



**SİMBİYOTİK BAKTERİ VE MAYA KOLONİSİ
İLE MALZEME GELİŞTİRME VE TASARIM
ARAŞTIRMA SÜRECİ: KARAGÖZ TASVİR
UYGULAMASI**

Çiğdem ÖZTÜRK

Yüksek Lisans Tezi

Eskişehir, 2024

**SİMBİYOTİK BAKTERİ VE MAYA KOLONİSİ İLE MALZEME
GELİŞTİRME VE TASARIM ARAŞTIRMA SÜRECİ: KARAGÖZ TASVİR
UYGULAMASI**

Çiğdem ÖZTÜRK

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil ve Moda Tasarımı Anabilim Dalı

Moda ve Tekstil Tasarımı Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özgür CEYLAN

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Nisan 2024

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Çiğdem ÖZTÜRK'ün SİMBİYOTİK BAKTERİ VE MAYA KOLONİSİ İLE MALZEME GELİŞTİRME VE TASARIM ARAŞTIRMA SÜRECİ: KARAGÖZ TASVİR UYGULAMASI başlıklı çalışması 16/04/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, Tekstil ve Moda Tasarımı Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Prof. Dr. Fatma Deniz KORKMAZ

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Duygu İrem CAN

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Özgür CEYLAN

Prof. Dr. Semra KURAMA

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

16/04/2024

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi iğdem ÖZTÜRK, SİMBİYOTİK BAKTERİ VE MAYA KOLONİSİ İLE MALZEME GELİşTİRME VE TASARIM ARAşTIRMA SÜRECİ: KARAGÖZ TASVİR UYGULAMASI başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı

Dr. Öğr. Üyesi zgr CEYLAN

ÖZET

SİMBİYOTİK BAKTERİ VE MAYA KOLONİSİ İLE MALZEME GELİŞTİRME VE TASARIM ARAŞTIRMA SÜRECİ: KARAGÖZ TASVİR UYGULAMASI

Çiğdem ÖZTÜRK

Tekstil ve Moda Tasarımı Anabilim Dalı

Moda ve Tekstil Tasarımı Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Nisan 2024

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özgür CEYLAN

Tasarımcılara doğrusal ve yenilenemeyen hammaddelerin kullanımı üzerine kurulu sistem içinde yeni ve sürdürülebilir yollar bulmak konusunda büyük sorumluluklar düşmektedir. Bu tez çalışmasında Simbiyotik Bakteri ve Maya Kolonisi (SCOBY) ile malzeme geliştirme süreci ve malzemenin sanatsal tasarımlarda kullanılabilirliğinin araştırmasına yönelik gerçekleştirilen doku, form, renklendirme ve desenlendirme çalışmaları uygulamalı araştırma yöntemi ile tamamlanmış, tasarımcı seçimlerinin son ürüne etkisi incelenmiştir. Malzeme odaklı tasarım sürecinde Çoğunlukla giyilebilir sanat ve enstalasyon çalışmalarında sanat ve tasarım malzemesi olarak tercih edildiği görülen SCOBY biyofabrike malzemesinin; kuruduktan sonra ışık geçirgen özellik kazanması, yüzey üzerine desenlendirme ve renklendirme yapılabilmesi, kolay işlenebilir olması nitelikleri nedeniyle gösteri ve sahne sanatları alanından Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu Karagöz tasvir uygulamasında kullanılmıştır. Uygulama için kullanılan SCOBY biyofabrike malzemesinin hasat yapılacağı zaman en az 1cm kalınlığa ulaşmış olması ve fırında kurutma yönteminin seçilmesi uygun görülmüş, tasarım uygulaması başarıyla tamamlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Biyofabrikasyon, Biyotasarım, Karagöz, SCOBY, Tasvir yapımı.

ABSTRACT

MATERIAL DEVELOPMENT AND DESIGN RESEARCH PROCESS WITH SIMBIOTIC COLONY OF BACTERIAS AND YEASTS: KARAGOZ DESCRIPTION APPLICATION

Çiğdem ÖZTÜRK

Department of Department of Textile and Fashion Design

Programme in Fashion and Textile Design

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, April 2024

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Özgür CEYLAN

Designers have a great responsibility to find new and sustainable ways within the system based on the use of linear and non-renewable raw materials. In this thesis, the process of material development with Symbiotic Bacteria and Yeast Colony (SCOBY) and the texture, form, coloring and patterning studies carried out to investigate the usability of the material in artistic designs were completed with applied research method and the effect of designer choices on the final product was examined. In the material oriented design process, SCOBY biofabricated material, which is mostly preferred as an art and design material in wearable art and installation works, was used in the Traditional Turkish Shadow Theater Karagöz depiction application from the field of performing and performing arts due to its qualities of light transmission after drying, patterning and coloring on the surface, and easy processing. It was deemed appropriate that the SCOBY biofabricated material used for the application should have reached a thickness of at least 1 cm when harvested and the oven drying method was chosen, and the design application was successfully completed.

Keywords: Biofabrication, Biodesign, Depiction making, SCOBY, Karagöz.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda bana danışmanlık eden Dr. Öğr. Üyesi Özgür CEYLAN'a çok teşekkür ederim. Değerli katkıları ile tez jürimde yer alan sevgili Prof. Dr. Fatma Deniz KORKMAZ'a ve sevgili Dr. Öğr. Üyesi Duygu İrem CAN'a minnetlerimi sunarım.

Yüksek lisans ve tez sürecimde kazandığım dostlukları ile her daim yanımda olan Nur Selen Tunç, Esra Yetişen ve Yıldız Öz'e yolumu güzelleştirdikleri için çok teşekkür ediyorum.

Canım anne ve babama beni yetiştirdikleri ve eğitim hayatıma sundukları katkı için minnettarım. Hayat arkadaşım sevgili eşim Maksut Öztürk'e hayatımı kolaylaştırdığı ve desteklerini esirgemediği; biricik oğlum Mahir Ali'ye beni cesaretlendirdiği, saf sevgi ve şefkati ile yüreğimi ısıttığı için sonsuz teşekkür ediyorum.

Çiğdem ÖZTÜRK

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 ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Çiğdem ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
GÖRSELLER DİZİNİ	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	3
1.2. Araştırmanın Önemi.....	3
1.3. Sınırlılıklar ve Sayıtlılar	5
2. TASARIM VE BİYOTEKNOLOJİ.....	6
2.1. Biyofabrikasyon	7
2.1.1. Biyo ön ekli malzeme terminolojisi	8
2.1.1.1. <i>Biyomalzeme</i>	9
2.1.1.2. <i>Biyobazlı malzeme</i>	9
2.1.1.3. <i>Biyosentetik malzeme</i>	10
2.1.1.4. <i>Biyofabrike malzeme</i>	11
2.2. Biyotasarım	11
3. BAKTERİ SELÜLOZU	16
3.1. SCOPY Biyofabrike Malzemesinin Biyofabrikasyonu.....	18

3.1.1. Biyofabrikasyon yöntemleri	18
3.1.2. SCOBY geliştirme aşamaları	19
3.1.2.1. Besiyeri ve fermentasyon süreci	21
3.1.3. SCOBY'nin biyofabriğe malzemeye dönüşümü	24
3.1.3.1. Hasat zamanı	24
3.1.3.2. Yıkama	24
3.1.3.3. Saflaştırma	25
3.1.3.4. Kurutma	27
3.1.4. SCOBY'nin modifikasyonu	29
3.1.5. SCOBY biyofabriğe malzemesi	34
3.2. Tasarım ve Sanat Uygulamaları	35
4. MATERYAL METOD	45
4.1. Konunun Çerçevesi ve Metodoloji	45
4.2. Uygulama Yeri ve Süresi	47
4.3. Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar	47
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	50
5.1. SCOBY Günlükleri	50
5.1.1. Uygulama-1	53
5.1.2. Uygulama-2	57
5.1.3. Ara uygulama	60
5.1.4. Uygulama-3	61
5.1.5. Uygulama-4	64
5.1.6. Uygulama-5	69
5.1.7. Uygulama-6	72
5.1.8. Uygulama-7	74
5.1.9. Uygulama-8	75
5.1.10. Uygulama-9	81
5.1.11. Uygulama-10	85
5.1.12. Uygulama-11	87
5.2. Değerlendirme	93
6. GELENEKSEL GÖLGE TİYATROSU TASVİR UYGULAMA	97

6.1. Karagöz ve Hacivat.....	97
6.1.1. Karagöz Tasvirlerinin Yapımında Kullanılan Araç ve Gereçler.....	97
6.2. SCOPY Biyofabrike Malzemesiyle Karagöz Tasvir Uygulaması	100
6.2.1. Tasvir çizimi, kesimi ve işlenmesi	100
6.2.2. Tasvir boyama ve birleştirme.....	102
6.2.3. Oyun perdesinde denenmesi.....	107
6.3. Değerlendirme.....	108
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	110
KAYNAKÇA	113
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Sodyum hidroksit çözeltisi ile yapılan saflaştırma işlemleri.....	26
Tablo 3.2. Farklı yöntemlerle yapılan kurutma işlemleri	28
Tablo 5.1. Aşılama reçetesi.....	51
Tablo 5.2. Kültür hazırlama prosedürü.....	69



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. SCOBY biyofabrike malzemesinin biyofabrikasyon diyagramı.....	18
--	----



GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 2.1. Biyo ön ekli malzemeler (Biofabricate, 2020)	9
Görsel 2.2. Biyofabrike ve geleneksel malzemelerin karşılaştırılması (Camere & Karana, 2017).....	13
Görsel 2.3. Tasarım & Canlı Sistemler (Collet, 2017b)	14
Görsel 3.1. Yetiştirilme kabı tasarımı ve gıda boyasıyla renklendirilmiş BC biyo derileri (Nalesu, 2021).....	31
Görsel 3.2. .Harmon'un giysi tasarımı (Harmon, 2017).....	32
Görsel 3.3. Biyodöngü stratejisi (Schiros vd., 2022, s. 231)	33
Görsel 3.4. Suzanne Lee- BioCouture BioShoe (Fairs, 2014).	36
Görsel 3.5. Suzanne Lee- BioBomber jacket (Fairs, 2014).....	36
Görsel 3.6. Alanna Lynch (Alanna Lynch, 2017)	37
Görsel 3.7. Plastik havuzunda SCOBY gelişimi ve baskı (Hunter, 2019)	38
Görsel 3.8. "BUCCI" hibrit biyoplastik giysi (Hunter, 2019)	39
Görsel 3.9. Feeder (Gombosova, 2014).....	40
Görsel 3.10. Feeder'da farklı sürelerde geliştirilen bakteri selülozları (Gombosova, 2014).....	40
Görsel 3.11. Malai üretim aşamaları (www.made-from-malai.com)	41
Görsel 3.12. Malai çantalar (www.made-from-malai.com).....	42
Görsel 3.13. "Unfold" Studio Lionne van Deursen (Last, 2022).....	43
Görsel 5.1. Kombucha klasik fermente çay ve sıvı kültür içindeki SCOBY	50
Görsel 5.2. SCOBY büyüme gözlemi.....	52
Görsel 5.3. SCOBY'nin besiyeri ortamına eklenmesi/uygulama-1	54
Görsel 5.4. Gelişen SCOBY'nin üstten görünümü/uygulama-1	54
Görsel 5.5. Hasadı yapılan SCOBY ve yıkamaya hazırlık/uygulama-1.....	55
Görsel 5.6. Ahşap bloğun kurutma işlemi için kullanılması/uygulama-1	55
Görsel 5.7. Kurumuş SCOBY biyofabrike malzemesi/uygulama-1	56
Görsel 5.8. Kalınlık farklılıklarının gözlemlenmesi/uygulama-1	57
Görsel 5.9. Boya banyosu eklenmiş kültür ortamı/uygulama-2	58
Görsel 5.10. Hasat sonrası boyanmış SCOBY ve kurutma aşaması/uygulama-2	59
Görsel 5.11. SCOBY biyofabrike malzemesi/uygulama-2.....	59
Görsel 5.12. Hasarlı gelişen SCOBY	60

Görsel 5.13. Koyulaşmış ve erimiş başlangıç SCOBY'si.....	60
Görsel 5.14. Kültür ortamı için kullanılan plastik gıda küveti/uygulama-3	61
Görsel 5.15. 18. Fermantasyon gününde SCOBY /uygulama-3	62
Görsel 5.16. Hasadı yapılan SCOBY üzerindeki kalıntılar/uygulama-3	62
Görsel 5.17. Uygulama-1, uygulama-2 ve uygulama-3 SCOBY biyofabrike malzemeleri.....	63
Görsel 5.18. Fermantasyon süreçleri için hazırlanan raf sistemi	64
Görsel 5.19. 5 lt'lik kültür ortamı/uygulama-4	65
Görsel 5.20. SCOBY'nin yüzey görüntüsünden hasat zamanına karar verme/uygulama-4	66
Görsel 5.21. SCOBY'nin yarı kuruma evresi/uygulama-4.....	66
Görsel 5.22. Kahve tortusu ile doku ve desen çalışması/ uygulama-4	67
Görsel 5.23. Doku ve desenlendirme /uygulama-4	68
Görsel 5.24. Kontamine görülen çalışma/uygulama-6	70
Görsel 5.25. Kontamine olan çalışmanın yıkama sonrası/uygulama-5	70
Görsel 5.26. Boya banyosunda bekletme ve daldırma yöntemi /uygulama-5	71
Görsel 5.27. Bekleme sürelerine göre sırasıyla 24 saat, 12 saat ve 6 saat/uygulama-5	72
Görsel 5.28. Metal aksesuarlar üzerinde kurutma/ uygulama-6.....	73
Görsel 5.29. 15 günlük kurutma sonrası/uygulama-6.....	73
Görsel 5.30. Şeritler halinde kesilmiş SCOBY ve sepet örgü uygulaması/uygulama-7	74
Görsel 5.31. Sepet örgüsü yapılmış SCOBY biyofabrike malzemesi/ uygulama-7	75
Görsel 5.32. Sabunlu suda bekletme/uygulama-8	76
Görsel 5.33. Limon filesi üzerinde yapılan kurutma/uygulama-8.....	76
Görsel 5.34. SCOBY biyofabrike malzemelerinin muhafaza edilme yöntemi.....	77
Görsel 5.35. Uygulamalarda kültür ortamına eklenen SCOBY'ler için hazırlanan bekleme ortamı.....	78
Görsel 5.36. Yetiştirme alanı olarak tasarlanan strafor kabin ve termostatl sistem	79
Görsel 5.37. 300 ml'lik kavanozlarda hazırlanan ön kültürlerin 6. günü	80
Görsel 5.38. Ön kültürün 10. gün gelişimi.....	80
Görsel 5.39. Önceki çalışmalarda kullanılan başlangıç SCOBY'leri/uygulama-9	81
Görsel 5.40. %10'luk NaOH çözeltisinde saflaştırma işlemi/uygulama-10	82

Görsel 5.41. Farklı kalınlık, renk ve büyüklükteki SCOBY'ler/uygulama-9	83
Görsel 5.42. Fırında kurutma için hazırlanan SCOBY'ler/uygulama-9	83
Görsel 5.43. Kurutma işleminden sonra SCOBY biyomalzemeleri/uygulama-9	84
Görsel 5.44. Fırında kurutma sonrası şeffaflık ve renk/uygulama-9	84
Görsel 5.45. Fırında kurutma sonrası kalınlık, renk ve doku/uygulama-9	85
Görsel 5.46. Havada kurutma '*'işareti 4 ince SCOBY 'e yapılmıştır/uygulama-10.....	86
Görsel 5.47. Alüminyum form üzerinde kurutma/uygulama-10	86
Görsel 5.48. Kurutulduğu yüzeyi kopyalamış SCOBY biyofabrike malzemesi/uygulama-10.....	87
Görsel 5.49. 20 ve 30 günlük fermantasyon sonrası verimsiz SCOBY gelişimi/uygulama-11	88
Görsel 5.50. Saflaştırma çözeltisinde bekletme /uygulama-11	89
Görsel 5.51. Saflaştırma sonrası /uygulama-11	89
Görsel 5.52. Gıda boyası ile boyanmış SCOBY/uygulama-11	90
Görsel 5.53. Fırında kurutmadan sonra/uygulama-11	90
Görsel 5.54. SCOBY'nin ıslak ve havada kurutulmuş hali/uygulama-11	91
Görsel 5.55. Pamuklu bez üzerinde kurutma/uygulama-11	91
Görsel 5.56. Parşömen kağıdına benzerlik/uygulama-11	92
Görsel 6.1. Nevrekan bıçakları, malzeme ve ekipmanlar (Kurt, 2016).....	98
Görsel 6.2. Karagöz (Kurt, 2016).....	99
Görsel 6.3. Dana derisi ve SCOBY biyofabrike malzemesi	100
Görsel 6.4. Tasvir çizimlerinin aktarılması ve ana hatların kesimi	101
Görsel 6.5. Bazı hatlarda açılan kesikli boşluklar	101
Görsel 6.6. Tasvir parçalarının boyanması	102
Görsel 6.7. Hindistan cevizi yağı ve balmumu karışımı hazırlığı	103
Görsel 6.8. Fırında ısı işlemi yapılan tasvir parçaları	103
Görsel 6.9. Tasvir parçasına eklenen SCOBY biyofabrike malzemesi	104
Görsel 6.10. Hazırlanan ilik ve birleştirme işlemleri.....	104
Görsel 6.11. Birleştirme işlemleri tamamlanmış karagöz tasviri	105
Görsel 6.12. Oynatma sopasının takılmış hali.....	106
Görsel 6.13. Perde yapımı için kullanılan malzemeler	107
Görsel 6.14. Perdenin hazırlanmış hali	107

Görsel 6.15. Karagöz tasvirinin perdeden yansıması	108
---	-----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SCOBY	:	Symbiotic Colony of Bacterias and Yeast
NAOH	:	Sodyum Hidroksit



1. GİRİŞ

İnsanoğlunun dünyada yaklaşık 200.000 yıldır var olduğu bilinmekte ve tahmini 117 milyar toplam doğumun gerçekleştiği söylenmektedir. Günümüzde yaklaşık 8 milyarlık mevcut küresel nüfus göz önüne alındığında, sadece 2022'de hayatta olanların sayısı şimdiye kadar yaşamış toplam insan sayısının yaklaşık %7'sini temsil ettiği anlamı çıkmaktadır (Kaneda & Haub, 2022). Son yüzyılda insan sayısındaki artış yaşamsal faaliyetler için kullanılan dünya varlıklarının hızla tükenmesini ve tüketim mallarının çöp yığınlarına dönüşmesini sağlamıştır. Doğrusal kurgulanmış ve yenilenemeyen hammaddelerin kullanımını içeren bu sistemin, teknik ve biyolojik döngülerin üzerine kurulu yeni ve sürdürülebilir bir sistem değişikliğini yaşaması gerekmektedir (Williams & Braungard, 2002). Yaşayan her 20 kişiden biri iş gücü oluştururken tasarım aşamasında yer alarak geleceğin belirlenmesinde önemli rol almaktadır (Widmer, 2020). Mevcut sistem tasarımının değişmesinde kurum ve kuruluşlar, devlet politikaları ve büyük endüstrilerin yanında bireysel tasarımcıların da malzeme seçimi ve üretim aşamalarını belirlemede yenilikçi yaklaşımları benimsemeleri gerekmektedir. Tasarımcıların yeni ve sürdürülebilir malzeme ve tasarım anlayışlarını benimsemesi, tüketim davranışlarının ve mevcut çıktıların iyileşmesinde önemli bir etki yaratacaktır.

Son yıllarda artan biyoteknolojik gelişmeler ve bu gelişmelerin açık erişimli kaynaklar aracılığıyla dünya ile paylaşılması bakteri, maya, mantar ve alg gibi biyolojik sistemlere olan ilgiyi arttırmış, biyoyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilir malzemeleri tasarım malzemesi olarak kullanmayı amaçlayan tasarımcılar için veri kaynağı olmuştur.

Yapılan literatür taramasında SCOBY biyofabrike malzemesinin; su emme kapasitesini azaltmak, esnekliğini arttırmak, rengini değiştirmek, doku ve desen vermek, tekstil uygulamalarında kullanılan birleştirme ve manipülasyon tekniklerini denemek gibi mekanik ve estetik özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Son yıllarda ise giyilebilir sanat ve enstalasyon çalışmalarında SCOBY biyofabrike malzemesinin tasarım malzemesi olarak kullanıldığı çalışmalarda artış olmuştur. Ancak gösteri ve sahne sanatları alanında SCOBY biyofabrike malzemesinin kullanım olanaklarının incelenmesine yönelik araştırmalar eksik kalmıştır.

Bu doğrultuda hazırlanan tez çalışması; simbiyotik bakteri ve maya kolonisi (SCOBY) ile malzeme geliştirme sürecini, sanatsal tasarımlarda kullanılabilirliğinin araştırmasına yönelik gerçekleştirilen doku, form, renklendirme ve desenlendirme çalışmalarını ve son olarak Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterlerinden Karagöz'ün tasvir uygulamasını kapsamaktadır.

Giriş kısmında çalışmanın önemi, çalışmanın amacı ve sınırlılıklardan bahsedilmiştir. İkinci başlık altında ise tasarım ve biyoteknolojinin birleştirildiği üretim ve tasarım yaklaşımları incelenmiş, biyotasarım, biyofabrikasyon terimlerinin yakınlıkları anlatılmıştır. Biyo ön ekli malzeme çeşitliliğinin artmasından kaynaklı oluşan terimsel karmaşanın önüne geçmek için malzeme terminolojisi açıklanarak devam edilmiştir.

Üçüncü başlık altında kombucha çayında yaşayan simbiyotik bakteri ve maya kolonisinin biyofabrikasyonu üzerine yapılmış detaylı literatür taraması; besiyeri hazırlama, biyofabrikasyon yönteminin belirlenmesi, fermantasyon, hasat, yıkama, saflaştırma, kurutma ve modifikasyon aşamaları sıralı ve karşılaştırmalı anlatımlarla aktarılmıştır. Kombucha çayının yan ürünü olan SCOBY hasat, yıkama, saflaştırma, kurutma ve modifikasyon aşamaları sonucunda deri ya da kâğıt benzeri bir malzemeye dönüşmektedir ve literatürde çoğunlukla hayvan ve sentetik derilere ikame malzeme olarak görülmüştür. Bu doğrultuda malzemenin tanımlanması için yorum ve bilgiler aktarılmıştır.

Dördüncü başlıkta çalışmanın yöntemi detaylı aktarılmış, kullanılan malzeme ve ekipmanlar, çalışmanın yeri ve süresi hakkında bilgiler verilmiştir.

Ardından gelen beşinci başlıkta simbiyotik bakteri ve maya kolonisi ile yapılan ardışık uygulama çalışmaları görseller kullanılarak aktarılmış, tasarımcının bu yeni üretim ve tasarım modeline yaklaşımı anlatılmıştır. Ardışık uygulamalarda SCOBY üretimi ve gelişimi, renklendirme ve boyama, hasat, yıkama ve saflaştırma, kurutma ve modifikasyon işlem basamakları farklı seçeneklerde uygulanmıştır. Uygulamaların malzemenin son haline etkisi aynı başlık içinde yorumlarla verilmiştir.

Altıncı başlıkta uygulamalı araştırmalar sonucunda malzeme odaklı tasarım yöntemi doğrultusunda SCOBY biyofabrike malzemesinin gösteri ve sahne sanatlarında

kullanılabilirliğine dair bir tasarım önerisi sunulmuş ve uygulaması detaylı aktarılmıştır. Malzemenin ışık geçirgenliği, kolay işlenebilirliği, boyama ve renklendirme yapılabilmesi ve doğal ten rengine yakın özellikleri nedeniyle Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karagöz tasvir uygulaması yapılmıştır. Geleneksel Karagöz tasvir yapımıyla ilgi bilgiler verildikten sonra SCOBY biyofabrike malzemesinin doğa dostu ve uygulanabilir bir seçenek olduğu aktarılmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu tez çalışması Simbiyotik Bakteri ve Maya Kolonisi (SCOBY) ile malzeme geliştirme sürecini, malzemenin sanatsal tasarımlarda kullanılabilirliğinin araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen doku, form, renklendirme ve desenlendirme çalışmalarını ve son olarak malzemenin Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterlerinden Karagöz'ün tasvir uygulamasını kapsamaktadır. ,

Bu kapsam doğrultusunda temel ve alt amaçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Biyoteknoloji ve tasarım alanının kesişiminde malzeme geliştirmek ve ev koşullarında simbiyotik bakteri ve maya kolonisi üretim sürdürülebilirliğini incelemek.
2. SCOBY biyomalzeme geliştirme sürecinde hasat öncesi aşamalar ve hasat sonrası işlemlerde tasarımcı seçimlerinin son ürüne etkisini gözlemlemek.
3. Malzeme geliştirme ve modifikasyon işlemleri uygulanırken SCOBY biyomalzemesinin biyolojik olarak parçalanabilir özelliğini korumak.
4. Doku, form, boyama ve desenlendirme çalışmaları ile malzemenin sanatsal tasarımlarda kullanılabilirliğini incelemek.
5. Enstalasyon ve giyilebilir sanat çalışmaları dışında bir tasarım önerisi sunmak.

1.2. Araştırmanın Önemi

Biyoteknoloji ve tasarım alanlarının kesişiminde malzeme üretimi ve tasarımı biyouyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilir özellikteki malzemeler ile tasarım ve sanat çalışmaları yapabilmeyi imkanı kılmıştır. Ancak tasarımcının uygulayabileceği biyoteknolojik yöntemi belirleyebilmesi ve alan çalışması yaparak pratiklerini güncellemesi gerekmektedir.

Çalışmanın ev koşullarında yaz ve kış aylarını içeren bir süreçte nasıl sürdürülebilir olacağı ile ilgili deneyimler aktarılmıştır. Yaşanılan zorluklar ve motivasyonlar samimi bir şekilde aktarılmak istenmiştir.

Bu tez çalışmasında kombucha çayında yaşayan simbiyotik bakteri ve maya kolonisi ile çalışılmıştır. Ev koşullarında üretilebilir ve kolay temin edilebilir olması sebebiyle tercih edilmiştir. Besiyeri hazırlama ve fermantasyon süreçleri başarı ile tamamlanmış, sıcaklık değerlerinin değişmesi sonucu çalışmanın sürdürülebilirliği etkilenmiştir. Ek çözümler bulunmaya çalışılmıştır. Süreçte yaşanan zorluklar ve motivasyonlar aktarılmıştır. Uygulamaları deneyimlemek isteyen tasarımcılar için malzeme geliştirme ve tasarım aşamaları fotoğraflandırılmış ve detaylı anlatım yapılmıştır.

Uygulamalı araştırma sürecinde biyomalzemenin yetiştirilmesi, modifikasyonu ve uygulama süreçleri SCOBY günlükleri başlığı altında 11 adet uygulama yapılarak aktarılmıştır. Uygulamalarda ön kültür hazırlama, besi yeri hazırlama, sıcaklık gibi fermantasyon sürecini etkileyen parametreler kavrandıktan sonra kullanılan kabın seçimi, fermantasyon süresinin belirlenmesi, besiyerine boya banyosu ilave edilmesi, daldırma boyama yönteminin denenmesi, gıda boyası kullanarak boyama ve desenlendirme yapılması, kurutma yüzeylerinin değiştirilmesi, ortam sıcaklığında ve fırında kurutma seçeneklerinin denenmesi, yıkama ve saflaştırma aşamalarının ihtiyacının anlaşılması, kesme ve birleştirme tekniklerinin aynı anda gözlemlenmesini sağlayan sepet örgü tekniğinin denenmesi gibi tasarım uygulama araştırmaları yapılmıştır. Tasarımcı seçimlerinin biyomalzeme üzerindeki etkisi aktarılmıştır.

Bu uygulamalar sonucunda biyomalzemenin karakterine uygun ve literatür araştırmasında eksik görülen gösteri ve sahne sanatları alanında bir tasarım çalışması yapılmıştır. Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterlerinden Karagöz'ün tasvir uygulaması SCOBY biyomalzemesi ile yapılmıştır. Yenilikçi bir malzemeyi geleneksel gölge tiyatrosundan bir karakterin tasvir yapımında kullanarak SCOBY biyomalzemenin görünür olmasına katkı sağlamak ve farklı kullanım alanları denenmek istenmiştir.

Simbiyotik bakteri ve maya kolonisi ile malzeme geliştirme ve tasarım araştırma süreci sonunda elde edilen eşsiz özelliklere sahip bu malzemenin ikame anlayışıyla kullanım alanı bulmasını sağlama çabalarının yerine, malzemenin özelliklerini kavramak tasarımcılar için çok daha önemlidir. Nihayetinde ikame algısı kullanıcının malzeme nitelikleri arasında sürekli bir karşılaştırma yapmasını sağlayacak ve işaret edilen yeni

malzemenin kabulünü zorlaştıracaktır. Bu sebeple biyo ön ekli malzemelerinin tanımlanmasına özen gösterilmiş ve terminoloji aktarılacak istenmiştir.

Alanda yapılan sınırlı sayıdaki Türkçe akademik kaynağa katkı sağlanmıştır.

1.3. Sınırlılıklar ve Sayıtlar

Bu tez çalışması belirtilen tez süreci boyunca, Eskişehir ili 2022 yaz ve 2023 kış aylarında ev ortamında yapılan uygulamalar ile sınırlıdır.

Satın alma yolu ile temin edilen SCOPY başlangıç kültürlerinin fermentasyon için gerekli bakteri ve maya kolonisini içerdığı varsayılmıştır.

➤ Tüm uygulamalarda;

- Sabit kültür fermentasyon yöntemi seçilmiştir.
- Kontaminasyon oluşturabileceği düşüncesiyle pH ölçümü yapılmamıştır.
- Çay demi hazırlanırken kuru çay tartılmamış, referans olarak çay deminin renginden yola çıkılmıştır.

2. TASARIM VE BİYOTEKNOLOJİ

Biyoteknoloji, biyoloji ve teknolojinin birleştiği araştırma ve uygulama alanıdır. Hücreler, dokular, bakteriler vb. biyolojik sistemlerin verimliliğini ve üretim kabiliyetlerini kullanarak geliştirilen teknolojilerdir. Tarihte biyoteknoloji kelimesini ilk kez kullanan Karl Ereky (1878-1952) için terimin tanımı; canlı organizmalar yardımı ile ürün elde etmede kullanılan yöntem ve tekniklerdir (Kayıhan, 2018). Gelişen teknoloji ile birlikte biyoteknoloji kapsamı genişlemiş basit fermantasyon uygulamalarından, aşı üretimine, kanser tedavisinden, yeni nesil malzemeler üretmeye kadar uzanan yöntemler için kullanılmaya başlanmıştır (Baydemir & Bıyıklı, 2021).

