T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FINDIK YAĞI VE TİTANYUM DİOKSİT NANOPARTİKÜLLERİ İÇEREN SOYULABİLİR MASKE FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ

Aybüke CANIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Biyomühendislik Programı

Danışman

Doç. Dr. Azade Attar

Şubat, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FINDIK YAĞI VE TİTANYUM DİOKSİT NANOPARTİKÜLLERİ İÇEREN SOYULABİLİR MASKE FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ

Aybüke CANIM tarafından hazırlanan tez çalışması 21.02.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik Anabilim Dalı, Biyomühendislik Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Azade ATTAR
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Azade ATTAR, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Cem Bülent ÜSTÜNDAĞ, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Serap DEMİR, Üye
Marmara Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Azade ATTAR sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Fındık Yağı ve Titanyum Dioksit Nanopartikülleri İçeren Soyulabilir Maske Formülasyonu Geliştirilmesi" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Aybüke CANIM

İmza

Aileme

ve

arkadaşlarıma

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden, desteği ve ilgisiyle her zaman yanımda olan kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Azade Attar'a; her zaman yanımda olan ve desteklerini asla eksik etmeyen aileme; ve sabrıyla her zaman yanımda olan en yakın arkadaşım Yunus Yeğen'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aybüke CANIM

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ viii
KISALTMA LİSTESİ ix
ŞEKİL LİSTESİ x
TABLO LİSTESİ xi
ÖZET xii
ABSTRACT xiv
1 GİRİŞ 1
1.1 Literatür Özeti....1
1.2 Tezin Amacı....2
1.3 Hipotez....2
2 GENEL BİLGİLER 4
2.1 Cilt (Deri)....4
2.1.1 Cildin Katmanları 4
2.1.1.1 Epidermis 4
2.1.1.2 Dermis 5
2.1.1.3 Hipodermis 7
2.1.2 Cilt Bariyerini Etkileyen Faktörler 7
2.2 Kozmetik....7
2.2.1 Kozmetik Tarihçesi 7
2.2.2 Kozmetik Ürün Sınıflandırılması 9
2.2.2.1 Temizliyeciler 9
2.2.2.2 Tonerler 11
2.2.2.3 Serumlar 11
2.2.2.4 Nemlendiriciler 13

2.2.2.5 Yüz Maskeleri 15

2.2.2.6 Güneş Kremleri 17

2.3 Formülasyonda Kullanılan Malzemeler 18

2.3.1 Polivinil Alkol (PVA) 18

2.3.2 Gliserin 20

2.3.3 Polisorbat 20 (Tween Tweenty) 22

2.3.4 Etanol 23

2.3.5 Sodyum Benzoat 24

2.3.6 Aktif Karbon 25

2.3.7 Fındık Yağı 26

2.3.8 TiO_2 Nanopartiküller 28

2.3.8.1 Kozmetikte Nanopartiküller 28

2.3.8.2 TiO_2 Nanopartikülleri 28

3 MATERYAL VE METOT 30

3.1 Materyal ve Metot 30

3.1.1 Materyaller 30

3.1.1.1 Kullanıkan Araç ve Gereçler 30

3.1.1.2 Kullanıkan Kimyasallar 30

3.1.2 Metot 31

3.2 Soyulabilir Maskenin Hazırlanışı 31

3.3 Soyulabilen Maskeye Yapılan Testler 32

3.3.1 Fiziksel Testler 32

3.3.1.1 Homojenlik Testi 32

3.3.1.2 Renk ve Koku Testi 33

3.3.1.3 Film Kuruma Süresi Testi 33

3.3.1.4 pH Değeri 33

3.3.1.5 Stabilite Testi 33

3.3.2 Karakterizasyon Testleri 33

3.3.2.1 Antibakteriyel Aktivite Tayini 33

3.3.2.2 Viskozite Tayini 34

3.3.2.3 Soyulabilirlik Performansı 34

3.3.2.4 Sitotoksisite Testi 34

3.3.2.5 İritasyon Testi 35

3.3.2.6 Nem Testi 36

4 SONUÇ 37

4.1 Soyulabilen Maskeye Yapılan Testlerin Sonuçları.....37

4.1.1 Fiziksel Testlerin Sonuçları 37

4.1.1.1 Homojenlik Testi Sonucu 37

4.1.1.2 Renk ve Koku Testi Sonucu 38

4.1.1.3 Film Kuruma Süresi Testi Sonucu 38

4.1.1.4 pH Değeri Testi Sonucu 39

4.1.1.5 Stabilite Testi Sonucu 39

4.1.2 Karakterizasyon Testi Sonuçları 40

4.1.2.1 Antibakteriyel Aktivite Sonucu 40

4.1.2.2 Viskozite Testi Sonucu 41

4.1.2.3 Soyulabilirlik Performansı Sonuçları 41

4.1.2.4 Sitotoksisite Testi Sonuçları 43

4.1.2.5 İritasyon Testi Sonuçları 45

4.1.2.6 Nem Testi Sonucu 46

4.2 Tartışma.....47

KAYNAKÇA 51

SİMGE LİSTESİ

dk	Dakika
gr	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre
PEG	Polietien Glikol
pH	Power of Hidrojen
°C	Santigrat derece
TiO2	Titanyum Dioksit
UV	Ultraviyole
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

AAS	Amino Asit Yüzey Aktif Madde
AHA	Alfa Hidroksi Asit
BHA	Beta Hidroksi Asit
CMC	Karboksimetilselüloz
PVA	Polivinil Alkol
PVP	Polivinilpirolidon
TEWL	Transepidermal Su Kaybı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Epidermis hücrelerini görüntüsü 5
Şekil 2.2 Dermis hücrelerinin görüntüsü.....6
Şekil 2.3 Sabun oluşma reaksiyonu 10
Şekil 2.4 Polivinil Alkol Yapısı.....19
Şekil 2.5 Kozmetikte Kullanılanı PVA'nın Görüntüsü.....20
Şekil 2.6 Gliserin yapısı 21
Şekil 2.7 Polisorbat 20 formülü 22
Şekil 2.8 Aktif karbon görüntüsü.....25
Şekil 2.9 TiO_2 nanopartiküllerin toz görüntüsü 29
Şekil 4.1 Soyulabilir maske görüntüsü.....37
Şekil 4.2 Formülasyonların kol üzerindeki görüntüleri 39
Şekil 4.3 Formülasyonların ve kontrollerin *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı inhibisyon zonları**.....41**
Şekil 4.4 Soyubilirlik performansı testi öncesi.....42
Şekil 4.5 Soyubilirlik performansı testi sonrası.....42
Şekil 4.6 F2 numune ile 24 saat Maruziyet Sonucunda CCD-1079Sk Hücre Hattında Canlılık (Ortalama ± Standart Sapma)**.....44**
Şekil 4.7 CCD-1079Sk ışık mikroskobu görüntüsü.....44
Şekil 4.8 İritasyon testi öncesi 45
Şekil 4.9 İritasyon testi sonrası 46

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Yüz serumunda kullanılan temel bileşenler 12
Tablo 2.1 Fındık yağının içerdiği yağ asitleri 27
Tablo 3.1 Soyulabilir maske formülasyonunda kullanılan materyaller.....31
Tablo 4.1 Film kuruma süreleri.....38
Tablo 5.2 Formülasyonların *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite sonuçları (inhibisyon zon çapları, mm).....41
Tablo 6.3 Sitotoksisite testi sonucu elde edilen yüzde (%) hücre canlılık verileri43
Tablo 7.4 Soyulabilir maskenin nem ve yağ testi sonuçları 46

ÖZET

FINDIK YAĞI VE TİTANYUM DİOKSİT NANOPARTİKÜLLERİ İÇEREN SOYULABİLİR MASKE FORMÜLASYONU GELİŞTİRİLMESİ

Aybüke Canım

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Biyomühendislik Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Azade ATTAR

Cilt, insan vücudundaki en büyük organdır ve iç ile dış ortam arasında ayırıcı ve koruyucu bir bariyer görevi üstlenir. Kozmetik ürünler, cildin epidermis, saç, tırnak gibi dış bölümleri ile diş ve ağız boşluğu gibi iç bölgelerini temizlemek, görünümünü iyileştirmek ve korumak amacıyla kullanılır. Kozmetik ürünlerin birçok çeşidi bulunmakla birlikte, soyulabilir maskeler bu ürünler arasında oldukça popülerdir. Bu tez çalışmasında, Türk fındığı (*Corylus colurna L.*) yağından soğuk pres yöntemiyle elde edilen doğal içeriklerin, titanyum dioksit nanopartikülleri (TiO_2NP) ile birleştirilerek cilt dostu, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklere sahip yenilikçi bir soyulabilir maske formülasyonu geliştirilmesi hedeflenmiştir. Formülasyonda yer alan fındık yağı, zengin fenolik bileşenleri sayesinde cilde nemlendirici ve antioksidan etkiler sağlarken; TiO_2NP'nin antibakteriyel etkinliği, hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakterilere karşı etkili sonuçlar sunmuştur. Bu birleşim, cilt sağlığını destekleyen doğal ve etkili bir kozmetik ürün ortaya koymayı mümkün kılmıştır. Maskenin homojenlik, renk,

koku, film kuruma süresi, pH, stabilite ve antimikrobiyal özellikleri çeşitli testlerle incelenmiştir. Test sonuçları, maskenin estetik bir görünüme sahip olduğunu, hoş bir koku sunduğunu ve 8-9 dakika içerisinde hızlı bir şekilde kuruduğunu göstermiştir. Ayrıca, maskenin 6.7 pH değeri ile çoğu cilt tipine uyumlu olduğu kanıtlanmıştır. Antibakteriyel aktivite analizlerinde, *E. coli*'ye karşı 14 mm ve *S.aureus*'a karşı 20 mm inhibisyon zonu oluşturduğu gözlemlenmiş, bu değerler ticari antibiyotik streptomisin ile kıyaslanabilir bulunmuştur. Formülasyonun cilt hücreleri üzerindeki etkileri, CCD1079Sk insan fibroblast hücre hattı üzerinde yapılan MTT analizleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, maskenin test edilen tüm konsantrasyonlarda sitotoksik bir etki göstermediğini ortaya koymuştur. Çevre dostu üretim yöntemleri kullanılarak geliştirilen bu yenilikçi ürün, sürdürülebilir ve yerli kozmetik çözümler sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın sonuçları, cilt sağlığına faydalı etkiler sunan ve kozmetik sektöründe yerli, sürdürülebilir bir alternatif oluşturabilecek bir ürünün geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türk fındığı yağı, titanyum dioksit nanopartikülleri, soyulabilir maske formülasyonu, kozmetik

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A PEEL-OFF MASK FORMULATION CONTAINING HAZELNUT OIL AND TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES

Aybüke CANIM

Department of Bioneginnering

Master of Science

Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Azade ATTAR

The skin is the largest organ of the human body, serving as a protective barrier between the internal and external environments. Cosmetic products are used to cleanse, improve, and protect the appearance of external parts of the skin, such as the epidermis, hair, and nails, as well as internal areas like the teeth and oral cavity. Among the many varieties of cosmetic products, peel-off masks have gained significant popularity. In this thesis study, the aim was to develop an innovative peel-off mask formulation that is skin-friendly, antibacterial, antifungal, and antioxidant by combining natural ingredients derived from Turkish hazelnut oil (*Corylus colurna L.*) obtained via cold pressing with titanium dioxide nanoparticles (TiO_2NP). Hazelnut oil, enriched with phenolic compounds, provides moisturizing and antioxidant effects to the skin, while TiO_2NP exhibits antibacterial activity, proving effective against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. This combination enabled the creation of a natural and effective cosmetic product that supports skin health. The mask's properties, including homogeneity, color, odor,

film drying time, pH, stability, and antimicrobial activity, were evaluated through various tests. The results demonstrated that the mask possesses an aesthetically pleasing appearance, a pleasant fragrance, and dries within 8–9 minutes. Additionally, the mask's pH value of 6.7 was found to be compatible with most skin types. Antibacterial activity analyses revealed inhibition zones of 14 mm against *E. coli* and 20 mm against *S. aureus*, comparable to those of the commercial antibiotic streptomycin. The formulation's effects on skin cells were assessed through MTT assays conducted on the CCD1079Sk human fibroblast cell line. The results indicated no cytotoxic effects at any tested concentration. This innovative product, developed using environmentally friendly production methods, aims to provide sustainable and locally produced cosmetic solutions. The findings of this study highlight the potential to deliver beneficial effects for skin health and offer a sustainable alternative within the cosmetic industry.

Keywords: Turkish hazelnut oil, titanium dioxide nanoparticles, peel-off mask formulation , cosmetic

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Kozmetik, epiderma, saç, dudak, diş ve ağız gibi vücudun dış yüzeylerine uygulanmak üzere geliştirilen ürünlerin genel adıdır. Bu ürünler, bireylerin kişisel hijyenini sağlama, görünümü iyileştirme, koku verme ve cildi koruma amaçlarıyla kullanılmaktadır [1]. Kozmetik ürünlere, makyaj ve cilt bakımı formülasyonları, uçucu yağlar ve ağız/diş sağlığına yönelik ürünler örnek olarak verilebilir [2].

Soyulabilir yüz maskeleri, cilde uygulandıktan sonra kuruyarak klayca soyulabilir hale gelen özel bir formülasyona sahiptir. Bu maskeler, kırışıklıkların azaltılması, yaşlanma belirtilerinin geciktirilmesi, akne gibi cilt problemlerinin tedavi edilmesi ve cildin pürüzsüz bir görünüme kavuşturulması gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Aynı zamanda, siyah noktaları temizleme, ölü hücrelerin uzaklaştırılması, cilt tonunun dengelenmesi ve nemlendirme sağlama gibi etkileri de bulunmaktadır. Oklüzif etkisi sayesinde, ciltte biriken doku sıvılarını ve atık maddeleri uzaklaştırarak cilt profilini iyileştirme kapasitesine sahiptir. Soyulabilir maskeler genellikle jel formunda olup, cilt üzerinde ince bir tabaka oluşturan polimerlerle hazırlanır [3].

Türk fındığı, huşgiller (Betulaceae) familyasına ait olan *Corylus colurna* türüdür ve Türkiye, dünya genelindeki en büyük fındık üreticisi konumundadır. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı verilerine göre, 2022 yılında yaklaşık 765 bin ton fındık üretilmiştir ve dünya ihracatının %65-70'ini Türkiye karşılamaktadır. Ancak, bu ihracatın büyük bir kısmı besin amaçlıdır. Fındığın zengin fenolik bileşenleri ve biyoaktif içeriği, günlük tüketimde önemli bir yere sahiptir [4]. Fındık yağı, oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve α-tokoferol gibi maddeler içerir. Bu bileşenler, fındık yağını cilt yenileyici, nemlendirici ve antioksidan etkileri nedeniyle

kozmetik ürünlerde tercih edilen bir içerik haline getirmektedir [5,6]. Literatür, fındık yağının yaşlanma karşıtı etkileri ile ilgili araştırmalar içerirken, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir [7,8].

Titanyum dioksit nanopartikülleri (TiO2NP), kozmetik sektöründe fotokoruyucu özellikleri, beyazlatıcı etkisi ve kimyasal stabilitesi nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. [12] Bu nanopartiküller, zararlı UV ışınlarını yansıtma ve emme kapasitesi sayesinde güneş koruyucu ürünlerde tercih edilmektedir. TiO2NP'ler antibakteriyel ve antifungal özellikler göstermelerine rağmen, ticari ürünlerdeki antibakteriyel etkinliklerine dair sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır [13,14]. Ayrıca, TiO2NP'lerin püskürtmeli ürünlerde ve dudak ürünlerinde kullanılmaması gerektiği, çünkü akciğer ve oral toksisiteye yol açabileceği rapor edilmiştir [15].

Nanopartiküllerin yeşil sentezi, çevresel kirliliği önlemesi ve düşük maliyetli bir yöntem olması nedeniyle önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bitki özleri, metal nanopartiküllerinin biyolojik sentezinde kullanılmakta ve bu yöntemle nanopartiküllerin boyutu ve şekli kontrol edilebilmektedir [16]. Yeşil sentezle üretilen nanopartiküller, geleneksel yöntemlere kıyasla çevre dostu bir yaklaşımla ekonomik avantajlar sunmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, fındık yağı ve titanyum dioksit nanopartikülleri (TiO_2NP) içeren antibakteriyel, cilt dostu, doğal içerikli, stabilitesi yüksek, raf ömrü uzun bir soyulabilir maske formülasyonu geliştirmek ve karakterize etmektir. Ayrıca, fındık yağının kozmetik sektöründe kullanımını yaygınlaştırarak ülkenin ihracatına katkı sağlamak ve ithalata bağımlılığı azaltmak hedeflenmektedir. TiO_2NP'lerin antibakteriyel ve antifungal etkilerinin yanı sıra stabiliteyi artırıcı özelliklerinden yararlanarak literatüre ve sanayiye katkı sunulması da amaçlanmaktadır. Bu çalışma, çevre dostu yöntemlerle yerli ve yenilikçi bir kozmetik ürün geliştirme sürecini teşvik etmeyi hedeflemektedir.

1.3 Hipotez

Fındık yağı ve titanyum dioksit nanopartiküllerini (TiO_2NP) içeren soyulabilir maske formülasyonu, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özellikler gösterirken, cilt dostu, doğal içerikli, yüksek stabilite ve uzun raf ömrü sağlayarak cilt sağlığını destekleyecek etkili ve çevre dostu bir kozmetik ürün olarak geliştirilip karakterize edilmiştir.

2
GENEL BİLGİLER

2.1 Cilt (Deri)

Cilt veya deri, insanlardaki en büyük organ olarak bilinir. Yaklaşık olarak 2 m^2 yüzey alanına sahiptir ve 3.6 kg ağırlındadır [17]. İnsanlardaki örtü (entegümenter) sistemin bir parçasıdır. [18] Cilt, insanların iç ortamı ve dış ortamı arasındaki ayırıcı ve koruyucu bariyer olarak görev alır. Kimyasal, fiziksel ve bağışıksal görevleri vardır. [19,20] Fiziksel bakımdan vücudu çevresel strese, güneş ışınlarına (UV), sıcaklık veya soğuksal değişimlere karşı korur. Aşırı su kaybını önler. Bağışıklık olarak enfeksiyonları önlemek için antimikrobiyal peptidler salgılar. Bütün vücutta biyolojik etki gösteren hormonlar, sitokinler ve nöropeptiler üretir [17].

