

**TEKSTİL TASARIMINDA DOĞADAN İLHAM ALMA (BİYOMİMETİK  
UYGULAMALAR)**

*INSPIRATION FROM NATURE IN TEXTILE DESIGN (BIOMIMETIC APPLICATIONS)*

**Dr. Öğr. Üyesi. Mustafa Oğuz GÖK**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı  
Bölümü, gokmustafaoguz@gmail.com, Kahramanmaraş/Türkiye

**ÖZ**

Giyinme, ilk çağlardan bugüne kadar önemli bir gereksinim olarak insanlık tarihinde yerini korumuştur. Giyinme deyince akla ilk gelen terim tekstildir. İnsanların tekstil ürünlerinden beklentileri her geçen gün artmaktadır. Tekstil ürünlerinin sadece örtünme ve korunma amaçlı değil, bu özelliklerin yanında estetik ve fonksiyonel özellikler göstermesi de beklenmektedir. Tüm bu özellikleri gösterirken de doğallığını koruyabilmesi ve kullanılabilirliğinin rahat olabilmesi tekstil ürünlerinden istenen özelliklerin başında gelmektedir. Tasarımcılar da bu beklentileri göz önünde bulundurarak farklı arayışlar içerisine girmişlerdir. Tüm bu özellikleri sağlayan en önemli ilham kaynağı ise her zaman olduğu gibi doğadır. Doğada canlılar yaşamlarını sürdürmek ve hayatta kalabilmek için çeşitli adaptasyon yöntemleri geliştirmişlerdir. Tasarımcılar ise doğanın yöntemlerini gözlemleyerek ve araştırarak öğrenmeye çalışmaktadırlar ve öğrendikleri bu yöntemleri kendi alanlarına uygulayarak insanların gereksinimlerini karşılamaya çalışmaktadırlar. Bu çalışmada biyomimetik tasarımlar araştırılmış, tekstil alanında uygulama yöntemleri incelenmiş ve yenilikçi tasarımlar hakkında bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tasarım, Biyomimetik, Doğa, Taklit.

**ABSTRACT**

Dressing has maintained its place in human history as an important necessity from the first ages to today. The first term that comes to mind when dressing is textured. Significant changes are observed in textile as well as in all sectors in the developing and changing world. People's expectation of textile products is increasing day by day. Textile products are not only intended for covering and protection but also aesthetic and functional properties. While showing all these features, it is also one of the most desired features of textile products to be able to protect its naturalness and to be easy to use. The designers have also been looking for different ways by considering these expectations. The most important inspiration that provides all these features is the nature as always. Living things have developed various adaptation methods in order to survive and survive in the wild. Designers are trying to learn by observing and researching the methods of nature and they try to meet people's needs by applying these methods to their own fields. In this study, biomimetic designs were researched, applied methods in textile field examined and informed about innovative designs.

**Keywords:** Design, Biomimetics, Nature, Inspired.

**1. GİRİŞ**

Doğa; güneş ışığına dayanıklı, enerji ihtiyacı az, fonksiyonel, geri dönüştürülebilir, çeşitliliği fazla, maliyeti düşük, verimli ve estetik çözümler sunan bir tasarımcıdır. İnsanlarla ve teknoloji ile sürekli olarak bir etkileşim içerisindedir. İnsanlar da yaşamak için doğayı korumak zorunda olmuşlardır. Tüm bu dengeyi ise geliştirdikleri ve kullandıkları teknolojiler ile sağlamaktadır. Tasarımda sürdürülebilirlik ise bu döngünün korunmasıyla ve devam ettirilmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Doğadan ilham alma deyince akla ilk gelen sözcük yunanca bir kelime olan “Biomimetics” (biyomimetik)’tir. “Bios” (Hayat) ve “mimesis” (taklit) kelimelerinin birleşiminden oluşan bir terimdir. Biomimetik bilimi, yeni bir yaklaşım ve yöntem bilim getirmesine rağmen yüzyıllar önce çeşitli malzeme ve cihazların geliştirilebilmesi ve insanların problemlerinin çözülebilmesi için de kullanılmıştır (Ball, 2002; Bar-Cohen, 2006; Vincent ve ark., 2006; Anonymous, 2007 ve Meyers ve ark., 2008). Çinliler 3000 yıl önce yapay ipek üretmeye çalışmış, Leonardo da Vinci kuşların nasıl uçabildiği üzerine çalışmış ve doğadan esinlenerek uçuş makinası tasarımlarını oluşturmuştur (Laurenza ve ark., 2006). Dünya tarihine ilk başarılı pilotlar olarak geçen Wright kardeşler yaptıkları uçağın kanatlarını kuşlara göre modellerken, Leonardo Da Vinci’nin 16. yüzyılda ortaya koyduğu kuşların uçuş teknikleri taslağı üzerinde çalışmışlardır (Shiyak, 2010).

