



**ÖZGÜN MİMARİ DOKULARIN ÖN TASARIM
SÜRECİNDE YENİ DOKULAR ÜRETİLMESİNDE
TASARIM ARACI OLARAK KULLANILMASI:
BURSA ÖRNEĞİ**

Ender ŞEN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖZGÜN MİMARİ DOKULARIN ÖN TASARIM SÜRECİNDE YENİ
DOKULAR ÜRETİLMESİNDE TASARIM ARACI OLARAK
KULLANILMASI: BURSA ÖRNEĞİ**

Ender ŞEN
0000-0002-5267-5152

Prof. Dr. Özgür EDİZ
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

Doktora Tezi

ÖZGÜN MİMARİ DOKULARIN ÖN TASARIM SÜRECİNDE YENİ DOKULAR ÜRETİLMESİNDE TASARIM ARACI OLARAK KULLANILMASI: BURSA ÖRNEĞİ

Ender ŞEN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özgür EDİZ

Kentler ekonomik, sosyal ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle hızlı değişimlere maruz kalmıştır. Her kentin bu değişim, gelişim ve dönüşümlere verdiği yanıtlar farklı düzeylerde olmuştur. Plansız ve kontrolsüz bir şekilde başlayarak devam eden kentsel yayılma süreçleri, olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Kentsel değişim ve dönüşüm dinamiklerinin analiz edilmesi ile kentlerin gelecekte nasıl bir yayılma gösterecekleri tahmin edilebilir. Tasarımcılar tarafından, özellikle tasarım sürecinde ve tasarımı analiz etmede bir araç olarak çeşitli bilgisayar yazılımları ile bilimsel çalışmalar ortaya konmaktadır. Dünyada ve ülkemizde kentsel dokuların planlı büyümelerine altlık oluşturacak şekilde bina ölçeğinde ve kentsel ölçekte sayısal ortamda yapılan çalışmalar, günden güne yayılmaktadır.

15. ve 17. yüzyılları arasında önemli ticaret ve üretim merkezlerinden biri olan Bursa 17. yüzyıl başlarından 19. yüzyıl ortalarına kadar oldukça durağan bir görünüm sergilemiştir. Bursa’da, 19. yüzyıl ortalarından itibaren kendi iç dinamikleriyle değil, daha çok göç ve plansız büyüme gibi etkilerle sosyal, ekonomik ve fiziksel bir değişim süreci yaşanmıştır. Bu değişim, günümüzde de gelişmekte olan ülkelerin tipik dinamiklerini yansıtan biçimde devam etmektedir.

Bu çalışmada, Bursa özelinde ön tasarım aşamasında kentsel yayılma öngörü modelleri oluşturulması amaçlanmıştır. Modeller için Bursa’nın özgün kent dokusunun nüvesi durumunda bulunan Hanlar Bölgesi kaynak olarak alınmıştır. Bu kapsamda, Hanlar bölgesi kent dokusu, mekan dizim ve biçim grameri analizleri ile irdelenerek çeşitli sayısal veriler ve biçim kütüphanesi elde edilmiştir. Bu veriler, sayısal ortamda mimarlıkta üretken tasarım araçlarından genetik algoritmalar ile işlenerek mimari dokular elde edilmiştir. Üretilen dokular ile özgün doku arasındaki uyum veya ayrışma, mekan dizimsel ve fraktal boyut analiz verileri karşılaştırılarak tartışılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen modeller, tasarıma yön vermesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üretken tasarım, kentsel tasarım, biçim gramerleri, genetik algoritmalar, mekan dizim, fraktal boyut

2022, viii + 175 sayfa.

ABSTRACT

PhD Thesis

THE USE OF ORIGINAL ARCHITECTURAL PATTERNS AS A DESIGN TOOL TO GENERATE NEW PATTERNS IN THE PRELIMINARY DESIGN PHASE: BURSA CASE

Ender ŞEN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Özgür EDİZ

Cities have been exposed to rapid changes due to economic, social and technological developments. The responses of each city to these changes, developments and transformations have been at different levels. Urban development processes, which started in an unplanned and uncontrolled manner, have negative consequences. By analyzing the dynamics of urban change and transformation, it can be predicted how cities will expand in the future. Various computer software and scientific studies are put forward by designers as a tool especially in the design process and in analyzing the design. In the world and in our country, the studies carried out in the digital environment on the building scale and in the urban scale are spreading day by day to form the basis for the planned growth of urban patterns.

Bursa, which was one of the important trade and production centers between the 15th and 17th centuries, displayed a very stable appearance from the beginning of the 17th century to the middle of the 19th century. Since the middle of the 19th century, Bursa has experienced a social, economic and physical change process, not with its own internal dynamics, but rather with effects such as immigration and unplanned growth. This change continues today, reflecting the typical dynamics of developing countries.

In this study, it is aimed to create urban sprawl prediction models in the preliminary design phase in Bursa. The Hanlar District, which is the core of Bursa's original urban pattern, is taken as a source for the models. In this context, various numerical data and a shape library were obtained by examining the urban pattern of the Hanlar District with space syntactic and shape grammar analyzes. Architectural patterns were obtained by processing these data with genetic algorithms, which is one of the generative design tools in architecture in digital environment. The adaptation or differentiation between the generated patterns and the original one is discussed by comparing the space syntactic and fractal dimension analysis data. The models generated within the scope of the study are important in terms of directing the design.

Key words: Generative design, urban design, shape grammars, genetic algorithms, space syntax, fractal dimension

2022, viii + 175 pages.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve Araştırma Görevlisi olarak çalıştığım süre boyunca bilgisinden faydalandığım, birlikte çalışmaktan onur duyduğum, akademik bilgi birikimi ve tecrübesini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, bana karşı son derece sabırlı ve hoşgörülü olan değerli danışmanım Prof. Dr. Özgür EDİZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez İzleme Komitesi toplantılarında yapıcı eleştirileri ve etkin yönlendirmeleri ile tez çalışmama son derece önemli katkılarda bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Nilüfer AKINCITÜRK ve Doç. Çetin TÜKER'e çok teşekkür ederim.

Bir süre görev yaptığım Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü ile görevimi sürdürdüğüm Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü akademik ve idari personellerine tez çalışmam boyunca verdikleri destek ve gösterdikleri anlayış için çok teşekkür ederim.

Tez sürecimde bana her türlü destekleri için öğretim elemanı arkadaşım Arş. Gör. Barış Mert KARASU ile Sadi'ye teşekkürü borç bilirim.

Akademisyen olmam için beni teşvik eden, tüm akademik hayatım boyunca bana her türlü desteği, katkıyı sağlayan sevgili eşim Semra'ya ve varlığıyla beni her anlamda mutlu eden canım kızım Feyza Naz'a gönülden teşekkür ederim.

Ender ŞEN
04/07/2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
2.1. Çalışmanın Arka Planı	7
2.2. Sayısal Tasarım Kavramı	8
2.2.1. Sayısal Tasarımda Analiz, Sentez ve Değerlendirme	10
2.2.2. Sayısal Tasarım Yöntemleri.....	13
2.2.3. Üretken Tasarım Yöntemleri.....	13
2.3. Sayısal Tasarım Destekli Mimari Doku Üretimleri	17
2.3.1. Kartal-Pendik Masterplan Projesi	18
2.3.2. Tanjong Pagar Kıyı Projesi	20
2.3.3. Qurm Sayısal Kent Tasarım Modeli	23
2.4. Doku Nakli (Grafting) Kavramı.....	24
2.5. Han Yapıları	26
2.5.1. Han Arketipi Olarak Agora ve Stoalar.....	27
3. MATERYAL ve YÖNTEM: SANTRAL GARAJ BÖLGESİ'NDE SAYISAL DOKU ÜRETİMİ	31
3.1. Çalışma Alanı Tanıtımı: Bursa	32
3.1.1. Kaynak Alan Olarak Tarihi Hanlar Bölgesi.....	33
3.1.2. Hanlar Bölgesi Doku Elemanları Oluşum Analizleri	35
3.1.3. Uygulama Alanı Olarak Eski Santral Garaj Bölgesi.....	41
3.2. Biçim Gramerleri	45
3.2.1. Tasarım Sürecinde Biçim Grameri Uygulamaları.....	48
3.3. Genetik Algoritmalar	50
3.3.1. Genetik Süreç	54
3.3.2. Genetik Algoritmalarda Kısıtlar.....	55
3.3.3. Mimari Tasarımda Genetik Algoritma Kullanımı.....	56
3.4. Fraktal Geometriye Dayalı Analiz	57
3.4.1. Fraktal Boyut ve Kutu Sayma Yöntemi	60
3.4.2. Mimari Tasarımda Fraktal Analiz.....	61
3.5. Mekan Dizim Kuramı	63
3.5.1. Mekan Dizim Analizleri.....	64
3.5.2. Mekan Dizim Analizi Parametreleri	66
3.6. Decoding Spaces Aracı	70
4. BULGULAR.....	71
4.1. Kaynak Alan Analizleri.....	71
4.2. Mekan Dizimsel Analizler	71
4.2.1. Özgün Doku Analizi	72

4.2.2. Bina Analizleri	80
4.3. Biçim Grameri Analizleri.....	89
4.3.1. Özgün Doku Grameri.....	90
4.3.2. Bina Biçim Gramerleri	93
4.4. Fraktal Boyut Analizleri.....	96
4.4.1. Özgün Doku Analizi	96
4.5. Uygulama Alanında Tasarım Kurgusu.....	97
4.5.1. Sokak Ağı Üretimleri	98
4.5.2. İmar Adası Üretimleri	100
4.5.3. Doku Üretimleri	103
4.6. Uygulama Alanı Doku Analizleri	106
4.6.1. Mekan Dizimsel Analizler	106
4.6.2. Fraktal Boyut Analizleri.....	113
4.7. Kaynak ve Uygulama Alanları Doku Karşılaştırmaları	115
4.7.1. Mekan Dizimsel Karşılaştırma.....	115
4.7.2. Fraktal Kurguya Dayalı Karşılaştırma	116
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	118
KAYNAKLAR	123
EKLER	133
EK 1 – Uygulama alanında elde edilen rastgele modeller	134
EK 2 – Sokak ağı üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları.....	139
EK 3 - Uygulama alanında rastgele elde edilen sokak ağları.....	145
EK 4 - İmar adası üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları.....	150
EK 5 - Uygulama alanında rastgele elde edilen imar adaları.....	158
EK 6 - Sayısal model üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları.....	163
ÖZGEÇMİŞ	174

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
D	Boyut
H	Farklılık Faktörü
i	Entegrasyon Değeri
N	Çevrim
S	Kutu Boyutu

Kısaltmalar	Açıklama
SN	Döngü Sayısı
BG	Biçim Gramerleri
GA	Genetik Algoritmalar
MD	Toplam Derinlik
CA	Hücrel Özdevinim
EA	Evrimsel Algoritma
DB	Fraktal Boyut
M.Ö.	Milattan Önce
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
3B	Üç Boyutlu
CNC	Bilgisayarlı Sayısal Kontrol

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kartal Pendik Masterplan, 2006.....	19
Şekil 2.2. Kartal Pendik Masterplan sayısal 3B modeli.....	19
Şekil 2.3. Tanjong Pagar Kıyı Projesi metodoloji şeması.....	21
Şekil 2.4. Tanjong Pagar Kıyı Projesi birinci senaryo.....	22
Şekil 2.5. Tanjong Pagar Kıyı Projesi ikinci senaryo.....	22
Şekil 2.6. Tanjong Pagar Kıyı Projesi üçüncü senaryo.....	23
Şekil 2.7. Qurm sayısal kent tasarım modeli.....	24
Şekil 2.8. Yüz nakli yapılan bir insanın öncesi ve sonrası.....	25
Şekil 2.9. Bitkilerde aşılama.....	25
Şekil 2.10. Koza Han.....	26
Şekil 2.11. Lato kenti agorası ve vaziyet planı.....	28
Şekil 2.12. Atina’da bulunan Attalos Stoası.....	29
Şekil 2.13. Attalos Stoası kat planları.....	29
Şekil 3.1. Çalışma akış şeması.....	31
Şekil 3.2. Bursa'nın Türkiye'deki konumu.....	32
Şekil 3.3. Kaynak ve uygulama alanları.....	33
Şekil 3.4. 1862 tarihli Suphi Bey haritası.....	34
Şekil 3.5. Bursa Tarihi Hanlar Bölgesi ve çevresi günümüz durumu uydu görüntüsü.....	35
Şekil 3.6. Koza Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı.....	36
Şekil 3.7. Koza Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi.....	37
Şekil 3.8. Koza Han oluşum analizi.....	37
Şekil 3.9. Fidan Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı.....	38
Şekil 3.10. Fidan Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi.....	38
Şekil 3.11. Fidan Han oluşum analizi.....	39
Şekil 3.12. Geyve Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı.....	39
Şekil 3.13. Geyve Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi.....	40
Şekil 3.14. Geyve Han oluşum analizi.....	40
Şekil 3.15. Santral Garaj bölgesi günümüz durumu uydu görüntüsü	42
Şekil 3.16. Yapıldığı yıllarda Santral Garaj Bölgesi.....	42
Şekil 3.17. 1924 tarihli Lörcher Planı’nda belirtilen Santral Garaj Bölgesi.....	43
Şekil 3.18. 1966 yılında hazırlanan Piccinato planı.....	44
Şekil 3.19. Uygulama alanı Santral Garaj Bölgesi.....	45
Şekil 3.20. Biçim Grameri tasarım aracı.....	45
Şekil 3.21. Basit bir biçim grameri örneği.....	46
Şekil 3.22. Basit bir biçim gramerinden türetilen tasarım örnekleri.....	46
Şekil 3.23. Açık biçim kurallarını tanımlamak için kullanılan etiketler.....	47
Şekil 3.24. Siza’nın Malagueira Evleri biçim grameri.....	48
Şekil 3.25. İki ve üç boyutlu Palladyen grameri.....	49
Şekil 3.26. Araştırma uzayındaki genotipler ve çözüm uzayındaki fenotipler....	51
Şekil 3.27. Stilize edilmiş yüzler ve onları tanımlayan genotipler.....	52
Şekil 3.28. Basit bir genetik algoritma şeması.....	53
Şekil 3.29. Genetik Algoritmalarla sayısal olarak elde edilen doku ve elemanları.....	57
Şekil 3.30. Koch Eğrisi illüstrasyonu.....	58

Şekil 3.31.	Yapay topoğrafyada fraktallerle elde edilmiş yerleşim.....	63
Şekil 3.32.	Mekansal düzenleyim örneği.....	65
Şekil 3.33.	Bir yapı ile bu yapıya ait dış mekana göre oluşturulmuş erişim grafiği.....	67
Şekil 3.34.	Decoding Spaces Toolbox içeriği.....	70
Şekil 4.1.	Hanlar Bölgesi dokusu a) 1862 yılına ait yerleşim b) Günümüz durumu.....	72
Şekil 4.2.	Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılına ait global (Rn) bütünleşme grafiği...	73
Şekil 4.3.	Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılına ait yerel (R3) bütünleşme grafiği....	74
Şekil 4.4.	Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılına ait okunabilirlik grafiği.....	75
Şekil 4.5.	Hanlar Bölgesi'nin günümüz durumunun global (Rn) bütünleşme grafiği.....	77
Şekil 4.6.	Hanlar Bölgesi'nin günümüz durumunun yerel (R3) bütünleşme grafiği.....	79
Şekil 4.7.	Hanlar Bölgesi'nin günümüz durumunun okunabilirlik grafiği.....	80
Şekil 4.8.	Görünürlük analizi yapılan tarihi binalar.....	81
Şekil 4.9.	Emir Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı.	82
Şekil 4.10.	Fidan Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı	83
Şekil 4.11.	Geyve Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı.....	85
Şekil 4.12.	Koza Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı.	86
Şekil 4.13.	Bedesten (Çarşı) görünürlük haritası.....	87
Şekil 4.14.	Ulucami görünürlük analizi.....	89
Şekil 4.15.	Hanlar Bölgesi ve çevresi genel yerleşimi.....	90
Şekil 4.16.	Grid oluşturmayı belirleyen 1. kural.....	91
Şekil 4.17.	Birime 2. kural ile benzer özellikte birimin eklenmesiyle oluşan biçim.....	91
Şekil 4.18.	Birime 3. kural ile benzer özellikte birimin eklenmesiyle oluşan biçim.....	91
Şekil 4.19.	Sokak ilişkisini belirleyen 4. kural.....	92
Şekil 4.20.	Hanların açık alanlarının başka açık birimlerle kurduğu ilişkiyi tanımlayan 5. kural.....	92
Şekil 4.21.	Belirlenmiş biçimlenme kurallarının uygulanması ile elde edilen kurgu.....	92
Şekil 4.22.	Koza Han planlar a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı.....	93
Şekil 4.23.	En küçük birim elemana başka bir birim elemanın belirlenen 1. kural ile birleşmesi.....	94
Şekil 4.24.	Han girişinin ticari birimler birleşmesini gösteren 2. kural.....	94
Şekil 4.25.	Taç kapının han mimari kurgusuna eklenmesini belirleyen 3. kural..	94
Şekil 4.26.	Revak strüktürünü taşıyan sütunun temel birime eklenmesini belirleyen 4. kural.....	95
Şekil 4.27.	Köşe mekanların temel birim dizisine eklenmesini belirleyen 5. kural.....	95
Şekil 4.28.	Hanlarda sirkülasyon elemanlarının temel birimle ilişkisini gösteren 6. kural.....	95
Şekil 4.29.	Han avlusunda yer alan şadırvan ve mescitin 7. kural ile eklenmesi...	96
Şekil 4.30.	Sokak ağı üretimi bileşen grubu.....	98
Şekil 4.31.	Uygulama alanı kuzeyi baz alınarak üretilen sokak ağı örneği.....	99

Şekil 4.32.	Uygulama alanı doğusu baz alınarak üretilen sokak ağı.....	99
Şekil 4.33.	Uygulama alanı güneyi baz alınarak üretilen sokak ağı üretimi.....	100
Şekil 4.34.	Uygulama alanı batısı baz alınarak üretilen sokak ağı üretimi.....	100
Şekil 4.35.	Tek parametrelili parsel/imar adası üreten bileşen grubu.....	101
Şekil 4.36.	Çoklu parametre ile parsel/imar adası üreten bileşen grubu.....	101
Şekil 4.37.	Uygulama alanı doğusuna göre şekillenmiş parsel üretimleri.....	102
Şekil 4.38.	Uygulama alanı doğusuna göre şekillenmiş parsel üretimleri.....	102
Şekil 4.39.	Uygulama alanı güneyine göre şekillenmiş parsel üretimleri.....	103
Şekil 4.40.	Uygulama alanı batısına göre şekillenmiş parsel üretimleri.....	103
Şekil 4.41.	Uygulama alanında üretilen birinci kentsel model.....	104
Şekil 4.42.	Uygulama alanında üretilen ikinci kentsel model.....	104
Şekil 4.43.	Uygulama alanında üretilen üçüncü kentsel model.....	105
Şekil 4.44.	Uygulama alanında üretilen dördüncü kentsel model.....	105
Şekil 4.45.	Birinci model global (Rn) bütünleşme haritası.....	106
Şekil 4.46.	Birinci model yerel (R3) bütünleşme haritası.....	107
Şekil 4.47.	Birinci model sinerji grafiği.....	107
Şekil 4.48.	İkinci model global (Rn) bütünleşme haritası.....	108
Şekil 4.49.	İkinci model yerel (R3) bütünleşme haritası.....	109
Şekil 4.50.	İkinci model sinerji grafiği.....	109
Şekil 4.51.	Üçüncü model global (Rn) bütünleşme haritası.....	110
Şekil 4.52.	Üçüncü model yerel (R3) bütünleşme haritası.....	110
Şekil 4.53.	Üçüncü model sinerji grafiği.....	111
Şekil 4.54.	Dördüncü model global (Rn) bütünleşme haritası.....	111
Şekil 4.55.	Dördüncü model yerel (R3) bütünleşme haritası.....	112
Şekil 4.56.	Dördüncü model sinerji grafiği.....	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. 'k' sayıdaki mekan sayısı için D değerleri çizelgesi.....	68
Çizelge 4.1. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait global (Rn) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri.....	72
Çizelge 4.2. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait yerel (R3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri.....	74
Çizelge 4.3. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait global (Rn) ve yerel (R3) mekan dizimsel değerler.....	76
Çizelge 4.4. Hanlar Bölgesi günümüz güncel dokusuna ait global (Rn) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri.....	76
Çizelge 4.5. Hanlar Bölgesi günümüz güncel dokusuna ait yerel (R3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri.....	78
Çizelge 4.6. Hanlar Bölgesi günümüz dokusuna ait global (Rn) ve yerel (R3) mekan dizimsel değerler.....	80
Çizelge 4.7. Emir Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	82
Çizelge 4.8. Emir Han görünürlük grafiği.....	83
Çizelge 4.9. Fidan Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	84
Çizelge 4.10. Fidan Han görünürlük grafiği.....	84
Çizelge 4.11. Geyve Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	85
Çizelge 4.12. Geyve Han görünürlük grafiği.....	85
Çizelge 4.13. Koza Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	86
Çizelge 4.14. Koza Han görünürlük grafiği.....	87
Çizelge 4.15. Bedesten (Çarşı) minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	88
Çizelge 4.16. Bedesten (Çarşı) görünürlük grafiği.....	88
Çizelge 4.17. Ulucami minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri.....	89
Çizelge 4.18. 1862 tarihli Hanlar Bölgesi ve çevresinin fraktal değer analiz.....	97
Çizelge 4.19. Hanlar Bölgesi ve çevresi günümüz durumunun fraktal değer analizi.....	97
Çizelge 4.20. Birinci model global entegrasyon değerleri.....	106
Çizelge 4.21. Birinci model yerel entegrasyon değerleri.....	107
Çizelge 4.22. İkinci model global entegrasyon değerleri.....	108
Çizelge 4.23. İkinci model yerel entegrasyon değerleri.....	109
Çizelge 4.24. Üçüncü model global entegrasyon değerleri.....	110
Çizelge 4.25. Üçüncü model yerel entegrasyon değerleri.....	111
Çizelge 4.26. Dördüncü model global entegrasyon değerleri.....	112
Çizelge 4.27. Dördüncü model yerel entegrasyon değerleri.....	112

Çizelge 4.28.	Birinci model fraktal boyut analiz ve değeri.....	113
Çizelge 4.29.	İkinci model fraktal boyut analiz ve değeri.....	114
Çizelge 4.30.	Üçüncü model fraktal boyut analiz ve değeri.....	114
Çizelge 4.31.	Dördüncü model fraktal boyut analiz ve değeri.....	115
Çizelge 4.32.	Kaynak Alan kent dokusu mekan dizimsel analiz değerleri.....	115
Çizelge 4.33.	Uygulama alanı sayısal kent modelleri mekan dizimsel analiz değerleri.....	116
Çizelge 4.34.	Çalışma alanları mekansal dizim analiz değerleri karşılaştırması.....	116
Çizelge 4.35.	Kaynak alan ve sayısal modellerin fraktal değerleri.....	117
Çizelge 4.36.	Kaynak ve uygulama alanı fraktal değerlerinin karşılaştırması.....	117



1. GİRİŞ

Günümüzde bilimde ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler, mimarlık alanında da yeni araştırma yöntemlerini ortaya koyma fırsatı doğurmuştur. Tasarım süreçlerine bilgisayar destekli çeşitli yaklaşımların dahil edilmesi ile birlikte sayısal mimari tasarım bağlamında önemli çalışmalar yapılmıştır. Böylelikle tasarımcılar, çeşitli ölçeklerde farklı tasarım yöntemlerini bilgisayar ortamında deneyimleme olanağı bulmuşlardır.

Cross'a (2001) göre tasarım zihinde üretilen ve yorumlanan bilgidir. Tasarım bilgisi, tasarım verilerinin tasarımcının zihninde amaçladıklarının işlevsel biçimlere dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkar. Dönüştürme işlemi tasarlama süreci devam ettikçe her aşamada kesintiye uğramadan devam eder. Üretilen ve yorumlanan her bilgi, tasarım problemlerini çözmek amacıyla kullanılan verileri oluşturur. Bu bağlamda tasarımcı, tasarım sürecinin tamamında aktif olarak süreci yönetir (Cross, 2001). Geleneksel tasarım süreçlerinde, tasarım ürünlerini oluşturmak için veri olarak kullanılan girdileri (input) ve tasarım ürününün kendisi olan çıktıları (output) tasarımcı denetler. Soyut zihinsel değerlendirmelerin aksine, bilgisayarlarda tasarım bilgisi çeşitli sayısal verilerle temsil edilir. Sayısal verilerin işlenebildiği, analiz edilebildiği ve tasarım ürünlerine dönüştürülebildiği bu tasarım sürecine sayısal tasarım denir. Sayısal ortamda tasarım verilerinin çoklu alternatifler oluşturabilmesi ve değerlendirebilmesine oranla, yalnızca tasarımcının zihin süzgecinde yorumlanarak elde edilen tasarım ürünleri daha kısıtlı olmaktadır.

Ön tasarım süreci, takip eden tasarım aşamalarının temelini oluşturan bir bilgi toplama sürecidir. Bu süreç, tasarlanması planlanan ürünlerin alan yerleşimine, boyutlarına, ölçeğine, yakın çevre ile ilişkilerine odaklanarak ihtiyaç programı gereksinimlerinin karşılanmasını hedefler. Fiziksel etmenlerin yanı sıra ön tasarım sürecinde tasarım kararlarını etkileyen sosyal, kültürel ve ekonomik etmenler de irdelenir. Tasarım ürünlerinin temel biçimlerini ve kompozisyonunu oluşturabilmek için toplanan bilgilerin bir araya getirildiği ön tasarım sürecinde, çoklu tasarım alternatifleri üretilebilir. Bu alternatifler, sayısal ortamda kodlama ve yazılımların sağladığı olanaklarla birlikte somut sayısal verilerle ortaya konulabilir. Buna bağlı olarak, sayısal ortamda çoklu tasarım alternatiflerini oluşturmaya ve yorumlamaya yarayan çeşitli üretken tasarım yaklaşımları

ve analiz araçları geliştirilmiş ve araştırmacılar tarafından bina ve kent ölçeklerinde son zamanlarda kuramsal olarak sıkça kullanılmaktadır. Bu üretken yaklaşımlar ve analiz araçlarının, özgün yapıları çeşitli faktörlerle hızlı bir şekilde değişen ve dönüşen özgün kent dokuları için de kullanılarak çeşitli koruma, onarım ve sürdürülebilirlik fikirleri elde edilebileceği görülmektedir.

Kentler ekonomik, sosyal ve teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı etkilerle birlikte hızla değişmektedir. Endüstrileşme sürecine paralel olarak birtakım göçlerle nüfus artışları yaşayan her kentin bu değişim, gelişim ve dönüşümlere verdiği yanıtlar farklı düzeylerde olmuştur. Plansız ve denetimsiz başlayarak devam eden kentsel yayılma süreçlerinin neden olduğu olumsuz sonuçları sonlandırmak veya en aza indirebilmek gerekmektedir. Bu amaçla, olumsuz kentsel yayılmanın kontrol altına alınabilmesi adına planlı ve tasarlanmış kent dokusu öngörülerinde bulunabilmek önemlidir. Kentlerin gelecek biçimlenmeleri, kente özgü değişim ve dönüşüm dinamiklerinin analiz edilmesi ile tahmin edilebilir.

Kent ölçeğinde sayısal ortamda üretilen doku modelleri, kent kullanıcılarının ihtiyaçlarını günümüz şartları ve gelecek öngörülerini doğrultusunda ele alan dinamik modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel tasarım ile ilgili 1960'lı (Alexander, 1965) yıllarda yoğunlaşan eleştirel çalışmaların ardından, günümüz teknolojik imkanlarıyla kentsel tasarım kavramı daha çok tasarım ürünleri ile araştırılmaktadır. Kentsel projelerin geleneksel tasarım süreci hakkındaki tartışma, karar vermenin yukarıdan aşağıya bir süreçle gerçekleştiğini ve tasarımcının elde edilen bilgileri dikkate alarak kararlar aldığını ortaya koyar. Tasarımcı tarafından temel parametrelerin tanımlanmasıyla, bilgisayarın büyük kararlar verdiği üretken, parametrik ve algoritmik hesaplama araçlarının kullanımı ise aşağıdan yukarıya doğru bir tasarım yaklaşımına yol açar (Terzidis, 2006). Sayısal ortamda biçimlenmiş kentsel tasarım örnekleri, kentsel tasarımda kullanılan algoritmalar ile sayısal tasarıma dayalı kentsel tasarım projelerine yer verilmesi, çalışma kapsamında önemli görülmektedir.

