

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARİ TASARIMDA EKOLOJİK BAĞLAMDA BİÇİM VE DOĞA İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Heysem Sühan BEYAZTAŞ

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARİ TASARIMDA EKOLOJİK BAĞLAMDA BİÇİM VE DOĞA İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Heysem Sühan BEYAZTAŞ
(502101082)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yüksel DEMİR

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502101082 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Heysem Sühan BEYAZTAŞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“MİMARİ TASARIMDA EKOLOJİK BAĞLAMDA BİÇİM VE DOĞA İLİŞKİSİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Yüksel DEMİR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Nurbın PAKER KAHVECİOĞLU**.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Kerem ERCOŞKUN
Yeditepe Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **05 Haziran 2012**

Sevgili Aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında benden değerli bilgi ve birikimlerini esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yüksel DEMİR’e, bana bu uzun ve zorlu çalışma döneminde koşulsuz destek veren, haklarını ödeyemeyeceğim sevgili annem Süheyla BEYAZTAŞ ve babam Necmi BEYAZTAŞ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2012

Heysem Sühan BEYAZTAŞ
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	3
1.2 Tezin Yöntemi.....	4
2. DOĞA'NIN İNSAN VE BİLİMLE İLİŞKİSİ	5
2.1 Doğa ve İnsan.....	5
2.2 Doğa ve Bilim	10
2.2.2 Newton'un tahmin edilebilir evren modeli ve kartezyen görüş.....	11
2.2.3 Kuantum mekaniği ve çağdaş bilim.....	12
2.2.4 Teknolojik ilerleme ve tekillik.....	14
2.3 Bölüm Sonucu	17
3. EKOLOJİ VE MİMARİ.....	21
3.1 Ekolojinin Tanımı	21
3.2 Ekoloji Biliminin Tarihsel Gelişimi ve Konusu.....	21
3.3 Ekolojik Mimari	22
3.3.1 Ekolojik mimari kavramının tarihsel gelişimi ve konusu	22
3.4 Bölüm Sonucu	28
4. DOĞANIN BİÇİM ÜRETMEDE KAYNAK OLARAK KULLANILMASI.....	33
4.1 Organik Mimarlık.....	38
4.2 Biyomimesis.....	41
4.2.1 Biyomimesis ve mimarlık	42
4.3 Morfogenesis ve Morfo-ekoloji	52
4.3.1 Morfogenesis.....	54
4.3.2 Morfo-ekoloji	62
4.4 Bölüm Sonucu	67
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	70
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ.....	79

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CFD	: Computational Fluid Dynamics
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
MÖ	: Milattan Önce
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries
YY	: Yüz Yıl

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : 19. Yy ile 21. Yy Arasında Ekoloji Biliminin Gelişimi.....	29
Çizelge 3.2 : Ekolojik Mimarının Kronolojik Gelişimi.....	31
Çizelge 4.1 : Mimari Tasarımda Biyomimetik Yöntem	47
Çizelge 4.2 : Mimari tasarımda Broadbent ve Dawkins’e göre beş biçimlendirme yönteminin değerlendirilmesi	67
Çizelge 4.3 : Organik, biyomimesis ve morfogenesis mimarlık yaklaşımlarının biçimlendirme yöntemleriyle olan ilişkisi	68

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Doğa'nın İnsan-Bilim-Teknoloji İle Olan İlişkisi.	4
Şekil 2.1 : Yin ve Yang Sembolü.	8
Şekil 2.2 : Elinde Pergeli ile Gökyüzündeki Mimar Tanrı Figürü.	9
Şekil 2.3 : Doğa Ana İllüstrasyonu.	9
Şekil 2.4 : Madde ve Işığın Dalga-Parçacık Düalitesi.	13
Şekil 2.5 : Teknolojik Kapasitenin Zaman İçerisindeki Değişim Grafiği.	15
Şekil 2.6 : İlk Yaşam Formundan Kişisel Bilgisayarlara Evrimsel Hız Grafiği ve Tekillik.	15
Şekil 2.7 : Kurzweil'e Göre Evrim'in Altı Dönemi.	16
Şekil 3.1 : Sokrates Evi.	24
Şekil 3.2 : Buckminster Fuller ve jeodezik kubbe ...	25
Şekil 3.3 : Jimmy Carter ve Beyaz Saray çatısındaki solar paneller.	26
Şekil 3.4 : Biyosfer II Binası.	26
Şekil 4.1 : Parthenon'un Cephesi'nde Altın Oran ...	34
Şekil 4.2 : Ayçiçeği, Kozalak ve Ananas Bitkilerinde Fı Dizini.	35
Şekil 4.3 : Petek Diziliminde Daire Formundan Altıgen Forma Geçiş.	35
Şekil 4.4 : Köpek Balığı Evi ve Notilus Evi ...	36
Şekil 4.5 : Frank Lloyd Wright, The Solar Hemicycle evi.	39
Şekil 4.6 : Kutu Balığı ve Ağaç Dallanma Sisteminden Etkilenerek Tasarlanan DaimlerCrysler Biyonik Arabası.	44
Şekil 4.7 : Lotus Bitkisi Ve Kendi Kendini Temizleyen Boya ...	45
Şekil 4.8 : Stenacora Böceği ve Kendisinden Esinlenerek Tasarlanan Namibia Üniversitesi Su Bilimleri Merkezi.	46
Şekil 4.9 : Pangolin ve Pangolinden Esinlenerek Kabuğu Tasarlanmış Waterloo Terminali.	48
Şekil 4.10 : Termit Yuvasındaki Hava Akımı Davranışı ...	49
Şekil 4.11a : CH2 Binası, Melbourne.	50
Şekil 4.11b : CH2 Binası Cephe Detayı	50
Şekil 4.11c : CH2 Binası Hava Akımı Davranışı ...	51
Şekil 4.11d : CH2 Binası Yan Görünüş.	51
Şekil 4.12 : Atık Su Arıtmada Bir Eko-Makine'nin Çalışma Prensibi.	52
Şekil 4.13 : L-Studio Adlı programda L-Sistem ile Üretilmiş Bir Bitki Gelişimi.	58
Şekil 4.14 : Bir Bambu Sapının Gerilme Yüğü Altında Biçimsel Deformasyonları.	59
Şekil 4.15 : Polimorfik Bir Sisteme Göre Biçim ve Biçimsel Farklılaşma.	60
Şekil 4.16 : Münih Olimpiyat Stadyumu Polimorfik Membran Çatı Örtüsü.	61
Şekil 4.17 : Biyolojik Homeostaz Örneği ...	61
Şekil 4.18 : Multihalle Mannheim Binası İç Görünüş.	63
Şekil 4.19 : Yukarıdan-Aşağıya Mimari Tasarım-İnşa Süreci ...	64
Şekil 4.20 : Kendi Kendini Replike Edebilen Los Alamos Böceği Deneyinde Yaşam Döngüsü.	65

Şekil 4.21a :	Yeni Çek Ulusal Kütüphanesi Konsept Projesi.....	66
Şekil 4.21b :	Yeni Çek Ulusal Kütüphanesi Aydınlık Gradyenti Oluşumu	67
Şekil 5.1	: Doğa ile insan, bilim ve teknoloji arasındaki düalist ilişkiler ağı	70

MİMARİ TASARIMDA EKOLOJİK BAĞLAMDA BİÇİM VE DOĞA İLİŞKİSİ

ÖZET

Bu tez çalışması, 20. yy başından bugüne değişen bilimsel, teknolojik ve ekolojik paradigmaların mimari ile olan ilişkisinin sorgulanması üzerine hazırlanmıştır. Tez çalışmasında değişen bu paradigmaların mimari tasarımda biçim-doğa ilişkisine etkilerinin irdelenmesi konu alınmaktadır. Ekolojik bağlamda ele alınan bu çalışma, değişmekte olan bilim ve teknolojinin mimari tasarımda biçimlendirme sürecinin doğayla olan ekolojik ilişkisini etkilediği varsayımı üzerine yapılmıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde doğa ve mimari arasındaki ilişkiden bahsedilmekte ve bu ilişkinin ekolojik arka planına değinilmektedir.

İkinci bölümde doğanın insan, bilim ve teknoloji ile olan ikili ilişkileri irdelenmektedir. Bu irdelemede bahsi geçen kavramlardaki paradigmatic değişimlerin diyalektik bir bakış açısıyla mimaride biçim-doğa ilişkisine etkilerinin anlaşılması amaçlanmıştır. İnsanın doğaya bakışı ile bilim ve teknolojiye olan yaklaşımlarında belirlenen ikilikler doğu-batı ikilemi perspektifine ele alınmıştır. Bu bölümde ifade edilen doğu-batı ikilemi coğrafi ve siyasi bir anlamdan ziyade kavramsal bir boyutta ifade edilmeye çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde ise bir önceki bölümde bahsedilen paradigma değişimlerinin ekoloji ve ekolojik mimarideki tezahürleri incelenmiştir. Ekoloji ve ekolojik mimari kavramlarının 20. yy itibarıyla geçirdikleri dönüşüm ikinci bölümdeki bağlamlar dahilinde ele alınmıştır. Bu bölümde tespit edilen “teknoloji, ekonomi ve bütüncüllük” ilkeleri, ekoloji ve ekolojik mimarinin evrimsel süreçlerine yönelik ortak unsurlar olarak ortaya konulmuştur.

Dördüncü bölümde ise mimari tasarımda biçim ve doğa ilişkisi üzerine irdelemeler yapılmıştır. Bu bölümde mimari biçimlendirme yöntemleri üzerine incelemeler yapılmış ve bu yöntemlerin doğa ile olan ilişkileri irdelenmiştir. 20. yy sonrasında doğa ile yakından ilişkisi olduğu tespit edilen organik mimarlık, biyomimesis ve morfogenesis/morfo-ekoloji olmak üzere üç mimari tasarım yaklaşımı incelenmiştir. Bölüm sonunda bu yaklaşımların mimari biçim ve doğa ilişkisindeki ekolojik boyutları tartışılmıştır.

Sonuç bölümünde mimari tasarımda biçim ve doğa ilişkisi bahsi geçen paradigmatic değişimler bağlamında irdelenmiştir. İkinci bölümde ele alınan düalist ilişkilerin ekoloji ve ekolojik mimarideki yansımaları üzerine çıkarımlar yapılmıştır. Bu çıkarımlar organik mimarlık, biyomimesis ve morfogenesis/morfo-ekoloji tasarım yaklaşımları içerisinde incelenmiştir.

Özetle 20. yy mimarisinden 21. yy mimarisine geçişte bahsi geçen paradigmatic değişimlerin mimari biçim ve doğa ilişkisindeki farklılaşmaya etkisi üzerine bir irdeleme yapılmıştır.

FORM AND NATURE RELATIONSHIP IN THE CONTEXT OF ECOLOGY IN ARCHITECTURAL DESIGN

SUMMARY

This thesis is prepared on the basis of the relationship between architecture and changing scientific, technologic, ecologic paradigms since 20th century. The examination of these changing paradigms' effects in architectural design and the relationship between form and nature in the context of ecology are studied in this study.

This study shows that changing and developing science and technology influences shaping in architecture and this influence helped architecture form turn into an ecologic character taking advantage of nature. The effects of nature on architectural form varies from time to time. The technological situation after the scientific and industrial revolution had created new kind of relationship between architecture and nature. It is known that this relationship has been affected the ecological character of the architecture in negative way. But also there had been some approaches to the modern architecture in ecological perspectives like organic architecture which is pioneered by architects such as Louis Sullivan and Frank Lloyd Wright. Throughout the 20th century, the dynamic character of science and technology and the continually changing paradigms on those have affected the ecological dimensions of the architecture. It has been studied these changing paradigms and effects on architecture.

The introduction is about the relationship between nature and architecture, and the ecological background of this relationship. In this chapter it has been discussed the potential paradigms which could affect the situation of ecological architecture by considering the dualist relationship between human and nature.

The second part is about dualistic human and nature, science and technology relationships. It is aimed to evaluate the paradigm differences with a dialectic point of view which may affect the approach towards architecture and understand the effects of these differences regarding form-nature relationship in architecture. The human and nature relationship has been discussed in the perspective of east and west dialectics. The eastern and western philosophies have been compared in order to understand the different point of views to the nature. It has been aimed by making these comparisons to analyse the shifting paradigms in architecture from a philosophical perspective.

It is also discussed the nature and science relationship. The changing paradigms in science have been studied in order to understand the shifting effects of scientific developments on architectural form. It has been seen that the deductive and inductive point of views and the dialectic relationship between these determine the effects of science and nature in architecture. The difference between the 20th century perception of universe which is called cartesian mechanic and perception of quantum universe which is in developing progress today in 21st century exposes the shifting

paradigm of the relationship between science and nature. As it is known that the developing science has close relationship with technology. At the final part of this chapter the technologic improvement and the concept of singularity have been studied. As a result it has been discussed that the shifting tendency of all the dualistic relationships between those paradigms and its possible affect on architecture.

Third part is about the paradigm changes' appearances in ecology and ecological architecture. The transform of ecology and ecological concepts from 20th century are debated concerning the second part. Pinpointed principles like technology, economy and holism are explained as common issues aimed at ecology and ecological architecture's evolutionary process. The evolutionary process of ecology and ecologic architecture and their results have been studied in this chapter. The evolutionary changing characters of ecology and ecological architecture have been compared with the results of shifting paradigms which have been discussed at the previous chapter. It has been seen that the changing tendency are the same both ecology and ecological architecture. It may be said that the relationship between these ecological concepts and the changing scientific paradigms are consistent. The eco-technologic and holistic characters of ecology and ecologic architecture have been asserted as proofs in this chapter.

Fourth part is about the relationship between form and nature in architectural design. In this part architectural forming methods are examined and these methods' relationships with nature have been studied. Five forming method have been determined, these are canonic, pragmatic, iconic, analogic and memetic. The ecological potentials of these methods have been discussed. Also, three architectural approaches are studied: organic architecture which is discovered to have close relations with nature after 20th century, biomimesis and morphogenesis/morphoecology. These approaches are argued regarding size of architectural form and nature relation.

In this chapter the role of nature on architectural forming has been studied. Some perspectives in architectural design for form finding by using nature and their importance has been discussed. These perspectives has been classified as methods for form finding and examined in order to determine the ecological characters of these methods. This examination has been made by selecting some architectural approaches to exemplify the perspectives.

Organic architecture is the first approach that represents the 20th century point of view in architectural design to examine the relationship between nature and form. In this approach it has been examined the part-whole relationship in nature and its' effects in architecture. It has been semtinized the role of nature at the forming process. It has been apperad that the relationship of organic architecture with nature is not based on imitation it is about the manifestation of undividable unity concept of nature in architecture.

Another approach which is called biomimesis has been studied to understand the nature-form relations in developing technology. It has been examined the methods of biomimesis in architecture. It may be found imitation of nature in this approach. According to Benyus nature is categorized in three perspectives which are nature as mentor, nature as model and nature as measure. Biomimesis has been considered in these perspectives by analysing the relationship of it with nature. Some examples have been given in order to understand the character of the approach with nature.

Morphogenesis and morpho-ecology design approaches have been determined for examining the nature-form relations in contemporary architecture. The developing science and technology and their effects on architecture have been studied to associate the changing science and changing ecologic architectural approaches. These concepts are based on high technology by imitating nature systems. Digital technology and its' abilities on simulation help to create new forms in architecture. Morphogenesis is an approach that utilise the digital technology to imitate the system of nature. This approach use the three concept that belongs to nature, they are called "form finding", "emergence" and "self-organization". All of these concepts belong to natural systems could imitate in architecture according to morphogenesis. It has been indicated that the natural processes such as homestasis and photosynthesis are the keys to design by nature.

Morpho-ecology is another approach that use the ecological characters of the natural processes like morphogenesis. In this approach it has been examined the synthetic life and its effects on forming. The spatial outputs of these approaches have also been discussed in this chapter.

In conclusion part, form in architectural design and nature relationship is examined in the context of nature's relationships between human, science and technology. Deductions are made about the reflection in ecology and ecological architecture of paradigm changes in dual relationships' effects on architecture. These deductions are exemplified with organic architecture, biomimesis, morphogenesis and morpho ecology design approaches. The changing paradigms' effects on architecture and their relationships with nature and consequences to the form have been discussed in this last chapter. The difference has been pointed out by comparing the 20th century and 21th century identities in science, technology and ecological architecture.

To sum up, in the context of these changing paradigms there is an argument about the differentiation of architectural form and nature relationship making a transition from 20th century architecture to 21st century.

1. GİRİŞ

“Ne zaman değerlerimizi yok etsek, doğaya dönmeye meylederiz” (Rousseau, 1762).

Doğa, insan yaşamını etkileyen, tüm unsurlarıyla insanı ve diğer canlıları içerisinde barındıran birincil bir mekan olarak kabul edilebilir (Crowe,1995). Bu doğal mekan içerisindeki insanın, doğanın kendi şartlarından korunmaya ve barınmaya gereksinim duyduğu, bu amaçla doğa içerisinde kendi iradesini koruyabileceği bir mekana sahip olma ihtiyacı hissettiği belirtilebilir. İnsanın, mekan yaratma ihtiyacını karşılarken doğaya olan yaklaşım biçimi, mimari ve doğa arasındaki ilişkinin karakterini belirleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilebilir (Hagan, 2001).

Küresel ölçekte egemen toplumların dünya görüşü her alanda olduğu gibi mimari gelişimi de etkilediği belirtilebilir. White (1967) güncel dünyada hakim olan, insanın doğadan üstün olduğu ve insanın doğaya kişisel çıkarları doğrultusunda her ne şekilde olursa olsun müdahale edebileceği düşüncesini batı tarzı bir yaklaşım biçimi olarak kabul eder. White’ın bu önermesinden yola çıkılarak çağdaş mimarinin batılı bu düşünce yapısıyla şekillendiği iddia edilebilir. Bugün küresel egemen medeniyet olan batı dünyasının doğaya olan bu bakış açısının bilim, teknoloji ve mimari gibi birçok alana yaklaşımın temelini oluşturduğu belirtilebilir. Özellikle endüstri devrimi sonrasında ekonomik ve kültürel bağlamda küresel egemenliğe kavuşan batı medeniyetinin mimariyi bu düşünce çerçevesinde şekillendirdiği söylenebilir. Endüstri devrimi sonrasındaki bu süreçte doğanın, nitelikten ziyade niceliğin arayışındaki yapılaşma stratejilerinin hışmına uğradığı bunun sonucunda da mimarinin tabiatla olan doğru ilişkisini kaybettiği iddia edilebilir.

White (1967) doğa ve insan arasındaki ilişkiye farklı bir açıdan bakan bir diğer düşünce yapısı olarak batının karşısına doğaya müdahaleciliğin karşısında duran doğuyu koyar. Batı inanç sistemlerinin ve felsefelerinin aksine doğu felsefesinde doğanın insan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olarak görüldüğünü belirtir.

Doğu mistizmindeki doğada herşeyin bir ruhunun olduğu düşüncesi her yerin de bir ruhu olduğu düşüncesini getirmiş olduğu görülmektedir (White,1967). Bu yaklaşımda her denizin, ovanın, dağın dolayısıyla her mekanın bir ruhunun olduğu, ‘Genius Loci’ olarak adlandırılan bu ruhun insan ruhundan farklı olmakla birlikte insan ruhuna duyarlı olduğu dolayısıyla ihtiyaçların bu ruhlara saygıyla giderilmesi gerektiği düşüncesi görülmektedir (Schulz, 1984). Buradan anlaşılmaktadır ki batı tarzı düşüncede doğaya pragmatist bir amaçla müdahale edilmesi egemenken, doğulu düşünce yapısında doğaya duyarlı bir yaşam biçimi egemendir.

İnsanın doğaya bakışını gösteren bu iki yaklaşım günümüz ekolojik problemlerin çözümünde değerlendirilmesi gereken önemli hususlar olarak kabul edilebilir. İnsanın doğayla olan etkileşiminde mimarinin rolü incelenirken yapılara verilecek şeklin hangi düşünce biçiminin etkisi altında oluşturulacağı bu bakımdan önem arz etmektedir.

20. yy içerisinde doğaya verilen zararın gerek ekonomik gerekse ekolojik anlamda negatif geri dönüşleri olduğu bilinmektedir. Oluşan bu olumsuz şartların ortadan kaldırılmasında mimariye önemli roller düştüğü görülmektedir. Bu noktada 21. yy’da mimarinin doğayla ilişkisini yeniden gözden geçirmesi gerektiği öne sürülebilir. Tez çalışması kapsamında mimarinin doğayla olan bu ikili ilişkisinde biçimin rolü ele alınmıştır. Değişmekte olan teknolojik paradigmaların ekonomi ve ekolojiye etkisinin sorgulanmaya başlanmasıyla birlikte mimaride biçim unsurunun bu bağlamda yeniden ele alınması gerekliliğinin doğduğu düşünülmüştür. Teknolojinin artan kullanımı ve beraberinde sebep olduğu doğal kaynakların tüketim hızının artması ve bunların tahrip edici sonuçları, gerek ekonomik gerekse ekolojik açıdan mimarinin ve mimaride biçimin rolünün bu bağlamlarda değerlendirilmesini önemli kıldığı görülmüştür. Bu bağlamda tez çalışmasında mimaride biçim unsurunun ekolojik kaygılarla elde edilebilme yolu üzerine sorgulamalar yapılması hedeflenmiştir.

Çalışmada, mimari biçim ile doğa arasındaki ekolojik etkileşim doğa-insan arasındaki ikili ilişki bağlamında ele alınmıştır. Buna göre mevcut dünyada ekolojik problemlerin çözümünde mimari biçimi rolünün önemli olduğu düşünülmüş, ekolojik değere sahip bir biçim arayışının doğa ile beraber gerçekleşebileceği kabul edilmiştir.

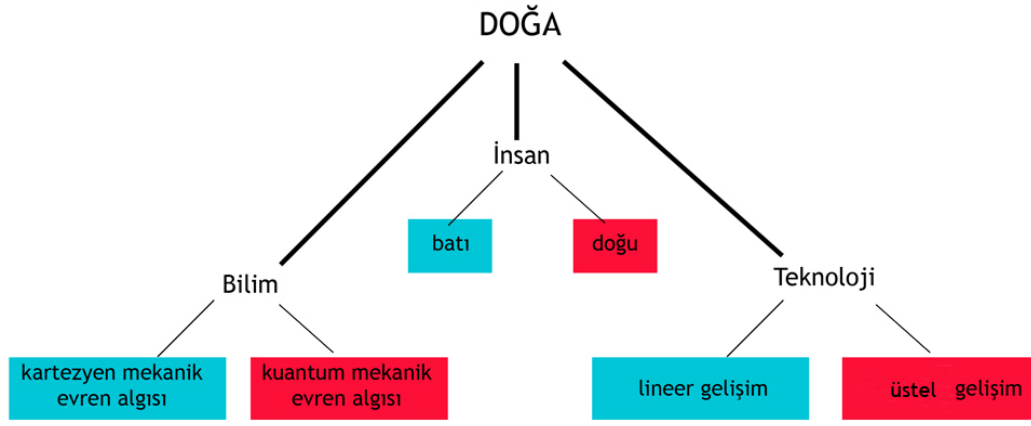
Bu sebeple tez çalışmasında 20. yy sonrasında ortaya çıkan ve bu düşüncüyü destekleyebilecek organik mimari, biyomimesis ve morfogenesis kavramlarının irdelenmesi önemli görülmüştür. Mimari biçimin doğa ile olan ilişkisinin ekolojik bir karaktere sahip olmasının yolunun zaten ekolojik olan doğadaki sistemlerden öğrenilerek gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışması değişen bilimsel, teknolojik ve ekolojik paradigmaların mimariye etkisinin sorgulanmasından yola çıkılarak hazırlanmıştır. Endüstri devrimi sonrası teknolojik ilerlemelerin hız kazandığı bilinmektedir. 18. yy ve 19. yy arasında başlayan endüstri devriminin teknolojiyi 20. yy da getirdiği nokta ekonomiyi dolayısıyla mimariyi derinden etkilemiştir. 21. yy'ın değişen teknolojik ve ekonomik koşulları ise mimariyi etkilemeye devam etmektedir (Korhonen, 2008).

Mimarının doğaya olan yaklaşımı zamanının şartları içerisinde değerlendirildiğinde doğa-insan ilişkisinin bilimsel ve teknolojik tezahürlerinin önem kazandığı belirtilebilir (Şekil 1.1). Tez çalışmasında, birbirleri ile etkileşim halindeki bu kavramların arakesitinde, “mimaride biçim” konusu ele alınmıştır. Tez çalışmasının amacı, mimari tasarımda biçim-doğa ilişkisinin ekolojik boyutunu irdelemektir. Bu irdeleme bir literatür çalışmasına dayanarak, ekolojik bağlamda biçim-doğa ilişkisinin çeşitli mimari yaklaşımlardaki yerini haritalamayı amaçlamıştır. Bu irdelemede biçim ve doğa arasındaki ilişkiye etki eden sosyal ve kültürel faktörler tez kapsamına alınmamıştır. Çalışma hipotezi, ‘bilimsel ve teknolojik gelişmeler, mimari biçimlenmenin doğa ile olan ilişkisini etkiler, bu bağlamda mimari tasarımda ekolojik biçim, çağdaş teknoloji vasıtasıyla doğada mevcut olan ekolojik biçimlerden faydalanarak tasarlanabilir’ şeklinde ifade edilebilir. Çalışma, 20. yy başından bugünün çağdaş dünyasına uzanan dönemde mimari tasarımda biçim-doğa ilişkisini ele alan üç önemli mimari yaklaşım kapsamında yapılmıştır. Belirlenen bu mimari yaklaşımlar şunlardır:

- Organik Mimarlık
- Biyomimesis
- Morfogenesis/ Morfo-ekoloji



Şekil 1.1 : Doğa'nın İnsan-Bilim-Teknoloji İle Olan İlişkisi

1.2 Tezin Yöntemi

Tez çalışması, bir literatür çalışması niteliğinde olması sebebiyle öncelikle konuyla ilgili literatür araştırması yapılmıştır. İlk olarak tez çalışmasının kapsamı dahilinde doğanın insan, bilim ve teknoloji ile ikili ilişkileri incelenmiştir. Üçüncü bölümde incelenen bu ikili ilişkiler bağlamında ekoloji ve ekolojik mimarinin son yüzyıl içerisindeki değişim süreci araştırılmış ve bu değişim sürecinin eğiliminin niteliği irdelenmiştir. Dördüncü bölümde tez çalışmasının ana hedefine yönelik olarak mimari biçimlendirme yöntemlerine yönelik bir inceleme yapılmış ve tez çalışması bağlamında beş ana metod saptanmıştır. Daha sonra bu metodlar kapsamında doğanın biçimi etkilediği durumlar tespit edilmiştir. Bu tespitlerin ışığında doğa-biçim ilişkisinde ekolojikliğin gözlenebildiği üç ana mimari tasarım yaklaşımı belirlenmiştir. Organik mimarlık, biyomimesis ve morfogenesis/morfo-ekoloji olmak üzere bu üç yaklaşım ekolojik bağlamda mimari biçimin doğa ile olan etkileşiminin en çok gözlenebildiği yaklaşımlar olarak belirlenmiştir. Sonuç bölümünde değişen bilimsel ve teknolojik paradigmaların mimaride biçim-doğa ilişkisini ne ölçüde etkilediği ve bu etkilerin ekolojik boyutlarının farklılığı sorgulanıp çağdaş mimaride biçimin ekolojik bağlamda doğadan hangi düzeyde faydalanabildiği üzerine tartışma yapılmıştır.

