

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ISLAK MENDİL ÇÖZELTİSİNİ OLUŞTURAN BİLEŞENLERİN CEVAP
YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sabiha Betül ŞEKER
Danışman: Doç. Dr. Adnan ALDEMİR

VAN – 2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ISLAK MENDİL ÇÖZELTİSİNİ OLUŞTURAN BİLEŞENLERİN CEVAP
YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sabiha Betül ŞEKER

VAN – 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Adnan ALDEMİR danışmanlığında, Sabiha Betül ŞEKER tarafından sunulan “Islak Mendil Çözeltilisini Oluşturan Bileşenlerin Cevap Yüzey Yöntemi İle Optimizasyonu” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince /..... /..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /..... /..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Sabiha Betül ŞEKER



ÖZET

ISLAK MENDİL ÇÖZELTİSİNİ OLUŞTURAN BİLEŞENLERİN CEVAP YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU

ÜNLÜ, Sabiha Betül

Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Adnan ALDEMİR

Aralık 2023, 79 sayfa

Bu tez çalışmasında genel temizlik ıslak mendillerinin üretiminde yaygın kullanıldığı temel içerik kimyasallarının seçili olduğu parametreler ile üretim koşullarının optimizasyonu yapılmıştır. İçerikte mevcut kimyasalların genel tanımlamaları yapılarak kullanılan hammaddelerin kullanım amaçları ve yapısal uygunlukları değerlendirilerek çalışmada sırasıyla çözeltiler halinde kuru kumaşlara damlama yöntemiyle uygulanmıştır. Bu şekilde hazırlanan ürünlerde pH ve mikrobiyolojik analizler yapılarak ürünlerde piyasaya arz edilecek düzeyde ve raf ömrü süresince bozulum göstermeyecek ürünlerin uygunluğu test edilmiştir. Piyasa koşullarına uygun optimum üretim koşullarının belirlenmesi için Cevap Yüzey Yöntemi (CYY) uygulanmıştır. CYY’de kullanılan deney tasarımı Design Expert 12.0.0. programı kullanılarak oluşturulmuş ve optimum işletme koşullarının belirlenmesi için Merkezi Kompozit Tasarım (MKT) uygulanmıştır. Program tarafından önerilen otuz farklı deney ıslak mendil hazırlama çözeltilerinde kullanılan kimyasal maddelerin seçildiği bağımsız parametrelerin değerlerine göre oluşturulan çözeltiler kullanılarak ıslak mendil numuneleri hazırlanmıştır. Cevap olarak seçilen pH değerleri ölçülmüş ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler ile cevap ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek üzere ANOVA analizi yapılmıştır ve programda oluşturulan üç boyutlu (3D) grafikler yorumlanmıştır. Bu çalışmadaki sonuçlar, CYY’nin ıslak mendil hazırlama için kullanılan çözelti parametrelerinin optimizasyonunda uygun bir yöntem olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Cevap yüzey yöntemi, Islak mendil, Merkezi kompozit tasarımı, Optimizasyon

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE COMPONENTS FORMING THE WET WIPES SOLUTION USING THE RESPONSE SURFACE METHOD

ŞEKER, Sabiha Betül

M.Sc. Thesis., Department of Chemical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Adnan ALDEMİR

December 2023, 79 page

In this thesis, general cleaning wet wipes in the market were examined and a wipe study was carried out on the basic ingredient chemicals, which are widely used, with optimization parameters. By making general definitions of the chemicals present in the content, the purpose of use and structural suitability of the raw materials used were evaluated, they were turned into solutions respectively in the study and applied to dry fabrics by drip method. As a result of this application, pH and microbiological analyzes were made on the products, and the suitability of the products that would not deteriorate during the shelf life of the products were tested at the level to be supplied to the market. Response Surface Method (RSM) was applied to determine the optimum operating conditions. Experimental design used in Design Expert 12.0.0. program created using the program. Central Composite Design (CCD) was applied to determine the optimum operating conditions. ANOVA analysis was used to examine the interaction between the response and independent variables and the data obtained. Design Expert 12.0.0. Using the CCD program, thirty different parameter results were presented, and solutions were created by performing wet wipe solution studies with these results. The data of these solutions were recorded and the three-dimensional (3D) graphs created in CCD were interpreted. This study shows that RSM may be a suitable method for the optimization of wet wipe solution parameters.

Keywords: Central composite design, Optimization, Response surface methodology, Wet wipes



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında beni yönlendiren, karşılaştığım her türlü zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, her türlü ilgi ve deneyimlerini her zaman benimle cömertçe paylaşan Danışman Hocam Doç. Dr. Adnan ALDEMİR'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans tezimi maddi olarak destekleyen ve laboratuvar ortamında çalışmama imkn sağlayan Cotton Club TR Hijyenik ve Kimyevi rnler San. ve Dış Tic. A.Ő. firmasına teşekkür ederim. Çalışmalarım esnasında daima yanımda olan beni destekleyen değerli eşim, ailem ve arkadaşlarıma, her anımda yanımda destek olan biricik annem Meryem ÜNLÜ'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

2023

Sabiha Betül ŞEKER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Islak Mendil	2
1.2 Optimizasyon	6
1.3 Merkezi Kompozit Tasarımı	8
1.4 Islak Mendillerde Kullanılan Hammaddeler	12
1.4.1 Islak Mendilde Kumaş	12
1.4.2 Selüloz Lif – Viskon	13
1.4.3 Polyester	14
1.4.4 Polipropilen	15
1.4.5 Islatıcı Çözüldicisi – Sıvı Katkı Maddeleri	15
1.4.6 Deiyonize Su veya Saf Su	17
1.4.7 Gliserin	18
1.4.8 Mono Propilen Glikol	19
1.4.9 Yüzey Aktif Maddeler – Betain	20
1.4.10 Koruyucu Madde – Fenoksietanol	22
1.4.11 EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid)	25
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM	35
3.1 Materyal Özellikleri	35
3.1.1 Kumaş Özellikleri	35
3.1.2 Islatıcı Çözelti Özellikleri	37
3.1.2.1 Deiyonize Su	38
3.1.2.2 Yüzey Aktif – Kokamidopropil Betain	38

3.2.1.3 Yüzey Aktif - Propilen Glikol	39
3.1.2.4 Koruyucu Karışım – Fenoksietanol-Dehidro Asetik Asit–Benzoik Asit	40
3.1.2.5 EDTA – Etilen Diamin Tetra Asetik Asit	42
3.2 Islak Mendil Numunelerinin Hazırlanması.....	44
3.2.1 Kumaş Islatma Çözeltilsinin Hazırlanması	44
3.2.2 Islak Mendil Haline Getirilmesi.....	44
3.3 pH Ölçümleri	46
3.4 Mikrobiyolojik Analizler	48
3.5 Cevap Yüzey Yöntemi ve Merkezi Kompozit Tasarım	51
3.6 Sonuçların Optimizasyonu.....	54
4. BULGULAR	57
4.1 Varyans Analizi Sonuçları ve Üç Boyutlu Grafikler	59
4.2 Islak Mendil Hazırlama Koşullarının Optimizasyon Sonuçları	66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	69
KAYNAKLAR	71
ÖZ GEÇMİŞ.....	79

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1 Amerika mendil piyasası verileri	4
Çizelge 1.2 Gliserin fizikokimyasal özellikleri	18
Çizelge 1.3 Propilen glikol fizikokimyasal özellikleri	20
Çizelge 3.1 Kumaş yapısal özellikleri	36
Çizelge 3.2 Bazı koruyucu maddelerin antimikrobiyal aktiviteleri.....	42
Çizelge 3.3 Koruyucu karışım ve EDTA eklendikten sonra ölçülen pH değerleri	48
Çizelge 3.4 MKT için seçilen değişkenlerin aksiyal ve merkez noktaları	52
Çizelge 3.5 Islak mendil hazırlamak için MKT ile önerilen deney programı	53
Çizelge 4.1 MKT ile önerilen deney programına ait deneysel ve hesaplanan sonuçlar .	58
Çizelge 4.2 Çalışma koşullarının optimizasyonu için önerilen modelin ANOVA sonuçları	59
Çizelge 4.3 Çalışma koşullarının optimizasyonu için önerilen modelin R ² değerleri....	59
Çizelge 4.4 Çalışılan aralık için yazılım programının optimizasyon kriterleri	67
Çizelge 4.5 Çalışılan aralıkta yazılım programının optimizasyon çözümleri	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Türkiye'de 2011 ile 2021 yılları arasında ki ıslak mendil kullanımı.....	4
Şekil 1.2 Temizlik ürünlerinin piyasa incelenme grafiği	6
Şekil 1.3 Kişisel bakım ürünlerinin piyasa incelenme grafiği.....	6
Şekil 1.4 Üç değişkenli üç seviyeli merkezi kompozit tasarımın kübik şekli	9
Şekil 1.5 CYY uygulamasında deneysel strateji.	10
Şekil 1.6 (a) iki değişkenli ve (b) üç değişkenli MKT'lerin gösterimi.	12
Şekil 1.7 Kokamidopropil Betain	22
Şekil 1.8 Islak mendil yüzeyinde oluşabilecek mikroorganizmalar	24
Şekil 1.9 Islak mendilde kullanılan koruyucuların genel kullanım oranları.....	24
Şekil 1.10 Benzoik asit, Phenoxyethanol (Fenoksietanol), Dehidroasetik asit molekül yapısı.....	25
Şekil 1.11 Etilen daimin tetraasetik asitin yapısı.....	25
Şekil 3.1 Islak mendil hazırlamak için kullanılan kuru kumaşlar	37
Şekil 3.2 Kullanılan kimyasal maddelerin çalışma görselleri	37
Şekil 3.3 Ters ozmoz sisteminin akış diyagramı	38
Şekil 3.4 Kokamidopropil Betain	39
Şekil 3.5 Propilen glikolün moleküler yapısı	39
Şekil 3.6 Benzoik asit, Fenoksietanol, Dehidroasetik asit.....	41
Şekil 3.7 Etilen diamin tetra asetik asitin molekül yapısı.....	43
Şekil 3.8 Steril kap ve hassas terazi tartım görseli	44
Şekil 3.9 Damlatma yöntemiyle kuru kumaşlara çözelti emdirilmesi.....	45
Şekil 3.10 Poşetlerde bekletilen ıslak mendil örneklerinin görselleri	45
Şekil 3.11 Paketlenmiş ıslak mendil.....	46
Şekil 3.12 Hazırlanan ıslak mendil çözeltisinin pH ölçümü	47
Şekil 3.13 Hazır Besiyerler.....	49
Şekil 3.14 UV kabini	50
Şekil 3.15 Mikrobiyolojik analiz görselleri	50
Şekil 3.16 Kullanılan dış materyallerin kontaminasyon sonucu mikroorganizma görselleri (sol) ve besiyer üreme tespit edilmeyen besiyer görseli (sağ).....	51
Şekil 4.1 Teorik olarak hesaplanan değerlere karşı gözlenen değerlerin dağılımı.....	61

Şekil 4.2 pH'ın Betain ve koruyucu karışım ile üç boyutlu değişimi.....	62
Şekil 4.3 pH'ın MPG ve koruyucu karışım ile üç boyutlu değişimi	63
Şekil 4.4 pH'ın Betain ve EDTA ile üç boyutlu değişimi	63
Şekil 4.5 pH'ın MPG ve EDTA ile üç boyutlu değişimi.....	64
Şekil 4.6 pH'ın Betain ve MPG ile üç boyutlu değişimi	64
Şekil 4.7 pH'ın koruyucu karışım ve EDTA ile üç boyutlu değişimi	65



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler ve kısaltmalar açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde
Df	Serbestlik derecesi
E	Deneysel hata
h	Saat
kmol	Kilomol
°C	Santigrat derece sıcaklığı
pH	Potansiyel Hidrojen
R ²	Regresyon kararlılık indeksi
X	Kodlu değişken
β _i	Regresyon katsayı

Kısaltmalar

Açıklama

CYY	Cevap Yüzey Yöntemi
DT	Deney Tasarımı
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
EP	European Pharmacopoeia
FDA	Food And Drug Administration
MKT	Merkezi Kompozit Tasarımı
MPG	Mono Proplen Glikol
PB	Placket-Burman
PBD	Fenoksietanol, Benzoik Asit, Dehidroasetik Asit
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
WPU	Water for Pharmaceutical Use



1. GİRİŞ

Günümüzde yaşamımızın her alanında kullanım gereksinimi duyduğumuz ıslak mendiller çağımızın yaşam standartlarına uygun olarak gelişmeler göstermiştir. Islak mendil mucidi Amerikalı Arthur Julius ıslak mendillerin mucidi olarak görülmektedir. Julius kozmetik endüstrisinde çalışmıştır ve 1957'de sabun parçalayıcı bir makine ayarladı ve Manhattan'da bir çatı katına makineyi kurdu. Julius, 1958'de hala kullanılmakta olan ürününün adı olan Wet-Nap markasını çıkardı. 1960 Ulusal Restaurant Fuarı'nda ürününü tanıttı ve 1963'te KFC restoranında Albay Sanders'e Wet-Nap ürünleri satmaya başlamıştır (Anonim, 2016). Kuru kumaşlar rulo halinde makineye yerleştirilerek ve proses kazanları içerisinde çözelti karışımı hazırlanır. Daha sonra aktif halde çalıştırılacak olan makinede rulolara çözeltiye damıtma ile emdirilir, katlama ve kesme işlemleri gerçekleştirilerek mendil formuna dönüştürülür.

1958'li yıllardan günümüze kadar çeşitli amaçlara hizmet için farklı ürünler geliştirilmiştir. Islak mendiller, genel temizleme, silme, yüzey hijyeninde, el ve yüzey dezenfekte etme ve cilt bakımına faydalar sağlamak için hem canlı hem de cansız yüzeylerin tümünde kullanılır (Evers ve Galvagno, 2001). Bebek hijyeni, sterilizasyon işlemlerinde, yüz temizliği ve özel kişisel hijyen ile ev, endüstriyel, tıbbi ve ofis temizliği gibi birçok farklı alanlarda kullanılmak amacıyla çeşitlendirilir. Islak mendil Türkiye'de ve dünyada tüketimi hızla artan temizlik ürünlerinin başında gelmektedir.

Üreticiler, tüketicilerin ihtiyaçlarına göre yenilik çalışmaları yaparak mevcut ürünler geliştirmektedirler. Islak mendil tüketicileri genellikle ürünlerin yumuşak yapılı, güzel kokulu, kopma ve yırtılmalara karşı dayanıklı olmasının yanı sıra; 2020 yılı ile başlayan dünya gündemindeki pandemi durumu hijyen mendillerinde ki ihtiyaç ve talep ciddi bir oranda artış göstermektedir.

Bu tez çalışmasında, genel ıslak mendil içerikleri araştırılarak kullanılan temel materyaller tespiti yapıldı. Islak mendil hazırlamada kullanılan kimyasal maddelerin optimizasyonu Cevap Yüzey Yöntemi (CYY) ile bağımsız ve bağımlı değişkenler olarak incelendi. Optimum faaliyet işletme koşullarının belirlenebilmesi için Cevap Yüzey Yöntemi (CYY) uygulandı. CYY'de kullanılan deney tasarımı Design Expert 12.0.0 programının deneme versiyonu ile oluşturuldu.

1.1. Islak Mendil

Islak mendil, kumaşlara çözelti absorbe edilebilen bir sıvı içerdiğinde ıslak mendil veya ıslak havlu olarak adlandırılır. Günümüzde ıslak mendillere fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla ıslatıcı çözeltilere farklı katkı maddeleri eklenir, bu fonksiyonel farklılık ile ürünler gruplar halinde tüketiciye sunulmaktadır. Islak mendil günümüzde bebeklerin, çocukların, yetişkinlerin ve hastaların hijyenik temizleme ihtiyaçlarını gidermek amacıyla farklı çözeltiler ile çeşitlendirilerek tüketicilerin kullanıma sunulmaktadır. Anne bebeklerin, yetişkinlerin ve hastaların hijyenik temizleme ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına çocuk bezi, ıslak mendil, hijyenik pedler, tuvalet kâğıtları ve temizleme mendili gibi ürünlerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

Sektörün ve dönemin ihtiyacı olarak görülen hijyen ürün çalışması farklı ürün gruplarını da tek amaç doğrultusunda araştırmaya ve çalışmaya yönlendirmiştir. Islak mendil temel malzeme yumuşak yapılı, kullanımına göre kalın ve esnek yapılı, çok katlı, parfümlü, doğada çözünebilir ve dezenfektan mendilleri gibi losyon tiplerini değiştirerek bitmiş ürünlerin özelliklerini son kullanım amaçlarına göre uyarlayabilir. Üreticiler, tüketicilerin taleplerine göre yenilik çalışmaları yaparak çeşitli fonksiyonlu ürünler geliştirmektedirler. Tüketiciler genellikle ürünlerin yumuşak yapılı, hoş kokulu, kopma ve yırtılmalara karşı dayanıklı olmasının yanı sıra; 2020 yılı ile başlayan dünya gündemindeki pandemi durumu hijyen mendillerinde ki ihtiyaç ve talep ciddi bir oranda artış göstermektedir. Örneğin, yüz ve bebek mendillerinde tüketiciler gelişmiş yumuşaklık ve cilt bakım özelliklerinden yararlanırken, ev içi temizlik mendilleri, oldukça etkili temizlik formülasyonları ile daha dayanıklı malzemelerin kullanılmasıyla üretilmektedir (Anonim, 2013). Bir diğer örneklendirme olarak çözelti içeriğine parlaklık sağlayan polimer ekleyerek uygulanan yüzeyin parlaklığının artırılması, alkol veya biyosidal madde eklenmesi ile hijyen mendil olarak sunulması gibi ürünü çeşitli gruplar halinde tüketiciye sunulması olarak da değerlendirilebilir.

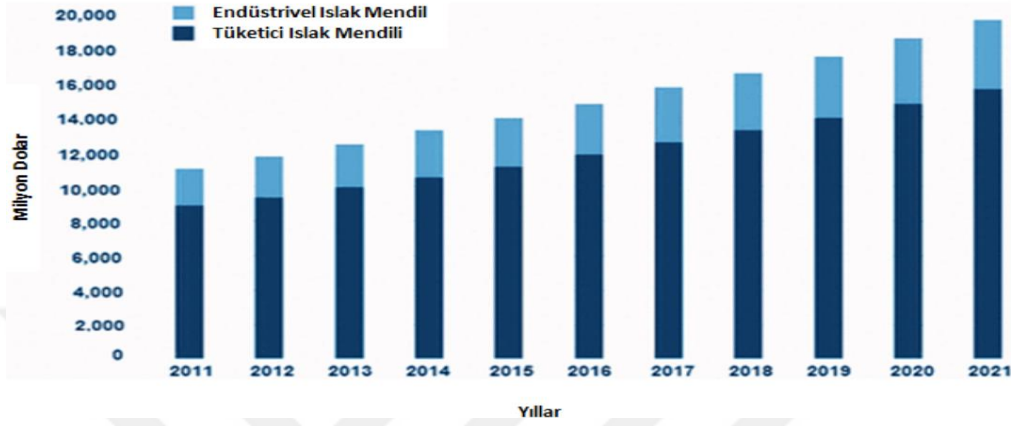
Kişisel hijyen bakım ve sağlık ürünlerine ihtiyacın ve talebin artması, emilimi yüksek ve gelişmiş ürünlerin üretiminde yapıcı ve rekabet ortamını da beraberinde getirmektedir. Günümüzde, tek başına kişisel bakım hijyen ürünleri bile büyük ve milyar dolarlık bir pazar oluşturmaktadır. Bu pazarın giderek artması, yüz milyonlarca bebeğin, çocuğun ve milyonlarca kadının ve zorlu yaşamdan yakınan yetişkinlerin kullandığı

kolay kullanımlı hijyen ürünlerine duyulan ihtiyacın giderek artmasıdır (Pulan, 2015). Genel olarak incelendiğinde, kişisel bakım hijyen ürünlerine gösterilen talep, özellikle gelişmiş ülkelerde daha yüksektir ve endüstriyelmiş ülkelerde de sürekli bir artış göstermektedir. Ekonomik açıdan rekabetli pazarlarda, ıslak mendil üreticileri, ürünlerin çeşitli fonksiyonel performansı, kalite ve estetik gibi alanlarda giderek artan tüketici talepleri ve beklentileri karşısında güçlükler yaşamaktadır. Günümüzde piyasada raflarda satılan kişisel hijyen bakım ve temizlik ürünlerinde beklenen temel özellikler, kullanım rahatlığı yanında, sorunsuz ve rahat bir emilim sunması, esnek olması ve tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap vermesidir (Aygün, 2012).

Islak mendilin kullanımı günümüzden öncesine bakılınca 50 yıl öncesine dayanır ve özellikle 1970'lerde bebek alt değişimlerinde temizlik amaçlı kullanılmasıyla sektör hızlı bir şekilde büyümüş ve 1990'larda mendillerin çok sayıda uygulama alanı ortaya çıkmıştır. Kişisel hijyen mendilleri toplam kullanım, 2011 senesinde 1,897.748 ton ve 55.740 metrekare değerine ulaşmıştır. 2011 yılında izlenen büyüme, 2010 yılında izlenen %10.9 lük büyümeden daha yavaş olsa da ekonomik krizin toparlanmasından sonra pozitif büyüme ivedikle devam etmiştir. 2012 yılında Türkiye Ekonomi Bakanlığı'nın sunduğu bir raporla bakım ve temizlik hijyen sektörünün üretimindeki pay artışı desteklenmiştir. Hijyen ve sağlık temizlik ürünlerinde yüksek büyüme beklenen ürün grupları olduğu arasında belirtilmiştir. Islak temizlik mendilleri de büyüme bekleyen bu grup içerisinde yer almaktadır. 1990'lardan bu yana 2009'da 10 milyar dolarlık bir pazar payına sahip olan ürün grubunun 2014'te yaklaşık 13 milyar dolarlık bir paya sahip olması beklenmektedir.

Kişisel bakım ve temizlik hijyen ürünleri gün içerisindeki yaşantımızı sürdürebilmemiz açısından kolaylık ve önemli bir yer kapsamaktadır. Kişisel hijyen ve bakımın pazar payına baktığımızda dünyada 500 milyar TL'yi aştığı görülürken, ülkemizde de 2.5 milyar TL büyüklüğünde olduğu görülmektedir. Türkiye'de ki kişisel bakım ve hijyen temizlik harcamaların yaklaşık üçte biri cilt bakım ürünleri olmuştur. Türkiye'de kişisel bakım hijyen ürünleri pazarının 2010 yılında %8'lik bir büyüme gösterdiği ve bunun da dünya ortalamasının iki katı olduğu ifade edilmektedir (Sarıkaya ve Altunışık, 2011). Küresel ıslak mendil hijyen pazarı 2014'te 13.2 milyon dolara ulaşmış ve yıllık %6.8 lik büyüme göstermiştir. Ayrıca bu büyümenin 2019'a kadar 18.3 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2008-2013 yılları arasında %6.7, 2018

yılına kadar tüketimi %7.7 artmıştır. 2011-2021 arasında değişim Çizelge 1.1’de verilmiştir. Tüketici ve sanayi mendil satışlarının 2021 yılına kadar 19.6 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 1.1 Türkiye'de 2011 ile 2021 yılları arasındaki ıslak mendil kullanımı (Anonim, 2019)

Amerika'nın mendil piyasasına ait veriler Çizelge 1.1’de gösterilmiştir. Çizelgede yorumlandığı gibi incelendiğinde ıslak mendillere olan talep her yıl artış göstermektedir. En yoğun talebin olduğu grup ise bebek mendilleri grubudur (Sebile, 2015).

Çizelge 1.1 Amerika mendil piyasası verileri

Mendil Türleri	Yıllar			Yıllık Büyüme	
	2006	2011	2016	2006-2011	2011-2016
Toplam (milyon dolar)	1584	1910	2450	3.8	5.1
Bebek bakım mendilleri	464	577	721	4.5	4.6
Dezenfektan mendilleri	248	313	402	4.8	5.1
Genel amaçlı endüstriyel mendiller	165	173	221	1.0	5.0
İlaçlı mendiller	108	124	145	2.8	3.2
Nemlendirici etkili mendiller	75	89	111	3,5	4,5
Elektrostatik mendiller	45	53	62	3,3	3,2
Diğerleri	479	581	788	3,9	6,3

Sürdürülebilir bir temizlik sağlayan tek seferlik kullanım olan ıslak mendiller, günümüzde çok çeşitli özelliklere ve tercih edilen alanlarına sahiptir. Bebeklerde pişik oluşmasını önleyici özel çözelti içerikli mendiller, tezgahlar üzerindeki

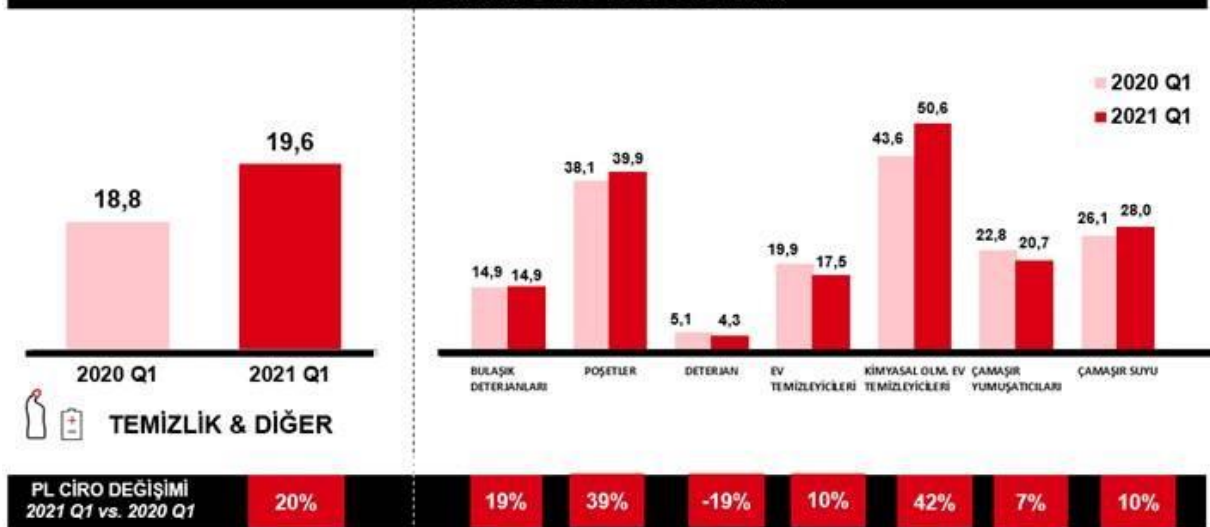
sterilizasyonunda, el ve vücut için nemlendirici mendiller, elleri yıkamaya gerek kalmadan mikrobiyal açıdan hijyen sağlayan mendiller, tıraş sonrası tahriş önleyici ve yağlandırıcı mendiller, mobilyalar için cilalayıcı ve temizleyici mendiller, böcek-sinek kovucu mendiller, kuru ciltler için nemlendirici mendiller, bebek temizliği için kullanılan ıslak mendiller farklı çeşitler arasında sayılabilir (Yoh, 1990).

