

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİ KATYONİK GEMİNİ SURFAKTANT;
SENTEZ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

SEMRA KOCAOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. HALİDE AKBAŞ

EDİRNE-2015

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİ KATYONİK GEMİNİ SURFAKTANT;
SENTEZ VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

SEMRA KOCAOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. HALİDE AKBAŞ

EDİRNE

2015


T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.


Prof. Dr. Mehmet İŞÇAN
Anabilim Dalı Başkanı

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


Prof. Dr. Halide AKBAŞ
Tez Danışmanı

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

Jüri Üyeleri :

İmza

Prof. Dr. Mehmet İŞÇAN



Prof. Dr. Halide AKBAŞ



Prof. Dr. Feruzan DANE



T.Ü FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KİMYA ANABİLİMDALI 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.



06 /01 /2015

Semra KOCAOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Yeni katyonik gemini surfaktant ve monomerik katyonik surfaktant ile etkileşimleri ve fizikokimyasal özellikleri.

Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı

Bu çalışmada, amit fonksiyonlu saf katyonik gemini surfaktant laboratuvarımızda sentezlendi, saflaştırıldı ve fizikokimyasal özellikleri incelendi. Farklı sıcaklıklarda, surfaktantın kritik misel konsantrasyon (KMK) değerleri, iletkenlik, yüzey gerilimi, bağlı viskozite ve floresans spektrofotometresi ölçümleri kullanılarak saptandı. İletkenlik ölçümlerinden misel iyonlaşma dereceleri (α) ve miselleşme Gibbs serbest enerjileri (ΔG_{mic}°) tayin edildi. Keza floresans spektrofotometresi ölçümleri ile saf gemininin agregasyon sayısı hesaplandı.

Karışık surfaktant çözelti sisteminin (saf gemini/CTAB), konduktometrik metotla etkileşimleri incelendi. Bulunan KMK değerlerinden Rubingh's faz ayırım denklemine göre β etkileşim parametresi hesaplandı. Deneysel etkileşim parametresi (β) değerinin ideal hal değerine yakın olduğu görüldü ($\beta_{orta} = 0.014$).

Gemini surfaktantın krafft sıcaklığı tayininde, diğer çalışmalarda amaçlanan düşük sıcaklık bulundu. Bu yüzden sıcaklığı düşürmek için elektrolit eklenerek Krafft sıcaklığının düşürülmesi yöntemine gerek duyulmadı.

Yüzey gerilimi ölçümlerinden yararlanılarak maksimum yüzey alanı konsantrasyonu (Γ_{max}), yüzey basınç KMK. (Π_{KMK}) ve adsorpsiyon standart Gibbs enerjisi (ΔG_{ad}°) hesaplandı.

Karışık surfaktant çözelti sisteminin agregasyon sayıları, floresans spektrofotometresi ölçümleri kullanılarak bulundu. Bulunan sonuçlar yorumlandı.

Yıl: 2015

Sayfa Sayısı: 130

Anahtar kelimeler: Katyonik gemini surfaktant, konduktometrik yöntem, tensiyometrik yöntem, viskozite yöntemi, spektrofotometrik yöntem, agregasyon sayısı, Krafft sıcaklığı.

SUMMARY

Master Dissertation

New cationic gemini surfactant and interaction with cationic monomeric surfaktant and its physicochemical properties.

Trakya University, Institute of Life Sciences, Department of Chemistry.

In this study, the cationic gemini surfactant with amide functional group have been synthesized, purified and physicochemical properties have been examined in our laboratory. The critical micelle concentration (CMC) values of surfactant at different temperatures were determined by using conductivity, surface tension, viscosity and relative fluorescence spectrophotometry measurements. From the conductivity measurements, the micelle ionization degree (α) and the Gibbs free energy of micellization (ΔG_{mic}°) were determined. Also, the aggregation number of pure cationic gemini surfactant was calculated by using fluorescence spectrophotometer measurements.

The interaction of mixed surfactant solution system (pure gemini / CTAB), were examined by using conductometric method. From the CMC values, the interaction parameter β values were calculated according to the equation Rubingh's phase separation. Experimental interaction parameter (β) value was found to be close to the ideal state value ($\beta_{ave} = 0.014$).

In determination of Krafft temperature of cationic gemini surfactant , it was observed that surfactant synthesized here has a lower Krafft temperature. Therefore, there isn't need to reduce the temperature in addition of electrolytes.

The maximum surface area concentration (Γ_{max}), surface pressure CMC (Π_{CMC}) and standard Gibbs energy of adsorption (ΔG_{ad}°) were calculated by using surface tension measurements.

The numbers of aggregation of the mixed surfactant solution system were found using fluorescence spectrophotometer measurements. The results found here were interpreted.

Year:2015

Number of pages:130

Key words: New gemini surfactant, conductometric method, tensiyometrik method, viscosity method, the spectrophotometric method, aggregation number of Krafft temperatures.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlanmasında ve gerçekleştirilmesinde, bilgisini, zamanını ve desteğini eksik etmeyen saygı değer hocam Prof. Dr. Halide AKBAŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Fizikokimya Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Mehmet İŞCAN başta olmak üzere bölümde emeği geçen tüm hocalarıma, gemini surfaktant sentezini yapan Yrd. Doç. Dr. Mesut BOZ ve öğrencisi Alper DİKMEN'e teşekkür ederim.

Yüksek lisansa teşvik eden fakat bu sürecin maalesef sonunu göremeyen en önemli destekçim çok kıymetli abim Serdar KOCAOĞLU' ya, çalışmalarım sırasında hoşgörü ve desteklerini eksik etmeyen sevgili babam ve annem Salim-Behiye KOCAOĞLU' na, göstermiş oldukları sabır ve özverilerinden dolayı değerli kardeşlerim Erdal KOCAOĞLU, Hediye KOCAOĞLU GÜNEŞ ve Selma ÖZTÜRK' e sonsuz teşekkürler.

Bu süreçte Edirne' de desteklerini hiç eksik etmeyen değerli arkadaşlarım ve manevi kardeşlerim Diyetisyen A. Sinem ÇIĞIR ve Emine ULUTÜRK' e teşekkürü borç bilirim.

Saygılarımla...
Semra KOCAOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER	4
2.1.Surfaktantlar ve Özellikleri	4
2.2.Surfaktantların Sınıflandırılması	6
2.3.Sulu Çözeltilerde Miseller ve Surfaktantların Özellikleri	11
2.3.1. Misel Oluşumu, Yapısı Ve Özellikleri	11
2.4.Misellerin Büyüklüğü, Şekli, Boyutu ve Karakteri	13
2.5.Kritik Misel Konsantrasyonu	15
2.6.Agregasyon Sayısı	17
2.7.Karışık Misel Oluşumu ve Etkileşimi	18
2.8.Surfaktant Sistemlerinin Viskoziteleri	21
2.9. Yüzey Aktivitesi (Gerilimi)	22
2.9.1. Yüzey Alanı Konsantrasyonu	24
2.9.2.Yüzey ve Ara Yüzey Gerilimini Ölçme Metotları.....	25
2.10. Krafft Olgusu	26
2.11.Spektrofotometrik Yöntem	26
2.11.1.Floresans Spektrofotometresi	26
3.MATERYAL VE METOD.....	30
3.1.Kullanılan Materyaller	30
3.1.1.Kullanılan Kimyasal Maddeler	30

3.1.2.Katyonik gemini surfaktantların sentezlenmesi	31
3.1.3. Gemini surfaktant sentezinin deneysel çalışması.....	33
3.1.4.İletkenlik suyu.....	34
3.2.Kullanılan Cihazlar	34
3.3.Kullanılan Cihazların Tanıtımı ve Özellikleri	35
3.3.1.Floresans spektrofotometresi	35
3.3.2.Yoğunluk ölçme cihazı	35
3.3.3.Yüzey gerilimi ölçme cihazı.....	35
3.3.4.İletkenlik ölçme cihazı.....	36
3.3.5. Erime noktası tayin cihazı	36
3.3.6. Bidestile su cihazı	36
3.3.7. Çalkalamalı su banyosu	37
3.3.8. Isıtıcı ve manyetik karıştırıcı	37
3.3.9. Hassas analitik terazi	37
3.3.10. Ubbelohdeli Viskozite Ölçme Düzeneğinin Hazırlanması.....	38
3.3.11.Etöv.....	38
3.4.Kullanılan Metotlar	39
3.4.1.Çözeltilerin Hazırlanışı	39
3.4.2.Konduktometre ile İletkenliğin Ölçülmesi.....	39
3.4.3.Densitometre ile Yoğunluğun Ölçülmesi.....	40
3.4.4.Viskozitenin Ölçülmesi.....	40
3.4.5.Tensiyometrik Yöntem İle Yüzey Geriliminin Ölçülmesi.....	42
3.4.6.Spektrofotometrik Yöntem	43
3.4.7.Surfaktant çözeltilerinin Çözeltilerin KMK Değerlerinin Bulunuşu	44

3.4.8.Karışık Sürfaktant Çözeltilerinin Hazırlanışı ve KMK Değerlerinin Bulunuşu	44
3.4.9.Erime Noktasının Tayini	44
3.4.10. Krafft Sıcaklığının Bulunuşu	44
4.DENEYSEL KISIM.....	45
4.1. Saf Katyonik Gemini Sürfaktant Çözeltilerinin İletkenlik Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi	45
4.2.Saf Katyonik Gemini Sürfaktant Çözeltilerinin Yüzey Gerilimi Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunması	50
4.3.Saf Katyonik Gemini Sürfaktantın Bağıl Viskozite Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu	54
4.4.Spektrofotometrik Yöntem.....	61
4.4.1.Fluoresans Spektrofotometresi ile Saf gemini sürfaktant, CTAB, TritonX-100 ve Brij-35'in KMK Noktalarının Bulunuşu	61
4.4.2.Saf Katyonik Gemini Sürfaktantın Agregasyon Sayısının Bulunması.....	71
4.5.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin İletkenlik Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi	73
4.6.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Tensiyometrik Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi	83
4.7.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Bağıl Viskozitesinin İncelenmesi.....	91
4.8.Saf Katyonik Gemini ve Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Agregasyon Sayısının Bulunması	117
4.9.Saf Katyonik Gemini Sürfaktantın Erime noktası.....	120
4.10.Saf Katyonik Gemini Sürfaktantın Kraft Sıcaklığı	120
5.SONUÇLAR ve TARTIŞMA	121
KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ	130

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1 Molekülün suyu ve yağı seven kısımlarının gösterilişi	4
Şekil 2.1.2. Sürfaktant konsantrasyonunun fonksiyonu fiziksel özelliklerinde değişimi	5
Şekil 2.2.1.Katyonik surfaktant örneği	7
Şekil 2.2.2.Anyonik surfaktant örneği	7
Şekil 2.2.3.Amfolitik surfaktant örneği	7
Şekil 2.2.4.İyonik olmayan surfaktant örneği	8
Şekil 2.2.5.Farklı hidrofobik gruplara sahip surfaktant örnekleri.....	8
Şekil 2.2.6. Sürfaktantların sınıflandırılmasının toplu şematik gösterimi	9
Şekil 2.2.7. Gemini surfaktantın genel yapısı.....	10
Şekil 2.2.8. Gemini surfaktantın adlandırılması	10
Şekil 2.3.1.Küresel iki boyutlu miselin bölgelerinin iki boyutlu görünümü.....	12
Şekil 2.3.2.Misellerin oluşumunun şematik görünümü	12
Şekil 2.4.1.Laminar ve Küresel misel yapılarının şematik görünümü.....	13
Şekil 2.4.2.Farklı misel oluşumları ve fazları	15
Şekil 2.5.1.Kritik misel konsantrasyonunun şematik görünümü	16
Şekil 2.8.1.İki sıvı tabakası gösterimi	22
Şekil 2.12.1.Floresans Dedektörü	29
Şekil 3.1.2.1 Alkil halojenürlerle tersiyer aminlerin kuarternerleşmesi	31
Şekil 3.1.2.2.Tersiyer aminin dibromoalkan ile reaksiyonu	31
Şekil 3.1.2.3. Amit Fonksiyonel Ara Ürün Sentezi	32
Şekil 3.1.2.4.Kuarterner amonyum tipi gemini surfaktant sentez.....	33
Şekil 3.3.1. Hitachi F-2700	35
Şekil 3.3.2. Anton Paar DMA 4500	35
Şekil 3.3.3. KSV Sigma 702	35

Şekil 3.3.4. WTW Terminal 740	36
Şekil 3.3.5. Gallenkamp	36
Şekil 3.3.6. GFL 2102	36
Şekil 3.3.7. Nüve ST402	37
Şekil 3.3.8. Chiltren Hotplate Magnetic Stirrer HS31	37
Şekil 3.3.9. Gec Aver	37
Şekil 3.3.10.Ubbelohde Viskozite Düzeneği	38
Şekil 3.3.11. Etüv	38
Şekil 3.4.2.1.Konduktometrik yöntemle kritik misel konsantrasyonunun bulunuşu	40
Şekil 4.1.1. Gemini surfaktantın iletkenliğinin 25 ° C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi	47
Şekil 4.1.1.1.Gemini surfaktantın iletkenliğinin farklı sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi	47
Şekil 4.1.3.CTAB surfaktantın 25 ° C sıcaklıkta iletkenliğinin konsantrasyonla değişimi	49
Şekil 4.2.1.Gemini surfaktantın yüzey geriliminin 25 ° C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi	51
Şekil 4.2.1.1.Gemini surfaktantın yüzey geriliminin farklı sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi	51
Şekil 4.2.3.CTAB surfaktantın yüzey geriliminin 25 ° C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi	53
Şekil 4.3.1.1.Gemini çözeltisinin 25 ° C bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyonla değişimi	55
Şekil 4.3.1.2.Gemini çözeltisinin 30 ° C' de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi	55

Şekil 4.3.1.3.Gemini çözeltilisinin 35 ° C 'de bağlı viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi	56
Şekil 4.3.1.4.Gemini çözeltilisinin 40 ° C' de bağlı viskozite değerinin konsantrasyon ile değişimi	56
Şekil 4.3.1.5.Gemini çözeltilisinin 45 ° C' de bağlı viskozite değerinin konsantrasyon ile değişimi	57
Şekil 4.3.1.6.Gemini çözeltilisinin 50 ° C' de bağlı viskozite değerinin konsantrasyon ile değişimi	57
Şekil 4.3.1.7.Gemini çözeltilisinin 55 ° C' de bağlı viskozite değerinin konsantrasyon ile değişimi	58
Şekil 4.4.1.1.Gemini surfaktantın konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi	63
Şekil 4.4.1.1.a.Gemini surfaktantın dalga boyuna karşı floresans yoğunluğu grafiği ...	63
Şekil 4.4.1.2.CTAB surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi....	65
Şekil 4.4.1.2.a.CTAB' nin dalga boyuna karşı çizilen floresans yoğunluğu grafiği.....	65
Şekil 4.4.1.3. Tritonx-100 surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi	67
Şekil 4.4.1.4 Brij-35 surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi..	69
Şekil 4.4.2.1.Gemini surfaktantın N_{ag} için $\ln(I_0/I)$ 'ya karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği.....	72
Şekil 4.4.2.2.Saf gemini surfaktantın K_{SV} için $(I_0/I-1)$ karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği	72
Şekil 4.5.1. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği	75
Şekil 4.5.3. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği	77
Şekil 4.5.5. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği	79

Şekil 4.5.7. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği	81
Şekil 4.5.9.Saf gemini /CTAB sisteminde KMK değişimi	82
Şekil 4.6.1. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği.....	84
Şekil 4.6.3. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği.....	86
Şekil 4.6.5. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği.....	88
Şekil 4.6.7. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği.....	90
Şekil 4.7.1.1. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği	93
Şekil 4.7.1.2. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	93
Şekil 4.7.1.3. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 35°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	94
Şekil 4.7.1.4. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 40°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	94
Şekil 4.7.1.5. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 45°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	95
Şekil 4.7.1.6. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 50°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	95
Şekil 4.7.1.7. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 55°C 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	96

Şekil 4.7.4.1. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	99
Şekil 4.7.4.2. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	100
Şekil 4.7.4.3. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 35°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	100
Şekil 4.7.4.4. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 40°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	101
Şekil 4.7.4.5. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 45°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	101
Şekil 4.7.4.6. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 50°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	102
Şekil 4.7.4.7. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 55°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	102
Şekil 4.7.7.1. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 25°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	105
Şekil 4.7.7.2. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 30°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	105
Şekil 4.7.7.3. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 35°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	106
Şekil 4.7.7.4. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 40°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	106
Şekil 4.7.7.5. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 45°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği.....	107
Şekil 4.7.7.6. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin 50°C 'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği	107

Şekil 4.7.7.7. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $55^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	108
Şekil 4.7.10.1. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $25^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	111
Şekil 4.7.10.2. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $30^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	111
Şekil 4.7.10.3. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $35^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	112
Şekil 4.7.10.4. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $40^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	112
Şekil 4.7.10.5. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $45^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	113
Şekil 4.7.10.6. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $50^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	113
Şekil 4.7.10.7. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Gemini ve CTAB çözeltilerinin $55^{\circ}C$ 'de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği.....	114
Şekil 4.8.2. $25^{\circ}C$ sıcaklıkta Q/M karşı çizilen doğrusal $\ln(I_0/I)$ grafiği	118
Şekil 4.10. Saf gemini surfaktantın farklı sıcaklıklardaki iletkenliğinin değişimi	120

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2. 9. Suyun yüzey geriliminin sıcaklıkla değişimi	24
Tablo 2.10.Suda sodyum alkil sülfat için Krafft sıcaklıkları	26
Tablo 4.1.1.Saf Gemini surfaktantın farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik değerleri ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	46
Tablo 4.1.2.Gemini surfaktantın 25°C-55°C arasındaki KMK değerleri iyonizasyon dereceleri ve miselleşme Gibbs serbest enerjisi değerleri.....	48
Tablo 4.1.3. CTAB surfaktantının 25 ° C sıcaklıkta ve farklı konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	48
Tablo 4.2.1. Saf Gemini surfaktantın farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi değerleri	50
Tablo 4.2.2.Saf gemini surfaktantın tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri	52
Tablo 4.2.3.CTAB surfaktantın 25 ° C sıcaklıkta ölçülen yüzey gerilimi değerleri	52
Tablo 4.2.4.Saf gemini surfaktant K.M.K, $\Pi_{\text{K.M.K}}$, Γ_{max} , $\Delta G_{\text{ad}}^{\circ}$, A_{min} , $\Delta G_{\text{mic}}^{\circ}$ değerleri..	53
Tablo 4.3.1.Saf gemini surfaktantın farklı konsantrasyon ve sıcaklıklarda bulunan bağıl viskozite değerleri	54
Tablo 4.3.2.Saf gemini surfaktant çözeltilerinin artan konsantrasyonla değişen efflux zamanı değerleri	59
Tablo 4.3.3. Saf gemini surfaktant çözeltilerinin artan konsantrasyonla yoğunluk değişim değerleri.....	60
Tablo 4.3.4.Saf gemini surfaktantın konsantrasyona karşı çizilen bağıl viskozite grafiklerinden bulunan KMK değerleri.....	61
Tablo 4.4.1.1.Fluoresans spektrofotometresi ile geminin kritik misel konsantrasyonu bulmak için farklı konsantrasyonlarda ölçülen spektrum değerleri	62
Tablo 4.4.1.2.Floresans spektrofotometresi ile CTAB' nin kritik konsantrasyonunu bulmak için ölçülen farklı konsantrasyonlardaki absorbans değerleri.....	64

Tablo 4.4.1.3. Fluoresans ile Triton X-100'ün kritik misel konsantrasyonunu bulmak için farklı konsantrasyonlarda ölçülen spektrum değerleri	66
Tablo 4.4.1.4. Fluoresans ile Brij-35'in kritik misel konsantrasyonunu bulmak için ölçülen spektrum değerleri	68
Tablo 4.4.1.5. Saf gemini, CTAB, TritonX-100 ve Brij-35'in surfaktantların spektrofotometrik yöntemle 25 ° C' de bulunan KMK değerleri	70
Tablo 4.4.1.6. Saf gemini surfaktantın 25 ° C' de dört farklı yöntemle bulunan KMK değerleri	70
Tablo 4.4.2.1. 25 ° C' ta bulunan saf gemini surfaktant çözeltilerinin absorpsiyon ölçüm değerleri	71
Tablo 4.5.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri	74
Tablo 4.5.2. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri ..	75
Tablo 4.5.3. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri konduktometrik	76
Tablo 4.5.4. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri ..	77
Tablo 4.5.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri	78
Tablo 4.5.6. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri ..	79
Tablo 4.5.7. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri	80
Tablo 4.5.8. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri ..	81
Tablo 4.5.9. Saf gemini ve CTAB çözelti sisteminin konduktometrik yöntemle 25 ° C' de bulunan KMK ve KMK* değerleri	82

Tablo 4.6.1. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri.....	83
Tablo 4.6.2. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri	84
Tablo 4.6.3. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri	85
Tablo 4.6.4. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri	86
Tablo 4.6.5. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri.....	87
Tablo 4.6.6. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri	88
Tablo 4.6.7. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri.....	89
Tablo 4.6.8. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri	90
Tablo 4.6.9. 25°C 'de Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı mol kesirlerinde hesaplanan Γ_{\max} , Π_{KMK} , A_{\min} , ΔG_m° , ve $\Delta G_{\text{ads}}^{\circ}$ değerleri.....	91
Tablo 4.7.1 Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri.....	92
Tablo 4.7.2. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri	97
Tablo 4.7.3. Mol kesri $X=0.2/0.8$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri	97
Tablo 4.7.4. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri.....	98
Tablo 4.7.5. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri	103

Tablo 4.7.6. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri	103
Tablo 4.7.7. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri.....	104
Tablo 4.7.8. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri	109
Tablo 4.7.9. Mol kesri $X=0.6/0.4$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri	109
Tablo 4.7.10. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri.....	110
Tablo 4.7.11. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri	115
Tablo 4.7.12 Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri	115
Tablo 4.7.13. Saf Gemini /CTAB karışık çözelti sisteminin ubbelohdeli viskozite ölçümleri ile bulunan bağıl viskozite KMK değerleri.....	116
Tablo 4.7.14. Saf gemini ve CTAB çözelti karışımlarının 25°C 'de konduktometrik, tensiyometrik ve ubbelohdeli viskozimetre ölçümlerine göre bulunan KMK değerleri	116
Tablo 4.8.2. 25°C ' ta hesaplanan karışık surfaktant çözeltilerinin absorbans ölçümleri	117
Tablo 4.8.3.Saf gemini ve CTAB karışık çözelti sistemlerinin agregasyon sayısı hesaplamaları.....	119

BÖLÜM-1-

1.GİRİŞ

Surfaktantlar olarak kısaca adlandırılan yüzey aktif maddeler günümüzde giderek önem kazanmaktadır. Kullanım alanı oldukça geniş olduğundan yeni tür surfaktantlar sentezlenmekte ve bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Surfaktantların diğer materyallerle olan ilişkileri birçok alanda önemli bir yer tutmaktadır. Surfaktantların geniş uygulama alanları vardır. Surfaktantlar tarafından nötral moleküllerin çözünürleştirilmesinden kozmetik, misel katalizi, ayırma işlemleri, tekstil boyaması gibi geniş ölçüde faydalanılır. Yüzeylerin ıslanabilirliğini arttırmak için kaplayıcı olarak, emülsiyonların kararlılığı için emülsiyonlaştırıcı ve yıkama aktivitelerini arttırmak için deterjan olarak kullanılırlar. Tekstil sanayisinde ise çözünmeyen boyalar için çözünürleştirici, boyama banyolarında kumaşa adsorpsiyon hızlandırıcı ve seviyeleme ajanları olarak kullanılırlar. Gemini surfaktantlar diğer monomerik surfaktantlara göre daha ilginç fizikokimyasal özellikler gösterirler.

Suda veya sulu bir çözeltide çözüldüğünde yüzey gerilimini etkileyen (çoğunlukla azaltan) kimyasal bileşiklerdir. Surfaktantın önemli bir özelliği, çözelti içerisinde belirli bir konsantrasyonda misel yapısını oluşturmasıdır. Surfaktant moleküllerinin hidrokarbon alanları arasındaki hidrofobik etkileşme ile baş grupları arasında oluşan elektrostatik itme ve hidratasyon ile dengelenmesiyle misel oluşumu gerçekleşir. Fakat kritik misel konsantrasyonunun (KMK) üstünde çok sayıda molekül ve iyonların bir araya gelmesiyle “miseller” oluşur. Ve miseller biçim ve büyüklük oranı açısından değişebilen ve devamlı hareket halinde olan dinamik sistemlerdir [1,2]. Agregasyon sayısı, monomer ismindeki yapıların sayısının 10 ile 100 arasında değişmesiyle elde edilir.

Fiziksel özelliklerden bazılarının (iletkenlik, yoğunluk, yüzey gerilimi, viskozite vs.) çözelti konsantrasyonuyla ölçülür ve çözelti konsantrasyonuna karşı çizilen grafikte, çözeltilerin ideal davranıştan saptığı an, miselin oluşmaya başladığı konsantrasyon kritik misel konsantrasyonudur (KMK).

Kritik misel konsantrasyonu çok sayıda parametreye bağılıdır. En önemlileri ise, hidrokarbon zincirinin uzunluğu, çözeltiliye eklenen elektrolit konsantrasyonu ve çözeltili sıcaklığıdır.

Surfaktantların diğer önemli özelliklerinden birisi de çözünürleştirmedir. Çözünürleştirme, çözünürleştiren maddenin termodinamik aktivitesinin azaltılmasıyla termodinamik açıdan kararlı isotropik bir çözeltili oluşturmak için çözeltilideki surfaktant miselleriyle tersinir bir etkileşimde bulunarak bir maddenin (katı, sıvı ya da gaz) kendiliğinden bir şekilde çözünmesi olarak açıklanır [3,4]. Az çözünen veya çözünmeyen maddeler çözünürleştirme sistemi ile çözündürülebilirse de uygulama açısından çözünmeyen maddelerin çözündürülmesi önemlidir.

Stearns ise, miselin çözünürleştirme kuvveti veya kapasitesini misel çözeltilisinin mol sayısı başına çözünürleştirdiği maddenin mol sayısı olarak ifade eder [5]. Ve miselleşmeyi hızlandırmak için iyonik surfaktantlara elektrolit ilave edilmesi çözünürleştirme kapasitesini artırır.

Saf surfaktantlarda, uygulamalarda tek başına değil çiftli surfaktant karışım sistemleri olarak kullanılmaktadır. Değişik yapıları surfaktant karışımlarıyla oluşan misellerin yapılarını (agregat yapılarını) anlamak hem endüstriyel hem de teoriksel olarak çok fazla önem taşımaktadır. Çok sayıda araştırma anyonik-anyonik, katyonik-katyonik ve iyonik-nonyonik surfaktant karışık sistemleri üzerinde durulmuştur. Tekli sistemlerde oluşacağı beklenmeyen durumlar, surfaktant karışımları içeren sulu çözeltilerde gerçekleşir [6,7,8].

Saf haldeki surfaktantların fiziksel özellikleri, bilindiği üzere, maddelerin kimyasal yapılarıyla ve de miselin içindeki geometrik düzenlemelerle elde edilirdi. Ancak surfaktant karışımları diğer bileşiklere nazaran değişik davranış gösterebilir. Değişik surfaktantlar arasındaki etkileşim surfaktantların cinsine göre “synergism” ve “antagonism” olabilir. Synergism durumu farklı baş gruplar arasındaki etkileşimdir.

Yapılan çalışmanın amacı, laboratuvarımızda sentezlenen katyonik gemini surfaktantın ve diğer katyonik monomer surfaktant ile oluşturduğu sistemlerdeki etkileşimleri konduktometrik, tensiyometrik, ubbelohde viskozimetrik ve spektrofotometrik olarak çalışıldı.

Katyonik gemini surfaktantın, katyonik surfaktant CTAB (setiltrimetil amonyum bromür), karışık surfaktant çözeltilerinin, iletkenlikleri, yüzey gerilimleri, bağlı viskoziteleri, yoğunlukları ve floresans ölçümleri deneysel yöntemlerle 25°C -55°C sıcaklık aralığında inceleyerek gemini surfaktant ile karışım surfaktantları arasındaki etkileşimlerinde beklenen sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. İyonik olmayan surfaktantlar Triton X-100 ve Brij-35 floresans spektrofotometresi ile KMK noktası bulunarak daha önceki çalışmalarda diğer yöntemlerle bulunan sonuçlarla kıyaslanmıştır. Erime noktası tayin edilmiş olup ayrıca saf gemini surfaktantın Kraft sıcaklığı bulunmuştur ve konduktometrik olarak araştırılmıştır.

BÖLÜM-2-

2.KURAMSAL TEMELLER

2.1.Surfaktantlar ve Özellikleri

Surfaktantın kelime anlamı “yüzeyi saran” demektir. Bu maddeler suyun yüzey gerilimini düşürürler. Surfaktantlar suda, sulu bir çözeltide veya susuz ortamda çözüldüklerinde yüzey gerilimini azaltırlar. Bu sebepten “ yüzey aktif ” ismi ile kullanılırlar [9]. Surfaktantların farklı yüzeyleri(su-petrol yüzeyi, hava-su yüzeyi, sıvı-katı yüzeyi gibi) bir araya getiren özellik gösterirler.

Surfaktantların en çok bilinenleri, alkil sülfat, alkil sülfonat, etoksillenmiş yağ asitleri, sodyum tuzları gibi organik türevleridir. Surfaktantların yapısı uzun bir molekülün ucundaki ilgi fazla grupla karakterize edilir. Surfaktantlarda bu grup kimyasal olarak iyonik ve noniyonik (iyonik olmayan) olarak ayrılır. Surfaktantlar, aynı molekül içerisinde hidrofilik (polar) ve hidrofobik (apolar) olan iki grubun varlığından oluşur. Baş grup hidrofilik kısmı su tarafından çekilen (su- sever) ve kuyruk kısmı da hidrofobik su tarafından itilen (yağ- sever) olarak adlandırılır [10].

Molekülün suyu seven kısmı küresel formlar, yağı seven kısmı ise çubuk formlar oluşturur (Şekil 2.1.1). Aynı zamanda molekülün suyu seven kısmı, yük taşıyan kısımdır. Düşük konsantrasyonlarda surfaktantlar monomer halindedirler. Bu monomerlerin her biri de elektriksel yüke sahiptir.

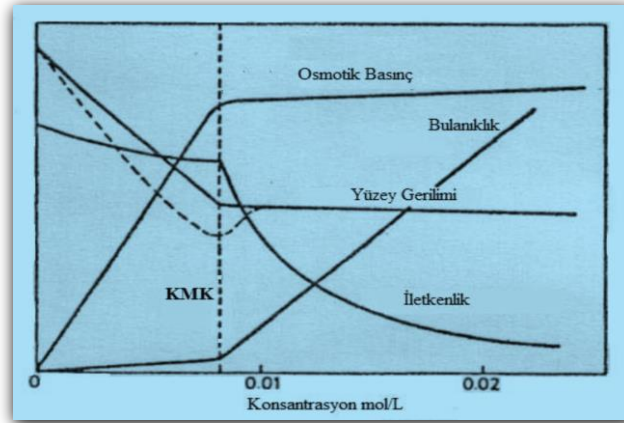
Klasik bir surfaktant yapısında, polar olmayan kısım genellikle 8-18 karbonlu düz bir alkil zinciridir.



Şekil 2.1.1 Molekülün suyu ve yağı seven kısımlarının gösterilişi

Moleküller su-hava ara yüzeylerinde yer aldıklarında hidrofil uç su molekülleri tarafından kuvvetle çekilirken, hidrofob uç ile su molekülleri arasında çok zayıf bir çekim kuvveti vardır. Surfaktant molekülleri yüzeyde sıralanırlar, hidrofil uç suya doğru yönelir, hidrofob uç ise uzaklaşma eğilimindedir.

Surfaktantların bir diğer önemli özelliği ,sudaki çözeltilerinin göstermiş olduğu misel oluşumlarıdır. 10^{-4} M' dan düşük konsantrasyonlarda ,sentetik surfaktantların seyreltik çözeltilerinde iyonik amfifilik maddenin davranışı kuvvetli elektrolitlerin davranışına benzetilirken ,yüksek konsantrasyonlarda,fakat dar konsantrasyon aralığında fiziksel özelliklerinde aniden ve çok az değişme gözlenir. Şekildeki davranışı oluşturan fiziksel özellikler ise, ara yüzey gerilimi, elektrik iletkenliği, elektromotor kuvveti, pH, yoğunluk, spesifik ısı, osmotik basınç, viskozite ile çözeltinin optik ve spektroskopik özellikleri gibi fiziksel özelliklerde ani ve belirgin bir değişme meydana gelir. Surfaktant konsantrasyonunun fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimin gösterimi Şekil 2.1.2' dedir.



Şekil 2.1.2. Surfaktant konsantrasyonunun fonksiyonu olarak fiziksel özelliklerindeki değişimi

Şekildeki ani değişimin nedeni, misellerin oluşumudur. Misel konsantrasyonunun birden arttığı nokta kritik misel konsantrasyonu (K.M.K), bu da surfaktant konsantrasyonunun çok az bir miktar değişmesi demektir. Kritik Misel Konsantrasyonu;

- Uygulama alanlarında surfaktant seçiminde etkilidir.
- Bu konsantrasyonda deterjanların temizleme özelliği ve köpürme oranı yüksektir. Surfaktant çözeltilerinin suda çözünmeyen maddeleri çözme ve çözündürme özelliği K.M.K' da başlar ve misel konsantrasyonu arttıkça da artar.

2.2. Sürfaktantların Sınıflandırılması

Sürfaktantlar oluşumları açısından ikiye ayrılırlar;

•Doğal Sürfaktantlar

Doğal olarak meydana gelen amfifiller, basit lipitler (ör; karboksilik asit esterleri), kompleks lipitler (ör; azot, fosfor ya da şeker içeren yağ asitleri), kolik ve deoksikolik asit gibi safra asitlerini içerirler. Ayrıca doğada kendiliğinden kolayca parçalanarak yok olurlar ve zehir etkileri hiçbir şekilde yoktur. Canlı vücudunda kendiliğinden üretilen surfaktantlarda bu sınıfa girer, en önemli örneği de, akciğer surfaktantlarıdır.

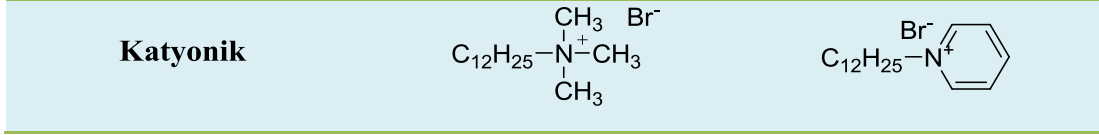
•Sentetik Sürfaktantlar

Bu sınıftaki surfaktantlar amfifilik, organik ve organometalik bileşiklerdir. Hidrofilik ve hidrofobik karakterli farklı bölgelere sahip moleküller amfifilik maddelerdir. Sürfaktantlar genellikle hidrofilik (polar) baş gruplarının yapısına bağlı olarak sınıflandırılırlar.

Genel olarak iyonik (katyonik, anyonik, amfoterik) ve iyonik olmayan surfaktantlar olarak ayrılırlar.

1.Katyonik Sürfaktantlar

Suda çözündükleri zaman hidrofilik kısmı pozitif (+) yük taşıyan surfaktantlardır. Çoğunlukla amin ve Quarterner amonyum bileşikleridir. Dodesil amonyum klorür, dodesil trimetilamonyum klorür, setiltrimetilamonyum bromür katyonik surfaktant örnekleridir. Tüm surfaktant üretiminin % 5-6 kadarını oluştururlar. Kendilerine has özellikleri sayesinde bazen çok faydalıdırlar. Katyonik surfaktantlar ne iyi deterjandırlar nede iyi köpürme reaktifdirler ve anyonik surfaktantlar ile de karıştırılmazlar. Fakat iki tane çok önemli özellik gösterirler. Bunlardan birincisi, pozitif yükü sayesinde negatif yüklü maddeleri adsorbe edebilmesidir. Bu onların anti statik özellik ve kumaş yumuşatıcısı özelliği göstermesini sağlar. Genellikle asfaltik emülsiyonları ve kaplamaları, mürekkepleri, kâğıt hamuru dağılımları, manyetik mürekkepleri emülsiyeye edici olarak kullanılırlar. Diğeri ise, katyonik surfaktantların çoğunun bakteri yok edici olmasıdır. Bu özelliği sayesinde temizlemede ve steril ameliyathane malzemelerinde, ev ve hastane dezenfektanı olarak, yiyecek kutu veya şişelerini sterilize etmede (özellikle mandıra ve meşrubat endüstrisinde) kullanılırlar. Katyonik surfaktant Şekil 2.2.1'de gösterilir.

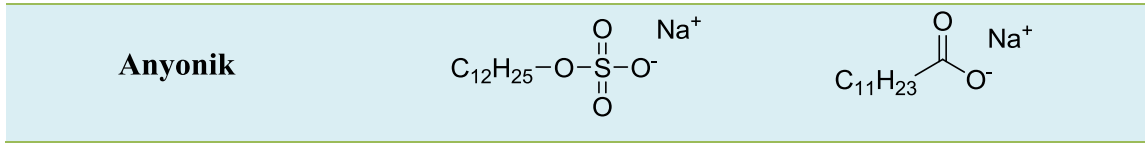


Şekil 2.2.1.Katyonik surfaktant örneği

2.Anyonik Surfaktantlar

Suda çözüldükleri zaman hidrofilik kısmı negatif (-) yük taşıyan surfaktantlardır. Sabunlar en çok bilinen anyonik surfaktantlardır.

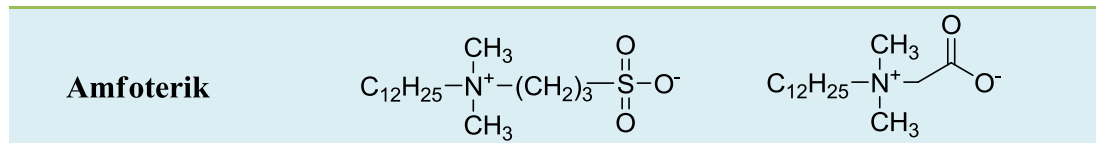
Genellikle anyonik grup olarak karboksilat, sülfat, sülfonat ve fosfatlar kullanılır. Örnek olarak, sodyum dodesil sülfat, sodyum desil sülfonat vs. verilebilir. Temizleme ve köpürme özelliği çok yüksektir bundan olayı makine deterjanlarında, halı ve kişisel bakım şampuanlarında ve duş jellerinde vs. kullanılırlar. Anyonik surfaktant Şekil 2.2.2’de gösterilir.



Şekil 2.2.2.Anyonik surfaktant örneği

3.Zwitteriyonik (Amfolitik) Surfaktantlar

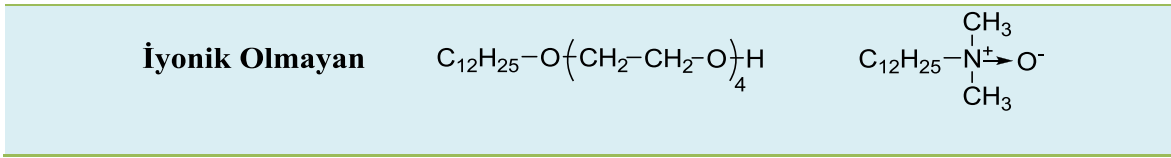
Amfoterik surfaktantlar aynı molekül içerisinde hem katyonik (+ yüklü) hem de anyonik (- yüklü) fonksiyonel gruplar içerirler. Çözeltinin pH’ına göre pozitif, negatif ve nötr hal alırlar. Çok iyi dermatolojik özellikleri olduğundan kozmetik sektöründe tercih edilirler. Örnek olarak ise,3-(dodesil metil amino) propen 1 sülfonat verilebilir. Amfolitik surfaktant Şekil 2.2.3’de gösterilir.



