

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUDA ÇÖZÜNEBİLEN İYONİK ve
NONİYONİK POLİMERLERİN SERT
YÜZEY TEMİZLEYİCİLERDE
TEMİZLEME PERFORMANSINA OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

AHMET ÜNER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

GEBZE

2013

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUDA ÇÖZÜNEBİLEN İYONİK ve
NONİYONİK POLİMERLERİN SERT
YÜZEY TEMİZLEYİCİLERDE
TEMİZLEME PERFORMANSINA OLAN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

AHMET ÜNER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
DOÇ. DR. FARUK YILMAZ

GEBZE
2013



GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 13.06.2013
tarih ve 2013/31 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 04/07/2013 tarihinde
tez savunma sınavı yapılan Ahmet Üner'in tez çalışması
Kimya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: Doç. Dr. Faruk Yılmaz

ÜYE

: Prof. Dr. Hayri Bolbol Sönmez

ÜYE

: Doç. Dr. Mehmet Kobyra

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Bu çalışmada ticari olarak sadece çamaşır deterjanlarında kullanılan bazı iyonik (anyonik, katyonik) ve noniyonik polimerlerin, ilk olarak sert yüzey temizleyicilerdeki uygulamaları ve performansları incelendi. Çalışmanın hedefinde seçilen bu polimerlerin, halihazırda yüzey temizleyicilerde kullanılan amfoterik polimere karşı performansları incelendi. Oluşturulan sert yüzey temizleyiciler suda çözünebilen iyonik ve noniyonik polimerleri (Maleik Asit / Olefin Kopolimer sodyum tuzu, Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat, Polietilenimin, Amino modifiye Polikarboksilat) ve farklı yapıdaki yüzey aktif maddeleri (Etoksile Alkil Eter Sülfat, C-10 Guerbet Alkol Alkoksilesi, Kaprilil / Desil Poliglukozit) içerecek şekilde hazırlandı. Herbir polimeri içeren yüzey aktif kombinasyonları, farklı pH değerlerine sahip 3 farklı sert yüzey temizleyici sınıfına (genel temizleyici, mutfak temizleyici, banyo temizleyici) göre formüle edildi. Temizleme performansları primer ve sekonder performansları olarak ölçüldü. Primer temizleme performansları herbir temizleme sistemi için özel dizayn edilmiş “temizleme robot sistemi” ile gerçekleştirildi. Sekonder temizleme performans testleri, oluşturulan formüllerdeki polimerlerin yüzeyi modifiye etme katkısıyla, seramik fayans yüzeylerde oluşturdukları yüzey modifikasyonları olarak incelendi. Bu performans testleri hızlı kuruma ve yüzeyde iz bırakmama olarak yapıldı. Daha önce bu amaç için hiç kullanılmamış olan polimerlerden noniyonik yapıdaki polietilen glikol-graft-vinil asetat, ticari olarak formüllerde var olan amfoterik yapıdaki amino modifiye polikarboksilat aynı temizleme performansını gösterdi. Ancak sekonder performans testlerinde amfoterik polimer istenen ve beklenen sonuçlara sahipti.

Anahtar Kelimeler: Polimer; Yüzey Temizleyiciler; Temizleme Performansı; Deterjanlar.

SUMMARY

In this thesis we did trials with some ionic (anionic, cationic) and nonionic water soluble polymers performances on some hard surface cleaners which are mainly used for laundry formulations. The target was trying these polymers performances against amphoteric polymer which is commercially used for these cleaners. Formulated hard surface cleaners contain ionic water soluble polymers (Maleic Acid / Olefin Copolymer sodium salt, Polyethyleneimine, Polyethylene glycol-graft-Vinyl Acetate, Amino modified Polycarboxylate) and 3 different surfactants (Ethoxylated Alkyl Ether Sulfate, Guerbet Alcohol Alkoxylate, Caprylyl/Decyl Polyglucoside). Each surfactant / polymer combination was formulated as 3 different hard surface cleaners based on different pH values. Cleaning performances were evaluated depending on primary and secondary cleaning. As a primary cleaning performance test method, for each formulation specifically designed “Cleaning Robot System” was used. Secondary cleaning test methods were evaluated as surface modification properties which come as a role of the polymers. These were “Quick Drying” and “Streak Free Cleaning” test methods. Nonionic polymer polyethylene glycol-graft-vinyl acetate which was not used for this purpose before gave the similar results against commercially used amphoteric polymer. But for secondary cleaning performances, amphoteric polymer was the best one.

Key Words: Polymer; Surface Cleaners; Cleaning Performance; Detergents.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince danışmanım olarak her konuda desteklerini gördüğüm, tez konusunu öneren ve bu çalışmayı yapabilmem için gerekli olanakları sağlayan, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, Doç. Dr. Faruk YILMAZ' a, proje başlangıcı ve çalışmalarım süresince destek aldığım Dr. Gregor SCHÜRMANN, Dr. Gerhard MERKLE'ye,

Laboratuardaki yoğun deneysel çalışma sürecinde, yardımlarını esirgemeyen Ditmar KISCHKE ve Christian MUCKENSCHNABEL'e

Gösterdiği sabır ve anlayış için sevgili eşime ve değerli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	2
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Deterjan ile ilgili Genel Bilgiler	4
2.2. Deterjan Formüllerini Oluşturan Kimyasallar	6
2.2.1. Yüzey Aktif Maddeler ve Sınıflandırılmaları	6
2.2.1.1. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler	9
2.2.1.2. Katyonik Yüzey Aktif Maddeler	15
2.2.1.3. Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler	19
2.2.1.4. Noniyonik Yüzey Aktif Maddeler	20
2.2.2. Polimerler	27
2.2.3. Kompleks Yapıcılar	31
2.2.4. Ağartıcı Sistemler	32
2.2.5. Solventler	33
2.2.6. Performans Arttıran Minör Girdiler	35
2.3. Temizleme Teorisi ve Mekanizması	36
2.3.1. Kirin Yüzeyden Uzaklaştırılması Mekanizması	37
2.3.2. Kirin Süspanse Edilmesi Mekanizması	39
3. MATERYAL ve METOD	42
3.1. Kullanılan Kimyasallar	42

3.1.1. YüzeyAktif Maddeler	42
3.1.1.1. Kaprilil/Desil Glukozit	42
3.1.1.2. Etoksile C12-14 Eter Sülfat	42
3.1.1.3. C10 Guerbet Alkol Alkoksile	42
3.1.2. Polimerler	44
3.1.2.1. Polietilenimin	44
3.1.2.2. Maleik Asit/Olefin Kopolimer, Sodyum tuzu	44
3.1.2.3. Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat	45
3.1.2.4. Metakril Amidopropil Trimetilamonyum Klorür, Etakrilat ve AkrilikAsit Terpolimeri	45
3.1.3. Solventler ve Diğer Kimyasallar	47
3.2. Cihazlar	48
3.2.1. Mekanik Karıştırıcı	48
3.2.2. pH metre	48
3.2.3. Homojenizatör	48
3.2.4. Yüzey Temizleme Robot Sistemi	49
3.2.5. Glosmetre	49
3.3. Performans Test Metodları	49
3.3.1. Yüzey Temizleyicilerde IPP Performans Test Metodu	50
3.3.2. Nötr pH Yüzey Temizleyicilerde İz Bırakmama Performans Metodu	52
3.3.3. Yüzeyden Hızlı Kuruma Performans Test Metodu	53
4. DENEYSEL BÖLÜM	54
4.1. Yüzey Temizleyici Formüllerinin Hazırlanması	54
4.2. Polimerlerin Yüzey Temizleyici Formüllerindeki Stabilitesi	56
4.3. Robot ile Temizleme Yapılması	57
4.4. Seramik Yüzeyler Üzerinde İz Bırakmama Performansı Testi	57
4.5. Seramik Yüzeyler Üzerinde Hızlı Kuruma Performans Testi	57
5. BULGULAR ve TARTIŞMA	58
5.1. Primer Temizleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	58
5.1.1. Genel Temizleyici Performans Testi Sonuçları	58
5.1.2. Mutfak Temizleyici Performans Testi Sonuçları	59
5.1.3. Banyo Temizleyici Performans Testi Sonuçları	60

5.2. Sekonder Temizleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	61
5.2.1. Seramik Yüzeyden Hızlı Kuruma Performans Sonuçları	62
5.2.2. Seramik Yüzeyde İz Bırakmama Performans Sonuçları	63
6. SONUÇLAR	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	70

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve</u>	<u>Kısaltmalar</u>	<u>Acıklamalar</u>
AHPS	:	1-Alliloksi-2-hidroksipropil Sülfonat
APG	:	Alkil Poliglukozit
BT	:	Banyo Temizleyici
EO	:	Etilen Oksit
EDTA	:	Etilendiamintetraasetik Asit
GT	:	Genel Temizleyici
HLB	:	Hidrofilik Lipofilik Denge
IPP	:	(Indutrieverband Putz und Pflegemittel) Alman Deterjan Üreticileri Birliği
MT	:	Mutfak Temizleyici
PVC	:	Polivinil klorür
PO	:	Propilen Oksit
PEG	:	Polietilen Glikol
PPG	:	Polipropilen Glikol
LAB	:	Lineer Alkil Benzen
LAS	:	Lineer Alkil Sülfonat
STPP	:	Sodyum Tripolifosfat

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Yüzey Aktif Madde Yapısı	7
2.2: Anyonik Yüzey Aktif Madde Yapısı	9
2.3: Karboksilik Asit	10
2.4: Sodyum Alkil Karboksilat	10
2.5: Sodyum Dilauret-7 Sitrat Molekülü	10
2.6: Alkil Poliglikol Eter, Sodyum Tuzu	11
2.7: Sodyum Alkil Sülfat	12
2.8: Sodyum Alkil Eter Sülfat	13
2.9: Primer Sodyum Alkil Sülfonat	14
2.10: Lineer Alkil Benzen	15
2.11: Katyonik Yüzey Aktif Madde Yapısı	15
2.12: Alkilamin Yapısı	16
2.13: Alkil İmidazolin	16
2.14: Tetraalkil Amonyum Tuz	17
2.15: Alkil Betain	18
2.16: Esterquat Yapısı	19
2.17: Amfoterik Yüzey Aktif Madde Yapısı	19
2.18: Açılammfopropionat	20
2.19: Alkil Aminopropanoik Asit	20
2.20: Noniyonik Yüzey Aktif Madde Yapısı	20
2.21: Etoksile Alkol Yapısı	22
2.22: Etoksile PPG Eter	23
2.23: Alkilpoliglukozit	24
2.24: Etoksile Alkanolamid	25
2.25: Etoksile Yağ Asidi	26
2.26: Etilen Glikol Ester	26
2.27: Genel Polimer Yapı Monomerleri	29
2.28: Sülfone Monomerler	29

2.29: Karboksimetilselüloz	30
2.30: Katyonik Disperse Edici Polimer Yapısı	30
2.31: Amfoterik Disperse Edici Polimer Yapısı	31
2.32: Sitrik Asit	32
2.33: Hipoklorit Ağartma Sistemi Reaksiyonu	32
2.34: Peroksit Bazlı Ağartma Sistemi Reaksiyonu	33
2.35: Perhidroliz Reaksiyonu	33
2.36: Kirin Yüzeyden Uzaklaştırılmasının Şematik Gösterimi	37
2.37: Polietilentereftalat	40
2.38: Polietilenimin	44
2.39: Maleik Asit / Olefin Kopolimeri	44
2.40: Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat Kopolimeri	45
2.41: Metakril amidopropil Trimetilamonyum Klorür / Etakrilat / Akrilik Asit	45
Terpolimer	
3.1: IKA Marka Ultra Turrax®	48
3.2: BYK Gardner Marka Glosmetre	49
3.3: Temizleme Robot Sistemi	51
3.4: Yüzeyde İz Bırakmama Testi	52
3.5: Yüzeyden Hızlı Kuruma Testi	53
5.1: Genel Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları	59
5.2: Mutfak Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları	60
5.3: Banyo Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları	61
5.4: Genel Temizleyici Formüllerinin Hızlı Kuruma Performans Testi Sonuçları	62
5.5: GT1 Formüllerinin Yüzeyde İz Bırakmama Performansı Sonuçları	64
5.6: GT2 Formüllerinin Yüzeyde İz Bırakmama Performansı Sonuçları	65
5.7: GT3 Formüllerinin Yüzeyde İz Bırakmama Performansı Sonuçları	66

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No :</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Deterjanlarda Kullanılan Bazı Yaygın Polimerler	28
2.2: Yaygın Kullanılan Solvent ve Hidrotrop Yapıları	34
2.3: Performansı Arttıran Minör Girdilere Ait Yapılar	36
3.1: Testlerde Kullanılan Yüzey Aktif Maddeler ve Özellikleri	43
3.2: Testlerde Kullanılan Polimerler ve Özellikleri	46
3.3: Testlerde Kullanılan Solvent ve Diğer Kimyasallar	47
3.4: IPP Metodu Kir Karışımı	50
4.1: Genel Temizleyici Formülleri	54
4.2: Banyo Temizleyici Formülleri	55
4.3: Mutfak Temizleyici Formülleri	56

1. GİRİŞ

Ev temizlik ürünleri en çok satın alınan hızlı tüketim ürünlerinden biridir. Plastikler ve sentetik fiber malzemeler dışında, insanların bu kadar sıklıkla kullandığı başka bir kimyasal ürün sınıfı yok gibidir.

Ürünler birkaç farklı şekilde sınıflandırılabilirler; örneğin, ürün fiziksel yapılarına göre (toz, sıvı, jel, tablet), temizlenen yüzeye / malzemeye göre (narin kumaşlar, renkli ya da beyaz kumaşlar, banyo temizleyiciler, mutfak temizleyiciler), performans etkilerine göre (temizler ve yumuşatır, dezenfekte eder vb.). Günümüzde artık deterjanlar farklı nedenlerden dolayı gittikçe daha da karmaşık ve detaylı hale gelmektedir. Bu nedenlerden biri uygulama yollarının değişmesi; otomatik bulaşık makineleri, otomatik çamaşır makineleri vb. Bir diğer faktör ise tüketicilerin beklentilerinin değişmesi. İnsanların kısıtlı zamana sahip olmaları evdeki temizlik sürecini kısa zamanda minimum efor sarfederek, her kir tipine karşı en iyi temizlemeyi, temizlenen yüzeylere güvenli olan, çevreci ürünleri tercih etmelerine sebep olmuştur. Buna bağlı olarak üreticiler maliyetleri gözönünde bulundurarak talepler karşısında yeni ve detaylı formül uygulamalarına yönlenmişlerdir. Deterjanlar bitmiş ürünlerdeki fonksiyonlarına ve özelliklerine göre sınıflandırılan hammaddelerin karışımı ile formüle edilirler. Bu farklı sınıftaki hammaddeler yüzey aktif maddeler, polimerler, dolgu maddeleri, kompleks yapıcılar, ağartıcılar, solventler, enzimler ve diğer minör girdilerdir. Cam temizleyici gibi sadece 3 hammadde sınıfını içeren basit formülasyona sahip ürünler olduğu gibi tüm bu girdileri formülasyonunda barındıran en kompleks ürün olarak toz çamaşır deterjanları gösterilebilir. Ev temizliğinde deterjan ürünleri 3 ana gruba ayırabiliriz. Bunlar çamaşır deterjanları ve yardımcıları (yumuşatıcılar, ağartıcılar, leke çıkarıcı özel ürünler vb.), bulaşık deterjanları ve sert yüzey temizleyiciler. Çamaşır deterjanları ve yardımcıları toz, sıvı, jel, tablet, spray edilebilen formlarda olabilirler. Normal çamaşır deterjanları kirleri ve lekeleri uzaklaştırdığı gibi çamaşırların beyazlığını arttırma gibi temel özellikleri sağlar. Performans polimerlerine sahip çamaşır deterjanları bu temel özelliklerin yanısıra ürüne renk transferini engelleyerek renkli çamaşırları koruma, çamaşırları yumuşatma ve tekstilin yıpranmasını engelleme gibi özellikler sağlayabilirler. Bulaşık deterjanları hem otomatik makina

hem de elde yıkama deterjanlarının kapsar. Bunlar sıvı, jel, tablet, toz formda bulunabilirler. Temel olarak kirlerin uzaklaştırılması ve temiz yıkama özellikleri sağlarken, performans polimerlerine sahip olan tipleri hızlı kuruma, su sertliğini kontrol ederek parlak yüzeyler, iz bırakmama gibi özellikler sağlayabilirler. Sert yüzey temizleyiciler bir ürünün evin tüm yüzeylerini temizlemede kullanılamayacağı için çok çeşitli tiplerde ve amaçlarda olacak şekilde üretilip satılırlar. Sıvı, jel, sprej edilebilir, ıslak mendil formlarında bulunabilirler. Markette bulunan çeşitleri; genel temizleyiciler, cam temizleyiciler, mutfak temizleyiciler, banyo temizleyiciler, yer temizleyiciler, tuvalet temizleyiciler vb. olarak sıralanabilir.

Yukarıda bahsedildiği üzere her ürün grubunun birincil özelliği temizlemeyi sağlamak. Bunun dışında belirtilen özellikler için deterjanların performans ürünlerini içermesi gerekmektedir. Bu özellikleri sağlamada da en önemli girdi olarak fonksiyonel polimerler kullanılır.

1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Bu çalışmada, sadece ev temizlik ürünlerinin markette en fazla yeri olan çamaşır deterjanlarında kullanılan performans polimerlerinin, bir diğer deterjan sınıfı olan sert yüzey temizleyicilerindeki (Genel Temizleyici, Banyo Temizleyici, Mutfak Temizleyici) birincil ve ikincil temizleme performanslarına olan katkıları incelendi. Çalışmada kullanılan formüllerin herbirinde 3 farklı yüzey aktif sınıfı (Sodyum Lauril Eter Sülfat, Guerbet Alkol Alkoksilesi ve Alkil Poliglukozit) ve suda çözünebilen anyonik farklı molekül ağırlıklarındaki homo- ve kopolimerleri (Maleik Asit / Olefin Kopolimer sodyum tuzu, Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat, Polietilenimin, Amino modifiye Polikarboksilat) kullanılmıştır. Hazırlanan formüller, özel olarak dizayn edilmiş “Temizlik Robotu” kullanılarak PVC yüzeyler üzerinde hazırlanmış standart kir karışımının birincil temizleme performansı test edilerek spektroskopik ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Ayrıca, asidik ortamdaki farklı kir yapısı dolayısıyla banyo temizleyici formülleri için damla testi metodu da uygulanmıştır. Kullanılan polimerlerin yüzey modifikasyonu etkilerini incelemek için ikincil temizleme performansı test metodları uygulanmıştır. Test sonuçları görsel olarak incelendi ve fotoğraflanmıştır. Yapılan çalışmalarda kullanılan anyonik

yapıdaki polimerlerin özellikle noniyonik karakterdeki yüzey aktiflerle olan kombinasyonlarında temizleme performansını arttırdığı görülmüştür.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Deterjan ile ilgili Genel Bilgiler

Deterjan terimi ve tanımı, aşağıdaki fonksiyonları sağlayan malzemeler / ürünler için kullanılır;

- Materyalin yüzeyden uzaklaşmasını kolaylaştırmak, örneğin ; kumaştan kirin, tabaktan yemek kirinin ya da sert bir yüzeyden sabun kirinin uzaklaştırılması.
- Materyallerin stabilize ya da disperse edilmesi, örneğin; yağ damlacıklarının su gibi bir mobil fazda süspanse edilmesi.

Deterjanın bu fonksiyonları yerine getirebilmesi; formülasyonun bileşimine, kullanım şartlarına, uygulanacak yüzeyin yapısına , yüzeyden uzaklaştırılacak / disperse edilecek maddenin yapısına bağlıdır. Dolayısıyla deterjan formülü son kullanıcının ihtiyaçlarına, ekonomik beklentilere, çevresel koşullara bağlı olarak oluşturulabilen kompleks bir prosestir.

Bununla birlikte ev temizlik ürünlerinde ve kişisel bakım ürünlerinde en yaygın kullanılan deterjanları aşağıdaki şekilde 4 ana gruba ayırabiliriz :

- Çamaşır deterjanları ve yardımcıları. Bu grupta yer alan çamaşır deterjanı ürünleri toz, sıvı, tablet ya da jel formda olabilirler. Bununla birlikte çamaşır yumuşatıcıları mendil formda ya da likit olabildiği gibi, ağartıcı ürünler de sıvı ya da jel formda olabilirler. Tipik çamaşır deterjanı ürünleri temel olarak yüzeyden kirin uzaklaştırılarak tekstilin temizlenmesi ve bunun yanında beyazlatma etkisi için formüle edilirler. Bu genel özelliğe ilaveten bazı yeni jenerasyon deterjanlar tekstili koruma, yıkama esnasında boya geçişlerini öneme ve çamaşırı yumuşatma gibi etkilere de sahiptirler.
- Bulaşık deterjanları. Bu ürün grubunda elde yıkama (manuel) ve bulaşık makinesi deterjanları yer alır. Sıvı, jel, tablet, toz formda olabilirler. Elde yıkama bulaşık deterjanları gıda kirlerinin farklı yüzeylerden (metal, cam , seramik vb.) temizlenmesi için formüle edilirler. Kolay temizleme, ekstra köpük, ciltle uyumlu gibi özellikleri de içeren ürünler vardır. Otomatik bulaşık makinesi için oluşturulan formüller yüzeyden sadece kirin uzaklaştırılması değil, uzaklaştırılan

kirin yıkama suyunda makine içerisinde süspanse edilmesini, su sertliğinin kontrol edilmesini, yıkanan yüzeylerde hidrofobik film oluşturularak sudan kaynaklanabilecek damla izlerinin giderilmesi sağlayacak özellikler taşırlar. Ayrıca parlatici ürünler de yıkama suyunun yüzey gerilimini düşürerek, yıkama sonunda suyun yüzeylerde tutunamamasını ve iz bırakmamasını sağlar.