Biyomimetik bilimi ile ilgili önemli gelişmelerin başlaması 1950’lerde Amerikalı biyofizikçi Otto Schmitt’in bu terimi ortaya atması ile başlamıştır (Sarikaya ve Aksal, 1995 ve Vincent ve ark., 2006). Günümüzde çoğunlukla biyomimetik olarak adlandırılan bu yaklaşımın, Amerikan Hava Kuvvetleri’nde 1960’da yapılan araştırmalarda biyonik, Fransa’da 1966’da yapılan çalışmalarda biyoloji mühendisliği veya farklı çalışmalarda biyo-esinlenmiş tasarım, biyomimesis ve biyognosis olarak kullanılmış olmasına rağmen, bu konu üzerinde önemli çalışmalar gerçekleştiren bilim adamları tüm bu terimlerin biyomimetik kavramı ile eşanlamlı kabul edilmesi gerektiğini belirtmektedirler (Vincent, 2001 ve Shiyak, 2010). Doğadaki prensip ve fikirlerin mühendislik bilimi ile birleşmesi sonucu yaşanan süreç biyomimetik, biyomimikri, biyonik ya da biyomimesis olarak da ifade edilse de esasen yapılan aynıdır ve canlılardan ilham alarak yaşamın taklit edilmesidir (Railbeck ve ark., 2008). Biyomimetik, doğanın çözüm yöntemlerini öğrenir ve çözüm yöntemlerinden esinlenerek ortaya yeni tasarımlar ve çözümler ortaya çıkarır.

## 2. BİYOMİMETİK TASARIM YAKLAŞIMLARI

Tasarımcı, bir tasarımı gerçekleştirirken farklı unsurları göz önünde bulundurur. Bu unsurlardan bir tanesi sürdürülebilirliktir. Tasarım ürününün sürdürülebilir bir yapıda olması, geliştirilebilir bir yapıda olması istenir. Sürdürülebilirlik konusunda en iyi akıl hocalarından bir tanesi doğadır. Doğada her şey bir düzen içerisinde gerçekleşmektedir. Tüm olaylar birbirine bağlı şekilde ilerlemektedir. Sonuçlar ise bilim ve mühendislik ile son ürün olarak ortaya çıkmaktadır (Green, 2005). Son üründen istenen net sonuç verimli ve etkili olmasıdır. Bu ürünün yine aynı şekilde çevresel bir kirlilik yaratmaması da istenen sonuçlar arasındadır. Amacına uygun ve sorun çözmeye yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmektedir (Zia ve Laraki, 2013).

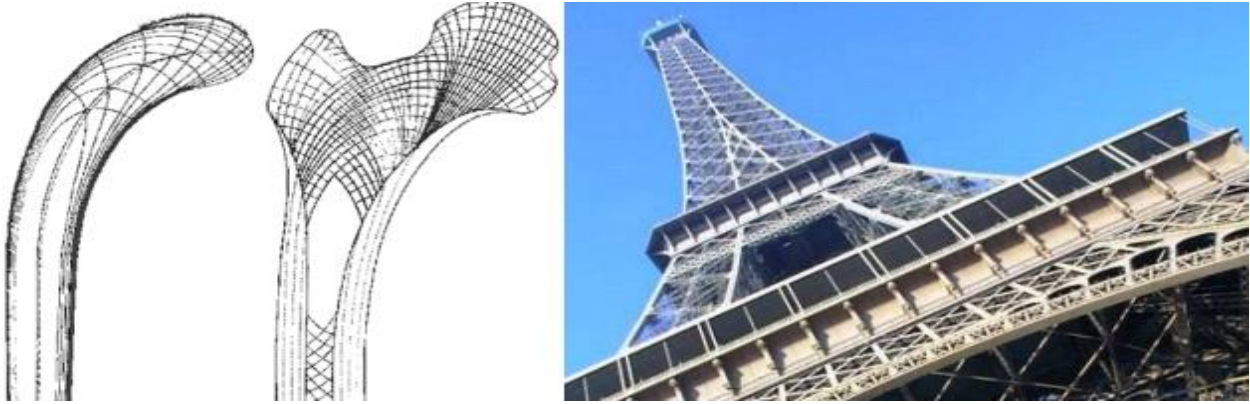
Biyomimetik tasarım yaklaşımının disiplinler arası bir bilime dönüşmesinin ve sistem tasarlayan mühendislerin ve ürün tasarlayan tasarımcıların çalışmalarında doğa ve canlılardan esinlenmelerinin başlıca nedenleri: doğada canlıların çeşitli zorlayıcı koşullara karşı dayanıklı olmaları; kendi kendini onarabilmeleri; hammaddenin doğadan karşılanması ve az miktarda kullanılması; doğal formların estetik ve basit olması; doğada bulunan süreçlerin veriminin yüksek olması; kullanılan materyalin geri dönüştürülebilir olması olarak açıklanabilir. Tasarımlarında biyomimetik prensiplere uymak isteyen tasarımcıların doğanın dokuz basit kanununu öğrenmeleri gerektiğini ifade etmektedir (Marshall ve Lozeva, 2009).

1. Doğa daima güneş ışığından faydalanır,
2. Doğa ihtiyacı kadar enerji kullanır,
3. Doğa formu fonksiyona uydurur,
4. Doğa herşeyi geri dönüştürür (uygun bir kaynak yaratır)
5. Doğa işbirliğini ödüllendirir,
6. Doğa farklılıklara dayanır,
7. Doğa uzmanlığa inanır,
8. Doğa kendi içinde aşırılıkları bastırır,
9. Doğa sınırlarının gücünü bilir.

İlaç sektöründen, tıp, kimya, tekstil, inşaat sektörü ne kadar birçok sektör doğadaki tasarımlardan yararlanarak son derece gelişmiş ürünler ortaya koymaktadırlar. Biyomimetik tasarım yaklaşımının uygulandığı alanlar 3 bölümde incelenebilir;

## 2.1. Malzemeler

Doğada yapısı henüz bilinmeyen birçok malzemenin sağlamlık, esneklik, estetik, hafiflik, yenilenebilirlik vb. özelliklerinden dolayı araştırılarak çalışmalarda kullanılması biyomimetikğin temel prensipleri arasındadır. Örneğin, Son derece güçlü ve sağlam tasarıma sahip olan Eyfel Kulesi vücudumuzda bulunan uyluk kemiğinden yola çıkılarak inşa edilmiştir (Skedros ve Brand, 2011) (Şekil 1).

