

**T.C.**  
**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BIYOLOJİK TEMELLİ SURFAKTANLARLA MİKROEMÜLSİYON**  
**HAZIRLAMA**

**Leyla ERCAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet İŞCAN**

**EDİRNE-2014**

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylıyorum.

Prof. Dr. Ayten SAĞIROĞLU  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet İŞCAN  
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Kimya Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Mehmet İŞCAN

Prof. Dr. Yüksel BAYRAK

Yrd. Doç. Dr. Hayati ARDA

Tarih: 02/06/2014

**T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KİMYA YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**  
**DOĞRULUK BEYANI**

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

02/06/2014

Leyla ERCAN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii

### BÖLÜM 1

GİRİŞ .....	1
-------------	---

### BÖLÜM 2

KURAMSAL TEMELLER .....	3
2.1. MİKROEMÜLSİYON OLUŞUMU VE FAZ DAVRANIŞINA GENEL BAKIŞ 3	
2.2. MİKROEMÜLSİYON OLUŞUM TEORİLERİ .....	5
2.3. FAZ DAVRANIŞI .....	7
2.4. YÜZEY AKTİF MADDE ROLÜ .....	11
2.5. MİKROEMÜLSİYON KARAKTERİZASYONU.....	14
2.6.YÜZEY AKTİF MADDELERLE MİKROEMÜLSİYON HAZIRLAMA .....	16
2.6.1. KARBONHİDRAT TÜREVİ YÜZEY AKTİF MADDELERLER İLE MİKROEMÜLSİYONLAR.....	17
2.6.2. FOSFOLİPİD TÜREVİ YAM İLE MİKROEMÜLSİYONLAR.....	17
2.6.3. YENİ VE STANDARD TİP YAM İLE MİKROEMÜLSİYONLAR.....	18

### BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD .....	19
3.1. MATERYAL .....	19
3.2. KULLANILAN ALETLER.....	20
3.3. METOD .....	21
3.3.1. MİKROEMÜLSİYONLARIN HAZIRLANMASI .....	21
3.3.2. KONDÜKTOMETRİ İLE İLETKENLİK ÖLÇÜMÜ.....	22

## BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	23
4.1. SONUÇLAR .....	23
4.1.1. TWEEN 80 + 1 BÜTANOL / n-Hekzan / TİTRANT .....	23
4.1.2. TWEEN 20 + 1 BÜTANOL / n-Hekzan / TİTRANT .....	29
4.1.3. TWEEN 80 + 1 BÜTANOL / n-Heptan / TİTRANT .....	35
4.1.4. TWEEN 80 + 1 BÜTANOL / n-Oktan / TİTRANT .....	41
4.1.5. TWEEN 20 + 1 BÜTANOL / n-Heptan / TİTRANT .....	44
4.1.6. TWEEN 20 + 1 BÜTANOL / n-Oktan / TİTRANT .....	50
4.1.7. TWEEN 80 İLE HAZIRLANAN MİKROEMÜLSİYON SİSTEMİNİN İLETKENLİK ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	53
4.1.8. TWEEN 20 İLE HAZIRLANAN MİKROEMÜLSİYON SİSTEMİNİN İLETKENLİK ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	55
4.1.9. SPAN 80 VE TWEEN 20 İLE HAZIRLANAN MİKROEMÜLSİYON SİSTEMLERİNDEKİ HLB DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ.....	57
4.1.9.1. Tween 20+1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçgen faz diyagramı	57
4.1.9.2. Span 80 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su Mikroemülsiyon Sisteminin Üçgen Faz Diyagramı .....	58
4.1.9.3. Span 80 + Tween 20 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su Mikroemülsiyon Sisteminin Üçgen Faz Diyagramı .....	59
4.2. TARTIŞMA .....	61
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>71</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 2.1.1.Suda, yağda veya bunların kombinasyonunda en sık karşılaşılan kendi kendine birleşme yapılarının şematik gösterimi .....	4
Şekil 2.1.2. Mikroemülsiyon mikroyapısının en sık karşılaşılan 3 şematik gösterimi ...	5
Şekil 2.3.1. Mikroemülsiyon ve emülsiyon fazlarının üzerinde durularak bir Yağ / surfaktant / su sisteminin varsayımsal yalancı(pseudo) üçgen faz diyagramı	9
Şekil 2.4.1. Bir surfaktantın CPP'si üzerinde çözelti koşulları ve moleküler kısımların etkisi ve sonuçta sulu ya da sulu çözelti içinde mümkün surfaktant agregatlarının aralığı.....	12
Şekil 4.1.1.1. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	24
Şekil 4.1.1.2. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	25
Şekil 4.1.1.3. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	26
Şekil 4.1.1.4. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	27
Şekil 4.1.1.5. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su ve %1, %3, %5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	28
Şekil 4.1.2.1. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	30
Şekil 4.1.2.2. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	31
Şekil 4.1.2.3. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	32
Şekil 4.1.2.4. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	33
Şekil 4.1.2.5. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su ve %1, %3, %5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	34

Şekil 4.1.3.1. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	36
Şekil 4.1.3.2. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 1’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	37
Şekil 4.1.3.3. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 3’ lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	38
Şekil 4.1.3.4. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	39
Şekil 4.1.3.5. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	40
Şekil 4.1.4.1. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	42
Şekil 4.1.4.2. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	43
Şekil 4.1.5.1. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	45
Şekil 4.1.5.2. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 1’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	46
Şekil 4.1.5.3. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 3’ lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	47
Şekil 4.1.5.4. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan/ % 5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	48
Şekil 4.1.5.5. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı.....	49
Şekil 4.1.6.1. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	51
Şekil 4.1.6.2. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	52
Şekil 4.1.7.1. Tween 80/ 1-Bütanol /n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C deki iletkenlik ölçüm grafiği.....	54
Şekil 4.1.8.1. Tween 20/ 1-Bütanol /n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C deki iletkenlik ölçüm grafiği.....	56

Şekil 4.1.9.1.1. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	57
Şekil 4.1.9.2.1. 25°C' de Span 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	58
Şekil 4.1.9.3.1. 25°C' de Span 80 + Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	59
Şekil 4.1.9.3.2. 25°C' de Tween 20 / Span 80 / Span 80+Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı .....	60



## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

Tablo 4.1.1.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri....	23
Tablo 4.1.1.2. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan/ % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	25
Tablo 4.1.1.3. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan/ % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	26
Tablo 4.1.1.4. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	27
Tablo 4.1.1.5. 25°C' de Tween 80, 1 Bütanol, n- Hekzan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları.....	28
Tablo 4.1.2.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri....	29
Tablo 4.1.2.2. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan/ % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	31
Tablo 4.1.2.3. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	32
Tablo 4.1.2.4. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	33
Tablo 4.1.2.5. 25°C' de Tween 20, 1 Bütanol, n- Hekzan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları.....	34
Tablo 4.1.3.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri ...	35
Tablo 4.1.3.2. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	37
Tablo 4.1.3.3. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan/ % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	38
Tablo 4.1.3.4. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	39
Tablo 4.1.3.5. 25°C' de Tween 80, 1 Bütanol, n- Heptan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları.....	40
Tablo 4.1.4.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri .....	41

Tablo 4.1.4.2. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri.....	43
Tablo 4.1.5.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / saf su sisteminin ağırlık kesirleri....	44
Tablo 4.1.5.2. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan/ % 1'lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	46
Tablo 4.1.5.3. Tween 20+1-Bütanol/ n-Heptan/ % 3'lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	47
Tablo 4.1.5.4. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri.....	48
Tablo 4.1.5.5. 25°C' de Tween 20, 1 Bütanol, n-Heptan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları.....	49
Tablo 4.1.6.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri.....	50
Tablo 4.1.6.2. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri.....	52
Tablo 4.1.7.1. Tween 80/ 1-Bütanol / n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C deki iletkenlik ölçüm değerleri .....	53
Tablo 4.1.8.1. Tween 20/ 1-Bütanol / n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C deki iletkenlik ölçüm değerleri .....	55
Tablo 4.1.9.1.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / su sisteminin ağırlık kesirleri.....	57
Tablo 4.1.9.2.1. Span 80 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri..	58
Tablo 4.1.9.3.1. Span 80 + Tween 20 + 1 Butanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri .....	59
Tablo 4.1.9.3.2. 25°C' de Span 80 ve Tween 20 ile Oluşturulan Mikroemülsiyonların HLB Değerleri.....	60
Tablo 4.1.9.3.3. 25°C' de Tween 20 / Span 80 / Span 80+Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri .....	61

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a	: Optimum Baş Grup Bölgesi
% A <sub>T</sub>	: Monofazik Bölge Yüzdesi
ΔA	: Mikroemülsifikasyonda Ara Yüzey Bölgesinde Değişim
ΔG <sub>f</sub>	: Oluşumun Serbest Enerjisi
H <sub>o</sub>	: Tek Tabaka Sürfaktantın Doğal Eğrisi
I	: Sürfaktant Kuyruk Uzunluğudur
o/w	: Suda Yağ Damlalarının Dağıldığı Mikroemülsiyon
ΔS	: Sistemin Entropisindeki Değişim
w/o	: Yağda Su Damlalarının Dağıldığı Mikroemülsiyon
V	: Sürfaktantın Hidrofobik Bölümünün Kısmi Molar Hacmi
Y	: Yağ ve Su Arayüzeyinin Yüzey Gerilimi
AOT	: Sodyum bis-2- etilhekzilsülfosüksinat
CTAB	: Hekzadesiltrimetilamonyum bromür
C <sub>12</sub> E <sub>23</sub>	: Brij 35
CmEn	: Polioksietilen Tipi Noniyonik Sürfaktant
CRC	: Kubik Random Hücre
CPP	: Kritik Paketleme Parametresi
DDAB	: Didodcecylamonyum bromür
DOC	: Düzensiz Açık Bağlı Hüce
HFA	: Hidrofloroalkan
HLB	: Hidrofil-Lipofil Dengesi
SAXS	: Küçük X-ray Dağılım Açısı
SANS	: Küçük Nötron Dağılım Açısı
NaCl	: Sodyum klorür
NH <sub>4</sub> DEHP	: Amonyumdietilheksil fosfat
PEO	: Polioksietilen
PIT	: Karakteristik Faz Geçiş Sıcaklığı
Q <sub>su</sub>	: Su Kesri
YAM	: Yüzey Aktif Madde

Yüksek Lisans Tezi

Biyolojik Temelli Sürfaktantlarla Mikroemülsiyon Hazırlama

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

## ÖZET

İyonik olmayan yüzey aktif maddelerin (Tween 80, Tween 20 )'nin yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-bütanolün ve yağın (n-hekzan, n-heptan) değişik miktarlarda kullanıldığı mikroemülsiyonlar hazırlandı. Su ve tuzlu su çözeltileri kullanılarak bu mikroemülsiyonlar titre edildi ve üç fazlı mikroemülsiyonlar oluşturuldu. Bu mikroemülsiyonlar su ve %1,%3 ve %5'lik oranlarda hazırlanan NaCl çözeltisi ile titre edildiğinde gözlemlendi ki tuz oranı arttıkça kullanılan titrant miktarı azalmıştır. Sonuçta üç fazlı üçgen grafikte titrantaki tuz oranı arttıkça tek fazlı bölgenin alan yüzdesi azalmıştır. Monofazik alan yüzdelerindeki azalışın Tween 20 de daha az olması Tween 20' nin Tween 80 'den daha iyi stabilize özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Tuz oranı arttıkça monofazik bölgenin alanının azalması yüzey aktif maddenin tuz oranı arttıkça çözündürücü özelliğinin de azaldığını gösterir. Ayrıca kullanılan yağın karbon sayısı arttıkça monofazik bölgenin alan yüzdesinin daha da azaldığı gözlemlenmiştir. Yine bu azalış farkının Tween 80'e kıyasla Tween 20' de daha az olması Tween 20' nin daha kararlı olduğuna ispatır. Burdan hareketle Tween 80, Tween 20 gibi noniyonik YAM' lerle oluşturulan mikroemülsiyonlarda kullanılan yağın karbon sayısının artmasıyla tek fazlı bölgenin alan yüzdesinde ve dolayısıyla YAM'nin çözünürlüğündeki azalmanın arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca noniyonik YAM'lere tuzların ilavesi bulutlanma noktasını da azaltmaktadır.

Yıl : 2014

Sayfa Sayısı : 71

Anahtar Kelimeler : Tween 80, Tween 20, Noniyonik yüzey aktif maddeler, Üç fazlı mikroemülsiyon oluşturma, Tek fazlı bölgenin alan yüzdesi.

Master's Thesis

Preparing Microemulsion with Biological Based Surfactants

Trakya University Institute of Natural Sciences

Trakya University, Institute of Science, Department of Chemistry

## ABSTRACT

Microemulsions in which oil (n-hexan and n-heptane) and 1-butanol used as subsidiary dissolvent of surface active agents that are not ionic (Tween 80 and Tween 20) were used in various amount were prepared. These microemulsions were titrated by using water and salty water solutions and three phased microemulsions were created. It has been observed that the higher the salt ratio was, the less used titrant amount was when these microemulsions were titrated with water and NaCl solutions of 1%, 3% and 5%. Consequently, the higher the salt ratio in titrant was, the less the surface percentage of one phased area was at the three phased triangle diagram. That the decreases of monophasic area percentages are lower in Tween 20 shows that Tween 20 has better stabilizing features than Tween 80 has. That the higher the salt ratio is, the less monophasic area gets demonstrates that the higher the salt ratio is, the less the solubilizer feature of surface active agents is. In addition, it has been observed that the more the carbon number of the oil used is, monophasic area surface gets lower and lower. That this decrease gap is less in Tween 20 in comparison with Tween 80 is the evidence that Tween 20 is more steady. Thus, it has been observed that the surface percentage of one phased area thereby decrease in solubility in YAM increased upon the increase of the carbon number of oil used for microemulsions created with nonionic YAM such as Tween 20 and Tween 80. In addition, additions of salts to nonionic YAMs decreases cloud point.

Year : 2014

Number of Pages : 71

Keywords : Tween 80, Tween 20, nonionic surface active agents, creating three phased microemulsion, one phased.

## TEŐEKKÖR

Bu tez çalıŐmasının planlanmasında, araŐtırılmasında, yÖrÖtÖlmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrÖbelerinden yararlandığım, yÖnlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıŐmamı bilimsel temeller ıŐıęında Őekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Mehmet İŞCAN'a sonsuz teŐekkÖrlerimi sunarım.

Deneylerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen, Trakya Öniversitesi'nde Kimyager Tahir BAKKAL'a ve Trakya Öniversitesi YÖksek Lisans Öğrencisi Recep Akın UZ'a teŐekkÖr ederim.

Sevgili aileme manevi hiğbir yardımı esirgemedен yanımda oldukları için tÖm kalbimle teŐekkÖr ederim.

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

Mevcut çevresel, biyolojik ve ekonomik talepleri karşılamak amacıyla çevre dostu yüksek çözünürlüştürme gücü olan ve sıcaklığa duyarlı mikroemülsiyon sistemlerine güçlü bir ihtiyaç vardır. Geçtiğimiz yıllarda yapılan çalışmalar bu amaçlara hakim olmuştur. Faz davranış çalışmaları bu gelişmeler için temel oluşturmuştur. Bütün bu gelişmeler yüzey aktif maddelerin araştırılmasına ve sınıflandırılmasına neden olmuştur.

Yüzey aktif maddelerin çözünürlüğü artırması, köpük oluşturması ve temizleme gibi özelliklerinin yanı sıra kaplamada kullanılan hidroksipropilmetilselüloz filmlerinin su emilimi ve bariyer özellikleri üzerine yüzey aktif maddelerin etkisi araştırılmış ve yüksek düzeyde yüzey aktif madde içeren kaplamanın sebze gibi yüksek nemde minimal işlenen ürünlerde etkili nem bariyeri olduğu görülmüştür[1]. Bu gibi araştırmalar yüzey aktif maddelerin pek çok açıdan araştırılmasını motive etmiş ve yüzey aktif maddelerin tipleri ve değişik etkileri araştırılmaya başlanmıştır.

Tween 80; polisorbat 80 polietoksillenmiş sorbitan ve oleik asitten türetilmiş çoğu zaman gıdalarda kullanılan emülsiyonlaştırıcı noniyonik yüzey aktif maddedir. Polisorbat 80; yapışkan suda çözünür, sarı bir sıvıdır. Bu bileşik içindeki hidrofilik gruplar etilen oksitin polimeri olan polioksietilen grup olarakta bilenen polieterlerdir. Bir polioksietilen türevidir.

Tween 20; polisorbat 20 farmakolojik uygulamaları olan deterjan ve emülgatör olarak kullanılan yüzey aktif bir maddedir. Bizde deneyimizde kozmetik sektöründe de uygulamaları bulunan Tween 80 (polisorbate 80) ve Tween 20 kullanarak hazırladığımız üç fazlı mikroemülsiyonlarla bu noniyonik yüzey aktif maddelerin fizikokimyasal özelliklerini araştırdık.

Noniyonik yüzey aktif madde olarak Tween 80 ve Tween 20 'nin yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-Bütanolün ve yağın (n-Hekzan, n-Heptan, n- Oktan) değişik

miktarlarda kullanıldığı mikroemülsiyonlar hazırladık. Su ve tuzlu su çözeltileri kullanılarak bu mikroemülsiyonlar titre edildi ve üç fazlı mikroemülsiyonlar oluşturuldu. Tween 80, 1-Bütanol ve n-Hekzan su ve %1, %3 ve %5' lik oranlarda hazırlanan NaCl çözeltisi ile titre edildiğinde gözlemlendi ki tuz oranı arttıkça kullanılan titrant miktarı azalmıştır. Sonuçta üç fazlı üçgen grafikte titranttaki tuz oranı arttıkça tek fazlı bölgenin alan yüzdesi azalmıştır. Tween 20 ile tekrarlanan deneyde ise tuz oranı arttıkça monofazik bölgenin yüzde olarak alanı azalma eğilimindedir. Tween 80, 1-Bütanol ve n-Heptan su ve %1, %3 ve %5' lik oranlarda hazırlanan NaCl çözeltisi ile titre edildiğinde gözlemlendi ki tuz oranı arttıkça kullanılan titrant miktarı azalmıştır. Sonuçta üç fazlı üçgen grafikte titranttaki tuz oranı arttıkça tek fazlı bölgenin alan yüzdesi azalmıştır. Tween 20 ile tekrarlanan deneyde ise tuz oranı arttıkça monofazik bölgenin yüzde olarak alanı azalma eğilimindedir. Monofazik alan yüzdesindeki azalışın Tween 20 de daha az olması Tween 20' nin Tween 80 'den daha iyi stabilize özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Tuz oranı arttıkça monofazik bölgenin alanının azalması yüzey aktif maddenin tuz oranı arttıkça çözüldürücü özelliğinin de azaldığını gösterir. Ayrıca kullanılan yağın karbon sayısı arttıkça monofazik bölgenin alan yüzdesinin daha da azaldığı gözlemlenmiştir. Yine bu azalış farkının Tween 80'e kıyasla Tween 20' de daha az olması Tween 20' nin daha kararlı olduğuna ispatır. Burdan hareketle Tween 80, Tween 20 gibi noniyonik YAM' lerle oluşturulan mikroemülsiyonlarda kullanılan yağın karbon sayısının artmasıyla tek fazlı bölgenin alan yüzdesinde ve dolayısıyla YAM' nin çözünürlüğündeki azalmanın arttığı gözlemlenmiştir.



## BÖLÜM 2

### KURAMSAL TEMELLER

#### 2.1. Mikroemülsiyon Oluşumu ve Faz Davranışına Genel Bakış

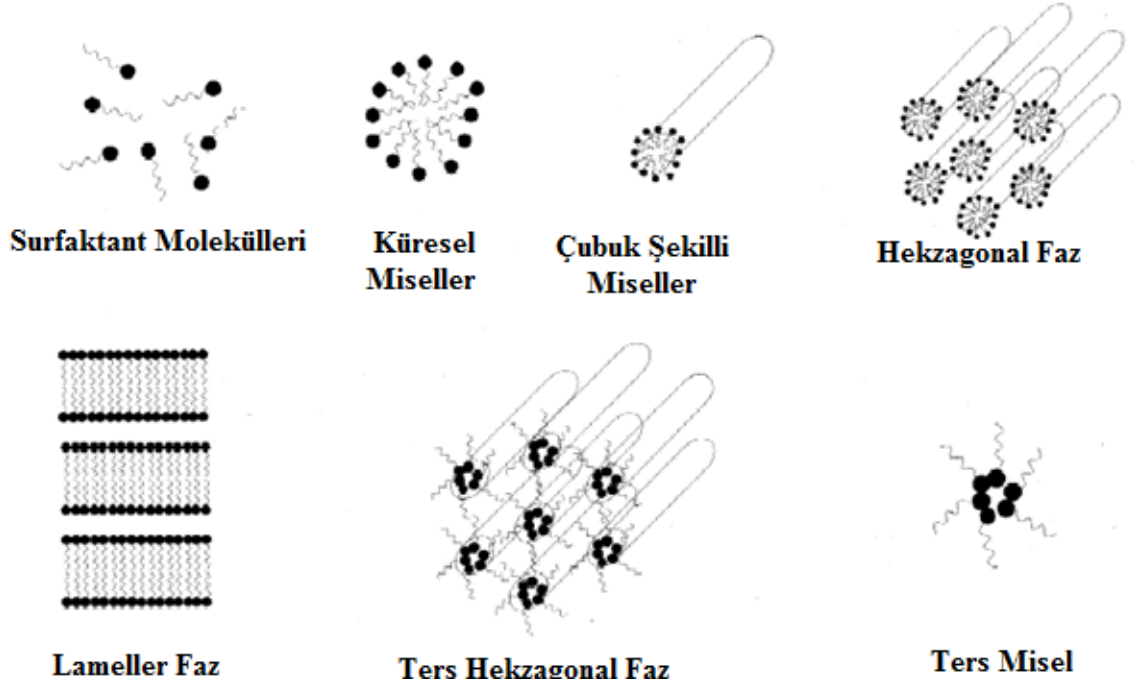
Heksanol ile bir sütlü emülsiyonun titre edilmesiyle net tek fazlı bir çözelti oluşturan Hoar ve Schulman tarafından 1940'ların başlarında mikroemülsiyon konsepti tanıtıldı.[2] Schulman ve arkadaşları (1959) daha sonra mikroemülsiyon terimini ortaya attı ve o zamandan beri birçok durumda da yeniden tanımlanmıştır.[3] Ancak 1981 yılında Danielsson ve Lindman tarafından tanımlanan mikroemülsiyon tanımı referans noktası olarak kullanılır.[4] Mikroemülsiyonlar böylece termodinamik olarak kararlı ve optik olarak izotropik tek bir sıvı çözelti olan bir amfifil, yağ ve su sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Uygulamada önceki emülsiyonlar ile mikroemülsiyonlar arasındaki farkın temeli onların mükemmel kinetik kararlı olabilmelerine rağmen temelde termodinamik olarak kararsız olması ve sonunda faz ayrımının olmasıdır.[5] Bir diğer önemli fark onların görünüşleriyle ilgilidir: mikroemülsiyonlar açık(saydam) ya da yarı saydam iken emülsiyonlar bulanıktır. Ek olarak bunların hazırlanma yönteminde belirgin farklılıklar vardır: emülsiyonlar büyük bir enerji girişi gerektirirken mikroemülsiyonlarda yoktur.

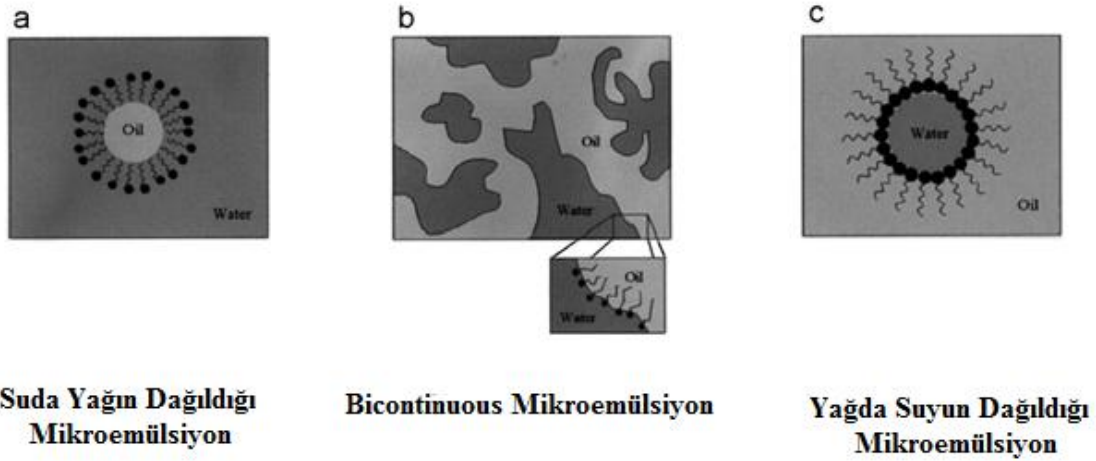
Bu alanda araştırmacıların çoğu bazı belli mikroyapı içeren sistemlerin oluşturulması için mikroemülsiyonların önemli olduğunu diğer bir deyişle surfaktant yerleştirildiğinde yağ ve su fazı arasında kesin bir sınırın varlığını kabul ederler. Mikroemülsiyon oluşum nedenlerinden anlayış elde etmek amacıyla ilk olarak çözelti içinde yüzey aktif maddeler gibi amfifillerin özelliklerinin dikkate alınması yararlı olacaktır.

Geleneksel yüzey aktif molekülleri özellikle de daha büyük moleküler hacmi olan iyonik yüzey aktif maddeler bir polar baş grubu ve bir apolar kuyruk bölgeyi ihtiva eder. Entropi etmeni gibi çeşitli karşılıklı etkileşim ve moleküller arası kuvvetler

etkileşiminin doğrudan kökeni olan denge fazının bir türü içinde surfaktantların otomatik olarak suda dağılımı üzerinde ilişkilendirilir.[6] Yağ ve suyun karışmaz karışımlarına surfaktantlar dahil edildiği zaman, surfaktant molekülleri termodinamik açıdan olumlu olan yağ / su ara yüzeyinde yerleşebilir. Optik olarak izotropik mikroemülsiyon fazı olan mikroskobik ölçekte yapılandırılan bir fazın bir örneği, fazların bir dizi makroskobik ya da mikroskobik ölçekte yapılandırılmasına neden olabilir. Şekil 2.1.1' de verilen şema su, yağ veya üçünün kombinasyonlarının varlığında meydana gelmesi olası surfaktantın kendi birleşim yapılarının geniş ölçüdeki çeşitlerinin birkaçının göstergesini verir.



