

**ANTİFUNGAL HİBRİT KAPLAMALARIN
HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öznur YILMAZ

**Danışman
Prof. Dr. Atilla EVCİN**

NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ

ANABİLİM DALI

Temmuz 2021

Bu tez çalışması 20.FEN.BİL.16 numaralı proje ile AKÜ BAPK tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ANTİFUNGAL HİBRİT KAPLAMALARIN
HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU**

Öznur YILMAZ

**Danışman
Prof. Dr. Atilla EVCİN**

**NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ
ANABİLİM DALI**

Temmuz 2021

TEZ ONAY SAYFASI

ÖZNUR YILMAZ tarafından hazırlanan “Antifungal Hibrit Kaplamaların Hazırlanması ve Karakterizasyonu” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 13/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Nanobilim ve Nanoteknoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Atilla EVCİN

Başkan : Prof. Dr. Atilla EVCİN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. İbrahim GÜNEŞ
Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Erman DUMAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. İbrahim EROL

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

13/07/2021

Öznur YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANTİFUNGAL HİBRİT KAPLAMALARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Öznur YILMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Nanobilim ve Nanoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Atilla EVCİN

Bu çalışmada, polikarbonat (PC) ve polimetil metakrilat (PMMA) yüzeylere kekik yağı, karabiber yağı, kimyon yağı ve çay ağacı yağı katkılı 3-(Trimethoxysilyl)propyl methacrylate (TMSPM) ve tetraethyl orthosilicate (TEOS) bağlayıcı madde bazlı hibrit kaplamalar yapılmıştır. Hibrit kaplama yüzeyleri termal ve UV ile kürlenmiştir. Kaplanan PC ve PMMA polimer yüzeyleri Fourirer Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi analizi, dijital mikroskop görüntülemesi, temas açısı analizi ve antifungal duyarlılık ile karakterize edilmiştir. Kaplamasız PC için 87.84°, PMMA için 95.89° temas açısı verilmiştir. FTIR analizlerinde TEOS, kekik yağı, kimyon yağı, çay ağacı yağı ve karabiber yağı için karakteristik pikler elde edilmiştir. Dijital mikroskop görüntüleri için 2.059-49.322 µm aralığında kalınlık elde edilmiştir. Anrifungal duyarlılık testinde Aspergillus flavus küfü için ek etkili olanlar sırasıyla kekik yağı, çay ağacı yağı, kimyon yağı, TEOS ve karabiber yağı sırasını takip etmiştir.

2021, x + 72 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antifungal, Silan, Esansiyel yağlar, Kaplama, Polimer.

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF ANTIBACTERIAL HYBRID
COATS

Öznur YILMAZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Nanoscience and Nanotechnology

Supervisor: Prof. Atilla EVCİN

In this study, TMSPM and TEOS binder-based hybrid coatings with thyme oil, black pepper oil, cumin oil and tea tree oil were applied to polycarbonate (PC) and polymethyl methacrylate (PMMA) surfaces. Hybrid coating surfaces are thermally and UV cured. Coated PC and PMMA polymer surfaces were characterized by FTIR analysis, digital microscope imaging, contact angle analysis and antifungal sensitivity. The contact angle is 87.84 ° for the uncoated PC and 95.89 ° for the PMMA. Characteristic peaks were obtained for TEOS, thyme oil, cumin oil, tea tree oil and black pepper oil in FTIR analyzes. Thickness in the range of 2.059-49.322 µm was obtained for digital microscope images. In the antifungal susceptibility test, the additional effective ones for *Aspergillus flavus* mold followed the order of thyme oil, tea tree oil, cumin oil, TEOS and black pepper oil, respectively.

2021, x + 72 pages

Keywords: Antifungal, Silane, Essential oils, Coating, Polymer.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca ilminden faydalandığım, birlikte çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörüsünden dolayı değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Atilla EVCİN' e teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarımda yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA' ya teşekkür ederim. Esansiyel yağların temininde katkılarından dolayı Ecz. Hülya KAYHAN (Art de Huile) ve Mustafa Emrah Vicir'e teşekkür ederim.

Tez dönemim boyunca yapılan analizlere ve alınan malzemelere destek olan 20.FEN.BİL.16 proje numarası ile maddi destek sağlayan BAPK'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince öğrettikleri ile üzerimde emeği bulunan tüm hocalarıma teşekkür ederim. Bu araştırma boyunca manevi desteklerinden dolayı yanımda olan Belkız ÇOŞKUN'a teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı eşim Abdurrahman YILMAZ'a ve aileme teşekkür ederim.

Öznur YILMAZ
AFYONKARAHİSAR 2021

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2.1 Sol-Jel Yöntemi	3
2.1.1 Sol-jel Prosesinde Kullanılan Bileşenler	4
2.1.2 Sol-jel Prosesinde Oluşan Yapılar	5
2.1.2.1 Jelleşme.....	6
2.1.2.2 Yaşlanma	7
2.1.2.3 Kurutma	7
2.1.2.4 Sinterleme	7
2.2 Sol-jel Kaplama Yöntemleri	8
2.2.1 Püskürtme Yöntemi ile Kaplama.....	8
2.2.2 Akış Yöntemi ile Kaplama	9
2.2.3 Döndürme Metodu ile Kaplama	9
2.2.4 Laminer Metodu ile Kaplama.....	10
2.2.5 Merdaneli Metodu ile Kaplama.....	11
2.2.6 Baskı Metodu ile Kaplama	12
2.3 Fonksiyonel Yüzey Kaplamaları	12
2.3.1 Aşınma ve Çizilme Dirençli Kaplamalar.....	14
2.3.2 Termokromik, Floresans veya Fotokromik Kaplamalar.....	14
2.3.3 Süperhidrofobik/Süperhidrofilik ya da Kendini Temizleyen Kaplamalar ..	14
2.3.4 Fotokatalitik Kaplamalar	14
2.3.5 Asit-Baz Dayanımı Olan Kaplamalar.....	15
2.4 Hibrit Malzemeler.....	15
2.4.1 Hibrit Kaplamalar	16
2.5 Silan Kimyası.....	16
2.5.1 Yapışma Arttırıcı	18

2.5.2 Birleştirme Maddesi	19
2.5.3 Çapraz Bağlama Maddesi	20
2.6 Antifungal Özellik	21
2.7 Mantarlar.....	22
2.7.1 Küfler ve Mayalar.....	22
2.7.2 Mantar Çeşitleri	23
2.7.2.1 Candida	23
2.7.2.2 Cryptococcus	24
2.7.2.3 Trichosporon.....	24
2.7.3 Küf Çeşitleri	25
2.7.3.1 Aspergillus	25
2.7.3.2 Aspergillus Flavus	26
2.7.3.3 Fusarium	26
2.7.3.4 Pseudallescheria.....	27
2.7.3.5 Zygomycetes	28
2.8 Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri.....	28
2.8.1 Esansiyel Yağların Sınıflandırılması	29
2.8.2 Esansiyel Yağları Elde Etme Yöntemleri.....	29
2.8.2.1 Destilasyon (Damıtma).....	30
2.8.2.2 Ekstraksiyon.....	32
2.8.2.3 Sıkma	32
2.8.3 Esansiyel Yağ Çeşitleri.....	33
2.8.3.1 Karabiber Yağı (Piper Nigrum)	33
2.8.3.2 Kekik Yağı (Tymus Vulgaris)	33
2.8.3.3 Kimyon Yağı(Cuminum Cyminum).....	34
2.8.3.4 Defne Yağı (Laurus Nobilis)	35
2.8.3.5 Portakal Yağı (Citrus Sinensis).....	36
2.8.3.6 Çay Ağacı Yağı (Melaleuca Alternifolia).....	36
3. MATERYAL ve METOT	38
3.1 Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar	38
3.2 Deneysel Çalışmalar	42
3.2.1 Karışım Hazırlama.....	43
3.2.2 Katkılandırma Aşaması	44
3.3 Kaplama İşlemi	44

3.4 Kaplama Verimi Ölçümü.....	45
3.4.1 Temas Açısı Ölçümü	45
3.4.2 Antifungal Test	46
3.4.3 FTIR Analizi.....	47
3.4.4 Dijital Mikroskop Analizi.....	48
4. BULGULAR	49
4.1 Temas Açısı Ölçüm Sonuçları	49
4.2. Antifungal Duyarlılık.....	51
4.3 Dijital Mikroskop Sonuçları	53
4.5 FTIR Analizi	56
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	60
6. KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat Derece
HCl	Hidroklorik asit
nm	Nanometre
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

FTIR	Fouirer Transform Infrared Spektrofotometre
PC	Polikarbonat
PMMA	Polimetil Metakrilat
TEOS	Tetraethyl Orthosilicate
TMSPM	3-(Trimethoxsilyl)propyl methacrylate

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Sol jel ürünlerinin şematik gösterimi.	4
Şekil 2.2 Püskürtme yöntemi ile kaplama şematik gösterimi.	8
Şekil 2.3 Sprey tabanca ile nano yüzey üzerine yapılan kaplama.	8
Şekil 2.4 Akış kaplama yöntemi şematik gösterimi.	9
Şekil 2.5 Sol-jel prosesi ile kaplamanın farklı aşamaları.	10
Şekil 2.6 Laminer metodu ile kaplama yöntemi şematik gösterimi.	11
Şekil 2.7 Merdaneli metodu ile kaplama şematik gösterimi.	11
Şekil 2.8 Matriks içinde nanopartikül disperse edilmesiyle oluşan yüzey kaplamaları.	13
Şekil 2.9 Yüzeyinde -SH ve NH ₂ grupları içeren kaplamaların yüzeye tutunması.	15
Şekil 2.10 Silanların yapışma arttırıcı yapısı.	19
Şekil 2.11 Silanların birleştirme madde yapısı.	20
Şekil 2.12 Silanların çapraz bağlama madde yapısı.	21
Şekil 2. 13 Uçucu yağ elde etme yöntemleri.	29
Şekil 2.14 Basit destilasyon düzeneği.	30
Şekil 2. 15 Su buharı destilasyonu düzeneği.	30
Şekil 2.16 Vakum destilasyon düzeneği.	31
Şekil 2.17 Ayrımsal destilasyon düzeneği.	31
Şekil 3.1 Deneysel çalışmalar akım şeması.	43
Şekil 3.2 Karışım hazırlama.	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Farklı katalizörler için jelleşme zamanı.....	6
Çizelge 3.1 Fonksiyonel gruplarına göre titreşim aralıkları.....	48
Çizelge 4.1 PC altlık üzerine temas açısı analizi.	49
Çizelge 4.2 PMMA altlık üzerine temas açısı analizi.	50
Çizelge 4.3 Antifungal test sonuçları.	51
Çizelge 4.4 PC altlık dijital mikroskop görüntüleri.	53
Çizelge 4.5 PMMA altlık dijital mikroskop görüntüleri.	54

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 Sol ve gel yapısı.....	3
Resim 3.1 Multi-HS 6 DIGITAL marka 6'lı karıştırıcı.	38
Resim 3.2 Wises Stir marka 6'lı karıştırıcı.	38
Resim 3.3 Hassas terazi.....	39
Resim 3.4 Temas açısı ölçüm cihazı.	39
Resim 3.5 ETUV.....	40
Resim 3.6 pH ölçüm cihazı.	41
Resim 3.7 Film aplikatör.....	41
Resim 3.8 FTIR cihazı.	41
Resim 3.9 Kesme makinası.	42
Resim 3.10 Dijital Mikroskop.....	42
Resim 3.11 Numune görüntüleri.	45
Resim 3.12 Temas açısı numune görüntüleri.	46
Resim 3.13 Antifungal test.....	47
Resim 3.14 Antifungal test.....	47
Resim 4.1 Aspergillus flavus bakteri görüntüleri.....	52
Resim 4.2 PC altlık FTIR görüntüleri.....	55
Resim 4.3 PMMA altlık FTIR görüntüleri.....	55

1. GİRİŞ

Uçucu yağlar bitkilerin dokularından ve tohumlarından distilasyon ile üretimi sağlanan, bitkiye özel kokusu ve lezzeti bulunan, fazlaca bileşenden oluşan esansiyel yağlardır. Biyoaktif buhar fazına sahip olmaları depolanan ürünleri korumak ve uzun süre saklayabilmek için önemli avantajlarından birisidir (Singh vd. 2002). Yaklaşık 1500 civarlarında uçucu yağ günümüzde bilinmektedir ve bu yağların yaklaşık olarak 300 tanesi çeşitli endüstri alanlarında ticari anlamda önemlidir (Jayasena vd. 2013). Uçucu yağlar küf ve bakteriler gibi farklı mikroorganizmalara karşı antibakteriyel ve antifungal etki gösterir. Ayrıca kendilerine öz kokuları sebebiyle gıda korumalarında ve sakinleştirici, ağrı kesici ve antiinflamatuvar olarak tıpta da oldukça fazla kullanılırlar (Bakkali vd. 2008). FDA (Food and Drug Administration) ile kolay bir şekilde ayrıştırılabilen, ayrıca çevre dostu olmalarından dolayı ve fitotoksit olmamaları nedeniyle geneli GRAS (Generally Recognized as Safe) statüsünde bulunan uçucu yağlara son zamanlarda ilgi oldukça artmıştır (Cruz vd. 2013). Esansiyel yağlar bitkilerden meydana getirilir ve kimyasal olarak bünyelerinde birçok bileşen barındırırlar. Bazen bir esansiyel yağ bünyesinde 100'den fazla bileşen içerebilir. Tüm esansiyel yağların kendine has kokuları ve aromaterapik özellikleri, söz konusu yağı meydana getiren bileşenlerin kombinasyonu ve miktarlarına bağlıdır (Carrapiso vd. 2002).

Esansiyel yağların antimikrobiyal, antioksidan, antikanser vb. gibi çeşitli fonksiyonel özellikler bulduklarının belirlenmesinin ardından birçok araştırmacı, esansiyel yağların farmakolojik özelliklerinin saptanmasına ağırlık vermişlerdir. Patojen mantarların artan direnci küresel bir halk endişesi yaratır. Dirençli mantar suşlarının ortaya çıkması nedeniyle yeni antifungallere giderek daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut antifungallerle az sayıda fungusit, bazı fungusitlerin ciddi toksisitesi ve ilaç direnci de dahil olmak üzere çeşitli sınırlamaları vardır. Bu nedenle, yeni hedeflerle yeni antifungaller geliştirmeye acil bir ihtiyaç vardır (Yukun vd. 2020).

Bu tez çalışmasında TEOS ve TMPSM bağlayıcı ajanları, kekik yağı, kimyon yağı, çay ağacı yağı ve karabiber yağı gibi antifungal önleyicilerle karıştırılarak sol-jel prosesiyle polikarbonat (PC) ve polimetil metakrilat (PMMA) polimerleri üzerine kaplama

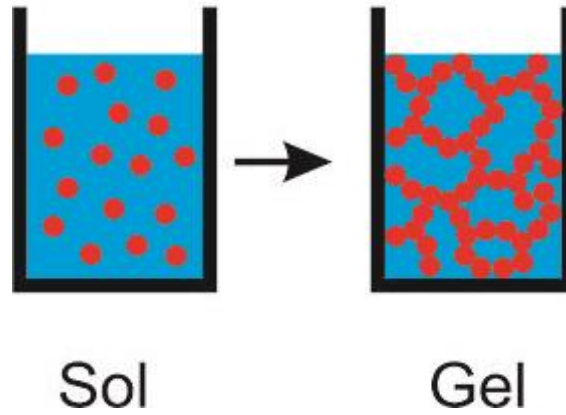
yapılarak, kaplama sonrası numune, temas açısı testi, antifungal duyarlılık testi, dijital mikroskop görüntülemesi ve FTIR analizi gibi karakterizasyon yöntemlerine tabii tutulmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Sol-Jel Yöntemi

Sol-jel prosesi inorganik ve organik-inorganik hibrit polimerlerden elde edilen bir prosesdir. 1970'li yıllarda monolitik olan inorganik jelin, yüksek sıcaklığa tabii tutularak eritilmeden düşük sıcaklık altında üretilmesi ve cam yapıya dönüşümü bu prosese ilgiyi arttırmıştır. Ortaya çıkışı 1800'lü yıllara dayanan sol-jel prosesi, inorganik ve organik-inorganik materyal sentezi için farklı yaklaşımlara olanak sağlamıştır (Li vd. 2004).

Bu yöntem ile, istediğimiz özelliklerde, yüksek sıcaklıklarda eritilmesine gerek olmadan oda sıcaklığında inorganik cama dönüşme gerçekleştirilmektedir. Sol-jel yönteminin mükemmel ılımlı durumlarda (genellikle 25 °C) gerçekleşmesi ve farklı boyutlar, formatlar ve şekillerde ürün elde edilmesiyle bu prosesin farklı mühendislik ve bilimsel alanlardaki uygulamalar içerisinde kullanılmasına imkan sağlamıştır (Li vd. 2004).



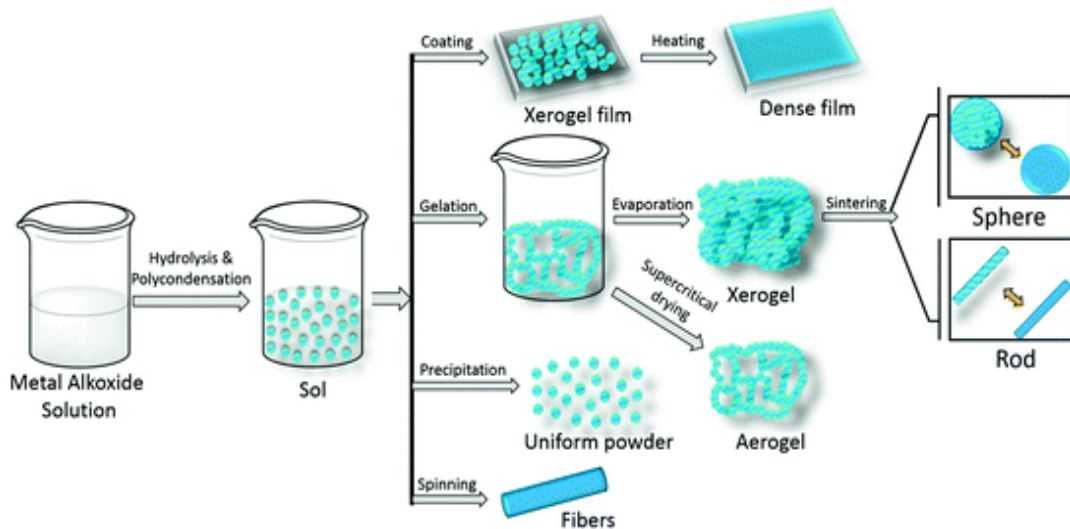
Resim 2.2 Sol ve gel yapısı.

Laboratuvar ortamında sol-jel prosesi kolay uygulama sağlanan bir yöntemdir ve bu yöntemin büyük çaplı üretimlerde de kullanım oranı artmıştır. Sol-jel prosesi 6 temel aşamadan meydana gelir, bunlar (Kalpaklı vd. 2013);

- Ön başlatıcı hidrolizi
- Alkol veya su kondenzasyonu
- Jelleşme
- Yaşlanma
- Kurutma
- Yüksek sıcaklık işlemleri.

2.1.1 Sol-jel Prosesinde Kullanılan Bileşenler

Sol-jel yöntemi sıvı olan solden katı bir jel fazına geçiş işlemidir. İnorganik yapıdaki sol ve jel, sıvı ortamdaki çözülmüş olan kimyasal reaktanlardan sentez yoluyla direkt olarak üretilir. İnorganik sol ya da jel içinde metal katyonu barındıran reaktanlar, ön başlatıcılar şeklinde isimlendirilirler. Bu yapıdaki kimyasal dönüşüm fazlaca karışıktır. Solden jele dönüşüm işlemi de aynı şekilde moleküler düzeyde oldukça karışık reaksiyonlar barındırır. Reaksiyonlar, sol bünyesindeki koloidal parçaların kontrollü bir şekilde dağılımı ya da jel bünyesindeki partikül yapışmasının kontrolünü yapar. Sol-jel yöntemi bileşenleri, ön başlatıcılar, çözücüler ve katalizörler olarak gruplandırılır (Kalpaklı vd. 2013).



Şekil 2.1 Sol-jel ürünlerinin şematik gösterimi.

2.1.2 Sol-jel Prosesinde Oluşan Yapılar

Alkoksit olan ön başlatıcıların su, eş çözücü, asit veya baz katalizörlerin yardımı ile ılımlı koşullarda karıştırılmasıyla ilk olarak sol yapısı oluşur. Sol yapısının, sıvı bünyesindeki ara karışım katı parçacıklarının sabit süspansiyonu olarak da tanımlanması mümkündür. Solün oluşması için katı partiküller, sıvının çevrelediği moleküllerden yoğun olmalı ama sıvı bünyesi içerisine dağılmalarına olanak sağlayan kuvvetlerden çok küçük kuvvete sahip olmalı ayrıca makroskopik olarak da belirgin olan atomları bünyesinde bulundurmalıdır. Taneler küçük boyutta ise, moleküllerin çözelti bünyesinde asılı kalma ihtimali çoğalmaktadır (Kalpaklı vd. 2013).

Koloidal tanımı, yalnızca diyaliz membran bünyesinden geçiş sağlayamayan makroskopik taneler için kullanılır. Ama sol-jel yöntemi için tanımlama böyle kısıtlanmamıştır, tanecik boyut aralık ölçümlerinin tam değeri ile tanımlaması yapılır. Basit olarak, koloidal sol içerisindeki partikül boyutu aralığı 2 nm ve 0.2 µm olmalıdır. Bu aralık her tanecik için 10³-10⁹ atoma denk gelmektedir. Solün parçacık içi etkileşime göre de tanımı yapılır. Tanecik için çözücüdeki etkileşim güçsüz ise “lyophobic” sol ve etkileşim kuvvetli ise “lyophilic” sol diye tanımlanır (Pierre 1998).

