

Arř. Gör. Arzu ALTINÇELİK TEKE

Altınbař Üniversitesi
arzualtincelik@hotmail.com, [ORCID](#): 0000-0000-0000-0000

BİYOMATERYALLER VE BİYOTASARIM PERSPEKTİFİNDEN GİYSİDE DENEYSEL MATERYAL ARAYIřLARI¹

Öz

Teknolojinin gelişmesiyle farklı bilim dalları arasında oluşan etkileşimler, mevcut tekstil üretim tekniklerine ve malzeme olgusuna yenilikler getirerek giysi tasarımında deneysel yaklaşıma işlevsel ve yaratıcı yeni boyutlar kazandırmıştır. 21. yüzyıl ile birlikte diğerk bilim alanlarıyla kurulan bağlar ve hayata geçirilen disiplinlerarası çalışmalar yeni teknik ve materyallerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu süreçle beraber geliştirilen hayvansal ve bitkisel materyaller günümüz tasarım anlayışını yeni bir platforma taşıyarak sürdürülebilirlik kavramı altında biyomateryal kullanımını gündeme getirmiştir. Biyoloji ve tasarım arasında disiplinlerarası bir alan oluşturan biyotasarım, doğa, bilim ve tasarımı aynı potada eriterek sürdürülebilirlik hassasiyeti içerisinde biyomateryal oluşumunu içinde barındıran bir anlayıştır. Bu doğrultuda geliştirilen biyomateryaller ile birlikte sürdürülebilir, yenilikçi ve yaratıcı tasarımların hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Çalışmada biyotasarım kavramının genel özellikleri açıklanarak tekstil tasarımında kullanılan biyomateryallerin neler olduğu, sahip oldukları potansiyeller, avantaj ve dezavantajları ile mevcut olası kullanımının giysi tasarımı ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi ve böylelikle alana katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Giysi Tasarımı, Biyotasarım, Biyomateryaller, Sanat, Tasarım, Sürdürülebilirlik

THE SEARCH FOR EXPERIMENTAL MATERIAL IN CLOTHING FROM THE PERSPECTIVE OF BIOMATERIALS AND BIODESIGN

¹ Devam etmekte olan sanatta yeterlik tezi araştırmanın temel kaynağını oluşturmaktadır.

ABSTRACT

The interactions occurring between different disciplines with the advancement in technology have brought new functional and creative dimensions to the experimental approaches in clothing design by bringing innovation to existing textile production techniques and the phenomenon of material. With the 21st century, the ties established with other disciplines and interdisciplinary studies carried out have made it possible for new techniques and materials to be found and improved. Animal and plant materials developed with this process have brought up the use of biomaterials under the concept of sustainability by bringing today's design mentality to a new platform. Biodesign, which creates an interdisciplinary field between biology and design, is a mentality that contains the formation of biomaterials within the sensitivity of sustainability by melting nature, science, and design in the same pot. It aims to implement sustainable, innovative, and creative designs with biomaterials that have been developed in this direction. In this study, by explaining the general features of the concept of biodesign, It is aimed to evaluate what the biomaterials used in textile design are, the potential, advantages and disadvantages they have, and current possible usage by associating them with clothing design, thus contribute to the field.

Key Words: Clothing Design, Biodesign, Biomaterials, Art, Design, Sustainability

1.GİRİŞ

Sanayi devrimi ile beraber buhar makinesi ve seri üretim yöntemlerinin bulunması sürecinde naylon, sentetik boyalar gibi yapay materyal kullanımının artması günümüzde küresel ölçekte doğal kaynaklardan yararlanılmasına da hız kazandırmıştır. Yaşanan bu gelişmelerin, çevresel sorunlara yol açarak doğal kaynakların yok olma tehlikesini de beraberinde getirdiği görülmektedir. Günümüzde yoğun olarak fosil bazlı yakıt kullanımı üzerine kurulmuş olan endüstri, büyük ölçüde doğal kaynakların tüketilmesi, hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel sorunlar yaratmanın yanında bu sorunların uzun vadeli sonuçlarını engelleyemeyen doğrusal bir üretim modeline dayanmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebileceklerden daha hızlı tüketilen, hayatta kalmak için bağımlı olunan doğal kaynakları korumak adına, mevcut üretim ve tüketim modellerinden yeni yaklaşımlar geliştirerek doğal dünya ile denge sağlanabilecek uyumlu bir sürecin benimsenmesi zorunluluk haline gelmiştir.

Bu doğrultuda dünyanın sürdürülebilir politikalarını destekleyen öncü yaklaşımlarda bulunan firma ve tasarımcılar tarafından yenilenemeyen doğal kaynakların kullanımının azaltılması, küresel bir sürdürülebilir kalkınma stratejisi olarak benimsenmiştir. Yine son birkaç on yıldır ürün tasarımlarında biyo-bazlı malzemelerin kullanılması konusundaki yaklaşımların bu sürece bir çözüm olarak sunulduğu görülmektedir (Álvarez-Chávez vd., 2012; Alves vd., 2010; Ashby, 2013; Crabbé Jacobs vd., 2013; Haide ve Eder, 2010; Geiser, 2001. akt. Karana, Blauwhoff, Hultink, ve Camere, 2018:119). Biyo-plastik olan Poli-laktik asit (PLA) gibi nispeten iyi bilinen biyo-bazlı malzemelerin yanı sıra, bakteri, alg veya mantarlar tarafından yapılan malzemeler, yenilikçi biyo-bazlı alternatifler olarak ürün tasarımlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu alternatif malzemeler, tasarım, malzeme bilimi, biyoloji, sanat ve zanaatın kesiştiği noktada, tasarımcının rolünü pasif bir alıcıdan aktif bir malzeme üreticisine radikal bir şekilde değiştiren yeni bir tasarım uygulamasının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Karana vd., 2018:119).

Yeni biyo-bazlı malzemeler, polyester gibi yağ bazlı elyaflara sürdürülebilir alternatifler oluşturarak daha döngüsel bir tekstil endüstrisinin şekillenmesinde rol oynamaktadır. Biyomateriyallerin organik doğasının benzersiz özelliklerinin sanatçı ve tasarımcıların deneyisel çalışmalarında sıra dışı uygulamalara ve sonuçlara izin verdiği görülmektedir.