2021 Nielsen verilerine göre Private Label ürünlerin bu dönemdeki cirosu geçen yılın aynı dönemine göre %21 artmıştır. Private Label ürünler, başta gıda olmak üzere ana kategoriler bazında da artış trendini sürdürdü. 2021 ilk çeyrekte 2020 yılının ilk çeyreğine göre gıda ve alkolsüz içecekler kategorisinde PL cirosu %24, ev temizlik ve diğer kategorisinde %20, kişisel bakım kategorisinde ise %7 artış kaydetmiştir. Pandemi döneminde evde kalmanın etkisiyle ciro artışında başı gıda çekerken kişisel bakım ürünlerinde artış daha sınırlı düzeyde kaldı. Kişisel Bakım kategorisinde ıslak mendiller, 2021 yılı ilk çeyrekte hızlı tüketim ürünleri pazarından yüzde 19.6'lık bir pay aldı. Geçen yılın üç aylık dönemi ile karşılaştırıldığında bu ürünlerin cirosu %7 seviyesinde artış gösterdi. Vücut bakım ürünlerinin cirosu %41, saç bakım ürünlerinin cirosu %26, tıraş ürünlerinin cirosu ise %11'lik artış kaydetti. PL'nin çok güçlü olduğu ve kişisel bakım kategorisindeki %19.6'lık pazar payında önemli pay sahibi olan kumaş ürünlerinin cirosundaki artış ise %2'de kaldı. Kumaş havlu, tuvalet kâğıdı, peçete, ıslak mendil gibi Private Label kumaş ürünleri, bu kategorideki HTÜ pazarında %36.7'lik pazar payına sahiptir (Anonim, 2021).

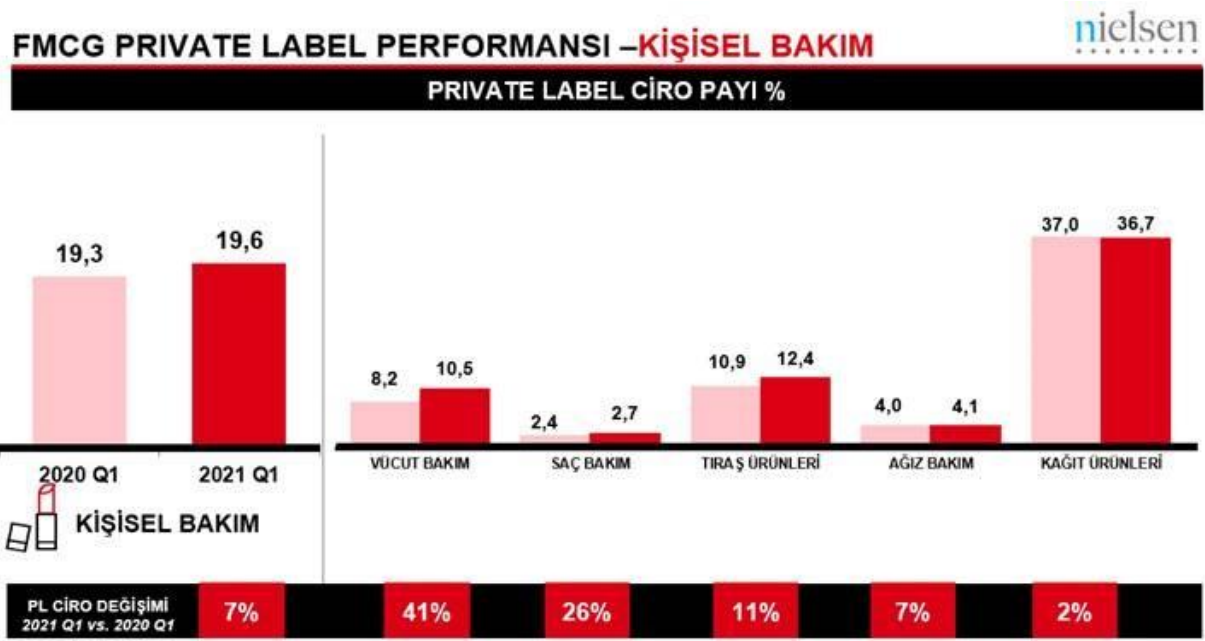
FMCG PRIVATE LABEL PERFORMANSI – TEMİZLİK & DİĞER

nielsen

PRIVATE LABEL CİRO PAYI %



Şekil 1.2 Temizlik ürünlerinin piyasa incelenme grafiği



Şekil 1.3 Kişisel bakım ürünlerinin piyasa incelenme grafiği

1.2 Optimizasyon

Endüstriyel bir işletme planlanırken amaç, belirli bir kalitede ürünün en ekonomik kurulum ve uygun işletme maliyetli tesis kurmak ve işletmektir. Bunu amacı gerçekleştirebilmek için çok fazla deneme yapmak gerekmektedir. Tasarlamadan dolayı zaman, donanım, iş gücü maliyeti artmaktadır. Optimizasyon, prosesin belirlenen cevaplar (bağımlı değişken) doğrultusunda, bağımsız değişkenlerin birbiriyle etkileşimiyle ve cevaba olan etkileriyle beraber bir araya getirilmesidir (Koç ve Kaymak-Ertekin, 2010).

Optimizasyon, deneysel mühendislik verilerini yorumlama, analiz etme, planlama çalışmaları açısından istatistiksel yöntem ve yaklaşımlardan oluşmaktadır. Tasarlanmış denemelerle birlikte uygulamada güvenilir, geçerli, ekonomik koşullar altında ürünü etkileyen değişkenler belirlenir. Optimizasyon ile birlikte; proses verimi ve stabilite arttırılabilir, kâr ve yatırımlar üzerindeki etkisi görülebilir, proses yeterliliği ile reaksiyon süresi ve en iyi son ürün koşulları değerlendirilebilir (Antony, 2003).

Geleneksel yöntemlerde her bir değişkenin prosese etkisi incelendiğinde diğer değişkenler sabit tutularak incelenmektedir. Bu yöntem aynı anda proses performansını

etkileyen değişkenlerin, farklı düzeylerde etkilerinin incelenmesine olanak sağlamamaktadır. Kaynakları verimli kullanmak, deneyleri azaltmak, maliyet ve zamandan tasarruf etmek, araştırma ve geliştirmeyi hızlandırmak için sistemin yanıtını ölçecek deneysel bir tasarım geliştirmek gereklidir (Aygün, 2012).

Deneysel tasarım yöntemlerinde izlenmesi gereken adımlar şu şekilde sıralanabilir (Sarıkaya vd., 2016).

1. Problemin tanımlanması,
2. Faktörler (bağımsız değişken) ve faktörlerin seviye, aralıklarının seçimi,
3. Cevap (bağımlı) değişkeninin seçimi,
4. Deneylerin yapılması,
5. Verilerin ve modelin istatistiksel analizi,
6. Sonuçların değerlendirilmesidir.

Proseslerin işletilmesinde, deneylerin planlanması ve yürütülmesinde son yıllarda yaygınlaşarak kullanımı artan Cevap Yüzey Yöntemi (CYY) geliştirilmiştir. Cevap Yüzey Yöntemi temelde, tasarım ve yöntemlerin gerçekleştirilmesi, regresyon ile yüzey modellemesi ve optimizasyon olmak üzere üç belli aşamadan oluşmaktadır. Bilimsel verilerin çalışmasında ve araştırılmasında proses üzerine etki eden oluşumların tespit edilerek bu faktörlerin etkileşimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, proses çalışmalarında optimizasyon işlemlerinin yapılması oldukça önemlidir. Genel olarak optimizasyon işlemi, öngörülen hedefler (bağımlı değişkenler) doğrultusunda, bağımsız değişkenlerin hem birlikte olan etkileşimleri hem de hedefe (yanıt) olan etkileri öncesinde göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir (Tunç vd., 2014). Bağımsız değişkenlerin bir fonksiyon haline dönüştürülebilmesini sağlayarak, çoklu parametrelerin verimliliği üzerine etkilerini değerlendirirken, deneysel tasarım metodunun kullanılması oldukça önemlidir (Tel vd., 2010). Cevap yüzey yöntemleri için kullanılan tasarım modelleri ise;

- Doehlert Matrix Tasarım (DMT),
- Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT),
- Box-Behnken Tasarımı (BBT)' dir.

Yukarıda belirtilen modellerden en kullanışlı olanı Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT) ve Box Behnken Tasarımı (BBT) tasarım modelleridir. Bu nedenle bu iki modelinde ikinci dereceden modellere uygun olması ve grafiklerin üç boyutlu çizilebilmesine olanak sağlıyor olmalarıdır (Erşan, 2011).

1.3 Merkezi Kompozit Tasarımı

Cevap yüzey yöntemi; deney aşamalarının tasarımı, modelin seçilmesi ve geliştirilmesinin sağlanması, model denkleminin istatistiksel biçimde doğrulama yapılması ve parametrelerin optimizasyonu gibi çeşitli aşamalardan meydana gelmektedir (Güngör, 2013). Cevap yüzey yöntemlerinden en yaygın kullanılanlar arasında Box-Behnken Tasarımı ve Merkezi Kompozit Tasarımı (MKT) tercih edilir (Cadena vd., 2013). MKT günümüzde özellikle proseslerin optimizasyonunda tercih edilen genel bir optimizasyon yöntemidir. Birçok prosesi etkileyen farklı ve çeşitli çok sayıda değişken parametre vardır. Proseste klasik uygulanan yöntemlerde tüm faktörlerin meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi zor süreçtir hatta mümkün değildir. Aynı zamanda bu yöntemler oldukça zaman gerektiren proseslerdir ve uygun olan parametreleri tespit etmek için birçok deneye uygulaması yapılması gerekmektedir. Cevap Yüzey Yöntemi, klasik yöntemle kıyaslandığında çok uzun çalışma vaktini ve deneysel çalışmalarını, matematiksel ve istatistiksel yaklaşımlarla net ve kısa çözüme ulaştırarak bir metottur. Ampirik modeller ve istatistiksel analizler, çok kompleks ve karışık sistemlerdeki temel veya daha basit mekanizmaları saptamakta oldukça kolaylık sağlamakla beraber net sonuçlara ulaştırarak prosesin kontrolünü ve daha iyi anlaşılmasını sağlamış olur (Elibol, 2002; Elibol ve Özer, 2002).

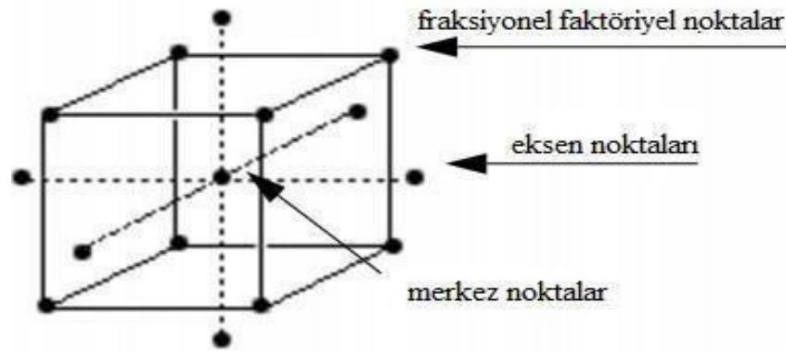
Merkezi kompozit tasarım (MKT) deneysel tasarım yöntemleri içerisinde ardışık deneysel çalışmalar için ideal olan ve en yaygın kullanılan tasarım metodudur. Bu yöntemi 1951'de ilk kez Box ve Wilson literatüre kazandırmıştır. Prosesler çok fazla değişkenden etkilenmektedir. Deneysel tasarımlar, prosesi matematiksel denklemlerle açıklar ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak belirler.

Çok fazla deneysel tasarım türü ve uygulaması vardır. Bu tasarımların çalışma alanı ve yöntemleri farklılık göstermektedir. Cevap yüzey metodunda daha çok merkezi kompozit tasarım kullanılmaktadır. Bu yöntem ana noktalar hariç deneysel çalışma ve

tekrar imkânı sağlar. Bu tasarım ile bütün değişkenlerin değişimi ve etkileşimi aynı süreçte incelenebilir. Bu tasarımın en büyük kolaylığı en baştan bir tasarım oluşturmaksızın 2^k faktöriyel tasarıma sadece merkez ve eksen noktaları ilave edilerek deney tasarımının oluşturulabilmesidir (Myers vd., 2016). Merkezi kompozit tasarım yöntemiyle;

- Faktörlerin doğrusal etkisi incelenebilir.
- Faktörlerin parabolik etkileri ve aralarındaki interaksiyon ve karesel ilişki incelenebilir.
- Optimum koşullar ve bu koşulların karşılandığı bağımsız değişkenlerin etki alanı bulunabilir.
- Deneysel hata olup olmadığı kontrol edilebilir (Oba, 2012).

Merkezi kompozit tasarımı çok boyutlu tek değişkenli ile faktöriyel tasarımın bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Şekil 1.10'da merkezi kompozit tasarımın kübik şeklini göstermektedir.

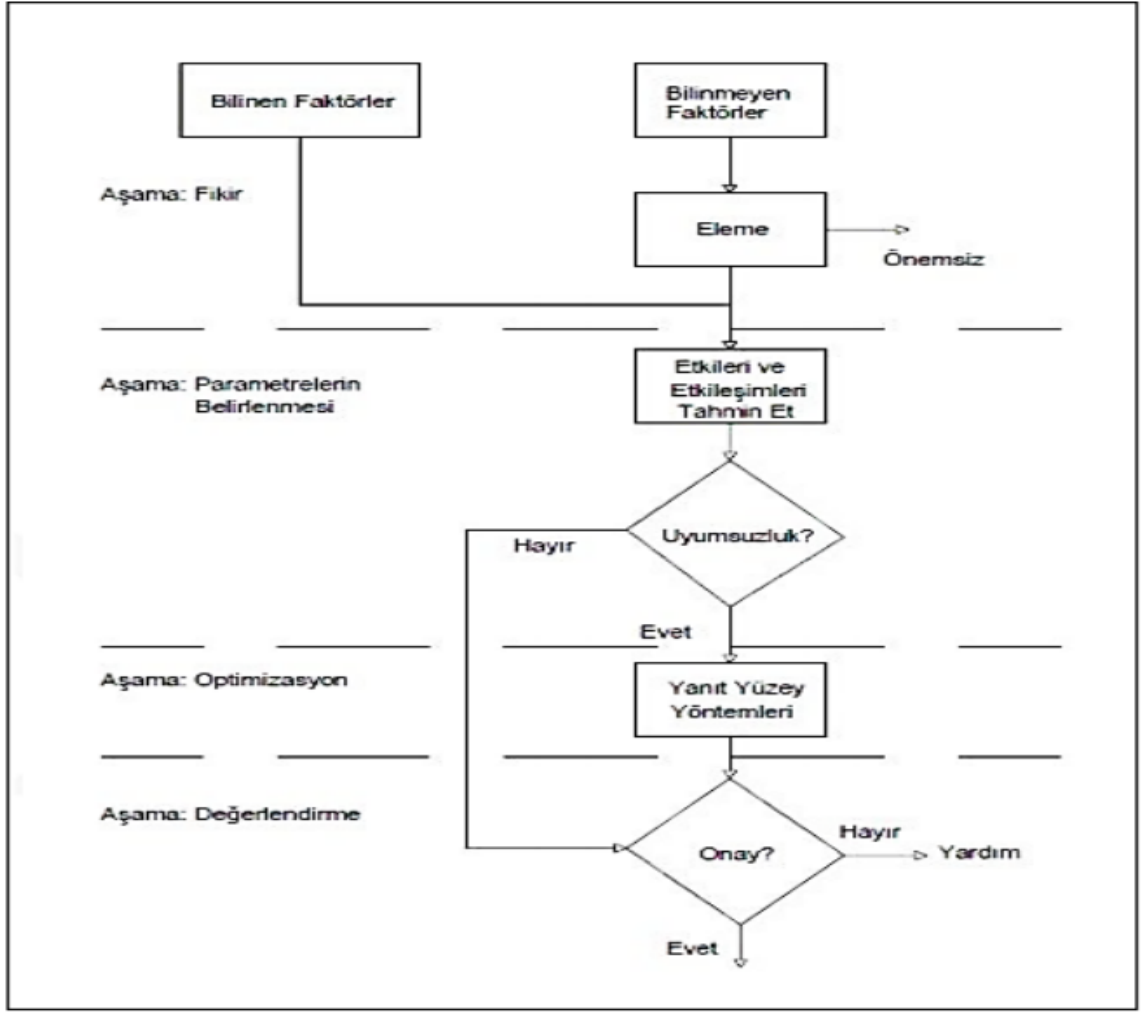


Şekil 1.4 Üç değişkenli üç seviyeli merkezi kompozit tasarımın kübik şekli (İlbay, 2016)

Merkezi kompozit tasarım bağımsız parametrelerin çalışma aralığı üç bölümden oluşur;

1. Köşe noktalar, fraksiyonel faktöriyel noktaları içermektedir.
2. Eksen noktaları (çekirdek dışında).
3. Merkez noktaları,

CYY uygulamasında deneysel strateji Şekil 1.5'de gösterilmiştir.



Şekil 1.5 CYY uygulamasında deneysel strateji

Oluşturulan sistemin yanıtı, bağımsız olan değişkenin doğrusal fonksiyonu şeklinde açıklanabiliyorsa, birinci dereceden bir polinomial denklem model şeklinde kullanılabilir, fakat sistemin yanıt yüzeyinde bir eğrilik var ise, birinci dereceden denklem yetersiz kalacağından dolayı hata oranı yüksek kalacaktır bu nedenle cevap yüzeyindeki eğriliği belirlemede ikinci dereceden polinomal “Eşitlik 1.1” ile “Eşitlik 1.2” kullanılmaktadır (Aygün, 2012).

Birinci dereceden polinomal “Eşitlik 1.1”;

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1.1)$$

İkinci dereceden polinomal “Eşitlik 1.2”;

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n (b_i X_i) + \sum_{i=1}^n (b_{ii} X_i^2) + \sum_{i < j} [\sum_j^n (b_{ij} X_i X_j)] + \beta \quad (1.2)$$

şeklinde elde edilir.

“Eşitlik 1.2” i ve j; lineer ve ikinci dereceden katsayı, b_0 ; sabit katsayı, b_i ; lineer katsayı, b_{ii} ; etkileşimli katsayı b_{ij} ; ikinci dereceden katsayısı şeklindedir. Örneğin üç bağımsız değişken için düzenlenmiş “Eşitlik 1.3” ile verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad (1.3)$$

β_0 : Sabit katsayı

X_i : Çalışan değişkenler

β_i : Lineer katsayı

β_{ii} : Quadratik katsayı

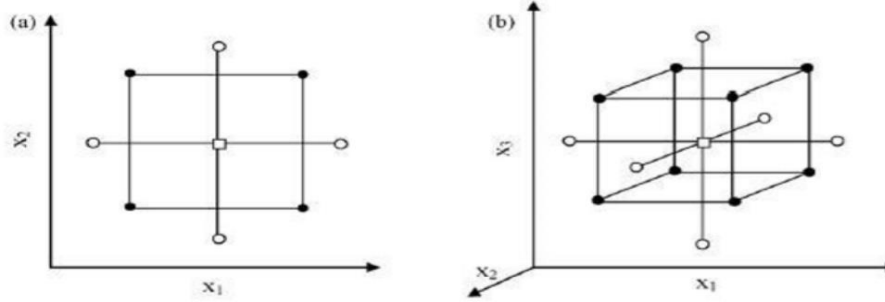
β_{ij} : İnteraksiyon katsayısı

İkinci dereceden fonksiyonların CYY’de daha çok tercih edilmesinin önemli sebepleri aşağıda belirlendiği gibidir.

- Esnekliği sebebiyle çok çeşitli fonksiyonel yapılara girebildiğinden gerçek yanıt fonksiyonun tahmin edilebilmesinde avantaj sağlaması,
- Katsayı değerlerinin karışık işlemler olmadan en ufak kareler yönteminden yararlanılarak tahmin edilebilmesine olanak sağlaması,
- CYY’nin problem çözümünde başarıyla uygulanabildiğini gösteren çok sayıda deneysel işlem olması,
- Optimum nokta, matematiksel olarak kolayca belirlenebilir olmasıdır.

İkincil dereceden modellerin matris şeklinde gösterimi, çözümü ve kolaylığı açısından tercih sebebidir ve en küçük kareler yöntemi ile çözülmektedir. Bu yöntemde, hatanın rastgele şekilde ve hataların ortalamasının sıfır ve birbirinden bağımsız olduğu kabul edilmektedir (Aygün, 2012). İki değişkenli ve üç değişkenli MKT düzlemleri Şekil

1.6' da gösterilmiş ve iki değişkenli ve üç değişkenli MKT deney matrisi Şekil 1.6' da verilmiştir.



Şekil 1.6 (a) iki değişkenli ve (b) üç değişkenli MKT'lerin gösterimi

1.4 Islak Mendillerde Kullanılan Hammaddeler

Islak mendil, kumaşlara absorbe edilebilen herhangi bir sıvı içerdiğinde ıslak mendil olarak adlandırıyoruz. Bu ürünü oluşturan materyallerin başında kullanılan kumaş ürün geliyor, katlanmış kumaşın paketlenmesinde kullanılan polipropilen ambalaj, kumaşların kesilmeden önce veya kesilme aşamasında ıslatılmasını sağlayan çözelti karışımı, paketlenmesinden sonraki süreçlerde tüketiciye ulaştırmak için kolilemesi veya çanta paketlerde taşınması, etiket ve kapaklı olması gibi yapısı ve kullanım amacına göre birçok materyalden oluşmaktadır.

1.4.1 Islak Mendilde Kumaş

Üründe temel hammadde olarak adlandırdığımız kumaş yapısal özellikleri de farklılıklar göstererek piyasada arz talep doğrultusunda kullanım alanının ihtiyacına göre çeşitlilik gösterebilir. Kumaşların özellikleri genel olarak şunlardır:

- Kimyasal yapısı,
- Kumaş parçasının incelik ve uzunluğu,
- Kesit şekli,
- Yüzey özellikleri (dokulu, desenli gibi)
- Kıvrım özellikleri, (kutu ürünlerde rulo olması hali)
- Çekme ve uzama özellikleri,

- Nem tutma özelliği,
- Esneklik,
- İçerdiği bitim malzemesi,
- Mukavemet (Baylan, 2006)' tir.

Hijyenik temizleme mendillerinde kullanılan kumaş üretiminde, doğal ve yapay elyaflar veya bu elyafların karışımları kullanılmaktadır. Doğal lif grubundan özellikle selüloz tercih edilirken; yapay lif grubundan poliester, poliamid, polietilen, polipropilen gibi sentetik lifler de tercih edilmektedir. Yapay elyaflar, kullanım ihtiyacına göre optimize edildiklerinden dolayı ıslak mendil kuru kumaş üretiminde ağırlıklı olarak kullanılmaktadırlar. Doğal elyaflar ise kısmen kirliliklerinden ve kısmen de yüksek fiyatlarından dolayı kuru kumaş üretiminde daha az kullanıma sahiptirler (Gönül, 2013). Aşağıda kuru kumaş ıslak mendil üretiminde kullanılan hammaddeler hakkında bilgi verilmiştir.

1.4.2 Selüloz Lif – Viskon

Bitkilerden elde edilen selüloz lifi, tüm bakım hijyen mendil grubu ürünlerde önemli yere sahip doğal liflerden biridir. Islak mendil piyasasında en yaygın kullanılan selüloz lifi viskon kumaştır. Viskon yüksek nem tutma özelliğine sahip bir elyaf olduğundan, kan, idrar vb. sıvıları kolaylıkla emer ve bitki eldesinden olduğundan doğal olması nedeniyle doğada biyolojik olarak parçalanabilir. Sıvıyı emmesinin yanında doğal lif grubu hava geçişine de izin verir. Selüloz lifleri özellikle yaş halde iyi emilim gösterir ve bunun yanında kolay sterilize edilebilir. Viskon ısıya dayanıklı olduğundan ısıyı iyi bir şekilde muhafaza eder. Bunun yanında doğal yapılı oluşundan alerjik olmama, yumuşaklık gibi özelliklerinden dolayı kişisel bakım ve hijyen mendilleri ürünlerinin üretiminde tercih edilmektedir (Baylan, 2006; Gönül, 2013). Viskon liflerinin pamuktan farklılıkları, farklı kristal kafes yapılarıyla açıklanabilmektedir. Konvansiyonel viskon lifleri, pamuk liflerine göre daha düşük mukavemet, daha yüksek su alma yeteneği, daha çok buruşma ve daha fazla esneklik özellikleri göstermektedir (Şeyda, 2014). En yaygın kullanılanı olan viskon, ıslandığı zaman mukavemetinin büyük bir kısmını kaybeder ve bu yüzden doğal selülozik elyaftan daha esnek ve kıvrımlı bir yapıya sahip olur. Cilt ile dost, fizyolojik olarak zararsız, biyolojik olarak parçalanabilen,

iyi nem çekme özelliğine sahip ve kolayca terbiye edilebilir olma özelliklerinden dolayı ıslak mendil, temizlik bezi olarak ve sağlık ile hijyen alanlarındaki tıbbi tekstillerde tercih edilir (Çinçik, 2010; Aslan, 2011). Cremieux vd. (2005) yaptıkları çalışmada viskon, polyester veya bunların karışımlarının özellikle hijyen ürünleri için tercih edildiğini belirtmişlerdir. Biyolojik olarak tamamen parçalanabilen bu lifler, çevre dostu üretim yöntemleriyle birlikte avantajlı mekanik özellikler de sağlamaktadır. Kişisel bakım ve hijyen grubu ürünlerinden olan ıslak mendil kumaşları üretiminde keten, jüt, ipek, kenevir ve bambu da kullanılabilir (Viazmensky ve Benjamin, 1994; Amundson vd., 1996; Marsh ve Duderstadt, 2015).