2.1.1 Cildin Katmanları

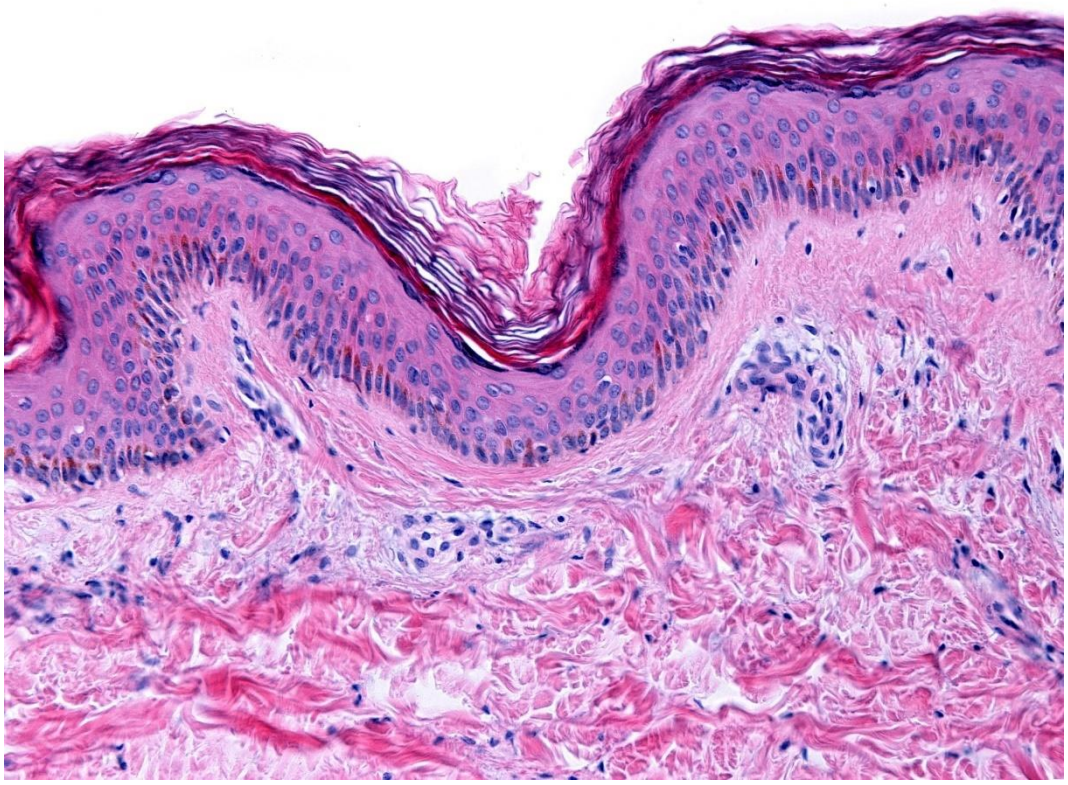
2.1.1.1 Epidermis

Epidermis, cildin en dış katmanını oluşturur. Kalınlığı vücudun değişk kısımlarına göre değişir. En ince yerlerinden biri göz kapağıdır ve 0.5 mm iken en kalın kısımlarından biri olan avuç içi ve ayak tabanı ise 1.5 mm'dir. Çok tabakalı yassı epitel hücrelerden olıuşur [17]. Temel hücre tipi olan keratinoistler epidermal derinin 90%'ını oluşturur [21]. Epidermiste ayrıca cilde pigment sağlayan melanositler ve cilde yabancı madde girmesini önleyen Langerhans hücreleri (LC) vardır.

Epidermis vücutta yerine göre değişen 4 veya 5 katmandan oluşur. Yüzeyden derine doğru katmanlar stratum corneum, stratum granulosum, stratum spinosum ve stratum basale olarak adlandırılır. Stratum basal, bazal tabaka da olarak bilinir ve

epidermisin, dermise bağlandığı kısımdır. Derinin en kalın olduğu ayak tabanı ve avuç içlerinde stratum lucidum adlı verilen ek bir taban daha vardır [18].

Epidermisin kendisi kan kaynağından yoksundur ve beslenmesini alttaki dermisten alır[18]. Bu yüzden de epidermisin son tabakalarına yaklaştıkça hücreler büzüşmeye ve ölmeye başlar. Stratum corneum, 10 ile 30 ince ölü keratinosit tabakadan oluşur. En dıştaki hücreler yaşlandıkça ve kan kaynağı yoksunluğundan ölürler. Yerlerini yeni uzun ömürlü hücreler almaya başlar. Bu döngü hep devam eder ama yaşlandıkça yavaşlar. Genç yetişkinlerde tam hücre döngüsü 28-30 gün arasında iken yaşlı yetişkenelrde 45-50 gün arası sürer [22].



Şekil 1.1: Epidermis hücrelerini görüntüsü [23]

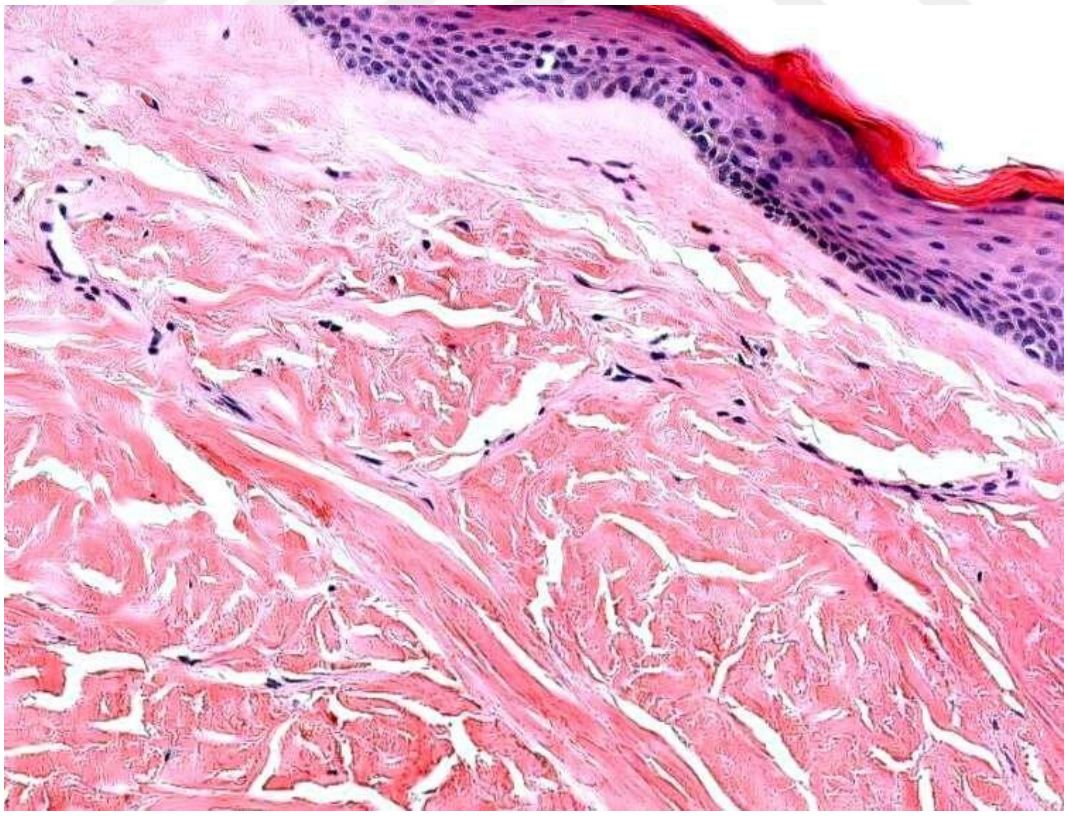
2.1.1.2 Dermis

Epidermisin altında; kan ve lenf damarları, sinirler, ter bezleri, kıl folikülleri ve bağ dokusu gibi çeşitli mekanizmaları içeren dermis bulunmaktadır [18]. Kalın bir fibröz tabakadan ve elastik doku tabandan oluşan dermis, bağ doku iskeleti olarak

bilinir [17,18]. Dermis, ince ve yüzeysel papiller dermis ve daha kalın ve derin olan retiküler dermis olmak üzere iki katmandan oluşur [17]. Derinin en kalın katmanıdır ve 1.5-4 mm arasında kalınğı vardır. Ana görevi, vücutta sıcaklıkğı düzenlemek ve epidermise besin maddeleri ile zengin kan sağlamaktır. Vücudun su kaynağının büyük bir kısmı da epidermisde saklanır [22].

Papiller tabaka, kollajen lif dizilimi içerir. Epidermise besin sağlar ve sıcaklığı düzenlemekte görevlidir. Bu iki görevi de kılcal damarlar denilen, ince ve kapsamlı bir damar sistemi le gerçekleştirir. Daralma ve genişleme ile deriden akan kan miktarını kontrol ederken aynı zamanda deri sıcakken vücut ısısın azalmasını veya tam tersi vücut soğukken vücut ısısının artmasını sağlar [22].

Retiküler tabaka, daha kalın ve daha yoğun bir yapıya sahiptir. Cilt yüzeyine paralel olan kalın kolajen liflerinden oluşmaktadır. Amacı cilde güçlü bir yapı ve elastikiteyi sağlamaktır. Ayrıca ter bezleri, saç folikülleri ve yağ bezleri gibi diğer bileşenleri de destekler [22].



Şekil 2.2: Dermis hücrelerinin görüntüsü [24]

2.1.1.3 Hipodermis

Hipodermis, deri için yedek enerji kaynağı olarak görev alır. Cildi korur ve cildin alttaki yapıların üzerinde kayarak hareket etmesine izin verir [17,25]. Ayrıca vücut ısısını koruyan bir yalıtkan olan hipodermis, iç organlar için şok emici olarak işlev görür [22]. Gevşek areolar doku ve yağ dokusundan oluşur [18]. Kalınlığı insandan insana değişim göstermekle birlikte, cinsiyet, yaş veya beslenme koşullarından etkilenir.

2.1.2 Cilt Bariyerini Etkileyen Faktörler

Cilt bariyerini etkileyen bir sürü faktör vardır. Keratinositlerin anormal bir şekilde farklılaşması, anormal gen ekspresyonu, kalsiyum ve potasyum kanalları, zayıf lipid metabolizması gibi içsel faktörler cilt bariyerine zarar verir. Bununla birlikte dış faktörler sebebi ile de cilt bariyeri bozulabilir. Hava kirliliği, düşük nem, düşük sıcaklık, cildin yeterince temizlenmemesi, ölü derilerden arındırılmaması, UV ışınlarının etkisi gibi dış faktörlere örnektir [26].

Cilt bariyeri değişik sebeplerden ötürü bozulduğu taktirde transepidermal su kaybı artışı gözlemlenebilir [26]. Cilt tabakalarından çevreye buharlaşan su, transepidermal su kaybı (TEWL) olarak adlandırılır [27]. Ayrıca ciltte bakterilerin oluşturduğu kızarlıklık, iltihaplandırma ve kaşıntı da cilt bariyerinin bozulması sonucu oluşan sıkıntılardır.

2.2 Kozmetik

İnsan vücudunun epidermis, saç, tırnak, dudak ve dış genital organları içeren dış kısımlarını ve diş, ağız boşluğu, mukoza zarı gibi kısımları temizlemek, parfümlemek, görünümlerini değiştirmek/iyileştirmek, korumak, gibi amaçlar için temas ettirilen ürünlere kozmetik ürünler denir [26].

2.2.1 Kozmetik Tarihçesi

Yunanca süslenmek anlamına gelen ”kosmeticos” kelimesi günümüzde kullandığımız “kozmetik” kelimesinin kökenini oluşturur [28]. Eski topluluklarda esanslı yağlar ve merhemler, cildi temizlemek ve yumuşatmak için kullanılmıştır.

Ayrıca esanslı yağların koku özellikleri de toplumlardan tarafından faydalanılmıştır. Boyalar ve doğal renk verici maddeler ise cilde renk verme amacı ile törenlerde yerini almıştır [28].

Mısır MÖ 10.000 yıllarında insanlar ciltlerine, "temizlemek, yumuşatmak veya vücut kokularını maskelemek" gibi bakımlar yapmış, kokulu yağlar ve merhemler kullanmışlardır. Boyalar ve renklendiriciler vücutu veya saçı renklerdirmek için kullanılmıştır. Dudaklar ve yanaklar renklendirilmiş, tırnaklar kına ile boyanmış ve gözler ile kaşlar sürme ile belirginleştirilmir. Ezilmiş antimon, yanmış badem, kurşun, oksitlenmiş bakır, aşı boyası, kül, malakit, krizokol (mavi-yeşil bir bakır minerali) veya bu malzemelerin herhangi bir kombinasyonu sürme olarak bilinen koyu renkli tozu oluşturmak için kullanılabilir. Bunu uygulamak için küçük bir çubuk kullanmak gerekiyordu. Güneşin engellemesi yanında, zayıf görme yeteneğinin de sürme ile iyileştirebileceği düşünülüyordu [29].

Hijyen ve sağlığın önemli olduğu bir başka topluluk da Mısırlılar'dı. Mısır'ın sıcak güneşine ve kuru rüzgarlarına karşı korunmak için halk, yağlar ve kremler kullanıyorlardı. Kekik, mür, mercanköşk, lavanta, papatya yağı, susam yağı, badem yağı gibi yağlar günlük hayatta kullanılmaktaydılar. Dudak ve yanaklar için aşı boyası denilen bir kil öğütülüp kullanılmaktaydı [29]. Mısırlılar, Orta Çağ'dan önce uçucu yağ damıtmada ustalaşmışlardı. Sedir yağı ise kutsal yağ olarak kabul edilmiştir.

Kullanılan renklerin sınıfsallığı temsil ettiği Çin'de ise kozmetik kalıntılara MÖ 3000 yıllarında rastlanmıştır. Çinliler, tırnaklarını jelatin, balmumu, yumurta ve arap zamkı ile boyamaya çalışmıştır. Çin, Hindistan üzerinden karanfil, benzoin sakızı, zencefil, hindistan cevizi ve paçuli gibi Endonezya aromatiklerini elde etmiştir. Ayrıca Hindistan'dan İran gülsuyu ve yaseminle parfümlendirilmiş susam yağı ithal etmiştir.

19. yüzyıldan 20. Yüzyılın ortalarına kadar kozmetik tarihinde çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. İlk deodarant 1888 yılında icat edilmiştir. 20. Yüzyılın başlarında Hollywood film sektörünün de etkisi ile kozmetik sektöründe popüleritesi de armıştır. Günümüzde bile aktif bir şekilde varlığını devam ettiren bazı markalar, 20. Yüzyıllarda oje, maskara, bronzlaştırı, ruj gibi kozmetik ürünleri piyasaya sürdü [29].

Teknolojinin de gelişmesi ile birlikte günümüzde de kozmetik ve cilt bakımı alanında her gün yeni ürünler çıkmaya devam etmektedir. Teknolojinin yanı sıra pazarlama tekniklerinin gelişmesi, sosyal medya, internet kullanımının artması ve bunların getirisi ile dış görünüşe verilen önemin artması da kozmetik sektörünün önünü açmaya devam etmektedir [30].

2.2.2 Kozmetik Ürün Sınıflandırılması

2.2.2.1 Temizliyeciler

Sağlıklı bir cilt için cildin temiz tutulması, cilt bakımında çok önemli bir adımdır. Havadaki kirleticiler, ter, toz ve sebum gibi cildin kirlenmesine sebep olan kirleri temizlemek ve fazla yağı gidermekte önemli bir rol oynarlar. Piyasada çeşitli cilt türlerine uygun olarak temizliciler olsa da çoğunluk tüm cilt türleri için geçerlidir. Yüz temizliyiciler sabun bazlı veya amino asit bazlı olabilmektedir. Yüz temizliyiciler, temizleme kabiliyeti, köpürmesi, yumuşaklık ve pH gibi özellikleri ile piyasada öne çıkabilirler [31].

Amino Asit Bazlı:

Amino asit yüzey atkif madde (AAS), Ajimoto tarafından 1970'lerde keşfedilmiştir. Sentezin keşfedilmesi ile farklı amino asit yüzey aktif madde sentezleri ile ilgili çalışmalar da artmıştır. Asidik bir ortamda amino asitler ve yağ asidi klorür arasındaki reaksiyon gerçekleşmesi ile amino asit yüzey aktif maddesi elde edilir. DMF, yağ asitlerinin halojenlenmesine yardımcı olmak için bir katalizör görevi görür, bu da fosgen ve yağ asidi klorürün oluşmasına neden olur [32]. DMF çevreye zararlı olduğundan, araştırmacılar biyoteknoloji ilerledikçe amino asit yüzey aktif maddelerini sentezlemek için ekoloji dostu yeni yöntemler keşfetmişlerdir. En popüler yöntemlerden biri, atık kaynakların (şeker ve istenmeyen soya ürünleri gibi) amino asit yüzey aktif maddelere (asil glisinatlar gibi) sindirilmesine yardımcı olmak için biyomühendislik ürünü bir organizma kullanmaktır [31].

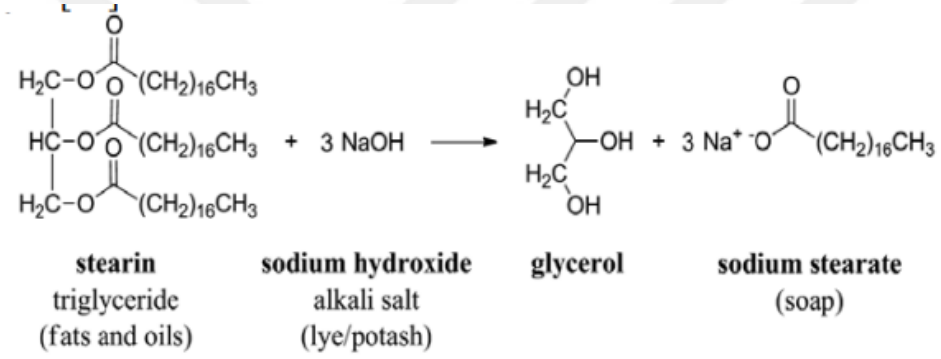
Amino asit yüzey aktif maddeler, bir karboksil grubu (COOH), bir amin grubu (NH2), bir hidrojen grubu ve her amino asit için değişkenlik gösteren bir Radikalden (R) oluşur ve tam merkezinde de bir karbon atomu vardır. Farklı yağ asitleri ve amino asit türleri birleştirilerek farklı amino asit yüzey aktif madde

formları üretilebilir; bu kombinasyonlar polar başlıklarının yüküne göre kategorize edilebilir [31].

Amino asit yüzey aktif maddeler, mükemmel köpürme özellikleri ve emülsiyonları stabilize etme yetenekleri nedeniyle temizliyicelerde tercih edilir [33]. Yüzey temizliyicilerinde anyonik amino asit yüzey aktif maddeler en yaygın olarak kullanılır [31]. İyonik olmayan ve amfoterik amino asit yüzey aktif maddeler daha hafif oldukları çok daha az tercih edilirler.

Sabun Bazlı:

Triglilseritlerin kül suyu olarak da bilinen sodyum veya potasyum hidroksit ile reaksiyona sokularak gliserol ve yağ asidi tuzu olarak bilinen "sabun"a dönüştürülme işlemine sabunlaştırma denir [34].



Şekil 2.3: Sabun oluşma reaksiyonu [35]

Geleneksel olarak sabunlar, bitkisel veya hayvansal yağların alkali bitkilerden elde edilen alkali maddeler arasındaki reaksiyon ile yapılır. Bununla birlikte, donyağı (sığır eti), domuz yağı ve fındık yağı, çağdaş sabunlarda bulunan katı ve sıvı yağları oluşturmak için karıştırılır. Temizleyicinin nitelikleri, bu bileşenlerin oranlarını ve çeşitlerini değiştirerek değiştirilebilir. Örneğin, karışım kalıplar (sabun ve sindet karışımı), berrak sabun (gliserol içeren) ve süper yağlı sabun (daha fazla yağ içeren) gibi çeşitli sabun türleri vardır [36].

Yüz temizleyicilerin temizleme etkinliği, yüzey aktif madde penetrasyon kapasitesiyle ilişkili olarak önemli görülmüştür. Daha büyük yükleri nedeniyle, anyonik yüzey aktif maddeler cilde önemli ölçüde daha derin nüfuz etme ve daha fazla miktarda lipidi çıkarma yeteneğine sahiptir; kimyasal yapıları, pürüzlülük pahasına gelişmiş etkinlik önermektedir. Araştırmalara göre, misel yükünü

yükselterek cilde nüfuz edilebilir, bu da protein bozulmasına ve cilt geçirgenliğinde artışa neden olabilir. Ayrıca, pH da dahil olmak üzere bir dizi değişkene büyük ölçüde bağlı olan zeta yüzey aktif madde potansiyeli etkinliği belirler. Örneğin, bazı koşullar altında, amino asit temelli yüzey aktif maddeler minimum penetrasyon gösterebilir veya hiç penetrasyon göstermeyebilir.

2.2.2.2 Tonerler

Yüz tonerleri, yüz yıkandıktan sonra gözeneklerde kalan son kalıntılar ve kirleri temizlemek için kullanılır. Günlük cilt rutinine eklendiğinde, daha temiz bir cilt ve gözeneklerin küçülmesi görünür [37].

Çeşitli cilt sıkıntılarına çözüm arayan cilt tonerleri piyasaya sürülmüştür. Makyaj kalıntılarının temizlenmesine, ciltten fazla sebumun alınmasına, cildin gözeneklerinin sıkılaştırılmasına, cildin nemlendirilmesi, cildin pH değerinin ayarlanması gibi bir sürü farklı yararı olabilir [37]. Ayrıca tahriş gidermek ve antisepti için de kullanılabilir [38]. Yağlı ciltler, karma ciltler ve kuru ciltler gibi çeşitli cilt tipleri için alkol bazlı veya alkol bazlı olmayan tonikler vardır [37].