Şekil-2.1.1. Suda, yağda veya bunların kombinasyonunda en sık karşılaşılan kendi kendine birleşme yapılarının şematik gösterimi



Şekil-2.1.2. Mikroemülsiyon mikroyapısının en sık karşılaşılan 3 şematik gösterimi: a) su içinde yağ, b) bicontinuous ve c) yağ mikroemülsiyonu içinde su

Şekil 2.1.2. büyük olasılıkla bileşimine bağlı olarak oluşturulacak mikroemülsiyonların 3 tipini şematik olarak gösterir. Gösterilen 3 yapı oldukça farklı iken her birinde yağ ve su alanlarını ayıran bir arayüzey tek tabaka surfaktant olduğu görülebilir. Su içinde yağ (o/w) ve yağ içinde su (w/o) damlacıklarının şekil 2' de küre gibi temsil edildiğine dikkat edelim, onlar sık sık yayvan elipsin şeklini benimseyen asimetrik bir biçimde olabilirler. O/W mikroemülsiyon damlacıklarının varlığının yağın hacim oranının düşük olduğu mikroemülsiyonlarda bir özellik olması muhtemeldir. Ters olarak w/o damlacıkları suyun hacim oranı düşük olduğu zaman muhtemeldir ve su ve yağın miktarının benzer olduğu sistemlerde bir bicontinuous mikroemülsiyona neden olabilir. Son durumda sıfırın net eğrilik derecesi sürekli dalgalanan surfaktant ile stabilize edilmiş bir arayüzeyin varlığında hem yağ hemde su sürekli bir faz olarak bulunur.[6]

## 2.2.Mikroemülsiyon Oluşum Teorileri

Tarihsel olarak mikroemülsiyon oluşumunu ve istikrarını açıklamak için üç yaklaşım kullanılmıştır Bunlar (i) ara yüzey ya da karışık film teorisi [3,7]; (ii) çözünürleştirme (çözülebilirliği) teorisi[8-9] ve (iii) termodinamik davranışlar.[10-11]

Mikroemülsiyon oluşumunun serbest enerjisinin yağ ve su arayüzeyinin yüzey gerilimini ve  $\Delta G_f = \gamma \Delta A - T \Delta S$  gibi entropi değişimini düşüren surfaktantın miktarına bağlı olduğu kabul edilir.  $\Delta G_f$ ' nin oluşumun serbest enerjisi

olduğu durumda,  $\gamma$  yağ ve su arayüzeyinin yüzey gerilimi (arayüzey gerilimi),  $\Delta A$  mikroemülsifikasyonda ara yüzey bölgesinde değişim,  $\Delta S$  etkili bir dispersiyon entropi olan sistemin entropisindeki değişim ve  $T$  ise sıcaklıktır. Bir mikroemülsiyon oluşturulduğu zaman, çok sayıda çok küçük damlacık oluşumu nedeniyle  $\Delta A$ 'daki değişikliğin büyük olduğuna dikkat edilmelidir. Başlangıçta mikroemülsiyon oluşturulması için  $\gamma$ 'nın negatif değerinin gerekli olduğuna öne sürülmüştür. Şimdi  $\gamma$ 'nın her zaman pozitif, çok küçük (fraksiyonunun (mN/m)) ve entropi bileşeni tarafından dengelendiği kabul edilmektedir.[6] Baskın olumlu entropik katkı, küçük damlacıkların çok sayıda oluşumunda bir fazın diğerinde karışmasından doğan çok geniş dağılım entropisidir. Ancak ayrıca arayüzey tabaka ve monomer misel surfaktant değişiminde surfaktant difüzyonu gibi diğer dinamik süreçlerden kaynaklanan olumlu entropik katılımin olması beklenir. Böylece yüzey gerilimindeki büyük azalmaya, önemli olumlu entropik değişiklik eşlik ettiği zaman; oluşumun negatif bir serbest enerjisi elde edilir. Bu gibi durumlarda mikroemülsifikasyon spontandır ve elde edilen dağılım termodinamik olarak kararlıdır.[6]

Oluşturulan sistemin bir w/o ya da o/w olup olmadığını belirleyen birkaç faktörü kalitatif olarak biliyoruz. Sezgisel olarak daha küçük hacim fraksiyonu olan faz damlacıkları, gerçekten de bu çok sık olmamakla birlikte özellikle de bu durumda en olası mikroemülsiyon olabilir. Doğaları gereği o/w mikroemülsiyon damlacıkları genellikle w/o damlacıklarından daha geniş etkili etkileşim hacmine sahiptir. İyonik yüzey aktif maddelerin bu durumunda bu güçlü bir itici dönemin ortaya çıktığı o/w 'nin yüzeyinde bir elektriksel çift tabakanın varlığına dayandırılabilir. Çünkü baskın itici faktör olarak atfedilebilen hidrasyon kabuk ile ilişkili polar baş grup olmasına rağmen o/w mikroemülsiyonlar bir nonsurfaktant tarafından stabilize edilmiştir. Buna ek olarak eğer surfaktant kuyrukları sürekli bir yağ fazı dışına doğru uzanırsa, yani küçük damlacıklar, yüksek eğrilik ile bir ara yüzeyde surfaktant düzenlemesinin daha kolay olduğuna dikkat etmek uygun olur. Bu hidrokarbon kuyruklar daha bağımsız yöneldiği için entropik olarak da daha olumludur.[6]

Sonuç olarak bir w/o mikroemülsiyonu için arayüzey gerilimi bir o/w mikroemülsiyonunkinden daha düşük olma eğilimindedir dolayısıyla onların hazırlanması daha kolay bir süreçtir. Ayrıca mikroemülsiyonlar termodinamik olarak kararlı iken ancak onların oluşumu için kinetik engeller olabileceği unutulmamalıdır.

Sonuç olarak bileşen ekleme sırası hazırlama kolaylığını etkileyebilir ve bazı durumlarda mekanik çalkalanma veya ısı girişi daha hızlı mikroemülsifikasyona yardımcı olacaktır.

### 2.3.Faz Davranışı

Mikroemülsiyon faz davranışlarının ana özellikleri 1950'lerde Winsor tarafından tanımlanmıştır.[12] Birçok uygulamada tek fazlı mikroemülsiyonlar ilgi çekmesine rağmen sistemlerin bir çeşidi içinde üç fazlı denge ürünü için gereken koşullar üzerinde yoğun araştırmalar mikroemülsiyon alanında önemli gelişmelere önderlik etmiştir. Bu nedenle mikroemülsiyon oluşumunu anlama ve çözünürleştirmede üç fazlı davranış esastır. Tek tabaka surfaktantın hidrofilik ve lipofilik özellikleri sıcaklık ya da basınç ve formülasyon parametreleri aracılığıyla denge koşullarına ayarlanabilir. Surfaktant tipine bağlı olarak belirli bir ayarlanabilir parametre gereklidir. Üç atomlu su/polioksietilen tip noniyonik surfaktant, polioksietilen tipi noniyonik surfaktant(CmEn)/yağ sistemleri, m alkil zincir uzunluğu ve n etilenoksit birimleri sayısı olduğu formülde Shinoda ayarlanabilir parametrenin sıcaklık olduğunu göstermiştir. Polioksietilen surfaktantlar polioksietilen zincirlerinin dehidratasyonu nedeniyle sıcaklık arttıkça lipofilik olur. Düşük sıcaklıklarda tek tabaka surfaktant geniş bir spontan eğrilik oluşumu yağ- şişkin misel çözelti fazları ya da aşırı yağ fazı ile bir arada bulunabilen O/W mikroemülsiyonlarına sahiptir.(Winsor I Denge). Oysa yüksek sıcaklıklarda doğal eğrilik negatif olur ve su şişkin ters misel çözeltileri ya da W/O mikroemülsiyonlar aşırı su fazı ile birarada bulunur.(Winsor II Denge). Orta sıcaklıklarda doğal eğrilik sıfıra yakın olur ve bir bicontinuous, orta ya da D faz mikroemülsiyon aşırı su ve yağ fazlarının her ikisinin bir arada olduğu kıyaslanabilir miktarlarda su ve yağ fazları içerir.(Winsor III Denge). İki kritik sıcaklığı benzer olan üç sıvı fazın bir arada bulunduğu daha düşük ve daha yüksek sıcaklıklar sırasıyla  $T_L$  ve  $T_U$ . [13] Shinoda bu davranışı ölçmek için hidrofilik - lipofilik denge sıcaklığını  $T_{HLB}$  tanıttı.[16]

Bu orta sıcaklıkta O/W'dan W/O emülsiyonları arasında geçiş meydana gelmesinden dolayı ayrıca faz ayrımı (ters çevirme) sıcaklığı PIT olarak adlandırıldı.

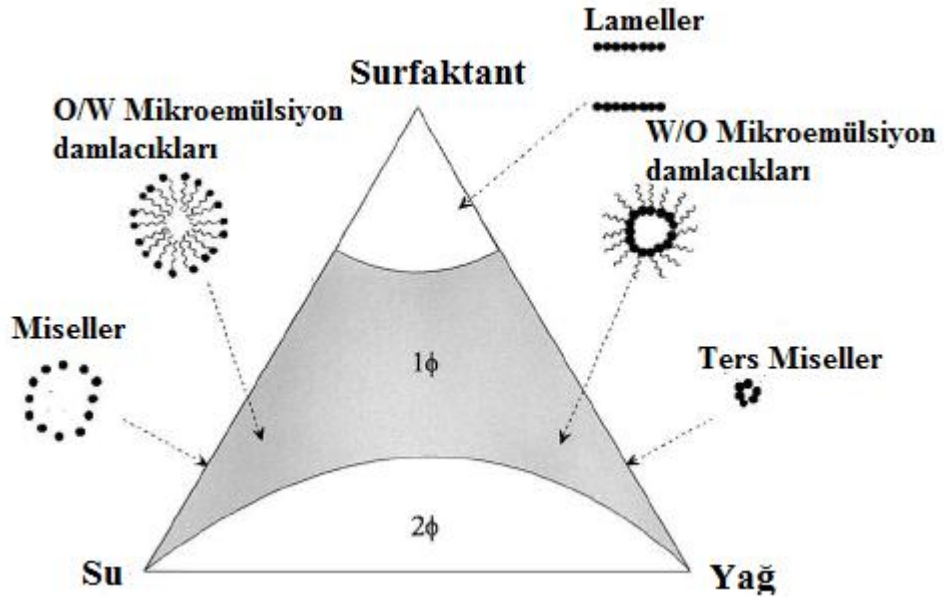
Sıcaklığın etkisi ters olmasına rağmen tuzlu su/ikili(dichain) iyonik surfaktant/yağ sistemleri içinde aynı tip faz değişimleri olan su/polioksietilen tip noniyonik surfaktant (CmEn)/yağ sistemleri elde edilir.[14,15] Sıcaklık arttıkça sabit

tuzluluk oranı olan iyonik surfaktantlar daha fazla hidrofilik olma eğilimindedirler. Tek zincirli iyonik surfaktant sistemleri ile mikroemülsiyonlar bir kosurfaktant eklenerek oluşturulabilir, inorganik elektrolitler ayrıca 3 faz dengesi elde etmek için eklenir. Bu sistemlerde faz sırası Winsor I → Winsor III → Winsor II çoğalan elektrolit ve kosurfaktant konsantrasyonu tarafından elde edilir. Faz davranışı ve standart iyonik ya da noniyonik surfaktantlar ve alifatik ya da aromatik yağlar ile mikroemülsiyon üretmek için gerekli koşulları Kunieda ve arkadaşları geniş kapsamlı olarak ele almışlardır.

Surfaktant tipine yani iyonik ya da noniyonik olduğuna bakılmaksızın genel olarak üç faz davranışı tek surfaktant sistemlerinde sıcaklığa duyarlıdır.[16] İki surfaktant karıştırılarak yüksek çözünürlüştürme kapasiteli sıcaklığa duyarsız mikroemülsiyonlar oluşturma girişimleri olmuştur. Bu sistemlerde faz davranışları daha karmaşıktır. Çünkü yağ ve suyun farklı çözünürlüklerinden dolayı surfaktant yağ ve suyu farklı olarak ayırır.[16]

Bir karışım ve bileşimin faz davranışı arasındaki ilişki faz diyagramının yardımı ile yakalanabilir. Süper kritik ya da yakın kritik çözücüler[17,18] ya da sıvılaştırılmış kloroflorokarbon [19] ve HFA sevk maddeleri[20] kullanılarak hazırlanan mikroemülsiyonlar hariç olmasına rağmen basınç ortamının koşulları altında büyük çoğunluğu incelenen sistemlerin bileşim değişkenleri sıcaklık ve basıncın bir fonksiyonu olarak ele alınabilir. Yağ, su ve surfaktant ihtiva eden basit mikroemülsiyon sistemlerinin faz davranışı; diyagramın her bir köşesinin belirli bileşenin %100'ünü temsil ettiği üçgen faz diyagramının yardımı ile incelenebilir. Daha yaygın olarak farmakolojik uygulamalarda, ancak mikroemülsiyonların durumunda hemen hemen her zaman mikroemülsiyonlar kosurfaktant ya da ilaç gibi ek bileşenler içerir. Kosurfaktant aynı zamanda yağ ve su arayüzeyinde mevcut yüzeyler arası tek tabaka surfaktant içinde fark edilir bir ölçüde hem yağ hemde sulu fazlar ve bölümler için bir afiniteye sahip amfifiliktir. Kosurfaktant mutlaka kendi içinde birleşim yapılar oluşturma yeteneğine sahip olmak zorunda değildir. Çeşitli moleküller noniyonik surfaktantlar[21,22], alkoller[23,24], alkanolik asitler, alkandioller ve alkil aminleri[25] kapsayan kosurfaktantlar olarak işlev görebilir. Şaşırtıcı bir şekilde birkaç çalışma faz davranışı üzerinde ilacın etkisini incelemiştir, çok sayıda ilaç moleküllerinin kendilerinin yüzey aktif olduğu[26] gerçeğine rağmen faz davranışını etkilemek beklenebilecektir.

Dört ya da daha fazla bileşenin incelendiği durumda surfaktant/kosurfaktant, su/ilaç ya da yağ/ilaç gibi iki bileşenin bir ikili karışımını tipik olarak bir köşenin temsil ettiği yalancı üçlü faz diyagramı kullanılır. Belirli bir karışım için mevcut farklı fazların sayısı görsel olarak değerlendirilebilir. Şekil 2.3.1’ de bu özellikleri gösteren çok iyi bir (sözde:yalancı) üçgen faz diyagramı sunulmuştur.



Şekil 2.3.1. Mikroemülsiyon ve emülsiyon fazlarının üzerinde durularak bir yağ/surfaktant/su sisteminin varsayımsal yalancı (pseudo) üçgen faz diyagramı. Bicontinuos mikroemülsiyonları ile birlikte oluşturulan su içinde yağ ve yağ içinde su mikroemülsiyonları veya geleneksel miseller, ters misellerin var olduğu alanlar faz diyagramında gösterilmiştir. Çok yüksek surfaktant konsantrasyonlarında iki fazlı sistemler görülmektedir.

Bileşenlerin her kombinasyonunun mümkün bileşimlerin bütün aralığı boyunca mikroemülsiyon üretmediği unutulmamalıdır, bazı durumlarda mikroemülsiyon oluşum miktarı oldukça sınırlı olabilir.[6]

Faz diyagramlarının yorumlanması zaman alıcıdır özellikle tam olarak bir faz sınırı açıklamak amaçlandığı zaman sistemi dengelemek için gerekli süreyi yaklaşılan faz sınırı büyük ölçüde artırılabilir. Süreci hızlandırmak için özellikle iyonik olmayan surfaktantlar içeren sistemler ile ısı ve sonikasyon sık sık kullanılır. En sık kullanılan

prosedür ikili bileşimlerin bir dizisini hazırlamak ve her eklemekten sonra karışımı değerlendirerek üçüncü bileşen ile titre etmektir. Dikkatli olunması gereken sadece tam ve doğru olarak sıcaklığın kontrol edilmesi değil ayrıca metastabil sistemler üzerinde yapılan gözlemlerden de emin olunmasıdır.[6]

Mikroemülsiyon bölgesi dışında özellikle yağ - su ikili eksenine yakın bileşimler için tek fazlı mikroemülsiyon oluşumuna olanak tanımak için yetersiz surfaktant vardır. Bu durumda karışımdaki bileşenlerin sayısının artışı ile karmaşık olan çoklu fazlar bulunabilir. Bu bölge içinde ve gerçekten üçlü faz diyagramının diğer çok fazlı bölgelerinde mikroemülsiyonlar aşırı su ya da yağ fazları ile dengede bulunabilir. Bu çok fazlı sistemler Winsor Sınıflandırması kullanılarak rahatlıkla tanımlanabilir.[27] Winsor sınıflandırmasında, genel olarak Winsor IV sistemleri olarak bilinen ve incelenen ilaç dağıtım sistemleri tek fazlı mikroemülsiyonlardır.

Bu faz diyagramlarında çizilen çeşitli fazlar arasındaki geçişler; ilaç ya da elektrolit gibi yeni bir bileşenin eklenmesi ya da sıcaklık değiştirilerek bileşenlerden birinin daha fazla eklenmesi ile izlenebilir. W/O dan O/W mikroemülsiyonlarına geçişler; bicontinuous, lameller ve ayrıca çok fazlı sistemleri de kapsayan farklı yapısal sınıfların bir dizisi üzerinden meydana gelebilir. Noniyonik surfaktantlar tarafından stabilize edilen özellikle de polioksietilen temelli mikroemülsiyonlar sıcaklığa çok duyarlıdır çünkü sıcaklıktaki artış ile surfaktant çözünürlüğünde bir azalma meydana gelir ve sonuç olarak noniyonik surfaktantlar ya da karışımlar tarafından stabilize edilen sistemler bu nedenle genellikle; mevcut surfaktantların doğasını ve mevcut yağların doğasını ve miktarını kapsayan deneysel bir dizi faktöre göre değişen mikroemülsiyonların PIT ile karakteristik faz geçiş sıcaklıklarına (PITs) sahiptirler. Bazı durumlarda ilaç ya da elektrotun varlığında özellikle ortam lipofilikse ilacın varlığında mikroemülsiyon faz davranışının tespit edilmesinin önemini gösteren daha düşük PIT'e hareket edebildiği unutulmamalıdır. Polioksietilen surfaktantların en duyarlı olduğu dikkate alınmasına rağmen ayrıca alkilamin-N-oksit ve şeker türevi surfaktantlar gibi diğer noniyonik surfaktantlarda sıcaklık değişimine duyarlıdırlar. Bunun tersine iyonik surfaktantlar tarafından stabilize edilmiş mikroemülsiyonlar sıcaklığa duyarsız ya da çok az duyarlıdırlar.[6]



## 2.4.Yüzey Aktif Madde Rolü

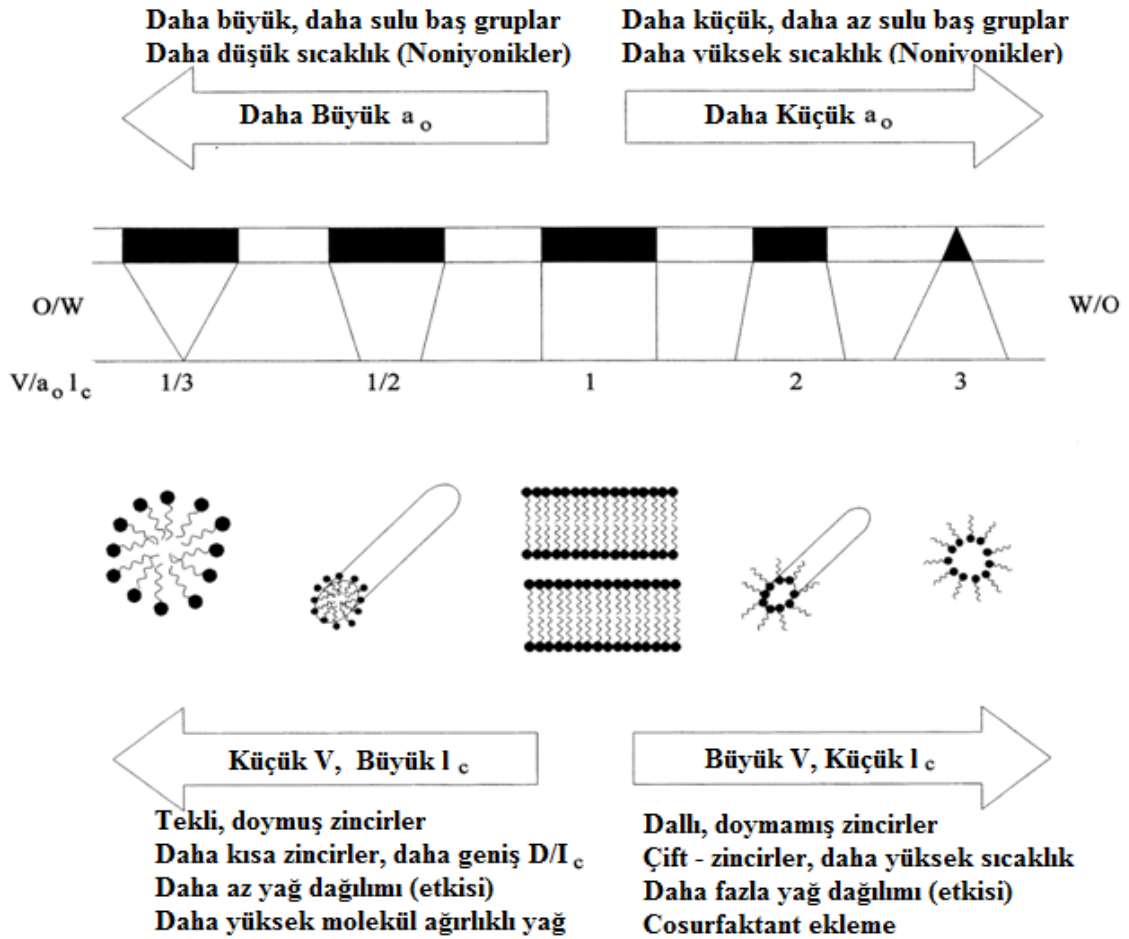
Tek fazlı mikroemülsiyon sistemleri Winsor IV ile ilgilidir. Bu gibi sistemleri stabilize etmek için kullanılan surfaktantlar ; (i)noniyonik, (ii)zwitteriyonik, (iii)katyonik ya da (iv)anyonik surfaktantlar olabilir. Bunların kombinasyonları özellikle iyonik ve noniyonik surfaktantların, mikroemülsiyon bölgesinin büyüklüğünün artmasında çok etkili olabilir. Brij 35(C<sub>12</sub>E<sub>23</sub>) gibi polioksietilen surfaktantlar ya da sorbitan monooleat (Span 80) gibi şeker esterler noniyoniklere örnektir. Fosfolipidler, zwitteriyonik surfaktantların mükemmel biyoyumluluk sergileyen kayda değer bir örneğidir. Soya fasulyesi ve yumurtalarda dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan hazırlanan lesitin; ticari olarak temin edilebilir ve ana bileşen olarak diaçilfosfatidilkolin içerir.[23,25,28,29] Hekzadesiltrimetilamonyum bromür (CTAB)[30,31] ve twintailed(çift kuyruklu) surfaktantların en iyi bilinenleri arasında didodecylamonyum bromür (DDAB) ile kuaterner amonyum alkil tuzları katyonik surfaktantların en iyi bilinen sınıflarından birini oluşturur.[32,33] Muhtemelen en çok çalışılan anyonik yüzey aktif madde iki kuyruklu ve özellikle w/o mikroemülsiyonlarında etkili stabilizatör (dengeleyici) olan sodyum bis-2-etilhekzilsülfosüsinat (AOT)'dir.[22,32,34,35].