Biyolojinin malzeme sistemleri ile entegrasyonu sonucu geleneksel üretim yöntemlerini sentetik biyoloji gibi son teknoloji radikal yeni biyoteknolojilerle birleştirilmektedir. Bu yeni yaklaşım ile geniş teknik ve malzeme olanağı biyo tasarımcıların geleneksel ile inovasyon arasında bağlantı kurmasını sağlamaktadır (Collet, 2018:90).

Hızla gelişen bir organizma endüstrisinin kapısını açan sentetik biyoloji araçlarıyla yeni bir çağa girildiği görülmektedir.

Tekstil alanında da sürdürülebilir yaklaşımın ön plana çıkması ile yeni malzeme özelliklerinin keşfedilerek ekolojik duyarlılık içinde üretilen ve özelleştirilebilen tekstiller yaratmak adına biyomateriyallere yönelim artmakta, bu durum biyotekstillerin tasarımlarda itici bir faktör olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yeni biyotekstil olanaklarının, tasarımcılar için de yeni bir üretim farkındalığı yarattığı ve artık tasarımlarında mikrop ve mayalar gibi biyolojik organizmaları kullanarak diğer disiplinler ile iletişim içerisinde hayata geçirdiği görülmektedir. Endüstride üretim aşamasında, doğal kaynakları korumak ve çevre kirliliğinin azalmasına yardımcı olmaya yönelik yaklaşımları nedeniyle başta tekstil olmak üzere birçok alan için yenilikçi malzeme arayışları içerisinde ön plana çıkan biyomateriyalleri anlamak bir gereklilik haline gelmiştir. Bu bağlamda ilk olarak biyomateriyal kavramı ile yakın ilişki içerisinde olan biyoteknoloji ve biyotasarım olgularının incelenmesi gerekliliği doğmaktadır.

2. BİYOTEKNOLOJİ

Başlangıç aşamasında sadece deri ve organlar için biyolojik dokular üretmek gibi tıbbi amaçlar doğrultusunda geliştirilen biyoteknolojinin, süreç içinde yeni farkındalıkların uyanmasıyla kullanım alanları genişlemiş ve bu doğrultuda farklı tanımlamalarda bulunulmuştur.

1981 yılında Avrupa Biyoteknoloji Federasyonu, EFB, biyoteknolojiyi “mikroorganizmaların ve kültüre edilmiş doku hücreleri ve hücre kısımlarının kapasitelerinden teknolojik uygulamalarda yararlanmak için biyokimya, mikrobiyoloji ve mühendislik bilimlerinin entegre kullanımı” olarak tanımlamıştır. 1989 yılına yine EFB, biyoteknolojiyi “doğa ve mühendislik bilimlerinin, mikroorganizmaların, hücrelerin, bunların parçalarının ve moleküler analoglarının ürün ve hizmet üretimi için entegrasyonu” olarak tanımlamaktadır (Akkaya ve Pazarlıoğlu, 2012:23).

Hayatı iyileştirebilmek adına canlı hücreler ve moleküller gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olan biyoteknoloji tek bir teknolojiden oluşmayarak aynı ortak özellikleri barındıran bir teknolojiler grubudur. Disiplinlerarası bir bilim dalı olarak tanımlanan biyoteknoloji;

“hücre ve doku biyolojisi kültürü, moleküler biyoloji, mikrobiyoloji, genetik, fizyoloji ve biyokimya gibi doğa bilimleri yanında mühendislik ve bilgisayar mühendisliğinden yararlanarak, DNA teknolojisiyle bitki, hayvan ve mikroorganizmaları geliştirmek, doğal olarak var olmayan veya ihtiyacımız

kadar üretilmeyen yeni ve az bulunan maddeler (ürünleri) elde etmek için kullanılan teknolojilerin tümüdür” (Akkaya ve Pazarlıoğlu, 2012:23).

Tarih içerisinde ekmek pişiriminden alkollü içecek üretimine kadar birçok alanda biyoteknolojiden yararlanılsa da son yıllarda moleküler biyolojideki gelişmeler biyoteknolojiye yeni bir anlam katarak yeni bir önem ve potansiyel kazandırmaktadır (Bhat, Vanitha ve Rangaswamy, 2016:143). İlk zamanlar tıbbi amaçlar, deriler ve organlar gibi biyolojik dokuların üretimi için geliştirilen biyoteknolojideki ilerlemelere paralel olarak, biyoloji ve tasarım ilkelerinin biyomühendislik alanı kapsamında kesiştiği, disiplinler arası bir kavram olan biyotasarımın diğer alanlar kadar tekstil alanında da önem kazanmasına neden olduğu görülmektedir.

3. BİYOTASARIM

Biyotasarım, malzeme ve ürün üretiminde canlı organizmaların davranış ve niteliklerinden yararlanma fikrini barındıran ve gelişmekte olan bir tasarım disiplindir. Biyotasarım uygulamalarının son zamanlarda ortaya çıkması, biyolojik ilkeleri (biyomimikri) veya doğanın nasıl ürettiğinden ilham alan biyolojik araçları içeren bir tasarım sürecinin gelişimini teşvik etmektedir. Bu yeni uygulama alanının, sürdürülebilir tasarım ve üretim ilkelerine geçişte katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Collet, 2021:1332).

Biyotasarımın evrimsel bilime dayalı olarak, doğadaki modellerin insan ihtiyaçlarını karşılamak için optimal mühendislik, kimyasal ve hatta organizasyonel çözümler sunmaya hizmet edebileceği uzun zamandır bilinmektedir. 1948 yılında George Mestral köpeğinin kürküne takılan dikenlerden ilham alarak Velcro’yu yaratmıştır. Mestral’ın doğal sistemlerin veya biyomimikrinin doğrudan simülasyonu olarak hayata geçirdiği Velcro, bugün tekstilden mühendisliğe birçok alanda malzemeleri birbirine sabitlemek için kullanılan yüksek performanslı cırt cırt olarak adlandırılan naylon üründür. Süreç içerisinde genetik mühendisliği ve sentetik biyoloji alanındaki ilerlemeler artık belirli işlevleri yerine getirmek üzere programlanabilen veya önceden belirlenmiş, tamamen yeni organizma türlerinin “biyo-üretiminin” yaratılmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum bugünün kaynaklarının daha bilinçli kullanılması adına doğa ile girilen işbirlikçi tutumun ileri bir noktaya taşınmasını sağlamaktadır (Chieza ve John, 2015:25).