1.4.3 Polyester

Polyester lineer yapıda tamamen yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alifatik termoplastik bir maddedir. Bir asitle bir alkolün oluşturduğu bileşiklere ester adı verilir (Köpnick, 2000). Poliester kelimesi, genel olarak bir dialkol ile bir dikarboksilli asitinin polikondenzasyonu ile oluşturulan uzun zincirli polimerlere verilen addır. Bu zincirde ester (-CO-O-) grubu çok sayıda tekrarlanır. Polyester ise, Polilaktik asit ile elde edilme biçimleri benzer özellik göstermesine rağmen, aromatik polimer yapısı ve doğal mineral kaynaklardan üretilmeleri nedeniyle farklı karaktere sahiptir. Polilaktik asidin polikondenzasyonu veya halka açılma polimerizasyonu olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir (Dugan, 2001).

Tekstil sanayisinde genellikle yaygın olarak kullanılan yapay elyaf olan polyester (PES) lifi, polyester ve viskon, polyester ve yün, polyester ve pamuk karışımlarında kullanım özelliklerini geliştirici rol oynayan önemli bir elyaf çeşididir. Özellikle; yüzey kaplama kumaşların tabanında, suni deri sanayisinde, jeotekstil, hijyenik ped, ıslak mendil, filtrasyon malzemesi üretiminde maliyeti uygun hale getirdiğinden yaygın olarak kullanılmaktadır (Çinçik, 2010; Aksoy, 2012; Gönül, 2013). İkinci kuşak biyobozunur polimerler Novamont tarafından nişasta içerikli ürünler ve çeşitli polyester türevleri olarak 1990'larda ticari olarak sunulmuştur. Bunlardan biri olan polikaprolaktan 20 yıldan daha fazla süredir piyasada bulunmaktadır. Diğer biyobozunur polyesterler (polilaktik asit ve diğer alifatik polyesterler gibi) Cargill-Dow LLC (NatureWorks LLC) ve diğer rakip firmalar tarafından yakın zamanlarda üretilmeye

başlamış günümüzde ve gelecekte çok daha uygun maliyetli olacağı beklenmektedir (Farrington vd., 2005).

1.4.4 Polipropilen

Günümüzde çok geniş kullanım alanı olan polipropilen otomotiv sanayisinden tekstil sanayisinde, yiyecek paketlenmesine kadar çok geniş kullanım alanı vardır. Polipropilen lifi, spunbond ve meltblown tekniğinde üretilmektedir. Polipropilen (PP) elyafı termoplastik bir polimerdir, yüksek dayanıklılık, rüzgâra ve ışığa dayanıklılık, hafiflik ve erime noktasının düşük olması özelliklerinden dolayı kuru kumaş ıslak mendil üretimi için uygundur (Baylan, 2006; Gönül, 2013). Tıbbi tekstil ve hijyen uygulamalarında polipropilen önemli bir yere sahiptir. Tıbbi tekstil ve hijyen uygulama alanında polipropilenin önde gelen avantajları şu şekildedir: Deriye zarar vermemesi, kısa elyaf dökmemesi, zehirli olmaması ve yaralara yapışmamasıdır. Ameliyatlarda ve hastanelerin her alanında kullanılan tamponlar için iki veya üç tabanlı ürünler geliştirilmiş olup, polipropilenden meydana gelen dış tabakanın görevi; kan ve salgıların ortadaki çekici tampona geçmesini sağlamaktır (Baylan, 2006). Polipropilen piyasada bulunan ambalajların tamamında kullanılan temel maddedir. Gıda paketlemelerinde, ıslak mendil paketlemelerinde, ambalaj sarımlarında gibi çok geniş ambalajlamada kullanım alanı mevcuttur. Bu liflerin dışında Poliolefinlerden, Polietilen, Poliamid, Polivinilalkol (PVA) ıslak mendil üretiminde kullanılabilir (Marsh ve Duderstadt, 2015).

1.4.5 Islatıcı Çözüldüğü – Sıvı Katkı Maddeleri

Mendiller, absorbe edilen herhangi bir sıvı içerdiğinde ıslak mendil olarak adlandırılır. Islak mendil sanayisinde kumaşlar proses içerisinde belirli boyutlarda kesilip paketlenmesinden önce veya kesilme aşamasında ıslatılarak bütün haline getirilir ve paketlenir. Islak mendil kullanım alanı ve tüketicisinin talebine istinaden çeşitli katkı maddeleri ile özellik kazandırılarak farklı amaçlara göre çözelti içeriği çeşitlendirilerek üretimi yapılır.

Islak mendillerde istenilen mendil özelliklerini sağlamak amacıyla aynı sıvı bileşenleri veya farklı bileşenler eklenerek oluşturulur. Piyasada kullanıma sunulan genel ıslak mendiller incelendiğinde ana ıslatıcı madde sudur. Su veya deiyonize su ıslak mendil çözeltisinin %50'sinden fazlasını kapsar. Aynı şekilde alkol piyasada en fazla karşılaştığımız temel ıslatıcı maddedir. Islak mendil dokuları, nemlilik sağlamak amacıyla sulu alkol çözeltisiyle işleme sokulur (Richards ve Wang, 1997). Raflarda en yaygın gördüğümüz mendillerin ıslatıcıları su olduğundan incelenen ürünlerde minimum %98 su içermektedir. Özellikle bebek ıslak mendil ürünlerinde su oranı maksimum düzeyde tutulmaktadır. Hazırlanacak olan ıslatıcı çözeltide temel ıslatıcı maddeye fonksiyonel özellik kazandırmak için eklenen hammaddeler nemlilik, hoş koku, pH dengesi, dezenfektan etkisi gibi özellikler sağlanması istenir. Farklı özellikte, farklı konsantrasyonlarda, koruyucu ve kimyasallarla kullanım alanına göre farklı çözeltiler oluşturularak ıslak mendil elde etmek mümkündür. Genel olarak ıslak mendil çözeltilerinde kullanılan maddeler şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Emülsiyonlar/ çözücüler,
- Yüzey aktif madde (ıslanmayı arttırmak amacıyla),
- Özel polimerler,
- Yumuşatıcılar,
- Parfümler,
- Silikon yağlar,
- Koruyucular (alkol, paraben, organik asit, bronopol, penoksietanol, glikoller),
- pH düzenleyiciler (organik ve inorganik asitler) dir. (Blieszner ve Deckner, 1997; Piccini ve Tomarchio, 2000; Klug, 2008; Amundson vd., 2012)

En yaygın kullanılan kimyasal grupları; yumuşatıcı, yüzey aktif madde, koruyucu, şelat oluşturucu ajan, pH dengeleyici, parfümler, antioksidanlar, vitaminler, bağlayıcı, biyolojik ajanlar, şişirme ajanları, antibiyotik (antibakteriyel ve/veya antiviral) ve deodorantlardır. Islak mendil çözeltileri ayrıca losyon, merhem ve/veya ilaç içerebilmektedir (John vd., 2002; Pomeroy vd., 2008).

Islak mendil çözelti bileşenlerinde ürünün fonksiyonel özelliğine bağlı olarak bir ya da birden fazla yumuşatıcı hammaddesi kullanılabilir. Kullanılan bu hammaddelerin

fonksiyonel özelliği, yumuşaklık sağlamak, rahatlatmak diğer taraftan ise cildi nemlendirmektir. Bileşenler uygun yumuşatıcılar; petrol bazlı yağlar, petrol, mineral yağlar, alkil dimetikonlar, fenil silikon, alkil trimetilsilan, dimetikonlar, lanolin ve türevleri, gliserin esteri ve türevleri, propilen glikol esteri ve türevleri, alkoksillenmiş karboksilik asitler ve bunların kombinasyonları kullanılabilir. Yumuşatıcılara örnek olarak verilebilir. Bir ıslak mendil çözeltisinde kullanılacak yumuşatıcı miktarının ıslatıcı ağırlığının %0.1- %5'i kadar olması tavsiye edilmiştir (Bradley vd., 2011). Piyasada yaygın olarak gördüğümüz ıslak mendillerde tercih edilen cilt nemlendiricilerine örnek, gliserin, aloe vera, kakao yağı, lanolin ve lanolin türevleridir. Ancak bu nemlendirici ürünler günümüzde maliyet açısından pahalı olduğundan daha uygun ve aynı etkiyi sağlayacak maddelere yönelmeyi sağladı. (Bornhoeft ve Nelson, 1991). Dekker ve ark. (2002), ıslak mendilde yumuşatıcılara uygun maliyetli bileşenlere örnek olarak gliserol, propilen glikol, butilen glikol, hexylene glikol, sorbitol, şeker, laktik asit, amino asitler ve üreyi de kullanılabilir nemlendiriciler arasında belirtmişlerdir. Bir çalışmada da nemlendiricilere örnek olarak verilebilen gliserol miktarının çözelti ağırlığının %0.5-%8'i oranında tercih edilebileceği belirtilmiştir (Leikauf, 2008).

1.4.6 Deiyonize Su veya Saf Su

Günlük hayatımızın her alanında kullandığımız, içmek, yıkanmak veya yüzmek eylemlerinin gerçekleştirilmesinde tüketilen su içerisinde Na^+ , K^+ , Fe^{3+} gibi pozitif ve Cl^- , SO_4^{2-} gibi negatif yüklü iyonlar yer almaktadır. Deiyonize su, bu yüklerden arınmış, suyun organik ve inorganik bileşenlerden arındırılmış hali olarak tanımlanır. Deiyonize işlemi su içerisindeki iyonların giderilmesi işlemine denir. Saf suyun kullanım alanı başta kimya sanayi olmak üzere, sağlık sektörü, tekstil, otomotiv veya kaplama sanayi gibi birçok alanda saf su tüketimi mevcuttur. Kimya, gıda ve ilaç sanayinde saf su kullanımı ele alındığında, birinci dereceden hammadde olarak kullanılması ve ekipman temizliğinde ana bileşen olan en yaygın ve katkı maddesi olması ilaç sanayinde temel unsuru oluşturur (ISPE, 2011).

Endüstriyel kullanım için gerekli olan saf su, şehir şebeke sularının, yeraltı sularının, kuyu sularının çeşitli arıtım işlemlerinden geçirilerek iletkenliğinin azar azar

düşürülmesi ile elde edilir. Birçok sektörde yer alan saf su üretiminde, örneğın ilaç üretimini GMP (Good Manufacturing Practices) kurallarına göre gerçekleştiren bir ilaç fabrikasında deiyonize su, diğeri bir ifadeyle WPU (Water Purification Unit), imalat süreçlerinde, laboratuvar çalışmalarında, ekipman temizliklerinde yardımcı madde ve çözücü olarak kullanılmaktadır. Deiyonize su iletkenlik değeri 20 °C’de maksimum 4.3 μ S/cm olarak tanımlanmaktadır. Deiyonize su, hangi sistemde arıtılmış olursa olsun tamamen iyonlarından arındırılmadığından %100 saf su değildir, içerisinde eser miktarlarda iyonlar ve mineral tuzları bulunabilmektedir.

1.4.7 Gliserin

Gliserin, hayvansal yağ, bitkisel yağ veya ham yağda bulunan trigliseritlerin ana bileşenidir. Gliserin, IUPAC adlandırmasına göre propan-1,2,3-triol olarak bilinen bir alkoldür. Gliserin yağlı, viskoz, kokusuz, renksiz bir sıvıdır. Gliserinin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 1.2 ’de verilmiştir (Morrison, 1994).

Çizelge 1.2 Gliserin fizikokimyasal özellikleri

Özellik	Birim	Değer
Molar kütle	g/mol	92.09
Yoğunluk	kg/m ³	1260
Viskozite	Pa·s	1.41
Erime noktası	°C	18
Kaynama noktası (101,3 kPa)	°C	290
Alevlenme noktası	°C	177
Spesifik ısı (25 °C)	kJ/kg	2435
Termal iletkenlik	W/m.K	0.28
pH		7

Gliserin gıda, ilaç, kozmetik, sabun, yem sanayi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bazı durumlarda ise talep fazlası gliserin doğrudan atık olarak bertaraf edilmektedir. Çevresel ve ekonomik etkilerde göz önüne alındığında gliserinin değerli kimyasallara ve alternatif yakıtlara dönüştürülmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gliserol triasetat, gliserol oleat gibi farklı kimyasal maddelerin hazırlanmasında, yüzey aktif madde ve kaplama maddesi olarak, benzinli motorlarda performansı artırmak

için yakıt katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra gliserin kimyasal yapısı gereği hidrojen üretimi için potansiyel bir hammadde durumundadır (Uysal, 2006).

1.4.8 Mono Propilen Glikol

Monopoli (propilen glikol) ler propilen oksit polimerleridir. Kimyasal olarak bir polieterdir. Monopoli (propilen glikol) (PPG) veya Monopoli (propilen oksit) (PPO) olarak adlandırılır (Kasgoz ve Heydarova, 2011). Oksit terimi yüksek mol kütleli polimerler için kullanılır. Endüstride molekül ağırlığı 400-8000 g/mol arasında değişen PPG'ler mevcuttur (Bruns vd., 2008).

Gliserol hidrede oksijenasyonunun katalitik reaksiyonu ile elde edilen bir kimyasal olan mono propilen glikol ($C_3H_8O_2$) oluşturulur. Mono polipropilen glikol (MPG), kozmetik, ilaç, gıda, polyester reçine uygulamaları vb. uygulamalarda yer alan, katma değerli, toksik olmayan kimyasalların bir örneğidir. Gliserole dayanan üretim süreci, ticari petrol (propilen oksit, PO) bazlı üretimi ile karşılaştırıldığında sürdürülebilir bir yöntem olarak kabul edilmiştir (Wassell ve Dittmer, 2006).

Propilen glikol, kimyasal formülü $C_3H_8O_2$ tatsız ve renksiz bir çözücü solvent türüdür. Özellikle donma noktasının çok düşük olması itibariyle piyasada yaygın olarak satılmakta olan antifirizlerin temel bileşenini oluşturmaktadır. Yapısı itibariyle su, alkol, yağ, ester ve ketonla her oranda homojen olarak karışır (Mahmut, 2013). Oksit terimi yüksek mol kütleli polimerler için kullanılır. Endüstride molekül ağırlığı 400-8000 g/mol arasında değişen PPG'ler mevcuttur (Bruns vd., 2008).

Allı ve ark. (2006), farklı molekül ağırlıklarındaki poli (propilen glikol)ler kullanarak öncelikle makroinimer sentezlemişler ve sonrasında bu makroinimer üzerinden çapraz bağlı poli (propilen glikol) polimerlerini elde etmişlerdir. Çeşitli solventlerdeki şişme yüzdelerinden faydalanarak sentezlenen çapraz bağlı polimerlerin bu solventlerdeki çözünürlük parametreleri belirlenmiştir (Bruns ve Tiller, 2005).

Çizelge 1.3 Propilen glikol fizikokimyasal özellikleri

Özellik	Değer
Kimyasal formülü	C ₃ H ₈ O ₂
Yoğunluk	1.036 kg/L
Viskozite	4.2 mm ² /sn
Donma noktası	-60 °C
Parlama noktası	98.9 °C
Kaynama noktası	170 °C
pH	5.5

1.4.9 Yüzey Aktif Maddeler – Betain

Islak mendil de kumaşın çözeltiyle ıslatılması için tercih edilen bir diğer bileşen olan yüzey aktif maddelerden amfoter yüzey aktif maddeler, katyonik yüzey aktif maddeler, çift kutuplu yüzey aktif maddeler, non-iyonik yüzey aktif maddeler ve bunların kombinasyonları uygun olarak eklenebilir. Yüzey aktif maddeler ıslak mendil çözelti içerisinde, sıvı kompozisyonu ağırlığının %0.01- %20'sini içerebilir (Bradley vd., 2011).

Yüzey aktif maddeler denildiğinde son 20 yılın buluşu gibi görünse de aslında çok daha eski bir geçmişi vardır. M.Ö. 2500'dan Sümerliler'den kalma çivi yazısı anıtlarında sabun özelliği gösteren maddelerin varlığına rastlanmıştır. Bu tür bileşikler zeytinyağının odun külü ile beraber kaynatılması sonucunda elde etmişlerdir. Bunun dışında eski Mısır'da, eski Roma'da, Cermenler de ve Galyalılar da yüzey aktif maddelere benzeyen maddeleri yağdan elde ettikleri bilinmektedir (Fabry, 1991).

Bunların akabinde Orta Çağ'da Rönesans'ında sabuna benzeyen ürünleri odun külünden ve yağlardan elde etmişlerdir. Sabun ilk defa sentetik olarak Sodyum karbonatın, yemek tuzundan, sülfürik asitten ve kireç taşından Leblanc yöntemiyle uygun fiyata üretilmeye başlanılmıştır. 20. yüzyılda çamaşır makinelerinde kullanılmak üzere üretilen temizlik ürünlerine olan talep oldukça artmıştır.

Normann K. Adam tetra propil benzen sülfonat'dan oluşan ve bol miktarda üretme imkânı olan yüzey aktif maddelerden olan bu maddeyi keşfetmiştir. Yüzey aktif

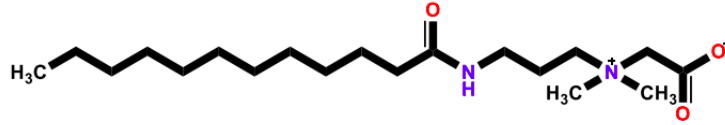
madde 1960'lı yılların başlarında batılı ülkelerin aktif madde ihtiyacının %65'ini karşılamaktaydı. Bu maddenin biyolojik olarak doğada geri dönüşümü zor olduğundan nehirlerin yüzeyinde aşırı derecede köpüğün oluşmasına sebep olmuştur. Bu yüzden 1964 yılının başlarından tetra propil benzen sülfonat yerine biyolojik olarak geri dönüşümü daha kolay olan alkil benzen sülfonlar kullanılmaya başlanılmıştır (Clifford vd., 2007).

Esansiyel olmayan bir besin bileşeni olan betain, özellikle son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuş ve çalışmalarda genel olarak Betain'in sağlık üzerindeki etkilerine odaklanılmıştır (Schwahn vd., 2003; Craig, 2004; Kojić vd., 2017; Kojić vd., 2019; Sanz-Serrano vd., 2021).

Yüzey aktif maddeler, suda veya sulu bir çözeltide çözüldüğünde iki faz arasındaki yüzey gerilimini azaltarak yıkama işleminde temizleme görevi görür (Landeck vd., 2012). Yüzey aktif maddeler molekülü hidrofilik ve hidrofobik bir gruptan oluşur. Kuyruk genellikle bir hidrokarbon zincirinden meydana gelmektedir (Tadros, 2013). Eğer hidrofilik grup bir net elektrik yükü taşıyorsa, yüzey aktif maddeler iyonik yüzey aktif maddeler olarak tanımlanır. Sodyum stearat anyonik yüzey aktif maddelere örnek olarak verilebilir (Döner ve Öztürk, 2022).

Genel kozmetik üretiminde kullanılan yüzey aktif maddeler sentetik deterjan olarak da adlandırılırlar ve bu hammaddeler 12 karbonlu yağ asidi zincirlerinden oluşmaktadır (Çiftçi, 2018). Anyonik yüzey aktif maddeler, çamaşır ve bulaşık makinesi deterjanlarında kullanıldığı gibi ıslak mendillerde genel olarak tercih edilen yüzey aktif maddelerdir. Katyonik yüzey aktif maddeler ıslak mendil kullanımı tercih edilmez ancak yumuşatıcı özellikleri nedeniyle saç kremlerinde kullanılır (Cornwell, 2018). Bir diğer yüzey aktif madde türü olan noniyonik yüzey aktif maddeler, asidik ve bazik ortamdan etkilenmeyen deterjan ve şampuanlarda düşük oranda kullanılır. Islak mendillerde kullanılan amfoterik yüzey aktif maddeler ise tahriş edici ve göz yakıcı özellikleri bulunmadığından özellikle bebek şampuanlarında kullanılmaktadır (Gökalp ve Tanrıkulu, 2003). Amfoterik yüzey aktif maddeler, yapılarında hidrofobik yağ zincirinin yanı sıra hem pozitif hem de negatif yüklü hidrofilik grup bulunduran yüzey aktif maddelerdir. Örnek olarak alkil betain ve alkil sülfobetain gibi bileşikler verilebilir (Trüeb, 2007). Amfoterik yüzey aktif maddelerin hidrofilik grup içerisinde hem anyonik hem de katyonik kısım vardır. Anyonik ve katyonik kısımlar molekül içerisinde denge

halinde olduğu taktirde insan derisini tahriş edici ve göz yakıcı özellikleri bulunmamaktadır (Sarkar vd., 2021). Amfoterik yüzey aktif maddeler üç ana gruba ayrılmaktadır (Tadros, 2016). Bunlar; açıl/dialkil etilen diamin türevleri, N-alkil amino asitler ve fosfatidler'dir. Açıl/dialkil etilen diamin türevleri, suda çözünürler ve anyonik yüzey aktif maddeler ciltte oluşturduğu irritasyonu azaltmaları nedeniyle ıslak mendilde sıklıkla yer alırlar (Rushton vd., 1994) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Kokamidopropil Betain

1.4.10 Koruyucu Madde – Fenoksietanol

Koruyucular, market raflarda aldığımız her nihai ürün içerisinde kullanımı kaçınılmaz olan temel hammaddeler arasına girmektedir. Paketlenmiş ürünlerde raf ömrünün sağlanması tüketicinin ilk kullanımından son kullanıma kadar bozulum göstermeden tüketmesini sağlamak amacıyla koruyucu hammadde eklenmesi yapılmaktadır. Kozmetik ürünlerinde kullanımının belirli oranlar dahilinde olan koruyuculara örnek olarak benzil alkol, benzoik asit tuzları ve etil esteri, dehidroasetik asit ve tuzları, formik asit ve formik asit sodyum tuzları, propiyonik asit ve tuzları, salisilik asit ve tuzları, sorbik asit ve tuzları verilebilir (Anonim, 2022).

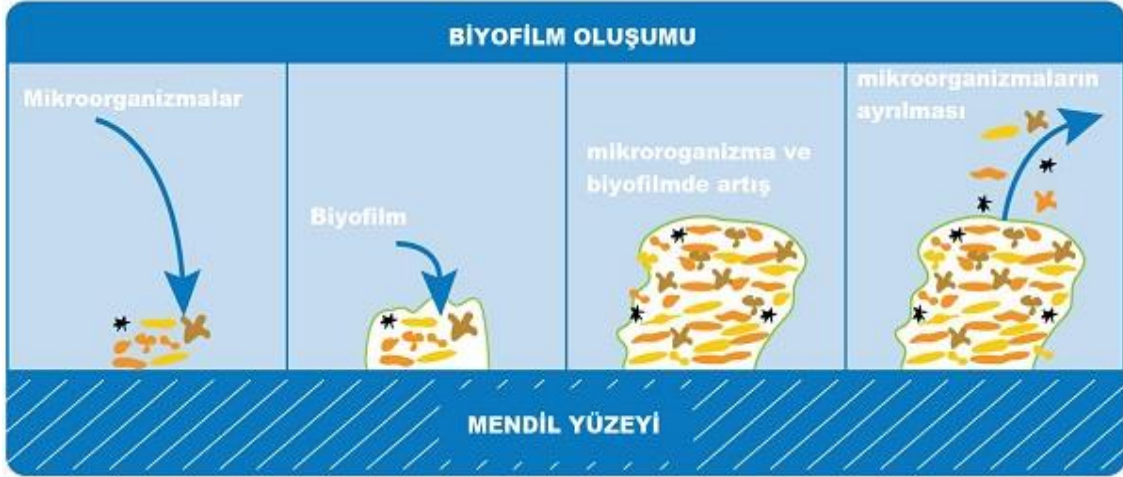
Üretilen ürünlerin raf ömrü boyunca (değişen sıcaklık ve pH değerlerinde) istikrarlı olması, formülasyondaki diğer maddeler ile uyumlu olması, renksiz ve kokusuz olması, suda tamamen çözünebilir olması, ürünün oluşumunda var olan fiziksel özelliklerini değiştirmemesi, mikroorganizmaları ortama uyum sağlayıp çoğalmadan önce hemen öldürmesi, kuruluş yasa ve yönetmeliklere uygun olması, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması gibi bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir (Steinberg, 2020).

Koruyucular, kozmetik formülasyonlarda koruma sağlamak için kullanılır. Ürünün güvenliği ve mikrobiyolojik kalitenin sağlanması için mikrobiyal üreme raf ömürleri boyunca engellenmesi amacıyla koruyucu maddeler eklenir. Kişisel bakım kozmetik ürünleri genellikle çözelti halinde üretilir. Islak mendilde çözelti içeriğinin

ethanol kullanımı haricinde su oranı en yüksek olan kozmetik ürünlerin başında yer almaktadır. Su miktarının bu denli yüksek oluşundan kaynaklı mikroorganizmaların üreme ve çoğalmasına elverişli ortam olmasına sebebiyet vermektedir. Islak mendillerde yaygın kullanımı görülen fenoksietanol kimyasal karışım dahilinde de kullanımı tercih edilen kimyasal olup, kozmetik ıslak mendillerde maliyet ve raf ömrü kararlılığı açısından tercih edilen koruyucu maddelerin başında yer almaktadır. Fenoksietanol genellikle kuaterner amonyum bileşikleriyle birlikte kullanılır.

Fenoksietanol bileşeni Sağlık Bakanlığı tarafından Avrupa Birliği Kozmetik Mevzuatının 1223/2009 Ek V/29'da yer almaktadır. Japon ve Avrupa Birliği'nde, fenoksietanolün kozmetik ürünlerdeki kullanım konsantrasyonu %1'den yüksek olmaması gerekmektedir. Fenoksietanol, $C_8H_{10}O_2$ formüllü bir fenol eteri ve aromatik alkoldür. Fenoksietanol kimyasal madde olarak stabildir bir maddedir. Kullanılan ürün içeriğinde herhangi bir değişim maruziyetine sebep olmaz. Ürünün kokusunu, görünümünü veya yapısını bozmadan maddeler ile uyum sağlayarak raf ömrü süresince ürünün stabil kalmasını sağlar. Biyolojik olarak parçalanabilir olması kozmetik ürünlerinde kullanımını daha da kaçınılmaz hale getiriyor. Parabenlerin kozmetik ürünlerinde yasaklanmasının en önemli ve etken özelliği östrojeni taklit ederek meme kanseri riskini artırdığı tespit edilmişti, bu koruyucu madde de ise tespit edilen bir sebebiyet sonucu olmadığından güvenilir ürün kategorisinde yer almaktadır.

