

F. Filiz Yıldırım

Doç. Dr. O. Ozan Avinç

Doç. Dr. Arzu Yavaş

Pamukkale Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Bakteriler

Geleceğin
Giysi Fabrikaları mı
Olacak?



Artık giymekten çok sıkıldığınız bir ceketini çamaşır makinesine atıp çıkan suyla kendinize yeni bir ceket yaptığınızı düşünün ya da aynı ceketin evdeki bitkilerin dibine gömüp gübre olarak kullandığınızı. Üstelik böyle bir ceketin evdeki basit birkaç malzemeyle hazırlayabilirsiniz! Biraz çay, biraz şeker ve son olarak da bakteri! Evet yanlış okumadınız: Bakteri! Bu fikir size çok çığınca ve bilim kurgu filmlerinden fırlamış gibi geliyor olabilir, ama Londra'da bir araştırmacı bu ceketin yapmayı başardı. Giysi üretmek için günümüzde sentetik ve doğal birçok lif kullanılıyor. Sentetik lifler petrol bazlı kimyasallardan üretiliyor. Doğal liflerin (örneğin pamuk) üretimi ise uzun ve pahalı süreçler içeriyor, ayrıca su tüketimi de hayli fazla oluyor.

Fosil yakıtların ve su kaynaklarının hızla tükendiği göz önüne alındığında tüm dünyada araştırmacıların yenilenebilir, sürdürülebilir ve çevre dostu kaynaklara yöneldiği biliniyor. Bu araştırmacılar arasında biri olan Suzan Lee pamuğa alternatif bir malzeme ararken *BioCouture*'u bulmuş.

BioCouture kısaca geleceğin modasını yaratmak için doğayı kullanan, radikal bir araştırma projesi olarak tanımlanabilir. Bu proje Suzan Lee'nin *Fashioning the future: Tomorrow's Wardrobe* isimli kitabından doğmuş. Lee laboratuvarında üretilen mikrobiyal selülozun giysi üretmek için kullanılıp kullanılmayacağını araştırmış ve bu şekilde elde edilen selülozdan çeşitli giysiler üretmiş.

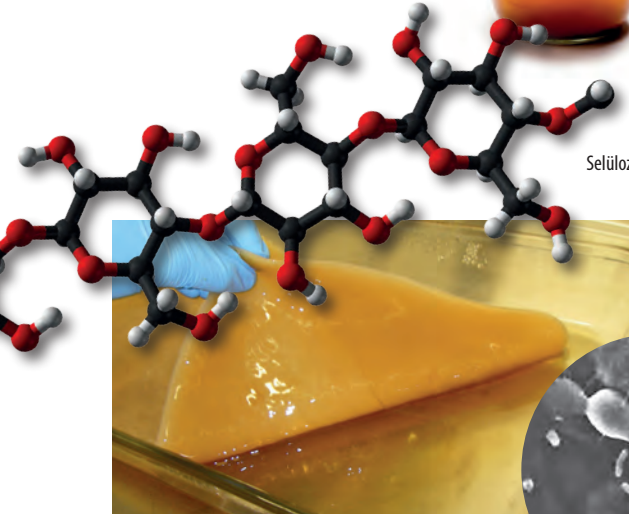
Peki Nedir Bu Bakteriyel Selüloz?

Bakteriyel selüloz, belirli bakteri tipleri tarafından üretilen ve formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan organik bir bileşiktir. Aslında selüloz birçok bitkisel maddenin ve bitkisel esaslı birçok tekstil lifinin temel yapı taşıdır. Ancak *Aceotbacter* (sirke bakterisi), *Sarcina ventriculi* ve *Agrobacterium* cinsi bakteriler tarafından üretildiğinde bakteriyel selüloz adını alır. Bu selülozu bitkisel selülozdan ayıran en önemli özellikler hayli saf ve mukavemetli (yani dayanıklı) olması ve su tutabilme yeteneğinin yüksek olmasıdır. Bitkisel selülozun aksine bakteriyel selülozu saflaştırmak daha kolaydır ve saflaştırma işlemi sırasında enerjiye veya kimyasal işlemlere gereksinim duyulmaz.

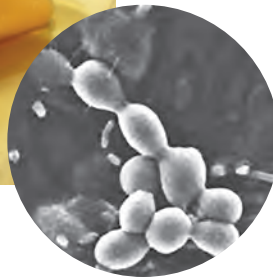
Bakteriyel selülozun (*Aceobacter xylinum* bakterisi ile) ilk kez A. J. Brown tarafından 1886 yılında keşfedilmesine rağmen 20. yüzyıla kadar bakteriyel selülozla ilgili yoğun çalışma yapılmaz. 1949 yılında araştırmacı Muhlethaler bakteriyel selülozun mikrofibriller bir yapıya sahip olduğunu gösterir. Günümüzde bakteriyel selülozla ilgili çalışmalar devam ediyor. Bu çalışmalar sayesinde üretilen malzemeler tekstilde, medikal uygulamalarda, kozmetikte ve gıda ürünlerinde ticari olarak kullanılıyor.