2. DOĞA'NIN İNSAN VE BİLİMLE İLİŞKİSİ

2.1 Doğa ve İnsan

Doğa ve insan birbirlerinden ayrı olarak tanımlanması güç iki önemli unsurdur. Doğa, canlı cansız var olan herşeyi nitelemekte kullanılan bir kavramdır. Canlı olan ve düşünen insanın doğa ile etkileşimi doğa-insan ilişkisinin boyutunu belirler. İnsan, doğa içerisinde yaşayan bir organizmadır ancak insanın doğanın bir parçası mı yoksa doğanın dışında bir unsur mu olduğu önemli bir tartışma konusudur. İlk insanların avcı toplayıcılar olarak doğada yaşamını sürdürdüğü dönemde insan, doğanın bir parçası olarak kabul edilirken, toprağın işlenmeye başlaması ve yerleşik hayata geçişle birlikte doğayı kontrol eden bir varlık olarak kabul görmüş ve doğadan bağımsız bir unsur olarak değerlendirilmesi gerektiği öne sürülmüştür (Crowe, 1995). Descartes, insan aklının doğayı yorumlayabilmesi sebebiyle doğayı insan düşüncelerinin dışında bir varlık olarak nitelemiş ve doğa-insan düalitesini öne sürmüştür. Yerleşik hayata geçen insan kendi kurduğu ev ve yerleşim yerlerine doğadan ayrı ancak doğanın içerisinde kendi doğasını yaratmıştır. Bu durumu Blaise Pascal (1642) şu şekilde açıklar: ‘‘Gelenek doğal mıdır? Korkarım ki doğanın bizzat kendisi ilk gelenektir ve bilinen gelenek ise ikinci doğadır’’ (Crowe, 1995). Cicero ise bu durum için; toprağı sulayıp verimini arttırarak, tohum ekip bitki yetiştirerek, akan nehri kontrol altına alarak insanların kendi elleriyle doğal dünya içerisinde ikinci bir dünya yarattığını belirtir (Cicero, 2006). İnsan ve doğayı birbirinden ayırma düşüncesi bugünkü anlamıyla batı medeniyetine özgü bir bakış açısı olduğu görülür. Batı düşünce biçiminde insan doğadan üstün ve doğa da müdahale edilmesi gereken bir unsur iken doğulu olarak tabir edilebilecek mistik anlayış, doğa ve insanı ayırmaz. Batı düşünce yapısının doğaya bakışını Yunanlı filozof Aristo’nun, şu sözlerle örneklendirmek mümkündür: ‘‘...Eğer doğa her şeyi eksiksiz yapıyorsa ve hiçbir şey boşuna değilse, o halde bütün hayvanları insanlar için yaratmış olduğu düşüncesi çıkarsanabilir.’’ Burada doğanın insandan ayrı bir şey olduğu ve insanın doğanın üstünde bir varlık olduğu düşüncesi görülebilir. Batı dünyasındaki antroposentrik (insan merkezli) bu düşünce yapısı daha sonra yahudi ve hristiyan

düşünce yapısının gelmesiyle insanın merkezdeki yerini tanrıya bırakmasına sebep olmuştur. Doğa insana tanrıdan bir lütuf olarak kabul görülmüştür. Bugünkü küresel dünya düzeninde de hakim olan yahudi-hristiyan düşünce yapısının doğaya bakışını Ponting (2008) İncil'in ilk babı olan Tekvin'den bir alıntıyla anlatır: "Verimli olun, çoğalın, yeryüzünü doldurun ve denetiminize alın; denizdeki balıklara, gökteki kuşlara, yeryüzünde yaşayan bütün canlılara egemen olun ... " (Tekvin, Birinci Bölüm). Gerek felsefede gerek dinde varlık edinmiş batılı bu düşünce biçimi bugünkü insan tipinin doğaya bakışını ortaya koyar. Bacon şöyle der: "Dünya insan için yapılmıştır, insan dünya için değil," (Ponting, 2008). Bu düşünce biçimi yüzyıllardır doğa ve insan arasındaki ilişkide baskın olmuş, insanlar artan günlük ihtiyaçlarını karşılama noktasında doğayı bir hizmetkar olarak algılamışlardır.

Doğulu olarak adlandırılabilir mistik bakışta ise doğa ve insan ayrılmaz bir bütün olarak görülür. İnsan, doğanın bir parçasıdır. Bu bakış açısı insanı doğadan ayrı görmeyip onu doğanın yöneticisi olmaktan ziyade parçası konumuna koyar. Daha spiritüel bir yaklaşım tarzı olan bu düşüncede doğaya en az müdahaleyle doğadan faydalanılarak ihtiyaçların karşılanması esastır. Uzakdoğu'daki Taocu düşünce gerek toplum gerekse bireyin doğayla bir denge kurması gerektiğini söyler. İnsan doğada aydınlanma şansına sahip tek varlık olduğu için ayrıcalıklıdır ancak bunu doğaya egemen olarak değil aydınlanma hedefine ulaşmada doğadan bilgece faydalanmak anlamında kullanılmalıdır (White, 1967). Bu iki yaklaşım arasındaki farkı kıızılderili Squamish kabilesi reisi Seattle'ın 1854 yılında Amerika Birleşik Devletleri başkanı Franklin Pierce'a yazdığı mektuptan şu bölümde görmek mümkündür:

...Hayvanlar olmadan insan nedir ki? Bütün hayvanlar ölürse insanlar da ruhlarının büyük yalnızlığından ölür çünkü hayvanlara ne olursa insanlara da o olur ... Çocuklarınıza, bizim kendi çocuklarımıza öğrettiğimiz şeyi öğretin: Dünya onların anasıdır. dünyanın başına ne gelirse, dünyanın çocuklarının başına da aynı şey gelir. İnsanlar yere tükürürse, kendilerine tükürmüş olurlar. Dünya insana ait değildir, insan dünyaya aittir. Yaşam ağını insanlar örmedi, onlar yalnızca bu ağın birer ipliği. Ağa her ne yaparsa, bunu asıl kendine yapmış olur... (Ponting,2008,s.154).

İnsanın doğa üzerindeki faaliyeti sonucu oluşan kültür ile doğa arasındaki düallite dişi ve eril bir karaktere sahiptir. Doğa kendi başına bakir haliyle bir dişi iken, insanın doğa üzerindeki faaliyetinin sonucu olan kültür erildir.

Çevreciliğin bilimsel ve entellektüel manada yumuşak görüldüğü batı düşüncesinde doğa dışıl ve aşağı kabul edilirken kültür eril ve üstündür (Hagan, 2001). Hagan bu durumu Platon'un Timaios adlı eserinde evrenin yaratılışına dair yaptığı açıklamayla örnekler; Platon'a göre evrenin yaratılışı ideal biçim ile başlar ve bu biçim, nesneler dünyasına Khora adını verdiği öz, mekan, boşluk olarak tabir edilebilecek şey ile girer. Eril olan biçim maddesel nesnenin modeli veyahut babasıyken dışıl olan khora maddesel varoluş için bir tür matriks veyahut rahimdir. Platona göre soyut olan ideal biçim, kapsadığı khora'ya göre üstündür (Hagan, 2001). Bu bağlamda doğa, tıpkı khora gibi dışıdır ve fiziksel gerçeklikle özdeşleştirilir, insan ise biçim gibi erildir ve akli gerçeklikle özdeşleştirilir. Doğaya göre üstün olan insan, biçimin khora'dan üstün olması gibi ona şekil ve anlam vermelidir. Bugün doğa-insan ilişkisinde hakim olan bu düşünce biçimidir. Doğuda ise bu düalliteye farklı bir açıdan bakıldığı belirtilebilir. Biçimin khora'ya üstün olduğunu söyleyen Platon'un aksine Çinli filozof Lao-Tsu bu durumu tersine yorumlar. Lao-Tsu bir şiirinde şöyle der:

“Otuz çubuğu bir araya getirir buna tekerlek deriz;

Fakat hiçbir şeyin olmadığı

o boşluğa bağlıdır tekerin yararı.

Balçığı döndürürüz çömlek yapmak için;

Fakat hiçbir şeyin olmadığı

o boşluğa bağlıdır çömleğin yararı.

Kapılar ve pencereler oyup çıkarırız bir ev yapmak için;

Ve hiçbir şeyin olmadığı

bu boşluklara bağlıdır evin yararı.

Bu nedenle işte var olan şeyden sağladığımız kazanç gibi

Kabul etmeliyiz var olmayan şeyin yararını.”

Lao-Tsu

M. Ö. 6. yy (Tsu, 1998)

M. Ö. altıncı ve dördüncü yüzyıllar arasında Platon ile yaklaşık aynı dönemde yaşadığı bilinen Lao Tsu'nun felsefesinde doğa, insan yaşamında merkezi bir konumdadır. Lao Tsu'nun izinden giden Taoculara göre insan, içerisinde bulunduğu uygar toplumu terkedip doğaya ve ilk çağlardaki eşitlikçi yaşamına dönmelidir.

Faziletli yaşamın, ilk insanların doğadaki diğer canlılarla beraber bir aile olarak yaşadığı dönemde kaldığını ileri sürmüşlerdir (Mason, 2001). Platon'un "form ve khora" ilişkisine benzer olarak Taocular, evrenin "yin ve yang" adı verilen iki zıt maddenin etkileşimiyle ortaya çıktığını belirtirler. Yin, koyu renkli (siyah) edilgen ve dişil iken; yang, açık renkli (beyaz) etken ve eril bir gücü simgeler (Şekil 2.1). Anafarla dönen bu iki maddeden ağır ve koyu renkteki yin yeryüzünü, hafif ve açık renkteki yang ise gökyüzünü oluşturmaktadır. Bir başka deyişle yin dişil karaktere sahip yeryüzünü ve doğayı sembolize ederken eril karakterdeki yang gökyüzünü temsil etmektedir. Doğu düşüncesinin temelindeki bu felsefede doğa yani yin, öne çıkarken batı felsefesinde Platon'un biçim veren insan kavramı etkindir. Hakim batılı inanç sistemleri ve bu inanç sistemlerine mensup insan tipi doğaya müdahale etmeyi üstün görürken, pasif doğulu düşüncede doğaya en az müdahalede uyumlu bir yaşam esastır.



Şekil 2.1 : Yin ve Yang Sembolü, (Url-1).

İki felsefede de doğa kadınla ilişkilendirilmiştir. Erkek ise doğaya müdahalenin ve onu şekillendirmenin aracıdır. Kendini muhalif feminist olarak adlandıran Camille Paglia (2004) erkeklerin kadın doğasına karşı bir savunma aracı olarak kültürü icat ettiklerini iddia eder. Mimarlıkta bu kültürün bir parçasıdır. Mimar, doğayı şekillendirip biçim vererek doğaya müdahale eden eril bir figürdür (Şekil 2.2). Doğa ise dişil bir figürdür ve kadının doğadaki rolü müdahalecilik değil korumacılıktır (Şekil 2.3). Paglia (2004) bu durum için şöyle der: "İnşa etmek yüce bir erkek şiiiridir, eğer medeniyet kadınların ellerine bırakılmış olsaydı hala otlardan kulübelerde yaşıyor olurduk."



Şekil 2.2 : Elinde Pergeli ile Eril Mimar Tanrı Figürü, Ancient of Days,
William Blake, 1794, (Url-2).



Şekil 2.3 : Doğa Ana İllüstrasyonu, (Url-3).

2.2 Doğa ve Bilim

Bilim ve teknoloji, insanın doğayı anlama ve doğaya istekleri doğrultusunda müdahale etmesi sonucunda ortaya çıkmış olgulardır. İnsanın belirli amaçlarla doğadan edindiği malzemelerle yapay olgular üretmeye başlaması medenileşme sürecinin ilk teşebbüsü olarak kabul edilebilir (Crowe,1995). Alman filozof Hannah Arendt'in homo faber olarak adlandırdığı alet üreten insan ile birlikte teknoloji kavramı, doğa ve insan düalitesine yönelik ilişkide önemli bir konuma sahiptir. Teknolojinin amacı; doğadaki nesneleri, kuvvetleri ve fenomenleri gözlemleyip kullanarak maddesel kültür gelişimini sağlamaktır (Forbes, 1968). Bir başka deyişle teknoloji, doğadan ayrılan insanın medenileşme sürecinde önemli bir doğaya müdahale etme aracıdır. Bilim ise teknolojiden farklı olarak doğanın mekanizmasını anlama amacı güder. Bilim kavramı ilk çağlarda daha çok din ile ilişkilendirilerek varlık bulmuştur. Antik Yunanda özellikle Platon ve Aristo'nun akıl ve madde dualitesini ortaya koymalarıyla bilim din ilişkisi ayrılmaya başlamıştır. Platon ve Aristo, beden ruhtan ayrı olması gibi doğa üzerine yapılan çalışmaların da dinden ayrılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak bu sayede dini dogmalardan uzak bir kozmolojinin (evren bilimi) inşa edilebileceğini, dini kozmolojilerin ise metaforik bir karaktere sahip olduğunu iddia etmişlerdir (Crowe, 1995).

16. yy 'da din ve bilim alanlarındaki reform hareketlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte bilim ve din, doğal olayların açıklanmasında birbirinden ayrılmaya başlamışlardır. Bu dönemde başlayan bilimsel gelişmelerle doğa-bilim ilişkisinde önemli değişimler yaşanmış olduğu bilinmektedir. Kopernik ve Galileo'nun heliosentrik evren modeli ve Newton'un tahmin edilebilir evren modeli, modern bilimin temelini oluşturan önemli bilimsel paradigma değişimleri olarak kabul edilebilir. Bu bilimsel devrimler modern çağın bilim anlayışını şekillendirmişken yirminci yüzyılda Einstein'ın rölativite kuramı ve akabinde Heisenberg, Schrödinger ve Max Planck gibi bilim adamlarının çalışmalarıyla gelişen kuantum mekaniği bilim ve doğa ilişkisine yeni bir bakış açısı getirmiştir.

2.2.1 Newton'un tahmin edilebilir evren modeli ve kartezyen görüş

16. yy'da bilim anlayışının doğa ile ilişkisini sorgulayıp yeniden ele almış bir düşünür olan Francis Bacon, bilim dünyasında o döneme kadar etkin olan Aristotelesçi bilimsel yöntemi, deneyden ziyade dogmalara bağlı olduğunu iddia ederek eleştirmiştir (Losee, 2001). Pragmatik olmayan Aristotelesçi yaklaşımın aksine Bacon'ın felsefesinde bilim, doğaya hükmetmek için bir araç olmalıdır. Ona göre, yasak meyveyi yiyen Adem ve Havva'nın düşüşüyle birlikte doğa üzerindeki hakimiyetini kaybeden insanın bu durumdan kurtulması bir ahlaki zorunluluktur. Kurtuluşun ise doğal güçlerin kontrol altına alınmasıyla gerçekleşebileceğini belirtmiştir. Bilim-doğa ilişkisini bu tarz bir dini argümanla temellendiren Bacon, çağdaş batılı bilim ve teknoloji anlayışını şekillendiren önemli bir aktör olmuştur. Bacon, bilimsel araştırmayı tabandan tepe noktasına doğru gerçekleşen önermelerden oluşan piramidel bir sistemle açıklar. Piramidin tepesindeki genel ilkelere ise "formlar" adını verir.

Bacon'ın formları Platon'un formundan farklı bir karakterdedir. Bacon, doğada etkileşim halindeki her tür madde ve nesnede bulunan yasayı form olarak nitelemiş ve ancak bu formlar hakkında bilgi sahibi olunması halinde doğanın kontrol altına alınabileceğini belirtmiştir. Bacon'ın bilim-doğa ilişkisinde form kavramına yaklaşımı şu sözleri ile örnek gösterilebilir:

"Sarının, ağırlığın, yumuşaklığın, sabitliğin, akışkanlığın, çözünmenin ve bu tür şeylerin formlarını, bunları başka bir şeye ilaveten oluşturma yollarını ve bunların dereceleriyle tarzlarını bilen biri, bahsi geçen özellikleri bir cisimde bir araya getirmeyi kendine görev edinecek, bunu da cismin altına dönüşmesi takip edecektir" (Losee, 2001).

Descartes ise Bacon'ın piramidel bilim anlayışını desteklemiş olmakla birlikte Bacon'ın aşağıdan yukarıya doğru yürüttüğü tümevarım yönteminden ziyade yukarıdan aşağı doğru ilerleyen tümdengelimini kullanmıştır. Descartes, piramidin tepesindeki ilkelerin kesinliğini kabul edip bu ilkelerin kesinliğinin kusursuz bir varlık tarafından yaratılabileceğini belirtmiştir. Descartes'a göre kusursuz varlık olan Tanrı evreni kusursuz bir şekilde çalışan mekanizma olarak yaratmıştır. Ona göre evrendeki tüm maddesel nesneler, aynı mekanik yasa tarafından kontrol edilen makinelerdi.

Descartes, doğa felsefesinde klasik Aristocu görüşün aksine evrende Tanrı'dan başlayarak melekler, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve minerallere kadar uzanan hiyerarşik yapı fikrini reddetmiştir. Descartes, fiziksel evrenin homojen bir mekanik sistem olduğunu, insanın ise ruhu sayesinde bu mekanik dünyanın haricinde aynı anda yer aldığı manevi bir başka dünya olduğunu öne sürmüştür (Losee, 2001).

Kartezyen görüş olarak adlandırılan bu düşüncede evrenin hiyerarşik değil, maddesel ve tinsel olmak üzere iki yatay düzlemden oluştuğu esastır. Maddesel evrenin tanrı tarafından bir kez yaratılıp ilk hareketi verildikten sonra kendi kendine çalışan bir makine olduğu ve tanrının bu makineye bir daha müdahale etmediği görüşü geçerlidir. Çağdaş batılı düşüncede bu düşünce yapısı bugün dahi önemli rol oynadığı görülmektedir.

Newton, Descartes'in mekanik kartezyen felsefesinden etkilenip bilim anlayışını bu düşünce üzerine inşa etmiştir. Newton'a göre evren kurulu bir saate benzemektedir. Tanrı'nın kurmasıyla ilk kez çalışmaya başlayan evren tam anlamıyla mekaniktir. Bu mekanizma içerisinde barındırdığı alt mekanizmaların işleyişlerinin toplamıdır.

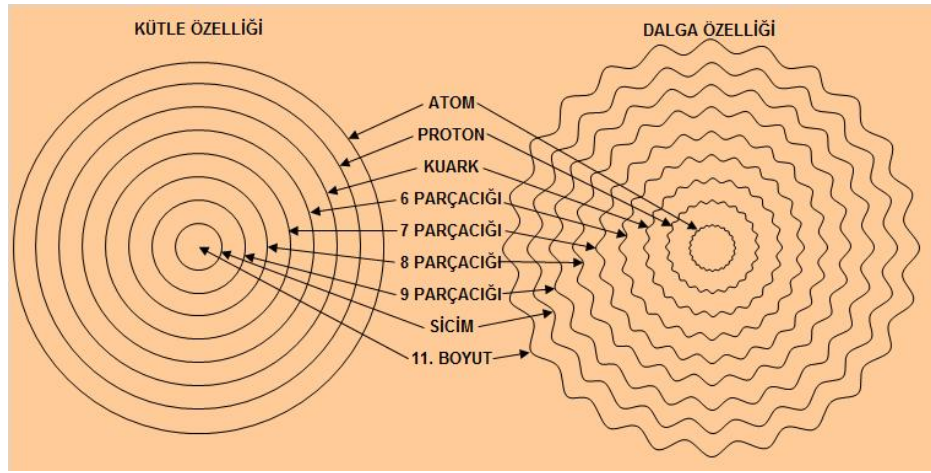
Bu düşünceden hareketle Newton'un bilim anlayışı, parça parça doğruların seçilip bütün bir doğru teoriye erişilebileceği üzerinedir ve modern bilim bu anlayış üzerine gelişmiştir.

Burada doğa-bilim ilişkisinin Bacon'ın faydacılık yaklaşımı üzerine geliştiği görülmektedir. Newton'un mekanik evren modelinde doğa bir makine olarak algılanmıştır. Bu noktada Bacon'ın formlar olarak adlandırdığı bu makinedeki yasaların, insanın faydası için kullanılması gerektiği düşüncesinin egemen olduğu ortaya çıkmaktadır.

2.2.2 Kuantum mekaniği ve çağdaş bilim

Kartezyen mekanik görüşün hakimiyetiyle birlikte bilim dünyası, köklü bir değişikliğe uğramıştır ancak Newton mekaniği 19. yy ve 20. yy'daki fizik alanındaki gelişmelerle önemli bir değişime uğramıştır. Newton, mekanik evren modelini mutlak uzay, mutlak zaman ve mutlak hareket kavramları çerçevesinde değerlendirmiş ve ışığın parçacıklı bir yapıda olduğunu kabul etmiştir. Ancak daha sonraki bilimsel gelişmelerle bu düşüncenin kesinliği ortadan kaldırılmış ve Einstein'ın izafiyet teorisi ile birlikte uzay, zaman ve hareketin mutlak olmadığı

göreceli bir yapıda olduğu anlaşılmıştır. Işığın yapısını parçacık olarak kabul eden Newton'un mekanik evreni tahmin edilebilir bir nedenselliğe dayalıdır. Maxwell 19. yy' da ışığın madde olmayıp dalga halinde ilerleyen bir yapıya sahip olduğunu kanıtlamış ve ardından atomik düzeydeki mikroevrende madde ve ışığın hem parçacık hemde dalga niteliğini aynı anda taşıdığı keşfedilmiştir (Şekil 2.4). Bu sayede ışığın dalga-parçacık ikiliği teorisi geçerli bir konuma sahip olmuştur (Losee, 2001). Einstein'ın görelilik teorisi, Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, Max Planck'in kuantum teorisi ile birlikte bilim, doğaya tahmin edilebilir bir nedensellik değil olasılık yasalarıyla yaklaşmaya başladığı görülmektedir.



Şekil 2.4 : Madde ve Işığın Dalga-Parçacık Düalitesi, (Url-4).

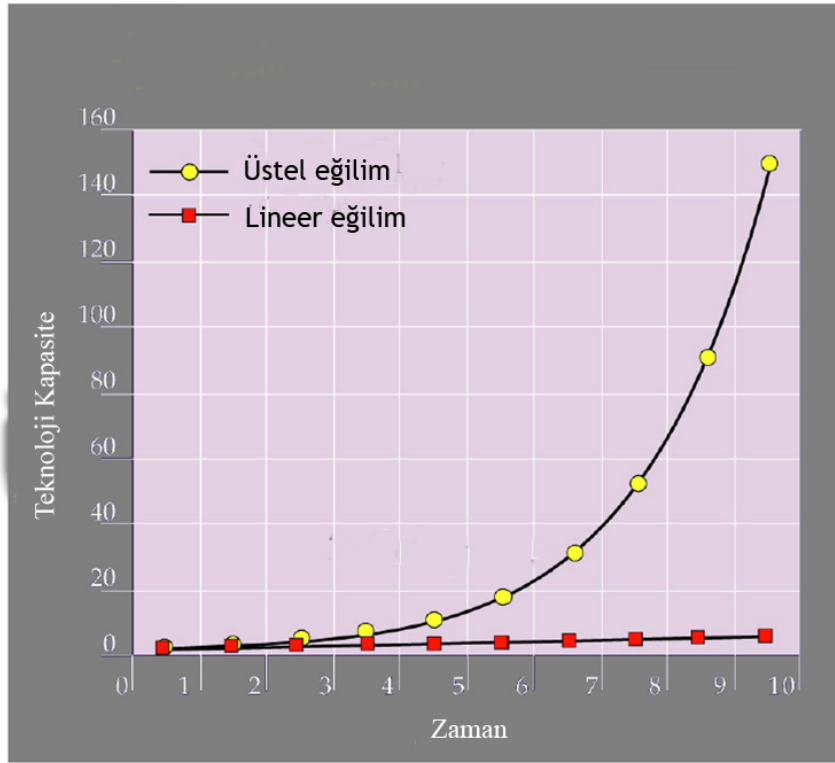
Newton'ın öngörülebilir Kartezyen mekaniği yerini Kuantum mekaniğine bırakmıştır. Bugün bilimin doğa ile ilişkisinin bu iki yaklaşım dahilinde incelenmekte olduğu görülmektedir. Her ne kadar kuantum mekaniği, kartezyen mekanik görüşü sarsmış olsa da kuantum mekaniği atom altı mikroevreni açıklamada kullanılan bir yöntem iken makroevren, klasik bilim anlayışıyla açıklanmaktadır.