- Sert yüzey temizleyiciler. Her yüzeyin temizliği için sadece bir ürünün kullanımının mümkün olmamasından dolayı markette bir çok uygulama için spesifik ürünler bulunur. Bu ürünler genellikle sıvı formdadırlar. Bununla birlikte jel, toz, ıslak mendil formlarında da bulunabilirler. Temel prensipleri su sertliğini de kontrol ederek yüzeydeki kirlere penatre ederek yüzeyden uzaklaştırmak ve tekrar yüzeye tutunmasını engellemektir. Temizlemenin dışında antibakteriyel ajan birlikteliğiyle dezenfekte etme özellikleri ya da formülde içerdikleri minerallerle mekanik etki sağlamaları gibi özellikleri de olabilir.
- Kişisel bakım ürünleri. Bu gruptaki ürünler şampuanlar, diş macunları, vücut şampuanları gibi el ve vücut ürün temizliğini sağlayan ürünleri içerir. Sıvı, jel ya da kalıp ürünler halinde pazarlanırlar. Bu tip ürünlerde en önemli özellikler ciltte bıraktığı his, temizleme, koku ve kolay durulanabilirliği gibi temel özelliklerdir. Formüller temizlemenin dışında dezenfekte etme, cildi yağlandırma, dezenfekte etme gibi özellikleri de taşıyabilmektedir.

Bu bahsedilen tüm kategoriler için ürünler formüle edilirken tüketicilerin beklentileri, çevresel faktörler ve insan güvenliği gibi parametreler gözönünde bulundurulur. [Showell, 2006]

Bu çok bilindik ürün gruplarının yanısıra deterjan formülleri diğer birçok sektörde de kullanılmaktadır :

- Çevreyle ilgili iyileştirmeler. Formüle edilen yüzey aktif madde sistemleri yeraltından sağlanan kontamine olmuş suların temizlenmesinde yardımcı olurlar.[Inform, 2002]
- Yağların geri kazanımı. Yüzey aktif maddelerin kullanımı yağların geri kazanımında en başarılı metodlardan biridir. [Gogarty, 1976]
- Nanomühendislik. Araştırmacılar yüzey aktif maddelerin faz davranışlarından yararlanarak kendi kendine oluşan nanosistemleri geliştirmişlerdir.[Zheng, 2002]

- Boya ve yazıcı mürekkepleri. Boya ve mürekkep üretimlerinde pigmentin sudaki emülsiyonu için yüzey aktif madde sistemleri ya da disperse edici polimerler kullanılır. [Bassemir, 1995]
- Sentetik polimerlerin hazırlanması ve uygulanması. Emülsiyon polimerizasyonu ve latex üretimi, yüzey aktif maddelerin temizleme özelliklerinden sonra en çok kullanılan alanlardır. [Hendricks, 2003]
- Endüstriyel ve metal yüzey temizleme. Deterjanlar mikroelektronik parçaların ve kısımların temizliğinde kullanılırlar. [Inform 2002]
- Medikal uygulamalar. Erken doğan bebekler üzerinde solunum ile ilgili problemler üzerindeki çalışmalarda da yüzey aktif maddeler kullanılmaktadır.[Inform, 2002]
- Yağlandırııcılar. Çok fazla ürün girdisi çeşitliliğine sahip olmasına rağmen, yağlandırııcılar formüllerinde yüzey aktif maddeleri bulundurlar.
- Tekstil uygulamaları. Deterjanlar tekstil sektöründe liflerin işlenmesi sırasındaki yağlanmalarından dolayı, yağların temizlenmesinde kullanılırlar.
- Zirai uygulamalar. Pestisit ve herbisitler bitkilerde kullanılmak için sulu çözeltiler halinde hazırlanırlar.Emülsiyon edilmelerini de yüzey aktif maddeler sağlarlar.[Tadros, 1995]

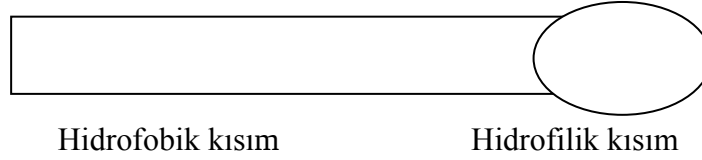
2.2. Deterjan Formüllerini Oluşturan Kimyasallar

Modern deterjan formülleri uygulama alanı ve beklenen performans parametrelerine bağlı olarak 20 ya da daha fazla girdi sayısına kadar kimyasal girdiye sahip olabilir. Genel olarak ve en önemlileri olarak bahsedilecek olan kimyasallar ; yüzey aktif maddeler, polimerler, dolgu maddeleri, kompleks yapıcılar, ağartıcı sistemler, solventler ve performans artırıcı minör girdiler olacaktır.

2.2.1. Yüzey Aktif Maddeler ve Sınıflandırılmaları

Yüzey aktif maddeler bulundukları sıvı sistemlerin arayüzey özelliklerini modifiye eden moleküllerdir. Bu moleküllerin kendilerine özgü olan bu karakteristik

özellikleri, aynı molekül yapısında hidrofilik ve hidrofobik kısımları bulundurmalarından oluşan amfifilik karakterlerinden dolayıdır. Sonuç olarak yüzey aktifler sıvı sistemlerin arayüzeyindeki aktiviteleri dolayısıyla da arayüzey gerilimini düşürürler.



Şekil 2.1: Yüzey Aktif Madde Yapısı.

Yüzey aktif maddelerin suya olan ilgisini belirleyen hidrofilik kısımlarına bağlı olarak bu moleküller temelde anyonik, noniyonik, katyonik ve amfoterik olarak sınıflandırılırlar. Bunun yanında hidrofobik kısımları da çoğu zaman hidrokarbon olmasına rağmen, polidimetilsiloksan ya da perflorokarbon hidrofobik zincire sahip yüzey aktifler de mevcuttur.

Bahsettiğimiz üzere hidrofilik karakterlerinden dolayı sınıflandırılan yüzey aktifler, genel anlamda karakteristik özelliklere sahiptirler ;

Anyonikler, yüzey aktif olarak bilinen en eski tipteki yapıdır ve en yaygın olan sınıftır. Bu sınıftaki moleküller deterjan kimyacıları tarafından lokomotif ürünler olarak bilinirler. Buna bağlı olarak da en çok üretim hacmine sahip ve diğer yüzey aktiflere göre daha ucuz sayılabilecek yüzey aktif maddelerdir. Özellikle deterjan özellikleri ve belirli kirlerin uzaklaştırılmasında etkilidirler. Bu özellikleri şu şekilde açıklanabilir ; temizlenecek olan birçok yaygın yüzey anyonik yüklüdür. Yüzeyden uzaklaştırılacak olan kir ve anyonik yüzey aktifin bir araya gelmesiyle aynı yüklerin birbirlerine karşı itme özelliklerinden dolayı kir, anyonik yapıdaki yüzey aktifle yüzeyde tutunamayarak uzaklaşır.

Anyonik yüklü baş kısımlarından dolayı hidroliz olmaya karşı direnç gösterirler. Bununla birlikte sülfatlar hidrolitik bozunmaya en eğilimli grup olmalarına rağmen sülfonatlar oldukça kararlıdır.

Anyonik yüzey aktifler sert sulara karşı oldukça hassastırlar. Bu durum bu sınıf moleküllerin sert sularda kullanımını kısıtlamaktadır. Alkol etoksi sülfatlar, alkol sülfatlara göre toprak alkali metallere karşı daha az hassastırlar.

Bazı anyonikler ise sulu ortamda viskozite oluşturmaya meyillidirler. Bu da deterjan üreticileri için istenen önemli bir özelliktir.

Katyonikler özellikle anyonik yüzeyler üzerindeki kararlılıkları ve yüzey modifiye etmeleriyle karakterize edilirler. Bu spesifik özelliklerinden dolayı çamaşır yumuşatıcı ürünlerinde (dialkil ya da diester kuaterner amonyum tuzları) ya da saç kremlerinde kullanılırlar. Katyonikler , anyonik yüzey aktiflerle suda çözünmeyen kompleksler oluştururlar. Bunun yanısıra dodesil dimetil benzil amonyum klorür ya da setil terimethyl amonyum klorür gibi bazı katyonikler de antibakteriyel olarak kullanılırlar.

Amfoterikler diğer sınıf yüzey aktifler gibi formüllerin temel girdisini oluşturmazlar. Bu sınıftaki moleküller diğer yüzey aktiflerle kullanılarak, köpük yapma ve deterjan özelliğini arttırmak için kullanılırlar. Optimum yüzey aktivite özellikleri nötral pH değerlerinde olması ile birlikte, kozmetik ürünlerinde (vücut şampuanı, saç şampuanları vb.) cilt ile uyumlu olan bu pH aralığında kullanılmaları bu yüzey aktiflerin önemini artırır.

Noniyonikler daha önce bahsettiğimiz su sertliği ve pH gibi parametrelere olan düşük hassasiyetlerinden dolayı önem kazanan bir diğer sınıf yüzey aktif grubudur. Ayrıca anyonik, katyonik ve amfoterik yüzey aktiflerle birlikte kullanıldıklarında noniyonik karakterde olmalarından dolayı herhangi bir problem oluşmadığından, formül oluşturmada çok büyük kolaylık ve fayda sağlayan bir sınıftır. Örneğin, noniyonikler su sertliğinden dolayı oluşabilen anyoniklerin kalsiyum ve magnezyum tuzlarının çözünürlüğünü arttırmada yardımcı olurlar.

Bu sınıftaki yüzey aktifler için önemli bir parametre de HLB (Hidrofilik-Lipofilik Denge) değeridir. HLB değeri molekülün polar kısımları (etilen oksit, propilen oksit) ve hidrofobik kısmını oluşturan karbon zincirinin dengelenmesi ile ayarlanabilir.

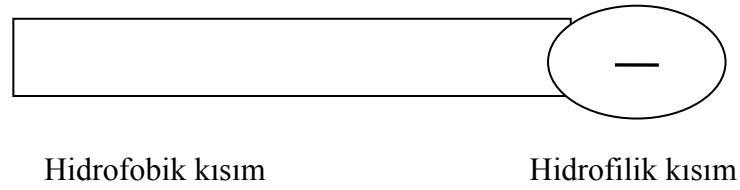
Etoksile noniyonikler sıcaklığa duyarlı özellik gösterirler. Verilen sıcaklık değerlerinde, sıcaklığın artmasıyla çözünürlükleri azalır. Bu durum moleküllerin

bulanma noktalarında çökmesine neden olur. Bu istenmeyen davranış noniyoniklerin HLB değerlerinin ayarlanmasıyla düzenlenebilir.

2.2.1.1. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler

Daha önce de bahsettiğimiz üzere en fazla üretim hacmine sahip, maliyeti en uygun ve en yaygın kullanılan yüzey aktif türüdür.

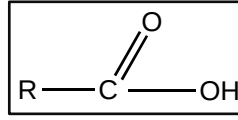
Tanım olarak, hidrofobik kısmının negatif yük taşıdığı moleküllerdir. Bu hidrofilik kısım karboksilat, sülfat, sülfonat ya da fosfat olabilir.



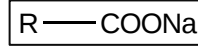
Şekil 2.2 : Anyonik Yüzey Aktif Madde Yapısı.

Karboksilik Asitler ve Tuzları; bu sınıfa ait yüzey aktifler olekimya ile elde edilir. Karboksilat tuzları hayvansal ya da bitkisel yağların (ya da sabunlar) alkali hidrolizi ile ya da sabunlaşmayla oluşturulabilirler. Ayrıca yağ asitlerinin nötralizasyonu ile karboksilatların asidifikasyonları gözlenir.

Doymuş sodyum sabunlarının C_8 zincirine sahip olanları suda oldukça yüksek çözünürlüğe sahipken karbon zinciri $C_{18} - C_{20}$ doğru gittikçe sudaki çözünürlükleri azalmaktadır. Yağ asitleri genelde üretim prosesleri dolayısıyla saf olarak elde edilmezler. Farklı karbon zincirlerini içeren karışımlar halinde bulunurlar. $C_{16} - C_{18}$ karbon zincirine sahip hayvansal kaynaklı yağ asitleri en yaygın bulunabilen tipleridir.



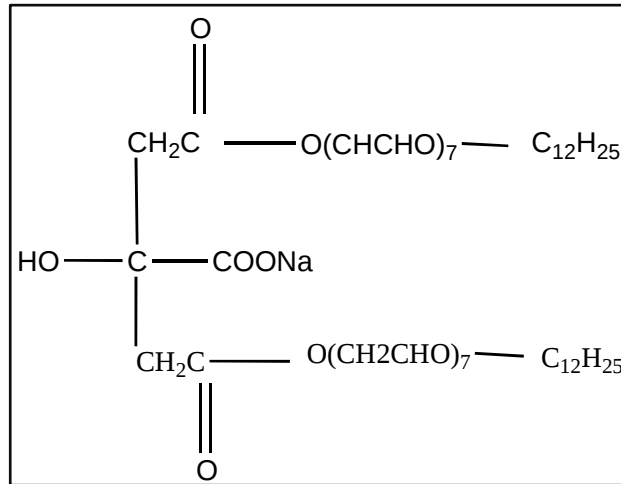
Şekil 2.3 Karboksilik asit.



Şekil 2.4: Sodyum alkil karboksilat.

Alkil karboksilatların temel kullanım alanı kalıp sabunlardır. Suda çözünebilen tipleri el ve vücut temizleyiciler, traş köpükleri / kremleri gibi ürünlerde kullanılırken, suda çözünmeyen tipleri su/yağ emülsiyonlarında yüzey aktif madde olarak kullanılabilir.

Ester Karboksilik Asitler; bu sınıf yüzey aktifler karboksilik asit bazlı yüzey aktiflerin mono- , di- ve trikarboksilik asit tipleridir. Bu esterler alkol ve polikarboksilik asit ya da hidroksi asit ve karboksilik asit gibi farklı tip moleküllerin kondenzasyon reaksiyonları ile üretilirler. Reaksiyona girecek alkol önceden etoksile edilmiş de olabilir.



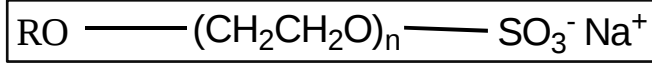
Şekil 2.5: Sodyum dilauret-7 sitrat molekülü.

Bu sınıf yüzey aktifler iyi köpürme özelliğine sahip olduklarından dolayı saç ya da vücut şampuanlarında kullanılırlar.

Eter Karboksilik Asitler; eter karboksilik asitler sodyum kloroasetat ile etoksile

yağ alkollerinin reaksiyonundan elde edilirler. Bu molekül tiplerinde etoksile edilmiş grubun varlığından dolayı eter karboksilatların sudaki çözünürlükleri sabunlara göre daha fazladır ve ayrıca su sertliğine sabunlardan daha az hassasiyet gösterirler. Noniyoniklere kıyasla da bulanma noktası gibi problemleri yoktur ve iyi ısılatma özelliğine sahiptirler.

Eter karboksilatlar alkali ya da asit varlığında hidrolize uğramazlar.



Şekil 2.6: Alkil poliglikol eter, sodyum tuzu.

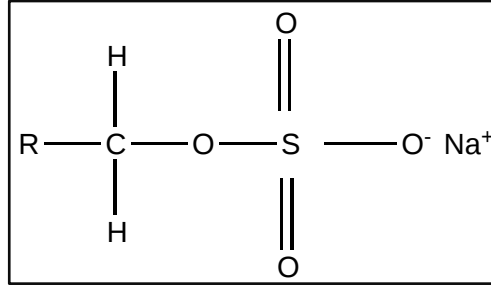
Eter karboksilatlar genellikle emülsiyeye edici olarak kullanılırlar. Örneğin deterjan sektöründe asidik tuvalet temizleyicilerde kullanılırken, kozmetik sektöründe kremimsi köpük yapması ve saç kondisyoneri gibi amaçlarla kullanılabilirler.

Alkil Sülfatlar; alkil sülfatlar sülfürik asitin organik esterleridir. Kükürt atomu hidrokarbon zincirindeki karbon atomuna oksijen atomu ile bağlanır. Sodyum lauril sülfat bu sınıfa ait en çok bilinen yüzey aktiftir.

Alkil sülfatlar yağ alkollerinin sülfasyonuyla üretilirler. Sülfasyon, primer yağ alkolünün sülfürik asit, klorosülfonik asit, amidosülfonik asit ya da gaz haldeki kükürt trioksit / hava karışımının reaksiyonuyla elde edilirler. Bu bahsedilen reaktantlardan günümüzde en çok kullanılanı kükürt trioksit / hava karışımıdır.

Alkil sülfatların özellikleri temel olarak karbon zinciri uzunluğuna, hidrokarbon zincirinin dallanma derecesine ve az da olsa yapısındaki iyonun yüküne bağlıdır. Özellikle sert sularda iyi köpük yapıcı özelliğe sahiptirler. En iyi köpük yapma yeteneğine sahip olan tipleri C₁₂ - C₁₄ karbon zinciri aralığına sahiptir. Belirgin hidrofilik karakterlerinden dolayı alkil sülfatlar yağ / su emülsiyonlarında oldukça iyi emülsiyeye etme ve deterjan özelliği gösterirler. Buna bağlı olarak da elbiselerdeki yaka ya da kollarda vücut yağlarının oluşturduğu kirleri uzaklaştırmada etkilidirler.

Lauril sülfat çözeltileri %28 in üzerinde jel formunda bulunurlar. Daha seyreltik çözeltileri akışkan sıvı haldedir ancak elektrolit ilavesinde kolaylıkla kıvam alabilirler



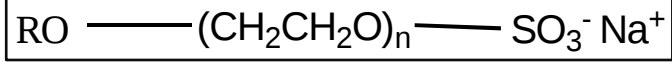
Şekil 2.7 : Sodyum Alkil Sülfat.

Sülfonatların temizlik ve kosmetik sektöründe lokomotif görevini almalarından önce alkil sülfatlar uzun bir süre (yaklaşık 25 yıl) en önemli sentetik yüzey aktiflerdi. Alkil sülfatlar hala yaygın olarak kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde kullanılırlar. Diğer yüzey aktiflerle olan sinerjileriyle birlikte sağladıkları köpük performansından dolayı deterjan sistemlerinde de kullanım alanı bulmaktadırlar. Bunların yanısıra saf sodyum lauril sülfat ağız bakım ürünlerinde ve diş macunlarında köpük yapıcı olarak kullanılır.

Alkil Eter Sülfatlar; diğer bir isimlendirmeyeyle alkol etoksi sülfatlar etoksile yağ alkolünün sülfasyonu ile elde edilirler. Eter sülfatlar alkali ortamda kararlı olmalarına rağmen asidik ortamda ve hatta nötral ortamlarda da çok hızlı hidrolize uğrayabilirler. Bu hidroliz otokatalitik asidifikasyon prosesi olarak bilinir ve sürekli olarak devam eden bir reaksiyondur.

Alkil sülfatlarla kıyaslandıklarında eter sülfatlar suda daha yüksek çözünürlüğe sahiptirler. Bunun yanısıra eter sülfatların oluşturduğu viskoz çözeltiler elektrolit varlığında alkil sülfatların oluşturduğu viskoz sistemlere göre çok daha fazla hassastırlar. Formülasyoncular bu durumu sıvı formüllere elektrolit ilavesi ile (örneğin NaCl) kıvamlı hale getirerek avantajlı duruma dönüştürürler. Eter sülfatların köpük yapma yetenekleri oldukça yüksek olmasına rağmen alkil sülfatlara kıyasla biraz daha düşük seviyededir.

Eter sülfatlar diğer yüzey aktiflerle kullanıldıklarında farklı özellikler gösterebilirler. Özellikle genel temizleyici ürünlerde yağ disperse etme kapasitesini ve köpük kabiliyetini artırırlar. Ayrıca kişisel bakım ürünlerinde de ciltle olan uyumlarından da bahsedilebilir.



Şekil 2.8: Sodyum Alkil Eter Sülfat.

Alkil eter sülfatlar anyonik yüzey aktif sınıfının en önemli gruplarından biridir. Çok geniş kullanım alanına sahiptirler. Yüzey temizleyicilerden bulaşık deterjanlarına, halı şampuanlarından toz ya da sıvı çamaşır deterjanlarına kadar çok fazla alanda kullanılabilirler.