Hidrofil-lipofil dengesi (HLB) [36] yanı sıra kritik paketleme parametresi (CPP) [37,38] açısından surfaktant davranışlarını rasyonelize etmek için girişimler yapılmıştır. Her iki yaklaşımda oldukça deneyseldir fakat surfaktant seçimi için yararlı bir rehber olabilir. HLB, surfaktant molekülünün hidrofilik ve hidrofobik parçalarının bağlı katılımını hesaba katar. Genellikle o/w mikroemülsiyon sistemlerinin oluşumu için yüksek HLB (8-18) değerli surfaktantlar tercih edilirken w/o mikroemülsiyonlarının oluşumu için düşük HLB değerli (3-6) surfaktantların avantajlı olduğu kabul edilir. 20'den büyük HLB değerlerine sahip olan sodyum dodesilsülfat gibi iyonik surfaktantlar; mikroemülsiyon oluşumu için gerekli olan bir aralık içinde etkin HLB'yi azaltmak için genellikle bir kosurfaktantın varlığını gerekririr.[6]

Bunun aksine CPP değeri, molekülün kendisinin geometrisine özel agregatlar oluşturması için sadece surfaktantın yeteneği ile ilgilidir. CPP aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir.

$$CPP = v/aI$$

V: surfaktantın hidrofobik bölümünün kısmi molar hacmi, a: optimum baş grup bölgesi ve I: surfaktant kuyruk uzunluğudur. İkinci parametre genellikle hidrofobik zincirin kritik uzunluğu olan I olarak ifade edilir, genel olarak tamamen uzatılmış uzunluğunun %70-%80 olduğu varsayılır. CPP, surfaktant tarafından kabul edilen tercih edilen (öncelikli) geometrinin bir ölçüsüdür ve bunun sonucu olarak gerçekleşme olasılığı olan agreratın tipinin tahminidir. CPP değişkeninin etkisi şekil 2.4.1.' de gösterilmiştir. Fakat solucan benzeri misel oluşumu ya da lamellar yapılar için tercih edilen kesik koniler ya da dikdörtgen bloklar tarafından surfaktantların geometrisi temsil edilirken koni biçimli surfaktantlar basitçe kavisli arayüzeylerde paketlenir.[39]



Şekil 2.4.1. Bir surfaktantın CPP'si üzerinde çözelti koşulları ve moleküler kısımların etkisi ve sonuçta sulu ya da sulu çözelti içinde mümkün surfaktant agregatlarının aralığı

Tabii ki, mikroemülsiyon bileşimindeki değişiklikler, surfaktantın CPP'sinde belirgin değişikliklere yol açacak olan surfaktantın mikroçevresini değiştirir. CPP üzerinde daha fazla etki uygulamak için büyük moleküler yağ hacmi beklenmezken örneğin bir mikroemülsiyon sisteminde hidrokarbon kuyrukları arasındaki küçük yağ moleküllerinin nüfuzunun etkin surfaktant hidrofob hacmini artırması beklenir. [40]

Benzer şekilde iyonik kuvvetteki artışların; çift katmanlı küçülür ve ayrılır baş gruplar olarak daha yakın yaklaşım sağlayan iyonik surfaktantın etkin baş grup bölgesinde bir azalma ile sonuçlanması beklenebilir. Sulu faz içinde gliserol ve sorbitol gibi hidrofilik moleküllerin varlığı; sulu fazda baş grubun çözünürlüğünün değiştirilmesiyle optimum baş grup alanını da etkileyecektir. Bu özellikleri nedeniyle suda çözülebilen hidrofilik malzemeler mikroemülsiyon oluşumuna yardımcı olmak için kullanılmaktadır.[6]

Ancak bu gibi malzemeler kosurfaktantlar olarak ifade edilirken bu açıklama yanıltıcıdır, çünkü onlar kendi başlarına amfifil değildirler. Geleneksel kosurfaktantların varlığı; mikroemülsiyonların seyreltilmesi üzerinde tahribe yol açabilir. Son olarak bu parametreler üzerinde sıcaklığın etkisi; sıcaklık artışı ile dehidratasyona uğrayan (suyu azalan) polioksietilen (PEO) grup olarak polioksietilen alkil eterler gibi noniyonikler için özellikle uygundur. Bu, esas olarak CPP değiştirme etkisine sahiptir ve uç örneklerinde faz ayrımı ve faz dönüşümü ile kendini göstermektedir.[6]

Çoğu durumda tek zincirli surfaktantlar tek başına; uygun mikroemülsiyon değerlendirme dizisinde yapılan bir noktada bir mikroemülsiyon oluşturmayı sağlamak için yağ/su arayüzey gerilimini yeterli bir şekilde azaltmaya yetmez.[41-42] Sistemin entropisindeki artış arayüzeyin akışkanlığını artırırken yaygın olarak kosurfaktant olarak eklenen orta zincir uzunluğuna sahip alkoller arayüzey gerilimini daha fazla azaltma etkisine sahiptir.[43,44,42] Orta zincir uzunluğuna sahip alkoller ayrıca hidrokarbon kuyruğun hareketliliğini artırır ve bu bölge içine yağın daha fazla nüfuz etmesini sağlar. Ayrıca herhangi bir alkol varlığı bu fazlar arasındaki kısım nedeniyle sulu ve yağlı fazların çözünürlük özelliklerini de etkileyebilir. Ayrıca yağ asitlerinin etilesterleri gibi, tek tabaka surfaktantın hidrofobik zincir bölgesinin nüfuz etmesiyle kosurfaktant olarak da hareket eden bazı yağlar önerilmektedir.[45] Sözü edilen mekanizmaların hepsi mikroemülsiyon oluşumunu kolaylaştırmak için dikkate alınır. İyonik

surfaktantlar tarafından stabilize edilmiş mikroemülsiyonların durumunda, alkanollerin ilavesi de yüklü baş gruplar arasındaki itici etkileşimi azaltmak için hizmet eder.[6]

AOT ve DDAB gibi bir dizi çift zincirli surfaktantlar kosurfaktantların yardımı olmadan mikroemülsiyonlar oluşturabilirler.[22,32,35,46,47] Bu surfaktantlar, hidrokarbon kuyruklarına kıyasla küçük baş gruplara sahip olmaları ile karakterize edilir. Fosfatidilkolin veya lesitin de bir çift kuyruklu surfaktantdır fakat bu durumda biyolojik davranışı karakterize olan lamelar yapıları dağıtmak için bir kosurfaktantın dahil edilmesi genellikle gereklidir. Bu nedenle orta zincirli alkoller, lesitin tabanlı mikroemülsiyonlar oluşturmak için başarılı bir şekilde kosurfaktantlar olarak kullanılmıştır.[23,29] W/O mikroemülsiyonları ilginç bir şekilde kısa diaçil zincirli lesitinler ve küçük moleküler hacimli yağlar kullanılarak hazırlanmıştır. Küçük moleküler hacimli yağların hidrofobik zincir bölgesine nüfuz etmesi nedeniyle mikroemülsiyon oluşumunu kolaylaştırması mümkündür.[48]

## **2.5. Mikroemülsiyon Karakterizasyonu**

Mikroemülsiyonlar yıllar boyunca farklı teknikler geniş bir yelpazede kullanılarak değerlendirilmiştir fakat bu sistemleri tam olarak karakterize etmek için genellikle bu yöntemlerin bir tamamlayıcısı gereklidir. Makroskobik düzeyde viskozite, iletkenlik ve dielektrik yöntemleri yararlı bilgiler sağlar.[31,49,50,51,52] Örneğin viskozite ölçümleri çubuk benzeri veya solucan tipi ters misellerin varlığını belirtebilir [53,52] ve iletkenlik ölçümleri bir mikroemülsiyonun yağ-sürekli veya su-sürekli olup olmadığını belirlemenin yanı sıra perkolasyon ve faz geçiş olayının gözlenmesini sağlar.[35,53,54] Dielektrik ölçümler mikroemülsiyon sistemlerinin hem yapısal hemde dinamik özelliklerini araştırmanın güçlü bir aracıdır.[35,55,56]

Mikroemülsiyonların izotropik doğası ve onların optik berraklığı özellikle geleneksel makroemülsiyonlara kıyasla doğru spektroskopik tekniklerle çalışma olanağı sağlar. Örneğin titreşimli (darbeli) alan gradyanlı NMR, hareketlilik ve mikroçevre üzerinde bilgi verir ve çeşitli bileşenlerin kendi difüzyon katsayılarını ölçmek için yaygın olarak kullanılmıştır.[28,58,33,53,59,60]. Saçılma yöntemleri ayrıca, mikroemülsiyon yapısı ve dinamik ve statik ışık saçılması[20,58,49,54,61,62-63], küçük nötron dağılım açısı (SANS) [49,58,60,63-64], küçük X-ray dağılım açısı (SAXS)[30,59,61,75,78,79] dahil kullanılan yöntemleri aydınlatmada değerli olmuştur.

Gerçekten de saçılma yöntemlerinin değeri, bicontinuos mikroemülsiyon bölgesinde kübik bir fazın varlığını tespit eden Tabony'nin çalışmaları ile örneklenmektedir.[65,66].

Bu teknikler ayrıca Kubik random hücre (CRC)[67,68] ve düzensiz açık bağlı (DOC) modeller[32,65] gibi mikroemülsiyon modellerinin geliştirilmesinde son derece yararlı olmuştur. Kontrast değişimi ile nötron dağılım yöntemleri, mikroemülsiyonun tek tabaka surfaktant arayüzeyi içine yağ nüfuzunun doğasını incelemek için kullanılmıştır.[69] Freeze kırık elektron mikroskopisi ayrıca mikroemülsiyon yapısını çalışmak için kullanılmıştır. Ancak eser olasılığını en aza indirmek ve yapıyı korumak için son derece hızlı soğutma davranışı gereklidir.[63,70-71]

Parçacık-parçacık etkileşimini elimine etmek amacıyla mikroemülsiyon sistemlerini seyreltmek için bu analiz yöntemlerinden bazıları ile potansiyel olarak ciddi bir sınırlama gereksinimi yatmaktadır. Çünkü seyreltilirken bir moleküler yeniden düzenleme ya da bir faz geçişi sürebilir ve bu nedenle viskometre gibi NMR kendi kendine düfuzyon ölçümleri ve saçılmaya dayalı olan bazı teknikler için özel bir sorundur. Bu nedenle genellikle partiküller arası etkileşimleri açıklamak için bir model kullanılarak, göreceli olarak yüksek dağılmış faz konsantrasyonu ihtiva eden sistemler ile çalışmak gereklidir. Bir yandan bu parçacık-parçacık etkileşimleri ile ilgili yararlı bilgiler elde etmek için bir fırsat sağlar, fakat olumsuz yandan konsantre sistemlerin yapısal karakterizasyonunu son derece sorunlu yapar. [6]

Yukarıda belirtilen komplikasyonlara rağmen farmakolojik literatürde bildirilen çalışmaların çoğu konsantre mikroemülsiyon sistemleri kullanılarak yapılmıştır. Foton kolerasyon spektroskopisi kullanılarak elde edilen parçacık boyutlarının çoğu kısmı düzeltilmeden kalan ölçümleri yineler çünkü kısmen bu tür düzeltmeler çok önemsizdir. Sadece birkaç çalışmada bu etkileşimleri düzeltmek için çalışılmıştır[72,73], henüz bu tür düzeltmeler olmadan, bu veriler sadece mikroemülsiyon yapısının varlığını saptamak için kullanılmalıdır. Düzeltme faktörleri ihmal edilirken, bazı çalışmalar oral biyoayarlanım ile konsantre sistemlerde elde edilen belirgin damlacık boyutları ilişkisini kurmak için çalıştılar.[6]

## 2.6. Yüzey Aktif Maddelerle Mikroemülsiyon Hazırlama

Uygun surfaktant karışımı ile tek fazlı hale getirilen iki karışmayan sıvının (su ve yağ gibi) önemli miktarda olduğu termodinamik olarak kararlı çözeltileri olan mikroemülsiyonlar izotropiktir. Mikroemülsiyonlar makroskopik düzeyde homojen olmasına rağmen mikroskobik düzeyde heterojendir. Çünkü bir tek tabaka surfaktant su ve yağ açısından zengin alanları ayırır.

Genel olarak kabul edilen tek tabaka surfaktantın doğal eğrisi  $H_o$ , yağ/su arayüzünde faz davranışlarını ve mikroyapıyı belirler.[74,75] Hidrofilik surfaktantlar O/W mikroemülsiyonlarda suda yağ üretir ( $H_o > 0$ ), Oysa lipofilik surfaktantlar yağda su üretir, (W/O) mikroemülsiyonlarda ( $H_o < 0$ ). Tek tabaka surfaktantların hidrofilik ve lipofilik özellikleri su/yağ ara yüzünde dengelendiği zaman bicontinuous (sürekli) tipi mikroemülsiyonlar biçimlenir. ( $H_o = 0$ ). Dengelenmiş koşullar altında elde edilen surfaktantın minimum miktarı ile yağ ve su maksimum çözünürlüştürülür,  $H_o = 0$  olur. Bicontinuous mikroemülsiyon fazı aşırı fazla su ve yağ fazları ile ultra düşük arayüzeyle ilgili gerilimler arasındaki eşlik eden fazlarla bir arada olabilir. Surfaktant ambalaj parametresi İsraili grup ve arkadaşları tarafından  $v/a_o I_c$  olarak, surfaktant molekül zincirinin hacmi  $v$ , surfaktant grubu başına düşen alan  $a_o$  ve surfaktant alkil zincirinin boyu  $I_c$  olarak tanımlanmış ve verilen bir sistemde muhtemelen daha fazla oluşturulan mikroemülsiyon tipini tahmin etmede yararlı olabilir.[76] Bu parametreler surfaktant filmin, molekülün tercih edilen (öncelikli) eğrilik özellikleri ile ilgilidir.  $v/a_o I_c < 1$  için surfaktant yağa doğru bir eğri tercih eder, Oysa ki  $v/a_o I_c > 1$  için eğri suya doğru bir eğri tercih eder. Nicel analiz için bir filmin temel özelliği olarak  $H_o$  doğal eğriliği düşünmek avantajlıdır.

Mikroemülsiyonlar üzerindeki temel çalışmaların çoğu polioksietilen tipi noniyonik surfaktantlar, alkil sülfatlar, kuaterner amonyum tuzları ve dialkilsülfosüksinatlar gibi standart surfaktantlar ile yapılmıştır.[16] Bu araştırmalardaki yağlar genellikle alifatik ya da aromatik hidrokarbonlardı. Bazı güvenilir pratik uygulamalar için çalışılan sistemlerin çoğu çevresel ve ekonomik nedenler ve ayrıca dar sıcaklık aralığı üzerinde faz ayrışması meydana gelmesi nedeniyle uygun değildir. Bu engeller yeni mikroemülsiyon sistemlerini araştırmak için güçlü bir motivasyon olmuştur.[16]

### 2.6.1. Karbonhidrat Türevi Yüzey Aktif maddeler ile Mikroemülsiyonlar

Alkil glikozitler karbonhidrat türevi yüzey aktif maddeler içinde mikroemülsiyon oluşumu bağlamında en çok çalışılanlardır. Şeker türevli yüzey aktif maddeler çoğunlukla tek fazlı, ısıya duyarlı mikroemülsiyonlar oluşturur. İlk çalışmalarda ticari karışımları kullanılmıştır. Saf türevli alkil monoglikozit( $C_m/G_1$ ) kullanımını yüzey aktif maddenin bu türünün faz davranışının derinlemesine analiz edilmesini sağlamıştır.[77,78] Su/ $C_mG_1$ /yağ sistemleri bir kosurfaktant ya da yardımcı eritici olmadan oluşmayan mikroemülsiyonlardır.

Kahlweit birbirine uyan su/surfaktant ve yağ/surfaktant karışımı ve üçlü karışımın faz davranışının temelinde alkoller ile bileşim halinde alkil monoglikozit( $C_mG_1$ ) ile mikroemülsiyonların hazırlanması esnasında görülen belirgin bir eğilim tarif etmiştir.[77]

Su/  $C_mG_1$ /yağ sistemi içinde Winsor III denge yağın etkin karbon sayısını azaltan ve aynı zamanda daha az polar sulu faz yapan bir alkanol ilave edilmesiyle elde edilir.[16]

Surfaktantlar ile  $m \leq 12$  Winsor II davranışı ve daha yüksek karbon numarası ile bütanol veya alkoller Winsor III dengesine ulaşmak için gereklidir. Daha kısa alkil zincirli yüzey aktif maddeler yağda daha az çözünür ve büyük miktarda alkanol gerektir. Oysa daha uzun alkil zincirli yüzey aktif maddeler daha kısa zincirli alkolden büyük miktarda gerektirir. Bu nedenle yüzey aktif maddelerde çok kısa ya da çok uzun alkil zincir uzunluğu pratik kullanımlar için uygun değildir.[16]

Kahlweit ve arkadaşları ayrıca alkanlar yerine biyolojik yağlar (örneğin: oleik asit, etil ester) ve alkanoller yerine alkan 1,2 diol ilave edilmesiyle biyoyumlu, toksit olmayan mikroemülsiyon hazırlanabildiğini göstermişlerdir.[78]

### 2.6.2. Fosfolipid Türevi YAM ile Mikroemülsiyonlar

Yaygın olarak ilaç, gıda ve kozmetik uygulamalarda kullanılan Lesitin gibi fosfolipid türevi surfaktantlar biyolojik açıdan önemlidir. Uzun zincirli lesitinler yağda sudan ve alkol bulunmayan Winsor II denge oluşumundan daha fazla çözünür. Kısa zincirli lesitinler Winsor I denge verilerek suda yağdan daha fazla çözünürler.

Kahlweit ve arkadaşları bu sistemlerde Winsor III dengesini elde etmek için gerekenleri açıkladı.[79,80] Uzun zincirli lesitin sistemlerine suda çözünür bir alkol

eklenmesi gerekirken kısa zincirli sistemlere yağda çözünür alkol eklenmektedir. Uygun alkol zincir uzunluğu karbon sayısına bağlıdır.

### **2.6.3. Yeni ve Standard Tip YAM ile Mikroemülsiyonlar**

Mikroemülsiyon oluşturma hedeflerinden biri maksimum çözünürleştirme elde etmektir. Bu bağlamda Salager ve arkadaşları özellikle trigliseridler ve uzun zincirli alkanlar, yağ ve suyun çözünürleştirilmesini iyileştirmek için sözde genişletilmiş surfaktantların kullanımını önermişlerdir.[81] Bu surfaktantlar geleneksel lipofilik ve hidrofilik gruplar arasında orta polariteli bir polipropilen oksit zinciri içerir. Onlar tuzlu su/yağ karışımlarında üç fazlı davranışı göstermektedir.

Dichain YAM'ler teknik uygulamalar esnasında ve teorik çalışmalar için model olarak geniş ölçüde kullanılırlar. Bu YAM'lerin doğal eğrilikleri genellikle negatif olur. Dichain YAM'lerin tipik örnekleri ile mikroemülsiyonlar sodyum bis (2-etil heksil) sülfosüksinat (AOT) ve didodecyldimetil amonyum bromür (DDAB)yaygın olarak incelenmiştir ve oldukça iyi karakterize edilmiştir. Ancak bu YAM'lerin tipik örnekleri pratik kullanımlara uygun değildir. Sonuç olarak eski YAM'lerle güçlü bir benzerlik taşıyan yeni YAM molekülleri tasarlanmıştır. Kolayca hidrolize edilir AOT aksine NH<sub>4</sub>DEHP temel şartlar altında kimyasal olarak kararlıdır ve yüksek pH'da W/O mikroemülsiyonlarının uygulamaları için daha iyi bir YAM seçimi olabilir.[82,83]

Dichain YAM'ler ayrıca süperkritik akışkanlar ile mikroemülsiyonların geliştirilmesinde de kullanılmıştır. Bu akışkanlar kritik bölge yakınında özellikle ekstraksiyon yöntemleri ve kimyasal reaksiyonlar için ilginç çözücü davranışı göstermektedir.[16]



## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

- Tween 80  
 $C_{64}H_{124}O_{26}$  S4539687 627 Merck Schurhardt OHG 85662 Hohenbrunn,  
Germany  $C_{64}H_{124}O_{26}$   $\rho=1.07$  kg  $20^{\circ}C$   $d=1,07$
- Tween 20  
 $C_{58}H_{114}O_{26}$   $M=1227,72$ g/mol  $d=1,100-1,110$   
Merck Schurhardt OHG 85662 Hohenbrunn, Germany
- Span 80  
SIGMA CAS 1338-43-8;  $C_{24}H_{44}O_6$ ; FW 428, 62; Fp  $113^{\circ}C$  ( $235^{\circ}F$ );  
 $d=0,994$  Span<sup>R</sup> ICI Americas, Inc. Product of USA, MSDS available  
SL07294 For R& D Sigma-ALDRICH Inc.
- n-Hekzan  
 $CH_3(CH_2)_4CH_3$   $\rho=0,66$ kg  $M=86,18$ g/mol  $d=0,659-0,662$   $20^{\circ}C/4^{\circ}C$   
Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany
- n-Heptan  
 $C_7H_{16}$   $\rho=0,68$  kg  $M=100,21$ g/mol  $20^{\circ}C/20^{\circ}C$   $d=0,683-0,686$   
Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany UN1206

- n-Oktan  
C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> S6264710 127 8.06910. 1000 1l=0,70kg M=114,23 g/mol 20°C  
d=0,702-0,703 Index No=601-009-00-8 Merck Schuchardt OHG 85662  
Hohenbrunn, Germany
- 1-Bütanol  
K32936688 407 CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>OH 1l=0,81 kg M=74,12 g/mol Merck KGaA  
64271 Darmstadt Germany density:25°C'de 0,807-0,809 UN=1208
- Saf Su
- NaCl:  
K42278904 123(Charge/Lot) M=58,44g/mol  
Assay (argentometric)≥99,5 %  
Calculated on dried substance 99,0-100,5 %  
Acidity or alkalinity pH-value (5 %;water) 5,0-8,0 %  
Insoluble matter≤ 0,005 %  
Loss on drying≤00,5(105°C, 2h) %  
EMSURE ACS ,ISO, Reag.Ph Eur Merck KGaA 64271 Darmstad, Germany
- %1'lik NaCl çözeltisi
- %3'lük NaCl çözeltisi
- %5'lik NaCl çözeltisi

### 3.2. Kullanılan Aletler

#### Hassas Terazî:

- XB 220A Precisa Max 220g= e=0,001g – Min 0,01g d=0,0001 gr swissmade  
Kalibre edilmiş Biltek Kontrol ve Kalibrasyon Servisi -Developed,  
manufactured and tested by Precisa Instruments Ltd./Switzerland an ISO  
9001 certified organisation

### **Kondüktometri:**

- Conductivity meter CDM210 Meter Lab Radiometer analytical CMD210 653R144N001 Made in Germany

### **Vorteks:**

- Vortex Genie 2 Scientific Industries Manufactured By Scientific Industries, Inc Bohema, N.Y.11716 USA Laboratory Equipment Model G-560E Serial #2-87614 Voltage 240, AMP=0,5 Listed 540E Hz 50 Patent #

## **3.3. Metod**

### **3.3.1. Mikroemülsiyonların Hazırlanması**

Surfaktant olarak Tween 80'in kullanıldığı 2 deney yapıldı. Bunlardan 1. sinde Tween 80'in ve 1-Bütanolün orantılı olarak arttığı ve n-Hekzan'ın giderek azaldığı 9 adet mikroemülsiyon hazırlandı. Bütün mikroemülsiyonlarda noniyonik surfaktant olarak kullanılan Tween 80'in, yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-Bütanol'ün ve yağ olarak kullanılan n-Hekzan'ın toplam ağırlıkları yaklaşık 1 olacak şekilde hesaplandı. Ardından yoğunlukları yardımıyla her birinden alınacak hacimler hesaplandı ve 9 adet farklı mikroemülsiyon hazırlandı. Bu 9 mikroemülsiyondan 4'er paralel halinde toplam 36 adet mikroemülsiyon oluşturuldu. 1. paralel saf su ile, 2. si %1'lik NaCl çözeltisi ile 3. sü %3'lük NaCl çözeltisi ile ve 4. sü ise %5'lik NaCl çözeltisi ile üçlü faz oluşuncaya kadar titre edildi.

Tween 80 ile yapılan ikinci deneyde ise yağ olarak n-Heptan kullanılarak 3'lü faz diyagramındaki değişiklikler gözlenmek istenmiş ve Tween 80'in, 1-Bütanolün orantılı olarak arttığı ve n-Heptan'ın giderek azaldığı 9 adet mikroemülsiyon hazırlandı. Bütün mikroemülsiyonlarda noniyonik surfaktant olarak kullanılan Tween 80'in, yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-Bütanol'ün ve yağ olarak kullanılan n-Heptan'ın toplam ağırlıkları yaklaşık 1 olacak şekilde hesaplandı. Ardından yoğunlukları yardımıyla her birinden alınacak hacimler hesaplandı ve 9 adet farklı mikroemülsiyon

hazırlandı. Bu 9 mikroemülsiyon 4'er paralel halinde toplam 36 tüp mikroemülsiyon hazırlandı. 1. paralel saf su ile, 2. si %1'lik NaCl çözeltisi ile 3. sü %3'lük NaCl çözeltisi ile ve 4. sü ise %5'lik NaCl çözeltisi ile üçlü faz oluşuncaya kadar titre edildi.

Surfaktant olarak Tween 20 'nin kullanıldığı 2 deney yapıldı. Bunlardan 1. sinde Tween 20'in ve 1-Bütanolün orantılı olarak arttığı ve n-Hekzan'ın giderek azaldığı 9 adet mikroemülsiyon hazırlandı. Bütün mikroemülsiyonlarda noniyonik surfaktant olarak kullanılan Tween 20'in, yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-Bütanol'ün ve yağ olarak kullanılan n-Hekzan'ın toplam ağırlıkları yaklaşık 1 olacak şekilde hesaplandı. Ardından yoğunlukları yardımıyla her birinden alınacak hacimler hesaplandı ve 9 adet farklı mikroemülsiyon hazırlandı. Bu 9 mikroemülsiyondan 4'er paralel hazırlandı. 1. paralel saf su ile, 2. si %1'lik NaCl ile 3. sü %3'lük NaCl ile ve 4. sü ise %5'lik NaCl ile üçlü faz oluşuncaya kadar titre edildi.

Tween 20 ile yapılan ikinci deneyde ise yağ olarak n-Heptan kullanılarak 3'lü faz diyagramındaki değişiklikler gözlenmek istenmiş ve Tween 20'in, 1-Bütanolün orantılı olarak arttığı ve n-Heptan'ın giderek azaldığı 9 adet mikroemülsiyon hazırlandı. Bütün mikroemülsiyonlarda noniyonik surfaktant olarak kullanılan Tween 20'in, yardımcı çözücü olarak kullanılan 1-Bütanol'ün ve yağ olarak kullanılan n-Heptan'ın toplam ağırlıkları yaklaşık 1 olacak şekilde hesaplandı. Ardından yoğunlukları yardımıyla her birinden alınacak hacimler hesaplandı ve 9 adet farklı mikroemülsiyon hazırlandı. Bu 9 mikroemülsiyondan 4'er paralel hazırlandı. 1. paralel saf su ile, 2.si %1'lik NaCl ile 3. sü %3'lük NaCl ile ve 4. sü ise %5' lik NaCl ile üçlü faz oluşuncaya kadar titre edildi.

### **3.3.2. Kondüktometri ile iletkenlik ölçümü**

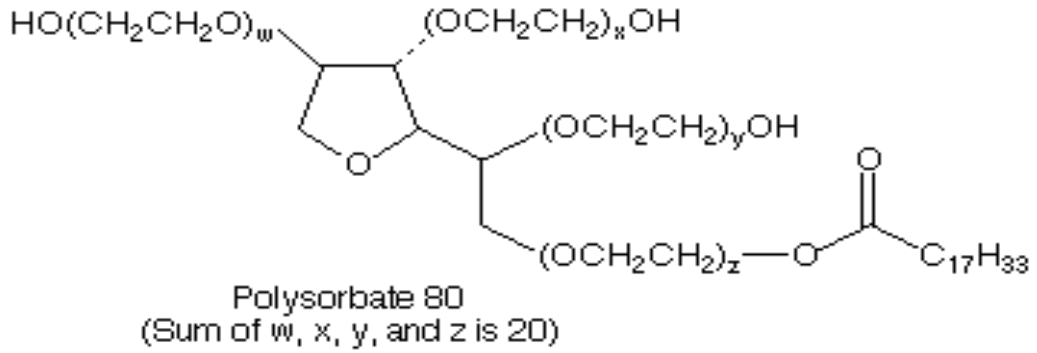
İletlenlik ölçümü için Tween 80 ve Tween 20 ile hazırlanan mikroemülsiyon sistemlerinden çözünürlüğün en yüksek olduğu n-Hekzan'lı mikroemülsiyon sistemleri kullanıldı. Bunun için üçgen faz diyagramında hem tween 80 hem de tween 20 için en uygun aralık belirlendi. Daha sonra Tween 80 ve Tween 20' nin 1-Bütanol ve n-Hekzanlı emülsiyonu hazırlanıp 25°C 'de orantılı olarak eklenen saf su ile iletkenliğindeki değişim kondüktometri ile ölçüldü.