Yaşanabilir bir alanın karmaşıklığını ve dinamiğini sayısal tasarıma dayalı projeler kullanmadan tahmin etmek zordur. Sonsuz veri tabanları ve verileri benzer bir şekilde işlemenin zorluğu, kentsel sonuçların evrimini anlamak ve incelemek için

bilgisayarlardan yararlanmayı gerektirmektedir. Kentlerin doğasında var olan karmaşıklık göz önüne alındığında, kent ile ilgili projelerin tanımlanması ve gerçekleştirilmesi için algoritmaların kullanımı, projeler üzerinde çalışılacak bazı yönleri tahmin etmeye çalışır (Pereira, 2019). Bu nedenle, kentsel yerleşimlerin ön tasarım sürecinde birçok algoritmik bileşen oluşturulmuştur (Koenig ve Varoudis, 2016). Bu nedenle, algoritmalar ve sayısal yöntemlerle elde edilen parametreler, kentleşmeye özgü karmaşık sistemlerin yönetilebilmesi amacıyla, farklı bağlamlarda, kentsel planlama için umut verici araçlar olarak kullanılmaktadır.

Tez kapsamında ele alınan grafting kavramı, 'A' ve 'B' gibi iki farklı kaynağı birleştirerek 'AB' koşulunu sağlamayı ve 'A' ve 'B' kaynaklarının her birinden daha üstün hale getirmeyi önerir. Tıpta grafting, doku nakli anlamına gelir. Vücutta, sağlıklı dokunun alınarak hastalıklı dokuya transfer edilmesi ile iyileşme sağlanması hedeflenmektedir. Bitki biliminde ise grafting, aşılama adı verilen işlemle, bitkinin bir kısmının bir birlik oluşturulacak ve ortaklar birlikte büyümeye devam edecek şekilde, başka bir bitkinin üzerine yerleştirilmesi eylemidir. Ünlü modernist mimar Le Corbusier, “The City of Tomorrow and its Planning” (Corbusier ve Etchells, 1971) adlı kitabında tıp bilimindeki grafting kavramına atıfta bulunarak bozulmaya uğramış kent dokusunun ameliyat olması gerektiğini dile getirmiştir. Corbusier, bu ‘ameliyat’ ile kent içerisinde kamusal yeşil alanların artırılmasını önermiştir (Kotsampouikidis, 2013). Bir başka kuramcı mimar Eisenman ise graft kelimesini tasarıma başlama motivasyonu olarak tanımlamıştır (Bedard, 1994). Çalışma bu bilgilerden hareketle, özgün bir kent dokusu fiziksel oluşumunun sayısal olarak analiz edilmesini ve bu analizlerin ön tasarım aşamasında yeni kent dokuları üretiminde kullanılabildiğini irdelemektedir.

Gelişmiş sanayi bölgelerine sahip ve ülkemizin dördüncü büyük kenti olan Bursa çalışma alanı olarak seçilmiştir. Geçmişinde özellikle 15. ve 17. yüzyılları arasında önemli bir ticaret ve üretim merkezi olan kent, bu duruma bağlı olarak fiziksel büyümesini devam ettirmiştir. Büyümesi 19. yüzyıl ortalarına kadar durağan seyreden Bursa’da, sonrasında kendi iç dinamikleriyle değil daha çok dış etkilerle sosyal, ekonomik ve fiziksel bir değişim süreci yaşanmış, bu değişim günümüzde de gelişmekte olan ülkelerin tipik dinamiklerini yansıtan biçimde devam etmektedir.

Bursa, geçmişinde çeşitli uygarlıklara ev sahipliği yapan bir kent olarak, yoğun bir tarihi ve kültürel miras barındırmaktadır. Sur içinde küçük bir yerleşime sahip bir kent iken günümüzde ülkemizin en büyük kentlerinden birine dönüşmüştür. Bu fiziksel büyümeye bağlı olarak Bursa, farklı kentsel odak noktaları ve merkezler barındırmaktadır. Osmanlı tarafından fethedildikten sonra, kurulduğu Suriçi'nin güney doğusunda çeşitli hanlar, çarşılar ve bunları birbirine bağlayan sokaklardan oluşan özgün bir dokuya sahip Hanlar Bölgesi oluşmuştur.

Çalışma, özgün bir kent dokusu fiziksel oluşumu sayısal bilgisinin, başka bir kentsel gelişme alanında, yine sayısal ortamda yeni dokular üretilebilmesi için kullanılması ve yorumlanması üzerine temellendirilmiştir. Bu bağlamda çalışma, aşağıda belirtilen sorulara cevap aramaktadır:

- 1) Özgün kent dokusu ile bu dokuyu oluşturan mimari elemanların fiziksel biçimlenmelerinin arkasında yatan sosyal, kültürel ve ekonomik faktörler mekan dizim ve fraktal boyut analizleriyle sayısal olarak yorumlanabilir mi?
- 2) Analizlerle elde edilen kent fiziksel bilgisi, ön tasarım aşamasında değerlendirilmek amacıyla üretken tasarım sistemlerinden biçim gramerleri ve genetik algoritmalar ile birlikte sentezlenen sayısal tasarım girdileri olarak kullanılabilir mi?
- 3) Sayısal ortamda elde edilen öneri dokuların, bulundukları çevre ile kurdukları fiziksel ilişki nasıl irdelenebilir? Bu yeni sayısal modellerin güncel doku ile fiziksel oluşumları karşılaştırılarak benzerlik ve ayrışmalar yorumlanabilir mi?

Bu çalışmada, Bursa özelinde seçilen belirli bir alanda kentsel yayılma öngörü modelleri oluşturulması amaçlanmıştır. Söz konusu modeller, mimarlıkta üretken tasarım araçlarından biçim gramerleri ve genetik algoritmalar ile sayısal olarak kurgulanmıştır. Çalışma ile kentsel dokuya ait veri tabanı oluşturularak, Santral Garaj Bölgesi kentsel gelişiminin geleceğine dönük çeşitli öngörülerde bulunulması hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında Bursa içerisinde kaynak ve uygulama alanları olarak iki farklı çalışma alanı belirlenmiştir. Kaynak alan, Bursa'nın güncel kent dokusunun çekirdeğini oluşturan ve özgün bir dokuya sahip Tarihi Hanlar Bölgesi; uygulama alanı ise bölge ile

dolaylı etkileşim içerisinde olan ve Bursa'nın fiziksel merkezi konumunda bulunan, güncel mimari değişimlerin yaşandığı Santral Garaj Bölgesi'dir.

Çalışmada, kaynak alanda kent ve bina ölçekli mekan dizimsel, fraktal boyut ve biçim grameri analizleri yapılmıştır. Çalışma, mekan dizimsel ve biçim grameri analizleri sonucu elde edilen sayısal mimari verilerin, sayısal ortamda girdi olarak işlenmesi ve uygulama alanında çeşitli mimari doku çıktılarına dönüştürülmesini kapsamaktadır. Çalışma alanı olarak belirlenen kaynak ve uygulama alanlarının tarihsel süreç içerisinde geçirdikleri değişimin ve alana dair potansiyellerin belirlenmesi önemli görülmektedir. Sayısal ortamda ve gözlemlerle elde edilen verilerin, yine sayısal ortamda nasıl kullanılacağı ile tasarım parametrelerinin önerilecek yeni kent dokuları plan kararlarına nasıl yansıtılacağına karar verme süreci, çalışma kapsamında ayrıca sorgulanmıştır.

Çalışma, analiz, sentez ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Analizler, girdi olarak yeni doku oluşumları üretiminde kullanılacak sayısal veriler ile çıktı olarak üretilen modellerin fraktal ve mekan dizimsel boyutlarla yorumlanması aşamasında yapılmıştır. Sentez sürecinde genetik algoritmalar ile sayısal ortamda mimari doku ve bina üretimleri gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme aşamasında ise uygulama alanında elde edilen mimari dokuların kaynak alan dokusu ile ilişkileri tartışılmış ve yorumlanmıştır.

Mekan dizimsel analizler için Depthmap X yazılımı kullanılmıştır. Yazılım ile kent ölçeğinde aksiyel haritalar kullanılarak entegrasyon ve okunabilirlik (sinerji) değerleri elde edilmiştir. Bina analizleri için ise alanda bulunan han, çarşı ve ibadet yapıları görünürlük haritaları oluşturularak analiz edilmiştir. Görünürlük haritaları ile binalara ait entegrasyon (bütünleşme) ve toplam derinlik değerleri elde edilmiştir. Fraktal kurguya dayalı analizler ise Image J yazılımı ile elde edilen grafikler aracılığıyla kutu sayma yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Hanlar Bölgesi geleneksel dokusunun ve bu dokuyu oluşturan han ve çarşıların oluşma biçimlerinin grameri de çalışma kapsamında analiz aşamasında ortaya konmuştur. Bu gramerlerin kent ve yapı ölçeğinde değerlendirilmesi, öneri olarak elde edilen modellerdeki kent dokusu ve yapı ilişkilerinin benzerlik ya da ayrışmaları araştırma

bağlamında önemlidir. Öneri doku üretimleri, genetik algoritma tabanlı Rhinoceros/Grasshopper yazılımı eklentisi olan DeCodingSpaces aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle sokak/cadde ağı (network) üretimi, sonrasında ise sırasıyla imar adası/parsel (plot) ve bina üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma, beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde hiyerarşik olarak çalışmanın genel kurgusu, amacı, kapsamı, yöntemi ve önemine değinilmiştir. Çalışma ile yanıtı aranan araştırma soruları ile çalışmada yararlanılan yazılım bilgileri yine bu bölümde yer almaktadır.

Kuramsal temeller ve literatür özeti başlıklı ikinci bölümde, çalışmanın arka planı ile çalışmayı ilgilendiren bilimsel konulara ait bilgiler çeşitli kaynaklarla aktarılmıştır. Sayısal tasarım kavramının detaylandırıldığı bölümde ayrıca, çalışmada kullanılan bilimsel yöntemler açıklanmıştır. Bu bilimsel yöntemlerle üretilen çeşitli kentsel doku örneklerine de bölümün sonunda yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmada yer alan kaynak ve uygulama alanları ile ilgili bilgiler verilerek, çalışmada yararlanılan üretken tasarım yöntemleri ve mimarlık alanında kullanımları açıklanmıştır. Üretken tasarım yaklaşımlarını temel alarak, sayısal doku üretimlerini gerçekleştirmek amacıyla yararlanılan Decoding Spaces yazılımı da bölümde tanıtılmıştır.

Çalışmada yapılan bilimsel analizler, sonuçları ile birlikte dördüncü bölümde yer almaktadır. Kaynak alanda gerçekleştirilen mekan dizimsel, biçim gramerleri, fraktal geometriye dayalı analizler ve uygulama alanında üretilen dokular, bölüm içerisinde sunulmuştur. Bölüm, uygulama alanında elde edilen dokular ile özgün kaynak doku arasındaki fiziksel ilişki incelemesi yapılarak sonlanmaktadır.

Beşinci ve son bölüm olan ‘Tartışma ve Sonuç’ bölümünde ise çalışma kapsamında yapılan tüm analizlerin sonuçları karşılaştırmalı olarak tartışılmış ve yorumlanmıştır. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular detaylı olarak bölümde özetlenmiş ve çalışmanın gelecek kent planlamaları için önemine değinilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, çalışma konularına ait kuramsal bilgiler aktarılmıştır. Bölüm, çalışmanın arka planı ile başlamakta, çalışma kapsamında kullanılan tüm yöntemler için detaylı bilgi verecek biçimde literatür bilgisiyle devam etmektedir. Çalışmada kullanılan sayısal tasarım yöntemleri ile üretilen benzer doku örnekleri bölümde irdelenmiştir. Bölüm, özgün kaynak dokuyu oluşturan baskın mimari öge hanlar, hanların arketipleri olan Agora ve Stoalar ile grafting kavramına ait detaylı açıklamaları da içermektedir.

2.1. Çalışmanın Arka Planı

Sanayi devrimlerine kadar yapısal ve işlevsel olarak çok fazla dönüşemeyen kentler sanayileşme ile birlikte hızlı bir büyümeye ve bir olgu olarak kentleşme kavramının gelişmesine neden olmuştur (Erkan, 2010). Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren kent ve kentleşme ile ilgili çeşitli bilimsel çalışmalar yapılmış ve kuramlar ortaya çıkmıştır. Kuramcı mimar Christopher Alexander, insanlardan çok araçlar için kurgulanmış mekanların yoğunlaştığı 1960'ların sonunda, planlı yerleşimlerin hiyerarşik strüktürünü eleştirip kentlerin bir ağaç gibi değil, yarı ızgara gibi görünmesi gerektiğini önermiştir (Alexander, 1965).

Sanayi devrimlerinden sonra, bilgi teknolojilerinin gelişimi, dijitalleşme ve elektroniğin kullanımı ile birlikte üretim daha fazla otomatikleşmiştir. Bu yeniliklerin mimari tasarımda da kullanılmasıyla birlikte bilgisayar destekli, sayısal tasarım araçları da geliştirilmiştir. Bu araçlar başlangıçta tasarımı analiz eden araçlar olarak ortaya çıktıktan sonra günümüzde tasarım aracı olarak ta kullanılmaktadır. Mekan dizim analizleri ve üretken tasarım yöntemleri bu araçlardandır.

1984'de Barlett-UCL'de Bill Hillier ve Julianne Hanson, adına mekan dizim dedikleri, kentsel tasarımın sosyal etkilerini analiz etmek amacıyla bir dizi araç geliştirmişlerdir (Hillier ve Hanson, 1984). Bu araçlar, binaların ve kentsel mekanların oluşumlarının arkasında sosyal ve kültürel bilgilerin yattığı varsayımına dayanır. Mekan dizimsel analiz araçları, bina ölçeğinde mekansal düzenleyimleri sayısal verilerle yorumlar. Mimari dokularda ise dokuyu oluşturan elemanların birbirileri ile olan fiziksel ilişkileri ve bağlantıları üzerinden sayısal okumalar yapılmaktadır.

Kent dokularını analiz etmek için kullanılan bilimsel yöntemlerden biri de fraktallerdir. Batty, fraktal geometriye dayalı kurgulardan yararlanarak kentleri analiz etmiş ve benzetim çalışmaları yapmıştır (Batty ve Longley, 1994). Ediz ve Çağdaş (2007) kentsel analizin yanısıra, mevcut bir kent dokusunun fraktal boyutuna uyan yeni kent dokuları ve mimari üretmek için de kullanmışlardır (Ediz ve Çağdaş, 2007).

Kurallara dayalı tasarımlar üreterek geliştirilen biçim grameri yaklaşımı, ilk olarak soyut kompozisyonlar oluşturma amacı ile başlamıştır. Sayısal kurgu kavramı ile hem analiz hem de sentez süreçlerinde, mimarlık alanında da kullanılmaktadır (Stiny ve Gips, 1972). Temel bir biçime belirli kurallar uygulanarak yeni biçimlerin oluşturulması temeline dayanan biçim gramerleri ile kent dokuları ve binaların biçimlenmeleri irdelenebilir. Yapay zeka alanında çoklu parametreleri kapsayan problemlerle başa çıkmak amacıyla geliştirilen ve evrim kuramına dayanan genetik algoritmalar ise; bir değerlendirme (uygunluk) işlevinin uygulanmasıyla yeniden üretim ve doğal seçim sürecini taklit ederek gerçekleşir (Celani ve diğ., 2011). Doğada var olan bu doğal üretim sürecine benzer biçimde genetik algoritmalarla bina ve kent dokuları da üretilebilir.

Marshall (2005), nesnel olarak değerlendirilebilen matematiksel model geliştirmiştir. Bu modelin amacı, tasarımcıların verimlilik ve sosyal etkileşim için fırsatlar yaratma açısından daha iyi kentsel çevreler yaratmalarına yardımcı olmaktır (Marshall, 2005). Üretken sistem yöntemlerinden genetik algoritmaların ve biçim gramerlerinin birlikte kullanımı Gero tarafından önerilmiştir (Gero ve Kazakov, 1996). Bu teknikle, değiştirilebilen ve yeniden birleştirilebilen, parametrelerle optimize edilmiş tasarımlar üretilebilir.

Yukarıda yer alan bilgilerden hareketle çalışma, arkasında sosyal ve kültürel bilgiler barındıran özgün bir kent dokusu oluşumunun analiz edilerek, dokunun sahip olduğu potansiyel ve dinamiklerin başka bir kent içi bir alanda, sayısal ortamda yeni dokular üretilmesi temeline dayanmaktadır.

2.2. Sayısal Tasarım Kavramı

Sayısal araçlardaki güncel gelişmeler, tasarımcıların formu kavramsallaştırmanın yeni yollarını keşfetmelerini sağlamıştır (Schnabel, 2007). Başlangıçta tasarım temsili için

kullanılan bu araçlar, 1990'lardan sonra temel bir değişim yaşamıştır. Algoritmik düzenleyicilerim ortaya çıkışı ve yazılım paketleri (Grasshopper, Dynamo, vb.), tasarımcılara ve yazılımcılara “standart dışı” geometrik formlar oluşturma ve değiştirme araçları sağlamıştır (Stavric ve Marina, 2011). Örneğin, Rhino 3D için algoritmik bir eklenti olan Grasshopper, mimari tasarım için yaygın olarak kullanılmaktadır (Payne ve Issa, 2009). Grasshopper, algoritma oluşturmak için operatörler, koşullu ifadeler, fonksiyonlar ve trigonometrik eğriler gibi çok çeşitli matematiksel araçlar sunmaktadır. Bu tür algoritmalar, geleneksel ve sınırlı 3B modelleyici kullanımının ötesine geçerek (Terzidis, 2006), tasarımcılara sayısal modelleme için üretken güç sağlamıştır (Stavric ve Marina, 2011).

Sayısal tasarım, tasarımları bir dizi yöntemle ifade etme süreci olan algoritmik düşünceye dayanır. Tasarımcılara, sayısal modelleme için yeni bir yaklaşım sunar. Woodbury (2010), sayısal modelleme kavramı için, ‘işaretlerin’, yani bir tasarımın parçalarının, koordineli bir şekilde ilişki kurarak birlikte değiştiği ve bu şekilde temel değişimi getirdiğini ifade etmiştir. Tasarımcı, bir nesnenin parametrelerine farklı değerler atar ve aynı model için tasarım çeşitliliğini hızla oluşturmak için bunları değiştirir (Woodbury, 2010; Maher, 2011; Hernandez, 2006). Sayısal tasarımın bir avantajı, değişiklikleri yeniden yapılandırmaya gerek kalmadan sayısal modellerde uygulanabilmesidir (Burry, 2011). Davis'in (2013) açıkladığı gibi, bir modelin değişikliklere uyum sağlama esnekliği, sayısal modellemenin temel özelliğidir ve bu esneklik, sayısal modellemenin temel ilkesini oluşturur. Tasarımcı, esnek bir modeli sürdürerek, mimari tasarım sürecinde, değişimin kaçınılmazlığı göz önüne alındığında önemli olan değişikliği yapmayı göze alabilir.

Davis (2013), bir parametrik modelin ne yaptığıyla değil, nasıl yaratıldığıyla benzersiz olduğunu dile getirmiştir. Tasarımcı, bir dizi parametreden bir dizi sonucun nasıl elde edilebileceğini açıkça belirtir (Davis, 2013). Monedero (2000), sayısal modelleme, parametrelerin form oluşturmak için kullanılmasını önerir; ancak “aslında sayısal modellerde geçerli olan, fiziksel ilişkilerin kullanımıdır” demiştir (Monedero, 2000). Sayısal bir modelin inşası ve davranış şekli, modelin amacına yansımaktadır. Bu nedenle, bir modelin amacına hizmet etmek için modelin nasıl oluştuğuna ilişkin fikir vermesi amacıyla, sayısal modelleme ile tasarım amacı arasındaki ilişkiyi tartışmak önemlidir.

Tasarım amacı, tanımını zor ama tasarımla ilgili alanlarda yaygın olarak kullanılan bir kavramdır (Otey, Company, Contero ve Camba, 2018; Chen ve Hoffman, 1995). Çeşitli yazarlar, sayısal modelleme ile ilgili birtakım tanımlamalarda bulunmuşlardır. Örneğin Martin (2017), en temel düzeyde tasarım amacını, “Tasarımlarımda yapmayı amaçladığım şey” biçiminde tanımlamıştır. Bu, gerekli bir işlevi elde etmek için modelin beklenen davranışını ifade etmektedir.

Sayısal modelleme sürecinde, beklenen davranışı elde etmek için modelin farklı bölümleri arasındaki ilişkileri tanımlayan bir programın uygun şekilde hazırlanması gerekmektedir. Rynne ve Gaughran'ın (2007) belirttiği gibi, sayısal bir modelde, bir tasarım amacının yakalanma derecesi, doğrudan modelin planlanma ve inşa edilme şekli ile ilgilidir.

Sayısal bir model, her ikisi de tasarım alanını oluşturmak ve geometrik nesneler arasındaki ilişkileri sürdürmek için kullanılan kısıtlamalar ve parametrelerden (Hernandez, 2006) oluşur (Maher, 2011). Nesne ilişkileri ve davranışları sayısal modellerde (Stavric ve Marina, 2011) formüller, denklemler ve fonksiyonlar kullanılarak matematiksel ve geometrik olarak tanımlanır (Burry, 1999).

Bir parametre kavramını ve denklemleri uygulama yöntemini ve sayısal modellerde nesneler arasında ilişkiler kurma yöntemini açıklamak önemlidir. Daha geniş anlamda bir parametre, tasarım alanını tanımlayan bir “sınır” olarak tanımlanabilir. Sayısal bir modelde, tasarımcının bu sınırı dikkatli bir şekilde belirlemesi önemlidir, çünkü parametrelemelerin her birinde parametreler için değer kümelerinin kombinasyonları, tasarım alanıdır ve uzayın esnekliğini belirler (Maher, 2011).

2.2.1. Sayısal Tasarımda Analiz, Sentez ve Değerlendirme

Bilgi teknolojisindeki değişim ve dönüşüm, mimarlık ofislerini de etkilemiştir. Bugün, neredeyse tüm uygulamalar büyük ölçüde CAD programlarına dayanmaktadır. Bununla birlikte, bilgisayar öncesi dönemin metaforları hala CAD'de aktif olarak kullanılmaktadır. Tasarımcıların kullandığı bilgisayar uygulamaları, genellikle tamamen farklı bir amaç için yaratılmakta veya mimari uygulamadan kopmuş yazılım şirketleri tarafından

geliştirilmektedir. İlgili hesaplama metodolojisinin ve amaca yönelik araçların eksikliği, tasarım çıktısının kalitesini ciddi şekilde etkileyebilir.

Mimari tasarım sürecinin ana bileşenlerinin analiz, sentez ve değerlendirme olduğu konusunda genel bir fikir birliği vardır (Cross, 1977; Kalay, 2004). Tasarım özet analizi ilk aşamada gerçekleşirken, sentez aşamasında tasarım çözümleri üretilir ve değerlendirme aşamasında bu çözümler değerlendirilir. Her aşamada, tasarımcıya yardımcı olacak birkaç hesaplama yöntemi vardır.

Tasarım nesnesinin gerçek sonuçlarını, inşa edilmeden önce doğru bir şekilde tahmin etmek neredeyse imkansızdır. Sayısal modelleme, olası ve gerçek performans arasındaki farkı en aza indirebilen yöntemlerden biridir. Mimari ve kentsel tasarımdaki modeller, yaygın bir temsil biçimidir. Modeller, mimarların tasarım amaçlarını görselleştirmelerine ve iletmelerine, tasarım anlayışları geliştirmelerine ve sürece dahil olan verileri düzenlemelerine yardımcı olur. Karmaşık yapıları anlamak için üç boyutlu modeller gereklidir. Modelleme, sadece geometrinin statik tanımlarını üretmekle kalmaz, aynı zamanda yapıyı çevrenin performansını ve kullanım modellerini anlamaya da yardımcı olabilir.

Geleneksel olarak, modelleme, tasarım büyük ölçüde tamamlandıktan sonra gerçekleşmektedir. Modeller, önerilen çözümün statik tanımları olarak üretilir. Üretken süreçte, modeller bilgisayar programlama yoluyla dinamik olarak geliştirilir. Bu yaklaşım, tüm tasarım parametrelerinin ve tasarım girdileri arasında açıkça tanımlanmış ilişkilerin ortaya çıkarılmasını gerektirmektedir. Buradaki temel hipotez, üretken yöntemlerin, mekansal problemlerin çözümlerini geliştirmek için araçlar sağladığı ve tüm tasarım sürecinin gizemini çözmeye yardımcı olduğudur.

Bilgisayarların ortaya çıkışı, benzetim modellerinin kullanımını hızlandırmıştır. Holland'a (1998) göre, karmaşık modellerle başa çıkmak imkansız olduğu için bilimsel modelleri oluşturmak daha kolaydır. Programlanmış bilgisayarlar, uzun hesaplamaların yürütülmesine hız ve doğruluk getirmiş ve “çok daha karmaşık modelleri keşfetmeye” izin vermiştir (Holland, 1998). Böylece, bilgisayar tabanlı simülasyonlar karmaşık sistem analizini somut hale getirmiştir (Johnson, 2002).

Bilgisayarlar, bilim insanlarının yeni fikirleri ve kavramları keşfetmesine ve daha önce erişilemeyen modelleme tekniklerine erişim sağlamasına imkan tanımıştır (Resnick, 1999). Resnick, bilgisayar modellemesinin keşif ve deney yoluyla öğrenme fırsatı sağladığını açıklamıştır. Gerçek dünyanın belirli yönleri, bilgisayar modelleri ile basitleştirilmiş sayısal temsile kolayca dönüştürülebilir (Castle ve Crooks, 2006). Holland (1998), ayrıca modelin herhangi bir zamanda başlatılabileceğine, durdurulabileceğine, incelenebileceğine ve yeniden başlatılabileceğine dikkat çekmektedir.

Analitik hesaplama yöntemleri, tasarım ve yere özgü problemlerle ilgilenir. Bu yöntemler, hiyerarşik problem ağaçları oluşturarak basit tasarım problemlerini genel bir tasarım problemine birleştirir. Milne'e göre, problemleri dallara ayırmak, tasarımcının karmaşık bir problemi, branştaki her alt probleme karşı kontrol ederek uyumlu tasarım çözümleri bulmasına yardımcı olur (Cross, 1977).

Sentez yöntemleri, değerlendirmenin aksine yapılandırmacıdır ve analitik yöntemlerden farklıdır. Bilgisayar modellemesi aşırı yapılandırmacı yaklaşımı destekleyebilir (Scholl, 2001) ve bu nedenle tasarım sentezi için kullanılabilir. Otomatik olarak tasarım çözümleri üreten sentetik tasarım yöntemleri, sayısal mimari alanında çalışan araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Cross, 1977). En eski sayısal hesaplama yöntemleri, yöneylem araştırması yöntemleridir. 1970'lerde geliştirilmeye başlanan bu yöntemler, problem alanı ve çözüm uzayının tam olarak bilindiği durumlarda çözüm bulmak için tanımlı süreç mantığı kullanır (Kalay, 2004). Bu tanımlı süreç yöntemleri başlangıçta oda yerleşimi ve alan tahsisi problemlerini çözmek için tasarlanmıştır (Cross, 1977).

Sezgisel yöntemler kullanan bilgisayar uygulamalarına genellikle uzman sistemler denir. Bunlar, genellikle eski sembolik yapay zeka araştırmaları doğrultusunda geliştirilir ve tasarımcılar tarafından kullanılan alışılmış yöntemleri taklit eder (Kalay, 2004). Bir uzman sistem, çözümü mantıksal olarak türetmek için sistem yaratıcısı tarafından tasarlanan belirli entelektüel pratik kuralları kullanır (Skyttner, 1996). Sezgisel kurallar genellikle 'if then' (eğer o zaman) ifadeleri dizisi olarak formüle edilir.

Yukarıda belirtilen yöntemlerin tümü, geleneksel tasarım yöntemlerinin yerine kullanılan sayısal tasarım alternatifleridir. Buna karşılık Frazer (1995), bilgisayarın geleneksel

olmayan bir anlamda tasarım sürecine yardımcı olmak için evrimsel bir hızlandırıcı ve üretici bir güç olarak kullanılabileceğine inanmaktadır.

2.2.2. Sayısal Tasarım Yöntemleri

Bilgisayarlar, tasarımı değerlendirme ve sentezlemede kullanılmıştır. Analitik yazılım, çağdaş tasarım sürecinde oldukça geniş bir şekilde konuşlandırılırken, tasarım sentezi çoğunlukla CAD'deki geleneksel modelleme düzeyinde kalmakta ve modeli, yüzey geometrisini temsil edecek şekilde azaltmaktadır. Yüzey geometrisinin köşelerinin ve yüzlerinin seçimi ve dönüşümleri tasarımcının el hareketleriyle kontrol edildiğinden, bu tür modelleme kolayca 'manuel' olarak adlandırılabilir.