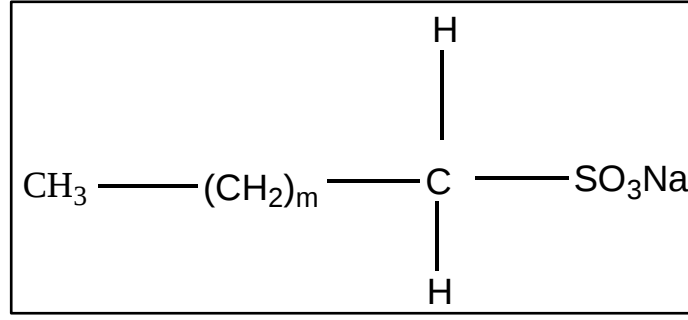
Bunların dışında kişise bakım ürünlerinde de kullanılırlar. Şampuanlar, duş jelleri, sıvı sabunlar vb. 2 mol etilen oksit içeren molekül en çok tercih edilendir. Etoksilasyon derecesi arttıkça cilt ve göz irritasyonu azalır.

Sülfonik Asitler ve Tuzları; kimyasal yapı olarak baktığımızda bu gruptaki yüzey aktifler öncekilere göre farklılık gösterirler. Bahsettiğimiz molekülde kükürt atomu karbon atomuna oksijen atomu ile bağlanırken, bu sınıf yüzey aktiflerde kükürt atomu karbon atomuna direk bağlıdır. C – S bağı sülfonatları hidrolize eğilimli değildir ve konsantre sülfonik asit formunda saklanabilirler. Sülfonasyon ajanları daha önce bahsedilen sülfasyon reaksiyonlarındaki ajanlarla aynıdır.

Alkil Sülfonatlar; en temel 3 tipi; primer ve sekonder parafin sülfonatlar ile α -olefin sülfonatlarıdır.

Parafin sülfonatlar n-parafinlerin sülfoksidasyonu ile elde edilirler. Parafin sülfonatlar suda oldukça çözünürler, iyi köpük yapıcıdır ve iyi emülsiyecilerdir. Ancak çözeltileri elektrolit ilavesiyle kıvam almaz. Bu yüzden sıvı ya da konsantre ürünlerin formüle edilmesinde kullanılırlar. α -Olefin sülfonatlar 12-18 karbon atomlu α -olefinlerden türetilirler.

Ana sülfonasyon prosesi sulfur trioksit kullanımıyla ana ürün olarak alken sülfonik asit ve yan ürün olarak çeşitli sülfonları verecek şekilde yürür. Sülfonların ileri alkali hidrolizi ile hidroksialkane sülfonatlar ve alken sülfonatlar ele geçer. Sülfonların asidik hidrolizi ana ürün olarak alken sülfonatları verir.



Şekil 2.9: Primer Sodyum Alkil Sülfonat.

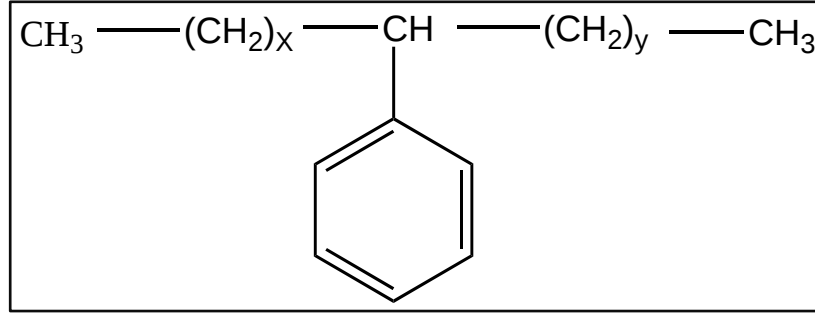
Alkan sülfonatlar daha çok Avrupa’da toz çamaşır deterjanlarında, sert yüzey temizleyicilerde kullanılırlar. Yüksek elektrolit içeriğindeki kararlı hallerinden dolayı, mineral içerikli formüllerde çok yaygın olarak kullanılırlar.

α -olefin sülfonatlar ise daha çok Asya’da çamaşır deterjanlarında, sentetik kalıp sabunlarda, ev bakım ürünlerinde ve Amerika’da da kişisel bakım ürünlerinin kullanımında yer bulmaktadır.

Alkil Aril Sülfonatlar; günümüzde bu gruba ait en önemli ürün lineer alkil benzen sülfonattır. Lineer zincirler daha yüksek biyolojik parçalanabilirliklerinden dolayı tercih edilirler. Lineer olefinlerin ya da klorlanmış düz zincirli parafinlerin Friedel-Craft tipi katalizörler varlığında (AlCl_3 ya da HF) benzen ile reaksiyonları lineer alkil benzeni (LAB) verir. LAB izomer dağılımı seçilen katalizöre göre değişiklik gösterebilir. 2-fenil izomerinin %20 - %30 arasında bulunan LAB, HF ve AlCl_3 katalizörleri ile üretilir.

LAB ın sülfonasyonu oleum, sülfürik asit ya da gaz haldeki kükürt trioksit ile gerçekleştirilebilir. Endüstriyel olarak SO_3 ile sülfonasyon en yaygın prosestir.

Lineer alkil benzenler düşük konsantrasyonlarda jel form oluşturmazlar. Bu yüzden ssulu çözeltileri çok kolaylıkla hazırlanabilir. TEA tuzları sodyum tuzlarından çok daha fazla çözünürlüğe sahiptir ve daha yüksek konsantrasyonlarda bile berrak çözeltiler elde edilir.

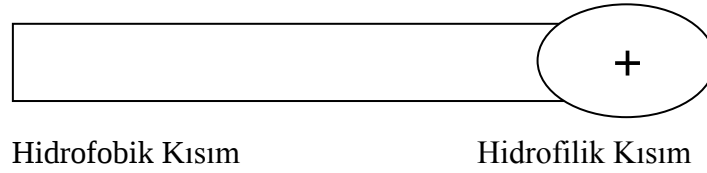


Şekil 2.10: Lineer Alkil Benzen (LAB).

Lineer alkil benzen oldukça yaygın kullanılan ve formül maliyetlerini çok fazla etkilemeyen bir yüzey aktif çeşididir. Deterjan tiplerinin birçoğunda en temel girdi olarak kullanılır.

2.2.1.2. Katyonik Yüzey Aktif Maddeler

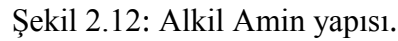
Daha önce de temel olarak gördüğümüz üzere, katyonik yüzey aktif maddelerin anyonik ve noniyonik yüzey aktif maddelerden en genel farkı taşıdığı pozitif yüküdür.



Şekil 2.11: Katyonik Yüzey Aktif MaddeYapısı.

Alkil Aminler; Primer, sekonder ve tersiyer aminler ve özellikler bu moleküllerin tuzları bu sınıftadır. Alkil aminler nötral çözeltilerde yüksüzdürler ve bu yüzden tam olarak katyonik değillerdir. Tersiyer aminlerin tuzları, aminlerin inorganik (hidroklorik) ya da organik (glikolik, laktik, asetik vb.) asitlerle nötralizasyonundan elde edilirler.

Yağ aminlerinin tuzları salisilik ya da o-klorobenzoik asit ile nötralize edildiğinde daha fazla germizidal ve fungisidal etki gösterirler.



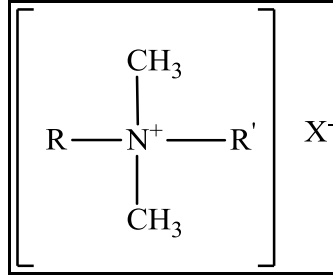
İrritasyon düzeylerinden dolayı kozmetik uygulamalarında çok nadir de olsa saç kremi formülasyonlarında yer bulurlar.



Kuaterner amonyum bileşikleri tersiyer amin ile kuaternize ajanın reaksiyonuyla elde edilir. Bunun için kullanılan kuaternize ajanlar metil klorür, benzil klorür olabilir. Kuaternerlerin sudaki çözünürlükleri temel olarak R gruplarının özelliğine (C zinciri uzunluğu, polarite vb.) bağlıdır. 2 ya da daha fazla

hidrofobik zincire sahip olanlar çok düşük çözünürlüğe sahiptirler. Diğer yandan N-alkiltrimetil amonyum tuzları ve kısa zincirli alkil dimetil amonyum tuzları genelde yüksek çözünürlüğe sahiptirler.

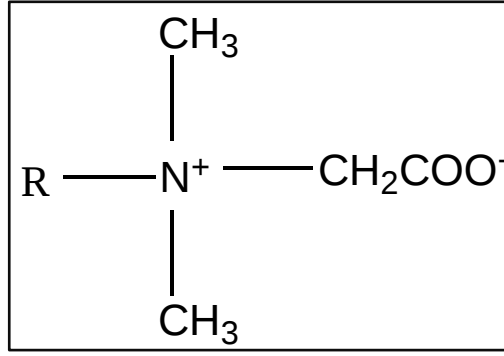
Kuaternerlerin temel kullanım alanları yüzeye tutunmalarına bağlı olarak oluşur. Düşük çözünürlüğe sahip uzun hidrofobik zincire sahip olanlar tekstil üzerinde tutunarak tekstilin yumuşak hissedilmesini sağlar. Bu yüzden en yaygın kullanım alanları çamaşır yumuşatıcılarıdır. Bunun yanı sıra aynı mantığa dayalı olarak saç kremlerinde ve şampuanlarda da kullanım yerleri vardır.



Şekil 2.14: Tetraalkil Amonyum Tuzu.

Alkil Betainler; alkil betainler amino asitlerin ($[\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3]\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH}$) N-trialkil türevleridir. Kalıcı pozitif yüklendikleri için katyonik olarak sınıflandırılırlar. Nötr ve alkali pH şartlarında negatif yük taşıyabilen fonksiyonel grupları olduğundan dolayı amfoterik olarak da bilinirler. Ancak gerçek anlamda betain olarak isimlendirilemezler çünkü hiçbir zaman tek başına negatif yük taşımazlar. Betainlerin belli bir pH değerindeki izoelektrik noktasında gösterdikleri zwitteriyonik karakteri göstermezler.

Betainler, anyonik yüzey aktiflerin varlığında iyi köpük yapıcı, ıslatıcı ve emülsiye edici özellik gösterirler. Deterjan özelliklerini en iyi alkali ortamda gösterirler. Katyonik formlarında (nötr ve asidik ortam şartlarında) su sertliğinden ve diğer metal iyonlarından etkilenmezler. Ayrıca betainlerin hidrotropik özellikleri vardır. Elektrolit bulunan ortamlarda etoksile yağ alkollerinin çözünürlüğünü arttırmada yardımcı olurlar.

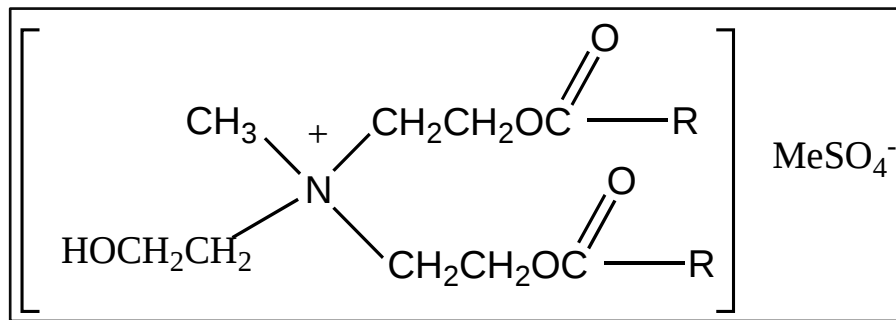


Şekil 2.15: Alkil Betain.

Betainler oldukça düşük irritasyon derecesine sahiptirler. Betainlerin varlığında anyonik yüzey aktiflerin neden olduğu irritasyon azaltılabilir. Bu özelliklerinden dolayı çoğunlukla yardımcı yüzey aktif olarak diğer yüzey aktiflerle birlikte kullanılırlar. En çok tercih edilen kullanım alanları kişisel bakım ürünleri ve deterjan sektöründe de bulaşık deterjanlarıdır.

Esterifiye Kuaternerler; esterifiye kuaternerler (esterquatlar) yağ asiti ile sekonder ve tersiyer amino alkollerin hidroksil gruplarının esterifikasyonu ile üretilirler. Kullanılacak olan amino alkoller de aminlerin etoksilasyonu ile elde edilirler. Sonuçta elde edilen ester amin kuaternize ajanları (dimetilsülfat, metilklorür vb.) ile kuaternerize edilirler.

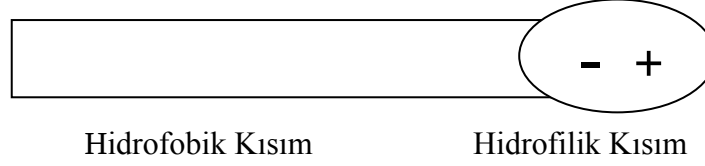
Diğer kuaternerler gibi esterquatlar da en çok çamaşır yumuşatma amaçlı kullanılırlar ve ayrıca biyolojik parçalanabilirlikleri vardır.



Şekil 2.16: Esterquat yapısı.

2.2.1.3. Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler

Amfoterik yüzey aktif maddeler daha önce de bahsettiğimiz gibi yapısında hem negatif hem de pozitif yük taşıyan yüzey aktif grubudur.



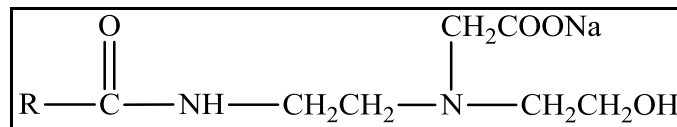
Şekil 2.17: Amfoterik Yüzey Aktif Madde Yapısı.

Betainlerde de bahsedildiği üzere amfoterik terimi sınırlayıcı parametrelere sahip. Molekülün sahip olduğu yük pH değerine göre değişmeli. İzoelektrik noktasında zwitteriyonik form göstermelidir.

Açıl Etilendiaminler ve Türevleri; Bu yüzey aktif grubundaki moleküller alkilimidazolin ve kloroasetik asit ya da akrilik asit reaksiyonundan elde edilirler. Karboksilasyon reaksiyonu süresince imidazolin halkası hidrolize uğrayarak halka açılır. Bu reaksiyon sonucunda oluşan ürünler mono- ve dikarboksilatlardır. Bu yüzey aktif sınıfı amfoterik özellikler gösterirler. Nötral pH değerinde zwitteriyonik karakter gösterirler ve izoelektrik noktasında sudaki çözünürlükleri minimumdur.

Fonksiyonel özellikleri betainlerinkine benzer. Cilt ile uyumlu formüllerde kullanılırlar ancak emülsiyetme kabiliyetleri zayıftır. Diğer yüzey aktif sınıflarıyla uyumludurlar. Su sertliğinde ve yüksek elektrolit içeriğinde kararlıdır.

Bu gruptaki yüzey aktifler çoğunlukla kişisel bakım ürünlerinde (bebek şampuanlarında göz yakmama özelliği) kullanılırlar. Az da olsa diğer kullanım alanları çamaşır yumuşatıcıları, endüstriyel temizleyiciler ve araba temizleme ürünleridir.

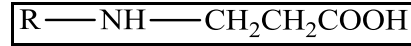


Şekil 2.18: Açılamfodipropionat.

N-Alkil Amino Asitler ve İmino Diasitler; bu moleküller alkil aminlerin kloroasetik asit ya da akrilik asit ile olan reaksiyonlarından elde edilen amino asitlerin türevleridir.

Alkilamino asitlerin sodyum tuzları asidik ve alkali çözeltilerde çözünürdür. Birden fazla karboksi grubu içeren moleküller daha fazla çözünürlüğe sahiptirler. Diğer yüzey aktiflerle, elektrolit varlığında ya da sert sularda olan uyumlulukları mükemmeldir. Bu yüzey aktiflerin köpük yapma ve ıslatma karakterleri nötral ve alkali pH ta oldukça iyidir. Ancak asidik pH değerlerinde bu özelliklerini kaybederler.

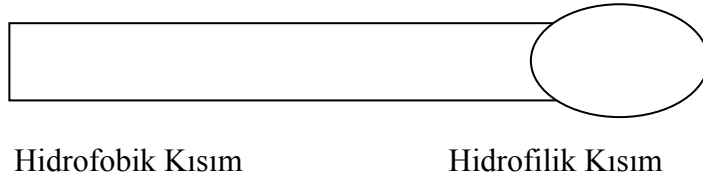
Bu gruptaki amfoterikler de büyük çoğunlukla kişisel bakım ürünlerinde kullanılırlar. Saç bakım kremlerinde yaygın kullanımları vardır. Ayrıca yüksek elektrolit içeren deterjan formüllerinde kullanılabilirler.



Şekil 2.19: Alkil Aminopropionik Asit.

2.2.1.4. Noniyonik Yüzey Aktif Maddeler

Hidrofilik grubunda herhangi bir yük bulundurmeyen yüzey aktif sınıfıdır.



Şekil 2.20: Noniyonik Yüzey Aktif Madde Yapısı.

Alkoller; yüzey ve arayüzey aktivitelerine rağmen sudaki çözünürlükleri çok düşük olduğu için yağ alkollerine tam anlamıyla yüzey aktif demek çok da kabul edilir değil. Buna rağmen yardımcı emülsiye edici ya da yardımcı yüzey aktif olarak birçok formülde bulunurlar. Ayrıca alkoller, etoksile yağ alkollerini ya da yağ alkolü sülfatları gibi çok yaygın kullanılan yüzey aktiflerin de başlangıç maddeleridir.

Yağ alkollerini temel olarak 2 farklı prosesle elde edilirler ;

- Ziegler prosesi etilen ve trialkil alüminyum kullanılarak çok sayıda alkol ve az miktarda dallanmış ya da sekonder alkollerin üretiminde kullanılır.
- Oxo prosesi geçiş metali katalizörlüğünde olefin, hidrojen ve karbonmonoksit kullanılarak gerçekleştirilen hidroformilasyon reaksiyonuna dayanır.

Yüzeyaktif madde üretimlerinde ana girdi olarak kullanımlarının yanı sıra, endüstriyel deterjanlarda emülsiyeye edici olarak da kullanılabilirler.

Eterler-Alkoksile Alkoller; bu sınıf yüzey aktif maddeler etoksile ve propoksile alkollerini kapsar. Etoksile alkoller (polietilenglikoller ya da polietilenglikol eterler) yağ alkollerini ve etilen oksitin (EO) reaksiyonundan elde edilirler. Aynı şekilde propoksile alkoller de propilen oksit ile alkol reaksiyonuna dayanır. Propilen glikolün düşük hidrofilik özelliğinden dolayı, bu grup molekülün sıdaki çözünürlüğünü arttırmaz. Bu yüzden genellikle aynı molekül içerisinde etilenoksit molekülleri de bulundurularak propilen glikol zincirlerinin hidrofobisitesi dengelenerek yüzey aktif maddenin HLB değeri kontrol altında tutulur.

Etoksilasyon reaksiyonu, genellikle geniş etoksilasyon derecesi sağlar. Bunun yanında düşük etoksilatlar oldukça yüksek etoksile olmamış yağ alkolü içerirler. Bu sapmalar ve istenmeyen durumlar polimerizasyon derecesi, katalizörün alkalitesi ya da asiditesi gibi bazı parametrelere bağlıdır.

Noniyonik yüzey aktiflerin yüzey aktif özellikleri bu bahsettiğimiz EO dağılımından etkilenir. Örneğin bazı uygulamalar dar aralıkta EO dağılımına sahip noniyonikler talep ederken, diğer bazı uygulama alanlarında geniş EO dağılımına sahip noniyonikler istenebilir.

Polietilenglikol eterlerinin sudaki çözünürlükleri enteresan bir karakteristiğe sahiptir. Belli bir sıcaklık aralığında sıcaklık artışıyla çözünürlükleri düşer. Bu durumun en genel açıklaması yüzey aktif maddenin dehidrasyonu ile çözücü arasındaki kuvvetli etkileşim olarak yapılabilir. Söz konusu açıklama termodinamik ve konformasyonel değişimler ile ilgili olarak şu davranışlarla açıklanabilir ;

- Öncelikle su molekülleri etilen oksit zincirlerinin etrafını sarar. Sıcaklık artışıyla istenmeyen entropi katkısına bağlı olarak bu düzenli yapı kırılır.
- Ayrıca etilenglikol grupları içeren sistemler, su molekülleri ve etilenglikol grupları arasında oluşan yaklaşık 7 kcal/mol enerjiye sahip hidrojen bağları

oluştururlar. Bu tip bağlar sıcaklığa karşı oldukça hassastırlar ve ısıtıldıklarında kolayca yıkılırlar.

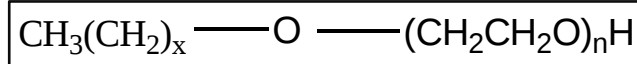
- Çözünürlükteki bu düşüş etilen glikol zincirlerinin sıcaklığın etkisiyle konformasyonel değişikliğe uğraması olarak açıklanır. Düşük sıcaklıkta, en yüksek dipole sahip suda çözünen konformasyon oluşur. Bunun yanında yüksek sıcaklıklarda çok düşük dipol momente sahip ya da dipol momenti olmayan diğer konformerler oluşacaktır.

