



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AVOKADO ATIKLARI VE ZEOLİT KATKILI TEKSTİL MATERYALİ
GELİŞTİRİLMESİ, ANTİFUNGAL, ANTİBAKTERİYEL VE NEM
ABSORPSİYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Miray UĞURLU

Danışman

Prof. Dr. Derman VATANSEVER BAYRAMOL

**ALANYA
2025**

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**AVOKADO ATIKLARI VE ZEOLİT KATKILI TEKSTİL MATERYALİ
GELİŞTİRİLMESİ, ANTİFUNGAL, ANTİBAKTERİYEL VE NEM
ABSORPSİYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Miray UĞURLU

Anabilim Dalı: Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
Program Adı: Metalurji ve Malzeme Mühendisliği

Danışman

Prof. Dr. Derman VATANSEVER BAYRAMOL

Bu tez çalışması TÜBİTAK Komisyonunca kabul edilen 224M097 nolu proje kapsamında desteklenmiştir

ALANYA

(2025)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Miray UĞURLU

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgisi, ilgisi ve yoğun desteği ile manevi anlamda da yanımda olduğunu hissettirmiş olan danışman hocam Prof. Dr. Derman VATANSEVER BAYRAMOL'a gönülden bir teşekkürü borç bilirim.

Deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesinde bilgi ve yöntemleri ile benden desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ercan ŞENER'e ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nden Prof. Dr. Rıza ATAV'a, Doç. Dr. Mine AYDIN KURÇ'a ve Yüksek Mühendis Uğur ERGÜNAY'a

Çalışmaya 1005-Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı kapsamında sağlanan destekten ötürü Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na ve 2210-Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında sağladıkları destekten ötürü TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB)'na

Hayatımın her anında yanımda olmuş bana olan güvenleri ve inançları ile yolumu aydınlatmış olan kıymetli aileme, eğitim hayatım boyunca bana katkı sağlamış tüm hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Miray UĞURLU

ÖZET

AVOKADO ATIKLARI VE ZEOLİT KATKILI TEKSTİL MATERYALİ GELİŞTİRİLMESİ, ANTİFUNGAL, ANTİBAKTERİYEL VE NEM ABSORPSİYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Miray UĞURLU

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Mart, 2025 (45 Sayfa)

Her geçen gün artan tüketim sebebiyle sınırlı kaynaklardaki azalma ve toplam atık miktarındaki artış, insanlık için tehdit oluşturmaya başlamaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi anlayışına verilen önem artmaya başlamıştır. Daha az atık çabaları ve atıkların geri kazanımı ile tekrar tüketim döngüsüne dahil edilmesi yönünde önemli adımlar atılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, bulunduğumuz coğrafya her geçen yıl üretimi ve tüketimi hızlı bir şekilde artmakta olan avokado meyvesi atıkları temizlenip kurutularak toz haline getirilmiş ve elde edilen avokado tozları, büyük rezerve sahip olduğumuz klinoptilolit zeolit minerali tozu ve ağırlıkça 1:1 oranında avokado zeolit tozları %100 pamuk süprem kumaşa emdirme yöntemi ile applike edilmiştir. Üretilen numuneler, nem absorpsiyon, antibakteriyel ve antifungal testler başta olmak üzere gramaj, renk değişimi, su buharı geçirgenlik ve hava geçirgenlik testlerine tabi tutularak aplikasyon öncesi ve sonrası özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Avokado, Klinoptilolit Zeolit, Tekstil, Antifungal, Antibakteriyel, Nem Absorpsiyonu.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF AVOCADO WASTES AND ZEOLITE-ADDED TEXTILE MATERIAL, INVESTIGATION OF THEIR ANTIFUNGAL, ANTIBACTERIAL AND MOISTURE ABSORPTION PROPERTIES

Miray UĞURLU

Department of Metallurgy and Materials Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

March, 2025 (45 Page)

The decrease in limited resources and the increase in the total amount of waste due to the ever-increasing consumption are beginning to pose a threat to humanity. For this reason, the importance given to sustainability and circular economy understanding has started to increase. Important steps are being taken in the direction of less waste efforts and the recycling of waste and its inclusion back into the consumption cycle. Within the scope of this thesis study, avocado fruit wastes, whose production and consumption are increasing rapidly every year in our geography, were cleaned, dried and pulverized, and the avocado powders obtained, clinoptilolite zeolite mineral powder, which we have great reserves, and avocado zeolite powders in a ratio of 1:1 by weight were applied to 100% cotton single jersey fabric by impregnation method. The produced samples were subjected to moisture absorption, antibacterial and antifungal tests, as well as grammage, color change, water vapor permeability and air permeability tests, and changes in their properties before and after application were examined.

Keywords: Avocado, Clinoptilolite Zeolite, Textile, Antifungal, Antibacterial, Moisture Absorption.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam	2
2. LİTERATÜR	3
2.1. Bakteri ve Mantar.....	3
2.2. Avokado Meyvesi	6
2.3. Zeolit	10
2.4. Antibakteriyel ve Antifungal Çalışmalar	13
2.5. Kumaşa Aplikasyon	15
3. YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Avokado çekirdeği tozlarının hazırlanması	17
3.2.2. Avokado ve zeolit toz karışımının hazırlanması.....	18
3.2.3. Tozlara uygulanan test ve analizler.....	18
3.2.5. Kumaşa aplikasyon	19
3.2.6. Kumaşlara uygulanan test ve analizler.....	20
4. BULGULAR.....	23
4.1. Avokado Tozuna Uygulanan Test ve Analiz Bulguları	23
4.1.1. Yoğunluk ölçüm bulguları	23
4.1.2. Tane boyut analizi bulguları	23
4.1.3. Antibakteriyel test bulguları.....	24
4.1.4. Antifungal test bulguları	26

4.2. Kumaşlara Uygulanan Test ve Analiz Bulguları	27
4.2.1. Gramaj değişimi	28
4.2.2. Renk değişimi.....	29
4.2.3. Su buharı geçirgenliği bulguları.....	31
4.2.4. Hava geçirgenliği bulguları.....	33
4.2.5. % Nem absorblama bulguları.....	35
4.2.6. Antibakteriyel test bulguları.....	36
4.2.7. Antifungal test bulguları	38
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	40
6. KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	45



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler arasındaki genel farklılıklar (Rowden, 2022)	4
Tablo 3.1 Avokado ve zeolit tozlarının emdirme flottesindeki miktarları	19
Tablo 4.1 Tane boyutlarına ilişkin Malvern Mastersizer 2000 cihazından alınan veriler	23
Tablo 4.2 İşlem görmemiş ve işlem görmüş kumaşlara ait kodlama ve flotte içindeki miktarları.....	28
Tablo 4.3 İşlem görmemiş ve işlem görmüş kumaş gramaj değerleri (g/m ²)	28
Tablo 4.4 Kumaşlarda renk değişim değerleri	29
Tablo 4.5 Kumaşlarda beyazlık değişim değerleri.....	30
Tablo 4.6 Beş günlük tartımlar ve hesaplanan su buharı geçirgenlik değerleri	32
Tablo 4.7 Kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerine ilişkin varyans analizi.....	32
Tablo 4.8 Numune türüne göre su buharı geçirgenliklerine ait Tukey analizi.....	32
Tablo 4.9 İşlem görmüş ve işlem görmemiş kumaşlara ait hava geçirgenlik değerleri .	34
Tablo 4.10 Kumaşların hava geçirgenlik değerlerine ilişkin varyans analizi	34
Tablo 4.11 Numune türüne göre hava geçirgenliklerine ait Tukey analizi.....	34
Tablo 4.12 Konsantrasyon yönünden ele alınmış hava geçirgenliği Tukey analizi.....	34
Tablo 4.13 Numunelerin 20 ±2 °C’de ortam nemine bağlı olarak absorbladığı yüzdece nem miktarı	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Gram pozitif ve Gram negatif bakteri yapılarının genel gösterimi	3
Şekil 2.2 TÜİK 2023 verilerine göre 2002-2022 yılları arasında Türkiye’ de üretilen avokado miktarı (https://data.tuik.gov.tr)	6
Şekil 2.3 Avokado meyvesi, yaprağı, çekirdeği ve kabuğu görselleri	7
Şekil 2.4 Farklı tane boyutlarında klinoptilolit zeolit minerali	10
Şekil 2.5 Türkiye zeolit yatakları haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)	11
Şekil 2.6 Emdirme yöntemi şematik gösterimi (El-Ghoubary vd. 2023).....	16
Şekil 4.1 Avokado çekirdeği tozu tane boyut analizi değerleri ve grafiği	24
Şekil 4.2 Avokado tozları ile gerçekleştirilen antibakteriyel test görüntüleri	25
Şekil 4.3 Avokado tozları ile gerçekleştirilen antibakteriyel test görüntüleri	26
Şekil 4.4 İşlem görmemiş ve işlem görmüş kumaşlara ait görseller	27
Şekil 4.5 Kumaşlara ait su buharı geçirgenliği için ana etki grafiği.....	33
Şekil 4.6 Kumaşlara ait hava geçirgenliği için ana etki grafiği.....	35
Şekil 4.7 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların <i>S.aureus</i> bakteri testleri	37
Şekil 4.8 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların <i>E.coli</i> bakteri testleri.....	38
Şekil 4.9 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların <i>C.albicans</i> bakteri testleri	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrad Derece
µm	Mikrometre
A	Alan
cm ²	Santimetre Kare
dk	Dakika
G	Ağırlık Değişimi
g	Gram
L	Litre
ml	Mililitre
nm	Nanometre
Pa	Pascal
pH	Potential Of Hydrogen / Potansiyel Hidrojen
R	Remisyon
rpm	Revolutions Per Minute / Dakikadaki Devir Sayısı
t	Zaman

Kısaltmalar

%z	Renk Farkı
A	Yalnızca avokado çekirdeği ilave edilmiş kumaş
a*	Numunedeki kırmızılık-yeşillik değeri
A.niger	Aspergillus niger
ASTM	Uluslararası Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu
ATCC	Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu
B	Avokado çekirdeği ve zeolit ilave edilmiş kumaş
b*	Numunedeki sarılık-mavilik değeri
C	Yalnızca klinoptilolit zeolit ilave edilmiş kumaş
C.albicans	Candida albicans

CIE	Uluslar Arası Aydınlatma Komisyonu
E.coli	Escherichia coli
E.floccosum	Epidermofiton floccosum
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
K.Pneumoniae	Klebsiella pneumoniae
K/S	Renk yoğunluğu
KZ	Ketokonazol
L*	Numuneki açıklık-koyuluk değeri
L.monocytogenes	Listeria monocytogenes
PTFE	Politetrafloroetilen
PVC	Polivinil klorür
S.aureus	Staphylococcus aureus
S.enterica	Salmonella enterica
spp.	Birkaç tür
β-CD	Beta Siklodekstrin
T.mentagrophytes	Trichophyton mentagrophytes
T.rubrum	Trichophyton rubrum
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
vd.	ve diğerleri
wie	Beyazlık endeksi
WVT	Su buharı geçirgenliği

1. GİRİŞ

Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramına verilen önemin artmasıyla döngüsel ekonomi anlayışı benimsenmeye başlanmış ve bu doğrultuda çok sayıda araştırma ve yeni ürün geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Sınırlı kaynakların günden güne azalmakta olması ve artan tüketim sebebiyle toplam atık miktarındaki artış, bazı araştırmacıları atıkların belirli uygulamalar için sınırlı olan kaynakların yerine kullanılıp kullanılmayacağına yönelik çalışmalar yapmaya sevk etmiştir. Bu çalışmalar, hem son yıllarda gündemimizde üst sıralarda yer alan “sıfır atık” çalışmalarına uygun olması hem de döngüsel ekonomiye katkı anlamında özellikle ülkemizde üretimi ve tüketimi olan ürünlerin atıklarının kullanılması bakımından oldukça önemlidir.

Bulduğumuz coğrafya birçok bitki, meyve ve sebze yetiştirmeye elverişli topraklara ve zengin yeraltı ve yerüstü rezervlerine sahiptir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda mümkün mertebe yerli ve milli ürünlerin kullanılması ayrıca önemlidir.

Ülkemizde her geçen yıl üretimi hızla artan meyvelerden biri olan avokado, Akdeniz Bölgesi’nde özellikle Antalya ve çevresinde yetiştirilmektedir. Dünya avokado üretimi yapan ülkeler sıralamasında Türkiye her yıl bir önceki yıla göre daha üst sıralarda yer almaktadır. Bu meyvenin tüketilmeyen kabuk ve çekirdeği meyve ağırlığının yaklaşık %30’unu oluşturmaktadır ki bu oldukça büyük bir orandır. Literatür incelendiğinde avokado meyvesinden arda kalan kabuk ve çekirdeğin mantara ve bakterilere karşı aktivite sergilediğine yönelik çalışmalar olduğu tespit edilmiştir.

Mantar ve bakterilerin oluşumu için ortam koşulları incelendiğinde belirli bir sıcaklık ile nem varlığının üreme için yeterli olabildiği görülmüştür. Bu nedenle, ortam neminin düşürülmesinin mantar oluşumunu azaltacağı veya engelleyeceği öngörüsü ile nemin ortamdan uzaklaştırılmasında katkı sağlayacak ikinci bir malzemenin varlığı gündeme gelmiştir. Bu koşulların oluşumu göz önünde bulundurulduğunda ise Dünya rezervlerinin %75’inin Türkiye’de bulunduğu zeolit minerali dikkat çekmektedir. Çok farklı türleri bulunan zeolit yüksek miktarda nem absorplama kapasitesine sahip olduğuna ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Saadat vd., 2024; Sani vd., 2024).

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen özellikleri nedeniyle avokado çekirdeği ve zeolit gibi doğal ürünlerin kullanımı hedeflenmiştir. Uygulama alanı olarak mantar oluşumunun yaygın olduğu ayak bölgesinde kullanılabilmesi adına, bir tekstil materyaline aplike edilerek antifungal, antibakteriyel ve nem absorpsiyonu özelliklerinin incelenmesi konu edilmiştir. Bu amaçla, avokado çekirdekleri toplanıp kurutularak toz haline getirilmiş ve

ağırlıkça 1:1 olacak şekilde zeolit ile karıştırılmıştır. Elde edilen avokado tozu, zeolit tozu ve avokado/zeolit toz karışımı, %100 pamuklu süprem kumaşa emdirme prosesi ile farklı miktarlarda aplike edilmiş olup antifungal, antibakteriyel ve nem absorblama özellikleri başta olmak üzere hava geçirgenliği su buharı geçirgenliği gibi özellikleri incelenmiştir.

1.1. Amaç ve Kapsam

Avokado atıklarının biyoaktif bileşenlerini incelediğimizde sağlığa son derece faydalı bir içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Sürdürülebilirlik anlayışıyla yola çıkılan bu çalışmada, avokado meyvesinin tüketilmeyen ve toplam ağırlığının yaklaşık %30'unu oluşturan kabuk ve çekirdek kısmının değerlendirilmesi ve Dünya rezervlerinin büyük bir kısmının ülkemizde olduğu zeolit minerali katkısı ile birlikte antibakteriyel, antifungal ve nem absorblama özelliği gösteren bir materyal geliştirmek amaçlanmıştır.

Yukarıda bahsedilen hususlar çerçevesinde, bu çalışmada avokado çekirdeği ve klinoptilolit zeolit tozu kullanılarak bir pat hazırlanması, emdirme yöntemi ile %100 pamuklu süprem kumaşa aplike edilmesi ve elde edilen kumaşın antifungal, antibakteriyel, nem absorblama, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği testlerinin yapılmasını kapsamaktadır. Tüm test ve analizler in vitro olarak gerçekleştirilmiş olup, gerçek durum uygulamaları çalışma kapsamında değildir.