## BÖLÜM 4

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

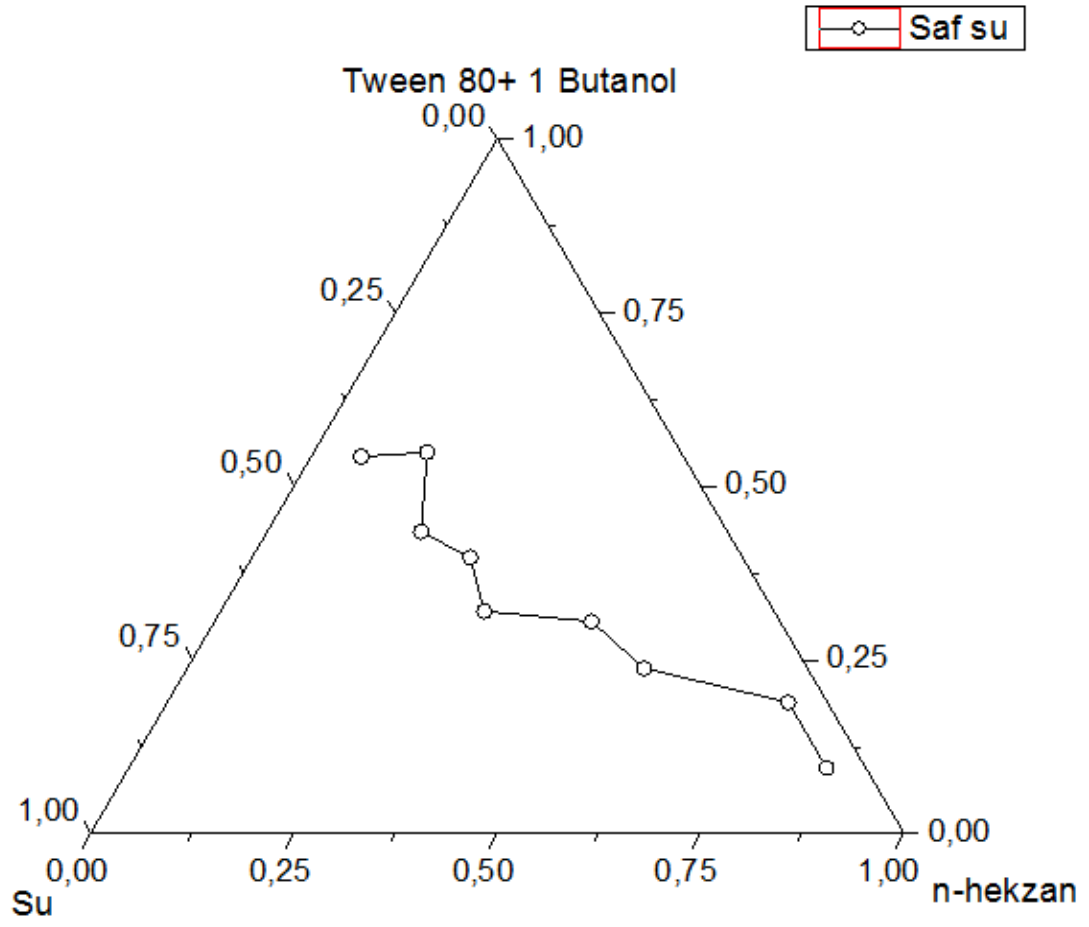
#### 4.1. Sonuçlar

##### 4.1.1. Tween 80 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Titrant



Tablo 4.1.1.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

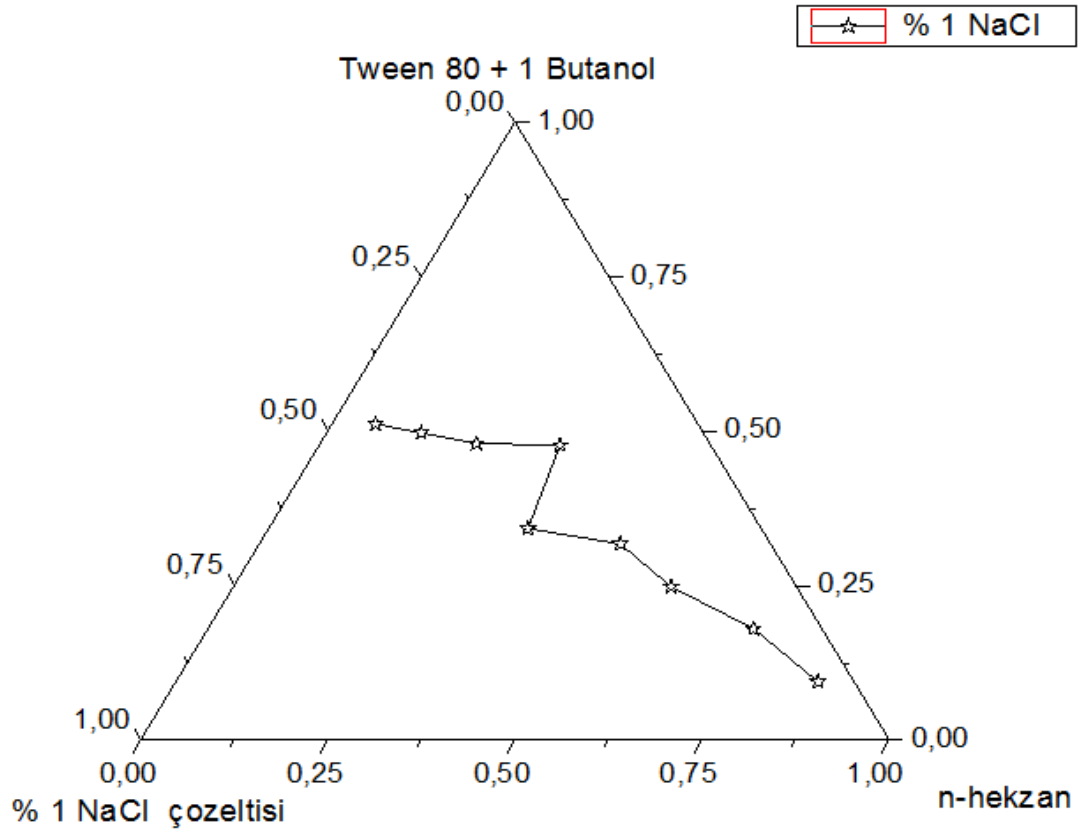
W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(Su)
9,44	85,8	4,76
18,89	76,34	4,77
23,82	56,135	20,05
30,55	46,3	23,148
32,04	32,36	35,59
39,76	26,77	33,467
43,50	18,832	37,665
54,924	13,87	31,21
54,296	6,094	39,61



Şekil 4.1.1.1. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.1.2. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

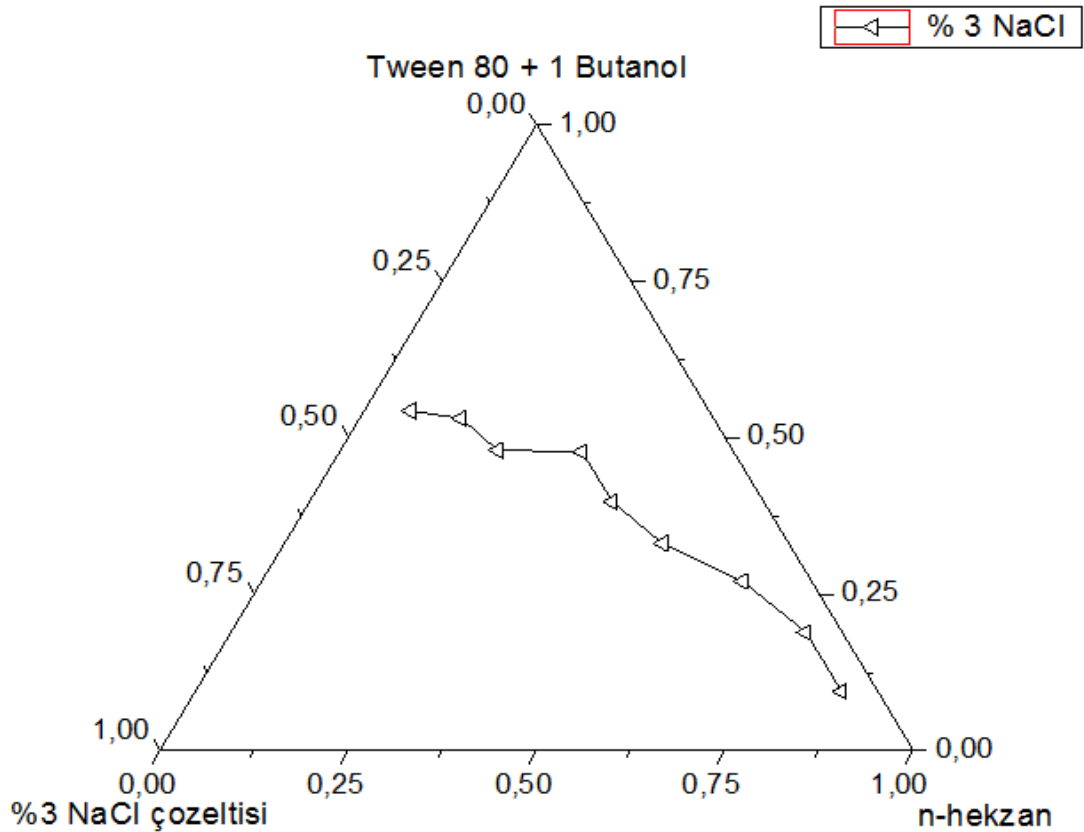
W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 1'lik tuzlu su)
9,44	85,8	4,76
18,0327	72,859	9,107
24,812	58,479	16,708
31,781	48,154	20,064
34,256	34,602	31,141
47,749	32,154	20,096
48,0249	20,790	31,185
49,748	12,56	37,688
51,177	5,743	43,0786



Şekil 4.1.1.2. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.1.3. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 3' lük tuzlu su)
9,44	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
27,07	63,81	9,116
33,110	50,167	16,722
39,76	40,16	20,08
47,75	32,154	20,09
48,025	20,79	31,185
53,08	13,404	33,512
54,29	6,09	39,609

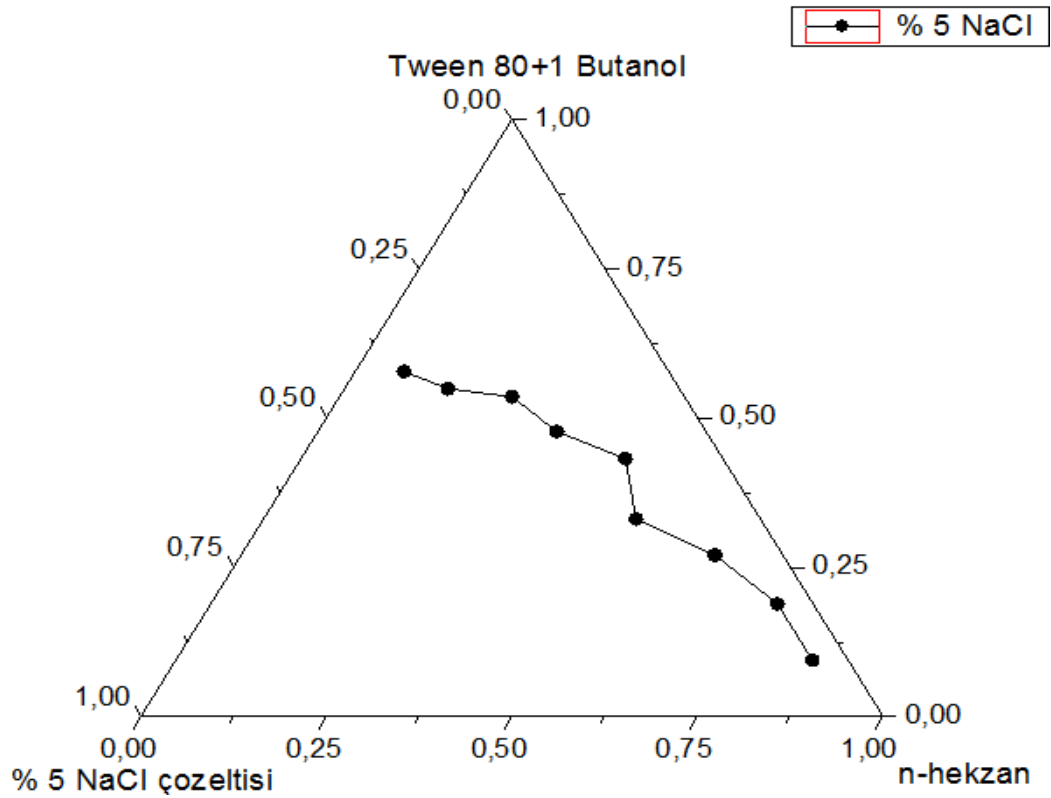


Şekil 4.1.1.3. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

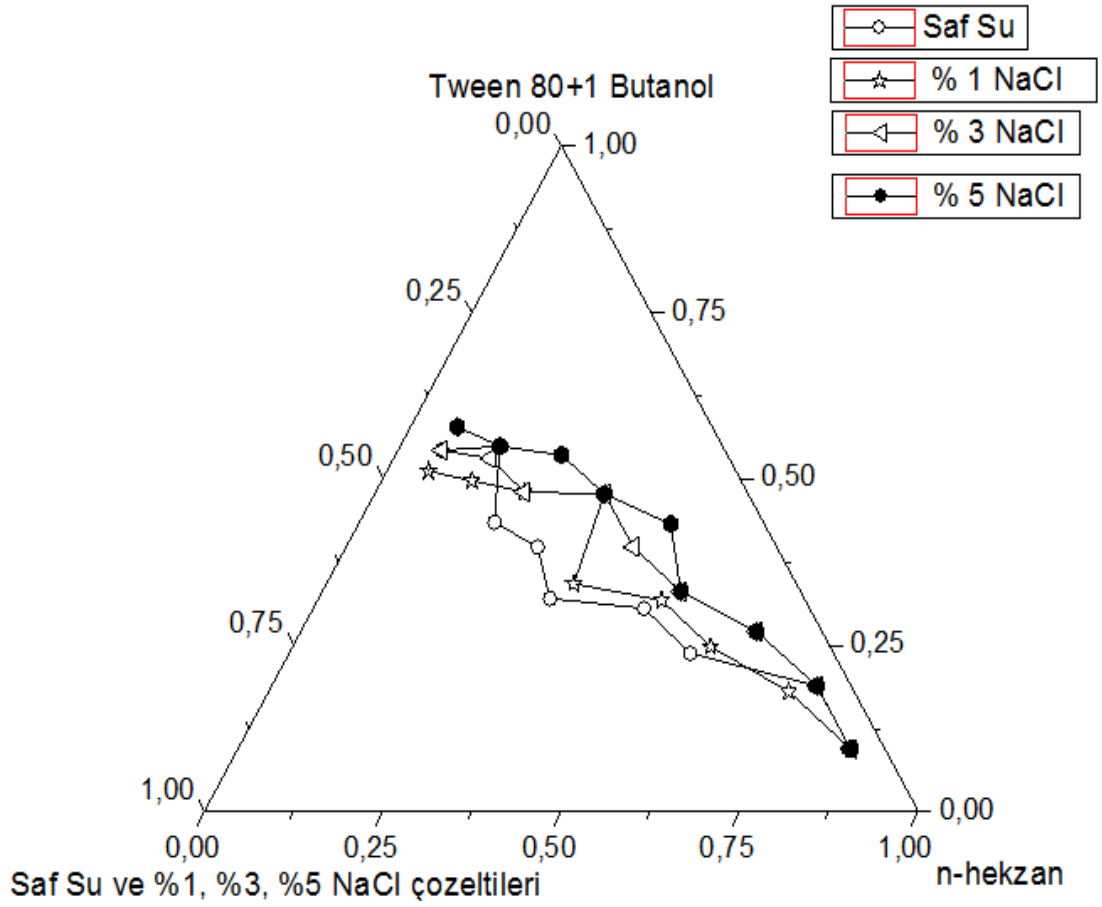


Tablo 4.1.1.4. Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 5'lik tuzlu su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
27,07	63,81	9,116
33,110	50,167	16,722
43,23	43,668	13,10
47,75	32,154	20,09
53,59	23,20	23,20
54,924	13,86	31,206
57,819	6,489	35,69



Şekil 4.1.1.4. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.1.5. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

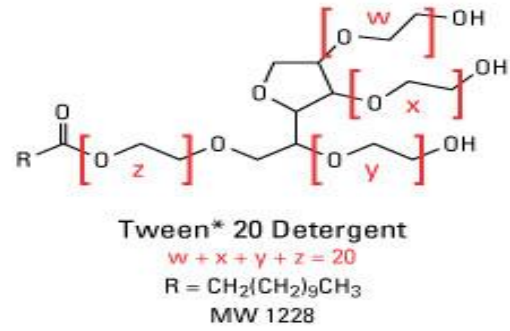
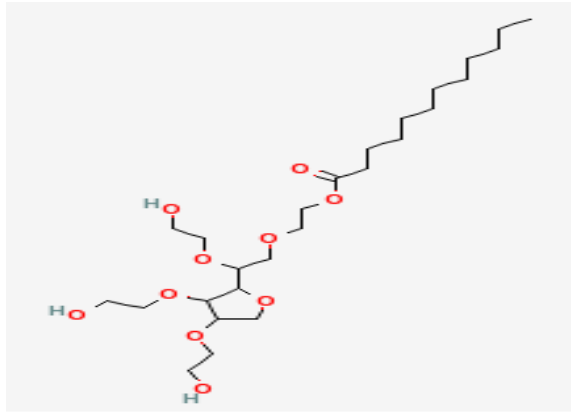
Tablo 4.1.1.5. 25°C’ de Tween 80, 1 Bütanol, n- Hekzan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları

Titrant W(su)	Monofazik Bölge Yüzdesi (% $A_T$ )
Su	42,75
%1 lik NaCl	40
%3 lük NaCl	35,25
%5 lik NaCl	31

Şekil 4.1.1.5’ te 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol+n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin saf su, %1’lik, %3’lük, %5’ lik NaCl çözeltisi ile titrasyonundan elde

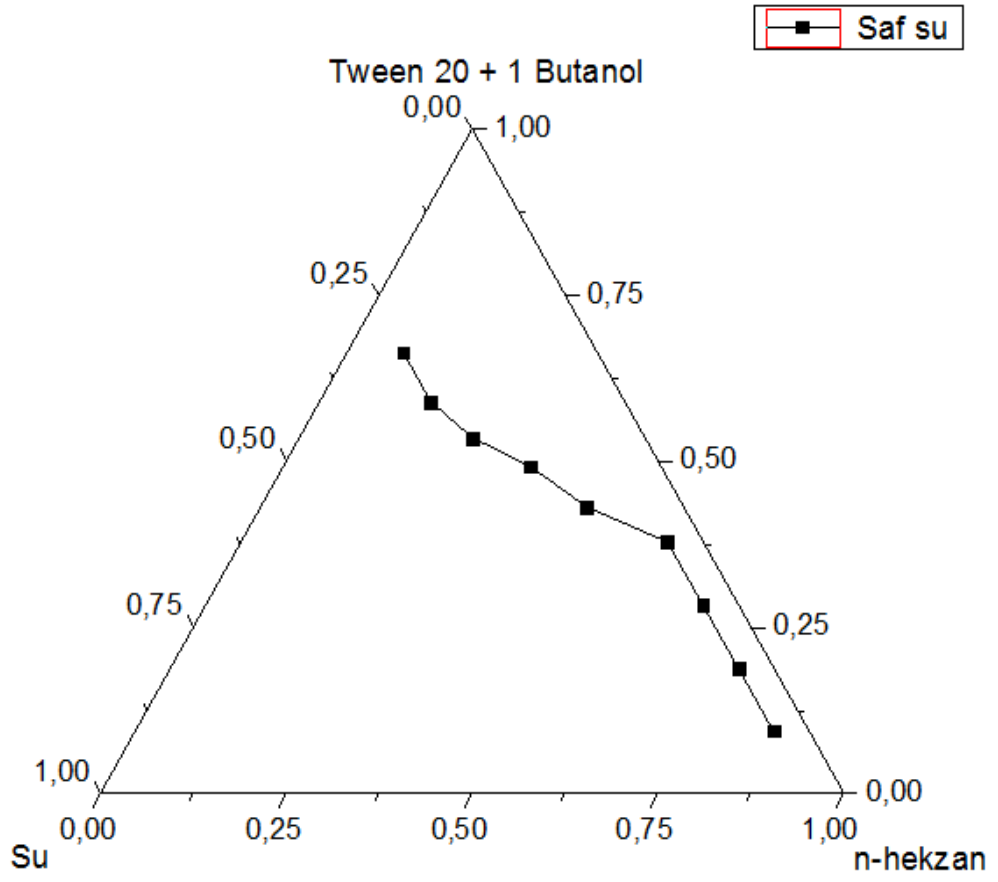
edilen üçgen faz diyagramından saf su ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 42,75; %1' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 40, %3' lük NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 35,25; %5' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 31 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.2. Tween 20 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Titrant



Tablo 4.1.2.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

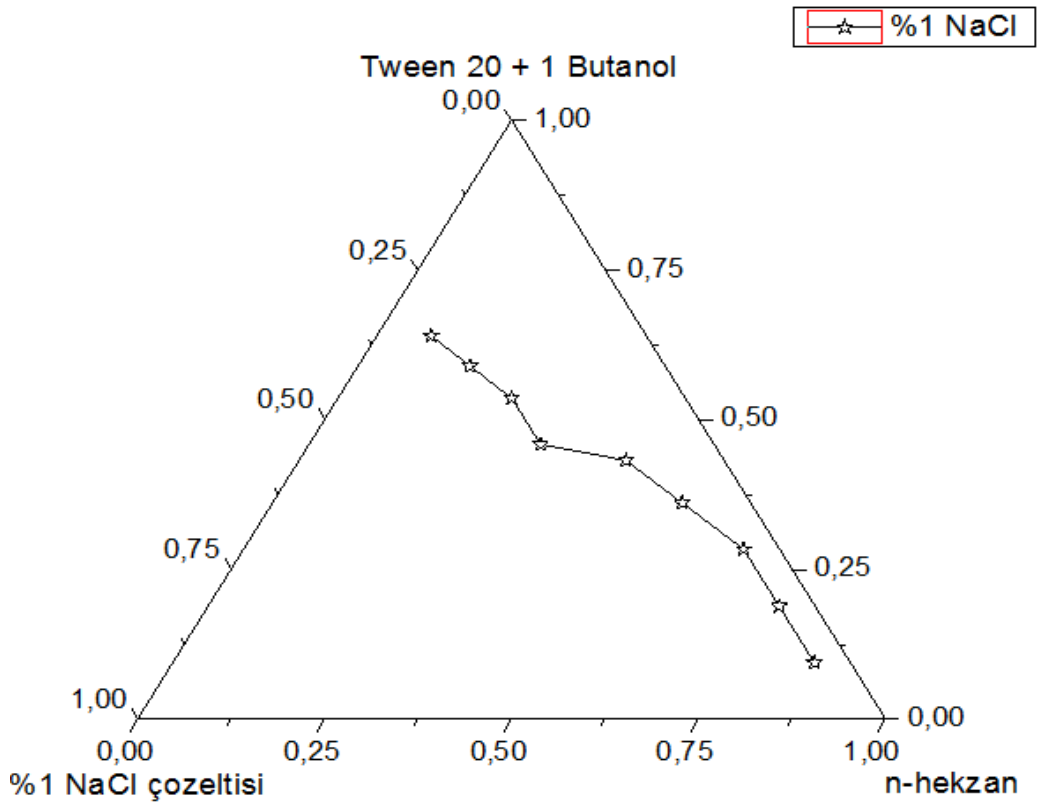
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
28,36	66,857	4,77
37,858	57,36	4,78
43,23	43,668	13,10
49,748	33,50	16,75
53,596	23,20	23,20
59,016	14,903	26,08
66,44	7,457	26,099



Şekil 4.1.2.1. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.2.2. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

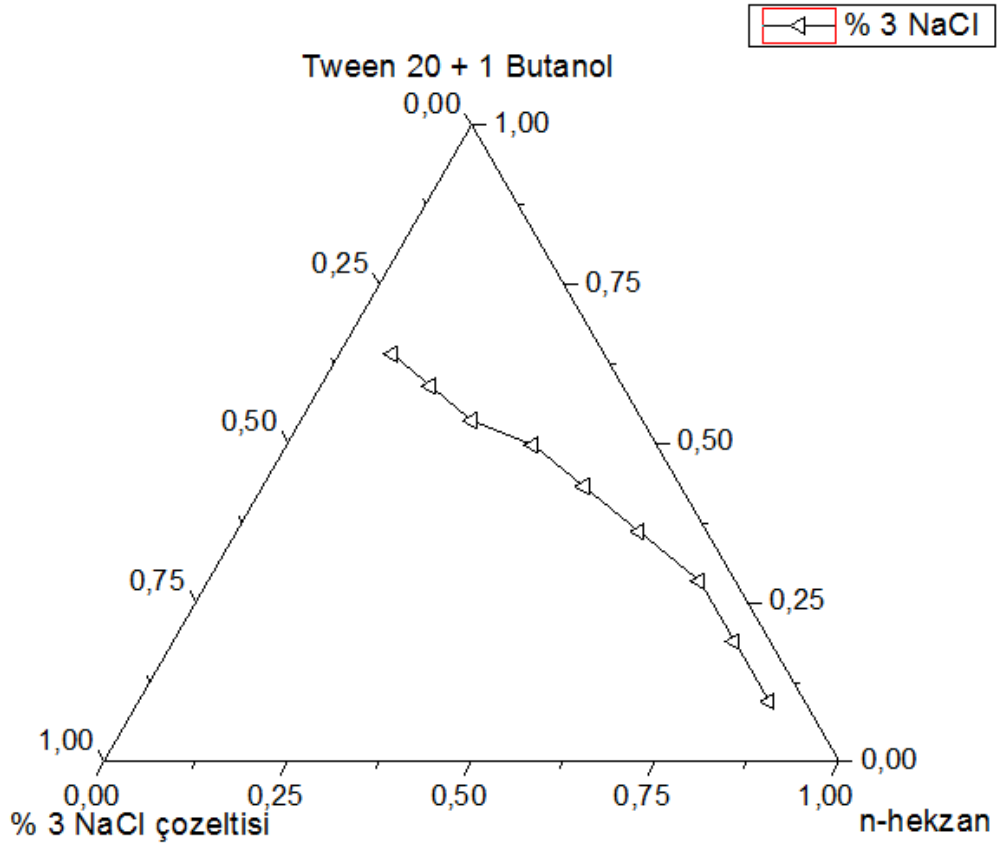
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 1'lik tuzlu su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
28,36	66,857	4,77
36,131	54,74	9,12
43,23	43,668	13,10
45,90	30,91	23,18
53,596	23,20	23,20
59,016	14,903	26,08
64,05	7,189	28,756



Şekil 4.1.2.2. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.2.3. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