Biyotasarım; yaşam ve tasarım kelimelerinden türetilmiş, modern teknoloji ve tasarımlarda biyolojik sistem ve yöntemlerin uygulanması anlamına gelmektedir (Khanzadeh, 2019:12). Myer’in biyotasarım tanımı ise şu şekildedir:

“Biyotasarım, biyolojiden ilham alan tasarım ve üretim yaklaşımlarının ötesindeki bir sonraki adımdır. Biyomimikrinin veya popüler ama belirsiz "yeşil tasarımın" aksine, biyotasarım, canlı organizmaların tasarımın temel bileşenleri olarak dahil edilmesini ve bitmiş işin işlevini geliştirmesini ifade eder” (Understanding “Bio” Material Innovations, 2020).

Biyotasarım, bir organizmanın büyüme sürecini kullanarak nihai çıktının morfogenezini kontrol etmeye, spekülatif tasarım araçlarını kullanmaya veya canlı organizmalarla ortak üretim için biyoloji laboratuvarında çalışmaya kadar bir dizi tasarım metodolojisinden oluşmaktadır. Bu alan ile birlikte tasarım sürecinin plastik ve metaller gibi cansız maddelerle çalışmaktan

miselyum, maya ve bakteri gibi canlı varlıklarla çalışmaya kaydığı görülmektedir. Bu tasarım sürecindeki sıra dışı davranış biçimi geleceğin akıllı malzemelerinin biyolojik olarak üretilmesini ve yeni sürdürülebilir süreçlerle etkileşime geçmek için yeni olanaklar sunulmasını sağlamaktadır (Collet, 2021:1331).

Biyotasarım anlayışıyla doğal kaynakları koruma ve sürdürülebilir yaklaşımların benimsendiği yapılan araştırmalarda doğanın, kaynak olarak ele alındığı, bu doğrultuda “biyo-bazlı”, “biyofabrike” (biofabricated), “biyosentetik” (biosynthetic) gibi kavramlar ve bu alanları içinde barındıran “biyomateriyal” (biomaterial) kavramının öne çıktığı görülmektedir.

4. BİYOMATERİYALLER

Çevreye duyarlı, fosil bazlı sentetik malzemelere alternatif, düşük karbon ayak izine sahip, yenilenebilir malzeme arayışı doğrultusunda dikkat çeken biyomateriyeller ilk olarak tıp alanında tanımlanarak kullanılmıştır. Süreç içerisinde sürdürülebilirlik yaklaşımı ve yeni malzeme arayışları ile birlikte tekstil alanında ve giysi tasarımında ön plana çıkarak araştırma alanı oluşturmuş ve yeni tanımlamalarda bulunulmuştur. Biyomateriyaller günümüzde herhangi bir ayrıntı vermeden bir malzemenin biyoloji bilimi ile ilişkisini ifade eden ve giderek yaygınlaşan kısa bir terimdir. Bireylerin yaşam kalitesini iyileştiren, ömrünü uzatmayı hedefleyen ve konforunu arttıran biyoyoumlu bu materyaller toksite olmamaları, immun ve alerjik reaksiyonlara neden olmamaları ve inatçı veya teratojenik etki göstermemeleri gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir (Costa, Rocha ve Sarubbo, 2017:12).

Biyomateriyal, spesifik olmayan biyolojik ilişkiye sahip malzemeleri belirtmek için kullanılan bir terimdir (Understanding “Bio” Material Innovations, 2020). Biyomateriyaller; biyobazlı, biyofabrik ve biyosentetik gibi tanımlamaları da kapsamaktadır. Biyo-bazlı malzemeler fosil kaynaklardan elde edilenler hariç, fiziksel, kimyasal veya biyolojik işlem uygulanmış olabilmesi ile birlikte bitkiler, ağaçlar veya hayvanlar gibi tamamen ya da kısmen biyokütleden türetilmiştir. Biyokütlesinin minimum şart gereksinimini sağladığı sürece pamuk, yün ve ipek gibi doğal lifler, viskoz gibi yapay lifler, kitin keratin ve kazein gibi hayvan derileri ya da polikoton karışımlar biyobazlı ürünler arasındadır (Understanding “Bio” Material Innovations, 2020). Resmi olarak biyo-temelli olarak adlandırılacak nihai bir ürünün, en az %20 yenilenebilir karbon içermesi gerekmektedir. Bu yenilenebilir karbon içeriği, bitkilerden veya özel olarak yetiştirilmiş enerji mahsulleri gibi organik maddelerden elde edilmektedir (Fulgar, t.y. akt. Baydemir ve Er Bıyıklı 2021:613).

Biyofabrikasyon, canlı hücreler, moleküller, hücre dışı matrisler ve biyomalzemeler gibi ham maddelerden karmaşık canlı ve cansız biyolojik ürünlerin üretimi olarak tanımlanabilir. Hücre ve gelişim biyolojisi, biyomalzeme bilimi ve makine mühendisliği, biyofabrikasyon teknolojisinin ortaya çıkmasına katkıda bulunan ana disiplinlerdir (Mironov, Trusk, Kasyanov, Little, Swaja ve Markwald, 2009:1). Biyofabrike malzeme örnekleri arasında fermente edilmiş biyosentetik, biyofabrike bileşenler ve biyo-birleştirilmiş malzemeler bulunmaktadır. 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 oluşmaktadır. Biyosentetiklerin üretim sürecinde, örnekleri arasında naylonlar, poyesterler ve poliüretanlar gibi sentetik polimerler için öncü kimyasallar oluşturmak üzere biyokütlenin fermentasyonu veya katalitik dönüşümü yer almaktadır. Yapı taşları, yaşayan canlı hücreler ve mikroorganizmalar tarafından üretilen ipek veya kolajen gibi karmaşık proteinler olan Biyofabrike bileşenler ise makro ölçekli bir malzeme yapısı oluşturmak için daha fazla mekanik veya kimyasal işleme ihtiyaç

duymaktadır. Daha sonra bir elyafa eğrilmesi veya bir tabaka malzeme oluşturmak üzere işlenmesi gereken fermente edilmiş rekombinant ipek biyofabriğe bileşenlere örnek verilebilir. Biyo-birleştirilmiş malzemeler ise miselyum veya bakteri gibi canlı mikroorganizmalar tarafından doğrudan büyütülen makro ölçekli yapılardan oluşmaktadır. Örnekleri arasında miselyum ve mikrobiyal selüloz deri alternatifleri bulunmaktadır (Understanding “Bio” Material Innovations, 2020).

