

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ: ENDÜSTRİ ÜRÜNLERİ TASARIMI  
ÖĞRENCİLERİNİN YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Miray BOĞA**

**Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı**

**Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı**

**HAZİRAN 2013**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ: ENDÜSTRİ ÜRÜNLERİ TASARIMI  
ÖĞRENCİLERİNİN YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Miray BOĞA  
(502101927)**

**Endüstri Ürünleri Tasarımı Anabilim Dalı**

**Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şebnem TİMUR ÖĞÜT**

**HAZİRAN 2013**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502101927 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Miray BOĞA**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ: ENDÜSTRİ ÜRÜNLERİ TASARIMI ÖĞRENCİLERİNİN YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Doç. Dr. Şebnem TİMUR ÖĞÜT** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Doç. Dr. Şebnem TİMUR ÖĞÜT** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. H. Hümanur BAĞLI** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZTÜRK** .....  
T.C. Okan Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **03 Mayıs 2013**  
**Savunma Tarihi :**      **03 Haziran 2013**



*Aileme, Müstakbel Eşime ve Midye'ye,*





## ÖNSÖZ

Akademik kariyerimin ilk basamağı olan bu tez çalışması; kısıtlı zamanında bana zaman ayıran, değerli bilgi ve yönlendirmeleri ile bu tezin ortaya çıkmasını sağlayan, her çaresizliğimde toparlanmama yardım eden danışmanım Sayın **Doç. Dr. Şebnem TİMUR ÖĞÜT** sayesinde yapılabilmektedir. Önemli katkıları ve olmazsa olmaz desteği için kendisine teşekkürümü sunarım. Tez çalışması için İTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencileri ile yapılan çalıştaylar için bana imkan sağlayan ve destek olan hocam Sayın **Prof. Dr. Özlem ER**'e ve T.C. Okan Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencileri ile yapılan çalıştaylarda ve kendisi ile çalıştığım süre boyunca tezime ve akademik hayatıma olan desteği ve katkısı için Sayın **Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZTÜRK**'e teşekkürümü sunarım.

Değerli yorum ve eleştirilerinden dolayı tez jürisi üyeleri **Doç. Dr. H. Hümanur BAĞLI** ve **Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZTÜRK**'e teşekkürlerimi sunarım. Tezin son haline getirilmesinde önemli katkıları bulunmaktadır.

Tez kapsamında yapılan çalıştaylara katılan İTÜ ve Okan Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencilerine çabaları ve samimiyetle belirttikleri görüşleri için teşekkür ederim.

Hem tez çalışmasında hem de özel hayatımda yanımda olan ve bana destek veren, burada isimlerini tek tek yazamadığım tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca her türlü kaynağı ve desteği bana sağlayan ve yaşamımın her anında yanımda ve arkamda olan annem **Nuray BOĞA**, babam **Lütfi BOĞA** ve ablam **Hilal BOĞA**'ya teşekkür ederim; onlar olmasa bu noktaya gelmek mümkün olmazdı.

Tez yazma sürecinde her stresli anı kendini sevdirek rahatlığa dönüştüren **Midye**'ye ve hayatıma girdiğinden beri her alanda bana olan sonsuz desteği ve anlayışı için, bu tezin hazırlanması sırasında karşılaştığım tüm sorunları aşarken yanımda olduğu için müstakbel eşim **Koray AKYOL**'a teşekkür ederim.

Haziran 2013

Miray Boğa  
Endüstri Ürünleri Tasarımcısı



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                    |             |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÖNSÖZ.....</b>                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER .....</b>                                           | <b>ix</b>   |
| <b>KISALTMALAR .....</b>                                           | <b>xi</b>   |
| <b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>                                        | <b>xiii</b> |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>                                          | <b>xv</b>   |
| <b>ÖZET.....</b>                                                   | <b>xvii</b> |
| <b>SUMMARY .....</b>                                               | <b>xix</b>  |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>                                              | <b>1</b>    |
| 1.1 Tezin Amacı .....                                              | 1           |
| 1.2 Literatür Araştırması .....                                    | 2           |
| 1.3 Yöntem .....                                                   | 2           |
| <b>2. DOĞAL ANALOJİ .....</b>                                      | <b>5</b>    |
| 2.1 Tanımı .....                                                   | 5           |
| 2.2 Gelişimi .....                                                 | 6           |
| 2.3 Kullanım Alanları.....                                         | 11          |
| 2.3.1 Fen Bilimleri alanındaki çalışmalar .....                    | 12          |
| 2.3.1.1 Biyoloji temelli çalışmalar (Biyomimikri).....             | 12          |
| Tarım alanında çalışmalar .....                                    | 14          |
| Tıp alanında çalışmalar .....                                      | 15          |
| 2.3.1.2 Mühendislik alanında çalışmalar (Biyomimetik-Biyonik)..... | 16          |
| Malzeme alanında çalışmalar .....                                  | 19          |
| Mimarlık ve Yapı alanında çalışmalar .....                         | 21          |
| Bilişim Teknolojileri alanında çalışmalar .....                    | 24          |
| 2.3.2 Sosyal Bilimler alanındaki çalışmalar.....                   | 25          |
| 2.3.2.1 Ekonomi alanında çalışmalar .....                          | 25          |
| 2.3.2.2 Psikoloji alanında çalışmalar.....                         | 28          |
| 2.3.2.3 Kültür alanında çalışmalar .....                           | 29          |
| 2.3.3 Sürdürülebilirlik alanında çalışmalar .....                  | 32          |
| <b>3. TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ .....</b>                            | <b>35</b>   |
| 3.1 Bir Yaratıcılık Yöntemi Olarak Doğal Analoji .....             | 35          |
| 3.1.1 Biçimsel ve yapısal kullanım .....                           | 39          |
| 3.1.2 İşlevsel kullanım .....                                      | 42          |
| 3.1.3 Süreç olarak kullanım .....                                  | 44          |
| 3.2 Tasarım Eğitiminde Doğal Analoji .....                         | 46          |
| 3.2.1 Doğal analoji ile ilgili kurumlar.....                       | 48          |
| 3.2.2 Doğal analoji ile ilgili etkinlikler .....                   | 50          |
| 3.2.3 Doğal analoji ile ilgili veri tabanları .....                | 51          |
| <b>4. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ .....</b>                                  | <b>53</b>   |
| 4.1 Araştırmanın Amacı .....                                       | 53          |
| 4.2 Ampirik Araştırma .....                                        | 54          |
| 4.2.1 Ön çalışma.....                                              | 56          |

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| 4.2.2 İlk alıştay .....                            | 58         |
| 4.2.3 İkinci alıştay .....                         | 63         |
| 4.3 Bulgular ve Tartışma .....                      | 71         |
| 4.2.2 çalıştaydan çıkarılan sonuçlar .....          | 71         |
| 4.2.3 Öğrenci anketlerinden çıkarılan sonuçlar..... | 63         |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                    | <b>71</b>  |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                               | <b>91</b>  |
| <b>EKLER.....</b>                                   | <b>97</b>  |
| <b>ÖZGEÇMİş.....</b>                                | <b>113</b> |

## **KISALTMALAR**

|               |                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TDK</b>    | : Türk Dil Kurumu                                                                                |
| <b>NASA</b>   | : National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi)             |
| <b>UV</b>     | : Ultra Viyole                                                                                   |
| <b>MIT</b>    | : Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)                      |
| <b>IEEE</b>   | : Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) |
| <b>DNA</b>    | : Deoksiribo Nükleik Asit                                                                        |
| <b>TRIZ</b>   | : Theory of Inventive Problem Solving (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)                           |
| <b>LED</b>    | : Light Emitting Diode                                                                           |
| <b>BIOKON</b> | : Bionik Kompetenz Netz (Bionics Competence Network)                                             |



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 2.1 : Doğadan esinlenen tasarım modelleri .....                                              | 18  |
| Çizelge 4.1 : Ampirik araştırmanın aşamaları .....                                                   | 55  |
| Çizelge 4.2 : Ön çalışma sonunda beşer kişilik öğrenci gruplarının analoji çalışması sonuçları. .... | 57  |
| Çizelge 4.3 : Bulaşıklık tasarımı için öğrenci araştırması çıktıları.....                            | 67  |
| Çizelge 4.4 : Kamera tasarımı için öğrenci araştırması çıktıları .....                               | 69  |
| Çizelge 4.5 : Biçim üzerinden yapılan çalışmalar .....                                               | 71  |
| Çizelge 4.6 : Yapı üzerinden yapılan çalışmalar .....                                                | 72  |
| Çizelge 4.7 : İşlev üzerinden yapılan çalışmalar .....                                               | 72  |
| Çizelge 4.8 : Öğrenci anketi sonuçları.....                                                          | 80  |
| Çizelge 5.1 : Öğrencilerin doğal analojiye yaklaşımındaki değişiklik .....                           | 85  |
| Çizelge Ek A.1 : Ön çalışma formu .....                                                              | 97  |
| Çizelge Ek B.1 : İlk çalıştay öğrenci anket formu .....                                              | 100 |
| Çizelge Ek C.1 : İkinci çalıştay grup çalışması formu.....                                           | 103 |
| Çizelge Ek D.1 : İkinci çalıştay öğrenci anket formu .....                                           | 106 |





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 : Yalıçapkını ve hızlı tren örneği .....                                     | 6  |
| Şekil 2.2 : Leonardo da Vinci çalışma örnekleri .....                                  | 7  |
| Şekil 2.3 : Wright Kardeşler'in buluşu .....                                           | 7  |
| Şekil 2.4 : Crystal Palace .....                                                       | 8  |
| Şekil 2.5 : Art Nouveau örnekleri - Victor Horte ve Alfred Wagon tasarımları .....     | 8  |
| Şekil 2.6 : Antoni Gaudi tasarımları .....                                             | 9  |
| Şekil 2.7 : Münih Olimpiyat Stadyumu .....                                             | 9  |
| Şekil 2.8 : Buckminster Fuller – Jeodezik kubbe .....                                  | 10 |
| Şekil 2.9 : Velcro .....                                                               | 10 |
| Şekil 2.10 : The Challenge to Biology-Tasarım Spirali. ....                            | 13 |
| Şekil 2.11 : The Land Institute permakültür örneği.....                                | 14 |
| Şekil 2.12 : Dikey Çiftçilik (Vertical Farming).....                                   | 15 |
| Şekil 2.13 : Basilisk kertenkelesi ve bal arısı kolonileri.....                        | 17 |
| Şekil 2.14 : Kevlar .....                                                              | 20 |
| Şekil 2.15 : Kutup ayısı, kelebek, hindistan cevizi ağacı, ipekböceği, örümcek ağı. 21 |    |
| Şekil 2.16 : Termit yuvaları-Eastgate Center .....                                     | 21 |
| Şekil 2.17 : Namib böceği-Hidrolojik Merkez .....                                      | 22 |
| Şekil 2.18 : Karıncayiyen-Waterloo Tren Terminali .....                                | 22 |
| Şekil 2.19 : Interface – Yer kaplaması.....                                            | 23 |
| Şekil 2.20 : Lotus yaprağı.....                                                        | 23 |
| Şekil 2.21 : Kozalakten esinlenen Frankfurt şehir merkezindeki FAZ projesi.....        | 23 |
| Şekil 2.22 : Richard Dawkins'in kullandığı yazılım - Sonuçlardan bir kesit.....        | 24 |
| Şekil 2.23 : Spörrle ve Stich'in kullandığı oda planı.....                             | 28 |
| Şekil 2.24 : Patentlerden ataç evriminin izlenmesi.....                                | 31 |
| Şekil 3.1 : Lovegrove tasarımı sandalye ve su şişesi.....                              | 40 |
| Şekil 3.2 : Interface halı parçaları.....                                              | 41 |
| Şekil 3.3 : Yalıçapkını ve tren .....                                                  | 41 |
| Şekil 3.4 : Kutu balığı-Mercedes Benz konsept arabası .....                            | 42 |
| Şekil 3.5 : Geko bandı ile ağırlık taşıma örnekleri .....                              | 42 |
| Şekil 3.6 : Tuna balığı hareketi- jeneratör ilişkisi örneği .....                      | 43 |
| Şekil 3.7 : Midye – yığıstırıcı ilişkisi örneği .....                                  | 43 |
| Şekil 3.8 : Deniz bitkileri ve BioWave™ .....                                          | 44 |
| Şekil 3.9 : Avustralya yerlilerine ait silahların evrimi.....                          | 45 |
| Şekil 3.10 : 10 ila 40 nesil sonrasında ortaya çıkan görüntüler .....                  | 46 |
| Şekil 4.1 : Asknature veritabanı anasayfası görünümü .....                             | 40 |
| Şekil 4.2 : “slide” anahtar sözcüğü ile yapılan arama sonuçları.....                   | 40 |
| Şekil 4.3 : Arama sonuçlarından birinin açıklama sayfası .....                         | 40 |
| Şekil 4.4 : Deniz kestanesinden esinlenilen tasarım.....                               | 61 |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.5 :</b> Doğanın renklerinden yararlanılan tasarım .....                         | 62  |
| <b>Şekil 4.6 :</b> Tırtıldan esinlenilen tasarım .....                                     | 62  |
| <b>Şekil 4.7 :</b> Mürekkep balığından esinlenilen mobil barınma ünitesi .....             | 63  |
| <b>Şekil 4.8 :</b> Çalıştay anından bir görüntü .....                                      | 64  |
| <b>Şekil 4.9 :</b> İşlevden dolayı biçimsel taklit örneği.....                             | 65  |
| <b>Şekil 4.10 :</b> Yapıdan dolayı biçimsel taklit örnekleri .....                         | 65  |
| <b>Şekil 4.11 :</b> Salt biçimsel taklit örneği .....                                      | 65  |
| <b>Şekil 4.12 :</b> Kamera ve bukalemun dili ilişkisi .....                                | 73  |
| <b>Şekil 4.13 :</b> Bulaşıklık ve kozalak ilişkisi .....                                   | 73  |
| <b>Şekil 4.14 :</b> İki farklı gruptan bulaşıklık ahtapot ilişkisi örneği .....            | 74  |
| <b>Şekil 4.15 :</b> Önerilen araştırma sisteminin aşamaları .....                          | 76  |
| <b>Şekil 4.16 :</b> Grup 6'nın kamera için yaptığı araştırmanın sonuçları .....            | 76  |
| <b>Şekil 4.17 :</b> Grup 5'in kamera için yaptığı araştırmanın sonuçları .....             | 77  |
| <b>Şekil 4.18 :</b> Grup 12'nin bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları .....       | 77  |
| <b>Şekil 4.19 :</b> Grup 11'in bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları .....        | 77  |
| <b>Şekil 4.20 :</b> Grup 5'in bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları .....         | 78  |
| <b>Şekil 4.21 :</b> Grup 13'ün bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları .....        | 78  |
| <br><b>Şekil 5.1 :</b> Ampirik araştırmanın aşamaları .....                                | 86  |
| <b>Şekil 5.2 :</b> Bilgilendirme öncesi ve sonrasında öğrenci yaklaşımındaki değişiklik... | 87  |
| <br><b>Şekil Ek A.1:</b> Ön çalışma öğrenci formları örneği .....                          | 98  |
| <b>Şekil Ek A.2:</b> Ön çalışma öğrenci formları örneği .....                              | 99  |
| <b>Şekil Ek B.1:</b> İlk çalıştay öğrenci anket örneği .....                               | 101 |
| <b>Şekil Ek B.2:</b> İlk çalıştay bitirme öğrencisi anket örneği .....                     | 102 |
| <b>Şekil Ek C.1:</b> İkinci çalıştay grup çalışması form örneği.....                       | 104 |
| <b>Şekil Ek C.2:</b> İkinci çalıştay grup çalışması form örneği.....                       | 105 |
| <b>Şekil Ek D.1:</b> İkinci çalıştay öğrenci anket formu örneği .....                      | 107 |
| <b>Şekil Ek D.2:</b> İkinci çalıştay öğrenci anket formu örneği .....                      | 108 |
| <b>Şekil Ek E.1:</b> İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.....                           | 109 |
| <b>Şekil Ek E.2:</b> İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.....                           | 109 |
| <b>Şekil Ek E.3:</b> İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.....                           | 110 |
| <b>Şekil Ek E.4:</b> İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.....                           | 111 |

## **TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ: ENDÜSTRİ ÜRÜNLERİ TASARIMI ÖĞRENCİLERİNİN YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

### **ÖZET**

Doğa, ilk çağlardan beri insanlığa esin kaynağı ve yol gösterici olmuştur. İnsanlar birşeyler yaratırken bilinçli veya bilinçsiz şekilde doğadan referans almış, onu taklit etmiş, araştırmış ve yorumlamıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte doğayı taklit etmenin şekli de değişmiştir. Daha sistemli ve bilimsel araştırma yöntemleri kullanarak doğayı etüd etmeye ve anlamaya başlayan araştırmacılar, bulgularını birçok alana ve tasarıma aktarmışlardır. Doğal analogi kullanıldığı alana göre farklı isimler almaktadır: Biyomimikri, Biyomimetik, Biyonik, Biyotasarım, vb.

Doğa ile analogi kurmak birçok alanda kullanılan bir yaratıcılık yöntemidir. Tarımda verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak, tıpta yeni tedavi yöntemleri keşfetmek, malzeme alanında yenilikçi ve sürdürülebilir malzemeler bulmak, mimarlıkta çevre dostu ve enerji verimliliği olan binalar inşa etmek, bilişimde yaratıcı bilgisayar programları yazmak için doğanın stratejilerine başvuran fen alanları gibi sosyal bilim alanları da bu yöntemi kullanmaktadır. Doğanın döngüsel yapısını bir ekonomiye benzeterek kazanç-zarar ilişkileri kurmak, insanların ürün kullanma veya mekan seçme konusundaki tercihleri için Evrimsel Psikoloji'den yararlanmak, kültürel evrim için genetik sistemin işleyişini örnek almak buna örnek olabilir. Tüm bu çabalar, daha verimli ve sürdürülebilir bir tasarım, üretim, kullanım ve geri dönüşüm süreci yaratabilmek içindir. Bu yüzden de doğal analogi kullanan alanların ortak amacının sürdürülebilirlik olduğu söylenebilir.

Doğal analogi ile ilgili birçok gelişmenin yaşandığı bu alanlar bir şekilde tasarım ile de ilgili olduğundan biçimsel, işlevsel, yapısal ya da süreç olarak tasarıma da yansımaktadır. Fakat tasarımda doğal analoginin yaygınlaşma hızı diğer alanlardaki kadar yüksek değildir. Biçimsel benzetim için doğanın kullanılması ilk çağlara kadar uzansa da işlevsel olarak derinlemesine kullanımı yeterince anlaşılmış ve yaygın değildir. Bu bilgilerle beraber endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin bu yöntemi öğrenmiş olsalar bile projelerinde kullanmaktan kaçındıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin bu yöntemi kullanmamalarının sebebinin konu ile ilgili bilgi eksikliği olduğu düşünülerek bu tez kapsamında onlarla bir çalışma yapılmasına karar verilmiştir.

Çalışma, konu hakkında öğrencilere bilgi verici bir sunumu ve bu yöntemi uygulayabilmeleri için bir yöntem önerisini içermektedir. Bunun için bir çalıştay düzenlenmesi; öncesinde de bir ön çalışma yapılması düşünülmüştür. İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü 1. Sınıf öğrencileri ile yapılan Doğal Analogi konulu ön çalışmanın sonucunda öğrencilere bir yöntem önerisinde bulunma gerekliliği önemli hale gelmiştir. Bu sebeple çalıştayda öğrencilere konu ile ilgili bilgi verildikten sonra [www.asknature.org](http://www.asknature.org) internet sitesini biyolojik bir veritabanı olarak kullanmaları önerilmiştir. T.C. Okan Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencileri ile yapılan ilk çalıştaydan yeterli

verinin sağlanamaması sebebiyle İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü 2. Sınıf öğrencileri ile bir çalıştay daha düzenlenmiştir. Çalıştaya katılan tüm öğrencilere anket uygulanmıştır.

Bu çalışmaların sonucunda, doğa ile analogi ilişkisi kurabilmek için belli bir seviyede biyoloji bilgisi ve onu yorumlayabilme becerisi gerektiği görülmüştür. Tasarım eğitiminde Biyoloji'nin ve ilgili derslerin yer almaması bu yöntemin yüzeysel olarak kullanımına sebep olmaktadır. Tasarımcıların bu durumda yaptıkları tasarımlar da onları nitelsiz ve 'kitsch' bir uygulama olma riski ile karşı karşıya bıraktığından bu yöntemden uzak durmak tercih edilmektedir. Doğal analoginin bütünsel bir yaklaşımla tasarımın her evresine yansıtılması gerektiği anlaşılmıştır.

Öğrenciler, bu yöntemi kullanmak isteseler de zor olduğunu düşünmekte. Önerilen veritabanını çok yararlı bulmalarına rağmen çok teknik ve karmaşık olduğunu ifade etmişlerdir. Bu yöntemim tasarımda verimli kullanımı için bir sistem geliştirilmesi ve uygulanması önemli bir gereksinimdir.

## **NATURAL ANALOGY IN DESIGN: A STUDY ON THE APPROACH OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN STUDENTS**

### **SUMMARY**

Using nature in design is not born in present-day; human beings looked at Nature to refer what they had made since they had relationship to artificial things. However the techniques we use to mimic Nature had changed due to the developments in technology in our day. It became more systematic and detailed. The starting point of this study was exploring the effect of the natural science on the design process.

There are many ways to design by using analogy; Natural Analogy is one of them. Further, there are many ways to use Natural Analogy. This study examines where the Natural Analogy is used and what kind of studies have been done. It is observed that the industrial product design students were not eager to use natural analogy in their studio projects. This study also tries to find answers why design students are not willing to use it in design projects practically.

Although the process of nature is not a planned or “designed”, people have tried to imitate nature to create something consciously or unconsciously. A group of designers does not give credit to natural analogy; however some of them are dealing with it in a highly academic way.

There are a lot of fields which use nature as an inspiration and source for research. The fields of science, technology and even social sciences use this method to increase creativity. It is used for mechanical solutions, marketing strategies, styling, environmental policies, etc. The common aim is to reach more efficient and sustainable solutions in the process of creating products, programs, systems, services, etc.

Agriculture and medicine, as the biologically based fields, have various studies to discover the natural strategies. To achieve more sustainable farming or different cure methods for the disease, nature is used as a mentor. The engineering based fields like mechanics, constructions, material and information technologies use natural dynamics, structures, molecules and coding systems to reach more creative and sustainable models. Some examples for the natural inspiration sources: The hydrophobic lotus leaves – water and dirt resistant painting, the fibers under the feet of gecko lizard – a tape which can lift a kilogram weight by its piece of 1cm<sup>2</sup>, the cooling system of termite nests – the air conditioning system of Eastgate Center, the structure of pangolin which controls the air pressure on it – the structure of Waterloo International Train Terminal that controls the pressure when the train passes, etc.

In social sciences, the strategies of nature play an active role. Ecosystems are very successful closed systems which have cycles of all materials and energy. They are cost-efficient systems which can inspire the economic approaches. And also using the natural analogy in products or processes helps to save financial resources. In psychology, to understand the tendencies of people to use a product or live in a place, evolutionary psychology plays an important role. There is a field called memetics,

which is based on ‘meme’ that enhance the cultural evolution. There is an analogy between ‘meme’ and ‘gene’; ‘memetics’ and ‘genetics’.

All these studies have a common goal: Sustainability. In the world of unsustainable products and processes there is serious need for changing the unsustainable approach holistically. Mimicking the nature can be seen as a creativity method; but it is not that shallow. It needs to be applied to all phases of design, from concept to recycle. Otherwise, it would be a practice of ‘kitsch’ with a shallow perspective.

This method has different names in different fields: Biomimetics, Biomimicry, Bionics, Bio-inspired design, Biognosis, etc. Mostly in engineering it is called Biomimetics or Bionics, while in design Biomimicry is used. However in design, it is not as broad as in engineering. The designers avoid to use natural analogy by considering the abstraction and kitsch. What is mentioned here is a holistic approach. There are some examples of products which mimics nature in terms of structure and form or function to gain the advantages which nature has: Boxfish – Mercedes-Benz Concept Car, kingfisher – the form of train, seaplants and tuna fin – underwater electric generators, etc. And also there are some examples of analogies between design history and the evolution as an approach to imitate process.

In design education, despite the students learn the technique of mimicking nature in different courses –especially creativity techniques courses–, they are not eager to use it in their studio projects. This study aims to reveal the reasons behind the reluctancy of industrial design students to use Natural Analogy in design projects of studio courses and explore the reflections of Natural Analogy in their minds.

It is observed that even the students had learned about Biomimicry in different courses, they were not willing to use it in their studio projects and this was linked to their inadequate knowledge about Biomimicry. Nevertheless if they had used it in a project, it did not go beyond a form study. They could not use biological solutions to solve their technical or systematical problems. Due to the structure of education system, they did not master biological phenomena enough to use as a problem solution. Hence, it was thought that there is a need to inform the students about Biomimicry and how they can use biological data as inspiration and solution source.

Before the main workshop a pilot study was done in the course entitled Design Theories and Method instructed by Assoc. Dr. Şebnem Timur Öğüt and Res. Assist. Özge Merzali Çelikoğlu in Istanbul Technical University, Architecture Faculty, Department of Industrial Product Design. The subject of Synectics was presented by the students with five types of Analogy: Direct Analogy, Personal Analogy, Paradoxal Analogy, Fantastic Analogy and Natural Analogy. After the information about these, two problems were given and the students were expected to be set up a group of five people and select one of the problems. They would look for solutions for the selected problem by two of the Analogy types. One of the analogy types must be Natural Analogy; the other one depends to their choice.

One of the problem is about sound and the other is about light. The analogies were related to the biological entities which the students learned in the Biology courses at High School. This showed that the inspiration is limited by the knowledge about Biology on the student’s mind. They can only refer to what they have on their mind. There is a need of wider database to consult to find more creative solutions to the problems.

In view of the fact that the students do not have adequate knowledge about Biology and Biomimicry, a workshop was organized to tell what is Biomimicry and is not. They were informed about the website [www.asknature.org](http://www.asknature.org) which is copyrighted by Biomimicry 3.8 Institute. This website can be used as a biological database to consult for inspiration to generate design ideas.

The number of the students who had completed the workshop which was done in Okan University, Department of Industrial Product Design was eight. After the workshop, the students were expected to fill in a questionnaire which had questions about the subject of their studio projects. The students wrote their project subject, the problems they need to solve, which keywords they intend to use to lead them efficient search results. Then they search it in [www.asknature.org](http://www.asknature.org). The biological results that came from this website were also searched on the internet.

In the final presentation of studio projects there were no students who had used Biomimicry in technical solutions for the problems. The results of questionnaire showed that the students thought the workshop had worked out in order to understand the capabilities of nature in problem solving but they could not achieve to use it in their projects practically. Some of them indicated that the problems of project were too mechanical and complicated to be solved by nature.

Meanwhile, a group of students who did not learn about Biomimicry before, decide to use Biomimicry for their graduation projects. They were invited to participate in workshop and before it they answer a few questions about their choice to use 'bioinspiration'. The subject was 'sheltering unit' for disasters or camping. First, 3 out of 5 graduation project students start with Biomimicry; in the end, 4 of them completed their project by it. Although they did not know about Biomimicry, they consider nature inspiration is a good start for camping unit. They thought that using environment as an inspiration source would be appropriate.. However, the use of natural analogy was only about mimicking the form of the life beings or colours; there were no bioinspiration at the problem solutions. Only one student who had not started with Biomimicry, used a biological form because of its aerodynamic advantage.

The students could not use the website efficiently because their English was not sufficient to understand Biological terminology. The biological background of the students was inadequate to understand the phenomena quickly and direct it to solve a design problem. That is why, another workshop was organized with a group of student whose English was better to use the database.

The second workshop was held in Istanbul Technical University with the 2nd class students of Industrial Product Design Department. 25 students participated in the workshop which includes three parts. In first part, the students did a natural analogy study about a camera and dish rack without any information. In the second part, a presentation that is about Biomimicry took place and in the third part, the students were expected to identify problems, define the keywords to search and search the Asknature database. Advising a systematical way to search helped the students to use the database more efficiently. At the end of the workshop, their approach was closer to use natural solutions rather than only mimicking the form as before the workshop.

The second workshop was more detailed than previous one. Beside the database, a systematical research method was recommended to the students. The students who participated in the second workshop have got into university by their scientific knowledge degree. Their biological background is expected to be better than the ones

who participated in the first workshop. And also the systematical research method has an important effect on the results of the second workshop, although the success is limited by the students' ability to use it. They did not reflect the search on Asknature to design studies visually but the questionnaires show that awareness of natural analogy and its technical usage has increased. The students think that using nature as a source for problem solving is harder than using as a source for form study.

Due to the lack of Biology knowledge, natural analogy can not be used in an efficient and accurate way. The designers would need a professional help and a systematical method to use it in a project. This can be achieved by giving place to Biology and related courses in the design curricula.



## 1. GİRİŞ

Tasarımda doğanın bir kaynak olarak kullanılması yeni bir olgu değildir. İnsanlar yapay nesneler kurguladıklarından bu yana birşeyler yaratırken doğadan da referans almaktadır. Elbette doğayı taklit etme biçimleri günümüz teknoloji gelişimine paralel olarak oldukça değişmiş; daha sistemli ve detaylı hale gelmiştir.

Tasarımda ‘analoji’ kullanmanın birçok değişik yolu vardır ve ‘doğal analoji’ bunlardan biridir. Doğal Analoji, mühendislikte, mimarlıkta, bilişim teknolojilerinde, sanatta, dekoratif uygulamalarda, tasarımla ilgili veya ilgisiz birçok alanda kullanılmaktadır. Kullanıldığı alana göre de farklı isimler almaktadır. Vincent, Biyomimesis, Biyoloji’den Esinlenen Tasarım, Biyonik, Biyomimikri gibi terimlerin benzer kelimeler olduğunu ve biyolojiden devşirme, taklit etme ya da adapte etme anlamına geldiğini söyler. Bunun çok genç bir çalışma alanı olmasıyla beraber Biyoloji biliminin mekanizma ve fonksiyonlarının mühendislik, tasarım, kimya, elektronik, vb. alanlarda kullanıldığını belirtir (Vincent, 2007).

Bu tez çalışmasında doğal analoginin hangi alanlarda ne ölçüde kullanıldığı ve tasarımdaki yeri araştırılmış; endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin, bu analoji yöntemini projeye uygulama konusundaki yaklaşımlarının nasıl olduğu sorusuna cevap aranmıştır.

### 1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın başlangıç noktası doğal bilimlerin tasarıma olan etkisini araştırma ilgisidir. Her ne kadar doğanın süreci ‘planlanmış’ ya da ‘tasarlanmış’ olmasa da (Dawkins, Kör Saatçi, 1986) insanların birşey yaratırken bilinçli veya bilinçsiz olarak doğayı taklit ettiği durumlar ve örnekler vardır. Bir grup tasarımcı doğal analogiyi tasvip etmezken bazıları da akademik çalışmalarında bu yöntemi çokça kullanmaktadır. Wahl, Herbert Simon ve Ian McHarg’ın tasarımda gördüğü potansiyelden söz eder. Tasarımın disiplinler arası bir arayüz veya birleştirici

olduğunda hemfikirler ve doğal bilimleri içermesi, onlardan beslenmesi ve onların ötesine geçebilmesi gerektiğini savunurlar (Wahl, 2005).

Zari'nin de belirttiği gibi doğadan esinlenme (biyomimikri olarak bahsedilmiş) mimarlık ve mühendislikte öne çıkan, yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretme konusunda umut veren bir araştırma alanıdır (2007). Buna rağmen tasarımcıların çoğu bu yöntemi kullanma eğiliminde değildir. Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencilerinin, yaratıcılıkla ilgili derslerde tanıştıkları birçok yöntemi stüdyo projelerinde kullanırken, bu yöntemi kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Tasarım konusunda örnek alınabilecek birçok olumlu özelliği olan –kendi çıktılarından beslenen döngüsel bir sistem, sürdürülebilirlik, ekonomik olmak, vb.- doğanın tasarımcılar tarafından yeterince keşfedilmemiş olması hatta kullanmaya çekinilen bir öge olması dikkat çekicidir. Bu sebeple, bu çalışma tasarım öğrencilerinin doğal analogiyi kullanmama sebeplerini ve doğal analoginin öğrenciler için ne ifade ettiğini araştırmayı amaçlamaktadır.

## **1.2 Literatür Araştırması**

Literatür araştırması Türkçe ve İngilizce kaynaklarda, ‘Doğal Analoji/Natural Analogy’, ‘Doğadan esinlenme/Bioinspiration’, ‘Biomimikri/Biomimicry’, ‘Biyomimetik/Biomimimetics’, ‘Biyonik/Bionics’, ‘Tasarım ve Doğa/Design and Nature’ gibi anahtar kelimelerle taranarak yapılmıştır. Tasarımda ve diğer alanlarda nasıl doğadan esinlenildiği ve “doğadan esinlenme” konusunda yapılmış araştırmaların sonuçları incelenmiştir.

## **1.3 Yöntem**

Tasarım öğrencilerinin doğal analogiye olan yaklaşımlarını inceleyebilmek ve görüşlerini almak için bir çalışma yapılması düşünülmüştür. Bu çalışmanın hedefleri, doğal analoginin ne olduğunu ve ne olmadığını anlamalarını sağlamak, sonrasında da bir tasarım problemi çözmeleri istenerek bu yöntemi ne kadar uygulayabildiklerini sorgulamaktır. Bu noktadan hareketle öğrencilere konu ile ilgili bir sunum yapmak, kullanabilecekleri bir kaynak önermek ve verilen bir tasarım problemi üzerinden konuya yaklaşımlarını incelemek amacıyla çalıştaylar organize edilmiştir.

Analoji yönteminin tasarımın konsept geliştirme aşamasında, işlevsel problemlere çözüm aranan ve yaratıcılığın etkin olduğu adımlarda kullanılacağı düşünülerek bu yöntemi onlara hatırlatma amacıyla, çalıştaylar öğrencilerin stüdyo projelerinin gelişimi esnasında düzenlenmiştir.

Bir peyzaj mimarı olan ve ekolojik planlamayı savunan Ian yaratıcılığı ‘malzeme ve enerjiyi daha yüksek verimde kullanabilmek için malzeme ve enerjiyi yönetmek’ olarak tanımlıyor ve ortama uyum sağlayabilme ile ortamı kendine uydurabilme becerilerinin de yaratıcı bir süreç olduğunu ekliyor (Margulis, Corner, & Hawthorne, 2007). Bu çalıştayların bir amacı da, yaratıcılık konusunda oldukça başarılı olan doğanın tasarım projelerinde örnek alınmasını engelleyen sebeplerin bulunması ve öğrenci yaklaşımının değerlendirilmesidir.



## 2. DOĞAL ANALOJİ

### 2.1 Tanımı

TDK Türkçe Sözlüğü'nde *analoji* kelimesinin anlamları şöyle verilmektedir: 1. *Benzeşim, benzeşme*. 2. *Örneksene* 3. *Andırışma* (Url-1).