Islak mendil, su içeriği ve mendilin geniş gözenekli yüzey alanı mikroorganizmaların topluluklar oluşturarak biyofilmlerin oluşmasına neden olmakta. Mikroorganizmalar biyofilm içerisinde uygun bir besi yeri oluşturarak mikroorganizmanın kalıcı olarak kolonizasyonuna neden olurken bu biyofilm içerisine antimikrobiyallerin geçişi de engellenmektedir. Özellikle mendil yapısının oluşturulmasında selüloz fiberler kullanıldığında (fiberlerde glikoz oranı yüksek) fiberdeki glikoz ve parçalanma ürünleri mikroorganizmaların çoğalması için son derece uygun bir ortam sunmakta. Hatta bazı mikroorganizmalar fiberden glikozun ayrışmasını enzimlerle (hidrolizi ile) kolaylaştırmaktadır. "Trichoderma, Penicillium ve Fusarium" mantarları selüloz üzerinde enzimatik aktivitesi en yüksek olan mikroorganizmalardır. "Aspergillus brasiliensis" salgıladığı "beta glikosidaz" enzimi selüloz hidrolize etmekte. Bu mikroorganizmalar biyofilm oluşmasını desteklemektedir.

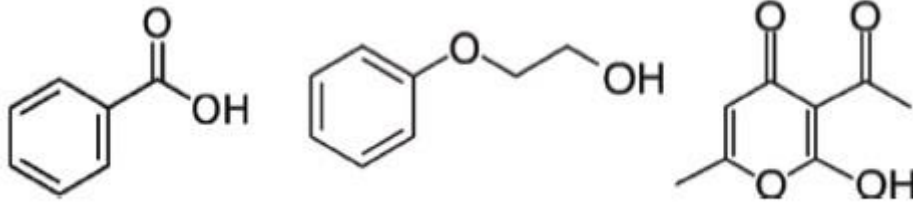


Şekil 1.8 Islak mendil yüzeyinde oluşabilecek mikroorganizmalar

Çözülmüş organik asitlerin bir karışımıdır. Asidik pH seviyelerine sahip formülasyonlar için uygundur. Islak mendil kullanım için açıldığı anda mikrobiyal kontaminasyon ilk başta eller ile kontamine olarak başlamaktadır. Bu nedenle mikroorganizma çoğalması-biyofilm oluşumunun önlenmesi için üretim aşamasında ve ürünlerin ambalajlanmasında standartlar olmalıdır. Örneğin; mendilin yapımında viskoz hidrofil materyaller kullanıldığında bunların mikroorganizma kontaminasyonuna karşı daha yüksek bir koruma sağladıkları gösterilmiştir (viskoz hidrofil materyallerde mikroorganizmalar %10 oranında düşük kolonizasyon gösterirken polyesterde bu oran %100 kadar çok yüksektir).

Islak Mendillerdeki Koruyucular	
Koruyucular	Tercih % oranları
Phenoxyethanol	69.0
Sodium benzoate	38.0
Methylparaben	29.5
Methylisothiazolinone (MI)	21.4
Bronopol	14.2
DMDM hydantoin	9.5
Isobutylparaben	9.5
Butylparaben	9.5
Propylparaben	9.5
Methylchloroisothiazolinone (MCI)	7.1
Potassium Sorbate	7.1
Diazolidinyl urea	4.7
Ethylparaben	4.7

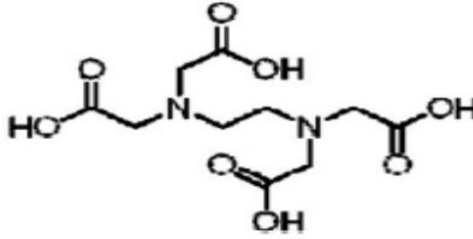
Şekil 1.9 Islak mendilde kullanılan koruyucuların genel kullanım oranları



Şekil 1.10 Benzoik asit, Phenoxyethanol (Fenoksietanol), Dehidroasetik asit molekül yapısı

1.4.11 EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid)

Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) dört karboksil (-COOH) grubu ve iki amin (-NR₂) grubuna sahip metal şelatlama ajanıdır (Woolsey, 1997). Genel formülü C₁₀H₁₆N₂'dir (Kopermsub vd., 2011). EDTA'nın güçlü şelatlama özelliği antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin oluşumunda etkilidir (Woolsey, 1997).



Şekil 1.11 Etilen daimin tetraasetik asitin yapısı (Kopermsub vd., 2011)

EDTA'nın gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen ölçüsü (no observed adverse lethal effect level = NOAEL) 500 mg/gün'dür. EDTA'nın FDA (Food and Drug Administration) tarafından kullanımına izin verilmiştir (Ntzimani vd., 2010). EDTA bu tez çalışmasında ürün pH dengelemesinde kullanılan kimyasal madde olarak tercih edilmekte, bunun yanı sıra antimikrobiyal koruma özelliğinden kaynaklı koruyucuyu destekler nitelikte olduğundan tercih edilen kimyasaldır. Üründe kullanılan koruyucunun kendi pH'ı düşük konsantrasyonlu olduğundan ürün oluşumunda çözeltiye eklenmesi dahilinde pH'ı asidik koşullara kadar düşürmektedir. Bu asidik ortam ıslak mendilde son tüketiciye sunulacak pH değerinde olmadığından ortamda uygun pH'ı düzenleyebilmek için hammadde ilavesi gerekmektedir. Yapılan deneylerde koruyucu eklenmesi sonrasında pH minimum 3.44 ile maksimum 3.78 değerlerine kadar düşme göstermiştir.

Islak mendilde insan cildinde kullanım yüzeyi olan epidermis tabakasına uygun pH ile düzenleme yapılmadığında irite edici veya alerjik reaksiyona yol açacak olumsuz durumlar ile karşılaşılabilir. Koruyucu çalışma aralığını göz önünde bulundurarak pH düzenlemesi ile ıslak mendil ürününü son tüketiciye uygun hale getirmek için EDTA ilavesi ile ürün pH'ı 5.5 civarlarına kadar artırılmalıdır. EDTA aynı zamanda güçlü şelatlama yeteneği antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin oluşumunda da etkilidir (Woolsey, 1997).



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Islak mendil kumaşlarının, kimyasal özelliklerinin, özellikle tek sefer kullanım amaçlı hijyenik yapıların sıvı transfer geçiş davranışlarının incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Yapılan bu çalışmalarda, çoğunlukla transferin bağlı olduğu kumaş ve sıvı çözelti özellikleri üzerinde durulmuş, sıvı transferi açısından avantajlı yapılarla ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Bu çalışmada, incelenen ıslak mendil kumaşlarının farklı özelliklerde çözelti sıvılarıyla birleştirilmesi de aynı kapsamda yer almaktadır. Kumaş ve çözelti özelliklerine göre farklı sıvı transfer ve performans özellikleri göstermektedirler.

Köklü ve ark. (2023), ıslak mendilin son yıllarda özellikle pandemi sonrasında kullanımını sıklaştıran tüketimi hakkında araştırmalar yaparak, kullanımın özellikleri ve sonuçları hakkında araştırmalar yapmışlardır. 210 milyon civarında olan günlük ıslak mendil kullanım sayısının, ebeveynlerin mevcut alışkanlıklarının çocukları nasıl yönlendirdiğine bağlı olarak 2040-2060 yılları arasında 250 milyonun üzerine çıkması bekleniyor. Böylece 2021, 2040 ve 2060 yıllarında sırasıyla günde 360 T, 568 T ve 623 T polimer malzemenin çevreye atılacağı tespit edilmiştir.

Erbişim (2012), yaptığı çalışmada, insan vücudundaki nem, terleme ve kötü kokuların giderilmesi ve sivilceli ciltlerde sivilcelerin oluşumunun engellenmesi için sodyum bikarbonat içerikli ıslak mendil tasarlamıştır.

Rosenblatt (2011), yaptığı patent çalışmasında mineral tuz kullanılarak ıslak mendil hazırlama çalışması yapmıştır. Çalışmada yüzde yüz rayon lifi ve 45 g/cm² gramaja sahip kuru kumaş yüzeylerinden 5-7 cm boyutunda ıslak mendiller elde edilmiştir. Mineral tuzlar yapısı gereği baskın bir deodorant etkisi sağlamaktadır ve bunun yanında kötü kokuya neden olan bakteriler için antimikrobiyal bir etki sağlamaktadır. Mevcut buluşun farklı bir avantajı, sıvı çözeltisinin yalnızca saflaştırılmış bir sulu çözelti ve çözünmüş bir mineral tuz gerektirmesidir. Yoğun mineral tuz içerdiğinden ortam pH dengesi kendi antimikrobiyal etkisini oluşturduğundan çözelti içerisinde koruyucu gerektirmemektedir. Çözeltide herhangi bir nemlendirici ya da yumuşatıcı da gerektirmemektedir. Doğal mineral tuz içeriğinden deriyi tahriş etmemektedir. Ayrıca çözünmüş mineral tuzlarının sağladığı parfüm özelliğinden dolayı ek bir koku maddesi gerektirmediği de belirtilmiştir. Mineral tuzlar hijyenik aktif madde olarak hareket etmektedir ve en önemli yararlarından biri biyobozunur olmasıdır.

Orman (2011), yaptığı patent çalışması, insanların temizlik amaçlı kullandıkları, iki farklı kilitlenme ile yeterli sızdırmazlığı sağlayan ana gövde ve kapağa sahip ve tercihen kare biçiminde olup, köse uçlarından birbirine bağlantılı, hijyenik maddeler emdirilmiş mendiller içeren bir ambalajı ve bunun üretim yöntemini konu almaktadır. Bu buluş, hastaneler, sağlık ocakları, eczaneler, güzellik merkezleri, kan merkezleri, aşı ve enjeksiyon uygulaması yapılan tüm işyerleri, kozmetik sanayisinde ve günlük yaşamda kullanıma uygun tasarlanmıştır. Yapılan çalışmanın amacı, içerideki çözelti sıvı maddenin uçmasını veya kurumasını önleyen özel kilit mekanizması sayesinde, yapılan ultrasonik kaynak uygulamasından yüzde yüz başarı sağlamak ve arzu edilen hijyenik kullanımı elde etmektir.

Kömür'ün (2010), patent çalışmasındaki buluşu, başta ev olmak üzere seyahatte, yürüyüşte, alışverişte, okulda, kampta vb. yerlerde, kullanıcıların rahatlıkla kullanabildikleri, bebek alt değişimlerinde pişik önleyici ve cildi nemlendirme özelliğe sahip, cilt bakım ve hijyen ürünü olarak da kullanılabilen, rahat taşınabilen, yerden tasarruf sağlayan ıslak mendillerde yapılan geliştirmeler ile ilgilidir. Mevcut ürün, hammadde (kumaş, bez), doğal zeytinyağı ve hijyenik amaçlı kimyasal koruyucu maddeden meydana gelmektedir.

Birteksöz ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada her evin ihtiyaç duyduğu kullanım kolaylığı ve günlük yaşantımızın kullanımlarından kaçınılmaz bir parçası olan ıslak mendillerin insanlara farklı yollarla bulaşabilen zararlı mikroorganizmalara karşı ne kadar etkili olabildiğini araştırmıştır. Bu amaçla, ülkemizde üretilen el antiseptiği ve yüzey dezenfeksiyonunda etkili antimikrobiyal madde içeren ıslak mendillerin çeşitli mikroorganizmalara karşı aktiviteleri European Standart EN 1276 yöntemiyle araştırılmış, 107 cfu/ml'lik süspansiyonların kullanıldığı deneylerde en düşük %99.98 oranında antibakteriyel etki elde edilmiştir. El antiseptiği olarak ve yüzey dezenfeksiyonunda kullanılan ıslak mendillerin bakteri sporları dışında denenen tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduklarını gösteren bulgular elde edilmiştir. Elde edilen tespit bu mendillerin güven veren etkileri ile hayatımızda yer almaya devam edeceğini göstermektedir. Ancak bir yandan da tüm mikroorganizmalar denildiğinde yararlı mikroorganizmaları da kapsadığından yan etkileri veya oluşabilecek zararlı da uyarılar dahilinde günümüzde kullanılmaya devam etmektedir.

Cremaux ve ark. (2005)'nin yaptıkları çalışmaya göre, ıslak mendil koruyucularının etkinliği, çözelti üzerinde test edilen standart challenge test ile değerlendirilmiştir. Kozmetik mendiller iki ana bileşenden oluşur; emici bir dağıtım sistemi ve bu sistemi doyurmak için kozmetik formülasyondan oluşur. Bu ıslak mendilin oluşum sistemi genellikle viskon ve poliester karışımından oluşan mendillerdir. Islak kozmetik mendilleri sulu, hidro-alkolik, bir emülsiyon ya da yağ formülasyonlarında olabilir. Bu kozmetik çözelti düşük viskoziteli olmalıdır. Islak mendil kumaşları üzerine ürün spreylemeyle verilir. Koruyucuların etkinliği çözelti içerisinde ki faktör sayısına bağlıdır. Challenge test, üründeki prensibiyle farklı mikrobiyal çeşitlilik bakımından test edilir. Çalışmada koruyucu içeren çözelti emülsiyonuyla doyurulmuş ıslak mendiller esnek bir torba içinde paketlenmiştir. Paketler paraben ve fenoksietanol içeren 25 adet makyaj 56 temizleme mendili içermektedir. P. aeruginosa, E. coli, S. Aureus, E. faecalis, B. cereus, C. Albicans and A. niger bakterilerine karşı ıslak mendiller test edilmiştir.

Amundson ve ark. (2008), yaptıkları patent çalışmasında çok yapraklı ıslak mendillerin, tek yapraklı ıslak mendillere nazaran mükemmel silme etkisinin olduğunu savunmuşlardır. Mendildeki yapraklar farklı lif bileşenlerine sahiptir. Yaprak katmanlarından biri yumuşaklık sağlamak için polyester lifi içerebileceği, diğer katman ise tüketicinin kullanımı sırasında uygulanacak kuvvetlere dayanıklılığını ve şekil bütünlüğünü korumak için yani kuvvet ve esneklik sağlamak için polipropilen lifi içerebileceğini belirtmişlerdir. Böylece farklı katmanlarla, yumuşaklık, esneklik, mukavemet, bütünlük ve dayanıklılık gibi fiziksel özelliklerde maksimum dengenin sağlanabileceğini belirtilmiştir.

Moore ve Richmond (1995), yaptıkları patent çalışmasında, kozmetik tüketiminde kullanılan ıslak mendili oluşturan kuru kumaşlara uygulanan testlerin yöntemleri incelemiştir. Islak mendillere başlıca, yumuşaklık, nemlilik, kalınlık, mukavemet, aşınma ve sürtünme testlerinin uygulanması gerektiği belirtilmiştir.

Blieszner ve Deckner (1997), özellikle kadın genital bölgesinin temizliği ve genital dermatitlere karşı korumayı içeren kişisel bakım içerikli uygulamaları patent çalışmalarında konu edinmişlerdir. Tercih edilen çözelti içeriği saf su, dimetikon, bir polimerik emülsiyon ve isteğe bağlı olarak suda eriyen bir polioliol, pH düzenleyici, bir antimikrobiyal ajan ve bir şelatlama ajanıdır. Islak mendiller, bahsedilen çözeltilerin tek kullanımlık bir kuru kumaş ya da başka bir alt tabaka içeren mendil ürünlerine

emdirilmesi ile elde edilebilmektedir. Silikon bariyer ajanı olarak kullanılırken, karboksilik asit gibi organik ve inorganik asitler ise pH düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca farklı bileşimler kullanılarak değişik fonksiyonlar kazandırılabilir. Koku ajanları, E vitamini, yeşil çay ekstraktı, kola ekstraktı, pathenol örnek olarak verilmiştir.

Literatürde farklı proseslerin cevap yüzey yöntemi ile optimizasyonuna yönelik çok sayıda değişik uygulama örnekleri bulunmaktadır. Bu örnekler hem gerçek sistemlerin hemde simülasyonu yapılan proses uygulamalarının optimizasyon sonuçlarını göstermektedir. Şimşek ve Uslu (2020), tarafından kanola, ayçiçeği ve atıkyağların karışımından elde edilen biodizelin yakıt olarak kullanıldığı dizel motor parametrelerinin cevap yüzey yöntemi ile optimizasyonu yapılmıştır. 1484.85 kW motor gücü ve 215.56 bar enjeksiyon basıncı ile çalıştırılan %25.79 biodizel oranı ile %20.54 BTE, 199.88 °C EGT, %0.26 ekzos, 558.44 ppm NO_x ve % 4.52 CO₂ koşullarında optimum sonuçlar elde edilmiştir.

Zhang ve ark. (2022), linyitten potasyum katalizli buharla aktivasyon metodu ile kömür bazlı aktif karbon hazırlamışlardır. Aktivasyon sıcaklığı, aktivasyon süresi, daldırma süresi ve aktivatörün kömüre kütle oranı gibi çeşitli proses değişkenlerinin elektrokimyasal performans üzerindeki etkisi aşağıdakilere göre optimize edilmiştir. Box-Behnken tasarımı ve cevap yüzey yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Aktif karbon sentezi için optimum koşullar aktivasyon sıcaklığı 758.0 °C, daldırma süresi 23.9 saat, aktivasyon süresi 1.9 saat, aktivatörün kömüre kütle oranı 5,1:1 olarak belirlenmiştir. Elde edilen optimal ürün, yüksek bir spesifik yüzey alanı (2380.4 m² g⁻¹) ve büyük bir gözenek hacmine (1.1 cm³ g⁻¹) sahiptir. Aktif karbondan elde edilen süper kapasitör, 1 A g⁻¹'de 374.1 F g⁻¹'lik yüksek spesifik kapasitans ve 6 M KOH sulu elektrolitte 10 A g⁻¹'de 10.000 döngüden sonra %93.3'lük kapasiteye sahiptir.

Tan ve ark. (2023), tarafından yapılan çalışmada çok amaçlı optimizasyon ile hidrojen (%5, %10 ve %15 enerji fraksiyonu), su (ağırlıkça %2, 4 ve 6) ve kolza tohumu metil esteri yakıtı ile çalışan bir deniz motorunun en iyi performansını, yanma ve emisyon özellikleri araştırılmıştır. Deneysel sonuçlara dayanarak motorun %50, %75 ve %100 yüklerde çalıştırılmasının ardından hesaplamalı akışkanlar dinamiği modeli ve yakıtın yanma sürecini simüle etmek için bir kimyasal kinetik mekanizma geliştirilmiştir. Deniz dizel motorunun yanma ve emisyon özelliklerini optimize etmek için cevap yüzey

yöntemi kullanılmıştır. En iyi çözüm olarak, istenen değer olan 0.632 için motor, %74.69 yükte R + 15 H + 2.5 W yakıtla en iyi performansa ulaşır. Bu durumda fren özgül yakıt tüketimi (BSFC), fren termal verimliliği (BTE), nitrojen oksit (NO_x), hidrokarbon (HC) ve karbon monoksit (CO) emisyonlarının optimum değerleri sırasıyla 208.31 g/kW·h, %39.22, 941.21 ppm, 325.86 ppm ve 1073.4 ppm olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, biyodizele uygun hidrojen ve suyun eklenmesiyle deniz motorlarında verimli, düşük karbonlu ve temiz yanmanın sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

Senthil Kumar Kaliyavaradhan ve ark. (2022), tarafından yapılan çalışmada inşaat ve yıkım atık geri dönüşüm tesisinden elde edilen atık beton tozunun (WCP) CO₂ salınımı ortaya çıkarmaktır. WCP'nin mineral karbonatlaşma yoluyla CO₂ salınımı en üst düzeye çıkarmak için en uygun koşulu belirlemede karbonizasyon süresi (t) ve su/katı (w/s) oranının etkisi cevap yüzey yöntemi ile belirlendi. CO₂ salınımının optimizasyonuna yönelik deneylerle bir regresyon modeli geliştirildi. Cevap yüzey grafiği ve varyans analizi, karbonatlaşma süresindeki artışın, w/s oranlarından bağımsız olarak CO₂ salınımının arttırdığını göstermektedir. 90 saatlik karbonatlaşma süresinde ve 0.4 w/s oranında, karbonatlaşma ve enerji verimliliği dikkate alındığında optimum CO₂ salınımı %2.81 olarak gerçekleşmiştir. Karbonatlaşma sonrası WCP'deki fizikokimyasal değişiklikler, ağır metal liç performansı ile birlikte karakterize edilmiş ve karbonatlı WCP ile harmanlanmış çimento harcının dayanım aktivite indeksinin 75'ten fazla olduğu belirlenmiştir.

Palmiye yağı atık suyunun (POME) değişken özellikleri nedeniyle anaerobik giderim (AD) prosesinin performansında metan verimi önemli bir rol oynar. Jia Win Chen ve ark. (2023), tarafından yapılan çalışmada, Malezya'nın Pahang kentindeki biyogaz tesisinden toplanan metan verimi ve H₂S konsantrasyonundan oluşan iki yıllık endüstriyel ölçekli tesis verileri, yapay sinir ağı (YSA) ve cevap yüzey yöntemi (CYY) kullanılarak modellenmiştir. Girdi parametreleri pH, sıcaklık ve toplam arıtılmış atık suyun ve taban çamurunun ham POME'a devirdaim oranı (RR) olarak seçilmiştir. Tüm modellerin uygunluğu, performans ölçümleri, regresyon katsayısı (R²) ve ortalama hata kareleri toplamı (RMSE) temel alınarak değerlendirilmiş ve R² değerleri sırasıyla YSA için 0.97 ve RSM için 0.85 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, AD parametrelerinin metan verimi üzerindeki etkilerini incelemek için üç boyutlu cevap yüzey grafiği kullanıldı. Sıcaklık ve devirdaim oranının (RR), pareto şeması kullanılarak doğrulanan metan veriminin ana

etkileşimli faktör olduğu bulundu. RSM kullanılarak proses optimizasyonu, optimum çalışma koşulları (sıcaklık, pH ve 42°'lik RR) altında en yüksek metan verimi 0.2733 Nm³CH₄/kg KOİ giderimi (%9.3 iyileştirme yüzdesi) ve en düşük H₂S konsantrasyonu 1086.4 mg/L olarak belirlendi. Duyarlılık analizi, RR'nin AD sürecinde daha fazla metan üretilmesinde önemli rol oynadığını ortaya çıkarmıştır. RR oranının optimum seviyede (1.05 – 2.60) tutulması, biyogaz tesisinin işletme maliyeti ile geliri arasındaki denge korunarak iyi bir kararlılıkla yüksek metan verimi elde edilebilir.

Georgia-Christina Mitra ve ark. (2022), tarafından yapılan çalışmada, süper kritik karbondioksit patlamasının (SCE) kanalizasyon çamurunun ön arıtımı için etkisini değerlendirmek için yapılmıştır. Bunun için SCE, arıtma çamurunun organik madde içeriğinin biyolojik olarak parçalanabilirliğini arttırmaya ve sonraki anaerobik sindirimi ve metan üretimini arttırmaya çalışan bir yöntem geliştirmek amacıyla optimize edilmiştir. Temel ön arıtma parametrelerinin (sıcaklık ve zaman) ve yanıt olarak tanımlanan metan verimi üzerindeki etkileşimlerini değerlendirmek için CYY uygulandı ve istatistiksel sonuçları değerlendirildi. Sıcaklığın en önemli değişken olduğu ve metan verimi üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu belirlendi. 115 °C sıcaklığa ve 13 dakikalık süreye karşılık gelen optimum ön işlem koşulları seti belirlendi. Bu optimum koşullar altında tahmin edilen tepki değeri 300 g CH₄/ml uçucu katı madde olarak hesaplandı ve doğrulama deneyinden elde edilen değer, bu değerle iyi uyum sağladı. Ek olarak, optimum koşullar altında metan verimi, arıtılmamış çamurla karşılaştırıldığında %8.7'lik önemli bir artış gösterdi. Böylece SCE'nin kanalizasyon çamurunun verimli bir şekilde ön arıtımı için etkili ve alternatif bir yöntem olduğunu ortaya çıkardı. Son olarak, önceden işlenmiş çamura termal ön arıtma, alkaline ve asidik hidroliz de uygulandı. Kombine ön arıtma tekniklerinin, ham (işlenmemiş) substratla karşılaştırıldığında metan üretiminin daha da artmasına katkıda bulunduğu sonucuna varıldı.

Elektromobilite ve enerji depolama için lityum talebi, doğal lityum tuzlu su prosesinden mevcut ekstraksiyonun verimli ve sürdürülebilir bir şekilde optimize edilmesini gerektirir. Amanda Yáñez-Fernández ve ark. (2021), tarafından yapılan çalışmada çökeltme aşamalarının ortadan kaldırılmasına ve yüksek saflıkta lityum tuzlu su üretimine katkı sağlayabilecek eş zamanlı Mg²⁺ ve B³⁺ ekstraksiyon sistemi geliştirmektedir. Magnezyum ve bor ekstraktörleri olarak sırasıyla bir kadranilfosfat iyonik sıvısı ve 2-etilheksanol/kerosen karışımından oluşan bu ikili sistem, cevap yüzey

yöntemi (CYY) ile matematiksel ve istatistiksel olarak optimize edilmiştir. CYY ile ekstraksiyon işleminde yer alan parametrelerin birbirine bağımlılığı belirlenmiş ve Mg^{2+} ve B^{3+} 'nın maksimum ekstraksiyon verimliliğini elde etmek için optimal değerler hesaplanmıştır. Optimizasyon iki yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Mg^{2+} ve B^{3+} ekstraksiyonunu maksimuma çıkaran ilk yöntem, %99.17 Mg^{2+} , %99.36 B^{3+} ve %23.54 Li^+ deneysel verimliliğiyle sonuçlanmıştır. Lityum ekstraksiyonunun en aza indirildiği ikincisinde de %83.56 Mg^{2+} , %99.22 B^{3+} ve %3.36 Li^+ verimleri elde edilmiştir. Böylece sonuçlar sistemin yüksek ekstraksiyon kapasitesi ile istatistiksel modelin geçerliliğini de kanıtlamıştır.