5. GİYSİ TASARIMINDA KULLANILAN BİYOMATERYALLER

21. yüzyılın en önemli sorun ve kavramlarından biri olan ekoloji ve sürdürülebilirliğin benimsenmesi ile doğada organik olarak parçalanabilen laboratuvar ortamında yetiştirilen bakteriyel selülozun giysi üretiminde kullanımı için araştırmalar yapılmaktadır. 2011 yılında Suzanne Lee'nin, madde bilimci Dr. David Hepworth ile birlikte yaptığı çalışmalar sonucu bakteri, maya, mantar ve alg gibi organizmalardan kumaş üretebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Lee, bu doğrultuda biyoloji ve haute couture'un birleşimi olarak BioCouture'u kurmuştur ve araştırmalarına bu başlık altında devam etmektedir. BioCouture, tekstil ve moda araştırmalarında devrimci bir anlayışı geliştirmekte ve biyotasarım alanında bir referans noktası haline gelmektedir. Materyal üretebilen çok çeşitli organizmaların olduğunu ifade eden Lee, bir tür bitkisel deri olarak tanımladığı çalışmalarını hayata geçirirken bakteriyel selüloz yetiştiren fermantasyon yöntemi ile simbiyotik bir maya ve bakteri karışımı kullanmaktadır. BioCouture kumaşa ham madde sağlamak için bitkileri veya petrokimyasalları kullanmak yerine mikropları kullanarak bir tekstil biyomateryali yetiştirmeyi araştırmaktadır. Kambucha çayını araştırmalarına dahil eden Lee, Kombucha tarifini tekrar gözden geçirerek, bakteriyel selülozik materyali kullanmak ve deri benzeri bir kumaş yelpazesi üretmek için bir araştırma protokolü oluşturmuştur. Tasarımcı 2013'te, Liz Ciokajlo-Squire ile işbirliği içinde, EDF Foundation'daki “Alive, New Design Frontiers”da sergilenen ilk ‘yetiştirilmiş’ ayakkabı olan BioCouture Shoe'u üretmiştir (Görsel 1). Bu bakteriyle yetiştirilen ayakkabı örneğinde görüldüğü üzere, bir malzemenin gelişimsel morfogenezi, tasarım müdahalesi için bir alan haline gelebilmektedir. Çalışmalarında minimum doğal maddeyle, maksimum ürün elde etmeyi amaçlayan Lee, ‘Geleceğin Fabrikası’ olarak tanımladığı bakteriler ile yeni materyal üretimleri gerçekleştirmek ve geliştirmek için çalışmalarına devam etmektedir.



Görsel 1: Suzanne Lee'nin laboratuvarında yetişen ceketleri ve ayakkabısı, 2013.

Kaynak : <https://trendland.com/suzanne-lee-and-her-celluloid-clothing/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

2014 yılında Almanya / Leipzig'de kurulan, sürdürülebilir üretim malzemeleri üzerine araştırmaları çerçevesinde bakteriyel selüloz ile çalışmalar yapan diğer bir araştırma şirketi ScobyTec'tir. Biyoloji, yazılım geliştirme, endüstriyel tasarım ve giyim teknoloji alanlarında disiplinlerarası araştırmalar yürüten şirket, çevreye duyarlı ve giyilebilir materyalleri yaratmanın yollarını bulmak için simbiyotik materyal olan Kombucha'yı giyilebilir elektroniklerle birleştirmektedir (Görsel 2) (ScobyTec, t.y.).



Görsel 2: Bakteriyel nano selülozdan üretilen “Biker Vest”, 2013.

Kaynak : <http://scobytec.com/portfolio/biker-vest> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Biyomateriyallerin giysiyle etkileşimini araştıran diğer önemli çalışma ise canlı organizmalarla tekstil yüzeyi araştırmaları yapan bilim insanı Gary Cass ile çağdaş tekstil sanatçısı Donna Franklin’in kurucusu oldukları ve birlikte yürüttükleri Micro‘be’ projesidir. Alternatif giysi yapımı ve tekstil teknolojileri yöntemlerini keşfetmek için mikrobiyolojinin pratik ve kültürel biyosentezini araştıran proje, tek bir dikiş olmadan büyüyen ve kendini oluşturan bir kumaş yaratmayı hedeflemektedir. Selüloz giysi fikri, Cass’in bir şarap fıçısını kaplayan, bakteri bulaşmış ve bozulan deriye benzer bir tabaka fark etmesiyle ortaya çıkmıştır. Bozulma, şarabı sirkeye dönüştüren bir asetobakter kolonisinin bir sonucudur. Bu aktivitenin yan ürünü ise, tasarımcıların sıvı yüzeyinde geliştirerek aldığı ve sonunda geleneksel tekstilin yerine kullanarak giysiye dönüştürdüğü tabaka şeklinde fermente olan selüloz maddesidir (Görsel 3).



Görsel 3: Gary Cass ve çağdaş tekstil sanatçısı Donna Franklin’in Fermente giysisi.

Kaynak : <https://www.designboom.com/design/fermented-fashion-red-wine-dress-made-without-a-single-stitch/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Bu proje ile elde edilen ürün tam olarak geleneksel kumaşlardaki konforu sağlamasa da bu alandaki araştırmalar devam etmektedir.

“Mayalanmış kumaşlarda en önemli problem giyildikçe esnekliğinin zamanla azalmasıdır. Esneklik probleminin çözümünde çeşitli kimyasallarla işleme tabi tutulmasının bu sorunu çözeceğine inanılmakta ve bunun üzerine çalışmalar devam etmektedir” (Kutlu ve Meydan, 2012:28).

Gelecekçi giysi ve tekstil üretim teknolojilerinin tekrar sorgulanmasını da amaçlayan Micro‘be’ projesi, cansız dokuma makineleri yerine, canlı mikroplar yardımıyla bir giysiyi fermente ederek beden ve giysi ile geleneksel etkileşimlerin anlamını

bozmakla kalmayıp; aynı zamanda ticarileştirmenin pratikliklerini ve kültürel etkilerini de tekrar tanımlayacaktır.

