

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARLIKTA AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA
MORFOGENETİK TASARIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Belkıs ÖKSÜZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARLIKTA AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA
MORFOGENETİK TASARIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Elif Belkıs ÖKSÜZ
(502111116)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502111116 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi **Elif Belkıs ÖKSÜZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**MİMARLIKTAKİ AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK TASARIM**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof.Dr. Gülen ÇAĞDAŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof.Dr. Sinan Mert ŞENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. Aşlı SUNGUR ERGENOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi : **10 Haziran 2013**

Aileme,

ÖNSÖZ

Öncelikle, sevgi, sağduyu ve desteklerini daima hissettiğim annem Ayşe Deniz ÖKSÜZ ve babam Ali ÖKSÜZ'e; anlayışına ve desteğine güvendiğim sevgili kardeşime teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, çalışmalarımnda beni destekleyen, değerli zamanını, bilgi ve düşüncelerini esirgemeyen ve benimle paylaşan danışmanım Sayın Prof.Dr. Gülen ÇAĞDAŞ'a; çalışmamıza vakit ayıran ve değerli görüşlerini belirten jüri üyeleri Sayın Prof.Dr.Sinan Mert ŞENER ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Aslı SUNGUR ERGENOĞLU'na teşekkür ederim.

Haziran 2013

Elif Belkıs Öksüz
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Konu ve Kapsam	1
1.2 Amaç ve Yöntem.....	2
2. DOĞA VE MİMARLIK İLİŞKİSİ	5
2.1 Doğa ve Tasarım ilişkisi.....	5
2.2 Mimarlığın Biyoloji ile Buluşması.....	7
2.3 Biyomimetik Mimarlık.....	13
2.4 Mimarlıkta Morfoloji ve Morfogenetik Yaklaşımlar	17
2.4.1 Mimarlıkta morfoloji.....	17
2.4.2 Morfogenetik tasarım yaklaşımları	19
2.4.2.1 Morfo-ekolojik yaklaşım.....	20
2.4.2.2 Neoplazmatik yaklaşım.....	25
3. TOPOLOJİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK MİMARLIK.....	31
3.1 Tasarımda Ağ Uygulamaları	35
3.1.1 Mimarlıkta ağ topolojileri	38
3.1.2 Morfogenesis bağlamında ağ topolojilerinin simülasyonu	39
3.2 Alometri ve Mimarlık.....	43
3.2.1 Mimarlıkta alometrik uygulamalar	47
3.2.2 Mimarlıkta alometri bağlamında mekansal veri strüktürleri.....	49
4. MİMARLIKTA AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK BİR TASARIM YAKLAŞIMI	55
4.1 Tasarım Çalışması Kavram ve Hedefi.....	55
4.2 Tasarım Senaryosu ve Alan Seçimi	56
4.3 Kullanılan Yöntem, Ortam ve Araçlar	57
4.4 Tasarım Süreci.....	58
4.5 Tasarımın Değerlendirmesi	72
5. SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	75
5.1 Sonuç ve Değerlendirme	75
5.2 Gelecek Mimari Çalışmalar İçin Öneriler	77
KAYNAKLAR	99
EKLER.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	111

KISALTMALAR

AA	: Architectural Association
ME	: Morfo-ekoloji
OcTree	: Octant tree
PR	: Point-Region
L-sistemler	: Lindenmeyer Sistemler

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Gruplara ait baskınlık ve ağ üretim değerleri.....	60
Çizelge 4.2: Süreç sonunda üretilen tasarıma ait mekan kullanım değerleri.....	70

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Tatlarını Bölgesi, Nevşehir: doğal malzeme olarak değerlendirilmesine bir örnek.....	3
Şekil 2.2 : Flying Machines, Leonardo Da Vinci: uçuş yetisinin tasarımda ele alınmasına bir örnek.....	5
Şekil 2.3 : Yemiş Odası, Topkapı sarayı: doğanın dekorasyonda değerlendirilmesine bir örnek	6
Şekil 2.4 : Crystal Palace, 1851, Sir Joseph Paxton	6
Şekil 2.5 : Sagrada Familia, 1903, Antonio Gaudí	7
Şekil 2.6 : Die Pflanze als Erfinder, 1920, Roul Francé.....	8
Şekil 2.7 : Polen Model Hava Gemisi Tasarımı, 1919, Roul Francé.....	8
Şekil 2.8 : Villa Tugendhat, 1930, Ludwig Mies van der Rohe	9
Şekil 2.9 : Doku oluşumunun formüle edilmesi	9
Şekil 2.10 : Frei Otto'nun asma-germe sistemlerine bir örnek	10
Şekil 2.11 : Biyonomik Kavram Şeması.....	10
Şekil 2.12 : Mimarlıkta Evrimsel Ağaç Tablosu'nda biyomorfik kavramı.	12
Şekil 2.13 : Eden Project, 2003, Grimshaw Architects.	13
Şekil 2.14 : GeoTUBE, 2012, Faulders Studio.....	14
Şekil 2.15 : Çeviri Diyagramı: Biyoloji ve mimarlıkta sınıflandırmalar	16
Şekil 2.16 : BLOOM: Metal that Breathes, 2012, Doris Kim Sung.....	23
Şekil 2.17 : Hydroscope: Meteorosensitive Morphology.	24
Şekil 2.18 : In-wall Creatures, insan vücudunun nesne olarak kabul edilmesi ve duvar ile bütünleşmesi,.....	26
Şekil 2.19 : Deri örtüsünün sinir sistemleriyle bağlanması.	26
Şekil 2.20 : Kunsthau Graz tasarım çalışması ilk maketleri.	27
Şekil 2.21 : Kunsthau Graz, 2003, Viyana, Avusturya	27
Şekil 2.22 : Breeding Containment.....	28
Şekil 2.23 : Protosel hücrelerinin mikroskobik görüntüleri.....	29
Şekil 2.24 : Protosel hücrelerinin dijital ortamda simülasyonu.....	29
Şekil 2.25 : Protosellerin kireçtaşı oluşturmalarını anlatan eskiz çalışmaları.....	30
Şekil 3.1 : E-coli bakterisi organizasyon tablosu.	32
Şekil 3.2 : 43 farklı hücresel organizmanın (prokaryot, ökaryot ve bakteri türleri) yoğunluk ve ağ ilişki değerlerine ait tablo.	33
Şekil 3.3 : MUTEN Galataport, 2006, Kol/Mac.....	34
Şekil 3.4 : Çeşitli yapı/peyzaj hücre topolojileri	34
Şekil 3.5 : Biyolojik moleküller arası bağların hesaplanmasında kullanılan Gaussian Ağ Modeli.	36
Şekil 3.6 : Lombardi Ağlarından bir örnek, Siyasi karakterlerin stratejilerinin soyutlandığı ilişkisel haritalar	36
Şekil 3.7 : Sinir hücreleri iletişimini sağlayan ağların dijital ortamda temsili	36
Şekil 3.8 : Instant City, Archigram'ın mesaj içerikli kolaj çalışmalarına bir örnek..	37

Şekil 3.9 : Fibrous Surface, Felipe, Menges & Truco, 2008, Ağların form üretmede kullanılmasına bir örnek.....	37
Şekil 3.10 : Ağların farklı özelliklerde fiziksel olarak değerlendirilmesi.....	39
Şekil 3.11 : Ağların mekân analizinde kullanımına bir örnek	40
Şekil 3.12 : Ağların mekân analizinde kullanımı.	41
Şekil 3.13 : Genetik evrimsel strateji kapsamında üretilen bir tasarım sistemi.....	42
Şekil 3.14 : Galileo Galilei'nin 'Principles of Similitude' çalışmasından farklı oranlar üzerine bir örnek	44
Şekil 3.15 : Yaş ilerledikçe kız ve erkeklerin farklı oranlarda büyümesini anlatan grafik çalışmaları.....	45
Şekil 3.16 : Alometrik kapsamda bebeklikten olgunluğa kadar insan gelişimi,.....	46
Şekil 3.17 : Memeli canlılarda kalp atışı ve vücut ağırlığı arasındaki alometrik ilişki tablosu	47
Şekil 3.18 : Bon'un çalışmasında alometrik olarak oluşturulan ağ organizasyonunda toplam uzunluk ve toplam alanın değerlendirilmesi	48
Şekil 3.19 : Mekânsal veri strüktürlerinden Quadtree (dörtlü ağaç) tekniğinin uygulanması	50
Şekil 3.20 : Mekânsal veri strüktürlerinden Octree (sekizli ağaç) tekniğinin uygulanması	51
Şekil 3.21 : Nokta dörtlü sistemin temsiline bir örnek	52
Şekil 3.22 : Mevcut bir harita üzerinde yer alan merkez noktalarının analiz için ızgara düzene yerleştirilmesi	52
Şekil 3.23 : Point-Region Quadtree (nokta-alan dörtlü ağaç) tekniğinin uygulama örneği.....	53
Şekil 3.24 : Basit bir mimari formun sekizli ağaç kapsamında ele alınması	54
Şekil 4.1 : Çalışma alanı vaziyet planı, Topkapı, İstanbul, Google Earth Mart 2013	57
Şekil 4.2 : Tasarım alanının sınırlandırılması	59
Şekil 4.3 : Tüm gruplar için başlangıç noktalarının rastgele dağılımı. ve belirli oranlarda alan içerisine yerleşmesi	61
Şekil 4.4 : Sırasıyla Gruplara göre tanımlı ağ belirme noktalarının tasarım alanına optimizasyonu ile üretilen ağlar (1.seçilim sonu)	62
Şekil 4.5 : Üretilen ağ belirme noktaları için (octree) sekizli ağaç tekniğinin kullanılması.	63
Şekil 4.6 : Hücre belirme noktaları için tanımlanan farklı küme değerleriyle, düzlem içerisinde (octree) sekizli ağaç tekniğinin kullanılması	64
Şekil 4.7 : Hücre belirme noktaları için tanımlanan farklı küme değerleriyle, düzlem içerisinde (quadtree) dörtlü ağaç tekniğinin kullanılması	65
Şekil 4.8 : Merkez noktaları alan sınırları dışında kalan hücrelerin seçilerek yok edilmesi (2.seçilim)	66
Şekil 4.9 : Üretilen mekanların hacim ve kullanıcı gruplarına göre yeniden tanımlanması ve yeni grupların oluşturulması	67
Şekil 4.10 : Üretilen mekanların boyutlarına göre seçilime uğraması (3.seçilim)	69
Şekil 4.11 : Üretilen ortak mekânlara örnek (çocuk ve yetişkin kullanıcılar)	70
Şekil 4.12 : Sürece ait sözel tasarım algoritması	71
Şekil 4.13 : Sürece ait sözel tasarım algoritması (devam).....	72
Şekil 4.14 : Farklı oranlarda ele alınan nokta değerlerinin biçimlenmeye etkisi	73
Şekil 4.15 : Tasarıma ait farklı perspektifler.	73

MİMARLIKTA AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK TASARIM

ÖZET

Tasarım alanında, doğa ve mimari arasında sürekli etkileşim bulunmaktadır. Geçmişten beri, doğa ve doğal formlar, mimari tasarımda farklı yaklaşımlarla kullanılmaktadır. Bu kapsamda, mimarlıkta doğanın kullanılmasına dair tasarım yaklaşımlarından biri de, tasarım sürecinde doğal sistemlerin metabolik ve morfolojik olaylarının mimari tasarım sürecine uyarlanmasıdır.

Mimaride; doğal sistemlere benzer biçimde, tasarımı oluşturan öğeler, birimlerin komşuları, çevre ilişkileri ve karakteristikleri çerçevesinde biçimlenmektedir. Birtakım biyolojik süreçlerin mimarlıkta değerlendirilmesi, etkin ve ekolojik tasarım alternatifleri üretmeye imkan oluşturmaktadır. Bu tür doğadan esinli tasarım stratejileri ile pek çok biyolojik terim mimari tasarımda kullanılmaktadır. Bu tez çalışması da, doğada oluşum sürecinde (morfogenesiste) yer alan bazı kavramların mimari tasarımda ele alınması ile ilgilidir.

Geçmişten bu yana, mimarlıkta morfoloji ve morfogenesis, tasarım literatüründe farklı yaklaşımlarla yer almaktadır. Bu yaklaşımlar, mekân organizasyonundan malzeme performansı tabanlı form tasarımına kadar farklı ölçeklerde gözlenmektedir. Ancak tüm morfogenetik yaklaşımların dikkat çeken özelliklerinden biri, forma ulaşmada, tasarıma ait öğelerin, birbirleri ve çevreleri ile kurdukları farklı mekânsal ya da yapısal ilişkilerin etkili olmasıdır. Çalışmada bu özellik, mimarlıkta topoloji ve alometri kavramları üzerinden ele alınmaktadır.

Topoloji geometride birimler arasında farklı tür bağların tanımlanmasında görev almaktadır. Tez kapsamında, bu kavram ağ sistemleri olarak, tasarım öğeleri arasında yer alan topolojik ilişkilerin somutlaştırılmasında kullanılmaktadır.

En genel haliyle, vücut parçalarının bütüne bağlı olarak farklı oranlarda büyümesi olarak tanımlanabilen alometri ise, canlı sistemlerin metabolik ve morfolojik süreçleriyle ilişkilidir. Alometride, vücut parçalarının her biri, bütüne ait ölçek ve boyuta bağlı olarak büyümektedir. Vücut bölümlerinin kullanım ve karakteristik özellikleri doğrultusunda gelişmesi, canlı sistemin etkin bir biçimde performans göstermesini sağlamaktadır. Doğal formlarda büyüme sırasındaki boyut ve ölçek ilişkileri dikkate alındığında, burada gözlenen prensipleri, yapı tasarımına adapte etmek mümkündür.

Alometrinin tasarımda dikkate alındığı söylem ve çalışmalar Viollette-le-Duc dönemine kadar geçmişte yer almaktadır. Ayrıca, pek çok mimar ve kent plancısı, D'Arcy Thompson'ın "On Magnitude" çalışmasını kaynak göstererek, alometri terimini binalar ve yapıları çevredeki morfolojik ve metabolik değerleri tanımlamada kullanmıştır. Ancak, bu çalışmalar daha çok kent ve yapılarıdaki boyut, büyüme ve enerji kullanımı kapsamında gerçekleşmiştir. Bu tezde ise, mimarlıkta alometrinin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım önerilmektedir.

Çalışmada, alometri kavramının mimari tasarıma olan etkileri, dijital morfogenesis aracılığıyla mekân organizasyonu kapsamında ele alınmaktadır. Tez kapsamındaki araştırma yöntemleri, mimarlıkta topoloji ve alometri üzerine kapsamlı literatür araştırması ve bu kavramların birlikte dikkate alındığı bir alan çalışmasına (tasarım denemesine) dayanmaktadır.

İlk bölümde, çalışmaya ait konu ve kapsam tanıtılmakta; çalışma amacı ve araştırma yöntemleri açıklanmaktadır.

İkinci bölümde, mimarlık ve biyolojinin tarih boyunca farklı başlıklar altında birlikte değerlendirildiği tasarım yaklaşım ve söylemleri, kronolojik olarak sunulmakta ve örnekler üzerinden pekiştirilmektedir. Daha sonra, özellikle mimarlıkta morfoloji ve morfogenetik yaklaşımlar incelenmektedir.

Üçüncü bölümde, literatür araştırması, mimari morfogenesiste topolojik ilişkiler ve alometri kavramları üzerine daha ayrıntılı olarak devam etmektedir. Bu bölümde doğada yer alan ağ topolojileri ve alometri kavramı mimarlıkta topoloji ile bağdaştırılmaktadır. Ayrıca, bu kavramların mimari tasarımda kullanılmasına yönelik bazı dijital tasarım teknikleri önerilmektedir.

Dördüncü bölümde, topoloji ve alometri kavramlarının morfogenetik tasarım kapsamında birlikte değerlendirildiği mimari bir tasarım denemesi (alan çalışması) yer almaktadır. Tasarım çalışması, morfogenesis bağlamında, dijital ortamda geliştirilmiştir. Dijital tasarım sürecinde, ağ sistemleri ve hiyerarşik mekânsal veri yapıları kullanılmıştır. Bu tasarım denemesi, alometri ve ağ topolojilerinin öngörülen şekilde mimari morfogenesise uyarlanabilirliğinin gözlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Çalışma sonunda, mimarlıkta alometri ve topoloji ile ele alınan morfogenetik tasarım yaklaşımları, yapılan araştırma ve tasarım çalışması üzerinden değerlendirilmektedir.

MORPHOGENETIC DESIGN THROUGH NETWORK TOPOLOGIES AND ALLOMETRY IN ARCHITECTURE

SUMMARY

There has been a continuous interaction between nature and architecture within design area. From the past, nature and natural forms have been used within different approaches in architectural design. In this regard, one of the approaches for using nature in architecture is the adaptation of metabolic and morphologic progresses of natural systems to architectural design process.

In architecture, similar to natural systems, the elements of design achieve a form through environment, neighborhood relationships, and their characteristics. The evaluation of several biological progresses in architecture helps to achieve sustainable and efficient design alternatives. Within these nature-based design strategies, many biological terms is used in architecture design. Therefore, this thesis research is about the use of several notions in natural formation (morphogenesis) in architectural design.

In design literature, morphology and morphogenesis in architecture have been considered in many different approaches through time. These approaches can be seen in different scales from spatial organization to material performance-based form design. However, one of the remarkable features of morphogenetic approaches is that the different spatial or structural relationships among design elements and environment effectson form finding process. In this study, this feature of morphogenetic design is discussed within the notion of topology and allometry in architectural design.

Topology is used to define different connections between units in geometry. In this thesis, this notion is considered as network systems and used to concrete the topological relationships of design units.

In its broadest sense, the notion allometry can be described as different proportion of growth of the body parts depending on whole; and, it is related to metabolic and morphologic progresses of living systems. In allometry, each part of the body grows relating to the whole body size and scale. The development of the body parts depending on their use and characteristics helps living system to perform efficiently. Considering the impacts of the size and scale on the natural forms, it is possible to adapt the same principles of size and scale relationships in building design.

The approaches and studies of allometry in architectural design can be seen as early as Violette-le-Duc. Additionally, referring to D'Arcy Thompson's study "On Magnitude," many architects and planners has used this term for describing metabolic and morphological values of the buildings and the built environment. However, most of these studies were held to analyze the size, growth and the energy use of the buildings and the cities. Instead, this study proposes a new approach for the allometry in architecture.

With this study, it is aimed to consider the impacts of allometry on spatial organization of architectural design through digital morphogenesis. The research methods of this study are based on comprehensive a literature review of topology and allometry architecture and a case study (architectural design approach) of considering these notions.

In chapter one, the subject and the content of this research is being introduced; and, the purpose of the study, the research methods is being explained.

In the second chapter, design approaches and discourses on simultaneous evaluation of architecture and biology under different headings are presented in chronological order and are reinforced within several examples. Later, morphology in design and morphogenetic approaches in architecture are particularly examined.

In the third part, the literature research continues focusing more on topological relations and allometry notions in architecture morphogenesis. In this section, network topologies and allometry notions in nature are associated with the topology in architecture. In addition, several digital design techniques are offered for the use of these notions in architecture design.

In the fourth chapter, an architectural design attempt (case study) is held on the network topology and allometry notions. The design study is developed in the digital media within the context of morphogenesis. In the digital design process, network systems and hierarchical spatial data structures are used. This design attempt is crucial for the observation of the adaptability of allometric notions and network topologies to architectural morphogenesis in the suggested ways.

At the end of the study, morphogenetic design approaches through topology and allometry in architecture are evaluated over the literature research and the case study.

1. GİRİŞ

1.1 Konu ve Kapsam

Değişen yaşam koşulları ve farklı disiplinlerdeki gelişmelerin etkisiyle, mimarlıkta her geçen gün yeni tasarım yaklaşımları üretilmektedir. Özellikle de ekolojik tasarım, etkinlik ve sürdürülebilirlik çerçevesinde farklı tasarım stratejileri benimsenmektedir. Bu kapsamda, farklı tasarım çalışmalarının en çok üretildiği yaklaşımlardan biri de doğadan esinli tasarım yaklaşımlarıdır.

Doğa ve mimari sürekli etkileşim halindedir. İnsanoğlu, ihtiyaçları doğrultusunda geçmişten günümüze değin, doğayı maddi veya manevi kaynak olarak mimarlıkta farklı şekillerde kullanmıştır. Uygarlıkların sahip olduğu teknolojik, ekonomik ve toplumsal gelişmelere paralel olarak, belirli bir döneme kadar benzer stratejilerle kullanılan doğa ve doğal formlar, 19.Yüzyıl sonrasında belirgin bir değişime uğrayarak, daha kapsamlı ve sorgulayıcı bir biçimde ele alınmıştır. Bu dönemden sonra doğa ve doğal formlar, mimari tasarımda, yalnızca biçim olarak değil, yapısal değerleri ile de gündeme gelmiştir. 20.Yüzyıl sonundan günümüze değin ise tasarım ve doğa, daha bilimsel yaklaşımlarla bir araya gelerek, mimarlığın farklı bilim alanlarıyla etkileşime geçmesine imkân sağlamıştır. Tasarımcılar, mimariyi doğa ile daha bilinçli olarak bağdaştırarak kullanmışlardır. Bu dönemden itibaren, mimari tasarımda doğa yapısal değerleri ile model oluşturmaktadır. Dolayısıyla, doğadan esinli güncel tasarım yaklaşımlarında mimarlık daha çok, biyoloji ile birlikte değerlendirilmektedir; doğa ve mimarlık ilişkisi için biçimsel bir anlayıştan bilimsel bir yaklaşıma geçiş söz konusudur.

20.Yüzyıl itibariyle, biyolojide yer alan bazı terimler, doğa ve mimari arasındaki benzerlikler sayesinde mimarlıkta kullanılmaktadır. Bu kapsamda, doğa ve mimarlık arasındaki etkileşime en çok katkı sağlayan kavramlardan biri de ‘morfoloji’ kavramı olmuştur. Biçim çalışması olarak morfoloji, mimarlıkta mekân organizasyonundan yapı strüktürüne kadar, yapı analizinde ya da süreç bazında farklı tasarım stratejileri ile kullanılmıştır. Ancak, güncel tasarım yaklaşımlarında morfoloji ve mimarlık,

daha çok hesaplamalı tasarım bağlamında ve dijital morfogenesis ya da hesaplamalı morfogenesis olarak kullanılmaktadır.

Dijital ortam, doğadaki karmaşık yaşam sistemlerini ve morfogenetik süreci, sınırlı da olsa belirli bir düzeye kadar analiz edilebilmeye ve mimari tasarımda kullanabilmeye kolaylık sağlamaktadır. Bu yönüyle, dijital morfogenesis, mimarlıkta mekanın kurgulanmasından üretimine kadar, sürdürülebilir ve ekolojik tasarım için dikkate değer öneriler sunmaktadır. Dijital morfogenesis sayesinde yapılar ve kentler, farklı performans kapasitelerine göre tasarlanabilmektedir. Bu tezin konusu da, doğadan esinli tasarım yaklaşımlarından dijital morfogenesisin, mimarlıkta ekolojik ve etkin çözümler üretmede kullanılması üzerinedir.

Doğa ve mimaride morfogenesis dikkate alındığında, iki alan arasındaki ortak özelliklerden biri de yapısal ve çevresel ilişkilerin biçimlenmede belirleyici rol oynamasıdır. Doğada etkin ve sürdürülebilir tasarım organizasyonlarının ortaya çıkmasında, ekosistemlerden en küçük yapıtaşına kadar, birimlerin karakteristikleri ve çevre koşullarının etkisiyle kurdukları yapısal ilişkiler önem taşımaktadır. Doğadaki hücre organizasyonlarından ekosistemlere kadar her bir tasarım altbirimi, çevre koşulları, bütün içerisindeki yeri, görevi ve komşuluk ilişkileri çerçevesinde bir araya gelmekte ve büyümektedir. Bu bağlamda, mimaride de farklı ölçeklerde doğa ile benzerlik söz konusudur. Mimari tasarımda da farklı ölçeklerde öngörülen ilişkilerce üretilen organizasyonlardan ve bu organizasyonlara göre büyümeden bahsetmek mümkündür. Farklı tür yerleşimlerde genel olarak her bir yapı, işlevi, kullanıcısı, çevre ve iklim koşulları ve komşu yapılarla ilişkileri çerçevesinde şekillenir; zamanla kentsel dokular oluşur. Böylece ortaya sürdürülebilirliğin ve etkinliğin sağlandığı farklı kentsel dokular ve yapılar çıkmaktadır. Bu çalışma da, mimarlıkta sürdürülebilir ve etkin tasarımlar için, mekânın biçimlenmesinde doğal morfogenesisin ilişkiler bağlamında model alınması üzerinedir. Tez kapsamında, her iki alan için morfogenesis, tasarımı oluşturan birimler arasında tanımlı birtakım yapısal ve kurgusal ilişkiler ve etkileri dikkate alınmaktadır.

1.2 Amaç ve Yöntem

Mekân organizasyonunda yer alan farklı kurgusal ve yapısal ilişkiler, tasarımın etkinliği açısından önem taşımaktadır. Özellikle farklı kullanım ya da kullanıcı gruplarının bir arada yer aldığı tasarımlarda mekân organizasyonun gruplar arası

ilişkileri destekleyecek biçimde ve tasarım alanının fiziksel değerleri çerçevesinde kurgulanması, mimari sürdürülebilirlik ve etkinlikte avantaj oluşturmaktadır. Bu çalışmada da, mimaride ihtiyaç duyulan mekânların organizasyonu sırasında, alanın, mekân ilişkilerinin ve farklı kullanımların bütün olarak bir arada değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda mimarlıkta morfogenesinin yapısal performans, malzeme ve çevre ilişkisi bağlamından ziyade, alan, işlev ve kullanıcı bağlamında mekân ilişkilerinin kurgulanması ve biçimlenmesi olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Çalışmada, morfogenetik yaklaşımlar ile mekânların kurgulanmasından, biçimlenmesine kadar farklı ölçeklerde ilişkilerin temel alınmasıyla etkin tasarım alternatiflerinin üretilebileceği savunulmaktadır. Morfogenesis bağlamında, mekân ilişkilerinin kurgulanması ve mekânların üretilmesi için, canlı sistemlerin organizasyonu ve büyümesinde yer alan bazı özellikler dikkate alınmaktadır. Bunlar sırayla, canlı birimler arası topoloji değerlerinin ağ sistemleri üzerinden temsili ve büyümede boyut ve oran ilişkisini sunan alometri kavramıdır. Dolayısıyla, tezin öncelikli amacı da, tasarımda sürdürülebilirliğin ve mekân kullanımında etkinliğin sağlanmasında önemli rol oynayan, kavramsal mekân ilişkilerinin kurgulanmasında ve desteklenmesinde, ağ sistemleri ve alometri kavramlarının birlikte değerlendirilmesidir.

Büyümede boyut-oran ilişkisini ele alan alometri, canlıların morfolojik ve metabolik değerlerinde, dolayısıyla, canlı formu üzerinde büyük etki oluşturmaktadır. Mimarlık literatüründe bu kavramın yer aldığı söylemler 19.Yüzyıl itibariyle gözlense de, şimdiye kadar alometri bağlamında yapılan mimari çalışmalar, mevcut kentsel doku ve yapılar üzerinde mekân kullanım analizi ya da farklı enerji kullanım potansiyellerinin hesaplanması yönünde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise alometri, mevcut mimari form ya da doku üzerinden hesaplamalarda değil, ağ sistemleri ile birlikte değerlendirilerek tasarımın biçimlenmesinde kullanılmaktadır.

Tezde, konu üzerinden kapsamlı bir literatür araştırması ve araştırmadan çıkarılan önerilerin desteklenebilirliğinin sağlanması için alan alışması (tasarım denemesi) yer almaktadır. Literatür araştırması için ilk aşamada, biyoloji ve mimarlık arasındaki etkileşim, kronolojik olarak, bu kapsamdaki mevcut söylemler üzerinden irdelenmekte ve tasarım örnekleri ile pekiştirilmektedir.

İkinci aşamada, morfogenesiste belirleyici rol üstlenen yapısal ilişkiler, mimarlıktaki topoloji ve alometri çalışmaları, ayrıntılı bir biçimde ele alınmaktadır. Ayrıca, topoloji ve alometrinin, mimarlıkta morfogenesis bağlamında kavramsal olarak değerlendirilmesi için dijital tasarımda yer alan ağ topolojileri ve hiyerarşik mekânsal veri yapıları önerilmektedir.

Alan çalışması ise, literatür araştırmasında ön plana çıkarılan mimarlıkta topoloji ve alometriye ait tasarım değerleri, dijital ortamda gerçekleştirilen morfogenetik bir tasarım denemesi üzerinden ele alınmaktadır. Çalışmada, biyolojideki ağ ilişkileri (organizasyonları) ve alometri kavramlarının mimarlığa adaptasyonu üzerinden bir tasarım önerisi yapılmaktadır. Bu çalışma, mimarlıkta topoloji ve alometriye ait birtakım değerlerin uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

2. DOĞA VE MİMARLIK İLİŞKİSİ

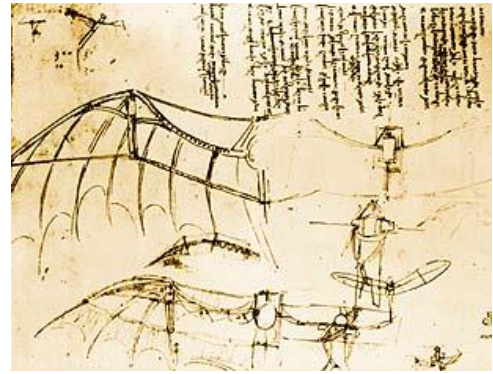
Doğa sahip oldukları ile şüphesiz, tasarımda geçmişten beri en çok model alınan kaynaktır. Belirli bir döneme kadar bilerek ya da bilmeyerek, mevcut değerleriyle kullanılan doğal sistemler, zamanla biyolojik unsurlar olarak daha detaylı ve kapsamlı bir çerçevede ele alınmaktadır. Başka bir deyişle, mimarlıkta doğanın ele alınmasında, biçimsel yaklaşımdan bilimsel yaklaşıma doğru bir geçiş söz konusudur. Tezin bu bölümünde, doğal sistemlerin tasarımda kullanılması, tasarım literatüründe yer alan söylemler ve örnekler üzerinden kronolojik olarak yer almaktadır.

2.1 Doğa ve Tasarım İlişkisi

İnsan ve doğa sürekli etkileşim halinde olmuştur. Teknolojik, toplumsal, ekonomik ilerlemeler ile yeni ihtiyaçlar kapsamında ortaya çıkan farklı tasarım arayışları, tasarımcıları doğadaki geometrik formları incelemeye sevk etmiştir. Bu kapsamda doğa ve doğal formlar, tasarımda dekor, strüktür ya da malzeme olarak ekolojiye ve teknolojik imkânlarla bağlı olarak, geçmişten beri, farklı tasarım uygulamalarıyla karşımıza çıkmaktadır (Şekil 2.1-3).



Şekil.2.1: Tatlarini Bölgesi, Nevşehir: doğanın malzeme olarak değerlendirilmesine bir örnek (Url-1).

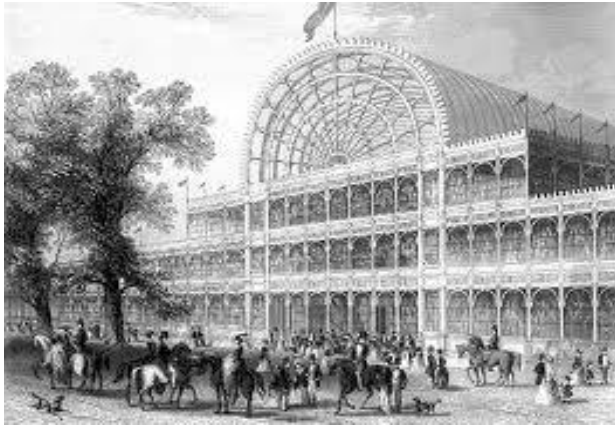


Şekil.2.2: Flying Machines, Leonardo Da Vinci: uçuş yetisinin tasarımda ele alınmasına bir örnek (Url-2).



Şekil.2.3: Yemiş Odası, Topkapı Sarayı: Doğanın dekorasyonda değerlendirilmesine bir örnek (Url-3).

Ancak, zamanla uygarlıkların değişen yaşam koşullarına paralel olarak, insanlar doğayı daha bilinçli olarak değerlendirmektedir. Mimarlık literatüründe, doğanın daha bilinçli ve sistematik bir biçimde yapısal özellikleriyle birlikte değerlendirildiği tasarım örnekleri, 19.Yüzyılın ikinci yarısına dayanmaktadır. Bu örneklerden biri olan Crystal Palace (1851) adlı çalışmasında Sir Joseph Paxton, su nilüferini strüktürel olarak model almıştır (Vincent, 2009). Paxton, çelik ve camın birlikte kullanıldığı, dönemin en önemli çalışmalarından birini gerçekleştirmiştir (**Şekil 2.4**).



Şekil.2.4: Crystal Palace, 1851, Sir Joseph Paxton (Url-4).

Bu kapsamdaki bir başka tasarım örneği de Antonio Gaudi'nin malzeme ve tasarımı birlikte değerlendirdiği, modern mimarlık örneklerinden kabul edilen Sagrada Familia (1903) çalışmasıdır (**Şekil 2.5**). Gaudi, tasarımındaki doğa esinli yaklaşımını şu sözlerle belirtmektedir: “Modelimi nereden bulduğumu bilmek ister misiniz? Ağaçtan; ağaç dallarını taşır, dalları çentiklerini, çentikleri de yaprakları” (Url-5).



Şekil.2.5: Sagrada Familia,1903, Antonio Gaudi (Url-6).

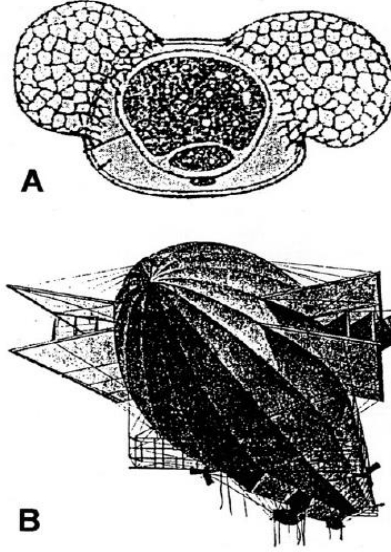
Bu örneklerle birlikte, mimarlık ve biyoloji arasındaki etkileşimin temellerinin ortaya çıktığını söylemek mümkündür. Bu dönemden itibaren doğa, biçim ve malzeme değerlerinin yanında, yapısal oluşumunda yer alan değerleri ile daha kapsamlı ve sık bir biçimde mimarlıkta değerlendirilmektedir.