Şekil 2.2.3.Amfolitik surfaktant örneği

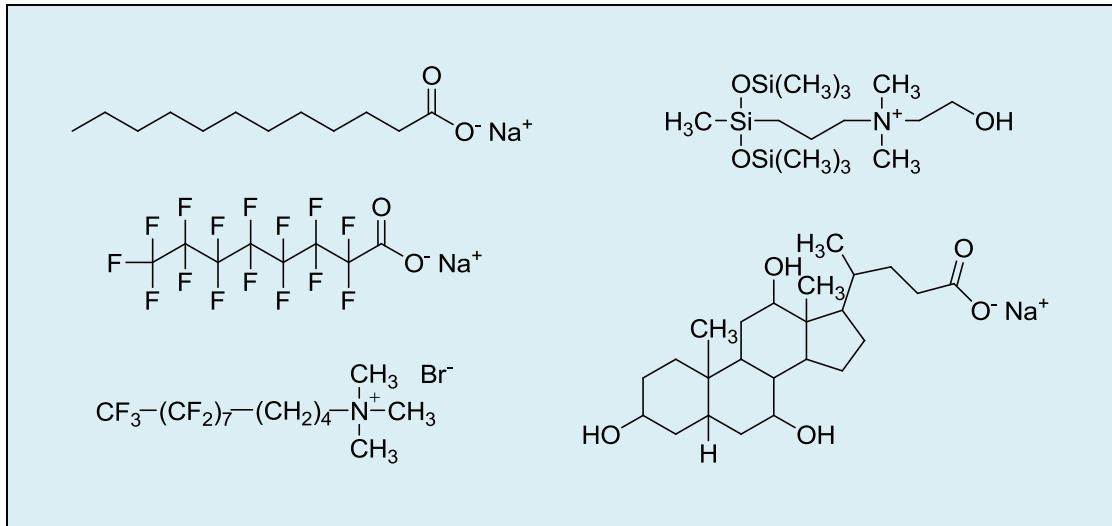
4.İyonik Olmayan Sürfaktantlar

Sulu ortamda çözünmelerine rağmen yüklü tanecikler oluşturmazlar. Yüksüz surfaktantlardır, bu sayede sert suya karşı çok dayanıklıdırlar. İyonik grup içermeyen ve anyonik surfaktantlardan sonra en çok endüstriyel olarak kullanılan surfaktantlardır. Yüzeylelerden yağı çok kolay uzaklaştırırlar. Polioksietilen ve polioksi propilen türevleridir. Örnek olarak, polioksi etilen (4) lauril eter, polioksi etilen (3) hekza dekanol verilebilir. İyonik olmayan surfaktant Şekil 2.2.4’de gösterilir.

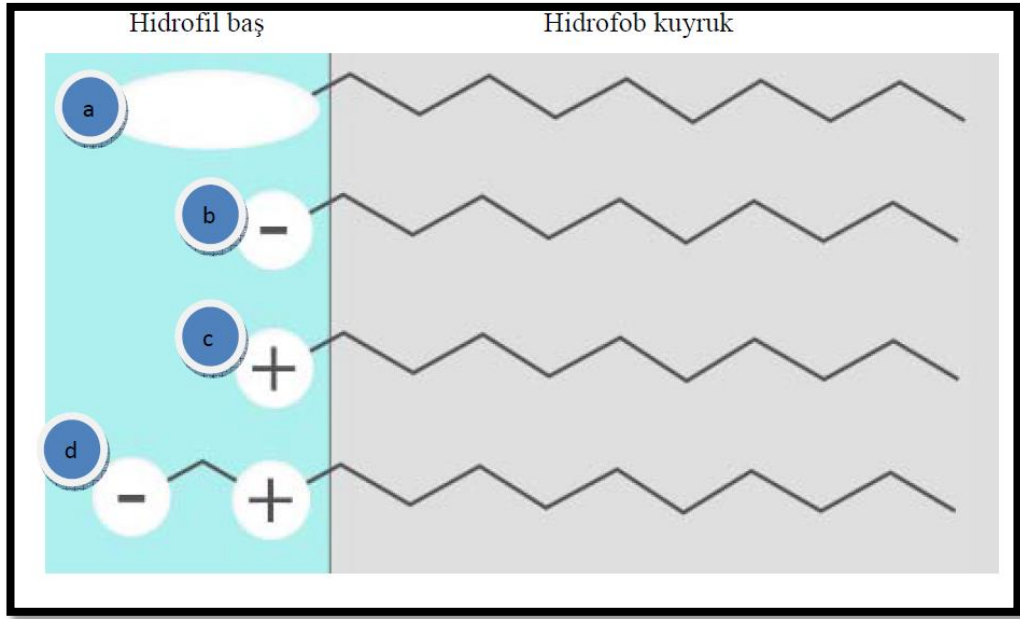


Şekil 2.2.4.İyonik olmayan surfaktant örneği

Yalnızca hidrofilik gruplar değil hidrofofik gruplar da farklı yapıda ve farklı zincir uzunluğunda olabilirler. Örnekleri şekil 2.2.5 te gösterilmektedir.



Şekil 2.2.5.Farklı hidrofofik gruplara sahip surfaktant örnekleri

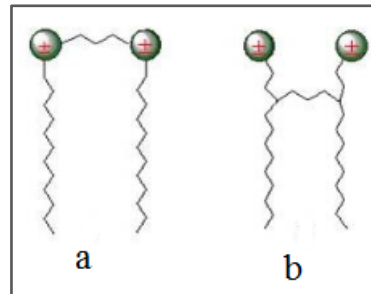


Şekil 2.2.6. Sürfaktantların sınıflandırılmasının toplu şematik gösterimi
a. Non- iyonik b. Anyonik c. Katyonik ve d. Zwitter iyonik

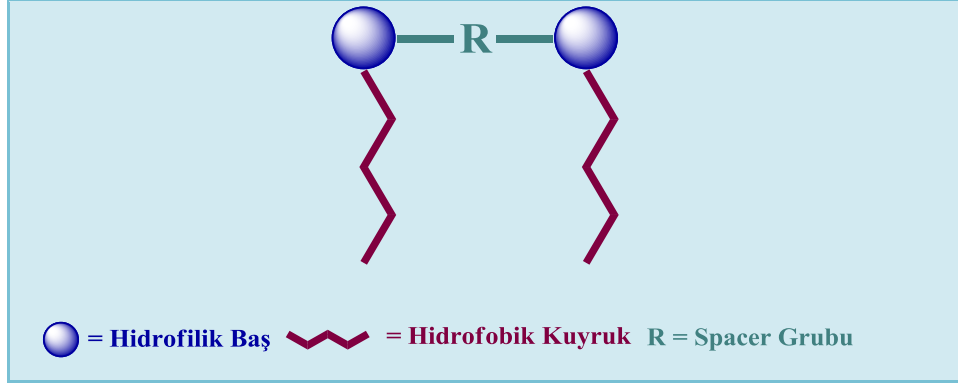
5.Diğer Çeşit Sentetik Sürfaktantlar

Gemini (İkizler veya Dimerik) Sürfaktantlar

Yapısal olarak tekrarlanmış amfifil bileşiklerdir. Amfifil hem hidrofilik hem de hidrofofik özellik gösteren bir bileşik anlamına gelir. Bu surfaktantlar, tek molekülde bağlayıcı bir grup (spacer) ile iki hidrofilik baş grup ve iki hidrofofik alkil zincirinin birleşmesinden meydana gelir. Spacer grubu, hidrofofik zincirdir ve iki monomeri hidrofilik kısımlarından birbirine bağlar. Spacer grup iyonik baş gruba doğrudan bağlanırsa (a) , veya benzer amfifili ortadan birleştirilirse (b) elde edilir.

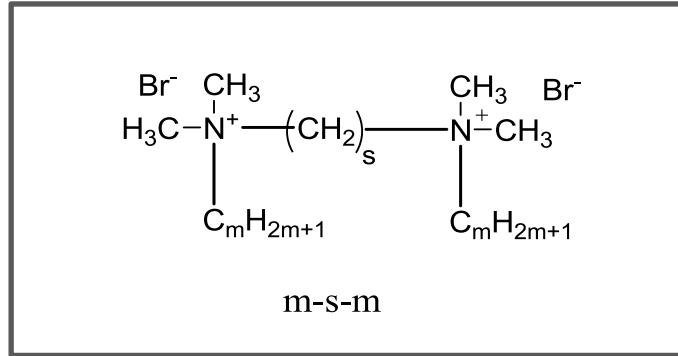


Gemini surfaktant monomerlerinin birbirlerine bir hidrofofik zincir ile bağlanmasıyla dimerler meydana gelir. Genel yapısı ise şekil 2.2.7 'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2.7. Gemini surfaktantın genel yapısı

Gemini surfaktantların adlandırılması anlaşılır ve sade olması için hidrofobik kuyruklardaki ve spacer grubundaki karbon atomlarının sayısından faydalanılarak adlandırılmıştır. Buna göre hidrofobik kuyruklardaki karbon atomu sayısına 'm', spacer grubundaki karbon atomu sayısına ise 's' denilmiştir ve m-s-m şeklinde adlandırma yapılmıştır (Şekil 2.2.8).



Şekil 2.2.8. Gemini surfaktantın adlandırılması

Sulu çözeltileri aynı hidrofobik ve hidrofilik gruplara sahip gemini surfaktantlar, basit surfaktantlara göre daha düşük kritik misel konsantrasyonuna, daha yüksek adsorpsiyon yeteneği, daha iyi çözünürlük, köpük oluşturma, ıslatma gibi özelliklere sahiptir. Bu özelliklere sahip olması sebebiyle kozmetik sektöründe cilt bakımı, ilaç sektöründe, petrol kimyası vs. birçok alanda daha fazla kullanılmaktadır.

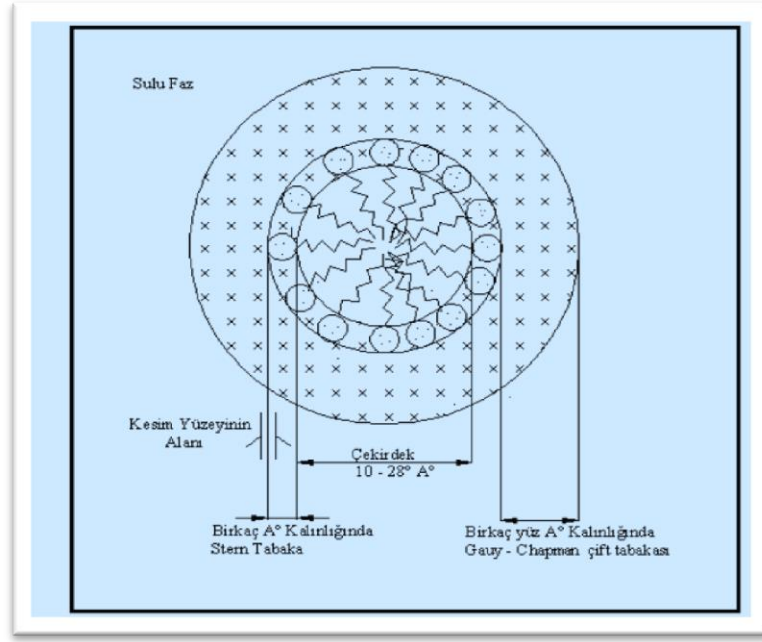
2.3.Sulu Çözeltilerde Miseller

2.3.1.Misel Oluşumu, Yapısı ve Özellikleri

İyonik ve amfifilik miselin, biçimi ve de agregasyon sayısı açısından statik olmayan devamlı değişken, bir büyüklüktür. Böyle moleküler boyuttaki büyüklüğü açıklamak oldukça güçtür. Yapılan araştırmalar neticesinde, bazı varsayımlarla kolay ve anlaşılır bir model elde edilmiştir [11]. Bunlar;

- a. Yeterli sayıda molekülden, miseli oluşturan amfifilik agregatlar oluşurken, agregatların özellikleri de makroskobik sisteminkine benzer.
- b. Karşıt yüklü iyonların ve su moleküllerinin miselin iç bölgesine geçememesinin sebebi ise, miselin iç bölgesinin tüm kısmının sıvı karakterli olduğu kabul edilir.
- c. Bir sistemde bulunan misellerin tamamının aynı agregasyon sayısına sahip olduğu kabul edilir.
- d. Bu varsayımlara göre, çekirdek (iç kısım) ve polisade tabakası (dış kısım) olmak üzere misel iki kısımdan oluşur.
- e. Son olarak, miselin belli bir konsantrasyona kadar küresel olduğu kabul edilir.

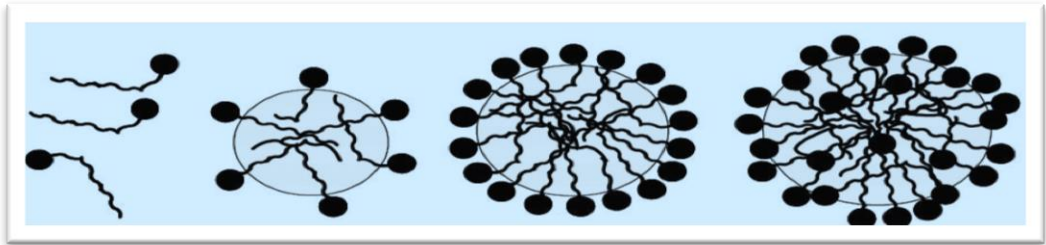
Verilen bilgilerle birlikte bir miselin, iki boyutlu uzayda şematik olarak görünümü Şekil 2.3.1.'de verilmiştir. Şekildeki gibi bir miselin ortalama olarak yarıçapı 12-30 Å arasında ve de 20-100 monomerden meydana gelmiştir. Çekirdek, miselin iç kısmında hidrofobik kısmın toplandığı yer 10-28 Å aralığında çap değerine sahiptir. Misel-su ara yüzeyindeki su molekülleriyle temasta olan baş gruplar (iyonik) polisade ya da stern tabakası denilen yoğun bölgede yer alırlar. Yüklü agregatlardan kopan, zıt yüklü iyonların neredeyse tamamı da Gauy - Chapman elektriksel çift tabakaya yerleşmiş haldedirler. Çözelti içerisinde bulunan iyonlarla yer değiştirebilirler.



X : Karşıt iyonlar
 O : Baş gruplar
 W : Hidrokarbon zincirleri

Şekil 2.3.1. Küresel iki boyutlu miselin bölgelerinin iki boyutlu görünümü

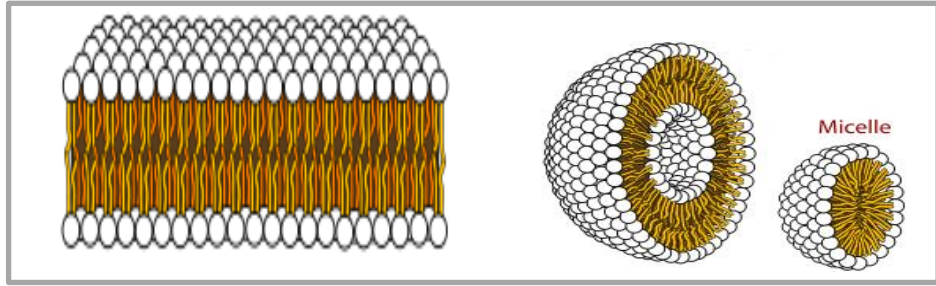
Ayrıca misel gibi küçük agregatların oluşumu, bir uyum sağlar ve oluşan mikrofazlar da, hidrofobik alkil kuyruklarının agregatın merkezinde izole edildiği, agregatın kabuğunu oluşturan hidrofilik baş grupların su ile devamcı teması sağladığı düşünülmektedir. Misel oluşumunun şematik görünümü Şekil 2.3.2.'de verilir.



Şekil 2.3.2. Misellerin oluşumunun şematik görünümü

2.4. Misellerin Büyüklüğü, Şekli, Boyutu ve Karakteri

Misellerin boyutları, şekil ve karakterleri ile ilgili çok sayıda fikir sunulmuştur. Bunlardan iki tanesi sırasıyla, Mc Bain bir tane küresel misel, bir tane de büyük lameller misel olduğunu ifade ederken Hartley ve arkadaşları da küresel misel dedikleri modeli ileri sürmüşlerdir. Harkins ile arkadaşları ise, sabun çözeltilerinin X-ışını kırınımalarını silindirik misellerle açıklamışlardır. Bu modeller birbirinden farklı değildir, esas olarak uzun hidrokarbon kuyruklarını tek sıra dizen ve suya polar uçlarını yönlendiren birkaç düzine molekülün misel içinde birikmesi şeklinde açıklanır.(Şekil 2.4.1.)



Şekil 2.4.1.Laminar ve Küresel misel yapılarının şematik görünümü

Debye ve Anacker, misel taneciklerini çubuk şekli olarak kabul etmişlerdir. Fakat bu açıklama çözeltiliye eklenen elektrolit konsantrasyonu fazla olduğunda geçerlidir. Miseller polidispers haldedirler ve şekilleri konsantrasyon ile değişir.

KMK civarında miseller küreseldir. KMK değerinin üzerinde yassılaştır ve konsantrasyonun üstünde miseller, iki molekül kalınlığında uzamış paralel levhalar şeklinde lamelli misel yapı oluşur. Laminar misel teorisinde, çift tabaka baş grupların dışarı yönelmesiyle oluşur. Bragg denkleminin yorumlanmasından monokromatik X ışınlarının tek demeti ince sabun çözeltilisinden geçirildiği zaman laminar misellerde anlatılanlara uygun kırınım örnekleri gözlemlenir. Laminar miseller, yalnız derişik çözeltilerde meydana gelirler.

Surfaktantın miselleşme derecesi (α) yani iyonizasyon derecesi sistemde, konsantrasyona karşılık gelen iletkenlik değerinin çizilen eğrilerinin birbirine oranlanmasıyla bulunur. Saf surfaktantlar için bulunan α iyonizasyon derecesi de kullanılarak miselleşme Gibbs serbest enerjisinde (ΔG_M^0) hesaplanır.

Monomer yapıdaki katyonik surfaktantlar (DTAB ve CTAB) için;

$$\Delta G_M^0 (\text{monomer}) = R.T.(2-\alpha) \cdot \ln C_{CMC} \quad (2.4.1)$$

Monomerik yapıdaki noniyonik surfaktantlar (Triton X-100 ve Brij-35) için;

$$\Delta G_M^0 (\text{monomer}) = R.T. \ln C_{CMC} \quad (2.4.2)$$

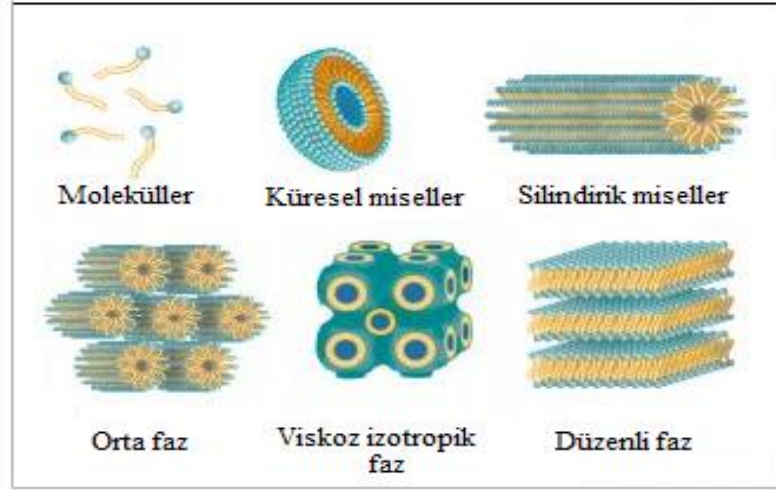
Dimerik yapıdaki surfaktantlar (semi gemini ve gemini surfaktantlar) için;

$$\Delta G_M^0 (\text{dimer}) = 2.R.T.(1,5-\alpha) \cdot \ln C_{CMC} \quad (2.4.3)$$

denklemleri kullanılmıştır [12].

Miselizasyon (misel oluşumu) ekzotermik bir olaydır ve sıcaklığın azalması ile gerçekleşir. Misellerin belirli büyüklüğü vardır ve 2-8 nm arasında çapa sahiptirler. Ayrıca tuz ilavesi ile iyonik misellerin boyutunu artırırken, sıcaklık artışı ise iyonik olmayan misellerin boyutunu artırır. Değişik misel örnekleri şekil 2.4.2.'de gösterilmiştir.

- Genel olarak küresel ve laminar (tabakalı) olmak üzere iki türlü misel oluşabilir.
- Derişimin artması ile miseller önce silindirik veya çubuk şeklinde büyüme gösterirler.
- Misel oluşturan yüzey aktif maddelerin belli bir sıcaklığın üzerinde çözünürlükleri hızla artar.
- Bu sıcaklığa Krafft noktası denir. Yüzey etkin maddelerin çözünürlüğü Krafft noktasının altında miselizasyon için yeterli değildir.
- Sıcaklığın Krafft noktasına kadar artırılması ile çözünürlük artar ve misel oluşur.



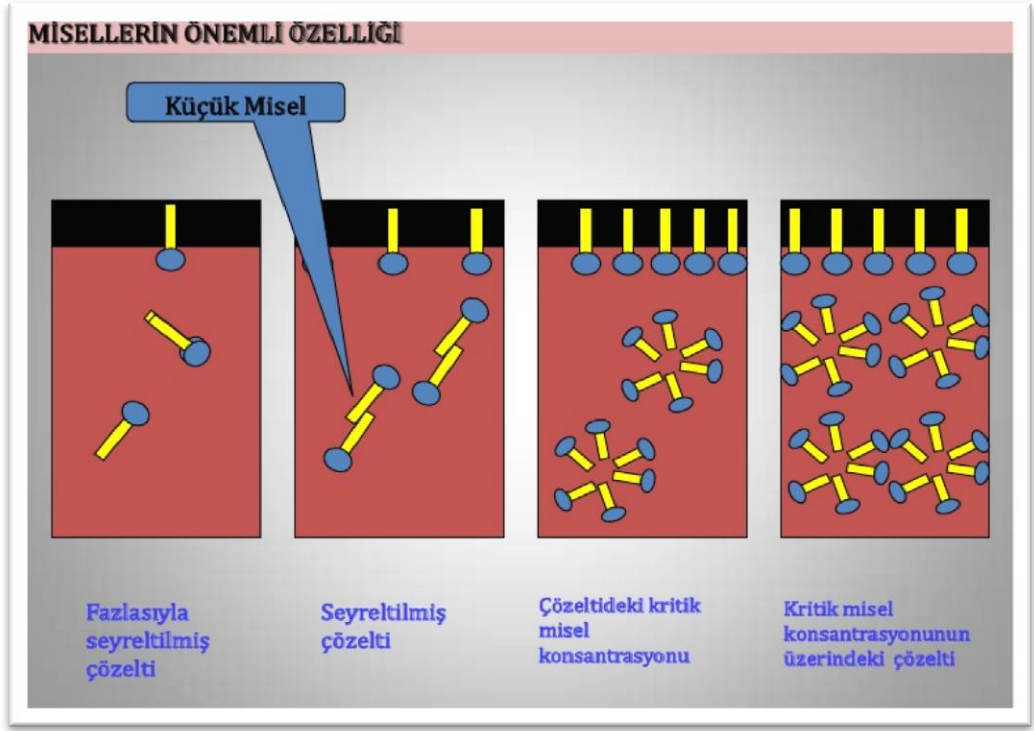
Şekil 2.4.2.Farklı misel oluşumları ve fazları

2.5.Kritik Misel Konsantrasyonu

Surfaktantlarda bilindiği gibi hidrofobik kısım sulu fazdan uzaklaşır, hidrofilik kısım ise sulu faza doğru yönelir. Surfaktant molekülleri, hidrofobik kısım ile sulu fazın temasını keserek çözelti içerisine yerleşirler ve misel dediğimiz kümeleşmeler meydana gelir. Şekil 2.5.1’de gösterilmiştir.

Misel oluşumunun meydana gelmeye başladığı konsantrasyona kritik misel konsantrasyonu denir ve KMK şeklinde kısa olarak ifade edilir. Kritik misel konsantrasyonunda en çok kullanılan Philips tarafından öne sürülen görüştür [13]. KMK bir çözelti özelliğinin eğimindeki, maksimum değişime karşılık gelen surfaktant konsantrasyonudur.

Deneyisel açıklaması ise, KMK değerleri surfaktant konsantrasyonunun fonksiyonu olarak fiziksel çözelti özelliği grafiğindeki, konsantrasyon aralığı üzerindeki geçiş yada kırılma noktası şeklinde tayini gerçekleşir. KMK değeri, çeşitli parametrelere bağlıdır, bunlardan bazıları ise, çözeltiliye eklenen katkı maddeleri, dış etki olarak sıcaklık ve hidrofilik, hidrofobik gruplardır.



Şekil 2.5.1.Kritik misel konsantrasyonunun şematik görünümü

Surfaktantlar çalışılırken bilinmesi gereken önemli bir faktör, miselleşme üstüne katkı maddelerinin etkisidir. Birçok endüstriyel ve ticari formülasyon, surfaktantları çok sayıda çözünen veya katkı maddesi ile kullanmaktadır. Bunlardan biri, çözeltideki surfaktant molekülleri ile belirli etkileşimlere girerek veya çözücünün kendi özelliğini değiştirerek miselleşme aşamasını etkileyebilir. Su ile düşük oranda karışan organik maddeler, çözeltideki miseller içerisinde etkin olarak çözündürülürler. Bu da miselin büyümesi şeklinde olur ve sürekli agregat yapısında değişimlerde artış gösterir.

Bu organik maddeler (kısa zincirli alkol, polar organik çözücüler, glikoller vs.) seyreltik durumda küçük etki gösterirler. Bu şekildeki katkı maddelerinin, büyük etkisi ise baş gruplar arasındaki elektrostatik etkileşimlerde azalma oluşturarak suyun dielektrik sabitini indirir ve K.M.K değerinde azalma meydana getirir. Sıcaklığın değişime etkisi iyonik olanlarda noniyonik surfaktantların tersi etki gösterir. İyonik surfaktantlarda, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak KMK değeri (0-70° C gibi geniş bir aralıkta) taranır.

Kritik Misel Konsantrasyonuna Etkileyen Faktörler;

- 1.Surfaktantın hidrokarbon molekülündeki çift bağın bulunması, kritik misel konsantrasyonunu her zaman yükseltir.
- 2.Surfaktant içerisinde bulunan iyon sayısı arttıkça kritik misel konsantrasyonu düşer.
- 3.Baş grubun hidrokarbon zincirine uzaklığı ya da yakınlığı K.M.K' nu etkiler. Surfaktantın baş kısmı kuyruk merkezine yakınlığı ne kadar fazla ise kritik misel konsantrasyonu o derece yüksektir.
- 4.Düşük basınç altında ve sıcaklık yükseldikçe kritik misel konsantrasyonu düşer.
- 5.Surfaktantta eklenen tuzlarda kritik misel konsantrasyonunu düşürür.
- 6.Surfaktantların hidrokarbon zincir uzunluğu da etkilidir. Hidrokarbon zinciri uzun olanlar daha küçük derişimlerde misel meydana getirirler.
- 7.Trauba kuralı gereği ise, surfaktantların homolog serisi içerisindeki seyreltik çözeltilerde CH_2 grubu arttıkça, yüzey gerilimindeki azalma üç katı kadar olmaktadır.

2.6.Agregasyon Sayısı

Süper moleküler yapıları, örneğin miseli oluşturmak için bir araya toplanan surfaktant monomerlerinin sayısı agregasyon olarak tanımlanır. Misel oluşumunun bir diğer önemli özelliği olan, çözelti içerisindeki amfifillerin oluşturduğu agregatların, biçim ve boyut açısından direkt bilgi veren, ayrıca bu özelliklerin amfifilin molekül yapısı ile ilişkili oluşunu açıklayan agregasyon sayısıdır [14].

Agregatların çözelti içerisindeki en çok gözlenen şekli miselimsi küresel halidir. Misellerin içerisinde, surfaktant monomerlerinin kendiliğinden biraraya gelmesini sağlayan ana ilerletici kuvvet, çözelti içerisindeki su ile hidrokarbon arasındaki teması en aza indirgemektir. Bu yüzden, miseli meydana getiren surfaktant monomerlerinin sayısının en alt değeri su ile temastan birbirini etkin olarak korumak için toplanmaları gereken minimum sayıdır [15].

Normal de 100 ya da daha az sayıda monomerden oluşan farklı agregatların çözeltilde görülmesi için, agregat büyümesine karşı bir güç bulunması gerekir. Bu şekilde olmadığında bir faz ayırımı oluşurdu. İyonik surfaktantlarda, misel yüzeyinde bulunan iyonik baş gruplar arası elektrostatik itmeler, karşı güce katkı sağlarlar.

İyonik olmayan surfaktantlarda ise, baş grup hidrasyonunun isteği kadar sterik etkiler de misel oluşmasına engel olur. Misel oluşumu bu nedenle birlik içerisinde gerçekleşen süreçtir.

Çok sayıda surfaktant monomeri, zıt kuvvetlerin aralarındaki uyumları sayesinde bir arada toplanırlar. Miseller oluşumlarından dolayı monodispers değildirler. Miseller belirli sayıda, aynı sayı ve büyüklükte tek tip monomerden oluşan yapılar değildirler. Bunun aksine, agregat büyüklüğünün dağılımı vardır. Agregasyon sayısı tek miselde bulunan monomerlerin sayısıdır ve N_{agg} ile gösterilir.

Turro ve Yekta'nın teorisinde ise agregasyon sayısı aşağıdaki denkleme göre belirlenir.

$$\ln \frac{I_0}{I} = \frac{N_{agg} [Q]}{[S - CMC]} \quad (2.6.1)$$

$$N_{geminini} = \{ [geminini] - \alpha_{geminini} CMC \} \times \text{slope} \quad (2.6.2)$$

Yüzey aktif maddelerin monomerleri arasındaki etkileşim, uzunluğu ve spacer zincirinin esnekliği, spacer davranışları yapılan çalışmalarda başlıca faktörlerdir [16,17].

Stern - Volmer sabiti

Floresan söndürme verilerinden, aynı zamanda çarpışmalı söndürme sabiti olarak ta bilinen Stern - Volmer (K_{SV}) sabitini değerlendirmekte mümkündür [18]. Bu söndürücü için (Q) floroforun erişilebilirliğini yansıtır ve aşağıdaki ilişkiden hesaplanabilir.

I_0 ve I floresans değerleri ile Stern - Volmer sabiti K_{SV} ' de Eşitlik III kullanılarak bulunmaktadır.

$$\frac{I_0}{I} = 1 + K_{SV}[Q] \quad (2.6.3)$$

2.7. Karışık Misel Oluşumu ve Etkileşimi

Karışık misel oluşumunda, ikili surfaktant içeren sulu çözeltiler konsantrasyonun fonksiyonu olarak yüzey gerilimi gibi bazı özelliklerde dikkate değer değişim gözlenir. Bir tek surfaktant çözeltisindeki misellerin oluşumu ile bu değişimler ile birleştirilir.

İkili surfaktant çözeltilerde meydana gelen miseller her iki surfaktanttan oluşabilir ve sulu fazda bulunan monomerler ile de dengededir [19].

Kritik misel konsantrasyonunun değerine yakın, misel oluşumunu sağlayan surfaktantın ikili karışımından oluşturulan çözeltinin sahip olduğu özellikler, tekli surfaktantın çözeltilerinin çözelti özellikleri aralığında ya da dışında yer almaktadır [20].

Karışık kritik misel konsantrasyonunun üstünde ikili surfaktant karışımlarının fiziksel davranışlarının açıklaması, miseller ve sulu faz arasındaki surfaktant bileşenlerinin dağılımı ve surfaktantların K.M.K. değerine bağlıdır. Böylece;

- Monomer konsantrasyonunun birinci derece önemli olduğu, adsorpsiyon.
- Misel konsantrasyonunun ilginç parametreler olduğu, çözündürme olayıdır.

Öncelikle, karışık misellerde KMK analitik açıdan açıklanmalıdır. Benzer yapıya sahip surfaktant karışımlarından oluşan miseller ideal olanlardır. Başka bir açıdan, pseudo faz olarak düşünüldüğü zaman ideal çözelti teorisi karışımın termodinamiğini açıklar [21]. Bunun yanında iyonik- iyonik olmayan ya da katyonik-anyonik surfaktant içeren karışık sistemler ideallikten negatif sapma göstermektedirler [22]. İdeal olmayan karışık sistemleri arasında florokarbon ve hidrokarbon surfaktantlarından ibaret olan böyle karışımların da ideal karışımdan kesin bir sapma (negatif sapma) gösterdikleri gözlenmiştir [23].

Karışık misel bileşimi, surfaktantın mol oranıyla değişir. İyonik olmayan surfaktantın moleküler karakterizasyonuna bağlıdır, karışık misel oluşumu [24]. Karışık misellerde bulunan etilenoksit zincirleri miselar özellikte önemlidir [25]. Polioksietilen zinciriyle çevrili olan hidrokarbon çekirdeğinde iyonik olmayan ve anyonik surfaktant küresel durumdadır [26]. Miselleşme faz ayırım modelini ve düzenli çözelti yaklaşımını kullanarak Rubingh, bu ideal olmayan davranışı başarılı olarak açıklamıştır. Scamehorn, bilinen kompozisyonun monomeri ile dengede olan karışık misellerin kompozisyonu nu yeni bir metodla hesaplanmıştır [27]. Scamehorn tarafından bulunan bu metod, pseudofaz olan karışık misele Gibbs-Duhem eşitliği kullanılır.

Pseudo faz ayırım modelini karışık misellere uygulamak için ;

- Buhar-sıvı dengesine monomer-misel dengesi analog olarak düşünülür.
- Sadece ikili sistemlere uygulanır.
- Monomer halindeki her bir surfaktantın istenildiği kadar seyreltik olduğu kabul edilir.

İki surfaktant karıştırılırsa karışımın K.M.K' nu (C^*) , Rubinghs' in eşitliği ile verilir;

$$\frac{1}{C^*} = \frac{\alpha_1}{f_1 C_1} + \frac{(1 - \alpha_1)}{f_2 C_2} \quad (2.7.1)$$

Toplam karışık surfaktantta çözünen surfaktant 1'in mol kesri ; α_1

Surfaktant 1 ve 2'nin kritik misel konsantrasyon değerleri; C_1 ve C_2

Surfaktant 1 ve 2'nin fugasitesi ise; f_1 ve f_2 .

İdeal davranış halinde $f_1=f_2=1$ olacağından eşitlik (2.7.1),eşitlik (2.7.2)'ye dönüşür.

$$\frac{1}{C^*} = \frac{\alpha_1}{C_1} + \frac{(1 - \alpha_1)}{C_2} \quad (2.7.2)$$

Rubingh, ideal sapmayı açıklamak için miselleşmenin faz ayırım modelini ve düzenli çözelti yaklaşımını kullanarak aşağıdaki eşitlik (2.7.3) elde edilir.

$$\frac{X_1^2 \ln[C^* \alpha_1 / C_1 X_1]}{(1 - X_1)^2 \ln[C^* (1 - \alpha_1) / (1 - X_1)]} = 1 \quad (2.7.3)$$

Buradaki X_1 , karışık miselde surfaktant 1' in mol kesridir. X_1 değerini elde etmek için eşitlik (III) ardıl olarak çözülebilir ve etkileşim parametresi β eşitlik (2.7.4) ile hesaplanır.

$$\beta = \frac{\ln[(C^* \alpha_1) / (C_1 X_1)]}{(1 - X_1)^2} \quad (2.7.4)$$

β değerleri sadece iki surfaktant arasındaki etkiyi değil, ideal davranıştan sapmayı da gösterir. İkili surfaktant sistemlerinde, iki surfaktant arasında kuvvetli çekici etkileşim de β negatif değer alırken, itici etkileşim olduğunda β pozitif değer alır.

2.8. Surfaktant Sistemlerinin Viskoziteleri

Surfaktant çözelti sistemlerinin en önemli fizikokimyasal özelliklerinden birisi viskozitedir. Kolloidal çözeltilerin, normal çözeltilerden farklı olarak viskozite özellikleri taneciklerin liyofilik ve liyofobik niteliklerine göre değişim gösterir. Taneciklerin biçim ve boyutları da viskozite için oldukça önemlidir. Hareketsiz yüzey üzerinden sıvı tabakalarının akması durumunda, yüzeye en yakın sonsuz derecede ince sıvı tabakasını sabit olarak varsayılır. Diğer tabakaların akışkanlıkları ise yüzeye olan uzaklıkları ile doğru orantılı olarak artar. Şekil 2.8.1’de gösterildiği gibi; aralarında Δr kadar uzaklık bulunan iki sıvı tabakasının hızları arasındaki fark,

$$v_2 - v_1 = \Delta v \quad (2.8.1)$$

eşitliği ile belirtilir. Limit halde ise,

$$(\Delta r \rightarrow 0), \frac{\Delta v}{\Delta r} \rightarrow \frac{dv}{dr} \quad (2.8.2)$$

dönüşümü yapılır. $\frac{dv}{dr}$ büyüklüğü hız gradyenti olarak isimlendirilir. Büyüklüğün yönü sıvı tabakaların akış modelindeki gibi N yönündedir. Burada iki komşu sıvı tabakası arasında $\frac{dv}{dr}$ hız gradyenti ile büyüklüğü değişir. Hız gradyentini F (kuvvet), yüzeyin cm^2 birimine karşı gelen Newton bağıntısıyla belirtilir:

$$F = \eta \frac{dv}{dr} \quad (2.8.3)$$

Eşitlikteki η viskozite büyüklüğünü belirten orantı katsayısıdır. Öteleme hareketiyle paralel ve komşu olan iki sıvı tabakası arasında, 1 cm^2 yüzeyde bu harekete engel olan kuvvet viskozite birimine (poise) eşit olur.

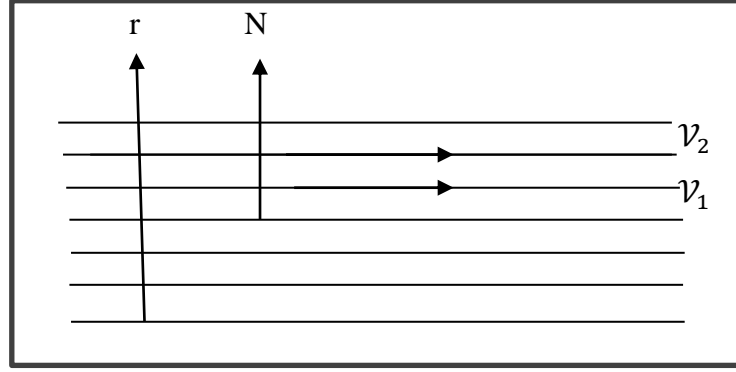
Gazlar için viskozite büyüklüğü 10^{-4} , çözücü olarak kullanılan sıklıkla kullanılan sıvılar için 10^{-3} - 10^{-2} ve yağlar için ise 1-10 poise büyüklüğündedir. Genelde saf çözücü olarak kullanılan, saf çözücünün viskozitesi η_0 ve bu çözücüde çözünebilen uygun bir maddenin çözeltisinin viskozitesi η ise, bağıl viskozite değeri η_r ile gösterilir ve aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (2.8.4)$$

η_s spesifik viskozite değeri ise;

$$\eta_s = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \eta_r - 1 \quad (2.8.5)$$

eşitliği kullanılarak bulunur.



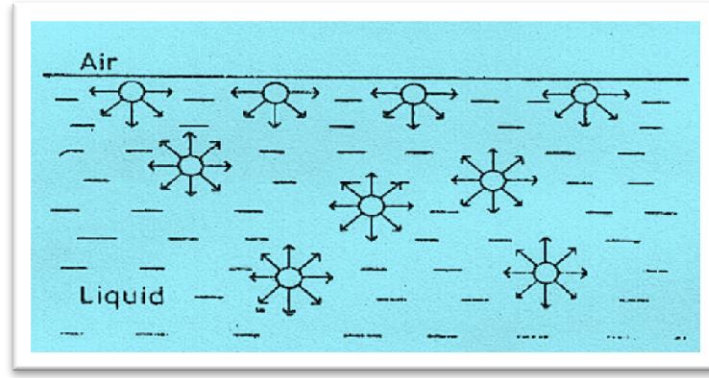
Şekil 2.8.1.İki sıvı tabakası gösterimi

2.9.Yüzey Aktivitesi (Gerilimi)

Yüzey gerilimi: Sıvı yüzeyinde bir birimlik uzunluğundaki çizgi ile 90^0 'lik açılar yapan kuvvettir. Başka bir tanımla yüzeyin kendini küçültme eğilimine, yüzey gerilimi denir. Sıvının yüzey alanını 1 cm^2 genişletmek için gerekli enerjidir. Yüzey gerilimi γ sembolü ile ifade edilir. Yüzey üzerinde sıvının yüzey genişlemesine zıt olan birim uzunluk başına kuvvettir. MKS birim sisteminde birimi metre başına Newton (Nm^{-1}) ya da ($1\text{J}=\text{Nm}$ olduğundan) Jm^{-2} 'dir.CGS sisteminde ise dyn/cm veya erg/cm^2 'dir.Bütün sıvılarda sıvının türüne göre değişen moleküller arası çekim kuvvetleri bulunmaktadır.

Moleküller arasındaki yakın mesafede çekim kuvvetlerinin olması sıvı halin olduğu bilinir. Ara yüzey ve yüzey gerilimi, bu kuvvetler sayesinde kolayca bulunabilmektedir. Sıvılarda iç kısımlarda (sıvının çeşitli derinliklerinde bulunan) moleküller çevresindeki komşu moleküller tarafından her yönden eşit olarak, diğer bir ifadeyle küresel simetrik şekilde, çekim kuvvetlerinin etkisi altında bulunurlar.