Gordon (1961) farklı analoji türleri ile ilgili yaptığı çalışma sonucunda *Synectics* kavramını ortaya atmıştır. Yunanca'da farklı ve ilgisiz birimleri bir araya getirmek anlamına gelen bu kelime ile adlandırılmış teoride problem belirleme ve çözme amacıyla farklı elemanlar bir araya getirilir. Bu teorinin geliştirilme amacı problem belirleme ve çözme alanında başarıya ulaşma şansını artırmaktır. Gordon, kendilerinin de 1944'teki çalışmalarında Estetik alanında yapılmış yaratıcı çalışmalardan çok yararlandıklarını, fakat bu teori ile yaratıcılığın daha çok uygulamalı yanını ortaya çıkarmaya çalıştıklarını söyler. *Synectics* süreci 'yabancı olanı aşına yapmak', 'aşına olanı yabancı yapmak' yöntemlerini içerir. İlki analitik ve çok kullanılan yöntemdir; ikincisi ise Gordon'un kitabında genişçe yer verdiği ve daha yaratıcı olduğunu söylediği yöntemdir. Bu teoride 4 tür analojiye yer verir (Gordon, 1961):

- (i.) **Kişisel Analoji:** Kişilerin kendilerini problemin elementlerinin yerine koyarak onlara kimlik vermesi ve probleme olan bakış açısının değiştirilmesi.
- (ii.) **Doğrudan Analoji:** Mevcuttaki paralel gerçek, bilgi ya da teknolojilerin kıyaslanması.
- (iii.) **Sembolik Analoji:** Objektif ve kişisel olmayan öğelerin yardımıyla problemin tanımlanması.
- (iv.) **Fantastik Analoji:** Gerçekleştirilmek istenen ve düşsel dünyada oluşturulan öğelerle problemin tanımlanması, fantastik bir öğenin gözünden problemin tanımlanması.

Synectics adlı kitabında Gordon Doğrudan Analoji kısmında doğa ile kurulan analogilerden bahseder. Delft Üniversitesi'nin tasarım yöntemleri ile ilgili kitabı The Delft Design Guide ise Synectics başlığı altında Marc Tassoul'un ortaya koyduğu 5 analoji türünü inceler: Doğrudan Analoji, Kişisel Analoji, Doğal Analoji, Fantastik Analoji ve Paradoksal Analoji. Tassoul'un sınıflandırması Gordon'un sınıflandırmasına çok yakın olmakla birlikte Sembolik ve Doğrudan Analogiler daha detaylı şekilde ele alınarak yeniden adlandırılmıştır; Doğal Analoji ayrı bir başlık olarak incelenmiştir (van Boeijen & Daalhuizen, 2010). Doğal analojiye örnek olarak yalıçapkını kuşunun gaga biçiminden yararlanarak geliştirilmiş tren tasarımı verilmiştir. Bu biçim sayesinde tren tünelden geçerken titreşim ve gürültü olmamaktadır. Bu da yalıçapkınının avlanırken hiç ses çıkarmadan ve su sıçratmadan suya dalışından esinlenilerek başarılmıştır.



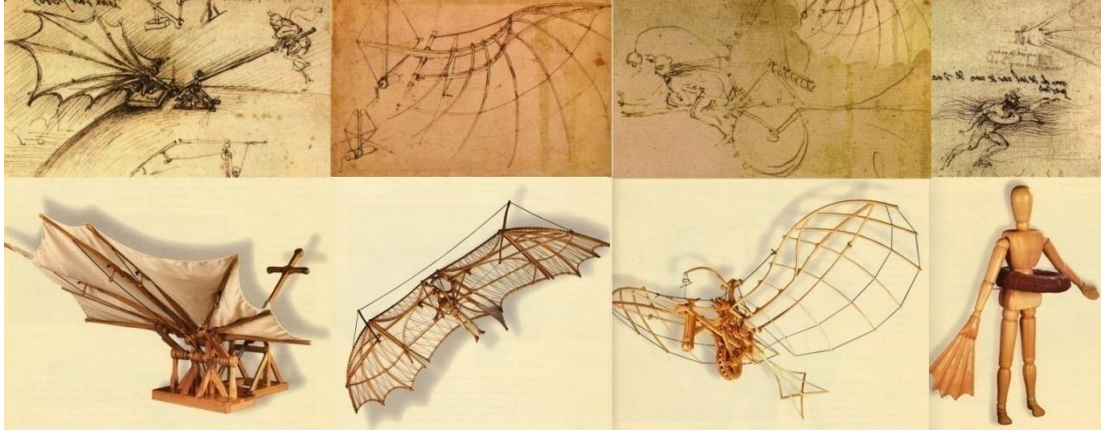
**Şekil 2.1 :** Yalıçapkını ve hızlı tren örneği.

## 2.2 Gelişimi

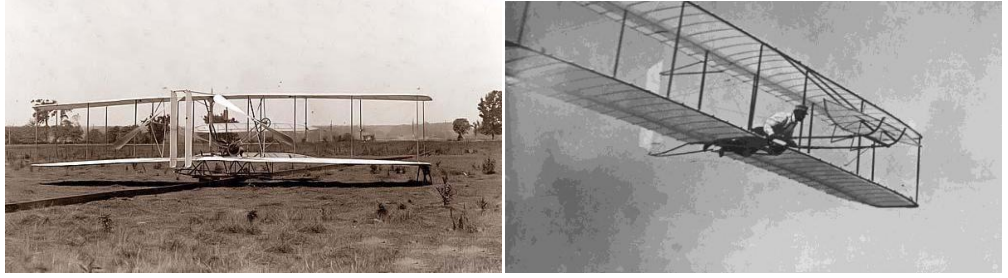
Doğal Analoji'nin gelişimini ortaya koymak için tarihine bakmanın yararlı olacağı açıktır; fakat Julien Vincent'in de belirttiği gibi bu tarihin izini sürmek çok da kolay değildir. Vincent'e göre bu yaklaşımın kökenine inmek zor, çünkü insanoğlu 3000 yıldan fazla süredir doğadan ilham almaktadır. (Çinliler'in yapay ipek için duyduğu istekten beri.) Bu savı desteklemek için, tarih öncesi çağlarda vahşi hayvanlarla mücadele edilirken kullanılan silahların, savaşılan hayvanın pençelerine benzemesini ve kamuflaj için yapılan çevre düzenlemesinin hayvanlarınkini taklit etmesini örnek gösterir (Vincent, 2001).

Lodato, Leonardo Da Vinci'nin belki de ilk gerçek biyonik araştırmacısı olduğunu söyler. Birçok tasarımı doğadaki gözlemlerine dayanır. Örneğin, 'ornithopter'- kanat çırparak uçan makine, onun kuşlar üzerindeki dikkatli anatomik çalışmalarının sonucudur. Benzer şekilde, Wright Kardeşler de yaptıkları uçağın dengeleyicisi için

bir akbabanın türbülansı azaltmak amacıyla vücudunu nasıl kullandığını analiz etmişlerdir (Lodato, 2005). 2006 yılında Rahmi M. Koç müzesinde yapılan Leonardo: Evrensel Deha isimli serginin kataloğunda yer alan Leonardo çizimleri ve sergi için üretilmiş maket görselleri (Rogan, 2006), da Vinci'nin hayvan anatomisinden nasıl etkilendiğini göstermektedir.



**Şekil 2.2 :** Leonardo da Vinci çalışma örnekleri.



**Şekil 2.3 :** Wright Kardeşler'in buluşu.

Bir diğer örnek de 19. yüzyıl mimarlarından Sir Joseph Paxton'un Crystal Palace'ın tasarımında Güney Amerika nilüfer çiçeğinden esinlenmesidir. Lodato bu örneği verirken Paxton'un mühendis olanın doğa olduğunu, kendisinin sistemi doğadan ödünç alıp binaya uyguladığını belirten sözlerine de yer vermiştir (Lodato, 2005). Bununla birlikte, Crystal Palace'ın tasarımında nilüfer çiçeğinden esinlenilmesi ile ilgili şüpheler olduğunu belirten araştırmacılar da vardır. Julian Vincent, Crystal Palace ve Eiffel kulesinin doğadan esinlenilerek yapıldığından emin olunmadığını ve bunun bir efsaneye dönüştüğünü söylemektedir. Ayrıca dekorasyon ve süsleme için doğadan esinlenmeye örnek olarak Art Nouveau'dan bahseder ve mimariyi etkilediğini, ancak strüktürel olarak da doğanın taklit edilebildiğini söyler. Gaudi'nin geometrik biçimler yerine ağaçların büyümesini taklit eden ve doğadan örnek alınan hiperbol ve parabollerle güçlendirilen tasarımları buna örnektir. Frei Otto'nun Münih



Olimpik Stayumu'nda kullandığı örümcek ağından esinlenilmiş strüktürler ve Richard Rogers'ın bir organizma gibi dış çevreyi hissederek iç ortamı ideal şartlarda tutan akıllı bina fikirleri mimari alanda doğa esinlerinin örnekleri arasındadır (Vincent, 2007).



**Şekil 2.4 :** Crystal Palace.



**Şekil 2.5 :** Art Nouveau örnekleri - Victor Horte ve Alfred Wagon tasarımları.





**Şekil 2.6 :** Antoni Gaudí tasarımları.



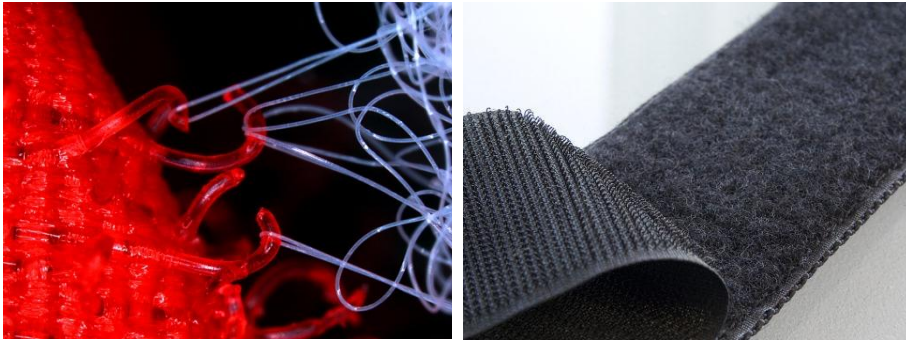
**Şekil 2.7 :** Münih Olimpiyat Stadyumu.

Adına, evrenin bilgilerini toplayıp problem çözmek dediği yöntemle Buckminster Fuller, doğadaki yapıların strüktürleri ve geometrik yapıları ile ilgilenmiş; bu prensipleri tasarladığı yapılara ve ürünlere uygulamıştır. Doğadan uzaklaşmanın indirgemecilik ve bir alanda fazla uzmanlaşmanın getirdiği tehlikeli bir yanılsama olduğunu ve insanlığın evrimsel başarısının var olan sistemin bütüncül olarak davranışlarının öğrenilmesine bağlı olduğunu söyler (Url-2).



**Şekil 2.8 :** Buckminster Fuller – Jeodezik kubbe.

Diğer örnekler içinde Ignazio ve Igo Etrich'in bitki tozlaşmasını inceleyerek yaptıkları ilk kuyruksuz planör, Max O. Kramer'in denizaltı araçlar için yunusların deri yapısını taklit eden kaplamaları ve Georges de Maestral'in dulavrat otu (pıtrak) tohumlarının hayvan tüylerine yapışmasından esinlenerek icat ettiği Velcro bulunmaktadır. NASA ve Amerika Birleşik Devletleri askeri birimlerinin gece ortaya çıkan ve sessiz uçarak avlanan yırtıcıların biyolojik yapıları ile bazı tür böceklerin arazi yapısını hatırlayabilmesini sağlayan nöromasküler koordinasyon sistemini araştırması bu konuya örnek teşkil etmektedir (Lodato, 2005).



**Şekil 2.9 :** Velcro.

Biyomimikri terimi ilk olarak 1962'de ortaya çıktı. O dönemde, bir yaşam formunun bir başkası tarafından taklit edilmesi anlamıyla kullanılan terim sibernetik ve biyonik alanlarını kapsıyordu (Volstad & Boks, 2008). 1966'da Fransa'da hayvanların sualtı sonarlarının biyolojik modelleri ile ilgili düzenlenen toplantı, teknolojinin genel prensiplerini tartışmak üzere biyolog, mühendis ve matematikçilerin bir araya geldiği ilk etkinliklerdendir (Vincent, 2001).

Bu tezde bir üst başlık olarak Doğal Analoji olarak anılan yöntem, farklı alanlarda farklı kelimelerle adlandırılmıştır. Bu alanlarda yapılmış çalışmalar temelde aynı olsa da bazı noktalarda gösterdikleri farklar nedeniyle farklı isimler almışlardır. Vincent'a göre 'Biyomimetik', 'Biyomimesis', 'Biyonik', 'Biyomimikri', 'Biyognoz (biognosis)' terimleri aynı anlama gelmektedir ve biyolojiden kopya edilen,

devşirilen ya da adapte edilen demektir. Biyomimetik terimi ilk olarak, doktora araştırması sinirlerin elektrik hareketlerini taklit eden fiziksel bir araç üzerine olan Otto Schmitt tarafından kullanılmıştır. 1957’de daha sonra adına Biyomimetik diyeceği bu ihmal edilen ama oldukça önemli alan için Biyofizik’in tam tersi olduğunu söylemiştir. Biyofizik, Fizik Bilimi’nin teori ve teknolojisine biyolog gözünden bakmayı gerektirirken bu alanda mühendislik gözünden Biyoloji Bilimi değerlendirilmektedir. Vincent, ‘biyonik’ kelimesinin 1960’ta Ohio’daki Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri toplantısında Jack Steele tarafından ilk olarak kullanıldığını söyler (Vincent, 2007). Biyomimikri kelimesi de Biyoloji Bilimleri yazarı Janine Benyus tarafından ilk basımı 1997’de yapılan Biomimicry: Innovation Inspired by Nature kitabında kullanılmıştır (Benyus, 2002). Temelde aynı anlamı ifade etseler de Biyoloji temelli çalışmalarda Biyomimikri, mühendislik temelli çalışmalarda Biyonik veya Biyomimetik terimlerinin daha yaygın olduğu görülmüştür. Reed ve arkadaşlarının bu kelimeler için tanımı, durumu özetler niteliktedir. Biyomimikri ve Biyomimetik terimlerinin doğayı taklit etme anlamına geldiği; Biyomimikri’nin bir tasarım sürecini, Biyomimetik’in de bu tasarım sürecinin uygulandığı bir çalışma alanını ifade ettiği belirtilir (Reed, Klumb, Koobatian, & Viney, 2009).

### **2.3 Kullanım Alanları**

Doğal Analoji’nin kullanıldığı alanların sayısı gittikçe artmaktadır. Mekanik çözümler, pazarlama stratejileri, biçim arama yöntemleri, çevre politikaları, vb. alanlar bunlardan bazılarıdır. Ortak amaç ise üretim sürecini (ürün, program, sistem, hizmet, vs. üretimi) daha verimli ve sürdürülebilir sonuçlara ulaştırabilmektir.

Tasarım alanında doğal analoji kullanımından önce farklı alanlarda bu yöntemin nasıl kullanıldığı incelenmiştir. Fen Bilimleri’nde ve Sosyal Bilimler’deki kullanım yerleri ile tüm alanların buluştukları nokta olan Sürdürülebilirlik başlıklar halinde incelenmiştir.

## **2.3.1 Fen Bilimleri alanındaki çalışmalar**

### **2.3.1.1 Biyoloji temelli çalışmalar (Biyomimikri)**

Biyologların Biyomimikri hakkında tasarımcılara göre daha fazla söyleyecek sözleri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Biyolojik bilginin tasarım dünyasına aktarılacak hale gelmesi biyologların daha yetkin oldukları kısımdır. Biyomimikri alanında oldukça kapsamlı çalışmaları olan Janine Benyus, kitabında doğanın bir model, ölçü ve danışman olarak görülmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Biyomimikri Yunanca bio (hayat) ve mimesis (taklit) kelimelerinden oluşmaktadır ve yaşamı taklit etmek anlamına gelmektedir (2002).

Benyus ve meslektaşları tarafından kurulan Biomimicry 3.8 danışmanlık kuruluşunun internet sayfasında Biyomimikri'nin, sürdürülebilir çözümler aramak için zaman içinde test edilmiş doğa stratejilerini ve örüntülerini taklit eden yenilikçi bir yöntem olduğu belirtilir. Amacının dünyadaki yaşama iyi adapte edilmiş yeni yaşama biçimleri, ürünler, süreçler ve politikalar yaratmak olduğu ifade edilmiştir. (Url-3). Sürdürülebilirlik penceresinden bakan D. C. Wahl ise Biyomimikri'yi bir ekolojik tasarım stratejisi olarak tanımlamaktadır (2006).

Biyomimikri konusunda çalışanlar, bir mekanizmanın olduğu gibi doğadan alınmasındansa; o mekanizmanın temellerinin araştırılıp ilgili probleme göre yorumlanarak uygulanmasını tavsiye etmektedir. Lodato bu uygulamayı 4 aşamada tanımlamaktadır (2005):

1. Canlı bir organizmanın mevcut teknoloji olanaklarının ötesine geçebilecek özelliklerini seçmek,
2. Üstünlüğü sağlayan prensip ve süreçleri ortaya çıkarmak,
3. Model ve yöntemler geliştirerek tasarımcılara faydalı olabilecek açıdan biyolojik sistemleri tanımlamak,
4. Bu bilgi birikiminin güvenilir ve verimli bir donanıma aktarım olanağını kanıtlamak (Lodato, 2005).

Biomimicry Guild (Url-4, 2007) ise 5 bölümden oluşan bir spiral model önermektedir:



1. Damıtmak (Distill)
2. Dönüştürmek (Translate)
3. Keşfetmek (Discover)
4. Taklit etmek (Emulate)
5. Değerlendirmek (Evaluate)



**Şekil 2.10 :** The Challenge to Biology-Tasarım Spirali.

Benyus, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* kitabında birçok farklı alanda kullanılan Biyomimikri'den genişçe bahseder. Tarım, enerji tasarrufu politikaları, üretim, sağlık ve tedavi, iş yönetimi ve stratejileri gibi birçok alandan örnekler verir; kendi alanında uzman kişilerle görüşmelerini aktarır (Benyus, 2002). Bu örneklerin büyük çoğunluğu, biyolojik varlıkların moleküler düzeydeki özellikleri üzerinedir.

Biyolojik varlıkların var olma çabaları ve mekanizmaları biyoloji temelli alanlarda da kullanılmaktadır. Tarım alanında sürdürülebilirlik ve tıp alanında yeni tedaviler bulma amaçlı çalışmalara da esin kaynağı olmaktadır.

## Tarım alanında çalışmalar

Tarımda endüstrileşme ile verimin yükselmesi hedeflenirken, sürdürülebilirliği şüpheli uygulamalar sebebiyle uzun vadede düşünüldüğünde verim düşmektedir. Benyus, kendi haline bırakılmış ova ve çayırarda yağmura ve güneşe bağlı bir sistem olduğunu; bu sistemin gübre veya böcek ilacı kullanılmadan, toprağı işlemeden ve tohum ekmeden, ihtiyacı olan girdileri alıp dışarıya zarar vermeden işlediğini söylemektedir. Bunun sebebinin besin, mineral ve suyun geri dönüşümü, genetik bilgi ve bölgesel 'know-how' sayesinde adaptasyonun sağlanması olduğunu belirtir. Şu anda kullanılan tarım yöntemleri canlılığa zarar veren kimyasallar, koruyucular, toprağın sürülmesinden oluşan erozyon ve fosil yakıt kullanımının yanında, doğanın çok-kültürlü (polyculture) yapısını kaybedip tek-kültürlü (monoculture) hale gelmesine sebep olmaktadır. Endüstriyi değil, doğayı taklit eden bir sistemin uygulanması gerekmektedir (Benyus, 2002). Kansas'ta Wes Jackson tarafından kurulan The Land Institute bu fikri uygulayarak tamamen doğal yöntemlerle tarım uygulamasına örnek olmuştur (Url-5, 2012).



**Şekil 2.11 :** The Land Institute permakültür örneği.

Asknature sitesinde tarım ile ilgili yapılan çalışmalardan dikey çiftçilik (vertical farming) örnek olarak verilebilir. Geliştirme aşamasında olan bu konseptte göre her binanın tarım ihtiyacı kendi içinde çözülmemektedir. Nasıl ki doğa üretilene ulaşmak için nakliye ihtiyacı duymuyorsa ve yerel kaynakları kullanıyorsa; bu fikir de tıpkı

yağmur ormanlarının üç boyutlu fotosentetik yapısından direkt olarak esinlenilerek geliştirilmiştir (Url-6, 2012).



Şekil 2.12 : Dikey Çiftçilik (Vertical Farming).

### Tıp alanında çalışmalar

Benyus, kitabının *How Will We Heal Ourselves* isimli bölümünde hayvanların yiyeceklerini seçerek mükemmel dengede bir beslenme planı ile hareket ettiklerini, fizyolojik yapıları ile uyumlu bir diyetlerinin olduğunu söylemektedir. Bu beslenme planının insanlara da uygulanabileceğinden bahseder. Ayrıca doğada bulunan ve birçok hastalığa çare olan bitkilerden örnekler vermektedir (2002). Fakat bu başlık altında bahsedilmek istenen, doğadaki varlıkların doğrudan ilaç olarak kullanılması değil, mekanizmaların veya yöntemlerin taklit edilerek Tıp alanındaki sorunlara çözüm üretilmesidir.

Sağlığın sürdürülebilirliği için de doğada gizli bilgiler kullanılabilir. Tıp alanında birçok hastalığa aranan tedavi yöntemleri ve cihazlar için doğadaki canlıların problem çözme yetilerinden esinlenilmektedir.

Docksai (2011) The Futurist'teki yazısında görme problemi yaşayanlar için geliştirilen “nanoflowers” nanoçiçek'ten söz etmektedir. Richard Taylor'dan yapılan alıntıda, görme engeli olan gözlere yerleştirilecek nano boyuttaki bu elektrodlar sayesinde bu engelin aşılabileceği ileri sürülmektedir. Bu elektrodlar, tıpkı yapraklardan esinlenilen güneş panelleri gibi davranarak üretilen enerji ile beyne görülenin ne olduğunu iletebilecekler. Taylor'un doktora öğrencisi Rick Montgomery, evrim sonucu bu karmaşık geometriyi üreten nöronu taklit ederek kendi elektrodlarını geliştirdiğini söylemektedir. Bu gelişmenin felç, Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıklar için de umut vaat ettiği söylenmektedir.

Hasarlı organ ya da dokunun sağlıklı olanın direkt taklidi ile tedavi edilmesi bu alanda rastlanan bir durumdur. Biyomedikal mühendislerinin bugün üzerinde çalıştığı doku transferinin kökleri antik Maya, Roma ve Çin Medeniyetleri'nde yapılan diş implantlarına kadar dayanır (Rao, 2003). İskelet kası kullanarak yapay kalp pompalaması, yapay akciğer doku implantı, doku nakli ve mühendisliği, otobiyonik terapi buna örnek olabilir. Burada işlem bir parça tersine dönmekte, doğal olanı taklit etmek için mühendislik yöntemi kullanılmaktadır (Ashrafian, Darzi, & Athanasiou, 2010).

Biyoloji temelli alanlarda doğal analojinin kullanımının diğer alanlardaki kadar net bir ayrımının olmaması şaşırtıcı değildir. Doğayı direkt kopya etmek veya doğal oluşumları doğrudan kullanmak gibi görünen durumlar olması olağandır. Mühendislik temelli çalışmalarda ve Sosyal Bilimler'deki doğal analogi kullanımındaki fark daha net görülebilecektir.

### **2.3.1.2 Mühendislik alanında çalışmalar (Biyomimetik-Biyonik)**

'Mühendislik' başlığı altında doğayı taklit eden çalışmalara yer veren birçok farklı alan vardır. Bunlardan bazıları doğal oluşumları moleküler düzeyde incelerken, bazıları da sistemi ya da mekanik-strüktür yapılarını inceleyip taklit etmek üzerine çalışır. Vincent, mühendislerin doğaya bakıp, yaşam için gerekli olan tasarımların nasıl uygulanacağını sorgulamaları gerektiğini savunuyor. Organizmalar milyonlarca yıldır kendi yapılarını mükemmel ekonomiye doğru geliştiriyorsa, mühendislerin de malzemeyi, yapıyı, ve hatta mekanizmayı sorgularken, teknolojiyle gelen benzer problemlere çözüm ararken doğadan referans almasının mantıklı bir yaklaşım olacağını söylüyor (Vincent, 2001).



Tasarım süreçlerinde mühendisliğin de etkisinin büyük olduğu göz önüne alınırsa, mühendislik alanında yapılan doğal analogi çalışmalarının tasarımıyla ilgili çalışmalara ışık tutacağı düşünülebilir. Biyomimetik uygulamalar doğayı olduğu gibi kopya eden çalışmalar demek değildir. Tek bir detay bile gelişim vadeden bir başlangıç noktası olabilir. Mueller'in Robert Cohen ile yaptığı görüşmeye yer verdiği yazısında su depolama makinesi için kertenkele derisini olduğu gibi taklit etmenin gerek olmadığı vurgulanmıştır. Doğada, yapı veya mekanizmada kullanılabilecek ve geliştirilip farklılaştırılarak bir sistemin parçası olabilecek ipuçları olduğunu söylemektedir. Yalnızca doğal varlıklara bakmanın yeterli olmadığını, bunların gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğini sorgulamanın önemli olduğunu da eklemektedir (Mueller, 2008).

Doğadan esinlenerek yapılan robotik çalışmaları da bu başlık altında incelenebilir. Mueller, insanların böyle şüpheli olduğu, acı çektiği veya öldürüldüğü bir ortamda insan yerine robot kullanımının faydalı olabileceğini fakat bu çalışmaların da oldukça zor olduğunu belirtir. Kaliforniya Üniversitesi'nde elektrik mühendisliği profesörü olan Ronald Fearing'in üzerinde çalıştığı robotik sinekten bahseder. Bu hızlı, küçük ve manevra kabiliyeti yüksek robotun gözetleme ve arama kurtarma operasyonlarında önemli aşamalar kaydedeceğini savunur (Mueller, 2008).

Basilisk kertenkelesini taklit ederek su üstünde yürüyebilen mikro-robotlar, bal arısı kolonilerindeki iş bölümünden esinlenmiş internet dinamik sunucu paylaşımı, Helms ve arkadaşlarının biyomimetik ile ilgili derlediği örneklerden bazılarıdır (2009).



**Şekil 2.13 :** Basilisk kertenkelesi ve bal arısı kolonileri.

Eroğlu, Erden ve Erden'in (2011) doğadan esinlenen kavramsal tasarım modellerini derledikleri çizelge bu alan için geliştirilmiş modellerin bir arada görülmesi açısından faydalı olacaktır. (bkz. Çizelge 2.2)

**Çizelge 2.1 : Doğadan esinlenen tasarım modelleri (Eroğlu, Erden, & Erden, 2011).**

| Doğadan Esinlenen Tasarım      | Yazar(lar)                      | Doğadan Esinlenen Tasarım Modeli Adımları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Adımların ait olduğu alanlar                                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Probleme Dayalı Tasarım</b> | Helms, Vattam ve Goel (2009)    | Problem tanımı<br>Problemi yeniden çerçevelendirmek (biyolojize etmek)<br>Biyolojik çözüm araştırması<br>Biyolojik çözümü tanımlama<br>Prensip çıkarma<br>Prensip uygulama                                                                                                                                                                                                                                      | Mühendislik<br>Mühendislik-Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Mühendislik                |
|                                | The Natural Edge Project (2008) | Gerçek problemi belirlemek<br>Problemi Biyoloji diline tercüme etmek – Soruyu ‘biyolojize’ etmek<br>Habitatı tanımlamak- parametreler/şartlar<br>Yeniden sormak- ‘Doğa bu işlevi bu şartlarda nasıl yapardı?’<br>En uygun doğal modeli bulmak (Gerçek ve metaforik olarak)<br>Doğal modeli biçim, süreç ve ekosistem olarak taklit etmek<br>Çözümü değerlendirmek- Ölçü olarak doğa<br>Esinlenmeye sadık kalmak | Mühendislik<br>Mühendislik-Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Mühendislik<br>Mühendislik |
|                                | Biomimicry Guild (2009)         | Ayrıştırmak (tasarım fonksiyonunu ayrıştırmak)<br>Dönüştürmek (Biyoloji’ye dönüştürmek)<br>Keşfetmek (Doğal modelleri keşfetmek)<br>Taklit etmek (Doğanın stratejilerini taklit etmek)<br>Değerlendirmek (tasarımı yaşam prensiplerine göre değerlendirmek)                                                                                                                                                     | Mühendislik<br>Mühendislik-Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Mühendislik                            |
| <b>Çözüme Dayalı Tasarım</b>   | Vakili ve Shu (2001)            | Biyolojik oluşumun ilk bilgi kaynağını seçmek<br>Mühendislikteki fonksiyonel anahtar kelimelerin eş anlamlılarını bulmak<br>Fonksiyonel anahtar kelimeler, eş anlamlıları ve biyolojik oluşum arasında bağ kurmak<br>Anahtar kelime ve eş anlamlıları bu bağ üzerinden araştırmak<br>İlgili biyolojik oluşumla ilgili daha fazla detay bulmak                                                                   | Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Biyoloji                                  |
|                                | Anon (2007)                     | Bir biyolojik sistem tanımlamak<br>Biyomekaniğini, fonksiyonel morfolojisini ve anatomisini analiz etmek<br>Prensipleri anlamak<br>Biyolojik modelden soyutlamak<br>Prototipleme ve test etme yoluya teknolojiyi uygulamak                                                                                                                                                                                      | Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Mühendislik                                           |
|                                | Helms, Vattam ve Goel (2009)    | Biyolojik bir çözüm belirlemek<br>Biyolojik çözümü tanımlamak<br>Bir prensip çıkarmak<br>Çözümü yeniden çerçevelendirmek<br>Problem araştırmak<br>Problemi tanımlamak<br>Prensibi uygulamak                                                                                                                                                                                                                     | Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji<br>Biyoloji-Mühendislik<br>Mühendislik<br>Mühendislik                |

## **Malzeme alanında çalışmalar**

Doğada araştırılmayı bekleyen çok fazla malzeme ve strüktür bulunmaktadır. Bu araştırmaların moleküler düzeyde yapılması ve Malzeme alanında yeni arayışlar, bu alanın gelişmesine katkı sağlamıştır. Reed ve arkadaşları Biyomimikri'nin yeni malzemeler geliştirmek için güçlü bir konsept ve pratik bir araç olabileceğini söyler. Doğal malzemelerin ve onların getirdiği süreçlerle oluşan araçların uzun zamandır geçirdikleri evrim sonucunda doğaya uyumlu ve verimli olmaları, yapay olanlara kıyasla; az malzeme kullanımı veya daha ucuz olma veya daha dayanıklı olma veya çevre dostu olma ya da daha basit olma gibi özellikler sebebiyle daha başarılı sonuçlar sağlamaktadır (Reed, Klumb, Koobatian, & Viney, 2009).

Rao, doğal malzemelerin kendini yenileyen, hiyerarşik, çok işlevli, doğrusal olmayan, kompozit, adaptasyonu yüksek, kendini onarabilen ve doğada çözünebilen özellikler gösterdiğini söyler. Philip Ball'dan yaptığı bir alıntı ile Malzeme alanında yapılmış bir biyomimetik uygulama örneği verir. İngiliz biyoteknoloji şirketi olan Zeneca, *Alcaligenes eutrophus* bakterisinden esinlenerek Biopol isimli doğada çözünebilen bir polimer üretmiştir. Polipropilene benzer özellikler gösteren bu polimer, kalıpla üretime girebiliyor ve şişe, vb. ürünlerde kullanılabiliyor (Rao, 2003).

Biyo-malzeme konusunda çalışanların çoğu, artık doğadaki malzemeleri (ağaç, pamuk, ipek, kemik, boynuz, kabuk, vs.) kullanmak yerine daha özelleşmiş ve küçük boyutlarda, geri dönüşümü mümkün, çevre koruma politikalarına uygun malzemeler kullanma konusunda hemfikirdir. Bunun için de doğadaki malzemelerin yapıları ve bunların hibridlenmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Moleküler düzeydeki bilimsel ve teknik çalışmalarının yanında Sanchez ve arkadaşları yapılmış uygulamalara da örnekler vermiştir. Hidrodinamik yapı, aerodinamik yapı, suya dayanım, yapışkanlık gibi özellikler için bitki ve hayvan karakteristiklerinden yararlanıldığını söyler. Su tutmayan veya su seven kaplamalar konusunda nilüfer yaprağının mikrostrüktürünün çok yararlı bir kaynak oluşturduğundan bahseder. Köpekbalığı ve yunus derilerinin analizi ile üretilen, mikroskobik yivlerle kaplanmış plastik filmlerin uçak kanatlarında kullanılarak sürtünmeyi azaltıp yakıt tasarrufu sağlamanın öneminden söz eder. Nylon ve Kevlar'ın doğal ipekten ve Velcro'nun pıtrakotu tohumlarından esinlenerek yapıldından da bahseder (Sanchez, Arribart, & Giraud Guille, 2005).



**Şekil 2.14 :** Kevlar.

Reed ve meslektaşlarının yaptıkları çalışmalardan birisi suaygırlarının terinin mükrostrüktürünü inceleyerek UV ışınlarına karşı nasıl bir koruma sağladığını anlamaya çalışmak üzerinedir. Günlük rutinde su yerine yağlı bir ter salgısı yapan su aygırları bu terin bileşimindeki iki UV aktif pigmenti sayesinde bu ışınlardan korunmaktadır. Bu koruyucu ve antiseptik özellikteki terin başarısı kimyasal bileşimi yanında, deriye kolayca ve etkili şekilde yayılmasını sağlayan fiziksel strüktürüne de bağlıdır. Reed ve arkadaşları da bu önemli özellikleri, zararlı ışınlardan korunma sağlayabileceği düşüncesinden hareketle araştırmışlardır (2009).

Tekstil alanında da kullanılan yeni teknolojiler, nanoteknoloji, su ve kir tutmayan kumaşlar gibi birçok yeni gelişme olmaktadır. Eadie ve Ghosh (2011) doğadaki birçok canlının ipliksi yapıda (organik fiberler) olması sebebiyle, tekstilin diğer alanlara göre doğadan esinlenmeye daha uygun bir alan olduğunu iddia etmektedir. *Biomimicry in textiles: past, present and potential. An overview* başlıklı makalede tekstil alanında yapılmış çalışmalara referans vererek örnekler derlemişlerdir. Fiber yapıları sebebiyle örümcek ağ çeşitleri, yer kaplamaları ve yatak dolgularında kullanılan hindistan cevizi ağacı lifleri, yaprakların lifli yapıları, ağaç gövdesi ve bambunun selülozik yapısı tekstilde strüktürel anlamda örnek alınan canlılara örnektir. Bombyx mori ve Antheraea pernyi isimli iki ipekböceği türünden elde edilen ipek yıllardır lüks kumaşlarda ve paraşüt gibi teknik alanlarda kullanılmaktadır. Hafif, yumuşak, güçlü, parlak ve şık olması tercih edilme sebepleridir. Fonksiyonel kullanımlara örnek olarak su tutmayan ve kendini

temizleyebilen bitkiler, ısı yalıtımı sağlayan ördek tüyleri, penguen ve kutup ayısı kürkü verilebilir; bu canlılar birçok tekstil ürününde taklit edilmektedir. Renk için pigment kullanımı yerine kelebek, böcek, bitki ve hayvanlarda bulunan fotonik kristal renk strüktürleri kullanılmaktadır.



**Şekil 2.15 :** Kutup ayısı, kelebek, hindistan cevizi ağacı, ipekböceği, örümcek ağı.

### **Mimarlık ve Yapı alanında çalışmalar**

Doğadaki canlıların kendi yapıları veya yaşamak için inşa ettiği yapılar insanların yaşam alanlarını tasarlayan ve inşa edenler için de ilham kaynağı olmuştur.