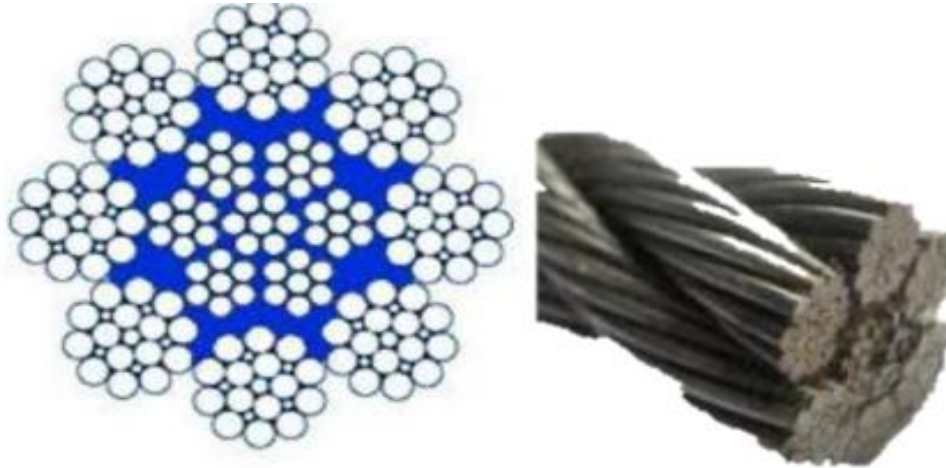


Şekil 1. İnsan kemiği ve kafes örgü yapısı (Yuran ve Taşgetiren, 2010)

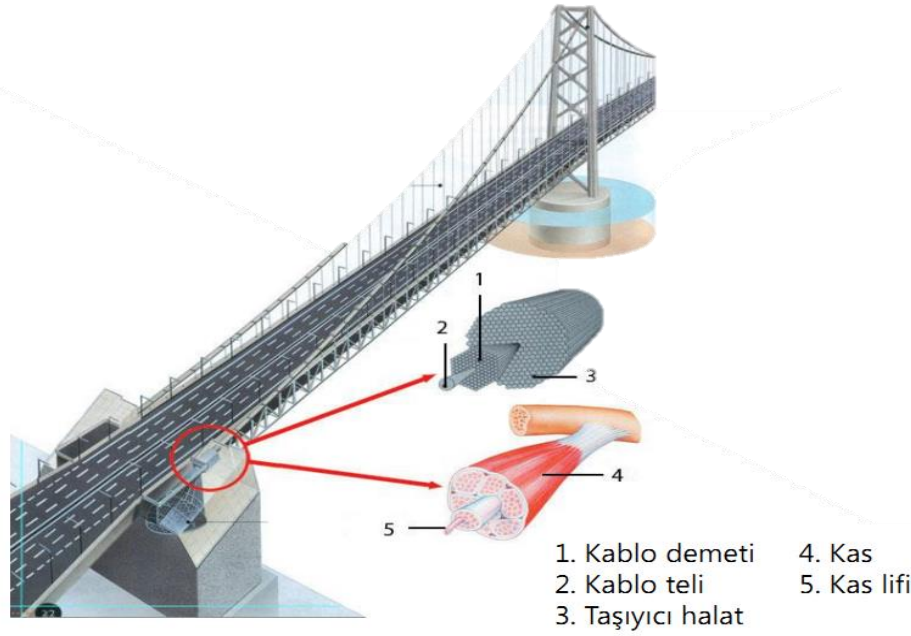
Böceklerde bulunan kitin tabakası dayanıklı, ince ve hafif dışarıdan gelen birçok darbeyi emebilecek kadar esnek ve sağlam yapıya sahiptir. Bu yapı sanayide kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır (Morganti, 2013). “Abalone” deniz canlısının iç kabuğu dayanıklılık yönünden seramikten iki kat daha iyidir (Graham ve Sarıkaya, 2000). Katmanlı yapı bu canlıya dayanıklılık sağlamaktadır. Bu modellerden esinlenerek son derece sert ve dayanıklı alüminyum-bor karbür metal-seramik bir malzeme geliştirmiştir. Bu malzeme, ABD'de ordunun çeşitli laboratuvarlarında denendikten sonra tanklarda zırh olarak kullanılmıştır (Vattam ve ark., 2007). Midyede bulunan yapışkanın su altında bile bu özelliğini koruyabilmesi bilim adamlarının dikkatini çeken bir başka konudur (Morganti, 2013). Yapay zekâ ve bilgi teknolojilerinde kullanılan sinir ağları, insan beyninden ilham alınarak tasarlanmaktadır (Gönen Sorguç ve Arslan Selçuk, 2007). Yunusların iletişim kurmalarını sağlayan sensörlerden ilham alınarak ve taklit edilerek, Tsunamiyi önceden algılayan ve uyarı alarm sistemleri geliştirilmiştir (Shiyak, 2010).