Alfa hidroksi asit (AHA) ve beta hidroksi asit (BHA) toniklerin temel bileşenleridir. Günümüzde tonikler, 0 akneyi azaltan ve ciltteki yağlanmayı düzenleyen nemlendirici maddeler gibi yüz temizliğinin ötesinde amaçlara hizmet eden bileşenlerle zenginleştirilmektedir. "Yağlı cilt" terimi tipik olarak aşırı sebum salgılanması ve üretiminin bir sonucu olarak cildin yağlı ve parlak göründüğü bir yüz durumunu tanımlar. Akne gibi estetik sorunlar da yağlılık nedeni ile oluşlabilir [39]. Toniklerdeki hayati bileşenler arasında vitaminler, antioksidanlar, bitkisel özler ve uçucu yağlar bulunur.

2.2.2.3 Serumlar

Yüksek konsantrasyonda su veya yağ içeren ürünlere serum denir. Serum olarak da bilinen konsantreler, kozmetik sorunların tedavisinde daha hızlı oldukları için tercih edilir. Bunun nedeni serumlarda kremlere göre yaklaşık on kat daha fazla biyolojik olarak aktif bileşen vardır.

Yüz serumları sadece o serumda en çok neye ihtiyaç duyuluyorsa o bileşenleri içerir. Serum bileşimi her zaman bir emülsiyon olmadığından, aktif içeriğe zarar verebilecek emülgatörler gerekli değildir. Serum genellikle aktif maddenin kullanılabilirliğini en üst düzeye çıkarmak için birlikte çalışan az sayıda madde içerir. Aktif madde bir vitamin, büyüme faktörü, botanik özü vb. Olabilir [40]. Ağır yağ veya başka maddeler içermedikleri ve daha küçük moleküllerden oluştukları için serumlar daha ince bir kıvama sahiptir. serumlar yüzde 70'e kadar aktif bileşen konsantrasyonuna sahip olabilir, bundan ötürü Yüz kremlerinizin ve nemlendiricilerinizin aksine daha ince bir yapıya sahiptirler. Yoğunlukları düşüktür. Hızlı emilim ve daha derin penetrasyon sağlayabilirler [41].

Tablo 2.1: Yüz serumunda kullanılan temel bileşenler

BİLEŞEN	NEDEN KULLANILIYOR?
Hyaluronic Asit	Cilde nem takviyesi
C Vitamini (Askorbik Asit)	Cilt tonu eşitleme, aydınlatma ve kolajen desteği
A Vitamini (Retinol)	Yaşlanma Karşıtı
Alpha Hydroxy Acids (AHA)	Cildi berraklaştırma ve canladırma
Salistik Asit	Yağlı, akne eğilimine sahip olan ciltler için gözeneklerdeki fazla serumu temizlemek için kullanılır.
Botanik Özler ve Yağ	Cilt yenileme, antioksidan, anti-enflamatuar ve antimikrobiyal etkiler

2.2.2.4 Nemlendiriciler

Transepidermal su kaybını azaltmak ve hidrasyonu artırmak için nemlendiriciler kullanılır. Nemlendiriciler, hücreler arası lipid lamelini hem de doğal nemlendirici faktörleri yenileme işlevi görür. Cilt üzerinde hidrolipid film oluşturular [61].

İstenmeyen dermatolojik sorunları önlemek ve tedavi sağlamak amacı ile kanıtlanmış etkileri olduğu için nemlendiriciler kozmetik ve eczacılık gibi alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir [32]. Oklüzifler ve nemlendiriciler tipik olarak stratum corneum'un (SC) suyu bağlama yeteneğini artırmak için nemlendiricilere eklense de, "nemlendirici" ve "yumuşatıcı" ifadeleri bazen eşanlamlı olarak kullanılır.

Nemlendiriciler, cilt tipi (kuru, normal, yağlı) fark etmemeksizin yaygın olarak kullanılmaktadır. Nemlendirici sonrasında stratum korneumda su içeriği arttırılabilir [3,4]. Cilt pH'ı da korunurken, aynı zamanda ciltteki lipid çift tabakalarının daha kolay normalleşmesine, korneositlerin birbirine bağlanma kapasitelerinin yeniden oluşmasına ve hücreler arası boşluklarda nem tutulmasına olanak tanıyarak, bu önemli işlevi yerine getirir [33]. Ardından, hidrasyon sayesinde cilt yüzeyi pürüzsüz, esnek ve yumuşak hale gelir. Artı olarak nemlendiriciler anti-enflamatuar, antimitotik etki (hücrenin çoğalmasını engelleme), antipruritik etki (iltihap azaltma, bağışıklık tepkisi düzenleme), fotoprotektif etki, antimikrobiyal etki ve yara iyileştirme sağlayabilir [34].

Nemlendiriciler emülgatörler, nemlendirici ajanlar, polimer/katılaştırıcılar, duyusal modifiye ediciler ve koruyucular dahil olmak üzere çeşitli kimyasallar içerir. Nemlendirici ürünlerde kullanılan üç ana madde kategorisi humektanlar, okluzifler ve yumuşatıcılardır. Bunlara ek olarak, nemlendirici formülasyonları sıklıkla vitaminler, antioksidanlar, lipidler veya güneş koruyucular gibi geliştirilmiş fayda bileşenleri içerir [35].

Humektanlar, kimyasal yapıları sayesinde suyu çekeler ve bağlarlar. Epidermis ve dermisten su çekerler, bu da onları higroskopik (katı bir maddenin çevresindeki atmosferden nem emme eğilimi) madde haline getirir. Ayrıca, atmosferdeki suyu da Birkaç hidroki (-OH) molekülü, humektanların stratum corenum içinde suyu emme ve tutma, cilt dokularına nem sağlama, cilt hidrasyonunu iyileşitrme ve doğada çözünür olmasını sağlar. Okluzif ajan olmadan nemlendiricilerde humektanlar kullanılır ise sadece düşük nemli bir ortamda yaralı cilt yüzeyinden su

kaybını artıracaktır [36]. Humektan olarak özellik gösteren ve nemlendiricelerde oldukça kullanılan maddelere örnek olarak gliserin, alfa hidroksil asitler (Laktik asit ve glikolik asit) pantenol, propilen glikol, sodyum pirolidon karboksilik asit (PCA), bal, hyaluronik asit ve üre örnek verilebilir [37].

Okluzif (tıkayıcı) ajanlar, derinin yüzeyinden aşırı su kaybını önlemeye ve stratum corneumun nemli durumunun korunmasına yardımcı olurlar. 100% tıkayıcı olmasalar da cildin işleyişi için gerekli olan suyun transfer olmasına izin verirler. Artan su içeriği ise bariyer iyileşmesini hızlandırabilir [3,8] Çoğu okluzif ajan, hidroksi fonksiyonel grupları kimyasal yapısında bulundurmadığından, suya bağlanamazlar. Ancak, nemi ciltte etkili bir şekilde tutmak için, hidrofobik filmler oluşturabilirler. Vazelin en çok bilinen ok okluzif ajandır. Yanı sıra, hidrokarbonlar (mineral yağ, parafin), yağlı alkoller (stearyl alkol, setil alkol), yağlı asitler (stearik asit) ve mumlar (balmumu, lanolin), petrolatum da bilinen ajanlardandır [37].

Yumuşatıcılar, yağlar suda çözünmeyen maddelerdir ve tıkayıcı bir film oluşturmazlar. Okluzif ajanlar ve yumuşatıcılar, moleküler ağırlıklarından ayırt edilebilirler [34]. Yumuşatıcılar, cildi pürüzsüleştirip, yumuşatma ve ipeksi doku sağlama gibi nedenlerle kullanılırlar. Cildin hücreler arası lipidlerine yakın lipidlerden oluşurlar. Lipid matris hasar görmüş ise yenileyebilirler. Nemlendiricilerin seramid, yağ asidi ve kolesterol kombinasyonları ana lipid bileşenlerinin yerini alır ve çözücüler, sabunlar ve aşırı kuru veya soğuk sıcaklıklar nedeniyle hasar gören lipid çift tabakalarının onarılmasına yardımcı olur. Setilkparilik/ kaprilik gtrigliserit trigliserit, setearil veya setil alkol ya da soya fasulyesi, ayçiçeği tohumu ve üzüm çekirdeği yağı gibi yağlar bulunmaktadır. Herhangi bir yağ asidinin temel özellikleri, içerdiği çift bağ sayısı ve bu çift bağların karbon zincirindeki konumuna bağlıdır. Doymamışlık derecesi, yağın ne kadar kolay işlenebileceği üzerinde çok etkilidir. Doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine kıyasla daha kolay oksitlenir. Bir yumuşatıcının formu ve gücü, tüketici ihtiyaçlarına veya tercihine, ilgili faydalara ve terapötik kullanımlara ve istenen veya ideal duyusal deneyime bağlıdır [39].

Humektanlar, okluzifler ve yumuşatıcıların nemlendiricilerde oranları, nemlendiricinin etkinliğini belirler. Bu üçü arasındaki iyi bir denge, iyi bir nemlendirici formülasyonu sağlar. Nemi korumak ve tutmak, cilt bariyerinin yenilenmesinee izin verilen bir ortam oluşturmak amacı ile iyi bir kombinasyon

yapılması gerekmektedir. Kombinasyonlar ile kremler veya losyonlar oluşturuabilir [34].

2.2.2.5 Yüz Maskeleri

Yüz maskeleri, çok eski çağlardan beri kozmetik formülasyonlar olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ise geliştirilmiş formülasyonlar ve zenginleştirilmiş etkileri ile yüz maskeleri, kozmetik sektöründe çokça yer almaktadır [42]. Yüz maskeleri erişebilirlerdir. Kolayca uygulanırlar ve anında etki görmek mümkündür. [45]

Yüz maskeleri, cildin daha güzel ve sağlıklı görünmesini sağlamak için sıklıkla kullanılan bir cilt bakım kozmetik ürünüdür. Yüz maskelerinin faydaları arasında gözeneklerin temizlenmesi, yüz cildinin nemlendirilmesi ve beslenmesi yer almaktadır [44]. Ayrıca yüz gerginliği de sağlarlar [42].

Cildin tipi, farklı zamanlardaki sebum salgısının değişmesi nedeni ile değişiklik gösterebilir. Sebum salgısı, yüzün her kısmında aynı oranda değildir. Temizlemeye yönelik olan bir yüz maskesi, ciltteki fazla sebumu ve kiri güzelce temizleyebilmelidir [45].

Yüz maskeleri, kolay uygulanabilir olmasına adına psödoplastik özelliklere sahip olurlar. Jel, emülsiyon, kağıt ve macun gibi farklı formlarda üretilip satılabilirler [43].

- **Kağıt Maskeler:**
  En yaygın olarak piyasada bulunan yüz maskesi türüdür. Kağıt maskeler, su fazının hızlı bir şekilde buharlaşmasını engellerlr ve bileşenlerin cildin derinliklerine nüfuz etmeleri için gereken zamanı cilde sağlarlar. Aloe Vera, C vitamini gibi sıklıkla kullanılan bileşenlerin yanında, inci, salyangoz özü ve deniz yosunu gibi daha az karşımıza çıkan bileşenler de içerebilirler [43].

  Yüz şeklinde kesilmiş kumaş maskeler, serum adı verilen bir solüsyona batırılmıştır. Kağıt maskelerin, dudak ve göz kısımlarına gelen yerleri açıklık bırakmak amacı ile kesilmiş bir şekildedir. Bu maskeler, doğrudan yüz cildine uygulanarak temizlik, nemlendirme, aydınlatma ve yaşlanma karşıtı gibi cilt bakımı amaçları için kullanılır. Cildin ihtiyacına göre yoğun

bakım sağlayan bu maskeler, cilt dokusunu yenileyerek daha sağlıklı ve canlı bir görünüm kazandırır [46].

Kullılan kağıt kumaşına göre kağıt maskeler katagorize edilebilirler. Farklı kağıt kumaşının türlerine göre sınıflandırılan kağıt maskeler arasında, en uygun fiyatlı ve biyoteknolojiyle üretilenler genellikle kaba dokulu olanlardır. Finer dokulu hamur maskeleri, hidrojel maskeler, biyoselüloz maskeler, folyo maskeler, pamuk örgü maskeler, ampul maskeleri ve kabarcıklı maskeler (kömür ve detoks malzemeleri içeren) farklı türlerdir. Ancak, endüstriyel ürünlerde uzun vadeli etkinlik, tarif çeşitliliği ve cilt tipi uygunluğuna göre malzeme sınıflandırması yapılmaması nedeniyle bir pazar oluşmuştur. Bunun yanında, profesyonel maskelerin yüksek fiyatları ve doğal ürün kullanma isteği nedeniyle ev yapımı maskelerin kullanımı artmıştır [43].

- **Hidrojel Maskeler:**

  Hidrojeller, polimerlerden oluşan üç boyutlu ağ yapıları olup, ağırlıklarının birçok katı su emebilirler. Yatıştırıcı ve soğutucu özelliklere sahip olan hidrojel maskeler genellikle hassas ciltler için tercih edilir. İpek serisinin nanoselülozla birleştirildiği yüz maskesi, cilt terapisi için uygun biyolojik özellikler göstermiştir. Ayrıca, polivinil alkol (PVA) ve karboksimetilselüloz (CMC) hidrojelinin CMC ile güçlendirilmesi de başarılı sonuçlar vermiştir [46].

- **Soyulabilir Maskeler:**

  Soyulabilir maskeler, cilde uygulandığında, ince, şeffaf, elastik ve şekillendirilmesi kolay bir tabaka oluşturan jelsi yapıya sahip kozmetik ürünlerdir. Kısa bir kuruma süresi sonrasında bu maskeler ciltten kolayca soyulabilirler. Soyulabilir maskeler bu özelliklerinden ötürü de pratik olma avantajına sahiptir [44].

  Soyulabilir masekeler; kırışık giderme, yaşlanma belirterini azaltma, sivilceleri azaltma, yüzü hafifçe nemlendirme ve yüzü genel olarak iyileştirme, gözenekleri küçültme için kullanılabilirler. Soyulabilir maske kullanımı sonrası ciltte temizlenme ve sıkılaşma hissi oluşur. Soyulabilir maskeler, aktif maddelerin plastik bir filme entegre edilmesi için etkili bir

yöntemdir. Bu maskeler, kolayca çıkarılabilir ve ciltte kalıntı bırakmaz. Uygulama sırasında ciltteki bariyeri geçici olarak kaldırarak, aktif bileşenlerin daha iyi nüfuz etmesini sağlar. Derin temizlik, yenileme ve nemlendirme gibi kozmetik işlemlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir [48].

Kozmetik preparatlarda yaygın olarak kullanılan kil gibi bazı malzemeler, düzgün bir şekilde uygulanamayabilir ve bu nedenle kolay uygulama için substrat üzerinde hareketsiz hale getirilir. Bu maskeler, cilt üzerinde çıkarılması kolay bir film tabakası bırakır. Çoğu soyulabilir maskede polivinil alkol (PVA) veya polivinil asetat (PVAc) bulunur; bu da tensör etkisi ve tıkanmaya yol açar. Soyulabilri maskeler, nemlendirici, plastikleştirici, bitkisel sabun, koku ve koruyucu gibi çeşitli bileşenler içerebilir. Uygulama kalitesi, matrisin konsantrasyonu ve kurutucu ajanların kullanımı ile belirlenir. Amaç, bu konsantrasyonu optimize ederek uygulanabilir bir maske hazırlamaktır. Soyulabilir maskenin cilde uygulama süresi ve aralığı maskenin içeriğine bağlıdır [47]. Maske soyulduktan sonra hedeflenen sonuç, temiz, taze ve nemlendirilmiş bir cilt olmaktır. Ölü deri tabakasının ve yüz derisinde biriken diğer kalıntıların giderilmesi gerekir. Soyulabilir maskeler kullanıldığında, ciltteki temizleme ve pürüzsüzleştirme etkisi belirginleşir. Bu süreç, cilt sağlığını artırarak daha canlı bir görünüm sağlar.

2.2.2.6 Güneş Kremleri

Cilt, güneş radyasyonu gibi çeşitli çevresel saldırganlara sıkça maruz kalmaktadır; bu durum, güneş yanığı, diskromi, cilt yaşlanması ve kanser gibi biyolojik etkilere yol açabilir. Güneş kremleri, güneş ışınlarından kaynaklanan hasarı önlemeye yönelik fotokoruma stratejisinin önemli bir bileşenidir. Bununla birlikte, ürünün etkinliği için kullanıcının etiketteki talimatlara uyması ve ürünün teknik özelliklerinin uygun korumayı sağlaması gerekmektedir [49].

1928'de piyasaya sürüldüğünden bu yana, güneş kremleri güneşten korunmanın temel unsuru olmuştur. Güneş yanığı, eritem ve erken cilt yaşlanması gibi UV radyasyonunun zararlı etkilerini azaltma işlevi görürler. Güneş koruyucu formüllerde yer alan bazı aktif bileşenler, ultraviyole (UV) filtreleri olarak adlandırılır ve bu bileşenler inorganik veya organik, yani "kimyasal" ve "fiziksel"

özellikte olabilir. Geniş spektrumlu koruma sağlamak amacıyla, mevcut formüllerde genellikle her iki filtre türü bir arada kullanılır [50].

Organik UV ajanları, UV ışığını emip ısı enerjisine dönüştürerek güvenli bir şekilde serbest bırakır. Bu süreçte moleküllerin elektronları uyarılır ve enerji termal olarak geri döner, bu da güneş ışığına maruz kalındığında hafif bir sıcaklık artışına yol açabilir. Organik UV filtreleri, UV emme kapasitelerine göre UVA ve UVB filtreleri olarak sınıflandırılır.

Çoğu organik UV filtresi, karbonil grubu içeren konjuge aromatik bileşiklerden oluşur. Dibenzoilmetan, benzofenon, salisilat, tarçın ve kafur türevleri gibi maddeler bilinen örneklerdendir. Ancak, bu filtreler insan idrarı, kanı ve anne sütünde bulunmuş olup, dermatit ve egzama gibi cilt sorunlarına neden olabileceği bilinmektedir.

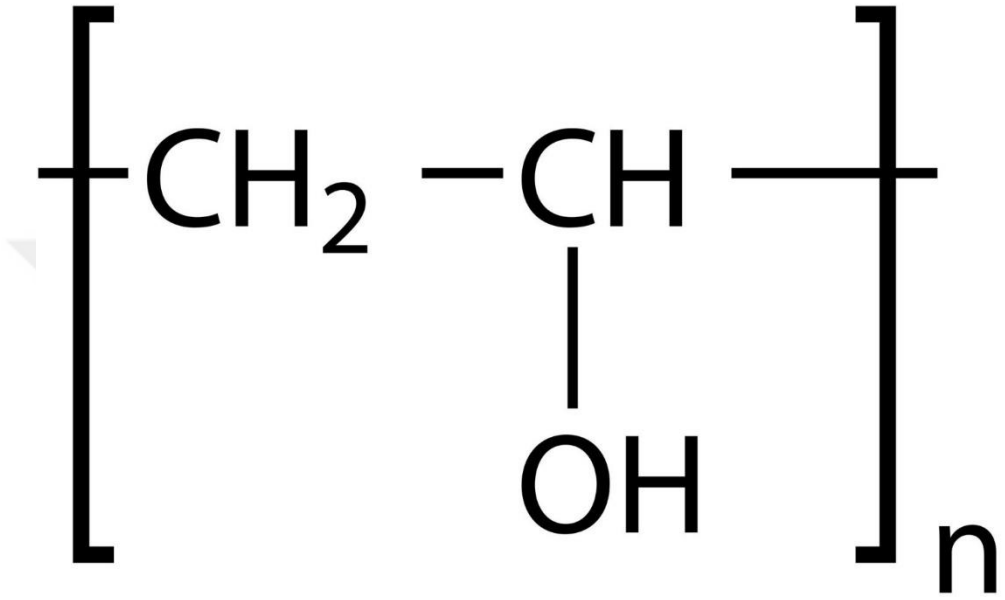
İnorganik güneş koruyucu bileşenler, UV ışınlarını yansıtarak, dağıtarak ve kısmen emerek UVA ve UVB'ye karşı koruma sağlar. Bu koruma, partikül boyutu, emülsiyon içindeki dağılım ve kullanılan miktar gibi faktörlere bağlıdır. En bilinen inorganik filtreler çinko oksit (ZnO) ve titanyum dioksittir (TiO2). Bu maddeler epidermise derinlemesine nüfuz etmedikleri için daha güvenli kabul edilir. TiO2'nin rutil, brookit ve anataz olmak üzere üç kristal formu bulunur. Gelişen teknoloji ile nano boyutlu ZnO ve TiO2 partikülleri, güneş koruyucularda etkin performans gösterir. Ancak bu küçük parçacıklar kümelenme eğilimindedir ve yüzey kaplamaları kullanılarak stabilize edilir. Titanyum dioksit yüzeyi, hidratlı silika ve alüminyum oksit gibi inorganik katmanlarla pasifleştirilir [49,50].