Doğa-bilim ilişkisinde Kartezyen görüşün aksine gelişen Kuantum mekaniği ile bilimin doğa üzerindeki mutlak hakimiyetinin sarsıldığı görülmektedir. Kuantum mekaniğinde doğanın mutlak bir mekanizma olmasından ziyade sonsuz olasılıkların var olduğu karmaşık bir düzene sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

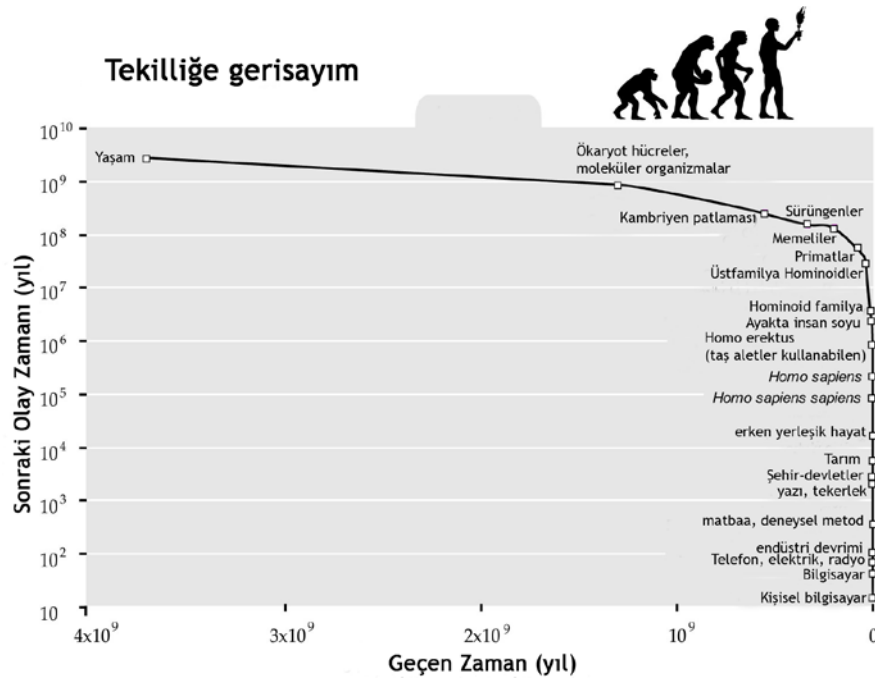
2.2.3 Teknolojik ilerleme ve tekillik

Bilim-doğa ilişkisinde doğa yasalarının faydacı bir amaçla kullanılmasının aracı olarak teknoloji önemli bir yer edinmektedir. Yaşamı kolaylaştırma amacına sahip olduğu öne sürülebilecek teknoloji kavramının bilginin yayılmasına da önemli bir ölçüde hizmet ettiği iddia edilebilir. 15. yy'da Avrupa'da matbaa devrimi ile beraber bilginin yayılmasında önemli bir hızlanma olmuştur. Bilginin daha geniş çevrelere yayılmaya başlamasının 16. yy ortaçağ Avrupa'sında dini reform hareketlerine ve bilimsel gelişmelere yol açtığı bilinmektedir. 18. yy ve 19. yy arasında buharlı makinenin icadıyla başlayan endüstri devrimiyle birlikte teknolojik ilerleme önemli bir ivme kazanmıştır. Demiryolu taşımacılığıyla beraber farklı coğrafyalardaki insanlar arasında etkileşim artmış bu durum da bilginin dolaşım hızını arttırıcı bir etki göstermiştir. Elektriğin keşfi, telgraf, radyo, telefon, araba gibi icatlarla birlikte bilgi gün geçtikçe daha kolay yayılma olanağı bulmuştur. Bilgiye dayalı etkileşim arttıkça bilim ve teknoloji'nin her geçen gün daha hızlı bir şekilde geliştiği görülür. 20. yy'da bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ve internetin insan hayatına girmesiyle bugün bilgi iletişim hızının tarihin en yüksek seviyesine çıktığı belirtilebilir. 21. yy'ın ilk çeyreğinde teknolojideki gelişmişlik, mobil iletişim cihazlarıyla beraber bilgiyi, insan hayatında her an her yerde ulaşılabilir bir şeye dönüştürmüştür.

Endüstri devrimi sonrasında artan teknolojik gelişmeler, gerek insanlar arası ilişkiyi gerekse insan-doğa ilişkisini değiştirmiştir. Matematikçi ve bilgisayar bilimcisi John von Neumann şöyle der: "hızla artan teknolojik süreç, insanın ırkının tarihinde, bilinen anlamda insan ilişkilerinin devam edemeyeceği önemli bir tekilliğe doğru ulaşmanın görüntüsünü vermektedir" (Kurzweil, 2005). Fütürist düşünür Kurzweil (2005), Von Neumann'ın bu düşüncesindeki hız ve tekillik kavramlarından etkilenmiş ve "teknolojik tekillik" (Singularity) fikrini geliştirmiştir. Buna göre Kurzweil, teknolojik evrim sürecinin lineer olmaktan ziyade üstel (exponential) bir şekilde hızlandığını ifade eder (Şekil 2.5). Tarihte her iki teknolojik icat arasında geçen sürenin bir öncekine göre daha kısa olduğunu, gelişmekte olan çağdaş bilgisayar teknolojileri ve yapay zeka'nın yeni teknoloji üretim hızına getireceği yüksek ivme ile birlikte, gelecekte bu teknolojik gelişmelerin sonsuz hızda tekil bir noktaya ulaşması gerektiğini belirtir (Şekil 2.7).

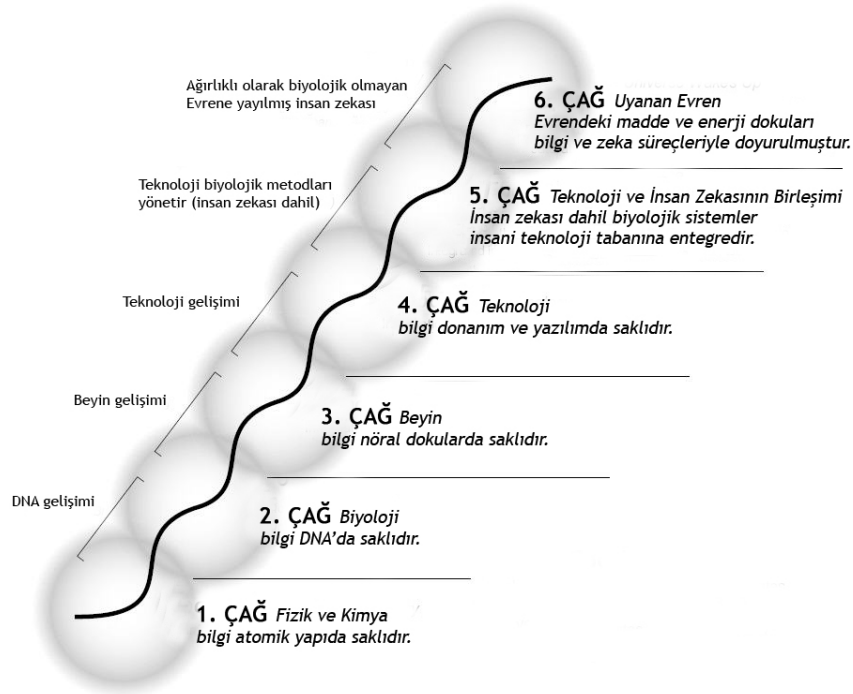


Şekil 2.5 : Teknolojinin Lineer ve Üstel (Exponential) Gelişimi, (Kurzweil, 2005).



Şekil 2.6 : İlk Yaşam Formundan Kişisel Bilgisayarlara Evrimsel Hız Grafiği ve Tekillik, (Kurzweil, 2005).

Bu noktadan sonra teknolojinin evrimini ön görmek kolay değildir. Ancak Kurzweil, biyolojik ve teknolojik evrimi birleştirip bu evrimsel süreci altı dönemde inceleyerek muhtemel gelecek hakkında bir öngöründe bulunur. Altı çağa bölünen biyolojik ve teknolojik evrimde bilginin işlenişinin şekli önemlidir (Şekil 2.8). Kurzweil, ilk çağda bilginin atomik düzeyde var olduğunu daha sonra DNA evrimiyle birlikte bilginin DNA’da saklanmaya başladığı ikinci çağın sonunda beyin evrimiyle bilginin nöral kalıplarda saklandığı üçüncü çağın sonunda teknoloji evrimiyle bilginin donanım ve yazılımlarda saklandığını belirtir. Tekillliğin başlayacağı dönem olarak nitelediği beşinci çağda Kurzweil, teknolojinin biyolojiye hakim olacağını belirtir.



Şekil 2.7 : Kurzweil’e Göre Evrim’in Altı Dönemi, (Kurzweil, 2005).

Teknolojik ilerlemenin sonsuza ulaştığı tekil noktada artık teknoloji biyo-organizma’ya entegre olarak bilgiyi işleyecektir. Bu dönemi insan zekası ile teknolojinin kaynaşıp birleştiği bir dönem olarak niteler. Tekillik’ten sonra insan ile makine arasında ya da fiziksel gerçeklik ile sanal gerçeklik arasındaki farkın kalkacağını belirtir. Altıncı çağda ise tamamı biyolojik kaynaklı olmayan insan zekasının, evrene zeki süreçlere ve bilgiye sahip madde ve enerji dokularıyla yayılacağını iddia eder.

Her çağ, bilginin işleme mekanizmasının değiştiği büyük bir paradigma değişimi biter ve yeni bir dönem başlar. Michio Kaku (2010), teknolojik tekilliği insanlığın homo sapiens'ten homo superior adını verdiği bir organizma seviyesine geçeceği bir evrim olarak niteler.

Sonuç olarak buradan teknolojinin iki türlü bir gelişme eğiliminde olduğu görülmektedir. Lineer ve üstel olarak ayrılabilen bu iki tür gelişme eğiliminde teknolojinin karakteride farklılık göstermektedir. Lineer gelişmede teknoloji tahmin edilebilir bir düzende ilerlerken üstel gelişim trendinde teknoloji çok sayıda değişkenin etkisiyle birlikte tahmin edilemeyecek bir ilerleme eğilimine sahiptir. Von Neumann, Kurzweil ve Kaku gibi bilim adamları teknolojinin lineer değil üstel bir ilerlemeye sahip olduğunu ortaya koymuş oldukları görülür. Bu noktada bilim ve teknolojinin doğa ile olan ilişkisinde kontrolün insanda olmadığı bir yöne doğru evrimin görüntüsünün ortaya çıktığı iddia edilebilir.

2.3 Bölüm Sonucu

Doğa ile insan, bilim ve teknoloji kavramları arasındaki ilişki genel olarak irdelendiğinde görülmektedir ki bu kavramlar içerisinde ayrı ayrı var olan diyalektik ilişkiler tez çalışmasında ele alınmakta olan doğa-biçim ilişkisinin karakterini belirlemede önem arz etmektedirler. Her bir ilişki içerisinde var olan düalizm ve bu düalist niteliğe sahip olan kavramlar arasındaki paradigmatic değişimler vardır. Bu paradigma değişimleri mimari tasarımda biçim arayışında doğadan etkilenme şekline tesir edebilecek değişim hareketleri olarak görülebilir. Şöyle ki doğa-insan ilişkisinde doğu-batı düalizmin olduğu görülmüştür. Bu düalist ilişkide batının, insanın doğa üzerindeki egemenliğini ve ondan ayrıklığını nitelediği görülmüş, doğuda ise doğanın insanla bütünleştiği açıklanmıştır. Bu ilişkide mimarinin ve mimari biçim arayışının batı ve doğu düşünce yapılarından hangi birinde veyahut aralarında konumlanacağı önem arz etmektedir.

Doğa-bilim ilişkisinde ise son bir kaç yüzyıldır etkili olan Newton'cu mekanik evren algısı ile 20. yy'ın ikinci yarısı etkinlik göstermeye başlamış kuantum mekaniğine dayalı evren algıları arasındaki düalizm önem kazanmaktadır. Newton'cu mekanik evrende bir mutlaklık ve tahmin edilebilirliğin söz konusu olduğu görülür.

Parça-bütün ilişkisi içerisinde parçaların toplamının bütünü verdiği bir yapıya sahip doğa algısı geçerlilik kazanmaktadır. Ancak kuantum mekaniğine geçişte görülmektedir ki mutlaklık ve tahmin edilebilirlik geçerliliğini yitirmektedir. Doğanın göreceli ve tahmin edilemez bir niteliğe sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bilimin doğaya bu bakışı açısından parçaların toplamının bütünden fazlasını vermekte olduğu görülür. Örnekle anlatılacak olursa mekanik evrende $1+1=2$ 'dir. Ancak kuantum mekaniğinde $1+1=3$ olabilir yani birinci şey artı ikinci şey sonuçta üçüncü bir şeyi verecektir. Burada üçüncü şey iki şeyin arasındaki bir ilişkinin sonucudur ve tahmin edilemez bir niteliğe sahiptir. Mimarinin ve mimari biçimin doğa ile olan ilişkisinde bilimin doğaya olan bu iki bakış açısının ehemmiyeti görülebilir. Şöyle ki doğa ile ilişkili bir mimari biçimin oluşum şekli bilimin ve teknolojinin doğayı biçimlendirme yöntemiyle paralellik gösterecektir. Doğayı parça-bütün ilişkisinde mekanik bir yapı olarak algılayan sistem, mimari biçimi de bu yaklaşım bağlamında oluşturmaya çalışacaktır. Ancak kuantum mekaniğine dayalı bir doğa algısıyla mimariye yaklaşıldığında mimari biçim oluşumunun doğadan bütüncül bir yapıda etkilenebileceği iddia edilebilir. Bu bağlamda doğa-bilim ilişkisinin niteliğinin mimari biçim-doğa ilişkisinin niteliğini de etkileyebileceği çıkarsanabilir.

Doğa-bilim ilişkisinde teknolojinin rolü incelendiğinde görülmüştür ki teknolojik ilerleme, mekanik evren modeli ve kuantum evren modeli ikilemine paralel bir yaklaşıma sahip ayrı bir düalizme sahiptir. Lineer ve üstel (exponential) olarak adlandırılan bu iki teknolojik gelişim trendleri, teknolojinin doğa ile olan yakın ilişkisindeki değişimi ön görmede önem kazanmaktadır. Mekanik evren modeli algısına uygun olarak lineer teknolojik gelişimin tahmin edilebilir bir düzende seyrettiği görülmektedir. Lineer eğilimde teknolojik bir gelişmenin bir önceki gelişmelerin toplam sonucu olarak görülmektedir. Diğer yandan üstel teknolojik gelişim eğiliminde ilerleme, bir önceki teknolojik gelişmelerin yarattığı ivme ile gerçekleşir ve sonuçların tahmin edilmesi zordur. Bu noktada görülmektedir ki üstel teknolojik gelişim eğilimi kuantum mekanik evren algısının öne sürdüğü olasılıklar kavramını doğrular niteliktedir ve birbirleriyle örütüşürler. Bu yüzden mimaride biçimin doğa ile olan ilişkisinde teknolojik gelişmelerin rolünün bu iki yaklaşım bağlamında incelenebileceği belirtilebilir. Mimari biçim ve doğa arasında kurulacak herhangi bir ilişki mimari teknolojinin gelişim eğilimine bağlı olarak kurulmalıdır.

Bu bağlamda mimari biçimin ya teknolojinin lineer geliştiği kabul edilerek tasarlanacağı ya da üstel teknolojik gelişim eğilimine uygun olarak doğa ile ilişkili bir şekilde tasarlanacağı öne sürülebilir.

Bu üç ilişki bağlamında mimari biçimin doğaya dayanarak nasıl tasarlanacağı ve bu tasarımın ekolojik karaktere ne şekilde sahip olacağı irdelenebilir. Geçtiğimiz yüzyılların batılı, Newton'cu mekanik evren algısına sahip lineer bir teknolojik gelişimin var olduğunun kabul edildiği bir ortam olduğu görülmektedir. Bu dönem için mimari biçim-doğa arasındaki ilişki bu üçlü sistem içerisinde değerlendirilebilir. Ancak çağdaş dünyada bilimde gelişmekte olan kuantum evren algısı, bilgisayar ve yapay zeka uygulamalarının gelişimiyle tahmin edilemez niteliğe bürünen üstel teknolojik gelişim eğilimi ve küresel ekolojik sorunlar nedeniyle doğaya bakışın doğulu bir düşünce yapısına doğru evrildiği iddia edilebilir. Mimari biçimin doğa ile olan ilişkisinin bu bağlamda bir paradigma değişimine uğradığı öne sürülebilir.

Bu noktada, bir sonraki bölümde doğa ile insan, bilim ve teknoloji arasındaki etkileşimler sonucu ortaya çıkan paradigma değişimlerinin ekoloji ve ekolojik mimarideki etkilerini irdelemek amaçlanmıştır. Tarihsel süreçte ekolojinin biçim-doğa ilişkisindeki rolünün açıklanması amacıyla ekoloji ve ekolojik mimarinin geçirdiği evrimsel süreç ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3. EKOLOJİ VE MİMARİ

3.1 Ekolojinin Tanımı

Yunanca Oikos (Ev, mekan) ve Logos (Bilim) köklerinden türeyen ekoloji terimi ilk olarak 1858 yılında Henry Thoreu tarafından bir mektupta kullanıldığı ancak terimin kesin bir tanımının yapılmadığı bilinmektedir. 1866 yılında Earnst Haeckel, “General Morphology” adlı kitabında bu terimi doğanın ekonomisi ile ilgili her türlü bilgiyi tanımlamak ve hayvanların organik ve inorganik çevreyle olan ilişkilerini belirtmek amacıyla kullanmıştır. Haeckel, Charles Darwin’in 1859 yılında yayımlanan “*Türlerin Kökeni*” adlı kitabında bahsettiği doğanın ekonomisi fikrinden etkilenmiş, bu fikrin anlattığı hayvanlar ve bitkiler ile çevreleri arasında iyi düzenlenmiş bir sistemin olduğu düşüncesini Thoreu’nun ekoloji terimi altında geliştirmiştir. Sonuç itibarıyla ekoloji, organizma çeşitliliğini ve miktarını belirleyen etkileşimlerin bilimsel çalışma yoluyla incelenmesi olarak tanımlanabilir. (Krebs, 2001).

3.2 Ekoloji Biliminin Tarihsel Gelişimi ve Konusu

Ekoloji her ne kadar 19. yüzyıl’da bir bilim dalı olarak kabul edilmiş olsa da pratik anlamda tarihte çok daha önceki dönemlere dayanan bir disiplindir. Tarımla uğraşan ilk insanların bitkileri, uygun iklim ve coğrafi koşullarda yetiştirmeleri, yetiştirdikleri bu bitkiler için zararlı haşereleri yiyen çeşitli kuşları uğurlu saymaları gibi yaklaşımlar o dönem insanların ekoloji disiplinine uyarak yaşamlarını sürdürdüklerini gösteren ilk örneklerdir. (Sözen, 1992).

Haeckel’in ekoloji tanımından sonra çeşitli dönemlerde çeşitli bilim adamları tarafından ekoloji disiplinine farklı anlamlar ve görevler yüklenmiştir. Hayvanlar üzerinden ele alınan ekoloji biliminin 1905-1913 yılları arasında Blackman, Shelfordo, Adams gibi bilim adamlarının çalışmalarıyla ilk kez tarıma ve ormancılığa uygulanmaya başladığı görülür.

1930’lu yıllar modern ekolojinin doğduğu yıllar olarak bilinmektedir. Elton’un 1927 yılında yayımlanan “*Hayvan Ekolojisi*” adlı kitabı hayvanlar hakkındaki o güne kadar dağınık olan bilgileri derleyen ilk çalışma olarak kabul edilmektedir. 1960’lı yıllardan sonra ekoloji giderek günlük terminolojinin bir parçası haline gelmeye başlamıştır (Odum ve Barret, 2008). Bu yıllardan sonra ekoloji, matematiksel ve deneysel bir yapıya bürünmüş bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte saha çalışmalarından ziyade modelleme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Çağdaş ekoloji ise önceki dönemlerde yapılan hayvan ekolojisi, bitki ekolojisi gibi alanları ayırmayıp bütünleştirici bir yaklaşımı savunmaktadır. Modern ekoloji, ekosferdeki madde döngüsü ile enerji akışı arasındaki ilişkileri ve kaynaklarını, Odum ve Reichholf’un ortaya attığı “Sistemler Merdiveni” kavramıyla açıklanan, atom altı düzeyden evrensel düzeye uzanan bir yelpazede inceler (Mackenzie ve diğ, 2001). Çağdaş ekoloji bilimi ekonomiyle içiçe değerlendirilmektedir. Ekonomik düzenin teknolojik gelişmelere bağlı olduğu çağdaş dünyada ekonomi ve çevre sorunları arasındaki çatışmada ekoloji, “eko-teknolojik” bir yapıya bürünmeye başlamıştır (Kocataş, 2008).

3.3 Ekolojik Mimari

Ekolojik mimari, doğal kaynakları verimli kullanan, doğal çevreye duyarlı bir mimari tasarım yaklaşımıdır. Sürdürülebilir mimari ve yeşil mimari kavramlarından üst ölçekte bir mimari yaklaşım olarak kabul edilebilir. Yeşil mimari, performans doğrultulu bir tasarım yaklaşımı ortaya koyarken sürdürülebilir mimarlık, ekonomik ve toplumsal boyutları içerisine alan doğayla barışık, daha sosyal bir bilince sahiptir. Ekolojik mimari ise tüm bunları kapsayan ekolojik holistik (bütüncül) bir mimari düşünce yapısıdır. Hagan (2001) ekolojik mimariyi farklı iklimsel ve fiziksel koşullara uyum sağlamak için doğadaki sistemi araştıran ve doğadaki süreçleri taklit eden bir yaklaşım olarak tanımlar.

3.3.1 Ekolojik mimari kavramının tarihsel gelişimi ve konusu

Mimarlık, dünya tarihinin en erken dönemlerinden bugüne evrensel yaşam döngüsü içerisinde önemli bir role sahip olmuştur. Mikrokozmos’tan makrokozmos’a uzanan bir ölçekte mimari, yaşam döngüleri arasında varolan ilişkileri düzenleyici ve kontrol edici bir rol üstlendiği görülebilir.

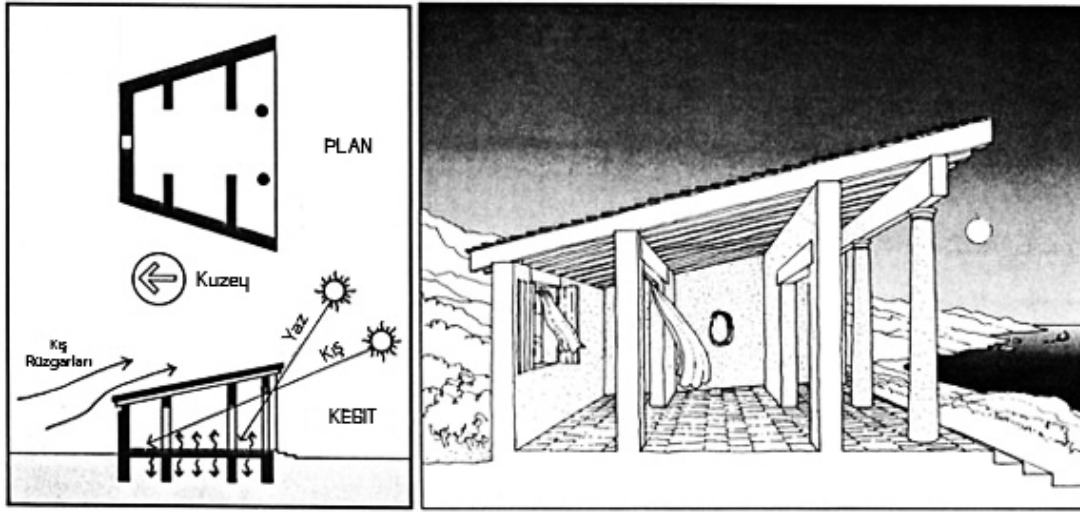
Bu bağlamda mekanın doğaya karşı mı yoksa doğayla beraber mi tasarlandığı düşüncesi ekolojik mimarinin altında yatan temel sorunsaldır. Tarihsel süreç içerisinde insanlar yapı tasarımlarını mevcut ekonomik ve ekolojik şartlar içerisinde kendi sosyo-kültürel yapılarına uygun olarak tasarladıkları bilinmektedir.

Endüstri devrimiyle beraber değişim gösteren ekonomik ve sosyo-kültürel yapı, artan nüfus artışıyla beraber mimariyi farklı bir oluşuma itmiştir. Bu oluşumda mimarinin ekonomik yapısının ekolojik karakterine zamanla baskın çıktığı görülmekte ve ekolojik değerlerden yoksun bir mimari tarzı ortaya çıktığı bilinmektedir. 20. yy içerisinde yaşanan çeşitli ekonomik ve ekolojik krizler, bu yüzyılda ekonominin dinamosunu oluşturan enerji ihtiyacı ve tüketimiyle bir paralellik göstermiştir. Küresel enerji tüketiminin %40'ının, elektrik tüketiminin ise %72'sinin yapılardan kaynaklandığı bilinmektedir, bu durum, işin ekonomik boyutunda mimarinin ne derece önemli bir konumda olduğunu göstermektedir. Küresel ısınmaya sebep olan ve dolayısıyla iklim değişimini etkileyen en önemli sebeplerden biri olan karbondioksit emisyonunun ise %39'unun yapılardan kaynaklandığı bilinmektedir bu ise durumun ekolojik boyutunda mimarinin ne kadar sorumlu olduğunu ortaya koyar (Sev, 2009). Bu tespitler, iktisadi kaygılarla mimarinin ekolojik kaygılarını yok saymanın zamanla ekonomik yapıya verdiği zararı ortaya koyan önemli bulgular olarak gösterilebilir.