## 2.2. Kompozitler

Kompozit malzemeler, birbirine karışmayan iki veya daha fazla katının bileşimiyle oluşan katı malzemelerdir ve kendini oluşturan malzemelerden daha üstündür. Doğadaki birçok malzeme kompozitten oluşur. Bu nedenle kompozitler biyomimetik tasarım araştırmalarının en sık yapıldığı ikinci gruptur. Örneğin fiberglas yapay bir kompozittir ve gemi gövdesi, olta değneği, yay ve ok gibi birçok spor malzemesinin yapımında kullanılır. Oluşan bu yapı dayanıklı ve esnektir (Aricasoy, 2006). Bu yapı timsah derisi ile aynı özellik göstermektedir (Yuran ve Taşgetiren, 2010). Tendonlar da bir diğer doğal kompozittir. Liflerin örülme şekilleri yapıya dayanıklılık kazandırır. Bu yapılardan esinlenerek asma köprülerde taşıyıcı halatlar yapılmıştır (Benyus, 1998) (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. Lif demelerinin yapısı ve çelik halat (Benyus, 1998)



Şekil 3. Asma köprüler ve kullanılan çelik halat teknolojisi (Benyus, 1998)

### 2.3. Korunan Yüzeyler

Herhangi bir maddenin yüzeyi zamanla fiziksel veya kimyasal etkiye bağlı olarak zarar görebilmektedir. Bu zararı önlemek için farklı yöntemlere başvurulmuştur. Jet motorlarındaki güçlü pervanelerin yapımında kullanılacak malzemenin geliştirilmesinde, inciye oluşturan sedefin yapısı taklit edilmektedir. Sedef tebeşirden 3000 kat daha dayanıklıdır. Sedef üzerine ağır bir yük konulduğunda oluşan kırıklar, ince tabakalar boyunca ilerler fakat protein tabakalarını geçmeye çalışırken yön değiştirirler. Bu, uygulanan kuvveti dağıtır ve böylece kırılma durdurulmuş olur (Barthelat ve Zhu, 2011).

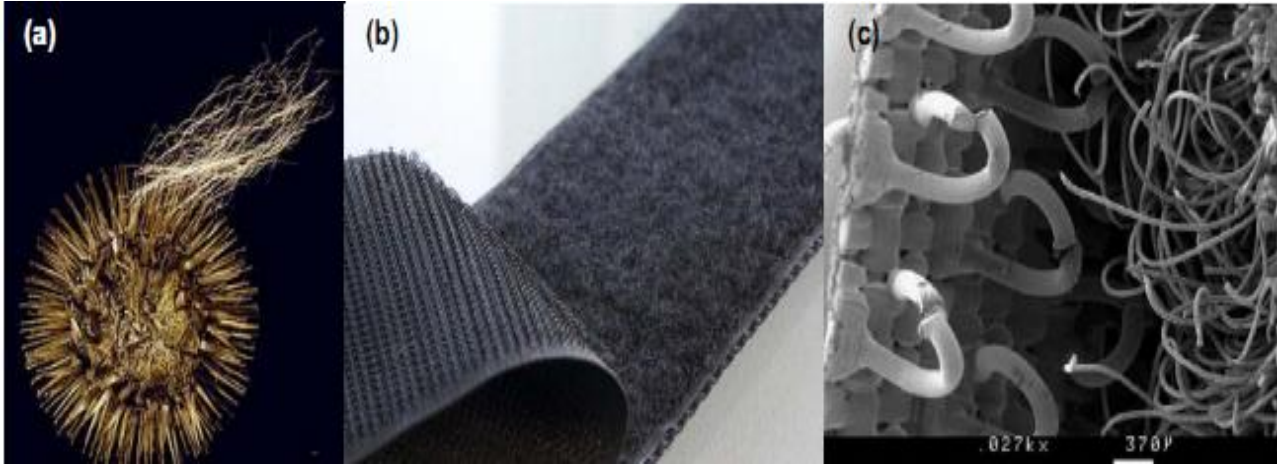
### 3. TEKSTİLDE BİYOMİMETİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Tekstil ve giyim endüstrisinde biyo-esinlenmiş tasarım kavramı yeni değildir. Tekstil tarihinde iki olay; ipek lifinin sentezlenmesi yani ilk suni elyaf olan rayonun üretimi (Cook, 1984 ve Abbott ve Ellison, 2008) ile giyim ve tekstil endüstrisinde benzeri bulunmayan bir devrim niteliğinde olan naylonun seri üretimi, tekstil teknolojisinin dönüm noktaları olarak kabul edilmektedir. Biyo-esinlenmiş tasarımda ikinci dalga 1970'lerde doğal materyallerin artması ve sentetik liflerden yapılmış olan giysilerin gözden düşmesi sırasında ortaya çıkmıştır. Çabuk kuruyan, ütü istemeyen, ince, ucuz “yeni” materyallerin ve teknolojilerin getirdiği avantaj yerini öngörülemez rahatsızlıklara bırakmıştır (Kemp, 1971), çünkü sentetik liflerin ve tekstillerin hidrofob yapısı olumsuz bir konfor ortaya koymaktadır (Slater, 1977). Artık sentetik liflerin doğal lifleri taklit etmesi için önemli bir çaba gösterilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir (Abbott ve Ellison, 2008).

Günümüzde tekstil sadece basit bir giysi, döşemelik veya halıdan ibaret olarak kabul edilmemektedir. Esasen akıllı tekstiller adı verilen yüksek fonksiyonlu tekstiller, daha mukavim, ateşe ve kimyasallara dayanıklı elektrik ileten lifler pazara hâkim olmuştur (Milwich ve Mueller, 2005). Snovbordlar ve montlar MP3 çalmakta ve GPS iletilicileri ile iletişim kurmaktadır (Stollbrock, 2005). “Düşünen” ya da “akıllı” halılar, yangını tespit edip acil ışığını yakabilir; düşüp yerde hareketsiz yatan birini tespit edip acil servise haber verebilir ya da içeri giren hırsızın tespit edebilir (Milwich ve ark., 2006). Biyomimetik tasarım yaklaşımının da tekstil ürünleri tasarlanması sırasında kullanılmasıyla farklı yapı ve fonksiyonlarda tekstil ürünleri ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı doğadan esinlenerek üretilen bu tasarımlardan tekstil alanında kullanılanlara örnekler vermektir.