Huang ve ark. (2022), tarafından yapılan çalışmada, hidrojen üretmek için konsantre ışınlama altında metan buhar reformasyonu önerildi ve Design Expert programı ile metanın dönüşümü üzerindeki termodinamik analizlerden yararlandı. Dört parametre (malzeme gözenekliliği, giriş gazı sıcaklığı, buhar-metan oranı, giriş gazı hızı) ve üç seviye (düşük, orta ve yüksek), Box-Behnken Tasarımı cevap yüzey yöntemi kullanılarak tasarlandı. Cevap modeli, konsantre ışınlama altında metan buhar reformasyon dönüşümü üzerindeki etkileri gösteren durum parametrelerini optimize etmek ve analiz etmek için kuruldu. Sonuçlar, malzeme gözenekliliği, giriş gazı sıcaklığı ve S/C değerinin metan dönüşüm oranı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, giriş gaz hızı değerinin ise olumsuz bir etkiye sahip olduğunu gösterdi. Cevap yüzey yöntemine göre metan dönüşümünün regresyon katsayısı 0.9914, malzeme gözenekliliği, gaz giriş sıcaklığı, S/C ve gaz giriş hızı sırasıyla 0.770, 579.925 K, 2.996 ve 0.031 olduğunda metan dönüşümü %94.03 olarak belirlenmiştir. Yukarıdaki dört faktör arasından, malzeme gözenekliliğinin, hidrojen üretmek için konsantre ışınlama altında metan buhar reaksiyonu üzerinde en önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında hazırlanan farklı ıslak mendil örneklerinin optimizasyonu için tasarım deneyleri ile oluşturulan ıslatıcı çözelti formülasyonları kuru mendillere uygulanarak pH değerleri ölçülmüş ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Kumaşlara farklı deney koşullarında hazırlanan farklı çözeltiler emdirilerek elde edilen ıslak mendillere ham kumaş ve son ürün formunda yapılan standart fiziksel gözlemleri yanında su tutma performansları da karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda kullanılan kuru kumaşlar, Cotton Club TR Hijyenik ve Kimyevi Ürünler San. ve Dış Tic. A.Ş.'nden temin edilmiş ve optimizasyon için hazırlanan farklı çözeltiler ile kumaşlar damlatma yöntemiyle ıslak mendil formuna getirilmiştir. Islak mendil hazırlama işleminde en çok kullanılan kimyasal maddeler tespit edilerek optimizasyon için bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlenmiştir. Dört farklı hammadde ile çözelti oluşturularak ıslak mendil ıslatıcıları oluşturulmuştur. Optimizasyon için seçilen parametrelerin çalışma aralıkları Sağlık Bakanlığı, Kozmetik Mevzuatı, Resmî Gazete (Resmî Gazete Sayısı: 28733) bildirimlerine göre yasal mevzuat sınırları dahilinde belirlenmiştir. Kumaşlara emdirilmeden önce hazırlanan ıslatıcı çözelti değerleri bağımsız değişken parametreleri olarak kullanılmıştır. Çözeltiler kumaşlara emdirildikten sonraki pH ölçümleri ve mikrobiyolojik analizleri gözlemlenerek kayıt altına alınmıştır. Tüm uygulama ve test ayrıntıları aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

3.1 Materyal Özellikleri

Tez çalışması kapsamında kullanılan tüm kumaş ve kimyasalların özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Kumaş Özellikleri

Çalışmada aynı üretim yöntemi, aynı hammadde ve aynı gramajlara sahip 30 adet kumaş kullanılmıştır. Kullanılan kumaşların özellikleri Çizelge 3.1' de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi seçilen kumaşlar, viskon (CV) ve poliester (PES) lifleri karışımlarından oluşmaktadır.

Çizelge 3.1 Kumaş yapısal özellikleri

Numune No	Hammadde oranları (%)	Gramaj (g/m ²) [S.S]**	Kalınlık (mm)*
1	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
2	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.62
3	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.67
4	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.65
5	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.66
6	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
7	%90 PES - %10 CV	28.9 / [1.00]	0.65
8	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
9	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.62
10	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.67
11	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.65
12	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.66
13	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.66
14	%90 PES - %10 CV	28.8 / [1.00]	0.65
15	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.66
16	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
17	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.62
18	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.67
19	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.65
20	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.66
21	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
22	%90 PES - %10 CV	28.9 / [1.00]	0.65
23	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
24	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.62
25	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.67
26	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.65
27	%90 PES - %10 CV	29.2 / [1.00]	0.66
28	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66
29	%90 PES - %10 CV	29.0 / [1.00]	0.65
30	%90 PES - %10 CV	29.1 / [1.00]	0.66

*Kalınlık değerleri firma teknik dokümanlarından alınmıştır.

**Standart sapma değeri



Şekil 3.1 Islak mendil hazırlamak için kullanılan kuru kumaşlar

3.1.2 Islatici Çözelti Özellikleri

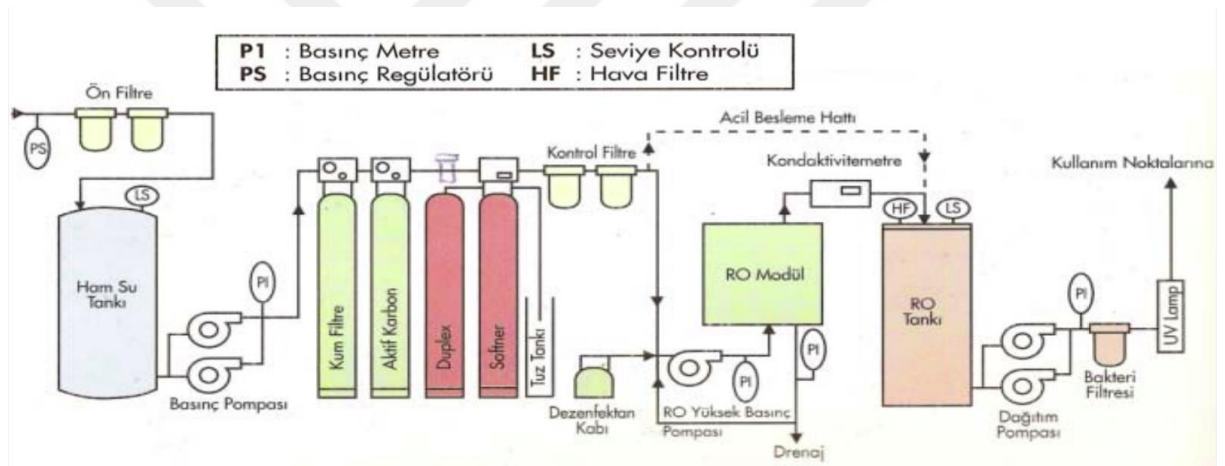
Mevcut kumaşlar için hazırlanan çözeltiler, kumaşlara damlatma yöntemiyle uygulanmıştır. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda oluşturulan ıslak mendillere, kuru ağırlıklarının %350-400'ü oranında çözeltiler uygulanabilmektedir. Islak mendil hazırlamak için gerekli olan çözeltiye aşağıda görseli mevcut olan kimyasal maddeler deney tasarımında belirtilen miktarlarda eklenerek örnekler hazırlanmış ve analizler yapılmıştır. Hazırlanan çözeltilerdeki kimyasalların ölçümleri ve çalışma hesaplamalarında ml (mililitre) 100 ml birimi üzerinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.2 Kullanılan kimyasal maddelerin çalışma görselleri

3.1.2.1 Deiyonize Su

Tez kapsamında ıslak mendillerin hazırlanmasında kullanılan deiyonize su, Cotton Club TR Hijyenik ve Kimyevi Ürünler San. ve Dış Tic. A.Ş. tesisinde mevcut arıtma sisteminde ters ozmoz sistemiyle çalışmaktadır. Ters ozmoz bir membran teknolojisi olup, ozmotik basınç kullanılarak, mevcut şebeke suyu veya kuyu suyu kullanımında, mineralce zengin olan suyun, yarı geçirgen bir membran'ın diğer tarafına mineralleri azaltılmış olarak geçirilmesi işlemidir (Şekil 3.3). Suyun içerisinde bulunan birçok mineral, bakteri ve virüsler %99 saflığa kadar bu yöntem ile süzölebilmektedir (Erol, 2009). Tez çalışmasında çözelti karışımı hazırlanmadan önce deiyonize su değerleri kontrol edilir ve pH 6.55 ile giriş su değeri kaydedilmiştir.

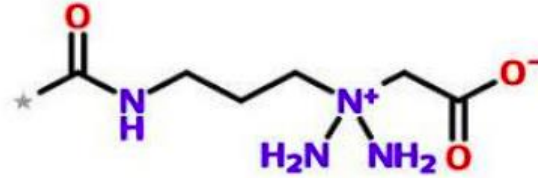


Şekil 3.3 Ters ozmoz sisteminin akış diyagramı

3.1.2.2 Yüzey Aktif – Kokamidopropil Betain

Bu tez çalışmasında yüzey aktif karışım maddesi olan Kokamidopropil Betain firmanın ıslak mendil üretimlerinde sıklıkla kullandığı değişken oranlar dahilinde çözeltiliye eklenen kimyasalların başında gelmektedir. Betain hammaddesi kumaş yaprakları arasında tutuculuğu sağladığından aynı zamanda temizleme özelliği olan amfoterik yüzey aktif madde ıslak mendil içeriklerinde sıklıkla gördüğümüz kimyasal maddedir. Göz yakmayan bebek şampuanı ve banyo ürünlerinde de sıklıkla gördüğümüz Betain gibi bileşenler içermektedir. Betain amfoterik bir sentetik yüzey aktif maddedir

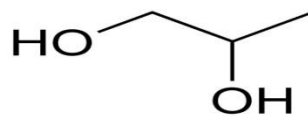
(Rengin vd., 2012). Bebek şampuanları hassas içerikli oluşturulduğu için çok önemlidir ama bebek ıslak mendillerinde daha düşük oranlarda kullanımı sorun teşkil etmemektedir.



Şekil 3.4 Kokamidopropil Betain

3.2.1.3 Yüzey Aktif - Propilen Glikol

Propilen glikol (propan-1, 2-diol), bu tez çalışmasında kullanılan ıslatıcı çözelti hammaddelerinin kuru kumaş içerisinde eşit dağılımını sağlaması amacıyla ve nemlilik hissiyatını desteklemesi amacıyla tercih edilmiştir. Propilen glikol hidrofobik bileşiklere çözebilmesi ve su tutma özelliğinden dolayı gıdalarda, ilaçlarda ve kozmetik ürünlerinde sıklıkla kullanılan rengi, kokusu ve tadı olmayan ve oda koşullarında hafif viskoz davranış gösteren, suda, etanol ve asetonunda çözülebilen, 1.035 g/mL yoğunluğa sahip sentetik bir maddedir. Propilen glikol, gün ışığı, hava, okside edici ajanlara, asit, baz ve yüksek sıcaklığa karşı dayanıksız olup okside olabilmektedir (Aggett vd., 2018). Avrupa Birliği Regülasyonu (EC 1333/2008) ve 30/06/2013 tarihli ve 28693 sayılı Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde, propilen glikol E1520 numarası ile tanımlanan bir gıda katkı maddesidir. Ancak, propilen glikol gıdalarda direkt kullanılmasına izin verilen bir katkı maddesi olmayıp, gıdaya eklenen diğer katkı maddelerinde, renklendiriciler, emülgatörler, antioksidanlar, aroma vericiler ve enzim preparatlarında taşıyıcı olarak kullanılmasına izin verilmektedir. Kimyasal formülü $C_3H_8O_2$ olan propilen glikolün moleküler yapısı Şekil 3.5'te verilmiştir.

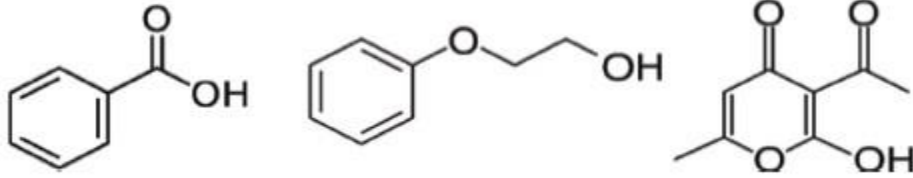


Şekil 3.5 Propilen glikolün moleküler yapısı

3.1.2.4 Koruyucu Karışım – Fenoksietanol-Dehidro Asetik Asit–Benzoik Asit

Çalışmada bu koruyucunun seçilmesindeki temel etken piyasa ürünlerinde karşılaşılan en yaygın koruyucu olması sebebiyle tercih edilmiştir. Koruyucu madde karışım olarak alınarak ıslatıcı çözeltilisine eklenen bir kimyasaldır. PBD (Fenoksietanol, benzoik asit, dehidroasetik asit) koruyucu maddesi ürünün pH'a uygunluğu sebebiyle, üretim şartlarına ve kontamine durumunda ürünün yapısını koruduğundan, ürün formülasyonu içeriğinde stabil koşul sağladığından, kullanım kolaylığı, ilgili yönetmelik uygunluğu ve ürün raf ömrünün istenilen sürede olması koşullarını sağladığından piyasada diğer koruyuculardan daha çok tercih edilmektedir. PBD karışım koruyucusunda uygun saklama koşullarında (nem, güneş ışığı vs. maruziyetlerinin olmadığı) ıslak mendil ürününde üç yıl raf ömrünü stabil olarak koruduğu yapılan testler ile kanıtlanmış ve onaylanmıştır. Üründe Sağlık Bakanlığı tarafından Avrupa Birliği Kozmetik Mevzuatının 76/768/EEC sayılı Konsey Direktifi ile 96/335/EC sayılı komisyon kararına paralel olarak 24/3/2005 tarihli ve 5324 sayılı Kozmetik Kanunu'nun yedinci maddesine dayanılarak hazırlanan yönetmelikte konuya ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir (Anonim, 2005). Biyosidal Ürünler Yönetmeliği Ek VI: izin verilen koruyucu maddelerin listesi göre yasal kullanım aralıkları belirlenmiş ve tez kapsamındaki deneysel çalışmalar bu aralıklar dahilinde yapılmıştır. Kozmetik ürünlere görülen ve ürünün bozulmasına neden olan mikrobiyal kontaminasyon dış kaynaklardan temin edilen hammadde kaynaklı, üretim aşamasında üreten personel veya ekipmandan kaynaklı ya da ürünün tüketici tarafından kullanımı sırasında oluşabilmektedir. Kontaminasyon, ürünün üretiminde kullanılan su, ham madde, yardımcı maddeler, paketlenme materyali, personel, üretim tesisi ve donanımı, çevre ve depolama kaynaklı olabilmektedir (Payne, 1990; Underwood, 2004; Mulhall, 2006; Steinberg, 2020). Kozmetik ürün formülasyonları, içerdikleri su, karbon ve azot kaynakları, mineraller ve eser elementler, oksijen (aerobik organizmalar), uygun sıcaklık ve uygun pH değeri ile mikroorganizma üremesi için uygun ortamlardır. Ürün içerisine giren veya var olan mikroorganizmalar ürünün kokusu, rengi, viskozitesi ve performansında istenmeyen değişiklikler meydana getirirken, bu değişiklikler ürünün bozulmasına ve sonuçta kullanıcının zarar görmesine yol açabilir (Sivri, 2005). Kozmetik ürünlerin mikroorganizmalarla kontaminasyonu sonucu, bütünlüğü bozulmuş deri enfekte olabilir

ve mikroorganizmalar tarafından üretilen endotoksin ve metabolitler ciltte aşınma, irritasyon veya alerjiye neden olabilir (Smart ve Spooner, 1972).



Şekil 3.6 Benzoik asit, Fenoksietanol, Dehidroasetik asit

Koruyucu maddeler kozmetik ürünlerinde başlıca bakteri, maya veya küf şeklindeki mantarlar ile kontamine olma olasılığına karşı genellikle ürün imalat aşamasında veya bitmiş ürüne, üremelerini engellemek ya da ürünün kimyasal yapısını bozmasını önlemek amacıyla eklenen kimyasal maddelerdir. Koruyucular istenmeyen mikroorganizmaların üremelerini önlemesi veya durdurmasına yönelik özelliktedir (Sasseville, 2004). Koruyucu madde miktarının hem tüketiciyi mikroorganizmalardan yeterli derecede koruması hem de tüketicinin alerjik, toksik ya da tahriş edici etkisinin olmaması ve aşırı duyarlılık gibi önemli problemlere yol açmamasıdır (Smith, 2005; Lee vd., 2007). Ürünün raf ömrü boyunca (değişen sıcaklık vb. değerlerinde) kararlı olması, formülasyondaki diğer maddelerle geçimli olması, renksiz ve kokusuz olması, suda çözünebilir olması, ürünün fiziksel özelliklerini değiştirmemesi, mikroorganizmaları ortama adapte olmamaları için hemen öldürmesi, yasa ve yönetmeliklere uygun olması ucuz ve kolay ulaşılabilir olması gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Brannan ve Dille, 1990; Orth vd., 1990; Lundov vd., 2009; Steinberg, 2020).

Fenoksietanol, organik alkol koruyucu maddedir. Organik alkollerden, lipid ve proteinleri Gram pozitif bakterilere oldukça etkili, Gram negatif bakteriler ve mantarlara karşı zayıf etkili bir koruyucu maddedir. Kozmetik Yönetmeliği'ne göre izin verilen maksimum konsantrasyon %1.0'dir. Diğer koruyucu maddelerle kombinasyon halinde kullanılan ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı oldukça etkili bir koruyucu madde olan fenoksietanol de membran yapısını bozarak etki gösterir (Steinberg, 2020). Dehidroasetik asit, benzoik asit asidik koruyucudur. Benzoik asit mikroorganizmanın dengesini bozarak daha çok antifungal etkinlik gösterirler ve Kozmetik Yönetmeliği'ne

göre izin verilen maksimum konsantrasyonları % 0.5'tir. Dehidroasetik asit ve tuzlarının da Kozmetik Yönetmeliği'ne göre izin verilen maksimum konsantrasyonu %0.6'dır (Taylor ve Francis, 2006). Kozmetik ürünlerin içerisindeki koruyucu maddelerin hem geniş spektrumlu olmaları hem de sinerjistik etki göstermeleri istendiğinden genellikle kombinasyon halinde kullanımları önerilmektedir. Ancak birkaç koruyucu madde bu özelliğe sahiptir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Bazı koruyucu maddelerin antimikrobiyal aktiviteleri

Koruyucu	Bakteri Türü		Maya	Küf
	Gram Pozitif	Gram Negatif		
Benzoik asit ve tuzları	++	(++) *	+	+
Benzil alkol	++	+	(++)	+
Etanol	++	++	(++)	(++)
Parabenler	(++)	+*	(++)	(++)
Fenoksietanol	(++)	++	+	+

++ aktif,

(++) orta derece aktivite,

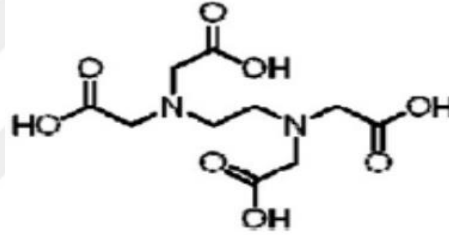
+ zayıf aktivite,

*Pseudomonas türlerine karşı zayıf aktivite

3.1.2.5 EDTA – Etilen Diamin Tetra Asetik Asit

Bu tez çalışmasında EDTA Etilen diamin tetra asetik asit kimyasalı pH düzenleyici olarak kullanılmıştır. Islak mendil hazırlama çözeltisinde kullanılan koruyucu kimyasalın kendi pH'ı düşük olduğundan ürün oluşumunda çözeltiye eklenmesi dahilinde pH'ı asidik koşullara kadar düşürmektedir. Yapılan deneylerde koruyucu eklenmesi sonrasında pH minimum 3.44 ile maksimum 3.78 değerlerine kadar düşüş göstermiştir. Islak mendilde insan cildinde kullanım yüzeyi olan epidermis tabakasına uygun pH ile düzenleme yapılmadığında irite edici veya alerjik reaksiyona yol açacak olumsuz durumlar ile karşılaşılabilir. Koruyucu çalışma aralığını göz önünde bulundurarak pH düzenlemesi ile ıslak mendil ürününü son tüketiciye uygun hale getirmek için EDTA ilavesi ile ürün pH'ı 5.5 civarlarına kadar artırılmalıdır. EDTA aynı zamanda güçlü şelatlama yeteneği antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin oluşumunda da etkilidir (Woolsey, 1997). EDTA'nın antimikrobiyal etki

mekanizmasının Ca^{+2} ve Mg^{+2} gibi iki değerlikli katyonları şelatlama özelliği ile ilgili olduğu düşünülmektedir. EDTA hücre gelişimi için temel faktörler olan Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+2} den hücreyi yoksun bırakarak mikrobiyal gelişimi engeller. EDTA gram negatif bakterilerin dış zarlarının stabilizesini sağlayan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarıyla kompleks oluşturarak zar yapısını bozan bir şelat ajanıdır. EDTA iki değerli katyonlarla etkileşime girerek LPS tabakasının % 35 - 40'ının serbest kalmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak bakterilerin hücre yapısını gevşetir ve zayıflar. Membran daha fazla bariyer görevi göremez ve hücrenin diğer antimikrobiyallere duyarlılığı artar. Böylece diğer antimikrobiyaller peptidoglikan tabakasına daha kolay nüfus eder (Vieira, 2005; Alvarez vd., 2007). Çözelti içerisinde koruyucuyu destekleyen yapısı ile ıslak mendilde mikroorganizma riskini azaltmaya yardımcı olması ve pH düzenlemesinden dolayı EDTA kullanımı tercih edilmiştir. EDTA'nın kimyasal yapısı; $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2$ 'dir.



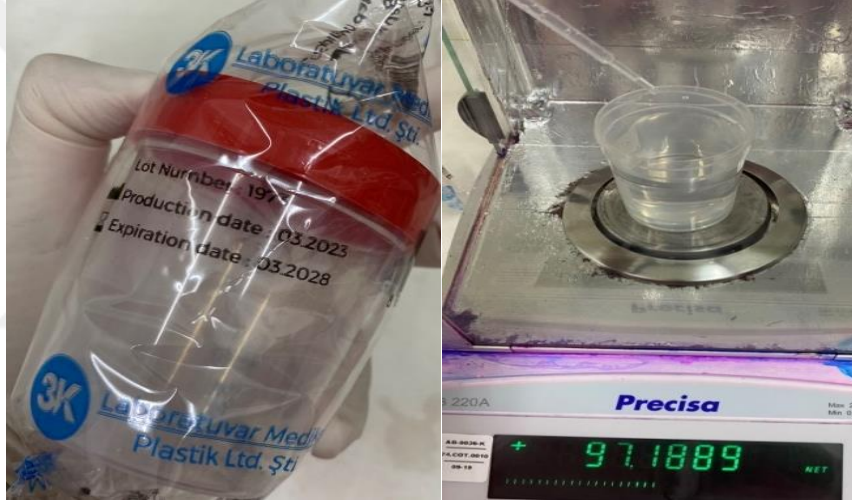
Şekil 3.7 Etilen diamin tetra asetik asitin molekül yapısı

Şelatlama ajanlarından etilen diamin tetra asetik asit (EDTA), laktik asit, sitrik asit ve fitik asit mikroorganizmaların hücre membranlarının permeabilitesini artırarak onları antimikrobiyal ajanlara karşı daha duyarlı hale getiren maddelerdir (Varvaressou vd., 2009). EDTA tek başına antimikrobiyal ajan olarak kabul edilmezken koruyucu maddelerle (örneğin benzalkonyum klorür, parabenler vb.), antibiyotiklerle ve katyonik yüzey aktif maddelerle birlikte (örneğin kuaterner amonyum bileşikleri ile) mikroorganizmalara karşı sinerjistik etki gösterebilmektedir. EDTA, Gram negatif bakterilerin dış membranındaki lipopolisakkarit yapıyı bozarak hücre membranını daha duyarlı hale getirir (Denyer, 1990; Lambert, 2004).

3.2 Islak Mendil Numunelerinin Hazırlanması

3.2.1 Kumaş Islatma Çözeltisinin Hazırlanması

Tartımları yapılacak olan kimyasalların optimizasyon parametrelerine göre numune sıralaması ile çözelti içeriğindeki tartımları hassas terazi (Precisa XB 220A model) ile yapılmıştır. Kullanılan hassas terazi ile 100 g/m² lik çözeltiler halinde tek kullanımlık steril kaplar içerisine ölçümleri yapılarak hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan çözeltilerin her kimyasal eklemesinden sonraki pH değerleri ölçülerek pH değerleri kayıt edilmiştir.



Şekil 3.8 Steril kap ve hassas terazi tartım görseli

3.2.2 Islak Mendil Haline Getirilmesi

Islak mendil hazırlama aşamasında kuru kumaşların hassas terazi ölçümleri yapıldıktan sonra hazırlanan kuru kumaşlara emdirilmek üzere damıtma alanında işlemleri yapılır. Bu alanda 1 ml'lik tek kullanımlık pipet ile damlatma yöntemi ile kuru kumaşlara 2-3 cm mesafeden her kuru yaprak arasına ıslaklık geçecek şekilde hazırlanan çözeltiler emdirilir. Şekil 3.9' da görüldüğü gibi otuz adet kumaş numunesi üzerinde aynı çalışma yapılarak hazırlanan ıslak mendil ürünleri hazır raf ürünü haline getirilmiştir. Her bir kumaş numunesine 100 g/m² lik çözelti emdirilerek tek kullanımlık

poşetlerde normal şartlar altında ıslaklığın her katmana dağılması için 24 saat ağzı kapalı olarak bekletilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9 Damlatma yöntemiyle kuru kumaşlara çözelti emdirilmesi



Şekil 3.10 Poşetlerde bekletilen ıslak mendil örneklerinin görselleri

24 saat bekletilen ürünler ambalaj paketlenmesi için ambalaj kumaşların ölçülerine göre hazırlandı ve ısıtma işlemiyle kapatılarak dış kontaminasyonu tamamen engelleyecek şekilde hava almayan ambalaj paketlerine dönüştürüldü. Şekil 3.11’de paketlenmiş numunenin ürün görseli mevcuttur. Nihai ürün haline getirilen paket mendiller 48 saat normal şartlar altında bekletilerek ambalajda hava geçirmezliği, etiket yapışmaması gibi ürünün yapımını tekrarlayacak koşulları gözlemlenmiştir. İki gün

sonunda hiçbir hava geçirgenliği olmayan ürünlerde pH ölçümleri ve mikrobiyolojik analizler yapılarak veriler kayıt altına alınmıştır.