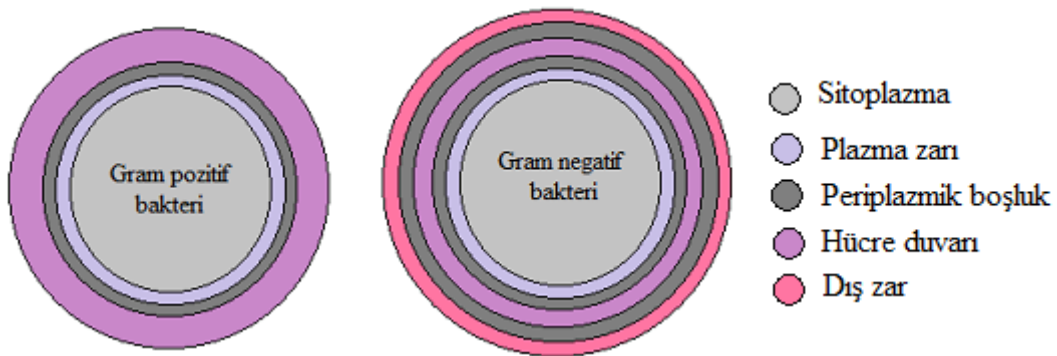
2. LİTERATÜR

Yapılan literatür incelemesinde, gerek avokado meyvesi ve atıklarının gerekse zeolit mineralinin farklı alanlarda kullanıldığı çalışmalara rastlanmış olup ikisinin bir arada kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bölümde, öncelikle bakteri ve mantardan kısa bahsedilecek olup daha sonra literatürde yapılan çalışmalara atfen avokado ve zeolit hakkında bilgi verilecektir.

2.1. Bakteri ve Mantar

Ekosistem için hayati öneme sahip küçük tek hücreli organizmalar olan bakteriler, insan vücudu dâhil Dünya'nın hemen her yerinde bulunmaktadır. Öyle ki bazıları ekstrem koşullarda (çok yüksek sıcaklık ve basınç) bile yaşayabilmektedir. İnsan vücudunda bulunan bakterileri türlerinden bazıları faydalı, çoğu zararsız, az sayıda tür ise hastalığa neden olan bakterilerdir (Silhavy vd., 2010).

Bakterilerin Gram-pozitif ve Gram-negatif olarak sınıflandırılmasındaki nedenlerden biri bu iki grubun peptidoglikan adı verilen hücre duvarlarına farklı kalınlıkta sahip olmasıdır (Tetteh vd., 2020). Gram-negatif bakterilerin hücre duvarları <10 nm iken Gram-pozitif bakteriler yaklaşık 20-80 nm olan daha kalın hücre duvarlarına sahiptir (Mai-Prochnow vd., 2016). Antibiyotikler genel olarak bakterilerin hücre duvarlarına kolayca erişebilmektedir. Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerinin yapılarında bulunan kısımlar, genel bir gösterim ile Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1 Gram pozitif ve Gram negatif bakteri yapılarının genel gösterimi

Gram-pozitif bakterilerin Gram-negatif bakterilere kıyasla daha kalın hücre duvarlarına sahip olmasına rağmen Gram-negatif bakterilerin antibiyotik direncine daha yatkın olması, Gram-negatif bakterilerin koruyucu bir tabaka görevi gören ve hayatta

kalmak için gerekli olan bir dış zara sahip olması ile ilişkilendirilmiştir (Allen vd., 2010; Romaniuk ve Cegelski, 2015; Heesterbeek vd., 2019). Bu iki bakteri türü arasındaki tek fark hücre duvarlarının kalınlığı olmayıp Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler arasındaki genel farklılıklar Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler arasındaki genel farklılıklar (Rowden, 2022)

	Gram pozitif bakteri	Gram negatif bakteri
Hücre duvar kalınlığı	Kalın (20-80 nm)	İnce (<10 nm)
Şekil	<ul style="list-style-type: none"> • Küre • Çubuk • Dallanmış 	<ul style="list-style-type: none"> • Küre • Çubuk • Spiral
Gram testindeki renk	Mavi-Mor	Pembe- Kırmızı
Bulunan toksinler	<ul style="list-style-type: none"> • Emetik toksin • İshal enterotoksinleri • Nörotoksinler • Enterotoksin 	<ul style="list-style-type: none"> • Endotoksinler
Gruba dahil bakteriler	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus aureus</i> • <i>Staphylococcus epidermidis</i> • <i>Staphylococcus saprophyticus</i> • <i>Streptococcus pneumoniae</i> • <i>Streptococcus pyogenes</i> • <i>Streptococcus agalactiae</i> • <i>Enterococci</i> • <i>Corynebacterium diphtheriae</i> • <i>Bacillus anthracis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Escherichia coli</i> • <i>Bartonella henselae</i> • <i>Campylobacter</i> • <i>Legionella</i> • <i>Salmonella</i> • <i>Salmonella typhi</i> • <i>Vibrio cholerae</i>

Bunların yanında bakterilerin buldukları ortamlar ve neden oldukları rahatsızlıklar da farklılık göstermektedir. Bu nedenle genellikle bakterilere karşı aktivite testleri yapılırken en az bir Gram pozitif ve bir Gram negatif bakteri seçilerek testler yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında, Gram pozitif bakteri olarak *Staphylococcus aureus*, Gram negatif bakteri olarak ise *Escherichia coli* kullanılmıştır.

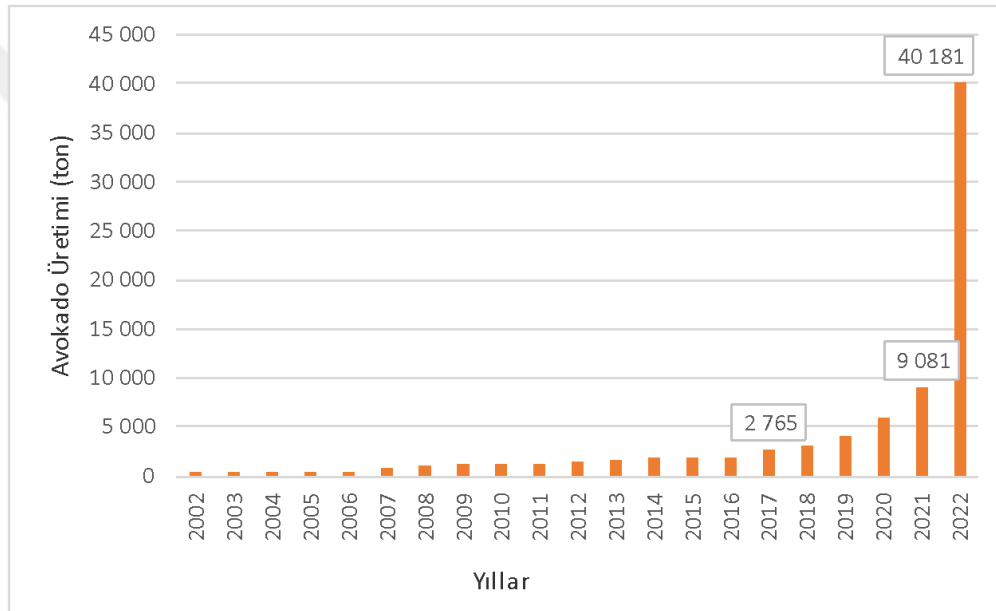
Staphylococcus aureus (*S.aureus*), sağlıklı ciltte normalde enfeksiyona neden olmayan ancak iç dokulara veya kan dolaşımına girerse vücudun farklı bölgelerinde enfeksiyonlara neden olabilen bir bakteridir. *Escherichia coli* (*E.coli*), halk arasında bilinen adıyla “koli basili” ise en sık karşılaşılan Gram negatif bakteri olup gıdalardan, sudan ve bakteri bulunduran kişilerle temas ile bulaşabilmektedir.

Mantar, bulaşıcı olup sık karşılaşılan bir deri rahatsızlığıdır. Candida mantarları, vücudumuzda bulunan ancak miktarı arttığında rahatsızlık hissettiren bir mantar türüdür. Kafeinli içecek, nişastalı sebzeler, gluten içeren tahıllar, havuç, alkol, tatlandırıcılar, soslar, işlenmiş etler vb. tüketimini keserek veya minimize ederek yapılan Candida diyeti de artan mantar miktarını azaltmaya yöneliktir. Avokado, bu diyetle yasak olmayan iki meyveden biridir ve Candida türü mantarlara karşı antifungal etkiye sahiptir (Jesus vd., 2015).

Onikomikoz ise; dermatofitler, mayalar veya non-dermatofit küflerin neden olduğu bir tırnak enfeksiyonudur. Onikomikoz da dermatofitler etken olduğunda tinea unguium tanısında kullanılmaktadır. Onikomikoz hem el tırnaklarını hem de ayak tırnaklarını enfekte edebilir, ancak ayak tırnağında daha yaygın bir şekilde görülmektedir (Bodman ve Krishnamurthy, 2022). Dünya çapında onikomikoz prevalansı %2 ila %50 arasında değişmektedir ve yüzeysel mantar enfeksiyonlarının yaklaşık %30'unu ve tüm tırnak hastalıklarının %50'sini oluşturmaktadır (Arenas ve Torres-Guerrero, 2019). Ayak tırnağında oluşan mantar hastalığının yaklaşık %90'ında *T. mentagrophytes* ve *T. rubrum* gibi dermatofitler etken olarak saptanmaktadır. Ayrıca *Candida spp.* türleri sıklıkla dermatofitler ve non-dermatofit küflerle birlikte bulunmakta ve onikomikozun %51-70 oranında etkeni olarak görülmektedir (Patel vd., 2017). Bununla birlikte, *Tinea pedis* ve ayak tırnağı onikomikozunun birlikte enfeksiyonu da yaşla birlikte artmakta ve yaşlı bireylerin %25,7'sinin her iki enfeksiyon tipine de sahip olduğu tahmin edilmektedir (Gupta vd., 2022). Ayaklarda görülen *Tinea pedis* ve ayak tırnaklarında görülen onikomikoz, tedavisi zor birer hastalık olduğu gibi tekrar etmesi ve aynı ortamda bulunan kişilere bulaşması söz konusudur. Bulaşı yolu ile herkeste ortaya çıkabilecek *tinea pedis* ve onikomikozun, diabeti-şeker hastalığı olanlarda, dolaşım sorunu olanlarda, ileri yaştaki kişilerde, ayak terlemesi yaşayan veya ayakları sürekli nemli kalan kişilerde oluşma riski daha yüksektir (Seçkin vd., 2014). Bu çalışmada kullanılmak üzere, çocuklarda ve yetişkinlerde birincil mantar enfeksiyonu (Sardi vd. 2013; Padder vd. 2018; Macias-Paz vd., 2022) olarak öne çıkan *Candida albicans* mantarı seçilmiştir.

2.2. Avokado Meyvesi

Dünya’da 5 kıta ve 50’ye yakın ülkede avokado yetiştirilmektedir. Ülkemizdeki üretimin ise yaklaşık % 75-80’i Antalya ilimizden karşılanmaktadır. Şekil 2.2’de avokado üretiminin 20 yıllık geçmişi, yıllara göre ton bazında verilmiştir. FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) verilerine göre 2017-2021 yılları arasında Türkiye’ de üretilen ortalama avokado miktarı 5028 ton ile dünya avokado üretiminde 45. sırada (Er vd., 2023) yer alsa da son yıllarda üretimde ivmeli bir artış sergilemiştir. 2022 yılında Türkiye’de üretilen avokado miktarı 40181 ton ile dünya avokado üretiminde 27. sırada yer alarak son yıllarda üretimde ivmeli bir artış sergilemiştir.



Şekil 2.2 TÜİK 2023 verilerine göre 2002-2022 yılları arasında Türkiye’ de üretilen avokado miktarı (<https://data.tuik.gov.tr>)

Çok fazla çeşidi bulunan avokadonun en fazla tüketilen türleri arasında Hass, Fuerte, Bacon, Reed ve Pinkerton yer almaktadır. Dünya geneline bakıldığında Hass ve Fuerte cinsi avokado tüketiminin fazla olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise coğrafi işaret almış olan Fuerte çeşidi Alanya avokadosunun ortalama yağ oranı %16,26’dır ve bu oran diğer ülkelerde yetiştirilen avokadolardan daha yüksektir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği Fuerte çeşidinin yaprak ekstraktlarında en düşük içerik ise Hass çeşidinin meyve ekstraktlarında görülmüştür. En yüksek antioksidan kapasite de yine Fuerte çeşidinin yapraklarında tespit edilmiştir (Murathan ve Kaya, 2020).

Ülkemizde de üretimi ve tüketimi gittikçe yaygınlaşan avokado meyvesinin sadece et kısmı tüketilmekte ve toplam avokado ağırlığının yaklaşık %30'unu oluşturan kabuk ve çekirdek atık olarak çevreye bırakılmaktadır. Avokado atıklarının biyoaktif bileşenlerini incelediğimizde sağlığa son derece faydalı bir içeriğe sahip olduğunu görmekteyiz. Avokado meyvesi ve atık olarak değerlendirilebilecek kısımları Şekil 2.3'de verilmiştir. Avokado çekirdeğinin, kabuğunun ve hatta ağacının yapraklarının antibakteriyel (Guzmán-Rodríguez vd., 2013) ve antifungal özellikte (mantar enfeksiyonlarının oluşumunu engelleyici) olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Domergue vd., 2000; Makopa vd., 2020).



Avokado Meyvesi



Avokado Yapağı



Avokado Çekirdeğı



Avokado Kabuğı

Şekil 2.3 Avokado meyvesi, yapağı, çekirdeğı ve kabuğı görselleri

Brezilya'da yetiştirilen bazı bitki türlerinin dermatofitlere karşı antifungal etkisinin incelenmesinde bitkilerden biri avokado olarak seçilmiştir ve avokadonun yaprakları üzerinde yapılan test sonucunda *Tinea Pedis*'e sebep olan başlıca iki mantar türlerinden *T. rubrum* ve *T. Mentagrophytes* mantarlarına karşı antifungal etki gözlemlendiği belirtilmiştir (Biasi-Garbin vd.,2016). Avokado çekirdeğı ve kabuklarının biyoaktif bileşikleri incelenmiş ve incelemelerin sonuçlarının derlenmiş olduğu tabloda kabuk ve çekirdeğın içerik olarak yüksek oranda benzerlik gösterdiği görülmektedir (Gümüştepe

vd., 2022). Bu durumda bir önceki çalışmada belirtilmiş olan avokado kabuklarının *T.rubrum* mantar türüne etkisinin benzer olumlu sonuçlarının avokado çekirdeği ile yapılacak bir çalışmaya da yansıtacağı düşünülmektedir.

Guzman ve ark., (2013) avokado meyvesinde bulunan PaDef olarak adlandırılan bir defensin türünün *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı gösterdiği etkiyi inceleyerek muhtemelen bakterilerin hücre zarına zarar vererek veya hücre içerisine girmelerini engelleyerek çalışan bir mekanizma ile antibakteriyel etki gösterdiğini kanıtlamışlardır. Domergue ve ark., (2000) ise avokado meyvesindeki normal hücre yapılarına sahip olmayan özel fonksiyonlara sahip idioblastlara odaklanmış olup özellikle *Fusarium* ve *Penicillium* gibi yaygın mantar türlerine karşı aktif olduklarını keşfetmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında avokado meyvesinden elde edilen bu bileşiklerin antifungal ilaçlar ve bitki koruma ürünleri olarak kullanılabilmesine dair fikirler sunulmuştur.