#### 3.1. Kendinden Yapışkan Mekanizmalı Kumaş Velcro

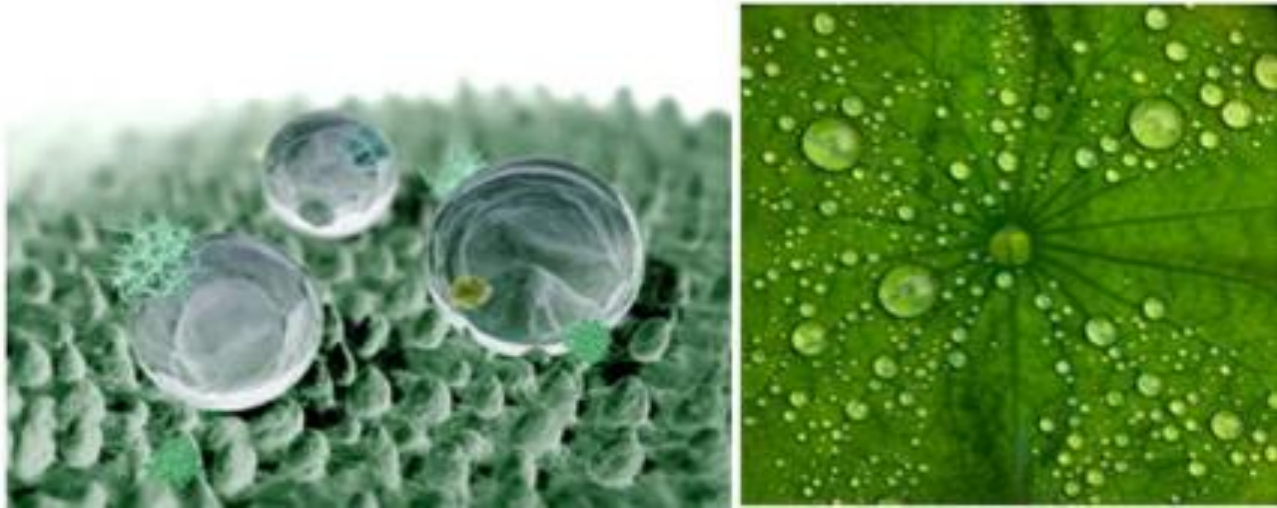
Kumaş kanca ve bağlantı elemanı olarak tanımlanan velcro veya Cırt bant, İsviçreli elektrik mühendisi George de Mestral tarafından 1948 yılında icat edilmiş ve 1955 yılında patenti alınmıştır. Velcro bağlantı elemanının tasarlanması prensibi, pıtrak bitkilerinin tutunma özellikleri olmuştur (Scherge ve Gorb, 2001). İlk velcro örnekleri pamuktan yapılmıştır. Ancak daha sonra bunun pratik olmadığı anlaşılmış ve yerini naylon ve polyestere bırakmıştır. Geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak; fermuarlar, düğmeler, tokalar, giysiler, spor ayakkabıları vb. verilebilir (Şekil 4).



Şekil 4. a) Pitarak adı verilen bitki b)Velcro c)Velcro'nun 27 kat büyütülmüş resmi (Yuran ve Taşgetiren, 2010)

### 3.2. Kendi Kendini Temizleyen Tekstiller, Lotus Etkisi

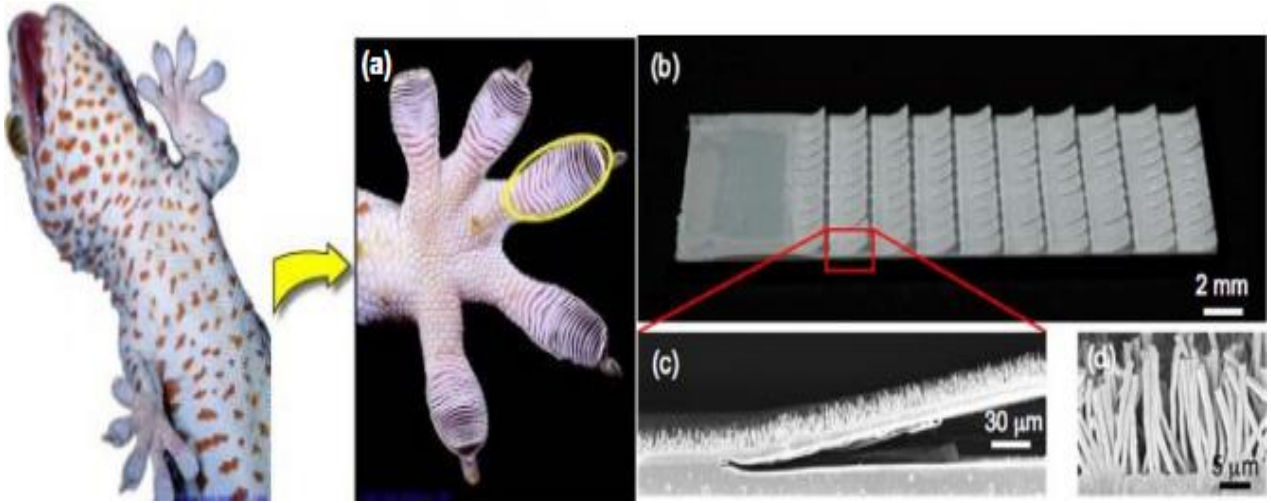
Nilüfer yapraklarının koruyucu mekanizmalarından esinlenen Lotus etkili yüzey tasarımı, kirlenmeyen yüzey teknolojisini ortaya koyduğundan tekstil ürünleri ve giyim endüstrisinde oldukça kullanılan bir biyomimetik tasarım haline gelmiştir (Şekil 5). Bu teknoloji bitkinin kendi kendini temizleme özelliğinin bitkinin yüzey morfolojisine dayandığını keşfeden Alman Botanikçiler tarafından geliştirilmiştir (Barthlott ve Neinhuis, 1997). Bu uygulama dış cephe kaplamalarında inşaat sektöründe ve leke tutucu ve kirlenme geciktirici uygulamalara rakip olarak tekstil bitim işlemlerinde de yer bulmuştur.