2.2 Mimarlığın Biyoloji ile Buluşması

Yirminci yüzyıl itibariyle mimarlıkta, doğanın biyoloji kapsamında model alındığı çalışmalar, tasarım literatüründe farklı isimlerle karşımıza çıkmaktadır. Biyolojinin mimarlıkta yer aldığı ilk literatür araştırması 1900'lü yıllara dayanmaktadır (Mertins, 2007). Mimar Olivar Botar, 'Merkez Avrupa'da 1920-30'lu yıllarda Biocentrism Söylemleri' adlı doktora çalışmasında, El Lissitzky, Hannes Meyer, Lazlo Moholy, Mies Van der Rohe gibi döneme ait birçok sanatçı ve mimarın, biyolojiyi Roul Francé vasıtasıyla takip ettiklerinden bahsetmektedir (Mertins, 2007). Roul Francé, 'biotechnics' terimini kullanan, bitkileri ve bitkilerin strüktürel yapılarını ele alan birçok çalışmanın sahibi olmuştur (**Şekil 2.6-7**). Yayınlarında, doğal formların strüktürel olarak değerlendirildiği tasarım çalışmalarına yer veren Francé, 'biyoteknik' kavramını, fonksiyonellik (biçimin fonksiyon sonucu oluşması ve optimizasyon gerekliliği) gibi bilimsel anlayışların bir tartışması olarak görmüştür (Mertins, 2007). Bu kapsamda Mertins (2004), çalışmalarında ve derslerinde, doğa esinli bu tür biyolojik yaklaşımlar için 'bio-constructivism' terimini kullanmıştır.



Şekil.2.6: Die Pflanze als Erfinder, 1920, Roul Francé (Gruber, 2011).



Şekil.2.7: Polen Model Hava Gemisi Tasarımı, 1919, Roul Francé (Gruber, 2011).

Francé'nin biyoloji ve tasarım çalışmaları her ne kadar fazla doğrudan ve yüzeysel olarak değerlendirilse de (Nachtigall, 2002), Francé biyolojik teknolojinin öncüsü olarak kabul edilmektedir (Gruber, 2011). Francé, 'Die Pflanze als Erfinder' (The Plant as Inventor, 1920) adlı çalışmasında, doğadaki yedi temel teknik formun (kristal, küre, düzlem, dal, kordon, vida, huni) çeşitli kombinasyonlarla, mimarlık, kimya, coğrafya ve makine birimlerinde dahil olmak üzere tüm alanlarda görüldüğünden bahsetmiştir (Mertins, 2007). Ona göre (1920), "Biyoteknoloji teknolojilerin tacıdır! Bitkiler bizlerin icadı değil; karanlık ve buzlu olan ihtiyacın yer aldığı teknik biçimlerin kuralıdır (Gruber, 2011)."

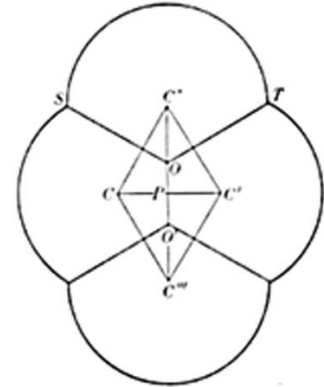
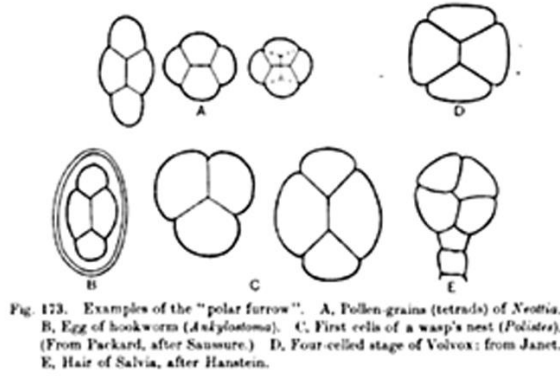
Die Pflanze als Erfinder ve diğer biyolojik çalışmaların takipçilerine bir başka örnek olan Mies ise, biyolojiyi yapılarına "organizma ve çevre ilişkisinin değerlendirilmesi" olarak yansıtmıştır (Mertins, 2007). Mertins'e göre, Mies'in şeffaf tasarımlarında peyzajın iç ve dış mekânda algılanmasının temelinde, biyolojideki organizma ve çevre ilişkisi etkili olmuştur. Mies'in Villa Tugendhat (1930) tasarımıdaki çevre ve iç mekân etkileşimi, Mertins'in söylemini doğrular niteliktedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Villa Tugendhat, 1930, Ludwig Mies van der Rohe (Url-7).

Ancak, mimarlığın sosyal boyutunun daha yoğun olarak gündeme geldiği bu dönemde bu tür biyo-mimari kavramlar geri planda kalmıştır.

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren mimari tasarımda biyoloji, daha bilimsel bir şekilde, strüktürel çalışmalarda, yeniden gündeme gelmiştir. Bu döneme dair ve gelecek çalışmalara temel oluşturan önemli kaynaklardan biri D'Arcy Thompson'ın "On Growth and Form" (1917) adlı çalışmasıdır. Thompson'ın kitabında, farklı ölçeklerdeki canlı morfolojisi ve morfolojinin form üzerindeki etkisi matematiksel yaklaşımlarla ele alınmaktadır. **Şekil 2.9**'da, Thompson'ın kitabından, hücrelerin bir araya gelerek doku oluşturmasını geometri ve matematik bağlamında ele aldığı bir bölüm yer almaktadır.



Şekil 2.9: Doku oluşumunun formüle edilmesi (Thompson, 1949).

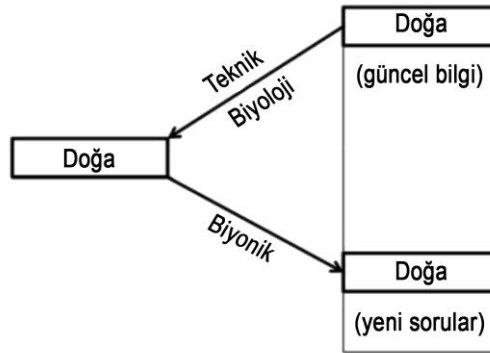
Thompson'ın çalışmaları, her ne kadar dönemin koşullarının etkisiyle yüzeysel olarak kalsa da, formun ortaya çıkmasını matematiksel bir sürece ve nedenlere dayandırması yönüyle halen güncelliğini korumaktadır.

Çalışmalarında Thompson'ı kaynak gösteren dönemin mimarlarından Frei Otto, 'Doğal Strüktürler' (1960) çalışmasında, mimarlıkta organik formların matematiksel sistemler çerçevesinde oluşturulmasını önermektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Frei Otto'nun asma germe sistemlerine bir örnek (Url-8).

Otto'ya göre, bugünün problemlerini çözebilmek için, insanlarca yerleşilmiş dünyada etkileşimli yeni bir mimarlığın ekolojik sistemine ihtiyaç duyulmaktadır (Vincent, 2009). Teknoloji ve doğanın bir arada değerlendirilmesi ile ortaya çıkan organik formlu asma-germe sistem tasarımları ile önemli bir yere sahip olan Otto, çalışmalarında form oluşturulmasında malzemenin üç boyutlu değerlendirilmesinin gerekliliğini vurgulamıştır. Otto'nun da sıkça kullandığı, bu dönemde ortaya çıkan bir başka terim ise 'bionic'tir (Şekil 2.11).

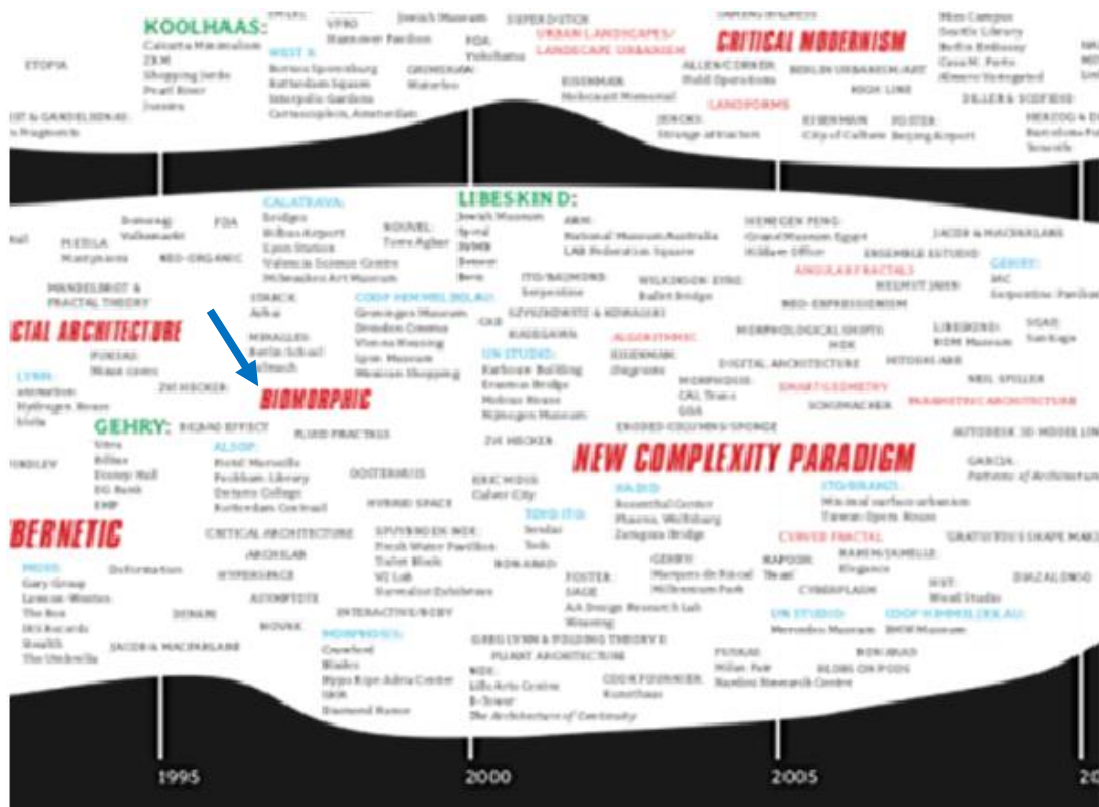


Şekil 2.11: Biyonik kavram şeması (Gruber, 2008'den Türkçe'ye çevrilmiştir; orijinali için Nachtigall, 2002).

1950-60 yılları arasında, tasarımda malzeme ve teknolojinin ön plana çıkmasıyla birlikte literatürde yer alan ‘biyonik’, ilk defa J.E.Steele tarafından 'Biyonik Sempozyum: Yaşayan Prototipler, Teknolojiye Yeni Anahtar' (1960) adlı konferansta teknolojik gelişmeler için kullanılmıştır (Gruber, 2008; orijinali için Nachtigall, 2002). Biyonik, teknolojinin göz ardı edilmeden doğanın ele alındığı yeni tasarım yaklaşımlarının üretilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Juri S.Lebedew bu kavramı ‘Arkitektur und Bionik’ (1983) adlı çalışmasında kullanmıştır. Lebedew’a göre, "(Mimarlık ve biyoloji) her iki alanda da uygunluk (optima) matematiksel uygunluk hesaplamalarıyla sağlanmaktadır... Biyolojide etkin faktörlerin karmaşıklığı ve uygunluk kriterleri, genellikle organizmanın fonksiyonunu formüle etmek için fazla iyidir" (Gruber, 2009; orijinali için Lebedew, 1983).

Bu çerçevede, biyolojinin malzeme ya da form olarak kullanılmasının yanında, tasarımın optimizasyonu bağlamında değerlendirildiği ve yeni arayışların çıktığı bir dönemin geldiğini söylemek mümkündür. 20.Yüzyıl sonu itibariyle, mimarlıkta sürdürülebilirlik, ekoloji ve evrensel değerlerin yeni anlamlar kazanmasıyla, doğa ve tasarım ilişkisine dair mevcut görüşler de değişmiş; teknolojinin ve farklı disiplinlerin de katkısıyla, biyoloji-mimarlık ilişkisi olarak daha sistemli ve ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır. Charles Jencks, bu yeni dönemde, doğanın mimarlıktaki karşılığının değiştiğini ve mimarlık için yeni bir anlam kazandığını savunmaktadır (Jencks, 1997). Jencks, mimarlıktaki akımlar için hazırladığı 'Mimarlık Evrimsel Ağaç Tablosu'nda (**Şekil.2.12**), bu ilişkiyi ‘biomorphism’ olarak nitelendirmektedir (Tablonun tamamı için **bkz. EK A**).



en bilimsel araştırma ve çalışmalar, biyomimetik tasarım çerçevesinde yer almaktadır.

2.3 Biyomimetik Mimarlık

İlk defa 1957'de Otto Schmitt tarafından, doğadaki sistem, süreç ve modellerin, insanların problemlerini çözmek amacıyla öne sürülen bu bilimsel yaklaşım, 1969'da 'biomimetics' olarak literatürde yer almıştır (Vincent & Bogatyreva ve diğ. 2007). Biyomimesisin mimarlıkta benimsenmesinde, sürdürülebilirlik kapsamında farklı disiplinlerle bir arada gerçekleştirilen tasarım çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. Bu çerçevede, Janine M.Benyus 1982'de kavramı yeniden gündeme getirmiş ve 'Biomimicry: Innovations Inspired by Nature (1997)' çalışmasında, doğanın bir model, ölçüt ve fikir kaynağı olarak ele alınması gerektiğini savunarak mimarlık dahil birçok bilim dalında yeni bir ekol oluşturmuştur (Benyus, 1998). Benyus, biyomimesisi kısaca "doğanın dehasının bilinçli bir özenmesi" olarak tanımlarken, Julian Vincent ise biyomimetik yaklaşımı "doğadan iyi tasarımın soyutlanması" olarak açıklamaktadır (Pawlyn, 2009).

Biyomimesiste, doğa ya da biyolojinin tasarımda kullanılmasında öncelikli amaç, karşılaşılan tasarım problemlerine karşı sürdürülebilir ve etkin çözümlerin sağlanmasıdır. Mimari tasarımda doğanın teknolojik gelişmeler çerçevesinde model alınması, sürdürülebilir ve etkin tasarım önerileri üretilmesine imkân tanımaktadır. Güncel mimarlık uygulamalarında biyomimesis, doğanın malzeme, strüktür ya da form olarak değerlendirilmesinden mekân kavramına kadar farklı tasarım ve yaşam yaklaşımlarının türetilmesine zemin oluşturmaktadır.

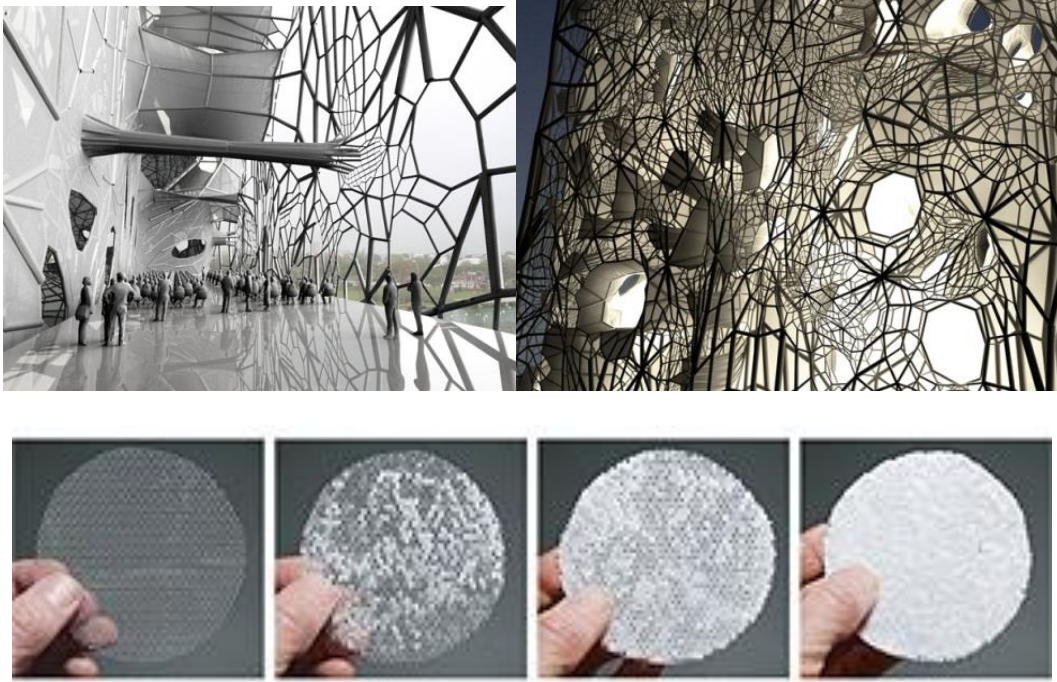
Mimarlıkta biyomimetik uygulamalara Grimshaw Architects grubundan Michael Pawlyn'in Eden Project (2003) tasarımını örnek göstermek mümkündür (**Şekil 2.13**).



Şekil 2.13: Eden Project, 2003, Grimshaw Architects (Pawlyn, 2011).

Sabun köpüğünün yapı kabuğu tasarımına uyarlandığı bu çalışma, mimarlıkta biyomimikrinin önemli örneklerindendir. Sabun köpüğünün oluşturduğu hafif strüktür, malzemelerin farklı biçimlerde kullanılmasıyla, tasarımın kapsadığı hava miktarı mevcut strüktürün ağırlığından daha fazla olan bir forma imkân tanımıştır.

Malzeme ve tasarımın performansı ile ortaya çıkan bir başka biyomimetik tasarım denemesi ise Faulders Studio'nun GeoTUBE (2012) adlı çalışmasıdır (**Şekil 2.14**). Çalışma, malzemenin doğal özellikleri ve çevresel koşullardaki performansının tasarımda avantaj sağlaması amacıyla oluşturulmuştur. Sıcak iklim için önerilen bu çalışmada serpm tuz ile oluşturulan şeffaf cephe, gün içerisinde sahip olduğu suyun buharlaşmasıyla şeffaflığını kaybederek, binanın gün ışığından kontrollü biçimde yararlanmasını sağlamaktadır (Url-10).



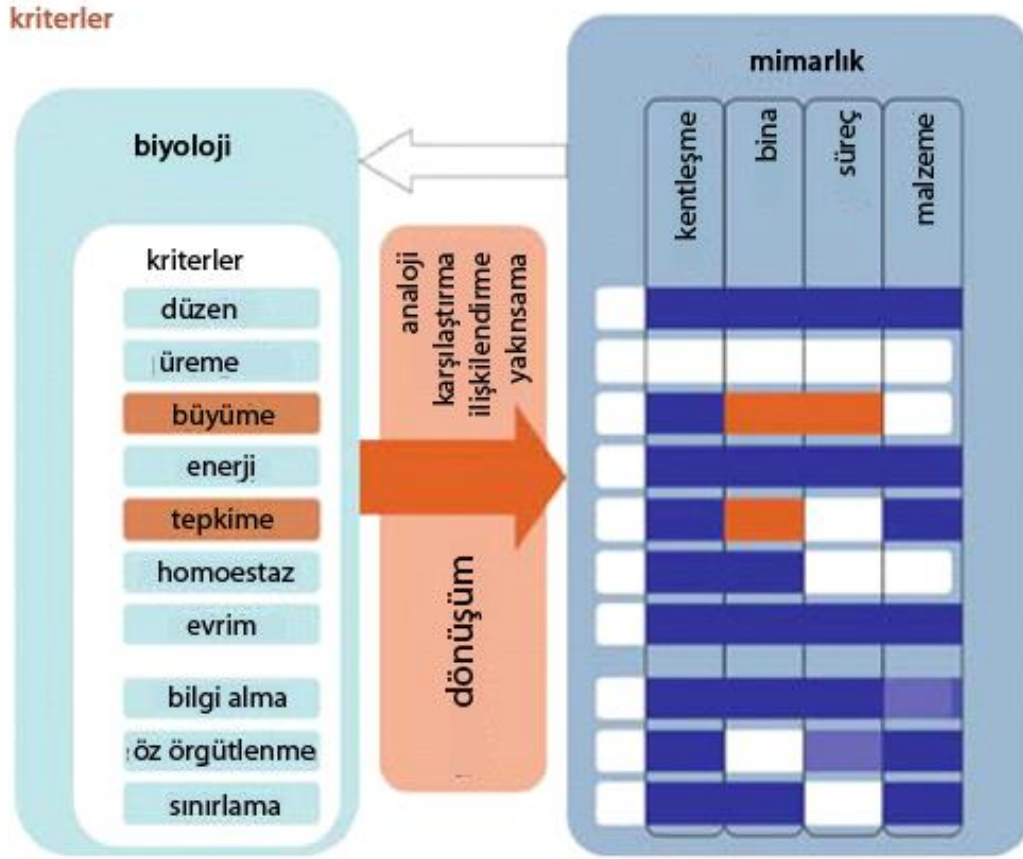
Şekil 2.14: GeoTUBE, 2012, Faulders Studio (Url-10).

Benyus, sürdürülebilirlikte doğanın kullanılmasını üç sınıfa ayırmaktadır: doğanın birebir taklit edilmesi, doğadaki sürecin taklit edilmesi ve ekosistemlerin taklit edilmesi (Fox, Kamp, 2009; orijinali için, Benyus, 1997). Dolayısıyla, tasarım alanında doğa ya da biyolojinin kullanım yönü ve derecesi önem kazanmaktadır. Vincent'a göre ise biyolojideki değerlerin mimari tasarımda kullanılması üç aşamada gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki, biyolojik formların birebir kopyasını oluşturmak, ikincisi olası tasarım problemlerine karşı çözüm üretmede doğadaki mevcut

tasarımları model almak ve bunlardan yararlanmak, sonuncusu ise doğadaki bu mevcut formları geliştirerek yeni alternatifler ortaya çıkarmaktır (Vincent, 2009). Benyus ve Vincent'in farklı şekilde sunduğu biyomimetik aşama ve sınıflandırmalar, güncel biyo-mimari tasarımların değerlendirilmesinde ve yeni tasarım önerilerinin geliştirilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, geçmişteki tasarım ve biyoloji kapsamındaki çalışmalarından farklı olarak güncel biyomimetik yaklaşımlar, ilerleyen teknoloji ve diğer bilim dallarının katkısıyla doğa, yalnızca biçim (form) olarak değil, aynı zamanda oluşum süreci (morfojenetik) olarak da model ve fikir kaynağı oluşturmaktadır.

Güncel çalışmalarda, biyoloji ve mimarlığın bu derecede etkin değerlendirilmesine imkân tanıyan en önemli faktörlerden biri de şüphesiz, dijital ortamın kullanılmasıdır. Dijital tasarım yöntemleri ve araçları sayesinde, biyolojik süreçlerin yer aldığı, sonuçtan (biçim) ziyade süreç odaklı (biçimin oluşması) karmaşık sistemleri model almak mümkündür. Bu tür çalışmalar, mimarlıkta kentsel tasarımdan mekân organizasyonuna kadar yeni tasarım söylemleri ve farklı yaşam alternatiflerinin ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Gruber (2008), biyomimesis kapsamında oluşturduğu tasarım diyagramında (**Şekil 2.15**), birtakım biyolojik kavramların mimarlık alanındaki uygulamalarını çeşitli ölçekler üzerinden değerlendirmektedir.



Şekil 2.15: Çeviri Diyagramı: Biyoloji ve Mimarlıkta Sınıflandırmalar (Gruber, 2008'dan Türkçe'ye çevrilmiştir.).

Şekil 2.15'te mimarlık bölümünde yer alan kırmızı alanlar, yapısal olarak gerçekleşen çalışmaları belirtirken, beyaz alanlar henüz gerçekleşmemiş ve mavi alanlar ise süregelen çalışmaları temsil etmektedir (Gruber, 2008). Şekilde görüldüğü üzere, biyomimesis bağlamında mimarlık ve biyolojinin kesiştiği noktalar, form ve strüktürün yanında, oluşum, büyüme gibi morfolojik değerleri de kapsamaktadır. Bu çerçevede, biyolojinin diğer dallara da kazandırdığı, doğal organizmaları inceleyen biçim çalışması, 'morfoloji' kavramı, mimarlıkta form oluşumu ile bağdaştırılarak, yeni bir paradigmaya zemin oluşturmaktadır.

Morfoloji, doğal formların ve ekosistemlerin oluşmasında önemli rol alan karmaşık sistemlerin tanımlanmasında büyük avantaj sağlamaktadır. Morfolojik çalışmalarda mimari tasarımda karmaşık organizasyonların biçimsel veya strüktürel olarak temsilinde, biyolojideki karmaşık sistemlerden ve bu sistemlerin oluşumundan yararlanmak mümkündür. Bu kapsamda, çalışmanın bir sonraki bölümünde, morfoloji kavramının mimarlık ve biyolojinin birlikte değerlendirilmesiyle ortaya

ıkan farklı söylem ve tasarım yaklaşımları daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır.

2.4 Mimarlıkta Morfoloji ve Morfogenetik Tasarım Yaklaşımları

Doğadaki tüm formlar ve ekosistemler, tanımlı kurallardan oluşan kaotik ve hiyerarşik bir düzen çerçevesinde ortaya çıkmaktadır. Tüm canlılar karakteristiğı ve davranışları gereğı farklı kurallar ile birimleri arasındaki ve çevresel ilişkilere bağı olarak karmaşık sistemler oluşturmaktadır. Farklı tür ve ekolojik sistemlerin ortaya çıkardığı kaos ya da karmaşıklık düzeyi, bileşenlerinin türettiğı farklı organizasyon ve birlikteliklerin etkileşimlerinden evrilmekte, gelişmektedir. Bu bağlamda, zaman içinde bazı türler hayatta kalırken bazıları hayatta kalabilmek için tekrar evrilmektedir. Bu süreç, farklı ölçeklerde doğadaki diğer tüm sistemler için sürekli devam etmektedir (Hensel, Menges ve Weinstock, 2011).

Mimarlık alanında da canlılara ait bu özellikleri farklı ölçeklerde ve sınırlamalarla gözlemlemek mümkündür. Kentsel tasarım ve mekân organizasyonunda farklı doku ya da formların ortaya çıkması ile doğal sistemlerin oluşmasında çeşitli benzerlikler yer almaktadır. Weinstock (2009), bu benzerliğı şu şekilde açıklar: “Doğa ve uygarlıklara ait tüm formlarda, maddenin mekânda zaman içinde şeklini, davranış ve süregelişini ve nasıl oluştuğunu belirleyen organizasyonu ‘mimari’ mevcuttur.” Bu benzerlikten dolayı doğadaki karmaşık sistemlerin mimari tasarımda sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Aralarındaki farklılara ve zorluklara rağmen, biyoloji ve mimarlığın doğrudan birlikte ele alınması, karşılaştırılabilir ekolojik çözümlerin üretilmesinde etkilidir (Roudavski, 2007). Dolayısıyla, mimarlık ve canlı organizmalar arasındaki bu benzerlikleri göz önünde bulundurmak, tasarımda sürdürülebilirlik ve etkinlik sağlamada farklı alternatiflerin üretilmesinde biyolojideki morfolojik evreleri model almak mümkündür. Çalışmanın bir sonraki bölümünde, doğadaki morfoloji kavramının sürdürülebilirlik bağlamında güncel tasarım yaklaşımlarındaki yeri ve önemi, örnekler üzerinden ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır.

2.4.1 Mimarlıkta morfoloji

Biyolojide morfoloji, hayvan, bitki, mikroorganizmalar ve onları oluşturan parçalar arasındaki ilişkileri inceleyen boyut, biçim ve strüktür çalışmasıdır (Brittanica, Url-

11). Goethe (1790) botanik üzerine yaptığı çalışmalarda morfolojiyi kısaca ‘biçim çalışması’ olarak yorumlamıştır; ona göre “bir şey biçime ulaşır ulaşmaz başkalaşım geçirir; başka bir biçime dönüşür.” Bir başka deyişle, yeryüzündeki tüm canlılar, çevresel koşulların etkisiyle sürekli değişim içerisinde. Canlı organizmalar, ‘doğal seçim’de hayatta kalabilmek için farklı ölçek ve biçimlerde ‘örgütlenmekte,’ ‘evrim’e uğramakta ve ortama ‘uyum’ sağlamaktadır. Bu yaklaşıma göre, çevresel koşullara uyum sağlamak, ekolojik olmak ve hayatta kalmak, ancak bu tür morfolojik davranışlarla sağlanabilmektedir. Kısaca canlılar, morfogenesisin temelini oluşturan doğal seçim, adaptasyon, mutasyon, evrim, büyüme gibi evreler sayesinde hayatta kalmaktadır. Morfolojide amaç, biçimi üretmekten ziyade biçime ulaşmaktır. Bu bağlamda tasarım morfolojisi, canlıların ve ekosistemlerin ortaya çıkmasında etkili olan bu evrelerin oluşturduğu kaotik sistem ve organizasyonların anlaşılması ve değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Morfoloji, Goethe’nin tanımı üzerinden ele alındığında, biyolojiden mimarlığa kadar farklı disiplinlere uyum sağlayabilmektedir. Mimarlık, kimya, biyoloji, fizik, mühendislik gibi farklı alanlarda ele alınan birçok tasarım çalışması, kullanıcı ihtiyaçları, malzeme özellikleri, çevresel ve teknolojik koşulların etkisi altında biçimlenmektedir. Özellikle mimari tasarımda, yapılar ve kentsel dokular, kullanıcı ihtiyaçları, arzuları ve çevresel koşullar çerçevesinde farklı şekillerde biçimlenmektedir. Steadman’a göre (2008) “teorik olarak tahmin edilebilen formda binalar için morfoloji bir kez keşfedildiğinde, mevcut binaların tarihini, (en azından en eski ya da yerel dokuları) bu mekânlar üzerinden varsayımları, bir tür evrimsel bir süreç olarak çalışmak mümkün olacaktır.” Ona göre, Goethe’nin sunduğu morfoloji, biçim ve mekânsal strüktürün evrensel bir formudur; botanikteki metodu ise yalnızca soyut temsiller değil, aynı zamanda mevcut bitkilerin soyut bir sınıflandırması ve ötesinin keşfedilmesidir (Steadman, 1972).

Ancak, mimarlıkta morfoloji kavramı için, her ne kadar Goethe’nin morfoloji tanımı temel alınsa da, D’Arcy Thompson’un morfolojiyi hesaplamalı bilimlerle ilişkilendirmesi güncel çalışmalarla daha çok bağdaştırılmaktadır. Steadman’a göre (1989), Thompson, yalnızca tanımlayıcı morfolojiyi, Goethe’den farklı olarak matematiksel modeller ve fiziki güçleri kullanarak açıklayıcı morfolojiye taşımıştır.

Bu bağlamda tüm alanlarda, bir biçime ulaşmak için karmaşık sistemlerdeki mevcut kaotik düzenin açığa çıkarılması ve bu sistemlerin tasarıma uyarlanması, sistem

ve bileşenlerin davranışlarının yeterince tanımlanması gerekmektedir. Bu kapsamda ele alınabilecek en etkin yöntemlerden biri de mimari tasarımdaki organizasyon ve birleşmeleri doğal morfogenesis kapsamında değerlendirmektir.

2.4.2 Morfogenetik tasarım yaklaşımları

Morfogenesisinde canlıların yere ve zamana göre oluşmaları, günümüzde matematik, fizik ve kimya, geometri ve organizasyon ile ayırt edilemeyecek kadar iç içe geçmiştir (Weinstock, 2009). Morfogenesis, “hücre ya da organizmaların belirip değişime uğramalarını,” başka bir deyişle morfolojik süreci temsil eder (Brittanica, Url-11). Bilim literatüründe ilk defa 19.yüzyılın ikinci yarısında kullanılan ‘morfogenesis,’ Yunanca ‘morphe’ (şekil, form) ve ‘genesis’ (meydana geliş) terimlerinden türetilmiştir. Neil Leach’e göre (2009) “ilk anlamıyla biyoloji biliminde kullanılan morfogenesis, vadeli büyüme ve farklılaşma süreçleri ile bir organizmada form ve desen üretimi mantığını ifade eder.”

Güncel morfogenetik tasarım yaklaşımlarında, dijital araçlar sayesinde, tasarımın neye dönüştüğünün yanında, nasıl ve neden dönüştüğü de ayrıntılı bir biçimde gözlenebilmekte ve değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle morfogenesis, güncel tasarımlarda, daha çok dijital morfogenesis, sayısal morfogenesis ya da hesaplamalı morfogenesis olarak kullanılmaktadır. Branko Kolarevic (2003), dijital ortamın morfogenetik tasarımdaki yerini şu şekilde açıklamaktadır; “Güncel mimari tasarımda, dijital ortam ilerleyerek yalnızca görselleştirme aracı olarak değil, aynı zamanda biçim elde etmede ve dönüştürmede-dijital morfogenesis’te üretken bir araç olarak kullanılmaktadır.”

Dijital morfogenesisinde madde ve strüktürel performans belirli parametrelerce tasarım sürecinde kullanılabilmektedir. Doğal ya da yapay karmaşık sistemlerin dijital ortamda ele alınmasıyla biçimlenmede görülen morfolojik süreçleri, karmaşıklığı oluşturan kaotik düzenleri ve bileşenlerini belirli bir seviyeye kadar ayırt etmek mümkündür. Dolayısıyla tasarımda biçimlenme sürecinde, malzeme, form ve strüktür bütünlüğü sağlanabilmektedir. Bu yönleriyle morfogenetik çalışmaları, ‘belirme’ (emergence) kavramı altında değerlendirmek mümkündür. Belirme, doğal sistemlerin evrimleşmesi ve sürekliliğin anlaşılmasının yanında, karmaşık davranışlar ve gerçekten akıllı mimari formların, üretim sürecinin ya da modellerin sunulmasına, canlı sistemlerin evrimsel gelişiminden, yapısal ve metabolik

özelliklerinden ve çevresel adaptasyondan stratejilerin oluşturulmasına imkân tanımaktadır (Hensel & Menges ve Weinstock, 2011).

Morfogenetik tasarımda form, çevresel, maddesel ve işlevsel parametrelere bağlı olduğundan, tasarım sırasında farklı disiplinlerden yararlanılması ve mimarlığın fizik, kimya biyoloji gibi bilimlerle birlikte değerlendirmesi ve doğa-tasarım ilişkisini daha kuvvetli hale getirmektedir. Tasarımın fiziksel sürdürülebilirliğinin, doğanın ve doğadaki sürecin model alınması ile mümkün olabileceğine değinen bu biyo-lojik tasarım yaklaşımı, özellikle gelecekte mimarlık alanında karşılaşılabilecek farklı ölçekteki problemlere alternatif çözümler üzerine odaklanmaktadır.

Bilgisayar teknolojileri, nanoteknoloji, kimya, biyoloji ve fizik gibi çeşitli alanların güçlenmesiyle mimarlığı farklı disiplinler ile daha etkileşimli hale getiren bu yaklaşımların yakın zamanda en çok dikkat çeken örnekleri, morfo-ekolojik ve neoplazmatik tasarımıdır. Morfo-ekolojik ve neoplazmatik tasarım, yapının bir canlı gibi değerlendirilmesi ile alışılmışın ötesinde sürdürülebilirlik ve farklı yaşam anlayışlarıyla gündeme gelmektedir. Çalışmanın bu bölümünde de mimarlıkta morfogenetik yaklaşımlarının temel oluşturduğu bu farklı tasarım yaklaşımları, örnekleri üzerinden ele alınmaktadır.

