ.,2011; Hu ve diğ.,2012), akıllı tekstil ve giysi, akıllı medikal enstrümanlar ve yardımcıları, elektrokimyasal aygıtlar, yapay kas ve robot teknolojisi, biyomimetik aygıtlar, elektronik paketleme için ısı ile büzülme, mikro-elektromekanik sistemler, uzay gemileri için kendiliğinden açılabilir güneş paneli, minyatür idare lokomotifleri, etkin ses absorplama malzemeleri ve esnek hoparlörler gibi bir çok alanda kullanılabilmektedir (Hu ve diğ.,2012).

2.1.1.1.Sıcaklığa Duyarlı Jeller

Çevresindeki sıcaklığa göre şişme ya da büzülme etkisi gösteren bu jeller üç kategoride sınıflandırılırlar:

- Negatif sıcaklık
- Pozitif sıcaklık
- Termoreversibl

(Laftah ve diğ.,2011).

Sıcaklığa duyarlı jeller, negatif sıcaklık (Laftah ve diğ.,2011) dediğimiz alt kritik çözelti sıcaklığının (LCST) üzerindeki tüm sıcaklıklarda büzülürler (Lee ve Hsu, 1997). LCST değerinin altındaki sıcaklıklarda ise şişme etkisi gösterirler (Laftah ve diğ., 2011). Hacim değişimi çok küçük sıcaklık aralığında dahi gerçekleşmektedir (Lee ve Hsu, 1997). Polimerin LCST değeri jele yapılan müdahaleler ile değiştirilebilir. Jelin yapısına katılacak az miktar kopolimer ile bu değişimi sağlamak mümkündür. Bunun yanı sıra çözücü kompozisyonunda değişikliğe gidilerek ya da polimerdeki hidrofilik-hidrofobik yapı oranını değiştirerek de

LCST değeri değiştirilebilir(Laftah ve diğ.,2011). LCST değeri altında sıcaklığa sahip sıvılar içinde polimerin hidrofilik kısmındaki hidrojen bağları ile etkileşim gerçekleşir ve buna bağlı olarak jelde şişme gözlenir, LCST değeri üzerindeki sıcaklıklarda hidrofobik kısımdaki hidrojen bağları zayıflayarak jelde büzülme meydana gelir.

UCST, yani üst kritik çözelti sıcaklığı olarak bilinen pozitif sıcaklık jelleridir. UCST den büyük sıcaklıklar da jelin hidrojen bağları kırılıp yapının disosiye olmasına neden olurlar. Böylelikle şişme gerçekleşir. Bu şartları sağlayan polimer ve kopolimer yapıları mevcuttur. (Laftah ve diğ.,2011).

Termoreversibl polimerler diğer sıcaklığa duyarlı jeller ile aynı yapı ve içerik özelliklerine sahip olmasına karşın farklı bağ türlerine sahiptir. Polimer bağları kovalent bağ ile bağlanmamıştır. En bilinen termoreversibl polimerler pluronics ve tetranicstir. (Laftah ve diğ.,2011).

Dış çevrenin sıcaklığına bağlı, olarak jelin su geçirgenliği değiştirilebilmektedir. Bu özelliği sayesinde, bu tür malzemeler ilaç salım sistemleri, ekstraksiyon, enzim aktivasyon kontrolü gibi birçok alanda kullanılabilmektedir (Lee ve Hsu, 1997).

2.1.1.2. pH'a Duyarlı Jeller

Jellere etki eden çevresel uyaranlardan biri de pH'dır. Bulunduğu ortamın pH değeri jellerin üzerinde şişme veya büzülme etkisi yapar. Jelde görülen şişme etkisi üç nedenden dolayı görülebilir:

- ✓ Polimer zincirinin var olan hidrofilik/hidrofobik yapısında değişiklik olduğundan,
- ✓ Elektrostatik tepki olarak,
- ✓ Moleküliçi/moleküllerarası kompleksleşme ya da hidrojen bağı oluştuğundan.

Polimer zincirine bağlı bazı kimyasal gruplar polimerin pH duyarlılığını etkiler. Zincire bağlı kimyasal grubun cinsine göre pH a duyarlı olan jeller anyonik ve katyonik olarak ikiye ayrılırlar. Anyonik jellerin zincir yapılarında kaprosiklik ya da sülfonik asit grubu, katyonik jellerin zincir yapıları amin grupları bulunur.

Anyonik jellerde esas önemli parametre polimerin pK_a değerinin dış ortam pH değerine göre olan durumudur. Polimerin pK_a değeri dış çevreden büyükse, polimer iyonik dengeyi sağlamak için ağ yapıda uyarana elektrostatik tepki artar ve polimerin şişme özelliği değişir.

Katyonik jellerde ise önemli olan parametre anyonik jellerin tam tersi, polimerin pK_b değeri ile dış çevrenin pH değeri arasındaki ilişkidir. Dış çevrenin pH değeri polimerin pK_b değerinden küçükse elektriksel dengeyi sağlamak için jel zincirine bağlı amin grubunda değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikle birlikte jel elektrostatik olarak tepki verir, hidrofilik özelliği artar ve sonuç olarak şişme hızı artar.

2.1.1.3.Elektriğe Duyarlı Jeller

Elektriğe karşı duyarlılık bir bakıma pH'a duyarlılık ile benzerlik gösterir. Çünkü bu tür polimerler polielektrolit yapıdadırlar. Uygulanan elektrik sinyaline göre jelde şişme artışı/azalışı ya da büzülme gözlenir. Bazı durumlarda da jelin bir noktasında şişme diğer noktasında büzülme aynı zamanda görülür(Laftah ve diğ.,2011).

2.1.2.Organojeller

2.1.2.1. Organojellerin Genel Özellikleri

Organojeller çapraz bağlı (Debnath ve diğ.,2014) , üç boyutlu ağ yapısına sahip ve organik absorplayan sistemlerdir (Yang ve diğ.,2008; Patil ve diğ.,2011; Mujawar ve diğ.,2014; Jha, 2013).Organojeller, hidrojellerden ağırlıklı olarak organik fazları tutabilmeleri ile ayrılırlar ve jeli oluşturan molekülün yapısına göre de polimerik ya da düşük molekül ağırlıklı olarak alt sınıfa ayrılır (Debnath ve diğ.,2014 ; Yang ve diğ.,2008).Bir başka ifade ile hidrojelleri ve organojelleri meydana getiren moleküller karşılaştırıldığında organojelleri oluşturan moleküllerin daha küçük molekül ağırlığına sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple, bu moleküller düşük molekül ağırlıklı organojel yapıcı maddeler olarak bilinirler (Murdan 2005). Organojelleri diğer polimerik jellerden ayıran özelliklerinden biri oldukça düzenli ağ yapı formuna sahip olması ve tamamen reversibl olarak polimerleşmesidir. (Mesa ve diğ., 2010).

Organojelleri meydana getiren en basit yapılar alkanlardır. Bunlara örnek olarak kısa zincir yapısına sahip hekzadekan gösterilebilir. Organojel sentezinde kullanılan diğer maddelere örnekler şu şekildedir:

- Yağ asitleri
- Noniyonik yüzey aktif maddeler
- Steroitler ve türevleri
- Karbohidrat türevleri
- Perfloro alkanlar
- Alkilaminler
- Primer alkil aminler
- Bis-amidler

2.1.2.2. Organojellerin sentezi

Bazı organojellerin sentezi iki aşamalıdır. Birinci aşamada jelin ana maddesi ve sıvı bileşenlerin oluşturduğu karışım ısıtılır. Takip eden ikinci aşamada ise soğutma işlemi yapılır. Yapılan ısıtma ile jelin ana maddesi sıvı içinde çözünür, ardından yapılan soğutmada ise sıvı fazdaki jel ana maddelerinin çözünürlüğü düşürülmüş olur. Böylelikle çözücü ile jel ana maddesi arasındaki etkileşim aza indirgenmiş olur. Bu etkileşimler meydana gelen jelin yapısı açısından önem taşır. Jelin temel bileşenleri arasındaki etkileşimlerle meydana gelen bağlar jel yapısının çubuk, lif veya tüp şeklinde olmasını sağlar. Jelin meydana gelişi sırasında karmaşık halde bir arada bulunan maddeler kendi içlerinde bağ yaparlar. Bu bağlanma şekli organojellerin en temel özelliklerinden olan üç boyutlu ağ yapının oluşmasına olanak sağlar. Üç boyutlu ağ yapı sayesinde jel daha elastik ve dayanıklıdır.

Jellerin katı haldeyken erimeye başladığı sıcaklık T_g ile gösterilir. T_g değerinin hesaplanması için çeşitli metotlar kullanılmaktadır, metotların bazıları aşağıdaki gibidir:

- Diferansiyel taramalı kalorimerti (DSC)
- Reolojik hesaplamalar
- Erime noktası cihazları
- Sıcak ortam ışık mikroskopu
- Düşen damla metodu

Belirtilen metotlardaki sonuçlar arasında küçük farklar gözlenebilmektedir. Ayrıca jelin T_g değeri, jeli meydana getiren ana maddenin tek başına sahip olduğu erime noktasından daima daha düşüktür.

Jeli oluşturan maddelerin kimyasal yapısına bağlı olarak değişen bir başka şey de jelin meydana gelişi sırasında yapıda meydana gelen bağlardır. Bu bağlar çok çeşitli olabilir, bazılarını sıralayacak olursak:

- Hidrojen bağı
- Dipol-dipol etkileşimler
- Elektron transferi
- London dispersiyon kuvvetleri
- İyonik etkileşimler

Jelin yapısal özelliklerini belirleyen bir diğer etken, jelin sentezinde kullanılan sıvı fazdır. Sıvı faz jelin temel özelliklerine hem gözle görülemeyen hem de gözle görülebilen boyutta etki eder. Gözle görülebilen özellik olarak jelin opaklık derecesi, gözle görülemeyen özellik olarak da jelin şekli, kesit yapısı, sarmallığı vb. örnek gösterilebilir.

Jel yapısının oluşumu sırasında etki eden bazı yardımcı maddeler de mevcuttur. Bu maddeler, jel yapısını üç şekilde etkilerler:

- ✓ Jelin ana maddesinin jel oluşumu sırasında sıvı içindeki çözünürlüğüne etki ederek,
- ✓ Jel oluşumu sırasında jeli meydana getiren maddeler arasındaki etkileşimi kesip zinciri sonlandırarak,
- ✓ Jeli oluşturan moleküller ile yüksek çekim özelliği gösteriyorlar ise zincir büyütme inhibitörü gibi davranarak.

Jelleşmeye etki eden bir diğer parametre ısıtma işleminin ardından yapılan soğutma işleminin hızıdır. Aynı zamanda soğutma işleminin gerçekleştiği konteynerin boyutları dahi jelin ağ yapısını etkiler. Furman ve Weiss yaptıkları çalışmalarda bazı sonuçlara ulaşmıştır (Murdan 2005) . Buna göre eğer konteynerin ebatları jel ağ yapısının gözenek büyüklüğünden küçük olursa jelleşme işlemi durur ya da farklı ağ yapısına sahip jel sentezlenir (Murdan 2005, Furman ve Weiss,1993).

Organojeller termoreversibl yapıları sayesinde ilaç salım sistemleri gibi birçok potansiyel kullanım alanına sahiptir ve bu nedenle çok ilgi çekmektedir (Jha, 2013). Organojellerin eczacılık, kozmetik, gıda ve takviye gıda (nutrasötik) gibi pek çok alanda uygulamaları mevcuttur (Pawar ve diğ.,2014; Mesa ve diğ., 2010).

2.1.2.3. DDMA ve NİPAM Organojelleri

En bilinen ısıya duyarlı polimer n-(N-isopropilakrilamid)' dir. Molekül yapısında bir adet amid grubu ve bir adet izopropil grubu bulundurur. Amid grubu hidrofilik özellik taşırken, izopropil grubu hidrofobik özellik taşımaktadır. NIPAM monomerinden hazırlanan homopolimeri incelememiz halinde amid ve izopropil gruplarının etkileri daha net görülebilir. Homopolimerin yapısındaki amid grubu 32℃ den düşük sıcaklıktaki sıvı çözelti içinde polimerin çözünürlüğünü korumasını sağlar. Polimerin çözünürlüğünü koruyabildiği bu sıcaklık alt kritik çözelti sıcaklığı (LCST) değeridir. Polimer yapısındaki hidrofilik yapılar bir araya gelip bağlanarak polimerik miseller halini alırlar. Bu özellik sayesinde suda çözünen ve çözünmeyen yapıları aynı anda bünyesinde bulunduran ilaçların çözünmesi daha etkili şekilde gerçekleşir (Neto ve diğ., 2005).

Dodesil metakrilat monomerinin polimerizasyonu ile birçok kullanım alanı bulunan polimer zinciri elde edilmiş olur. Metakrilat monomeri polimerizasyon sırasında yüksek oranda çapraz bağ oluşturmaya yardımcı olur. Meydana gelen dodesil metakrilat polimeri (DDMA) çözünmeyen yapıdadır. Metakrilat monomerinden oluşan polimerin ağ yapısındaki yoğunluğu ayarlamak mümkündür. Bu amaçla metakrilat monomeri ile birlikte monovinil monomer kullanılabilir. Böylece çapraz bağ yoğunluğu azaltılır, çift bağ sayısı artar. Polimerik yapıda bir daralma gerçekleşir. Elde edilen polimerde heterojenlik artar, heterojenliğin artması ile birlikte polimerin bazı kısımlarında çok daha zayıf bir yapı oluşur.

Monovinil/divinil dengesinin ayarlanması polimerin istenen özellikte olması için önemlidir. Bu denge ayarlaması monomerlerin reaktivite oranları dikkate alınarak yapılır. Monovinil/divinil monomer sistemlerinin polimerizasyon kinetikleri temel olarak iki ana etkene bağlıdır; oluşacak olan polimerin ağ yapısının yoğunluğu ve sistemin başlangıç viskozitesi. Polimerizasyon kinetikleri bazı durumlarda R_P^{max} ile ifade edilen maksimum

polimerizasyon hızına ulaşır. Bu noktada istenen monovinil/divinil oranı elde edilmiş demektir (Socha ve diğ.,2006).

Alkil metakrilat polimerleri zincir yapılarına göre üç farklı yapıdadır;

- ✓ Kısa zincir yapılı n-(metil metakrilat), PMMA
- ✓ Orta zincir yapılı n-(dodesil metakrilat), PDDMA
- ✓ Uzun zincir yapılı n-(oktadesil metakrilat), PODMA (Zukic ve diğ., 2004)

2.1.3.JELLERİN ŞİŞME KİNETİĞİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Flory şişme teorisine göre, şişme davranışı, çapraz bağ yoğunluğundan, kauçuğumsu yapının esnekliğinden ve çözeltiye olan ilgisinden etkilenmektedir. Polimer zincirinin çözünen kısım olarak adlandırılan bir kısmı, sonsuz ağ yapısına bağlanmaz ve jel kısmından ekstrakte edilir. Çözünebilen kısmın yüzdesi dolayısıyla şişme kinetiği:

a) Monomerlerin konsantrasyonuna ve türüne,

b) Çapraz bağlayıcı konsantrasyonuna ve türüne bağlıdır (Atta ve diğ.,2009).

Polimerin şişme davranışını etkileyen bir diğer parametre de, polielektrolit hidrojellerde polimer zincirine bağlı iyonik grupların varlığıdır ki bu yükler arasında elektrostatik etkileşimler etkindir (Çaykara ve Doğmuş,2004).Karboksilat grubu gibi zayıf iyonize gruplar bulunduran hidrojeller en fazla çalışma yapılanlardandır. Zayıf polielektrolit jellerin şişme davranışları çözeltinin pH değerine bağlı olarak büyük oranda değişmektedir. Bununla birlikte güçlü elektrolitlere sahip hidrojeller yüksek pH aralığında tamamen dissosiye olurlar ve pH'tan bağımsız şişme davranışı gösterirler (Okay ve diğ.,1998).

Farklı hidrojel türleri arasında polielektrolit hidrojellerin ilgi çekmesinin nedeni hidrojelin şişme pH aralığında kolay iyonize olan zayıf asidik ya da bazik gruplar taşıması ve bu nedenle yüksek hacim değişimine maruz kalmasıdır. Birçok yapısal faktör (iyonize grupların pH'ı, konsantrasyon, yük, iyonizasyon derecesi, çapraz bağlayıcı yoğunluğu, hidrofilite) polielektrolit hidrojellerin şişme oranını etkilemektedir. Ayrıca şişme karakteristiğini şişme ortamı özellikleri de (pH, iyonik kuvvet ve çözücü bileşimi) etkilemektedir (Çaykara ve Ayçiçek,2005).

2.1.4.JELLERİN ŞİŞME KİNETİĞİNİN VE DİFÜZYON MEKANİZMALARININ İNCELENMESİ

Polimerik jel sistemlerinin eczacılık, biyomedikal, çevre ve ziraat gibi pek çok alandaki önemli uygulamalarından dolayı şişme davranışı gösteren polimerik jellerin difüzyon mekanizmasının incelenmesinde önemli ölçüde artış gözlenmektedir (Bennour ve Louzri,2014).Polimer ağının şişme davranışı polimerin yapısına, polimer-çözücü uyumuna ve çapraz bağın derecesine bağlıdır (Khare ve Peppas,1995).

Jelin hidrokarbon içerisindeki şişme değeri, M_t, hesaplanabilmektedir. Buna göre şişme değeri zamanın bir fonksiyonu olarak aşağıdaki denklem ile ifade edilir.

$$M_t = \frac{W_s - W_d}{W_d} \tag{2.1}$$

Denklemde yer alan W_s şişen jelin ağırlığı, W_d ise kuru jel ağırlığıdır. Jelin iki ya da daha fazla komponenti absorbladığı durumlarda şişme, her komponent için farklı difüzyon hızlarında gerçekleşir. Bunun sonucu olarak karışımdan jel içine absorblanan komponentlerden her birinin şişme değeri gravimetrik olarak hesaplanamaz. Gravimetrik olarak hesaplanamasa da her bir komponentin GC analiz yöntemi ile hesaplamak mümkündür. Birden fazla komponent içeren karışım numunesi GC ile analiz edilerek kütle fraksiyonları ve her bir komponentin karışımdaki kütlesi bulunabilir. Buradan yola çıkarak her bir komponentin şişme değeri hesaplanır. Komponentlerin çözücü karışımı içindeki kütle fraksiyonlarının hesabı GC analiz sonuçlarından alınan konsantrasyon değerlerini kullanarak yapılır. Herbir komponentin çözücü karışımı içindeki miktarı şu denklem ile hesaplanır.

$$m_{i,s} = m_T w_{i,s} \tag{2.2}$$

Denklemde geçen $m_{i,s}$, t anında solvent karışımındaki i komponentinin miktarıdır. m_T gravimetrik olarak hesaplanmış toplam solvent miktarını ve $w_{i,s}$, i komponentinin çözücü karışımı içindeki kütle fraksiyonudur.

Analizde kullanılan örnek miktarına bakılmaksızın, jel tarafından absorblanan i komponentinin miktarı hesaplanırken kullanılan denklem şu şekildedir:

$$m_{i,jel} = m_{i,s,0} - m_{i,s} - m_{i,kayıp}$$

(2.3)

Yukarıda ki denklemde $m_{i,jel}$ t anında jelin absorbladığı i komponenti miktarıdır.$m_{i,s,0}$ ise t=0 anında çözücü karışımında bulunan i komponenti miktarıdır.

$$m_{i,kayıp} = \sum_{t=0}^{t} w_i \, \Delta m_t$$

(2.4)

Denklem (2.4)'te w_i çözücü içindeki komponentin kütle fraksiyonu, Δm_t her bir zaman aralığından önceki ve sonraki toplam jel ve çözücü miktarı arasındaki farktır.

Sonuç olarak, jelin şişme değeri her komponent için aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplanabilir. Hesaplamada toplam şişme değeri ve her bir komponentin jel içerisindeki kütle fraksiyonu kullanılmıştır.

$$M_{t,i} = m_{i,jel}/W_d$$

(2.5)

$M_{t,i}$, i komponenti için jelin şişme değeridir (Sevgili ve diğ., 2017) .

Jel içine çözücü difüzyonu hesaplanırken, kinetik model başlangıç şişme aşaması için Fickian difüzyon kanununa göre (2.6)'daki eşitlikte gösterildiği gibi belirlenmiştir. Bu kinetik model yalnızca 0.6 ya kadar olan başlangıç şişme değerleri için geçerlidir (Bennour ve Louzri,2014;Ximming ve Yingde, 2008)

$$F = \frac{\mathrm{M_t}}{\mathrm{M_\infty}} = k.t^n$$

(2.6)

Denklemde , M_t t zamanına kadar absorplanan toplam çözücü miktarı; M_∞ denge durumunda absorplanan toplam çözücü miktarı (Bennour ve Louzri,2014; Khare ve Peppas,1995); k polimerin ağ yapısına bağlı bir parametre olan şişme katsayısı, n jeldeki çözücü difüzyonunu temsil eden karakteristik şişme katsayısıdır (Bennour ve Louzri,2014).

Difüzyon katsayısı, aşağıda belirtilen denklem kullanılarak hesaplanabilir.

$$\frac{M_t}{M_\infty} = \frac{4}{L}\sqrt{\frac{D_t}{\pi}} \qquad \frac{M_t}{M_\infty} \leq 0{,}6 \text{ için} \tag{2.7}$$

Denklemde yer alan D jel diski içindeki efektif difüzyon katsayısını, L jel diskinin kalınlığını göstermektedir (Sevgili ve diğ., 2014).

Düzlemsel geometri (film tabakası şeklinde çekilen polimerler durumunda) için, n=0.5 değeri Fickian difüzyon mekanizması, n=1 değeri ise Case II difüzyon mekanizması gösterir (Khare ve Peppas,1995).0.5< n< 1.0 değerleri için, difüzyonal mekanizma non-Fickian'dır (Bennour ve Louzri,2014; Khare ve Peppas,1995; Ximming ve Yingde, 2008), bu noktada difüzyon ve polimer gevşemesi (relaxation) polimerin her yerindeki çözücü alım debisini kontrol eder (Khare ve Peppas,1995). Bu tür düzensiz mekanizmalar için, moleküler taşıma ve relaksasyon gerilimi arasındaki bağlanma sapma kadar göze çarpar(Ximming ve Yingde, 2008).

n≤ 0.5 değeri I.Tip difüzyon prosesini belirtir, jeldeki çözücü moleküllerinin difüzyonu büyük molekül zincirlerinin relaksasyonundan daha yavaştır ve şişme oranı çözücü molekülün difüzyonu tarafından kontrol edilir. n ≥ 1 değeri II. Tip difüzyon prosesini belirtir, jeldeki çözücü moleküllerinin difüzyonu büyük molekül zincirlerinin relaksasyonundan daha hızlıdır ve şişme oranı büyük molekül zincirlerinin relaksasyonu tarafından kontrol edilir.

Polimer çözeltide çözünmüyorsa, çözücü molekülleri polimerik kütleye nüfuz eder, büyük moleküllü zincirler ayrılana kadar şişirir ve onlar arasında bulunan moleküller arası kuvvetlere (van der Waals, elektrostatik vb.) karşı çözelti içinde birleştirilmiştir. Ancak, polimer jeller kimyasal ve fiziksel çapraz bağlar nedeniyle çözünmezler. Büyük molekül zincirlerinde polimer kütlesine doğru olan çözücü difüzyonu galip gelir. Şişme denge değerine her iki çözücü difüzyonu eşitlendiğinde ulaşılmış olur (Ximming ve Yingde, 2008).

2.1.4.1. Birinci Derece Kinetik Model

Birinci derece kinetik modele göre, şişme oranı direkt olarak denge haline ulaşmadan önceki şişme kapasitesi ile bağlantılıdır (M_∞) (Katime, 1996; Sevgili ve diğ., 2014).

$$\frac{dM_t}{dt} = k_{1\,(M_\infty - M_t)} \tag{2.8}$$

$M_\infty - M_t$ jelin, g jel başına şişme kapasitesi olarak tanımlanırken, herhangi bir t anındaki şişme oranı ve gerçekleşmemiş şişme kapasitesi arasındaki orantı sabiti, k_1,birinci derece sabiti olarak nitelendirilir. Diferansiyel eşitlik çözüldüğünde aşağıdaki denkleme ulaşılır.

$$ln\left(\frac{M_\infty}{M_\infty - M_t}\right) = k_1 t \tag{2.9}$$

Difüzyon katsayısı II. Fick kanunundan yola çıkarak ve k_1 sabitini de kullanarak hesaplanabilmektedir(Sevgili ve diğ., 2014; Katime ve diğ., 1996) .

$$\frac{\partial M_t}{\partial t} = D\frac{\partial^2 M_t}{\partial z^2} \qquad -\frac{L}{2} < z < \frac{L}{2} \quad \text{için} \tag{2.10}$$

Yukarıdaki denkliğe bağlı olarak başlangıç ve sınır şartlarını değerlendirdiğimizde aşağıdaki şartlara ulaşırız;

- ✓ Başlangıç şartlarında: $t = 0$ anında $-L/2 < z < L/2$ için $M_t = M_0 = 0$ dır.
- ✓ Sınır şartlarında: $0 < t < \infty$ arasında $z = \mp L/2$ için $M_t = M_\infty$ olur.
- ✓ Sınır şartlarında: $t > 0$ olduğunda $-L/2 < z < L/2$ için $M_t = M_t$ dir.

(Sevgili ve diğ., 2014).

Denklemin D ve L parametrelerini sabit kabul ederek elde edilen çözümü şu şekildedir:

$$\frac{M_\infty - M_t}{M_\infty - M_0} = \frac{M_\infty - M_t}{M_\infty} = \frac{8}{\pi^2}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{(2n+1)^2}\,exp\left\{-\left[\frac{(2n+1)\pi}{L}\right]^2 Dt\right\} \tag{2.11}$$

Uzun şişme zamanları için bu denklem şu şekilde yazılabilir;

$$\ln\left(\frac{M_\infty}{M_\infty - M_t}\right) \approx \frac{\pi^2 Dt}{L^2} \tag{2.12}$$

Denklem (2.6), $K = \pi^2 Dt/H^2$ olması halinde denklem (2.8)'yi elde etmemizi sağlamaktadır (Katime,1996; Sevgili ve diğ., 2014).

Sonuç olarak komponentlerin difüzyon katsayısının k_1 sabiti yardımı ile hesabı, sabit disk kalınlığı ve difüzyon katsayısı kabulü ile mümkündür. (Sevgili ve diğ., 2014).

2.1.4.2. İkinci Derece Kinetik Model

İkinci derece kinetik model denklemi aşağıdaki gibidir;

$$\frac{dM_t}{dt} = k_2(M_\infty - M_t)^2 \tag{2.13}$$

Herhangi bir andaki şişme hızının ifade edildiği denklemde k_2 ikinci derece sabitidir. Denklem (2.13)'ün integrasyonu ile (2.14) ifadesi elde edilir.

$$\frac{t}{M_t} = \frac{1}{k_2 M_\infty^2} + \frac{1}{M_\infty} \tag{2.14}$$

(Katime, 1996; Sevgili ve diğ., 2014)

2.2. ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRELERİ

Çözünürlük parametreleri maddenin kohesif enerji yoğunluğu ile doğrudan ilgili olup, diğer taraftan katı maddenin stabilite ölçüsünü ifade eder. Bu nedenden dolayı çözünürlük parametreleri çok çeşitli sorunların başarılı şekilde çözülmesinde rol oynamıştır. Uygulama alanlarından bazıları; kozmetik formüllerin geliştirilmesi, polimer karışımları oluşturmak, ilaç salımı, pigment dispersiyonu, nanopartikül hazırlanmasında kullanılacak çözücünün seçimi, süperkritik ekstraksiyon şeklindedir (Topaloğlu Yazıcı ve diğ., 2008; Huang, 2013; Bustamante ve diğ.., 2005; Bustamante ve diğ., 2011; Schenderlein ve diğ., 2004; Breitkreutz 1998; Sajilata ve diğ., 2010; Kagliwal ve diğ., 2011).

2.2.1. TEK KOMPONENTLİ ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRESİ (HİLDEBRAND PARAMETRESİ) VE KOHESİF ENERJİ YOĞUNLUĞU

Çözünürlük parametresi hipotezi temel olarak, karşılıklı çözünürlük ve birim hacim başına düşen potansiyel enerji, yani kohesif enerji yoğunluğu (cohesive energy density- CED) arasındaki ilişkiye dayandırılır. CED, birim cm^3 başına buharlaşma enerjisi (ΔE_i^v) iken, çözünürlük parametresi de, maddenin molekülleri arasındaki çekim gücünün, CED'nin karekökü olarak tanımlanır. Buna göre çözünürlük parametresi eşitliği (2.15) de gösterildiği gibidir.

$$\delta_i = \left(\frac{\Delta E_i^v}{V_i}\right)^{1/2} = (CED)^{1/2}$$

(2.15)

Eşitlik (2.15) 'de belirtilen çözünürlük parametresi tanımı, düzenli çözeltiler yani, polar yapılı olmayan ve spesifik etkileşimde bulunmayan çözeltiler için uygun olduğu gösterilmiştir (Özdemir ve Güner, 2007; Barton, 1983). Bu denklem düzenli çözücülerde de kullanılmakla birlikte, denklem (2.17)'de belirtilen farklı etkileşim parametrelerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyar.

Polimerler durumunda, kristal ya da amorf yapılı sıvı formdan ziyade katı ya da katımsı madde formunda olduğundan, ayrıca polimerler hem çözücü hem de çözünen gibi davranabildiklerinden, çözünürlük parametresi teriminin kullanımı polimerler için sınırlayıcıdır. Çözünürlük parametresi teriminin yerine kohezyon parametresi ifadesinin kullanılması daha uygundur. Denklem (2.16)'da Hildebrand, Scott ve Scatchard'ın ortaya koyduğu eşitlik verilmiştir;

$$\Delta H_M = V\Phi_1\Phi_2\left(\left(\frac{\Delta E_1^v}{V_1}\right)^{1/2} - \left(\frac{\Delta E_2^v}{V_2}\right)^{1/2}\right)^2$$

(2.16)

Burada, V karışımın hacmi, ,Φ_i karışımdaki i bileşeninin hacim fraksiyonu, ΔE_i^v i bileşeninin buharlaşma enerjisi, V_i ise i bileşeninin molar hacmidir. ΔE_i^v enerji değişimini belirtir. Söz

konusu olan enerji değişimi doygun sıvının izotermal buharlaşma ile sonsuz hacimdeki ideal gaza dönüşmesi sırasındaki değişimdir.

ΔE_v , buharlaşma enerjisindeki toplam değişim aşağıdaki üç enerjinin toplamıdır:

1. H-Bağları (ΔE_h)
2. Dipol Etkileşimler (Polar Kuvvetler) (ΔE_p)
3. Dispersif Kuvvetler (ΔE_d)

$$\Delta E_v = \Delta E_{coh} = \Delta E_h + \Delta E_p + \Delta E_d$$

(2.17)

Toplam çözünürlük parametresi eşitliği ise denklem (2.18) te belirtilmiştir.

$$\delta_t^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2$$

(2.18)

2.2.2.HANSEN ÜÇ-KOMPONENTLİ ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRELERİ

Hansen çözünürlük parametresi, Hildebrand çözünürlük parametresi geliştirilerek oluşturulmuştur. Hansen, polar ve hidrojen bağı oluşturan sistemler için de kullanılabilmesi için Hildebrand çözünürlük parametresini geliştirmiştir. Bu da polimer-solvent etkileşimleri için çözünürlük parametresi hesaplanabilmesine imkan sağlamıştır. (Özdemir ve Güner, 2007; Barton, 1991). Hansen toplam kohezyon parametresi, δ_t, Hildebrand parametresine eşit olmak durumundadır (Barton, 1991). Dispersif, polar ve hidrojen bağı parametrelerinin üçünün de aynı anda geçerli olduğunu kabul eder. Her bir komponentin değeri deneysel gözlemlere dayanarak hesaplanır.

Hansen eşitliğinde v molar hacimi ifade eder ve eşitlik (2.17)'ün molar hacime bölünmesi ile elde edilen yeni eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$\frac{\Delta E_v}{v} = \frac{\Delta E_d}{v} + \frac{\Delta E_p}{v} + \frac{\Delta E_h}{v}$$

(2.19)

Denklemde $\delta_i = \left(\frac{\Delta E_j}{v}\right)^{1/2}$ olurken, j ise d, p, h terimlerine eşit olur. Çeşitli ortak (assosiyasyon) bağlar için ise δ_d hesaba katılır. Hidrojen bağları ve dipol-indüklenmiş dipol bağları bu tür ortak bağlardandır. Eşitlikteki ifadelerden yola çıkılarak δ_t,toplam çözünürlük parametresi, komponentlerin gerekli vektörel büyüklükleri denklem (2.18) ile hesaplanarak, üç boyutlu d, p, h düzleminde vektörel olarak gösterilebilir. . Bu üç komponent dikey eksenler boyunca vektörel olarak konumlandığında yarıçap vektörünün bitiş noktası üç boyutlu düzlemde Hildebrand çözünürlük parametresini verir. Bir polimerin çözünürlüğü de üç boyutlu düzlemde duruşa sahiptir. Geometrik olarak küremsi şekilde olurlar ve kürenin merkez noktası baz alınarak polimere ait çözünürlük parametresi değerinin hesabı yapılabilir.

Çözücü için $\delta_{p,S}$, $\delta_{d,S}$ ve $\delta_{h,S}$ olarak verilen değerler düzlemde bir nokta olarak gösterilirler. Orijinden bu noktaya çizilen bir vektör ile de δ_t gösterilmiş olur. Benzer şekilde polimer için; $\delta_{p,P}$, $\delta_{d,P}$, $\delta_{h,P}$ kullanılır.

Hansen teorisi bir yönüyle ‘benzer benzeri çözer’ ilkesinin grafiksel gösterimine katkı sağlamış olur. Hansen deneysel olarak birçok polimerin çözücüler içerisindeki çözünürlüklerini hesaplamış, böylelikle tüm çözücüler üç boyutlu yapıda karakterize edilmiştir. . Çözücüler bu yapı içerisinde bir nokta olarak tanımlanırlar. Bahsi geçen üç boyutlu yapı ise $\delta_p, \delta_d, \delta_h$ parametrelerinin karşılıklı üç ana dikey eksen olarak çizilmesi ile oluşturulur.

Çözünürlük parametresi konusunda önemli gelişmeler sunan Hansen parametreleri bir dezavantaja da sahiptir. Bu dezavantaj kısaca çözücü ve polimer arasındaki etkileşimi grafiksel olarak göstermek için üç boyutlu yapılara ihtiyaç duymasıdır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla dispersif komponent parametresi ($\boldsymbol{\delta_d}$) ihmal edilir. İhmalin nedeni, dispersif komponent parametresinin başlıca çözücülerin tamamına yakınında hemen hemen aynı değerde olmasıdır. Böylelikle, uygulamada iki boyutlu metot kullanılarak yalın

bir çözünürlük düzlemi elde edilir. Elde edilen düzlem daha yalın bir grafiksel gösterim ortaya koyar. İki boyutlu düzlem değişkenleri δ_h ve δ_p dir.

Hansen, sıvılar ve polimerlerin birer nokta olarak ifade edildiği üç boyutlu diyagramı oluşturmayı başarmıştır. Bu diyagramın oluşturulmasında üç komponenti kullanmıştır. Komponentlerin hesabı saf komponentlerin özellikleri sayesinde hesaplanarak çözünürlük bölgesi koordinatları elde edilmiş olur. Çözünürlük bölgesi, çözünen ve çözücü bölgeleri arasında kalan kısımdır.

$$^{ij}R = \left[4\left(\delta_{d,S} - \delta_{d,P}\right)^2 + \left(\delta_{p,S} - \delta_{p,P}\right)^2 + \left(\delta_{h,S} - \delta_{h,P}\right)^2\right]^{1/2}$$

(2.20)

Denklem (2.20)'de gösterildiği gibi j her bir çözünendir ve üç boyutlu çözünürlük küresinin merkezinde tanımlanmıştır. Çözünürlüğün tahmin edilebilmesi için bazı şartlar sağlanmış olmalıdır. $\left(^i\delta_d, ^i\delta_p, ^i\delta_h\right)$ konumunda bulunan i sıvısının, çözünürlük küresinin merkezi olan $\left(^j\delta_d, ^j\delta_p, ^j\delta_h\right)$ 'den uzaklığını ^{ij}R olarak tanımlarız. Bu değer ^JR, yarıçap etkileşiminden küçük olmalıdır.

Çözücü ile Hansen çözüneninin sahip olduğu pozisyonun koordinatları arasındaki mesafe ^{ij}R değerini aşar ise bunun anlamı;

- Her iki komponent de çözünebilir veya
- Şişme beklenenden daha az meydana gelmektedir.

Bazı durumlarda üç boyutlu grafiklere gerek kalmadan iki boyutlu grafikler ile sonuca ulaşılabilir. Örneğin polar ve hidrojen bağlı yapılarda iki boyutlu grafikler kullanılabilmektedir. Ancak yüksek dağılma özellikli malzemelerde bu tekniğin yanıltıcı olma ihtimali mevcuttur. Ayrıca eğer $^{ij}R < ^jR$ ise, i sıvısı j 'yi yüksek ihtimalle çözüyor demektir.

Denklem (2.21)'de verilen relatif enerji farkı Hansen ve Andersen tarafından $^{ij}R/^jR$ oranı olarak tanımlanmıştır (Hansen, 2000). $^{ij}R/^jR$ oranının 1.0'dan küçük olması, i sıvısının j için

çözücü olarak seçilebileceğini öngürür. 1.0'dan daha yüksek değerler ise gittikçe zayıflayan çözücülerin göstergesidir.

Relatif enerji farkı $= {}^{ij}R/{}^{j}R$

(2.21)

Bu durumda;

1. Enerji farkının olmaması halinde relatif enerji farkı 0 olarak bulunacaktır.
2. Eğer sonuç 1.0'ın altında ise yüksek çekim kuvveti gösterecektir.
3. Eğer sonuç 1.0'a yakın veya eşit ise sınır koşullarını taşıyor demektir ve çekim gücü 1'den uzak olduğu oranda dereceli olarak düşer (Hansen, 2000).

2.2.3. ATOMİK GRUP KATKI MODELİ İLE ÇÖZÜNÜRLÜK PARAMETRESİ HESAPLANMASI

Atomik grup katkı modeli çözünürlük parametresi hesaplamada kullanılır ve bu tekniği içeren farklı grup katkı yöntemleri literatür ve el kitaplarında anlatılmıştır ve hesaplamalarda kullanılmak üzere grup değerlerinin bulunduğu tablolar mevcuttur (Fedors, 1974; Krevelen, 1972, Barton, 1991). Çözünürlük parametresinin yanı sıra polimer ya da çözücüye ait molar hacmin de bu yöntemle hesaplanması mümkündür.

Tablolarda belirtilen değerler farklı yöntemler ile hesaplanmıştır. Small'ın hesaplamış olduğu değerler buharlaşma ısısından, Hoy'un elde ettiği değerler buhar basıncı ölçümlerinden, VKH' in değerleri ise polimere ait kohesif enerji verilerinden yola çıkılarak hazırlanmıştır.

Grup katkı yöntemi prensip olarak farklı fonksiyonel grupların kendi termodinamik özellikleri ile birlikte katkı sağladığını kabul eder.

$$\Delta E_i^v = \sum_j n_j \Delta e_j$$

(2.22)

Yukarıda bir solvent veya polimere ait buharlaşma enerjisi formülü verilmiştir. Denklemde Δe_j j grubunun buharlaşma enerjisi katkısını , n_j ise moleküldeki j tipi grup sayısını ifade eder.

Small molar çekim sabitini şu şekilde hesaplamıştır:

$$F_j = \left(\Delta E_{i,j}^{v} V_{i,j}\right)^{1/2}$$

(2.23)

Aynı formül çözünürlük parametresi hesabında kullanıldığında ortaya çıkan eşitlik şu şekildedir:

$$\delta_i = \left(\frac{\Delta E_i^v{}_{V_i}}{V_i^2}\right)^{1/2} = \frac{\sum_j F_j}{V_i} = \frac{\rho_p \sum_j F_j}{M_i}$$

(2.24)

Denklemde ρ_p polimer yoğunluğu, M_i polimerin molekül ağırlığı, δ_i grup katkı hesaplarında tekrar eden polimer grubu olarak tanımlanır.

I. Fedor grup katkı modeli

Fedor, toplanabilir özellikteki atomik ya da grup katkı elemanlarından oluşan bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem hem yüksek molekül ağırlıklı, amorf polimerlerin hem de sıvıların çözünürlük parametresini hesaplayabilmektedir. Çözünürlük parametresinin yanı sıra molar hacim hesabını da bu yöntem ile yapmak mümkündür. Tüm bu hesaplar için gerekli olan tek bilgi ise kimyasal yapının bilinmesidir. Fedor modeli temel alınarak hesaplanan sonuçlar diğer yöntemlere göre daha az kesinlik taşımasına rağmen hem daha kapsamlı oluşu hem de birçok sisteme uygulanabilirliği sayesinde önemini korumaktadır (Özdemir ve Güner, 2007).

II. Barton grup katkı modeli

Barton modeli kohezyon parametrelerinden yola çıkarak hesaplama yapmaktadır. Barton'a göre, kohezyon parametreleri, polimeri ya da çözücüyü oluşturan her bir komponentin tek başına sahip olduğu özelliklerin bilgilerinden yola çıkarak, polimer ya da çözücüye ait bazı

kohesif ya da adhesif özelliklerinin korelasyonuna ya da tahminine olanak sağlar (Barton, 1985).

2.2.3.1. HOFTYZER- VAN KREVELEN (VKH) Çözünürlük Parametreleri

Temel olarak üç ana denklem kullanarak komponentlerin çözünürlük parametrelerini hesaplayan bu metotta grup katkı yöntemi kullanılmaktadır (Krevelen, 1972; Özdemir ve Güner, 2007). Kullanılan eşitlikler ise şunlardır:

$$\delta_d = \frac{\sum F_{di}}{V}$$

(2.25)

$$\delta_p = \frac{\sqrt{\sum F_{pi}^2}}{V}$$

(2.26)

$$\delta_h = \frac{\sqrt{\sum E_{hi}}}{V}$$

(2.27)

Burada, molar etkileşim sabiti, dispersif, polar komponentlerine ayrılır. $F_d$ve F_p, molar etkileşim sabitinin dispersif ve polar komponentleridir. F_{di}ve F_{pi} ise, i fonksiyonel grubuna ait molar çekim sabitinin dispersif ve polar komponentlerine katkısını temsil etmektedir. Molar etkileşim sabiti H-bağı için kullanılmaz. Etkileşim sabiti yerine H-bağ enerjisinden (E_{hi}) bahsedilir.

2.2.3.2. HOY Çözünürlük Parametreleri

Hoy metodu ise yarı deneysel temellere dayanmaktadır. Bu metot ile polar, polar olmayan ve hidrojen bağı parametreleri Hoy tarafından hesaplanmıştır (Krevelen, 1972).

Kümelenme sayısı(α), denklem (2.28)'de gösterildiği şekilde ile hesaplanır.

$$\log \alpha = 3.39066\, T_b/T_{cr} - 0.15848 - \log(M/\rho)$$

(2.28)

ifadede geçen T_b kaynama sıcaklığı, T_{cr} kritik sıcaklık, M molekül ağırlığı, ρ yoğunluktur. Denklemde geçen T_b/T_{cr} oranını Lyderson eşitliğiolarak tanımlanan denklem (2.29)'dan hesaplamak mümkündür.

$$T_b/T_{cr} = 0.567 + \sum_z \Delta_T - (\sum_z \Delta_T)^2$$

(2.29)

Hoy'un sunmuş olduğu metot da grup katkı metodu olup, çözünürlük parametre komponentlerinin hesabı için izlenmesi gereken yol şöyle sıralanabilir;

1) *Toplanabilir özelliğe sahip molar fonksiyonlar*

Amorf polimerler için dört adet toplanabilir özelliğe sahip molar fonksiyonlar hesaplanır;

$$F_t = \sum n_i F_{t,i}$$

(2.30)

$$F_p = \sum n_i F_{p,i}$$

(2.31)

$$V = \sum n_i V_i$$

(2.32)

$$\Delta_T^{(P)} = \sum n_i \Delta_{T,i}^{(P)}$$

(2.33)

Burada, F_t, molar çekim fonksiyonu, F_p polar komponent ait molar fonksiyon, V polimerin tekrarlanan biriminin ya da solventin molar hacmi, n_i her bir polimer biriminin sayısı, Δ_T ise ideallikten sapmadan dolayı Lyderson düzeltme faktörüdür.

2) *Yardımcı denklemler*

$$\alpha^{(P)} = \frac{777\Delta_T^{(P)}}{V}$$

(2.34)

$$\bar{n} = \frac{0.5}{\Delta_T^{(P)}}$$

(2.35)

3) *Çözünürlük parametresi komponentleri*

$$\delta_t = \frac{F_t + B/\bar{n}}{V}$$

(2.36)

$$\delta_p = \delta_t \left(\frac{1}{\alpha^{(P)}} \frac{F_p}{F_t + B/\bar{n}} \right)^{1/2}$$

(2.37)

$$\delta_h = \delta_t \left(\frac{\alpha^{(P)} - 1}{\alpha^{(P)}} \right)^{1/2}$$

(2.38)

$$\delta_d = \left(\delta_t^2 - \delta_p^2 - \delta_h^2 \right)^{1/2}$$

(2.39)

Burada B sabiti taban değeri denilen bir sabit olup değeri 277'dir (Krevelen, 1972).

2.2.4. Deneysel Verilerden Çözünürlük Parametresi Hesabı

2.2.4.1.GEE Çözünürlük Parametresi Hesabı

Gee metoduna göre ortak bir çözünürlük parametresi hesabı için gerekli bazı şartlar vardır. Buna göre çapraz bağlı bir polimerin çözünürlük parametresi, $\delta_{polimer}$, ve solventin çözünürlük parametresi, $\delta_{solvent}$, birbirine yakın değerler olmalıdır. Bu teoriden yola

çıkıldığında solvent içerisinde maksimum şişme davranışı gösteren polimerler için $\delta_{polimer} = \delta_{solvent}$ olur.

$$\frac{Q}{Q_{maksimum}} = exp\left[-aQ\left(\delta_{solvent} - \delta_{polimer}\right)^2\right]$$

(2.40)

(2.40) ile gösterilen Gee eşitliğinde Q şişme oranı, $Q_{maksimum}$maksimum şişme oranı, $\delta_{polimer}$ polimere ait çözünürlük parametresi, $\delta_{solvent}$ solvente ait çözünürlük parametresidir. a ise sabittir. Denklem (2.40) düzenlendiğinde oluşan yeni eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$[Q^{-1}\ln(Q_{maksimum}/Q)\,]^{1/2} = \left|a^{1/2}\left(\delta_{solvent} - \delta_{polimer}\right)\right|$$

(2.41)

$[Q^{-1}\ln(Q_{maksimum}/Q)]^{1/2}$ ve $\delta_{solvent}$ arasında çizilecek olan grafik ile bazı bilinmeyenlerin bulunması mümkündür. Çizilecek grafiğin eğiminden ve apsis kesim noktasından sırasıyla $a^{1/2}$ ve $\delta_{polimer}$ hesaplanabilir (Çaykara ve diğ.,2002).

2.4. BENZEN- TOLUEN

Büyüyen çevre sorunlarından biri hava kirliliğidir (Gao ve diğ., 2011).Benzen, toluen, etilbenzen, ksilen iç ve dış ortam kirleticileri olarak bilinen başlıca uçucu aromatik bileşiklerdir ve kısaca BTEX olarak ifade edilirler (Laokiat ve diğ.,2012).Benzin, motorin gibi petrol türevlerinde bulunan bu organik bileşikler çevreye farklı kaynaklardan yayılırlar (Hashemi ve diğ.,2012).Uçucu organik bileşiklerin ortama yayıldığı bazı durumlar şunlardır;

- Benzin ve odun yanma ürünleri,
- Endüstriyel boyalar,
- Yapıştırıcılar,
- Yağ temizleyiciler,
- Aerosoller (Hashemi ve diğ.,2012).

Tüm bu etmenlerin sonucunda çoğu aromatik hidrokarbonlar böbrekler, kalp ,akciğer sistemi ve sinir sistemi üzerinde zararlı etkide bulunurlar (Hashemi ve diğ., 2012).Ayrıca insan sağlığı için toksik, mutajenik ve kansorejen özellik taşırlar (Laokiat ve diğ.,2012).İnsan sağlığına ve çevreye bu tür olumsuz etkileri nedeniyle uçucu organik bileşikler oldukça ilgi çekmiştir (Gao ve diğ., 2011). Dünya çapında, özellikle çevreye emisyonu noktasında ,BTEX hidrokarbonlarının olumsuz etkilerini iyileştirmek için çalışmalar yapılmaktadır (Laokiat ve diğ., 2012).

BTEX hidrokarbonlarını kontrol etmek amacıyla geliştirilen başlıca yöntemler şunlardır;

- Adsorbsiyon
- Kondenzasyon
- Termal dekompozisyon
- Katalitik yakma
- Biyofiltrasyon
- Fotokatalitik oksidasyon

Bunlar arasında TİO2 kullanılarak gerçekleştirilen fotokatalitik kondenzasyon işlemi hızı,enerji verimliliği, organik hava kirliliğinin tüm çeşitlerini yok etmedeki etkinliği ile yüksek potansiyele sahiptir (Laokiat ve diğ.,2012).

BTEX bileşiklerinin zararlı etkilerinden dolayı, analizleri için analitik prosedürlerin geliştirilmesi önem taşır ve analiz prosedürlerinde genellikle ‘gaz kromatografisi-alevli iyon detekte sistemi ‘ (GC-FID) kullanılır (Hashemi ve diğ.,2012).

2.4.1. ANALİZ YÖNTEMLERİ

BTEX bileşenleri ve çevreden analiz amacıyla alınan numunelerin analize hazırlanma aşamasında kullanılan yöntemler önem taşır. Analizler sırasında kullanılan örnek hazırlama yöntemlerinden bazıları ise şunlardır:

I. Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonu (LLE)
II. Katı Faz Ekstraksiyonu (SPE)
III. Katı Faz Mikroektraksiyonu (SPME)
IV. Sıvı Faz Mikroekstraksiyonu (LPME)
V. Dispersiv Sıvı-Sıvı Mikroekstraksiyonu (DLLME)

VI. Homojen Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonu (HLLE)
VII. Bulanıklaşma Noktası Ekstraksiyonu (CPE)
(Hashemi ve diğ.,2012).

Kullanılacak yöntemin seçilmesinde her bir yöntemin farklı spesifik özellikleri önemli rol oynar. Örneğin; LLE ve SPE en çok kabul gören metotlardan olup LLE; zaman alan, yorucu, maliyetli ve yüksek miktarlarda organik çözücüler gerektiren bir yöntemdir. SPE yönteminde LLE'na göre daha az miktarda çözücü kullanılır. SPE yönteminin dezavantajı ise kullanılan kolonların daha maliyetli oluşu ve kolonların analiz için uygun şartlara ayarlanması gerekliliğidir. LLE ve SPE yöntemlerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla Katı-Faz Mikroekstraksiyonu (SPME) geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntem BTEX ve diğer organik bileşikler için de uygulanmaktadır. Yüksek maliyet, kırılgan lif yapısı, enjeksiyonlar arası numune konteminasyonu SPME'nin olumsuzluklarıdır.

Son zamanlarda geliştirilen metotlardan biri de LPME motodudur. Bir tek basamak ekstraksiyon metodu olan LPME birçok farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Hızlı, kolay ve ucuz olması, az miktarda çözücü kullanılması, toksik organik çözücülere maruziyetin az olması LPME'nin olumlu yönleridir. BTEX yanında diğer organik bileşikler için de kullanılması söz konusudur. Metodun olumsuz yönleri ise uzun ekstraksiyon süresine sahip olması, mikro damlacıkların uzun süre stabilitesini koruyamaması ve bazen düşük hassasiyet gözlenmesidir. İki fazın yüzey alanını artırma prensibine dayanan Dispersive –LLME metodu, HLLE ve CPE metotlarına dayanır. Genel olarak ektrakte edici ve dağıtıcı solvent karışımı numuneye hızlıca enjekte edilip, ekstrakte edici solvent su fazı içinde emülsiyon olarak dağılır. Bu işlemin basit ve hızlı oluşu yöntemin avantajını oluşturup bu avantajlara ilave olarak düşük maliyet, yüksek miktarda zenginleştirme faktörüne sahip oluşunu da sayabiliriz. Ayrıca ekstrakte edilen numune mikrolitre mertebesinde doğrudan GC/HPLC analizleri için enjekte edilebilir. Her yöntemde olduğu gibi bu yöntem de olumsuz yönlere sahiptir. Örneğin kullanılan dağıtıcı çözeltisinin tüketimi ekstrakt çözücüdeki analitin dağılma katsayısını düşürür, bu da analiz maliyetini artırabilir ve safsızlığın potansiyel kaynağını oluşturur.

Son zamanlarda DLLME için ultrasonik radyasyon yeni bir alternatif olarak kendini göstermiştir. Ultrasonik dalgaların damlacık formundaki organik ve iyonik sıvıları numune çözeltisi içerisine disperse edebildiği görülmüş ve prosese ultrasonik dalga destekli emülsifikasyon (USAE) adı verilmiştir. Ultrasonik dalgalar kavitasyon mekanizmasına göre

damlacık oluşumu ve buna bağlı olarak sıvı yüzeyinde yüksek hızlara sahip sıvı jetleri oluşturmasını sağlar. Bu da emülsifikasyonu artırıcı bir özelliktir. Birbiriyle karışmayan iki sıvı arasındaki kütle transferi katsayısı da bu yöntem ile arttırılabilir. Böylece ekstraksiyon süresi de düşürülmüş olur. Bu yöntem için de kolaylık, düşük maliyet, yüksek oranda iyi sonuç verme avantajlar olarak gösterilebilir. Metot şuana kadar pek çok farklı numune örneğinin (aromatik aminler, pestisitler, alifatik ve aromatik hidrokarbonlar vb.) gerek GC gerekse HPLC analizleri ile hesaplanmasında başarıyla uygulanmıştır (Hashemi ve diğ.,2012).

2.5. JELLERİN KULLANIM ALANLARI

Günümüzde polimerler pek çok alanda kullanılmaktadır. Özellikle akıllı jeller dış uyarana cevap verebildiği için daha fazla kullanım alanına sahiptir ve geliştirilme çalışmaları artarak devam etmektedir. Akıllı jellerin kullanım alanlarından bazıları: tıp, biyomedikal, tarım (Mesa ve diğ., 2010), gıda ve eczacılıktır (Kayman ve diğ.,2013).

Uyarıya duyarlı jeller uyaranın cinsine göre belli alanlarda daha fazla etkinlik gösterebilirler. Örneğin tıp alanında genellikle pH ve sıcaklığa duyarlı jeller geliştirilerek kullanım alanı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bunun nedeni vücut içerisinde polimeri etkileyebilecek belli başlı parametrelerin sıcaklık ve pH olmasıdır. Kontrollü ilaç salım sistemleri, ilaç taşıma sistemleri, vücut içerisinde yapay kıkırdak, deri vb. yapımında, enzim tutucu olarak ve daha pek çok benzer tedavilerde polimerler kullanılmaktadır.

Hidrojeller yüksek oranda su tutma özellikleri sebebiyle çocuk bezi, hijyenik pedler gibi ürünlerin yapımında kullanılırlar.

Polimerler jel kromatografisi gibi moleküler ayırma işlemlerinde elek görevi görürler. Bu sayede ayrılmak istenen madde polimer ile tutulmuş olur. Uygulanacak alana göre uygun polimer sentezi ile bu ayrımların yapılması mümkündür. Ayrılmak istenen madde bir molekül ise polimer yapısında belirlenen polimeri tutacak yapı oluşturulur. Kimyasal atıklardan BTEX hidrokarbonlarının ayrılması gibi işlemler de aynı şekilde mümkündür (Kayman ve diğ., 2013).

Günümüzde en tehlikeli çevre kirliliği nedenlerinden biri olarak petrol atıklarını gösterebiliriz. Polimerler şişme özellikleri ile petrol atıklarının sudan temizlenmesinde kullanılabilirler. Bu

amaçla pek çok yeni polimer çeşidi araştırılmaktadır (Atta ve diğ.,2009; Pourjavadi ve diğ.,2013).

Çevreye, insan ve hayvan sağlığına zararlı etkilerinden dolayı ağır metal iyonları atık sulardan uzaklaştırılmak istenmektedir. Uzaklaştırma çalışmaları için iyon değişimi, adsorpsiyon, ters ozmos gibi pek çok farklı yönteme başvurulmuş ancak içlerinde en çok dikkat çeken adsorpsiyon olmuştur. Adsorbpsiyon yöntemi şu özelliklerinden dolayı daha avantajlıdır:

- ✓ Kolay uygulanır,
- ✓ Düşük maliyetlidir,
- ✓ Sudaki ağır metal iyonlarını etkin temizler,
- ✓ Özellikle orta ve düşük konsantrasyonlu atıklardan ağır metal iyonlarını rahatça çekmektedir (Tabakçı ve Yılmaz, 2008).