Endüstri devrimi öncesi tarım temelli dünya düzeninde mimaride ekolojilik yerellekle sağlanmıştır. Yerel malzemelerin kullanılması, yerel iklim koşullarına göre yapıların tasarlanması gibi uygulamalar gerek ekonomik gerekse ekolojik açıdan mimariyi sağlıklı bir süreç içerisinde pratiğe sokmuştur. Antik Yunan filozofu Sokrates, mimarinin enerji etkinlik bağlamında pasif sistemleri göz önünde bulundurarak gelişmesi gerektiğini belirten ilk düşünürlerdendir.

Ünlü Sokrates Evi'nde filozof, güneşe bakan evlerde güneşten yararlanmanın daha etkin olduğunu, kış güneşinin yaz güneşine göre daha eğik açıyla geldiğini ve kış güneşinin içeriye alınabildiğini belirtmiştir. Yaz güneşinin ise çatıların üstünden gelip içeriye ulaşmadığını söylemiştir. (Şekil 3.1) Bu yüzden gün ışığından yararlanmak için güney cephesinin kuzey cephesine göre daha yüksek olması gerektiği kuzey cephesinin ise soğuk rüzgarlardan korunmak için daha alçak yapılması gerektiğini belirtmiştir (Göksal, 2005).

M.Ö. 110 yılında Romalı mimar Vitruvius, kendisine ait olan “*mimarlık üzerine on kitap*” adlı eserinde tasarımların doğru olması için yapıldıkları ülkenin özelliklerine ve iklimine uygun olması gerektiğini belirtmiştir (Vitruvius, 1993). Mimaride ekolojik anlamda doğadan faydalanma konusu bu derece erken dönemlere dayanır. Ancak endüstri devrimi sonrası hızlı teknolojik ilerleme ile beraber değişen ekonomik ve sosyal yapı tüketimi arttırmış, nüfusun da hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte doğal kaynakların fütursuzca kullanımı da günümüze kadar hızla artmış ve artmaya devam etmektedir.



Şekil 3.1 : Sokrates Evi, (Url-4)

Bu durumun, doğaya dolayısıyla insana zarar verdiği zamanla görülmüştür. Tüm bu sorunların oluşmasında yapıların büyük paylarının olması, mimarlığa bu sorunların çözümünde önemli bir sorumluluk yüklemektedir. Özellikle 20. yy içerisinde çeşitli mimarlar bu durumu önlemek için farklı yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bu mimarların önde gelenlerinden biri olan Frank Lloyd Wright, mimariyi, doğayla organik bir bağ oluşturan ve adeta doğada yaşayan bir organizma olarak nitelemiş ve yapılarını bu hassasiyetle tasarlamaya özen göstermiştir.

Wright’a göre mimar bir yapıyı çalışmadan önce doğayı çalışmalıdır (Stitt, 1999). Buckminster Fuller mimaride ekolojik olma fikrine farklı bir açıdan bakan bir başka önemli mimardır. Fuller (1932) “Putting The House In Order” adlı makalesine mimarinin, ekolojinin hizmetinde olması gerektiğiyle başlar. Bu ekoloji, insan psikolojisinden biyolojiye, ekonomiye pek çok farklı parametreyi kapsayan bir ekosistemi içerir ve bu ekosistemde Fuller’in deyimiyile yaşam makinasında enerjinin nasıl aktığını öğrenmek gerekmektedir (Anker, 2010).

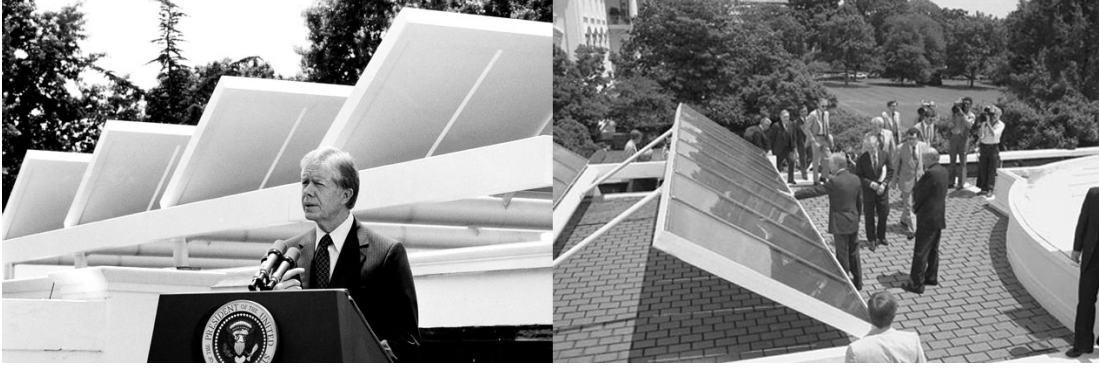
Bu düşünceden hareketle Fuller, en az malzeme ile en fazla hacim yaklaşımıyla jeodezik kubbeyi geliştirmiş, hem ekonomik hem de ekolojik öneme sahip bir tasarım ortaya koymuştur (Şekil 3.2).

1957 yılında Güneş Evini inşa eden George Lof ekolojik mimaride güneşin etkin kullanılması konusunda mimaride önemli bir adım atmıştı. 1960’larda mimarlık ve ekolojiyi birleştirip “Archology” terimi ve kavramını ortaya atan Paolo Soleri şehirlerin gelişiminin bu iki kavramın birleşmesiyle gerçekleşmesi gerektiğini söylemiştir.



Şekil 3.2 : Buckminster Fuller ve jeodezik kubbe, 1967, (Url-5).

Ekolojik mimarinin gelişimini etkileyen bir diğer önemli olay 1973 petrol krizidir. Bu kriz, 20. yy’da yapılarda enerji etkin anlamda ekolojik dönüşüme sebep olan en önemli ekonomik-siyasal krizdir. OPEC ülkelerinin başta ABD olmak üzere bir grup ülkeye petrol ihracını durdurması ve fiyatları yükseltmesi küresel bir enerji krizine yol açmıştır. Bu krizle yenilenebilir enerjilerin kullanımı gündeme gelmiş ve çalışmalar artmıştır. Özellikle ABD’de yüzlerce güneş evi yapılmış, Kaliforniya’da enerji üretim amaçlı solar tarlalar kurulmuştur. 1979’da ABD başkanı Jimmy Carter döneminde Beyaz Saray’ın çatısına su ısıtma amaçlı solar paneller konulması mimaride enerji etkinliğin vurgulanması bakımından 20’inci yüzyıldaki en önemli sembolik anlam taşıyan resmi girişim olmuştur (Şekil 2.3).



Şekil 3.3 : Jimmy Carter ve Beyaz Saray çatısındaki solar paneller, (Url-6).

Earnst Friedrich Schumacher'in 1974 yılında yayımlanan "*Small Is Beautiful*" (Küçük Güzeldir) adlı kitabı petrol krizi sonrası hızlanan globalleşme hareketinde batının tüketimci ve sömürücü ekonomik yaklaşımını eleştirmiş ve kendi kendine yetebilirliğin temel alınmasını ileri sürmüştür. Bu o dönemde mimaride ekolojik olmanın ana felsefesini oluşturmuştur. 1980'li yıllarda ekolojik yapı üzerine bir çok araştırma ekibi kurulup çeşitli deneyler yapılmıştır. Toronto Ekoloji Evi ve Arizona çölündeki Biyosfer II (Şekil 2.4) bunlardan en önemlileridir.



Şekil 3.4 : Biyosfer II Binası, (Url-7).

Ekolojik mimarlıkla ilgili önemli yaklaşımlardan biri 1976 yılında Anton Schneider öncülüğünü yaptığı, Baubiologie (Yapı Biyolojisi) hareketidir. Ekolojik mimariye insan ve bina arasındaki bütüncül ilişki çerçevesinde bakar. Bu yaklaşımda Pierson (1989) binayı yaşayan bir organizma olarak tanımlar. Nasıl ki insan cildi, koruyan, yalıtan, nefes alan bir öge ise bina kabuğu da aynı işlevdedir. Bu analogik yaklaşımda bina içi ve bina dışı arasındaki ilişkiyi ekolojik mimari içerisinde değerlendirir (Tanaçan, 2009). Baubiologie ekolü bugünde etkisini göstermekte olan bir ekol olmakla birlikte ekolojik mimariyi ortaya koyduğu şu 25 ilke içerisinde ele almaktadır:

1. Doğa ve insan eliyle yapılan her türlü tahribatın önlendiği bir yapı alanı.
2. Her türlü salınım ve gürültü kaynağından uzakta yer alan konut alanları.
3. Düşük yoğunluklu ve yeterli yeşil alan barındıran konut alanları.
4. Bireye değer veren, doğal, insan ve aile odaklı konut ve yerleşimler.
5. Sosyal yükler yaratmayacak binalar.
6. Doğal ve katışıksız yapı malzemeleri.
7. İç hava kalitesinin, iç hava nemini tamponlayan malzemelerle doğal yollarla ayarı.
8. Çabuk kuruyan düşük düzeyde toplam nem içeren yeni binalar.
9. Isı tutma ve depolama arasında kurulması gereken iyi bir denge.
10. Optimum ortam ve yüzey sıcaklığı.
11. Doğal havalandırma yoluyla nitelikli bir iç hava kalitesinin sağlanması.
12. Işınımaya dayanan bir ısıtma sistemi.
13. Doğal aydınlatma, ışık ve renk.
14. Endirekt ışınımın doğal dengesinin mümkün mertebede en az değiştirilmesi.
15. İnsan yapımı elektromanyetik ve radio frekansı yayınının yok edilmesi.
16. Düşük radyoaktif seviyeli yapı malzemeleri.
17. İnsanın ürettiği ses ve titreşimden korunum.
18. Zehirli gazların salınmasına engel olmuş hoş ve doğal kokular.

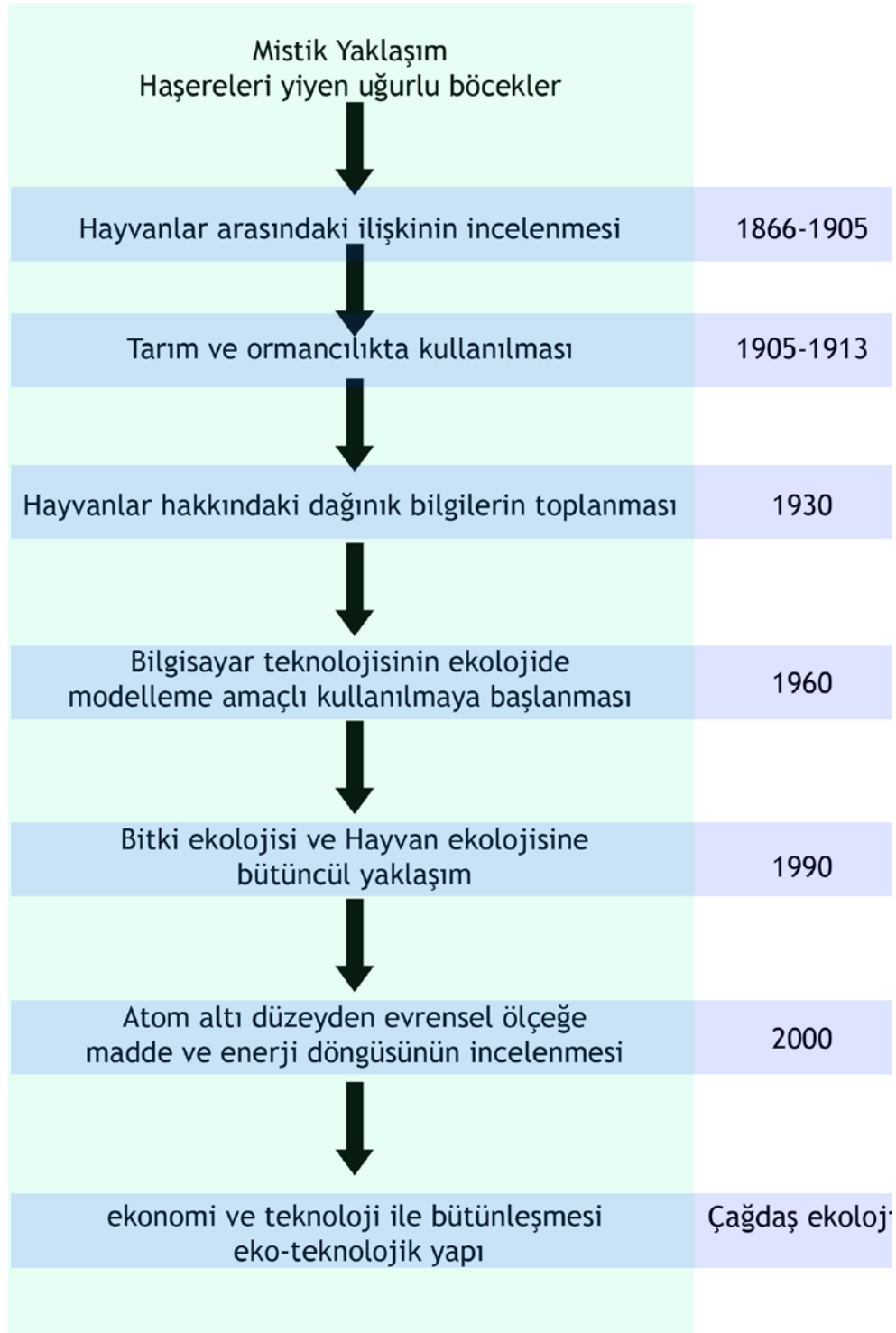
19. Mantar, bakteri, toz ve alerjenlerin mümkün mertebe azaltılması.
20. En iyi kalitede içme suyu.
21. Çevre problemlerine sebep olmama.
22. En az enerji tüketme ve mümkün mertebe daha çok yenilenebilir enerji kullanma.
23. Yerel malzeme kullanma, nadir ve zararlı olabilecek kaynaklarını kullanılmamasını özendirme.
24. İç mekan ve mobilya tasarımında fizyolojik ve ergonomik buluşların tatbik edilmesi.
25. Birbiriyle uyumlu ölçekler, oranlar ve şekillerin dikkate alınması (Tanaçan, 2009).

1990'lı yıllarda Sovyetler Birliği'nin çöküşüyle birlikte Soğuk Savaş'ın sona ermesi ve sonrasında oluşan tek kutuplu kapitalist dünyada enerji tüketimi büyük bir hızla artmıştır. Enerji ve kaynak tüketiminin hızlı artışı ekonomiyi sarsmaya başlamış ve buna paralel olarak aynı tüketim alışkanlıkları ekolojiyi de hissedilir derecede etkilemeye başlamıştır. Enerji ve kaynakların önemli bir kesiminin yapılarda tüketildiği düşünülecek olursa bu durum mimaride ekolojik yaklaşımı bir zorunluluk haline getirmiştir. Daha önceleri bir lüks olarak görülen mimaride ekolojik olma fikri artık ekonominin de bir uzantısı haline gelmiştir (Akova, 2008).

3.4 Bölüm Sonucu

Ekoloji ve ekolojik mimarlık kavramlarının tarih içerisindeki gelişim süreçleri incelenirken mimari tasarımda doğa-biçim ilişkisinin değişen ekolojik paradigmlar bağlamında anlaşılması hedeflenmiştir. Bu noktada bölümde yapılan incelemede görülmektedir ki ekoloji bilimi insanın doğa ile olan ilişkisinde mistik bir yaklaşımdan sıyrılıp metodolojik sisteme sahip bir yapıya bürünmüştür. Bu yapının 20. yy içerisinde giderek daha bütüncül bir hale geldiği ve bu bütüncüllüğünü başta bilgisayar teknolojisi olmak üzere gelişen teknolojik yapıya borçlu olduğu görülmektedir.

Bilgisayar teknolojisinin yarattığı modelleme imkanı ile doğada daha önceden bir birinden ayrı incelenen canlı ve cansız unsurların bir arada nasıl bir ilişki içerisinde varolduğu gözlenebilmiştir. Bu bütüncül yaklaşım kapsamında çağdaş dünyada kendisini göstermekte olan çevre sorunları sebebiyle ekonominin, ekoloji disiplini yeni bir amaca hizmet edecek bir formata soktuğu görülmektedir (Çizelge 3.1).



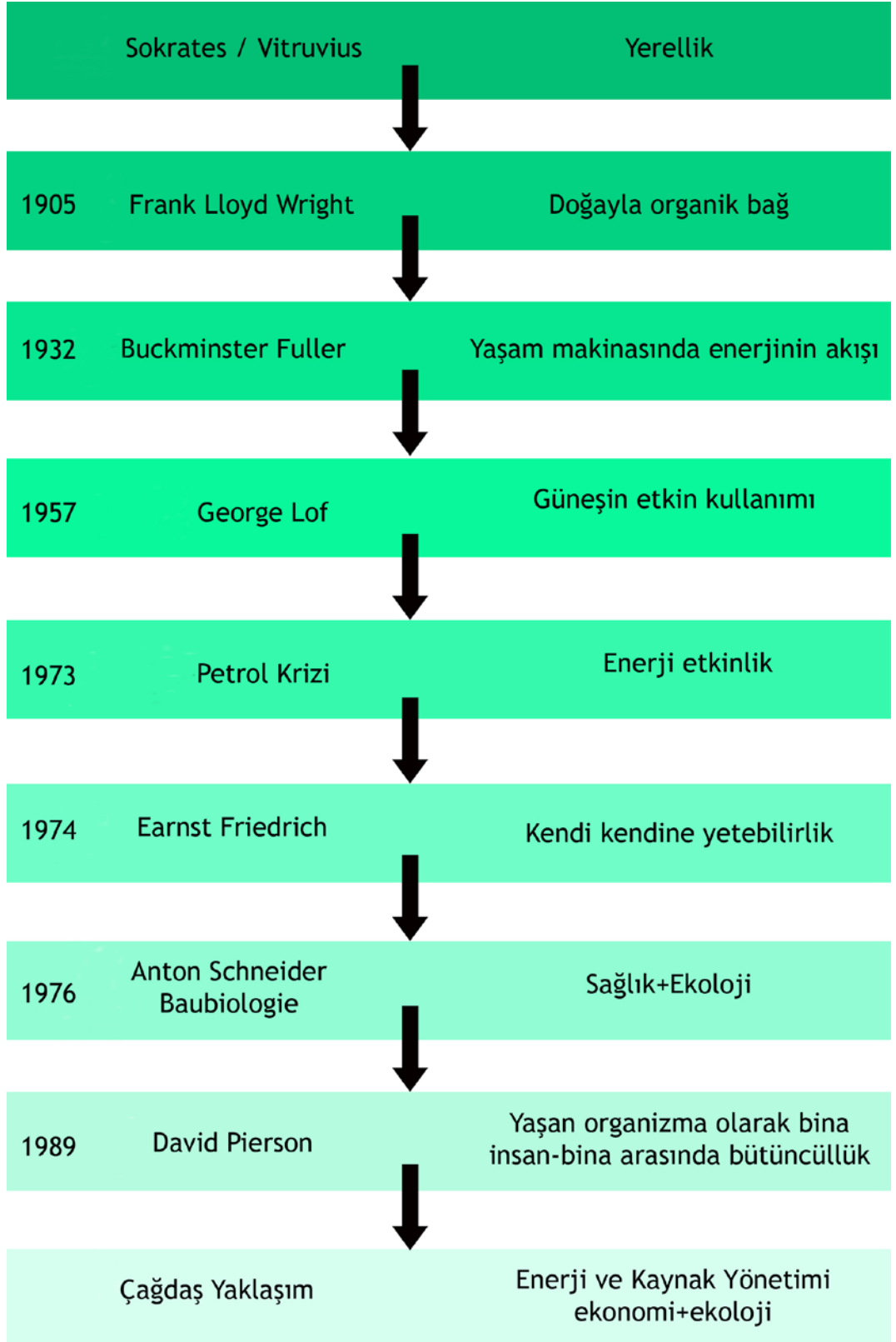
Çizelge 3.1 19.yy ile 21. Yy Arasında Ekoloji Biliminin Gelişimi

Yapılan incelemelerde görülmüştür ki ekolojik mimari de ekoloji bilimine benzer ve paralel bir çizgide gelişim göstermiştir. Geçmişte yerellikle sağlanan mimaride ekolojikliğin endüstri devrimi sonrasında mekanik teknolojinin etkisinde sağlandığı görülmüştür. 20. Yy içerisinde ekolojik mimari teknoloji ile entegre bir gelişim gösterirken bu gelişimi enerji yönetimi bağlamında gerçekleştirdiği ortaya çıkmıştır. Çağdaş mimaride ekoloji fikrinin, ekonominin uzantısı niteliğindeki enerji ve kaynak yönetimi kapsamında vücut bulduğu görülmektedir (Çizelge 3.2). Pierson'ın (1989) belirttiği gibi insan ve bina arasındaki bütüncül bir ilişkiyi ele alan bir ekolojik mimari söz konusu olmaya başlamıştır. Ekolojik mimari enerji ve kaynak yönetiminde yaşayan bir organizma olarak gelişme eğilimine girmiştir.

Ekoloji ve ekolojik mimarlık kavramlarının gelişimi incelendiğinde çağdaş dönemde gelmiş oldukları noktada üç önemli ortak unsurun öne çıktığı görülmektedir:

- Teknoloji
- Ekonomi
- Bütüncüllük

Önceki bölümde irdelenen doğa-insan-bilim ilişkisinde de ortaya konulduğu gibi değişen teknolojik ve bilimsel paradigmlar insanın doğayla olan ilişkisini etkilemektedir. Ekoloji ve ekolojik mimaride de bu değişen ilişkinin etkileri görülmektedir. Değişen teknolojik ve ekonomik yapı mimaride ekolojikliğin yapısını da değiştirmekte ve bu yapının bütüncül bir niteliğe kavuştuğu ortaya çıkmaktadır. Ekolojik mimarideki bütüncüllüğe olan bu geçişin önceki bölümde de bahsedilen bilim-doğa ilişkisinde Newton'cu mekanik görüşün parça-bütün ilişkisinden kuantum görüşündeki bütüncül yaklaşıma geçiş ile bir paralellliğe sahip olduğu görülür. Ekolojik mimaride doğa-biçim ilişkisi irdelenirken bu üç unsurun öneminin kavranması bu bakımdan önem arz etmektedir.



Çizelge 3.2 Ekolojik Mimarinin Kronolojik Gelişimi

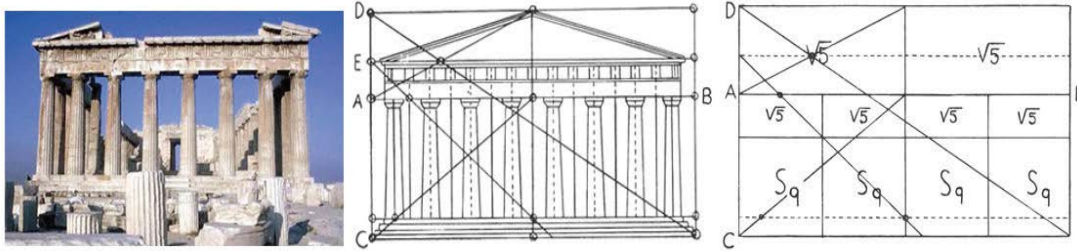
4. DOĞANIN BİÇİM ÜRETMEDE KAYNAK OLARAK KULLANILMASI

Mimarlık disiplini insanlığın en erken dönemlerinden bu yana doğayla yakın bir ilişki içerisinde varlığını sürdürmüştür. İlk barınaklardan bugünkü mimari yapıtlara kadar görülmektedir ki mimarlık insanın, doğanın çetin şartlarından korunması amacıyla uygulamaya sokulmuştur. Doğa, insan yaşamını etkileyecek sorunlarla birlikte çözümlerini de beraber getirmiştir. İlk mimari mekanlar, doğanın yarattığı sorunların yine doğanın kendi kanunlarıyla çözülme işlemi şeklinde hayat bulmuştur. Bachelard (2003) insanları koruyan ilk barınağın mağaralar olduğu fikrini savunup mağaraların insan türünü, kötü hava koşullarından, vahşi hayvanlardan ve hatta kendi türünden olan düşmanlarından koruyan ilk sığınaklar olduğunu belirtir. Ona göre mimarlığın orijini budur: “mimarlık, insanların çetin doğa koşullarını kendi yararı için kontrol etmesinden başka bir şey değildir.”

Yapılar doğayla olan simbiyotik ilişkisinde bir çok çevresel faktörle etkileşim kurar. Bu çevresel faktörlerle kurulan fiziksel etkileşim ilk olarak kabukta gerçekleşir. İç ve dış arasındaki ilişkiyi belirleyici ve düzenleyici bir misyonu üstlenen kabuk, yapının ekolojik olması noktasında da önemli bir role sahiptir. Kabuk, biçimi ve biçimsel fonksiyonu itibariyle yapıların içindeki habitat ile dış ekosistem arasındaki simbiyotik ilişkiyi karakterize eden önemli bir mimari öğedir. Biçimin bu bağlamda mimaride ekolojik olmayı sağlayan önemli faktörlerden biri olduğu iddia edilebilir. Senosiain (2003) “çevre biçimi belirler” der. Bu çevre, kültürel yapıda olduğu gibi aynı zamanda fiziksel yapıdadır. Hays (1984) ise mimarlık için üç ana konum belirler: “Mimarlık ya bir kültür aracıdır, ya bağımsız bir biçimdir ya da biçim ile kültür arasında konumlanan bir eleştiridir.” Hays, Mies van der Rohe’nin biçimin kültürel yapısını durağanlıkla suçlaması fikrinden etkilenip mimarlığın biçim ile kültür arasındaki konumunu öne çıkarır. Kültür stabilitesi itibariyle mimarlığa kendini tekrar ettirmesinden başka bir işe yaramamaktadır. Tüm bunlardan hareketle Moussavi (2011) mimari biçimlerin, dinamizminin ve çeşitliliğinin kültürden değil işlevden kaynaklanması gerektiği fikrini savunur. Bu bağlamda mimarlığın bu dinamizmini ortaya koyacak olan Senosiain’ın belirttiği gibi çevredir ve bu çevrenin

Moussavi'nin eleştirdiği kültürel çevre olmadığı işlevselliği ön plana çıkaran fiziksel çevre olduğu görülür. Biçim, işlevselliğini ve karakterini fiziksel çevreyle ilişkisi oranında arttırabilir ve çeşitlendirebilir. Biçimin çevreyle olan ilişkisi bir çok boyutta incelenebilir. Broadbent'e (1969) göre biçim mimarlık ilişkileri dört ana metod ile kurulur: ilki, biçimin geometrinin kuralları doğrultusunda bulunabileceği "kanonik" metoddur; ikincisi daha çok deneme yanılma yöntemine dayanan deneysel bir biçim bulma yöntemi olan "pragmatik" metoddur; üçüncüsü daha önceden varolan mimari biçim ve imgelerden esinlenme yoluyla yaratılan biçimlendirme yöntemi, "ikonik" metoddur; dördüncüsü ise mimarlık dünyasına ait olmayan biçimleri kullanıp mimari amaca yönelik olarak uyarlamaya dayalı "analojik" metoddur.