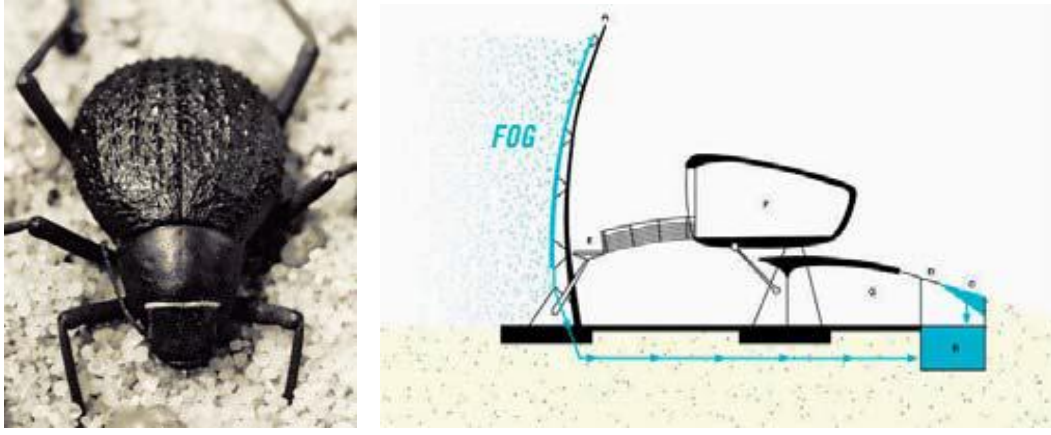
Cattano ve diğerleri Clemson Üniversitesi'ndeki inşaat mühendisliği eğitiminde sürdürülebilirliğe yer vermek için iki alandan –Sistemsel Yaklaşım (System Thinking) ve Biyomimikri- yararlandıklarını belirttikleri çalışmada termit yuvalarından esinlenerek yapılan binalardan örnek vermişlerdir. Zimbabve'deki Eastgate Centre binasında termit yuvaları model alınarak yapılan pasif soğutma sistemi, enerji gerektiren alışılmış ısıtma ve soğutma sistemlerine göre yüksek enerji verimliliğine sahiptir. Doan'a verdikleri referansa göre, enerji tasarrufunun yanında 3,5 milyon dolarlık ekonomik tasarruf da sağlanmıştır (Cattano, Nikou, & Klotz, 2011).



**Şekil 2.16 :** Termit yuvaları-Eastgate Center.



Sürdürülebilir mimari için uygulanmış Biyomimetik örnekler arasında Namibya Üniversitesi Hidrolojik Merkezi ile Waterloo Uluslar arası Tren Terminali de bulunmaktadır. KSS Architects'ten Matthew Parkes Hidrolojik Merkez için Namib böceğinin rüzgara karşı vücudunu yan yatırarak sisteki nemi yakalayabilme özelliğinden faydalanmıştır. Böceğin kabuğunun su seven ve su tutmayan yapıları sayesinde sırt ve kanatları üzerinden su damlaları ağzına yuvarlanır. Tren terminali için de Nicholas Grimshaw & Partners karıncayiyenden esinlenmiştir. Karıncayiyen, değişen hava basıncına göre pul esnekliğini ayarlayabilen bir hayvandır. Terminaldeki cam panel bağlantıları da bu prensipten yararlanılarak tasarlanmıştır ve trenlerin terminale giriş ve çıkışlarındaki basınç değişimine uyum sağlayabilmektedir (Zari, 2007).



**Şekil 2.17 :** Namib böceği-Hidrolojik Merkez.



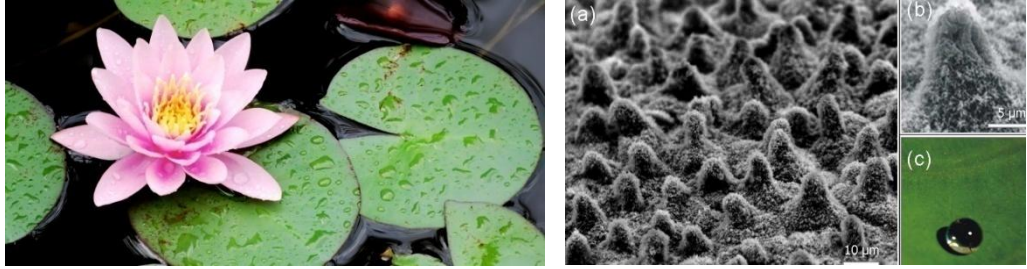
**Şekil 2.18 :** Karıncayiyen-Waterloo Tren Terminali.

El-Zeiny (2012), iç mimarlık örnekleri verirken doğadan esinlenmenin biçim düzeyinde kalmasına Biyomimikri denemeyeceğini söyler. Biyomimikri olması için içinde Biyoloji olması gerektiğini, doğanın problemi nasıl çözeceğini sorgulamak gerektiğini savunmaktadır. İç Mimarlık alanında kullanılan Biyomimetik uygulamalarına verdiği örneklerden bazıları şöyledir:



**Şekil 2.19 :** Interface – Yer kaplaması.

Avantajları: birimlerin yeri değiştirilebilir, daha az artık parça, daha kolay kurulum ve daha az atık malzeme.



**Şekil 2.20 :** Lotus yaprağı.

Lotus yaprağından esinlenilerek geliştirilen boya, su ve kir tutmamaktadır.

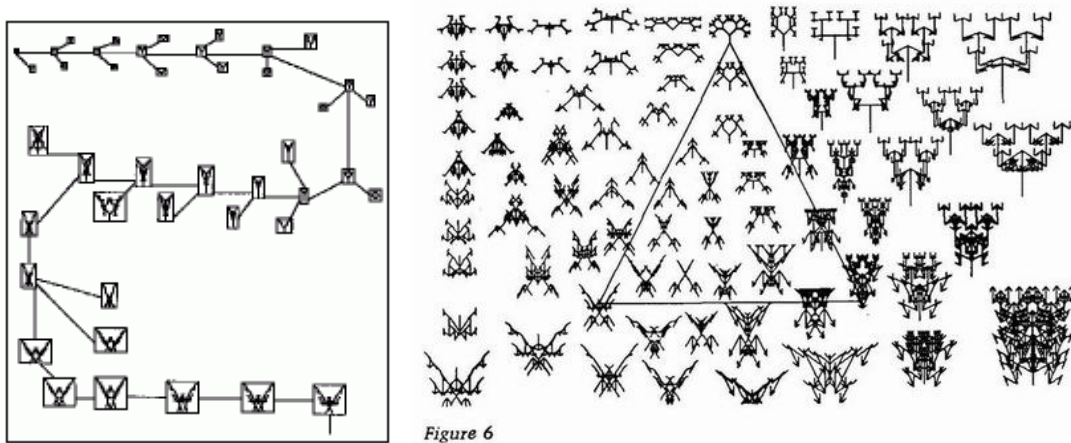


**Şekil 2.21 :** Kozalaktan esinlenen Frankfurt şehir merkezindeki FAZ projesi.

## Bilişim Teknolojileri alanında çalışmalar

Literatür araştırması yapılırken “biyomimikri” kelimesi tarandığında ilk karşılaşılan kaynakların bilişim alanında olması dikkat çekicidir. Canlılığın tüm kodlarını içeren DNA ve proteinler, bilgisayar kodlamaları için de esin kaynağı olmuştur. Murat Eren, (2009) doğada “optimum” özelliklere ulaşp bunun korunmaya çalışılmasının bilgisayar teknolojilerinde de Evrimsel Hesaplama yönteminin ortaya çıkmasına kaynaklık ettiğini belirtmektedir. *“Her bir canlı türü, dünya probleminin olası çözüm uzayından evrim kuramı tarafından bulunup çıkarılmış optimum çözümlerden biridir.”* Bilgisayar bilimleri ile evrimi birbirine bu kadar yakınlaştıran üç özellikten bahseder: “Paralel düşünme kabiliyeti, Rastgelelik, Karmaşık tasarımların basit süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıkması.” Evrimsel Hesaplama üzerine MIT-Evolutionary Computation ve IEEE-Transactions on Evolutionary Computation gibi önemli akademik dergiler de bulunmaktadır.

Evrin üzerine kapsamlı çalışmalar yapmış bir zoolog olan Richard Dawkins, evrimin bir tasarım süreci olmadığını ve belli seviyede bir rastgele düzen ile gerçekleşebileceğini kanıtlamak için bir yazılım üzerinde çalışmıştır. Temsilen küçük bir çizgi olarak başlayan organizma nesiller sonra, programa mutasyonların da dahil edilmesiyle çok farklı görüntülere ulaşabilmiştir. Doğadaki bir olgunun kanıtlanması için Bilişim Teknolojileri’nden yararlanılan bu örnek iki alanın birbirinden beslenebileceğinin bir göstergesidir. Hızlı bir evrim simülasyonu olarak da düşünülebilecek bu görüntü örnekleri Şekil 2.22’de görülebilir (1986).



**Şekil 2.22 :** Richard Dawkins’in kullandığı yazılım - Sonuçlardan bir kesit.

Eren, Evrimsel Hesaplama yöntemi ile hızlı veri iletimi için optik fiber mikro-tasarımı, optimum akustik özellikler için konser salonu planlaması, hava taşıtları için



optimum kanat tasarımı, elektrik üretimini artıran optimum rüzgar değirmeni tasarımı gibi çalışmaların yapıldığından bahseder. Boeing firmasının türbin geometrisi için bu yönteme başvurarak %1 enerji tasarrufu sağladığından örnek verir (2009).

Hughes Aircraft tarafından test edilen ışığa duyarlı bir bakteri türünün dijital bilgi depolama araçlarına ilham vermesi bir diğer örnek olarak verilebilir. Farklı ışık frekanslarında kıvrılıp düzeleşebilen ve bu reaksiyonları olağanüstü hızlı yapabilen bu bakterinin özelliği örnek alınarak mevcut manyetik depolama sistemlerinden daha verimli bir depolama sistemi elde edilmiştir. Bu noktadan hareketle, araştırmacılar bu sistemi üç boyutlu küplere aktararak bilgiyi üç boyutlu depolama (holografik olarak) üzerine çalışmaktadır (Reed, 2004).

Görüldüğü üzere, kendisi de bir Fen Bilimi olan Biyoloji, birçok Fen Bilimi alanına ilham kaynağı olabilmektedir. Mikro ya da makro yapıdaki incelemelerin bu alanlara aktarılması ile doğanın kaynaklık ettiği gelişmeler elde edilebilmiştir. Bahsedilen alanlarda çalışan araştırmacılar, doğayı anlamaya çalışırken de bu alanların araştırma yöntemlerinden faydalanabilmektedir.

### **2.3.2 Sosyal Bilimler alanındaki çalışmalar**

Doğadaki oluşumlar direkt olarak hayatı oluşturduğundan doğaya benzetim sadece mekanik ve moleküler düzeyde araştırma ile sınırlı kalmamaktadır. Canlıların sosyal iletişimleri, hayatta kalma mücadelesindeki kazanç-zarar durumları, canlılık yapıtaşlarının kültürel değerlerle ilişkisi de sorgulanmış, sosyal bilimlerde de doğal analogiye yer verilmiştir. Bu başlık altında ekonomi, psikoloji ve kültür alanlarındaki çalışmalar incelenmiştir.

#### **2.3.2.1 Ekonomi alanında çalışmalar**

Doğal analogi kullanarak daha sürdürülebilir sistemler ortaya koymak bütünsel bir yaklaşım gerektirmektedir. Yalnız ürün veya sistem tasarımında doğadan faydalanmak bu ürün veya sistemin sürdürülebilirliğini tek başına sağlayamaz. Malzeme, enerji türü, süreç ve yöntem tercihi, iş yürütme stratejileri ve karar mekanizmaları da bu yöntemden faydalanırsa bütünsel ve tutarlı bir yaklaşım ortaya konmuş olur. Bu sebeple bu sürecin ekonomik yanı da incelenmelidir. Lodato,

doğaya olan ilginin artmasıyla Pazarlama dahil birçok alanda, doğa geliştirilmek üzere kullanılmaktadır (2005).

Benyus, ekonomik sürdürülebilirliğin doğadaki malzemelerin kullanılmasıyla değil, doğanın döngüsel sisteminin örnek alınması ile gerçekleşebileceğini savunur. Bir orman ekosisteminde yere düşen bir yaprağın herhangi bir atık olmadığını, bakteriler aracılığıyla toprağa yeniden kazandırılıp ağaca yeni yapraklar için fayda sağladığını belirterek döngüsel sisteme örnek verir (Benyus, 2002).

Ekonomi'ye getirilen evrimsel yaklaşım konusunda Anderson'un tanımı şu benzerliklere dayanmaktadır:

- Koruma ve aktarım mekanizması,
- Çeşitlilik yaratma mekanizması
- Seçim mekanizması,
- Farklı popülasyonlar arasında ayırım mekanizması (Güları, 2008).

Braden Allenby, ekonomilerin ekosistemlere benzediğini söyler. İki sistem de enerji ve malzemeyi kullanıp ürüne dönüştürür fakat ekonomideki problem, ekonominin çizgisel bir dönüştürme üzerinden yürütülmesidir; doğa döngüsel bir sistem üzerinden çalışır (Benyus, 2002).

Herbert Simon (1996), organların işleyişini ekonomik pazardaki bir firmaya benzetmiştir. Her organ, diğer organların hareketleri ile ilgili detaylardan habersiz şekilde çalışabilmekte ve sindirim, dolaşım, salgı ve diğer taşıma kanalları sistemleri ile birbirlerine bağlanmaktadır. Görüldüğü gibi farklı açılardan biyolojik sistemler ile ekonomik sistemler arasında benzerlik kurma çabası bulunmaktadır.

Genel yaklaşımların yanında, belli bir türe veya canlıya özel analogi çalışmaları da yapılmıştır. Akdeniz'de yaşayan 'katil yosun' *Caulerpa taxifolia*'dan esinlenerek piyasadaki 'katil ürünler' ile analogi kurduğu tez çalışmasında Güları, doğanın birçok karmaşık süreç içerdiğini; bilim insanlarına, tasarımcılara ve sanatçılara ilham kaynağı olduğu kadar ekonomistlerin de taklit edebileceği büyük kapalı bir sistem olabileceğini söyler. Güları, yanlışlıkla kendi ekosistemi dışında bir ortama salınan yosun türünün girdiği ekosistem içindeki diğer türlerin yaşamasına izin vermemesi ile pazarda benzer ürünler arasındaki rekabeti karşılaştırmıştır. Bunu tasarım,

kullanılan yazılım veya tamamlayıcı parçalar aracılığıyla sağlayan ürünler üzerinden inceleyerek iPod ile ilgili vaka çalışması yapmıştır (Güları, 2008).

Ekonomi alanında doğadaki stratejilerin taklidinin yanında, biyomimetik tasarımların getirdiği ekonomik kazanımlar da vardır. Martin Kemp, Philips'in medikal alanda kullanılan bir mikro-akışkan pompa için maliyeti yüksek bir yatırım yaptığını ancak Biyomimetik'ten yararlanarak geliştirilen bu ürünün doğru teşhis için daha başarılı olmasının uzun vadede önemli getirileri olacağını söyler. Benzer şekilde DEAM medikal ürün firması tarafından Biyomimetik kullanılarak geliştirilen bir endoskopi cihazının maliyeti yüksek olmasına rağmen hasta dokularına zarar vermemesinin, tedavi sonrası oluşabilecek travmaları önlediğinden önemli bir yatırım olduğunu savunur (Kemp, 2007).

Kemp, Biyomimetik çalışmalarının ekonomik anlamda kazanımlarının yanında kullanımına engel olan etkenlerden de bahseder. Araştırma odaklı bir alan olduğundan devlet veya endüstri desteğine ihtiyaç duyan bir alandır; bu sebeple bu birimlerdeki karar verici mekanizmalarda konu hakkında bilinçlenme artmazsa bu araştırmalar gerçekleşmemektedir. Ayrıca çok disiplinli bir yapıya ihtiyaç duyan bir alandır; araştırmalarda biyolog, mühendis, matematik, fizik, vb uzmanlarının bir araya gelmesi önemlidir. Bu da araştırmalarda harcanan kaynakların tek disiplinli alanlara göre daha fazla olmasına sebep olmaktadır (Kemp, 2007).

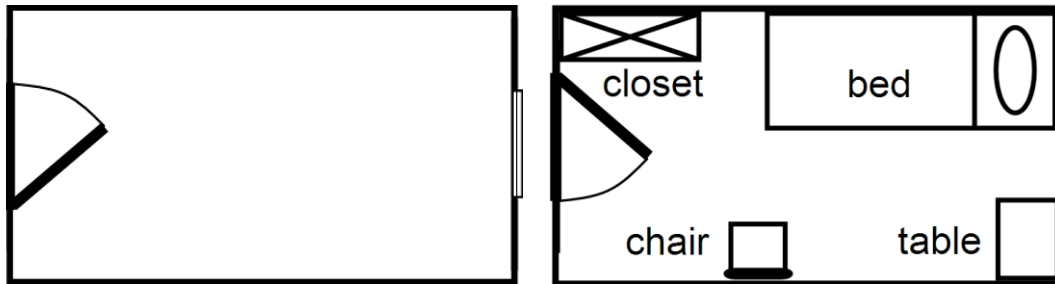
Benyus ve Biyomimikri'nin toplum düzenini değiştirebileceğine inanan diğer uzmanlar (William McDonough, Lovins, vs.), bunun bir sonraki endüstri devrimi olacağını söylemekte haksız değiller. Endüstri Devrimi ile değişen sistemlerin doğaya verdiği zarar bu devrimle giderilebilir ve eğer uygulanabilirse dünyayı değiştirebilir (Mathews, 2011).

Ekonomi de doğadan esinlenip etkilendiği kadar, doğa kaynaklı çalışmaları etkileyebilmektedir. Bu çalışmaların ekonomik anlamda getireceği kazanç düşünüldüğünde, bu yöneme yapılacak yatırımlar için strateji gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bu stratejiler de verilen örneklerde de olduğu gibi doğadan elde edilebilir.

### 2.3.2.2 Psikoloji alanında çalışmalar

Psikoloji alanındaki doğadan esinlenme biçimi bundan önce bahsedilen konulardaki haline göre daha farklı ele alınmıştır. Biyomimikri, Biyomimetik, vb. uygulamalarda tersine mühendislik çalışması gerçekleştirilirken bu başlık altında, insanı kullanıcı olarak ele alarak doğadan esinlenen psikolojik çalışmalara yer verilmiştir.

Evrimsel Psikoloji üzerine yapılan çalışmalardan yararlanan tasarım çalışmaları; özellikle de Mimari Psikoloji ile ilişkilendirilen araştırmalar bulunmaktadır. Spörrle ve Stich insanların yataklarını yatak odalarında konumlandırma eğilimlerini, ilk insanların, primatların hatta babun ve maymunların uyku alanlarını seçme eğilimleri ile karşılaştırmıştır. Yaptıkları literatür çalışmasına göre, primatlarda, maymunlarda ve ilk insanlarda yırtıcılardan ve olası saldırılardan korunmak amacı ile saldırı riskini en aza indirecek mekanlar tercih etme eğilimi görülmüştür. Uyku sırasında bilincin aktifliğinin ve görsel algının azalması sebebiyle saldırılar uyku sırasında gerçekleşmekte ve canlılar uyku için güvenli bir yer seçme ihtiyacı hissetmektedir. İnsanların da yataklarını odada hala bu riske göre konumlandıkları varsayımı ile yola çıkan Spörrle ve Stich, araştırmalarına katılan 138 kişiden şunu istemiştir: Kapı ve pencerenin karşılıklı olduğu bir odanın planında yatak, dolap, masa ve sandalye piktogramlarını yerleştirmeleri ve bu odayı hayal ederek tercihlerini yansıtacak şekilde karar vermeleri. Çalışmanın kısıtlamaları ile beraber, sonuçlar araştırmacıların ilk varsayımları ile örtüşme göstermiştir. Katılımcılar, yataklarını kapıyı görebilecekleri şekilde konumlandırmaktadır. Yatış yönlerini kapı açılma yönünün tersi olarak belirleyerek, kapının başka birisi tarafından açıldığını görüp saklanacak ya da saldırı zamanı yaratmaya çalıştıkları görülmüştür. Birincil olarak kapıyı kontrol etmeye çalışsalar da pencerenin de görüş açlarına dahil olmasını istemektedirler (Spörrle & Stich, 2010).



Şekil 2.23 : Spörrle ve Stich'in kullandığı oda planı.

Judith Heerwagen E.O. Wilson'ın biyofili hipotezinden yola çıkarak 'biyofilik tasarım kavramı'ndan bahseder. Wilson'ın tanımına göre Biyofili, canlılık ve canlı yaşamına benzer süreçlere odaklanma eğilimidir. Heerwagen da insanların kullanmayı seçtikleri şeyler ve yaşamayı, gezmeyi, eğlenmeyi seçtikleri mekanlar üzerinde bu eğilimin etkisi olduğunu savunmaktadır. Mimarlık ve Şehir Planlama alanlarında çalışan Heerwagen, insanlığın Afrika'daki göçebe hayatından kalan büyük çayırlıklar, geniş gökyüzü görüş alanı, koruma sağlayan yüksek ve yapraklı ağaçlara olan ilgi ve güven duygusunun insanlarda devam ettiği ve alışveriş merkezi, parklar ve eğlence yerleri gibi mekanların tasarımlarında bu eğilimlerin etkili olabildiğinden söz etmektedir (Heerwagen, 2003).

Gittikçe yapaylaşan dünyada insanların psikolojik sağlığı için doğadaki işleyişin yardımını almak daha önemli hale gelmektedir. Bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde insanlar bunu gerçekleştirmeye çalışmaktalar. Doğa ile aktif iletişime geçme (doğal ortamda yürümek, koşmak, bahçecilik yapmak, vs) ya da bunu pasif şekilde yerine getirmenin (sadece seyretmek) farklı kültürlerde, farklı ortamlarda ve çocuktan yetişkine farklı yaşlarda olumlu etkileri gözlenmiştir. Roger Ulrich 1984'te yaptığı çalışmada hastanedeki odasından ağaçları ve doğal manzarayı gören hastalarda pencerelerinden duvarı gören hastalara göre çok daha olumlu gelişmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca doğal görüntülerinin taklidi poster veya fotoğrafların bile penceresiz ortamda yaşayan veya çalışan insanlar için olumlu etkileri olduğu çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur. Biyofilik tasarımın da çıkış noktası sadece doğal varlıkları kullanmak değil; insanlarda beğeni ve estetik memnuniyet yaratacak doğal ortamların kalite ve niteliklerini tasarıma yansıtmaktır (Heerwagen, 2011).

Psikoloji alanında doğadan yararlanma özellikle Evrimsel Psikoloji alanında yeni olmasa da bu bilgilerin tasarımda kullanılması yeni bir gelişmedir. Sadece görsel olarak birebir taklidinin bile insan psikolojisi üzerinde olumlu faydası varken; doğanın derinlemesine incelenip psikolojiye yansıtılması ile önemli gelişmeler elde edilebilir.

### **2.3.2.3 Kültür alanında çalışmalar**

Kültür alanındaki çalışmalar, disiplin olarak doğadan ayrı çalışmalar gibi gözükse de iki alanda da yapılan çalışmalar bir diğerinde yapılanlardan etkilenmektedir. Wahl

(2006), modern medeniyetin sürdürülemezliğinin sebebinin doğa ile kültürün ayrı tutulması olduğunu söyler.

Dawkins, kültür ile doğa arasında Genetik bilimi üzerinden bir analogi kurar. Kültür'ün de genetik bilgi gibi eşlenip kopyalanarak aktarıldığını savunur. 1976 yılında “mem” kavramını ortaya atmıştır. Kelimenin kökü Yunanca’da “benzetme, taklit” olan *mimesis*’tir. “Gen” ile aynı prensipte işlediği düşünülerek fonetik olarak benzetme amacıyla “mem” olarak kaydedilmiştir. Bu kavramı ortaya atan Dawkins memlerin beyinden beyine, sözlerle, sloganlarla, müzikle, yazıyla ve her türlü iletişim kanalıyla kendilerini eşleyerek çoğaldığını söyler. Bazı memlerin tıpkı genlerde olduğu gibi kendilerini eşlemede daha başarılı olduğunu ve daha uzun süre hayatta kalabildiğini belirterek bu durumu doğal seçilime benzetir. Bu şekilde kültürün evrimi gerçekleşir ve bu alana da Memetik adı verilir.

“Kültürel evrimin neler yapabileceğini asıl gösteren bizim kendi türümüzdür. Dil, birçok örnekten yalnızca bir tanesi. Giyim ve beslenme modaları, törenler ve gelenekler, sanat ve mimarlık, mühendislik ve teknoloji, hepsi, tarih içinde hızlandırılmış, genetik bir evrime benzer bir yolla evrimleşmiştir, ama genetik evrimle hiçbir ilgisi de yoktur. Ancak, genetik evrimde olduğu gibi, bu değişim, sürekli ilerleyen bir değişim olabilir” (Dawkins, Gen Bencildir, 1976).

Dawkins’in de önsözünü yazdığı ve çalışmalarını desteklediği Susan Blackmore, Mem Makinesi (1999) isimli kitabında biyolojik evrim ile kültür evrimi arasında yapılmış benzetmelere atıfta bulunur:

“Darwin’in çağdaşlarından Herbert Spencer, Viktorya İngilteresi toplumu gibi ideal bir şeye doğru ilerlediğini düşündüğü medeniyetlerin evrimini incelemiştir. Lewis Morgan’ın toplumsal evrim kuramı, yabanıllık, barbarlık ve medeniyet olmak üzere üç evreyi kapsamaktadır. Tarihçi Arnold Toynbee, bazıları birbirinden türeyen, bazıları yok olmuş olan otuzun üzerinde ayrı medeniyeti tanımlarken evrimsel düşünceleri kullanmıştır. Darwin’den elli yıl sonra Amerikalı psikolog James Baldwin, doğal seçilimin sadece bir biyoloji kanunu olmadığını; yaşam ve akıl bilimlerinin tamamına uygulandığını söylemiştir ki bu Evrensel Darwinciliğin ilk versiyonudur.”

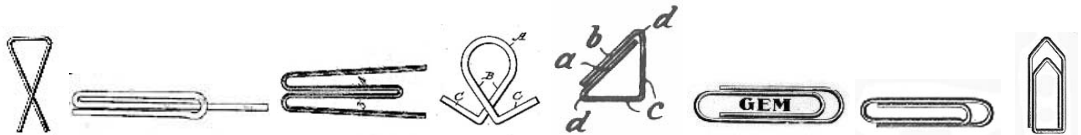
Blackmore, (1999) Evrensel Darwincilik yaklaşımının bilimin evrimi dahil birçok sisteme uygulanabileceğini söyler ve icatların da birer mem olarak değerlendirilebileceğini ileri sürer. Bazı toplumlarda yiyecek üretimi, silah üretimi,

vb. birçok ürünün üretimine geçilmişken bazılarının hala avcılık-toplayıcılık döneminde olmasının coğrafya ve iklimden çok toplumlar arası temasla ilgisi olduğunu söyleyen Jared Diamond'a referans verir. Langrish, Darwin'in mem, hatta gen fikri daha ortaya çıkmamışken insan aklının öneminin farkında olduğunu söyler. Darwin'in verdiği örnekten alıntı yapar: Bir kabilede bir adam diğerlerinden daha akıllıca yeni bir av aleti ya da silah keşfetmişse diğerleri de çok hızlı bir şekilde onu taklit edip bu keşiften faydalanacaktır (2004).

Memlerin işleyişi, yeterliliği ve doğruluğu hakkında çeşitli tartışmalar ve karşıt görüşler olmakla beraber bu kavramı farklı alanlara taşıyarak zengileştiren çalışmalar da bulunmaktadır. Langrish, Dawkins'in 'mem' kavramını biraz daha geliştirerek memlerin insanların davranışlarını nasıl etkilediği ve insanlar arasında nasıl yayıldığı ile ilgili yeni kavramlar ortaya atmıştır. Canlıların gelişimi ve rekabeti doğal ortamda olmaktadır; bu yüzden biyolojik evrimi anlamak kültürel evrimi anlamaktan kolaydır. Kültür konusunda ise yaşanan problem, kültür insan tarafından yaratılan bir olgu mudur; yoksa insanlık doğduğunda var olan bir şey midir tartışmasıdır. Langrish, neyin nasıl olduğunu tarif eden fikirlere 'recipeme', diğerlerinden daha çok kopyalanan ve başarılı olan fikirlere 'selecteme', neyin nasıl işlediğini ve nasıl daha iyi olacağını nedenleri ile açıklayan fikirlere 'explaneme' demiştir (Langrish, 1999).

Tasarım fikirleri için de bu noktadan yola çıkarak bir analogi kuran Langrish (2004) bu fikirlerin önce tasarımcının kafasında, sonra bir organizasyonda daha sonra da alıcı ve kullanıcıların seçici dünyasında rekabet ettiklerini belirtir. Darwin'in Doğal Seçilim teorisinin tasarımda da uygulanabileceği öne sürülür.

Memetik konusunun ürünler üzerinden incelendiği örnekler bulunmaktadır. Çataldan önce kullanılan ikinci bıçağın nasıl iki, üç ve dört uçlu çatala doğru geldiğini ve ataç için alınmış sekiz farklı patent ile ataçın gelişimini gösteren bir çalışma yapmıştır (Duthie, 2003).



**Şekil 2.24 :** Patentlerden ataç evriminin izlenmesi.

Kültürel evrimin ürünler üzerinden izlenmesine Türkiye'den verilebilecek bazı örnekler ise şöyledir: Suyun bilimsel, kutsal, politik öneminin yanında, kültürel

olarak tuvalet ve vapurlar üzerinden incelendiği çalışmada kültürel değerler ve coğrafyanın etkisinin bu ürünlere nasıl yansıdığı araştırılmıştır. (Özcan, 2005) Yazı klavyelerinin manuel, elektronik ve dijital tipleri ile harf dizilimi açısından klavye tiplerinin memetik olarak incelendiği bir tez çalışması ile (Aytaç, 2005) Türkiye’deki sigara paketlerinin evriminin memler üzerinden incelendiği bir doktora tez çalışması bulunmaktadır (Kocabıyık, 2012).

Sosyal Bilimler alanında da doğadan esinlenerek yapılan çalışmalar mevcuttur, fakat fen bilimlerinde olduğu kadar net bir analogi olmayabilir. İki alan birbirinden uzaklaştıkça bu bağı kurmak zor olsa da ilk bölümde de bahsedildiği gibi yaratıcılık artmaktadır.

### **2.3.3 Sürdürülebilirlik alanında çalışmalar**

Doğal analogi kurma çabası hemen hemen her alanda aynı amaca ulaşmak için sarf edilmektedir: Sürdürülebilirlik. Endsütri Devrimi ile insanlığın yaşam standartları çok değişmişse de sağlık ve doğanın kaynak yeterliliği konusunda endişe ve tehlikeler de artmıştır. Wahl, insanlığın hayatına giren birçok modern teknoloji ürününün (içten yanmalı motorlar, klimalar, endüstriyel tarım ve yiyecek sistemleri, vs.) yararlarından çok ekolojik sorunlar yarattığını, bu sorunların günümüz ve gelecek nesillerin hayat kalitesine etkisinin uzun vadede olumlu olmayacağını söylemektedir (Wahl, 2006).

Baldwin, hareketlerimizin doğayı nasıl etkilediğinin farkında olmamız ve şu rahatsız edici soruyu sormamız gerektiğini söylemektedir: “Eğer doğaya zarar veriyor ya da başka bir yerdeki bir hayatı sona erdriyorsa; sanat, zanaat veya tasarım gerçekten buna değer mi?” (1998).

Sürdürülebilirlik için tasarım kavramı Hawken’in da belirttiği gibi tasarımın çevresel zararları önleyen kapsayıcı bir kavram olarak görülmesi ile önem kazanmıştır (Wahl, 2006). Bu alanda geniş ölçekli çalışmalar yapılmakta; her disiplinde kendini sürdürülebilirlik açısından sorgulayan araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında ise bu başlık altında, sürdürülebilirliğin doğal analogi ile sağlanmaya çalışılması üzerinde durulacaktır.

Sürdürülebilirlik sadece ekolojik politikalardan ibaret değil, bütünsel bir süreç yaklaşımıdır. Reap, Baumeister ve Bras’ın biyomimetik ve biyomimetik olmayan ürünler arasında sürdürülebilirlik açısından karşılaştırma yaptıkları çalışmada üç



ürün üzerinden hareket etmişlerdir. Stomatex TM isimli nefes alabilen kumaş ile su sporlarında kullanılan delikli polikloroplen kumaş, MemBrain TM isimli gözenekli naylon plaka ile mevcut kullanımdaki buhar engelleyici kaplama ve dikenli tel ile portakal ağacının dikenli dallarından esinlenilmiş çitler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonunda biyomimetik ürünlerin performansının daha yüksek olduğunu fakat sürdürülebilirlik konusunda daha başarısız olduğunu fark etmişlerdir. Bunun sebebini indirgemeci bir biyomimikri yaklaşımının olmasına, tasarımın sadece konsept ve ürünleşme aşamalarında doğadan faydalanılmasına bağlarlar. Bunun yerine tüm tasarım süreçlerine ve ürünün yaşam döngüsünün her aşamasına yansıtılması gereken bir yaklaşım olduğunu öne sürerler (2005).

Wahl, bütünsel yaklaşımı bir adım daha öteye götürerek sürdürülebilir, dinamik ve esnek bir toplum, kültür, yaşam biçimi yaratmak gerektiğini ve insanların bu özelliklerin önemini hassasiyetle farkında olabilecek şekilde eğitilmesi gerektiğini savunmaktadır (2006).

Benyus (2002), biyomimikri ile ilgili verdiği tüm örneklerde doğayı örnek alarak koruma ve onun yöntemlerinin sürdürülebilirliğinden bahseder. Bunun için de doğanın işleyişini hangi prensipler ile gerçekleştirdiğini anlatan bir liste sunar:

- Doğa güneş ışığı üzerinden işler.
- Doğa ihtiyacı kadar enerji kullanır.
- Doğa biçimi işleve uydurur.
- Doğa her şeyi geri dönüştürür.
- Doğa işbirliğine teşvik eder.
- Doğa çeşitliliğe dayanır.
- Doğa yerel uzmanlık ister.
- Doğa kendindeki aşırılıkları kontrol altında tutar.
- Doğa gücünün sınırlarını yoklar.

Sürdürülebilirliğin önemi üzerinde duran Wahl, Nachtigall'in biyonik tasarım prensiplerinin sürdürülebilirlikle örtüştüğünü belirtir. Bu prensipler, Benyus'un da doğanın prensipleri olarak verdiği listeye olukça uyumludur.

1. Eklemeli yapı yerine bütünleşik yapı,
2. Bireysel elemanların maksimizasyonu yerine bütünün optimizasyonu,
3. Tek işlev yerine çokişlevlilik,
4. Belirli ortamlar için ince ayar adaptasyonu,
5. Enerjiyi boşa harcamak yerine enerji tasarrufu,
6. Doğrudan ya da dolaylı olarak güneş enerjisi kullanımı,
7. Gereksiz dayanıklılık yerine geçici sınırlandırma,
8. Atık biriktirme yerine toplu geri dönüşüm,
9. Çizgisellik yerine ağ örgüsü,
10. Deneme ve yanılma yöntemi ile geliştirme (Wahl, 2006).

Doğada, bir organizmanın atığı bir diğeri için kaynak oluşturmaktadır. Bu yüzden de kendi kendini sürdürebilen kapalı bir ekosistem oluşmaktadır. Reed'den yapılan alıntıya göre; Danimarka, Kalundborg'da mühendisler doğanın atık değerlendirme yönteminden yararlanarak endüstriyel bir ekosistem oluşturmuştur. Bu ekosistemde birinin sürecinden çıkan düşük maliyetli girdi olarak kendi sürecinde kullanan kömür yakmalı güç istasyonu, petrol rafinerisi, ecza bitkileri ve alçı üreticisi, su-elektrik ve ısı dağıtım istasyonları ve çiftlik bulunmaktadır. Örneğin, petrol rafinerisinden gelen işlenmiş atık su güç istasyonu için soğutucu sistemde kullanılmaktadır. Petrol rafinerisi ve ecza bitkileri üreticisi motorlarını çalıştırmak için güç istasyonunun atık buharını satın almaktadır. Ayrıca güç istasyonunda açığa çıkan ısı yakındaki 3500 evin ve 57 yerel balık havuzunun ısıtmasında kullanılmaktadır (Cattano, Nikou, & Klotz, 2011).