Jel yapısı, bünyesinde sıvı bileşen bulduran, yüksek yoğunlukta içyapıya sahip katı ve sıvı dağılımı olan, 3-boyutlu ve gözenekli yapıdadır. Tüm sollerin jele dönüşümü sağlanmayabilir. Jel oluşumunda önemli nokta, en ufak çözücü partikülleri ile çözünen partikülleri arasında bağ sağlanmasıdır. Ancak, sıvı içi bağlar koloidal sol parçacıklarından yapıldıysa jel yapı koloidal olarak tanımlanır. Jeli meydana getiren moleküller arasındaki zayıf ya da kuvvetli bağlanmalar, birbirleri arasındaki boşluklarda sıvı içeren iskelet yapıları meydana getirirler. Böylelikle sıvı aralarındaki bağlarla sıvı ortamının birleşmesi sonucu akıcılığı olmayan bir jel meydana gelir (Pierre 1998).

Katı bir görünümü olmasına rağmen jel sıvı katmanı ıslak olan bir çözeltilidir. Jel, sıvı bünyesinde bulunan gözenekli ağ yapısı olarak da düşünülebilir. Yüksek sıcaklığa tabii tutulduğunda jelden, su ve organik çözücüler uzaklaştırılır. Bu yöntemde en önemli

işlem, jel bünyesinde çatlak oluşmamasını sağlayarak kurutmaktır. Kurutma aşamasında alkol ve su gibi çözücülerin bünyeden uzaklaştırılmasıyla jelde büzülme meydana gelir ve yüksek gözenekli yapıya sahip olan ‘xerogel’ diye tanımlanan katı meydana gelir. Isıl işlemler sonrasında istenilen malzeme elde edilir. Bu aşamalardan sonra jel miktarı fazlasıyla azalır (Kalpaklı vd. 2013).

2.1.2.1 Jelleşme

Çözeltinin aniden akışkanlığının kaybolması sonrası esnek olan katı görünüme geçiş yaptığı donma işlemine benzeyen olayın jelleşme olarak tanımlanması mümkündür. Reaksiyon hızına ve türüne göre oluşan jelin ve oluşan son ürünün sahip olduğu mikroyapı kontrolü sağlanabilmektedir (Kalpaklı vd. 2013).

Çizelge 2.2 Farklı katalizörler için jelleşme zamanı.

Katalizör	İlk pH	Jelleşme zamanı (sa)
HF	1.90	12
HCl	0.05	92
HBr	0.20	285
HI	0.30	400
HNO ₃	0.05	100
H ₂ SO ₄	0.05	106
CH ₃ COOH	3.70	72
NH ₄ OH	9.95	107
Hiçbiri	5.00	1000

Hidroliz aşaması ve kondenzasyon reaksiyonları sonucu meydana gelen kümeler bağlanarak jel yapıyı oluşturur. Katı hal bağlarındaki bağlantı kalıcı ise “irreversible” veya geri dönüşümlü ise “reversible” olarak tanımlanır. Bağlanmanın bu şekilde olup olmaması jeli güçlü veya zayıf olarak tanımlar. Jelleşme işlemi direkt olarak, kümelerde çarpışma meydana gelinceye kadar parçacık topaklaşması veya polimer kondenzasyonu yardımı ile, kümelerdeki genişleme ve buna takiben sonrasında sadece büyük bir küme

oluşturmak için kümelerin birbiri arasındaki bağların oluşması olarak tanımlanabilir. Bu aşamalar sonrasında jel adı verilen yapı oluşur (Kalpaklı vd. 2013).

2.1.2.2 Yaşlanma

Yaşlandırma işlemi hidroliz aşaması ve kondenzasyon reaksiyonları sonucunda solden jelin meydana gelmesinden sonra gelen aşamadır. Yaşlandırma prosesi, uzun vakitler saklanan ıslak jelin bünyesindeki kimyasal maddelerin meydana getirdiği reaksiyonlar yardımı ile kararlı yapıya geçmesi için beklenen süredir. Yaşlandırma aşamasındaki değişim yöntemi polimerleşme, sineriz, kabalaşma ve faz değişimi şeklinde sıralanabilir (Pierre 1998).

2.1.2.3 Kurutma

Gözenekli yapıya sahip bir materyalde kurutma aşaması farklı aşamalara ayrılabilir. Öncelikli olarak sıvı hacminin buharlaşmasıyla gövdede eşit olarak büzülme meydana gelir ve gövde dışı yüzeyde sıvı-buhar ara yüzeyi kalır. İkinci aşama gövdenin büzülmesi için katılaşma gösterdiğinde başlar. Yüzeye en yakın sıvı, hava ile dolu olan gözenekli yapıyı bırakması ile birlikte içeri kısımlara tekrardan çekilme gösterir. Oluşan gözenekleri havanın doldurması esnasında dıştaki akış sıvı filmi tarafından desteklenir ve gövde yüzeyinde buharlaşma işlemi devamlılık gösterir. Sıvının ceplere yalıtılması gerçekleşir ve kuruma işlemi dışarıda kalan buharın difüzyonu ve gövde bünyesinde buluna sıvının buharlaşması ile devamlılık gösterir (Kalpaklı vd. 2013).

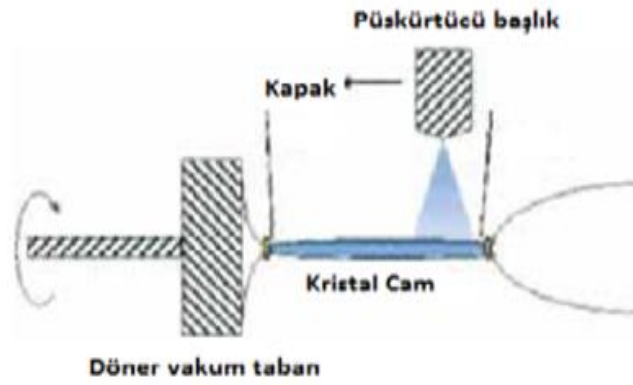
2.1.2.4 Sinterleme

Ara yüzeyde bulunan enerji ile sağlanan yoğunlaşma yöntemi sinterlemedir. Katı-buhar arası yüzey alanındaki küçülme ve gözenekli yapı yok olacak biçimde viskoz akış veya difüzyon yardımı ile materyal hareket eder. Bu bölge jelde olabildiğince büyüktür, bundan dolayı itici güç olabildiğince düşük sıcaklık altında sinterleme yapmak için yeteri kadar büyüktür (Kalpaklı vd. 2013).

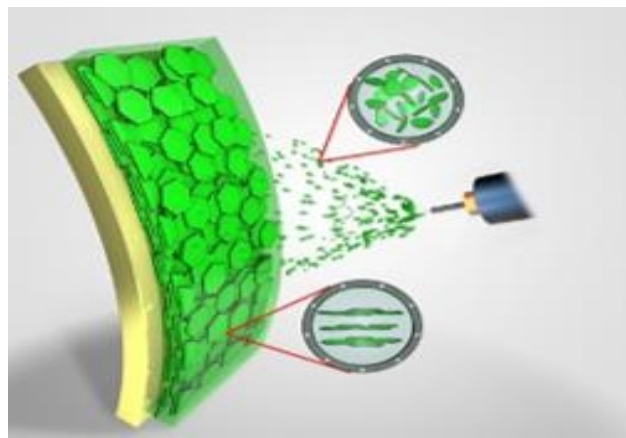
2.2 Sol-jel Kaplama Yöntemleri

2.2.1 Püskürtme Yöntemi ile Kaplama

Bu yöntemle elde edilen çözeltinin basınç ile püskürtücü nozülünden püskürtme işlemi yapılması ile olabildiğince küçük taneciklere benzeyen çok ince damlalar elde edilir. Bu üretilen damlalar bir altlığın yüzeyi üzerine püskürtme işlemi ile kaplama yapılır. Kaplama yapılan altlık yüzeyi soğuk ya da sıcak şekilde olabilir. Altlığın yüzeyine varan sıvı damlası reaktivitelerinin yüksek olmasından dolayı devamlı bir film oluşur (Güngen 2016).



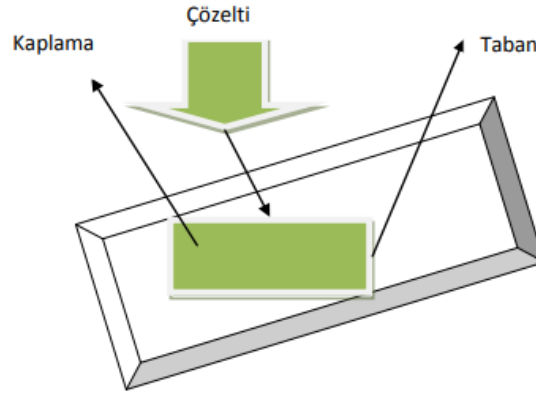
Şekil 2.2 Püskürtme yöntemi ile kaplama şematik gösterimi.



Şekil 2.3 Sprey tabanca ile nano yüzey üzerine yapılan kaplama.

2.2.2 Akış Yöntemi ile Kaplama

Kullanılan altlık eğimi, kaplama malzemesinin akışkanlığı ve çözücünün buharlaşmasına göre kaplama kalınlığı farklılık gösterir. Bu şekildeki kaplamalar daldırma yöntemiyle kaplama işlemine göre genellikle yüzey alan ölçümü geniş olan altlıklar için kullanıma daha uygundur. Kaplanacak altlığa döndürme işlemi yapılmadığından dolayı kaplanacak altlık üzerinde homojenlik sağlanması zor bir işlemdir. Kaplamada oluşan kalınlık, üst kısımlardan alt kısımlara doğru artış gösterir. Oluşan kaplamada düşük bir görünüm düzeyi vardır. Şekil 2.4’de akış yöntemi ile kaplama şematik biçimde verilmiştir (Güngen 2016).



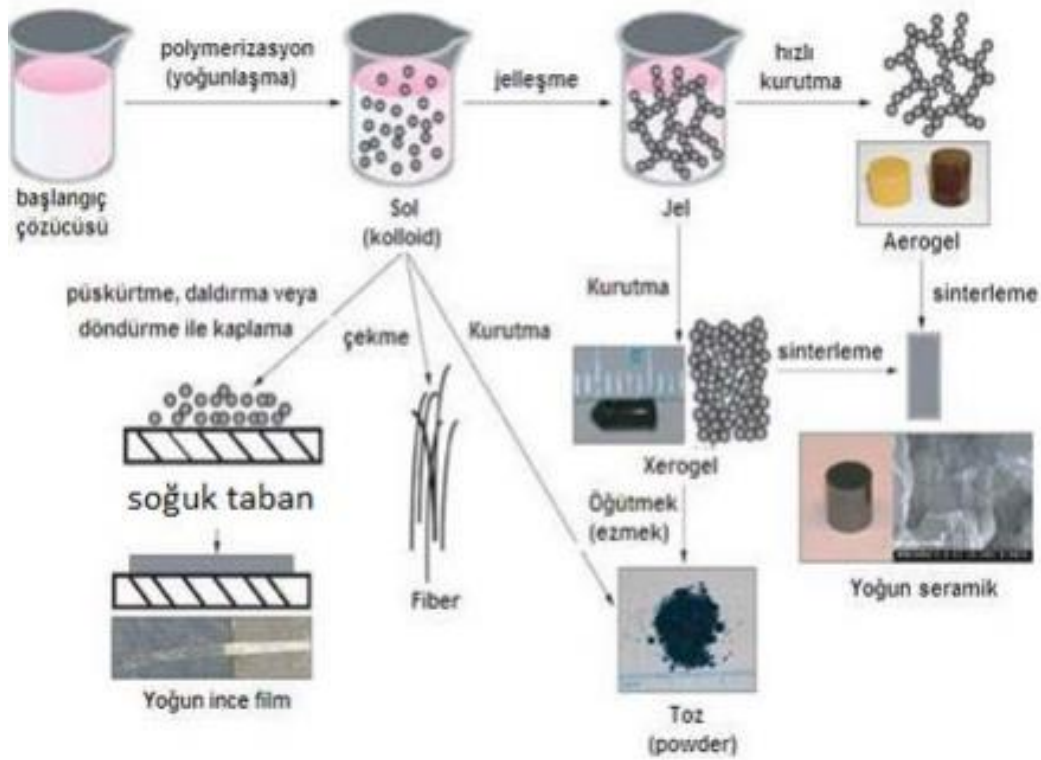
Şekil 2.4 Akış kaplama yöntemi şematik gösterimi.

2.2.3 Döndürme Metodu ile Kaplama

Sert bir altlık veya eğimi az olan altlık yüzeyine ince film oluşturmak amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntem için altlıklar en küçük boyuta düşürülür. Döndürme prosesinde kaplama 4 aşamaya ayrılır. Bunlar, altlık yüzeyine kaplama, döndürme, döndürme işlemini bitirme ve son olarak da buharlaştırma işlemidir.

Kaplama esnasında altlık üzerine sıvı akıtılır. İkinci aşamada döndürme işleminde, merkez kuvvet etkisi ile sıvı taşıyıcı yüzeyinin dış bölgelerine doğru akar. İşlem

sonunda fazla sıvı yüzeyden taşar. Taşan sıvı miktarındaki azalma film kalınlığı azalması ile olur. Bunun sebebi filmdeki incelmeden dolayı akışkan yapıya karşı gösterilen dirençteki artıştır. Film incelmesinde en önemli ve en son olan aşama buharlaşmadır (Güngen 2016).

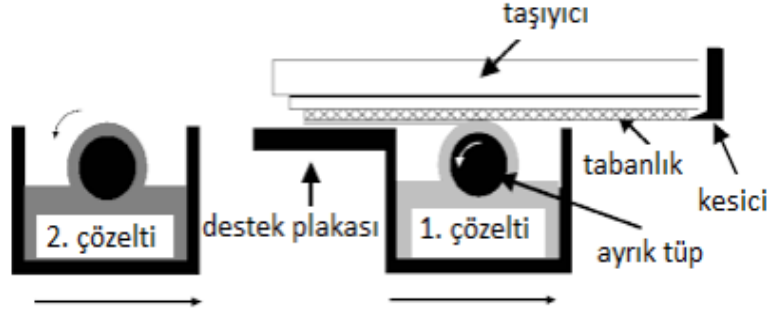


Şekil 2.5 Sol-jel prosesi ile kaplamanın farklı aşamaları.

2.2.4 Laminer Metodu ile Kaplama

Püskürtme yöntemi ve döndürme yöntemi uygulanan altlıklarda, altlık boyutundan daha fazla miktarda kaplama çözeltisi kullanılır. Akış yöntemi ile kaplama ve daldırma yönteminde genellikle altlık malzemesinin kullanım süresine bağlıdır ve optik uygulamalarında daldırma yönteminde kaplama çözeltisinin yalnızca %10-20'lik bir kısmı kaplamalarda kullanılır. Tabla yüzeyi alt kısmında, boru cinsindeki dağıtma ünitesi herhangi bir fiziksel temasa uğramadan hareket eder. Gözenekli yapıya sahip silindirik merdane ile altlık yüzeyi arasındaki çözeltide kendiliğinden baskı oluşur ve ince olan yağma durumları oluştuğunda hep aynı şekilde devam eden kaplamalar meydana

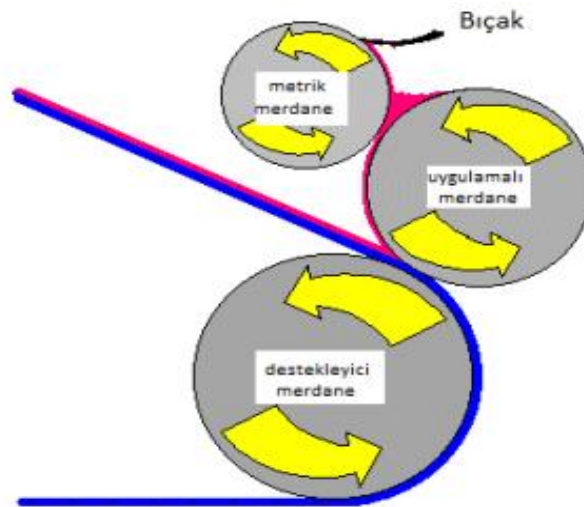
gelir. Bu şekilde yapılan kaplamalarla fazla katmana sahip kaplamalarda elde edilebilir. Şekil 2.6’da laminer metodunun şematik gösterimi verilmiştir (Güngen 2016).



Şekil 2.6 Laminer metodu ile kaplama yöntemi şematik gösterimi.

2.2.5 Merdaneli Metodu ile Kaplama

Merdaneli yöntem ile kaplamada, devamlı olarak dönen bir ya da birden daha çok sayıda merdane kullanılır. Devamlı olarak hareket eden tabanlık ya da ağ yüzeyine ince film ile kaplama prosesidir. Gravür yöntemi ile kaplama genel olarak en çok kullanılan yöntemdir. Merdane ile kaplama yöntemlerinden biridir. Genellikle baskı endüstrisinde bu yöntem yer verilir. Düşük akışkanlığa sahip sıvılardan yararlanılarak ince kaplamalar yapılır.



Şekil 2.7 Merdaneli metodu ile kaplama şematik gösterimi.

Fakat bu proseste işlem aşamalarında değişiklik yapmak uzun süre gerektiriyor ve merdanede aşınma olursa problemler oluşuyor. Genellikle plastik şerit yüzeyine anti yansıtıcı kaplama yapmak için bu yöntem tercih edilmektedir. Şekil 2.7’de yöntem şematik olarak verilmiştir (Güngen 2016).

2.2.6 Baskı Metodu ile Kaplama

Genellikle dekor amaçlı kullanılan cam plakalarda tercih edilen bir yöntemdir. Bu proseste, belli bir dokusu olan ve ipekten yapılan taslak tabakası çözeltiyi emdikten sonra altlık üzerine baskı ile kaplama yapılır. 10-100 µm aralığında film kalınlığı tercih edilir. Organik polimer kökene sahip kaplama malzemeleri genel olarak kullanılır (Güngen 2016).

2.3 Fonksiyonel Yüzey Kaplamaları

Kaplamalar esas olarak yüzeylere dekoratif, koruyucu veya işlevsel amaçlarla uygulanır, ancak çoğu durumda bunların bir kombinasyonudur. "İşlevsel kaplamalar" terimi, bir kaplamanın klasik özelliklerinin (yani dekorasyon ve koruma) yanı sıra ek bir işlevselliğe sahip sistemleri tanımlar (Wulf 2002). Bu ek işlevsellik çeşitli olabilir ve kaplanmış bir substratın fiili uygulamasına bağlı olabilir. Fonksiyonel kaplamaların tipik örnekleri, kendi kendini temizleme, kolay temizleme (anti-grafiti), zehirli boya, yumuşak his ve antibakteriyeldir (Tiller 2001). Çeşitli mekanizmalar ve çok sayıda uygulamanın dahil olmasına rağmen, belirli bir fayda sağlayan ve bazı kullanıcıların taleplerini karşılayan ortak bir özellik vardır.

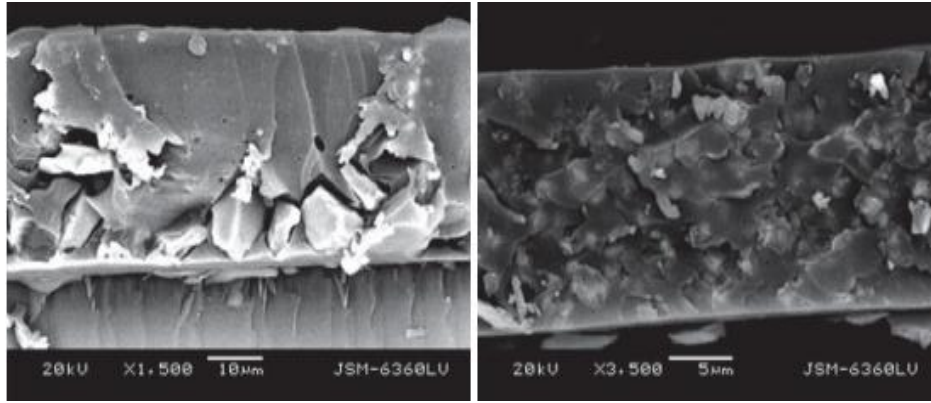
Doğada genellikle bir halden diğer faza geçişlerde sorunlar görülmektedir. Olumsuzlukları azaltmak için fazlar arası geçişler aşamalı olarak yapılmaya çalışılmaktadır. Sağanak yağmurdan önce çiseleyen yağmur doğadaki olumlu yöndeki aşamalı geçişler için örnek olarak gösterilebilir. Benzer şekilde, gelişen teknolojiyle beraber yeni tür bazı ihtiyaçların karşılanması için malzemelerde homojen yapıya sahip olmayan kademeli ya da sürekli değişiklik gösteren bir yapıya gerek duyulmuştur (Özarılan 2007).

Nanokompozit yapı oluşturulması ve taneciklerin matriks bünyesinde iyi bir özellik göstermeleri için matriksle iyi bir etkileşime sahip olmaları ve stabilizasyon gerçekleşmiş olmalıdır. Genel olarak seramik tanecik yüzeyinde bulunan OH-gruplarıyla silanol yapıları etkileşime girerek kondenzasyondan sonra bünyeden alkol veya su çıkması, taneciğin yapıya dahil olmasını sağlar (Arslan 2013).

Hibrit polimerler bünyesinde disperse olan taneciklerin SEM gösterimleri şekil 2.8’de verilmektedir. Toz yüzeyindeki -OH grubuyla polimer moleküllerindeki -OH grupları kondenzasyonu net olarak görülmektedir.