EO türevlerinin sudaki çözünürlükleri hem sıcaklık hem de HLB değerlerine bağlıdır ve HLB değeri Griffin eşitliğiyle kolaylıkla hesaplanabilir ;

$$HLB = E / 5 \quad (2.1)$$

Eşitlikte belirtilen E değeri, molekülde etilenglikol birimlerinin ağırlıkça yüzdesini belirtir.

Etoksile noniyonikler tüm yüzey aktiflerle uyumludurlar. İyonik yüzey aktiflerle sinerjileri daha fazla fayda sağlayabilmektedir. Kimyasal kararlılıkları oldukça yüksek moleküllerdir. Buna rağmen molekülün eter bağları oksidasyona oldukça meyillidir. Bu nedenle molekülün hidrofilitesi düşürülerek özellikleri modifiye edilir.



Şekil 2.21: Etoksile Alkol Yapısı.

Etoksile alkollerin hem endüstriyel hem ev bakım ürünlerinde kullanımları oldukça fazladır. İyonik yüzey aktiflerle olan sinerjileri ve sıcaklığa karşı olan hassasiyetlerine bağlı olarak optimum performanslarına göre kullanım oranları belirlenir.

Bu yüzey aktifler iyonik yüzey aktiflere göre su sertliğine karşı daha az hassas olmalarının yanı sıra, belirli oranlarda kullanıldıklarında LAS ın kalsiyum ve magnezyum tuzlarının çözünürlüğünün artmasında da rol oynarlar.

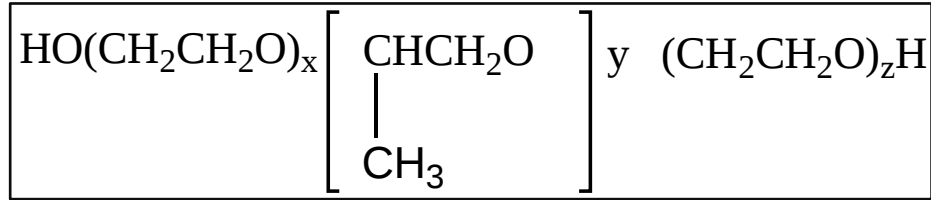
Yüksek sıcaklıklara karşı kararlı olduklarından, toz deterjan üretimlerindeki spreyleyerek kurutma proseslerinde rahatlıkla kullanılabilirler.

Bahsedilen özelliklerden dolayı tüm sıcaklık değerlerinde kullanılabilecek çamaşır deterjanlarında LAS ile ya da diğer yüzey aktiflerle birlikte oldukça yaygın kullanılırlar. Bunun yanı sıra alkil sülfatlar, sülfonatlarla birlikte genel temizleyici formüllerinde de bulunurlar.

EO / PO Blok Polimerler; bir diğer polimerik yüzey aktif sınıfı da PPG zincirleri ve PEG zincirlerini yapısında aynı anda bulunduran EO / PO blok kopolimer noniyoniklerdir. Bilinen üretim proseslerine göre bu yüzeyaktifler yapılarında ya PEG bloğunu ya da PPG bloğunu bulundurlar.

EO / PO noniyoniklerin en önemli özelliği düşük köpük yapma kabiliyetine sahip olmalarıdır. Molekölün çözünürlüğünü sağlayacak şekilde yapıda yeteri kadar PO zincirlerinin bulunması yüzey aktife düşük köpük yapmasının dışında köpük kesme kabiliyeti de sağlayabilir.

EO noniyoniklerde olduğu gibi EO / PO kopolimerleri de bulanma noktası fenomenine sahiptir.



Şekil 2.22: Etoksile PPG Eter.

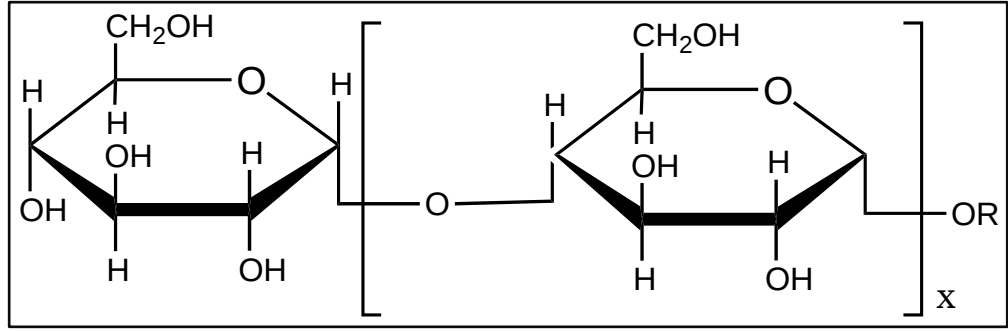
Bu yüzey aktifler spesifik uygulamalar yönelik olduğu için çok yüksek üretim tonajlarına sahip değildir. Özellikle köpük istenmeyen endüstriyel temizlik uygulamaları, otomatik bulaşık makinesi ya da çamaşır makinesi deterjanlarında kullanılırlar.

Alkilpoliglukozitler; alkilpoliglukozitler kısaca APG olarak isimlendirilirler. APG ler kısa zincirli glukozitlerin alkilasyonu reaksiyonu ile elde edilirler. Glukopiranozit ya da glukofuranozit tiplerinin α - ya da β - konfigürasyonlarından gelecek olan glukozit birimlerin kesin bir dağılım sayısı vardır. Ortalama poliglukozit zincirinin uzunluğu 1.5 civarındadır.

Bu yüzey aktiflerde sudaki çözünürlüğü, glukozit gruplarında bulunan birçok hidroksil sağlar. Bundan dolayı sudaki çözünürlükleri oldukça iyidir ve oldukça yüksek bulanma noktasına sahiptirler (genellikle 100°C ın üzerinde). Elektrolitlere karşı hassasiyetleri oldukça azdır ve su sertliğinden çok nadir etkilenirler.

Bu sınıftaki yüzey aktifler özellikle doğal yağlar gibi polar moleküller için iyi emülsiyecilerdir. APG ler oldukça iyi ıslatma özelliğine ve köpük yapma yeteneğine sahiptirler. Anyonikler de dahil birçok yüzey aktif tipinden çok daha iyi köpük yapabilirler.

Optimum deterjan özelliğine sahip APG ler ortalama 13 alkil zinciri uzunluğuna sahip olanlardır. Biyolojik parçalanabilirlikleri mükemmeldir.



Şekil 2.23: Alkilpoliglukozit.

Alkilpoliglukozitler hem deterjanlarda hem de kişisel bakım ürünlerinde oldukça sıklıkla kullanılırlar.

Alkanolamidler; alkanolamidler monoetanolamin ve dietanolamin in N-açıl türevleridir. 2 tip alkanolamid den söz edebiliriz ;

- Tip 1:1 : Mono ya da dialkanolamid yağ asiti veya esterinin mono- / dietanolamin ile reaksiyonundan elde edilir. Alkol ya da poliol alkanolamid reaksiyonun yan ürünü olarak oluşurlar. Eğer ester trigliserid ise yan ürün olarak gliserol oluşur.
- Tip 2:1 : (Krittchevsky alkanolamid) mono – ya da dialkanolamid ve serbest mono- ya da dialkanolamin karşımıdır. Yağ asiti ya da esteri ile mono- ya da dilakanolamin reaksiyonundan elde edilirler. Son ürün 2:1 molar oranında oluşur.

Ana ürün dışında serbest alkanolamin, reaksiyona girmemiş yağ asiti ve esteramid elde edilir.

Her iki reaksiyon yönteminde de 2 alkanolamid esteramid ve ilgili alkanolamin vermek üzere reaksiyona girebilir. Tip 1:1 alkanolmidler oda sıcaklığında düşük çözünürlüğe sahipken, tip 2:1 alkanolamidler içerdikleri serbest dietanolamin dolayısıyla daha yüksek çözünürlüğe sahiptirler.

Tip 1:1 in diğer yüzey aktiflerle olan uyumluluğu oldukça iyidir. Tip 2:1 için bulundurduğu serbest yağ asiti dolayısıyla kullanıldığı ortamdan katyonikler uzaklaştırılmalıdır. Alkanolamidler anyoniklerle birlikte kullanıldıklarında köpüğün stabilize edilmesinde yardımcı olurlar.

Tip 1:1 alkanolamidler anyoniklerle bulundukları sistemde mükemmel viskozite arttırıcı özelliğe sahiptirler.

Alkanolamidlerin kullanımları hem deterjan hem de kişisel bakım formüllerinde oldukça yaygındır. Tip 1:1 alkanolamidler anyoniklerle olan sinerjileriyle sağladıkları viskozite özelliklerinden dolayı şampuanlarda oldukça yaygın kullanılırlar.



Şekil 2.24: Etoksile Alkanolamid.

Esterler; Bu yüzey aktif sınıfında aşağıdaki alt grup yüzey aktifler bulunmaktadır :

Etoksile Yağ Asitleri; bu yüzey aktifler yağ asitlerinin etilen oksit ya da polietilenglikol ile reaksiyonlarından elde edilen monoesterler ve diesterleri kapsar. Monoesterlerin sudaki çözünürlüğü diesterlerden daha fazladır. Diğer noniyonik yüzey aktif maddeler gibi yağ asiti içermeyenler su sertliğine karşı çok daha yüksek uyumluluk gösterirler.

Diğer noniyoniklere göre çok daha zayıf köpük kalitesine sahiptirler. Bu yüzden düşük çözünürlüğe sahip olanlar köpük kontrol ajanı olarak da kullanılabilirler. Ayrıca ıslatma kabiliyetleri de diğer noniyonikler kadar iyi değildir.

Bu yüzeyaktifler diğer noniyoniklerin aksine kimyasal olarak kararlı değildirler. Asidik ve alkali ortamda hidrolize uğrarlar. Alkali ortamdaki hidroliz sonrasında molekül sabun ve PEG' e parçalanır.

Etoksile yağ asitleri emülsiyeye etme kabiliyetlerinden dolayı endüstriyel deterjanlarında sıklıkla kullanılırlar. Kozmetiklerde düşük çözünürlüğe sahip olan tip (etilen glikol monostearat) sedeflendirici olarak kullanılır.

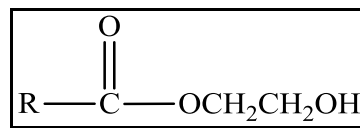


Şekil 2.25: Etoksile Yağ Asiti.

Glikol Esterler, Gliserol Esterler; bu gruptaki yüzey aktifler yağ asiti ile polihidroksil bileşiğinin (glikol, gliserol, sorbitol) kondenzasyon reaksiyonundan elde edilirler. Bazıları ise doğal kaynaklardan ekstrakte edilerek de elde edilebilirler. Elde edilen esterler etoksile edilerek HLB değerleri ve doğal olarak sudaki çözünürlükleri artırılabilir.

Bu yüzey aktifler oldukça düşük ısılatma ve köpük yapma kabiliyetine sahiptirler. Emülsiyeye etme özellikleri yüksektir.

Düşük toksisiteleri dolayısıyla bu yüzey aktifler yenilebilir özelliktedirler ve gıda endüstrisinde kullanılırlar. Glikol ve gliserol esterler ayrıca ilaç ve kozmetik endüstrisinde de kullanılabilirler.



Şekil 2.26: Etilen Glikol Ester.

Amin Oksitler; amin oksitler tersiyer aminlerin oksidasyon ajanı olarak %35 lik hidrojen peroksit kullanılarak yapılan oksidasyon reaksiyonu ile üretilirler. Kullanılan amin oksitler içinde en yaygın olarak C₁₂ – C₁₈ alkil dimetil aminler vardır.

Amin oksitler bazen katyonik olarak sınıflandırılabilirler. Aslında sadece pH 3 ve altında amino grubu protonlanır. Nötral ve bazik ortamda yüklü değildirler.

Amin oksitler güçlü oksidanlara (ağartıcılar gibi) karşı kararlıdırlar. Sudaki çözünürlükleri iyonik etkileşmelerden çok fazla etkilenmez.

Amin oksitlerin en önemli karakteristik özelliği hidrofilik kısımlarının dipolar momentidir. Bu durum moleküle önemli özellikler katar. Örneğin, amin oksitler yüzey aktif çözeltilerin viskozitesini artırma kabiliyetine sahiptirler.

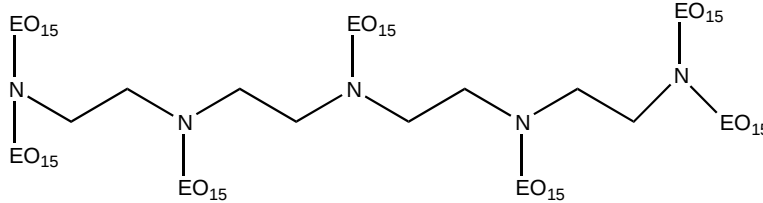
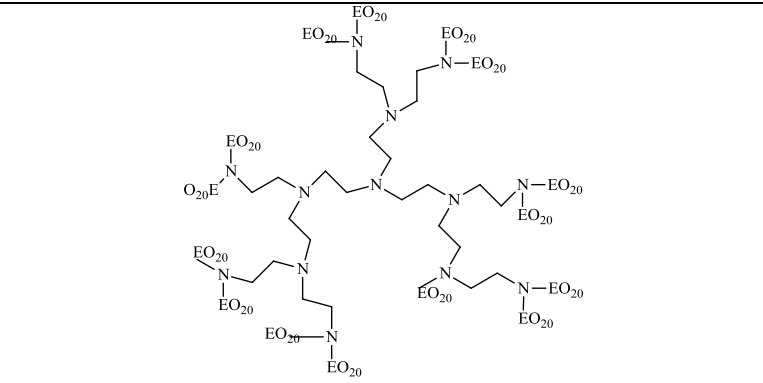
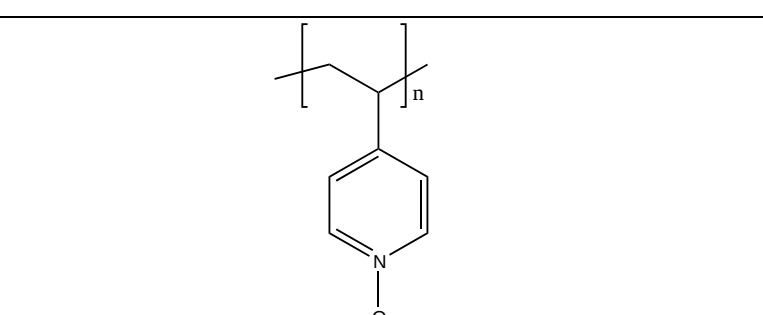
Bu moleküller sistemin köpük yapma kabiliyetini artırma ve stabilize etme özelliğine sahiptirler. Anyoniklerle birlikte daha iyi yüzey aktivitesi sağlayan sinerji oluştururlar.

Şampuanlarda kullanılarak viskoziteye katkı sağlarlar, göz irritasyonunu düşürürler, köpük özelliğini arttırırlar. Deterjan ürünlerinde ise bulaşık deterjanlarında anyoniklerle birlikte kullanılarak köpük, temizleme performansı ve viskozitede artış sağlarlar. Oksidasyon ajanlarına ve elektrolitlere karşı olan kararlılıklarından dolayı birçok sıvı ağartıcı formüllerinde bulunurlar.

2.2.2. Polimerler

Deterjan uygulamalarında kirin yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra tekrar yüzeye tutunamadan süspanse edilmesi önemli bir prosestir. Deterjan formüllerinde genel olarak 2 tip polimer kullanılır ; iyonik yüklü polimerler ve noniyonik polimerler. Genel olarak iyonik polimerler akrilik asitin homopolimerleri ya da akrilik asit ve maleik asit kopolimerleridir.

Tablo 2.1: Deterjanlarda Kullanılan Bazı Yaygın Polimerler.

Polimer İsmi	Yapısı
Poliakrilik / Polimaleik Asit Kopolimeri	$\left[\text{H}_2\text{C}-\underset{\text{CO}_2\text{H}}{\text{CH}} \right]_x \left[\text{CH}(\text{CO}_2\text{H})-\text{CH}(\text{H}) \right]_y$
Etoksile Tetraetilen Pentaimin	
Etoksile Polietilenimin	
Polyvinylpyridine-N- Oxide	

Yapıdaki Z akrilik asitin homopolimerlerinde hidrojen, ya da monomer biriminin maleik asit olduğu yerlerde karboksil grubudur. Polimerler oldukça yaygın olarak, kirlerin veya inorganik tuzların dispersiyonu, kristal büyümesini önleme, renk transferini önleme gibi özellikler sağlamak amacıyla toz çamaşır deterjanı formüllerinde kullanılırlar.

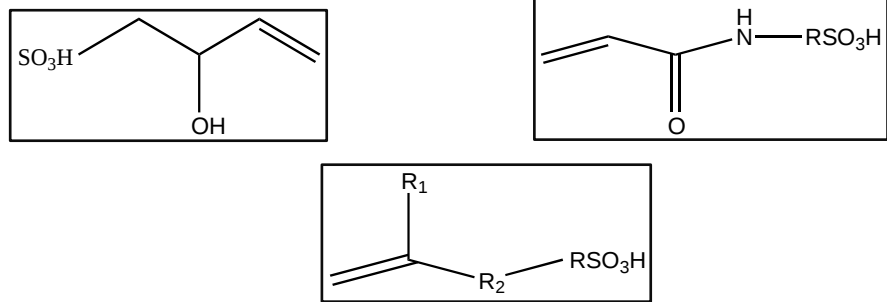
Aynı polimer ana zincirinde karboksil ve sülfonat grupları bulunduran anyonik disperse edici polimerler kireç oluşumunu önlemede su sertliği uygulamaları için de kullanılırlar.

Bahsedilen polimerler aşağıdaki hibrid tiplerindedir :

A	B	C	D
Sülfone Monomer	Karboksile Monomer	Nötral Monomer	Yüklü Monomer

Şekil 2.27: Genel Polimer Yapı Monomerleri.

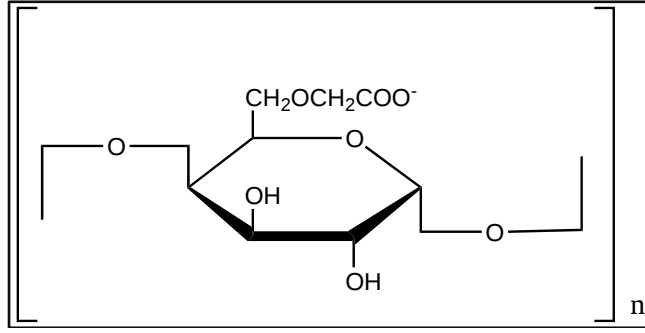
Temel özelliklere sahip polimerler A ve B dir. A, sülfone edilmiş monomerler aşağıdaki grupları içerir :



Şekil 2.28: Sülfone Monomerler.

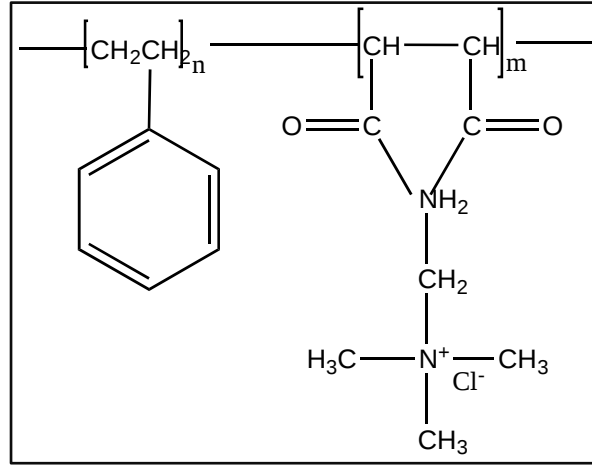
B, genellikle maleik, metakrilik ya da akrilik asiti belirtir. C ve D vinil asetat, akrilamid, akrilate esterler, katyonikler ya da fosfonatlar olabilir.

Karboksimetilselüloz deterjanlarda disperse edici özellik için kullanılan bir diğer yaygın anyonik polimer tipidir.



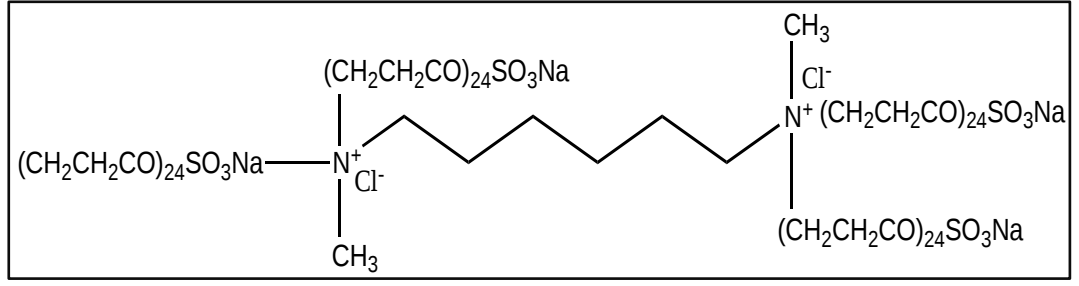
Şekil 2.29: Karboksimetilselüloz.