Böylece sıvı içerisindeki bir moleküle etkiyen kuvvetler birbirlerini dengeler. Oysa sıvının yüzeyinde bulunan bir molekül (sıvı- buhar ara yüzeyi göz önüne alındığında) buhar fazındaki yoğunluk sıvı fazdan düşük olduğundan, sadece yüzeyin altındaki moleküller tarafından sıvının içerisine doğru çekilirler. Şekil 2. 9' da gösterilmektedir.



Şekil 2. 9

Sıvı içerisindeki moleküller, yüzeydekilere göre daha fazla çekim kuvvetinin etkisi altında olduklarından potansiyel enerjileri, yüzeydeki moleküllerin potansiyel enerjilerinden daha düşüktür. Çünkü genel olarak bilinmektedir ki bir cisme etki eden çekim kuvvetleri ne kadar fazla ise cismin potansiyel enerjisi o kadar düşüktür. Sıvının molekülleri arasında, moleküllerin her yöne doğru çekilmesini sağlayan kohezyon kuvvetleri bulunmaktadır.

Çok sayıda molekül sıvının iç kısmına doğru sıvı yüzeyini terk ettiği için, yüzey kendiliğinden daralmaya başlar. Sıvıların yüzeylerinin gerilmiş bir zar gibi davranması özelliği, su damlacığının küresel biçimde olması yüzey gerilimi etkisindedir.

Bu şekilde sıvı damlaları ve gaz kabarcıkları küre şeklini alma isteğindedirler. Bu da hava ile temas eden yüzeyin küçülmesine, küre şeklini almasına sebep olur. Çünkü geometrik şekiller arasında hacmine göre yüzey alanı minimum olan şekil kürelerdir. Sıvının yüzey alanını genişleterek yani içteki moleküllerin bir kısmını yüzeye çıkararak moleküller arasındaki kuvveti dengelenmek istenir. Bir sıvının yüzey alanını artırmak için gereken enerji ya da işe yüzey gerilimi denir. Sıvı damlacıklarının tam olarak küre olmamasının sebebi yerçekimi kuvvetinin etkisinde kalmalarıdır.

Sıvıların yüzey gerilimi, sıcaklıkla ters orantılıdır. Çoğu sıvı için sıcaklık artışıyla yaklaşık doğrusal olarak yüzey gerilimi azalır ve de moleküller arası kohezyon kuvvetleri sıfıra yaklaştıkça, kritik sıcaklık bölgesinde çok küçük olur. Yüzey gerilimi ve sıcaklıkla ilgili çok fazla ampirik denklemler verilmektedir. Bunlardan Ramsay ve Shields' in denklemleri aşağıda verilmektedir.

$$\gamma (Mx / d)^{2/3} = k(T_c - T - 6) \text{ şeklindedir.}$$

M: sıvının molar kütlesi,

k: sbt,

T_c : kritik sıcaklık,

d: sıvının yoğunluğu,

x: sıvının assosiyasyon derecesi

Ayrıca yüzey aktif maddelerden bazıları da yüzey gerilimini düşürürler. Mesela sabun ve deterjanlar yüzey aktif maddeler olup suyun yüzey gerilimini düşürerek köpük denilen gaz-sıvı karışımı meydana getirirler. Suyun yüzey gerilim değerlerinin sıcaklıkla değişimi Tablo 2. 9' da verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	Yüzey Gerilimi (dyn/cm)
0	75.64
10	74.23
20	72.75
30	71.20
40	69.60
50	67.91
60	66.24
70	64.47
80	62.67
90	60.82
100	58.91

Tablo 2. 9. Suyun yüzey geriliminin sıcaklıkla değişimi

2.9.1.Yüzey Alanı Konsantrasyonu

Gemini surfaktantların adsorpsiyon standart Gibbs enerjisi (ΔG_{ad}^o) için eşitlik (2.9.1.1) kullanılır. Tensiyometrik yöntemle bulunan yüzey gerilimi ölçümleri, kullanılan çözücünün yüzey gerilimi kullanılarak eşitlik (2.9.1.2)'den yüzey basınç K.M.K. (Π_{KMK}) bulunur. Eşitlik (2.9.1.3-4) 'den ise maksimum yüzey alanı konsantrasyonu (Γ_{max}) hesaplanır [28,29].

$$\Delta G_{ad}^o = \Delta G_{mic}^o - \frac{\Pi_{KMK}}{\Gamma_{max}} \quad (2.9.1.1)$$

$$\Pi_{KMK} = \gamma_o - \gamma_{KMK} \quad (2.9.1.2)$$

$$\Gamma_{max} = \left(\frac{-1}{2.303.nRT} \right) \cdot \left(\frac{d\gamma}{d \log C} \right)_{T,P} \quad (2.9.1.3)$$

$$\Gamma_{max} = \left(\frac{-1}{nRT} \right) \cdot \left(\frac{d\gamma}{d \ln C} \right)_{T,P} \quad (2.9.1.4)$$

Sürekli kullanılan iyonik surfaktantlarda n değeri genellikle iki (n=2) kabul edilir. Quarterner amonyum surfaktant çalışmalarında ise n değeri üç (n=3) kullanılır. Molekül başına en düşük yüzey alanı, A_{min} , ile gösterilir ve eşitlik (2.9.1.5) ile hesaplanır [30].

$$A_{min} = \frac{10^{14}}{N_A \Gamma_{max}} \quad (2.9.1.5)$$

N_A Avogadro sayısıdır. İlave edilen katkı maddeleri, A_{min} değerini arttırır ya da azaltır, eklenen maddeye ve sıcaklığa göre durum değişir. Örneğin, B. Sohrabi ve N. Khan çalışmalarında, K.M.K. artışı A_{min} değerleri artmakta ve K.M.K' nın azalışı ile A_{min} değerleri azalış gösterir.

2.9.2.Yüzey ve Ara Yüzey Gerilimini Ölçme Metotları

Sıvıların serbest yüzlerinde görülen fiziksel bir özelliktir yüzey gerilimi. Ara yüz, sıvının atmosfere ya da bir gaz ortamına açık halde olan, onunla temas halinde bulunan serbest yüzüdür. Ara yüzün altındaki tabakalarda bulunan sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvveti her taraftan etki oluşturdukları için dengededirler. Fakat, ara yüzün oluşması durumunda yüzeyde bulunan molekülleri etkileyecek ve alt tabakalardaki moleküllerden gelen kuvvetleri dengeleyecek üst tabaka molekülleri bulunmamaktadır. Serbest yüzün, yerinde ve denge halinde durabilmesi, yukarıdaki gazın basıncı ve yüzeydeki moleküller arasındaki ek bir etkileşim ile mümkündür. Ek etkileşim ise yüzey gerilimidir. Yüzey gerilimini ölçme yöntemleri ise, Asılı damla profili, Damla ağırlığı yöntemi, Salımlı fiskiye yöntemi, Kapiler yükselme yöntemidir. Halka koparma yöntemi ve Wilhemly levha yöntemi prensip olarak aynıdır fakat yöntemlerde iki ayrı metot olarak verilmektedir. Böylelikle yüzey gerilimi ölçme yöntemleri altı tanedir ve çalışmamızda kullandığımız yöntem ise aşağıda açıklanmıştır.

Halka koparma yöntemi; Yüzey ve yüzeyler arası gerilimi ölçme işleminde kullanılmaktadır. Temel çalışma prensibinde yüzey ve ya yüzeyler arasına daldırılan iridyum-platin' den yapılmış halkanın sıvı yüzeyinden koparılması için gereken kuvvetin, yüzey ve yüzeyler arası gerilimle orantılı olarak ölçüm yapılmaktadır. Kalibrasyon işlemi yapılmış cihazdan sonuç, halkanın sıvıdan ayrıldığı andaki değer göstergeden okunarak kaydedilir. Çalışmamızda ise bu metot kullanılmış olup, metoda uygun olan cihaz ise KSV Sigma 702 marka yüzey gerilim cihazıdır.

2.10.Krafft Olgusu

Krafft Sıcaklığı

Misel oluşturan surfaktantlar, başka nadir olan bir olgu gösterirler ki, onların çözünürlükleri Krafft noktası olarak ta söylenen belli bir sıcaklığın üzerinde artar. Bu davranışın sebebi, miseller yüksek derecede çözünebilir özellik gösterirken, birleşmemiş surfaktantın sınırlı çözünürlüğe sahip olması gerçeği ile açıklanır. Krafft sıcaklığının altında surfaktantın çözünürlüğü miselleşme için yetersizdir. Sıcaklık arttırıldığında, çözünürlük Krafft sıcaklığında K.M.K' ya ulaşıncaya kadar yavaşça artar, misel oluşum gerçekleşir. Kısmen çok miktarda surfaktant misel konumunda dağılıbilir, bunun sonucunda da çözünürlükte büyük bir artış gözlenir.

Surfaktantların (misel oluşturan), belirli bir sıcaklık üzerinde çözünürlük hızı artış gösterir. Artışın gözlemlendiği sıcaklığa Krafft noktası ya da sıcaklığı denilmektedir. Örnek olarak Tablo 2.10'de bazı krafft sıcaklıkları örnekleri verilmektedir.

Karbon atomu sayısı	10	12	14	16	18
Krafft sıcaklığı / ° C	8	16	30	45	56

Tablo 2.10.Suda sodyum alkil sülfat için Krafft sıcaklıkları

2.11.Spektrofotometrik Yöntem

2.11.1.Floresans Spektrofotometresi

Moleküler floresans, fosforesans ve kemilüminesans maddenin birbirine yakın üç ayrı fiziksel özelliğidir. Bu yöntemlerin her birinde, analit molekülleri, emisyon spektrumları nitel (kalitatif) ve nicel (kantitatif) bilgiler sağlayan türleri vermek üzere uyarılır. Bu yöntemler, toplu olarak moleküler lüminesans işlemleri olarak bilinir. Floresans maddelerin elektron çekici veya verici gruplarında bulunan bir elektron, molekül üzerine gönderilen kısa dalga boylu ışın ile uyarılarak bir üst (bazen iki veya üç üst) enerji seviyelerine çıkar. Floresans maddenin çözeltisi üzerine ışın enerjisi gönderilerek uyarılır. Uyarılan maddenin aldığı enerjiyi geri vererek ilk haline dönmesi esnasında davranışları incelenir.[31]

Madde üzerine gönderilen ışınlar, ultraviyole, görünür veya infrared ışınlardır. Bu ışınlar madde tarafından önce çok kısa bir süre absorblanır ve ondan sonra floresans ışınları olarak etrafa yayılır. Yayılan ışınlar genelde absorblanan ışıdan daha uzun dalga boylu veya daha düşük enerjilidir. Floresans hemen yok olan bir lüminesans olup, kısa ömürlüdür.

Fotolüminesans şiddetinin ölçümü ile eser miktardaki önemli bazı inorganik veya organik türün nicel tayini mümkündür. Lüminesans yöntemlerinin en önemli özelliklerinden birisi de absorpsiyon spektroskopisinde milyarda bir (ppb) kadar duyarlı olmalarıdır. Fotolüminesans yöntemlerin diğer üstün yanları, geniş doğrusal derişim aralığı, spesifik olmaları ve girişimin az olmasıdır. Floresans özelliği gösteren maddelerin sayıları azdır. Floresans, maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde görülebilen bir olaydır [32].

1.Derişimin Floresans Şiddetine Etkisi

Analit molekülü tarafından absorblanan ışın ile gelen ışın arasında bir oran vardır ve bu oranda Lambert-Beer yasası ile tanımlanır. Bu yasa aşağıdaki eşitlik ile verilir.

$$A = \epsilon bC = -\log I/I_0$$

Eşitliğin her iki tarafı 1'den çıkarılırsa;

$$1 - I/I_0 = 1 - e^{-\epsilon bC}$$

$$I_0 - I = I_0 (1 - e^{-\epsilon bC}) \quad \text{halini alır.}$$

Burada; $I_0 - I$ = absorblanan ışın olduğuna göre floresans yoğunluğu F

$$F = (I_0 - I)\Phi$$

eşitliği ile tanımlanır.

Burada Φ , **kuantum verimi** veya kuantum verimi oranı, yani lüminesans yapan moleküllerin sayısının toplam uyarılmış molekül sayısına oranıdır.Örneğin; floresein gibi oldukça floresans bir molekül için kuantum verimi bire yakındır.

Floresans yapmayan bazı moleküllerde ise sifıra yakındır. Yukarıdaki son iki eşitlik göz önüne alınırsa floresans yoğunluğu için,

$$F = I_0(1 - e^{-\epsilon b c})\Phi$$

eşitliği elde edilir. Seyreltik çözeltilerde $\epsilon b c$ küçük olacaktır. Yukarıdaki eşitliğin seri açılımı yaklaşık olarak,

$$F = 2,303\epsilon b I_0 \Phi C$$

eşitliğine eşit olur. Eşitlikte $2,303\epsilon b I_0 \Phi$ değerleri sabittir cihaza ve analizi yapılacak maddeye özgüdür ve K bu sabiti temsil etmek üzere eşitlik,

$$F = KC \quad \text{şekline dönüşür.}$$

Bu eşitliğe göre bir maddenin yaydığı floresans ışını şiddeti, seyreltik numunenin derişimiyle orantılıdır ve ışın yayan molekülün derişimine karşı floresans gücünün grafiği seyreltik çözeltilerde doğrusaldır. Elde edilen doğrunun eğimi K sabitini verecektir.

Spektrofotometrelerde en çok kullanılan UV spektrofotometresi olup, floresans spektrofotometresi ile karşılaştırıldığında aşağıda bahsedilen değişiklikler mevcuttur.

Floresans ve UV spektrofotometresi arasındaki başlıca en önemli fark ise;

- UV spektrofotometresinde verilen ışık ile çözelti soğurduktan sonra geçen ışığın dalga boyları aynıdır. Yani burada önemli olan o dalga boyundaki ışığı ne kadar soğurduğudur.
- Floresans spektrofotometresinde ise çözeltiye yollanan ışık ile çözeltilen alınan ışığın dalga boyları farklıdır. Çözelti ışığı soğurur ve farklı dalga boyda her yöne doğru yayar.
- Bu yüzden UV spektrofotometresinde ışığın izlediği yol doğrusal iken, Floresans spektrofotometresinde ışığın yönü 90 derecedir. Yani çözelti içerisinden geçip giden ışık ölçülmez de, çözeltilenin farklı dalga boyda yaydığı ışığın şiddeti ölçülür ve bunun için giren ile çıkan ışığın açısı 90 derecedir.

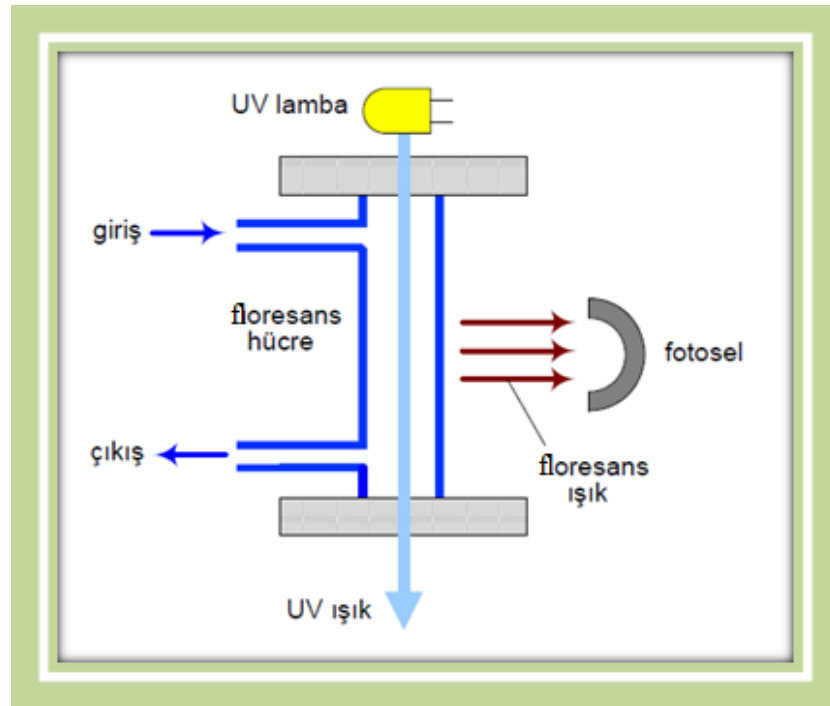
2. Floresans Dedektör

Floresans dedektör en hassas sıvı kromatografisi dedektörüdür; bu nedenle eser miktarlardaki maddelerin analizlerinde kullanılır. Çok hassas olmasına karşın, responsu

ancak sınırlı bir konsantrasyon aralığında doğrusaldır. Doğal olarak floresans olmayan maddelere karşı hassas olmayışı da bu tip dedektörün diğer bir dezavantajıdır. Bu tür bileşiklerin saptanması maddelerin floresans türevleri üzerinden yapılabilir.

Floresans dedektörler basit veya kompleks olabilir. Basit bir floresans dedektörde bir tek dalga boyu uyarıcı kaynak ve bir algılayıcı bulunur; algılayıcı tüm dalga boylarının floresans ışığını izler. Bu tip bir floresans dedektör bazı örnekler için çok hassastır ve oldukça da ucuzdur. Ancak tek bir dalga boyunda uyarılması ve sadece geniş bir emisyon dalga boyu nedeniyle çok yönlü kullanımlar için uygun değildir.

Kompleks bir dedektör ise çok amaçlıdır; bunda, floresans spektrometreye küçük bir algılayıcı hücre yerleştirilmiştir. Uyarıcı ve emisyon dalga boylarının seçilebilir olmasından dolayı çok yönlüdür. Ayrıca, istendiği durumlarda uyarma ve emisyon spektrumları elde edilebilir. Floresans dedektörü Şekil 2.12.1’de gösterilmektedir.



Şekil 2.12.1. Floresans Dedektörü

BÖLÜM -3-

MATERYAL VE METOD

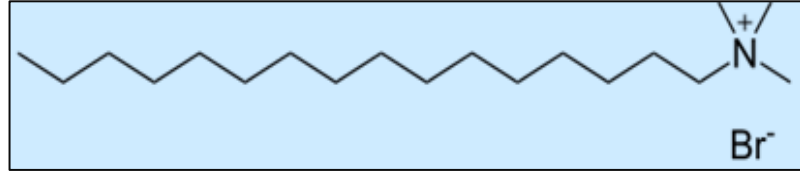
3.1.KULLANILAN MATERYAL

3.1.1.Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmamızda kullandığımız kimyasal maddeler aşağıda sıralanmıştır ve çalışmalarda kullanılabilir safliktadır.

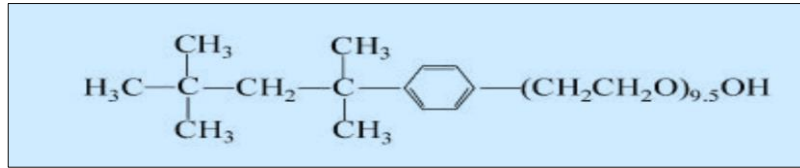
1.Katyonik surfaktant

Hekzadesiltrimetilamonyum bromür (CTAB) , $[(CH_3(CH_2)_{16}N^+(CH_3)_3Br^-)]$.
Merck' ten temin edilmiştir.

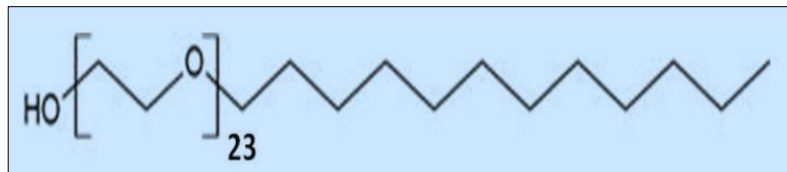


2.İyonik olmayan surfaktant;

Polietilen glikol-[4-(1.1.3.3-tetrametilbutil) fenil] eter (Triton X-100), $[C_{14}H_{22}O(C_2H_4O)_n]$. İyonik olmayan surfaktantımız Sigma' dan temin edilmiştir.

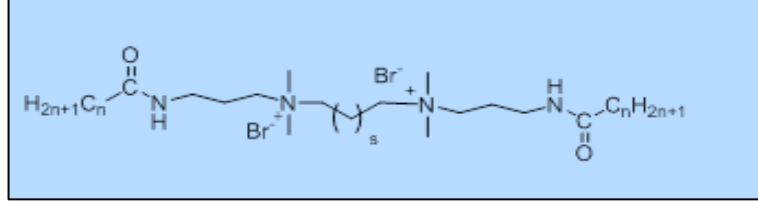


Polioksietilen 23 lauril eter (Brij 35), $[C_{12}H_{25}(OCH_2CH_2)_{23}OH]$. İyonik olmayan surfaktantımız Sigma' dan temin edilmiştir.



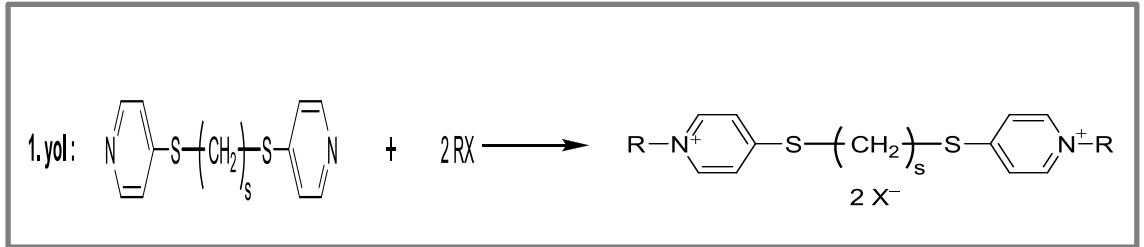
3.Gemini surfaktant

N^1, N^{10} -bis(3-dodekanamido propil)- N^1, N^1, N^{10}, N^{10} -tetrametildekan-1,10-diamonyum bromür ($n=11, s=8$). Amit fonksiyonlu gemini surfaktant laboratuvarında sentezlenmiştir.

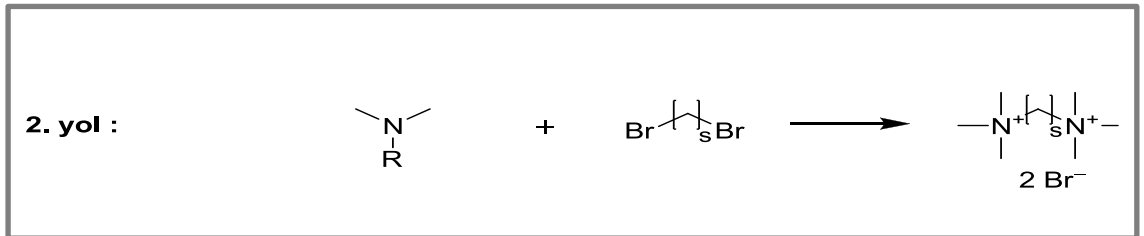


3.1.2.Katyonik gemini surfaktantların sentezlenmesi

Katyonik gemini surfaktantların tamamının sentezlenmesi için iki yol kullanılmıştır. Birinci yolda alkil halojenürlerle tersiyer aminlerin kuaternerleşmesi sağlanır ve şekil 3.1.2.1’de gösterilmektedir. İkinci yol ise iki tersiyer aminin dibromoalkan ile reaksiyonudur ve şekil 3.1.2.2’de gösterilmiştir.



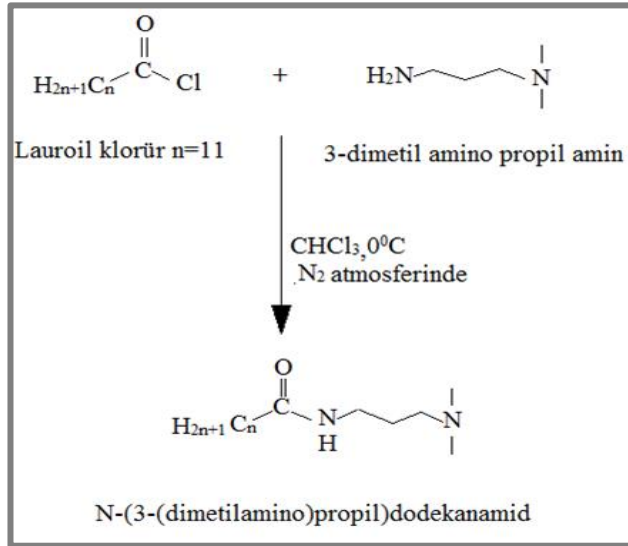
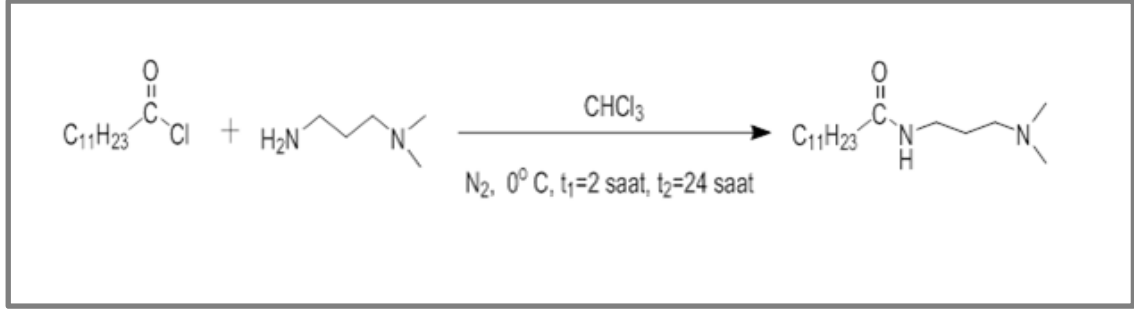
Şekil 3.1.2.1. Alkil halojenürlerle tersiyer aminlerin kuaternerleşmesi



Şekil 3.1.2.2. Tersiyer aminin dibromoalkan ile reaksiyonudur

- **Amit fonksiyonel ara ürün N- (3- (dimetil amino) propil)dodekanamid Sentezi**

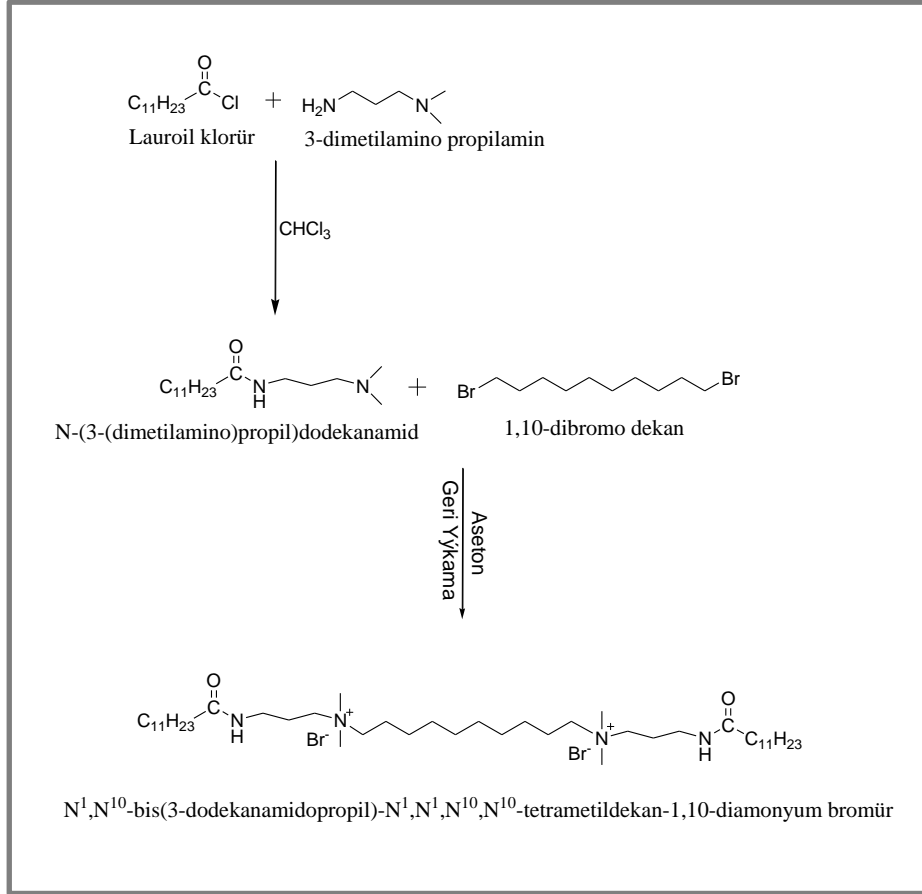
Deneysel çalışmamızda kullandığımız katyonik gemini surfaktantımızın sentezlenmesinin birinci aşaması şekil 3.1.2.3’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1.2.3. Amit Fonksiyonel Ara Ürün Sentezi

Amit fonksiyonel katyonik gemini surfaktantların sentezi bir ucunda amit fonksiyonlu uzun alkil zinciri bulunan tersiyer bir amin ile bir dihaloalkanın $\text{S}_{\text{N}}2$ tipi reaksiyonuyla elde edilebilir. İlk aşamada 3-dimetilaminopropilamin ile 12 karbonlu asit klorürün reaksiyonu ile serbest tersiyer amin grubu içeren amit ara ürünün sentezi gerçekleştirilebilir. İkinci aşamada ise bu ara ürünün dihaloalkanla reaksiyonu sonucunda amit fonksiyonel Quarterner amonyum tipi gemini surfaktantların sentezi başarılı ile gerçekleştirilebilir.

Bu amaç için öncelikle; lauril klorür ile N-(3-(dimetilamino) propil) dodekanamid ara ürünü sentezlenip 1,10 dibromo dekan ile reaksiyonu sonucunda kuarterner amonyum tipi gemini surfaktant sentezlenir (Şekil.3.1.2.4.).



Şekil 3.1.2.4. Kuarterner amonyum tipi gemini surfaktant sentezi

3.1.3.Gemini surfaktant sentezinin deneysel çalışması;

Balonun boyunlarından birisine damlatma hunisi, diğer boyuna ise geri soğutucu takıldı. Gaz tuzağı, soğutucu üzerinden azot girişi yapılarak kuruldu.3-dimetilaminopropilamin (5,19 g, 50 mmol) ve 70 ml kloroform iki boyunlu balona alındı. Sistemden azot geçişi sağlandı. Sisteme lauroil klorür (42) (10,93 g, 50 mmol) 30 dakika boyunca damla damla eklendi. 0° C’de 2 saat, daha sonra oda sıcaklığında 24 saat boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Karışım bir ayırma hunisine alındı. Organik faz sırasıyla su, doygun K₂CO₃ ve doygun tuz çözeltileriyle ekstrakte edildi.

Organik faz kalsiyum klorür ile kurutuldu. Kloroform evaporatör ile ortamdan uzaklaştırıldı. 10,94 g. beyaz renkli kristal madde elde edildi. ¹H NMR, ¹³C NMR, IR spektrumları alındı.

Bileşiğin NMR spektrumundan oldukça saf olduğu görüldü. 2. aşamada saflaştırılmaya gerek duyulmadan kullanıldı. Ürün verimi ise %78 olarak saptandı.

3.1.3.1.Gemini surfaktantın NMR ve IR sonuçları

FT-IR (KBr, cm⁻¹) : 2964, 2834, 1668, 1531, 1485, 1349, 1220

¹H NMR (300 MHz, CDCl₃) : 0.89 (t, 3H), 1.26-1.66 (m, 20H), 2.16 (t, 2H), 2.25 (s, 6H), 2.40 (t, 2H), 3.36 (t, 2H), 6.98 (s, 1H)

¹³C NMR (75 MHz, CDCl₃) : 14.42, 14.55, 23.08, 26.14, 26.32, 29.71, 29.79, 29.90, 30.00, 32.30, 37.37, 39.37, 46.65, 58.90, 174.44

3.1.4.İletkenlik suyu

Hazırladığımız çözeltilerde kullanılan bidestile su, laboratuvarında bulunan GFL 2102 marka cihazdan temin edilmiştir. Çözeltilerde kullanılan suyun iletkenliği 2.2 µS.cm⁻¹'dir.

3.2.KULLANILAN CİHAZLAR

- Floresans spektrofotometresi
- Yoğunluk ölçme cihazı
- Yüzey gerilimi ölçme cihazı
- İletkenlik ölçme cihazı
- Erime noktası tayin cihazı
- Bidestile su cihazı
- Çalkalamalı su banyosu
- Isıtıcı ve manyetik karıştırıcı
- Hassas terazi
- Etüv

3.3.KULLANILAN CİHAZLARIN TANITIMI VE ÖZELLİKLERİ

3.3.1.Floresans Spektrofotometresi

Floresans absorban ölçümleri için Hitachi F-2700 marka floresans spektrofotometresi kullanıldı.



Şekil 3.3.1. Hitachi F-2700

3.3.2.Yoğunluk ölçme cihazı

Anton Paar DMA 4500 marka cihaz kullanıldı. Cihazın özellikleri ise ölçüm, yüksek hassasiyete sahip yoğunluk değerleri sağlayan kanıtlanmış salımlı U tüpü prensibine dayanır. Ayarlanabilir sıcaklık seçenekleri ve dijital gösterge ekranı bulunmaktadır.



Şekil 3.3.2. Anton Paar DMA 4500

3.3.3.Yüzey gerilimi ölçme cihazı

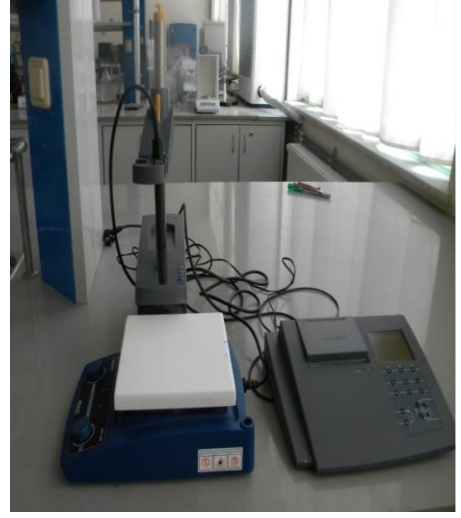
Yüzey gerilimlerini ölçmek için kullandığımız cihazın markası KSV Sigma 702'dir.Bu cihazın çalışma yöntemi halka koparma yöntemine göre tasarlanmıştır. Ölçüm aralığı 1-1000 mN/m'dir. Yüzey gerilimi cihazı Nüve BM markadaki dijital göstergeli çalkalama su banyosuna bağlantılıdır ve ölçümü yapılacak çözeltilerin istenilen sıcaklıklar sabit tutularak yüzey gerilim değerleri ölçülmüştür.



Şekil 3.3.3. KSV Sigma 702

3.3.4. İletkenlik ölçme cihazı

Çözeltilerin iletkenlik ölçümleri için WTW Terminal 740 marka konduktometrik cihazı kullanılmıştır. Dijital göstergesinde sıcaklıkla beraber değişen iletkenlik değerleri görüntülenir. Bu cihaz 0.1°C hassasiyetle çalışmaktadır. Elektrodun pil sabiti ise $k=0,485\text{ cm}^{-1}$ 'dir. Ayrıca manyetik karıştırıcı ve sıcaklık ayarı seçenekleri de bulunmaktadır.



Şekil 3.3.4. WTW Terminal 740

3.3.5. Erime noktası tayin cihazı

Gallenkamp marka erime noktası tayin cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz 360°C sıcaklığa kadar ortamda yükseklik ve ısıtma hızı $0.5^{\circ}\text{C}/\text{dk.}$ ile $10^{\circ}\text{C}/\text{dk.}$ aralığında tayin yapabilmektedir.



Şekil 3.3.5. Gallenkamp

3.3.6. Bidestile su cihazı

GFL 2102 marka bidestile su cihazı 2 L/ saat kapasiteye sahiptir. Kullanılan suyun iletkenliği ise $1.0\text{-}2.0\ \mu\text{S.cm}^{-1}$ aralığında ölçülmüş ve deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.



Şekil 3.3.6. GFL 2102

3.3.7. Çalkalamalı su banyosu

Nüve ST402 marka dijital marka göstergeli su banyosu kullanılmıştır. Bu cihazın çalışma aralığı 0 ile 90⁰C'dir.Gerekli olan sıcaklık ve süre ayarı yapılabilir.10 ayrı kademe ayarlama seçeneği de bulunmaktadır.



şekil 3.3.7. Nüve ST402

3.3.8. Isıtıcı ve manyetik karıştırıcı

Chiltren Hotplate Magnetic Stirrer HS31 marka cihaz kullanılmıştır. Bu cihaz da 10 ayrı kademedede karıştırma ve 4 ayrı kademedede de ısıtma, sıcaklık ayarı seçenekleri bulunmaktadır.



şekil 3.3.8.Chiltren Hotplate Magnetic Stirrer HS31

3.3.9. Hassas analitik terazi

Çalışmalarda kullanılacak maddelerin tartılması, Gec Avery marka dijital göstergeli analitik terazi kullanılmıştır. Bu hassas terazinin tartım aralığı ise 0.0001g ile 220g'a kadar okunmaktadır.



şekil 3.3.9. Gec Avery

3.3.10. Ubbelohde Viskozite Ölçme

Düzeneginin Hazırlanması

Ubbelohde Viskozite ölçümleri için kullanışlı bir düzenek kuruldu. İlk olarak su banyosu hazırlandı. Su banyosunun içerisine ayaklı shliftler yardımıyla dijital göstergeli 0,1°C hassasiyetle ısıyı ayarlanabilir Thermomix UB markalı ısıtıcı ve Ubbelohde yerleştirildi. Sıcaklık kontrolü için termometre de su banyosuna konuldu. Hazırlanan çözeltiler Ubbelohdeye aktararak süreölçer yardımıyla efflux zamanlar ölçüldü. Kurulan düzenek yandaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 3.3.10.Ubbelohde Viskozite Düzenegi

3.3.11. Etüv

Deneysel çalışmalarda kullanılan cam malzemeler yıkanıp temizlendikten sonra 0-240 °C sıcaklık aralığında çalışan Elektromag marka etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3.3.11. Etüv

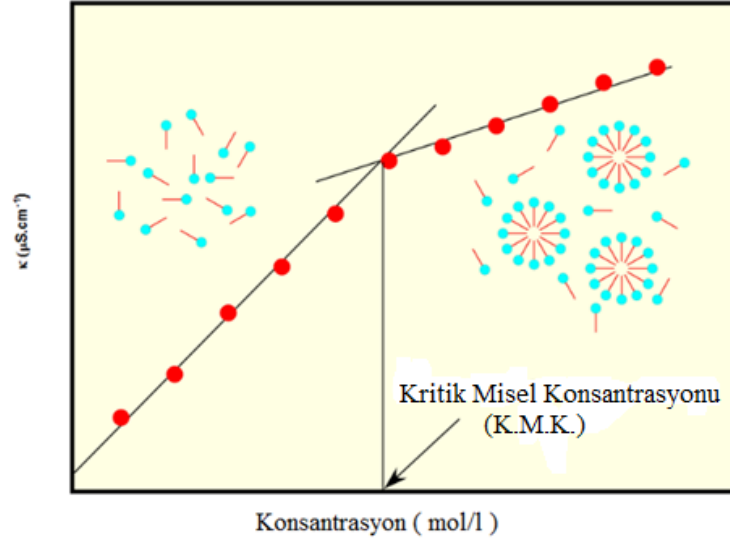
3.4.KULLANILAN METODLAR

3.4.1.Çözeltilerin Hazırlanışı

Yapılacak deneylere göre 10, 25, 50, 100 ve 250 ml'lik yıkanmış ve etüvde kurutulmuş balon jojelerde çözeltiler hazırlandı.250 ml'lik balon jojelerde Gemini, CTAB, TritonX-100,Brij 35,CPC, vs. maddelerin bidestile su ile Pirenin ise saf alkolde çözeltileri hazırlandı. Deneylere uygun olarak daha önceki çalışmalarda göz önüne alınarak, belirlenen konsantrasyon aralıklarında çözeltiler balon jojelerde ölçümlere hazır hale getirildi.

3.4.2.Konduktometre ile İletkenliğin Ölçülmesi

Saf katyonik gemini surfaktantın ve karışımlarının iletkenlik ölçümü, 25°-55°C aralığında yedi farklı sıcaklıkta konduktometre ile gerçekleştirilmiştir. İletkenliği 2.4 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ olan bidestile su ile hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki çözeltiler 25 ml'lik behere aktarıldı. İçerisine çözeltilerin homojenliğini sağlamak için magnet yerleştirildi. Sırasıyla istenilen sıcaklık ayarı ve karıştırma hızı ayarlanarak, elektrot çubuğu çözeltilere daldırıldı. Sıcaklık artırılarak, istenilen sıcaklıktaki iletkenlik değerleri $\mu\text{S.cm}^{-1}$ türünden ölçülerek kaydedildi. Yapılan ölçümler üçer kez tekrarlandı. Ölçülen değerler kullanılarak, konsantrasyona karşı iletkenlik grafiği çizildi ve yedi farklı sıcaklıktaki kritik misel konsantrasyonu değerleri bulundu. Örnek grafik Şekil 3.4.2.1'de verilmektedir. Çizilen grafikler Origin8 ve Grapher olmak üzere iki ayrı çizim programında çizilerek KMK değerlerinin kesinliği saptandı. Bölüm 2. 5 'te anlatılan iki doğrusal parçanın eğimlerinin oranlanmasıyla bulunan misel iyonizasyon derecesi (α) ve misel Gibbs serbest enerjisi (ΔG_M^0) hesaplamaları yapıldı.