21. yüzyılın disiplinlerarası anlayışı içinde, doğa ve çevre hassasiyeti ile yenilikçi malzeme arayışında bulunan diğer bir isim Hollandalı tekstil tasarımcısı Aniela Hoitink'dir. Giyilebilir bir giysi yapmak için disk şeklindeki mantar miselyum parçalarını kullanan Hoitink, canlı organizmalardan bir tekstil ürünü yaratmayı amaçlamıştır. MycoTex adını verdiği esnek bir kompozit ürün geliştiren tasarımcı, herhangi bir ek elyaf kullanmadan malzemenin şeklini ve esnekliğini korumasını sağlayan bir üretim yöntemi bulmuştur. Hoitink, kendilerini tekrar tekrar çoğaltarak büyüyen bir dizi yumuşak vücutlu organizmayı gözlemledikten sonra, tekstili modüllerden oluşturmaya karar vermiş ve bu dairesel parçaları 'Neffa' elbisesini yapmak için bir vücut formu etrafında şekillendirmiştir (Görsel 4). Hoitink giysinin üç boyutlu olarak oluşturulabileceğini ve yapılırken kullanıcının isteklerine uygun biçimde şekillendirilebileceğini söylemektedir. "Böylelikle miselyum desenleri yaratmanın, giysinin uzunluğunun ayarlanmasının veya örneğin eklenmesinin mümkün" (Alice Morby, 2016) olduğunu ifade ederek bu durumun ihtiyaç duyulan doğru miktarda malzemenin büyümesine izin vererek, yapım sürecindeki tüm olası artıkları veya israfı ortadan kaldırdığını belirtmektedir.



Görsel 4: Aniela Hoitink, Neffa elbisesi.

Kaynak: <https://neffa.nl/portfolio/mycotex/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Sürdürülebilir yaklaşımın benimsenmesi ile yapılan araştırmalarda mantar ve bakteriler gibi mikroorganizmaların fermentasyonundan elde edilen pigmentlerin, doğal boyarmaddelere alternatif bir renk kaynağı olarak kullanılabildiği görülmektedir. Mikroorganizmalar karotenoidler, flavonoidler, kinonlar ve rubraminler gibi çok çeşitli stabil pigmentler üretirler ve fermentasyon, bitki ve hayvanların kullanımına kıyasla pigmentlerde daha yüksek verime sahiptir (Hobson, 1998:114, akt. Öneş 2019:26). Bu alanda, canlı organizmalarla, tasarım düşüncesini ve alandaki teknik birikimi birleştirerek, bakterileri kirletici endüstriyel süreçlere sürdürülebilir bir alternatif olarak sunan, bakteri türevi pigmentler konusunda öncü çalışmalarıyla tanınan "Faber Futures" şirketinin kurucusu ve tasarım direktörü olan Natsai Audrey Chieza ön plana çıkmaktadır. Chieza, laboratuvar koşullarında toprakta yaygın olarak

bulunan *Streptomyces* cinsine ait bakterileri kullanarak pigment üretmektedir. Doğrudan ipek liflerine ya da katı maddelere aşıl原因an canlı bakteriyel izolatlar 7-14 günlük bir zaman diliminde bekletilerek laboratuvar ortamının sıcaklık, hava sirkülasyonu ve pigmentasyon hızı gibi faktörlerine bağılı olarak farklı görünümde tasarımlar oluşmaktadır (Görsel 5) (Gürcüm ve Öneş, 2018:6).



Görsel 5: Natsai Audrey Chieza, In vivo boyalı ipek eşarplar, 550 x 550mm, 2014.

Kaynak: Natsai Audrey Chieza, In vivo boyalı 550mm x 550mm ipek ipek eşarplar, 2014, Chieza, N.A., Ward, J. (2015). Design in the Age of Living Technology. In:

Proceedings of the 2nd Biennial Research Through Design Conference, 25-27

Cambridge, UK.

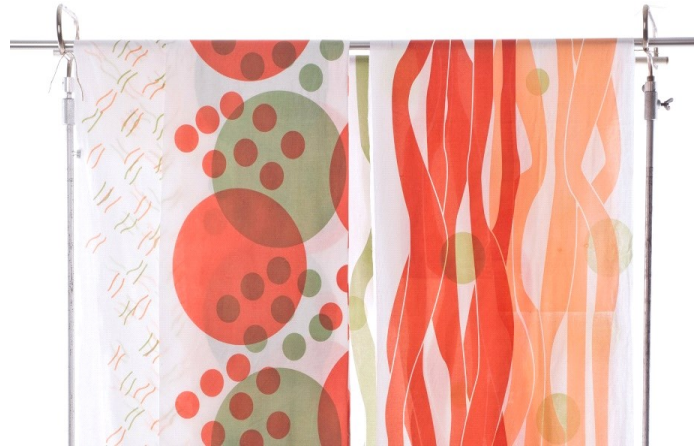
Pigment üreten bakterilerle doğal tekstil boyama olanaklarını araştıran bir diğere biyotasarım araştırma projesi Living Colur'dur. Hollandalı tasarımcılar Laura Luchtman ve Ilfa Siebenhaar tarafından yürütölen proje bakterileri ses frekanslarına maruz bırakılması suretiyle büyüterek desen oluşturmanın olanaklarını araştırmaktadır. Ses frekanslarının rezonansının maddede geometrik desenler oluşturduğı bilinmektedir (Görsel 6). Katı maddede bu desenler Chladni figürleri, sıvıda ise Faraday dalgaları olarak tanımlanmakta, bu dalgalar kullanılarak boyanmış tekstillerde daha yüksek doygunlukla eşit ve tamamen boyanmış yüzeyler elde edilmektedir (Living Colour, t.y.).



Görsel 6: Laura Luchtman ve Ilfa Siebenhaar, Living Colour, 2017.

Kaynak : <https://livingcolour.eu/experiments/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Canlı organizmaları kullanarak tekstil yüzeylerinde boyama olanaklarını sorgulayan bir diğer proje Algaemy'dir. Proje tekstil baskısında bir pigment olarak mikroalglerin potansiyelini araştırmaktadır. Blond & Bieber ve The Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (IGB) arasındaki araştırma iş birliğinin sonucu hayata geçirilen proje, çevreye duyarlı tekstiller oluşturmak için geliştirilmiş mikroalg bazlı bir boya paletinden oluşmaktadır. Projede yer alan tüm tekstil desenleri canlı, kendi kendine hasat edilmiş malzemeden meydana gelmektedir (Görsel 7). Renkler ışığa dayanıklı olmadığından, geleneksel kimyasal bazlı tekstil boyalarının aksine zamanla kademeli olarak değişmektedir. Örneğin yeşil, yoğun bir maviye dönüşürken, uçuk pembe parlak kırmızıya ve sonunda turuncuya dönmektedir (Algaemy, t.y.).