2.4.2.1 Morfo-ekolojik yaklaşım

AA Emergent Design Technologies programından Michael Hensel ve Achim Menges tarafından üretilen ‘morfo-ekoloji’ kavramı, dijital morfogenesisin tasarımda sürdürülebilirlik bağlamında temel oluşturduğu tasarım kavramlarından biridir. Bu kavram, Goethe’nin morfoloji tanımı ve ‘çevresiyle birlikte değerlendirilen bir bütün olma’ olarak tanımlanan ekoloji kavramlarının bir arada değerlendirilmesinden türetilmiştir (Hensel, Menges, 2007). Kavram için, morfo-ile 'malzeme form ya da nesneye merkez noktanın mekan tanımı olduğu uzlaşmaz bir dönüş;' -ekoloji ile kullanıcısı ve çevresinin temel alındığı, nesneler arası sonsuz ve üretken bir etkileşim sunulmaktadır (Hensel, Menges, 2009). Hensel ve Menges (2007) morfo-ekoloji’yi şu şekilde özetlemektedir;

“...Bize göre mimarlığın asıl görevlerinden biri, fiziksel çevre aracılığıyla yerleşim için imkânlar tanınmasıdır. Morfoloji ve ekolojiyi birleştirerek, bizler mimari tasarım için biyolojik bir paradigmaya bağlı, ileri düzeyde

kullanışlı ve performans kapasiteli yeni bir bakış geliştirdik. Bu yaklaşımı ‘morfo-ekoloji’ (ME) olarak adlandırdık.” (p.17).

Bu tanımlamayla ekolojik mimarlık anlayışını farklı bir bakışla değerlendiren grup, mimari yapının doğal bir organizma gibi ele alınması koşuluyla, yapının çevresiyle bir bütün oluşturacağını ve ancak bu şekilde gerçek sürdürülebilirliğin sağlanabileceğini öne sürmektedir (Hensel, Menges, 2007). Bu yaklaşımın, diğer sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarından farklı en önemli özelliklerinden biri, tasarım sisteminin biçim, malzeme ve strüktür olarak çevresiyle bir bütün olarak ele alınmasıdır. Hensel ve Menges'e göre (2009), morfo-ekolojik yaklaşım tam da şu anlama gelmektedir: "maddenin mikro-strüktüründe kendinden ve mezo-strüktüründe birleşiminden yararlanarak, gözlenen performatif kapasitelerinin esasına dayalı malzeme sistemleri elde etmek."

Bu bağlamda strüktür, malzeme ve form, birbirlerinden ayrılamayacak derecede iç içedir (Menges, Hensel, 2007). ME' de malzeme sistemlerinin ölçek ve boyuta özgü davranış ve performans kapasitelerine göre gelişiminin sorgulanması morfogenesis kavramından gelmektedir (Hensel, Menges, 2009). Morfo-ekolojik yaklaşım da maddeleşme ve biçimlenmeyi birbirinden ayırmadan morfolojik karmaşıklık ve malzemeye dayalı performans kapasitesine ulaşmayı amaçlar (Menges, Hensel, 2007). Bu yaklaşımlarda, genellikle doğrusal olmayan, amorf biçimlerden oluşan, öz-örgütlenen sistemlerin hesaplanmasında dijital tasarım teknikleri ve matematik büyük önem sahibidir. Dolayısıyla, morfogenesis bağlamında formların oluşumu ve performansı gereği karmaşık hesaplamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür hesaplamalarda ise dijital medyanın katkısı ile farklı koşullara göre biçimlenen çok sayıda tasarım sistemleri üretilebilmektedir. ME yaklaşım, bulunduğu çevreye göre malzeme sistemlerinin içerdiği gömülü performans kapasitesi ve fiziksel ve hesaplamalı form-üretim ve analiz metotlarına dayanan yoğun ampirik mod açılımından başlamaktadır (Hensel, Menges, 2008b).

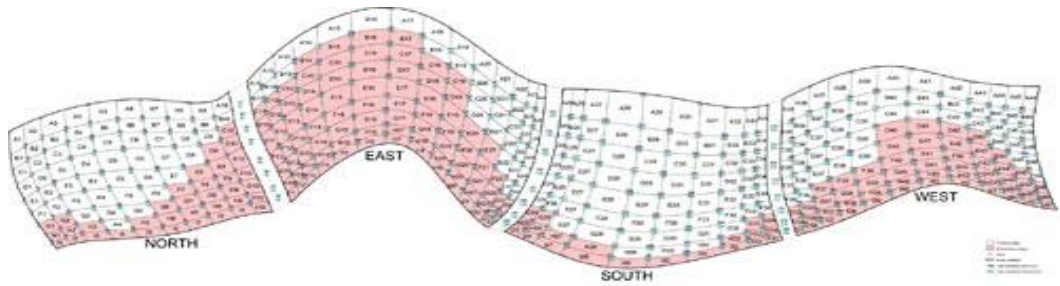
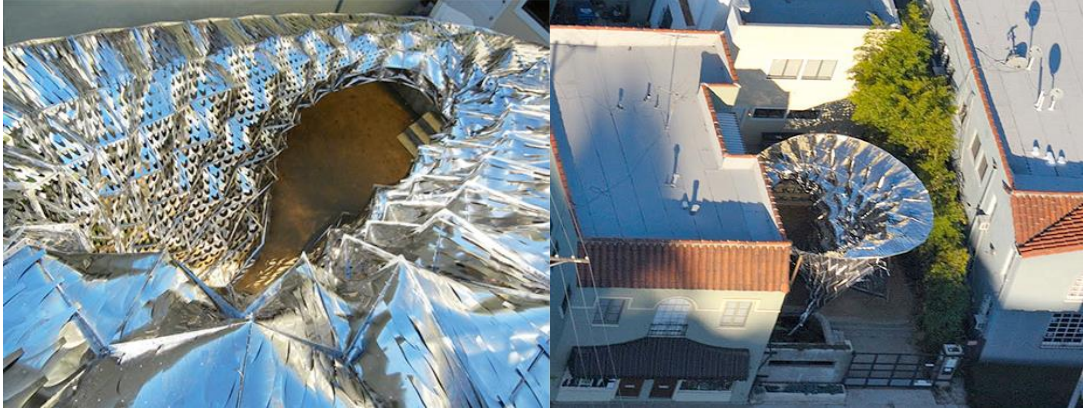
Genellikle organik, düzlemsel ya da doğrusal olmayan parçalardan meydana gelen tasarım sisteminin parçaları, tasarım sürecinin üretken yönlendiricileri olarak kabul edilen ‘polimorfik sistemler’den oluşmaktadır (Menges, 2006). Menges’e göre (2006), “Doğal morfogenesis, evrimsel gelişim ve büyüme süreci polimorfik sistemler üretmektedir.” Polimorfik sistemler, malzemenin ileri düzeyde, ölçekler

arası etkileşiminden ve ölçeğe bağlı olarak ortaya çıkan hiyerarşik düzende sistemlerdir.

Morfogenesiste polimorfik sistemlerin oluşturulmasına, ‘öz-örgütlenme’ temel oluşturmaktadır. Hensel ve Menges (2007), öz-örgütlenmeyi şu şekilde tanımlar; "Öz-örgütlenme, sistemin iç organizasyonunda herhangi bir dış etki ya da yönlendirme olmaksızın gerçekleşen bir süreçtir; öz-örgütlenme hücrelerden ekosisteme kadar, biyolojik sistemlerin merkezinin tanımıdır." Öz-örgütlenme sırasında yapılar, tek başlarına farklı form ve özelliklere sahipken, birbirleriyle etkileşime geçtiklerinde bir bütün olarak ayrıca performans göstermektedir. Bu kapsamda oluşturulan yapıların davranış ve biçimlenişine ait ölçek sınırının çevresel faktörlere bağlılık göstermesi (sınırsız formlara imkân tanınması ve çevreye uyum sağlaması) diğer morfogenetik süreçlere olanak sağlamaktadır.

ME yaklaşım, birçok yönden haritalamaya dayanmaktadır: ilk olarak, malzeme sisteminin performans kapasitelerini tanımlamak; daha sonra, sistemin belirli derecede farklılaşmasına sebep olan farklı çevresel koşulları anlamak; son olarak, tasarımcı tarafında boyutlandırılan ya da serbestçe çevre tarafından yönlendirilen yerleşim için potansiyel ortaya çıkarmak. Bir başka deyişle, ekoloji, organizmaların çevresiyle olan ilişkileri olarak ele alındığında, bu haritalama ekolojik potansiyelleri ortaya çıkarır (Hensel ve Menges, 2007).

Morfo-ekoloji kapsamında yapı, malzeme ve form bütününde henüz bina örneği literatürde yer almasa da, dijital ortamda tasarım performans hesaplamaları, farklı modeller üzerinden gözlemlenebilmektedir. Mimari tasarımda malzemenin çevre performansına göre biçimlendiği farklı denemeleri bu kapsamda ele almak mümkündür.



Şekil 2.16: BLOOM: Metal that Breathes,2012, Doris Kim Sung (Url-12).

Mimar Doris Kim Sung tarafından üretilen Bloom: Material that Breathes (2012) adlı enstelasyon çalışması, gün içerisindeki ısıya göre performans gösteren 14.000 parça termobimetal malzemeden üretilmiştir. Kullanılan termobimetal paneller, farklı esneme katsayılarına sahip iki metalin birleştirilmesinden oluşmaktadır (**Şekil 2.16**). Sıcaklık yükseldiğinde metaller kıvrılırken, düşürüldüğünde metaller düzleşmektedir (Url-12). Çalışmanın dijital ortamda hesaplanarak tasarlanan 14.000 parça metal, farklı parametrelerde tanımlanıp, kesilip üretilmiştir.

Bu kapsamda örnek gösterilebilecek bir başka çalışma ise Achim Menges ve Steffen Reichert'in, ahşap malzemenin ortam nemine göre gösterdiği performansı ele aldığı Hydroscope: Meteorosensitive Morphology (2012) adlı çalışmadır (**Şekil 2.17**).



Şekil 2.17: Hydroscope: Meteorosensitive Morphology (Url-13).

Bir bütün olarak performans gösteren bu sistemi Menges (Url-13), "malzemenin strüktürel makinesi" olarak tanımlamaktadır. Çalışmada, ahşabın nemle etkileşime geçmesiyle, iklimsel değişikliğe yönelik tepkimeli mimarlık anlayışı sunulmaktadır. Model, ortamdaki nem miktarına göre açılıp performans göstermektedir. Çevre koşullarına adaptasyonu ve biçim-strüktür olarak sistematik performansı ile çalışmayı morfo-ekolojik bir tasarım örneği olarak değerlendirmek mümkündür.

Morfo-ekolojik tasarım yaklaşımlarının bir diğer özelliği ise heterojen mekanları amaçlamalarıdır. Bu yaklaşımlar, içindekilere göre malzeme sınırlılığı getiren konteyner (Newtonvari) mutlak mekân anlayışını reddederek, yerine Leibniz ve sonrası Einstein'dan gelen mekânın sadece verilen bir varlık olmadığını, sosyal olaylar ve mekân-zaman bağlamında yerel deneyimlerle oluştuğunu, kısaca 'heterojen mekânları' savunmaktadır (Hensel, Menges, 2009). Heterojen mekânların anlamını geliştirmek üzere, iki yaklaşım potansiyeli sunulmaktadır: ilki, mekân biçiminin sebebini çeşitlendirmek; ikincisi, heterojen mekânı koşullar, biçimlenmeler

ve modülasyonlar arasında sinerjik ilişkiler olarak anlamak ve değişim sürecindeki çeşitlilikle uyarlamak ya da karakterize etmek (Hensel, Menges, 2009).

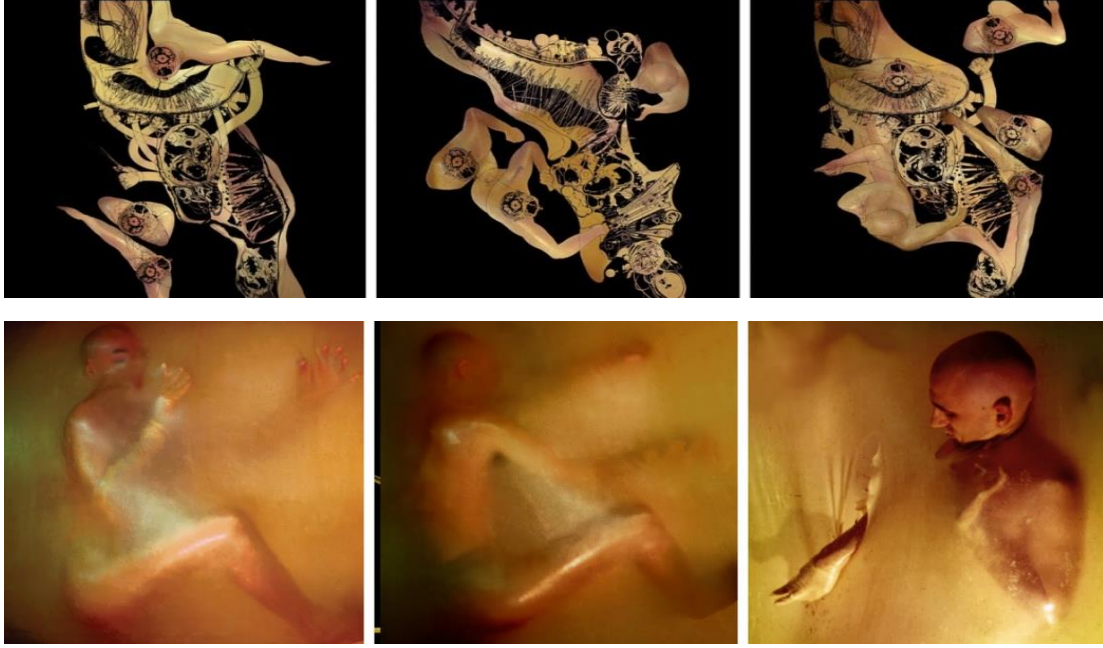
2.4.2.2 Neoplazmatik yaklaşım

Mimari tasarımda morfogenetik yaklaşımlar, farklı biyolojik davranışların yanında, bu davranışları gerçekleştiren ya da gerçekleştirebilecek doğal ya da yapay sistemlerin bilimsel çalışmalarla üretilmesine de temel oluşturmaktadır. Özellikle bu bağlamdaki güncel mimari çalışmalar, hesaplamalı tasarımın yanında biyoloji ve kimya, nano-teknoloji gibi diğer bilim alanlardaki gelişmelerden de oldukça etkilenmektedir. Marcos Cruz ve Steve Pike'a göre (2008), bu tür çalışmaları 'neoplazmatik tasarım' adı altında tanımlamak mümkündür.

Mimari tasarımın biyolojik organizmalar gibi yaşamsal faaliyetler sergilemesi hedeflenen bu tür yaklaşımlarda, çeşitli yarı-yapay ya da yapay tasarım malzemeleri ve yeni mimarlık arayışları türetilmektedir. Temelinde morfogenetik tasarımdan farklı olan neoplazmatik tasarım kavramı, morfogenetik tasarım çalışmalarından türetilmiştir (Cruz & Pike, 2008). Bu çalışmalar, tasarımcının mevcut malzemeler üzerinden etkin forma ulaşması yerine, malzemenin kendi formunu müdahale olmaksızın belirlemesi ve sürekli değişim göstermesiyle morfogenetik tasarımdan farklılaşmaktadır; ancak, ele aldığı yarı-yaşar malzemelerin davranışlarından dolayı morfogenetik tasarım kapsamında incelenmektedir. Neoplazmatik tasarım, biyolojik koşullar (hücresel yapılar) ve mimarlık (daha büyük yapılar) arasındaki ölçeklendirilmiş yapılardan ziyade, çağdaş bir biyo-mimari çalışma olarak yeniden tanımlanması gereken 'yarı-yaşar' varlıkları ele almaktadır (Cruz & Pike, 2008).

İlk defa 2001-2008 yılları arasında, Peter Cook danışmanlığındaki bir doktora tezi kapsamında Marcos Cruz tarafından ortaya atılan neoplazmatik, kelime olarak David Cronenberg'ün *The Existenz* (1999) filmine dayanmaktadır. Filmde yer alan, cinsiyetsiz, neo-biyolojik deri örtüsü 'flesh' kaplı oyun konsollarından esinlenen Cruz, tez çalışmasında da bu deri örtüsünün mimarlıkla ilişkisinden bahsetmektedir (Cruz, 2008). Cruz'a göre 'neomimarlık', mimarlıktaki geleneksel anlayışın yeniden düşünülmesini sağlayan 'flesh' vücut örtüsünün keşfedilerek, mimarlıkta geleceğe ait vücudu tartışmayı amaçlamaktadır (Cruz, 2014). Bu kavramda odak, insan vücudu ve üretken mimarlığın vücut örtüsünü, 'flesh' estetiği kapsamında, yeni kentsel dijital ve neo-biyolojik örtü olarak araştırmaktır (Cruz, 2014). Cruz, 'In-wall Creatures'

adlı çalışmasında (Şekil 2.18,19), William J.Mitchell'ın (2003) şu sözlerinden etkilenmektedir; “...yerleşim yeni bir anlam kazanmaktadır; kişi mimari olarak tanımlanan mekana kemiklerini daha az park ederken, sinir sistemini elektronik organlara daha fazla bağlayacaktır. Eviniz ve odanız sizin bir parçanız haline gelirken, siz de onların bir parçası haline geleceksiniz” (Cruz, 2008b; orijinali için Mitchell, 2003)



Şekil 2.18: In-wall Creatures, insan vücudunun nesne olarak kabul edilmesi ve duvar ile bütünleşmesi (Marcos Cruz, 2003).



Şekil 2.19: Deri örtüsünün sinir sistemleriyle bağlanması (Url-15).

Sinir sistemlerinin duvarla bütün haline gelmesiyle, vücut binaya dönüşmekte ve bina vücut haline gelmektedir (Şekil 2.19). Mimari uygulama olarak, Cruz'un bahsetmiş olduğu 'flesh' kavramı için, Cook ve Fornier'in Viyana'daki müze tasarımını örnek göstermek mümkündür. Cruz'a göre (2008a) bu çalışma için yapılan tasarım denemelerinde sentetik deri benzeri malzemeler yer almakta (Şekil 2.20) ve yaşayan uzaylı benzetmesi de buradan gelmektedir (Armstrong, 2008).



Şekil 2.20: Kunsthhaus Graz tasarım çalışması ilk maketleri (Armstrong, 2008).



Şekil 2.21: Kunsthhaus Graz, 2003, Viyana, Avusturya (Url-16).

Tasarımın orijinalinde, Cook ve Fournier, yapının fosil benzeri strüktür cam panel kaplaması için, orijinal tasarımda biyoteknolojik aparatlardan yapılmasını düşünmüştür (Armstrong, 2008). Bu uygulama ile tasarımın çatısındaki borular yapının ikincil fonksiyonu olan dokunma hassasiyetli deri ile teknolojileştirilerek, farklı mikro-iklim değişimlerine karşı kendiliğinden yönelim ve esneme gösterebilecektir (Armstrong, 2008). Ayrıca bu membran kaplama, opaklığın, geçirgenliğin ve saydamlığın farklı dereceleriyle kareografileştirilen medya hücrelerinin aktivasyonu aracılığıyla, çevrede dinamik arayüz sağlayacaktır (Armstrong, 2008).

Cruz ve bu alandaki diğer araştırmacılar, mimarlık için yarı-yaşar formların, sistemlerin oluşmasını ele almaktadır. Bu yaklaşıma göre biyolojik, sentetik, ya da kimyasal dokular insan kontrolünde belirli yönlendiricilerle organize olarak çevreye uyum sağlayabileceklerdir (Cruz, 2008a). Ancak bu yarı-canlı örgütlenmeler, her ne kadar adaptasyonu ya da evrimi yardım almadan gerçek canlılar gibi müdahale olmaksızın gerçekleştirseler de, mimarlık alanında bu olayların tasarımcı tarafından

yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Sahip oldukları biçim yönüyle Greg Lynn'in 'Blob Architecture' tanımına benzeyen ve morfogenetik mimarlıktaki gibi performansa dayalı, tepkimeli mimari davranışlar sergilemesi amaçlanan bu kavramın farkı, tasarımı oluşturan malzeme ya da organizmaların çevresel koşullar ve yönlendirmeler çerçevesinde üreme ve büyüme gibi canlılara özgü davranışlar göstermesidir (Cruz, 2008a).

Neoplazmatik tasarım kapsamında tanımlanabilecek laboratuvar ortamında ele alınan bir başka tasarım örneği ise, Zbigniew Oksiuta tarafından gerçekleştirilen 'Breeding Spaces' (2003) adlı çalışmadır. Sıvılaştırılmış membranlar (**Şekil 2.22**) üzerine çalışan Oksiuta, 'mimarlığın geleceğinin, biyolojik ve yeni türde organizmaların ve doğal evrimin sınırladığı yaşayan biyolojik ürünlerin olduğunu' savunmaktadır (Oksiuta, Url-17).

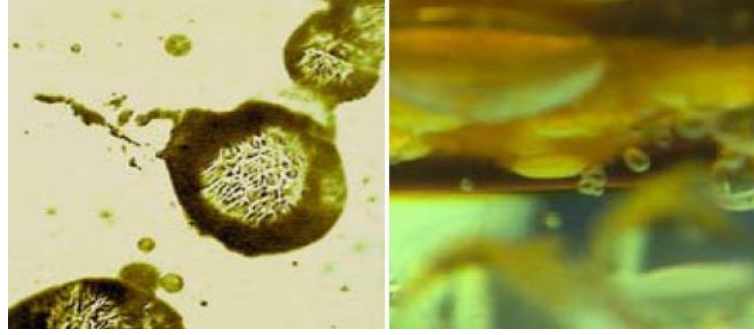


Şekil 2.22: Breeding Containment (Url-17).

Oksiuta'ya göre (2009), mimarlıkta araçlar, makineler ve evler ölü unsurlar olarak kalmaktadır; bu sebeple, son elli yılda yaşamın biyolojik süreci ele alınmakta, madde akışı, enerji ve bilgi olarak daha iyi anlaşılmaya başlamaktadır. Mimar, bu yaklaşım kapsamında "ilmin bir gün insanların objeleri, mimariyi, makineleri ortaya çıkarırken yalnızca ölü maddeler olan metal, beton ya da plastikten değil, aynı zamanda biyolojik olarak üretilen yaşayan ürünlerden oluşturulacağını" ön görmektedir (Oksiuta, Url-17). Biyolojik habitat üzerine çalışan Oksiuta, canlıların ilerleyen teknolojiler sayesinde yer altı, okyanus gibi farklı ortamlarda yaşayabileceklerini iddia etmektedir (Oksiuta, Url-17).

Neoplazmatik tasarıma örnek gösterilebilecek bir başka tasarım önerisi de Rachel Armstrong ve Neil Spiller tarafından geliştirilen 'Protocell Architecture' (2008) adlı çalışmadır. Armstrong'a göre (2011) "gerçek sürdürülebilir yapı teknikleri üretebilmek için malzeme ve yapım yaklaşımları, bağlantılı ve çevresel dokuya,

zamana, hatta yaşam döngüleri boyunca farklı biçim ve işlevlere ve mekâna cevap vermelidir.” Çalışmanın odak noktası, kimyasal yollarla üretilen ve belli bir düzeye kadar biyolojik organizma özelliği gösterebilen protosel taneciklerinin (Şekil.2.23-25) mimari tasarım alanında kullanılmasıdır.



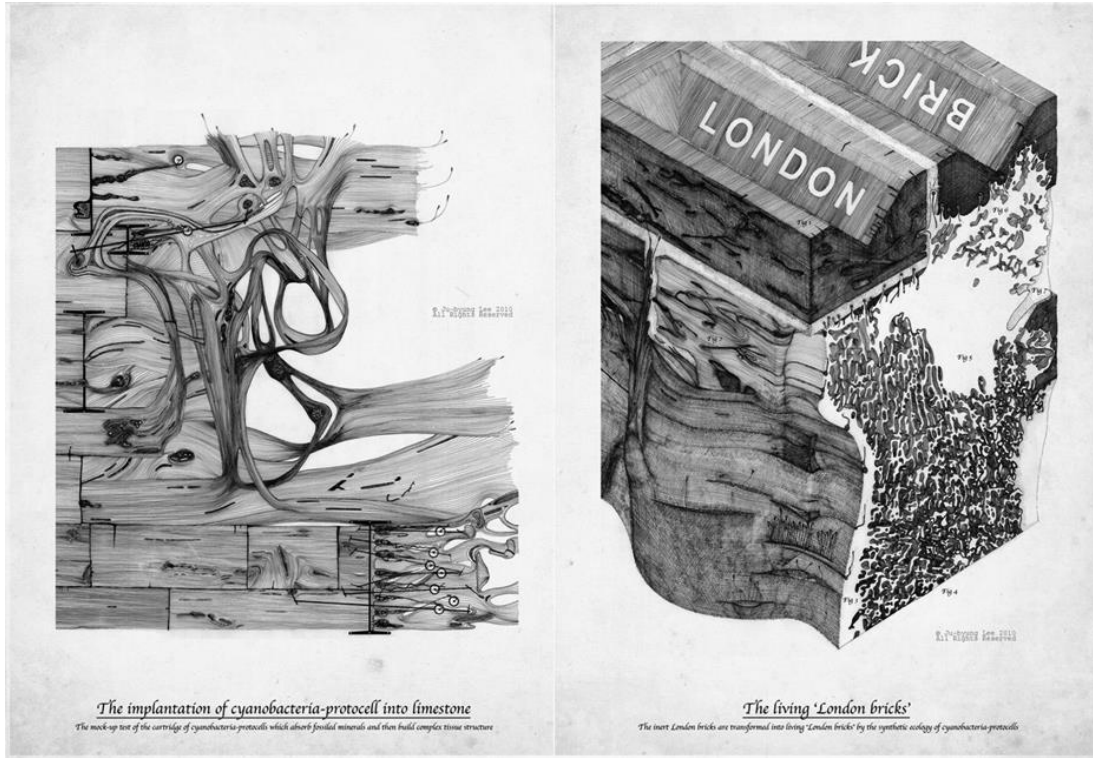
Şekil 2.23: Protosel hücrelerinin mikroskobik görüntüleri (Armstrong & Spiller, 2009).



Şekil 2.24: Protosel hücrelerinin dijital ortamda simülasyonu (Armstrong & Spiller, 2009).

Protoseller, farklı organizasyonlar oluşturmak üzere kimyasal olarak ‘programlanabilmektedir.’ Örnek olarak, karbon kabuk oluşturmak için protosellerden üretilen karbon kristalleri, karbondioksitle birleştirilebilmektedir. Dolayısıyla, protoseller bu şekilde kireçtaşı gibi maddeler üretebilmekte (Şekil 2.25) ve yapay olarak büyüme, onarma, hatta çevresel koşullara cevap verme gibi özellikler kazanabilmektedir (Armstrong, 2009). Armstrong, Venedik’te sular altında kalan mevcut yapı temellerinin bu taneciklerin örgütlenmesi ve birlikte

hareket etmesi ile tekrar güçlendirilebileceğinden, hatta yenilenebileceğinden bahsetmektedir (Armstrong, 2009).



Şekil 2.25: Protosellerin kireçtaşı oluşturmasını anlatan eskiz çalışmaları (Url-18).

Mimaride bu tür tasarım yaklaşımlarının en değerli yanı, sürdürülebilirliğin gerçek anlamda sağlanmasında, tasarım, malzeme ve üretim aşamasında mimarsız mimarlık ve yenilenebilir bir tasarım sunmasıdır. Doğal sistemlerin, her ne kadar doğanın sahip olduğu tasarım kapasitesi kadar ileri seviyede olmasa da, birtakım sınırlamalarla belirli bir düzeyde ele alınması bile problem çözümünde etkin sonuçlar üretmemize imkân sağlamaktadır. Biyolojide organizmaların model alınması bu bağlamda büyük avantaj oluşturmaktadır.

Karmaşıklığı oluşturan kaotik düzenin ortaya çıkmasında, ürün bileşenleri kadar bileşenlerin kurdukları yapısal ve çevresel ilişkiler de büyük önem taşımaktadır. Morfogenetik süreçte, özellikle canlı sistemler arasında yer alan birtakım ilişkilerin mimarlıkta model alınması bu yönüyle büyük önem taşımaktadır. Bu ilişkileri, dijital ortamda kullanılan farklı yöntem ve stratejilerle belirli bir düzeyde de olsa simüle etmek mümkündür. Bu bağlamda tezin bir sonraki bölümünde canlı sistemlerde yer alan farklı ilişkilerin mimari tasarım sürecine adaptasyonu ve adaptasyonda kullanılabilecek araçlar ele alınacaktır.

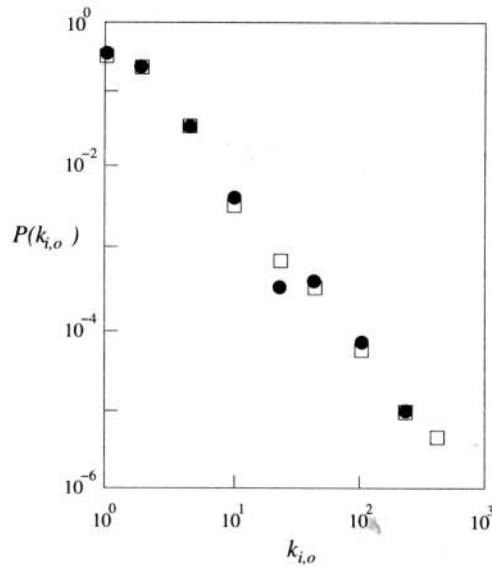
3. TOPOLOJİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK MİMARLIK

Doğa, düşünerek üretmese de şüphesiz, yapay sistemlerden daha etkin, karmaşık ve ekolojik sistemler ortaya çıkarmaktadır (Bentley, 2007). Wiliam Flake’e (1998) göre, doğada karmaşık sistemler hiçbir zaman rastlantısal bir şekilde oluşmaz; ancak form bileşenlerinin birbirleriyle kurdukları ilişkiler, fark edilemeyecek kadar hızlı değişir ya da takip edilemeyecek kadar anlıktır. Dolayısıyla, morfogenetik süreçte hiçbir organizasyon ya da birleşmenin rastgele gerçekleşmediğini; tüm canlılar ve ekosistemlerin, farklı türde bileşenlerinin karakteristikleri ve ilişkileri bünyesinde biçimlendiğini söylemek mümkündür. Doğal sistemlerdeki karmaşıklık ve kaotik düzenin ortaya çıkmasında ise, sistemde yer alan bileşenler kadar, bileşenlerin kurdukları yapısal ve çevresel ilişkiler belirleyici olmaktadır. Başka bir deyişle, bu sistemlerin ortaya çıkmasında önemli etkenlerden biri de sistemce tanımlı farklı ölçek ve türden ilişkilerdir. Farklı ölçeklerdeki bu ilişkiler, aynı zamanda birimin bütün içerisindeki yerini ve önemini ortaya çıkarmaktadır. Flake (1998) bu durumu şöyle açıklar;

“...simüle ettiğimiz sinek kolonileri, akıncı gruplar, obur oyuncular, ekosistemler ve statik olarak bağlı sinir hücreleri gibi karmaşık sistemler... Açıkçası, doğal olaylardaki bu sistemlerin benzerliği çok farklı mekânsal ve zamansal ölçeklerde mevcuttur. Hatta, bu sistemlerin bileşenleri de çeşitli gelişmişliğe sahiptir: tek hücrelilerden nispeten zeki hayvanlara kadar. Ancak, her bir karmaşık sistem direkt olarak bileşenlerin ne kadar yakından ve doğrudan ‘bağlı’ olduğuna dayanan küresel bir davranış biçimine sahiptir.”

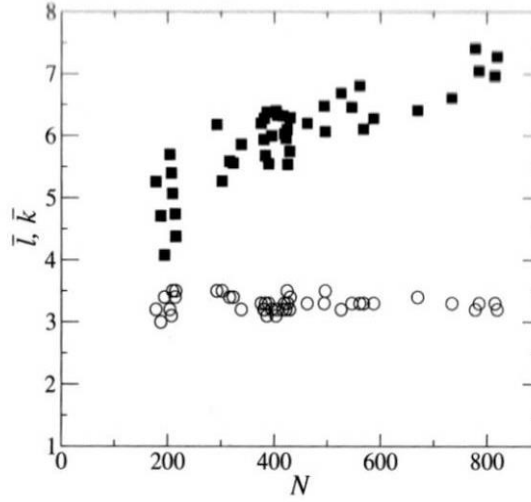
Doğada karmaşık olan her sistemin altında hiyerarşik, kaotik bir ilişki düzeni yer almaktadır. Bu hiyerarşik düzen ise sistemdeki her bir bireyin karakteristik özellikleri ve çevresel etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda doğa, birim ve bağlardan oluşan ağlar bütünüdür; bu bağlar ise doğal formların rastlantısal bir şekilde oluşmadığını, aksine hiyerarşik ve kaotik bir düzende ortaya çıktığını göstermektedir. Canlı organizmalar arasında farklı türde bağlar yer almaktadır. Bu

bağlar sinir hücrelerinden protein hücrelerinin organizasyonlarına, besin zincirlerine kadar farklı ölçeklerde gerçekleşmektedir. Bu bağlamda canlılarda morfogenetik sürecin farklı değerlerde tanımlı bağlar çerçevesinde gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Literatürde Jeong, Tombor, Albert, Oltvai ve Barabasi tarafından (2000) canlılardaki metabolik tepkimelerin gerçekleşmesinde birimler arası ilişkilerin belirli değerlerde gerçekleştiğini gösteren çalışmada, ilişkiler ağlar üzerinden tanımlanmıştır. Birimler arası ilişkilerin biçimlenmeye yön vermesinin açıkça gözlendiği bu çalışmada bağlar, ağ sistemleri ile somutlaştırılmaktadır. Çalışmada, metabolik reaksiyonlara ait ağlar, ilişkileri gözlemlemek üzere 43 farklı organizma üzerinden strüktürel organizasyonlar olarak değerlendirilmiştir (Dorogovtsev, Mendes, 2003; orijinali için Jeong ve diğ., 2000).



Şekil 3.1: E-coli bakterisine ait ağ organizasyonu tablosu (Dorogovtsev, Mendes, 2003; orijinali için Jeong ve diğ., 2000).

Şekil 3.1'de yer alan siyah daireler ve beyaz kareler, e-coli bakterisine ait organizasyon sırasında her bir hücrenin bağlandığı (k_o) ve her bir hücreye bağlanan ağ değerlerini (k_i) temsil etmektedir. Şekilde canlı sistemlerde gözlenen metabolik tepkimeler ve organizmalar arası bağlar arasında belirli değer aralıkları yer almaktadır. E-coli bakterisinin ağ organizasyonunda bu aşamada 778 ağ noktası tanımlanmıştır. Ancak, diğer hücrelerde yapılan değerlerde oluşturulan bağlar 200-800 arasında değişim göstermektedir (**Şekil 3.2**).



Şekil 3.2: 43 farklı hücresel organizmanın (prokaryot, ökaryot ve bakteri türleri) yoğunluk ve ağ ilişki değerlerine ait tablo (Dorogovtsev, Mendes, 2003; orijinali için Jeong ve diğ. 2000).

Şekil 3.2’ de yer alan siyah kutular, farklı türlerdeki büyüme ile hücreler arasındaki artan bağ mesafeleri ve sayılarını gösterirken, daireler en küçük iki bağın hemen hemen tüm türlerde belirli değer aralığında gerçekleştiğini göstermektedir. Dolayısıyla, hücreler büyüdükçe yoğunlukları (bağ sayıları) artmakta ve bağ mesafeleri büyümekte iken, en yakın iki hücrenin organizasyonu halen belirli değerlerde seyretmektedir. Bu yönüyle doğal morfogenezis, canlı-çevre arasındaki bağlar ve topolojik ilişkilerce biçimlenen karmaşık sistemleri ile diğer çalışma alanlarındaki karmaşık sistemlere model oluşturabilmektedir.