Şekil 3.4.2.1.Konduktometrik yöntemle kritik misel konsantrasyonunun bulunuşu

3.4.3.Densitometre ile Yoğunluğun Ölçülmesi

Cihaz kullanım talimatına uygun olarak çalıştırıldı. Öncelikle yoğunluk kontrolü için saf su kalibrasyon sıvısı olarak kullanıldı. Kendi ayarlarımızın kontrolü için bidestile saf su ile yoğunluk ölçümü yapıldı. Hem saf hem de karışımlar için 25°-55° C aralığındaki sıcaklık 5'erderece artırılarak yoğunluk ölçüm değerleri alındı. İstenilen sıcaklık ayarı yapıldıktan sonra, sıcaklık dengesine ulaşması için birkaç dakika beklendi ve çözelti enjektör yardımıyla cihaza gönderildi. Yoğunluk ölçümleri, yedi farklı sıcaklık ve konsantrasyon için en az üç kez tekrarlandıktan sonra yapılan okumalar kaydedildi. Kaydedilen yoğunluk değerleri KMK değerlerinin bulunmasında (konsantrasyona karşı–yoğunluk grafiği çizilerek) kullanılabilir ve bu çalışmada mutlak viskozitenin hesaplanmasında kullanıldı.

3.4.4.Viskozitenin Ölçülmesi

Viskozite ölçümünde kullanılacak Ubbelohde tipi cam aparat önce çözücü yardımıyla temizlendi. Güvenilir bir ölçüm yapabilmek için ilk olarak bidestile saf suyun akış süresi kronometre yardımıyla ölçülerek kinematik viskozite değeri hesaplandı.

Daha sonra hazırlanmış olan çözeltilerin istenilen sıcaklıklardaki sıcaklık ayarı yapılarak, aynı şekilde üç kez ölçüm tekrarlanarak akış zamanları bulundu ve kaydedildi.

Hazırlanan saf gemini ve karışım surfaktant çözeltilerinin kinematik viskozite değerleri 25, 30, 35, 40, 45, 50 ve 55 ° C’de Ubbelohde tipi viskozimetresi ile ± 0.001 deneysel hata ile birlikte bulundu. Kinematik viskozite ölçülen akış süresinden Ek 1’de Hagenbach düzeltme tablosu (HC)’de verilen düzeltme faktörünün çıkarılması ile bulunan değerlerin kullanılan viskozimetreye ait “k” sabitiyle çarpımıyla mm^2/s türünden elde edildi.

ν ; Kinematik viskozite

t; Akış zamanı

$$\nu = k \cdot (t - \theta)$$

θ ; Düzeltme faktörü

1. Mutlak Viskozitenin Hesaplanması

Mutlak viskozite ölçülen yoğunluk değerlerinin, yukarıda verilen formülle hesaplanarak elde edilen kinematik viskozite değerleri ile çarpımından hesaplandı.

$$\text{Mutlak Viskozite} = \text{Kinematik Viskozite} \times \text{Yoğunluk}$$

$$\text{Mutlak Viskozite} = \nu \times d$$

2. Bağlı Viskozitenin Hesaplanması

Bağlı viskoziteye ise hesaplanan mutlak viskozite değerlerinin, tablo 4.4.2’de verilen suyun 25 °C ve 55°C sıcaklıkları arasındaki mutlak viskozite değerlerine oranlanmasıyla ulaşıldı. Hesaplanan bağlı viskozite değerleri ile konsantrasyona karşı-bağlı viskozite grafiği çizildi.

$$\text{Bağıl Viskozite} = \frac{\text{Mutlak Viskozite}}{\text{Suyun Mutlak Viskozitesi}}$$

Suyun Mutlak Viskozite Değerleri	
Sıcaklık	Mutlak Viskozite(cp)
25 °C	0.8937
30 °C	0.7975
35 °C	0.7225
40 °C	0.6529
45 °C	0.5988
50 °C	0.5494
55 °C	0.5064

Tablo 4.4.2.Suyun kullanılan sıcaklıklardaki viskozite değerleri (CRC Handbook of Chemistry on Physics 75 th edition 1994-1995).

3.4.5.Tensiyometrik Yöntem İle Yüzey Geriliminin Ölçülmesi

Saf gemini ve karışık surfaktant çözeltilerinin yüzey geriliminin ölçümünde Bölüm 2.11.'de anlatılan halka koparma (Du Nouy) yöntemi kullanıldı. Kullanılan Du Nouy halka düz, dairesel ve platinden yapılmış bir halkadır ve hava/su ara yüzeyine paralel olarak yerleşir. Halka her ölçümden önce temizlenmelidir. Aseton da biraz bekletildikten sonra alevde yakılarak temizleme işlemi gerçekleştirildi. Ölçümden önce cihazın kalibrasyonu yapıldı. Ölçüme başlanmadan önce kontrol amaçlı deneylerde kullanılan saf suyun yüzey gerilimi ölçüldü. Yüzey gerilim cihazına bağlı dijital göstergeli çalkalamalı su banyosunda ölçülecek sıcaklık ayarı yapılarak sabit sıcaklığa gelinmesi için beklendi. Yüzey gerilimi ölçülecek olan, farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerde, ayarlanan her sabit sıcaklık için ayrı olarak 30 dakika su banyosunda bekletildi. Surfaktant konsantrasyonunun her değişiminde sonra çözelti belli süre karıştırıldı ve ölçümden önce yüzey dengesi için on dakika bekletildi. Örnek yerleştirilip, cihaz çalıştırıldı.

Yüzey gerilimi ölçüm cihazı kendi içerisinde üç ölçüm almaktadır. Fakat hata payını yok etmek adına her ölçüm 2 kez tekrarlandı. 25° C-55° C aralığında 5'er derece artırılarak ölçülen yüzey gerilim değerleri kaydedildi. Son olarak ise konsantrasyona karşı yüzey gerilim grafiği çizildi. Çizilen grafikler kullanılarak adsorpsiyon parametreleri hesaplandı.

3.4.6.Spektrofotometrik Yöntem

Floresans Spektrofotometresi Ölçümleri

Floresans spektrofotometresi ile iki çalışma yapılmıştır. Bunlar K.M.K' nın saptanması ve Agregasyon sayısının hesaplanmasıdır.

1.Kritik Misel Konsantrasyonunun Ölçülmesi ve Hesaplamaları

Floresans spektrofotometresinde KMK ölçümü şu şekilde gerçekleştirildi. Saf gemini surfaktantın değişen konsantrasyonlarına piren den sabit miktarda eklenerek çözelti hazırlandı. Çözelti termal sıcaklığa gelene kadar en az bir saat çalkalamalı su banyosunda bekletildi. Termal sıcaklığa ulaşıp homojen karışım sağlandıktan sonra örnek kuartz küvetlere yerleştirildi.

Çözeltiler 10 mm kuartz küvetler kullanılarak ölçümler alındı. Uyarma 335 nm yapıldı ve emilim 350-450 nm dalga boyu aralığında kaydedildi. Hem uyarılma hem de slit genişlikleri 2,5 nm' de sabitlendi. Spektrumlar kaydedildi. Konsantrasyona karşı I_1/I_3 grafiği çizildi. Eğrinin ani değişim gösterdiği nokta K.M.K' dır. Aynı şekilde CTAB, TritonX-100 ve Brij 35'in kritik misel konsantrasyonlarında floresans ölçümleri ile bulundu.

2.Agregasyon Sayısı Ölçümleri ve Hesaplamaları

Gemini surfaktantların ve karışık sistemlerin agregasyon sayıları (N_{agg}) floresans ölçümleri ile hesaplanır. Floresans ölçümlerinde uyarın olarak setilpiridinyum klorür(CPC) , söndürücü olarak ise piren kullanılır. Karışım sisteminde saf gemini ve CTAB kullanıldı. Floresans ölçümlerinden $[Q]/M$ karşı $\ln(I_0/I)$ grafiği çizilir ve eğim bulunur. Eğimler Bölüm 2. 7' de verilen denklemlerde kullanılarak agregasyon sayısına ulaşılır. Böylelikle floresans ölçümleri ile N_{agg} bulunmuş olunur.

3.4.7.Surfaktant Çözeltilerin KMK Değerlerinin Bulunuşu

Saf gemini surfaktantın 25 ° C -55 ° C arasında 5'er derece artırılarak ölçümler yapıldı. Her sıcaklık için çözeltilerin değişen konsantrasyonları ile yüzey gerilimi, iletkenlik, yoğunluk değerlerine göre çizilen grafiklerdeki ani değişimlerden hem saf hem de karışık surfaktant çözeltilerinin kritik misel konsantrasyonu (KMK) saptandı.

3.4.8.Karışık Surfaktant Çözeltilerinin Hazırlanışı ve KMK Değerlerinin Bulunuşu

Saf gemini surfaktant çözeltilerinin konduktometrik, tensiyometrik, ubbelohdeli viskozimetrik ve spektrofotometrik yöntemle bulunan KMK değerlerinden yola çıkılarak belirlenen konsantrasyonda stok çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan stok çözeltilerden farklı oranlarda surfaktant çözeltileri yapıldı. Hazırlanan bu çözeltiler iki saat kadar termal sıcaklıkta çözelti dengesine gelmesi termostatlı su banyosunda çalkalatıldıktan sonra bekletildi. Planlandığı gibi bu çözeltilerin fizikokimyasal özellikleri ölçülerek grafikleri çizildi.

3.4.9.Erime Noktasının Tayini

Ezilerek toz haline getirilen örnek, bir ucu ısıtılarak kapatılan kapiler boruya konularak erime noktası tayin cihazına yerleştirilir. Artan sıcaklıkla beraber erimeye başlayana kadar gözlenir. Erimenin başladığı ilk sıcaklık ve erimenin sonlandığı sıcaklık kaydedilir ve yaklaşık olarak erime noktası bulunur. Ayrıca erime noktası T_E ile gösterilir.

3.4.10. Kraft Sıcaklığının Bulunuşu

Surfaktantın krafft noktası %1'lik çözeltileri hazırlanarak bulunur. Hazırlanan çözeltiler buzdolabında 4 ° C çökmesi için bir gün bekletildi. Bir gün sonra çözeltilerin sıcaklığı 0,1 ° C artırılarak konduktometre ile iletkenlikleri ölçüldü. Ölçülen iletkenlik değerlerinin sıcaklığa karşı grafiği çizilerek ani kırılmanın olduğu nokta ya da sıcaklık maddenin Krafft noktası ya da sıcaklığıdır.

BÖLÜM-4-

4.DENEYSEL KISIM

4.1. Saf Katyonik Gemini Sürfaktant Çözeltilerinin İletkenlik Ölçüleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi

Yapılan çalışmada saf gemini surfaktant çözeltilerinin artan konsantrasyonlarına karşı ölçülen iletkenlik değerleri, 25-55 ° C'ye kadar 5'er derece artırılarak yedi farklı sıcaklıkta ölçülmüştür. Ölçülen değerler Tablo 4.1.1.'de verilmiştir. 25 ° C' de ölçülen değerlerle çizilen grafik Şekil 4.1.1'de gösterilmiştir. Yukarıda belirtilen yedi sıcaklık için çizilen grafik ise Şekil 4.1.1.1'de gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 4.1.3'de CTAB' nin 25°C'de iletkenlik ölçümleri verilmiştir ve bu ölçümlerle çizilen grafikte Şekil 4.1.3'de gösterilmiştir.

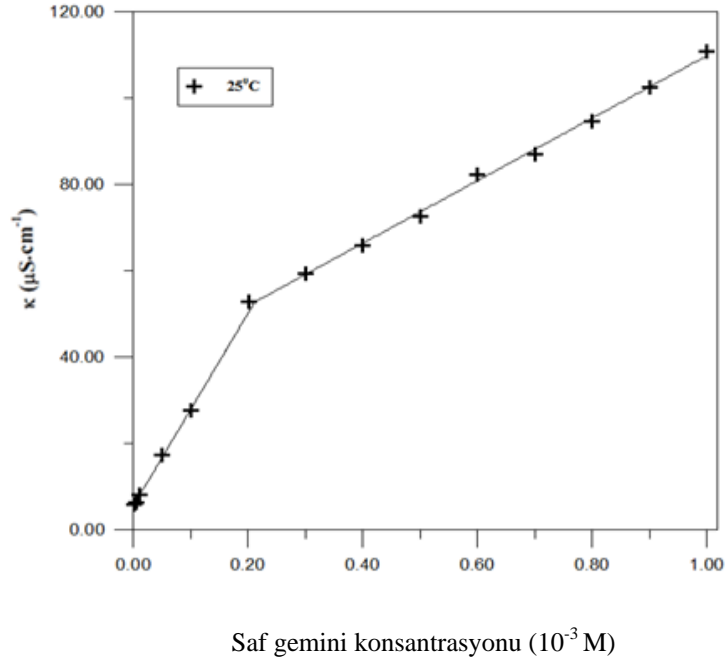
Saf gemini surfaktantın konduktometrik yöntemle bulunan yedi farklı sıcaklıktaki KMK değerleri, bulunan KMK değerleri kullanılarak hesaplanan iyonlaşma dereceleri ve miselleşme Gibbs serbest enerjilerine ait değerlere Tablo 4.1.2' de yer verilmiştir. Bölüm 2. 5.'te

$$\Delta G_M^0(\text{dimer}) = 2.R.T.(1,5-\alpha). \ln C_{CMC}$$

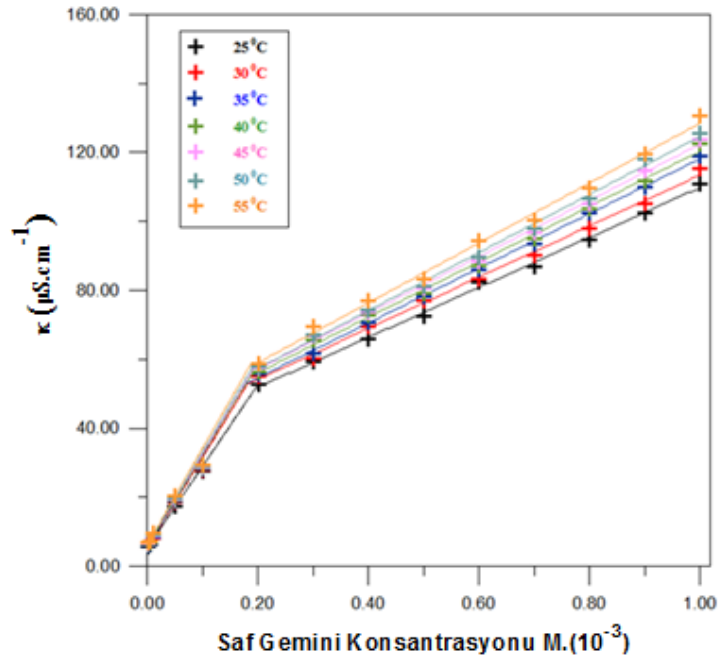
verilen denklem kullanılarak tablodaki hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.1.1.Saf Gemini surfaktantın farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik değerleri ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

Saf Gemini Konsantrasyonu M (mol/l)	κ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
0.001x10 ⁻³	5.8	5.9	6.0	6.4	6.7	6.8	6.9
0.005x10 ⁻³	6.4	6.6	6.7	6.8	7.2	7.2	7.3
0.01 x10 ⁻³	8.1	8.2	8.3	8.6	8.7	8.9	9.5
0.05 x10 ⁻³	17.3	18.6	18.9	19.1	19.5	19.8	20.4
0.10 x10 ⁻³	27.7	27.9	28.1	28.4	28.7	29.0	29.3
0.20 x10 ⁻³	52.7	55.2	55.7	56.2	57.4	57.8	58.6
0.30 x10 ⁻³	59.2	60.3	61.8	65.7	66.8	67.1	69.6
0.40 x10 ⁻³	65.8	69.6	70.8	72.7	73.8	74.3	76.9
0.50 x10 ⁻³	72.5	77.1	78.3	79.1	80.5	81.3	83.4
0.60 x10 ⁻³	82.3	83.3	86.0	87.2	88.5	89.7	94.4
0.70 x10 ⁻³	86.9	90.1	93.5	94.8	96.8	97.9	100.4
0.80 x10 ⁻³	94.6	97.9	102.3	103.7	105.2	106.5	109.5
0.90 x10 ⁻³	102.4	105.2	109.8	111.8	114.7	118.1	119.6
1.00 x10 ⁻³	110.8	115.2	118.9	122.5	123.8	125.4	130.7



Şekil 4.1.1. Saf Gemini surfaktantın iletkenliğinin 25 °C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi



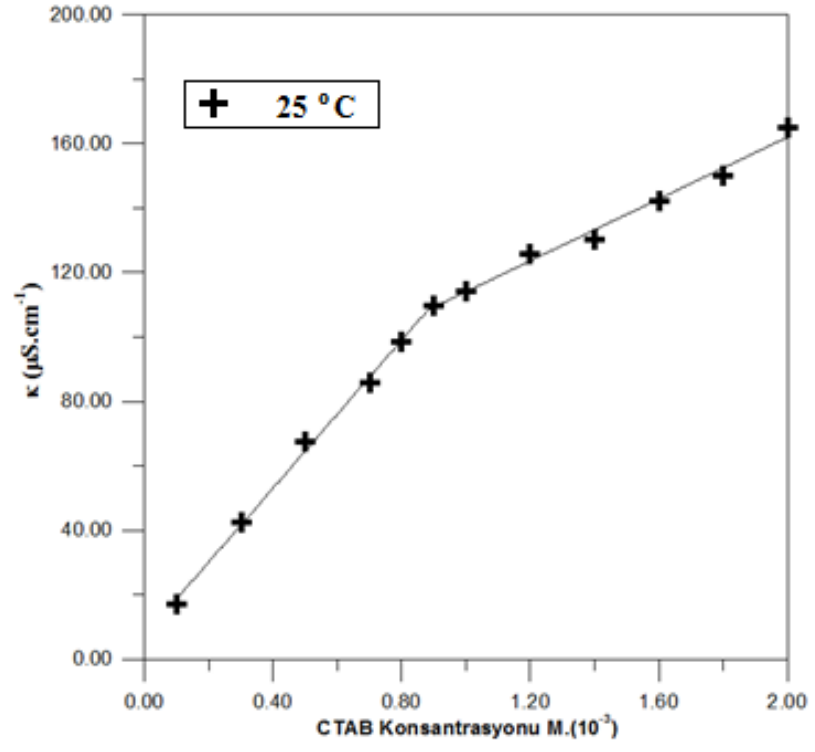
Şekil 4.1.1.1. Saf Gemini surfaktantın iletkenliğinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla değişimi

Tablo 4.1.2. Saf Gemini surfaktantın 25° C - 55° C arasındaki KMK değerleri
iyonizasyon dereceleri ve miselleşme Gibbs serbest enerjisi değerleri

Saf Gemini Surfaktant			
Sıcaklık (° C)	KMK(M)x10⁻⁴	İyonizasyon Derecesi(α)	ΔG_M^0 (kJ / mol)
25° C	2.00	0.324	- 49.656
30° C	2.20	0.327	-49.797
35° C	2.30	0.347	-49.492
40° C	2.40	0.352	-49.823
45° C	2.50	0.356	-50.195
50° C	2.60	0.364	-50.388
55° C	2.70	0.375	-50.440

Tablo 4.1.3. CTAB surfaktantının 25° C sıcaklıkta ve farklı konsantrasyonlardaki
iletkenlik ölçüm değerleri ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)

Konsantrasyon M (mol/l).10⁻³	κ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)
0.1	17.1
0.3	42.3
0.5	67.4
0.7	85.7
0.8	98.6
0.9	109.6
1.0	114.1
1.2	125.7
1.4	130.4
1.6	142.1
1.8	150.0
2	164.9



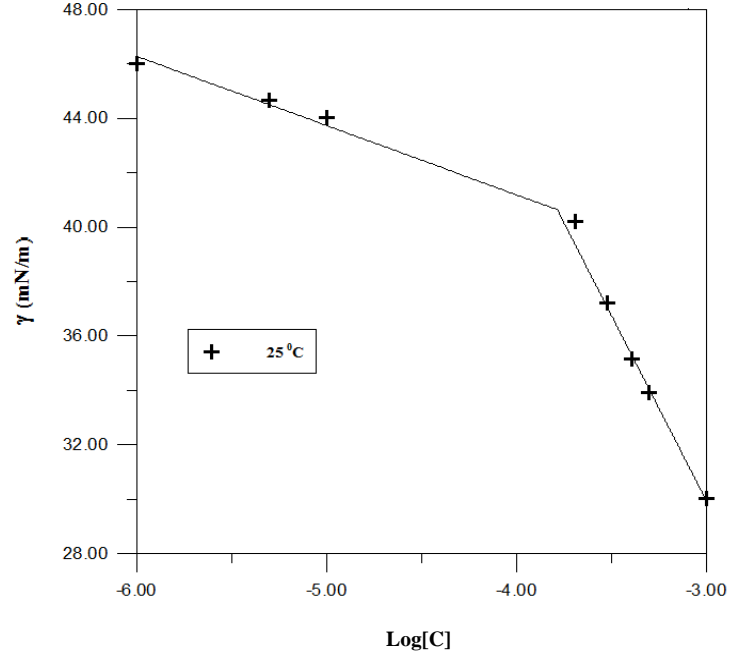
Şekil 4.1.3. CTAB surfaktantın 25 °C sıcaklıkta iletkenliğinin konsantrasyonla değişimi

4.2.Saf Katyonik Gemini Sürfaktant Çözeltilerinin Yüzey Gerilimi Ölçümleriyle KMK Değerlerinin Bulunması

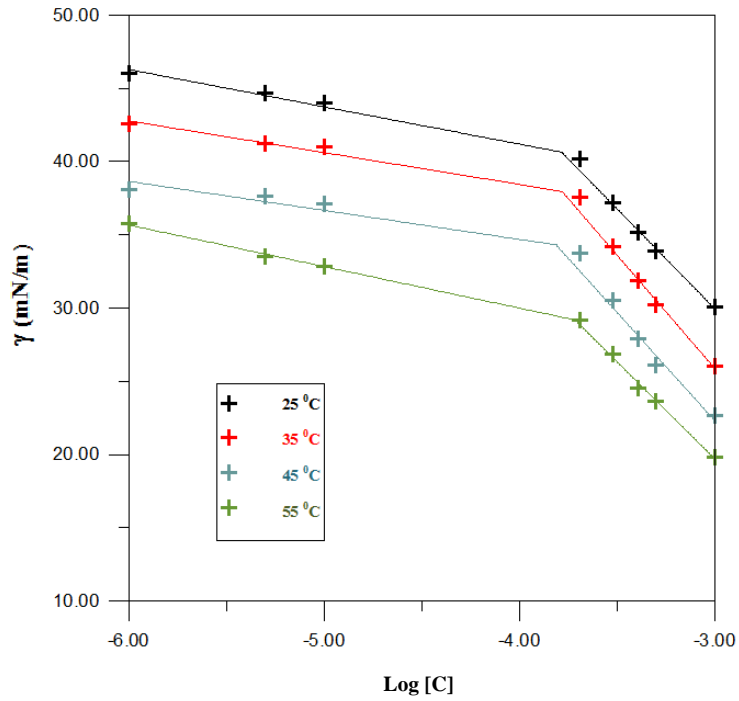
Saf gemini surfaktant çözeltilerinin yüzey gerilim değerleri 25-55 ° C aralığında dört farklı sıcaklıkta artan molar konsantrasyonuna göre ölçülmüştür. Bulunan değerler Tablo 4.2.1’de verilmiştir. 25 ° C sıcaklık için çizilen grafik ise Şekil 4.2.1.’de gösterilmiştir. Tabloda verilen değerlerle çizilen grafikler ise Şekil 4.2.1.1’de gösterilmiştir. Tensiyometrik yöntemle elde edilen K.M.K. değerleri Tablo 4.2.2’de verilmiştir. Ayrıca yüzey gerilimi değerleriyle, Γ_{\max} , Π_{KMK} , A_{\min} . ve $\Delta G_{\text{ads}}^{\circ}$ değerleri, Bölüm 2.9.1’de verilen denklemlerle hesaplanmıştır ve Tablo 4.2.3’te bulunan bu değerlere yer verilmiştir. Ayrıca CTAB surfaktantın 25 ° C’ de ölçülen yüzey gerilimi değerleri Tablo 4.2.3’de belirtilmiştir ve bu değerlerle çizilen grafik Şekil 4.2.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.1. Saf Gemini surfaktantın farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi değerleri

Saf Gemini Konsantrasyonu (mol/l)	Log (C) Saf gemini	γ (mN/m)			
		25 ° C	35 ° C	45 ° C	55 ° C
1.0×10^{-6}	-6.00	45.99	42.57	38.09	35.75
5.0×10^{-6}	-5.30	44.65	41.20	37.65	33.54
1.0×10^{-5}	-5.00	44.03	41.00	37.12	32.81
2.0×10^{-4}	-3.69	40.21	37.59	33.74	29.15
3.0×10^{-4}	-3.52	37.20	34.16	30.52	26.87
4.0×10^{-4}	-3.39	35.16	31.84	27.89	24.54
5.0×10^{-4}	-3.30	33.92	30.19	26.09	23.65
1.0×10^{-3}	-3.00	30.04	26.04	22.65	19.81



Şekil 4.2.1. Saf gemini surfaktantın yüzey geriliminin 25 °C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi



Şekil 4.2.1.1. Saf gemini surfaktantın yüzey geriliminin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla değişimi

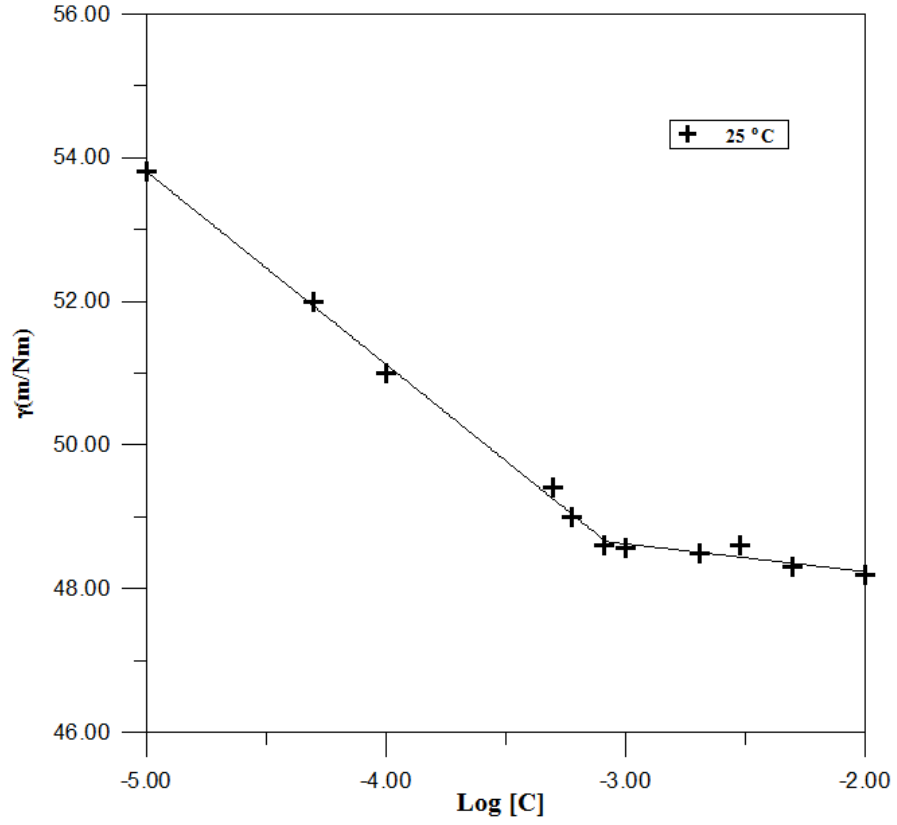
Tablo 4.2.2.Saf gemini surfaktantın tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	35 °C	45 °C	55 °C
Saf Gemini	log (KMK)	-3.69	-3.63	-3.60	-3.56
	KMK.(10 ⁻⁴)	2.01	2.30	2.50	2.70

Yüzey alanı konsantrasyonu Bölüm 2.10’da verilen bilgiler ve formüller ışığında hesaplanmıştır. Bulunan değerler ise Tablo 4.2.4’de verilmiştir.

Tablo 4.2.3.CTAB surfaktantın 25 °C sıcaklıkta ölçülen yüzey gerilimi değerleri

Konsantrasyon M(mol/l)	Log (C)	γ (mN/m)
1.0x10 ⁻⁵	-5.00	53.80
5.0x10 ⁻⁵	-4.30	52.00
1.0x10 ⁻⁴	-4.00	51.00
5.0x10 ⁻⁴	-3.30	49.40
6.0x10 ⁻⁴	-3.22	49.00
8.0x10 ⁻⁴	-3.09	48.60
1.0x10 ⁻³	-3.00	48.56
2.0x10 ⁻³	-2.69	48.50
3.0x10 ⁻³	-2.52	48.60
5.0x10 ⁻³	-2.30	48.30
1.0x10 ⁻²	-2.00	48.20



Şekil 4.2.3. CTAB surfaktantın yüzey geriliminin 25 °C sıcaklıkta konsantrasyonla değişimi

Tablo 4.2.4. Saf gemini surfaktantın K.M.K, $\Pi_{K.M.K}$, Γ_{max} , ΔG_{ad}^0 , A_{min} , ΔG_{mic}^0 değerleri

Saf gemini surfaktant						
Sıcaklık T (°C)	K.M.K. (M)	Π_{KMK} (m N/m)	$10^6 \Gamma_{max}$ (mol/m ²)	A_{min} (nm ²)	$-\Delta G_{ad}^0$ (kJ/mol)	$-\Delta G_{mic}^0$ (kJ/mol)
25 °C	2.01×10^{-4}	31.76	1.44	1.15	71.72	49.656
35 °C	2.30×10^{-4}	35.53	1.34	1.24	76.01	49.492
45 °C	2.50×10^{-4}	36.90	1.27	1.31	79.25	50.195
55 °C	2.70×10^{-4}	40.15	1.13	1.66	85.97	50.440

4.3.Saf Katyonik Geminin Bağıl Viskozite Değerleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu

Saf gemininin bağıl viskozite değerleri çözeltilerin artan molar konsantrasyonlarına göre yedi farklı sıcaklıkta (beşer derece arttırılmış) 25-55 ° C aralığında çalışılarak bulunmuştur. Bulunan değerler Tablo 4.3.1’de verilmiştir. Tablodaki değerlerle konsantrasyona karşı bağıl viskozite grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.3.1.1-7’de gösterilmiştir. Bu grafiklerden bulunan KMK değerleri Tablo 4.3.4’de verilmiştir.

Bağıl viskozite değerlerini hesaplamak için Bölüm 3.4.4.’te verilen

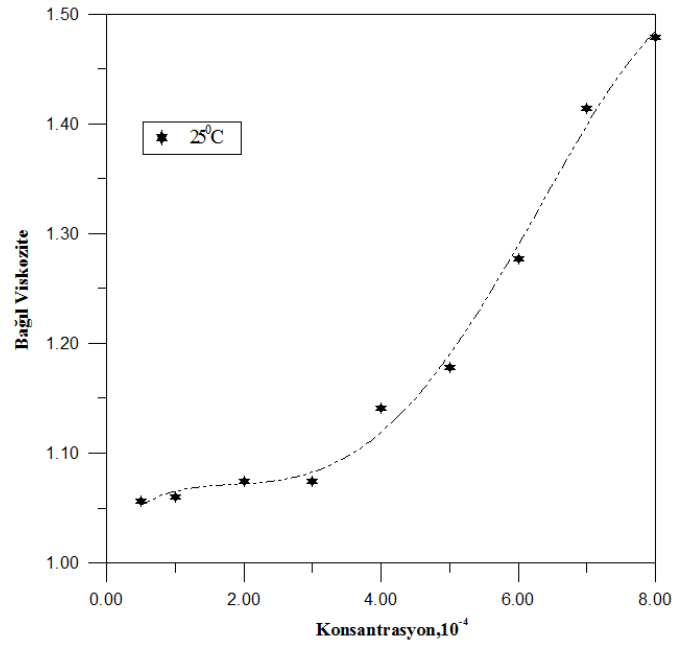
$$\mathcal{V} = k \cdot (t - \theta)$$
$$\text{Mutlak Viskozite} = \mathcal{V} \times d$$
$$\text{Bağıl Viskozite} = \frac{\text{Mutlak Viskozite}}{\text{Suyun Mutlak Viskozitesi}}$$

denklemler kullanılmıştır.

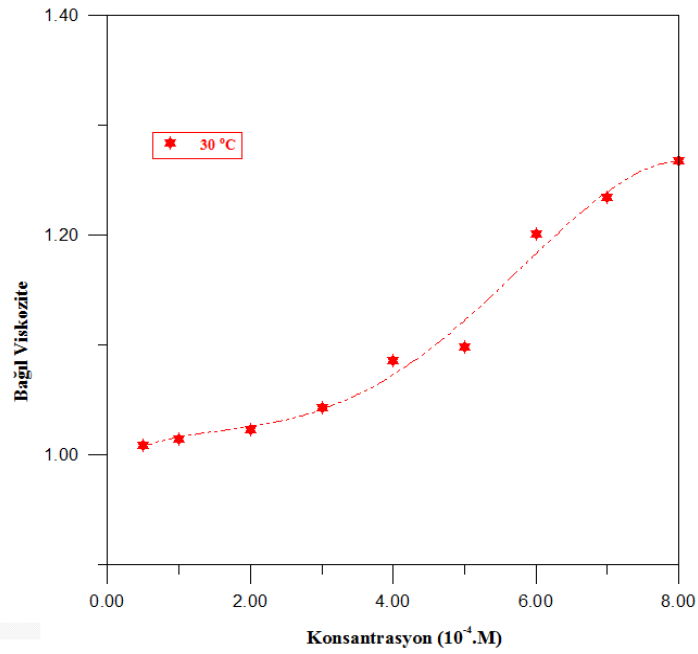
Tablo 4.3.2 ve Tablo 4.3.3’de saf gemini çözeltilerinin artan molar konsantrasyonuna karşı yedi farklı sıcaklıkta bulunan yoğunluk değerleri ve efflux zamanları verilmiştir.

Tablo 4.3.1.Saf gemini surfaktantın farklı konsantrasyon ve sıcaklıklarda bulunan bağıl viskozite değerleri

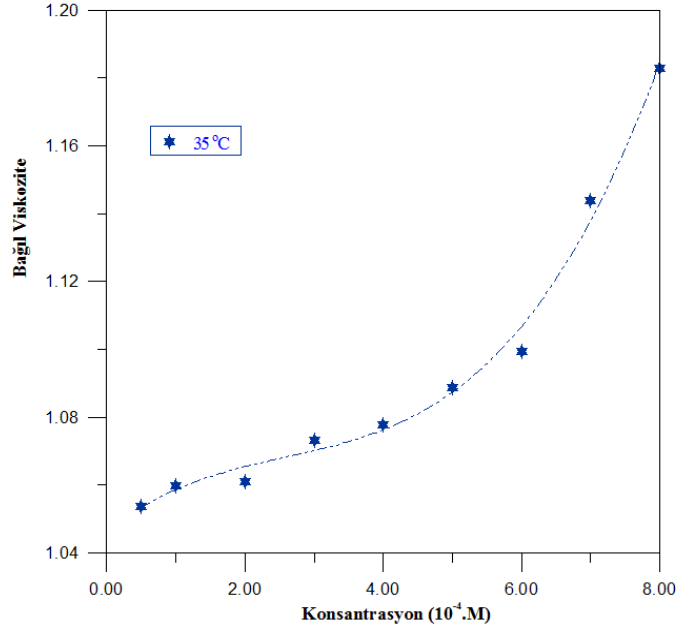
Saf Gemini Konsantrasyonu M(mol/l)	Bağıl Viskozite						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
5.0x10 ⁻⁵	1.0565	1.0089	1.0119	1.0469	1.0485	1.0304	1.0583
1.0x10 ⁻⁴	1.0604	1.0153	1.0386	1.0552	1.0552	1.0449	1.0647
2.0x10 ⁻⁴	1.0743	1.0229	1.0609	1.0568	1.0568	1.0502	1.0734
3.0x10 ⁻⁴	1,0741	1.0426	1.0733	1.0758	1.0758	1.0569	1.0969
4.0x10 ⁻⁴	1.1411	1.0855	1.0779	1.0862	1.0862	1.0807	1.0980
5.0x10 ⁻⁴	1.1781	1.0976	1.0887	1.0913	1.0913	1.1017	1.1142
6.0x10 ⁻⁴	1.2770	1.2005	1.0993	1.0994	1.0994	1.1773	1.1353
7.0x10 ⁻⁴	1.4140	1.2313	1.1438	1.1069	1.1069	1.1837	1.1574
8.0x10 ⁻⁴	1.4790	1.2603	1.1828	1.1192	1.1192	1.2741	1.2689



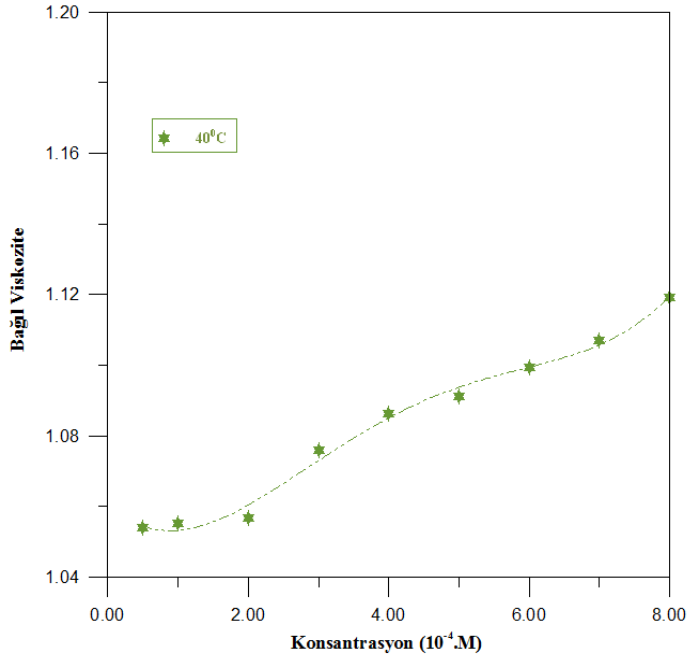
Şekil 4.3.1.1. Saf gemini çözeltisinin 25 °C’de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



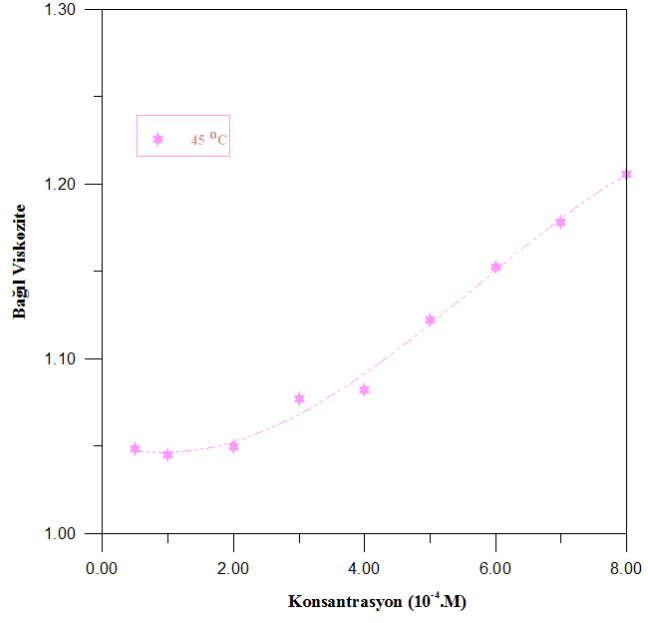
Şekil 4.3.1.2 Saf gemini çözeltisinin 30 °C’ de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