2.5.1. DDMA POLİMERLERİNİN KULLANIM ALANLARI

Metakrilat kopolimerleri faydalı birçok uygulamaları nedeniyle ilgi çekmektedir. Metakrilatlar sıvılar için reolojik özelliklerini değiştirmekte kullanılmakla beraber mineral yağlar için viskozite düzenleyici olarak da kullanılır (Tomasec ve diğ., 2005). Metakrilat polimeri gibi katkı maddeleri kıvam yoğunlaştırmak için, ham petrol hatlarında akış düzenlemek amacıyla ya da direnç azaltmakta kullanılmaktadır. Bu amaçla metakrilatlar dışında kullanılan farklı polimerler de mevcuttur. Son yıllarda çok komponentli polimerik karışımlar üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Böylece daha iyi sonuçlara ulaşılması amaçlanmaktadır (Jukic ve diğ., 2004).

Dodesil metakrilat monomerinden elde edilen kopolimeri sayesinde ayırma tekniğinde pek çok farklı uygulamada kullanılabilmektedir. Kromatogramlarda sabit faz olarak kullanılması, solid faz ekstraksiyonunda (SPE) ve solid faz mikro ekstraksiyonunda (SPME) ekstraktör olarak kullanılması bu uygulamalara örnek olarak gösterilebilir. Dodesil metakrilat monomerinden elde edilen kopolimerlerin bu kadar farklı uygulama alanına sahip olmasında bazı özelliklerinin etkisi büyüktür. Yüksek yüzey alanına sahip olmaları, biyo uyumlulukları , pH'a karşı dirençleri bu özelliklerinden bazılarıdır (Bagheri ve diğ., 2013).

2.5.2. NİPAM POLİMERLERİNİN KULLANIM ALANLARI

NIPAM monomeri içeren homopolimerler hidrojel görevi görürler. Bu sayede sıcaklığa duyarlı hidrojel kullanım alanlarına sahiptir. Bu özelliği sayesinde, bu tür malzemeler ilaç salım sistemleri, ekstraksiyon, enzim aktivasyon kontrolü gibi birçok alanda kullanılabilmektedir (Lee ve Hsu, 1997). NIPAM çözücü içindeki fenolü kolayca kendi içine difüzleyerek sudan ayırabilmektedir (Pan ve Kurumada,2008). Fenolün su içindeki canlılar için toksik etkisi oldukça yüksektir (Saitoh ve diğ., 2010). NIPAM polimeri fenolün sudan ayrılmasında etkin şekilde kullanılan polimerlerden biridir (Pan ve Kurumada,2008).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 KİMYASAL MADDELER

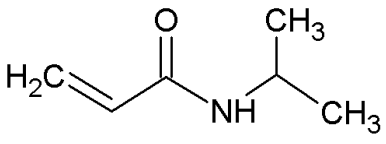
Tez çalışmasındaki jellerin sentezi sırasında kullanılan kimyasal maddelerin ve bu maddelerin temin edildiği firmaların isimleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Kimyasal maddelerin tümü ilk hali ile kullanılmış olup yalnız başlatıcı olarak kullanılan azobisizobutironitril (AIBN) üç kez metanolde kristallendirip saflaştırıldıktan ve 30^{o}C'lik vakum etüvünde kurutulduktan sonra kullanılmıştır.

Tablo 3.1: Polimerlerin sentezinde kullanılan kimyasallar ve özellikleri.

Madde	**Kısaltma**	**Markası**	**Üretim yeri**
N_izopropilakrilamit	(NİPAM)	Sigma-Aldrich	Steinheim/Almanya
Nitrobenzen		Merck	Schuchardt/Almanya
Dodesilmetakrilat	(DDMA)	Merck	Schuchardt/Almanya
Benzen		Sigma-Aldrich	-
Poli etilen glikol-600	(PEG600)	-	-
Toluen		Merck	Darmstadt/ Almanya
Etanol		Sigma-Aldrich	-
Azobisizobutironitril	(AIBN)	-	-
Etilen glikol dimetakrilat	(EGDMA)	-	-

3.1.1. N-izopropilakrilamit (NİPAM) Monomeri

Tez çalışması kapsamında kullanılan NİPAM monomerinin açık formülü şekildeki gibi olup özellikleri tabloda belirtilmiştir.



Şekil 3.1: N-izopropilakrilamit (NIPAM) molekülünün açık formülü.

Tablo 3.2: NIPAM kimyasalının özellikleri.

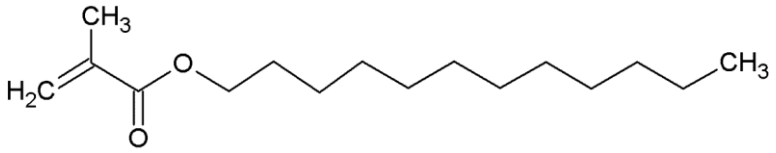
Kapalı formül	$C_6H_{11}NO$
Saflık	%97
Molekül ağırlığı	113,16
Kaynama noktası	89-92^oC
Erime noktası	60-63^oC
Marka	Sigma-Aldrich
Üretim yeri	Almanya

3.1.2. Dodesilmetakrilat (DDMA) Monomeri

Tez çalışmasında kullanılan bir diğer monomer dodesilmetakrilat monomeridir. Bu monomere ait özellikler ve molekülünün açık formülü aşağıda belirtildiği gibidir.

Tablo 3.3: DDMA kimyasalının özellikleri.

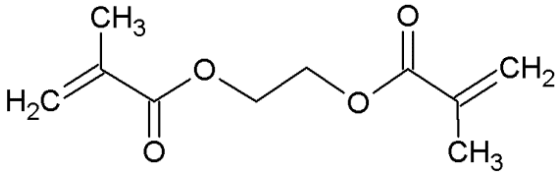
Kapalı formül	$C_{16}H_{30}O_2$
Saflık	%60-70
Molekül ağırlığı	254.42 g/mol
Yoğunluk	0.873-0.875
Marka	Merck
Üretim yeri	Almanya



Şekil 3.2: Dodesilmetakrilat (DDMA) molekülünün açık formülü.

3.1.3. Etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) Çapraz Bağlayıcısı

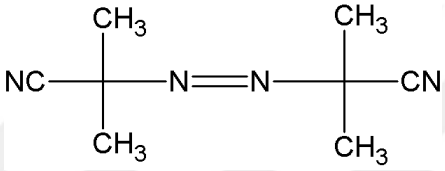
Çapraz bağlayıcı olarak kullanılan EGDMA'nın özellikleri ve açık formülü aşağıda verilen şekildedir.



Şekil 3.3: Etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) molekülünün açık formülü.

3.1.4. Azobisizobutironitril (AIBN) Başlatıcısı

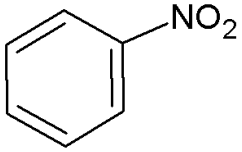
Tez çalışmaları kapsamında polimerizasyonu başlatıcı olarak AIBN kullanılmıştır. Bu başlatıcıya ait özellikler ve molekül açık formülü aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.4: Azobisizobutironitril (AIBN) molekülünün açık formülü.

3.1.5. Nitrobenzen

Tez çalışmasında kullanılan nitrobenzenin özellikleri ve açık formülü aşağıdaki gibidir.



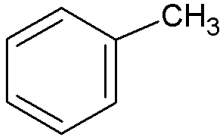
Şekil 3.5: Nitrobenzen molekülünün açık formülü.

Tablo 3.4: Nitrobenzen kimyasalının özellikleri.

Kapalı formül	$C_6H_5NO_2$
Saflık	>%99
Molekül ağırlığı	123.11g/mol
Yoğunluk	1.201-1.203
Marka	Merck
Üretim yeri	Almanya

3.1.6. Toluen

Tez çalışması kapsamında kullanılan toluene ait özellikler ve molekülünün açık formülü aşağıda verilmiştir.



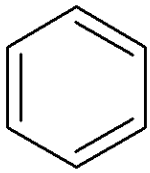
Şekil 3.6: Toluen molekülünün açık formülü.

Tablo 3.5: Toluen kimyasalının özellikleri

Kapalı formül	$C_6H_5CH_3$
Saflık	≥ %99.9
Molekül ağırlığı	92.14g/mol
Yoğunluk	0.865-0.870
Kaynama noktası	109-111^{o}C
Marka	Merck
Üretim yeri	Almanya

3.1.7. Benzen

Kullanılan benzenin özellikleri ve molekül açık formülü aşağıda belirtildiği gibidir.

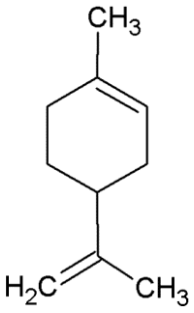


Şekil 3.7: Benzen molekülünün açık formülü.

Tablo 3.6: Benzen kimyasalının özellikleri

Kapalı formül	C_6H_6
Saflık	≥ %99
Molekül ağırlığı	78.11g/mol
Yoğunluk	0.874
Kaynama noktası	80^{o}C
Marka	Sigma-Aldrich
Üretim yeri	Almanya

3.1.8. Limonen

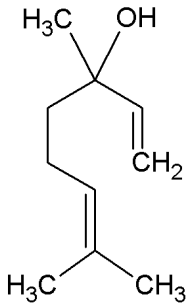


Şekil 3.8: Limonen molekülünün açık formülü.

Tablo 3.7: Limonen kimyasalının özellikleri.

Kapalı formül	$C_{10}H_{16}$
Saflık	≥ %94
Molekül ağırlığı	136.24 g/mol
Yoğunluk	0.841-0.846
Kaynama noktası	113-120° C
Marka	Merck
Üretim yeri	Almanya

3.1.9. Linalool



Şekil 3.9: Linalool molekülünün açık formülü.

Tablo 3.8: Linalool kimyasalının özellikleri.

Kapalı formül	$C_{10}H_{18}O$
Saflık	≥ %97
Molekül ağırlığı	154.25 g/mol
Yoğunluk	0.8700 g/c
Kaynama noktası	194-197° C
Marka	SAFC
Üretim yeri	İngiltere

3.1.9. Diğer Çözücüler ve Özellikleri

Tablo 3.9: Jellerin şişme özelliğinin incelenmesinde kullanılan diğer çözücülere ait özellikler.

Çözücü adı	Kapalı formül	Marka	Molekül ağırlığı	Saflık	Yoğunluk
n-octane	C_8H_{18}	Merck	114.23 g/mol	%99	0.702-0.703 g/ml
n-hexane	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	Merck	86.18 g/mol	%99	0.659-0.662 g/ml
1,2 propanediol	$C_3H_2O_2$	Merck	76.09 g/mol	%99	1.036-1.037 g/ml
2-phenylethanol	$C_8H_{10}O$	Merck	122.16 g/mol	%99	1.019-1.020 g/ml
Diethylene glycol	$C_4H_{10}O_3$	Merck	106.12 g/mol	%99	1.115-1.117 g/ml
R-(+)-Limonene	$C_{10}H_{16}$	Merck	136.24 g/mol	%94	0.841-0.846 g/ml
Dimethyl succinate	$C_6H_{10}O_4$	Merck	146.14 g/mol	%95	1.119-1.120 g/ml
Dimethyl glutarate	$C_7H_{12}O_4$	Merck	160.16 g/mol	%99	1.085-1.090 g/ml
Dibenzyl ether	$C_{14}H_{14}O$	Merck	198.27 g/mol	%98	1.043-1.044 g/ml
Cyclohexane	C_6H_{12}	Lachema	84.16 g/mol	-	-
Dimethyl phthalate	$C_{10}H_{10}O_4$	Merck	194.19 g/mol	%99	1.188-1.191 g/ml
isobutylmethylketon	-	Merck	-	%99	-
Acetone	C_3H_6O	Lachema	58.08 g/mol	%99.5	0.7890-0.7924 g/ml
İsopropanol	C_3H_8O	Lach_Ner,s.r.o.	60.10 g/mol	%99.7	-
Toluene	$C_6H_5CH_3$	Merck	92.14 g/mol	%99.9	0.865-0.870 g/ml
Benzene	C_6H_6	Aldrich	78.11 g/mol	%99	0.874 g/ml
Methanol	-	-	-	%99.7	0.791-0.793 g/ml
Propyle acetate	-	-	102.13 g/mol	%98	0.886-0.888 g/ml
Dipropylether	-	-	102.18 g/mol	%90	0.747-0.751 g/ml
Deiyonize su	-	-	-	-	

3.2 CİHAZLAR

3.2.1. Kumpas

Kumpas kullanılarak jilet yardımı ile kesilen jellerin çapları ve yükseklikleri mm(±0.01) cinsinden ölçülmüştür.

3.2.2. Hassas Terazi

Sartorious CP 2245 marka $\pm 10^{-7}$ kg hassasiyette terazi genel tartım amaçlı kullanılmıştır.

3.2.3. Su Banyosu

Poly Science marka , (-50) – (+200) ^{o}C arasında ±0,01 ^{o}C hassasiyetle çalışan su banyosu kullanılarak cam tüp içinde bileşim olarak hazırlanan tüm polimerizasyon reaksiyonları gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM)

Polimer jellerin SEM analizleri "FEI Quanta 400 FEG" model taramalı elektron mikroskopu ile yapılmıştır.

3.2.5. Gaz Kromatografisi (GC)

Perkin-Elmer Clarus 500 model gaz kromatografi cihazı kullanılmıştır.

3.3. YÖNTEM

3.3.1. Poli(N-izopropilakrilamit-ko-dodesil metakrilat) Jellerinin Sentezi

Jelleşme, N-izopropil akrilamit ve dodesil metakrilat monomerlerinin serbest radikal polimerizasyonu mekanizmasına göre polimerize olmasıyla gerçekleşmiştir.

Polimerizasyon reaksiyonu 1.3 cm çaplı ve 15 cm uzunlukta cam tüplerde gerçekleştirilmiştir. Tüpteki 5 ml etanol üzerine dodesil metakrilat (DDMA) ve N-izopropilakrilamid(NİPAM) monomerleri eklenmiş ve azot gazı ortamında karıştırılmıştır. Ardından sırayla, çapraz bağlayıcı olarak etilenglikol dimetakrilat(EGDMA) ve başlatıcı olarak azo-bisizobütironitril (AIBN) eklenip azot gazı ortamında karıştırılmaya devam edilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan tüpler 24 saat 70ºC stabil su banyosunda polimerize olmuştur. Başlangıç aşamasında farklı oranlarda NİPAM içeren jeller sentezlenmiş, aralarından şişme oranı en fazla olan jel tespit edilmiştir. Hazırlanan farklı oranlarda jeller için kullanılan monomer, çapraz bağlayıcı ve başlatıcı oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.10: Sentezlenen jellerde kullanılan kimyasallar ve miktarları.

Jel adı	EtOH	DDMA	NİPAM	EGDMA	PEG600	AIBN
%90DDMA+%10NİPAM+%5PEG600	5 ml	4.04 ml	0.1166g	38.4 µl	0.17 ml	0.0168g
%90DDMA+%10NİPAM+%10PEG600	5 ml	4.04 ml	0.1166g	38.4µl	0.33 ml	0.0168g
%90DDMA+%10NİPAM+%15PEG600	5 ml	4.04 ml	0.1166g	38.4µl	0.5 ml	0.0168g
%80DDMA+%20NİPAM+%5PEG600	5 ml	3.6 ml	0.2333g	38.4µl	0.16 ml	0.0168g
%80DDMA+%20NİPAM+%10PEG600	5 ml	3.6 ml	0.2333g	38.4µl	0.31 ml	0.0168g
%80DDMA+%20NİPAM+%15PEG600	5 ml	3.6 ml	0.2333g	38.4µl	0.48 ml	0.0168g
%90DDMA+%10NİPAM	5 ml	4.04 ml	0.1166g	38.4µl	-	0.0168g
%80DDMA+%20NİPAM	5 ml	3.6 ml	0.2333g	38.4µl	-	0.0168g

Hazırlanan jeller 24 saat sonunda su banyosundan çıkartılarak 2-3 mm'lik diskler halinde kesilerek etanol içerisine alınıp su banyosunda sıcak dekantasyon işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sırasında jellerin içinde bulunduğu etanol 2 saatte bir değiştirilmiştir. Dekantasyondan sonra cam petrilere alınan disk halindeki jeller kurumaya bırakılmış, günlük tartım alınarak sabit tartıma gelene kadar jeller takip edilmiştir.



Şekil 3.10: Sentezlenen jellerin disk halinde kesilmiş genel görünüşü.

4. BULGULAR

4.1. KARAKTERİZASYON

4.1.1. Sentezlenen Jellerin Bileşimi ve Jelleşme Oranları

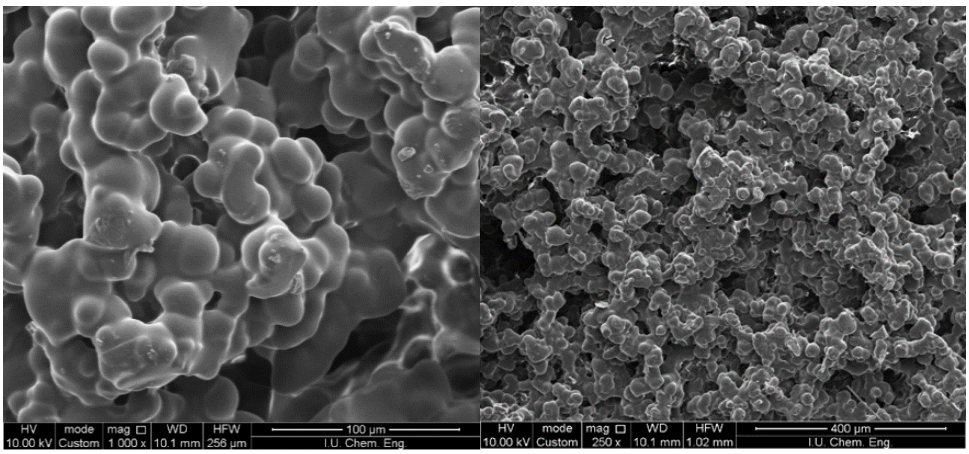
Farklı oranlarda DDMA, NIPAM VE PEG600 içeren jellerin jelleşme oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.1: Deneme çalışmaları sırasında sentezlenen jellerin bileşenleri ve sentezlenen jellere ait jelleşme oranları.

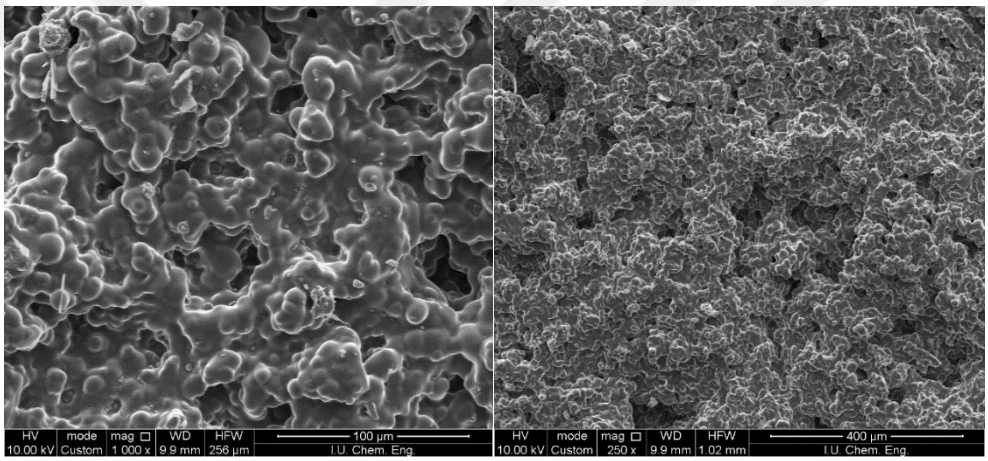
Jel kodu	NİPAM	DDMA	PEG600	%Jelleşme
DDMA90NİPAM10	10	90	5	%82
DDMA90NİPAM10	10	90	10	%78
DDMA90NİPAM10	10	90	15	%74
DDMA80NİPAM20	20	80	5	%83
DDMA80NİPAM20	20	80	10	%75
DDMA80NİPAM20	20	80	15	%73
DDMA90NİPAM10	10	90	-	%85
DDMA80NİPAM20	20	80	-	%82

4.1.2. Jellere Ait SEM Görüntüleri

"FEI Quanta 400 FEG" marka taramalı elektron mikroskobu kullanılarak jellerin gözenekliliği hakkında bilgi edinmek için, her bir jel numunesinin SEM görüntüleri alınmıştır. SEM görüntüleri çekilmeden önce numuneler altın ile kaplanmış daha sonra çekim yapılmıştır. Sentezlenen jellere ait SEM görüntüleri aşağıdaki gibidir.

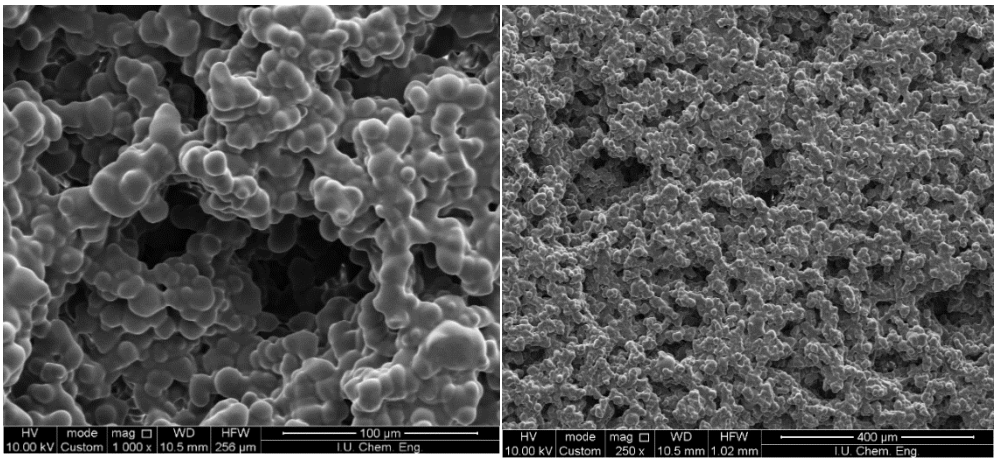


Şekil 4.1: 80DDMA20NİPAM jeline ait SEM



görüntüleri.

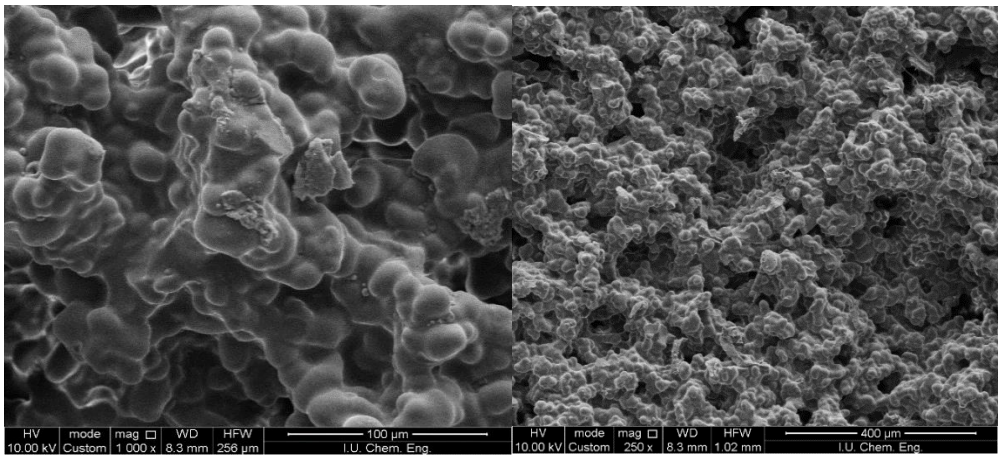
Şekil 4.2: 80DDMA20NİPAM15PEG jeline ait SEM



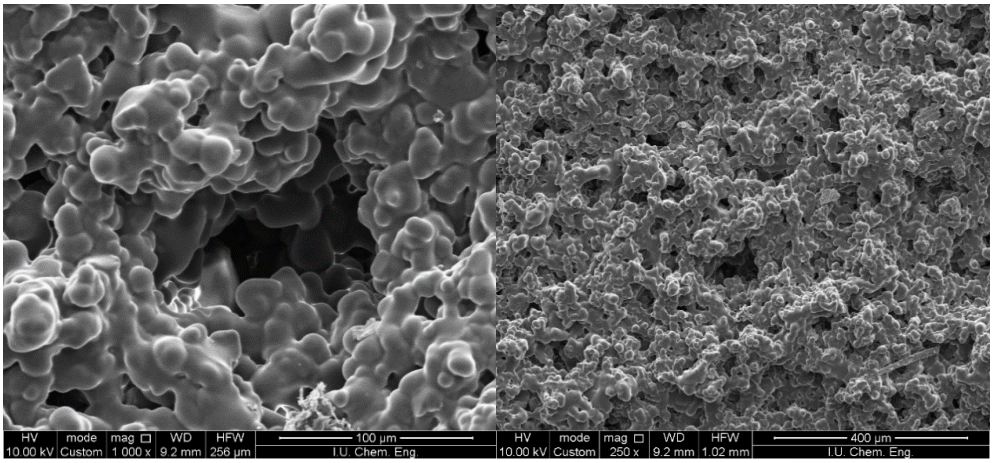
görüntüleri.

2

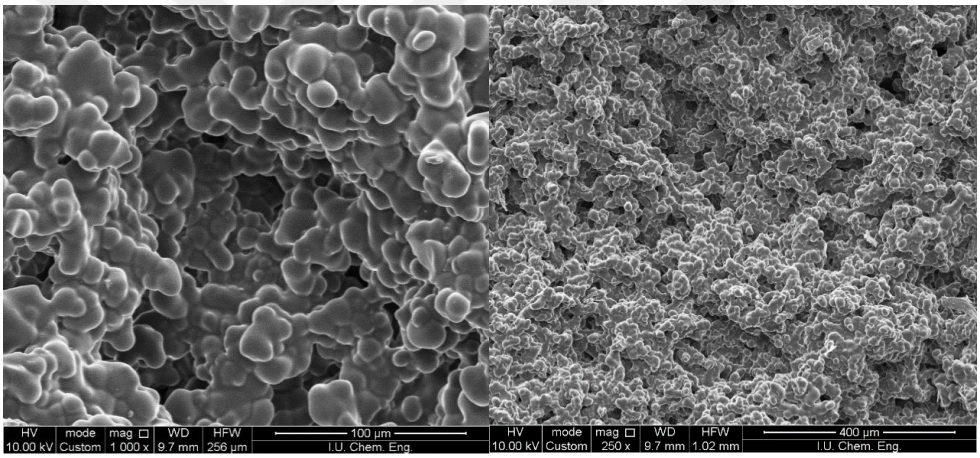
Şekil 4.3: 80DDMA20NIPAM10PEG jeline ait SEM görüntüleri.



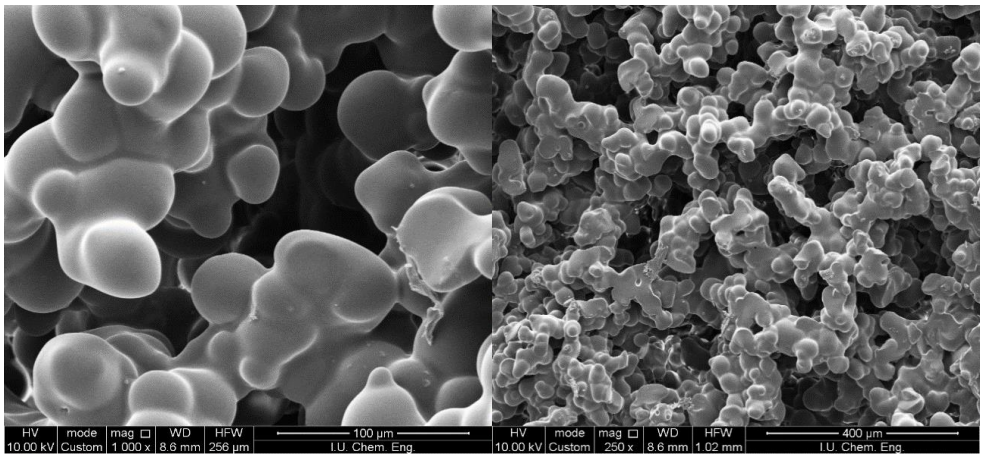
Şekil 4.4: 80DDMA20NIPAM5PEG jeline ait SEM görüntüleri.



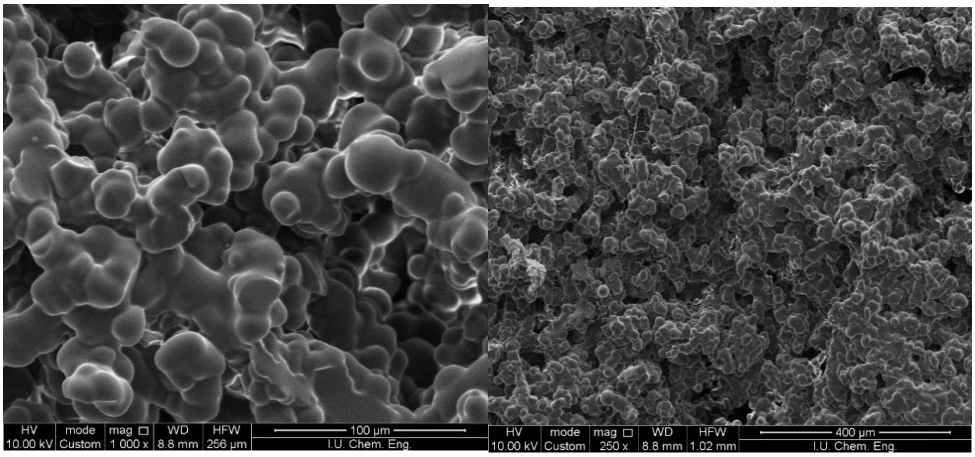
Şekil 4.5: 90DDMA10NIPAM jeline ait SEM görüntüleri.



Şekil 4.6: 90DDMA10NIPAM15PEG jeline ait SEM görüntüleri.



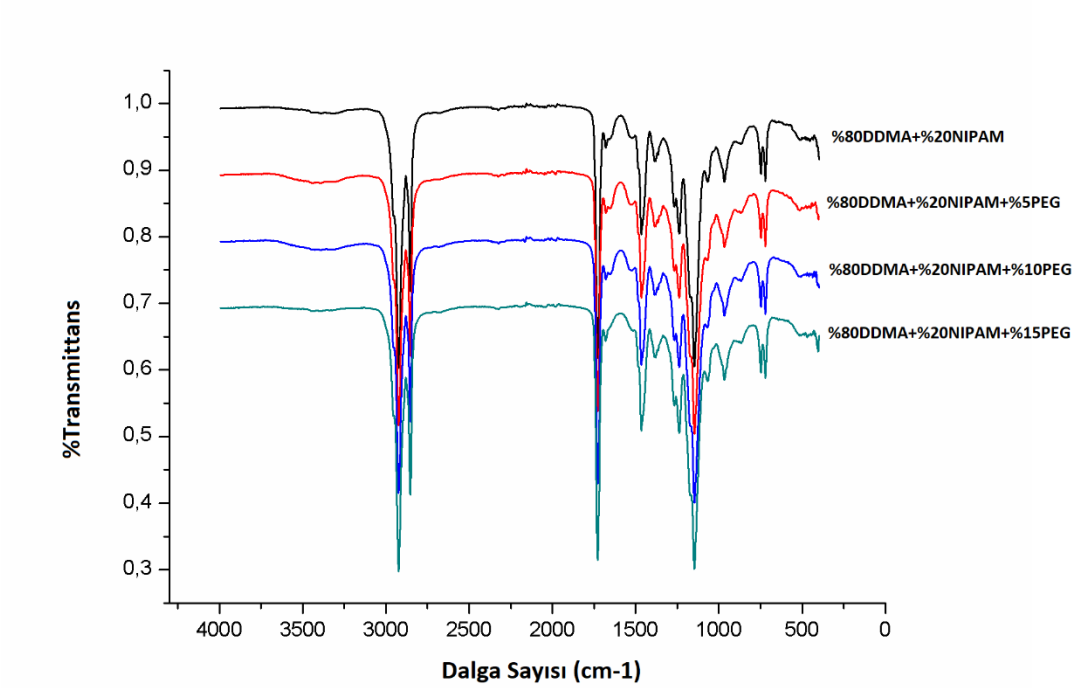
Şekil 4.7: 90DDMA10NIPAM10PEG jeline ait SEM görüntüleri.



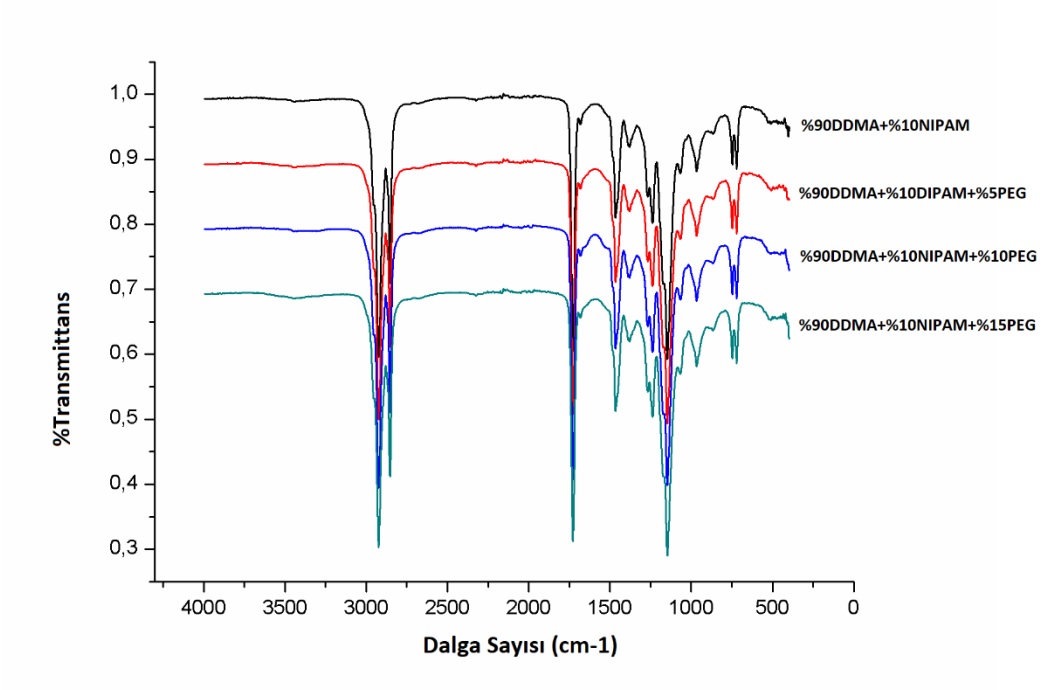
Şekil 4.8: 90DDMA10NIPAM5PEG jeline ait SEM görüntüleri.

Jellere ait SEM görüntüleri incelendiğinde, herbir jelin iç yapısında boşluklar olduğu gözlenmiştir.

4.1.3. Jellere Ait FT-IR Sonuçları



Şekil 4.9: Farklı oranlarda PEG içeren 80DDMA20NIPAM jelinin FTIR sonuçları.



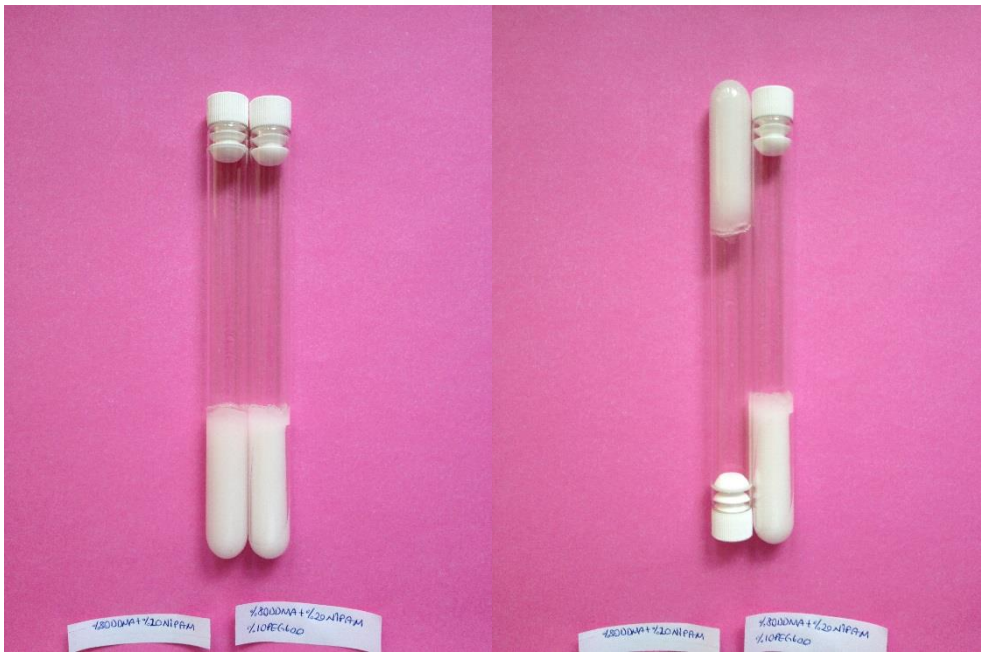
Şekil 4.10: Farklı oranlarda PEG içeren 90DDMA10NIPAM jelinin FTIR sonuçları.

Hazırlanan jeller benzen ve toluen içerisine atılıp şişme oranları üç gün sonra kontrol edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablodadır.

Tablo 4.2: Jellerin benzen ve tolüen içindeki şişme oranları ve jellere ait jelleşme yüzdeleri.

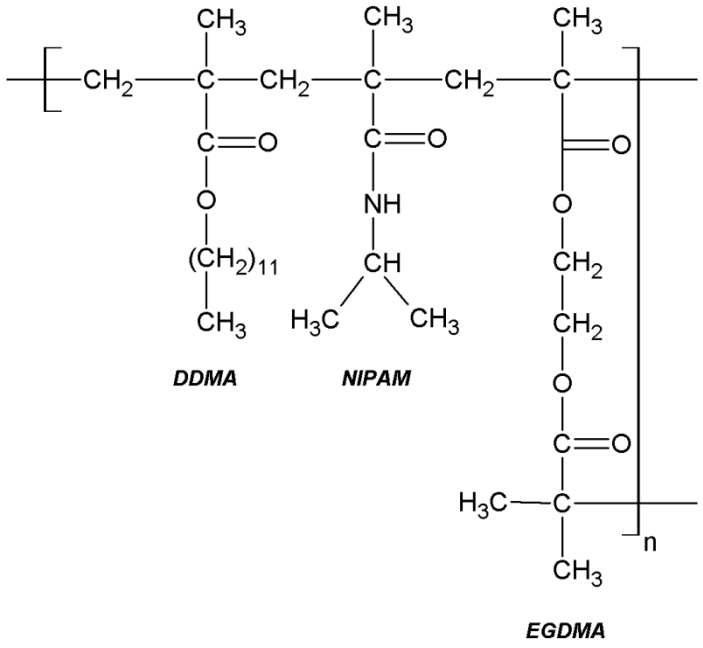
JEL KODU	TOLUENDE ŞİŞME	BENZENDE ŞİŞME	%JELLEŞME
DDMA90NİPAM1OPEG5	9.85	9.4	82
DDMA90NİPAM1OPEG10	9.1	8.3	78
DDMA90NİPAM1OPEG15	10.54	9.85	74
DDMA80NİPAM20PEG5	11.15	10.4	73
DDMA80NİPAM20PEG10	11.22	10.2	75
DDMA80NİPAM20PEG15	10.9	9.0	83
DDMA90NİPAM10	10.7	10.3	85
DDMA80NİPAM20	9.04	8.57	82

Benzen ve toluen içinde şişmeye bırakılan jellerin dengedeki şişme değerleri ve jellere ait % jelleşme oranları göz önünde bulundurularak çalışmalara DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jelleri ile devam edilmiştir.



Şekil 4.11: 80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin görünüşleri.

4.1.4.Sentezlenen Jelin Molekül Açık Formülü



Şekil 4.12: Sentezlenen DDMA-NİPAM kopolimerinin açık formülü.

4.1.3. Sentezlenen Jelin Farklı Çözücülerde Şişme Davranışının İncelenmesi

Jelin farklı çözücüler içindeki şişme davranışını kontrol etmek amacıyla 18 farklı çözücü içinde bekletilerek şişme denge değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tablodadır.

Tablo 4.3: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin farklı çözücülerde şişme oranları.

Çözücü adı	**Şişme oranı DDMA80NİPAM20PEG10**	**Şişme oranı DDMA80NİPAM20**
Dimethyl succinate	1.7	1.2
Dimethyl glutarate	1.7	1.2
Diethylene glycol	1.4	0.9
Cyclohexane	10.5	7.8
Metanol	1.3	0.8
Dimethyl phatalate	1.8	1.4
n-octane	7.3	6.1
n-hexane	7.1	5.8
Dibenzylether	4.3	3.6

Tablo 4.3 (devam): DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin farklı çözücülerde şişme oranları.

Acetone	1.4	1.4
Propil asetat	6.0	5.9
Deiyonize su	0.6	0.6
İsopropanol	1.5	1.1
Dipropil eter	8.8	7.1
Methylisobuthylketone	7.1	5.7
1,2 propanodiol	1.3	1.0
Limonene	10.4	8.9
2-phenylethanol	2.5	1.7
Linalool	10.7	9.0
Benzen	9.9	10.5

4.1.4. Farklı Metotlar Kullanılarak Çözünürlük Parametresi Hesabı

Tablo 4.4: Jellerin şişmesinde kullanılan farklı çözücülerin çözünürlük parametreleri.

	V	**δd**	**δp**	**δh**	**δt**	
Acetone	74^{a}	$15,5^{a}$	$10,4^{a}$	7^{a}	$20,1^{a}$	
Propil asetat	$115,3^{b}$	$15,3^{b}$	$4,3^{b}$	$7,6^{b}$	$17,6^{b}$	18^{a}
Deiyonize su	18^{a}	$15,5^{a}$	16^{a}	$42,4^{a}$	$47,9^{a}$	
İsopropanol	$76,8^{a}$	$15,8^{a}$	$6,1^{a}$	$16,4^{a}$	$23,5^{a}$	
Dipropil eter	$111,75^{c}$	$18,1^{c}$	$3,6^{c}$	$5,2^{c}$	$19,1^{c}$	16^{a}
Methylisobuthylketone	$125,8^{a}$	$15,3^{a}$	$6,1^{a}$	$4,1^{a}$	17^{a}	
1,2 propanodiol	$73,6^{a}$	$16,8^{a}$	$9,4^{a}$	$23,3^{a}$	$30,3^{a}$	
Limonene		16.4^{d}	0.2^{e}	0.2^{e}	16.38^{e}	
2-phenylethanol	120^{f}	19^{f}	$5,8^{f}$	$12,8^{f}$	$23,6^{f}$	
Dimethylsuccinate					21,9	
Dimethylglutarate					21,4	

Tablo 4.4 (devam): Jellerin şişmesinde kullanılan farklı çözücülerin çözünürlük parametreleri.

Diethylene glycol	$95,3^{a}$	$16,2^{a}$	$14,7^{a}$	$20,5^{a}$	$29,9^{a}$
Cyclohexane	$108,7^{a}$	$16,8^{a}$	0^{a}	$0,2^{a}$	$16,8^{a}$
Metanol	$40,7^{a}$	$15,1^{a}$	$12,3^{a}$	$22,3^{a}$	$29,7^{a}$
Dimethylphatalate	163^{a}	$18,6^{a}$	$10,8^{a}$	$4,9^{a}$	$22,1^{a}$
n-octane	$163,5^{a}$	$15,6^{a}$	0^{a}	0^{a}	$15,6^{a}$
n-hexane	$147,4^{a}$	$14,9^{a}$	0^{a}	0^{a}	$14,9^{a}$
Dibenzylether	$192,7^{a}$	$17,4^{a}$	$3,7^{a}$	$7,4^{a}$	$19,2^{a}$
Benzene	$89,4^{a}$	$18,4^{a}$	0^{a}	2^{a}	$18,6^{a}$
Toluene	$106,8^{a}$	18^{a}	$1,4^{a}$	2^{a}	$18,2^{a}$

Linalool		16.3[g]	4.4[g]	11.2[g]	20.26[g]
Etanol	58,5[b]	15,8[b]	8,8[b]	19,4[b]	26,5[b]

[a] :Brandrup ve diğerleri

[b]: Hansen Solub. Par.s CRC 2000

[c]: Hesaplanan

[d] : Barton Allan F.M. (1983) Handbook of Solubility Parameters and other Cohesion Parameters, CRC Press

[e] : Hansen C.M. 2004, Aspects of solubility, surfaces and diffusion in polymers, Progress in Organic Coatings, 51, 55-66

[f] : Charles M. Hansen, Hansen Solubility Parameters:A User's Handbook, 2007, CRC Press, Taylor&Francis Group, LLC, 2nd Ed., ISBN: 13:978-1-4200-0683-4(e-book-PDF)

[g] : Buckley Smith M.K. 2006, The use of solubility parameters to select memrane materials for pervaporation of org mixtures, PhD University of Waikato, New Zeland

Lit: Garcia M.T. et al (2009) Study of solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process, Waste management, 29, 1814-1818.

4.1.4.1.Çözünürlük Parametresi Hesapları

Aşağıda araştırma sırasında kullanılan bazı solventlerin ve polimerin çözünürlük parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplar VKH metodu ve Hoy metoduna göre ayrı ayrı yapılmıştır. Ayrıca Gee metodu kullanılarak, çözücülerdeki şişme denge değerleri yardımı ile polimere ait çözünürlük parametresi değerleri de hesaplanmıştır.

- **VKH Metoduna Göre Çözünürlük Parametresi Hesabı**

Tablo 4.5: Jellerin şişmesinde kullanılan bazı çözücülerin VKH metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri.

Çözücü	**δ_d**	**δ_p**	**δ_h**	**δ_t**
Dipropil eter	18.1	3.6	5.2	19.1
2-phenyl ethanol	18.5	4.3	13.0	23.0
Dimetil süksinat	17.8	5.7	10.7	21.5
Dimetil glutarat	17.7	5.1	10.1	21.0
80DDMA20MIPAM	2.40	17.34	17.00	18.67
%100 DDMA	16.4	18.2	10.8	26.8
%100 NIPAM	18.7	8.8	7.5	22.0

Tablo 4.6: EGDMA hesaba katılmadan,VKH metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri.

Çözücü	**Ra**	**RED=Ra/Ro (relatif enerji farkı)**	**çözünebilirlik**
Acetone	9,2	0,49	çözünür
Propil asetat	5,6	0,30	çözünür
Deiyonize su	39,6	2,12	çözünmez
İsopropanol	12,2	0,65	çözünür
Dipropil eter	1,3	0,07	çözünür
Methylisobutylketone	6,1	0,33	çözünür
1,2 propanediol	19,3	1,03	çözünmez
Limonene	6,3	0,34	çözünür
2-phenylethanol	8,5	0,45	çözünür

Dimethylsuccinate	35,9	1,92	çözünmez
Dimethylglutarate	35,9	1,92	çözünmez
Diethylene glycol	19,6	1,05	çözünür
Cyclohexane	6,1	0,32	çözünür
Metanol	20,2	1,08	çözünmez
Dimethylphatalate	8,5	0,45	çözünür
n-octane	7,3	0,39	çözünür
n-hexane	8,2	0,44	çözünür
Dibenzylether	2,4	0,13	çözünür
Benzene	4,5	0,24	çözünür
Toluene	3,6	0,19	çözünür
Linalool	6,7	0,36	çözünür

Tablo 4.7: EGDMA hesaba katılarak, VKH metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri.

Çözücü	**Ra**	**RED=Ra/Ro (relatif enerji farkı)**	**çözünebilirlik**
Acetone	9,5	0,51	çözünür
Propil asetat	5,7	0,31	çözünür
Deiyonize su	39,8	2,14	çözünmez

Tablo 4.7(devam): EGDMA hesaba katılarak, VKH metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri.

İsopropanol	12,4	0,66	çözünür
Dipropil eter	1,6	0,08	çözünür
Methylisobuthylketone	6,3	0,34	çözünür
1,2 propanodiol	19,5	1,05	çözünmez
Limonene	6,1	0,33	çözünür
2-phenylethanol	8,7	0,47	çözünür
Dimethylsuccinate	35,9	1,93	çözünmez
Dimethylglutarate	35,9	1,93	çözünmez
Diethylene glycol	19,9	1,07	çözünmez
Cyclohexane	5,8	0,31	çözünür

Metanol	20,4	1,10	çözünmez
Dimethylphatalate	8,8	0,47	çözünür
n-octane	7,1	0,38	çözünür
n-hexane	8,0	0,43	çözünür
Dibenzylether	2,6	0,14	çözünür
Benzene	4,2	0,23	çözünür
Toluene	3,4	0,19	çözünür
Linalool	6,9	0,37	çözünür

VKH motoduna göre dipropil eter hem EGDMA hesaba katıldığında hem de hesaba katılmadığında en iyi çözücü olarak görülmektedir.

- **HOY Metoduna Göre Çözünürlük Parametresi Hesabı**

Tablo 4.8: Jellerin şişmesinde kullanılan farklı çözücülerin HOY metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri.

çözücü	δ_d	δ_p	δ_h	δ_t
Dipropil eter	16.4	0.0	8.8	18.6
2-phenyl ethanol	-	15.4	-	24.5
Dimetil süksinat	14.0	11.2	13.2	22.2
Dimetil glutarat	14.2	10.5	12.5	21.7
80DDMA20NIPAM	15.752	9.543	4.370	18.929

Tablo 4.9: EGDMA hesaba katılmadan, Hoy metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri.

Çözücü	**Ra**	**RED=Ra/Ro (relatif enerji farkı)**	**çözünebilirlik**
Acetone	6,1	0,33	çözünür
Propil asetat	6,3	0,35	çözünür
Deiyonize su	40,9	2,23	çözünmez
İsopropanol	13,9	0,76	çözünür

Dipropil eter	5,1	0,28	çözünür
Methylisobuthylketone	3,3	0,18	çözünür
1,2 propanodiol	20,8	1,14	çözünmez
Limonene	7,2	0,40	çözünür
2-phenylethanol	11,3	0,62	çözünür
Dimethylsuccinate	34,2	1,87	çözünmez
Dimethylglutarate	34,2	1,87	çözünmez
Diethylene glycol	19,5	1,07	çözünmez
Cyclohexane	7,4	0,40	çözünür
Metanol	20,6	1,13	çözünmez
Dimethylphatalate	5,8	0,32	çözünür
n-octane	7,8	0,43	çözünür
n-hexane	8,3	0,45	çözünür
Dibenzylether	6,0	0,33	çözünür
Benzene	7,8	0,43	çözünür
Toluene	6,2	0,34	çözünür
Linalool	9,0	0,49	çözünür

Tablo 4.10: EGDMA hesaba katılarak, Hoy metodu ile hesaplanan polimer çözünürlük parametresinin deneysel değerler ile karşılaştırılmasına ait polimerin çözücülerdeki Ra ve RED değerleri.

Çözücü	**Ra**	**RED=Ra/Ro (relatif enerji farkı)**	**çözünebilirlik**
Acetone	6,3	0,34	çözünür
Propil asetat	6,5	0,35	çözünür
Deiyonize su	41,0	2,23	çözünmez
İsopropanol	14,1	0,77	çözünür
Dipropil eter	5,0	0,27	çözünür

Methylisobuthylketone	3,5	0,19	çözünür
1,2 propanodiol	20,9	1,12	çözünmez
Limonene	7,1	0,39	çözünür
2-phenylethanol	11,3	0,61	çözünür
Dimethylsuccinate	34,4	1,57	çözünmez
Dimethylglutarate	34,4	1,61	çözünmez
Diethylene glycol	19,7	1,07	çözünmez
Cyclohexane	7,3	0,40	çözünür
Metanol	20,8	1,13	çözünmez
Dimethylphatalate	5,8	0,32	çözünür
n-octane	7,7	0,42	çözünür
n-hexane	8,3	0,45	çözünür
Dibenzylether	6,0	0,33	çözünür
Benzene	7,6	0,42	çözünür
Toluene	6,0	0,33	çözünür
Linalool	9,1	0,50	çözünür

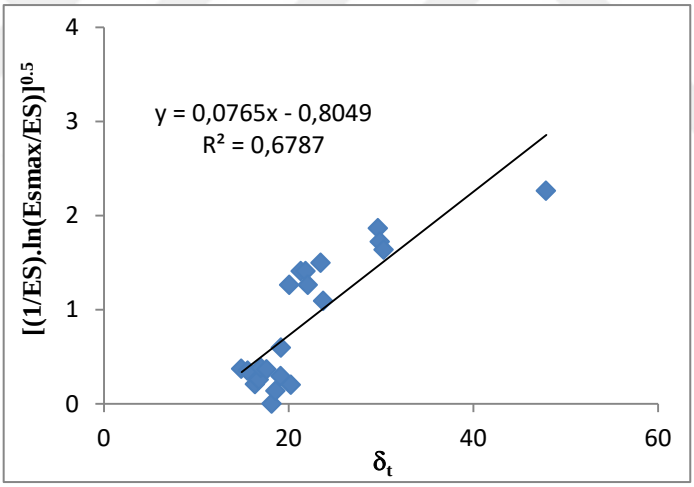
Hoy metoduna göre metilizobütilketon hem EGDMA hesaba katıldığında hem de hesaba katılmadığında en iyi çözücü olarak görülmektedir.

- **Gee Metodu Kullanılarak Çözünürlük Parametresi Hesabı**

Tablo 4.11: Jellerin şişmesinde kullanılan bazı çözücülerin Gee metoduna göre hesaplanan çözünürlük parametreleri.

solvent	**δτ**	**SV**	**[(1/ES).ln(Esmax/ES)]^0.5**
n-hexane	14,9	5,8	0,37
n-octane	15,6	6,1	0,35
Limonene	16,38	8,9	0,21
Cyclohexane	16,8	7,8	0,26
Methylisobuthylketone	17	5,7	0,38

Propil asetat	17,6	5,9	0,37
Toluene	18,2	13	0,00
Benzene	18,6	10,7	0,13
Dipropil eter	19,1	7,1	0,29
Dibenzylether	19,2	3,6	0,60
Acetone	20,1	1,4	1,26
Linalool	20,26	9	0,20
Dimethylglutarate	21,35	1,2	1,41
Dimethylsuccinate	21,85	1,2	1,41
Dimethylphatalate	22,1	1,4	1,26
İsopropanol	23,5	1,1	1,50
2-phenylethanol	23,75	1,7	1,09
Metanol	29,7	0,8	1,87
Diethylene glycol	29,9	0,9	1,72
1,2 propanodiol	30,3	0,97	1,64
Deiyonize su	47,9	0,6	2,26



Şekil 4.13: Gee metoduna göre elde edilen grafik.

Yukarıdaki grafiğe göre; eğim ($\alpha^{0.5}$) 0.076, kesme noktası -0.804 olduğunda polimere ait çözünürlük parametresi: $\delta_{polimer}$ 10.58 bulunur**.**

4.1.5. Sentezlenen Jelin Farklı Sıcaklıklarda Şişme Davranışının İncelenmesi

Sentezlenen jelin sıcaklığa duyarlılığının olup olmadığını incelemek amacıyla dört farklı sıcaklıkta dört ayrı çözücü içerisinde şişme davranışı gözlemlenmiştir. Tartımı belirlenen DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jelleri 6.5°C, 10°C, 30°C, 40°C, 50°C ve

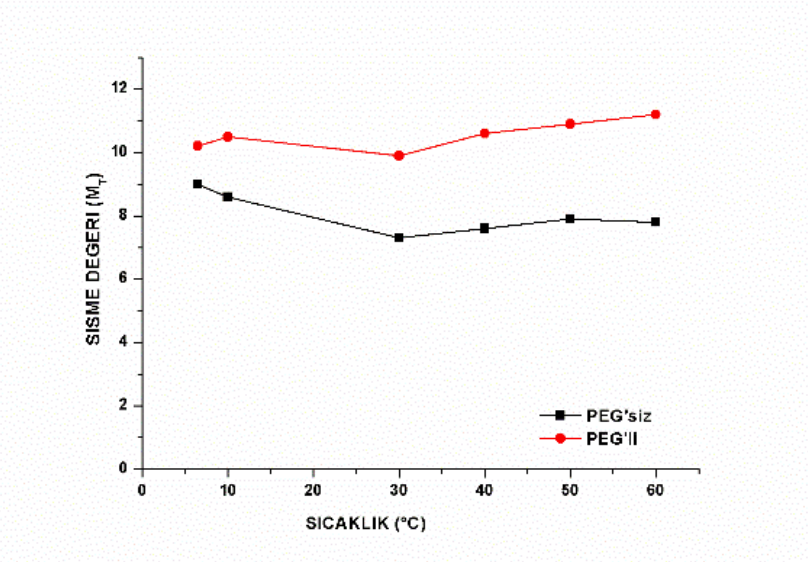
60°C sabit sıcaklıklardaki benzen, toluen, limonen, siklohekzan ve n-oktan içerisinde bekletilerek şişmesi sağlanmıştır. Şişmiş durumdaki jellerde sabit tartıma ulaşıldığında jellere ait farklı sıcaklıklardaki şişme denge değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 4.12: DDMA80NİPAM20 jelinin farklı çözücüler içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.