Doğal sistemlerdeki bu tür hücresel ilişkilerin ortaya çıkışını mimarlıkta topoloji kapsamında kullanılan ilişkilerle bağdaştırmak mümkündür. Marcos Novak (2001), tasarımda topolojiyi “eğrisel yüzeyler değil; basit dönüşüm ve deformasyonlar altında değişmeden kalan ilişkilerin çalışması” olarak tanımlamaktadır. Tasarımda topoloji kavramı için bir başka yaklaşım ise topolojinin “figürlerin önemli yönleri ve unsurlar arası oluşturulmuş tanımlı ilişkiler ile ilgilendiği” yönündedir (Di Cristina, 2001). Mimari tasarımda formun oluşmasında kullanım ihtiyacının yanında tasarım ihtiyacını oluşturan değerler ve kullanıcı-çevre ilişkisine kadar farklı ilişkiler yer almaktadır. Bu bağlamda, doğanın sahip olduğu bu tasarım potansiyeli kapsamında, doğadaki topolojinin birtakım sınırlamalar ve yöntemlerle ele alınması ile tasarımda ekolojik ve etkin sonuçlar üretmek mümkün olacaktır. Bu tür ‘ilişkisel mimarlık’

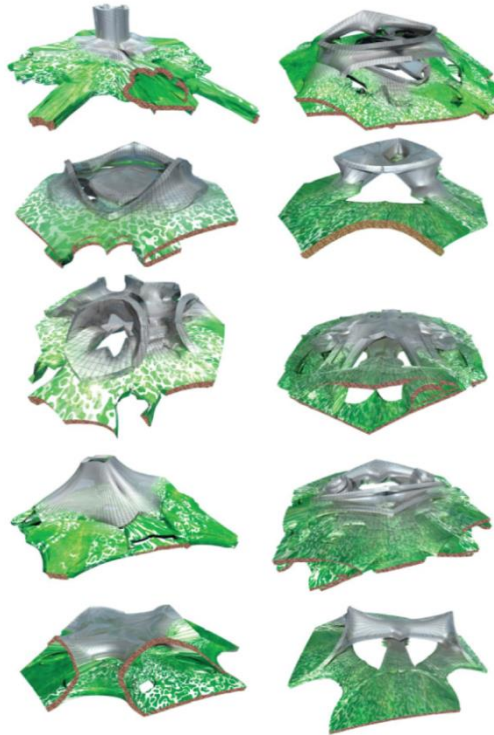
yaklaşımlarında, sistemin tamamı ilişkiler üzerine kurulduğu için sürdürülebilirlik ve etkinlik kavramları kendiliğinden ortaya çıkmaktadır (Tierney, 2008).

Biyolojideki biçimlenmenin topolojik kapsamda mimarlık ile bir arada değerlendirdiği tasarım yaklaşımlarına, Kol/Mac stüdyosu tarafından üretilen MUTEN Galataport (2006) adlı çalışmayı örnek göstermek mümkündür (Şekil. 3.3).



Şekil 3.3: MUTEN Galataport, 2006, Kol/Mac, Haliç (Kolatan, 2008).

Kolatan’a göre (2008) “geleneksel kent-tasarım yaklaşımlarının tersine, kent ekolojisi kent tipolojilerindeki çeşitliliği ayrı tutmaz; aksine, kent yüzeyindeki süregelirliği ve sistematik performansları vurgular.” Ona göre, MUTEN Galataport önerisi, tüm kent yüzeyini süreç olarak kabul etmektedir. Proje sürecinde, rüzgâr, su, güneş enejisi değerleri kapsamında topoloji çeşitliliğinin test edilebilmesi için birtakım simülasyonlar oluşturulmuş ve benzerliklerine göre sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4: Çeşitli yapı/peyzaj hücre topolojileri (Kolatan, 2008).

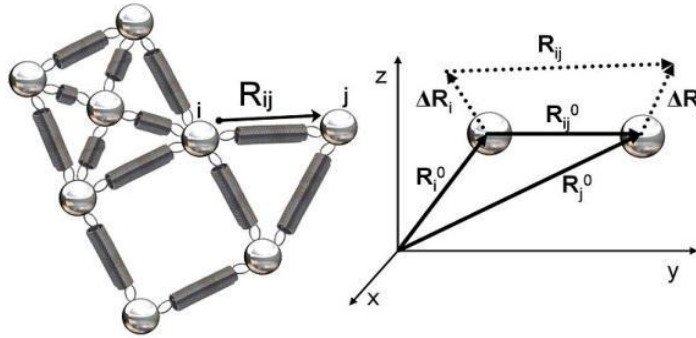
Şekil.3.4'te yer alan hücre topolojileri, minimal yüzey geometrisi ile yapay zeka yaklaşımını bağlayarak oluşturulan bir örnek aralığını göstermektedir. Bu şekilde, temel topolojik sistem, tanımlanan koşullara uyum sağlayabilmektedir. **Şekil.3.4**'te yer alan figürler, tasarım yaklaşımının yüksek yapılardan geniş hacimli yapılara kadar farklı şekillerde üretilmesine dair örneklerden oluşmaktadır. Buradaki her bir çeşitleme, farklı derece, boyut ve şekillerde yapı, doğa ve altyapıyı birleştiren hücreleri üretmektedir (Kolatan, 2008).

Doğal ya da mimari tüm formlarda morfogenesis, birimler arası ilişkiler yeterince tanımlandığı sürece anlam kazanmaktadır. Doğadaki ilişkilere benzer bir biçimde mimarlıkta da bir ilişki bütünü oluşturmak zorunlu ve kaçınılmazdır. Bu bağlamda, kentsel tasarımdan mekân organizasyonuna kadar mimarlıkta farklı ölçeklerde, tasarım birimleri arası ilişkilerin, hücrel morfogenesis benzer şekilde, ancak belirli bir düzeyde ve farklı parametrelerin ele alınmasıyla etkin form alternatifleri üretilebilmektedir. Ancak, bu tür ilişkilerin tanımlanması için biyolojik organizmalardaki gibi ilk aşamada birimler arasında yer alan hiyerarşik ya da bağımsız düzenlerin tanımlı olması gerekmektedir. Tierney'e göre (2007) yalnızca geri beslemeye dayalı komşuluk ilişkilerinin ağ organizasyonunda yer almasıyla bile ilişkiel mimarlık elde etmek mümkündür. Dolayısıyla, morfogenetik tasarım yaklaşımında da, sistem karmaşıklık düzeyinin tasarımcı tarafından net bir biçimde tarif edilmesi ya da sistemi oluşturan ilişkilerin olabilecek en net şekilde tanımlanmasıyla, mekân üretiminde, topolojik ilişkileri hesaplamalı olarak ağ örüntüleri ile temsil etmek mümkündür. Ağlar, farklı sistem ve organizasyonları oluşturan parçalar arası hiyerarşik ilişkilerin tanımlanmasını sağlamaktadır.

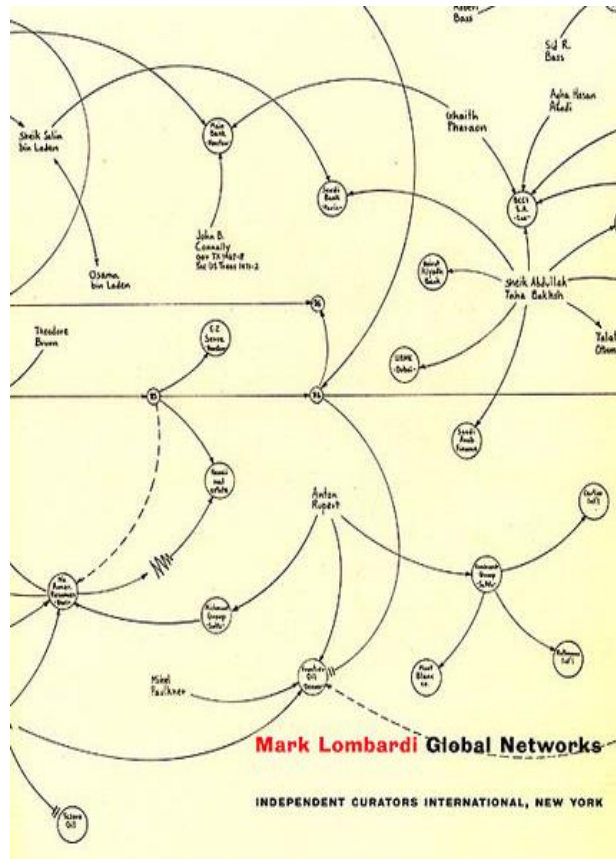
3.1 Tasarımda Ağ Uygulamaları

En genel tanımıyla ağ (network), birbirleriyle bağlantılı ya da ilişkili zincir, grup ya da sistemlerdir (Brittanica, Url-19). Burke ve Tierney (2007) tarafından ise ağlar, en kapsamlı tanımıyla “arkadaş listesinden genetik algoritmalara, küresel askeri operasyonlara kadar uygulanabilinen, nesne ya da bilgi olan şeyler arasındaki ilişkilerin yapısıyla ilgili bir organizasyon modeli” olarak yapılmaktadır. Bir başka deyişle ‘ağ’, sistemler ya da sistem birimleri arasındaki mevcut ilişkilerin analizi ya da yeni ilişkilerin tanımlanması için oluşturulan soyut ya da somut organizasyon temsilidir. Tasarımda ağ uygulamaları, karmaşık sistemlerin analizinde veya

oluşturulmasında kullanılabilecek, tasarımdaki kaotik düzeni belirli bir düzeye taşıyabilecek, en etkin stratejilerden biridir. Bu bağlamda ağlar, farklı disiplinlerdeki tasarım uygulamalarında, değişen biçim ve tanımlamalarla karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.5-8).



Şekil 3.5: Biyolojik moleküller arası bağların hesaplanmasında Gaussian Ağ Modeli (Url-20).



Şekil 3.6: Lombardi Ağlarından bir örnek, Siyasi karakterlerin stratejilerinin soyutlandığı ilişkisel haritalar (Url-21).



Şekil 3.7: Sinir hücreleri iletişimini sağlayan ağların dijital ortamda temsili (Url-22).

Ağlar, farklı alanlardaki tüm tasarım uygulamalarında, farklı ilişkilerin belli bir sistem çerçevesinde bir arada değerlendirilmesine, büyümeye ya da yeni organizasyonların oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Burke'e göre (2007) ise mimarlık literatüründe ağ organizasyonları, sembol, grafik anlatım ya da arayüz olarak Archigram ve Superstudio'nun yapmış olduğu mesaj içerikli çalışmalardan, geometrik form uygulamalarına kadar farklı biçimlerde yer almaktadır (Şekil 3.8,9).



Şekil 3.8: Instant City, Archigram'ın, mesaj içerikli kolaj çalışmalarına dair bir örnek (Url-23).



Şekil 3.9: Fibrous Surface, Felipe, Menges & Truco, 2008, Ağların form üretmede kullanılmasına bir örnek (Url-24).

Tierney’e göre (2008) “kavramsal aşamada ilişkisel mimarlık, süreç tabanlı esnek ağ modelinden hesaplamalı olarak üretilmektedir.” İlişkisel mimarlıklarda, birimler arası bağlardan, çevre ve biçim arası bağlara, hatta kullanıcı tasarım arası bağlara kadar farklı türde ilişkilerden, kısaca, topolojiden bahsetmek mümkündür. Bu bağlamda, mimarlıkta topolojik ilişkiler ağlar ile oluşturulmaktadır.

3.1.1 Mimarlıkta ağ topolojileri

Ağlar, topolojilerin oluşturduğu nokta, çizgi, düğüm ve bağlar üzerinden topolojik ilişkilerin kurulması, analiz edilmesi ve anlaşılmasıyla oluşmaktadır (Burke & Tierney, 2007). Mimarlıkta da topolojik ilişkiler, doğal morfogenesis gibi biçim bileşenlerinin yanında, biçimlenmeyi yönlendiren farklı bağlantıları dikkate almaktadır. Giusepa Di Cristina (2001), topolojik geometriyi “süregelen dönüşümler bağlamında kıvrılabilen ve katlanabilen esnek, dinamik bir sistem” olarak tanımlamaktadır. Tierney’e göre (2007) “Ağ, mimarlık gibi mekansallıdır; yine mimarlığın tersine dinamik ve esnektir. Belirli bir zaman diliminde anın simülasyonu olarak tek başına sunulması mümkün olmayan ağ, aynı anda hem ‘orada’dır hem de değildir. Dolayısıyla merkezi, hacmi olmayan ağ görülemez.” Bu bağlamda ağlar, ‘esnek ve dinamik’ yapılarıyla mimari formların topolojik ilişkiler çerçevesinde biçimlenmesine imkân sağlamaktadır. Ağ topolojileri, mevcut çevrenin ve potansiyelinin hesaba katılarak ağın mimarileştirilmesine imkân tanımaktadır; “kullanıcılarına etkin bir uygulama ve kabul edilebilir bir servis için ağ, ağ topolojileri ile organize olarak mimarlıkta büyümeye ve ölçek değişimine olanak sağlamalıdır” (Medhi & Ramasamy, 2007). Ahlquist ve Fleischmann’a göre (2008), ağ topolojisi pozisyon ile ilgilenmez; yalnızca ağ çevresine bağıntılı olan araçların organizasyon stratejisiyle ilgilenir. Onlara göre bu durum, “mantıksal topoloji (ilişkiler) ve fiziksel topoloji (pozisyon) arasındaki farkı anlatmaktadır (Ahlquist & Fleischmann, 2008).

Tasarım için tanımlanan ilişkilerin, ağ sistemlerince dijital ortamda geometrik ve matematiksel değerlerle temsil edilmesiyle, bu ilişkilerin tasarımda morfogenetik sürece yön vermesi mümkündür. Böylelikle, somut olarak görülmeyen topolojik ilişkiler, çeşitli parametrelerle somut sonuçlar elde etmek üzere farklı ölçeklerde tasarıma dâhil edilebilmektedir. Söz konusu sistem parçalarının noktalar ve çizgilerle belirlenen parametreler çerçevesinde soyutlanması ile, birimler arası ilişkilerin

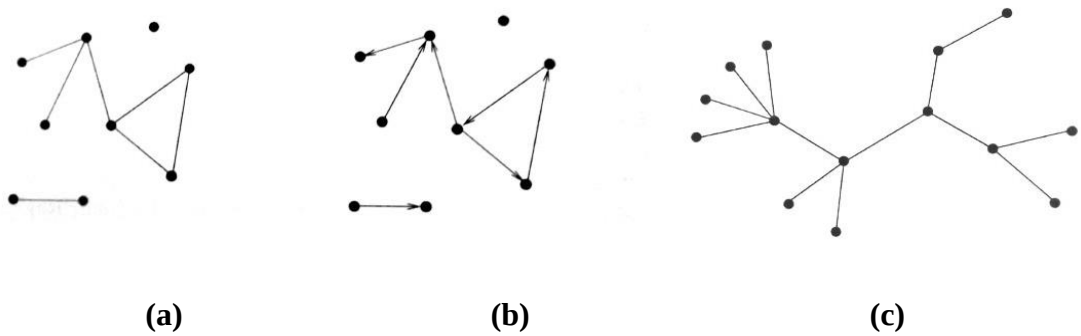
hiyerarşik analizi ya da kaotik bağların oluşturulması, morfogenetik tasarım sürecini daha anlamlı bir boyuta getirmektedir. Böylelikle mevcut ilişkilerin oluşturduğu tasarım parametrelerinin yanında, temsil sırasında oluşacak yeni parametreler ile dinamik tasarım formları üretilebilmektedir. Tierney'e göre birimler arası ilişkilerin mevcut olması halinde, tasarımın basitliği sorun olmamaktadır (Tierney, 2008). Bu bakımdan ele alındığında, ağ sisteminin topolojik ilişkiler üzerine kurulması doğrudan karmaşık sonuçlar üretecektir. Böylelikle, ağ topolojilerinin mimari tasarımda biçimlenme süresince kullanılması, ilişkilerin haritalanmasının yanında, yeni ilişkilerin tanımlanmasına, farklı organizasyon ve formların oluşmasına, büyümeye imkân tanımaktadır.

3.1.2 Morfogenesis bağlamında ağ topolojilerinin simülasyonu

“Ursullar olabildiğince basit olmalıdır, daha basit değil.”

- Albert Einstein

Önceki bölüm başında, en genel tanımıyla, birimler arası bağların temsili olarak farklı uygulamalarıyla tanıtılan ağlar, bu bölümde dijital morfogenesis kapsamında, hesaplamalı bilimlerdeki (matematik, fizik, geometri) tanımları üzerinden ele alınmaktadır. Matematikçiler tarafından ‘graph’ adıyla kullanılan ağ (network), fiziksel değerler üzerinden boyutsuz, çizgilerle bağlı noktalar kümesi olarak tanımlanmaktadır (Dorogovtsev & Mendes, 2003). Ağlar, fiziksel birleşimlerinde tanımlanan farklı kurallara göre isimlendirilmektedir (Şekil 3.10).

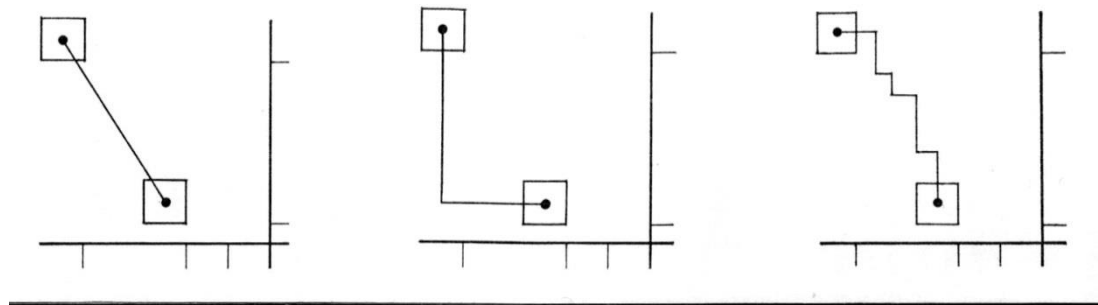


Şekil 3.10: Ağların farklı özelliklerde fiziksel olarak değerlendirilmesi (Dorogovtsev&Mendes, 2003).

Şekil 3.10’da figür (a) da yönlendirilmemiş ağlar, (b) de yönlendirilmiş ağlar ve (c) de ise ağaç olarak ağlar yer almaktadır. Böylelikle ağlar, dijital ortamda farklı

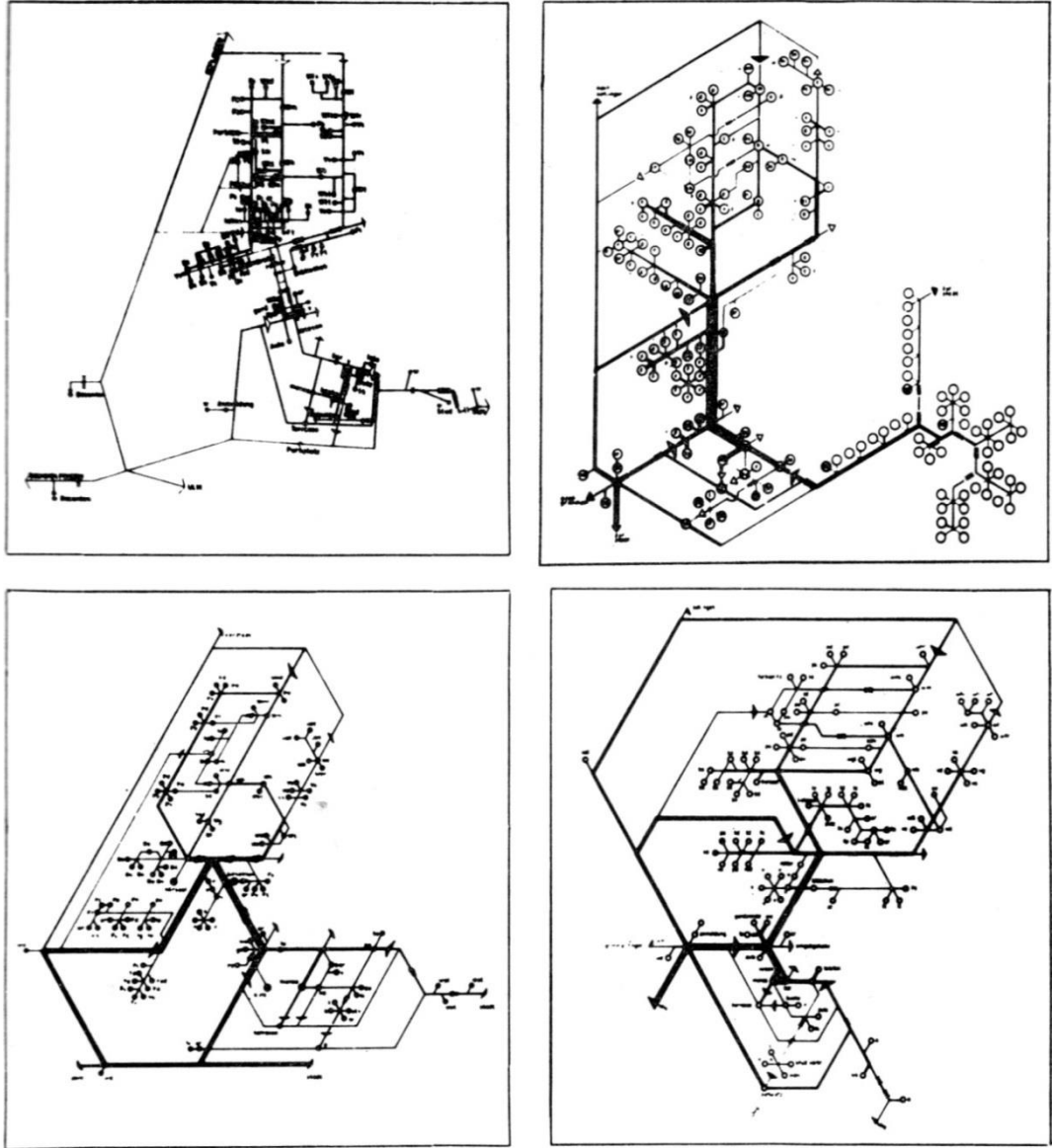
organizasyon ve ilişkileri simüle etmede kullanılmaktadır. Bu graf-teorik sunumları, dijital ortamda “üye bağlantılarının açıkça belirtilmesiyle, üye özelliklerini içeren bilgileri çizgilerle, bağlantı noktalarını da köşe noktalarla ilişkilendirmek mümkündür” (Mitchell, 1977).

Bilgisayar destekli mimari tasarım kapsamında ağlar, farklı analiz ve haritalama uygulamalarıyla uzun zamandan beri literatürde yer almaktadır. Mekân ilişkilerinin tanımlanmasında geometrik form olarak ağ sistemlerinin kullanılması, March ve Steadman’ın çalışmalarında (1971) gözlenmektedir. Burada mekânlar arası mesafeler farklı biçimlerde nokta ve çizgiler ile belirlenmektedir. **Şekil 3.11**’de, March ve Steadman, mekânlar arası ilişkilerin temsilde farklı diyagramlarla ağları kullanmıştır. Onlara göre, “Ağlar, farklı bağlantılarla kümeler oluşturabilmektedir; dolayısıyla ağları yalnızca plan ve haritalarda değil, farklı grupların ortaya çıkarılıp ilişkilendirilmesinde de kullanmak mümkündür” (March ve Steadman, 1971).



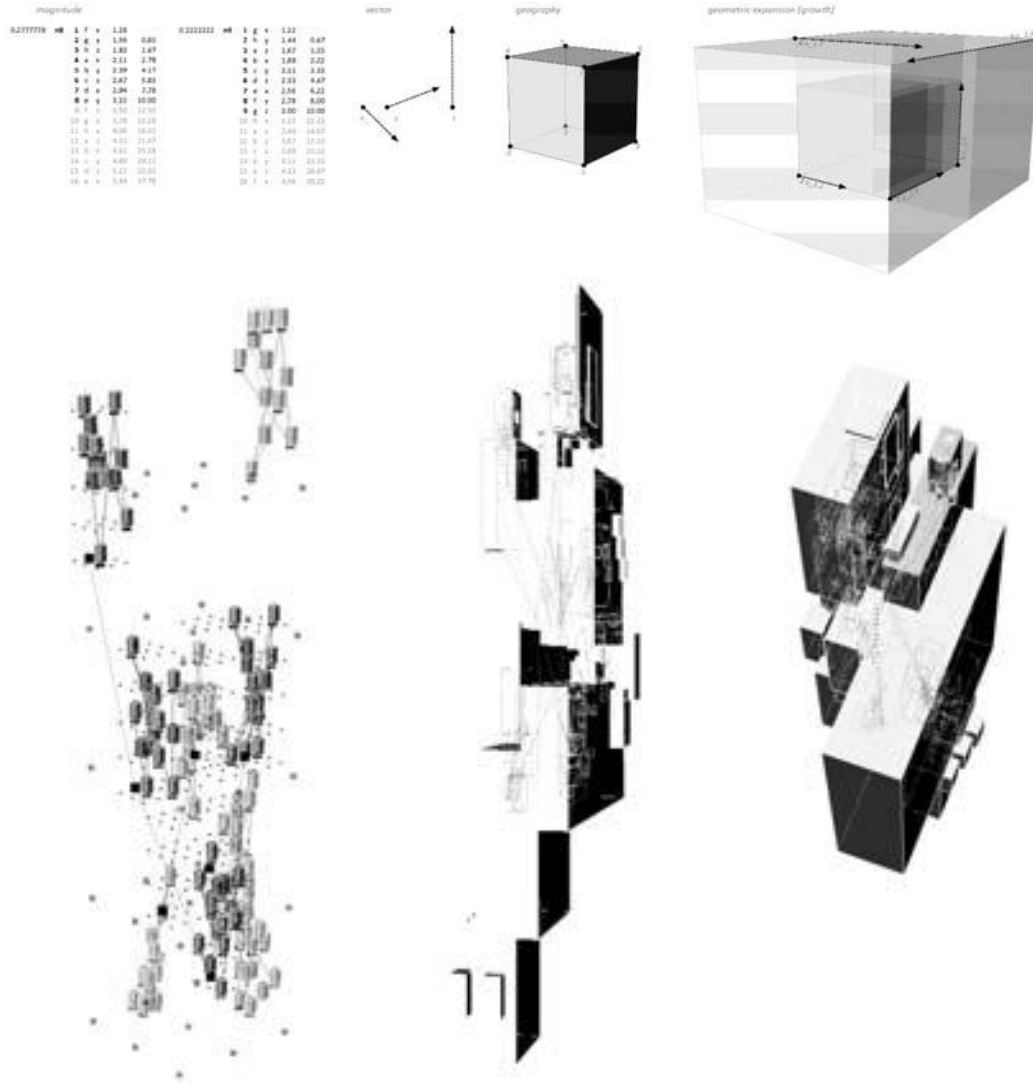
Şekil 3.11: Ağların mekân analizinde kullanımına bir örnek (March & Steadman, 1971).

March ve Steadman’ın ağların tasarım sürecinde kullanımı için verdiği bir başka örnekte ise, öğrencilerden “çeşitli odaların ve ortalama trafik yoğunluğunun topolojik bağlantılarının” sunulması istenmiştir. Öğrenciler (Links, Couch ve Böttcher), **Şekil 3.12**’de yer alan yerleşim planına göre ağlarla farklı şematik formlar üretmişlerdir. Bu örnek bağlamında March ve Steadman (1971), “algoritmalar olarak kabul edilebilecek bu yöntemlerin (ağların şematik olarak kullanılması), bilgisayar kullanılarak mekanikleştirilebileceğini” önermiştir.



Şekil 3.12: Ağların mekân analizinde kullanımı (March ve Steadman, 1971).

Güncel tasarım çalışmalarında dijital ortamın üretken bir biçimde kullanılmasıyla, March ve Steadman'ı doğrular nitelikte, farklı tasarım algoritmaları üzerinden çok daha karmaşık strüktürlerin ya da formların oluşturulmasında ağlar, süreç odaklı olarak kullanılabilmektedir. Bu bağlamdaki güncel çalışmalardan, Sean Ahlquist ve Moritz Fleischmann'ın (2008) “üretken sistemleri en basit şekilde anlatmak” üzere bir seminer kapsamında ürettikleri tasarım çalışmasını örnek vermek mümkündür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Genetik evrimsel strateji kapsamında üretilen bir tasarım sistemi (Ahlquist & Fleishmann, 2008).

Çalışmada Ahlquist ve Fleishmann'ın oluşturduğu algoritma, genel yapı zarfı ile başlayıp, mekânın dağıtılmasıyla alt bölümlerin oluşturulması için yinelenen adımları gerçekleştirmektedir. Mimari mekânların oluşturulması için ihtiyaç duyulan mekânsal boyutları ve organizasyonları hiyerarşisi önceden tanımlanmıştır. Mekânların parçalanması ise iki aşamada gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki, ihtiyaç duyulan mekânın büyüklüğü için bağlantılı mekânların birleşmesi; ikincisi ise ihtiyaçtan büyük mekânların parçalanıp yeniden form arayışına katılmasıdır. Böylelikle, oluşturulan ağlar ile çok sayıda eklemleme, yüksek derecelerde esneklik ve topolojide değişim sağlanmıştır (Hensel, Menges ve Weinstock, 2011).

Örneklerde de görüldüğü gibi ağlar, tasarımda dijital ortamda ele alındığında yalnızca analiz ya da haritalamada değil, aynı zamanda topolojik ilişkilerin dikkate alındığı farklı form alternatifleri üretmek için de kullanılabilir. Burke ve Tierney'e göre (2007), maddesel ya da strüktürel bir sistemde, birimler ve bağlantılar ağ topolojileriyle tanımlandığında, geometrik ünitelerin ilişkileri daha esnek olmaktadır. Bu kapsamda bağların tanımlanması, topolojinin anlaşılması ve derecelendirmelerin çeşitlendirilip bir araya getirilip ölçeklendirilmesi anlamına gelmektedir. Dijital morfogenez kapsamında, topolojik ilişkilerin ağ sistemlerince tanımlanabilmesi için, tasarımı oluşturan öğelerin mümkün olduğunca temel bileşenlere ya da gruplara ayrılması gerekmektedir. Böylelikle tasarımda yer alan ağ topolojilerini, yakınlık ilişkilerinden mekân hiyerarşisine kadar farklı değerlerle dijital ortama yansıtmak mümkün olmaktadır. Ağ birimlerindeki noktaların haritalandırılması, iletişimin ve veri transferinin tanımlanması, ağ topolojilerinin dijital ortamda ele alınmasına imkân sağlamaktadır (Burke ve Tierney, 2007). Böylece, tanımlı ilişkiler çerçevesinde tahmin edilemeyen tasarım alternatiflerinin üretilmesiyle yarı-deterministik bir tasarım süreci ortaya çıkmaktadır.

Ağ sistemlerince oluşturulan topolojik strüktürlerce tasarımın biçimlenmesi ve hacim kazanmasıyla farklı çözümler üretilebilmektedir. Ancak, maddesel bir değeri olmayan ağların tek başına biçimlenmede yer alması, her zaman etkin çözümler üretmeyecektir. Bu sebeple, tasarım öğelerinin topolojik ilişkilerce şekillenmesini ve hacim kazanmasını biyolojideki alometrik çalışmalarla bağdaştırmak mümkündür. Tasarımda topolojik ilişkiler bağlamında alometri kavramının da ele alınmasıyla, sistem ağı çerçevesinde tanımlanan topolojik ilişkilerin etkisini, birimlerin organizasyonundan büyümesine kadar tüm morfogenetik süreçte gözlemlemek mümkün olacaktır.

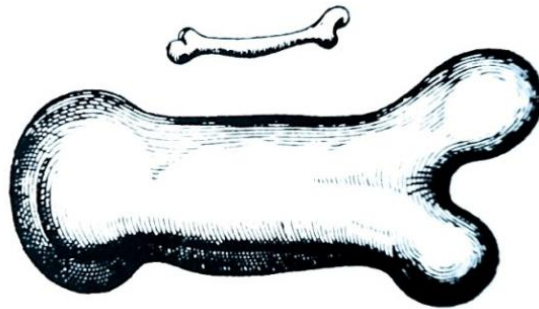
3.2 Alometri ve Mimarlık

Doğal sistemlerdeki temel bileşenlerinin sahip olduğu genetik davranışlar ve çevresel koşulların belirlediği topolojik ilişkilerin oluşmasında, morfolojik ve metabolik ilişkiler önemli rol oynamaktadır. Farklı boyutlarda tüm canlılar, görevleri ve benzerlikleriyle sahip oldukları bu değerler kapsamında bir araya gelir, büyür ve örgütlenir. Steadman (2008), durumu şu sözlerle açıklamaktadır: “Birimlerin bağıntısının önemli bir sonucu da fonksiyonel ilişkilerin yalnızca gerekli eş zamanlı

varlığı kontrol etmeyip, aynı zamanda oranları ve tüm biçimin boyutlarını belirlemeleridir.” Bu süreçte doğada her bir parça, bütün çerçevesinde bir amaca hizmet etmek üzere yeni komşular oluşturmakta ve farklı oranlarda hacim kazanmaktadır.

Canlılar, bu yönleriyle, uygarlıkların oluşmasıyla çeşitli benzerlikler gösterir. Doğa ve mimarlık, her iki alanda da benzer amaca hizmet eden birimler, bütünleri (parça-bütün ilişkisi) çerçevesinde değerlendirildiğinde, farklı ölçek ve boyutta organizasyonlar oluşturmaktadır. Her iki tasarım alanında da, her birimin bütün içerisinde görevlendirilmesinin yanında bu birimlerin alt bileşenleri de kendi aralarında başka bir sistem oluşturmak üzere ayrıca işlev kazanmaktadır. Sonrasında ise, bu sistemler, bütünü çerçevesinde tasarımın formunu meydana getirir. Tasarım alanında, kentsel ölçekten mekân organizasyonuna kadar birimler, topolojik ve işlevsel ilişkiler gözetiminde organize olur ve gelişir. Özellikle mimari tasarımda yapı birimleri, birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkileri, sunulan program ve ölçek doğrultusunda hacim kazanmaktadır (Kolarevic, 2003). Bu bağlamda mimari tasarım morfogenesis bazında ele alındığında, topolojik değerlerin yanında alometrik değerlerin de yer aldığını söylemek mümkündür.

Alometri, canlılardaki boyut ve oran kavramlarının birlikte ele alındığı biyoloji kökenli bir terimdir. Tarihte canlı yapıları ve tasarımda yapı sistemleri arasındaki bu boyut-ölçek ilişkisi benzerliğine ait fikirler, Galileo dönemine kadar geçmişte yer almaktadır (Steadman, 2008).