Şekil 5. Lotus etkisi ve nilüfer yaprağı (Deyoung ve Hobbs, 2009)

### 3.3. Kendinden Yapışkanlı Kumaşlar, Geko Etkisi

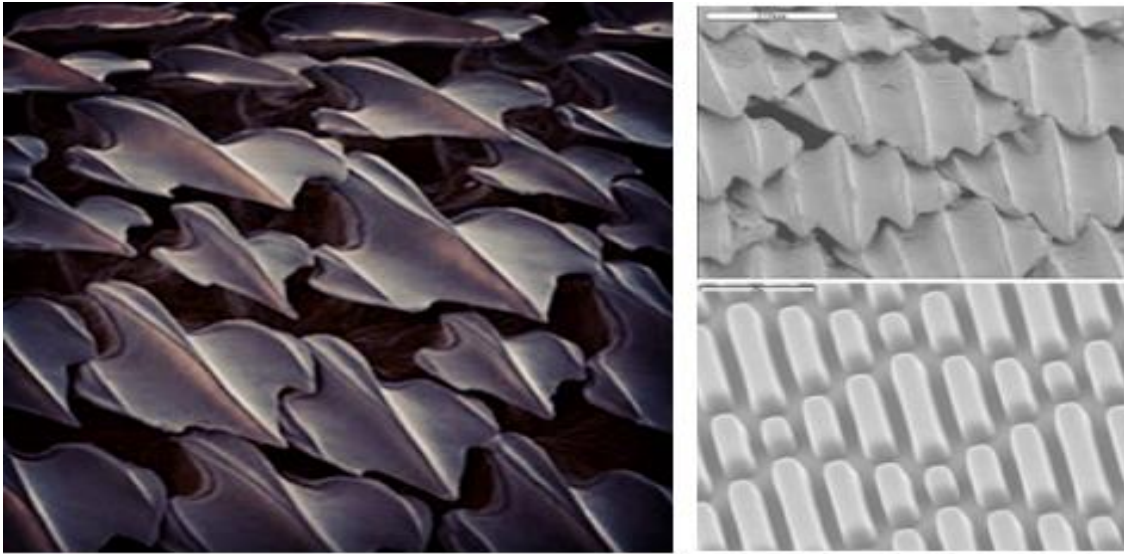
Geko kertenkelesi böcek ve örümceklerden daha iri olmasına rağmen, duvarda veya tavanda düşmeden rahatlıkla yürüyebilmektedir. Bu durum incelendiğinde kertenkelenin istediği yüzeye yapışmasını sağlayan mikro/nano yapıda domuz kılı benzeri bir yapının temas yüzeylerini tamamen kapladığı görülmüştür (Arzt ve ark., 2003) (Şekil 6). Gekonun ayaklarında bulunan ince kıllar incelendiğinde (Naik ve Stone, 2005) bu yapıların yapıştığı yüzeyin düzgün olmayan kısımlarına tutunabildiği görülmüştür. Gekoda bulunan bu uzantılar taklit edilerek polimerik materyallerden “Gecko Tape” (Geim ve ark., 2003) adı verilen pek çok kullanımda bile hala yapışkanlığını koruyabilen bir bant ve “Geckel” (Lee ve ark., 2007) yüksek sürtünme özelliği olan yapışkan bir yüzey elde edilmiştir (Singh ve ark., 2009). Gekolar ayaklarıyla sürtünme kuvvetinden 600 kat daha büyük bir yapışkan güç üretirler. Bu tarz bir yapışma tekniğine sahip, geko benzeri ayaklarla yapılacak robotlar, duvarlarda yürüyerek yanan bir binadaki mahsur kalmış kişileri kurtarma için kullanılabilir veya araba lastiklerinin yolu daha iyi kavraması sağlanabilir. Kendi ağırlığının çok daha fazlasını taşıyan kumaşlar dokunarak üretimi de gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6. a) Gecko ve ayak yapısı b) Gecko'dan esinlenerek tasarlanmış halı c-d) Halının 30μm ve c boyutundaki görüntüleri (Sitti ve Fearing, 2003).