Avokado çekirdeğinin antibakteriyel, antifungal özelliklerinin yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada, hem taze yani kurutulmamış hem de kurutulmuş çekirdek özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, taze ve kurutulmuş çekirdeklerin etanolik ve sulu ekstraktları hazırlanarak antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Sonuç olarak, taze çekirdeğin etanolik ekstresi en yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiği, sulu ekstresinin önemli bir antioksidan kapasite gösterdiği ancak antimikrobiyal aktivite göstermediği gözlemlenmiştir. Kurutulmuş çekirdeğin etanolik ekstresinin hem *S. enterica Typhimurium* hem de *L. monocytogenes* üzerinde temsili bir antimikrobiyal aktivite gösterirken, düşük antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmiştir. *E. Coli*'nin ise direnç gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, incelenen avokado çekirdeği ekstraktlarının gıdalarda sentetik antioksidan ve antimikrobiyal katkı maddelerinin kullanımını değiştirmek veya azaltmak için yeni bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini vurgulamıştır (David vd., 2022).

Avokado meyvesinin çekirdek ve kabuğu üzerine yapılan çalışmalar, sağladığı antioksidan, antibakteriyel, antifungal özellik gibi fonksiyonel özelliklere yoğunlaşmış olmakla birlikte (Falodun vd.,2014; Leite vd., 2009; Melgar vd., 2018; Amado vd., 2019; Wulandari vd., 2022; David vd., 2022; Shi vd., 2023) tekstil ürünlerinin daha çevreci bir şekilde avokado meyvesinin çekirdek ve kabuğu kullanılarak renklendirilmesine yönelik çalışmalar da literatürde yerini almaya başlamıştır. 2022 yılında Uren, avokado çekirdeği ve kabuğundan elde edilen pigmentlerin pamuklu ve yünlü kumaşların daha çevreci

olarak boyanmasında kullanılabilirliğini araştırmış ve sonuç olarak elde edilen pigmentlerin her iki kumaş türünü de boyamak için uygun olduğu ancak protein lifleri için daha gl bir afiniteye sahip olduğu ifade edilmiştir. Boyama işlemi sonrası kumaşlara yıkama, sürtme ve işik haslığı testleri uygulanmış olup özellikle yıkama haslığı ve sürtme haslığı değerlerinin her iki kumaş türü için de oldukça iyi olduğu belirtilmiştir (Uren, 2022). Bu çalışmada avokadonun antibakteriyel ve antifungal özelliklerine değinmemiştir.

Farklı çalışmalarla, avokado meyvesi atıklarının antibakteriyel ve antifungal etkinlik gösterdiğine ilişkin sonuçlar avokado meyvesinin atıklarının sağlık sektörü ile nasıl bir araya getirilebileceği konusunu gündeme getirmiştir. Bilindiği gibi vücudumuzun en büyük organı olarak kabul edilen deri sağlığımız oldukça önemlidir. Aynı şekilde vücudumuzun tüm yükünü taşıyan ayaklarımızın sağlığı da aynı şekilde önemlidir. Dermatolojik hastalıkların aile hekimlerine yapılan başvurularda birinci sırada yer aldığı, özellikle genital bölge mantar enfeksiyonları, ayak mantarı ve saçkıran en sık görülen hastalıklar olarak belirtilmektedir. *Tinea pedis* insanlarda en yaygın yüzeysel mantar hastalığıdır ve tüm bulaşıcı hastalıkların arasında en yaygın olanlarından biridir. *Tinea pedis* Dünya nüfusunun en az %10' unu etkilemekte ve erkeklerde kadınlardan daha sık görülmektedir. Deride dermatofit (kf mantarı) enfeksiyonu sonucu pullanma meydana gelmektedir. Bununla birlikte doku yumuşadıkça, deride Gram negatif bakteri türleri tarafından kolonizasyon oluşabilmekte ve bu durum tinea pedis ile ilişkili kokuyu arttırmaktadır. *Tinea pedis*' te etken olarak en çok görülen organizmalar; *T. rubrum*, *T. mentagrophytes* ve *E. floccosum* gibi dermatofitler, non-dermatofit küfler ve *Candida spp.* türleridir (Patel vd., 2017). *Tinea Pedis*'in oluşumunda en sık rastlanan mantar türünün *Trichophyton rubrum* olduğu ve avokado kabukları ele alınarak yapılan bir çalışmada avokado kabuğu ekstraktının *T. rubrum* zerinde mükemmel bir antifungal etki gösterdiği ve inhibitör aktivitenin, ekstrakt konsantrasyonu ile birlikte arttığı bildirilmiştir. Bu konu üzerinde yapılacak klinik araştırmaların *Tinea Pedis* tedavisine alternatif bir yöntem olabileceği n görülmüştür (Armayanti vd., 2023).

Leite vd. ise avokado çekirdeğini temel aldıkları çalışmalarında, avokado çekirdeklerinin metanol ve hekzan ekstraktlarının antifungal potansiyelleri, mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak insan ve hayvan sağlığında önemli olan *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans*, *Candida krusei* ATCC 6528, *Candida parapsilosis* ATCC 22019, *Cryptococcus neoformans* ve *Malassezia pachydermatis*'e karşı değerlendirilmiştir. Özellikle *Candida* türlerinin hastanelerde

karşılaşılan mantar enfeksiyonlarından sorumlu ana aktörler olduğunun belirtildiği bu çalışmada, avokado çekirdeğinin test edilen *Candida* türlerinin büyümesini önlediği yani avokado çekirdeği ekstraktının *Candida spp.*'ye karşı bir antifungal aktivite sergilediği ifade edilmiştir (Leite vd., 2009).

2.3. Zeolit

Yunanca zein (kaynama) ve lithos (kaya) kelimelerinden türetilen zeolit terimi, ilk olarak 1758 yılında İsveçli mineralog Alex Fredrick Cronsted tarafından kullanılmıştır. Kristal katı yapı olan zeolitlerin temelini silikon, alüminyum ve oksijen oluşturmaktadır. Oksijen atomları üzerinden alüminyum oksit ve silisyum oksit düzgün dörtyüzlü yapıların birbirine bağlanması ile zeolitler oluşmaktadır. Atomların konumlanmaları, silisyum ve alüminyum merkezde olacak şekilde oksijen atomlarının köşelerde bulunması şeklindedir. Oksijen atomlarının birbirine bağlanmalarıyla mikro boyutta gözenekler ve kanallar içeren kafes yapılar oluşmaktadır.

Zeolitleri doğada bulunan doğal zeolitler ve laboratuvar ortamlarında oluşturulmuş sentetik zeolitler olarak ikiye ayırarak sınıflandırmak mümkündür. Çeşitli yapısal özellikler gösteren doğal zeolitler yer kabuğundan oluşmaktadır ve genellikle volkanik kayalardan türeyen silikat mineralleridir. Doğal zeolitler iyon değişimi, su emme kapasitesi, koku ve gaz absorbanı özellikleri ile öne çıkmaktadırlar. Doğal zeolit türleri oldukça çeşitlidir ve bunlar kristal yapılarındaki farklı mineral çeşitliliğine bağlı olarak sınıflandırılabilir (Radha vd., 2004).

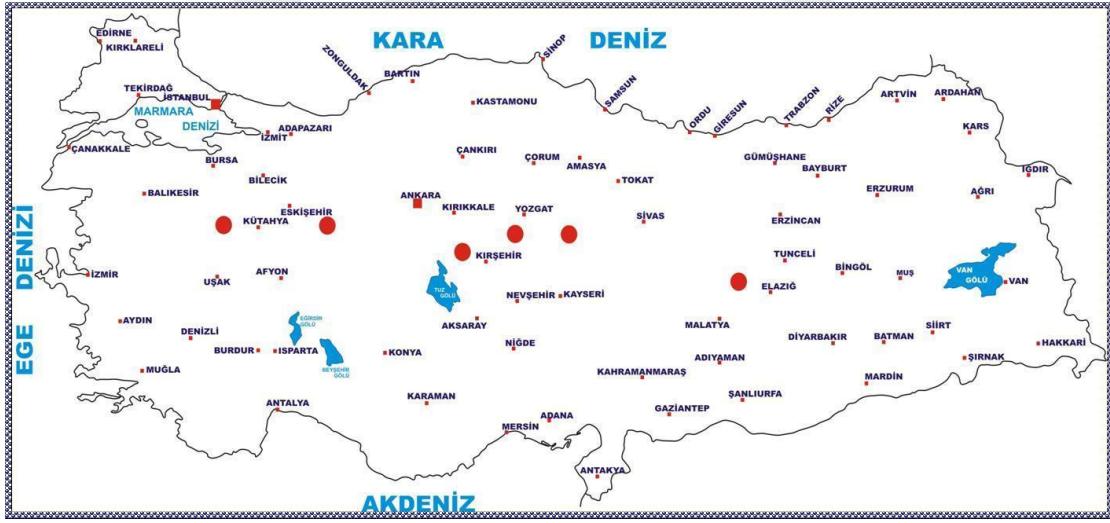
Başlıca doğal zeolit türleri; bu çalışma da yer alan yüksek absorpsiyon kapasitesi, kation değişimi ve dehidrasyon kapasitesi gibi özellikleriyle en çok kullanılan doğal zeolit türlerinden biri olan klinoptilolit zeolittir. Farklı boyutlardaki klinoptilolit zeolitlere ait görseller Şekil 2.4'de gösterilmektedir. Klinoptilolit zeoliti takip eden diğer başlıca doğal zeolit türleri ise; Şabazit, Analsim, Eriyonit, Höylandit, Lamontit, Mordenit ve Filipsit olarak sıralanabilir (Soylu vd., 2017).



Şekil 2.4 Farklı tane boyutlarında klinoptilolit zeolit minerali

Doğal hammaddeler ve sentetik silikatlar kullanılarak laboratuvar koşullarında hidrotermal yöntemle, doğal zeolitleri taklit etmek ve çeşitli endüstriyel uygulamalara uyum sağlamak amacıyla üretilen sentetik zeolitlerin iki yüzü aşkın çeşidi bulunmaktadır (Kocak vd., 2022). Üretim yöntemlerine ve amaçlarına bağlı olarak farklı türlere ayrılan sentetik zeolitlere başlıca; sıklıkla su arıtma, deterjanlarda su yumuşatma gibi alanlarda kullanılan küçük gözenek yapılı Zeolit A, petrol rafinelerinde sıklıkla katalizör olarak kullanılan Zeolit Y ve diğer sentetik zeolitlerden ZSM-5, Beta Zeolit türleri örnek verilebilir (Kordala vd., 2024).

Zeolitin geniş kullanım alanına sahip, çevre dostu olması ticari ve ekonomik anlamda öne çıkmasını sağlamaktadır. Tarımda, endüstriyel üretimde, inşaatta ve daha birçok sektörde kritik rol oynayan zeolitlerin ticari potansiyeli zeolit rezervi bakımından zengin ülkeler için ekonomik kalkınma yönünde önemli bir fırsat sunmaktadır (Sand vd., 1978). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafınca oluşturulmuş Türkiye Zeolit Yatakları Haritasına Şekil 2.5’ de yer verilmiştir.



Şekil 2.5 Türkiye zeolit yatakları haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Zeolit üretimi ticari olarak 1960'larda başlamıştır. Çin, toplam zeolit üretiminin yaklaşık %75'lik pazar payına sahiptir, bunu Kore (%8), Amerika Birleşik Devletleri (%3) ve Türkiye (%2) takip etmektedir (Mondal vd., 2021). Dünya genelinde zeolit tüketiminin yaklaşık %70' i deterjanlarda olmakla beraber bunları takiben %10 katalizör ve adsorban, %8 nem çekici (desikant), %12 ise diğer alanlardadır (Köktürk vd., 1995).

Oksijen atomları aracılığıyla bağlanan AlO_4 ve SiO_4 tetrahedral yapı taşlarına dayanan tanımlanmış yapılara sahip hidratlı doğal veya sentetik mikro gözenekli kristaller olan zeolitlerin çeşitli kullanım alanları vardır; endüstride, tarımda, veterinerlikte, sağlık

hizmetlerinde ve çevre korumada adsorbanlar, iyonik değiştiriciler, katalizörler ve deterjan yapıcılar olarak kullanılırlar. Doğal zeolitler kaya oluşturan, mikro gözenekli silikat mineralleridir. Doğal zeolitin bir minerali olan klinoptilolit, kristal bir konfigürasyona, tetrahedron yapısına sahiptir. Su molekülleri ve toprak alkali iyonlarından oluşan uzun kanallara sahip bir kafes yapısına sahiptir. Bunlar sabit pozisyonlarda bulunmadığından, bu iyonlar kafes içinde yer değiştirebilir. Kristal kafesin karakterini değiştirmeden kolayca serbest bırakılabilir ve değiştirilebilirler, bu da klinoptilolit güçlü iyon değişim özelliklerine sahip olmasını sağlar, örneğin klinoptilolit ağır metalleri bağlar. Birçok araştırmacı klinoptilolit toksinleri ve küfü absorbe ettiğini bildirmektedir (Grancarić vd., 2009). Mikro gözenekli kristal alüminosilikat malzeme olan zeolitler, geniş dış yüzeyleri nedeniyle gazların ve buharların benzersiz adsorpsiyon özelliklerine sahiptir (Chang & Wang, 2023).

Doęal zeolitin (klinoptilolit), koruma ve tedavi amaçlı üretilen tekstil materyalinde etkisini inceleyen Grancarić vd. zeolit içeren tekstil ve giysilerin cildi koruyabildięi, cilt yaralarında iyileřme sürecine etki gösterdięi ve sedef hastalıęı, kanser gibi farklı hastalıklara karřı tedavi etkisi gösterdięi sonucuna varmıřlardır (Grancarić vd., 2009).

Bunlara ek olarak zeolitin;

- Teri emme ve hoş olmayan kokuları durdurma,
- Cildi oksidanlardan ve serbest radikallerden temizleme,
- Vücudu zararlı UV emisyonlarına karşı koruma,
- Vücudu mikroorganizmalardan koruma ve etkinliğini engelleme
- Vücut ısısını sürekli tutma gibi özellikleri barındırdığı listelenmiştir.

Klinoptilolit türü zeolitin sağlık alanında dış macunlarının içerisinde parlatıcı olarak (Dent vd., 1982; Zhao ve Xu, 2019), gıda takviyesi olarak (Prasai vd., 2017; Mastinu vd., 2019) ve tarımda toprak özelliklerini geliştirici gübre olarak (Demir ve Polat, 2003; Ercan, 2008) kullanımı bulunmaktadır.

Ülkemizde bulunan zeolit kaynaklarının zenginliğine dikkat çeken ve zeolit parçacıklarına gümüş yüklemesi yaparak bitim işlemi ile pamuklu kumaşa applike edilmesi ve antibakteriyel pamuklu kumaş üretimini amaçlayan bir çalışmada, üretilen pamuklu kumaşlar seçilmiş Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerinde değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Sonuç olarak *S. Aureus* ve *K. Pneumoniae* bakterilere karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Aynı alışmada, 0,1 M AgNO₃ ile

modifiye edilmiş 40 g/l Zeolit katkılı pamuklu kumaşın 5 ve 10 yıkama sonrasında antibakteriyel özelliğini koruduğu belirtilmiştir (Can vd., 2013).

Teknik tekstil alanında kullanıma yönelik multifonksiyonel özellikli polyester iplik geliştirme üzerine alınan TR202020756 (A2) numaralı patentte termal yalıtım, ses absorpsiyonu, antibakteriyel koruma, UV koruma vb. farklı özellikler gösteren ve efektif etki sağlayarak teknik tekstil alanında kullanım yeri kazanan zeolit katkılı bir polyester iplik ile ilgili bir çalışma gerçekleştirildiği görülmektedir. İçeriği doğal/yapay zeolit ve farklı maddelerin kombinasyonu ile hazırlanmış nemi dengeleyen ve kötü kokuları absorblayan iplik veya kumaş yapılanması ile ilgilidir.

Oksijen absorblayıcılarda şabazit ve klinoptilolit zeolit kullanımına yönelik gerçekleştirilen WO2011156704 (A2) numaralı bir başka patent çalışmasında, zeolit nem absorpsiyon özellikleri, oksijen emici sistemler, gaz kurutma ve çevresel uygulamalar gibi çeşitli alanlarda kullanımına vurgu yapılmıştır. Çalışmada, chabazite ve klinoptilolit zeolitlerinin, paketlemede oksijen ve nem emici olarak kullanıldığı belirtilmiş, üretilen zeolit levhaların paketlenen ürünlerin raf ömrünü artırmak için nem ve oksijen emme kapasitesine sahip ürünler olduğu ifade edilmiştir.