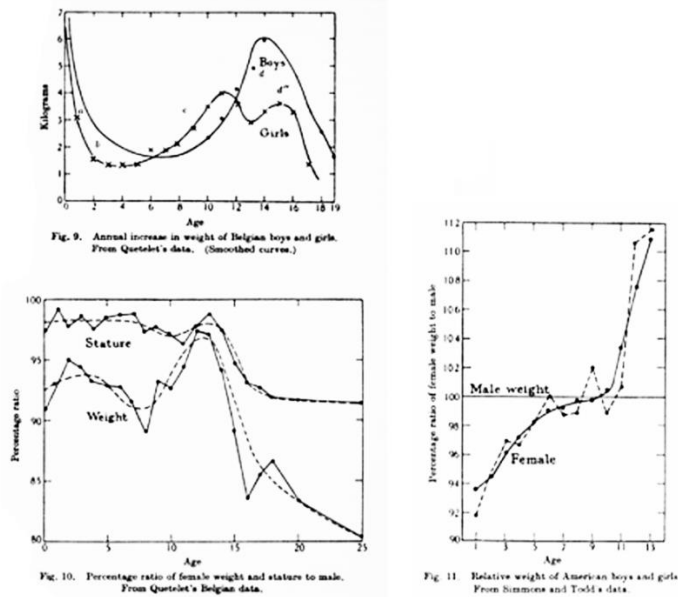
Şekil 3.14: Galileo Galilei’nin ‘Principles of Similitude’ çalışmasından farklı oranlar üzerine bir örnek (Steadman, 2008; orijinali için Galilei, 1638).

Tasarım literatüründe, canlı türüne göre boy ve oranda farklılık gösteren birtakım yapısal bileşenlerin kıyaslanması, Galileo Galilei’ye ait çalışmalarda yer almaktadır

(Şekil 3.14). Galileo'nun bir başka çalışmasında (1638), yapı tasarımında ölçek ve oran ilişkisine örnek olarak, Venetian Arsenal'de, küçük ve büyük botların yapıldığı farklı boyutlardaki iskelelerde kullanılan malzeme miktarları ve yapı ağırlıklarındaki oran farklılığı yer almaktadır (Thompson, 1949, Steadman, 2008). Sonraki dönemlerde ise Galileo'ya benzer biçimde Violette-le-Duc, mimarlıkta oranların belli biçimlerden değil, malzeme ve amaca cevap verme doğrultusunda ortaya çıktığını öne sürmüştür (Steadman, 2008). Bu yaklaşımı Violette-le-Duc şu şekilde açıklamıştır:

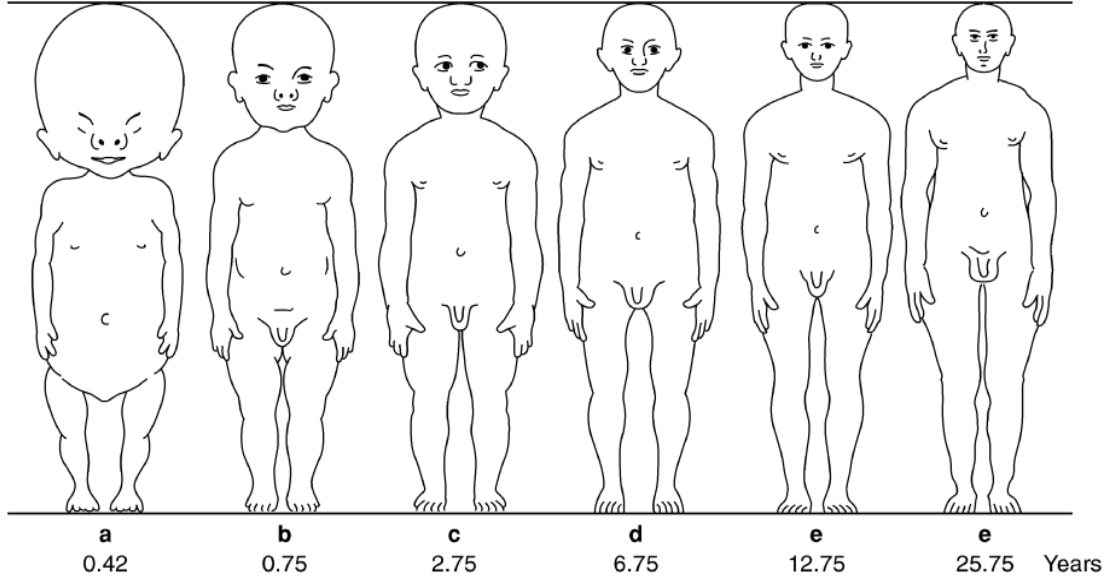
“Mimarlık sanatında şu formülü uygulamak mümkün değildir; 2'ye 4 ise 200'e 400; çünkü 4 metre uzunluğundaki kirişe 2 metre yükseklikte kolon kullanılıyorsa 200 metre yükseklik için 400 metre uzunluğunda kiriş kullanmak mümkün değildir. Ölçeği (modu) ve uslubu değiştirmek için, mimarın ölçeğin en genel tanımına uygun biçimde yöntem seçmesi gerekmektedir.” (p.47-48)

1900'lü yıllarda ise canlı yapılardaki boyut ve form arasındaki ilişkinin birlikte ele alındığı bir başka kaynak, D'Arcy Thompson'ın güncel çalışmalara halen referans gösterilen 'On Magnitude' adı altında hazırladığı çalışmalarıdır. Şekil 3.15' te kız ve erkek çocuklara dair büyümenin farklı oranlarda ve hızda değiştiğini gösteren, Thompson'a ait grafik çalışmaları yer almaktadır.



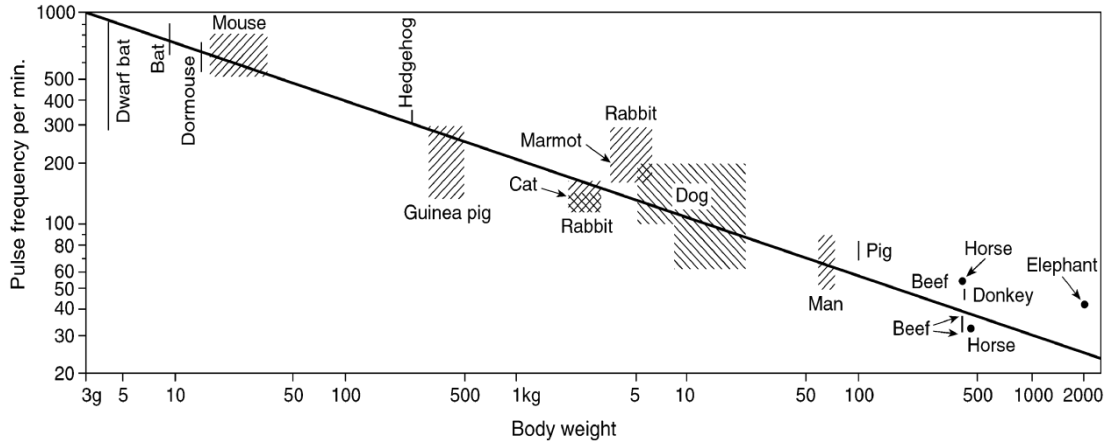
Şekil 3.15: Yaş ilerledikçe kız ve erkeklerin farklı oranlarda büyümesini anlatan grafik çalışmaları (D'Arcy Thompson, 1949).

19.yüzyıl biyolojisi ve Thompson'ın çalışmalarından ilham alan Julian Huxley (1932), canlılarda büyümenin biçime etkisi, boyut ve ölçek çalışmasını ilk defa 'allometry' olarak tanımlanmıştır. Steadman'a göre (2006) biyoloji kökenli alometri kavramı, boyuttaki farklılıklara göre formdaki değişime karşılık gelmektedir. Alometri, organizmaları oluşturan parçaların bütün çerçevesinde, farklı hız ve ölçeklerde büyümesini ele alan çalışmadır.



Şekil 3.16: Alometrik kapsamda bebeklikten olgunluğa kadar insan gelişimi (Steadman, 2006; orijinali için C.M. Jackson, Morris's Human Anatomy, London 1915 and Growth, Yale 1928. Yeniden üretildiği kaynak Naroll and von Bertalanffy, 1973, p. 247).

Alometri kavramında yer alan ölçek-oran ilişkisi için, **Şekil.3.16**'da yer alan insanın, bebeklikten olgunluğa kadar vücut birimlerinin farklı oran ve miktarda değişimini örnek göstermek mümkündür. Bir başka örnekte (**Şekil 3.17**) ise, yüzey alan ve enerji ihtiyacı ilişkisi çerçevesinde sıcakkanlı canlılara ait kalp atışı ve ağırlıkları arasındaki oranlar logaritmik tabloda kullanılmaktadır.



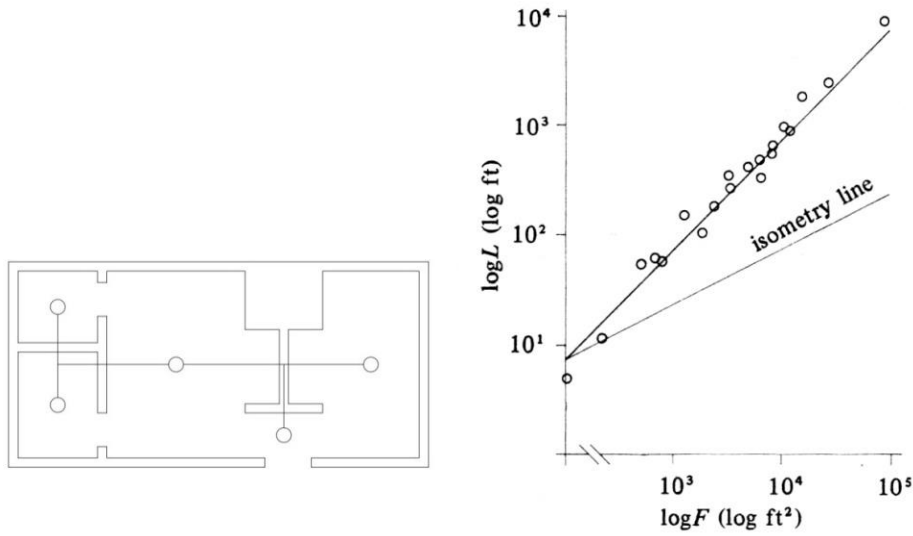
Şekil.3.17: Memeli canlılarda kalp atışı ve vücut ağırlığı arasındaki alometrik ilişki tablosu (Steadman, 2006; orijinali için Von Bertalanffy, 1951, Reproduced from Naroll and von Bertalanffy,1973, p. 248).

3.2.1 Mimarlıkta alometrik uygulamalar

Güncel tasarım çalışmalarında, alometri ve mimarlık ilişkisi daha çok yapısal ve kentsel ölçekte enerji kullanımı ve kentlerin organizasyonu ile bağdaştırılmaktadır. Weinstock, bu bağlamda kentleri, dinamik, mekânsal ve maddesel bina dizilerinden oluşan büyüyen canlılar olarak tanımlamaktadır (Weinstock, 2011). Ona göre, “Biyolojideki metabolizmanın tarihsel gelişiminden türetilen kentlerin güncel matematik çalışmaları, ya kent morfolojisinin biçim, kompaktlık veya yoğunluk gibi ‘alometrik’ ilişkilerin, ya da enerji, bilgi ve madde akışlarının, kent dokusunda yer alan ağların ilişkileri üzerine odaklanmaktadır.” Steadman’a göre ise (1989), “organizmaların strüktürel mühendisliği dışında, diğer değerleri ile binaların tasarımında benzerlikler yer almaktadır... Hayvanlar ve binalar, ikisi de az ya da çok yoğunlukta her parçaya nüfuz eden, tübüler ağlar ya da geçitler gibi farklı türde sirkülasyon sistemlerinden beslenmektedir.” Dolayısıyla, biyoloji ve mimari tasarımdaki bu tür benzerliklerden yararlanarak alometrik çalışmaları, tasarımda mevcut organizasyon analizlerinin yanında, tasarımın potansiyel ve dinamiklerinin belirlenmesinde de kullanmak mümkündür.

Ancak, alometri kavramını yapı formu üzerinden ele alan ilk isim Ranko Bon (1973) olmuştur (Steadman, 2006). Bon, (1973) farklı ölçekte 20 konut birimi için mekân boyutları ve ilişkileri üzerine alometrik bir çalışma gerçekleştirmiştir (Steadman, 1989). Çalışmasında, mekan boyutlarını yüzey alan olarak (ft^2) ve ‘sirkülasyon ihtiyacında minimum mesafe’ adıyla mekan ilişkilerini geometrik olarak (ft) ağlarla

tanımlayan Bon, bu iki değerin farklı ölçeklerdeki ilişkilerini logaritmik bir tablo üzerinden değerlendirmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Bon'un çalışmasında alometrik olarak oluşturulan ağ organizasyonunda toplam uzunluk ve toplam alanın değerlendirilmesi (Steadman, 1989; Orijinali için, Bon, 1973).

Şekil.3.18' deki ilk figürde Bon'un mekanlar arasındaki mesafeleri belirlediği 'sirkülasyon ihtiyacında minimum mesafe' olarak adlandırdığı ağların kullanım biçimi yer almaktadır. Grafik tabloda ise farklı konut birimlerine ait mesafe ve alan için tatmin edici yüzey oranı ise 1.07 olarak izometri çizgisi tanımlanmıştır. Ancak, daha sonra konutların tümünde oda sayısı değişmeden elde ettiği farklı oranların, aslında 0.5 daha fazla eğimli yeni bir doğru oluşturduğu gözlenmiştir. Bu durumda yaşam birimlerinde oda sayısının sabit kalmasına rağmen, yüzey alanı ve uzaklıklardaki artış oranı farklı bir büyüme çizgisi oluşturmaktadır. Böylece, tahmin edilenden daha yukarıda bir eğim çizgisi ile pozitif alometri meydana gelmiştir. Bon'un çalışması her ne kadar mevcut formların analizi olarak görünse de mekânın biçimlenmesinde ölçek, kullanım amacının ilişkilendirilmesi açısından önemlidir.

Steadman (1989), alometrik uygulamaların mimari form oluşumundaki önemini şu örneklemeye açıklamaktadır; farklı ölçeklerde konut tasarımında ihtiyaç duyulan oda sayısı kullanım amacına göre şekillenirken, odaların genişlikleri konutların büyüklüğüne göre şekillenmektedir. Özel bir kullanım programı olmadığı sürece, oda boyutları konutun büyüklük çerçevesine göre oluşturulmaktadır. Doğal sistemlerdeki gibi mimarlıkta alometri kavramı dikkate alındığında, her bir biriminin oluşmasında

kullanım amacının ve birimlerin ilişkisinin bütün çerçevesinde değeri vardır. Bu bağlamda tasarım formuna hem parça-bütün işlevi hem de topolojik ilişkiler yön vermektedir. Kısaca, yapılar da doğal sistemler gibi hem topolojik hem de alometrik ilişkiler ile biçimlenmektedir.

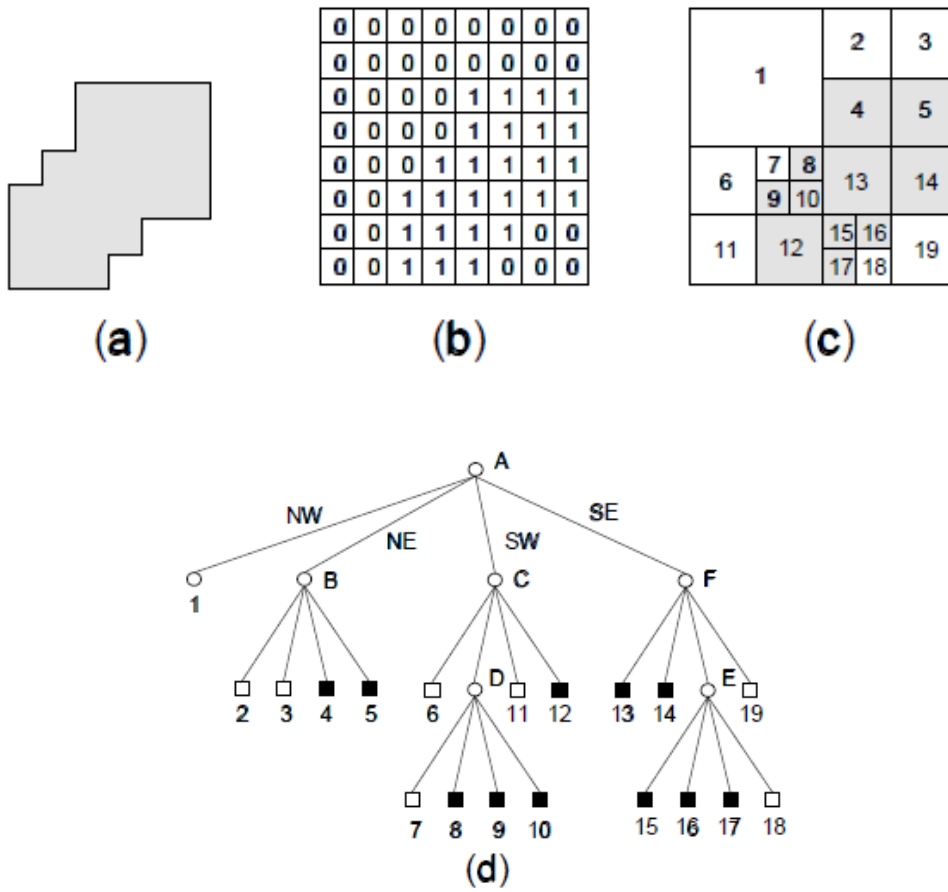
Doğal ya da yapay formların ortaya çıkmasında bağımsız organizasyonların yanında hiyerarşik sistemler de yer almaktadır. Dolayısıyla morfogenetik tasarımda ele alınan ağ topolojilerinin (topolojik bağların) alansal ya da hacimsel etkilerini alometrik çalışmalarda kullanmak mümkündür. Özellikle morfogenetik kapsamda mekân tasarımında, birimleri organizmalara benzer biçimde önceden tanımlanan ilişki ve görevler çerçevesinde organize etmek, sürdürülebilir formlara imkân tanımaktadır. Bu bağlamda, bu tür ilişkilerin morfogenesis kapsamında, dijital ortamda ele alınmasıyla farklı formlar üretilebilmektedir. Böylelikle, genellikle metabolik ve morfolojik ilişkileri barındıran alometrik değerler, birtakım sınırlandırmalar ile mimarlıkta dijital morfogenesis kapsamında ele alınabilmektedir. Alometrinin morfogenesis adaptasyonu sırasında kullanılabilecek dijital simülasyon tekniklerinden biri de mekansal veri strüktürleridir. Hem ilişkilerin değerlendirildiği hem de her bir sistemin bütün çerçevesinde değerlendirilmesine imkân sağlayan dijital tekniklerden biri de hiyerarşik veri strüktürlerinin oluşmaktadır.

3.2.2 Mimarlıkta alometri bağlamında mekânsal veri strüktürleri

Dijital morfogenesis biçimlenmenin alometrik değerler çerçevesinde gerçekleşmesi için farklı ilişkilerin açığa çıkardığı sistemdeki her bir bileşenin, bütünü çerçevesinde hacim kazanması gerekmektedir. Ancak bu şekilde ihtiyaç kapsamında ortaya çıkan tasarım bileşenleri, hem bütün çerçevesinde hem de eşdeğerleriyle kurdukları ilişkilerce biçimlenebilecektir. Bu bağlamda, topoloji ve alometri değerlerinin bütün çerçevesinde tanımladığı ilişkilerin mekânsallaşması için hiyerarşik veri strüktürlerini kullanmak mümkündür. Bu yönüyle, mekânsal veri strüktürlerinde oluşturulan hiyerarşik ağlar, farklı müdahaleler ile içe ya da dışa doğru büyüyerek yeni organizasyon ve formlar üretebilmektedir.

Mekânsal veri tabanında hiyerarşik veri strüktürlerinin kullanılması, veride yer alan farklı kümeler için hesaplamalı kaynaklara odaklanmaya imkân sağlamaktadır; genel olarak tüm veri strüktürleri bu amaçla kullanılsa da özellikle hiyerarşik veri strüktürleri, uygulama kolaylığı ve şeffaflık açısından avantaj oluşturmaktadır

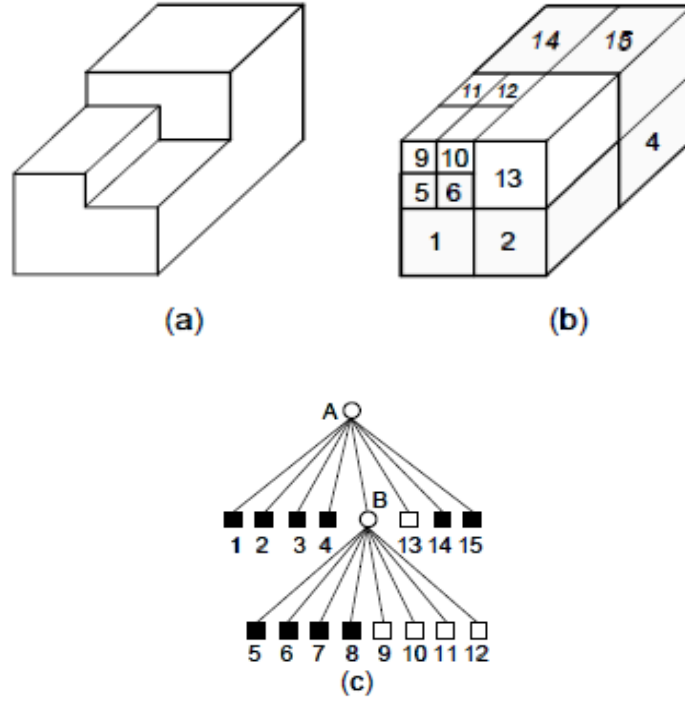
(Samet, 1995). Birer ‘ağaç’ (tree) olarak kullanılan bu strüktürler, verinin alt sınıflarına kadar ulaşmaya olanak tanıdığından ve açık olduklarından dolayı oldukça kullanışlıdır (Samet, 1990). Grafik anlatımda ağaç, bir noktanın bir veya daha fazla farklı nokta ile doğrusal olmayan, hiyerarşik bağlantılardır (Samet, 1990). Mekân temsiliinde yaygın olarak kullanılan türleri ise (octree ve quadtree) sekizli ve dörtlü ağaç teknikleridir. Sekizli ve dörtlü ağaç veri strüktürlerinin kullanımıyla, ele alınan form ya da dokunun farklı komşuluk (yakınlık) ve akrabalık (ebeveyn-çocuk) ilişkilerini hiyerarşik ağ sistemleri olarak ortaya çıkarmak mümkündür (Şekil 3.19, 20).



Şekil 3.19: Mekânsal veri strüktürlerinden Quadtree (dörtlük ağaç) tekniğinin uygulanması, (Samet, 1995).

Octree mevcut bir doku, çizgi ya da noktalar kümesini oluşturan bileşenlerin ızgara sistem üzerinden mekân hiyerarşisinin kurulmasını sağlamaktadır. Şekil 3.19’ da yer alan figür (a) seçili alanı, (b) seçili alanın ikili dizide (binary array) temsili, (c)

maksimum sayıda oluşturulan blokları ve gölgelendirilmiş seçili alan bloklarını, (d) ise bu bloklara karşılık gelen dörtlü ağacı (quadtree) temsil etmektedir.

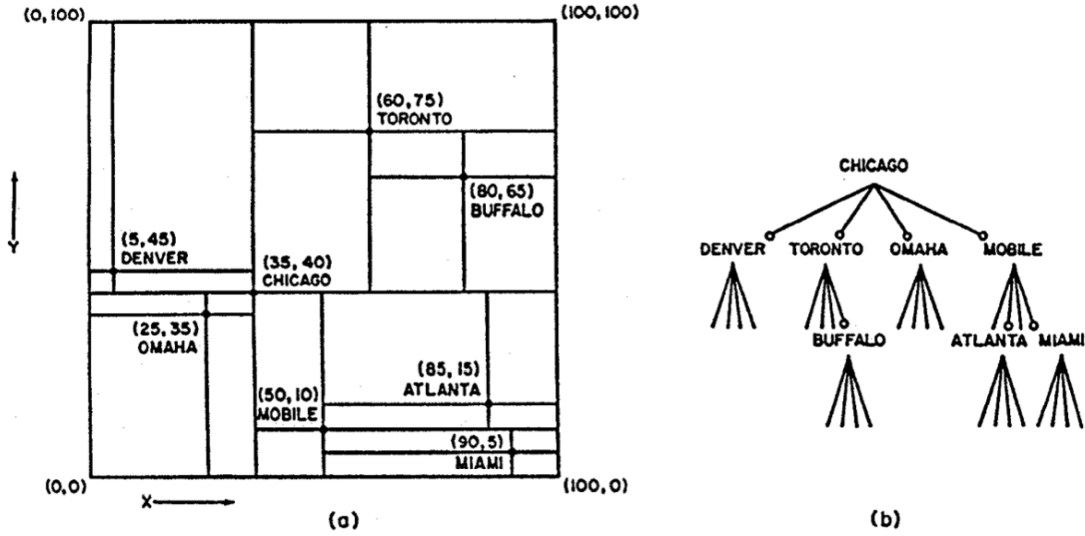


Şekil 3.20: Mekânsal veri strüktürlerinden Octree (sekizlik ağaç) tekniğinin uygulanması (Samet, 1995).

Sekizli ağaç, dörtlü ağaç tekniğiyle hemen hemen aynı prensipte çalışmaktadır. Quadtree (dörtlü ağaç) tekniğinde uygulanan kuralların üç boyutta uyarlanmasıyla octree (sekizli ağaç) tekniği ortaya çıkmaktadır. Sekizli ağaç, dörtlü ağaçta kareler ile temsil edilen mekânsal verinin küpler ile temsil edilmesidir. Ancak, sekizli teknikte sistem ızgara yerine sekiz parçalık blok küplerden oluşmaktadır. Oluşturulan ağaçta ise koyu renkli çocuklar, gölgelendirilmiş alanları göstermektedir. Dolayısıyla, sekizli ağaçta dörtlük ağaca göre daha fazla komşuluk ilişkisi yer almaktadır. Sekizli ağaç da aynı şekilde form analizinde ya da form oluşturmada kullanılabilir. **Şekil 3.20**'de figür (a) üç boyutlu bir objeyi, (b) bütünün ve şeklin bloklara ayrışmasını, (c) ise (octant tree) sekizlik ağacı temsil etmektedir.

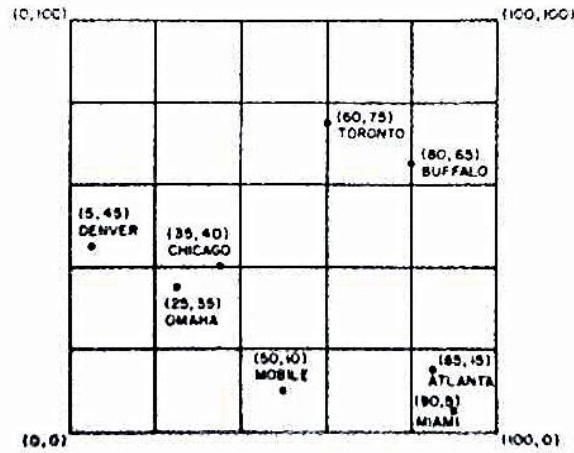
Alometri kapsamında organizasyon, bağlantı ve oranların net bir biçimde kullanılmasında tasarımda ağ topolojileri ile oluşturulan veri değerleri büyük önem taşımaktadır. Mevcut form öğelerinin hiyerarşik strüktürlerinin oluşturulmasının yanında, tam tersi olarak dörtlü ve sekizlik ağaç teknikleri sayesinde mevcut hiyerarşik ilişkilerden yeni formların oluşumunu bir bütün çerçevesinde takip etmek

mümkün olmaktadır. Bu kapsamda, dörtlü ağaç ve sekizli ağacın dijital morfogenesis kapsamında büyüme ve organizasyon ağ topolojileri ile belirli bir dereceye kadar birlikte değerlendirilebilecektir. Dolayısıyla quadtree ve octree teknikleriyle, mevcut bir doku ya da noktalar kümesinden oluşan organizasyon analizi yapılabilmekte ya da tanımlanan bileşen ve organizasyon ile doku ya da form oluşturulabilmektedir. (Şekil 3.21,22) Ancak bu süreçte dikkat edilmesi gereken birtakım kurallar mevcuttur.



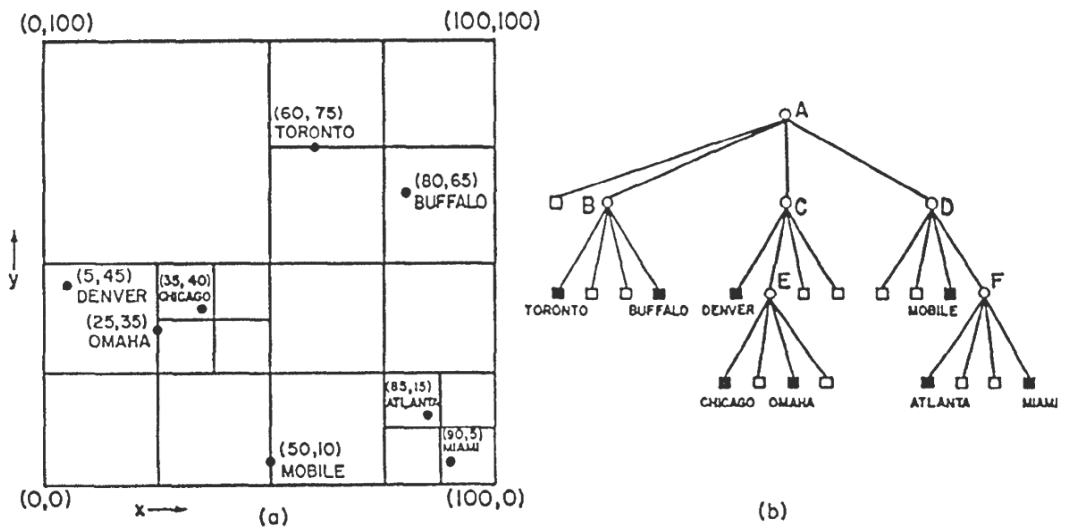
Şekil 3.21: Nokta dörtlü sistemin temsiline bir örnek (Samet, 1995).

(Şekil 3.21) Merkez noktasının (35,40) Chicago alındığı bu örnekte sistem ilişkileri bütün çerçevesinde hiyerarşik düzende oluşturulmuştur. Şekilde (b) organizasyonu (a) grafiğini ortaya çıkarmaktadır.



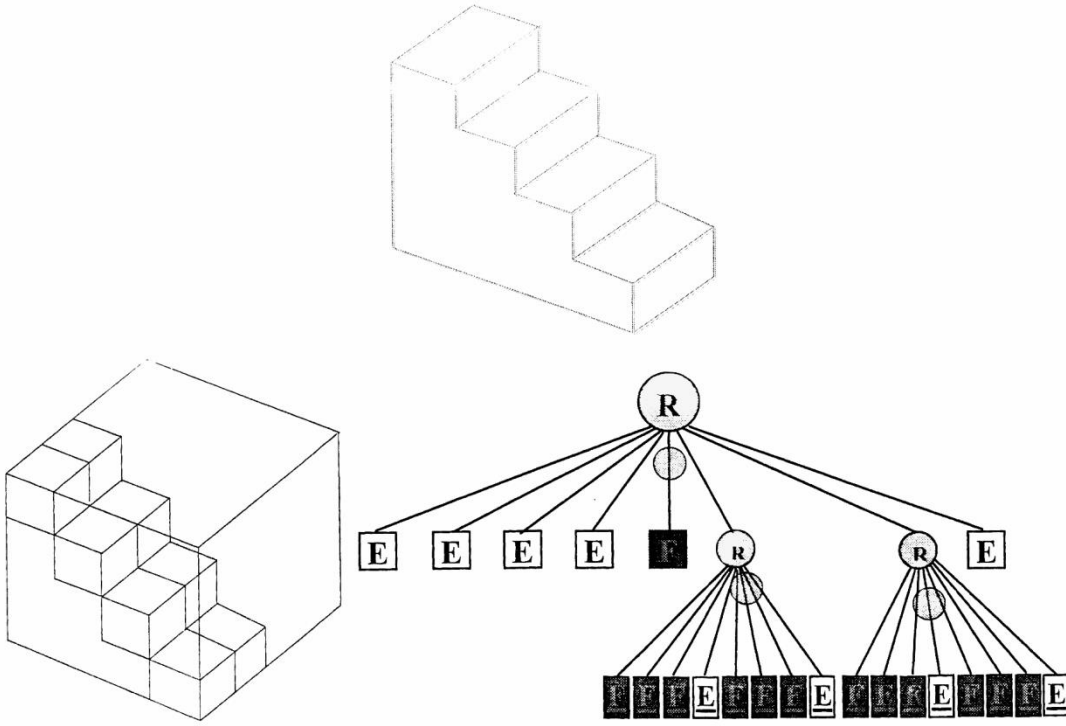
Şekil 3.22: Mevcut bir harita üzerinde yer alan merkez noktalarının analiz için ızgara düzene yerleştirilmesi (Samet, 1990).

Şekil 3.22'de haritada yer alan koordinatlar, birimleri arasındaki ilişkilerin temsil edilebilmesi için 20 birim karelik alanlardan oluşan ızgara sistemde bir düzeneğe oturtulmuştur. Ancak bu şekilde kullanılan ızgara sistemde, birimlerin bulundukları alanlar eşit büyüklükte olduğundan, hiyerarşik bir ilişkinin kurulması (sistemin sabit bir oranda alt parçalara ayrılması) mümkün olmamaktadır. Sistemdeki mekân hiyerarşisinin daha derinlik kazanabilmesi için, dörtlü teknikteki temel prensiplerin takip edilmesiyle sistemin hassaslık derecesini değiştirmek mümkündür. Örnekte yer alan 100 birim karelik alanın, eşit değerlerde ve çok sayıda parçalanabilmesi için dörtlü teknikte en az 25 birim karelik alanlara bölünmesi gerekmektedir (**Şekil 3.23**).



Şekil 3.23: Point Region Quadtree (nokta alan dörtlü ağaç) tekniğinin uygulama örneği (Samet, 1995).

Şekil 3.23' te (b) ağaç bazında yakınlık ilişkilerini, (a) ise eyaletlerin (b)'deki bağlı noktalar ile ızgara düzende dağılımını temsil etmektedir. Yine sistemin bir bütün çerçevesinde değerlendirilmesi, ancak bulunduğu konuma göre alan değerinin ilişkiler üzerinden sağlanmasında nokta-alan ağaç kullanılmaktadır.



Şekil 3.24: Basit bir mimari formun sekizli ağaç kapsamında ele alınması (Sadjadi, 2009).

Bu tekniğin dezavantajı ise, nokta bölgelerden oluşan hiyerarşik ağaç strüktürlerinde en yakın iki nokta arası mesafenin, bazı durumlarda sistemde en fazla parçalanmaya sebep olmasıdır. Başka bir deyişle, eğer iki nokta birbirine çok yakınsa ayrılma çok derindir (Samet, 1995). Samet'e göre bu dezavantajdan kurtulmak için (bölge-ağaç) R-tree ya da R+tree kullanarak ayrıştırma yapmak mümkündür (Samet, 1995). Alometri bağlamında bu durum için bir başka alternatif ise, benzer bir şekilde sistemi oluşturan tanımlı noktaları, arzulanan parametrelerde (clustering) kümelemektir. Küme analizi, temel olarak ilişkisel teorilere dayansa da veri strüktürlerinde oldukça sık bir biçimde, çok sayıda farklı sürecin sınıflandırılmasında kullanılan genel bir terimdir (Tupper, 2011).