Bazı amfifilik yapıların etkisi yüksek tuz içeren sistemlerde gözlemlenmiş olmasına rağmen, katyonik disperse edici polimerler çok fazla kullanılmazlar.



Şekil 2.30: Katyonik Disperse Edici Polimer Yapısı.

Aşağıdaki yapılara sahip amfoterik polimerlerin bazı çamaşır deterjanı formüllerinde iyi disperse etme performansları tespit edilmiştir.



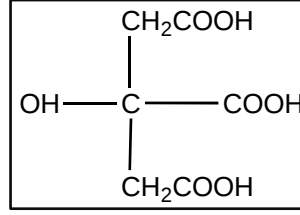
Şekil 2.31: Amfoterik Disperse Edici Polimer Yapısı.

Noniyonik polimerler polietilen glikol, polivinil alkol ve blok etoksi propoksi kopolimerlerden oluşur. Vinil asetat / polialkilen oksit aşı kopolimerlerinin polyester tekstil üzerinde etkili olduğu da gözlemlenmiştir.

2.2.3. Kompleks Yapıcılar

Metal iyon kontrolü birçok deterjan formülünde en önemli parametrelerden biridir. Örneğin, su bazlı temizleyici sistemlerinde Ca^{+2} iyonun varlığı formülde bulunabilecek anyonik yüzey aktiflerin çökerek, temizleme performansını olumsuz yönde etkileyecektir. Yağ asitleri sert yüzeylerde kalsiyum sabunu olarak çökebilecektir. Kompleks yapıcılar genel anlamda Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının sulu çözeltilerden uzaklaştırılmasını sağlayan moleküllerdir ve birçok deterjan formülünde oldukça yaygın kullanılırlar.

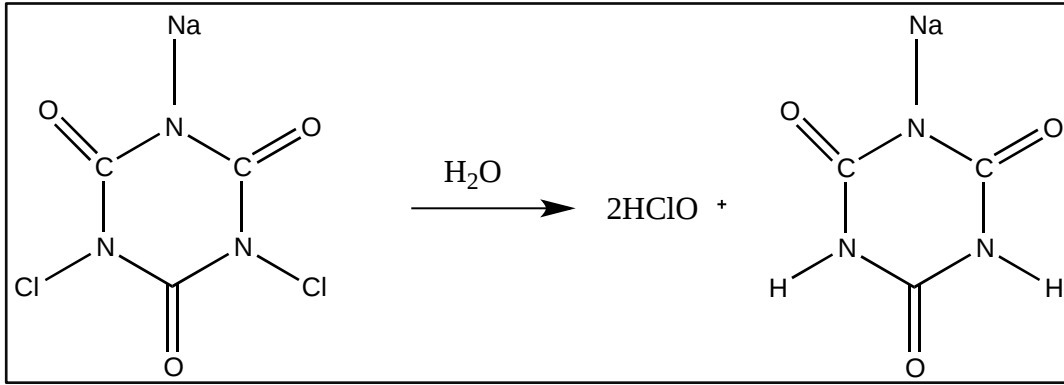
Sodyum tripolifosfat (STPP) deterjanlarda kullanılan en yaygın kompleks yapıcı tipidir. Çamaşır deterjanı formüllerinde sadece kompleks yapma değil, dispersiyon, süspansiyon gibi özellikler de gösterir. Bununla birlikte fosfatların çevre için çok uygun olmamasından dolayı kompleks yapıcılarda birçok gelişmeyle yeni moleküller geliştirilmiştir. Sitrik asit, sodyum nitrilotriasetat ve metilglisindiasetik asit suda çözünen kompleks yapıcılardır. Bunların dışında en yaygın kullanılan kompleks yapıcılardan biri de etilendiamintetraasetat tır. (ED



Şekil 2.32: Sitrik Asit.

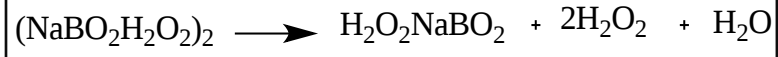
2.2.4. Ağartıcı Sistemler

Ağartıcılar çamaşır, bulaşık ve sert yüzey temizleme deterjanlarında çok yaygın kullanılan, renkli kirlerdeki kromoforik grupların parçalanmasını sağlayan moleküllerdir. 4 temel teknoloji ağartma sistemi olarak kullanılır ; klor bazlı ağartıcılar, peroksit bazlı ağartıcılar, aktive edilmiş peroksit sistemleri ve metal katalizörler. Klor bazlı sistemler sert yüzey temizleyicilerde ve otomatik bulaşık makinesi deterjanlarında kullanılırlar. Hipoklorit ağartma sistemi mekanizması tipik olarak şu reaksiyona göre yürür ;



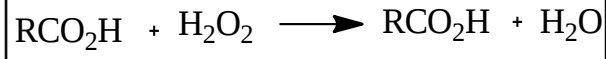
Şekil 2.33: Hipoklorit ağartma sistemi reaksiyonu.

Peroksit bazlı ağartıcılar gerek hidrojen peroksit kullanılarak, gerekirse de perborat monohidrat kullanılarak aşağıdaki reaksiyona göre sonuç verirler ;



Şekil 2.34: Peroksit bazlı ağartıcı sistemi reaksiyonu.

Aktive edilmiş peroksit sistemleri perhidroliz yöntemine göre reaksiyon verirler :



Şekil 2.35: Perhidroliz reaksiyonu.

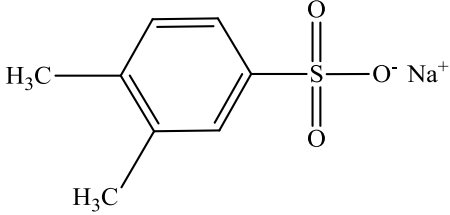
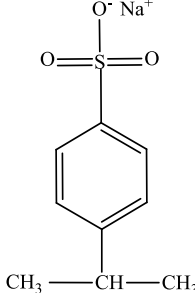
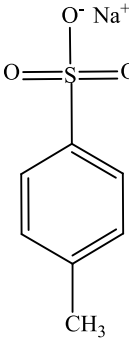
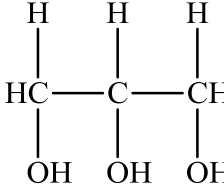
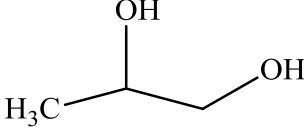
Deterjanlarda en çok kullanılan aktivatörler N'N''- tetraasetil etilen diamin (TAED) ve nonanoyloksibenzen sülfonat (NOBS) tır. Su bazlı ortamda TAED, peroksitten gelen perhidroksil anyonu ile perhidrolize uğrayarak perasetik asit oluşturur. NOBS aynı şekilde reaksiyon verir ancak daha hidrofobik pernonaoik asit oluşturur.

2.2.5. Solventler

Deterjan formüllerinde kullanılacak solvent tipi, formülün uygulama alanına ve yapısına bağlı olarak değişir. Su birçok deterjan formülünde en yaygın kullanılan solventtir. Buna bağlı olarak su bazlı formüller daha az toksik, daha çevreci, daha ucuz ve yüzey aktiflerle daha uyumludur. Ancak bazı formül sistemleri suda düşük çözünürlüğe sahiptir. Bundan dolayı formüllerde suyun dışında başka bir solvent kullanımına ya da bir hidrotropa ihtiyaç duyulur. Deterjan uygulamalarında kullanılan en yaygın solventler; etanol, gliserol ve 1,2-propandiol dır.

Hidrotroplar, suyun diğer molekülleri çözebilme kabiliyetini arttıran organik moleküllerdir. Hidrotroplar yüksek oranda yüzey aktif içeren sistemlerde yaygın olarak kullanılırlar. En çok kullanılan hidrotroplar sodyum ksilen sülfonat, sodyum toluen sülfonat ve sodyum kümen sülfonattır.

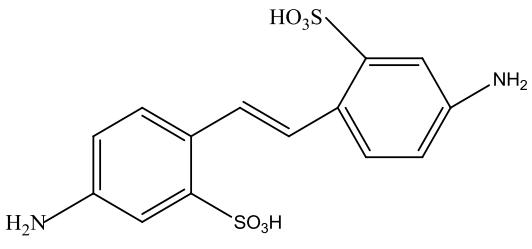
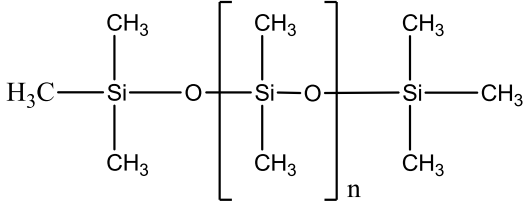
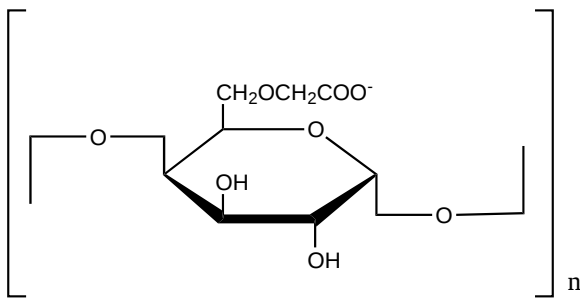
Tablo 2.2: Yaygın Solvent ve Hidrotrop Yapıları.

Kimyasal İsmi	Yapısı
Sodyum Ksilen Sülfonat	
Sodyum Kümen Sülfonat	
Sodyum Toluen Sülfonat	
Gliserol	
1,2-Propandiol	

2.2.6. Performans Arttıran Minör Girdiler

- Enzimler temizleyici formüllerinde spesifik kirlerin katalitik parçalanmasında kullanılırlar. Proteaz, amilaz ve lipaz en yaygın kullanılan enzimlerdir.
- Optik beyazlatıcılar UV ışığını absorblayıp görünür ışık spektrumunda floresans yayınlarak özellikle beyaz tekstil malzemelerin daha beyaz görünmesini sağlarlar. En yaygın kullanılan optik beyazlatıcı 4,4-diaminostilben-2,2-disülfonik asittir.
- Köpük arttırıcılar bazı uygulamalarda hacimli ve kararlı köpük yapmak için kullanılırlar. En yaygın uygulamalar elde yıkama bulaşık deterjanları, saç ve vücut şampuanlarıdır. Alkanolamidler bu anlamda önemli köpük stabilizörü olarak kullanılır.
- Köpük kesiciler bazı uygulamalarda istenmeyen köpük için sistemlerde kullanılan kimyasallardır. Alkil etoksile noniyonikler bu amaç için deterjanlarda en yaygın kullanılan köpük kontrol ajanlarıdır. Bunların dışında formülün yapısına bağlı olarak polidimetil siloksan gibi silikon yağları da kullanılabilir.
- Kıvam arttırıcılar deterjan formüllerinde isteğe göre ya da teknik gerekliliğe göre tasarlanan özelliklerden biridir. Örneğin jel otomatik bulaşık makinesi deterjanları formüldeki fosfat ve diğer katı girdileri askıda tutması ve olası faz ayrışmasını önlemek için kullanılır. Kıvam arttırmak için NaCl gibi bir elektrolit, laponit ya da hektorit, veya karboksimetilselüloz, guar gibi yüksek molekül ağırlıklı bir polimer kullanılabilir. Bunların dışında akrilik asit homopolimerleri ya da akrilik asit / polialkenil polieter kopolimerleri de bu amaç için kullanılırlar.

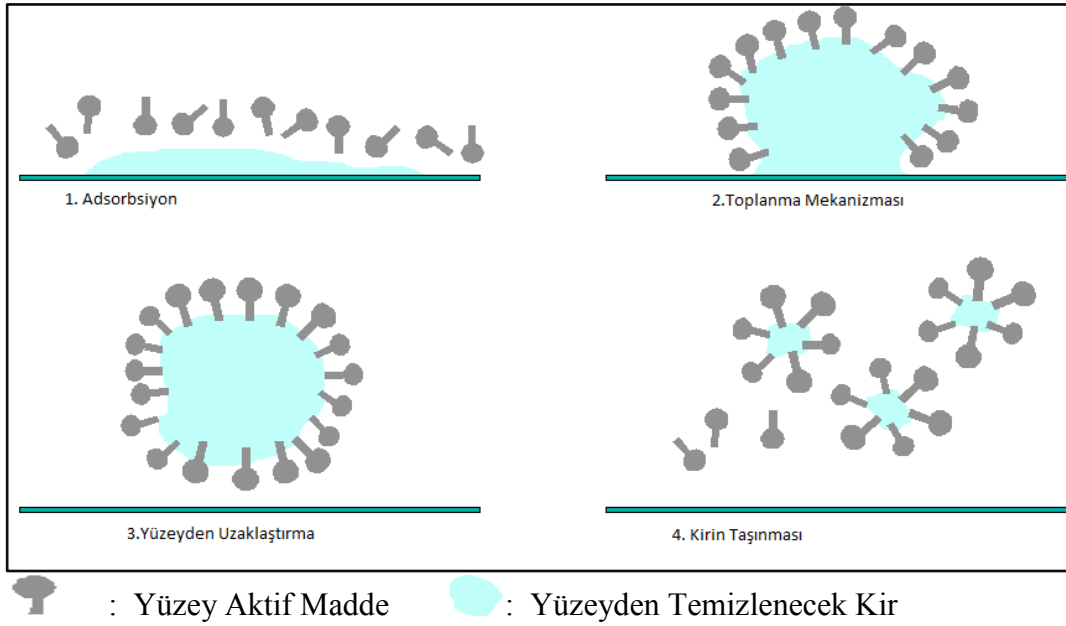
Tablo 2.3: Performans Arttıran Minör Girdilere ait Yapılar.

Kimyasal İsmi	Yapısı
4,4-Diaminostilben- 2,2-Disülfonik Asit	
Polidimetil Siloksan	
Karboksimetil selüloz	
Alkanolamid	$R - CO - NH - CH_2CH_2OH$

2.3. Temizleme Teorisi ve Mekanizması

Deterjanların 2 ana fonksiyonu kirlerin yüzeyden uzaklaştırılması ve uzaklaştırılan kirlerin süspanse edilmesidir. Herbir fonksiyon sistemde yapılması gereken bir iştir (W). Kirin yüzeyden uzaklaştırılması için yapılan iş (W_R) aynı zamanda kirin yüzeyden çözeltiye alınması için gereken enerjinin ölçüsüdür. Genel olarak yüzey aktif maddeler substrat ile yıkama çözeltisi arasındaki arayüzey enerjisini düşürerek kirlerin yüzeyden uzaklaşmasını sağlarlar. Yüzeyden uzaklaştırılan kirin süspanse edilmesi için gereken iş (W_S) kirlerin tekrar yüzeye tutunamaması için gereken

enerjinin bir ölçüsüdür. Buna bağlı olarak kirlerin süspanse edilmesi elektrostatik itme etkileri ya da sterik etkilerle sağlanır.



Şekil 2.36: Kirin yüzeyden uzaklaştırılmasının şematik gösterimi.

2.3.1. Kirin Yüzeyden Uzaklaştırılması Mekanizması

Kirin yüzeyden uzaklaştırılması mekanizması birkaç adımda açıklanabilir :

- Yüzeyaktif maddenin ara yüzeye taşınması. Bu adım monomerik haldeki yüzeyaktif ile oldukça hızlı taşıma kinetiği ($10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{sec}$) ile gerçekleşir. Kümelenmiş ya da misel formdaki yüzey aktif ile taşıma kinetiği oldukça yavaştır. ($10^{-7} \text{ cm}^2 / \text{sec}$) Yüzey aktifin taşıma kinetiği ve arayüzey adsorbsiyonu dinamik arayüzey tensiometri ile ölçülebilir.
- Bir sonraki adım yüzeyaktif maddenin çözelti / kir arayüzey, çözelti / atmosfer arayüzey ve yüzey / çözelti arayüzey deki adsorbsiyonudur. Bu adım her bir arayüzeydeki arayüzey enerjilerinin düşürülmesi ile gerçekleştirilir. Adsorbsiyon, yüzey aktif paket parametresi

$$(P = V/a_0l) \quad (2.2)$$

yani yüzey aktifin şekline göre yürür. V yüzeyaktifin alkil zinciri ile ilişkili hacim, a_0 yüzey aktif maddenin baş kısmının (hidrofilik kısım) kesit alanı ve l alkil zincirinin trans alkil zinciri uzunluğu olarak tanımlanır. $0 < P < 1/3$ olan yüzey aktifler sulu çözeltide misel oluştururlar. $1/3 < P < 1/2$ olan yüzey aktifler solucan yapısında miseller oluştururken $1/2 < P < 1$ değerindeki yüzey aktifler de kese tipi miseller oluştururlar. P değerinin 1 e yakın olması güçlü adsorbsiyon sağlar.

- Yüzey aktif / kir kompleksinin oluşması bir sonraki aşamadır. Yüzey aktifin kiri kaplaması tek tabaka ya da yüksek yüzey konsantrasyonlarında çift tabaka yapılarıyla olur. Bu adım sırasında yüzey aktif katı haldeki kirin yumuşamasını ve sıvılaşmasını sağlar.
- Yüzey aktif / kir kompleksinin ayrışması. Yağlı kirler için bu durum klasik toplanma mekanizması ile ya da yağın yüzey aktif misellerinin içinde çözünmesi ile oluşur. Kirin sıvı olması durumunda, yüzeyden uzaklaştırılması için gereken enerji ;

$$\gamma_{ow}(1 + \cos\theta) \quad (2.3)$$

olarak ifade edilir.

Burada γ_{ow} kir / çözelti arayüzey gerilimini, θ ise kir / yüzey temas açısını gösterir. Yüksek yüzey geriliminde (180°C) kirin toplanması meydana gelir. Düşük temas açısıda emülsiyeye etme, kirin uzaklaştırılmasının ana mekanizmasıdır.

- Yüzey aktif madde / kir kompleksinin yüzeyden uzaklaştırılması. Yağlı kirlerin çözelti yoğunluğundan daha düşük yoğunluğa sahip olması durumunda, kir basitçe yüzeyde yüzer. Diğer durumlarda mekanik enerji ya da karıştırma (çalkalama) yüzey aktif madde / kir kompleksinin arayüzeyden uzaklaştırılması için kritiktir.
- Son adım da disperse edilmiş kirin tekrar yüzeye tutunmasını engellemek. Kirin yüzeyden uzaklaştırılarak çözeltiye alınması için yapılan iş için aşağıdaki eşitlik yazılabilir ;

$$W_R = \gamma_{sw} + \gamma_{ow} - \gamma_{os} \quad (2.4)$$

Eşitlikte belirtilen γ_{sw} değeri yüzey ve çözelti arasındaki arayüzey gerilimidir. γ_{ow} değeri kir ve çözelti arasındaki arayüzey gerilimidir. γ_{os} değeri ise kir ile yüzey

arasındaki arayüzey gerilimini belirtir. Eşitlikten de görüldüğü gibi kirin yüzeyden uzaklaştırılması için yapılması gereken iş, yüzey ve çözelti arasındaki, kir ve çözelti arasındaki ara yüzey gerilimleri minimize edilip, kir – yüzey arasındaki arayüzey gerilimi arattırıldığında azaltılmış olacaktır. Bu durum tamamen yüzey aktif maddenin etkisidir.

Yukarıda bahsedilenlere ilaveten şunu belirtmek gerekir ki, ilk adım yani yüzey aktifin arayüzeylere taşınması çoğunlukla ihmal edilir. Monomerik yüzey aktifin sistemde bulunması yüzey aktifin arayüzeye çok hızlı taşınması ve böyle hızlı şekilde arayüzey gerilimini (IFT) düşürmesini sağlar. Buna rağmen çözünürlük misellerin oluşumuna bağlıdır. Çözeltideki yüzey aktif konsantrasyonu arttıkça misel konsantrasyonu artar ve belli bir konsantrasyonda (kritik misel konsantrasyonu) yüzey aktif konsantrasyonu sabit kalır. Misellerin oluşumu arayüzeyde adrosblanacak yüzey aktif madde kapasitesini düşürürve ikinci adımda kritik olan arayüzey geriliminin düşmesini de sağlar. Bu yüzden, yeterli çözünürlük sağlanmış olsa da birinci ve ikinci adımın gerçekleşebilmesi için optimum kritik misel konsantrasyonuna ulaşılmış olması gerekir. Bu optimum değer uzaklaştırılacak olan kirin yapısına, temizlenen yüzeye ve kullanılan yüzeyaktif madde sistemine bağlıdır. Bahsedilen bu mekanizma genellikle yağlı kirler için uygundur. Diğer kir tipleri için, partikül ve yüzey arasındaki elektrostatik etki ve van der Waals kuvvetleri gözönünde bulundurulmalıdır.