Görsel 7: Algaemy projesinde alglerle basılan kumaşlar.

Kaynak : <https://transmaterial.net/algaemy/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Londra'daki Central Saint Martins College of Art and Design'da yenilikçi tekstil teknolojileri araştırmacısı Carole Collet, bitkilerin aynı anda hem gıda hem de tekstil üretecek şekilde genetik olarak düzenlenmesi üzerine araştırmalar yapan BioLace projesini yürütmektedir. Bu projede bitkiler biyolojik olarak yeniden programlanarak köklerinden hem meyve hem de dantel örnekleri üretilmektedir (Görsel 8).

BioLace projesi, hücresel programlamanın bitki sistemlerinin morfogenezini nasıl etkileyebileceğini araştırmakta ve gelecekteki tekstil üretiminde devrim yaratmak için sentetik biyoloji ile tasarımı birleştirmektedir. Teknolojideki bu yeni yaklaşım ile karmaşık, maliyetli ve daha az sürdürülebilir tekstil makinelerinin yerini alan tesislerle, gıda üretiminin tekstil üretimiyle birleştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece bitkilerin üretmesi için sadece güneş ve suya ihtiyaç duyan canlı makinelere dönüştürülmesi amaçlanmaktadır (Inbabitat, t.y.).



Görsel 8: Carole Collet, Bitki kökleri üzerine yaptığı dantel uygulamaları.

Kaynak : <http://www.carolecollet.com/bio/> (Erişim Tarihi: 05.05.2022)

Bitki kökleri üzerine çalışan diğer bir isim Diana Scherer'dir. Tasarımdan sanata, zanaata ve bilime kadar birçok farklı alanı içinde barındıran disiplinlerarası araştırmalarda bulunmaktadır. Scherer, biyolog ve mühendislerle iş birliği içinde canlı bitkilerin büyüyen kök sistemleri üzerine araştırmalar yaparak yeni bir interwoven tekniği ile tekstil yüzeyleri geliştirmektedir. Nörobiyologlar tarafından bitkilerin beyni olarak da tanımlanan Scherer, canlı kumaşlar üretme sürecinde aktif akıllı ajanlar olarak köklere dikkat çekmektedir. Tohumların büyüme aşamasında köklerin yayılımına yapay bir manipülasyon uygulanmasıyla oluşan yapılardan yüzeyler üretmektedir. Birçok tohum türünü deneyen Scherer, özellikle hızlı büyüdüğü ve kökleri daha güçlü olduğu için yulaf, buğday ve mısırı tercih etmektedir. Tasarımcı, uzun gözlemler sonucunda, yeni formlar ve yeni örgü sistemleri yaratmak için toprağın altına yerleştirdiği biyoplastik malzemeden (PLA) yapılmış, yeniden kullanılabilir, bal peteği veya yaprak deseni gibi doğanın geometrisine dayalı geleneksel formlardan türettiği şablonları kullanmaktadır. Tasarımcının bu bağlamda hayata geçirdiği, organik kreasyonlardan

biri olarak görülen, köklerden yapılmış elbisesi Londra'daki Victoria & Albert Müzesi'nde "Fashioned from Nature" (2018-2019) sergisinin bir yapıtı olarak sergilenmiştir (Görsel 9).



Görsel 9. Diana Scherer, Rootbound#2 elbise, 2017.

Kaynak : <https://dianascherer.nl/> (Erişim Tarihi: 20.05.2022)

Birçok araştırmacı, gıda endüstrisinden gelen atıkları tekstil üretimi için hammadde olarak kullanma ve daha sürdürülebilir ürünler yaratma potansiyeli üzerine çalışmalar yapmaktadır. Meyve suyu üretiminde istenmeyen kabukların ve meyve özlerinin kullanılması, zengin bir hammadde arzını ortaya çıkarmaktadır. Merkezi Sicilya/Catania olan Orange Fiber S.R.L portakal suyu endüstrisinden gelen 700 milyon ton atığın bir kısmını kullanarak, sürdürülebilir bir lif elde etmiştir. Selüloz portakal atıklarından çıkarılarak, işlenmekte daha sonra hem örme hem de dokuma kumaş üretimi için kullanılabilir iplik haline getirilmektedir. Benzer şekilde atık kullanımına farklı bir yaklaşımda bulunan, İspanyol tasarımcı Dr. Carmen Hijosa tarafından geliştirilen Piñatex® tekstil yüzeyi oluşturmak adına atık ananas yapraklarını kullanarak lif üretmektedir.

Yine bu alandaki bir başka örnek endüstriyel ve evsel gıda atıklarından yapılan biyoplastik ve köpükler üzerine araştırmalar yapan tasarımcı Paula Nerlich'in çalışmalarıdır. Tasarımcı sürdürülebilir yaklaşımı ile yenilikçi materyal arayışları içerisinde biyotasarım alanında çalışmaktadır. Nerlich, nohutların ıslatılmasından veya pişirilmesinden arta kalan protein ve şekerle zenginleştirilmiş su olan aquafaba'yı, vegan yemeklerinde yumurta yerine yaygın olarak tercih edilen birkaç malzemeyle beraber kullanarak, kendi biyoplastiklerini üretmektedir. Tasarımcı, araştırma aşmasında olan çalışmalarında, istediği formu oluşturabilmek için aquafaba'yı diğer malzemelerle karıştırarak mutfak olanakları dahilinde pişirip, elle şekillendirmektedir. Nerlich'e göre şu an için elle şekillendirme yapılabilen bu malzeme, mekanik üretim ve dolayısıyla endüstriyel üretim ve hatta 3D baskı için büyük potansiyel göstermektedir.



Görsel 10. Paula Nerlich, aquafaba tasarımı.

Kaynak : <https://www.hreafta.com/journal/article/aquafaba-biomaterials-by-paula-nerlich>
(Erişim Tarihi: 20.05.2022)

Tasarımcı, bu malzemeleri kullanarak, biyolojik olarak parçalanabilen vegan sofrta takımı koleksiyonunun yanında moda tasarımcısı Jules Rumpf ile iş birliğinin bir parçası olarak giysi tasarımları üretmiştir (Görsel 10).