Frazer (1995), mimari tasarım pratiğinde modellemenin, esas olarak tasarım zaten tasarlandıktan sonra gerçekleştiğini ve dinamik modellemede ortak olan 'eğer öyleyse' tipi modellerin bulunmasının zor olduğunu savunmaktadır. Tüm CAD uygulamaları, biçim ve onun manipülasyonu hakkında belirli varsayımlarda bulunur, ancak tasarımcılar kendi yazılımlarını geliştirmelidir (Frazer, 1995). Weinstock (2006), bunun yerine, morfogenetik süreçlerde formları ve yapıları oluşturmak ve geliştirmek için matematiksel modellerin kullanılabileceğini öne sürmektedir.

Sayısal modelleme, son zamanlarda mimari topluluklarda çok dikkat çeken bir modelleme paradigmasına dönüşmüştür. Sayısal bir modelde tasarım nesneleri, bir dizi mimari eleman ve bu elemanlar arasındaki ilişkiler olarak tanımlanır. Aish ve Woodbury'ye (2005) göre, sayısal model kısıtlı bir şemalar topluluğudur. Sayısal modeller, tasarımcı veya bir bilgisayar programı tarafından dinamik olarak değiştirilebilen girdi parametrelerine bağlıdır.

2.2.3. Üretken Tasarım Yöntemleri

Her tasarım süreci, hemen ortaya çıkmayabilecek üretken unsurlara sahiptir. Tasarımın sentez aşamasında, üretken süreçler bilgisayar otomasyonu ile farklı miktarlarda manuel müdahaleyi birleştirebilir (Herr ve Kvan, 2007).

Zee ve Vries (2008), üretken tasarımın geleneksel bir tasarım süreci olmadığını savunmaktadır. Üretken tasarım sistemleri, tasarım problemine alternatif birtakım tasarım

çözümleri üretmek için farklı aritmetik yöntemler kullanır. Bu süreç, tasarımcının geleneksel bir şekilde bulunamayan karmaşık problemlere çözümler bulmasını sağlar (Zee ve Vries, 2008). Herr ve Kvan (2007), üretken yöntemlerin alternatif çözümlerin keşfedilmesini kolaylaştırdığı ve tasarım görevinin artan karmaşıklığı tarafından motive edildiği konusunda hemfikirdir. Bilgisayarların “geniş çözüm uzaylarında gezinmek ve beklenmedik ancak uygulanabilir çözümlere ulaşmak için değişkenlik üreten motorlar olarak” kullanılması gerektiğine inanmaktadırlar (Herr ve Kvan, 2007).

Galanter (2003), üretken sanatı tanımlarken, üretken sistemlerin farklı bir tanımın yapmıştır. Üretken sanatı, sanatçının sonuca katkıda bulunan, belirli bir dereceye kadar özerkliğe sahip prosedürel bir buluş kullanılan bir sistem olarak görmektedir. Bu görüş, üretken tasarıma da uyarlanabilir. Üretken tasarım yöntemleri, kendilerini tasarım sürecinin geri kalanından ayıran bir tür mantığı yürütmeleri anlamında özerktir.

Üretken tasarım sürecinde, bir tasarım probleminin çözümleri, dinamik süreçlerin sonucudur. McCormack, Dorin ve Innocent (2004) üretken sistemlerin sistem dinamiklerini yapay nesnelerin üretimine dahil ettiğini iddia etmektedir. Bu sistemler, dünyayı dinamik süreçler ve bunların sonuçları açısından ele almak için bir felsefe ve metodoloji sunar (McCormack, Dorin ve Innocent, 2004). Diğer modelleme yöntemleri, modellenen olgunun karmaşıklığını azaltmaya çalışırken, üretken tasarım sistemleri karmaşıklık üretmeyi amaçlar.

Frazer (1995), üretken modeli soyut bir tasarım çözümü olarak görmektedir. Bu model tek seferlik bir plan değil, daha genel türdedir. Yerel çevre ve alana özel gereksinimler bağlamında uygulanabilir ve çeşitli, farklı çözümler üretebilir. Bu tür üretken tasarım modelleri iki şekilde doğrulanabilir. Birincisi, bilimsel modellere benzer şekilde üretken modelin de bağımsızlık ilkesine uygun olması gerektiğidir (Batty ve Torrens, 2005). Model, modeli tasarlamak ve kalibre etmek için kullanılan orijinal veri kümesinden bağımsız olmalı ve farklı kümeleri kabul etmelidir. İkinci olarak, üretici modellerin yeterli çeşitlilikte sonuçlar üretmesi gerekmektedir.

Üretken tasarım modelleri geri bildirim mekanizmalarına sahiptir ve bu nedenle doğaları gereği döngüseldir. Geri bildirim, modelin girdi olarak kendi çıktısını aldığı basit

mekanizmalardan, tasarım değerlendirme rutinlerini içeren nispeten karmaşık mekanizmalara kadar uzanır. Üretken tasarım, tasarım geliştirme döngülerinin tekrarı yoluyla tasarım sorununa çözümlerin bulunduğu yinelemeli ve dinamik bir süreçtir (Puusepp, 2011).

Üretken tasarım, çeşitli modelleme yöntemlerini kullanır. Hangi yöntemlerin üretken tasarım kategorisine ait olduğu konusunda çeşitli araştırmacılar arasında genel bir görüş birliği vardır. Çoğu araştırmacı, kendi kendine örgütlenme modellerini, sürü sistemlerini, evrimsel yöntemleri ve üretici gramerleri üretken tasarım sistemleri olarak değerlendirmektedir (örn. McCormack, Dorin ve Innocent, 2004; Zee ve Vries, 2008). Girdi-çıkı ilişkisi üzerine temellenen üretken modeller, kendi kendine referanslıdır. McCormack, Dorin ve Innocent (2004) bu yöntemlerin çağdaş tasarım uygulamalarıyla olan ilişkisini tartışmakta ve esas olarak yeni tasarım çözümleri geliştirmek için gerekli olduklarını iddia etmektedirler.

Kendi kendine örgütlenme grubu modelleri, tümü kendi kendine örgütlenmenin bazı ilkelerini izleyen birkaç farklı modelden oluşur. Buradaki tipik modeller, hücreli özdevinimler (CA), sürü ve parçacık sistemleri ve etmen tabanlı modellerdir. Toplu olarak, bu modeller bireysel tabanlı modeller olarak tanımlanabilir.

Üretken dilbilgisi, Noam Chomsky'nin (Chomsky, 1956) dilbilim kuramından kaynaklanır. Tek tek kelimelerin, sözdizimsel olarak doğru cümleleri oluşturduğu üretken bir modelini ifade eder. Duarte'ye (2005) göre, üretken bir dilbilgisi, son ifadeyi oluşturmak için bir ilk iddiaya özyinelemeli olarak uygulanan ikame kurallarından oluşur. Dilbilgisi tabanlı modeller, basit özelliklerden karmaşık formlar üreterek veritabanı büyütme ilkesinden yararlanır (McCormack, Dorin ve Innocent, 2004).

Tasarımda, üretken gramerlere genellikle, tek tek kelimeleri birleştirmek yerine şekiller veya şekil tanımlayıcılarla çalışan biçim gramerleri denir. Stiny ve Gips'in (1972) biçim gramerlerini kullanma konusundaki öncü çalışmasının tamamı manuel olarak oluşturulmuştur. Temel amaç, heykel ve resim üretmek için üretken teknikleri kullanmak ve neyin iyi bir sanat yaptığına dair bir anlayış geliştirmektir (Stiny ve Gips, 1972). Birkaç bilgisayar uygulaması orijinal çalışmalarını takip etmiştir. Duarte, Malagueira'da mimar

Álvaro Siza tarafından tasarlanan evler için geliştirilmiş bir biçim grameri oluşturmuştur (Duarte, 2004). Duarte, Malagueira Evleri'nde nihai tasarımı geliştirmek için bir dizi buluşsal yöntem kullanmıştır. Bu yöntem, Siza'nın tasarımlarının otomasyonunun oluşmasını sağlamıştır.

Belirli bir üretken dilbilgisi grubu, başlangıçta bitkilerde fraktal benzeri dallanma yapıları oluşturmak için geliştirilmiş sayısal sistemleri L-sistemler veya Lindenmayer-sistemler olarak adlandırmıştır (Prusinkiewicz ve Lindenmeyer, 1990). L-sistemleri de tasarım bağlamında incelenmiştir. Örneğin, Testa ve Weiser (2002), morfogenetik yüzey yapıları ve serbest biçimli uzay kafes kirişleri büyütmek için L-system tabanlı bir yazılım kullanmıştır. Parish ve Mueller (2001), sokak ağları için L-sistem üreticilerini ve binaları oluşturmak için ek biçim gramerlerini kullanarak prosedürel bir kent modelleme metodolojisi geliştirmiştir.

Evrimsel tasarım modelleri, orijinal olarak yapay zeka araştırmasında geliştirilen evrimsel hesaplama algoritmalarına dayanmaktadır. Evrimsel hesaplama, bir çözüm popülasyonundan en uygun bireyleri seçmek için Darwinci seçim ilkelerini kullanan ve istenen sonucu elde etmek için seçilen çözümleri yeniden birleştiren yinelemeli bir süreçtir. Hepsi evrimsel algoritmaların genel sınıfına ait olan birkaç fark edilebilir yöntem – genetik algoritmalar, evrimsel stratejiler ve evrimsel programlama – vardır (De Jong, 2006). Tüm evrimsel algoritmalar, temelde, sürecin verilen uygunluk fonksiyonlarına göre optimal bir çözüme yakınsandığı optimizasyon teknikleridir. Örneğin, evrimsel algoritmaların en popüler dalı olan genetik algoritmalar (GA) kombinatoryal optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılmaktadır (örn. Krink ve Vollrath, 1997; Heppenstall, Evans ve Birkin, 2007). Genel bir yaklaşım olarak, GA modelleri, fenotipin özelliklerini ikili “gen” dizilerine kodlayarak ve yeni çözümler geliştirmek için bu dizileri yeniden birleştirerek doğal genetiğin mekaniğini kullanır (Goldberg, 2008).

Tasarım çözümleri geliştirmek için kavramları doğal evrimden ödünç almak için güçlü argümanlar vardır. Cross (1977), tasarım nesnelerinin uygun formlarını geliştirmenin, doğadaki organizmaların formlarının evrimine benzer olduğunu savunur. Tasarımcılar her zaman bir dizi çözüm yaratma, aralarından seçim yapma, iyileştirmeler yapma ve çözümleri yeniden birleştirme gibi yinelemeli süreci kullanmışlardır. Bu süreç, doğal

evrimi oldukça andırmaktadır (Galanter, 2003). Evrimsel sistemler, tasarımcıya kontrollü bir şekilde tasarım çözümleri üretmek için estetik seçimi kullanma fırsatı sunar (McCormack, Dorin ve Innocent, 2004). Kısa sürede çok sayıda tasarım üretilebilir ve ortaya çıkan form ya da formlar genellikle beklenmediktir (Frazer, 1995).

Çeşitli araştırmalar, morfogenetik ve yapısal tasarım amaçları için genetik algoritmaları kullanmıştır. Örneğin Funes ve Pollack (1999), parçalardan bir araya getirilen, yapısal olarak sağlam konfigürasyonlar oluşturmak için GA tabanlı bir algoritma geliştirmiştir. Mahdavi ve Hanna (2004), uzay kafes yapılarının geometrisini optimize etmek için deterministik gradyan tabanlı bir genetik algoritmayı karşılaştırmıştır. Frazer ve Architectural Association'daki öğrencileri, kavramsal tasarım çözümlerini geliştirmek için yat gövdelerini ve Toskana Sütunları'nı geliştirmek için birkaç genetik algoritma geliştirmişlerdir (Frazer, 1995).

Üretken tasarım sistemleri, tasarımcıların sayısal işlemlerden yararlanarak geleneksel tasarımdan daha geniş bir tasarım alanını keşfetmelerine yardımcı olur. Bu şekilde, tasarım süreci bir yazılım tarafından otomatik veya yarı otomatik olarak gerçekleştirilir. Bu durum birkaç tasarım alternatifi üretir. Üretken tasarım yaklaşımının otomasyon düzeyine bağlı olarak tasarımcı, parametreleri kontrol ederek ve üretilen çözümleri değiştirerek veya seçerek ara aşamalara müdahale edebilir.

2.3. Sayısal Tasarım Destekli Mimari Doku Üretimleri

Kentsel Tasarım, çağdaş toplum dinamiklerinin sürekli olarak şehir gelişim süreçlerinde öngörülemeyen değişiklikleri ortaya çıkardığı kalıcı bir faaliyettir. Biçimsel bir düzen aracılığıyla tüm bağlamsal ihtiyaçlara cevap vermek için bir master planın kullanıldığı geleneksel planlama, sınırlamaları oldukça iyi bilinmesine rağmen, kentsel tasarımda ana yaklaşım olmuştur.

Yeni teknolojiler, uyarlanabilir tasarım sistemlerinin çağdaş kentin ihtiyaçlarına ve karmaşıklığına daha doğru yanıt verebildiği alternatif bir yaklaşımı desteklemek için kullanılabilir. Bu yaklaşım, bir yandan kamu kurumları adına planlama ve kentsel yönetim ihtiyacını, diğer yandan da özel kurumların gelişen taleplerine cevap verme ihtiyacını karşılamalıdır.

Mimari tasarım sürecinde sayısal araçların kullanımına ilişkin ilk deneylerin başlangıcından bu yana, bu araçların kentsel tasarım projelerine benzer faydalar getirebileceği, hatta daha yüksek ölçekli kentsel durumlarda bile etkili olabileceği açık hale gelmiştir (Nagy, 2009).

Çalışma kapsamında sayısal ortamda planlanan, ülkemizde ve yurtdışında yer alan bazı kent ölçekli projeler örnek olarak sunulmuştur. Kartal-Pendik Masterplan Projesi, Tanjong Pagar Limanı Projesi ve Qurm Projesi bu projelere örnektir ve çalışma kapsamında incelenmiştir.

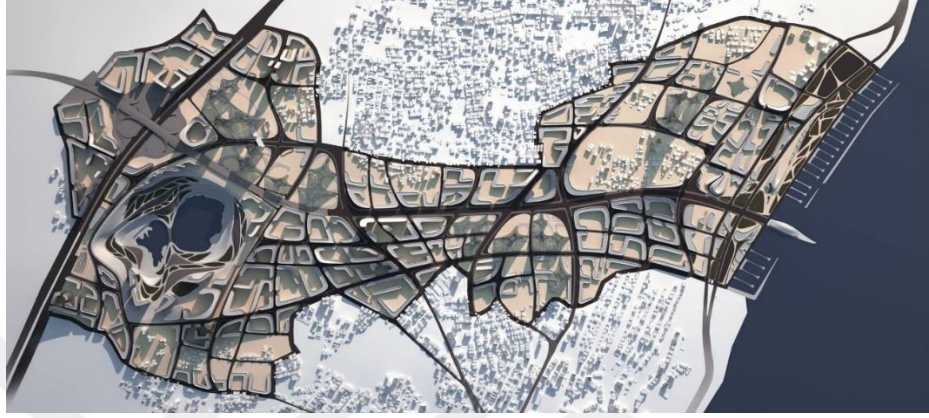
Çalışma kapsamında irdelenen örnekler, çalışmada kaynak alan olarak ele alınan Hanlar Bölgesi ile uygulama alanı olan Santral Garaj Bölgeleri arasında günümüzde kurulan fiziksel ve sosyo-kültürel ilişkiler bağlamında paralellik göstermektedir. Örneklerde çalışmaya benzer şekilde sayısal verilerle modeller üretilmiştir.

2.3.1. Kartal-Pendik Masterplan Projesi

Kentsel tasarımda sayısal yöntemlerden yararlanan, Zaha Hadid Architects ofisi tarafından tasarlanan Kartal Pendik Masterplan projesi, 2006 yılında geliştirilmiştir. Proje, adını İstanbul'da bulunan, Kartal ve Pendik bölgelerini kapsayan bir kentsel alanı birbirine bağlayarak ve nitelendirerek almaktadır. Projede, bu iki bölgedeki kent ızgara yapısı, mevcut ana aksların sürekliliğini destekleyen hafif deforme olmuş bir kentsel ızgara tanımı önermek için temel teşkil etmektedir. Proje, İstanbul'un bu kentsel alanına daha fazla bütünlük ve kimlik kazandırmayı amaçlayarak ek yol aksları önermiştir. Proje kapsamında bu akslara ek olarak, İstanbul'u diğer Asya ve Avrupa ülkelerine bağlayan bir yollar ağı oluşturularak, bunları geçen geniş bir cadde önerilmektedir.

Proje ile önerilen nazım plan, bölgede bulunan eski taş ocağı ve sanayi yapılarının dönüştürülmesini önermektedir (Şekil 2.1) . Marmara Denizi'nde yeni bir istihdam, konut, eğitim ve kültür merkezi amaçlayan tasarım anlayışı, İstanbul'un Boğaziçi ve Haliç boyunca, mevcut sosyal ve altyapı ağlarına talebi artırmadan kentin büyümesini entegre eden çok modlu kent planını önermektedir. Kartal masterplan tasarım alanı, İstanbul'u Avrupa ve Asya'ya bağlayan otoyol, feribot terminalleri ve limanın yanı sıra daha büyük metropol alanına demiryolu bağlantıları da dahil olmak üzere önemli ulaşım

bağlantılarının birleştiği noktada yer almaktadır. Tasarım, batıda Kartal ve doğuda Pendik'ten çıkan ana yolları birbirine bağlayarak, mevcut altyapıyı ve siteyi çevreleyen kentsel dokuyu birbirine bağlamaktadır. Ana yol aksının bu aksı kesen çeşitli ara yollarla entegre edilmesi, tasarım önerisinin temel çerçevesini tanımlayan yeni bir yumuşak grid oluşturmaktadır (Pinto, Vieira ve Neto, 2013).



Şekil 2.1. Kartal Pendik Masterplan (Zaha Hadid Architects, 2006)

Sayısal ortamda, Maya yazılımı kodları kullanılarak bölge fiziksel özelliklerini içeren parametrelerle tasarlanan master plan, her yeni semtin farklı taleplerine yanıt olarak farklı bina tipolojileri üreten, uyarlanabilir bir kentsel senaryo oluşturmuştur. Tasarım yaklaşımındaki ana amaçlardan biri kent genelinde gözenekli, birbirine bağlı bir alan ağı yaratmaktır. Şekil 2.2’de projenin sayısal ortamda modellenmiş 3B modellemesi gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Kartal Pendik Masterplan parametrik 3B modeli (Zaha Hadid Architects, 2006)

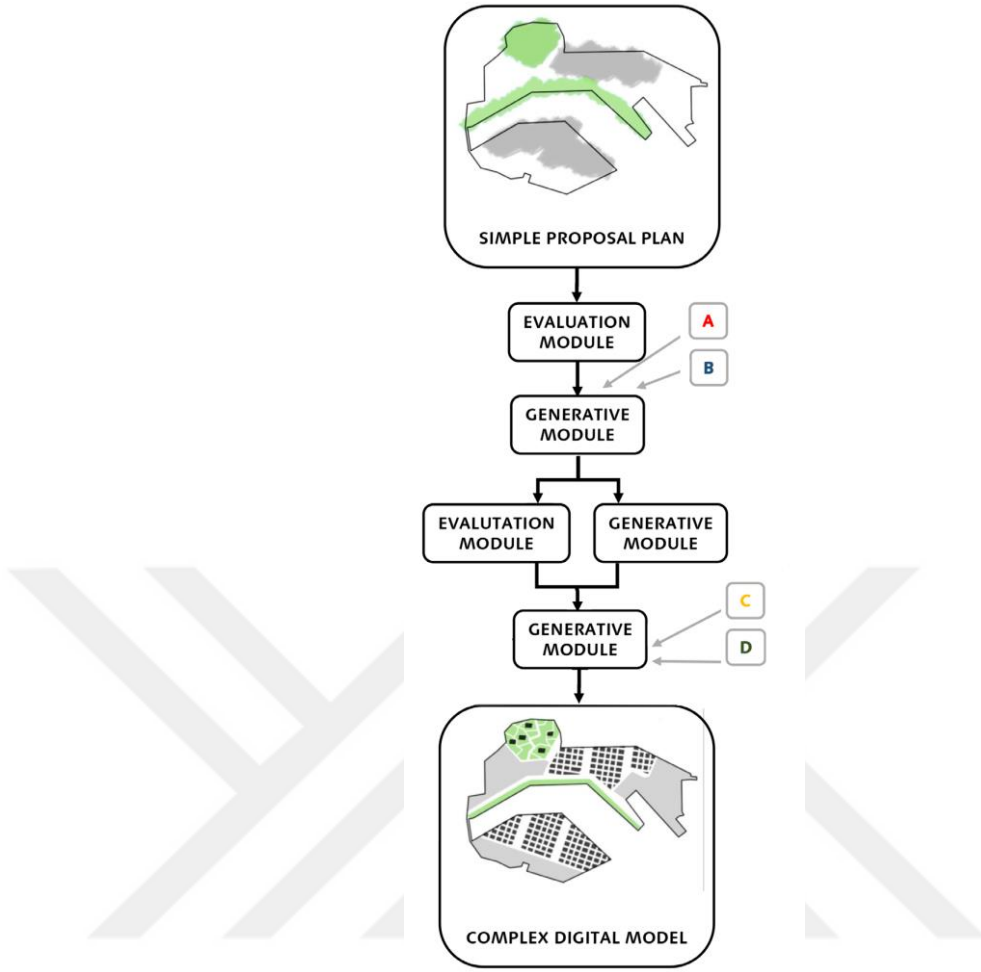
Tez çalışmasında iki farklı kentsel alan arasında sayısal verilerle dolaylı bir fiziksel ilişki kurulması amaçlanmıştır. Kartal-Pendik Masterplan Projesi'nde de benzer şekilde, iki farklı kentsel alanın çeşitli ulaşım ağları ve imar adaları önerilerek güçlü fiziksel ilişkiler kurulması önerilmektedir. Bu ilişkiler kentsel alanlardan çeşitli fiziksel verilerin sayısallaştırılması ile kurulmuştur. Projenin bu yönü, örnek olarak incelenmesinde etkili olmuştur.

2.3.2. Tanjong Pagar Kıyı Projesi

Tanjong Pagar Kıyı Projesi, Singapur'da yer alan liman bölgesi için Iuliia Osintseva tarafından sayısal tasarım destekli olarak tasarlanmıştır. Bu proje, büyük ölçekli kentsel bölgelerin etkileşimli olarak modellenmesi sorununu ele almaktadır. Projede bir dizi girdi parametresiyle oluşturulmuştur. Proje ile tasarım problemine tek bir çözüm bulmak yerine birtakım alternatif çözümler üretilmesi amaçlanmıştır. Proje için kullanılan değişken girdi parametreleri, model performans değerlendirmesine dayalı olarak olası çözümlerin karşılaştırılmasını sağlamaktadır (Osintseva, 2017).

Bu projede, bilgisayar tabanlı bir kentsel model geliştirmek için, mevcut konteyner terminalinin olduğu bölgede, yüksek yoğunluklu yeni bir karma kullanım alanı yaratmak amaçlanmıştır. Projede, belirli kavramsal kararlar yoluyla bağlama özel bir sonuca ulaşmak hedeflenmiştir. Bu nedenle sonuç, yalnızca Singapur'un bu bölgesi için geçerli olan bir şehir bölgesinin parametrik modelidir. Bununla birlikte, bu proje sırasında geliştirilen metodoloji, hızlı sürdürülebilir gelişmelerin zorluğuna cevap vermek için dünyanın çeşitli noktalarında da uygulanabilir.

Projede konsept oluşturulduktan sonra projenin sayısal modele dönüştürülebilmesi amacıyla bir prosedürel araçlar sistemi geliştirilmiştir (Şekil 2.3). Bu araçlar, karmaşık bir tasarım problemini kendi içinde çözebilen, birbirlerine sırasıyla girdi verisi sağlayan modüllerden oluşmaktadır.



Şekil 2.3. Tanjong Pagar Kıyısı Projesi metodoloji şeması (Osintseva, 2017)

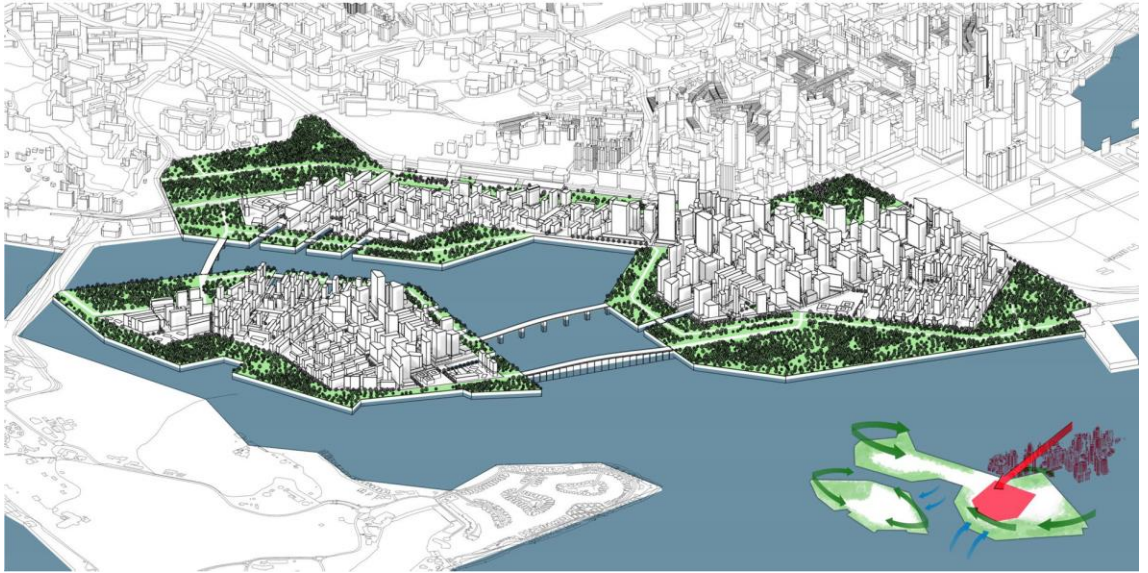
Projede alan yerleşimi oluşturma süreci yarı otomatiktir, ancak tasarımcı her adımda girdi parametrelerini değiştirerek algoritmaların davranışını kontrol edebilir. Hesaplanan çözüm aralığında birden çok kavram kısa sürede test edilebilir ve karşılaştırılabilir. Proje kapsamında geliştirilen algoritma uyarlanabilirliğini test etmek için üç senaryo oluşturulmuştur.

Birinci senaryonun ana fikri, bölgenin sürekli bir yeşil bağlantı oluşturularak kent ile ilişki kurmasını sağlamaktır (Şekil 2.4). Bölgenin merkezinde konumlandırılan öneri yeşil alanın bölgede mevcut yeşil alanlarla fiziksel bağlantı kurması amaçlanmıştır. Yeşil alanı, çalışma alanının bulunduğu ada ile kara için birleştirici unsur olan öneri yüksek yoğunluklu yapı alanı çevrelemektedir. Bu durum, uzatılan bir sahil şeridinde sahip kıyıya geniş rekreasyon alanı ve yüksek oranda kentleşmiş kamusal alan olmak üzere iki farklı karakter kazandırmıştır.