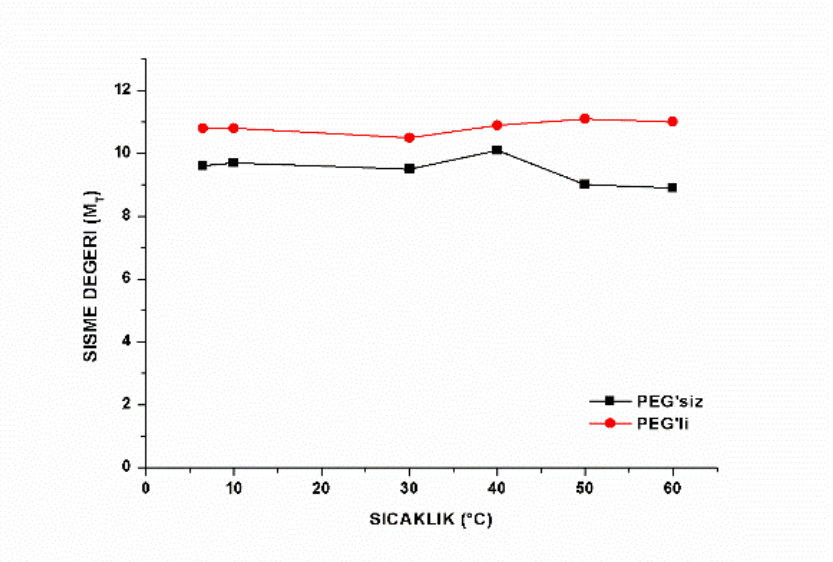
Sıcaklık(°C)	Benzen	Toluen	Limonen	N-Oktan	Siklohekzan
6.5	9	9.6	9.6	6.3	-
10	8.6	9.7	9.3	6.2	8.6
30	7.3	9.5	9.4	6.1	7.7
40	7.6	10.1	9.7	6.9	8.3
50	7.9	9	9.7	7.3	9
60	7.8	8.9	9.7	6.8	9.3

Tablo 4.13: DDMA80NİPAM20PEG10 jelinin farklı çözücüler içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.

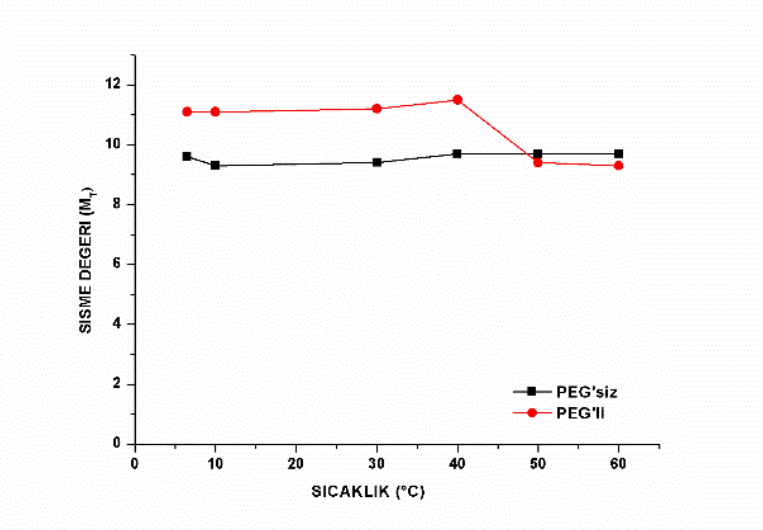
Sıcaklık(°C)	Benzen	Toluen	Limonen	N-Oktan	Siklohekzan
6.5	10.2	10.8	11.1	7.3	-
10	10.5	10.8	11.1	7.5	9.7
30	9.9	10.5	11.2	7.3	8.8
40	10.6	10.9	11.5	6.7	9.9
50	10.9	11.1	9.4	7.8	9.7
60	11.2	11	9.3	7.8	9.7



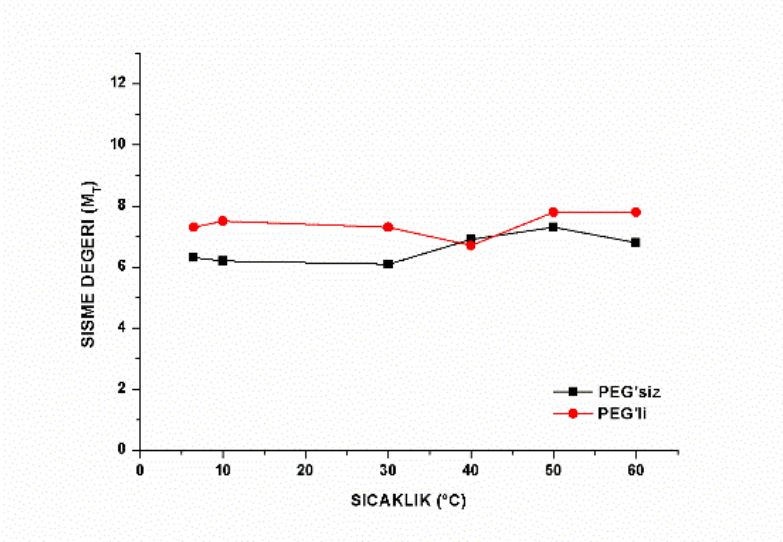
Şekil 4.14: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin benzen içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



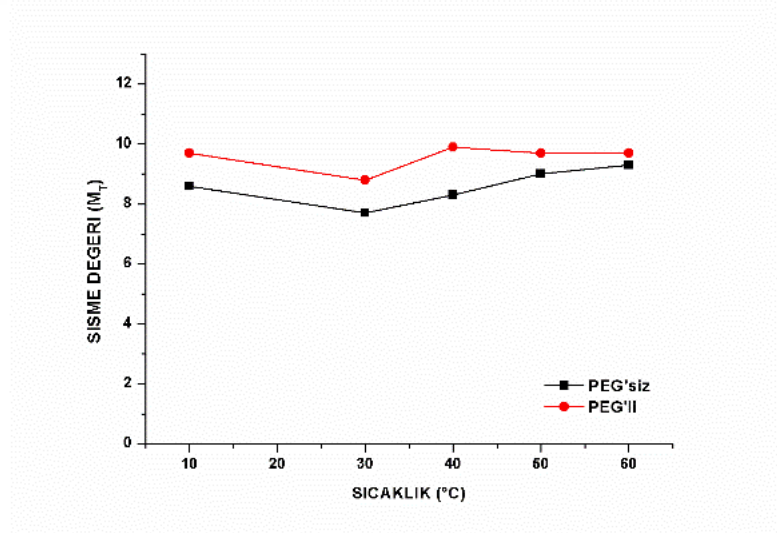
Şekil 4.15: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin toluen içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



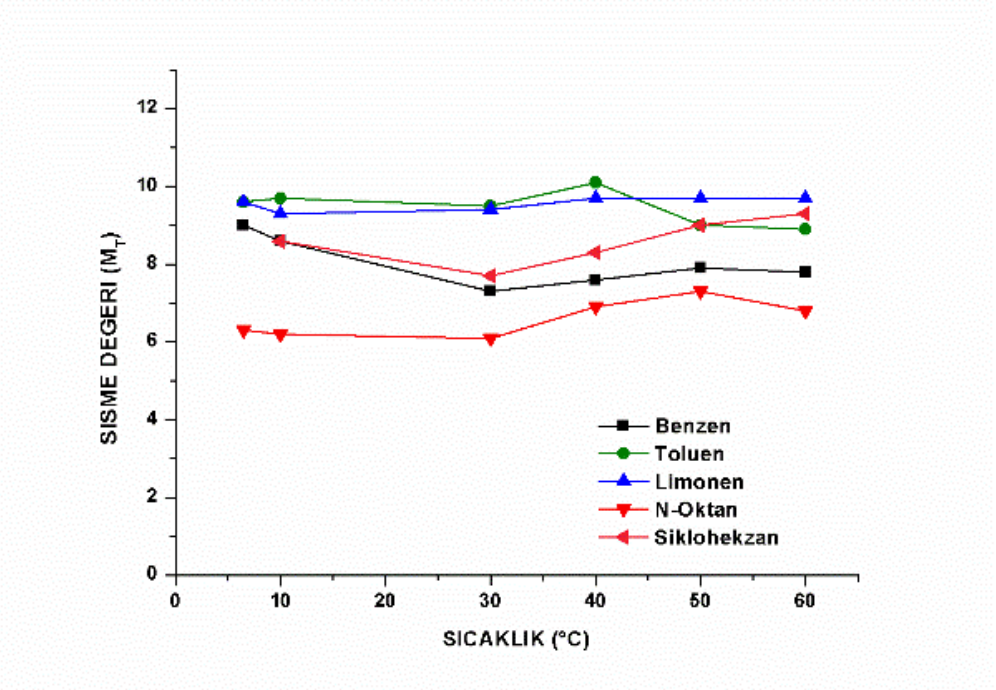
Şekil 4.16: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin limonen içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



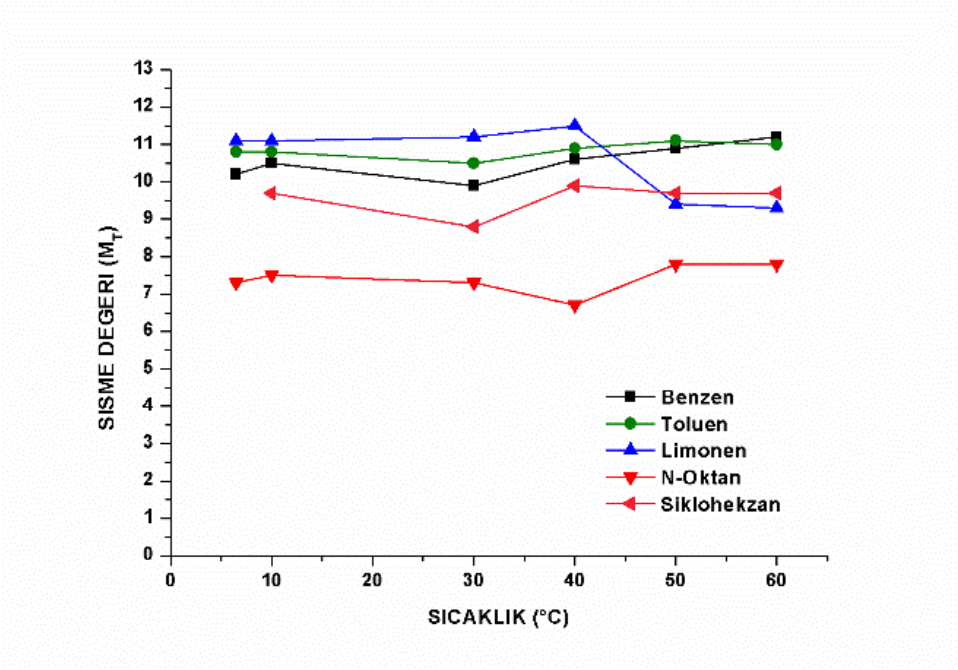
Şekil 4.17: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin n-Oktan içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



Şekil 4.18: DDMA80NİPAM20 ve DDMA80NİPAM2010PEG jellerinin Siklohekzan içinde farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



Şekil 4.19: Farklı çözücüler içindeki DDMA80NİPAM20PEG10 jelinin farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.



Şekil 4.20: Farklı çözücüler içindeki DDMA80NİPAM20 jelinin farklı sıcaklıklarda şişme değerleri.

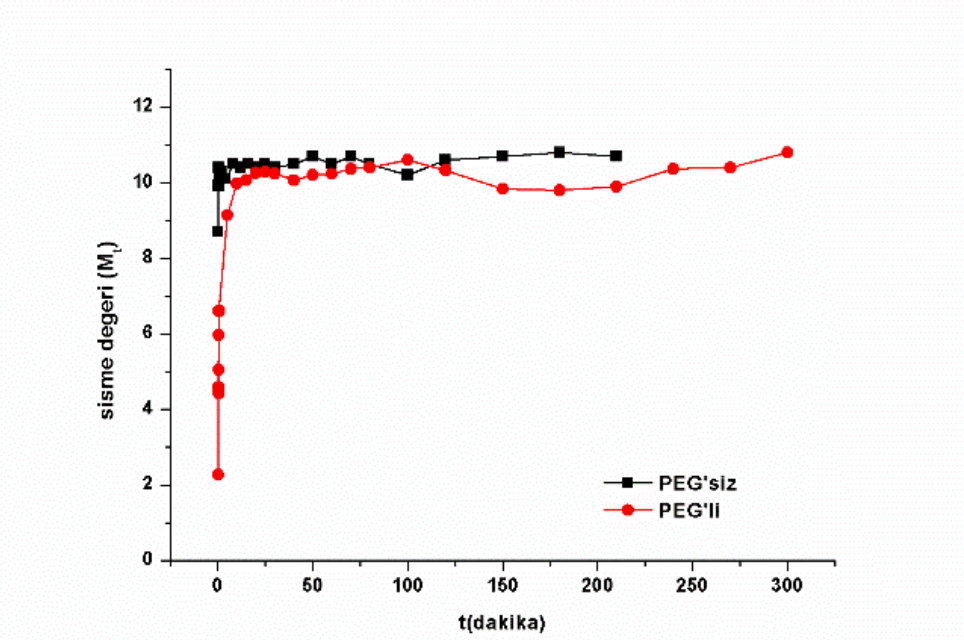
4.1.6. Benzen-Toluen Şişme Kinetikleri

Tablo 4.14: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin benzen içinde şişme kinetiği değerleri.

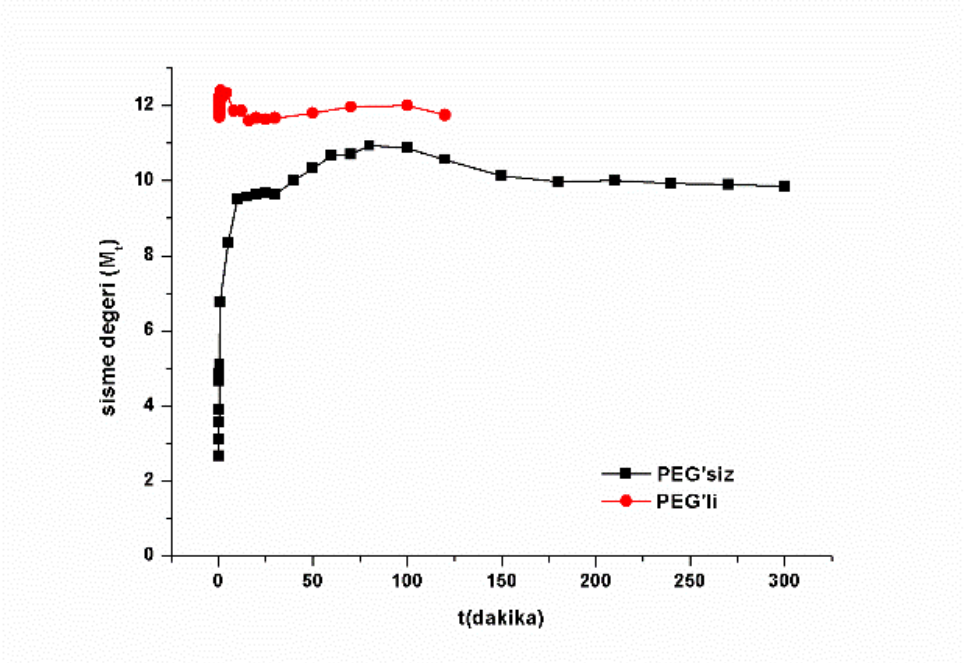
t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'li	t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'siz
0,17	1,07	0,083	8,7
0,25	7	0,17	9,9
0,33	5,7	0,25	9,94
0,42	5,2	0,33	9,93
0,5	2,36	0,42	9,92
0,58	7,6	0,5	10,4
5	9,87	0,58	10,4
10	9,98	0,67	10,3
15	10,1	0,75	10,3
20	10,13	0,83	10,3
25	10,54	0,92	10,3
30	10,2	1	10,2
40	10	2	10,3
50	10	4	10,1
60	10,6	8	10,5
70	10,1	12	10,4
80	10,4	16	10,5
100	10,7	20	10,4
120	10,7	25	10,5
150	9,6	30	10,4
180	9,2	40	10,5
210	10,6	50	10,7
240	9,9	60	10,5
270	10,6	70	10,7
300	10,7	80	10,5
		100	10,2
		120	10,6
		150	10,7
		180	10,8
		210	10,7

Tablo 4.15: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin toluen içinde şişme kinetiği değerleri.

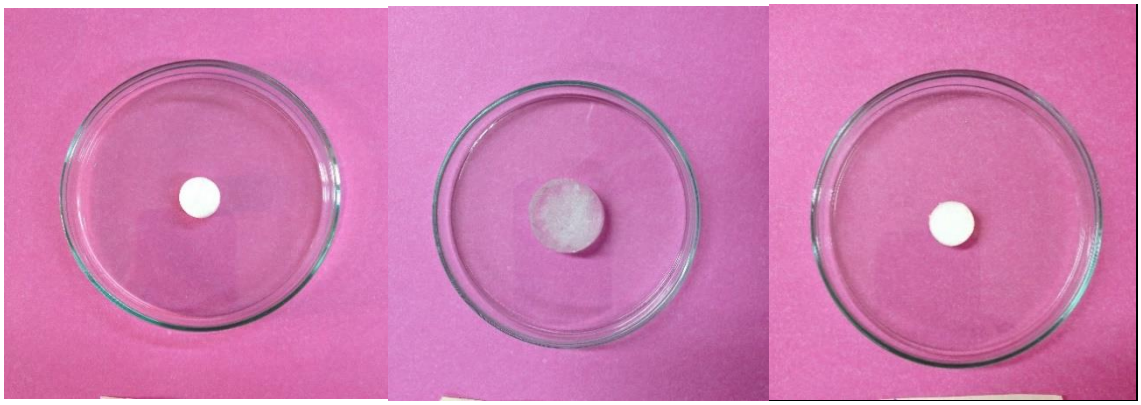
t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'siz	t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'li
0,083	2,6	0,083	12,3
0,17	3,7	0,17	11,9
0,25	1,7	0,25	12
0,33	5,3	0,33	11,9
0,42	4,7	0,42	11,6
0,5	4,6	0,5	11,8
0,58	4,7	0,58	11,7
0,75	6	0,67	11,9
5	9,6	0,75	12,1
10	9,4	0,83	12,2
15	9,5	0,92	12,3
20	9,8	1	11,9
25	9,6	2	13
30	9,6	4	11,7
40	9,7	8	12,3
50	10,7	12	11,6
60	10,6	16	11,7
70	10,7	20	11,5
80	10,8	25	11,8
100	11,3	30	11,6
120	10,5	50	11,6
150	9,9	70	12,2
180	10	100	12,1
210	10	120	11,7
240	10		
270	9,8		
300	9,9		



Şekil 4.21: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin benzen içinde şişme kinetiği.



Şekil 4.22: DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin toluen içinde şişme kinetiği.



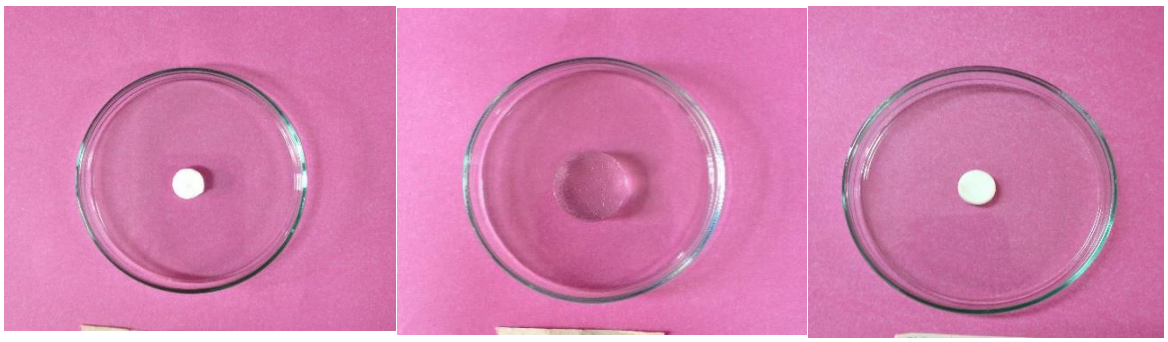
Şekil 4.23: 80DDMA20NIPAM jelinin benzen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.



Şekil 4.24: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin benzen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.



Şekil 4.25: 80DDMA20NIPAM jelinin toluen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.



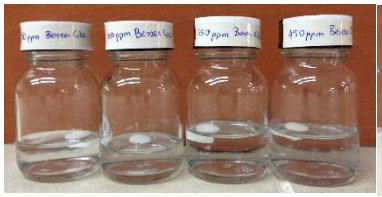
Şekil 4.26: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin toluen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.

4.1.7. Benzen-Toluen Ayırma Çalışmaları

4.1.7.1. Ultrasonik Destekli Ekstraksiyon Yöntemi

Sentezlenen jeller ile gerçekleştirilen benzen-toluen ayırma çalışmalarında ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle benzen ve toluen çözücülerine ait ayrı ayrı 50 ppm (mg/L), 100 ppm, 250 ppm ve 400 ppm çözelti karışımları hazırlanmıştır. Elde edilen toplamda sekiz adet çözelti karışımına tartımları alınan ve boyutları ölçülen birer adet jel atılmıştır. Jellerin zamana bağlı şişme değerleri kinetik olarak ölçülmüş, aynı esnada çözücü karışımından her ölçüm sırasında 5 ml çözücü numunesi çekilerek santrifüj tüplerine alınmıştır. Santrifüj tüpleri içerisine alınan numunelerin her birinin üzerine 500 µl nitrobenzen ilave edilmiştir. Santrifüj tüpleri kapağı kapatılarak 1,5 saat boyunca ultrasonik banyoda sık sık çalkalanarak tutulmuştur. Bu süre sonunda tüpteki nitrobenzen-numune karışımının iyice bulanıklaştığı gözlemlenmiştir. Bulanıklaşan karışım 3000 rpm de 15 dakika santrifüj edilerek faz ayrımı sağlanmıştır. Böylelikle dipte kalan nitrobenzen su fazındaki benzeni çekmiştir. Çekilen benzen miktarını tayin etmek için organik faz (nitrobenzen) santrifüj tüpünden şırınga yardımı ile çekilip GC vialine aktarılmıştır. Numunede var olan benzenin tamamen alınabilmesi için aynı işlem ikinci kez tekrar edilmiştir. 2. kez 500 µl nitrobenzen ilavesi ile ultrasonik banyoda tutulan ve santrifüj edilen numuneden organik faz çekilip aynı GC vialinin üzerine eklenmiştir. Viallere alınan her deneme GC'de analize tabi tutulmuştur.

Benzen ve toluene ait 50, 100, 250 ve 400 ppm'lik çözeltilerin içine birer adet jel atılmıştır.





Jellerin zamana bağlı şişme değerleri kinetik olarak ölçmek için çözücü karışımından her ölçüm sırasında 5 ml çözücü numunesi çekilerek santrifüj tüplerine alınmıştır.



nitrobenzen

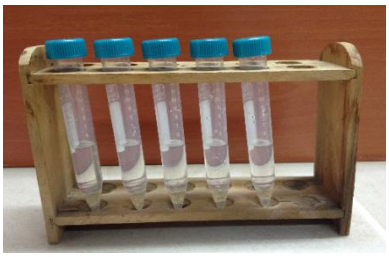
Santrifüj tüpündeki numunelerin her birinin üzerine 500 µl nitrobenzen ilave edilmiştir.



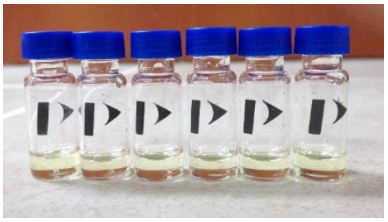
Santrifüj tüpleri 1,5 saat boyunca ultrasonik banyoda tutulmuş, nitrobenzen-numune karışımı iyice bulanıklaşmıştır.



Bulanıklaşan karışım 3000 rpm de 15 dakika santrifüj edilerek faz ayrımı sağlanmıştır, dipte kalan nitrobenzen su fazındaki benzeni çekmiştir.



Organik faz (nitrobenzen) santrifüj tüpünden şırınga yardımı ile çekilip GC vialine aktarılmıştır



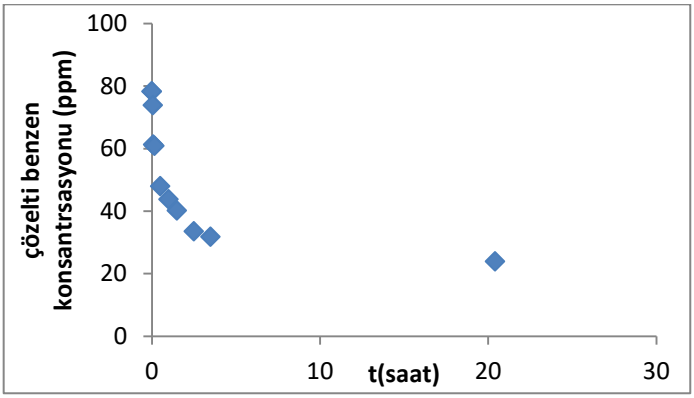
Şekil 4.27: Ultrasonik destekli ekstraksiyon yönteminin şematik olarak gösterimi.

4.1.7.2. Karışımlardan benzenin ayrılması

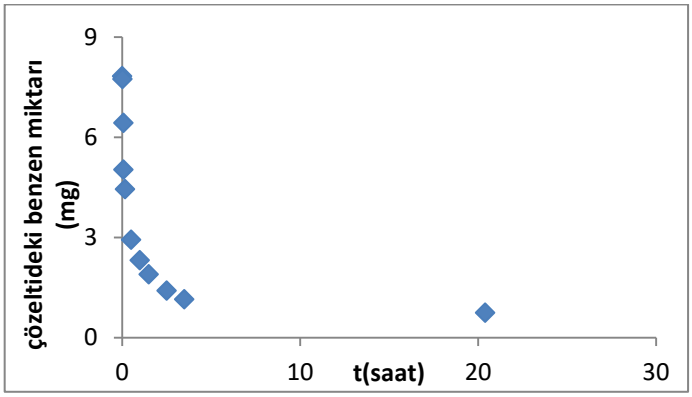
4.1.7.2.1. 50 PPM benzen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.16: 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi.

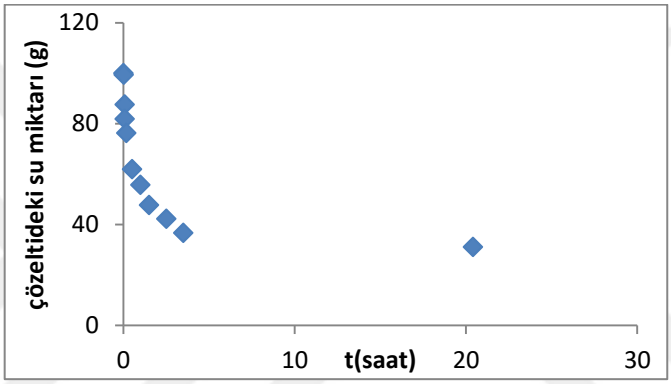
t (h)	Çözelti içindeki benzen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki benzen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	78,24	7,82	99,99
0,02	78,24	7,75	99,35
0,07	73,84	6,42	87,50
0,08	61,29	5,03	81,78
0,17	60,87	4,44	76,21
0,50	47,94	2,92	61,89
1,00	43,76	2,32	55,62
1,50	40,21	1,89	47,64
2,50	33,49	1,41	42,20
3,50	31,82	1,15	36,70
20,42	23,88	0,74	31,03



Şekil 4.28: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi.



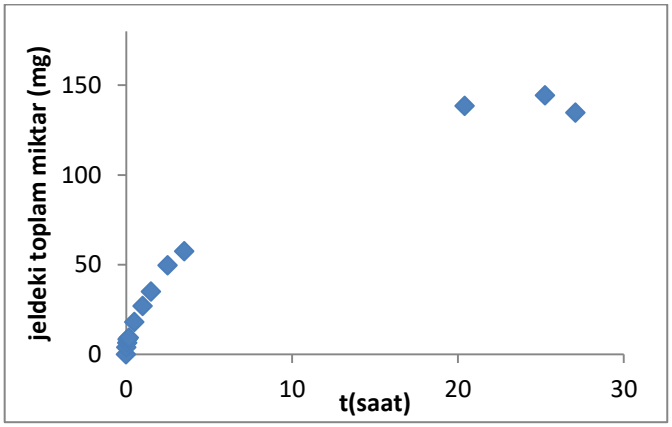
Şekil 4.29: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişimi.



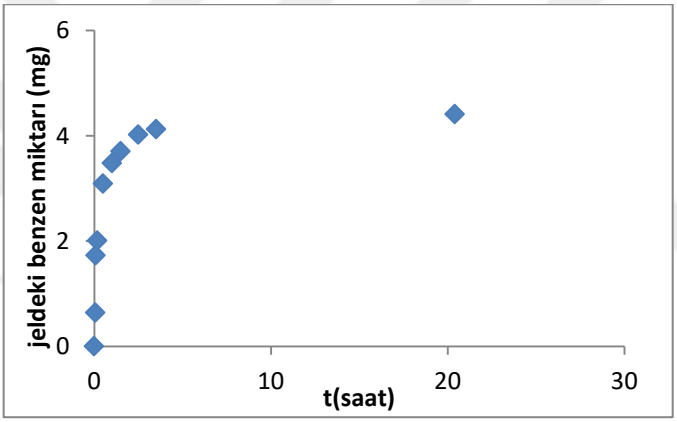
Şekil 4.30: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi.

Tablo 4.17: 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi.

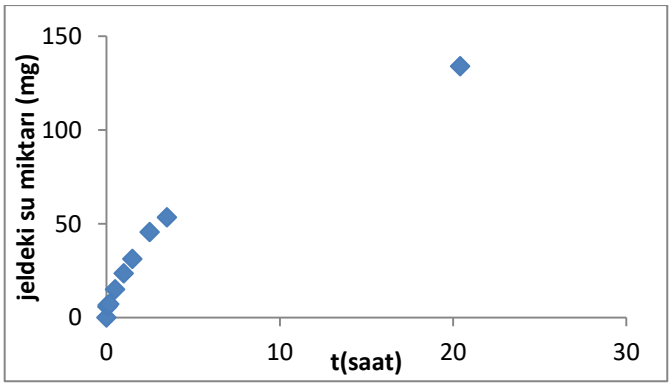
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Benzen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,07	6,4	0,64	5,76
0,08	8,4	1,73	6,67
0,17	9,2	2,01	7,19
0,50	18	3,09	14,91
1,00	26,9	3,48	23,42
1,50	34,9	3,71	31,19
2,50	49,6	4,02	45,58
3,50	57,4	4,12	53,28
20,42	138,3	4,41	133,89



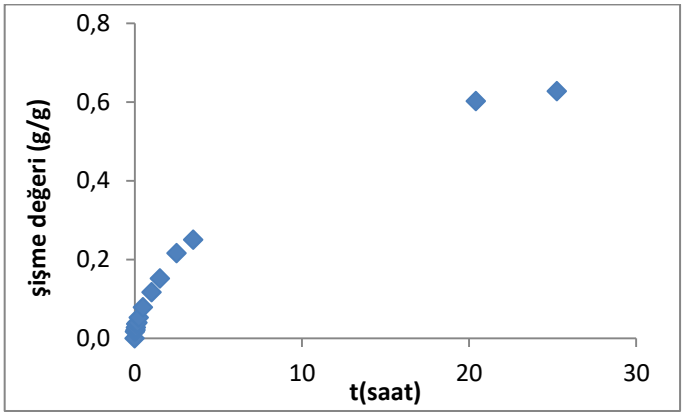
Şekil 4.31: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jel içindeki toplam miktar değişimi.



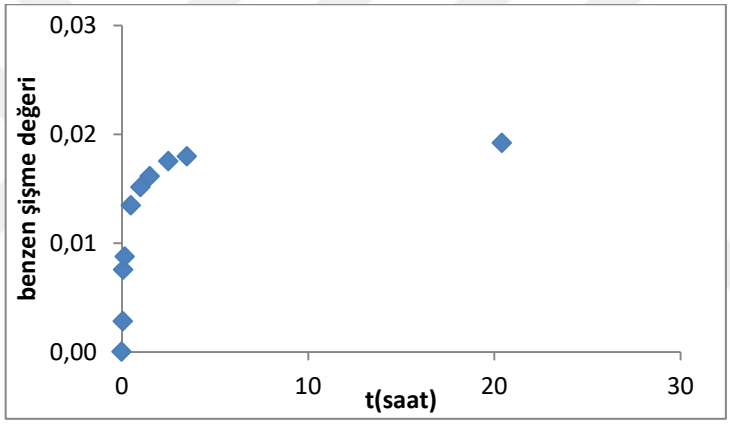
Şekil 4.32: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jeldeki benzen miktarı değişimi.



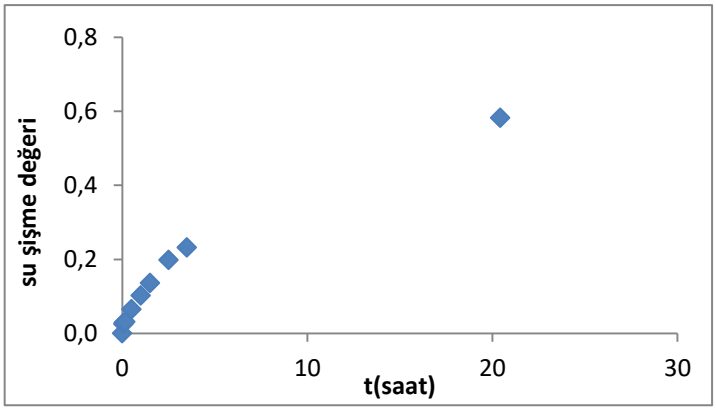
Şekil 4.33: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi sırasında jeldeki su miktarı değişimi.



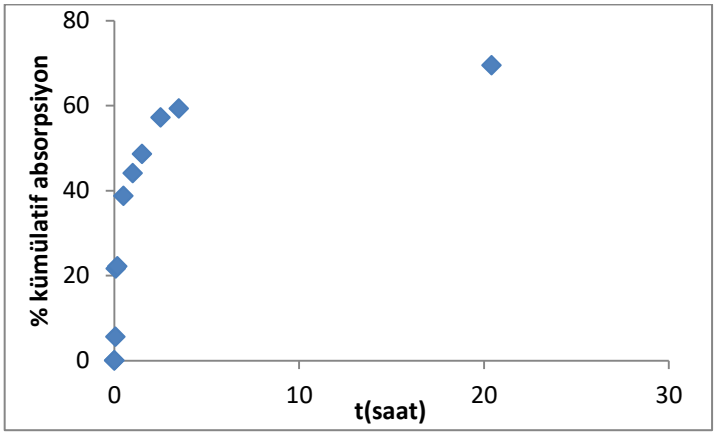
Şekil 4.34: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.35: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.36: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi.



Şekil 4.37: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için % kümülatif absorpsiyon değişimi.

Difüzyon Sabiti Hesabı :

Tablo 4.18: 50 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

	Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
Benzen	1,1975	0,3575	**9,99E-06**
su	0,2	0,3575	**2,79E-07**
Toplam:	0,2042	0,3575	**2,91E-07**

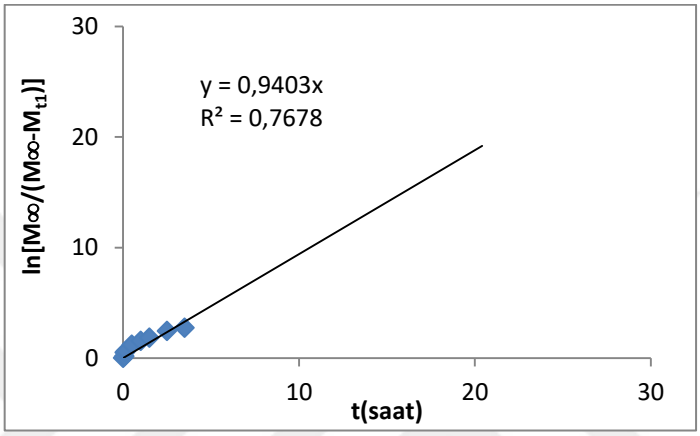
I.Dereceden Kinetik :

Tablo 4.19: 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

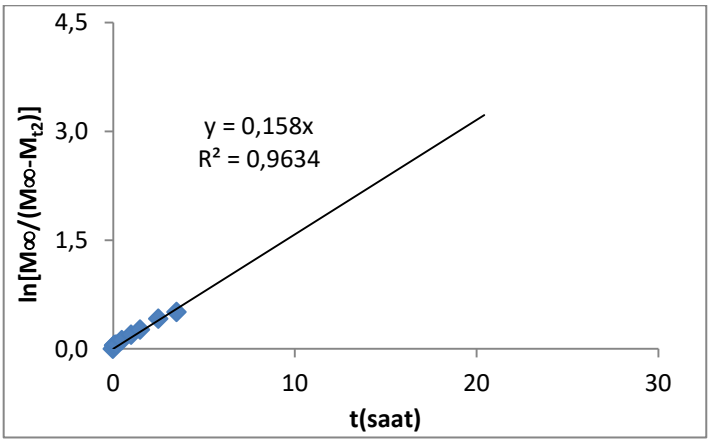
t	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$**	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$**	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$**
0,00	0,00	0,00	0,00
0,07	0,16	0,04	0,05
0,08	0,50	0,05	0,06
0,17	0,61	0,06	0,07
0,50	1,21	0,12	0,14
1,00	1,55	0,19	0,22
1,50	1,84	0,27	0,29
2,50	2,43	0,42	0,44
3,50	2,74	0,51	0,54

Tablo 4.20: 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

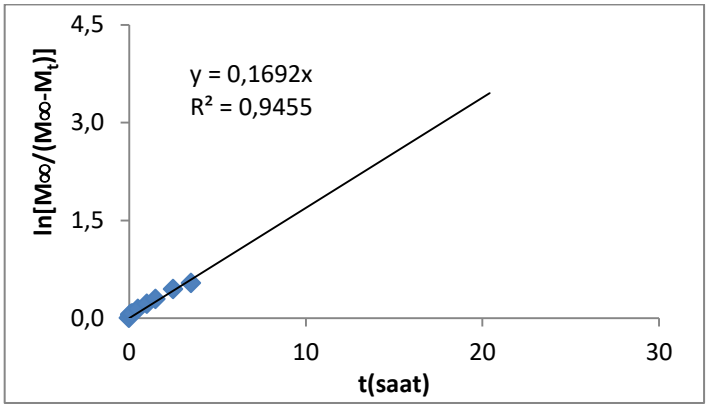
	Eğim	L	k	Difüzyon katsayısı	RMSD
Benzene	0,94	0,36	0,94	3,39E-06	0,0036
Su	0,16	0,36	0,16	5,69E-07	0,0167
Toplam	0,17	0,36	0,17	6,09E-07	0,6968



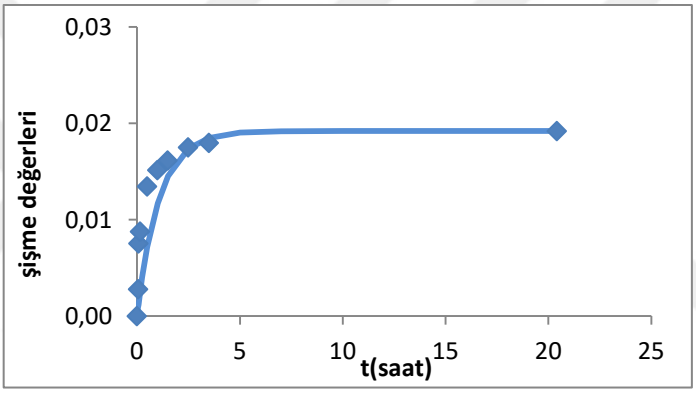
Şekil 4.38: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M_\infty/(M_\infty-M_{t1})]$ grafiği.



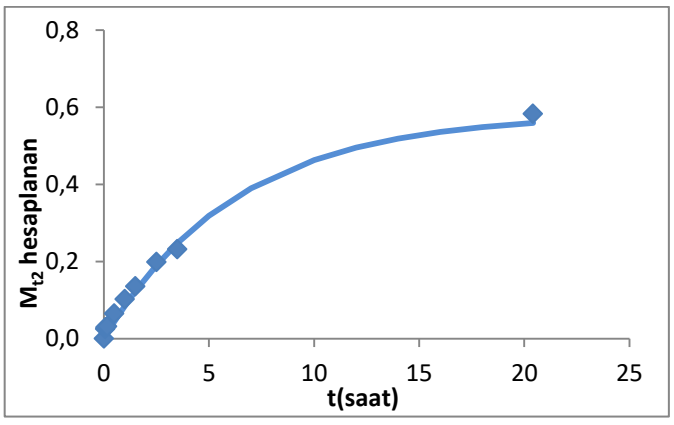
Şekil 4.39: 50 ppm benzen çözelitisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M_\infty/(M_\infty-M_{t2})]$ grafiği.



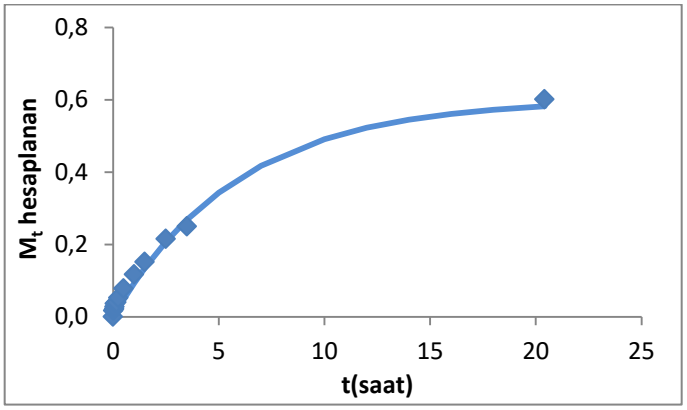
Şekil 4.40: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-M_t)]grafiği.



Şekil 4.41: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.42: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.43: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

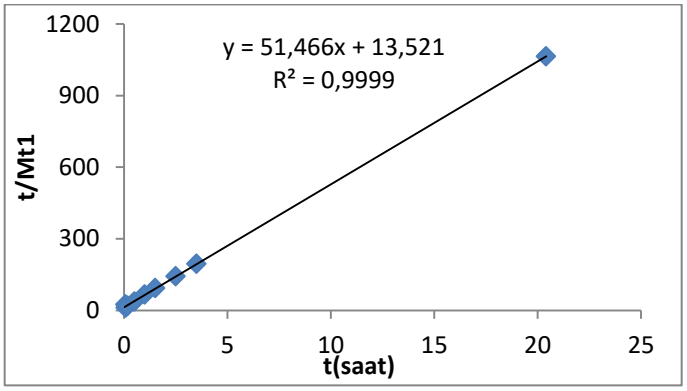
II. Dereceden Kinetik:

Tablo 4.21: 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

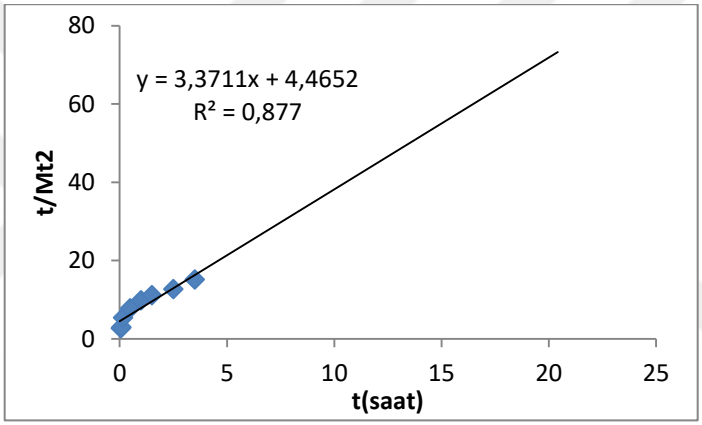
t	t/Mt1	t/Mt2	t/Mt
0,07	23,95	2,66	2,39
0,08	11,06	2,87	2,28
0,17	19,06	5,33	4,16
0,50	37,16	7,71	6,38
1,00	66,07	9,81	8,54
1,50	92,99	11,05	9,88
2,50	142,82	12,60	11,58
3,50	195,00	15,10	14,01
20,42	1063,84		33,92

Tablo 4.22: 50 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

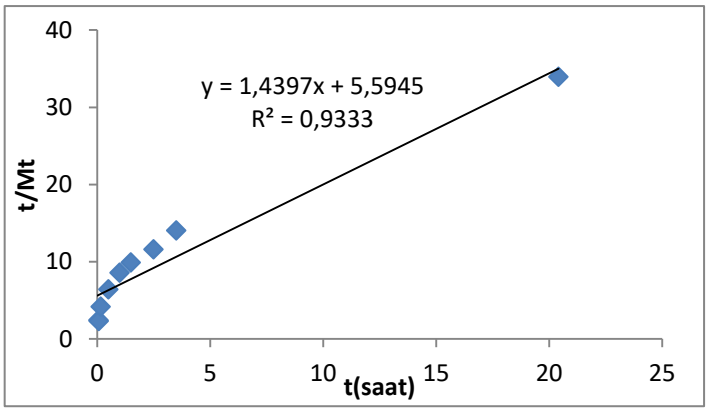
II. Dereceden katsayılar y=ax + b				
	a	b	k2	RMSD
Benzene	51,47	13,52	200,80	0,0011
Su	3,3711	4,4652	0,66	0,0972
Toplam	1,4397	5,5945	0,49	0,0361



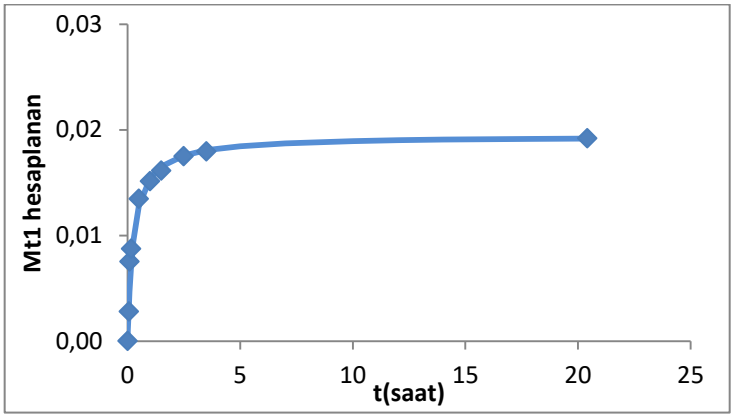
Şekil 4.44: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



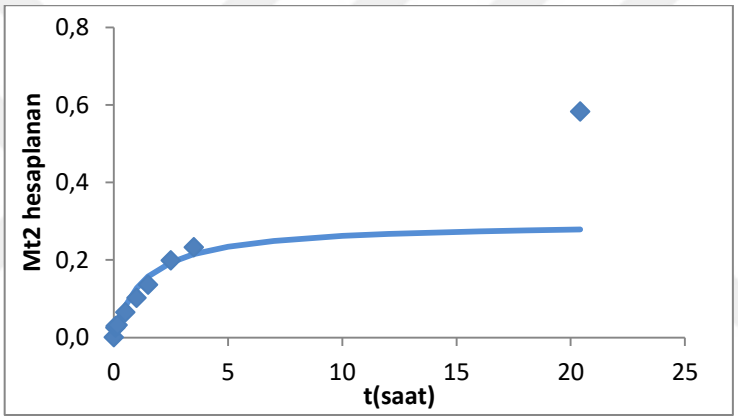
Şekil 4.45: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



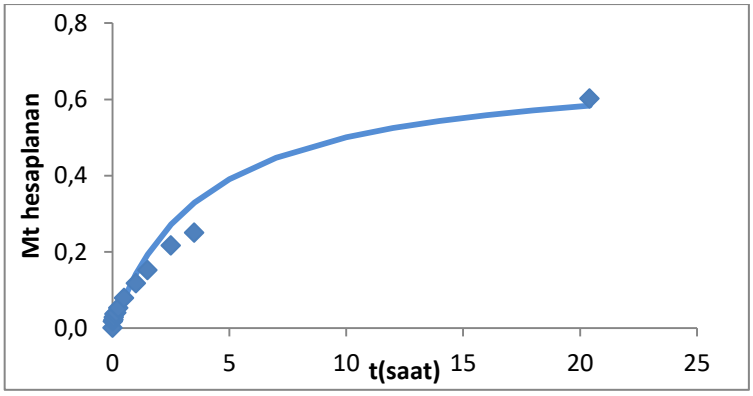
Şekil 4.46: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.47: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.48: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

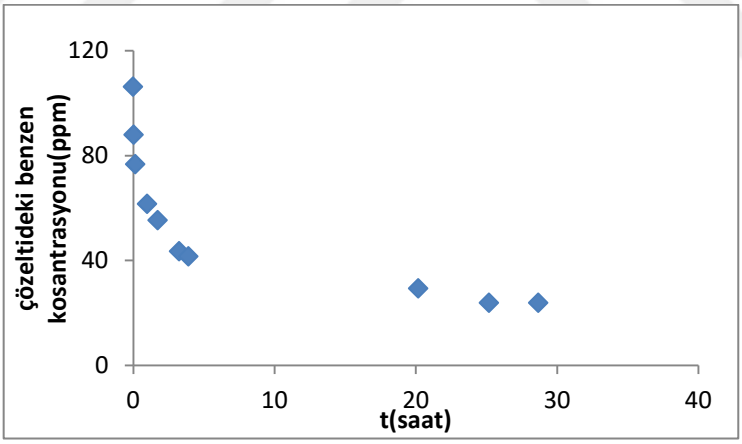


Şekil 4.49: 50 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II.dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

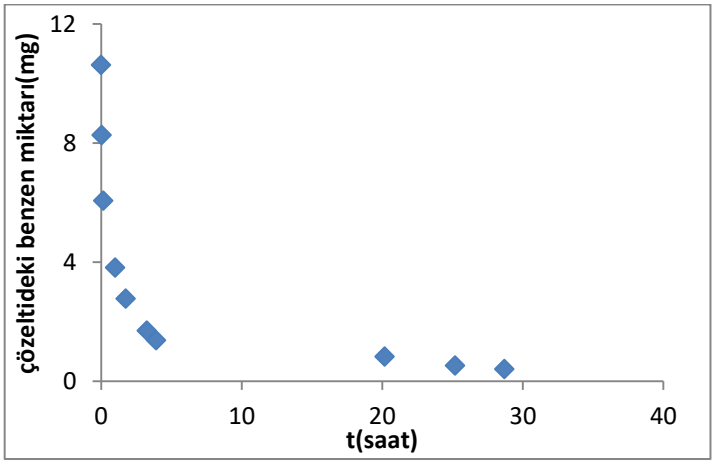
4.1.7.2.2.100 PPM benzen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.23: 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi.

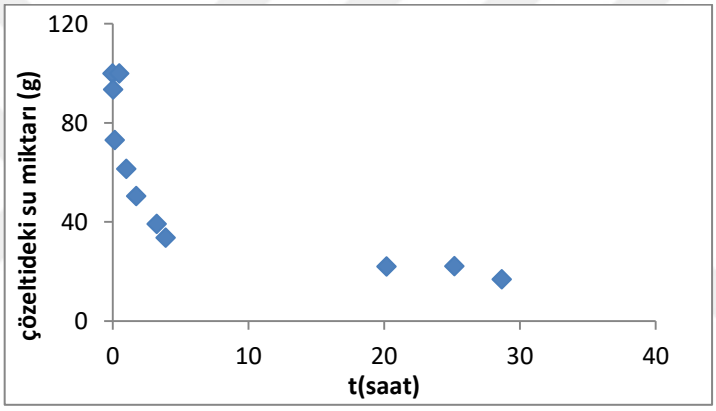
t (h)	Çözelti içindeki benzen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki benzen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	106,20	10,62	99,99
0,05	87,98	8,27	93,48
0,17	76,72	6,06	73,03
0,50			100,00
1,00	61,57	3,82	61,49
1,75	55,41	2,77	50,52
3,25	43,47	1,70	39,26
3,92	41,56	1,37	33,72
20,18	29,37	0,82	22,05
25,18	23,94	0,53	22,16
28,68	23,90	0,41	16,85



Şekil 4.50: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi.



Şekil 4.51: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktari değişimi.



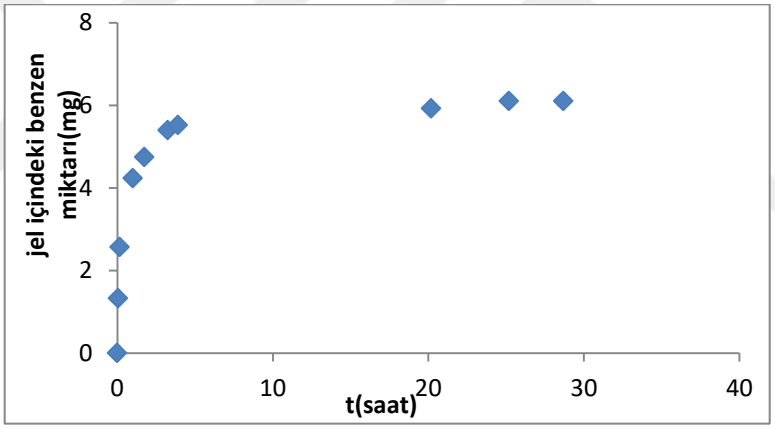
Şekil 4.52: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi.

Tablo 4.24: 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi.

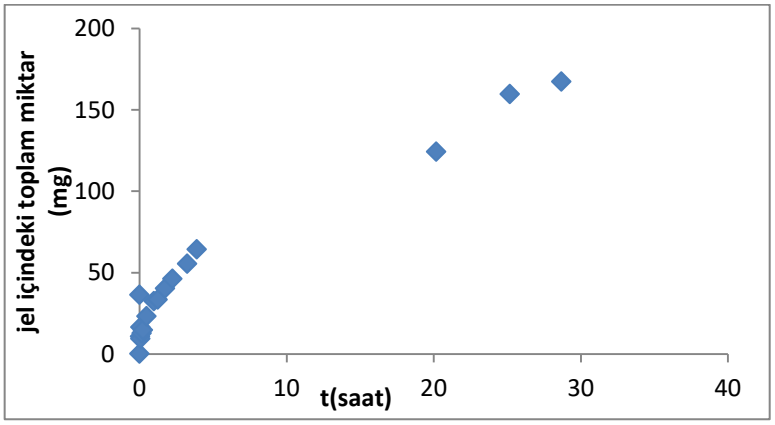
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Benzen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,02	36,2		
0,05	10,7	1,33	9,37
0,07	16,3		
0,08	9,2		
0,17	12,7	2,57	10,13
0,25	14,5		
0,50	23		

Tablo 4.24 (devam): 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi.

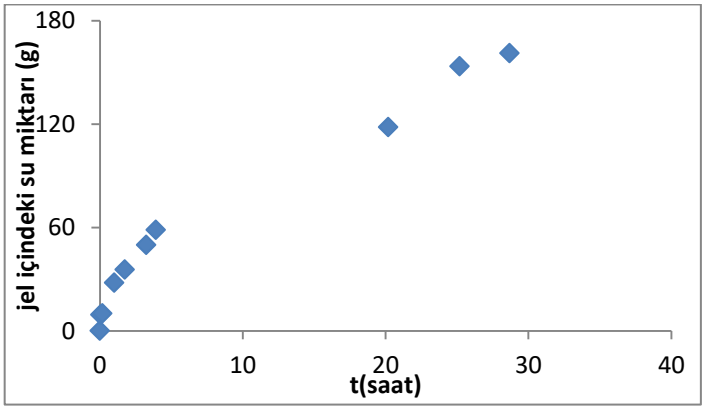
1,00	32,2	4,23	27,97
1,25	33,3		
1,75	40,2	4,74	35,46
2,25	46		
3,25	55,3	5,39	49,91
3,92	64,1	5,52	58,58
20,18	124,2	5,93	118,27
25,18	159,6	6,10	153,50
28,68	167,3	6,10	161,20



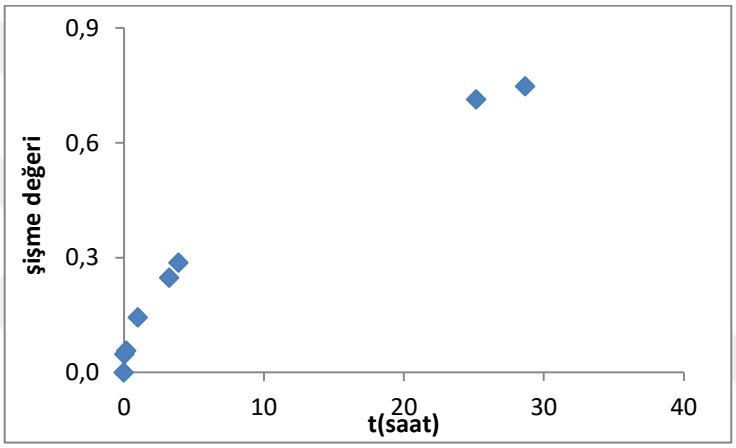
Şekil 4.53: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen miktarı değişimi.