2.3 Formülasyonda Kullanılan Malzemeler

2.3.1 Polivinil Alkol (PVA)

21. yüzyılda kişisel bakım ve kozmetik ürünlerinde sentetik polimerlerin kullanımı artmaktadır [51]. Bu polimerler katkı maddesi veya yoğunlaştırma polimeri olarak sınıflandırılabilir Kozmetiklerde ince film ve hidrojel oluşturmak amacıyla sıklıkla kullanılan suda çözünebilen sentetik polimerlerden bahsedildiğinde, polivinil alkol (PVA), polivinilpirolidon (PVP), polietilen glikol (PEG) ve polietilen oksit (PEO) örnek verilebilir. Bu polimerler, çözünürlükleri ve yapısal özellikleri sayesinde, özellikle ince film ve hidrojel üretiminde tercih edilir [52].

Kozmetik ürünlerde viskoziteyi artırmak için polimer zincirlerinin iç içe geçmesi yöntemi kullanılır; bu, polimer zincirlerinin su veya düşük moleküler ağırlıklı alkoller gibi çözücülerde çözülmesiyle gerçekleşir. Polimer konsantrasyonu arttıkça, daha küçük bir alanda daha fazla zincir bir arada bulunabilir ve bu durum çözeltinin viskozitesini artırır. Polimerin moleküler ağırlığı arttıkça zincirlerin iç içe geçmesi daha belirgin hale gelir [51].



Şekil 2.4: Polivinil Alkol Yapısı [53]

Kimyasal yapı, polimerlerin ve kopolimerlerin yanı sıra hidrofobik olarak modifiye edilmiş polimerlerin davranışını etkiler. Poli(metilakrilik asit), PEO, PVA ve PVP gibi basit lineer polimerler, rastgele zincir iç içe geçmeleri sayesinde çözeltinin viskozitesini artırır [54].

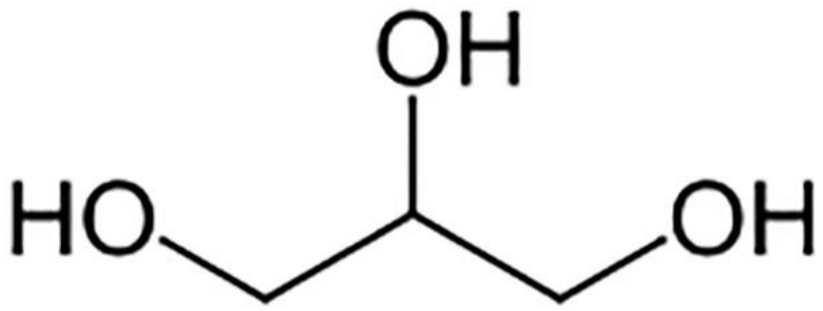
Polivinil alkol (PVA), yüksek biyolojik bozunabilirlik oranı ve şişme özellikleriyle öne çıkan vinil polimerlerden biridir. Polivinil alkol (PVA), hidroksil (-OH) gruplarının varlığı nedeniyle hidrofilik bir doğaya sahiptir ve bu da onu suda daha çözünür kılar. PVA, çeşitli membranlar ve hidrojeller oluşturmak için yaygın olarak kullanılır. Düşük elastikiyet modülü nedeniyle minimum mekanik rahatsızlık yaratır ve kan ile vücut sıvılarıyla iyi bir biyouyumluluk gösterir. Hidroksil grupları, PVA'nın su ile etkileşimini ve hidroliz yoluyla biyolojik olarak parçalanmasını kolaylaştırır, bu da PVA'nın çapraz bağlı ürünlerinin ve nanokompozitlerinin bilimsel topluluk içinde popüler olmasını sağlar [54].



Şekil 2.5: Kozmetikte Kullanılanı PVA’nın Görüntüsü [55]

2.3.2 Gliserin

Gliserin (CAS no. 56-81-5) çoklu hidroksillenmiş bir alkoldür ve genellikle aşağıdaki şekildeki yapıya sahiptir. Moleküler formülü $C_3H_8O_3$'tür ve üç hidroksil grubuna sahip basit bir trioldür. Gliserin doğal olarak tüm hayvan ve bitki maddelerinde, katı ve sıvı yağlarda gliseridler olarak ve hücreler arası boşluklarda lipidler olarak birleşik halde bulunur. Kimyasal olarak özdeş olan bu maddeler, bitki ve hayvanlardan elde edilen doğal gliserin ve trigliseritler dışındaki kaynaklardan elde edilen sentetik gliserin olarak ikiye ayrılır [56].



Şekil 2.6: Gliserin yapısı [56]

Üç hidroksil grubundan ötürü kazandığı hidroskopik ve hidrofilik yetenekleri nedeniyle gliserin kozmetikte nemlendirici olarak iyi çalışır. Cildin hidrasyonunu, esnekliğini ve bariyer özelliklerini geliştirir. Ayrıca gliserin emülgatör görevi görerek yağlı maddelerin güneş kremi ve şampuan gibi su bazlı ürünlere katılmasına yardımcı olur. Nanoemülsiyonların stabilitesini ve dağılımını destekleyerek kozmetik ürünlerdeki aktif maddelerin dağılımını arttırır. Ayrıca, gliseril türevleri diğer maddelerden kaynaklanan tahrişi azaltabilir ve cildin hidrasyonunu ve dokusunu geliştirebilir [59].

Gliserin, kozmetik ürünlerde çeşitli işlevler görmektedir; denatüre edici, koku maddesi, saç bakım ürünü, nemlendirici, ağız bakım ürünü, deri koruyucu, deri bakım ürünü ve viskozite azaltıcı olarak kullanılmaktadır [57]. FDA'nın Gönüllü Kozmetik Kayıt Programı (VCRP) aracılığıyla toplanan bilgilere göre, 2014 yılında gliserin su ve parfümden sonra VCRP veritabanında en sık rapor edilen üçüncü bileşen olmuştur. Gliserin, ciltte bırakılacak ürünler, durulanabilen ürünler ve banyo için seyreltilen ürünler dahil olmak üzere çok sayıda kozmetik üründe kullanılmaktadır. Aynı zamanda göz çevresi ürünleri, rujlar, saç boyaları, banyo sabunları, deterjanlar, cilt bakım ürünleri ve güneş koruma preparatları gibi çeşitli alanlarda yer almaktadır. Bebek ürünlerinde de kullanılan gliserin, kişisel bakım ürünlerinde oldukça geniş bir kullanım aralığına sahiptir.

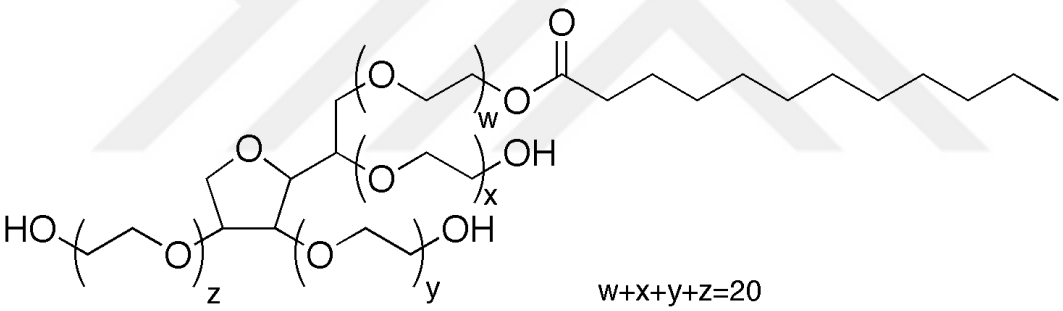
Araştırmalara göre, bırakılacak ürünlerde %79.2, durulanacak ürünlerde %99.4 ve banyo ürünlerinde %47.9 oranında kullanılmaktadır. Bebek ürünlerinde ise %21'e kadar kullanılabilmektedir. Cilt temizleme ürünlerinde ise kullanım oranı %99.4'e kadar çıkabilmektedir. Soyulabilir maskede %3 oranında kullanılan gliserin, bu

geniş kullanım aralıklarına uygun olup, nemlendirici özelliklerini artırma potansiyeline sahiptir [58].

Dermatolojik testlere göre, gliserin çeşitli cilt rahatsızlıkları olan hastalarda güvenle kullanılabilir ve cildi veya gözleri tahriş etmez. Ayrıca, gliserinin kanser riskini artırdığı gösterilmemiştir ve genotoksik değildir. Bu özelliklerinden dolayı gliserin kozmetik ve kişisel hijyen ürünlerinde risksiz bir şekilde kullanılabilir [56].

2.3.3 Polisorbat 20 (Tween Tweenty)

Polisorbat 20, 20 polietilen glikol tekrarlama birimine sahiptir ve genellikle şampuan, banyo sabunu, cilt temizleme ürünleri ve saç spreyi gibi insan cildiyle doğrudan temas eden kozmetiklerde emülgatör ve yüzey aktif madde olarak kullanılır. Aynı zamanda, gıda katkı maddesi olarak doğrudan ve dolaylı kullanımlar için de tercih edilir [62]. Yüzey aktif maddeler, iki farklı faz arasında daha kolay karışım sağlamak amacıyla, aralarındaki yüzey gerilimini azaltan kimyasal bileşiklerdir.



Şekil 2.7: Polisorbat 20 formülü [62]

Farmasötik alanda ise, özellikle tabletlerde ve oftalmik solüsyonlarda yardımcı madde ve stabilizatör olarak yer alır. Polisorbat 20 ile ilgili güvenlik çalışmalarının çoğu, cilt tahrişi ve oral toksisite üzerine yoğunlaşmıştır ve fazla miktarda polisorbat 20'nin hafif ila geçici cilt ve göz tahrişine neden olabileceği bulunmuştur [60].

Polisorbatlar, ticari adıyla “tween 20” olarak bilinir ve iyonik olmayan yüzey aktif maddelerin özelliklerini gösterirler. Bu maddeler genellikle emülgatör, çözünürleştirici, lif yumuşatıcı, köpük giderici ve antistatik ajan olarak endüstriyel kullanımlarda yer alırlar [51]. Polisorbat 20, etoksilasyon derecesi 20 olan iyonik olmayan bir yüzey aktif maddedir. Kozmetik endüstrisinde, uçucu yağların çözünürlüğünü artırmak, cildi tahriş etmeden veya aşırı kurutmadan nemlendirici

köpük yıkama bileşimleri yapmak ve estetik açıdan hoş kozmetik ürünler üretmek için kullanılır [61].

Polisorbat 20'nin HLB (Hidrofil-Lipofil Dengesi) değeri 15 veya üzeri olduğundan, çözünürleştirici olarak önemli avantajlar sağlar. Yüzey aktif maddenin su ve yağ ile uyumluluğunu belirten HLB, yüksek değerlerde daha hidrofilik (su seven) ve düşük değerlerde daha lipofilik (yağ seven) özellikler gösterir [64]. İyonik olmayan yüzey aktif maddeler, iyonik olanlara kıyasla daha düşük kritik misel konsantrasyonuna sahip olduklarından ve daha fazla misel üretebildiklerinden daha etkili çözücülerdir. CMC, yüzey aktif maddenin çözeltide misel oluşturmaya başladığı minimum konsantrasyonu ifade eder ve bu noktada yüzey aktif madde molekülleri küçük küreler olan miselleri oluşturmak için bir araya gelir [63].

2.3.4 Etanol

Etanol, tıbbi ürünlerden kozmetiklere, ev ürünlerinden farmasötik preparatlara kadar insan cildiyle doğrudan temas eden birçok üründe kullanılmaktadır. Bu alkol türü, özellikle el dezenfektanları, saç spreyleri ve ağız bakım ürünleri gibi kozmetiklerde çözücü, serinletici ve emilim artırıcı olarak tercih edilir. Etanol, ürünlerin stabilitesini ve dokusunu iyileştirirken, yağ ve su bazlı bileşenlerin homojen bir şekilde karışmasını kolaylaştırır. Ancak, bilimsel literatürde etanolün topikal uygulamalarının güvenliği hakkında çelişkili kanıtlar bulunmakta ve mevcut risk değerlendirmeleri, etanolün cilt ve ağız içi kullanımlarının potansiyel zararlarını tam olarak ele alamamaktadır [66].

Etanol, kozmetik ürünlerde kullanıldığında bazı olumsuz yan etkilerle ilişkilendirilebilir. Örneğin, alkol bazlı ağız bakım ürünlerinin kullanımı, lokal olarak üretilen asetaldehit nedeniyle oral kanser riskini artırabilir. Ayrıca, etanol içeren ürünler cildin doğal nem bariyerini bozarak kuruluğa ve tahrişe neden olabilir. Bu tür ürünlerin uzun süreli kullanımı, deride ciddi hasarlara ve hatta kanserojen etkilere yol açabilir. Bu nedenle, etanol kullanımı titizlikle değerlendirilmeli ve mümkün olduğunda daha az zararlı alternatiflerle değiştirilmelidir. Ayrıca, etanol, çocuklar ve etanol metabolizmasında genetik eksiklikleri olan bireyler için özel riskler taşımaktadır; bu durumlar bağımsız araştırmaların yapılmasını gerektirir [66].

Kozmetik ürünlerde, etanol çözücü, dağıtıcı ve kurutucu olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Şekerlerin fermantasyonuyla üretilen etanol, cildi temizlerken serinletici bir his verir ve diğer bileşenlerin cilt tarafından daha iyi emilimine olanak tanır. Isopropil alkol gibi diğer alkollerin antiviral ve antibakteriyel özellikleri nedeniyle cilt bakım ürünlerinde tercih edilmesine karşın, denatüre alkol içilmez ve genellikle cilt bakım ürünlerinde kullanılır. Cetyl, stearyl ve benzyl alkol gibi yağ alkoller, cilt üzerinde nemlendirici ve koruyucu etkiler sunar. Alkoller, kozmetiklerdeki kullanımlarıyla ürünlerin performansını ve raf ömrünü artırır, derinlemesine temizlik ve yağ kontrolü gibi faydalar sağlar. Bunlar, kullanıcılara pratik bir deneyim sunan hızlı kuruma özellikleriyle de bilinir. Ancak, alkol bazlı ürünlerin aşırı kullanımı, kuruluk, nem kaybı ve hassas ciltlerde tahriş gibi dezavantajlara yol açabilir [67].

2.3.5 Sodyum Benzoat

Sodyum benzoat, kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir koruyucudur ve özellikle nötr pH koşullarında Candida albicans gibi mantar kültürlerinin büyümesini engellemede oldukça etkilidir. Asidik ortamlarda bu etkinliği azalsa da, sodyum benzoat genellikle doğal ekstrelerle birleştirilerek fungisidal etkinliği artırılır. Özellikle, nötr pH koşullarında sodyum benzoatın mantar önleyici etkisi, birçok doğal ekstre ile sinerjik bir şekilde arttırılabilir. Bu kombinasyonlar, kozmetik formülasyonlarda daha güvenli ve etkili bir koruma sağlar. Sodyum benzoatın düşük toksisitesi, kozmetik ürünlerde güvenilir bir koruyucu olarak kullanımını desteklerken, diğer doğal ekstrelerle kombinasyonları, ürünlerin mikrobiyal kontaminasyon riskini minimize eder. Bu özellikler, sodyum benzoatı ve onunla birleştirilen doğal ekstreleri, tüketici sağlığını koruma ve ürün güvenliğini artırma konusunda kozmetik formülasyonlar için ideal seçenekler haline getirir [68].

Yapılan bir araştırmada, Polonya'daki seçilmiş kozmetik ürünlerde kullanılan koruyucu türleri ve kullanım sıklıkları incelenmiştir. Analiz edilen 325 yetişkin kozmetik ürününde, sodyum benzoat %42.2 oranında (137 ürün) kullanılmıştır. Bu bulgu, sodyum benzoatın kozmetik sektöründe oldukça yaygın ve güvenilir bir koruyucu olarak tercih edildiğini göstermektedir [69].

2.3.6 Aktif Karbon

Aktif kömür, yüksek gözenekliliği ve geniş yüzey alanı sayesinde kozmetik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu özellikler, cilt üzerindeki bakteri ve kirleri emerek, akne tedavisine yardımcı olur, böcek ısırıklarını iyileştirir, gözenekleri küçültür ve çeşitli cilt rahatsızlıklarını hafifletir[71,72]. Ayrıca, ciltten yağ, koyu lekeler ve kirleticiler gibi istenmeyen maddeleri adsorbe eder. Bu nedenle, aktif kömür; yüz temizleyicileri, gözenek bantları, karbonatlı maskeler ve sabunlar gibi ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 2.8: Aktif karbon görüntüsü [74]

Kozmetik ve farmasötik şirketler, aktif kömür içeren ürünlerin yetişkin aknesi, kesikler, küçük enfeksiyonlar, kaşıntılı kafa derisi ve seboreik dermatit gibi cilt sorunlarının tedavisinde etkili olabileceğini ifade etmektedir [72]. Aktif kömürün zehirlerle olan güçlü bağlar kurma kapasitesi, tıbbi uygulamalarda zehirlenme vakalarında gastrik lavaj yönteminde kullanılmasına olanak sağlamıştır [66]. Dermatologlar, bu mekanizmanın çevresel toksinlere maruz kalan cildin temizlenmesinde de etkili olduğunu belirtmekte, ölü deri ve bakterilerle bağ kurarak yıkandığında cildi temiz ve sağlıklı bıraktığını ifade etmektedir.

Ek olarak, aktif kömürün antibakteriyel ve antifungal özellikleri, sedef hastalığı ve egzama gibi cilt durumlarının tedavisinde kullanılmasını sağlar [67]. Kafa derisindeki kepeği ve kiri etkili bir şekilde temizleyerek şampuanlara değerli bir katkı sunar [68]. Diğer yandan, aktif kömür içeren diş macunları ve ağız bakım ürünleri, aşındırıcı özellikleri sayesinde lekeleri temizlemeye yardımcı olur ve diş beyazlatma etkisi sağlar [72].

Bununla birlikte, biyokütle bazlı aktif karbon kozmetik teknolojisinin gelecekteki yaygın gelişimi ve benimsenmesi için çeşitli zorluklar ele alınmalıdır. Öncelikle, biyokütleden elde edilen aktif karbonun tutarlılığını ve saflığını garanti altına alacak standartlaştırılmış üretim yöntemleri ve kalite kontrol önlemleri gereklidir [73]. Bu, aktivasyon sürecini ve karbonun özelliklerini geliştirmek için daha fazla araştırma ve geliştirme gerektirir. Ayrıca, biyokütle kaynaklarının ölçeklenebilirliği ve çevresel etkisi, sürdürülebilir üretim uygulamaları açısından dikkatle değerlendirilmelidir. Bu zorlukların üstesinden gelinmesi, biyokütle bazlı aktif karbonun kozmetik ürünlere entegrasyonunu sağlayacak ve tüketicilere doğal ve sürdürülebilir alternatiflerle uyumlu çevre dostu ve etkili cilt bakım çözümleri sunacaktır [73].