4. MİMARLIKTA AĞ TOPOLOJİLERİ VE ALOMETRİ BAĞLAMINDA MORFOGENETİK BİR TASARIM YAKLAŞIMI

4.1 Tasarım Çalışması Kavram ve Hedefi

Tezin önceki bölümlerinde de bahsedildiği üzere, literatürde, doğal morfogenesinin formüle edilerek mimarlıkta kullanılmasına yönelik pek çok farklı yaklaşım ve tasarım yer almaktadır. Bu tür çalışmalar, tasarım süresince karşılaşılan olası problemlerle etkin bir şekilde baş edebilmeye ve bu kapsamda nitelikli, özgün ve etkin alternatifler üretmeye olanak sağlamaktadır.

Bu kapsamda, doğal sistemlerdeki sürecin model alınmasında, dijital ortam ve tasarım teknikleri önemli derecede rol almaktadır. Hesaplamalı tasarım sayesinde, morfogenetik sürece ait değerler birtakım indirgemelerle simüle edilebilmekte; karmaşık organizasyonlar basit kurallar ile tanımlanarak analiz edilebilmektedir. Dijital morfogenesisi mimari tasarımda yalnızca form üretme, hesaplama ya da tasarım analizinde değil; tasarımda yer alan farklı mekân ilişkilerinin organizasyonlarında ve mekânların boyutlanmasında kazanmasında değerlendirmek mümkündür.

Doğa ve mimarlığın dikkat çeken ortak değerlerinden biri de her iki alanda biçimlenmenin, bileşenlerinin sahip olduğu karakteristik özelliklerinin yanında, tasarım bütününde yer alan farklı ölçek ve değerlerde tanımlı, yapısal ve çevresel ilişkilere dayanmasıdır. Mimari tasarımda da farklı ilişkiler kapsamında mekân organizasyonu söz konusu olduğunda, bu ilişkileri desteklemek ve tasarım alanının etkin bir şekilde kullanımını sağlamak önemlidir. Çevre ve iklim değerlerinin yanında, üretilecek alanların farklı kullanım ve komşuluk ilişkilerini bir bütün çerçevesinde dikkate alabilmek ve bu organizasyon için gereken hacimlerin oluşturulmasında da aynı hassasiyeti gösterebilmek tasarımın sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

Dolayısıyla, önceki bölümlerde yer alan alometri ve ağ topolojileri kavramlarının mimari tasarımın biçimlenmesinde yer alması bu bağlamda önem taşımaktadır. Ağ

topolojilerinin dikkate alınmasıyla tasarımda yer alacak farklı birimlerin organizasyonunu çevre ve komşuluk ilişkilerini desteklemek mümkündür. Ağların esneklik ve büyüyebilme özelliği sayesinde önceden tanımlı mekân ve kullanım ilişkileri, belirli kurallarla farklı şekilde yapılandırılabilir. Alometrik değerlerin mimarlıkta kullanılması ile tasarımdaki birimlerin sahip olduğu ilişkiler doğrultusunda hacim kazanması amaçlanmaktadır. Tasarımı oluşturan öğeler bir bütün çerçevesinde değerlendirildiğinde, her bir birimin hacim kazanması komşuluk ilişkileriyle oluşmaktadır.

Tezin bu bölümünde de, bu kapsamda bir tasarım denemesi yer almaktadır. Çalışmada, tasarımda yer alan farklı işlev ve kullanıcı türüne yönelik mekânsal ve kullanım ilişkilerinin hacim oluşumuna etkisi, ağlar ve alometri bağlamında ele alınmaktadır. Amaç, ilişkilerin hacim kazanmada süreç belirleyicileri olarak etkilerini gözlemlemek; bahsedilen alometrik değerlerin ve ağ topolojilerinin yapısal oluşumda nasıl ele alınabileceğine dair çıkarımlarda bulunabilmektir. Bu kavramlardan dijital morfogenezis kapsamında birarada yararlanılmaktadır.

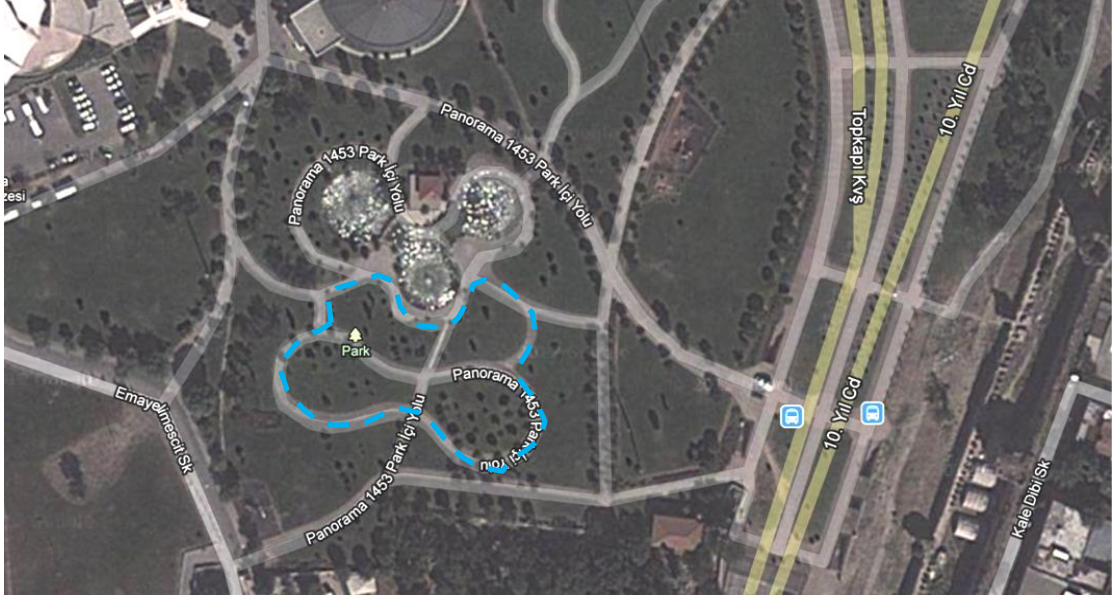
4.2 Tasarım Senaryosu ve Alan Seçimi

Tasarım denemesinde farklı kullanım ilişkilerinin tasarımın biçimlenmesine olan etkisi morfogenezis bağlamında ele alındığından, tasarım senaryosu da farklı kullanıcılara ve mekân boyutlarına ihtiyaç duyan ve bu birimler arasındaki ilişkilerden beslenen bir tasarım üzerine kurulmaktadır. Dolayısıyla, çalışma için, aynı anda farklı kullanıcı (işlev) grubu ve çevre değerlerine bir arada hizmet edebilecek, komşuluk ilişkilerinin bir bütün çerçevesinde önem kazandığı ve desteklendiği bir tasarım konusu öngörülmekte; kullanım (işlev, kullanıcı grubu) ve çevre (tasarım alanı ve iklim) değerlerinin alometri ve ağ topolojileri üzerinden belirli parametrelere indirgenebildiği, karma ve esnek kullanımlara imkân sağlayan, hafif strüktürlü bir mekân tasarımı önerilmektedir.

Bu kapsamda, tasarım senaryosu olarak, açık alanda, farklı kullanıcı grupları ve mekân boyutlarını içeren kullanım ve komşuluk ilişkilerinin önem kazandığı geçici mekânlar üzerine durulmaktadır. Seçilen bölgenin de farklı birlikteliklere ve kullanımlara potansiyel oluşturması gerekmektedir. Dolayısıyla, çalışma için farklı boyutlarda açık, kapalı ve yarı-açık mekânlardan oluşan, çocuk, genç ve yetişkin olmak üzere üç farklı kullanıcı grubuna hitap edebilecek bir senaryo önerilmektedir.

Üretilen bu senaryoda, bir park alanında gençlerin kullandığı mekânların, daha geniş ve yaygın olduğu, çocukların gençlere oranla daha az, küçük ve birbirine yakın mekânlarda bulunduğu, yetişkinlerin ise çok daha seyrek ve daha küçük alanlara sahip olduğu bir tasarım stratejisi benimsenmektedir.

Çalışma alanı olarak ise, senaryo kapsamında geniş bir park alanı içerisinde farklı kullanıcı potansiyelleri barındıran ve kullanıcı çeşitliliğinin sağlanmasına ihtiyaç duyan İstanbul Topkapı'da bir şehir parkı seçilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Çalışma alanı, Topkapı, İstanbul, Google Earth, Mart, 2013.

4.3 Kullanılan Yöntem, Ortam ve Araçlar

Farklı ölçeklerdeki ilişkilerin temel alındığı karmaşık sistemlerde, hâkimiyetin en kuvvetli olduğu an, sistemin olabilecek en temel bileşenlere ayrılmasıyla mümkündür. Bu kapsamda, tasarımı oluşturan birimler arasında mümkün olduğunca hiyerarşik ya da bağımlı ilişkiler kurulmaktadır. Çalışmada, farklı işlevler ve kullanıcı gruplarından oluşan karmaşık organizasyonlar için önceden tanımlanan yapısal ve çevresel ilişkiler, dijital ortamda mümkün olan en basit düzeyde temsil edilerek, dijital morfogenezis bağlamında kullanılmaktadır. Bu süreçte tündengelim ve tümevarım yaklaşımlar birlikte yer almaktadır. İlk aşamada tündengelim bir yaklaşımla, mekân ilişkileri ve grup hiyerarşileri mevcut değerler (kullanım değerleri) üzerinden tanımlanmaktadır. Ağların geometri ve matematik değerleriyle kullanılması mevcut ilişkilerin simülasyonunda yer almaktadır. İkinci aşamada ise

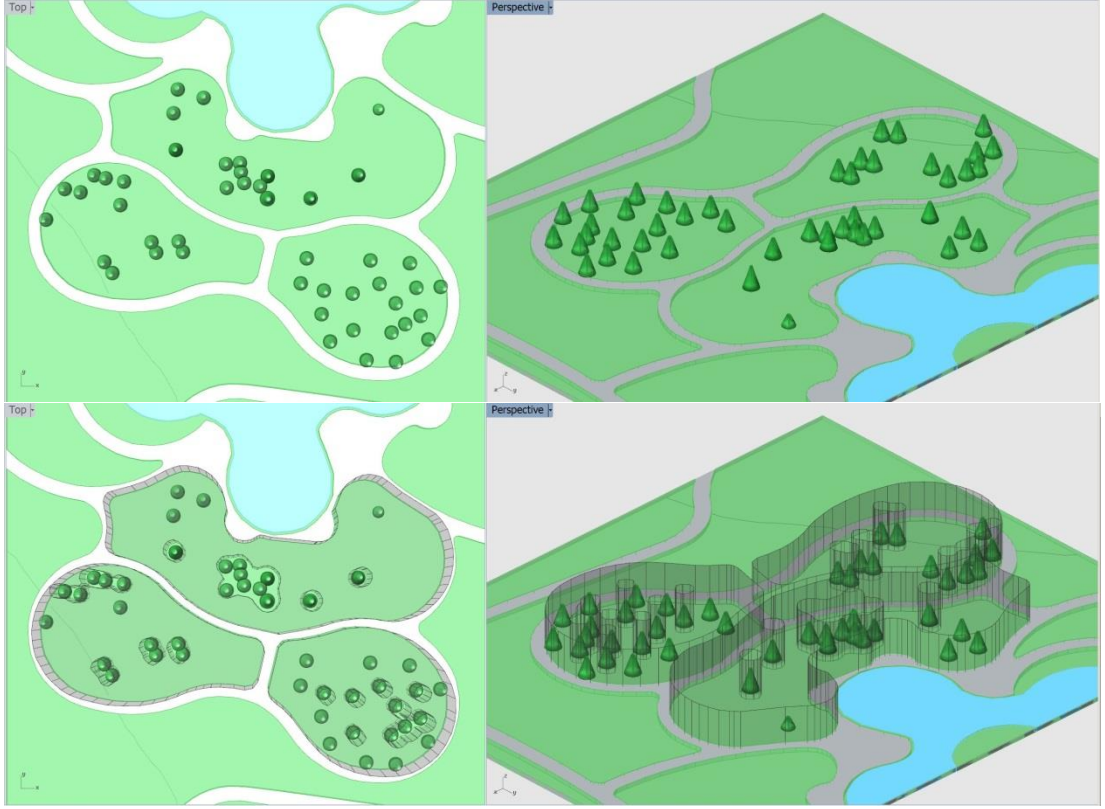
tanımlanan değerler ile farklı alternatifler türetebilmek üzere tümevarım bir yaklaşım benimsenmektedir. Burada mekânsal veri strüktürleri ile ilişkilerin farklı paramterelerde kullanılmasıyla farklı tasarım önerileri üretilmektedir. Tamamı dijital ortamda ele alınan bu tasarım denemesinde, sırasıyla Rhino 5.0'te yer alan Grasshopper V.9, WeaverBird eklentileri ve AutoCAD 2013 yazılımları kullanılmaktadır. Bu aşamada topolojik ilişkilerin (ağların) simülasyonunda Grasshopper'da yer alan 'proximity' (mesafe), alometrik değerlerin uyarlanması ise 'octree' (sekizli ağaç) araçları kullanılmaktadır. Ağ birimlerinin alan içerisindeki optimizasyonunun sağlanmasında Grasshopper'da Galapagos aracı kullanılmaktadır. Son aşamada ise ortaya çıkan sistemin üretilebilir hale getirilmesi için, örüntüye (mesh) dönüştürülmesinde AutoCAD ve Rhino WeaverBird'den yararlanılmaktadır.

Bu değerlerin tanımlanması ve sırayla kullanılmasıyla bir bütün çerçevesinde oluşturulacak farklı kullanımlara yönelik ve kullanım ilişkilerinin dikkate alındığı bir tasarım çalışması yapılmaktadır.

4.4 Tasarım Süreci

Doğal morfogenezis, birimlerin karakterlerinde yer alan tanımlı değerlerin (genetik davranışların) yanında, çevre ve komşuluk ilişkileri çerçevesinde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, bu tür organizasyonlarda, bilinen değerlerden bilinmeyene doğru yarı-determinist bir süreçten bahsetmek mümkündür. Bu morfogenetik mimari tasarım çalışmasında da doğal sistemlerin ortaya çıkmasındaki gibi yarı-determinist bir yaklaşım benimsenmektedir. Çalışmada, mekânların sahip olması gereken komşuluk ilişkileri, hacim-alan kullanım ihtiyaçları ve çevre sınırları gibi önceden tanımlı değerlerden, tahmin edilemeyecek, ancak etkin formlar üretmek amaçlanmaktadır. İlk aşamada, mekân ihtiyacı bağlamında, birimler arasındaki önceden tanımlı ilişkilerin kullanılması, tüm dengeli bir yaklaşım olarak nitelendirilirken, daha sonra her bir birimin komşuluk ilişkileri ve bütününe bağlı olarak hacim kazanması, tümevarım bir yaklaşımı temsil etmektedir.

Sürecin ilk aşamasında, proje alanı için tanımlanan sınırlar dijital ortama yansıtılır. Eğimsiz bir topografyada üç ada parçasından oluşan yaklaşık 4135 m² proje alanı, mevcut ağaçlar ve yaya yolları ve peyzaj düzenlemesi ve kat yüksekliği ile sınırlandırılmaktadır. Bu kapsamda tasarım alan sınırları **Şekil 4.2**'deki gibi dijital ortama yansıtılmaktadır.



Şekil 4.2: Tasarım alanının sınırlandırılması.

Çalışmanın alometri bağlamında gerçekleşmesi, mekânların tasarımında hacim değerlerinin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu sebeple tasarım için önerilen kullanım değerleri alan ve hacim üzerinden belirlenmektedir.

Sonraki aşamada, tasarımda yer alacak mekânlar arasındaki hiyerarşiyi oluşturmak için, mekân üretiminde kullanılacak hücre belirme noktaları oluşturulur. Bu noktaların miktarı, başlangıçta tündengelim bir yaklaşımla hesaplanmaktadır. Sınırlandırılan tasarım alanına ait 30541m^3 hacmin, senaryo kapsamında 4 metrelik (64m^3) bloklara bölünmesi öngörülmektedir. Bu şekilde, alan için kullanmak üzere 477 adet blok, dolayısıyla aynı miktarda belirme noktası tanımlanmaktadır. Ortalama mekân değeri olarak tanımlanan 4m'lik blokları, farklı tasarım senaryolarına ve alan değerlerine göre daha küçük ya da büyük olarak tanımlamak; farklı miktarda hücre belirme noktaları üretmek mümkündür. Tasarım alan değerine bağlı olarak, belirme noktalarının değerlerinin yüksek olmasıyla, yapı ölçeğinden kent ölçeğine kadar çeşitli yerleşim alternatifleri üretmek mümkün olacaktır. Bu durumu, doğal sistemlerde benzer organizasyonların farklı ölçeklerde yer almasıyla bağdaştırmak mümkündür.

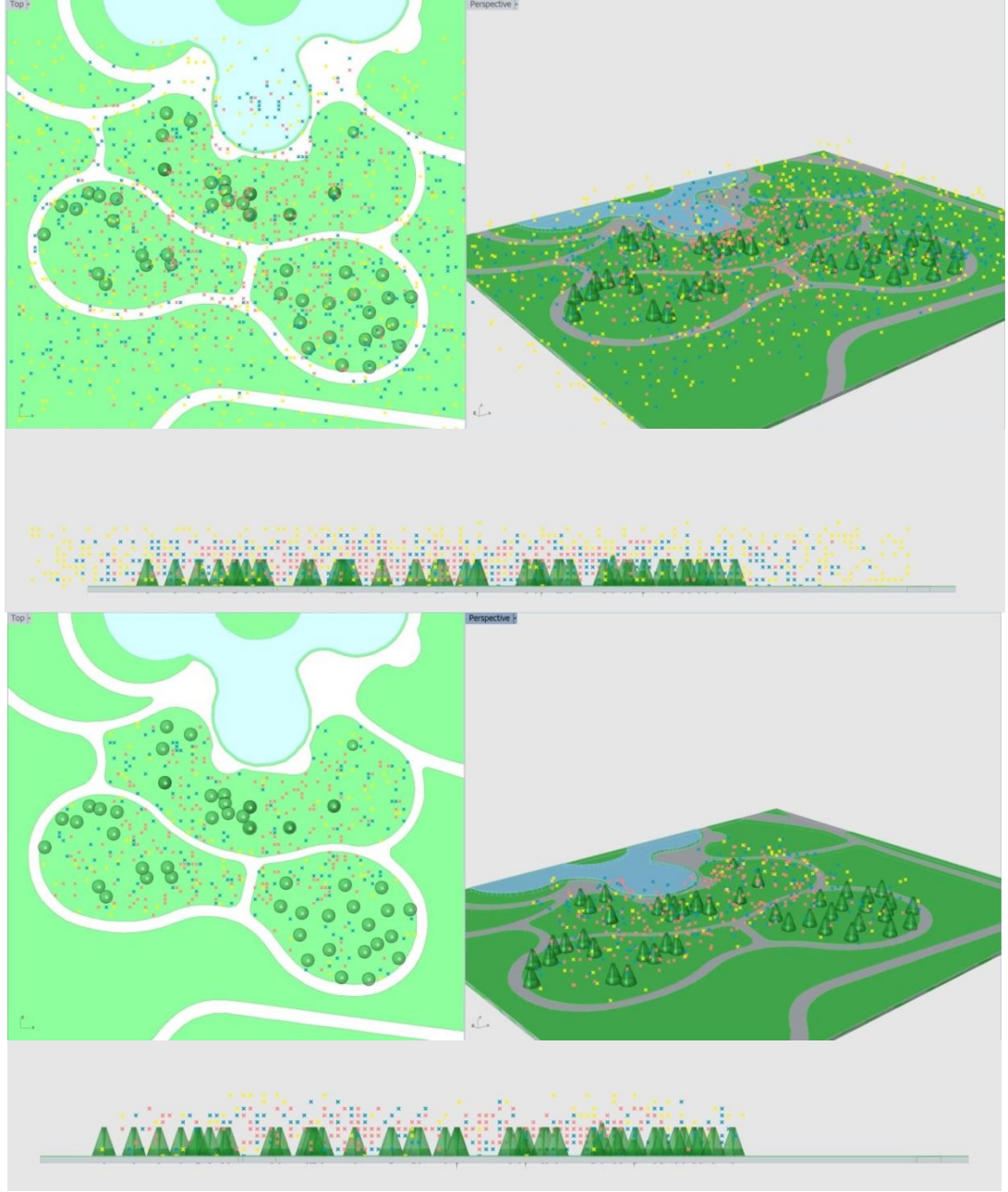
Bir sonraki aşamada, yine senaryo kapsamında çocuk, genç ve yetişkinler olmak üzere kullanıcı grupları arasında mekan hiyerarşisi ve ağ ilişkileri tanımlanır. Tanımlanan değerler, sonraki aşamalarda gerçekleştirilecek seçimlerde kullanılmaktadır. Senaryo kapsamında gruplara ait baskınlık oranları ve ağ üretim değerleri **Çizelge 4.1**'de yer almaktadır.

Çizelge 4.1: Gruplara ait baskınlık ve ağ üretim değerleri.

Kullanıcı Türü	Öngörülen alan kullanım katsayısı (baskınlık oranları)	Başlangıç hücre belirme nokta değerleri	Optimizasyon sonucu alan ağ belirme nokta değerleri	Hücreler arası en yakın ve uzak bağ değerleri	Her bir hücrenin kurduğu maksimum ağ sayısı
Genç	3	477pt	238pt	10-8	2
Çocuk	2	477pt	159pt	7-5	5
Yetişkin	1	477pt	79pt	5-3	3
Toplam	6	1431pt	477pt	-	-

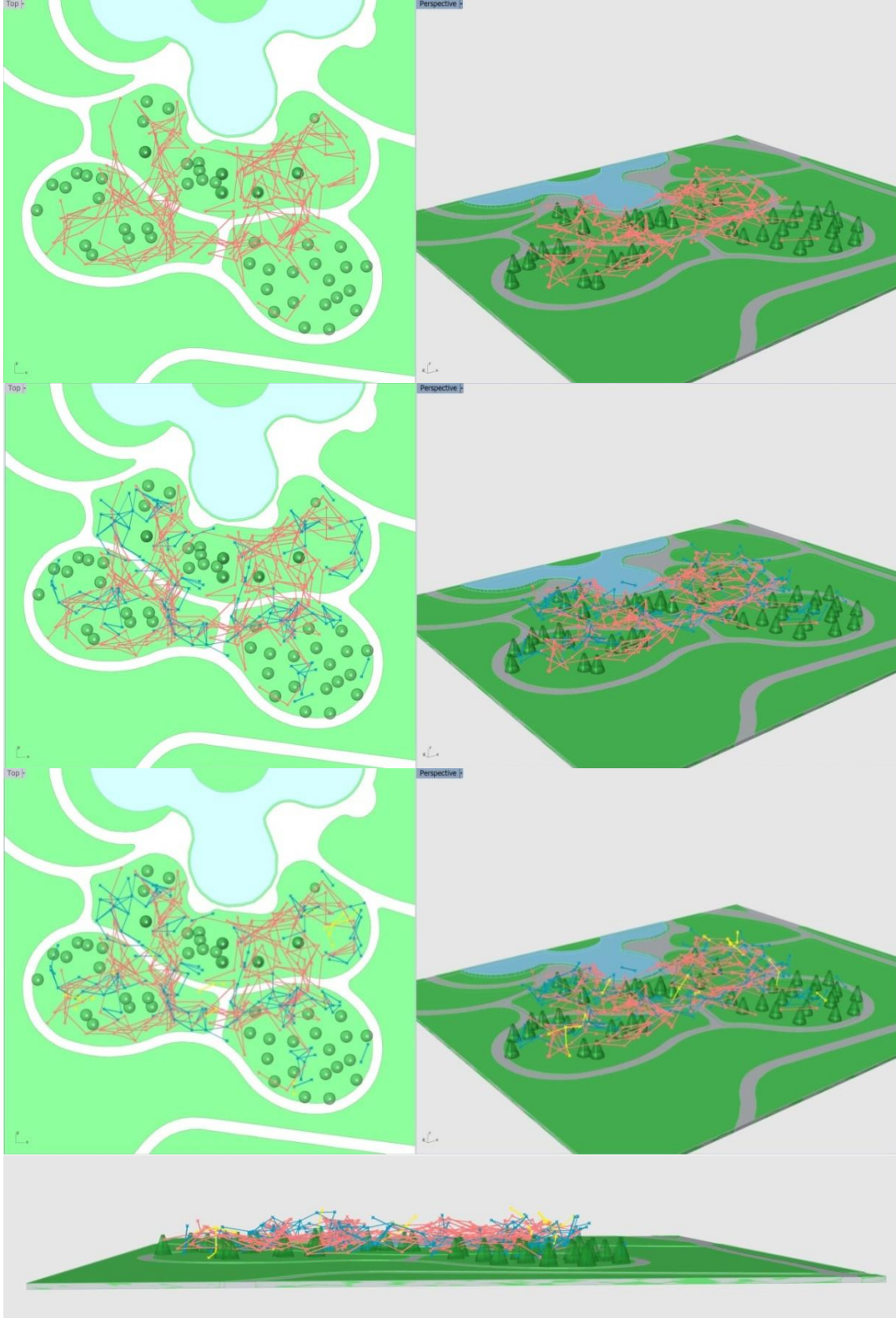
Çizelgedeki değerler, mekân dağılımında gençlerin baskın olduğu, çocukların daha az ve etkin olduğu, yetişkinlerin de en az etkin olduğu dikkate alınarak öngörülmektedir. Çalışma boyunca, çocuklara ait birimler mavi, gençlere ait olanlar kırmızı ve yetişkinler için üretilenler ise sarı renk ile temsil edilmektedir.

Bu değerlerin tanımlanmasından sonra, tasarım süreci tümevarım yaklaşımla devam etmektedir. Ağların oluşturulmasında mekân hiyerarşisinde tanımlanan tüm noktalar kullanılmamaktadır. Bu noktaların ağ organizasyonunda yer alabilmesi için, doğal morfogenesise benzer biçimde, noktaların tasarım alanına optimizasyonu ve seçilimi gerekmektedir. Biçimlenme sırasında hiyerarşinin korunabilmesi için, ağ belirme noktaları, baskınlıkları oranında organizasyona katılmaktadır. Bu bağlamda, başlangıçta her bir grup için tanımlanan 477 belirme noktası (**Şekil 4.3**), **Çizelge 4.1**'de yer alan değerlere göre optimizasyona uğrar. Böylece süreçteki ilk seçim gerçekleşir.



Şekil 4.3: Tüm gruplar için başlangıç noktalarının dağılımı ve belirli oranlarda alan içerisine yerleşmesi.

Alan üzerinde üretilen noktaların optimizasyonu sırasında Grasshopper'da yer alan Galapagos (evrimsel çözümleme) aracı kullanılmaktadır (**bkz. EK B**). Optimizasyon sürecinde, zamana bağlı olarak üretilen ilk çözüm önerisi kabul edilmektedir. Aynı zaman diliminde birden fazla çözüm önerisinin yer alması durumunda ise, ilk olarak en fazla bağ üretimine olanak sağlayan öneri kabul edilmekte; herhangi bir öneri üretilmediğinde ise, başlangıç hücre noktaları yeniden üretilmektedir.

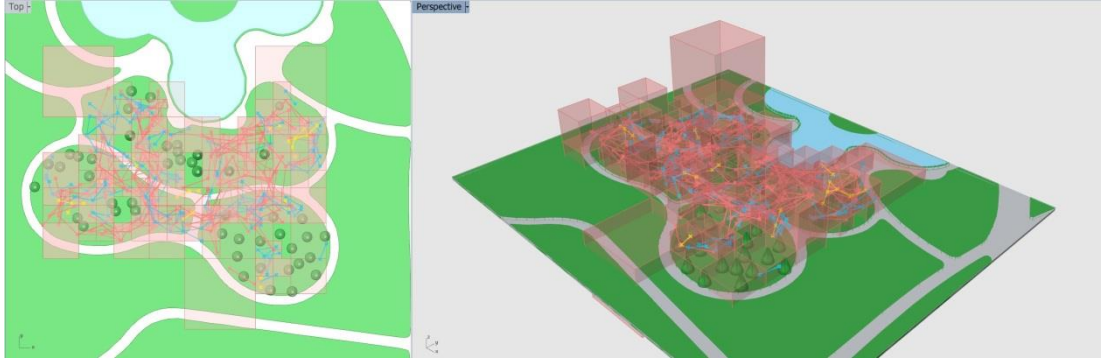


Şekil 4.4: Sırasıyla gruplara göre tanımlı ağ belirme noktalarının tasarım alan sınırları içerisinde optimizasyonu sonucu üretilen ağlar (1.seçilim sonu).

Ağlar sayesinde hücreler arasındaki topolojik ilişkiler görselleştirilmektedir. Böylelikle, her bir kullanıcı grubu için ağlar, topolojik ilişkiler, biçimlenmeye katılmak üzere ortaya çıkarılır. Birim organizasyonlarının nokta ve ağlar üzerinden simüle edilmesi ile tasarımda ihtiyaç duyulan mekân boyutları ve gruplar arasındaki ilişkiler, formüle edilerek daha basit ve kontrol edilebilir düzeyde ele alınmaktadır. Çalışmada, bağlar, Grasshopper’da yer alan proximity (mesafe) aracıyla farklı sayıda komşu ve mesafe değerlerine göre oluşturulmaktadır.

Sonraki aşamada, üretilen ağlara ait başlangıç noktalarının hücreleri oluşturmak üzere seçilimi ve bu hücreler ile ortaya çıkarılacak grup birlikteliklerinin belirlenmesi yer almaktadır. Doğal sistemlerde, aynı karakteristiğe ve göreve sahip hücreler, bir araya gelerek ve dokuları; dokular, organları ve sistemleri oluşturur. Ancak, organizasyon sırasında her hücre simetrik olarak birleşmemekte; organlar ise canlı türüne göre farklı boyutlarda yer almaktadır. Bu bağlamda, mekânsal veri strüktürlerinin form oluşumunda kullanılması bu bağlamda avantaj sağlamaktadır.

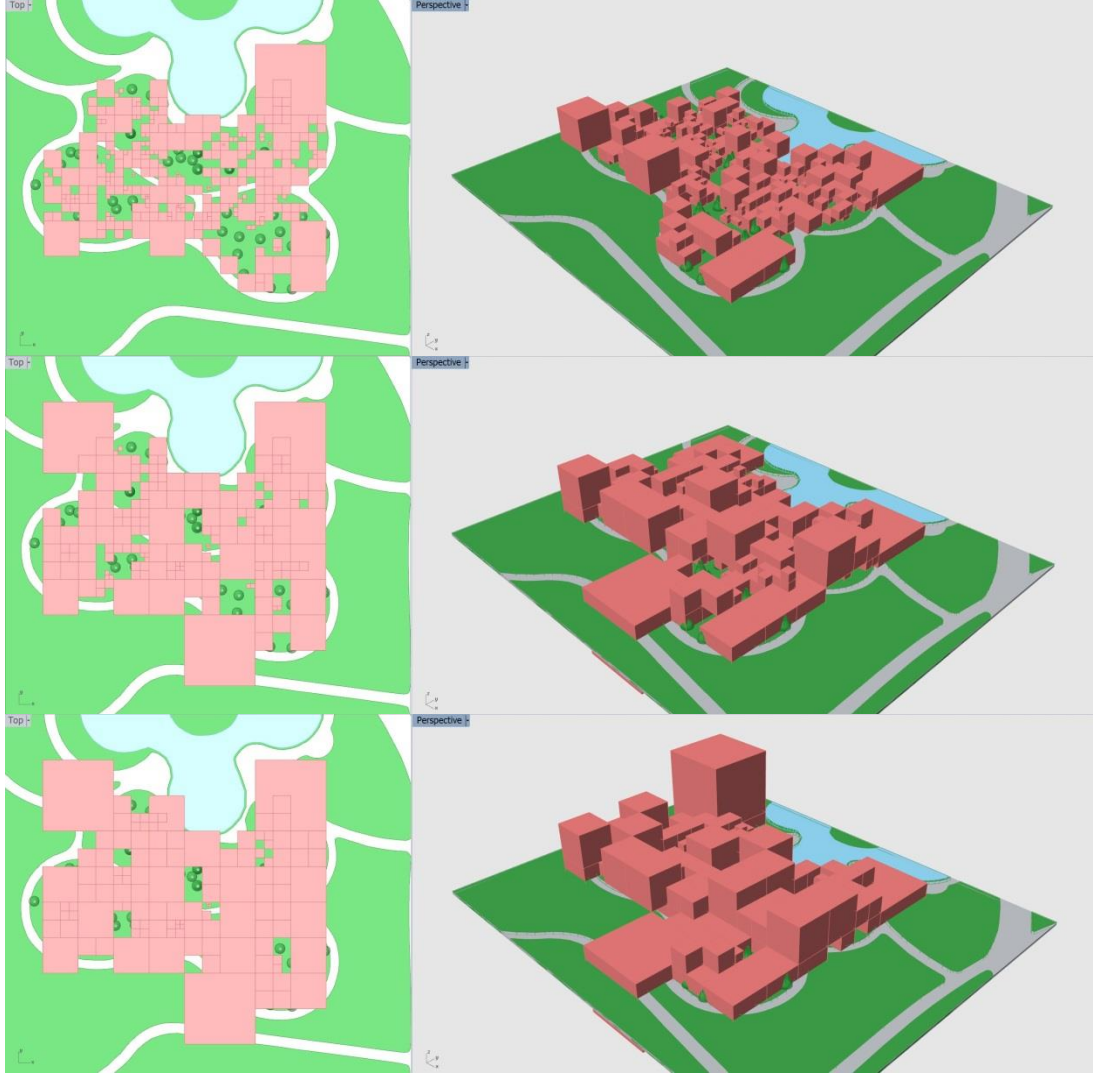
Bu aşamada, farklı grup noktaları birleştirilerek, mekânsal veri strüktürlerinden (point-region octree) nokta-alan sekizli ağaç tekniği kapsamında kullanılır. (Şekil 4.5)



Şekil 4.5: Üretilen ağ belirme noktaları için (octree) sekizli ağaç tekniğinin kullanılması.

Sekizli ağaç tekniği her bir belirme noktasını hacimsel olarak (üç boyutlu) dikkate alarak gerçekleştirmektedir. Böylelikle mekân üretimi alometrik değerlere uyumlu biçimde sağlanmakta; her bir mekân biriminin boyutu sistemin bütünü ve komşuluk ilişkileri çerçevesinde boyut kazanmaktadır.

Octree aracında, her bir hücredeki birim kapasitesi tanımlanabilmektedir. Böylelikle, farklı gruplara ait belirme noktalarının bazı hücrelerde kümelenmesi mümkün hale gelmektedir. Grasshopper’da yer alan (octree) sekizli ağaç aracıyla her bir gruba ait hücre belirme noktaları, tanımlanan eleman sayısına göre kümelenmekte; mekânsal veri strüktürleri kapsamında birimler hacim kazanmaktadır.