2.4. Antibakteriyel ve Antifungal Çalışmalar

Bu bölümde, öncelikli olarak giyilebilir uygulamalar için gerek doğal gerekse laboratuvar ortamında üretilmiş antibakteriyel ve antifungal ajanların tekstil yüzeylerine uygulaması ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Sathianarayanan ve ark. tarafından fesleğen ve nar kabuğu ekstraktını pamuklu kumaşa direk olarak, mikrokapsülleyerek ve çapraz bağlayıcı kullanarak applike edilmiştir. Yapmış oldukları çalışmada işlem görmüş kumaşlara *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* standart bakteri suşlarını kullanarak antibakteriyel aktivite testi uygulamışlar ve test sonucunda direk uygulamanın diğer yöntemlere göre daha fazla zon çapı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Üstelik direk uygulama ile elde edilecek ürünlerin mikrokapsül yöntemi ile elde edilmiş ürünlere göre daha seri ve ekonomik bir yöntem olacağı ifade edilmiştir (Sathianarayanan vd., 2010).

Bir başka çalışmada, kontrollü Ketokonazol (KZ) salınımlı pamuk bir yara örtüsü hazırlanmıştır. Tek başına KZ ve KZ/ β -siklodekstrin (β -CD) farklı yöntemlerle pamuk üzerine yüklenmiştir. Kesikli yöntemde, pamuklu kumaş 80 °C'de 1 saat boyunca karıştırılarak kompleks çözelti içinde muamele edilmiş ve ardından 80 °C'de kurutulmuştur. Sürekli yöntemde ise kumaş 1 dakika boyunca kompleks bir çözeltide

emdirilmiş, üç kez fularlanmış ve son olarak 80 °C'de kurutulmuştur. Üretilen numunelerin *C. albicans*, *A. niger*, *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı aktiviteleri ve ayrıca hücre sitotoksitesisi incelenmiştir. Kesikli yöntemin sürekli yöntemle göre daha iyi performans gösterdiği, daha fazla KZ yüklemesi ve daha yavaş salım ile iyi antifungal aktiviteler gösterdiği ifade edilmiştir (Hedayati et al., 2020).

Mantar enfeksiyonlarını önlemek için özel olarak tasarlanmış bir çorap teknolojisinin tanıtıldığı US11330848 (B2) numaralı patentte çorap, mantar türlerine karşı koruma sağlayan “antifungal bir bariyer” içerir. Patentte, çorapta kullanılan malzemelerin mantar enfeksiyonlarını önleme kapasitesine sahip olduğu ve bu nedenle özellikle “tinea pedis” (ayak mantarı) gibi yaygın ayak mantarlarına karşı etkili olduğu belirtilir. Bu çoraplar, günlük kullanımda rahatlık sağlarken aynı zamanda mantar kaynaklı enfeksiyonları önlemeye yönelik tasarlanmıştır. Patente konu giyilebilir sistemde iki farklı materyal kullanımından bahsedilmektedir. İlki için pamuklu bir malzeme, politetrafloroetilen (PTFE), polyester içerir, pamuk, polyester, polivinil klorür (PVC), keratin lifleri, yün, spandeks, tencel, akrilik, bambu lifi, keten, liyosel, rayon ve selülozik asetatlar, yün, elastik bir poliüretan lifi veya bunların bir kombinasyonunu içeren aynı zamanda da liflere tutturulmuş bakır, bakır oksit, gümüş veya gümüş oksit parçacıkları içeren bir tekstil malzemesini, ikinci malzeme ise silikon, neopren, floroelastomer, florosilikon, plastisol mürekkepler, bir jel, bir polimer, bir poliüretan köpük, bir plastik, bir poliüretan, bir sıvı veya püskürtülebilir kauçuk veya bunların bir kombinasyonunu içermektedir. Giyilebilir yapı için dokuma veya örme yapıda olabileceği ifade edilmiştir.

Diiodomethyl-4-tolylylsulfone ve çinko piriton gibi mantar önleyici ajanların tekstil yüzeyine uygulanmasını konu edinen WO2009128871 (A1) numaralı patentte, adı geçen mantar önleyici maddeler kumaşa emdirildikten sonra yüksek sıcaklıklarda (300°F ile 400°F arası) işlenerek liflerin içine nüfuz ettirilmiştir. Bu işlem sırasında sıcaklık ve süre dikkatli bir şekilde ayarlanarak mantar önleyici maddenin tekstil liflerine iyice nüfuz ettirilerek sert endüstriyel yıkama koşullarına karşı dayanıklı hale geliyor. Bu maddeler özellikle *Aspergillus niger* gibi mantarlara karşı etkili bulunmuştur. Çalışmada, mantar önleyici özellik nevresim takımları, bar havluları, duş perdeleri ve üniformalar gibi endüstriyel olarak yıkanabilir tekstillerde öngörülmüştür.

Söğüt otu veya yakı otu diye bilinen bitki özlerinin *Candida* enfeksiyonlarına karşı kullanımını konu edinen WO2015162579 (A1) numaralı patentte, bitkinin farklı kısımlarından elde edilen özlerin, *Candida albicans* gibi mantar türlerine karşı etkili

olduğu belirtilmiştir. Patentte, bu özlerin cilt ya da mukoza bütünlüğünü koruyarak mantar enfeksiyonlarını önlediği vurgulanmış. Bu patentte, bitki özlerinin farmasötik ya da kozmetik formülasyonlar halinde kullanılabilceğini ve özellikle mantar enfeksiyonlarına karşı koruyucu etkiler sağladığını öne sürülmektedir.

Tekstil yüzeylerine gerek doğal gerekse laboratuvarında üretilmiş antibakteriyel ve/veya antifungal ajanların applike edildiği çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Mevcut literatür incelenirken avokado atıklarının antibakteriyel ve antifungal özellik sergilediğinden sıklıkla bahsedilirken bu özelliklerin nasıl ve nerede kullanılabilceği kısmının çok netleşmediği fark edilmiştir. Bu nedenle, avokado atıklarından elde edilen malzemelerin ve zeolit tozunun ayrı ayrı ve birlikte kumaşa applike edilerek özelliklerinin incelenecek olması literatüre katkı sağlayacaktır.

2.5. Kumaşa Aplikasyon

Tekstil materyallerine fonksiyonel bazı özellikler kazandırmak için fonksiyonel özellik sergileyen malzemeler ile işleme tabi tutulmasıdır. Burada uygulanacak fonksiyonel malzemenin türü (katı veya sıvı), tanecik boyutu, çözünme durumu gibi etkenlerin yanında uygulanacağı tekstil materyali ile uyumu da önemlidir. Bu nedenle, fonksiyonel özellik sergilemek üzere malzemeler, farklı teknikler kullanılarak kumaşa aktarılır. Bu tekniklerden bazıları; emdirme, çektirme, püskürtme, kaplama gibi yöntemlerdir. Hatta kumaşın sadece belirli kısımlarının bu özelliği sergilemesi isteniyor ise baskı tekniği de kullanılabilir.

Bu çalışmada, kullanılacak kumaş, kumaşa aktarılmak istenen fonksiyonel maddeler, çözünme durumları ve afinite gibi etkenler değerlendirilerek emdirme yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Yöntem, kumaşın, içerisinde hazırlanan flottenin bulunduğu bir tekneden geçirilmesi ve üzerindeki fazla flottenin sıkma silindirleri vasıtası ile uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde, kumaş üzerine aktarılacak flotte miktarı kumaş lif içeriği, kumaş türü, uygulanan ön terbiye işlemleri gibi parametrelerin yanında emdirme flottesinde kullanılan yardımcı kimyasallar, flotte sıcaklığı, kumaş geçiş hızı ve sıkma silindirlerinin basıncı gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

Emdirme yöntemi kendi içinde; pad-batch, pad-dry, pad-steam, pad-roll, pad-jig ve pad-thermosol olmak üzere gruplandırılmaktadır (Kıroğlu, 2018). Bu sınıflandırma aslında kumaşın emdirme flottesinin bulunduğu tekneden sonra gördüğü işleme göre yapılmaktadır. Pad-batch emdirme yönteminde, emdirme teknesinden çıkan kumaş, oda

3. YÖNTEM

Yapılan deneysel çalışma avokado çekirdeği tozu hazırlanması, ardından avokado çekirdeği tozunun antibakteriyel, antifungal aktivitelerinin incelenmesiyle birlikte zeolit tozu ilave edilmiş karışımın kumaş üzerine emdirme yöntemiyle aktarılması ve akabinde nem absorpsiyonu, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, beyazlık ve renk değişimi gibi özelliklerinin incelenmesi adımlarından oluşmaktadır.

3.1. Materyal

Çalışmada, ülkemizde yetiştirilen ve “Alanya Avokadosu” olarak da bilinen ‘Fuerte’ cinsi avokado çekirdeği ve ticari olarak Aromel Medikal A.Ş.’den temin edilen 0,32-1,36 µm tane boyutuna sahip klinoptilolit zeolit kullanılmıştır. Yaklaşık 250-300 gram ağırlığındaki avokadolar yerel üreticilerden temin edildikten sonra çekirdekleri ayrılarak temizlenmiş ve kurutulmuştur.

Avokado ve zeolit tozlarının aplike edileceği kumaş olarak %100 pamuk, süprem örgü kumaş tercih edilmiştir. Bu seçimde, potansiyel uygulama alanları etkili olmuştur. Tozların kumaşa aplikasyonu için kullanılacak olan emdirme yöntemindeki flotte içerisinde kullanılan ıslatıcı, kıvamlaştırıcı ve binder gibi yardımcı kimyasallar kullanılmıştır. İşlem pH’ı (pH7) amonyak ile ayarlanmıştır.

Avokado çekirdeği tozunun antibakteriyel etkisinin incelenmesinde hastanelerde sıkça rastlanan ve deneylerde sıkça kullanılan gram pozitif *S. aureus* (ATCC 6538) ve gram-negatif *E. coli* (ATCC 35218) bakteri suşları seçilmiştir.

Avokado çekirdeği tozunun antifungal etkisinin incelenmesi için ise ağız, bağırsak, cilt ve boğazlarda sıklıkla bulunan *Candida* mantar türlerinden en yaygın olan gram pozitif *C. albicans* mantar türü seçilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Avokado çekirdeği tozlarının hazırlanması

Temin edilen avokado çekirdekleri yabancı maddeleri uzaklaştırmak adına, ilk olarak musluk suyu ve ardından saf su ile yıkanmıştır. Çekirdekler kahverengi dış zarından ayrılarak ince dilimler halinde kesilip etüv fırında 40 derecede yaklaşık 1 saat nemi alındıktan sonra bıçaklı mekanik öğütücü ile daha küçük parçalar elde edilmiştir. Elde edilen makro boyuttaki tozlar etüv fırında 40 derecede yaklaşık 3 saat kurutularak tekrar mekanik öğütmeye tabii tutulmuştur. Mikro boyutta toz elde etmek amacıyla tozlar

200 mesh elekten geçirilmiştir. Elekten geçirilmiş mikro tozlar gezegensel bilyalı değirmende 24 saat 450 rpm'de öğütmeye tabii tutulmuştur. Bu yöntemle 100 g çekirdekten yaklaşık 20 g avokado tozu elde edilmiştir.

3.2.2. Avokado ve zeolit toz karışımının hazırlanması

Avokado çekirdeği tozu ve zeolit tozu ağırlıkça 1:1 oranında tartılarak gezegensel bilyalı değirmene yerleştirilmiştir. Burada işlem gören tozların karışımı gerçekleşmiştir.

3.2.3. Tozlara uygulanan test ve analizler

Avokado çekirdeklerinden elde edilen avokado tozlarının tane boyutları ile antibakteriyel ve antifungal etkinliğine ilişkin ön değerlendirme yapabilmek adına tozların yoğunluk ve tane boyut analizleri ile antibakteriyel, antifungal testler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Yoğunluk ölçümü

Üretilen MAB fazlı yapıların bulk (yığınsal) yoğunlukları Arşimet prensibine göre (3.1) denklemden yararlanarak hesaplanmıştır.

$$d = \frac{(A)x(d_s)}{A - B} \quad (3.1)$$

Eşitlikte; “*d*” numunenin yoğunluğunu (gr/cm³), “*A*” numunenin havadaki ağırlığını (gr), “*B*” numunenin su içerisindeki ağırlığını (gr), “*d*” ölçümün yapıldığı sıcaklıktaki suyun yoğunluğunu (gr/cm³) ifade etmektedir.

3.2.3.2. Tane boyut analizi

Elde edilen avokado çekirdeği tozlarına Eskişehir Anadolu Üniversitesinde, ışığın ortamda tane boyu etrafında hem kırılma hem de geçirgenliği dikkate alınarak Mie teorisi prensibiyle çalışan Malvern Mastersizer 2000 cihazında tane boyutu analizi yapılmıştır.

3.2.3.3. Antibakteriyel test

Elde edilen avokado çekirdeği tozları ile çözelti hazırlanarak antibakteriyel etki gösterip göstermediği modifiye disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Testler için gram pozitif bakteri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, gram negatif bakteri olarak *Escherichia coli* ATCC 25922 standart bakteri suşları kullanılmıştır.

3.2.3.4. Antifungal test

Elde edilen avokado çekirdeği tozları ile çözelti hazırlanarak antifungal etki gösterip göstermediği modifiye disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Antifungal test için *Candida albicans* türü mantar seçilmiştir.

3.2.5. Kumaşa aplikasyon

Elde edilen tozların kumaşa aplikasyonu için özellikle pamuklu tekstil yüzeyleri ile çalışıldığı durumda sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biri olan emdirme yöntemi tercih edilmiştir. Bu amaçla, kumaşa aktarılmak üzere farklı oranlarda avokado ve/veya zeolit tozu içeren emdirme flotteleri hazırlanmıştır. Sonuç olarak herhangi bir madde applike edilmemiş işlemsiz kumaş, 3 farklı miktarda avokado tozu emdirilmiş kumaş, 3 farklı miktarda zeolit tozu emdirilmiş kumaş ve 3 farklı miktarda avokado:zeolit (ağırlıkça 1:1) tozu emdirilmiş kumaş olmak üzere 10 adet kumaş numunesi elde edilmiştir. Kullanılan avokado ve zeolit tozlarının flotte içerisindeki miktarları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Avokado ve zeolit tozlarının emdirme flottesi içerisindeki miktarları

1 litre flotte içerisindeki toz miktarı (g)										
Avokado	-	2,5	1,25	-	5	2,5	-	10	5	-
Zeolit	-	-	1,25	2,5	-	2,5	5	-	5	10
Toplam	-	2,5	2,5	2,5	5	5	5	10	10	10

Flotte içerisinde bulunan diğer kimyasallar ve miktarları;

- Anyonik ıslatıcı (5 g/L)
- Aljinat kıvamlaştırıcı (10 g/L)
- Akriolik binder (5 g/L)
- Alınan flotte oranı %80
- İşlem pH7 (amonyak ile ayarlanmıştır)

Yukarıda verilen bilgiler ışığında 9 farklı emdirme flottesi manyetik karıştırıcı ile oda sıcaklığında karıştırılarak hazırlanmıştır. Flotte içerisinde sadece toz miktarları ve türleri değiştirilmiş olup diğer kimyasallarda bir değişiklik yapılmamıştır. Fulardda gerçekleştirilen emdirme işlemi sonrası kumaşlar oda sıcaklığında ön kurutmaya tabi

tutulmuş ve ardından laboratuvar tipi gergefli kurutucuda 110 °C’de 4 dk. bekletilerek fikse edilmiştir.