Şekil 2.4. Tanjong Pagar Kıyı Projesi birinci senaryo (Osintseva, 2017)

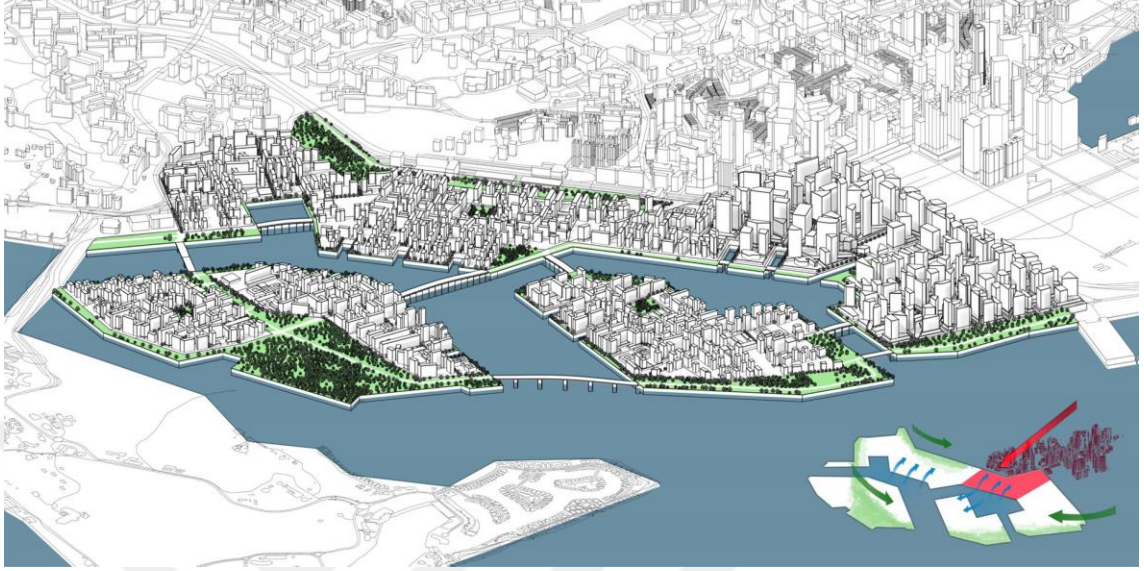
İkinci senaryoda yeşil alan yerleşim alanlarını saracak biçimde konumlandırılmıştır. Bu yolla yerleşim için minimal alan bırakılarak, kıyı ile yeşil alan ilişkisi güçlendirilmiştir. Yoğun yerleşim alanının, mevcut merkezi iş alanına yakın bir bölgede konumlandırılması planlanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Tanjong Pagar Kıyı Projesi ikinci senaryo (Osintseva, 2017)

Daha fazla alan kazanmak ve sahil yürüyüş bölgesini uzatmak için kıyı hattının arttırıldığı 3. senaryoda, bölgenin bir bölümü yeni oluşturulan bir kanal ile ana karadan ayrılarak

yapay bir ada oluşturulmuştur. Yerleşim alanları mevcut merkezi iş alanının yer aldığı aks üzerinde konumlandırılmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Tanjong Pagar Kıyı Projesi üçüncü senaryo (Osintseva, 2017)

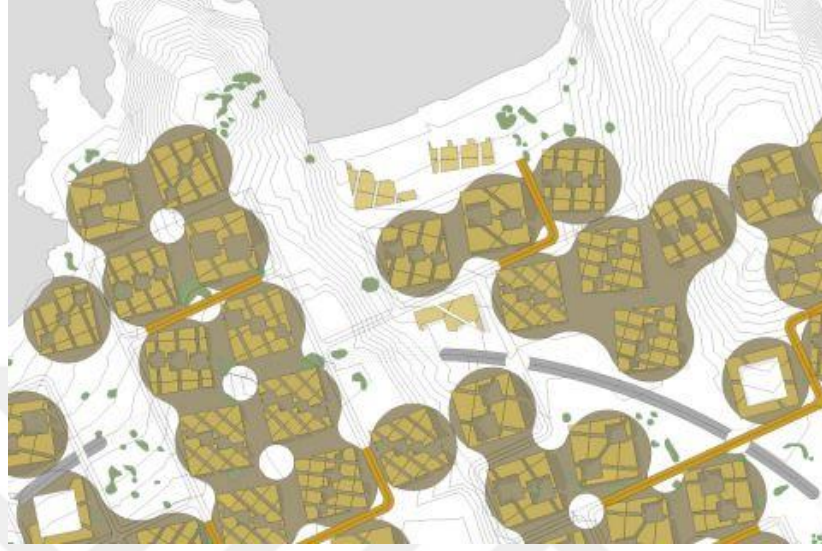
Tanjong Pagar projesi için öncelikle kavramsal girdiler oluşturulmuştur. Daha sonra bu girdiler algoritmalara dönüştürülmüştür. Tasarım anlayışı hedefine bağlı olarak, algoritma içindeki parametreler amaca daha iyi karşılık gelecek şekilde Osintseva (2017) tarafından değiştirilerek çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Proje, günümüzde liman olarak kullanılan kentsel bir alanın farklı işlevler yüklenerek yeni mimari dokular üretilmesini temel almaktadır. Tez kapsamında farklı işlevlerin yüklenebildiği, üçüncü boyutun da elde edildiği binalar, iki boyutlu kentsel boşluklar ve ulaşım ağları ile üretilen mimari dokular elde edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu paralellik sebebiyle Tanjong Pagar Liman Projesi, çalışmada örnek olarak irdelenmiştir.

2.3.3. Qurm Sayısal Kent Tasarım Modeli

Aurel VR, Carlos Ramos da Silva ve Sergei Mikhailenko (2011) tarafından Umman'da tasarlanan proje ile çevresel, kültürel ve programatik parametrelerin uyumlu bir kentsel tasarım mekanizmasıyla eşleşmesi için sayısal araçlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Bu araç ve yöntemler, birkaç konut ölçeğinden daha büyük karma kullanımlı yerleşimlere kadar Umman veya Körfez bölgesindeki herhangi bir alana uyarlanabilir ve

uygulanabilir. Bu projede, iklimsel uygunluk kriterleri tarafından yönetilen kurallara göre kentsel model üretmek için çevresel verileri yorumlamak amacıyla bir tasarım sistemi oluşturulmuştur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Qurm sayısal kent tasarım modeli (von Richthofen, Silva ve Mikhailenko, 2011)

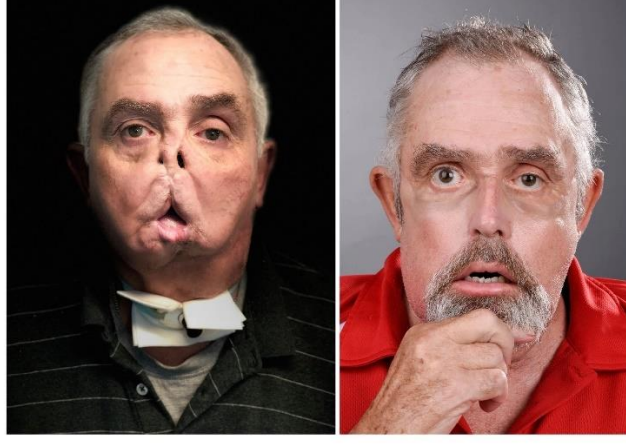
1970'li yıllarda Umman'ın başkenti Maskat'ta yer alan, Qurm Petrol Geliştirme Alanı'nı potansiyel gelişme alanı olarak geliştirmişlerdir. Tasarımcılar sürdürülebilirlik kavramını sürdürülebilirliğin ekonomik, ekolojik, sosyal ve kültürel yönleri ile çok boyutlu olarak değerlendirmişlerdir. Bu nedenle tasarımcılar, tasarım yaklaşımını Umman'ın bölgesine, iklimine ve kültürüne özgü ekolojik, sosyal ve kültürel parametrelerin entegrasyonuna dayandırmaktadır.

Qurm sayısal kent tasarım modeli sosyal ve kültürel etkilerle ortaya çıkan tasarım anlayışı itibarı ile tez çalışmasında örnek olarak incelenmiştir. Özgün dokuya sahip olan çalışma kaynak alanında sosyal ve kültürel etkilerin dokuyu nasıl şekillendirdikleri sayısal verilerle irdelenmiştir.

2.4. Doku Nakli (Grafting) Kavramı

Tıp biliminde transplantasyon olarak adlandırılan grafting, vücudun herhangi bir yerinden alınan dokunun başka bir yere transfer edilmesidir. Transferi gerçekleştirilen bu dokuların yaşayabilmesi için genellikle mikrocerrahi yöntemlerle dokuların damarları ve bazı özel durumlarında sinirlerinin de birleştirilmesi gerekmektedir. Doku nakli çeşitli durumlarda

yapılabilir. Kemik, yumuşak doku hatta bağırsak parçalarını bile doku nakli ile aktarmak mümkündür. İnsan yüzüne yapılan bir doku nakli örneği Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8.Yüz nakli yapılan bir insanın öncesi ve sonrası (Hospital News, t.y)

Bitki biliminde, grafting kelimesi için ‘aşılama’ terimi kullanılır. Birbirine benzer iki dokunun birleştirilmesinde kullanılan bir tekniktir. Bu dokular, aşılanmış dokunun büyüyüp, bağlı olduğu doku üzerinde yaşamasını sağlayan özel bir ilişki oluşturur (Şekil 2.9). Bu tür çalışmalarda hasar görmüş ya da bozulmaya uğramış dokuların bu yolla yenilenmesi amaçlanmaktadır (Kelly, 2018).



Şekil 2.9. Bitkilerde aşılama (Kelly, 2018)

Benzer şekilde içinde yaşadığımız, bizi çevreleyen, yaşamımızı şekillendiren kentler de canlı organizmalar gibi zamanla büyümekte ve dönüşmektedir. Bu büyüme gerçekleşirken kentin sahip olduğu özgün doku ya da dokular da zarar görebilmekte, bozulabilmekte ve kimliğini kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu sebeple kent içerisinde varlığını sürdüren, kent kullanıcıları tarafından yoğun bir şekilde

kullanılan, özgün kent dokularının olumsuz anlamda değişen ve bozulmaya yüz tutmuş başka kentsel alanlara ‘graft’ edilebileceği görülmektedir.

2.5. Han Yapıları

Hasol (2005) hanı, eskiden yollar üzerinde ve kasabalarda yolcuların konaklamalarına yarayan, odaları, avluları, ambarları ve ahırları bulunan kagir veya ahşap bina olarak tanımlamıştır. Farsça kökenli olan ‘han’ kelimesi yolcuların konakladığı yer, durup dinlenen mekan anlamına gelmektedir. Yolcuları barındırmak, kervanları dinlendirmek, malları sahiplerine verilinceye kadar muhafaza etmek için yapılmış, ticaret yapılarına han denilmektedir (Gülenaz, 2010).

Külliyele gelir sağlamak amacıyla yapılan hanlar iki katlı, genellikle bir avlu çevresine sıralanmış oda dizisi ile önündeki revaktan oluşan ticari yapılardır. Alt katlar bazen ahır, depo ve küçük imalat amaçlı kullanılır. Üst katlar ise yolcular ve iş sahipleri için düzenlenmiştir. Bazı büyük hanlar iki veya daha çok avlulu olabilmektedir. Bazıları otel, yani geçici süre barınma, bazıları ticari etkinlikler için kullanılır ve İpek Hanı, Piriç Hanı ve Koza Hanı gibi çeşitli uzmanlık alanlarına göre de isim alabilirler (Ataman, 2000).

Ataman (2000), Bir Göz Yapıdan Külliye isimli kitabında, ticaret etkinliklerinin yoğun olduğu hanları, yanlarında yine bir avlu çevresine yerleşmiş tek katlı ahır yapıları olarak tanımlamıştır. Bursa’da Mahmut Paşa ve II. Beyazıt’ın yaptırdığı Koza (Şekil 2.10), Fidan ve İpek hanları ile Edirne Rüstem Paşa Hanı en önemli han örnekleridir.



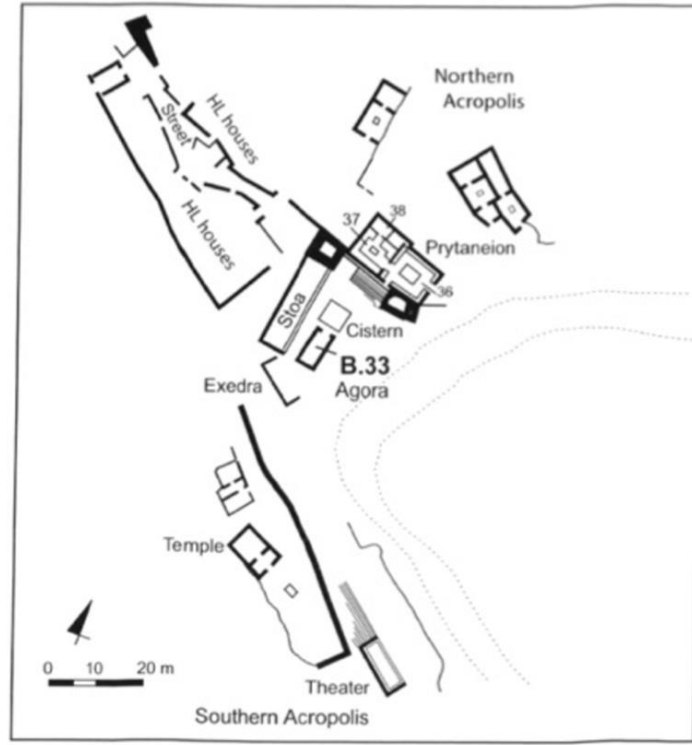
Şekil 2.10. Koza Han (Şen Arşivi, 2021)

Hanlarda odalar genelde kubbe ile örtülmez. Örtü tonoz ya da tekne tonoz, revaklar ise tonozlu ya da kubbelidir. Revaklar odalardan daha yüksek tutulmuştur. Odaların kubbe ile örtülmesi 16. Yüzyıldan sonra görülmeye başlamıştır. Bursa Cami ve medreselerinde de uygulanmış olan yüksek revak, önemli bir cephe elemanı olarak ilk kez Bursa'da uygulanmış daha sonra bir gelenek olarak yerleşmiştir. Han odalarında yükseklik fazla olmadığından genellikle tepe penceresi kullanılmamıştır. Revak taşıyıcıları taş payelerden oluşur, ahırlara ayrılmış zemin katlarda ise ayak yerine duvar bulunmaktadır (Ataman, 2000).

2.5.1. Han Arketipi Olarak Agora ve Stoalar

Adı ilk olarak Homeros destanlarında geçen Agora, eski Yunan kentlerinde portiklerle çevrilmiş çarşı ya da toplantı alanlarıdır. Çevresinde önemli kamu yapılarının bulunduğu ve kentin merkezinde konumlandırılan Agoralarda seçim, yargılama gibi önemli kamu olayları da gerçekleştirilmiştir (Hasol, 2005). Agoralar oldukça basit bir biçimde düz, açık bir alanda biçimlenmiştir. Agora, kent dokusu için önemli bir odak sağlama işlevi sebebiyle, kent ana akslarından kırsal yerleşimlere doğru kenti şekillendiren merkezi bir alandan yararlanılarak inşa edilmiştir. Agoralar, yapıldıkları ilk dönemlerde kentlere hakim olan akropollere göre biçimlenmiştir. Kentin önemli bir unsuru olmaya başladıklarında ise akropol, kentin bir eki, agora ise merkezi olmuştur (Wycherley, 1993).

Pausanias, Agora için eski ve yeni olmak üzere iki tip sınıflandırma tanımlamıştır (Bingöl, 1998). Giritte bulunan Lato Agorası, Pausanias'ın sınıflandırmasına göre beşgene benzeyen bir formda, bir teras üzerinde düzensiz birçok yapıdan meydana gelen, bir bütün oluşturmada halkın tüm eylemlerinin geçtiği toplanma alanlarına sahip (Şekil 2.11) bir agoradır (Wycherley, 1993).



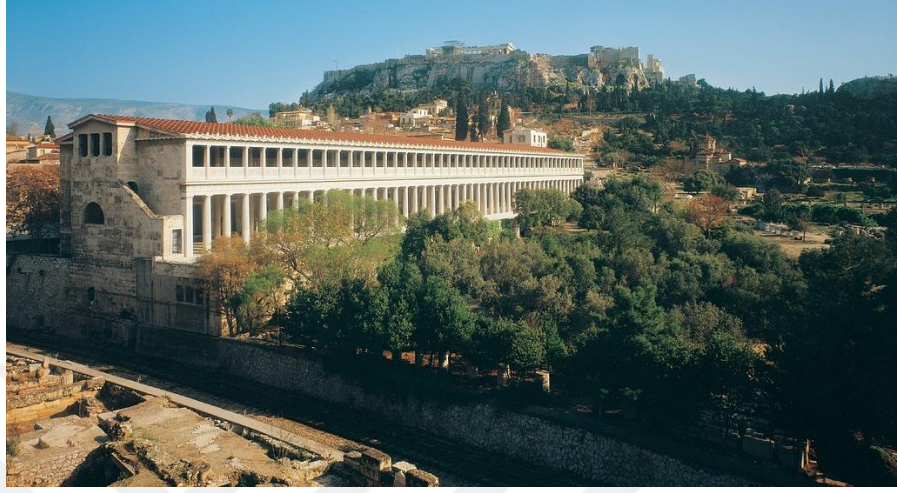
Şekil 2.11. Lato kenti ve agorası vaziyet planı (Lewis 2015, Prent 2005)

Agoralar, tarihsel süreçte öncelikle toplanma alanı olan sonraları çeşitli ticari birimlerin ve satışların olduğu kamusal alanlardır. Hanların da sahip oldukları işlev gözönünde bulundurulduğunda, agoralara benzer biçimde ticareti ve kent dokusunu şekillendiren yapı görevlerini üstlendiği söylenebilir.

Owens'a göre (2018) kent merkezlerinde inşa edilen Agoralar, büyüyen kent formları içerisinde yeterli genişleme alanına sahip olamadığından, Agoranın sahip olduğu işlevler zaman içerisinde yine kent içinde ve Agora çevresinde şekillenen yeni sosyal ve kamusal alanlara dönüşmüştür (Owens, 2018).

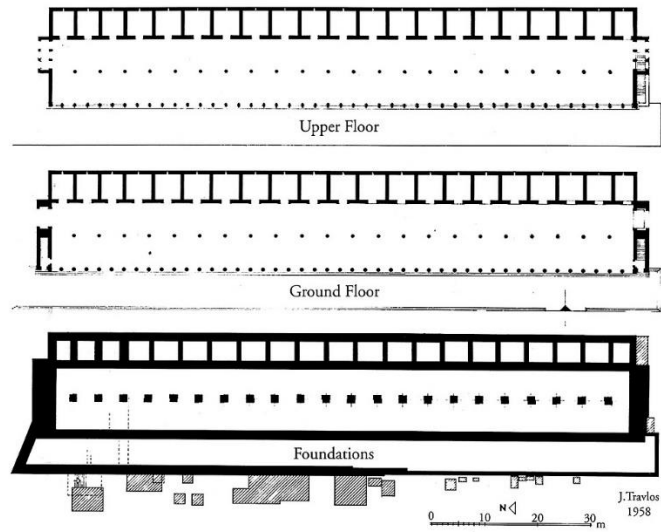
Dini yapıların kentin en önemli yapıları olmaktan çıktığı Helenistik dönemde, agoralar, stoalar, tiyatrolar gibi halka açık yapılar önem kazanmıştır. Akurgal'a göre (1993) İlk inşa edildikleri dönemde akropol çevresinde yer alan Agoralar, sonraları çevresindeki kamu yapılarıyla oluşturduğu bütünün merkezi işlevini üstlenmiştir (Akurgal, 1993; Wycherley, 1993).

Stoa, Hasol'un Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü'nde, gezinti ya da toplanma alanı oluşturacak büyüklükte antik portik ya da çatılı sütun dizisi olarak tanımlanmıştır (Hasol, 2005). Şekil 2.12'de bilinen en ünlü stoa, Atina'da bulunan Attalos Stoa'sı gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Atina'da bulunan Attalos Stoa'sı (Athenian Agora Excavations, t.y.)

Stoa, basit biçimde ince, uzun dikdörtgen planlı, üç yanı duvarlarla çevrili, bir tarafında sütun dizisi bulunan (Şekil 2.13) bir yapı olarak tanımlanabilir. Roth (2018), Stoayı, Agoraları sınırlayan ve form olarak tanımlayan, çeşitli iklim şartlarına karşı koruma sağlayan, üstü bir çatıyla kapanan, duvara birleştirilmiş açık bir galeri içeren yapıya olarak tanımlamıştır (Roth, 2018). Stoaların kökeni tam olarak bilinmemekle birlikte, Yunan mimarisinde en erken örneklerine M.Ö. 700'de rastlanmaktadır (Erkovan, 2017).



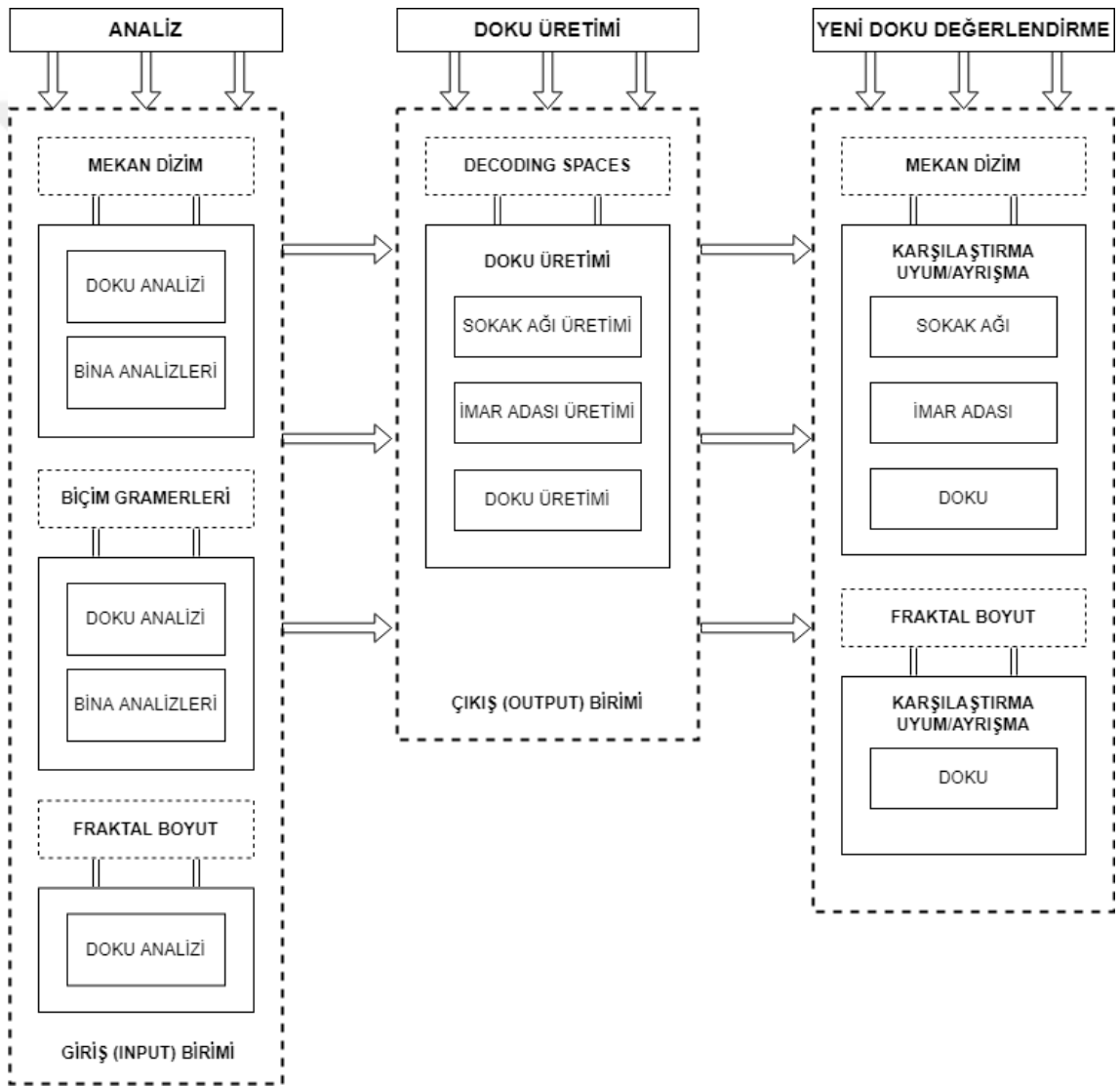
Şekil 2.13. Attalos Stoa'sı kat planları (Athenian Agora Excavations, t.y.)

Agora ve stoalar, insanlık tarihi boyunca kentlerin inşasında evrimi etkileyen, yalnızca kamusal kullanım ve üretkenlik için birer araç olarak var olmuşlardır. Bir arketip olarak, şehirlerdeki sosyo-ekonomik yaşamın vazgeçilmez bir yönü haline gelmişlerdir. Batılı olmayan uygarlıklarda bile, pazarlarda ve kamusal alanlarda insanların bir araya gelmesi, kamusal meydanı kentin evrensel bir mimari özelliği haline getirmiştir. Bu alanların değeri, kullanıcıları birbirine bağlama, onları piyasa alışverişini desteklemek için ideal yerler olarak tanımlama işlevinden kaynaklanmaktadır.

Hanlar, Roma döneminde forum adı da verilen agoralar ile stoalara benzer işlevlere sahiptir. Agora ve Stoalar, kent merkezi konumunda bulunmaları, toplanma alanları olmaları ve dokuyu biçimlendirmeleri itibarı ile de ülkemizde bulunan hanlar için arketip olmuşlardır denebilir. Agora ve stoların plan şeması, fonksiyonları Osmanlı ve günümüz çarşı, pazar, işhanı ile benzer ilişkidir (Erkovan, 2017). Bu sebeple Agora ve Stoa yapıları çalışma kapsamında incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM: SANTRAL GARAJ BÖLGESİ'NDE SAYISAL DOKU ÜRETİMİ

Bu bölüm, çalışma alanı Bursa'da belirlenen kaynak ve uygulama alanları hakkında temel bilgiler vererek başlamaktadır. Çalışmada kullanılan metodolojiler, detaylı olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda biçim gramerleri, genetik algoritmalar, fraktaller ve mekan dizim teorisi ele alınmıştır. Bölüm, üretken tasarım sistemleri tabanlı mimari doku üretimine ve analizine imkan tanıyan Decoding Spaces yazılımı incelenmesiyle sonlanmaktadır. Çalışma aşamaları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma akış şeması

3.1. Çalışma Alanı Tanıtımı: Bursa

Bursa kenti, Marmara Bölgesi'nin güneyinde yer almaktadır (Şekil 3.2). Ülkemizin en büyük dördüncü kenti ve önemli sanayi bölgelerinden biridir. Prusias ad Olympum adıyla ilk olarak anılan kent, M.Ö. 185 yılında Bithynia Kralı I. Prusias tarafından kurulmuştur. Kentin ismi zamanla Prusa, daha sonra da Bursa olarak değişmiştir. Bithynia bölgesi, Roma ve Bizans dönemlerinden sonra Sultan Orhan tarafından 1326 yılında fethedilmiştir. 16. yüzyılın ortalarına kadar gelişimini sürdüren kent, 17. yüzyıldan 19. yüzyıl ortalarına kadar oldukça durağan bir dönem geçirmiştir. Cumhuriyet döneminde ülkenin ilk Organize Sanayi Bölgesi'ne sahip olmasının yanı sıra, günümüzde de başta tekstil ve otomotiv sanayisinin gelişmesiyle bu önemini korumaktadır (Bağbancı, 2007).

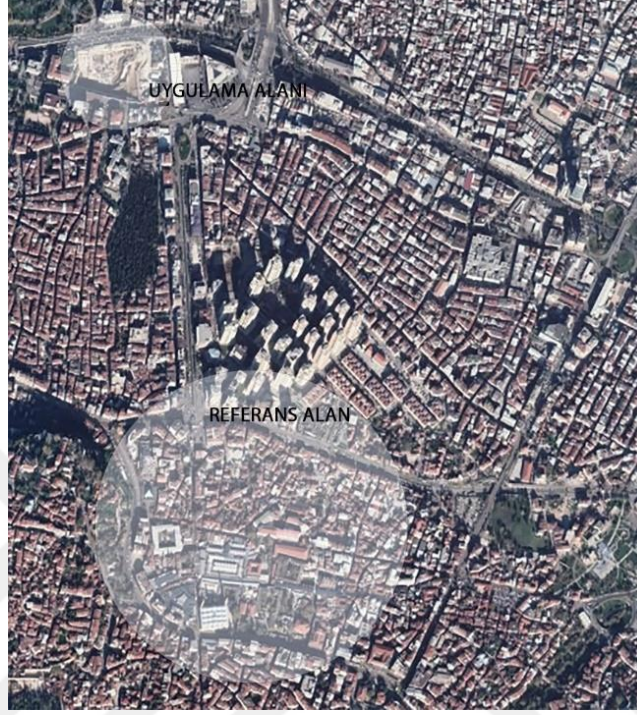


Şekil 3.2. Bursa'nın Türkiye'deki konumu

Bursa, bulunduğu coğrafya Anadolu'ya, Doğu ve Batı'nın kaynaşmasında önemli bir köprü işlevi ile kültürel bir eşik görevi üstlendirmiştir. Doğu ve Batı arasındaki ticaret yollarını barındırması sebebiyle, İpek ve Baharat yolları için son derece önemli bir Anadolu kenti olmuştur. Önemli ticaret rotaları üzerindeki konumu sebebiyle Bursa, 15. yüzyılda bir iç ticaret merkezi haline gelmiştir. Bursa, 16. yüzyılda ipek ve baharat pazarı ile Anadolu'daki pamuklu dokumaların batılı araçlarla Avrupa'ya satıldığı bir ticaret merkezi haline gelmiştir (Bağbancı, 2007).