### 3. TASARIMDA DOĞAL ANALOJİ

#### 3.1 Bir Yaratıcılık Yöntemi Olarak Doğal Analoji

Tasarım süreci yüksek yaratıcılık gerektiren bir süreçtir. Bu yaratıcılığı sağlamak için kullanılan birçok yöntem vardır. Bu süreçte tasarımcı çok çeşitli kaynaklardan etkilenebilir, esinlenebilir. Doğa da bu kaynaklardan biridir ve doğal analoji ile doğa ile tasarım arasında bir bağ kurulabilir. Fakat gelişen teknoloji, çevre politikaları gibi etkenlerle bu yöntemin uygulama şekli değişmiş; daha bütünsel, teknik ve bilimsel olarak ele alınmaya başlanmıştır.

Tasarımın bir bilim dalı olup olmadığı ile ilgili çeşitli görüşler ve tartışmalar vardır. Wahl, bu konuda Herbert Simon'un görüşüne yer vermiştir. Simon, tasarımın bir bilim dalı olmadığını, bilimin bir tasarım dalı olduğunu savunur ve açık fikirli, eğitilmiş insanların tasarımı teknik eğitimin bir parçası olarak değil, temel bir disiplin olarak göreceğini ileri sürer (2005).

Nigel Cross, tasarımın uzun süredir bilimselleştirilmeye çalışıldığını, tasarımın gelişiminde rol oynayan birçok kişinin (Buckminster Fuller, Le Corbusier, Herbert Simon, Donald Schön vs.) görüşlerine yer vererek tarihteki durumunu açıklamıştır. 1980'de yapılan ve başlığı "Design: Science: Method" olan Design Research Society konferansındaki tartışmaların sonucunda tasarımın bilimden öğreneceği çok fazla şeyin kalmamış olduğu, bilimin tasarımdan öğreneceği şeylerin olabileceği görüşüne varılmıştır. Bilim ve tasarım arasında basit kıyaslamalar yapmaktan vazgeçilmesi gerektiği düşüncesi ortaya atılmıştır. Bunun arkasından tartışmadaki görüşlerin netleştirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmış, görüş belirtilmiştir (Cross, 2001). Tasarımın bilimsel çalışma ve araştırmalarla beslendiği, tasarımın bir bilim olduğu, tasarımın bir bilim olmadığı, tasarımda bilimsel yöntemlerin kullanılması gerektiği gibi çeşitli görüşler hala ortaya atılmaktadır. Çoğunluğun görüş birliğinde olduğu nokta ise tasarım ve bilimin bir şekilde kesiştiği ve birbirinden yararlandığıdır. Bu çalışmada ise Biyoloji biliminin yöntemlerinin tasarımla nasıl kesiştiği incelenmektedir.

Yaratıcılık, somut bir şey olmadığından tanımlanması çok kolay bir kavram değildir. Yaratıcılıkla ilgili birçok tanım yapılmıştır, bunların ortak noktaları şöyle açıklanabilir: Sıradanlaığı kırmak, özgünlük, belli bir değerlendirme standardı olmaması ve objektif olarak değerlendirilememesi, normları yıkabilecek yeni fikirlerle ortaya konabilmesi, doğru kullanıldığında kaliteyi artırması (Lewis, 2005).

Konu yaratıcılık olduğunda, yenilikçi ve başarılı sonuçlar elde edebilmek için farklı alanlara başvurmak yararlı sonuçlar getirebilir. Lodato, Nature of Design isimli makalesinde tasarımın artık yalnızca bir şeylerin üretilmesinden ibaret olmadığını; kavramsallaştırma, öngörü ve bilgi aktarımının önemli hale geldiğini savunuyor (2005). Bilimsel araştırma yöntemlerinin tasarımda kullanılması yeni bir gelişme değildir. Tasarım yöntemlerinde bir bilimden (Fizik, Antropoloji, Sosyoloji, Psikoloji, vb.) direkt olarak yararlanmak da karşılaşılan bir durumdur. Biyoloji ise tasarımda direkt olarak kullanılmayan, doğal varlıklardan esinleniliyorsa; belli bir soyutlama düzeyi beklenen bir alandır. Bu sebeple tasarımda Biyoloji'den faydalanırken iki disiplinin de önemli noktaları kaçırılmadan bir araya getirilmelerini sağlayacak yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Lodato doğanın oldukça ileri tasarımlarının ortak noktasının biçim ve işlev uyumunun doğal sisteme etki eden iç ve dış kuvvetlerin dengesi ile sağlanması ve birden çok işlevin biçimle birleştirilmesi olduğunu belirtiyor (2005).

Vincent, en yaratıcı insanın bile hayal kurma becerisinin beynin veritabanının kapasitesi ile sınırlı olduğunu söylemektedir. Bu durumda yapılması gerekenin problemin temel işlevsel parçalarının tanımlanıp bu işlevleri farklı alanlardan işlevlerle ilişkilendirmek olduğunu belirtir. Bunun birçok kez denendiğini belki de en başarılı sonucun Rusça'da TRIZ olarak adlandırılan (Theory of Inventive Problem Solving) yöntem ile elde edildiğini düşünmektedir. Genrich Altshuller tarafından keşfedilen yöntem biyomimikri için uygun olabilir; fakat bunun için geniş bir biyoloji veritabanına ihtiyaç duyulmaktadır (Vincent, 2001).

Doğanın 'ürün'leri 'ileri tasarım' olarak görülürken 'yapay ürün'leri tasarlayanların bu süreci araştırması kaçınılmazdır. Wahl'un da belirttiği gibi tasarımcıların doğaya uzaktan bakan yerinin ve 'doğa hakkında öğrenme' alışkanlığının değişip; doğanın bir parçası olarak 'doğadan öğrenme' alışkanlığını geliştirerek sosyal, kültürel ve ekolojik şartlar için daha sürdürülebilir ve sorumlu tasarımlar ortaya koymaları gerekiyor. John Todd'un 21. yüzyıldaki tasarım ile ilgili görüşü de bunu destekler

şekildedir. Todd, Dünya'daki ekolojilerin insan sistemlerinin tasarımlarında uygulanması gereken bir dizi öğreti sakladığını ve bunlardan ders çıkarılması gerektiğini öne sürmektedir (Wahl, 2006).

Biyomimikri'nin tasarıma uygulanması sırasında sığ ve indirgemeci bir yaklaşım sergilenirse bu, biçim taklidinden öteye geçememektedir. İşlev ve ekosistemin incelenip tasarıma yansıtılması ile daha derin ve bütünsel bir doğal analogi süreci işletilmiş olunur (Volstad & Boks, 2008). Zari bu görüşü paylaşmakla beraber Biyomimikri'nin tasarımda kullanılmasını farklı şekillerde de kategorize etmiştir. İlki belli bir tasarım problemi üzerinden gidilerek çözüm için doğadaki organizmalara ve işleyişe bakmak; ikincisi ise doğadaki bir işlev, davranış veya karakteristik bir durumu tasarıma uygulamak şeklinde olmaktadır. Bunlar biçim, süreç veya ekosistem üzerinden gerçekleşebilir. Ayrıca yapay ürünlerde doğanın taklidinin yansıyabileceği beş özellik önerir: biçim, işlev, süreç, malzeme ve yapı (Zari, 2007).

Tasarımda doğal analoginin kullanımı ile ilgili olumlu birçok görüş ve üzerine yapılan akademik ve uygulamalı çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu yöntemi olumlu bulmayan ve yönteme karşı çıkan görüşler de bulunmaktadır.

Tonkinwise evrim ile tasarımın aralarında analogi kurulamayacak kadar birbirinden uzak alanlar olduğunu savunur. Bununla beraber bazı noktalarda ikisi arasında benzerlik kurar. Mutasyon, seksüel seçim ve birlikte evrimleşme gibi kavramları tasarımdaki işlevsiz, sadece biçimsel olarak cezbedici ya da hayatta kalabilmek için diğer ürünlere bağımlı kötü tasarımlara benzetir (2005). Yaratıcılığı artırmak için analoginin birbirine yakın değil, uzak alanların arasında kurulması gereken bir yöntem olması ve sonraki bölümlerde örnekleri verilen işlevsel ve sürdürülebilir analogi örnekleri Tonkinwise'ın görüşlerine cevap oluşturabilir. Bunun yanında, Tonkinwise kalıtımın tasarımın sürekli değişmesi ve yenilenmesi gereken yönü ile ters düştüğünü düşünmektedir. Fakat kalıtımın ana unsuru DNA'nın 'know-how' gibi düşünülmesi veya aynı kodla çeşitliliği yüksek sonuçlar alan doğanın bu konuda oldukça başarılı olması bu düşünceye karşı görüş oluşturabilir.

Langrish (2004), Spencer yaklaşımı ile ortaya atılan sıralı ve sürekli gelişme gösteren evrim kavramının tasarıma uygulanamayacağını, biyolojik dünyada olduğu gibi tasarım dünyasında da mükemmele gidişin ya da gelişmenin her zaman o tasarımı hayatta tutan şey olmadığını söyler. Bununla ilgili Hovercraft örneğini verir. Önemli

bir gelişme olan ve arkasında ciddi yatırımlar bulunan bu tasarım çalışması başarısız olmuş, kazanç getirmemiştir. Sebebi, insanların bu ürüne ilgi göstermemesi ve ihtiyaç duymamasıdır. Langrish, sıralı geliştirme olarak görülmediğinde, yani buna ‘evrim’ yerine ‘Darwinci yaklaşım’ denildiğinde bu sürecin tasarıma uygulanabileceğini savunur. Doğal seçim filtrasyonunun kullanıcı tercihleri ile ilişkilendirilmesi ve memetik evrimden faydalanılması durumunda başarılı bir analogi olabileceğini belirtir.

Langrish’in verdiği örneğe göre Adrian Forty, tasarım tarihçilerinin üretilmiş ürünleri bitki ve hayvanlara benzeterek evrimsel süreç ile ilişkilendirmelerini sorunun etrafında dolaştıkları gerekçesiyle eleştirir. Ürünlerin canlı bir varlık olmadıklarını, onları seçen doğal veya mekanik bir sistemin varlığından emin olunmadığını ve ürünlerde genetik bir yapı olmadığını söyler. Endüstrinin ürünleri ürettiğini ve ürünü sattıran şeyin toplum ile endüstri arasındaki ilişkiler olduğunu söyler. Bu farklarla doğal analogi kurmanın gerçekçi olmadığını düşünür. Langrish, Forty’nin söylediklerinin Spencer’ın evolution tanımı için geçerli olabileceğini ama Darwinci yaklaşım için olmadığını söyler (2004).

Biyomimetik uygulamalara yaklaşımı olumlu olan Zari, Reap ve arkadaşlarına yaptığı atıf ile taklidin yüzeysel kalması ve geniş kapsamda, ekosistem ölçeğinde taklit edilen organizmanın mevcut örneklerden daha farklı sonuçlar üretemeyeceğini, hatta çevresel etki anlamında ortalamanın da altına düşeceğini belirtir (2007). Böylece doğal analoginin kullanımında bütünsel yaklaşımın önemi bir kez daha vurgulanmıştır.

Kibert, tasarımda doğal analogi ile ilgili benzer düşünceleri savunan yazarlara atıfta bulunarak ekosistemleri anlama ve modellemedeki zorluk sebebiyle onları eleştirir. İnsanların tasarımda doğayı taklit etmelerinin tek boyutlu ve basit bir şey olduğunu söyler (Zari, 2007).

Thallemmer, Danzer ve diğ. Biyomimikri ile Biyoloji’den esinlenen tasarımın farkının ortaya konması gerektiğini savunmaktadır. Stil çalışmaları (styling) veya güzelleştirme -insanların gerçek ihtiyacının bu olmadığını düşünmekte- yerine teknik özellikleri ile ele alınması gerektiğinden bahseder. Avusturya’da endüstriyel tasarım öğrencileri ile yapılan çalışmada geliştirilen robotik kolun sıradan robotlardan farkının makine ya da robot gibi değil gerçek insan kolu gibi hareket

etmesi olduğunu söylerler. Bunun için yürüttükleri çok kapsamlı, disiplinler arası ve teknik çalışmalardan, geliştirdikleri pnömatik ve elastik kaslardan bahsederler (2011). Tasarımda doğadan esinlenmeyi savunmakla beraber bu işin oldukça teknik tarafıyla ilgilenmekte ve teknik prensipleri aktarma üzerinde çalışılmadığında ihtiyaç olmayan bir alanda çalışılmış olacağını düşünmekte.

Volstad ve Boks, Kaplinsky'nin biyomimikri hakkındaki görüşüne yer vermiştir. Joe Kaplinsky, ürün tasarımında doğanın aşırı idolleştirilmesinin tasarımdaki kullanıcı odaklı yaklaşımına zarar vereceğini söyler. Volstad ve Boks'un bu endişeye verdiği cevap ise tasarımın her zaman kullanıcı odaklı olduğu ve kullanıcılarla ilgili problemlere getirilecek çözümleri zenginleştirmek için doğanın kullanıldığı yönündedir (2008).

Tasarımda doğanın bir 'esin kaynağı' olarak kullanılması, yüzeysel derecede kaldığında yönteme olumlu bakan tasarımcılar dahil, tüm tasarımcılar tarafından olumsuz karşılanmaktadır. Derinlemesine çalışılıp ciddi araştırmalar sonucu tasarıma yansıtılmış doğal stratejiler ise giderek yaygınlaşan ve kabul gören yöntemlerdir.

Bu bölüm, tasarımda ve ilgili alanlarda Doğal Analoji ile ilgili yapılmış çalışmaları incelemek için hazırlanmıştır. Ürün tasarımcılarının üzerinde daha çok çalıştığı ürün biçimi, işlevi ve tasarım sürecinin doğadan esinlenilmiş örnekleri incelenecektir.

### **3.1.1 Biçimsel ve yapısal kullanım**

Biyomimikri yöntemi ile tasarlanan ürünlerin bazıları biçimsel taklit düzeyinde kalmış ve işlevsel olarak böyle bir özellik göstermezken; bazıları taklit edilen işlevden ötürü biçimsel olarak da benzetilmiş durumdadır. Bunun yanında, bir canlıyı yapısal olarak taklit eden tasarım örnekleri de biçimsel kullanıma örnek teşkil etmektedir. Bunun sebebi yapı ve biçimin birbirini önemli derecede etkileyen unsurlar olması olabilir. Santulli ve Langella doğadan esinlenmenin sadece doğal geometrinin ve morfolojinin basit bir taklidi olmadığını söylemektedir. Philip Mann'a verdikleri referans ile bahsedilen uygulamanın 'biyomorfizm' olarak adlandırıldığını belirtir (2011). Bu bölümde bahsedilen, işlevi yerine getirme ve yapısal avantajları elde etme amaçlı biçimin taklit edilmesidir.

"Kaptan Organik" olarak bilinen Ross Lovegrove kendi "DNA" tanımını yapar ve Design, Nature, Art (Tasarım, Doğa, Sanat) açılımı ile tasarıma bakışını açıklar. Doğayı tasarıma biçim olarak çokça yansıttığını fakat salt biçim olarak kalmadığını

belirtir. Doğanın yaptığı gibi mümkün olduğunca az malzeme kullanmak ve detay çözümlerini sürdürülebilir hale getirmek kendisinin tasarım prensipleri haline gelmiştir. Kemiğin boşluklu yapısından ve sağlamlığından esinlenerek tasarladığı sandalyenin birleşim detayları da kemiklerin birleşiminden esinlenilerek çalışılmış, yapısal ve biçimsel kullanıma bir örnektir. Suyun akışkanlığının ilham verdiği şişe tasarımı doğal analoginin biçimsel kullanımına bir örnek olup her yaşta ve özellikle insan için ergonomik bir tutuş sağlamaktadır (Lovegrove, 2006).



**Şekil 3.1 :** Lovegrove tasarımı sandalye ve su şişesi.

Desen devamlılığı sağlamak amacı ile halı rulolarından verilen fireyi önlemek için Interface halı firması parçalardan oluşan halı sistemi üretmiştir. Geri dönüştürülebilir naylondan yapılmış halı parçaları istenen renklerde, desende ve yönde kullanılabilmekte ve değiştirmek istenen parçalar kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Bu ürün orman ekosisteminden esinlenerek tasarlanmış, orman zeminini taklit eden biçimsel kullanıma bir örnek teşkil etmektedir (Volstad & Boks, 2008).





**Şekil 3.2 :** Interface halı parçaları.

İkinci bölümde de bahsedildiği gibi tünelden geçen trenin yarattığı gürültü ve titreşimi önlemek için yalıçapkınının fiziksel biçiminden yararlanılmıştır. İşlevi yerine getirebilmek için bu yapıya sahip olması gereken trenin tasarımı yapıdan dolayı biçimsel taklit kullanımına bir örnektir.



**Şekil 3.3 :** Yalıçapkını ve tren.

Mercedes Benz'in kutu balığından esinlenerek tasarladığı biyomimetik konsept arabası aerodinamik yapısı ile rüzgar sürtünmesini oldukça azaltmakta ve bu sayede %20 yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Altıgen kemik yapısının arabaya yansıtılması ile %40 daha sağlam bir yapı elde edilmiştir (Volstad & Boks, 2008). Bu örnekte de kutu balığının avantaj sağlayan yapısı kullanılmış ve biçimsel olarak da ürüne yansımıştır.



**Şekil 3.4 : Kutu balığı-Mercedes Benz konsept arabası.**

### 3.1.2 İşlevsel kullanım

Doğadaki işlevsel sırların tasarıma yansması çok farklı ölçeklerde olabilir. Moleküler düzeyde bir işlev etkin bir malzeme olarak, yapısal bir işlev ürün strüktürü olarak karşımıza çıkabilir.

Geko bandı, Geko kertenkelesinin ayaklarındaki tüyler sayesinde yüzeylerle Van der Waals bağları kurabilme yeteneklerini taklit ederek geliştirilmiştir. Kertenkelenin ayaklarındaki tüyler gibi bir mikrometreden daha küçük milyarlarca plastik lifler içeren bantın 1 cm<sup>2</sup> si 1 kilogram yük taşıyabilmektedir. Ayrıca bant yüzeyde iz bırakmadan çıkarılmakta ve yeniden kullanılabilir. Aynı prensip ile işleyen böcek, sinek ve örümcek ayakları da farklı yüzey ve yapışma özellikleri için kullanılabilir (Volstad & Boks, 2008).



**Şekil 3.5 : Geko bandı ile ağırlık taşıma örnekleri.**

Ton balığı, orkinos ve köpekbalıklarının kuyruk hareketlerinden esinlenerek su altında elektrik üreten bir araç tasarımı üzerine çalışılmaktadır. Bu balıkların

vücutlarını çok hareket ettirmeden kuyruklarını ileri-geri hareket ettirmeleri bu çalışmanın çıkış noktası olmuştur (Url-13).



**Şekil 3.6 :** Tuna balığı hareketi- jeneratör ilişkisi örneği.

Cilt, göz ve ağız için zararlı olan formaldehit maddesini içermeyen Purebond® Columbia Forest Products firması tarafından üretilen ve midyelerin sualtında kaya, vb. zeminlere yapışmasını sağlayan özelliğinden esinlenilen bir yapıştırıcıdır (Url-14).



**Şekil 3.7 :** Midye – yapıştırıcı ilişkisi örneği.

Dalga hareketini hidrolik basınca aktararak elektrik üretmek üzere türbinleri döndüren BioWave™ deniz bitkilerinin salınımından ilham alınarak tasarlanmıştır. Okyanustaki dalga enerjisini elektrik enerjisine çeviren bu sistem enerji verimliliği konusunda büyük bir öneme sahiptir (Url-15).





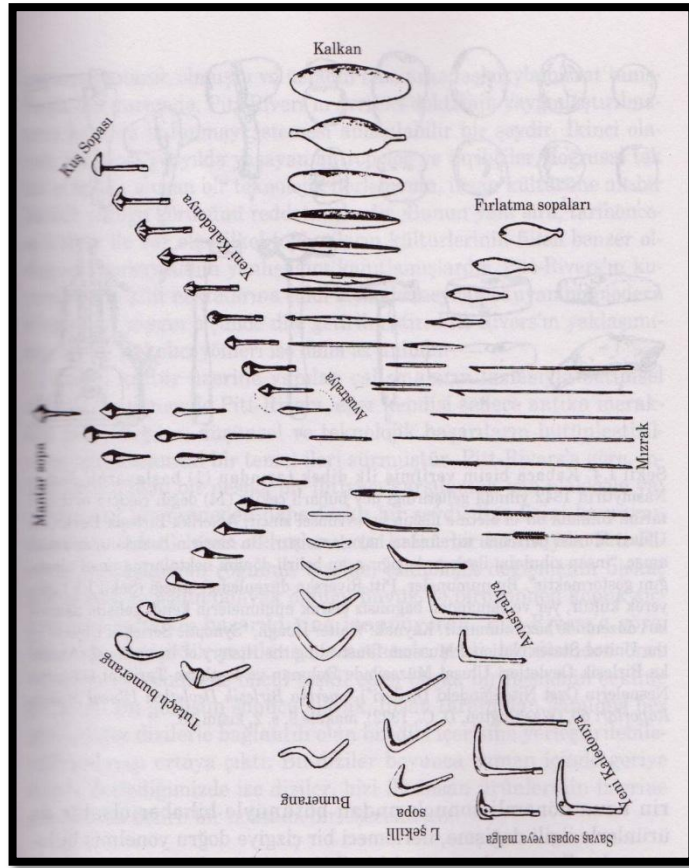
**Şekil 3.8 : Deniz bitkileri ve BioWave™.**

### **3.1.3 Süreç olarak kullanım**

Doğanın işleyiş sürecini özellikle de evrimi tasarım süreci ile karşılaştıran, evrimden tasarıma aktarılabilecek özellikler arayan çalışmalar yapılmıştır. Basalla (1988), kitabının adında bu yaklaşımı olduğu gibi kullanmıştır: Teknolojinin Evrimi. İlk icat edilen ve kullanılan ürünlerden itibaren ürünleri inceleyip evrimsel düzen ile kıyaslamıştır.

“Eğer insan ürünlerinin çeşitliliği, bir teknolojik evrim kuramıyla açıklanacaksa, ürünler arasında sürekliliğin var olduğunu ve yapılan her türlü şeyin benzersiz değil, daha önce yapılan şeylerle bağlantılı olduğunu kanıtlayabilmemiz gerekir. Evrimci açıklamaların peşine düşmemize esin kaynağı olan şey, ürünlerin çeşitliliğidir; ve bu tür bir açıklamanın ön koşulu ise hiç kuşkusuz süreklilik olacaktır.”

Şekil 3.9’de görülen, Avustralya yerlilerine ait silahların evriminin gösterildiği Pitt-Rivers tarafından düzenlenmiş şemadır. Bu dizi tarihsel değil, evrimsel bir sıralamadır.



**Şekil 3.9 :** Avustralya yerlilerine ait silahların evrimi.

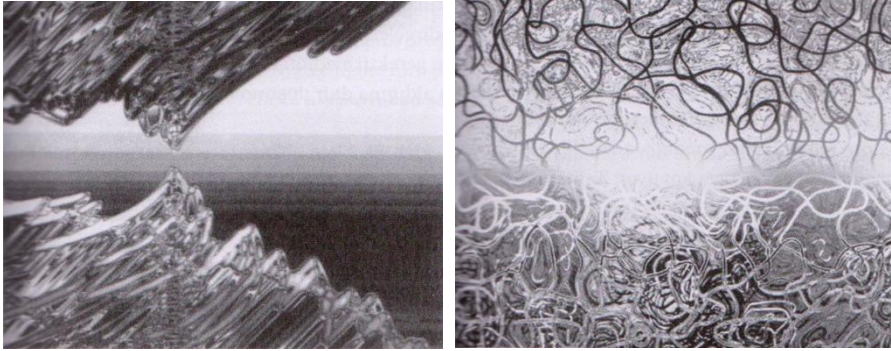
Tonkinwise, tasarımı birçok çelişkili biçimsel ve işlevsel ihtiyacın süreç yönetimi ya da planlanmış bir hareketi olarak tanımlar. Evrim ise biyolojik oluşumların adaptasyonu, seçilimi ve kalıtmalı çeşitliliği ile oluşmuş gelişme esaslı bir süreçtir. Bu sebeple tasarım ve evrimin birbirine benzetilmemesi gerektiğini, evrimsel özelliklerin tasarım özelliklerine direkt olarak aktarılamayacağını ve aktarılmaması gerektiğini öne sürer (2005). Bununla birlikte, bu iki süreci karşılaştırarak yöntem olarak kullanan birçok çalışma bulunmaktadır.

Tasarlama süreci gibi tasarımın tarihsel gelişimi de farklı bir süreç ifade etmektedir. Yagou, tasarımın durağan ve sabit olmadığını, onunla beraber insanların da tasarıma bakış açısının sürekli değiştiğini, bu durum sebebiyle de birçok araştırmacının tasarımı bu hareketli ve sürekli yapısı sebebiyle evrimsel bir bakış açısı ile yeniden değerlendirdiklerini belirtir. Birçok çalışmada tasarım tarihi çizgisel ve gelişmeci bir yapıya oturtulmuş olmasına rağmen, tasarımın gelişiminin bu yönde olmadığını, farklı kullanıcı ihtiyaçları için farklı tasarımlar yapıldığını ve bir 'tasarım ailesi'nin oluşturulduğunu Franken ve Nuvolari'ye de atıfta bulunarak savunur. Evrimsel

açından tasarım tarihi incelenmiş olan bisiklet ve buhar makinesinin de çalışma sonuçlarının bu görüşleri destekler nitelikte olduğunu söyler (2005).

Araştırma yöntemi olarak da evrim ve biyolojiden faydalanılabilir. Langrish Biyoloji'nin amaçbilimsel yaklaşımı olduğunu, fizik ile kıyaslandığında kuvvetin fizik, stratejinin biyoloji olduğunu ve biyolojinin sınıflandırma mantığı üzerine temellendirildiğini; bu yüzden de tasarım araştırmalarında biyolojik yaklaşımların kullanılması gerektiğini söyler (1993).

Murat Eren, Karl Sims'in *Bilgisayar Grafikleri için Yapay Evrim* isimli çalışmasında Lisp programı kullanarak basit komutlarla ve kullanıcı seçimleriyle evrimi taklit ettiği çalışmasına örnek verir. Bu çalışmada, bilgisayar belli komutlarla farklı piksellerde renk kodlaması yapar. Seçicilik ise insanların monitör önünde oturduğu süre üzerinden hesaplanır. Seçici grup beğendiği görüntünün önünde daha uzun süre oturarak bilgisayara seçimlerini bildirmiş olur ve bilgisayar programı da bu seçicilik kriterlerinden hareketle görüntünün evrilmesini sağlar. Bu çalışmada evrimin 10 ila 40 nesil sonrasında ortaya çıkan görüntüleri oldukça ilgi çekicidir (Eren, 2009).



**Şekil 3.10 :** 10 ila 40 nesil sonrasında ortaya çıkan görüntüler.

### **3.2 Tasarım Eğitiminde Doğal Analoji**

Biyoloji bilimi tasarım eğitiminde yer almadığından ve terminolojileri çok farklı olduğundan bir araya getirilmesi yaratıcı sonuçlar doğurduğu kadar da zordur. Helms ve arkadaşları biyoloji ve mühendisliğin nesneleri, ilişkileri ve süreçleri farklı olduğundan biyologların ve mühendislerin farklı dillerde konuştuklarını ve iletişim sorunları yaşadıklarını söyler. Bu farklılıkların sebep olduğu sorunları gidermek amaçlı yapılan çalışmalar vardır. Mak ve Shu biyolojik ve mühendislik tasarımı ile ilgili fiillerin sınıflandırmasını yapmıştır. Nagel ve meslektaşları fonksiyon akışı ile

temellendirilmiş biyolojik sistem modellerinden küçük bir veritabanı oluşturmuştur (Helms, Vattam, & Goel, 2009).

Santulli ve Langella biyomimetik tasarımın eğitimde kullanılabilmesi için müfredatta bu konuyu destekleyecek derslerin olması gerektiğini söylemektedir. Bu uygulama için çeşitli yöntemler (Ashby Diyagramları, TRIZ, Karşıtlık Teorisi, vs.) kullanılıyor olsa da disiplinler arası –özellikle Biyoloji- bilgi birikimine ihtiyaç duyulduğunu savunur. 2. sınıf mühendislik lisans öğrencileri ile yaptıkları doğadan esinlenerek tasarım çalışmasında aldıkları sonuçlar, öğrencilerin projelerinde tasarımsal değer katmak için doğadan faydalandıkları, fakat mühendislik ve sürdürülebilirlik açısından bakıldığında maliyet ve ağırlığı önemsemeyerek projelerinde polimerler, alaşımlar, yenilikçi LEDler, basınçlı elektrik gibi elemanlar kullandıkları yönündedir. Santulli ve Langella bu yöntemin geliştirilmesi gerektiğini söylemektedir (2011) .

İnşaat mühendisliği eğitiminde de biyomimetik uygulama ile bir çalışma yapılmıştır. Öğrencilerin Asknature veritabanını sistemsel yaklaşım (system thinking) yöntemi ile beraber kullanarak sürdürülebilir çözümler üretmeleri istenmiştir (Cattano, Nikou, & Klotz, 2011). Biyomimetik alanındaki yöntem eksikliği ve ihtiyacı bu çalışmada kendini göstermiştir. Araştırmacıların öğrencilere bir yöntem önerme ihtiyacı bunu destekler niteliktedir.

Cheong ve diğerleri Mak ve Shu'nun çalışmasını örnek göstererek öğrencilerin biyolojik oluşumları sözcüklerle tanımladıklarında bir tasarım girdisi olarak daha kolay kullanabildiklerini söylemektedir. Makine mühendisliği öğrencileri ile doğadan esinlenen tasarımlarla ilgili çalışmalar yapan Cheong ve meslektaşları, analogik temellendirme üzerine yoğunlaşmış gözlem ve protokol analizi yöntemlerini kullanmışlardır. Öğrenci çalışmaları değerlendirildiğinde oldukça başarılı çalışmaların yanında konuyu hiç anlamayan veya anladığını düşünüp doğru yansıtamayan öğrencilerin de çalışmalarına rastlanmıştır (Cheong, Hallihan, & Shu, 2012).

Biyomimikri'nin eğitimde kullanılması sadece Biyoloji'nin teknolojiye aktarılması yönünde olmamaktadır. Ters bir süreçle, Biyoloji'ye teknolojiyi yansıtarak da gerçekleşebilir. Tasarım temelli öğrenme prensiplerini uygulayarak ortaokul ve lise öğrencilerine Biyoloji dersi verilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Öğrencilere konu ile ilgili bilgi verilmiş; organizmalar ve özelliklerinin bulunduğu kartlarla,

çeşitli teknolojiler ve özelliklerinin bulunduğu kartlar dağıtılıp grup halindeki öğrencilerden eşleştirmeleri istenmiştir. Bu sayede konuya aşinalıkları artmış ve bu yöntem tasarım temelli öğrenmenin bir parçası olarak kullanılmıştır. Tasarımın aşamalarını (Problem belirleme, mevcut çözümlerle ilgili bilgi toplama, alternatif çözümler bulma, bir alternatifi seçerek optimal çözüm geliştirme, bir prototip yaparak değerlendirme) kullanarak biyoloji ile ilişki kurmaları beklenmiştir (Gardner, 2012).

Hanife Yıldız'ın yüksek lisans tez çalışması için görüştüğü Orhan Küçüker, Özlem Sorlu ve Zeynep Arhon Türkiye'de biyomimikri üzerine çalışan kişilerden bazılarıdır. Prof. Dr. Orhan Küçüker İstanbul Üniversitesi'nde bitki biyolojisi üzerine uzman olan ve doğadan esinlenen tasarım konusunda tez yürütmüş bir akademisyendir. Yürüttüğü tezlerden birinin sahibi olan Özlem Sorlu da bir biyolog olarak sürdürülebilirliğin adaptasyon yeteneği ile ilgili olduğunu ve bu konuda tasarımcılarla biyologların ortak çalışmalarının olması gerektiğini belirtmiştir. Zeynep Arhon ise biyomimikri eğitimi almış Türkiye'deki ilk biyomimikri uzmanı olarak Türkiye'de farklı disiplinleri bir araya getirebilecek yeterli bir eğitim anlayışının olmamasının bu yöntemi engelleyen sebeplerden biri olduğunu ifade etmektedir. Yıldız'ın tez çalışması kapsamında yapılan biyomimikri projesinde Biyomimikri Enstitüsü'nün düzenlediği yarışma hedef alınmıştır. Yüksek lisans öğrencisi mühendis, biyolog ve tasarımcılardan oluşan çok disiplinli bir yapıya sahip ekip tarafından Van depreminde evleri zarar gören depremzedeler için çadır tasarımı yapılmıştır. Havalandırma sistemi için termitlerden, çadırın biçimi için nautilus deniz canlısından yararlanılmıştır (Yıldız, 2012). Yapılan çalışma işlevsel olarak doğayı taklit etme açısından önemli bir aşamada olmakla birlikte; zaten bu işlevler için kullanılmış canlıları yeniden kullanarak sonuca ulaşılmıştır. Yapılan araştırma yeni bir bakış açısı veya özgün bir tasarım ortaya koymamıştır. Tezde de bahsedildiği gibi biyomimikri yeni gelişen bir alandır. Bu sebeple tasarımcılar tarafından verimli şekilde kullanılamamaktadır.

### **3.2.1 Doğal analogi ile ilgili kurumlar**

Doğadan esinlenerek yapılan tasarımların hem insan sağlığının hem de doğanın sürdürülebilirliği üzerindeki etkisini ve önemini insanlara, şirketlere, araştırmacılara ve akademisyenlere anlatmak veya bu konuda profesyonel danışmanlık vermek üzere



yapılandırılmış kurumlar, bu alanda araştırmalar yapan üniversiteler ve enstitüler bulunmaktadır.

The Biomimicry Guild Janine Benyus ve Dayna Baumeister tarafından 1998’de kurulmuş, şirketlere profesyonel olarak biyomimikri danışmanlığı yapan bir kurumdur. Sürdürülebilir ve çevre dostu ürün ve süreçlerin tasarımı üzerine hizmet veren kurumun müşterileri arasında Boeing, Coca-Cola, DuPont, Nike, IDEO gibi firmaların yanında Arizona State University, University of Iowa, Georgia Tech gibi eğitim kurumları, American Institute of Architects, American Interior Design Association gibi kurumlar yer almaktadır (Url-7, 2008).

Biomimicry Guild’e ait “Biyologlar Tasarım Masasında” (Biologists at the Design Table) isimli girişimde Benyus ve biomimicry.net’in geliştirdiği biyomimikri eğitimi almış biyologlar tasarım problemlerini karşılayabilecek doğal stratejileri bulup bunları tasarım sistemlerine ve stratejilerine aktarabiliyorlar. Ayrıca bu stratejilerin fizibilite analizleri ve aksiyon planlarını sunabiliyorlar. Fakat bu hizmet, serbest çalışan tasarımcılar ve küçük ölçekli tasarım ofisleri için maliyeti yüksek bir uygulamadır. Bir diğer hizmet de “Bir Biyoloğa Bağlanın” (Dial-a-Biologist) isimli telefon hattı üzerinden doğanın stratejileri ile ilgili teknik sorulara cevap alınabilen sistemdir. Bu hizmet aynı zamanda araştırmacıları ve bilim insanlarını, tasarım şirketleri ile bir araya getirip ağ kurmalarına yardımcı olan atölye çalışmalarını ve eğitimleri içermektedir (Volstad & Boks, 2008).

Biomimicry 3.8 Institute Janine Benyus ve ortakları tarafından 2006’da kurulmuş, kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. Kısa süreli atölye çalışmaları ve iki yıllık sertifika programlarının yanında ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde biyomimikri ile ilgili kaynaklar, müfredatlar konusunda danışmanlık hizmetleri bulunmaktadır. Profesyonellere ve eğitimcilere çalıştay imkanları sağlamaktadır. Yıllık düzenlenen bir eğitim zirvesinin de evsahipliğini üstlenmektedir (Url-3).