Kayıhan'nın (2018) biyoteknolojinin on bin yıllık serüvenini yazdığı makalede insanın yerleşik hayata geçmesiyle beraber gelişen ihtiyaçlarda biyoteknolojiyi farkında olmadan nasıl kullandıklarını anlatmış ve şu sözleri eklemiştir:

Başka bir ifadeyle; insanlar biyoteknolojik uygulamalara yerleşik hayat ile başlamış ve geliştirmiş; ancak Louis Pasteur (1822-1895), bu fermantasyon sürecinin biyokimyasal detaylarını çözene kadar, insanlar yaptığıının, yediğinin ve içtiğinin ne olduğunu hiç öğrenememiştir. Bin yıllardır yapılan fermente ürünlerin bu dönüşümünün günümüzden sadece 100 yıl önce bulunmuş olması çok ilginç ve travmatik değil mi? Bu durum, özünde hem heyecan verici hem de korkutucudur. Doğanın bize sunduğu buna benzer gerçekleri kim bilir kaç bin yıldır görmüyoruz ya da göremiyoruz? (Kayıhan, 2018).

Biyoteknolojinin insan hayatını kolaylaştırmak için işlevini sürdürdüğünü söylemek hiç yanlış olmaz. Tam da bu noktada sanayi devrimi ve ardından gelişen teknolojik ilerlemeler ile ihtiyaçların karşılanması için sonlu kaynakların hor kullanılması ve doğrusal sistemin getirdiği al-kullan-at tüketim modeli sunucunda geri dönülmez küresel sorunlar yaşanmıştır.

Giderek artan bir oranda, bizden daha uzun ömürlü olacak, ancak genellikle bir yıldan az bir süre bizim bakımımızda kalacak ürünler yapıyoruz, tüketiyoruz ve elden çıkarıyoruz. Kaynakların bu doğrusal kullanımının hızı ve ölçeği benzersizdir ve tekstil endüstrisinin (diğerlerinin yanı sıra) uzun ömür ve döngüsellik yerine tüketimi ve doğrusal sistemleri teşvik eden modası geçmiş bir modelde sıkışmasına neden olur (Hansell, 2016).

Günümüz endüstrisi malzeme kaynağı olarak bitkiler, hayvanlar, insan yapımı selülozikler ve petrokimyasalları kullanmaktadır. Bu kaynakların kullanımı uzun vadede biyoçeşitliliğin azalması, iklim krizi gibi çatı sorunlara sebep olmuştur. Geleneksel üretim modellerinin ve kullanılan malzemelerin yol açtığı sorunların radikal bir sistem

değişikliği ile sağlanabileceğini düşünen tasarımcı sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Küresel ekolojik yıkımın biyo-aktivite ile birleştirilmiş teknoloji ve sistemleri kullanarak iyileştirmek hızlı ve etkili bir çözüm olarak görülmektedir.

Biyolojiyi tasarlanabilir ve mühendislik yapılabilir bir ortam olarak görmeye başlarsak, insan ilkelerini, sistemlerini, standartlarını ve değerlerini canlı maddenin alanına getirmeye başlarız. Tasarımda döngüsellik eksikliği ve tüketiciler tarafından elden çıkarılma zihniyeti ile ilgili sorunlar, biyoloji tarafından bilgilendirilmiş ve onunla iç içe geçmiş yeni bir tasarım paradigması aracılığıyla ele alınabilir (Hansell, 2016).

Collet (2018, s. 87) biyolojik sistemlerin dahil edildiği tasarım ve üretime dayalı modeli “fosil yakıtlar yerine biyokütle ve biyofabrikasyon ilkeleri üzerine kurulmuş bir ekonomidir” diyerek aktarmış ve sıradan insanların yaşamında çiftçilik, biracılık ve şarap veya peynir yapmak gibi biyolojik süreçlerinin temelinde uygulandığını vurgulayarak kavramın yeni olmadığına dikkat çekmiştir.

Biyoteknolojinin gelişmeye devam etmesi ve tasarım araştırmalarında yenilikçi yaklaşımların gelişmesi sonucu kavramların kapsamı genişlemiş beraberinde bazı terimler literatüre eklemiştir. Canlı sistemlerin dahil edildiği üretim ve tasarım paradigmaları ile yenilikçi malzeme ve üretim yapan sektörler ve kişiler biyofabrikasyon, biyotasarım, biyomalzeme gibi iç içe geçen kavram ve terimleri sıklıkla kullanmaya başlamıştır.

2.1. Biyofabrikasyon

Biyofabrikasyon, temel bilimin aksine bir teknolojidir ve çok daha geniş bir alan olan biyoteknolojinin bir parçasıdır (Mironov vd., 2009). Canlı sistemlerin ürün geliştirme sürecinin belirli aşamalarına ya da tamamına etki ettiği bir süreci tanımlamaktadır.

Biyofabrikasyon için hammaddeler biyolojik moleküller, hücre dışı matrisler, canlı hücreler ve dokular ve muhtemelen hücreleştirilmiş organlar olabilir. “Fabrikasyon” terimi, ham veya yarı mamul bir malzemeden bir şey yapmak veya inşa etmek ya da bileşenlerinden farklı bir şey yaratmak anlamına gelir. Bu bağlamda, biyofabrikasyon, canlı maddenin hammadde olarak kullanılmasına dayanan bilim, mühendislik ve teknoloji veya üretim ile ilgilenir (Mironov vd., 2009).

Mironov ve arkadaşları (2009) biyofabrikasyon için sürdürülebilir üretimi destekleyen yeni endüstriler yaratacağını ve 21. yüzyılda baskın bir üretim paradigması

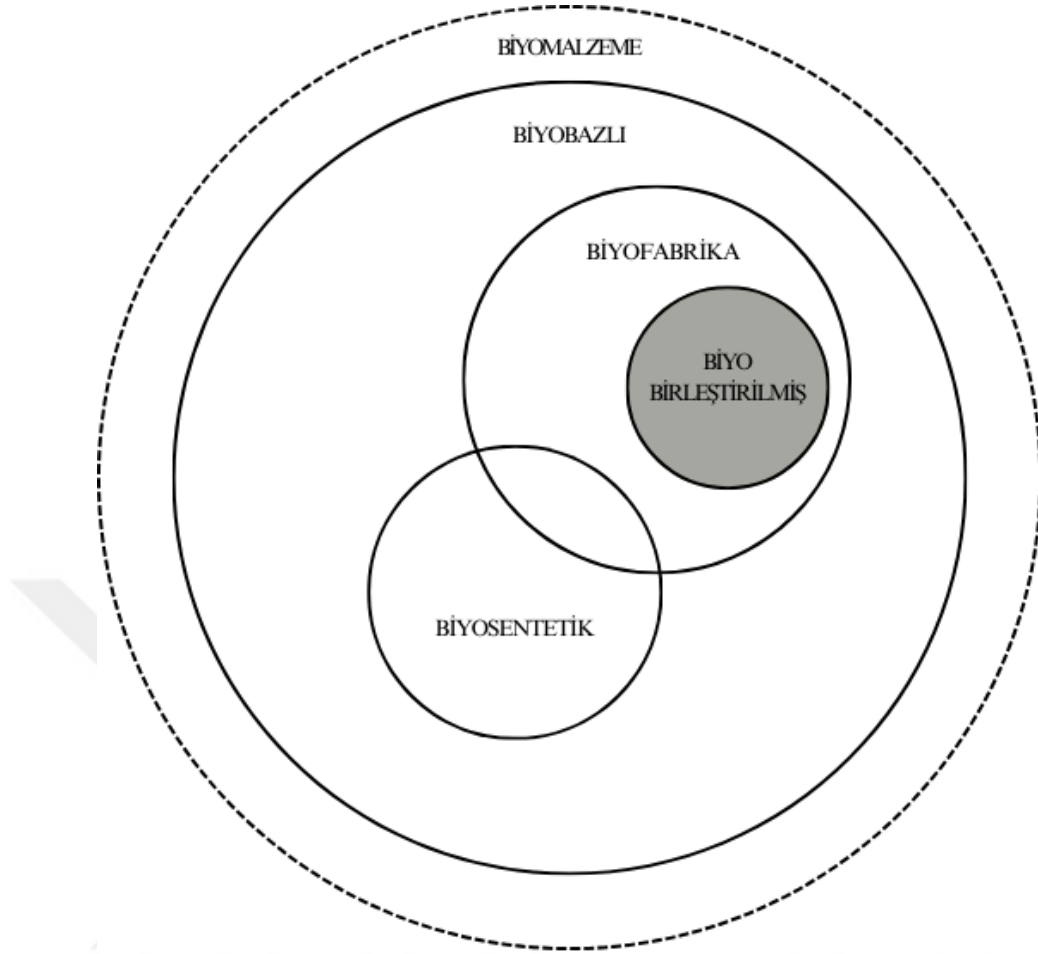
olacağına işaret etmişlerdir. Canlı hücrelerden deri veya kürk üretimi, alglerden biyoyakıt üretimi örnekleri üzerinden biyofabrikasyon ve biyoüretim süreçlerini örtüştürmüştür. Canlı hücreler ve sistemler dahil edilip başlanan sürecin sonunda karmaşık ve canlılık göstermeyen ürünlerin elde edilmesini klasik biyoüretim olarak açıklamışlardır (Mironov vd., 2009). Sıvı ve katı hal fermantasyonu gibi biyoreaktörlerin kullanımı ile canlı hücrelerden biyolojik bileşen veya malzemeler üretilmesi yenilikçi sektörler tarafından benimsenmesini sağlamıştır.

2.1.1. Biyo ön ekli malzeme terminolojisi

Biyofabrikasyon yöntemlerinin malzeme geliştirme süreçlerine dahil edilmesi ile nihai ürünün niteliklerinde farklılıklar oluşmuştur. Biyolojik sistemlerin hammadde olarak kullanılmasının yanında halihazırda biyokütlelerin malzeme yapım süreçlerindeki varlığı biyo ön ekli malzemelerin genişlemesini sağlamıştır.

“Biyo” ön eki, hammaddelerin, süreçlerin veya nihai ürünlerin (ya da tüm bunların) biyolojiden esinlenmiş veya biyoloji temelli olması gerektiği anlamına gelir (Mironov vd., 2009). Daha yalın bir dille, biyo ön eki beraber kullanıldığı terime canlı, doğal gibi anlamları kazandırır ancak bu bilgi gelişen terminoloji için kısır kalmıştır.

Biofabricate ve Fashion For Good oluşumlarının 2020 yılında yayınladıkları “Understanding “Bio” Material Innovations” raporu ile biyo ön ekli terimlerin ilişkilerini, anlamlarını, ayırt edici hususlarını aktarmışlardır. Biyo içeriğin tanımlamalar aşamasında belirleyici olduğunu belirten raporda biyomalzeme, biyobazlı malzeme, biyosentetik malzeme, biyofabrike malzeme terimleri tanımlanmış ve yakınlıkları anlamak için küme şeması anlatımı ile kolaylaştırılmıştır (görsel 2.1).



Görsel 2.1. *Biyo ön ekli malzemeler (Biofabricate, 2020)*

2.1.1.1. Biyomalzeme

Bir şekilde biyolojik olarak türetilen herhangi bir materyaldir. Özellikli bir içerik ve üretim şekli ile sınırlandırılmaz. Her şey, her şeyi kapsayan, ancak en az spesifik olan terimin kapsamına girer (Biofabricate, 2020).

Biyomateryal, biyolojik sistemlerle etkileşim halinde olan herhangi bir kavramdır. Bu kavram bir madde, bir yüzey veya yapay bir doku olabilir. Doğrudan doğadan sağlanabilir veya yeni, yenilikçi biyomühendislik yaklaşımlarıyla sentezlenebilirler (Deniz & Keskin-Gündoğdu, 2013).

2.1.1.2. Biyobazlı malzeme

Tüm biyomalzemeler biyobazlıdır. Bitkiler, ağaçlar veya hayvanlar gibi tamamen veya kısmen biyokütleden türetilen ürünleri kapsar. Sentetik polimerler ile birleştirilebilir ya da son işleme adımında petrokimyasallarla muamele yapılabilir (Biofabricate, 2020).

Gıda ve tarım endüstrisinin yan ürünlerini ve atık kaynaklarını kullanarak biyobazlı malzemeler elde edilmektedir. Endüstri çıktılarının malzeme girdisi olarak kullanılması teknik döngünün (Williams & Braungard, 2002) kurulmasını sağlayarak israfı en aza indirmeyi amaçlar. Ancak bazı durumlarda biyolojik olarak parçalanmayı engelleyen uygulamalar ve içeriklerin kullanıldığı görülmektedir. Wood (2019) moda sektöründe kullanılmaya başlayan biyobazlı tekstillerin temelinde olumlu adımları barındırmasına rağmen kullanılabilirliği sağlamaya çalışırken yapılan uygulamalar ile çöp sahalarında birikmelerin önüne geçemediklerini vurgulamış ve Pinatex örneğini açıklamıştır.

Tüketicilerin israfı en aza indirmeye odaklanması ile, gıda endüstrisi yan ürünlerinin tekstil oluşturmak için kullanılması yerinde ve umut vaat ediyor. Pinatex®, Filipinler'deki gıda üretiminden kaynaklanan atık ananas yapraklarını alarak ve bunları İspanya'daki bir üretim birimi aracılığıyla elyafa işleyerek bu prensibi kullanır. Dokunmamış kumaş daha sonra elde edilen malzemeye deri/tuval benzeri bir görünüm ve his vermek için yerleşik tekstil terbiye işlemleri kullanılarak kimyasal olarak işlenir. Bununla birlikte, elyafın kendisi %100 biyolojik olarak parçalanabilirken, elde edilen tekstili kullanılabilir hale getirmek için uygulanan apre ve kaplama kimyasalları biyolojik olarak parçalanamaz, petrol bazlıdır (Wood, 2019).

2.1.1.3. Biyosentetik malzeme

Küçük moleküllerin enzimler aracılığı ile büyük moleküllere dönüşmesi olayına biyosentez denir. “Understanding “bio” material innovations” raporunda biyosentez, “canlı bir biyolojik organizmanın veya hücrenin basit molekülleri karmaşık moleküllere dönüştürdüğü süreçtir” (Biofabricate, 2020) olarak tanımlanmıştır.

Biyosentetikler, tamamen veya kısmen biyo-türetilmiş bileşiklerden oluşan sentetik polimer malzemelerdir. Bu bileşikler, biyolojik kökenli bir girdiyle (biyokütle) ve/veya işlemin canlı bir mikroorganizma tarafından gerçekleştirildiği durumlarda yapılabilir (Biofabricate, 2020). Biyokütlenin katalitik dönüşümü sebebiyle ya da mikroorganizmaların fermantasyon süreçlerinde kullanılmasıyla biyosentetik malzemeler elde edilebilir. Fermantasyon sürecinin herhangi bir aşamasında yer alması biyofabrike malzemelerle ilgili kesişim kümesi oluşturmuştur (görsel 2.1).

Biyolojik sistemlerin malzeme üretim sürecine dahil edilmesi ile sentetik muadillerinin olumsuz çevresel sonuçlarına bir alternatif sunmuş ve yenilenemeyen kaynak bağımlılığını azaltmıştır (Quijano, Speight, & Payne, 2021).

2.1.1.4. Biyofabrike malzeme

Biyofabrike malzemeler bitkiler veya hayvanların biyo içerik olarak kullanılmasının yerine canlı hücreler ve bakteri, maya, miselyum, alg gibi mikroorganizmalar tarafından kendiliğinden üretilmesi ile oluşturulur (Biofabricate, 2020).

Biyosentetik malzemelerin üretiminin bir kısmına dahil olabildiklerinden bahsetmiştik, bu durumda biyofabrike bileşenler üretimin belirli aşamalarında kullanılabilirler. İpek ve naylon gibi doğal veya sentetik malzemelerin oluşumunda yapıtaşı olarak yer alabilirler (Biofabricate, 2020).

Diğer yandan biyobirleştirilmiş yani biyomonte malzemelerin oluşturulması sürecinde mikroorganizmalar fermentasyon sonucu kendiliğinden birleşme ile malzeme oluştururlar. Miselyum veya mikrobiyal selüloz deri alternatifleri bu grubun belirgin örneklerindendir.

Biyobirleştirilmiş malzeme; canlı organizmalarla üretilirken, biyofabrike bileşen malzeme; canlı organizmalar kullanılarak üretilmektedir (Biofabricate, 2020).

Biyotasarım uygulamalarında biyofabrike malzemelerin kullanımı tercih edilmektedir. Hatta çoğunlukla miselyum, bakteri gibi mikroorganizmaların dahil edildiği biyobirleştirilmiş malzemeler kullanılmaktadır.

2.2. Biyotasarım

19.yüzyıldan bu yana tasarımcılara endüstri ve tüketiciler arasında güçlü bir bağ kurma sorumluluğu dayatılmıştır. Mevcut sistemin verdiklerini tüketicilerin kullanması için cazibeli hale getirilmesi istenmiş, sorgulama tarafının arkada bırakılması sektörle uyum içinde olma hali beklenmiştir (Moreno vd., 2016).

Tasarımcıların yenilikçi malzeme arayışının motivasyonları mevcut sistemin dayattığı rollerin dışına taşmak, gezegen için sorumluluk almak, tüketim davranışlarını iyileştirmek ve mikroorganizmaların iş birliği ile yaratılan malzemelerin estetik özelliklerinden faydalanmak olabilir.

Biyotasarım, biyomimikri gibi doğadan alınan yapısal ve estetik ilhamların dışında mikroorganizmaların üretime katılması ve beraberinde tasarıma dahil olduğu bir yaklaşımı savunmaktadır.

Biyomimikri, beşikten beşiğe ve popüler ancak sinir bozucu derecede muğlak “yeşil tasarım'ın” aksine biyotasarım, özellikle canlı organizmaların temel bileşenler olarak dahil edilmesini ve bitmiş eserin işlevini geliştirmesini ifade eder. Taklitçiliğin ötesine geçerek bütünleşmeyi, sınırları çözmeyi ve yeni melez tipolojileri sentezlemeyi amaçlar (Myers, 2012, s. 9).

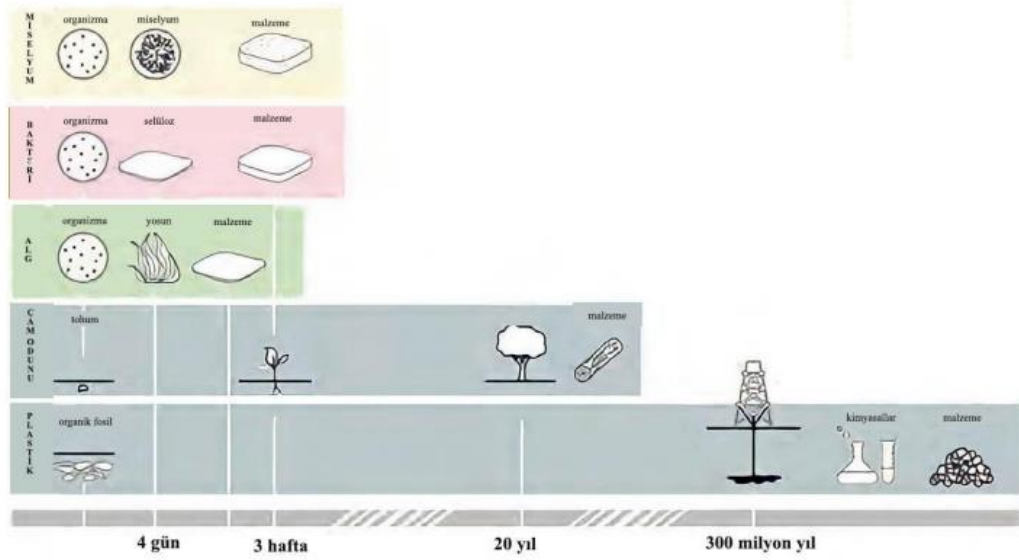
Mikroorganizmaların tasarım malzemesi için kullanılması yerleşik tasarım yapma sınırlarını zorlamış, tasarımcıların disiplinler arası çalışmalara katılmasının ve bazen yeni bir disiplini öğrenmesinin yolunu açmıştır.

Mikroorganizmaların tasarıma dahil olduğu süreci “büyüyen tasarım” ve “yaşayan tasarım” (Camere & Karana, 2017) olarak da adlandırıldığı görülmüştür.

"Yaşayan" ve "büyüyen" bir malzemenin içsel karakterizasyonu üzerinde çalışmak, nihai biyo-üretilmiş malzemenin estetik yönlerini kodlamak için bakteri/maya kolonileri üzerinde çalışabilen tasarımcılar için önemli ve çekici bir zorluktur (D'Itria, Bolzan, & Papile, 2021) .

Yaşayan ve büyüyen malzeme isimlendirilmesi bakteri gibi mikroorganizmalara karşı var olan çekingen tavrın, korkuların ve yargıların aşılmasında kolaylaştırıcı olmuştur. “Kendin yap” ve “malzemeni büyüt” gibi çağrılarla açık erişimli kaynaklardan bilgilerin paylaşılması ve start-up oluşumlarında malzeme yapıcılarla bir araya gelebilme imkanı biyotasarıma olan ilginin artmasını sağlamıştır (Quijano, Speight, & Payne, 2021).

Alg, bakteri ve miselyum mikroorganizmaları ile kendiliğinden birleşen yani biyofabriğe malzemelerin oluşması için belirli fermantasyon süreçlerinin tamamlanması gerekir. Günümüzde en çok kullanılan ahşap ve plastik hammaddeleri ile ürün elde edilmesi için gereken zamanı, biyofabriğe malzeme geliştirmek için gerekenden mislilerce fazladır. Nihai ürüne varmak için gereken zaman malzemenin biyolojik olarak parçalanması için gerekenle doğru orantılı olduğu açıkça görülmektedir(görsel 2.2). Elde ediliş süreçlerindeki önemli farklılıklardan biri de geleneksel malzemelerin hammadde eldesinden malzemeye dönüşmesine kadar geçen sürede parçalı üretim ile nihai sonucun elde edilmesidir. Böylelikle malzemenin süreç yönetimi şeffaflığını yitirebilir, halbuki mikroorganizmaların eşliğinde malzeme geliştirme ve tasarım süreçleri izlenebilirlik imkanı sunmaktadır. Bu üretim modeli malzemenin toplam maliyetini bilmek ve sonuçlarını gözlemlemek için uygunluk sağlar.



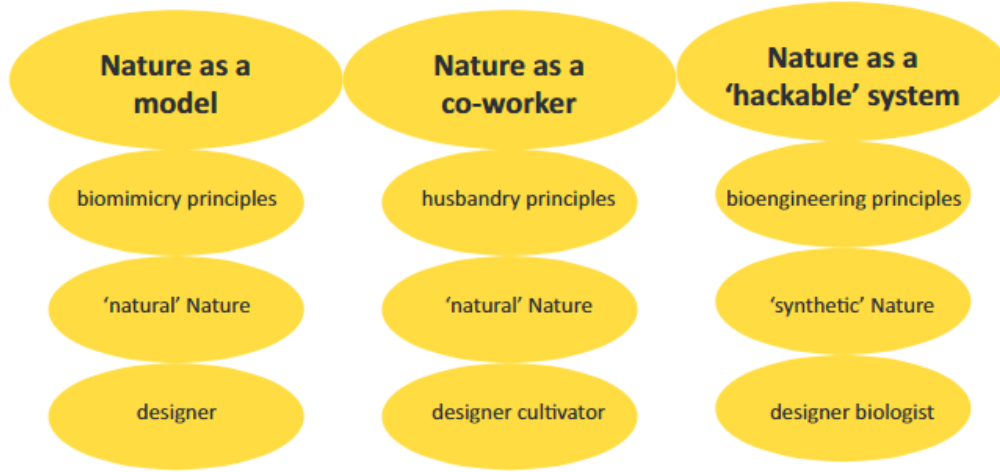
Görsel 2.2. Biyofabriğe ve geleneksel malzemelerin karşılaştırılması (Camere & Karana, 2017)

Collet (2017) mikroorganizmaların yeteneklerini kullanmayı tasarımcılar için “biyolojik saldırı ile maya ve bakterileri ayarlanabilir canlı fabrikalara dönüştürebiliriz” diyerek aktarmıştır. Bu söylem mikroorganizmaların davranışlarını, değişkenlere verdikleri tepkileri anlamayı ve bunu tasarım için kullanmayı anlatmaktadır.

Mikroorganizmaların tasarıma dahil edilmesi ekosistem görevlerinde de olduğu gibi verilere yanıt verme hızları ve yetenekleri malzeme keşfi için heyecan yaratan uygulamaların denenmesine fırsat sunmaktadır.

Mikroorganizmaların dahil edilmesi, çevrelerinden büyük miktarda veriyi entegre etme ve uygun bir yanıtı koordine etme yeteneklerine ek olarak, gerçek zamanlı olarak yeni uyarılara spontane tepki verme yetenekleri açısından açık bir avantaj sunar (Esat & Ahmed-Kristensen, 2018).

Collet (2017b) biyotasarım çalışmalarını sınıflandırmış ve tasarımcının çalışmadaki görevini vurgulayan bir yaklaşım sunmuştur. Carole Collet, Design & Living Systems Lab küratörlüğünde yapılan “En Vie – Alive” sergisi ile sentetik biyolojinin programlanabilir bir gelecek ve alternatif tasarım yolları sunduğunu belirtmiştir. Doğal dünya ile yeni tasarım ilişkisini “Biyomimikriden biyofaktüre” ismini verdiği bir hiyerarşi ile aktarmıştır (görsel 2.3.).



Görsel 2.3. Tasarım & Canlı Sistemler (Collet, 2017b)

Collet (2017b) doğa ile çalışma prensibini model olarak doğa, iş arkadaşı olarak doğa ve yeniden programlanabilir doğa olarak üç bölüme ayırmıştır.

- Model olarak doğa: İlhamını doğanın süreç ve davranışlarından alan; doğayı taklit eden mimar ve tasarımcıları içerir. Temel ilkeleri biyomimikriye dayanan model olarak doğa intihalcilerin (the plagiarist) çalışma alanıdır.
- İş arkadaşı olarak doğa: Arılar, mantarlar, bakteriler, algler veya bitkilerle çalışan ve tüketim mallarını büyütmek ve işlemek için biyoteknolojiyi ve yeni teknikleri kullanan yeni zanaatkarlar (the new artisans) olarak tanımlanan mimar ve tasarımcılardır. İşbirlikçi doğa yaklaşımında tasarım üretimden çok bahçecilik ve çiftçilikle ilişkilendirilmiştir.
- Yeniden programlanmış sentetik doğa: sentetik biyologlarla beraber çalışan tasarımcı ve sanatçıların biyomühendislik alanının en yeni teknolojilerini kullanarak bilimsel araştırmalar yaptığı alandır. Tasarlanmış canlı organizmaların kullanımı ile gelecek senaryolarını kurgularlar. Çalışmanın yaratıcıları Biyo-korsan (the bio-hackers) olarak tarif edilmiştir.

Doğa çerçevesinde canlı sistemlerle tasarım çalışmalarını yukarıdaki gibi şekillendiren Collet, (2017b) yeni hibrit organizmalar yaratan ve kavramsallaştırılmış hayali doğa seçeneklerinin de var olduğunu böylece kısırtıcı senaryoların belirlenebileceğine dikkat çekmiştir. Genetiği değiştirilmiş ve görevleri tanımlanmış hayali doğa seçeneği etik tartışmaların önünü açmaktadır.

İşbirlikçi doğa yaklaşımı tasarımcılar için makul bir seçenek olarak görülmüş ve çalışmalar bu yaklaşım çevresinde yoğunlaşmıştır. Alg, miselyum, bakteri ve maya gibi biyolojik sistemlerin çalışma düzenini anlamak, keşfetmek tasarımcılar için basit olmanın ötesinde karmaşıktır.

Biyolojik sistemlerin büyümesi, yanıt vermesi, çeşitlenmesi ve olağanüstü özelliklerine göre optimize edilmesindeki karmaşıklığın ta kendisidir (Azevedoa & Matak, 2022).

Bakteri selülozu ile ilgili detaylı literatür sonraki başlıklarda aktarılmıştır.



3. BAKTERİ SELÜLOZU

Selüloz biyosferde yoğun bulunan bir polisakkarittir. Ticari ürünlerde kullanılan selüloz çoğunlukla bitkiselidir. Bitkilerin çeper yapısında bulunarak diklik ve sertlik kazandırır. Selüloz, temel olarak karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan yapısal bir karbonhidrat olarak sınıflandırılır ve genel moleküler formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ ile tanımlanabilir.

Bitkisel selüloz pamuğun büyük bir kısmını odunun ise neredeyse yarısını oluşturmaktadır ve mısır, pirinç, yulaf, soya fasulyesi gibi bitkilerin kabuklarından da elde edilebilmektedir. Ticari kullanım amaçlarına göre farklı selüloz kaynakları kullanılmaktadır (Aydınlı, 2010). Kolay bulunabilen ekonomik bir kaynak olarak görülen bitkisel selülozun yapısında lignin, hemiselüloz ve pektin gibi biyopolimerler bulunur ve sadece saflaştırma işlemi yapılarak kullanılabilir hala gelmektedir (Silva Jr vd., 2021, s. 2967).

Selüloz, bitkiler dışında mantar, bakteri ve alg gibi birçok mikroorganizmada da bulunur. Bakterilerin geliştirdiği selülozu ilk raporlayan kişi 1886 yılında A.J. Brown olmuştur. Bakterilerin besi yerlerinin üzerinde gelişen pelikülün kimyasal formülü bitki selülozuna eşdeğerdir (Wang, Tavakoli, & Tang, 2019, s. 63; Pillai, 2018). 19.yy. da raporlanan bu bilgi 20. yüzyılın ortalarında önem kazanmıştır (Ashjari vd., 2013, s. 121).

Selüloz normalde ya yeşil bitkilerin ve mantarların birincil hücre duvarlarında yapısal bir bileşen olarak bulunur ya da bazı bakteri türleri tarafından biyofilm olarak salgılanır.

Bakterilerin hava-sıvı arayüzeyinde koruyucu duvar gibi ördükleri bu yapı jelatinimsi bir mata benzer. Mikrofiberler iç içe geçerek kümelenir; düzensiz ağlar veya flokülen yapılar oluşturur (Wang, Tavakoli, & Tang, 2019, s. 63).