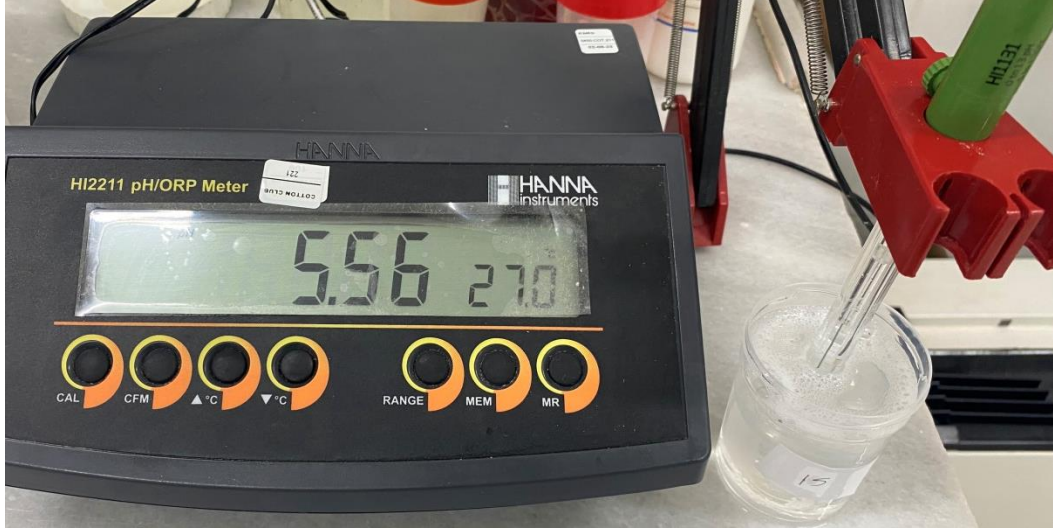
Şekil 3.11 Paketlenmiş ıslak mendil

3.3 pH Ölçümleri

pH çözeltideki asitlik ve pOH çözeltideki bazlık derecesini ifade eden ölçü birimidir. pH açılımı "potential of Hydrogen" (hidrojen potansiyeli) veya "power of Hydrogen" (hidrojen kuvveti) olduğu varsayılır (Jensen ve William, 2004). Ortamdaki H⁺ iyonu konsantrasyonu ile asit değeri veya OH⁻ iyonu konsantrasyonu ile baz değeri belirlenmektedir.

$$pH = \text{colog} [H^+] \quad (3.1)$$

Hazırlanan çözeltinin ve çalışmada kullanılan tüm kimyasallar malzemeler veya hammaddelerin pH ölçümleri pH metre (HANNA Instruments HI2211 model) ile yapılarak kayıt altına alınmıştır. Şekil 3.12' de örnek bir görseli mevcuttur.



Şekil 3.12 Hazırlanan ıslak mendil çözeltisinin pH ölçümü

Su, propilen glikol ve kokamidopropil betain çözeltileri karıştırıldığında pH değişkenlerinin sapmaları göz ardı edilecek boyutlardadır. Örneğin ilk ölçümde deiyonize su pH 6.55 iken propilen glikol ilavesi ile pH 6.54 değerinde kaydedilmiştir, aynı şekilde betain ilavesi ile sapma gözlemlenmemiş 6.54 olarak kayıt edilmiştir. Çözeltiye koruyucu ilavesi sonrası pH değişkeninde ani bir düşüş ile pH 3.41 seyrine kadar düşmüştür. Otuz numunede koruyucu öncesindeki pH değerler, koruyucu sonrası pH değerleri ve pH düzeni için EDTA ilavesi ile pH değerleri kayıt edilmiştir. Koruyucu karışım eklenmeden önceki çözelti pH değeri sabit olduğundan çizelgeye veri olarak eklenmemiştir.

Çizelge 3.3 Koruyucu karışım ve EDTA eklendikten sonra ölçülen pH değerleri

Deney No	1. Ölçülen pH değeri	2. Ölçülen pH değeri
1	3.68	4.55
2	3.44	4.54
3	3.66	4.99
4	3.49	4.96
5	3.66	4.99
6	3.54	4.91
7	3.44	4.94
8	3.44	4.77
9	3.71	5.55
10	3.78	4.91
11	3.66	5.00
12	3.68	4.88
13	3.66	4.73
14	3.55	4.78
15	3.54	5.51
16	3.67	5.13
17	3.66	5.01
18	3.66	5.09
19	3.47	4.56
20	3.45	4.61
21	3.53	4.54
22	3.66	4.66
23	3.63	4.92
24	3.61	5.01
25	3.55	5.55
26	3.66	4.98
27	3.48	4.92
28	3.68	5.23
29	3.66	4.99
30	3.51	5.52

3.4 Mikrobiyolojik Analizler

Yapılan tez çalışmasında hazırlanan nihai son ürünlere raf ömrünü belirleyecek karışımların, koruyucuların ilavesi ile çalışılabilir koşullarını gözlemek için mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Mikrobiyoloji, bakteriler, mayalar, küfler, virüsler gibi mikroorganizmaların varlığını ve yapısını inceleyen bilim dalıdır. Kozmetik ürünleri hayatımızın her alanında kullandığımız ürünleri kapsamaktadır. Özellikle cilde temas eden ürünler için en önemlisi mikrobiyolojik bulguların varlığıdır. Piyasada var olan tüm kozmetik ürünlerinde raf ömrü, kontaminasyon sorunu, ürün hammadde bulaş

riski gibi durumların yok edilmesi veya minimum düzeyde tutulması için koruyucu içermek zorundadır. Islak mendil sağlık bakanlığı tarafından yayınlanan kılavuz doğrultusunda kategori 1’de yer almaktadır. Kozmetik ürünlerin kategorileri kendi içerisinde farklılık göstermektedir. Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa ve Candida albicans ve Escherichia coli kozmetik ürünlerinde kesinlikle bulunmaması gereken mikroorganizmalardır.

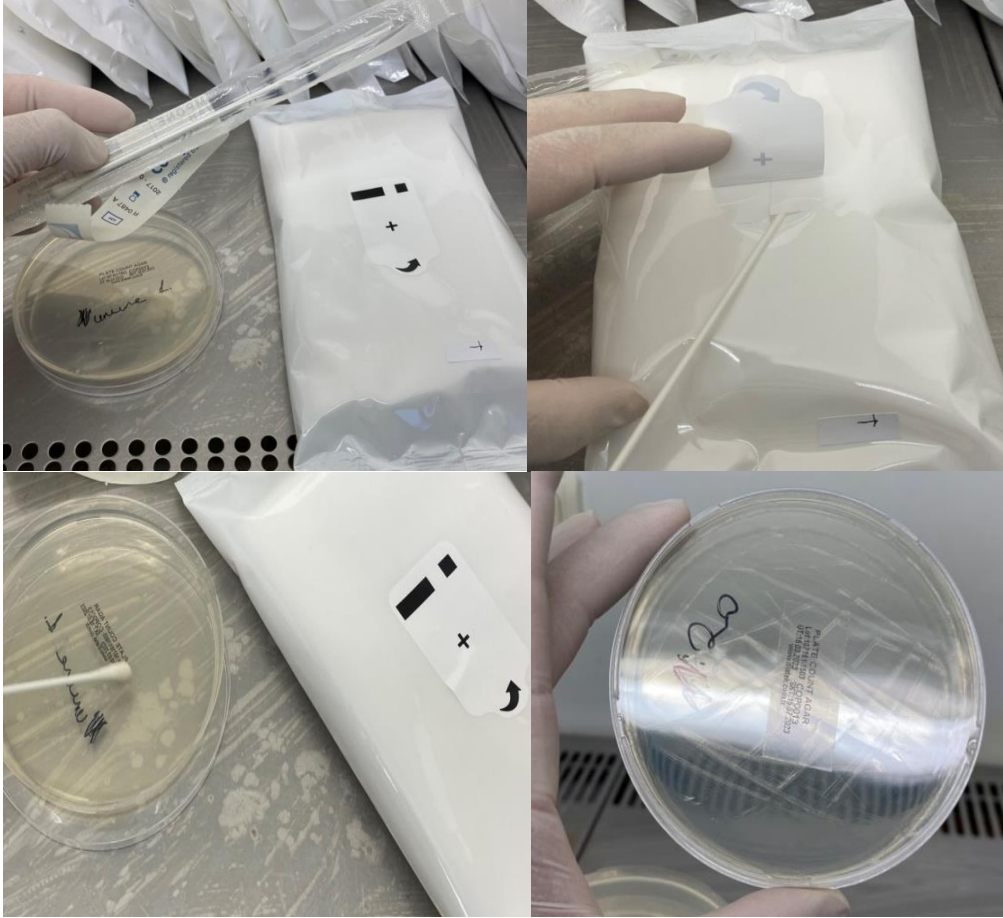
Yapılan tez çalışmasında hazırlanan son ürünlerde mikrobiyolojik analizlerin tespiti hazır besiyerler (Hypet Media plate count agar) ile yapılmıştır (Şekil 3.13). Islak mendillerde toplam bakteri kontrolleri takibi yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler, Cotton Club TR Hijyenik ve Kimyevi Ürünler San. ve Dış Tic. A.Ş. firmasının mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadaki mikrobiyolojik ekimler UV kabini (Nüve MN090) içerisinde yapılmıştır. Öncesinde içerisine alınan numune mendiller ve kullanılacak ekipmanlar 4 dakikalık UV ışığı ile sterilize edilmiştir. Sterilizasyonu sağlanan ürünlerde ekimleri yapmak için tek kullanımlık pamuklu steril pipet ile ıslak mendillerden sürüntü numune alınarak, besiyerlere kontamine edilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik deney aşamaları Şekil 3.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Hazır besiyerler

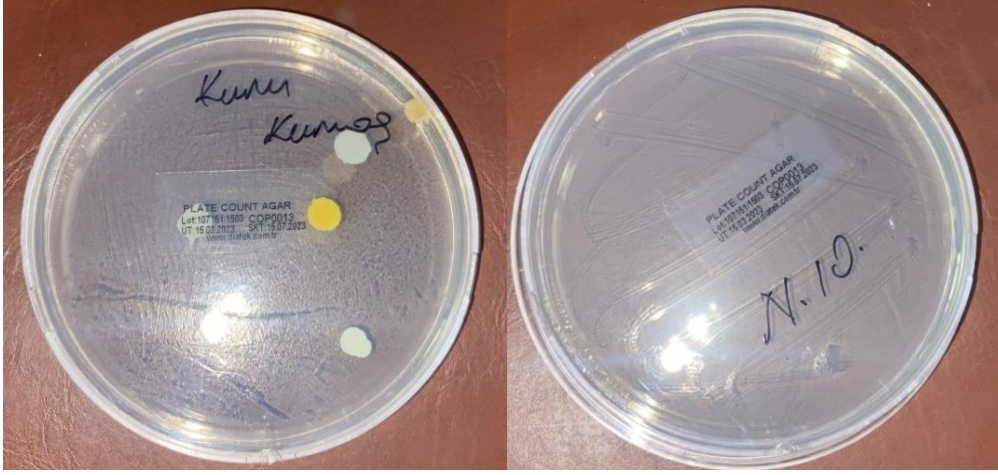


Şekil 3.14 UV kabini



Şekil 3.15 Mikrobiyolojik analiz görselleri

Optimizasyon için hazırlanan ıslak mendil numunelerinde aynı çalışmalar yapılmış ve besiyerlere sürüntü yöntemiyle bulaş kontaminasyonu sağlanmıştır. Aynı zamanda kullanılan materyaller ve hammaddelerdeki kontaminasyon gözlemi için ürünler ayrıca mikrobiyolojik teste tabi tutulmuştur. Hazırlanan besiyerler, mikrobiyoloji laboratuvarında bulunan etüvde (Nüve EN 500) 35 °C sıcaklık koşulunda 3. gün, 5. gün ve 7. gün sürelerinde gözlemlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda etken kontaminasyon maddelerinden kumaş maddesinde hiçbir çözelti eklenmeden mikrobiyolojik test sonucunda üremeye müsait olduğu 3. günün sonunda gözlemlenmiştir (Şekil 3.16). Bu gözlem sonucunda optimizasyon için hazırlanan otuz adet ıslak mendil numunesinin tamamı beyaz ışık altında incelendiğinde mikroorganizma belirtileri gözlemlenmediği tespit edilmiştir. Optimizasyon parametrelerine göre hazırlanan ıslak mendil çözeltilerinin uygun koruyucu ve uygun pH koşulunda mikroorganizma varlığını tamamen yok ettiği yapılan mikrobiyolojik çalışmalar ile gözlemlenmiştir.



Şekil 3.16 Kullanılan dış materyallerin kontaminasyon sonucu mikroorganizma görselleri (sol) ve besiyer üreme tespit edilmeyen besiyer görseli (sağ)

3.5 Cevap Yüzey Yöntemi ve Merkezi Kompozit Tasarım

Bu tez kapsamında ıslak mendil hazırlama çözeltisinin kimyasalların çalışması CYY'nin önemli bir deneysel tasarım uygulaması olan merkezi kompozit tasarım, çok değişkenli mühendislik problemlerinin analiz ve modellenmesi için istatistiksel ve matematiksel metotların bir arada kullanıldığı faydalı bir optimizasyon yöntemidir.

Merkezi kompozit tasarımın başlıca aşamaları; deneylerin tasarlanması, deneylerin sırayla yapılması ve sonuçların toplanması, modelin geliştirilmesi, varyans analizi (ANOVA) ve optimizasyon şeklindedir (Sabuncu, 2014).

Tez kapsamındaki yapılan çalışmalarda ıslak mendil içeriğinin optimum işletme koşullarının belirlenmesi için MKT uygulandı. Optimizasyon için seçilen yanıt (pH) ve bağımsız değişkenler (koruyucu karışım miktarı, EDTA miktarı, MPG miktarı, Betain miktarı) arasındaki etkileşimi ve elde edilen verileri incelemek üzere ANOVA analizi kullanıldı. Yanıt ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi temsil eden ikinci dereceden regresyon model, Desing Expert 12.0.0. programı kullanılarak elde edildi. Modelin uygunluğu belirlenen R^2 ile ifade edildi ve istatistiksel önemi, aynı programda bulunan F testi ile incelendi. F testi iki ölçüm takımının kesinliğini karşılaştırmak için basit bir metottur. F testi null hipotezine dayanır ve bu yüzden doğrulukları aynı olduğunu kabul eder. Deneysel F değerleri, olasılık çizelgelerinde bulunan kritik değerleri geçerse, iki standart sapmanın aynı olduğu null hipotezinin sorgulanması için istatistiksel bir dayanak vardır. F testi iki sorunun cevabının aranmasında kullanılır. Bunlardan birincisi; metot A' nın metot B'den daha kesin olup olmadığının araştırılmasında ve ikincisi ise, iki metodun kesinlikleri arasında bir fark olup olmadığının anlaşılmasındadır. MKT için seçilen değişkenlerin aksiyal ve merkez noktaları Çizelge 3.4'de ve program tarafından önerilen deney listesi Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 MKT için seçilen değişkenlerin aksiyal ve merkez noktaları

Bağımsız Değişkenler	-1	0	+1
Koruyucu karışım miktarı (g/mL)	0.8	1.0	1.2
EDTA miktarı (g/mL)	0.14	0.17	0.20
MPG miktarı (g/mL)	0.1	0.55	1.0
Betain miktarı (g/mL)	0.1	0.55	1.0

Çizelge 3.5 Islak mendil hazırlamak için MKT ile önerilen deney programı

	X1	X2	X3	X4
Deney No	A: Koruyucu karışım miktarı (g/mL)	B:EDTA miktarı (g/mL)	C: MPG miktarı (g/mL)	D: Betain miktarı (g/mL)
1	1.2	0.14	0.1	1.0
2	1.2	0.14	1.0	1.0
3	1.0	0.17	0.55	0.55
4	1.0	0.17	0.55	1.0
5	1.0	0.17	0.55	0.55
6	1.2	0.2	0.1	0.1
7	1.2	0.2	1.0	1.0
8	1.0	0.17	0.55	0.1
9	0.8	0.2	0.1	0.1
10	1.0	0.17	0.1	0.55
11	1.0	0.17	0.55	0.55
12	1.2	0.2	0.1	1.0
13	1.2	0.17	0.55	0.55
14	1.0	0.17	1.0	0.55
15	0.8	0.2	1.0	1.0
16	0.8	0.17	0.55	0.55
17	1.0	0.17	0.55	0.55
18	1.0	0.2	0.55	0.55
19	0.8	0.14	0.1	0.1
20	1.2	0.14	1.0	0.1
21	1.2	0.14	0.1	0.1
22	1.0	0.14	0.55	0.55
23	0.8	0.14	1.0	1.0
24	0.8	0.14	0.1	1.0
25	0.8	0.2	1.0	0.1
26	1.0	0.17	0.55	0.55
27	0.8	0.14	1.0	0.1
28	1.2	0.2	1.0	0.1
29	1.0	0.17	0.55	0.55
30	0.8	0.2	0.1	1.0

3.6 Sonuçların Optimizasyonu

Bu bölümde, ıslak mendil üretimi için kuru kumaşlara uygulanan ıslatıcı çözeltilerdeki en etkili parametrelerin X1 (Koruyucu karışım), X2 (EDTA), X3 (MPG) ve X4 (Betain) optimum üretim koşulları belirlenecektir. Bunun için sadece MKT’de bulunan quadratik model eşitliği yeterlidir. CYY’de elde edilen grafikler optimizasyon için önemli bir rol oynar. Cevap yüzey analizi için bilgisayar yazılımı ile üç boyutlu grafikler üreterek bir deneycinin genellikle yüzeyin şeklini karakterize edebilir ve iyi bir tahminle optimum noktayı tayin edebilir (Montgomery, 2017). Elde edilen verilerin Design Expert 12.0.0 programında istatistiksel analizi yaptırılarak hangi fonksiyonun önerildiği belirlenmiştir. Bu belirleme yapılırken; her bir fonksiyon için ‘Sequential Model Sum of Squares (Type I)’ ve ‘Lack of fit’ testleri yapılmış ve her bir fonksiyon için standart sapma (standart deviation), R^2 (R_squared), ayarlanmış R^2 (adjusted R_squared) ve öngörülen R^2 (predicted R_squared) değerleri hesaplanmıştır. Bir sonraki aşamada ise çalışılan sistemi en iyi temsil eden model ANOVA çizelgesi ile belirlenmiştir. Sistemi temsil eden model seçilirken aşağıda verilen kriterleri sağlaması istenir.

- Model; ‘significant’ (önemli)
- Lack of fit; ‘insignificant’ (önemsiz)
- Bütün model terimleri; ‘Values of (Prob>F)<0.05’ (%95 güven aralığı),
- R_squared; ~1,
- Adjusted R_squared; ~1,
- Predicted R_squared; ~1,
- Coefficient of variation (C.V.%); minimum (en düşük)

Sistemi en iyi temsil eden model belirlendikten sonra, üç boyutlu cevap yüzey grafikleri, Design Expert 12.0.0 programı aracılığıyla oluşturulmuştur. Design Expert 12.0.0 üç farklı optimizasyon gerçekleştirebilen bir deney tasarım programıdır; ‘Numerical optimization’, ‘Graphical optimization’ ve ‘Point Prediction’. Optimizasyonun amacı; istenilen cevabın elde edilmesini sağlayacak parametrelerin kesin değerlerini belirlemektir. Ayrıca program tarafından farklı koşullar için önerilen

sayısal optimizasyon (numerical optimization) sonuçları kullanılmıştır. Optimizasyon kriterleri olarak aşağıda belirtilen özellikler seçilmiştir;

- A: Koruyucu karışım miktarı: 'in range' (çalışma aralığında)
- B: EDTA miktarı: 'in range' (çalışma aralığında)
- C: MPG miktarı: 'in range' (çalışma aralığında)
- D: Betain miktarı: 'in range' (çalışma aralığında)
- pH değeri: 'in range' (çalışma aralığında)





4. BULGULAR

Bu tez kapsamında hazırlanan ıslak mendillere dört farklı kimyasalın karışımı ile oluşturulan çözelti uygulanmıştır. Islak mendil üretim prosesinde kumaş ıslatıcı çözeltisi hazırlamak için kullanılan koruyucu karışım, EDTA, MPG ve Betain yüzey aktif maddeleri bağımsız değişkenler olarak seçilmiş ve bağımlı değişken (yanıt) olarak seçilen pH değişimindeki etkileri incelenmiştir. Bu parametrelerin optimizasyonu için dört değişkenli bir MKT uygulandı. İlgili yönetmelik ve standartlara göre Cevap Yüzey Yönteminin önemli bir uygulaması olan Merkezi Kompozit Tasarım seçilerek bağımsız parametrelerin çalışma aralıkları en yüksek ve en düşük parametre değerleri olarak Design Expert 12.0.0 programına işlendi. Program tarafından tasarlanan toplam 30 deney sırasıyla gerçekleştirilmiş ve deneylerin ardından çözeltilerin pH değerleri ölçülerek yanıt olarak programa işlenmiştir. Design Expert 12.0.0. programı tarafından oluşturulan ANOVA istatistiksel çıktıları ve üç boyutlu grafikler değerlendirilmiştir. Ayrıca program tarafından yanıt (pH) ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren ikinci dereceden model denklemi elde edilmiştir. Optimizasyon deneyleri için hazırlanan 30 adet çözelti aynı özellikteki ham kumaşlara uygulanarak ıslak mendiller hazırlanmış ve bu ıslak mendillerin mikrobiyolojik analizleri yapılarak üretim için optimum koşulların belirlenmesi amacıyla elde edilen sonuçlar verilmiştir. Merkezi Kompozit Tasarım deney programına ait sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Cevap yüzey modeli regresyon parametrelerinin önemlilik derecesi varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. ANOVA ile cevap ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi kurmak için oluşturulan verilerin grafiksel analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler programa girildikten sonra sistem tarafından verilen optimizasyon için seçilen modelin ANOVA sonuçları da Çizelge 4.2’de verilmiştir. Modelden elde edilen korelasyon katsayısı R^2 değeri, deneysel veriler ve model verilerinin yakınlığı ve tatmin ediciliği hakkında yorum yapılmasını sağlar. Modelin istatistiksel önemi Fisher F-testi ile kontrol edilmiştir.

Çizelge 4.1 MKT ile önerilen deney programına ait deneysel ve hesaplanan sonuçlar

Deneysel No	X1	X2	X3	X4	Y1	Y1	ϵ
	A: Koruyucu Karışım miktarı (mg/L)	B: EDTA miktarı (mg/L)	C: MPG miktarı (mg/L)	D: Betain miktarı (mg/L)	Ölçülen yanıt, y_0 (pH)	Hesaplanan yanıt, y_p (pH)	($y_0 - y_p$)
1	1.2	0.14	0.1	1.0	4.55	4.58	-0.0314
2	1.2	0.14	1.0	1.0	4.54	4.56	-0.0223
3	1.0	0.17	0.55	0.55	4.99	4.93	0.0596
4	1.0	0.17	0.55	1.0	4.96	4.94	0.0215
5	1.0	0.17	0.55	0.55	4.99	4.93	0.0596
6	1.2	0.2	0.1	0.1	4.91	4.97	-0.0564
7	1.2	0.2	1.0	1.0	4.94	4.89	0.0541
8	1.0	0.17	0.55	0.1	4.77	4.92	-0.1474
9	0.8	0.2	0.1	0.1	5.55	5.43	0.1155
10	1.0	0.17	0.1	0.55	4.91	4.88	0.0337
11	1.0	0.17	0.55	0.55	5.01	4.93	0.0696
12	1.2	0.2	0.1	1.0	4.88	4.90	-0.0150
13	1.2	0.17	0.55	0.55	4.73	4.79	-0.0552
14	1.0	0.17	1.0	0.55	4.78	4.94	-0.1596
15	0.8	0.2	1.0	1.0	5.51	5.50	0.0111
16	0.8	0.17	0.55	0.55	5.13	5.20	-0.0708
17	1.0	0.17	0.55	0.55	5.01	4.93	0.0796
18	1.0	0.2	0.55	0.55	5.09	5.21	-0.1185
19	0.8	0.14	0.1	0.1	4.56	4.68	-0.1159
20	1.2	0.14	1.0	0.1	4.61	4.64	-0.0287
21	1.2	0.14	0.1	0.1	4.54	4.46	0.0822
22	1.0	0.14	0.55	0.55	4.66	4.67	-0.0074
23	0.8	0.14	1.0	1.0	4.92	4.93	-0.0053
24	0.8	0.14	0.1	1.0	5.01	4.99	0.0205
25	0.8	0.2	1.0	0.1	5.55	5.58	-0.0303
26	1.0	0.17	0.55	0.55	4.98	4.93	0.0496
27	0.8	0.14	1.0	0.1	4.92	4.81	0.1083
28	1.2	0.2	1.0	0.1	5.23	5.16	0.0727
29	1.0	0.17	0.55	0.55	4.99	4.93	0.0596
30	0.8	0.2	0.1	1.0	5.52	5.55	-0.0331

* ϵ =Deneysel hata, y_0 gözlenen yanıt ve y_p tahmin edilen yanıt arasındaki fark

4.1 Varyans Analizi Sonuçları ve Üç Boyutlu Grafikler

Terimlerin önemlilik derecesi kareler toplamı, F değeri ve p değeri ile belirlenmektedir. Kareler toplam değerinin yüksek olması değişkenin tesir ettiği derecesinin önemli olduğunu göstermektedir. Kareler toplamı değerinin artması, o değişkenin önemini de arttırmaktadır. F değerinin büyük olması, o terimin çok anlamlı olduğunu, F değerine bağlı p değerinin küçük olması F değerinin önemli olup olmadığını gösterir. p değerinin 0.05' den küçük olması, karşılık gelen model terimin önemli olduğunu, 0.1' den büyük olması ise karşılık gelen model terimin diğer terimlere göre daha az önemli olduğunu göstermektedir. p değeri 0.0001' den küçük olması terimin çok önemli olduğu ve modelin %95 olasılıkla önemli olduğu anlamına gelir (Kasap T., 2017). Design Expert 12.0.0 programı tarafından önerilen kuadratik modelin kareler toplamı ve bu modelin istatistiksel sonuçları Çizelge 4.3' de gösterilmiştir. Program tarafından bağımsız değişkenlerin kodlanmış faktörlere göre yanıt (pH) için geliştirdiği model denklemi ve bağımsız değişkenlerin gerçek faktörlere göre yanıt (pH) için geliştirdiği model denklemi sırasıyla Eşitlik 4.3 ve Eşitlik 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.2 Çalışma koşullarının optimizasyonu için önerilen modelin ANOVA sonuçları