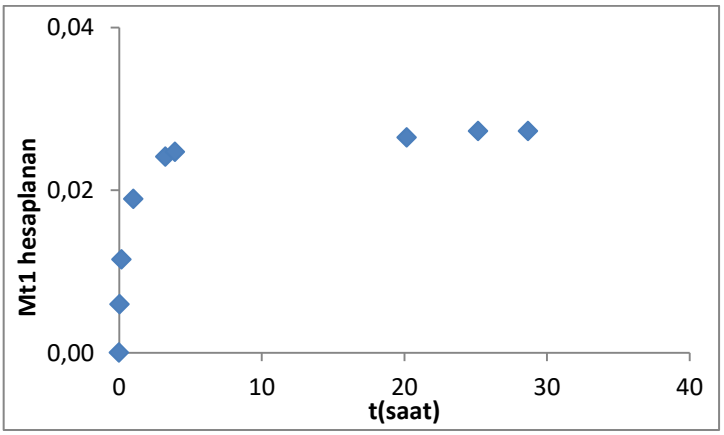
Şekil 4.54: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



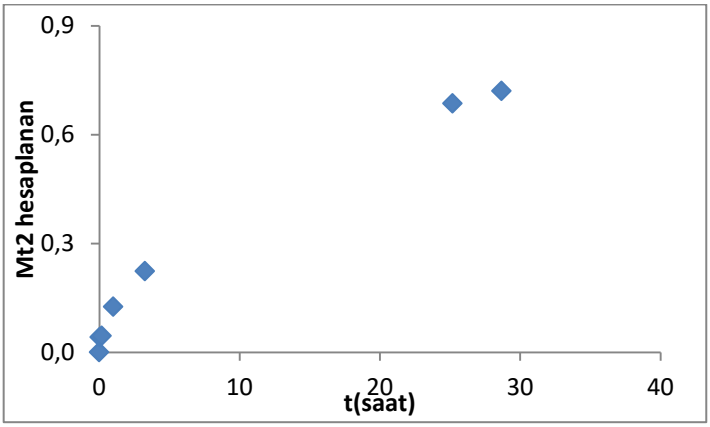
Şekil 4.55: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi.



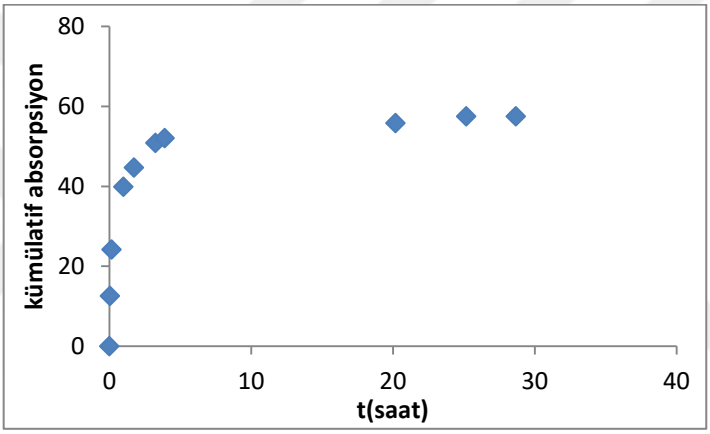
Şekil 4.56: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.57: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.58: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi.



Şekil 4.59: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için % kümülatif absorpsiyon.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.25: 100 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

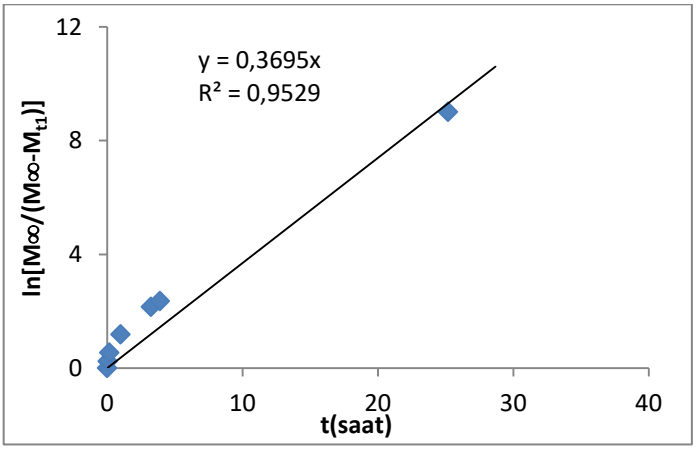
	Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
Benzen	1,017	0,37	7,72E-06
Su	0,171	0,37	2,18E-07
Toplam:	0,1899	0,37	2,69E-07

Tablo 4.26: 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

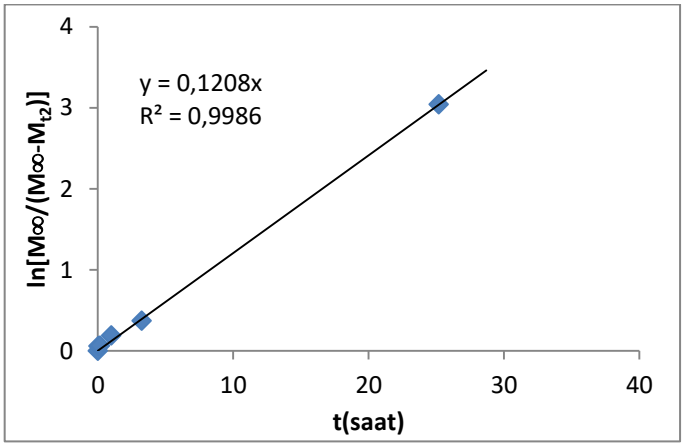
t	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$
0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,25	0,06	0,07
0,17	0,55	0,06	0,08
1,00	1,18	0,19	0,21
3,25	2,15	0,37	0,40
3,92	2,35		0,48
25,18	9,01	3,04	3,08

Tablo 4.27: 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

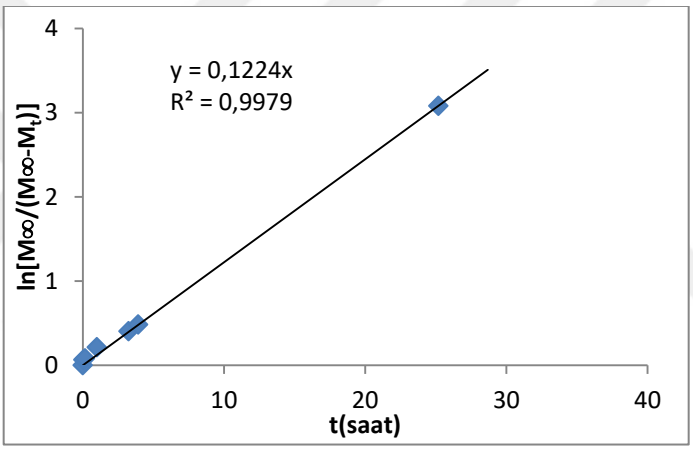
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Benzene	0,37	0,37	0,37	1,43E-06	0,0056
Su	0,1208	0,37	0,12	4,66E-07	0,0232
Çözelti	0,1224	0,37	0,12	4,72E-07	0,0288



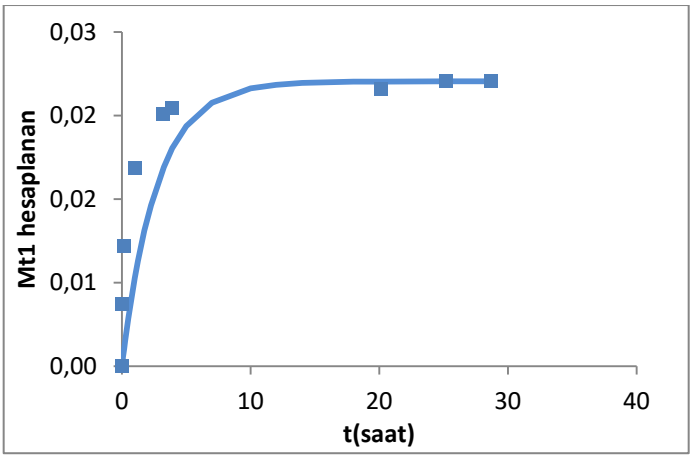
Şekil 4.60: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$ grafiği.



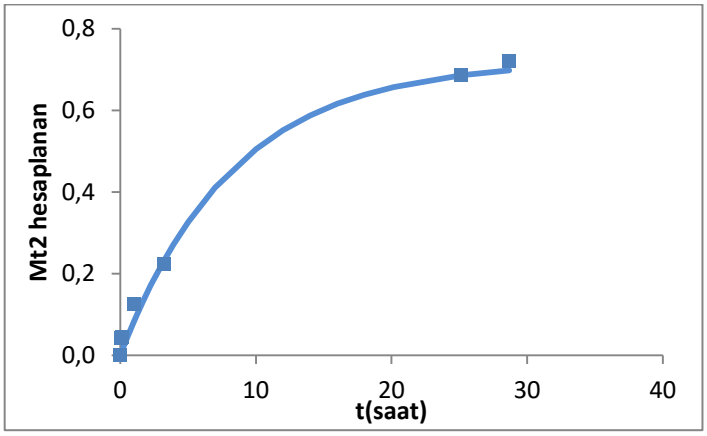
Şekil 4.61: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$ grafiği.



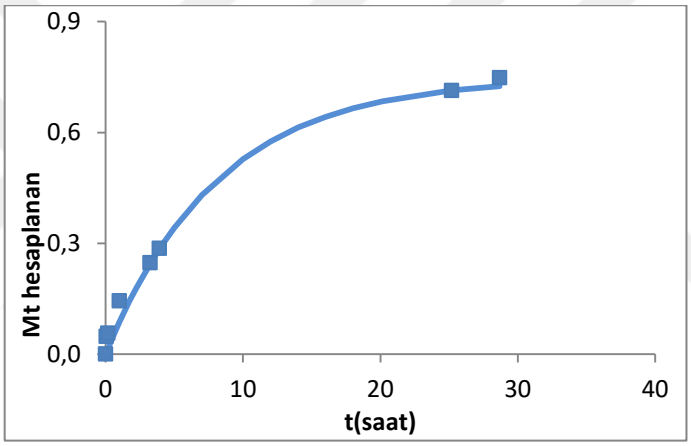
Şekil 4.62: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_t)]$ grafiği.



Şekil 4.63: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.64: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



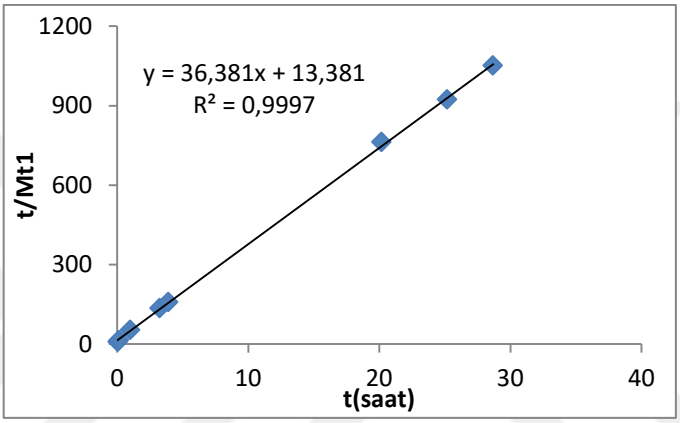
Şekil 4.65: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.28: 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

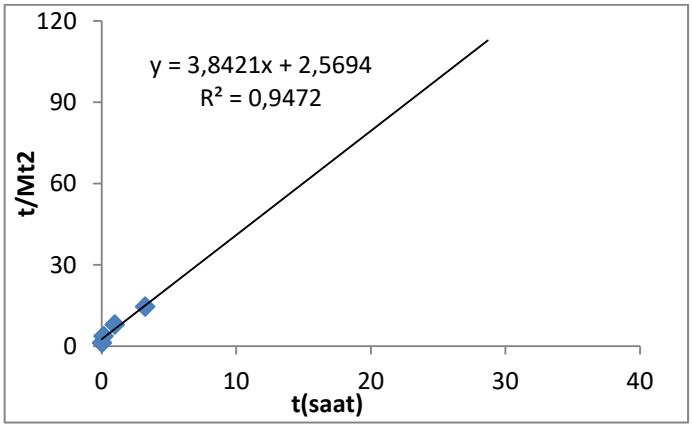
t	t/Mt1	t/Mt2	t/Mt
0,05	8,42	1,19	1,05
0,17	14,53	3,68	2,94
1,00	52,86	8,00	6,95
3,25	134,78	14,57	13,15
3,92	158,64		13,67
20,18	761,98		
25,18	923,32		35,30
28,68	1051,51		38,35

Tablo 4.29: 100 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

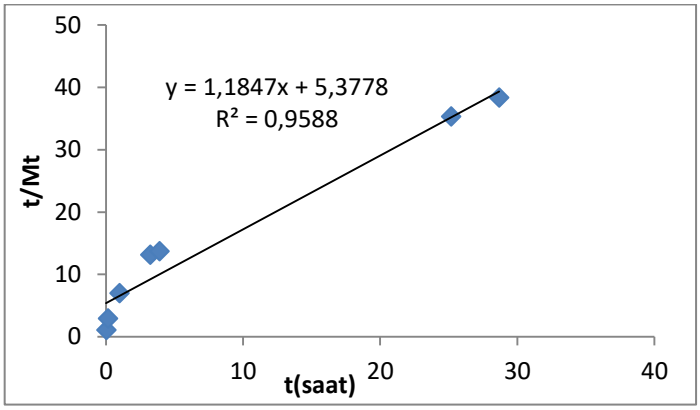
II. Dereceden katsayılar y=ax + b			
	a	**b**	**RMSD**
Benzene	36,38	13,38	0,0014
Su	1,233	5,3366	0,0011
Karışım	1,1847	5,3778	0,0554



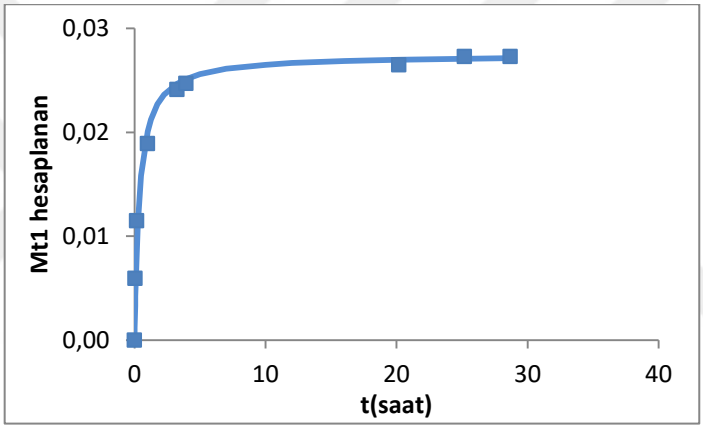
Şekil 4.66: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



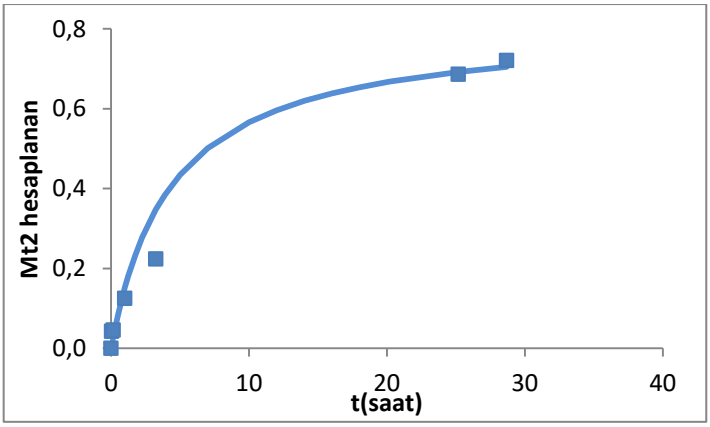
Şekil 4.67: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



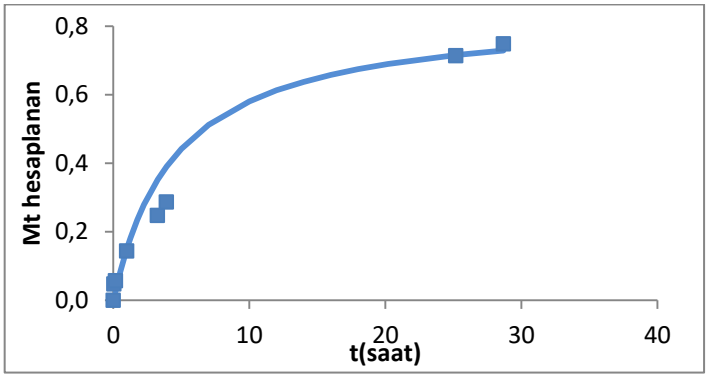
Şekil 4.68: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.69: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.70: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

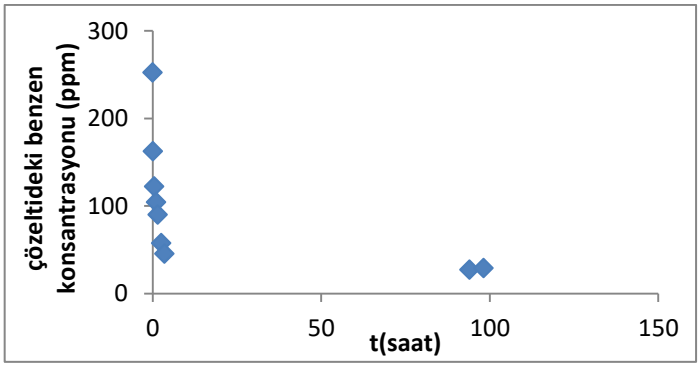


Şekil 4.71: 100 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

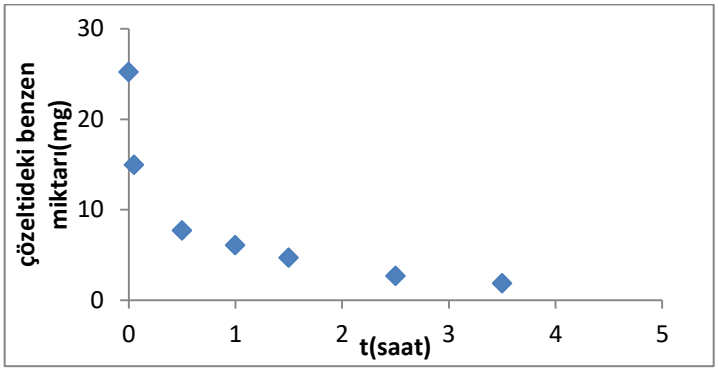
a. 250 PPM benzen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.30: 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi.

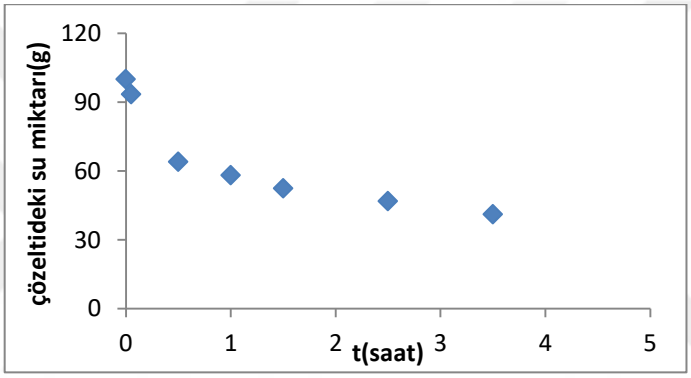
t (h)	Çözelti içindeki benzen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki benzen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	252,14	25,21	99,97
0,05	162,54	14,95	93,39
0,50	122,14	7,69	63,96
1,00	104,38	6,05	58,13
1,50	90,17	4,69	52,45
2,50	57,53	2,65	46,77
3,50	45,36	1,86	41,11
94,00	27,28	0,95	35,46



Şekil 4.72: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi.



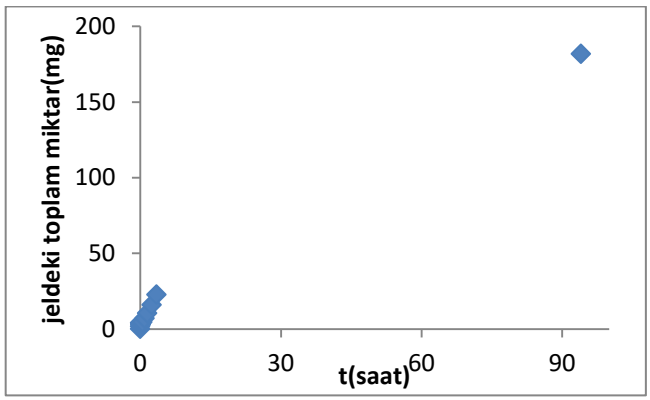
Şekil 4.73: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişim grafiği.



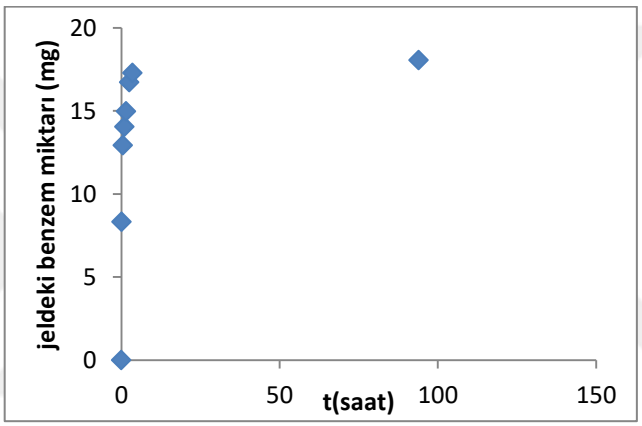
Şekil 4.74: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su mıktarı değişim grafiği.

Tablo 4.31: 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi.

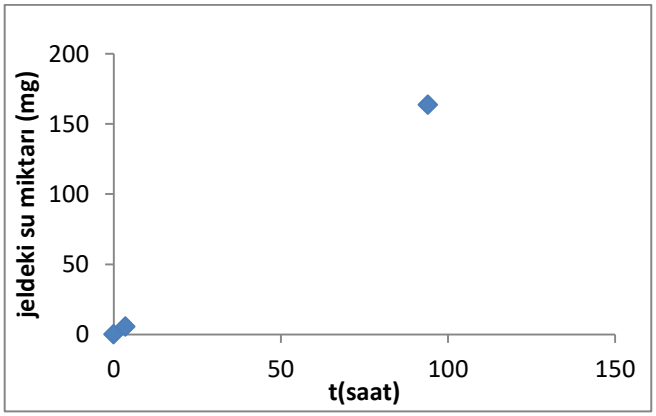
t (h)	Jeldeki Benzen miktarı, W1 (mg)
0,00	0,00
0,05	8,33
0,50	12,9
1,00	14,05
1,50	14,96
2,50	16,72
3,50	17,28
94,00	18,05



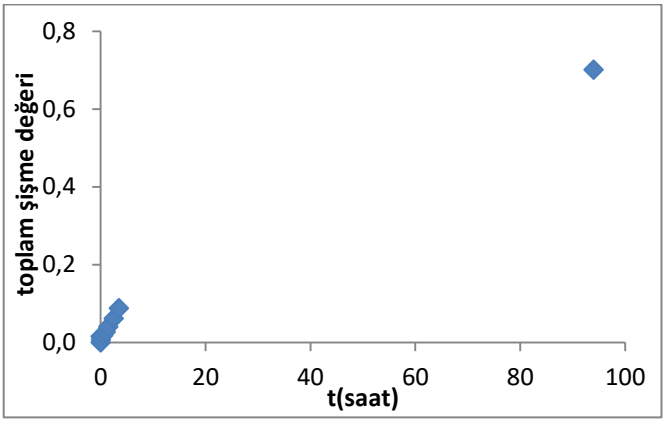
Şekil 4.75: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi grafiği.



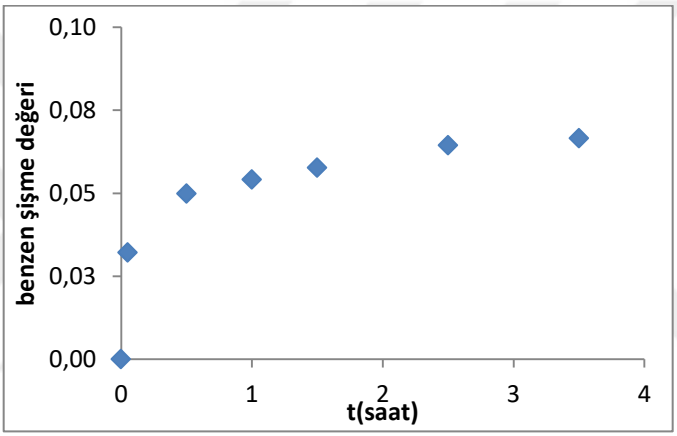
Şekil 4.76: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen mıktar değişimi grafiği.



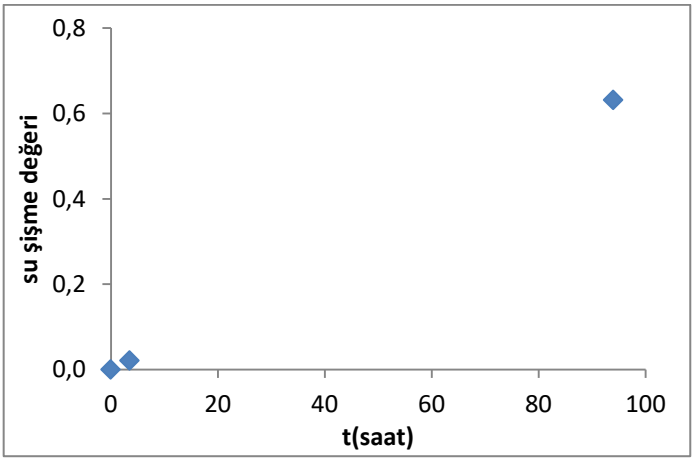
Şekil 4.77: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su mıktar değişimi grafiği.



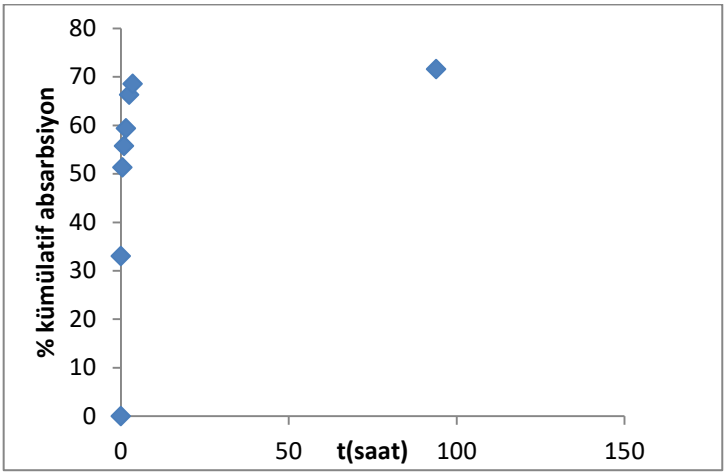
Şekil 4.78: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.79: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.80: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi.



Şekil 4.81: 250 ppm benzen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon değişimi.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.32: 250 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

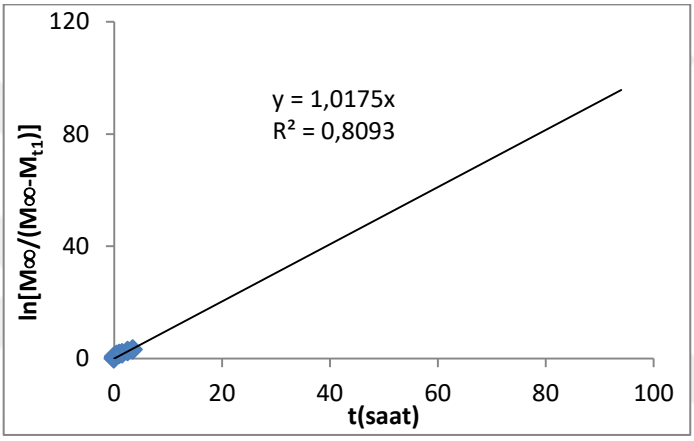
Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
2,0639	0,4225	-
0,0177	0,4225	-
0,0481	0,4225	-

Tablo 4.33: 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

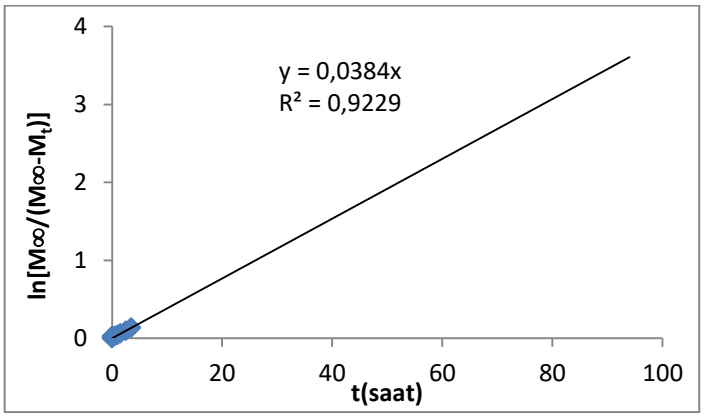
t	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$	Mt1	$\ln[M\infty/(M\infty-M_t)]$	Mt
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02			0,02	0,02
0,05	0,62	0,03	0,01	0,01
0,07			0,02	0,01
0,08			0,02	0,01
0,17			0,02	0,01
0,25			0,02	0,02
0,50	1,26	0,05	0,03	0,02
1,00	1,51	0,05	0,04	0,03
1,50	1,77	0,06	0,06	0,04
2,50	2,61	0,06	0,09	0,06
3,50	3,16	0,07	0,13	0,09
94,00		0,07		0,70

Tablo 4.34: 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

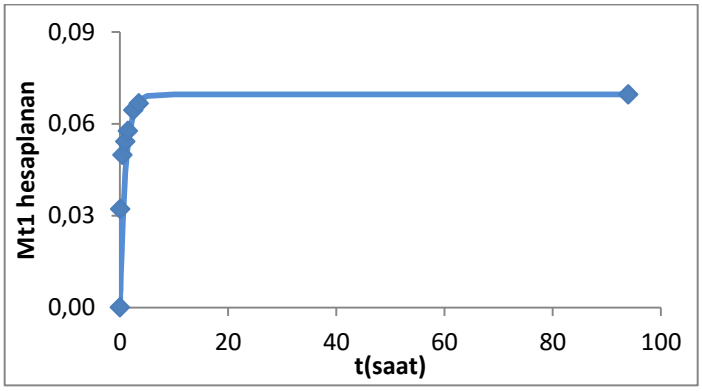
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Karışım	1,0175	0,4225	1,0175	5,12E-06	0,0142
Karışım	0,0384	0,4225	0,0384	1,93E-07	0,0090



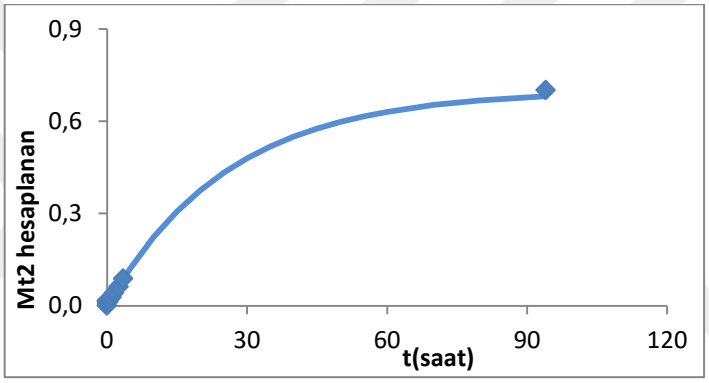
Şekil 4.82: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$ grafiği.



Şekil 4.83: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_t)]$ grafiği.



Şekil 4.84: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



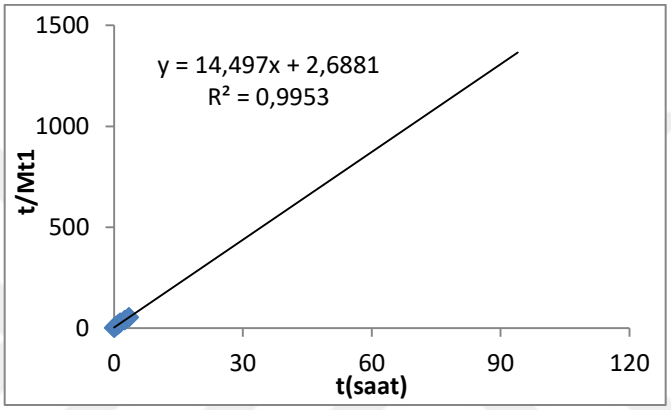
Şekil 4.85: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.35: 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

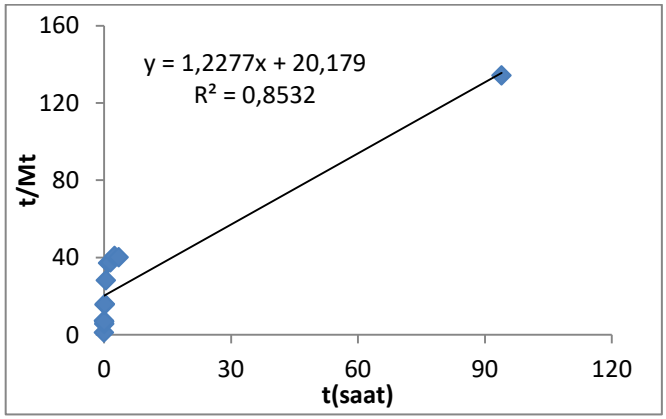
t	t/Mt1	Mt	t/Mt	Mt1
0,00		0,00		0,00
0,02		0,02	1,08	0,01
0,05	1,56	0,01	7,20	0,02
0,07		0,01	5,58	0,02
0,08		0,01	6,75	0,02
0,17		0,01	15,43	0,03
0,25		0,02	15,81	0,04
0,50	10,03	0,02	28,18	0,05
1,00	18,46	0,03	37,04	0,06
1,50	25,99	0,04	37,40	0,06
2,50	38,77	0,06	40,77	0,06
3,50	52,52	0,09	39,98	0,07
94,00		0,70	134,14	0,07

Tablo 4.36: 250 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

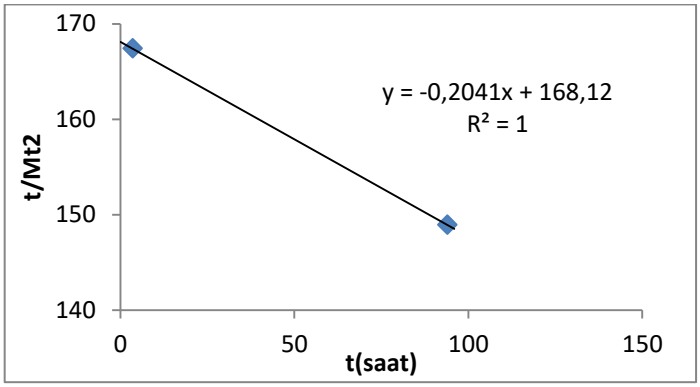
II. Dereceden katsayılar y=ax + b				
	a	**b**	**k2**	**RMSD**
Benzene	14,50	2,69	76,79	0,0140
Karışım	1,2277	20,179	0,10	0,0239



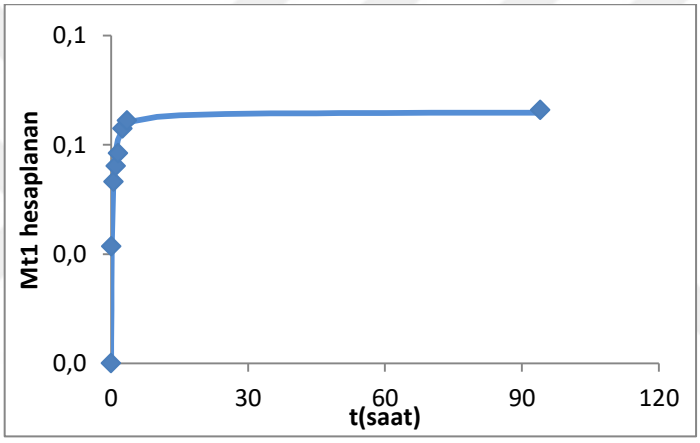
Şekil 4.86: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



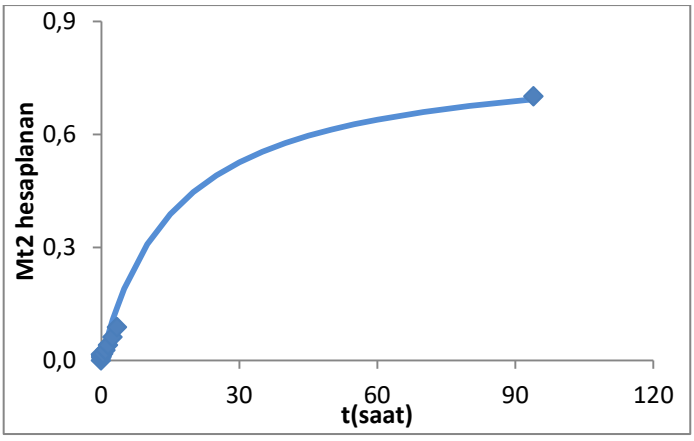
Şekil 4.87: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.88: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



Şekil 4.89: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

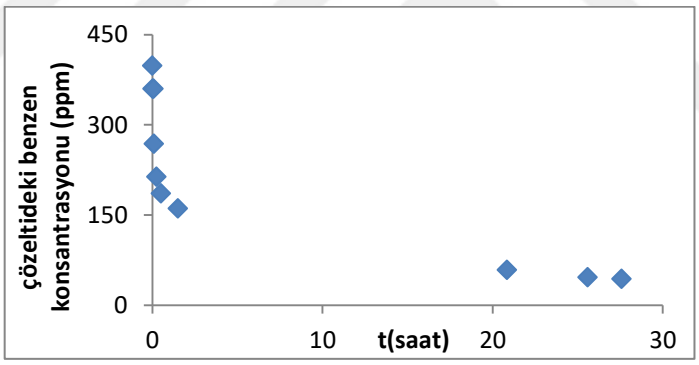


Şekil 4.90: 250 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

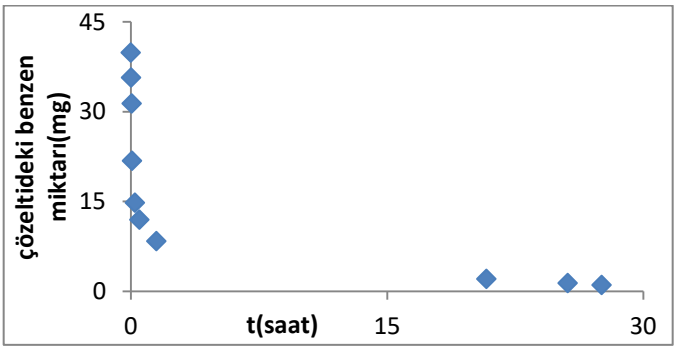
4.1.7.2.4. 450 PPM benzen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.37: 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi.

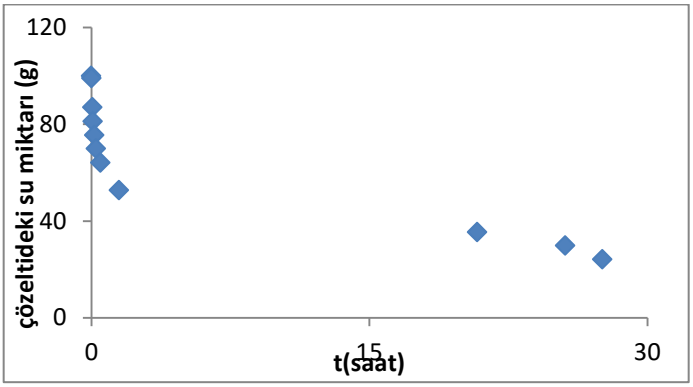
t (h)	Çözelti içindeki benzen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki benzen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	398,26	39,83	99,95
0,02	360,23	35,66	99,00
0,07	360,14	31,33	86,94
0,08	268,72	21,77	81,17
0,25	213,89	14,76	69,96
0,50	186,21	11,92	64,11
1,50	160,87	8,37	52,75
20,83	58,91	2,06	35,36
25,58	46,67	1,35	29,77
27,58	43,71	1,05	24,13



Şekil 4.91: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi.



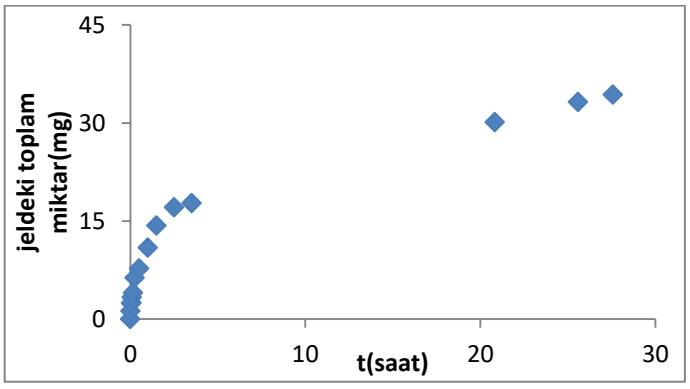
Şekil 4.92: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişim grafiği.



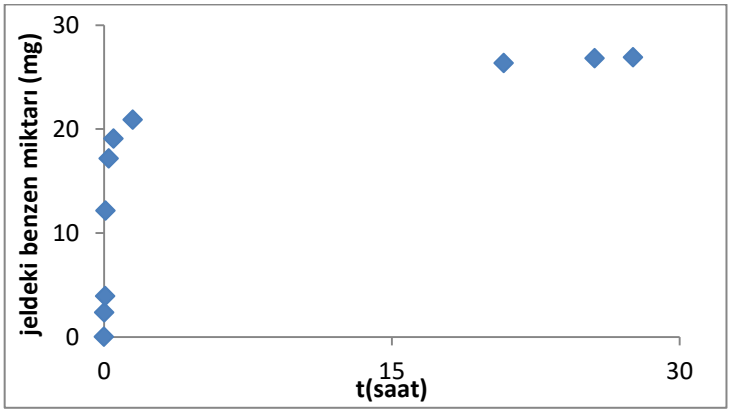
Şekil 4.93: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği.

Tablo 4.38: 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen benzen ve su miktarlarının değişimi.

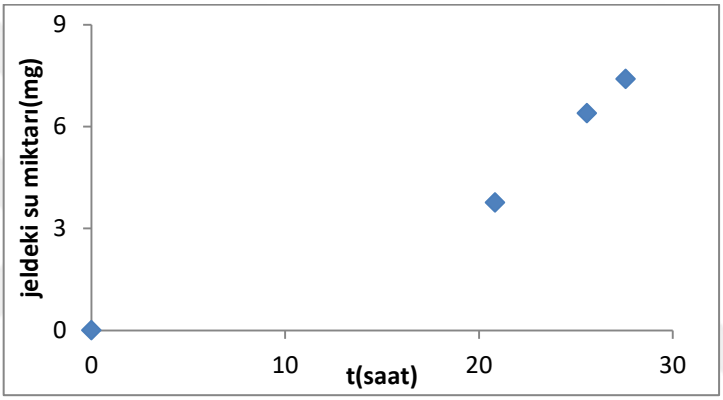
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Benzen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,02	1,2	2,36	
0,07	2,5	3,92	
0,08	3,3	12,14	
0,25	6,3	17,15	
0,50	7,7	19,06	
1,50	14,3	20,88	
20,83	30,1	26,34	3,76
25,58	33,2	26,81	6,39
27,58	34,3	26,90	7,40



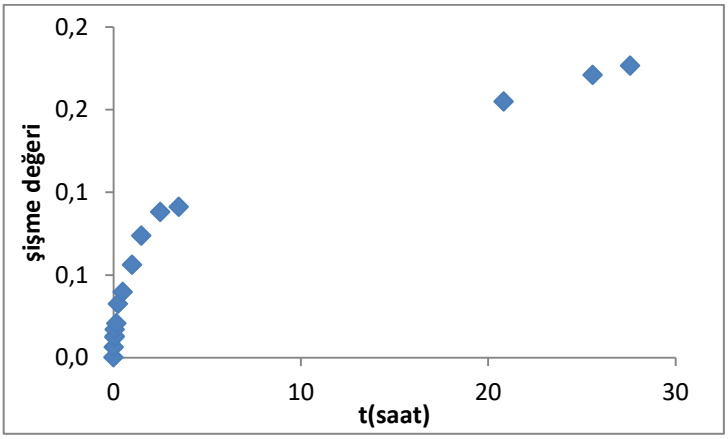
Şekil 4.94: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



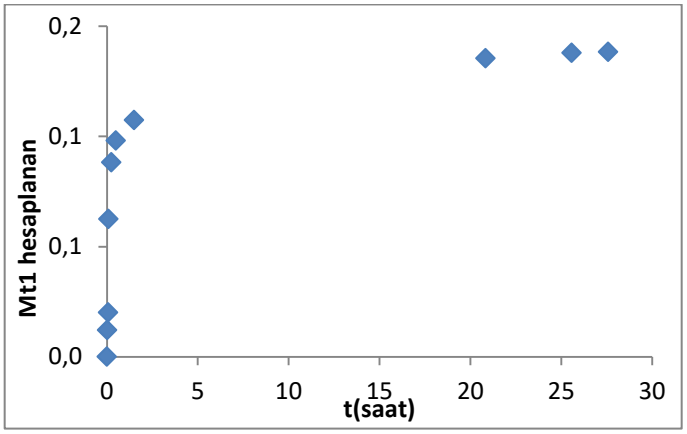
Şekil 4.95: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki benzen miktarı değişimi.



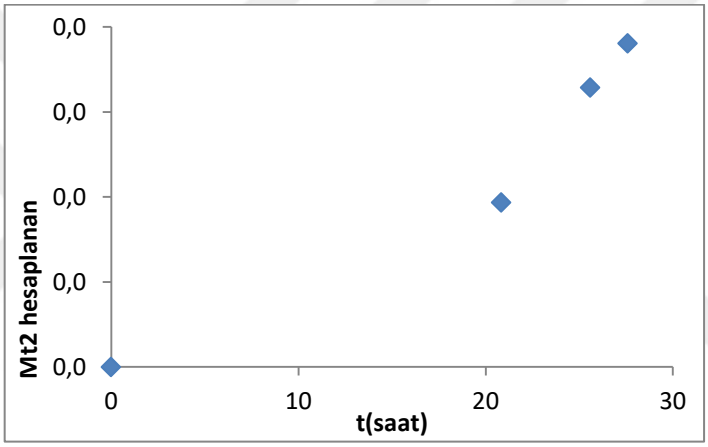
Şekil 4.96: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi.



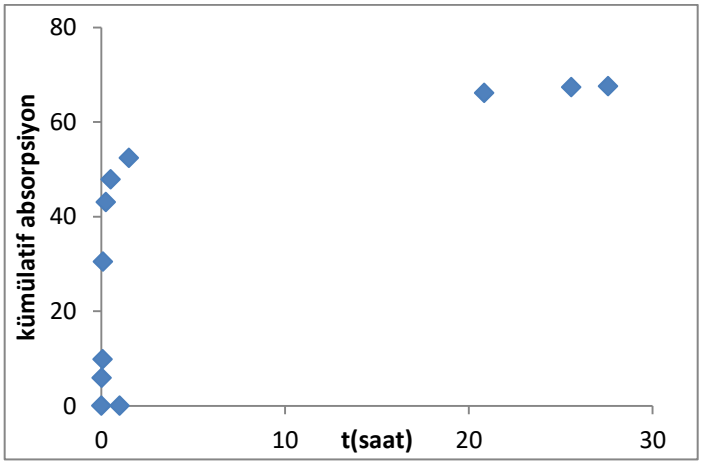
Şekil 4.97: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.98: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.99: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi.



Şekil 4.100: 450 ppm benzen çözeltisi için %kümülatif absorpsiyon grafiği.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.39: 450 ppm benzen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

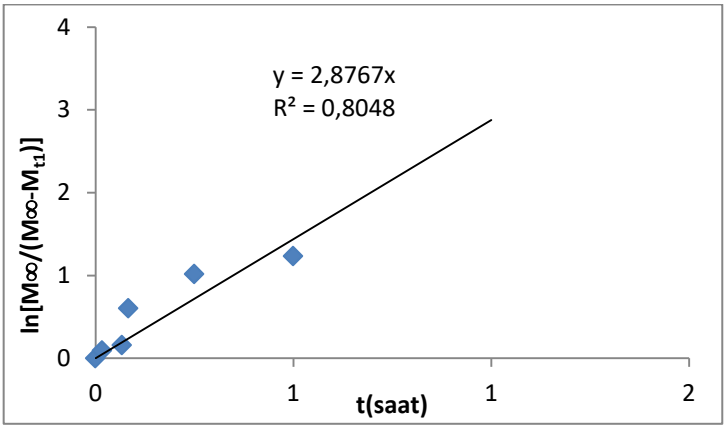
	Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
Benzen	1,1953	0,35	9,36E-06
Su	0,157	0,35	1,61E-07
Karışım	0,321	0,35	6,75E-07

Tablo 4.40: 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

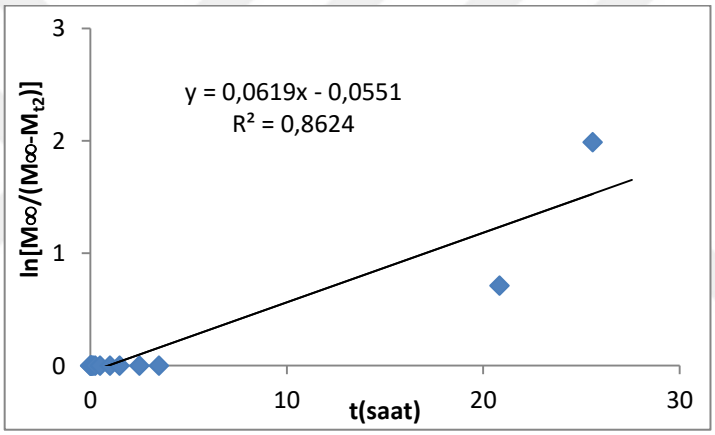
t	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$**	**Mt1**	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$**	**$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$**	**Mt**
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	0,09	0,01	0,00	0,04	0,00
0,05		0,02	0,00	0,07	0,00
0,07	0,16	0,02	0,00	0,08	0,00
0,08	0,60	0,03	0,00	0,10	0,00
0,17		0,05	0,00	0,12	0,00
0,25	1,02	0,07	0,00	0,20	0,01
0,50	1,23	0,11	0,00	0,25	0,01
1,00		0,13	0,00	0,38	0,02
1,50	1,50	0,14	0,00	0,54	0,03
2,50		0,14	0,00	0,69	0,05
3,50		0,14	0,00	0,73	0,06
20,83		0,14	0,71	2,10	0,16
25,58		0,14	1,99	3,44	0,17

Tablo 4.41: 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

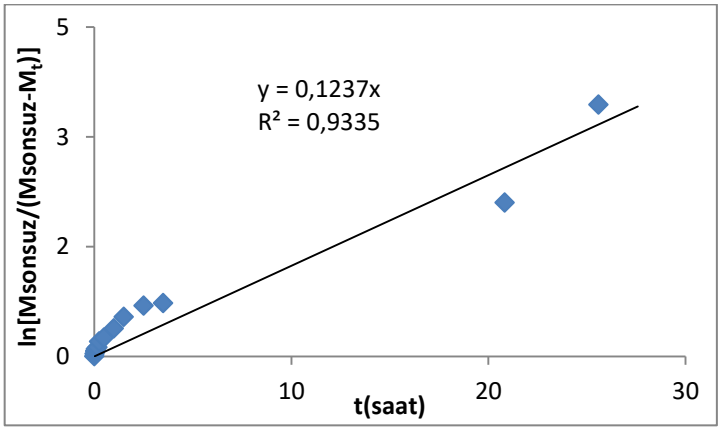
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Benzene	2,88	0,35	2,88	9,74E-06	0,0161
Su	0,0619	0,35	0,06	1,87E-07	
Toplam	0,123	0,35	0,12	4,16E-07	0,0243



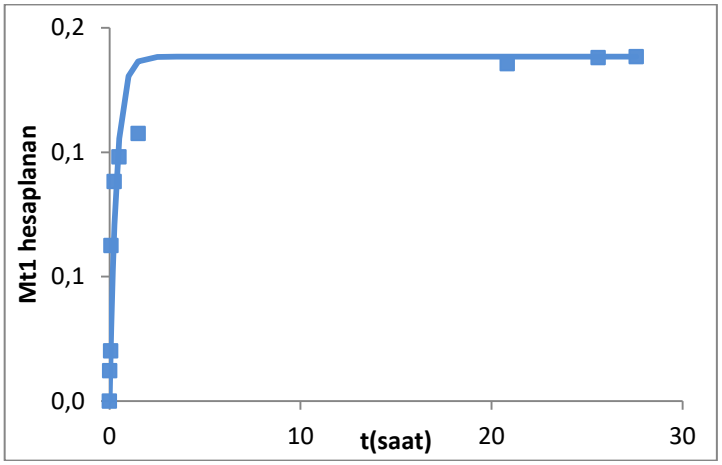
Şekil 4.101: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-M_{t1})] grafiği.



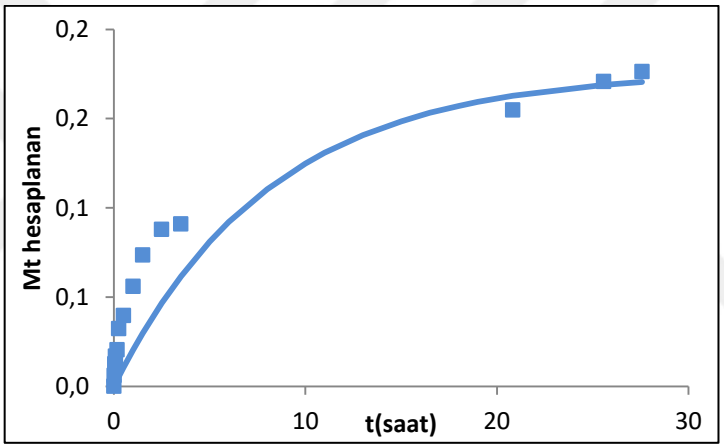
Şekil 4.102: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[Msonsuz/(Msonsuz-MT2)] grafiği.



Şekil 4.103: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-M_t)] grafiği.



Şekil 4.104: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



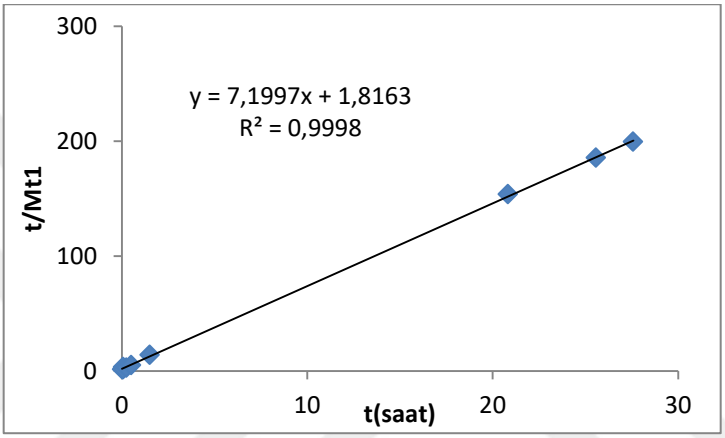
Şekil 4.105: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.42: 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

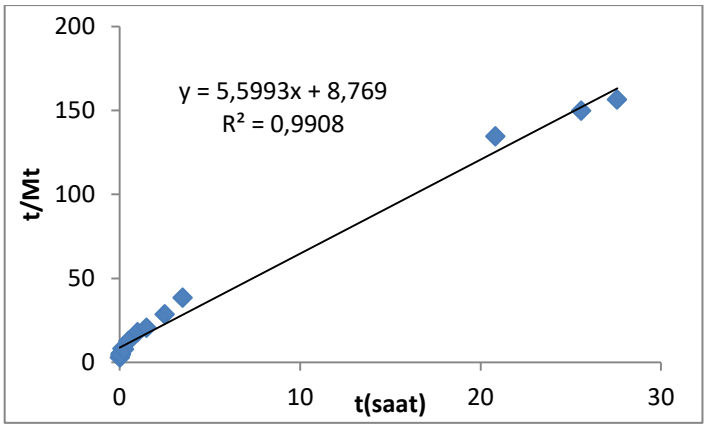
t	t/Mt1	t/Mt
0,02	1,37	2,70
0,07	3,31	5,18
0,08	1,33	4,91
0,25	2,83	7,71
0,50	5,10	12,62
1,50	13,97	20,39
20,83	153,77	134,55
25,58	185,49	149,80
27,58	199,35	156,33

Tablo 4.43: 450 ppm benzen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

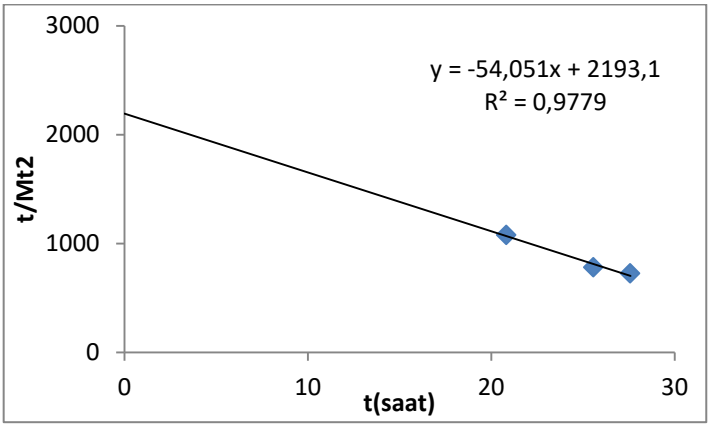
II. Dereceden katsayılar y=ax + b				
	a	**b**	**k2**	**RMSD**
Benzene	7,20	1,82	28,76	0,0125
Su	-54,05	2193,10	0,31	0,0125
Toplam	5,60	8,77	3,66	0,0129



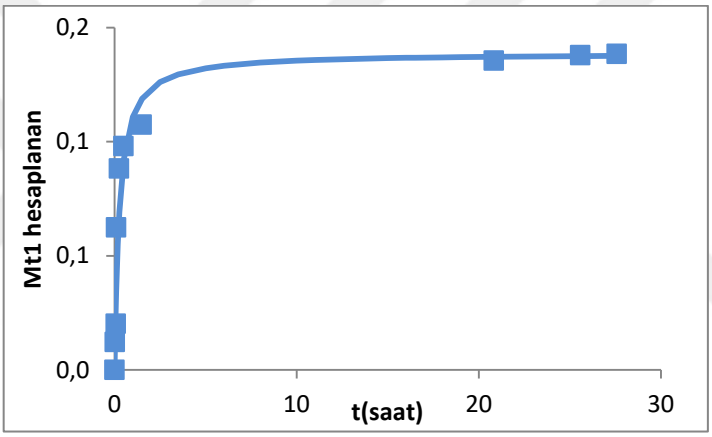
Şekil 4.106: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



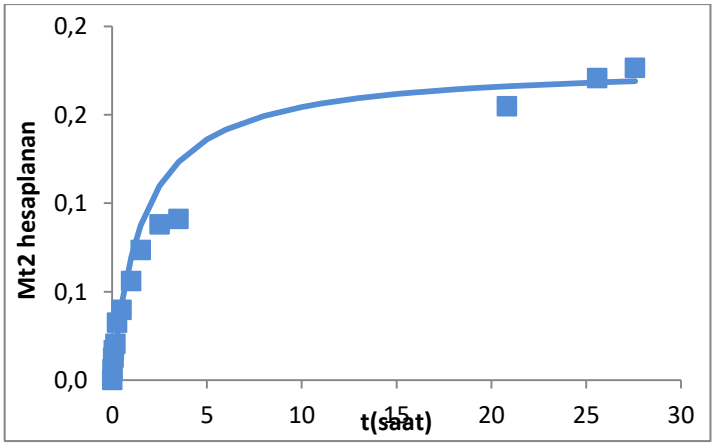
Şekil 4.107: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.108: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.