3.2.6. Kumaşlara uygulanan test ve analizler

Herhangi bir nedenle işlem görmüş kumaş özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Fonksiyon kazandırmaya çalışılırken kumaşın değişen diğer özelliklerinin hala kabul edilebilir seviyede olup olmadığını takip etmek önemlidir. Bu nedenle, avokado tozu, zeolit tozu ve avokado:zeolit toz karışımı applike edilmiş kumaşların nem absorpsiyon, antibakteriyel ve antifungal testlerinin yanında kumaş gramajı, renk değişimi, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği gibi özellikleri de test edilerek değerlendirilmiştir.

3.2.6.1. Gramaj ölçümü

Kumaş gramajı, 1 metrekare kumaşın gram olarak ağırlığını ifade etmektedir. İşlem görmüş kumaş ağırlığında değişiklikler olmakta ve bu bazı kumaş özellikleri etkilemektedir. Bu nedenle, işlem öncesi %100 pamuk süprem kumaş gramajı ve emdirme işlemi uygulanan pamuk süprem kumaş gramajları ölçülerek değerlendirilmiştir. Gramaj ölçümü ISO 3801 standardına göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.2. Renk değişimi (CIE L*a*b*)

Emdirme işlemi sonrası, kumaşa aktarılan tozların kumaşlarda neden olduğu renk değişimini tespit edebilmek amacıyla numuneler, Miniscan EZ (Hunterlab) spektrofotometre (D 65/10°) kullanılarak 400 nm dalga boyunda incelenerek %R (remisyon) değerleri ölçülmüştür. Ölçülen değerler üzerinden, renklilik değeri veya renk verimi olarak bilinen K/S değerleri Kubelka/Munk formülüne göre hesaplanmıştır. Formülde “K” ve “S” sırasıyla absorpsiyon ve yayılma katsayısını, “R” ise maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değerini ifade etmektedir (Ergünay, 2022).

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad (3.2)$$

3.2.6.3. Hava geçirgenliği

Hava geçirgenliği kumaş özelliklerinden doğrudan etkilenen en önemli konfor özelliklerinden olup kumaş yapısına dışarıdan dahil edilen hemen her malzemenin bu özellikleri etkilemesi kaçınılmazdır. Hava geçirgenliği, belirli bir alandan geçebilen hava basıncı ile tespit edilir. Bu nedenle çalışmada, kumaş hava geçirgenlik ölçümleri

ProWhite Hava Geçirgenlik Test Cihazı ile ISO 9237'ye göre 100 Pa basınç altında 20 cm² alanda 5 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.4. Su buharı geçirgenliği

Su buharı geçirgenliği tekstil materyali ile vücut arasında oluşan buhar formundaki terin kumaş kalınlığı boyunca taşınarak hava iletimini ifade etmekte olup önemli konfor özelliklerindedir. Bu nedenle, emdirme işlemi ile üzerine avokado, zeolit, avokado:zeolit tozları applike edilmiş kumaşlar ile emdirme işlemine tabi olmamış işlemsiz su buharı geçirgenlik testleri ASTM E-96 standardına göre kontrollü laboratuvar şartlarında kap metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test için her bir numuneden 10 cm çapında daireler kesilmiştir. Bu numuneler, içerisinde saf su bulunan ve ağız kısmı 9 cm çapında olan kaplara yerleştirilmiş ve su buharı kaçışını önlemek için sabitlenmiştir. Daha sonra hazırlanan numune kapları hassas terazide tartılarak kayıt altına alınmıştır. Tartımlar 5 gün boyunca, her 24 saatte bir tekrarlanarak not edilmiştir. Ölçümler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra aşağıdaki formülden (Ünal ve Üreyen, 2017; Ünal vd., 2023) yararlanılarak su buharını geçirgenlikleri (WVT) hesaplanmıştır.

$$WVT = (G/t)/A \quad (3.3)$$

Yukarıdaki formülde (3.3) “G” meydana gelen ağırlık değişimini, “t” ağırlık değişiminin meydana geldiği süreyi, “A” test alanını ifade etmektedir.

3.2.6.5. % Nem absorblama

Ham kumaş, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşlardan 10 cm x 10 cm ebatlarında kesilen kumaş numuneleri etüvde 40 °C’de 6 saat boyunca bekletilerek kurutulmuştur. Numunelerin kuru ağırlıkları tartılarak kayıt altına alınmıştır. Numuneler daha sonra 20 °C ±2 ve % 65 nemli ortamın sağlandığı iklimlendirme odasında 24 saat bekletildikten sonra nemli ağırlığı tartılmıştır. Daha sonra iklimlendirme odasının nemi % 90 olacak şekilde ayarlanmış ve numuneler 1 saat bekletildikten sonra nemli ağırlığı tartılmış ve kayıt altına alınmıştır.

3.2.6.6. Antibakteriyel test

Elde edilen avokado çekirdeği tozları ile çözelti hazırlanarak antibakteriyel etki gösterip göstermediği modifiye disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Testler için gram pozitif bakteri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, gram negatif bakteri olarak *Escherichia coli* ATCC 25922 standart bakteri suşları kullanılmıştır.

3.2.6.7. Antifungal test

Elde edilen avokado çekirdeği tozları ile çözeltiler hazırlanarak antifungal etki gösterip göstermediği modifiye disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Antifungal test için *Candida albicans* türü mantar seçilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Avokado Tozuna Uygulanan Test ve Analiz Bulguları

Avokado tozlarına uygulanan yoğunluk ve tane boyut analizi ile antibakteriyel ve antifungal test sonuçları bu bölümde tartışılmış ve değerlendirilmiştir.

4.1.1. Yoğunluk ölçüm bulguları

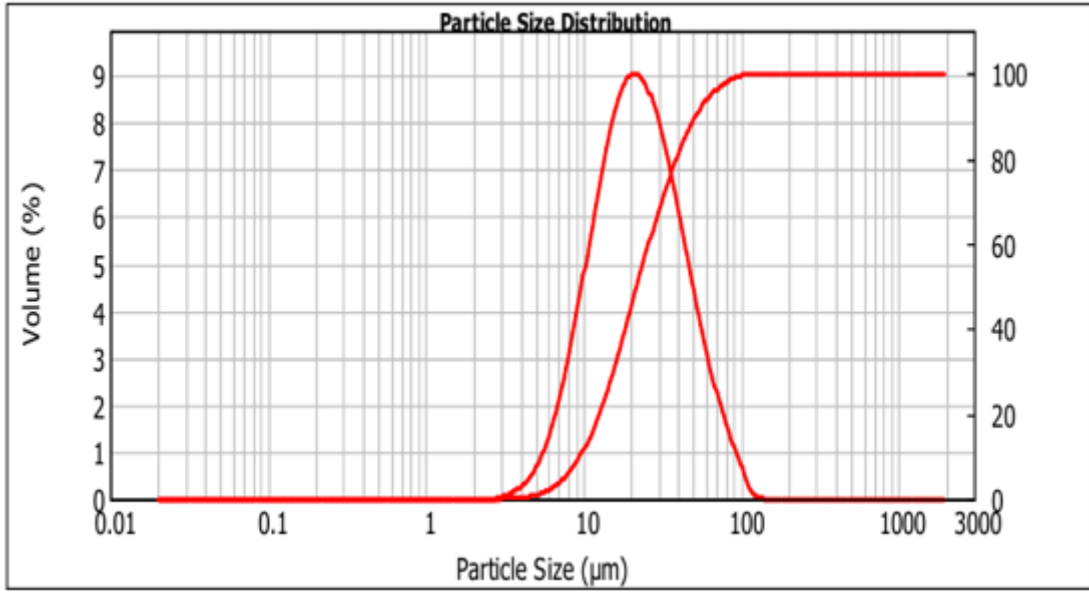
Avokado çekirdeği tozlarının yığınsal yoğunlukları Arşimet metoduna göre (3.1) eşitliğinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama tamamen toz haline getirmeden önce bulk halde gerçekleştirilmiştir. İlk önce numunenin havadaki asılı kuru ağırlığı (A) Arşimet kiti kullanılarak tartılmış, daha sonra su içerisindeki asılı ağırlığı (B) tartılmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda avokado çekirdek atıklarından elde edilen tozun yoğunluğu $1,28 \text{ g/cm}^3$ olarak hesaplanmıştır. Literatürdeki çalışmalarda avokado çekirdeği tozunun yoğunluk hesabına ilişkin bilgiye ulaşamadığından literatür ile karşılaştırma yapılamamıştır.

4.1.2. Tane boyut analizi bulguları

Işığın ortamda tane boyu etrafında hem kırılma hem de geçirgenliği dikkate alınarak Mie teorisi prensibiyle çalışan Malvern Mastersizer 2000 cihazında yapılan tane boyutu analizine dair veriler Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Tane boyutlarına ilişkin Malvern Mastersizer 2000 cihazından alınan veriler

Particle Name: AVKD	Accessory Name: Hydro 2000G (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.457	Absorption: 0	Size range: 0.020 to 2000.000 um	Obscuration: 6.74 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.333 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0167 %Vol	Span : 1.934	Uniformity: 0.601	Result units: Volume
Specific Surface Area: 0.335 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 17.892 um	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 27.047 um	
d(0.1): 9.522 um	d(0.5): 21.896 um	d(0.9): 51.870 um	



Şekil 4.1 Avokado çekirdeği tozu tane boyut analizi değerleri ve grafiği

Avokado çekirdeği tozlarının tane boyutu dağılımını gösteren Şekil 4.1’de verilen grafik incelendiğinde, tozların %10’unun ortalama 9,522 µm olduğu, %50’sinin ortalama 21,896 µm olduğu ve %90’ının ise ortalama 51,870 µm olduğu görülmektedir. Tane boyutlarının hacimsel dağılımının %’lik olarak gösterildiği grafikte tanelerinin çoğunluğunu 10-100 µm arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Sonuç olarak avokado çekirdeği tozunun tane boyut dağılımını çok büyük partiküller içermediği ve işlem sırasında herhangi bir topaklanma yaşanmaması gibi gerekçelerle uygun yüzey özellikleri ve işlem kolaylığı sağlanması gibi avantajları öne çıkarmıştır.

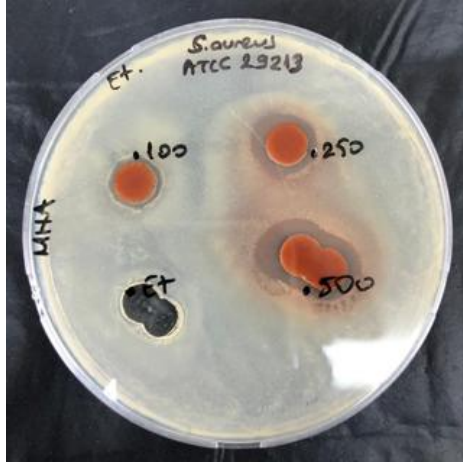
4.1.3. Antibakteriyel test bulguları

Avokado çekirdeği tozları ile çözelti hazırlanarak modifiye disk difüzyon yöntemiyle antibakteriyel testler gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Şekil 4.2’de verilmiştir.

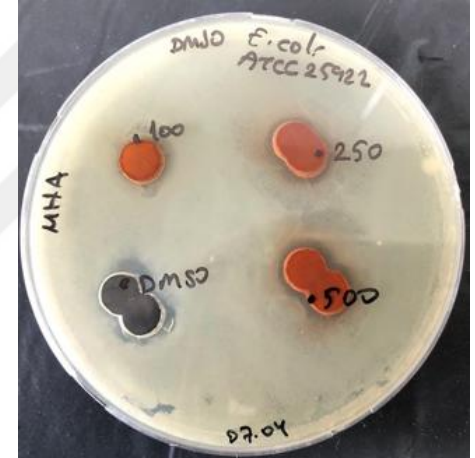
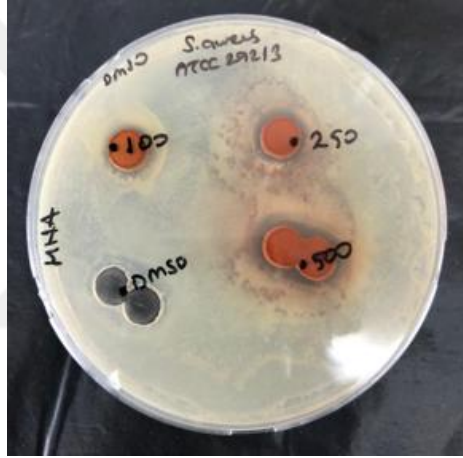
Staphylococcus aureus
(ATCC 29213)

Escherichia coli
(ATCC 25922)

7 ml etanol + 13 ml su



7 ml DMSO + 13 ml su

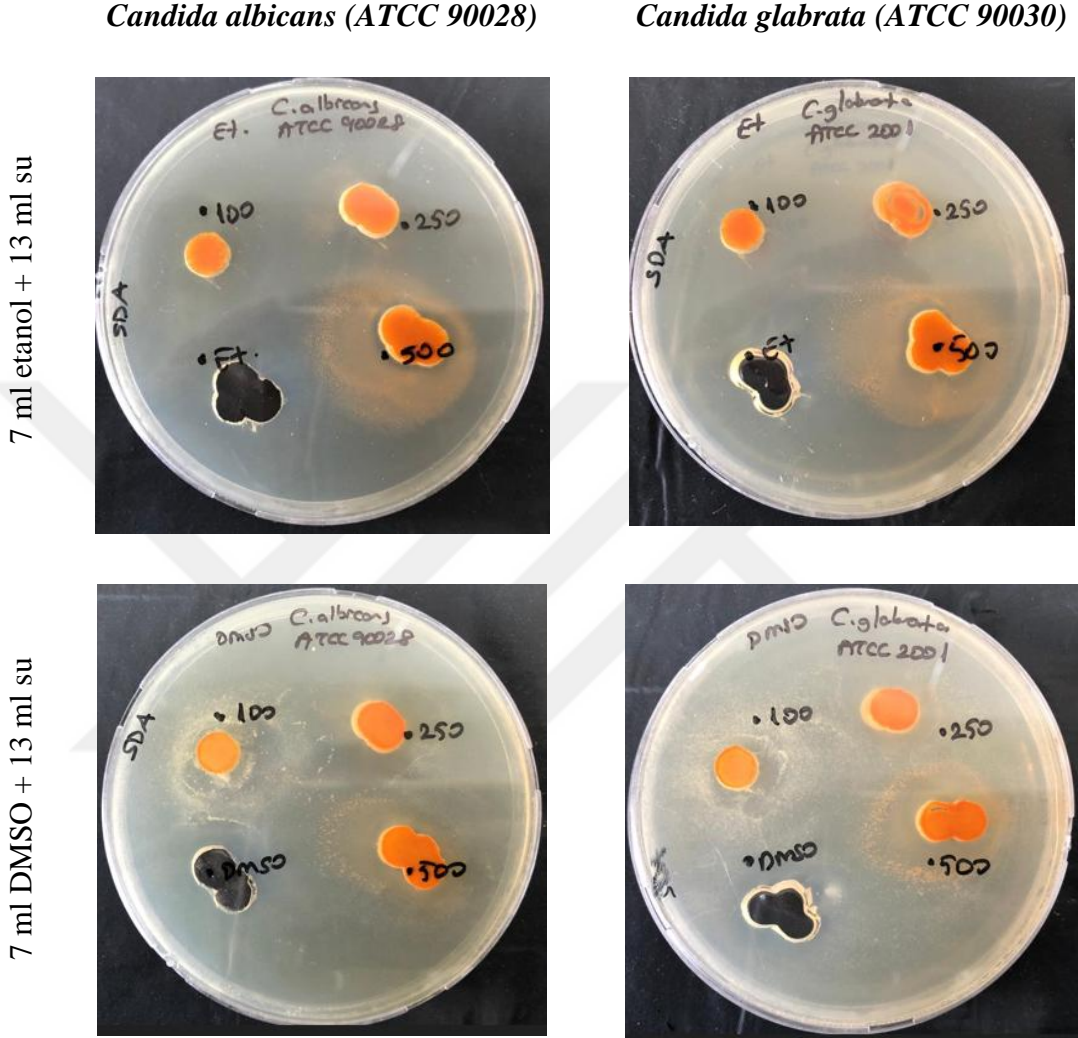


Şekil 4.2 Avokado tozları ile gerçekleştirilen antibakteriyel test görüntüleri

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere farklı miktarlarda konulan çözeltinin zon çapları (inhibisyon bölgesi) incelendiğinde *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) ve *Escherichia coli* (ATCC 25922) suşlarına karşı etkin bir antibakteriyel aktivite sergilediği görülmüştür.