İstatistiksel kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri	
Model (Kuadratik)	2.3100	14	0.1652	15.78	< 0.0001	önemli
A-Koruyucu karışım miktarı (g/mL)	0.7771	1	0.7771	74.20	< 0.0001	
B-EDTA miktarı (g/mL)	1.3200	1	1.3200	125.82	< 0.0001	
C-MPG miktarı (g/mL)	0.0180	1	0.0180	1.7200	0.2090	
D-Betain miktarı (g/mL)	0.0020	1	0.0020	0.1915	0.6679	
AB	0.0625	1	0.0625	5.9700	0.0274	
AC	0.0020	1	0.0020	0.1934	0.6664	
AD	0.0361	1	0.0361	3.4500	0.0831	
BC	0.0001	1	0.0001	0.0095	0.9234	
BD	0.0380	1	0.0380	3.6300	0.0761	
CD	0.0400	1	0.0400	3.8200	0.0696	
A ²	0.0102	1	0.0102	0.9705	0.3402	
B ²	0.0002	1	0.0002	0.0144	0.9060	
C ²	0.0013	1	0.0013	0.1238	0.7299	
D ²	0.0000	1	0.0000	0.0014	0.9708	
Residual	0.1571	15	0.0105			
Lack of Fit	0.1566	10	0.0157	146.77	< 0.0001	önemli
Pure Error	0.0005	5	0.0001			
Cor Total	2.4700	29				

Çizelge 4.3 Çalışma koşullarının optimizasyonu için önerilen modelin R² değerleri

Standart sapma	0.1023	R² değeri	0.9364
Ortalama değeri	4.96	Düzeltilmiş R² değeri	0.8771
Varyasyon katsayısı	2.06	Tahmin edilen R² değeri	0.7649

Kodlanmış faktörlere göre pH yanıtı için bağımsız değişkenlere göre model denklemi:

$$\text{pH} = +4.93 - 0.2078*A + 0.2706 * B + 0.0317 * C + 0.0106 * D - 0.0625*AB + 0.0113*AC - 0.0475*AD + 0.0025*BC - 0.0487 * BD - 0.0500*CD + 0.0626 * A^2 + 0.0076*B^2 - 0.0224 * C^2 - 0.0024 * D^2 \quad (4.3)$$

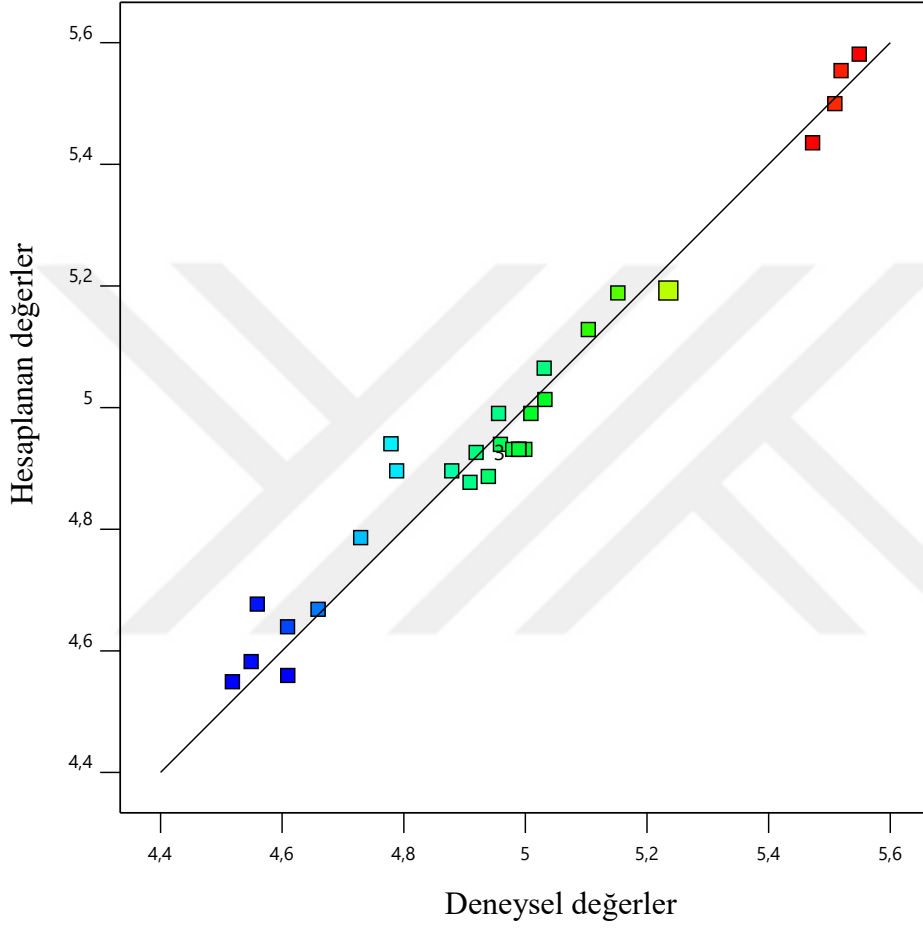
Gerçek faktörlere göre pH yanıtı için bağımsız değişkenlere göre model denklemi:

$$\begin{aligned} \text{pH} = & +3.771005523067 - 2.1781067251463*\text{Koruyucu Karışım} + \\ & 18.436403508772*(\text{EDTA}) + 0.17119883040934*(\text{MPG}) + 1.3137914230019*(\text{Betain}) \\ & - 10.4166666666667*\text{Koruyucu Karışım}*(\text{EDTA}) + 0.125000000000001*\text{Koruyucu} \\ & \text{Karışım} * (\text{MPG}) - 0.52777777777777 * \text{Koruyucu Karışım}*(\text{Betain}) + \\ & 0.18518518518524*(\text{EDTA})*(\text{MPG}) - 3.61111111111111*(\text{EDTA})*(\text{Betain}) - \\ & 0.24691358024691*(\text{MPG})*(\text{Betain}) + 1.5657894736843*\text{Koruyucu Karışım}^2 + \\ & 8.4795321637431*(\text{EDTA})^2 - 0.11046133853152*(\text{MPG})^2 - \\ & 0.011695906432755*(\text{Betain})^2 \end{aligned} \quad (4.4)$$

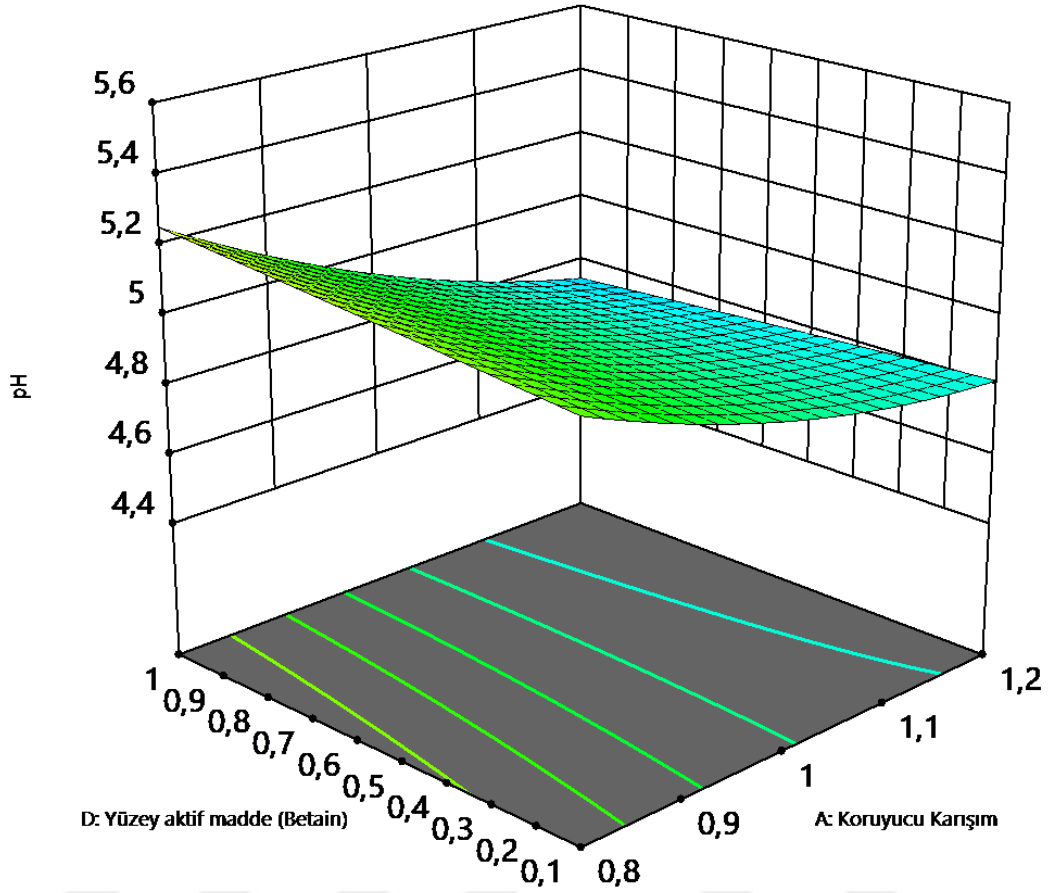
Şekil 4.1' de model tarafından teorik olarak hesaplanan değerlere karşı deneysel olarak gözlenen değerlerin ilişkisini göstermektedir. Deneysel veriler veriler ile modelden hesaplanan değerlerin genel olarak uyumlu olduğu ve deneysel sonuçların merkez nokta etrafında homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. pH 5.0'in altında ve pH 5.5'in üstündeki değerlerin sayıca daha az olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.2' de optimizasyon için belirlenen aralıklardaki yüzey aktif madde olan Betain ile koruyucu karışım kimyasalları ile hazırlanan ıslak mendilin pH değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi koruyucu karışım miktarının artmasıyla pH değerinin azaldığı ve böylece asidik bölgeye doğru geçiş olduğu

görülmüştür. 0.1 ile 1.0 g/mL aralığında kullanılan Betain yüzey aktif maddesi ile ıslak mendilin pH değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuçlara göre hazırlanan ıslak mendilin pH değişimlerinde koruyucu karışımın çok etkili olduğu ancak yüzey aktif madde olan Betain'in çok az etkili olduğu belirlenmiştir.



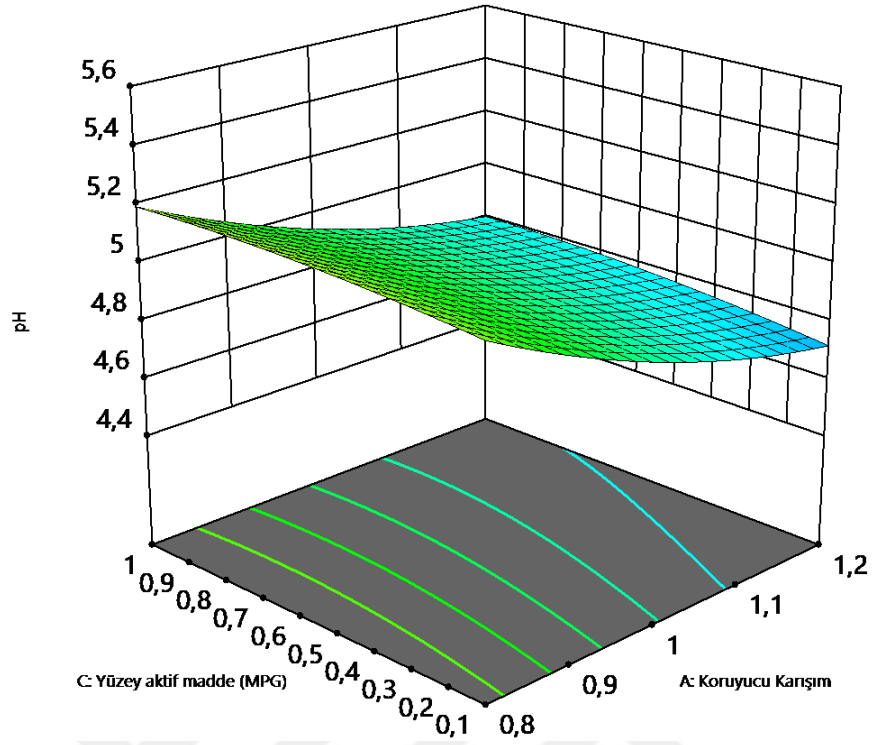
Şekil 4.1 Teorik olarak hesaplanan değerlere karşı gözlenen değerlerin dağılımı



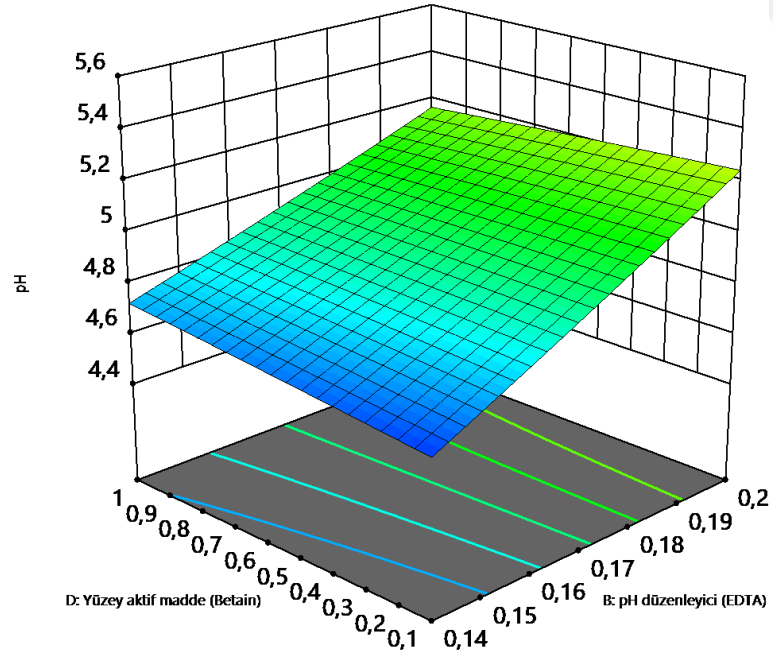
Şekil 4.2 pH'ın Betain ve koruyucu karışım ile üç boyutlu değişimi

Şekil 4.3' te optimizasyon için belirlenen aralıklardaki yüzey aktif madde olan MPG ile koruyucu karışım kimyasalları ile hazırlanan ıslak mendilin pH değerlerinin değişim grafiği verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi koruyucu karışım miktarının artmasıyla pH değerinin azaldığı ve böylece asidik bölgeye doğru geçiş olduğu görülmüştür. 0.1 ile 1.0 g/mL aralığında kullanılan MPG yüzey aktif maddesi ile ıslak mendilin pH değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuçlara göre hazırlanan ıslak mendilin pH değişimlerinde koruyucu karışımın çok etkili olduğu ancak yüzey aktif madde olan MPG'nin çok az etkili olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.4' te yüzey aktif madde Betain ile EDTA kimyasallarının pH değişimindeki etkileri üç boyutlu olarak gösterilmiştir. İki bağımsız değişkenin pH değerlerinin karşılaştırılması sonucunda kullanım miktarlarına göre Betain'in pH değişiminde çok az etkili olduğu ancak EDTA'nın pH değişimlerinde daha çok etkili olduğu belirlenmiştir. EDTA'nın ortamdaki 0.14 g/mL kullanım ile pH 4.6 değerinde iken 0.2 g/mL EDTA kullanımında pH'ın 5.2 değerine kadar yükseldiği görülmüştür.



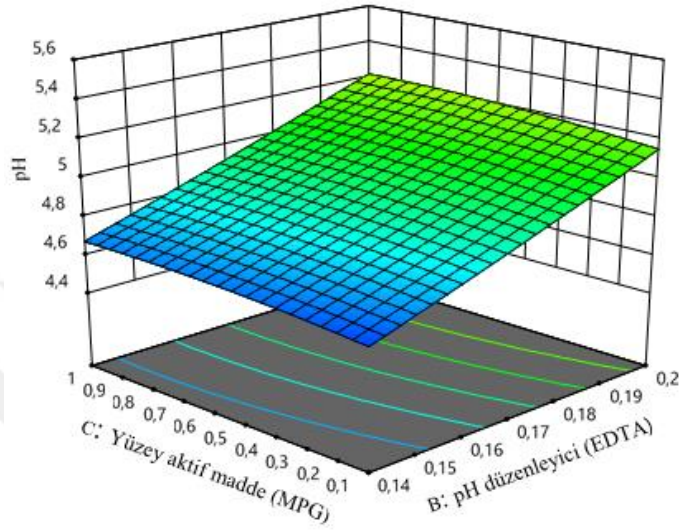
Şekil 4.3 pH'ın MPG ve koruyucu karışım ile üç boyutlu değişimi



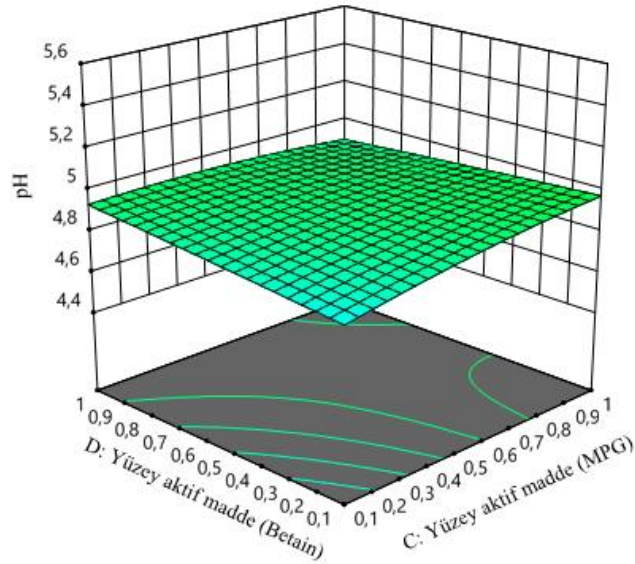
Şekil 4.4 pH'ın Betain ve EDTA ile üç boyutlu değişimi

Şekil 4.5' te yüzey aktif madde MPG ile EDTA kimyasallarının pH değişimlerdeki etkileri üç boyutlu olarak gösterilmiştir. İki bağımsız değişkenin pH

değerlerinin karşılaştırılması sonucunda kullanım miktarlarına göre MPG'nin pH değişiminde çok az etkili olduğu ancak EDTA'nın pH değişimlerinde daha çok etkili olduğu belirlenmiştir. EDTA'nın ortamdaki 0.14 g/mL kullanım ile pH 4.6 değerinde iken 0.2 g/mL EDTA kullanımında pH'ın 5.2 değerine kadar yükseldiği görülmüştür.



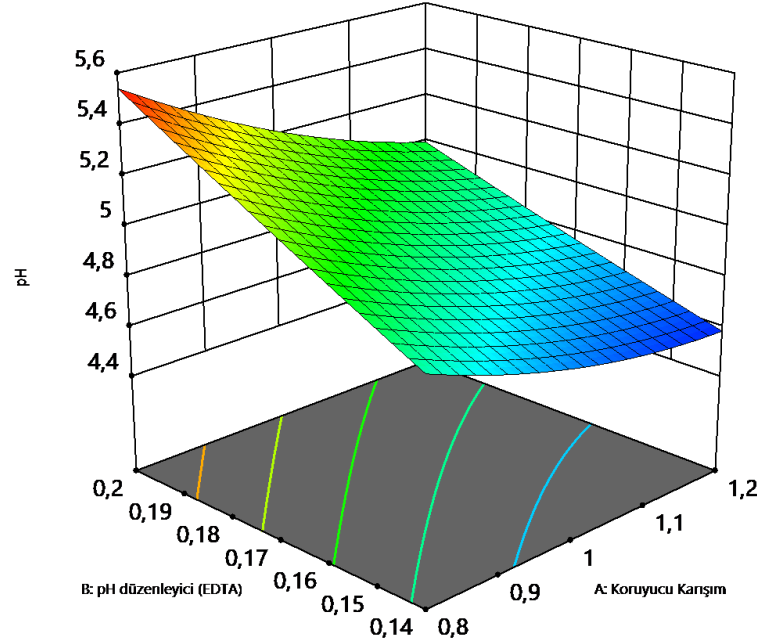
Şekil 4.5 pH'ın MPG ve EDTA ile üç boyutlu değişimi



Şekil 4.6 pH'ın Betain ve MPG ile üç boyutlu değişimi

Şekil 4.6’da ıslak mendil hazırlama için kullanılan Betain ve MPG yüzey aktif maddelerinin pH değişimlerdeki etkileri görülmektedir. Buna göre ıslak mendil hazırlama için kullanılan Betain ve MPG yüzey aktif maddelerinin pH değişimi üzerinde çok az etkili olduğu belirlenmiştir. Islak mendil hazırlama çözeltisinde MPG ve Betain yüzey aktif maddeleri eklendikleri deiyonize su içerisinde pH değişimi görülmemiştir. Bu iki kimyasal maddenin de pH değerleri aynı düzeyde olduğundan ve girdikleri ortamda pH değerlerinde değişime sebep olmadıklarından pH değerleri stabil olarak gözlemlenmiştir. Islak mendil hazırlama çözeltisi için seçilen çalışma aralıklarında bu iki maddenin pH değerlerinin 4.9 civarında olduğu görülmektedir.

Şekil 4.7’de ıslak mendil hazırlama için kullanılan koruyucu karışım ve EDTA miktarlarının pH değişimlerdeki etkileri görülmektedir. Çözeltiye koruyucu karışımın eklenmesiyle pH değerleri 4.4 e kadar düşüş göstermiş ancak ortama EDTA eklenmesi ile pH değeri 5.5 aralığında pH değerleri kayıt edilmiştir. Şekil 4.7’ de görüldüğü gibi koruyucu karışım miktarında artış veya azalma olduğunda pH değerleri 4.4 ün altında iken ortama EDTA eklenmesi ile grafik verisi 5.5 değerlerine kadar yükselme göstermiştir.



Şekil 4.7 pH’ın koruyucu karışım ve EDTA ile üç boyutlu değişimi

4.2 Islak Mendil Hazırlama Koşullarının Optimizasyon Sonuçları

Optimizasyon prosedüründe proses işletim maliyeti oldukça önemlidir. Maliyetin düşük, sonuçların maksimum olduğu, istenilen düzeyde ve kalitede verimin alınabilmesi için optimum proses işletim koşullarının belirlenmesi gereklidir. Tez kapsamında ıslak mendil hazırlamak için kullanılan en önemli kimyasal maddelerin seçildiği bağımsız değişkenlerin (Koruyucu karışım, EDTA, Betain, MPG) optimum değerleri belirlenmiştir. Bu nedenle cevap yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen optimizasyon prosedüründe seçilen aralıklar ve yapılan deneyler zaman ve maliyet açısından ekonomik olmalıdır. MKT için seçilen dört değişkenin ıslak mendil hazırlama çözeltisi için önemli parametreler olduğu Çizelge 4.1'deki sonuçlara göre belirlenmiştir. Bu nedenle optimizasyon için hem standartlarda belirlenen çalışma aralıkları hemde yapılan ön denemeler göz önüne alınarak koruyucu karışım için alt limit ve üst limit değerleri 0.8 ile 1.2 g/mL olarak seçilmiştir. Yüzey aktif madde olarak kullanılan Betain ve MPG için alt ve üst limit değerleri 0.1 ile 1.0 g/mL ve EDTA içinde alt limit ve üst limit değerleri 0.14 ile 0.2 g/mL olarak tercih edilmiştir. Çalışma aralıkları seçilen bu bağımsız değişkenlerin kullanıldığı çözeltiler ile hazırlanan ıslak mendillerin pH değerleri yanıt olarak seçilmiş ve ölçülen pH değerleri programa işlenerek program tarafından bağımsız değişkenlerin en iyi yanıtı verecek olan optimum değerleri belirlenmiştir. Ayrıca üç boyutlu grafiklerde de yanıt olarak seçilen pH değerini en çok etkileyen parametrelerin koruyucu karışım ve EDTA olduğu görülmektedir. Ortamdaki koruyucu karışım miktarının artışı pH değerlerinde düşmeye sebep olduğu ve EDTA eklenmesi ile pH değerleri düzenlenerek kullanım aralığına yükselmiştir. Materyal ve Yöntem kısmında belirtilen optimizasyon kriterleri Design Expert 12.0.0 programına işlenmiştir. Bu program tarafından önerilen optimizasyon çözümleri elde edilmiştir. Islak mendil hazırlama kumaşlarının örneklerini için kullanılan ıslatıcı çözeltideki parametrelerin çalışma aralıkları Çizelge 4.4' te ve program tarafından önerilen optimizasyon çözümleri Çizelge 4.5' te verilmiştir. Bu optimizasyon çözümleri yanıt olarak istenilen en uygun pH değerlerine göre sıralanmıştır. Çizelge 4.5'te program tarafından önerilen optimum koşulları içeren çözümlerden ilk beş tane koşul için ıslak mendil hazırlama çözeltileri hazırlanarak pH değerleri ölçülmüştür. Buna göre 1. çözüm için ölçülen pH değeri 5.62, 2. çözüm için pH değeri 5.69, 3. çözüm için ölçülen pH değeri 5.41, 4. çözüm için ölçülen pH değeri 5.25 ve 5. çözüm için ölçülen pH değeri 5.19 olarak belirlenmiştir. İlk beş çözüm için ölçülen pH değerleri ve program

tarafından hesaplanan pH değerleri arasında sırasıyla % 2.75, % 4.49, % 4.67, % 0.78 ve % 0.21 fark hesaplanmıştır. Buna göre deneysel olarak ölçülen ve program tarafından önerilen pH değerleri arasındaki farkın % 5'ten daha küçük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4 Çalışılan aralık için yazılım programının optimizasyon kriterleri

Parametre adı	Değişim aralığı	Alt limit	Üst Limit	Önem değeri
A: Koruyucu karışım miktarı (g/mL)	Çalışılan aralık	0.80	1.2	3
B: EDTA miktarı (g/mL)	Çalışılan aralık	0.14	0.20	3
C: MPG miktarı (g/mL)	Çalışılan aralık	0.10	1.0	3
D: Betain miktarı (g/mL)	Çalışılan aralık	0.10	1.0	3
pH değeri	Çalışılan aralık	4.54	5.55	3