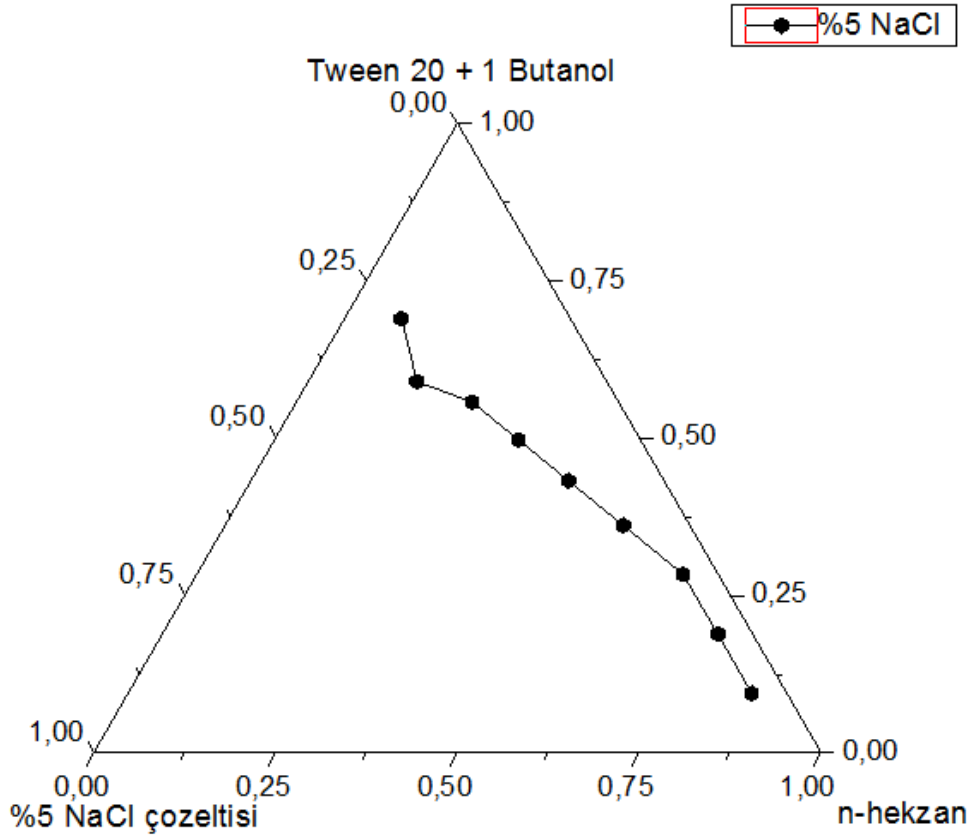
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 3' lük tuzlu su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
28,36	66,857	4,77
36,131	54,74	9,12
43,23	43,668	13,10
49,748	33,50	16,75
53,596	23,20	23,20
59,016	14,903	26,08
64,05	7,189	28,756



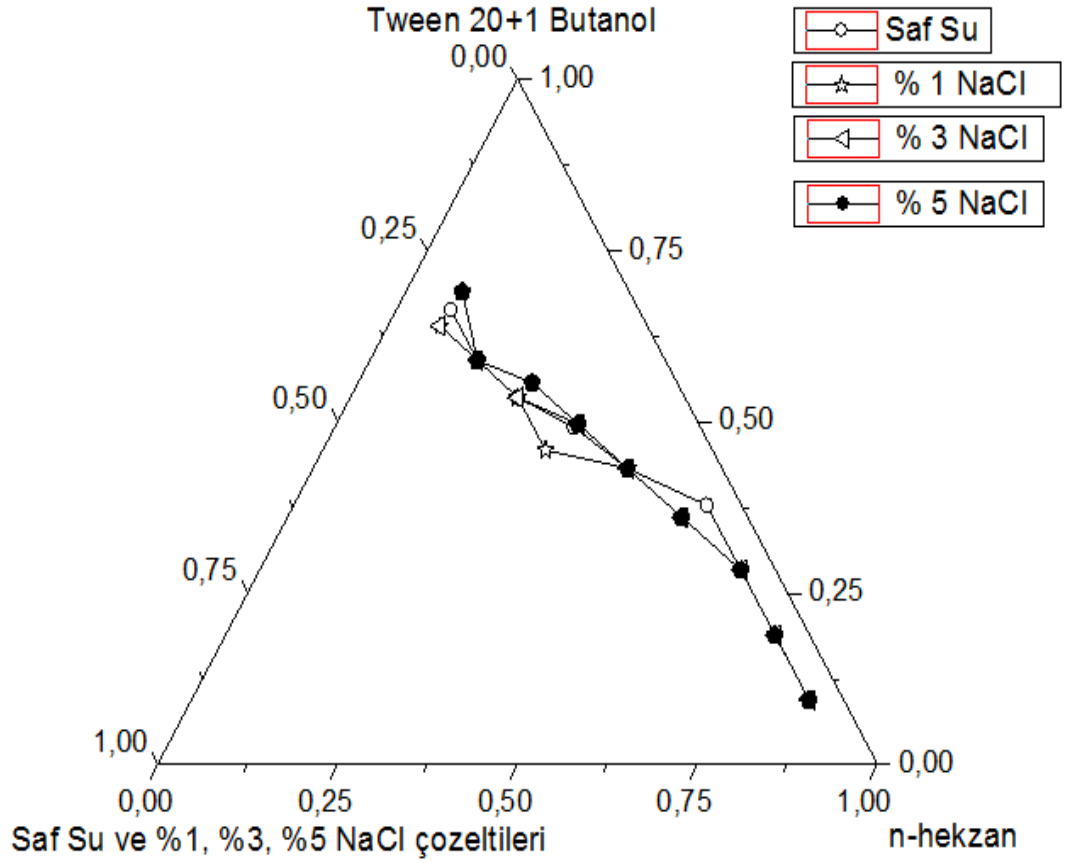
Şekil 4.1.2.3. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.2.4. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(% 5'lik tuzlu su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
28,36	66,857	4,77
36,131	54,74	9,12
43,23	43,668	13,10
49,748	33,50	16,75
55,75	24,135	20,112
59,016	14,903	26,08
69,016	7,745	23,237



Şekil 4.1.2.4. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.2.5. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.2.5. 25°C’ de Tween 20, 1 Bütanol, n- Hekzan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları.

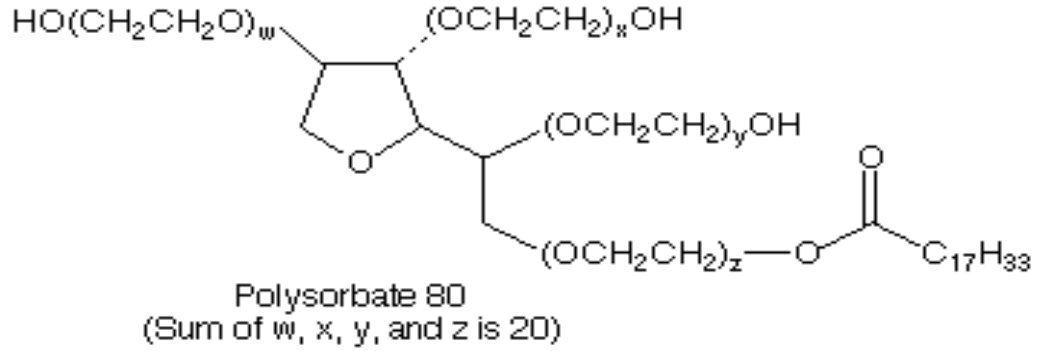
Titrant W(su)	Monofazik Bölge Yüzdesi (% $A_T$ )
Su	25,5
%1 lik NaCl	27,75
%3 lük NaCl	27
%5 lik NaCl	25,25

Şekil 4.1.2.5’ te 25°C’ de Tween 20 + 1-Bütanol + n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin saf su, %1’ lik , %3’ lük, %5’ lik NaCl çözeltisi ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından saf su ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 25,5;



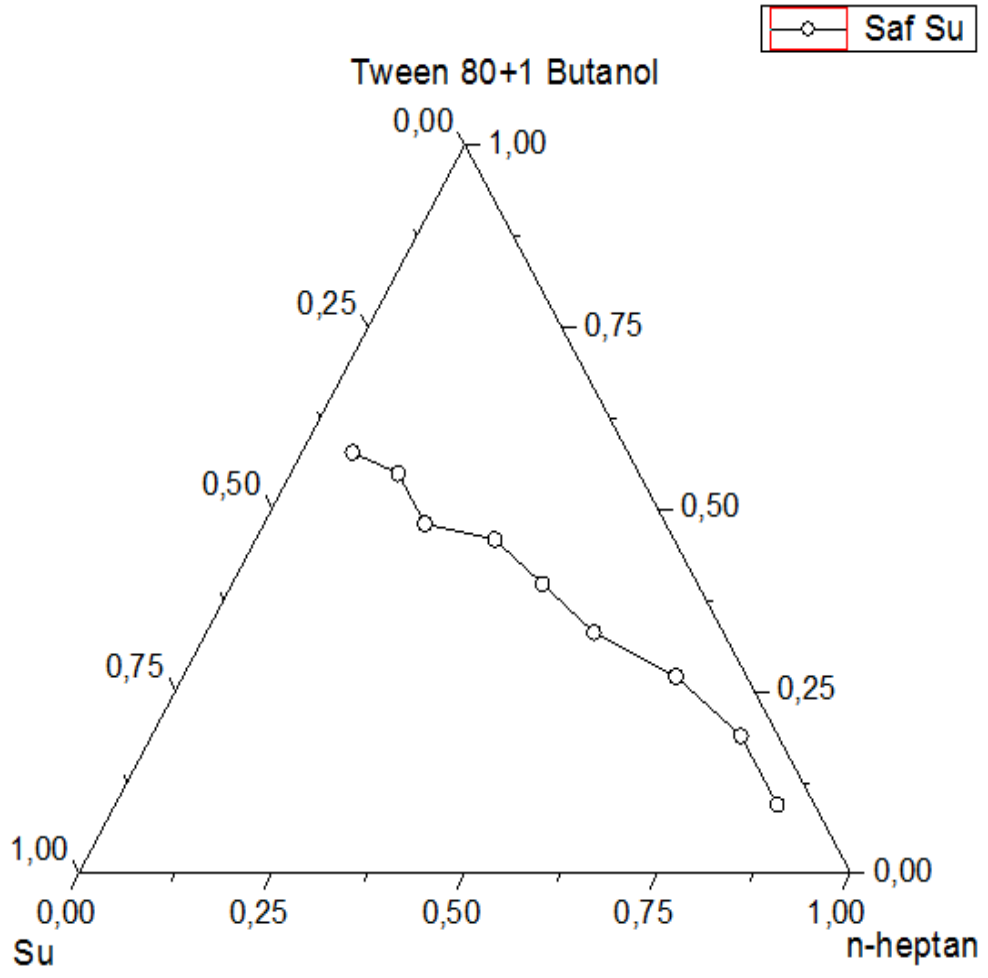
%1' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 27,75; %3' lük NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 27; %5' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 25,25 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.3. Tween 80 + 1 Bütanol / n-Heptan / Titrant



Tablo 4.1.3.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

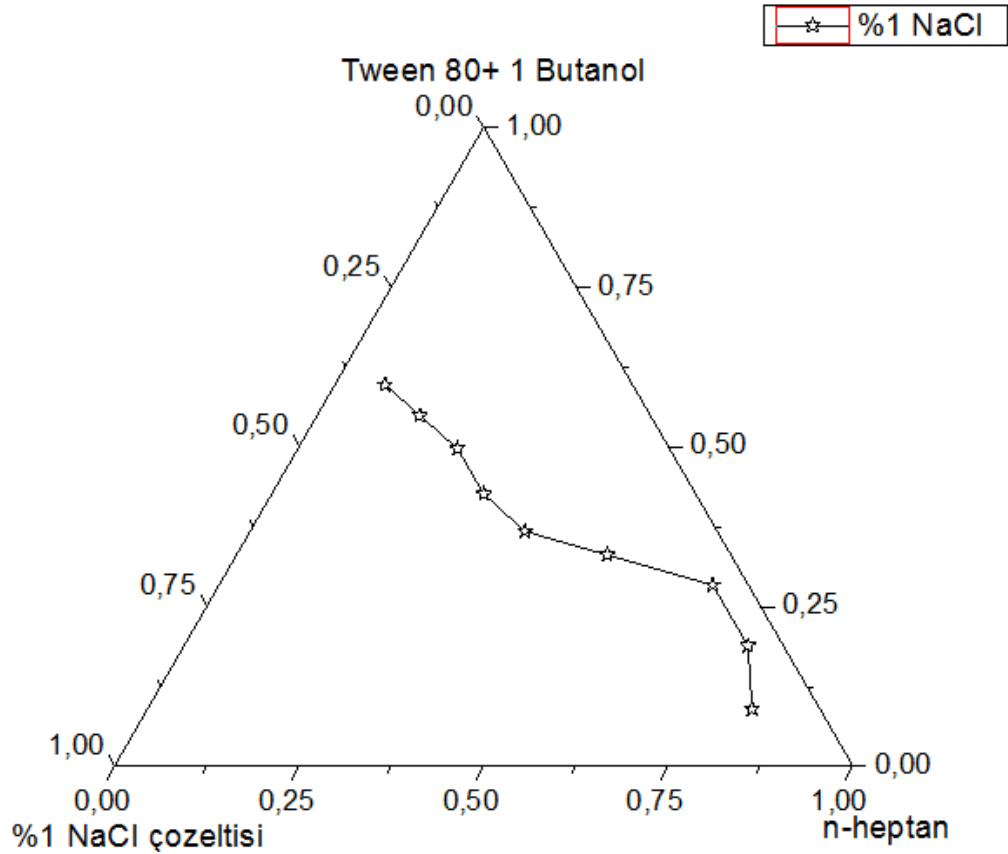
W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(Su)
9,44	85,8	4,76
18,89	76,34	4,77
27,0713	63,8131	9,1154
33,1109	50,1685	16,7205
39,7594	40,1604	20,0802
45,9045	30,9130	23,1823
48,0244	20,7902	31,1853
54,9245	13,8691	31,2063
57,8195	6,4890	35,6913



Şekil 4.1.3.1. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.3.2. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan/ % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

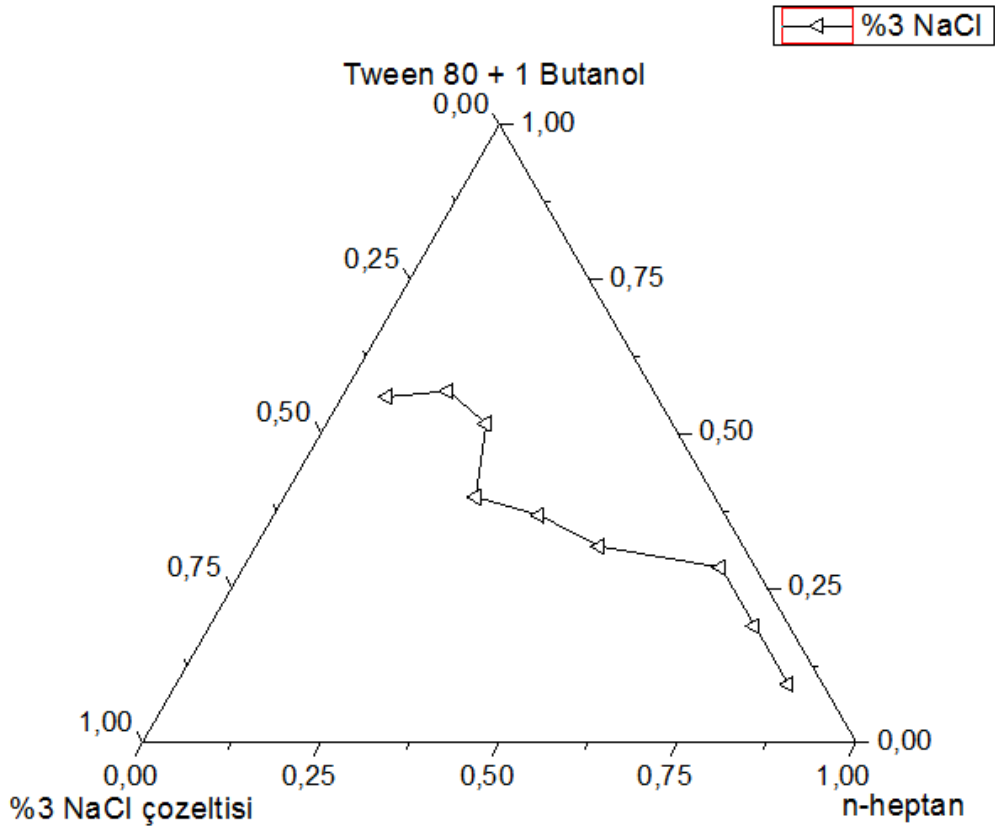
W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 1'lik tuzlu su)
9,0082	81,8924	9,0992
18,8933	76,3365	4,7701
28,3679	66,8616	4,7703
33,1103	50,1675	16,7221
36,8033	37,1743	26,0222
42,6108	28,6945	28,6945
49,7485	21,5362	28,7152
54,9245	13,8691	31,2063
59,7588	6,7070	33,5341



Şekil 4.1.3.2. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.3.3. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

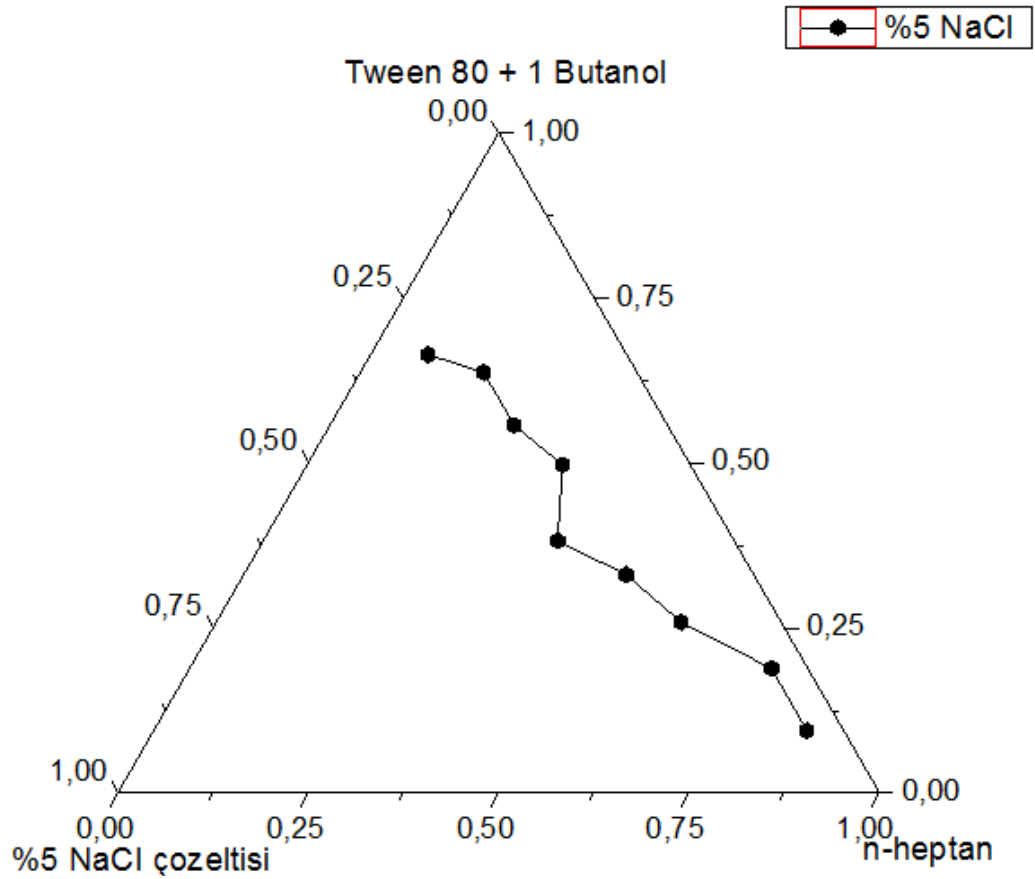
W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 3' lük tuzlu su)
9,4370	85,7968	4,7660
18,8931	76,3367	4,7700
28,3636	66,8656	4,7706
31,7819	48,1568	20,0612
36,8031	37,1761	26,0207
39,7611	26,7708	33,468
51,6	22,34	26,06
56,8971	14,3672	28,7355
56,0025	6,2850	37,7123



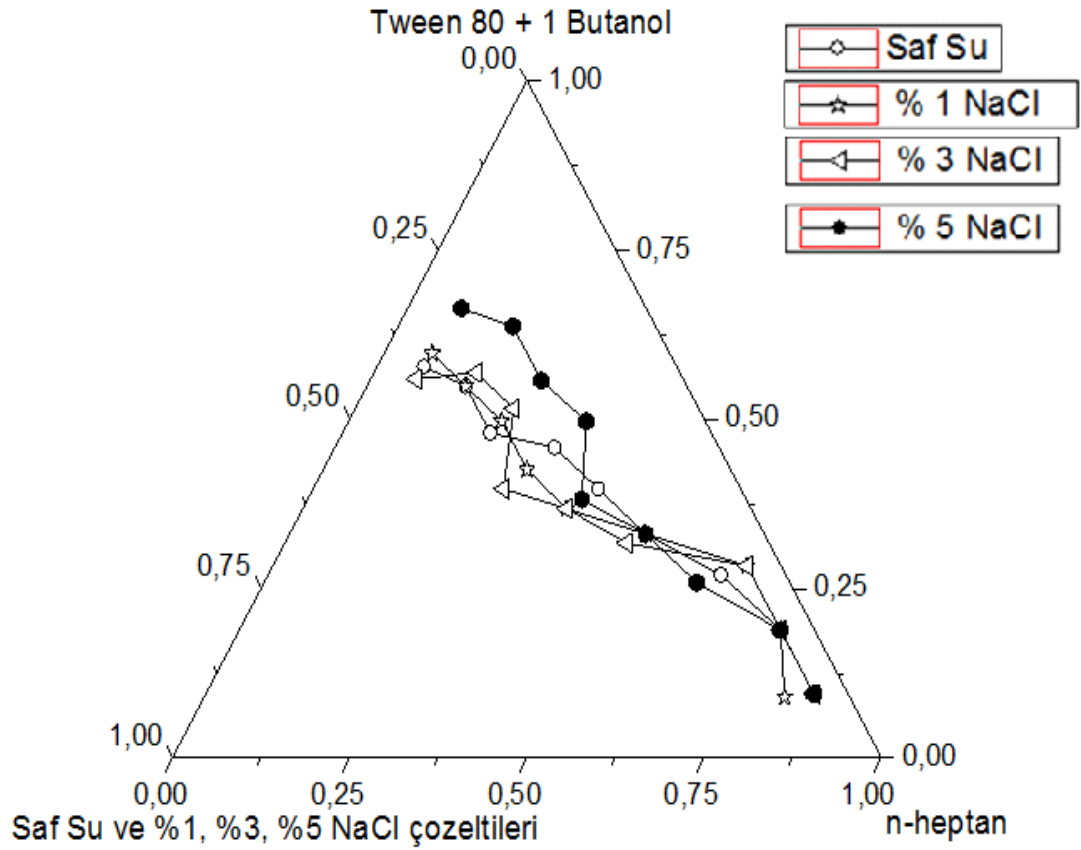
Şekil 4.1.3.3. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.3.4. Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 5' lik tuzlu su)
85,796	9,437	4,76
76,335	18,89	4,77
63,81	27,07	9,116
50,167	33,110	16,722
43,668	43,23	13,10
32,154	47,75	20,09
23,20	53,59	23,20
13,86	54,924	31,206
6,489	57,819	35,69



Şekil 4.1.3.4. 25°C' de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.3.5. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.3.5. 25°C’ de Tween 80, 1 Bütanol, n- Heptan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları

Titrant W(su)	Mozofazik Bölge Yüzdesi (% $A_T$ )
Su	34,25
% 1 lik NaCl	35,75
%3 lük NaCl	36,5
%5 lik NaCl	29,5

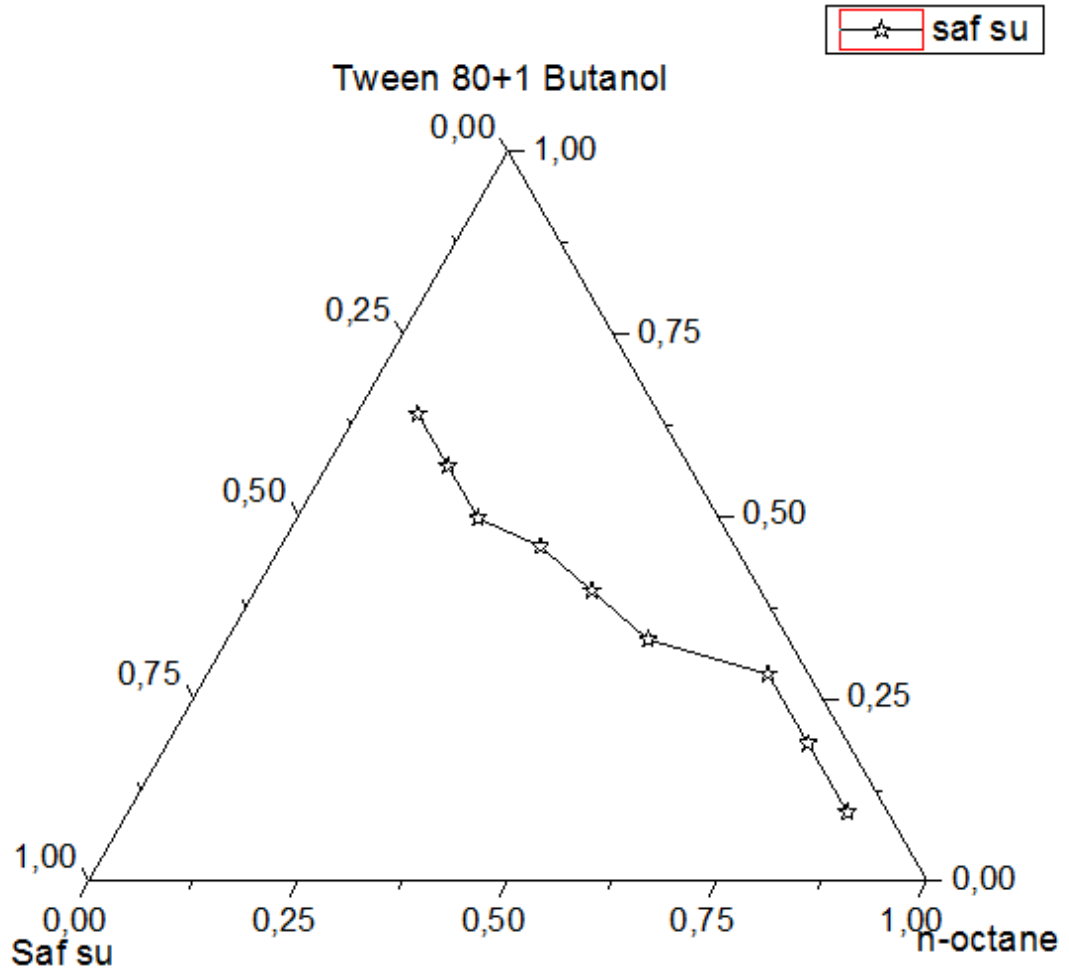
Şekil 4.1.3.5’ te 25°C’ de Tween 80 + 1-Bütanol + n-Heptan mikroemülsiyon sisteminin saf su, %1’ lik , %3’ lük, %5’ lik NaCl çözeltisi ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından saf su ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi

34,25; %1' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 35,75; %3' ük NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 36,5; %5' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 29,5 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.4. Tween 80+1-Bütanol/n-Oktan/Titrant