2.3.2. Kirin Süspanse Edilmesi Mekanizması

Kir yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra tekrar yüzeye tutunmaması için çözelti içerisinde süspanse edilmelidir. Sulu ortamdaki hidrofobik likit kirler için, süspansiyon genel olarak kirin yüzeyaktif misellerinin arasında hapsedilmesidir. Belirli kirlerin süspansiyonu elektrik yükü olan polimerin kiri adsorblamasıyla gerçekleşir. Böylece kir partikülü – kir partikülü, kir partikülü – yüzey arasındaki etkileşimler eletrostatik itmeden dolayı artar.

Kirin çözeltide süspanse edilmesi için 2 genel mekanizma vardır ; elektrostatik itme ve sterik etki.

Polar ortamda, iyon adsorbsiyonu, yüzeydeki kimyasal grupların iyonlaşmasından dolayı birçok kir partikülü yüzey elektrik yüküne ihtiyaç duyar. Sulu çözeltilerde çoğu yüzey ve birçok kir partikülü negatif yüklüdür. Buna bağlı olarak da hem kir hem de yüzey çift katlı elektrik tabakası oluşturmuş olur.

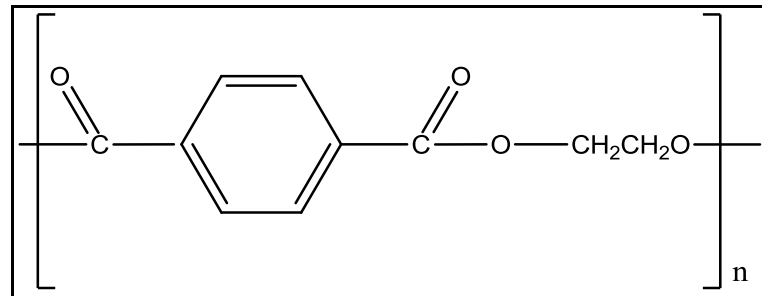
Sistemin toplam potansiyel enerjisi yüzeyden belli uzaklıktaki partikül, δ , çekme kuvvetlerinin toplamı, $\phi_{\delta,A}$, itme kuvvetinden, $\phi_{\delta,R}$ oluşur. Aynı net yüke sahip yüzeyin iki partikülü bir diğerine ulaştığında ya da kir partikülü yüklü yüzeye yaklaştığında çift katlı yüzeydeki yükten dolayı birbirlerini iterler. Kir partikülleri van der Waals çekimini yenebilmesi için bu elektriksel bariyerin aşmalı. Potansiyel enerji bariyeri, $\phi_{\delta,R}$, yüksek olduğunda kir partikülleri çözelti içerisinde süspanse olmaya eğilimlidir.

Termodinamikte potansiyel düzen azaldıkça entropi artar ya da serbest enerji artar. Pozitif serbest enerji değişimi entalpi ve entropiye bağlı olarak ;

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (2.5)$$

ile değişir.

Stabilizasyon entalpideki pozitif değişimle ya da entropideki düşüşle sağlanır. Pozitif ΔH polimer zincirlerinde bağlı solventlerin açığa çıkmasını gösterirken, negatif ΔS polimerdeki düzensizliği gösterir. Sterik stabilizatörler kürün yüzeyine tutunan hidrofobik kısmı (Örneğin; polietilentereftalat) meydana getiren blok kopolimerlerdir.



Şekil 2.37: Polietilentereftalat.

Etkili deterjans 4 temel özellik olan penetrasyon, ıslatma, disperse etme ve emülsiyeye etme özelliklerinin maximize edilmesi ile dizayn edilen deterjan formülleri ile sağlanır. Bu 4 faktör kombine edildiğinde en etkili deterjan formülü oluşturulabilecektir.

3. MATERİYAL ve METOD

3.1 Kullanılan Kimyasallar

3.1.1 Yüzey Aktif Maddeler

3.1.1.1 Kaprilil / Desil Poliglukozit

C8 – 10 Kaprilil / Desil Poliglukozit ticari olarak bulunabilen noniyonik sınıfı ve doğal bir yüzey aktif maddedir.

3.1.1.2 Etoksile C12-14 Eter Sülfat

Etoksile Alkil Eter sülfat ticari olarak en çok kullanılanı olan C12- 14 karbon zincirine sahip olanı kullanıldı. Önemli ve çok yaygın kullanılan anyonik yüzey aktif bir maddedir.

3.1.1.3 C-10 Guerbet Alkol Alkoksile

Testlerde kullandığımız bir noniyonik yüzey aktif maddedir. Ticari olarak yaygın bir şekilde bulunur ve deterjan sektöründe kullanılır. Yapısında hem etilen oksit birimleri hem de propilen oksit birimleri içerdiğinden dolayı alkoksile olarak isimlendirilirler.

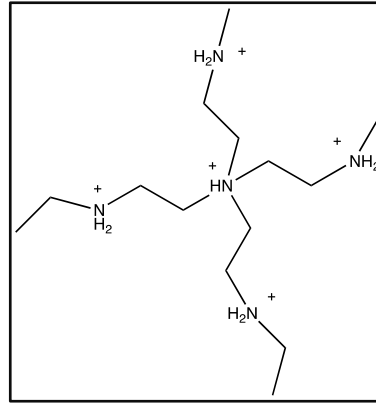
Tablo 3.1: Testlerde Kullanılan Yüzey Aktif Maddeler ve Özellikleri.

Yüzey Aktif Madde	Özellikler	
C-10 Guerbet Alkol Alkoksilat	Etoksilasyon Derecesi	yaklaşık 8
	HLB değeri	yaklaşık 13
	Yüzey gerilimi (EN 14370, 1g/l destile suda, 23°C)	yaklaşık 27mN/m
	Aktif made miktarı	yaklaşık 100 %
Kaprilil / Desil Glukozit	Polimerizasyon derecesi	yaklaşık 1.5
	Karbon zinciri	8 - 10
	Aktif made miktarı	62 - 65 %
Alkil eter sülfat C12-14, sodyum tuzu	Etoksilasyon derecesi	yaklaşık 2
	Karbon zinciri	12 - 14
	Aktif made miktarı	68 - 73 %

3.1.2. Polimerler

3.1.2.1. Polietilenimin

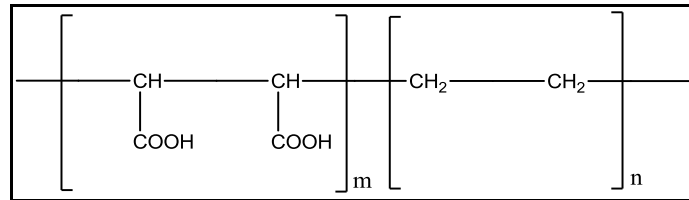
Katyonik karakterli bir polimerdir. Yüklerinden dolayı anyonik yüzeylere olan adezyonlarından dolayı kullanım alanları bulunur. Kullanılan polietilen türevi dallanmış bir yapıya sahiptir.



Şekil 2.38: Polietilenimin.

3.1.2.2. Maleik Asit / Olefin Kopolimer, Sodyum tuzu

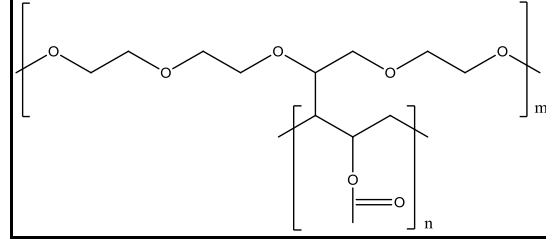
Anyonik karakterde bir kopolimerdir. Çamaşır deterjanlarında inorganik ve organik kirlerin dispersiye edilmesi amacıyla kullanılır. Ticari olarak yaygın biçimde bulunabilir.



Şekil 2.39: Maleik Asit / Etilen Kopolimer.

3.1.2.3. Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat

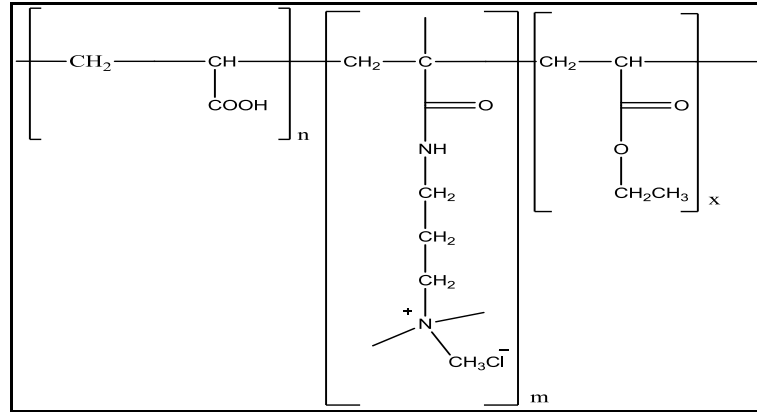
Bir diğer ticari olarak bulunabilen ve çamaşır deterjanlarına fonksiyon katan polimerlerdendir. Noniyonik karakterlidir ve literatürlerde grileşmeyi önleyici / kirlerin tekrar tekstile tutunmasını önleme etkisiyle bilinir.



Şekil 2.40: Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat.

3.1.2.4. Metakril Amidopropil Trimetilamonyumklorür, Etilakrilat ve Akrilik asit Terpolimeri

Kullandığımız polimerler içerisinde sert yüzey temizleyiciler için kullanılan tek polimerdir. Ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Amfoterik karakterlidir ve yüzeyi modifiye etmesi amacıyla kullanılır.



Şekil 2.41: Metakril amidopropil trimetilamonyum klorür / Etilakrilat / Akrilik Asit Terpolimer.

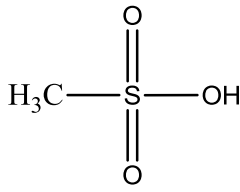
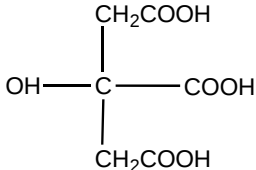
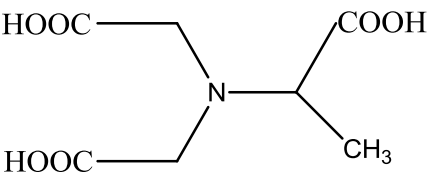
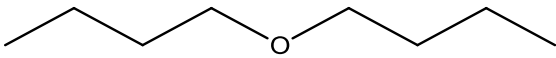
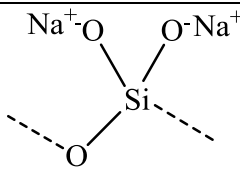
Tablo 3.2: Testlerde Kullanılan Polimerler ve Özellikleri.

Polimer	Teknik Özellikleri	
Maleik Asit / Olefin Kopolimer, Na tuzu	K değeri (sudaki %1 kuru madde miktarı)	ca. 35
	Yoğunluk (ASTMD 1298, 23°C)	ca. 1.10g/cm ³
	Kuru madde	ca. 25%
	Elektrik Yüğü	Anyonik
Metakril amidopropil trimetilamonyumklorür, Etilakrilat ve Akrilik asit polimeri	Yoğunluk (20°C)	ca. 1.05g/cm ³
	Kuru madde	ca. 22%
	Elektrik yüğü	Amfoterik
Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat		
	K değeri (sudaki %1 kuru madde miktarı)	ca. 19
	Yoğunluk (ASTMD 1298, 23°C)	ca. 1,03g/cm ³
	Kuru madde	ca. 20%
	Elektrik yüğü	Noniyonik
Polietilenimin	Ortalama molekül ağırlığı	1300 g/mol
	Konsantrasyon (ISO 3251)	50%
	Yoğunluk (DIN51757, 20°C)	1,08g/cm ³
	Elektrik yüğü	Katyonik

3.1.3. Solventler ve Diğer Kimyasallar

Test formüllerinde solvent olarak izopropil alkol (Merck) ve propilen glikol n-bütül eter (BASF) kullanıldı. Her iki solvent de ticari olarak yaygın şekilde bulunabilmektedir ve kullanılmaktadır. pH düzenleyici olarak metansülfonik asit (%70, BASF) ve sitrik asit (Merck) , sodyum hidroksit (Merck), sodyum metasilikat (Merck) kompleks yapıcı olarak metilglisindiasetik asit (%40, BASF) kullanıldı.

Tablo 3.3: Testlerde Kullanılan Solvent ve Diğer Kimyasallar.

Kimyasal İsmi	Yapısı
Metansülfonik Asit	
Sitrik Asit	
Metilglisindiasetik Asit	
n-Bütül eter	
Sodyum Metasilikat	

3.2. Cihazlar

3.2.1. Mekanik Karıştırıcı

Tüm temizleyicilerin formüle edilmesinde, girdilerin suda homojen bir şekilde karıştırılması için IKA RW20 marka mekanik karıştırıcı kullanıldı.

3.2.2. pH metre

Oluşturulan formüllerin en önemli kriterlerinden birisi de pH değerleridir. Formüller oluşturulurken Mettler-Toledo marka FE 20 Basic pH metre kullanıldı.

3.2.3. Ultra-Turrax[®] Homojenizatör

Standart kir karışımının homojen bir şekilde karıştırılması IKA marka Ultra Turrax[®] homojenizatör kullanıldı.



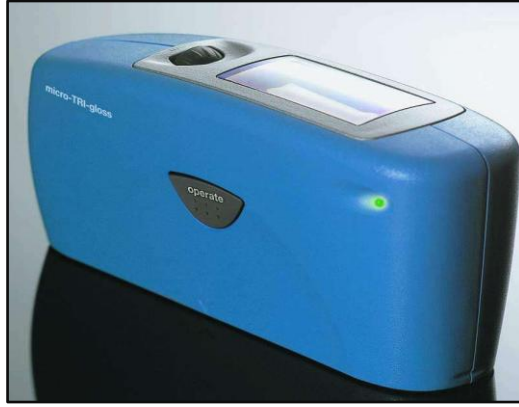
Şekil 3.1: IKA marka Ultra Turrax[®] Homojenizatör.

3.2.4. Yüzey Temizleme Robot Sistemi

Tüm formüller için primer temizleme performans test metodu için robot sistemi kullanıldı. Hem yüzeylerin kirletilmesi, hem temizlenmesi prosesi bu sistemden yararlanılarak yapıldı.

3.2.5. Yüzey Parlaklığını Ölçme Aleti (Glosmetre)

Sekonder temizleme performansı olarak uygulanan yüzeyde iz bırakmama testi için BYK Gardner marka Glossmetre den faydalanıldı.



Şekil 3.2: BYK Gardner Glosmetre.

3.3. Performans Test Metodlar

Sert yüzey temizleyicilerde kullanılan 2 farklı grup temizleme metodu vardır. Bunlar primer temizleme performansı metodu ve sekonder temizleme metodu olarak isimlendirilir. Primer temizleme performans metodu, oluşturulan yüzey temizleyici formülünün standart test metodu uygulanarak, kirin yüzeyden uzaklaştırılması ile ilgilidir. Sekonder temizleme performans metodu ise yüzeyin modifiye edilmesi ile ilgilidir. Kirin temizlenmesinin dışında yüzeye, hızlı kuruma, tekrar temizlenebilirliğinin kolaylaştırılabilmesi, yüzeyde iz bırakmama gibi özelliklerin katılmasını kapsar

3.3.1. Yüzey Temizleyicilerde IPP Performans Test Metodu

Primer performans test metodlarından biridir. IPP test metodu yüzey temizleyici formüllerinin kiri yüzeyden uzaklaştırma performansı için geliştirilmiş olan bir robot sistemiyle yapıldı.

Robot tamamen otomatik bilgisayar sistemi üzerinden çalışır. Robot 2 kısımdan oluşur ve test performansı bu 2 kısım üzerinden yürür. İlk kısımda temizlenecek olan kirlerin yüzeye uygulanması, ikinci kısımda ise kirletilmiş yüzeylerin temizlenmesi gerçekleşir. Temizleme performansının değerlendirilmesi robot üzerinde kurulu olan kamera sistemi ile gerçekleştirilir. Sonuçlar temizlemeden önce ve temizledikten sonraki performansların farkı olarak hesaplanır ve % olarak elde edilir. Performans metodu için kullanılan kir karışımı Tablo 3.4 de verilmiştir :

Tablo 3.4: IPP Metodu Kir Karışımı.

İçerik	% Miktarı
Mineral yağ	40
Benzin	36
Myritol® 318	17
Karbon siyahı	7

Kirin hazırlanmasında öncelikle kir karışımı homojen bir şekilde yavaşça karıştırılır. Homojen bir karışım elde edilebilmesi için son karıştırma işlemi Ultra-Turrax® ile yapılır. Homojenize edildikten sonra manyetik karıştırıcı ile 21 gün boyunca karıştırılmaya bırakılır. Karışma süresinden sonra kir kullanılmadan önce tekrar Ultra-Turrax® ile 30dak. homojenize edilir. Temizlenecek yüzey olarak beyaz PVC şeritler, her bir tepsiye 5 tane olacak şekilde yerleştirilir. Kirin yüzeylere uygulaması da otomatik olarak yapılır. Kullanılan kir miktarı her bir PVC şerit için 0.16 gr / 73cm² dir. Kir yüzeye uygulandıktan sonra 1 saat süreyle kurumaya bırakılır. Kirletilen yüzeyler temizleyici uygulanmış poliüretan sünger kullanılarak 300gr lık ağırlık altında yüzeyde hareket ederek yüzeyi temizler. Eğer temizleyici

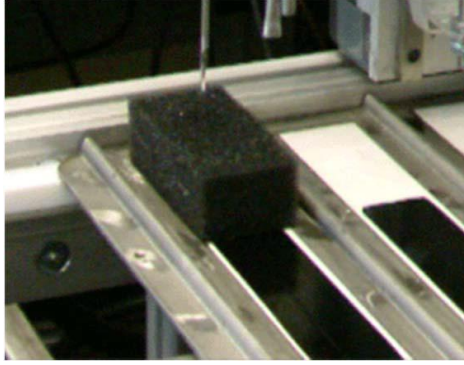
konsantre bir ürüne, dozajlama miktarı 10 ml dir. Eğer uygulanacak olan temizleyici formül normal oranda bir ürüne, dozajlama miktarı 20 ml dir Herbir formül için 5 PVC şerit kullanılır. Metod için en önemlisi temizleme prosesinin başında, ortasında ve sonunda standart temizleme formülasyonunu kullanarak standart sonuçlar alabilmektir.



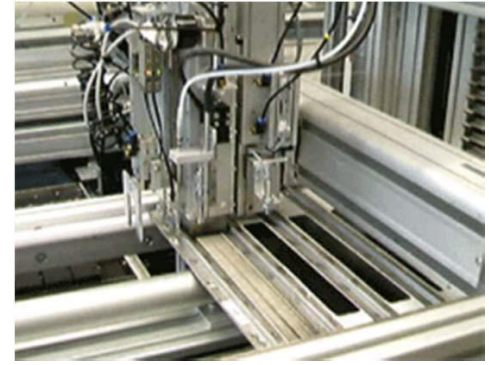
a)



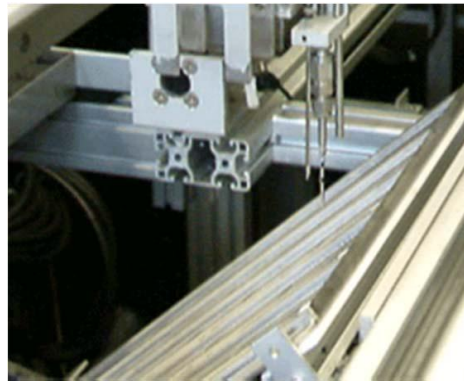
b)



c)



d)



e)



f)

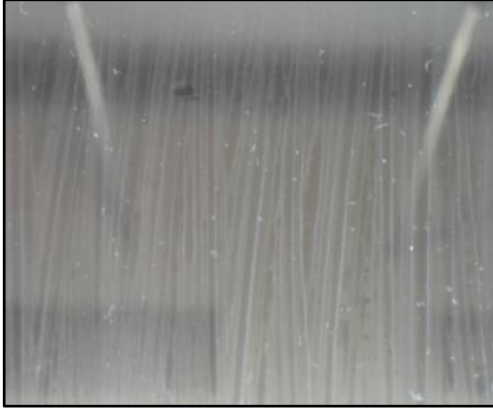
Şekil 3.3: Temizleme Robot Sistemi; a) PVC yüzeyin kirlenmesi, b) Kirlenmiş yüzeyin analizi, c) Test solüsyonunun uygulanması, d) Süngerle temizleme yapılması, e) Yüzeyin durulanması, f) Temizlenen yüzeyin analizi.