Organik-inorganik sistemler için genel olarak 2 çeşit nano tanecik ekleme şekli vardır.

- a. Kompozit olan matriks bünyesinde parçacık in-situ olarak oluşturulur
- b. Daha önceden stabilize edilen parçacık dışarıdan eklenir.



Şekil 2.8 Matriks içinde nanopartikül disperse edilmesiyle oluşan yüzey kaplamaları.

Bu aşamalara baktığımızda fonksiyonel yüzey kaplamalarını;

- a. Aşınma ve çizilme dirençli
- b. Termokromik, floresans veya fotokromik
- c. Süperhidrofobik/süperhidrofilik ya da kendi kendini temizleyen
- d. Fotokatalitik

e. Asit-baz dayanımı bulunan kaplamalar olarak sınıflandırabiliriz.

2.3.1 Aşınma ve Çizilme Dirençli Kaplamalar

Yaygın olarak bünyelerinde yüksek sertlik skalasına sahip olan SiC, SiO₂ ya da Al₂O₃ barındırırlar. Bu kaplamalarda en çok gerek duyulan şey bünyelerindeki taneciklerin homojen olarak matriksin tüm bölgesine dağılmasıdır. Böylece aşınma, çizilme ve ayrıca buna bağlı olarak korozyona dayanıklı kaplamada elde edilir (Arslan vd. 2018).

2.3.2 Termokromik, Floresans veya Fotokromik Kaplamalar

Sentezlenmiş ve yüzeyi modifiye edilen floresans pigment ve termokromik barındıran kaplama çeşididir. Sol-jel yöntemiyle ya da yüksek sıcaklıklarda bu pigmentlerin hazırlanması gerçekleşebilir. Bilhassa pigmentler, uygun ve sabit ışık yaymaları için dayanıklı ve bünyesine kristal enjekte edilen taneciklerin sentezi yapılabilir (Arslan vd. 2018).

2.3.3 Süperhidrofobik/Süperhidrofilik ya da Kendini Temizleyen Kaplamalar

Perflor veya alkil gibi yüzey enerjisi azaltan ya da -OH grubu gibi hidrojen bağı gücünü arttıran yapıları bünyesinde bulduran kaplama çeşididir. Bu yapıların meydana gelmesi için perflor ya da uzun alkil zincir yapıları uygundur. İskelet yapısı böyle olan yapılar matrikse bağlıdır ve yönlendirme diğer tüm kısımlar dışarıda kalacak şekilde yapılır (Arslan vd. 2018).

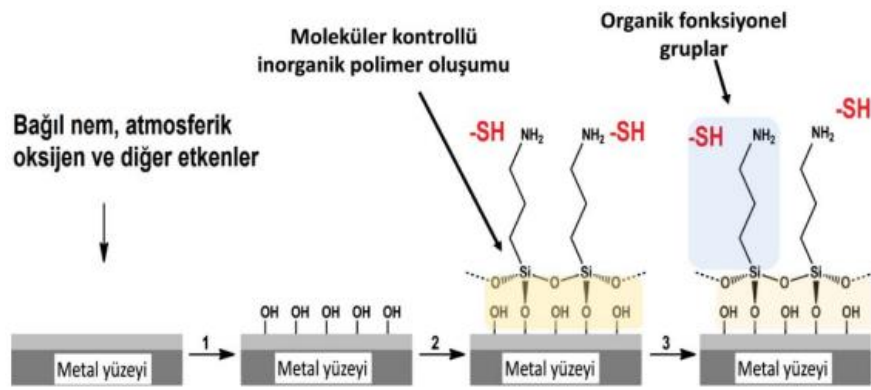
2.3.4 Fotokatalitik Kaplamalar

Yaygın olarak TiO₂ bazlı ve ayrıca ışıkla beraber eksiton oluşumu sağlayarak koku ve organik kirleticileri bozan kaplama yöntemidir. Bilhassa TiO₂ genellikle anafaz evresinde kullanılmaktadır. Buna ek olarak görünür olan bölgelerde benzer etkileri olan

yapıların tercih edilmesi bant boşluk enerjileri kontrolü sayesinde gerçekleştirilir (Arslan vd. 2018).

2.3.5 Asit-Baz Dayanımı Olan Kaplamalar

Yaygın olarak SiO₂ bazlı katı kaplama türleridir. Ek olarak Al₂O₃ ya da epoksi ve poliüretan yapılarında yüzey parçacıkları ile desteklenmeleriyle üretilebilirler.



Şekil 2.9 Yüzeyinde -SH ve NH₂ grupları içeren kaplamaların yüzeye tutunması.

Yaygın olarak in-situ parçacık takviyesi homojen bir yapı göstermesine rağmen ex-situ tanecikleri kendileri aralarında etkileşiminden kaynaklı kompleks yapı gösterirler. Aglomerasyon göstermeyen ve homojen olmayan yapılarda, transparan malzeme eldesinde taneciklerin daha küçük olmaları gerekmektedir (Arslan vd. 2018).

2.4 Hibrit Malzemeler

Tarihsel olarak, bu malzeme kombinasyonunun faydası, kompozitin maliyetinin düşük olmasının yanı sıra modüldeki ve çoğu zaman gerilme mukavemetindeki artışlardır. Yaygın olarak polimerin önemli ölçüde gevrekleşmesi, optik berraklık ve yüzey bitirme kaybıyla ciddi maddi tavizler ortaya çıktı (Sharp 1998).

Hibrit organik ± inorganik malzemeler, son 18 yılda klasik malzeme tavizleri tarafından kısıtlanmayan bu farklı malzemelerin samimi kombinasyonları olarak geliştirilmiştir.

Genellikle melezlerle mümkün olan davranıştaki kuantum sıçraması, esas olarak iki kaynaktan doğar: inorganik fazın alan boyutunun 100 nm veya altına (genellikle çok daha az) düşürülmesi ve çok sayıda kovalent bağ veya diğerlerini mümkün kılan muazzam ara yüzey alanlarının oluşturulması ve fazlar arası uyumluluk. Bazı hibrit malzeme sistemlerinde inorganik bileşen ayrı bir faz olarak tespit edilmemiştir (Sharp 1998).

2.4.1 Hibrit Kaplamalar

Fonksiyonel grupların türlerine göre reaktif seyrelticiler, akrilikler, viniller, vinil eterler, epoksiler olarak sınıflandırılabilir. Bazı durumlarda, saf organik kaplamaların uygulanmasının moleküler yapı özelliklerinden dolayı belirli bir sınırı vardır. Organik kaplamaların sertliği, ısıl kararlılığı ve aşındırıcı direnci üzerindeki performans, inorganik malzemeler kadar iyi değildir. Özellikle, sertleştikten sonra genellikle yüksek bir kürlenme çekme oranı gösterirler, bu da bazı hassas uygulamalar için pratik gereksinimleri karşılamamasına neden olur. Bu nedenle, saf organik kaplamaların dezavantajlarının üstesinden gelmek için organik-inorganik hibrit kaplamaların geliştirilmesi gereklidir. Hibrit kaplamalarda organik ve inorganik faz arasındaki sinerjik etki ile kaplama performansının iyileştirilmesi olasıdır (Sreekala vd. 2013). Genellikle, inorganik fazın en az bir boyutu nanometre aralığında, yani 100 nm 'nin altında kontrol edilir ve bu şekilde, organik fazlarda inorganik fazların daha homojen dağılımına, daha düzenli yapıya, iki faz arasında daha güçlü etkileşime sahip kaplamaları elde edebiliyoruz, bu da kaplamaların daha kapsamlı performansının elde edilmesine yardımcı oluyor (Shang vd. 2013).

2.5 Silan Kimyası

Silanlar, silikon atomuna bağlı dört ikame ediciye veya gruba sahip monomerik silikon bileşikleridir. Bu gruplar aynı ya da farklı olabilir ve reaktif olmayabilir veya reaktif olabilir, reaktivite inorganik ya da organik olabilir. İnorganik reaktif silanlar, alkoksisisilan gruplarına sahiptir ve hidrolitik polikondensasyon reaksiyonlarına uğrar. Organik reaktif silanlar, amin, vinil, epoksi, izosiyanat veya organik işlevselliklerle

reaksiyonlara olanak tanıyan diğer işlevsel grupları içerir.

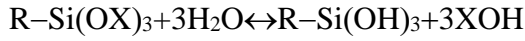
Polisiloksan terimi silikonları içerebilir, ancak burada en geniş anlamıyla, yani silikon atomu üzerindeki ikameden bağımsız olarak omurgada, yan zincirlerde veya çapraz bağlantılarda tekrar eden silikon-oksijen grupları içeren herhangi bir polimerik yapı olarak kullanılır. Silikon ve polisiloksan bağlayıcılarda silikon atomuna bağlı belirli organik grupların varlığı, tipik olarak avantajlı bir şekilde fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri hafifletir.

Literatürde, monomerik silikon kimyasalları silan olarak bilinir ve eğer bir silan en az bir silikon-karbon bağı (örneğin, Si-CH₃) içeriyorsa, organo-silan olarak adlandırılır. Bundan sonra kısaca silan olarak adlandırılan organo-silanlar, çözünürlükleri bakımından iki grupta mevcuttur; alkol bazlı ve su bazlı. Alkol bazlı silan, silan çözeltilerinin hazırlanmasında etanol ya da metanol gibi çok miktarda organik çözücü gerektirir. Silan çözeltisinin hazırlanması için alkol ihtiyacı açıkça endüstriyel sistemlerde büyük bir engel teşkil etmektedir. Su bazlı silanlarla ilgili olarak; silan çözeltisi hazırlama için sadece deiyonize suya ihtiyaç duydukları için VOC içermezler (Van vd. 2011). Bu sebeple, endüstriyel sistemlerde su bazlı silan talepleri gün geçtikçe artmaktadır. Genel moleküler yapıları R-Si(OX)₃tür. X bir alkil (C_nH_{2n+1}) zinciridir, ayrıca OX grupları metoksi (OCH₃), etoksi (OC₂H₅), asetoksi (OCOCH₃), amin veya metal, cam ve silika gibi inorganik malzemelerle reaksiyona giren klor gibi hidroliz olabilen gruplardır (İnt. Kyn. 1). R grubu, işlevsel olmayan ya da işlevsel bir grup olabilir. Eğer R grubu organo-fonksiyonel bir grup içeriyorsa (Cl, F, CH₃ veya C₂H₅ olabilir), organik reçineler ve polimerler ile bağlanmayı sağlar ve bir adezyon promotörü olarak tercih edilir.

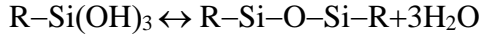
Ayrıca silanın moleküler yapısındaki bazı Si-alkil gruplarının varlığı, düşük yüzey gerilimi ve iyi ıslanma özellikleri sağlar (İnt. Kyn. 1). Silanlar normal olarak hidrolize edilmemiş halde saklanır. Uygulamadan önce, metal substrat ile etkileşime girecek yeterli Si-OH gruplarına sahip olmak için silanların 2.1 ve 2.2 reaksiyonlara göre hidrolize edilmesi gerekir. Sudaki bir miktar hidrolizden sonra, hidrofilik Si-OH grupları silan çözeltisinde meydana gelir (Xu 2007). Van Ooij ve diğ. belirtildiği gibi,

silan solüsyonları, yeterli sayıda silanol üretildikten sonra uygulanabilir hale gelir. Ek olarak Michele Fedel, yalnızca hidrolize silan çözeltisinin, metal substrat ile güçlü kovalent bağların oluşmasına yol açabileceğini, bu nedenle, etkili sayıda Si-OH grubunun, metal substrat ile etkileşime girmesinin gerekli olduğunu belirtti (Fedel 2010).

Hidroliz



Kodenzasyon

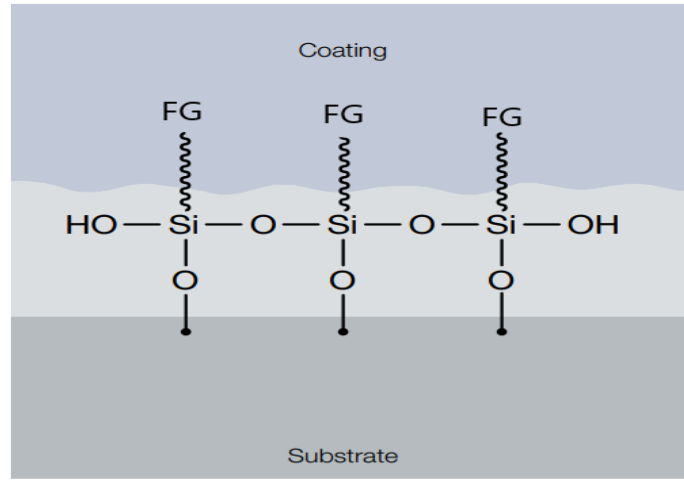


Ticari olarak önemli olan reaksiyonlar esas olarak iki kategoriye ayrılabilir; hidroliz ve kondenzasyon reaksiyonlarında olduğu gibi hidroliz ve yoğunlaşma. Reaksiyonlar organo-silanların yapısına, çözeltinin yaşına, suyun bulunabilirliğine, pH'a, konsantrasyona ve kaplanacak yüzeye bağlı olarak devam eder. Bu faktörler ayrıca silan filmlerin kalitesini doğrudan etkiler (Scott vd. 2009). Silanın sudaki belli bir hidroliz derecesinden sonra, silan molekülleri metal yüzeye de birbirleriyle reaksiyona girmeye hazır hidrofilik Si-OH içerir (Xu 2007). Silan kaplamanın performansının çözelti eskimesiyle azaldığı belirtildi. Komşu Si-OH gruplarının yoğunlaşması çözeltide çapraz bağlı Si-O-Si oluşumuna yol açar. Eski bir çözeltideki daha az sayıda Si-OH grubu nedeniyle, silan metal etkileşimi azalır ve daha az Me-O-Si bağı ile sonuçlanır, bu da zayıf bir korozyon direncine yol açar. Bu nedenle, silanın yeterli Si-OH konsantrasyonu elde edilene kadar hidrolize edilmesi gerekir, ancak silan çözeltisinin yaşlanma olasılığı nedeniyle tam hidroliz gerekli değildir.

2.5.1 Yapışma Arttırıcı

Organo-fonksiyonel silanlar, kaplamaların, yapıştırıcıların ve sızdırmazlık maddelerinin çok çeşitli yüzeylere yapışmasını arttırır (Anonim 2012). Silan birleştirme ajanları, boyalar, mürekkepler, kaplamalar, yapıştırıcılar ve sızdırmazlık malzemeleri için entegre katkı maddeleri veya primerler olarak kullanıldığında etkili yapışma

arttırıcılardır. İntegral katkı maddeleri olarak, etkili olabilmesi için yapılandırılmış ürün ile substrat arasındaki ara yüze geçmeleri gerekir. Bir astar olarak, silan birleştirme maddesi, yapışacak ürün uygulanmadan önce inorganik substrata uygulanır. Bu durumda, silan optimum pozisyonudadır (fazlar arası bölgede), burada bir yapışma arttırıcı olarak etkili olabilir. Doğru silan birleştirme maddesi kullanılarak, kötü yapışan boya, mürekkep, kaplama, yapıştırıcı veya sızdırmazlık maddesi, zorlu çevre koşullarına maruz kalsa bile sık sık yapışmayı sürdürecektir bir malzemeye dönüştürülebilir (Anonim 2009). Şekil 2.10'da silanın yapışma arttırıcı yapısı verilmektedir.

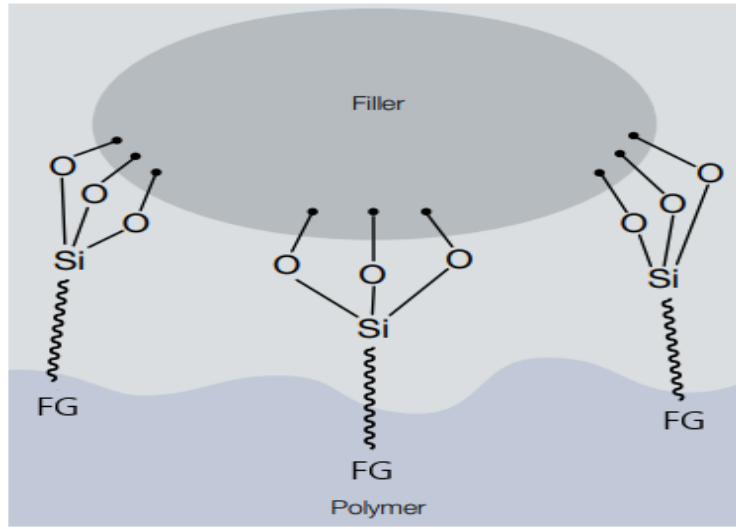


Şekil 2.10 Silanların yapışma arttırıcı yapısı.

2.5.2 Birleştirme Maddesi

Yüzey modifikasyon uygulaması, organo-fonksiyonel silanların uyumluluğunu artırır ve inorganik dolgu maddelerinin organik reçinelere kimyasal olarak bağlanmasını sağlar (Anonim 2012). Şekil 2.11'de silan birleştirme maddesinin yapısı gösterilmiştir. Bu uygulamanın tipik özelliği, plastıklere ve kauçuklara eklenen fiberglass ve mineral dolgu maddeleri gibi takviyelerdir. Hem termoset hem de termoplastik sistemlerle kullanılırlar. Silika, talk, mika, wollastonit, kil vb. gibi mineral dolgu maddeleri, silan ile ön işlemden geçirilir ya da bileşik oluşturma işlemi esnasında yerinde işlenir. Hidrofilik, organo-reaktif olmayan dolgu maddesine organo-fonksiyonel bir silan uygulanarak, yüzeyler reaktif ve organo-filik hale dönüştürülür. Fiberglass uygulamaları arasında otomobil gövdeleri, tekneler, duş kabinleri, baskılı devre kartları, uydu

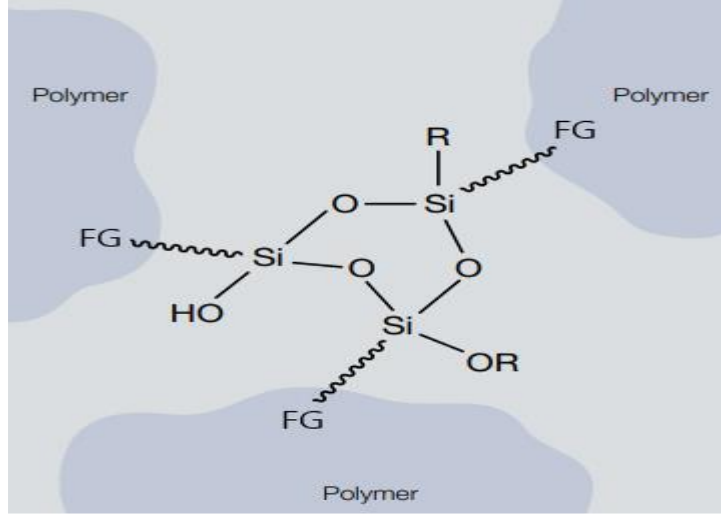
antenleri, plastik borular ve kaplar ve diğerleri bulunur. Mineral dolgulu sistemler arasında güçlendirilmiş polipropilen, silika dolgulu kalıplama bileşikleri, silikon-karbür taşlama taşları, agrega dolgulu polimer beton, kum dolgulu döküm reçineleri ve kil dolgulu EPDM tel ve kablo yer alır. Ayrıca otomobil lastikleri, ayakkabı tabanları, mekanik ürünler ve diğer birçok uygulama için kil ve silis dolgulu kauçuk da dahildir (Anonim 2009).



Şekil 2.11 Silanların birleştirme madde yapısı.

2.5.3 Çapraz Bağlama Maddesi

Organo-fonksiyonel silanlar organik polimerler için çapraz bağlayıcılar olarak işlev görür (Anonim 2012). Şekil 2.12’de silanların çapraz bağlama madde yapısı gösterilmiştir. Organo-fonksiyonel silanlar, trialkoksisilil grubunu polimer omurgasına bağlamak için organik polimerler ile reaksiyona girebilir. Silan daha sonra, silanın kararlı, üç boyutlu bir siloksan yapısına çapraz bağlanması için nemle reaksiyona girmeye hazırdır. Böyle bir mekanizma, boyalara, kaplamalara ve yapıştırıcılara dayanıklılık, su direnci ve ısı direnci kazandırmak için plastikleri, özellikle polietilen akrilikler ve üreanlar gibi diğer organik reçineleri çapraz bağlamak için kullanılabilir (Anonim 2009).



Şekil 2.12 Silanların çapraz bağlama madde yapısı.

2.6 Antifungal Özellik

Antifungallar fungus ya da farklı bir deyişle mantar enfeksiyonlarını önlemek için yararlanılan sentetik farmakolojik ajanlardır. Antifungal ajanların gelişimi, antibakteriyel ajanların gerisinde kalmıştır. Bu, ilgili organizmaların hücresel yapısının tahmin edilebilir bir sonucudur. Bakteriler prokaryotiktir ve bu nedenle insan konakçıdan farklı olan çok sayıda yapısal ve metabolik hedef sunar. Mantarlar, tersine, ökaryotlardır ve sonuç olarak, mantarlar için toksik olan çoğu ajan, konakçı için de toksiktir. Dahası, mantarlar genellikle yavaş ve sıklıkla çok hücreli formlarda büyüdüklerinden, miktarlarını belirlemek bakterilere göre daha zordur. Bu zorluk, potansiyel bir mantar önleyici maddenin in-vitro veya in-vivo özelliklerini değerlendirmek için tasarlanmış deneyleri karmaşıklaştırır. Bu sınırlamalara rağmen, yeni antifungal ajanların geliştirilmesinde ve mevcut olanların anlaşılmasında çok sayıda ilerleme kaydedilmiştir.