Çalışma bağlamında güncel geleneksel kent dokusu sayısal analizleri ile elde edilen veriler, kent içinde başka bir bölgede yeni kent modelleri elde etmek amacıyla

kullanılmıştır. Bu kapsamda, Hanlar Bölgesi kaynak alan olarak belirlenmiştir. Uygulama alanı olarak Hanlar Bölgesi ile dolaylı fiziksel etkileşim içerisinde yer alan, potansiyel gelişim alanı olan Santral Garaj bölgesi seçilmiştir (Şekil 3.3).



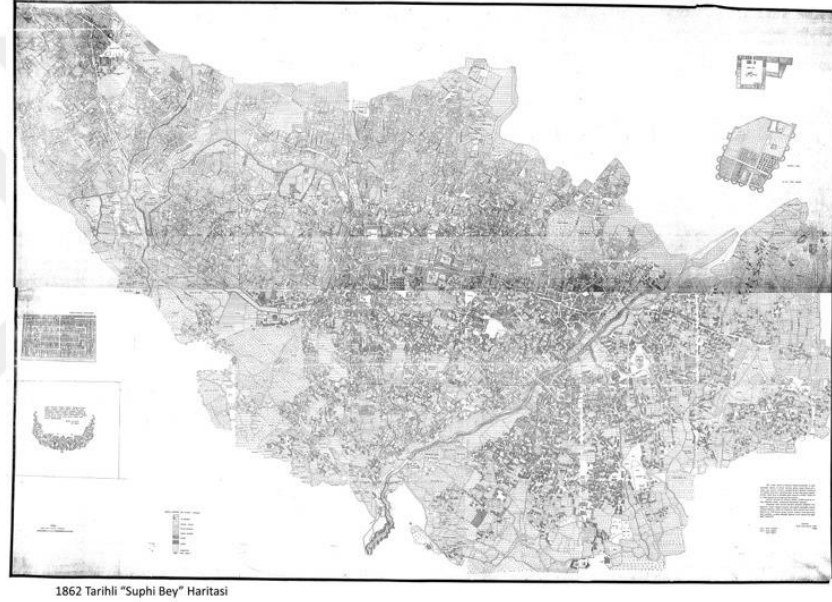
Şekil 3.3. Kaynak ve uygulama alanları

3.1.1. Kaynak Alan Olarak Tarihi Hanlar Bölgesi

Öncesinde çeşitli uygarlıkların hüküm sürdüğü, Osmanlı Devleti tarafından fethedilene kadar Bizans Devleti'nin egemenliği altında varlığını sürdüren Bursa'nın geçmişi, fetihden 1500 yıl öncesine dayanmaktadır. Fetihle beraber Osmanlı kentsel düzeninin kurulduğu Bursa'nın, kent gelişiminin kendine özgü bir yapısı vardır. Bu özgünlük, var olan bir kentsel değişim ve yeni bir kent dokusu oluşumuyla açıklanabilir. (Yenal, 1996; Eriçok, 2011).

Bursa'nın tarihsel gelişim süreci değerlendirildiğinde, tarihi ticaret merkezinin 16. yüzyıla kadar devam ettiği görülmektedir. Kentin fethi ve sur dışına taşınmasından itibaren 16. yüzyıla dek süren bu dönem, Hanlar Bölgesi'nin oluşum süreci dönemi olarak tanımlanabilir (Bağbancı, 2007). Oluşum sürecinden sonra 17. ve 18. yüzyıllar arasında Bursa kent dokusu mekansal dönüşüm açısından durağan bir dönem yaşamıştır.

Sanayileşmenin etkisiyle, 19. yüzyılda tarihi ticaret merkezi kent morfolojisinde görülen birtakım değişimler sebebiyle olumsuz etkilenmiş, kentte artan yol ağları dolayısıyla mekansal bütünlük etkilenmiştir. 1801 ve 1889 tarihlerinde meydana gelen yangınlar ve 1855'te meydana gelen deprem sebebiyle Hanlar Bölgesi'nde bulunan Kapalı Çarşı kısmen hasar görmüştür. Bu depremden sonra Suphi Bey tarafından Bursa kent dokusuna ait ilk harita çizilmiştir (Şekil 3.4). Son dönemde tüketime dayalı bir yaşam biçiminin önem kazanması Hanlar Bölgesi'ni de etkilemiştir. Değişen tüketim taleplerinin etkisiyle yeni ihtiyaçlara cevap vermesi için düşünülen bazı düzenlemeler yapılmıştır (Bursa Alan Başkanlığı Yönetim Planı, 2013).



Şekil 3.4. 1862 tarihli Suphi Bey haritası (Bursa Büyükşehir Belediyesi Arşivi)

Günümüzde de tarihi ticaret merkezi olarak kabul edilen Hanlar Bölgesi, Osmanlı kentinin kalkınma merkezi olarak, değişen ve gelişen ticaret hayatıyla birlikte uyum içinde kentsel karakterini korumuştur. Günümüze kadar Bursa'nın değişik ölçeklerdeki birçok planı hazırlanmıştır. İlk plan Carl Christoph Lörcher tarafından 1924 yılında hazırlanmıştır. Plana göre, tarihi eserler ve Bursa'nın Tarihi Ticaret Merkezinin korunması göz ardı edilmiştir. Ancak bu plan gerçekçi bulunmadığı için uygulanmamıştır. İkinci olarak, 1938 ve 1940 yılları arasında Atatürk Caddesi (Hükümet Caddesi) ve Bursa Tarihi Ticaret Merkezini birleştirmeyi amaçlayan bir plan Henri Prost

tarafından hazırlanmıştır. Ancak bu yaklaşım bu yeni gelişen bölgedeki hızlı yapılaşma nedeni ile Hanlar Bölgesi'nin kentsel dokusunun hissedilmemesine yol açmıştır.

Üç Batılı planlamacıyla başlayan Bursa'nın planlama geçmişi 1/25000 ölçekli bir plan (1976) ve 1/5000 ölçekli bir planla (1984) devam etmiş; daha sonra Bursa'nın tarihi, doğal ve arkeolojik alanlarını tanımlayan Kapsamlı Planlama Ofisi tarafından bu görev devralınmıştır. Bursa planı 1995 ve 1998 senesinde yeniden gözden geçirilmiş ve sonunda 1/100000 ölçekli bir plan 1998 senesinde onaylanmıştır. Bugün Türkiye'nin metropolitan kentlerinden biri konumundaki Bursa, sürdürülebilir gelişim için yöntemler aramaktadır. Bugün tarihi ticaret merkezi olarak kabul edilen Hanlar Bölgesi, Osmanlı Şehrinin kalkınma merkezi olarak, değişen ve gelişen ticaret hayatıyla birlikte uyum içinde kentsel karakterini korumuştur (Şekil 3.5).



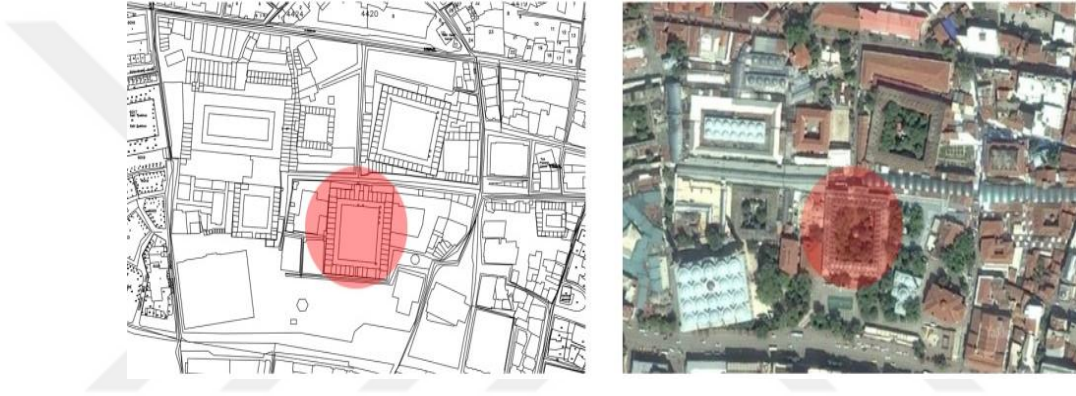
Şekil 3.5. Bursa Tarihi Hanlar Bölgesi ve çevresi günümüz durumu uydu görüntüsü

3.1.2. Hanlar Bölgesi Doku Elemanları Oluşum Analizleri

Hanlar Bölgesi çeşitli hanlar, çarşılar ve ibadet yapılarını içeren özgün bir dokudur. Bu yapılar yaya sirkülasyonunu sağlayan dar sokaklarla birbirlerine bağlanır. Çalışma kapsamında Hanlar Bölgesi'ni oluşturan mimari elemanların kısa tarihi ve oluşum analizleri irdelenmiştir.

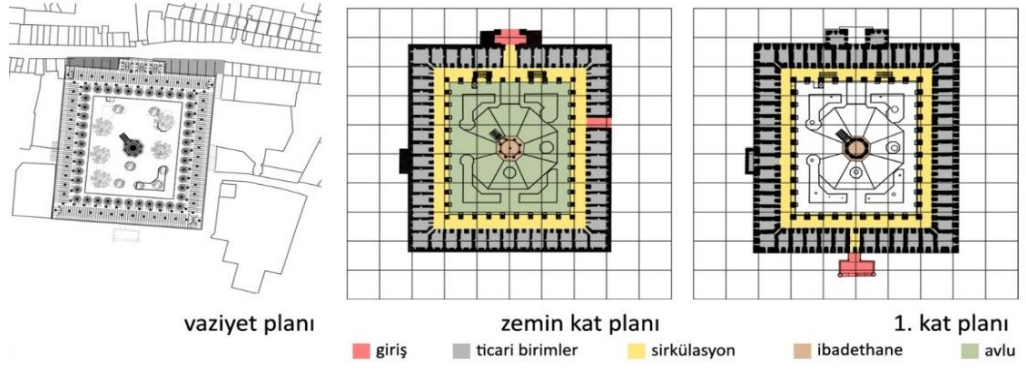
Koza Han

Han, 1490 tarihinde II. Bayezid tarafından mimar Abdülula bin Pulat Şah'ın İstanbul'daki eserlerine vakıf olarak yapılmıştır. İpek kozası ticareti bu handa yapıldığından günümüze kadar bu isimle anılmıştır. Eskiden koza ticareti için Bursa'ya gelen ipek tüccarları genellikle bu handa kalmıştır. İpek tüccarları, handa altlı üstlü iki oda tutarak üstteki odada hem ticari işlerini görmüş hem de konaklamış, alttaki odayı da ticaret mallarını depolamada kullanmışlardır (Cezar, 1985). Bina, Ulucami'nin doğusunda Orhangazi Meydanı'na açılan güney kapısıyla şehir merkezinde önemli bir konumda yer almaktadır (Şekil 3.6).



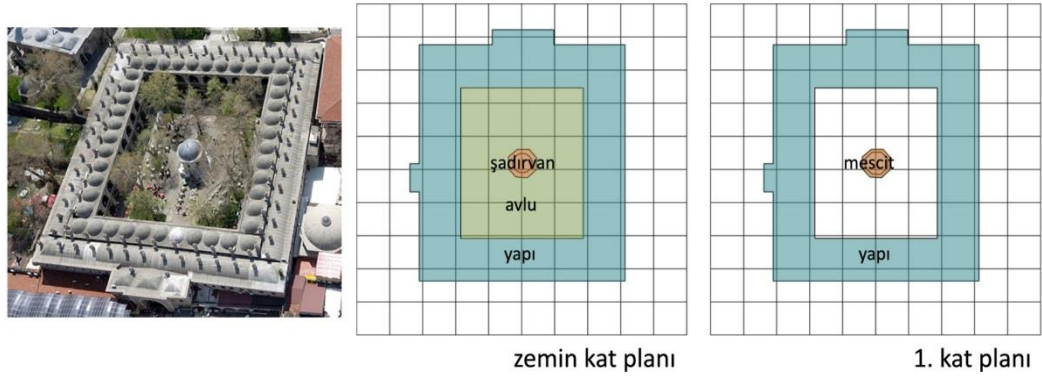
Şekil 3.6. Koza Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Binanın zemin katına kuzeyde yer alan yuvarlak kemerli, taştan yapılmış kabartma burmalarla hareketlendirilmiş süslü bir kapıdan girilmektedir. Birinci kat girişi yapının güney kapısı olup Orhangazi Meydanı'na açılmaktadır. Han, kareye yakın dikdörtgen bir avlunun etrafında yer alan iki katlı yapıdan oluşmaktadır. Zemin katta 45, alt katta 50 oda olmak üzere toplam 95 odası bulunmaktadır. Avlunun ortasında taştan yapılmış sekizgen biçimli bir şadırvan, üstünde de mescit bulunmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Koza Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

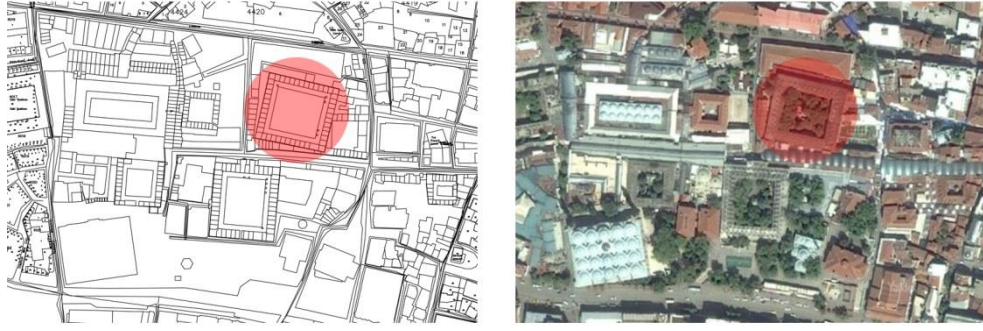
Yapıda ana malzeme olarak taş ve tuğla kullanılmıştır. Oluşum analizine bakıldığında yapı ortada bir avlu etrafında çevrelenmiştir ve en merkezde şadırvan ve mescitten oluşan bir ibadet mekanı bulunmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Koza Han oluşum analizi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Fidan Han

Fatih'in vezirlerinden Hayrettin Paşa'nın oğlu Mahmut Paşa tarafından İstanbul'daki cami ve imaretine vakıf olarak 15. yüzyılda yaptırılmıştır. Mahmut Paşa Hanı ismiyle de anılan handa fidan satışı yapıldığından "Fidan Han" ismiyle anılmaktadır (Dara 2000). Bina, Koza Han'ın kuzeyinde Cumhuriyet Caddesi ve Uzun Çarşı arasında konumlanmaktadır (Şekil 3.9).



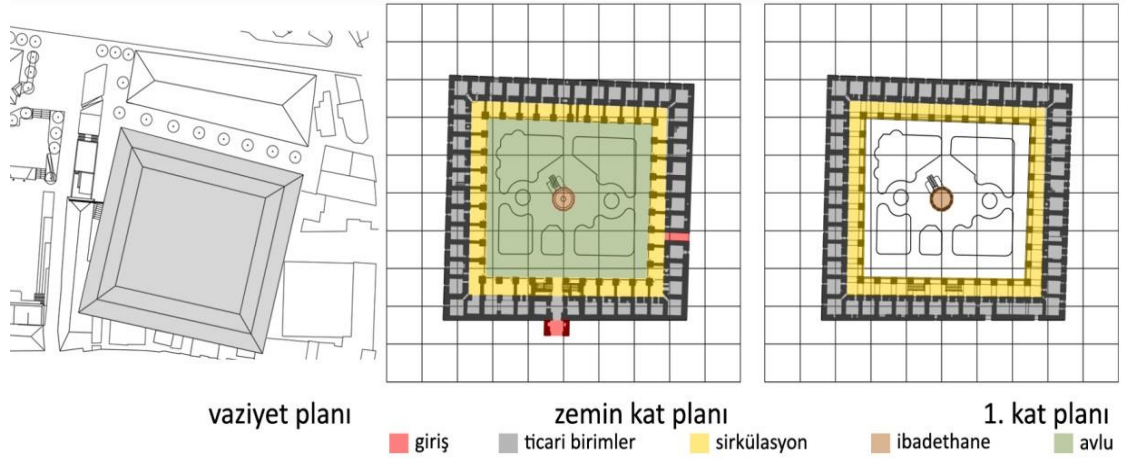
Şekil 3.9. Fidan Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Kareye yakın bir iç avlu etrafında sıralanan iki katlı revak ile odalardan oluşan han, Bursa'nın en önemli hanlarından biridir. Doğu ve güneyde bulunan iki kapıyla yapıya giriş sağlanmaktadır. Güney girişinin doğu ve batısında bulunan merdivenlerle üst kata çıkılabilmektedir. Hanın avlusunu çevreleyen iki katlı revağın ayakları ve diğer kemer yüzleri iki sıra tuğla, bir sıra moloz taş dizisi ile örülmüştür. Bursa hanlarının genelinde görülen almalı duvar sistemi burada da karşımıza çıkmaktadır. Arka cephede yer alan üç pencerede taş ve tuğlanın yanı sıra mermer kullanılmıştır. Alt kat revakları tonoz, üst kat revakları ise kubbelerle örtülüdür. Zemin katta 48 (30 oda, 18 mahzen), üst katta 50 oda bulunmaktadır (Bağbancı, 2007). Handa pencereler her odaya birer adet şeklinde yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Fidan Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Binanın oluşum analizine bakıldığında yapı Koza Han'a benzer şekilde bir iç avlu etrafında yerleşmiş ve orta kısımda zeminde şadırvanı üstünde mescidi olan bir ibadet mekanından oluşmaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Fidan Han oluşum analizi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

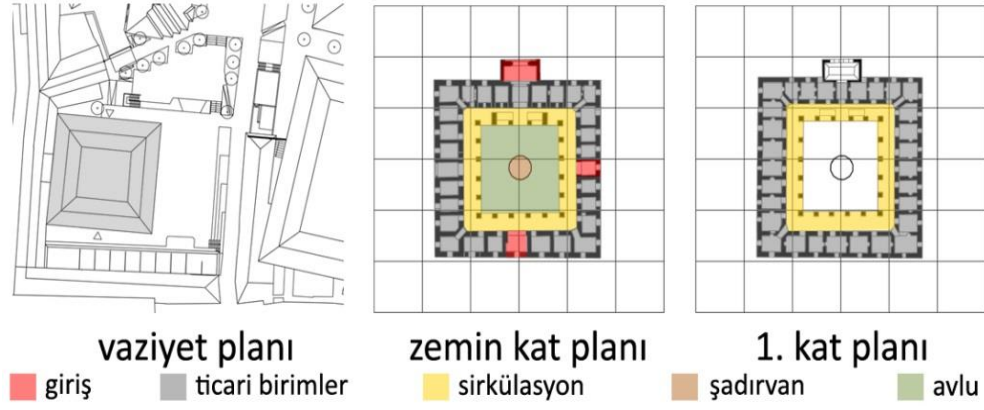
Geyve Han

Yeşil Cami'nin mimarı Hacı İvaz Paşa tarafından 15. yüzyılda yapılmıştır. Hacı İvaz Paşa Hanı, Lonca Han, Ütücüler Hanı, Payegâh Han isimleriyle anılan han, 17. yüzyıldan sonra Geyve Han olarak anılmaya başlanmıştır (Bağbancı, 2007). Bedesten (Çarşı)'ın kuzeyinde, Fidan Han'ın batısında yer almaktadır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Geyve Han vaziyet planı ve uydu fotoğrafı (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Bina, iki katlıdır. Kare bir avlu etrafında sıralanmış revaklar ve bunlara açılan odalardan ve zemin katta bir mescitten oluşmaktadır. Avlunun ortasında bir şadırvan bulunmaktadır. Alt katta 26, üst katta 30 oda bulunmaktadır. Odaların tümü revağa açılmaktadır. Yapıya giriş kuzey, güney ve batı yönünde üç taraftan da sağlanmaktadır (Şekil 3.13). Yapıda taş ile birlikte yoğun olarak tuğla da kullanılmıştır. Oluşum analizine bakıldığında yapı kare planlı ortada revaklarla bir avlu etrafında çevrelenmiştir ve en merkezde üstü açık bir şadırvan bulunmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Geyve Han vaziyet planı ve kat planları incelemesi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)



Şekil 3.14. Geyve Han oluşum analizi (Aydın, Ediz ve Şen, 2018)

Emir Han

Orhan Bey tarafından 14. yüzyılda inşa edilen Emir Han, Bursa'da ilk inşa edilen özgün doku elemanıdır. İlk olarak Han'ı Bezzaziye olarak anılan hana, Kepenekçiler Çarşısı da denilmiştir (Kaplanoğlu, 1996; Gürhan, 2013).

Emir Han, iç avlunun çevresinde sıralanan iki katlı revaktan ve odalardan oluşmaktadır. İki kattan oluşan hanın üç farklı giriş kapısı bulunmaktadır. Üst katta, köşe birimlerde revakların üstü kubbelerle, diğer birimlerin üstleri ise tonozlarla kapatılmıştır. Elbas (2011), Emir Han'da kent içi ticaret için gerekli tüm ihtiyaçları karşılayan mekanların bulunduğunu ve ticareti yapılan her türlü malzemenin tartıldığı kantariye ile hanın gelirinin sağlandığını ifade etmiştir (Gürhan, 2013).

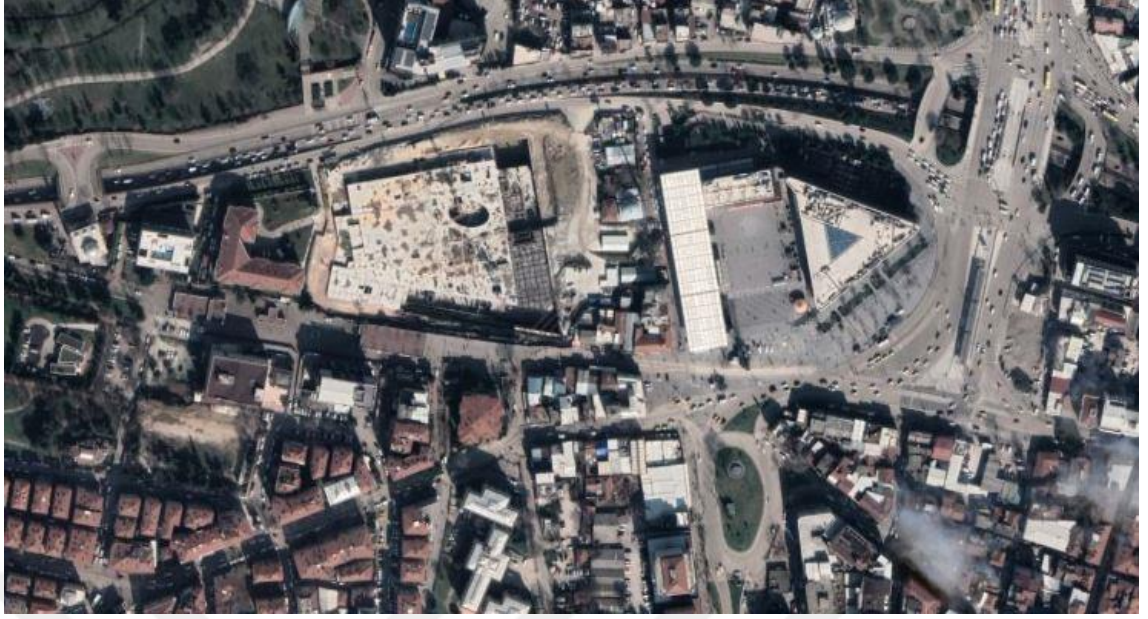
Bursa Ulu Cami ve Bedesten

Ataman (2000), ilk özgün kent merkezlerinin ulu cami, bedesten ve çarşılarından oluştuğunu aktarmıştır. Bu biçimlenme Bursa özgün dokusu için de geçerlidir. Çarşı, bedesten adı verilen çok kubbeli bir merkez yapı ile çevresinde yer alan hanlardan oluşmaktadır. Kent merkezi çarşı, çarşının merkezi ise tüm sokakların bağlandığı bedestenlerdir. Özgün dokunun en belirgin mimari elemanları olan çarşı, bedesten ve cami kent merkezinde meydan oluşturmamaktadır (Ataman, 2000).

Yıldırım Bayezid tarafından 1396-400 yılları arasında yaptırılan Ulu Cami, günümüze kadar deprem, yangın, lodos ve bazı istilalar sebebiyle zarar görmüş ve onarımlar geçirmiştir. Dikdörtgen bir plana sahip olan cami 55 x 69 metre ölçülerindedir. Cami, yirmi kubbe ile örtülüdür ve bu kubbeler oniki tane büyük yığma fil ayaklarına bağlanan kemerler ile pendentiflere oturmaktadır. Caminin orta kubbesi şeffaftır. Bu kubbenin altında, cami içerisinde bir şadırvan yer almaktadır. Caminin cephelerinde sağır kemerler içinde ikişer pencere bulunmaktadır. Üç adet kapısı olan camiye doğu, batı ve kuzey yönlerden giriş sağlanabilmektedir. Kuzey kapısında görkemli bir taç kapı yer almaktadır (Baykal, 1982; Kaplanoğlu, 1994).

3.1.3. Uygulama Alanı Olarak Eski Santral Garaj Bölgesi

Hanlar Bölgesi içerisinde yer alan ve Bursa'da önemli bir merkez olma özelliği taşıyan Çarşı, 1958 yılında yaşanan yangından sonra çeşitli merkezlere doğru saçılmaya başlamıştır. Bu merkezlerden biri de Santral Garaj Bölgesi olmuştur (Ediz & Gürsakal, 2010). Bursa'nın merkezinde yer alan ve günümüzde de önemli bir odak noktası olan İlhan (2019), Santral Garaj Bölgesi'nin, yoğunluğu ve taşıdığı potansiyel sebebiyle olası gelişme alanı olarak kabul edilmekte olduğunu ve yerel yönetimlerce bölge için çeşitli kentsel dönüşüm projeleri hazırlandığını ifade etmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Santral Garaj bölgesi günümüz durumu uydu görüntüsü

Yapıldığı 1960'lı yıllarda şehir içi ve şehirlerarası otobüs terminali (Şekil 3.16) olarak kullanılan ve ismini de bu işlevinden dolayı alan Santral Garaj bölgesinde, günümüzde Kent Meydanı Alışveriş Merkezi bulunmaktadır. Bursanın güncel kent dokusunun merkezi konumunda bulunan bölge, İstanbul, Ankara ve İzmir yollarının kesiştiği, Bursa için önemli kentsel odak noktalarından biridir. Terminal olarak yoğun bir şekilde kullanımının ardından yaşanan yangından sonra giderek işlevsiz, kullanılmayan bir alan haline almıştır (Polat, 2005; Aslan, 2012). Bölge ve çevresi 2000'li yıllara doğru oldukça ciddi bir fiziksel ve sosyal kentsel çöküntü haline gelmiştir (Polat, 2005).



Şekil 3.16. Yapıldığı yıllarda Santral Garaj Bölgesi (Aslan, 2012)

Hayata geçirilmesi düşünölen çeşitli planlama ve uygulama deneyimlerinin başarısız olmasından sonra 2005 yılında, bölgeyi canlandırmak, kentsel açık alanlarla desteklemek ve güncel kent dokusuna kazandırmak amacıyla, Bursa yerel yönetimi tarafından ulusal ölçekli bir yarışma açılmıştır. Yarışma ile önerilen projelerin yapı formu, işlevi ve varolan çevreyle kurmaya çalıştığı ilişkiler yeterli bulunmamıştır (Aslan, 2012).

Polat (2005) Santral garaj Bölgesi'nin geçmişten günümüze geçirdiğı morfolojik değişimi sekiz başlıkta ele almıştır. Aslan (2012) ise, Polat'ın (2005), bu incelemesini dört başlık altında irdelemiştir. Aslan'a göre bu dört dönemler; yapıldığı 1961 yılından 1978 yangınına kadar olan dönem birinci, 1978 yılından yeni terminalin Yalova Yolu'nda açıldığı yıl olan 1997 yılına kadar olan dönem ikinci, 1997 yılından dönüşüm projesinin yarışma ile belirlendiğı 2005 yılına kadar olan dönem üçüncü, 2005 yılından bu yana geçen süreci kapsayan dönem de dördüncüdür (Polat, 2012; Aslan, 2005).

Santral Garaj olarak kullanılmadan önce Bursa kent merkezinin oldukça uzağında kalan bölge, zeytinlik ve sebze-meyve bahçelerinin bulunduğu bir alan olup 1920'li yıllara kadar bu işlevini sürdürmüştür (Polat, 2005). Bu durum Şekil 3.17'de verilen, 1924 yılında hazırlanan Lörcher Planı'nda da görölmektedir (BBB İmar Planları Arşivi). Çöplük olarak kullanıldığı 1940'lı yıllara kadar da bölge, kent merkezinin dışında kalmaya devam etmiştir (Aslan, 2012).