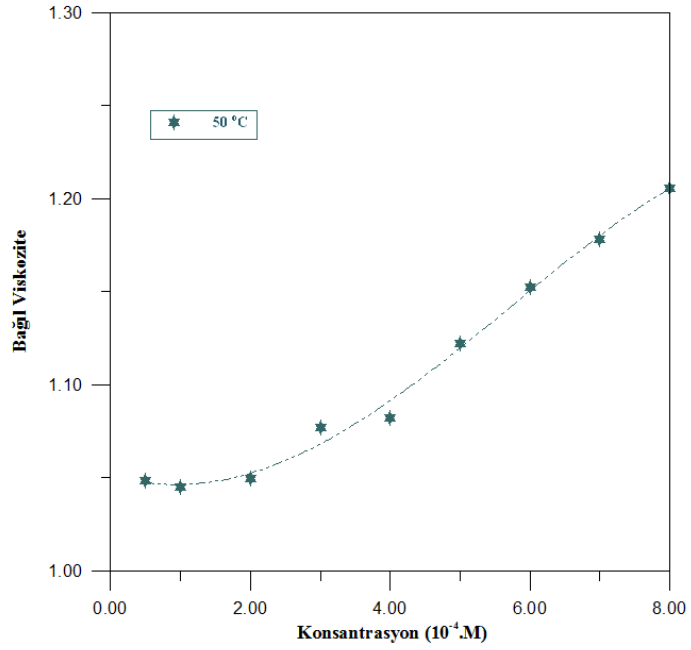
Şekil 4.3.1.3. Saf gemini çözeltisinin 35 °C 'de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



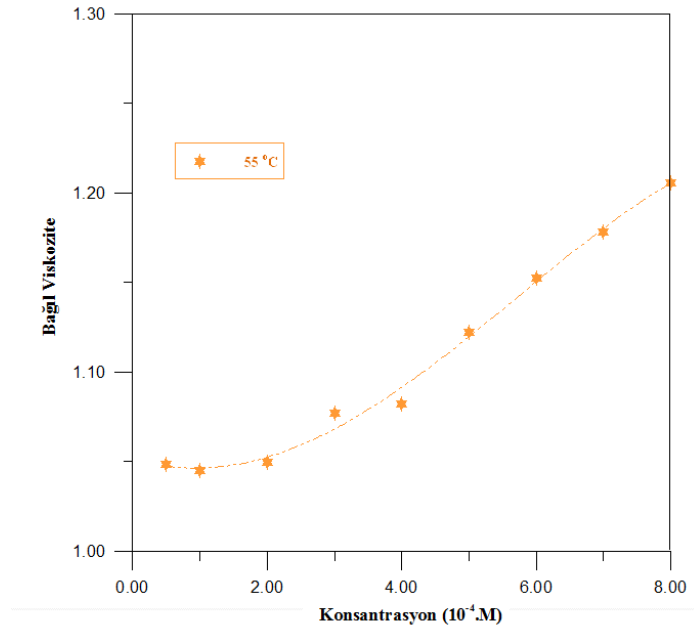
Şekil 4.3.1.4 Saf gemini çözeltisinin 40 °C'de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



Şekil 4.3.1.5. Saf gemini çözeltisinin 45 °C’de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



Şekil 4.3.1.6 Saf gemini çözeltisinin 50 °C’de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi



Şekil 4.3.1.7. Saf gemini çözeltilisinin 55 °C' de bağıl viskozite değerlerinin konsantrasyon ile değişimi

Tablo 4.3.2.Saf gemini surfaktant çözeltilerinin artan konsantrasyonla değişen efflux zamanı değerleri

Saf Gemini Surfaktant M (mol/l)	Efflux Zaman (s)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
8.0×10^{-4}	139.33	107.7	91.58	79.43	78.63	76.48	70.55
7.0×10^{-4}	133.81	104.5	88.93	78.58	76.92	71.20	65.26
6.0×10^{-4}	120.99	102.6	85.53	78.06	75.23	70.83	64.07
5.0×10^{-4}	111.80	93.63	84.72	77.50	73.36	67.49	63.60
4.0×10^{-4}	108.33	92.61	83.90	77.15	70.83	65.93	62.93
3.0×10^{-4}	102.20	89.33	83.55	76.43	70.48	64.58	62.06
2.0×10^{-4}	102.21	87.67	82.60	75.11	69.50	64.20	60.80
1.0×10^{-4}	100.90	87.03	80.90	75.00	69.20	63.91	60.33
5.0×10^{-5}	100.53	86.48	79.33	74.43	69.15	63.21	60.01

Tablo 4.3.3. Saf gemini surfaktant çözeltilerinin artan konsantrasyonla yoğunluk değişim değerleri

Saf Gemini Surfaktant M (mol/l)	Yoğunluk (g/cm ³)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
5.0x10 ⁻⁵	0.99710	0.99575	0.99413	0.99230	0.98637	0.98427	0.98392
1.0 x10 ⁻⁴	0.99713	0.99576	0.99413	0.99235	0.99009	0.98670	0.98432
2.0 x10 ⁻⁴	0.99714	0.99576	0.99416	0.99235	0.99011	0.98705	0.98440
3.0 x10 ⁻⁴	0.99714	0.99576	0.99417	0.99234	0.99016	0.98728	0.98456
4.0 x10 ⁻⁴	0.99716	0.99577	0.99418	0.99232	0.99023	0.98791	0.98556
5.0 x10 ⁻⁴	0.99717	0.99579	0.99418	0.99235	0.99025	0.98804	0.98561
6.0 x10 ⁻⁴	0.99718	0.99579	0.99419	0.99235	0.99025	0.98814	0.98562
7.0 x10 ⁻⁴	0.99710	0.99580	0.99419	0.99235	0.99031	0.98819	0.98567
8.0 x10 ⁻⁴	0.99718	0.99599	0.99423	0.99238	0.99080	0.98827	0.98567

Tablo 4.3.4.Saf gemini surfaktantın konsantrasyona karşı çizilen bağıl viskozite grafiklerinden bulunan KMK değerleri

Saf Gemini Surfaktant	Sıcaklık (° C)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
KMK M.10 ⁻⁴	2.17	2.26	2.34	2.41	2.53	2.65	2.72

4.4.Spektrofotometrik Yöntem

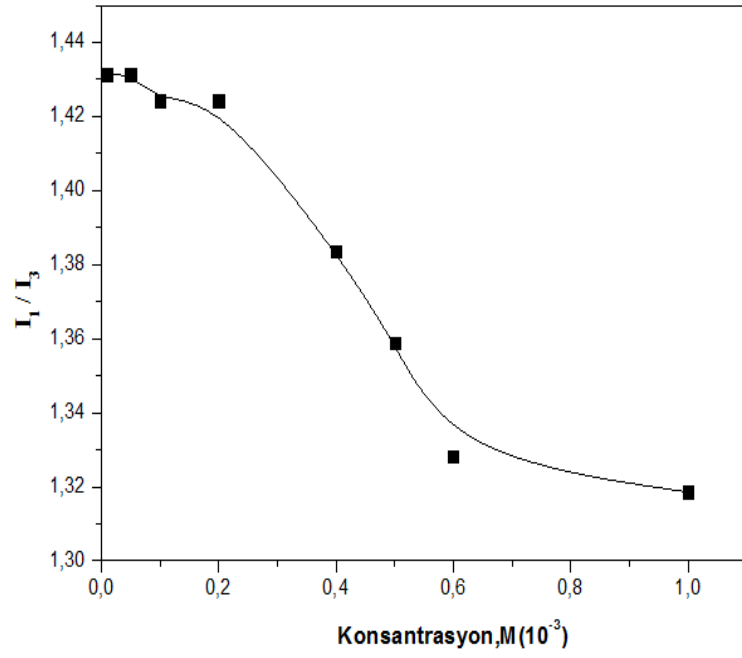
Bu yöntemle iki çalışma yapılmıştır. Saf gemini surfaktantın KMK noktası ve agregasyon sayıları floresans spektrofotometresi ile bulunmuştur.

4.4.1.Fluoresans Spektrofotometresi ile Saf gemini surfaktant, CTAB, TritonX-100 ve Brij-35'in KMK noktalarının bulunuşu

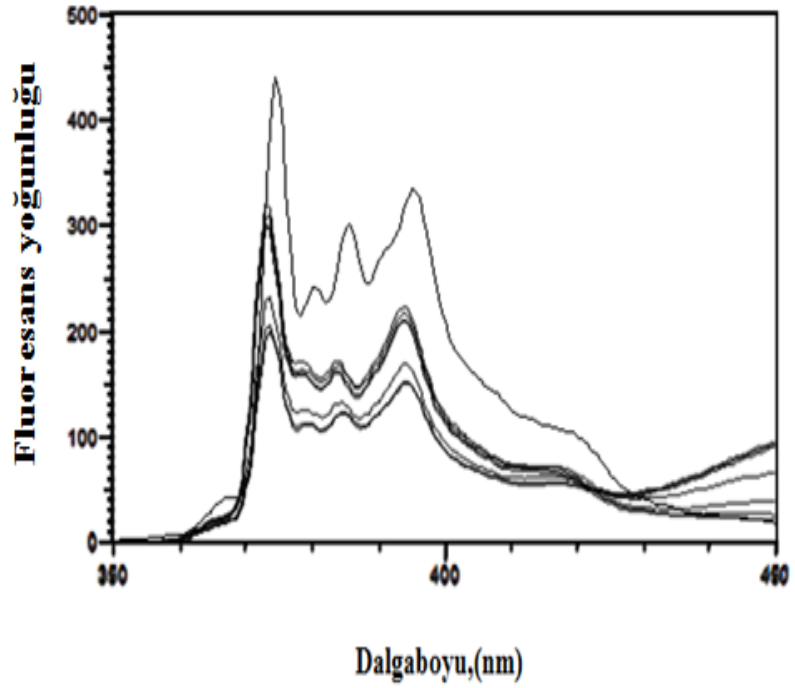
Pirenli floresans spektroskopisi ölçümü ile saf gemini, CTAB, TritonX-100 ve Brij 35'in kritik misel konsantrasyonları bulunmuştur. 10^{-3} - 10^{-5} M uygun konsantrasyon aralığı seçilmiştir. Önceden hazırlanmış olan 2µM piren çözeltisinden eklenerek belirtilen konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. Çözeltiler 10'ar ml'lik kuartz küvetlere aktararak sırasıyla ölçümleri alınmıştır. Floresans spektroskopisiyle bulunan spektrum değerleri Tablo 4.4.1.1-4'te verilmiştir. Artan molar konsantrasyona karşı I_1/I_3 değişim grafikleri çizilmiştir ve Şekil 4.4.1.1-4 'te gösterilmiştir. Şekil 4.4.1.1(a) ve Şekil 4.4.1.2(a)' da ise saf gemini surfaktant ve CTAB için kaydedilen floresans spektralleri verilmiştir. Şekil 4.4.1.(1-4) deki grafiklerden kırılmanın yani ani değişimin olduğu nokta olan kritik misel konsantrasyonunu saf gemini, CTAB, Triton X-100 ve Brij 35 için bulunmuş ve bu KMK değerleri Tablo 4.4.1.5'te verilmiştir.

Tablo 4.4.1.1. Fluoresans spektrofotometresi ile saf geminin kritik misel konsantrasyonunu bulmak için farklı konsantrasyonlarda ölçülen spektrum değerleri

Saf Gemini Konsantrasyonu M(mol/l)	Absorbans Ölçüm Değerleri		
	I₁	I₃	I₁ /I₃
1.0x10 ⁻⁵	319.5	323.6	1.4314
5.0x10 ⁻⁵	300.6	299.0	1.4314
1.0x10 ⁻⁴	212.0	209.3	1.4242
2.0x10 ⁻⁴	308.5	305.5	1.4242
4.0x10 ⁻⁴	232.6	234.4	1.3837
5.0x10 ⁻⁴	205.6	205.8	1.3588
6.0x10 ⁻⁴	198.7	195.3	1.3282
8.0x10 ⁻⁴	442.1	546.2	1.3185
1.0x10 ⁻³	335.3	417.1	1.3095



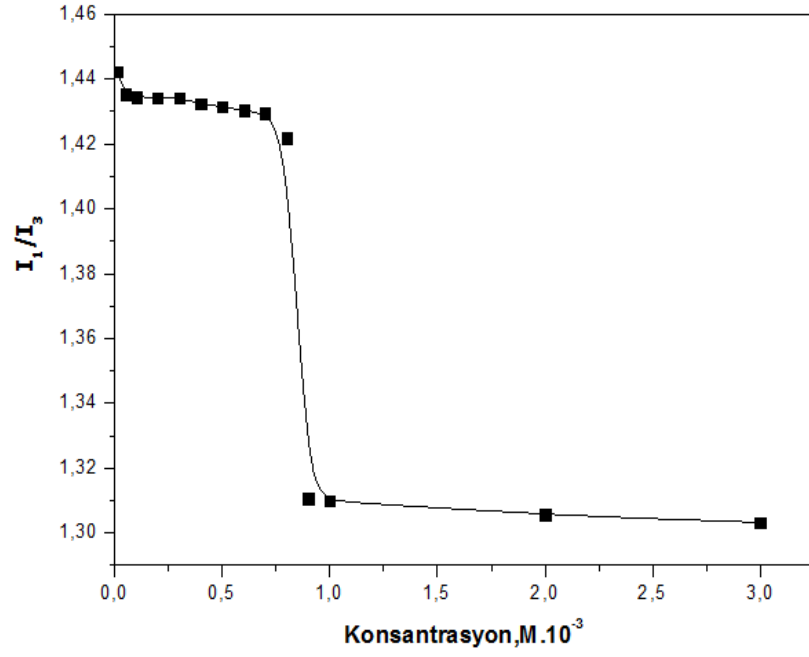
Şekil 4.4.1.1.Saf gemini surfaktantın konsantrasyona karşı I₁/I₃ değerlerinin değişimi



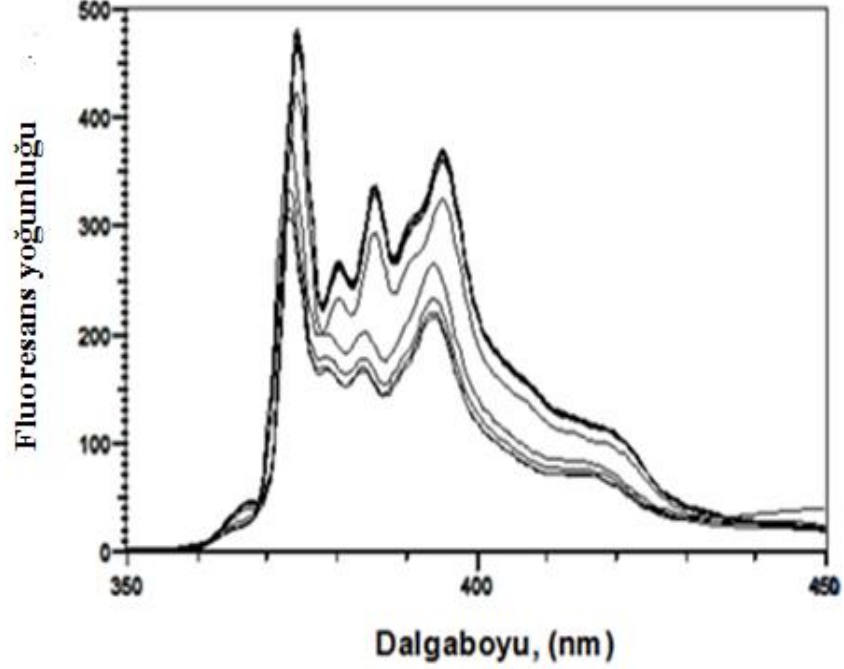
Şekil 4.4.1.1.a.Saf gemini surfaktantın dalga boyuna karşı floresans yoğunluğu grafiği

Tablo 4.4.1.2. Floresans spektrofotometresi ile CTAB' nin kritik konsantrasyonunu bulmak için ölçülen farklı konsantrasyonlardaki absorbands değerleri

CTAB Konsantrasyonu M(mol/l)	Absorbans Ölçüm Değerleri		
	I ₁	I ₃	I ₁ /I ₃
1.0x10 ⁻⁵	295.7	205.0	1.4424
5.0x10 ⁻⁵	366.9	255.6	1.4354
1.0x10 ⁻⁴	311.3	217.0	1.4345
2.0x10 ⁻⁴	319.0	222.4	1.4343
3.0x10 ⁻⁴	425.1	296.4	1.4342
4.0x10 ⁻⁴	334.6	233.6	1.4323
5.0x10 ⁻⁴	322.7	225.4	1.4316
6.0x10 ⁻⁴	380.9	266.3	1.4303
7.0x10 ⁻⁴	306.2	214.2	1.4295
8.0x10 ⁻⁴	309.4	217.6	1.4218
9.0x10 ⁻⁴	482.2	367.9	1.3106
1.0x10 ⁻³	471.7	360.1	1.3099
2.0x10 ⁻³	484.9	371.4	1.3056
3.0x10 ⁻³	476.9	365.9	1.3033



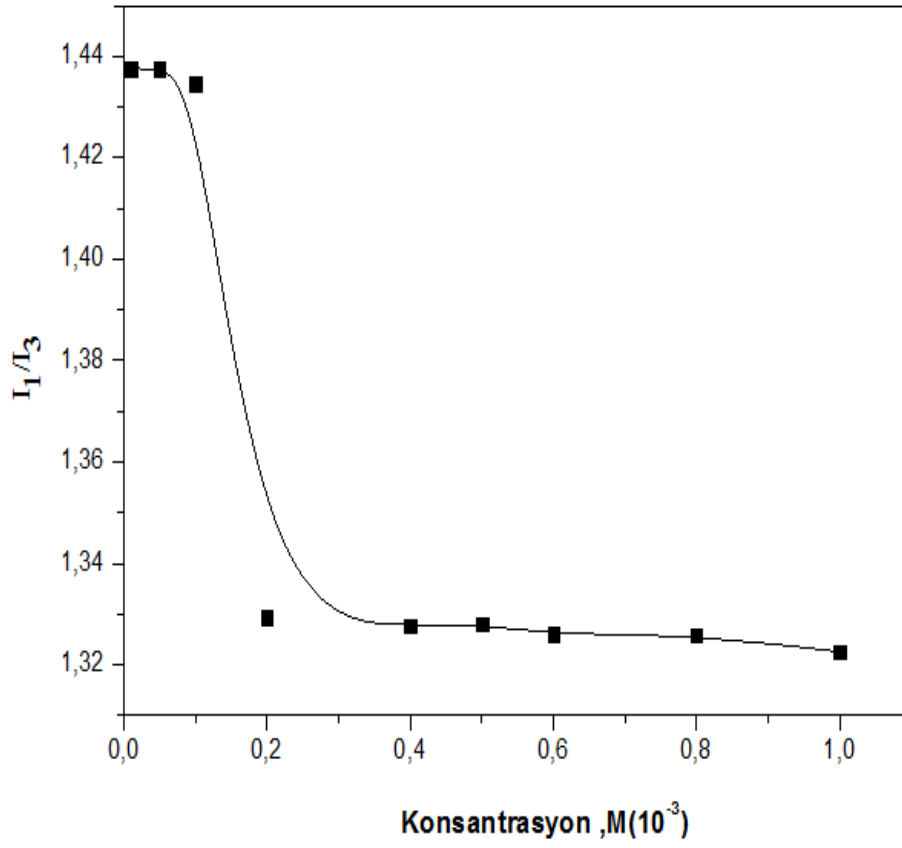
Şekil 4.4.1.2. CTAB surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi



Şekil 4.4.1.2.a. CTAB' nin dalga boyuna karşı çizilen floresans yoğunluğu grafiği

Tablo 4.4.1.3.Fluoresans ile Triton X-100'ün kritik misel konsantrasyonunu bulmak için farklı konsantrasyonlarda ölçülen spektrum değerleri

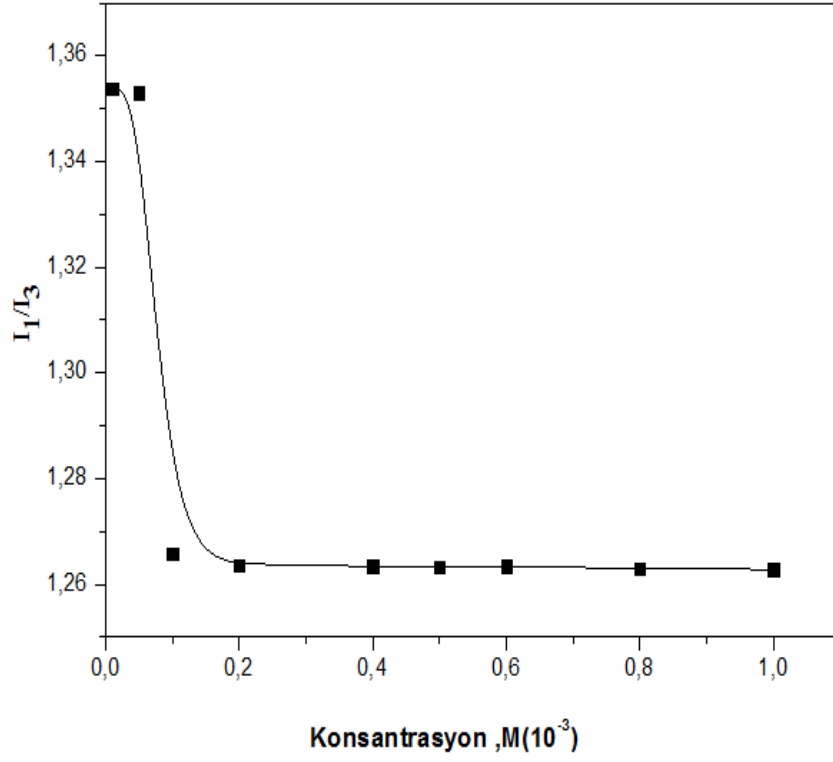
Triton X-100 Konsantrasyonu M(mol/l)	Absorbans Ölçüm Değerleri		
	I₁	I₃	I₁ /I₃
1.0x10 ⁻⁵	288.1	200.4	1.4376
5.0x10 ⁻⁵	301.6	209.8	1.4375
1.0x10 ⁻⁴	311.3	217.0	1.4345
2.0x10 ⁻⁴	682.6	513.5	1.3293
4.0x10 ⁻⁴	626.5	471.9	1.3276
5.0x10 ⁻⁴	643.1	484.2	1.3280
6.0x10 ⁻⁴	765.9	577.6	1.3260
8.0x10 ⁻⁴	723.2	545.4	1.3259
1.0x10 ⁻³	704.2	532.4	1.3226



Şekil 4.4.1.3. Tritonx-100 surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi

Tablo 4.4.1.4.Fluoresans ile Brij-35'in kritik misel konsantrasyonunu bulmak için ölçülen spektrum değerleri

Brij-35 Konsantrasyonu M(mol/l)	Absorbans Ölçüm Değerleri		
	I₁	I₃	I₁ /I₃
1.0x10 ⁻⁵	318.7	235.4	1.3538
5.0x10 ⁻⁵	317.7	234.8	1.3530
1.0x10 ⁻⁴	560.5	442.8	1.2658
2.0x10 ⁻⁴	577.5	457.0	1.2636
4.0x10 ⁻⁴	642.7	508.7	1.2634
5.0x10 ⁻⁴	613.5	485.6	1.2633
6.0x10 ⁻⁴	645.5	510.9	1.2634
8.0x10 ⁻⁴	631.4	499.9	1.2630
1.0x10 ⁻³	687.5	544.4	1.2628



Şekil 4.4.1.4 Brij-35 surfaktantının konsantrasyona karşı I_1/I_3 değerlerinin değişimi

Tablo 4.4.1.5.Saf gemini, CTAB, TritonX-100 ve Brij-35'in surfaktantların spektrofotometrik yöntemle 25 °C' de bulunan KMK değerleri

Surfaktant İsimleri	Bulunan KMK (M) Değerleri
Saf Gemini Surfaktant	2.00×10^{-4}
CTAB	8.80×10^{-4}
Tritonx-100	2.40×10^{-4}
Brij-35	7.60×10^{-5}

Saf gemini surfaktantın 25 °C' de konduktometrik, tensiyometrik, bağıl viskozite ve spektrofotometrik metotlarla bulunan KMK değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.4.1.6'da verilmiştir.

Tablo 4.4.1.6.Saf gemini surfaktantın 25 °C'de dört farklı yöntemle bulunan KMK değerleri

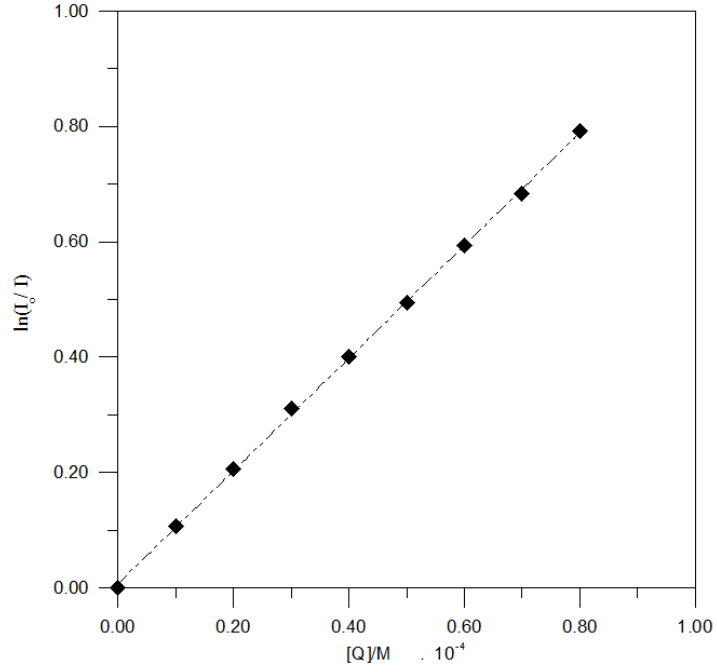
Saf Gemini Surfaktant	KMK Değerleri M(mol/l)
İletkenlik Ölçümü	2.00×10^{-4}
Yüzey Gerilimi Ölçümü	2.01×10^{-4}
Ubbelohde Viskozite Ölçümü	2.17×10^{-4}
Floresans Ölçümü	2.00×10^{-4}

4.4.2.Saf Geminin Agregasyon Sayısının Bulunması

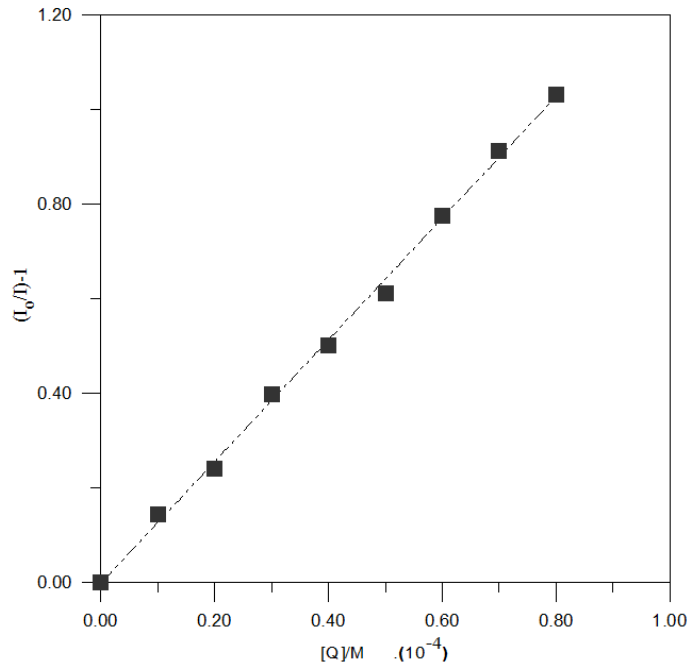
Saf geminin agregasyon sayısı floresans spektrofotometresi ile bulunmuştur. Çözeltilerin hazırlanışında piren, setilpiridinyum klorür (CPC), saf gemini kullanılmıştır. Piren konsantrasyonu 2×10^{-6} M' da surfaktant konsantrasyonu ise 2 mM da sabit tutulmuştur. CPC (quencher) konsantrasyonu 0 ile 9×10^{-5} M aralığındadır. Hazırlanan çözeltiler kuartz küvetlere yerleştirilerek Floresans Spektrofotometresi ile absorbans değerleri alınmıştır. I_0/I 'a karşı $[Q]/M$ grafiği çizilmiştir. Grafikten elde edilen eğim (m) değeri ile Bölüm 2. 7' de verilen denklemler kullanılarak agregasyon sayısı hesaplanmıştır. I_0 CPC eklenmeden, I CPC eklenerek ölçülen değerlerdir. Tablo 4.4.2.1'de saf geminin absorbans ölçüm değerleri ve Şekil 4.4.2.1'de ise $\ln(I_0/I)$ 'a karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği gösterilmiştir. Şekil 4.4.2.2'de ise K_{SV} değerini bulmak için $[(I_0/I)-1]$ 'e karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği gösterilmiştir.

Tablo 4.4.2.1. 25 °C' ta bulunan saf gemini surfaktant çözeltilerinin absorbans ölçüm değerleri

$\frac{[Q]}{M} \cdot 10^{-4}$	Absorbans Ölçümleri	$\ln (I_0 / I)$
0.0	176.10	-
0.1	158.23	0.107
0.2	143.32	0.206
0.3	129.16	0.310
0.4	118.04	0.400
0.5	109.18	0.478
0.6	97.22	0.594
0.7	88.95	0.683
0.8	80.40	0.784



Şekil 4.4.2.1.Saf gemini surfaktantın agregasyon sayısı için $\ln(I_0/I)$ 'ya karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği



Şekil 4.4.2.2.Saf gemini surfaktantın K_{SV} için $(I_0/I)-1$ 'ya karşı çizilen $[Q]/M$ grafiği

Bölüm 2. 7' de verilen denklemlerden (I, II, III) saf gemininin agregasyon sayısı $N_{gemini} = 17.00$ ve Stern - Volmer sabiti $K_{SV} = 0.14802/10^5 M^{-1}$ bulunmuştur.

4.5.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin İletkenlik Ölçümleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi

Saf gemini surfaktant ile katyonik gemini surfaktant (CTAB)'nin etkileşimi incelenmiştir. Belirli oranlarda karıştırılan surfaktantların konduktometrik olarak iletkenlik ölçümleri 25-55 ° C arasında beşer derece artırılarak yedi farklı sıcaklıkta ölçülmüştür.

Artan konsantrasyona göre iletkenlik ölçüm değerleri Tablo 4.5.1; Tablo4.5. ; Tablo 4.5.5 ve Tablo 4.5.7'de verilmiştir. Bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafiklere Şekil.4.5.1; Şekil.4.5.3; Şekil.4.5.5 ve Şekil.4.5.7'de yer verilmiştir. Surfaktant karışımlarının konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri ise Tablo 4.5.2; Tablo 4.5.4; Tablo 4.5.6 ve Tablo 4.5.8'de ifade edilmiştir.

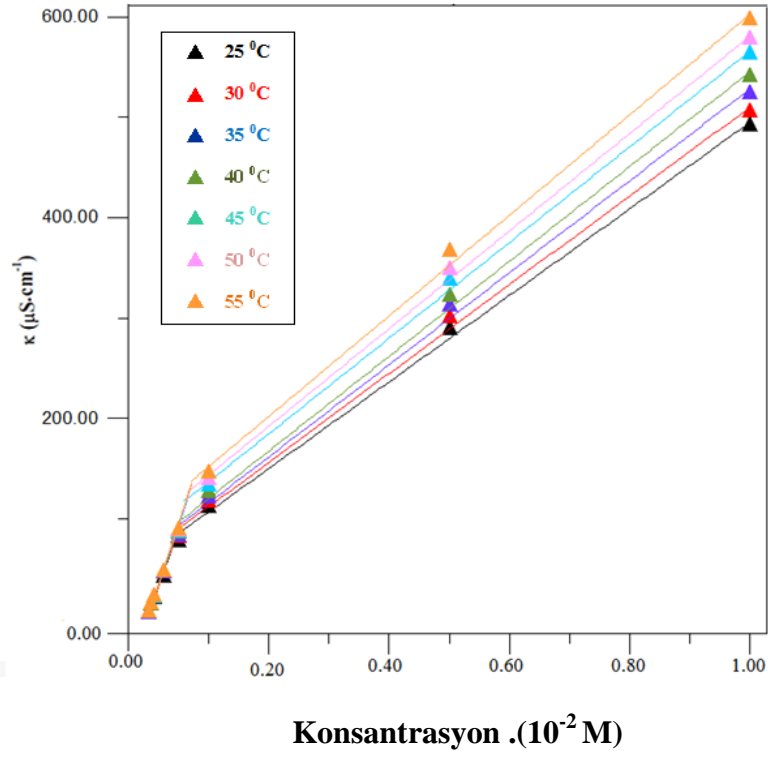
Karışık surfaktant çözelti sisteminin (saf gemini surfaktant ve CTAB), Tablo 4.5.2,4,6,8'de verilen farklı mol kesirlerinde bulunan KMK değerleri kullanılarak, ideal KMK* değerleri bulunmuştur. KMK* değerleri Rubingh's faz ayırım denklemine göre hesaplanmıştır. Rubingh's faz ayırım denklemi:

$$\frac{1}{C^*} = \frac{\alpha_1}{C_1} + \frac{1-\alpha_1}{C_2}$$

Tablo 4.5.9'da verilen ölçülen ve ideal değerlerle çizilen grafik ise Şekil 4.9.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Karışımının Konsantrasyonu M(mol/l)	κ ($\mu\text{S. cm}^{-1}$)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0×10^{-5}	4.90	5.1	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4
5.0×10^{-5}	13.1	13.5	13.7	13.9	14.2	14.4	14.6
1.0×10^{-4}	20.3	20.5	20.8	21.0	21.3	21.6	21.9
2.5×10^{-4}	41.2	44.9	45.5	46.1	46.4	46.7	47.0
5.0×10^{-4}	76.7	80.5	82.0	85.0	86.4	87.5	88.4
1.0×10^{-3}	111.1	115.7	120.6	125.8	131.6	138.1	144.3
5.0×10^{-3}	288	300	311	321	337	348	366
1.0×10^{-2}	491	505	523	540	562	577	597



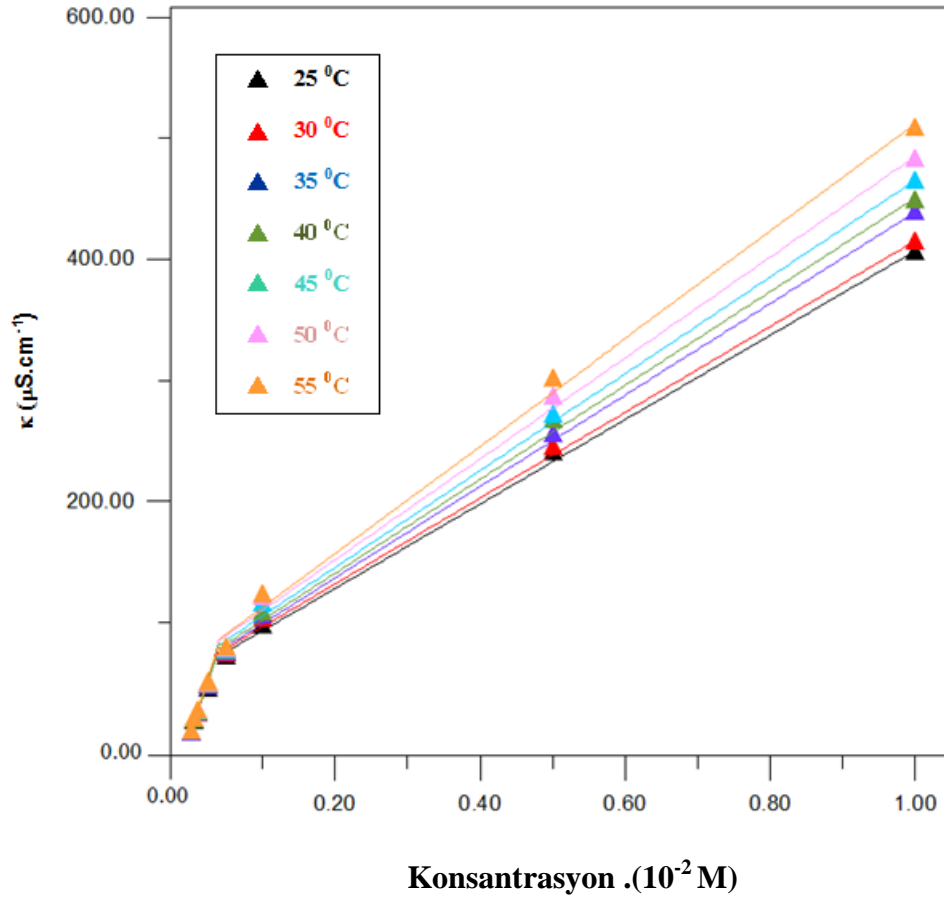
Şekil 4.5.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği

Tablo 4.5.2. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	KMK.(10 ⁻⁴)	2.50	2.69	2.75	2.90	3.30	3.40	3.60

Tablo 4.5.3. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Karışımının Konsantrasyonu M(mol/l)	κ ($\mu\text{S. cm}^{-1}$)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0×10^{-5}	6.9	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	8.0
5.0×10^{-5}	16.4	17.4	17.8	18.1	18.4	18.8	19.1
1.0×10^{-4}	22.7	23.4	23.7	24.0	24.4	24.7	25.3
2.5×10^{-4}	43.5	45.0	45.6	46.8	47.5	48.1	48.5
5.0×10^{-4}	70.0	72.3	73.3	74.2	75.3	76.4	77.1
1.0×10^{-3}	104.7	106.3	110.9	115.2	122.5	125.9	130.2
5.0×10^{-3}	243.0	254.0	264.0	275.0	287.0	300.0	312.0
1.0×10^{-2}	404.0	413.0	437.0	447.0	463.0	481.0	507.0



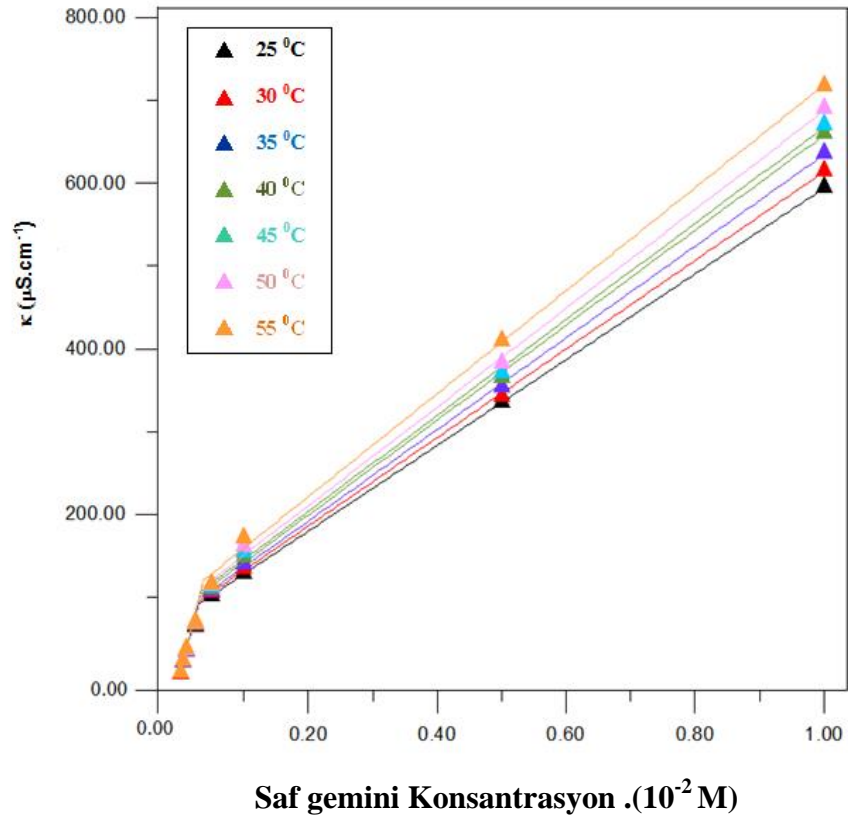
Şekil 4.5.3. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği

Tablo 4.5.4. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	KMK M.(10 ⁻⁴)	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70	3.80	3.90

Tablo 4.5.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Karışımının Konsantrasyonum M(mol/l)	κ ($\mu\text{S. cm}^{-1}$)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55° C
1.0X10 ⁻⁵	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2
5.0X10 ⁻⁵	21.7	22.1	22.4	22.7	23.1	23.4	23.7
1.0X10 ⁻⁴	34.5	35.0	35.44	36.0	36.2	36.8	37.0
2.5X10 ⁻⁴	64.1	66.0	67.0	67.9	68.7	69.6	70.3
5.0X10 ⁻⁴	102.5	106.4	107.9	110.7	113.0	114.9	115.7
1.0X10 ⁻³	128.5	134.5	140.6	148.2	154.11	162.2	172.2
5.0X10 ⁻³	335.0	343.0	354.0	366.0	371.0	382.0	410.0
1.0X10 ⁻²	594.0	615.0	636.0	660.0	670.0	690.0	717.0