2.3.7 Fındık Yağı

Corylus avellana L. familyasının bir üyesi olan popüler fındık, Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında, Güney Avrupa'da (İtalya, İspanya, Portekiz ve Fransa), Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı bölgelerinde (Oregon ve Washington) ve kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde üretilmektedir. Dünya genelinde fındığın yüzden fazla çeşidi bulunmaktadır.

Türk fındığı ise (Corylus colurna), huşgiller (Betulaceae) familyasına ait olan Corylus cinsinin bir türüdür. Dünya fındığının yaklaşık %56'sı Türkiye'de üretilmekte ve %82'si ihraç edilmektedir [75]. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığına göre 2022 yılında yaklaşık 765 bin ton fındık üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye dünyada en fazla fındık üreten ülkedir. Dünyadaki ihrcatın yaklaşık %65-70'ini karşılar. Ancak bu ihracatın çok büyük bir yüzdeliği besin amaçlıdır. Zengin fenolik içeriği ve yan biyoaktif ürünleri sayesinde fındık, insan diyetinde günlük olarak tüketime sahiptir [77].

Lipitler, protein, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, şekerler ve steroller fındıkta bulunan ana besin maddeleridir ve bu elementlerin miktarları fındığın çeşidine göre farklılık gösterir [75]. Fındık yağının içinde, oleik asit, linoleik, palmitik, stearik ve linolenik asit vardır. Fındık yağının %98.4 triasilgliserol ve %0.2'den az fosfolipid içerdiği tespit edilmiştir [77]. Ayrıca ağırlıklı olarak α-tokoferol (E vitamini) ve γ-tokoferol olmak üzere tokoferoller ve sitosterol, kampesterol ve delta dahil olmak üzere fitosteroller içerir [6]. Fındık, içerdiği tokoferoller sayesinde antioksidan etkisi gösterir. Literatürde, fındık yağının yaşlanma karşıtı ürünlerinde kullanıldığı bilinmektedir [7, 78]. E Vitamini ise, fındıkta bulunan ve güçlü antioksidanlar olarak işlev gören biyoaktif bileşiklerden biridir. Bunlar yaşlanma belirtilerini azaltabilir ve bunama (Alzheimer) ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıklara karşı önleyici bir adım olarak hareket edebilir. E vitamininin en güçlü formlarından biri olan αtokoferol, en yüksek antioksidan potansiyele sahip biyoaktif bileşendir. Hatta antioksidan özellikleri ve ateroskleroz ve kanseri önlemedeki potansiyel faydaları araştırılmıştır [76].

Tablo 2.1: Fındık yağının içerdiği yağ asitleri [76]

Type	Fatty Acid Name	Composition	Percentage (%)	Amount (%)
Saturated Fatty Acid	Myristic Acid	C14:0	0.03	7.52
	Pentadecanoic Acid	C15:0	0.01	
	Palmitic Acid	C16:0	4.96	
	Margaric Acid	C17:0	0.04	
	Stearic Acid	C18:0	2.46	
	Lignoceric Acid	C24:0	0.01	
Monounsaturated Fatty Acid	Oleic Acid (ω-9)	C18:1	80.6	80.9
	Palmitoleic Acid	C16:1	0.15	
	Gadoleic Acid	C20:1	0.19	
Polyunsaturated Fatty Acid	Linoleic Acid (ω-6)	C18:2	11.2	11.5
	Linolenic Acid (ω-3)	C18:3	0.27	
Trans Fat	Conjugated Linolenic Acid Trans-Octadecatrienoic acid	Trans C18:2 Trans C18:3	0.13	0.13

Uzun süreli nemlendirme etkisini sağlayan yüksek lipit içeriği nedeniyle, fındık yağı cilt bakım ürünlerinde yenileyici, canlandırıcı ve nemlendirici bir bileşen olarak bulunur [79]. Eczanelerde pazarlanan kozmetik ürünler üzerinde yapılan araştırmalara göre, *C. americana Marsh.* türünün fındık yağı cilt yenileyici serumlarda kullanılırken, *C. avellana L.* türü kremlerde, serumlarda, vücut yağlarında ve göz çevresi kremlerinde kullanılmaktadır [80]. Farklı fındık türlerinden elde edilen yağlara ilişkin bilimsel literatür incelendiğinde, bazı

kozmetik ürünlerin bileşeni olan ve kozmetik olarak kullanılan fındık yağına ilişkin araştırma sayısının az olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalar *C. americana* ve *C. avellana* yağlarının zararsız olduğunu öne sürse bile, genotoksisite, UV emilimi, 28 günlük dermal toksisite ve cilt tahrişi ve hassaslaşması üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekir [81,82].

2.3.8 TiO_2 Nanopartiküller

2.3.8.1 Kozmetikte Nanopartiküller

Nanomateryaller, benzersiz fizikokimyasal özellikleri nedeniyle kozmetik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık 30 yıldır bu endüstride nanoteknolojiye dayalı malzemelerden faydalanılmaktadır. Avrupa Birliği'nde nanomateryaller, 1 ila 100 nm arasındaki iç veya dış boyutlara sahip, çözünmeyen veya biyolojik olarak kalıcı ve kasten üretilmiş malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Mikro ölçekli kozmetiklerle kıyaslandığında, nanomateryaller daha uzun süreli etkiler ve artırılmış stabilite gibi belirgin avantajlar sunar. Nanopartiküllerin geniş yüzey alanı, bileşenlerin cilde daha etkili bir şekilde taşınmasını sağlar. Kozmetik endüstrisindeki başlıca amaçlar arasında yeni renk unsurları sunmak, uzun süreli etkiler yaratmak ve ürün içeriğinin cilde daha iyi nüfuz etmesini sağlamak bulunmaktadır. Bu malzemelerin kozmetikte en yaygın kullanıldığı alanlardan biri güneş koruyucu ürünlerdir. Ayrıca, nanomateryallerin antibakteriyel özellikleri, cildi mikroorganizmalara karşı korumada önemli bir rol oynar [28].

2.3.8.2 TiO_2 Nanopartikülleri

Titanyum dioksit nanopartikülleri kozmetik sektöründe fotokoruyucu özellikleri nedeniyle UVA, UVB ışınları önleyici, beyazlaştırıcı, yağlayıcı ve kalınlaştırıcı olarak kullanılır. Güneş kremleri ve losyonlarda karşımıza çokça çıkarlar [84]. Yapılan çalışmalar daha çok TiO2NPlerin güneş koruyucu özellikleri ile ilgilidir. TiO2NPleri, UV-A ve UV-B gibi zararlı ultraviyole ışığını yansıtırken UV ışığını absorbe etmede daha büyük partikül boyutlu muadillerinden daha etkilidirler. Bu nanopartikülleri içeren güneş koruyucu formülasyonlar daha az yağlı, şeffaf, daha az kokulu ve estetik olarak çekici olurlar. TiO2NPler fotokatalitik doğası ve kimyasal olarak stabil, toksik olmayan, ucuz ve Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen (GRAS) bir madde olması nedeniyle cazip bir antimikrobiyal bileşik olarak kabul

edilmiştir. Çalışmalar, TiO2NPlerin Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilerin geniş bir yelpazesine karşı mükemmel antifungal ve antibakteriyel özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur [85].



Şekil 2.9: TiO_2 nanopartiküllerin toz görüntüsü [88]

Nano-TiO2, UV filtresi olarak cilt kanserleri ve güneş yanıkları önlemede etkinliği kanıtlanmıştır. Ancak, nanopartiküllerin küçük boyutları nedeniyle deri, solunum veya gastrointestinal bariyerleri aşarak vücuda yayılma potansiyeli taşıdığı ve böylece tüketici için potansiyel bir risk oluşturduğu endişeleri bulunmaktadır. Yine de yapılan çoğu araştırma, nano-TiO2'nin sağlıklı veya zarar görmüş ciltte derinlemesine nüfuz etmediğini ve genel dolaşıma geçmediğini göstermektedir. Avrupa Kimyasallar Ajansı tarafından desteklenen Bilimsel Tüketici Güvenliği Komitesi (SCCS), nano-TiO2'nin kanserojenlik, mutajenlik veya üreme üzerindeki toksik etkileri olmadığını onaylamış ve ciltte %25'e kadar bir konsantrasyonda kullanıldığında herhangi bir sağlık riski taşımadığını belirtmiştir. Ancak, SCCS nano-TiO2'nin püskürtme yoluyla akciğerlere ulaşabileceği ürünlerde kullanımını önermemektedir. Ayrıca, dudak balmaları gibi ürünlerde kazara yutulduğunda nano-TiO2'nin herhangi bir sağlık sorununa yol açmayacağı belirtilmiştir. Ancak, inhalasyonla ilgili potansiyel zararlardan dolayı püskürtmeli ürünlerde ve oral toksisite riski nedeniyle dudak ürünlerinde nano-TiO2 kullanımı önerilmemektedir [86][87].

3
MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal ve Metot

3.1.1 Materyaller

3.1.1.1 Kullanıkan Araç ve Gereçler

- Elektronik Terazi
- Hassas Terazi
- Buzdolabı
- Etüv
- pH Metre
- Manyetik Karıştırıcı
- Cilt Nem Ölçüm Cihazı
- Viskozitemetre

3.1.1.2 Kullanıkan Kimyasallar

- Polivinil Alkol
- Gliserin
- Polietilen Glikol
- Polisorbat 20
- Etanol
- Sodyum Benzoat
- Aktif Karbon
- Fındık Yağı

- TiO_2 Nanopartiklleri
- Distile Su

3.1.2 Metot

Fındık Yağı ve Titanyum Dioksit Nanopartikülleri içeren soyulabilir maske formülasyonu için aşağıdaki tabloda verilen malzemeler kullanılmıştır.

Tablo 3.1: Soyulabilir maske formülasyonunda kullanılan materyaller

Materyaller	**Amaç**	**F0**	**F1**	**F2**	**F3**
Polivinil alkol (PVA)	Film yapıcı	%14	%14	%14	%14
Gliserin	Yumuşatıcı ajan	%3	%3	%3	%3
Polietilen glikol (PEG 400)	Sürfektan	%1	%1	%1	%1
Polisorbat 20 (Tween Twenty)	Polimer	%0.5	%0.5	%0.5	%0.5
Etanol	Kuruma	%1	%1	%1	%1
Sodyum benzoat	Koruyucu	%0.2	%0.2	%0.2	%0.2
Aktif Karbon	Aktif içerik	-	%1	%1	%1
Fındık Yağı	Aktif İçerik	-	%2	%3	%2
TiO_2 nanopartikül	Aktif İçerik	-	%0.1	%0.2	%0.2
Distlile su	Taban	%100 'e kadar	%100 'e kadar	%100 'e kadar	%100 'e kadar

3.2 Soyulabilir Maskenin Hazırlanışı

Polivinil Alkol (PVA) Çözeltisinin Hazırlanması:

Polivinil alkol (%14) oranında, damıtılmış suyun (%60) içinde 80°C'de sürekli karıştırılarak eklenir. Karışım, tam homojen hale gelene kadar ısıtılarak karıştırılır ve polivinil alkolün distile su içinde tamamen çözülmesi sağlanır. Polivinil alkol çözeltileri genellikle yüksek sıcaklıkta çözülür, bu yüzden dikkatli bir şekilde karıştırmak önemlidir. Çözelti homojen hale geldiğinde, karışım diğer malzemelerin eklenmesi için 40°C'ye soğutulur.

Yumuşatıcı ve Sürfektan Eklentisi

Karışım 40°C'ye ulaştığında, yumuşatıcı olarak gliserin, sürfektan olarak polietilen glikol (PEG 400) 3:1 oranında karışıma eklenir ve iyice karıştırılır. Bu adım, maskenin esnekliğini ve ciltte yayılabilirliğini artırır.

Polisorbat 20'nin Eklenmesi

Polisorbat 20 (%0.5 oranında) eklenir ve karışımın daha stabil hale gelmesi sağlanır. Bu adım, maskenin cilt yüzeyinde daha iyi tutunmasını ve homojen bir film oluşturmasını sağlar.

Etanol ve Atkif Karbonun Eklenmesi

1 ml etanol çözücü olarak karışıma eklenir. Etanol, maskenin uygulama sonrası kuruma hızını artırır. Ardından, %1 oranında aktif karbon eklenir. Aktif karbon, maskeye derinlemesine temizlik ve arındırma özellikleri kazandırır.

Fındık Yağı ve TiO_2 Nanopartiküllerinin Eklenmesi

Fındık yağı (%1-2 oranında) ve titanyum dioksit nanopartikülleri (%0.5-1 oranında) karışıma eklenir. Fındık yağı, maskeye antioksidan ve nemlendirici özellik kazandırırken, TiO_2 nanopartikülleri antibakteriyel, antifungal ve antioksidan etkileriyle maskenin etkinliğini artırır. Bu bileşenler eklenirken sürekli karıştırmaya dikkat edilmelidir.

Formülasyonun Son Kez Karıştırılması

Karışıma, %100 (w/w) toplam hacime ulaşana kadar distile su eklenir. Karışım, tam homojen bir yapı kazanana kadar düşük hızda karıştırılır. Bu adım, maskenin tüm bileşenlerinin homojen bir şekilde dağılımını sağlar.

3.3 Soyulabilen Maskeye Yapılan Testler

3.3.1 Fiziksel Testler

3.3.1.1 Homojenlik Testi

Homojenlik testi, maskenin bileşenlerinin eşit şekilde dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu testte, maske formülasyonu cam veya şeffaf bir yüzeye uygulandıktan sonra, görsel inceleme ile partiküllerin dağılımı ve

olası agregat oluşumu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, maskenin homojenliğini değerlendirmek için önemli bir gösterge olmuştur.

3.3.1.2 Renk ve Koku Testi

Renk ve koku testi, maskeyi estetik ve kullanıcı deneyimi açısından değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Maskenin rengini ve kokusunu belirlemek için maskenin fiziksel özellikleri gözlemciler tarafından dikkatle incelenmiştir. Bu test, maskenin kullanıcılar üzerindeki algısını ve kabul edilebilirliğini belirlemek açısından önemlidir.

3.3.1.3 Film Kuruma Süresi Testi

Uygulama sonrasında maskenin kurumasının ne kadar sürdüğünü bulmak için film kuruma süresi testi yapılmıştır. Bu testte, el dersinin arkasına yeterli incelikte maske preparatı uygulandıktan sonra jel fazından bir soyulma tabakasının oluşmasının ne kadar sürdüğünü kaydetmek için bir zamanlayıcı kullanılmıştır. Kuruma süresi, kullanıcının maskeyi takarken ne kadar rahat hissettiği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

3.3.1.4 pH Değeri

Maskenin cilde güvenli bir şekilde uygulanabileceğinden emin olmak için pH değeri testi yapılmıştır. Maske formülasyonunun pH değeri, cilt için ideal aralık olan 4,5 ila 7 arasında olup olmadığını görmek için bu testte değerlendirilmiştir. pH değeri, ciltte irritasyon riskini azaltmak açısından kritik öneme sahiptir.

3.3.1.5 Stabilite Testi

Stabilite testi, maske formülasyonunun zamanla fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyup korumadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu test kapsamında, hazırlanan maske farklı sıcaklıklarda (4 °C, 25 °C, ve 50 °C) inkübe edilmiştir ve zaman içindeki değişimler dikkatlice izlenmiştir. Stabilite testinin sonuçları, ürünün raf ömrü ve kullanım süresi açısından önemli bilgiler sağlayacaktır.

3.3.2 Karakterizasyon Testleri

3.3.2.1 Antibakteriyel Aktivite Tayini

Hazırlanan formülasyonların antimikrobiyal aktiviteleri, agar disk difüzyon metodu kullanılarak test edildi. Önceden petrilere dökülen besi yerlerine 0,5 McFarland

bulanıklık standardına göre (108 CFU/mL) hazırlanan bakteri süspansiyonlarından 20 µL alınıp, besiyerine yayılarak ekim yapıldı. Daha sonra, besi yeri üzerinde açılan yaklaşık 5 mm çapındaki kuyucuklara örnek çözeltilerinden (1 mg/mL) 20 µL eklenerek 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra oluşan zone çapları (mm) ölçülerek değerlendirme yapıldı. Pozitif kontrol olarak antimikrobiyal aktivitesi olduğu bilinen ticari streptomisin antibiyotik, negatif kontrol olarak distile su kullanıldı.

3.3.2.2 Viskozite Tayini

Maske formülasyonunun akışkanlık özellikleri, viskozite testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu ölçüm, oda sıcaklığında bir Brookfield viskozimetresi kullanılarak yapılmıştır. Test sürecinde, cihazın döner elemanının farklı hızlarda dönmesiyle formülasyonun viskozitesi detaylı bir şekilde izlenmiş ve formülasyonun tutarlılığı hakkında kesin bilgiler elde edilmiştir. Bu test, maske formülasyonunun sürülebilirlik ve uygulama kolaylığı gibi, kullanıcı deneyimi için kritik olan özellikleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen viskozite değerleri, formülasyonun performansı ve stabilitesi hakkında önemli bilgiler sağlayarak, ürün geliştirme sürecine değerli katkılarda bulunmaktadır.

3.3.2.3 Soyulabilirlik Performansı

Soyulabilirlik performansı testinin amacı, maskenin ciltten ne kadar kolay ve temiz bir şekilde soyulabildiğini değerlendirmektir. Bu amaçla, önceden belirlenen iki alana mavi mürekkep ile boyama yapılmıştır. Bu boyalı alanlardan birinin üzerine hazırlanan soyulabilir maske uygulanmıştır. Maske kuruduktan sonra soyularak çıkarılmış ve maske ile birlikte mavi mürekkebin ne kadarının ciltten uzaklaştırıldığı gözlemlenmiştir. Bu test, maske katmanının soyulma işlemi sırasında bütünlüğünü koruyup korumadığını ve ölü deri hücreleri, yağlar ile kirleticileri ciltten ne kadar etkili bir şekilde temizlediğini değerlendirmek için kullanılmıştır.

3.3.2.4 Sitotoksisite Testi

- **Sterilizasyon Şartları:**

  Ultraviyole (UV) Işınları: Kullanılan tüm aletler ve malzemeler, 254 nm dalga boyunda UV ışığı ile 20 dakika süresince sterilize edilmiştir. Bu işlem,

laboratuvar ortamında çapraz kontaminasyon riskini minimize etmek ve test süresince hücre kültürünün bütünlüğünü korumak için uygulanmıştır.

- **Çevre Şartları:**
  Ortam Sıcaklığı: Testler, optimal hücre büyümesi için gerekli olan (22 ± 3)°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir.
- **Bağıl Nem:**
  Hücrelerin inkübasyonu ve test süreçleri, %50 ± 15 bağıl nem koşullarında yürütülmüştür. Bu, hücrelerin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve test maddelerinin etkilerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için kritik öneme sahiptir.

Sitotoksisite testi (MTT testi) aşağıdaki adımları takip ederek gerçekleştirilmiştir:

1. **Hücre Kültürü Hazırlığı:** İnsan meme adenokarsinoma hücreleri DMEM besiyeri (%10 fetal sığır serumu, %1 penisilin/streptomisin) içerisinde kültürlendi. Hücreler, oksijen ve karbondioksit dengesi sağlanmış, 37°C sıcaklıkta inkübe edildi.
2. **Hücre Ekimi:** Hücreler, 96 kuyucuklu mikrotitre plakalarına 5x10^3 hücre/kuyucuk olacak şekilde eşit olarak dağıtıldı.
3. **İlaç Uygulaması:** MTT testi için, hazırlanan hücrelerin üzerine çeşitli konsantrasyonlarda test maddesi (0.03 mg/mL ila 1.00 mg/mL arası) uygulandı. Bu işlem biyolojik tekrarlarla 24 saat boyunca tekrarlandı.
4. **MTT İncübasyonu:** 24 saat sonunda, plakalara 0.5 mg/mL konsantrasyonda MTT çözeltisi eklendi ve hücreler 37°C'de 3 saat daha inkübe edildi.
5. **Formazan Kristallerinin Çözülmesi:** İncübasyon sürecinin ardından oluşan formazan kristalleri dimetil sülfoksit (DMSO) ile çözüldü.
6. **Absorban Ölçümü:** Çözülen formazanın absorbans değerleri 540 nm dalga boyunda bir spektrofotometre kullanılarak ölçüldü.
7. **Değerlendirme:** Elde edilen absorbans değerleri, kontrol grubuna göre hesaplanarak, hücre canlılığı yüzdesi olarak ifade edildi.