Bakteri selülozu bitki selülozuna kıyasla üstün yapısal ve benzersiz mekanik özelliklere sahiptir. Lignin ve hemiselüloz gibi kirleticileri içermemesi yüksek saflık sağlarken biyoyumumluluk, biyolojik olarak parçalanabilirlik gibi muhteşem özellikleri beraberinde getirir (Singh vd., 2020). Doğa dostu bu değerli polisakkarit yapısal; olarak bitki selülozundan çok daha küçük, 20 ila 100 nm arasında çap değeri (Popa vd., 2022) gösteren ipçiklerden oluşurken 100 kat daha incedir (Aydınlı, 2010). Bu özellik; yüksek

gerilme dayanımı, kristallik, su emme kapasitesi, gözenekli yapı gibi karakteristik özellikler kazanmasını sağlar (Rathinamoorthy & Kiruba, 2020;Wua vd., 2020).

Mikrobiyal selüloz ve biyoselüloz olarak da bilinen bakteriyel selüloz, selüloz üretebilen bakterilerden elde edilmektedir. Bakteri selülozu *Acetobacter*, *Aerobacter*, *Gluconacetobacter*, *Azobacter*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Sarcina*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Salmonella* ve *Alcaligenes* cinslerine ait birçok Gram-negatif bakteri türü tarafından da üretilmektedir (Silva Jr vd., 2021, s.2967).

Acetobacter xylinum (*A. xylinum*) doğanın en üretken selüloz üreten mikroorganizması olarak bilinmekle birlikte bu organizma, toprakta ve çürüyen meyvelerin üzerinde hatta şeker kamışı, kahve, çay gibi kafein oranı yüksek bitkilerde de simbiyoz halinde bulunabilmektedirler (Quijano, 2017).

Kombucha çayının yapımında da kullanılan mikroorganizma konsorsiyumunda *A. xylinum* yer almaktadır (Quijano, 2017). Kökeni M.Ö. 220'ye dayanmakta olan bu çay, günümüzde probiyotik bir içecek olarak kullanılmakta, gün geçtikçe popülerliği artmaktadır (Cohen, Emma, & Yavuz, 2020, s. 155). Kombucha çayı, bakteri selülozu yetiştirmek için önemli bir yol sunmuştur.

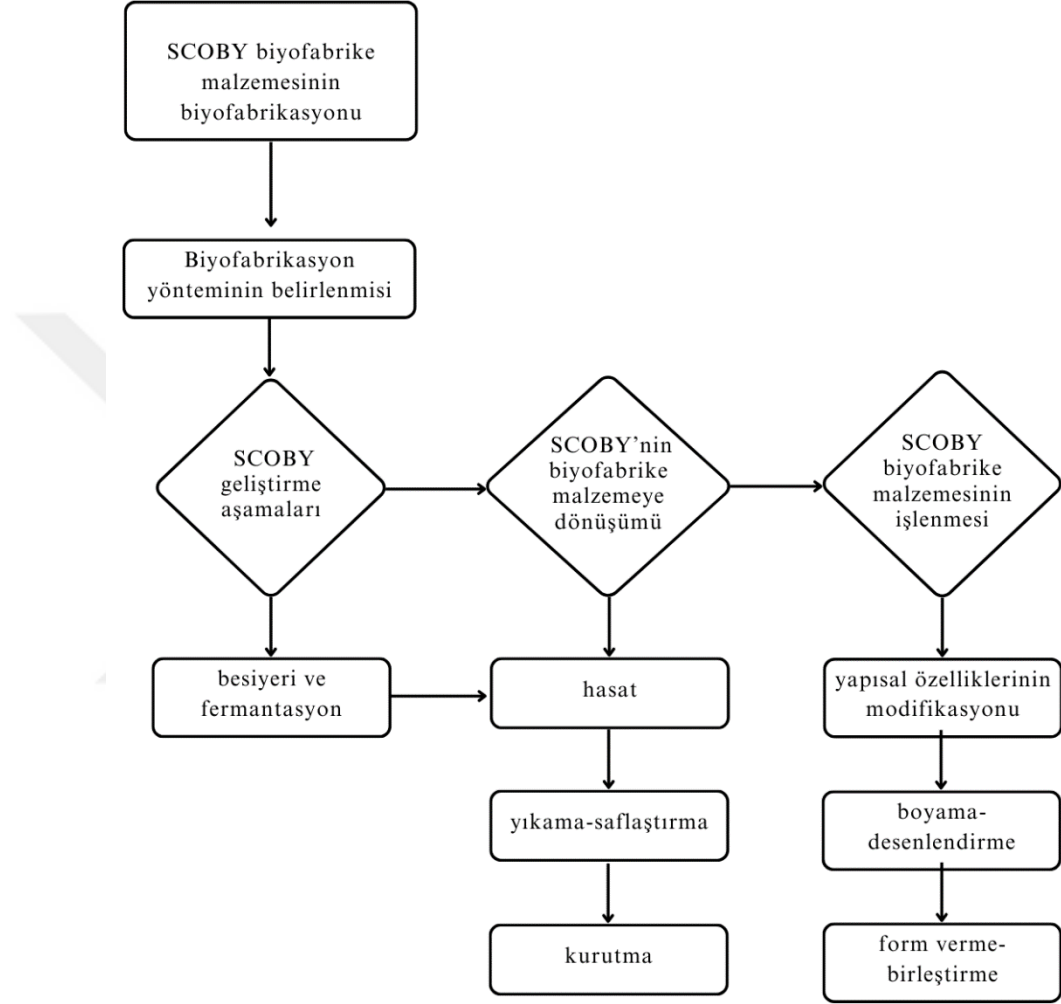
Kombucha çayı üretiminde mikrobiyal topluluk, sıvı içinde salınan invertazların etkisiyle sükrözün glikoz ve fruktoza parçalanmasını düzenleyen mayaların etkisiyle ortam dönüşümünü başlatır (Oliveira vd., 2022, s. 185), böylece simbiyotik bakteri ve maya kolonisinin (SCOBY) oluşumu gözlemlenir. SCOBY bakteri ve maya tarafından eğrilen selüloz nanofibrillerinden üretilmiştir. Zamanla SCOBY kalınlaşır ve bazı uygulamalar sonucu kağıt inceliğinde veya deri benzeri hale gelebilmektedir.

Yenilikçi ve biyouyumlu malzeme; kombucha çayı yapım sürecinin yan ürünü olarak gelişen SCOBY, benzersiz yapısal ve mekanik özellikleriyle araştırmacıların ve tasarımcıların yoğun ilgisini çekmiştir.

Biyofabrike malzemelerden biyobirleştirilmiş malzeme sınıfına giren SCOBY geleneksel bir tekstil gibi işlenebilir ve tabaka şeklinde kurutulabilir ya da kurutma işlemi sırasında bir form etrafında kalıplanabilir. Ayrıca hidrofilik ve gözenekli yapısal özellikleri sonucu kolayca renklendirme, yumuşatma vb. modifikasyonlar yapılabilir.

3.1. SCOBY Biyofabrike Malzemesinin Biyofabrikasyonu

SCOBY biyofabrike malzemesinin biyofabrikasyon aşamaları şekil 3.1.'deki diyagramda aktarılmıştır.



Şekil 3.1. SCOBY biyofabrike malzemesinin biyofabrikasyon diyagramı

3.1.1. Biyofabrikasyon yöntemleri

Yetiştirilme yöntemi Bakteri selülozunun (BC) gelişim süresini, yapısal ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir (Quijano, 2017). Seçilen yöntem, BC'nin hangi amaçla kullanılacağına ve ihtiyaç duyulan selüloz miktara göre değişebileceği gibi ekonomik ve ticari gereksinimler de yöntem için belirleyici olabilmektedir.

Sabit kültür, çalkalamalı kültür, yatay fermentörlerde yetiştirme veya iç döngü hava ikmal reaktörlerinde yetiştirme gibi teknikler biyosentez süreci için kullanılmaktadır (Ashjarian vd., 2013, s. 121), fakat çoğunlukla sabit kültür yöntemi kullanılmakta ardından da çalkalamalı kültür yöntemi gelmektedir.

Sabit kültür yöntemi ile mikroorganizmalara sakin bir büyüme ortamı sağlanmaktadır. Kültürdeki bakteriler ortamda çözünmüş oksijeni tüketerek sayılarını arttırmaya ve daha fazla oksijene ihtiyaç duyduklarında ise hava-sıvı arayüzeyinde birikmeye başlamaktadırlar (Fernandes, 2021). Süreç ilerledikçe BC katmanı kalınlaşır ve oksijen ihtiyacını karşılamak zorlaşırken selüloz sentezindeki verim ise düşmeye başlamaktadır. Görülüyor ki BC üretiminin verimi kültür ortamının yüzey alanına göre değişkenlik göstermektedir (Aydınlı, 2010). Aynı zamanda bu durum BC'nin yetiştirildiği kabın yüzey şeklinde bir tabaka oluşturmasını sağlamaktadır. Böylece uygulanacak tasarımın kalıplarına göre tasarlanacak kaplar sayesinde tasarım sürecindeki kesme-kalıplama aşamalarını ortadan kaldırmak bir seçenek olacaktır.

Sabit kültürde BC yetiştiriciliği uzun bekleme süreleri istemektedir, bu durum birçok kaynak tarafından olumsuz bir özellik olarak aktarılmıştır. Ancak yüksek azot ihtiyacının olmaması ve uygun sıcaklık aralıklarında yetiştirilebilmesi çalışmalarda sıklıkla tercih edilmesinin sebeplerinden olmuştur (García, 2019).

Çalkalamalı kültür yönteminde BC sabit kültür yönteminden farklı olarak lifli süspansiyon, düzensiz kütleler, peletler veya küreler şeklinde üretilebilir (Ashjarian vd., 2013, s. 121; Wang, Tavakoli, & Tang, 2019, s. 63). Bakterilerin Kültür çalkalandığında daha hızlı büyüdüğü ve yetiştirme süresinin kısaldığı görülmektedir, ancak kesme-gerilme kuvvetinden kaynaklı BC üretimindeki verim düşmektedir (Aydınlı, 2010). Yine de hızlı üretim potansiyeline sahip olması nedeniyle endüstriyel uygulamalarda potansiyel yetiştirme yöntemi olarak gösterilmektedir (Ashjarian vd., 2013, s. 121).

Devam eden başlıklarda simbiyotik bakteri ve maya kolonisi (SCOBY)'nin sabit kültür yöntemiyle yetiştirilmesini içeren literatür aktarılmak istenmiştir.

3.1.2. SCOBY geliştirme aşamaları

Kombucha, tatlandırılmış yeşil veya siyah çaydan elde edilen fermente bir içecektir ve yan ürün olarak bakteri selülozu elde edilmektedir.

Kombucha çayı su, şeker, çay ve önceden hazırlanmış kombucha çayı eklenerek hazırlanmaktadır. Yüzyıllık bu tarifi hazırlayabilmek için önceden fermente olmuş kombucha çayını yani kombucha kültürünü kullanmamız önemlidir. Kombucha kültürü, asit üreten bakteriler ve ozmofilik maya türlerinin simbiyotik büyümesinden oluşur. Çayın fermentasyonu sırasında, hava-sıvı ara yüzeyinde jelatinimsi, selüloz bazlı bir kombucha anası oluşmaya başlar (Wang, 2020). Bu süreç pelikül, membran, film, mat gibi isimlerle adlandırılan simbiyotik bakteri ve maya kolonisini (SCOBY)'nin eldesiyle sonuçlanır.

SCOBY geliştirme aşamaları şu şekildedir:

1. Kaynatılmış suyun içinde siyah/yeşil çay demlenmelidir.
2. Demlendikten sonra çay parçalarının uzaklaştırılmasının ardından karbon kaynağının ilave edilip karışımın homojen hale gelene kadar karıştırılması gerekmektedir. Bu karışım artık bir besi yeri olacaktır.
3. Uygun sıcaklığa gelen besiyerinin içine kombucha kültürü eklenerek aşılama(inokülasyon) yapılır.
4. Fermentasyon sürecini hızlandırmak, asidik dengeyi sağlamak ve mikroorganizma yoğunluğunu arttırmak için SCOBY eklenir. Eklenen SCOBY ana, maya gibi tanımlamalar aldığı görülmüştür.
5. Hava akışının sağlanması için fermentasyon kabının ağzı açık kalmalıdır, fakat ortamdaki kirlenme oluşturabilecek maddelerden korumak için temiz pamuklu bir bez ile örtülmelidir.
6. Hareket ettirilmeden, direk güneş ışığını almayan bir yerde uygun sıcaklık koşullarında 15 gün kadar bekletildikten sonra hava-sıvı arayüzeyinde yeni SCOBY oluşumu gözlemlenir.
7. SCOBY istenilen kalınlığa ulaşıncaya kadar kültürden ayrılır yani hasat edilir (Gonzales, 2020).

Turhan ve arkadaşları (2022) BC yetiştirmede kullandığı üretim yöntemini şöyle aktarmışlardır.

100°C'de 10 dakika demlenmiş 4 gr. yeşil çay, 100 gr. sükröz ve asitlendirme için 30 ml. Fermente sıvı kullanılarak 1 L. su içerisinde 20 ± 2°C'de ve %65 ± 5 nemde 34 gün boyunca statik koşullarda yetiştirilmiştir (Turhan vd., 2022).

Hasadı yapılan SCOBY yıkama, saflaştırma, kurutma, aşamalarından geçirildikten sonra kullanılabilir biyofabriğe malzeme haline gelmektedir.

Hasat öncesi ve sonrasında ek uygulamalar dahil edilerek malzemenin estetik ve mekanik nitelikleri değiştirilebilir.

3.1.2.1. Besiyeri ve fermentasyon süreci

SCOBY büyüebilmek için karbon, azot ve oksijen kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Verimli BC gelişimi için en iyi besi yeri ortamının bol karbon ve hafif azot olduğu belirtilmiştir (Quijano, 2017).

Oksijen

Bakteriler belirli bir aşamaya kadar çoğalmak için su içindeki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Kullanılan su iyonları giderilmeli ve *Acetobacter xylinum* bakterisini öldürmekten kaçınmak için saflaştırılmalıdır. Saf su kullanılmıyorsa, içme suyu 5 ila 10 dakika kaynatılarak kullanılabilir (Gonzales, 2020).

Azot

Azot kaynağı olarak çoğunlukla yeşil veya siyah çay kullanılır. Yeşil çayın daha iyi bir verim sağladığı görülmüştür (Quijano, 2017).

Karbon

Endüstriyel karbon çıktılarının BC yetiştirmek için kaynak olarak kullanılabilmesi üzerine yapılan çalışmalar, BC'nin ticari ve endüstriyel alanlarda kullanılabilirliği olası kılmaktadır. Karbon kaynağının mevcut sistem çıktılarından elde edilebilir olması fikri doğa dostu bu malzemenin değerini yükseltmektedir. Sayıları artan bu araştırmaların sektörler arasında endüstriyel simbiyoz sağlayarak döngüsel kaynak kullanımının olanaklarını araştırmak olduğu görülmüştür.

Karbon kaynağı olarak yaygın şeker formundaki sakkaroz kullanılmaktadır (García, 2019; Oliveira vd., 2022, s. 185). Pahalı bir seçenek olarak görülen yaygın şeker formu araştırmacıları farklı karbon kaynaklarını kullanarak besiyeri oluşturma çabasına itmiştir. Literatürde tatlı patates (Freeman vd., 2016, s.109), tarımsal mısır sapı (Pillai, 2018), tütün atık ekstraktı (Yea, ve diğerleri, 2019), tatlı sorgum(kök, sap, yaprak ve

meyve) kısımları (Wang, ve diğerleri, 2021), peynir altı suyu, elma suyu, bira yapım işlemlerinden kalan kullanılmış tahıl (Nguyen, ve diğerleri, 2021) ve içki fabrikası atık suları (Jahan, Kumar, & Saxena, 2018, s. 922) karbon kaynağı alternatifi olarak sunulmuştur.

Aşırı karbon kaynağının varlığında BC gelişiminin olumlu etkilendiği, verimini arttırdığı belirtilmiştir (Nguyen vd., 2021).

Ph

Verimli üretim için kültür ortamının optimum pH değeri 4.0 ile 6.0 arasında olmalıdır. Selüloz verimi pH 4.0'ın altında düşmeye başlar. Biyosentez sırasında oluşan ve ortamda biriken glukonik, asetik ve laktik asit pH değerini düşürmektedir (Aydınlı, 2010). Bu durumun önüne geçebilmek ve verimi optimum değerlerde tutabilmek için kültür ortamına elma sirkesi (Gonzales, 2020) ya da HCl asit (Tarhan, 2017) ilavesi yapıldığı görülmüştür.

Sıcaklık

Sabit kültür yöntemi ile yapılan yetiştiricilikte oda sıcaklığı fermantasyon için uygun görülmektedir. Kombucha çayı yapımında aktarılan sıcaklık değeri 24°C 'dir (Tarhan, 2017).

SCOBY gelişimi için 30 °C'de yapılan çalışmaların iyi bir verim sağladığı görülmektedir (Costa vd., 2019, s. 580; Jr. vd.,2021, s. 1333).

İnokulasyon(aşılama)

Karbon, azot ve su içeriklerinden oluşan besiyerine mikroorganizma inokülasyonu yapılarak fermantasyon süreci başlatılır. Bir başka deyişle bu süreç, SCOBY ve bir önceki partide üretilen fermente sıvının bir kısmının tatlandırılmış çaya eklenmesini içermektedir (Oliveira vd., 2022, s.185). Çalışmalarda çoğunlukla %10'luk kültür inokülasyonu yapıldığı görülmüştür (Tarhan, 2017; Jr. vd., 2021, s. 1333).

Fermantasyon

Fermantasyon halk arasında mayalanma olarak bilinen süreç; anaerobik koşullarda glukozun kimyasal yıkımı sonucunda ATP enerjisinin meydana geldiği biyokimyasal bir tepkimedir (Tarhan, 2017). Bu süreçte, kombucha çayındaki bakteri ve

mayalar karbon kaynağını öncelikle etanol'e, ardından asetik asit ve çeşitli organik asitlere dönüştürür (Wang D. , 2020).

SCOBY yetiştiricisi için fermantasyon süresi varmak istediği sonuca göre değişiklik gösterebilir. Statik koşullarda 10 günlük (Tarhan, 2017), 21 günlük (Aydınlı, 2010), 34 günlük (Turhan vd., 2022) fermantasyona bırakılan çalışmalar yapılmıştır.

Kirlenme(kontaminasyon)

Yetiştirme sürecinde kullanılan tüm ekipmanların steril olması gerekmektedir. Sterilizasyon işlemi yetiştirme gerçekleşecek kaba, karıştırıcılara ve ölçü için kullanılan tüm ekipmanlara %70 alkol püskürtülüp havada kurutma yöntemiyle yapılabilir (Jones, 2021). Tüm bu işlemler sırasında ve sonrasında alkolle temizlenmiş eldiven kullanımı yetiştirici tarafından gerçekleşecek kirlenmeleri önlemek için kullanılması tavsiye edilmektedir.

Sabit kültürü konumlandığımız yerde gıdanın olmaması gerekir, şekerli besiyeri özellikle meyve sineklerinin ilgisini çekerek kirlenme riskini artırabilir. Çevreden gelebilecek kirleticilerden korumak için kültürü nefes alabilen temiz bir örtü ile kapamak gerekmektedir (Nalesu, 2021). Böylece hava akışı da engellenmemiş olacaktır.

SCOBY büyüme sürecindeyken rahatsız edilmemelidir, özellikle metallerle teması engellenmelidir (Jones, 2021).

Bakteriyel selülozun evde yetiştirilmesi sürecinde kirlenme olasılığı yüksektir. Bakteriyel selülozun yüzeyinde yeşil veya kahverengi daireseller oluşmaya başlarsa, küf kontaminasyonu gelişmiş demektir. Gözle görülür kirlenme işaretlerinin yanında keskin fermante ve çürümüşlük kokusu da kontaminasyon için uyarıdır (Jones, 2021).

Besiyeri asidik olduğunda veya ani sıcaklık değişimlerinde küf oluşumu gözlemlenir (Lynch, 2022, s. 213). Küfü temizlemek için aynı ölçülerde hazırlanmış su ve sirkeden hazırlanan solüsyon etkilenen bölgelere püskürtüldüğünde küf yok olmakta ve BC üretimi devam edebilmektedir (Quijano, 2017).

3.1.3. SCOBY'nin biyofabrike malzemeye dönüşümü

SCOBY istenen kalınlığa ulaştığında kültür ortamından çıkarılır ve yetiştirme süreci tamamlanmış olur. SCOBY üzerindeki besiyeri kalıntıları ve mikroorganizmalardan arındırılmalıdır. Bunun için ardışık olarak yıkama ve saflaştırma işlemleri uygulanır. Son olarak kurutma yapılır ve ara aşamalarda mekanik dayanımını ve estetik özelliklerini değiştirmek için ise modifikasyon uygulamaları yapılabilmektedir.

3.1.3.1. Hasat zamanı

İdeal koşullar oluşturulduğunda kültür ortamının yüzeyinde 12 saat gibi kısa bir sürede biyofilmin oluştuğu, hatta 15 gün sonra 2-3 cm kalınlığa ulaştığı gözlemlenebilir (Jones, 2021). Bu süre yetiştirme yapılan kabın yüzey alanına, besiyerinin içeriğine ve ortam değişkenlerine bağlı değişebilmektedir. SCOBY hasat edilmeye hazır olduğunda, kültür ortamından çıkarılır (Jones, 2021). SCOBY yetiştiricisi uygulama alanına göre hasat zamanına karar verir.

Deri benzeri bir sonuç alabilmek için SCOBY kalınlığının 1cm'in altında olmamalıdır, daha altındaki kalınlıklarda kâğıt benzeri bir sonuç vermektedir.

3.1.3.2. Yıkama

SCOBY, kültür ortamından kalan kalıntılardan ve bağımsız yüzen bakteri ve mayalardan arındırılmak için yıkanır ve saflaştırılır. Yıkama aşamasından sonra saflaştırma işlemleri yapılır ancak bazı çalışmalarda bu aşama atlanmıştır.

Yıkama işlemi sonrasında SCOBY'nin asidik kokusunda azalma (Ghalachyan, 2018) olduğu ve yapışkanlığının giderildiği (Gonzales, 2020) belirtilmiş ve sabunlu su içinde bekletme süresinin artmasının sonucu olarak da kurutma sonrası elde edilen BC'nin buruşuk dokusunda artış olduğu aktarılmıştır (Nalesu, 2021).

Sadece yıkama işlemi yapan çalışmalar maddeler halinde verilmiştir.

- Sıcak sabunlu suda yıkandıktan sonra 24 saat sabunlu suda bırakılıp ardından yaklaşık 30 dakika boyunca durulanmıştır (Ghalachyan, 2018).
- Her 1 g ıslak selüloz için 10 ml damıtılmış su kullanılarak daldırma yöntemiyle yıkanmıştır (Kaminski vd., 2020, s. 5353).
- Ev tipi deterjanla yıkanmıştır (Gonzales, 2020).

- Ilık suda bulaşık deterjanı kullanılarak yıkanıp durulama yapılmıştır (Freeman vd., 2016). Ardından ılık su ve daha fazla bulaşık deterjanı içeren bir kovaya konarak 3 gün boyunca bekletilmiştir (Nalesu, 2021).

3.1.3.3. Saflaştırma

Saflaştırma işlemi, SCOBY üzerine yapışmış ve çevresinde yüzen bakteri ve maya hücrelerinin, kültür sıvısı içinde az miktarda olsa bulunabilen proteinleri, tanenleri ve polifenollerini uzaklaştırmak için kullanılmaktadır (Wang, 2020). Saflaştırılma yapılmamış BC'nin yapısında, yüksek miktarda amorf madde bulunduğu ve bu sebeple kristalliğinin düşük olduğu belirtilmiştir (Sederavičiūtė, Bekampienė, & Domskienė, 2019).

Bakteri selülozunun saflaştırılması üzerine yapılan araştırma çalışmasında 4 farklı kurguda saflaştırma işlemleri denenmiş, ardından kurutulmuş BC yapısındaki madde ölçümleri ve kalınlık farklılıkları tespit edilmiştir. Düşük ve yüksek sıcaklıklarda 1M NaOH çözeltisiyle saflaştırma yapan araştırmacı yüksek sıcaklıkla yapılan saflaştırma sonucu BC'nin daha ince olduğunu ve su emme kapasitesinin azaldığını aktarmıştır (Wang, 2020).

Farklı bekleme süreleriyle saflaştırma denemeleri yapan araştırmacının önerdiği saflaştırma işlemi: 8 saat boyunca %0,5 NaOH çözeltisinde bekletme ardından suda yıkama işlemi olmuştur (Sederavičiūtė, Bekampienė, & Domskienė, 2019).

BC'nin ıslak ve kuru formları farklı mekanik özellikler gösterir. Islak formdayken mekanik dayanımının fazla olduğu bilinmektedir. Saflaştırma aşamasında kullanılan alkali maddelerin kuru formdaki BC'nin mekanik özelliklerine etkisini araştıran çalışmada: potasyum hidroksit (KOH), sodyum karbonat (Na_2CO_3) ve potasyum karbonat (K_2CO_3) maddeleri ile yapılan saflaştırma sonuçlarının, 0.1M NaOH çözeltisi ile yapılan saflaştırmaların aksine BC'nin mekanik dayanımının arttığı aktarılmıştır (Aydınlı, 2010).

Saflaştırma işlemi için çoğunlukla sodyum hidroksit (NaOH) ile hazırlanan zayıf alkali çözeltilerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Saflaştırma aşamalarında kullanılan sodyum hidroksit çözeltisinin derişimi, uygulama sıcaklığı ve yöntemleri değişiklik göstermektedir. Tablo 3.1.'de araştırma kapsamında incelenen kaynakların saflaştırma işlemleri aktarılmıştır. Tüm uygulamalar son aşama olarak pH nötr olana kadar suda yıkama ya da bekletme işlemi yapmıştır.

Tablo 3.1. Sodyum hidroksit çözeltisi ile yapılan saflaştırma işlemleri

Sıcaklık	Süre	Alkali Çözelti	İşlem	Kaynak
80°C	90 dk	0,5 mol/L NaOH	Yıkama	(Pillai, 2018)
80°C	30 dk	%4'lük NaOH	Bekletme,	(Costa vd., 2019, s. 580)
	60 dk	%1'lik NaOH	Kaynatma	(Wua vd., 2020)
	60 dk	0.1 M NaOH	Bekletme	(Galdino S.Jr. vd., 2021).
	8 saat	Belirtilmemiş	Bekletme; 1.,2. ve 4. saatlerde çözelti yenileme	(Turhan vd., 2022, s. 40).
30 ± 0,2 °C	24 saat	%0,5 NaOH	120 rpm hızda çalkalama 1, 2, 4 ve 8 saat bekleme süreleri denenmiştir.	(Sederavičiūtė, Bekampienė, & Domskienė, 2019)
80°C	60 dk	2M NaOH	Bekletme	(Aydınlı, 2010)
	60 dk	%0,5 (w/v) NaOH		(Nguyen vd., 2021)
		%1 NaOH	Daldırma	(Harmon, 2017)
80°C	60 dk	0,3 mol/L NaOH		(Wang vd., 2021)

Saflaştırma işlemi ardından SCOBY'nin;

- Kültür kalıntıları ve mikroorganizmalardan arındığı,
- Su emme kapasitesinin azaldığını,
- Cilde temas için uygun hale geldiği (Sederavičiūtė, Bekampienė, & Domskienė, 2019),
- Renk homojenliğinde artma (Galdino S.Jr. vd., 2021) olduğu sonuçlarına varılmıştır.
- Asidik sirkemsi kokusunda azalma olduğu görülmüştür.

3.1.3.4. Kurutma

Yıkama ve saflaştırma işlemlerinden sonra SCOBY kurutma aşaması için hazırlanır. Saflaştırma aşamasından sonra SCOBY'nin yaş ağırlığında artış olduğu belirtilip, kullanılan zayıf alkalinin selüloz yapısındaki gözeneklerin açılmasına ve daha fazla su emilimine izin vermesine sebep olduğu aktarılmıştır (Wang, 2020). Bu durum BC'nin hidrofilik özelliğinin bir sonucu olarak görülmektedir.

SCOBY'nin kararlı bir yapıda kalmasını sağlamak için suyun uzaklaştırılması gereklidir. Çalışmalarda farklı kurutma teknikleri ve sıcaklıkların kullanıldığı görülmüş, neredeyse her uygulama sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutma işlemi devam ettirmiştir. Tablo 3.2.'de araştırma kapsamında incelenen kaynakların kurutma işlemleri aktarılmıştır.

Çalışmalarda ortam sıcaklıklarında kurutma, fırında kurutma ve dondurularak kurutma işlemlerinin uygulandığı görülmektedir.

Ortam sıcaklığında kurutma yapılarak BC doğal koşullarda kuruması sağlanır, bunu için herhangi bir enerji kaynağı kullanmaya gerek kalmamaktadır. Açık havada, iç alanda veya güneş altında kurutma yapılabilir. Fırında kurutma işleminden çok daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duyan ortam sıcaklığındaki kurutma seçenekleri tekstil benzeri malzeme sonuçlarına ulaşmak isteyen araştırmacılar tarafından tercih edildiği belirtilmiştir (Quijano, 2017; Ghalachyan, 2018; Nalesu, 2021).

SCOBY kurutma için işlenmemiş ahşap tahta gibi emici bir malzeme üzerine yerleştirilir, yerleştirme öncesinde yüzeye vazelin sürülmesi BC'nin yapışmasını önlediği için önerilmiştir (Quijano, 2017). BC dokulu yüzey üzerine serilerek veya nesnelerin etrafı sarılarak da kurutulabilmektedir (Jones, 2021).

SCOBY'nin kalınlığına bağlı olarak kurutma süresi değişkenlik göstermektedir (Ghalachyan, 2018). Kuruma sonrası içeriğinde yoğun suyu kaybeden SCOBY oldukça incilir (Gonzales, 2020). Aynı zamanda büzülme-kırışma gibi farklılaşmaların olduğu belirtilip ıslak SCOBY'nin kurutma sırasında sabitlenmesi önerilmiştir (Sederaviçiūtė, Bekampienė and Domskienė, 2019).