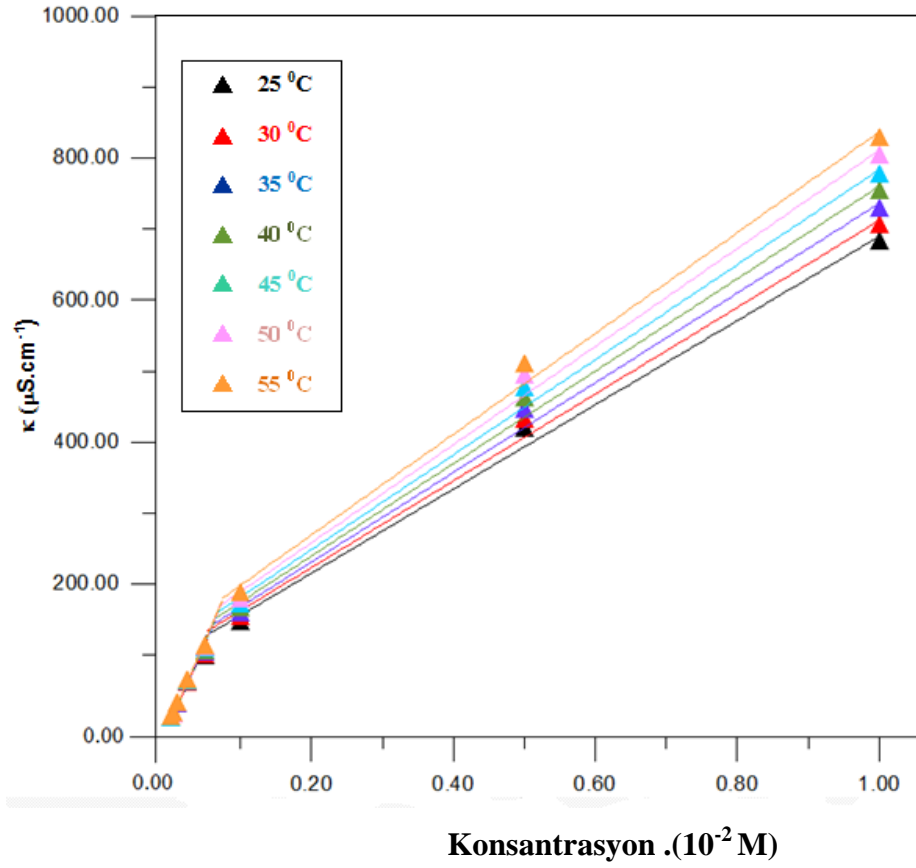
Şekil 4.5.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği

Tablo 4.5.6. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	KMK M.(10 ⁻⁴)	4.70	4.80	4.90	5.00	6.00	6.70	7.00

Tablo 4.5.7. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki iletkenlik ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Karışımının M(mol/l)	κ ($\mu\text{S. cm}^{-1}$)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0X10 ⁻⁵	8.0	8.2	8.3	8.5	8.7	8.9	9.0
5.0X10 ⁻⁵	13.20	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.3
1.0X10 ⁻⁴	27.6	27.9	28.3	28.6	28.9	29.2	29.5
2.5X10 ⁻⁴	58.1	58.6	59.2	59.6	60.2	60.8	61.4
5.0X10 ⁻⁴	94.8	96.5	99.7	102.3	105.1	107.1	108.9
1.0X10 ⁻³	144.1	150	155.5	161.9	168.5	175.8	184.7
5.0X10 ⁻³	415	429	443	458	473	490	507.0
1.0X10 ⁻²	680	702	726	750	773	800	826.0



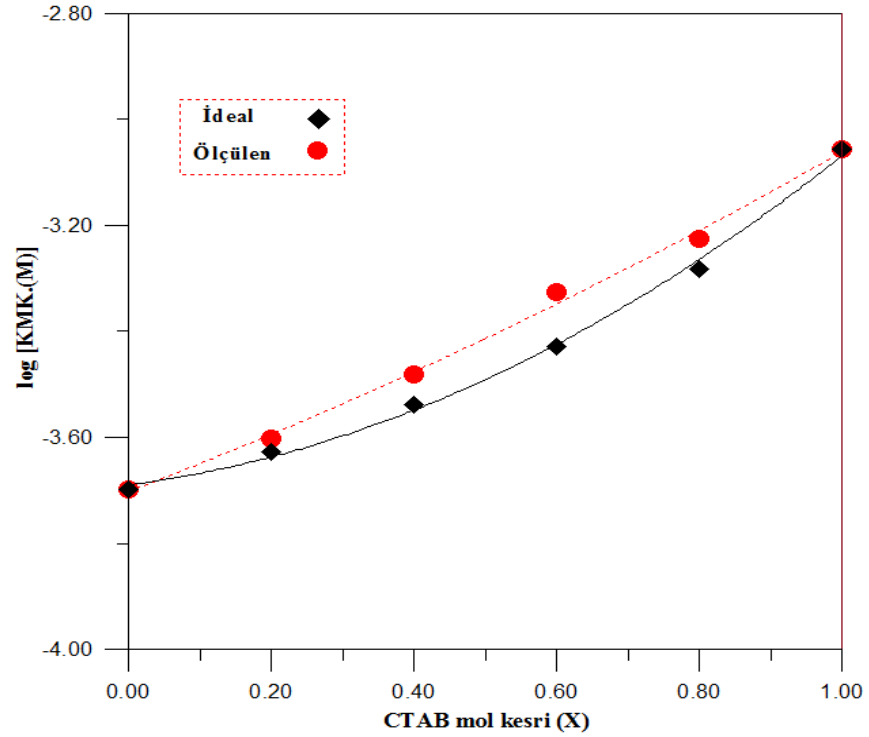
Şekil 4.5.7. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonla iletkenliğinin değişim grafiği

Tablo 4.5.8. Mol kesri $X=0.8/0.2$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin konduktometrik yöntemle bulunan farklı sıcaklıklardaki KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	KMK.(10^{-4})	5.94	6.05	6.14	6.30	6.70	7.00	7.40

Tablo 4.5.9. Saf gemini ve CTAB çözelti sisteminin konduktometrik yöntemle 25 °C’de bulunan KMK ve KMK* değerleri

CTAB’ nin mol kesri (X)	Ölçülen Değerler		İdeal Değerler		X ₁	β	β _{ortalama}
	KMK	log (KMK)	KMK*	log (KMK*)			
0.0	2.00x10 ⁻⁴	-3.698	2.00 x10 ⁻⁴	-3.698	-	-	0.014
0.2	2.50x10 ⁻⁴	-3.602	2.36 x10 ⁻⁴	-3.627	0.477	-0.0430	
0.4	3.30x10 ⁻⁴	-3.481	2.89x10 ⁻⁴	-3.539	0.256	-0.0100	
0.6	4.70x10 ⁻⁴	-3.327	3.72x10 ⁻⁴	-3.429	0.133	-0.0085	
0.8	5.94x10 ⁻⁴	-3.226	5.22x10 ⁻⁴	-3.282	0.056	0.0048	
1.0	8.76x10 ⁻⁴	-3.057	8.76x10 ⁻⁴	-3.057	-	-	



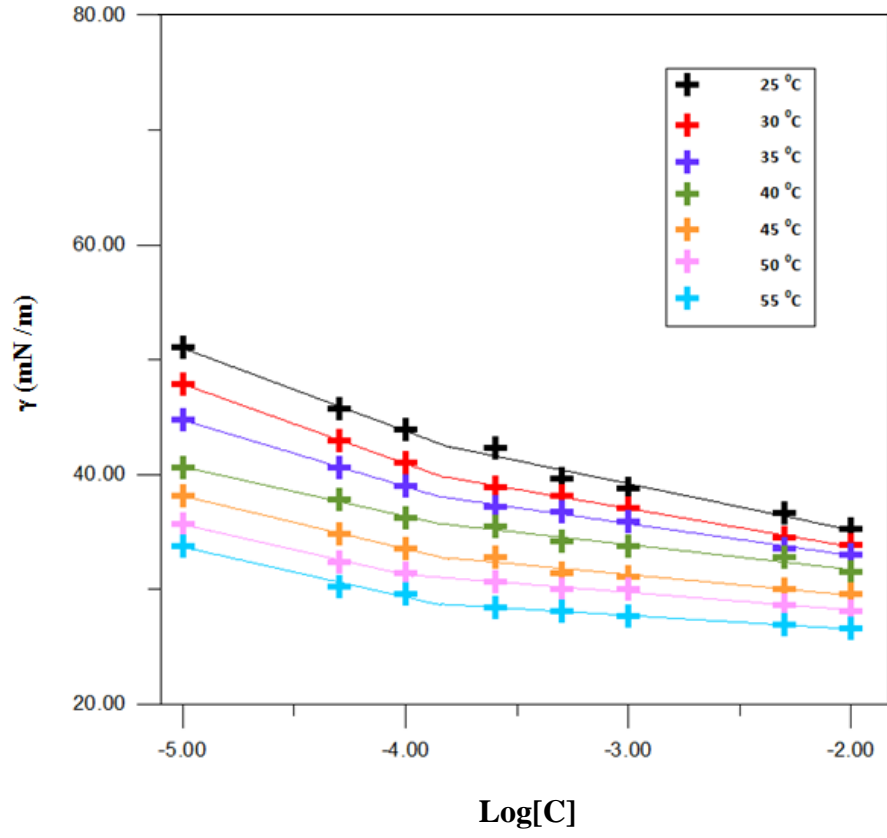
Şekil 4.5.9. Saf gemini /CTAB sisteminde KMK değişimi

4.6.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Tensiyometrik Ölçümleriyle KMK Değerlerinin Bulunuşu ve KMK Değerlerinin Sıcaklıkla Değişimi

Saf gemini ve CTAB surfaktantının belirlenen oranlarda karışımlarının çözeltileri hazırlanmıştır. Surfaktant karışımlarının artan molar konsantrasyona göre 25-55°C aralığında beşer derece artırılarak yüzey gerilimi değerleri ölçülmüştür. Ölçülen yüzey gerilimi değerleri oranlara göre sırasıyla Tablo 4.6.1; Tablo 4.6.3; Tablo 4.6.5 ve Tablo 4.6.7'de verilmiştir. Tabloda verilen değerlere göre çizilen yüzey gerilimine karşı konsantrasyon grafikleri Şekil.4.6.1; Şekil.4.6.3; Şekil.4.6.5 ve Şekil.4.6.7'de gösterilmiştir. Surfaktant karışımlarının çizilen grafiklerden farklı sıcaklıklarda tensiyometrik yöntemle bulunan KMK değerleri sırasıyla Tablo 4.6.2; Tablo 4.6.4; Tablo 4.6.6 ve Tablo 4.6.8.'de belirtilmiştir. Tablo 4.6.9'da ise karışık surfaktant çözelti sisteminin yüzey gerilimi değerlerinden faydalanılarak hesaplanan Γ_{\max} , Π_{KMK} , A_{\min} . ve ΔG_{ads}^0 değerleri verilmiştir.

Tablo 4.6.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Log (C)	γ (mN/m)						
		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0×10^{-5}	-5.0	51.04	47.88	44.74	41.62	39.78	37.99	35.79
5.0×10^{-5}	-4.3	45.74	42.94	40.62	37.79	35.8	33.41	32.28
1.0×10^{-4}	-4.0	42.92	40.99	38.97	36.26	34.22	32.18	30.87
2.5×10^{-4}	-3.6	40.37	37.94	35.94	33.59	31.92	30.44	28.97
5.0×10^{-4}	-3.3	39.69	37.24	35.78	32.98	31.15	30.2	28.64
1.0×10^{-3}	-3.0	38.8	36.11	34.87	32.77	31.11	30.08	28.06
5.0×10^{-3}	-2.3	36.61	34.47	33.55	31.78	30.05	29.44	27.89
1.0×10^{-2}	-2.0	35.25	33.84	33.03	31.49	29.61	28.65	27.57



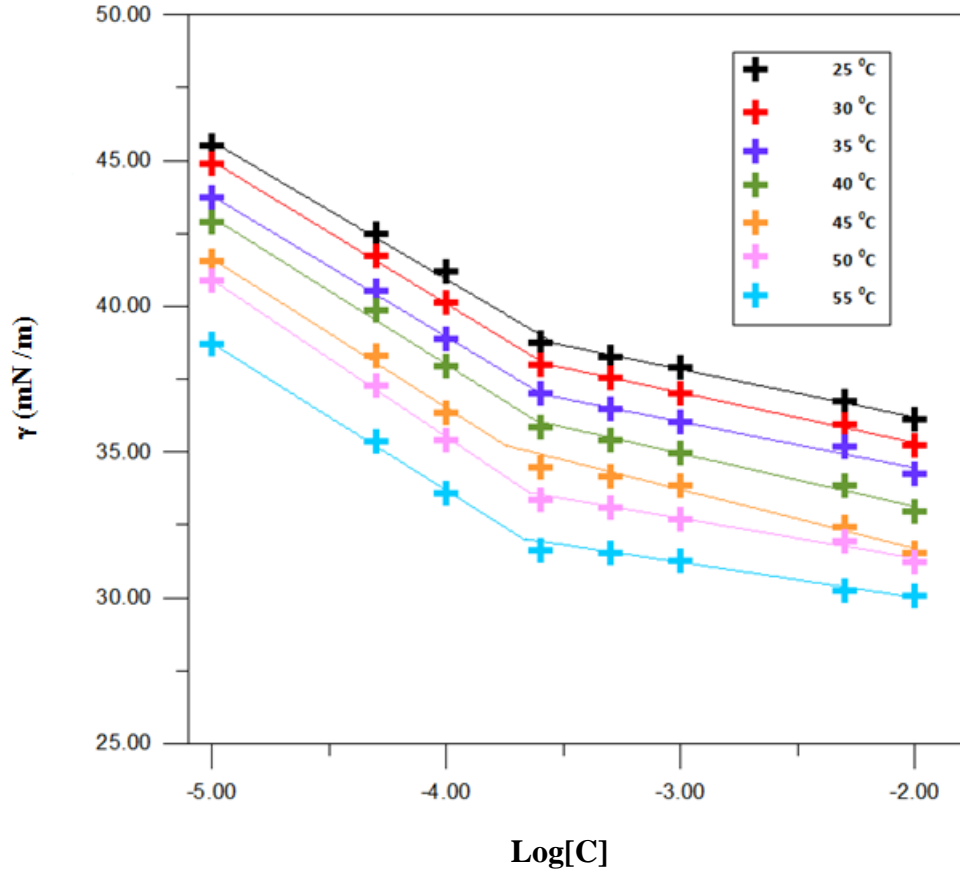
Şekil 4.6.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği

Tablo 4.6.2. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	log (KMK)	-3.60	-3.57	-3.56	-3.53	-3.46	-3.45	-3.44
	KMK.(10 ⁻⁴)	2.51	2.69	2.75	2.95	3.46	3.54	3.63

Tablo 4.6.3. Mol kesri $X=0.4/0.6$ olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri

Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Log (C)	γ (mN/m)						
		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0×10^{-5}	-5.0	45.50	44.87	43.74	42.9	41.56	40.87	38.68
5.0×10^{-5}	-4.3	42.49	41.75	40.53	39.84	38.29	37.26	35.35
1.0×10^{-4}	-4.0	41.20	40.12	38.87	37.96	36.35	35.41	33.59
2.5×10^{-4}	-3.6	38.75	38	37.01	35.85	34.46	33.37	31.65
5.0×10^{-4}	-3.3	38.25	37.55	36.47	35.43	34.17	33.11	31.55
1.0×10^{-3}	-3.0	37.92	36.99	36.01	34.97	33.86	32.7	31.28
5.0×10^{-3}	-2.3	36.74	35.96	35.19	33.87	32.44	31.92	30.26
1.0×10^{-2}	-2.0	36.13	35.23	34.25	32.97	31.54	31.24	30.08



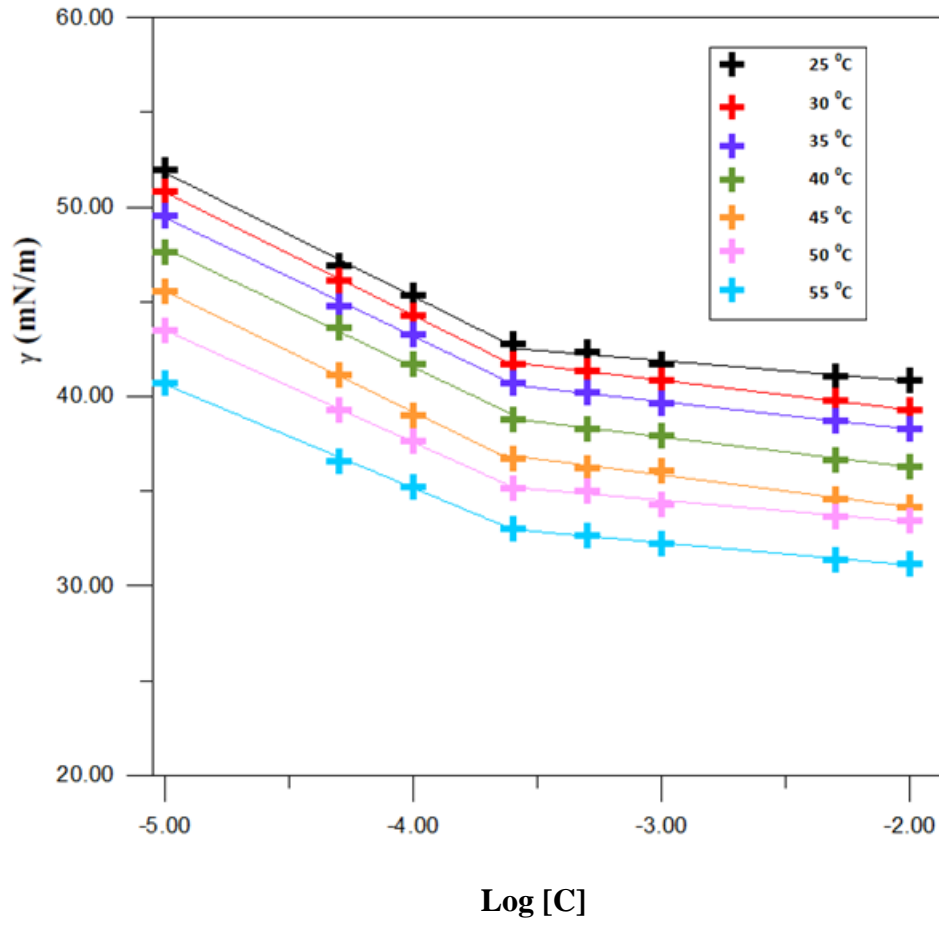
Şekil 4.6.3. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği

Tablo 4.6.4. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri

Surfaktant		25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
Saf Gemini ve CTAB	log (KMK)	-3.484	-3.474	-3.447	-3.442	-3.434	-3.417	-3.412
	KMK.(10 ⁻⁴)	3.28	3.35	3.57	3.61	3.68	3.82	3.87

Tablo 4.6.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri

Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Log (C)	γ (mN/m)						
		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55° C
1.0×10^{-5}	-5.0	51.96	50.8	49.54	47.65	45.59	43.50	40.72
5.0×10^{-5}	-4.3	46.89	46.15	44.75	43.62	41.13	39.28	36.56
1.0×10^{-4}	-4.0	45.32	44.27	43.29	41.72	39.0	37.64	35.25
2.5×10^{-4}	-3.6	42.79	41.69	40.72	38.8	36.71	35.19	33.03
5.0×10^{-4}	-3.3	42.35	41.34	40.22	38.28	36.2	35.02	32.69
1.0×10^{-3}	-3.0	41.73	40.83	39.65	37.96	36.08	34.33	32.22
5.0×10^{-3}	-2.3	41.10	39.76	38.72	36.68	34.61	33.68	31.36
1.0×10^{-2}	-2.0	40.89	39.29	38.28	36.3	34.15	33.47	31.18



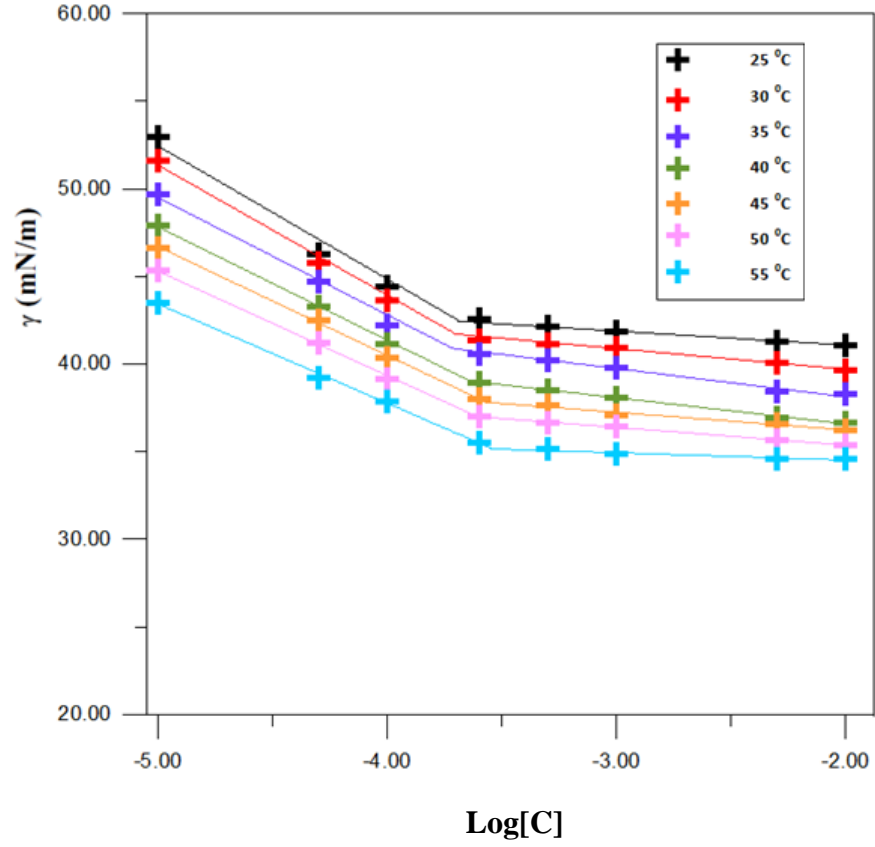
Şekil 4.6.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği

Tablo 4.6.6. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri

Surfaktant		25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
Saf Gemini ve CTAB	log (KMK)	-3.326	-3.320	-3.308	-3.293	-3.220	-3.177	-3.149
	KMK.(10 ⁻⁴)	4.71	4.78	4.92	5.09	6.02	6.65	7.09

Tablo 4.6.7. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yüzey gerilimi ölçüm değerleri

Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Log (C)	γ (mN/m)						
		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0×10^{-5}	-5.0	53.00	51.61	49.70	47.88	46.64	45.31	43.51
5.0×10^{-5}	-4.3	46.24	45.78	44.70	43.29	42.51	41.18	39.22
1.0×10^{-4}	-4.0	44.40	43.62	42.24	41.15	40.36	39.16	37.85
2.5×10^{-4}	-3.6	42.55	41.35	40.57	38.92	38.01	37.04	35.54
5.0×10^{-4}	-3.3	42.13	41.17	40.25	38.53	37.63	36.67	35.13
1.0×10^{-3}	-3.0	41.88	40.95	39.76	38.09	37.12	36.42	34.86
5.0×10^{-3}	-2.3	41.29	40.10	38.41	36.95	36.59	35.64	34.61
1.0×10^{-2}	-2.0	41.10	39.65	38.27	36.64	36.23	35.39	34.57



Şekil 4.6.7. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltisinin farklı sıcaklıklarda konsantrasyonla yüzey geriliminin değişim grafiği

Tablo 4.6.8. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin tensiyometrik yöntemle farklı sıcaklıklarda bulunan KMK değerleri

Surfaktant		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Saf Gemini ve CTAB	log (KMK)	-3.229	-3.221	-3.215	-3.179	-3.171	-3.148	-3.133
	KMK.(10 ⁻⁴)	5.90	6.00	6.09	6.62	6.73	7.10	7.36

Tablo 4.6.9. 25°C’de Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı mol kesirlerinde hesaplanan Γ_{\max} , Π_{KMK} , A_{\min} , ΔG_m^0 , ve ΔG_{ads}^0 değerleri

X (Mol kesri)	KMK (M)x10 ⁻⁴	Π_{KMK} (mN/m)	10 ⁶ Γ_{\max} (mol /m ²)	A _{min.} (nm ²)	- ΔG_m^0 (kJ/mol)	- ΔG_{ad}^0 (kJ/mol)
0.0	2.01	31.76	1.44	1.15	71.72	49.656
0.2	2.51	31.60	0.608	2.73	47.43	47.43
0.4	3.28	31.07	0.567	2.92	43.84	43.84
0.6	4.71	29.51	0.510	3.26	40.57	40.57
0.8	5.90	28.96	0.390	4.25	37.19	37.19
1.0	8.76	23.38	0.235	7.06	23.38	23.38

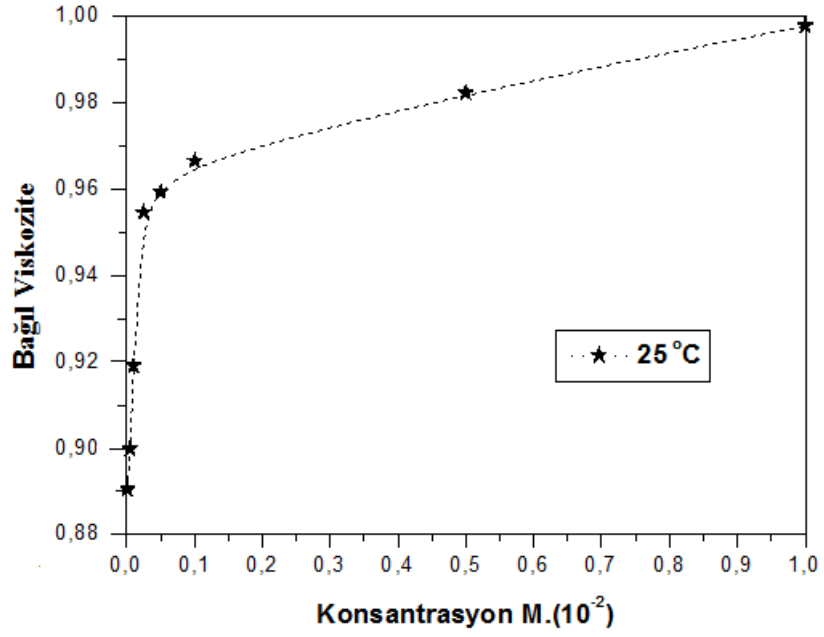
4.7.Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Bağlı Viskozitesinin İncelenmesi

Sürfaktantlar belirli oranlarda karıştırılarak bağlı viskozite değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bağlı viskozite değerleri Tablo 4.7.1; Tablo 4.7.4; Tablo 4.7.7 ve Tablo 4.7.10’da yazılmıştır. Tablodaki değerlere göre her sıcaklık ve oran için ayrı olarak çizilen grafikler Şekil 4.7.1.1-7;Şekil 4.7.4.1-7; Şekil 4.7.7.1-7 ve Şekil 4.7.10.1-7’de gösterilmiştir.

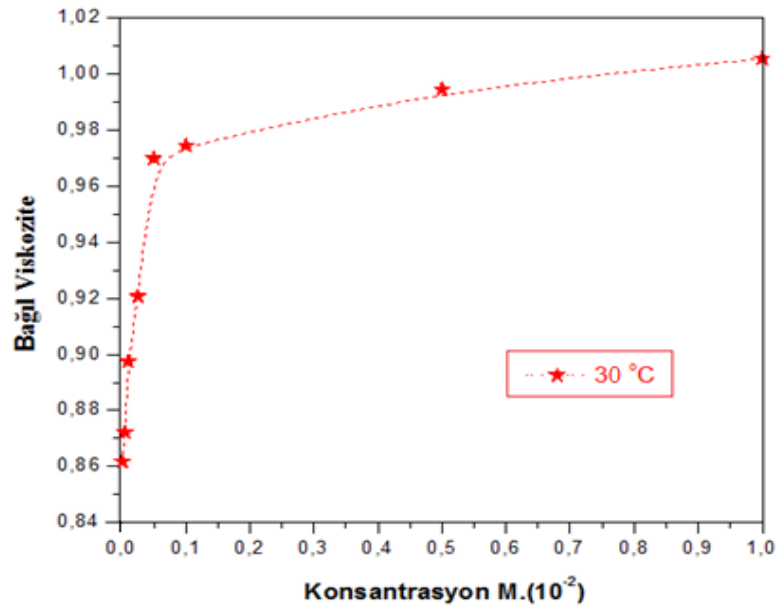
Bağlı viskozite değerlerini elde etmek için karışımın çözeltilerinin yoğunlukları ölçülmüştür. Ölçülen yoğunluk değerleri artan molar konsantrasyona göre yedi farklı sıcaklıkta ölçülmüş olup Tablo 4.7.2; Tablo 4.7.5; Tablo 4.7.8 ve Tablo 4.7.11’de ve efflux zamanları ise Tablo 4.7.3; Tablo 4.7.6; Tablo 4.7.9 ve Tablo 4.7.12’de verilmiştir. Ubbelohdeli viskozite çalışmasında son olarak, çizilen grafiklerden elde edilen KMK değerleri ise Tablo 4.7.13’de bulunmaktadır.

Tablo 4.7.1 Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri

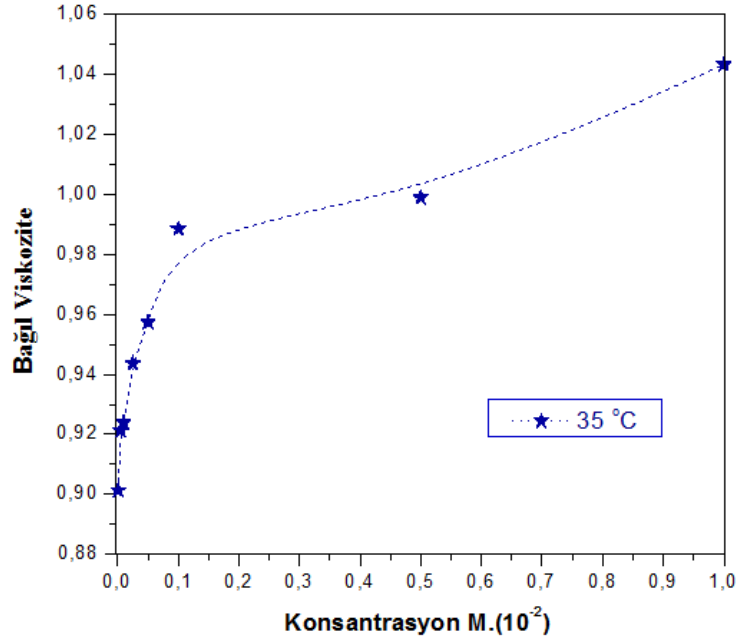
Saf Gemini ve CTAB Konsantrasyonu M(mol/l)	Bağıl Viskozite						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0×10^{-5}	0.8905	0.8617	0.9043	0.9533	0.9472	0.8017	0.8485
5.0×10^{-5}	0.8998	0.8722	0.9213	0.9704	0.9555	0.8145	1.0023
1.0×10^{-4}	0.9190	0.8974	0.9239	0.9687	1.0360	0.8350	1.0249
2.5×10^{-4}	0.9545	0.9206	0.9435	1.0164	1.0811	0.9241	1.0531
5.0×10^{-4}	0.9592	0.9697	0.9573	1.0440	1.0988	1.0148	1.0698
1.0×10^{-3}	0.9694	0.9743	0.9884	1.0721	1.0992	1.0825	1.0831
5.0×10^{-3}	0.9822	0.9943	0.9988	1.0892	1.1585	1.1633	1.2205
1.0×10^{-2}	0.9977	1.0053	1.0431	1.1187	1.1893	1.1937	1.2807



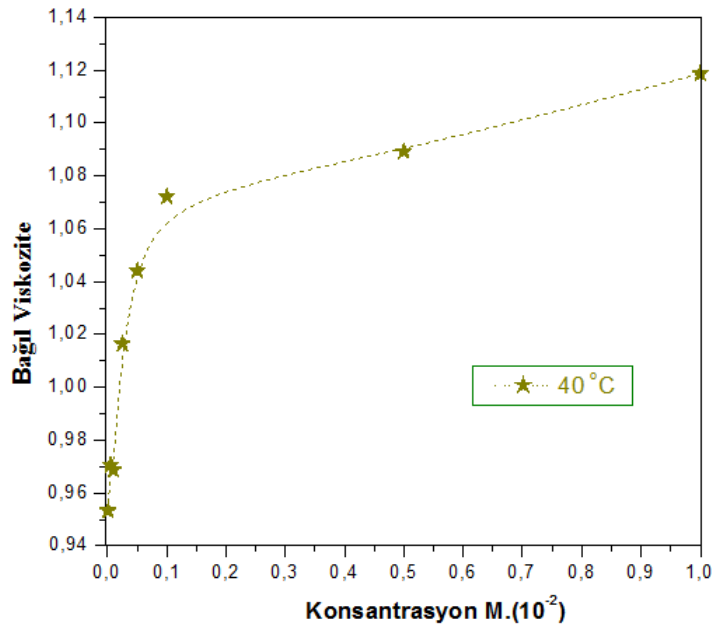
Şekil 4.7.1.1. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



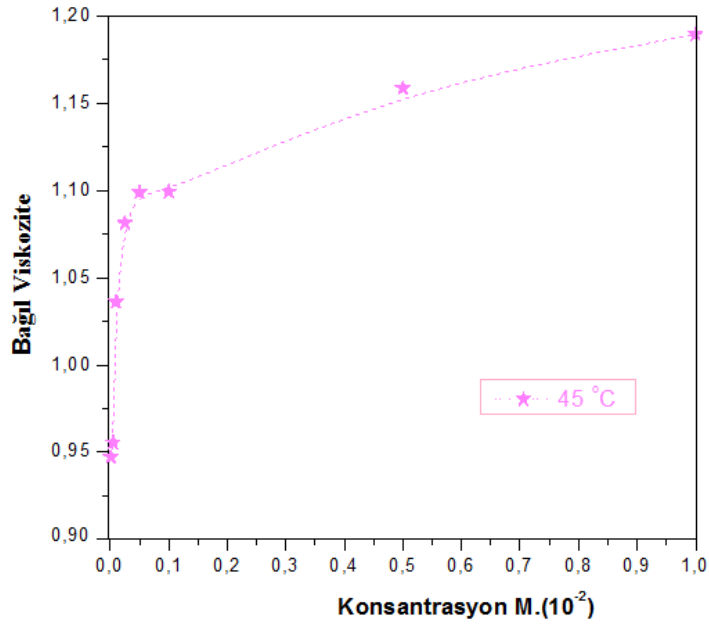
Şekil 4.7.1.2. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



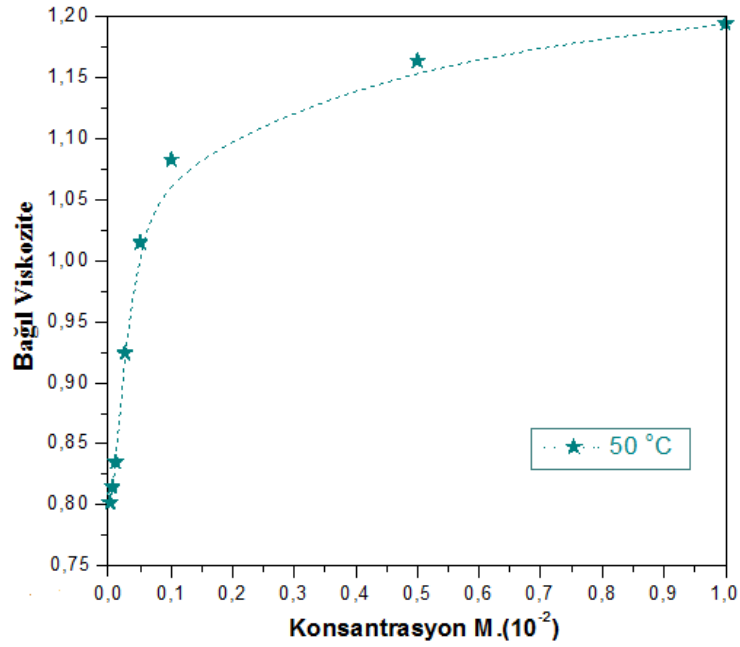
Şekil 4.7.1.3. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 35 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



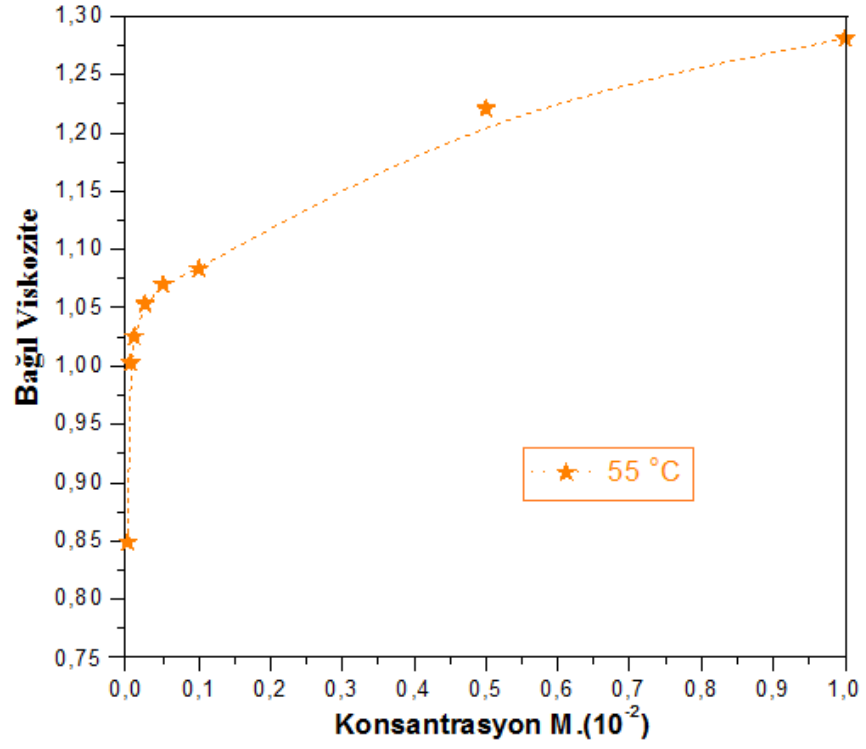
Şekil 4.7.1.4. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 40 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.1.5. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 45 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.1.6. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 50⁰C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.1.7. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 55 °C'de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği

Tablo 4.7.2. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri

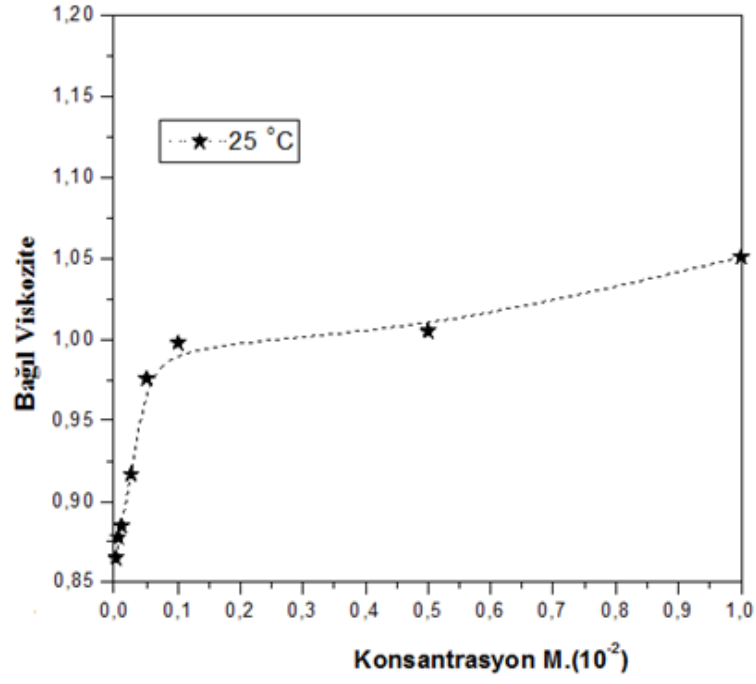
Saf Gemini ve CTAB Sürfaktant M (mol/l)	Yoğunluk (g/cm ³)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0x10 ⁻⁵	0.99709	0.99572	0.98742	0.98464	0.98380	0.98264	0.97773
5.0x10 ⁻⁵	0.99712	0.99577	0.99413	0.99286	0.98844	0.98472	0.97782
1.0x10 ⁻⁴	0.99703	0.99472	0.99408	0.99119	0.98810	0.98433	0.97654
2.5x10 ⁻⁴	0.99710	0.99499	0.99410	0.99221	0.98869	0.98520	0.98163
5.0x10 ⁻⁴	0.99710	0.99537	0.99413	0.99223	0.98869	0.98523	0.98193
1.0x10 ⁻³	0.99713	0.99554	0.99414	0.99223	0.98901	0.98536	0.98222
5.0x10 ⁻³	0.99713	0.99572	0.99414	0.99225	0.99001	0.98619	0.98300
1.0x10 ⁻²	0.99730	0.99591	0.99430	0.99225	0.99040	0.98802	0.98505