### 3.4. Köpekbalığı Derisi ve Ribblet Etkisi

Saniyelerin hatta saliselerin bile oldukça fazla önemli olduğu yüzme sporunda suyun vücut üzerinde oluşturduğu sürtünme direnci oldukça önemli bir faktördür ve sürtünme direncini en aza indirecek mayolar tercih edilmektedir. Bu mayolar yüzücüde olabildiğince geniş bir yüzeyi kaplar ve vücuda sımsıkı yapışır. Mayonun kumaşı, dikey reçine şeritleri üstüne köpek balığı derisinin özelliklerini taşıyan bir dokumadan ibarettir. Köpek balıkları üzerinde taramalı elektron mikroskopuyla yapılan incelemelerde, balığın derisinin şeritler içerdiği görülmüştür (Şekil 7). Şeritler, dikey su girdapları veya su spiralleri oluşturarak suyu balığın vücuduna daha çok yapıştırır ve suyun yüzmeye karşı direncini azaltır. Şeritlerin bu etkisi "Ribblet etkisi" olarak bilinmektedir ve son on yıldır da bu etki mayolar üzerinde uygulanmaktadır (Singh ve ark., 2009).



Şekil 7. Köpek balığı derisi-Sharklet (Soeleman, 2012)

### 3.5. Yapısal Renk ve Morpho Rhetenor Kelebeği Etkisi

Bu keleklerin kanatlarındaki çok katmanlı tabakalar ve boşluklar, çok hassas bir düzenle dizilerek fotonik kristal bir yapı oluşturmuş ve yapısal olarak ışığın diğer bütün dalga boylarını geçirip maviyi yansıtarak keleklerin kanatlarının parlak mavi renkte görünmesine neden olmaktadır (Rossbach ve ark., 2003) (Şekil 8). Kelebeğin bu özelliğinden yararlanılarak Teijin® Fiber Corporation firması Morphotex markası adı altında kumaş üretilmiştir. Konvansiyonel tekstildeki en toksik atıklardan birisi olan (Slater, 2003) pigment ile renklendirilmemiş olan bu kumaşın Bu kumaşın mavi, yeşil ve kırmızı renkleri üretilmiştir (Abbott ve Ellison, 2008).



Şekil 8. Morpho kelebeği- Strüktürel renk

#### 4. SONUÇ

Biyomimetik biyolojinin teknoloji geliştirmede sıklıkla kullanılmaya başlanan heyecan verici bir dalıdır. Biyomimetikğin bilim dünyasına getirdiği yeni bir anlayış vardır: “Doğayla ilgili öğrenmek değil, inovasyon için gerekeni doğadan öğrenmek”. Bu yeni anlayış doğaya ve tasarıma bakışımızı değiştirmektedir. Doğa birçok teknolojiyi içinde barındırmaktadır ve doğal sistemlerin birçok sektöre uygulanabileceğini somut örneklerle gözler önüne serilmektedir. Bu sektörlerden bir tanesi de tekstil sektörüdür. Tekstil sektörü her geçen gün gelişerek büyümeye devam etmektedir. Son yıllarda katma değeri yüksek tekstil ürünleri önem kazanmıştır. Katma değeri yüksek deyince akla ilk gelen tekstiller teknik tekstillerdir. Teknik tekstiller yenilikçi ve geliştirilebilir tekstil gruplarıdır. Teknik tekstiller ile biyomimetik bilimi birleştirilerek yeni ürün tasarımları gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada biyomimetik ve tekstilin bir arada kullanıldığı uygulama örnekleri incelenmiştir. Yeni uygulamalar hakkında bilgiler verilmiştir.

#### KAYNAKÇA

- Abbott, A., Ellison, M. (2008). *Biologically Inspired Textiles*, Woodhead Publishing Limited, England.
- Anonymous (2007). DTI (Department of Trade And Industry). *Biomimetics: Strategies For Product Design Inspired By Nature – A Mission To The Netherlands And Germany*. Report of a DTI Global Watch Mission (January 2007).
- Arıcasoy, O. (2006). *Kompozit Sektör Raporu*, İstanbul Ticaret Odası.
- Arzt, E., Gorb, S., Spolenak, R. (2003). From Micro To Nano Contacts In Biological Attachment Devices, *Proceedings Of National Academy Of Sciences (PNAS)*, 100 (19), 10603–10606.
- Ball, P. (2002). *Natural Strategies For The Molecular Engineer*, Nanotechnology, Vol:13 No:5.
- Bar-Cohen, Y. (2006). *Introduction To Biomimetics: The Wealth Of Inventions In Nature As An Inspiration For Human Innovation*, Taylor & Francis.
- Barthlott, W., Neinhuis, C. (1997). Purity Of The Sacred Lotus Or Escape From Contamination In Biological Surfaces, *Planta*, 202: 1–8.
- Barthelat, F., Zhu, D. (2011). A Novel Biomimetic Material Duplicating The Structure And Mechanics Of Natural Nacre, *Materials Research Society*, Vol 26, Issue 10, 1203-1215.
- Benyus, J. M. (1998). *Biomimicry: Innovation Inspired By Nature*, William Morrow Company Inc., NY.
- Cook, J. G. (1984). *Handbook Of Textile Fibres: Vol II-Man-Made Fibres*, Woodhead Publishing Limited, India.
- Deyoung, D., Hobbs, D. (2009). *Discovery Of Design: Searching Out Creator’s Secrets*, United States Of America.
- Geim, A. K., Dubonos, S. V., Grigorieva, I. V., Novoselov, K. S., Zhukov, A. A., Shapoval, S Yu. (2003). Micro fabricated Adhesive Mimicking Gecko Foot-Hair, *Nature Materials*, 2, 461-463.
- Gönenç Sorguç, A., Arslan Selçuk, S. (2007). Yapay Zekâ Araştırmaları Ve Biomimesis Kavramlarının Günümüzde Mimarlık Alanındaki Uygulamaları: Akıllı Mekanlar, 4.Yapı Ve Kentte Bilişim Kongresi, 2006.