Kombu çayı



Selüloz



Kombu çayı bakterisi

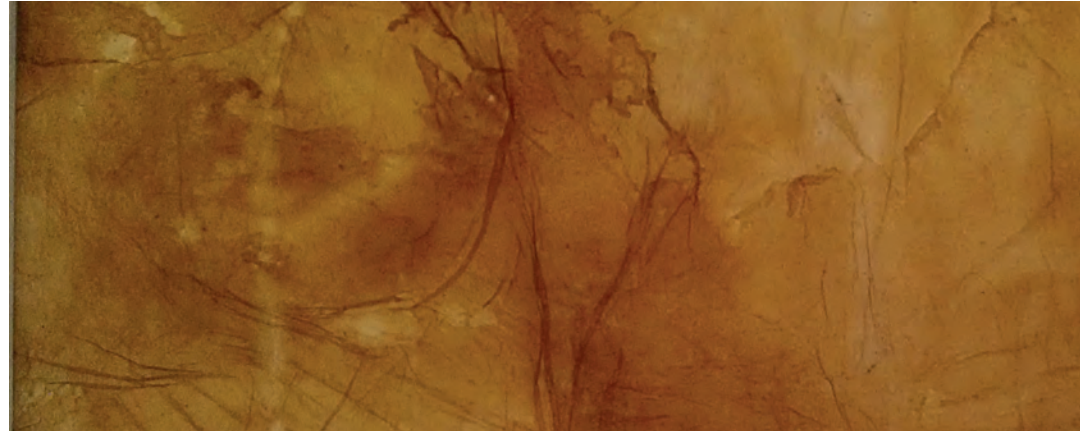
Bakteriyel selüloz





Suzan Lee, Londra'da Central Saint Martins'de öğretim üyesi olan bir bilim kurgu hayranıdır. Pamuktan bir giysi üretebilmenin hayli zor ve pahalı olması onu yeni arayışlara sürükler.

Suzan Lee, hayatımızın bir parçası olan ve göremediğimiz yüzlerce minik fabrika kullanarak yeni giysiler üretmeyi başarır.



Bakteriyel selüloz



Mayalama



Bakteriyel selüloz mayası



Kurutma



Kalıp

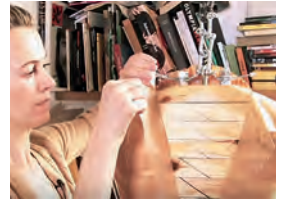
Suzan Lee, Londra'da Central Saint Martins'de öğretim üyesi olan bir bilim kurgu hayranıdır. Pamuktan bir giysi üretebilmenin hayli zor ve pahalı olması onu yeni arayışlara sürükler. Suzan Lee, hayatımızın bir parçası olan ve göremediğimiz yüzlerce minik fabrika kullanarak yeni giysiler üretmeyi başarır. Araştırmalarında yeşil çay, şeker, bakteri ve maya (Kombu çayı) kullanarak, bir tür "bitkisel deri" olarak da adlandırdığı malzemeyi üretir. Kombu çayı yeşil çay, şeker, bakteri ve mayadan yapılan fermente bir içecektir. Bazen Kombu mantar çayı olarak adlandırılrsa da bu çay mantar değil bir bakteri ve maya kolonisidir. Kombu çayının içindeki bakteriler çaydaki şekerle beslenerek çok ince selüloz lifleri üretir, bu lifler üst üste birikerek dokusuz bir yüzey halinde tabakalar oluşturur.

Bakteriyel selüloz, yaşken hayli esnek ve dayanıklıdır. Kalınlığı 2 mm'den daha fazla olan bakteriyel selülozu koparmak hayli zordur. Bu malzeme kurduğunda da dayanımını büyük oranda korur ve yaşlı insan derisine benzeyen bir yapı sergiler. Ne yazık ki, malzeme mevcut haliyle su geçirmez değil, yani sürekli nemle temas halinde olursa sonunda yine ilk yaş haline geri dönüyor. Bakteriyel selülozun uzun vadede biyobozunur olduğu da unutulmamalı.





Kalıba giydirme



Dikim

Fotoğraflarda sırasıyla "Bitkisel deri" maddesinin eldesi ve ceket, elbise üretimi aşamalarından örnekler görülmüyor.



Giysiler Nasıl Üretilir?

Suzan Lee bakteriyel selülozu katmanlar halinde, ısı kontrollü tekneler içinde üretiyor. Tatlandırılmış çay ve bakteri dolu teknelere Kombu çayı mayasının eklenmesi ile bakteriyel selülozun oluşum macerası başlar. Yaklaşık iki hafta küvette kalan karışımın üzerinde ince bir bakteriyel selüloz tabakası oluşur. Bu tabakanın kalınlığı yaklaşık 2 cm'dir. Önce bu tabakalar iyice yıkanır ve ardından düz bir alana katmanlar halinde serilerek ya da bir kalıp üzerine geçirilerek kurutulur. Kurutulan tabakaların kalınlığı 1 mm'nin altına düşer.