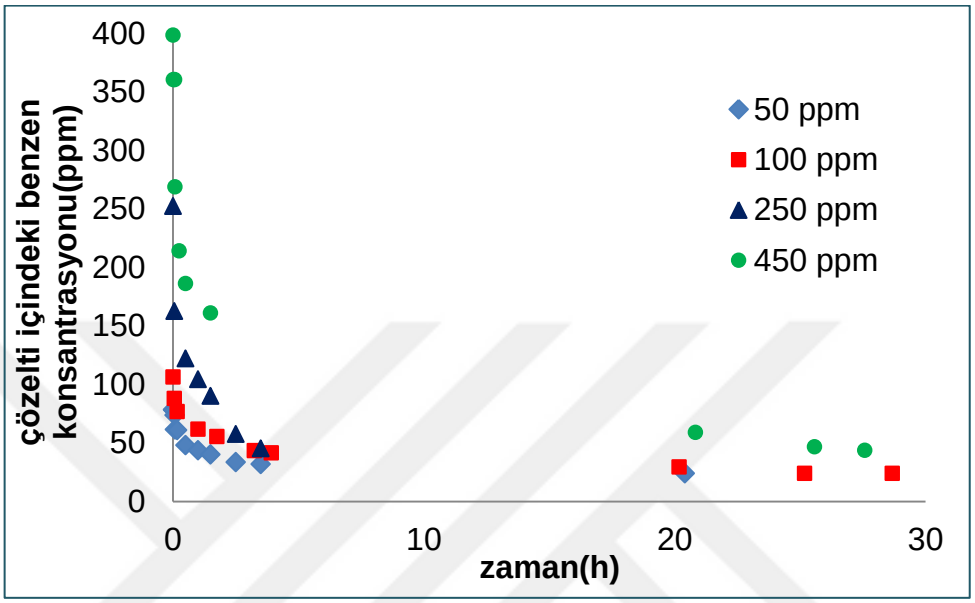


Şekil 4.109: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan benzene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

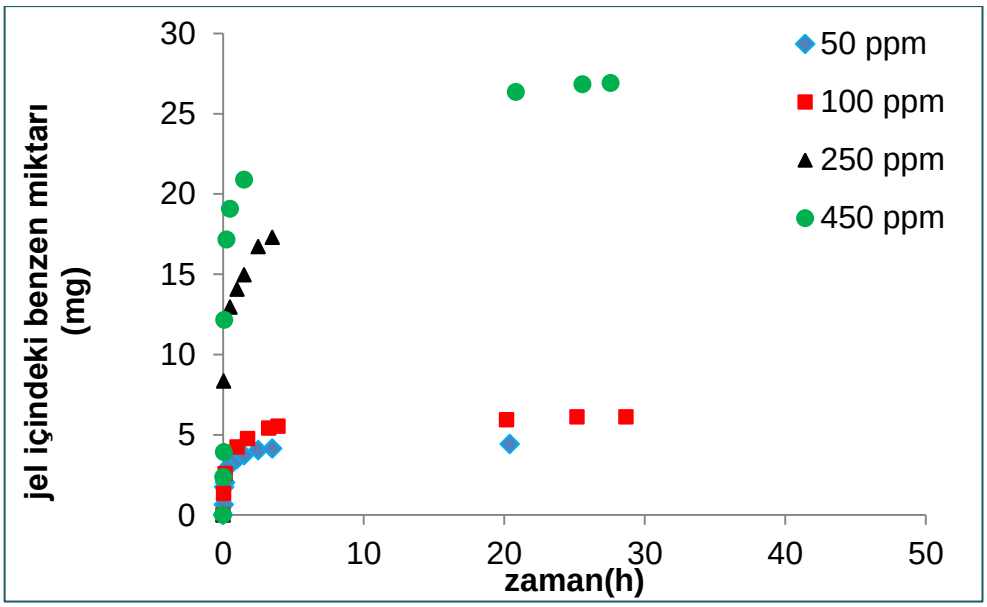


Şekil 4.110: 450 ppm benzen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

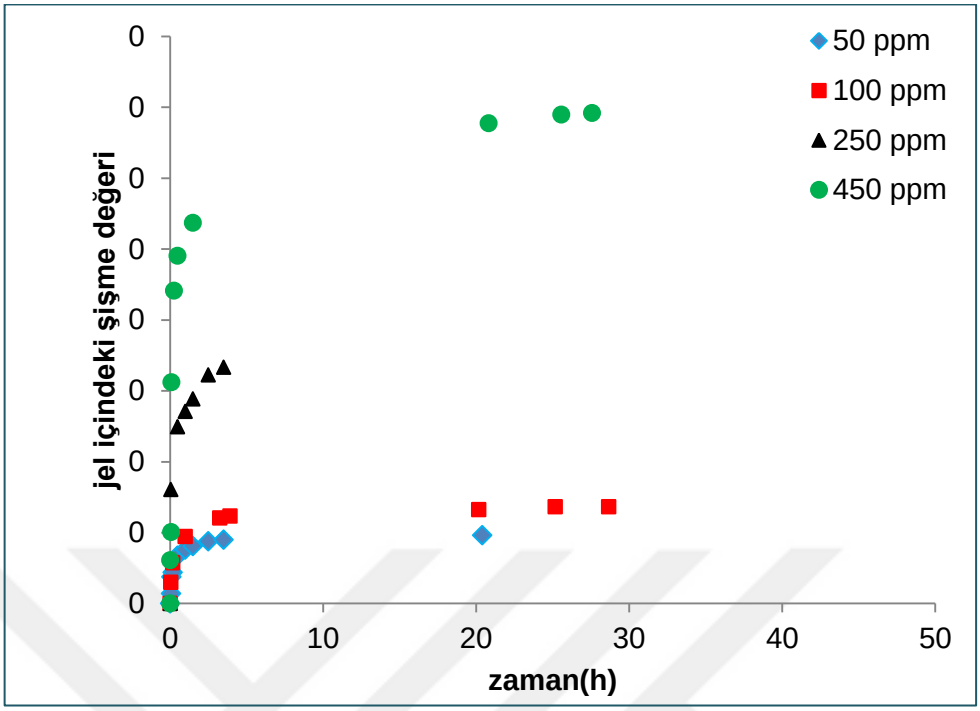
Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan benzen çözeltileri ile yapılan çalışmaların karşılaştırılması amacıyla elde edilen sonuçlar ortak grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 4.111: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında çözelti içindeki benzen konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.112: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jel içindeki benzen miktarının zamana bağlı değişim grafiği.



Şekil 4.113: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jellerin şişme değerleri.

Tablo 4.44: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltileri için jellerin ve çözeltilerin denge konsantrasyonları.

BENZENİN DENGE KONSANTRASYONU	
Çözeltideki başlangıç konsantrasyonu	Çözeltideki denge konsantrasyonu
50	23,88
100	23,90
250	45,36
450	43,71

Tablo 4.45: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jeller için hesaplanan difüzyon katsayıları.

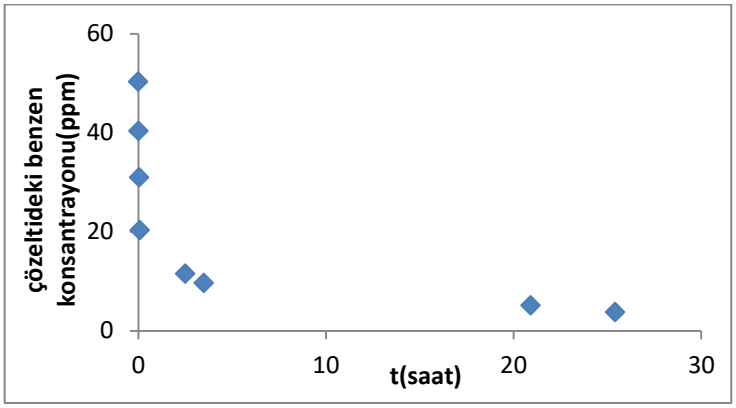
Benzen	**I.Denklem(fick kanunu)** **Denklem (2.7)**		**II. Denklem (I.dereceden kinetik model)** **Denklem (2.12)**	
	D_1 (cm^2s^{-1})	**D_2 (cm^2s^{-1})**	**D_1 (cm^2s^{-1})**	**D_2 (cm^2s^{-1})**
50 ppm	9,99E-06	2,79E-07	3,39E-06	5,69E-07
100 ppm	7,72E-06	2,18E-07	1,43E-06	4,66E-07
250 ppm	-	-	5,12E -06	1,93E-07
450 ppm	9,36E-06	1,61E-07	9,74E-06	1,87E-07

4.1.7.3.Karışımlardan Toluenin Ayrılması

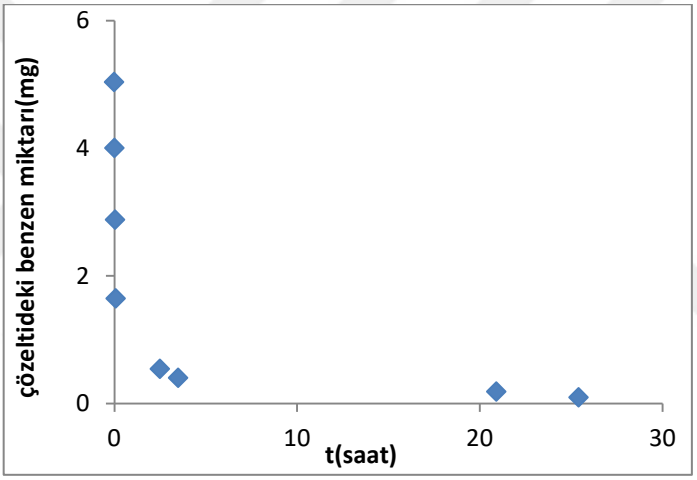
4.1.7.3.1. 50 PPM toluen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.46: 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi.

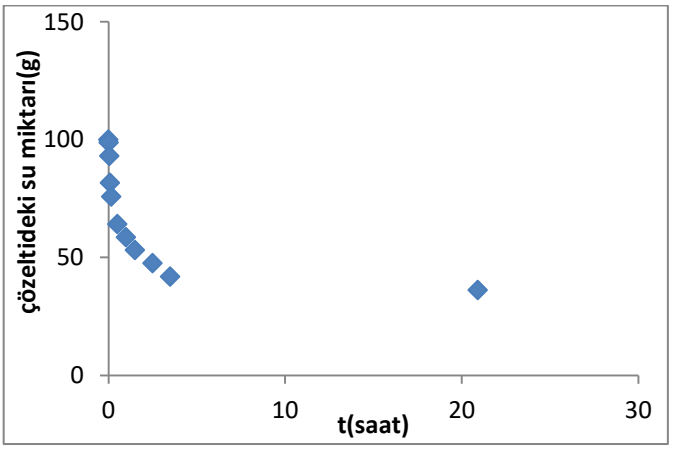
t (h)	**Çözelti içindeki toluen konsantrasyonu (ppm)**	**Çözelti içindeki toluen miktarı (mg)**	**Çözelti içindeki su miktarı (g)**
0,00	50,32	5,03	99,99
0,02	40,39	4,00	98,77
0,05	30,96	2,88	93,08
0,08	20,31	1,64	81,60
2,50	11,53	0,54	47,55
3,50	9,67	0,40	41,87
20,92	5,15	0,19	36,10
25,42	3,79	0,09	



Şekil 4.114: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen konsantrasyonu değişimi.



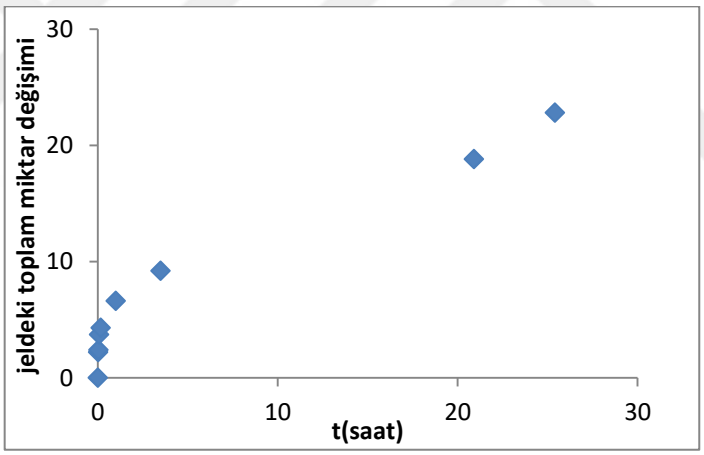
Şekil 4.115: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki benzen miktarı değişimi.



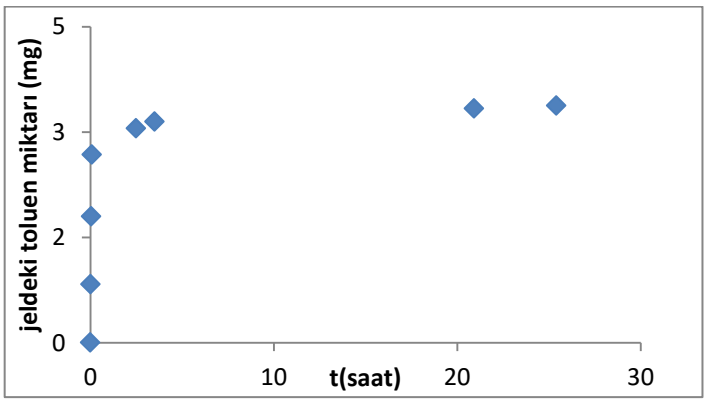
Şekil 4.116: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi.

Tablo 4.47: 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi.

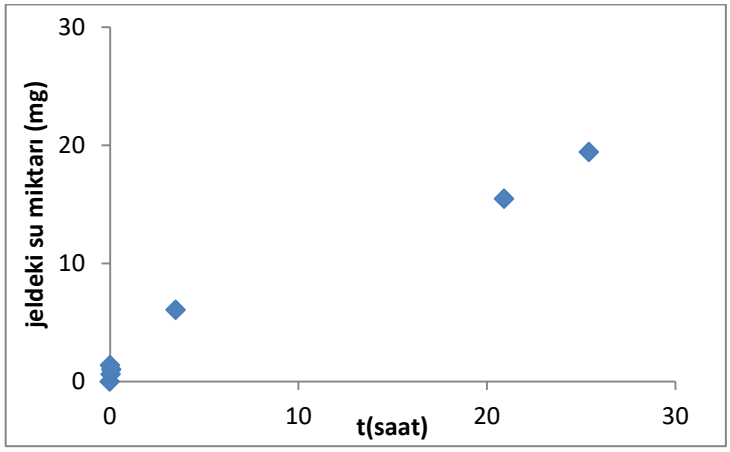
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Toluen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,02	2,2	0,83	1,37
0,05	2,4	1,80	0,60
0,08	3,7	2,68	1,02
2,50		3,05	
3,50	9,2	3,15	6,05
20,92	18,8	3,33	15,47
25,42	22,8	3,38	19,42



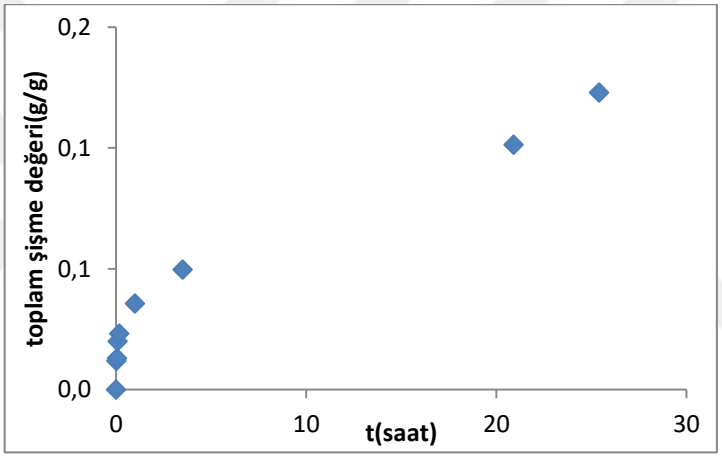
Şekil 4.117: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



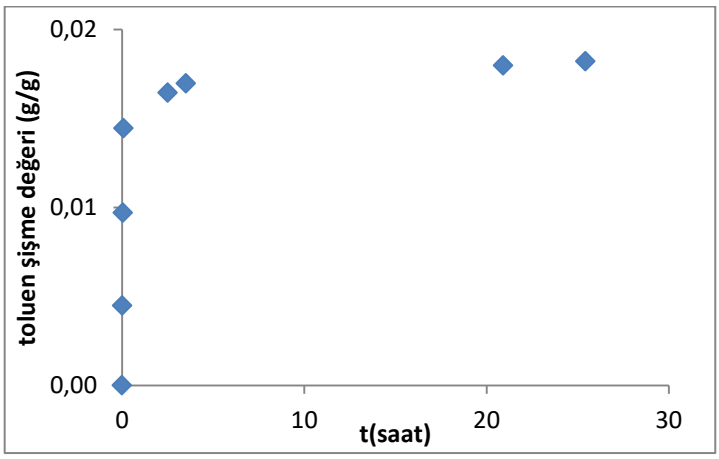
Şekil 4.118: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi.



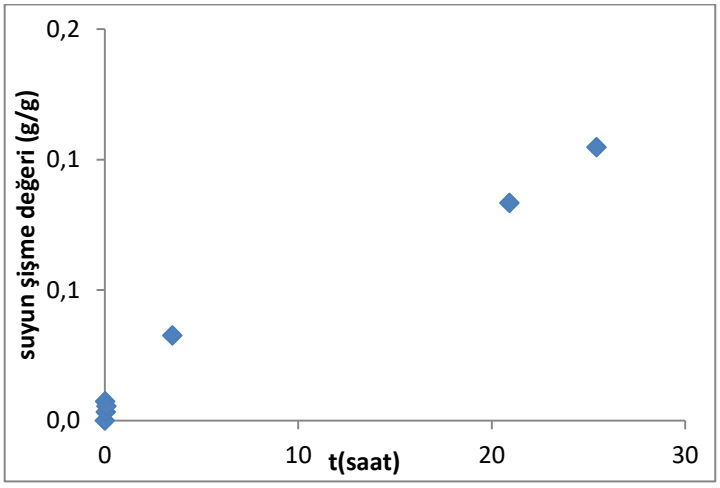
Şekil 4.119: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi.



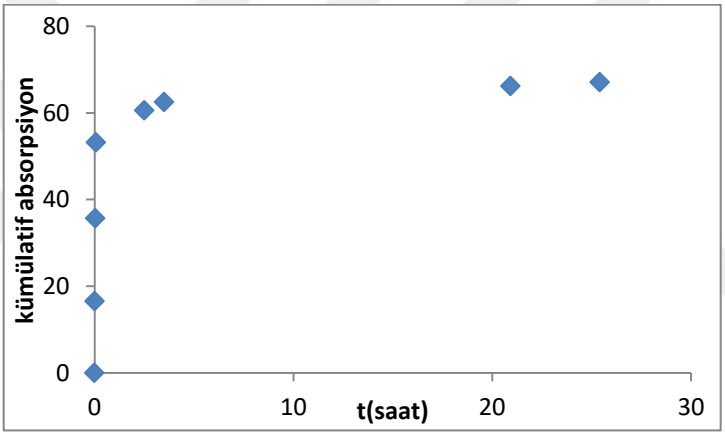
Şekil 4.120: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.121: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.122: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi.



Şekil 4.123: 50 ppm toluen çözeltisi için %kümülatif absorpsiyon.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.48: 50 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

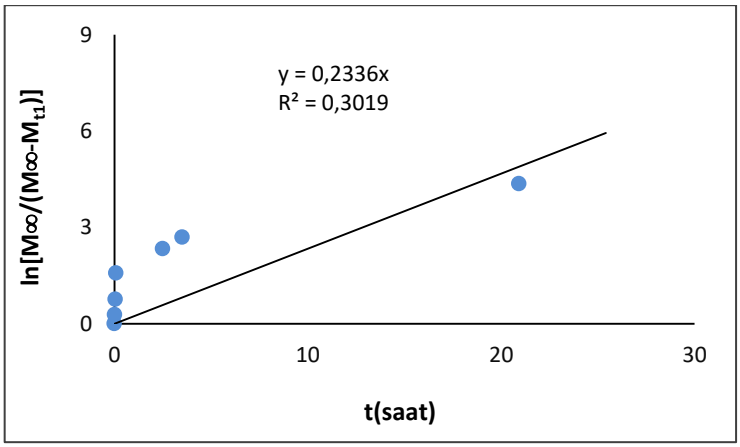
Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
2,5328	0,313	3,43E-05
0,1665	0,313	1,48E-07
0,25	0,313	3,35E-07

Tablo 4.49: 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

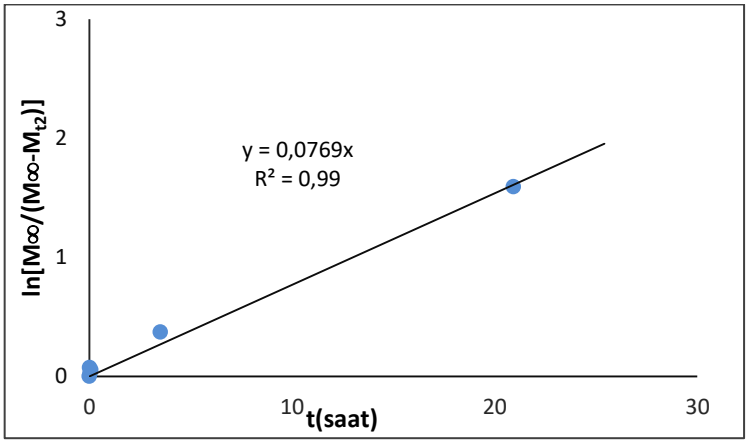
t	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$
0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	0,28	0,07	0,10
0,05	0,76	0,03	0,11
0,08	1,58	0,05	0,18
0,17			0,21
1,00			0,34
3,50	2,69	0,37	0,52
20,92	4,35	1,59	1,74

Tablo 4.50: 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

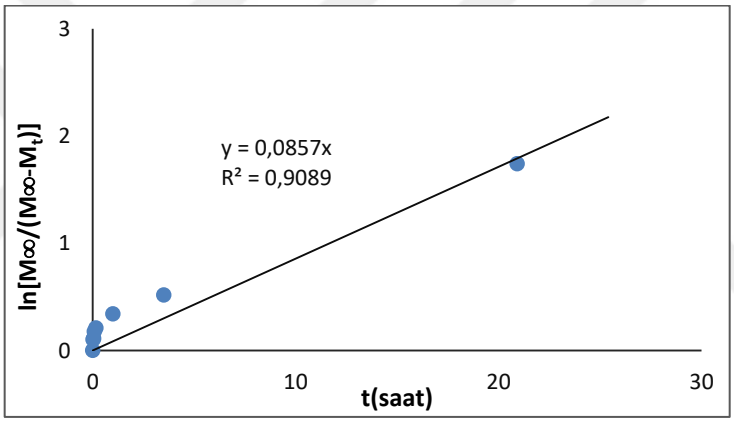
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Toluene	0,23	0,31	0,23	6,46E-07	0,0078
Su	0,08	0,31	0,08	2,13E-07	0,0078
Toplam	0,09	0,31	0,09	2,37E-07	0,1941



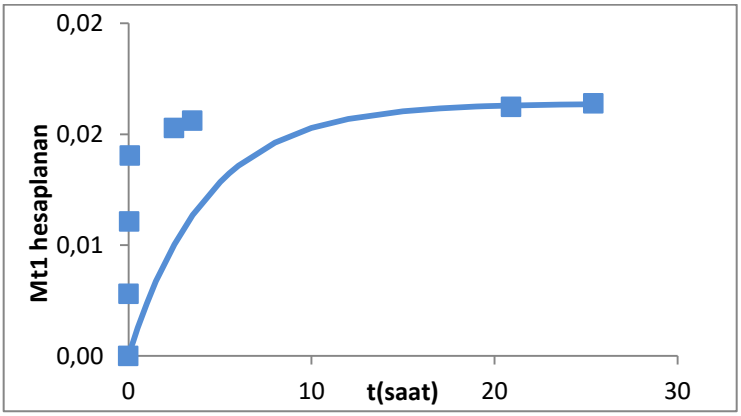
Şekil 4.124: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$ grafiği.



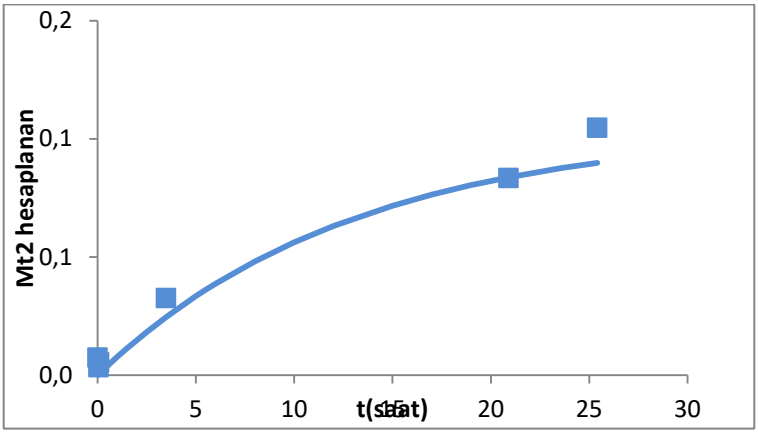
Şekil 4.125: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$ grafiği.



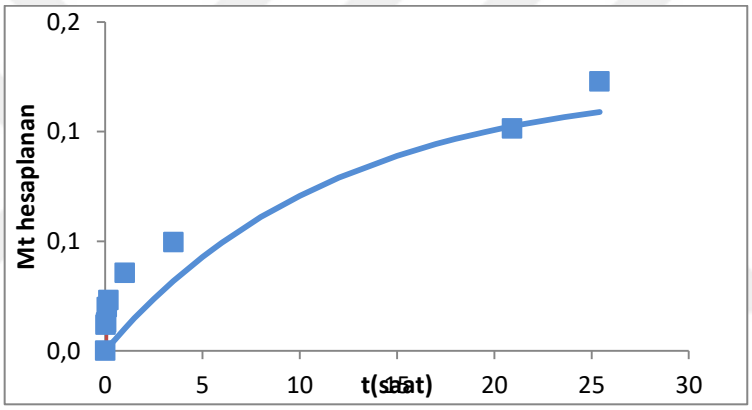
Şekil 4.126: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_t)]$ grafiği.



Şekil 4.127: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.128: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



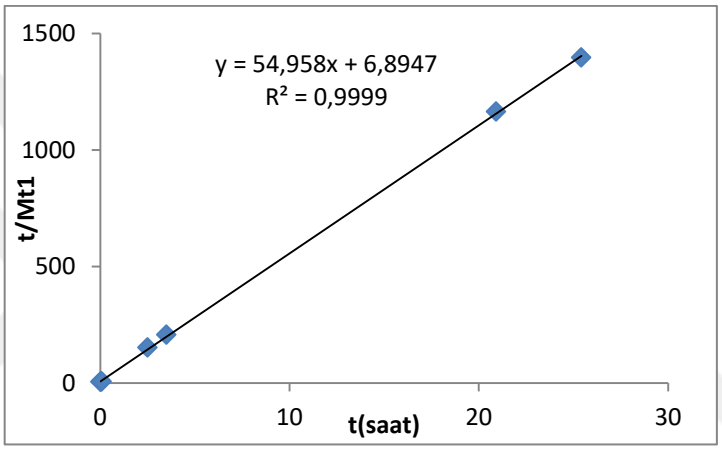
Şekil 4.129: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.51: 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

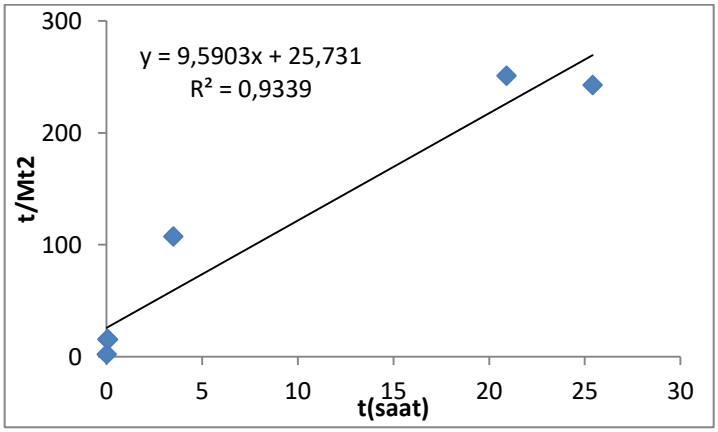
t	t/Mt1	Mt	t/Mt2
0,02	3,71	1,41	2,26
0,05	5,16	3,86	15,42
0,08	5,77	4,18	15,15
0,17		7,19	
1,00		28,11	
2,50	151,99		
3,50	206,21	70,57	107,29
20,92	1163,80	206,39	250,87
25,42	1395,99	206,79	242,75

Tablo 4.52: 50 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

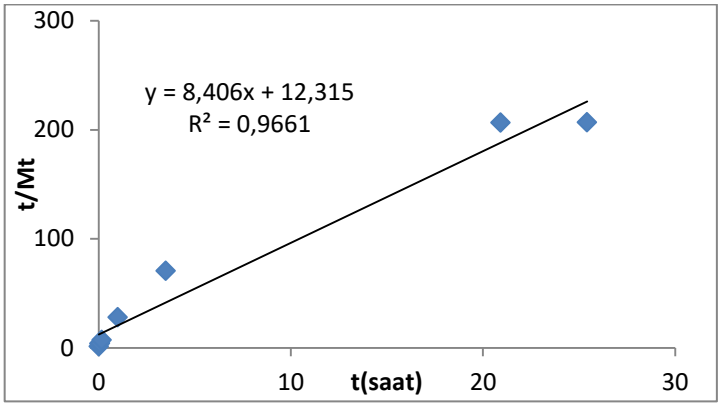
II. Dereceden katsayılar y=ax + b				
	a	**b**	**k2**	**RMSD**
Tolüen	54,95	6,89	437,6	0,0034
Su	9,59	25,73	3,55	0,0125
Toplam	8,406	12,31	5,38	0,0160



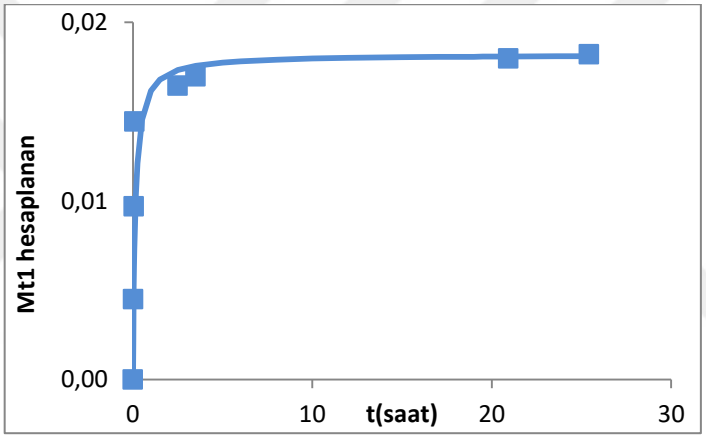
Şekil 4.130: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



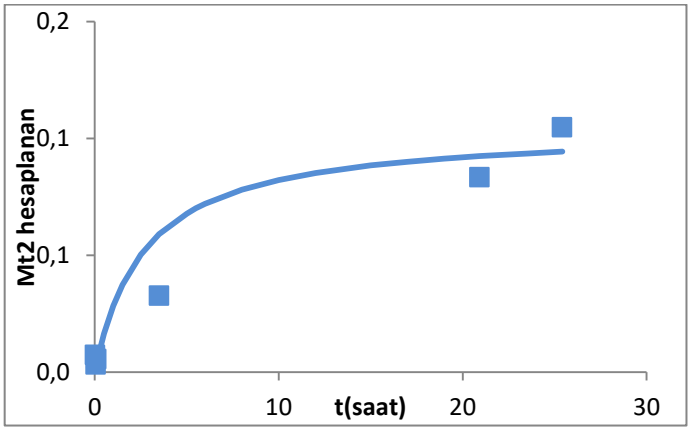
Şekil 4.131: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



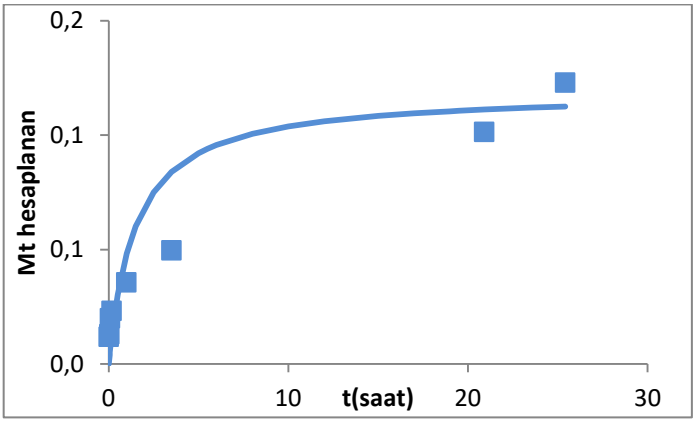
Şekil 4.132: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.133: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.134: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

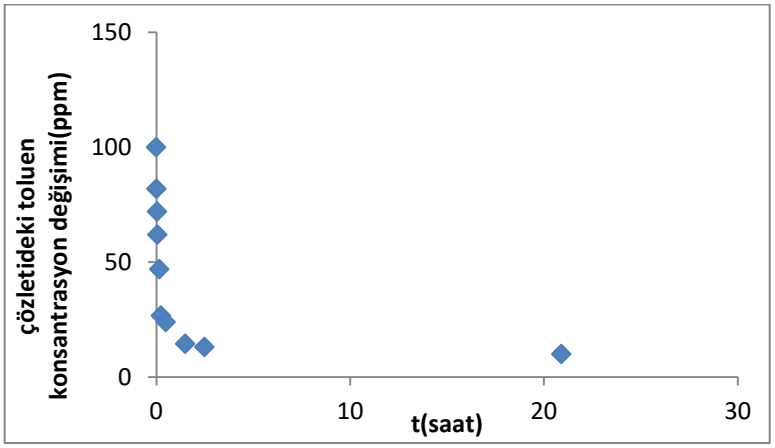


Şekil 4.135: 50 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

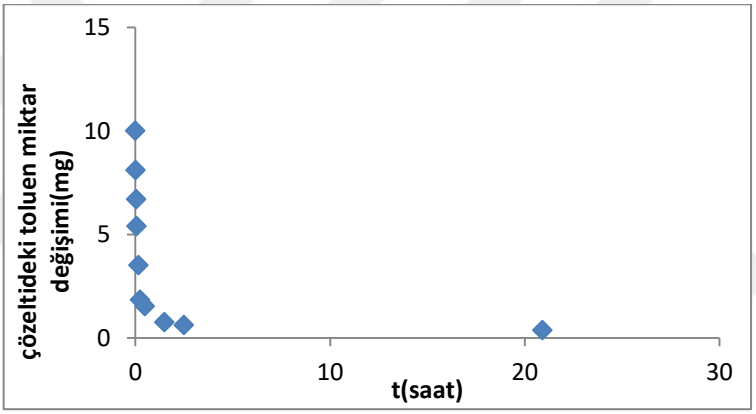
4.1.7.3.2. 100 PPM toluen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.53: 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi.

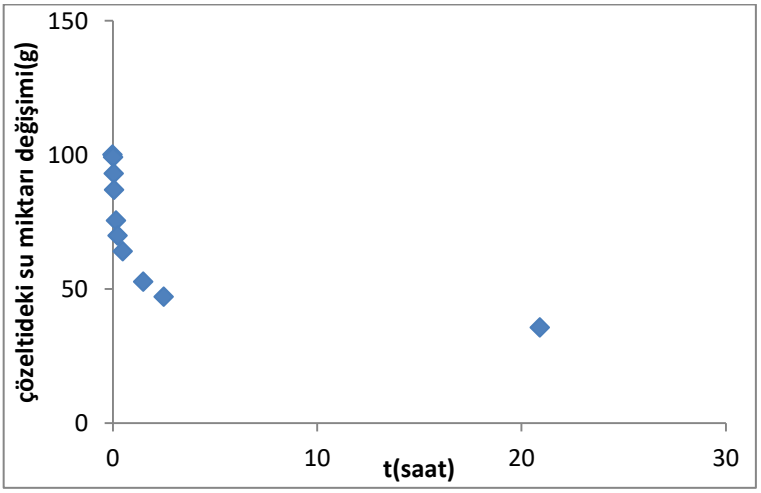
t (h)	Çözelti içindeki toluen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki toluen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	100,00	10,00	99,99
0,02	81,85	8,10	99,11
0,05	71,91	6,69	93,03
0,07	61,90	5,38	86,97
0,17	46,78	3,51	75,42
0,25	26,63	1,84	69,81
0,50	23,82	1,52	63,98
1,50	14,40	0,75	52,63
2,50	12,91	0,61	47,11
20,92	9,84	0,35	35,64



Şekil 4.136: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi.



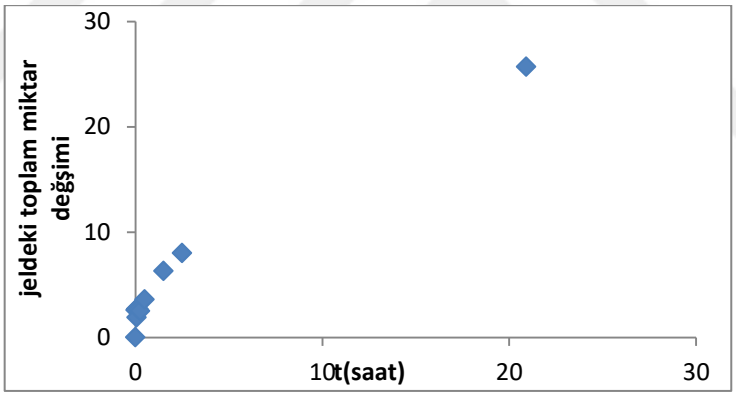
Şekil 4.137: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen miktarı değişim grafiği.



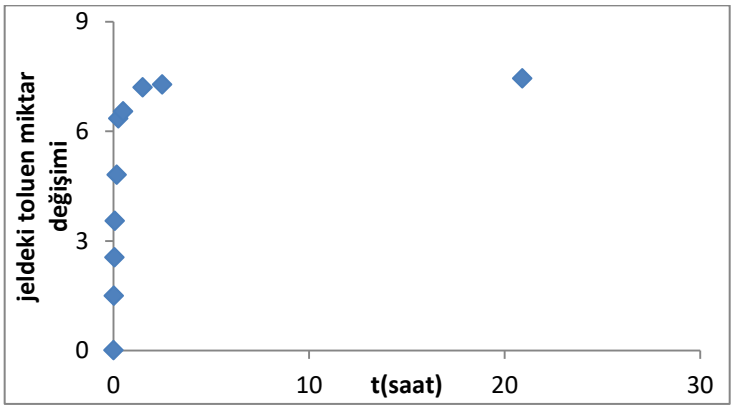
Şekil 4.138: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği.

Tablo 4.54: 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi.

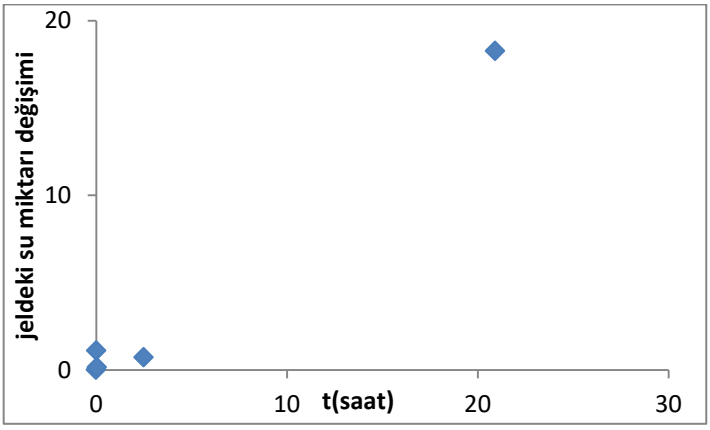
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Toluen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,02	2,6	1,49	1,11
0,05	2,7	2,55	0,15
0,07	1,9	3,54	
0,17	2,7	4,81	
0,25	2,5	6,35	
0,50	3,6	6,54	
1,50	6,3	7,20	
2,50	8	7,28	0,72
20,92	25,7	7,44	18,26



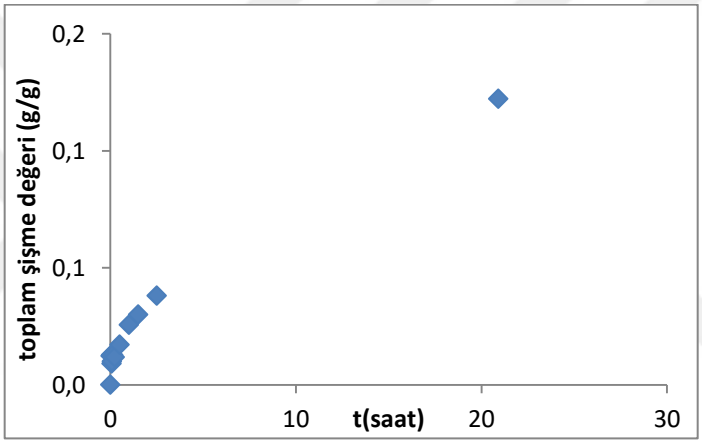
Şekil 4.139: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



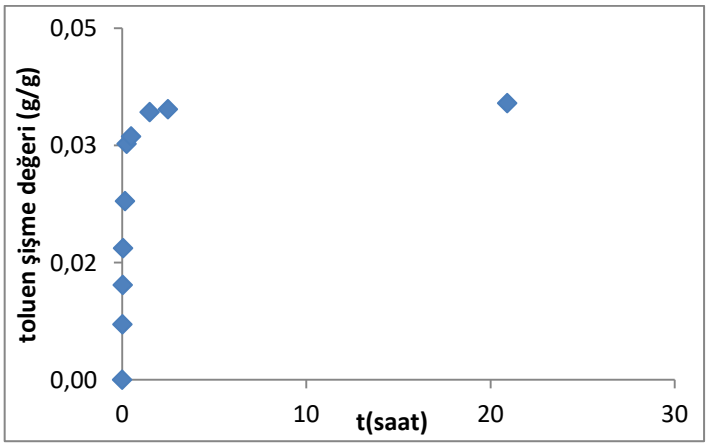
Şekil 4.140: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi.



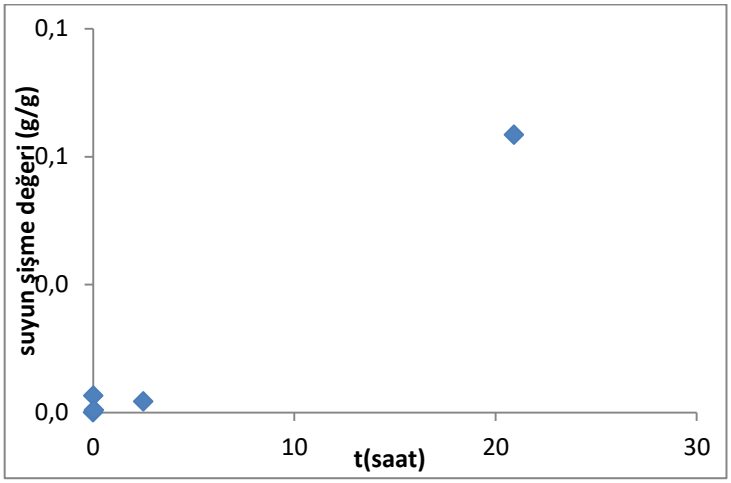
Şekil 4.141: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişim grafiği.



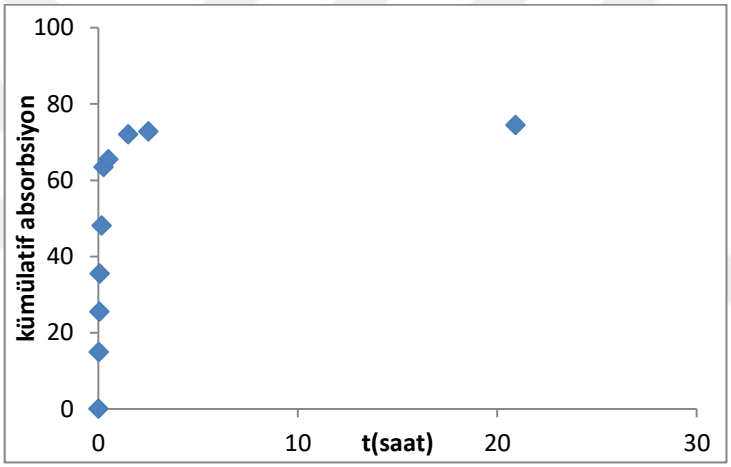
Şekil 4.142: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.143: 100 ppm tolüen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.144: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı su şişme değeri değişimi.



Şekil 4.145: 100 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.55: 100 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

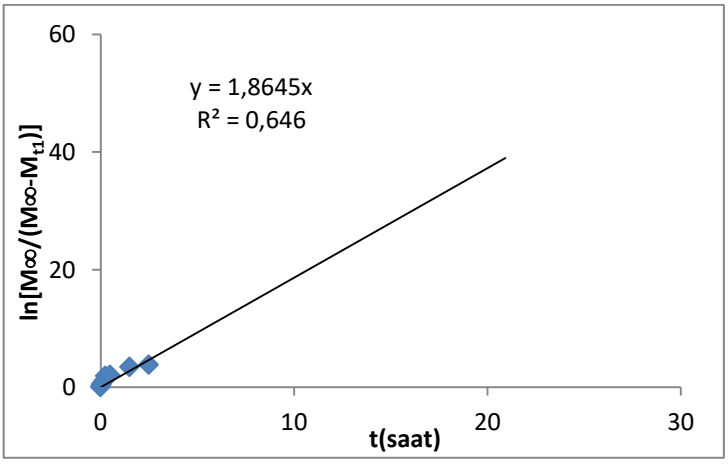
Eğim	L	D (cm^2/s)
1,69	0,352	1,93E-05
0,025	0,352	4,21E-09
0,203	0,352	2,78E-07

Tablo 4.56: 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

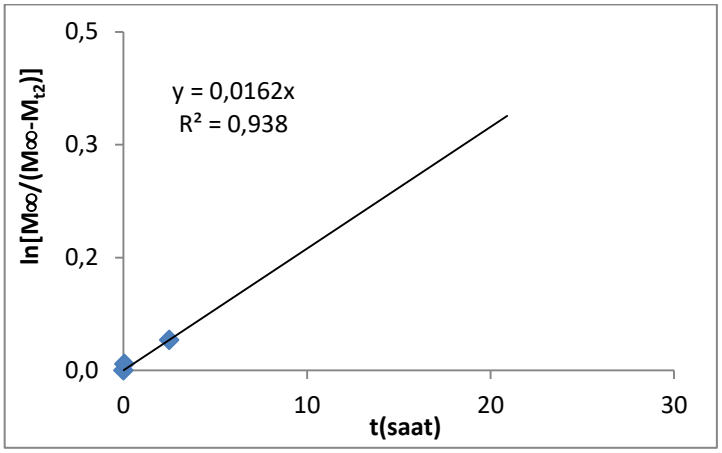
t	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$
0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	0,22		0,11
0,05	0,42	0,01	0,11
0,07	0,65		0,08
0,17	1,04		0,11
0,25	1,92		0,10
0,50	2,11		0,15
1,50	3,43		0,28
2,50	3,83	0,04	0,37

Tablo 4.57: 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

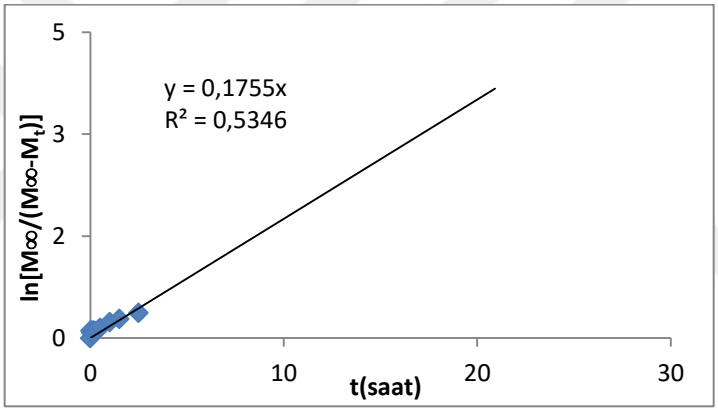
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Benzene	1,86	0,35	1,86	6,49E-06	0,0097
Su	0,02	0,35	0,02	5,57E-08	0,0312
Toplam	0,18	0,35	0,18	6,10E-07	0,0078



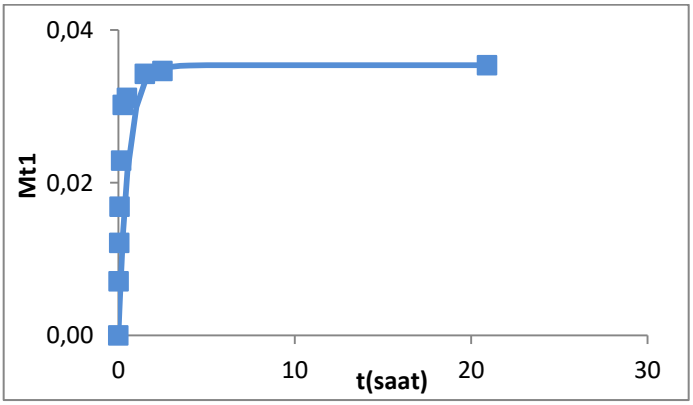
Şekil 4.146: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$ grafiği.



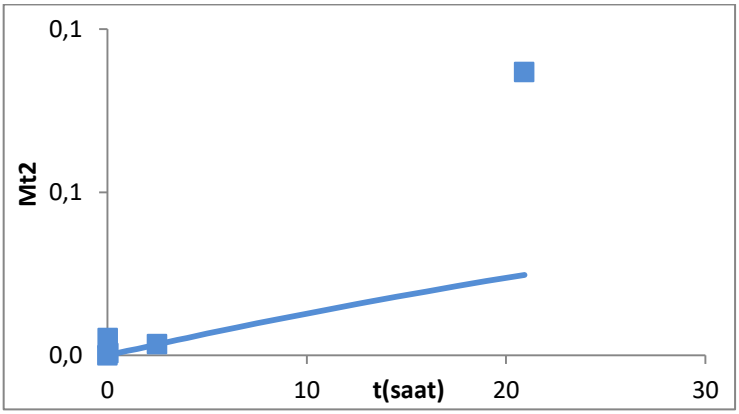
Şekil 4.147: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$ grafiği.



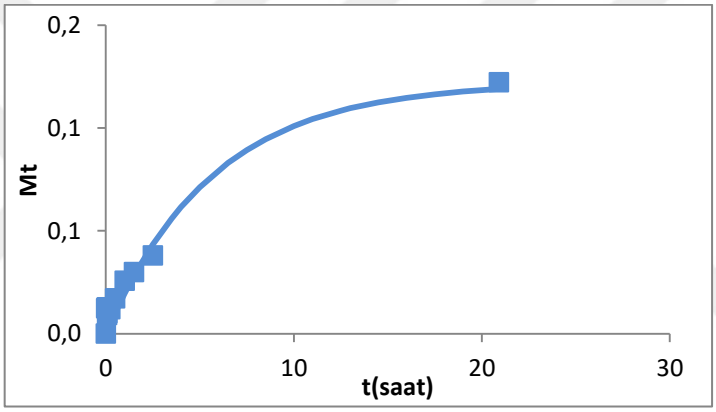
Şekil 4.148: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_t)]$ grafiği.