Antifungal ve antibakteriyel peptitler, polipeptitler, boyalar ve diğer kaplamalar için antifungal katkı maddeleri olarak proteinler, antifungal kompozisyonlar ve antifungal özelliklere sahip kaplanmış yüzeyler ile birlikte açıklanır. Antifungal kaplamalar, zarar görmeye meyilli yapı malzemeleri ve nesnelere üzerinde küf, gibi diğer mantar ve bakterilerin büyümesini tedavi etmek veya inhibe etmek için kaplamaların kullanılması yöntemleri olarak açıklanmaktadır (Dennis vd. 1996).

Amfoterisin B, yaşam için tehdit oluşturan mikozların ve olası dermatofitozlar haricindeki diğer çoğu mikozun tedavisinde temel antifungal ajandır. Gold tarafından 1956'da keşfedilen, gerçekten bir altın standardı temsil ettiği söylenebilir. Geniş aktivite yelpazesi, *Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum*, *Blastomyces dermatitidis* ve *Paracoccidioides brasiliensis* gibi dimorfik patojenler dahil olmak üzere tıbbi açıdan gerek duyulan küflerin ve maya çeşitlerinin genelini bulundurur. *Candida* türleri *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus* türleri ve *Zygomycetes* gibi mantarların sebep olduğu birçok mikozun tedavisinde yararlanılan ilaçtır. Bu maddeye direnç nadirdir, ancak *Pseudallescheria boydii*, *Fusarium* spp., *Trichosporon* spp, belirli izolatlarının *Candida lusitanae* ve *Candida guilliermondii* için dikkate değerdir (Dennis vd. 1996).

Antifungal kaplama iki polimer katmanı içerir; antifungal etkiye sahip en içteki bir katman ve en içteki katmanda antifungal ajanın tükenmesini önleyen en dıştaki koruyucu katman. Biri aktif ve biri koruyucu olmak üzere iki katman kullanma yöntemi, tıbbi silikon gibi tıbbi polimer malzemelerin mükemmel biyo-uyumlu özelliklerini koruyan mantar saldırısına karşı olağanüstü koruma sağlayan bir ürünün tasarlanmasını sağlar (Dennis vd. 1996).

2.7 Mantarlar

2.7.1 Küfler ve Mayalar

Küfler ve mayalar gıda mikrobiyolojisinde yaygın olarak birlikte incelenir. Küfler ve mayalar fungusların üyeleridir. Ayrıca mayalar ve küfler selektif besiyerlerde birbirinden ayrılabilirler fakat koloni morfolojileriyle de kolaylıkla ayrılacak biçimde gelişme gösterirler.

Miselyum meydana getiren tek hücreli olmayan fungus “küf”, miselyum meydana getirmeyen ve tek hücreye sahip olanlar “mayalar” diye tanımlanır. Küfler iki farklı spor barındırırlar. Bunlar, eşeyli ve eşeysiz sporlardır. Küfleri tanımlarken ve bunları ayırırken yaygın olarak eşeysiz spordan ve bunları kapsayan yapılardan yararlanılır

(İnt. Kyn. 2).

Yaygın olarak küf çoğalması eşeyli spor ile gerçekleşir ama küfleri sınıflara ayırırken eşeyli spordan yararlanılmamaktadır. Hücre morfolojisi oval veya limon biçiminde, silindir şeklinde ve yuvarlak olanlar tek hücreye sahip mayalardır. Kendisine has hücre morfolojisine sahip olan mayalarda saf kültürlerini de kapsayan, üreme durumlarına ayrıca kültür yaşına göre çeşitli biçim ve boyları olan hücrelerle de karşılaşılabilir.

Maya çeşitlerinin bazıları bira, ekmek ve şarap gibi gıdaları üretmek için büyük önem arz eder. Bir grup küften ise peynir üretiminde veya proteini yüksek olan biyomasları üretmekte yararlanır. Fakat çok sayıda küf ve maya çeşitleri gıda ve fermantasyon sanayisinde pek istenmezler. Bu şekildeki küfler ve mayalar saprotif özelliğe sahiptir. Gıda bozulmalarına ve üretimde kabul edilemeyecek sorunlara sebep olmaktadır (İnt. Kyn. 2).

2-9 pH aralıklarında, depolanabilme sıcaklıklarında ve 0.85 üzeri su aktivitelerinde küf ve mayalar oluşabilmektedir. Yüksek tuza sahip ortamda ve şeker oranı fazla olan ortamlarda da kolay bir şekilde gelişme göstermektedirler. Ek olarak protein, organik asit, pektin ve kompleks karbonhidratları da kullanmaktadırlar.

Gıdalarda bozulma meydana getiren küf ve mayalar kötü kokuları ve acı tatları oluşturur. Gaz meydana getirmelerinden dolayı gıdada gözenek oluşturan bozulmalara da sebep olurlar. Küflerden bazılarıysa gıda üzerinde gelişme göstererek toksit metabolik ve mikotoksinler salgılar. Böylece tüketilen gıda maddesi zehirlenmeleri ve ölümleri meydana getirir (İnt. Kyn. 2).

2.7.2 Mantar Çeşitleri

2.7.2.1 Candida

Candida parapsilosis, C. metapsilosis ve C. orthopsilosis, yaygınlıklarını ve yaygın

olarak kullanılan antifungallere karşı ilaç duyarlılıklarını daha iyi tanımlamayı amaçlayan, giderek artan sayıda epidemiyolojik araştırmanın konusu olmuştur. DNA analizine dayalı geriye dönük analiz, *C. metapsilosis* ve *C. orthopsilosis*'in geleneksel biyokimyasal testlerle *C. parapsilosis*'e atfedilen enfeksiyonların/kolonizasyonların %1-10'unu temsil ettiğini göstermektedir (Romeo vd. 2012). 3 türün rutin tespiti, yaygınlık çalışmalarını önemli ölçüde hızlandıracak ve psilosis kompleksinin epidemiyolojisine ilişkin anlayışımızı geliştirecektir. Bu bağlamda, matriks destekli lazer desorpsiyon iyonizasyonu uçuş kütle spektrometresi zamanı gibi yüksek verimli yaklaşımlar, *C. parapsilosis* tür kompleksinin üyelerini ayırt etmek için güçlü ve hızlı araçlar olarak ortaya çıkmıştır (Pinto vd. 2012).

2.7.2.2 Cryptococcus

Polisakkarit (PS) kapsüller, bakteriyel patojenlerde yaygındır, ancak mantarlarda bunlar *Cryptococcus* cinsine özeldir (Doering 2000). *Cryptococcus neoformans*, çevresel bulaşıcı propagüllerin solunması yoluyla insan ve hayvan konakçıları tarafından edinilen, kapsüllenmiş bir mantar patojenidir (Casadevall vd. 1998). *C. neoformans*, yuvarlak ya da oval şekilli bir maya hücresidir. Organizmanın boyutu, kapsüller PS olmadan ~2,5 mm'dir. Kapsül, hücre duvarının hemen dışında bulunur ve hücre tipine, ortama ve büyüme koşullarına bağlı olarak boyut olarak 1 ila 50 mm arasında değişebilir. Kapsül mimarisi, hücre duvarına bağlı ve hücre dışı boşluğa çeşitli mesafelere uzanan karmaşık bir PS ağı ile karakterize edilir (Casadevall vd. 1998).

2.7.2.3 Trichosporon

Trichosporon spp. doğada yaygın olarak bulunan ve ağırlıklı olarak tropikal ve ılıman bölgelerde bulunan, basidiomycetous maya benzeri anamorfik organizmalardır (Basidiomycota, Hymenomyces, Tremelloidae, Trichosporonales). Bu organizmalar toprak, çürüyen odun, hava, nehirler, göller, deniz suyu, peynir, kuş pisliği, yarasalar, güvercinler ve sığırlar gibi alt tabakalarda bulunabilir. İnsanlarda bu mantar türleri bazen gastrointestinal ve ağız boşluğu mikrobiyotasının bir parçasıdır ve solunum yolu

ve cildi geçici olarak kolonize edebilir (Cafarchi vd. 2008). Son zamanlarda, Silvestre ve ark. 1.004 sağlıklı erkek gönüllülerinin %11'inin normal perigenital ciltlerinde (skrotal, perianal ve vücudun kasık bölgeleri) Trichosporon türleri tarafından kolonize edildiğini bulmuşlardır (Silvestre vd. 2010).

Trichosporon cinsi fenotipik olarak blastokonidia, gerçek misel ve en önemlisi artrokonidia, gerçek hiphadan ayrılan eşeysiz propagüller oluşturma yeteneği ile karakterizedir. Parantezli veya parantezsiz çok katmanlı hücre duvarlarının ve doliporların varlığıdır (Gueho vd. 1992). Bununla birlikte, bazı türler, onları ayırt etmek için kullanılabilen, apresoria, makrokonidya veya diğer morfolojik yapılar ve süreçler gibi başka morfolojik yapılara sahiptir. Trichosporon spp. farklı karbonhidratları ve karbon kaynaklarını kullanabilir ve üreyi parçalayabilir, ancak bu cinsin üyeleri fermentatif değildir. Hücre kültürleri, Sabouraud dekstroz agar üzerinde beyazdan kremaya değişen renklere sahip maya kolonileri olarak büyür ve tipik olarak serebriform ve radyal yüzeyler gibi görünüm gösterir (Hooghs vd. 2000). Koloniler yaşla birlikte kuruyabilir ve membranöz hale gelebilir (Kwon vd. 1992).

2.7.3 Küf Çeşitleri

2.7.3.1 Aspergillus

Aspergillus, 260 ile 837 tür arasında oluşan bir amorf cinsidir (Hawksworth 2011). Bu türler, yaklaşık on farklı teleomorf cinsinde sınıflandırılır (Geiser 2009). Örneğin A. nidulans, teleomorf cinsi Emericella'nın bir parçası iken, A. Fumigatus ve A. Flavus sırasıyla Neosartorya ve Petromyces cinslerine aittir. Bu, Aspergillus'un çeşitli bir mantar grubudur. Nitekim A. Nidulans ve A. fumigatus'un genomik dizilerinin karşılaştırılması, bu mantarların balıklar kadar insanlarla akraba olduğunu göstermiştir (Galagan vd. 2005). Bu hayvanlar yaklaşık 450 milyon yıl önce ayrıldı, ancak Aspergillus cinsindeki çeşitliliğin yaklaşık 200 milyon yılla sınırlı olduğu varsayılıyor (Galagan vd. 2005). Genomik dizideki büyük farklılıkların, hızlandırılmış bir evrim hızından kaynaklandığı öne sürülmüştür (Cai vd. 2006).

Aspergillus türleri, dünya çapında en bol bulunan mantarlar arasındadır. Abiyotik büyüme koşulları açısından çok seçici değildirler. Örneğin, geniş bir sıcaklık aralığında (6–55 °C) ve nispeten düşük nemde büyüebilirler. Aslında, *A. penicilloides* en kserofilik mantarlar arasındadır (Williams vd. 2009). Ayrıca *Aspergillus* türleri, hayvan dışkı ve insan dokusu dahil çok çeşitli substratlarla beslenir. Bununla birlikte, ağırlıklı olarak karmaşık bitki polimerleri üzerinde bulunurlar ve yaygın gıda bozulma mantarları olarak kabul edilirler (Bennett 2010).

2.7.3.2 *Aspergillus Flavus*

Aspergillus cinsi ilk olarak Floransalı rahip ve mikolog P.A. Micheli tarafından 1729'da tanımlanmış ve konidiofor yapısının kutsal su serpmek için kullanılan liturjik bir alet olan *aspergillum* ile yapısal benzerliğine dayanarak adlandırılmıştır (Bennett vd. 1992). Bu yaygın cins birçok kez morfolojiye göre sınıflandırılmıştır ve şu anda 200'den fazla tür içermektedir. *Aspergillus flavus*, 1809'da Link tarafından tanımlandı ve yalnızca eşeysiz sporlar, konidia ve kışı geçiren aseksüel meyve veren cisimler olan sklerotia üreten bir eşeysiz tür olarak biliniyordu. Son zamanlarda, *A. flavus*'un cinsel evresi rapor edilmiş ve *Petromyces flavus* olarak sınıflandırılmıştır (Horn vd. 2009). *A. flavus*, dünya çapında topraklarda bir saprofit olarak ortaya çıkar ve hasattan önce ve sonra mısır (kulak çürüğü), yer fıstığı (sarı küf) ve pamuk tohumu gibi bazı önemli tarımsal ürünlerde hastalıklara neden olur (Yu vd. 2005). Mantar ayrıca, kontamine yem tüketimi (aflatoksikoza ve/veya karaciğer kanserine neden olur) veya immün sistemi baskılanmış insanlarda genellikle ölümcül olan invazif büyüme (*aspergillozise* neden olur) yoluyla hayvan ve insan hastalıklarına neden olur (Hedayati 2007).

2.7.3.3 *Fusarium*

Fusarium, tarımsal öneme sahip birçok toksin üreten bitki patojenini içeren, iplikli ascomycete mantarlarının (*Sordariomycetes*, *Hypocreales*, *Nectriaceae*) kozmopolit bir cinsidir. *Fusarium* hastalıkları topluca hem tarımsal hem de doğal ekosistemlerdeki

birçok bahçecilik, tarla, süs ve orman mahsulünün solgunluğunu, lekelerini, çürümelerini ve kanserlerini içerir. Fusaria ayrıca, trikotesenler ve fumonisinler gibi çeşitli toksit ikincil metabolitler (mikotoksinler) üretir ve bu da tarım ürünlerini kontamine ederek onları gıda veya yem için uygunsuz hale getirir. Trikotesenler ayrıca bitki hastalıklarında virülans faktörleri olarak da hareket edebilir (Bai vd. 2002). İnsanların ve diğer hayvanların fırsatçı Fusarium enfeksiyonları (fusariozlar) nispeten nadir olmakla birlikte, tipik olarak antifungal ilaçlara karşı geniş bir direnç gösterirler (Alastruey vd. 2008). Fusaria orantısız bir şekilde korneanın mantar enfeksiyonları ile ilişkilidir (Gower vd. 2007). Tarım ve tıp açısından önemi nedeniyle, BLAST sorgularını yürütmek için filogenetik olarak bilgilendirici genlerin bölümlerini kullanarak tanımlanmaları için özel web erişimli veritabanları geliştirilmiştir (Park vd. 2011).

2.7.3.4 Pseudallescheria

Son on yılda, *Pseudallescheria boydii* sensu lato, özellikle bağışıklığı baskılanmış konakçılarda önemli bir insan patojeni olarak ortaya çıkmıştır. Bu enfeksiyonlar için optimal tedavi bilinmemektedir ve agresif antifungal tedaviye rağmen ölüm oranı çok yüksektir (Guarro vd. 2006). *P. boydii* sensu lato'nun geleneksel antifungal ilaçlara düşük in-vitro (Cuenca vd. 1999) ve in-vivo (Kowacs vd. 2006) duyarlılığa sahip olduğu defalarca gösterilmiştir. Bununla birlikte, vorikonazol (VRC), ravukonazol (RVC) ve posakonazol (PSC) gibi yeni triazololler, bu mantara karşı bazı in-vitro aktiviteler göstermiştir (Carrillo vd. 2001). VRC ayrıca hem hayvan modellerinde hem de klinik ortamda etkinlik göstermiştir (Apostolova vd. 2005). Bununla birlikte, *P. boydii*'nin test edilen tüm suşları VRC'ye eşit şekilde yanıt vermedi. Örneğin, Capilla ve Guarro, 0.5 ila 1 g/ml'lik bir VRC MIC gösteren bir suşun, bir kobay modelinde bu ilaca duyarlı olduğunu, 8 g/ml'lik bir VRC MIC'ye sahip başka bir suşun ise dirençli olduğunu gösterdi (Capilla vd. 2004). Benzer şekilde, bazı insan enfeksiyonları bu ilaçla tedaviye yanıt vermiş ve diğerleri vermemiştir (Symoens vd. 2006). Bu, *P. boydii*'nin tek bir türü temsil etmemesi, bunun yerine bilinen en az altı türden oluşan bir kompleks olmasıyla açıklanabilir (*P. boydii*, *Pseudallescheria angusta*, *Pseudallescheria ellipsoidea*, *Pseudallescheria fusoidea*, *Pseudallescheria minutispora* ve *Scedosporium*

aurantiacum) (Gilgado vd. 2005).

2.7.3.5 Zygomycetes

Zygomycota, mantar filumlarının en çeşitli ve en az çalışılanlarından biri olabilir ve şu anda sınıflandırıldığı şekliyle polifiletik görünmektedir. Zygomycota, Barr tarafından kabul edilen Fungi'nin dört bölümünden biridir, Trichomycetes ve Zygomycetes'ten oluşur. Zygomycetes, hayvanların, bitkilerin veya mantarların saprobları veya haustorial ve yorucu olmayan parazitleridir. Trichomycetes, böcekler ve larvaları dahil olmak üzere eklembacaklıların bağırsaklarında veya daha az yaygın olarak anal bölgesinde simbiyotlardır, ana bilgisayara hücresel veya hücresel olmayan bekletme yoluyla bağlanırlar (Benny vd. 2001).

2.8 Esansiyel Yağlar ve Genel Özellikleri

Bitkilerin kabuklarından, çiçeklerinden, tohumlarından, köklerinden ve yapraklarından, distilasyon ya da ekstraksiyon aşamalarıyla üretilen, yaygın olarak 25 °C 'de sıvı halde olan, kristalleşme özelliği gösteren, genellikle herhangi bir renge sahip olmayan ya da açık tonda sarı renkli bileşiklerdir. Buldukları bitkiye yeni karakteristik özellikler yükleyen, o bitkiye koku ve yakıcı bir lezzet ekleyen, kimyasal bileşimlerden meydana gelen, 25 °C 'de uçucu özellik gösteren ve suyla birlikte sürüklenme özelliği gösteren yağimsı bileşimlerdir. Kokuya ve uçuculuğa sahip olmaları en yaygın özellikleridir (Sevinç vd. 1995).

Genellikle terpenlerden meydana gelen su ile çözünme göstermeyen ama organik çözücülerle basit bir şekilde çözünme gösteren karışımlardır. Meyve ve çiçeklerde çok fazla görünürler. Bitkisel tedavi yöntemlerinde fazlaca kullanılırlar. Günümüz modern teknolojisinde, basınçlı ortamda fraksiyonel damıtmaya maruz bırakıldıklarında, farklı her tür yağdan 20 çeşit koku, renk, molekül şekli ve farklı kullanımlara sahip uçucu yağlar meydana gelmektedir. Bu bitki özlerinin maliyeti yüksektir (Bozkurt 2005).

2.8.1 Esansiyel Yağların Sınıflandırılması

Esansiyel yağlar aromatik özellik, kimyasal bileşim, terapi ve farmakolojik etkilerine göre sınıflandırılırlar. Kimyasal bileşimlerine bakıldığında esansiyel yağlar 4 grupta incelenir. Bunlar (Bakkali vd. 2008);

- Terpenik madde,
- Aromatik madde,
- Düz zincirli hidrokarbonlar,
- Kükürt ve azot barındıran bileşiklerdir.

2.8.2 Esansiyel Yağları Elde Etme Yöntemleri

Esansiyel yağlar yaygın olarak bitkide uçucu yağ bulunduran bölgelerden meydana getirilir (Hill 1952). Proses, uçucu yağ miktarı, suda çözünme gösterip göstermemesi, ısı dayanıklılığı ve bileşenlere göre seçilir.



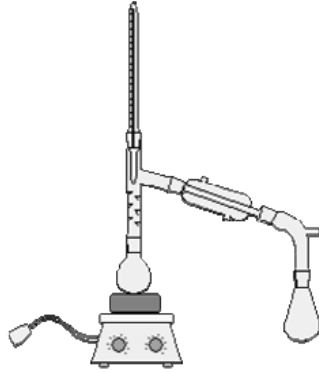
Şekil 2. 13 Uçucu yağ elde etme yöntemleri.

2.8.2.1 Destilasyon (Damıtma)

Destilasyon, organik yapılı bileşikler için çok önemli bir yöntemdir. Basıncın sabit olduğu koşullarda kaynayan sıvının üzerinde meydana gelen buharın soğutucuya tabii tutulup yoğunlaştırıldığı her bir aşama destilasyon (damıtma) olarak tanımlanmaktadır (Sarıkaya 1997).

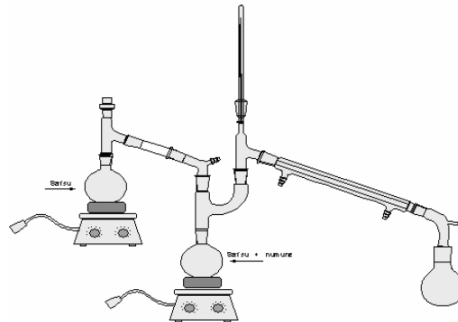
A) Su destilasyonu (Basit destilasyon)

Suyla birlikte temas halinde bulunurken ısıya maruz bırakıldığında bozulma göstermeyen bitkisel maddelerden esansiyel yağlar bu yöntem ile üretilir.



Şekil 2.14 Basit destilasyon düzeneği.