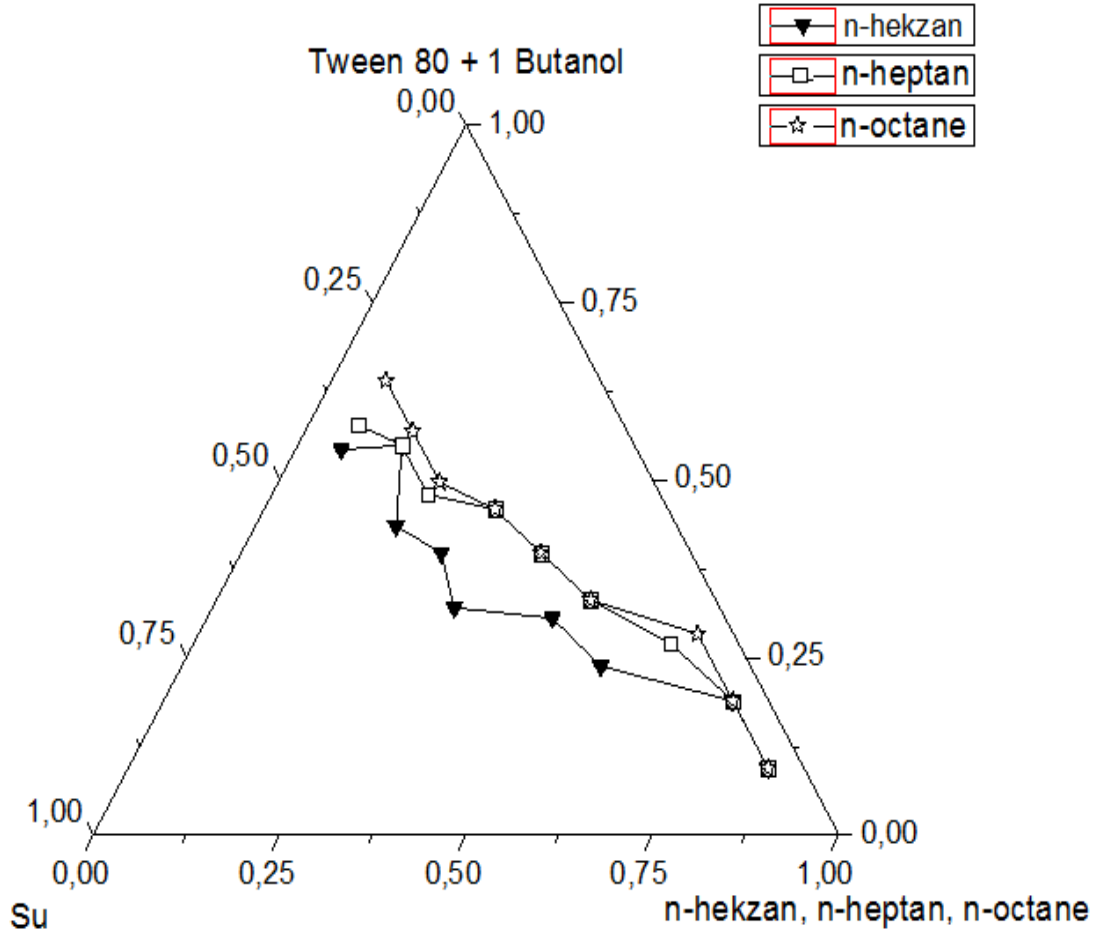
Tablo 4.1.4.1. Tween 80+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 80+1-Bütanol)	W(n-Oktan)	W(Su)
9,44	85,8	4,76
18,89	76,34	4,77
28,3636	66,8656	4,7706
33,1109	50,1685	16,7205
39,7834	40,1443	20,0721
45,9027	30,9128	23,1843
49,7485	21,5362	28,7152
56,8971	14,3672	28,7355
64,0532	7,1893	28,7574



Şekil 4.1.4.1. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı





Şekil 4.1.4.2. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

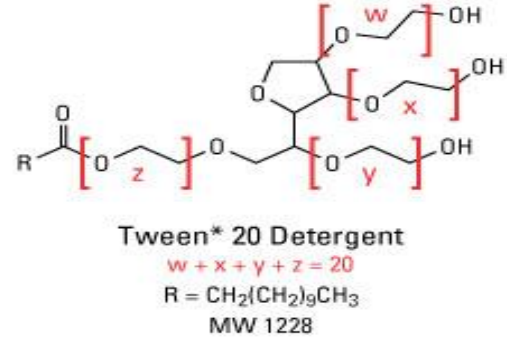
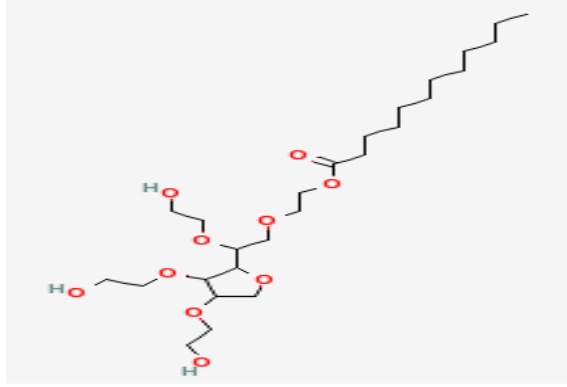
Tablo 4.1.4.2. 25°C’ de Tween 80+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri

Titrant W (Yağ)	Monofazik Bölge Yüzdesi (%A <sub>T</sub> )
n-Hekzan	42,75
n-Heptan	34,25
n-Oktan	31,75

Şekil 4.1.4.2’ de 25°C’ de Tween 80 + 1-Bütanol / n-Hekzan / n-Heptan / n-Oktan mikroemülsiyon sisteminin saf su ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından n-hekzan ile hazırlanan mikroemülsiyonun titrasyonunun monofazik

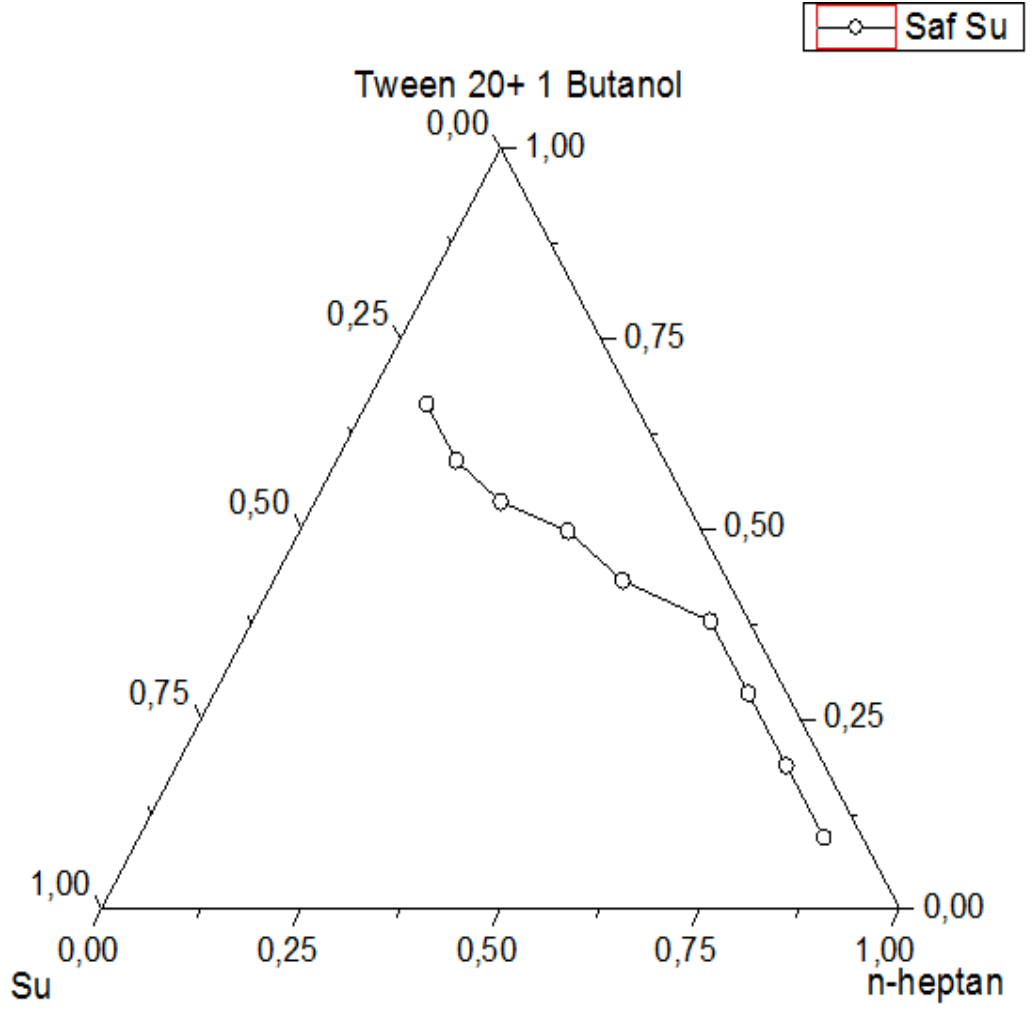
bölge yüzdesinin 42,75; n-Heptan ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 34,25; n-Oktan ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 31,75 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.5. Tween 20 + 1 Bütanol / n-Heptan / Titrant



Tablo 4.1.5.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

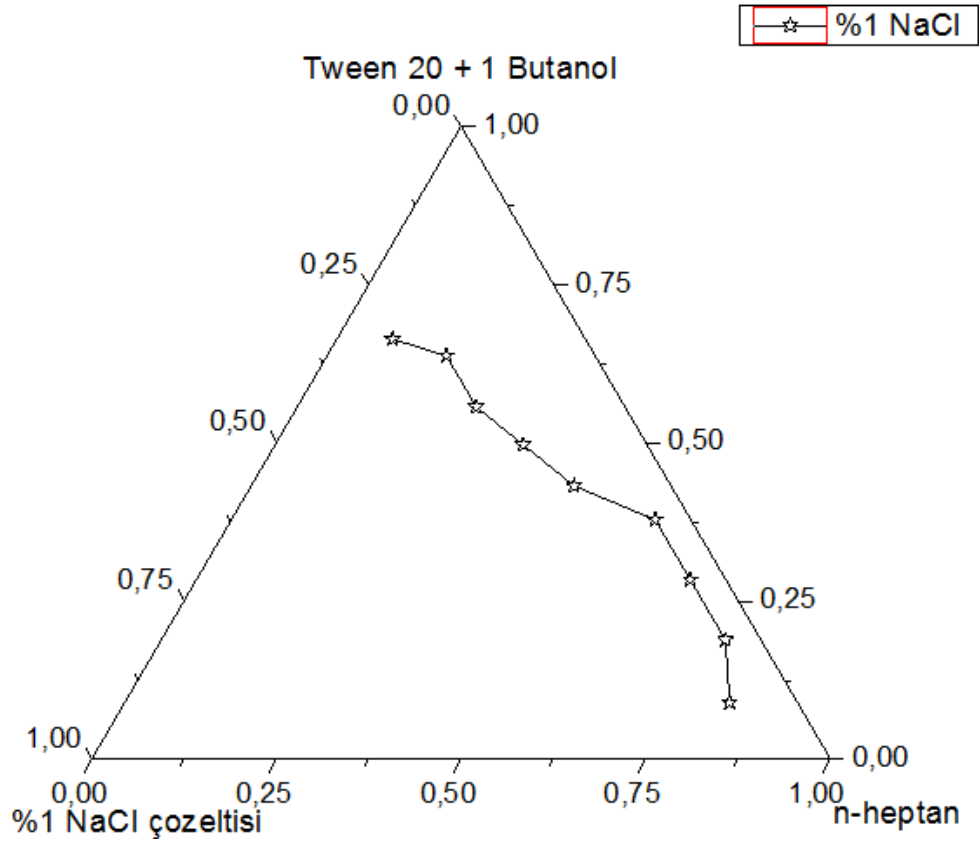
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(su)
9,4370	85,7968	4,7660
18,8931	76,3367	4,7700
28,3679	66,8616	4,7703
37,8583	57,3615	4,7800
43,2308	43,6688	13,1002
49,7489	33,5006	16,7503
53,5970	23,2014	23,2014
59,0165	14,9031	26,0802
66,4496	7,4577	26,0926



Şekil 4.1.5.1. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.5.2. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 1' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

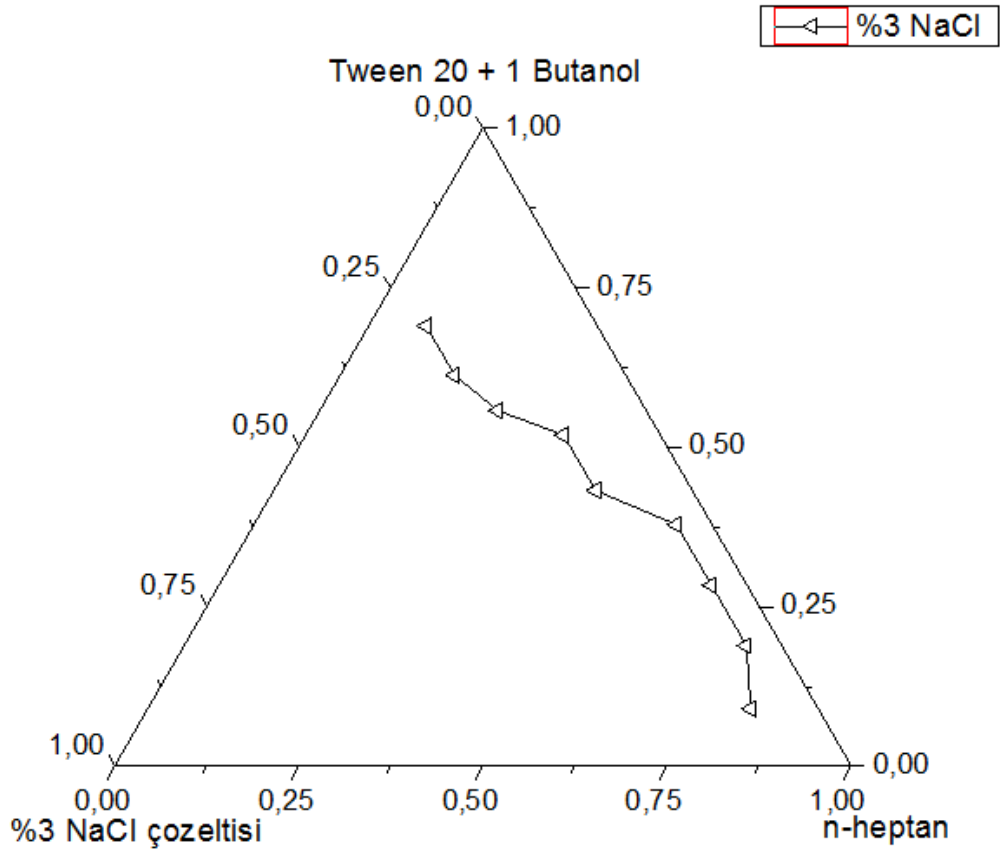
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 1'lik tuzlu su)
9,0083	81,8924	9,0993
18,8931	76,3367	4,7700
28,3679	66,8616	4,7703
37,8583	57,3615	4,7800
43,2308	43,6688	13,1002
49,7489	33,5006	16,7503
55,7525	24,1352	20,1122
63,7686	16,1031	20,1282
66,4496	7,4577	26,0926



Şekil 4.1.5.2. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 1' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.5.3. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 3' lük tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

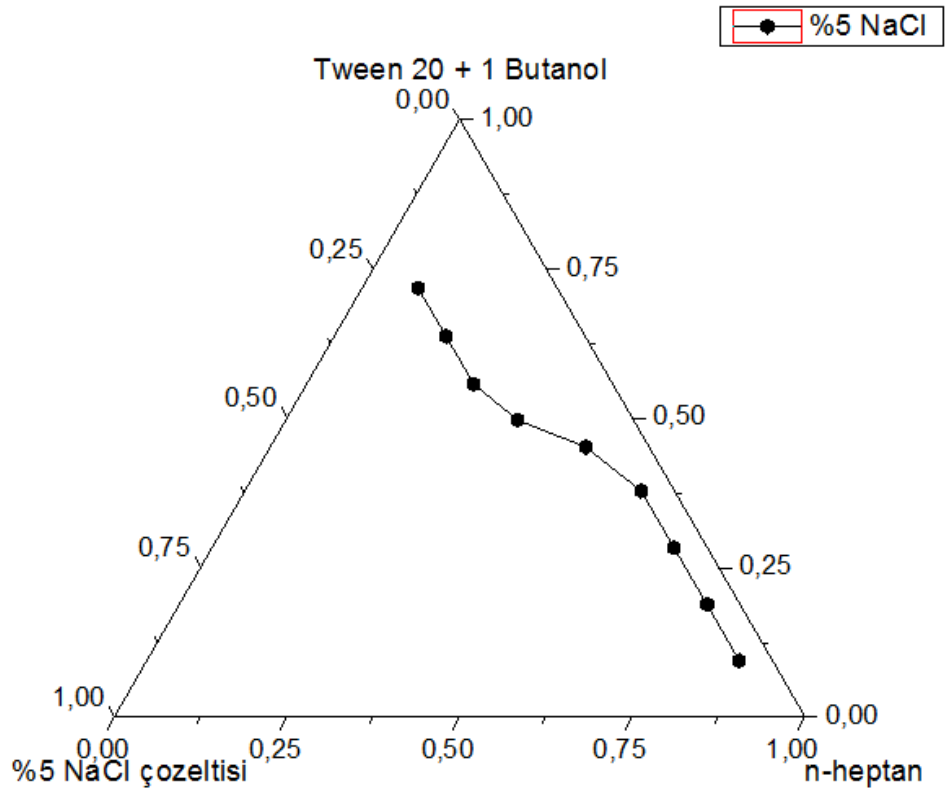
W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 3' lük tuzlu su)
9,0082	81,8924	9,0993
18,8931	76,3367	4,7700
28,3679	66,8616	4,7703
37,8583	57,3615	4,7800
43,2308	43,6688	13,1002
51,9240	34,9657	13,1102
55,7525	24,1352	20,1122
61,3012	15,4793	23,2194
69,0173	7,7451	23,2374



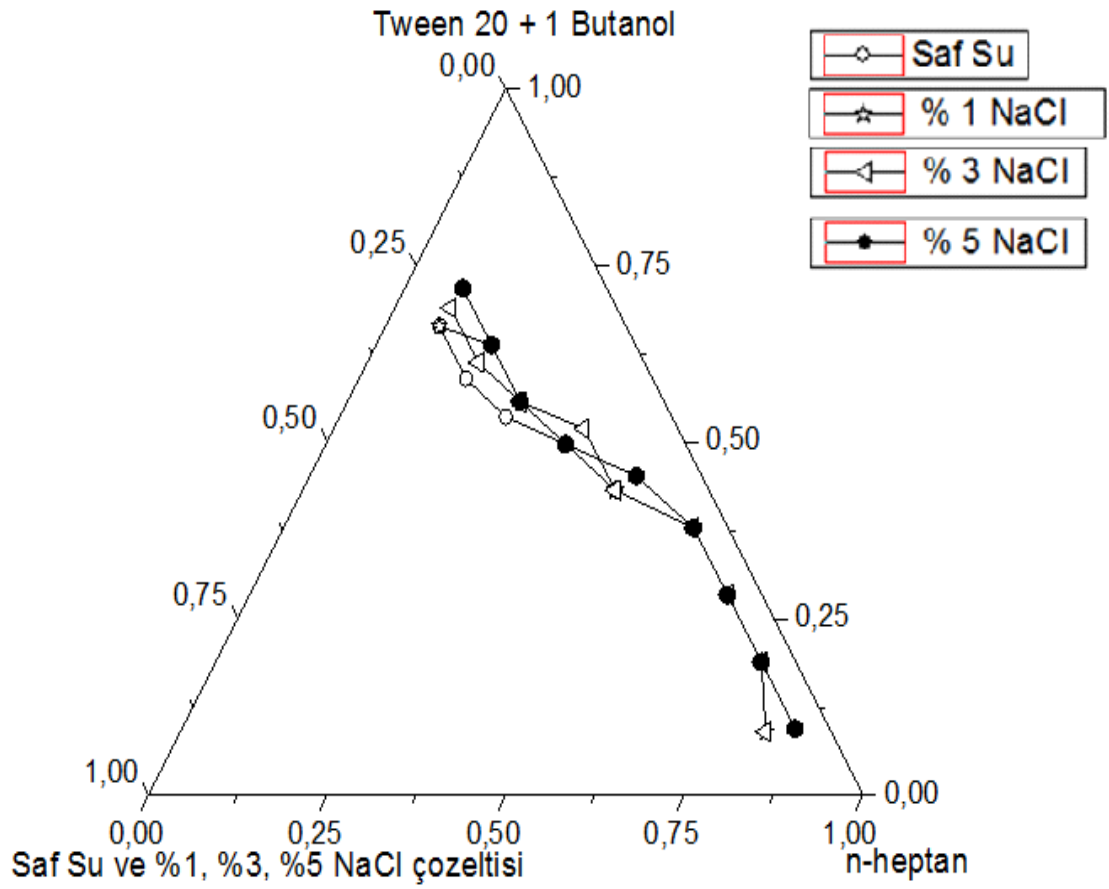
Şekil 4.1.5.3. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 3' lük tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.5.4. Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Heptan)	W(% 5' lik tuzlu su)
9,4370	85,7968	4,7660
18,8931	76,3367	4,7700
28,3679	66,8616	4,7703
37,8583	57,3615	4,7800
45,2054	45,6624	9,1320
49,7489	33,5006	16,7503
55,7525	24,1352	20,1122
63,7686	16,1031	20,1282
71,7967	8,0580	20,1452



Şekil 4.1.5.4. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / % 5' lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.5.5. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Heptan / Saf su ve %1, %3, %5’ lik tuzlu su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.5.5. 25°C’ de Tween 20, 1-Bütanol, n-Heptan titrasyonundaki Monofazik bölge yüzde oranları

Titrant W(su)	Mozofazik Bölge Yüzdesi ( % A <sub>T</sub> )
Su	25,25
%1 lik NaCl	25,75
%3 lük NaCl	24,25
%5 lik NaCl	21,75

Şekil 4.1.5.5’ te 25°C’ de Tween 20 + 1-Bütanol + n-Heptan mikroemülsiyon sisteminin saf su, %1’ lik , %3’ lük, %5’ lik NaCl çözeltisi ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından saf su ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi

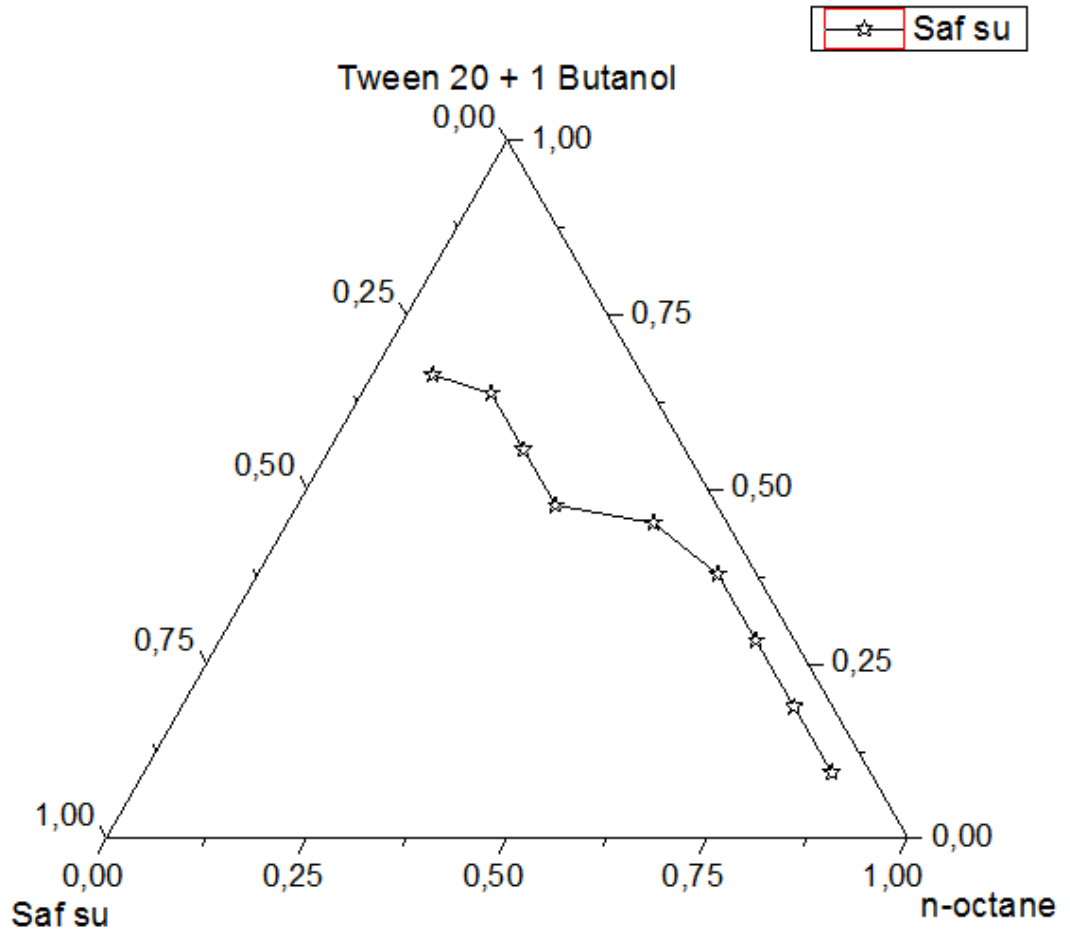
25,25; %1' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 25,75; %3' lük NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesi 24,25; %5' lik NaCl çözeltisi ile titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 21,75 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.6. Tween20+1 Bütanol/n-Oktan/Titrant