Biyomimikri üzerinde kapsamlı çalışmalar yapan eğitim kurumlarından örnek olarak şunlar verilebilir: Georgia Teknoloji Enstitüsü’nün Center for Biologically Inspired Design isimli araştırma merkezinde mekanik, malzeme, sistem ve bilişsel alanlarda doğadan esinlenilmiş tasarımlar üzerine araştırmalar yapılmakta, seminer ve etkinlikler düzenlenmekte ve akademik dergi ve konferanslar için yayınlar yapılmaktadır (Url-8, 2005). Arizona State Üniversitesi Herberger Tasarım ve Sanat

Enstitüsü bünyesinde Innovation Space isimli bir oluşum bulunmaktadır. Bu oluşumun bir ayağı da ürün tasarımıda Biyomimikri üzerinedir (Url-9). Daha önce Bath Üniversitesi Centre for Biomimetic and Natural Technologies araştırma merkezinde çalışmalar yapan ve hala Bath Üniversitesi'nde mühendislik öğrencilerine eğitim veren Prof. Julian Vincent ile Nikolay Bogatyrev 2008'de BioTRIZ isimli yapıyı oluşturmuştur. TRIZ yöntemini Biyomimetik alanında uygulayarak doğadan esinlenen tasarım çalışmaları yapılmaktadır (Url-10, 2010).

2001 yılında kurulan ve 2004 yılında büyüyen BLOKON, Almanya'da biyonik ve biyomimetik alanında önemli rol oynayan 28 birimden oluşan bir topluluktur. Federal Eğitim Bakanlığı desteği ile fon sağlamaktadır. Amacı, iş dünyasına ve sanayiye, bilim insanlarına, topluma biyonik alanının potansiyelini ve imkanlarını gösterebilmektir. Uluslar arası girişimlerde bulunarak bilgi alışverişi, ilk-orta ve yüksek eğitim seviyelerinde müfredat çalışmaları yapmaktadır (Url-11).

### **3.2.2 Doğal analogi ile ilgili etkinlikler**

Biyomimikri'yi yaygınlaştırmak için yapılan ticari ve akademik etkinlikler seminer, çalıştay, yarışma ve eğitim şeklinde olabilmektedir.

Biomimicry 3.8 Institute tarafından yürütülen çalıştay ve seminerler hem profesyonellere hem de öğrencilere yönelik olarak düzenlenmektedir. 2013 yılı Haziran ayında 7.si düzenlenecek olan Biomimicry Education Summit isimli zirvede ilk defa dışarıdan özet kabul edip değerlendirerek sunum yapmak üzere akademisyenleri davet etmişlerdir. Ortaokuldan üniversiteye kadar her derecede Biyomimikri eğitimi vermek üzere çalıştaylar düzenleyen kurum çalışmalarını hızla çeşitlendirmekte ve çoğaltmaktadır (Url-12, 2012).

Alan Marshall'ın (2009) kitap haline getirdiği Ecomimicry Projesi, doğadan esinlenen çevre dostu tasarımlar üzerine yapılmış öğrenci çalışmalarını içerir. Ürün Tasarımı, Peyzaj ve Toplum Tasarımı ve Sanat gibi başlıklar altında toplanan çalışmalar Avustralya'nın güney kıyısı ve Karpat Dağları bölgelerindeki vahşi yaşamın özellikleri kullanılarak yapılan konsept aşamasındaki tasarımlardır.

2010 yılında Washington Üniversitesi'nde Sanat Fakültesi Tasarım Bölümü'nde yaz dönemi dersi olarak Biyomimikri projesi verilmiştir. Bu projede öğrencilerin doğadaki gözlemleri üzerine fotoğraf ve eskizler kullanarak tasarım fikirleri

geliştirmeleri beklenmiştir. Bu etkinliğin duyurusu mühendislik bölümlerinin internet sayfalarında da duyurulmuştur (Gian, 2010).

Türkiye’de de Biyomimikri ve doğal analogi ile ilgili etkinlikler yapılmaktadır. 25 Mayıs 2012’de Koç Üniversitesi’nde açılan, Yrd. Doç. Dr. Kerem Pekkan yürütücülüğünde yapılan çalışmalardan oluşan *Biyolojiden İlham Alan Tasarımlar Öğrenci Sergisi* buna örnek verilebilir. Ayrıca, Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde Yekta Bakırlioğlu, Çağla Doğan, Fatma Korkut ve Sedef Süner tarafından yürütülen *Doğadan Öğrenen Sürdürülebilir Tasarım Çalıştayı* da bir diğer örnektir (Kasım, 2012).

### 3.2.3 Doğal analogi ile ilgili veri tabanları

Biomimicry Institute’un oluşturduğu asknature veritabanı ([www.asknature.org](http://www.asknature.org)) doğadan esinlenerek oluşturulmuş ya da tasarlanmış malzeme, sistem, proje veya patentli ürünleri barındırmaktadır. Herkesin erişimine açık olan ve yeni araştırmalarla güncellenen bir bilgi kaynağıdır. Arama motorunda hem biyolojik hem de mekanik terimler aratılarak çeşitli analogik bilgiye ulaşılabilmektedir. Fakat bu bilgilerin çoğu biyolojik terim ağırlıklı ve tasarımcılar tarafından anlaşılması zor olabilecek seviyededir. Bu veritabanının verimli kullanılabilmesi için bu terimleri okuyabilme yeteneğine sahip olunması gerekmektedir.

Chakrabarti sistemi Chakrabarti tarafından geliştirilen ve Kolle tarafından sunulan ürün tasarımı için yeni fikir geliştirme yöntemidir. Doğal ve yapay sistemlerle analogi kurmak üzerine temellenmiştir. Bu sistemde iki paralel veritabanı bulunmaktadır. Biri doğal sistemlerin belirli hareketleri nasıl yaptığını tanımlar. (örn. böcekler-uçmak, balıklar-yüzmek, çekirgeler-zıplamak, vs.) Diğeri ise çeşitli davranışları gerçekleştirebilen yapay mekanik sistemleri içerir. (örn. dişli-aktarma, elektrik süpürgesi-emme, delgeç-delik açma, vs.) Bu sistemle tasarım problemine birçok analogik çözüm bulunabilmekte fakat hangilerinin doğadan bulunan çözümler olduğu belli olmamaktadır (Volstad & Boks, 2008).

The Encyclopedia of Life ([www.eol.org](http://www.eol.org)) hayvan, bitki, mantar ve organizmalarla ilgili bilgi içeren bir veritabanıdır. Aranan canlı varlıkla ilgili tanımlayıcı bilgiler, görseller, ilgili kaynaklar içermektedir. Bu veritabanında tasarımla analogi kurulmuş ya da kurulabilecek örnekler yoktur, fakat esinlenilen canlı ile ilgili detaylı bilgi edinmek için faydalı olabilir.



## 4. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

### 4.1 Araştırmanın Amacı

Literatür araştırmasından çıkarılan sonuca göre; doğal analogi birçok alanda kullanılmakta ve kullanım alanı gittikçe artmaktadır. Tasarımdaki kullanım alanı da genişlemekle birlikte diğer alanlara göre daha yavaştır. Bunun sebebi bilimsel ve teknik bilgi eksikliği ile bu yöntemin yüzeysel kullanılmasıdır. Bu da tasarımların niteliksiz ve ‘kitsch’ bir uygulamaya doğru gitmesine sebep olmaktadır. Tasarım eğitiminde daha çok yaratıcılık teknikleri ile ilgili derslerde ders yürütücüleri tarafından Biyomimikri olarak tanıtılan bu yöntem, bütünsel bir yaklaşımdan çok, konsept aşamasında esinlenilebilecek bir kaynak olarak görülmektedir.

T.C. Okan Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencileri üzerinde yapılan gözlem sırasında bu yöntemin öğrenciler tarafından stüdyo projelerinde kullanılmadığı, kullananların da çok yüzeysel ya da biçimsel düzeyde kaldığı görülmüştür.

Tasarım eğitiminin doğası gereği Biyoloji ile ilgili derslerin bulunmamasının ve öğrencilerin ortaöğretimden kalan Biyoloji bilgilerinin ve ilgilerinin doğal analogi kurmaya yetecek seviyede olmamasının bu durumun sonuçları olabileceği düşünülmüştür. Bunun yanında birçok yöntemden biri olarak öğretilen Biyomimikri ile ilgili bu derslerde derinlemesine çalışamayacağı, diğer yöntemler için de geçerli olduğu gibi ancak öğrencinin ilgisi ve araştırması ile verimli kullanılabileceği öngörülmüştür.

Bu teze konu olan çalışmada da öğrencilerin Biyomimikri ile ilgili daha geniş bilgiye sahip olmaları durumunda bu yönteme yaklaşımları incelenmek istenmiştir. Konu ile ilgili bilgilendirici bir sunum hazırlanıp arkasından düzenlenecek bir çalıştay planlanmıştır.

## 4.2 Ampirik Araştırma

T.C. Okan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakóltesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğrencilerinin ‘Tasarımda Çağdaş Yönelimler’ dersinde tanıştıkları birçok tasarım yönteminden biri olan Biyomimikri’nin stüdyo projelerinde herhangi bir yansıması olmadığı halde; aynı derste öğrendikleri ‘Tasarımda Metafor Kullanımı’, ‘Tasarımda Duyuların Kullanımı’ gibi yöntemleri stüdyo projelerinde kullananların olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ‘Tasarımda Yaratıcılık’ dersinde öğrendikleri ‘TRIZ’, ‘SWOT Analizi’ gibi yöntemleri de projeleri için kullandıkları görülmüştür. Bu noktadan hareketle, öğrencilerin kendilerine uygun buldukları yaratıcılık yöntemlerini projelerinde kullandığı sonucu çıkarılmış; Biyomimikri’yi uygun bulmadıkları düşünülmüştür. Öğrenci yaklaşımlarının incelenmesi için yapılacak çalıştaydan önce bir ön çalışma yapılmış; bu çalışmanın sonuçlarına göre çalıştay planlanmıştır.

Yapılan araştırmanın aşamaları, araştırmaya katılan öğrenci gruplarının sınıf ve kurum bilgisi, yapılan tasarım çalışmalarının konuları ve açıklamaları ile Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1 : Ampirik araştırmanın aşamaları.**

| <b>Aşamalar</b>    | <b>Katılımcılar</b>                            | <b>Çalışma Konusu</b>                                                                         | <b>Açıklama</b>                                                                                                                             |
|--------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ön Çalışma         | İTÜ (1.sınıf öğrencileri)                      | Design Theories and Methods Dersi<br>Synectics Konusu-<br>Stüdyodaki akustik ve ışık problemi | Öğrencilerin, biri doğal analogi olmak üzere iki analogi türü kullanarak verilen probleme çözüm getirmesi                                   |
| 1. Çalıştay        | Okan Üniversitesi (3. ve 4. Sınıf öğrencileri) | Stüdyo Projesi-<br>Mobilya tasarımı konusu                                                    | www.asknature.org veritabanını kullanarak öğrencilerin stüdyo projelerindeki problemlere doğadan çözümler araması                           |
| Gözlem-<br>Görüşme | Okan Üniversitesi (4. sınıf öğrencileri)       | Bitirme Projesi-Kamp için barınma ünitesi tasarımı                                            | Biyomimikri konusunu bilmeden projelerinde kullanmak isteyen öğrencilerin konu hakkında bilgilendirilerek yeniden tasarım çalışması yapması |
| 2. Çalıştay        | İTÜ (2. Sınıf öğrencileri)                     | Bulaşıklık ve Kamera Tasarımı                                                                 | www.asknature.org veritabanını kullanarak iki farklı probleme bilgilendirme öncesi ve sonrası doğadan çözüm aramak                          |

#### 4.2.1 Ön çalışma

İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Ürünleri Bölümü'nde 'Design Theories and Methods' dersi kapsamında bir ön çalışma gerçekleştirilmiştir. Doç. Dr. Şebnem Timur Öğüt ve Araş. Gör. Özge Merzali Çelikoğlu tarafından yürütülen ders 1. Sınıf dersidir. Ders kitabı olarak *The Delft Design Guide* takip edilirken, buradaki tasarım yöntemleri teker teker incelenmektedir (van Boeijen & Daalhuizen, 2010). Ön çalışmayı yapmak için 'Synectics' konusunun işlendiği hafta seçilmiştir.

Dersin işlenişi gereği, öğrenciler beşer kişilik gruplara ayrılmış; bir grup konuyu anlatan bir sunum yaparak kitapta geçen beş analogi türünü açıklamıştır. (Direkt Analogi, Kişisel Analogi, Doğal Analogi, Fantastik Analogi, Paradoksal Analogi). Daha sonra tüm gruplara iki tasarım problemi verilmiş; bu problemlerden birini seçerek çözmeleri, bunun için de beş analogi türünden ikisini seçmeleri istenmiştir. Bu türlerden birinin Doğal Analogi olması şartı istenmiştir.

Problemlerden biri, stüdyoda hocanın sesinin arka tarafa gitmemesi, diğeri de pencereden gelen ışığın öğrencileri çalışırken rahatsız etmesidir. Yaptıkları analogi çalışmasının çıktılarını yazmak üzere her gruba bir form (Ek.A) dağıtılmış ve doldurmaları istenmiştir. Grupların doğal analogi ve seçtikleri diğer analogi türü için problemlerine buldukları çözümler Çizelge 4.2'de özetlenmiştir.



**Çizelge 4.2 : Ön Çalışma sonunda beşer kişilik öğrenci gruplarının Analoji Çalışması Sonuçları.**

|         | Seçilen Problem                                     | Doğal Analoji Yöntemi |                                                                                 | Diğer Analoji Yöntemi |                             |                                                                                                                    |
|---------|-----------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                     | Esinlenen             | Sonuç                                                                           | Analoji Türü          | Esinlenen                   | Sonuç                                                                                                              |
| Grup 1  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Nehir yatakları       | Nehir yataklarına benzer yarıklar olan tavan panelleri                          | Fantastik Analoji     | Büyük kulaklar              | Sesin şiddetine göre ayarlanabilen kulaklar                                                                        |
| Grup 2  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Horoz ağzı            | Yüksek sesle konuşabilmek için kullanılacak ve horozun ağzına benzeyen bir araç | Fantastik Analoji     | Robot                       | Hoca ile aynı şekilde hareket edip konuşan ve stüdyonun arka tarafında bulunan bir robot                           |
| Grup 3  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Yankı                 | Belirli bir noktaya konuşulduğunda sesi tüm stüdyoya dağıtan bir sistem         | Fantastik Analoji     | Hologram                    | Hoca ile aynı şekilde hareket edip konuşan ve stüdyonun arka tarafında bulunan bir hologram                        |
| Grup 4  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Fil kulağı            | Fil kulağından esinlenilerek tüm sesleri toplayıp dağıtacak bir sistem          | Fantastik Analoji     | Tinkerbelle                 | Ön taraftaki sesleri arkaya taşıyan ve robot teknolojisine sahip küçük periler                                     |
| Grup 5  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Mağaradaki yankılanma | Bazı mağaralardaki gibi olan ve sesi her yere dağıtan bir mekan tasarımı        | Fantastik Analoji     | Nanoteknoloji               | Havada uçan ve sesi ileten nano-parçacıklar                                                                        |
| Grup 6  | Stüdyonun arka tarafına ses gitmemesi               | Çan çiçeği            | Çan çiçeğinin biçiminde ve sesin daha ileriye iletilmesini sağlayan bir araç    | Fantastik Analoji     | Fantastik 4'lü-Elastik Adam | Sesi istenen her noktaya ulaştırabilen ve esneyip uzayabilen elastik bir ağız                                      |
| Grup 7  | Pencereden gelen fazla ışığın çalışmayı engellemesi | Ağaç yaprakları       | Ağaç yapraklarından esinlenilerek yeteri kadar ışığı geçiren püsküllü perde     | Fantastik Analoji     | Mistik ağaç                 | İnsanlarla konuşma yeteneği olan bir ağacın konuşmak için insanların pencerelerine giderek oluşturduğu gölge       |
| Grup 8  | Pencereden gelen fazla ışığın çalışmayı engellemesi | Ayçiçeği              | İşığın şiddetine göre hareket edecek ve ışığı yansıtacak fotosel sistemi        | Fantastik Analoji     | X-Men - Cyclops             | Cyclops'un X ışınlarından koruyan gözlüğü gibi, pencerelerde bulunan ve ışığın zararlı etkilerinden koruyan camlar |
| Grup 9  | Pencereden gelen fazla ışığın çalışmayı engellemesi | Ağaç yaprakları       | Yapraklardan esinlenilerek yeterli ışığı geçirip fazlasını engelleyen tente     | Fantastik Analoji     | UFO                         | İşığın şiddetine göre gölge oluşturan uçan bir tente                                                               |
| Grup 10 | Pencereden gelen fazla ışığın çalışmayı engellemesi | Ayçiçekleri           | Belli bir ışık şiddetinde Güneş'e yönelen ve ayçiçeklerinden esinlenen perdeler | Direkt Analoji        | İşığı yansıtıcı jel         | Vücuda sürülen ve hem sıcaktan hem de parlamadan koruyan yansıtıcı bir jel                                         |

Bu çalışmadan çıkarılan sonuçlara göre; öğrencilerin doğal analogi kurarken öne sürdükleri çözümler kendi Biyoloji bilgileri ile sınırlı kalmaktadır. Bu yöntemi daha verimli şekilde kullanabilmeleri için biyolojik varlıklarla ilgili daha çok bilgiye ihtiyaç duyacakları düşünülmüştür. Bunun yanında, tasarım konusundan da çok uzaklaşmadan; ilişki kurabilecekleri seviyede işlenmiş bilgilere ulaşabilmeleri gerekmektedir. Bu sebeple öğrencilere kullanabilecekleri bir veritabanı önerme gereksinimi ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin, 1.sınıf düzeyinde olmalarına ve henüz tasarım projesi yapmamış olmalarına rağmen getirdikleri yaklaşımların çoğunlukla işlev ve işlev-biçim üzerine olması dikkat çekicidir. Bunun sebeplerinden biri problemin tanımlanmış olması olabilir; bu nedenle yapılacak çalıştayda da tanımlı problemler üzerinden gidilmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmada Fantastik Analogi'ye olan ilgideki yoğunluk öğrencilerin daha kolay benimsedikleri ve hakim oldukları konularla ilgili yöntemleri kullanmaya eğilimli olduklarının bir örneği olarak ortaya çıkmıştır.

Tasarımla doğayı ilişkilendirebilmeleri için öğrencileri biyolojik olgularla ilgili bir kaynağa yönlendirmek gerektiği ve öğrencilerin problem tanımı üzerinden çalışmalarının verimi artırabileceği bu çalışmadan elde edilen sonuçlardır.

#### **4.2.2 İlk çalıştay**

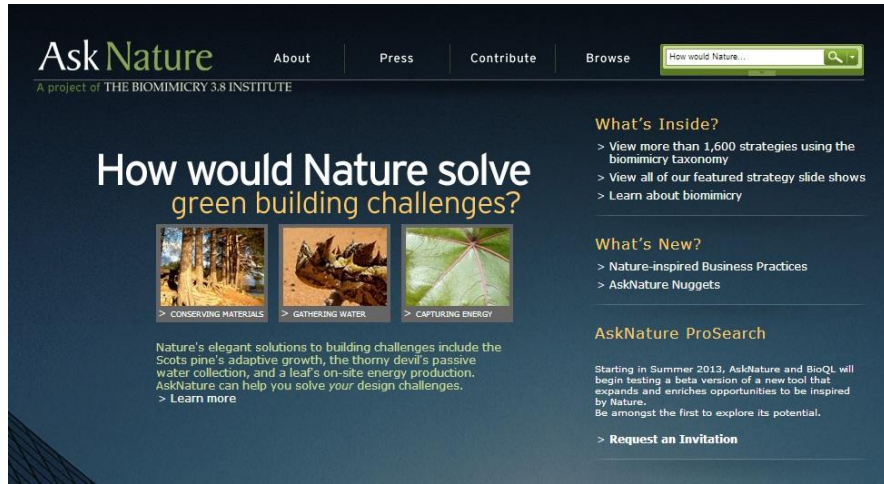
Tasarım eğitiminde doğal analoginin derslerde yürütücüler tarafından çoğunlukla 'Biyomimikri' olarak tanıtılmasından dolayı çalıştaylarda 'Doğal Analogi' yerine 'Biyomimikri' terimi kullanılmıştır. Bu sebeple bu bölümde de bu terim kullanılacaktır.

Çalıştay T.C. Okan Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü 3. ve 4. Sınıf derecesindeki öğrenciler için hazırlanmıştır. Öğrencilere Biyomimikri'yi daha kapsamlı şekilde tanıtmak ve ne olup ne olmadığını anlatmak amacıyla görseller ve örneklerle desteklenmiş bir sunum yapılmıştır. Bu sunumda, mühendislik alanında ve endüstriyel tasarım alanında uygulanmış Biyomimikri örnekleri ile sadece biçim olarak taklit edilmiş tasarım örnekleri gösterilerek açıklanmıştır. Sunumun sonunda da Biyomimikri Enstitüsü'ne ait olan [www.asknature.org](http://www.asknature.org) web sitesi tanıtılmış, nasıl kullanılacağı uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bu sitedeki bilgilerin, biyolojik varlıkların tasarıma uygulanabilecek özellikleri ve daha önce tasarıma yansıtılmış

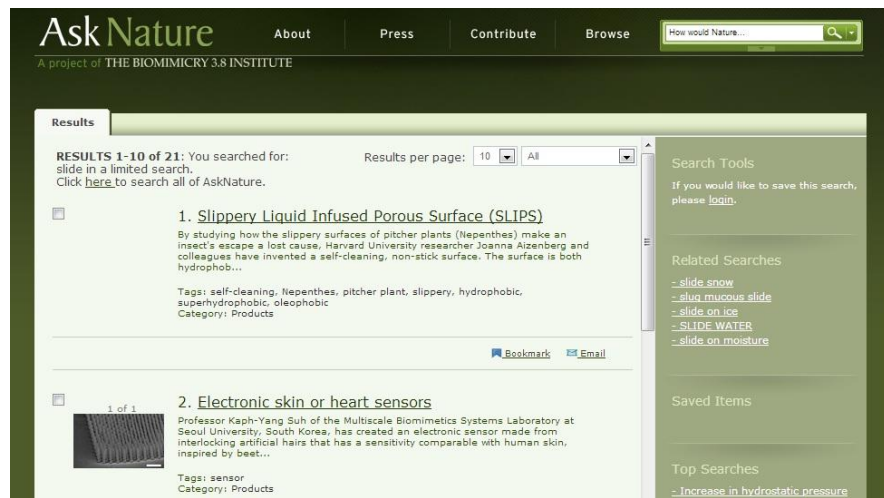
biyolojik olguları bulabilmeleri için öğrencilere yararlı bir veritabanı olabileceği düşünülmüştür.

Asknature veritabanı The Biomimicry 3.8 Institute tarafından oluşturulmuş bir internet sitesidir. Bu sitede doğal varlıklarla veya yapay dünya ile ilgili herhangi bir anahtar sözcük aratılabilir. Yapılan arama sonucu doğal varlıklarla ilgili bilgilere ulaşmak mümkündür. Ayrıca doğal analogi uygulanarak çalışılmış konsept projeler ya da hayat geçirilmiş ürün örnekleri görülebilmektedir.

Şekil 4.1’de anasayfa görünümü verilen sitenin sağ üst köşesindeki arama motoruna araştırılmak istenen anahtar sözcük girilir. Çalıştayda verilen örnekte “slide” sözcüğü arama motoruna yazılıp araştırılmıştır. “slide” sözcüğü ile alakalı sonuçlar listelenmiştir. Örneğin çıkan ilk sonuç seçildiğinde (Şekil 4.2) seçilen sonuçla ilgili görsel ve yazılı bilgiler görülmektedir. (Şekil 4.3)



Şekil 4.1 : Asknature veritabanı anasayfası görünümü.



Şekil 4.2 : “slide” anahtar sözcüğü ile yapılan arama sonuçları.



**Şekil 4.3 :** Arama sonuçlarından birinin açıklama sayfası.

Sunumun ardından, öğrencilerden stüdyo dersi projelerinde çözmeye çalıştıkları problemleri verilen forma (Ek.B) yazmaları istenmiştir. Bu problemlere doğada çözüm arayabilmek için anahtar kelimeler bulmaları ve bu kelimeleri verilen internet sitesinde araştırmaları istenmiştir. Çalıştay sonunda da öğrencilere anket uygulanmıştır.

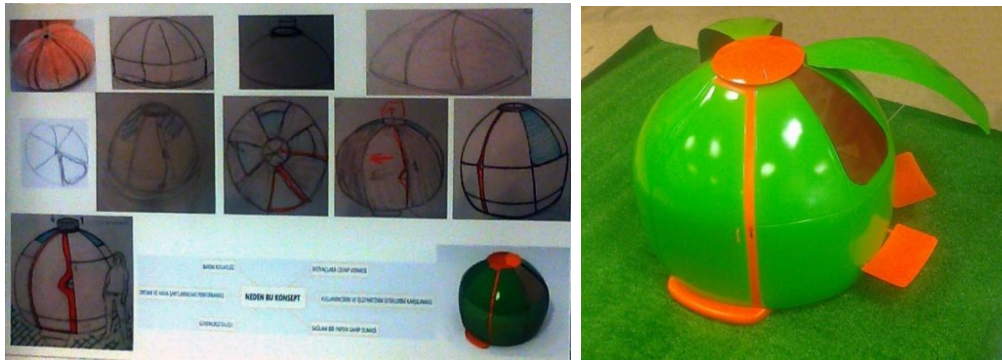
Final jürisinde hiçbir öğrencinin bu yöntemi projesinde kullanmadığı görülmüştür. Anket sonuçlarına göre öğrenciler doğanın problem çözme konusundaki yetenek ve olanaklarını daha iyi anlamış; fakat proje sonuçlarına göre kendi problemlerine bunu uygulayamamışlardır. Öğrencilerden biri projedeki problemlerinin ‘doğayı taklit ederek çözemeyecek kadar mekanik ve karmaşık’ olduğunu belirtmiştir.

Çalıştay 18 kişi ile başlamış, 8 kişi tarafından tamamlanmıştır. Günün kötü hava koşulları öğrencilerin çoğunun çalıştaydan erken ayrılmasına sebep olmuş; kalanların da dikkatini dağıtmıştır. Bu çalışmanın diğer bir zayıf yanı ise öğrencilerin çoğunun yeterli İngilizce bilgisine sahip olmamasıdır. Bu da İngilizce olan veritabanını verimli kullanamamalarına sebep olmuştur. Anahtar kelime aramasından çıkan ilk sonuçları Youtube veya Google gibi sitelerde araştırmaları önerildiyse de öğrenciler pek istekli olmamıştır. Bu nedenle İngilizce bilgisi daha iyi seviyede olan ve daha kalabalık bir öğrenci grubu ile çalışmanın tekrarlanmasına karar verilmiştir. Bunun yanında, yapılan problem tanımlarının da herhangi bir araştırma için de zayıf olduğu

görülmüş; bir sonraki çalışma için daha sistemli bir araştırma yöntemi önerilmesine karar verilmiştir.

Bu sırada mezuniyet projesi yapan ve daha önce Biyomimikri ile ilgili ders almamış beş öğrenciden üçünün çalışmalarında doğadan esinlendikleri görülmüştür. Bu öğrencilere neden ‘doğadan esinlenme’yi seçtikleri ile ilgili anket uygulanmış ve Biyomimikri hakkında bilgi verilmiştir. Proje konusu afet zamanları veya kamp alanları için barınma ünitesi olan öğrenciler, sonuç ürünün doğada kullanılacak olması sebebiyle doğadaki bir forma benzetme ihtiyacı duyduklarını belirtmiştir.

Final jürisinde doğadan esinlenerek projesini tamamlayan dört öğrenci olmuştur. Projeye başlarken doğa ile ilgili çalışmayan dördüncü öğrenci biçim-işlev ilişkisi açısından esinlendiği prensibi uygulama açısından diğerlerine göre daha başarılı olmuştur. Diğer üç öğrenci ise biçim olarak takit ettikleri doğal varlıkları işlev açısından yeterince analiz etmemiş ve projelerine yansıtamamışlardır. Bu sebeple doğadan esinlenmeleri biçimsel benzetimden öteye geçememiştir.



**Şekil 4.4 :** Deniz kestanesinden esinlenilen tasarım.

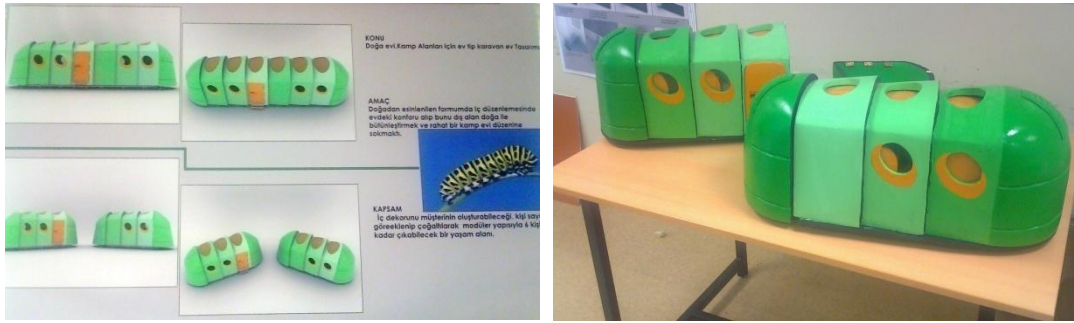
Deniz kestanesinin davetkar çizgilerinden esinlenerek, kullanmayı teşvik eden bir tasarım yaptığını düşünen öğrencinin tasarımı Biyomimikri’nin derinlemesine ve bütünsel uygulandığı bir proje olmaktan çok yüzeysel kullanımına örnek teşkil etmiştir.





**Şekil 4.5 :** Doğanın renklerinden yararlanılan tasarım.

Doğanın renklerini kullanarak tasarım yaptığını söyleyen öğrencinin tasarımı da Biyomimikri'nin işlevsel ve bütünsel olarak doğayı taklit etme amaçlarına uygun bir kullanım değildir.



**Şekil 4.6 :** Tırtıldan esinlenilen tasarım.

Bir başka öğrenci, modüler yapıdaki projesini tırtıldan esinlenerek tasarladığını söylerken; projesinin yapısal tasarımı ile tırtılın yapısal tasarımının oldukça farklı olduğu belirtilince sadece görünüş olarak benzediğini söylemiştir. Bu benzerlikten yola çıkarak ürünün renk ve desenlerine karar vermiştir. Yapısal taklit ile projeye başlayıp biçimsel ve görsel taklide dönüşmüş bu tasarım projesi de Biyomimikri'nin işlevsel ve bütünsel kullanımına uygun değildir.



**Şekil 4.7 :** Mürekkep balığından esinlenilen mobil barınma ünitesi.

Mobil bir barınma ünitesi tasarladığı gerekçesiyle mürekkep balığının aerodinamik yapısından esinlendiğini belirten ve projeye Biyomimikri ile başlamamış olan öğrenci, Biyomimikri ile ilgili diğer öğrencilere kıyasla daha başarılı olmuştur. Arkasında derinlemesine bir teknik araştırma olmamasına rağmen analogik gerekçelendirmeyi doğru yapmıştır.

Biyomimikri'yi tanımadan onunla projeye başlayan öğrencilere çalıştay faydalı olmazken; konuyu hiç bilmeyen bir öğrenciye doğru yaklaşım konusunda etkili olmuştur. Buradan da öğrencilerin yanlış bilgilerle oluşturdukları yargılarının bu yöntemi verimli kullanamamalarına sebep olduğu görüşü çıkabilir.

#### **4.2.3 İkinci çalıştay**

İlk çalıştaydan yeterli sonuç alınamayınca, İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü 2. Sınıf öğrencileriyle yeniden çalıştay düzenlenmiştir. Bu öğrenciler, daha önceki ön çalışmaya katılan öğrencilerdir. Tüm dersleri İngilizce olduğundan dile daha hakim olmaları, ilk çalıştayda İngilizce araştırma konusunda yaşanan problemi ortadan kaldırmıştır.

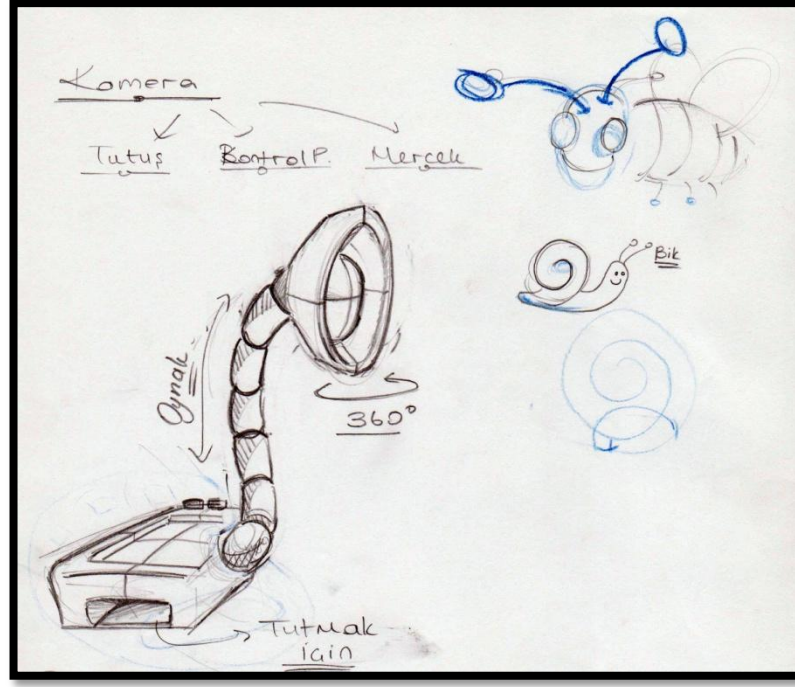


**Şekil 4.8 :** Çalıştay anından bir görüntü.

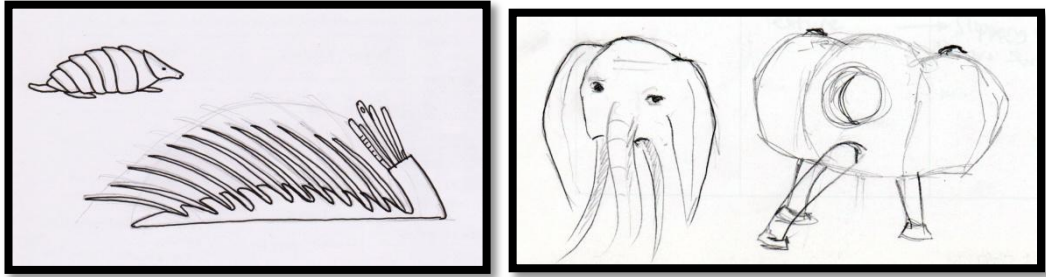
Çalışmaya 25 öğrenci katılmıştır. Çalıştay üç bölüm halinde gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde kısa bir tanışma sonrasında öğrencilere iki farklı ürün verilmiş ve bu ürünleri doğadan esinlenerek tasarımları istenmiştir. Öğrenciler en fazla üç kişilik gruplar halinde çalışmış, yazılı ve görsel olarak konsept önerileri getirmişlerdir.

Öğrencilere, tasarımları için konu olarak kamera ve bulaşıklık verilmiştir. Bunun sebebi, kameranın ilk bakışta biyolojik bir varlıkla ilişki kurulabilecek potansiyele sahip olduğunun düşünülmesidir. Örneğin, kameradaki lensin bir hayvanın gözü ile ilişkilendirilmesi kolay kurulabilecek bir bağlantı olabilir. Tersine, bulaşıklıkta doğrudan ilişki kurulabilecek öğelerin olmayışı, öğrencilerin farklı ilişkiler kurmasını sağlayabilir. İki durumda da öğrencilerin nasıl yaklaşacağını gözlemleyebilmek amaçlanmıştır.