B) Su buharı destilasyonu



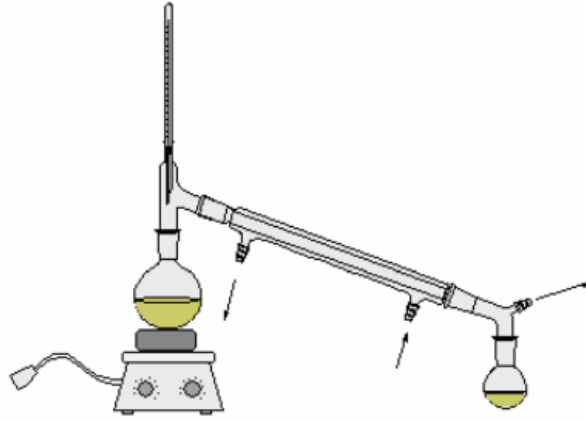
Şekil 2. 15 Su buharı destilasyonu düzeneği.

Aşırı ısıya maruz bırakılmış ve doymuş olan bitkilerden esansiyel yağ üretmek için

kullanılır.

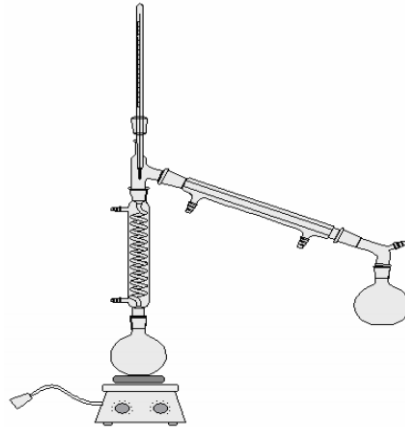
C) Vakum destilasyonu

Atmosfer basıncına maruz bırakılmadan düşük basınçlarda gerçekleştirilen destilasyon işlemi vakum destilasyon olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 2.16 Vakum destilasyon düzeneği.

D) Ayrımsal (Fraksiyonlu) destilasyon



Şekil 2.17 Ayrımsal destilasyon düzeneği.

Endüstri alanında yaygın olarak kullanılan bir prosestir. Maddeleri birbirinden ayırmak için kullanılır. Bu maddelerde kaynama sıcaklığı dereceleri arasında az fark olanlar ayrımsal damıtma yöntemiyle birbirinden ayrılırlar (Kutlular 2007).

E) Kuru destilasyon

Bu yönteme tabii tutulacak malzemelere kurutma işlemi yapılır. Kazanlara çok küçük taneler şeklinde koyulur ve yüksek ısıya maruz bırakılıp destileye uğrar. Soğutucuya tabii tutulan destilasyon numuneleri kap içerisinde toplanır (Kutlular 2007)

2.8.2.2 Ekstraksiyon

Sabit basınç altında ve sabit sıcaklıklarda iki farklı haldeki denge derişiminin benzer olmama durumundan faydalanılarak uygulanan işlem ekstraksiyon olarak tanımlanır. Yaygın olarak, çözücü içerisinde çözülmüş olan maddenin veya katı olan karışım içerisindeki maddeleri ayırmak için kullanılan bir yöntemdir (Kutlular 2007). Ekstraksiyon yöntemi için çözücü seçimi yapılırken dikkat edilen özellikler:

- zltili içerisindeki çözücü ile çok az bir karışım göstermesi ya da karışamaması,
- Ekstrakteye maruz bırakılacak malzemeyi iyi bir şekilde çözmesi,
- Ekstrakte edilecek malzemeyi kolayca ayırmalıdır.

2.8.2.3 Sıkma

Genel olarak narenciye kabuğu vb. gibi farklı destilasyon prosesleri uygulandığında bozunmaya uğrayan materyallerde sıkma işlemi veya buna benzer mekanik prosesler yapılır. Fazla olan yağ toplanır. Sıkılan kabuklar suyla yıkanır ve bu aşamadan sonra oluşan yağ bir kap içerisine alınır. Yağ ile su emülsiyonu santrifüjden sonra esansiyel yağ ayrılır (Kutlular 2007).

Esansiyel yağın az bulunduğu ortamlarda ve buna bağlı durumlarda farklı destilasyon proseslerinin uygun görülmediği şartlarda esansiyel yağ üretiminde renksiz, yumuşak ve kokusuz sabit bir yağ karışımıyla temasa sokulur. Genel olarak bu aşamada domuz yağı kullanılır. Bu sabit yağı ince olan bir tabaka üzerine yayma işlemi yapılır. Materyal

yayılan bu yağın yüzeyine serilir. Biraz beklendikten sonra serilen bu materyal alınıp yeni bir materyal bunun yerine konulur. Esansiyel yağ sabit yağ işler. Etanol yardımı ile bu yağ tüketilir. Çözücü düşük basınç ortamında yoğunlaştırılır ve esansiyel yağ üretilir (Kutlular 2007)

2.8.3 Esansiyel Yağ Çeşitleri

2.8.3.1 Karabiber Yağı (Piper Nigrum)

Piper nigrum (Piperaceae), Çin ve Güneydoğu Asya gibi birçok tropikal bölgede yetişen önemli bir tıbbi bitkidir. Diğer tıbbi bitki baharatları arasında “baharatların kralı” olarak kabul edilir ve bu, Hindistan'da sıtma ve Çin'de epilepsi için en geleneksel olarak kullanılan ilaçlardan biridir. Dünya çapında yenilebilir değerli baharatlı tadı nedeniyle bilinen önemli bir ekonomik öneme sahiptir. Ayrıca *P. nigrum*, anti-platelet agregasyonu, anti-aterojenik, antioksidan ve anti-inflamatuar aktivitelere sahiptir (Son vd. 2012).

2.8.3.2 Kekik Yağı (Tymus Vulgaris)

Lamiaceae familyasının üyesi olan *Thymus* cinsi, pek çok alt türü, çeşidi, alt çeşidi ve formu olan yaklaşık 400 yıllık aromatik, herdem yeşil veya yarı yaprak dökmeyen otsu bitki türü içerir (Martion vd. 2009). Romanya'da, *Thymus* cinsi aromatik bitki (*Thymus vulgaris*) ve diğer 18 yabancı tür olarak yetiştirilen bir tür içerir. Yerel olarak "cimbru" olarak bilinen *T. vulgaris* (kekik) balgam söktürücü, öksürük kesici, antibronkolitik, antispazmodik, antelmintik, gaz söktürücü ve idrar söktürücü özellikleri nedeniyle Romanya halk tıbbında yaygın olarak kullanılmaktadır.

T. vulgaris uçucu yağının (EO) kimyasal bileşimini ve biyolojik özelliklerini araştırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. European Pharmacopoeia 5.0'a (Ph. Eur. 5.0) göre, *T. vulgaris*'teki minimum EO içeriği 12 mL/kg'dır, ancak kimyasal bileşim varyasyonlar

gösterir, esas olarak geraniyol, linalool, gama olmak üzere altı kemotip rapor edilmiştir. -Terpineol, karvakrol, timol ve trans-thujan-4-ol/terpinen-4-ol (Thompson vd. 2003). EO'ların hem izolasyon verimi hem de kimyasal bileşimi, çevre, büyüme bölgesi ve yetiştirme uygulamaları gibi bir dizi faktöre bağlıdır (Hudaib vd. 2007). Yapıcı etken maddeler tarafından belirlenen tatlandırıcı özelliklere ek olarak, kekik EO önemli antimikrobiyal aktivite (Rota vd. 2008) ve ayrıca güçlü antioksidan özellikler sergiler (Grigore vd. 2010).

2.8.3.3 Kimyon Yağı (Cuminum Cyminum)

Otlar ve baharatlar nesiller boyunca insanlar tarafından gıda çeşnileri olarak ve rahatsızlıkları tedavi etmek için daha az toksik ve genellikle yan etkilerden arınmış olarak kullanılmıştır (Valiathan 1998). Baharatların semptomları hafifleten veya hastalıkları önleyen tıbbi özelliklere sahip olduğuna dair bilimsel kanıtlar birikiyor. Cuminum cyminum, tatlandırıcı olarak düzenli olarak kullanılan popüler baharatlardan biridir. Çin geleneksel tıbbında, bitkinin tohumları diş ağrısı, dispepsi, ishal, epilepsi ve sarılık tedavisinde kullanılmıştır (Nostro vd. 2005). Aynı zamanda idrar söktürücü, gaz giderici, emmanogojik ve antispazmodik özelliklere sahiptir (Janahmadi vd. 2006). Çin, C. cyminum'un memleketi olarak bilinir ve bu malın önemli bir ihracatçısıdır. Bazı rahatsızlıkların tedavisinde geleneksel tıpta kullanımının yanı sıra, C. cyminum gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Baharat, kendisine karakteristik bir aroma veren uçucu yağ içerir. Uçucu yağın yakın bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri rapor edilmiştir (Li vd. 2004). Baharat iyi bilinen mezelerdir ve tüm dünyada mutfak sanatının vazgeçilmezi olarak kabul edilir. Geleneksel kullanımda, C. cyminum tohumları genellikle bir toza öğütülür, ancak bu kötü tat ve hızlı lezzet kaybı gibi dezavantajlara neden olabilir.

C. cyminum tohumlarının uçucu yağı uçucu olduğundan ve bazı uçucu bileşenler, saklama süresi ve çevresel koşullar gibi faktörlere göre önemli ölçüde değişiklik gösterebileceğinden, bu bizi C. cyminum Essential'ın yeni, pratik bir ekstraksiyon teknolojisini daha da araştırmaya sevk etti. Sıvı yağ. C. cyminum tohumlarında bulunan

uçucu yağ genellikle hidrodistilasyon, buharla damıtma, süper kritik sıvı ekstraksiyonu (SFE) veya geleneksel solvent ekstraksiyonu ile elde edilir. Bu işlemler pahalıdır veya bazı koku bileşenlerinin termal bozunmasına, hidrolizine ve suda çözünmesine neden olabilir. Geleneksel çözücülerle elde edilen özütler, ilave edildiklerinde yiyecekleri ve kokuları kirleten kalıntılar içerir (Faborode vd. 1996). Bu dezavantajlar, düşük kaynama noktası ve buhar damıtma prosesi ile organik çözücünün bir kombinasyon teknolojisi kullanılarak önlenir.

2.8.3.4 Defne Yağı (*Laurus Nobilis*)

Defne (*Laurus nobilis* L.), Akdeniz bölgesine özgü, yüksekliği 20 m'ye kadar olan yaprak dökmeyen bir ağaçtır (Leung 1999). Lauraceae ailesinin tek Avrupa temsilcisidir (Pech vd. 1982). Tatlı koy, defne, defne, Grecian defne, gerçek defne ve Akdeniz koyu olarak da bilinir. Kurutulmuş yapraklar yaygın olarak ev yemeklerinde uçucu yağ ise esas olarak aroma endüstrisinde kullanılmaktadır (Putievsky vd. 1984). Defne yaprağı yağı veya tatlı defne esansiyel yağı olarak da adlandırılan defne yağı, kepek önleyici aktivitesi için saç losyonunun hazırlanmasında ve sedef hastalığının harici tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Hafizoğlu 1993). Bu yağ genellikle hidrodistilasyon veya buhar damıtma yoluyla elde edilir. Bu teknik, kapsamlı hidroliz ve termal bozunma fenomenlerini indüklemese bile, her durumda karakteristik kokusuz bir ürün verir (Eller vd. 2000). Çözücü ekstraksiyonu bir yağ verebilir, ancak yüksek miktarda balmumu ve/veya diğer yüksek moleküler kütleli bileşikler nedeniyle, genellikle türetildiği malzemeye çok benzer bir kokuya sahip bir konsantre ortaya çıkarır. Bu tekniğin bir başka dezavantajı, küçük miktarlarda organik çözücülerin ekstraksiyon ürününü kirletebilmesidir. Süper kritik sıvı ekstraksiyonu (SFE), doğal malzemelerden aroma ve koku üretimi için iyi bir tekniktir ve yukarıda bahsedilen işlemlerin her ikisine de geçerli bir alternatif oluşturabilir. Aslında, sıkıştırılmış karbon dioksit (CO₂), temel uçucu yağ bileşenleri olan hidrokarbonu ve oksijenli mono- ve seskiterpenleri çözebilir (Sthal vd. 1985). Ekstraktanın ayrılması kolaydır ve olası kalıntılar insan sağlığı açısından risk oluşturmaz. Gerçekten de CO₂, güvenli, yanmaz ve ucuz olmasının yanı sıra toksik değildir. Son yıllarda Özek ve ark. bir mikro-SFE cihazı aracılığıyla defne esansiyel yağının ekstraksiyonunu inceledi ve çok sayıda bileşen belirledi. Bununla

birlikte, yağı her zaman büyük miktarlarda kütüküler mumlarla karıştırdılar (Özek, 1985).

2.8.3.5 Portakal Yağı (*Citrus Sinensis*)

Citrus sinensis uçucu yağının farklı mikrobiyal türlere karşı antifungal aktivitesi hakkında çok az sayıda rapor vardır (Shukla vd. 2000). Turunçgil yağlarının *Aspergillus parasiticus*'un büyümesi ve aflatoksin üretimi üzerindeki etkileri Karapınar (1985) tarafından rapor edilmiştir. Ernestina vd. (2003) ayrıca turunçgil yağının tropikal meyvelerde antraknoz hastalığına neden olan etken maddeye karşı fungisidal aktivitesini bildirmiştir. Uçucu yağlardan bazılarının ek bir avantajı, onları depolanan ürün koruması için olası fumigantlar olarak çekici kılan bir özellik olan buhar fazındaki biyoaktivitesidir (Bishop vd.1997). Dolayısıyla bu bulgular, dayanıksız ürünlerin hasat sonrası patojenlerinin etkili bir inhibitörü olarak *Citrus sinensis* epikarpından elde edilen uçucu yağdan yararlanma olasılığını göstermektedir.

2.8.3.6 Çay Ağacı Yağı (*Melaleuca Alternifolia*)

Melaleuca alternifolia'nın uçucu yağı (çay ağacı yağı), geniş spektrumlu aktiviteye sahip membran aktif bir biyosittir (Cox vd. 2000). Son yıllarda çay ağacı yağı yaygın olarak kabul görmüştür ve şu anda yüz ve el yıkama, sivilce jelleri, vajinal kremler, ayak tozları, şampuanlar gibi harici kullanım için bir dizi farmasötik veya kozmetik ürününde ana antimikrobiyal veya koruyucu olarak dahil edilmiştir.

Çay ağacı yağının kimyasal bileşimi iyi tanımlanmıştır ve önceki araştırmalar, oksijenli terpenoidlerin ana aktif bileşenler olduğunu belirlemiştir (Brophy vd. 1989). İki önemli bileşenin, terpinen-4-ol ve 1,8-sineolün ters oranlarda bulunması ile doğal olarak yağ bileşiminde büyük bir varyasyon meydana gelir. Terpinen-4-ol, ana aktif bileşen olarak kabul edilir ve yaklaşık %50'sini oluşturan oksijenlenmemiş terpenoid hidrokarbonlar ile bazı çay ağacı yağlarının yaklaşık %40'ını oluşturur. Genel olarak, hidrokarbon

monoterpenler, oksijenli monoterpenlerden önemli ölçüde daha az aktiftir (Griffin vd. 1999).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar

Manyetik Karıştırıcı

Katkılandırma aşaması karışım hazırlamaları için Afyon Kocatepe Üniversitesi Polimer-Kompozit Malzemeler laboratuvarında bulunan Wises Stir marka 6'lı dijital manyetik karıştırıcı ve Multi-HS 6 DIGITAL marka 6'lı manyetik karıştırıcılar kullanılmıştır.



Resim 3.1 Multi-HS 6 DIGITAL marka 6'lı karıştırıcı.



Resim 3.2 Wises Stir marka 6'lı karıştırıcı.

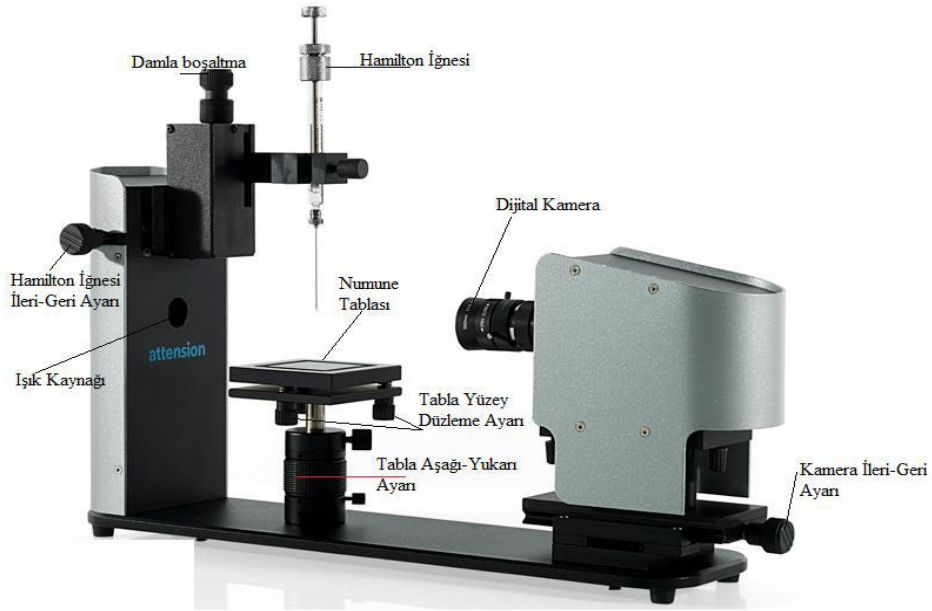
Hassas Terazı

Katkılandırma işlemi için karışımların hazırlanmasında Afyon Kocatepe Üniversitesi Polimer-Kompozit Malzemeler laboratuvarında bulunan Kern marka 0,001g hassasiyetli ve maksimum 620g tartım kapasiteli hassas terazi kullanılmıştır.



Resim 3.3 Hassas terazi.

Temas Açısı Ölçüm Cihazı



Resim 3.4 Temas açısı ölçüm cihazı.

Temas açısı analizi, kaplanan polimer numuneleri üzerine “KSV Attention” marka

“ThetaLite TL 101 Optical Tensiometer” cihazı ile damla yayılımı (Sessile Drop) prosesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz, yüzey enerjisi belirgin olan sıvının Hamilton mikroşırınga aracılığıyla sert yüzeye damlatılarak bunun sert yüzeyde oluşturduğu temas açısı değerinin optik kamera aracılığıyla incelenmesi ve sonra görüntünün üzerinde dijital goniometre ile temas açısının belirlenmesi prensibiyle çalışmaktadır (Arsoy 2014).

Kullanılan Diğer Cihazlar

Afyon Kocatepe Üniversitesi Polimer-Kompozit Malzemeler laboratuvarında bulunan ETUV, pH ölçer, film aplikatör, dijital mikroskop, FTIR analiz cihazı ve kesme cihazları kullanılmıştır.



Resim 3.5 ETUV.



Resim 3.6 pH ölçüm cihazı.



Resim 3.7 Film aplikatör.



Resim 3.8 FTIR cihazı.



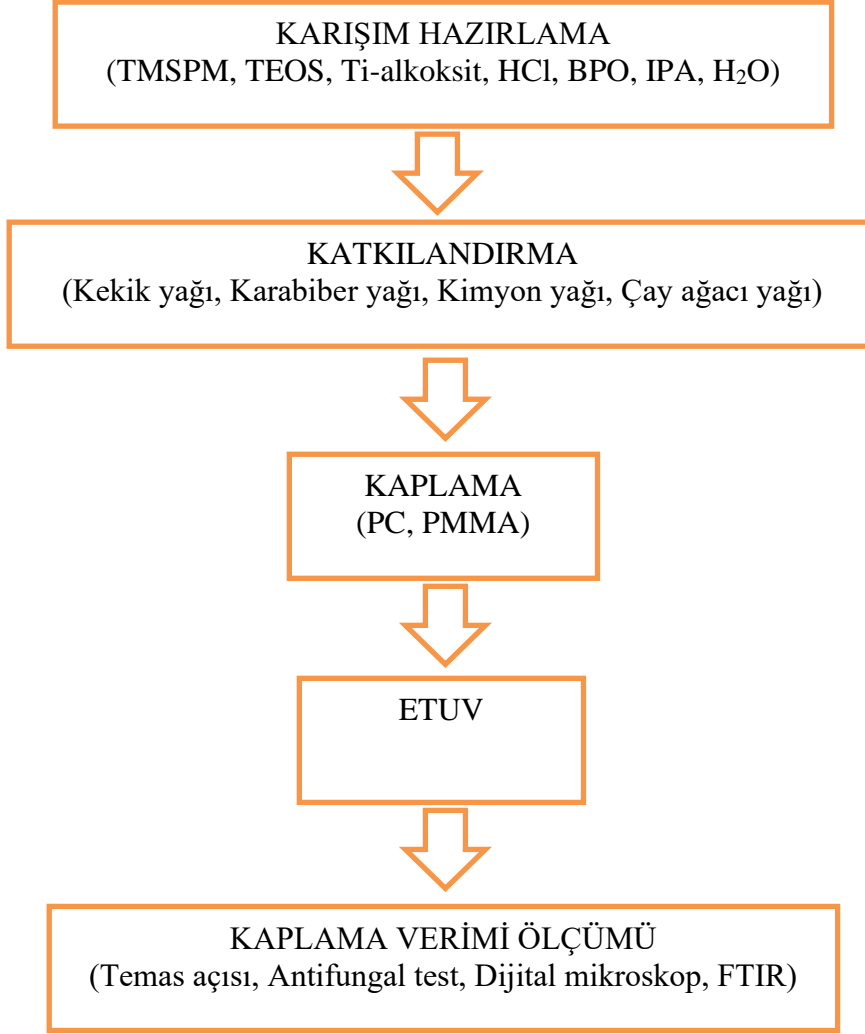
Resim 3.9 Kesme makinası.



Resim 3.10 Dijital Mikroskop.