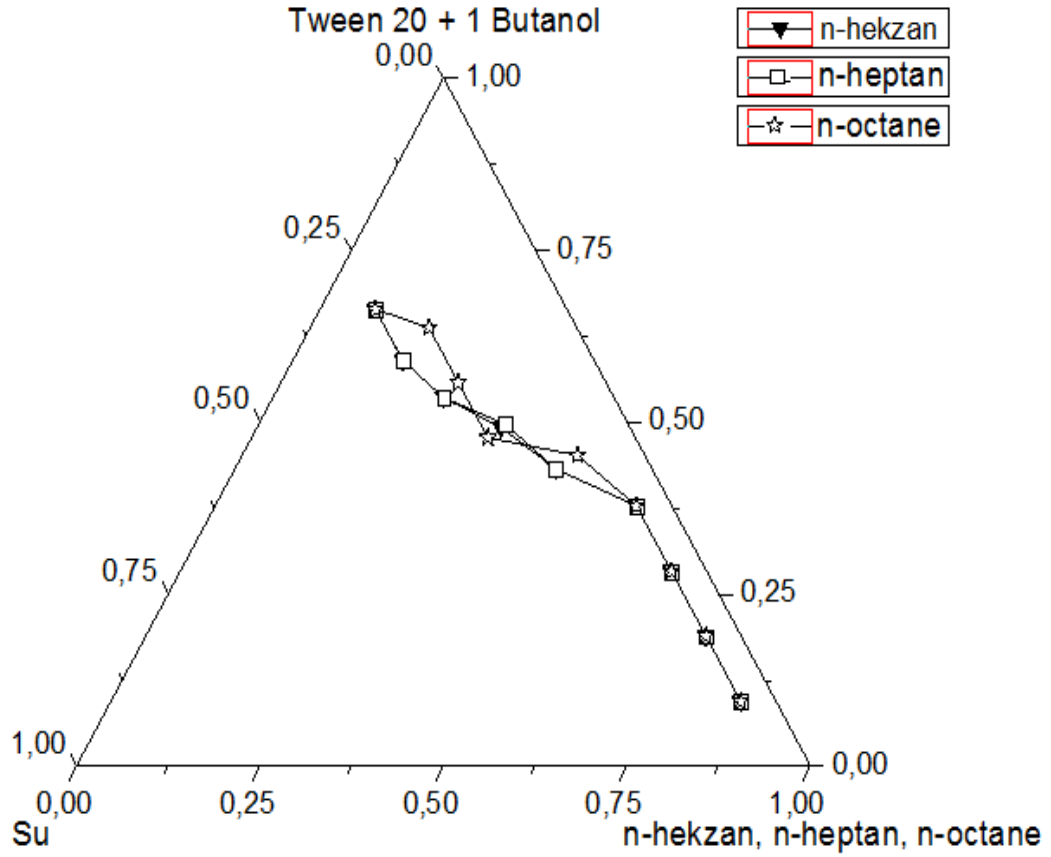
Tablo 4.1.6.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Oktan)	W(su)
9,4370	85,7968	4,7660
18,8931	76,3367	4,7700
28,3679	66,8616	4,7703
37,8583	57,3615	4,7800
45,2054	45,6624	9,1320
47,7494	32,1543	20,0962
55,7525	24,1352	20,1122
63,7686	16,1031	20,1282
66,4496	7,4577	26,0926





Şekil 4.1.6.1. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.6.2. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.6.2. 25°C’ de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri

Titrant W (Yağ)	Monofazik Bölge Yüzdesi (%A <sub>T</sub> )
n-Hekzan	25,5
n-Heptan	25,25
n-Oktan	24,25

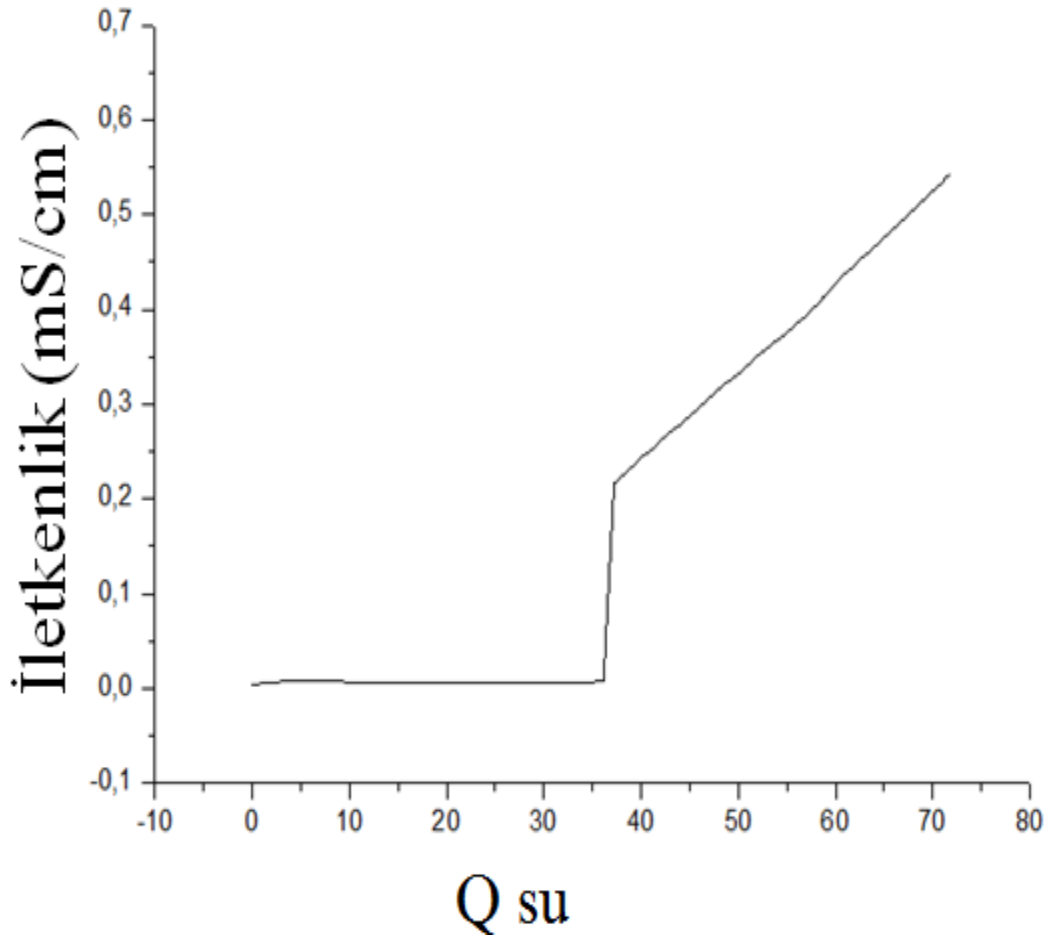
Şekil 4.1.6.2’ de 25°C’ de Tween 20 + 1-Bütanol / n-Hekzan / n-Heptan / n-Oktan mikroemülsiyon sisteminin saf su ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından n-Hekzan ile hazırlanan mikroemülsiyonun titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 25,5; n-heptan ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun

monofazik bölge yüzdesinin 25,25; n-Oktan ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 24,25 olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.7. Tween 80 ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin iletkenlik ölçüm sonuçları

Tablo 4.1.7.1. Tween 80 / 1-Bütanol /n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C deki iletkenlik ölçüm değerleri.

Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik	Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik	Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik
1	0	0,004	36	42,122	0,263	71	62,563	0,453
2	1,329	0,006	37	43,0107	0,271	72	62,937	0,456
3	2,624	0,007	38	43,873	0,277	73	63,303	0,459
4	3,886	0,008	39	44,709	0,285	74	63,663	0,462
5	5,115	0,009	40	45,52	0,292	75	64,015	0,466
6	6,313	0,009	41	46,309	0,300	76	64,361	0,469
7	7,481	0,009	42	47,075	0,307	77	64,700	0,473
8	8,62	0,008	43	47,819	0,314	78	65,032	0,476
9	9,732	0,007	44	48,543	0,321	79	65,359	0,479
10	10,817	0,007	45	49,247	0,326	80	65,679	0,482
11	11,876	0,007	46	49,932	0,331	81	65,994	0,485
12	12,91	0,007	47	50,599	0,337	82	66,303	0,488
13	13,921	0,006	48	51,248	0,344	83	66,606	0,491
14	14,90	0,006	49	51,880	0,350	84	66,904	0,494
15	15,87	0,006	50	52,496	0,355	85	67,197	0,497
16	16,816	0,006	51	53,097	0,360	86	67,484	0,500
17	17,738	0,006	52	53,682	0,365	87	67,767	0,503
18	19,523	0,006	53	54,254	0,369	88	68,044	0,505
19	21,231	0,006	54	54,811	0,374	89	68,317	0,508
20	22,869	0,006	55	55,354	0,379	90	68,585	0,511
21	24,439	0,006	56	55,885	0,384	91	68,849	0,513
22	25,948	0,006	57	56,404	0,388	92	69,109	0,516
23	27,397	0,006	58	56,910	0,393	93	69,364	0,518
24	28,79	0,006	59	57,405	0,398	94	69,615	0,521
25	30,131	0,007	60	57,888	0,403	95	69,861	0,524
26	31,423	0,007	61	58,361	0,407	96	70,104	0,526
27	32,667	0,007	62	58,823	0,414	97	70,343	0,528
28	33,868	0,007	63	59,275	0,418	98	70,578	0,530
29	35,026	0,007	64	59,717	0,424	99	70,810	0,532
30	36,144	0,008	65	60,150	0,429	100	71,038	0,535
31	37,225	0,216	66	60,573	0,434	101	71,262	0,538
32	38,269	0,226	67	60,988	0,438	102	71,483	0,540
33	39,279	0,236	68	61,394	0,441	103	71,700	0,542
34	40,257	0,246	69	61,791	0,444	104	71,915	0,544
35	41,204	0,253	70	62,181	0,449	105		

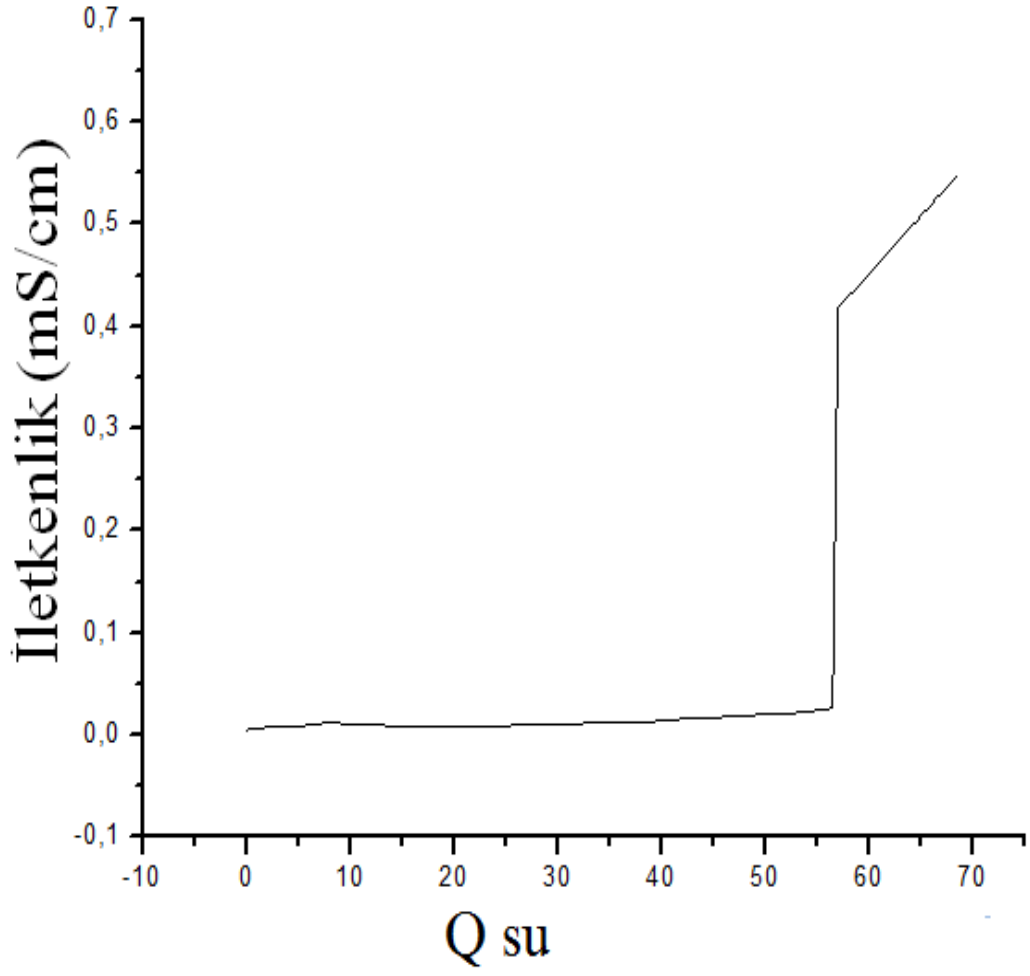


Şekil 4.1.7.1. Tween 80 / 1-Bütanol / n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C’ deki iletkenlik ölçüm grafiği

**4.1.8. Tween 20 ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin iletkenlik ölçüm sonuçları:**

Tablo 4.1.8.1. Tween 20 / 1-Bütanol /n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C’ deki iletkenlik ölçüm değerleri

Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik	Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik	Ölçüm sayısı	Q <sub>su</sub>	İletkenlik
1	0	0,005	28	41,824	0,016	55	59,441	0,445
2	1,363	0,007	29	42,745	0,016	56	59,890	0,450
3	2,690	0,008	30	43,638	0,016	57	60,330	0,455
4	5,240	0,009	31	44,503	0,017	58	60,761	0,459
5	7,66	0,012	32	45,341	0,017	59	61,182	0,464
6	9,959	0,011	33	46,155	0,018	60	61,594	0,469
7	12,146	0,010	34	46,945	0,018	61	61,998	0,474
8	14,230	0,009	35	47,712	0,018	62	62,393	0,478
9	16,217	0,009	36	48,457	0,019	63	62,780	0,482
10	18,114	0,009	37	49,182	0,020	64	63,159	0,487
11	19,927	0,009	38	49,886	0,021	65	63,531	0,491
12	21,662	0,009	39	50,571	0,021	66	63,895	0,495
13	23,322	0,009	40	51,237	0,021	67	64,252	0,499
14	24,914	0,009	41	51,886	0,021	68	64,602	0,503
15	26,442	0,010	42	52,518	0,021	69	64,945	0,507
16	27,908	0,010	43	53,133	0,022	70	65,281	0,511
17	29,317	0,011	44	53,733	0,022	71	65,611	0,514
18	30,672	0,011	45	54,317	0,023	72	65,935	0,518
19	31,976	0,011	46	54,887	0,024	73	66,253	0,522
20	33,232	0,012	47	55,443	0,024	74	66,565	0,526
21	34,442	0,012	48	55,985	0,025	75	66,871	0,529
22	35,609	0,012	49	56,514	0,027	76	67,172	0,532
23	36,736	0,013	50	57,031	0,418	77	67,467	0,536
24	37,824	0,013	51	57,536	0,424	78	67,757	0,539
25	38,874	0,013	52	58,02	0,429	79	68,042	0,542
26	39,890	0,014	53	58,510	0,434	80	68,322	0,545
27	40,873	0,014	54	58,980	0,440	81	68,597	0,548



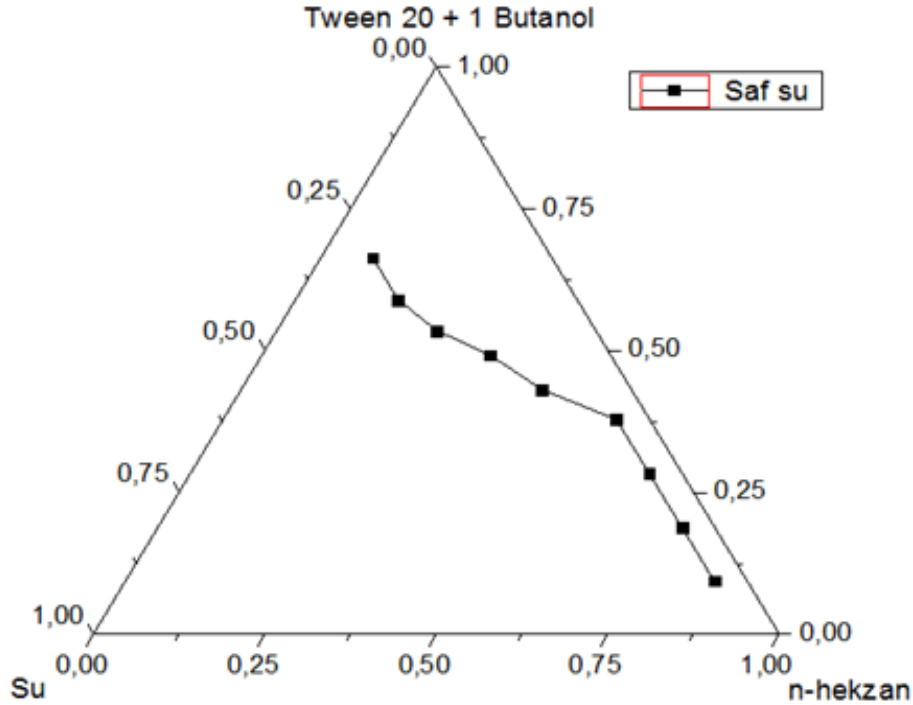
Şekil 4.1.8.1. Tween 20 / 1-Bütanol / n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin su kesrine göre değişen 25°C’ deki iletkenlik ölçüm grafiği

#### 4.1.9. Span 80 ve Tween 20 ile Hazırlanan Mikroemülsiyon Sistemlerindeki HLB Değerinin Değişimi

##### 4.1.9.1. Tween 20 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçgen faz diyagramı.

Tablo 4.1.9.1.1. Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Tween 20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(su)
9,437	85,796	4,76
18,89	76,335	4,77
28,36	66,857	4,77
37,858	57,36	4,78
43,23	43,668	13,10
49,748	33,50	16,75
53,596	23,20	23,20
59,016	14,903	26,08
66,44	7,457	26,099

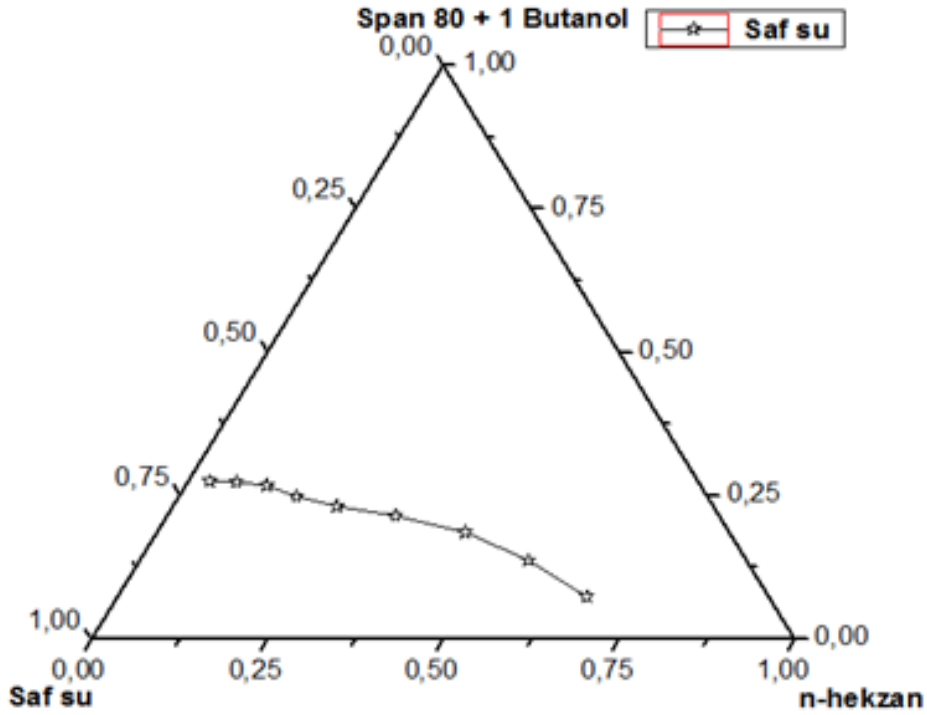


Şekil 4.1.9.1.1. 25°C' de Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

#### 4.1.9.2. Span 80 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su Mikroemülsiyon Sisteminin Üçgen Faz Diyagramı.

Tablo 4.1.9.2.1. Span 80 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Span 80+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(su)
7,3306	66,722	25,9473
13,6741	55,2485	31,0773
18,5972	43,8324	37,5703
21,4506	32,5029	46,0463
23,0762	23,3102	53,6135
24,8122	16,7081	58,4795
26,7255	11,5692	61,7052
27,3855	6,9151	65,6993
27,4905	3,0850	69,4244



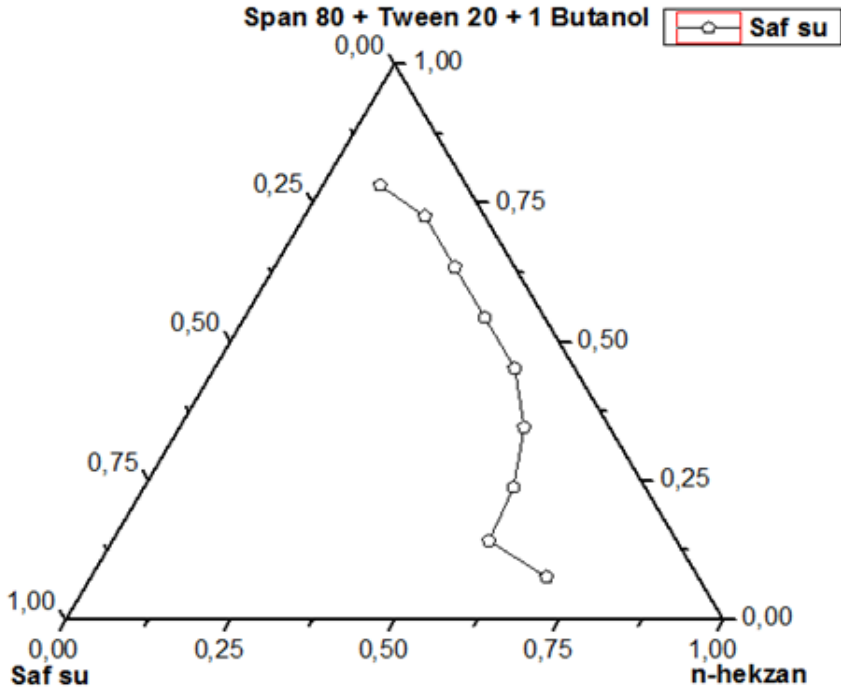
Şekil 4.1.9.2.1. 25°C’ de Span 80+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı



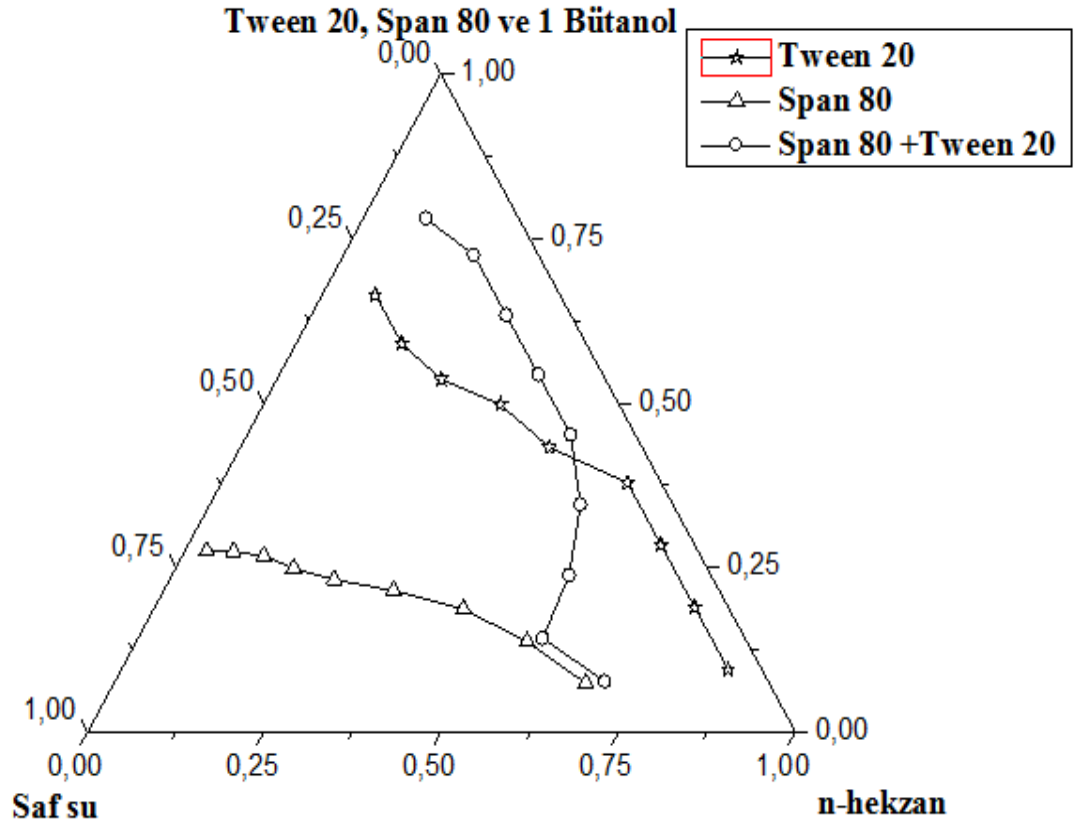
#### 4.1.9.3. Span 80 + Tween 20 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su Mikroemülsiyon Sisteminin Üçgen Faz Diyagramı.

Tablo 4.1.9.3.1. Span 80 + Tween 20 + 1 Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin ağırlık kesirleri

W(Span80+Tween20+1-Bütanol)	W(n-Hekzan)	W(su)
7,6211	69,2847	23,0942
14,1631	57,2246	28,6123
23,8172	56,1345	20,0482
34,5543	52,3565	13,0891
45,2054	45,6624	9,1321
54,2965	36,5634	9,1401
63,403	27,447	9,15
72,5277	18,3152	9,1571
78,0897	8,7641	13,1461



Şekil 4.1.9.3.1. 25°C' de Span 80 + Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan/ Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı



Şekil 4.1.9.3.2. 25°C’ de Tween 20 / Span 80 / Span 80+Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su sisteminin üçlü faz diyagramı

Tablo 4.1.9.3.2. 25°C’ de Span 80 ve Tween 20 ile Oluşturulan Mikroemülsiyonların HLB Değerleri.

HLB	SPAN 80 (%)	TWEEN 20 (%)	SPAN 80 (gr)	TWEEN 20 (gr)
4,3	100	0	1	0
10,5	50	50	0,5	0,5
16,7	0	100	0	1

Tablo 4.1.9.3.3. 25°C’ de Tween 20 / Span 80 / Span 80+Tween 20+1-Bütanol / n-Hekzan / Saf su titrasyonundaki Monofazik bölge yüzdeleri

Titrant W (Surfaktant)	Monofazik Bölge Yüzdesi (%A <sub>T</sub> )
Tween 20	25,5
Span 80	72,25
Tween 20+Span 80	27,5

Şekil 4.1.9.3.2’ de 25°C’ de Tween 20 / Span 80 / Tween 20 + Span 80 + n-Hekzan mikroemülsiyon sisteminin saf su ile titrasyonundan elde edilen üçgen faz diyagramından Tween 20 ile hazırlanan mikroemülsiyonun titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 25,5; Span 80 ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 72,25; Tween 20 + Span 80 ile hazırlanan mikroemülsiyon sisteminin titrasyonunun monofazik bölge yüzdesinin 27,5 olduğu tespit edilmiştir.

## 4.2. Tartışma

İyonik surfaktanların, pH’ ya karşı hassas olmaları noniyonikleri daha avantajlı kılmıştır. Buda çalışmaların pek çoğunu iyonik olmayan surfaktantlar üzerinde yoğunlaştırmıştır Bizde deneyimiz de biyolojik temelli iyonik olmayan Tween 20, Tween 80, Span 80 kullanarak mikroemülsiyonlar oluşturduk. Deneyler sonucunda görülmüştür ki üç fazlı üçgen grafikte titrantaki tuz oranı arttıkça tek fazlı bölgenin alan yüzdesi azalmıştır. Monofazik alan yüzdelerindeki azalışın Tween 20 de daha az olması Tween 20’ nin Tween 80 ‘den daha iyi stabilize özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.