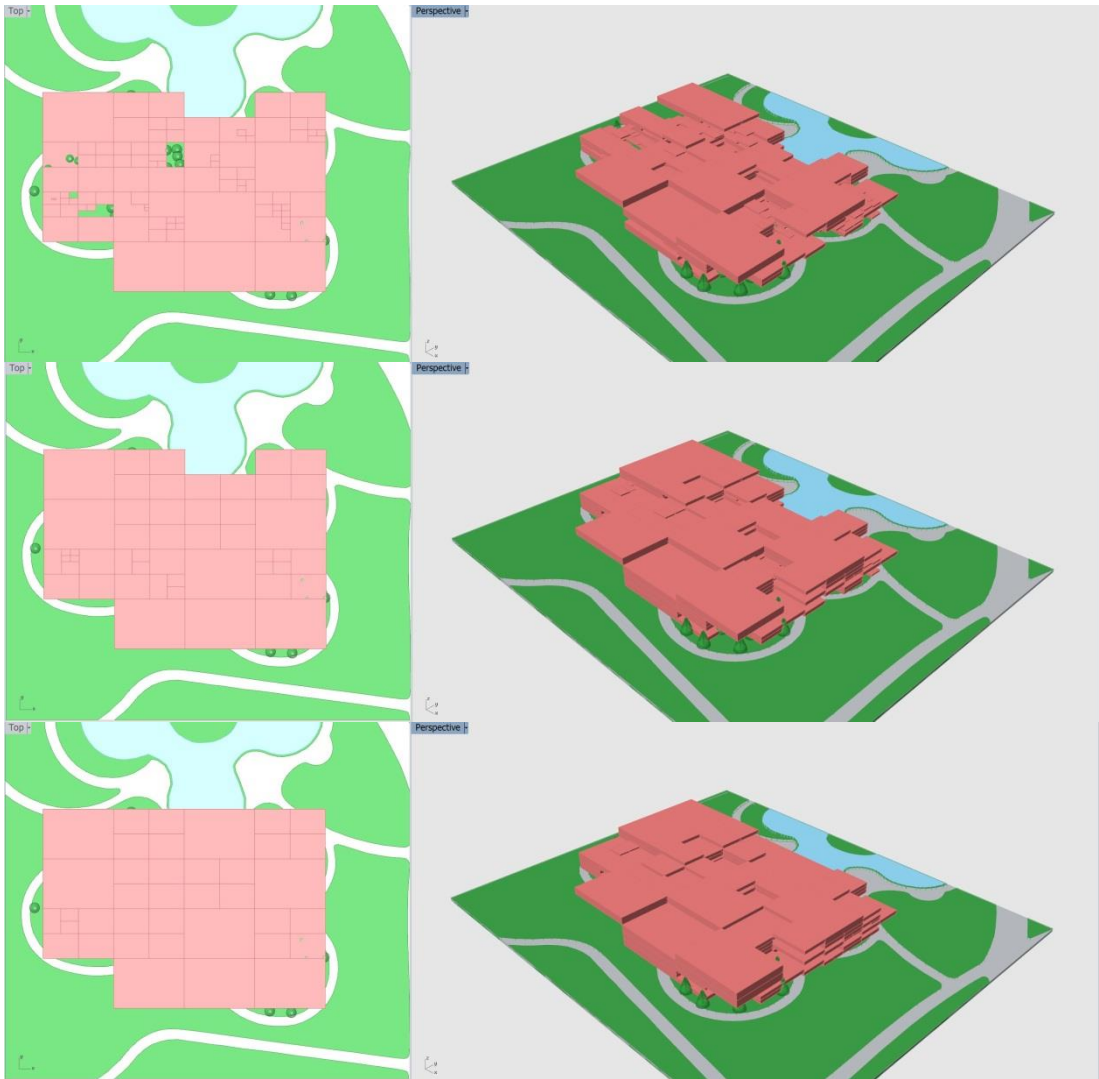


Şekil 4.6: Hücre belirme noktaları için tanımlanan farklı küme değerleriyle, düzlem içerisinde (octree) sekizli ağaç tekniğinin kullanılması.

Hiyerarşik veri strüktürlerinin kullanımından önce karar verilen farklı grup organizasyonları için tanımlanan hücre küme değerleri, organizasyonda üretilen hacimlerde değişikliğe sebep olmaktadır. **Şekil 4.6’** da sekizli ağaç tekniğinin farklı küme değerleriyle mekan üretmesine dair örnekler yer almaktadır. İlk şekilde tüm grupların aynı hücrede bulunmalarına izin verilirken, ikinci şekilde ikili

organizasyonlara, üçüncüde ise her bir hücrenin yalnızca tek bir gruba ait olmasına imkân sağlanmaktadır.

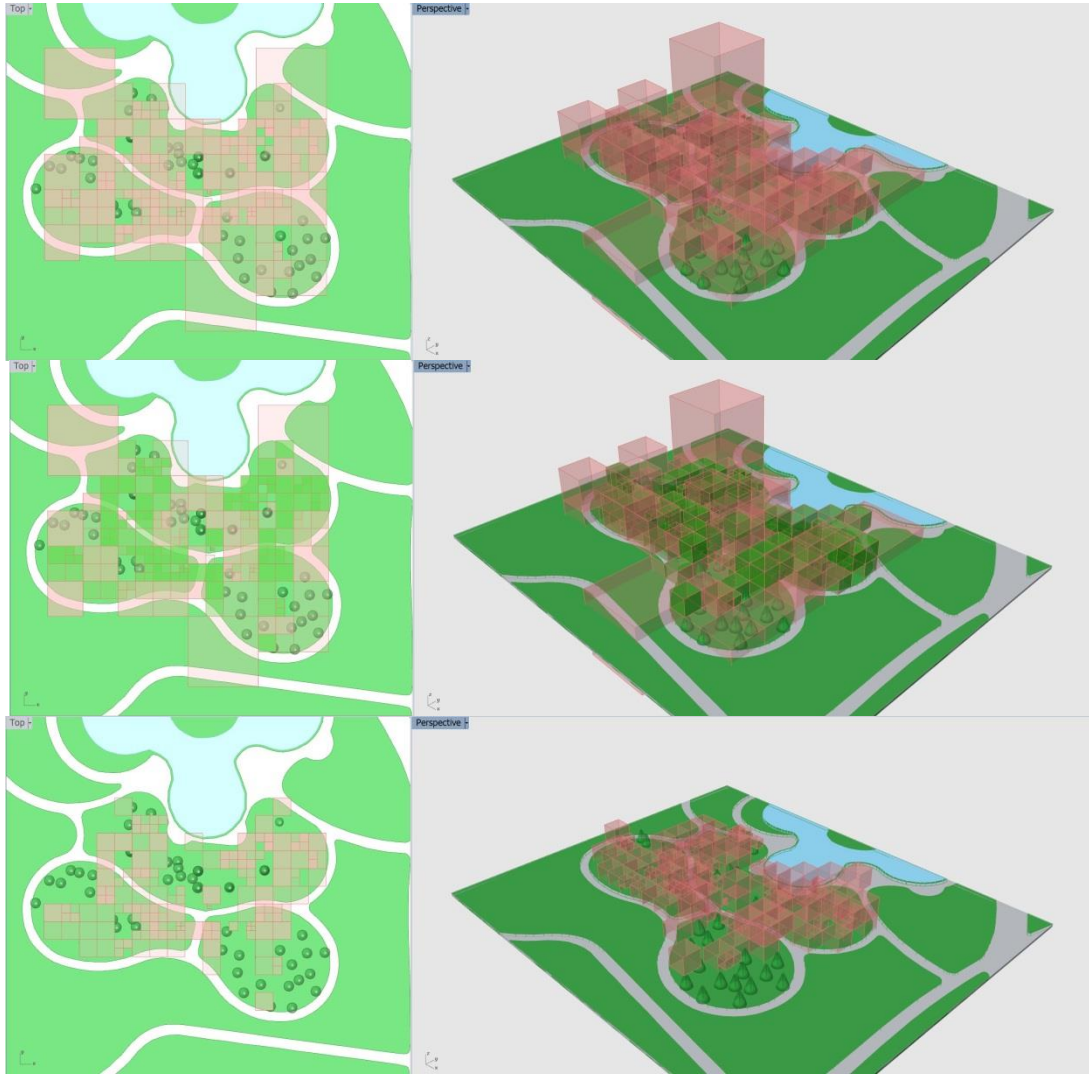
Her bir hücre için tek bir nokta tanımlandığında, o hücre yalnızca bir gruba hitap ederken, birden fazla komşuluk ilişkilerinin oluşturduğu noktalarda farklı grupların birlikte yer aldığı hücreleri gözlemlemek mümkündür. Her birim için nokta sayısının sınırlanması ile kullanıcı birimleri arasındaki etkileşim de sınırlanmakta ve sistem seçilemeyecek kadar küçük parçalara ayrılmaktadır (**Şekil 4.6,7**). Bu şekilde hücrelerin birim kapasitesinin arttırılmasıyla, farklı grupların kesiştiği mekânlar elde edilebilmektedir.



Şekil 4.7: Hücre belirme noktaları için tanımlanan farklı küme değerleriyle, düzlem içerisinde (quadtree) dörtlü ağaç tekniğinin kullanılması.

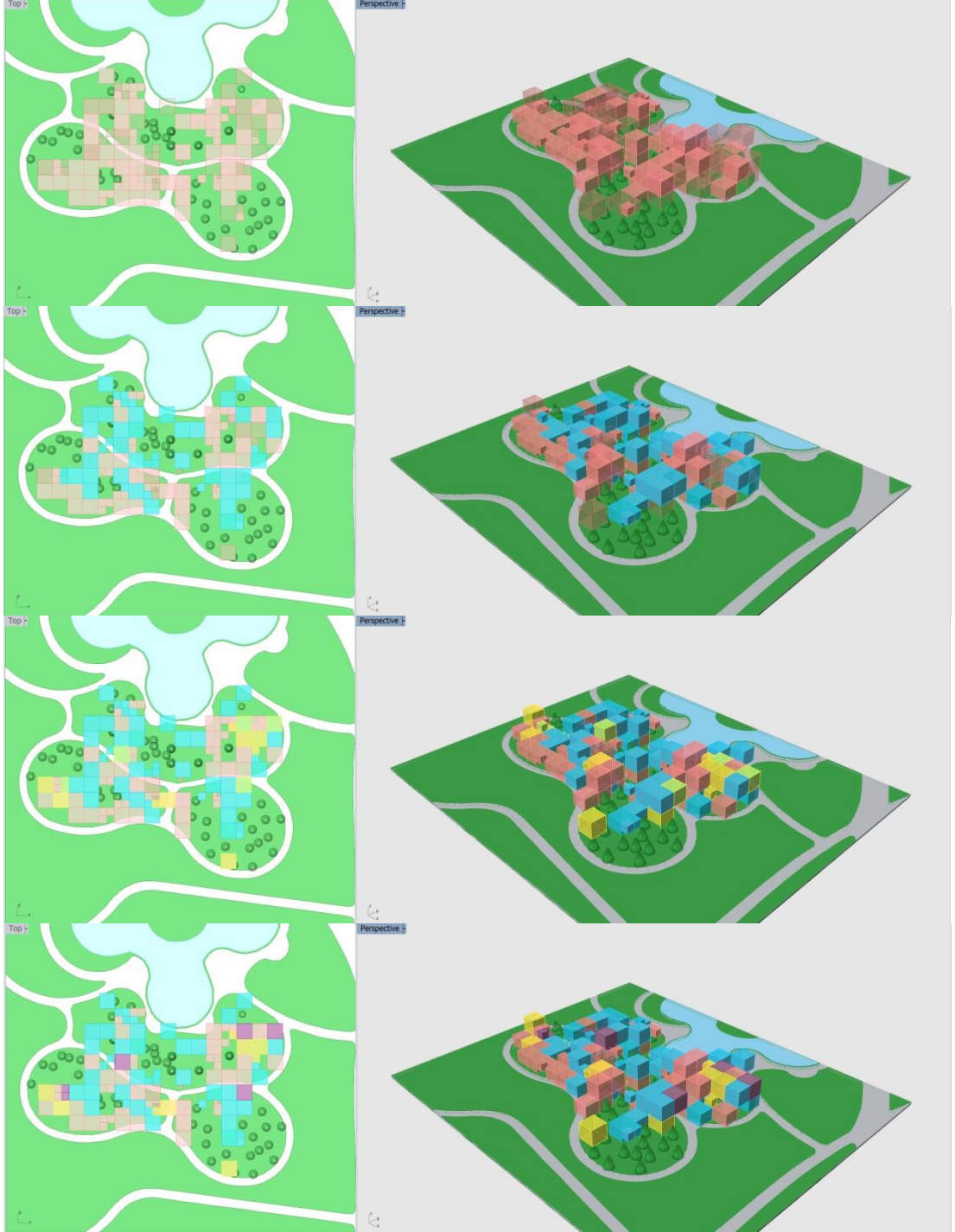
Alternatif olarak mekân üretimini (point-region quadtree) nokta-alan dörtlü ağaç tekniği kapsamında gerçekleştirmek de mümkündür (Şekil 4.7). Sekizli ağaç tekniğindeki gibi bu teknikte de sırayla, üçlü, ikili ve tekil olmak üzere farklı grup birliktelikleri üretilebilmektedir.

Ancak, belirme noktaları aralarındaki bağların düzlemsel olarak (iki boyutlu) ele alınması, plan organizasyonlarında daha etkili olacaktır. Dolayısıyla, bu çalışma kapsamında mekân ilişkileri hacimsel olarak dikkate alınmakta ve sekizli ağaç tekniği kullanılmaktadır.



Şekil 4.8: Merkez noktaları alan sınırları dışında kalan hücrelerin seçilerek yok edilmesi (2.seçilim).

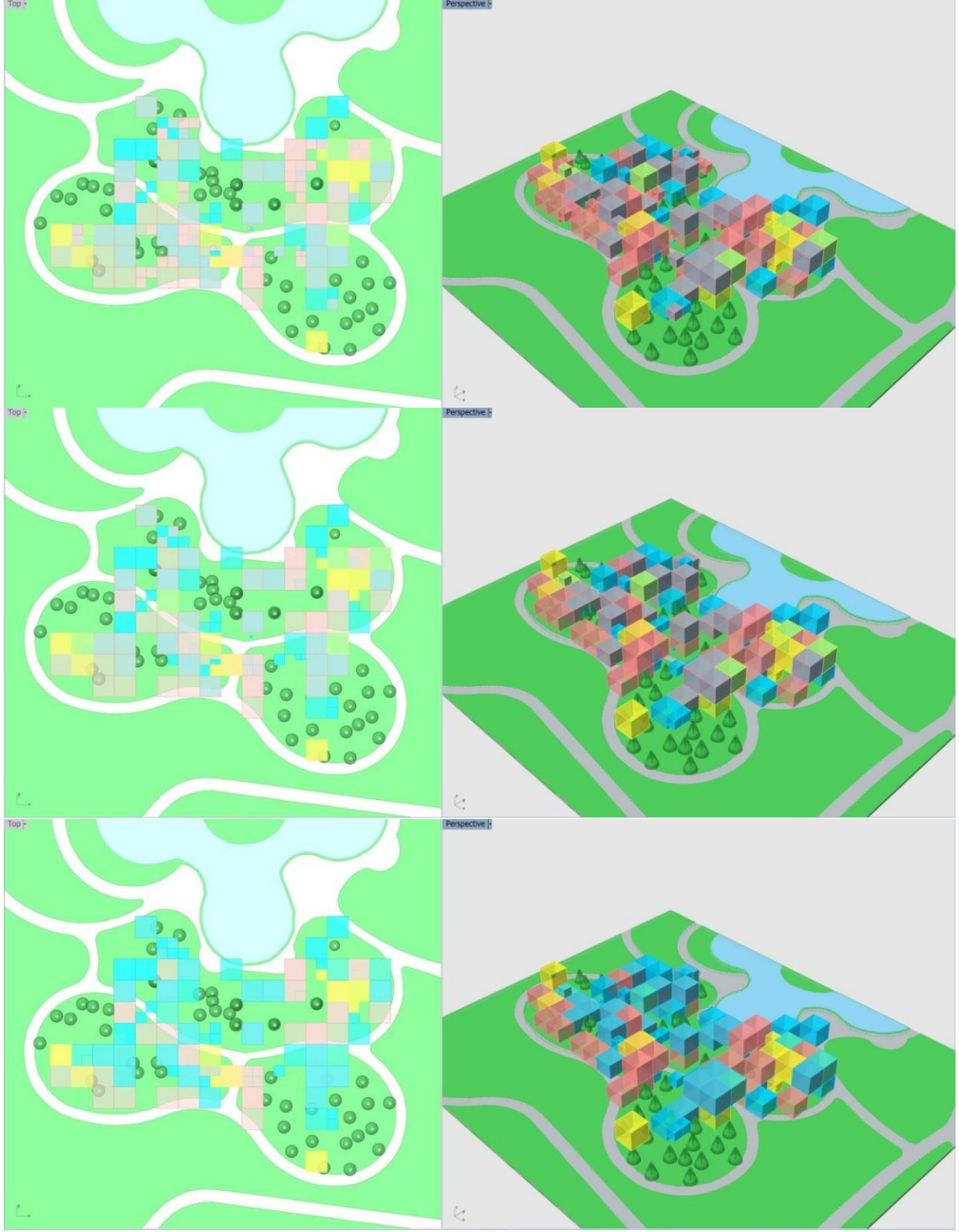
Sekizli ağaç tekniğinin çalışma prensibinde tüm alt birimler (bloklar), bir bütünü (evren) tamamlayan parçalar olarak üretildiğinden dolayı, çalışmada üretilen alt birimlerden bazıları, tanımlı alan dışında kalmaktadır. Dolayısıyla bu aşamada merkez noktası alan dışında kalan hücrelerin yok edilmesiyle ikinci seçim gerçekleştirilir (Şekil 4.8) .



Şekil 4.9: Üretilen mekanların hacim ve kullanım değerlerine göre kullanıcı gruplarının yeniden tanımlanması ve yeni grupların oluşturulması

Üretilen hücrelerden alan sınırları dışında kalanların elenmesinden sonra, her bir hücre içerdiği noktanın karakterine göre yeniden tanımlanır. Burada, önceki aşamada mekânsal veri strüktürleri kapsamında üretilmesi için tanımlanan farklı grup birliktelikleri de açığa çıkarılmaktadır. Böylelikle, tasarımda farklı kullanıcıların birlikte kullanabileceği yeni bir mekân grubu üretilir. (**Şekil 4.9**) Çalışmada, çocuk ve yetişkinlerin bir arada yer aldığı mekânlar elde edilmiştir. Şekilde yeni karakter kazanan ortak alanlar mor renk ile temsil edilmektedir. Dolayısıyla, farklı kullanıcı türünü içeren noktalar, karma kullanımı destekleyen alanlar olarak tanımlanmaktadır.

Bir sonraki aşamada ise seçim, birim mekân boyutları üzerinden yapılmaktadır. Grupların mekân ihtiyacı göz önünde bulundurularak, seçim kriterleri farklı aralıklarda tanımlanmıştır. Burada sekizli ağacın belirli oranlarda mekân üretmesinin tasarımın ölçeğine göre dezavantaj oluşturması söz konusudur. Herhangi bir dezavantaj oluşumunda, hücre sayılarının yeniden tanımlanmasıyla çözüme ulaşmak mümkündür. 3.seçilimde üretilen mekan boyutlarında gençler için, sekizli ağaç kapsamında üretilen mekanlarda en az $32m^2$ 'den oluşan, çocuk ve yetişkinler içinse $8m^2$ ve $32 m^2$ 'den oluşan alanlar tercih edilmiştir (**Şekil 4.10**).



Şekil 4.10: Üretilen mekânların boyutlarına göre seçilime uğraması (3.seçilim).

Son aşamadaki seçim ölçütü ise, önceki aşamalarda tanımlanan ilişkilere göre istenmeyen grup birlikteliklerinin elenmesini (4.seçilim) içermektedir. **Şekil 4.9'** da mor renk ile gösterilen birimler birden fazla kullanıcıları içeren mekanları göstermektedir. Farklı değerlerde ilişkiler seçim kriteri oluşturduğunda, bu birimleri elemek mümkündür. Bu çalışmada yer alan grupların birlikte bulundukları mekânlar (farklı kullanıcıların birlikte yer aldığı hücreler), tasarım açısından avantaj

oluşturacağından herhangi bir müdahalede bulunulmamış ve 4.seçilim uygulanmamıştır.



Şekil 4.11: Üretilen ortak mekânlara örnek (çocuk ve yetişkin kullanıcılar).

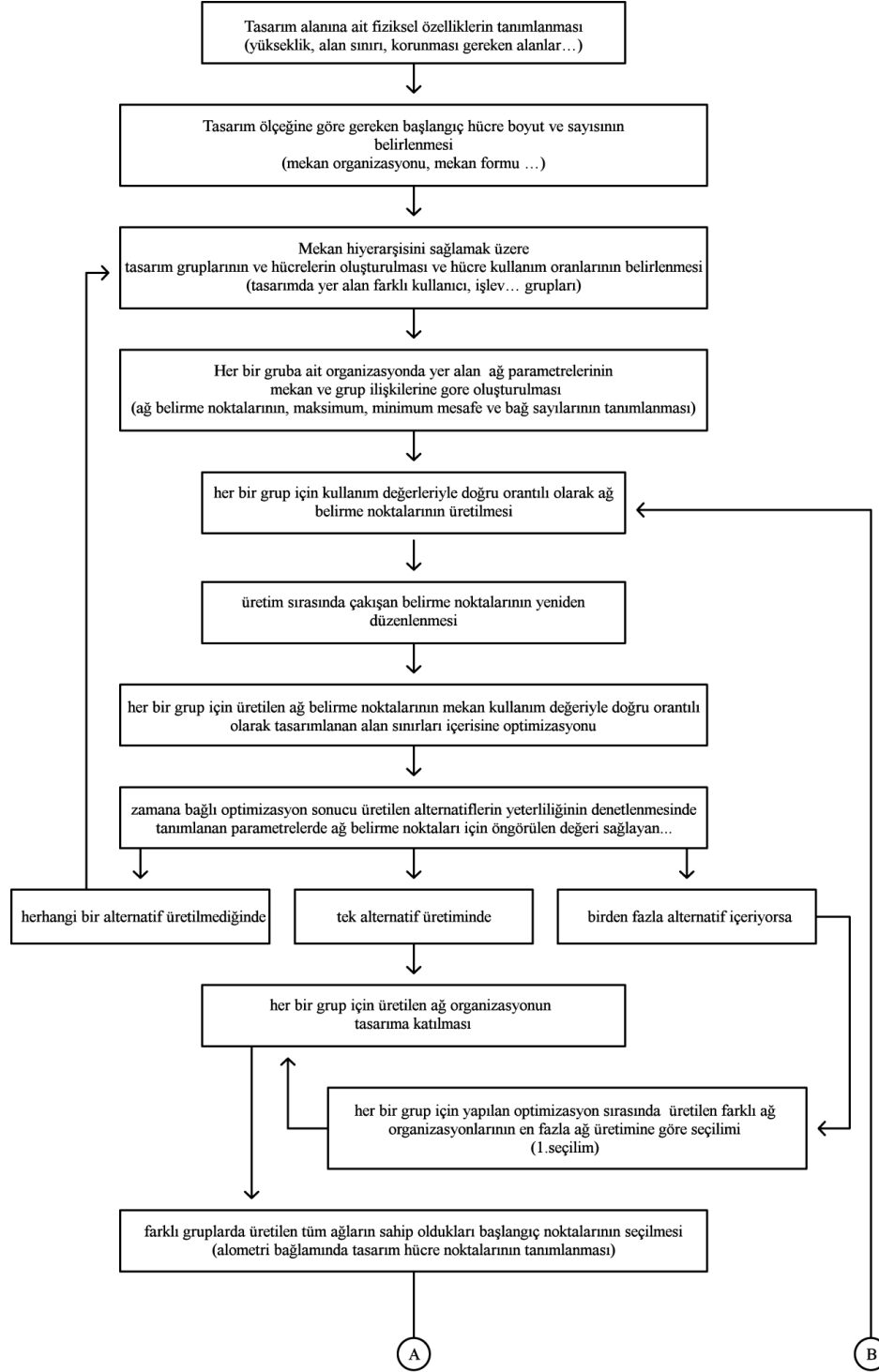
Tüm seçim kriterleri gerçekleştirildikten sonra sürecin sonlandırılmasında, gruplar için üretilen mekanların, ilk aşamada tanımlanan (**Çizelge 4.1**) değerlerin, son aşamada (**Çizelge 4.2**) da korunması dikkate alınmaktadır. Tasarım senaryosu itibarıyla, mekânların esnek ve farklı kullanımlar içermesinden dolayı, çalışmada gençler için üretilen alanın en fazla, çocuklar için üretilen alanın daha az ve yetişkinler için üretilen mekânların ise en az değerde olması, sürecin sonlandırılması için yeterli kabul edilmektedir. Dolayısıyla, üretilen mekânların hiyerarşik düzeninde herhangi bir bozulma olmadığından, süreç sonlandırılmıştır. Çalışma sonunda üretilen mekanlara ait değerler **Çizelge 4.2**' te yer almaktadır.

Çizelge 4.2: Süreç sonunda üretilen tasarıma ait mekan kullanım değerleri.

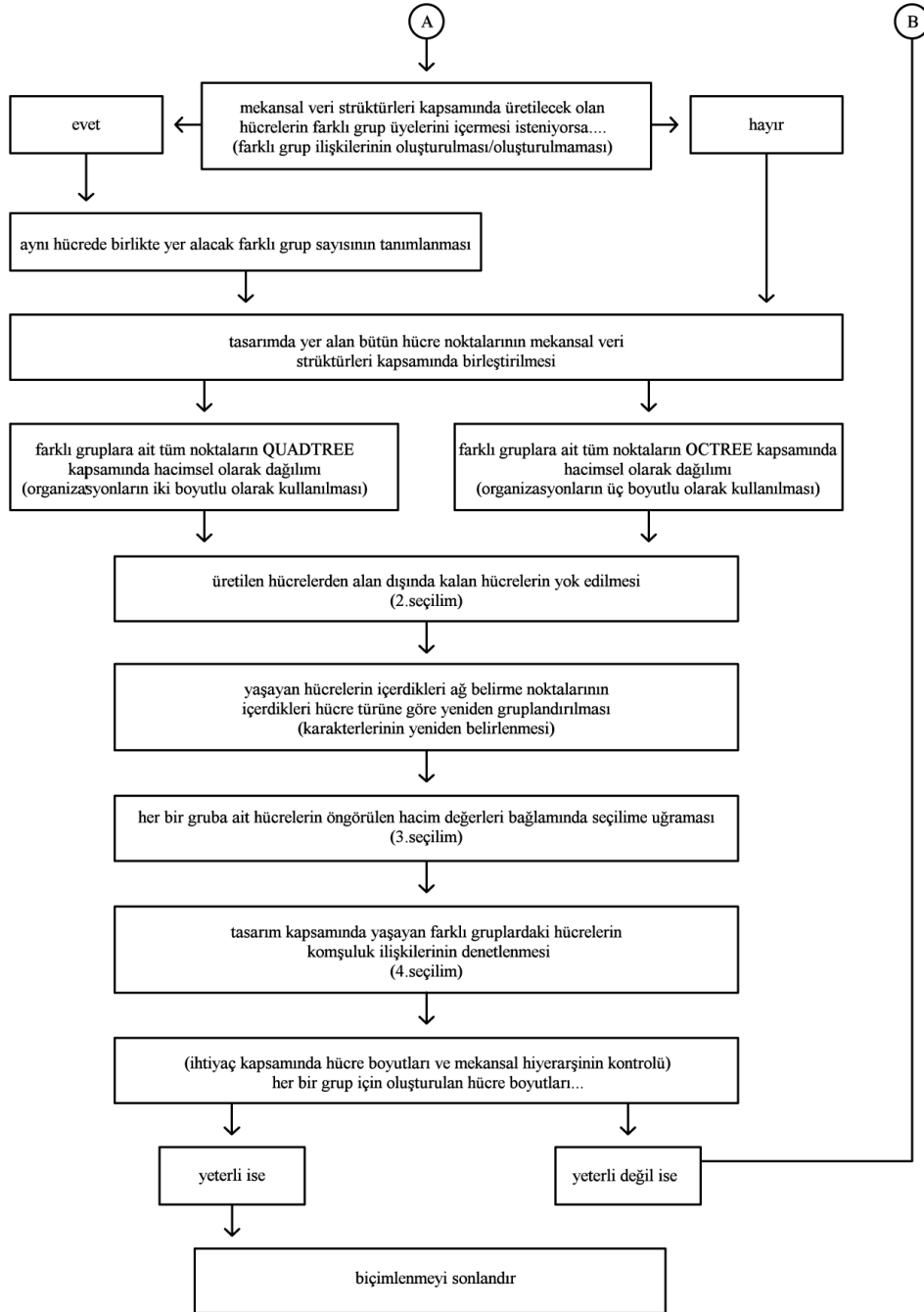
Kullanıcı Grubu	Gruplara göre mekan dağılımı (m ³)	Gruplara göre mekan dağılımı (m ²)	Gruplara göre kullanılan birim mekan boyutları
Çocuk	9890 m ³	1712 m ²	8-32 m ²
Genç	8510 m ³	1616 m ²	32 m ²
Yetişkin	1610 m ³	480 m ²	8-32 m ²
Ortak alan	966 m ³	304 m ²	8-32 m ²
Toplam	21942 m ³	3984 m ²	-
Proje alanı	30541 m ³	4135 m ²	-

Bahsedilen tüm bu sürece ait sözel tasarım algoritması **Şekil 4.12** ve **Şekil 4. 13**' te yer almaktadır. Algoritmik tabloda da gözlendiği üzere, süreç başında deterministik

bir stratejiyle, kullanıcı grupları arasındaki ilişkiler, matematiksel ve geometrik parametreler ile tanımlanmış (**Çizelge 4.1**); mekan organizasyonunda yer alan birimler, bu parametrelerce farklı aşamalarda üretime, organizasyona optimizasyona ve seçilime tabi tutulmuştur. Bu şekilde tasarım süreci, yarı-deterministik bir hale dönüşmüştür.



Şekil 4.12: Sürece ait sözel tasarım algoritması.

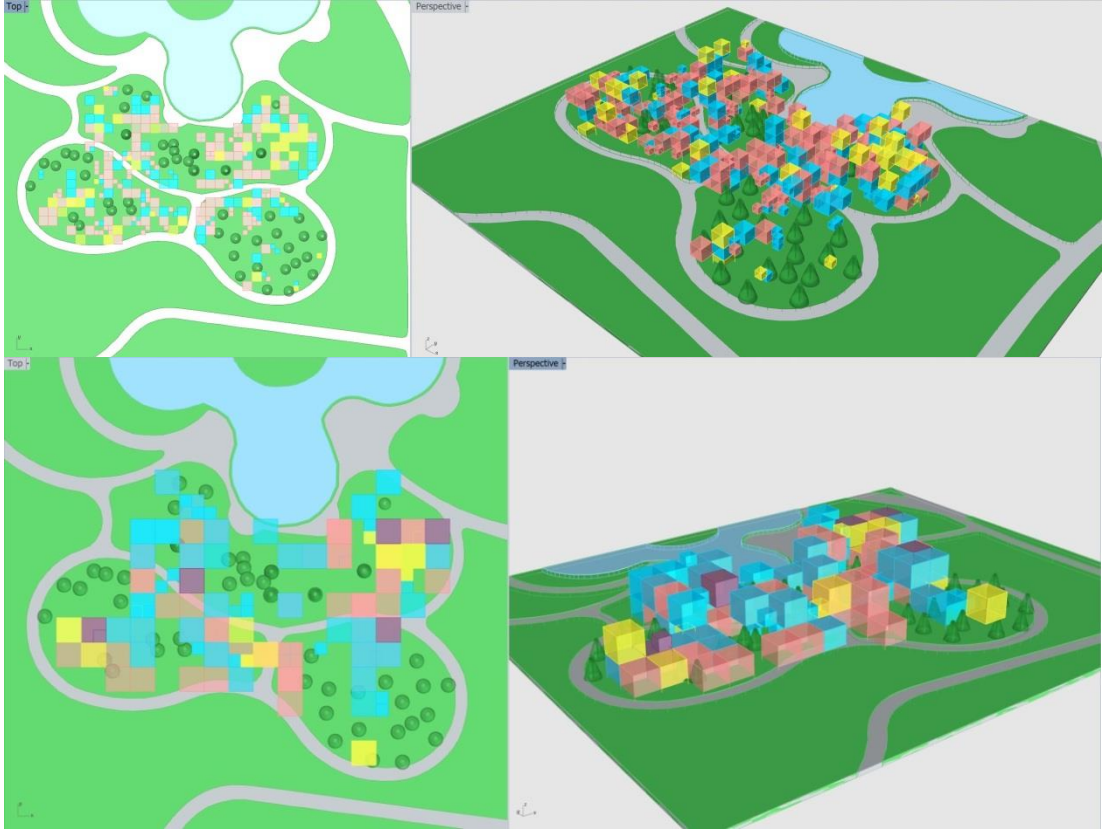


Şekil 4.13: Sürece ait sözel tasarım algoritması (devamı).

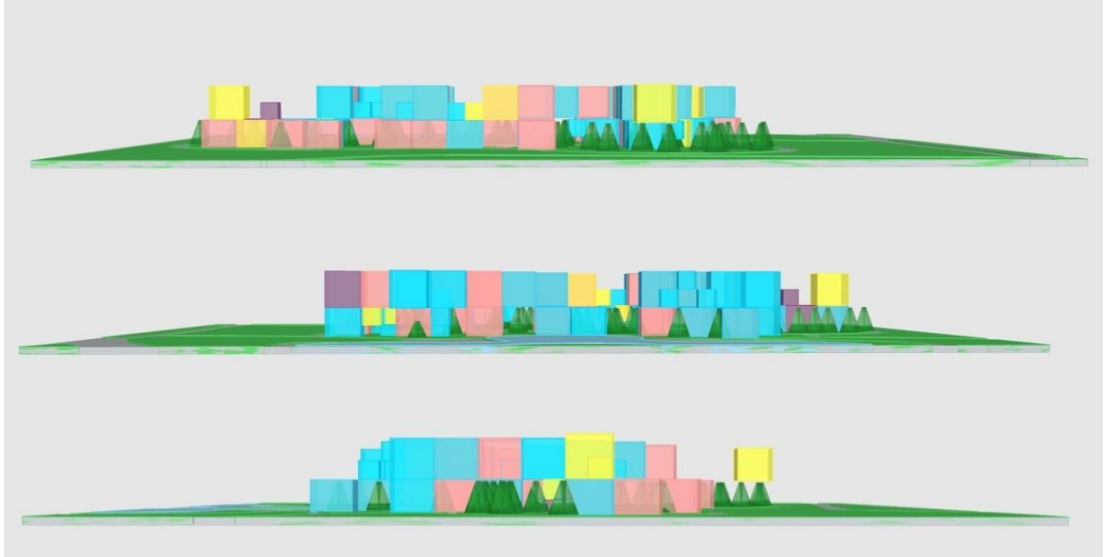
4.4 Tasarımın Değerlendirilmesi

Süreç sonunda, tanımlanan ilişkilerin ağ topolojileri ile simüle edilmesiyle ve alometrik değerlerin mekânsal veri strüktürleri kapsamında kullanılmasıyla, çeşitli boyut ve organizasyonlar içeren farklı tasarım alternatifleri üretilmiştir. Ancak, Şekil 4.14’te yer alan örnekte de gözlendiği üzere, başlangıç aşamasında tanımlanan

belirme noktalarının daha fazla miktarda üretilmesi, mekân organizasyonunun yanında biçimin daha net bir biçimde üretilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 4.14: Farklı oranlarda ele alınan nokta değerlerinin biçimlenmeye etkisi.



Şekil 4.15: Tasarıma ait farklı perspektifler.