3.3.2. Nötr pH Yüzey Temizleyicilerde İz Bırakmama Performans Metodu

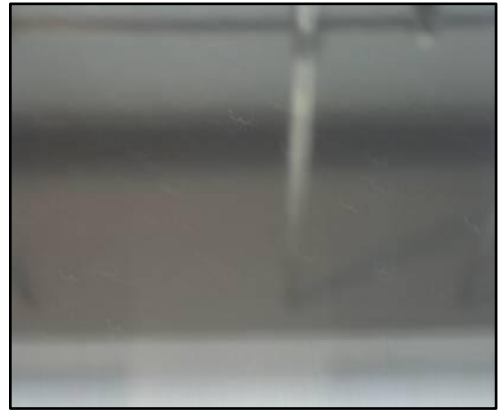
Bu test metodu için seramik siyah parlak fayanslar kullanıldı. Fayanslar kullanılmadan önce 55°C da normal bulaşık deterjanı ile yıkandı. Sonrasında test çözeltileri uygulanmadan önce etil asetat ve izopropil alkol ile temizlendi. Teste başlamadan önce fayansların 5 ayrı noktasında BYK Gardner parlaklık (ışık yansıma değerleri) ölçer cihazı ile ölçülür. Herbir test formülasyonundan herbir fayansa ayrı ayrı, homojen bir şekilde 25 damla uygulanır ve kağıt havlu ile yüzeye aşağıdan yukarı ve tersi şeklinde 10 defa uygulanır. Test solüsyonu yüzeyde kuruduktan sonra ışık kırılımı mümkünse uygulama öncesinde ölçülen 5 noktadan tekrar ölçülür.



a)



b)



c)

Şekil 3.4: Yüzeyde İz Bırakmama Testi; a) Test çözeltisinin seramik fayansa uygulanması, b) Yüzeyde iz kalmış fayans, c) Yüzeyde iz kalmadan temizlenen fayans.

3.3.3. Yüzeyden Hızlı Kuruma Performans Test Metodu

Bu test metodunda da siyah parlak seramik fayanslar kullanıldı. Fayansların hazırlanması bir önceki metotta anlatıldığı gibi aynı şekilde yapıldı. Yüzeye temizleyici formüllerinin uygulanması da aynı yöntemle bir önceki metotta anlatıldığı gibi yapıldı. Yüzeyler kuruduktan sonra seramik fayanslar suyun altında durulandı. Bu işlem yapılırken fayanslar dikey tutularak suyun tüm yüzeye yayılması sağlandı. Suyun yüzeyde homojen film oluşturmadıyla birlikte her bir fayans aynı açıda dikey bir şekilde kurumaya bırakıldı ve bir kronometre ile kuruma süreleri ölçüldü.



a)



b)

Şekil 3.5: Yüzeyden Hızlı Kuruma Testi; a) Test çözeltisinin seramik fayansa uygulanması, b) Su ile durulama ve kurumaya bırakma.

4.DENEYSEL BÖLÜM

4.1. Yüzey Temizleyici Formüllerinin Hazırlanması

Formüller Genel Temizleyici (GT), Banyo Temizleyici (BT) ve Mutfak Temizleyici (MT) olarak 3 grup halinde hazırlandı. Herbir temizleyici 3 farklı yüzey aktif ve 4 farklı polimer kullanılarak oluşturuldu. Formüller tablo 4.1, 4.2 ve 4.3'te yazılı şekildeki sırayla, mekanik karıştırıcı yardımıyla kimyasalların suda çözülmesiyle hazırlandı. Her yüzey aktive ait temizleyici formülü 2000gr olarak hazırlanıp, her polimerden % 0.1 aktif madde oranında ilave edilerek 500gr lar halinde ayrı ayrı formüller elde edildi.

Tablo 4.1: Genel Temizleyici Formülleri.

Bileşen	GT1 %	Çözelti Miktarı (gr)	GT2 %	Çözelti Miktarı (gr)	GT3 %	Çözelti Miktarı (gr)
Kaprilil / Desil Glukozit	3	60	0	0	0	0
C-10 Guerbet Alkol Alkoksilat	0	0	3	60	0	0
Sodyum C12-14 Eter Sülfat	0	0	0	0	3	60
Propilen glikol n- bütil eter	1	20	1	20	1	20
Izopropil Alkol	1,5	30	1,5	30	1,5	30
Metilglisindiasetik Asit	0,3	6	0,3	6	0,3	6
Demineralize Su	94,2	1884	94,2	1884	94,2	1884
Toplam	100	2000	100	2000	100	2000
pH-değeri	6.0 - 7.0		6.0 – 7.0		6.0 – 7.0	

Tablo 4.2: Banyo Temizleyici Formülleri.

Bileşen	BT1 %	Çözelti Miktarı (gr)	BT2 %	Çözelti Miktarı (gr)	BT3 %	Çözelti Miktarı (gr)
Kaprilil / Desil Glukozit	3	60	0	0	0	0
C-10 Guerbet Alkol Alkoksilat	0	0	3	60	0	0
Sodyum C12-14 Eter Sülfat	0	0	0	0	3	60
Propilen glikol n- bütil eter	1	20	1	20	1	20
Sodyum Hidroksit	0.8	16	0.8	16	0.8	16
Sitrik Asit	1.5	30	1.5	30	1.5	30
Metansülfonik Asit	2.5	50	2.5	50	2.5	50
Demineralize Su	94,2	1824	94,2	1824	94,2	1824
Toplam	100	2000	100	2000	100	2000
pH-değeri	2.0 – 3.0		2.0 – 3.0		2.0 – 3.0	

Tablo 4.3: Mutfak Temizleyici Formülleri.

Bileşen	MT1 %	Çözelti Miktarı (gr)	MT2 %	Çözelti Miktarı (gr)	MT3 %	Çözelti Miktarı (gr)
Kaprilil / Desil Glukozit	3	60	0	0	0	0
C-10 Guerbet Alkol Alkoksilat	0	0	3	60	0	0
Sodyum C12-14 Eter Sülfat	0	0	0	0	3	60
Propilen glikol n-bütül eter	0.5	10	0.5	10	0.5	10
İzopropil Alkol	0.8	16	0.8	16	0.8	16
Sodyum Metasilikat	1.5	30	1.5	30	1.5	30
Demineralize Su	94,2	1884	94,2	1884	94,2	1884
Toplam	100	2000	100	2000	100	2000
pH-değeri	9.0 – 10.0		9.0 – 10.0		9.0 – 10.0	

4.2. Polimerlerin Yüzey Temizleyici Formüllerindeki Stabilitesi

Formüle edilen yüzey temizleyiciler 3 farklı koşulda stabiliteye alındı. Formüllerin 3 ay boyunca +4°C da buzdolabında, 25°C oda şartlarında ve karanlıkta, 43°C da etüvde stabiliteleri izlendi. Katyonik polimerin alkali pH değerine sahip mutfak temizleyicilerde ve anyonik karakterli yüzey aktifle olan formülleri dışındaki tüm formüller belirtilen şartlarda ve sürede stabil kaldı.

4.3. Robot ile Temizleme Yapılması

Her 3 grup yüzey temizleyici için (mutfak temizleyici, banyo temizleyici, yüzey temizleyici) robot sistemi kullanılarak primer temizleme performans test metodu uygulandı. Sistem için PVC yüzey ve IPP kir karışımı kullanıldı. Herbir temizleme prosesinde, formüle edilen temizleyicilerin dışında, prosesin başında, ortasında ve sonunda standart temizleme çözeltisi kullanılarak sistemin doğruluğu sağlandı. Her sistem için 5 PVC şerit kullanılarak yapılan temizlemenin ölçümünde tekrarlanabilirlik gözlemlenmiş oldu ve temizleme sonucu olarak 5 sonucun ortalaması kullanıldı. Temizleme sonuçları % değer olarak hesaplandı.

4.4. Seramik Yüzeyler Üzerinde İz Bırakmama Performansı Testi

Bu test için ürünlerin kullanım şekli ve beklentisi gözönünde bulundurularak sadece genel temizleyici formülleri için performans testi uygulandı. Siyah parlak seramik fayanslar üzerine temizleyici çözeltilerinden, metodun anlatımında belirtildiği şekilde uygulandı. Uygulamalar sonrası parlaklık değerleri 20° ışık açısıyla parlaklık ölçme cihazı ile ölçüldü. Sonuçlar parlaklık birimi olarak % değerler ile hesaplandı.

4.5. Seramik Yüzeyler Üzerinde Hızlı Kuruma Performans Testi

Bir diğer sekonder performans test metodu olarak uygulanan bu metodta da sadece genel temizleyici sistemleri için testler yapıldı. Yine siyah parlak fayanslar üzerine temizleyici çözeltileri test metodunda belirtildiği kadar verildi ve yüzey uygulandı. Kuruma sonrası suyun altında durulandı ve suyun yüzeyde homojen bir film yapmasıyla fayanslar aynı dik açıda kurumaya bırakıldılar. Kronometre ile kuruma süreleri dakika olarak ölçüldü.

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

Seçilen polimerlerin sert yüzey temizleyicilerdeki temizleme ve yüzeyi modifiye etme performansları için 3 farklı temizleyici sistem ve 3 farklı test metodu uygulandı.

5.1. Primer Temizleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Primer temizleme performansı için 3 farklı yüzey temizleyici uygulamasına bağlı olarak 3 farklı yüzey aktif madde ile çalışıldı. Çalışmalarda ticari olarak yaygın kullanılan yüzey aktif maddeler seçildi. Noniyoniklerden biri doğal diğeri sentetik bazlı olarak tercih edildi. Çalışılan anyonik yüzey aktif madde ise hemen hemen tüm deterjan ve kişisel bakım ürünlerinde bulunan bir yüzey aktif madde olarak tercih edildi. Tüm formülasyon sistemi suda oldukça kolay çözülebildi. Ancak yüzey aktif maddeler içerisinde en hızlı çözünme kabiliyetine sahip olarak glukozit tipi olan yüzey aktif madde gözlemlendi.

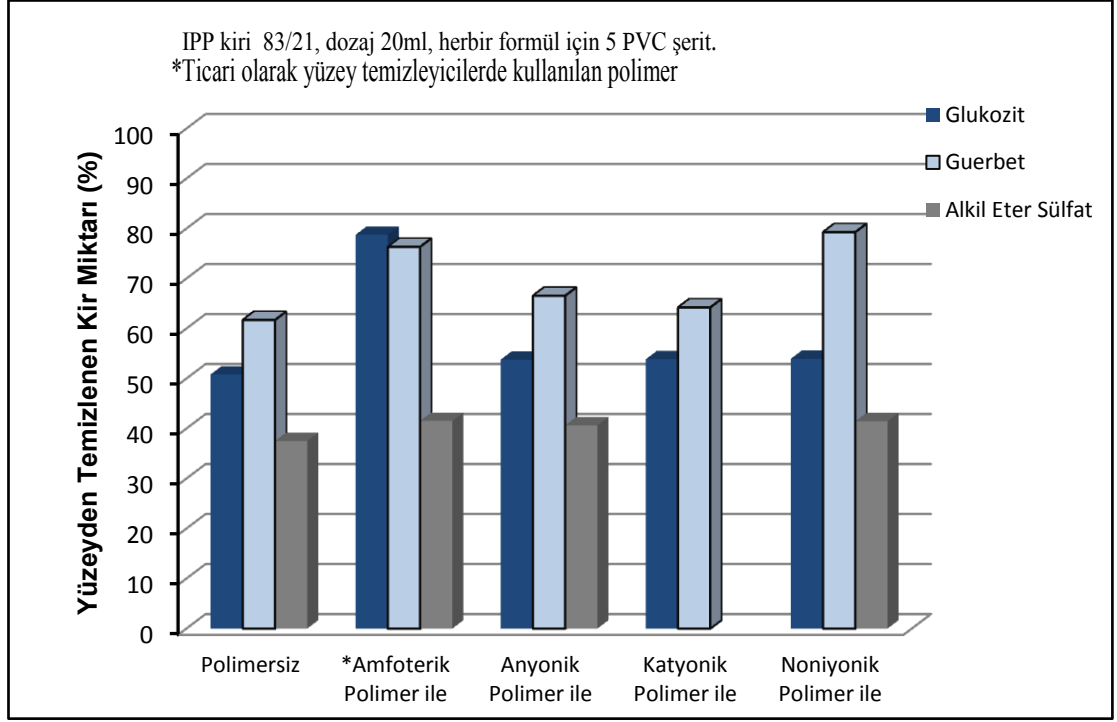
Kullanılan polimerler de katyonik yüklü olan hariç, formüllerde stabil olarak formüle edilebildiler. Katyonik yapısından dolayı polietilenimin polimeri alkali ortamda (mutfak temizleyiciler) ve anyonik yüzey aktif içeren formüllerde stabil olmadı.

Aşağıdaki Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te robot sistemi ile yapılan primer temizleme performans metoduna ait sonuçlar verilmiştir.

5.1.1. Genel Temizleyici Performans Testi Sonuçları

Şekil 5.1 genel temizleyiciler için 3 farklı yüzey aktif madde ile robot sistemi ile yapılan sonuçları göstermektedir. Herbir yüzey aktif sistemi farklı renk tonundaki kolanlarla ifade edildi. En iyi sonuçlar C-10 Guerbet Alkol Alkoksilesi ile oluşturulan formüllerle alındı. Bu yüzey aktif sisteminde polimer kullanılmadan test edilen sistemde kirin yüzeyden %61,73 ü uzaklaştırıldığı görülmektedir. Bu yüzey aktif sistemine amfoterik karakterdeki modifiye amino polikarboksilat eklediğimizde

temizleme performansının %76,35 e çıktığı görülmektedir. Bunun dışında noniyonik karakterli polietilen glikol-graft-vinil asetat polimerinin varlığında temizleme performansının %79,29 oranına çıktığı görülüyor. Diğer iki polimerden hem anyonik ve hem katyonik olanda da polimer ilave edilmeyen haldeki formül yapısına kıyasla performansa katkı olmadığı görülmektedir.

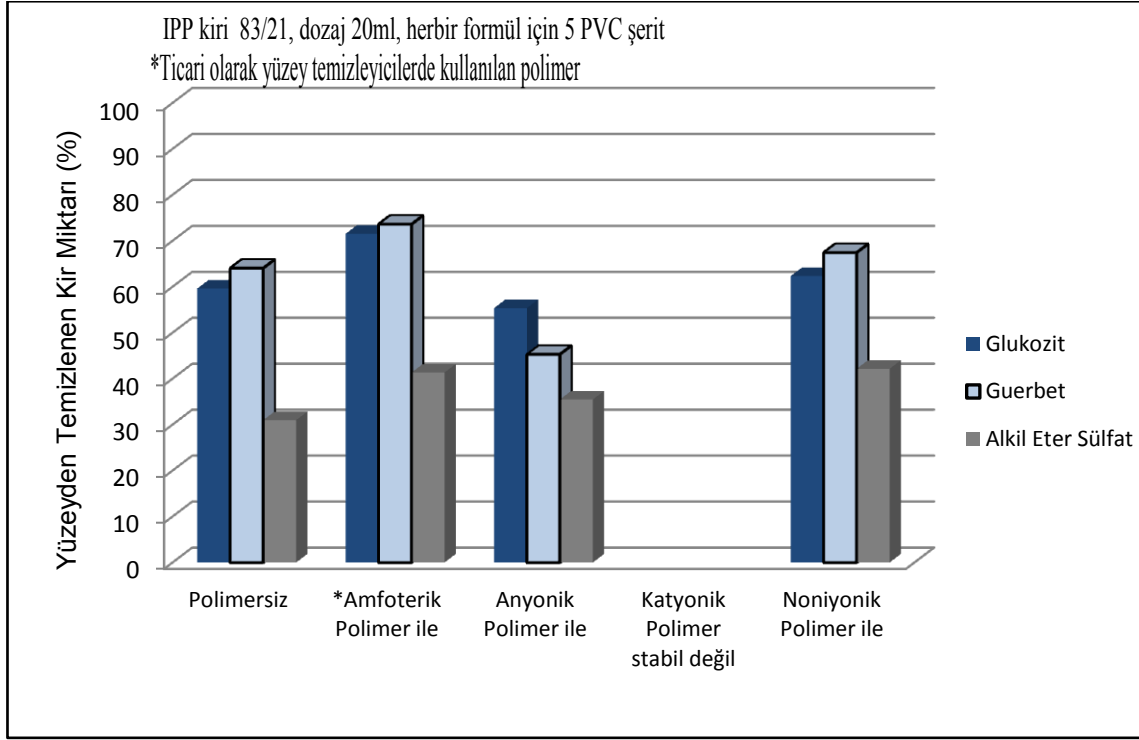


Şekil 5.1: Genel Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları

5.1.2. Mutfak Temizleyici Performans Testi Sonuçları

Mutfak Temizleyici grubu formüller için sonuçlar Şekil 5.2 de verilmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere bu alkali ortamdaki temizleyici formüllerinde katyonik polimer stabil kalmadı. Bundan dolayı katyonik polimere ait herhangi bir temizleme performansı sonucu grafiklerde görülememektedir. Genel temizleyicilerde olduğu gibi burada da yine en iyi sonuçlar C-10 Guerbet Alkol Alkoksilesi ile yapılan formül çalışmaları ile alındı. Polimerler içerisinde sadece anyonik polimer / glukozit tipi noniyonik ile oluşturulan formül C-10 Guerbet Alkol Alkoksilesi ile olandan daha iyi performans gösterdi. Bunun yanında, sonuçlara baktığımızda yine

amfoterik ve noniyonik polimerle oluşturulan formüller en iyi sonucu verdi. Bu temizleme grubunda amfoterik karakterdeki polimer ile elde edilen performans sonucu noniyonik ile yapılandan daha iyi sonuçlar vermiştir. Polimer kullanılmayan formüle göre yaklaşık %17 temizleme performansını arttırdığı görülmektedir.

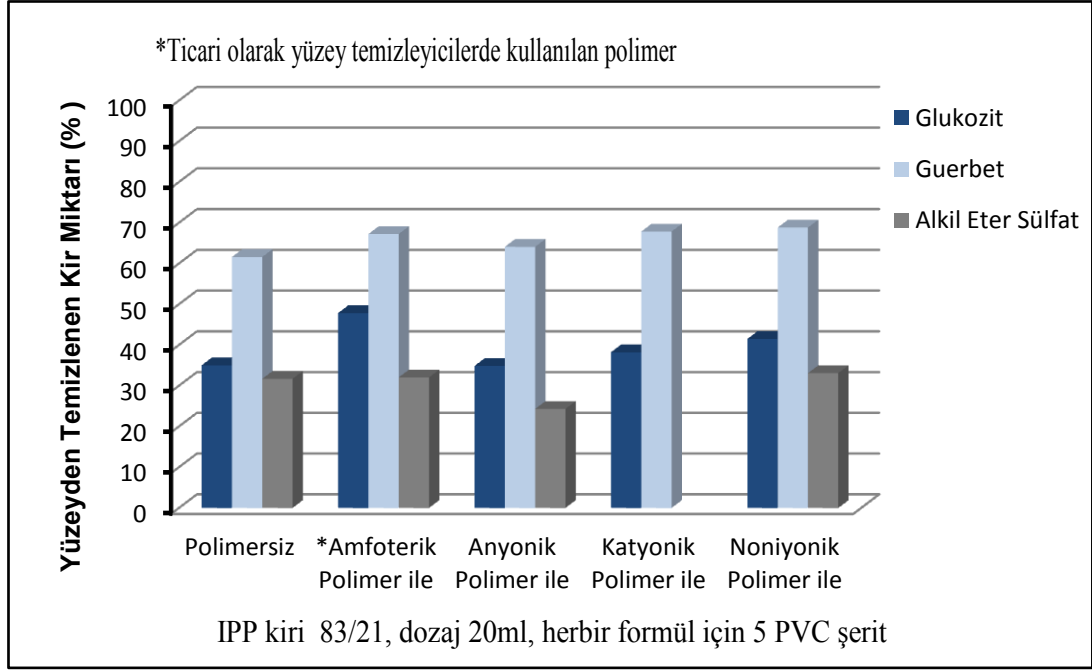


Şekil 5.2: Mutfak Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları.

5.1.3 Banyo Temizleyici Performans Testi Sonuçları

Şekil 5.3 pH değeri 2.0 – 3.0 arasında olan 3 farklı yüzey aktif madde ile oluşturulmuş banyo temizleyiciler için olan temizleme performansı sonuçlarını göstermektedir. Daha önceki 2 sert yüzey temizleyici grubuna kıyasla, banyo temizleyici formüllerinde C-10 Guerbet Alkol Alkoksilesi ile oluşturulan formüllerin polimersiz olana göre belirgin bir performans artışı olmadığı gözlemlendi. Buna rağmen yine performans artışı noniyonik ve amfoterik karakterdeki polimerlerle oluşturulan formüllerle gözlemlendi. Polietilen glikol-graft-vinil asetat polimerinin ilavesi ile oluşturulan formül ile %68,84 oranında temizleme performansı gözlenirken, amino modifiye polikarboksilat ile oluşturulan formülde %67,24

oranında temizleme performansı gözlemlendi. Diğer yüzey aktiflerle olan sonuçlara baktığımızda amfoterik polimer / glukozit türevi yüzey aktif kombinasyonu en iyi performansa sahip olarak görülüyor. Bunun yanı sıra, anyonik yüzey aktif türevlerinin sonucunu incelediğimizde, anyonik karakterdeki polimerle oluşturulan bu kombinasyonda polimersiz olan formüle göre performans artışından ziyade performansta düşüş gözlemlendi.



Şekil 5.3: Banyo Temizleyici Primer Temizleme Performans Sonuçları.