Bu test, hücrelerin test edilen maddeye tepkisini değerlendirerek, potansiyel sitotoksisiteyi belirlemek için kullanılmaktadır.

3.3.2.5 İritasyon Testi

Tahriş testinin ardından, maske formülasyonunun uygulandığı yanak bölgesinde yapılan gözlemler ve fotoğrafik incelemeler herhangi bir olumsuz etki göstermemiştir. Test öncesi ve sonrası çekilen fotoğraflarda herhangi bir farklılık tespit edilmemiş, kaşıntı, kızarıklık veya başka bir tahriş şikayeti rapor edilmemiştir. Bu sonuçlar, maske formülasyonunun yüksek düzeyde cilt

uyumluluğuna sahip olduğunu ve cilde uygulandığında tahrişe neden olmadığını göstermektedir. Bu bulgular, ürünün alerjik tepki riskini azalttığını ve güvenli kullanımını desteklediğini belirtmektedir. Bununla birlikte, maske formülasyonunda fındık yağı kullanıldığı için fındık alerjisi olan bireylerin bu ürünü kullanmadan önce dikkatli olmaları gerekmektedir.

3.3.2.6 Nem Testi

Soyulabilir maskenin ciltteki yağı temizleme ve cildi nemlendirme etkisini değerlendirmek amacıyla bir nem testi gerçekleştirilmiştir. Bu test kapsamında, yüzün yanak bölgesine uygulanan maskeden önce ve sonra, cildin nem ve yağ oranı FCM-2 cilt yağ ve nem ölçer cihazı ile ölçülmüştür. Testin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için ölçümler, farklı zaman dilimlerinde 3 kez tekrarlanmıştır. Bu yaklaşım, maskenin cilde olan etkilerinin daha detaylı bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır.

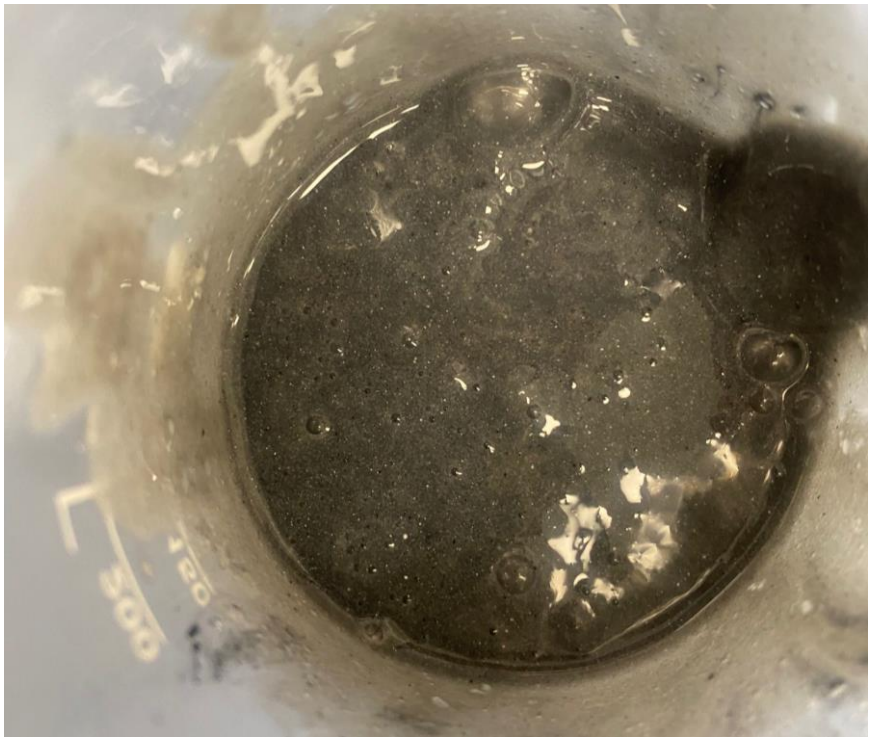
4
SONUÇ

4.1 Soyulabilen Maskeye Yapılan Testlerin Sonuçları

4.1.1 Fiziksel Testlerin Sonuçları

4.1.1.1 Homojenlik Testi Sonucu

Homojenlik testi, maske formülasyonundaki bileşenlerin eşit şekilde dağılıp dağılmadığını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Test sonucunda, formülasyonun homojen bir yapı kazanabilmesi için uzun süreli ve etkili bir karıştırma işleminin gerekliliği ortaya konulmuştur. Bu durum, maskenin düzgün uygulanabilirliği ve etkin performansı için kritik bir faktör olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 10.1: Soyulabilir maske görüntüsü

4.1.1.2 Renk ve Koku Testi Sonucu

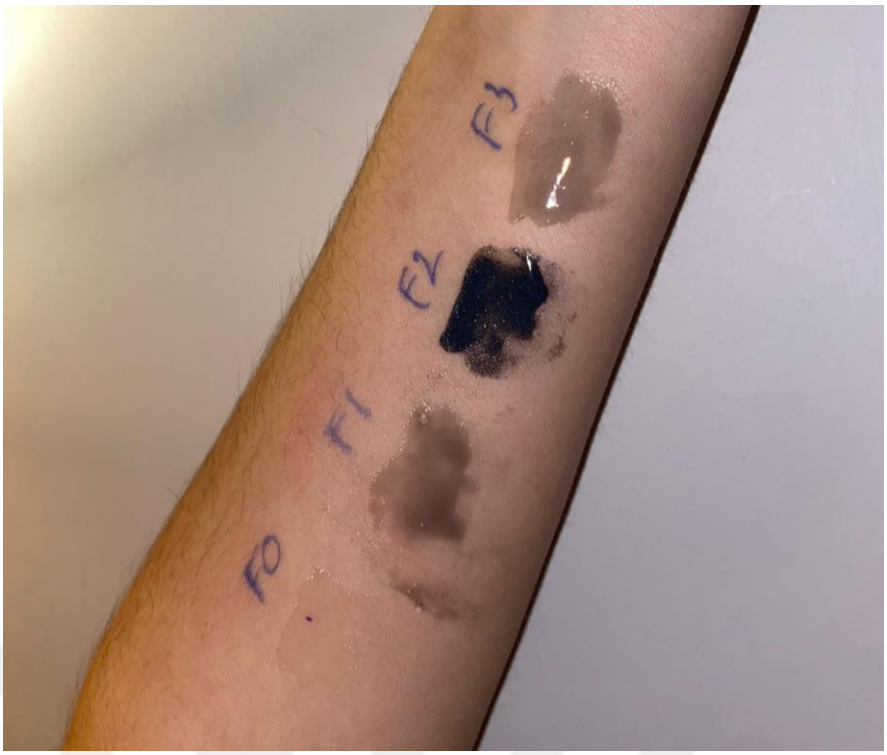
Renk ve koku testleri, maske formülasyonunun estetik ve kullanıcı deneyimi açısından değerlendirilmesine imkan tanımıştır. Aktif karbonun katkısıyla elde edilen koyu gri renk, maskenin temizleyici özelliklerini görsel olarak güçlendirirken, fındık yağından gelen hafif fındık kokusu kullanım esnasında rahatlatıcı bir atmosfer oluşturmuştur. Bu özellikler, maskenin kullanıcılar tarafından hem estetik hem de işlevsel olarak olumlu bir şekilde algılanmasına katkı sağlamış, böylece kullanıcı memnuniyetini ve kabul edilebilirliğini artırmıştır.

4.1.1.3 Film Kuruma Süresi Testi Sonucu

Soyulabilirlik performans testinin amacı, maske formülasyonlarının (F0, F1, F2 ve F3) bir insan kolunun derisine belirtilen miktarlarda ve kalınlıklarda uygulandıktan sonra ne kadar sürede kuruduğunu belirlemekti. Maske formülasyonlarının uygulanmasının ardından, kuruma süreleri bir zamanlayıcı kullanılarak kaydedilmiş ve her bir formülasyon için gereken süre not edilmiştir. Kalın uygulanan alanların kuruması için 1-2 daha gerekebilir. Bu süreler boyunca, maske uygulamasının kullanıcı deneyimi ve kullanışlılığı incelenmiştir. Maskelerin kullanımı ve etkinliğine ilişkin önemli ayrıntılar toplanan verilerle ortaya çıkarılmıştır. Bu test prosedürü, maskelerin soyulabilirliğini ve kuruma hızını tarafsız bir şekilde değerlendirmek için gereklidir. Aşağıdaki tabloda, formülasyonlara göre kuruma süreleri dakika biriminde belirtilmiştir.

Tablo 4.1: Film kuruma süreleri

Formülasyonlar	Kuruma Süresi
F0	8 dk
F1	9 dk
F2	9 dk
F3	8 dk



Şekil 11.2: Formülasyonların kol üzerindeki görüntüleri

4.1.1.4 pH Değeri Testi Sonucu

Formülasyonun cilt üzerindeki kullanım güvenliği, pH testi ile değerlendirilmiştir. Test sürecinde kullanılan pH kağıdı aracılığıyla yapılan ölçümler sonucunda, maske formülasyonunun pH değeri yaklaşık 6.7 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, formülasyonun hafif asidik yapısını ve ciltle iyi bir uyum sağladığını göstermektedir. pH değeri 6.7 civarında olması, cildin doğal asit mantosunu koruyarak güvenli bir kullanım sunar ve bu seviye cilt sağlığı için kabul edilebilir bir aralıkta yer almaktadır. Bu nedenle, bu pH düzeyi formülasyonun çoğu cilt tipi için güvenli ve uygun olduğunu işaret etmektedir.

4.1.1.5 Stabilite Testi Sonucu

Maske formülasyonunun zaman içinde kimyasal ve fiziksel özelliklerini nasıl koruduğunu belirlemek amacıyla yapılan stabilite testi sırasında, formülasyon farklı sıcaklıklarda (4 °C, 25 °C ve 50 °C) inkübe edilmiş ve altı ay boyunca değişiklikler yakından takip edilmiştir. Test sonuçları, altı ayın sonunda maskelerde herhangi bir bozulma olmadığını göstermiştir. Ancak, 4 °C'de saklanan maske biraz daha mat bir görünüme bürünmüşken, 50 °C'de saklanan maske daha ince bir yapı

sergilemiştir. Oda sıcaklığındaki (25 °C) maske ise herhangi bir değişiklik göstermemiş ve stabil kalmıştır. Bu bulgular, maske formülasyonunun sıcaklık dalgalanmalarına karşı hassas olduğunu, ancak genel olarak stabil olduğunu ve oda sıcaklığında saklandığında optimum koşullar altında en iyi korumayı sağladığını ortaya koymaktadır.

4.1.2 Karakterizasyon Testi Sonuçları

4.1.2.1 Antibakteriyel Aktivite Sonucu

Formülasyonların antimikrobiyal aktiviteleri agar disk difüzyon testi ile değerlendirilmiştir. Görselde görüldüğü üzere, *E. coli* ve *S. aureus* bakteri türlerine karşı yapılan testlerde, negatif kontrol olarak kullanılan distile su (Numune 1) her iki bakteri türünde de inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Pozitif kontrol olan streptomisin (Numune 4) ise hem *E. coli* hem de *S. aureus*'ta etkili inhibisyon zonları oluşturmuştur, bu da beklenen bir sonuçtur.

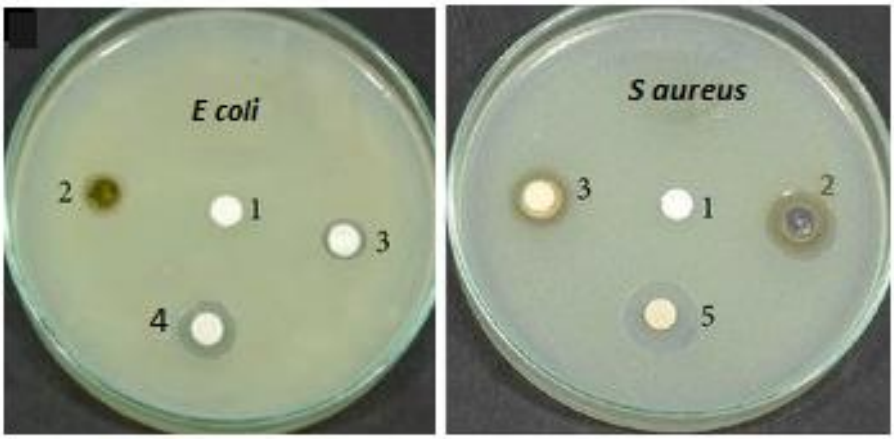
2A formülasyonu (Numune 2) *E. coli*'de 14 mm ile 17 mm arasında, *S. aureus*'ta ise 20 mm ile 23 mm arasında değişen inhibisyon zonları oluşturmuştur. Bu sonuçlar, formülasyonların belirli mikroorganizmalara karşı etkili olabileceğini ve potansiyel olarak antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Her iki formülasyonun da *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı pozitif kontrolle karşılaştırılabilir düzeyde etkinlik gösterdiği görülmektedir. Tablo 5'teki verilerden anlaşıldığı üzere 2A kodlu formülasyon Gram pozitif bakteri üzerinde daha etkindir. Bunun temel nedeni, bu iki bakteri türünün hücre duvarlarının yapısal farklılıklarıdır.

Gram-pozitif bakteriler kalın bir peptidoglikan tabakasına sahiptirler. Bu tabaka, hücre duvarının dış kısmında yer alır. Gram-pozitif bakterilerde dış zar bulunmaz, bu nedenle antibakteriyel maddeler hücre duvarına daha kolay nüfuz edebilir. Gram-negatif bakterilerde ise daha ince bir peptidoglikan tabakası vardır, ancak bu tabaka hücre dışındaki bir dış zar ile korunur. Dış zar, lipopolisakkarit (LPS) ve proteinlerden oluşur ve birçok antibakteriyel maddeye karşı bir bariyer işlevi görür. Gram-negatif bakteriler, dış zarda bulunan porin proteinleri sayesinde seçici geçirgenlik sağlar, bu da antibakteriyel maddenin girişini zorlaştırabilir. Antibakteriyel maddeler Gram-pozitif bakterilerde doğrudan peptidoglikan tabakasına bağlanabilir veya bu tabakayı parçalayabilir. Hücre zarıyla temasları daha kolaydır, çünkü koruyucu bir dış zar yoktur. Oysa Gram-negatif bakterilerde

antibakteriyel maddelerin önce dış zarı aşması gerekir. Dış zar, lipofilik veya büyük moleküllerin geçişine engel olabilir. Ayrıca, Gram-negatif bakteriler, antibakteriyel maddelere direnç sağlayan efluks pompaları veya enzimatik mekanizmalar geliştirebilir.

Tablo 5.2: Formülasyonların *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite sonuçları (inhibisyon zon çapları, mm)

	1	2	4
E coli	-	14	17
S aureus	-	20	23



Şekil 12.3: Formülasyonların ve kontrollerin *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı inhibisyon zonları

4.1.2.2 Viskozite Testi Sonucu

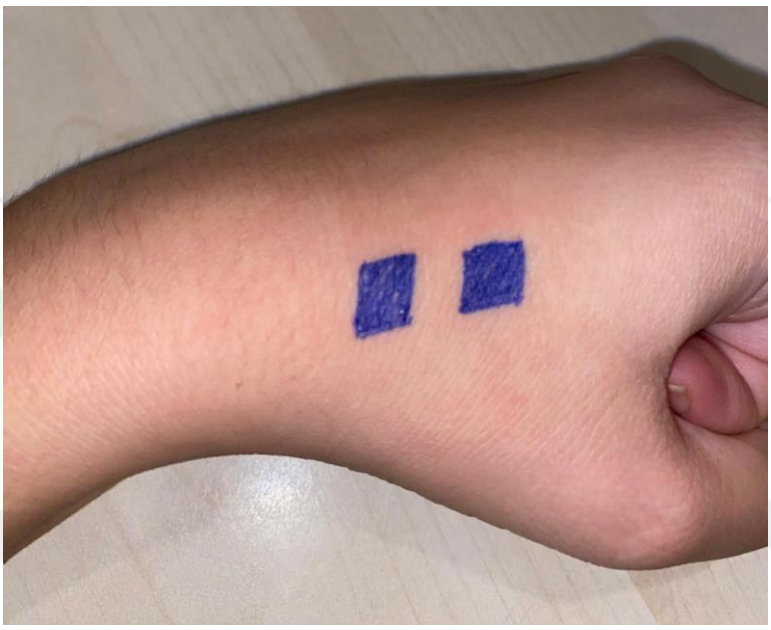
Maske formülasyonunun viskozitesi, Brookfield viskozimetresi kullanılarak S6 ayarında ölçüldüğünde 8800 cp ve 8.8 tork değeri elde edilmiştir.

4.1.2.3 Soyulabilirlik Performansı Sonuçları

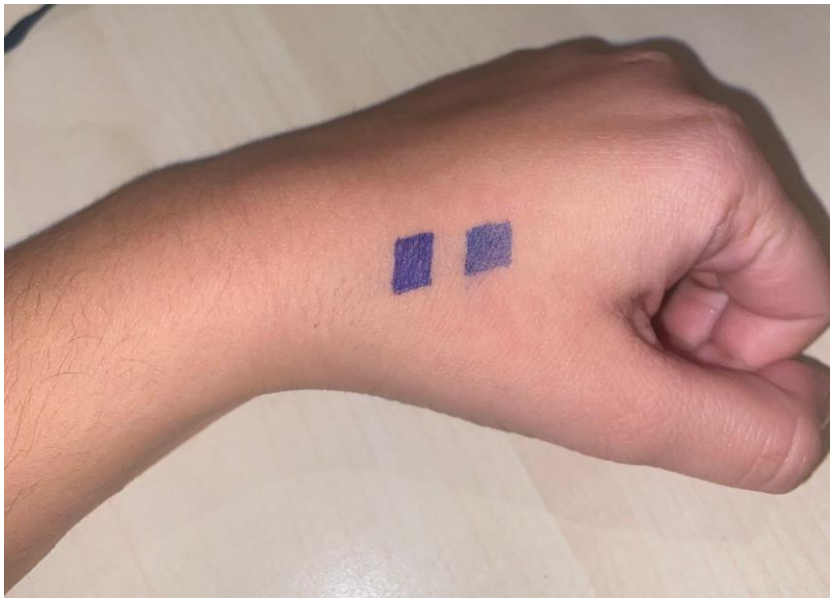
Soyulabilirlik performansı testi kapsamında yapılan gözlemler şu şekilde değerlendirilmiştir:

Maskenin uygulandığı alandaki mavi mürekkep, maskenin soyulmasıyla birlikte ciltten etkili bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Maskenin soyulma işlemi sırasında katman bütünlüğünü koruduğu gözlemlenmiştir. Maske, cildteki mürekkep ile birlikte ölü deri hücreleri ve kirleticileri de etkili bir şekilde temizleme potansiyeli göstermiştir.