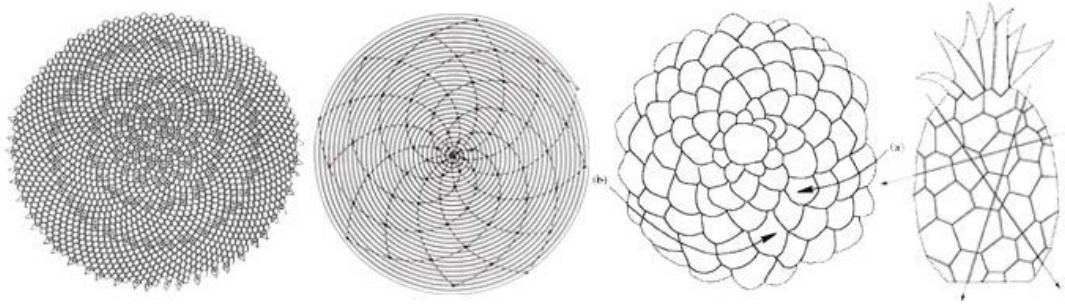
Antik Yunan ve Roma mimarilerinde doğada var olan biçimlerin geometrik oranlar üzerinden taklit edilerek kullanıldığı görülür. (Şekil 4.1) Altın oran doğanın geometrisinin gözlenmesinde en çok karşılaşılan oran olmuştur. Bu oranı ilk kez M.Ö. 3. yy da Euklid, Stoikhea (Elementler) adlı kitabında "sıra dışı ve ortalama oran" terimiyle açıklamıştır. Yunanlı heykeltıraş Phidias'ın isminin Yunanca ilk harfi olan ϕ (fi) simgesi altın oranın tanımında kullanılmaktadır. Bütünün büyük parçaya oranının, büyüğün küçük parçaya oranı şeklinde ifade edilir (Doczi, 1994).



Şekil 4.1 : Parthenon'un Cephesi'nde Altın Oran, (Ghyka, 1977).

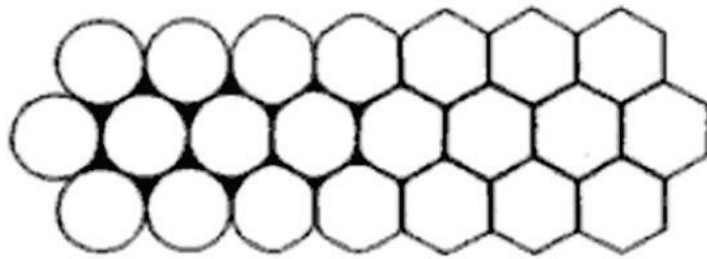
İtalyan matematikçi Filius Bonacci'nin keşfettiği altın oranı veren sayı dizisinin doğada sıklıkla karşılaşılan bir dizi olduğu görülmüştür. Her sayının kendinden önceki iki sayının toplamına eşit olduğu bu ϕ (fi) dizisinin, doğada biçimin oluşum sürecindeki önemli bir kodlama olduğu görülmüştür. Bitkilerin gövdeleri üzerindeki yaprakların diziliş biçimlerinde, notilus gibi yumuşakçaların kabuklarındaki spirallerde, akciğerlerdeki bronşların dallanmasında, ananas, kozalak, ayçiçeği gibi bitkilerde fi dizinini görmek mümkündür (Dunlap, 2003) (Şekil 4.2).

Doğada bulunan bu oran ve dizinler mimaride biçimlendirmede önemli birer esin kaynağı olmuşlardır. Frings'ın belirttiği gibi oran, mimarlık teorisinin en önemli konularından biridir ve biçim-doğa ilişkisi çoğunlukla bu oran mantığı üzerine uygulanmıştır (Frings, 2007). Doğadaki bu oran ve dizinler biçimsel ifadeler olmalarının yanı sıra işlevsel karakterlere de sahiptirler. Bir bitkideki yaprakların dizilimi altın orana göre oluşmaktadır ve bu dizilim sayesinde sap etrafında spiral olarak yerleşen yaprakların birbirlerini en az gölgede bıraktığı gözlenmiştir, bu sayede bitki güneşten en verimli şekilde faydalanmaktadır. Benzer olarak arı kovanlarındaki altıgen petek diziliminin üçgen, kare, daire gibi farklı biçimsel dizilimlere göre daha dirençli ve daha çok bal taşıdığı gözlenmiştir. Altıgen dizilim sayesinde petekler arası boşluklar minimum olduğu için maksimum petek yapımı gerçekleştirilmektedir (Pearce, 1990) (Şekil 4.3).



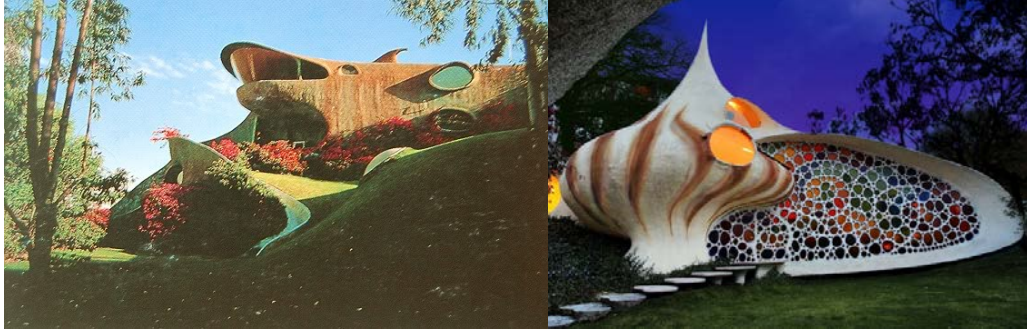
Şekil 4.2 : Ayçiçeği, Kozalak ve Ananas Bitkilerinde Fi Dizini, (Dunlap, 2003).

Altın oran ve fi dizini gibi doğada bulunan bu oranlar mimaride yapıların biçimlendirmelerinde sadece bir güzellik unsuru olarak kullanılmış bu oranların yarattığı ekolojik faydalar göz ardı edilmiştir. Bu ilişki işlevsel olmaktan ziyade estetik bir amaçla kullanılmış ekolojik bir karakter elde edememiştir.



Şekil 4.3 : Petek Diziliminde Daire Formundan Altıgen Forma Geçiş, (Pearce, 1990).

Doğa-biçim ilişkisine dayalı bir diğer biçimlendirme yöntemi olan analogi, doğadan esinlenme bağlamında en çok kullanılan metodlardan olmuştur. Biçimlendirme sürecinde doğayla etkileşimin analogik yöntem ile sağlanması işlevsel amaca yönelik olduğu gibi sadece şekle veya dekoratif amaca hizmet için de kullanılabilmektedir. Doğada var olan bir biçim mimariye uyarlanırken bire bir doğada varolduğu şekliyle alınabilir. Meksikadaki köpek balığı evi ya da Senosian'ın Notilus evi biçim-doğa ilişkisindeki bu tarz analogiye gösterilebilecek önemli örneklerdendir (Şekil 4.4). Bu ilişki biçimi, doğayı sadece şekilci bir mantıkla taklit etmeye dayalıdır ve Sullivan'ın biçim işlevi izler yaklaşımıyla tamamen ters düşmektedir. Burada işlev, taklit edilen biçim içerisine entegre edilmiştir. Çevresel hiçbir faktör göz önüne alınmadan oluşturulan biçim, ekolojik bağlamda herhangi bir misyon barındırmamaktadır.



Şekil 4.4 : Köpek Balığı Evi ve Notilus Evi, (Senosiain, 2003).

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden bu yana tasarım problemlerinin çözümünde çoğu zaman doğadan faydalanılmış, problemin çözüm yolları doğanın daha önceden çözmüş olduğu yöntemlere dayanarak aranmıştır. M.Ö. 400 yılında antik Yunan filozofu Demokritos bu konuda şunları söylemiştir: ‘‘Hayvanları taklit ederek önemli şeyler öğreniyoruz. Bizler örümcekten giysi dokumayı, kırlangıçlardan ev inşa etmeyi, kuğulardan ve tarla kuşlarından şarkı söylemeyi öğrenmiş çıraklarız.’’ Burada önemli nokta şudur ki problemler doğada çözüldüğü şekilde tasarıma yansımaktadır. Senosiain'ın (2003) da belirttiği gibi; ‘‘Benzer problemler benzer çözümler doğurur.’’ Tasarlama da doğadan analogik yolla faydalanmanın mantığı bu cümlede yatmaktadır. Bir çok tasarımında doğadan faydalanma yoluna gitmiş Leonardo da Vinci, insan vücudunun evrenin işleyişinin bir modeli bir analogisi olduğunu söyler. İlk uçan makineler, kuşlardan ilham alınarak tasarlanmıştır.

Daha sonra çeşitli balıkların, su ortamındaki hareket etme kabiliyeti incelenip o çevreye uyum sağlayan hidrodinamik biçimi uçakların aerodinamik yapısının tasarlanmasında önemli bir esin kaynağı olmuştur.

Biçimin doğayla ilişkisine bakışta bir diğer perspektif Dawkins'in memetik kuramıdır. Dawkins, "Gen Bencildir" adlı kitabının son bölümünde ortaya koyduğu mem kavramını gen bilimiyle yaptığı bir analogiyle açıklar. Dawkins'e göre mem, bir insandan diğer insana taklit yoluyla geçen bilgi birimleridir. Biyolojik temel birimler olan genler gibi memler de kültürel yapı taşlarıdır. Bir müzik notasından, bir fikire ya da bir bina kemerinin yapılmasına kadar her şey bir insan beyninden diğer insanın beynine geçen memlere sahiptir. Soyut olan bu memler insan beyinleri arasındaki hareketleri sonucunda, taklit denilebilecek bir yöntemle kendilerini genler gibi replike ederler. Dawkins bunu şöyle bir örnekle açıklar: Bir bilim adamı güzel bir düşünce duyduğunda bunu çevresindekilere iletir, eğer bu düşünce tutulursa beyinden beyine aktararak çoğalmaya devam eder ancak bu aktarım taklit yoluyla gerçekleştiği için mem her bireyde mutasyona uğrar ve kişi bir düşünceyi bir sonraki bireye aktarırken fikri bir parça değiştirir ve mem mutasyona uğrayarak replike olmaya devam eder (Dawkins, 2007). Örneğin; Bir kilise, mimarisinde o kilise içerisinde gerçekleşen tüm ritüeller hakkında bilgiler içerir, kullanıcı o mimariyle olan etkileşiminde ritüellere dair memleri algılar ve bunu işler (Boyd ve Richerson, 2000). Benzer şekilde doğa sahip olduğu sisteme dair çeşitli bilgileri içerir ve doğayla etkileşimde tüm bu bilgiler mem olarak beyin tarafından alınır ve işlenir daha sonra tasarımlarda değiştirilmiş bir şekilde uygulanıp mutasyona uğrayarak replike olurlar. Bu yaklaşıma göre tasarım sürecinde doğadan etkilenmenin, etkileşim halinde bulunan tabiattaki memlerin, beynimizde yer edinmesi sonucu oluştuğu iddia edilebilir.

Bir tasarım probleminin çözümünde aranan cevabın doğada olduğu var sayılırsa, doğayı gözleyen ve inceleyen tasarımcı doğadaki bu çözüm memini tasarıma aktarma yoluna gidebilir. Mimaride doğa-biçim ilişkisi memetik bağlamda incelendiğinde biçimin ekolojik olma durumunun doğanın ekolojik memlerinin kazanımıyla sağlanabileceği söylenebilir. Biçimlendirme işleminden önce tasarımcının doğayı inceleyip ekoloji memlerini elde ettikten sonra tasarımını gerçekleştirmesi, biçimin doğadan etkilenme bağlamında ekolojik olmasını sağlayacak bir yöntem olarak kabul edilebilir.

Endüstri devriminden bugüne mimari biçimin doğadan etkilenme noktasındaki yerini sorgulayan ve tasarıma bu bağlamda yaklaşan bir çok mimari yaklaşım olmuştur. Biçimin ekolojik karakteri bu yaklaşımlar arasında sorgulanması gereken bir konudur. Bundan sonraki bölümlerde endüstri devrimi sonrasında mimari-doğa ilişkisini irdeleyen mimarlık yaklaşımlarında bu durum sorgulanacaktır.

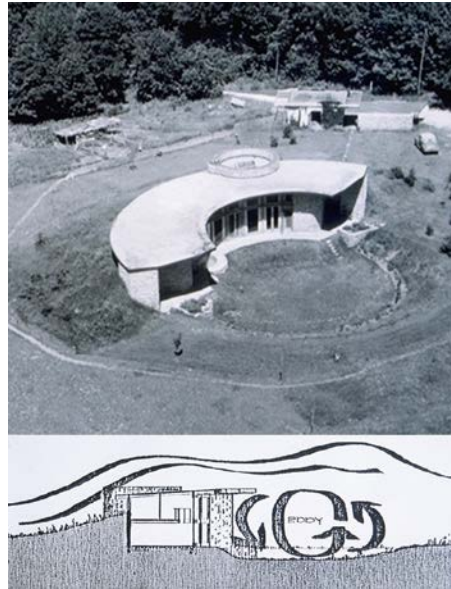
4.1 Organik Mimarlık

Endüstri devrimi sonrası değişen yapı teknolojileri mimariyi mekanik bir karaktere bürürken yirminci yüzyıl'ın önde gelen mimarları doğadan uzaklaşmakta olan bu mimari akımı doğayla bütünleştirme çabası içerisine girmişlerdir. Doğayla uyumlu mimari söylemi, bu dönemde organik mimarlık adı altında tartışılmış ve uygulamaya konulmuştur. Louis Sullivan'ın öne sürdüğü ve tartışmaya açtığı "biçim işlevi izler" söylemi organik mimarlık kavramının oluşmasında önemli bir role sahip olmuştur. Sullivan'a göre bina kullanıcının gereksinimlerine göre biçim kazanmalıdır. Frank Lloyd Wright, bu yaklaşımı doğanın prensipleriyle ilişkilendirmiştir. Wright'a göre biçim ve işlev birdir, biçim ile işlev arasındaki bu birlikteliğin en iyi örnekleri doğada bulunmaktadır. Bu yaklaşımı tanımlamak için organik kelimesini ilk defa kullanan Wright, organiklik hissinin bir mimar için kaçınılmaz olduğunu belirtir ve doğanın kendi biçimlerini mükemmelleştirdiğini gözlediğini söyler. Doğadaki bu mükemmel biçimleşmenin içten dışa doğru olduğunu iddia eder. Yapıların, kurulduğu yerden dışarı doğru gelişen ve çevresine uyumlu bir biçime kavuşmuş bir görünüme sahip olması gerektiğini belirtir. İçten dışa doğru olan bu gelişmede işlevin biçimden önce olduğu ancak biçimle bir uyum içerisinde var olması gerekmektedir (Wright, 1908).

Organik kavramı ilk olarak biyolojide sistemsel organizasyonu nitelemek için kullanılmış daha sonra mimaride bütünsel varlık anlamında yer edinmiştir. 18. yy'da parçaların düzenli birleşimini nitelemek için organizma veya organizasyon terimleri kullanılmıştır. Organik mimaride doğada parça-bütün ilişkisinin mükemmel bir uyumla varolduğu ve bu ilişkinin mimaride de olması gerektiği belirtilir. Doğada bir canlının organizmasındaki her bir parça ve bu parçaların oluşturduğu bütün arasında dengeli bir ilişki vardır. Bu bütün ile çevresi arasında ise bir uyum vardır. Her bir parça işlevini en iyi şekilde yerine getirmek için mükemmel bir şekilde biçimlenerek bütünü oluştururlar.

Organik mimaride de mükemmel biçim, parçaların ve o parçaların işlevlerinin doğru organizasyonu ile sağlanır. Wright'a göre organik, bütünün parçayla ilişkisi olduğu gibi parçanın bütünle de ilişkisi olarak tanımlanmalıdır. Mimari bütünsellik, var olan her parçanın birliği sağlamak için kesin olarak doğru yerde bulunmasıyla gerçekleşir. Bütün, parçaların toplamından ziyade, her bir parçanın birbiriyle doğru entegrasyonu ile sağlanır. Organik mimarlık, Aristo'nun metafiziğindeki "birliğin yegane ve bölünmezlik" ilkesinin biyolojideki tezahürünün mimarlığa uyarlanmasıdır (Senosiain, 2003). Wright'ın organik mimarlığı, biçim-doğa ilişkisini bu prensip bazında ele almıştır. Organik mimarlığın doğa ile ilişkisi taklitle dayalı değildir.

Frank Lloyd Wright'ın 1943 yılında tasarladığı "The Solar Hemicycle" adlı konut projesi, organik mimarlık ürünlerine önemli bir örnektir. Ev, kurulduğu yer olan Wisconsin'ın sert ve soğuk rüzgarlarından korunma amacına yönelik olarak biçim kazanmıştır. Sert rüzgara arkasını dönen yapı eğimli kuzey cephesinin yarı toprağa gömülü formuyla gelen rüzgarı savuşturup aynı zamanda bu alanda yarattığı ısı kütlesi ile enerji kaybını minimize eder. Yarım daire şeklindeki yapı ön bahçeyi kuzeyden gelen sert rüzgardan korur. Yapı, biçimi itibarıyla doğa ile doğru bir entegrasyona sahiptir bu özelliğiyle ekolojik bir karaktere de sahip olan yapı önemli bir organik mimarlık örneğidir (Şekil 4.5). Aynı zamanda biçimleniş prensipleri gereğince aynı ekolojik ilkelere sahip Sokrates evi ile önemli bir benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.5 : Frank Lloyd Wright, The Solar Hemicycle evi, 1943, (Url-8).

Bruno Zevi mimarlığı organik ve inorganik olarak ikiye ayırmıştır. Birbirlerinin karşıtı niteliğindeki bu yaklaşımlarda organik mimarlık, yapının doğada yaşayan bir organizma gibi çevreye uyum sağlamaya çalışan, biçim itibariyle öklidyen geometriden uzak bir formu hedefleyen bir yaklaşımdır. Zevi, organik mimarlık için on üç ilkedен söz eder:

1. Biçimsel saflık
2. Sezgisel duyuların ürünü
3. Sezgisel imgelemenin eseri
4. Doğa ile yakından ilişki
5. Özel çözümler arayan
6. Form çeşitliliğine yönelen
7. Gerçekçilik (Realizm)
8. Doğalcılık
9. Düzensiz (İrregüler) formlar
10. Yapı; bir bitki veya diğer bir yaşayan organizma gibi, kendi bireysel varlığının ve özel düzeninin yasalarına uygun olarak gelişen ve kendi fonksiyonları ve çevresiyle uyum halinde olan bir varlık
11. Dinamik formlar
12. Geometriden bağımsız formlara dayalı
13. Makul güzelliğin, sağ duyunun ürünü (Zevi, 1950).

Burada Zevi (1950) mimari biçimde çeşitliliğin, yapının doğayla ilişkisinin artması oranında sağlanabileceğini belirtir. Doğadaki düzensiz ve geometrik olmayan dinamik formların daha gerçekçi ve saf olduğundan bahseder. Yapı bir canlı organizma gibi kendi öz düzenini sağladığı gibi çevreyle de bir uyum içerisinde şekil almalıdır. Organik mimari akımının bir diğer önemli mimari olan Alvar Aalto, modern mimarinin tekdüzeliğe dayalı standardizasyonunun kırılmasının yolunun doğada olduğunu belirtir. Aalto'ya göre doğadaki en küçük organizma olan hücre ve hücre topluluklarının bir araya gelerek yarattığı daha üst organizmalardaki çeşitlilik, seri üretim ürünü mimarlıkta aranan farklılaşmaya bir model olabilir (Mennin, 2003).

Aalto, doğa ile mimari arasındaki bu ilişkiyi metaforik bağlamda incelemiştir. Onun için doğanın, mimarinin farklılaşmasında kullanılabilecek bir öge olduğu görülmektedir.

Organik mimarlık, doğa-biçim ilişkisini ele alırken dönemin sorunsalı olarak nitelenebilecek mekanik tek tip yapılaşmayı önleme amacındadır. Doğayla uyumlu bir yapılaşmanın gerektiğini savunması sebebiyle ekolojik değerlere sahip olsa da asıl amacı ekoloji değildir. Bireyciliğin esas alındığı bir düşünce alt yapısıyla, yapıların da bireye özel şekillenmesini önerir. Frank Lloyd Wright bu konuda şu cümleleri söyler: “Ne kadar çok farklı birey tipi varsa o kadar çok farklı konut tipi olmalıdır. Kişiliği olan her birey bunu çevresine ifade etme hakkına sahiptir” (Wright, 1908). Wright, bu ifade farklılığının doğada belli bir düzende var olduğunu belirtir ve bu yüzden doğaya bakar.

Benzer şekilde Alvar Aalto da bu durum için şöyle der: “Yaşama daha kişisel bir yapı kazandırmak mimarın görevidir.” Organik mimarlık doğa-biçim ilişkisini, kişiselleşmenin bir aracı olarak görür. Ekolojik kaygı burada ikinci sıradadır. Yirminci yüzyıl içerisinde organik mimari içerisinde değerlendirilebilecek yapıtlar yapmış bir çok önemli mimar vardır; Antoni Gaudi, Eero Saarinen ve Rudolf Steiner bunlardan başlıcalarıdır.

4.2 Biyomimesis

Mimarlıkta doğadan esinlenme yaklaşımları üzerine bir diğer kavram ise biyomimesistir. Biyomimesis terimi Yunanca bios (yaşam) ve mimesis (taklit) kelimelerinden türemiştir. Kısaca doğadaki varlıklardan taklit ve esinlenme ile tasarıma yön verildiği bir yaklaşımı açıklar. Benyus (1997) biyomimesis tanımında doğaya üç rol biçer: ilki bir model olarak doğa, ikincisi bir ölçü olarak doğa ve üçüncüsü bir akıl hocası olarak doğadır. “Model olarak doğa” yaklaşımında biyomimesis, doğanın modellerinden ilham alıp onları taklit ederek insanların problemlerini çözebilme işlemidir. Güneş ışığından faydalanıp enerji üreten bir yaprak modelinin solar hücre tasarımlarına esin kaynağı olması biyomimesiste doğanın bir model olarak alınmasına örnek olarak gösterilebilir.

“Bir ölçü olarak doğa” yaklaşımında ise biyomimesis, ekolojik standartları yeni buluşlarda ve tasarımlarda bir doğruluk ölçütü olarak kullanır.

3.8 milyar yıllık evrimsel süreçte doğa, neyin en doğru çalıştığını, neyin en uygun olduğunu ve neyin en çok dayanabileceğini öğrenmiştir. Biyomimesis bu tecrübeyi tasarımlara uygulamayı önerir.

“Akıl hocası olarak doğa”da ise biyomimesis, doğaya farklı bir gözle bakmayı önerir. Doğal dünya, problemlerimizin çözümünü içerisinden çıkaracağımız bir yer değil, çözüm üretmeyi öğrenebileceğimiz bir rehberdir (Benyus, 1997). Benyus, endüstri devriminden sonraki en önemli süreç olarak görür biyomimesis devrimini; Ona göre biyomimetik devrim, endüstri devriminin aksine doğadan bir şeyler almak yerine doğadan bir şeyler öğrenmeye dayalıdır. Sadece mimarlık değil aynı zamanda yiyeceklerimizi üretme şeklimizden, enerji kullanımına, sağlık hizmetlerine, malzeme üretimine, bilgi depolama sistemlerine ve hatta iş idaresine kadar hayatımızdaki her şeyi değiştirecek bir devrimdir biyomimesis.

4.2.1 Biyomimesis ve mimarlık

Biyomimesis, hem mimarlık hem de mühendislik alanlarında karşılaşılan problemlerin çözümünde sürdürülebilir çözüm yollarının doğadan öğrenilmesi sürecine dayalıdır. Endüstri devriminin etkisiyle 20. yy mimarlığında yapılar makine ile benzeşim göstererek tasarlanmış ve hayata geçirilmiştir. 20. yy makine çağının doğa üzerindeki egemenliği ve yarattığı tahribat sonucunda teknoloji, ekolojik olmayı ilke edinerek gelişimini devam ettirme eğilimine girmiştir.

Berkebile ve McLennan (2004) batı medeniyetinin doğayla yakın bir ilişki kuramamış olmasını eleştirirler. Onlara göre batı, Bacon’ın belirttiği “bilim, sırlarını ortaya çıkarması için doğaya işkence etmelidir” söylemini takip eden bir toplumdur. Benyus ise Bacon’ın bu yaklaşımına karşı olarak şöyle der: “Doğaya öykünmede ilk mücadelemiz doğayı onun kurallarıyla açıklamak olmalıdır” (Benyus, 1997). Batılı düşünce yapısının endüstri devrimiyle beraber yarattığı yıkım, biyomimetik devrimin getirdiği doğadan öğrenme yaklaşımı ile çözülebilir. Berkebile, bu yaklaşım değişikliğini Einstein’ın şu sözüyle açıklar: “bugün karşılaştığımız büyük problemler, onları yaratan düşünce seviyesi ile çözülemez.”