- Graham, T., Sarikaya, M. (2000). Growth Dynamics Of Red Abalone Shell: A Biomimetic Model, *Materials Science And Engineering*, C,11, 145–153.
- Green, K. (2005). The “Bio-Logic” Of Architecture: Environmental Design Inspired By Slime Mold, Lichen And Other Natural Sources, *The Art Of Architecture/The Science Of Architecture*, 522-530.
- Kemp, S. (1971). *The Consumer’s Requirements For Comfort. Textiles For Comfort*, New Century Hall, Manchester, Shirley Institute.
- Laurenza, D. Zanon, E., Taddei, M. (2006). *Leonardo’s Machines: Da Vinci’s Inventions Revealed*, David And Charles Publishers.
- Lee, H., Lee, B. P., Messersmith, P. B. (2007). A Reversible Wet/Dry Adhesive Inspired By Mussels And Geckos, *Nature Letters*, 448, 338-342.
- Marshall, A., Lozeva, S. (2009). Questioning The Theory And Practice Of Biomimicry, *Int. J. Of Design & Nature And Ecodynamics*. Vol. 4, No. 1, 1–10.
- Meyers, M. A., Chen P. Y., Lin A. Yu-Min L., Seki, Y. (2008). *Biological Materials: Structure And Mechanical Properties*, *Progress In Materials Science* 53, 1–206.
- Milwich, M., Mueller, E. (2005). *Medical Textiles For Implants. [Audiovisual DVD]*, Proceedings Of Germany Meets India–Seminar On Technical Textiles, Mumbai, Federation Of All India Textile Manufacturers’ Associations (FAITMA), India.
- Milwich, M., Speck, T., Speck, O., Stegmaier, T., Planck, H. (2006). Biomimetics And Technical Textiles: Solving Engineering Problems With The Help Of Nature’s Wisdom, *American Journal Of Botany*, 93(10): 1455–1465.
- Morganti, P. (2013). Biomimetic Materials Mimicking Nature At The Base Of EU Projects, *Journal Of Scientific Research & Reports*, 3(4): 532-54, 2014; Article No. JSRR.2014.01.
- Naik, R. R., Stone, M. O. (2005). Integrating Biomimetics, *Materials Today*, 18-26.
- Railbeck, L., Reap, J., Bras, B. (2008). Investigating Environmental Benefits Of Biologically Inspired Self-Cleaning Surfaces. 15th CIRP International Conference On Life Cycle Engineering. Paris: The International Academy For Production Engineering.
- Roszbach, V., Patanathabutr, P., Wichitwechkarn, J. (2003). Copying And Manipulating Nature: Innovation For Textile Materials, *Fibers And Polymers*, Vol.4, No.1, 8-14.
- Sarikaya, M., Aksay, I. A. (eds) (1995). *Biomimetics, Design And Processing Of Materials. Polymers And Complex Materials*. Woodbury, NY: American Institute Of Physics.
- Scherge, M., Gorb, S. S. (2001). *Biological Micro- And Nanotribology: Nature’s Solutions*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Shiyak, A. (2010). *Biomimetics: Engineering New Textile*, *Bangladesh Textile Today*.
- Singh, R. A., Yoon, E. S., Jackson, R. L. (2009). Biomimetics: The Science Of Imitating Nature, *Tribology And Lubrication*, 41-47.
- Sitti M., Fearing R. S. (2003). Synthetic Gecko Foot-Hair Micro-Nano-Structures As Dry Adhesives, *J. Adhesion Sci. Technol.*, Vol. 17, No. 8, 1055–1073.
- Skedros, J. G., Brand, R. A. (2011). Biographical Sketch: Georg Hermann Von Meyer (1815-1892), *Clin Orthop Relat Res*, 469(11), 3072-3076.
- Slater, K. (1977). Comfort Properties Of Textiles, *Textile Progress* 9(4), 1-70.
- Soeleman, M. (2012). *Responsive Climate Design: A Biomimetic Approach*, Research Report Architectural Engineering TU Delft, Faculty Of Architecture. Delft University Of Technology, Holland, 1-44.
- Stollbrock, O. (2005). Mp3blue – Die Multimedia Lifestylejacke. Proceedings Of The Kolloquium ‘Smart Textiles – Vom Rohstoff Bis Zum Endprodukt’, ITV Denckendorf, Germany, Lecture No. 12.
- Vattam, S., Helms, M., Goel, A. K. (2007). *Biologically-Inspired Innovation In Engineering Design: A Cognitive Study*, Technical Report, Graphics, Visualization And Usability Center, Georgia Institute Of Technology, GIT-GVU-07-07.



- Vincent, J. F. V. (2001). *Stealing Ideas From Nature, Deployable Structures*, Springer-Verlag Wien, New York.
- Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A., Pahl, A. K. (2006). *Biomimetics: Its Practice And Theory*, J. R. Soc. Interface, Vol: 3, 471–482.
- Yuran, A. F., Taşgetiren, S. (2010). *Doğadan Esinlenerek Tasarım*, *Biyoteknoloji Elektronik Dergisi* Cilt: 1, No: 2, 23-30.
- Zia, A., Laraki, A. N. (2013). *Sustainable Building Strategies: Learning From The Nature*, *Global Journal Of Science, Engineering And Technology*, Issue 10 (2), 14-26.