Bu bağlamda, tasarım alanının ve tasarım senaryosunun niteliğine göre ihtiyaç kapsamında birim küplerin değerlerinde değişiklik yapılabilmesi için sürecin ilk aşamasında tanımlanan nokta değerlerinin (**Çizelge 4.1**) yenilenmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç ve Değerlendirme

Tez kapsamındaki literatür araştırması ve alan çalışması sonucunda, mimarlıkta morfogenetik yaklaşımlar bağlamında bazı sonuç ve değerlendirmelere varılmaktadır. Morfogenetik çalışmalar tasarımın yalnızca mimar tarafından değil, farklı disiplinlerden katılımcılar ile gerçekleşmesini sağlayarak mimarlığı disiplinler arası bir konu (mesele) haline getirmektedir. Zamanla bilimciler mimar, mimarlar ise bilimciler gibi yaklaşımlarda bulunmaktadır. Genel olarak, doğanın süreç bazında temel alındığı bu tür mimari yaklaşımlarda, kullanıcı ve çevre açısından etkin ve özgün tasarım formlarının üretilebilirliğinden bahsetmek mümkündür.

Morfogenetik tasarım kapsamında geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalar, sürdürülebilirlik için sundukları önerilerle, mimari mekân anlayışını farklı şekillerde yeniden sorgulamışlardır. Bu önerilerde tasarımın, tasarımcının, formun ve malzemenin alışlagelmiş tanımlarına karşı gerekirci bir bakışla, bu kavramlara yeni anlamlar kazandırılmıştır. Malzeme, çevre ve iklim koşullarının etkisiyle biçimlenmektedir. Mekân ise yalnızca fonksiyonlar çerçevesinde değil, malzeme performansına dayalı, çevresel koşulların, kullanım ve kullanıcı ilişkilerinin etkisiyle form kazanmaktadır. Bu bağlamda ise tasarımcının görevi, biçimlenmeyi sağlayacak farklı parametreleri belirlemek ve süreci bir bilirkşi gözüyle yönlendirmek ve müdahalelerde bulunmaktır.

Mimarlıkta tasarım alanından en etkin biçimde yararlanmak ve her kullanıcı grubuna, kullanım ihtiyacı için gereken organizasyon ve boyutu sağlayabilmek büyük önem taşımaktadır. Mekânların, tanımlanan parametreler ile farkı ilişkiler bazında organize olması, hem bu ilişkilerin desteklenmesine hem de yeni ilişkilerin oluşmasına imkân vermektedir. Tasarım denemesinde de görüldüğü üzere, morfogenetik yaklaşımın yalnızca malzeme performansı ve çevre koşullarına bağlı olarak ele alınmaması, aynı zamanda mekân organizasyonunda kullanılması ile mimari tasarımda tatmin edici sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu bağlamda, biyolojideki alometri kavramının ele

alınması avantaj oluşturmaktadır. Alometrik değerlerin sürece uyarlanmasıyla, üretilen her bir alt mekân, komşuluk ilişkileri ve tasarım bütünü çerçevesinde biçimlenmektedir.

Tasarım için mekân hiyerarşisi ve organizasyon strüktürlerinin ortaya çıkarılmasında ağ uygulamalarından yararlanmak büyük kolaylık sağlamaktadır. Bilgisayar ortamında oluşturulan ağlara farklı parametreler ile müdahale etmek ve bu ağlardan yeni organizasyonlar türetebilmek mümkündür. Bu şekilde birden fazla özgün ve etkin çözüm önerileri ortaya çıkarılmaktadır. Tanımlanan ilişki strüktürünün, ağ topolojileri üzerinden oluşturulması ise, morfogenetik sürecin daha kontrollü ve anlamlı gerçekleşmesini sağlamaktadır. Organizasyonlarda ön plana çıkan mekan değerlerinin (kullanıcı grubu, işlev türü, alan türü) hiyerarşik ya da düzenli bir ilişki ile oluşturulması, kullanılan alanların dolayısıyla kullanıcılarının da arzulanan düzeye kadar entegre olmasına imkan tanımaktadır. Ayrıca topolojik düzenin tasarım bütünü çerçevesinde değerlendirilmesi, tasarım alanının etkin biçimde kullanılmasında ayrıca avantaj oluşturmaktadır.

Ağ topolojileriyle oluşturulan farklı mekân organizasyonlarının üretilmesinde, mekânsal veri strüktürlerinin kullanılması önemli derecede uygunluk göstermektedir. Alometri kavramının biçimlenmede yer almasıyla tasarım için tanımlanan (kullanıcı, kullanım amacı ve alanı bazında) farklı grupların birlikte değerlendirildiği formlar üretilmektedir. Dolayısıyla mekân kapsamında kullanıcı grupları, kullanım alanı ve mekân ihtiyaç programı bazında farklı ilişkilerin desteklenmesiyle mekânsal sürdürülebilirlik kavramı kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Farklı türde kullanıcıların birlikte değerlendirildiği ortak mekânlar ve özel mekânlar bu tasarım stratejisiyle daha kontrollü bir biçimde üretilmektedir.

Çalışmanın dijital ortamda ele alınması birden fazla çözüm önerisinin kısa sürede deneyimlenebilirliği ve sistemin belirli parametrelerle yeniden yönlendirilebilirliği açısından büyük avantaj oluşturmaktadır. Bu süreçte ilişkilerin ağ sistemlerinin geometrik ve matematiksel değerlerle temsil edilebilmesi, mekân organizasyonu ve biçimlenmede avantaj oluşturmaktadır. Yapılan tasarım denemesinde de görüldüğü üzere, alometri kavramının biçimlenmeye uyarlanmasında, mekânsal veri strüktürleri kullanılması önemli derecede uygunluk göstermektedir. Alometrinin mekânsal veri strüktürleri kapsamında değerlendirilmesiyle, kullanıcı ve çevre faktörleri belirli bir düzeye kadar hesaplanabilir değerlere dönüştürülebilmektedir. Ancak bu kavramın

ele alınması sırasında ağ topolojilerinden yararlanmak kaçınılmazdır. Ağ topolojileri ile tasarım bileşenleri arasında esnek, büyümeye uygun ve kontrol edilebilir bağlar üretilmekte, bu bağlarla mekânsal veri strüktürleri ile farklı boyutta mekânlar ve topolojik ilişkilerin desteklenebildiği formlar üretilmektedir.

Sonuç olarak, dijital morfogenesi yalnızca malzeme ve çevre değerlerinin dikkate alınması yanında, tasarımda mekân organizasyonunu kullanıcı ve kullanım ihtiyaçlarına göre gerçekleştirmek; başka bir deyişle morfogenesi ilişkisel bir boyutta ele almak, şüphesiz mimarlıkta sürdürülebilirliği ve mekânların daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır.

5.2 Gelecek Mimari Çalışmalar İçin Öneriler

Doğada morfogenetik davranışların farklı boyutlarda benzer şekilde gerçekleştiği dikkate alınırsa, bu davranışların temel alındığı tasarım stratejilerini de mimarlıkta farklı ölçeklerde ele almak mümkündür. Söz konusu tasarım denemesinde kullanılan ağ topolojileri ve alometri kavramları da mimarlıkta, kentsel planlamadan cephe tasarımına kadar çeşitli ölçeklerde, farklı strateji ve parametrelerle kullanılabilecektir.

Alometri kavramının ağ sistemleriyle uygulanması mimari tasarım kapsamında üretilen mekânlarda kullanıcıları arzulanan düzeyde bir araya getirip, ayırmaya olanak sağlamaktadır. Aynı yaklaşımı kent kapsamında yapılan planlamalarda kullanabilmek, ya da cephe tasarımında çevre ve iklim koşulları ve işleve göre ele almak olasıdır.

Ayrıca, çalışma bağlamında dijital ortamda kullanılan ağ sistemleri ve mekânsal veri strüktürleri, L-sistemler, genetik algoritmalar gibi farklı dijital tasarım yöntemleri ile birlikte değerlendirilirse çok daha etkin ve sistemli tasarım alternatifleri elde edebilmek mümkündür. Tasarım sırasında üretilen farklı alternatifler arasından genetik algoritmaları kullanarak seçim yapabilmek ve ağ sistemlerini L-sistemler üzerinden daha organize biçimde ele almak mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahlquist, S. & Fleishmann, M.** (2008). Elemental Methods for Integrated Architectures: Experimentation with Design Processes for Cable Net Structures, *International Journal of Architectural Computing*, Issue 04 Vol 06, p.453-475
- Armstrong, R.** (2011). How Protocells Make ‘Stuff’ Much More Interesting, *Protocell Architecture*, *AD Wiley Magazine* Vol. 81, No.2, p.68-78
- Armstrong, R.** (2009). Architecture that Repairs Itself, TED Talks, video, (url:http://www.ted.com/talks/rachel_armstrong_architecture_that_repairs_itself.html), alındığı tarih: 02.10.2011
- Armstrong, R.** (2008). Artificial Evolution a Hands-off Approach for Architects, *Neoplasmatic Architecture*, *AD Wiley Magazine* Vol.76 No.2, p.82-85
- Bentley, P.J.** (2007). Climbing Through Complexity Ceilings, *Network Practices new strategies in architecture and design*, Burke A., Tierney T., Princeton Architectural Press, NY, US p.178-197
- Benyus, J.M.** (1998). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Harper Collins
- Bon, R.** (1973). Allometry in the Topologic Structure of Architectural Spatial Systems, *Ekistics* 215, October Issue, p.270-276
- Burke, A. & Tierney, T.** (2007). Introduction, “Network Practices in Architecture and Design”, Burke, A., Tierney, T., Princeton Architectural Press, Cambridge, MA, p.25-29
- Burke, A.** (2007). Redefining Network Paradigms, “Network Practices in Architecture and Design”, Burke, A., Tierney, T., Princeton Architectural Press, Cambridge, MA, p.54-77
- Cruz, M.** (2008a). Synthetic Neoplasms, *Neoplasmatic Design: Design Experimentation with Bio-Architectural Composites*, *AD Magazine* Vol.78, No 6, Wiley Publishers, p.35-43
- Cruz, M.** (2008b). Designer Surgeons, *Neoplasmatic Design: Design Experimentation with Bio-Architectural Composites*, *AD Magazine* Vol.78, No 6, Wiley Publishers, p.46-51
- Cruz, M. & Pike, S.** (2008). Neoplasmatic Architecture, *Neoplasmatic Design: Design Experimentation with Bio-Architectural Composites*, *AD Magazine* Vol.78, No 6, Wiley Publishers, p.6-15

- Di Cristina, G.** (2001). Topological Tendency in Architecture, Architecture and Science, AD Wiley Academy, London, UK
- Dorogovtsev, S.T. & Mendes, J.F.F.** (2003). Modern Architecture of Random Graphs, Evolution of Networks from biological nets to the internet and www, Oxford Press, UK, p.1-5, p.6, p.31-83
- Flake, G.W.** (1998). Chaos and Complexity, “Computational Beauty of Nature”, MIT Press, Cambridge, MA
- Fox, M. & Kamp, M.** (2009). Biomimetics, Interactive Architecture, Princeton Architectural Press, NY, p.236-241
- Galilei, G.** (1638). Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze (Leiden, 1638); trans.H.Crew and A. De Salvio as Dialogues Concerning Two New Sciences (New York, 1914), p.2
- Gruber, P.** (2008). The Signs of Life in Architecture*, Bioinspiration & Biomimetics, IOP Publishings, url:<http://iopscience.iop.org/1748-3190/3/2/023001>, alındığı tarih: 31.10.2011
- Gruber, P.** (2011). Biomimetics in Architecture: Architecture of Life and Buildings, Springer Wien New York, p.9-43
- Hensel, M. & Menges, A.** (2007). Morpho-Ecologies: Towards Heterogeneous Space in Architecture Design, AA Publications, p.4-60
- Hensel, M. & Menges, A.** (2008a). Designing Morpho-Ecologies. AD-Versatility & Vicissitude: Performance in Morpho-Ecological Design, p.102-111.
- Hensel, M. & Menges, A.** (2008b). Inclusive Performance: Efficiency Versus Effectiveness. AD Versatility & Vicissitude-Performance in Morpho-Ecological Design, p.54-57.
- Hensel, M. & Menges, A.** (2009). The Heterogeneous Space of Morpho-ecologies, AD Reader: Heterogeneous Space in Architecture, Hensel, M., Hight, C., Menges, A. (eds), John Wiley & Sons Ltd, London, p.195-216
- Hensel, M., Menges, A., Weinstock M.** (2011). Introduction, Emergent Technologies in Architecture and Design, Routledge, UK, p.9-20
- Jeong, H. & Mason, S.P. ve diğ.** (2000). The large-scale organization of metabolic networks, Nature, 407, 651.
- Kolarevic, B.** (2003). Digital Morphogenesis, Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing, Taylor & Francis, p.11-28
- Kolatan, Ş.** (2008). Minimal surface geometry and the green paradigm, Neoplasmatic Design: Design Experimentation with Bio-Architectural Composites, AD Magazine Vol.78, No 6, Wiley Publishers, p.35-43

- Lebedew, J.S.** (1983). Architektur und Bionik, Verlag MIR, VEB Verlag für Bauwesen, Moskau, Berlin, 1.Auflage 1983
- Leach, N.** (2009). Digital Morphogenesis, AD Wiley Magazine, Special Issue: Theoretical Meltdown, Volume 79 Issue 01, p.32-37
- Menges, A.** (2006). Polymorphism, Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, AD V76 2, John Wiley & Sons Ltd, London, p.78-87
- Medhi, D. & Ramasamy, K.** (2007). Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, p.12
- March, L. & Steadman P.** (1971). Networks, Distances and Routes, The geometry of Environment, RIBA Publishing, London, UK, p. 318-336
- Mertins, D.** (2004). Biocnstructivism, Departmental Papers (City and Regional Planning), University of Pennsylvania Department of Architecture, 1-1-2004
- Mertins, D.** (2007). Where Architecture Meets Biology: An interview with Detlef Mertins, Departmental Papers (Architecture), University of Pennsylvania Department of Architecture, 1-1-2007
- Menges, A.** (2006). Polymorphism Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, AD Magazine Vol.76, No 2,Wiley Publishers, s.78-88
- Menges, A.** (2006). Computing Self-Organisation: Environmentally Sensitive Growth Modelling, Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, AD Magazine Vol.76, No 2,Wiley Publishers, s.12-17
- Mitchell, W.J.** (1977). Descriptions of Building Topology and Geometry, Computer Aided Architectural Design, p.213-220, Mason & Charter Publishers, US.
- Mitchell, W.J.** (2003). ME++: The Cyborg Self and the Networked City, MIT Press, Cambridge, MA, pp.71–2
- Nachtigall, W.** (2002). Bionik, Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler, p.5
- Novak, M.** (2001). Transarchitectures and Hypersurfaces operations of transmodernity, Architecture and Science, AD Wiley Academy, London, UK
- Oksiuta, Z.** (2009). Breeding the Future, Energies:New Material Boundaries, AD Wiley Magazine Vol.79, No.3, Wiley Publishers, p.48-53
- Pawlyn, M.** (2011). Introduction, Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, p.1-9

- Roudavski, S.** (2007). Towards Morphogenesis in Architecture, International Journal of Architectural Computing, Issue 01 volume 07, p. 345-374
- Sadjadi, S.Y.** (2009). Octree is a new technology available to architects, Computational methods in applied science and engineering, Nova Science Publishers, UK, p. 437–447
- Samet, H.** (1990). Applications of Spatial Data Structures, University of Maryland, Addison-Wesley Publishing Company, US, 1993
- Samet, H.** (1995). Spatial Data Structures, Modern Data Base Systems: the object model, interoperability, and beyond, W. Kim, ed., Addison Wesley / ACM Press, Reading, MA, 1995, 361-385, url: http://www.liacs.nl/~nikolov/StudSem/DS_sds.pdf, alındığı tarih: 03.03.2013
- Steadman, J.P.** (2008). The Evolution of Designs, Biological analogy in architecture and applied arts, a revised edition, Routledge, NY
- Steadman, J.P.** (1989). Architectural Morphology, Pion LTD, London
- Steadman, J.P.** (2006). Allometry and Built Form: Revisiting Ranko Bon's work with the Harvard Philomorphs, Construction Management and Economics 24:7, Routledge, London, p.755-765
- Thompson, D.W.** (1942). On Growth and Form, New York, Dover
- Tierney, T.** (2007). Mapping Absence, Abstract Space beneath media and surface, Taylor and Francis, NY, US, p.71-96
- Tierney, T.** (2008). Network Morphologies: Neuronal Systems as Models for Relational Form Generation, ACADIA '08
- Tupper, C.** (2011). Concepts of Clustering, Indexing, and Structures, Data Architecture from zen to reality, Morgan Kaufmann, p.241-253
- Url-1** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Kapadokya>>, alındığı tarih: 23.04.2012.
- Url-2** <<http://www.flyingmachines.org/davi.html>>, alındığı tarih: 23.04.2012.
- Url-3** <<http://www.topkapisarayi.gov.tr/>>, alındığı tarih: 17.04.2013.
- Url-4** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kristal_Saray/>, alındığı tarih: 23.04.2012.
- Url-5** <<http://www.launchgram.com/Others/sagrada-familia/>>, alındığı tarih: 17.04.2013.
- Url-6** <<http://www.taschen.com/pages/en/catalogue/architecture/all/03644/facts.gaudi.htm>>, alındığı tarih: 03.02.2012
- Url-7** <http://www.greatbuildings.com/buildings/Tugendhat_House.html>, alındığı tarih: 23.04.2012.

Url-8 <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Olympic_park_12.jpg>, alındığı tarih: 17.04.2013.

Url-9 <<http://www.charlesjencks.com/#!/articles-by-charles-jencks>>, alındığı tarih: 21.04.2012.

Url-10 <http://faulders-studio.com/proj_geo_tube.html>, alındığı tarih: 05.06.2012.

Url-11 <<http://www.merriam-webster.com/dictionary/morphogenesis>> alındığı tarih: 05.05.2012

Url-12 <<http://www.evolo.us/architecture/metal-that-breathes-bloom-installation-made-with-14000-thermonimetal-pieces>> alındığı tarih: 04.03.2013

Url-13 <<http://www.achimmenges.net/?p=5083>>, alındığı tarih: 05.06.2012.

Url-14<<http://marcoscruzarchitect.blogspot.com>> alındığı tarih: 07.05.2012

Url-15 <<http://www.interactivearchitecture.org/marcos-cruz-flesh-architecture.html>>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-16 <<http://openbuildings.com/buildings/kunsthau-graz-profile-38574>>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-17 <<http://www.oksiuta.de/>>, alındığı tarih: 07.05.2012.

Url-18 <<http://eat-collective.com>>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-19 <<http://www.britannica.com/bps/dictionary?query=network>> alındığı tarih: 07.05.2012

Url-20 <http://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_network_model>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-21 <(http://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Lombardi)>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-22 <http://en.wikipedia.org/wiki/Neural_networks>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-23 < (<http://www.archigram.net>)>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Url-24 <<http://www.achimmenges.net/>>, alındığı tarih: 23.04.2013.

Weinstock, M. (2010). Nature and Civilisation, The Architecture of Emergence, John Wiley&Sons Ltd., London, UK, p.10-42

Weinstock, M. (2011). The Metabolism of the City: the Mathematics of Networks and Urban Surfaces, The Mathematics of Space, AD Wiley Volume 81 Issue 04, p.102-107

Violette-le-Duc, E.E. (tarih yok). Dictionnaire Raisonne de l'Architecture Française, 'Style', vol.8, p.483

- Vincent, J., Bogatyreva, O.A., Bogatyrev, N.R., Bowyer, A., & Pahl, A.** (2006). Biomimetics: Its Practice and theory, Journal of the Royal Society, Url: doi:10.1098/rsif.2006.01273 2006 J. R. Soc. Interface. (05.02.2013'te ulaşılmıştır.)
- Vincent, J.** (2009). Biomimetic Patterns in Architectural Design, Patterns of Architecture, AD Magazine Vol.79, No 6,Wiley Publishers, p.74-91

EKLER

EK A: Charles Jencks, Evrimsel Ağaç Tablosu, (Url-9)

EK B: Hücre gruplarına ait ağ belirleme noktalarının optimizasyonu

EK C: Grasshopper Tasarım Akış Diyagramı

EK A: Charles Jenks'in Evrimsel Ağaç Tablosu, (Url-9).



EK B: Hücre gruplarına ait ağ belirme noktalarının optimizasyonu

a) Gençler için,

Kullanılan hücre sayısı 477

Hedeflenen ağ belirme noktası 238

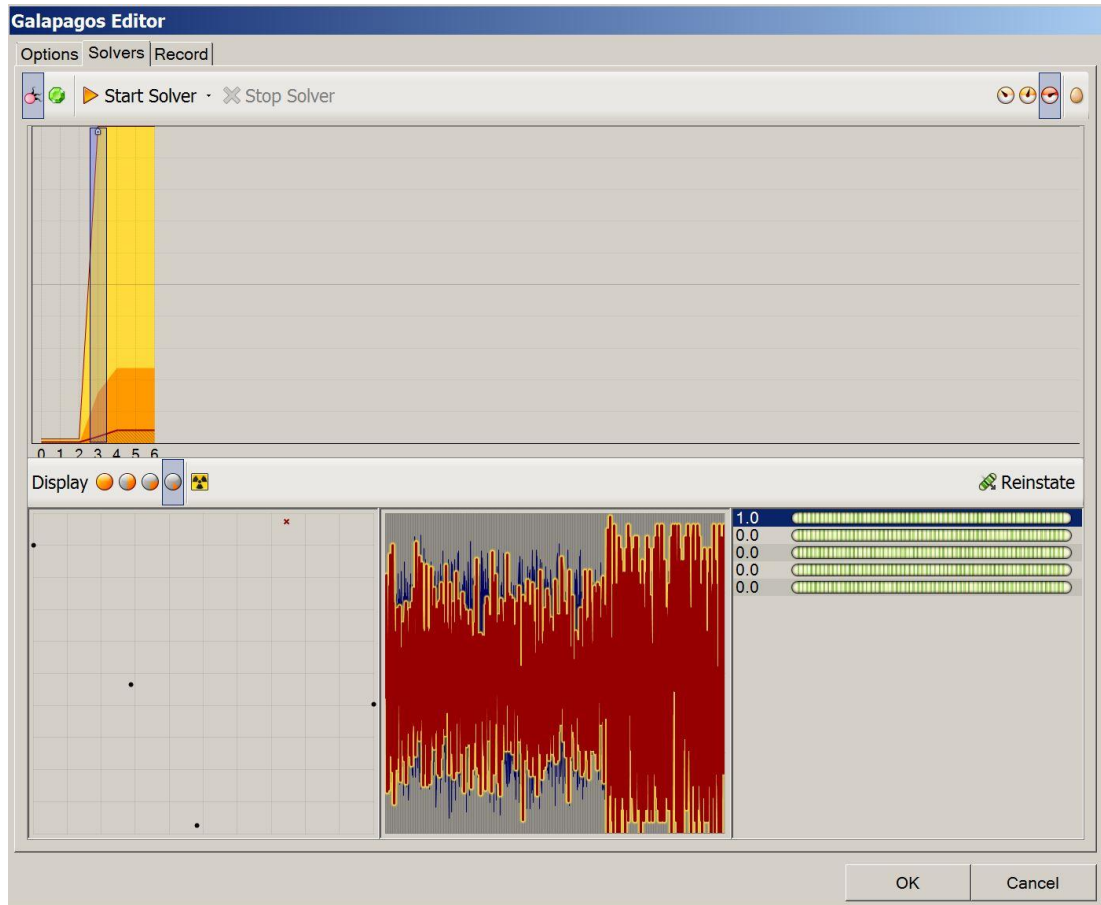
İlk çözümün üretildiği aralık 3

Her bir hücre için bağ sayısı 2

Bağ mesafesi 10-8

Üretilen bağ sayıları 357

0-10 arasında yer alan zaman dilimi içerisinde 3. Periyotta iki çözüm önerisi yer almaktadır. Üretilen bağ değerleri sırasıyla 451 ve 460'tır. Dolayısıyla, üretilen ikinci çözüm önerisi kabul edilmiştir.



Şekil B.1: Gençler için mekanların üretilmesinde yer alan optimizasyon süreci grafiği ve 1.seçilim

EK B: Hücre gruplarına ait ağ belirme noktalarının optimizasyonu (devam)

b) Çocuklar için,

Kullanılan hücre sayısı 477

Hedeflenen ağ belirme noktası 159

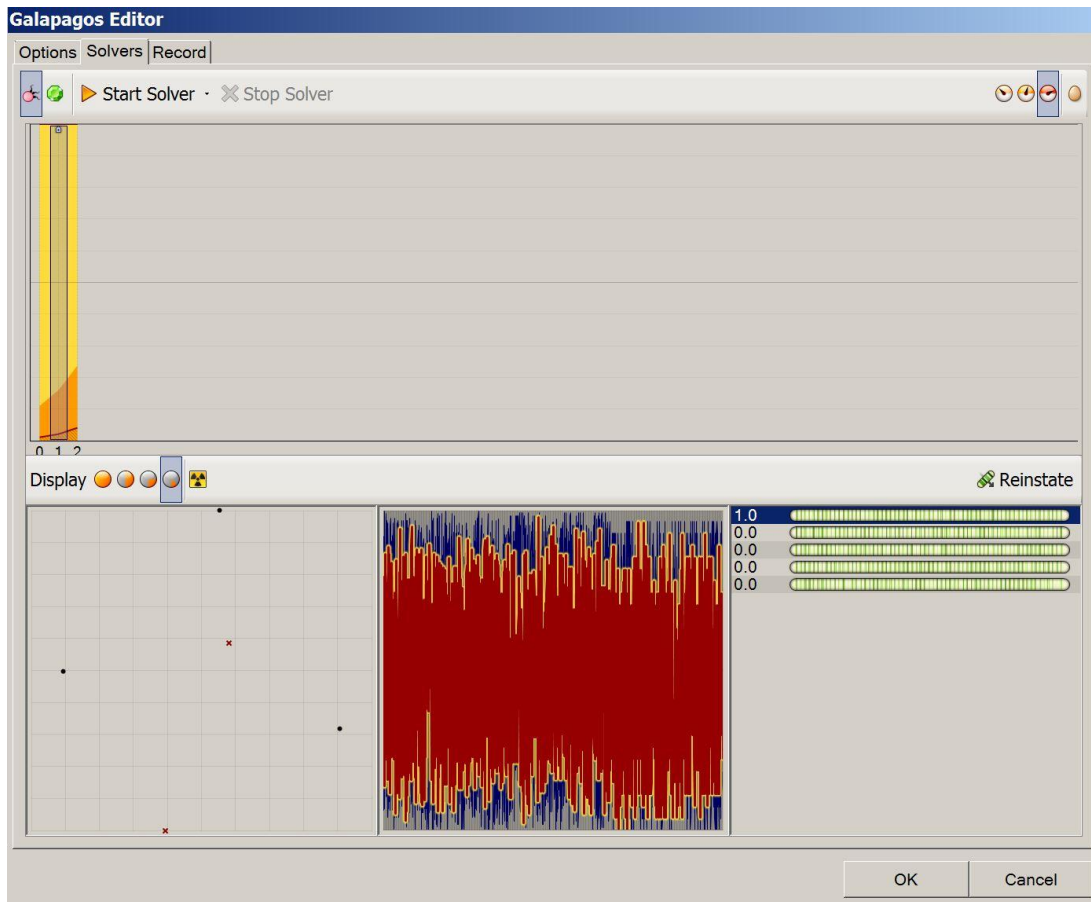
İlk çözümün üretildiği aralık 1

Her bir hücre için bağ sayısı 5

Bağ mesafesi 7-5

Üretilen bağ sayısı 357

0-10 arasında yer alan zaman dilimi içerisinde ilk aşamada tek çözüm üretilmiştir. Dolayısıyla, üretilen ilk çözüm önerisi kabul edilmiştir.



Şekil B.2: Çocuklar için mekanların üretilmesinde yer alan optimizasyon süreci grafiği ve 1.seçilim

EK B: Hücre gruplarına ait ağ belirleme noktalarının optimizasyonu

c) Yetişkinler için,

Kullanılan hücre sayısı 477

Hedeflenen ağ belirleme noktası 79

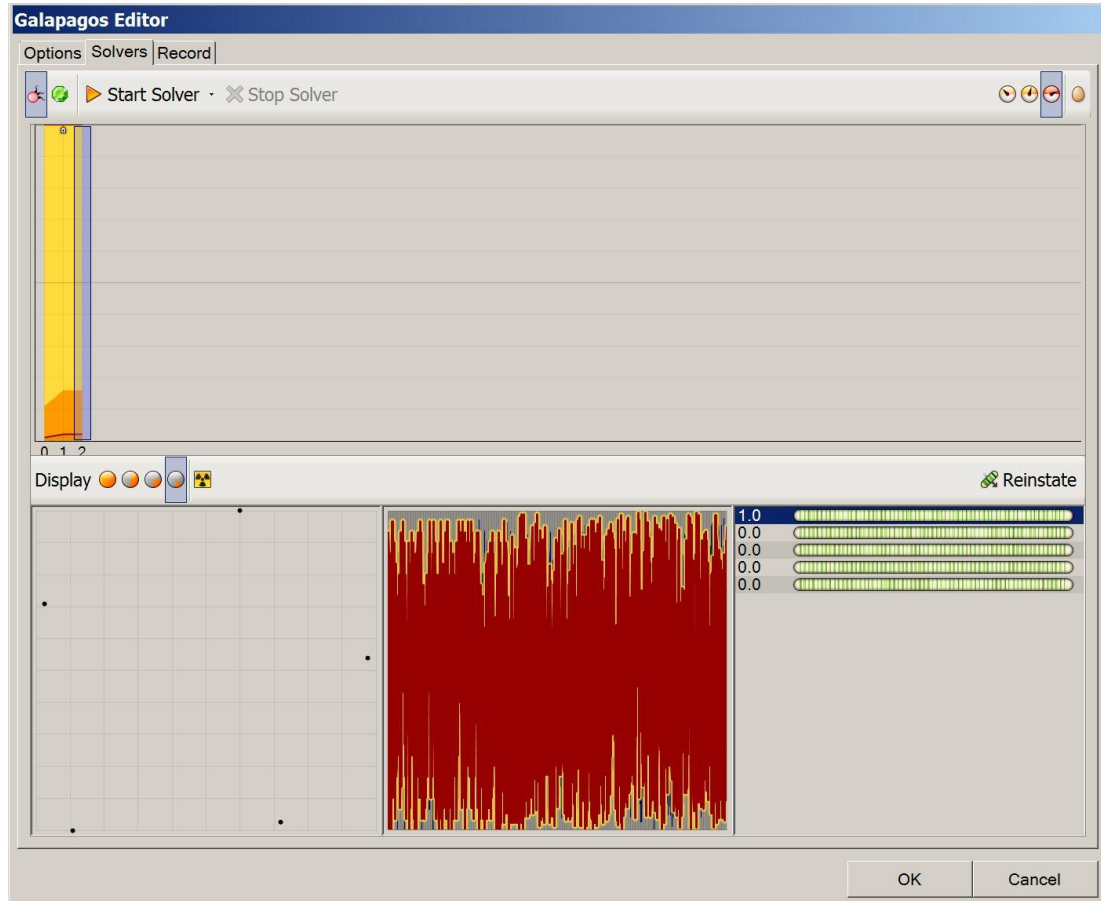
İlk çözüm aralığı 2

Her bir hücre için bağ sayısı 3

Bağ mesafesi 5-3

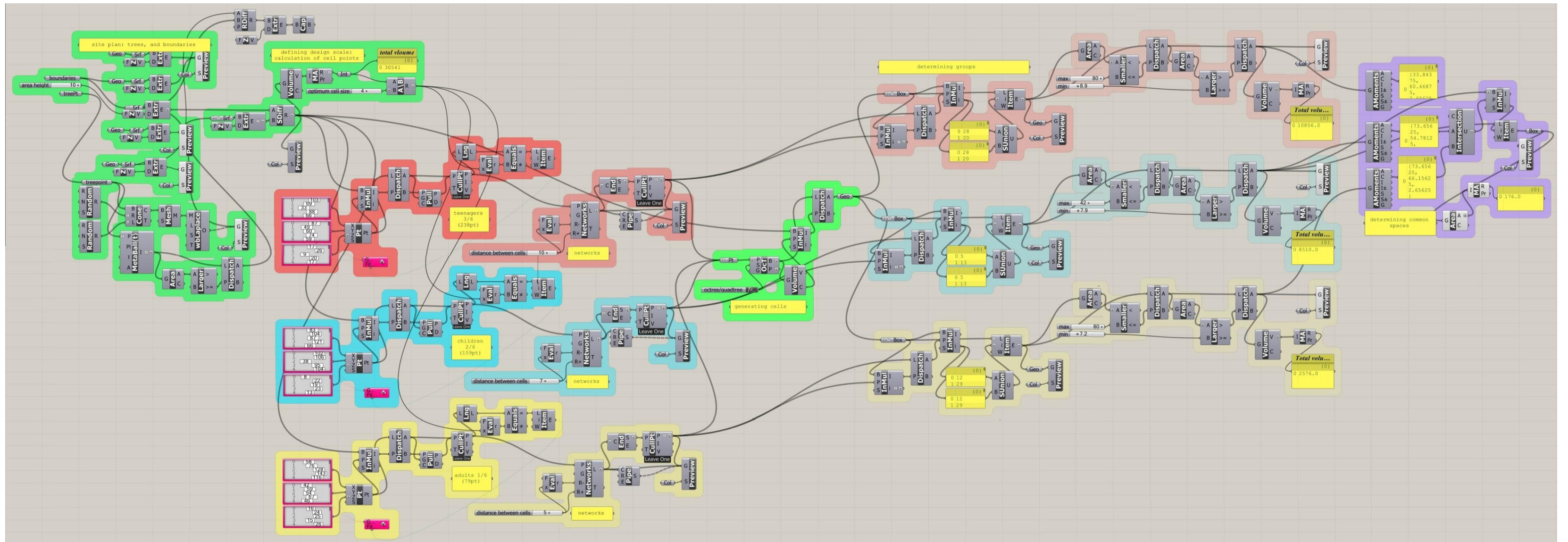
Üretilen bağ sayısı 30

0-10 arasında yer alan zaman dilimi içerisinde ikinci aşamada tek çözüm üretilmiştir. Dolayısıyla, üretilen ilk çözüm önerisi kabul edilmiştir.



Şekil B.3: Yetişkinler için mekanların üretilmesinde yer alan optimizasyon süreci grafiği ve 1.seçilim

EK C: Grasshopper Tasarım Diyagramı.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Elif Belkıs ÖKSÜZ

Doğum Yeri ve Tarihi: K.Maraş 02.11.1988

E-Posta: elifb8807@gmail.com

Lisans: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü

Yayın Listesi:

- **Öksüz, E.B.**, 2013: “Sustainability of biophilic design”, 25th International Building & Life Fair and Congress, Bursa Chamber of Architects, March 28-30, 2013, Bursa, Turkey, pp.177-188.
Sunum, kitap ve e-kitap
pISBN:978-605-01-0460-8

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Öksüz, E.B.**, Çağdaş, G., 2012: “Simulating the organization of multicellular organisms within spatial relations in architectural framework”, 15th International Generative Art Conference, University of Politecnico di Milano, December 12-15, 2012, Lucca, Italy.
Sunum, Basılı özet ve e-kitap
eISBN:978-88-96610-18-3