Düz bir alana serilerek kurutulmuş tabakalar daha sonra, örneğin ceket, gömlek, yelek dikmek için kullanılır. Bir kalıp üzerine kaplanan bakteriyel selüloz tabakalarının kenarları ise kururken birbirleriyle birleşerek kaynaştığı için dikişe gerek kalmadan kullanıma hazır giysi elde edilir.

Tamamen kuruyan giysiyi, bitkisel boyalarla renklendirmek de mümkündür.



Bakteriyel selülozdan üretilen giysi örnekleri

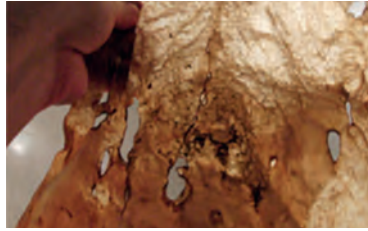


Bakteriyel takı

Kalınlığı iki mm'den daha fazla olan bakteriyel selülozu koparmak hayli zordur. Bu malzeme kurduğunda da dayanımını büyük oranda korur ve yaşlı insan derisine benzeyen bir yapı sergiler.



Büyüyen bakteri kültürü



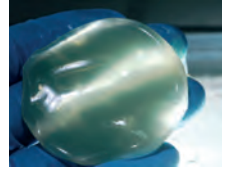
Bakteriyel hasat



Suzan Lee'nin bakteriyel selülozdan giysi üretme fikrinden ilham alan birçok modacı ve tasarımcı çeşitli ürünler geliştirmeye devam ediyor, örneğin bakteriyel takılar. Hatta Iowa Üniversitesi'nde okuyan bazı yüksek lisans öğrencileri bu fikri biraz daha geliştirerek ödül almayı bile başarmıştır. Öğrenciler, tarımsal

bitki ürünlerinden olan mısır ve soya fasulyesi yağından ürettikleri sürdürülebilir biopolimerlerle, fermente yeşil çaydaki bakterileri ve mayaları birleştirerek bakteriyel selüloz elde etmiş, proje ekibi Washington'da yapılan Ulusal Sürdürülebilir Tasarım Expo etkinliğinde 40 ekip içinden ödül kazanan 7 ekipten biri olmuştur.





Gelecekte Neler Olabilir?

Tüm bu tekstil ve tasarım uygulamalarının yanı sıra bakteriyel selülozun medikal alandaki gelişimi de göz ardı edilemez. Almanya'da yapılmış bir çalışmada bakteriyel olarak sentezlenen nanobakteriyel selüloz, çeşitli aktif bileşenler ile birleştirilerek yara tedavisinde kullanılmak üzere denenmiştir.



Yüksek saflığı, hidrofilliği (bir molekülün hidrojen bağları kurarak suya bağlanabilme özelliği yani suyu sevmesi), kolay şekillendirilebilir olması ve biyouyumluluğu bakteriyel selülozu diyet lifi, filtre, ultra-dayanıklı kâğıt, retiküler fibriller (çeşitli doku ve organları destekleyen fibriller) gibi ürünlerde de potansiyel olarak kullanılabilir kılıyor. Bakteriyel selülozu yapay deri ve yapay damar uygulamalarında, yara iyileştirme ürünlerinde ayrıca doku mühendisliğinde iskele olarak da kullanmak mümkün olabilir.

Gelecekte Suzan Lee gibi tasarımcıların ürettiği giysiler giyip giymeyeceğimiz bilinmez, ama bakteriyel selüloz başka uygulama alanlarında da yaygınlaşacağı benziyor.

Kaynaklar

- www.tumblr.com/search/biocouture
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kombuchacultsm.jpg>
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cellulose-Ibeta-from-xtal-2002-3D-balls.png>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Bacterial_cellulose
- <http://www.mayoclinic.org/healthy-living/consumer-health/expert-answers/kombucha-tea/faq-20058126>
- <http://www.bbc.com/news/technology-18301669?mcktmblr>
- <http://www.hive76.org/category/green-tech/microbial-cellulose>
- <https://www.youtube.com/watch?v=WVW-jSdhILs>
- http://erdemkiziltoprak.wix.com/arden/collection#!__collection/stackerfan2=0
- <http://www.dezeen.com/2014/08/12/skin-sammy-jobbins-wells-wearable-objects-bacteria-cellulose/>
- <http://rachelrattles.tumblr.com/>
- <http://www.hs.iastate.edu/news/2014/04/25/renewable-cellulose/>
- <http://chairblog.eu/2012/03/21/how-to-grow-a-stool-cover-cellulose-fibre-xylum-stool-by-jannis-hulsen/>
- http://www.chemistryviews.org/details/news/886233/Bacteria_Help_Healing.html

Nano-bakteriyel selüloz