Bu sonuçlar, geliştirilen maskenin ciltten temizlenme sırasında bütünlüğünü koruduğunu ve temizleyici etkisinin yüksek olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 13.4: Soyubilirlik performansı testi öncesi



Şekil 14.5: Soyubilirlik performansı testi sonrası

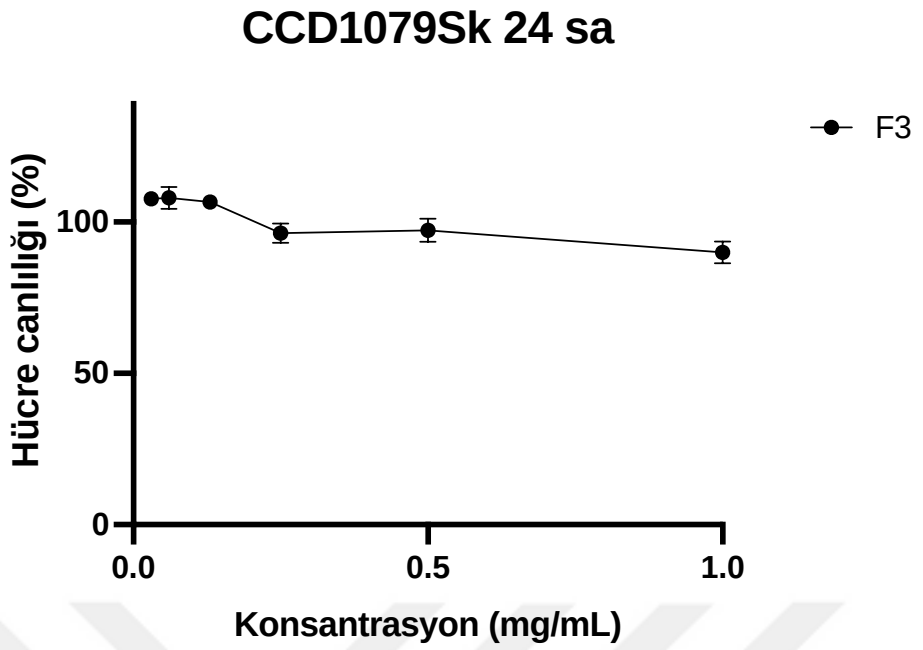
4.1.2.4 Sitotoksisite Testi Sonuçları

24 saatlik bir maruz kalma süresinin ardından, incelenen örneklerin CCD-1079Sk hücre hattı üzerindeki etkileri MTT sitotoksisite testi sonuçlarına dayanarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, ortalama ± standart sapma (SD) ile birlikte hücre canlılık yüzdeleri olarak sunulmuştur. MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide) yöntemi kullanılarak yapılan bu analiz, her bir numunenin hücre canlılığı üzerindeki etkilerini ve sitotoksik potansiyellerini ortaya koymuştur.

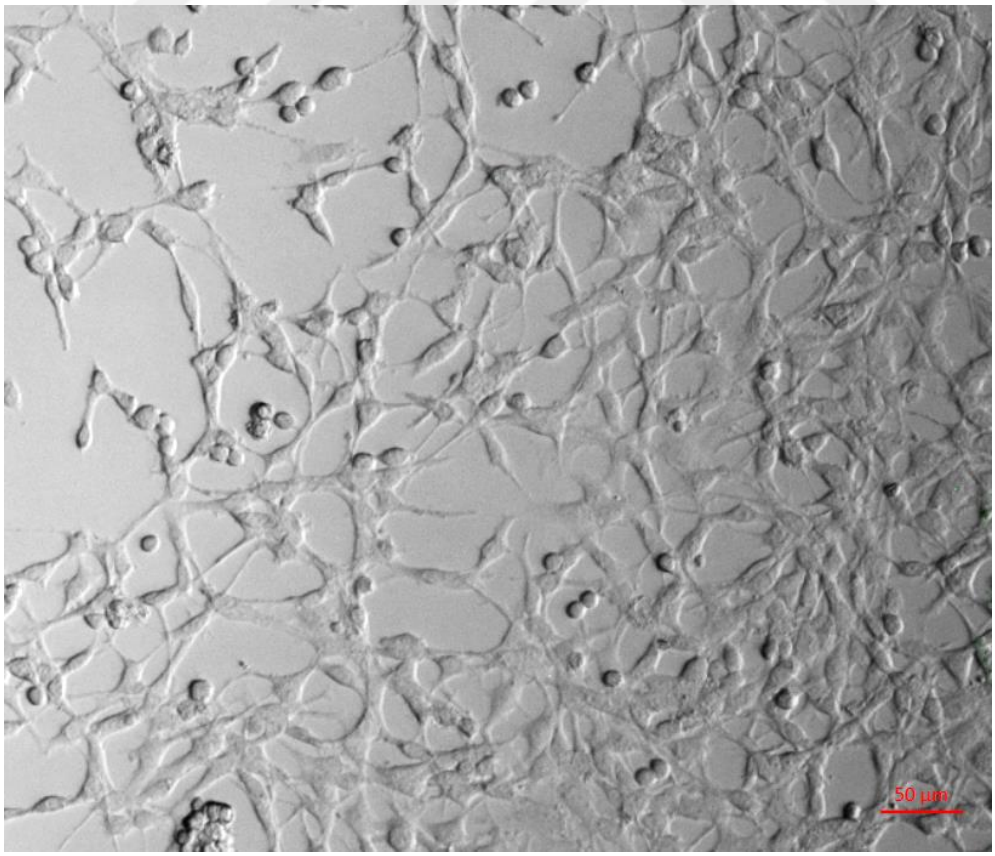
Tablo 6.3: Sitotoksisite testi sonucu elde edilen yüzde (%) hücre canlılık verileri

Konsantrasyon (mg/mL)	Hücre Canlılığı 24sa (%)	Standart Sapma (±SD)
1.00	90.00	3.61
0.50	97.33	3.79
0.25	96.33	3.21
0.13	106.67	2.08
0.06	108.00	3.61
0.03	107.67	0.58

İncelemeler, test edilen materyallerin hücre hattında ve incelenen deney konsantrasyonlarında toksik olmadığını göstermiştir. Araştırma, en az üç biyolojik tekrarla yürütülmüş olup, bu da bilimsel geçerliliği ve sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.



Şekil 15.6: F2 numune ile 24 saat Maruziyet Sonucunda CCD-1079Sk Hücre Hattında Canlılık (Ortalama ± Standart Sapma)



Şekil 16.7: CCD-1079Sk ışık mikroskobu görüntüsü

Bu incelemeler sonucunda, numunelerin belirtilen deney koşulları altında toksik etkiler göstermediğini ve güvenli kullanımı için bilimsel onay sağladığını net bir şekilde ortaya koymaktadır.

4.1.2.5 İritasyon Testi Sonuçları

Soyulabilir maske formülasyonu yanak bölgesine uygulandıktan sonra belirlenen süre boyunca cildin kuruması gözlemlenmiştir. Bu süre zarfında herhangi bir reaksiyon olup olmadığı yakından izlenmiştir. Maske uygulanmadan önce ve sonrasında cilt bölgesi fotoğraflanmış, ayrıca kaşıntı, kızarıklık veya diğer alerjik reaksiyon belirtileri dikkatlice incelenmiş ve herhangi bir rahatsızlık durumu not edilmiştir. Bu süreçte, maske uygulamasının cilt üzerinde olası tahriş edici etkileri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak maske irite edici, kaşındırıcı veya kızartıcı bir etkiye sahip değildir.



Şekil 17.8: İritasyon testi öncesi



Şekil 18.9: İritasyon testi sonrası

4.1.2.6 Nem Testi Sonucu

Tablo 7.4: Soyulabilir maskenin nem ve yağ testi sonuçları

	Önce	Sonra
Yağ Oranı	%38	%31
Nem Oran	%29	%45

Nem testi sonuçlarına göre, soyulabilir maskenin cilt üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür. Yüzün yanak bölgesine maskenin uygulanmasından önce ve sonra yapılan ölçümler, yağ içeriğinde azalma ve nem seviyesinde artış olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, soyulabilir maskenin cildi nemlendirmede ve fazla yağı emmede etkili olduğunu doğrulamaktadır. Maskenin düzenli kullanımıyla cilt sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği ve cilt nem dengesini koruyabileceği düşünülmektedir.

4.2 Tartışma

Bu çalışmada, Türk fındığı yağı ve titanyum dioksit nanopartiküllerini (TiO_2NP) içeren bir soyulabilir maske formülasyonu geliştirilmiş ve bu formülasyonun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, bu maskenin kozmetik sektöründe yenilikçi ve çevre dostu bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Bu tez kapsamında hazırlanan soyulabilir maske formülasyonu, bileşenleriyle cildi temizleme, nemlendirme ve arındırma özelliklerini bir araya getirmektedir. Polivinil alkol (PVA), maskenin soyulabilir yapısını sağlayan temel film oluşturucu bileşendir. Gliserin ve PEG 400 gibi nemlendirici ajanlar, cildin nem dengesini koruyarak kuruluğu önler ve maskenin uygulama sırasında ciltte yumuşak bir his bırakmasını sağlar. Tween 20 (Polisorbat 20) yüzey aktif madde olarak formülde yağ ve su fazlarını birleştirerek fındık yağı gibi besleyici içeriklerin homojen bir şekilde dağılmasını destekler. Etanol, maskenin hızlı kurumasını sağlarken aynı zamanda antimikrobiyal özellik gösterir, ancak yüksek miktarlarda ciltte kuruluğa neden olabilir. Sodyum benzoat koruyucu olarak formüle mikrobiyal stabilite kazandırırken, aktif karbon maskeye detoksifiye edici ve gözenekleri temizleyici özellikler katar. Fındık yağı, cildi besleyerek doğal nem dengesini desteklerken, TiO_2 nanopartikülleri maskeye beyazlatıcı bir görünüm kazandırır ve ciltte aydınlanma etkisi sağlar. Bu formülasyon, ciltteki kiri ve yağı temizlemek, nemlendirmek ve arındırıcı bir bakım sunmak için dengeli bir şekilde tasarlanmıştır.

Literatürde, titanyum dioksit nanopartiküllerinin UV ışınlarını hem emme hem de yansıtma özellikleri sayesinde güneş kremlerinde etkili bir UV filtresi olarak kullanıldığı bilinmektedir [89]. Ancak, TiO_2 nanopartiküllerinin antibakteriyel özelliklerinden faydalanılan kozmetik ürünlerle ilgili araştırmalar sınırlıdır ve bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır [90]. Benzer şekilde, fındık yağı da genellikle kuru ciltler için hazırlanan kremlerde emülsifiye edici özellikleriyle kullanılmaktadır [76]. Ancak, soyulabilir maske gibi farklı ürünlerde kullanımına neredeyse hiç rastlanmamaktadır. Literatürde, titanyum dioksit ve Türk fındığı yağını birleştiren bir formülasyonun bulunmaması, bu çalışmayı özgün ve yenilikçi kılmaktadır.

Formülasyonu geliştirilen soyulabilir maskenin homojenlik, renk, koku, film kuruma süresi ve pH gibi fiziksel özelliklerinin analizleri, ürünün estetik, cilt dostu ve doğal içerikli bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. pH değerinin yaklaşık 6,7 olması, maskenin özellikle hassas ciltiler olmak üzere geniş bir cilt tipi yelpazesine uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Stabilite testleri ise maskenin uzun süre dayanıklı olduğunu ve ticari ürünleri ile aynı kalitede olabilecek bir raf ömrüne sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Antibakteriyel aktivite testlerinde, maskenin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* gibi yaygın bakterilere karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkinlik, inhibisyon zon çaplarının ticari streptomisin ile karşılaştırılabilir olmasıyla desteklenmiştir. Sonuçlar, titanyum dioksit nanopartiküllerinin antibakteriyel özelliklerini ortaya koyan literatür bulgularıyla uyumludur.

MTT analizi, maskenin farklı konsantrasyonlarının insan meme adenokarsinoma hücre hattı üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve formülasyonun sitotoksik olmadığını göstermiştir. Bu, maskenin cilt üzerinde güvenle kullanılabileceğini doğrulamaktadır. Soyulabilir maske formülasyonunun CCD-1079Sk insan meme adenokarsinoma hücre hattında hücre canlılığı üzerindeki etkilerini değerlendiren MTT analizi sonuçları, maskenin biyouyumluluğu açısından olumlu bir tablo çizmektedir. 24 saatlik maruziyet sonunda, yüksek konsantrasyonlarda bile hücre canlılık oranlarının %90'ın üzerinde olması (1 mg/ml'de %90, 0.5 mg/ml'de %97.33) formülasyonun sitotoksik etkisinin düşük olduğunu göstermektedir. Düşük konsantrasyonlarda (0.13 mg/ml ve altında) hücre canlılık oranlarının %100'ü aşarak (%106.67, %108, %107.67) artış göstermesi, maskede bulunan bazı bileşenlerin hücre metabolizmasını hafifçe desteklediğini veya hücre proliferasyonunu teşvik edebileceğini düşündürmektedir. Bu sonuçlar, maskenin hücreler üzerinde herhangi bir toksik etki yaratmadığını ve düşük konsantrasyonlarda biyouyumlu bir profil sunduğunu kanıtlamaktadır.

Nem tesi, maskenin cilt nemini artırmada ve fazla yağı azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Bu etkiler, formülasyonda kullanılan Türk fındığı yağının nemlendirme ve besleyici özellikleri ile örütşmektedir. Bu soyulabilir maskenin kullanım öncesi ve sonrası yapılan nem analizi sonuçları, ürünün cilt üzerindeki etkilerini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Kullanım öncesinde %38 olan ciltteki yağ oranı, kullanım sonrası %31'e düşmüştür. Bu azalma, maskenin

formülasyonundaki aktif karbonun güçlü absorpsiyon yeteneği ile ciltteki fazla yağı ve toksinleri temizleme etkisini açıkça göstermektedir. Ayrıca etanol, yağ çözme özelliğiyle bu etkiyi destekleyerek maskenin yağ kontrolü sağlama potansiyelini artırmaktadır. Nem analizi sonuçlarına bakıldığında, kullanım öncesinde %29 olan nem oranının kullanım sonrasında %45'e yükseldiği görülmektedir. Bu artış, formülde bulunan gliserin ve PEG 400 gibi nemlendirici bileşenlerin cildi etkin bir şekilde nemlendirdiğini ve maskenin kuruluk hissini önleyici özellik taşıdığını kanıtlamaktadır. Bu sonuçlar, maskenin cildi arındırma, yağ dengesini sağlama ve aynı zamanda nemlendirici bir etki sunma konusunda başarılı bir formülasyona sahip olduğunu göstermektedir.

Soyulabilirlik performansı testleri, maskenin kullanıcı dostu bir yapıya sahip olduğunu doğrulamış ve maskenin cilde sıkıca tutunurken ölü derileri kaldırıp kolayca soyulabildiğini göstermiştir. Bu özellik, maskenin hem pratik hem de etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Ek olarak, cilt iritasyonu testleri, maskenin cilt üzerinde herhangi bir tahrişe yol açmadığını ortaya koymuş ve maskenin güvenirliğini göstermiştir. . Bu soyulabilir maske formülasyonu, hem performans hem de güvenlik açısından kullanıcı dostu ve etkili bir ürün olduğunu kanıtlamaktadır. Soyulabilirlik performansı testlerinde, maskenin cilde sıkıca tutunması ve ölü deri gibi yüzey kirlerini etkin bir şekilde temizlerken kolayca soyulabilmesi, formülasyonda kullanılan polivinil alkol (PVA) gibi film oluşturucu bileşenlerin doğru oranda kullanıldığını göstermektedir. Bu, maskenin kullanıcılar tarafından hem rahat hem de pratik bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Cilt iritasyonu testlerinde herhangi bir tahrişe yol açmaması, formülde kullanılan gliserin ve PEG 400 gibi nemlendirici bileşenlerin cilt üzerinde yatıştırıcı etkiler sunduğunu ve etanol gibi potansiyel tahriş edici bileşenlerin kontrollü bir şekilde formüle dahil edildiğini düşündürmektedir. Ayrıca, bu durum maskenin farklı cilt tiplerine uygun bir yapıya sahip olduğunu işaret etmektedir. Genel olarak, bu formülasyon hem etkinliği hem de güvenilirliği ile tüketici beklentilerini karşılayabilecek dengeli bir kozmetik ürünü olarak değerlendirilebilir. Bu tür sonuçlar, maskenin piyasaya sunulması açısından olumlu bir temel oluşturmakta ve kullanıcı memnuniyetini artırmaya yönelik güçlü bir potansiyel taşımaktadır.

Bu soyulabilir maske, formülasyonu ve test sonuçları göz önüne alındığında güçlü bir cilt temizleme özelliğine sahip bir ürün olarak değerlendirilebilir. Maskede bulunan **aktif karbon**, yüksek adsorpsiyon kapasitesi sayesinde cilt yüzeyindeki fazla yağı, kiri ve gözeneklerde biriken toksinleri etkin bir şekilde çekip temizlemektedir. Bu, kullanım öncesi ve sonrası yapılan yağ oranı analizinde gözlemlenen %38'den %31'e düşüşle de desteklenmektedir. Ayrıca maskenin cilde sıkıca tutunarak ölü deri hücrelerini kaldırdığı soyulabilirlik performansı testlerinde doğrulanmıştır. Polivinil alkol (PVA) bazlı formülasyon, maskenin cilt yüzeyine sıkı bir şekilde yapışmasını ve uygulama sırasında derinlemesine temizlik sağlamasını mümkün kılar. Bu temizleme etkisi, maskenin aynı zamanda nem dengesini koruyan bir yapıya sahip olmasıyla desteklenmiştir. Kullanım sonrası cildin nem oranının %29'dan %45'e yükselmesi, maskenin temizleme işleminden sonra ciltte kuruma yapmadan dengeli bir temizlik sunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu maske cilt temizliği açısından hem yüzey kirlerini hem de gözeneklerde biriken yağ ve toksinleri etkili bir şekilde arındıran, aynı zamanda cilt bariyerini destekleyerek nemlendirme sağlayan bir ürün olarak değerlendirilebilir. Bu özellikler, özellikle yağlı ve karma cilt tipleri için maskenin cazip bir seçenek olmasını sağlar.

Sonuç olarak, geliştirilen soyulabilir maske formülasyonu, cilt sağlığına katkı sunan etkileri ve çevre dostu üretim süreçleriyle kozmetik sektöründe yerli ve yenilikçi bir alternatif olma potansiyeline sahiptir. Çalışma, yerel kaynakların etkin kullanımıyla hem bilimsel hem de endüstriyel anlamda önemli katkılar sağlamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, formülasyonun farklı cilt tipleri üzerindeki uzun vadeli etkilerini ve kullanım sıklığına bağlı performansını inceleyerek bu bulguları derinleştirebilir.

KAYNAKÇA

[1] Polat, D. Ç. (2019). *Fındık yağının kozmetik ürünlerde kullanımı*. DOI: http://dx.doi.org/10.29278/azd.551614

[2] Ticaret Bakanlığı. (2023). *Kozmetik sektör raporları*. Erişim adresi: https://ticaret.gov.tr/ (Erişim tarihi: 19.11.2023)

[3] S. V. Kulkarni, D. K. Gupta, ve S. Bhawsar, "Formulation and evaluation of activated charcoal peel-off mask," *Int. J. Pharm. Res. Technol. (IJPRT)*, c. 9, sayı 2, ss. 44–48, 2023. DOI: 10.31838/ijprt/09.02.0.

[4] A. Sağlam ve M. Asan-Özüsalgam, "A natural additive alternative to the cosmetics industry: Hazelnut and its waste products," *J. Skin Stem Cell*, c. 10, sayı 2, e137580, 2023. DOI: 10.5812/jssc-137580.

[5] H. İ. Balık, "Bioactive compounds and fatty acid composition of new Turkish hazelnut cultivars," *Int. J. Fruit Sci.*, c. 21, sayı 1, ss. 106–114, 2021. DOI: 10.1080/15538362.2020.1860182.

[6] M. Michalak ve A. Kiełtyka-Dadasiewicz, "Nut oils and their dietetic and cosmetic significance: A review," *J. Oleo Sci.*, 2019. DOI: 10.5650/jos.ess18216.

[7] C. Alasalvar, F. Shahidi, C. M. Liyanapathirana, ve T. Ohshima, "Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics," *J. Agric. Food Chem.*, c. 51, sayı 13, ss. 3790–3796, 2003. DOI: 10.1021/jf0212385.

[8] E. Alğın Yapar ve S. Tuncay Tanrıverdi, "Yaşlanma karşıtı kozmetik yaklaşımlar ve ürün bileşenleri," *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, c. 5, sayı 2, ss. 99–109, 2016.