Tablo 4.7.3. Mol kesri X=0.2/0.8 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri

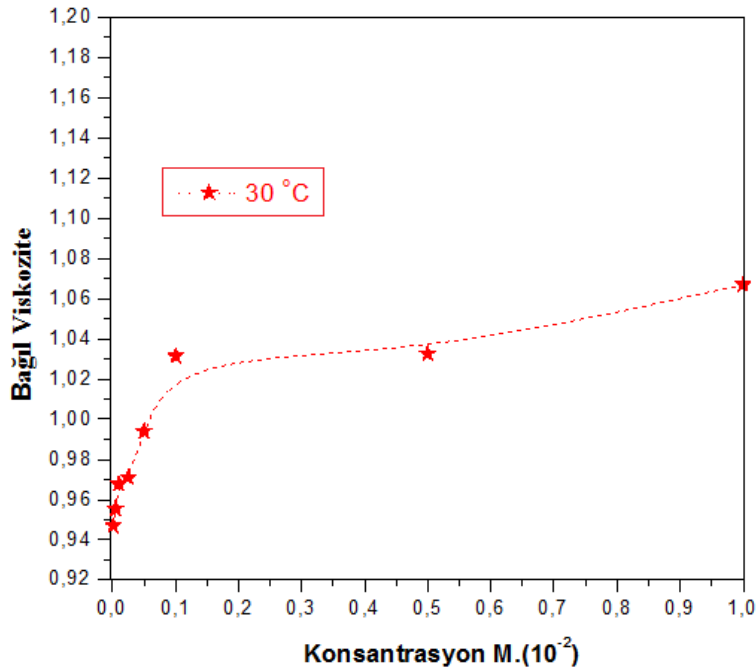
Saf Gemini ve CTAB Sürfaktant M (mol/l)	Efflux Zaman (s)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0x10 ⁻⁵	85.46	74.57	72.30	69.20	63.36	51.08	50.15
5.0 x10 ⁻⁵	86.33	75.45	72.41	69.83	63.60	51.73	54.56
1.0 x10 ⁻⁴	88.14	77.65	72.61	69.83	68.75	51.89	55.86
2.5 x10 ⁻⁴	91.48	79.58	74.11	72.33	70.85	58.13	57.10
5.0x10 ⁻⁴	91.60	83.22	75.16	74.24	71.96	62.24	58.00
1.0 x10 ⁻³	92.56	83.60	77.53	76.18	71.91	66.20	61.45
5.0 x10 ⁻³	93.76	85.26	78.33	77.36	75.78	70.14	66.09
1.0 x10 ⁻²	95.20	86.17	81.70	79.40	77.61	71.80	69.21

Tablo 4.7.4. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri

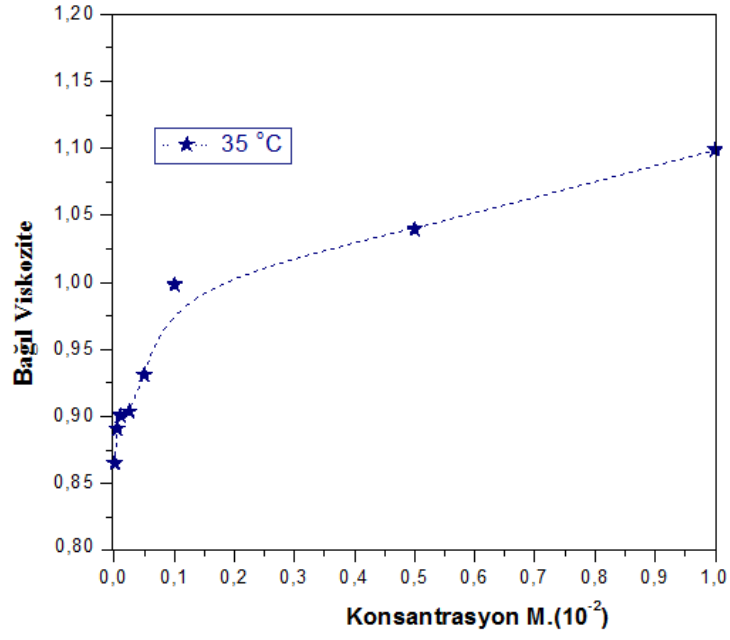
Saf Gemini ve CTAB Konsantrasyonu M(mol/l)	Bağıl Viskozite						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0×10^{-5}	0.8650	0.9469	0.8652	0.8872	0.8343	0.8889	0.8534
5.0×10^{-5}	0.8778	0.9554	0.8907	0.9506	0.8684	0.9032	0.8734
1.0×10^{-4}	0.8784	0.9677	0.9007	0.9828	0.9036	0.9964	0.8877
2.5×10^{-4}	0.9166	0.9710	0.9036	0.9885	0.9128	1.0080	0.9275
5.0×10^{-4}	0.9756	0.9940	0.9309	1.0734	0.9763	1.0258	0.9646
1.0×10^{-3}	0.9977	1.0313	0.9981	1.0837	1.0982	1.0873	0.9824
5.0×10^{-3}	1.0055	1.0325	1.0395	1.1159	1.1283	1.1435	1.0873
1.0×10^{-2}	1.0507	1.0670	1.0989	1.1556	1.1678	1.1767	1.1351



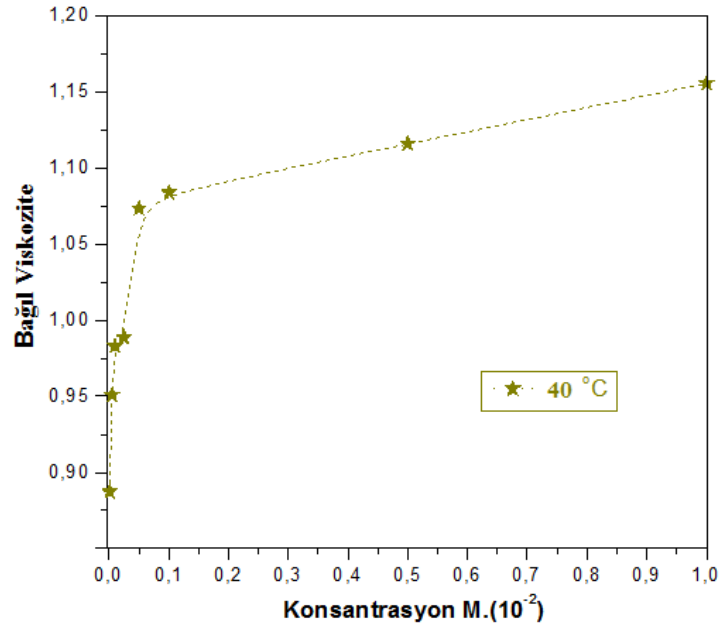
Şekil 4.7.4.1. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25 °C’de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği



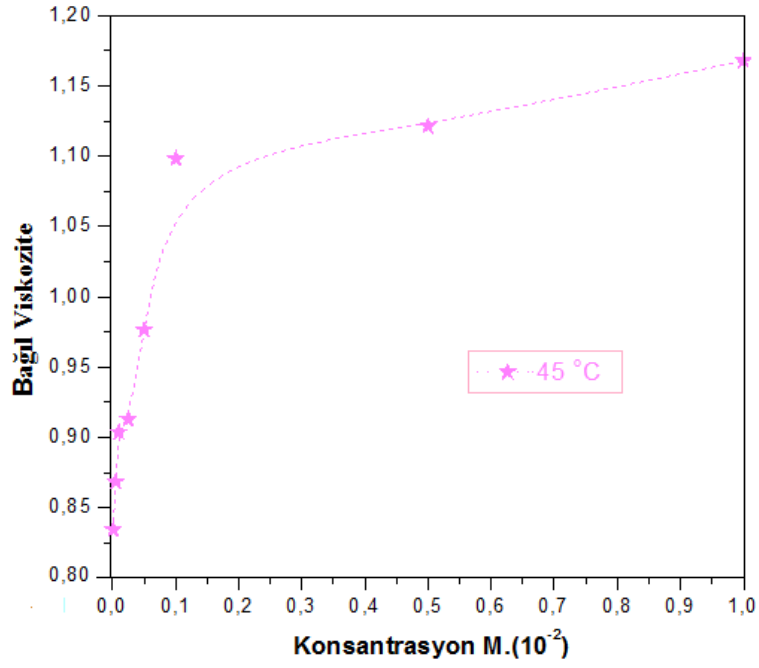
Şekil 4.7.4.2. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30 °C’de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği



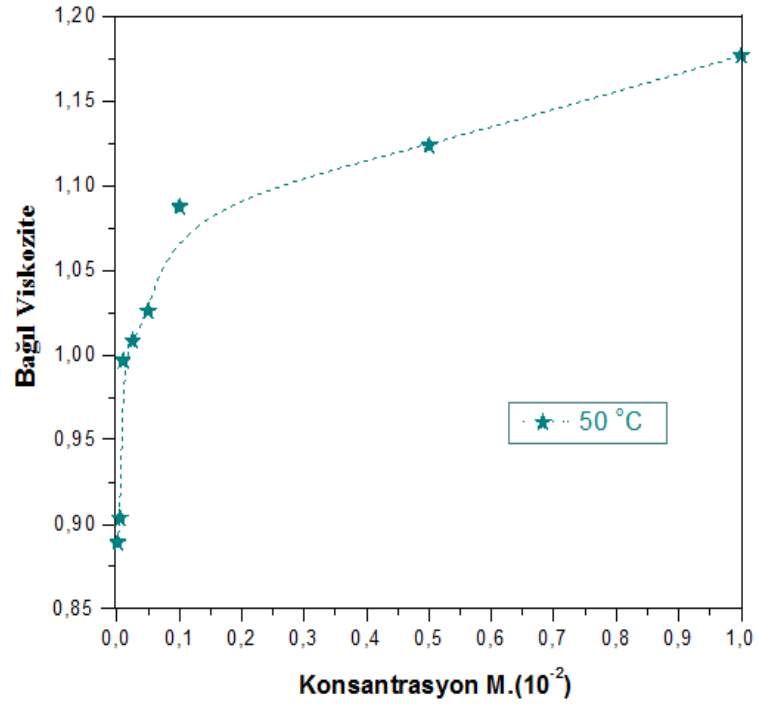
Şekil 4.7.4.3. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 35 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



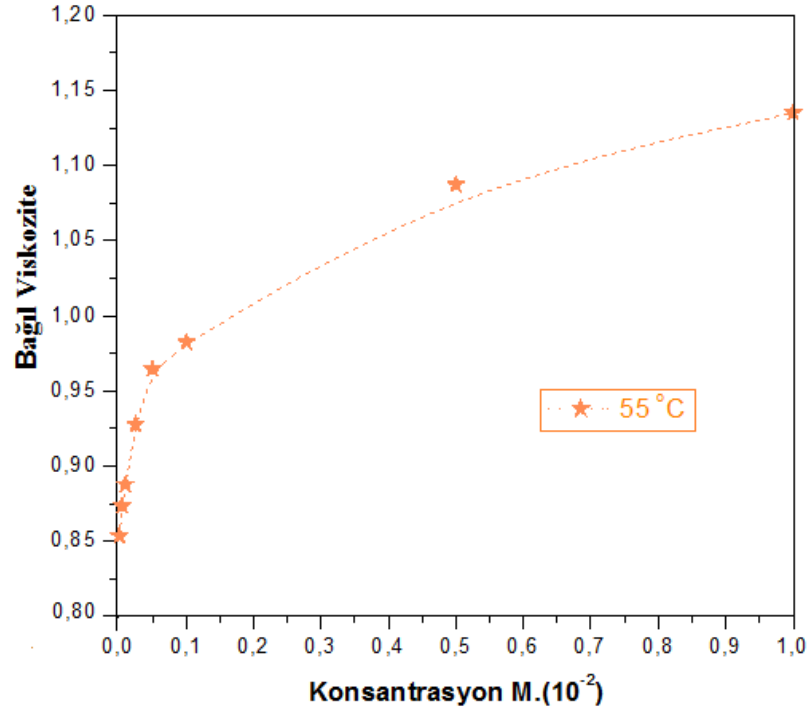
Şekil 4.7.4.4. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 40 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.4.5. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 45 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.4.6. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 50 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.4.7. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 55 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği

Tablo 4.7.5. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri

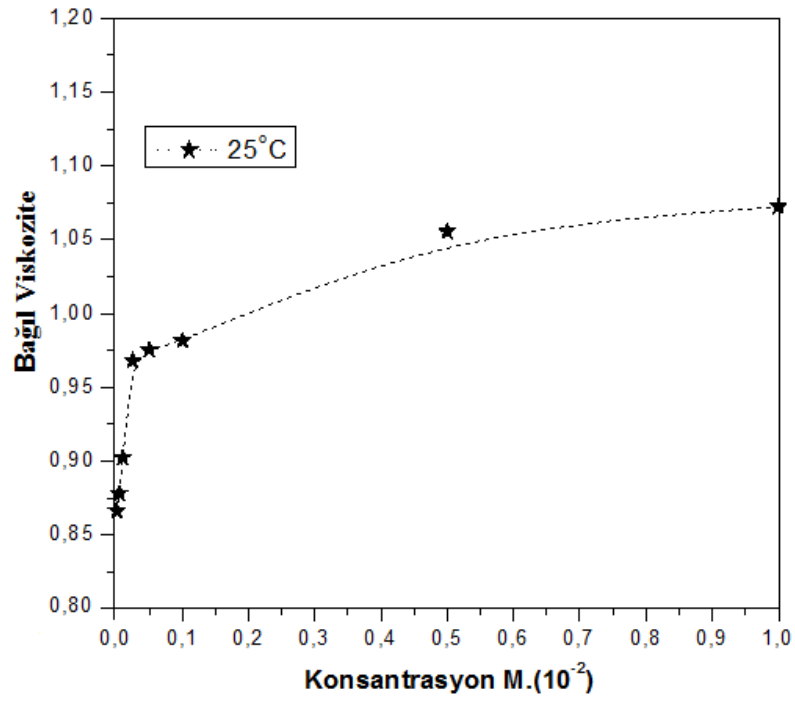
Saf Gemini ve CTAB Surfaktant M (mol/l)	Yoğunluk (g/cm ³)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0x10 ⁻⁵	0.99579	0.99413	0.99415	0.99171	0.99018	0.98538	0.98335
5.0 x10 ⁻⁵	0.99623	0.99559	0.99432	0.99216	0.99030	0.98667	0.98365
1.0 x10 ⁻⁴	0.99709	0.99407	0.99415	0.99224	0.99080	0.98241	0.98545
2.5 x10 ⁻⁴	0.99288	0.99454	0.99118	0.99142	0.98597	0.98372	0.98245
5.0x10 ⁻⁴	0.99707	0.99558	0.99220	0.99148	0.98771	0.98397	0.98361
1.0 x10 ⁻³	0.99709	0.99576	0.99280	0.99165	0.98814	0.98538	0.98396
5.0 x10 ⁻³	0.99816	0.99597	0.99316	0.99171	0.98841	0.98600	0.98545
1.0 x10 ⁻²	0.99971	0.99767	0.99382	0.99234	0.99140	0.98667	0.98605

Tablo 4.7.6. Mol kesri X=0.4/0.6 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri

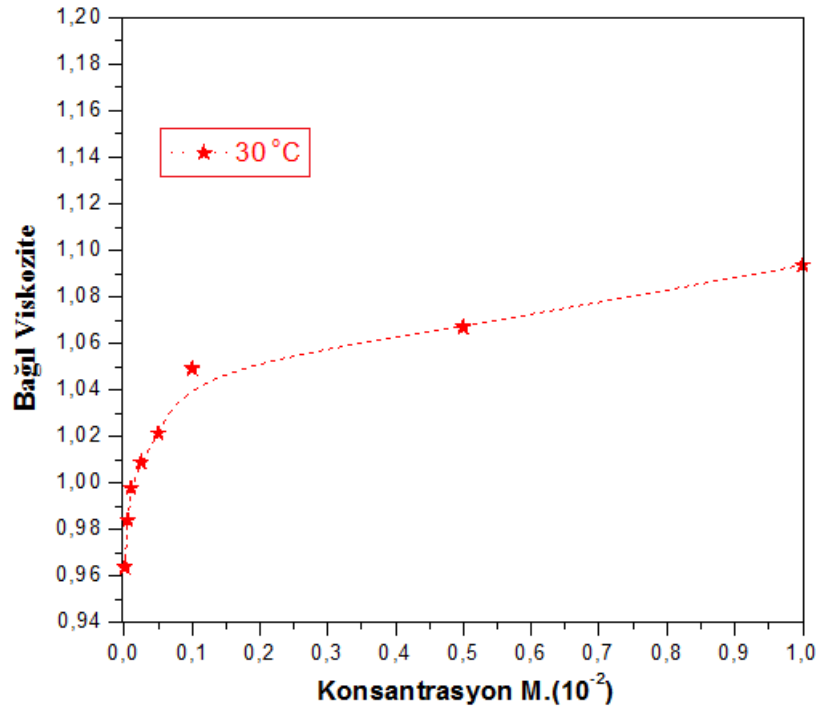
Saf Gemini ve CTAB Surfaktant M (mol/l)	Efflux Zaman (s)						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0x10 ⁻⁵	83.16	81.40	68.85	64.15	57.0	56.83	50.16
5.0 x10 ⁻⁵	84.33	82.00	70.06	68.51	59.16	56.06	51.23
1.0 x10 ⁻⁴	84.93	83.16	70.83	70.00	60.16	61.33	51.91
2.5 x10 ⁻⁴	88.28	83.40	71.26	70.45	61.03	61.93	54.21
5.0 x10 ⁻⁴	93.15	85.25	73.28	76.33	61.28	62.96	56.16
1.0 x10 ⁻³	95.22	88.38	78.38	77.03	71.98	66.48	57.10
5.0 x10 ⁻³	95.86	88.46	81.05	79.25	73.43	68.99	62.69
1.0 x10 ⁻²	99.96	93.41	83.53	81.48	76.16	70.90	64.63

Tablo 4.7.7. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri

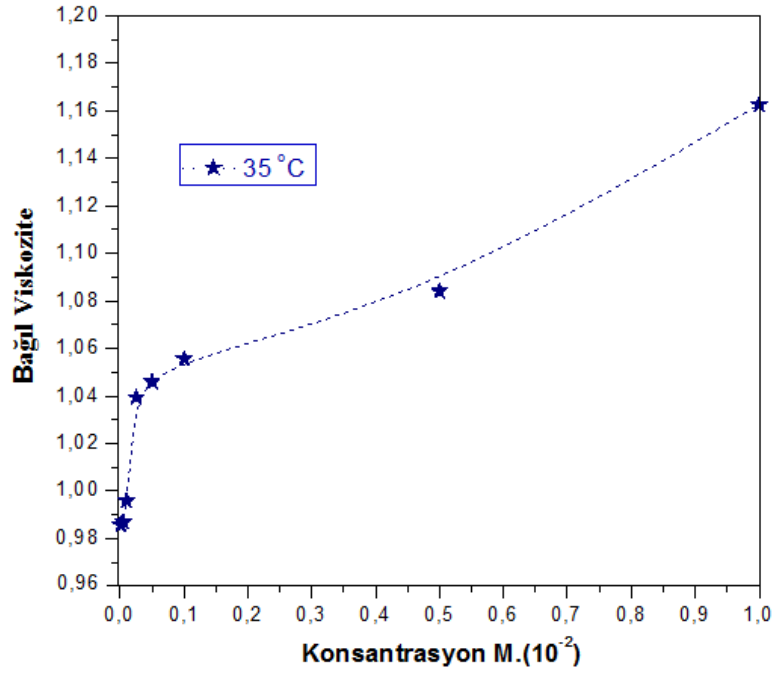
Saf Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Bağıl Viskozite						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0×10^{-5}	0.8662	0.9638	0.9857	0.9160	0.8991	0.8410	0.8851
5.0×10^{-5}	0.8780	0.9840	0.9870	0.9166	0.9044	0.8644	0.8922
1.0×10^{-4}	0.9023	0.9978	0.9959	0.9323	0.9345	0.8737	0.9293
2.5×10^{-4}	0.9681	1.0088	1.0394	0.9581	0.9500	0.8939	0.9506
5.0×10^{-4}	0.9753	1.0214	1.0459	0.9884	0.9614	0.9465	0.9622
1.0×10^{-3}	0.9816	1.0491	1.0556	1.0217	0.9830	0.9859	0.9662
5.0×10^{-3}	1.0556	1.0669	1.0840	1.1043	1.0772	1.0813	1.0174
1.0×10^{-2}	1.0723	1.0936	1.1625	1.1151	1.1343	1.0948	1.1897



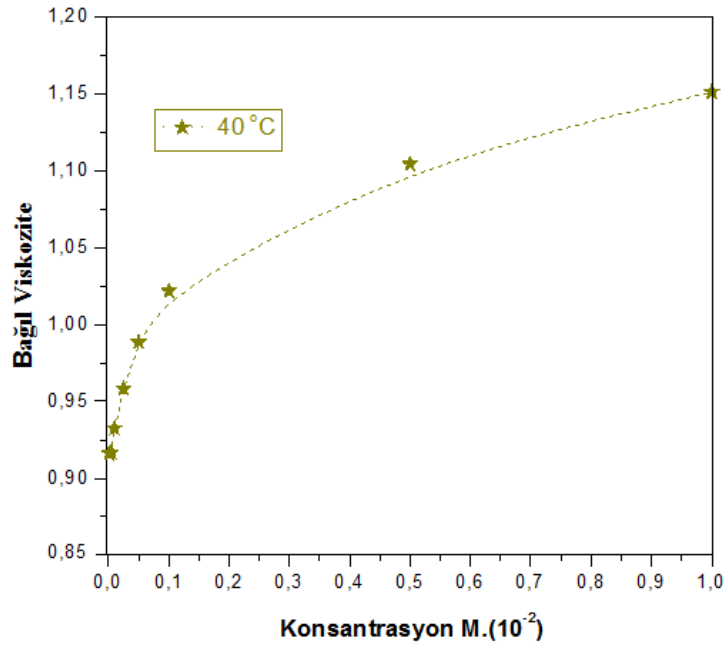
Şekil 4.7.7.1. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



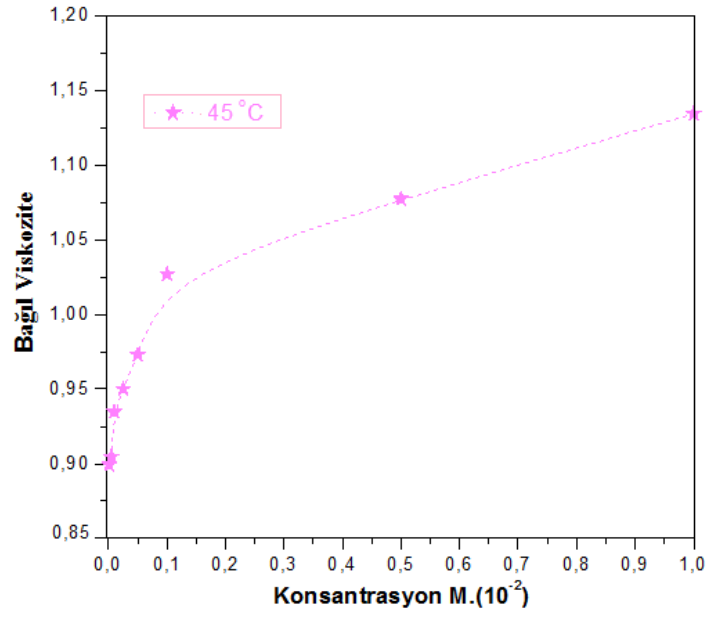
Şekil 4.7.7.2. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



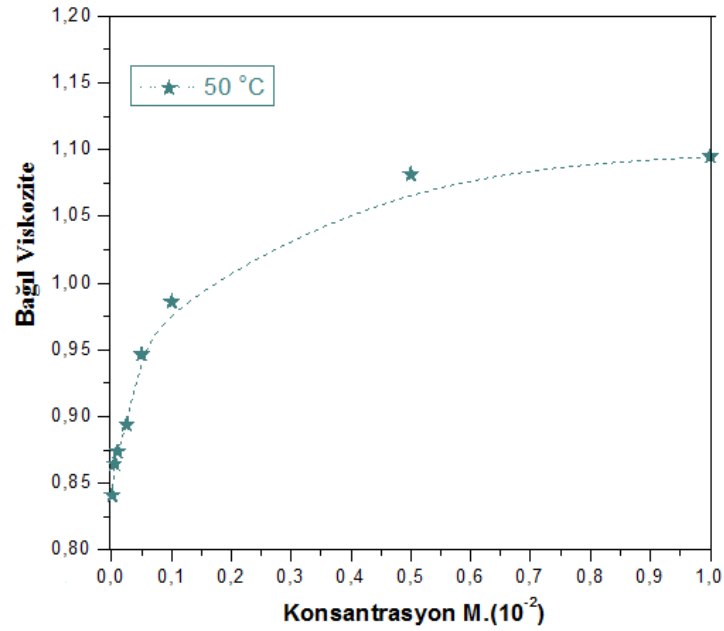
Şekil 4.7.7.3. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 35 °C’de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği



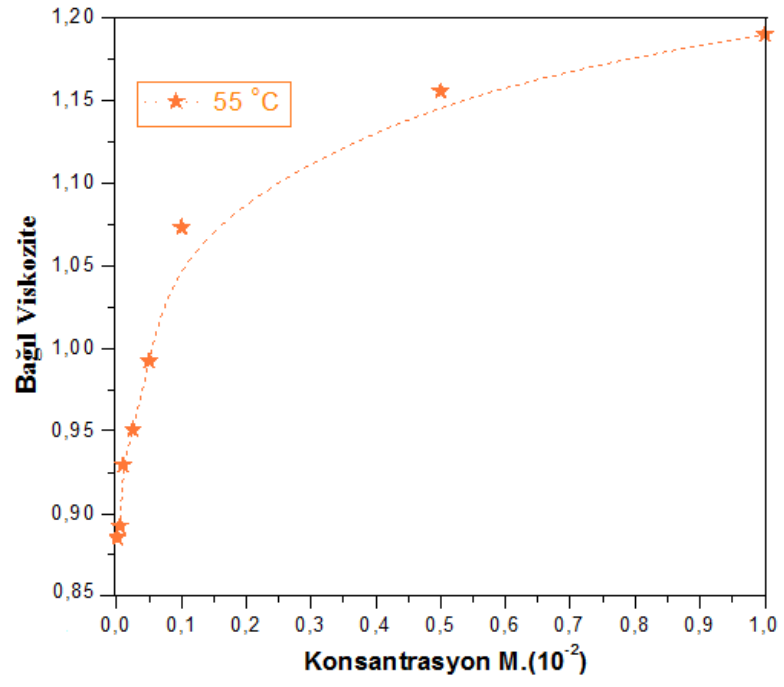
Şekil 4.7.7.4. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 40 °C’de konsantrasyonla bağlı viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.7.5. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 45 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.7.6. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 50 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.7.7. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 55 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği

Tablo 4.7.8. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri

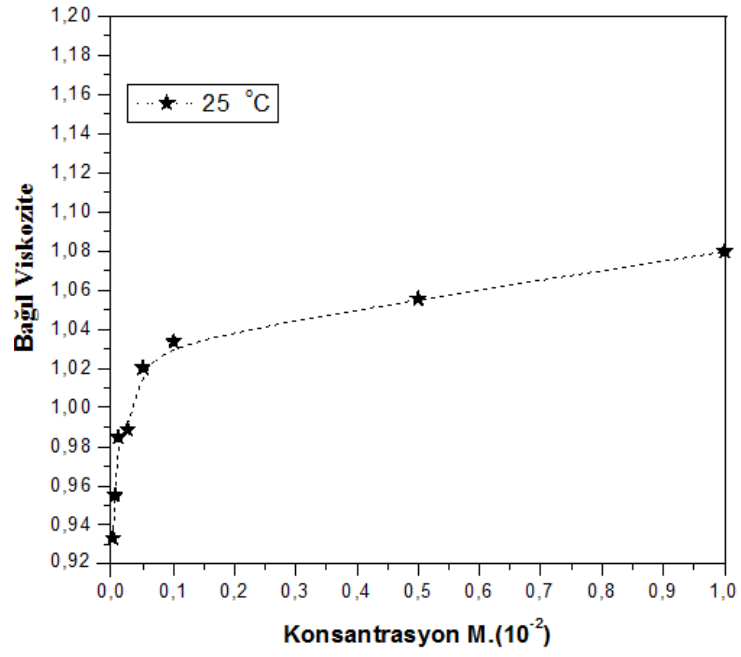
Saf Gemini ve CTAB Surfaktant M (mol/l)	Yoğunluk (g/cm ³)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0x10 ⁻⁵	0.99713	0.99551	0.99412	0.99226	0.98864	0.98546	0.98108
5.0 x10 ⁻⁵	0.99713	0.99568	0.99414	0.99228	0.98995	0.98580	0.98112
1.0 x10 ⁻⁴	0.99714	0.99574	0.99354	0.99234	0.98766	0.98756	0.98489
2.5 x10 ⁻⁴	0.99682	0.99560	0.99270	0.99167	0.98750	0.98713	0.98205
5.0 x10 ⁻⁴	0.99719	0.99575	0.99294	0.99213	0.98875	0.98662	0.98584
1.0 x10 ⁻³	0.99722	0.99576	0.99404	0.99268	0.98907	0.98809	0.98706
5.0 x10 ⁻³	0.99736	0.99593	0.99438	0.98835	0.99044	0.98845	0.98835
1.0 x10 ⁻²	0.99754	0.99613	0.99445	0.98934	0.99037	0.98875	0.98864

Tablo 4.7.9. Mol kesri X=0.6/0.4 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri

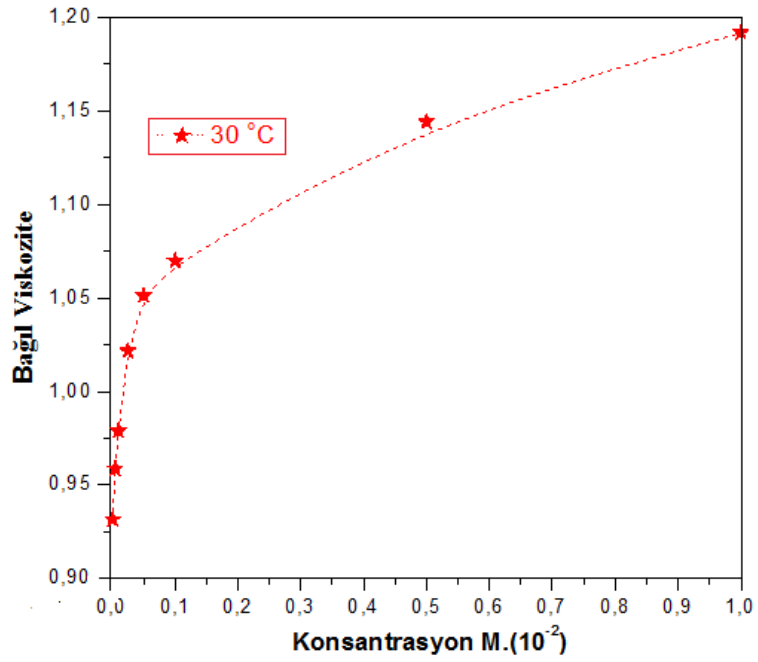
Saf Gemini ve CTAB Surfaktant M (mol/l)	Efflux Zaman (s)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0x10 ⁻⁵	83.16	82.75	77.33	66.11	60.00	53.25	48.03
5.0 x10 ⁻⁵	84.28	84.40	77.43	66.15	60.26	54.60	48.41
1.0 x10 ⁻⁴	86.56	85.56	78.15	67.23	62.31	55.15	50.23
2.5 x10 ⁻⁴	92.46	86.50	81.01	69.06	63.11	56.29	51.53
5.0 x10 ⁻⁴	93.11	87.55	81.55	70.40	64.74	59.28	57.43
1.0 x10 ⁻³	93.70	89.88	82.20	72.66	65.30	60.38	52.11
5.0 x10 ⁻³	100.43	91.03	84.35	78.71	70.48	65.93	54.80
1.0 x10 ⁻²	101.98	93.03	90.01	79.38	74.11	66.70	64.46

Tablo 4.7.10. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki bağıl viskozite ölçüm değerleri

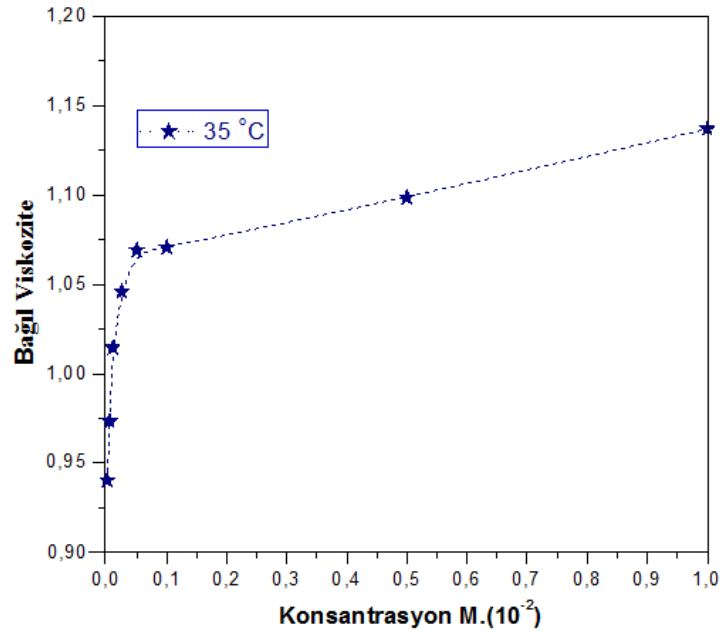
Saf Gemini ve CTAB Konsantrasyonu (mol/l)	Bağıl Viskozite						
	25 ° C	30 ° C	35 ° C	40 ° C	45 ° C	50 ° C	55 ° C
1.0×10^{-5}	0.9332	0.9316	0.9403	0.9513	0.95567	0.8736	0.8758
5.0×10^{-5}	0.9550	0.9586	0.9733	0.9621	0.9916	0.9334	0.9484
1.0×10^{-4}	0.9846	0.9788	1.0145	0.9585	1.0033	0.9513	1.0032
2.5×10^{-4}	0.9887	1.0217	1.046	1.0043	1.0319	1.0184	1.0609
5.0×10^{-4}	1.0202	1.0512	1.069	1.0167	1.0451	1.0500	1.062
1.0×10^{-3}	1.0335	1.0698	1.0705	1.0500	1.0676	1.0666	1.0796
5.0×10^{-3}	1.0555	1.1440	1.0986	1.0512	1.1083	1.1893	1.1363
1.0×10^{-2}	1.0796	1.1917	1.1369	1.0908	1.1566	1.2147	1.2051



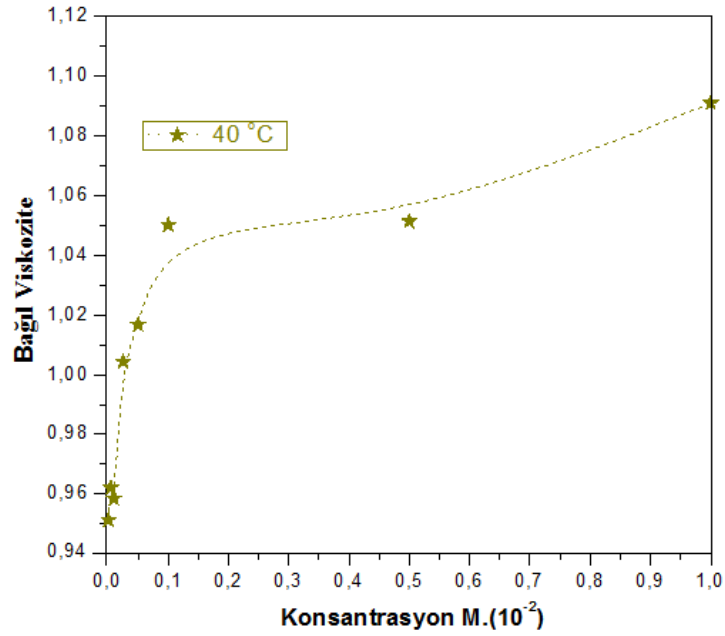
Şekil 4.7.10.1. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 25 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



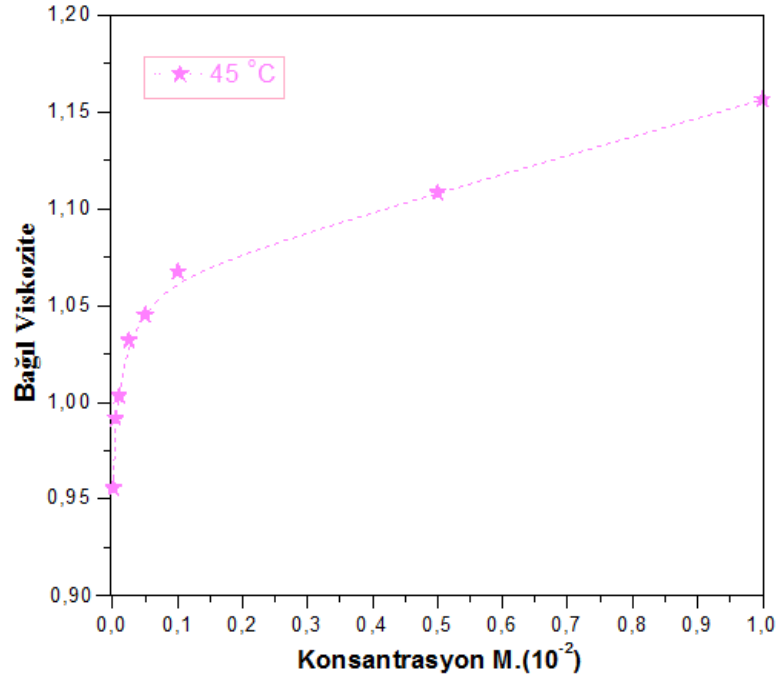
Şekil 4.7.10.2. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 30 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



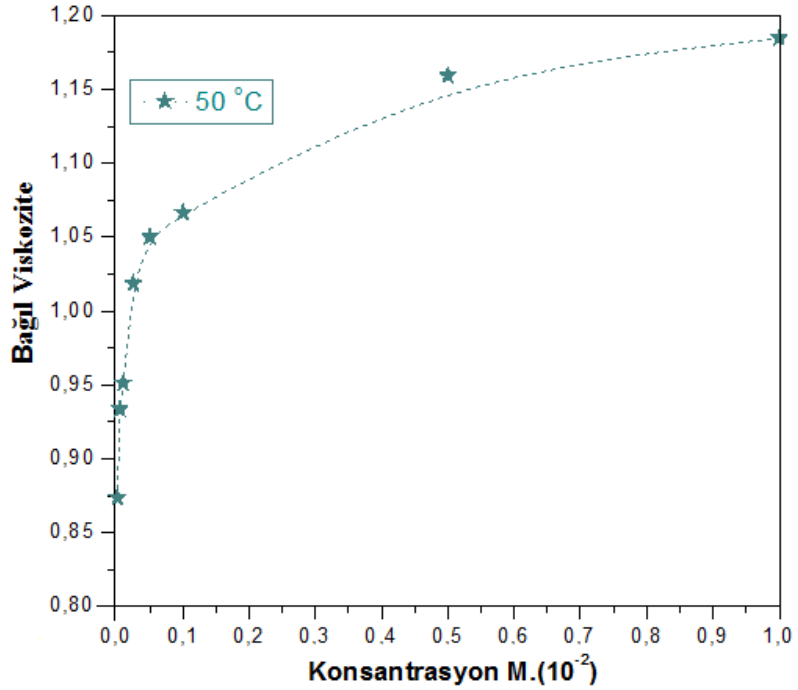
Şekil 4.7.10.3. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 35 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