Tuz oranı arttıkça monofazik bölgenin alanının azalması yüzey aktif maddenin tuz oranı arttıkça çözüldürücü özelliğinin de azaldığını gösterir. Ayrıca kullanılan yağın karbon sayısı arttıkça monofazik bölgenin alan yüzdesinin daha da azaldığı gözlenmiştir. Yine bu azalış farkının Tween 80’e kıyasla Tween 20’ de daha az olması Tween 20’ nin daha kararlı olduğuna ispattır. Burdan hareketle Tween 80, Tween 20 gibi noniyonik YAM’ lerle oluşturulan mikroemülsiyonlarda kullanılan yağın karbon sayısının artmasıyla tek fazlı bölgenin alan yüzdesinde ve dolayısıyla YAM’ nin çözünürlüğündeki azalmanın arttığı gözlenmiştir.

Ayrıca Span 80 gibi hidrofobik surfaktantlarla hazırlanan mikroemülsiyonların monofazik bölgenin alan yüzdesi fazla iken Tween 20 gibi hidrofilik surfaktantta daha azdır. Yüksek HLB değerli surfaktantlar köpük yapıcıdır. Dolayısıyla Tween 20'nin köpük yapıcı özelliği Span 80 e göre daha fazladır. Ayrıca deneyimizde Tween 20'nin yanı sıra Span 80 de kullanılarak çift surfaktantlı mikroemülsiyonların üçgen faz diyagramı incelenmiştir. Böylece köpük oluşumunu azaltılmış ve çözünürlük artmıştır. Eşit oranda Span 80 ve Tween 20 alınmasına rağmen surfaktant karışımının hidrofilik özelliği ağır basmıştır.

Mikroemülsiyon sistemleri için faz diyagramlarında bulunan toplam monofazik alanın büyüklüğü mikroemülsiyon damlacıkları arasındaki karşılıklı çekim etkileşimi ve ara yüzeyin eğrilme zorluğu gibi birbiri ile çekişen iki etkiye bağlıdır. [84]

Ortamdaki tuzluluk oranının artması ile monofazik bölgenin alanının ( $%A_T$ ) azalması ara yüzeyin pekliğinin ve  $V/a_oI_c$  geometrik oranın artması ile açıklanabilir. Tuzluluğun artışı ile ara yüzeyde bulunan alkol moleküllerinin azalması da monofazik bölge alanının azalmasına katkı yapmıştır.

Şekil 4.1.1.5 ve Tablo 4.1.1.5 te verilen Tween 80 / 1 Bütanol / n-Hekzan / tuzlu su sisteminden oluşan mikroemülsiyonun monofazik bölge alanı incelendiğinde tuz konsantrasyonu %5 NaCl değerine kadar arttığında başlangıçta %42,75 olan alanın %31' e kadar düştüğü görülür. Buna göre incelenen sistemde oluşan mikroemülsiyon damlacıkları arasındaki karşılıklı etkileşim enerjisi ortama tuz ilave edildikçe artmıştır. Çünkü yukarıda verilen geometrik oranda payda da yer alan baş grup faktörü  $a_o$  tuz ilavesi ile artar.

Şekil 4.1.2.5 ve Tablo 4.1.2.5 te görüldüğü gibi Tween 20 / 1-Bütanol / n-Hekzan / tuzlu su sisteminden oluşan mikroemülsiyon için monofazik bölgenin alanının tuz konsantrasyonunun artması ile dikkate değer bir değişme göstermediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuca dayanarak Tween 20 içeren sistemdeki mikroemülsiyon tanecikleri arasındaki karşılıklı etkileşim enerjisinde tuz konsantrasyonu ile değişimin saptanabilmediği söylenebilir.

Şekil 4.1.4.2 ve Tablo 4.1.4.2 de Tween 80 / 1-Bütanol / n-Hekzan, n-Heptan, n-Oktan / su sisteminden oluşan mikroemülsiyonların faz diyagramındaki monofazik bölge alanı yüzde olarak  $%A_T$  verilmiştir. Buradan hidrokarbonun zincir uzunluğu arttıkça monofazik alanın küçüldüğü görülmektedir. Yağ olarak nitelendirilen

hidrokarbonların zincir uzunluğu arttıkça sistemde oluşan mikroemülsiyonun monofazik bölge alanının küçülmesi mikroemülsiyon damlacıkları arasındaki karşılıklı etkileşimin artmasına verilmiştir. [84] Bu artış yağ moleküllerinin ara yüzey tabakasına nüfuz ederek onun eğriliği ve esnekliğini değiştirmesi ile ilgilidir.

Şekil 4.1.6.2 ve Tablo 4.1.6.2 de görüldüğü gibi Tween 20 tabanlı sistemde hidrokarbon zincir uzunluğunun artması mikroemülsiyonun monofazik bölgesinin alanında önemli değişikliğe yol açmamıştır. Demek ki sistemdeki mikroemülsiyonun monofazik bölgesinin alanının değişmesine yol açan ara yüzey eğriliği ve esnekliği değişmemiştir. Bu değişimlerin ortaya çıkmasına yol açan yağ moleküllerinin ara yüzey tabakasına nüfuz etmesi olduğundan, ara yüzey tabakasına nüfuz eden yağ molekülleri ile surfaktant moleküllerinin hidrofobik kısımları arasında kuvvetli hidrofobik etkileşimin ortaya çıktığı bu etkileşimde ara yüzey tabakasının pekliliğini arttırdığı söylenebilir. Mikroemülsiyon sistemlerindeki yapısal değişiklikleri tahmin etmek amacıyla elektriksel iletkenlik ile su kesri arasındaki değişimi takip etmek etkin bir yöntemdir.

Şekil 4.1.7.1 de görüldüğü gibi Tween 80 / 1-Bütanol / n-Hekzan sisteminin su kesri ile elektriksel iletkenliğinde yaklaşık olarak su kesrinin 37 gibi bir değerinde perkolasyon eşik değeri bulunmuştur. Bu eşik değeri Tween 20 temelli sistemde ise  $Q_{su}$ ' nun 57 olduğu noktada görülmüştür. Şekil 8.8.1.

Buradan perkalosyan eşik değerine göre mikroemülsiyonun su/yağ tipinde iken bu değerden sonra mikroemülsiyonun 2 ortamlı tip üzerinden yağ/su tipine dönüştüğü görülebilir. Mikroemülsiyon sistemlerinde görülen bu yapısal değişim su kesrinin artması ile damlacıkların büyüklüklerinin arttığı perkolasyon eşik değerinde damlacıklar bir araya gelerek küme oluşturduğu bu şekilde damlacıklar arasındaki karşılıklı etkileşim enerjisinin artarak 2 ortamlı mikroemülsiyon tipinin oluştuğu şeklinde açıklanabilir. [85-86]

Şekil 4.1.9.3.2 ve Tablo 4.1.9.3.3 te Tween 20 ile Span 80 surfaktantlarının oluşturduğu karışık surfaktantın HLB=10,5 değerini veren ağırlıkça (1/1) oranındaki karışımları kullanılarak oluşturulan sistemlerin faz diyagramları ve monofazik bölge alanı verilmiştir. Tween 20+Span 80 karışımı için bulunan mikroemülsiyon monofazik alanının bulunan değeri bu alanın toplanabilirlik özelliğine sahip olmadığını gösterir. Su/yağ oranının büyük değerlerinde Tween 20 ve Span 80 için bulunan monofazik

alanlardan daha küçük; Su/yağ oranının küçük değerlerinde Tween 20 için bulunan alandan daha büyük olduğu bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- [1]- P. Kumar, K. L. **Mittal Handbook of Microemulsion Science and Technology**. Marcel Dekker, New York.1999
- [2]- T.P. Hoar, J.H. Schulman, **Transparent water-in-oil dispersions: the oleopathic hydro-micelle**, Nature 152 (1943) 102-103
- [3]- J.H. Schulman, W. Stoeckenius, L.M. Prince, **Mechanism of formation and structure of micro emulsions by electron microscopy**, J. Phys. Chem. 63 (1959) 1677–1680.
- [4]- I. Danielsson, B. Lindman, **The definition of a microemulsion Colloids and Surfaces** 3 (1981) 391–392.
- [5]- K. Shinoda, B. Lindman, **Organised surfactant systems: microemulsions**, Langmuir 3 (1987) 135–149.
- [6]- M. Jayne Lawrence, Gareth D. Rees **Microemulsion-based media as novel drug delivery systems-** (2000) 89–121.
- [7]- L.M. Prince, **A theory of aqueous emulsion. I. Negative interfacial tension at the oil /water interface**, J. Colloid Interface Sci. 23 (1967) 165–173.
- [8]- K. Shinoda, H. Kunieda, **Conditions to produce so-called microemulsions. Factors to increase the mutual solubility of oil and water by solubilizer**, J. Colloid Interface Sci. 42 (1973) 381–387.
- [9]- S. Friberg, I. Buraszcenska, **Microemulsions in the water-potassium oleate–benzene system**, Progr. Colloid Polymer Sci. 63 (1978) 1–9.
- [10]- E. Ruckenstein, J.C. Chi, **Stability of microemulsions**, J Chem. Soc. Faraday Trans. 71 (1975) 1690–1707.
- [11]- E. Ruckenstein, R. Krishnan, **Effect of electrolytes and mixtures of surfactants on the oil–water interfacial tension and their role in formation of microemulsions**, J. Colloid Interface Sci. 76 (1980) 201–211.
- [12]- Winsor PA: **Solvent Properties of Amphiphilic Compounds**, London Butterword and Co Ltd;1954
- [13]- Kunieda H, Shinoda K: **Evaluation of the Hydrophile-Lipophile Balance (HLB) of nonionic surfactants , I. Multisurfactant systems**. J Colloid Interface Sci 1985,107-121.
- [14]- Kunieda H, Shinoda K: **Solution behavior and hydrophile-lipophile balance temperature in the Aerosol OT- Isooctane-brine system: Correlation between microemulsions and ultralow interfacial tensions**. J Colloid Interface Sci 1980,75:601
- [15]- Kahlweit M,Strey R: **Phase behavior of quinary mixtures of the type H<sub>2</sub>O-oil-nonionic amphiphile-ionic amphiphilic-salt** J Phys Chem 1988,92:1557-1563
- [16]- Conxita Solans and Maria Jose Garcia-Celma **Surfactants for microemulsions** Current Opinion in Colloid & Interface Science 1997, 2:464-471
- [17]- J. Eastoe, B.M.H. Cazelles, D.C. Steytler, J.D. Holmes, A.R. Pitt, T.J. Wear, R.K. Heenan, **Water-in-CO microemulsions studied by small-angle neutron scattering**, Langmuir 13 (1997) 6980–6984.

- [18]- Y. Ikushima, N. Saito, K. Hatakeda, M. Arai, **Water /AOT/ethane microemulsion under supercritical conditions as a reaction medium**, J. Supercrit. Fluids 13 (1998) 217–224.
- [19]- R.M. Evans, S.J. Farr, **The development of novel, pressurised aerosols formulated as solutions**, J. Biopharm. Sci. 3 (1992) 33–40.
- [20]- N. Patel, M. Marlow, M.J. Lawrence, **Microemulsions: a novel pMD1 formulation, in: Drug Delivery to the Lungs IX London**, The Aerosol Society, Bristol, 1998, pp. 160–163
- [21]- H. Sagitani, S. Friberg, **Microemulsion systems with a nonionic cosurfactant**, J. Disper. Sci. Technol. 1 (1980) 151-164.
- [22]- D.W. Osborne, C.A. Middleton, R.L. Rogers, **Alcohol-free microemulsions**, J. Dispersion Sci. Technol. 9 (1988) 415–423.
- [23]- D. Attwood, C. Mallon, C.J. Taylor, **Phase studies of oil-in-water phospholipid microemulsions**, Int. J. Pharm. 84 (1992) R5–R8.
- [24]- R. Aboofazeli, N. Patel, M. Thomas, M.J. Lawrence, **Investigations into the formation and characterisation of phospholipid microemulsions. IV. Pseudo-ternary phase diagrams of systems containing water–lecithin–alcohol and oil; the influence of oil**, Int. J. Pharm. 125 (1995) 107–116.
- [25]- R. Aboofazeli, C.B. Lawrence, S.R. Wicks, M.J. Lawrence, **Investigations into the formation and characterisation of phospholipid microemulsions. III. Pseudo-ternary phase diagrams of systems containing water–lecithin–isopropyl myristate and either an alkanolic acid, amine, alkanediol polyethylene glycol alkyl ether or alcohol as cosurfactant**, Int. J. Pharm. 111(1994) 63–72.
- [26]- D. Attwood, A.T. Florence, **Surfactant Systems: Their Chemistry, Pharmacy and Biology**, Chapman and Hall London, 1983.
- [27]- P.A. Winsor, **Hydrotrophy, solubilisation and related emulsification processes**, J. Chem. Soc. Faraday Trans. 44 (1) (1948) 376–398.
- [28]- K. Shinoda, M. Araki, A. Sadaghiani, A. Khan, B. Lindman, **Lecithin-based microemulsions: phase behaviour and microstructure**, J. Phys. Chem. 95 (1991) 989–993.
- [29]- R. Aboofazeli, M.J. Lawrence, **Investigations into the formation and characterization of phospholipid microemulsions: I Pseudo-ternary phase diagrams of systems containing water-lecithin–alcohol–isopropyl myristate**, Int. J. Pharm. 93(1993) 161–175.
- [30]- G.D. Rees, B.H. Robinson, **Esterification reactions catalysed by *Chromobacterium viscosum* lipase in CTAB-based microemulsion systems**, Biotechnol. Bioeng. 45 (1995) 344–355.
- [31]- S.K. Mehta, X.X. Kawaljit, **Isentropic compressibility and transport properties of CTAB-alkanol-hydrocarbon-water microemulsion systems**, Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 136 (1998) 35–41.
- [32]- I.S. Barnes, S.T. Hyde, B.W. Ninham, P.-J. Derian, M. Drifford, G.G. Warr, T.N. Zemb, **The disordered open connected model of microemulsions**, Progr. Colloid Polym Sci. 76 (1988) 90–95
- [33]- M. Olla, M. Monduzzi, L. Ambrosone, **Microemulsions and emulsions in DDAB/ water/ oil systems**, Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 160 (1999) 23–36



- [34]- K.A. Johnston, D.O. Shah, **Effect of oil chain length and electrolytes on water solubilisation in alcohol-free pharmaceutical microemulsions**, *J. Colloid Interface Sci.* 107 (1985) 269–271
- [35]- M. D'Angelo, D. Fioretto, G. Onori, L. Palmieri, A. Santucci, **Dynamics of water-containing sodium bis(2-ethylhexyl)sulfosuccinate (AOT) reverse micelles: a high-frequency dielectric study**, *Phys. Rev. E* 54 (1996) 993–996
- [36]- J. Carlfors, I. Blute, V. Schmidt, **Lidocaine in microemulsion— a dermal delivery system**, *J. Disp. Sci. Technol.* 12(1991) 467–482.
- [37]- J.N. Israelachvili, D.J. Mitchell, B.W. Ninham, **Theory of self assembly of hydrocarbon amphiphiles into micelles and bilayers**, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. II* 72 (1976) 1525–1567.
- [38]- D.J. Mitchell, B.W. Ninham, **Micelles, vesicles and microemulsions**, *J. Chem. Soc. Faraday. Trans. II* 77 (1981) 601–629.
- [39]- B. Jonsson, B. Lindman, K. Holmberg, B. Kronberg, **Behaviour of concentrated surfactant systems, in: Surfactants and Polymers in Aqueous Solution**, John Wiley & Sons, Chichester, 1999, pp. 61–89.
- [40]- W. Warisnoicharoen, A.B. Lansley, M.J. Lawrence, **Nonionic oil-in-water microemulsions: the effect of oil type on phase behaviour**, *Int. J. Pharm.* 198 (2000) 7–27.
- [41]- H.N. Bhargava, A. Narurkar, L.M. Lieb, **Using microemulsions for drug delivery**, *Pharm. Tech.* 11 (1987) 46–52
- [42]- S. Tenjarla, **Microemulsions: an overview and pharmaceutical applications**, *Crit. Rev. Therapeutic Drug Carrier Systems* 16 (1999) 461–521.
- [43]- D. Attwood, **Microemulsions**, in: J. Kreuter (Ed.), **Colloidal Drug Delivery Systems**, Dekker, New York, 1994, pp. 31–71.
- [44]- J. Eccleston, **Microemulsions**, in: J. Swarbrick, J.C. Boylan (Eds.), **Encyclopedia of Pharmaceutical Technology**, Vol. 9, Marcel Dekker, New York, 1994, pp. 375–421.
- [45]- W. Warisnoicharoen, A.B. Lansley, M.J. Lawrence, **Lightscattering investigations on dilute non-ionic oil-in-water microemulsions**, *AAPS Pharm. Sci.* 2 (2000) 429–448.
- [46]- F.C. Larche, P. Delord, **Structures and stability of isotropic phases in the AOT–decane–water system**, *Fluid Phase Equilib.* 20 (1985) 257–264.
- [47]- J. Eastoe, G. Fragneto, B.H. Robinson, T.F. Towey, R.K. Heenan, F.J. Lena, **Variation of surfactant counterion and its effect on the structure and properties of Aerosol–OT-based water-in-oil microemulsions**, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* 88 (1992) 461–467.
- [48]- P. Schurtenberger, Q. Peng, M.E. Leser, P.L. Luisi, **Structure and phase behaviour of lecithin-based microemulsions: a study of chain length dependence**, *J. Colloid Interface Sci.* 156 (1993) 43–51.
- [49]- J. Bergenholtz, A.A. Romagnoli, N.J. Wagner, **Viscosity microstructure and interparticle potential of AOT/H<sub>2</sub>O/n-decane inverse microemulsions**, *Langmuir* 11 (1995) 1559–1570.
- [50]- E. Acosta, D.H. Kurlat, M. Bisceglia, B. Ginzberg, L. Baikauskas, S.D. Romano, **Induced electric birefringence and, viscosity studies in microemulsions**, *Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 106 (1996) 11–21.

- [51]- S.K. Mehta, R.K. Dewan, K. Bala, **Percolation phenomenon and the study of conductivity, viscosity and ultrasonic velocity in microemulsions**, Phys. Rev. E 50 (1994) 4759–4762.
- [52]- R. Angelico, G. Palazzo, G. Colafemmina, P.A. Cirkel, M. Giustini, A. Ceglie, **Water diffusion and head group mobility in polymer-like reverse micelles: evidence of a sphere-to-rod-to-sphere transition**, J. Phys. Chem. B 102 (1998) 2883–2889.
- [53]- Z.J. Yu, R.D. Neuman, **Reversed micellar solution-to-bicontinuous microemulsion transition in sodium bis(2-ethylhexyl) phosphate /*n*-heptane /water system**, Langmuir 11 (1995) 1081–1086.
- [54]- S.K. Mehta, X.X. Kavaljit, K. Bala, **Phase behaviour, structural effects, volumetric and transport properties in, nonaqueous microemulsions**, Phys. Rev. E 59 (1999) 4317–4325.
- [55]- Y. Feldman, N. Kozlovich, I. Nir, N. Garti, **Dielectric spectroscopy of microemulsions**, Colloids Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 128 (1997) 47–61.
- [56]- P.A. Cirkel, J.P.M. van der Ploeg, G.J.M. Koper, **Branching and percolation in lecithin wormlike micelles studied by dielectric spectroscopy**, Phys. Rev. E 57 (1998) 6875–6883.
- [57]- M. Giustini, G. Palazzo, G. Colafemmina, M. Della Monica M. Giomini, A. Ceglie, **Microstructure and dynamics of the water-in-oil CTAB/*n*-pentanol /*n*-hexane /water microemulsion: spectroscopic and conductivity study**, J. Phys. Chem. 100 (1996) 3190–3198.
- [58]- O. Regev, S. Ezrahi, A. Aserin, N. Garti, E. Wachtel, E.W. Kaler, A. Khan, Y. Talmon, **A study of the microstructure of a four-component nonionic microemulsion by cryo-TEM ,NMR, SAXS and SANS**, Langmuir 12 (1996) 668–674.
- [59]- C. von Corswant, P. Thoren, S. Engstrom, **Triglyceride-based microemulsion from intravenous administration of sparingly soluble substances**, J. Pharm. Sci. 87 (1998) 200–208.
- [60]- M. Kahlweit, R. Strey, D. Haase, H. Kunieda, T. Schmeling, B. Faulhaber, M. Borkovec, H.-F. Eicke, G. Busse, F. Eggers, T.H. Funck, H. Richmann, L. Magid, O. Soderman P. Stilbs, J. Winkler, A. Dittrich, W. Jahn, **How to study microemulsions**, J. Colloid Interface Sci. 118 (1987) 436–453.
- [61]- H. Saint Ruth, D. Attwood, G. Ktistis, C.J. Taylor, **Phase studies and particle size analysis of oil-in-water phospholipid microemulsions**, Int. J. Pharm. 116 (1995) 253–261.
- [62]- D. Hantzschel, S. Enders, H. Kahl, K. Quitzsch, **Phase behaviour of quaternary systems containing carbohydrate surfactants–water–oil–cosurfactant**, Phys. Chem. Chem. Phys. 1 (1999) 5703–5710.
- [63]- M.A. Bolzinger, M.A. Thevenin, J.L. Grossiord, M.C. Poelman, **Characterisation of a sucrose ester microemulsion by freeze fracture electron micrograph and small angle neutron scattering experiments**, Langmuir 15 (1999) 2307–2315.
- [64]- T.N. Zemb, I.S. Barnes, P.-J. Derian, B.W. Ninham, **Scattering as a critical test of microemulsion structural models**, Progr. Colloid Polym. Sci. 81 (1990) 20–29.
- [65]- J. Tabony, **Formation of cubic structures in microemulsions containing equal volumes of water and oil**, Nature 319(1986) 400.

- [66]- J. Tabony, **Occurrence of liquid-crystalline mesophases in microemulsion dispersions**, *Nature* 320 (1986) 338–340.
- [67]- L. Auvray, J.P. Cotton, R. Ober, C. Taupin, **Evidence for zero mean curvature microemulsions**, *J. Phys. Chem.* 88 (1984) 4586–4589.
- [68]- E.W. Kaler, S. Prager, **A model of dynamic scattering by microemulsions**, *J. Colloid Interface Sci.* 86 (1982) 359–369.
- [69]- J. Eastoe, K.J. Hetherington, D. Sharpe, J. Dong, R.K. Heenan, D. Steytler, **Mixing of alkanes with surfactant monolayers in microemulsions**, *Langmuir* 12 (1996) 3876–3880.
- [70]- T. Gulik-Krzywicki, K. Larsson, **An electron microscopy study of the L2-phase (microemulsion) in a ternary system: triglyceride /monoglyceride /water**, *Chem. Phys. Lipids* 35(1984) 127–132.
- [71]- M.A. Bolzinger, T.C. Carduner, M.C. Poelman, **Bicontinuous sucrose ester microemulsion: a new vehicle for topical delivery of niflamic acid**, *Int. J. Pharm.* 176 (1998) 39–45.
- [72]- D. Attwood, C. Mallon, G. Ktistis, C.J. Taylor, **A study on factors influencing the droplet size in nonionic oil-in-water microemulsions**, *Int. J. Pharm.* 88 (1992) 417–422.
- [73]- R. Aboofazeli, D.J. Barlow, M.J. Lawrence, **Particle size analysis of concentrated phospholipid microemulsions. I. Total intensity light scattering**, *AAPS Pharm. Sci.* 2 (2000) 449–470.
- [74]- Safran SA, Tlustý T: **Curvature elasticity models of microemulsions**. *Ber Bunsenges Phys Chem* 1996, 100:252-263
- [75]- Strey R: **Phase behavior and interfacial curvature in water-oil-surfactant systems**. *Curr Opin Colloid Interface Sci* 1996, 1:402-410.
- [76]- Israelachvili JN Mitchell DJ, Ninham BW: **Theory of self assembly**. *J Chem Soc Faraday Trans 2* 1976, 72:1525-1567
- [77]- Kahlweit M: **Preparing microemulsions with alkyl monoglucosides and the role of n-alkanols**. *Langmuir* 1995, 11:3382-3387
- [78]- Kahlweit M, Busse G, Faulhaber B: **Preparing nontoxic microemulsions with alkyl monoglucosides and the role of alkanediols as cosolvents**. *Langmuir* 1996, 12:861-862
- [79]- Kahlweit M, Busse G, Faulhaber B: **Preparing microemulsions with lecithins** *Langmuir* 1995, 11:1576-1583
- [80]- Kahlweit M, Busse G, Eibl H: **Preparing nontoxic microemulsions** *Langmuir* 1995, 11:4185-4187
- [81]- Minana- Perez M, Graciaa A, Lachaise J, Salager JL,: **Systems containing mixtures of extended surfactants and conventional nonionics**. *Proceedings 4th World Surfactants Congress* 1996, 4:226-234
- [82]- Steytler DC, Lee Sargeant D, Weish GE, Robinson BH, Heenan RK: **Ammonium bis(ethylhexyl) phosphate: a new surfactant for microemulsions**. *Langmuir* 1996. 12:5312-5318.
- [83]- Kurumada K, Shioi A, Harada M: **Dynamical behavior and structure of concentrated water –in-oil microemulsions in the sodium bis (2-ethylhexyl) phosphate systems**. *J. Phys Chem* 1995, 99: 16982-16990.
- [84]- R.Leung, D. O. Shah: **Solubilization and phase equilibrium of water-in-oil microemulsions**. *J. Colloid Interface Sci.* 120, 320- 329 (1987)

- [85]- P. G. De Gennes, C. Taupin: **Microemulsions and the flexibility of oil/water interface.** J. Phys. Chem (1990) 94:8407- 8413
- [86]- G. Grest, I. Webman, J. Safron, A. Bug: **Dynamic percolation in microemulsions.** Phys. Rev. A 33:2842-2845 (1986)

## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Kayseri’de doğdum. İlköğretimi Nuh Mehmet Yamaner İ.Ö. Okulu’nda, liseyi Şeker Süper Lisesi’nde okudum. 2003’te Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nde yükseköğretime başladım ve 2007’de lisans öğrenimimi bitirdim. Aynı yıl Erciyes Üniversitesinde Tezli Yüksek Lisansa başladım. Ders dönemini verdikten sonra 2008’de Trakya Üniversitesi’ne memur olarak atandım. Kayıt dondurma talebim kabul edilmeyince 2009’da ilişik kestirmek zorunda kaldım. 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Trakya Üniversitesinde Tezsiz Yüksek Lisansımı tamamladım ve 2011’de öğrenci affına başvurup Erciyes Üniversitesi’ndeki eğitimime yeniden başladım. 2012-2013 eğitim-öğretim yılında Trakya Üniversitesi’ne geçiş yaptım. Evli ve bir çocuk annesiyim. Halen Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığında çalışmaktayım.