Şekil 4.149: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.150: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



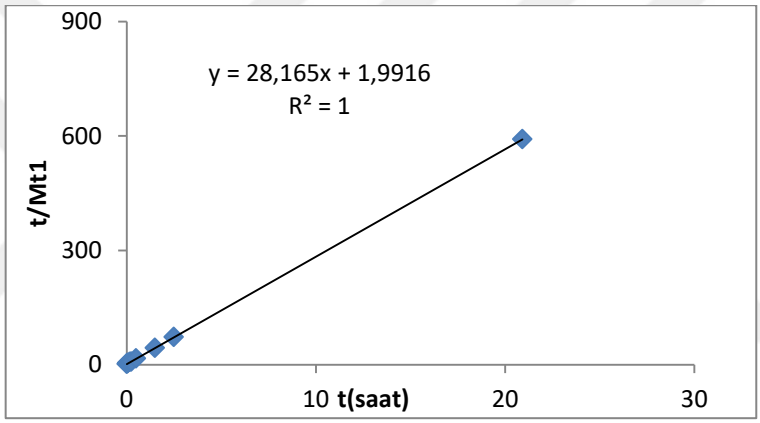
Şekil 4.151: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.58: 100 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

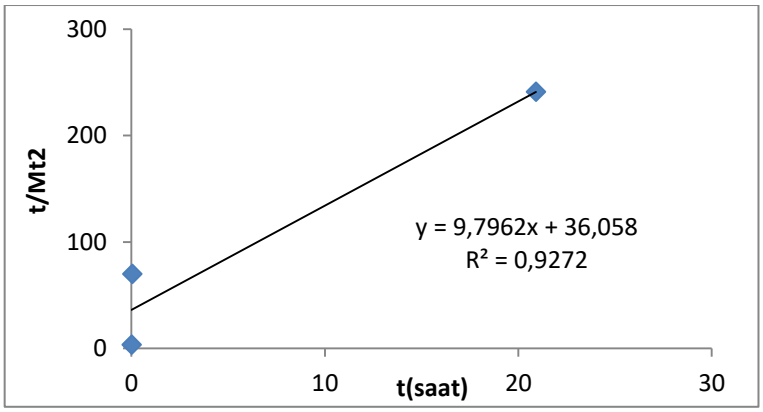
t	t/Mt1	t/Mt	t/Mt2
0,02	2,35	1,35	3,16
0,05	4,13	3,89	69,66
0,07	3,96	7,38	
0,17	7,29	12,98	
0,25	8,28	21,03	
0,50	16,07	29,21	
1,50	43,81	50,07	
2,50	72,23	65,72	
20,92	591,16	171,16	240,91

Tablo 4.59: 100 ppm toleun-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

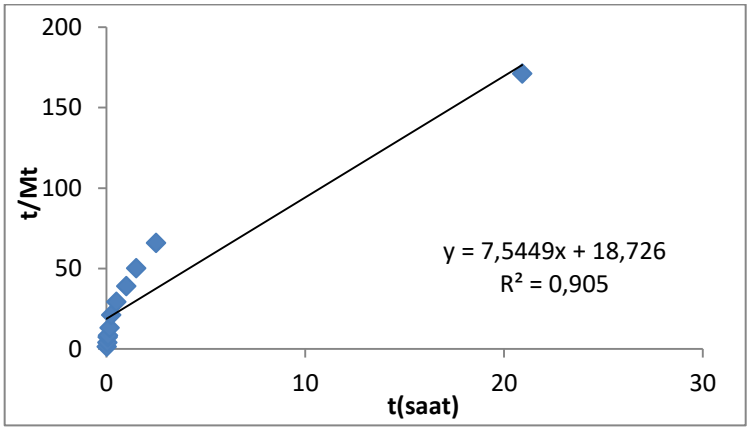
II. Dereceden katsayılar y=ax + b				
	a	**b**	**k2**	**RMSD**
Benzene	28,16	1,99	401,20	0,0014
Su	9,796	36,05	3,68	0,0191
Toplam	7,544	18,72	3,58	0,0125



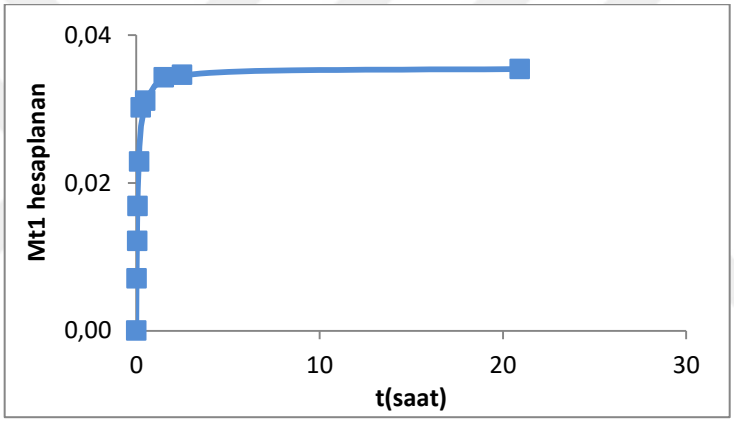
Şekil 4.152: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



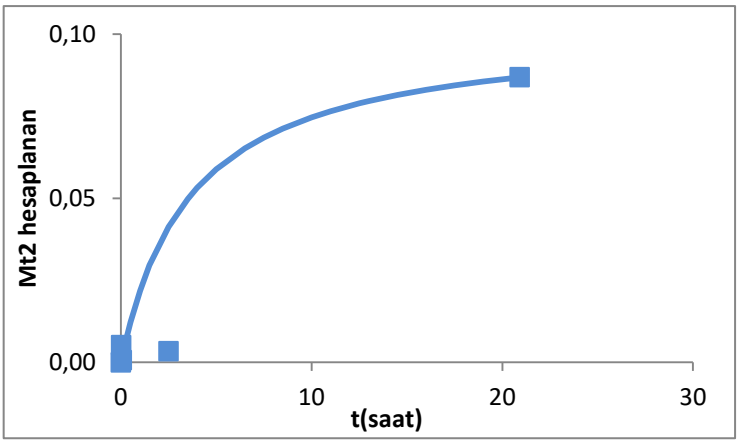
Şekil 4.153: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



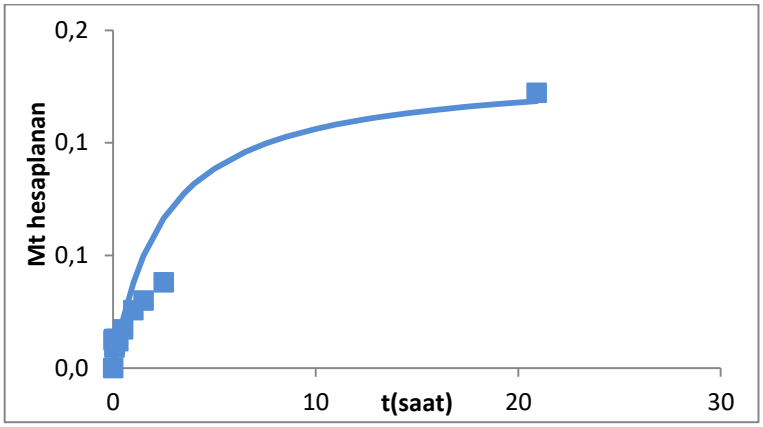
Şekil 4.154: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.155: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.156: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

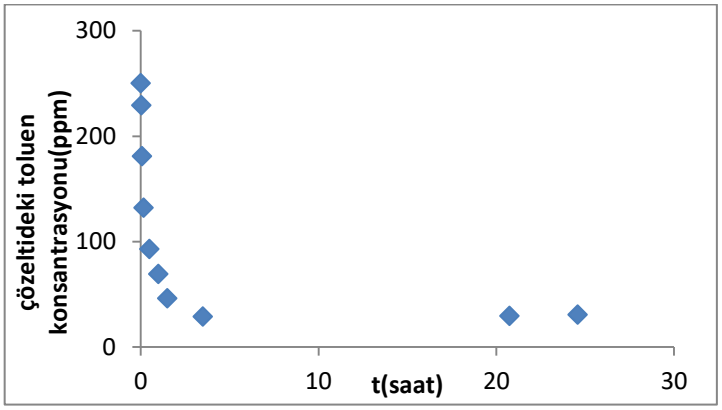


Şekil 4.157: 100 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

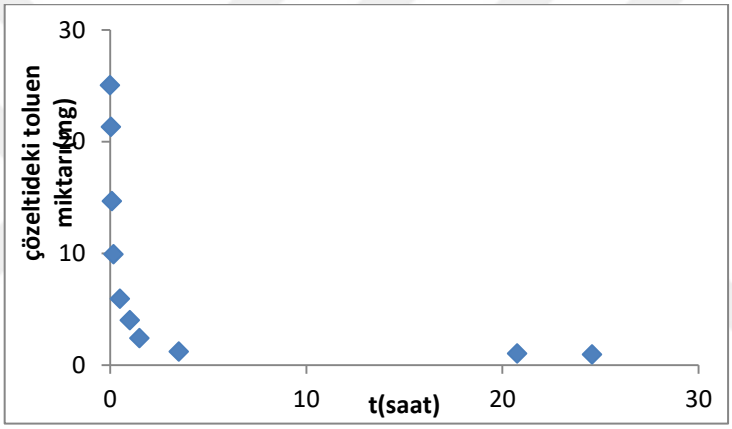
4.1.7.3.3. 250 PPM toluen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.60: 250 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki benzen ve su miktarlarının değişimi.

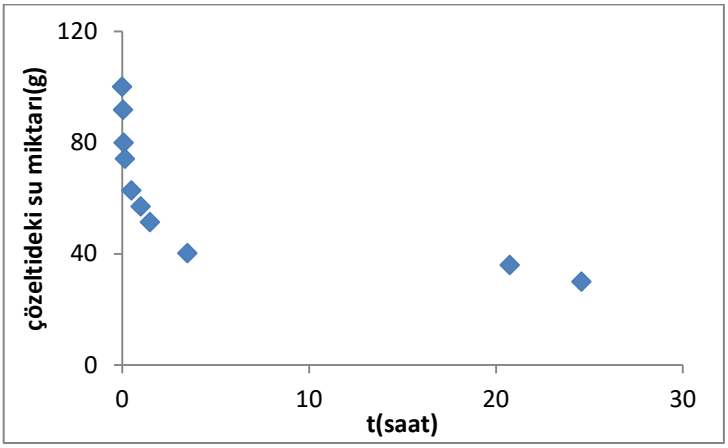
t (h)	Çözelti içindeki toluen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki toluen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	250,26	25,03	99,97
0,05	229,24	21,32	91,69
0,08	180,86	14,65	79,90
0,17	132,01	9,90	74,09
0,50	92,74	5,94	62,65
1,00	69,21	4,01	56,93
1,50	46,10	2,40	51,31
3,50	28,81	1,18	40,13
20,75	29,52	1,03	35,85
24,58	30,76	0,92	29,85
25,83	250,26	25,03	99,97



Şekil 4.158: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi.



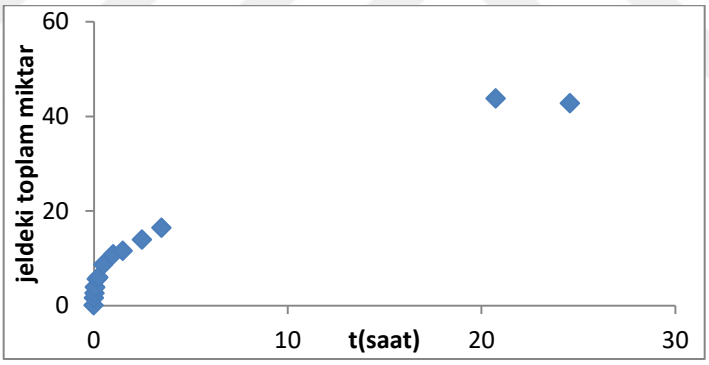
Şekil 4.159: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen miktar değişim grafiği.



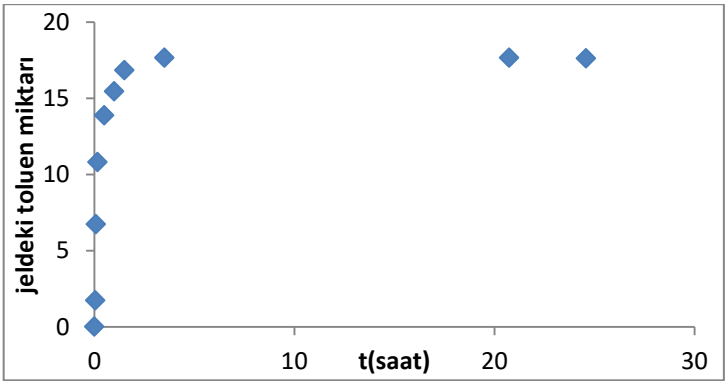
Şekil 4.160: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişim grafiği.

Tablo 4.61: 250 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi.

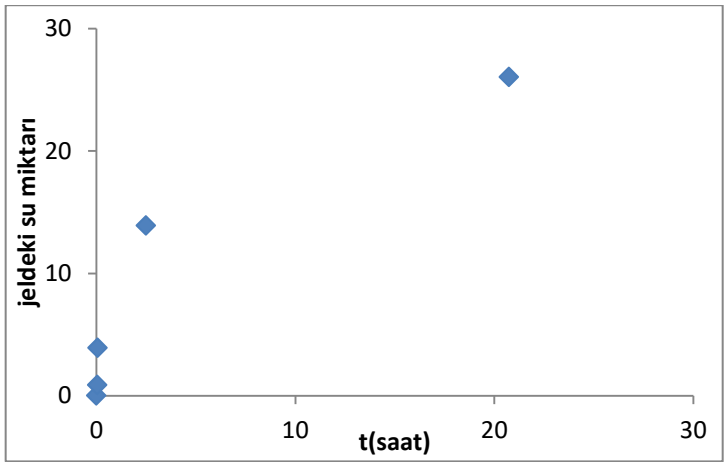
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Toluen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,05	2,6	1,73	0,87
0,07	3,9		3,90
0,08	3,8	6,73	
0,17	5,6	10,81	
0,50	8,6	13,87	
1,00	10,8	15,44	
1,50	11,5	16,83	
2,50	13,9		13,90
3,50	16,4	17,67	
20,75	43,7	17,66	26,04
24,58	42,7	17,62	



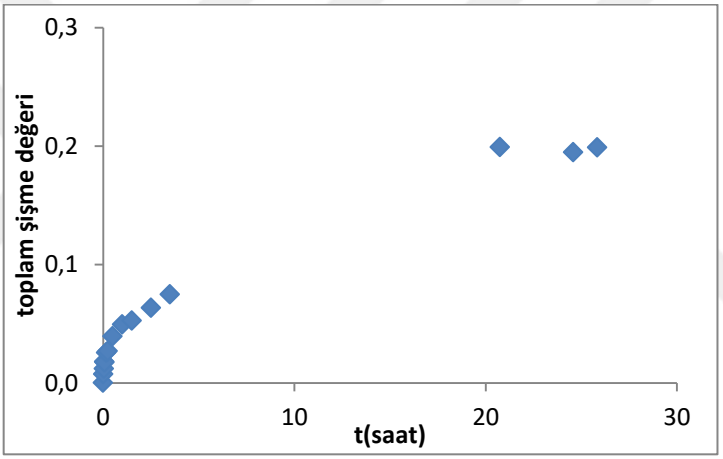
Şekil 4.161: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



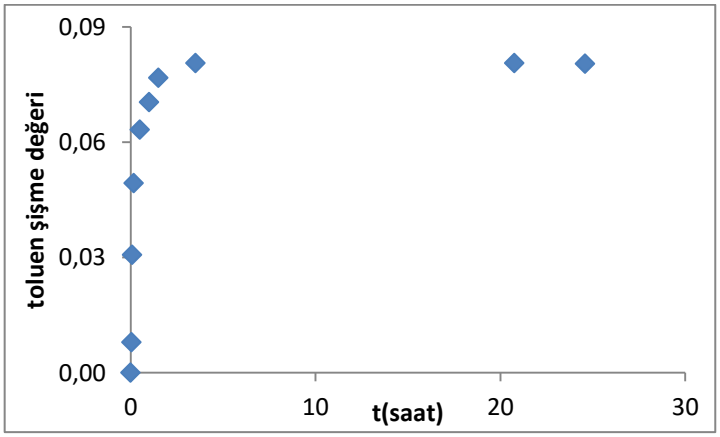
Şekil 4.162: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi.



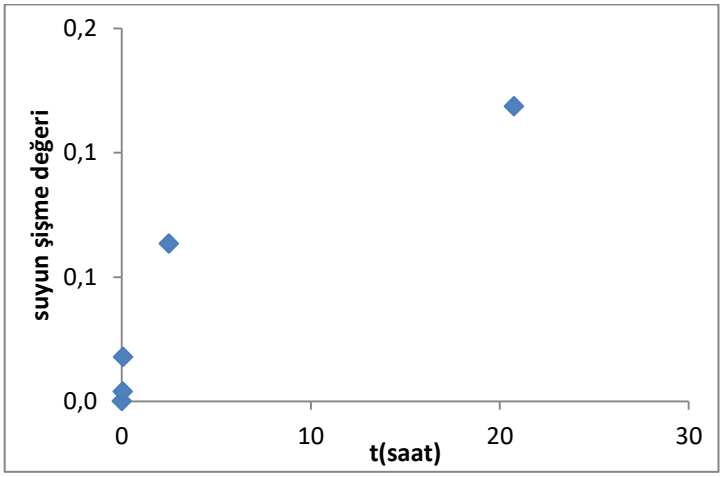
Şekil 4.163: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi.



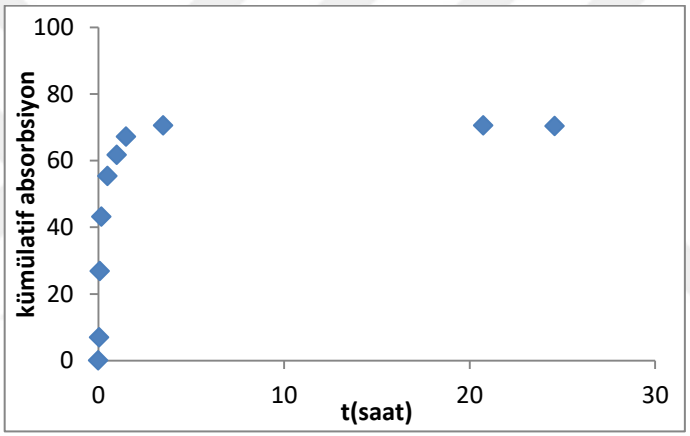
Şekil 4.164: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.165: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toluen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.166: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi.



Şekil 4.167: 250 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.62: 250 ppm toleun-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
1,272	0,353	1,10E-05
0,3402	0,353	7,88E-07

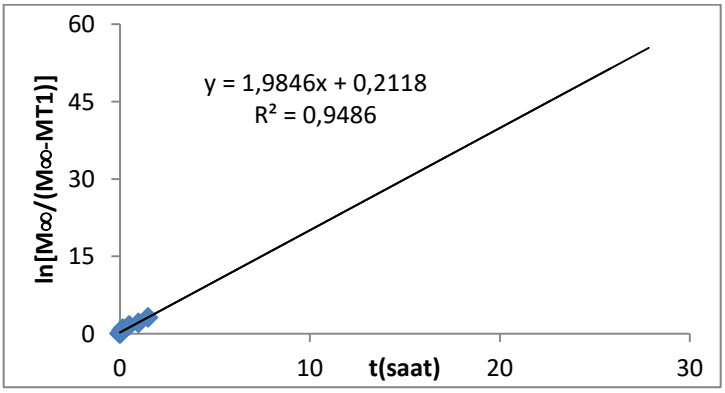
I.Dereceden Kinetik:

Tablo 4.63: 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

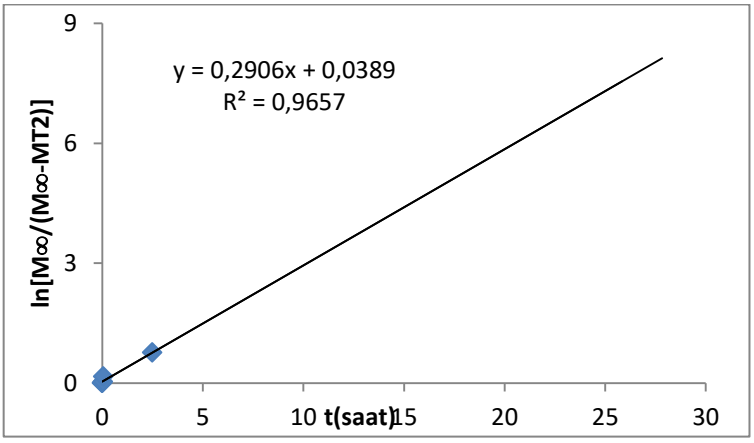
t	t/Mt1	t/Mt	t/Mt2
0,00	0	0	0
0,02	0	0,04	0
0,05	0,10	0,06	0,03
0,07		0,09	0,16
0,08	0,48	0,09	
0,17	0,95	0,14	
0,50	1,55	0,22	
1,00	2,09	0,28	
1,50	3,10	0,31	
2,50		0,38	0,76

Tablo 4.64: 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

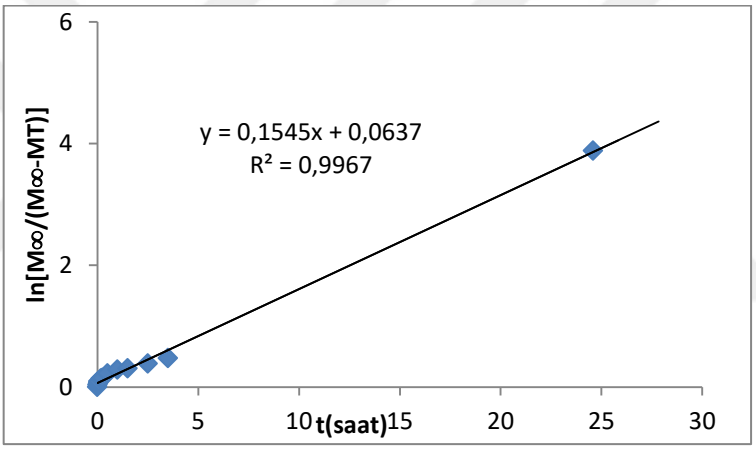
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Benzene	1,98	0,35	1,98	6,980E-06	25,2076
Su	0,29	0,35	0,29	1,02E-06	3,9701
Toplam	0,15	0,35	0,15	5,43E-07	0,0000



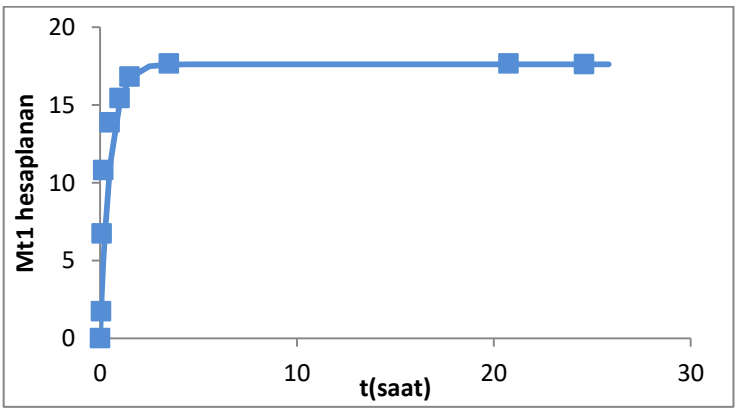
Şekil 4.168: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-MT1)] grafiği.



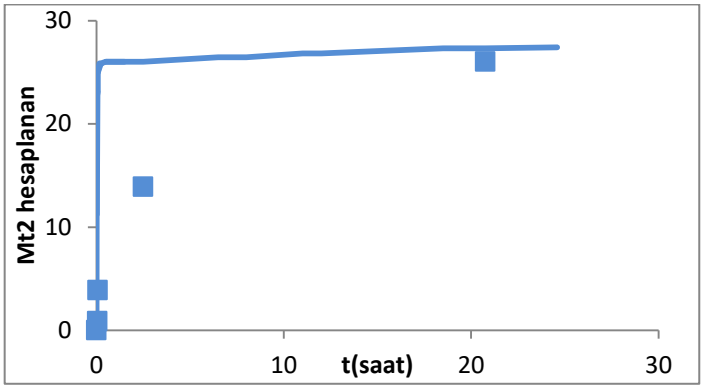
Şekil 4.169: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği.



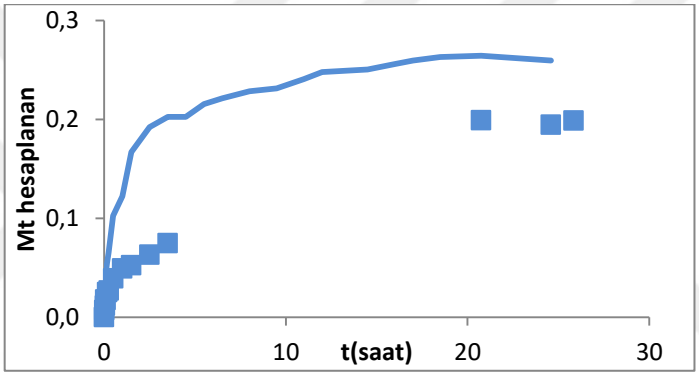
Şekil 4.170: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-MT)] grafiği.



Şekil 4.171: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.172: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



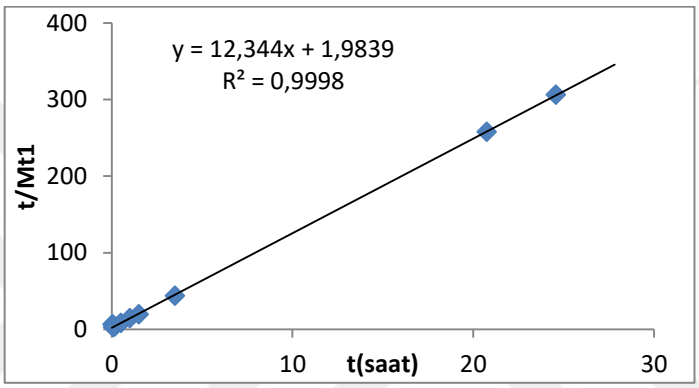
Şekil 4.173: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.65: 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

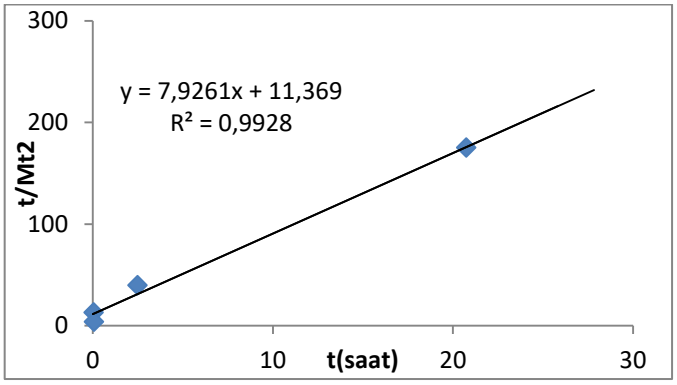
t	t/Mt1	t/Mt	t/Mt2
0,05	6,34	4,22	12,61
0,07		3,75	3,75
0,08	2,72	4,81	
0,17	3,38	6,53	
0,50	7,91	12,76	
1,00	14,21	20,31	
1,50	19,56	28,62	
2,50		39,46	39,46
3,50	43,47	46,82	
20,75	257,72	104,18	174,86
24,58	306,10	126,31	

Tablo 4.66: 250 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

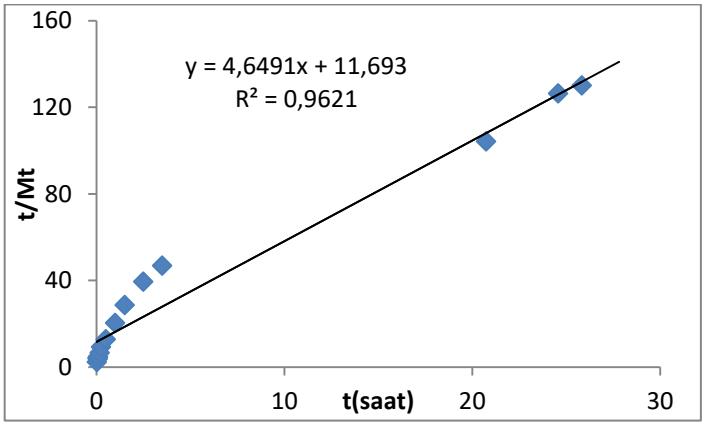
	a	b	RMSD
Benzene	12,34	1,98	0,0763
Su	7,9261	11,369	0,4927
Toplam	4,6491	11,693	0,0000



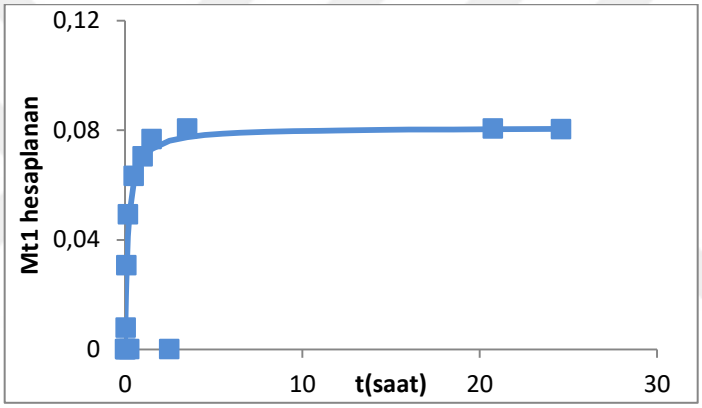
Şekil 4.174: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



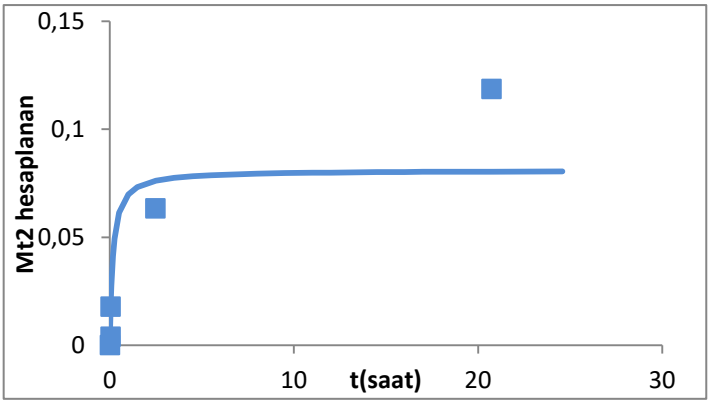
Şekil 4.175: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



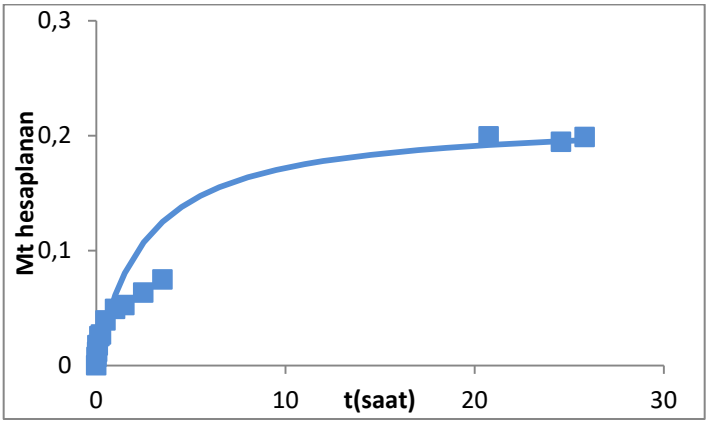
Şekil 4.176: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.177: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan tolüene ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.178: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suya ait şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

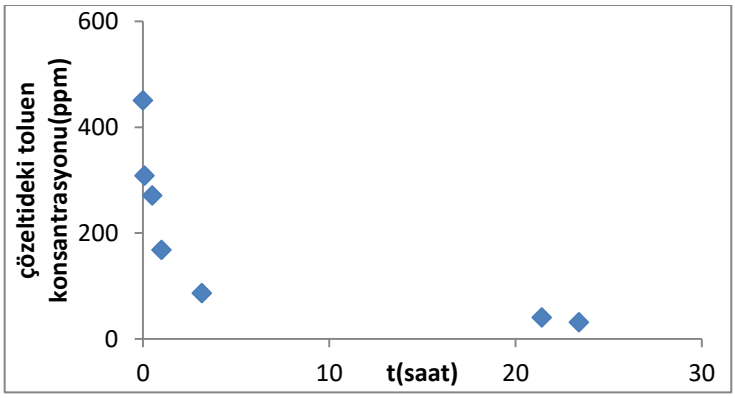


Şekil 4.179: 250 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

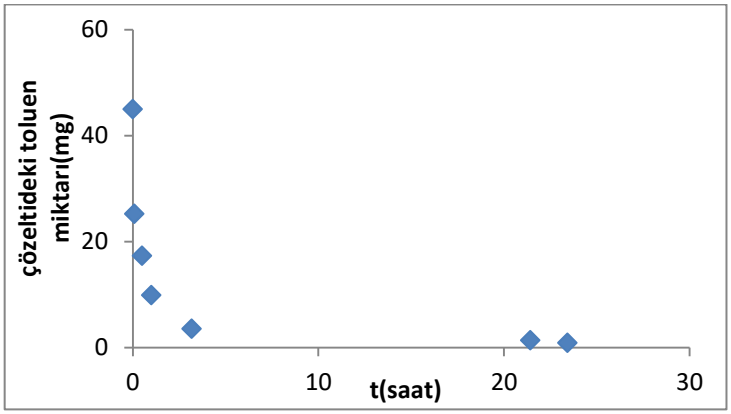
4.1.7.3.4. 450 PPM toluen çözeltisinden ayırma işlemi

Tablo 4.67: 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında çözeltideki toluen ve su miktarlarının değişimi.

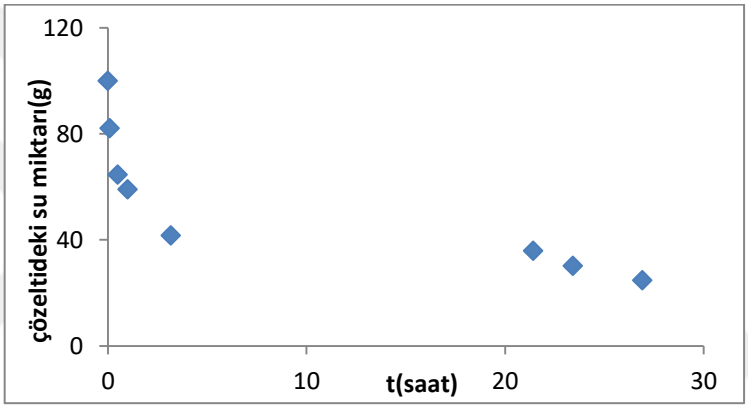
t (h)	Çözelti içindeki toluen konsantrasyonu (ppm)	Çözelti içindeki toluen miktarı (mg)	Çözelti içindeki su miktarı (g)
0,00	450,19	45,02	99,95
0,08	307,93	25,25	82,05
0,50	270,68	17,32	64,67
1,00	167,79	9,90	59,06
3,17	86,17	3,53	41,64
21,42	40,31	1,41	35,91
23,42	31,01	0,93	30,28



Şekil 4.180: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen konsantrasyonu değişimi.



Şekil 4.181: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki toluen miktarı değişimi.



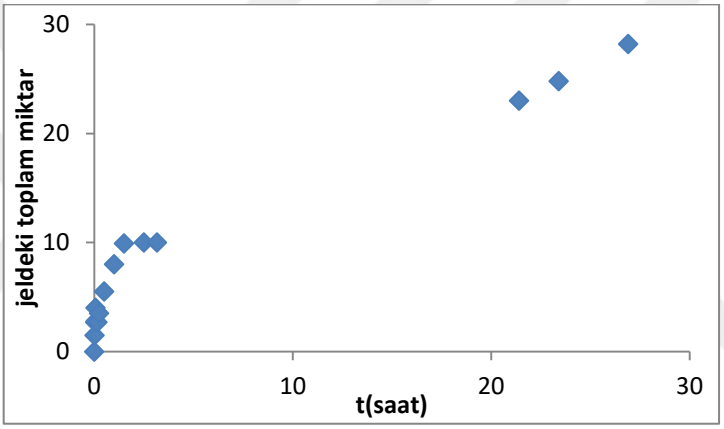
Şekil 4.182: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işleminde çözelti içindeki su miktarı değişimi.

Tablo 4.68: 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi.

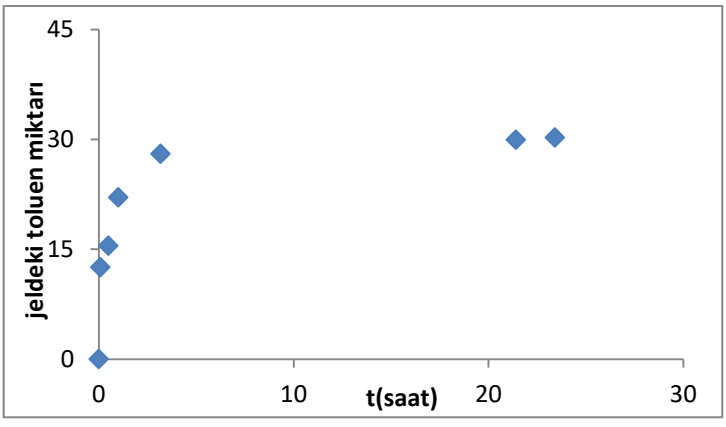
t (h)	Jeldeki Toplam miktar, Wt (mg)	Jeldeki Toluen miktarı, W1 (mg)	Jeldeki Su miktarı, W2 (mg)
0,00	0	0,00	0,00
0,02	1,5		1,50
0,05	2,7		2,70
0,07	4		4,00
0,08	2,8	12,54	
0,17	2,7		2,70
0,25	3,5		3,50
0,50	5,5	15,47	

Tablo 4.68 (devam): 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işlemi sırasında jele çekilen toluen ve su miktarlarının değişimi.

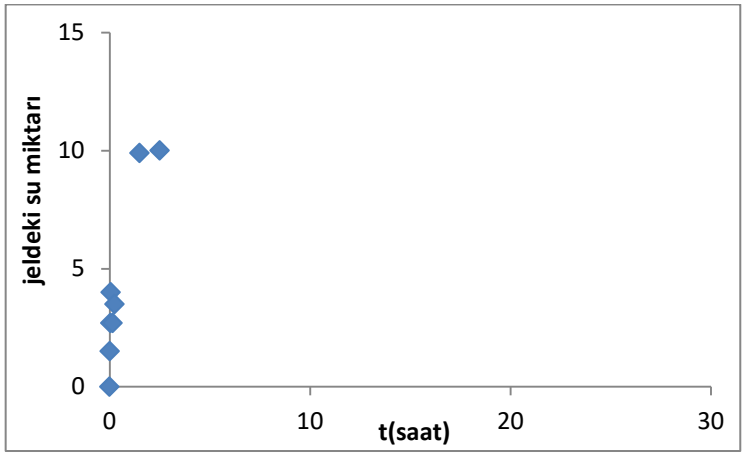
1,00	8	22,06	
1,50	9,9		9,90
2,50	10		10,00
3,17	10	28,00	
21,42	23	29,92	
23,42	24,8	30,25	



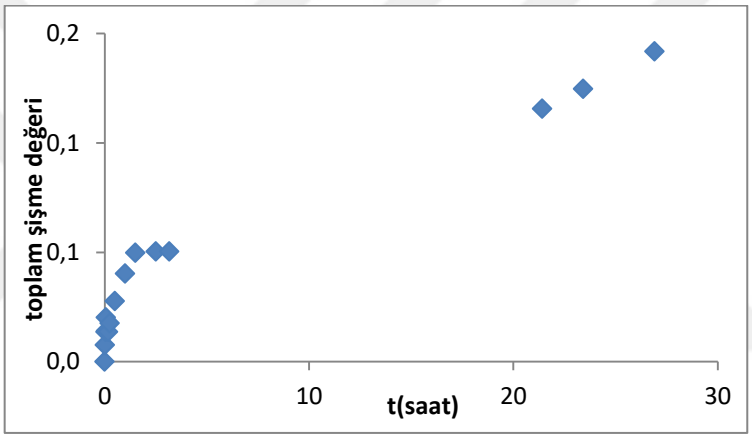
Şekil 4.183: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toplam miktar değişimi.



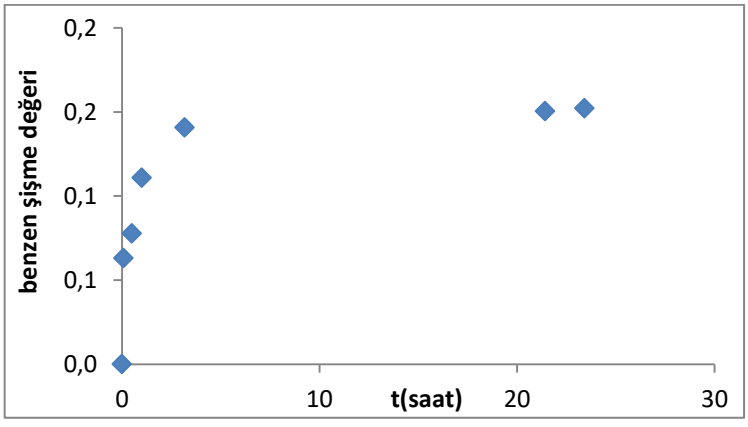
Şekil 4.184: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki toluen miktarı değişimi.



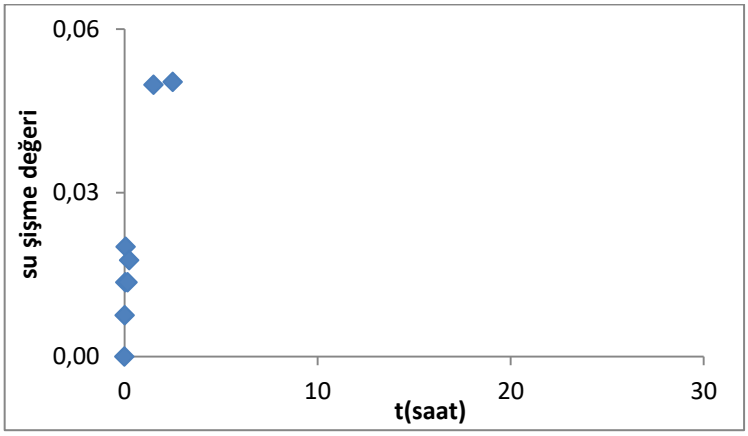
Şekil 4.185: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemi için jel içindeki su miktarı değişimi.



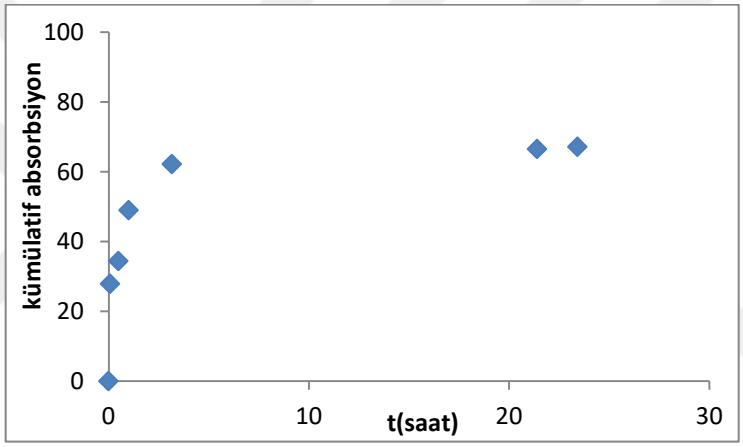
Şekil 4.186: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı toplam şişme değeri değişimi.



Şekil 4.187: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı benzen şişme değeri değişimi.



Şekil 4.188: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait zamana bağlı suyun şişme değeri değişimi.



Şekil 4.189: 450 ppm toluen çözeltisi için % kümülatif absorpsiyon grafiği.

Difüzyon Sabiti Hesabı:

Tablo 4.69: 450 ppm toluen-su karışım çözeltisinin ayırma işleminde kullanılan jele ait difüzyon katsayıları.

Eğim	**L**	**D (cm^2/s)**
0,825	0,31	3,49E-06
1,3726	0,31	9,66E-06

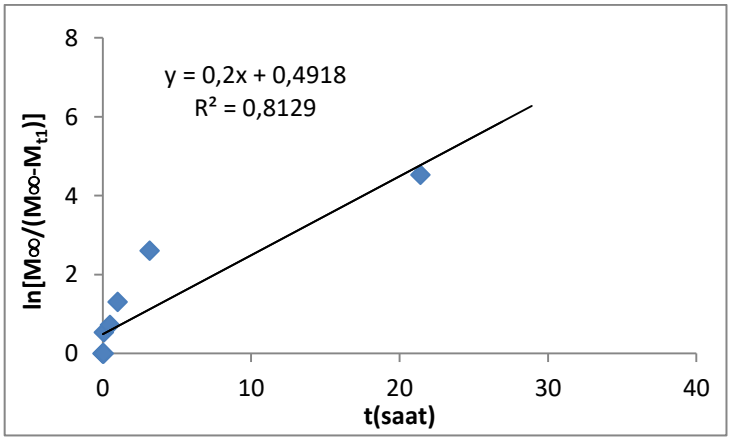
I.Dereceden Kinetik:

Tablo 4.70: 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden kinetik hesaplar.

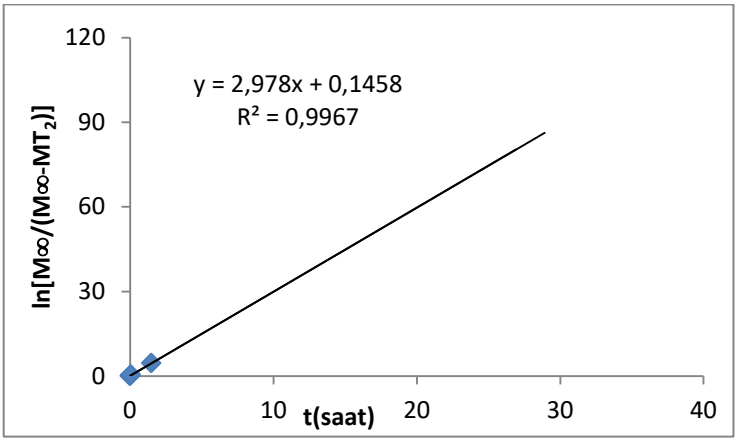
t	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t2})]$	Mt1	$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t})]$	Mt2	Mt
0,00	0	0	5,48	0	1,81	0,01
0,02	0	0,16	5,48	0,05	1,81	0,01
0,05	0	0,31	5,48	0,10	1,81	0,01
0,07	0	0,51	5,48	0,15	1,81	0,01
0,08	0,54		8,75	0,10	2,89	0,02
0,50	0,72		10,16	0,22	3,36	0,02
1,00	1,31		15,80	0,33	5,22	0,04
3,17	2,60		28,19	0,44		0,09
21,42	4,53		30,25	1,69		0,14

Tablo 4.71: 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait I. Dereceden model ile hesaplanan difüzyon katsayıları.

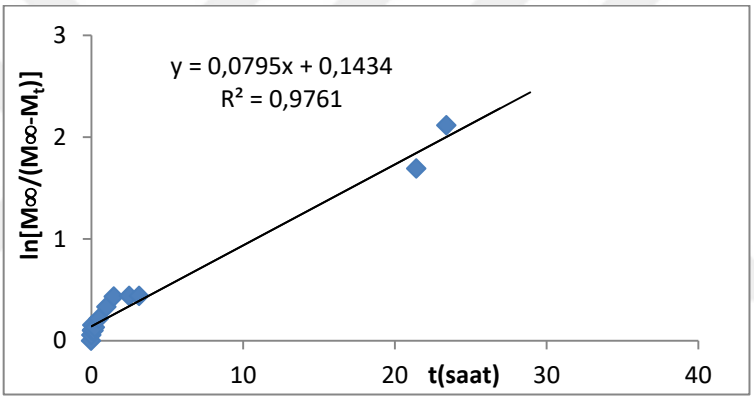
I. DERECEDEN KATSAYI					
	Eğim	**L**	**k**	**Difüzyon katsayısı (uzun şişme zamanı için)**	**RMSD**
Benzene	0,20	0,31	0,20	5,30E-07	5,2770
Su	2,98	0,31	2,98	7,89E-06	2,6777
Toplam	0,08	0,31	0,08	2,11E-07	0,0000



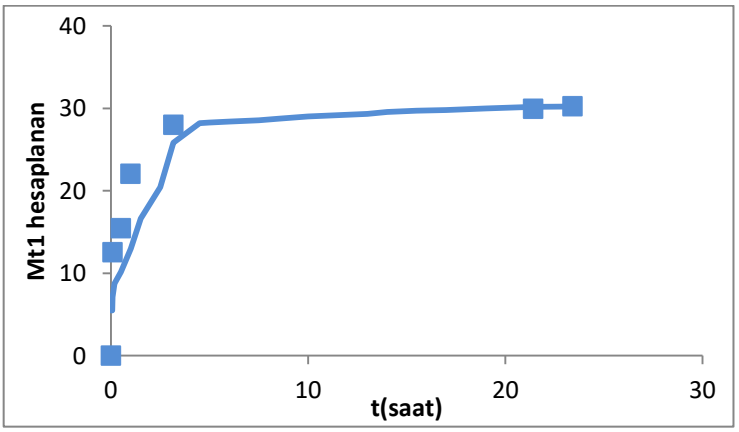
Şekil 4.190: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-$\ln[M\infty/(M\infty-M_{t1})]$ grafiği.



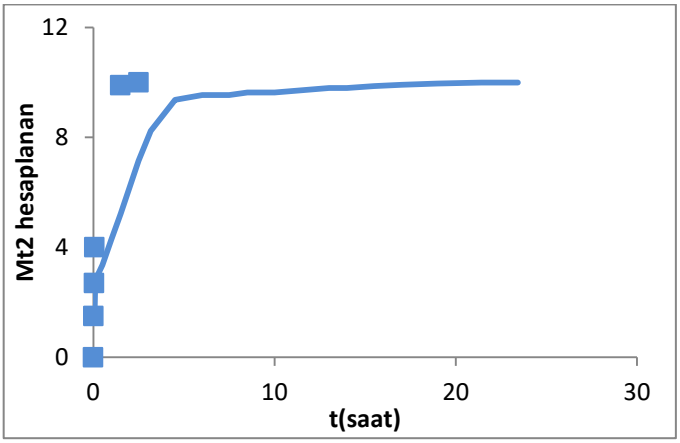
Şekil 4.191: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-MT2)] grafiği.



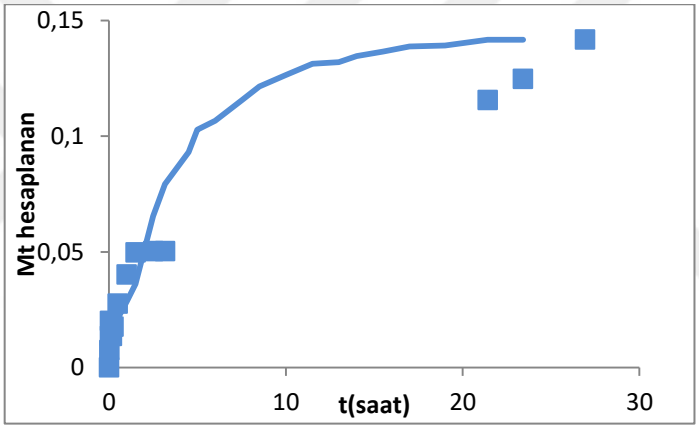
Şekil 4.192: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I.dereceden kinetik hesaplar için t-ln[M∞/(M∞-M_t)] grafiği.



Şekil 4.193: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluen şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.194: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suyun şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.



Şekil 4.195: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait I. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

Tablo 4.72: 450 ppm toluenn-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

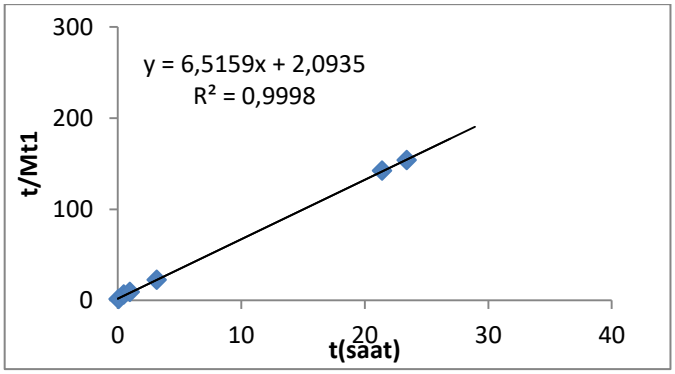
t	t/Mt1	t/Mt	t/Mt2
0,02		2,21	2,21
0,05		3,68	3,68
0,07		3,32	3,32
0,08	1,32	5,92	
0,17		12,28	12,28
0,25		14,21	14,21
0,50	6,3	18,08	
1,00	9,02	24,86	
1,50		30,14	30,14

Tablo 4.72(devam): 450 ppm toluenn-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden kinetik hesaplar.

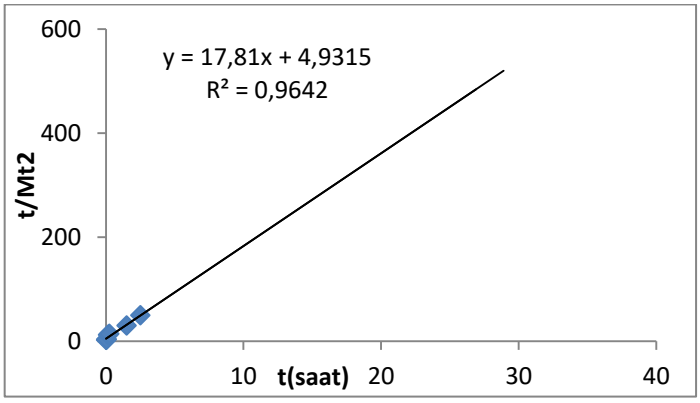
2,50		49,73	49,73
3,17	22,50	62,99	
21,42	142,38	185,21	
23,42	153,99	187,81	
26,92		189,85	

Tablo 4.73: 450 ppm toluen-su karışımı ayırma çalışmasına ait II. Dereceden model ile hesaplanan katsayılar.

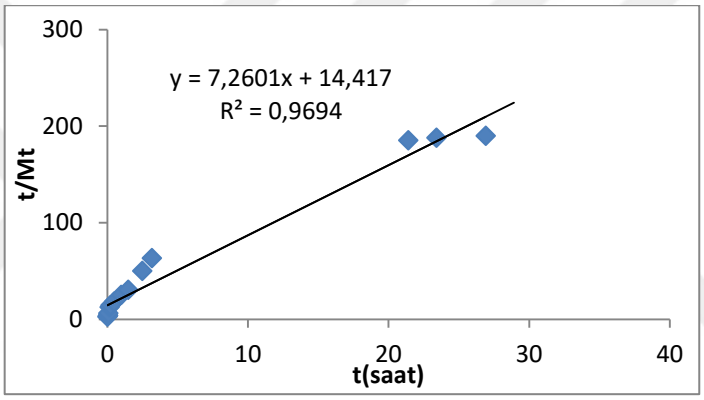
II. Dereceden katsayılar y=ax + b			
	a	**b**	**RMSD**
Benzene	6,52	2,09	0,0416
Su	17,81	4,9315	0,4079
Toplam	7,2601	14,417	0,0000



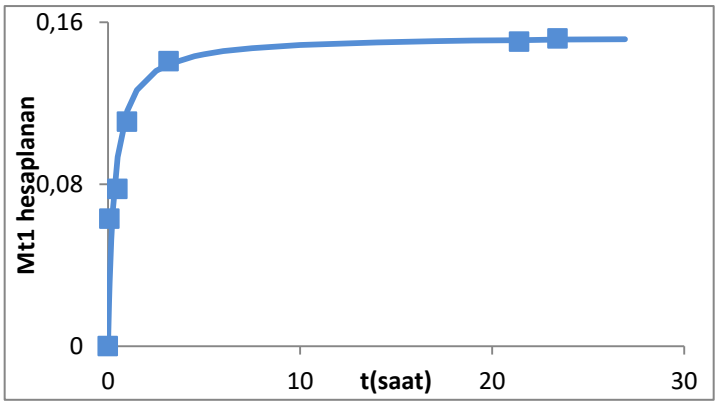
Şekil 4.196: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt1 grafiği.



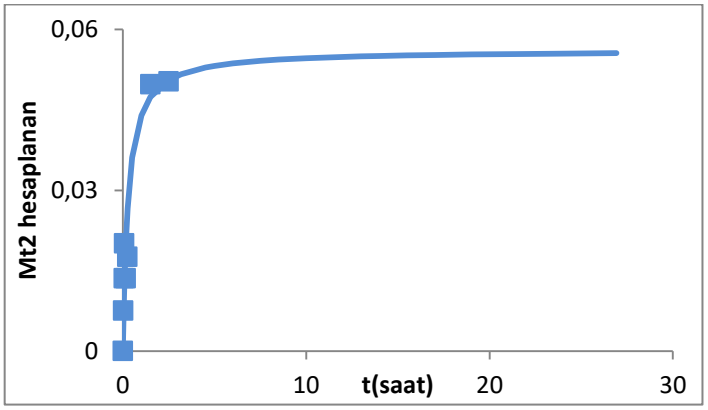
Şekil 4.197: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt2 grafiği.



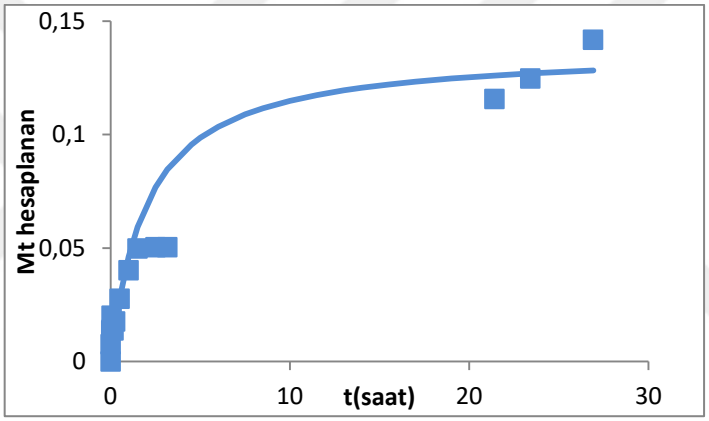
Şekil 4.198: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. dereceden kinetik hesaplar için t- t/Mt grafiği.



Şekil 4.199: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toluen şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

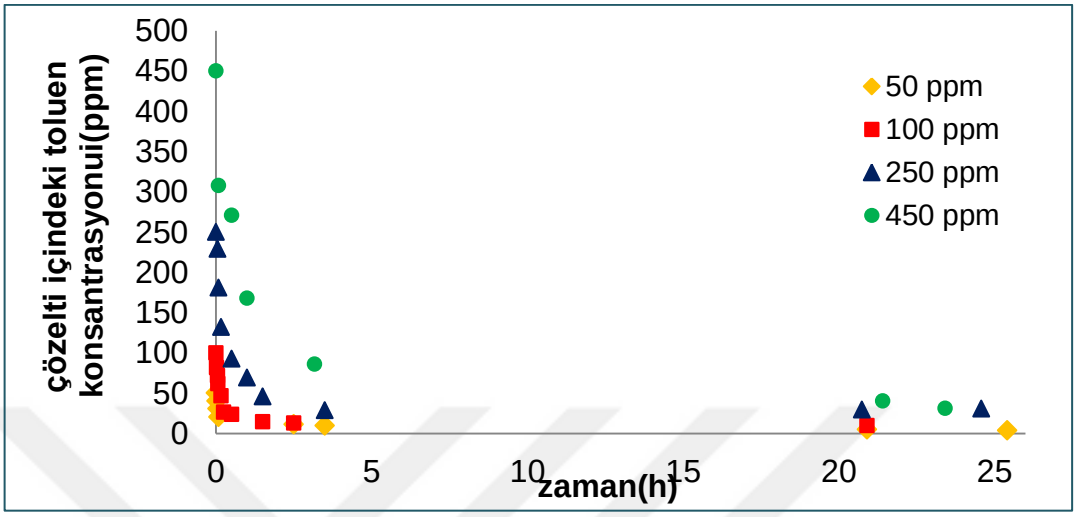


Şekil 4.200: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan suyun şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

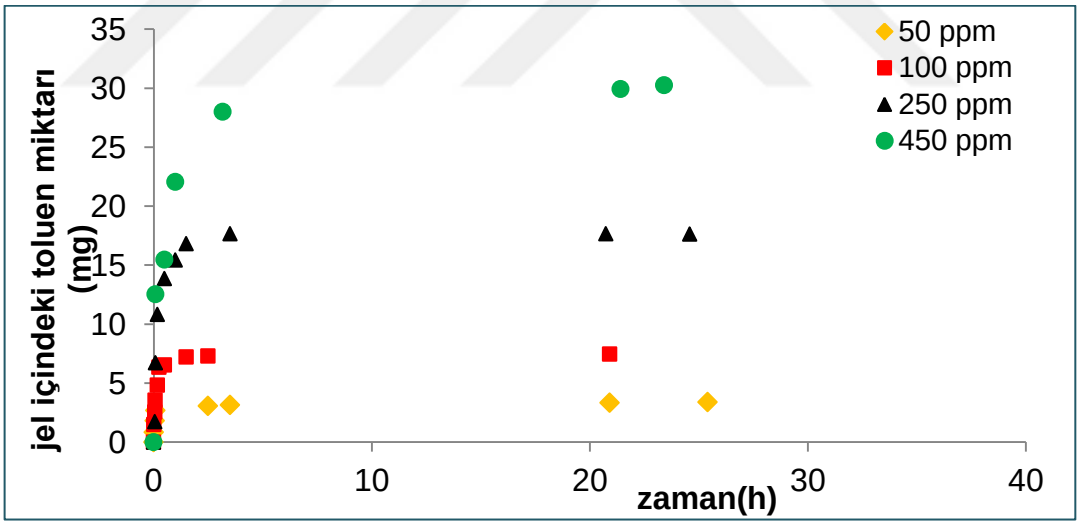


Şekil 4.201: 450 ppm toluen çözeltisi ayırma işlemine ait II. Dereceden kinetik model ile hesaplanan toplam şişme değerlerinin deneysel değerler ile karşılaştırılması.