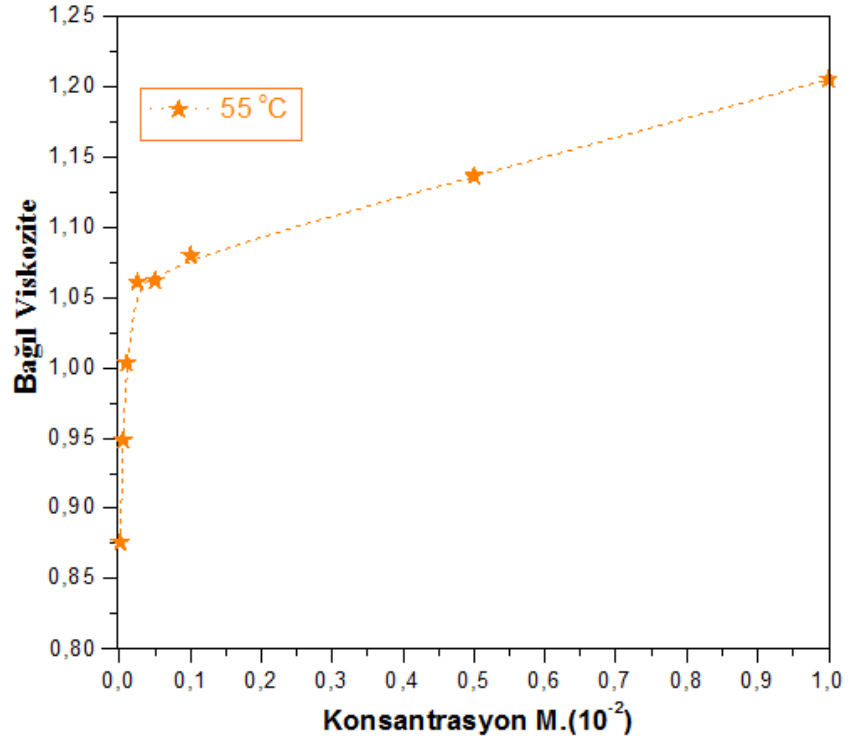
Şekil 4.7.10.4. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 40 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.10.5. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 45 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.10.6. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 50 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği



Şekil 4.7.10.7. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin 55 °C’de konsantrasyonla bağıl viskozite değişiminin grafiği

Tablo 4.7.11. Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki yoğunluk ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Sürfaktant M (mol/l)	Yoğunluk (g/cm ³)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0x10 ⁻⁵	0.99479	0.99268	0.99153	0.98885	0.98806	0.98544	0.98152
5.0 x10 ⁻⁵	0.99489	0.99336	0.99401	0.99186	0.98179	0.98667	0.98188
1.0 x10 ⁻⁴	0.99699	0.99490	0.99755	0.99214	0.99025	0.98689	0.98229
2.5 x10 ⁻⁴	0.99619	0.99568	0.99336	0.99072	0.99052	0.98272	0.98287
5.0 x10 ⁻⁴	0.99694	0.99420	0.99318	0.99107	0.99007	0.98285	0.98189
1.0 x10 ⁻³	0.99704	0.99564	0.99395	0.99191	0.98776	0.98553	0.98277
5.0 x10 ⁻³	0.99699	0.99561	0.99389	0.99161	0.98700	0.98485	0.98241
1.0 x10 ⁻²	0.99794	0.99597	0.99539	0.99219	0.98947	0.98618	0.98277

Tablo 4.7.12 Mol kesri X=0.8/0.2 olan Saf gemini ve CTAB çözeltilerinin farklı sıcaklık ve konsantrasyonlardaki efflux zaman ölçüm değerleri

Saf Gemini ve CTAB Sürfaktant M (mol/l)	Efflux Zaman (s)						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
1.0x10 ⁻⁵	89.68	80.23	74.05	68.83	63.70	55.16	51.46
5.0 x10 ⁻⁵	91.40	82.45	76.13	69.33	66.33	58.60	55.38
1.0 x10 ⁻⁴	94.00	84.03	79.26	69.06	66.53	59.63	58.33
2.5 x10 ⁻⁴	94.46	87.58	81.53	71.60	68.33	62.60	60.21
5.0 x10 ⁻⁴	97.36	90.18	83.30	72.43	69.20	64.45	60.33
1.0 x10 ⁻³	98.61	91.29	83.36	74.70	70.11	65.30	61.25
5.0 x10 ⁻³	100.45	97.55	85.50	76.76	73.38	71.71	64.30
1.0 x10 ⁻²	102.63	101.3	88.30	77.48	75.60	73.16	68.03

Tablo 4.7.13. Saf Gemini /CTAB karışık çözelti sisteminin ubbelohdeli viskozite ölçümleri ile bulunan bağıl viskozite KMK değerleri

Mol Kesri (X)	Sıcaklık (° C)						
	KMK Değerleri x10 ⁻⁴ .M						
	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
0.0	2.17	2.26	2.34	2.41	2.53	2.65	2.72
0.2/0.8	2.50	2.71	2.80	3.2	3.30	3.40	3.60
0.4/0.6	3.31	3.34	3.55	3.62	3.76	3.80	3.87
0.6/0.4	4.53	4.68	4.85	5.01	5.98	6.72	7.03
0.8/0.2	5.84	6.09	6.16	6.37	6.74	7.08	7.41

Karışık surfaktant çözelti sistemlerinin 25°C iletkenlik, yüzey gerilimi ölçümleri ve viskozite ölçümleri ile bulunan KMK değerleri Tablo 4.7.14’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7.14. Saf gemini ve CTAB çözelti karışımlarının 25 °C’de konduktometrik, tensiyometrik ve ubbelohdeli viskozimetre ölçümlerine göre bulunan KMK değerleri

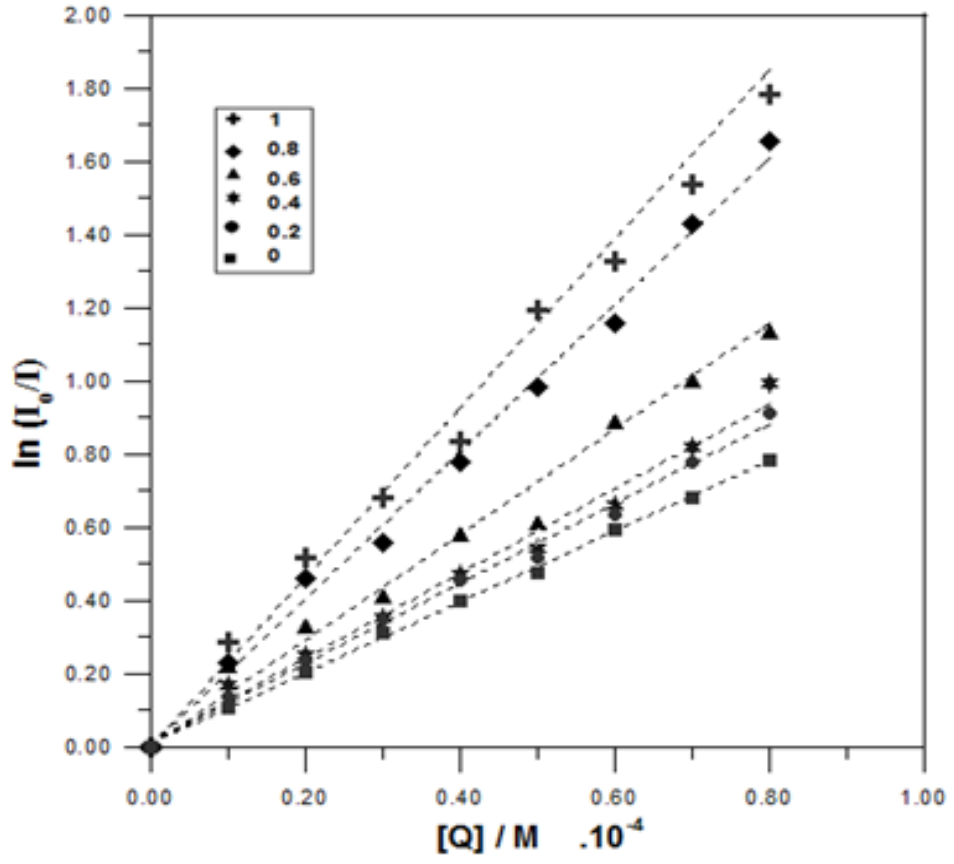
Saf gemini ve CTAB Mol Kesri (X)	Konduktometrik yöntemle KMK (M)	Tensiyometrik yöntemle KMK (M)	Viskozimetrik yöntemle KMK (M)
0.0	2.00x10 ⁻⁴	2.00x10 ⁻⁴	2.17 x10 ⁻⁴
0.2/0.8	2.50x10 ⁻⁴	2.51 x10 ⁻⁴	2.50 x10 ⁻⁴
0.4/0.6	3.30x10 ⁻⁴	3.28 x10 ⁻⁴	3.31 x10 ⁻⁴
0.6/0.4	4.70x10 ⁻⁴	4.71 x10 ⁻⁴	4.53 x10 ⁻⁴
0.8/0.2	5.94x10 ⁻⁴	5.90x10 ⁻⁴	5.84 x10 ⁻⁴
1.0	8.76x10 ⁻⁴	8.76 x10 ⁻⁴	-

4.8. Saf Gemini Sürfaktant ve Karışık Sürfaktant Çözelti Sistemlerinin Agregasyon Sayısının Bulunması

Agregasyon sayısı kararlı haldeki floresans ölçümleri kullanılarak belirlenmiştir. Çözeltilerin hazırlanışında piren, setilpiridinyum klorür (CPC), CTAB ve amit fonksiyonlu saf gemini kullanılmıştır. Piren konsantrasyonu 2×10^{-6} M' da sabit tutulmuştur. Toplam yüzey aktif madde konsantrasyonu CMC üzerinde 2.0 mM olarak belirlenmiştir. CPC (quencher) 0 ile 9×10^{-5} M aralığındadır. Hazırlanan çözeltiler kuartz küvetlere yerleştirilerek 25°C ' ta Floresans Spektrofotometresi ile absorbans ölçümleri alınmıştır. CPC (Q) ;0.5,1.0,1.5,2.0,2.5,3.0,3.5 ve 4.0×10^{-3} M kullanılmıştır. I_0 CPC' siz, I ise belirlenen miktarlarda eklenen CPC' li floresans ölçüm değerleridir. Tablo 4.8.2'de verilen değerler kullanılarak I_0/I 'ya karşı Q /M grafiği çizilmiştir. Şekil 4.8.2'de grafik olarak gösterilmiştir. Lineer doğrulardan bulunan eğimler kullanılarak Bölüm 2. 7' de verilen denklem (I)'den N_{agg} ve saf gemini surfaktantın N_{gemini} denklem (II)'den agregasyon sayıları hesaplanmıştır.

Tablo 4.8.2. 25°C ' ta hesaplanan karışık surfaktant çözeltilerinin absorbans ölçümleri

[Q] /M .10 ⁻⁴	Absorbans Ölçümleri ln (I ₀ /I)					
	Saf gemini ve CTAB Oranları					
	0.0	0.2/0.8	0.4/0.6	0.6/0.4	0.8/0.2	1.0
0	-	-	-	-	-	-
0.1	0.1070	0.1371	0.1683	0.2158	0.232	0.2869
0.2	0.2060	0.2342	0.2509	0.3230	0.4587	0.5172
0.3	0.3100	0.3501	0.3551	0.4020	0.560	0.6819
0.4	0.4000	0.4540	0.4730	0.5740	0.7783	0.8359
0.5	0.4780	0.5200	0.5450	0.6046	0.9843	1.1948
0.6	0.5940	0.6354	0.6590	0.8792	1.158	1.3248
0.7	0.6830	0.7783	0.8195	0.9923	1.4295	1.5389
0.8	0.7840	0.9096	0.9923	1.128	1.6548	1.7820



Şekil 4.8.2. 25 °C sıcaklıkta Q/M karşı çizilen doğrusal $\ln(I_0/I)$ grafiği

Tablo 4.8.3.Saf gemini ve CTAB karışık çözelti sistemlerinin agregasyon sayısı hesaplamaları

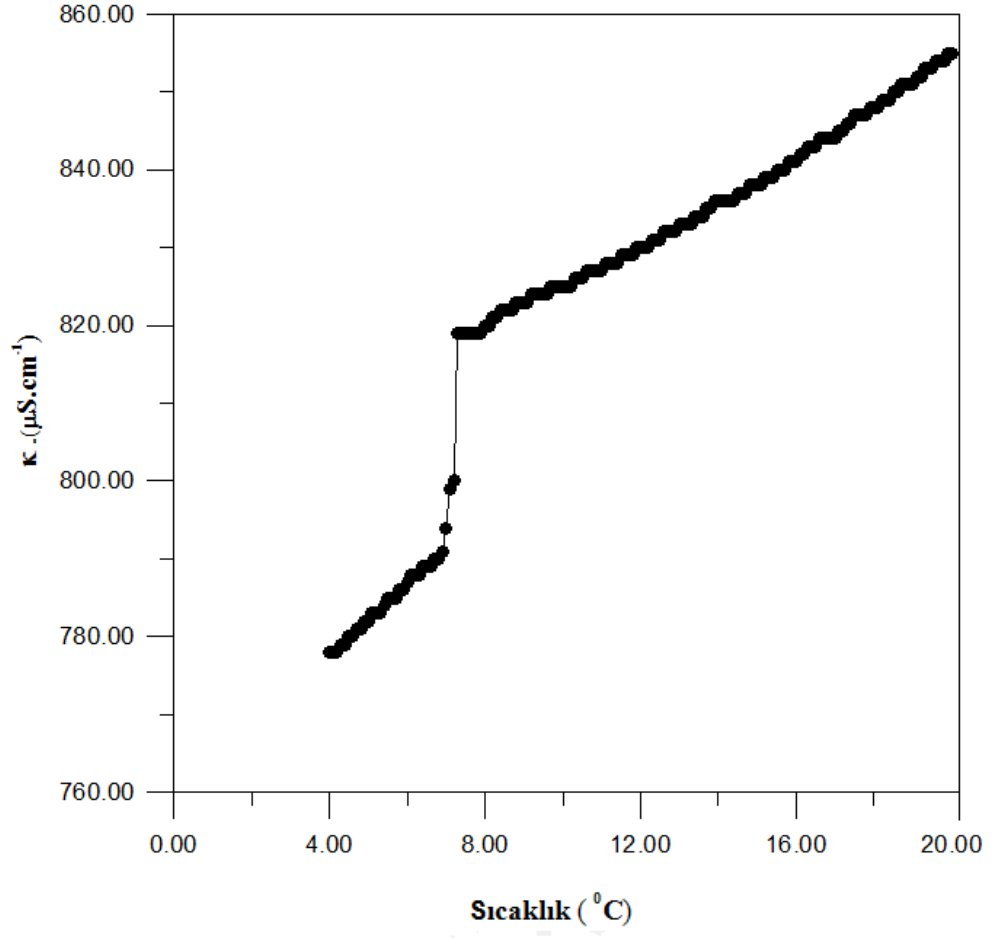
X (Mol kesri)	N_{agg}	N_{gem.}	N_{CTAB}	K_{sv}/10⁵(M⁻¹)
0.0	17.00	17.00	0	0.148
0.2	19.00	18.00	1.00	1.756
0.4	20.00	17.00	2.00	1.939
0.6	21.00	15.00	6.00	2.509
0.8	28.00	13.00	15.00	4.690
1.0	49.00	0	49.00	6.503

4.9. Saf Gemini Sürfaktantın Erime noktası

Saf gemini surfaktantın ölçülen erime sıcaklığı değeri 192,6 °C olarak bulunmuştur.

4.10.Surfaktantın Krafft Sıcaklığı

Saf gemini surfaktantın saf halde Krafft sıcaklığı konduktometrik olarak bulunmuştur.0.1°C sıcaklık aralıklarında okunan iletkenlik değerlerinin grafiği Şekil 4.10'de gösterilmiştir. Kraft sıcaklığı da 7.25 °C olarak bulunmuştur.



Şekil 4.10. Saf gemini surfaktantın farklı sıcaklıklardaki iletkenliğinin değişimi

BÖLÜM-5-

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Başlangıç olarak saf gemini surfaktantın iletkenlik, yüzey gerilimi, ubbelohde viskozite, yoğunluk, efflux zaman, floresans spektroskopisi ölçümleri yapıldı.

Bu ölçümler sırasıyla, konduktometrik olarak yedi farklı sıcaklıkta (25-55 ° C) artan konsantrasyona karşı ölçülen iletkenlik değerleri Tablo 4.1.1. ve bu değerler kullanılarak çizilen grafik Şekil 4.1.1.1’de verildi. Çizilen grafikten her sıcaklık için bulunan KMK değerleri kullanılarak hesaplanan iyonlaşma dereceleri (α) ve miselleşme Gibbs serbest enerjilerine (ΔG_m^0) ait değerler Tablo 4.1.2’dedir. K.M.K değerinin sıcaklık artışı ile arttığı izlendi. Saf katyonik gemini surfaktantın K.M.K noktası, katyonik monomerik bir surfaktant olan CTAB’ den daha düşük olarak çıktığı görüldü. Neden olarak ise gemini surfaktant molekülünün yapısındaki bağlayıcı grubun, çözelti ara yüzeyine etkisi ve agregasyon olayı ile açıklanır [33].

Tensiyometrik yöntemle saf geminin dört farklı sıcaklıkta (25 ° C, 35 ° C, 45 ° C ve 55 ° C) artan konsantrasyona göre yüzey gerilim ölçümleri Tablo 4.2.1’de ve tablodaki değerlerle çizilen grafik Şekil 4.2.1.1’de verildi. Çizilen grafikten Tablo 4.2.2’de verilen KMK değerleri bulundu. Ölçülen yüzey gerilimi değerlerinden Tablo 4.2.3’de verilen Γ_{max} , Π_{CMC} , A_{min} ve ΔG_{ads}^0 değerleri hesaplandı. ΔG_{ads}^0 değerleri, ΔG_{mic}^0 değerlerinden daha negatiftir. Bu, misel tek sıra halinde oluştuğunda, çalışma sulu ortamda miselleşme aşamasında yüzeydeki monomer haldeki yüzey aktif madde moleküllerinin aktarılması için yapılacak iş olduğunu ima etmektedir [34].

Ubbelohde viskozimetresi ile bağlı viskoziteyi bulmak için, saf gemini surfaktant çözeltilerinin sıcaklığı beşer derece artırılarak (25° C-55°C) yedi farklı sıcaklıkta, artan konsantrasyona göre efflux zaman ve yoğunluk değerleri ölçülerek Tablo 4.3.2. ve Tablo 4.3.3’de verildi. Tablolardaki veriler yardımıyla hesaplanan bağlı viskozite değerleri Tablo 4.3.1’ de, her sıcaklık için ayrı çizilen grafikler Şekil 4.3.1.1-7 ‘ de gösterildi. Çizilen grafiklerden bulunan K.M.K. değerleri Tablo 4.3.4’de verildi.

Spektrofotometrik bir yöntem olan, Floresans Absorbans ölçümleri ile saf gemini, CTAB, Brij-35 ve TritonX-100 surfaktantlarının K.M.K. değerleri bulundu.

Tablo 4.4.1.1-4’de belirtilen surfaktantların floresans ölçümleri verildi ve Şekil 4.4.1.(1-4)’de artan konsantrasyona karşı çizilen I_1/I_3 grafikleri gösterildi. Tablo 4.4.1.5’te verilen bu değerler önceki çalışmalarda farklı metotlarla bulunan K.M.K. değerleriyle yakınlık gösterdi. Spektrofotometrik yöntemle de katyonik surfaktant CTAB’ nin K.M.K. değerinin katyonik saf gemini surfaktanttan yüksek olduğu, iyonik olmayan surfaktant Brij 35’in K.M.K değerinin Tritonx-100’den düşük olmasının sebebi, Triton X-100’de aromatik halka, çok fazla dalanmış hidrokarbon zinciri bulunur. Saf gemini surfaktantın 25 °C’ deki KMK değerleri iletkenlik ölçümüyle 2.00×10^{-4} M, yüzey gerilimi ölçümüyle 2.01×10^{-4} M, Ubbelohde viskozite ölçümüyle 2.17×10^{-4} M ve floresans spektroskopisi ölçümüyle 2.00×10^{-4} M olarak bulundu. Viskozimetre ile bulunan K.M.K. biraz farklılık gösterdi ise de sebebi çözelti içerisinde mevcut safsızlıklar veya buharlaşma olduğu düşünüldü. Konduktometrik, tensiyometrik ve piren floresan spektroskopisi neredeyse benzer sonuçlar gösterdi. Böylelikle saf gemini surfaktantın dört farklı yöntemle bulunan KMK değerleri birbiri ile uyum içerisindedir. Şekil 4.4.1.1(a) ve Şekil 4.4.1.2(a) da ise saf gemini surfaktant ve CTAB için kaydedilen floresans spektraller (dalga boyuna karşı floresans yoğunluğu) verildi. Spektraller piren için beş emisyon piki gösterdi ki bu neticeler literatür ile uyumludur [35]. Polar çözücülerde örneğin suda, piren I_1 ve I_3 emisyon pikleri için yüksek floresans yoğunluğu gösterir. I_1/I_3 oranına karşı surfaktant konsantrasyon grafiği çizilerek KMK değeri bulunabilir [36].

Tablo 4.4.2.1’de saf gemini surfaktantın agregasyon sayısını hesaplamak için kullanılan floresans spektrofotometresi ölçümleri verildi. Tabloda verilen değerlerle çizilen grafik Şekil 4.4.2.1’de gösterildi ve saf gemini surfaktantın 2 mM konsantrasyonda agregasyon sayısı 17 olarak bulundu.

$I_0/I = 1 + K_{sv}[Q]$ formülü kullanılarak ve Şekil 4.4.2.2 de çizilen grafiğin eğiminden K_{sv} değeri $0.148 \times 10^{-5} M^{-1}$ olarak hesaplandı. K_{sv} değeri sönmüleme prosesinin hız sabitinin ürünü olarak bimoleküler sönmüleme ve unimoleküler gecikme hakkında bir fikir verir. Yüksek K_{sv} değeri kuvvetli hidrofobik çevrede piren ve quencherin varlığından dolayı sönmülemelemedeki bir artışı ileri sürer.

Karışık surfaktant çözelti sisteminin mol kesirlerine göre konduktometrik olarak

artan konsantrasyon ve sıcaklığa karşı ölçülen iletkenlik değerleri Tablo 4.5.1, Tablo 4.5.3, Tablo 4.5.5 ve Tablo 4.5.7’de ayrı olarak verildi. Bahsedilen tablolardaki değerlerden çizilen grafikler Şekil 4.5.1, Şekil 4.5.3, Şekil 4.5.5 ve Şekil 4.5.7’de gösterildi. Tablolardaki değerler incelendiğinde CTAB’ nin artan mol kesrine karşın, karışık surfaktant çözeltilerinin konsantrasyon ve sıcaklığı arttıkça, iletkenlik ölçüm değerlerinin de arttığı gözlemlendi. Tablo 4.5.2, Tablo 4.5.4, Tablo 4.5.6 ve Tablo 4.5.8’de 25 °-55 °C aralığında 5’er derece aralıkla bulunan K.M.K. değerleri verildi. Yapılan konduktometrik çalışmada, sıcaklık ve CTAB oranı arttıkça K.M.K. değerlerinin arttığı izlendi. Karışık surfaktant çözelti sistemleri, tek bir surfaktant sistemi ile karşılaştırıldığında, daha iyi bir çözelti özelliklerine sahiptirler. Bu tür sistemler, eklenen tek bileşenlerinden daha düşük K.M.K. göstermektedir. Karışımların K.M.K. değerleri saf bileşenlerin K.M.K.’nin arasında bulunmaktadır [37].

Rubingh’s faz ayırım denklemi kullanılarak karışık surfaktant çözelti sisteminin ideal KMK* değeri hesaplandı. Tablo 4.5.9’da CTAB’ nin farklı mol kesirlerinde teorik ve deneysel KMK, X_1 , β ve $\beta_{ortalama}$ değerleri bir arada verildi. Şekil 4.5.9 tabloda verilen değerlere göre çizildi ve ölçülen K.M.K değerinin, ideal K.M.K*değerine yakın olduğu gözlemlendi. Surfaktant çiftlerinden synergism gösteren, yüksüz veya yüklü bileşik karışımlarıdır. Antagonism ise, aynı baş gruplu ancak değişik hidrokarbon zincirli surfaktantların karışımından meydana gelir [38].

Etkileşim değeri β nin sıfır veya sıfıra yakın olması ise karışık misel oluşumunun ideal olduğunu gösterir. Yapmış olduğumuz çalışmada β değeri sıfıra yakın bulundu ve karışık surfaktant çözeltilerinin yani karışık misel oluşumunun ideal olduğu belirlendi ($\beta_{orta}=0.014$).

Saf bir yüzey aktif madde ile ikili yüzey aktif madde karışımlarını karşılaştırıldığında, karışımların daha yüksek yüzey performansı gösterdiği görülür. İletkenlik ölçümleri dimerik ve monomerik surfaktant CTAB arasındaki etkileşimi incelemek için kullanılır. Düzenli çözelti teorisi kullanılarak, ideal davranıştan sapmalar hesaplanır. Etkileşim parametresi (β) incelenerek ideal davranıştan sapma ve sistemin sinergizm veya antagonizm gösterip göstermediği araştırılır.

Karışık surfaktant çözelti sistemlerinin değişen mol kesirlerine göre, artan konsantrasyon ve sıcaklığa karşı ölçülen yüzey gerilimi değerleri Tablo 4.6.1;3;5;7 de gösterildi. Artan konsantrasyon ve sıcaklıkla yüzey gerilim değerlerinin KMK den sonra

hemen hemen sabit kaldığı görüldü. Şekil 4.6.1-4 ' de gösterilen grafiklerden bulunan KMK değerleri Tablo 4.6.2;4;6;8 verildi. Karışık surfaktant çözeltilerinin K.M.K.' larının, CTAB mol kesri ve sıcaklık artışıyla arttığı bulundu.

Tablo 4.6.9. da 25°C'de saf gemini ve CTAB karışık surfaktant çözeltilerinin farklı mol kesirlerinde hesaplanan Γ_{max} , Π_{KMK} , A_{min} , ΔG_{mic}^o ve ΔG_{ads}^o değerleri verilmiştir. Tabloda karışımdaki CTAB' nin mol kesri artarken Γ_{max} değerlerinin arttığı ve A_{min} değerlerinin azaldığı görülür. CTAB ' nin mevcudiyetinden dolayı su yapısındaki değişiklikler ve arayüzeyde CTAB nın bulunuşu bu değişimleri açıklar.

Tablodan karışımdaki CTAB nın mol kesri artarken KMK noktasındaki yüzey basıncı olan Π_{KMK} ' nın azaldığı görülür. Bu yüzey aktivitedeki azalış demektir. Bu azalış karışımdaki saf gemini surfaktant moleküllerinin çözünürlüğü ile ilgilidir.

Tablodaki bütün ΔG_{ads}^o değerleri negatiftir ve bu hava/karışım ara-yüzeyinde surfaktant adsorpsiyonunun kendiliğinden oluştuğunu açıklar. ΔG_{ads} değerleri onların uygun ΔG_{mic}^o değerlerinden daha negatiftir. Bu yüzeyde monomerik formda surfaktant moleküllerinin miseller duruma transfer olmak için yapılacak iş anlamına gelir.

Karışık surfaktant çözelti sistemlerinin viskozite, efflux zaman ve yoğunluk ölçümleri 25°-55°C sıcaklık aralığında beşer derece arttırılarak ölçüldü. Bulunan değerlerle hesaplanan bağıl viskozite Tablo 4.7.1; 4; 7; 10' da verildi. Her sıcaklık için molar konsantrasyona karşı çizilen bağıl viskozite grafiklerinden bulunan K.M.K değerleri Tablo 4.7.13'dedir. Bu tablodan CTAB mol kesri ve sıcaklık arttırıldıkça K.M.K.' larının arttığı görüldü. Karışık surfaktant çözelti sisteminin artan mol kesrine göre konduktometrik, tensiyometrik ve Ubbelohde viskozimetrik yöntemle bulunan K.M.K değerleri yedi farklı sıcaklıkta kıyaslandığında değerlerin birbirine yakın olduğu izlendi. Tablo 4.7.14'de 25° C' deki K.M.K. değerleri verildi.

Agregasyon sayısı, kararlı hal floresans söndürme yöntemi kullanılarak belirlendi. N_{agg} değerleri 2mM konsantrasyonda monomerik surfaktant CTAB için 49 olarak bulundu. Dimerik yapıdaki amit fonksiyonlu surfaktant için 2mM konsantrasyonda bu daha düşük 17 olarak bulundu.

N_{agg} değerlerinin CTAB den düşük çıkmasının sebebi, hidrofilik ara parçasının (spacer) varlığı olarak düşünüldü. N_{agg} değerleri bilinen surfaktant CTAB' nin mol kesri (α) artışı ile arttığı görüldü. CTAB' nin daha yüksek mol oranlarında ($\alpha \geq 0.8$) N_{CTAB} değerleri N_{gem} değerlerinden daha yüksek olduğu izlendi. Karışık surfaktant

çözelti sistemi için, agregasyon sayısı ve K_{sv} değerleri hesaplanarak Tablo 4.8.3’de verildi. Eklenen CTAB miktarı arttıkça agregasyon sayısı ve K_{sv} değerinde artış izlendi. N_{agg} değerleri geleneksel yüzey aktif madde, CTAB nın mol oranı artışı ile artar. Katyonik surfaktant CTAB ($a \geq 6$) daha yüksek mol oranlarında, N_{CTAB} değerleri N_{gem} değerlerinden daha yüksektir. Floresans söndürme yönteminde, klasik yüzey aktif madde de (CTAB) agregasyon sayısı N_{agg} mol oranı (α) artışı ile artar. Klasik surfaktant katkısının gemini surfaktantta daha fazla olduğunu göstermektedir [39].

Gemini surfaktantın saf halde konduktometrik olarak ölçülen Krafft sıcaklığı için Şekil 4.10’daki grafik çizildi. Saf gemini surfaktantın Krafft sıcaklığı $7.25 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak bulundu. Dolayısıyla T_k ’nin düşük sıcaklık olması istenildiği için de elektrolit ilavesi vs. yöntemlerini kullanmaya gerek duyulmadı. Gemini surfaktantların Krafft sıcaklığı çok düşüktür ve buda maddenin soğuk suda kullanılmasını kolay hale getirir [40].

Sonuç olarak Fakültemizin Kimya laboratuvarında amit fonksiyonlu gemini surfaktant sentezlendi, saflaştırıldı ve karakterize edildi. Surfaktantların en temel karakteristik parametresi olan kritik misel konsantrasyonu, (KMK) dört farklı ölçme metodu (konduktometrik, tensiyometrik, viskozimetrik ve spektrofotometrik) kullanılarak ve dört farklı sıcaklıkta ($25 \text{ }^\circ\text{C}$, $35 \text{ }^\circ\text{C}$, $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $55 \text{ }^\circ\text{C}$) detaylı olarak bulundu. Bulunan değerlerin birbiriyle oldukça uyumlu olduğu gözlemlendi. Çalışılan saf surfaktantların ve bunların ikili karışımlarının etkileşimleri incelendi. İkili karışımların termodinamik, yüzey ve agregasyon özellikleri CTAB nın molar kesri ve sıcaklık değişimine göre gözlemlendi. Ayrıca sentezlenen surfaktantın erime noktası ve Krafft sıcaklığı ölçüldü.

EK 1.TABLO

Hagenbach (HC) Düzeltme Tablosu

Ubbelohde viscometers for dilution sequences Type No. 531 ...

Correction seconds¹:

Flow-through time [s]	Capillary No.					
	0	0c	0a	I	Ic	II
40	-*	-*	-*	-*	(1.03)*	0.15
50	-*	-*	-*	(3.96)*	0.68	0.10
60	-*	-*	-*	(2.75)*	0.46	0.07
70	-*	-*	-*	(2.02)*	0.34	0.05
80	-*	-*	(4.78)*	(1.55)*	0.26	0.04
90	-*	-*	(3.78)*	1.22	0.20	-
100	-*	(7.07)*	(3.06)*	0.99	0.17	-
110	-*	(5.84)*	(2.53)*	0.82	0.14	-
120	-*	(4.91)*	2.13	0.69	0.12	-
130	-*	(4.18)*	1.81	0.59	0.10	-
140	-*	(3.61)*	1.56	0.51	0.08	-
150	-*	(3.14)*	1.36	0.44	0.07	-
160	-*	2.76	1.20	0.39	0.06	-
170	-*	2.45	1.06	0.34	0.06	-
180	-*	2.18	0.94	0.30	0.05	-
190	-*	1.96	0.85	0.28	0.05	-
200	(10.33)*	1.77	0.77	0.25	0.04	-
225	(8.20)*	1.40	0.60	0.20	-	-
250	(6.64)*	1.13	0.49	0.16	-	-
275	(5.47)*	0.93	0.40	0.13	-	-
300	4.61	0.79	0.34	0.11	-	-
325	3.90	0.66	0.29	0.09	-	-
350	3.39	0.58	0.25	0.08	-	-
375	2.95	0.50	0.22	0.07	-	-
400	2.59	0.44	0.19	0.06	-	-
425	2.30	0.39	0.17	0.05	-	-
450	2.05	0.35	0.15	0.05	-	-
475	1.84	0.31	0.13	0.04	-	-
500	1.66	0.28	0.12	0.04	-	-
550	1.37	0.23	0.10	-	-	-
600	1.15	0.20	0.09	-	-	-
650	0.98	0.17	0.07	-	-	-
700	0.85	0.14	0.06	-	-	-
750	0.74	0.13	0.05	-	-	-
800	0.65	0.11	0.05	-	-	-
850	0.57	0.10	0.04	-	-	-
900	0.51	0.09	0.04	-	-	-
950	0.46	0.08	0.03	-	-	-
1000	0.42	0.07	0.03	-	-	-

* These flow-through times should not be used for precision measurements. If necessary, use a viscometer with a narrower capillary tube.

¹ The specified correction seconds are valid for the respective nominal constant.

KAYNAKLAR

- [1] P.W. Atkins, *Fizikokimya*, Oxford University Press, Melbourne Tokyo, (1998)
- [2] E.A.G. Anianson, *Theory of the kinetics of micellar solutions of ionic surfactants*, J. Phys. Chem., 80, 905-922, (1976)
- [3] J.W. Mc Bain, and A.A. Green, J. Amer. Chem. Soc., 68,1731, (1946)
- [4] M.J. Rosen, *Surfactants and interfacial phenomena*, Second Edit., John Wiley and Sons, Inc., New York, (1989)
- [5] R. S. Stearns, H. Oppenheimer, E. Simons, and W.D. Horkins, *Solubilization by solutions of long-chain colloidal electrolytes*, J. Chem. Phys. 15, 496-50, (1947)
- [6] J.F. Rathman and J.F. Scamehorn, *Counterion binding on mixed micelles*, J. Phys. Chem, 88, 24, (1984)
- [7] H. Uchiyama, M. Abe, K. Ogino, *Mixed surfactant systems*, Colloid Polym. Sci., 265, 838-844, (1987)
- [8] Y. Muto, K. Esumi, K. Meguro, R. Zana, J. Colloid Interface. Sci., 120, 162, (1987)
- [9] K. Homberg, B. Jönsson, B. Kronberg, and B. Lindman, *Surfactants and polymers in aqueous solution* 2nd edition. John Wiley and Sons Ltd, 259, İngiltere, (2003)
- [10] J.D.V. Hamme, A. Singh and Ward, *Physiological aspects Part 1 in a series of papers devoted to surfactants in microbiology and biotechnology*, Biotech. Ad., 24, 604–620, (2006)
- [11] M. Aamondt, M.B. Landgren, *Solubilization of unchanged molecules in ionic surfactant aggregates*, J. Phys. Chem., 96, 945-950, (1991)
- [12] R. Zana, *Dimeric and oligomeric surfactants, behavior at interfaces in aqueous solutions*, Advances in Colloid and Interface Science, 97, 205-253, (2002)
- [13] J.N. Philips, Trans. Far. Soc., 51,561, (1955)
- [14] D.D. Miller, and D.F. Evans, J. Phys. Chem., 93,323, (1989)
- [15] C. Tanford, *The hydrophobic effect: Formation of micelles and biological membranes*, Krieger Publishing Company, 90–95, Florida, (1991)
- [16] N.J. Turro and A. Yekta, *Luminescent probes for detergent solutions. A simple procedure for determination of the mean aggregation number of micelles*, J.A. Chem. Soc., 100, 5951-9521, New York, (1978)

- [17] H. Akbaş, A. Elemenli, M. Boz, *Aggregation and thermodynamic properties of some cationic gemini surfactants*, J. Surface Deterg, 40,15-33,Turkey, (2012)
- [18] R. Sharma, S. Mahajan, R.K. Mahajan, *Surface adsorption and mixed micelle formation of surface active ionic liquid in cationic surfactants:Conductivity, surface tension fluorescence and NMR studies*, Colloids and Surfaces A:Physicochem. Eng. Aspects, 427,62-75, Indian, (2013)
- [19] D.N. Rubingh, *Solution chemistry of surfactant*, Ed. by Mittal, K. L., Plenum Press., 1, 337, New York, (1979)
- [20] T.Okano, T.Tamuro, *Micellization and adsorbed film formation of a binary mixed system of anionic-nonionic surfactants*, Langmuir, 16, 1508-1514,(2000)
- [21] K.Shinoda, *Colloid surfactants*, Academic Press, New York, (1963)
- [22] N.Funasaki, S. Hada, *Surface tension of aqueous solutions of surfactant mixtures.The composition of mixed micelles*, J. Phys.Chem., 83,19, 2471, (1979)
- [23] J. H. Clint, *Micellization of mixed nonionic surface active agents*, J. Chem. Soc., Faraday Trans., 71,1327–1334, (1975)
- [24] K. Ogino, N. Tsubaki, M. Abe, *Solution properties of mixed surfactant system*, J.Colloid Interface Sci., 98, 1, 78-83, New York, (1984)
- [25] K. Meguro, T. Nakamura, K. Shioya M.Ueno, Colloid Interface Sci.,2,411, Japan (1976)
- [26] F. Tokiwa and K. Tsujii, J.Colloid Interface Sci., 41, 343, (1972)
- [27]C.M. Nguyen,J.F.Rathman,J.F.Scamehorn, *Thermodynamics of mixed micelle formation*, J.Colloic Interface Sci.,USA,112,2,438-446, (1986)
- [28] F.Khan, U.S.Siddiqui, M.A.Rub, I.A. Khan and Kabir-ud-Din, *Micellization and interfacial properties of cationic gemini surfactant (12-4-12) in the presence of additives in aqueous elctrolytr solution: A tensiometric study*, Journal of Molec. Liquids 191, 29-36, India and Saudi Arabia, (2014)
- [29] Y. Karpichev, N. Jahan, N. Paul, P.C. Petropolis, T. Mercer, B.T. Grindley, G.D. Marangoni, *The micellar and surface properties of a unique type of two-headed surfactant–pentaerythritol based di-cationic surfactants*, Journal of Colloid and Interface Science, 423, 94-100, Canada, (2014)

- [30] Z. Zhang, P. Zheng, Y. Guo, Y. Yang, Z. Chen, X. Wang, X. An and W. Shen, *The effect of the spacer rigidity on the aggregation behavior of two ester containing gemini surfactants*, Journal of Colloid and Interface Sci., 379, 64-71, China, (2012)
- [31] M. Yaman, *Enstrümental Analiz Yöntemleri*, Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Elazığ, (2012)
- [32] A. Yıldız, Ö. Genç, S. Bektaş, *Enstrümental Analiz Yöntemleri*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, İstanbul, (1997)
- [33] Y. Wang, E. F. Marques, *Non-Ideal behavior of mixed micelles of cationic surfactants with varying spacer length and anionic surfactants: A conductometry study*, Journal of Molecular Liquids, 142, 136-142, Portugal, (2008)
- [34] B. Sohrabi, A. Bazyari, M. Hashemianzadeh, *Effect of ethylene glycol on micellization and surface properties of gemini surfactant solutions*, Colloids Surf.A: Physicochem. Eng. Aspects 364,87-93, İran, (2010).
- [35] J. Aguiar, P. Carpana, J.A. Molina-Boliver, C. Carnero Ruiz, J. Col. Interf. Sci. 291 (2) 529, (2005)
- [36] A. I. Mitsionis, T.C. Vaimakis, *Estimation of AOT and SDS CMC in a methanol using conductometry, viscometry and pyrene fluorescence spectroscopy methods*, Chemical Physics Letters, 547,110–113, Greece, (2012)
- [37] N. Azum, A.Z. Naqvi, M. Akram, Kabir-und-Din, *Studies of mixed micelle formation between cationic gemini and cationic conventional surfactants* J. Colloid Interface Sci., 328, 429-435, India, (2008)
- [38] H. Hoffman, G. Pössnecker, *The Mixing Behaviour Surfactants*, Langmuir, 10, 381-389, Germany, (1994)
- [39] H. Akbaş, M. Boz, A. Elemenli, *Interaction between cationic gemini surfactant and related single-chain surfactant in aqueous solutions*, Fluid Phase Equilib., 370, 95–100, Turkey, (2014).
- [40] R. Zana, J. Colloid Interface Sci., *Dimeric (Gemini) Surfactants: Effect of the Spacer Group on the Association Behavior in Aqueous Solution* 248, 203-220, (2002)

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Bakırköy de doğdum. İlköğretimi İstanbul'da Vali Cahit Bayar İlköğretim Okulu ve Liseyi Barbaros Anadolu Lisesinde tamamladım. 2007 yılında Giresun Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü kazandım. 2011 yılında mezun oldum. 2012 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü Fizikokimya Anabilim dalında yüksek lisansa başladım.