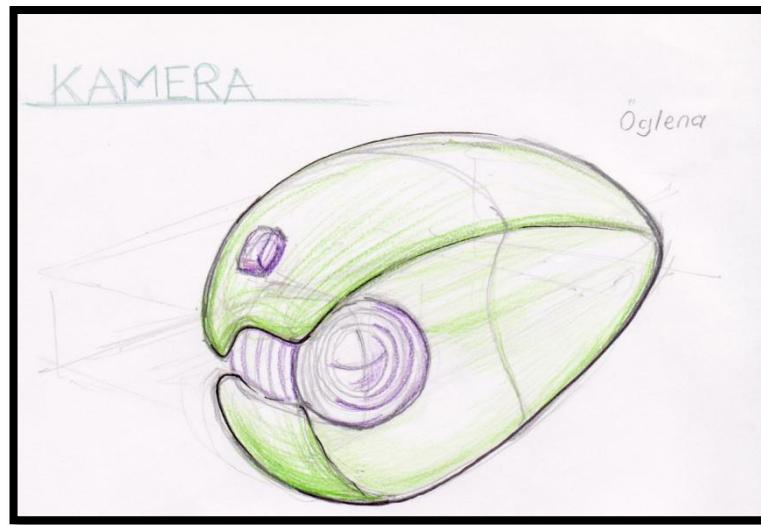




Şekil 4.9 : İşlevden dolayı biçim taklidi örneği.



Şekil 4.10 : Yapıdan dolayı biçim taklidi örnekleri.



Şekil 4.11 : Salt biçimsel taklit örneği.

İkinci bölümde yapılan Biyomimikri ile ilgili sunumdan önce öğrencilere yaptıkları çalışma ile ilgili genel sorular yöneltilmiştir. ‘Doğadan esinlenerek çalışma’nın eğlenceli olmasının yanında zor olduğu çoğunluk tarafından ifade edilmiştir. Sunum sırasında öğrencilerin dikkatle dinledikleri, gösterilen örnekler ve tanıtılan kişilerle ilgili not tuttukları gözlemlenmiştir. Sunum sonunda [www.asknature.org](http://www.asknature.org) internet sitesi tanıtılmış; bu siteyi araştırma amaçlı nasıl kullanacaklarını göstermek üzere örnek uygulamalar yapılmıştır. Sunumda, bu tezin üçüncü bölümünde de yer verilen doğadan esinlenerek yapılmış tasarım çalışmaları örnekleri hakkında bilgi verilmiş; ilk çalıştayda olduğu gibi veritabanı üzerinden anahtar sözcük araştırma uygulaması yapılmıştır. (Bkz. Şekil 4.1, 4.2, 4.3). Ardından, birinci bölümde çalıştıkları konular üzerinde bu siteyi kullanarak araştırma yapmaları ve buradan yararlanarak yeni çözümler önermeleri istenmiştir. Bunun için de şöyle bir yöntem önerilmiştir: 1.adım: Problem Belirleme 2.adım: Anahtar kelime belirleme 3.adım: internet sitesinde bulunan sonuçlar. Bu sırada yapacakları çalışmayı verilen formlara (Ek.C) yazarak kayıt etmeleri istenmiştir. Bu formlardan çıkan sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’te incelenebilir.

Çalıştay sonunda tüm öğrencilere çalıştayla ve Biyomimikri ile ilgili görüşlerini belirttikleri bir anket uygulanmıştır. Bu anket (Ek.D), öğrencilerin bu site hakkındaki görüşlerini, projelerinde kullanmayı tercih edip etmeyeceklerini, olumlu ve olumsuz görüşlerini, konu ile ilgili çalıştay öncesindeki bilgi düzeylerini sorgulamaktadır.

**Çizelge 4.3 : Bulaşıklık tasarımı için öğrenci araştırması çıktıları.**

|               | <b>Belirlenen problemler</b>                                                                                                                               | <b>Anahtar kelimeler</b>                                                                                                                                                                                     | <b>İnternet sitesinde bulunan sonuçlar</b>                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRUP 1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sıkışıklık</li> <li>Temizlik</li> <li>Yer tanımsızlığı</li> <li>Akan suyun depolanması</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pour/ Dökülmek</li> <li>Drop/ Damlamak</li> <li>Organisation/ Organizasyon</li> <li>Seperation/ Ayırma</li> </ul>                                                     | Yararlı bir sonuç bulunamadı.                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>GRUP 2</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bulaşıkların kayması ve düşmesi</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kayma</li> <li>Düşme</li> </ul>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Çok ayaklı hayvanların daha kolay ayakta durması</li> <li>Örümceğin ayağındaki kıllar-Kaymayı engellemesi</li> </ul> <p>(Bu sonuçlar internet sitesinden alınmamıştır, öğrencilerin kendi fikirleridir.)</p> |
| <b>GRUP 3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Akan suyun depolanması</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Su depolama</li> </ul>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sis yakalayıcı malzemeler</li> <li>Vortex Generator</li> <li>Güneş ışığı ile suyu temizleyen suyunu fırçası</li> </ul>                                                                                       |
| <b>GRUP 4</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Yetersiz alan</li> <li>Su birikintisi</li> <li>Farklı ürünlerin beraber istiflenmesi</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Water/ Su</li> <li>Evaporation/ Buharlaşma</li> <li>Shortness of place/ Yer darlığı</li> <li>Pinecone/ Kozalak</li> <li>Thorn/ Diken</li> <li>Leaf/ Yaprak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Biolytix su filtresi</li> <li>Lobelia-buharlaşma engelleyici çamur</li> <li>Kemik nanostrüktürü</li> <li>Avını felç eden koni kabuklu salyangoz</li> </ul>                                                   |
| <b>GRUP 5</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Su damlaması</li> <li>Geç kuruma</li> <li>Bulaşıkların sabitlenmesi</li> <li>Kayma</li> <li>Yer problemi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Water storage/ Su depolama</li> <li>Easy-dry/ Kolay kuruma</li> <li>Fixed/ Sabitleme</li> <li>Slip/ Kayma</li> <li>Storage/ Depolama</li> </ul>                       | Yararlı bir sonuç bulunamadı.                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>GRUP 6</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Su birikintisi</li> <li>Kayma</li> <li>Suyun buharlaşması</li> </ul>                                                |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                    |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRUP<br/>7</b>  |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holding/ Tutma</li> <li>• Natural pools/ Doğal havuzlar</li> <li>• Storage/ Depolama</li> <li>• Draining/ Su Tthliyesi</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kutup ayısı- Polar termos kılıfı</li> <li>• Namib çöl böceği- havadan su toplama sistemi</li> <li>• Pamuk çimler</li> </ul>                                                     |
| <b>GRUP<br/>8</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Islak kalma</li> <li>• Düşme, kırılma, kayma</li> <li>• Yetersiz bölümlendirme</li> <li>• Çok yer kaplama</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water absorption/ Su emme</li> <li>• Stickiness/ Yapışma, kaymayı önleme</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tree frog</li> <li>• Dairesel ağ yapan örümcek- Kaymayı önleyen parçacıklar</li> </ul>                                                                                          |
| <b>GRUP<br/>9</b>  |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disorder/ Düzensizlik</li> <li>• Self-Cleaning/ Kendi kendini temizleyebilme</li> <li>• Texture/ Doku</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balarıları</li> <li>• Kendi kendine temizlenen kumaşlar</li> <li>• Kendi kendini onaran köpük ve kaplamalar</li> <li>• SLIP (Slippery Liquid Infused Porous Surface)</li> </ul> |
| <b>GRUP<br/>10</b> |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Süzgeç</li> <li>• Koku tutucu</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biolytix su filtresi (Kimyasal madde kullanmadan suyu temizleyen filtre)</li> </ul>                                                                                             |
| <b>GRUP<br/>11</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alan yetersizliği</li> <li>• Su tahliyesi</li> <li>• Organizasyon</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water flow/ Su akışı</li> <li>• Organization/ Organizasyon</li> <li>• Honeycomb structure/ Balpeteği yapısı</li> <li>• Pinecone/ Kozalak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PAX Water Technologies</li> <li>• Akıllı organizasyon davranışı gösteren sürüler: Karınca ve arılar</li> <li>• DuPont Nomex ve Kevlar- Balpeteği kompozit malzeme</li> </ul>    |
| <b>GRUP<br/>12</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yönsüz su akışı</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su tutan yüzey</li> </ul>                                                                                                                           | Yararlı bir sonuç bulunamadı.                                                                                                                                                                                            |
| <b>GRUP<br/>13</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su depolama</li> <li>• Gruplama</li> <li>• Karışıklık</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water storage/ Su depolama</li> <li>• Dish washing/ Bulaşık yıkama</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kendi kendini temizleyen yüzey (66)</li> <li>• Nanosphere®- Kelebek kanatlarının temizlenmesi</li> <li>• Köpek- vücut salınımıyla kurunmak</li> </ul>                           |

**Çizelge 4.4 : Kamera tasarımı için öğrenci araştırması çıktıları.**

|               | <b>Belirlenen problemler</b>                                                                               | <b>Anahtar kelimeler</b>                                                                                                                                                                   | <b>Internet sitesinde bulunan sonuçlar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRUP 1</b> | Av için tasarlanan bir kamera: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ağırlık</li> <li>Kamuflaj</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Light material (flying?)/ Hafif malzeme (uçmak?)</li> <li>Camouflage/ Kamuflaj</li> <li>Shooting documentaries/ Atıcılık-av belgeselleri</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Doğanın rengini alabilen bir tıttıl-dalları sallayarak diğerlerini de uyandırıyor.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>GRUP 2</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sabitlik</li> <li>Fark edirlilik</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kayma</li> <li>Gizlilik</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Böceklerin ayaklarının kaymaması</li> <li>Bukalemunun ortama göre renk değiştirmesi (Bu sonuçlar internet sitesinden alınmamıştır, öğrencilerin kendi fikirleridir.)</li> </ul>                                                                                                                                                          |
| <b>GRUP 3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Batarya yetersizliği</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Energy saving/ Enerji tasarrufu</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kılcal batarya</li> <li>Tendonlar</li> <li>Sentetik Güneş enerjisi depolama</li> <li>Eşekarısı elektrik sistemi</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |
| <b>GRUP 4</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Birden fazla açıyı aynı anda çekememe</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Honeycomb/ Bal peteği</li> <li>Bug eyes/ Böcek gözü</li> <li>Fish eyes/ Balık gözü</li> <li>Chameleon eyes/ Bukalemun gözü</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fırıldak böceği-hem havada hem suda berrak görebilen gözler</li> <li>Bukalemun- 360° görüş açısı</li> <li>Bukalemun- Kafa hareketi olmadan uzaklık tayin edebilen gözler</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| <b>GRUP 5</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sabitlemek</li> <li>Kavramak</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fixed/ Sabitleme</li> <li>Grip/ Kavramak</li> </ul>                                                                                                 | Yararlı bir sonuç bulunamadı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>GRUP 6</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Düşük kalitede gece çekimleri</li> <li>Suya dayanım</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sharpest eye/ Keskin göz</li> <li>Night vision/ Gece görüşü</li> <li>Eyesight/ Görüş</li> <li>Waterproof/ Suya dayanım</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Parlaklığı artırılmış malzemeler</li> <li>Sentetik kornea</li> <li>Güve gözü- Yansıtmayan kaplama</li> <li>Gece görüşü sağlayan göz yapısı</li> <li>Görüşü artıran yüksek çözünürlüklü polarizasyon</li> <li>Quantum Glass</li> <li>Çekirge- Çarpışmayı önleyen görüş</li> <li>Güneş ışığı ile suyu temizleyen suyunu fırçası</li> </ul> |

|                    |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRUP<br/>7</b>  |                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Focusing/ Odaklanma</li> <li>Catching/ Yakalama</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Begonya- Işığa odaklanan yapraklar</li> </ul>                                                                                                        |
| <b>GRUP<br/>8</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ağırlık</li> <li>Düşmeye karşı koruma</li> <li>Objektif hareketleri</li> <li>Netlik ayarı</li> <li>Kullanım kolaylığı</li> <li>İncelik</li> <li>Güneş ve suya karşı koruma</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Waterproof/ Suya dayanım</li> <li>Focus/ Odaklanma</li> <li>Sunlight reflection/ Güneş ışığı yansıtma</li> <li>Extra light material/ Çok hafif malzeme</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nikwax</li> <li>Fok- koruyucu kıllar</li> <li>Tokay Gecko (Kertenkele türü)</li> </ul>                                                               |
| <b>GRUP<br/>9</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Işığı ayarlamak</li> <li>Şarj etme</li> <li>Hafıza kartı</li> </ul>                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stability/ Sağlamlık</li> <li>Carrying/ Taşıma</li> <li>Focusing/ Odaklanma</li> <li>Removal and plugging/ Takma Çıkarma</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Böceklerin ayağının altındaki yapı</li> <li>Kanguru</li> <li>Bukalemun- Kafa hareketi olmadan uzaklık tayin edebilen gözler</li> </ul>               |
| <b>GRUP<br/>10</b> |                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutma kolu</li> <li>Lastik bant</li> <li>Organik form</li> </ul>                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penguen: Tuz arıtan bezler</li> </ul>                                                                                                                |
| <b>GRUP<br/>11</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Her yöne döndürme gerekliliği</li> <li>Kontrol paneline kolay erişememe</li> <li>Bandın eli rahatsız etmesi</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Telescopic/ Teleskopik</li> <li>Water prof/ Suya dayanım</li> <li>Snail/ Salyangoz</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sıçan kuyruğu kurt- su girşini önleyen kıllar</li> <li>Nikwax- Yönlü kumaşlar</li> <li>Kurbağa- kurumayı önleyen su geçirmez yağ tabakası</li> </ul> |
| <b>GRUP<br/>12</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Çok yönlü çekim</li> </ul>                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hayvan gözleri</li> </ul>                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Suda ve havada rahat görebilen bir hayvan</li> <li>6 gözlü bir hayvan</li> </ul>                                                                     |
| <b>GRUP<br/>13</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutma</li> <li>Enstantane süresi</li> <li>Işık yakalama yöntemi</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Light capture/ ışık yakalama</li> <li>Optics/ Optik</li> </ul>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Begonya: ışığa odaklı yapraklar</li> <li>Venüs Sepeti (Sünger)- ışık taşıyıcı fiber</li> </ul>                                                       |

### 4.3 Bulgular ve Tartışma

#### 4.3.1 Çalıştaydan çıkarılan sonuçlar

Öğrenciler genel olarak doğal analogi (Biyomimikri) kullanmayı eğlenceli bulurken, biçim taklidinden öteye geçmeyi zor bulmaktalar. Sunum öncesinde yaptıkları kamera ve bulaşıklık tasarımı çalışmaları Biçim, Yapı ve İşlev olmak üzere 3 grupta değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin çıktıları Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7’de görülmektedir. Üçüncü bölümdeki sınıflandırmadan farklı olarak öğrencilerin doğal analogiyi süreçsel kullanımı analizdeki sınıflandırmaya dahil edilememiştir. Bunun sebebi, çalışmaların süreçsel olarak izlenemeyecek kadar kısa süreli olmasıdır. Bu çalıştay kapsamında, öğrenciler ne tarihsel süreç çalışması yapacak kadar zamana ne de tasarım sürecinde bütünsel yaklaşımla doğal analogi kullanacak bilgi birikimine sahiptir. Öğrencilerin doğal analogiyi süreçsel olarak kullanımının izlenmesi ileri araştırmaların konusu olabilir.

**Çizelge 4.5 : Biçim üzerinden yapılan çalışmalar.**

| BİÇİM ÜZERİNDEN YAPILAN ÇALIŞMALAR | GRUP NO | PROBLEM KONUSU       | ANALOJİ KURULAN VARLIK     |
|------------------------------------|---------|----------------------|----------------------------|
|                                    | GRUP 2  | Kamera               | Öğlena                     |
|                                    | GRUP 2  | Bulaşıklık           | Deve Dikeni                |
|                                    | GRUP 3  | Kamera               | Gökkuşağı                  |
|                                    | GRUP 5  | Bulaşıklık           | Ağaç<br>Bataklık bitkileri |
|                                    | GRUP 6  | Bulaşıklık           | Armadillo                  |
|                                    | GRUP 7  | Bulaşıklık           | Ahtapot                    |
|                                    | GRUP 8  | Bulaşıklık           | Ağaç<br>Deve hörgücü       |
|                                    | GRUP 8  | Kamera               | Limon                      |
|                                    | GRUP 9  | Kamera (Tripod için) | Fil hortumu                |
|                                    | GRUP 9  | Bulaşıklık           | Ağaç                       |

**Çizelge 4.6 : Yapı üzerinden yapılan çalışmalar.**

| <b>YAPI ÜZERİNDEN YAPILAN ÇALIŞMALAR</b> | <b>GRUP NO</b> | <b>PROBLEM KONUSU</b> | <b>ANALOJİ KURULAN VARLIK</b>       |
|------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------------------|
|                                          | GRUP 1         | Bulaşıklık            | Kozalak                             |
|                                          | GRUP 3         | Bulaşıklık            | Omurga                              |
|                                          | GRUP 5         | Kamera (Tripod)       | Göz-Göz çukuru ilişkisi             |
|                                          | GRUP 8         | Bulaşıklık            | Balık kılıcı<br>Balık pulu<br>Yılan |
|                                          | GRUP 11        | Bulaşıklık            | Kozalak                             |
|                                          | GRUP 11        | Kamera                | Salyangoz anteni                    |
|                                          | GRUP 12        | Bulaşıklık            | Lotus yaprağı                       |

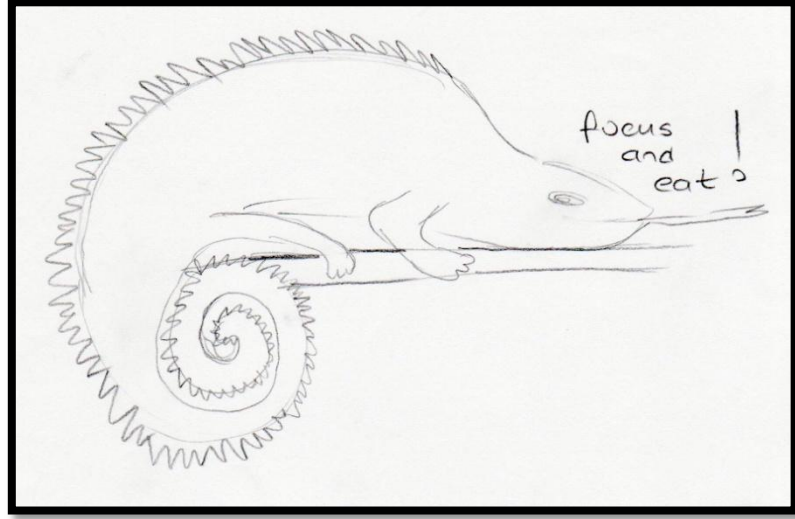
**Çizelge 4.7 : İşlev üzerinden yapılan çalışmalar.**

| <b>İŞLEV ÜZERİNDEN YAPILAN ÇALIŞMALAR</b> | <b>GRUP NO</b> | <b>PROBLEM KONUSU</b> | <b>ANALOJİ KURULAN VARLIK</b>   |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|
|                                           | GRUP 1         | Kamera (Av için)      | Bukalemun (Kamuflej)            |
|                                           | GRUP 5         | Kamera (Objektif)     | Çiçek (Açılıp kapanma)          |
|                                           | GRUP 7         | Kamera (Odaklanma)    | Bukalemun (Diliyle av yakalama) |
|                                           | GRUP 8         | Kamera (diyafram)     | Göz (Açılıp kapanma)            |
|                                           | GRUP 12        | Kamera                | Bukalemun (360° görüş açısı)    |
|                                           | GRUP 13        | Bulaşıklık            | Ahtapot                         |

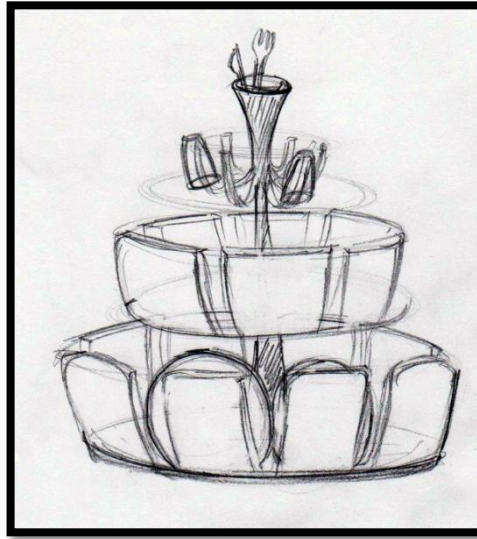


Öğrencilerin çoğunun ilk bölümde yapılan çalışmada doğadan bir varlığa benzetme çabasında olduğu görülmüş; üçüncü bölümde belirledikleri sorunları birinci bölümde düşünmemiş oldukları tespit edilmiştir. Yaklaşımları tasarım problemi çözmekten çok doğayla ilişki kurabilmek üzerine olmuştur.

İlişki kurulan doğal varlıkların çeşitliliği öngörülenden daha fazla olmuştur. Bunun yanında, ağaç, bukalemun ve kozalakta tekrar ilgi çekicidir. Bukalemunun özellikle de kamera için kullanılabilecek farklı özelliklerinin olması ve önceki yıl Temel Tasarım dersinde kozalakta esinlenerek bir çalışma yapmış olmaları buna sebep olabilir. Bu durum, öğrencilerin doğal analogi kurarken kendi bilgi birikimleri ile sınırlı kaldıklarına bir örnek olabilir.



Şekil 4.12 : Kamera ve bukalemun dili ilişkisi.



Şekil 4.13 : Bulaşıklık ve kozalak ilişkisi.

Kameranın işlev üzerinden kurulan analogilerde, bulaşıklığın da yapı üzerinden kurulan analogilerde daha baskın olması dikkat çekicidir. Ayrıca bir grup ahtapotu biçimsel olarak taklit ederken başka bir grubun işlevsel olarak taklit etmesi diğer bir ilginç sonuçtur. Çalışma öncesinde kamera ile bir hayvanın gözü arasında analogi kurulacağı beklenen bir durumken, -kameranın bir tasarım problemi olarak verilme amacı canlıların gözleri ile ilişki kurulma ihtimalinin yüksek olması idi- bir grubun bukalemunun dili ile kamerayı ilişkilendirmesi beklenmeyen bir sonuçtur. Bazı çalışmalarda biçimin kendisi doğrudan taklit edilirken bazılarında soyutlamaya gidilmiştir.



**Şekil 4.14 :** İki farklı gruptan bulaşıklık-ahtapot ilişkisi örneği.

Çalışmanın üçüncü bölümü olan [www.asknature.org](http://www.asknature.org) sitesinden yapılan araştırma, öğrencilerin yarısı kadarının ilgisini çekmiş ve iyi seviyededir. Buradaki ‘iyi’ değerlendirmesi belirledikleri sorunlarla ilişkili ve çeşitli sonuçlar bulabilme becerisini ölçmektedir.

Öğrencilerden bir tanesi araştırma sonucu doğada bulduğu malzeme ve yapı örneklerini yaptığı tasarımlara uygulamaya çalışmıştır. Çalışmaya katılım zorunlu kılınmamışsa da; öğrenciler sona doğru erken gitme istekleri sebebiyle buldukları sonuçlar üzerinde yeniden tasarım yapma eğiliminde olmamışlardır.

Bir grup öğrenci internet sitesini “çok teknik ve karmaşık” bulmuş ve “forma uygulanamaz” olduğunu düşünmektedir. Her ne kadar sitede tasarımla ilişkilendirilmiş biyolojik çalışmalar bulunsa da Biyoloji terimlerinin hakimiyeti öğrenciyi uzaklaştırmış ve isteksizleştirmiştir.

Araştırma yapmak amacıyla belirledikleri anahtar kelimeler, bazı gruplarda sadece işlev anlatan fill, sıfat ya da isimlerken; bazı gruplar akıllarına gelen biyolojik varlıkları da arayarak kendi bilgilerini de sorgulamışlardır. Hatta bir grup ilk

bölümde esinlendiği canlıyı araştırarak çalışmasının uygunluğunu ve potansiyelini sorgulamıştır.

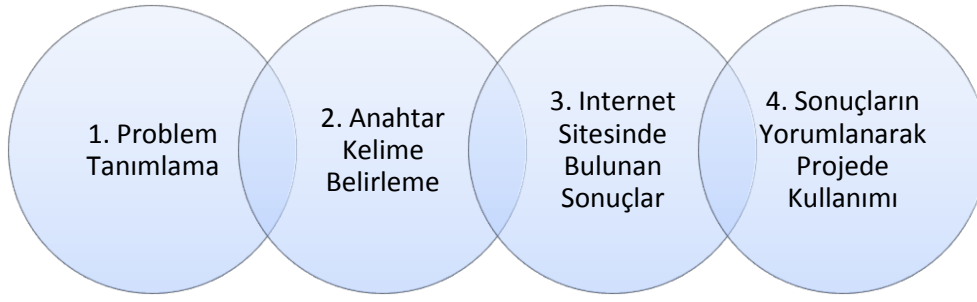
Farklı ürünler için farklı grupların ‘honeycomb’ (balpeteği) kelimesini araştırmış olmaları ve su ile doğrudan ilgisi olmasa da bulaşıklık ürünü için ‘pinecone’ (çam kozalağı) kelimesinin aratılması da doğal analogi uygulamalarında öğrencilerin kendi Biyoloji bilgileri ile sınırlı kaldıklarını destekler niteliktedir. Bununla beraber internet sitesinde yaptıkları araştırmalarla, bu bilgilere ek olacak farklı çözümlere de bakmışlardır.

Birinci bölümde kamera lensi ile göz arasında doğrudan ilişki kuran bir grubun üçüncü bölümde ‘ışık miktarını ayarlama’ işlevi için yapraktan esinlenebileceği sonucuna varması, çalıştay öncesinde konu olarak kamera belirlenirken hedeflenenler arasındadır. Kameranin lensinin canlı bir varlığın gözü ile ilişkilendirilmesi kurulması beklenen bir analogi iken farklı özellikleri ile ilişkilendirilen varlıkların yaratıcılığı arttıracığının öğrenciler tarafından fark edilmesi hedeflenmiştir. Böyle bir veritabanı sayesinde ilk akla gelenden fazlasını bulabileceklerini görmeleri sağlanmış, konuya yaklaşımları belli ölçüde değiştirilmiştir.

Doğal analoginin tasarım ve mühendislik eğitiminde kullanıldığı diğer araştırma örneklerindeki gibi bu çalıştaylarda da bu yöntemi bir başka yöntemle birleştirme gereksinimi duyulmuştur. Bu nedenle Ulrich ve Eppinger’in konsept geliştirme için tanımladıkları aşamalı sürece benzer bir sistem düşünülmüştür. Ulrich ve Eppinger’e göre konsept geliştirme aşaması beş adımdan oluşmaktadır (Ulrich&Eppinger, 1995):

1. Problem belirleme
2. Dış kaynaklarda araştırma
3. İç kaynaklarda araştırma
4. Sistematik inceleme
5. Sonuçları çözümlere ve sürece yansıtma

Elbette bu sistem profesyonel tasarım süreci yöneten kurumlar için geliştirilmiştir; fakat bu adımlar, tasarım sürecinin önemli bir parçası olan konsept geliştirme aşamasında kullanılan ve tasarım eğitiminde de yer verilen adımlardır. Bu sistemden yola çıkılarak Asknature veritabanı üzerinden araştırma yaparak doğal analogi kurma üzerine aşamalı bir sistem düşünülmüştür. (Bkz. Şekil 4.15)



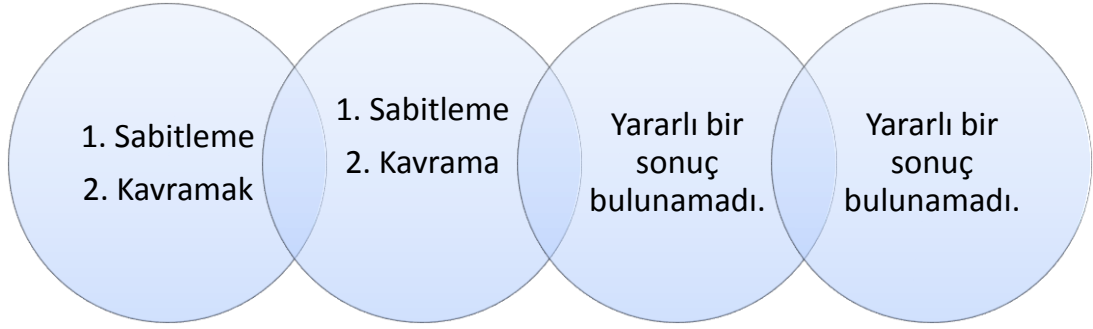
**Şekil 4.15 :** Önerilen araştırma sisteminin aşamaları.

İlk aşamada problem belirlenir. Araştırmayı ve konunun analizini kolaylaştırmak amacı ile problem alt problemlere ayrılarak anahtar kelimeler belirlenir. Anahtar kelime belirleme aşaması tasarımcının kendi bilgilerini de sorguladığı ve araştırmaya kattığı bir aşamadır. Belirlenen anahtar kelimeler veritabanında aratılır ve sonuçlar araştırılır. Probleme uygun bulunan çözüm önerileri yorumlanarak projeye yansıtılır.

İkinci çalıştayın Asknature üzerinden araştırma yapılan kısmında, aynı veritabanında araştırma yapmaktan dolayı aynı sonuçlara ulaşan gruplar olmuştur. Belirlenen sorunların farkı, anahtar kelimelerin farkı ve ulaşılan sonuçların çeşitli olması, projeye uygulama sırasında bu fikirlerin değişiklik göstermesini sağlayacaktır. Bu değişiklikler de yaratıcılığı artıran unsurlar olacaktır. Bu aşamalı sistemde uygulanacak araştırma biçimi önerisinin öğrenci çalışmalarının doğal analojiyi kullanma konusunda verimini artırdığı görülmektedir.

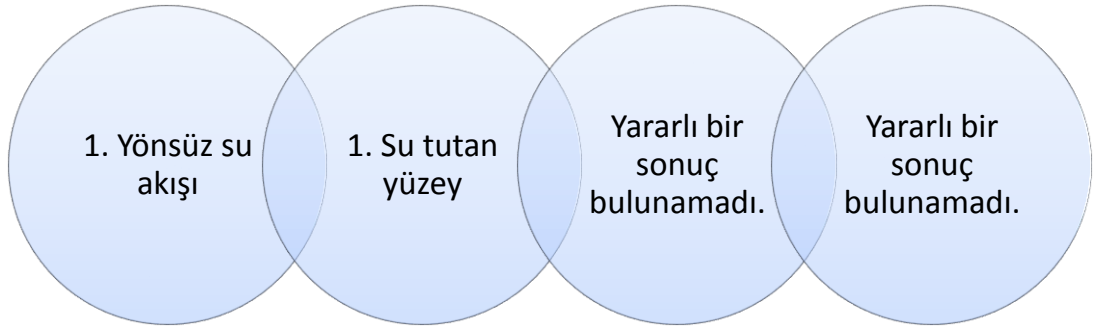


**Şekil 4. 16 :** Grup 6'nın kamera için yaptığı araştırmanın sonuçları.

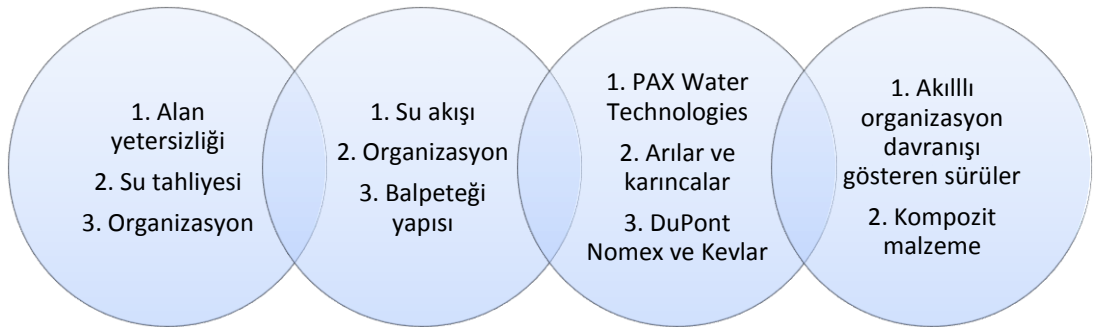


**Şekil 4. 17 :** Grup 5’in kamera için yaptığı araştırmanın sonuçları.

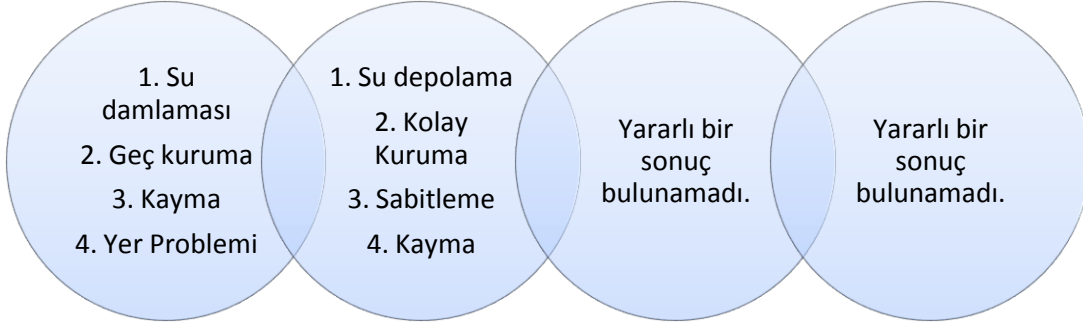
Problem ve anahtar sözcük belirleme aşamasında zayıf kalan grupların çalışmadan verimli sonuç alamadıkları gözlemlenmiştir. Bu aşamalı sistemde her aşamada çeşitliliğin artırılması hedeflenmektedir. İlk aşamada bu sağlanamayınca sonuç da başarılı olamamaktadır.



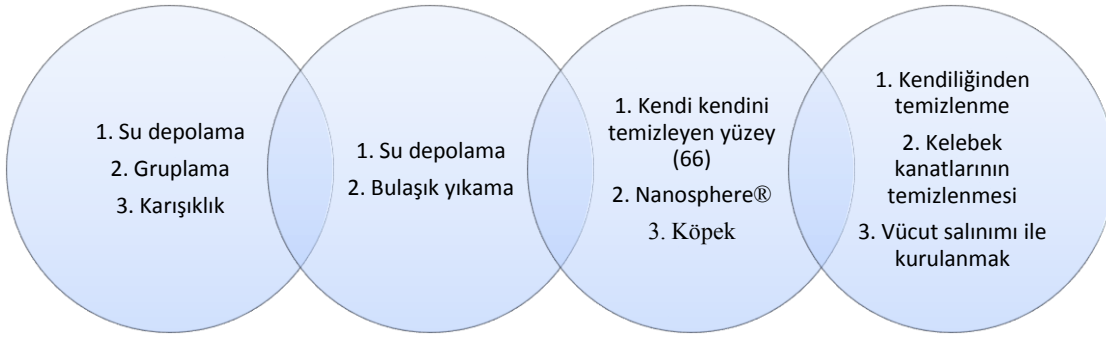
**Şekil 4. 18 :** Grup 12’nin bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları.