Tablo 3.2. Farklı yöntemlerle yapılan kurutma işlemleri

Sıcaklık	Süre	Yöntem	Kaynak
80°C	8 saat	Etüvde	(Aydınlı, 2010)
Ortam sıcaklığı		Havada	(Freeman vd., 2016)
Ortam sıcaklığı		Havada	(Harmon, 2017)
Dondurularak		Ev tipi dondurucu	(Harmon, 2017)
Ortam sıcaklığı	Birkaç gün	Havada	(Quijano, 2017)
Ortam sıcaklığı	4-7 gün	Havada	(Ghalachyan, 2018)
80°C			(Pillai, 2018)
25 ± 1 °C			(Sederavičiūtė, Bekampienė, & Domskienė, 2019)
60 °C	12 saat		(Costa vd., 2019)
80°C	24 saat	Fırında	(Gao vd., 2020, s. 73)
		Boyamadan önce Fırında, Sonra havada	(Galdino S.Jr vd., 2021)
90 °C'de	24 saat	Fırında + 180 °C'de 3 saat kürleme	(Fernandes, 2021)
-110°C'de	24 saat	Dondurularak	(Nguyen vd., 2021)
-105°C'de	6 saat	Dondurularak	(Wang vd., 2021)
Ortam sıcaklığı		Her gün çevrilerek	(Nalesu, 2021)

Kurutma sıcaklığının SCOBY özellikleri üzerindeki etkisi inceleyen araştırmada: malzemesinin kurutma sıcaklığına duyarlı olduğu, daha yüksek sıcaklıklarda kurutulduğunda sertleştiği ve mukavemet kaybettiği sonucuna varılmıştır (Fernandes, 2021) .

Fırında kurutma işleminin renk yoğunluğu ve bütünlüğünü desteklediği ve SCOBY dokusun işlenmiş hayvan derisine benzer yumuşak, esnek bir film tabakasına dönüştüğü aktarılmıştır. (S. Costa vd., 2019, s.580).

SCOBY'yi dondurarak kurutan araştırmacı (Harmon, 2017); malzemenin yapımdan önce buharda pişirilmesi, şekillendirilmesi ve yeniden kurutulması gerektiğini vurgulamıştır. Havada kurutma sonrası boyama yaparak direk uyguladığı üründen çok daha ince ve yumuşak olduğunu belirtmiş ve bazı birleştirme teknikleri için yeterli dayanıma sahip olmadığını aktarmıştır. Giysi çalışmaları için malzemenin örtücülüğünün az olduğu ve pamuklu kumaşla astarlama yapıp bu sorunların giderilebileceğini söylemiştir.

Kurutma işlemi ardından SCOBY'nin:

- Kurutma yapılan yüzey seçiminin SCOBY kuru formuna aktarılacağını ve kalıplanabilir olduğu,
- Belirgin bir incelme ile büzüldüğü,
- Transparan bir özellik kazandığı ve örtücülüğünün olmadığı,
- Hidrofilik özelliğinin devam ettiği,
- Tekstil benzeri sonuçlar için düşük sıcaklıkların tercih edildiği,
- Fırında kurutma işlemleri sonucu deri benzeri esnek ve dayanıklı sonuçlar elde edildiği,
- Yüksek sıcaklıklar tercih edildiğinde sertleştiği anlaşılmaktadır.

3.1.4. SCOBY'nin modifikasyonu

Bakteri selülozu mükemmel fizikokimyasal ve mekanik özelliklere, büyük miktarda su emme kapasitesine, toksik olmama özelliğine, kimyasal stabiliteye, biyoyumumluluğa, biyolojik olarak parçalanabilirliğe, film oluşturma ve emülsiyonları stabilize etme kapasitesine, yüksek gözenekliliğe ve geniş yüzey alanına sahiptir (Popa vd., 2022, s. 1054). Yüksek gözeneklilik ve su emme kapasitesinden kaynaklı malzeme modifiye edilebilir özellikleri taşımaktadır.

Bakteri selülozuna kullanılacağı alana göre bazı iyileştirmeler ve değişiklikler yapıldığı görülmüş; su emme kapasitesini azaltmak, esnekliğini arttırmak, rengini değiştirmek, doku ve desen vermek, tekstil uygulamalarında kullanılan birleştirme ve manipülasyon tekniklerini denemek gibi mekanik ve estetik özellikleri üzerine

yoğunlaşmıştır. Tüm çalışmaların ortak amacı SCOBY'nin sanatsal ve ticari bir malzeme olarak kullanım olanaklarını genişletmek olduğu açıkça görülmektedir.

SCOBY için yapılacak renklendirme uygulamalarının yetiştirilme sırasında ya da hasat sonrası olacak şekilde iki zamanlı yapılabildiği görülmüştür. Yetiştirilme sırasında hazırlanan besiyeri içeriği klasik reçeteye uyularak hazırlanmış ise içeriğinde bulunan çayın etkisiyle renklenmekte ve çay tonlarında sonuçlar alınmaktadır.

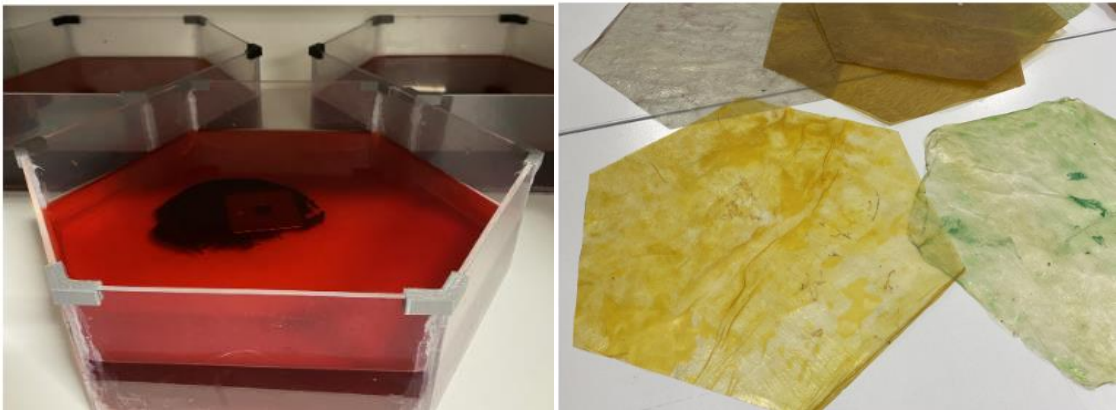
Kültür ortamı ile boya banyosu birleştirildiğinde ise SCOBY gelişim sırasında renklenmektedir (Costa vd., 2019, s. 580; Schiros vd., 2022, s. 231). Nihai malzemenin rengini besiyeri hazırlama sırasında tayin edilebilir olması, daldırma boyamanın ilave su ve enerji ihtiyacını ortadan kaldırırken (Schiros vd., 2022, s. 231) işlem basamaklarını azalttığı için tercih edilebilmektedir.

Kurutulmuş SCOBY'nin su yalıtımı, esneklik ve dayanıklılık kazandırmak için bazı yağlar ve doğal maddelerle işlemek mümkündür (Mihaleva, 2020, s. 1361; Jones, 2021). Uygulama için balmumu (Kaminski vd., 2020, s. 5353), terebentin, hindistan cevizi yağı (Nalesu, 2021), keten tohumu, gliserin (Ghalachyan, 2018) soya fasulyesi yağı (Fernandes, 2021; Schiros vd., 2022, s. 231), polivinil alkol çözeltisi (Aydınlı, 2010), poli(florofenol) (Song vd., 2019), lesitin (Schiros vd., 2022, s. 231) kullanıldığı aktarılmıştır. Yüksek oranda saflaştırılmış BC'nin de daha düşük su emme kapasitesi kazandığı önceki anlatımlarda da belirtilmiştir (Wang, 2020).

Costa ve arkadaşları (2019, s. 580) hasat sonrası *Clitoria ternateal* ve *Hibiscus rosasinensis* bitkilerinin çiçekleriyle hazırlanan boya banyolarında daldırma ile renklendirme yöntemini denemişlerdir. *Clitoria ternateal* bitkisiyle yapılan boyama sonucu mavi renk kazanan SCOBY yıkama ve kurutma aşamalarından sonra renginin solduğu ve homojen bir dağılım göstermediği kırılğan kâğıt dokusunda sonuçlar verdiği aktarılmıştır. Diğer yandan *Hibiscus rosa-sinensis* bitkisiyle yapılan boyamalar sonucunda SCOBY beş gün suda bekletildiği halde renk kaybına uğramadığı ve fırında kurutma işleminin de renk doygunluğu kazandırdığı belirtilmiş, aynı zamanda dokusunun işlenmiş hayvan derisine benzer yumuşak ve esnek hale geldiği söylenmiştir. Benzer koşullarda yapılan iki uygulamanın farklı sonuçlar doğurmasının sebebini tam olarak açıklamamış olan araştırmacılar doğru sabitleyiciler kullanıldığında verimli sonuçlar alınabileceğini bildirmişlerdir.

Gonzales (2020) kurutulmuş 18 parça SCOBY numunesi üzerinde batık boyama, çörek düğümü boyama, tek renk bozma, solma tekniği, el boyama, doğal baskı, ev baskı, ebru sanatı, batık, ev rulo baskı, tekstil manipülasyonu tıkama, tekstil manipülasyonu büzgü, el nakışı, plise, lazer kesim, lazer gravür, tafta dokuma, süblimasyon tekniklerini denemiştir. Süblimasyon ve doğal malzemelerle boyama gibi tekniklerin uygulanması sonucu numunelerde bozulma ve kısmi hasar gözlemleyen araştırmacı, boyanmamış dokulu numunelerin cüzdan, çanta, astar üretiminde uygulanabilir olduğu fikrine varmıştır. Araştırmacının SCOBY hasat sonrasında bulaşık deterjanıyla yıkama ardından havada kurutma yöntemi kullandığı ve saflaştırma işlemi yapmadığı fark edilmiştir.

Nalesu (2021) çalışmasında SCOBY’i enstalasyon tasarımı için kullanmış, deneyimlediği süreçler sonrasında malzeme seçimine karar verme sürecini ise ‘depoları uzun süre beklemeye bırakılmış çöp yığınlarından vazgeçmek’ olarak tanımlamıştır. Bu yaklaşımı uygulama sürecinde de devam ettiren araştırmacı SCOBY yetiştirme sürecine renklendirme ve kalıp uygulamalarını da dahil etmiştir (görsel 3.1.). Nihai enstalasyon çalışması altıgen parçaların birleştirilmesiyle oluşan bir kompozisyon olacağı için yetiştirme kabını bu ölçülerde cam malzemeden tasarlamış ve renklendirici olarak kullandığı gıda boyalarını ise kültür ortamına eklemiştir. Havada kuruttuğu malzemenin dayanıklılığını arttırmak için balmumu ve hindistan cevizi yağından hazırladığı karışımı SCOBY üzerine yayarak su geçirmez bir katman eklemiştir.



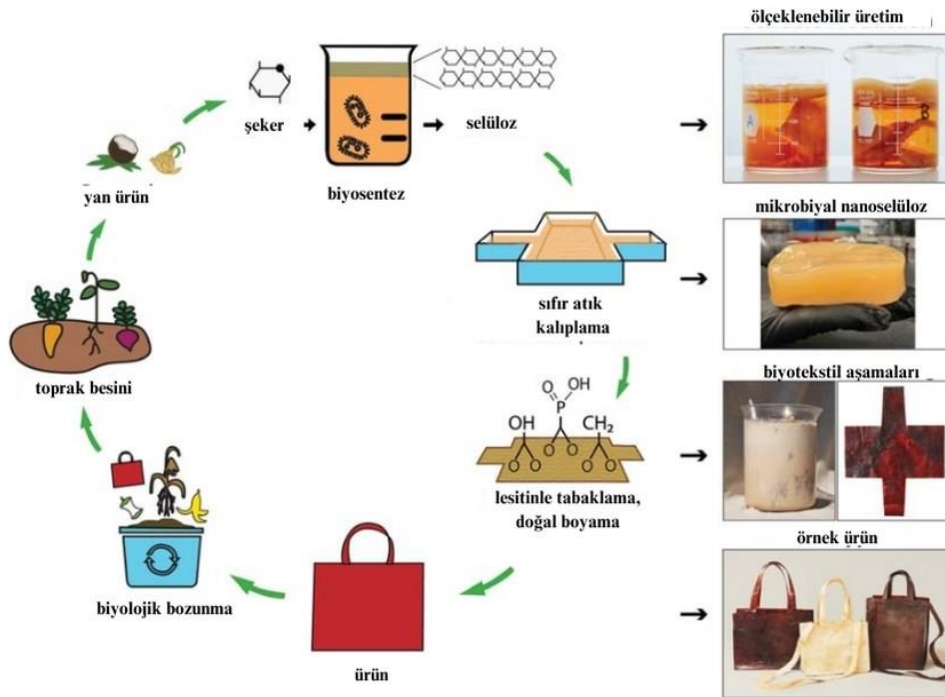
Görsel 3.1. Yetiştirilme kabı tasarımı ve gıda boyasıyla renklendirilmiş BC biyo derileri (Nalesu, 2021)

Harmon (2017) alışmasında SCODY'yi havada ve dondurarak kurutma yöntemlerini kullanarak giysi tasarımında estetik değeri araştırmıştır. İki parçalı tasarlanan giysinin (görsel 3.2) korse bileşenleri hava ile kurutulmuş ve su, gliserin, sirke ve pancar tozu çözeltisi ile boyanmıştır. Örtücülüğünün eksikliğini vurgulayan araştırmacı yapıları dikiş makinesinde birleştirmeden önce eriyebilen tela ve pamuklu kumaş ile astarlama yapmış ve SCODY'nin tuşesinin deriye benzerliğini vurgulamıştır. Etek için kullandığı SCODY'yi dondurarak kurutmuş ve boyamadan kullanmıştır. Dondurduğu SCODY için buharda pişirme yaptıktan sonra drape ile form veren araştırmacı tekrar havada kurutma yapmak durumunda kalmıştır. Bu uygulamalar sonucu malzemenin çok fazla yumuşadığından bahsederken birleştirme dikişlerinden kaynaklı zarar gördüğünü de belirtmiştir.



Görsel 3.2. *Harmon'un giysi tasarımı (Harmon, 2017)*

Schiros ve arkadaşları (2022, s. 231) çalışmalarında yaşam döngüsü etki değerlendirmesi yapmış ve BC biyo derisinin geleneksel tekstillere kıyasla çok daha düşük karbon ayak izine sahip olduğunu ve deri üretiminin kanserojen etkisini binlerce kat azalttığını ortaya koymuşlardır. BC üzerine uyguladıkları lesitinle tabaklama işlemiyle mekanik özelliklerin stabilize olduğunu ve malzemenin elastik modülünün, tokluğunun ve maksimum gerilmesinin arttığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda kültür ortamında renklendirme ve kalıplama aşamalarının uygulanabilirliği hazırladıkları çanta prototipi ile döngüsel bir ürün yaşam modeli sunarken toprağa besin olarak girişini de engellemeyen başarılı bir uygulama yöntemi sunmuşlar, atıktan kaynağa stratejisini uygulamışlardır (görsel 3.3). Araştırmacılar kök boya, kokineal ve indigo gibi önemli doğal boya kaynaklarını kültür ortamına ekleyerek renklendirme işlemi yaparken renk değiştirici ve sabitleyici olarak tanen kullanmışlardır. Isıtılmış soya mumu ile yaptıkları yüzey uygulamaları sonucu BC biyo derisinin su iticilik özelliği ve doku kazandığını aktarmışlardır.



Görsel 3.3. *Biyodöngü stratejisi (Schiros vd., 2022, s. 231)*

Bakteri selülozu modifikasyonlarında su yalıtımı, renklendirme ve tekstil tekniklerinin uygulanması dışında 3D baskı için uygunluk (Turhan vd., 2022) ve ultra ince BC katmaları çok işlevli liflere (Wua vd., 2020) dönüştürme çalışmaları da yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemler evde uygulama koşulları için uygun teknikler olmayıp BC yetiştirme aşamalarındaki bilgilerden yararlanılmıştır.

3.1.5. SCOPY biyofabrike malzemesi

BC'nin mevcut kullanımındaki hayvan ve sentetik derilerin yerini alabilecek ikame bir malzeme olduğu belirtilip, biyo deri (Gonzales, 2020), kombucha deri (Ghalachyan, 2018) gibi isimlendirmeler yapılmıştır. Bu benzeştirme ve yerine koyma çabasının anlaşılır sebepleri vardır.

Hayvansal veya sentetik derilerin üretim ve uygulama aşamalarında ciddi çevresel zararlar vermesi ve biyoçeşitlilik için tehdit oluşturmaları gezegenin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Hayvansal derinin tekstil malzemesi olarak kullanılabilmesi için yoğun kimyasallar içeren işlemlerden geçmesi gerekir. Islatma, kireçleme, mumlama, dekapaj, boyama gibi işlemlerle malzemenin dayanıklılığı artırılıp estetik özellikler kazandırılmaktadır (Gonzales, 2020). Beraberinde petrokimyasal bazlı tekstil ve kaplamalardan üretilen sentetik deri alternatifleri; biyolojik olarak parçalanamazlar, kirletici kimyasallar içerip üretim ve kullanım sırasında çevreye nano ve mikro plastikler saçmakta ve ekosistemde birikmektedirler (Schiros vd., 2022). Kolay ulaşılabilir ve dayanıklı görülen bu malzemeleri kullanımda tercih ederken gezegende oluşturduğu toplam maliyeti göz ardı etmemek gerekiyor.

Mevcut kullanımındaki deri ve alternatiflerine kıyasla biyoderi, biyolojik olarak parçalanabilen ve olumsuz bir çevresel etki oluşturmayan biyoyumlu eşsiz bir malzemedir. Mikroorganizmaların yetiştirilmesiyle üretilen biyoderiler üretim sırasında toksik atık üretmedikleri gibi biyolojik olarak parçalanarak toprağa karışır ve toprağın ihtiyaç duyduğu maddelere ayrışarak zenginleşmesini sağlamaktadır (Gonzales, 2020). Biyodöngü için ihtiyaç duyulan tüm özelliklere sahiptir.

Biyoderi, inek derisinin toksisitesini 1000 kat, sentetik deri ve pamuğun karbon ayak izini ise sırasıyla %96,8 ve %94,3 oranında azaltmaktadır. Özellikle, deriyi modellemek için kullanılan Ecoinvent verileri, derilerin süt ve et üretiminin yan ürünleri olduğunu varsayılmaktadır (Schiros vd., 2022).

Eşsiz özelliklere sahip bu malzemenin ikame anlayışıyla kullanım alanı bulmasını sağlama çabalarının yerine, malzemenin özelliklerini kavramak tasarımcılar için çok daha

önemli olacaktır. Nihayetinde ikame algısı kullanıcının malzeme nitelikleri arasında sürekli bir karşılaştırma yapmasını sağlayacak ve işaret edilen yeni malzemenin kabulünü zorlaştıracaktır. Tam bu sebeple önce tasarımcıların malzeme ve tasarım arasındaki ilişkiyi yeniden kurgulaması gerekebilir.

2022 yılının başlarında gerçekleştirilen Biofabricate yıllık zirvesinde oluşumun kurucu ortaklarından olan Suzanne Lee ile yapılan röportajda konu ile ilgili fikirlerini aşağıdaki gibi aktarmıştır:

‘Tasarım açısından ilginç olan şey, bu materyalleri nasıl tartıştığımız ve tanımladığımız konusunda yeni bir dile duyulan ihtiyaçtır. Şu ana kadar gördüğümüz şey, insanların önceden var olan dile güvendikleri: "Hayvan derisine benziyor." Mevcut materyallerle pek de yararlı olmayan analogiler bulmaya çalışıyorlar. Yapmaya çalıştığımız tek şey plastiği benzer görünen bir şeyle veya hayvan derisini taklidiyle değiştirmekse, masada çok fazla yaratıcılık kalıyor. Doğanın malzeme özellikleri, estetik, işlevsellik ve bunların yaşam döngüsüne nasıl uyum sağladığı açısından neler üretebileceği konusunda zihninizi serbest bırakırsanız, önceden var olan malzemeleri kopyalamaya çalışmanın ötesinde pek çok fırsat vardır (Lee, 2022).’

Biyofabrike malzeme sınıfına giren bakteri selülozunun isimlendirilmesi bu araştırmayı yürüten tasarımcı tarafından kendi uygulamaları dahilinde ‘SCOBY biyofabrike malzemesi’ olarak kullanılacaktır.

Sonraki bölümde SCOBY biyofabrike malzeme deneyimi ile tasarım ve sanat çalışmaları yapan kişi ve oluşumlar aktarılıp; çalışma motivasyonları anlamının yanında yaptıkları uygulamalar incelenmiştir.

3.2. Tasarım ve Sanat Uygulamaları

Suzanne Lee’nin 2011 yılında yaptığı TEDx konuşmasında 2008 yılından beri çalışmalar sürdürdüğü SCOBY’nin görünür olmasını sağlamış ve “kıyafetini kendin büyüt” sloganı ile dikkat çekmeyi başarmıştır. Çalışma sürecinin bir kısmını “Yeşil çay, şeker, birkaç mikrop ve biraz zaman” olarak tanımlayan Lee basitliği vurgularken büyüleyici yanını da paylaşmıştır. BioCouture ürünlerini sunarken ürünlerin en etkileyici özelliğinin sebzeler gibi kompost yapılabilir olduğunun altını çizmiştir (Fairs, 2014).



Görsel 3.4. *Suzanne Lee- BioCouture BioShoe (Fairs, 2014).*



Görsel 3.5. *Suzanne Lee- BioBomber jacket (Fairs, 2014)*

Alanna Lynch (2022) bağırsak rahatsızlığını tedavi edebilmek için kombucha çayı tükettiğini ve SCOBY ile ilişkisinin içsel bir yolculukla başladığını söylemiştir. “Gut feelings” olarak adlandırdığı projesinde bağırsak, SCOBY ve kompost solucanları ile çalışan Lynch, bedenin içsel duygusunu anlamak için “dokunma” fikrini ortaya atmıştır. Mikroorganizmalarla olan ilişkimizin kaçınılmaz olduğunu ve bütünleşik yaşadığımızı şu şekilde belirtmiştir.

“Mikroorganizmalar bizi çevreliyor. Onları algılayamayız, ama onlar içimizde ve üzerimizdedirler” (Lynch, 2022).

Sanatçı SCOBY için organlara dokunma hissine yakın bir his verdiğini söyleyerek şu sözleri eklemiştir.

“SCOBY sümüksü, deri benzeri bir his verir ve güçlü ekşi, vücut kokusuna sahiptir. Jelatinimsi bir yapısı vardır” (Lynch, 2022).



Görsel 3.6. *Alanna Lynch (Alanna Lynch, 2017)*

Tekstil sanatçısı ve eğitimci olan Hunter (2019), 2017'nin başlarında malzemeyi araştıran bir dizi ortak projeye başladığını ve aslında popüler olarak gördüğü SCOBY'nin yetiştirilmesinden çok tasarım uygulamaları ile ilgilendiğini söylemiştir. Çalışmaların iş birliği olarak gördüğü mikropları “insan olmayan aktörler” olarak nitelendirmiştir.

“Birbirini güçlendiren bir dizi insan aktör arasındaki ilişki: sanatçılar, tasarımcılar, konservatörler, küratörler, galericiler, modacılar, öğrenciler ve tabii ki aynı zamanda, insan olmayan bazı aktörler: mikroplar. Bununla birlikte, mikroplara atıfta bulunma konusunda oldukça dirençliyim” (Hunter, 2019).

Hunter (2019) “Bucci” adını verdiği projesi için biyotasarımcı bir arkadaşı ile beraber şişme çocuk havuzlarında yüzlerce litre kombucha demleyerek süreci başlattıklarını ve SCOBY büyüme sürecine 3D baskılı (polilaktik asit (PLA) malzemeden) tasarımlarını eklediklerini aktarmıştır (görsel 3.7.).



Görsel 3.7. Plastik havuzunda SCOBY gelişimi ve baskı (Hunter, 2019)

Gelişen SCOBY'nin, büyüme sürecine eklenen 3D baskıların çevresini sararak büyüdüğünü ve bütünlük bir sonuç aldığını belirtmiştir (görsel 3.8.). Bitkisel bir biyoplastik olan PLA ve SCOBY'nin birleşimi sonucu elde ettiği malzemeyi hibrit biyoplastik olarak tanımlamıştır.

Bucci giysisi yapısal özellikleri için Hunter (2019) şu sözleri belirtmiştir.

“Biraz güvenilmez, biraz geçici ve kırılabilir. Hafifçe yeniden ıslanır ve nemde sarkar ve daha kurak koşullarda çatırdar veya yırtılır” (görsel 3.8.).



Görsel 3.8. “BUCCI” hibrit biyoplastik giysi (Hunter, 2019)

Zuzana Gombosova (2014) Mediamatic sitesinde bakteri selülozu yetiştirmek için tasarladığı “feeder” cihazını (görsel 3.9) ve geliştirdiği bakteri selülozlarını fermantasyon süreleri ile birlikte paylaşmıştır.

Feeder’da fermantasyon sürelerinin değişmesine bağlı olarak bakteri selülozunun yapısal özellikleri farklılaşmıştır(görsel 3.10.); 9 gün sonunda kalın kağıt, 15 gün sonunda deri benzeri, 20 günün sonunda ise güçlü bir kaplama özellikleri aldığı aktarılmıştır (Gombosova, 2014).

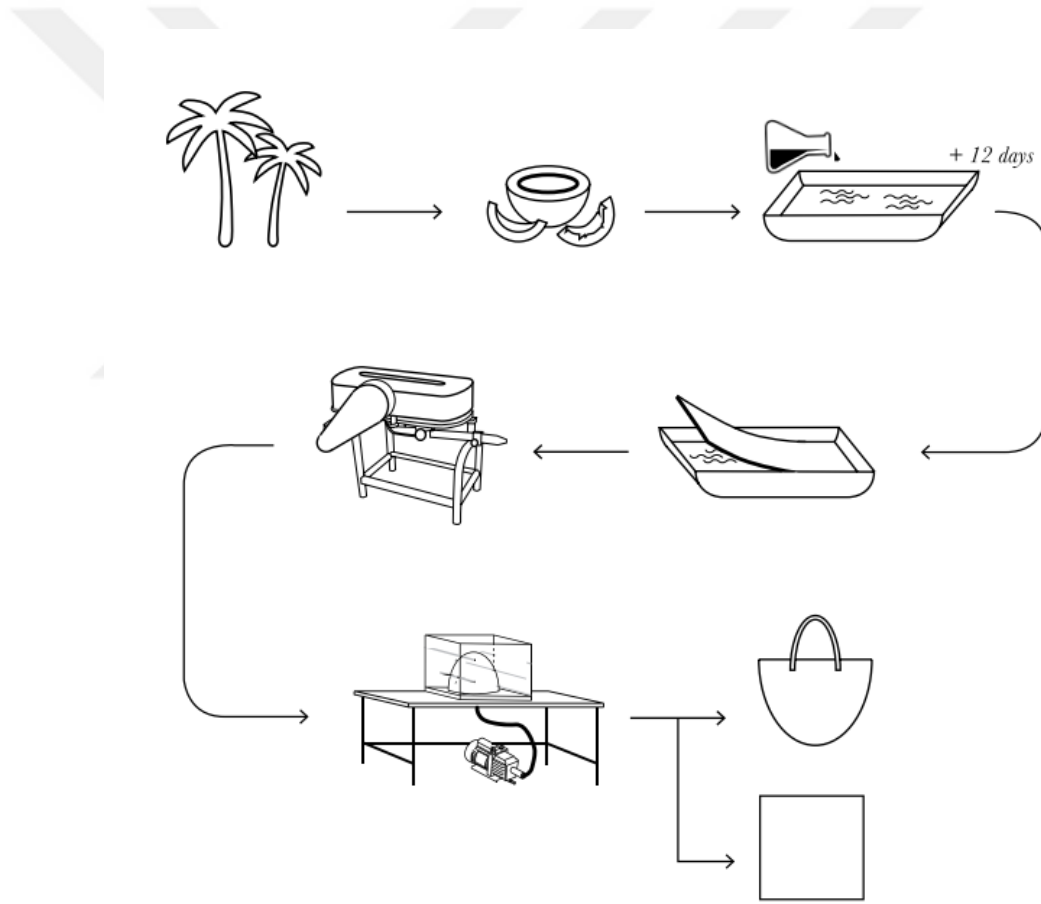


Görsel 3.9. *Feeder* (Gombosova, 2014)



Görsel 3.10. *Feeder*'da farklı sürelerde geliştirilen bakteri selülozları (Gombosova, 2014)

Zuzana Gombosova ve Susmith C Suseelan'nın 2017'de "Malai Biomaterials Design" markasını kurucularındandır. Güney Hindistan'daki hindistan cevizi endüstrisinden elde edilen tarımsal atıklar üzerinde yetiştirilen, tamamen organik ve sürdürülebilir bakteriyel selülozdan yapılan yeni geliştirilmiş bir biyokompozit malzeme geliştirmişler ve "Malai" adını hindistan cevizinin meyvesinden esinlenerek koymuşlardır. Malai için "deri veya kağıtla karşılaştırılabilir bir his veren esnek, dayanıklı bir biyo-kompozit malzemedir" diyen ekip suya dayanıklı ve alerjik etki yaratmadığını da vurgulamıştır (www.made-from-malai.com). Malai'nin üretim aşamalarını şemalandırmış ve süreçlerini şeffaf şekilde paylaşmışlardır.



Görsel 3.11. Malai üretim aşamaları (www.made-from-malai.com)



Görsel 3.12. *Malai çantalar* (www.made-from-malai.com)

Studio Lionne van Deursen bakteri selülozu malzemesi ile yaptıkları üç boyutlu tasarımları “unfold” ismiyle sergilemiştir. Bakteri selülozu tabakasının yapılan farklı katlama teknikleri sonucu boyutların oluştuğunu aktaran Van Deursen şu sözleri de eklemiştir. Bakteri selülozlarını renklendirmek için sebze ve meyve atıklarından elde ettikleri doğal boyaları kullandıklarını ve ton farklılıklarının bakteri selülozunun kalınlık değişkenliğinden kaynaklı olduğunu belirtmiştir (Last, 2022).