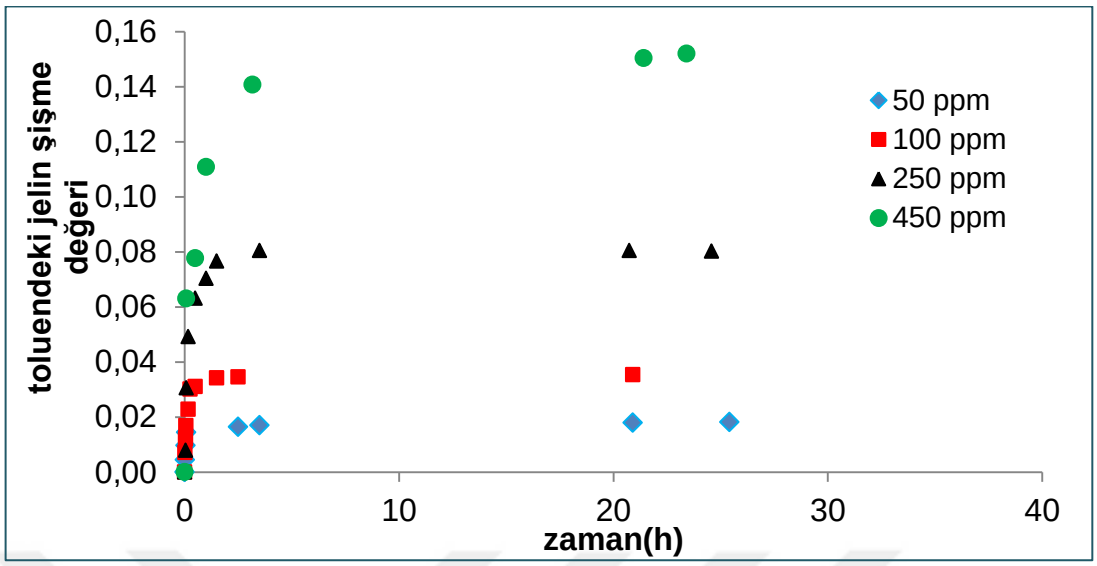
Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan toluen çözeltileri ile yapılan çalışmaların karşılaştırılması amacıyla elde edilen sonuçlar ortak grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 4.202: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında çözelti içindeki toluen konsantrasyonunun zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.203: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jel içindeki toluen miktarının zamana bağlı değişimi.



Şekil 4.204: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltilerinin ayırma işlemi sırasında jellerin şişme değerlerinin değişimi.

Tablo 4.74: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltileri için jellerin ve çözeltilerin denge konsantrasyonları.

TOLUENİN DENGE KONSANTRASYONU	
Çözeltideki başlangıç konsantrasyonu	Çözeltideki denge konsantrasyonu
50	3,79
100	9,84
250	30,76
450	31,01

Tablo 4.75: 50 ppm,100 ppm, 250 ppm ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki toluen çözeltileri içinde yer alan jeller için hesaplanan difüzyon katsayıları.

Toluen	**I.Denklem(fick kanunu)**		**II.Denklem (I.dereceden kinetik model)**	
	D_1 (cm^2s^{-1})	**D_2 (cm^2s^{-1})**	**D_1 (cm^2s^{-1})**	**D_2 (cm^2s^{-1})**
50 ppm	3,43E-05	1,48E-07	6,46E-07	2,13E-07
100 ppm	1,93E-05	4,21E-09	6,49E-06	5,57E-08
250 ppm	1,10E-05	7,88E-07	6,98E-06	1,02E-06
450 ppm	3,49E-06	9,66E-06	5,30E-07	7,89E-06

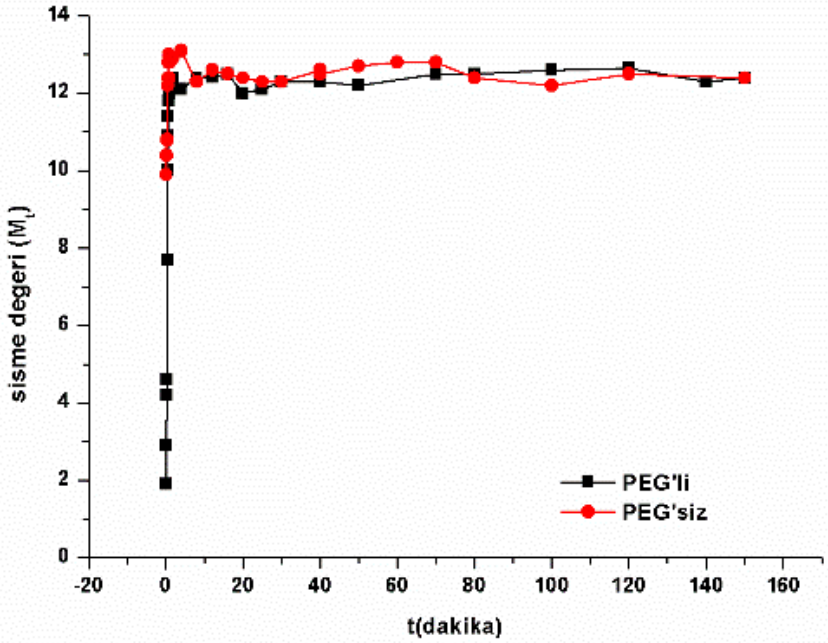
4.1.8. Limonen-Linalool Şişme Kinetikleri

Tablo 4.76: 80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin limonen içinde şişme kinetiği.

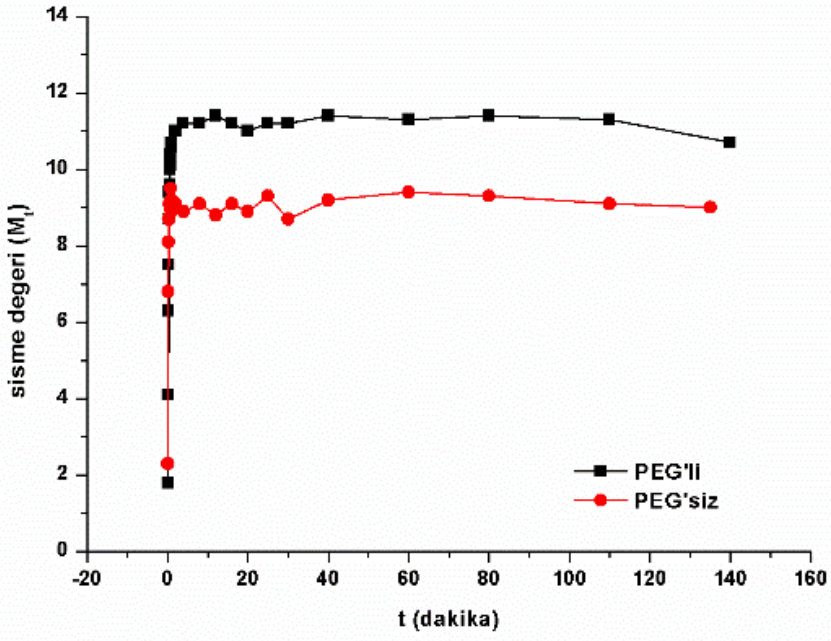
t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'li	t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'siz
0,083	1,9	0,083	9,9
0,17	2,9	0,17	10,4
0,25	4,2	0,25	10,8
0,33	4,6	0,33	10,8
0,42	7,7	0,42	10,8
0,5	10	0,5	12,2
0,58	10,9	0,58	12,4
0,67	11,4	0,67	12,8
0,75	11,8	0,75	13
0,83	11,8	0,83	12,9
0,92	12	0,92	12,4
1	12,1	1	12,8
2	12,4	2	12,9
4	12,1	4	13,1
8	12,4	8	12,3
12	12,41	12	12,6
16	12,5	16	12,5
20	12	20	12,4
25	12,1	25	12,3
30	12,3	30	12,3
40	12,3	40	12,6
50	12,2	40	12,5
70	12,5	50	12,7
80	12,5	60	12,8
100	12,6	70	12,8
120	12,64	80	12,4
140	12,3	100	12,2
150	12,4	120	12,5
		150	12,4

Tablo 4.77: 80DDMA20NIPAM ve 80DDMA20NIPAM10PEG jellerinin linalool içinde şişme kinetiği.

t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'li	t(dakika)	Şişme değeri(M_t)PEG'siz
0,083	1,79	0,083	2,3
0,17	4,1	0,17	6,8
0,25	6,3	0,25	8,1
0,33	7,5	0,33	8,7
0,42	8,7	0,42	8,7
0,5	9,4	0,5	9,1
0,58	9,6	0,58	9
0,67	10	0,67	9,1
0,75	10,1	0,83	9,5
0,83	10,4	0,92	8,9
0,92	10,6	1	9,2
1	10,7	2	9,1
2	11	4	8,9
4	11,2	8	9,1
8	11,2	12	8,8
12	11,4	16	9,1
16	11,2	20	8,9
20	11	25	9,3
25	11,2	30	8,7
30	11,2	40	9,2
40	11,4	60	9,4
60	11,3	80	9,3
80	11,4	110	9,1
110	11,3	135	9
140	10,7		



Şekil 4.205: Limonen şişme kinetiği.



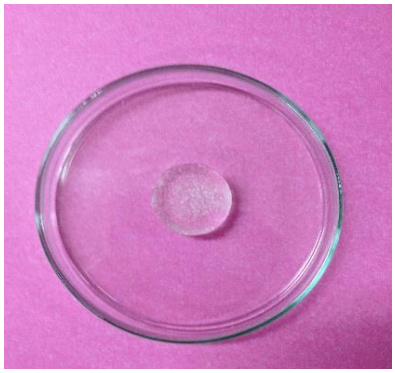
Şekil 4.206: Linalool şişme kinetiği.



Şekil 4.207: 80DDMA20NIPAM limonen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.

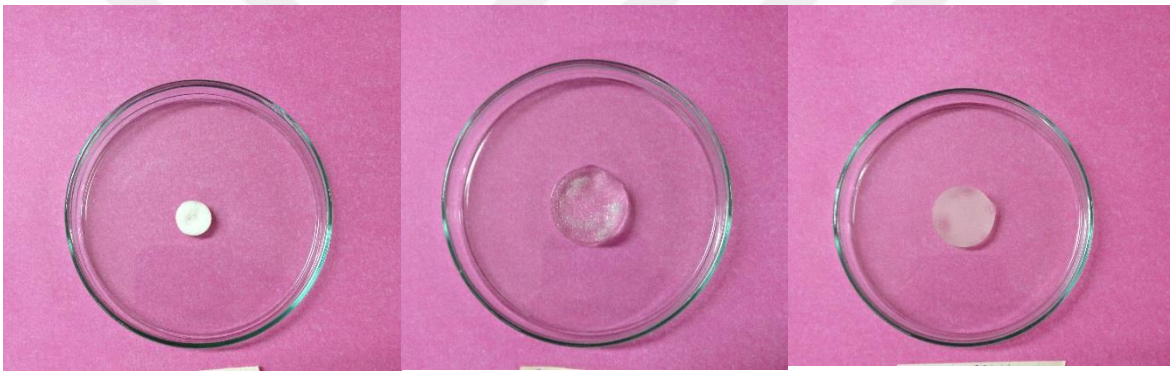


Şekil 4.208: 80DDMA20NIPAM10PEG limonen içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.





Şekil 4.209: 80DDMA20NIPAM linalool içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.



Şekil 4.210: 80DDMA20NIPAM10PEG linalool içindeki şişme kinetiğine ait ilk hal-şişmiş hal-son hal görüntüleri.

4.1.9. Limonen- Linalool Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi

4.1.9.1. Limonen-Linalool İkili Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi

DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jellerinin limonen ve linalool içindeki şişme kinetikleri incelendiğinde yüksek oranda şiştiği gözlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak, monoterpen bakımından zengin bitkilerden (örn. Portakal kabuğu) elde edilen uçucu yağlarda en zengin ikili karışım olarak bulunan limonen ve linaloolün birbirinden, sentezlenen jeller yardımıyla ayrılıp ayrılamayacağı incelenmiştir.

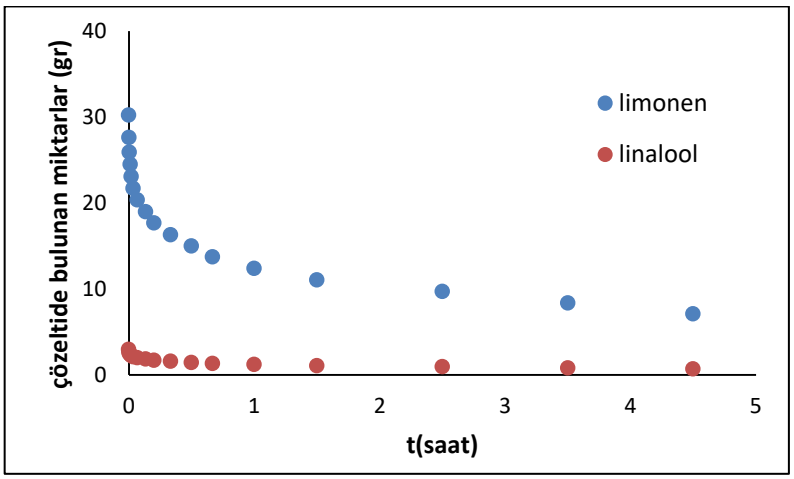
Öncelikle limonen ve linalool ile 90/10 80/20 ve 70/30 oranlarında ikili karışımlar hazırlanmıştır. Hazırlanan ikili karışımlara DDMA80NİPAM20PEG10 ve DDMA80NİPAM20 jelleri ayrı ayrı atılarak şişme değerleri zamana bağlı olarak ölçülmüştür.

Böylece jellerin limonen-linalool ikili karışımlarını ayırma yetenekleri incelenmiştir. Ayrıca kendi içinde değişen limonen-linalool oranının bu ayırmaya etkisi incelenmiştir. İlgili grafikler ve tablolar aşağıdadır.

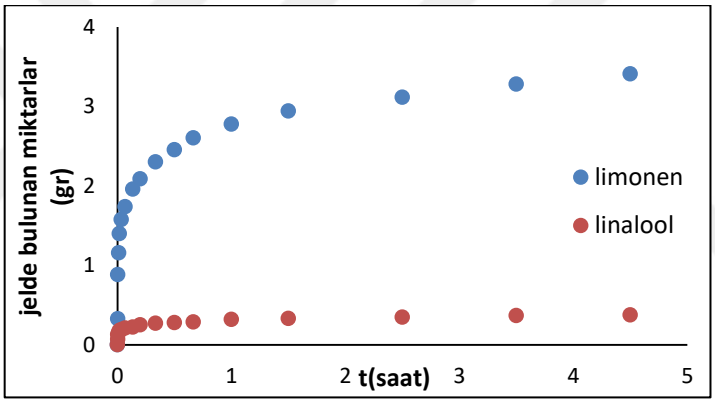
90/10 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayrılması

Tablo 4.78: 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		**Jelde bulunan miktarlar**	
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**
0	30,2	2,97	0	0
0,001	27,6	2,69	0,33	0,07
0,003	25,9	2,52	0,88	0,13
0,011	24,5	2,38	1,16	0,16
0,018	23,1	2,24	1,40	0,18
0,03	21,7	2,11	1,58	0,19
0,07	20,4	1,98	1,74	0,21
0,13	19,0	1,85	1,96	0,22
0,2	17,7	1,71	2,09	0,25
0,3	16,3	1,58	2,30	0,27
0,5	15,0	1,46	2,46	0,28
0,7	13,7	1,34	2,61	0,29
1,0	12,4	1,20	2,78	0,32
1,5	11,0	1,07	2,94	0,33
2,5	9,7	0,94	3,12	0,35
3,5	8,4	0,81	3,28	0,37
4,5	7,1	0,69	3,41	0,38



Şekil 4.211: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

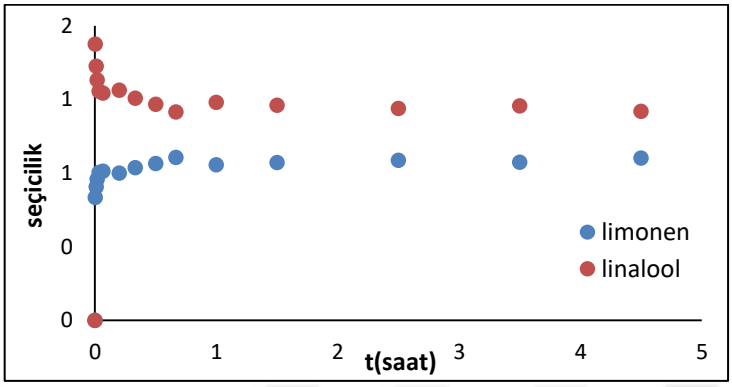


Şekil 4.212: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

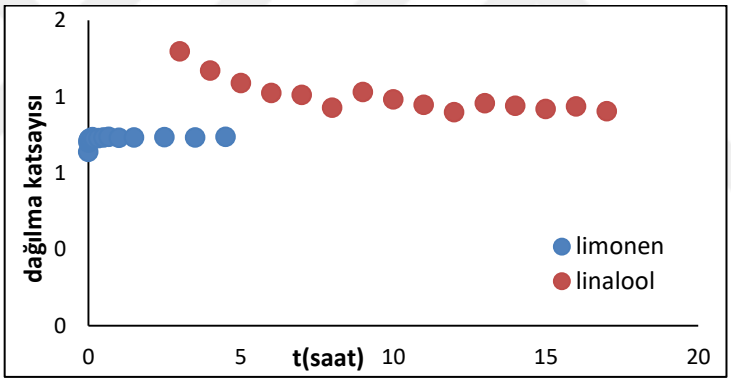
Tablo 4.79: 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik			
Zaman(h)	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
0	0,00	0,00		
0,001	0,91	1,92	0,47	2,12
0,003	0,96	1,44	0,67	1,50
0,011	0,97	1,34	0,72	1,38
0,018	0,97	1,27	0,77	1,30
0,07	0,98	1,21	0,81	1,23
0,7	0,99	1,12	0,88	1,13
1,5	0,99	1,15	0,86	1,17
2,5	0,99	1,13	0,87	1,15

3,5	0,99	1,15	0,86	1,16
4,5	0,99	1,12	0,88	1,14



Şekil 4.213: 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı seçicilik değerleri.

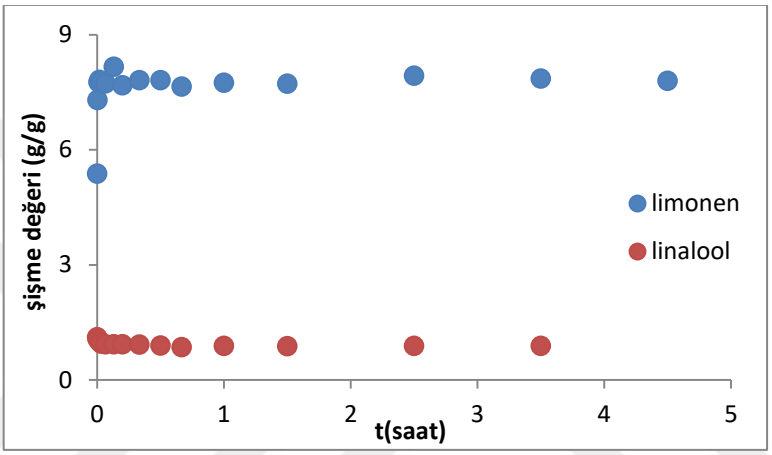


Şekil 4.214: 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linalool'e ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri.

Tablo 4.80: 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**
0		
0,00	5,37	1,11
0,00	7,29	1,06
0,01	7,76	1,04
0,02	7,82	0,99
0,03	7,78	0,94
0,07	7,72	0,93
0,13	8,15	0,92

0,2	7,67	0,93
0,33	7,80	0,91
0,5	7,81	0,89
0,67	7,64	0,84
1	7,74	0,89
1,5	7,71	0,87
2,5	7,93	0,88
3,5	7,85	0,88
4,5	7,79	



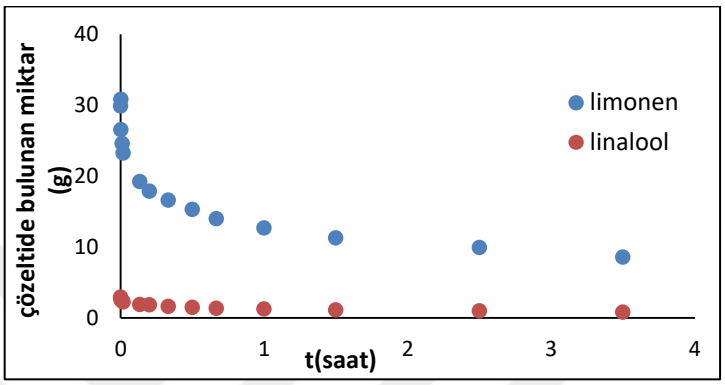
Şekil 4.215: 80DDMA20NIPAM jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

90/10 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayrılması

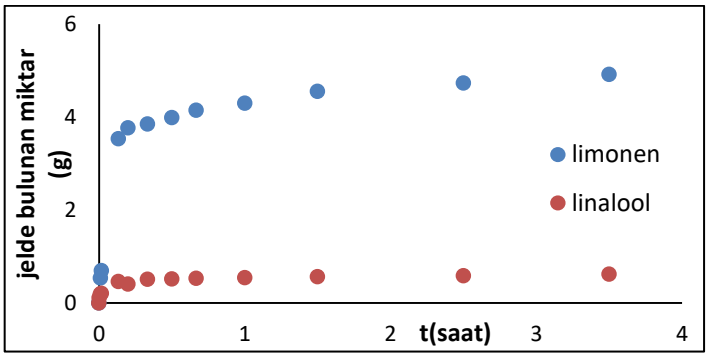
Tablo 4.81: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		**Jelde bulunan miktarlar**		
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**	**%Abs**
0	29,89	2,93	0	0	0,00
0,00	26,52	2,59		0,11	
0,01	24,57	2,39	0,54	0,19	74,02
0,02	23,23	2,26	0,69	0,21	77,15
0,13	19,23	1,89	3,54	0,46	88,42
0,20	17,85	1,82	3,77	0,41	90,22
0,33	16,60	1,61	3,85	0,51	88,31
0,50	15,31	1,49	3,99	0,52	88,55

0,67	13,99	1,36	4,15	0,53	88,67
1,00	12,67	1,24	4,30	0,54	88,82
1,50	11,26	1,10	4,55	0,56	88,99
2,50	9,94	0,97	4,73	0,58	89,04
3,50	8,59	0,82	4,92	0,62	88,78



Şekil 4.216: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

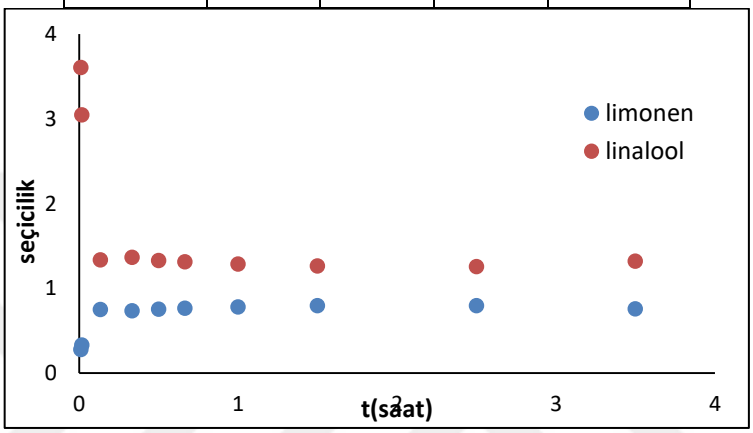


Şekil 4.217: 90/10 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

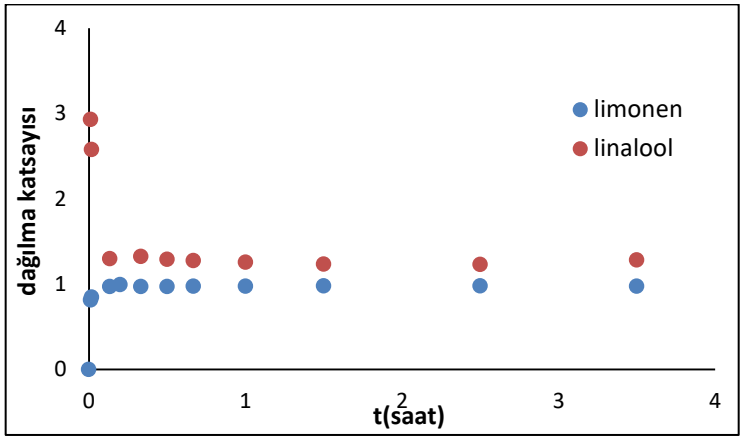
Tablo 4.82: 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği

	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik			
Zaman(h)	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
0	0,00	0,00		
0,01	0,81	2,93	0,28	3,61

0,02	0,85	2,58	0,33	3,05
0,13	0,97	1,30	0,75	1,33
0,20	0,99	1,05	0,94	1,06
0,33	0,97	1,32	0,73	1,36
0,50	0,97	1,29	0,75	1,33
0,67	0,97	1,28	0,76	1,31
1,00	0,98	1,25	0,78	1,29
1,50	0,98	1,23	0,79	1,26
2,50	0,98	1,23	0,80	1,26
3,50	0,97	1,28	0,76	1,32



Şekil 4.218: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri.



Şekil 4.219: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri.

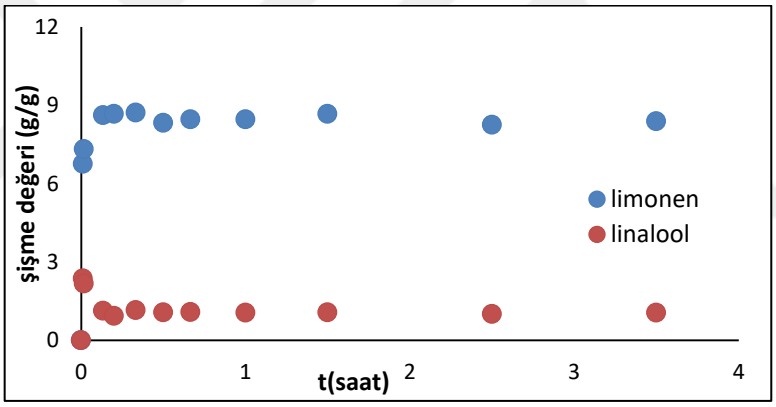
Tablo 4.83: 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**

0	0	0
0,0	6,76	2,37
0,0	7,32	2,17
0,1	8,62	1,13
0,2	8,67	0,94
0,3	8,72	1,15
0,5	8,32	1,08
0,7	8,46	1,08

Tablo 4.83 (devam): 90/10 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri.

1	8,46	1,06
1,5	8,67	1,07
2,5	8,25	1,01
3,5	8,39	1,06



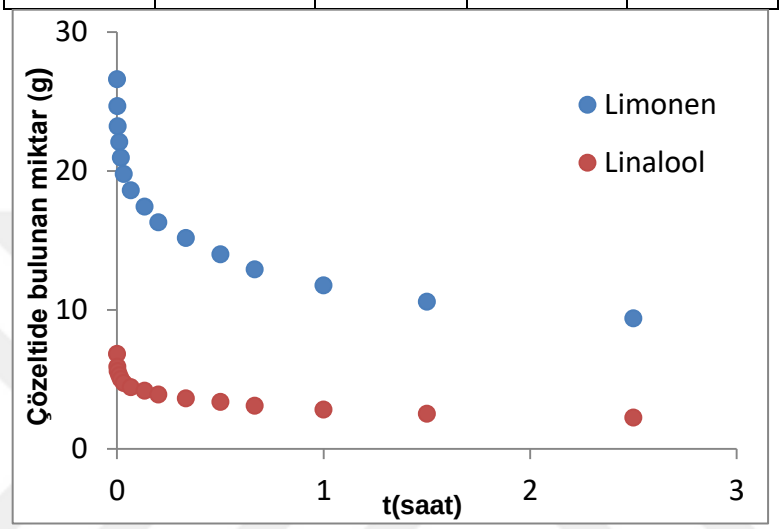
Şekil 4.220: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 90/10 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

80/20 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayrılması

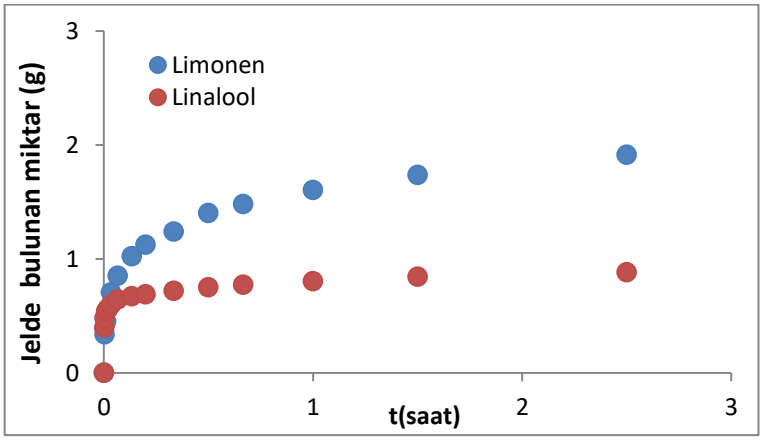
Tablo 4.84: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		**Jelde bulunan miktarlar**	
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**
0	26,60	6,83	0	0
0,001	24,67	5,92		0,40
0,003	23,23	5,59	0,34	0,48
0,011	22,09	5,28	0,45	0,54

0,018	20,96	5,01	0,56	0,56
0,033	19,79	4,74	0,70	0,60
0,067	18,62	4,44	0,85	0,64
0,133	17,42	4,17	1,02	0,67
0,2	16,30	3,91	1,12	0,69
0,333	15,17	3,63	1,24	0,72
0,5	14,01	3,36	1,40	0,75
0,667	12,91	3,09	1,48	0,77
1	11,76	2,82	1,60	0,80



Şekil 4.221: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.



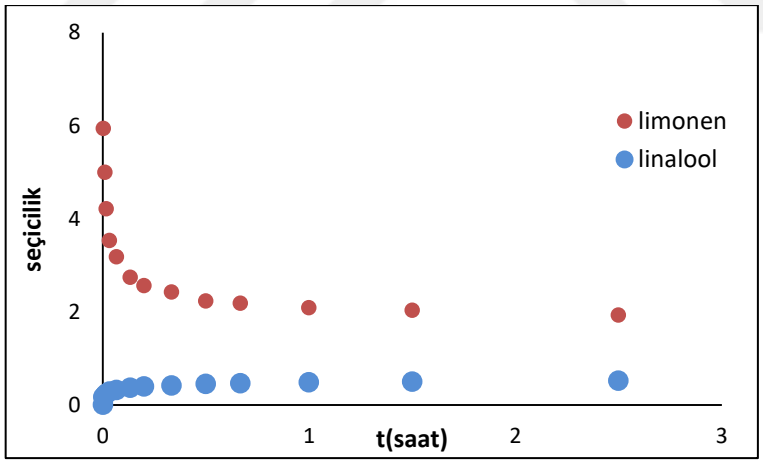
Şekil 4.222: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

Tablo 4.85: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

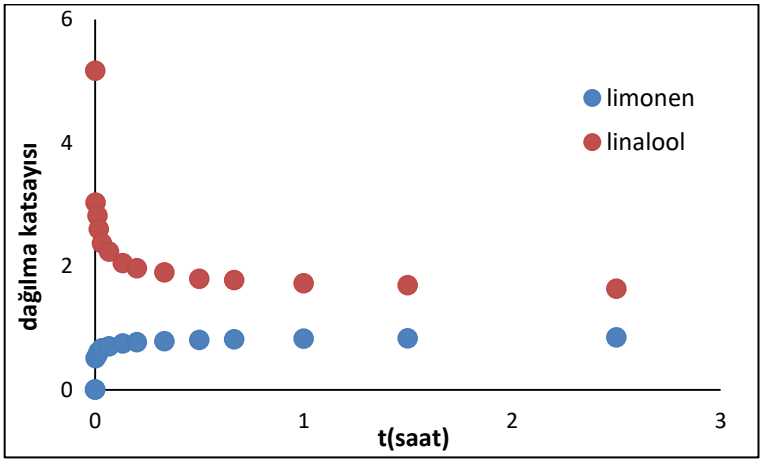
	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik			
Zaman(h)	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
0	0,00	0,00		
0,00	0,00	5,17	0,00	
0,00	0,51	3,03	0,17	5,93
0,01	0,56	2,82	0,20	5,00
0,02	0,62	2,60	0,24	4,21
0,03	0,67	2,37	0,28	3,53
0,07	0,70	2,24	0,31	3,18

Tablo 4.85 (devam): 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

0,13	0,75	2,05	0,36	2,74
0,2	0,77	1,97	0,39	2,56
0,33	0,78	1,90	0,41	2,42
0,5	0,81	1,80	0,45	2,23
0,67	0,81	1,78	0,46	2,18
1	0,83	1,72	0,48	2,09
1,5	0,83	1,69	0,49	2,03
2,5	0,85	1,63	0,52	1,93



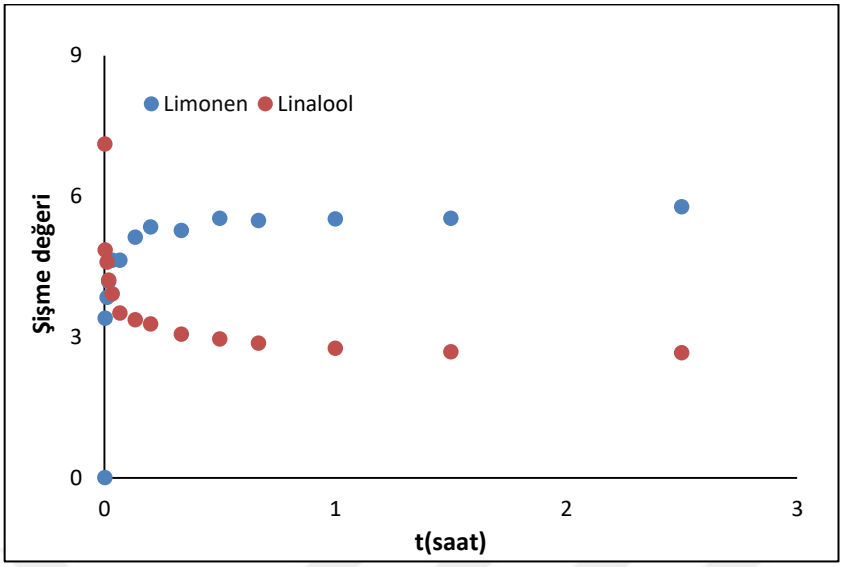
Şekil 4.223: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri.



Şekil 4.224: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri.

Tablo 4.86: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**
0,00	0,00	7,11
0,00	3,40	4,86
0,01	3,84	4,59
0,02	4,19	4,22
0,03	4,64	3,92
0,07	4,63	3,51
0,13	5,13	3,36
0,20	5,35	3,28
0,33	5,27	3,06
0,50	5,53	2,96
0,67	5,48	2,87



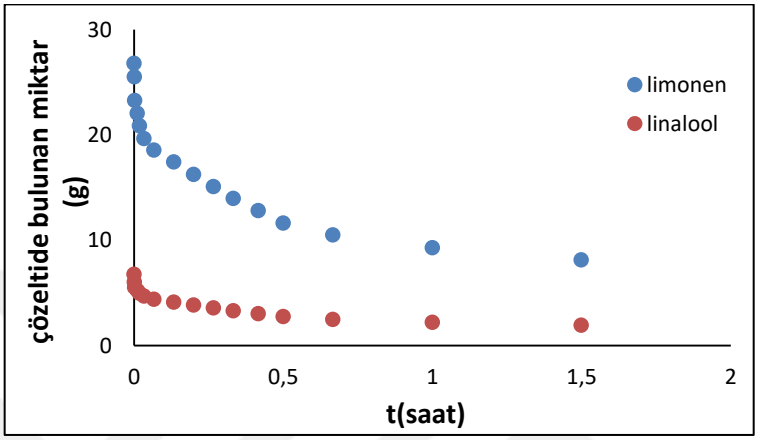
Şekil 4.225: 80DDMA20NIPAM jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

80/20 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayrılması

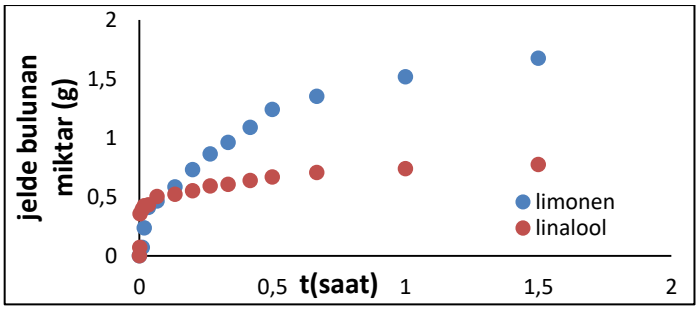
Tablo 4.87: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		**Jelde bulunan miktarlar**		
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**	**%Abs**
0	26,81	6,76	0	0	0,00
0,001	25,53	6,05		0,07	
0,003	23,29	5,52		0,35	
0,01	22,07	5,24	0,07	0,39	15,32
0,02	20,87	4,97	0,23	0,42	35,64
0,03	19,67	4,71	0,41	0,43	48,65
0,07	18,58	4,40	0,46	0,50	48,00
0,13	17,44	4,14	0,58	0,52	52,87
0,20	16,26	3,86	0,73	0,55	56,98
0,27	15,10	3,58	0,86	0,59	59,38
0,33	13,97	3,32	0,96	0,61	61,29

0,42	12,82	3,04	1,09	0,64	63,10
0,50	11,64	2,77	1,24	0,67	64,96
0,67	10,50	2,49	1,35	0,70	65,75
1.00	9,31	2,21	1,52	0,74	67,27
1,50	26,81	6,76	1,67	0,77	68,43



Şekil 4.226: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

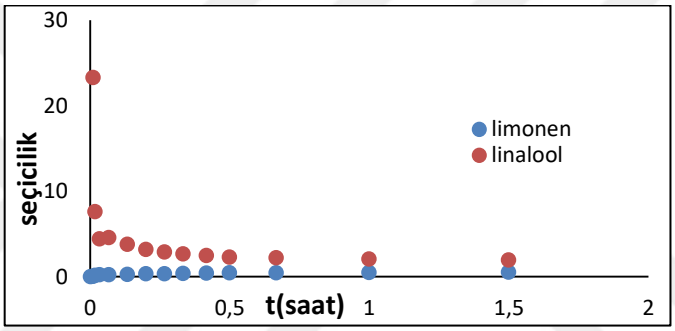


Şekil 4.227: 80/20 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

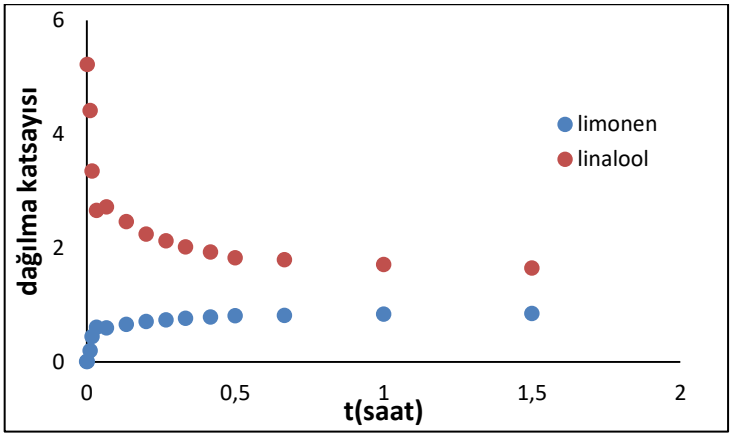
Tablo 4.88: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik			
Zaman	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
0,00	0,00			0,00

0,19	4,41	0,04	23,27	0,19
0,44	3,35	0,13	7,59	0,44
0,60	2,66	0,23	4,41	0,60
0,59	2,72	0,22	4,58	0,59
0,65	2,46	0,27	3,76	0,65
0,71	2,24	0,31	3,18	0,71
0,73	2,12	0,35	2,89	0,73
0,76	2,02	0,38	2,66	0,76
0,78	1,92	0,41	2,46	0,78
0,80	1,82	0,44	2,27	0,80
0,81	1,79	0,45	2,20	0,81
0,83	1,71	0,49	2,05	0,83
0,85	1,64	0,52	1,94	0,85



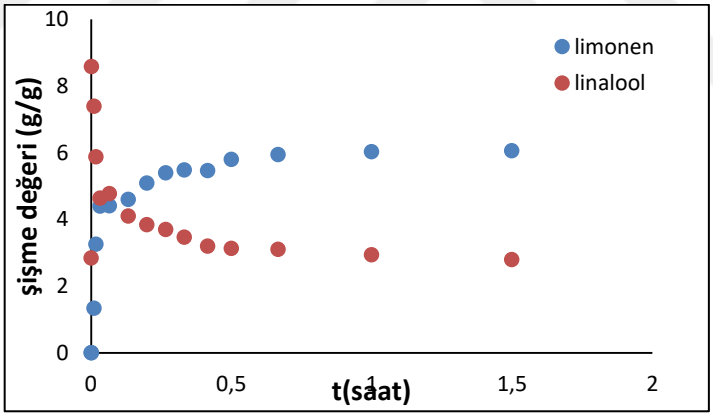
Şekil 4.228: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri.



Şekil 4.229: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri.

Tablo 4.89: 80/20 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**
0		
0,001	0,00	0,00
0,003	0,00	0,00
0,011	1,34	7,39
0,018	3,25	5,87
0,033	4,40	4,64
0,067	4,40	4,77
0,133	4,60	4,10
0,2	5,09	3,84
0,267	5,40	3,69
0,333	5,48	3,46
0,417	5,47	3,20
0,5	5,80	3,13
0,667	5,95	3,10
1	6,03	2,93
1,5	6,06	2,79



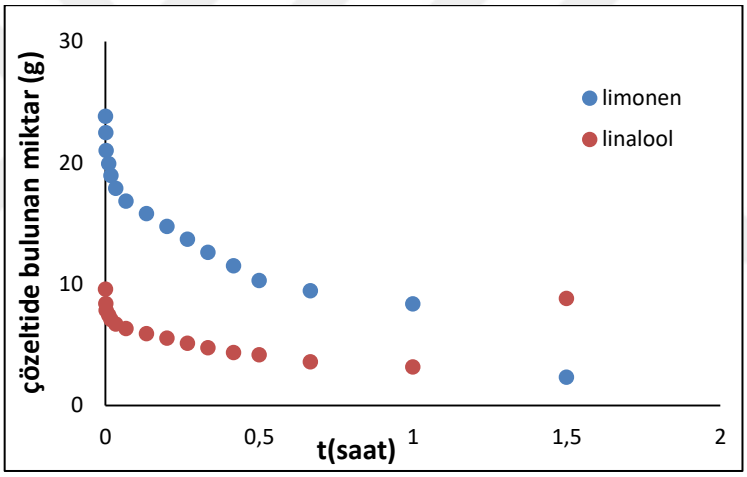
Şekil 4.230: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 80/20 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

70/30 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayrılması

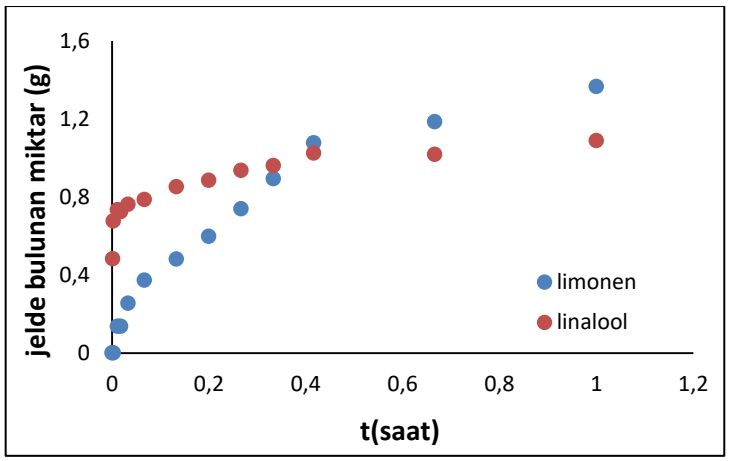
Tablo 4.90: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		**Jelde bulunan miktarlar**		
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**	**%Abs**

0	23,81	9,57	0	0	0,00
0,001	22,47	8,38		0,48	0,00
0,003	20,99	7,84	0,00	0,68	
0,011	19,91	7,43	0,14	0,73	15,71
0,018	18,94	7,07	0,14	0,73	15,91
0,033	17,88	6,69	0,25	0,76	25,08
0,067	16,83	6,31	0,37	0,79	32,16
0,133	15,79	5,90	0,48	0,85	36,12
0,2	14,75	5,52	0,60	0,89	40,28
0,267	13,68	5,12	0,74	0,94	44,16
0,333	12,61	4,75	0,89	0,96	48,19
0,417	11,50	4,34	1,08	1,02	51,28
0,5	10,27	4,16	1,40	0,84	62,49
0,667	9,43	3,58	1,19	1,02	53,78
1	8,36	3,17	1,37	1,09	55,65



Şekil 4.231: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.



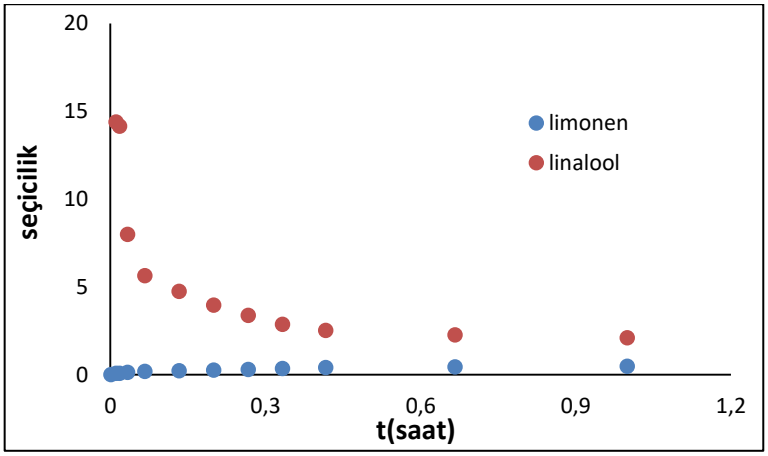
Şekil 4.232: 70/30 limonen-linalool ikli karışımının 80DDMA20NIPAM jeli ile ayırma çalışmasında jel içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

Tablo 4.91: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

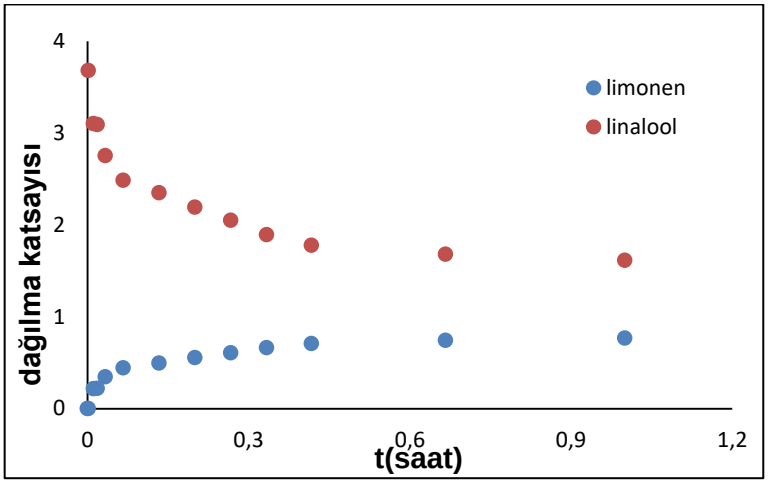
	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik			
Zaman	**D1**	**D2**	**S1**	**S2**
0	0,00	0,00		
0,001	0,00	3,68	0,00	
0,003				
0,011	0,22	3,10	0,07	14,38
0,018	0,22	3,09	0,07	14,15
0,033	0,34	2,75	0,13	7,99
0,067	0,44	2,49	0,18	5,62
0,133	0,50	2,35	0,21	4,73

Tablo 4.91 (devam): 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

0,2	0,55	2,19	0,25	3,96
0,267	0,61	2,05	0,30	3,38
0,333	0,66	1,89	0,35	2,85
0,417	0,71	1,78	0,40	2,52
0,5	0,88	1,30	0,67	1,48
0,667	0,74	1,68	0,44	2,27
1	0,77	1,61	0,48	2,10



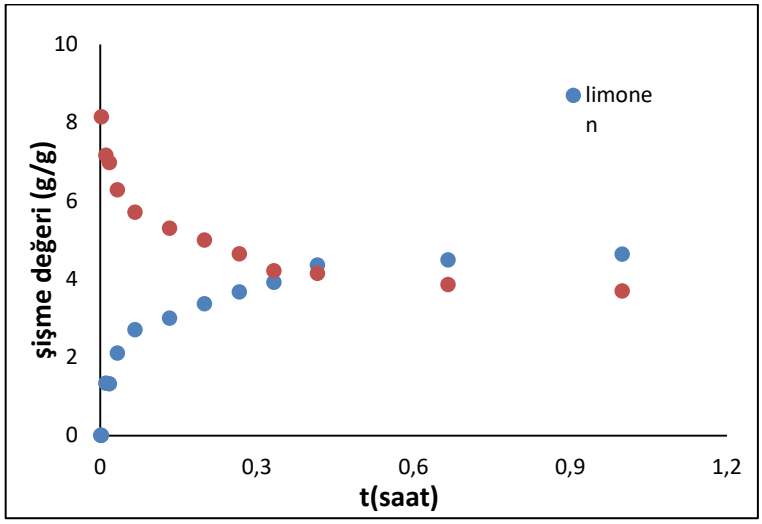
Şekil 4.233: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri.



Şekil 4.234: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri

Tablo 4.92: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**
0		
0,001	0,00	5,48
0,003	0,00	8,15
0,011	1,34	7,17
0,018	1,32	6,98
0,033	2,10	6,28
0,067	2,70	5,70
0,133	2,99	5,29
0,2	3,37	4,99
0,267	3,67	4,64
0,333	3,92	4,21
0,417	4,36	4,14
0,5	5,28	3,17
0,667	4,49	3,85
1	4,64	3,70



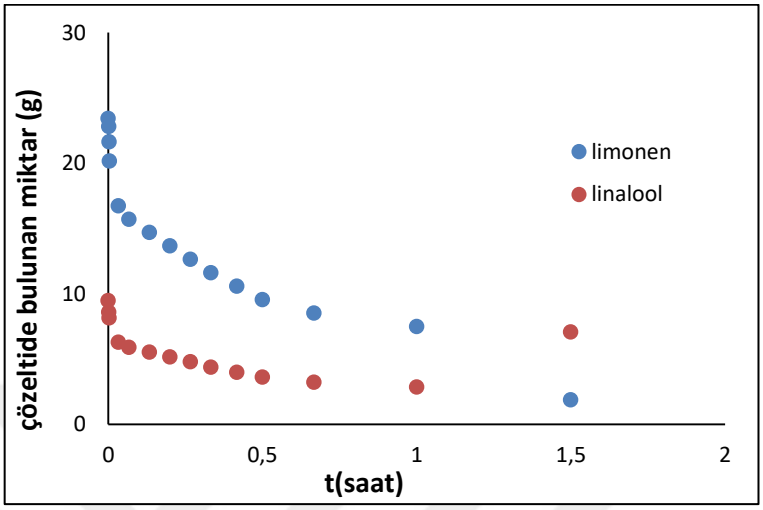
Şekil 4.235: 80DDMA20NIPAM jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

70/30 ikili karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayrılması

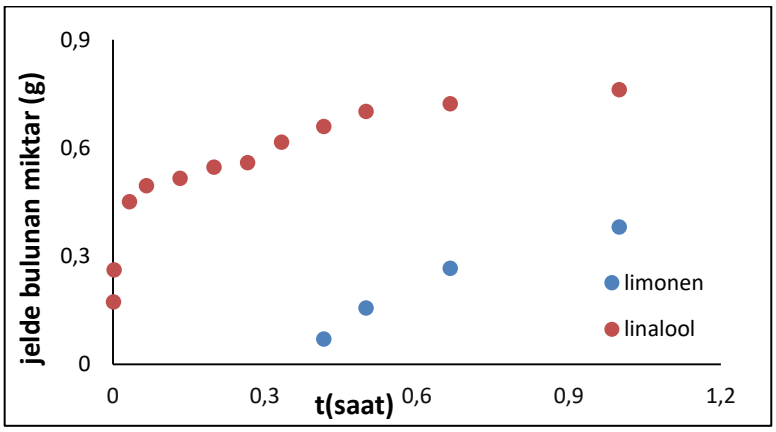
Tablo 4.93: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırmasının kinetik olarak incelenmesi.

	Çözeltide bulunan miktarlar		Jelde bulunan miktarlar		
t (h)	**Limonene**	**LinOH**	**Limonene**	**LinOH**	**%Abs**
0	23,43	9,46	0	0	0,00
0,001	22,82	8,59		0,17	
0,003	21,62	8,15		0,26	
0,011	20,17	7,57		0,49	
0,018	18,89	7,07		0,64	
0,033	18,48	6,93		0,15	
0,067	16,73	6,28		0,45	
0,133	15,70	5,89		0,49	
0,2	14,69	5,52		0,52	
0,267	13,66	5,15		0,55	
0,333	12,64	4,78		0,56	
0,417	11,60	4,38		0,62	
0,5	10,56	3,99	0,0698	0,66	9,59
0,667	9,56	3,60	0,1561	0,70	18,23
1	8,53	3,23	0,2660	0,72	26,92

0	7,49	2,84	0,3801	0,76	33,31
1,5	1,86	7,07			



Şekil 4.236: 70/30 limonen-linalool ikili karışımının 80DDMA20NIPAM10PEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

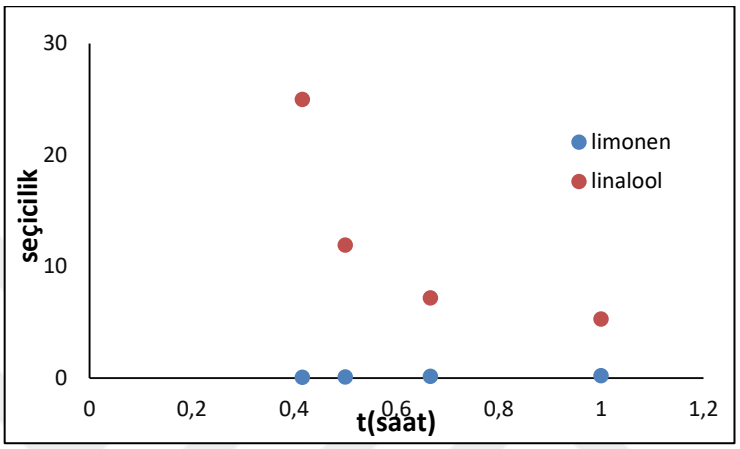


Şekil 4.237: 70/30 limonen-linalool ikili karışımının 80DDMA20NIPAMPEG jeli ile ayırma çalışmasında çözelti içinde bulunan limonen ve linalool miktarlarının zamana karşı değişimi.

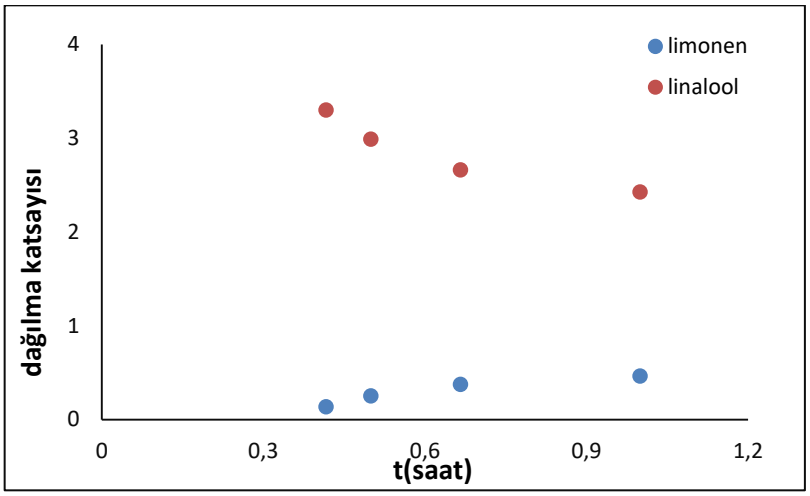
Tablo 4.94: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin dağılma katsayıları ve seçiciliği.