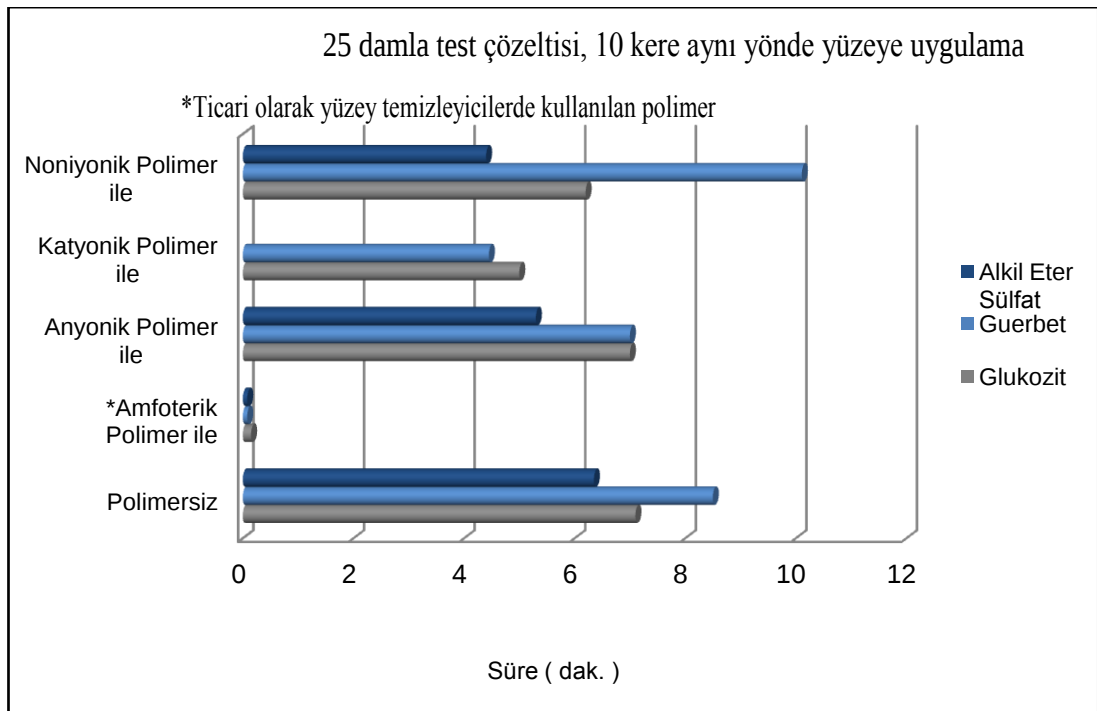
5.2. Sekonder Temizleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Temizleyici formüllerinin sekonder performansları (yüzey modifiye etme kabiliyetleri) için 2 test metodu uygulandı. Bunlardan yüzeyde parlaklık testi ve hızlı kuruma performansı uygulama gerekliliği açısından sadece genel temizleyicilerde denendi.

5.2.1. Seramik Yüzeyden Hızlı Kuruma Performansı Sonuçları

Bu performans testinde siyah parlak seramik fayans yüzeyler kullanıldı. Şekil 5.4 genel temizleyicilerin dikey yüzeyler üzerinde, suyu yüzeyden ne kadar hızlı uzaklaştırdıklarına dair sonuçları göstermektedir. Herbir bar, kuruma süresini dakika olarak belirtmektedir.

Şekil 5.4 deki sonuçlara göre, tüm yüzey aktif sistemlerinde amfoterik karakterdeki amino modifiye polikarboksilatın en yüksek performansı gösterdiği ve saniyeler içerisinde kurumanın gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Suyun yüzeyden uzaklaştırılması yaklaşık 9 saniyelik bir sürede gerçekleşmiştir. Bunun dışında katyonik karakterdeki polimer de suyun yüzeyden hızlı uzaklaştırılmasında amfoterik kadar olmasa da sürenin kısılmasında performans göstermiştir.

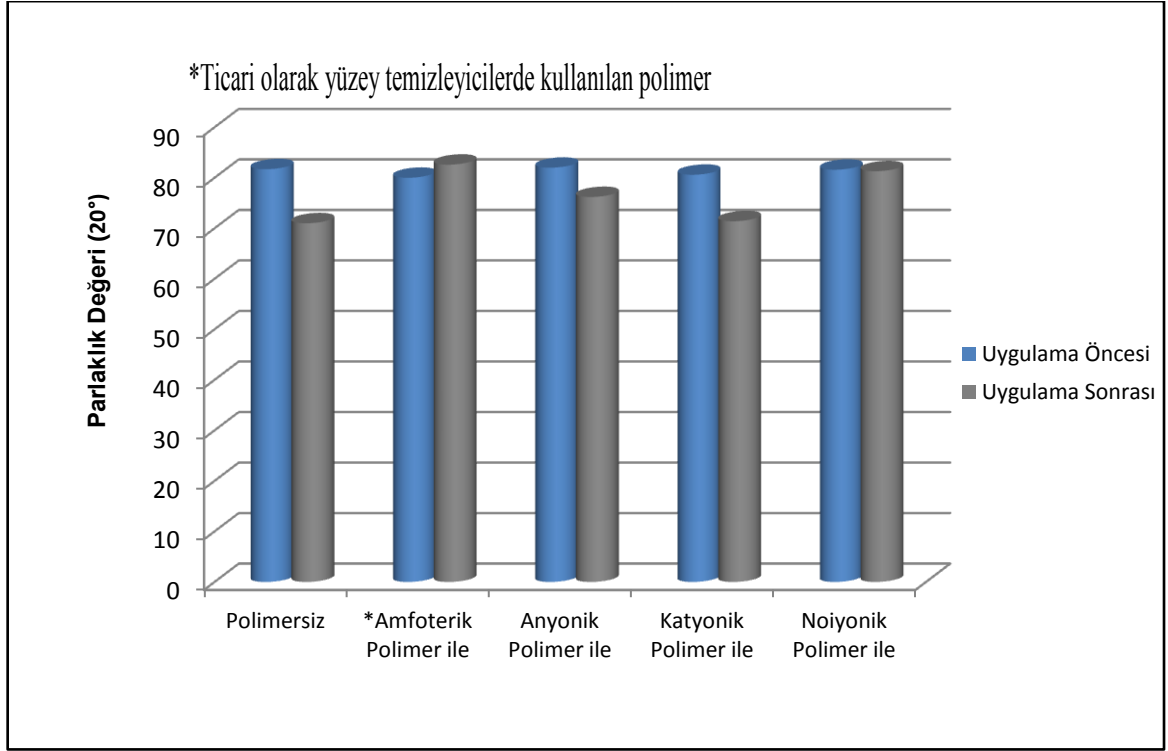


Şekil 5.4: Genel Temizleyici Hızlı Kuruma Performans Sonuçları.

5.2.2. Seramik Yüzeyde İz Bırakmama Performansı Sonuçları

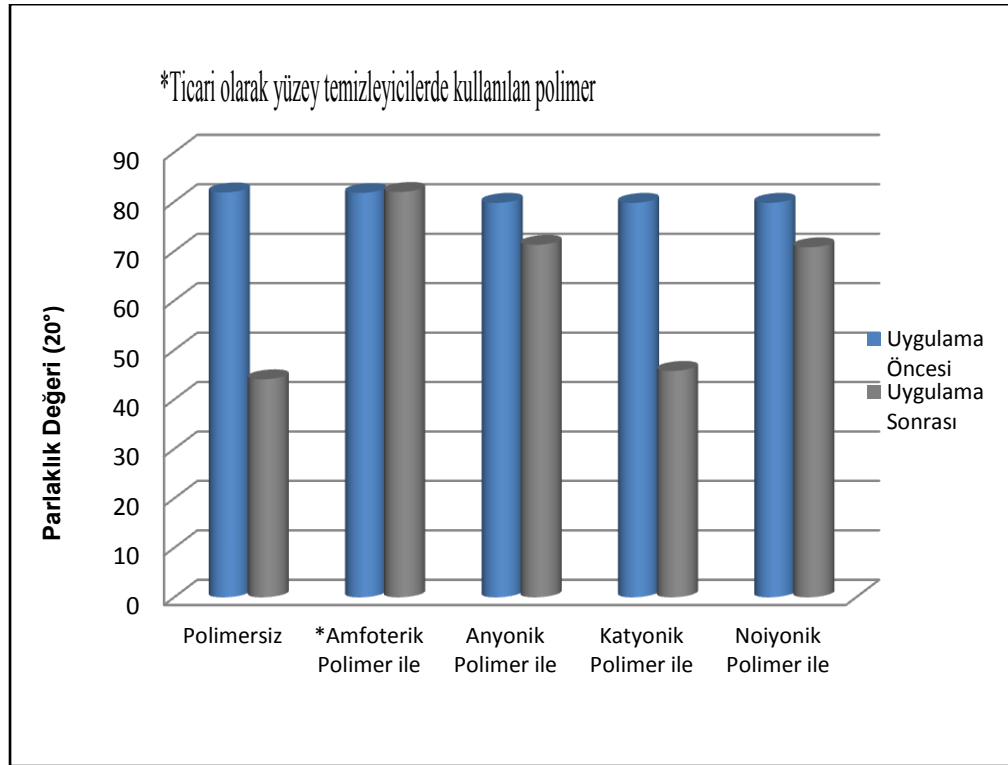
Yüzey temizleyicilerde temizleme performansından sonra en önemli özelliklerden biri olan yüzeyde iz bırakmama performans testinin sonuçları Şekil 5.5 , 5.6 ve 5.7 de verilmiştir. Herbir grafikte farklı yüzey aktifle çalışılan sistemlere ait sonuçlar bulunmaktadır. Sonuçlar test çözeltileri uygulamadan önce ve uyguladıktan sonraki ölçümleri içermektedir. Sonuçlar yorumlanırken uygulama sonrası değerlerin uygulama öncesi değerlere yakın ya da aynı olması durumunda sonucun istenen iyi sonuç olduğu düşünülür.

Şekil 5.5 Kaprilil / Desil Glukozit noniyonik yüzey aktif içeren formüllerin performans sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlara göre en iyi sonucun 82.6 parlaklık birimi ile amfoterik polimer ve 81.3 parlaklık birimi sonucu ile noniyonik polimer içeren sistemde gözlemlendi. Anyonik ve katyonik polimer kullanılarak yapılan uygulamalarda parlaklık ölçümlerinin düşük olmasına rağmen, görsel olarak elde edilen sonuçlarda çok fazla iz bırakmadıkları gözlemlenmiştir. Amfoterik polimeri içeren formülde %3 oranında uygulama öncesine göre artış olarak ölçüldü. Bunun yanı sıra noniyonik polimerli formülde önce ve sonra uygulamalarda değerler birbirine çok yakın ölçüldü. Polimersiz, anyonik ve katyonik polimerli formüllerde düşüş olduğu Şekil 5.5 den görülmektedir.



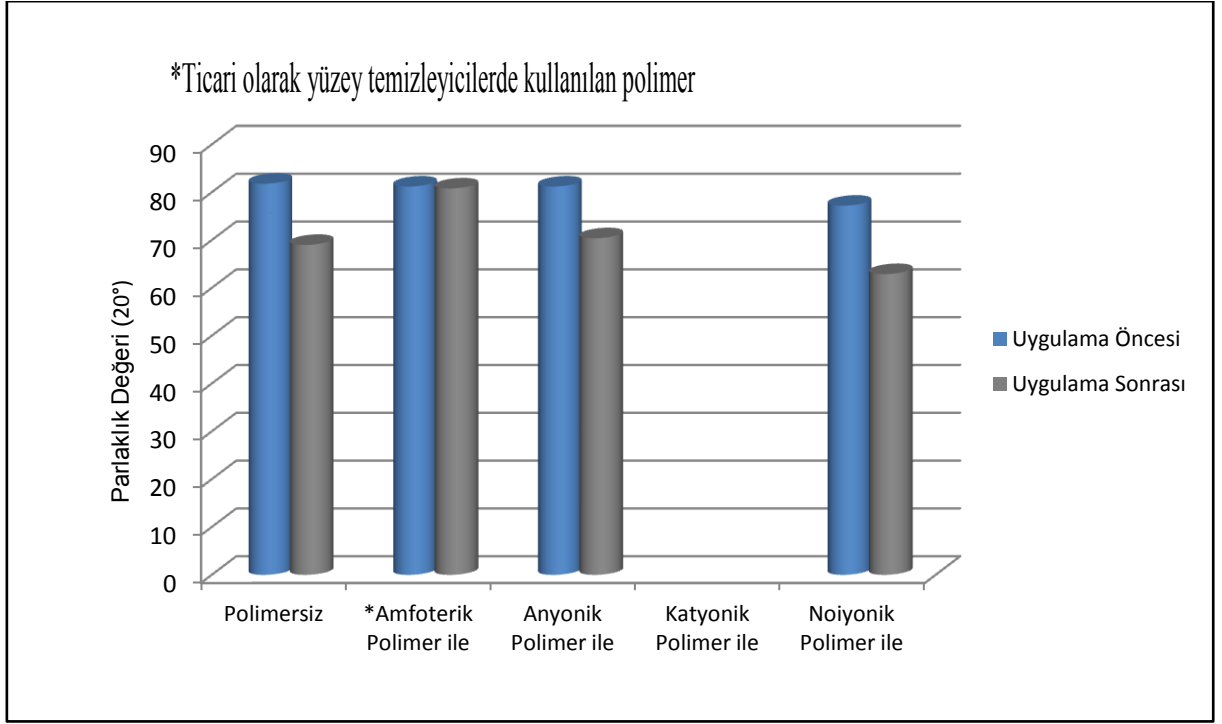
Şekil 5.5: Kaprilil / Desil Glukozit içeren formüllerin (GT1 yüzeyde iz bırakmama performans sonuçları.

Şekil 5.6 C-10 Guerbet Alkol Alkoksile tipi noniyonik ile formül edilmiş polimerlerin yüzeydeki parlaklık performansı sonuçlarını göstermektedir. Polimersiz formül uygulaması bu verilerde ilk dikkat çeken nokta oldu. Yaklaşık %46 değerinde parlaklık değeri düşüşü gözlemlenmektedir. Bu yüzey aktif ile gözlemlenen parlaklık performansı düşüklüğü amfoterik tip polimer ilavesi ile iyileştiği gözlemlendi.



Şekil 5.6: C-10 Guerbet Alkol Alkoksile içeren formüllerin (GT2) yüzeyde iz bırakmama performans sonuçları.

Şekil 5.7 deki sonuçlar etoksile C12-14 eter sülfat ile yapılan formüllerin performans sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlardan görüldüğü üzere, polimersiz uygulanan formüle amfoterik karakterli polimerin ilavesiyle parlaklık performansı arttırılmış ve seramik yüzeydeki izler gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte katyonik yüzey aktifle bu test formüllerinde stabilite sağlanamamıştır. Anyonik ve noniyonik yapıdaki polimerler bu yüzey aktif ile oluşturulan formüllerde performans sağlayamamışlardır.



Şekil 5.7: Etoksile C12-14 Eter Sülfat içeren formüllerin (GT3) yüzeyde iz bırakmama performans sonuçları.

6. SONUÇLAR

Yapılan tez çalışmasında çamaşır deterjanı formüllerinde kullanılan Maleik Asit / Olefin Kopolimer sodyum tuzu, Polietilen Glikol-graft-Vinil Asetat, Polietilenimin tipi polimerlerinin, sert yüzey temizleyicilerde Amino modifiye polikarboksilat polimerine karşı performansları denendi. Sert yüzey temizleyici olarak 3 farklı grup (genel temizleyici, mutfak temizleyici, banyo temizleyici) seçilerek, herbir uygulama için de 3 farklı yüzey aktif (C-10 Guerbet Alkol Alkoksile, Etoksile C12-14 Eter Sülfat, Kaprilil / Desil Glukozit) ile formülasyonlar çalışıldı. Tüm formüllerin robot sistemi ile primer temizleme performansları çalışıldı. Ayrıca genel temizleyiciler için de sekonder temizleme performansları ile ilgili çalışmalar yapıldı. Çalışmalarda yüzey temizleyicilerde yüzeyi modifiye etme ve temizleme performansını artırma özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılan amfoterik karakterdeki metakril amidopropil trimetilamonyumklorür, etilakrilat ve akrilik asit terpolimerine karşı farklı performanslar gözlemlendi. Primer temizleme performanslarında glukozit tipi noniyonik yüzey aktif madde ile yapılan tüm denemelerde amfoterik polimer ilavesi ile performans artışı gözlemlendi. Ancak yüzey aktif made sentetik kaynaklı olan C-10 Guerbet Alkol Alkoksile olarak seçildiğinde noniyonik karakterli polimer ilavesinde amfoterik yapıda olana göre daha iyi ya da yakın sonuçlar elde edildi. Mutfak temizleyici denemeleri dışındaki 2 uygulama için noniyonik karakterli polietilen glikol-graft-vinil asetat polimeri ile yapılan formüller en iyi sonuçları verdi. Anyonik ve katyonik polimer ilaveli formülleri değerlendirdiğimizde çok yüksek oranda temizleme performans katkısı görülmedi. Alkali ortamda en kötü performansı anyonik karakterli polimer ilavesi gösterdi. Bunun yanında, polimersiz temizleyici formülden daha kötü sonuçlar gözlemlendi. Bunların dışında yüzey aktif grupları içerisinde anyonik yüzey aktifle çalışılan formüllerin tümü her uygulamada en kötü sonuçları verdi.

Sekonder performans testlerini değerlendirdiğimizde hızlı kuruma etkisi her yüzey aktif kombinasyonu ile amfoterik polimerde izlendi. Temizleme performansında amfoterik ile aynı hatta bazı uygulamalarda daha iyi performans gösteren noniyonik karakterli polimerde hızlı kuruma etkisi gözlenemedi. İyonik

polimerler temizleme performansında etki gösteremezken hızlı kurumada amfoterik karakterli ile kıyaslanamasa da kuruma süresinde iyileştirme sağladı. Yüzeyde iz bırakmama performanslarını incelediğimizde en iyi performanslar yine amfoterik polimer varlığındaki formüllerde gözlemlendi. Bunun dışında noniyonik polimer ile de parlaklık değerleri amfoterik olana yakın sonuçlar gösterdi. Ancak fayanslar görsel olarak incelendiğinde yüzeyde yine de izler görülebildi. Bu sekonder performansı için de en uygun yüzey aktif, glukozit türevi ile elde edildi. İyonik polimerlerin her ikisi de yüzeyde en fazla iz bırakan polimerler olarak gözlemlendi.

Tüketicilerin artık deterjan ürünlerindeki farklı beklentileri gözönünde bulundurulursa, yapılan çalışmalar hem üreticiler hem de tüketicilerin beklentilerini karşılayacak şekildedir. Yüzey temizleyicilerde kullanılmakta olan amfoterik karakterdeki polimere karşı noniyonik karakterli polimerin bazı formüllerde daha iyi sonuç göstermiş olması bu tip polimerlerin sadece çamaşır deterjanlarında değil yüzey temizleme ürünlerinde de kullanılabileceği yönünde bulgular sunmuştur. Noniyonik karakterdeki polimerde yapılabilecek modifikasyonlarla sekonder temizleme performansına daha da katkı sağlayabileceği araştırılacaktır.

KAYNAKLAR

Oak Park., (1989), Cosmetic Toiletries in Surfactant Encyclopedia 104, 67-110.

Hendricks H., Nootens C., (2003), J. Eur. Coat., (6) ,710 .

Inform, (2002) 13 ,682–695.

J. Falbe, (1987) ,Surfactants in Consumer Products. Theory, Technology and Application. Berlin, Springer Verlag.

J. W. B. Gogarty, (1976), Petroleum Techn., 1475–1483.

KR Lange, (1994), Detergents and Cleaners : A Handbook for Formulators. München, Hanser Publishers.

Ash M., Ash I., (1993), Handbook of Industrial Surfactants. An International Guide to More Than 16000 Products by Trade Name, Application, Composition and Manufacturer. Aldershot: Gower .

Michael Showell S., (2006), Handbook of Detergents Part D, Formulation. Taylor and Francis Group, 885(1–2), 2-3.

MR Porter, (1991), Handbook of Surfactants London: Belackie Academic and Professional.

Bassemir R. W.,. Bean A, Wasilewski O., Kline D., Hills W., Su C., Steel I.R., Rusterholz W. E., in: Kirk-Othmer, (1995), Encyclopedia of Chemical Technology, New York, Wiley, 14,(4) , 482–503.

Tadros T. F., (1995), Surfactants in Agrochemicals, Marcel Dekker Surfactant Science Series, New York, 54.

Zheng, Xie X. Y., Zhu L., Jiang X., Yan A., (2002)Ultrasonics Sonochem, 9, (6) , 311.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İzmir'in Konak ilçesinde doğan Ahmet Üner, ilk ve orta öğrenimi İzmir'de tamamladı. 2000 yılında Akdeniz Üniversitesi Kimya Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2004 yılında mezun oldu. 2010 yılında, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünün, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim dalında yüksek lisans çalışmalarına başladı.