Görsel 3.13. “Unfold” Studio Lionne van Deursen (Last, 2022)

İncelenen tasarım ve sanat çalışmalarında SCOBY malzemesinin Suzanne Lee öncülüğünde ilgi çekmeyi başardığı görülmektedir. Ancak çoğunlukla bireysel sanat çalışmalarında kullanıldığı ya da stüdyo tasarım çalışmalarında malzeme üzerine yapılan çalışmaların devam ettirildiği anlaşılmıştır. Bireysel sanat çalışmalarında malzemenin kokusu, dokusu ve yıpranmaya açık hali tasarımcılar tarafından benimsenmiş ve simbiyotik bakteri ve maya kolonisini oluşturan mikroorganizmaları tasarım

alışmalarının ortağı olarak kabul görmüştür. Malai markasında ise farklı olarak çanta ve aksesuar tasarımı üzerine yoğunlaştığı ve açık bir biçimde ürün yaşam döngüsünü kullanıcılarıyla paylaştığı, malzemenin kullanım ömrü ve bakımı ile ilgili talimatlar verdiği internet sayfaları mevcuttur.

Nihayetinde SCOPY biyofabrike malzemesi ile tasarım çalışmalarının sürdüğü, malzemenin tasarımcılar ve sanatçılar tarafından hala anlaşılmaya ve anlatılmaya çalışıldığı görölmektedir.

Tasarım ve sanat çalışmalarında SCOPY biyofabrike malzemesinin giysi ve aksesuar tasarımlarında kullanıldığı ya da enstalasyon sanatında yer verildiğı ancak sahne ve gösteri sanatlarında kullanım olanaklarının incelenmediğı dikkat çekmiştir. Çalışmanın devam eden bölümünde malzeme geliştirme ve tasarım olanaklarını araştıran uygulamalar sonucunda Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterlerinden Karagöz'ün tasvir uygulaması SCOPY biyofabrike malzemesiyle uygulanmıştır. Malzemenin kullanılabilirliğine yönelik yeni bir yaklaşım sunulmuştur.

4. MATERYAL METOD

4.1. Konunun Çerçevesi ve Metodoloji

Bu tez çalışması; simbiyotik bakteri ve maya kolonisi (SCOBY) ile malzeme geliştirme sürecini, malzemenin sanatsal tasarımlarda kullanılabilirliğinin araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen doku, form, renklendirme ve desenlendirme çalışmalarını ve son olarak malzemenin Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterlerinden Karagöz'ün tasvir uygulamasını kapsamaktadır.

Bu araştırma kapsamında; literatür taraması, uygulamalı araştırma yöntemi ve malzeme odaklı tasarım yöntemleri kullanılmıştır.

Literatür taramasında İngilizce, İspanyolca ve Türkçe kaynaklardan yararlanılmıştır. Bakteri selülozu, SCOBY, kombucha anahtar kelimeleri ile incelenen akademik yayınların uygulamalı olmasına dikkat edilmiştir.

Uygulamalı araştırma yöntemi; kuramsal bilginin uygulamalarla anlaşılmasını, derinleştirilmesini ve literatüre yeni bilgiler eklenmesi için bir dizi araştırma sorunun cevaplarını uygulamalar ile deneyimleyip gerçek veriler ile aramayı ve tasarım çalışmasının genel amacına uygun bir çerçevede birleştirilmesini içeren bir araştırma yöntemidir (Candy, 2006). Literatür taraması sonucu SCOBY biyofabrike malzemesinin geliştirilmesi ve tasarım araştırma çalışmalarını kapsayan SCOBY günlükleri bölümündeki uygulamalarda bu yöntem kullanılmıştır.

Malzeme odaklı tasarım, bir ürün veya sistem tasarlarken malzemenin özelliklerini ve davranışını merkeze alan bir yaklaşımdır. Bu yöntem, tasarım sürecinde malzeme seçimini ve kullanımını belirleyici olarak görmektedir (Karana, Barati, Rognoli, & Laan, 2015). Tasarımcılar öncelikle kullanılacak malzemenin özelliklerini anlamaya odaklanır. Malzeme odaklı tasarım yöntemi ile geliştirilen SCOBY biyofabrike malzemesinin özellikleri anlaşılma çalışılmış, malzemenin belirgin özelliklerine göre bir tasarım uygulama önerisi sunulmuş ve uygulama tamamlanmıştır. Tasarım uygulaması aşamasında malzemenin sürdürülebilirliği, erişilebilirliği ve tasarım uygulamasına uygunluğuna bakılmıştır. Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu Karagöz tasvir uygulamasında bu yöntem kullanılmıştır.

Kombucha çayı ile başlatılan uygulama sürecinin SCOBY biyofabrike malzemesine kadar süren tüm aşamaları incelenmiş ve uygulamalı araştırma için kaynak

olarak kullanılmıştır. Besiyeri içeriği, besiyeri hazırlanması, sterilizasyon, biyofabrikasyon yöntemleri, fermentasyon, fermentasyon değişkenleri, hasat zamanı, yıkama, saflaştırma, kurutma aşamalarını uygulanan farklı tekniklerle incelenmiş, karşılaştırılması yapılmıştır. Malzemenin mekanik ve estetik özelliklerini değiştirecek modifikasyon işlemlerine de yer verilmiştir. Teorik bilgi kaynaklarının uygulamalı araştırma sürecinde pratikle desteklenerek bilgi ve deneyimin birleştirilmesi amaçlanmıştır.

SCOBY Günlükleri olarak tanımlanan bölümde 11 adet uygulama araştırması yapılmış, her uygulama sonuna bulgusu eklenmiştir. Bulgular sonraki uygulama araştırması için neden sonuç ilişkisi kurmaya ve/veya çalışmayı doğrulama konusunda yardımcı olmuştur. Uygulama-1 çalışmasında ev koşullarında SCOBY biyofabriğe malzemesinin geliştirilebildiği anlaşılmıştır. Uygulama-2 çalışmasında hazırlanan besiyerine hibiskus bitkisiyle hazırlanmış boya banyosu eklenmiş ve fermentasyon sırasında boyama yapılmıştır. Uygulama-3 çalışması için kullanılan ön kültür ve hızlandırıcı scoby parçası SCOBY gelişimini sağlamıştır. Uygulama-4 çalışmasında fermentasyon için kullanılan kap derinliğinin ve besi yerinin hacmi arasında derinlik ilişkisi kurulmuştur, hasat edilen SCOBY yıkandıktan sonra kahve tortusu kullanılarak püskürtme yolu ile desenlendirilmiştir. Uygulama-5 çalışmasında SCOBY'ler hasat ve yıkama aşamasından sonra soğan kabuklarıyla hazırlanan boya banyosunda farklı sürelerde daldırma boyama yapılarak renklendirilmiştir. Uygulama-6 çalışmasında metal yüzeyler ile oluşturulan kompozisyon üzerinde oda sıcaklığında kurutma yapılmıştır. Uygulama -7 çalışmasında sepet örgü tekniği kullanılmıştır. Uygulama-8 çalışmasında saflaştırma aşaması uygulanmıştır. Uygulama -9 çalışmasında SCOBY parçaları oda sıcaklığında ve 60 derece fırında kurutma yöntemiyle kurutulmuştur; kalınlık, renk ve doku farklılıkları gözlemlenmiştir. Uygulama-10 çalışmasında SCOBY parçaları, form verilmiş alüminyum tel örgü üzerinde kurutulmuştur. Uygulama-11 çalışmasında SCOBY parçaları ıslak haldeyken Dr. Gusto likit gıda boyası kullanılarak desenlendirme yapılmıştır.

SCOBY günlükleri başlığı altındaki uygulamalı araştırmalar sonucunda tasarımcının malzeme ile ilgili deneyim ve bilgisinin oluşması sahne ve gösteri sanatlarında kullanılabilecek tasarım önerisini geliştirmesinde yardımcı olmuştur. Malzeme odaklı ilerleyen uygulama yönteminde; SCOBY biyofabriğe malzemesinin ışık

geçirgenliği, gıda boyası kullanarak desenlendirme yolu ile renklendirilebilmesi ve kolay işlenebilir özellikleri esas alınarak Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu karakterinin tasvir yapımı için uygun olduğu görüşmüştür. Karagöz karakterinin tasvir uygulaması yapılmış, geleneksel tasvir yapım aşamaları, malzeme ve ekipmanları aktararak karşılaştırma yapılmıştır. Enstalasyon ve giyilebilir sanat çalışmaları dışında sahne ve gösteri sanatları alanında kullanılmak üzere bir tasarım uygulaması sunulmuştur.

4.2. Uygulama Yeri ve Süresi

Bu tez kapsamında yapılan uygulamalar Eskişehir ili Odunpazarı ilçesinde bir apartman dairesinde 2022 yılının; mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayının bir kısmında ve 2023 yılının; eylül, ekim, kasım aylarında gerçekleştirilmiştir.

2023 yılında yapılan uygulamalarda mevsim değişikliği sebebi ile yaşanan sıcaklık değişimi nedeniyle uygulamayı yürütmek için fermantasyon kabini ve dijital termostatlı karbon ısıtıcı mat kullanılmıştır.

Biyofabrikasyon sürecini temelden etkileyen sıcaklık değişiminin ve ortam koşullarının etkileri SCOBY gelişiminin verimini değiştirmiştir.

4.3. Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Besiyeri hazırlama, aşılama, fermantasyon değişkenleri, hasat, yıkama-saflaştırma, kurutma ve renklendirme, form verme, dayanıklılık arttırma muamelelerinde farklı hammadde ve ekipmanlar kullanılmıştır.

Besiyeri hazırlamak için kullanılan hammaddeler

- İçme suyu
- Siyah çay
- Esmer veya beyaz çay şekeri
- 2022 yılı sürecinde Kombucha çayı demlemek için temin edilen kombuchatea klasik çay ve başlangıç SCOBY anası Kombuchateaturkey instagram adresinden satın alma yoluyla temin edilmiştir.
- 2023 yılı sürecinde tekrar başlatılan uygulamalarda mevcut kültür ortamlarında canlılık kalmadığı anlaşılnca Trendyol alışveriş sitesi üzerinde başlangıç SCOBY anası satın alma yoluyla temin edilmiştir.

Fermantasyon öncesi kullanılan malzeme ve ekipmanlar

- Sterilizasyon için beyaz sirke
- 1lt referanslı plastik ölçü kabı
- Hassas mutfak tartısı
- Karıştırma için ahşap veya çelik kaşıklar
- Çelik çaydanlık
- Temassız sıcaklık ölçer
- Cam kavanoz, farklı boyutlarda cam kaplar ve yine farklı boyutlarda gıda konulmaya uygun plastik küvetler
- Pamuklu ham bez ve lastikler

Yıkama ve saflaştırma aşamasında kullanılan malzeme ve ekipmanlar

- Beyaz sirke
- Çeşme suyu
- Beyaz sabun
- Plastik küvetler
- Sodyum hidroksit
- Kaynatılmış içme suyu

Kurutma aşamasında kullanılan malzeme ve ekipmanlar

- Pamuklu ham bez
- Ahşap düz yüzeyler
- Metal yüzeyler
- Plastik yüzeyler
- Ev tipi fırın

Renklendirme için kullanılan malzeme ve ekipmanlar

- Hibiskus yaprakları
- Soğan kabukları
- Türk kahvesi tortusu
- Dr. Gusto su bazlı likit gıda boyaları ve fırça
- Plastik küvetler

Dayanıklılık kazandırmak için kullanılan malzemeler

- Gliserin
- Balmumu
- Hindistan cevizi yağı

Kesme ve birleştirme işlemleri için kullanılan malzemeler ve ekipmanlar

- Makas
 - Orta düzey linol oyma seti
 - Kretuar bıçağı
 - Dikiş iğneleri ve pamuklu dikiş ipleri
- Tüm uygulamalarda;
- Sabit kültür fermentasyon yöntemi seçilmiştir.
 - Kontaminasyon oluşturabileceği düşüncesiyle pH ölçümü yapılmamıştır.
 - Çay demi hazırlanırken kuru çay tartılmamış, referans olarak çay deminin renginden yola çıkılmıştır.

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma kapsamında yapılan 11 adet uygulamalı araştırma SCOBY günlükleri başlığı altında ardışık uygulamalar olarak verilmiştir. Her uygulama sonunda bulgu paylaşılmıştır. Ön kültür hazırlama ve süreç içinde yaşanan aksaklıklar ayrı başlıklar altında verilmiştir.

5.1. SCOBY Günlükleri

SCOBY yetiştirme sürecini başlatabilmek için bakteri ve maya kolonisinin kültürünü içeren fermante çay ve başlangıç SCOBY'si Kombuchateaturkey instagram adresinden temin edilmiş, firmanın ürünlerle beraber gönderdiği broşür bilgilerinde yer alan tarif referans alınmış ve oranları değiştirilerek kullanılmıştır.

Satın alma yoluyla temin edilen fermante kombucha çaydaki kültür yoğunluğunu çoğaltmak için yapılan bu uygulamada başlangıç scoby'si kullanılmadan besiyerindeki şeker ve çay oranları arttırılmıştır. Günlük aralıklarla SCOBY büyümesi fotoğraflanmıştır (görsel 5.2).

Kullanılan ekipmanlar ve malzemeler: Cam kavanoz, metal kaşık, 1lt referanslı ölçü kabı, dijital tartı, çelik çaydanlık, pamuklu kumaş, lastik.



Görsel 5.1. Kombucha klasik fermente çay ve sıvı kültür içindeki SCOBY

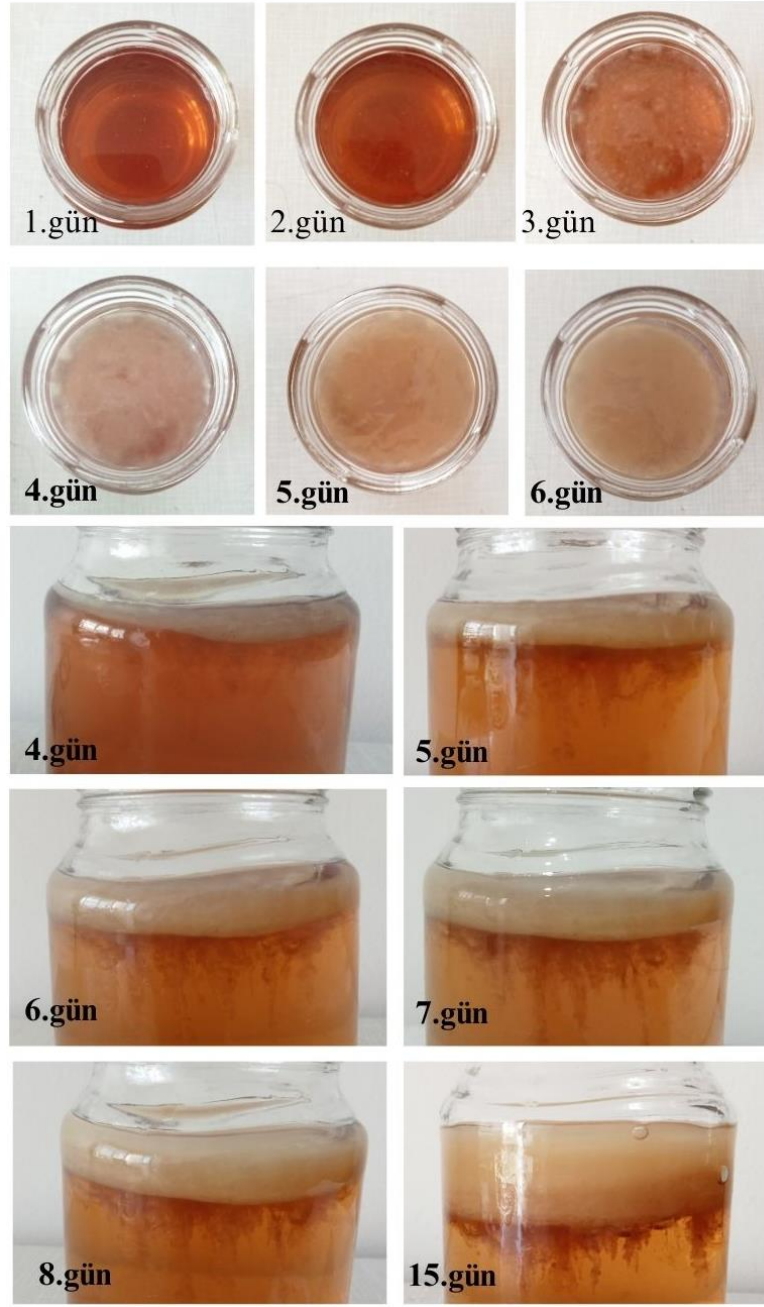
Çalışma sırasında kullanılan cam kavanoz, kaşık, ölçü kabı beyaz sirke ile sterilize edilmiş, tasarımcı eldiven kullanmamış ve gerekli durumlarda ellerini de beyaz sirke ile yıkamıştır.

Hazırlama

- 660 ml’lik iki cam kavanoz beyaz sirke ile çalkalanarak temizlendi ve kaynar suyla tekrar çalkalanmıştır.
- 600 ml demlenmiş sıcak çay içerisine 120 gr. esmer şeker ilave edilip çelik kaşıkla karıştırılarak eritilmiştir.
- Şekerli sıcak çay 660 ml’lik cam kavanozlara eşit miktarlarda bölüştürülerek koyulmuştur.
- Her iki kavanozun üzerine 150’şer ml kadar içme suyu eklendi ve karışım soğumaya bırakılmıştır.
- Soğuyan karışımlara 150’şer ml kombucha klasik fermante çay ilave edilmiştir.
- Scoby kültürü olan aktif çaydan 1’er yemek kaşığı eklenip, kavanozlar temiz pamuklu bezle çevresinden lastikle kapatılmıştır.
- Son olarak direk güneş görmeyen, bulaşma sağlayacak gıdalardan uzak bir yerde sabit fermantasyona bırakılmıştır.

Tablo 5.1. *Aşılama reçetesi*

Ölçü	İçerik
150ml	Kombucha klasik fermante çay
60gr.	Esmer şeker
300ml	Siyah çay demi-koyu ton-
1 yk.	Başlangıç SCOPY’nin sıvı kültürü
150ml	İçme suyu



Görsel 5.2. *SCOBY büyüme gözlemi*

Sabit kültür yöntemiyle $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşullarında 15 gün fermantasyon süreci ile hazırlanan ön kültürde herhangi bir kontaminasyon görülmemiştir. Taze gelişen SCOBY'ler ve aktif SCOBY kültürü sonraki çalışmalarda besiyeri hazırlamada aşılama için kullanılmıştır.

Mevsim şartlarının getirdiği ortam sıcaklığının hızlı büyümeye yol açtığı düşünülmektedir.

5.1.1. Uygulama-1

2lt hacimli 25'e 25 cm borcamda 1800 ml'lik bir kültür ortamı hazırlanmıştır.

Ölçülerle besi yerinin hazırlanışı:

- 600 ml koyu çay demi içerisine,
- 210 gr esmer şeker eklenip homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır.
- 1lt içme suyu eklenerek karışım seyreltilmiş ve 35°C altına düştüğünde,
- 180 ml kombuchatea fermante çay ve satın alınan SCOBY eklenerek aşılama işlemi tamamlanmıştır.
- Üzeri pamuklu kumaşla örtülüp uygun bir yere konumlandırılıp sabit fermentasyon süreci başlatılmıştır.

Ön kültür uygulaması sürerken başlatılan uygulama-1'in aşılama işlemi için kombuchatea klasik fermente çayı ve firma tarafından 7. gününde hasat edildiği belirtilen SCOBY kullanılmıştır. Kavanoz içinde katlanmış bir şekilde olan SCOBY, beyaz sirke ile steril edilmiş ve içme suyu eklenmiş cam bir kapta açılmış, çay kalıntıları temizlenmiş ve pütürlü yüzeyi hazırlanan besiyerine temas eden tarafta gelecek şekilde serilerek konulmuştur.

Kabın hacmini kullanırken SCOBY gelişimi için 2 cm'lik bir boşluk bırakılmıştır. Kabın silme doldurulmaması fermentasyon yerine taşımak içinde kolaylık sağlamış herhangi bir dökülme olmamıştır.

Sabit kültür yöntemiyle $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşullarında 16 günlük fermentasyon süreci sonunda yaklaşık 1 cm kalınlığında SCOBY gelişmiş, ancak yer yer zayıf büyümeler gözlemlenmiştir. Herhangi bir kontaminasyon görülmemiştir.

SCOBY hasat yapılabilir kalınlığa ulaştığında kültür ortamından uzaklaştırılmıştır. Kültür ortamı tekrar aşılama için kullanılacağından tasarımcı ellerini beyaz sirke ile yıkamış, herhangi bir kontaminasyonun önüne geçmek istemiştir.

SCOBY ılık çeşme suyu altında kültür kalıntıları giderilene kadar ovularak yıkanmış, herhangi bir kontaminasyon gözlenmemiştir.



Görsel 5.3. *SCOBY'nin besiyeri ortamına eklenmesi/uygulama-1*



Görsel 5.4. *Gelişen SCOBY'nin üstten görünümü/uygulama-1*



Görsel 5.5. Hasadı yapılan SCOBY ve yıkamaya hazırlık/uygulama-1

Ahşap parçası beyaz sirke ile yıkandıktan sonra SCOBY üzerine serilerek oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. 12 günde tam kuruma gerçekleşmiş, SCOBY aralıklarla ters yüz edilmiştir.



Görsel 5.6. Ahşap bloğun kurutma işlemi için kullanılması/uygulama-1



Görsel 5.7. *Kurumuş SCOBY biyofabrike malzemesi/uygulama-1*

Bulgular

SCOBY'nin hava ile temas eden kısmı pürüzsüzken kültürle temas eden kısmı pütürlü-kabarcıklı denilebilecek bir dokuya sahip ve rengi daha koyudur. Yıkama sırasında renk farklılığı dengelenmiş ve pütürlü-kabarcıklı doku azalmıştır.

SCOBY biyomalzemesi kurutmadan sonra oldukça incelmış, kırılmayan, yırtılmayan esnek ve güçlü bir yapı kazanmıştır. Hafif asidik sirke kokusuna benzer bir kokuya sahiptir. Dokunulduğunda ele ve üst üste getirildiğinde birbirine yapışmamış ancak yüzey tutuculuğu gözlemlenmiştir. Rustik ve kendinden dokulu bir malzemeye dönüşmüştür.

SCOBY yüzeyinde gözlemlenen daha az gelişmiş ince kısımlar tam kurumadan sonra fark edirliliğini arttırmış; daha açık renkte ve daha transparan bir sonuç vermiştir. Bu durum daha ince kalınlıkta hasat yapılacak SCOBY için bir öngörü sağlamıştır.



Görsel 5.8. Kalınlık farklılıklarının gözlemlenmesi/uygulama-1

5.1.2. Uygulama-2

Bu uygulamada kültür ortamına boya banyosu eklenerek renkli SCOBY biyomalzemesi geliştirilmiştir. Uygulama-1 çalışmasında kullanılan cam kap bu çalışma içinde kullanılmış ve 1500 ml'lik kültür hazırlanmıştır.

Boya banyosu: 10gr kuru hibiskus yaprakları 1 lt içme suyunda 40 dk kaynatılarak demlenmiştir. Hibiskus yaprakları süzülerek ortamdan ayrılmıştır.

Ölçülerle besi yerinin hazırlanışı:

- 1 lt'lik sıcak boya banyosuna,
- 200 gr beyaz şeker eklenerek homojen bir karışım elde edene kadar karıştırılmıştır.
- 100 ml orta açıklıkta çay demi eklenmiştir.

- Karışım soğuduktan sonra uygulama-1 çalışmasının sıvı SCOBY kültüründen 200 ml, yine aynı çalışmada kullanılan zayıf başlangıç SCOBY'si eklenerek aşılama tamamlanmıştır.
- Üzeri pamuklu kumaşla örtülüp uygun bir yere konumlandırılıp sabit fermantasyon süreci başlatılmıştır.



Görsel 5.9. *Boya banyosu eklenmiş kültür ortamı/uygulama-2*

Hasat işleminden önce kültürün sıvı derinliği iki cm'ye kadar inmiştir.

12 günlük fermantasyon süresinden sonra hasat edilmiştir. Hasat sonrası hızlandırıcı olarak eklenen SCOBY parçası yeni gelişim gösteren SCOBY'e yapıştığı görülmüştür.

Akan ılık musluk suyun altında yıkama yapılmıştır.

Temizlenmiş ahşap yüzeye pamuklu kumaş serilip ilk ıslaklığının hızla emilmesi istenmiştir, sonrasında kumaş alınıp ahşap üzerinde kurutmaya devam edilmiştir.



Görsel 5.10. Hasat sonrası boyanmış SCOBY ve kurutma aşaması/uygulama-2



Görsel 5.11. SCOBY biyofabriğe malzemesi/uygulama-2

Bulgular

SCOBY'nin orta kısımlarında büyümenin çok daha az olduğu gözlenmiş, Fermantasyonu hızlandırması için eklenen zayıf SCOBY yeni oluşan SCOBY'ye yapışmış durumda gelişim göstermiştir.

Biyosentez sırasında oluşan selüloz filamentlerin yukarı yönlü hareketinin kısıtlandığı ve hava-sıvı arayüzeyinde yığılma sırasında zayıf SCOBY ve yeni oluşan SCOBY'nin birbirine bağlandığı düşünülmüştür.

Hasat sonrası zayıf SCOBY yeni gelişen SCOBY'den ayırmak isteyen tasarımcı malzemeye zarar vermiş ve yırtılmasına sebep olmuştur.

Yıkama sırasında zayıf SCOBY'nin dağıldığı ve sanki erimiş gibi bozulmalara uğradığı gözlenmiştir.

5.1.3. Ara uygulama

Büyük cam kavanozda oranlar değiştirilmeden hazırlanan ve 18 gün fermantasyona bırakılan kültürde SCOBY gelişmiş fakat hasarlı bir sonuç alınmıştır. Keskin asit kokusu örtüyü açar açmaz yoğun hissedilmiştir. Gelişen SCOBY'nin üzerinde belirgin yarıklar oluşmuş altından koyulaşmış hasarlı SCOBY görünmüştür. Steril edilmiş tahta kaşıkla kültür ortamından ayrılan eski ve yeni SCOBY yıkama öncesinde gözle kontrol edilmiş, küf ve diğer kirleticilere rastlanmamıştır. Bu sonucun neden geliştiği anlaşılmaya çalışılmıştır. Satın alma yoluyla temin edilen SCOBY'ler ile yapılan her iki çalışma sonucunda da yeni SCOBY'ler hasarlı gelişmiştir. Hasat sonrası kalan sıvı kültürün çalışmalarda kullanılmama kararı alınmıştır.



Görsel 5.12. *Hasarlı gelişen SCOBY*



Görsel 5.13. *Koyulaşmış ve erimiş başlangıç SCOBY'si*

5.1.4. Uygulama-3

Bu çalışmada ön kültür olarak hazırlanan sıvı SCOBY kültürü ve SCOBY aşılama için kullanılacaktır. Çalışmalar artarak devam ettiği için önkültür yoluyla başlangıç SCOBY'lerinin yapım süreci eş zamanlı olarak ilerletilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kabın derinliğine dikkat edilmiş ve önceki çalışmalardan daha derin gıda kullanımına uygun plastik küvet kullanılmıştır.

Ölçülerle besiyeri hazırlanışı:

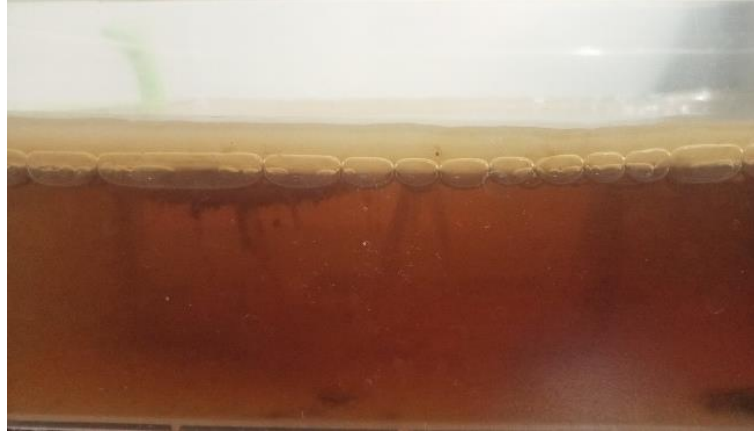
- 500 ml sıcak çay demine
- 200 gr beyaz şeker eklenerek homojen hale gelene kadar karıştırılmış,
- 1100 ml içme suyu eklenerek karışım seyreltilmiş ve aynı zamanda sıcaklık düşüşü sağlanmıştır.
- 200 ml sıvı SCOBY kültürü ve SCOBY eklenerek aşılama işlemi tamamlanmıştır.
- Üzeri pamuklu kumaşla örtülüp uygun bir yere konumlandırılıp sabit fermentasyon süreci başlatılmıştır.

Toplamda 1800 ml'lik bir kültür ortamı hazırlanmıştır. Fermentasyon süreci 18 gün devam ettirilmiş ardından hasat yapılmıştır.

Yıkama ve kurutma işlemleri önceki çalışmalardaki gibi yapılmıştır.



Görsel 5.14. *Kültür ortamı için kullanılan plastik gıda küveti/uygulama-3*



Görsel 5.15. 18. Fermantasyon gününde SCOBY /uygulama-3



Görsel 5.16. Hasadı yapılan SCOBY üzerindeki kalıntılar/uygulama-3

Bulgular

Hasat sonrası gelişen SCOBY kalınlığında belirgin farklılıklar olmamış düzgün ve dengeli bir büyüme gerçekleşmiştir. Kültür ortamının derinliğinin arttırılması ve tasarımcının kendi hazırladığı ön kültür ile aşılama yapmasının sonucu SCOBY gelişiminin olumlu etkilediği gözlemlenmiştir.



Görsel 5.17. *Uygulama-1, uygulama-2 ve uygulama-3 SCOBY biyofabrike malzemeleri*

Ardışık ve iç içe geçen uygulamalar sırasında çalışmaların çoğalmasıyla beraber çalışma ortamının sorunları gözlemlenmiştir. Sabit kültürleme, kurutma ve besiyeri hazırlığı için uygun alanların oluşturulması ihtiyacı gelişmiştir. Bununla beraber fermentasyondaki çalışmaların sayısı arttıkça koku yoğunlaşmış ve aynı evde yaşayan insanlar tarafından rahatsızlıklar dile getirilmiştir. Daha az kullanılan bir oda bu

Ölçülerle besiyeri hazırlanışı:

- 1 lt koyu çay demine
- 500 gr beyaz şeker eklenmiş homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır.
- 3 lt içme suyu eklenerek seyreltilmiş ve aynı zamanda sıcaklık düşüşü sağlanmıştır.
- 1 lt sıvı SCOBY kültürü ve SCOBY eklenerek aşılama tamamlanmıştır.
- Üzeri pamuklu kumaşla örtülüp uygun bir yere konumlandırılıp sabit fermentasyon süreci başlatılmıştır.