	Dağılma Katsayıları ve Seçicilik

Zaman	D1	D2	S1	S2
0	0,00	0,00		
0,417	0,13	3,30	0,04	24,96
0,5	0,25	2,99	0,08	11,90
0,667	0,37	2,66	0,14	7,16
1	0,46	2,42	0,19	5,27



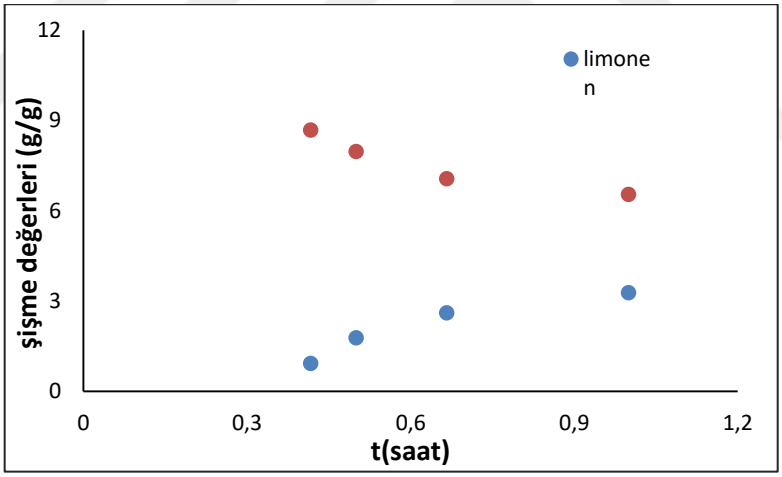
Şekil 4.238: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı seçicilik değerleri.



Şekil 4.239: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı dağılma katsayısı değerleri.

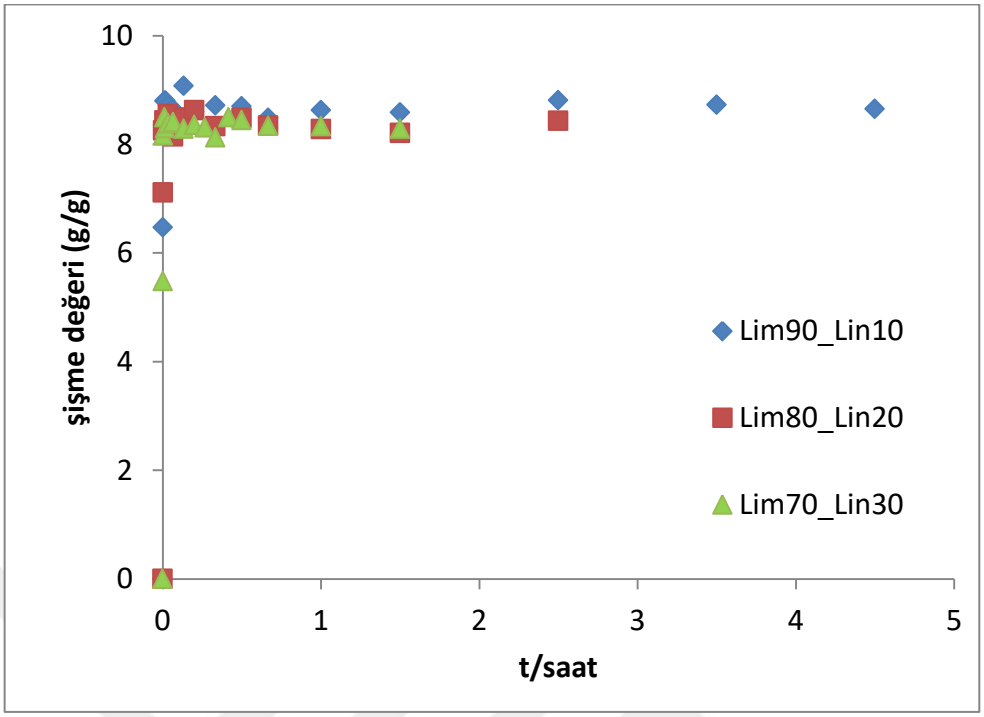
Tablo 4.95: 70/30 limonen-linalool ikili karışımını ayırma işlemi sırasında 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin şişme değerleri.

Şişme değerleri		
t (h)	**SV1**	**SV2**
0		
0,001	0,00	0,00
0,003	0,00	0,00
0,004	0,00	0,00
0,667	0,00	0,00
1	0,00	0,00
0,033	0,00	0,00
0,067	0,00	0,00
0,133	0,00	0,00
0,2	0,00	0,00
0,267	0,00	0,00
0,333	0,00	0,00
0,417	0,92	8,67
0,5	1,77	7,96
0,667	2,60	7,06
1	3,27	6,54

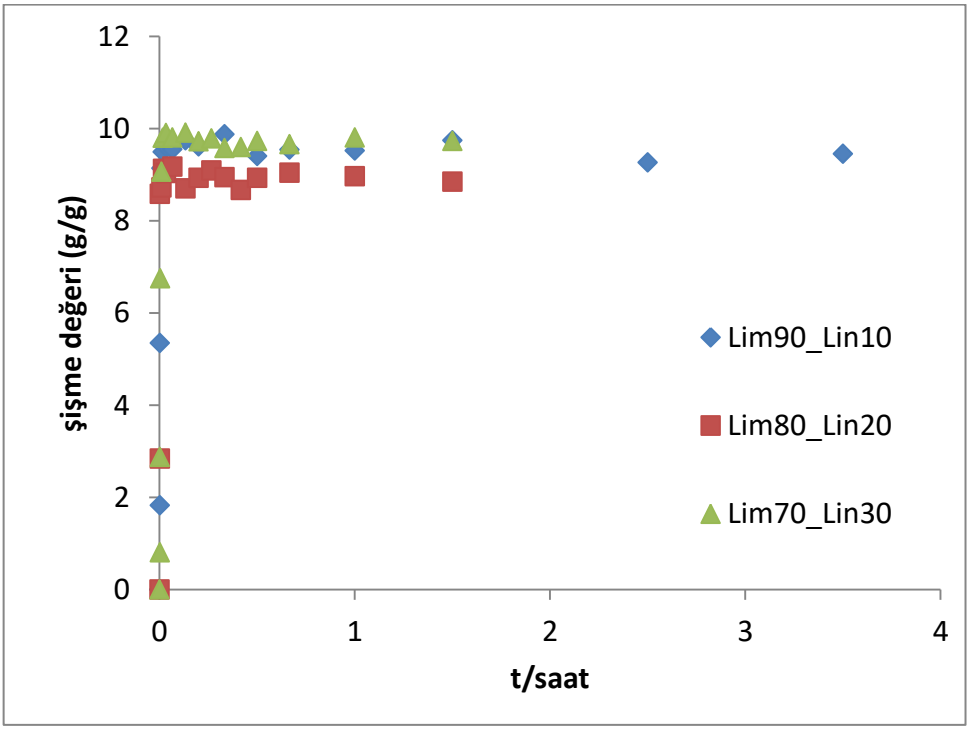


Şekil 4.240: 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin 70/30 limonen-linalool ikili karışımı ayırması sırasında limonen ve linaloole ait zamana bağlı şişme değerleri.

Aşağıda farklı oranlardaki limonen-linalool ikili karışımlarına ait sonuçlar ortak grafikler haline getirilerek karşılaştırılmıştır.

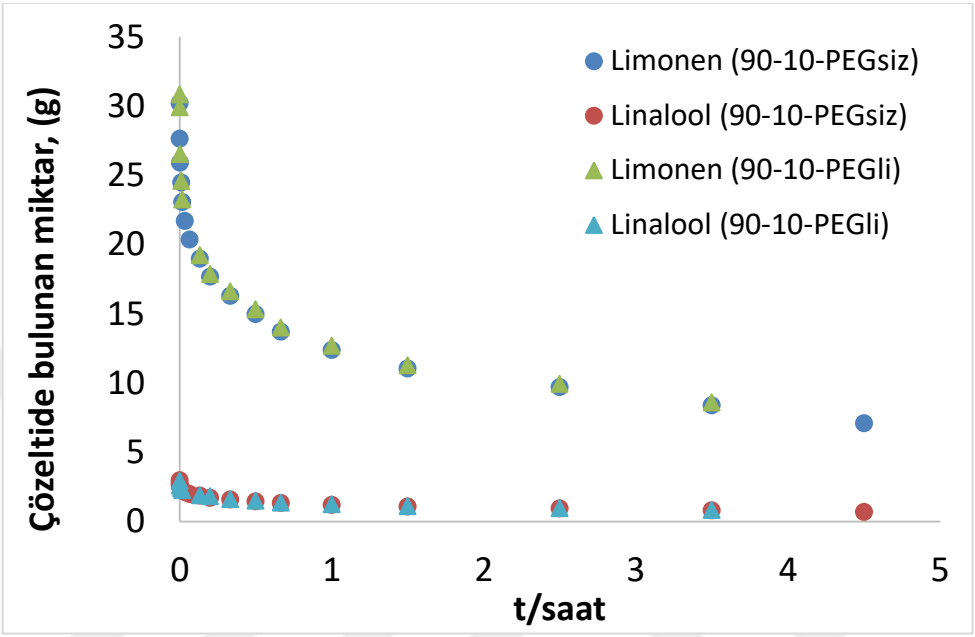


Şekil 4.241: DDMA80NIPAM20 jelinin limonen - linalool karışımları içindeki şişme kinetiklerinin karşılaştırması.

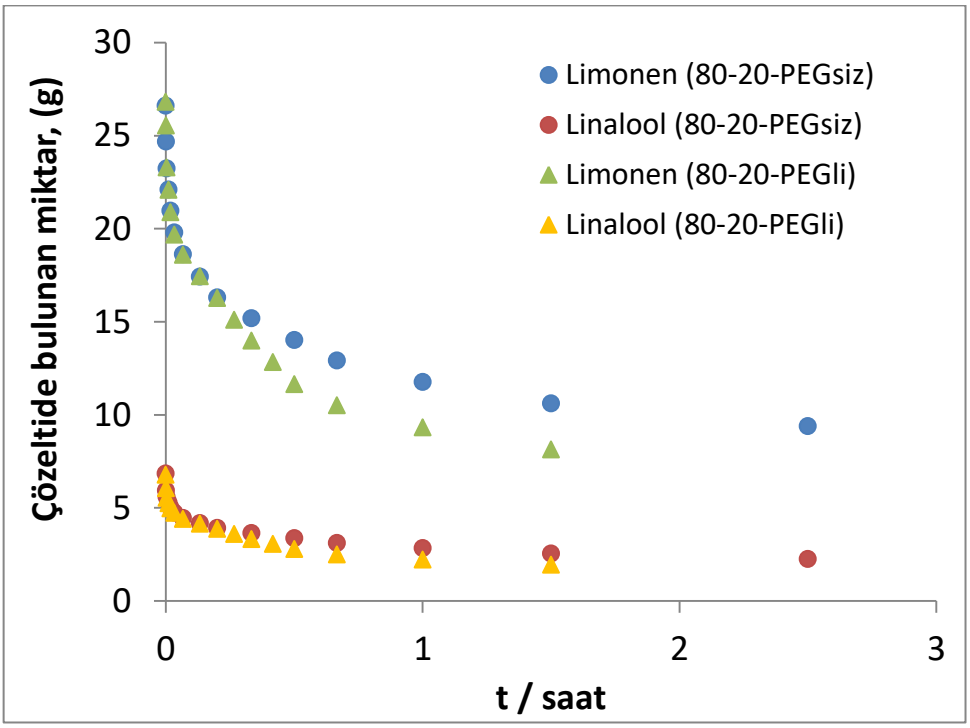


Şekil 4.242: DDMA80NIPAM20PEG10 jelinin limonen – linalool karışımları içindeki şişme kinetiklerinin karşılaştırılması.

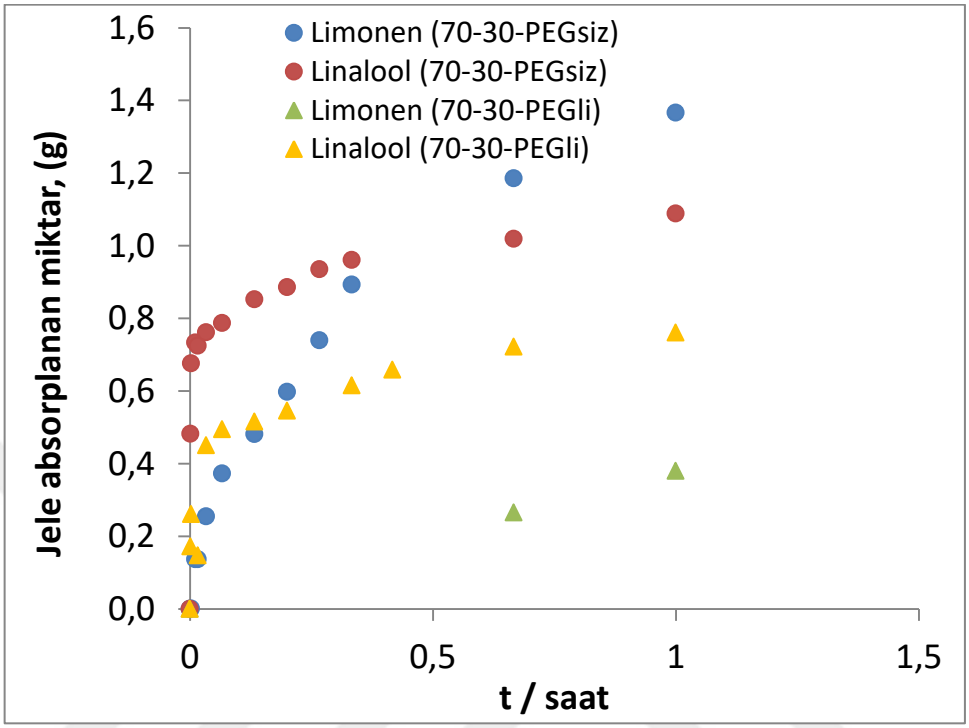
Çözeltide bulunan miktarlar grafik olarak gösterildiğinde:



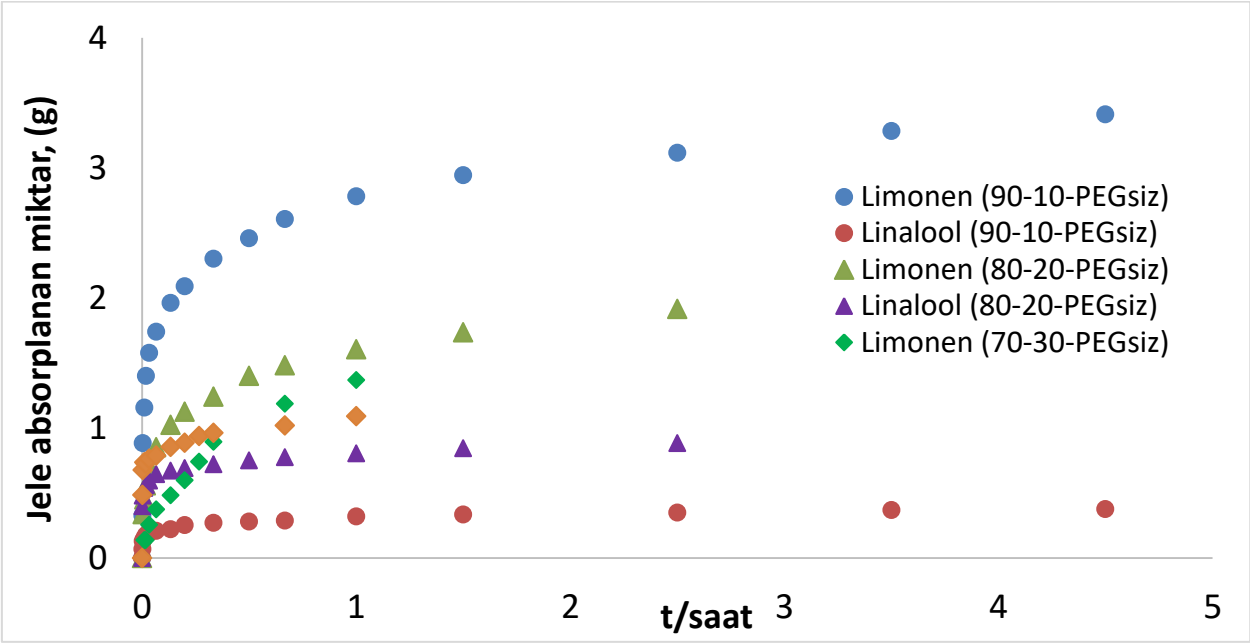
Şekil 4.243: 90\10 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı.



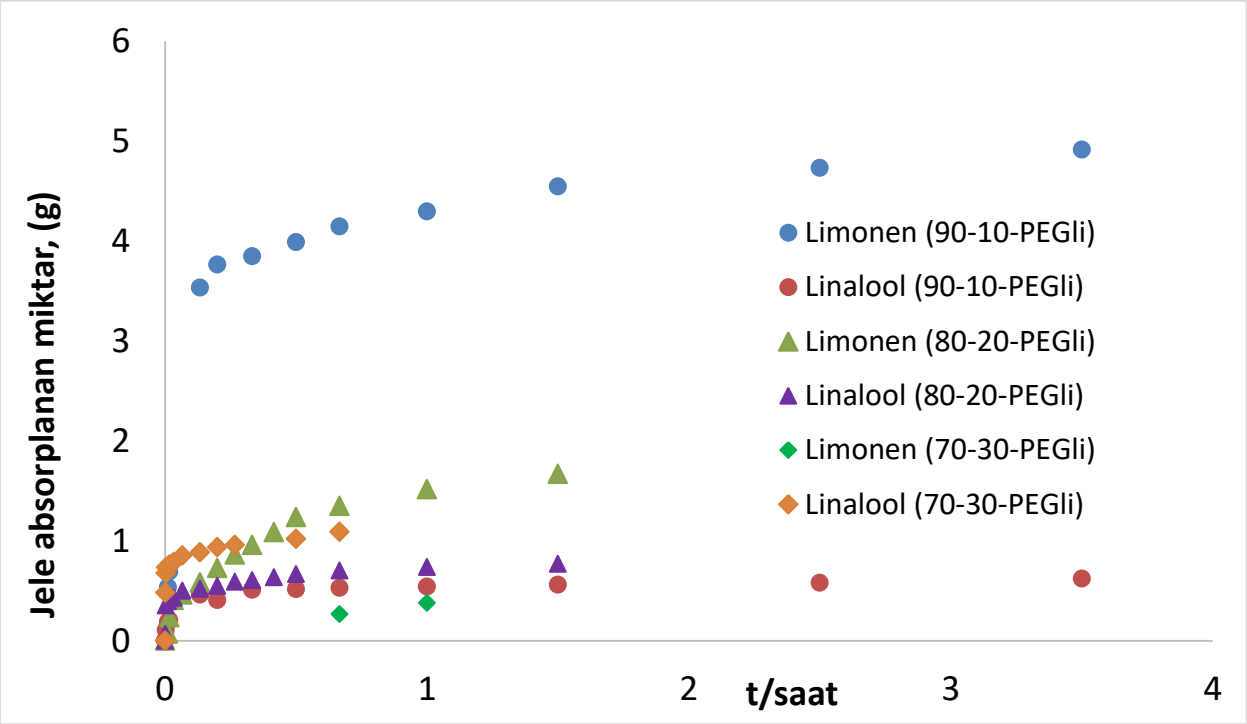
Şekil 4.244: 80\20 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı.



Şekil 4.245: 70\30 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerin davranışı.

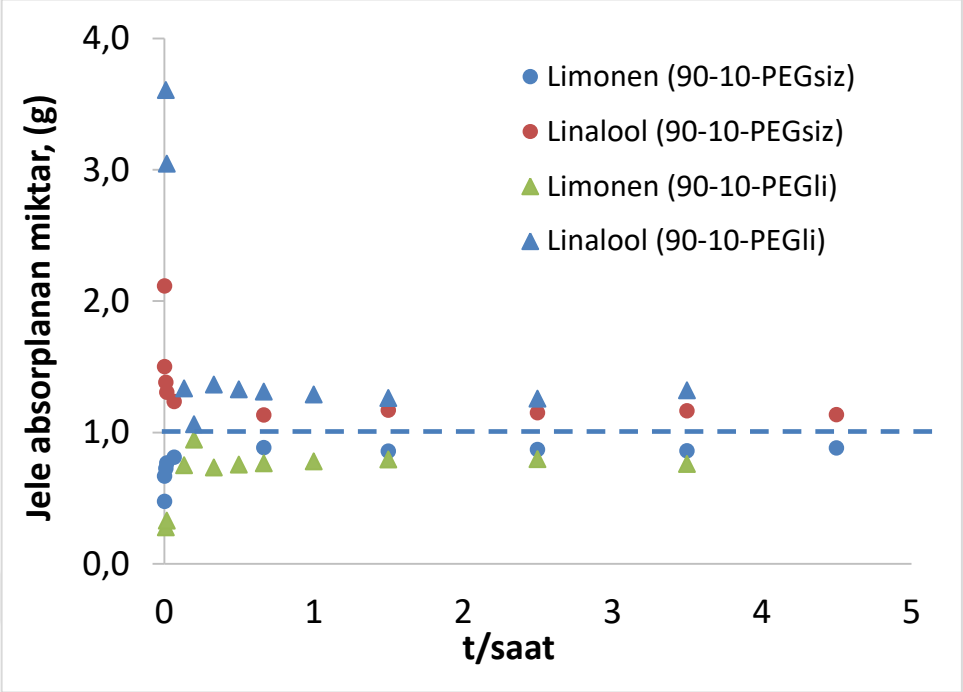


Şekil 4.246: Tüm çözelti karışımları içinde DDMA80NIPAM20 jellinin absorpladığı limonen-linalool miktarları.

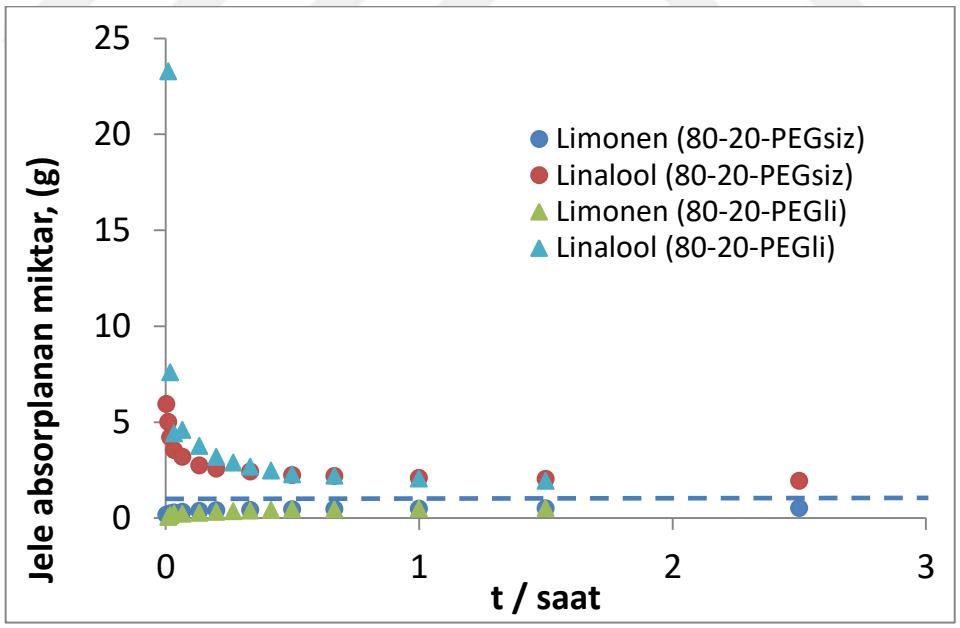


Şekil 4.247: Tüm çözelti karışımları içinde DDMA80NIPAM20PEG10 jellinin absorpladığı limonen-linalool miktarları.

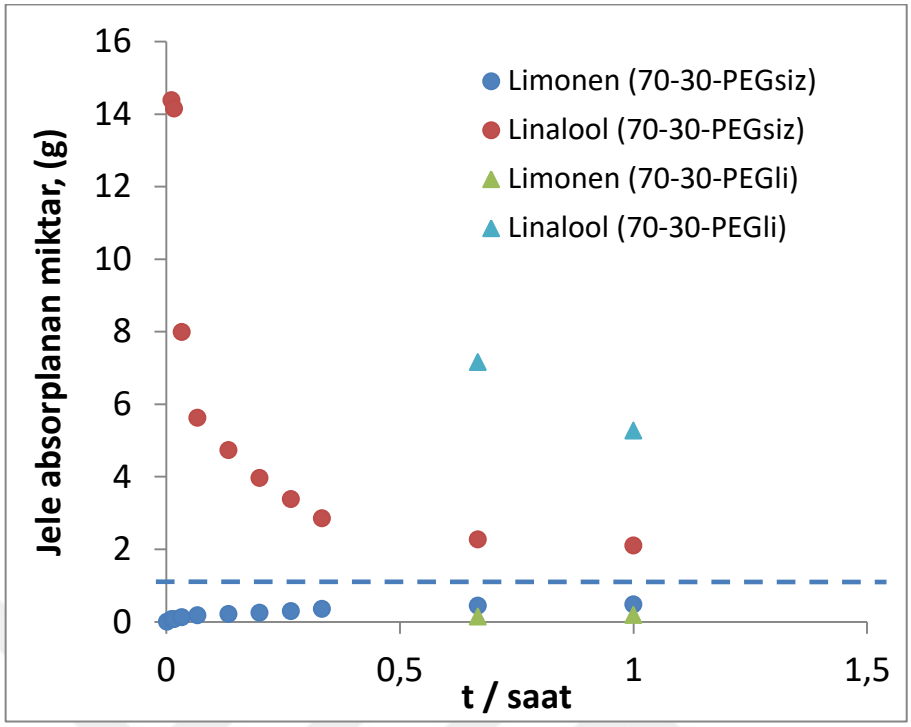
Jellere ait seçicilik özellikleri her bir karışım için hesaplandığında aşağıdaki grafikler ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.248: 90\10 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı.



Şekil 4.249: 80\20 karışım içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı.



Şekil 4.250: 70\30 karışımı içinde DDMA80NIPAM20PEG10 ve DDMA80NIPAM20 jellerinin seçicilik davranışı.

4.1.9.2. Limonen-Linalool-Etanol Üçlü Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi

Limonene ve linalool ile hazırlanan ikili karışımlarda jellerin davranışlarının incelenmesinin ardından aynı şekilde sabit miktar alkol içinde jellerin davranışları incelenmiştir. Hazırlanan 90\10 80\20 ve 70\30 oranlarındaki limonen-linalool ikili karışımları 30 ml etanol içine ilave edilmiş ve etanolün jellere etkisi incelenmiştir.

Tablo 4.96: limonen-linalool-etanol üçlü karışımlarının ayrılmasında DDMA80NIPAM20 ve DDMA80NIPAM20PEG10 jellerine ait dağılma katsayıları ve seçicilik değerleri.

Kullanılan limonen/linalool ikili karışım oranı/kullanılan jel	**Dağılma katsayısı**			**Seçicilik**	
	D1	**D2**	**D3**	**S1**	**S2**
90/10 -80DDMA20NIPAM	1,27	0,68	0,92	1,9	0,5
90/10 -80DDMA20NIPAM10PEG	-	-	-	-	-
80/20 -80DDMA20NIPAM	1,22	0,34	0,99	3,65	0,27
80/20 -80DDMA20NIPAM10PEG	3,03	1,46	0,38	2,08	0,48
70/30 /80DDMA20NIPAM	4,0	0,5	0,3	8,16	0,12
70/30 /80DDMA20NIPAM10PEG	4,89	0,64	0,05	7,62	0,13

4.1.9.3. İkili ve Üçlü Karışımların Seçimliliklerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.97: ikili ve üçlü karışımların ayrılması sırasında DDMA80NIPAM20 ve DDMA80NIPAM20PEG10 jelleri için hesaplanan seçicilik denge değerlerinin karşılaştırılması.

Kullanılan limonen/linalool	**Seçicilik**			
	ikili karışımda		**Üçlü karışımda**	
ikili karışım oranı/kullanılan jel	**S1**	**S2**	**S1**	**S2**
90/10 -80DDMA20NIPAM	0,88	1,14	1,9	0,5
90/10 -80DDMA20NIPAM10PEG	0,76	1,32	-	-
80/20 -80DDMA20NIPAM	0,52	1,93	3,65	0,27
80/20 -80DDMA20NIPAM10PEG	0,52	1,94	2,08	0,48
70/30 /80DDMA20NIPAM	0,48	2,10	8,16	0,12
70/30 /80DDMA20NIPAM10PEG	0,19	5,27	7,62	0,13

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada dodesil metakrilat (DDMA) ve N-isopropilakrilamit (NIPAM) monomerleri farklı oranlarda kullanılarak kopolimerler sentezlenmiştir. Kopolimer sentezi için başlatıcı olarak etilenglikoldimetakrilat (EGDMA), çapraz bağlayıcı olarak azobisizobutironitril (AIBN) kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda %80DDMA+%20NIPAM ve %90DDMA+%10NIPAM kopolimerlerinin jelleşme oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu iki kopolimerin boşluk yapısını artırmak için %5, %10 ve %15 olmak üzere üç farklı oranda polietilenglikol (PEG) eklenerek kopolimerler elde edilmiştir. Elde edilen PEG ilaveli ve ilavesiz kopolimerlerin FTIR spektrumları çekilmiştir. Eklenen PEG kopolimerin kimyasal yapısına katılmadığından ve yalnızca boşluklu yapı oluşturduğundan çekilen spektrumlarda farklılık gözlenmemiştir. Ayrıca herbir kopolimerin iki farklı dalga boyunda SEM görüntüleri çekilerek yüzey yapısı ve boşluk oranı hakkında bilgi edinilmiştir.

Elde edilen farklı yüz monomer ve PEG yüzdeli kopolimerlerin herbirinin benzen ve tolüen içinde şişme davranışı incelenmiş ve herbir kopolimer için şişme denge değeri hesaplanmıştır. Jelleşme oranları ve şişme denge değerleri göz önünde bulundurularak 80DDMA20NIPAM10PEG ve 80DDMA20NIPAM kopolimerlerinin en iyi sonuçları gösterdiği belirlenmiştir. Sonraki çalışmalara bu iki kopolimer ile devam edilmiştir.

Ayrıca 80DDMA20NIPAM10PEG ve 80DDMA20NIPAM jellerinin benzen ve toluenin yanı sıra limonen ve linalool içindeki şişme kinetikleri de zamana karşı ölçülmüştür. Tüm şişme kinetikleri sırasında şişmenin büyük kısmının jel çözücüye atıldıktan sonra çok kısa süre içersinde gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca tüm şişme kinetikleri sırasında beyaz opak görünüme sahip jellerin solventi çekmeye başladığı anda şeffaf görünüm kazandığı daha sonra kuruyan jellerin tekrar eski opak hallerine döndüğü görülmüştür. Her bir çözücü için PEG'li ve PEG'siz ortamlardaki denge değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir.

80DDMA20NIPAM10PEG ve 80DDMA20NIPAM kopolimerleri 18 farklı çözücü içine atılarak şişme davranışları incelenmiştir. Jellerin herbir çözücü için şişme denge değerleri hesaplanmıştır. Şişme davranışına bağlı olarak polimerlerin karakterizasyonuna yönelik bir çalışma da çözünürlük parametrelerinin hesaplanmasıdır. Kullanılan bazı solventlere ait çözünürlük parametreleri ve polimerin çözünürlük parametresi Hoy metodu ve VKH metodu

kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca çözücülerdeki şişme denge değerlerinden yola çıkılarak Gee metodu yardımı ile polimere ait çözünürlük parametresi hesaplanmıştır. Üç farklı metot kullanılarak hesaplanan polimere ait çözünürlük parametrelerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Her metot için solventlerin Ra ve RED değerleri hesaplanarak çözünebilirlikleri hesaplanmıştır. Hem VKH hem de Hoy metoduna göre dipropil eter, hem EGDMA hesaba katıldığında hem de hesaba katılmadığında en iyi çözücü olarak görülmüştür.

80DDMA20NIPAM10PEG ve 80DDMA20NIPAM jellerinin farklı sıcaklıklarda şişme davranışını incelemek amacıyla jellerin 6.5°C, 10°C, 30°C, 40°C, 50°C ve 60°C sabit sıcaklıklardaki benzen, toluen, limonen, siklohekzan ve n-oktan içerisinde bekletilerek şişmesi sağlanmıştır. Elde edilen grafikler ve şişme denge değerleri sonucunda jellerin şişme davranışının farklı sıcaklıklardan etkilenmediği görülmüştür. NİPAM sıcaklığa duyarlı özellik gösterirken, polimer yapısına katılan yüksek oranda DDMA polimerin sıcaklıktan etkilenmeyen yapıda olmasına neden olmuştur.

80DDMA20NIPAM10PEG jeli 50, 100, 250 ve 450 ppm konsantrasyonlarındaki benzen ve toluen çözeltilerinin ayırma işleminde kullanılmıştır. Jellerin şişme denge değerine ulaşana kadar şişme kinetikleri zamana karşı ölçülmüştür. Ayırma işleminde ultrasonik destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, ortamdaki benzen ve toluen konsantrasyonlarının zamana göre değişim profilleri her konsantrasyon için benzerlik göstermektedir. Profiller hızlı bir konsantrasyon düşüşü ve takiben dengeye gelme şelindedir. Başlangıç konsantrasyon miktarı arttıkça dengeye gelme süresi de uzamıştır. Aynı şekilde jel içindeki benzen ve toluen miktarının artış profilleri de her konsantrasyon için benzerdir. Toluenin jelin içine difüzlenme hızı benzenden daha yüksek çıkmış olup, difüzyon katsayısı değeri toluende 10^{-5} mertebesinde iken benzen için bu değer 10^{-6} mertebesindedir. Bununla birlikte yalnızca 450 ppm toluen çözeltisi için difüzyon katsayısı 10^{-6} mertebesindedir. Benzenin ve tolüenin sudaki konsantrasyonu arttıkça difüzyon katsayısında göreceli olarak bir azalış gözlenmiş olup bu azalış tolüenin 450 ppm çözeltisi için yaklaşık on kat daha yüksektir. Her bir benzen konsantrasyonu için çözeltideki benzen miktarının jel tarafından absorplanma yüzdeleri sırasıyla :% 91, %96, %97 ve %97'dir. Her bir tolüen konsantrasyonu için absorplanma yüzdeleri ise sırasıyla: %98, %96 , % 96 ve %98'dir.

Organik karışımlardaki davranışlarını incelemek amacıyla 80DDMA20NIPAM10PEG ve 80DDMA20NIPAM jelleri ile limonen-linalool ikili karışımlarının ve limonen-linalool-etanol

üçlü karışımlarının ayrılmasına çalışılmıştır. Öncelikle 90/10, 80/20 ve 70/30 oranlarında hazırlanan limonen-linalool ikili karışımlarına atılan jellerin şişme kinetikleri zamana bağlı olarak ölçülmüştür. Ayırma işlemi jeller şişme denge değerine ulaşana kadar devam etmiştir. Diğer yandan jeller, sabit oranda etanol ve 90/10, 80/20 ve 70/30 oranlarında limonen-linalool içeren üçlü karışımları ayırma işleminde kullanılmıştır. Jellerin çektiği limonen-linalool oranlarına ortamda bulunan etanolün etkisi incelenmiştir. İkili karışımlar için, çalışılan herbir limonen-linalool fraksiyonunda PEG'li ve PEG'siz ortamda sentezlenen her iki jelin seçicilik değerlerinin 1'den büyük olduğu dolayısıyla jellerin linalool bakımından seçici olduğu görülmüştür. Çözünürlük parametreleri arasındaki fark mutlak değerce ne kadar küçük olursa bu iki komponent arasındaki etkileşim de o kadar büyük olacaktır. Bu prensibe göre linalool- kopolimer, limonen-kopolimer, limonen-linalool arasındaki toplam çözünürlük parametreleri farkı sırasıyla; 1.8, 2.1 ve 3.9 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakıldığında linalool-kopolimer etkileşiminin daha yüksek olduğu görülür. Bu nedenle de kopolimer linalool bakımından seçicidir. Linalool bakımından seçici olmasının nedeninin, polimer yapısındaki C=O fonksiyonel grubunun linalool yapısındaki alkol grubu ile hidrojen bağı oluşturması olduğu düşünülmektedir. Buna ilave olarak 80DDMA20NIPAM10PEG jelinin herbir deney için elde edilen seçicilik değerleri 80DDMA20NIPAM jeline kıyasla daha yüksektir. Buradan yola çıkılarak PEG'in jel yapısına kattığı boşlukların seçiciliği arttırdığı söylenebilir. Limonen-linalool-etanol üçlü karışımında linalool seçiciliğinin 1'den düşük olduğu görülmüştür. Buna karşılık limonen seçiciliği ikili karışımdaki değerler ile karşılaştırıldığında 1'den büyük olduğu, dolayısıyla etanollü ortamda sentezlenen her iki jelin de limonen bakımından seçici olduğu görülmüştür. Bahsi geçen jellerin ise uçucu yağlarda önemli bir yere sahip olan limonen ve linaloolün ikili karışımlarından ayrılmasında etkili olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Anghelache, A. ve diğ., 2014, Novel Crosslinked Thermoresponsive Hydrogels With Controlled Poly(ethylene glycol)—poly(propylene glycol) Multiblock Copolymer Structure, Department of Bioresources and Polymer Science, Polytechnic University, 149 Calea Victoriei, Bucharest 010072, Romania, *Colloid Polymer* 292:829–838.

Atta, A.M. ve diğ., *Swelling and Network Parameters of Crosslinked Porous Octadecyl Acrylate Copolymers as Oil Spill Sorbers*, Egyptian Petroleum Research Institute, Nasr City 11727, Cairo, Egypt.

Bagheri, H. ve diğ., 2013 , High-throughput Micro-solid Phase Extraction on 96-well Plate Using Dodecyl Methacrylate-ethylen Glycol Dimethacrylate Monolithic Copolymer, *Analytica Chimica Acta* 792 59-65, (a) Environmental and Bio-analytical Laboratories, Department of Chemistry, Sharif University of Technology, Tehrani Iran, (b) Depaartment of Phsico Chemistry, Razi Vaccine and Serum Research Instıtute, Karaj, Iran.

Barton A. F.M., (1983), *Handbook of Solub. Pars and other Cohesion Parameters*, CRC Press.

Barton, A.F.M., 1991, *Handbook of Solubility Parameters and Other Cohesion Parameters*, CRC Press.

Barton, A.F.M., 1985, Applications of Solubility Parameters and Other Cohesion Parameters in Polymer Science and Technology, *Pure and Applied Chemistry-The Scientific Journal of IUPAC*, volume:57, issue:7 905-912.

Bennour, S. ve Louzri, F., 2014, Study of Swelling Properties and Thermal Behavior of Poly(N,N-Dimethylacrylamide-*co*- Maleic acid) Based Hydrogels, *Advances in Chemistry*, Article ID1 147398, 10 pages, Algeria.

Breitkreutz, J., 1998, Prediction of Intestinal Drug Absorption Properties by Three-Dimentional solubility Parameters, *Pharmaceutical Research*, Vol.15 no:9.

Buckley S.M.K., 2006, The Use of Solubility Parameters to Select Memrane Materials for Pervaporation of Org Mixtures, (PhD), University of Waikato, New Zeland.

Bustamante, P. ve diğ., A New Method to Determine the partial Solubility parameters of polymers from intrinsic viscosity,2005, *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 229-237, Madrid,İspanya .

Bustamante, P. ve diğ., 2011, Hildebrand Solubility Parameter to Predict Drug Release from Hydroxypropyl Methylcellulose Gels, *International Journal of Pharmaceutics* 414 (2011) 125-130, Madrid , İspanya.

Çaykara, T. ve Ayçiçek, İ., 2005, External Stimuli-Responsive Characteristics of Ionic Poly[(N,N-Diethylaminoethyl methacrylate)-*co*-(N-vinyl-2-pyrrolidone)] Hydrogels, *Macromolecular Materials and Engineering*, 290: 468-474, Ankara, Türkiye.

Çaykara, T. ve Doğmuş, M., 2004, The Effect of Solvent Compozition on Swelling and Shrinking Properties of Poly(acrylamide –co-itaconic acid) Hydrogels, *Europen Polymer Journal* 40 (2004) 2605-2609, Department of Chemistry, Faculty of Art and Science ,Gazi University, Ankara.

Çaykara, T. ve diğ., 2002, Influence of Gel Composition on the Solubility Parameter of Poly(2-hydroxyethyl methacrylate-itaconic acid) Hydrogels, *Journal of Polymer Science/part B –Polymer Physics*, volume 40; issue 18, 1995-2003, Ankara ,Türkiye.

Debnath, S. ve diğ., Applications of organogels in drug delivery, *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, ISSN: 2321-5674(Print) ISSN: 2320 – 3471 Department of Pharmaceutics, Seven Hills College of Pharmacy, Tirupati – 517 561, India.

Dragan, E.S., 2014, Design and Applications of Interpenetrating Polymer Network Hydrogels. A review, *Chemical Engineering Journal*, 243 (2014) 572–590, ‘‘Petru Poni’’ Institute of Macromolecular Chemistry, Aleea Grigore Ghica Voda 41 A, 700487 Iasi, Romania.

Fedors, R.F., 1974, A Method for Estimating both the Solubility Parameters and Molar Volumes of Liquids, *Polymer Engineering and Science*, volume:14, issue:2, pages 147-154.

Furman, I. ve Weiss, R.G., 1993, Factors Influencing the Formation of Thermally Reversible Gels Comprised of Cholesteryl 4-(2-anthryloxy)butanoate in Hexadecane, 1-Octanol or Their Mixtures. *Langmuir* (1993) 9:2084-2088.

Gao, M. ve diğ., 2011, Simultaneous Removal of Hydrogen Sulfide and Toluene in Bioreactor :Performance and Characteristics of Microbial Community, *Journal of Environmental Science* 23(3) 353-359, Research Center of Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China.

Garcia, M.T. ve diğ., 2009, Study of Solubility and Stability of Polystyrene Wastes in a Dissolution Recycling Process, *Waste Management*, 29, 1814-1818.

Hansen, C.M., 2000, *Solubility Parameters*, CRC Press.

Hansen, C.M., 2004, Aspects of Solubility, Surfaces and Diffusion in Polymers, *Progress in Organic Coatings*, 51, 55-66.

Hansen, C.M., 2007, *Hansen Solubility Parameters:A User's Handbook*, CRC Press, Taylor&Francis Group, LLC, 2nd Ed., ISBN: 13:978-1-4200-0683-4(e-book-PDF).

Hashemi, M. ve diğ., 2012, Application of Ultrasound-assisted Emulsification Microextraction For Determination of Benzene, Toluene, Ethylbenzene and o-xylene in Water Samples by Gas Chromatography, *Desalination* 288 (2012) 93-97, Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Hoffman, A.S., 2013, Stimuli-Responsive Polymers: Biomedical Applications and Challenges for Clinical Translation, *Advanced Drug Delivery Reviews* 65 (2013) 10–16, Bioengineering Department, University of Washington, Seattle, WA, USA.

Hu, J. ve diğ., 2012, 18 April 2012 A Review of Stimuli-Responsive Polymers for Smart Textile Applications, *Smart Materials And Structures* 21 053001 (23pp), Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong, Department of Mechanical Engineering, Southern University, Baton Rouge, LA 70813, USA, Department of Mechanical Engineering, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, USA.

Huang, Z. Ve diğ., 2013, Effect of the Polar Modifiers on Supercritical Extraction Efficiency for Template Removal from Hexagonal Mesoporous Silica Materials: Solubility Parameter and Polarity Considerations, *Separation and Purification Technology* 118(2013) 120-126, Singapur.

Jha, S., 2013, Organogel: A Novel Drug Delivery System, *Journal of Current Pharmaceutical Research* 2013 ;11 (1): 6-15 Department of Pharmacy, IEC-CET., Plot No.4, Knowledge Park-I, Gr. Noida, U. P., India.

Kagliwal, L.D. ve diğ., 2011, Separation of Bioactives from Seabuckthorn Seeds by Supercritical Carbon Dioxide Extraction Methodology Through Solubility Parameter Approach, *Separation and Purification Technology* 80 (2011) 533-540, Hindistan.

Katime, I. ve diğ., 1996, Swelling Kinetics of Poly(acrylamide)/Poly(mono-n-alkyl-itaconates) Hydrogels, *Polymer International* 40 (1996) 281-286, Gropo de nuevos Materials, Departmento de Quimica Fisica ,Faculted de Ciencias, Campus de Leioa, Universidad del Pais Vasco, Bilbao, Spain.

Kayman, Ü. ve diğ., 2013, *Fenil Propanoid ve Terpenoid Karışımlarının Jel Ekstraksiyonu ile Ayrılmasının İncelenmesi*, Kimya Mühendisliği A.B.D., Temel İşlemler ve Termodinamik Programı, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Khare, A.R. ve Peppas, N.A., 1995, Swelling/Deswelling of Anionic Copolymer Gels, *Biometarials* 16: 559-567, School of chemical Engineering, Purdue University, West Latayette, USA.

Krevelen, D.W.V., 1972, *Properties of Polymer-Their Correlation with Chemical Structure; Their Numerical Estimation and Prediction from Additive Group Contributions*, 1st ed., Arnhem, Netherlands.

Koopmans, R.J. ve diğ., 2011, Stimuli-Responsive Gels as Reaction Vessels and Reusable Catalysts, *Chem. Soc. Rev*., 40, 427–448, Institut fu¨r Organische Chemie, Universita¨t Regensburg, Universita¨tsstr. 31, 93040 Regensburg, Germany, ICMA, CSIC-Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain, Dow Europe GmbH, Bachtobelstrasse 3, 8810 Horgen, Switzerland.

Kumar, A. ve diğ., 2007, The Physical Characterization of Supermacroporous Poly(*N*-isopropylacrylamide) Cryogel: Mechanical Strength and Swelling/de-swelling Kinetics,

Materials Science and Engineering A 464 (2007) 93–100, Department of Biological Sciences and Bioengineering, Indian Institute of Technology, Kanpur 208016, India.

Laftah, W.A. ve diğ., 2011, *Polymer Hydrogels: A Review*, Polymer-Plastics Technology and Engineering, Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Department of Polymer Engineering , Universiti Technologi , Malaysia.

Laftah, W.A. ve diğ., 2011, *Polymer Hydrogels: A Review*, Polymer-Plastics Technology and Engineering, Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, Department of Polymer Engineering , Universiti Technologi , Malaysia.

Laokiat, L. Ve diğ., 2012, Photocatalyic Degradation of Benzene, Toluene, Etyhlybenzene and Xylene (BTEX) Using Transition Metal-doped Titanium Dioxied Immobilized on Fiberglass Cloth, *Korean J. Chem.Eng*. 29(3),377-383, 2012,Tailand.

Lee, W.F. ve Hsu, C.H., 1997, Thermoreversible Hydrogels: 3. Synthesis and Swelling Behavior of the (N-isopropylacrylamide-co- trimethylacrylamidopropyl ammonium iodide), *Copolymeric Hydrogels*.,Polymer Volume 39, no:22, Department of Chemical Engineering, Tatung Institute of Thecnology,Taipei,Taiwan.

Mesa, R.R. ve diğ., 2010, Synthesis and Characterization of Organogel From Poly(acrylic acid) With Cellulose Acetate, *e-Polymers* , no. 144, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Juventino Rosas y Jesús Urueta S/N, Col.Los Mangos, Ciudad Madero, Tamaulipas, México, Instituto Tecnológico de Minatitlán, Blvd. Institutos Tecnológicos S/N, Col. Buena Vista Nte., Minatitlán, Veracruz, México.

Mohan, Y.M. ve diğ., 2004, Swelling Behavior and Diffusion Studies of High-water-retaining Acrylamide/Potassium Methacrylate Hydrogels., *Wiley Inter Science* .

Mujawar, K.N. ve diğ., 2014**,** Organogel: Factors and Its Importance, *International Journal of Pharmaceutical*, Chemical and Biological Sciences, Department of Pharmaceutics, Ashokrao Mane College of pharmacy, peth-vadgaon, Kolhapur. Maharashtra, India**.** IJPCBS 2014, 4(3), 758-773, ISSN: 2249-9504.

Murdan, S., 2005, Review, *Organogels in Drug Delivery*, Univercity of London, Department of Pharmaceutics, The School of Pharmacy, 29-39 Brunswick Square, London,WC1N 1AX,UK, Ashley Publications, Expert Opin. Drug Delivery (2005).

Neto, J.R., ve diğ., 2005, Synthesis, Characterization and Solution Properties of Amphiphilic N-isopropylacrylamide-poly(ethylene glycol)-dodecyl methacrylate Thermosensitive Polymers, *Colloids and Surfaces A:Physicochem. Eng. Aspects* 262(2005) 251-259, Brazil.

Okay, O. ve diğ., 1998, Swelling Behavior of Anionic Acrylamide-Based Hydrogels in Aqueous Salt Solutions: Comparison and Experiment with Theory, *Journal of Applied Polymer Science*, volume:7, issue: 3, 567-575, Kocaeli, Türkiye.

Özdemir, C. ve Güner, A., 2007, Solubility Profiles of Poly(ethylene glycol)/solvent Systems, I:Qualytative Comparison of Solubility Parameter Approaches, *Europan Polymer*

Journal 43(2007) 3068-3090, Depertmant of Chemistry, Division of Polymer Chemistry, Faculty of Sceince, Hacettepe University, Beytepe ,Ankara.

Pal, K. ve diğ., 2014, Development of Gelatin Based Hydrogel for Controlled Delivery of Anti-microbial, Biotechnology and Medical Engineering National Institute of Technology, Rourkela Odisha-769 008 (India), Department of Biotechnology and Medical Engineering National Institute of Technology Rourkela Rourkela -769008 Odisha, India.

Pan, G. ve diğ., 2008, Application of Hydrogel for the Removal of Pollutant Phenol in Water, *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineering,* 39: 361-366, China.

Pan, G. ve Kurumada, K.I., 2008, Hybrid Gel Reinforced with Coating Layer for Removal of Phenol from Aqueous Solution, *Chemical Enginnering Journal*, 138:194-199, Japan.

Pan, G. ve Kurumada, K.I.,2008, Hybrid Gel Reinforced With Coating Layer for Removal of Phenol From Aqueous Solution, *Chemical Engineering Journal* 138 (2008) 194–199, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, Yokohama 240-8501, Japan.

Patil, K.D. ve diğ., 2011, Organogel: Topical and Transdermal Drug Delivery System, *International Journal of Phamaceutical Research and Development* (58-66).

Pawar, S.A. ve diğ., 2014, Review on Organogel as Topical Delivery System, *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Department of Pharmaceutics, MET's Institute of Pharmacy, Bhujbal Knowledge City, Adgaon, Nashik, 422 003 Maharashtra, India.,Review Article,ISSN 2278 – 4357,Volume 3, Issue 10, 393-409.

Pourjavadi. A. ve diğ., 2013, Novel Carbon-nanotube-based Organogels as Candidates for Oil Recovery, *Polym. Int.* 62: 179–183,Society of Chemical Industry.

Saitoh, T. ve diğ., 2010, Removal of Phenols in Water Using Chitosan-conjugated Thermo-responsive Polymers, *Journal of Hazardous Materials*, Department of Molecular Design and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Fro-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603, Japan.

Saitoh, T. ve diğ., 2009, Chitosan-conjugated Thermo-responsive Polymer For The Rapid Removal of Phenol in Water, *Reactive & Functional Polymers* 69 (2009) 792–796, Department of Molecular Design and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603, Japan.

Sajilata, M.G. ve diğ., 2010, Developement of efficient Supercritical Carbon Dioxide Extraction Methodology for Zeaxanthin from Dried Biomass of Paracoccus Zeaxanthinifacients, *Separation and Purification Technology* 71 (2010) 173-177, Hindistan.

Schenderlein, S. ve diğ., 2004, Partial Solubility Parameters of Poly(D,L-lactide-co-glycolide), *International Journal of Pharmaceutics* 286 (2004) 19-26, Kiel, Almanya.

Serpe, M.J. ve diğ., 2014, Recyclability of Poly(N-isopropylacrylamide)-microgel Based Assemblies for Organic Dye Removal from Water, *Colloid Polym. Science* (2013) 291:1795-1802, Department of Chemistry, University of Alberta, Canada .Adsorption Properties of IPNhydrogel of Chitosan and Acrylic Copolymer, Materials Science and Engineering C 44 (2014) 132–143 Department of Chemistry, Bijoy Krishna Girls' College, Howrah, India Department of Polymer Science and Technology, University of Calcutta.

Sevgili, L.M. ve diğ., 2014, Swelingof N-vinylcaprolactam-dodecyl Methachrylate Gel in (heptane-toluene) Mixtures, *Chemical Papers* 69(5) 668-673, Department of Chemical Engineering ,Istanbul University, Avcılar İstanbul,Turkey.

Sevgili, L.M. ve diğ., 2017, Swelling Behaviors of Poly(dodecyl methacrylate-co-methyl eugenol) and Poly(dodecyl methacrylate-co-methyl chavicol) Gels in Essential Oil Components, *Chemical Papers*, volume:71, issue:8, 1399-1408, İstanbul, Türkiye.

Socha, E. ve diğ., 2006, *Cross-linking Photocopolymerization of Dodecyl Methacrylate with Oxyethylene Gylcol Dimethacrylates: Kinetics and Reactivity Ratios*, Polymer, Instute of Chemical Technology and Engineering, Poznan University of Technology, Pl.M.Sklodowskiej-Curie 2, 60-965 Poznan, Poland.

Tabakcı, M. ve Yılmaz, M., 2008, Sorption Characteristics of Cu(II) Ions onto Silica Gel-immobilized Calix[4]arene Polymer in Aqueous Solutions: Batch and Column Studies, *Journal of Hazardous Materials* 151 (2008) 331–338, Selcuk University, Department of Chemical Engineering, 42075 Konya, Turkey.

Theato, P. ve diğ., 2013, Stimuli Responsive Materials, *Chem. Soc. Rev.*, 2013, 42, 7055, Institute for Technical and Macromolecular Chemistry, University of Hamburg, Bundesstrasse 45,D-20146 Hamburg, Germany. George & Josephine Butler Polymer Research Laboratory, Department of Chemistry, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA. Department of Chemistry, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK. Department of Chemical & BiomolecularEngineering, University of Delaware,150 Academy Street, Newark, DE 19716, USA.

Tomasec, L. ve diğ., 2005, Copolymerization of Methyl Metacrylate and Dodecyl Methacrylate Initiated by Bifunctional Peroxide , *Acta Chim. Slov*. 2005,52, 224-229, Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagrep, Crioatia.

Toprak, S. ve diğ., 2011, *Toluen+Alifatik Hidrokarbon İkili Karışımlarının Ayrılmasının İncelenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Topaloğlu Yazıcı, D. ve diğ., 2008, GC Investigation of Solubility Parameters of Water-solouble Homopolymers and Double-hydrophilic Diblock Copolymers, *Chromatographia* -67-741-747, Department of Chemical Engineering ,Faculty of Engineering and Arhitecture, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir Turkey,Department of Chemistry, Faculty of Arts and Science.

Wei, W. ve diğ., 2015, A Novel Thermo-responsive Hydrogel Based on Salecan and Poly(N-isopropylacrylamide): Synthesis and Characterization, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, *Center for Molecular Metabolism*, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, Chinaa, 125 , 1–11.

Ximming, L. ve Yingde, C., 2008, Study on Synthesis and Chloramhenolic Releasa of Poly(2-hydroxyethylmethacryate-co-acrylamide) Hydrogels, *Chinese Journal of Chemical Engineering* 16(4) 640-645, School of Chemistry and Chemical Engineering ,Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225. China.

Yang, Y. Ve diğ., 2008, Properties of Topically Applied Organogels: Rheology and in Vitro Drug Release, Properties of topically applied organogels /*Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3 (4): 175-183; aSchool of Pharmacy, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China bSchool of Pharmaceutical Engineering, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China aTA Instruments, Beijing 100025, China.

Yanfeng, C. ve Min, Y., 2001, Swelling Kinetics and Stimuli-responsiveness of Poly(DMAEMA) Hydrogels Prepared by UV-irradiation, *Radiation Physics and Chemistry* 61 (2001) 65–68, Department of Technical Physics, Peking University, Beijing, 100871, People's Republic of China.

Zhi, D. ve diğ., 2010, A Molecular Thermodynamic Model for Temperature and Solvent Sensitive Hydrogels ,Application to the Sweling Behavior of PNIPAm Hydrogels in Ethanol/water Mixtures, *Chemical Engineering Science* 65(2010) 3223-3230, State Key Labrotory of Chemical Engineering and Department of Chemistry, East Chine Unıversity of Science and Technology, China.

Zukıc, A. ve diğ., 2004, Viscometric Study of Miscibility and Interactions of Some Polyolefines and Poly(alkyl methacrylates) in Dilute Xylene Solutions, *Journal of Molecular Liquids* 112 (2004) 161-169, Faculty of Chemical Engineering and Technology, University of Zagrep, Croatia.

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Aycan DİLEK
Doğum Yeri	Zile
Doğum Tarihi	12.05.1990
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	534 376 52 89
E-Posta Adresi	aycandilek1@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Kimya Lisans	
Üniversite	İstanbul üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Kimya Bölümü
Mezuniyet Yılı	2012

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Temel İşlemler ve Termodinamik Programı

Makale ve Bildiriler
1.Dilek, A. ve diğ., 2014, Removal of Benzene from Water by Gel Including Dodecyl Methacrylate and Removal of Toluene from Water by Gel Including Dodecyl Methacrylate, *41st International Conference of SSCHE* , Slovenska.
2. Dilek, A. ve diğ., 2015, Absorption of Benzene and Toluene From Aqueous Solutions by Poly(N-Isopropyl Acrylamide-co-Dodecyl Methacrylate), *ECCE 10+ECAB 3+EPIC 5* , Nice/ FRANSA.
3. Dilek, A. ve diğ.,2017, Limonen-Linalool Karışımlarının Poli(dodesilmetakrilat-ko-N-izopropil akrilamid) Jeli ile Ayrılmasının İncelenmesi, *Shmposium of Membrane Technologies and Applications* (*MEMTEK)*, İstanbul.