4.1.4. Antifungal test bulguları

Avokado çekirdeği tozları ile çözelti hazırlanarak modifiye disk difüzyon yöntemiyle antifungal testler gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Avokado tozları ile gerçekleştirilen antibakteriyel test görüntüleri

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere farklı miktarlarda konulan çözeltinin zon çapları (inhibisyon bölgesi) incelendiğinde *Candida albicans* (ATCC 90028) ve *Candida glabrata* (ATCC 90030) suşlarına karşı antifungal aktivite sergilediği görülmüştür.

Tablo 4.2 İşlem görmemiş ve işlem görmüş kumaşlara ait kodlama ve flotte içindeki miktarları

Kumaş Kodu	Avokado miktarı (g/L)	Zeolit miktarı (g/L)
Ham	-	-
A1	2,5	-
A2	5	-
A3	10	-
B1	1,25	1,25
B2	2,5	2,5
B3	5	5
C1	-	2,5
C2	-	5
C3	-	10

Çalışmanın bulgular kısmında bundan böyle Tablo 4.2’de yapılan kodlama kullanılacaktır. A kumaş grubu sadece avokado içeren kumaşları, B kumaş grubu avokado:zeolit karışımı içeren kumaşları, C kumaş grubu ise sadece zeolit içeren kumaşları ifade etmektedir.

4.2.1. Gramaj değişimi

Bir metre kare kumaşın gram olarak ağırlığını veren gramaj ölçümleri hem işlem görmüş hem de işlem görmemiş kumaşlar için gerçekleştirilmiştir. Tartımlar 3 tekrarlı yapılarak ortalamaları alınmıştır. İşlem görmemiş kumaş gramajı 150 g/m² olup işlem sonrası kumaş gramajları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 İşlem görmemiş ve işlem görmüş kumaş gramaj değerleri (g/m²)

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Gramaj (g/m²)	155	160	163	160	163	167	165	164	170

İşlem görmüş ve işlem görmemiş kumaşlara ait Tablo 4.2’de sunulan veriler değerlendirildiğinde, işlem görmüş kumaş gramajlarının 155 g/m² ile 170 g/m² arasında

değiştirdiği görülmektedir. Emdirme patındaki toz malzeme miktarı arttıkça elde edilen kumaş gramajlarında da genel bir artış olduğu söylenebilir.

4.2.2. Renk değişimi

Kumaşların aplikasyonu sonrası ham kumaşa nazaran gözle fark edilir düzeyde bir renk değişimi olduğu tespit edilmiş olup bu değişiminin durumunu tespit etmek adına, farklı miktarlarda avokado tozu, zeolit tozu ve avokado:zeolit toz karışımı boyanmış kumaşlar ile boyanmamış ham kumaşın CIE L*a*b* değerleri Tablo 4.3'de verilmiştir. Burada, L*, numunedeki açıklık-koyuluk değeri olup sıfır (0) ideal siyah, yüz (100) ise ideal beyazı ifade etmektedir. a*, numunedeki kırmızılık-yeşillik değerini göstermekte olup bu değer pozitif (+) olması daha kırmızı, negatif (-) olması ise daha yeşil anlamına gelmektedir. b*, numunedeki sarılık-mavilik değeri olup bu değer pozitif (+) olması daha sarı, negatif (-) olması ise daha mavi olduğunu belirtmektedir.

Tablo 4.4 Kumaşlarda renk değişim değerleri

Kumaş Kodu	L	a	b	C	H	%R	K/S
Ham	93,92	-0,25	4,54	4,55	93,16	70,95	0,06
A1	89,55	2	6,83	7,12	73,63	59,12	0,14
A2	89,5	2,4	7,92	8,32	73,22	59,12	0,14
A3	86,78	4,03	10,91	11,63	69,72	51,32	0,23
A4*	82,8	6,84	15,61	17,04	66,33	40,82	0,43
B1	90,86	1,08	5,77	5,87	79,41	63,49	0,1
B2	89,7	1,4	6,29	6,45	77,49	61,21	0,12
B3	87,89	1,9	7,39	7,63	75,54	56,58	0,17
C1	92,4	0,15	5,36	5,37	88,35	66,26	0,09
C2	91,86	0,27	5,58	5,59	87,27	64,63	0,1
C3	92,18	0,08	5,94	5,94	89,27	64,57	0,1

Diğer test ve analizlerden farklı olarak Tablo 4.4'de A4* kodlu kumaş bulunmaktadır. Nedeni, avokado tozu bulunan kumaş numunelerinde K/S değerlerinde artışın dikkat çekici olmasıdır. Bu nedenle kumaş, flottede 20g/L avokado tozu içeren emdirme patı ile işlemine tabi tutulmuş ve renk değerleri incelenmiştir.

Tablo 4.4'de görüldüğü üzere yalnızca avokado çekirdeği içeren kumaşlarda, A1'den A4'e doğru kullanılan avokado toz miktarı arttıkça (2,5 g/L'den 20 g/L'ye) açıklık ifade eden "L" değerinin azaldığı yani kumaşın renginin koyulaştığı görülmektedir. Yine A1'den A4'de doğru kırmızı-yeşil (a) değerlerinin arttığı ve buna bağlı olarak emdirme flottesinde kullanılan avokado tozu miktarındaki artışla kumaşta daha kırmızımsı bir ton ortaya çıktığı ve benzer şekilde sarı-mavi (b) değeri arttıkça kumaşta sarımsı tonun belirginleştiği gözlemlenmiştir. Yansıtma (%R)

konsantrasyon arttıkça azalmıştır bu da kumaşın ışık yansıtmasının azaldığını yani koyulaştığını göstermektedir.

“B” kodlu avokado:zeolit karışımı applike edilmiş kumaşlarda, B1’den B3’e doğru flotte içindeki konsantrasyon arttıkça L ve a değerlerinin arttığı fakat b değerinin avokado çekirdeğinin tek başına kullanıldığı haldeki kadar belirgin bir artış olmadığı, %R oranının konsantrasyonla birlikte düştüğü, renk yoğunluğunun (K/S) yine artış gösterdiği fakat avokado çekirdeğine (A) kıyasla daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Yalnızca klinoptilolit zeolit ilave edilmiş kumaşlarda (C) ise L değerinde ciddi bir düşüş gözlemlenmiş, rengin daha açık tonlarda kaldığı görülmüştür. Sarı ve kırmızı tonlarında (a ve b değerleri) hafif bir artış görülmüş fakat çok belirgin değildir. %R değeri nispeten yüksektir bu da kumaşın açık tonlarda kaldığını göstermektedir. K/S değeri oldukça düşük ve sabit ilerlemiştir, renk yoğunluğu çok artmamıştır.

Elde edilen kumaşların beyazlık değişimlerine ilişkin veriler Tablo 4.5’de verilmiş olup görüldüğü üzere yalnızca avokado çekirdeği içeren kumaşlarda, açıklık değeri konsantrasyon arttıkça azalmıştır. Bu da artan avokado toz miktarı ile kumaşın koyulaştığını ve beyazlık görünümünün azaldığını göstermektedir. Benzer şekilde beyazlık endeksi (wie) de avokado toz konsantrasyonu arttıkça belirgin bir şekilde azalmıştır. Bu azalma, kumaşların avokado çekirdeği ile işlem gördüğünde beyazlıktan uzaklaştığını göstermektedir. Konsantrasyon arttıkça, renk farkını ifade eden değer (z%) azalmıştır yani kumaş renk yoğunluğu artarken beyazlık kaybolmaktadır.

Tablo 4.5 Kumaşlarda beyazlık değişim değerleri

Kumaş Kodu	L	a	b	wie	ye	y	%z
Ham	93,88	-0,23	4,51	63,3	8,42	84,99	79,06
A1	89,52	1,99	6,82	42,88	14,99	75,27	67,11
A2	89,57	2,76	8,25	36,31	18,28	75,37	65,58
A3	86,82	4,33	11,04	16,22	25,29	69,63	57,42
A4*	83,24	6,73	15,39	-13,94	36,31	62,61	47,19
B1	90,73	1,07	5,77	50,77	12,1	77,9	70,8
B2	89,8	1,64	6,59	44,62	14,23	75,87	67,94
B3	87,86	2,07	7,58	35,22	16,74	71,77	63,04
C1	92,44	0,16	5,28	57,16	10,29	81,7	74,97
C2	92,39	0,56	6,34	52,14	12,58	81,58	73,55
C3	92,6	0,37	6,6	51,49	12,88	82,06	73,69

Avokado ve zeolit ilave edilmiş kumaşlarda, B1’den B3’e doğru konsantrasyon arttıkça kumaşın L ve wie değerleri kademeli olarak düşmektedir ancak avokado çekirdeği kullanılmış kumaş numunelerine kıyasla daha az bir değişim söz konusudur.

Renk farkı (z%) deęerleri konsantrasyonla dūşūş gōsterse de yine nispeten daha yūksek seviyelerde kalmaktadır.

Yalnızca zeolit tozu aplike edilmiř kumařlarda, L deęerleri oldukça yūksektir ve deęiřim çok azdır yani kumař aēık tonlarda kalmaktadır. Genel deęerlendirmede, zeolit ile iřlem gōren kumařlar en yūksek beyazlık endeksine sahiptir. Bu zeolitin kumařın doęal beyazlıęını koruduęunu veya arttırdıęını gōstermektedir. Renk farkı (z%) deęerleri dięer gruplara (A ve B) gōre oldukça yūksek ve stabildir.

Sonuç olarak avokado çekirdeği kumaşları koyulaştırarak beyazlık endekslerini dūřürmekte fakat avokado ve zeolit karışımı bu beyazlık kaybını kısmen azaltmakla birlikte dengeli bir renk etkisi sağlamaktadır.

4.2.3. Su buharı geğirgenliği bulguları

Elde edilen kumař numunelerinin su buharı geęirgenliklerine iliřkin yapılan 5 gūnlük tartımlar ve hesaplanan deęerleri Tablo 4.6'da verilmiřtir. Tablo incelendięinde, her gūn bir ōnceki gūne gōre kap aęırlıklarında azalma olduęu çok net bir řekilde gōrūlmektedir. Bu da kap iēerisinde buharlařan suyun kumařlar tarafından geęirilerek laboratuvar ortamına dūzlendięini gōstermektedir. Avokado iēeren "A" kodlu kumař numunelerine bakıldıęında, genel olarak ham kumařa gōre daha az su buharı geęirdikleri, kumařa aplike edilen avokado tozu miktarı arttıka su buharı geęirgenlik hızının azaldıęı gōrūlmektedir. Ancak zeolit iēeren numunelerde benzer bir yorumlama zeolitin nem tutma potansiyeli nedeniyle mūmkūn deęildir. Aplike olan zeolit tozlarının tane boyularına baęlı olarak tutacakları nem miktarı deęiřtięinden, yapıdaki zeolit arttıka su buharı geęirgenlięinin belirgin řekilde azalmaması anlařılabildir.

Burada, aplike edilmiş kumaşları ham kumaşa gōre kıyaslamak, emdirme prosesi ile aplike edilen fonksiyonel malzemelerin kumaş su buharı geğirgenliğini nasıl etkilediğine ilişkin daha net bilgi verecektir. Tahmin edildiği gibi ham kumaşa nazaran tūn diğer kumaşların su buharı geğirgenlikleri azalmıştır.

Tablo 4.6 Beş günlük tartımlar ve hesaplanan su buharı geçirgenlik değerleri

Kumaş Kodu	1. gün (g)	2. gün (g)	3. gün (g)	4. gün (g)	5. gün (g)	WVT (g/sa.m ²)	WVT (g/gün.m ²)
Ham	262,599	259,929	257,43	254,652	252,173	0,89924	21,58168
A1	259,243	256,681	254,214	251,722	249,372	0,84306	20,23355
A2	257,872	255,402	252,914	250,691	248,435	0,79835	19,16051
A3	249,537	247,103	244,719	242,486	240,278	0,78399	18,81581
B1	276,354	273,95	271,519	269,3	267,122	0,78382	18,81167
B2	263,367	260,914	258,613	256,152	253,909	0,81051	19,45218
B3	250,994	248,61	246,433	244,083	241,914	0,77467	18,59209
C1	249,409	246,98	244,55	242,21	239,97	0,80692	19,36600
C2	281,142	278,425	276,847	274,741	271,967	0,74160	17,79830
C3	253,60	251,156	248,69	246,43	244,21	0,79711	19,13068

Farklı malzemelerle yapılan aplikasyon sonrası kumaşların su buharı geçirgenliklerinde anlamlı bir değişim olup olmadığı saptamak için ise varyans analizi yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.7’de verilmektedir.

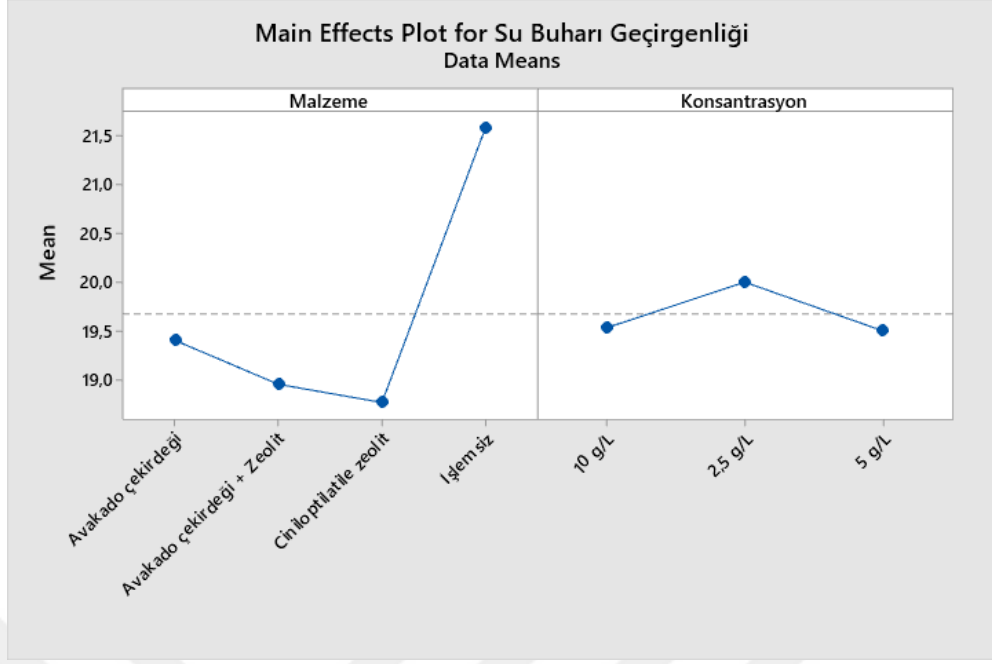
Tablo 4.7 Kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	DF	Adj SS	Adj MS	F-Değeri	P- Değeri
Malzeme	3	15,1803	5,0601	13,23	0,005
Konsantrasyon	2	0,6270	0,3135	0,82	0,485
Hata	6	2,2952	0,3825		
Toplam	11	18,1026			

Tablo 4.7’de verilen su buharı geçirgenliğine ait p-değerleri incelendiğinde, çalışmada kullanılan numunelerin su buharı geçirgenliği üzerine malzeme cinsinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$), ancak konsantrasyonunun etkisinin önemsiz olduğu ($p > 0,05$) görülmektedir. Malzeme cinsi için farkın kaynağını görmek amacıyla Tukey analizi yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.8’de sunulmakta olup tüm bu sonuçların açıkça görülebileceği su buharı geçirgenliği ana etki grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Numune türüne göre su buharı geçirgenliklerine ait Tukey analizi

Kumaş Kodu	N	Ortalama	Gruplama
Ham	3	21,5817	A
A grubu	3	19,4033	B
B grubu	3	18,952	B
C grubu	3	18,765	B



Şekil 4.5 Kumaşlara ait su buharı geçirgenliği için ana etki grafiği

Tablo 4.8 incelendiğinde işlemsiz numunenin ayrı bir grupta (Grup A), işlem görmüş numunelerin ise malzeme cinsine bağlı olmaksızın hepsinin aynı grupta (Grup B) yer aldığı, dolayısı ile malzeme cinsinin önemsiz olduğu, ancak işlemsiz ve herhangi bir malzeme applike edilmiş numuneler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu söylenebilir. Ortalama değerlere bakıldığında herhangi bir malzeme ile yapılan aplikasyonun kumaşın su buharı geçirgenliğini önemli ölçüde azalttığı söylenebilir. Ancak yine de sayısal değerlere bakıldığında işlem sonrası kumaşların su buharı geçirgenliğindeki azalmanın %10-15 seviyesinde olduğu söylenebilir.