Toplamda 5 lt'lik bir kültür ortamı hazırlanmıştır.

15'lük fermentasyon sürecinden sonra hasat yapılmıştır.

Akan suda beyaz sabunla yıkanmıştır.

Kurutma sistemi için eklenen ahşap ızgaralarda asma yoluyla serilerek yarı kurutma yapılmış, doku ve desenlendirme çalışmasından sonra da kurutmaya devam edilmiştir.



Görsel 5.19. 5 lt'lik kültür ortamı/uygulama-4



Görsel 5.20. *SCOBY'nin yüzey görüntüsünden hasat zamanına karar verme/uygulama-4*



Görsel 5.21. *SCOBY'nin yarı kuruma evresi/uygulama-4*

Doku ve desen çalışması

Yarı kurumuş SCOBY'e içilmiş kahvenin tortusu kullanarak sıçratma tekniği ile desenlendirme yapılmıştır. Tasarımcı bu uygulama ile bitkisel boyar madde özelliği taşıyan kahvenin yoğun tortulu bölümünü kullanarak desen aynı zamanda doku elde etmiştir.

Yüzey üzerine raslantısal yapılan bu uygulamada herhangi bir sabitleyici kullanılmamıştır (Wood, 2019).

Uygulama yapıldıktan sonra 1 gün masada serili bırakılmış sonra tekrar asılarak kurutma tamamlanmıştır.

SCOBY biyofabrike malzemesi gliserin ile muamele edilmiştir. Literatürde de sık karşılaşılan bu uygulama malzemeye esneklik ve dayanım sağlamak için yapılan bir modifikasyondur (Ghalachyan, 2018). Yoğun akıcı kıvamda olan gliserin parmak uçları ile yüzeyin her yeri eşit nemlenme sağlanana kadar yedirilerek sürülmüştür. Bu uygulama sırasında kahve tortularının fazlası eser miktarda olmakla beraber yüzeyden ayrılmıştır fakat genel olarak doku ve desen kaybı yaşanmamıştır.



Görsel 5.22. Kahve tortusu ile doku ve desen çalışması/ uygulama-4



Görsel 5.23. *Doku ve desenlendirme /uygulama-4*

Bulgular

Önceki uygulamalarda kullanılan kaplar şeffaf olduğu için SCOBY'nin büyümesi rahat gözlenmiş ve hasat zamanına karar vermek daha kolay olmuştur. Bu uygulama için kullanılan kap buna imkan vermemiş, fakat benzer oranlarda yapılan çalışmalar tasarımcı için hasat zamanını belirlemede referans olmuştur. Aynı zamanda SCOBY'nin gelişimini anlamak için yüzey görünümünden fikir geliştirmeye başlanmıştır. Gelişen SCOBY'nin üstten görünümünde sıvı kültürün görünmesine izin vermemiş, transparan görünümünün yerini opak bir görünüm almıştır. SCOBY 1 cm kalınlığında düzgün bir gelişim göstermiş, kültür sıvısının derinliği ve aşılama için kullanılan ön kültürün etkisini destekleyen bir sonuç vermiştir.

Kahve tortusu ile yapılan desenlendirme çalışmasında sabitleyici kullanılmamış bakteri selülozu olan malzemenin boyandığı görülmüştür.

➤ Geride bırakılan çalışmalar sonucu tasarımcı kültür ortamı için sonraki tüm çalışmalarda uygulanacak prosedürü tanımlamıştır. Bu protokol SCOBY biyofabriğe malzemesi geliştirmek için kullanılacaktır. Ön kültür hazırlama işlemleri için farklı reçeteler kullanılmıştır. Hazırlanan bu prosedür 28 ± 1 °C sıcaklıkta ve sabit kültür yöntemi için geçerlidir.

Tablo 5.2. *Kültür hazırlama prosedürü*

Miktar	Malzeme
%10	Beyaz şeker
%80	Orta-açık tonda çay demi içme suyu karışımı
%10	Sıvı SCOBY kültürü
1 adet	SCOBY

Bu prosedüre farklı hacimlerde hazırlanan kültür ortamlarının sonucunda ihtiyaç duyulmuştur. Çalışma sayılarının artması ile 3 farklı boyutta gıda kullanımına uygun plastik küvetler temin edilmiş ve kullanılmıştır. Temin edilen kapların derinliklerinin 10 cm'nin altında olmamasına ve şeffaf olmasına dikkat edilmiştir.

5.1.6. Uygulama-5

Bu çalışmada daldırma boyama yöntemiyle renklendirme yapılmıştır.

Uygulama tablo 5.2'de belirtilen protokole uygun hazırlanmıştır.

Birbiriyle aynı ölçülerde 3 plastik gıda küveti kullanılarak hazırlanan besi yerlerinin 12 günlük fermantasyon süresi sonunda hasatlar yapılmıştır.

1 çalışmada lokal kontaminasyon görülmüştür. Yine de hasat yapılmış ve sıcak su ve beyaz sabunlu yıkama işleminden sonra kontamine olan alanların temizlendiği görülmüştür.



Görsel 5.24. *Kontamine görülen çalışma/uygulama-6*



Görsel 5.25. *Kontamine olan çalışmanın yıkama sonrası/uygulama-5*

Daldırma yöntemi ile boyama

Sarı soğan kabuklarından demleme yöntemi ile hazırlanan boya banyosuna çalışmalar oda sıcaklıklarında daldırma yöntemleri ile boyanmıştır.

Kontamine olan SCOBY yarı daldırma yapılarak, diğerleri ise tam banyo içinde bekletilerek boyama yapılmıştır. Tam boya banyosundaki çalışmalar 12 ve 24 saatlik farklı banyo süreleri ile, yarı daldırma yapılan çalışma ise 6 saatlik bekleme süresi ile boyanmıştır.

Boyaması tamamlanan SCOBY'ler oda sıcaklığında bekletilerek kurutulmuştur. Yarı kuruma sırasında gliserinle işlem yapılmıştır. Yarı daldırma ile boyanmış SCOBY'nin sadece boyanmış kısmına gliserin işlemi yapılmıştır.



Görsel 5.26. *Boya banyosunda bekletme ve daldırma yöntemi /uygulama-5*



Görsel 5.27. Bekleme sürelerine göre sırasıyla 24 saat, 12 saat ve 6 saat/uygulama-5

Bulgular

Tüm SCOBY'ler düzgün bir şekilde boyanmıştır.

6 ve 12 saatlik boyamalar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir.

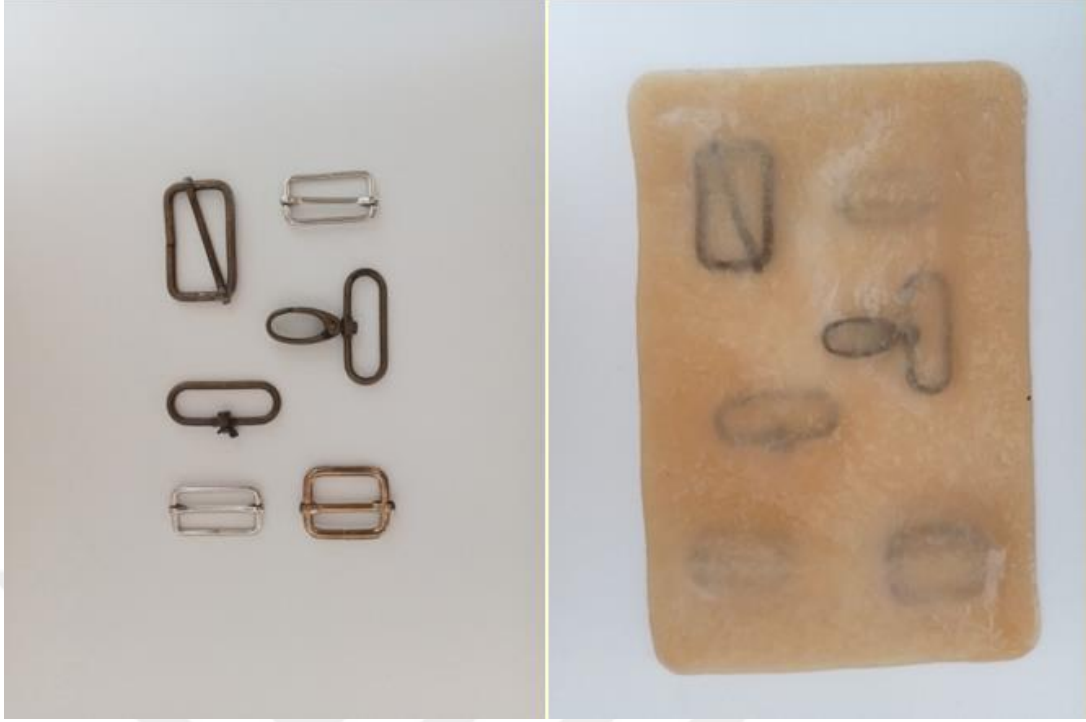
24 saatlik beklemede rengin daha koyu olduğu görülmüştür.

Tam kuruma sonunda gliserin uygulanmamış bölgenin daha sert olduğu gözlemlenmiştir

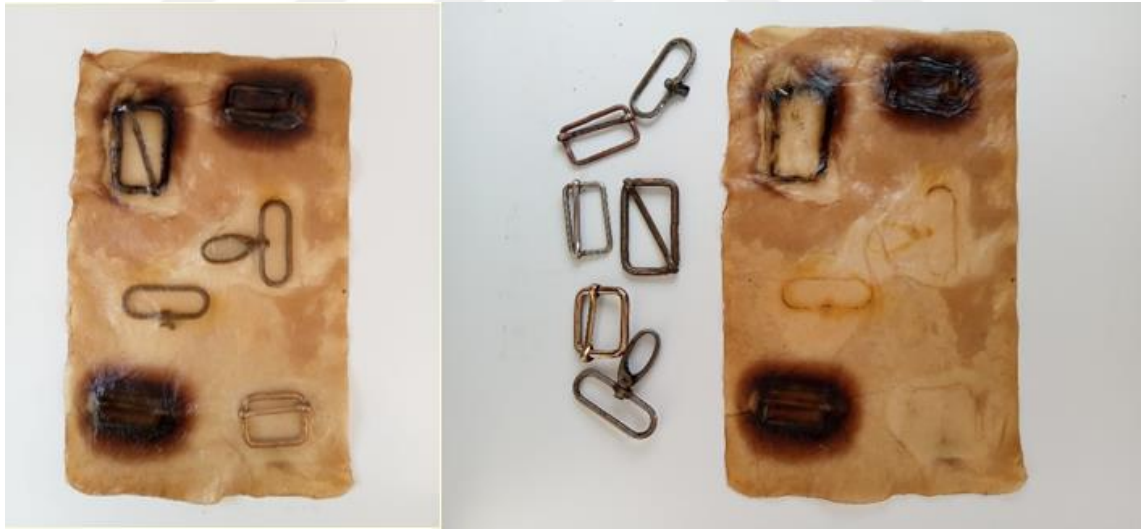
5.1.7. Uygulama-6

15 günlük fermentasyon sürecinden sonra hasat edilen SCOBY akan suda beyaz sabunla yıkanmış, 1 gün askıda bekletildikten sonra gliserinle yüzeyin her yerine işlem yapılmıştır.

Farklı yüzeylerde kurutma işlemi için farklı metal aksesuarları kullanılmış, düz bir zemin üzerine aksesuarlarla bir kolaj oluşturmuştur. Ardından SCOBY oluşturulan yüzey üzerine serilerek kurutma süreci başlatılmıştır.



Görsel 5.28. Metal aksesuarlar üzerinde kurutma/ uygulama-6



Görsel 5.29. 15 günlük kurutma sonrası/uygulama-6

Bulgular

5 gün sonra SCOPY yüzeyinin metallere temas ettiği yerlerde renk değişimleri gözlemlenmiştir. Metal yüzeylere SCOPY'nin verdiği tepki görsel 5.28'de paylaşılmıştır. Bu yöntemin farklı yüzey çalışmaları için uygulanabilir olduğu düşünülmüştür.

5.1.8. Uygulama-7

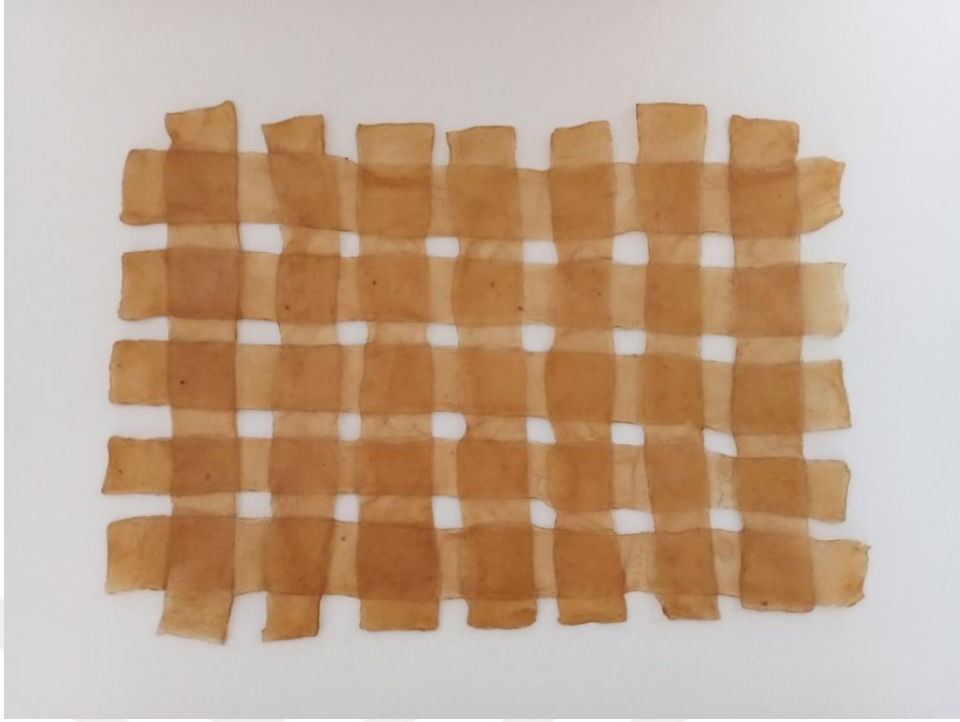
18 günlük fermentasyon sürecinden sonra hasadı yapılan SCOBY, sabunlu akan suda yıkandıktan sonra şeritler halinde kesilerek sepet örgü tekniği ile bir yüzey dokuması oluşturarak birleştirilmiştir. Ahşap yüzey üzerinde kurumaya bırakılmış ve 12 gün sonra kuruma tamamlanmıştır.



Görsel 5.30. Şeritler halinde kesilmiş SCOBY ve sepet örgü uygulaması/uygulama-7

Bulgular

Sepet örgüsü yapılmış SCOBY biyomalzemesi temas ettiği yerlerde mükemmel bir yapışma göstermiştir. Kuruma sürecinde kesik kenarlar kıvrılma eğilimi göstermiştir. Önceki çalışmalarda kuruma sonrası biyomalzeme yapışkanlık hissi vermemiştir ancak bu çalışmada sanki hala ıslak dedirtecek bir yapışma görülmüştür. Önceki uygulamalarda saflaştırma aşaması yapılmamış, fakat uygulamaların bu noktasında gerekli bir durum olduğu kesinleşmiştir.



Görsel 5.31. Sepet örgüsü yapılmış SCOBY biyofabrike malzemesi/ uygulama-7

5.1.9. Uygulama-8

15 günlük fermantasyon süreci sonrası hasadı yapılan bu uygulamada yıkama yanında saflaştırma aşaması da uygulanmıştır.

SCOBY akan suda iyice ovularak yıkanmıştır. Sabunlu suda 1 saat bekletilmiş, ardından durulanmış ve saflaştırma çözeltisine konulmuştur.

2 lt suyun içine 20 gr sodyum hidroksit eklenmiştir. Bu işlem yapılırken maske, gözlük ve eldiven kullanılmıştır. Sodyum hidroksitle saflaştırma çözeltisi hazırlanırken karışımdan çözülmeyle birlikte bir miktar duman çıkmıştır. SCOBY, hazırlanan çözelti içinde 2 saat oda sıcaklıklarında bekletilmiş sonrasında tekrar akan suda yıkama işlemi yapılmıştır.

Kurutma işlemi için limon filesi üzerine serilen SCOBY'ye öncesinde gliserinle işlem yapılmıştır.



Görsel 5.32. *Sabunlu suda bekletme/uygulama-8*



Görsel 5.33. *Limon filesi üzerinde yapılan kurutma/uygulama-8*

Bulgular

Saflaştırma sonrası kurutulan SCOBY biyofabrike malzemesi saflaştırma yapılmayan önceki uygulama sonuçlarına göre daha dayanıklı, daha pürüzsüz ve daha kuru gözlenmiştir.



Görsel 5.34. *SCOBY biyofabrike malzemelerinin muhafaza edilme yöntemi*

Biyofabrikasyon için kullanılan alan 06.02.2023 tarihinde yaşanan maraş depremi dolayısıyla boşaltılmış uygulama ve tez sürecine ara verilmiştir. Daha öncesinde sıcaklık değerleri düştüğü ve verimli geliştirme sağlanamadığı için biyofabrikasyon alanı bulmaya çalışılmış fakat düzenli kontrol imkanının ortadan kalkma ihtimali ve SCOBY'nin fermentasyon sürecinde yaydığı koku yer bulma koşullarını kısıtlamıştır. Alandaki çalışmalar ağzı kapalı cam kavanozlarda korunmaya çalışılmıştır.

Normalleşme imkanları gerçekleştiği süreçte ev içi başka bir yerde biyofabrikasyon alanı kurgulanmıştır.

2023 Sonbahar mevsiminde süreç tekrar başlatılmıştır.

Ev ortamında kapalı koşullarda saklanan kombucha kültürleriyle bir başlangıç besiyeri hazırlanmış fakat sonuç alınamamıştır. Neredeyse 10 ay boyunca besin verilmemiş ve hava alma koşulları sağlanmamış kültürlerde canlılık tamamen bitmiştir. Ayrıca ortam sıcaklığı 21°C derecenin üzerine çıkmamıştır.



Görsel 5.35. Uygulamalarda kültür ortamına eklenen SCOBY'ler için hazırlanan bekleme ortamı

Biyofabrikasyonu başlatabilmek için;

- önceki çalışmalardaki sıcaklık değerlerine yakın en az 26° derecelere taşınması,
- aktif kültür edinilmesi,
- uygulama yapılacak alanın hazırlanması gereklidir.

Sıcaklık koşullarını sağlamak ve denetleyebilmek için 80*100 cm ölçülerinde dijital termostatlý karbon ısıtıcı mat temin edilmiştir. Enerji tasarrufu sağlayabilmek için 15*100 cm’lik strafor tabakalardan iç yüzeyi 80*100 cm olan bir kabin hazırlanmış, kabin iç kenarları alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Isıtıcı mat altına ince keçe serilip kabin içine yerleştirilmiştir(görsel 5.36).

Kabin üst kısmı hava alma aralıkları bırakılarak strafor ile sabitlenmeden kapatılmıştır. Termostat aralığı 27°C ve 33°C derece aralığı belirlenerek kalibre edilmiştir. Temassız sıcaklık ölçerle kabin içi, ara ölçümler yapılarak kontrol edildiğinde ort. 28°C derece olduğu tespit edilmiştir(görsel 5.36).



Görsel 5.36. Yetiştirme alanı olarak tasarlanan strafor kabin ve termostatlý sistem

Aşılama için gerekli olan başlangıç SCOBY anası Trendyol alışveriş sitesinden satın alma yolu ile temin edilmiştir.

Aşılama için hazırlanan ön kültürler

150 ml çay demi, 100 gr şeker, 650 ml içme suyu eklenerek elde edilen homojen karışım 2 adet 300 ml'lik, 1 adet 600 ml'lik cam kovanozlara aşağıda belirtildiği bölüştürölüp, satın alma yoluyla temin edilen sıvı SCOBY kültürü yine belirtilen oranlarda eklenmiştir. Ek olarak 600 ml'lik kavanoza temin edilen SCOBY de eklenmiştir.

1. 300 ml lik cam kavanoza 200 ml çay demi, beyaz şeker içme suyu karımışı , 50ml aktif kültür eklenmiştir.
2. 300 ml lik cam kavanoza 200 ml çay,şeker içme suyu karımışı , 50ml aktif kültür eklenmiştir.
3. 600 ml lik cam kavanoza 400 ml karışım, 75 ml aktif kültür ve başlangıç scoby'si eklenmiştir.



Görsel 5.37. 300 ml'lik kavanozlarda hazırlanan ön kültürlerin 6. günü



Görsel 5.38. Ön kültürün 10. gün gelişimi

300 ml'lik kavanozlarda hazırlanan ön kültürlerde gözlemlenen gelişim kurgulanan yetiştirme alanının çalıştığını göstermiş ve uygulamalar başlatılmıştır.

5.1.10. Uygulama-9

Bu uygulamada çalışmalara ara verildikten sonra cam kavanozlarda saklanan SCOBY'ler kullanılmıştır.

Tüm başlangıç SCOBY'leri sıvı SCOBY kültürü içinde 3 ayrı cam kavanozda serin ve karanlık bir yerde 10 ay boyunca korunmuştur.

Akan suyun altında yıkanan SCOBY'ler su dolu küvetin içinde 5 saat bekletilmiştir.

4 lt içme suyu kaynatılmış ve hala sıcakken içine 40 gr sodyum hidroksit eklenmiştir. İşlem için maske, gözlük ve lateks eldiven kullanılmıştır. Çözelti iki ayrı küvete bölüştürülmüş ve sıcaklıkları 55°C derece iken SCOBY'ler küvetlere konulmuştur. 8 saat boyunca çözeltide bekletildikten sonra tekrar akan suda yıkanmışlardır.

Saflaştırma işlemi sırasında iki çözeltinin rengi çay tonlarında boyanmıştır.



Görsel 5.39. Önceki çalışmalarda kullanılan başlangıç SCOBY'leri/uygulama-9



Görsel 5.40. %10'luk NaOH çözeltisinde saflaştırma işlemi/uygulama-10

Bu uygulamada önceden denenmemiş fırında kurutma işlemi yapılmak istenmiştir. Çok sayıda SCOBY'yi havada kurutma yapacak alanın olmaması ve hızlı sonuç almak için bu yöntem seçilmiştir. Fırında kurutma işlemine geçmeden önce pamuklu bez üzerine serilen SCOBY'lerin fazla suyunu bırakması sağlanmıştır.

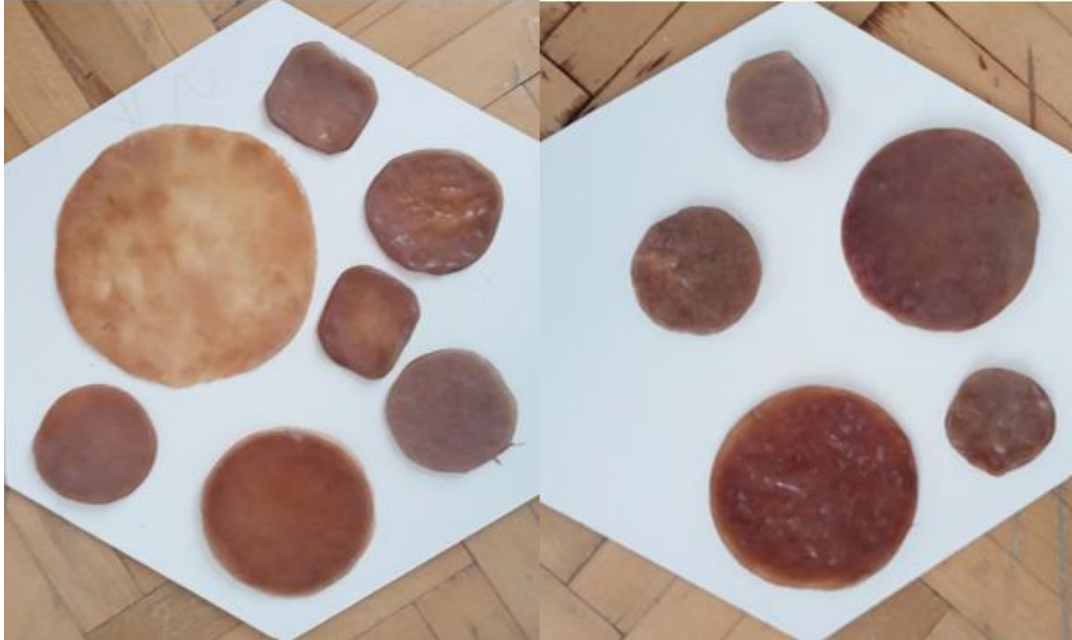
Mdf tabakaların üzerine ince bir katman halinde vazelin sürülmüş ve SCOBY'ler serilerek yerleştirilmiştir. İki tabaka sırayla kurutma işlemine alınmışlardır.

Ev tipi ocaklı fırın kullanılarak kurutma işlemi yapılmıştır. Fırın 60 dereceye ayarlanmış ve fanlı pişirme modu seçilmiştir. Mdf tabaka fırın orta katına ızgaranın üzerine konulmuş ve fırın kapatılarak kurutmaya başlanmıştır. Farklı büyüklük ve kalınlıklardaki SCOBY'lerin aynı anda kurutmaya alınması sonucu aralıklarla kurutma işlemi fırın açılarak kontrol edilmiştir. Bu sırada kuruyan SCOBY'ler alınmış diğerleri çevrilmiştir.

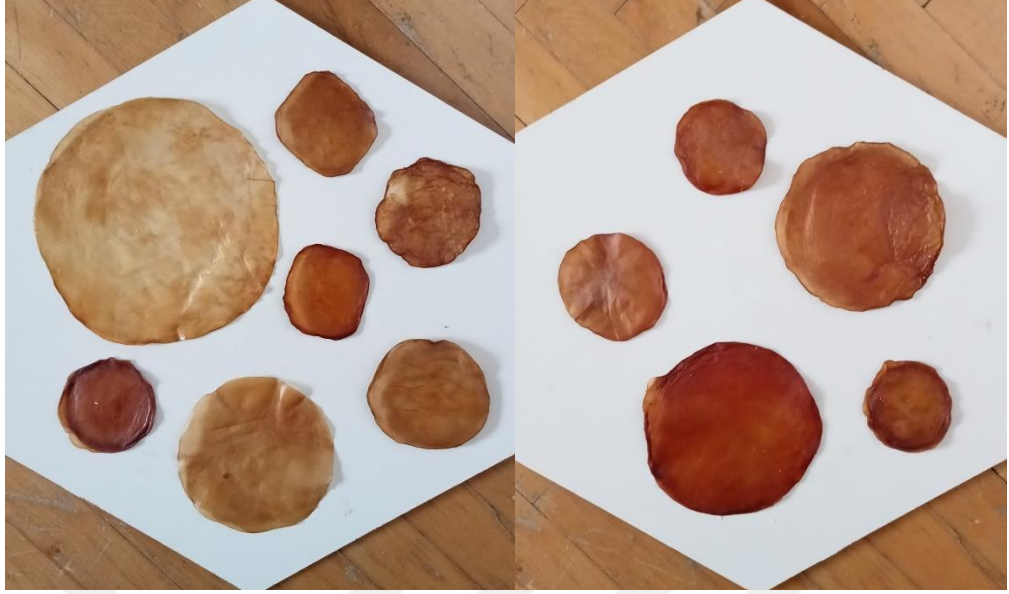
Kurutma sonrası SCOBY biyofabriğe malzemelerine hindistan cevizi yağı ve gliserinle işlem yapılmıştır.



Görsel 5.41. *Farklı kalınlık, renk ve büyüklükteki SCOBY'ler/uygulama-9*



Görsel 5.42. *Fırında kurutma için hazırlanan SCOBY'ler/uygulama-9*



Görsel 5.43. *Kurutma işleminden sonra SCOBY biyomalzemeleri/uygulama-9*



Görsel 5.44. *Fırında kurutma sonrası şeffaflık ve renk/uygulama-9*



Görsel 5.45. Fırında kurutma sonrası kalınlık, renk ve doku/uygulama-9

Bulgular

Kurutma işlemine alınan SCOBY'lerin farklı büyüklük, kalınlık ve renkte olduğu belirtilmişti. Kurutma sonrasında farklılıklar iyice belirginleşmiştir.

Fırında kurutma işlemi sonrasında kalınlık, doku, renk farklılıkları iyice belirginleşmiştir.

Kalınlık: Havada kurutma yöntemine kıyasla benzer kalınlıktaki SCOBY'ler daha ince sonuçlar vermiştir. Dolayısıyla şeffaflık özelliği belirginleşmiştir.

Doku: SCOBY analarının bazılarında belirgin büyüme farklılıkları vardı, zayıf büyüme gerçekleşen yerler daha inceydi. Kurutma sırasında kalın yerler büzüşmeye eğilim göstermiştir.

Renk: Fırında kurutma sonucu SCOBY biyofabrike malzemesinin rengi daha parlak ve doygun bir hal almıştır.

5.1.11. Uygulama-10

SCOBY'lerin arasındaki oldukça ince olan SCOBY'ler alüminyum örgü yüzeye elle verilmiş formun üzerinde oda sıcaklığında kurutulmuştur. Alüminyum metal formun üzerine Hindistan cevizi yağı sürüldükten sonra yuvarlak şekillerde olan SCOBY'ler eklenti yerleri üst üste gelecek şekilde metal yüzeye serilmiştir.



Görsel 5.46. Havada kurutma '*'işaretili 4 ince SCOBY 'e yapılmıştır/uygulama-10



Görsel 5.47. Alüminyum form üzerinde kurutma/uygulama-10



Görsel 5.48. Kurutulduğu yüzeyi kopyalamış SCOBY biyofabrike malzemesi/uygulama-10

Bulgular

Alüminyum metal örgü formun üzerine Hindistan cevizi yağı sürülmesi malzemenin kuruduktan sonra kolay kaldırılabilmesini sağlamıştır. Hindistan cevizi yağının az sürülmüş yerlerinde SCOBY metal yüzeye yapışma eğiliminde olmuştur.

Tam kuruma sonrası doku ve form kazanan SCOBY biyofabrike malzemesi yumuşaklığını korumuştur.

5.1.12. Uygulama-11

Görsel 5.36.'da aktarılan fermentasyon kabini ve dijital termostatlı karbon ısıtıcı mat ile kurulan sistemde 'kültür hazırlama prosedürü(tablo5.2.)'ne uyularak farklı zamanlarda hazırlanan kültürlerde verimsiz SCOBY gelişimi gözlemlenmiştir. Verimsiz gelişiminin tekrarlanması sonucu kurulan sistemde fermentasyon uygulaması durdurulmuştur.