**Şekil 4. 19 :** Grup 11’in bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları.



**Şekil 4. 20 :** Grup 5’in bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları.



**Şekil 4. 21 :** Grup 13’ün bulaşıklık için yaptığı araştırmanın sonuçları.

Problem ve anahtar sözcük belirleme konusunda çaba gösterip verimli sonuç alamayan gruplar da olmuştur. (Şekil 4.20) Benzer sözcüklerle tarama yapmalarına rağmen bir grup yararlı bir sonuca ulaşamazken diğer bir grup farklı sonuçlara ulaşabilmiştir. (Şekil 4.19, 4.20, 4.21). Bu çalışmada, öğrencilere bir yöntemi kullanırken sistemli bir süreç önerilmesinin faydalı olduğu görülmüştür. Bunun yanında, bu yöntemlerin başarı sağlayabilmesi öğrencilerin onları kullanabilme becerisine bağlıdır. Asknature veritabanı üzerinden yürütülen araştırma öncesindeki kısımda yapılan öğrenci çalışmaları ile araştırma sonrası yapılan çalışmalar arasında doğal analogiyi problem çözümleri için kullanabilme açısından bir değişiklik olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonrası yapılan çalışmalar görsel olarak yansıtılmamış olsa da teknik açıdan ve problemlere çözüm arama yönünde öğrencilere farkındalık sağlamıştır. Bu araştırma, öğrencilerin doğal analogi yöntemini sık bir biçimde değil de bütünsel ve detaylı şekilde kullandıklarında farklı sonuçlar alabileceklerini görmelerine katkıda bulunmuştur.

İki çalıştay arasında olumlu yönde bir fark olmasına rağmen ikinci çalıştayın sonunda da doğal analojinin kullanımında yeterli yetkinlik görülmemiştir. Bu çalışmanın çok kısa süreli bir çalışma olmasının büyük etkisi olsa da farklı yerlerde yapılan benzer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hanife Yıldız tez çalışması kapsamında tasarımcılarla yaptığı ankete göre şu sonuca ulaşmıştır: “...endüstri ürünleri tasarımında biyomimetik tasarım metodolojilerinin bilinmediğini, doğadan esinlenmenin endüstri ürünleri tasarımında genellikle biçimsel düzeyde gerçekleştiğini ortaya koymuştur.” (Yıldız, 2012).

Georgia Institute of Technology’de bir ders kapsamında lisans öğrencileri ile yapılan tasarım çalışmalarının sonunda şöyle sonuçlara varılmıştır: Öğrenciler doğadan esinlenerek tasarım yapmaya çalıştıklarında iki yol seçiyorlar. Biri probleme dayalı esinlenme, diğeri ise çözüme dayalı esinlenmedir. Birinde problemden yola çıkarak doğada o problemin nasıl çözülmüş olduğu araştırılır. Diğesinde ise doğadan bulunmuş çözümden yola çıkılarak tasarımda nasıl kullanılabileceği araştırılır. Öğrencilerin yaptığı hatalar arasında belirsiz problem tanımlama, zayıf problem-çözüm eşleştirmeleri, karmaşık işlevleri fazla basitleştirme, biyolojik işlevlerin yüzeysel olarak kullanımı, yanlış analogi kurma bulunmaktadır (Helms, Vattam, & Goel, 2009). Bu tez için yapılan çalıştayda da öğrenciler probleme dayalı esinlenme yöntemine yönlendirilmiştir. Bahsedilen hatalara bu çalıştayların sonucunda da rastlanmıştır. Özellikle problemleri verimli anahtar sözcüklere dönüştürme ve bulunan sonuçları tasarıma yansıtma konusunda önemli eksikliklerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu, doğal analogide olduğu gibi diğer yaratıcılık yöntemlerinde de başarısızlığa sebep olabilecek eksikliklerdir.

#### **4.3.2 Öğrenci anketlerinden çıkarılan sonuçlar**

İki çalıştayda da öğrencilerin konuya yaklaşımlarını görmek ve çalıştayın onlardaki etkisini görebilmek için anket uygulanmıştır. Bir örneği Ek.D’de görülebilecek anket formunda öğrencilerin Biyomimikri ile ilgili önceki bilgileri, stüdyo projeleri için kullanmak isteyip istemeyecekleri, çalıştayın olumlu ya da olumsuz etkilerini sorgulayan sorular bulunmaktadır. Ayrıca, proje konuları için belirledikleri problemler ve bu problemlere çözüm ararken asknature.org’da kullanabileceklerini düşündükleri anahtar kelimeler sorulmaktadır. Bu sorudaki amaç, öğrencilerin

öğrendikleri yöntemin getirdiği bakış açısıyla anahtar kelimelerini doğal analogi için özelleşmiş biçimde değiştirebilirip değiştiremediklerini görmektir.

Ankete 25 öğrenci katılmıştır. Sorulara verilen cevapların dağılımı Çizelge 4.8’te görülmektedir.

**Çizelge 4.8 : Öğrenci anketi sonuçları.**

| Anket Soruları                                                                    | Olumlu Cevap Sayısı | Olumsuz Cevap Sayısı | Açıklama                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| asknature.org internet sitesini projenizde kullanır mısınız?                      | 21                  | 4                    | Kararsız olan cevaplar da olumsuz cevaplar bölümünde gösterilmiştir.                                              |
| Bu çalıştay sizin tasarım yaklaşımınıza olumlu ya da olumsuz nasıl etki etmiştir? | 22                  | 5                    | 2 kişi hem olumlu hem olumsuz cevap vermiştir.                                                                    |
| Daha önce Biyomimikri’yi duymuş muydunuz?                                         | 19                  | 6                    | Önceki yıl iki farklı derste duyduklarını belirtmişlerdir.                                                        |
| Daha önce Biyomimikri’yi kullandınız mı?                                          | 9                   | 16                   | Olumlu cevap verenler daha önce derste yaptıkları çalışmalardan bahsederken çoğunluk kullanmadığını belirtmiştir. |

Öğrencilerin çoğu Biyomimikri’yi yararlı ve farklı bir yöntem olarak tanımlarken bazı olumsuz görüşler de ortaya çıkmıştır.

“Bir öğrencinin ürün paftasında bu fikri görmek bana zorlama ve yapmacık geliyor.”

“Zorlama konsept yaratma çabası, samimilikten uzak. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olunmadan yapılan tasarım denemeleri eğreti duruyor.”

“Ürün fazlaca doğadaki bir canlıya benzerse, bu onun tasarım olma özelliğini ve değerini azaltır.”

“Fikir geliştirme aşamasında beni kısıtlayabilir ya da yavaşlatabilir.”

“Doğanın tasarımda yanlış ve ‘kitsch’ olarak kullanımı ile ilgili olumsuz şeyler duydum.”

Olumlu cevap veren öğrencilerin görüşleri özetlenirse:

- Doğal Analogi kullanmak isteyip yöntemini bilemeyenler için verilen internet sitesinin çok faydalı olduğu,



- Farklı bir bakış açısı kazandırdığı,
- Araştırma kaynaklarına bu siteyi de katacakları,

Yararlı bir site olmasının yanında teknik ve karmaşık olmasının kullanımını zorlaştırdığı görülmektedir. Öğrenciler konuyu anlayamadıklarında yöntemden uzaklaşıp, yöntemi kullanmaktan çekinmektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal Analoji, farklı isimlerle de olsa (Biyomimikri, Biyomimetik, Biyonik, vs.) birçok alanda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Tarım'dan Tıp'a, Malzeme'den Mimarlık'a, Ekonomiden Psikoloji'ye, Bilişim'den Kültür'e birçok alanda yerini bulmaktadır. Bu alanlardan etkilenen bir disiplin olarak tasarımda kullanımı artmakla beraber tepki de görmektedir. Bu yöntemin yüzeysel kullanımı tasarımsal değer olarak olumsuz etki yaratmakta; bu sebeple tasarımcılar tarafından pek rağbet görmemektedir.

Fen Bilimleri alanında biyoloji temelli ve mühendislik temelli çalışmalarda görülen doğal analoji yöntemi, kendisi de biyoloji temelli olduğundan mühendislikteki kullanımında daha iyi fark edilebilir durumdadır. Biyoloji temelli alanlardan Tarım ve Tıp zaten doğa ile iç içe alanlar olduğundan buradaki doğa taklitleri yeterince net görülememektedir. Biyoloji alanlarından uzaklaştıkça, örneğin mimarlık, yapı mühendisliği, malzeme, bilişim teknolojileri gibi alanlarda doğadan esinlenen çalışmalarda elde edilen verim daha açık görülebilmektedir. Sosyal Bilimler alanındaki çalışmalarda ise mühendislik temelli çalışmalar kadar doğrudan benzetmeler olmasa da doğanın süreçlerini Ekonomi, Psikoloji ve Kültür alanlarında izlemek mümkündür. Tüm bu çalışmaların ortak hedefi daha sürdürülebilir ürün ve süreçlere ulaşmaktır.

Tasarımda doğanın biçimsel benzetim olarak kullanılması uzun zamandır çok kullanılan bir yöntem olmakla beraber “kitsch” uygulamalardan kaçınmak için soyutlamaya başvurulmaktadır. Doğadaki faydalı işlevi yerine getirebilmek için o varlığın yapısının ve biçiminin taklit edilmesi kitsch uygulamaların önüne geçebilecek çalışmalardır. Doğadaki bir işlevi taklit etmek amacıyla canlı varlıkların hareket yetenekleri, moleküler düzeydeki yapıları, enerji verimlilikleri taklit edilebilmektedir. Doğanın döngüsel ve evrimsel sürecini taklit ederek tasarım tarihi çözümlemeleri ve tasarım süreç ve yöntemleri geliştirilebilmektedir. Biyomimikri veya Biyomimetik olarak adlandırılan alanın prensiplerine göre tasarım sürecine bütünsel olarak uygulanması gereken bu yöntem için doğayı anlamak, özümsemek ve yorumlamak gereksinimi vardır.

Tasarım eğitiminde doğal analogi bir yaratıcılık yöntemi olarak öğretilmektedir. Bu yöntem için de diğer yöntemler kadar bilgi verilmekte ve zaman harcanmaktadır. İki farklı üniversitede öğrenciler üzerinde yapılan gözlemlerde öğrencilerin öğrendikleri bazı yaratıcılık yöntemlerini stüdyo projelerine uygularken doğal analogiyi kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Bu yöntemin herhangi bir yaratıcılık yönteminden farklı olarak tüm sürece yansıtılmayı ve bütünsel yaklaşımı gerektiren bir yöntem olması öğrencilerin az bilgi ve pratikle bu yöntemi verimli kullanamamalarına sebep olmaktadır.

Biyomimikri alanında çalışan uzmanlar tarafından hazırlanmış veritabanları, doğayı anlama konusunda birer kaynak olarak görülebilir ve bu kaynaktan edinilen bilgiler tasarıma yansıtılabilir. Bu veritabanlarını okuyabilmek ve anlayabilmek için Biyoloji terimlerine hakimiyet ve belli ölçüde biyolojik bilgi gerekmektedir. Biyoloji, tasarım eğitiminde yer verilmeyen bir alan olduğundan tasarımcılar bu yöntemle yeterince hakim olamamaktadır. Bazı eğitim kurumları bu yöntemi ciddiye alarak eğitimlerinin bir parçası haline getirmek üzere akademik ve uygulamalı çalışmalara yer vermektedir. Tasarımda doğal analoginin kullanımı bir yaratıcılık yönteminden çok bir tasarım süreci olarak öğrencilere öğretilcekse; müfredatların değişmesi ve bu konuyu destekleyecek derslerin müfredatlara eklenmesi gerekecektir.

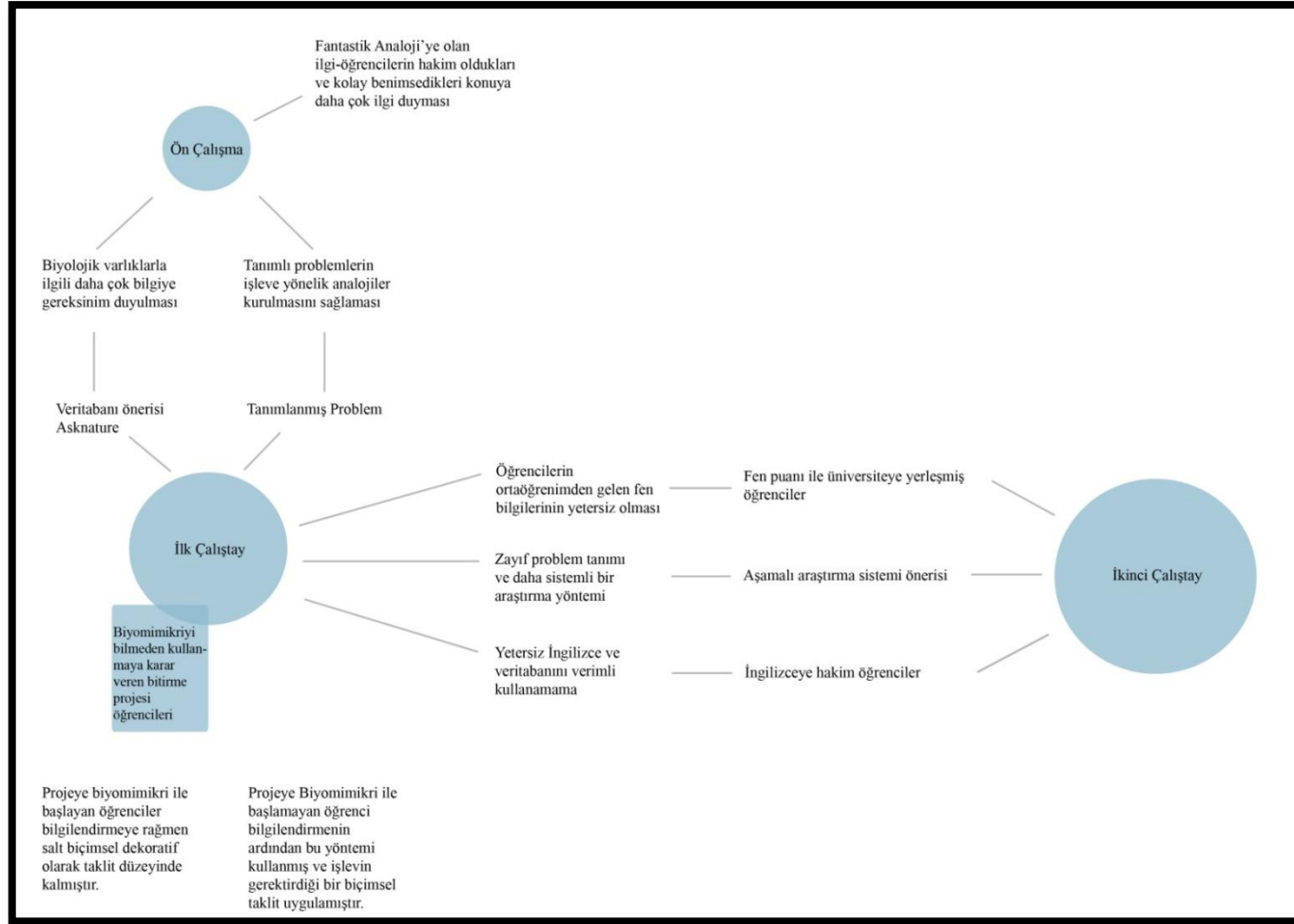
Endüstri Ürünleri Tasarımı eğitiminde Sosyal Bilimler ve Fen Bilimleri dersleri verilen üniversiteler olmakla beraber bu derslere çok ağırlık vermeyen kurumlar da vardır. Eğitimin doğası gereği de Fen Bilimleri derslerinin içinde Biyoloji ile ilgili dersler bulunmamaktadır. Bu sebeple doğal analogi yönteminin verimi öğrencilerin ortaöğreniminden kalan Biyoloji bilgileri ile sınırlıdır.

Öğrencilerin doğal analogiye ilk yaklaşımları çoğunlukla biçim üzerinden olmaktadır. Biçimsel olarak doğadaki bir varlığa benzetme çabası içine giren öğrenciler, problem çözümleri için doğadaki süreci kullanmayı teknik ve zor bulabilmektedir. Doğal analoginin ne olduğu ve nasıl kullanıldığında verimli sonuçlar verebileceği hakkında bilgilendirilen öğrencilerin konuya yaklaşımı belli ölçüde değişmekle beraber stüdyo projelerine yansımamaktadır.

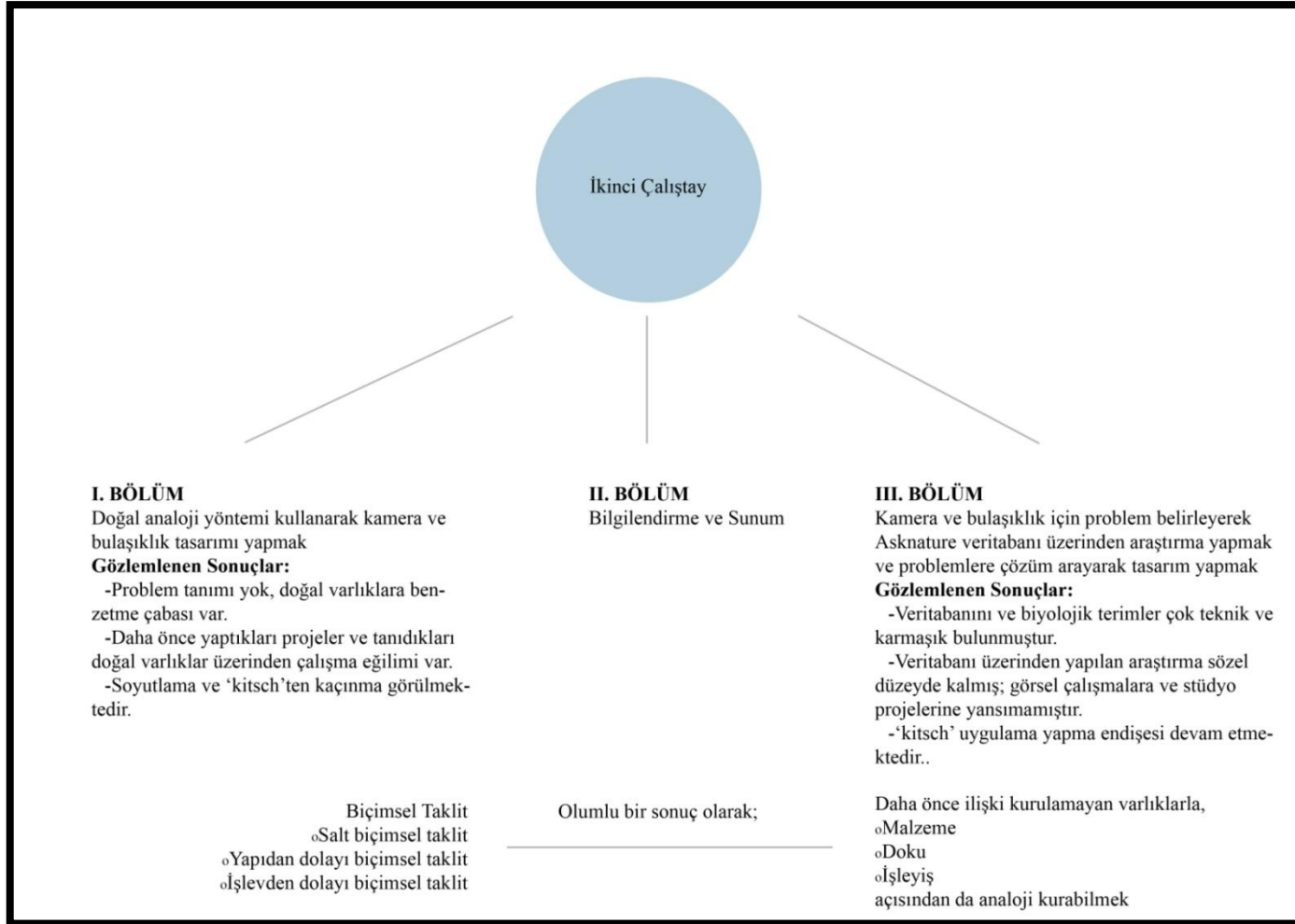
**Çizelge 5.1 : Öğrencilerin doğal analogiye yaklaşımındaki değişiklik.**

| <b>Bilgilendirme öncesi öğrencilerin doğal analogiyi kullanma biçimi</b> |                                                                          | <b>Bilgilendirme sonrası öğrencilerin doğal analogiye yaklaşımı</b>                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salt biçimsel taklit                                                     | <b>Bilgilendirme<br/>&amp;<br/>Asknature<br/>üzerinden<br/>araştırma</b> | Yöntemi eğlenceli ve yararlı bulmalarının yanında zor bulmak                                         |
|                                                                          |                                                                          | Veritabanını ve detaylar için doğal analogi kullanmayı çok teknik ve anlaşılmas bulmak               |
| Yapıdan dolayı biçimsel taklit                                           |                                                                          | Araştırmalarda sözel düzeyde kalıp görsel çalışmalara ve stüdyo projelerine araştırmayı yansıtamamak |
|                                                                          |                                                                          | Kitsch bir uygulamaya dönüşmesinden çekinmek                                                         |
| İşlevden dolayı biçimsel taklit                                          |                                                                          | Olumlu bir kazanım olarak; daha önce ilişki kurulamayan varlıklarla analogi kurabilmek               |

Kısa süreli bilgilendirme ile bile öğrencilerin farkındalığında değişiklik olmuştur. Doğal analoginin herhangi bir biçim arama yöntemi olmaktan çok detaylarda ve teknik çözümlerde kullanılabilecek bütünsel bir süreç olduğunu fark etmişlerdir. Bütünsel bir yaklaşımla bu yöntemin verimli kullanılabilmesi için öğrencilerin bu konu hakkında daha detaylı çalışmaları gerekecektir. Araştırmanın yapısı ve çıktıları ile ilgili Şekil 5.1 ve 5.2 görülebilir.



Şekil 5.1 : Ampirik araştırmanın aşamaları.



**Şekil 5.2 :** Bilgilendirme öncesi ve sonrasında öğrenci yaklaşımındaki değişiklik.

Sürdürülebilirlik konusunun gerekli ve güncel olduğu günümüzde, doğaya zarar vererek ‘sürdürülemezlik’ yaratan birçok tasarım varken tasarım eğitimindeki yerinin ve tasarımcının sorumluluklarının yeniden ele alınması gereklidir. Bu bilinçle, özellikle mühendislik alanında oldukça yaygınlaşan Doğal Analoji (Biyomimetik, Biyomimikri, Biyonik, vb.) konusunun tasarım eğitimindeki yeri de sorgulanmalıdır. Mühendislik eğitimlerindeki dersler Fen Bilimleri ağırlıklı olsa da özellikle Makine Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği gibi bölümlerde de Biyoloji dersleri bulunmamaktadır. Buna rağmen bu alanlarda da doğayı etüd ederek sürdürülebilir çözüm arama anlayışı gelişmektedir.

Donald Norman’ın (2010) tasarım eğitiminin değişmesi gerektiğini savunduğu yazısında da belirttiği gibi birçok öğrenci bilim, matematik ya da mühendisliği sevmediği için tasarımı tercih etmektedir fakat tasarımcılardan beklenen yeni çözümler teknik veya bilim odaklı olmayan bir eğitim ile gerçekleştirilemez. Her ne kadar Norman’ın kastettiği bilim dalları İstatistik, Matematik, Davranış Bilimleri olsa da, bu bilim odaklı eğitim Biyoloji ile ilgili konularda da öğrencilerin fikir yürütmelerini ve daha kolay anlamalarını sağlayacaktır. Ayrıca bu yöntemin bir yaratıcılık yöntemi olarak tanıtılıyor olması da öneminin yeterince anlaşılmamasına sebep olabilir. Herhangi bir yaratıcılık yönteminden farklı olarak amacın yeni biçimler ortaya çıkarmak yerine daha sürdürülebilir ve sorumlu ürünler tasarlamak olduğunun vurgulanması gerekmektedir.

Yürütülen ilk çalıştaydaki katılımcı öğrenci profili ile ikinci çalıştaydaki katılımcı öğrenci profili arasındaki bir diğer fark da üniversiteye yerleşme şekilleri ve puanlarıdır. İlk çalıştaydaki öğrencilerin Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri ve Sosyal Bilimler’den sorumlu oldukları merkezi yerleştirme sınavında aldıkları puanlar ikinci çalıştaydaki öğrencilerden çok daha düşüktür. Ayrıca ikinci gruptaki öğrenciler üniversiteye Matematik-Fen ağırlıklı puan ile yerleşmektedirler. İlk grup için hangi puan grubundan olduğu fark etmemekte; çizim yeteneklerinin sınındığı özel yetenek sınavı belirleyici olmaktadır. İkinci grubun Biyomimikri ile ilgili sunum yapılmadan ve yeterli bilgisi olmadan yaptıkları çalışmaların ve konuya yaklaşımlarının ilk gruptan daha başarılı olmasında bu durumun da etkisi olabilir.

Öğrencilerin doğal analogi kurabilecek kadar Biyoloji bilgisi olmaması bu konuyu onlar için zor kılmakta ve kullanmaya çekinmelerine sebep olmaktadır. Biyoloji ile



ilgili bir veritabanı olsa bile buradan yararlanabilmek için de bu konuda profesyonel olan birilerine ihtiyaç duyabilirler. Biyomimikri Enstitüsü'nün düzenlediği yarışmada da katılımcıların en az bir biyolog içerecek şekilde grup oluşturmalarının önerilmesinin sebebi de bu olabilir.

Doğal Analoji'nin bir tasarım yöntemi olarak kullanımında, tasarımcının daha kapsamlı ve teknik bilgiye ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Bu bilgiyi okuyabilme, yorumlayabilme ve uygulayabilme konusunda da profesyonel bir yardıma gereksinim duydukları açıktır. Bu noktadan hareketle Biyoloji ve ilgili konularda eğitilmiş kişilerle tasarımcılar bir araya getirilerek tasarımda Doğal Analoji kullanımı sistematik bir yöntem haline getirilebilir.

Milyarlarca yıldır kendi sürecini yaratmış bir sistem olan doğanın kendi döngüsü ve süreci izlenerek bir tasarım metodu ortaya koymak üzere çalışmalar yapılabilir. Tasarım süreci ve doğal işleyiş arasında ilişkiler kurularak benzerlikler, farklılıklar, tasarımda çözüme ihtiyaç duyulan ve doğada çözülmüş alanlar incelenerek yeni bir tasarım yöntemi geliştirilebilir.

Endüstri Ürünleri Tasarımı eğitiminde doğal analojinin kullanımı ile ilgili eksikliklerin ve yanlışların belirlenerek bunların giderilmesi üzerine çalışmalar yapılabilir. Müfredat incelemeleri ve ders içerik analizleri yapılarak doğa bilimleri ve tasarıma uygulanması üzerine eğitime katkıda bulunmanın yöntemleri araştırılabilir.



## KAYNAKLAR

- Ashrafian, H., Darzi, A., & Athanasiou, T.** (2010). Autobionics: a new paradigm in regenerative, *Regenerative Medicine*, 2 (5), 279-288.
- Aytaç, A.** (2005). 'Memes' and 'Memetics' in *Industrial Product Design*, (yüksek lisans tezi), İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Baldwin, J.** (1998). The Ultimate Swiss Omni Knife. *Whole Earth Catalog*, Winter 1998.
- Basalla, G.** (1988). *Teknolojinin Evrimi* (11. Basım 2004). (C. Soydemir, Çev.) Ankara: Tübitak.
- Benyus, J.** (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Collins Publishers Inc., New York, ABD.
- Blackmore, S.** (1999). *Mem Makinesi Genetik Evrimin Devamı Olarak Kültürel Evrim* (1. Basım, 2011). (N. Şimşek, Çev.) Alfa, İstanbul.
- Cattano, C., Nikou, T., & Klotz, L.** (2011). Teaching Systems Thinking and Biomimicry to Civil Engineering Students, *Journal of Professional Issues Engineering Education & Practice*, 137, 176-182.
- Cheong, H., Hallihan, G., & Shu, L. H.** (2012). Understanding Analogical Reasoning in Biomimetic Design: An Inductive Approach, J. S. Gero (Ed.), *Design Computing and Cognition DCC'12*, Teksas, ABD.
- Cross, N.** (2001). Designerly Ways of Knowing: Design Discipline versus Design Science, *Design Issues*, 17 (3), 49-55.
- Dawkins, R.** (1976). *Gen Bencildir* (9. Baskı, 2007 b.). (A. Ü. Müftüoğlu, Çev.) Tübitak, Ankara.
- Dawkins, R.** (1986). *Kör Saatçi* (11. Basım, 2010 b.). (F. Halatçı, Çev.) Tübitak, Ankara.
- Docksai, R.** (2011). Biomimicry to Fight Blindness, *The Futurist*, September-October, s. 18-19.
- Duthie, A. B.** (2003). A Letter on: The Fork and the Paperclip: A Memetic Perspective, *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission*, 8.
- Eadie, L., & Ghosh, T. K.** (2011). Biomimicry in textiles: past, present and potential. An overview, *Journal of the Royal Society Interface*, 8, 761-775.
- El-Zeiny, R. M.** (2012). Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture, *ASEAN Conference on Environment-Behaviour Studies*, Procedia-Social and Behavioural Sciences, Bangkok

- Eren, A. M.** (2009). Bir Problem Çözüm Metodu Olarak Evrim Kuramı, *Cogito-Darwin Devrimi: Evrim*, **60-61**, 155-162.
- Gardner, G. E.** (2012). Using Biomimicry to Engage Students in a Design-Based Learning Activity, *The American Biology Teacher* , **74** (3), 182-184.
- Gordon, W. J.** (1961). *Synectics The Development of Creative Capacity*. Harper & Row Publishers, New York.
- Güları, M. N.** (2008). 'Killer Products' in the New Market Ecosystem: An Analogical Approach Inspiring Novel Ideas in the Field of Design, (yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Heerwagen, J.** (2011). Biophilia, Health and Well-being. L. Campbell, & A. Wiesen (Ed.), *Restorative Commons: Creating Health and Well-being through Urban Landscapes* (s. 38-57). USDA Forest Service Northern Research Station, Pennsylvania
- Helms, M., Vattam, S. S., & Goel, A. K.** (2009). Biologically Inspired Design: Process and Products, *Design Studies*, **30** (5), 606-622.
- Kemp, M.** (2007). Commercial Value of Biomimetics, *Biomimetics: Strategies for product design inspired by nature - a mission to the Netherlands and Germany*, (s. 30-34), Pera, İngiltere.
- Kocabıyık, E.** (2012). *Evolutionary Perspective for Design: Describing the Change in Design of Cigarette Packages from Turkey*, (doktora tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Konez Eroğlu, A., Erden, Z., & Erden, A.** (2011). Biological System Analysis in Bioinspired Conceptual Design (BICD) for Bioinspired Robots, *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*, **13** (2), 81-86.
- Langrish, J. Z.** (1993). Case Studies as a Biological Research Process, *Design Studies*, **14** (4), 357-364.
- Langrish, J. Z.** (2004). Darwinian Design: The Memetic Evolution of Design Ideas, *Design Issues*, **20** (4), 4-19.
- Langrish, J. Z.** (1999). Different Types of Memes: Recipemes, Selectemes and Explanemes, *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission*, **3** (2).
- Lewis, T.** (2005). Creativity - A Framework for the Design/Problem Solving Discourse in Technology Education, *Journal of Technology Education*, **17** (1), 35-52.
- Lodato, F.** (2005). The Nature of Design, *Design Management Review*, Cilt **16** (1), 56-61.
- Margulis, L., Corner, J., & Hawthorne, B.** (2007). *Ian McHArg Conversations with Students: Dwelling in Nature*. Princeton Architectural Press, New York
- Marshall, A.** (2009). *Wild Design: Ecofriendly Innovations Inspired by Nature*. North Atlantic Books, California:

- Mathews, F.** (2011). Towards a Deeper Philosophy of Biomimicry, *Organization & Environment*, **24** (4), 364-387.
- Özcan, A. C.** (2005). H2O is not Water Everywhere: Cultures and Evolutionary Design Practices on Water, *EAD6 / Design&System&Evolution: 6th Conference Of European Academy Of Design Proceedings*, Bremen.
- Rao, P. R.** (2003). Biomimetics, *Sadhana*, **28** (3&4), 657-676.
- Reap, J., Baumeister, D., & Bras, B.** (2005). Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, *Proceedings of IMECE2005 ASME International Mechanical Engineering Conference and Exposition* Orlando: ASME.
- Reed, E. J., Klumb, L., Koobatian, M., & Viney, C.** (2009). Biomimicry as a Route to New Materials: What kinds of Lessons are Useful?, *Philosophical Transactions Royal Society*, **367**, 1571-1585.
- Reed, P. A.** (2004). Resources in Technology A Paradigm Shift: Biomimicry, *The Technology Teacher*, December/January, 23-27.
- Rogan, M. A. (Ed).** (2006). *Leonardo: Evrensel Deha Sergi Kataloğu* , 2. Baskı, 2 Kasım-31 Aralık 2006, İstanbul,
- Sanchez, C., Arribart, H., & Giraud Guille, M. M.** (2005). Biomimetism and Bioinspiration as Tools for the Design of Innovative Materials and Systems, *Nature Materials*, **4**, 277-288.
- Santulli, C., & Langella, C.** (2011). Introducing Students to Bio-inspiration and Biomimetic Design: A Workshop Experience, *International Journal of Technology and Design Education*, **21**, 471-485.
- Simon, H. A.** (1996). *The Sciences of the Artificial*. The MIT Press, London.
- Spörrle, M., & Stich, J.** (2010). Sleeping in Safe Places: An Experimental Investigation of Human Sleeping Place Preferences from an Evolutionary Perspective. *Evolutionary Psychology*, **8** (3), 405-419.
- Thallemer, A., Danzer, M., & diğ.,** (2011). Teaching Industrial Design through Research Inspired by Nature. *Proceedings of 2011 IDA Congress Taipei Education Conference* (s. 77-86). Taiwan Design Center, Taipei
- Tonkinwise, C.** (2005). Design+Evolution=Eugenics: Mimetological Analogies, or Why is Design so Enamoured with Evolution, *6th International Conference of the EAD: Design, System, Evolution*, Bremen.
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D.** (1995). *Product Design and Development* (3. Basım 2004). McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Vincent, J. F.** (2001). Stealing Ideas From Nature. E. S.Pellegrino (Ed.), *Deployable Structures* (s. 51-58). Springer-Verlag Wien: New York
- Vincent, J. F.** (2007). Background to Biomimetics, *Biomimetics: Strategies for product design inspired by nature - a mission to the Netherlands and Germany*, (s. 8-12), Pera, İngiltere.
- Volstad, N. L., & Boks, C.** (2008). Biomimicry - A Useful Tool for the Industrial Designer, *NordDesign 2008*, Tallinn.

- Wahl, D. C.** (2006). Bionics vs. Biomimicry: From Control of Nature to Sustainable Participation in Nature, *In Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering, Ecology and Environment*, Vol. **87**, s. 289-298. WIT Press, Southampton.
- Wahl, D. C.** (2005). Eco-literacy, Ethics and Aesthetics in Natural Design: The Artificial as an Expression of Appropriate Participation in Natural Process, *6th International Conference of the European Academy of Design-Design System Evolution*, Bremen.
- Yagou, A.** (2005). Rewriting Design History from an Evolutionary Perspective: Background and Implications. EAD6 / Design&System&Evolution: 6th Conference Of European Academy Of Design Proceedings. Bremen.
- Yıldız, H.** (2012). *Endüstri ürünleri tasarımı kapsamında biyomimetik tasarımın yeri ve metodolojisi*, (yüksek lisans tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Zari, M. P.** (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability, *The SB07 NZ Sustainable Building Conference*, Auckland.
- Gian.** (2010). Human Centered Design & Engineering Blog. Alındığı tarih: 04 03, 2013,adres:  
<http://depts.washington.edu/hcde/2010/05/20/biomimicry-lab-for-product-design/>
- Heerwagen, J.** (2003). Bio-Inspired Design: What Can We Learn from Nature? U.S.GreenBuildingCouncil,adres:  
<http://www.usgbc.org/Docs/Archive/External/Docs8542.pdf>
- Lovegrove, R.** (2006). TED Talks. Alındığı tarih: 10.04.2013 Ross Lovegrove Shares Organic Designs, adres:  
[http://www.ted.com/talks/ross\\_lovegrove\\_shares\\_organic\\_designs.html](http://www.ted.com/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs.html)
- Mueller, T.** (2008). Biomimetics: Design by Nature. Alındığı tarih: 19 Aralık 2011, National Geographic Magazine, adres:  
<http://ngm.nationalgeographic.com/2008/04/biomimetics/tom-mueller-text>
- Norman, D.** (2010). Why Design Education Must Change. Alındığı tarih: 9 Nisan 2013,adres:  
[http://www.core77.com/blog/columns/why\\_design\\_education\\_must\\_change\\_17993.asp](http://www.core77.com/blog/columns/why_design_education_must_change_17993.asp)
- Url-1** <<http://www.tdk.gov.tr>>, Alındığı tarih: 10.03.2013.
- Url-2** <<http://www.bfi.org>>, Alındığı tarih: 23.04.2013.
- Url-3** <<http://biomimicry.net/about/biomimicry>>, Alındığı tarih: 08.03.2013.
- Url-4**<<http://www.biomimicryinstitute.org/downloads/ChallengeSpiral.pdf>>, Alındığı tarih: 24.12.2012.