6. BİREYSEL PROJE-MATERYAL VE UYGULAMA

Sanatta Yeterlik tezi kapsamında halen sürdürülen ve daha geniş teorik ve uygulama aşamalarını içeren bu deneysel çalışma sürdürülebilir malzeme arayışı yaklaşımı ile biyobozunur bir yapıya sahip gıda atığı olan aquafaba'dan yola çıkılarak uygulanmıştır. Aquafaba, baklagillerin hazırlanmasından elde edilen bir yan üründür. Baklagillere bağlı olarak emülsifiye edici, köpürtücü, bağlayıcı, jelatinleştirici ve koyulaştırıcı özelliklere sahip olabilmektedir. Biyolojik olarak tamamen parçalanabilen bu malzeme, yoğunluğa ve kalınlığa bağlı olarak açık pembe ya da pişmiş toprak renginde olmakla birlikte gıda boyaları gibi doğal boyar maddelerle de renklendirilebilir özellikindedir. Malzemenin yapısı yine yoğunluğa ve kalınlığa bağlı olarak esnek veya sert olabilmektedir. Yazar tarafından gerçekleştirilen deneysel uygulamalarda, nohut suyu ve diğer bağlayıcı malzemelerin pişirilmesiyle oluşturulan biyobozunur karışım ile kumaş yüzeyi denemeleri ve tercihen kalıplama yöntemi ile form denemeleri yapılmıştır. Yapılan bu deneysel uygulama sürecinde kalıplara sıvı döküm yapılmak suretiyle oluşturulan çalışmalar ile kumaşa yakın yapı ve yüzeyler elde edilmiştir. Döküm yapılan malzemenin yoğunluk ve kalınlığına, içeriğindeki maddelerin oranlarına göre oluşan yapı ve yüzeyler dikime el vermek ile birlikte yırtılabilme, eriyebilme gibi olumsuz özelliklerde barındırmaktadır. Sanatta Yeterlik tezi kapsamında devam eden deneysel uygulama sürecinde oluşan yapı ve yüzeylerin özelliklerinin ve yenilikçi tasarım çözüm önerilerinin geliştirilmesi adına yapılan araştırmalar devam etmektedir.



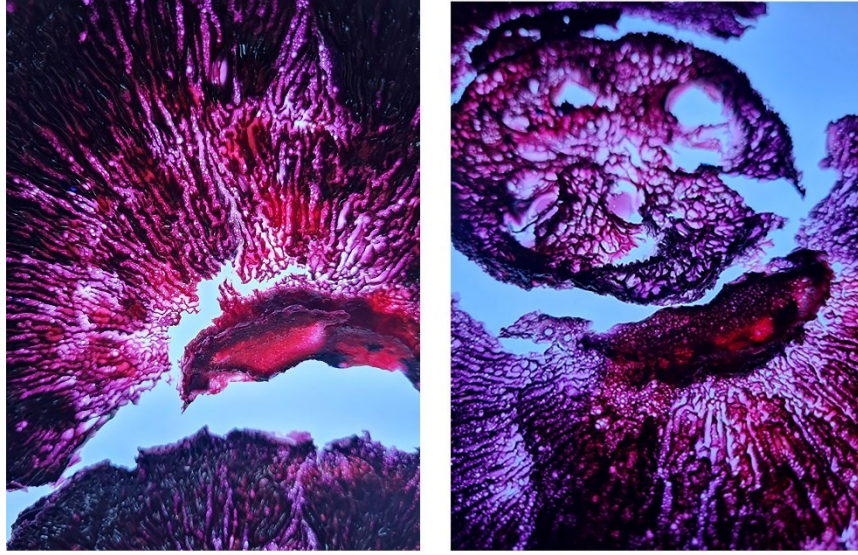
Görsel 11: Aquafaba materyali ile uygulanan yapı ve yüzey çalışmaları.

Kaynak: Yazar tarafından fotoğraflanmıştır, 2022.



Görsel 12: Aquafaba kalıp yöntemi ile uygulanan form çalışmaları

Kaynak: Yazar tarafından fotoğraflanmıştır, 2022.



Görsel 13: Aquafaba kalıp yöntemi ile uygulanan form çalışmaları detay.

Kaynak: Yazar tarafından fotoğraflanmıştır, 2022.