Le Corbusier’in “konut, içerisinde yaşanan bir makinedir” söylemiyle başlayan süreçten bugüne geline nokta “konut, yaşayan bir makinedir” söylemi geçerlilik kazanma eğilimindedir.

Tanyeli bu durum için şöyle der: “...endüstri çağına strüktürel tasarımın dorukları bağlamındaki kimliğini veren yaklaşımın ‘çok büyük boyutlar’ sorununa getirilen yalın ve asal geometrilerken, endüstri ötesi çağı karakterize edecek olanın olağan boyutların naturalist ve biyomorfik geometrisi olacaktır” (Tanyeli, 2000). Berkebile, gelecekteki evlerimiz ve ofislerimizin yaşayan birer organizma gibi tasarlanacağını söyler. Ona göre geleceğin mimarlığı 20. yy’ın makinelerinden değil doğadaki güzel çiçeklerden esinlenecektir (Berkebile, McLennan 2004). Steiner ise geometrik-dinamik formlar yerine organik-yaşayan formların tasarlanması gerektiğini belirtir. Bu bağlamda Goethe’nin bitki metamorfozları üzerine çalışmalarını yürütmüş ve doğadaki bitki gelişimine ait prensipleri biçim bulma amacıyla incelemiştir (Frampton, 1992).

Doğadan esinlenmeyi temel alan biyomimetik yaklaşım ekolojik olma noktasında da önemli bir yere sahiptir. Benyus, doğada bulunduğunu iddia ettiği dokuz prensibi biyomimesis’in ekolojik karakterini oluşturmada ortaya koyar:

- 1-Doğa, gün ışığını kullanır.
- 2-Doğa, sadece ihtiyacı olan enerjiyi kullanır.
- 3-Doğa, biçimi işleve uydurur.
- 4-Doğa, herşeyi geri dönüştürür.
- 5-Doğa, işbirliğini ödüllendirir.
- 6-Doğa, çeşitliliğe güvenir.
- 7-Doğa, yerel uzmanlık ister.
- 8-Doğa, içerisindeki aşırılıkları frenler.
- 9-Doğa, sınırların gücünü kullanır.

Benyus’un biyomimetik yaklaşımında doğadaki bu dokuz prensibin tasarımlarda da var olup olmadığı sorulmalıdır. Biyomimesis’te dikkate alınması gereken bir engel ise mimarların kullanabileceği net olarak tanımlanmış bir yöntemin olmamasıdır (Vincent, 2006).

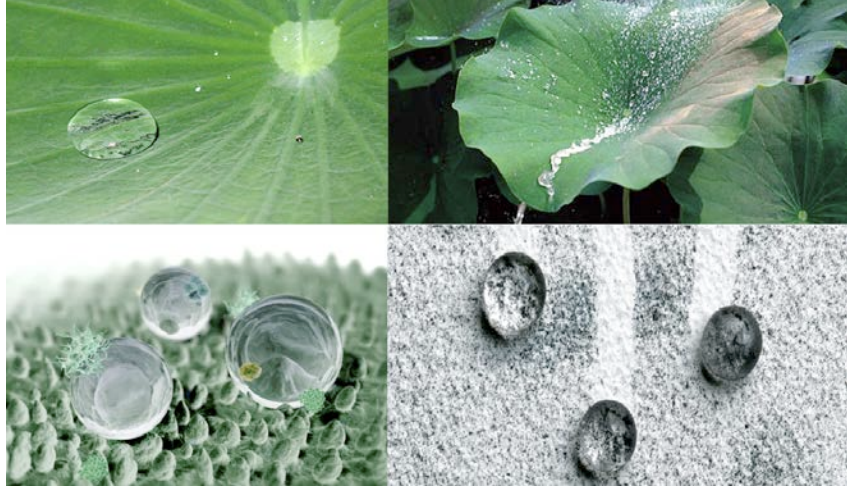
Pedersen Zari, Benyus'tan farklı olarak biyomimesis'e iki kategoride yaklaşılabilirliğini belirtmiştir: İlki insan ihtiyaçlarını ve tasarım problemlerini doğaya bakarak çözmek ki bunu "tasarımın biyolojiye bakması" olarak adlandırırken bir diğer yaklaşımda bir organizmanın veya ekosistemin belirgin davranışlarını ve fonksiyonlarını tasarıma uyarlamak ki bunu da "biyolojinin tasarımı etkilemesi" olarak açıklar (Pedersen Zari, 2007). Bir başka deyişle bir tasarım probleminin çözümü ya doğada aranır ya da tasarım başlangıçtan itibaren doğadan alınır. Tasarımın biyolojiye baktığı yaklaşımda tasarımcılar tasarım sürecinde karşılaştıkları problemleri biyosistem içerisinde bulup tasarıma uygularlar. DaimlerChrysler firmasının tasarladığı konsept bir araç olan "Biyonik Araba" bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Tasarım sürecinde geniş hacimli küçük tekerlekleri olan bir araç üretilmesi amaçlanmış ve böyle bir tasarıma en uygun formun çeşitli araştırmalar sonucunda "Ostracion Meleagris" cinsi kutu balığı adı verilen bir balıkta bulunduğu gözlenmiştir. Balığın hidrodinamik yapısının araç için çok elverişli olduğu görülmüştür. Aracın iskeletinin tasarlanmasında da biyomimesisten faydalanılmıştır, basınç yoğunluğunu minimize etme amacıyla ağaçların büyüme şekillerinin bilgisayar ortamında modellenmesiyle araç için en uygun iskelet formu bulunmuştur (Vincent, 2006) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 : Kutu Balığı ve Ağaç Dallenma Sisteminden Etkilenerek

Tasarlanan DaimlerCrysler Biyonik Arabası, (Url-9).

Biyolojinin tasarımı etkilediği yaklaşımda ise tasarım, biyosistemin gözlenmesi sonucu elde edilen bilgilerin inovatif çıktılara dönüştürülmesi işlemidir. Bu yaklaşımda biyolojik ve ekolojik bilgi düzeyinin daha üst seviyede olması beklenir. Lotus bitkisinin bataklık sularında sürekli temiz kalması dikkat çekici bir doğal özelliktir. Bu bitkinin incelenmesi sonucunda kendi kendini temizleyebilen boyalar üretilmiştir. Doğa teknolojik inovasyona esin kaynağı olmuştur. Bu yöntemin bir diğer avantajı ise henüz belirlenmemiş tasarım problemlerinin ve düşünülmemiş sistem ve teknolojilerin ortaya çıkarılabilmesidir (Vincent, 2005) (Şekil 4.7).

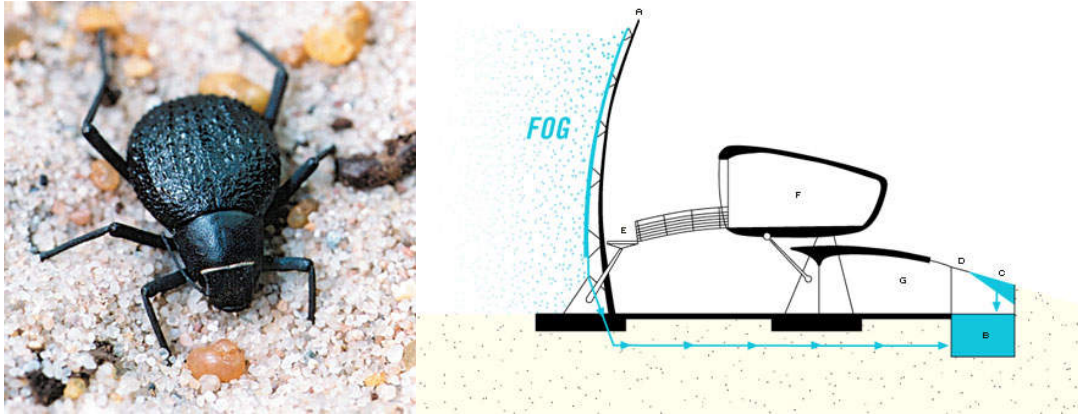


Şekil 4.7 : Lotus Bitkisi Ve Kendi Kendini Temizleyen Boya, (Url-10).

Biyolojinin tasarımı yönlendirdiği ya da tasarımın biyolojiden ilham aldığı durumlarda biyomimesis'in uygulanması Pedersen Zari'ye göre organizma, davranış ve ekosistem düzeyleri olmak üzere üç seviyede gerçekleşebilir. Organizma düzeyi, belirli bir bitki veya hayvan organizmasının bütününe veya belirli bir parçasının taklit edildiği durumlarda kullanılır. Davranış düzeyi ise bir organizmanın nasıl davrandığına dair bakış açısının tasarıma uyarlanması olarak tanımlanabilir. Son olarak ekosistem düzeyinde bir ekosistemin genel prensiplerinin tasarıma uygulanması şeklinde bir yöntem izlenir. Her bir seviyede beş ayrı boyutta doğa taklit edilir: biçim, malzeme, yapı, süreç ve işlev. Biçim boyutunda tasarımın neye benzediği, malzeme boyutunda tasarımın neden yapıldığı, yapı boyutunda tasarımın nasıl yapıldığı, süreç boyutunda tasarımın nasıl çalıştığı ve işlev boyutunda tasarımın ne yapabileceği soruları sorulur (Pedersen Zari, 2007) (Çizelge 4.1).

Tasarımda biyomimetik yaklaşım bu üç seviyede birbirinden bağımsız uygulanabileceği gibi farklı seviyelerdeki yaklaşımlar aynı anda da kullanılabilir. Organizma düzeyinde biçimlendirme, doğadan etkilenirken bir organizmanın bütününden veya bir parçasından ilham alabilir. Organizmalar doğal şartları kendi lehlerine kullanabilecek şekilde biçim kazanmışlardır.

Pedersen Zari, mimari tasarımda organizma seviyesindeki biyomimetik yaklaşıma iki örnek verir: Bunlardan ilki, Namibia Üniversitesi Su Bilimleri Merkezi için tasarlanan yapıdır. Namibia çöl böceğinden esinlenerek tasarlanmıştır. Stenocara adı da verilen bu böcek türü kurak bölgelerde yaşar. Su ihtiyacını, havadaki nemi tutup yoğunlaştırabilen ve bu suyun ağzına doru akmasını sağlayan biçime sahip kabuğu sayesinde giderir. Stenacora böceğinin sahip olduğu bu mekanizma ve biçim Namibia Üniversitesi su bilimleri merkezinin çevresinde oluşan sis bulutunu yoğunlaştırıp dağıtmak için tasarımda kullanılmıştır. Ayrıca aynı sistemin hava alanlarında oluşan sisi dağıtmak için kullanılabileceği önerilmiştir (Knight, 2001) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 : Stenacora Böceği ve Kendisinden Esinlenerek Tasarlanan

Namibia Üniversitesi Su Bilimleri Merkezi (Url-11)

Organizma düzeyinde biyomimetik yaklaşıma bir diğer örnek ise Uluslararası Waterloo Terminali'nin tasarımıdır. Pangolin adı verilen pullu bir memeli türü olan organizma, terminalin kabuğunun tasarımına önemli bir esin kaynağı olmuştur. Terminal kabuğunun, tren giriş ve çıkışlarındaki ani basınç değişimlerine cevap verebilecek bir yapıya sahip olması istenmiştir. Kabuktaki cam paneller pangolin'in esnek kabuk örüntüsünden ilham alınarak tasarlanmış bu sayede güçlü basınç değişimlerine cevap verebilecek bir forma kavuşmuştur (Şekil 4.9).

BİYOMİMETİK DÜZEY	ÖRNEK- Bir Binanın Termitleri Taklit Etmesi	
ORGANİZMA DÜZEYİ	biçim	Bina termite benzer
	malzeme	Bina termitle aynı malzemededen yapılır, malzeme termitin kabuğunu taklit eder.
	yapı	Bina termitin oluşum şekliyle aynı yoldan yapılır.
	süreç	Bina bir termitin organizmasıyla aynı şekilde çalışır.
	işlev	Bina daha geniş kapsamda bir termite benzer şekilde işler. Ör: Selüloz atıklarını geri dönüştürmesi.
DAVRANIŞ DÜZEYİ	biçim	Bina bir termit tarafından yapılmış gibi görünür. Ör: termit tepesinin kopyası.
	malzeme	Bina termitin kullandığı malzemededen yapılır. Ör: Parçalanmış ince toprak.
	yapı	Bina termitlerin uyguladığı yapım teknikleriyle yapılır.
	süreç	Bina bir termit yuvasının çalıştığı şekilde çalışır veya termitlerin nasıl beraber çalıştığını taklit eder.
	işlev	Bina termitler tarafından yapılmış gibi işler.
EKOSİSTEM DÜZEYİ	biçim	Bina içerisinde termitlerin yaşadığı bir ekosisteme benzer.
	malzeme	Bina, bir termit ekosisteminin meydana geldiği aynı tür malzemededen yapılır. Ör: Su, ortamdaki birincil kimyasal malzemedir.
	yapı	Bina, bir termit ekosisteminin kurulduğu aynı yolla yapılır.
	süreç	Bina, bir termit ekosisteminin çalıştığı mantıkla çalışır. Ör: Güneşten enerji alır ve su depolar.
	işlev	Bina, bir termit ekosistemi gibi işler. Farklı süreçler arasındaki ilişkileri içeren kompleks sistemi faydalı hale getirir.

Çizelge 4.1 Mimari Tasarımda Biyomimetik Yöntem, (Pedersen Zari, 2007).



Şekil 4.9 : Pangolin ve Pangolinden Esinlenerek Yapı Kabuğu Tasarlanmış Waterloo Terminali, (Pedersen Zari, 2007).

Davranış düzeyinde biyomimetik yaklaşımda taklit edilen organizmanın kendisi değil organizmanın davranış biçimidir. Organizmalar bulundukları ekosistemde enerji ve kaynak akışlarını kontrol ederler. İnsanlar dahil her türlü canlı kendi habitatını şekillendirme yeteneğine sahiptir. Ancak insanlar habitata müdahalelerinde diğer canlı türlerine göre doğaya daha çok zarar vermektedirler. Biyomimetik yaklaşımda insanlar kendileri için uygun habitatları oluştururken doğadaki diğer canlıların davranışlarından esinlenerek problemlerine daha ekolojik çözüm yolları sunabilirler. Von Frisch'in hayvan mimarisi olarak açıkladığı, farklı türlerin yuva yapılarının davranışları, türler arasında veya içerisinde mutualist bir simbiyotik ilişki yaratır (Von Frisch, 1974). Kunduzların kurdukları baraj sayesinde oluşan yeni habitatın sadece kunduzlara değil farklı bitki ve hayvan türlerine de uygun yaşam alanı sağlaması bu duruma bir örnek olarak gösterilebilir.

Davranış düzeyinde biyomimetik yaklaşıma mimari bir örnek Avustralya'daki CH2 binası gösterilebilir. Süreç ve işlev bağlamında biyomimesis'in kullanıldığı bu yapı termit yuvasının davranışından esinlenerek tasarlanmıştır. Bir termit yuvasındaki pasif havalandırma ve ısıl düzenleme teknikleri gözlenmiş ve aynı prensipler CH2 binasına uygulanmıştır (Şekil 4.10). Güney yarım kürede bulunan CH2 binasının kuzey cephesinde koyu renge boyalı hava mazgalları ısıyı emerek bina içerisinde ısınan havayı dışarı çekerler, benzer şekilde, güney cephesinde bulunan hava mazgalları açık renkli olup temiz havayı binanın çatısından alıp bina içi sirkülasyona yönlendirmektedir (Şekil 4.11a) (Şekil 4.11b) (Şekil 4.11c) (Şekil 4.11d).

Termitler sıcak ve kurak iklim bölgesindeki yuvalarını dışarıdaki aşırı sıcak ve kurak havadan korumak için yuvalarının zeminine yer altından su kanalları açarlar, tabanda oluşan nemin buharlaşıp yukarı doğru oluşturduğu hava hareketiyle iç mekanda serin ve göreceli olarak nemli bir ortam yaratılmış olur. CH2 binası termit yuvalarında gözlenen bu davranışlara göre tasarlanmış biyomimetik bir yapı ürünü olduğu belirtilebilir. Doğadaki süreç ve işlev'in davranış düzeyinde daha çok esinlendiği görülür, biçimsel esinlenme bu yaklaşımda kullanılmamıştır. Enerji ve kaynak tüketimi bakımından sürdürülebilir bir yapı olan CH2 binasının davranış itibarıyla ekolojik olduğu belirtilebilir.



Şekil 4.10 : Termit Yuvasındaki Hava Akımı Davranışı, (Url-12).

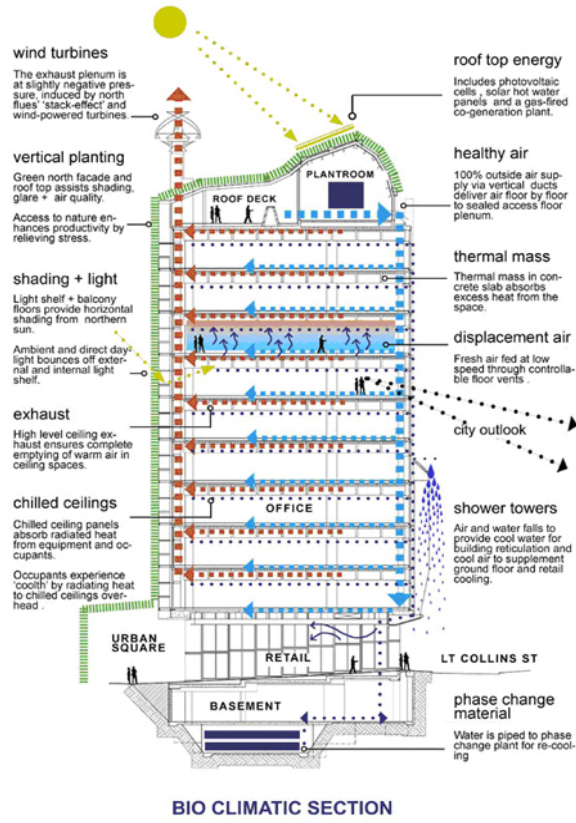
Ekosistem düzeyinde biyomimesis'te bina bir ekosistemi taklit eder. Ekomimesis olarakta adlandırılan bu yaklaşımda sürdürülebilirlik temel hedeftir. Biyomimetik olmayan yöntemlerle bir arada sürdürülebilirliği arttırmak için kullanılabilir. Örneğin, Avustralya'da geliştirilmiş olan Biolytix adı verilen sistemde, kirli su arıtmada toprak bazlı ayrıştırma işlemi ile gerçek kurt ve toprak mikropları beraber kullanılır. Bu tarz biyomimetik ekosistemler, doğal canlılar ile yapay mekanizmaların entegrasyonu sonucu oluşturulurlar. Biyolog John Todd tarafından yaşayan ya da eko-makine olarak adlandırılan bu ve benzeri sistemlerin kullanıldığı biyomimetik yaklaşımda yapıların çevresel performanslarına pozitif katkı sağlanır (Pedersen Zari, 2007) (Şekil 4.12).



Şekil 4.11a : CH2 Binası, Melbourne, (Url-13).



Şekil 4.11b : CH2 Binası Cephe Detayı, (Url-14).



Şekil 4.11c : CH2 Binası Hava Akımı Davranışı, (Url-15).



Şekil 4.11d : CH2 Binası Yan Görünüş, (Url-16).

Doğadaki canlı cansız varlıkların çevrelerine uyum sağlamak için geçirdikleri adaptasyon süreci ve sonucunda kazandıkları biçimsel oluşumların bilgisayar teknolojisi sayesinde gözlenebiliyor olması mimaride yeni bir yaklaşımın doğmasına yardımcı olmuştur. Doğadaki canlı cansız tüm varlıkların milyonlarca yıllık adaptasyon sürecinde edindikleri biçim ve mekanizmalarının mükemmelliği ve bu varlıkların mikro ölçekten makro ölçeğe geçirdikleri evrimsel süreç, mimaride yeni bir ilham kaynağı haline gelmiştir. Doğadaki her mekanizma süregiden dinamik bir adaptasyon sürecinin ürünüdür. Banham (1970) yaşamın bütün temelini devam etmekte olan bir teknolojik devrim olduğunu belirtir. Bu teknik evrim ve değişim doğanın her unsurunda bulunmaktadır. Steadman (2008), bu düşüncüyü Valery'nin (1921) kendi yarattığı Sokrates ve Phaedrus karakterleriyle dillendirdiği bir diyalogtan kesitle anlatır:

“Phaedrus: Kemikler gibi düzenli ve muntazam, hayranlık uyandıran araçlar var.

Sokrates: Onlar bir yere kadar kendi kendilerine yapılmışlardır. Yüzyılların deneyimiyle ister istemez en iyi biçimi keşfetmişlerdir. Sayılamayacak derecedeki uygulamalar, ideali elde etmiş ve orada durmuştur. Binlerce adamın büyük gayretleri yavaşça en ekonomik ve güvenilir şekle yakınlaştırır. “

Doğada kendi kendine evrimleşerek ideal biçimi ve mekanizmayı bulan biyolojik organizmaların prensipleri bugün mimaride evrimsel tasarım adı verilen tasarım yaklaşımının ana konusunu oluşturmaktadır. Bu yaklaşımda doğadaki canlı hücresel yapıların strüktürel ve biçimsel adaptasyonlarına ait süreçlerin mimaride kullanılması esastır. Buradaki ilişki metaforik ve analogik olmaktan öte biyolojideki üretken sistemlere ait prensiplerin mimariye aktarılmasıyla ilgilidir. Mimaride biçim-doğa ilişkisi bu bağlamda incelendiğinde biyoloji ve genetik bilimi ile bilgisayar destekli yapay zeka uygulamalarına yönelik bilgilerin önem kazandığı görülür. Mimaride bu ilişkiyi biçimsel bağlamda irdeleyen güncel iki önemli yaklaşım “Emergence and Design Group”'un kurucularından Weinstock, Hensel ve Menges'in öne sürdüğü morfo-genesis ve morfo-ekoloji kavramlarıdır. Tez çalışmasının bu bölümünde bu iki kavram dahilinde mimaride biçim-doğa ilişkisi ve bu ilişkinin ekolojik boyutları irdelenecektir.

4.3.1 Morfogenesis

Morfogenesis, başta biyoloji olmak üzere jeoloji, kent bilimi, mühendislik ve mimarlık gibi bir çok disiplinde kullanılan bir kavramdır. Her disiplin morfogenesis kavramını kendi anlayışıyla yorumlayarak kullanmaktadır. İlk olarak morfogeni adıyla 19.yy'da biyolojide kullanılan bu kavram, embriyo gelişiminde dokulardaki strüktürel değişimleri ve bu değişimlerin altında yatan mekanizmaları anlamak için kullanılmıştır. Botanik biliminde ise morfogenesis, hücre şekillerindeki değişim, gelişim ve mitoz bölünme süreçlerinin incelenmesiyle bitkilerdeki biçim ve strüktür oluşumunu anlamayı ifade eder. 20. yy'da jeoloji biliminde kullanılmaya başlanan bu kavram bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte mimaride, dijital morfogenesis adıyla yer edinmeye başlamıştır (Roudavski, 2009). Mimarideki kullanımı özellikle biyolojideki morfogenesis çalışmalarıyla paralellik gösterir. Roudavski, biyolojik morfogenesis'in mimari tasarıma yardımcı olmasının sebeplerini 3 ana maddede açıklar:

1. Mimari tasarım doğada daha önceden çözülmüş problemleri çözmeyi amaçlar.
2. Mimari tasarım giderek doğada var olan gelişim ve adaptasyon gibi konsept ve teknikleri kullanmaya çalışmaktadır.
3. Mimarlık ile biyoloji, gelişim ve adaptasyonu sanal ortamda modellemeye çalışmaktadırlar bu yüzden her ikisi de ortak bir dil kullanmaktadırlar (Roudavski, 2009).

Genel olarak mimaride morfogenesis, biçim üretimini ve başkalaşımını, biyolojik unsurlardaki biçim üretim ve başkalaşım süreçleriyle ilişki kurarak dijital ortamda gerçekleştirmesi olarak tanımlanabilir. Morfogenesis'te doğada var olan üç önemli konsept öne çıkar: ortaya çıkış (emergence), öz-örgütlenme (self-organization) ve biçim-bulma (form-finding) (Hensel, Menges, Weinstock, 2004).

Emergence kavramı, doğadaki canlıların ortaya çıkış biçimleri ile kompleks davranış, zeka ve biçim üretmek için tasarlanmış yapay sistemlerin yaratım süreçlerini ve modellerini açıklamak için kullanılmaktadır. Emergence, evrimsel biyoloji, yapay zeka ve sibernetik gibi bir çok bilim alanında kullanılan bir kavramdır. Mimaride bu

bilim dallarındaki kullanımlarından faydalanılır. Doğal sistemlerin uymak zorunda olduğu matematik kanunlarını anlayarak doğadaki organizasyon ve etkileşime dair prensipleri araştırmak ve bunlardan yola çıkarak yapay sistemleri daha kullanışlı hale getirmek amaçlanmaktadır (Weinstock, 2004). Weinstock'a (2004) göre üç önemli soru doğadaki ortaya çıkış (emergence) sürecini araştırmakta kullanılmalıdır: Ortaya çıkan nedir, nereden ortaya çıkıyor ve ortaya çıkış nasıl gerçekleşiyor? Weinstock bu soruları şu şekilde cevaplar: "biçim ve davranış", kompleks sistemlerdeki süreçlerden ortaya çıkmaktadır. Süreçler, doğal sistemlerin biçimini üretip kendini devam ettirmesini sağlamaktadırlar. Bu süreçler, çevre ile dinamik bir değiş tokuşu da barındırmaktadırlar.

Morfogenesis kavramına ait bir diğer önemli öge öz-örgütlenme (self-organization)'dir. Öz-örgütlenme, herhangi bir dış kontrol ve yönlendirme olmadan bir sistemin iç düzenine ait belirli bir fonksiyonunun gelişmesi için çevreye adapte olma sürecine denir (Hensel, 2004).