- Url-5**<<http://www.asknature.org/product/7b46e919ba437d3cc1c22e126a68ed4f>>, Alındığı tarih: 24.04.2013.
- Url-6** <<http://www.asknature.org/product/577b8b2643f13153d461a7942fac9141#changeTab>>, Alındığı tarih: 24.04.2013 .
- Url-7** <<http://www.biomimicryguild.com/indexguild.html>> Alındığı tarih:20.04.2013
- Url-8** <<http://www.cbld.gatech.edu>>, Alındığı tarih: 20.04.2013.
- Url-9** <<http://innovationspace.asu.edu/about/research.php>> Alındığı tarih:20.04.2013
- Url-10** <<http://www.biotriz.com/about-us>> Alındığı tarih: 30.04.2013.
- Url-11** <<http://www.biokon.de/biokon/biokon.html.en>> Alındığı tarih: 23.04.2013.
- Url-12**<<http://biomimicry.net/educating/summits-workshops/education-summit>>, Alındığı tarih: 20.04.2013.
- Url-13**<<http://www.asknature.org/product/a3676b91b1431c1727ab8517d1575f5e>>, Alındığı tarih: 20.04.2013.
- Url-14**<<http://www.asknature.org/product/22aa5601fcdb68b5d2dc9e3d3a22f7f1>>, Alındığı tarih: 20.04.2013
- Url-15**<<http://www.asknature.org/product/7fb15ff64573cfbde3359873d800274a>>, Alındığı tarih: 20.04.2013
- van Boeijen, A., & Daalhuizen, J. (Ed).** (2010). *The Delft Design Guide*. Alındığı tarih: 01.03.2012 adres: <http://ocw.tudelft.nl>





## **EKLER**

**EK A:** Ön Çalışma formu

**Çizelge A.1 :** Ön çalışma formu

### **Analogy Organizer**

Name:

Date:

is to

As

is to

**Explanation of Analogy**

## EK A.1 : Ön Çalışma Formu Örneği

**Analogy Organizer**

Name: \_\_\_\_\_ Date: 07/03/12

|                                                                  |       |                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| How do students can study easily during the daylight - sunlight. | is to | <p style="text-align: center;">Nature Analogy</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px; display: inline-block;">"Sunflower"<br/>(Analog)</div> → Photocell |
| <b>As</b>                                                        |       |                                                                                                                                                                                              |
| "                                                                | is to | <p style="text-align: center;">Fantastic Analogy</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px; display: inline-block;">"X-Men - Cyclops"</div><br>↳ Glasses    |

Explanation of analogy:

1) Nature Analogy: Sunflower reflects to the movements of sunlight because they are sensible so that they can turn their faces with the direct angle to the sun. According to this context; we have decided to use photocell systems to prevent the sun coming from the window. Just like sunflower, photocells will reflect to the sun; and they will not let the light.

2) Fantastic Analogy: X-Men Cyclops protects himself from x-ray lights by using his glasses in the X-men series. We have decided to use this fantastic speciality of cyclops to solve the sunlight problem. There will be glasses located on the window, and they will be used to reduce the negative effects of sunlight during study process. The glasses will not effect the view; there will be only effect the negative sunlight.

Şekil A.1 : Ön çalışma-öğrenci formları örneği

## EK A.2 : Ön Çalışma Formu Örneği

**Analogy Organizer**

Name \_\_\_\_\_ Date: 07.03.2012

|                                                             |       |                   |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------------------|
| How to make our voice get heard from back part of the class | is to | Ear of elephant   |
|                                                             |       | NATURE ANALOGY    |
| As                                                          |       |                   |
|                                                             | is to | Little Fairies    |
|                                                             |       | FANTASTIC ANALOGY |

Explanation of analogy:

Nature Analogy: To use a voice amplifier mechanism which is inspired from ear of elephant by using a material that can gather the voice to the users' ears.

Fantastic Analogy: Using little fairy as Tinkerbell in order to carry the voice of speaker to the audience by using robo-technology, so that flying fairy look-like robot will transmit the voice with flying.

Şekil A.2 : Ön çalışma-öğrenci formları örneği

**EK B : İlk Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

**Çizelge B.1 : İlk Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

| <b>TASARIMDA YÖNLENDİRİLMİŞ ÇALIŞMALAR</b>                                                                                           |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Okan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı<br>Bölümü Öğrencileri ile Yapılan Biyomimikri Çalıştay Anketi  |  |
| AD-SOYAD                                                                                                                             |  |
| SINIF                                                                                                                                |  |
| PROJE KONUSU                                                                                                                         |  |
| ÇÖZÜM ARANAN<br>TASARIM PROBLEMİ                                                                                                     |  |
| Tasarım problemine doğadan çözüm ararken (veritabanlarından, web sitelerinden, asknature.org) ne gibi anahtar kelimeler kullandınız? |  |
|                                                                                                                                      |  |
| Aramayı hangi kaynaklarda yaptınız? Bu kaynaklar hakkında nereden bilgi sahibi oldunuz ve bu kaynaklara nasıl ulaştınız?             |  |
|                                                                                                                                      |  |
| Bu arama sonucunda probleme çözüm getirebildiniz mi? (Cevap "Hayır" ise Neden? "Evet" ise "Nasıl?" sorularına cevap veriniz)         |  |
|                                                                                                                                      |  |
| Bu çalıştayın sizin için olumlu sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                 |  |
|                                                                                                                                      |  |
| Bu çalıştayın sizin için olumsuz sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                |  |
|                                                                                                                                      |  |
| Daha önce Biyomimikri'yi duymuş muydunuz? "Evet" ise Ne zaman ve Nerede?                                                             |  |
|                                                                                                                                      |  |

**EK B.1 : İlk Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

| TASARIMDA YÖNLENDİRİLMİŞ ÇALIŞMALAR                                                                                                                                |                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Okan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı<br>Bölümü Öğrencileri ile Yapılan Biyomimikri Çalıştay Anketi                                |                                                       |
| AD-SOYAD                                                                                                                                                           |                                                       |
| SINIF                                                                                                                                                              | 3                                                     |
| PROJE KONUSU                                                                                                                                                       | Kısıtlı mekanlar için Mobilya tasarımı                |
| ÇÖZÜM ARANAN<br>TASARIM PROBLEMİ                                                                                                                                   | Ray-Sistemi - Açılip kapanan sistemler- Sürgü sistemi |
| Tasarım problemine doğadan çözüm ararken (veritabanlarından, web sitelerinden, asknature.org) ne gibi anahtar kelimeler kullandınız?                               |                                                       |
| asknature.org<br>youtube.com                                                                                                                                       |                                                       |
| Aramayı hangi kaynaklarda yaptınız? Bu kaynaklar hakkında nereden bilgi sahibi oldunuz ve bu kaynaklara nasıl ulaştınız?                                           |                                                       |
| asknature.org ve youtube.com gibi kaynaklardan yararlandım.<br>form anlamında doğadaki canlılardan yararlandım fakat<br>ray ve sürgü sistemlerinde çözüm bulamadım |                                                       |
| Bu arama sonucunda probleme çözüm getirebildiniz mi? (Cevap "Hayır" ise Neden?<br>"Evet" ise "Nasıl?" sorularına cevap veriniz)                                    |                                                       |
| Sürgü ve ray sisteminde yararlanamadım ama kaplumbağa v.b<br>gibi kabuğuna çekilen canlılardan esinlenerek form aştırması<br>nda olumlu sonuç aldım                |                                                       |
| Bu çalıştayın sizin için olumlu sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                                               |                                                       |
| Olumlu yönü tasarımda karşılaştığımız problem gözümüzü<br>doğadan yararlanarak görme imkanı olabildiğini görmek<br>olumlu tarafı oldu                              |                                                       |
| Bu çalıştayın sizin için olumsuz sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                                              |                                                       |
| Olumsuz yönü belki detaylı (ray, sürgü) gibi sistemlerin<br>görüm deneyiminin düşük olduğunu görmek oldu                                                           |                                                       |
| Daha önce Biyomimikri'yi duymuş muydunuz? "Evet" ise Ne zaman ve Nerede?                                                                                           |                                                       |
| Biyomimikriyi daha önce duymuş iğicğini bilmiyordum. Üniversitede<br>daha detaylı bilgi sahibi olabildim. Aldığımız ders sayesinde                                 |                                                       |

**Şekil B.1 : İlk çalıştay öğrenci anket örneği.**

**EK B.2 : İlk Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

| <b>TASARIMDA YÖNLENDİRİLMİŞ ÇALIŞMALAR</b>                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Okan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı<br>Bölümü Öğrencileri ile Yapılan Biyomimikri Çalıştay Anketi                                                                                                                        |                                                |
| AD-SOYAD                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                |
| SINIF                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                              |
| PROJE KONUSU                                                                                                                                                                                                                                               | KAMP İÇİN BARINMA ÜNİTESİ TASARIMI             |
| ÇÖZÜM ARANAN<br>TASARIM PROBLEMİ                                                                                                                                                                                                                           | KORUNAKLI VE İŞLEVSEL BARINMA ÜNİTESİ İHTİYACI |
| Tasarım problemine doğadan çözüm ararken (veritabanlarından, web sitelerinden, asknature.org) ne gibi anahtar kelimeler kullandınız?                                                                                                                       |                                                |
| DOĞADA YAŞAYAN EVİNİ SIRTINDA TAŞIYAN HAYVANLARIN İSİMLERİNİ ARATTIM VE İNCELEDİM                                                                                                                                                                          |                                                |
| Aramayı hangi kaynaklarda yaptınız? Bu kaynaklar hakkında nereden bilgi sahibi oldunuz ve bu kaynaklara nasıl ulaştınız?                                                                                                                                   |                                                |
| ARAMAYI İNTERNET ÜZERİNDEN YAPTIM BİYOMİMİKRI HAKKINDA BİLGİ SAHİBİ OLDUKTAN SONRA BUNUNLA İLGİLİ SİTELERDEN FAYDALANARAK DAHA DETAYLI BİLGİ SAHİBİ OLDUM                                                                                                  |                                                |
| Bu arama sonucunda probleme çözüm getirebildiniz mi? (Cevap "Hayır" ise Neden? "Evet" ise "Nasıl?" sorularına cevap veriniz)                                                                                                                               |                                                |
| ASLINDA HEM EVET HEM HAYIR FORM İTİBARIYLA DOĞADAKİ CANLIYI ANIMSATSADA O CANLININ HERHANGİ BİR ÖZELLİĞİNİ TAŞIMADIĞI İÇİN TAM OLARAK BİYOMİMİKRI ANLAMINDA BİR FAYDA SAĞLAMADI SADECE DOĞADA FORM VE RENK ÇAĞRIŞIMI BAKIMINDAN YARDIMCI OLDU DİYEBİLİRİM. |                                                |
| Bu çalıştayın sizin için olumlu sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                                                                                                                                       |                                                |
| BUNUN SONUCUNDA BİYOMİMİKRI'NIN TAM OLARAK NE ANLAMA GELDİĞİNİ ANLAMIS OLDUM                                                                                                                                                                               |                                                |
| Bu çalıştayın sizin için olumsuz sonuç veren yönlerini kısaca yazınız                                                                                                                                                                                      |                                                |
| YAPTIĞIM ŞEYİN TAM OLARAK BİYOMİMİKRI OLMADIĞINI GÖRMÜŞ OLDUM AMA BANA FORMOLARAK YARDIMCI OLUĞUNU SÖYLEYEBİLİRİM.                                                                                                                                         |                                                |
| Daha önce Biyomimikri'yi duymuş muydunuz? "Evet" ise Ne zaman ve Nerede?                                                                                                                                                                                   |                                                |
| HAYIR İLK KEZ BU SENE ALDIĞIM DERS SAYESİNDE ÖĞRENDİM                                                                                                                                                                                                      |                                                |

**Şekil B.2 : İlk çalıştay bitirme projesi öğrencisi anket örneği.**



**EK C : İkinci Çalıştay Grup Çalışması Formu**

**Çizelge C.1 : İkinci çalıştay grup çalışması formu**

| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                          |                             |                        |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire |                             |                        |
| NAME-SURNAME<br>OF GROUP<br>MEMBERS                                    |                             |                        |
| CLASS OF GROUP<br>MEMBERS                                              |                             |                        |
| GENDER OF<br>GROUP<br>MEMBERS                                          |                             |                        |
| The Problems identified                                                | The Keywords used in search | The results on website |
| SUBJECT 1:                                                             |                             |                        |
|                                                                        |                             |                        |
| SUBJECT 2:                                                             |                             |                        |
|                                                                        |                             |                        |

**EK C.1 : İkinci Çalıştay Grup Çalışması Formu**

| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire |                                                                                                                                       |                                                                                                       |
| NAME-SURNAME OF GROUP MEMBERS                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                       |
| CLASS OF GROUP MEMBERS                                                 | 2nd                                                                                                                                   |                                                                                                       |
| GENDER OF GROUP MEMBERS                                                | Male & female                                                                                                                         |                                                                                                       |
| The Problems identified                                                | The Keywords used in search                                                                                                           | The results on website                                                                                |
| SUBJECT 1: <u>Camera</u>                                               |                                                                                                                                       |                                                                                                       |
|                                                                        | Stability<br>Carrying<br>Focusing<br>Setting up the light settings<br>Charging<br>Memory Card<br>Removal and plugging<br>Sweaty Hands | → Structure under legs feet.<br>→ Corgi<br>→ The chameleon eyes judge distance without head movement  |
| SUBJECT 2: <u>Bulaşıklık</u>                                           |                                                                                                                                       |                                                                                                       |
|                                                                        | Disorder (Düzensizlik)<br>Self-Cleaning<br>Texture                                                                                    | → Honey bees<br>→ Self cleaning fabric self healing foams<br>→ Slippery liquid-infused Porous Surface |

**Şekil C.1 : İkinci çalıştay grup çalışması formu örneği.**



**EK C.2 : İkinci Çalıştay Grup Çalışması Formu**

| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                                                                 |                                                                         |                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire                                        |                                                                         |                                                                                                                                                                          |
| NAME-SURNAME<br>OF GROUP<br>MEMBERS                                                                           |                                                                         |                                                                                                                                                                          |
| CLASS OF GROUP<br>MEMBERS                                                                                     | 2. sınıf                                                                |                                                                                                                                                                          |
| GENDER OF GROUP<br>MEMBERS                                                                                    | KIZ                                                                     |                                                                                                                                                                          |
| The Problems identified                                                                                       | The Keywords used in search                                             | The results on website                                                                                                                                                   |
| <b>SUBJECT 1:</b>                                                                                             |                                                                         |                                                                                                                                                                          |
| Her yöne dördüme<br>problemi?<br>- Kontrol paneline<br>kolay erişimene prob-<br>lemi<br>- Bandın eli acıtması | → Snale<br>→ telescopic<br>- water proof                                | - Hair prevent entry<br>of water : rat tailed<br>maggot<br>- Nikwax - Directional<br>Fabrics<br>- Waterproof .lipid .layer<br>prevents desiccation & frogs               |
| <b>SUBJECT 2:</b>                                                                                             |                                                                         |                                                                                                                                                                          |
| - Yeterli alan bulunma-<br>ması<br>- Su tahliye problemi<br>- Organizasyon problemi                           | → Waterflow<br>→ Organization<br>→ Honey comb structure<br>→ pine cones | - PAX water Technolo-<br>gies<br>- Swarms acts as<br>intelligent organizations:<br>ant and bees<br>- DuPont Nomex and<br>Kevlar - Honeycomb<br>Composite<br>- No results |

**Şekil C.2 : İkinci çalıştay grup çalışması formu örneği.**

**EK D : İkinci Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

**Çizelge D.1: İkinci Çalıştay Öğrenci Anket Formu**

| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire                                              |  |
| NAME-SURNAME                                                                                                        |  |
| CLASS                                                                                                               |  |
| GENDER                                                                                                              |  |
| STUDIO PROJECT SUBJECT                                                                                              |  |
| DESIGN PROBLEMS IDENTIFIED ABOUT STUDIO PROJECT                                                                     |  |
| Do you think to use the website "asknature.org" to seek solutions for your studio project?                          |  |
|                                                                                                                     |  |
| If you use this website to find solutions to your project problems, which keywords would you use?                   |  |
|                                                                                                                     |  |
| Was this workshop useful for your design approach? If it is positive, please explain in which way it is useful.     |  |
|                                                                                                                     |  |
| Was this workshop negative for your design approach? If it is negative, please explain in which way it is negative. |  |
|                                                                                                                     |  |
| Have you ever heard about Biomimicry before? If it is yes, where and when?                                          |  |
|                                                                                                                     |  |
| Have you ever used Biomimicry before? Please explain how you used.                                                  |  |
|                                                                                                                     |  |

EK D.1 : İkinci Çalıştay Öğrenci Anket Formu

| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                                                                                                                                          |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire                                                                                                                 |                                                                                      |
| NAME-SURNAME                                                                                                                                                                           |                                                                                      |
| CLASS                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                    |
| GENDER                                                                                                                                                                                 | Bayan                                                                                |
| STUDIO PROJECT SUBJECT                                                                                                                                                                 | Kitchen Utensils                                                                     |
| DESIGN PROBLEMS IDENTIFIED ABOUT STUDIO PROJECT                                                                                                                                        | Gıvtlarda el becerisi, korundurmaya yönelik güvenli yemek hazırlama seti bulunmaması |
| Do you think to use the website "asknature.org" to seek solutions for your studio project?                                                                                             |                                                                                      |
| Ürün fikirlerimize çoktan ortaya çıktığı için kayıtlı olmadı.                                                                                                                          |                                                                                      |
| If you use this website to find solutions to your project problems, which keywords would you use?                                                                                      |                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                        |                                                                                      |
| Was this workshop useful for your design approach? If it is positive, please explain in which way it is useful.                                                                        |                                                                                      |
| Bir öğrencinin ürün paftasında bu fikir pörmek bana zorlama ve yapmaçlık geliyor. Fakat bilimsel araştırmalar ile mekanik aksamları yada texture'ı aktarmak sayı oluyulacak bir ağıda. |                                                                                      |
| Was this workshop negative for your design approach? If it is negative, please explain in which way it is negative.                                                                    |                                                                                      |
| Zorlama konsept yaratma, kabası dedim gibi somutluklar değil. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olunmadan yapılan tasarımı denemeleri eğreti oluyor.                                    |                                                                                      |
| Have you ever heard about Biomimicry before? If it is yes, where and when?                                                                                                             |                                                                                      |
| Evet. Design Theories and Methods dersinde.                                                                                                                                            |                                                                                      |
| Have you ever used Biomimicry before? Please explain how you used.                                                                                                                     |                                                                                      |
| Yeterli alt yapıya sahip olmadığım için uygulamadım. Malum proje kriterlerindeki 1-2 haftalık research bu uygulamalar için yeterli değil.                                              |                                                                                      |

Şekil D.1 : İkinci çalıştay öğrenci anket formu örneği.

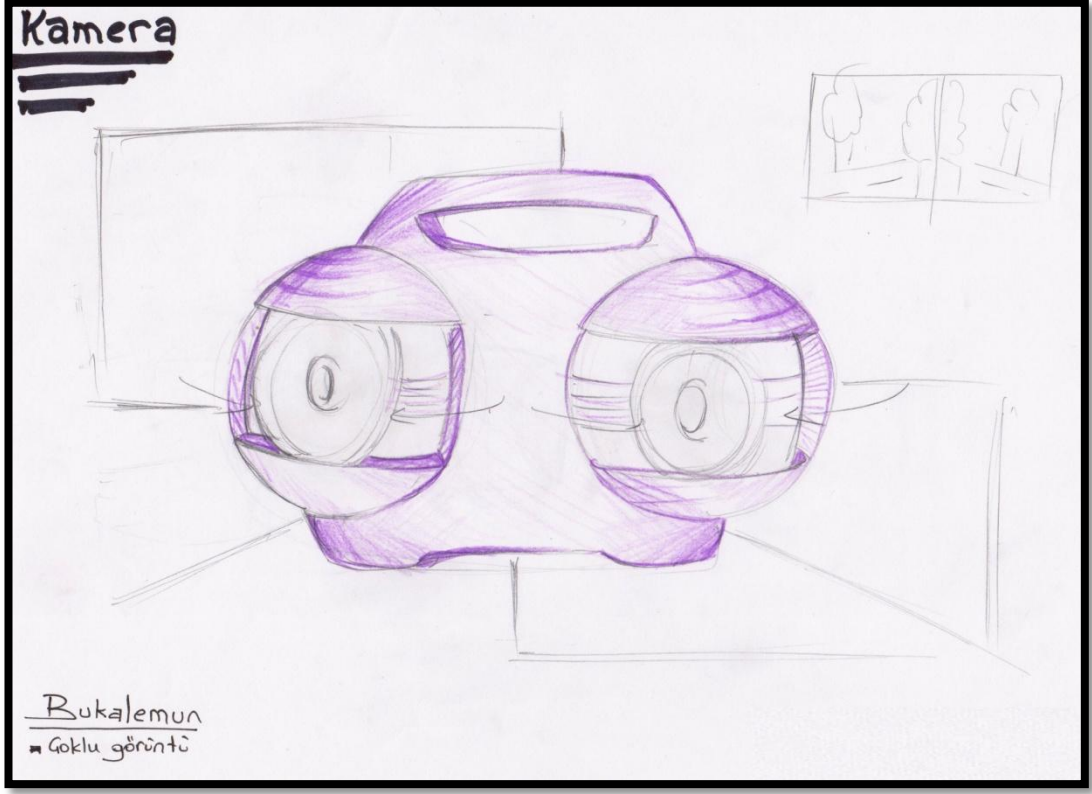


## EK D.2 : İkinci Çalıştay Öğrenci Anket Formu

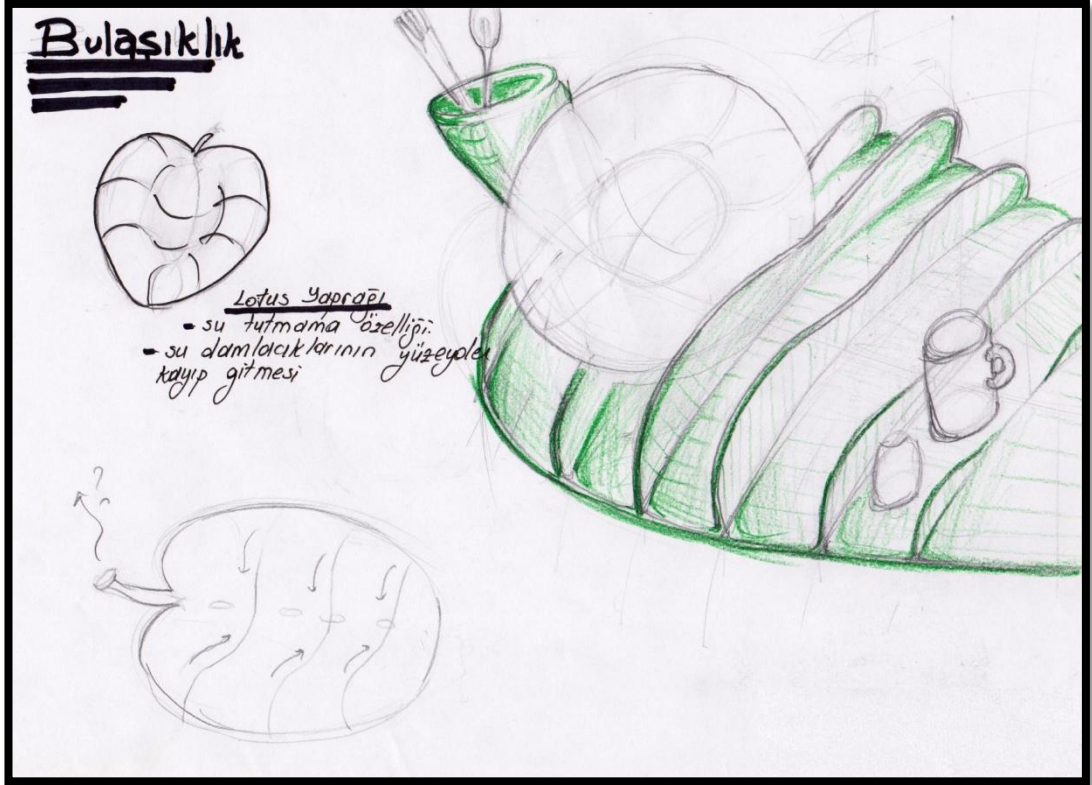
| ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Industrial Design Students-Biomimicry&Asknature Workshop Questionnaire                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                            |
| NAME-SURNAME                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
| CLASS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 <sup>nd</sup>                                                                                                                            |
| GENDER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Female                                                                                                                                     |
| STUDIO PROJECT SUBJECT                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kitchen Utensils- Baby food Preparation                                                                                                    |
| DESIGN PROBLEMS IDENTIFIED ABOUT STUDIO PROJECT                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Easy to carry</li> <li>- Using healthy material for babies</li> <li>- Need small place</li> </ul> |
| Do you think to use the website "asknature.org" to seek solutions for your studio project?                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                            |
| Eyle bir sitenin olması her projede bize yarar sağlayabilir bence                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |
| If you use this website to find solutions to your project problems, which keywords would you use?                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |
| ④ hacim verimliliği (az yer kapama) → bal peteği<br>④ sağlıklı malzeme → bambu<br>④ Hafiflik                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
| Was this workshop useful for your design approach? If it is positive, please explain in which way it is useful.                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |
| Bence doğada her şey mükemmel bir şekilde işlediği için insanların tasarım yaparken doğadan ilham olması çok mantıklı. Ben de bu yöntemi bir kez kullandım ve çok yararlı olduğunu gördüm. Böyle bir internet sitesi olmasın da çok sevindim.                                                                             |                                                                                                                                            |
| Was this workshop negative for your design approach? If it is negative, please explain in which way it is negative.                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |
| Have you ever heard about Biomimicry before? If it is yes, where and when?                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                            |
| Evet duymuştum. İlk dönem bir İngilizce ödevi için bu konuda araştırma yaptım ve sonra bir projemde bu yöntemi kullandım.                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |
| Have you ever used Biomimicry before? Please explain how you used.                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |
| Banyoda kullanılmak üzere bir duş işi organizatörü tasarlıyordum. Konuyla ilgili problemleri sıptarken sampuan bırı- siselerinin dibinde her zaman bir miktar kaldığını fark ettim ve siseler ters durursa bu problemi çözebileceğimi düşünüp doğada 'ters duran' - 'sarkan' - 'bir noktadan ayrılan' her şeyi inceledim. |                                                                                                                                            |

Şekil D.2 : İkinci çalıştay öğrenci anket formu örneği.

EK E.1 : İkinci Çalıştay Birinci Bölüm Öğrenci Çalışma Örnekleri



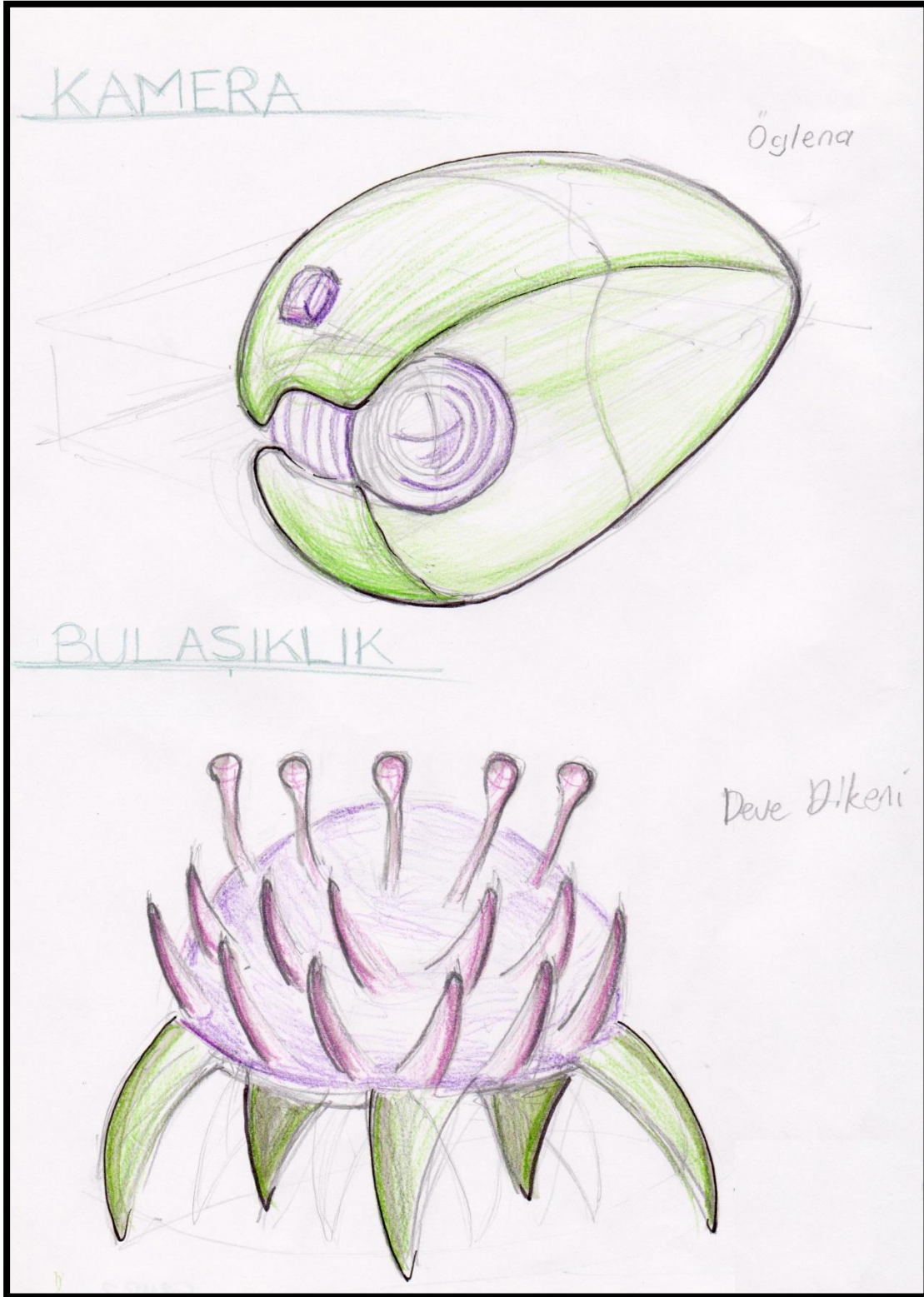
Şekil E.1 : İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.



Şekil E.2 : İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.

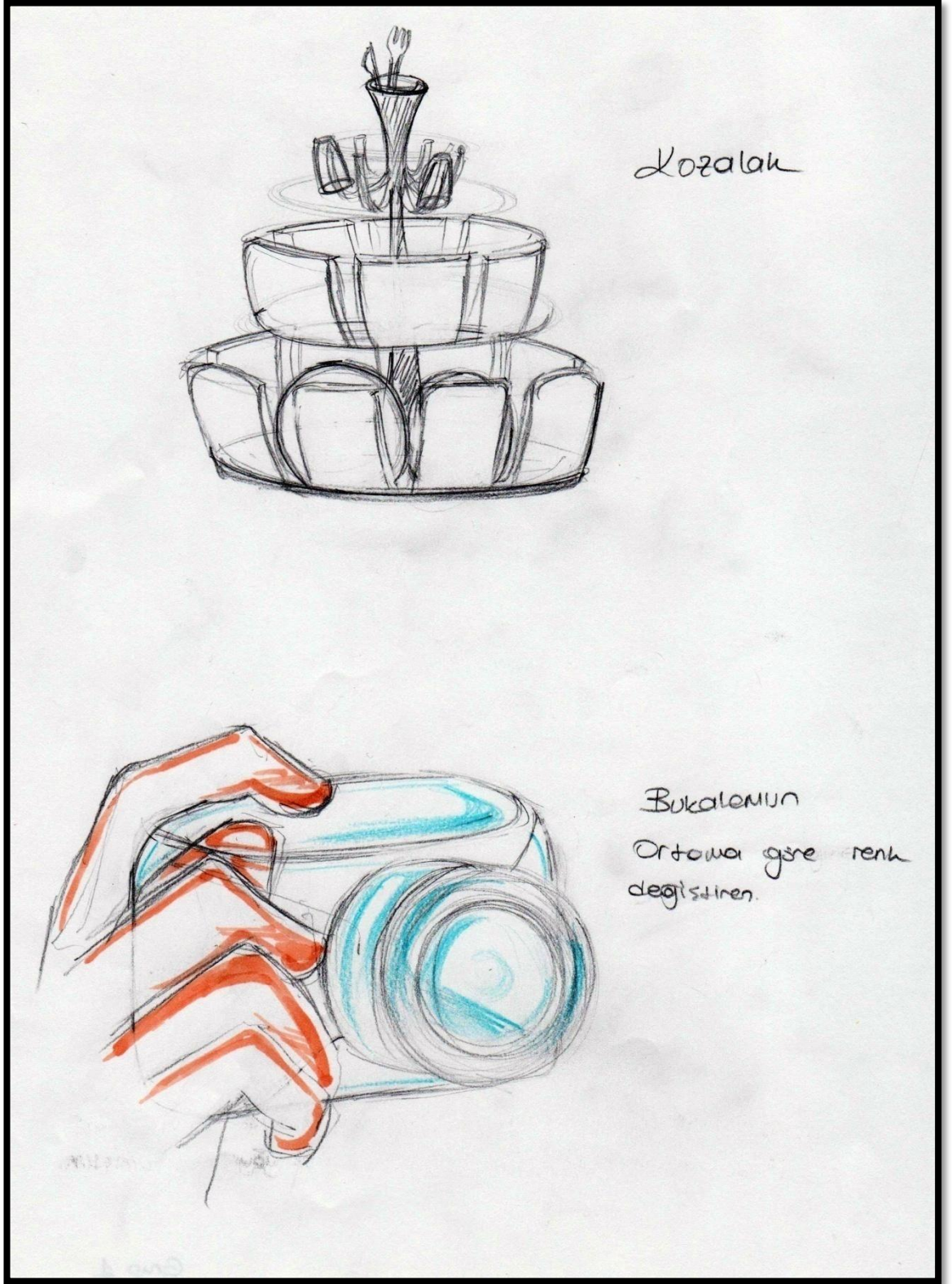


**EK E.2 : İkinci Çalıştay Birinci Bölüm Öğrenci Çalışma Örnekleri**



**Şekil E.3 : İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.**

EK E.3 : İkinci Çalıştay Birinci Bölüm Öğrenci Çalışma Örnekleri



Şekil E.4 : İkinci çalıştay öğrenci çalışma örneği.





## **ÖZGEÇMİŞ**

**Ad Soyad:** Miray Boğa

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Adana-1986

**Adres:** Taşkışla/İstanbul

**E-Posta:** mirayboga@gmail.com

**Lisans:** İTÜ Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı (2004-2008)

### **Mesleki Deneyim:**

07/2012 - ... Araştırma Görevlisi- İTÜ Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü

09/2010 - 06/2012 Araştırma Görevlisi- Okan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü

2008 – 2010 Endüstri Ürünleri Tasarımcısı - Mobilya ve Dekorasyon