[9] M. Athar ve S. M. Nasir, "Taxonomic perspective of plant species yielding vegetable oils used in cosmetics and skin care products," *Afr. J. Biotechnol.*, c. 4, sayı 1, ss. 368–448, 2005.

[10] N. M. Koluman ve S. Süzgeç-Selçuk, "Eczanelerde fitokozmetikler," *Marmara Pharm. J.*, c. 20, sayı 1, ss. 7–20, 2015.

[11] N. Madhaven, "Final report on the safety assessment of *Corylus avellana* (hazel) seed oil, *Corylus americana* (hazel) seed oil, *Corylus avellana* (hazel) seed extract, *Corylus americana* (hazel) seed extract, *Corylus avellana* (hazel) leaf extract, *Corylus americana* (hazel) leaf extract, and *Corylus rostrata* (hazel) leaf extract," *Int. J. Toxicol.*, c. 20, sayı 1, ss. 15–20, 2001.

[12] Annachiara Berardinelli, Filippo Parisi, “TiO2 in the food industry and cosmetics ” , 2021 . https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819960-2.00008-0

[13] Sanches, P. L., Geaquinto, L. R. de O., Cruz, R., Schuck, D. C., Lorencini, M., Granjeiro, J. M., & Ribeiro, A. R. L. (2020). Toxicity Evaluation of TiO2 Nanoparticles on the 3D Skin Model: A Systematic Review. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8. doi:10.3389/fbioe.2020.00575

[14] López de Dicastillo, C., Guerrero Correa, M., B. Martínez, F., Streitt, C., & José Galotto, M. (2021). Antimicrobial Effect of Titanium Dioxide Nanoparticles. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.90891

[15] Dréno, B., Alexis, A., Chuberre, B., & Marinovich, M. (2019). Safety of titanium dioxide nanoparticles in cosmetics. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 33(S7), 34–46. doi:10.1111/jdv.15943

[16] Cherian, T., Ali, K., Saquib, Q., Faisal, M., Wahab, R., and Musarrat, J. (2020) Cymbopogon citratus functionalized green synthesis of CuO-nanoparticles: Novel prospects as antibacterial and antibiofilm agents. Biomolecules 10, 169

[17] Gilaberte, Y., Prieto-Torres, L., Pastushenko, I., & Juarranz, Á. (2016). Anatomy and Function of the Skin. Nanoscience in Dermatology, 1–14. doi:10.1016/b978-0-12-802926-8.00001-x

[19] Kim JY, Dao H. Physiology, Integument. [Updated 2023 May 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554386/

[19] Tricarico, P.M.; Mentino, D.; De Marco, A.; Del Vecchio, C.; Garra, S.; Cazzato, G.; Foti, C.; Crovella, S.; Calamita, G. Aquaporins Are One of the Critical Factors in the Disruption of the Skin Barrier in Inflammatory Skin Diseases. Int. J. Mol. Sci. 2022, 23, 4020.

[20] Baker, P.; Huang, C.; Radi, R.; Moll, S.B.; Jules, E.; Arbiser, J.L. Skin Barrier Function: The Interplay of Physical, Chemical, and Immunologic Properties. Cells 2023, 12, 2745. https://doi.org/10.3390/cells12232745

[21] McGrath JA; Eady RAJ; Pope FM. (2004). "Anatomy and Organization of Human Skin". Burns T; Breathnach S; Cox N; Griffiths C. (Ed.). Rook's Textbook of Dermatology (7. bas.). Blackwell Publishing. s. 4190.

[22] “Layers of the Skin” https://training.seer.cancer.gov/melanoma/anatomy/layers.html Erişildi: 25.07.2024

[23] “What is the Epidermis?” Erişildi: 28.12.2024 https://www.news-medical.net/health/What-is-the-Epidermis.aspx

[24] Bebana, A. & Ghanam, A. & Ouali, A. & Miry, Nadir & Bennani, A. & Babakhouya, Abdeladim & Rkain, Maria. (2024). LOCALIZED JUVENILE SCLERODERMA IN ITS LINEAR FORM: A CASE STUDY. International Journal of Advanced Research. 12. 50-53. 10.21474/IJAR01/19022.

[25] Kolarsick PAJ, Kolarsick MA, Goodwin C. Anatomy and physiology of the skin. J Dermatol Nurses Assoc 2011;3(4): 202e13.

[26] Hu, X., & He, H. (2021). A review of cosmetic skin delivery. Journal of Cosmetic Dermatology, 20(7), 2020–2030. doi:10.1111/jocd.14037

[27] Visscher, M. O., Adam, R., Brink, S., & Odio, M. (2015). Newborn infant skin: Physiology, development, and care. Clinics in Dermatology, 33(3), 271–280. doi:10.1016/j.clindermatol.2014.12.003

[28] Khan, A., and M. Alam. "COSMETICS AND THEIR ASSOCIATED ADVERSE EFFECTS: A REVIEW". *Journal of Applied Pharmaceutical Sciences and Research*, Vol. 2, no. 1, Apr. 2019, pp. 1-6, doi:10.31069/japsr.v2i1.1.

[29] Chaudhri, S.K. and Jain, N.K. (2009) History of Cosmetics. Asian Journal of Pharmaceutics, 3, 164-167. https://doi.org/10.4103/0973-8398.56292

[30] Benson, Heather A. E., editor. *Cosmetic Formulation : Principles and Practice*. CRC Press Taylor and Francis Group, 2019, https://doi.org/10.1201/9780429190674.

[31] Jin, Zhixuan. "Comparison of Amino Acid-Based Facial Cleanser and Soap-Based Facial Cleanser."

[32] Ananthapadmanabhan, K. P. "Amino-Acid Surfactants in Personal Cleansing (Review)". T enside Surfactants Detergents, vol 56, no. 5, 2019, pp. 378-386. Walter De Gruyter Gmbh, doi:10.3139/113.110641.

[33] Tripathy, D.; Gupta, A.; Kumari, M. Aminoacid Surfactants. Encyclopedia. Available online: https://encyclopedia.pub/entry/41166 (accessed on 11 August 2024).

[34] Helmenstine, Anne Marie, Ph.D. "Saponification Definition and Reaction." ThoughtCo, Aug. 11, 2024, thoughtco.com/definition-of-saponification-605959.

[35] Konkol, K. L., and S. C. Rasmussen. "An Ancient Cleanser: Soap Production and Use in Antiquity". Researchgate, 2015, https: // www.researchgate.net/publication/282650616_ An_ Ancient_ Cleanser_ Soap_ Production_ and_ Use_ in_ Antiquity.

[36] Abbas, Syed et al. "Personal Cleanser Technology and Clinical Performance". Dermatolo gic Therapy, vol 17, no. s1, 2004, pp. 35-42. Wiley, doi:10.1111/j.1396-0296.2004.04s1004.x.

[37] AGALDARE, Suraj, et al. FACE CARE COSMETIC-A REVIEW ON HERBAL FACE TONER. 2023.

[38] Chatur, V.M.; Walode, S.G.; Awate, S.A.; Gandhi, M.U.; Thorat, V.S. Formulation and physical characterization of herbal face gel toner. World J. Adv. Res. Rev. 2021, 11, 138–145.

[39] Hazarika, N.; Archana, M. The Psychosocial Impact of Acne Vulgaris. Indian J. Dermatol. 2016, 61, 515–520.

[40] Prajakta S. Thorat , Hrushikesh B., Suyog S. Wagh , Manisha S. Gaikwad , Dr. Santosh S. Chhajed, 2023 ,"General Review on Face Serum" ISSN 2277– 7105

[41] Shukla, T., Upmanyu, N., Agrawal, M., Saraf, S., Saraf, S. and Alexander, A., 2018. Biomedical applications of microemulsion through dermal and transdermal route. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2018; 108: 1477-1494

[42] Velasco, M. V. R., Vieira, R. P., Fernandes, A. R., Dario, M. F., Pinto, C. A. S. O., Pedriali, C. A., … Baby, A. R. (2014). Short-term clinical of peel-off

facial mask moisturizers. International Journal of Cosmetic Science, 36(4), 355–360. doi:10.1111/ics.12133

[43] Nilforoushzadeh, M. A., Amirkhani, M. A., Zarrintaj, P., Salehi Moghaddam, A., Mehrabi, T., Alavi, S., & Mollapour Sisakht, M. (2018). Skin care and rejuvenation by cosmeceutical facial mask. Journal of Cosmetic Dermatology. doi:10.1111/jocd.12730

[44] Rum IA, Suherman HW, Idar. Formulation and evaluation of peel-off gel mask from whole milk yogurt and seaweed (Eucheuma cottonii) as antioxidants sources. Pharm Pharmacol Int J. 2021;9(4):132–135. DOI: 10.15406/ppij.2021.09.00338

[45] Youn SW, Kim SJ, Hwang IA, Park KC. Evaluation of facial skin type by sebum secretion: discrepancies between subjective descriptions and sebum secretion. Skin Res Technol. 2002;8(3):168–172.

[46] M. Latif, A. Khan, M. Usman, ve R. Ahmed, "Development of skin care sheet masks," *J. Appl. Emerg. Sci.*, c. 12, sayı 1, ss. 45–52, 2022. ISSN: 2415-2633.

[47] Zhixiong Chen, Ni Hong, Nuo Xu, Cui Yan, Ping Cao, Hong Yao, In vitro efficacy of Rosa damascena solid state fermentation liquid and water extract on skin care, Skin Research and Technology, 10.1111/srt.13869, 30, 8, (2024).

[48] . Grace XF, Vijetha RJ, Shanmuganathan S, Chamundeeswari D. Preparation and evaluation of herbal face pack. Adv J Pharm Life Sci Res. 2014;2(3):1–6

[49] Addor, Flavia Alvim Sant'anna, et al. "Sunscreen lotions in the dermatological prescription: review of concepts and controversies." *Anais brasileiros de dermatologia* 97.02 (2022): 204-222.

[50] Chatzigianni, M., Pavlou, P., Siamidi, A. *et al.* Environmental impacts due to the use of sunscreen products: a mini-review. *Ecotoxicology* 31, 1331–1345 (2022). https://doi.org/10.1007/s10646-022-02592-w

[51] Gawade, R. P., Chinke, S. L., & Alegaonkar, P. S. (2020). Polymers in cosmetics. Polymer Science and Innovative Applications, 545–565. doi:10.1016/b978-0-12-816808-0.00017-2

[52] A. Al-Enizi, M. Zagho, ve A. Elzatahry, "Polymer-based electrospun nanofibers for biomedical applications," *Nanomaterials*, c. 8, sayı 4, s. 259, 2018. DOI: 10.3390/nano8040259.

[53] "Polyvinyl Alcohol", https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/polyvinyl-alcohol-pvoh.aspx Accessed at: 21.12.2024

[54] Asthana, N., Pal, K., Pandey, K., Aljabali, A. A., Tambuwala, M. M., & de Souza, F. G. (2020). Polyvinyl alcohol (PVA) mixed green–clay and aloe vera based polymeric membrane optimization: Peel-off mask formulation for skin care cosmeceuticals in green nanotechnology. Journal of Molecular Structure, 129592. doi:10.1016/j.molstruc.2020.129592

[55] *Polyvinyl Alcohol (PVA), Thin*, 2024. [Çevrimiçi]. Erişim: 21 Aralık 2024. Erişim adresi: https://shop.kremerpigments.com/us/shop/mediums-binders-glues/67760-polyvinyl-alcohol-pva-thin.html.

[56] Safety Assessment of Glycerin as Used in Cosmetics Lillian C., Wilma F. Bergfeld, Donald V. Belsito, Ronald A. Hill, Curtis D. Klaassen, Daniel C.

Liebler, James G. Marks, Jr, Ronald C. Shank, Thomas J. Slaga, Paul W. Snyder, Lillian J. Gill, and Bart Heldreth. International Journal of Toxicology 2019 38:3_suppl, 6S-22S

[57] Nikitakis J, Breslawec HP. International Cosmetic Ingredient Dictionary and Handbook. 15th ed. Washington, DC: Personal Care Products Council. 2014.

[58] U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition (CFSAN), *Voluntary Cosmetic Registration Program—Frequency of Use of Cosmetic Ingredients*, 2013. [Çevrimiçi]. Elde edilme tarihi: Şubat 2013.

[59] Azelee, Nur Izyan Wan, et al. "Glycerol in food, cosmetics and pharmaceutical industries: basics and new applications." Int. J. Sci. Technol. Res 8.12 (2019): 553-558.

[60] Kim J, Kwak S, Park MS, Rhee CH, Yang GH, et al. (2022) Correction: Safety verification for polysorbate 20, pharmaceutical excipient for intramuscular administration, in Sprague-Dawley rats and New Zealand White rabbits. PLOS ONE 17(4): e0267238. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267238

[61] Mironyak, M., Volnyanska, O., Labyak, O., Kovalenko, V., & Kotok, V. (2019). DEVELOPMENT OF A POTENTIOMETRIC SENSOR SENSITIVE TO POLYSORBATE 20. EUREKA: Physics and Engineering, (4), 3-9. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00942

[62] Hossein Esmaeili, Seyyed Mojtaba Mousavi, Seyyed Alireza Hashemi, Chin Wei Lai, Wei-Hung Chiang, Sonia Bahrani, Chapter 7 - Application of biosurfactants in the removal of oil from emulsion, 2021, Pages 107-127, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822696-4.00008-5.

[63] Erawati T, Isadiartuti D, Anggalih BD. The effect of polysorbate 20 and polysorbate 80 on the solubility of quercetin. J Public Health Afr. 2023 Mar 16;14(Suppl 1):2503. doi: 10.4081/jphia.2023.2503. PMID: 37492533; PMCID: PMC10365671.

[64] Preetanshika Tracy, Diptarka Dasgupta, Snehal More, "Challenges and opportunities for production of C5 sugar fatty acid esters (SFAEs) from renewable resources," 2023, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116170.

[65] "Polysorbate 20 (Tween 20)", https://chemtrademalaysia.com/products/polysorbate-20/ 2024, Accessed at: 21.12.2024

[66] Lachenmeier, D.W. Safety evaluation of topical applications of ethanol on the skin and inside the oral cavity. J Occup Med Toxicol 3, 26 (2008). https://doi.org/10.1186/1745-6673-3-26

[67] "Alcohol in Cosmetics: Advantages, Disadvantages, and Proper Usage" https://nguyenbachemical.com/en/blogs/technology/alcohol-in-cosmetics-advantages-disadvantages-and-proper-usage Accessed at: 21.12.2024

[68] Demina, L. N., I. V. Krotova, and A. U. Nikolaeva. "Natural preserving additives for cosmetic compositions." Trade, service, food industry 2.1 (2022): 91-96.

[69] Poddębniak P, Kalinowska-Lis U. A Survey of Preservatives Used in Cosmetic Products. Applied Sciences. 2024; 14(4):1581. https://doi.org/10.3390/app14041581

[70] Sharma G, Sharma S, Kumar A, et al. Activated Carbon as Superadsorbent and Sustainable Material for Diverse Applications. Adsorption Science & Technology. 2022;2022. doi:10.1155/2022/4184809

[71] Hatice Karaer Yağmur, İsmet Kaya, Hatice Kübra Özer et al. Formulation and evaluation of peel-off gel mask with St. John's Wort oil and activated carbon from pinecone, 25 April 2023, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2848645/v1]

[72] Sajjad, Muhsana & Sarwar, Rida & Ali, Tooba & Khan, Laiba & Mahmood, Syed Uzair. (2021). Cosmetic uses of activated charcoal. International Journal Of Community Medicine And Public Health. 8. 4572. 10.18203/2394-6040.ijcmph20213569.

[73] Budiman, Ismail & Amirta, Rudianto & Taming, Yuliansyah & Ayu Widyaningrum, Bernadeta & Fatriasari, Widya. (2024). Activated Carbon for Cosmetics Applications. 10.1007/978-981-97-1908-2_10.

[74] "Activated Charcoal and How It Works" https://www.thoughtco.com/how-does-activated-charcoal-work-604294 Accessed at: 22.12.2024

[75] Topkafa, M., Ayyildiz, H. F., & Kara, H. (2019). Hazelnut (Corylus avellana) Oil. Fruit Oils: Chemistry and Functionality, 223–241. doi:10.1007/978-3-030-12473-1_10

[76] Guiné, Raquel, and Paula Correia. "Hazelnut: A valuable resource." International Journal of Food Engineering 6.2 (2020): 67-72.

[77] Huseyin Irfan Balik (2021) Bioactive Compounds and Fatty Acid Composition of New Turkish Hazelnut Cultivars, I.nternational Journal of Fruit Science, 21:1, 106-114, DOI: 10.1080/15538362.2020.1860182

[78] Alğın Yapar, E., & Tuncay Tanrıverdi, S. (2016). Yaşlanma Karşiti Kozmetik Yaklaşımlar Ve Ürün Bileşenleri. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(2), 99-109.

[79] M. Athar and S. M. Nasir, "Taxonomic Perspective of Plant Species Yielding Vegetable Oils Used in Cosmetics and Skin Care Products," African Journal of Biotechnology, Vol. 4, No. 1, 2005, pp. 368-44.8

[80] Koluman, N. M., & Süzgeç-selçuk, S. (2015). Eczaneler'de Fitokozmetikler. Marmara Pharmaceutical Journal, 20(1), 7-20.

[81] Madhaven, N., 2001. Final report on the safety assessment of Corylus avellana (Hazel) seed oil, Corylus americana (Hazel) seed oil, Corylus avellana (Hazel) seed extract, Corylus americana (Hazel) seed extract, Corylus avellana (Hazel) leaf extract, Corylus americana (Hazel) leaf extract, and Corylus rostrata (Hazel) leaf extract. International Journal of Toxicology. 20(1): 15-20.

[82]Monika M, Anna KD. Nut Oils and their Dietetic and Cosmetic Significance: a Review. J Oleo Sci. 2019 Feb 1;68(2):111-120. doi: 10.5650/jos.ess18216. Epub 2019 Jan 17. PMID: 30651417.

[83] Fytianos G, Rahdar A, Kyzas GZ. Nanomaterials in Cosmetics: Recent Updates. *Nanomaterials*. 2020; 10(5):979. https://doi.org/10.3390/nano10050979

[84] Sanches, P. L., Geaquinto, L. R. de O., Cruz, R., Schuck, D. C., Lorencini, M., Granjeiro, J. M., & Ribeiro, A. R. L. (2020). Toxicity Evaluation of TiO2 Nanoparticles on the 3D Skin Model: A Systematic Review. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8. doi:10.3389/fbioe.2020.00575

[85] López de Dicastillo, C., Guerrero Correa, M., B. Martínez, F., Streitt, C., & José Galotto, M. (2021). Antimicrobial Effect of Titanium Dioxide Nanoparticles. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.90891

[86] Dréno, B., Alexis, A., Chuberre, B., & Marinovich, M. (2019). Safety of titanium dioxide nanoparticles in cosmetics. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 33(S7), 34–46. doi:10.1111/jdv.15943

[87] Musial J, Krakowiak R, Mlynarczyk DT, Goslinski T, Stanisz BJ. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products-What Do We Know about Their Safety? Nanomaterials (Basel). 2020 Jun 4;10(6):1110. doi: 10.3390/nano10061110

[88] *Titanium Dioxide*, 2024. [Çevrimiçi]. Erişim: 25 Aralık 2024. Erişim adresi: https://www.britannica.com/science/titanium-dioxide.

[89] Ghamarpoor, R., Fallah, A. & Jamshidi, M. Investigating the use of titanium dioxide (TiO_2) nanoparticles on the amount of protection against UV irradiation. *Sci Rep* 13, 9793 (2023). https://doi.org/10.1038/s41598-023-37057-5

[90] Bartoszewska, M.; Adamska, E.; Kowalska, A.; Grobelna, B. Novelty Cosmetic Filters Based on Nanomaterials Composed of Titanium Dioxide Nanoparticles. *Molecules* 2023, *28*, 645. https://doi.org/10.3390/molecules28020645