Çizelge 4.5 Çalışılan aralıktaki yazılım programının optimizasyon çözümleri

Sıra	Koruyucu karışım miktarı (g/mL)	EDTA miktarı (g/mL)	MPG miktarı (g/mL)	Betain miktarı (g/mL)	pH değeri	İstenilirlik
1	0.823	0.197	0.122	0.949	5.465	1.000
2	0.800	0.200	0.100	0.100	5.434	1.000
3	1.200	0.200	1.000	0.100	5.157	1.000
4	1.000	0.200	0.550	0.550	5.209	1.000
5	0.800	0.170	0.550	0.550	5.201	1.000
6	0.800	0.200	1.000	1.000	5.499	1.000
7	0.820	0.197	0.955	0.145	5.502	1.000
8	0.990	0.191	0.942	0.655	5.129	1.000
9	1.030	0.189	0.463	0.991	5.045	1.000
10	1.106	0.197	0.136	0.128	5.015	1.000
11	0.840	0.197	0.760	0.142	5.455	1.000
12	1.038	0.191	0.611	0.894	5.051	1.000
13	0.998	0.174	0.827	0.156	5.001	1.000
14	1.076	0.193	0.380	0.120	5.062	1.000
15	0.876	0.175	0.822	0.425	5.137	1.000
16	0.868	0.175	0.580	0.670	5.154	1.000
17	0.846	0.172	0.973	0.492	5.151	1.000
18	0.820	0.165	0.507	0.888	5.161	1.000
19	0.979	0.187	0.883	0.778	5.099	1.000
20	1.115	0.199	0.557	0.922	5.012	1.000
21	0.881	0.175	0.586	0.678	5.138	1.000
22	0.810	0.173	0.956	0.531	5.215	1.000
23	0.820	0.187	0.964	0.901	5.336	1.000
24	1.066	0.183	0.862	0.169	5.047	1.000
25	0.825	0.190	0.304	0.240	5.325	1.000
26	0.876	0.175	0.335	0.403	5.101	1.000
27	0.944	0.187	0.277	0.379	5.118	1.000
28	0.821	0.192	0.912	0.321	5.424	1.000
29	0.870	0.163	0.705	0.655	5.030	1.000
30	1.023	0.189	0.951	0.112	5.153	1.000
31	0.962	0.180	0.974	0.813	5.048	1.000
32	0.938	0.177	0.684	0.559	5.075	1.000
33	0.833	0.173	0.562	0.373	5.168	1.000
34	0.844	0.163	0.502	0.834	5.096	1.000
35	1.051	0.187	0.516	0.607	5.021	1.000
36	0.836	0.166	0.727	0.377	5.086	1.000
37	0.887	0.187	0.444	0.953	5.253	1.000
38	0.827	0.163	0.613	0.371	5.063	1.000
39	0.991	0.176	0.777	0.445	5.011	1.000
40	0.825	0.179	0.726	0.532	5.345	1.000

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında ıslak mendil içeriğini oluşturan temel kimyasalların kullanıldığı çözeltilerin ıslatıcı olarak kuru kumaşlara emdirilerek elde edilen ıslak mendillerin etkin performans özellikleri incelenmiştir. Hazırlanan çözeltilerin kumaşlara uygulanarak elde edilen ıslak mendillere ham kumaş ve son ürün formunda yapılan standart fiziksel ve kimyasal ölçümlerin ve mikrobiyolojik analizlerin sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Tez çalışmasında ıslak mendil ıslatıcı çözeltisi hazırlamak için kullanılan temel ve önemli kimyasallar bağımsız değişken parametreleri olarak seçilmiş ve optimizasyon için bu parametrelerin çalışma aralıkları yönetmelik ve standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Islak mendil üretim prosesinde kumaş ıslatıcı çözeltisi hazırlamak için kullanılan koruyucu karışım, EDTA, MPG ve Betain yüzey aktif maddelerin miktarları bağımsız değişkenler olarak seçilmiş ve bağımlı değişken (yanıt) olarak pH değişimleri incelenmiştir.
- Optimizasyon için Cevap Yüzey Yönteminin önemli bir uygulaması olan Merkezi Kompozit Tasarım seçilerek bağımsız değişkenlerin çalışma aralıkları Design Expert 12.0.0 programına işlenmiştir. Program tarafından tasarlanan toplam otuz deney sırasıyla gerçekleştirilmiş ve deneylerin ardından çözeltilerin pH değerleri ölçülerek yanıt olarak programa işlenmiştir. Design Expert 12.0.0. programı ile oluşturulan istatistiksel çıktılar ve üç boyutlu grafikler değerlendirilmiştir. Ayrıca program tarafından yanıt (pH) ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren ikinci dereceden model denklemi elde edilmiştir.
- Optimizasyon için bağımsız değişkenlerin çalışma aralıkları ve ölçülen yanıt (pH) değerleri programın sayısal optimizasyon bölümünde değerlendirilerek program tarafından istenilirlik değerleri 1.0 (en yüksek) olan çözüm değerleri belirlenmiştir. Bu çözümlerdeki bağımsız değişkenlerin önerilen değerleri ile yeni çözeltiler hazırlanarak pH değerleri ölçülmüş ve önerilen optimizasyon çözümleri ile hesaplanan pH değerleri ve deneysel olarak ölçülen pH değerleri arasındaki farklar hesaplanmıştır.
- Optimizasyon deneyleri için hazırlanan otuz adet çözelti aynı özellikteki ham kumaşlara uygulanarak ıslak mendiller hazırlanmış ve ıslak mendillerin

mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda hazırlanan otuz adet ıslak mendilde hiçbir olumsuz bulguya rastlanmamış ve mikrobiyolojik ekimlerde koruyucu karışım miktarının hazırlanan ürünlerde tam koruma sağladığından ürünlerin piyasa koşullarına uygun olduğuna karar verilmiştir.



KAYNAKLAR

- Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Dusemund, B., Filipic, M., Frutos, M. J., Galtier, P. (2018). Re-evaluation of propane-1,2-diol (E 1520) as a food additive. *EFSA Journal*, 16(4), e05235.
- Alvarez, I., Niemira, A., Fan, X., Sommers, C. (2007). Inactivation of Salmonella Enteritidis and Salmonella Senftenberg in liquid whole egg using generally recognized as safe additives, ionizing radiation, and heat. *Journal of Food Protection*, 70(6), 1402-1409.
- Anonim. (2005). Kozmetik Yönetmeliği. Erişim tarihi; 27.07.2023, Erişim adresi; <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050523-3.htm>
- Aksoy, A. (2012). *Tek kullanımlık bakım ve hijyen ürünlerinin performans özelliklerinin artırılması üzerine bir çalışma*, Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Anonim. (2016). A Brief History of the Wet-Nap, Barbecue Sauce's Worst Nightmare. Erişim Tarihi: 19.07.2023, Erişim adresi; <https://www.eater.com/2016/6/17/11936294/wet-nap-inventor>.
- Anonim. (2019). Islak mendillerin kontrolü. Erişim tarihi; 19.07.2023, Erişim adresi; https://www.mneproje.com/public/website/news/islak-mendi-lleri-n-kontrolu_20190906015408.pdf
- Anonim. (2021). Private label cirosu geçen yıla göre yüzde 21 arttı. Erişim Tarihi: 13.07.2023, Erişim adresi; <https://www.turkchem.net/private-label-cirosu-gecen-yila-gore-yuzde-21-artti.html>.
- Anonim. (2022). 2022 İdare Faaliyet Raporu. Erişim Tarihi: 25.07.2023, Erişim adresi; https://titck.gov.tr/storage/Archive/2023/dynamicModulesAttachment/2022YldareFaaliyetRaporu_af544826-2287-482e-89ef-8ff0bedec552.pdf.
- Anonim. (2023). The Nonwovens Learning Cycle, Erişim Tarihi: 13.07.2023, Erişim adresi; <https://www.edana.org/trainings/nonwovens-learning-cycle>.
- Antony, J. (2003). *Design of experiments for engineers and scientist* (First Edition, pp. 1-162). Elsevier Science & Technology Books, Elsevier: Cambridge, UK. 1-162.
- Koç, B., Kaymak-Ertekin, F. (2010). Yanıt Yüzey Yöntemi ve Gıda İşleme Uygulamaları. *Gıda*, 35 (1), 1-8.
- Amundson, J. D., Hendrickson, W. A., Drath, D. J., Rueb, C. J., Finney, J. M. (2012). *U.S. Patent No. 8,192,841*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Aslan, S. (2011). *Koruyucu medikal yapıların konfor ve filtrasyon performanslarının incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Aygün, A., 2012. *Tekstil endüstrisi reaktif ve dispers boya banyo atıksularının elektrokoagülasyon prosesi ile arıtımı: Yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyon*, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Baylan, E. E. (2006). *Tıbbi alanlarda kullanılan non-woven (dokusuz yüzey) tasarımları*, Yüksek lisans tezi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kahramanmaraş, Türkiye.
- Blieszner, K. C., Deckner, G. E. (1997). *U.S. Patent No. 5,648,083*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Bornhoeft III, J. W., Nelson, J. R. (1991). *U.S. Patent No. 5,049,440*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

- Bradley, E. O., Runge, T. M., Hurley, S. M., Uecker, C. J., Cunningham, C. T., Vogel, N. J., Soerens, D. A. (2013). *U.S. Patent No. 8,367,568*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Brannan, D. K, Dille J. C. (1990). Type of closure prevents microbial contamination of cosmetics during consumer use. *Applied Environmental Microbiology*, 56(5), 1476-79.
- Bruns, N., Bannwarth W., Tiller J. C. (2008). Amphiphilic conetworks as activating carriers for the enhancement of enzymatic activity in supercritical CO₂. *Biotechnology and Bioengineering*, 101(1), 19-26.
- Bruns, N., Tiller J.C., 2005. "Amphiphilic Network as Nanoreactor for Enzymes in Organic Solvents.", *Nano Letters*, 5(1), 45-48.
- Cadena, F., Irusta, L., Fernandez-Berridi, M. J. (2013). Performance evaluation of alkyd coatings for corrosion protection in urban and industrial environments. *Progress in Organic Coatings*, 76(9), 1273-1278.
- Chen, J. W., Chan, Y. J., Arumugasamy, S. K., Yazdi, S. K. (2023). Process modelling and optimisation of methane yield from palm oil mill effluent using response surface methodology and artificial neural network. *Journal of Water Process Engineering*, 52, 103493.
- Clifford, J. S., Ioannidis, M. A., Legge, R. L. (2007). Enhanced aqueous solubilization of tetrachloroethylene by a rhamnolipid biosurfactant. *Journal of Colloid and Interface Science*, 305(2), 361-365.
- Cornwell, P. A. (2018). A review of shampoo surfactant technology: consumer benefits, raw materials and recent developments. *International Jjournal of Cosmetic Science*, 40(1), 16-30.
- Craig, S. A. (2004). Betaine in human nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 539-549.
- Creminux, A., Cupferman, S., Lens, C. (2005). Method for evaluation of the efficacy of antimicrobial preservatives in cosmetic wet wipes. *International Journal of Cosmetic Science*, 27(4), 223-236.
- Çiftçi, E. (2018). *Kozmetik ürünlerde kullanılabilinen bazı kıvamlaştırıcı maddelerin temel bir bebek şampuanı formülasyonu üzerinde viskoziteye etkilerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.
- Çinçik, E. (2010). *İğneleme yöntemiyle üretilen polyester/viskon karışumlu dokusuz yüzey özelliklerinin deneysel ve istatistiksel analizi*, Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Dugan, J. S. (2001). Novel Properties of PLA Fibers, *International Nonwovens Journal*, 10(3), 29-33.
- Elibol, M. (2002). Response surface methodological approach for inclusion of perfluorocarbon in actinorhodin fermentation medium, *Process Biochemistry*, 38 667-673.
- Elibol, M., Özer D. (2002). Response surface analysis of lipase production by freely suspended *Rhizopus arrhizus*. *Process Biochemistry*, 38, 367-372.
- Erbişim, (2012). *Karbonatlı ıslak mendil*. TR Patent No: 201203199.
- Erşan, M. (2011). *Rhizopus delemar ile lipaz ve asit fosfataz enzimlerinin üretimi ve ağır metal biyobirikiminin eş zamanlı olarak incelenmesi*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Türkiye.

- Erol, Y. (2009). Ters Ozmoz (TO) Su arıtma tekniği ve muhtelif kullanım alanları, **IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi**, İzmir, Türkiye.
- Evers, M. F. T., Galvagno, L. (2001). *Hard surface cleaning wet wipe*. WO Patent No: 2001000782 A1.
- Fabry, B. (1991). Tenside. Eigenschaften, Rohstoffe, Produktion, Anwendungen. *Chemie in unserer Zeit*, 25(4), 214-222.
- Farrington, D. W., Lunt, J., Davies, S., Blackburn, R. S. (2005). Biodegradable and sustainable fibres. *Poly (lactic acid) fibres*. Woodhead Publishing Series in Textiles, Cambridge, United Kingdom, 191-220.
- Gökalp, A., Tanrikulu E. (2003). *Deterjanlar*, Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Manisa, Türkiye.
- Gönül, G. (2013). *Dokusuz yüzey üretiminin hammadde teknik kullanım özellikleri ve alanları yönünden incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.
- Güngör, Ö. (2013). *Zeytinyağının püskürtmeli kurutma yöntemi ile mikroenkapsülasyonunun d-optimal dizayn ile optimizasyonu*, Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Huang, X., Lv, Z., Zhao, B., Zhang, H., Yao, X., Shuai, Y. (2022). Optimization of operating parameters for methane steam reforming thermochemical process using Response Surface Methodology. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(66), 28313-28321.
- İlbay, Z. (2016). *Turunçgil meyve ve yapraklarının farklı ekstraksiyon yöntemleriyle ekstraksiyonu ve matematik modellemesi*, Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- ISPE. (2011). *Approaches to commissioning and qualification of pharmaceutical water and steam systems*, International Society for Pharmaceutical Engineering.
- Jensen, W. B. (2004). The symbol for pH. *Journal of Chemical Education*, 81(1), 21.
- John, E., R., John, P., D., Edward, T., M. (2002). *Wet wipes*. WO Patent No: 2002007701 A3.
- Kasap, T. (2017). *Kağıt endüstrisi atıksularının peroksit ilaveli elektrokoagülasyon yöntemi ile arıtımında cevap yüzey yöntemi kullanılarak proses optimizasyonu*, Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Kasgoz, H., Heydarova S. (2011). Styrene-PEG (600) DMA Crosslinked polymers for absorption of oil derivatives. *Journal of Macromolecular Science Part A*, 48(7), 556-561.
- Klug, P. (2008). Clariant product for wet wipes. *Clariant R & D Personal Care Report*.
- Kojić, J., Krulj, J., Ilić, N., Lonćar, E., Pezo, L., Mandić, A., Solarov, M. B. (2017). Analysis of betaine levels in cereals, pseudocereals and their products. *Journal of Functional Foods*, 37, 157-163.
- Kojić, J. S., Ilić, N. M., Kojić, P. S., Pezo, L. L., Banjac, V. V., Krulj, J. A., Bodroža Solarov, M. I. (2019). Multiobjective process optimization for betaine enriched spelt flour based extrudates. *Journal of Food Process Engineering*, 42(1), e12942.
- Kopermsub, P., Mayen, V., Warin, C. (2011). Potential use of niosomes for encapsulation of Nisin and EDTA and their antibacterial activity enhancement. *Food Research International*, 44(2), 605-612.
- Köpnick, H., Schmidt, M., Brüggling, W., Rüter, J., Kaminsky, W. (2000). Polyesters. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*.

- Köklü, R., Ateş, A., Deveci, E. Ü., Sivri, N. (2023). Generic foresight model in changing hygiene habits with the pandemic: use of wet wipes in next generations. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25(1), 74-85.
- Kömür, (2010). *Bebeklere özel zeytinyağlı temizleme ve cilt bakım mendili*. TR Patent No: 201005675.
- Landeck, L., Baden, L. A., John, S. M. (2020). Detergents. *Kanerva's Occupational Dermatology*, 1131-1143.
- Lee, E., An, S., Choi, D., Moon, S., Chang, I. (2007). Comparison of objective and sensory skin irritations of several cosmetic preservatives. *Contact Dermatitis*, 56(3), 131-136.
- Leikauf, U. (2008). *Wetting solution for wet wipes for cosmetic, personal hygiene, dermatological and/or cleaning purposes*. U.S. Patent Application No 12/060,018.
- Lundov, M. D., Moesby L., Zachariae C., Johansen J. D. (2009). Contamination versus preservation of cosmetics: a review on legislation, usage, infections, and contact allergy. *Contact Dermatitis*, 60(2), 70-78.
- Sivri, N. N. (2005). Türkiye piyasasında mevcut bazı kozmetiklerin gama radyasyonla dekontaminasyonu. **Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi**, 4, 230-249.
- Ntzimani, A. G., Gitrakou, V. I., Savvaidis, I. N. (2010). Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, Lysozyme, Rosemary and Oregano Oil) on semi cooked coated chicken meat stored in vacuum packages at 4 °c: microbiological and sensory evaluation. *Journal of the European Federation of Food Science and Technology*, 11(1), 187-196.
- Mahmut, U. (2013). *Transesterifikasyon yöntemiyle üretilen biyodizel yakıtlarının üzerine mno₂, dodekanol, propilen glikol katkı maddelerinin etkisinin deneysel olarak araştırılması*, Yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.
- Marsh, R. G., Duderstadt, J. M. (2015). *Cleansing composition and a wet wipes comprising the same*. US 8940675 B2.
- Mitraka, G. C., Kontogiannopoulos, K. N., Tsivintzelis, I., Zouboulis, A. I., Kougias, P. G. (2022). Optimization of supercritical carbon dioxide explosion for sewage sludge pre-treatment using response surface methodology. *Chemosphere*, 297, 133989.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & sons.
- Morrison, L. R. (1994). Glycerol. *Encyclopedia of chemical technology*. New York, US: Wiley, 921-932.
- Moore, K. L. H., Richmond, G. A. (1995). *Cleansing articles, substrates therefor, and method of substrate manufacture*. EP Patent No: 0750063 B1
- Mulhall, R., Schmidt, E., Brannan, D. K. (2006). Microbial environment of the manufacturing plant. *Cosmetic Microbiology*, 73.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., Anderson-Cook, C. M. (2016). **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments**. John Wiley & Sons.
- Oba, Ş. (2012). *Ekstraksiyon koşulları optimize edilmiş bazı baharat ekstraktlarının köftenin depolama stabilitesi üzerine etkilerinin cevap yüzey metodu kullanılarak belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.
- Orth, D. S. (1990). Principles of preservation. *Guide to Microbiological Control in Pharmaceuticals*, 241-250.

- Orman, (2011). *Hijyenik madde içeren mendil dispenser ambalajı ve bunun üretim yöntemi*. TR Patent No: 201112250(A2).
- Payne, D. N. (2006). Microbial ecology of the production process. *Guide to Microbiological Control in Pharmaceuticals and Medical Devices*, 482.
- Döner, P., Öztürk, İ. İ. (2022). Amfoterik yüzey aktif maddelerin şampuan üzerinde etkinliği. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 574-582.
- Piccini, A., Tomarchio, V., 2000. Disinfecting wet wipe. EP Patent No:1059032 A1.
- Pomeroy, S., L., Amundson, J., D., Riegert, J., R., Sosalla, G., K., Bruss, D., C., Wydeven, J., M. (2008). *Wet wipe having increased stack thickness*. Patent No: 20080248239.
- Pulan, S. (2015). Doğal içerikli dokusuz yüzey ıslak mendillerin performans özelliklerinin karşılaştırılması, Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Rengin, R., Kiliççioğlu, E. Ö., Sipahi, H. (2012). Bebek ve çocuklara yönelik kozmetik ürünlerin güvenliliği. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 41(2), 117-132.
- Richards, M., F., Wang, K., Y. (1997). *Premoistened, flushable, disposable and biodegradable wet wipes*, Patent No:5629081.
- Rushton, H., Gummer, C. L., Flasch, H. (1994). 2-in-1 shampoo technology: State-of-the-art shampoo and conditioner in one. *Skin Pharmacology and Physiology*, 7(1-2), 78-83.
- Rosenblatt, J. (2011). *Mineral salt personal care wet-wipe towelette*. Wipo Patent, Patent No: 2011100725 A1.
- Sabuncu, M. E. (2014). *Süt ve süt ürünleri endüstrisi atıksularının elektrokoagülasyon yöntemi ile arıtımında RSM kullanılarak proses optimizasyonu*, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Sanz-Serrano, J., Vettorazzi, A., Muruzabal, D., Azqueta, A., López de Cerain, A. (2021). In vitro genotoxicity assessment of functional ingredients: Betaine, choline, and taurine. *Foods*, 10(2), 339.
- Sarıkaya, N., Altunışık, R. (2011). Kişisel bakım olgusu ve kişisel bakım ürünlerine yönelik tüketici tutum ve tercihlerini etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 6(2), 389-413.
- Sarıkaya, G., Saybaş, A., ve Yüksel, İ. K. İ. Z. (2016). Faktöriyel deneysel tasarım uygulanarak kumaş konfor özelliklerine etki eden parametrelerin tahmin edilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4(3), 165-172.
- Sarkar, R., Pal, A., Rakshit, A., Saha, B. (2021). Properties and applications of amphoteric surfactant: A concise review, *Journal of Surfactants and Detergents*, 24(5), 709-730.
- Sasseville, D. (2004). Hypersensitivity to preservatives, *Dermatol Ther*, 17(3):251-263.
- Schwahn, B. C., Hafner, D., Hohlfeld, T., Balkenhol, N., Laryea, M. D., Wendel, U. (2003). Pharmacokinetics of oral betaine in healthy subjects and patients with homocystinuria. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 55, 6-13.
- Senthil, K. K, Lufan, L., Tung-Chai, L. (2022). Response surface methodology for the optimization of CO2 uptake using waste concrete powder. *Construction and Building Materials*, 340, 127758.
- Smart, R., Spooner, D. F. (1972). Microbiological spoilage in pharmaceuticals and cosmetics. *Journal of the Society Cosmetic Chemists*, 23, 721-737.

- Smith, C. N., Alexander, B. R. (2005). The relative cytotoxicity of personal care preservative systems in Balb/C3T3 clone A31 embryonic mouse cells and the effect of selected preservative systems upon the toxicity of a standard rinse-off formulation. *Toxicol In Vitro*, 19(7), 963-969.
- Steinberg, D. C. (2020). Global regulation of preservatives and cosmetic preservatives. *Cosmetic Microbiology*, 195-205.
- Şeyda, S. (2014). *Kaymaz aprelerinin pamuk ve viskon kumaşlarda boyama ve kumaş performansına etkileri*, Yüksek lisans tezi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Simsek, S., Uslu, S. (2020). Determination of a diesel engine operating parameters powered with canola, safflower and waste vegetable oil based biodiesel combination using response surface methodology (RSM). *Fuel*, 270, 117496.
- Tadros, T. F. (2016). *Emulsions: Formation, stability, industrial applications*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Tan, D., Wu, Y., Lv, J., Li, J., Ou, X., Meng, Y., Zhang, Z. (2023). Performance optimization of a diesel engine fueled with hydrogen/biodiesel with water addition based on the response surface methodology. *Energy*, 263, 125869.
- Tel, H., Altaş, Y., Eral, M., Sert, Ş., Çetinkaya, B., İnan, S. (2010). Preparation of ZrO₂ and ZrO₂-TiO₂ microspHeres by the sol-gel method and an experimental design approach to their strontium adsorption behaviours. *Chemical Engineering Journal*, 161(1-2), 151-160.
- Trüeb, R. M. (2007). Shampoos: ingredients, efficacy and adverse effects. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 5(5), 356-365.
- Tunç, İ., Çalışkan, F., Özkan, G., Karacabey, E. (2014). Mikrodalga destekli soxhlet cihazı ile fındık yağı ekstraksiyonunun yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 12(1), 20-28.
- Turan, M. D., Arslanoğlu, H., Altundoğan, H. S. (2015). Optimization of the leaching conditions of chalcopyrite concentrates using ammonium persulfate in an autoclave system. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 50, 49-55.
- Underwood, E. (2004). Ecology of microorganisms as it affects the pharmaceutical industry. *Hugo and Russell's Pharmaceutical Microbiology*, 249-262.
- Uysal, B. Z. (2006). Biyodizel prosesi yan ürünü gliserinin saflaştırılması ve değerlendirilmesi. *Biyoyakıt Dünyası*, 2, 22-24.
- Yoh, H., J. (1990). *Wet Wipes*. US Patent No: 4904524
- Varvaresou, A., Papageorgiou, S., Tsirivas, E., Protopapa, E., Kintziou, H., Kefala, V., Demetzos, C. (2009). Self-preserving cosmetics. *International Journal of cosmetic science*, 31(3), 163-175.
- Viazmsky, H., Benjamin, E. R. (1994). *Wet wipes*. US Patent No:5292581 A
- Rodrigues-Vieira, E. T. (2005). *Development of whey protein films inhibitory to spoilage and pathogenic bacteria*, Master's thesis. University of Manitoba, Manitoba.
- Yáñez-Fernández, A., Inestrosa-Izurieta, M. J., Urzúa, J. I. (2021). Concurrent magnesium and boron extraction from natural lithium brine and its optimization by response surface methodology. *Desalination*, 517, 115269,
- Wassell Jr, C. S., Dittmer, T. P. (2006). Are subsidies for biodiesel economically efficient? *Energy Policy*, 34(18), 3993-4001.
- Woolsey, V.J. (1997). *Development of a noncured pork product with the potential for nonrefrigerated storage*, Master's thesis. University of Florida, Florida.

Zhuo-ran, Z., Shao-hua, L., Jia-chen, W., Meng-yao S., Sheng-xue, Y., Qing, W., Ya-hui Z., Xin L., Xue-fei, L. (2022). Optimization of preparation of lignite-based activated carbon for high-performance supercapacitors with response surface methodology. *Journal of Energy Storage*, 56, 105913.





ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Sabiha Betül ŞEKER

Eğitim Bilgileri

Lisans :
Üniversite : Beykent Üniversitesi
Fakülte : Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Bölüm : Kimya Mühendisliği
Mezuniyet Yılı : 2016