3.2 Deneysel Çalışmalar

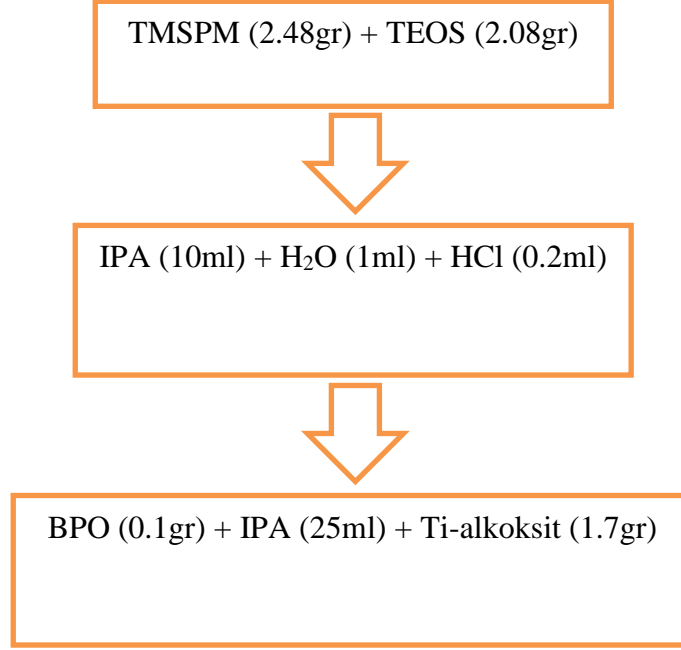
Deneysel çalışmalarda uygulanan işlem adımları şekil 3.1'deki deneysel çalışmalar akım şemasında gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Deneysel çalışmalar akım şeması.

3.2.1 Karışım Hazırlama

Karışım hazırlama 3 aşamada gerçekleştirildi. Öncelikli olarak bağlayıcı ajanlar (TMSPM ve TEOS) belirlenen miktarlarda 30 dakika 750 rpm hızda manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. İkinci aşamada 30 dakika karıştırılan çözeltiliye 10 ml izopropil alkol (IPA) eklenerek H₂O ve HCl ile hidroliz edildi. Elde edilen karışım tekrar 30 dakika 750 rpm hızda manyetik karıştırıcıya tabii tutulur. Üçüncü aşamada ise benzoilperoksit (BPO), Ti-alkoksit ve IPA çözeltiliye belirlenen oranlarda eklenerek tekrar manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırıldı. Şekil xx'de çözeltili karışım miktarları gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Karışım hazırlama.

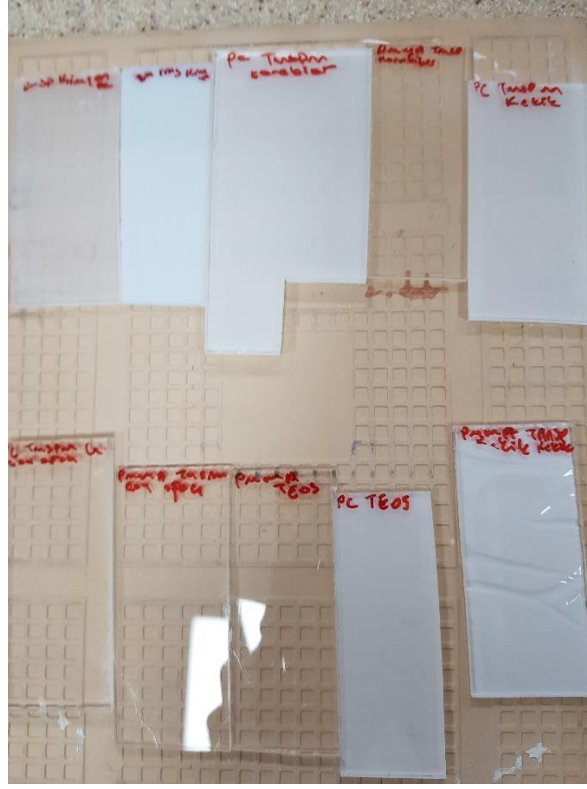
3.2.2 Katkılandırma Aşaması

Hazırladığımız çözelti kekik yağı, karabiber yağı, çay ağaççı yağı ve kimyon yağı ile ayrı ayrı çözeltiler hazırlanarak her bir esansiyel yağ 5 mL çözeltiye eklenerek 1 saat 750rpm hızda manyetik karıştırıcıda karıştırılır. Esansiyel yağ katkılandırılması ile sonuçların karşılaştırılması için tekrar TEOS eklemeyen yeni çözelti hazırlanır. Karışım hazırlama aşamasındaki aynı miktarlarda TMSPM, IPA, HCl ve H₂O 30 dakika manyetik karıştırıcıya tabii tutulur. Çözeltiye BPO, IPA ve Ti-alkoksit eklenerek yine 30 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılır ve TEOS kullanmadan yeni bir çözelti elde edilir. Sonuçların karşılaştırılması için bu çözeltiye herhangi bir esansiyel yağ eklemesi yapılmaz.

3.3 Kaplama İşlemi

Esansiyel yağ katkılandırılması ile elde ettiğimiz çözeltiler ve TEOS kullanmadan hazırladığımız çözelti PC ve PMMA polimerleri yüzeyine homojen bir şekilde kaplama yapılabilmesi için film aplikatör kullanıldı. Kaplanan polimerler 30 dakika oda

sıcaklığında bekletilir ve sonrasında numuneler kurutma aşaması için 80 °C'de 2 saat etüve onulur. Etüve kurutulan numunelere kaplama verimi ölçümü için FTIR analizi, dijital mikroskop görüntülemesi, temas açısı ölçümü ve antifungal testi uygulanır.

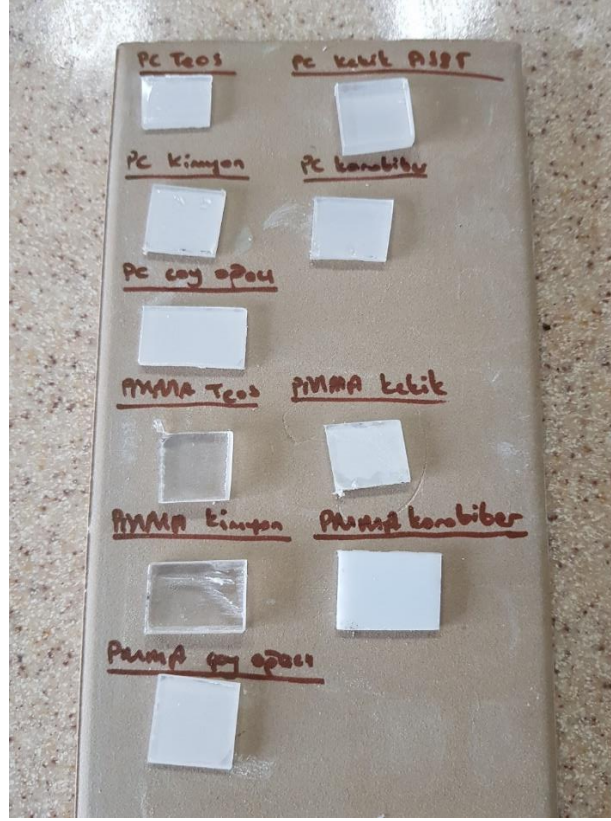


Resim 3.11 Numune görüntüleri.

3.4 Kaplama Verimi Ölçümü

3.4.1 Temas Açısı Ölçümü

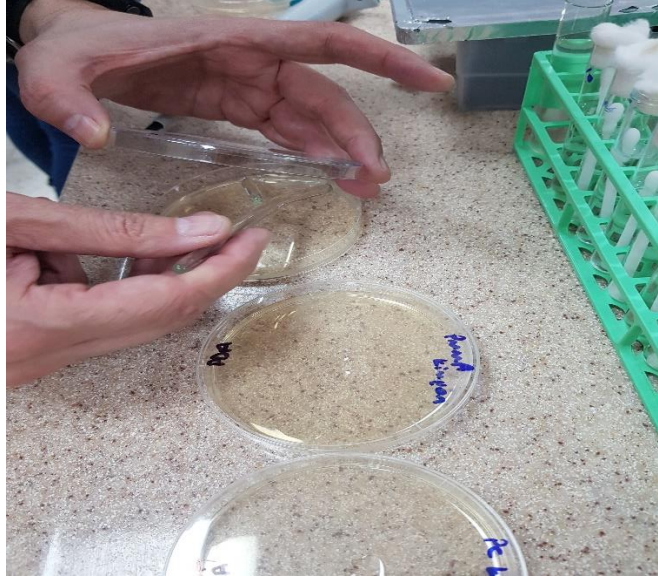
Kaplama sonrası numuneler yüzey karakterlerinin (hidrofobik/hidrofilik) tespit edilmesi için temas açısı ölçümüne tabii tutuldu. Temas açısı ölçümü, kaplanan polimer numuneleri yüzeyine damla yayılımı yöntemiyle uygulandı.



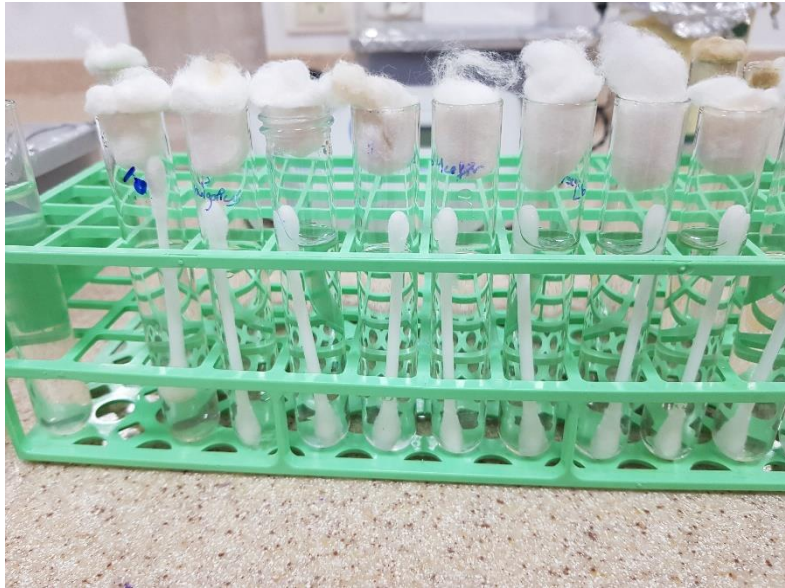
Resim 3.12 Temas açısı numune görüntüleri.

3.4.2 Antifungal Test

Disk difüzyon yöntemi ile esansiyel yağlar ile katkılanmış çözeltilerin antifungal etki testleri “Clinical and Laboratory Standards Institute” ile tanımlanmış M44-A2 dökümanı gereğince uygulanmıştır. (Merck 1,05437) (MHA) %2 glukoz ile 0,5 µg/mL metilen mavisi steril olarak hazırlanır ve 0,5 McFarland bulanıklık standardı ile elde edilen küf steril pipet ile 0,1 mL alınarak inoküle edilir. Taşınan inokülüm cam spatül yardımıyla inokülüm homojen bir şekilde yüzeye yayılımı sağlanmıştır. 5 dakika besiyerin inokülümü absorbe etmesi için beklenir ve ekstrakt absorbe edilen diskler besiyer üzerine meydana gelecek zonların birbirleri ile temas etmeyecek mesafede yerleştirilir. Sonrasında besiyerler etüvde (Incucel, MMM, Almanya) $25 \pm 0,1$ °C sıcaklıkta 48-72 saat aralıklarında inkübe edilmiştir. İnkübasyon ardından disk çevresinde meydana gelen zonlar dijital kumpas ile mm cinsinden ölçüme tabii tutulmuştur.



Resim 3.13 Antifungal test.



Resim 3.14 Antifungal test.

3.4.3 FTIR Analizi

FTIR analizi, inorganik ve organik bileşenleri karakterize edebilmek için kullanılır.

Meydana gelen spektrumlar, yaklaşık olarak 4000-400 cm^{-1} aralığındaki kızılötesi alandaki moleküler bağlar için dalga sayılarını barındırır. Bu dalgalardan dolayı meydana gelen piklere denk gelen su emici pikleriyle esansiyel yağ bileşeninin parmak izi alanları saptanır. Tüm bileşenlerin kendine özgü parmak izi alanı olduğu için değişik molekül yapısındaki numuneler değişik pikler ile belirlenir. Fonksiyonel gruplara bağlı olarak parmak izi alanları çizelge 3.1’de verilmiştir (Çağlar vd. 2019, Cirak vd. 2018, Tuba vd. 2014).

Çizelge 3.1 Fonksiyonel gruplarına göre titreşim aralıkları.

Bağ Yapısı	Titreşim Aralığı
C-H, N-H, O-H veya S-H	4000-2500 cm^{-1}
O-H ve N-H	3700-2500 cm^{-1}
C-H	3300-2800 cm^{-1}
C-H aldehit formu	2900-2700 cm^{-1}
$\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{N}$ ve $\text{C}\equiv\text{C}\equiv\text{C}$	2700-1850 cm^{-1}
$\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{N}$ ve $\text{C}=\text{O}$	1950-1450 cm^{-1}

3.4.4 Dijital Mikroskop Analizi

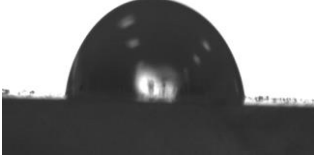
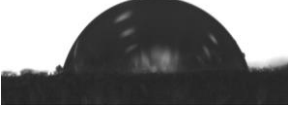
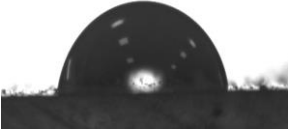
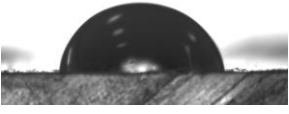
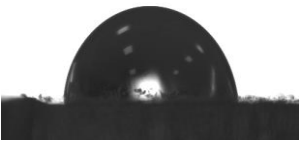
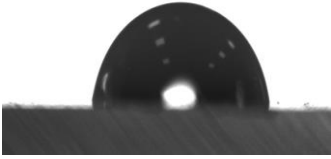
7 Inch IPS High Definition Screen Industrial Digital Microscope marka dijital mikroskop, bir elektron ışını ile nanometre ölçeğine kadar çözünürlükle numuneleri araştırmamızı sağlar. Yüzey pürüzlülüğü ve kaplama kalınlığı için kesit incelemesi yapılmıştır.

Film aplikatör yardımı ile kapalama sırasında yüzeyden taşan çözeltilerin dijital mikroskop görüntüsünü etkilememesi için, numuneler polimer kesme makinası ile kesildi ve verimli sonuç alabilmek için kesilen yüzeye zımpara ile parlatma işlemi uygulandı.

4. BULGULAR



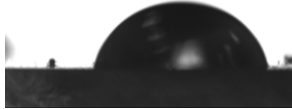
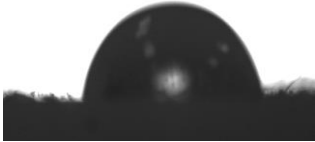
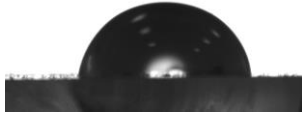

4.1 Temas Açısı Ölçüm Sonuçları

Çizelge 4.1 PC altlık üzerine temas açısı analizi.

Kaplama Malzemesi	Sağ (°)	Sol (°)	Ortalama (°)	Standart sapma	Temas açısı görüntüsü
Kaplamasız PC	83,05	88,02	87,84	0,19	
TEOS yok	83,05	85,03	84,04	0,35	
Kimyon yağı	81.67	81.25	81.46	0.02	
Karabiber yağı	81.91	86.76	84.33	0.78	
Kekik yağı	62,52	62,16	62,34	0,61	
Çay ağacı yağı	83,21	86,53	84,87	0,29	

Kekik yağı, çay ağacı yağı, kimyon yağı ve karabiber yağı ile katkılandırılması ile hazırlanan çözelti ve TEOS kullanılmadan hazırlanan çözelti ile yüzey kaplaması yapılan PC altlık temas açısı ölçümleri kontrol edildiğinde yüzeyde su damlasının dağılmadığı gözlemlenmiştir. Tüm numunelerin karşılaştırılması sonucunda en iyi hidrofobiklik özellik gösteren numune kaplamasız PC polimeridir.

Çizelge 4.2 PMMA altlık üzerine temas açısı analizi.

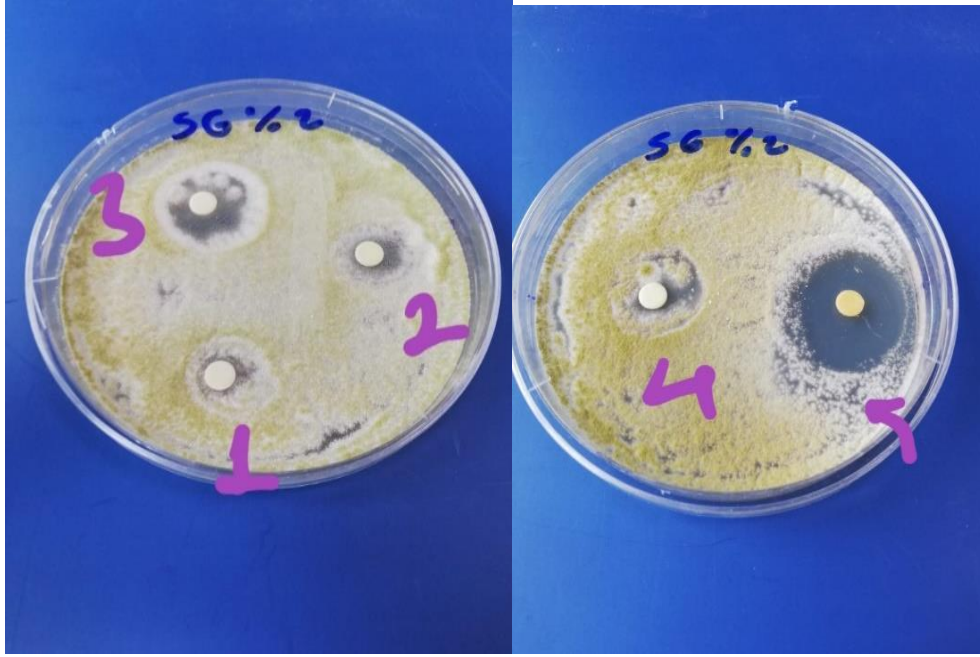
Kaplama Malzemesi	Sağ (°)	Sol (°)	Ortalama (°)	Standart sapma	Temas açısı görüntüsü
Kaplamasız PMMA	95,63	96,14	95,89	0.29	
TEOS yok	85,58	84,04	84,81	0.54	
Kimyon yağı	82.25	79.88	81.07	0.55	
Karabiber yağı	76.94	76.85	76.89	0.91	
Çay ağacı yağı	64,41	69,84	67,13	0.51	
Kekik yağı	66,68	67,33	67,01	0.17	

Esansiyel yağ katkılandırılması ile hazırlanan çözelti ve TEOS kullanılmadan hazırlanan çözelti ile yüzey kaplaması yapılan PMMA altlık temas açısı ölçümleri kontrol edildiğinde yüzeyde su damlasının dağılmadığı gözlemlenmiştir. Tüm numunelerin karşılaştırılması sonucunda en iyi hidrofobiklik özellik gösteren numune kaplamasız PMMA polimeridir.

4.2. Antifungal Duyarlılık

Çizelge 4.3 Antifungal test sonuçları.

Numune Numarası	Çözelti İsimleri	Zone Çapı	Numune görüntüleri
1	TEOS yok	13.10-13.35	
2	Kimyon Yağı	14.60-14.84	
3	Çay Ağacı Yağı	19.37-19.40	
4	Karabiber Yağı	10.25-15.10	
5	Kekik Yağı	24.16-26.30	

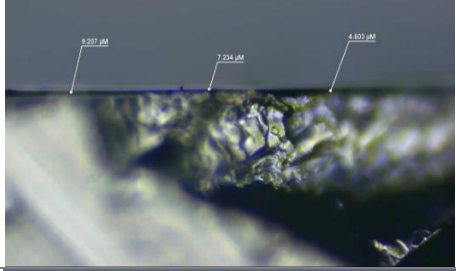
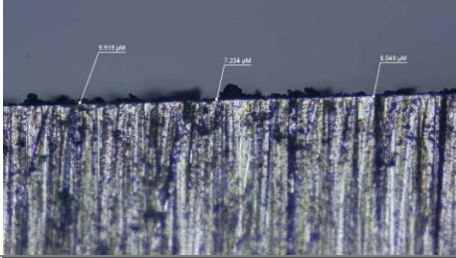
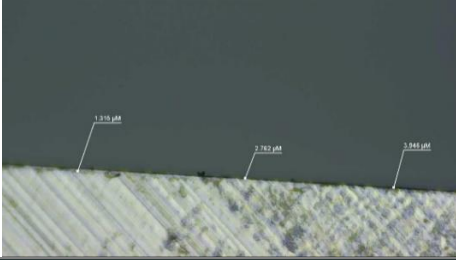
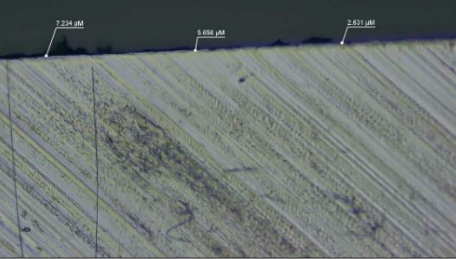
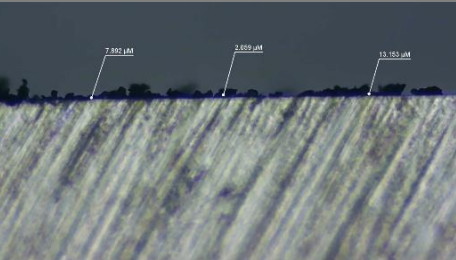


Resim 4.4 Aspergillus flavus bakteri görüntüleri.