4.2.4. Hava geçirgenliği bulguları

Elde edilen kumaş numunelerinin hava geçirgenliklerine ilişkin yapılan 100 Pa basınçta 20 cm² kumaşa yapılan ölçümlere ilişkin sonuçlar Tablo 4.9'de verilmiştir. Farklı malzemelerle yapılan aplikasyon sonrası kumaşların hava geçirgenliklerinde anlamlı bir değişim olup olmadığı saptamak için varyans analizi yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.10'da verilmektedir.

Tablo 4.9 İşlem görmüş ve işlem görmemiş kumaşlara ait hava geçirgenlik değerleri

Kumaş Kodu	1. ölçüm	2. ölçüm	3. ölçüm	Hava geçirgenlik değeri L/m ² /s
Ham	437	457	446	446,667
A1	625	638	704	655,667
A2	613	549	526	562,667
A3	654	719	800	724,333
B1	645	671	581	632,333
B2	562	549	568	559,667
B3	592	562	549	601,000
C1	571	578	552	567,000
C2	552	599	625	592,000
C3	641	629	613	627,667

Tablo 4.10 Kumaşların hava geçirgenlik değerlerine ilişkin varyans analizi

Kaynak	DF	Adj SS	Adj MS	F-Değeri	P- Değeri
Malzeme	2	203676	67892	32,69	0
Konsantrasyon	3	21588	10794	5,2	0,012
Hata	30	62296	2077		
Toplam	35	287560			

Tablo 4.10'da hava geçirgenliği üzerine hem malzeme cinsinin hem konsantrasyonunun etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$) görülmektedir. Malzeme cinsi ve konsantrasyonu için farkın kaynağını görmek amacıyla Tukey analizleri de yapılmış olup sonuçlar sırasıyla Tablo 4.11 ve Tablo 4.12'de sunulmaktadır.

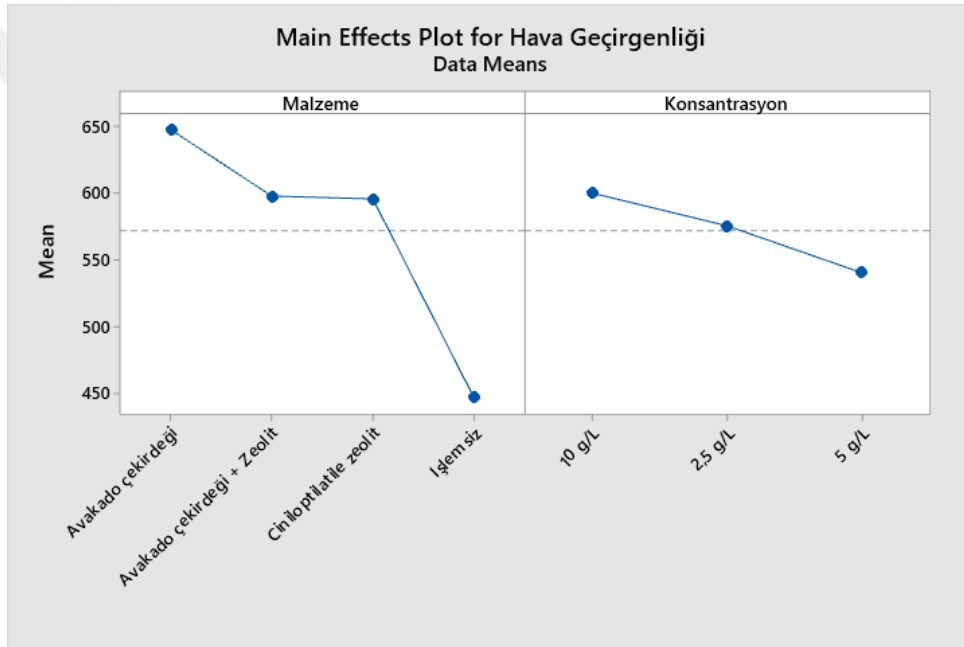
Tablo 4.11 Numune türüne göre hava geçirgenliklerine ait Tukey analizi

Kumaş Kodu	N	Ortalama	Gruplama
Ham	9	446,667	B
A grubu	9	647,556	A
B grubu	9	597,667	A
C grubu	9	595,556	A

Tablo 4.12 Konsantrasyon yönünden ele alınmış hava geçirgenliği Tukey analizi

Konsantrasyon	N	Ortalama	Gruplama
10 g/L	12	599,917	A
2,5 g/L	12	575,417	A B
5 g/L	12	540,25	B

Tablo 4.11 incelendiğinde işlemsiz numunenin ayrı bir grupta (Grup B), işlem görmüş numunelerin ise malzeme cinsine bağlı olmaksızın hepsinin aynı grupta (Grup A) yer aldığı, dolayısı ile malzeme cinsinin önemsiz olduğu, ancak işlemsiz ve herhangi bir malzeme applike edilmiş numuneler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu söylenebilir. Ortalama değerlere bakıldığında herhangi bir malzeme ile yapılan aplikasyonun kumaşın hava geçirgenliğini önemli ölçüde artırdığı söylenebilir. Tablo 4.12 incelendiğinde ise aplikasyonun 5 g/L yapılması ile 10 g/L yapılması durumunda her ikisi farklı gruplarda yer aldığından ikisi arası farkların istatistiksel olarak önemli olduğu söylenebilir. Tüm bu sonuçlar Şekil 4.6’de verilen hava geçirgenliği için ana etki grafiğinden açıkça görülebilmektedir.



Şekil 4.6 Kumaşlara ait hava geçirgenliği için ana etki grafiği

4.2.5. % Nem absorblama bulguları

Ham kumaş ve her bir grubun en yüksek malzeme içeren numuneleri (A3, B3 ve C3) seçilerek kuru ağırlıklarına göre nemli ortamdaki nem absorblama oranları hesaplanmıştır. Hesaplama için, kumaş numuneleri öncelikle etüvde 40 °C’de 6 saat boyunca bekletilerek kurutulmuştur. Numunelerin kuru ağırlıkları tartılarak kayıt altına alınmıştır. Sonra numuneler 20 °C ±2 ve % 65 nemli ortamın sağlandığı iklimlendirme odasında 24 saat bekletilmiş ve nemli ağırlığı tartılarak kayıt altına alınmıştır. Daha sonra iklimlendirme odasının nemi % 90 olacak şekilde ayarlanmış ve numuneler 1 saat

bekletildikten sonra nemli ağırlıkları tartılarak kayıt altına alınmıştır. Numunelere ait kuru ağırlıklarına göre hesaplanan % nem absorblama değerleri Tablo 4.13’de verilmiştir.

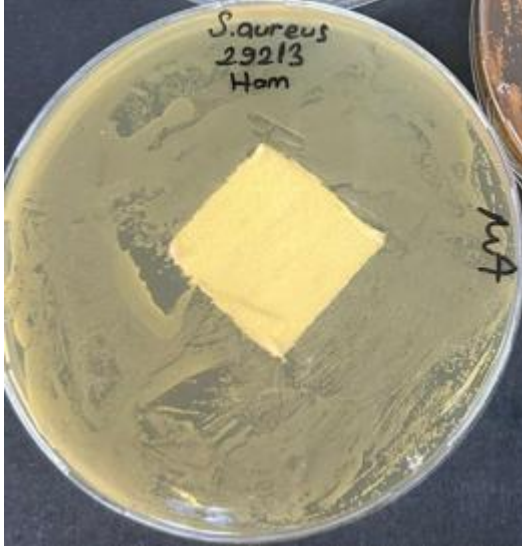
Tablo 4.13 Numunelerin 20 ± 2 °C’de ortam nemine bağlı olarak absorbladığı yüzdece nem miktarı

	Ham	A3	B3	C3
Ortam nemi % 65	% 3,54	%3,47	%3,58	% 3,65
Ortam nemi % 90	% 9,50	%9,18	%9,58	% 10,01

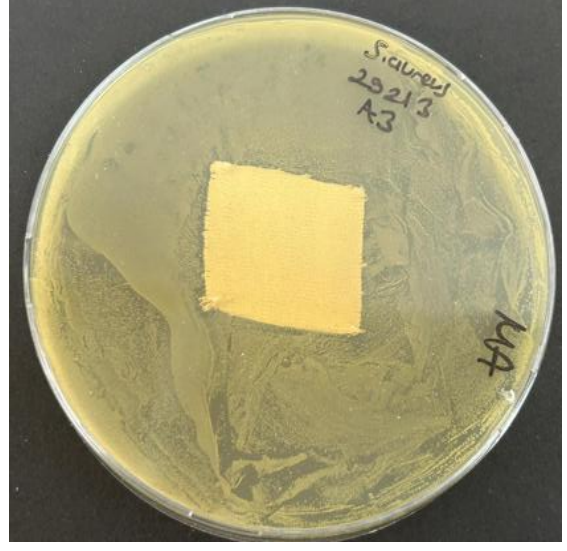
Tablo 4.13 incelendiğinde, pamuklu kumaş olması sebebiyle ham kumaşında nem absorbladığı, A3 kodu kumaş numunesinin % nem absorblama oranının ham kumaşa göre bir miktar azalma gösterdiği, bunun avokado tozlarının kumaş gözeneklerine yerleşmesi sebebiyle gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır. Zeolit içeren B3 ve C3 kumaş numunelerinin % nem absorblama değerlerinin, ham ve A3 kumaş numunelerine kıyasla yüksek olmasının, zeolitin gözenekli yapısından kaynaklandığı kanısı oluşmuştur.

4.2.6. Antibakteriyel test bulguları

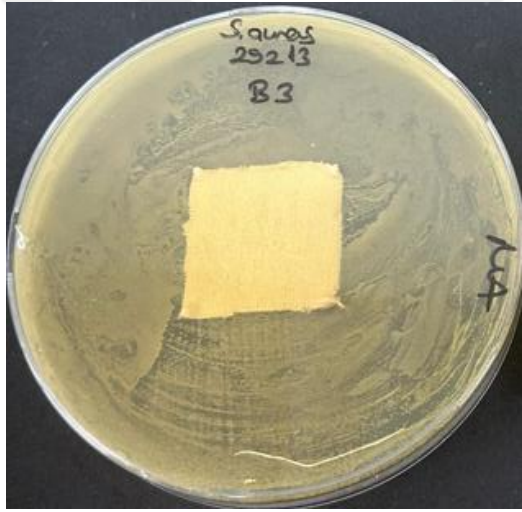
Atık avokado çekirdeklerinden elde edilen tozlar, zeolit ve avokado zeolit karışımı tozların emdirme yöntemiyle kumaşa aplikasyonu sonrası elde edilen işlem görmüş A3, B3 ve C3 kodlu kumaşlara ait antibakteriyel testler gerçekleştirilmiş olup test sonuçlarına ait görseller Şekil 4.7 ve 4.8’de paylaşılmıştır.



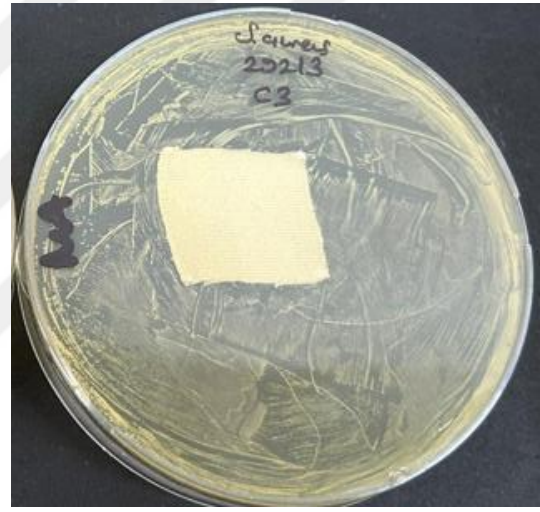
Ham



A3



B3



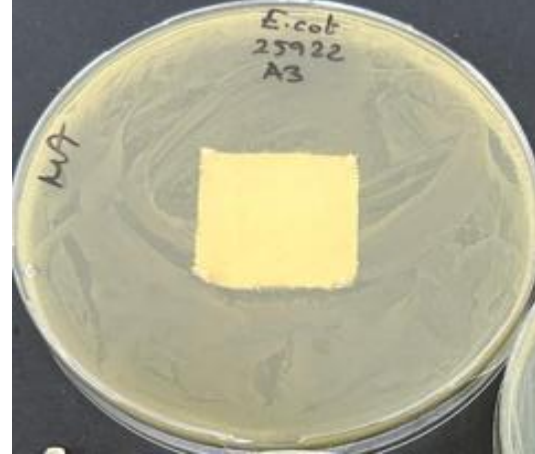
C3

Şekil 4.7 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların *S.aureus* bakterisi testleri

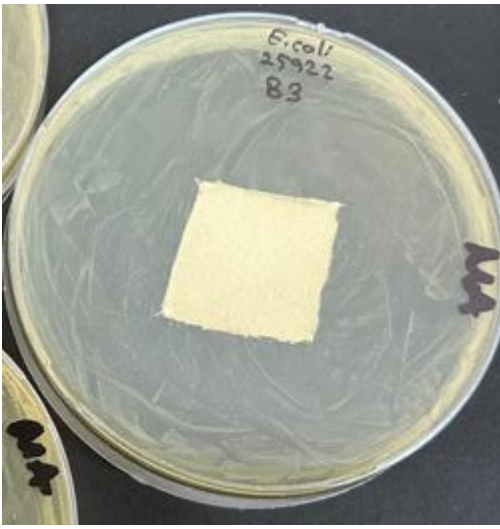
Şekil 4.7’de işlem görmemiş ham kumaş numunesi ile A3, B3 ve C3 numunelerine ait *S.aureus* bakterilerine karşı etkileri değerlendirilmiştir. Kumaşlarda, avokado tozlarında görülen oranda bir etki gözlemlenememiştir. *S.aureus*’a karşı sadece A3 numunesinde 2 mm civarında bir bakteri “free zone” tespit edilmiştir.