Şekil 3.17. 1924 tarihli Lörcher Planı'nda belirtilen Santral Garaj Bölgesi (Aslan, 2012)

Merkez bir otobüs terminalinin yapılmasının kararlaştırıldığı 1954 yılında Garaj ve müştemilatı için Fomara bölgesi seçilmiştir. Bu seçimin yapılmasında, çeşitli fabrikaların etkisiyle kent gelişiminin kuzeye doğru gelişmesi, kent içi ulaşımın sekteye uğratılmaması ve fiziksel olarak geniş bir alana duyulan ihtiyaç gibi nedenler etkili olmuştur (Polat, 2005; Aslan, 2012). 1950’li yıllarda bölgede bulunan ve şehiriçi ulaşımı sağlamak amacıyla kurulan birçok küçük garajda santral garaj bünyesinde toplanmıştır. Santral garajda, terminal işlevi dışında farklı işlevlere sahip özel ve kamusal kuruluşlar da yer almıştır (Karaali, 2009; Aslan, 2012).

Lörcher’in hazırladığı plandan sonra, 1966 yılında Piccinato tarafından hazırlanan planda Santral Garaj Bölgesi terminal alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. 1966 yılında hazırlanan Piccinato planı (Aslan, 2012)

Santral garaj bölgesinde, 1978 yılında, depolanan tütünlerin bulunduğu bir alanda büyük bir yangın gerçekleşmiştir. Bu yangınla, terminal ana binası dışında yer alan bütün binalar tamamen yanarak büyük zarar görmüştür (Akkılıç, 1983; Aslan, 2012). Yangından sonra terminalin yenilenmesi için 1987 yılında bir yarışma ilan edilmiştir. Yarışma sonucu kazanan proje yüksek maliyetli görülmesi sebebiyle uygulanmamıştır. İstanbul yolu üzerinde yapılan yeni otobüs terminalinden sonra 2005 yılında santral garaj bölgesi için ulusal çaplı bir yarışma ilan edilmiş, 2006 yılında sonuçlanmıştır. Yarışma sonucunda, uygulama için seçilen proje 2008 yılında bazı değişikliklerle birlikte uygulanmıştır (Aslan, 2012).

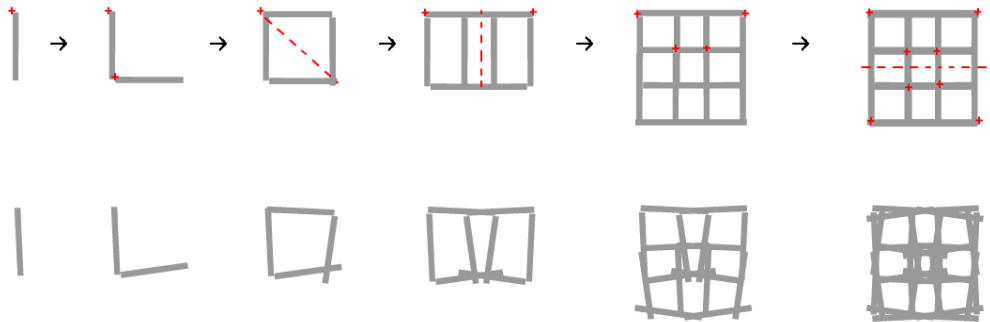
Alışveriş merkezleri, bazı kamu kurumları, sağlık yapıları, ulaşım noktaları ve çok önemli ulaşım akslarının çevrelediği Santral Garaj Bölgesi, Bursa'nın kent merkezi ile dolaylı bir etkileşime sahiptir. Günümüzde, yoğun kullanıma sahip bir kentsel odak noktası olarak varlığını sürdüren bölge için yayılma öngörülerinde bulunmak ve bölgenin çevre dokuyla kurduğu incelemek önemli görülmektedir. Çalışma kapsamında uygulama alanı olarak belirlenen bölge Şekil 3.19'da gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Uygulama alanı Santral Garaj Bölgesi

3.2. Biçim Gramerleri

Biçim grameri, 70'li yılların başında George Stiny ve James Gips (1972) tarafından ortaya konulmuştur. Biçim gramerlerini etkileyen dilsel metafor, Noam Chomsky'nin (1957, 1965) dilbilimdeki üretici ve dönüşümsel gramerler üzerine yaptığı çalışmaya temellendirilmesinin sonucudur (Şekil 3.20).

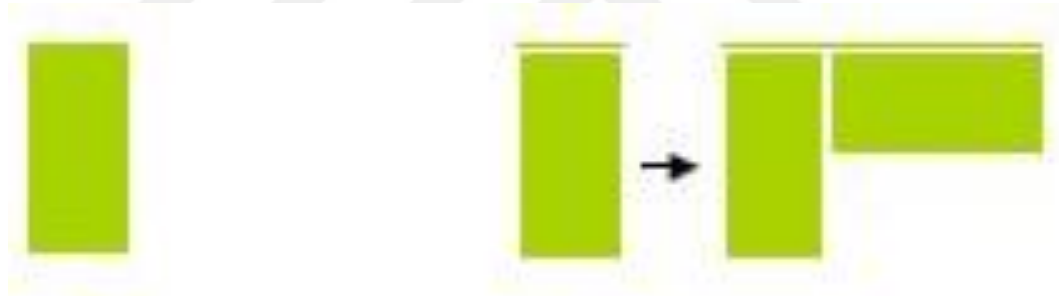


Şekil 3.20. Biçim Grameri tasarım aracı (Ham, 2013)

Biçim gramerlerinin işlevi, biçimlerin algoritmik yöntemlerle oluşma süreçlerini belirlemektir. Tasarım dilini ve kümesini oluşturmada kullanılan biçim kuralları dizisini tanımlayan biçim grameri, üretken tasarım sistemlerinin ilk örneklerini oluşturur (Stiny, 1990).

Bir biçim grameri başlangıç şekli, belirli şekiller dizisi, semboller dizisi ve kurallar dizisi olmak üzere 4 tipik bileşenden oluşur. Kurallar, bir şeklin veya şekiller dizisinin (sol tarafta gösterilir) yeni bir biçim ya da biçim dizisine (sağ tarafta gösterilir) dönüşümleri olarak sunulur. Bir başlangıç şekline özyinelemeli olarak uygulanan kurallar, bir dile ait olduğu söylenen tasarımlar üretir (Stiny ve Gips, 1972; Stiny, 1975).

Biçim grameri formalizmi Şekil 3.21’de tanımlanan basit örnekle açıklanabilir. Örnekte başlangıç şekli 1:2 oranında bir dikdörtgenden oluşmaktadır. Kural, başlangıç biçimine dik ve bitişik başka bir dikdörtgenin eklenmesidir. Bu basit biçim grameri tarafından tanımlanan dile ait birkaç tasarım ise Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



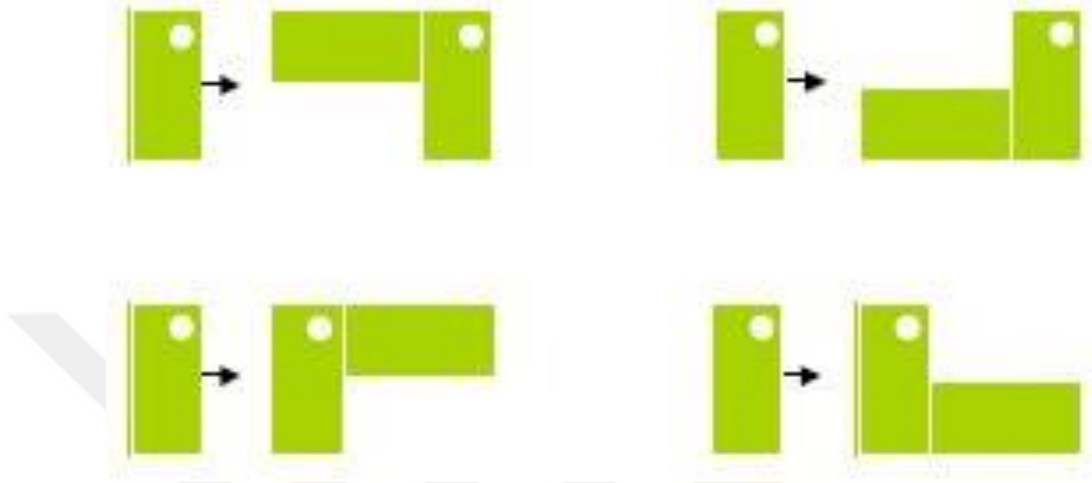
Şekil 3.21. Basit bir biçim grameri örneği (Chouchoulas, 2003)



Şekil 3.22. Basit bir biçim gramerinden türetilen tasarım örnekleri (Chouchoulas, 2003)

Başlangıç biçimlerine kuralların uygulanmasını kontrol etmek ve yönlendirmek için etiketler kullanılabilir. Etiketler, simetriden kaynaklanan belirsizliği ortadan kaldırarak bir kuralın nerede ve nasıl uygulanacağını belirtir. Şekil 3.23’de açık biçim kurallarını

tanımlamak için etiketlerin kullanımı gösterilmektedir. Beyaz nokta etiket olarak kullanılmıştır. Dikdörtgenlerin köşelerine eklenen bu noktalar, biçimlerin olduğu gibi kullanılmasını sağlamaktadır. Şekil 3.21’de tanımlanan aynı uzamsal ilişkiye yeni bir dikdörtgenin eklenmesi için dört farklı kural tanımlanabilir.

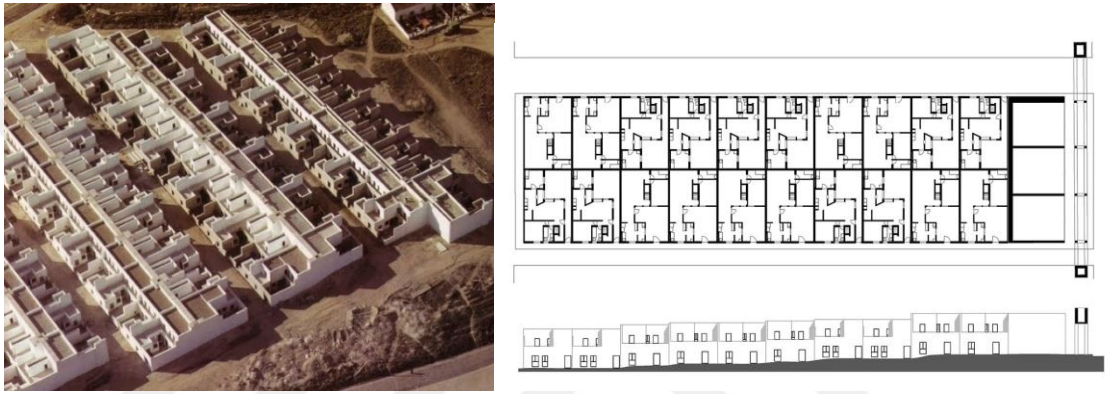


Şekil 3.23. Açık biçim kurallarını tanımlamak için kullanılan etiketler (Chouchoulas, 2003)

Başlangıçta tasarım sürecinin bilişsel mekanizmalarına içgörü sağlamak için geliştirilen (Gips, 1979) biçim gramerleri, ortaya çıktıklarından beri hem analiz hem de sentez aşamalarında kullanılmıştır. Analiz bağlamında, biçim gramerlerinden form tanımlayıcıları olarak yararlanılmıştır. Biçim gramerlerinin bir formu tanımlayabilmeleri için üç “yeterlilik testini” karşılamaları gerekir (Stiny ve Mitchell, 1978). İlk olarak, yapı grubu örnekleri arasında “yapı ve görünümün altında yatan ortaklığı” belirginleştirmeli ve tanımlamalıdır. İkinci olarak, belirli bir tasarımın incelenen formun bir örneği olup olmadığını belirlemek için bir mekanizma sağlamalıdır. Son olarak, bu form içinde yeni tasarımlar üretmek için bir yöntem sağlamalıdır. Bu bakış açısıyla biçim gramerleri Palladio villaları, Queen Anne evleri, Frank Lloyd Wright’ın Prairie evleri ve pencere tasarımları, Japon çay salonları, Babür bahçeleri ve Hepplewhite sandalyeleri dahil olmak üzere tarihsel stillerin tanımına analitik olarak uygulanmış ve başarılı olmuştur (Knight, 1994).

Biçim grameri biçimciliğinin bir başka amacı, yeni tasarım dillerinin, yani yeni tasarım stillerinin yaratılması için mekanizma oluşturmaktır. Bu, basitçe bir başlangıç şekli ile

sıfırdan bir dizi kural yaratarak elde edilir. Analitik bir kapasite yerine üretken biçim gramerlerinin kullanılması özellikle ilgi çekicidir. Avantajı, sınırlı başlangıç şekilleri ve birkaç kuralı olan çok basit bir gramerin önemli ölçüde karmaşık ve beklenmedik sonuçlar yaratabilmesidir (Rowe, 1987). Bu nedenle, biçim gramerleri, tasarım yeniliği için potansiyel olarak çok faydalı bir araçtır. Üretken tasarım uygulaması olarak Duarte (2001) Alvaro Siza'nın Malagueira evlerini biçim gramerleri ile irdelemiştir (Şekil 3.24). Günümüzde ise tasarımcılar arasında ve mimarlık okullarında yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.24. Siza'nın Malagueira Evleri biçim grameri (Duarte, 2001)

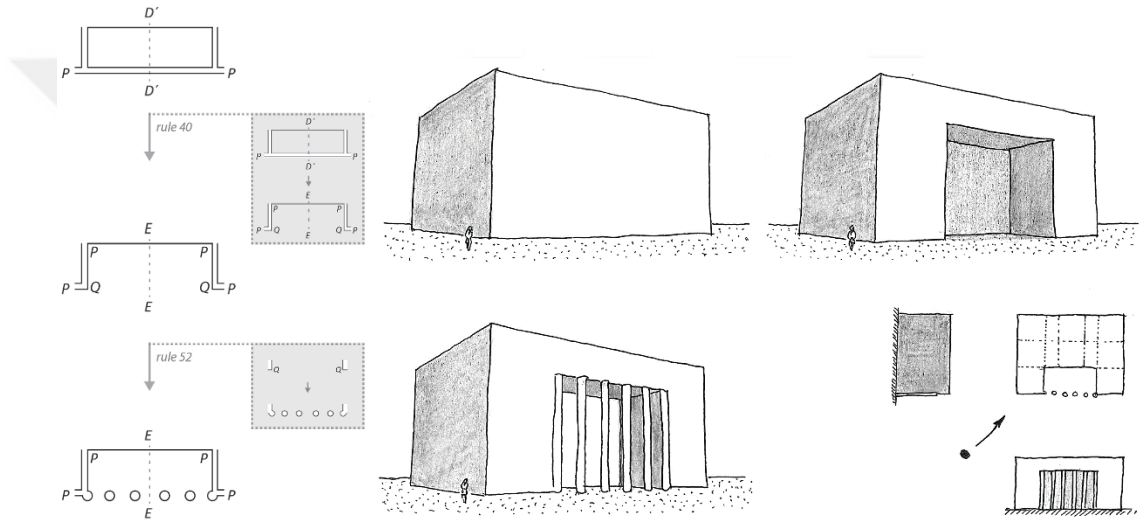
3.2.1. Tasarım Sürecinde Biçim Grameri Uygulamaları

Biçim gramerleri, işleyişleri sebebiyle çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Yeni tasarımlar üretebilen bir yöntem olarak, amaçlarından biri de çeşitli kuralların geçerli olduğu bir tasarım aracı olarak kullanılmasıdır. Çalışmada özgün dokuyu oluşturan mimari yapılar ve özgün kentsel dokunun biçimlenmesi arkasında yatan bu kurallar analiz edilmiştir.

Erken dönem araştırmalarında Stiny (1977) ile Stiny ve Mitchell (1978) biçim grameri kural setleri ile klasik tasarımları tanımlamış ve bu setlerin gelecek versiyonları oluşturmak için nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Koning ve Eizenberg (Koning ve Eizenberg, 1981) Frank Lloyd Wright'ın kır evlerinin 'dili'ni irdeleyerek, biçim gramerinin Wright'ın tasarımlarının kompozisyonlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu iddia etmişlerdir. Çağan ve diğ. (2002, 2004) bir markaya ait stilleri incelemek için biçim grameri kullanma potansiyelini araştırmış ve uyulması durumunda markaya uygun yeni stiller üretebilecek bir dizi kural oluşturmuşlardır. Benzer bir çalışmada

Harley Davidson markasına ait geçmiş tasarımlar iki boyutlu olarak analiz edilmiş ve bir dizi kurallar önerilmiştir. Sonrasında, kullanılan bu kurallarla yeni iki boyutlu tasarımlar üretilerek değerlendirmeye sunulmuş ve bu yeni tasarımların marka kimliğine sahip oldukları belirlenmiştir (Machachlan, 2018).

Belirli biçim sınıfları oluşturarak kural örnekleri öneren; Stiny'nin (1978) Palladio Villaları kat planları (Şekil 3.25), Çağdaş'ın (1996) geleneksel Türk Evleri, Knight'ın (1981) Japon Çay Salonları ve Flemming'in (1987) Queen Anne tarzı evleri çalışmaları biçim grameri alanında önemli çalışmalardır.



Şekil 3.25 . İki ve üç boyutlu Palladyan grameri (Stiny, 1978; Verkerk, 2014)

Dijital üretimle bağlantılı olarak şekil gramerleri üzerinde bazı araştırmalar yapılmıştır. Sass (2006), biçim gramerleri ile bağlantılı olarak mimaride sayısal üretimi araştırmıştır. Üç boyutlu bir konut modelini iki boyutlu CNC frezelemeye hazır parçalara çeviren bir "ahşap çerçeve grameri" oluşturan Sass, bir üretim sisteminin olanak ve kısıtlamalarını kullanarak tasarım için parçaları verimli bir şekilde üretmenin yolunu ortaya koymaua çalışmıştır. Sass'ın çalışmasında kavramsal fikir, konut prototiplerinin çok hızlı bir şekilde üretilebilmesi ve tasarımcıların farklı fikirleri test etmesi ile herhangi bir üretim sorununu erken bulmasına izin verebilmesidir.

Duarte, Rocha ve Soares (2007), Fas'ın Marakeş Medina bölgesinin Zaouiat Lakhdar Mahallesi için parametrik bir kentsel biçim grameri geliştirmişlerdir. Araştırmacılar,

bölgenin özgün dokusunun fiziksel biçimlenme özelliklerini belirleyerek, çağdaş kentsel planlama ve mimari tasarımda uygulanabilecek bir sistem için temel oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, karmaşık özgün dokunun kodlarını belirleyebilmek için üç alt gramer tanımlamışlardır: kentsel gramer, yapı grameri ve bu gramerleri birbirine bağlamayı belirleyen uzlaşma grameri. Bu gramerler, yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya doğru tasarım yaklaşımlarıyla analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, özgün doku gramerinin elle türetilmesi önerilerek aşağıdan yukarıya doğru bir doku grameri açıklanmış, özgün bir tasarım ortaya konmuştur (Duarte, Rocha ve Soares, 2007).

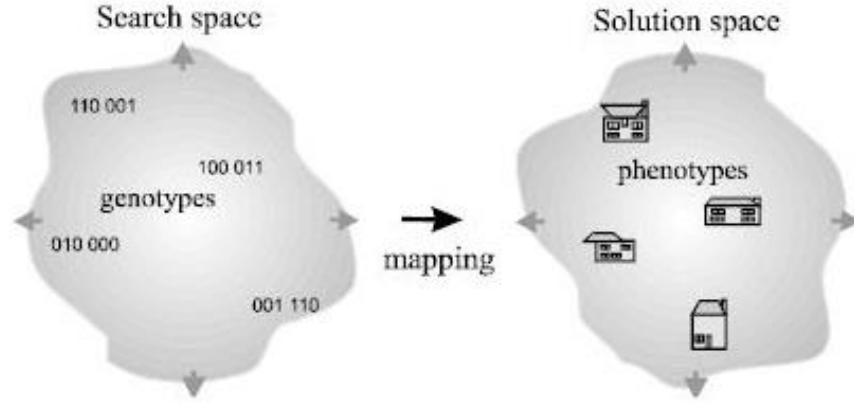
Literatürde, sayısal biçim grameri alanında, daha çok, kuralların tanımlanması ve uygulanmasına dönük çalışmalar yer almaktadır. Kuralların tanımlanması ve uygulanmasıyla birlikte, bir tasarımın birbirleriyle yakından ilişkili birden fazla versiyonu üretilebilir.

3.3. Genetik Algoritmalar

Öncüleri 1957’de Fraser ve 1962’de Bremermann olan genetik algoritmalar, John Holland tarafından doğal sistemlerin uyarlanabilir süreçlerini açıklamak ve bu doğal sistemlere dayalı yapay sistemler tasarlamak amacıyla geliştirilmiştir (Holland, 1973, 1992). Araştırma sürecinde doğal seçim ve genetik ilkelerini kullanan ilk algoritma olmamakla birlikte, genetik algoritmalar, günümüzde en yaygın kullanılan algoritmadır. GA’nın çalışmaları üzerinde diğer herhangi bir evrimsel algoritmadan daha fazla deneysel ve teorik analiz yapılmıştır. Ayrıca, genetik algoritma ve geliştirilmiş versiyonları, doğal evrime diğer yöntemlerin çoğundan daha çok benzemektedir.

Çok çeşitli optimizasyon problemleri için yaygın olarak kullanılan (Holland, 1992), GA ‘insan araştırmasının bazı yenilikçi yeteneklerine sahip bir algoritması’ olarak tanımlanmıştır (Goldberg, 1989). GA’lar günümüzde çok çeşitli optimizasyon problemlerinin üstesinden gelme yetenekleri ve mükemmel sonuçlar sağlama konusundaki tutarlı yetenekleri ile tanınmaktadır (Holland, 1975; Goldberg, 1989; Fogel, 1994). Genetik algoritmalar iki ayrı alan kullanır: arama uzayı ve çözüm uzayı. Araştırma uzayı, problemin kodlanmış uzayı, çözüm uzayı ise gerçek çözümlerin uzayıdır.

Kodlanmış çözümler veya genotipler, her bir çözümün kalitesi veya uygunluğu değerlendirilmeden önce gerçek çözümler veya fenotiplerle eşleştirilmelidir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Araştırma uzayındaki genotipler ve çözüm uzayındaki fenotipler (Bentley, 1999)

Genetik algoritmaların problem çözücü olarak temel gücü, açık bir optimal çözüm üretme yöntemi gerektirmelerinin yerine bir üretme ve test etme sürecine güvenmeleridir. Bu nedenle, zorlu sorunları çözmek için çok uygundurlar. Açık bir çözüm stratejisi yerine, genetik algoritmalar, yalnızca çözümleri değerlendirmenin bir yolunu gerektirmektedir. Bu, çözümlere sorunu ne kadar iyi ele aldıklarına göre puanlar atayan bir amaç fonksiyonu ile elde edilir. Eğer problem ölçülebilir hedefler olarak ifade edilebiliyorsa, o zaman bir amaç fonksiyonu üretilebilir. Genetik bir algoritmanın gerektirdiği diğer tek unsur, üzerinde çalışılacak çözümlerin başlangıçtaki rastgele seçimi, yani problem alanındaki rastgele başlangıç noktalarıdır (Chouchoulas, 2003).

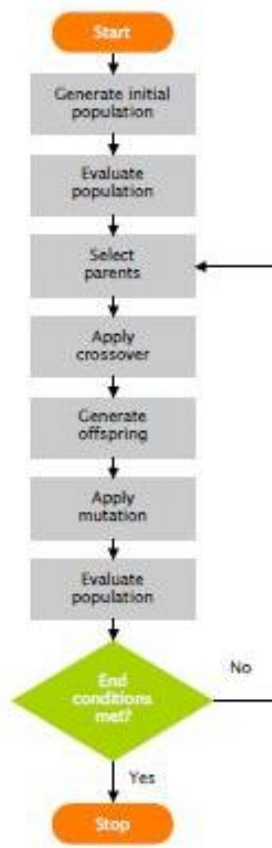
Biyolojik metafora uygun olarak çözümlere fenotip, kodlanmış temsillerine ise genotip denir. Fenotipler çeşitli şekillerde genotipler olarak kodlanabilir: diziler, n-boyutlu diziler, gridler, topolojik grafikler, vb. Bu kadar çeşitli veri yapılarıyla çalışma olanağı, genetik algoritmaların çok çeşitli problemlerin üstesinden gelmesini sağlar. Çözümleri genotipler olarak kodlama sürecini göstermek için, bir yüzün özelliklerinin şekli, rakamların sırayla baş, göz, burun ve ağız şekillerini temsil ettiği dört bitlik bir ikili dizide kodlanabilir. 0 değeri yuvarlak bir şekli belirtirken 1 değeri dikdörtgen bir şekli belirtir. Örnek yüzler ve bunlara karşılık gelen genotipler aşağıdaki Şekil 3.27'de gösterilmiştir.



Şekil 3.27. Stilize edilmiş yüzler ve onları tanımlayan genotipler (Chouchoulas, 2003)

Kodlanmış genotipin fenotipe çevrildiği sürece embriyogenez denir. Stilize yüzlerin bu durumunda, her rakam fenotipin bir özelliğine karşılık gelmektedir. Terminolojiyi biyolojiden ödünç alarak, fenotipin belirli bir özelliği için bilgileri içeren genotipin bir parçasına gen, bir genin alabileceği değerlere alel denir.

Genetik algoritmalar için hayati önem taşıyan çaprazlama ve mutasyon operatörleridir. Bunlar genotipler üzerinde çalışır ve doğal evrimdeki benzerlerini taklit eder. Çaprazlama, her iki ebeveynin özelliklerini birleştiren yavrular üretmek için iki "ebeveyn" çözümünün genotiplerini birleştirme işlemidir. Örneğin, dikey çizginin, geçiş noktasını temsil ettiği iki sekiz basamaklı ikili genotip 110|01110 ve 011|01011'i alınırsa bu iki genotipi birbirine eklemek bize 110|01011 ve 011|01110 "alt" genotiplerini verir. Mutasyon, genotipin parçalarını değiştirerek yavrulara rastgele uygulanır. Örneğin, bir mutasyon genotip 11001011'i, 11011011'e değiştirebilir. Basit bir genetik algoritmanın çalışma biçimi Şekil 3.28'de gösterilmiştir.



Şekil 3.28. Basit bir genetik algoritma şeması (Chouchoulas, 2003)

Genotiplerin bir başlangıç popülasyonu rastgele oluşturulur. Bu popülasyonun her bir üyesi, amaç fonksiyonu kullanılarak uygunluk açısından değerlendirilir ve buna bir uygunluk değeri eklenir. Daha yüksek puan alan bireyler ebeveyn olarak seçilir ve çaprazlama yoluyla yavru üretirler. Daha sonra yavrulara az miktarda mutasyon uygulanır. Bu, sırayla uygunluk ve sistem döngüleri için değerlendirilen yeni nesil çözümler üretir. Sonlandırma koşulları karşılandığında döngü bozulur. Sonlandırma koşulları, bir uygunluk eşik değerini aşan bir bireyin üretimi (yeterince iyi bir çözüm) veya belirli sayıda neslin tamamlanması olabilir.

Genetik algoritma, her nesilde çözümlerin uygunluğunu kademeli olarak iyileştirerek çalışır. Doğal seleksiyonda olduğu gibi, uygun olmayan bireylerin özellikleri devam ettirilmezken, uygun bireylerin özelliklerini aktarmalarına izin verilir. Daha sonra Goldberg tarafından Yapı Taşı Hipotezi (1989) olarak detaylandırılan Holland'ın Şema Teoremi (1975), şema çalışmaları yoluyla bu süreci daha titiz bir şekilde açıklamaya çalışır.

Şemalar, özünde benzerlikler sergileyen genotip gruplarını temsil eden şablonlardır. Örneğin, dört ikili bit dizisi genotipi kullanıldığında, yıldız işaretinin bir joker karakter olduğu şema 01**, 0100, 0101, 0110 ve 0111 genotiplerini temsil eder. Bu genotipler yukarıda bahsedilen stilize yüz fenotiplerini temsil ediyorsa, şema 01** yuvarlak başlı ve dikdörtgen gözlü tüm yüzleri tanımlar. Şemaların iki önemli özelliği vardır: Bir şemanın sırası, şablondaki sabit bitlerin sayısı olarak tanımlanır. Örneğin, şema **0*10** 3. derecedendir ve şema 1101**1* 5. derecedendir. Bir şemanın tanımlayıcı uzunluğu, içindeki en uzak iki sabit bit arasındaki mesafedir. Dolayısıyla şemanın tanımlayıcı uzunlukları **0*10**, 1101**1*, 0*****1, ****1*** sırasıyla 3, 6, 7 ve 0'dır (Chouchoulas, 2003).