Disk difüzyon yöntemi ile yapılan antifungal etki testinde oda sıcaklığında 48-72 saat inkübe edilen numunelerin antifungal duyarlılıkları kontrol edildiğinde; aspergillus flavus küfü için; kekik yağı, çay ağacı yağı, kimyon yağı, karabiber yağı ve TEOS'suz çözeltiler sırasıyla 14.60-14.84, 19.37-19.40, 14.60-14.84, 10.25-15.10 ve 13.10-13.35 zone çapları gözlemlenmiştir.

4.3 Dijital Mikroskop Sonuçları


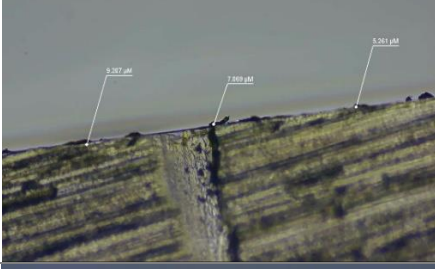
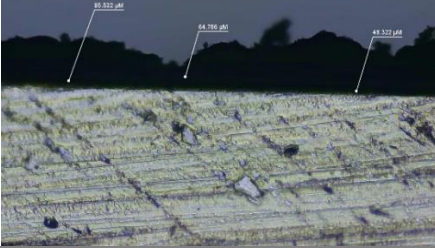
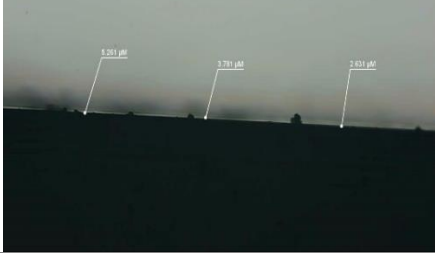
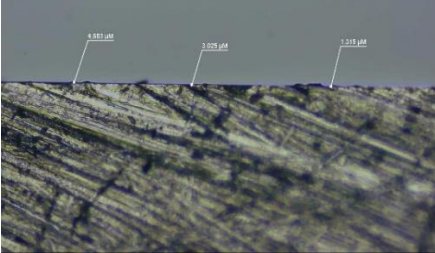
Çizelge 4.4 PC altlık dijital mikroskop görüntüleri.

Numune İsmi	Kalınlık	Numune Görüntüsü
TEOS yok	7.234	
Karabiber yağı	7.234	
Kekik yağı	2.762	
Kimyon yağı	5.656	
Çay ağacı yağı	2.059	

PC altlık yüzeyine kaplamayan çözeltiler için; etüvde 80 °C’de 2 saat kurutulan numuneler, film aplikatör ile kaplama esnasında polimer üzerinden taşan çözeltinin mikroskop görüntülerini etkilememesi için kesme ve zımpara ile kenarı parlatma işlemi yapılmıştır. Dijital mikroskop ile kaplama kalınlığı verimi için görüntüler alındı. Kesit

görüntüsünde değişik bölgelerden kalınlık ölçümü alınmış ve tüm ölçümlerin aritmetik ortalaması kalınlık ölçümü olarak saptanmıştır. Kalınlık ölçüm değerleri ve numune dijital mikroskop görüntüleri çizelge 4.4’de verilmiştir.

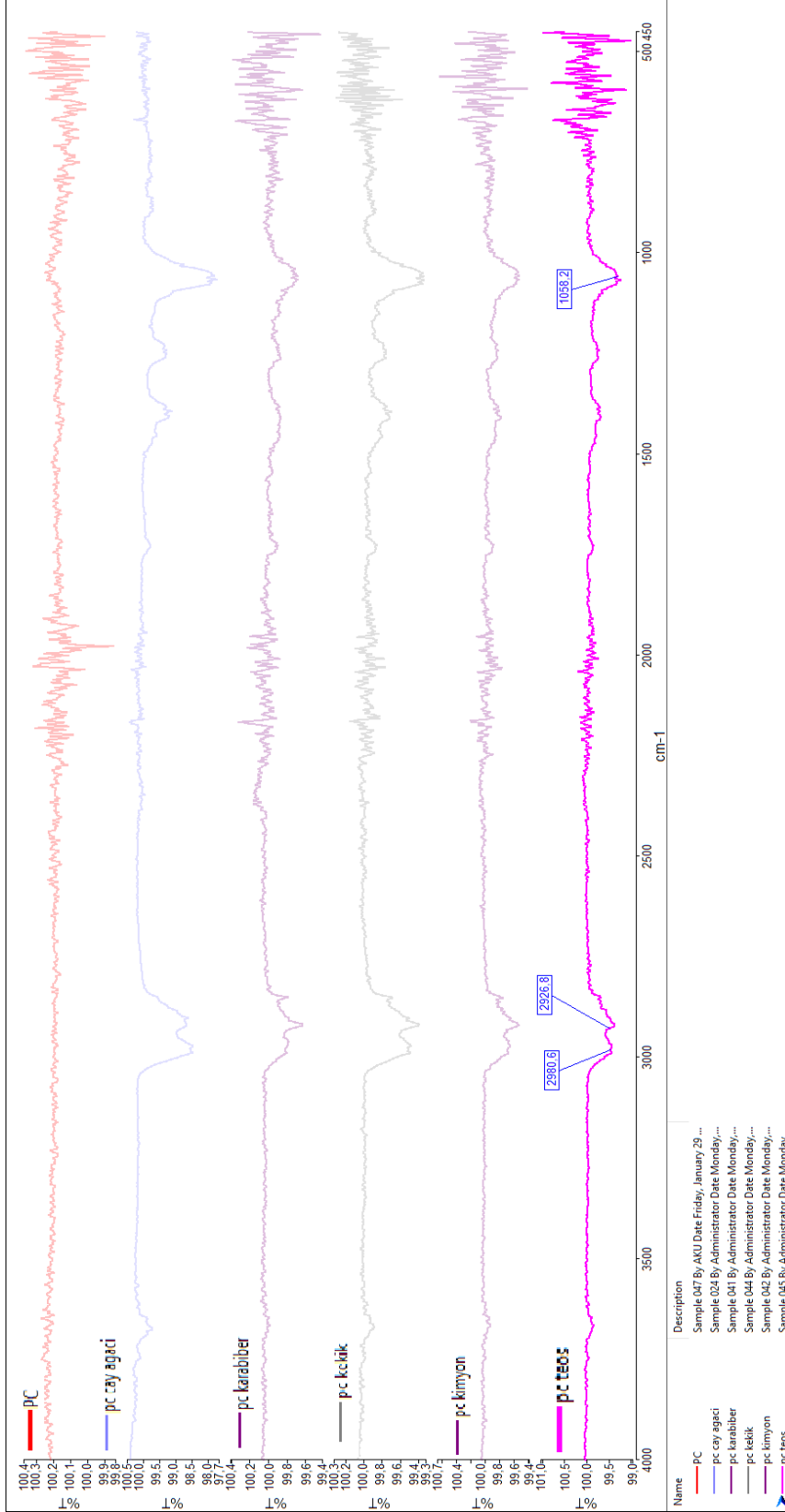
Çizelge 4.5 PMMA altlık dijital mikroskop görüntüleri.

Numune İsmi	Kalınlık	Numune Görüntüsü
TEOS yok	10.390	
Karabiber yağı	7.069	
Kekik yağı	49.322	
Kimyon yağı	3.781	
Çay ağacı yağı	3.029	

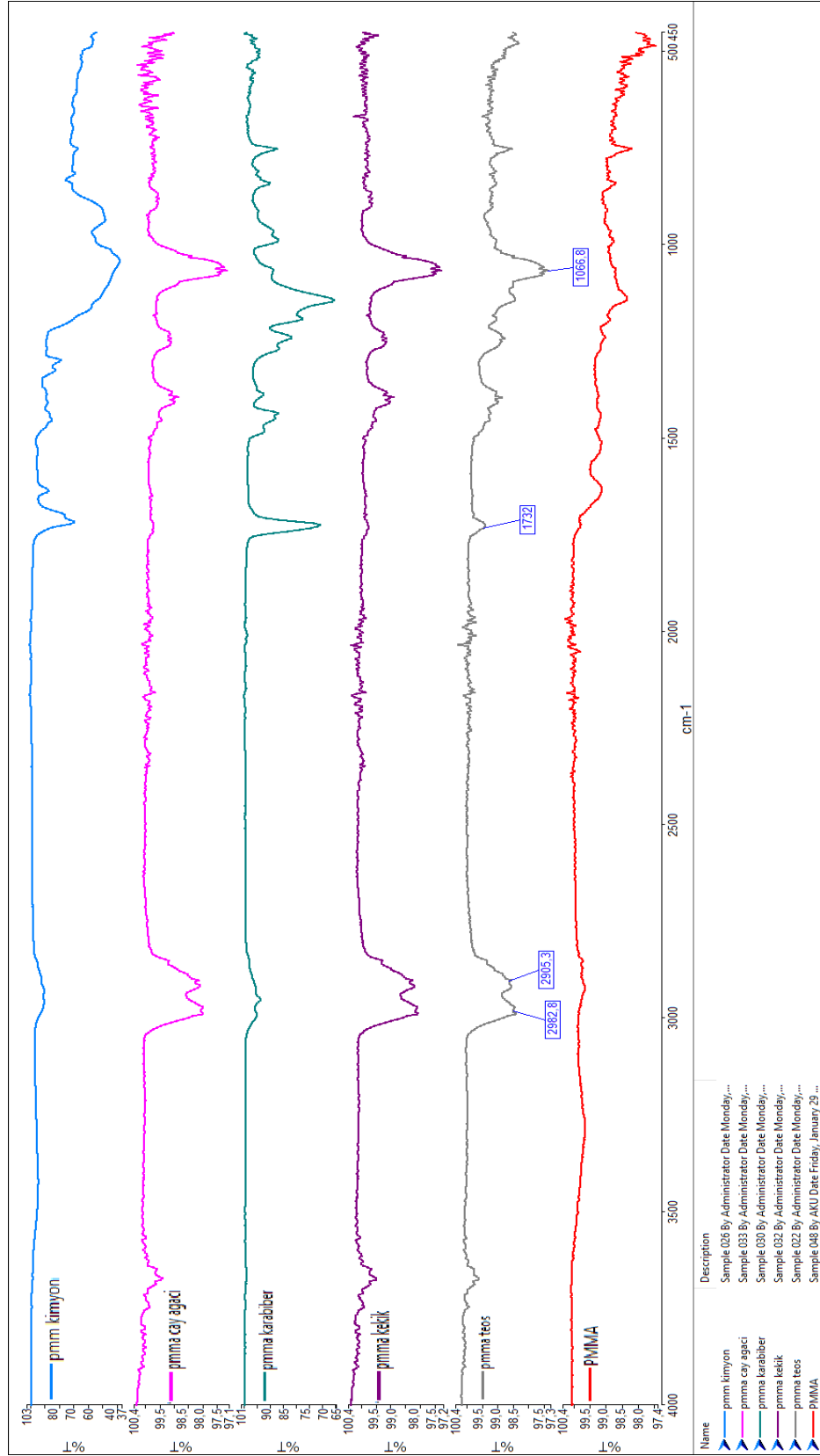
PMMA altlık yüzeyine kaplamanan çözeltiler için; ETUV’de 80 °C’de 2 saat kurutulan

numuneler, kaplama esnasında taşan çözeltilerin mikroskop görüntülerini etkilememesi için kesme ve zımpara ile kenarı parlatma işlemi yapılmıştır. PC altlığına uygulanan aşamalar aynı şekilde uygulandıktan sonra kalınlık ölçümü saptanmıştır. Kalınlık ölçüm değerleri ve numune dijital mikroskop görüntüleri çizelge 4.5’de verilmiştir.

4.5 FTIR Analizi



Resim 4.5 PC altlık FTIR görüntüleri.



Resim 4.6 PMMA altlık FTIR görüntüleri.

PC polimeri için 3120-3015 cm^{-1} aralıklarında C-H aromatik halka deformasyonları, 1775 civarında C=O karbonat grubu deformasyonları, 1230-1164-1081-1015 aralıklarında C-O-C germe deformasyonları gözlemlenmiştir.

Saf PMMA 2844 ve 3022 cm^{-1} arasında bulunan yoğun bir C-H simetrik ve asimetrik germe piklerini gösterir. C-H germe titreşimlerine atfedilen absorpsiyon zirveleri, metil karbonil ve zincir metil sarkık gruplarından ve ayrıca ana zincir metilen (CH_2) gruplarından kaynaklanır. 1500 cm^{-1} 'in altında birçok yoğun absorpsiyon bandı görülmektedir (Ennis vd. 2010).

Kekik yağına ait FTIR spektrumuna bakıldığında, temel band pikleri 2850-3000 cm^{-1} aralıklarında yer alan C-H gerilme titreşim bandlarıdır. 2958 cm^{-1} de bulunan pik CH_3 -asimetrik gerilmesi olarak söylenebilir. 1620 cm^{-1} de görülen band benzen halkası ile bağ yağan C, N ya da O yapılarında C=C bandına atfedilebilir. 2926 cm^{-1} orta şiddette bulunan band $-\text{CH}_2-$ asimetrik bandları olarak tanımlandı. 1457 cm^{-1} piki CH_3 ve CH_2 bükülme titreşimleridir. 810 cm^{-1} 'deki şiddetli pik, düzlem dışı C-H dalga titreşimlerinin dalga sayısına atfedilebilir. 993, 1116 ve 1174 cm^{-1} değerlerindeki bandlar sütçüler kekiğinin cavracrol türü kekik şeklinde tanımlama yapmamızı sağlar (Bardakçı vd. 2007).

Saf kimyon uçucu yağ spektrumunda, 3477 cm^{-1} 'deki tepe OH grubunun titreşimini temsil eder ve 2854 ve 2925'teki tepe noktaları alkan grubunun (CH) gerilme titreşimi ile ilgilidir. 1743'teki tepe C=O titreşimleriyle ve 1697'deki tepe aromatik grupla ilgilidir. 1467'deki tepe aromatik halka ile ilgilidir ve 1107 ve 1176'daki tepe noktaları karbonik grupların titreşimlerine ve 721'deki tepe esther sülfata aittir (Manzar vd. 2020).

Çay ağacı 3335 cm^{-1} civarında hidroksil, imino ve amino gerilmesinden sorumlu karakteristik bir geniş bant gözlemlendi. Alkil C-H germe titreşimi 2930 cm^{-1} civarında bulundu. CH_2 'de C-H bükülme titreşimi metilen köprülerden dolayı 1450 cm^{-1} ve 1369 cm^{-1} 'de bulundu. Alifatik C-N titreşiminin karakteristik soğurma bantları 1200 ile 1170 cm^{-1} arasında ortaya çıktı. 812 cm^{-1} 'de eğilen karakteristik bir triazin halkası da

gözlemlenebilir. Çay ağacı yağına karşılık gelen spektrum, daha önce 3430 cm^{-1} civarında hidroksil gerilmesinden sorumlu geniş bir bant gözlemlenmiştir. Alkil C-H germe titreşimi 2960 ile 2854 cm^{-1} arasında bulundu. Çift bağ C = O titreşimine karşılık gelen 1744 cm^{-1} şerit, yağ bileşenlerinin karakteristiğidir. 1464 ve 1443 cm^{-1} arasında C-H bükme titreşimi bulundu. Titreşim C-O-C aromatik halkaların karakteristik absorpsiyon bandı 927 cm^{-1} 'de ortaya çıktı (Navarro vd 2011).

Karabiber EO spektrumunda, 2922 cm^{-1} CH gerilme titreşimine atfedilir (Alizadeh-Sani, Khezerlou ve Ehsani, 2018). C-OH absorpsiyon bükme titreşimi, 1446 cm^{-1} ve CH_3 1381 cm^{-1} 'de bir bandı büküyor. Karabiber EO kapsülü spektrumu, 1393 cm^{-1} 'de bir amid bandı gösterir ve 3278 cm^{-1} 'deki bant, serbest amino asidin OH grubuna karşılık gelir. 1024 cm^{-1} 'deki bant, NaAlg'da sunulan piranoz halkasının CeO ve CeC'sinin titreşim esnemesine atfedilir. 1643 cm^{-1} 'deki bant, karabiber EO'da bulunan C] C esnemesini ifade eder. Sonuçlar, karabiber EO'nun çapraz bağlama maddesi olarak transglütaminaz kullanılarak Lf / NaAlg kabuğunda kapsüllendiğini göstermektedir (Pinto vd. 2020).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yüzeyleri mantar ve küf oluşumundan önlemek amacıyla antifungal özellik kazandırmak için TMSPM ve TEOS bağlayıcı ajanlarıyla kekik yağı, kimyon yağı, karabiber yağı ve çay ağacı yağı karıştırılarak manyetik karıştırıcıya tabii tutulmuş ve 2 saat 80 °C etüvde kurutuldu. Yüzey özelliklerinin (hidrofobik/hidrofilik) belirlenmesi amacıyla temas açısı ölçümleri, kaplama kalınlığı verimi ölçümü için dijital mikroskop görüntülemesi, antifungal duyarlılık ve FTIR ile karakterize edildi.

Temas açısı sonuçları kontrol edildiğinde, su damlasının numune yüzeylerinde yayılmadığı gözlemlendi. Yüzey hidrofobik özelliği en iyi olan numuneler PC polimeri için sırasıyla kaplamasız PC, çay ağacı yağı, karabiber yağı, TEOS'suz çözelti, kimyon yağı ve kekik yağıdır. PMMA polimeri yüzeyine kaplamada en iyi hidrofobiklik özellik gösteren numuneler sırasıyla kaplamasız PMMA polimeri, TEOS'suz çözelti, kimyon yağı, karabiber yağı, çay ağacı yağı ve kekik yağıdır. Tüm kaplamaların temas açısı karşılaştırıldığında kaplamasız PMMA polimeri en yüksek hidrofobik özelliği göstermiştir.

Kaplama kalınlığı verimi için dijital mikroskop görüntüleri kontrol edildiğinde esansiyel yağlar ile katkılanmış TEOS ve TMSMP bağlayıcı ajanlı çözeltiler ile yapılan PC polimeri yüzeyine kaplamada, kaplama kalınlıkları en ince olanlar sırasıyla çay ağacı yağı, kekik yağı, kimyon yağı, karabiber yağı ve TEOS'suz çözeltilerdir. PMMA altlık yüzeyine yapılan kaplama için kalınlık sonuçları kontrol edildiğinde en ince olanlar sırasıyla çay ağacı yağı, kimyon yağı, karabiber yağı, TEOS'suz çözelti ve kekik yağıdır. Her iki altlık için sonuçlar kontrol edildiğinde kaplama kalınlığı 2.059 µm olan PC altlık yüzeyine kaplanmış çay ağacı katkılı çözeltide en ince kaplama kalınlığı elde edilmiştir.

Disk difüzyon yöntemi ile yapılan antifungal etki testinde oda sıcaklığında 48-72 saat inkübe edilen numunelerin antifungal duyarlılıkları kontrol edildiğinde; aspergillus flavus küfü için zone çapları kekik yağı 24-16-26.30, çay ağacı yağı 19.37-19.40, kimyon yağı 14.60-14.84, karabiber yağı 10.25-15.10 ve TEOS'suz çözelti 13.10-13.35

şeklinde gözlemlenmiştir. *Aspergillus flavus* küfünü en iyi önleyen çözelti kekik yağı ile katkılandırılan çözelti olduğu gözlemlenmiştir.

PC polimeri için 3010-3110 cm^{-1} aralıklarında C-H aromatik halka deformasyonları, 1775 civarında C=O karbonat grubu deformasyonları, 1230-1164-1081-1015 aralıklarında C-O-C germe deformasyonları, yaklaşık olarak 831 cm^{-1} 'de C-H aromatik halkaların düzlem dışı eğilme titreşimleri gözlemlendi.

Saf PMMA 2844 ve 3022 cm^{-1} arasında bulunan yoğun bir C-H simetrik ve asimetrik germe piklerini gösterir. C-H germe titreşimlerine atfedilen absorpsiyon zirveleri, metil karbonil ve zincir metil sarkık gruplarından ve ayrıca ana zincir metilen (CH_2) gruplarından kaynaklanır. 1500 cm^{-1} 'in altında birçok yoğun absorpsiyon bandı görülmektedir. Özellikle bu bölge ~ 1500 ve 1350 cm^{-1} arasında metil alt biriminin çeşitli (C-H) deformasyon modlarından dolayı güçlü absorpsiyon özellikleri içerir. Metil karbonil grubunun (C-C-O) gerilme titreşimleri 1260 ile 1150 cm^{-1} arasında, (C-O-C) titreşimleri ise 1190 1150 cm^{-1} arasında bulunur. 1000 cm^{-1} 'in altındaki absorpsiyon özellikleri, C-H sallanma modları ve C-C iskelet modu nedeniyle atanmıştır (Ennis vd. 2010).

Kekik yağına ait FTIR spektrumuna bakıldığında, temel band pikleri 2850-3000 cm^{-1} aralıklarında yer alan C-H gerilme titreşim bandlarıdır. 2958 cm^{-1} de bulunan pik CH_3 -asimetrik gerilmesi olarak söylenebilir. 1620 cm^{-1} de görülen band benzen halkası ile bağ yağan C, N ya da O yapılarında C=C bandına atfedilebilir. 2926 cm^{-1} orta şiddette bulunan band $-\text{CH}_2-$ asimetrik bandları olarak tanımlandı. 1457 cm^{-1} piki CH_3 ve CH_2 bükülme titreşimleridir. 810 cm^{-1} 'deki şiddetli pik, düzlem dışı C-H dalga titreşimlerinin dalga sayısına atfedilebilir. 993, 1116 ve 1174 cm^{-1} değerlerindeki bandlar sütçüler kekiğinin cavracrool türü kekik şeklinde tanımlama yapmamızı sağlar.