Termostat aralığı 27°C ve 33°C derece aralığı belirlenerek kalibre edilmiş ve kabin içi ara ölçümler yapılarak kontrol edildiğinde ort. 28°C derece olduğu tespit edilmiştir.

Zayıf gelişen SCOBY mecburi hasat yapılmıştır, ve kültür ordamındaki başlangıç SCOBY'leri yıkama ve saflaştırma aşamaları için hazırlanmıştır.



Görsel 5.49. 20 ve 30 günlük fermentasyon sonrası verimsiz SCOBY gelişimi/uygulama-11

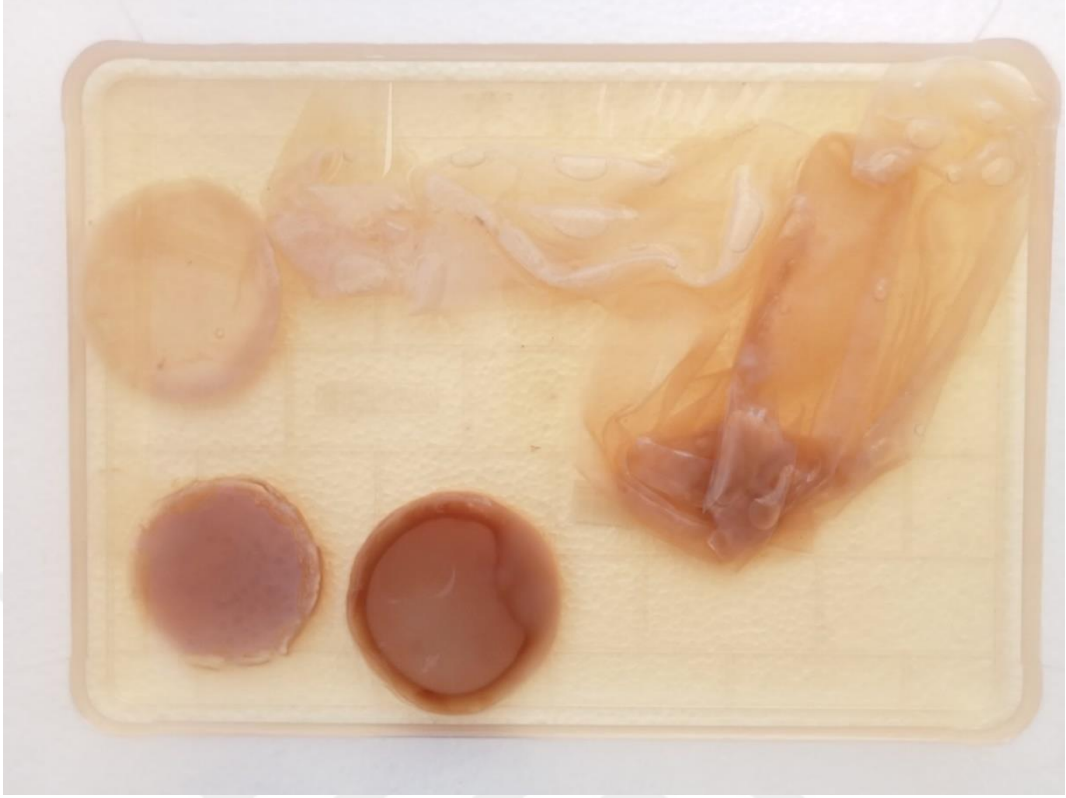
Akan su altında yıkandıktan sonra 2 saat boyunca suda bekletilmiştir.

Plastik gıda küvetinin içine kaynatılmış 3 lt suya 30 gr sodyum hidroksit eklenerek saflaştırma çözeltisi hazırlanmıştır. Hasadı yapılan SCOBY'ler ve başlangıç SCOBY'leri çözelti içinde 8 saat boyunca bekletilmiştir, ardından akan suda yıkanmış ve 1 saat suda bekletilmiştir.

Çalışmanın devamında Dr. Gusto su bazlı likit gıda boyası kullanarak fırça ile desen vererek boyanan ıslak başlangıç SCOBY'si ev tipi fırında 60 derecede tam kuruma gerçekleşene kadar kurutulmuştur. Boyama yapılan SCOBY kenarlara doğru kalın, orta kısımlar oldukça incedir (görsel 5.52.).

Havada kurutma yapılan diğer başlangıç SCOBY'sine herhangi bir boyama ya da dayanıklılık işlemi yapılmamıştır. Bir önceki SCOBY'ye (görsel 5.52) nazaran kalınlık farkı yok denecek kadar azdır.

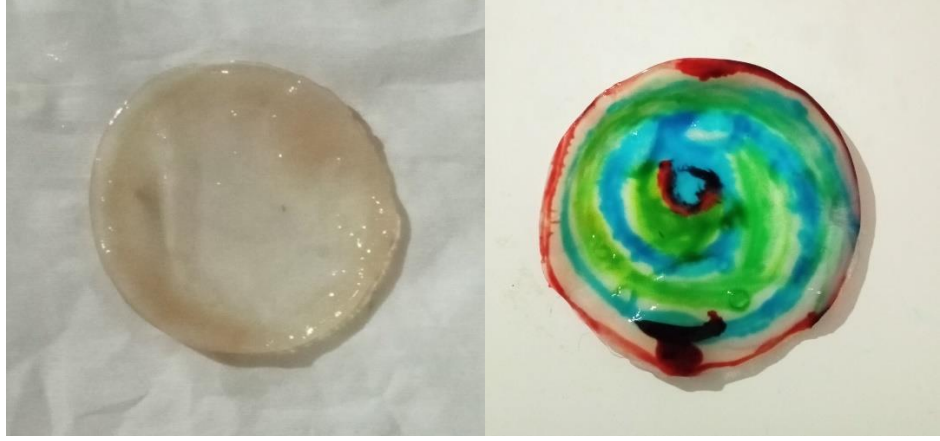
Zayıf gelişim gösteren SCOBY'ler pamuklu kumaş üzerine serilip havada kurutulmuştur. Kurutma sonunda parşömen kağıdına benzerlik göstermiştir (görsel 5.55.).



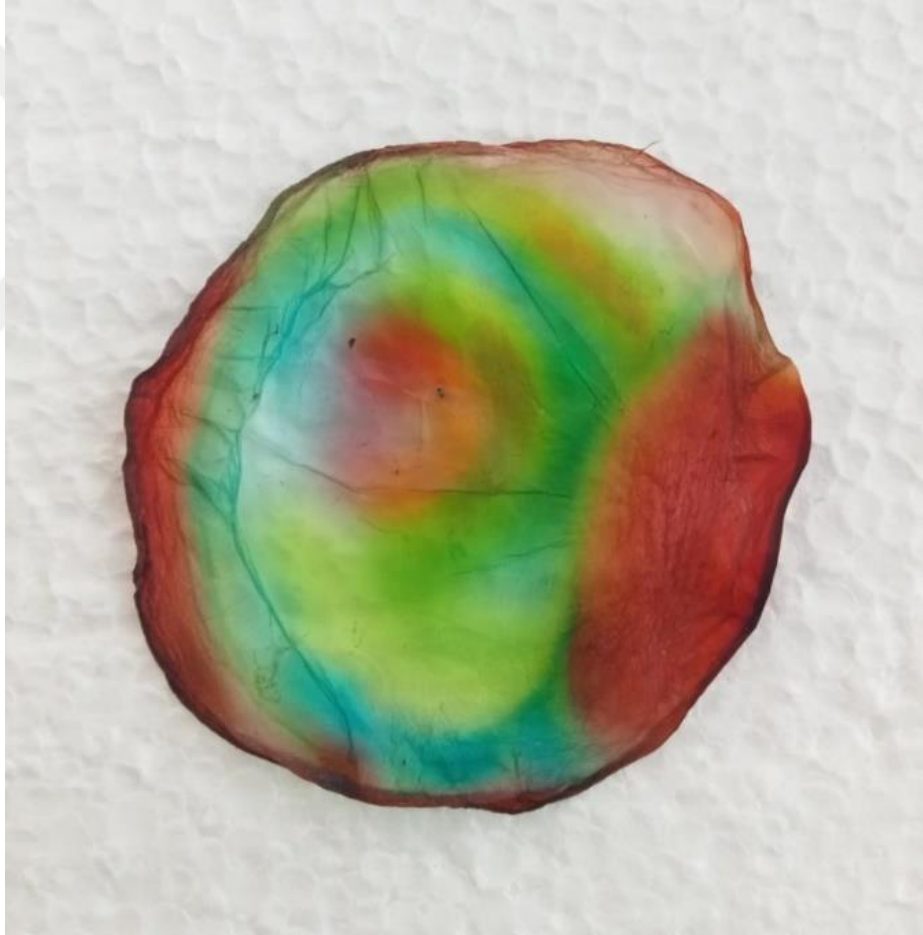
Görsel 5.50. *Saflaştırma çözeltisinde bekletme /uygulama-11*



Görsel 5.51. *Saflaştırma sonrası /uygulama-11*



Görsel 5.52. *Gıda boyası ile boyanmış SCOBY/uygulama-11*



Görsel 5.53. *Fırında kurutmadan sonra/uygulama-11*



Görsel 5.54. *SCOBY'nin ıslak ve havada kurutulmuş hali/uygulama-11*



Görsel 5.55. *Pamuklu bez üzerinde kurutma/uygulama-11*



Görsel 5.56. *Parşömen kağıdına benzerlik/uygulama-11*

Bulgular

SCOBY'ler 20 günlük ve 30 günlük fermantasyon sürelerinden sonra 2022 yılında yapılan fermantasyonların 1 haftalık büyümesiyle eşdeğer büyüme göstermiştir. Fermantasyon süresi uzatılsa da SCOBY gelişiminde artış olmamıştır.

Kurutma sonrası boyama yapılan çalışmada özellikle kalın kısımlarda belirgin yayılma gözlenmiştir. Kalın kısımlarda büzülme ve sertleşme görülmüş, orta kısımlar yumuşaklığını korumuştur.

Boyama yapılmadan oda sıcaklığında kurutulan SCOBY kuruma sonrası bükülebilir ancak kuru bir yapı kazanmıştır (görsel5.54.).

Zayıf gelişim gösteren SCOBY'ler oda sıcaklığında kurutulduktan sonra kuru ve çok kolay deforme olan bir yapıya dönüşmüştür.

5.2. Değerlendirme

Kombucha çayı demleyerek elde edilen SCOBY biyofabrike malzemesi ile yapılan 11 uygulamalı araştırma çalışmasını içeren SCOBY günlükleri 2022 yaz ve 2023 kış aylarını kapsayan bir süreçte Eskişehir ilinde bir ev ortamında gerçekleştirilmiştir.

2022 yaz aylarında gerçekleşen ilk 8 uygulama araştırması ev koşullarında sürdürülebilir bir uygulama koşulu sağlamıştır. Oda sıcaklık derecesinin 26°C ile 28°C derece arasında değişkenlik gösterdiği görülmüş ve tüm çalışma planı bu parametreye göre ayarlanmıştır. 2023 kış aylarında ortam sıcaklığı 21°C derecenin altında kalması fermantasyon süreçlerini durdurmuştur. Süreci tekrar başlatabilmek için için sıcaklık değerleri yakın en az 26° derecelere taşınması, aktif kültür edinilmesi, uygulama yapılacak alanın hazırlanması gerekmiştir. Fermantasyon için strafor kabin ve sıcaklık değerlerini uygun aralıkta tutmak için dijital termostatl ısıtıcı mat kullanılmış, satın alma yolu ile sıvı SCOBY kültürü ve hızlandırıcı SCOBY parçası temin edilmiş ve sabit fermantasyonun yapılacağı alan hazırlanmıştır. Ancak fermantasyon süreleri uzatılmasına rağmen 2022 yaz çalışmalarında elde edilen scoby gelişimi tekrarlanmamış, neredeyse çok az gelişim gösteren scoby büyümesi durmuştur. 2022 yaz aylarında mevsim şartlarının gereği giderilen sıcaklık ihtiyacı, yapay ve alttan ısıtma ile oluşturulan sıcaklıktan daha verimli sonuçlar alınmasına sebep olmuştur. Sıcaklık yayılımının homojen olmamasının süreci etkilediği düşünülmüştür. Aynı zamanda kültür temin edilen satıcıların farklılığı kültürdeki bakteri ve maya ortamının değişimi ve azlığı gibi durumların verimsiz gelişimin sebepleri olarak görülmüştür. SCOBY biyofabrike malzeme geliştirme süreçlerinin yaz aylarında oda sıcaklıklarında yapılması önerilmektedir.

Araştırmalı uygulama süreci bakteri ve maya yoğunluğunu arttırmak için hazırlanan ön kültür hazırlanması ile başlatılmıştır. Ön kültür fermantasyon sürecinin tamamlanması sırasında satın alma yolu ile temin edilen klasik fermante çay ve başlangıç SCOBY'si

besi yeri ortamına dahil edilerek uygulama-1 ve uygulama-2 çalışmalarında kullanılmak için ilk kültürler hazırlanmıştır.

Ön kültür hazırlama sürecinde yapılan gözlemler ve uygulama-1 alınan sonuçlar doğrultusunda SCOBY gelişimi için hazırlanan kültür ortamının ve çevresel etmenlerin uygun olduğu tespit edilmiş ve ikinci uygulamaya geçilmiştir.

Uygulama-2 çalışmasında kültür ortamına eklenen boya banyosu ile SCOBY'nin renklendirmesi başarılı bir şekilde yapılmıştır (görsel 5.11.). Ancak kültür ortamı için kullanılan kap derinliğinin sebep olduğu düşünülen başlangıç SCOBY'sinin yeni oluşan SCOBY'ye yapışması sonucu oluşan deformasyondan kaynaklı sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere gıda kullanımına uygun ve en az 10 cm derinliğinde plastik küvetler temin edilip kullanılmıştır.

Uygulama-3 çalışmasında süreç başında hazırlanan ön kültür aşılama için kullanılmıştır. Plastik gıda küvetlerinin de kullanıldığı çalışmada SCOBY gelişimi istenildiği gibi homojen kalınlık elde edilerek sonuçlanmıştır.

Uygulama-4 çalışmasında kültür hacminin daha da arttırılması ile 10lt hacimli renkli plastik küvette 5 lt hacimli kültür ortamı fermantasyona bırakılmıştır. Seçilen yetiştirme kabının renkli olmasından kaynaklı SCOBY kalınlaşmasının gözlemi yapılamamış, üstten bakma yolu ile ve önceki çalışmalarda tercih edilen fermantasyon sürelerine uyularak hasat zamanına karar verilmiştir. Beklenen SCOBY gelişimi ile tamamlanan süreç sonunda SCOBY biyofabrike malzemesine doku ve desen çalışması Türk Kahvesi tortusu ile yapılmıştır. Havada kurutmadan sonra gliserin uygulaması yapılan yüzeyde renklerin daha parlak hale geldiği ve eser miktarda kurumuş kahve tortularının çıktığı görülmüştür.

Uygulama-4 çalışmasından sonra kültür ortamı için bir prosedür gerekliliği ortaya çıkmış sonraki çalışmalarda tablo 5.2'de aktarılan kültür hazırlama prosedürüne uyulmuştur.

Uygulama-5'te eş zamanlı, aynı yetiştirme kabı özelliklerinde ve eş hacimli 3 kültür ortamı hazırlanmıştır. Hasat yapıldığında gelişen SCOBY'lerden birinde kirlenme(kontaminasyon) görülmüştür. Kirlenme sebebi anlaşılamamıştır. Yıkama ve saflaştırma yapıldıktan sonra daldırma boyama yöntemi ile farklı sürelerde boyunca gözlemlenmeye çalışılmıştır. Tüm sonuçlar iyi bir şekilde boyanmış; 6 ve 12 saatlik

boyamalar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. 24 saatlik beklemede rengin daha koyu olduğu görülmüştür.

Uygulama-6, 15 günlük fermantasyon sürecinden sonra hasat edilen SCOBY akan suda beyaz sabunla yıkanmış, 1 gün askıda bekletildikten sonra gliserinle tüm yüzeye işlem yapılmış ve seçilen metal nesnelerin üzerinde kurutulmuştur. Kurutma sırasında ve sonrasında SCOBY yüzeyinde metallerin temas ettiği bölgelerde kararmalar olmuştur. Bu çalışma renklendirme ve desenlendirme için kullanılabilecek yeni bir teknik olarak değerlendirilmiştir.

Uygulama-7, 18 günlük fermantasyon sürecinden sonra hasadı yapılan SCOBY, sabunlu akan suda yıkandıktan sonra şeritler halinde kesilerek sepet örgü tekniği ile bir yüzey dokuması oluşturarak birleştirilmiştir. Ahşap yüzey üzerinde kurumaya bırakılmış ve 12 gün sonra kuruma tamamlanmıştır. Kuruma sırasında kesilen SCOBY'lerin kuruma sırasında kenarlarından kıvrıldığı ve yapışkanlığının arttığı gözlemlenmiştir. Dokuma yaparken herhangi bir birleştirme malzemesi kullanılmamış SCOBY kendiliğinden birbirine bağlanmıştır. Yapı birleştirme için zahmetsiz bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir.

Uygulama-8, 15 günlük fermantasyon sürecinden sonra hasadı yapılmıştır. Önceki uygulamada yapışkanlık hissinin devam etmesi sonucu bu uygulamada yıkama yanında saflaştırma aşaması da uygulanmıştır. Saflaştırma işleminin yapılması ile SCOBY biyofabrike malzemesi yapışkanlıktan kurtulmuştur. Kurutma yüzeyi olarak limon filesi kullanılmış, malzemenin dokusu SCOBY biyofabrike malzemesine transfer edilmiştir.

Uygulama-9, bu çalışmada ara verilmeden önce kültür ortamlarını aşlamak için kullanılan tüm başlangıç SCOBY'leri kullanılmıştır. Sıvı SCOBY kültürü içinde 3 ayrı cam kavanozda serin ve karanlık bir yerde korunan SCOBY'ler yıkama ve saflaştırma adımlarından sonra havada ve 60 derece fırında kurutma yapılarak kurutulmuştur. Farklı kurutma yöntemlerinin denendiği bu uygulamada çok ince SCOBY'ler havada kurutma yolu ile kurutulmuştur. Kurutma sonrasında farklılıklar iyice belirginleşmiştir. Kurutma sonrası SCOBY biyofabrike malzemelerine hindistan cevizi yağı ve gliserinle işlem yapılmıştır. Fırında kurutma işlemi sonrasında kalınlık, doku, renk farklılıkları iyice belirginleşmiştir. Havada kurutma yöntemine kıyasla benzer kalınlıktaki SCOBY'ler daha ince sonuçlar vermiştir. Dolayısıyla şeffaflık özelliği belirginleşmiştir.

SCOBY'lerin bazılarında belirgin büyüme farklılıkları varken, zayıf büyüme gerçekleşen yerler daha inceydir. Kurutma sırasında kalın yerler büzüşme eğilimi göstermiştir. Fırında kurutma sonucu SCOBY biyofabrike malzemesinin rengi daha parlak ve doygun bir hal almıştır.

Uygulama-10, SCOBY'lerin arasındaki oldukça ince olanlar alüminyum örgü yüzeye elle verilmiş formun üzerinde kurutulmuştur. Alüminyum metal formun üzerine Hindistan cevizi yağı sürüldükten sonra yuvarlak şekillerde olan SCOBY'ler eklenti yerleri üst üste gelecek şekilde metal yüzeye serilmiştir. Havada kurutma yapıldıktan sonra yüzeyin kalıbına uyumlu SCOBY biyofabrike malzemesi elde edilmiştir.

Uygulama-11, Görsel 5.36.'da aktarılan fermentasyon kabini ve dijital termostatl karbon ısıtıcı mat ile kurulan sistemde 'kültür hazırlama prosedürü(tablo5.2.)'ne uyularak farklı zamanlarda hazırlanan kültürlerde verimsiz SCOBY gelişimi gözlemlenmiştir. Verimsiz gelişmenin tekrarlanması sonucu kurulan sistemde fermentasyon uygulaması durdurulmuştur. Zayıf gelişen SCOBY'ler mecburi hasat yapılmıştır ve kültür ortamındaki başlangıç SCOBY'leri yıkama ve saflaştırma aşamaları için hazırlanmıştır. Bu çalışmadaki farklılıklar SCOBY'nin Dr.Gusto su bazlı likit gıda boyası kullanarak fırça ile desen vererek boyanması ve boyama sonrası fırında kurutma yapılması olmuştur. Renklerin SCOBY'nin kalın bölgelerinde yayılma yaparak parlak sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Tüm bu uygulamalı araştırmalar sonucunda SCOBY biyofabrike malzemesinin geliştirme ve tasarım araştırmalarının ev koşullarında yapılabildiğini ve geliştirilen malzemelerin besi yeri hazırlama sürecinden kurutma aşamasına kadar olan ara aşamalarda yapılacak işlemlerle son ürünün malzeme niteliğinin değiştirilebildiği görülmüştür. Bu sebeple SCOBY biyofabrike malzemesi ile tasarım araştırma çalışmaları genişletilebilir.

SCOBY biyofabrike malzemesinin kurutulduktan sonra sahip olduğu ışık geçirgenliği, fermentasyon süresinin uzatıldığında elde edilebilen kalın malzeme dokusu, yüzey üzerinde fırça ile desen çalışılabilmesi ve özellikle kolaylıkla kesilebilmesi karagöz tasvir uygulaması için uygun bir malzeme olduğunu göstermiştir.

6. GELENEKSEL GÖLGE TİYATROSU TASVİR UYGULAMA

6.1. Karagöz ve Hacivat

Geleneksel Türk tiyatrosunun seyirlik oyunlarından gölge oyunu, tasvirlerin ışıkla perdeye yansıtılması tekniği ile gerçekleştirilir. Bunun yanında Türk halk tiyatrosunun mizah, trajedi, dans, müzik ve edebi metinlerini içeren çoklu bir sanattır (Anameriç, 2014).

Hacivat ve karagöz aracılığıyla çok kültürlülük ve birliktelik toplumla paylaşılmıştır. Güncel sorunlar, ilişkiler ve çoğu kez insanüstü varlıkların dahil edildiği konularla toplumu güldürmeyi hedeflerken temel amacı topluma ayna tutmaktır. Ayna gölge oyunun temel kavramlarından biridir ve teknik dilini bunun üzerine kurmuştur diyebiliriz.

Bu dile göre; gölge oyunu ‘hayal-i zıll’ veya ‘zıll-ı hayal’, icracı ‘hayali’, gölge oyununda yer alan tüm karakterlere ‘tasvir’ veya ‘suret’, oyunların yansıtıldığı beyaz perdeye ise ‘ayna’ denilmektedir (Anameriç, 2014)

Gölge ifadesi tasvirlerin perdeye yansıyan görüntüsünün karanlık bir silüet halinde olacağı fikrini doğurabilir, ancak oldukça renkli yansımaları vardır. Bu yüzden Tasvir yapımında kullanılan malzemenin ışık geçirgen olması ve boyandıktan sonra da geçirgenliğini kaybetmemesi önemlidir.

SCOBY biyofabrike malzemenin ışık geçirgen özelliği ve çaydan gelen doğal rengi tasvir yapımında kullanmak için uygun görülmüştür. Aynı zamanda kolay işlenebilir olması ve biyouyumlu gıda boyası ile yüzey üzerinde fırça ile desen çalışılabilmesi malzemenin kullanılabilirliğini arttırmıştır. Geleneksel uygulamalarda kullanılan hayvan derisi uygulamaya hazır hale getirilene kadar tabaklama, şeffaflaştırma gibi kimyasal yoğun işlemler geçirmekte aynı zamanda biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Son yıllarda ise tasvir yapımına uygun hayvan derisinin kolay bulunamaması ve zor işlenmesi sebepleri ile asetat gibi petrokimyasal malzeme kullanımı artmıştır.

6.1.1. Karagöz Tasvirlerinin Yapımında Kullanılan Araç ve Gereçler

Tasvir yapımında tabaklanmış ve şeffaflaştırılmış deve, düve, manda derisi gibi deriler kullanılmıştır. En iyi çalışmanın deve derisi ile yapıldığı, ancak günümüzde bulmanın zor olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple asetat gibi plastiklerinde tasvir yapımında kullanıldığı görülmektedir (2.Tekgöl, 2016, s. 46).

2.Tekgöl (2016, s. 46) ‘karagöz’ adlı kitabında hayvan derisinin tasvir yapımına hazırlanma sürecini şu sözlerle aktarmıştır:

Deriyi tasvir yapımına uygun hale getirmek bulmaktan daha meşakkatli bir işlemdir.kepekli suda bekletme, hamlatma ve kurutma gibi işlemler için yaz ayları seçilir. Tüy köklerinin deriden temizlenmesi için cam yada sistire ile kazınması gerekir. Bütün bu işlemlerden sonra şeffaflaştırılmış ve kurutulmuş derinin üzerine kalıplar yardımıyla şekiller çizilir ve kesilir. Daha sonra yumuşak dokusu nedeniyle bıçapınızı köreltmeyen ‘ıhlamur kütüğü’ üzerinde işlenmeye başlanır.

Nevrekan adındaki keskin uçlu bir bıçak takımı ile tasvir üzerinde delikler açılarak oyma işlemi yapılır. Gölge tiyatrosunda tasvirin hatlarına boşlukların açılması ile yansıtılan ışık tasvir kenarlarının vurgulanmasını sağlayacaktır (Aksakal, 2012).

Tüm bu işlemlerin ardından renklendirme ve kontur çizme işlemleri yapılır. Renklendirme için ‘kök boya’ kullanıldığı belirtilmektedir ancak günümüzde sanayi boyaların kullanımı yaygın görülmektedir (Anameriç, 2014)

İşlenmiş ve boyanmış tasvir parçaları ‘katküt’ adında bağırsaktan yapılmış iplerle birleştirilir, yine günümüzde misina ve ip kullanımı sıklıkla görülmektedir. İlave ilikler eklenerek oynatma sopasının bağlantı kısımları yapılır (2.Tekgöl, 2016, s. 47).



Görsel 6.1. Nevrekan bıçakları, malzeme ve ekipmanlar (Kurt, 2016)



Görsel 6.2. *Karagöz* (Kurt, 2016)

6.2. SCOPY Biyofabrike Malzemesiyle Karagöz Tasvir Uygulaması

Bu çalışmada ‘Uygulama-5’ başlığı altında geliştirilen yarısi daldırma boyama ile boyanmış SCOPY biyofabrike malzemesinin boyanmamış kısmı kullanılmıştır. Kalınlığı daha uygun çalışmalara tasarım uygulamaları yapıldığı için bu çalışma seçilmiştir.



Görsel 6.3. *Dana derisi ve SCOPY biyofabrike malzemesi*

6.2.1. Tasvir çizimi, kesimi ve işlenmesi

Karagöz tasviri günümüze kadar benzer görüntülerde aktarılmış, ince detaylarda değişiklikler göstermesine rağmen genel görüntüsünün değişmediği gözlemlenmiştir.

SCOPY biyofabrike malzemesin altına Karagöz tasvir parçalarının çizildiği kâğıt konularak çizim SCOPY biyofabrike malzemesi üzerine aktarılmıştır. Aktarılan tasvir

parçaları birbirinden makasla ayrıldıktan sonra kontür kenarlarından ince kesimler yapılmıştır. Kesim işlemleri kretuar bıçağı kullanılarak yapılmıştır (görsel 6.4.).

Kesilen tasvirin kontür hattına kretuar bıçağı ile kesikli boşluklar açılmıştır (görsel 6.5.).



Görsel 6.4. Tasvir çizimlerinin aktarılması ve ana hatların kesimi



Görsel 6.5. Bazı hatlarda açılan kesikli boşluklar

6.2.2. Tasvir boyama ve birleştirme

Tasvir parçaları Dr. Gusto su bazlı likit gıda boyası kullanarak fırça ile boyanmıştır. Boyama işlemi ön ve arka yüzey için yapılmıştır.



Görsel 6.6. *Tasvir parçalarının boyanması*

Boyama işleminden sonra yumuşayan SCODY biyofabrike malzemesine Hindistan cevizi yağı ve balmumu karışımı ile işlem yapılmıştır. Balmumu benmari usulü eritildikten sonra içerisine birebir oranda hindistan cevizi yağı eklenmiştir(görsel6.7).

Tasvirlerin tek yüzeyine hazırlanan karışım parmak ucu ile ovularak sürülmüştür. Ancak çok hızlı donan yağ tasvir parçalarının yüzeyinde kalıntılar bırakmış, bu sebeple tasvir parçaları 10dk 60 derece fırında ısıtılmıştır. Isıtma sonrası yağ tortusu kalmamış ve renkler parlaklık kazanmıştır (görsel 6.8).



Görsel 6.7. *Hindistan cevizi yağı ve balmumu karışımı hazırlığı*

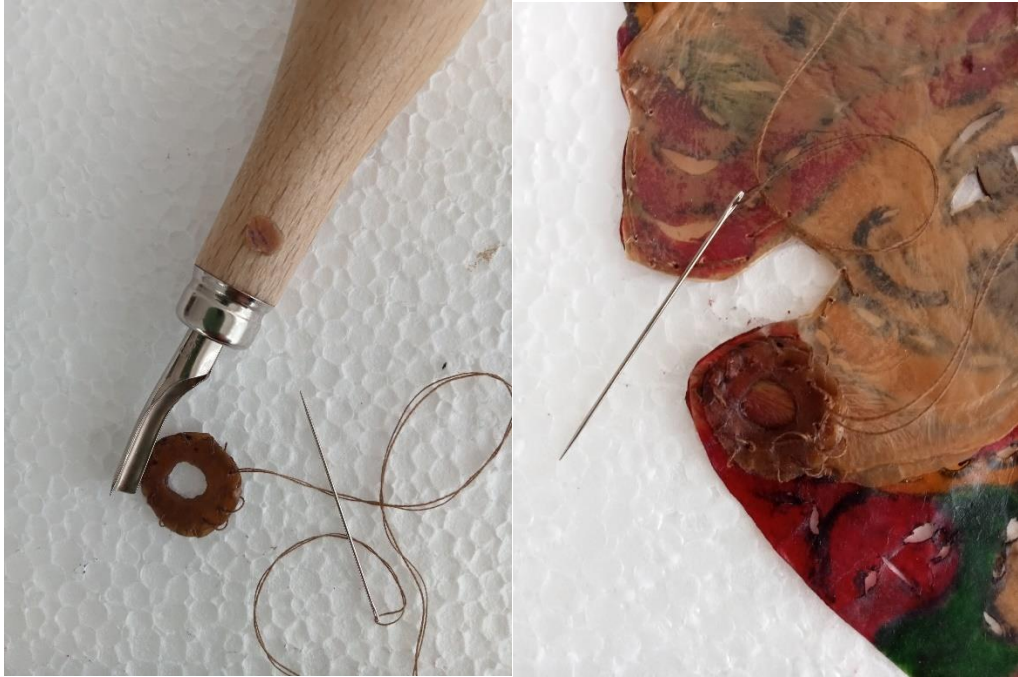


Görsel 6.8. *Fırında ısı işlemi yapılan tasvir parçaları*

Karışım yağ uygulamasından sonra yetersiz görülen sertlik için karagöz kafa parçası arkasına farklı bir SCOBY biyofabrike malzemesi ile destek yapılması uygun görülmüş ve dikiş işlemleri öncesinde hazırlanmıştır. Sopa geçirme için gerekli ilik ile birlikte tasvire dikilmiştir. Linol bıçağı, dikiş iğnesi ve iplik kullanılmıştır.