Şema Teoremi, her popülasyonda katlanarak artan kopyalarda, düşük dereceli ve kısa tanımlayıcı uzunluktaki oldukça uygun şemaların bulunacağını belirtir. Bu şemalara yapı taşları denir. Yapı Taşı Hipotezi, genetik algoritmaların, yapı taşlarını bütün genotiplerde birleştirerek daha iyi puan veren bireyler ürettiğini öne sürmektedir. Şema teoreminin geçerliliği ve işlevselliği hakkında devam eden bir tartışma vardır (Mitchell 1996; Christiansen ve Feldman, 1998), ama en azından genetik algoritmaların neden işe yaradığının nedenlerine dair bir fikir vermeye hizmet etmektedir.

Yukarıda açıklanan genel akış şeması ve operatörler, basit genetik algoritma ile ilgilidir (Goldberg, 1989). Temel algoritmanın farklı türdeki problemlere daha uygun olabilecek birkaç detaylandırması vardır. Bentley (1996), bu gelişmiş genetik algoritma türlerinden bazılarını listelemiştir. Bu algoritmalar, yukarıda bahsedilen genetik operatörlerin daha egzotik versiyonlarının kullanılması yoluyla genotiplerin kodlanma ve yönlendirilme şeklini değiştirme eğilimindedir.

3.3.1. Genetik Süreç

GA ile bir problemi çözmek, uygun bir temsil, uygunluk ölçüsü ve sonlandırma kriteri tasarlamakla başlar. Belirli bir problem için birçok temsil mümkündür, ancak bazıları diğerlerinden daha iyidir. Sonlandırma kriteri genellikle en fazla önceden tanımlanmış sayıda nesile izin verir ve kabul edilebilir bir çözümün bulunup bulunmadığını kontrol eder (Renner, 2004).

Genetik süreç şu şekilde ilerlemektedir:

Başlangıç popülasyonu oluştur

İlk popülasyonu değerlendir

Tekrarla

Yeni popülasyon oluştur

- çiftleşme için bireyleri seç
- çaprazlama yoluyla yeni bireyler yarat
- seçili bireyleri mutasyona uğrat
- önceki popülasyondan seçilen bireyleri tut

Sonlanma kriterleri karşılanana kadar yeni bireyleri değerlendir (Renner, 2004).

Genetik süreçteki döngü, bilgisayarlarda kodlanabilir ve algoritmaya dönüştürülebilir. Bir GA'nın davranışını, özellikle oldukça karmaşık, doğrusal olmayan bir alanda belirli bir problemde tahmin etmek, imkansız değilse de çok zordur. Ancak, idealleştirilmiş ayarlar için GA'ların neden ve nasıl çalıştığını vurgulayan teorik çalışmalar vardır.

3.3.2. Genetik Algoritmalarda Kısıtlar

GA'da problemler, optimizasyon ve kısıtlama memnuniyetinin birleştiği tasarımda özellikle ilgi çekicidir. Çoğu durumda kısıtlamalar, tasarım parametreleri için iyi tanımlanmış aralıklar olarak ifade edilebilir, ancak bazen bunları belirtmek oldukça zordur. GA'ların farklı bileşenlerine kısıtlama yönetimini dahil etmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir (Michalewicz ve Schoenauer, 1996). GA'larda kısıtlama memnuniyetinin popüler bir yöntemi, kısıtlamaları ihlal eden bireyleri, yani mümkün olmayan bireyleri reddetmektir. Genetik operatörlerin sonucu olarak ortaya çıkan uygun olmayan bireyler yeni nesle kabul edilmez.

Başlangıç popülasyonu yalnızca uygun olmayan bireylerden oluşuyorsa, reddedilmek yerine onarılabılır. Bu yöntemin dezavantajı, her sorun için özel bir onarım algoritmasının tasarlanmasıdır. Bu arada, değerlendirme, kısıtlamaları hafifçe ihlal eden bireylerin hala kabul edildiği şekilde ayarlanabilir.

Kısıtlamaları ele almak için sıklıkla uygulanan bir teknik, uygunluk fonksiyonunda bir ceza terimi uygulamaktır. Kısıtlamaları yerine getirmeyen kişilere, kısıtlamaları ihlal etme derecesine bağlı olarak cezalar verilir. Seçim, uygunluk ve cezanın ağırlıklı toplamına dayanır. Bu nedenle, uygun olmayan bireyler, hala yararlı yavrular verebildikleri düşünüldüğünden, genetik sürece katılırlar. Ancak, ceza ağırlığının dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Ceza ağırlığı çok düşükse, “çok” uygun olmayan bireyler, biraz daha az uygun ama çok daha uygun bireylere tercih edilebilir. Öte yandan, yüksek ceza ağırlığının uygulanması, gelecek vaat eden bireyleri popülasyonun dışına itebilir ve süreç, uygulanabilir ancak uygun olmayan bireylere yakınsayabilir. Çoğu durumda, iyi bir strateji, gevşek kısıtlamalarla, yani düşük ceza ağırlıkları ile başlamak ve daha sonra, GA ilerledikçe, güçlendirilmiş kısıtlamalar, yani daha yüksek ceza ağırlıkları ile devam etmek ve böylece umut verici çözümlere giden bir yol sağlamaktır.

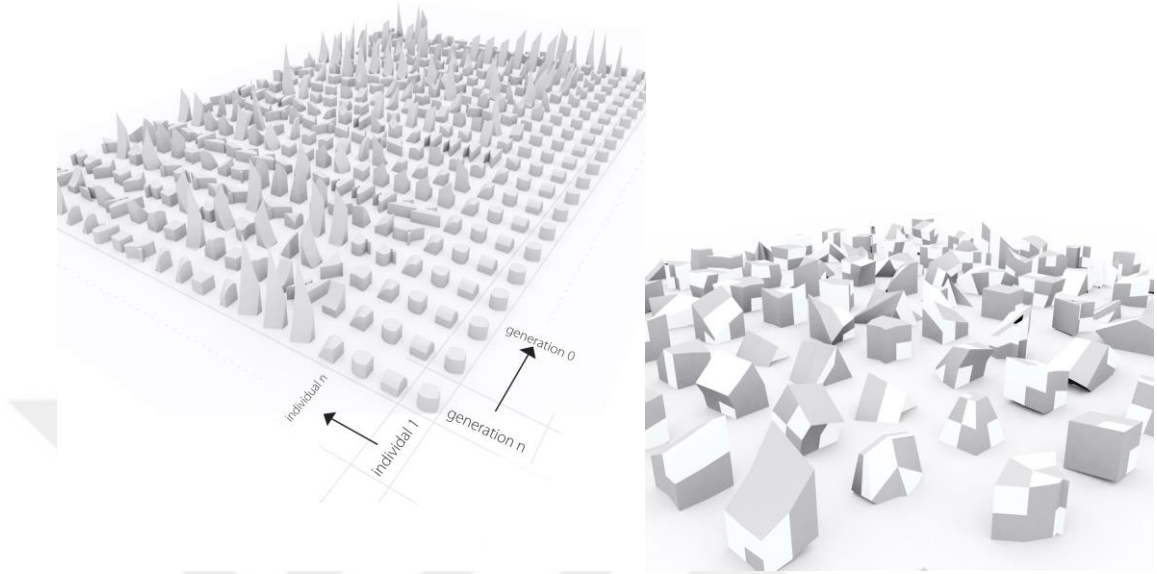
Diğer bir yaklaşım, tüm kısıtlamaları genetik temsile dahil etmek, yani herhangi bir bireyin herhangi bir kısıtlamayı ihlal etmesine izin vermeyen bir temsil oluşturmaktır. Bununla birlikte, temsile çok fazla probleme özel bilginin dahil edilmesi, arama uzayının boyutunu büyük ölçüde sınırlar ve belirli çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin dikkatli bir şekilde tanımlanmasını gerektirebilir.

3.3.3. Mimari Tasarımda Genetik Algoritma Kullanımı

Farklı disiplinler, evrimsel biyoloji ilkelerine dayanan hesaplama araçlarını benimsemiş olsa da, mimari tasarımda evrimsel süreçler geniş çapta uygulanmamıştır. Mimarların karmaşık sorunları çözmek için bu tür teknikleri keşfetme biçiminde ancak son zamanlarda gözle görülür bir değişiklik olmuştur. Günümüzde mimarideki temel sorunlardan biri, tasarlanan projelerde yer alan bilgi miktarı ve karmaşıklık düzeyidir.

Genetik hesaplama, popülasyon problemine uygulanan araştırma yoluyla eniyileme problemleri ve problem çözme sorunları için etkili çözümler önermektedir. Genetik Algoritmalar, olası çözümler popülasyonu üzerinde çalışarak optimizasyon ve arama problemlerini çözerek, etkili bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Mimaride GA'lar, eniyileme araçları ve form oluşturma araçları olarak iki şekilde çalışmaktadır. Eniyileme araçları ile GA'lar yapısal, mekanik ve termal ve aydınlatma performansı gibi iyi

tanımlanmış yapı problemlerini ele almaktadır. İkinci araçlarla GA'lar form oluşturma işlevini kapsamında kullanılmaktadır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Genetik Algoritmalarla sayısal olarak elde edilen doku ve elemanları (Marin, 2008)

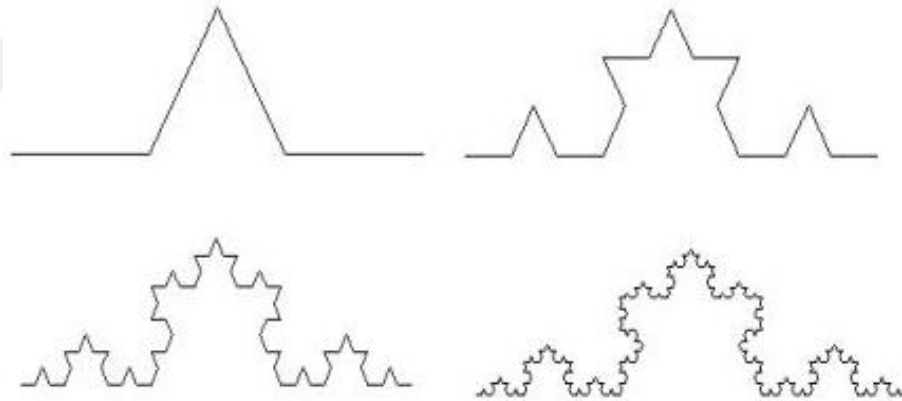
3.4. Fraktal Geometriye Dayalı Analiz

Doğayla uyumlu yapı tasarlama fikri Mısırlılara, Çin'e, Yunanlılara ve Romalılara kadar uzanmaktadır. 21. yüzyılın başında, yapıların sürdürülebilirliği konusunda artan endişeler, mimari tasarım sürecine yeni zorluklar eklemiş ve yeni tasarım tepkileri gerektirmiştir. Bu nedenle, doğanın dili olarak (Mandelbrot, 1977; 1982), fraktal geometrinin sürdürülebilir mimari ve binaların yeni tasarım biçimlerinin geliştirilmesinde rol oynayabileceğini varsaymak doğaldır.

Fraktaller, kalıpları kendilerinin kopyaladığı daha küçük ölçeklerden oluşan ve ölçekler arasında kendine benzerliğe sahip olan kendine benzer kümelerdir. Bu, kalıpları sonsuz küçük bir ölçekte tekrarladıkları anlamına gelir. Fraktal boyutu daha yüksek olan bir desen, daha düşük boyutlu olandan daha karmaşık veya düzensizdir ve daha fazla yer kaplar. Birçok pratik uygulamada, karmaşık desenlerdeki gizli düzeni karakterize etmek ve ölçmek için zamansal ve uzamsal analize ihtiyaç duyulur, fraktal geometri, doğal fenomenler için birçok ölçekte bu tür karmaşıklığı araştırmak için uygun bir araçtır (Borrough, 1981; Mandelbrot, 1982). Düzensiz örüntüdeki düzen, mekanik süreçten

ziyade doğal bir fenomen gösteren dinamik kuvvet kavramını içerdiğinden estetikte önemlidir. Mimari tasarım açısından tasarım ilkesini temsil eder. Bu nedenle, fraktal geometri mimari tasarımda önemli bir rol oynamıştır.

Fraktalların matematiksel tarihi, 1872'de matematikçi Karl Weierstrass'ın her yerde sürekli olan ancak hiçbir yerde türevlenemeyen bir Weierstrass fonksiyonunu tanıtmalarıyla başlamıştır (Weierstrass, 1993). 1904'te Helge von Koch, Weierstrass fonksiyonunun tanımını geliştirmiş ve Koch kar tanesi (Şekil 3.30) olarak adlandırılan benzer bir fonksiyonun geometrik tanımını vermiştir. 1915'te Waclaw Sierpinski, kendine benzer desenler ve bunları oluşturan işlevleri oluşturmuştur. Georg Cantor ayrıca kendine benzer bir fraktal örneği ortaya koymuştur (Cantor, 1993). 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında, fraktal alanında bilimsel çalışmalar, Henri Poincare, Felix Klein, Pierre Fatou ve Gaston Julia tarafından daha da ileri götürülmüştür. 1975 yılında Mandelbrot bu çalışmaları bir araya getirerek 'fraktal' adını vermiştir. (Lu, Clements-Croome ve Viljanen, 2012).



Şekil 3. 30. Koch Eğrisi illüstrasyonu (Lu, Clements-Croome ve Viljanen, 2012)

Fraktaller birçok alanda önem taşır ve aktif bir araştırma alanıdır. Genetik tasarımda biyolojik formun programlanmasında etkili ilkeler geliştirmekten (Weibel, 1991), altından nano ölçekli fraktal mimariler oluşturmaya (Hianá Teo, 2010), fizikteki evrensel teorilere (El-Showk, Poland vd., 2014), fraktaller, oldukça ilgi görmektedir. Fraktal geometri ve fraktal algoritmalar mimaride uzun süredir kullanılmaktadır. Matematiksel araçlarla mimarinin fraktal niteliklerini analiz etmek mümkündür. GA'larla birlikte,

fraktaller, doğa ve yaşamla güçlü bir ilişkiye sahiptir. Fraktaller, algoritmik tasarımın da önemli bir yönünü temsil etmektedir.

"Fraktal" terimi yukarıda iki genel anlamda kullanılmaktadır: (1) birden çok ölçekte kendine benzer bir model veya şekil ve (2) kalıbı tanımlayan bir süreç – birincisi, ikincisinin bir örneğidir. İlk tanım uzaydaki bir nesne, ikincisi ise zaman içindeki bir süreçtir. Bu iki duyuyu birleştirerek, bir fraktalin işe yarayan iyi bir tanımı şudur: algoritmik bir sürecin sonucu olarak çok ölçekli kendi kendine benzerliğe sahip kalıplar. Bir fraktal, bazı işlemlerin (yeniden ölçeklendirme ve matematiksel dönüşümler gibi) sonucu olan bir tür ölçeksiz, Öklidyen olmayan bir geometridir (fraktal yineleme). Bununla birlikte, mimariye uygulandığında fraktallerin daha incelikli bir tanımı yapılmaktadır. Mimaride, bir fraktal, mutlaka yalnızca kendine benzer bir şekille sınırlı değildir, daha çok kendine benzer bir motif veya tema veya en basit anlamda kendine benzer bir fikirdir. Dawes ve Ostwald, Christopher Alexander'ın çalışmasında değişmez kalıpların rolünü tanımlarken bu kavrama değinmekte, ve fraktaller için "yaratıcının bakış açısı, Alexander'ın tasarımı ölçeğe dayalı bir kararlar dizisi olarak kavramsallaştırmasıyla tutarlı olan dilin küresel bir görünümünü temsil ediyor." demiştir (Dawes ve Ostwald, 2018).

Mimaride fraktalleri çevreleyen literatürde, bir fraktalin katı bir tanımını yapmak oldukça güçtür. Fraktallar ve kaos teorisi ile ilgili olarak Ediz ve Çağdaş, "Kaos ile birlikte ortaya çıkan öz-benzerlik kavramının temelinde fraktallerin yatar. Fraktal terimi, parça, kırık, kesirli ve düzensizlik anlamında kullanılan Latince 'fraktus'tan gelir." demiştir (Ediz ve Çağdaş, 2007). Rian vd. ise fraktali tanımlamak için "Bir fraktalin katı olmayan bir tanımı, kendisinin kopyalarını sonsuz farklı ölçek düzeyinde içine alan bir şekil veya biçimdir; bu, her büyütme düzeyinde kaba olduğu kadar özyinelemeli olarak kendine benzer olduğu anlamına gelir." ifadesini kullanmıştır (Rian vd., 2018). Lorenz ayrıca, "Fraktaller özellikleriyle tanımlanır, -kendine benzerlik, yinelemelerle nesiller oluşturma, pürüzlü yüzeyler, sonsuz karmaşıklık, başlangıç parametrelerine bağımlılık ve doğa ile ortak özellikler- ancak, çoğu zaman fraktalleri tanımlamanın tek yolu fraktal boyutlarıdır (Lorenz, 2009).

Mimaride fraktal yinleme, matematikte titiz fraktal geometri olarak dūřūndūđūmūzden belki daha gevřek ve serbest biřimlidir. Mimaride fraktal geometri genellikle farklı řekillerde ve bir tasarımcının bireysel yaklařımına gōre veya mimarların sōylemekten hořlandığı gibi, bir tasarımcının "eli"ne gōre deđiřir veya geliřir. Mūzik kompozisyonunda olduđu gibi mimari tasarımda, bir fikir bazen tema, geliřtirme ve řeřitlilik ağısından arařtırılır ve tasarım seřenekleri belirli kısıtlamalar iřinde irdelenir. Mimariye uygulandıđında fraktallerin bařka bir tanımı, yinlemeli bir sūrecin sonucu olarak birleřtirici bir dūzenleme ilkesinin řok ōlřekli ve řok iřlevli temsillerine sahip tasarımlar olarak ortaya ıkması biřiminde yapılabilir (Driscoll, 2019).

Mimaride fraktal geometri kesinlikle ōlřekten bağımsız değildir, ancak sınırlı sayıda ōlřekte (seviyede) tekrarlanır ve Mandelbrot seti gibi matematikteki titiz fraktal geometriden daha eksantrik ve serbest bişimlidir. Mimaride fraktal geometri, bir tasarımcının bireysel yaklaşımına veya mimarların sōylemekten hoşlandığı gibi, bir tasarımcının "eli"ne gōre ōngōrōlemeyen şekillerde dōnūřebilir veya gelişebilir. Mimarlık genellikle fraktal geometriyi daha sonraki bōlūmlerde tartışılacağı gibi bir tema, gelişim ve şeşitlilik bağlamında kullanır (Driscoll, 2013).

3.4.1. Fraktal Boyut ve Kutu Sayma Yōntemi

Fraktal boyut, karmaşık sistemlerin analizinde kullanılan ōlřū sistemlerinden biridir (Mitchell, 1996). Fraktal ōlřūmler, verilerdeki doğrusal olmayan ilişkileri tanımlayabilir ve değişmez davranışları ōlřekleyebilir. Veri setleri analiz edilirken ōznitelik seşimi iřin fraktal boyut kullanılmıştır (Traina vd., 2000). Kotowski ve diđ., fraktal boyutun, genetik algoritma sınıf ve ōzelliklerini karakterize etmek iřin kullanılabileceğini varsaymıştır. Fraktal boyut, genetik algoritmaların yōrūngesini modellemek iřin kullanılmış, GA'ların oluşturulması ve optimize edilmesi iřin yeni bir yōntem olarak ōnerilmıřtır (Kotowski vd., 2008).

Kutu sayma yōntemi, genellikle saf geometri ile tanımlanmayan, daha řok dođada bulunanlar gibi kendine ōzgū řekillerden ve řehirler gibi karmařık, karakterize edilmesi zor formlardan oluřan fraktalleri ōlřmek iřin kullanılır. Kutu sayma yōntemi, ōnce bir gōrselin ūzerine bir ızgara yerleřtirerek ve řekli tamamen kaplamak iřin kař tane kafes

bölgesi veya "kutu" gerektiğini sayarak belirlenir. Sürekli azalan veya artan ölçeklerde ek ızgaralar, şekil üzerinde yinelemeli olarak kaplanır (Driscoll, 2013).

Bovill (1996), fraktali, bir nesnenin ne kadar dokuya sahip olduğu anlamına gelen pürüzlülük derecesinin ifadesi olarak tanımlamıştır (Bovill, 1996). Çalışmada, kutu sayımı (box counting) yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem, kendine benzerlik seviyesi tüm ölçeklerde aynı olmayan karmaşık dokuların fraktal analizinde en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde, doluluk ve boşlukları temsil eden ve ölçümü yapılacak ikili görüntü, her çevrimde (iterasyon) farklı kutu boyutlarına sahip bir ızgarayla karşılaştırılır. İçinde veri bulunan 'dolu kutu sayısı' ve yerleştirilen gridin alt satırındaki kutu sayısının tersiyle ifade edilen 'kutu boyutu' değişimlerinin logaritmik oranı, fraktal boyutu vermektedir (Ediz ve Ostwald, 2012). Denklem aşağıda belirtilmiştir.

$$DB(1-2) = [\log(N(S_2)) - \log(N(S_1))] / [\log(1/S_2) - \log(1/S_1)]$$

Bu denklemde;

DB: Kutu sayım yöntemine göre fraktal boyut

N(S₂): Sonraki çevrimdeki dolu kutu sayısı, N(S₁): Önceki çevrimdeki dolu kutu sayısı

1/S₂: Sonraki çevrimdeki kutu boyutu, 1/S₁: Önceki çevrimdeki kutu boyutudur (İlhan ve Ediz, 2019).

3.4.2. Mimari Tasarımda Fraktal Analiz

1960'larda ve 1970'lerde Jay Forrester, Donella Meadows, Jane Jacobs ve Christopher Alexander gibi çevre bilimcileri, şehir teorisyenleri ve mimarlar tarafından mimari ve kentsel dinamiklerdeki sistem perspektiflerine öncülük edilmiştir. Mimarideki sistem yaklaşımlarının önemli öncüleri, Lewis Mumford ve Frank Lloyd Wright, mimari tasarım, tarih ve teoride "organik" bir yaklaşımın gelişimini izlemiştir.

Jane Jacobs, 1930'lar ve 1960'lar arasında New York'taki yeni şehircilik çılgınlığına bir yanıt olarak şehri bir "organize karmaşıklık" sorunu olarak tanımlamıştır (Jacobs, 1961). Özellikle Christopher Alexander gibi birçok araştırmacı, yapılı çevremizi sağlıklı ve canlı yapan şeyin ne olduğunu belirleme çalışmaları yapmıştır. Alexander, Jacobs'un çığır açan

kitabı "Death and Life of Great American Cities"i (1961) yayınlamasından kısa bir süre sonra, Notes on the Synthesitics of Form'da (Alexander, 1964), kentsel dinamiklerin matematiksel bir modelini tanımlamıştır. Alexander daha sonra çalışmalarını "bir doku dili" olarak adlandırdığı bir dizi ölçeklenebilir tasarım bileşenine dönüştürmüştür (Alexander, 1977). Alexander ayrıca kendi modellerini gerçek dünyadaki kentsel planlama problemlerini kullanarak çeşitli mimari ve kentsel ortamlarda uygulamıştır (Alexander ve diğ., 1987).

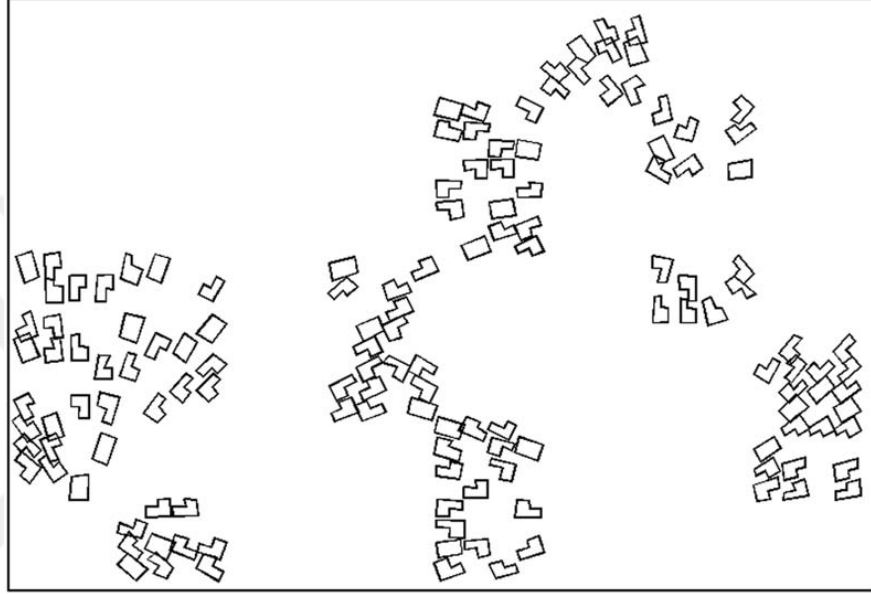
Mevcut sistem yaklaşımları, mimari ve fizik dahil olmak üzere birçok disiplindeki araştırmacıların çalışmalarında açıkça görülmektedir. Kentlerin karmaşıklığını ve fraktal geometrilerini analiz eden önemli bir mimar ve araştırmacı Michael Batty'dir (Batty, 2007).

Michael Batty, fraktaller, doğal fenomenler ve kentlerin biçimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Batty, kentlerin karmaşıklığını incelemek ve açıklamak için fraktal geometriyi kullanmıştır. Araştırmalarının çoğu "Kentler ve Karmaşıklık"ta ele alınmıştır (Batty, 2005). Fraktal boyutlarına göre Lizbon, Portekiz'de beş tür kentsel çevreyi tartışan Sara Encarnacao ve diğerleri, 'Kentsel Alanların Fraktal Kartografisi' (Encarnacao, 2012) adlı çalışmasıyla kentlerin büyümesini araştırmak için fraktal geometri kullanmıştır. Bu yazar, aynı zamanda fraktal boyut ile kentlerin çeşitli nitelikleri, kent, nüfus dinamikleri ve kentsel ulaşım ağları arasındaki ilişkiyi de incelemiştir (Driscoll, 2013).

Fraktaller, geleneksel geometrik tekniklerin özellikle yardımcı olmadığı kaotik davranışı analiz etmek amacıyla da kullanılabilir. Fraktaller ile kent dokularındaki ulaşım ağları, elektrik şebekeleri, sıhhi tesisat hatları vb. gibi fraktal özelliklere sahip altyapı elemanlarının yanı sıra; mimari dokularda bulunan bina planları ve kotları, parseller, bloklar, mahalleler vb. konfigürasyonlarına da sahip elemanlar da analiz edilebilir. Kentleri ve binaları fraktal boyut kullanarak analiz etmek, yukarıda tartışıldığı gibi aktif bir araştırma alanıdır (Driscoll, 2013).

Üretken tasarım süreçlerindeki fraktal tabanlı yaklaşımlar, kentsel doku ve binaları hem analiz etmek hem de üretmek için kullanılmıştır. Ediz ve Çağdaş ile Gürbüz ve ark., mevcut kentsel koşulların fraktal boyutlarını analiz etmek için bir araç (CADaFED)

geliştirmiş ve fraktal boyutu, mevcut dokunun fraktal boyutuna uyan yeni kentsel ortamlar ve mimari yaratmak için kullanmıştır (Şekil 3.31). Bu yaklaşım, özgün mahallelerin özelliklerini koruduğunu iddia etmektedir (Ediz ve Çağdaş, 2007, 2009; Gürbüz vd., 2010). Gürbüz ve ark., "Araştırmanın amacı, yalnızca yeni form alternatifleri üretmek değil, aynı zamanda bozulmaya uğrayan geleneksel mimari ve kentsel örüntülerin sürekliliğini de dikkate almaktır" diye ifade etmiştir. (Gürbüz vd., 2010).



Şekil 3.31. Yapay topoğrafyada fraktallerle elde edilmiş yerleşim (Ediz ve Çağdaş, 2007)

3.5. Mekan Dizim Kuramı

Çalışmada mekan dizim analizleriyle dokunun arkasında yatan sosyo-kültürel etkenler sayısal verilerle yorumlanmıştır. Dokuya ait potansiyeller mekan dizim analiz parametreleriyle değerlendirilmiştir.