Saf kimyon uçucu yağ spektrumunda, 3477 cm^{-1} 'deki tepe OH grubunun titreşimini temsil eder ve 2854 ve 2925'teki tepe noktaları alkan grubunun (CH) gerilme titreşimi ile ilgilidir. 1743'teki tepe C=O titreşimleriyle ve 1697'deki tepe aromatik grupla ilgilidir. 1467'deki tepe aromatik halka ile ilgilidir ve 1107 ve 1176'daki tepe noktaları

karbonik grupların titreşimlerine ve 721'deki tepe Esther Sülfat'a aittir (Manzar vd. 2020).

Çay ağacı yağı FTIR spektropisinde 3335 cm^{-1} civarında hidroksil, imino ve amino gerilmesinden sorumlu karakteristik bir geniş bant gözlemlendi. Alkil C-H germe titreşimi 2930 cm^{-1} civarında bulundu. Triazin halkasında C-N çoklu gerilmesi 1537 cm^{-1} civarında gözlemlendi. CH_2 'de C-H bükülme titreşimi metilen köprülerden dolayı 1450 cm^{-1} ve 1369 cm^{-1} 'de bulundu. Alifatik C-N titreşiminin karakteristik soğurma bantları 1200 ile 1170 cm^{-1} arasında ortaya çıktı. 812 cm^{-1} 'de eğilen karakteristik bir triazin halkası da gözlemlenebilir. Titreşim C-O-C aromatik halkaların karakteristik absorpsiyon bandı 927 cm^{-1} 'de ortaya çıktı (Navarro vd 2011).

Karabiber esansiyel yağı spektrumunda, 2922 cm^{-1} , CH gerilme titreşimine atfedilir. 2868 cm^{-1} bir bantta gözlemlendi. C esnemesine atıfta bulunan bant, C-OH absorpsiyon bükme titreşimi, 1446 cm^{-1} ve CH_3 1381 cm^{-1} 'de bir bandı büküyor.

6. KAYNAKLAR

- Alastruey Izquierdo A, Cuenca Estrella M, Monzon A, Mellado E, Rodr Iiguez-Tudela JL, 2008, Antifungal Susceptibility Profile of Clinical Fusarium Spp, Isolates Identified by Molecular Methods, *J Antimicrob, Chemother*, 61, 805–9.
- Apostolova L G, Johnson E K, and Adams J P, 2005, Disseminated Pseudallescheria Boydii Infection Successfully Treated With Voriconazole, *J Neurog Neurosur, Psychiatry*, 76, 1741–1742.
- Arslan O, 2013, Synthesis Characterisation and Surface Modification of ZnO-TiO₂ Nanostructures for The Nanotoxicity, Visible Light Emission and Photocatalytic Studies, University of Cologne, Master's Thesis, 172s, Köln.
- Arslan O, Abalı Y, 2018, Moleküler Kontrol ve Yüzey Modifikasyonu İle İnorganik-Organik Hibrit Fonksiyonel Nanomalzemeler, *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2, 26.
- Bai G H, Desjardins A E, Plattner R D, 2002, Deoxynivalenol-Nonproducing Fusarium Graminearum Causes Initial Infection, But Does Not Cause Disease Spread in Wheat Spikes, *Mycopathologia*, 153, 91–98.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M, 2008, Biological Effects of Essential Oils-A Review, *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446–475.
- Bardakçı B, Yılmaz M, 2007, Sütçüler Bölgesi Kekik Yağının Kimyasal Yapısının İncelenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 2, 77–82.
- Başer K H C, Gülbaba A G, Azcan N, Kara M, Kırimer N, Kürküolu M, Özek T, Özkurt N, 2008, Türkiye’de Yetitirilen Bazı Okalıptus (Eucalyptus) Türlerinin Uçucu Yağ Verim Bileşimlerinin ve Üretim Teknolojilerinin Belirlenmesi, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 48, 101–110.
- Bennett J W, Klich M A, 1992, *Aspergillus: Biology and Industrial Applications*, Stoneham, Butterworth-Heineman, 448s.
- Bennettv J W, 2010, An Overview of The Genus Aspergillus M Machida, K Gomi (Eds.), *Aspergillus: Molecular Biology and Genomics*, Caizer Academic Press, Portland, 1, 1–17.
- Benny G L, Humber A, and Morton J B, 2001, *Zygomycota Zygomycetes, Systematics*

- and Evolution, 6, 113–146.
- Bishop C D, and Thornton I B, 1997, Evaluation of The Antifungal Activity of The Essential Oil of *Monarda Citriodora* Var, *Citriodora* and *Melaleuca Alternifolia* On Post Harvest Pathogens, *Journal of Essential Oil Research*, 9, 77–82.
- Bozkurt M, 2005, Eterik Yağların Kanatlı Hayvan Yemlerine Katılmasının Etkileri, *Infovet*, 48, 40–44.
- Brinker C J, Scherer G W, 1989, *Sol-Gel Science-The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing*, Academic, 462s, New York.
- Brophy J J, Davies N W, Southwell I A, Stiff I A, Williams L R, 1989, *Melaleuca* Terpinen-4-Ol Tipi (Avustralya Çay Ağacı) Yağı İçin Gaz Kromatografik Kalite Kontrolü, *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 34, 1330–1335.
- Cafarchia C, Romito D, Coccioli D, Camarda A, and Otranto D, 2008, Phospholipase Activity of Yeasts from Wild Birds and Possible Implications for Human Disease, *Medical Mycology*, 46, 429–434.
- Çağlar M Y, Demirci M, Şahiner A, Çakır B ve Çağlar A F, 2019, Gıda Analizlerinde Kullanılan Spektroskopik Teknikler, *Akademik Gıda Dergisi*, 17, 121–130.
- Cai J, Woo P C, Lau S K, Smith D K, Yuen K Y, 2006, Accelerated Evolutionary Rate May Be Responsible for The Emergence of Lineage-Specific Genes in Ascomycota, *Journal of Molecular Evolution*, 63, 1–11.
- Capilla J, And Guarro J, 2004, Correlation Between in Vitro Susceptibility of *Scedosporium Apiospermum* to Voriconazole and in Vivo Outcome, 48, 4009–4011.
- Carrillo A, J, And Guarro J, 2001, in Vitro Activities of Four Novel Triazoles Against *Scedosporium* Spp, *Antimicrob, Agents Chemother*, 45, 2151–2153.
- Cirak O, Icyer N C, Durak M Z, 2018, Rapid Detection of Adulteration of Milks From Different Species Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (Ftir), *The Journal of Dairy Research*, 85, 222–225.
- Cox S D, Mann C M, Markham J L Vd, 2000, *Melaleuca Alternifolia* Uçucu Yağının (Çay Ağacı Yağı) Antimikrobiyal Etki Şekli, *Uygulamalı Mikrobiyoloji Dergisi*, 88, 170–175.
- Cuenca-Estrella M, Ruiz-Diez B, Martinez-Suarez J W, Monzon A, and Rodriguez-Tudela J L, 1999, Comparative In-Vitro Activity Of Voriconazole (uk-109,496)

- and Six Other Antifungal Agents Against Clinical Isolates of *Scedosporium Prolificans* and *Scedosporium Apiospermum*, *Journal Antimicrobial Chemother*, 43, 149–151.
- De Hoogs G S, Guarro J, Gene, and Figueras M J, 2000, *Atlas of Clinical Fungi*, Guanabara, Rio De Janeiro, 679s, Brazil.
- De Martino L, Bruno M, Formisano C, De Feo V, Napolitano F, Rosselli S, Senatore F, 2009, Güney İtalya'da Vahşi Olarak Büyüyen İki *Timus* Türünden Elde Edilen Temel Yağların Kimyasal Bileşimi ve Antimikrobiyal Aktivitesi, 14, 4614–4624.
- Dennis M, Dixon, and Thomas J, Walsh, 1996, *Antifungal Agents*, *Medical Microbiology*, 155s, İtaly.
- Doering T L, 2000, How Does *Cryptococcus* Get Its Coat, *Trends Microbiol*, 8, 547–553.
- Eikani H M, Goodarznia I, and Mirza M, 1999, Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Cumin Seeds (*Cuminum Cyminum* L.), *Flavour and Fragrance Journal*, 14, 29–31.
- Eller F J, King J W, 2000, Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Cedarwood Oil: a Study of Extraction Parameters and Oil Characteristics, *Phytochem. Anal*, 11, 226–231.
- Ernestina A, Miguel A M, Maria M H, Socorro V, Eduardo P, And Irasema V, 2003, Fungicidal Potential of Methoxylated Flavones From Citrus For In Vitro Control of *Colletotrichum Gloeosporioides*, Causal Agent of Anthracnose Disease In Tropical Fruits, *Pest Management Science*, 59, 1245–1249.
- Faborode M O, and Favier J F, 1996, Identification and Significance of The Oil-Point In Seed-Oil Expression. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65, 335–345.
- Fedel M, 2010, Environmentally Friendly Hybrid Coatings for Corrosion Protection: Silane Based Pre-Treatments and Nano-Structured Waterborne Coatings, Phd Thesis, University of Trento, 233s, İtaly.
- Galagan J E, Calvo S E, Cuomo C, Ma L J, Wortman J R, Et Al, 2005, Sequencing of *Aspergillus Nidulans* and Comparative Analysis With *Fumigatus* and a *Oryzae* Nature, 438,1105–1115.
- Geiser D M, 2009, Sexual Structures in *Aspergillus*: Morphology, Importance and Genomics, *Medical Mycology*, 47, 21–26.

- Gilgado F, Cano J, Gene, And Guarro J, 2005, Molecular Phylogeny of The *Pseudallescheria Boydii* Species Complex: Proposal of Two New Species, *J Clin Microbiol*, 43, 4930–4942.
- Gower E W, Keay L J, Oechsler R A, Iovieno A, Alfonso E C, Et Al, 2010, Trends in Fungal Keratitis in The United States, *Ophthalmology*, 117, 2263–67.
- Griffin S G, Wyllie S G, Markham J L, Leach D N, 1999, Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesinde Terpenoidlerin Yapısı ve Moleküler Özelliklerinin Rolü, *Lezzet ve Koku Dergisi*, 14, 322–332.
- Grigore A, Paraschiv I, Colceru-Mihul S, Bubueanu C, Draghici E, Ichim M, 2010, İki Farklı Yöntemle Elde Edilen *Thymus Vulgaris* L. Uçucu Yağının Kimyasal Bileşimi ve Antioksidan Aktivitesi. *Romanya Biyoteknolojik Mektupları*, 15, 5436–5443.
- Guarro J, Kantarcioglu A S, Horre J L, Rodriguez Tudela, Cuencaestrella M, Berenguer J, and De Hoog S, 2006, *Scedosporium Apiospermum*: Changing Clinical Spectrum of a Therapy-Refractory Opportunist, *Med Mycol*, 44, 295–327.
- Gueho E, De Hoog G S, And Smith M T, 1992, Neotypification of The Genus *Trichosporon*, *Antonie Van Leeuwenhoek*, 61, 285–288.
- Güngen S, 2016, Sol-Jel Yöntemi ile Üretilen Malzemelerin Manyetoempedans Özelliklerinin Belirlenmesi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Malatya.
- Hafizoğlu B, Reunanen M, 1993, Studies on The Components Of *Laurus Nobilis* From Turkey With Special Reference To Laurel Berry Fat *Fat Sci Technol*, 95, 304–308.
- Hawksworth D L, 2011, Naming *Aspergillus* Species: Progress Towards One Name For Each Species *Medical Mycology*, 49, 70–76.
- Hedayati M T, Pasqualotto A C, Warn P A, Bowyer P, Denning D W, 2007, *Aspergillus Flavus*: Human Pathogen, Allergen and Mycotoxin Producer, *Microbiology*, 153, 1677–92.
- Hill A F, 1952, *Economic Botany: A Textbook Of Useful Plants Products*, Mc Graw Hill Book Company, New York. 2, 560.
- Horn B W, Moore G G, Carbone I, 2009, Sexual Reproduction In *Aspergillus Flavus*, *Mycologia*, 101, 423–29.

- Horn B W, Ramirez Prado J H, Carbone I, 2009, The Sexual State of *Aspergillus Parasiticus*, *Mycologia* 101, 275–80.
- Hudaib M, Aburjai T, 2007, Ürdün'de Yabani Olarak Büyüyen ve Kültür Bitkilerinden *Thymus Vulgaris* L'nin Uçucu Bileşenleri. *Lezzet ve Koku Dergisi*, 22, 322–327.
- Janahmadi M, Niazi F, Danyali S, and Kamalinejad M, 2006, Effects of The Fruit Essential Oil of *Cuminum Cyminum* Linn (Apiaceae) on Pentylene-tetrazolinduced Epileptiform Activity In F1 Neurones of *Helix Aspersa*, *Journal of Ethnopharmacology*, 104, 278–282.
- Kalpaklı Y, Güneçoğlu G, Toygun Ş, 2013, General Principle of Sol-Gel, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 31, 456–476.
- Kim H G, Eun H H, Woo S J, Jae H C, Tilak K, Bong H P, 2012, Piperine Inhibits Pma-Induced Cyclooxygenase-2 Expression Through Down Regulating Ncb/Ebp and Ap-1 Signaling Pathways in Murine Macrophages, *Food Chem Toxicol*, 50, 2342–2348.
- Kutlular Ö, 2007, Bazi Adaçayı Ve Kekik Türlerinin Uçucu Yağlarının Süper Isitilmiş Su ile Ekstraksiyonları ve Gc-Ms İle Karakterizasyonları, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83s, Denizli.
- Kwon Chung K J, And Bennett J E, 1992, *Medical Mycology* Lea & Febiger, Philadelphia, Philadelphia, 2, 866.
- Leung A Y, 1999, Foster, S. Alloro. *Enciclopedia Delle Piante Medicinali*, Aporie Roma, Italy, 30–31.
- Li R, and Jiang Z T, 2004, Chemical Composition of The Essential Oil of *Cuminum Cyminum* L From China, *Flavour and Fragrance Journal*, 19, 311–313.
- Li W, Fries D P, Malik A, 2004, Sol–Gel Stationary Phases for Capillary Electro Chromatography, *Journal of Chromatography*, 1044, 23–52.
- Madaloso R L, Pinheiro, and Werneck L C, 2006, Infection of The Cns by *Scedosporium Apiospermum* After Near Drowning. Report of a Fatal Case and Analysis of Its Confounding Factors, *National Library of Medicine*, 57, 205–207.
- Manzar M K, Piruzifard M K, Hamishehkar H, Pirsá S, 2020, Cocoa Butter And Cocoa Butter Substitute As a Lipid Carrier of *Cuminum Cyminum* L. Essential Oil; Physicochemical Properties, Physical Stability and Controlled Release Study. *Journal of Molecular Liquids*, 26, 4825.

- Ozek T, Bozan B, Baser K H C, 1998, Supercritical CO₂ Extraction of Volatile Components from Leaves of *Laurus Nobilis*, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 34, 668–671.
- Özarslan O, 2007, Fonksiyonel Derecelendirilmiş Bir Plağın Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, İstanbul.
- Park B, Park J, Cheong K C, Choi J, Jung K, Et Al, 2011, Cyber Infrastructure for *Fusarium*: Three Integrated Platforms Supporting Strain Identification, Phylogenetics, Comparative Genomics and Knowledge Sharing, *Nucleic Acids*, 39, 40–46.
- Pierre A, 1998, Introduction to Sol-Gel Processing, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- Pinto A, Halliday C, Zahra M, Van Hal S, Olma T, Maszewska K, Iredell J R, Meyer W, Chen SC, 2012, Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry Identification of Yeasts Is Contingent on Robust Reference Spectra, *Plos One*, 6, 25712.
- Pinto Heckert Bastos L, Henrique Corrêa Dos Santos C, Geraldo De Carvalho M, Elard Garcia-Rojas E, 2020, Encapsulation of The Black Pepper (*Piper Nigrum L.*) Essential Oil by Lactoferrin-Sodium Alginate Complex Coacervates: Structural Characterization And Simulated Gastrointestinal Conditions. *Food Chemistry*, 6, 126345.
- Putievsky Z, Ravid U, Snir N, Sanderovich D, 1984, The Essential Oils From Cultivated Bay Laurel Israel *Journal of Botany*, 33, 47–52.
- Romeo O, Delfino D, Costanzo B, Cascio A, Criseo G, 2012, Molecular Characterization of Italian *Candida Parapsilosis* Isolates Reveals The Cryptic Presence of The Newly Described Species *Candida Orthopsilosis* in Blood Cultures From Newborns, *Diagn Microbiol Infect*, 72, 234–238.
- Rota M C, Herrera A, Martínez R M, Sotomayor J A, Jordán M J, 2008, *Thymus Vulgaris*, *Thymus Zygis* ve *Thymus Hyemalis* Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Aktivitesi ve Kimyasal Bileşimi. *Gıda Kontrolü*, 19, 681–687.
- Sánchez Navarro M M, Cuesta-Garrote N, Arán-Aís F, Orgilés-Barceló C, 2011, Microencapsulation Of *Melaleuca Alternifolia* (Tea Tree) Oil As Biocide For Footwear Applications. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 32, 1722–

1727.

- Sarıkaya Y, 1997, Fizikokimya, Gazi Büro Kitabevi, 2. Baskı, Ankara.
- Scott A F, Gray Munro J E, Shepherd J L, 2009, Influence of Coating Bath Chemistry on The Deposition of 3-Mercaptopropyl Trimethoxysilane Films Deposited on Magnesium Alloy, *Journal of Colloid and Interface Science*, 343, 474-483.
- Sharp K G, 1998, Inorganic/Organic Hybrid Materials, *Advanced Metarials*, 10, 1243-1248.
- Shang S, Sun X, Hang J, Jin L, Shi L, 2013, Preparation and Stability of Silica Sol/Tpzd Dispersions and Its Application in the UV-Curable Hybrid Coatings for Fire Protection, *Sol-Gel Science, Technology*, 67, 39-49.
- Silvestre A M, Jr, Miranda M A R, And Camargo Z P, 2010, Trichosporon Species Isolated from The Perigenital Region, Urine and Catheters of a Brazilian Population. *Braz Microbiol*, 41, 628-634.
- Sevinç A, Merdun B, 1995, Türkiye’de Yetien Uçucu Yağ Çeren Bitkiler ve Kullanım Alanları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi, 56s, Ankara.
- Sreekala S V, Kanakkanmavudy B J, Palantavida S, Jose J K, Gopakumar W K, 2013, UV Curable Hydrophobic Inorganic-Organic Hybrid Coating on Solar Cell Covers for Photocatalytic Self Cleaning Application, *J Mater Chem A Mater Energy Sustain*, 12641-12649.
- Shukla A C, Shahi S K, and Dixit A, 2000, Epicarp of Citrus Sinensis a Potential Source of Natural Pesticides, *Indian Phytopathology*, 53, 468-471.
- Sthal E, Gerard D, 1985, Solubility Behaviour and Fractionation of Essential Oils in Dense Carbon Dioxide, *Perfum Flavor*, 10, 29-37.
- Symoens F, Knoop C, Schrooyen M, Denis O, Estenne M, Nolard N, And Jacobs F, 2006, Disseminated Scedosporium Apiospermum Infection in a Cystic Fibrosis Patient After Double Lung Transplantation, *Heart Lung Transplant*, 25, 603-607.
- Tekeoğlu I, Doan A, Ediz L, Budancamanak M, Demirel A, 2007, Effects of Thymoquinone (Volatile Oil of Black Cumin) on Rheumatoid Arthritis in Models, *Phytotherapy Research*, 21, 895-897.
- Thompson J D, Chalchat J C, Michet A, Linhart Y B, Ehlers B, 2003, Thymus Vulgaris Kemotiplerinin Uçucu Yağında Monoterpenin Birlikte Oluşumu ve Bileşiminde

- Kalitatif ve Kantitatif Varyasyon, *Journal of Chemical Ecology*, 29, 859–880.
- Van Ooij, Zhu D, Palavinel V, Anna Lamar and Stacy M, 2002, Potential Of Silanes For Chromate Replacement In Metal Finishing Industries, *Silicon Chemistry*, 3, 11–30.
- Van Ooij W J, Suryanarayanan K, Gandhi J S, Simhadri N B V, Shivane C, Stacy M, Zhu D, 2011, Silane Coating Compositions and Methods of Use Thereof, United States Patent Application Publication, Patent No:7994249 B2.
- Williams J P, Hallsworth J E, 2009, Limits of Life In Hostile Environments No Barriers to Biosphere Function *Environmental Microbiology*, 11, 3308.
- Yu J, Cleveland T E, Nierman W C, Bennett J W, 2005, *Aspergillus Flavus* Genomics: Gateway to Human and Animal Health, Food Safety, and Crop Resistance to Diseases, *Iberoam Mycol*, 22, 192–202.

İnternet Kaynakları

- 1- <http://www.dowcorning.com/content/publishedlit/chapter19.pdf>, (01.03.2020).
- 2- <https://gida.erciyes.edu.tr/upload/IVKSWT4maya-ve-kUf-sayimi.pdf>,
(20.04.2020).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Öznur Yılmaz
Doğum Yeri ve Tarihi : MANİSA/Merkez 05.10.1988
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0 (552) 801 83 30 / oznurylmz45@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Manisa Lisesi, (2003–2006)
Lisans : Atatürk Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, (2008–2012)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nanobilim ve Nanoteknoloji Anabilim Dalı, (2019–2021)