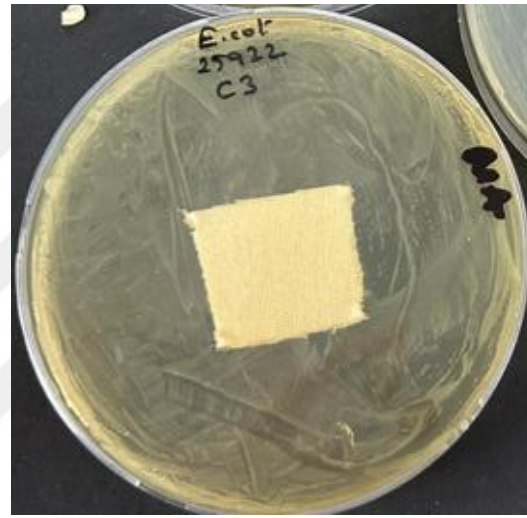
Ham



A3



B3



C3

Şekil 4.8 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların *E.coli* bakteri testleri

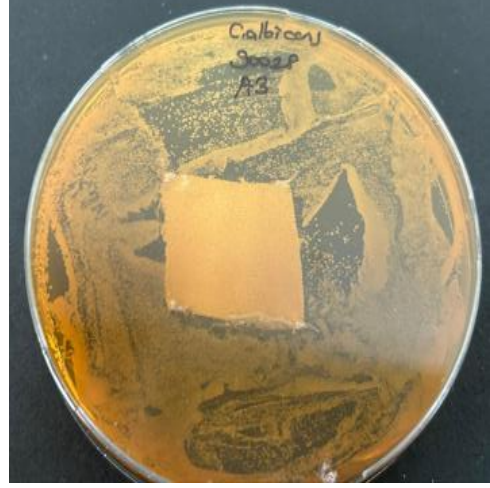
Şekil 4.8’de işlem görmemiş ham kumaş numunesi ile A3, B3 ve C3 numunelerine ait *E.coli* bakterilerine karşı etkileri değerlendirilmiştir. Kumaşlarda, *E.coli*’ye karşı avokado tozlarında görülen oranda bir etki gözlemlenememiştir. Hiçbir numune için “bakteri free zone” ölçülememiştir.

4.2.7. Antifungal test bulguları

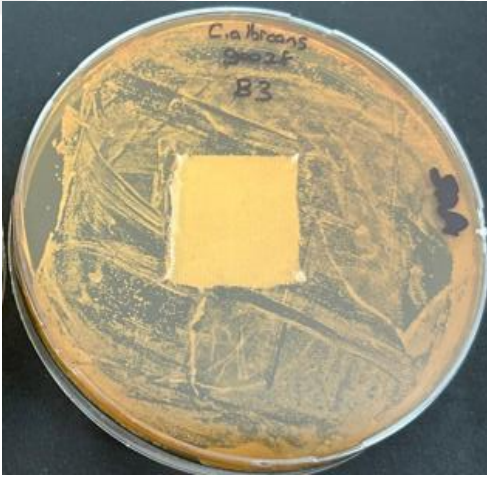
Atık avokado çekirdeklerinden elde edilen tozlar, zeolit ve avokado zeolit karışımı tozların emdirme yöntemiyle kumaşa aplikasyonu sonrası elde edilen işlem görmüş A3, B3 ve C3 kodlu kumaşlara ait antifungal testler gerçekleştirilmiş olup test sonuçlarına ait görseller aşağıda paylaşılmıştır.



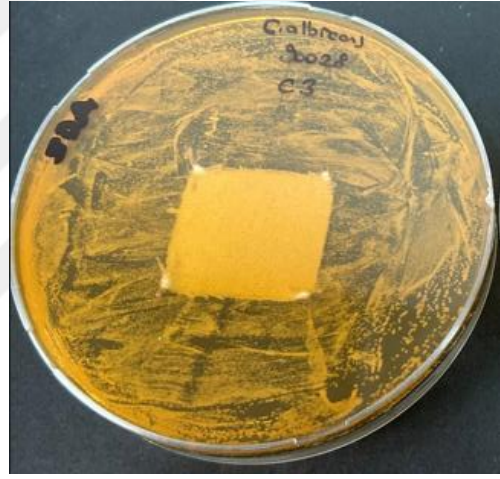
Ham



A3



B3



C3

Şekil 4.9 Ham, A3, B3 ve C3 kodlu kumaşların *C.albicans* bakteri testleri

Şekil 4.9’de işlem görmemiş ham kumaş numunesi ile A3, B3 ve C3 numunelerine ait *C.albicans* mantarına karşı etkinlikleri değerlendirilmiştir. Kumaşlarda, *E.coli*’ye karşı avokado tozlarında görülen oranda bir etki gözlemlenememiştir. Hiçbir numune için “bakteri free zone” ölçülememiştir. Kumaşlarda, avokado tozlarında görülen oranda bir etki gözlemlenememiştir. *C.albicans* mantarına sadece A3 numunesinde 1 mm civarında bir bakteri “free zone” tespit edilmiştir. Diğer numunelerdeki zone ya çok küçük olup ölçülememiş ya da hiç zone oluşmamıştır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik anlayışı ile temelini atmış olduğumuz bu çalışmada aynı zamanda sağlık ve tekstil gibi birçok sektöre fayda sağlayabilecek, yeni fikirlerin önünü açabilecek sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan deneyler bizlere atık ayrıştırmanın buna bağlı geri dönüşüm önemini bir kez daha kanıtlamış bulunmaktadır.

Avokado çekirdeği tozlarının *C.albicans* ve *C. glabrata* mantar ve *S.aureus* ve *E.coli* gibi bakteri türlerine karşı antifungal/antibakteriyel etki gösterdiği yapılan deneyler sonrası kanıtlanmıştır.

Avokado çekirdeği tozu emdirilmiş kumaşın beyazlık oranında düşüş ve renkte koyulaşma görülmüş fakat yapıya ilave edilen zeolit ile bu oranlarda düşüş gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Kumaşa ilave edilen avokado çekirdeği ve zeolit tozu kumaşta su buharı geçirgenliğini %10-15 oranlarında azaltmış hava geçirgenliğini ise arttırmıştır.

%10 oranında avokado tozu içeren A3 kodlu kumaş numunesinde *S.aureus bakterisi* ile *C.albicans* mantarına karşı bir miktar etki gözlemlenmiştir. Ancak toz halde iken yapılan testler ile kıyaslandığında bu etkinin daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışma çıktılarının antibakteriyel, antifungal ve nem absorpsiyon etkileri sayesinde potansiyel sektörel uygulama alanı olarak tıbbi tekstil ürünleri yanında çorap üretim firmalarının ilgisini çekeceği gibi farklı uygulama alanlarında da fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen çıktılar ile giyilebilir fonksiyonel bir tekstil ürünü tasarımı için kalıcılığı arttırmak adına avokado atıklarından elde edilen ekstratları ile benzer bir çalışma gerçekleştirilebileceği gibi aynı zamanda evsel yıkamalara dayanım testleri, cilde uyumu, alerjik etkileri gibi özellikler değerlendirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Allen, H.K., Donato, J., Wang, H.H., Cloud-Hansen, K.A., Davies, J., Handelsman, Jo. (2010). Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nat. Rev. Microbiol.*, 8(4), 251-259.
- Can, C., Körlü, A., Ateş, M. (2013). Use of Silver-Loaded Zeolites in the Antibacterial Finishing of Cotton Fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(1), 32-37.
- Chang, Y. & Wang, X. 2023. Sweat and odor in sportswear – A review. *iScience*, 26, 107067.
- David, D., Alzate, A.f., Rojano, B., Copete-Pertuz, L.S., Echeverry, R., Gutierrez, J., Zapata-Vahos, I.C. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds with antioxidant and antimicrobial activity from avocado seed (*Persea americana* mill). *Revis Bionatura*, 7(4), 51.
- Demir, H. & Polat, E. (2003). Zeolit (klinoptilolit) ve tarımda kullanımı. *Hasad*, 221, 54-59.
- Dent, A. L., Hertenberg, E. P., Sherry, H. S. (1982). Toothpaste containing pH-adjusted zeolite. United States Patent 4,349,533.
- Domergue, F., Helms, G. L., Prusky, D., & Browse, J. (2000). Antifungal compounds from idioblast cells isolated from avocado fruits. *Phytochemistry*, 54(2), 183-189.
- El-Ghoubary, W.A., El-Sayad, G.M., El Gamal, F.A., Abouzaid H.A.K. (2023). Development of breathable and liquid/wet bacterial penetration barrier composite laminated fabrics for surgical gown applications. *Journal of Industrial Textiles*, 53, 1-37.
- Er, S., Dokuzlu, S., & Karimi, A. Türkiye’de Avokado Üretimi ve Dış Ticareti. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 81-95.
- Ergünay, U. (2022). Akıllı tekstiller alanında kullanılmak üzere termokromik ve multikromik pamuklu kumaşlar eldesi. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ*.
- Grancarić, A. M., Tarbuk, A., & Kovaček, I. (2009). Nanoparticles of activated natural zeolite on textiles for protection and therapy. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15(4), 203-210.
- Guzmán-Rodríguez, J. J., López-Gómez, R., Suárez-Rodríguez, L. M., Salgado-Garciglia, R., Rodríguez-Zapata, L. C., Ochoa-Zarzosa, A., & López-Meza, J. E. (2013). Antibacterial activity of defensin PaDef from avocado fruit (*Persea americana* var. *drymifolia*) expressed in endothelial cells against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *BioMed Research International*, 2013.
- Hedayati, N., Montazer, M., Mahmoudirad, M. & Toliyat, T. (2020). Ketoconazole and Ketoconazole/ β -cyclodextrin performance on cotton wound dressing as fungal skin treatment. *Carbohydrate Polymers*, 240, 116267.

Heesterbeek, D.A.C., Martin, N.I., Velthuis, A., Duijst, M., Ruyken, M., Wubbolts, R., Rooijackers, S.H.M., Bardoel, B.W. (2019) Complement-dependent outer membrane perturbation sensitizes gram-negative bacteria to gram-positive specific antibiotics. *Sci. Rep.*, 9(1), 3074.

<https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/zeo.pdf> (Erişim Tarihi 22.11.2024)

https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/zeolit.jpg (Erişim Tarihi: 25.11.2024)

Kıroğlu, M. (2018). Levent boyama kalitesinin iyileştirilmesi yöntemleri, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kocak, F. Z., Küçükdeveci, N., Daldiken, E. (2022). Zeolitlerin Özellikleri ve Doku Mühendisliği Uygulamaları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(2), 8-15.

Kordala, N., Wyszowski, M. (2024). Zeolite Properties, Methods of Synthesis, and Selected Applications. *Molecules*, 29(5), 1069.

Köktürk, U., “Zeolit Madenciliği ve Çevre Sağlığına Etkileri”, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22, 1995.

Kumartaşlı, S. (2020). Teknik Tekstil Alanında Kullanıma Yönelik Multifonksiyonel Özellikli Polyester İplik. Türkiye, TR202020756-A2

Leite, J. J. G., Brito, É. H. S., Cordeiro, R. A., Brilhante, R. S. N., Sidrim, J. J. C., Bertini, L. M., ... Rocha, M. F. G. (2009). Chemical composition, toxicity and larvicidal and antifungal activities of *Persea americana* (avocado) seed extracts. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 42, 110-113.

Macias-Paz, I.U., Pérez-Hernández, S., Tavera-Tapia, A., Luna-Arias, J.P., Guerra-Cárdenas, J.E., Reyna-Beltrán, E. (2022). *Candida albicans* the main opportunistic pathogenic fungus in humans. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(2), 189-198.

Mai-Prochnow, A., Clauson, M., Hong, J., Murphy, A.B. (2016). Gram positive and gram negative bacteria differ in their sensitivity to cold plasma. *Sci. Rep.*, 6, 38610.

Meuwly, P., Abbet, C., Schnyder, Denis, J.M., Simonnet, X. (2019). Anti-candida compositions and uses thereof. United states, WO2015162579-A1

Mondal, M., Biswas, B., Garai, S., Sarkar, S., Banerjee, H., Brahmachari, K., ... & Hossain, A. (2021). Zeolites enhance soil health, crop productivity and environmental safety. *Agronomy*, 11(3), 448.

Murathan, Z. T., Kaya, A. (2020). Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1435-1440.

Pappas, P.G., Lionakis, M.S., Arendrup, M.C., Ostrosky-Zeichner, L., Kullberg, B.J. (2018). Invasive candidiasis. *Nat Rev Dis Primers*, 4, 18026.

- Podolskiy, G. (2022). Protective Sock Preventing Fungal Type Infections. United States, US11330848-B2
- Powers, T.H, Payne, D.S, Crump, J.W., McKedy, G.E. (2011). Chabazite And Clinoptilolite In Oxygen Absorbers. French, WO2011156704-A2
- Prasai, T. P., Walsh, K. B., Bhattarai, S. P., Midmore, D. J., Van, T. T. H., Moore, R. J. & Stanley, D. (2017). Zeolite food supplementation reduces abundance of enterobacteria. *Microbiol Res.*, 195, 24-30.
- Radha, M. R., Kumar, S. (2004). "Zeolites: Properties and Applications." Nova Science Publishers.
- Romaniuk, J.A.H., Cegelski, L. (2015). Bacterial cell wall composition and the influence of antibiotics by cell-wall and whole-cell NMR *Philos. Trans. R. Soc. B*, 370, 20150024.
- Rowden, A. (2022). What is the difference between Gram-positive and Gram-negative bacteria? *MedicalNewsToday*. (<https://www.medicalnewstoday.com/articles/gram-positive-vs-gram-negative> Erişim Tarihi: 02.12.2024)
- Saadat, F., Hashmi, A.R., Zheng, X., Pan, Q., Wang, B., Gan, Z. (2024). Progress in zeolite–water adsorption technologies for energy-efficient utilization. *Energy*, 308, 133001.
- Sand, L.B., Mumpton, F.A., "Natural Zeolites: Occurrence, Properties, and Use", Pergamon Press, Inc., Elmsford, New York, USA, 1978.
- Sani, M.A., Khezerlou, A., McClements, D.J. (2024). Zeolitic imidazolate frameworks (ZIFs): Advanced nanostructured materials to enhance the functional performance of food packaging materials. *Advances in Colloid and Interface Science*, 327, 103153.
- Sardi, J.C.O., Scorzoni, L., Bernardi, T., Fusco-Almeida, A.M., Giannini, M.J.S.M. (2013). *Candida* species: current epidemiology, pathogenicity, biofilm formation, natural antifungal products and new therapeutic options. *J Med Microbiol*, 62, 10-24.
- Sathianarayanan, M., Bhat, N., Kokate, S., Walunj, V., 2010. Antibacterial Finish for Cotton Fabric from Herbal Products. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 35 (1): 50-58.
- Silhavy, T.J., Kahne, D., Walker, S. (2010). The Bacterial Cell Envelope. *Cold Spring Harb Perspect Biol.*, 2, a000414.
- Soylu, M., Gökkuş, Ö. (2017). Türkiye'deki Doğal Zeolitler Ve İyon Değişimi Uygulamaları. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 11-20.
- Tetteh, J.N.A., Matthaus, F., Hernandez-Vargas, E.A. (2020). A survey of within-host and between-hosts modelling for antibiotic resistance. *BioSystems*, 196, 104182.
- Ünal, P.G., Atav, R., Ergünay, U. (2023). Determining the Permeability and Handle Properties of Wool, Yak and Cashmere Hand-knitted Fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 20(2), 2212925.

Ünal, P.G., Üreyen, M.E. (2017). Permeability properties of single jersey fabrics made of hollow yarns. The Journal of The Textile Institute, 108(11), 1957-1965.

William, K.(2008).Textile Substrates Exhibiting Enhanced Antifungal Attributes. United States, WO2009128871-A1



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Miray UĞURLU

Eğitim Geçmişi

- 2021-2022 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/İş Sağlığı Ve Güvenliği (Y1) (Tezsiz)
- 2017-2021 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi/ Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi/Metalurji Ve Malzeme Mühendisliği
- 2012-2016 Zonguldak Ereğli /Anadolu Sağlık Meslek Lisesi / Hemşirelik

Mesleki Geçmiş

- 2023 Kalite Kontrol Mühendisi / ACV Suspension Systems / Konya Selçuklu