Biyolojideki organizmanın büyüme ve gelişmelerini işleyen süreçleri içermektedir. Öz-örgütlenme sistemlerinin dış çevreden gelen uyarıcılara cevap verebilme ve adapte olabilme yeteneğini barındırmakta olduğu belirtilebilir. Hensel'e göre doğadaki bu adaptasyon biyolojik canlılarda hücre gelişiminin genetik kontrolü, farklılaşması ve morfogenetik süreçlerinde gözlenebilmektedir. Hücre gelişimi ile kastedilen hücre ölçüsünün ve sayısının genetik olarak kontrol edilmesi iken hücresel farklılaşma hücre tipinin oluşum sürecini ifade eder.

Morfogenesis sürece dayalı bir yaklaşımdır. Klasik anlamdaki "biçim işlevi izler" söyleminden farklı olarak "biçim süreci izler" söylemi kullanılmaktadır. Bu bağlamda morfogenesiste biçimin nihai bir sonuç olmaktan ziyade dinamik bir sürecin değişken ürünü olduğu belirtilebilir. Morfogenesis üzerine yapılan çalışmalarda fikirleri etkili olan Goethe'ye göre bir şey bir biçim kazandığında anında yeni bir biçime doğru başkalaşmaya başlar.

Bu noktada biçimin nasıl farklılaşıp, transforme olduğu ve çevresine göre performansının ne şekilde değiştiği sorusu doğar. Morfogenesis bu soruya cevap arayan alanlardan biridir.

Weinstock, doğal sistemlerde standardizasyonun olmadığını aksine farklılaşmanın barındığını ifade etmektedir (Weinstock, 2006). Örnek olarak bitki gelişim sürecini ortaya koyar; bitki gelişiminde çevresel her bir etkinin bitkinin gelişiminde farklılaşmaya neden olduğunun görüldüğünü belirtir. Morfogenesis, bu gelişimi incelemeyi amaçlar ve bunun için sanal ortamda modelleme tekniklerini kullanılır. 1968 yılında macar biyoloji bilimcisi Aristid Lindenmayer, çok hücreli organizmaların gelişimlerine dair örüntüleri incelemiş ve bu gelişimleri tanımlayabilecek bir sistem geliştirmiştir. Lindenmayer sistemi (L-Sistem) adı verilen bu sistem, organizmaların gelişimlerine dair biçim gramerlerinin bilgisayar ortamında simüle edilmesini içermektedir (Karaçay, 2004) (Şekil 5.13).

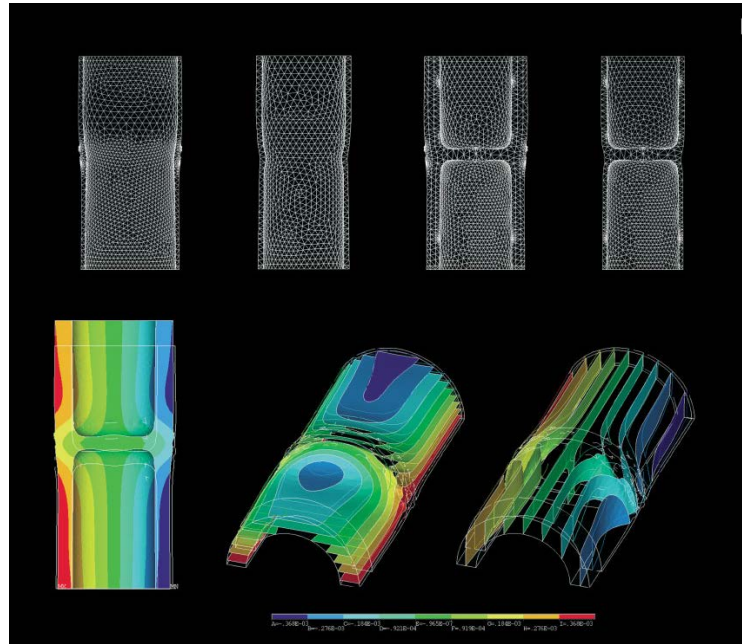
Mimarideki dijital morfogenesis'te doğayla ilintili bir diğer önemli kavram "biçim-bulma" (form-finding)'dir. Menges, morfogenesisteki biçim-bulma kavramını, dış kuvvetlerin etkisi altındaki malzeme sistemlerine ait öz-örgütlemeyi faydalı hale getirecek bir tasarım tekniği olarak niteler (Menges, 2006).

Biçimin malzeme ve strüktürden ayrı ele alınamayacağını belirtir ve bu üç unsur arasındaki kompleks ilişkilerin değişken çevre koşullarının etkileri altında incelenmesi gerektiğini öne sürer. Polymorfik sistemler olarak adlandırılan bu sistemsel ilişkide biçim ve biçimin kapsadığı kompleks düzen, malzeme kapasitesi ve çevresel kuvvetlerin etkileşiminden elde edilmektedir (Şekil 4.14). Biyolojik biçimler, sistem içindeki sistemlerdir. Yarı otonom hiyerarşik bir düzene sahip bu sistemlerin her birinin ayrı bir fonksiyonu bulunmaktadır. Her alt fonksiyon bir üst fonksiyona ait organizasyonu sağlayacak biçimi yarattır (Menges, 2006) (Şekil 4.15).

Frei Otto'nun öncülüğünü ettiği bu biçim-bulma tekniğinde iç ve dış etkiler arasındaki denge nihai biçimi oluşturmaktadır. Frei Otto iç mukavemet ve dış kuvvetler arasındaki denge oluşumunu membran strüktrürler üzerinde oluşturarak biçim-bulma yolunu seçmiştir. Münih Olimpiyat Stadı, Otto'nun bu teknikle tasarladığı yapılara önemli bir örnek olarak gösterilebilir. Stadın örtüsünü oluşturan membran sistemde biçim iç gerilim ve dış kuvvetlerin etkisi altında oluşmuştur (Şekil 4.16). Polimorfik sistemlerde iç ve dış arasındaki denge strüktürel olabileceği gibi termostatik veya benzeri bir karaktere de sahip olabilmektedir.

Biyolojik sistemlerde iç ve dış sistemler arasındaki fiziksel etkileşimde sistemlerden herhangi birinde meydana gelen değişim sonucunda dengenin bozulmaması için sistemlerden biri değişikliğe direnç gösterip eski haline dönmeye çalışmaktadır. Negatif geri besleme (Homeostaz) adı verilen bu sistemler kendi kendi dengeleyen (self-correcting) sistemlerdir. Biyolojik sistemlerde hormonal veya ısıl dengelerin negatif geri besleme yoluyla sağlandığı bilinmektedir. Homeostatik bu sistemlerin morfogenesis kavramı bağlamında bir biçim-bulma yöntemi olarak kullanılabileceği görülmektedir (Şekil 4.17).

Hensel ve Menges, değişken çevre koşullarına uyum sağlamak için morfolojik başkalaşıma uğrayan ekolojik bir mimari modelin olabileceğini tartışırlar. Fiziksel anlamda ekolojik bir yapıya sahip olabilecek bu modelin aynı zamanda yeni mekan organizasyonlarının da önünü açtığını belirtirler. Morfo-genesisten farklı olarak morfo-ekoloji olarak adlandırılan bu alan tez kapsamı dahilinde bir sonraki bölümde ele alınacaktır.



Şekil 4.14 : Bir Bambu Sapının Gerilme Yüğü Altında Biçimsel Deformasyonlarına Ait Analizler, (Weinstock, 2006).



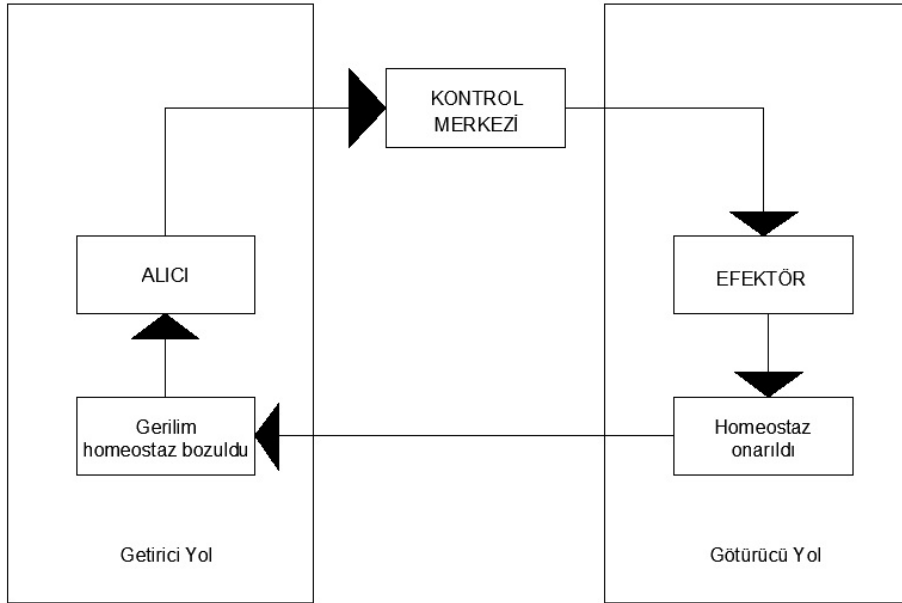
Şekil 4.13 : L-Studio Adlı programda L-Sistem ile Üretilmiş Bir Bitki Gelişimi,
(Hensel, 2006).



Şekil 4.15 : Polimorfik Bir Sisteme Göre Biçim ve Biçimsel Farklılaşma,
(Menges, 2006).



Şekil 4.16 : Münih Olimpiyat Stadyumu Polimorfik Membran Çatı Örtüsü, (Url-18).



Şekil 4.17 : Biyolojik Homeostaz Örneği, (Hensel, 2006).

4.3.2 Morfo-ekoloji

Morfo-ekoloji, morfo-genesis kavramının ekoloji kavramı ile bütünleştirildiği bir tasarım yaklaşımıdır. Ekoloji biliminde organizma ile organizma çevresindeki ilişkinin incelenmesinin mimaride de geçerli olduğu düşüncesinden hareketle geliştirilmiş bir kavramdır. Mimari yapıların çevresiyle olan doğru ilişkisinin, ekolojik sistemlerin mimariye uygulanmasıyla gerçekleşebileceği iddia edilir. Morfo-genesis'tekine benzer olarak burada da doğadaki süreç mimari biçimin oluşmasında önem kazanmaktadır. Goethe'nin biçim bilimi tanımındaki yapılandırılmış biçimin yani "Gestalt"ın sürekli devam eden bir biçimsel oluşum süreci "Bildung" ile gerçekleşebileceği düşüncesinin etkili olduğu görülmektedir.

Morfo-ekolojik yaklaşımdaki ekoloji, doğal sistemlerdeki metabolik faaliyetlerin enerji akışını kontrol eden mekanizmalarının incelenmesi sürecine dayalıdır. Doğadaki organizmaların fiziksel ve kimyasal metabolizmalarındaki enerji akışının organizmada gelişmeyi ve yaşamı meydana getirdiği gözlenmektedir. Bu bağlamda Weinstock (2008) memeliler, deniz canlıları, ve bitki gibi organizmalardaki termodinamik vb. sistemlerin morfoloji ile ilişkisi ve çevre ile arasındaki davranışlarının incelenmesi gerektiğini öne sürer. Ona göre ekosistemde yaşamakta olan organizmalar ile çevreleri arasındaki ilişki madde ve enerji akışı bağlamında analiz edilmelidir. Bu sistem ve ilişkiler, doğru bir madde ve enerji akışına sahip çevreci akıllı binaların tasarlanmasına yardımcı olur. Kısacası morfo-ekolojik yaklaşımın ekoloji algısı, organizma ile çevresi arasındaki madde ve enerji akışına dair ilişkiler olarak belirtilebilir. Bugünün sürdürülebilir, ekolojik tasarım anlayışında enerji tüketimi, malzeme yaşam döngüsü ve atık yönetiminin öne çıktığı hatırlanırsa mimaride ekolojikliğin sağlanması bağlamında Weinstock'un doğadaki metabolizmalara ait madde ve enerji akışının incelenmesi gerektiğine ait görüşünün doğruluğu görülebilir. Morfo-ekolojik yaklaşımda, madde ve enerji akışına dair ilişkilerde malzeme sistemlerinin öne çıktığı görülmektedir. Doğada malzemenin, biçim, strüktür ve davranış unsurlarıyla birbirinden ayrılamaz olduğunu, bu sistemlerin mimaride de olması gerektiği öne sürülmektedir. Örneğin; bitki sapları sıvı akışını yerine getirdiği gibi bitkinin ayakta kalması için gereken strüktürel direnci de sağlamaktadır.

Bu ilişkinin mimaride sağlanması için doğru malzeme sistemlerinin oluşturulması önem kazanmaktadır. Frei Otto'nun tasarladığı Mannheim'daki Multihalle binası morfo-ekolojik yaklaşımın savunduğu malzeme, strüktür ve biçimin birbirinden ayıramayacağı yapılar için önemli bir erken dönem örneğidir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 : Multihalle Mannheim Binası İç Görünüş, Frei Otto, 1975, (Url-19).

Biçim oluşumu ve malzeme sistemi ayrılmaz bütünler olmalıdır. Klasik mimari anlayışta biçim ve malzeme arasında yukarıdan aşağıya hiyerarşik bir üretim ilişkisi vardır. İlk olarak bina biçimi belirlendikten sonra malzeme belirlenir, üretim ve inşaa gerçekleşir (Şekil 4.19). Hensel ve Menges (2007) bu sistemi yüksek enerji ve malzeme tüketimi sebebiyle ekolojik olmamakla eleştirir. Bu yüzden malzeme sistemlerinde çoklu-fonksiyonelliği önerir ve bu sistemin esin kaynağı olarak doğayı işaret eder. Teknik olarak ise bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojisi ile biçimlendirme ve malzeme sistemlerinin bir arada geliştirileceği bir sistem öne sürer.

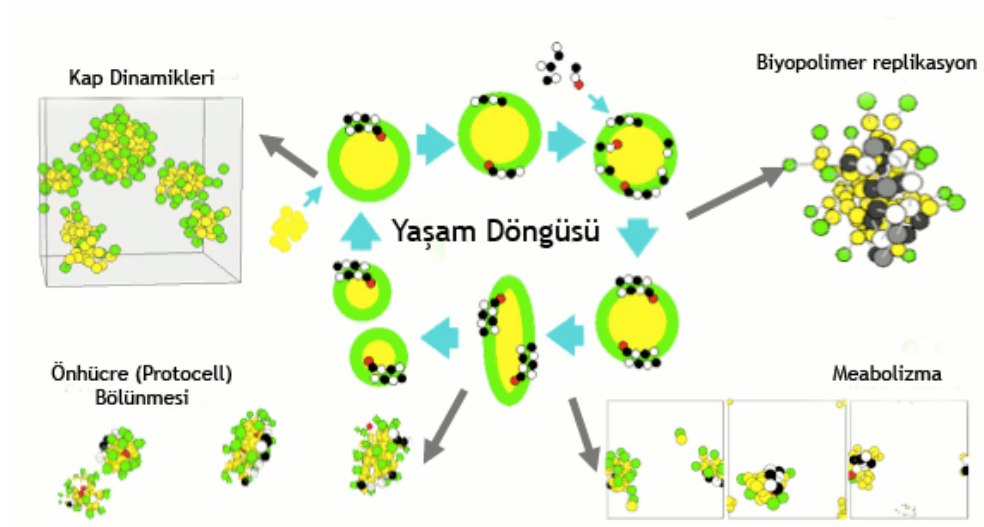
Çoklu fonksiyona sahip olması gereken malzeme sistemlerinin geliştirilmesi için gerekli bilginin malzemeye nasıl aktarılacağı sorusu doğar. Morfo-ekoloji bu soruya sibernetik bilimi üzerinden cevap verir.



Şekil 4.19 : Yukarıdan-Aşağıya Mimari Tasarım-İnşa Süreci

Buna göre, doğadaki metabolik faaliyetleri taklit edebilen mekanizmalara sahip zeki malzemelerin üretilmesi gerekmektedir. Zeki malzeme ve strüktürler çevresel değişimleri, sensörleriyle algıladığı bilgileri işleyerek sezen ve gerekli tepkileri veren sistemler olarak tasarlanmalıdır. Bu sistemler biyo-kimyasal bir mekanizmaya sahip olmalıdır ki doğadaki yaşamı en iyi biçimde taklit edebilsin. Malzeme sistemlerindeki sentetik metabolizma enerji üreterek sentetik yaşam sürecini meydana getirmelidir. Bitkilerde oksijen üretimi ve enerji depolama amacıyla gerçekleşen fotosentezin yapay bir şekilde hayata geçirilmesi sentetik yaşama örnek olarak gösterilebilmektedir.

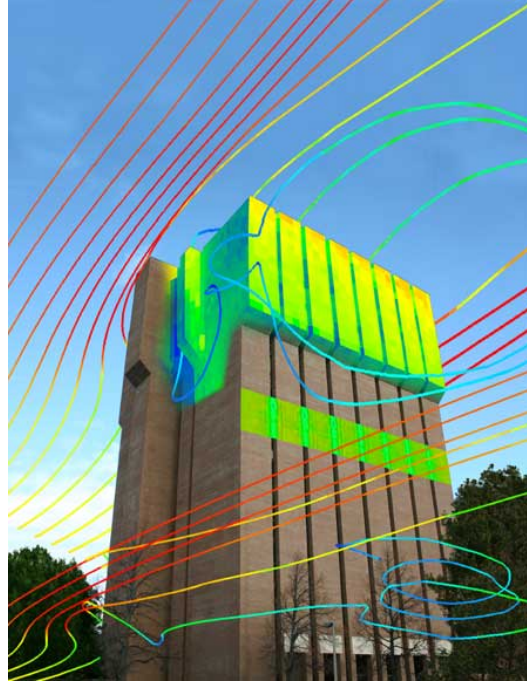
Hensel, bu yaklaşıma Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş bir deneyi örnek gösterir. Bu deneyde kendi kendini replike edebilen moleküler düzeyde makinelerin üretilmesi amaçlanmıştır. Deneyde nano ölçekte böcek adı verilen nano-robot'ta bilgiyi saklayan ve işleyen yapay DNA sistemi üretilmiş ve bu sistemler sayesinde nano-robot'un çevreye uyum sağlayarak kendini replike etmesi sağlanmıştır (Şekil 4.20). Morfo-ekolojik yaklaşımda bu ve bu tarz deneyler akıllı malzeme sistemlerinin anlaşılmasında önem kazanmaktadır. Morfo-ekoloji, birden fazla fonksiyonu bünyesinde barındıran yapay yaşama sahip malzeme sistemleriyle doğru biçimin ekolojik bağlamda yaratılabileceğini iddia etmektedir.



Şekil 4.20 : Kendi Kendini Replike Edebilen Los Alamos Böceği

Deneyinde Sentetik Yaşam Döngüsü, (Url-20).

Sentetik yaşam birimlerinin oluşturduğu malzeme sistemlerinin, meydana getirdiği biçim ve strüktürün fiziksel çevre ile olan davranışsal eğilimi dijital ortamda simule edilerek analizlerle tanınmaya çalışılmaktadır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) adı verilen tekniklerle biçimin termodinamik, akustik, aerodinamik ve aydınlık gibi çevresel uyarılara karşı davranışı incelenip biçimin ekolojik boyutu test edilmektedir. (Şekil 4.21)



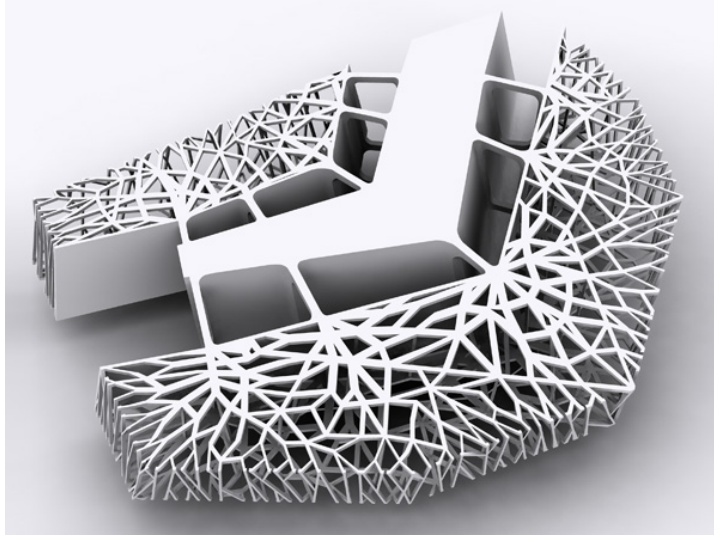
Şekil 4.21 : Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) Yöntemiyle Bir Ofis Binasının Termal ve Aerodinamik Analizi, (Url-21).

Morfo-ekolojik tasarım yaklaşımında mimari biçimin ekolojik bağlamda fiziksel çevre ile olan ilişkisinin incelenmesinin yanında mekansal sürdürülebilirlik fikrinin de öne çıktığı görülmektedir. Morfo-ekoloji biçim oluşumunda doğal sistemleri incelerken doğadaki mekansal organizasyonları da gözlemlemektedir. Çoklu fonksiyona sahip malzeme sistemlerinin yeni mekansal organizasyonların oluşmasını sağlayacağı belirtilmektedir (Hensel, Menges, 2007).

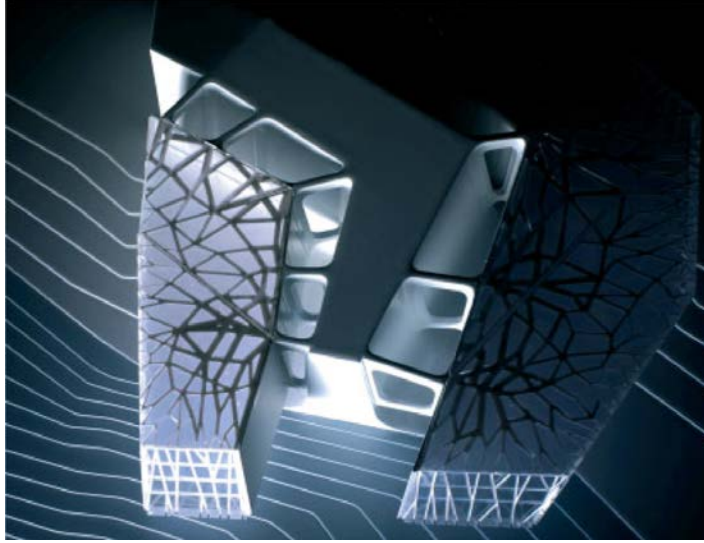
Bu noktada morfo-ekoloji, doğadaki mekansal oluşumu Reyner Banham'ın analizini yapmış olduğu iki mimari gelenek üzerinden tartışmaya açar. Banham'a göre klasik batı geleneği, katı sınırlara sahip açık veya koridor mekansal organizasyonlara sahiptir. Bir diğer gelenekte ise katı sınırlar yerine doğadaki gradientlerin varlığından bahsedilir. Çevresel eşik olarak ta adlandırılabilir bu gradient sınırlar kesin olmamakla birlikte bireysel tercihlerle netlik kazanmaktadır. Bir kamp ateşinin çevresindeki belirsiz mekanın kişisel tercihlere göre varlık kazanma süreci bu tip mekansal oluşuma örnek olarak gösterilebilir (Banham, 1969).

Benzer şekilde Evans, koridor mekansal sisteme sahip mekansal organizasyonun varlığını sorgular, endüstri devrimiyle beraber gelen modülerlik ve standartlaşmanın sonucundaki modernist mekansal sistem yerine yeni mekansal oluşumun malzemeye bağlı sınır eşiklerinin oluşturulmasıyla gerçekleşmesi gerektiğini öne sürer (Evans, 1997). Hem Banham hem de Evans'ın öne sürdüğü bu iki mekansal organizasyondan katı sınırlara sahip koridor mekansal sistemdeki mekan algısının, Newton'un mutlak mekan algısını yansıttığı görülürken, çevresel eşik mekansal gradient mekan algısında Einstein ve Leibniz'in göreceli mekan algısı ön plana çıkmaktadır.

Morfo-ekolojik yaklaşımda Hensel ve Menges doğadaki ve biyolojik sistemlerdeki gradient eşiklerin yeni mekansal organizasyonlarda kullanılmasını önerirler. Morfo-ekoloji, biçimin doğayla olan ilişkisinin ekolojik boyutunu fiziksel bağlamda incelemekle kalmayıp mekansal anlamda da sürdürülebilirliği yakalamayı amaçladığı görülmektedir. OCEAN Tasarım Araştırmaları Grubu'nun tasarladığı Prag'taki Yeni Çek Ulusal Kütüphanesi morfo-ekolojik yaklaşımla tasarlanmış önemli bir örnek olarak gösterilebilir (Şekil 4.21a) (Şekil 4.21b).



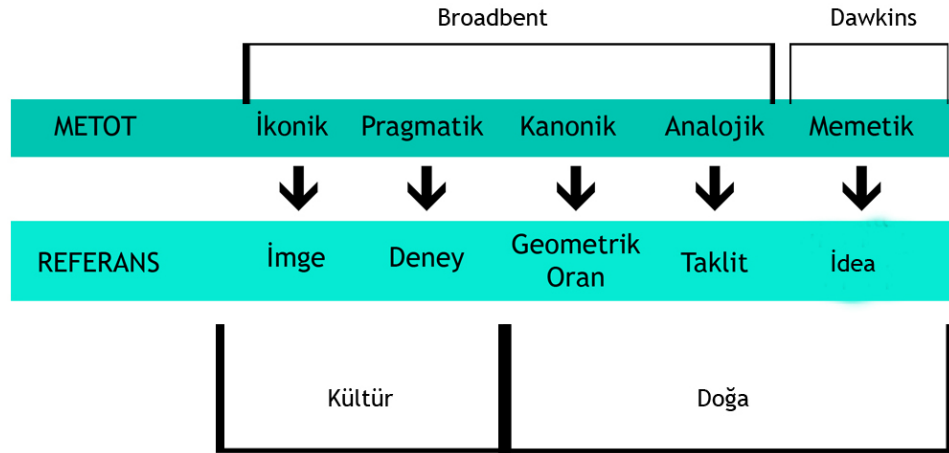
Şekil 4.21a: Yeni Çek Ulusal Kütüphanesi Konsept Projesi, OCEAN NORTH and Scheffler + Partner, 2006, (Hensel, Menges, 2007).