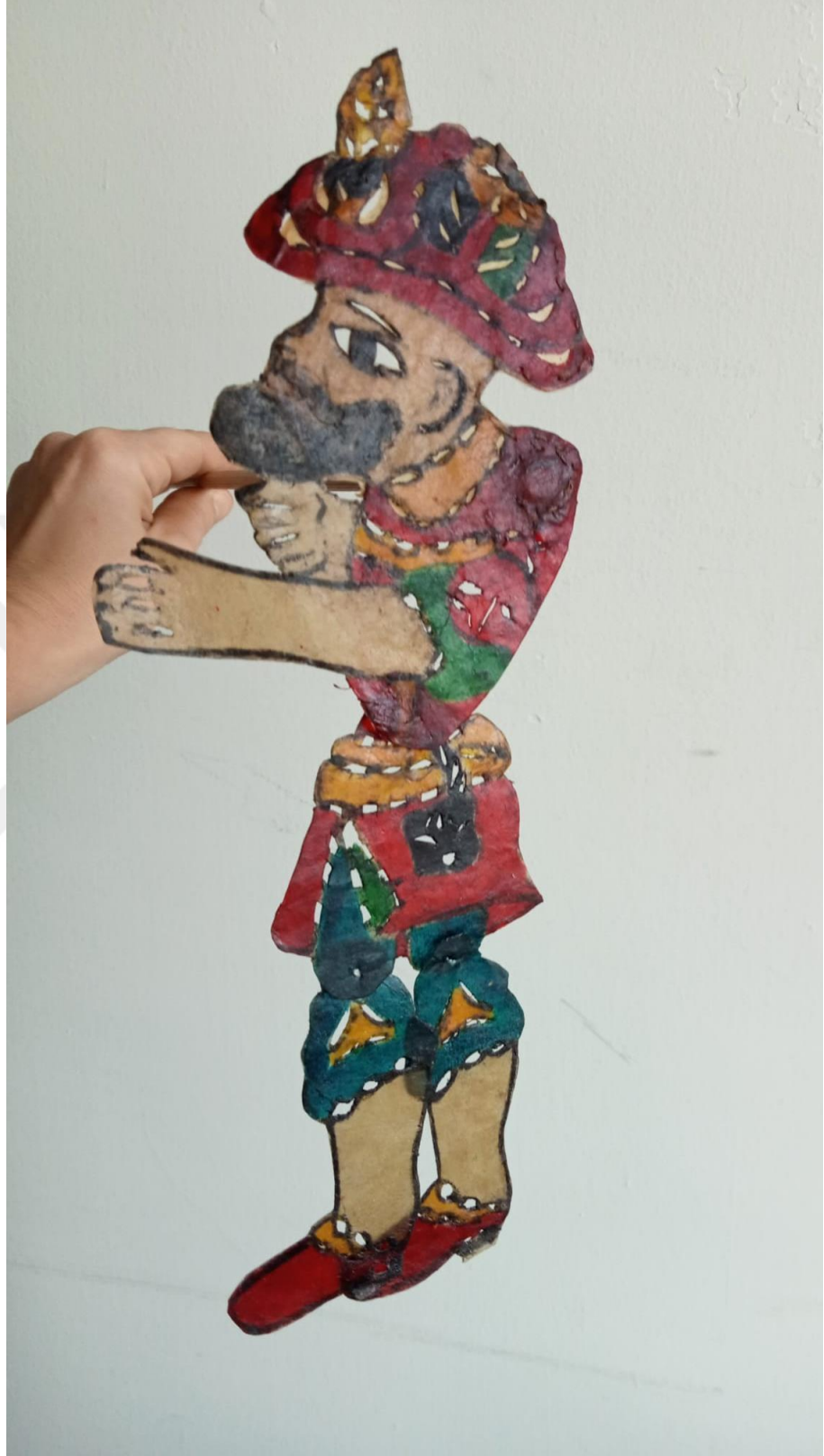
Görsel 6.9. Tasvir parçasına eklenen SCOBY biyofabrike malzemesi



Görsel 6.10. Hazırlanan ilik ve birleştirme işlemleri



Görsel 6.11. *Birleştirme işlemleri tamamlanmış karagöz tasviri*



Görsel 6.12. *Oynatma sopasının takılmış hali*

6.2.3. Oyun perdesinde denenmesi

Oyun perdesi yapımı için eski bir çekmece, beyaz ham bez, makas ve mobilya zımbası kullanılmıştır. Çekmece altındaki md f çıkartılmış oluşan çerçeveye ham bez gerilerek mobilya zımbası ile tutturulmuştur.



Görsel 6.13. Perde yapımı için kullanılan malzemeler



Görsel 6.14. Perdenin hazırlanmış hali

Tasvirin perdede görünmesi için ışık kaynağı olarak bir el feneri kullanılmıştır.



Görsel 6.15. *Karagöz tasvirinin perdeden yansıması*

6.3. Değerlendirme

Tasvir yapımı için önerilen SCOPY biyofabrike malzemesi ile karagöz tasviri geleneksel figür işleme özelliklerine sadık kalınarak tamamlanmıştır.

Uygulamaya özel SCOPY yetiştirilememiş olması sebebi ile uygulama-5 aşamasında geliştirilen malzemenin kullanımı tasvir yapımına uygun kalınlığı elde edilememesine sebep olmuştur.

SCOPY biyofabrike malzemesi çizim transferi, kesimi ve kesikli işlemlerin açılmasında kolaylık sağlamıştır. Makas, kretuar bıçağı, linol oyma bıçağı ve dikiş iğnesi gibi her yerde bulunabilen ekipmanlar kullanılarak yapılmış ve yapım sırasında güç kullanmak zorunda kalınmamıştır.

Hat çizgileri üzerinde açılan kesikli işlemlerin açılması sonucu SCOBY biyofabrike malzemesi gergin dayanımını yitirmeye başlamış ve tasviri dik tutma konusunda sıkıntılar yaşanmıştır. Ancak boyama işleminden önce balmumu ve hindistan cevizi yağı karışımı ile işlem yapılmak istenmemiştir. Boyanın emiciliğini etkileyeceği düşünülmüştür. Bu yüzden dayanımı arttırıcı modifiye işlemleri boyama işlemi sonrasında bırakılmıştır.

Renklendirme için kullanılan Dr. Gusto su bazlı likit gıda boyaları ile uygulama sırasında sorun yaşanmamış, malzeme boyayı kolaylıkla kabul etmiştir. Ancak SCOBY biyofabrike malzemesinin su sever yapısı ve neme duyarlılığı malzemenin daha da yumuşamasını sağlamıştır. Boyama yapılırken tasvir parçalarının iki yüzünde boyanması bu durumu iyice belirginleştirmiştir. Aslında tek yüz boyamanın yeterli olduğu görülmüştür.

Gerçekleşen yumuşamalar sonucu balmumu ve hindistan cevizi yağı karışımı ile muamele yapılmış homojen yayılım için fırında bekletilmiştir. Bu işlemin eklenmesi faydalı olmuş ancak yetersiz kalmıştır. Destek malzeme ile kuvvetlendirilip dikilmesi gerekmiştir.

Tüm bu işlemler sonunda SCOBY biyofabrike malzemesinin karagöz tasvir yapımında kullanılabilmesi için uygun kalınlık ve modifiyelerle yetiştirilmesi önemlidir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gün geçtikçe artan dünya nüfusu, dünya kaynaklarının nüfus artışına oranla tükenmesi gelecek nesillerin ve canlılığın yaşamını tehdit etmektedir. Bunun yanında ürün yaşam döngüsünün toplam maliyeti değerlendirilmeden yapılan tasarım ve sanat ürünlerinin günümüz insanlığı tarafından hızlı tüketim alışkanlığı ile kullanım ömrü gözetilmeden elden çıkartılması çöp yığınlarının oluşmasına neden olmaktadır. Petrokimyasal kaynaklarla üretilen ve dünya üzerinde çok az kullanılmış bir ürünün milyarlarca yıl çözünmemesi belki de hiç gelmeyecek bir geleceğe kalıntı bırakmak anlamına gelmektedir.

Son yıllarda canlı sistemlerin ürün geliştirme ve tasarım aşamalarına dahil edilmesiyle biyolojik döngünün sağlandığı döngüsel tasarım anlayışı, kendi malzemesini geliştirmek isteyen sanatçı ve tasarımcılar için biyoyumlu ve biyobozunur malzeme kullanma yolunu açmıştır. Mikroorganizmaların hafızasını ve çalışma sistemini tasarımcının kendi seçimleriyle yönlendirebilme fikri tasarımcıların ayrıca ilgisini çekmiştir.

Bu alışma kapsamında mikroorganizmalarla tasarım yapma ve malzeme geliştirme kavramları incelenmiştir. Yapılan uygulamalı araştırmalarda ve önerilen tasarım uygulamasında mikroorganizma topluluğu olarak kullanılan canlı sistem, simbiyotik bakteri ve maya kolonisi olmuştur.

Tasarımcı için bu çalışmaların bütünü geleneksel malzeme kullanımı ile yapılan tasarım çalışmalarıyla oldukça farklılık göstermiş, hatta alan dışı bir disipline yatkınlığı gerektirmiştir. Malzeme geliştirme sürecinin dahil olduğu biyotasarım çalışmasında mikroorganizmanın üretim hızına ayak uydurmak ve bu çerçevede tasarım planını gerçekleştirmek önemli olacaktır. Bununla birlikte tasarımcının tasarım biyofabrikasyon aşamaları ve parametrelerine hakim olması gerekmektedir. Bu tez çalışmasını için seçilen uygulamalı araştırma yöntemi malzeme geliştirme ve tasarım süreci için gerekli deneyim bilgisinin edinilmesi için uygun bulunmuştur.

SCOBY biyofabrike malzemesi kombucha ayı kullanarak kolay geliştirilebilir, ancak biyofabrikasyon için gerekli ortam koşulları karşılanmalıdır. Besiyeri hazırlama ve fermentasyon süreci, hasat zamanına karar verme, yıkama, saflaştırma ve kurutma gibi temel aşamalardan oluşan malzeme geliştirme ve tasarım süreci aşamalar arasında

yapılacak küçük değişikliklerle çok çeşitli malzeme sonuçlarının alınmasına olanak tanımaktadır.

Malzeme geliştirme süreci seçilen mikroorganizmanın ihtiyaç duyduğu gelişim parametreleri değişkenlik gösterebilmektedir. Biyofabrikasyon sürecindeki en önemli parametrelerin sıcaklık ve mikroorganizma yoğunluğu olduğu görülmüştür. Gerekli parametreler sağlandığı sürece verimli sonuçlar ile uygulamalar tamamlanmıştır. Ev koşullarında yapılan uygulamalar ve yaşanan deneyimler sonucu simbiyotik bakteri ve maya kolonisi ile çalışmalar yürütülebileceği, canlı sistemlerin istekleri ile kendi isteklerimizi birleştirebilmenin yolunu bulduğumuzda ise benzersiz nitelikte tasarımlarımız yapabileceği kanısına varılmıştır. Biyofabrikasyon, hasat, yıkama, saflaştırma ve kurutma aşamalarından oluşan malzeme geliştirme sürecinde uygulama alanlarının da bu aşamalara göre tasarlanması gerektiği açıkça görülmüştür. Kontaminasyon yaşanmaması için malzemelerin ve aşamaların uygulanacağı alanların steril olması gereklidir. Ev ortamında yapılabilir olan bu uygulama aşamaları için gerekli alanların önceden kurgulanması önemlidir.

Malzemenin biyoyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilir özelliğini korumayı amaçlayan bu çalışmada yapılan dayanım arttırıcı işlemlerde; Gliserin, balmumu ve Hindistan cevizi yağı ve boyama-desenlendirme uygulamalarında; hibiskus bitkisi ile yapılan boya banyosu besi yerine eklenerek, soğan kabuğu ile yapılan boya banyosuna daldırma boyama yöntemi ve Dr. Gusto likit gıda boyası ile fırça ile desenlendirme ve boyama yöntemi kullanılmıştır. SCOPY biyofabrike malzemesinin yüzeyine uygulanan; gliserin işleminin malzemenin esnekliğini arttırdığı, balmumu ve hindistan cevizi yağı karışımı uygulamasının malzemeye sertlik kazandırdığı görülmüştür. Uygulanan boyar maddeler ve yöntemlerin SCOPY biyofabrike malzemesinin renklendirilebilir olduğunu göstermiştir.

Kurutma yöntemi olarak uygulanan ortam sıcaklığında kurutma ve fırında kurutma işlemleri nihai malzemenin yapısal özelliklerini belirgin bir şekilde değiştirmiştir. Ortam sıcaklığında yapılan kurutma işlemi malzemenin kalınlığına ve sıcaklığa bağlı olarak 3 ila 7 gün arasında değişim göstermiş, tam kuruma sonunda bükülebilir esneklikte sonuçlar vermiştir. 60 derece ev tipi fırında kurutma işlemi hızlı sonuç almak için ideal görülmüş, yine malzemenin kalınlığına bağlı olarak işlem süresi yarım saat ve üzerinde sürmüş,

kurutma sonunda malzeme ortam sıcaklığında kurutmaya nazaran daha camsı ve sert bir özellik kazanmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucu işlem basamaklarının arasında yapılan ara işlemler ve seçenekli yöntemlerle nihai malzemenin yapısal ve estetik özellikleri değiştirilebilir ve son tasarım uygulamasına yönelik malzeme geliştirme ve tasarlama planının hazırlanabilir olduğu görülmüştür.

Çoğunlukla giyilebilir sanat ve enstalasyon çalışmalarında sanat ve tasarım malzemesi olarak tercih edildiği görülen SCOPY biyofabrike malzemesinin, gösteri ve sahne sanatları alanından Geleneksel Türk Gölge Tiyatrosu Karagöz tasvir uygulamasında kullanılması ile tasarım yaklaşımına seçenek oluşturmak istenmiştir. Uygulama için kullanılan SCOPY biyofabrike malzemesinin hasat yapılacağı zaman en az 1cm kalınlığa ulaşmış olması ve fırında kurutma yönteminin seçilmesi uygun görülmüş, tasarım uygulaması başarıyla tamamlanmıştır. Ancak malzemenin kullanım ömrü ve kullanım dışı zamanlarda nasıl muhafaza edilmesi ile ilgili soruların cevaplanması gerekmektedir.

Bunun yanında SCOPY biyofabrike malzemesinin hayvan derileri ile kıyaslanması malzemenin geliştirilebilir, kalıplanabilir, boyanabilir, form ve doku verilebilir özelliklerini geride bırakmamalıdır. Malzemenin kullanım ömrünü ve kullanım talimatlarını kapsayan ve geliştirilen tasarım çalışmaları ile planlanması gerekmektedir. Yıpranma ve eskime özelliklerinin ayrıntılı araştırılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

2. Tekgöl, İ. (2016). *Karagöz'ümüz*. (M. Dinç, Dü.) Ankara: Gençlik ve Spor Bakanlığı Eğitim Kültür ve Araştırma Genel Müdürlüğü.
- Aksakal, O. (2012). *Geleneksel Türk Gölge Oyunu Karagöz'ün Plastik Açidan Değerlendirilerek Seramik Sanat Formlarına Dönüştürülmesi*. Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı, Eskişehir.
- Alanna Lynch. (2016). <http://alannalynch.com/portfolio/gut-feelings-2017/> adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.30.2023
- Anameriç, H. (2014). Bilginin Toplumsallaşmasında Bir Bilgi Kaynağı Olarak Gölge Tiyatrosu: Karagöz ve Hacivat. *Uluslararası Kültürel Mirasın ve Kültürel Bellek Kurumlarının Yönetimi Kongresi*.
- Ashjarian, A., Yazdanshenas, M. E., Rashidi, A., Khajavi, R., & Rezaee, A. (2013). Overview of bio nanofabric from bacterial cellulose. *Journal of The Textile Institute*, 104:2, s. 121-131.
- Aydınlı, A. (2010). *Bakteri Selülozunun Mekanik Özelliklerinin Arttırılması*. Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Biyomühendislik Anabilim Dalı.
- Azevedoa, H. S., & Matak, A. (2022). Embracing complexity in biomaterials design. *Biomaterials and Biosystems*, 6.
- Baydemir, A., & Bıyıklı, N. E. (2021). Biyotekstillerin Yenilikçi Malzeme Olarak Hazır Giyim Endüstrisinde Kullanımı. *SDÜ ART-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, 14(27), s. 641-666.
- Biofabricate. (2020). *UNDERSTANDING "BIO" MATERIAL INNOVATIONS: a primer for the fashion industry*. Biofabricate; Fashion for Good.
- BIOFABRICATE, 2023. <https://www.biofab.earth/level-1/section-1> adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.23.2023
- Camere, S., & Karana, E. (2017). Growing materials for product design. *International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG*, (s. 101–115).
- Candy, L. (2006). *Practice Based Research: A Guide*. Sydney: Creativity & Cognition Studios.
- Cohen, N., E. S., & Yavuz, S. U. (2020). Designing with microbial cellulose to feed new biological cycles. *International Journal of Food Design*, 4(2), s. 155–171.
- Collet, C. (2018). Biotextiles: Evolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and the Emerging Organism Industry. N. Nimkulrat, U. Ræbild, & A. Piper (Dü) içinde, *SOFT LANDING* (s. 87-89). Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Helsinki, Finland.
- Collet, C. (2017). 'Grow-Made' Textiles. *Alive. Active. Adaptive: International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG*, s. 24-37.

- Collet, C. (2017). *Designin for the Biocentury*. Univercity of the Arts London Professorial platform.
- Costa, A. F., Amorim, J. D., Almeida, F. C., I. D., Paiva, S. C., Rocha, M. A., . . . Sarubbo, L. A. (2019). Dyeing of bacterial cellulose films using plant-based natural dyes. *International Journal of Biological Macromolecules*(121), s. 580-587.
- Deniz, İ., & Keskin-Gündoğdu, T. (2013). Biomimetic Design for a Bioengineered World. *Interdisciplinary Expansions in Engineering and Design With the Power of Biomimicry* (s. 58-75). içinde Intech.
- D'Itria, E., Bolzan, P., & Papile, F. (2021). Growing Materials: Exploring New Design Practices Towards A Sustainable Fashion Sector. *TEXTEH Proceedings*, s. 155-163.
- Esat, R., & Ahmed-Kristensen, S. (2018). Classification Of Bio-Design Applications: Towards A Design Methodology . *International Design Conference - DESIGN 2018*, (s. 1031-1042).
- Fairs, M. (2014, 02 12). *Microbes are "the factories of the future"*. Dezeen and Mini frontters: <https://www.dezeen.com/2014/02/12/movie-biocouture-microbes-clothing-wearable-futures/> adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.18.2023
- Fernandes, M. S. (2021). *Development of Bacterial Cellulose Composites as an Alternative to Leather*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Freeman, C., Gillon, F., James, M., French, T., & Ward, J. (2016). Production of Microbial Leather from Culled Sweet Potato Sugars via Kombucha Culture. *International Textile and Apparel Association (ITAA) Annual Conference Proceedings*, 109.
- Gao, H.-L., Zhao, R., Cui, C., Zhu, Y.-B., Chen, S.-M., Pan, Z., . . . Yu, S.-H. (2020). Bioinspired hierarchical helical nanocomposite macrofibers based on bacterial cellulose nanofibers. *National Science Review*(7), s. 73–83.
- García, A. A. (2019). *K-BIOTEX material textil en base a celulosa bacteriana de kombucha*. Escuela Técnica de Arquitectura de Madrid, Construcción y tecnología arquitectónicas.
- Ghalachyan, A. (2018). *Evaluation of Consumer Perceptions and Acceptance of Sustainable Fashion Products Made of Bacterial Cellulose*. Iowa State University, Doctor Of Philosophy.
- Gombosova, Z. (2014). *Zuzana Gombosova Conceptual Designer. Maker. Design Researcher*. <https://www.mediamatic.net/>: <https://www.mediamatic.net/nl/page/89038/zuzana-gombosova> adresinden alındı. erişim tarihi: 12.31.2023
- Gonzales, D. P. (2020). *textura en bases textiles orgánicas, una alternativa de innovación para el diseño textil cao: té de kombucha*. universidad del azuay, facultad de diseño, arquitectura y arte escuela de diseño textil y moda.
- Hansell, H. (2016). *BIOMatters A New Age of Biosynthetic-Technology in the Textile and Apparel Industry*. Masters Project, MA Sustainable Design University of Brighton.

- Harmon, J. (2017). Homegrown: Investigating Design Potential of Bacterial Cellulose. *International Textile and Apparel Association*.
- Hunter, W. (2019). Culturing Creativity, and a little bit of shit stirring. K. Fraser, C. Granger, M. Hey, W. Hunter, S. Katz, M. Kennedy, . . . A. Sikorski içinde, *musings 2019 stories with food, feminism, and fermentation* (s. 2-10).
- Jahan, F., Kumar, V., & Saxena, R. (2018). Distillery effluent as a potential medium for bacterial cellulose production: Abiopolymer of great commercial importance. *Bioresource Technology*, 250, s. 922–926 .
- Jones, J. (2021). *Material Rituals With The Other {interspecies collaboration for new regenerative futures}*. ENSCI - Les Ateliers, Nature Inspired Design.
- Jr, C. J., Medeiros, A. D., Amorim, J. D., Nascimento, H. A., Converti, A., Costa, A. F., & Sarubbo, L. A. (2021). Bacterial cellulose biotextiles for the future of sustainable fashion: a review. *Environmental Chemistry Letters*(19), s. 2967–2980.
- Jr., C. J., Medeiros, A. D., Amorim, J. D., Nascimento, H. A., M. A., Costa, A. F., . . . A.Sarubbo, L. (2021). The Future of Sustainable Fashion: Bacterial Cellulose Bio Textile Naturally Dyed. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS*, 86, s. 1333-1338.
- Kaminski, K., Jarosz, M., J. G., Pawlik, J., Zastawnik, F., Pandya, P., & Kołodziejczyk, A. M. (2020). Hydrogel bacterial cellulose: a path to improved materials for new eco-friendly textiles. *Cellulose*(27), s. 5353–5365.
- Kaneda, T., & Haub, C. (2022, 10 15). *Dünya'da Şimdiye Kadar Kaç İnsan Yaşadı?* <https://www.prb.org/articles/how-many-people-have-ever-lived-on-earth/> adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.06.2023
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54
- Kayıhan, C. (2018). Biyoteknoloji: On Bin Yıllık Serüven. *Pivolka*, 8(27).
- Kurt, O. (2016). *'Gölgenin Tasarımı' Orhan Kurt Karagöz Tasvirleri Sergisi*. Zeytinburnu Kültür ve Sanat Merkezi Yayınları.
- Last, K. (2022, 07 07). *Studio Lionne van Deursen exhibits material created by microorganisms at Milan Design Week*. Dezeen: https://www.dezeen.com/2022/07/07/studio-lionne-van-deursen-unfold-milan-design-week/?li_source=LI&li_medium=rhs_block_1 adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.18.2023
- Lee, S. (2022, 08 25). Materializing A Biofabricated Future Inside Biofabricate Summit 2022. *Mold*. (H. Zubairi, Röportaj Yapan) <https://thisismold.com/process/materials/materializing-a-biofabricated-future> adresinden alındı. Erişim tarihi: 12.18.2023

- Lynch, A. (2022). Gut feelings and interoceptive touch. *Multimodality & Society*, 2(3), s. 213–220.
- Mihaleva, G. (2020). Bio matter in creative practises for fashion and design. *AI & SOCIETY*, 36, s. 1361–1365.
- Mironov, V., Trusk, T., Kasyanov, V., Little, S., Swaja, R., & Markwald, R. (2009). Biofabrication: A 21st century manufacturing paradigm. *Biofabrication*(1).
- Moreno, M., Rios, C. D., Rowe, Z., & Charnley, F. (2016). A Conceptual Framework for Circular Design. *Sustainability*, 8(9).
- Myers, W. (2012). *BIODESIGN nature science creativity* (1.baskı). The Museum of Modern Art.
- Nalesu, C. (2021). *Exploring Biobased Materials As A Method To Create Eco-Friendly, Sustainable Art Installations*. Master, Auckland University, Creative Technologies.
- Nguyen, H. T., Sah, N., Ngwabebhoh, F. A., Zandara, O., Saha, T., & Saha, P. (2021). Kombucha-derived bacterial cellulose from diverse wastes: a prudent leather alternative. *Cellulose*(28), s. 9335–9353.
- Oliveira, Í. A., Rolim, V. A., Gaspar, R. P., Rossini, D. Q., Souza, R. d., & Bogsan, C. S. (2022). The Technological Perspectives of Kombucha and Its Implications for Production. *Fermentation*, 8(185).
- Pillai, P. (2018). *Creating Form Biofabricated Cellulose*. MIT, Art and Design.
- Popa, T. L., Ghica, M. V., Tudoroiu, E.-E., Ionescu, D.-G., & Dinu-Pîrvu, C.-E. (2022). Bacterial Cellulose—A Remarkable Polymer as a Source for Biomaterials. *Materials*.
- Quijano, L. (2017). *Embracing Bacterial Cellulose as a Catalyst for Sustainable Fashion*. Liberty University, Honors Program.
- Quijano, L., Speight, R., & Payne, A. (2021). Future fashion, biotechnology and the living world: microbial cell factories and forming new ‘oddkins’. *Continuum*, 35(6), s. 897-913.
- Rathinamoorthy, R., & Kiruba, T. (2020). Bacterial cellulose-A potential material for sustainable eco-friendly fashion products. *Journal of Natural Fibers*.
- Schiro, T. N., Antrobus, R., Farias, D., Chiu, Y.-T., Joseph, C. T., Esdaille, S., . . . Nuckol, C. (2022). Microbial nanocellulose biotextiles for a circular materials economy. *Environmental Science Advances*, 1(276), s. 231–392.
- Sederavičiūtė, F., Bekampienė, P., & Domskienė, J. (2019). Effect of pretreatment procedure on properties of Kombucha fermented bacterial cellulose membrane. *Polymer Testing*(78).
- Singh, A., Walker, K. T., Ledesma-Amaro, R., & Ellis, T. (2020). Engineering Bacterial Cellulose by Synthetic Biology. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(9185).

- Song, J. E., Silva, C., Cavaco-Paulo, A. M., & Kim, H. R. (2019). Functionalization of Bacterial Cellulose Nonwoven by Poly(fluorophenol) to Improve Its Hydrophobicity and Durability. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7(332).
- Tarhan, K. (2017). *Kombucha Çayı Üretiminde Farklı Substrat Kaynaklarının Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Turhan, G. D., Afsar, S., Ozel, B., Doyuran, A., Varinlioglu, G., & Bengisu, M. (2022). 3D Printing with Bacterial Cellulose-Based Bioactive Composites for Design Applications. *Co-creating the Future*, 1, s. 40-77.
- Wang, D. (2020). *Purification and Pyrolysis of Bacterial Cellulose from Kombucha Pellicle*. Prairie View A&M University, Science.
- Wang, J., Tavakoli, J., & Tang, Y. (2019). Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods—A review. *Carbohydrate Polymers* 219(219), s. 63–76.
- Wang, Q., Nnanna, P. C., Shen, F., Huang, M., Tian, D., Hu, J., . . . Deng, S. (2021). Full utilization of sweet sorghum for bacterial cellulose production: A concept of material crop. *Industrial Crops & Products*.
- Widmer, S. (2020, 12 16). Dairesel tasarım nedir ve neden yenileyici bir geleceğin kalbinde yer alıyor? *Tasarım ve döngüsel ekonomi*. Ellen MacArthur Foundation. <https://medium.com/circulatenews/design-and-the-circular-economy-95bc4dafaec6> adresinden alındı.Erişim tarihi: 12.05.2023
- Williams, M., & Braungard, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. china: North Point Press.
- Wood, J. (2019). Bioinspiration in Fashion—A Review. *biomimetics*, 4(16), s. 2-8.
- Wua, Z., Chena, S., Wua, R., Shenga, N., Zhanga, M., Jib, P., & Wang, H. (2020). Top-down peeling bacterial cellulose to high strength ultra thin films and multifunctional fibers. *Chemical Engineering Journal*(391).
- Yea, J., Zheng, S., Zhang, Z., Yang, F., Ma, K., Feng, Y., . . . Yang, X. (2019). Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* ATCC 23767 using tobacco waste extract as culture medium. *Bioresource Technology*(274), s. 518–524.

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0009-0003-0950-220X

Ad Soyad : Çiğdem ÖZTÜRK

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2020-2024, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tekstil ve Moda Tasarımı Anabilim Dalı, Moda ve Tekstil Tasarımı Programı Tezli YL
- 2023- halen, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
- 2011-2015, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Moda Tasarımı Bölümü
- 2008-2010, Odunpazarı Belediyesi Sanat ve Meslek Edindirme Kursları, Müzik ve Gösteri Sanatları, 296 saat
- 2012- halen, Odunpazarı Belediye Tiyatrosu, Kostüm Tasarımcısı ve Tiyatro Eğitimci

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- [Çiğdem Öztürk | tiyatrolar.com.tr](http://ciğdem.ozturk.tiyatrolar.com.tr)
- 2023, BİR GÖÇEBELER ULUSU TASARLAMAK / Designing a Nation of Nomads, BEDENDE VİCDAN SURETLERİ / Representation of conscience on the body, performans sanatçısı