7. SONUÇ

Yenilenebileceklerden daha hızlı tükettiğimiz, hayatta kalmak için bağımlı olduğumuz doğal kaynaklarımızı korumak adına, üretim ve tüketim modellerimizde yeni yaklaşımlar geliştirerek doğal dünya ile denge sağlayabileceğimiz uyumlu bir sürecin benimsenmesinin zorunluluk haline geldiği görülmektedir. Endüstride üretim aşamasında, doğal kaynakları korumak ve çevre kirliliğinin azalmasına yönelik yaklaşımlar nedeniyle başta tekstil olmak üzere birçok alan için yenilikçi malzeme arayışları içerisine girilmiştir. Bu doğrultuda yapılan malzeme arayışları ve çalışmaların sonucu, biyomateriyallerle bir geleceğin olduğunu göstermektedir. Doğal malzeme kullanımı üzerine oluşan bu farkındalık, tekstil algısını değiştirerek alanın sınırlarını genişletmiş, tasarımcılarda daha derin düşünme, tekstil firmalarında ise geleceğe uyum sağlamak adına kendilerini yenileyerek daha çevreci ve sürdürülebilir bir tutum sergileme gerekliliği bilincini uyandırmıştır. Yoğun su kullanımı gerektirmeyen çevreye duyarlı üretim yöntemleri barındırarak biyobozunabilir bir çözüm olanağı sunan biyomateriyaller giysi tasarımcıları için sürdürülebilir materyal arayışlarında alternatifler oluşturarak tasarım sürecinde yenilikçi potansiyeller yaratmaktadır. Tekstil alanında sürdürülebilir yaklaşımın benimsenmesi, yeni malzeme özelliklerinin keşfedilerek ekolojik duyarlılık içinde üretilen ve özelleştirilebilen tekstiller yaratmak adına biyomateriyallerin tasarımlarda itici bir faktör olacağını bize göstermektedir. Bilimin ve tasarım etkileşiminin önem kazandığı bu süreçle beraber tasarımcılar için yeni bir üretim farkındalığı olduğu ve artık tasarımlarını mikrop ve mayalar gibi biyolojik organizmaları kullanarak diğer disiplinler ile iletişim içerisinde hayata geçirdiği görülmektedir. Bu alternatif malzemeler, tasarım, malzeme bilimi, biyoloji, sanat ve zanaatın kesiştiği noktada, tasarımcının rolünü pasif bir alıcıdan aktif bir malzeme üreticisine radikal bir şekilde değiştiren yeni bir tasarım uygulamasının ortaya çıkmasında etkili olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akkaya, A. ve Pazarlıoğlu, N. (2012). 21. yüzyılın anahtar teknolojisi: Beyaz biyoteknoloji (Key technology of the 21st century: White biotechnology). *Kırıkkale Üniversitesi Bilimde Gelişmeler Dergisi*, 1, 22-33.
- Baydemir, A. ve Er Bıyıklı, N. (2021). Biyotekstillerin Yenilikçi Malzeme Olarak Kullanımı. *Art-e Sanat Dergisi*, 14 (27), 606-631. DOI: 10.21602/sduarte.896555
- Bhat, P.V., Vanitha, K.P. ve Rangaswamy, B.E. (2016). Biotechnology in Fashion- A Review, *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER)*, Cilt 03, Sayı 03, s. 413-415.
- Collet, C. (2021). Designing our future bio-materiality, *AI & Society* Volume 36 Issue 4 Dec 2021 pp 1331–1342 <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01013-y>
- Collet, C. (2018). Biotextiles: Evolving Textile Design Practices for the Bioeconomy and the Emerging Organism Industry. In: Soft Landing. Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Helsinki, Finland, pp. 87-99. ISBN 978-952-60-0083-1 (print) 978-952-60-0084-8 (pdf) 978-952-60-0085-5 (app) 978-952-60-0086-2?
- Chieza, N.A. ve Ward, J. (2015). Design in the Age of Living Technology. In: *Proceedings of the 2nd Biennial Research Through Design Conference*, 25-27 Cambridge, UK.
- Costa, A.F., Rocha, M.A. ve Sarubbo, L.A. (2017). Review-Bacterial Cellulose: An Ecofriendly Biotextile. *International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT)* ISSN(P): 2250-2378; ISSN(E): 2319-4510 Vol. 7, Issue 1, Feb 2017, 11-26.
- Gürcüm, B.H. ve Öneş, A. (2018). Bakteri ve Mikroalglerin Tekstil Boyacılığında ve Baskıcılığında Kullanım Olanakları, *İdil Dergisi*, 7(46): (701-709).
- Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E. J. ve Camere, S. (2018). When The Material Grows: A Case Study On Designing (With) Mycelium-Based Materials. *International Journal of Design*, 12(2), 119-136.
- Khanzadeh, M., (2019). Bio Design Method; Learning Nature In Line With Technology, *Journal of Environmental and Natural Studies*, Volume, 1, Issue 1, Pages, 11-18.
- Kutlu, N. ve Meydan, C. (2011). Geleceğin Modasında Radikal Materyal Arayışları, *Akdeniz Sanat*. 4 (7), 0-0. Retrieved. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akdenizsanat/issue/27654/291443>

Mironov, V., Trusk, T., Kasyanov, V., Little, S., Swaja, R. ve Markwald, R. (2009). Biofabrication: 21st Century Manufacturing Paradigm, *International Society for Biofabrication, IOP Yayınları*, Cilt 1, Sayı 2, s.1-16.

Öneş A. (2019). Tekstil Tasarımında Kullanılan Biyomateriyaller ve Bir Biyotasarım Uygulaması: Kombucha Örneği, Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi.

The State of Fashion (2019), Business of Fashion, McKinsey Company.

Understanding “Bio” Material Innovations: A Primer for The Fashion Industry, (2020). Biofabricate, Fashion for Good.

İnternet kaynakları

ScobyTec, <http://www.scobytec.com/%C3%BCber-uns> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Transmaterial a catalog of materials that redefine our physical enviroment, Algemy, <https://transmaterial.net/> (Erişim Tarihi: 15.05.2022)

Alice Morby, 2016, Aniela Hoitink creates dress from mushroom mycelium,

<https://www.dezeen.com/2016/04/01/aniela-hoitink-neffa-dress-mushroom-mycelium-textile-materials-fashion/> (Erişim Tarihi: 20.05.2022)

LIVING COLOUR by Laura Luchtman & Ilfa Siebenhaar, <https://livingcolour.eu/experiments/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Carole Collet’s BioLace Project Reprograms Plants to Produce Food and Textiles, <https://inhabitat.com/carole-collets-biolace-project-genetically-reprograms-plants-to-produce-food-and-textiles/> (Erişim Tarihi: 05.05.2022)

Paula nelrich, <https://www.hreafta.com/journal/article/aquafaba-biomaterials-by-paula-nerlich> (Erişim Tarihi: 20.05.2022)

Görsel Kaynaklar

Görsel 1. Suzanne Lee’nin labaratuvarında yetişen ceketleri ve ayakkabısı, <https://trendland.com/suzanne-lee-and-her-celluloid-clothing/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Görsel 2. Bakteriyel nano selülozdan üretilen “Biker Vest”, 2013, <http://scobytec.com/portfolio/biker-vest> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Görsel 3. Fermente giysi, <https://www.designboom.com/design/fermented-fashion-red-wine-dress-made-without-a-single-stitch/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Görsel 4. Aniel Hoitink, Neffa elbisesi, <https://neffa.nl/portfolio/mycotex/>

Görsel 5. Natsai Audrey Chieza, In vivo boyalı 550mm x 550mm ipek ipek eşarplar, 2014, Chieza, N.A., Ward, J. (2015). Design in the Age of Living Technology. In:

Proceedings of the 2nd Biennial Research Through Design Conference, 25-27

Cambridge, UK.

Görsel 6. Laura Luchtman ve Ilfa Siebenhaar, Living Colour, 2017, <https://livingcolour.eu/experiments/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Görsel 7. Algaemy projesinde algerle basılan kumaşlar, <https://transmaterial.net/algaemy/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022)

Görsel 8. Carole Collet, Bitki kökleri üzerine yaptığı dantel uygulamaları, <http://www.carolecollet.com/bio/> (Erişim Tarihi: 05.05.2022)

Görsel 9. Diana Scherer, Rootbound#2 elbise, 2017, <https://dianascherer.nl/> (Erişim Tarihi: 20.05.2022)

Görsel 10. Paula Nerlich, aquafaba tasarımı, <https://www.hreafta.com/journal/article/aquafaba-biomaterials-by-paula-nerlich> (Erişim Tarihi: 20.05.2022)