Şekil 4.21b: Yeni Çek Ulusal Kütüphanesi Aydınlık Gradyenti Oluşumu, (Hensel, Menges 2007).

4.4 Bölüm Sonucu

Mimari tasarımda biçimin oluşumunda beş önemli metodun öne çıktığı görülmektedir. Burada Broadbent'in (1969) öne sürdüğü ikonik, pragmatik, kanonik ve analogik olmak üzere dört metodu ile Dawkins'in (2007) memetik kuramına bağlı yaklaşımı mimaride biçim tasarımını etkileyen önemli yöntemler olarak kabul edilebilir (Çizelge 4.2).



Çizelge 4.2: Mimari tasarımda Broadbent ve Dawkins’e göre beş biçimlendirme yönteminin değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında biçimin doğa ile olan ilişkisi bu beş metod üzerinden değerlendirildiğinde görülmektedir ki her bir metod doğaya farklı bir açıdan atıf yapmaktadır. Ancak buna ikonik ve pragmatik yöntemleri dahil etmek pek uygun görünmemektedir. Çünkü bu iki yaklaşımın doğayı değil kültürü referans olarak biçimlendirmeyi yönlendirdikleri görülmektedir.

Kanonik, analogik ve memetik yöntemlerde biçimin doğayla olan ilişkisinin ekolojik boyutları irdelendiğinde bu üç yaklaşımda ekolojikliğin bir potansiyel niteliğinde var olduğu görülmüştür. Ancak bu yöntemlerde bulunduğu gözlenen ekoloji potansiyelinin tasarımcının tercihine bağlı olarak değişebileceği belirtilebilir. Biçim-doğa ilişkisi organik mimarlık, biyomimesis ve morfogenesis kavramları dahilinde incelenirken bahsi geçen üç metodun bu yaklaşımlarla olan bağlantısı incelenmiştir (Çizelge 4.3). Organik mimarlık bu üç metodun birden kullanılabildiği bir yaklaşım iken biyomimesis ve morfogenesis kanonik metod kullanılmamaktadır.

Ancak biyomimesis ve morfogenesis yaklaşımlarının organik mimarlığa göre daha ekolojik kaygılara sahip olduğu dikkat çekmiştir. Organik mimarlık doğayı mimari çeşitliliğin artırılmasında bir referans olarak görürken biyomimesis doğayı bir inovasyon kaynağı olarak ele almaktadır.

Morfogenesis ve morfo-ekoloji yaklaşımlarında ise doğadaki madde ve enerji döngülerinin doğal biçimleri oluşturma süreçlerinin mimaride kullanılması söz

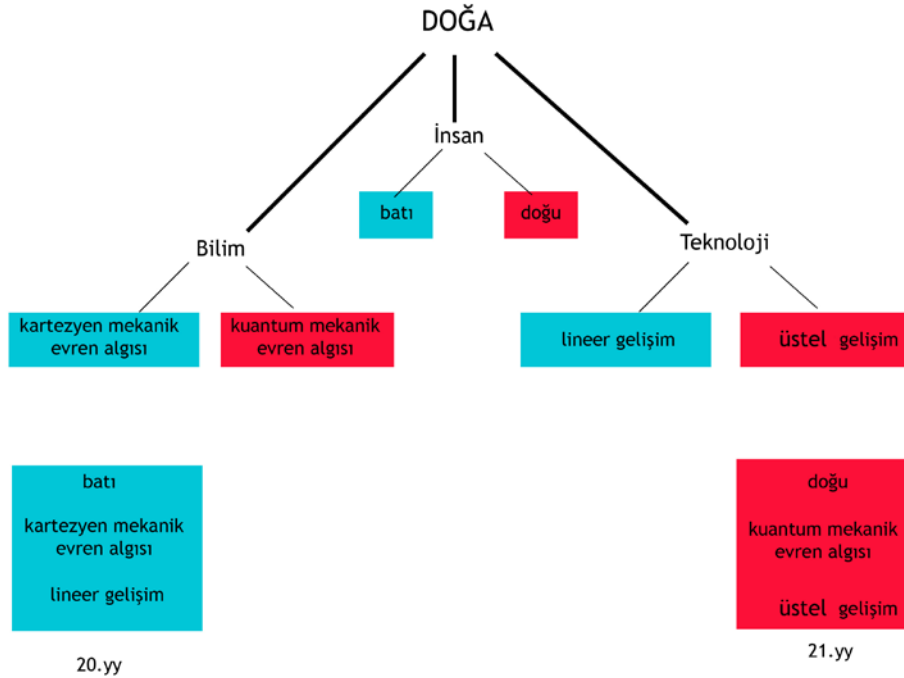
konusudur. Bu noktada morfogenesis ve morfo-ekoloji yaklaşımlarının diğer iki yaklaşıma göre enerji etkin bağlamda daha ekolojik olduğu sonucuna varılmıştır.

	İkonik	Pragmatik	Kanonik	Analojik	Memetik
ORGANİK MİMARLIK	✗	✗	✓	✓	✓
BİYOMİMESİS	✗	✗	✗	✓	✓
MORFOGENESİS MORFO-EKOLOJİ	✗	✗	✗	✓	✓

Çizelge 4.3: Organik, biyomimesis ve morfogenesis mimarlık yaklaşımlarının biçimlendirme yöntemleriyle olan ilişkisi

5. SONUÇ

Çalışmanın başında mimari tasarımda biçim ve doğa ilişkisini etkilediği kabul edilen doğa, insan ve bilim ilişkileri ve bu ilişkiler dahilindeki paradigma farklılıkları irdelenmiştir. Burada doğanın insan, bilim ve teknoloji ile dualist bir ilişkiler ağına sahip olduğu görülmüştür. Doğanın insan ile olan ilişkisi doğu ve batı diyalektiğinde değerlendirilirken, bilim ile olan ilişkisi Newton mekaniği ile kuantum mekaniği ikiliğinde irdelenmiştir. Teknoloji ile olan ilişkisi ise teknolojik gelişimlerin sahip olduğu lineer ve üstel olarak adlandırılan iki eğilim bağlamında ele alınmıştır. 20. yy başlarının batılı, Newton’cu mekanik görüşe sahip, teknolojinin lineer ilerlediğinin kabul edildiği bir dünya düzeni olarak görülürse, 21. yy’daki gelişmelerle bu düzenin kuantum mekaniği görüşüne sahip, üstel teknolojik gelişim eğiliminin kabul edildiği ve doğulu insan tipine uyum sağlayabilecek bir yapıya geçtiği iddia edilebilir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Doğa ile insan, bilim ve teknoloji arasındaki dualist ilişkiler ağı

Burada meydana gelmekte olan paradigma değişimlerinin her alanda olduğu gibi mimaride de etkilerinin irdelenmesinin önem kazandığı belirtilebilir. Bu paradigma değişimlerinin ekoloji ve ekolojik mimarideki tezahürleri incelendiğinde görülmektedir ki teknoloji ekolojik mimariyi ekonomik bağlamda etkilemektedir. Ekolojik mimari teknolojik gelişmelerin paralelinde enerji ve kaynak yönetimine bağlı ekonomik yapının bir parçası haline gelmektedir. Mimari tasarımda biçim-doğa ilişkisinin ekolojik boyutu irdelenirken ekoloji ve ekolojik mimarideki bu paradigma değişimlerinin dikkate alınması önem kazanmaktadır.

Doğa-biçim ilişkisi organik mimarlık, biyomimesis ve morfogenesis yaklaşımları dahilinde ele alınırken bahsi edilen paradigma farklılıklarının bu kavramlardaki etkileri şu şekilde gözlenmiştir: Organik mimarlık, 20. yy başlarına ait bir yaklaşım olması sebebi ile çağının kartezyen mekanik görüşüne sahip, mutlak mekan algısını kabul eden doğaya batılı bir perspektifle bakan bir yaklaşımdır. Organik mimarlıkta biçim determinizmin etkisiyle tahmin edilebilir bir sebep-sonuç ilişkisinin ürünüdür ve mutlaktır. Doğa ile olan ilişkisi de bu mutlaklık dahilinde ele alınmaktadır ve aslında doğadan ayrı bir unsur olarak doğayla entegre olma çabası içerisinde. Tıpkı Wilson'ın (1989) değindiği Leibniz'in Newton'cu mutlak mekan algısını eleştirirken, mutlak mekanın varlığı ve Tanrı'dan farklı olduğu düşüncesinin Tanrı'nın yanında başka bir Tanrı yaratmak olduğunu belirtmesi gibi organik mimarlıkta da doğanın yanında başka bir doğa yaratma dürtüsünün olduğu ve bunun batılı bir düşünce altyapısından kaynaklandığı görülür. Bu sebeple görülmektedir ki organik mimarlık zamanının kartezyen bakışı içerisinde doğaya doğadan kopuk bir ilişkiyle bağlı olmaya çalışmaktadır. Bu bağlamda organik mimarlıkta biçim, doğa ile sağlıklı bir ekolojik ilişki kuramaz.

Biyomimesis'te ise doğaya yaklaşımda kartezyen mekanik görüşün izleri hakimken doğaya olan yaklaşımı Benyus'un (1997) "bir akıl hocası olarak doğa" fikriyle organik mimariden ayrılır. Doğanın tekniklerini inovatif bir amaçla kullanırken doğaya zarar vermeme düşüncesi görülür. Bu bağlamda biyomimesis'in doğu-batı arasında ikircikli bir pozisyonda olduğu görüşü kabul edilebilir. Biyomimesiste net bir mekan tanımlaması yokken doğa, madde ve enerji döngülerine dair teknolojik gelişimlere rehber olabilecek bir roledir. Bu bağlamda doğa ile tam bir uyuma sahip olmasa da doğanın yöntemlerini kullanmasıyla göreceli bir ekolojik boyuta sahiptir.

Morfogenesis ve morfo-ekoloji kavramlarının ise bahsi edilen paradigma değişimlerinde önemli bir konuma sahip olduğu görölr. 21. yy'ın başları olan bugünün çağdaş dünyasında teknolojik gelişim hızının ulaştığı nokta bilinen dünya düzenini değiştirme gücüne sahip bir seviyeye ulaşmıştır. Bu durum bir çok yapının değişmesine sebep olabilecek bir niteliktedir. Bilim ve teknoloji dünyasında meydana gelen gelişmeler yeni bir ekonomik yapının habercisi olmakla birlikte bu yapıyı oluşturacak teknolojik gelişimler yeni bir tür yaşam biçiminin oluşturacak niteliktedir. Kaku (2012) uygarlığın son 150 yıldır üç büyük dalgayı aştığını belirtmektedir; buharlı makinenin icadıyla başlayan güçlü ekonomik kalkınma ve bu sürecin yarattığı balonun 1850 yılında bir krizle patlaması sonucu ortaya çıkan dönem ile 1. Dünya savaşı ve ardından elektriğin kullanımının ekonomide yarattığı ikinci bir balonun 1929'da patlamasıyla gelen ikinci bir ekonomik kriz ve 2. Dünya savaşı aşılmış iki büyük dalgayı nitelemektedir. 2. Dünya savaşı sonrası insanlığın girdiği dönemde bilgisayarın icadı ile büyümeye başlayan yeni bir balon en son olarak 2008'de meydana gelen küresel ekonomik krizle patlamıştır. Kaku'ya göre 2008 küresel ekonomik kriz sonrası dünya, ekonomik, siyasi ve teknolojik açıdan yeni bir döneme girmektedir. Böyle bir dönemde meydana gelen tüm paradigma değişimlerinin mimariyi de önemli ölçüde etkileyecek olması kaçınılmaz görünmektedir.

Kaku dahil bir çok bilim adamı, değişen bu düzen sonrasında teknoloji ve biyosistemin içiçe geçeceği bir yapıdan bahsetmektedir. İkinci bölüm dahilindeki "Teknolojik ilerleme ve tekillik" alt başlığında da yer verildiği gibi Kurzweil (2005) bu konuda organizma ve teknolojinin entegre olacağı bir dönemi öngörür. Bu noktada morfogenesis ve morfo-ekoloji kavramlarında gözlenen biçimin sentetik yaşam formlarına dayalı malzeme sistemleriyle oluşması yeni dönem mimarlığına dair önemli bir bulgu olarak kabul edilebilir. Morfogenesis'te biçimin doğa ile olan ilişkisinin Newton'cu mekanik görüş ve mutlak mekan kavramlarından uzak olduğı görölr. Bu bağlamda Weinstock'un (2008) morfogenetik yaklaşım için öne sürdüğü "biçim süreci izler" söyleminin deterministik bakış açısından oldukça farklı olduğı göze çarpar.

Morfogenesis, tahmin edilebilir bir evren modelinin aksine göreliliği ve olasılıkları hesaba katan kuantum mekaniğine uygun bir yaklaşım olarak görünür.

Biçim, önceden tahmin edilebilen bir sebep-sonuç ilişkisinin mutlak bir sonucu değil öngörülemeyen dinamiklerin yarattığı kaotik bir sürecin ürünüdür. Morfogenesis ve morfo-ekoloji kavramları mimari biçimi, fiziksel çevreyle olan madde ve enerji dengesi üzerine kurar. Bu bağlamda mimari biçim, madde ve enerjinin etkin kullanılması noktasında ekolojik, bu ilişkinin sentetik yaşamla elde edilmesi sebebiyle de teknolojik bir yapıya sahiptir. Bu yaklaşımda teknolojinin doğayı doğadan bağımsız bir şekilde kontrol etmesi değil doğa ile iç içe bir şekilde varlık bulması söz konusudur. Bu sebeple doğa-insan ilişkisinde var olan doğu-batı diyalektiğinde morfogenesis'in doğulu bir bakışa daha yakın olduğu iddia edilebilir.

Tüm bunlardan özetle belirtilebilir ki mimari tasarımda doğa ve biçim arasındaki ilişki zamanının bilimsel ve ekonomik koşulları dahilinde şekillenmiş ve şekillenmeye devam etmektedir. Çalışma kapsamında ele alınan konular dahilinde 20. yy mimarisinin geliştiği koşullar ile 21. yy'ın içerisinde bulunduğu koşulların farklılığı düşünülecek olursa 20. yy'da mimaride biçim doğadan etkilenirken 21. yy'da mimari biçim ve doğa ortak bir sürecin unsurları olacaklardır.

KAYNAKLAR

- Akova, İ.**, 2008, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Nobeli Yayın Dağıtım, Ankara
- Anker, P.**, 2010, From Bauhaus to Eco House: A History of Ecological Design, Louisiana State University Press, USA.
- Banham, R.**, 1969, The Architecture of Well-tempered Environment, The University of Chicago Press, Chicago.
- Banham, R.**, 1970, Theory and Design In The First Machine Age, Architectural Press, London
- Bachelard, G.**, 1996, Mekanın Poetikası, Kesit Yayıncılık, İstanbul.
- Berkebile, B. , McLennan, J.**, 2004, The Living Building: Biomimicry in Architecture: Integrating Technology with Nature.
- Broadbent, G. , Ward, A.**, 1969, Design Methods in Architecture, Lund Humphries Publishers, London.
- Boyd, R. , Richerson, P. J.**, 2000, Memes: Universal Acid or Better Mousetrap , Conference on Memes, Cambridge University, June 1999.
- Ching, F. D. K.**, 2004, Mimarlık: Biçim, Mekan ve Düzen, Yapı Yayınları, İstanbul.
- Cicero, M. T.**, 2006, Tanrıların Doğası, De Natura Deorum, Dost Kitabevi, Ankara
- Crowe, N.**, 1995, Nature and The Idea of a Man-Made World, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Crowther, L. R.**, 1992, Ecologic Architecture, Butterworth-Heinemann, USA.
- Dawkins, R.**, 2007, Gen Bencildir Tübitak Yayınları, Ankara.
- Doczi, G.**, 1994, The Power of Limits: Proportional Harmonies in Nature, Art and Architecture, Shambhala Publications, Boston.
- Dodson, S. I.**, 1998, Ecology, Oxford University Press, New York.
- Dunlap, A.**, 2003, The Golden Ratio and Fibonacci Numbers, World Scientific Press, London.
- Evans, R.**, 1997, Translations From Drawing to Building; Figures, Doors and Passages, MIT Press, Cambridge.
- Forbes, R. J.**, 1968, The Conquest of Nature, Technology and Its Consequences, Frederick A. Praeger Publishers, London.
- Frampton, K.**, 1992, Modern Architecture: A Critical History, Thames and Hudson Publishers, London.
- Frings, M.**, 2007, The Golden Section in Architectural Theory, Nexus Network Journal vol:4 p:9-32.
- Fuller, B.**, 1932, Putting the House in Order, Shelter Magazine, New York

- Göksal Özbalta, T.**, 2005, Mimari, Güneş ve Teknoloji İlişkisi, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, Haziran 2005, Mersin.
- Gykha, M.**, 1977, The Geometry of Art and Life, Dover Publications, New York.
- Hagan, S.**, 2001, Taking Shape: A New Contract Between Architecture and Nature, Architectural Press, Oxford.
- Hensel, M.**, 2004, Computing Self-Organization: Environmentally Sensitive Growth Modelling, Architectural Design Magazine vol:74, Wiley Publishers, London.
- Hensel, M. , Menges, A. , Weinstock, M.**, 2004, Emergence: Morphogenetic Design Strategies, Wiley Publishers, London.
- Hensel, M. , Menges, A.**, 2007, Morpho-Ecologies, AA Publications, London.
- Kaku, M.**, 2012, Tet Ar-ge Proje Baharı, Konferans, İstanbul.
- Karaçay, T.**, 2004, Determinizm ve Kaos, Matematik ve Felsefe II. Ulusal Sempozyumu, Assos.
- Knight, W.**, 2001, Beetle Fog-catcher Inspires Engineers, New Scientist.
- Kocataş, A.**, 2008, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Korhonen, J.**, 2008, Reconsidering The Economics Logic of Ecological Modernization, Environment and Planning Magazine, vol:60
- Krebs, C. J.**, 2001, Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Benjamin Cummings Publications, San Francisco.
- Kuhn, T. S.**, 2007, Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi, İmge Yayınları, İstanbul.
- Kurzweil, R.**, 2005, The Singularity is Near: When Human Transcend Biology, Penguin Books Ltd., New York.
- Loose, J.**, 2001, Bilim Felsefesine Tarihsel Bir Giriş, Dost Kitabevi Yayınları, Ankara.
- Mackenzi, A. , Ball, A. S. , Virdee, S. R.**, 2001, Instant Notes Ecology, Bios Scientific Publishers Ltd. , Oxford.
- Mason, S. F.**, 2001, Bilimler Tarihi, T. C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Menges, A.**, 2006, Polymorphism, Architectural Design Magazine vol:76.
- Menin, S.**, 2003, Nature and Space: Aalto and Le Corbusier, Routledge Publishers, London.
- Moussavi, F.**, 2011, Biçimin İşlevi, Yem Yayınları, İstanbul.
- Odum, E. P. , Barret, O. W.**, 2008, Ekoloji'nin Temel İlkeleri, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Paglia, C.**, 2004, Cinsel Kimlikler, Nefertiti'den Emily Dickenson'a Sanat ve Dekadans, Epos Yayınları, Ankara.
- Pascal, B.**, 1642, Düşünceler, Say Yayınları 2005 basımı, Ankara.
- Pearce, P.**, 1990, Structure in Nature is a Strategy for Design, MIT Press, Cambridge.

- Pedersen Zari, M.**, 2007, Biomimetic Approach to Architectural Design for Increased Sustainability.
- Pierson, D.**, 1989, The Natural House Book, Simon & Schuster, New York.
- Ponting, C.**, 2008, Dünyanın Yeşil Tarihi: Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü, Sabancı Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Roudavski, S.**, 2009, Towards Morphogenesis in Architecture, International Journal of Architectural Computing Issue vol:07.
- Rousseau, J. J.**, 2009, Emile ya da Eğitim Üzerine, Say Yayınları, İstanbul.
- Schulz, C. N.**, 1984, Genius loci : Towards a phenomenology of architecture, Rizzoli Publishing, New York.
- Senosiain, J.**, 2003, Bio Architecture, Elsevier Ltd, Oxford.
- Sev, A.**, 2009, Ekolojik Yapı Tasarımı: Malzeme Teknoloji ve Çevre Sempozyumu, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul.
- Steadman, J. P.**, 2007, Architectural Morphology, Pion Limited, London.
- Steadman, J. P.**, 2008, The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and Applied Arts, Tyler and Francis Group, New York.
- Stitt, F. A.**, 1992, Ecological Design Handbook: Sustainable Strategies for Architecture, Landscape Architecture, Interior Design and Planning, McGraw-Hill Companies, New York.
- Sözen, N.**, 1992, İnsan Çevre Toplum: Yeşil Saygısının Evrenel Kuralları, İmge Kitabevi Yayıncılık, Ankara.
- Tanaçan, L.**, 2009, Ekolojik Yapı Tasarımı: Malzeme Teknoloji ve Çevre Sempozyumu, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul.
- Tanyeli, U.**, 2000, Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi: Santiago Calatrava, Boyut Yayın Grubu, İstanbul.
- Eski Ahit, K.**, Tekvin, Birinci Bölüm, Ayet:28.
- Thompson, D. W.**, 1961, On Growth and Form, Cambridge University Press, New York.
- Tönük, S.**, 2010, Ekolojik Mimarlıkta Çevre Sistemlerine Bağlı Döngüler: Kentte, Yaşamda, Mimaride Ekolojik Perspektifler, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul.
- Tsu, L.**, 1998, Tao Te Ching; Yol ve Erdemin Kitabı, Anahtar Kitaplar Yayınevi, İstanbul.
- Valery, P.**, 1921, Öpalinos ve Öteki Söyleşimler (1991), Yapı Kredi Yayınları, İstanbul
- Van MensVoort, K.**, 2012, Next Nature: Nature Changes Along With Us, Actar Publishing, New York.
- Vincent, J. F. V. , Bogatyrev, O. A. , Bogatyrev, N. R. , Bowyer, A. , Pahl, A. K.**, 2005, Putting Biology into TRIZ: A Database of Biological Effects, Creativity and Innovation Management, vol:14 p:66-72.

- Vincent, J. F. V. , Bogatyrev, O. A. , Bogatyrev, N. R. , Bowyer, A. , Pahl, A. K.,** 2006, Biomimetics: Its Practice and Theory, Journal of The Royal Society Interface, Nisan, 2006.
- Vitruvius,** 1993, Mimarlık Üzerine On Kitap, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Von Frisch, K. , Von Frisch, O.,** 1974, Animal Architecture, Helen and Kurt Wolff Books, New York.
- Weinstock, M.,** 2006, Self-Organization and The Structural Dynamics of Plants, Architectural Design Magazine vol:76.
- Weinstock, M.,** 2008, Metabolism and Morphology, Architectural Design Magazine vol:78.
- White, L. J.,** 1967, The Historical Roots of Our Ecological Crisis, Science vol:155.
- Wilson, C.,** 1989, Leibniz's Metaphysics: A Historical and Comparative Study, Princeton University Press, New Jersey.
- Wright, F. L.,** 1908, In The Cause Of Architecture, Alındığı Tarih: 12.01.2012, adres:http://www.learn.columbia.edu/courses/arch20/pdf/art_hum_reading_51.pdf.
- Yıldırım, M. T.,** 2003, Bina İşlevi ile Bina Biçimi İlişkisinde Çizge Teorisi Kullanımı İle Veri Eldesi (Doktora Tezi).
- Zevi, B.,** 1950, Towards an Organic Architecture, Faber and Faber Limited, London.
- Url-1** <<http://taoism.about.com/od/visualsymbols/ig/Taoist-Symbols/Yin-Yang-Symbol.-jj.htm>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-2** <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Blake_ancient_of_days.jpg>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-3** <<http://www.veganmainstream.com/mother-earth-spirituality-and-animal-rights>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-4** <<http://www.dekralight.com/images/res03.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-5** <<http://media.treehugger.com/assets/images/2011/10/bucky-big.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-6** <<http://www.newscientist.com/blogs/shortsharpscience/white%20house%20solar%20panels.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-7** <<http://www.thespacereview.com/archive/305a.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-8** <<http://greenarchitecturenotes.com/2011/12/frank-lloyd-wright-and-the-solar-hemicycle-jacobs-ii/>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-9** <<http://handelara.files.wordpress.com/2010/03/blowfish.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-10** <http://conservationreport.files.wordpress.com/2008/12/lotus-effect_biomimicry.jpg>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-11** <http://www.metropolismag.com/html/content_0502/ob/ob05_0502.html>, alındığı tarih 05.04.2012.

- Url-12** <<http://www.ics.ele.tue.nl/~akash/maartje/getSystemDetail.php?ID=139>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-13** <http://www.melbourne.vic.gov.au/AboutCouncil/MediaCentre/CH2HighRes/A_Building.jpg>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-14** <<http://inhabitat.com/files/ch21.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-15** <<http://www.ics.ele.tue.nl/~akash/maartje/getSystemDetail.php?ID=139>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-16** <<http://www.powerofculture.nl/files/images/pearce4.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-17** <http://www.wired.com/science/planetearth/magazine/17-06/st_sewagegrid>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-18** <<http://www.shmoore.com/jpegs/Munich%20Olympic%20Stadium%202.JPG>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-19** <<http://whatwow.org/wp-content/uploads/2010/12/1372074-600x450.jpg>>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-20** <http://flint.sdu.dk/uploads/images/projects/dpd_harold/lifecycle_sim.png>, alındığı tarih 05.04.2012.
- Url-21** <<http://www.thermoanalytics.com/taxonomy/term/1?page=8#>>, alındığı tarih 05.04.2012

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Heysem Sühan BEYAZTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: ADANA 05.06.1985

E-Posta: heysemsuhan@gmail.com

Lisans: Yeditepe Üniversitesi