Mekan dizim, binalar ve kent dokularını biçimlendiren mekansal düzenler ile insan aktivitelerini analiz etmek için Hillier ve Hanson tarafından 1984'te yayınlanan 'The Social Logic of Space' kitabıyla ortaya konmuş bir kuramdır (Hillier ve Hanson, 1984). Sosyal yaşam ve mekanların karşılıklı bir etkileşim içerisinde olduğu temeline dayandırılarak geliştirilen kuram, bu ilişkileri sayılarla anlamaya dönük bir bakış açısı ile oluşturulmuştur. Hanson (1998), insanlar arası ilişkileri ve sosyal yapıyı etkileyen binalar

ve daha büyük ölçekli yerleşim birimlerinin mekansal özellikleri olduğunu ifade etmektedir (Hanson, 1998).

Mekan Dizim, bir dizi analitik, nicel ve tanımlayıcı araçlar içermektedir. Araçlarla, kentleri biçimlendiren mekansal değişkenler, sayısal veriler ışığında yorumlanabilmektedir. Bu yorumların, kent mekansal biçimlenmelerin toplumsal öncüllerine ve sonuçlarına ilişkin içgörü kazandırması mümkündür (Hillier ve Hanson, 1984).

Toplum ve mekan arasındaki üretken ilişki ve mekansal konfigürasyonun yanında insan aktiviteleri ile kentsel işlevler arasındaki uyum, tasarımda mekan dizim yönteminin kullanımını güçlü bir önerme haline getirir. Mekansal konfigürasyonun analizi, kentsel işlevlerin tasarlanması, şekillendirilmesi, sürdürülmesi ve değiştirilmesi için güçlü bir araç sağlar. Bu varsayımlar temelinde mekansal konfigürasyonu analiz etmek için bir dizi temsil ve modelleme teknikleri geliştirilmiştir. Bu modeller, fiziksel alanı insanlarla doğrudan ilişkilendiren hareket ve görsel algı gibi temel kavramlara dayanmaktadır ve bir ağ oluşturmak için basit geometrik özellikler kullanır. Oluşturulan ağ, nicel olarak analiz edilebilen bir ilişki modeline veya bir grafik temsiline dönüştürülür. Analiz çıktıları genellikle en entegre durumu ifade eden koyu kırmızıdan en az entegre durumu ifade eden koyu maviye doğru bir renk aralığı ile gösterilir (Karimi, 2012).

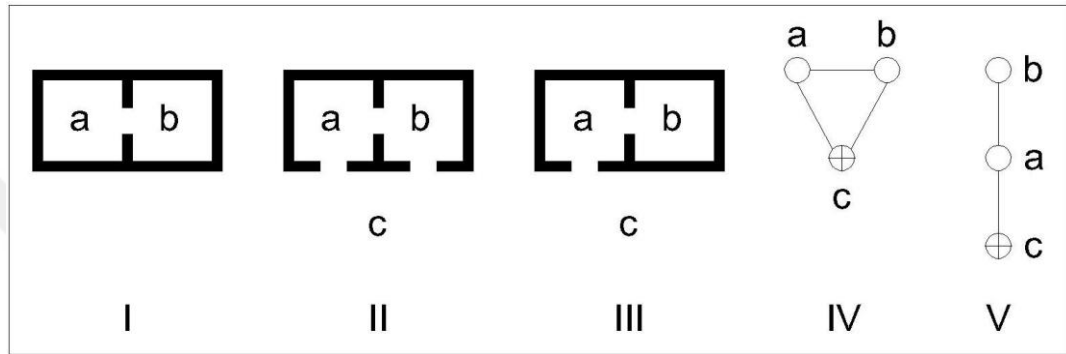
3.5.1. Mekan Dizim Analizleri

Mekan dizim analizleri, mekanlar arasındaki ilişkinin sayısal ve grafiksel bir dille modellenmesiyle yorumlanabilmesini sağlayan bilimsel bir yöntemdir. Mekan düzenleyimlerinin tanımlanması da mekan dizim analizleri ile mümkündür. Mekanlar arasındaki ilişkilerin, sistem yapısı ve işleyişinin temel alındığı bu analizlerle mekanların basit bir formdan daha karmaşık yapılara nasıl evrildiği vurgulanmaktadır (Özyılmaz, 2007).

Düzenleyim, bir sistemin parçalarını değil, bir yapı içerisinde karşılıklı bağlanan tüm mekanların arasındaki ilişkiler bütününü ifade etmektedir. Eğer mekansal ilişkiler, iki mekan arasında herhangi bir bağlantı olduğunda var olan olarak tanımlanırsa, düzenleyim; iki mekan arasındaki ilişkilerin bu mekanlardan herhangi birisini ya da her

ikisini birlikte diğer bir mekan ile nasıl ilişkilendirdiğine bağlı olarak değiştiğinde ortaya çıkar (Hillier, 1996). Mekan düzenleyimi keyfi bir şekilde oluşmaz ve mekanlar belirli sosyal sonuçlar oluşturmak üzere belirli mekansal kurallar ile bir araya getirilmiştir (Hillier ve Hanson, 1984).

Mekansal düzenleyimin yapısı geçiş grafikleri ile ifade edilir. Bu ifade Şekil 3.32’de anlatılmıştır.



Şekil 3.32. Mekansal düzenleyim örneği (Hillier, 1996)

Şekil 3.32 I’de bir temel mekan içerisinde a ve b alt mekanları arasında bir geçiş aracılığı ile geçirgenlik ilişkisi kurulmuştur. Alt mekan a ve alt mekan b birbirine karşılıklı olarak komşudur ve aralarında simetrik bir ilişki vardır. Şekil 3.32 II’de a ve b alt mekanlarına bir de c mekanının eklenmesiyle oluşturulmuş bir ilişki söz konusudur. Alt mekan a ve alt mekan b birbirileri ile ilişkili olduğu gibi c mekanıyla da ayrı ayrı doğrudan ilişkilidir. Şekil 3.32 III’de a ve b alt mekanları birbirileriyle doğrudan ilişkili olmasına rağmen c mekanı sadece a ile doğrudan ilişkilidir. Mekan c’den b mekanına gidebilmek için a alt mekanına uğramak gerekmektedir. Burada c asimetrik bir ilişki söz konusudur. Şekil 3.32 IV ve Şekil 3.32 V ise Şekil 3.32 II ve Şekil 3.32 III’de yer alan ilişkilerin, erişim ilişkileri ile ifade edilmiş örnekleridir.

Mekansal dizim analizi ile amaç, yapıları çevrede mekan oluşumu sırasında mekanların nasıl bir araya gelerek bir bütün oluşturduklarının ve bu biçimlenişin altında yatan sosyal ve kültürel yapıların araştırılmasıdır. Bu sosyal ve kültürel yapıların mekansal örgütlenme içerisinde mekanlar arasındaki ilişkileri nasıl düzenledikleri somut analiz teknikleri ile ifade edilir.

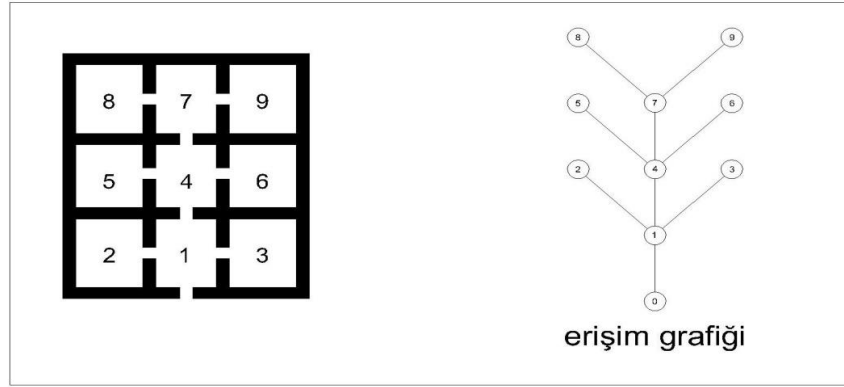
Mekan dizim analizi, tek yapıdan kentsel ölçeğe varan geniş bir alanda kullanıma olanak sağlayarak ve mekan biçimlenmesine neden olan etkileri araştırarak daha kaliteli mekanların oluşturulmasına yardımcı olur.

Mekansal dizim, bina ve yerleşim ölçeğinde mekanın mevcut sosyal, kültürel durumunun ve biçimlenişinin irdelenmesine, yeni tasarım kararlarının test edilmesine ve değerlendirilmesine olanak sağlayarak yol gösterici olmaktadır. Mekansal dizim analizi uygulama alanları: kent ve yapı ölçeğinde inşa edilmiş çevrenin mekansal biçimlenme özelliklerinin tanımlanması, genel yaya hareketine bağlı olarak yol bulma, mekanın algılanabilirliği ve ortak kullanım alanlarına ulaşılabilirliğin ortaya konulması, bir mekanın içe dönüklük-dışa açıklık açısından irdelenmesi ve sosyal anlamda mekana ilişkin mahremiyet, kontrol ya da sosyal yapılanmayı kavrama olarak sıralanabilir (Atak, 2009).

3.5.2. Mekan Dizim Analizi Parametreleri

Mekansal dizim analizleri çeşitli parametrelerle gerçekleştirilmektedir. Mekansal derinlik, rölatif asimetri değeri, gerçek rölatif asimetri değeri, dışlı ve dışsız entegrasyon değeri ve temel farklılık faktörü değeri elde edilerek mekanlar arasındaki ilişki yorumlanmaktadır. Mekansal dizim analizlerinde, bir ana mekanda başlangıç mekan dışında tüm biçimlenmeyi oluşturan alt mekanların sayısı toplamı mekan sayısını ifade eder.

Bir mekanın değerlik değeri o mekana ulaşırken geçilen mekan sayısını, ulaşım adım sayısı ise aşılın mekan sayısını ifade eder. Bir mekanın ortalama derinlik değeri, tüm mekanlara ait ulaşım adım sayılarının ortalaması olarak kabul edilir (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. Bir yapı ile bu yapıya ait dış mekana göre oluşturulmuş erişim grafiği (Hillier, 1994)

Dış mekana;

- 1 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 1,
- 2 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 2,
- 3 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 2,
- 4 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 2,
- 5 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 3,
- 6 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 3,
- 7 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 3,
- 8 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 4,
- 9 no'lu mekandan ulaşım adım sayısı 4 olmaktadır.

Toplam Derinlik

$$\text{Ortalama Derinlik} = \frac{\text{Toplam Derinlik}}{K (\text{Toplam Mekan Sayısı})} = \frac{24}{9} = 2.667$$

K (Toplam Mekan Sayısı)

Geçiş grafiklerinde derinliğe bağlı olarak ortaya konan değişkenlik “entegrasyon” adı verilen matematiksel bir form içinde ifade edilir. Bir mekanın entegrasyon değeri, grafik içindeki tüm diğer mekanlardan o mekanın rölatif derinliğidir (Dursun 2002, Hillier 1984).

$$\text{Rölatif Asimetri} = \frac{2 (d_{\text{ort}} - 1)}{k - 2}$$

Formülde “d_{ort}” entegrasyon değeri, araştırılan mekandan tüm mekanların ortalama derinliği, “k” ise toplam mekan sayısını ifade etmektedir. Söz konusu mekandan tüm mekanların ortalama derinliğini hesaplamak için her mekana başlangıç mekanından kaç mekan uzakta olduğuna göre bir derinlik değeri verilir ve bu değerler toplanarak sistem içindeki mekan sayısından bir eksiğine (başlangıç mekanı) bölünür (Özyılmaz, 2007).

$$d_{ort} = \frac{\text{tüm mekanların derinlik toplamı}}{k-1}$$

Rölatif asimetri değeri 0 ile 1 arasında bir değer alır. Düşük değerler, mekanın sistemle entegre olma eğiliminde, yüksek değerler ise sistemden ayrılma eğiliminde olduğunu gösterir (Hillier ve Hanson, 1984).

Mekan sayıları farklı olan sistemler karşılaştırıldığında sistem içinde herhangi bir mekanın rölatif asimetri değeri üzerinde sistem büyüklüğünün etkisini kaldırmak gerekir.

$$\text{Gerçek Rölatif Asimetri (RRA)} = \frac{\text{Rölatif Asimetri (RA)}}{D_k \text{ (mekan sayısı)}}$$

Formülde bulunan D değeri için 1984 yılında Hillier ve Hanson tarafından hazırlanan D değerleri çizelgesinden, k’ya (mekan sayısı) denk gelen değer bulunarak hesap yapılır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. 'k' sayıdaki mekan sayısı için D değerleri çizelgesi

k (mekan sayısı)	D değerleri
5	0,352
6	0,349
7	0,34
8	0,328
9	0,317
10	0,306
.....	
.....	
300	0,038

Farklı ölçeklerdeki mekansal sistemler kıyaslandığı zaman rölatif asimetri değerleri yerine rölatif asimetri değerlerinin kullanılması gerekmektedir. Rölatif asimetri değerleri

yalnızca 0 ile 1 arasında değil, 1'in altında veya üstünde de değer alacaktır. 1'in oldukça altındaki değerler güçlü bir biçimde entegre olmuş, 1'e yaklaşan ve üstündeki değerler daha ayrılmış mekanları ifade etmektedir (Hillier ve Hanson, 1984).

İç mekan-dış mekan ilişkisini araştırmak için hesaplanan bir değer olan dışlı ve dışsız entegrasyon değeri, dış mekan ihmal edildiğinde önemli bir farklılık göstermeyebilir fakat önemli bir etki oluşturabilir. Konut mekanlarının dışlı ve dışsız entegrasyon değerlerinin hesaplanarak araştırılması mekansal modelin planlanmasında ve organizasyonunda yaşayan-yaşayan ve yaşayan-ziyaretçi ilişkisinin kavranmasına yardımcı olur (Korkmaz vd., 2004).

Mekanların ya da işlevlerin arasındaki farklılık derecesinin ortaya konulması için geliştirilmiş bir ölçümdür. Bu değer 0'a yaklaştıkça mekan ve işlevler daha fazla farklılaşır. Eğer bu değer 1'e yaklaşma eğiliminde ise farklılaşma yok olur (Hanson, 1998).

Hillier ve arkadaşları tarafından geliştirilen temel farklılık faktörü hesabı, mekanlar ve işlevler arasındaki farklılık derecesini sayısallaştırmak için kullanılır. Formülde a, b, c maksimum, minimum ve ortalama gerçek rölatif asimetri değerlerine, t ise bu değerlerin toplamına eşittir. H, rölatif farklılık faktörünü vermek için $\ln 2$ ve $\ln 3$ arasında rölatif hale getirilir. H^* , 0 ile 2 arasında değer alacaktır. Bu değerler maksimum farklılık ile minimum farklılık arasında değerlerdir (Özyılmaz, 2007).

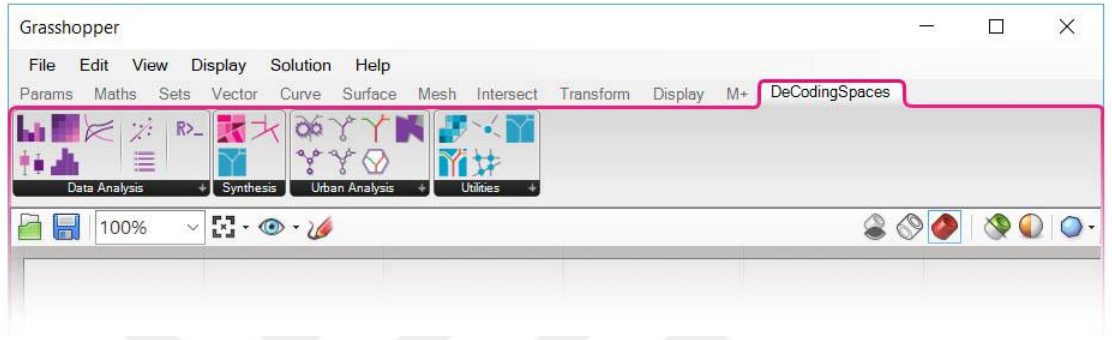
$$\text{Farklılık Faktörü} = H = \frac{[a_{\ln} (a)]}{t} + \frac{[b_{\ln} (b)]}{t} + \frac{[c_{\ln} (c)]}{t}$$

$$H^* = \frac{H - \ln 2}{\ln 3 - \ln 2}$$

Farklılık faktörü değeri 0'a ne kadar yakınsa mekan ve işlevlerde o kadar farklılaşır, tersine değer 1'e ne kadar yaklaşırsa o kadar benzeşir. Değerin 1'e yaklaşması mekan yada işlevlerin eşit entegrasyon değerlerine sahip olduklarını ve aralarında düzenleyimsel farklılık olmadığını gösterir.

3.6. Decoding Spaces Aracı

Çalışma, genetik algoritma tabanlı bir Grasshopper yazılımı eklentisi olan Decoding Spaces Toolbox aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Algoritmik mimari ve kent planlamaları için analitik ve üretken bileşenlerin bir koleksiyonu olan araç, analiz ve sentez aşamalarında araştırmalar yapmaya fırsat tanımaktadır. Program arayüzü Şekil 3.34’de gösterilmiştir.



Şekil 3.34. Decoding Spaces Toolbox içeriği

Decoding Spaces bileşenleri, parametrik yapılar üzerinde bir grafik analizi yürütmek ve sonuçlarını daha sonraki form üretiminde kullanmak amacıyla, Rhino için mekan dizimi Grasshopper uzantısına bağlar (Bielik, Schneider ve Koenig, 2012).

Eklenti, analitik ve üretken bileşenlere sahiptir. Analitik bileşenlerle sokak ağı, görünürlük, veri ve hidroloji analizleri yapılabilmektedir. Üretken bileşenlerle ise sokak ağı, imar adası ya da parsel ve bina üretimleri gerçekleştirilebilmektedir. Çalışma kapsamında, eklentinin üretken bileşenleri kullanılarak, çalışmanın sentez aşaması gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, kaynak ve uygulama alanlarında gerçekleştirilen analiz, sentez ve değerlendirme çalışmaları yer almaktadır. Bölüm, sayısal ortamda model üretimi için gereken fiziksel girdi verilerinin elde edildiği, mimari ve kentsel ölçeklerde mekan dizim, biçim gramerleri ve fraktal boyut analizleri ile başlamaktadır. Sonrasında ise uygulama alanında sayısal ortamda elde edilen modeller ile bu modellerin mekan dizimsel ve fraktal boyut analizleri yapılmıştır. Bölüm sonunda ise güncel doku ile sayısal kentsel modeller arasında yer alan benzerlik ya da ayrışmalar karşılaştırılarak irdelenmiştir. Bu bölümde sadece analiz, sentez ve değerlendirme bulgularına yer verilmiş olup, sonuçların yorumlanması ‘Tartışma ve Sonuç’ bölümünde yapılmıştır.

4.1. Kaynak Alan Analizleri

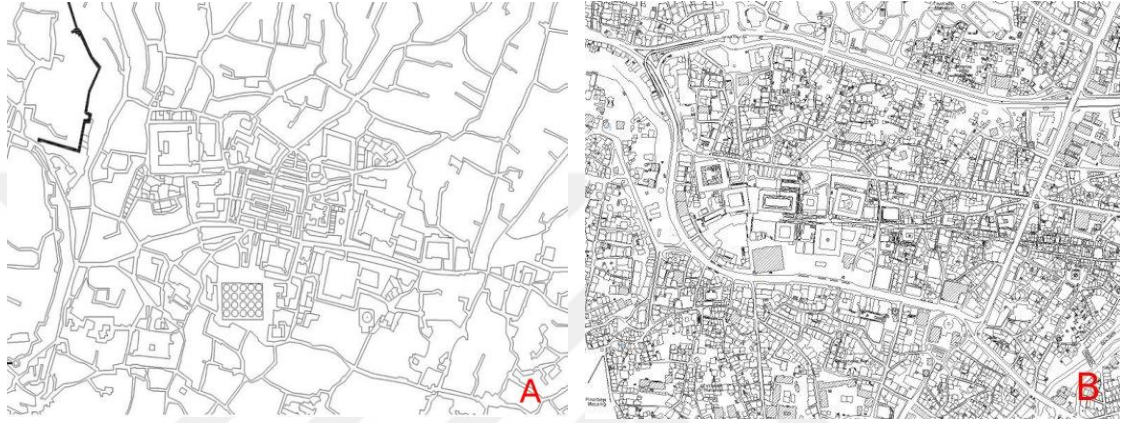
Hanlar Bölgesi ve çevresini kapsayan kaynak alanda mekan dizim, biçim grameri ve fraktal boyut yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Mekan dizimsel analizler ile geçmişten günümüze kadar, fiziksel alan dokusunun ve bu dokuyu oluşturan mimari yapıların arkasında yatan sosyal, kültürel, ekonomik etkenler sayısal olarak irdelenmiştir. Biçim grameri analizleri ile alanın fiziksel biçimlenişi araştırılmış ve doku ile mimari yapılara ait biçim kütüphanesi incelenmiştir. Kutu sayma yöntemi ile yine alanın kentsel ölçekte geçmişten günümüze özgün dokusunda yaşanan fiziksel değişim ve dönüşümler fraktal boyut değerleriyle ortaya konmuştur.

4.2. Mekan Dizimsel Analizler

Mekan dizimsel analizler kapsamında kentsel ölçekte bütünleşme (entegrasyon) ve okunabilirlik (sinerji) haritaları elde edilmiştir. Yerel (R3) ve global (Rn) bütünleşme haritaları ile alana ait minimum, ortalama ve maksimum bütünleşme, rölatif asimetri ve toplam derinlik değerleri analiz edilmiştir. Bina ölçeğinde ise Hanlar Bölgesi özgün dokusunu oluşturan en önemli mimari eleman olan hanlara ait görünebilirlik haritaları elde edilerek minimum, ortalama ve maksimum kontrol edilebilirlik, bütünleşme ve ortalama derinlik değerleri hesaplanmıştır.

4.2.1. Özgün Doku Analizi

Çalışmada mekan dizim yönteminin temel parametrelerinden biri olan bütünleşme kavramı, ana öge olarak ele alınıp değerlendirilmiştir. Bölgenin 1/1000 ölçekli haritalarının kullanıldığı çalışmada Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılı ve günümüz fiziksel kurgusunun (Şekil 4.1) global bütünleşme (R_n) ve yerel bütünleşme (R_3) değerleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre bölgenin okunabilirlik grafikleri de hazırlanmıştır.



Şekil 4.1. Hanlar Bölgesi dokusu a) 1862 yılına ait yerleşim b) Günümüz durumu

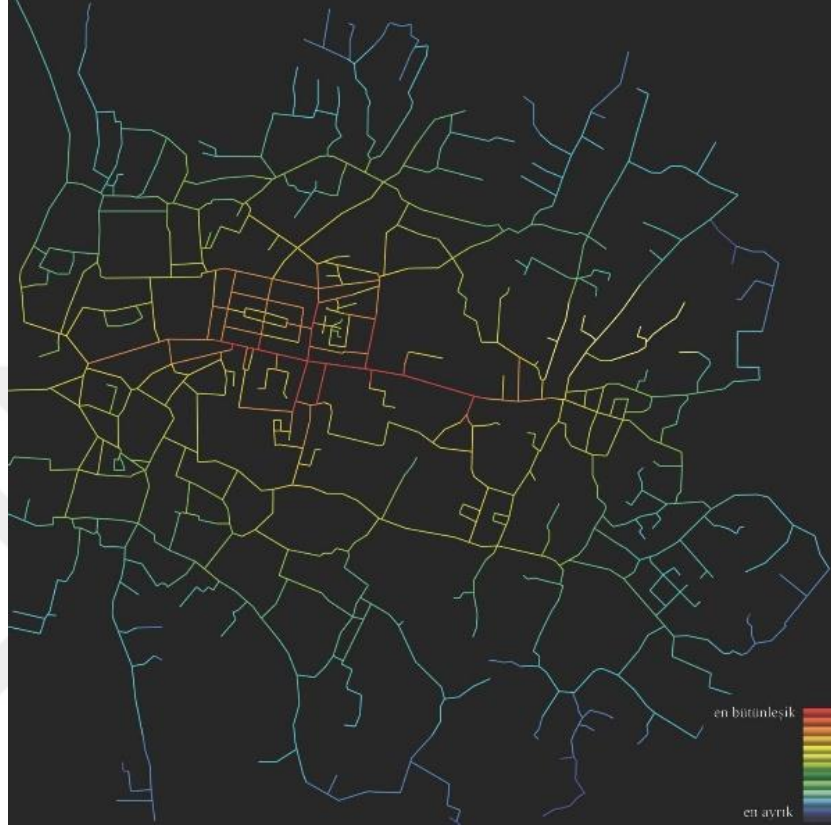
Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait global (R_n) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Buna göre alanın ortalama bütünleşme değeri 0.358'dir. Minimum entegrasyon değerinin 0.175 olduğu bölgede maksimum entegrasyon değeri ise 0.565 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait global (R_n) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri

	Global Bütünleşme Haritası (R_n)		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Rölatif Asimetri (RA)	0.025	0.042	0.083
Entegrasyon (i)	0.175	0.358	0.565
Ortalama Derinlik (MD)	1.6	2.18	2.61

Global (R_n) bütünleşme haritasında (Şekil 4.2) görüldüğü üzere global ölçekte en bütünleşmiş akslar Kapalı Çarşı aksı ile bu aksa bağlanan en yakın cadde ve sokaklar olmuştur. Bu akslar üzerinde işlevlerin çeşitlendiği, ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı, buna

bağlı olarak da yaya hareketinin arttığı görülmektedir. Bölgenin dışına çıkıldıkça kuzeyde ve güneyde bütünleşme değerleri düşmeye başlamıştır. En düşük bütünleşme değerinin olduğu akslar ise çıkmaz sokaklar olarak analiz edilmiştir.



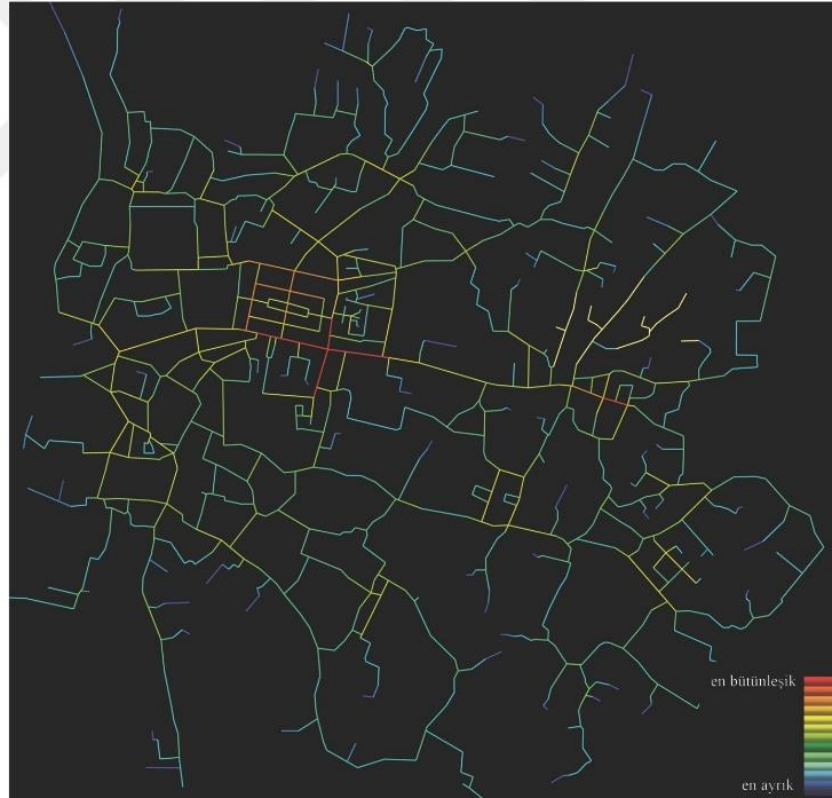
Şekil 4.2. Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılına ait global (R_n) bütünleşme grafiği

Bölgenin 1862 yılına ait yerel (R_3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Yapılan analizlere göre yerel bütünleşme değeri 1.174'dür. Minimum entegrasyon değerinin 0.333 olduğu bölgede, maksimum entegrasyon değeri ise 2.444 olmuştur. Analiz sonuçlarına bakıldığında bölgenin en yüksek yerel bütünleşme (R_3) (Şekil 4.3) değerine sahip aksları, global bütünleşme analizlerine paralel olarak günümüzde yoğun bir şekilde kullanılan Kapalı Çarşı ve Cumhuriyet Caddeleri aksları olmuştur. Bu akslar kent halkının günlük hayatta ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde tercih ettikleri mekanları kapsamaktadır.

Çizelge 4.2. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait yerel (R3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri

Yerel Bütünleşme Haritası (R3)			
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Rölatif Asimetri (RA)	0.04	0.29	1
Entegrasyon (i)	0.33	1.17	2.44
Ortalama Derinlik (MD)	14.12	22.87	43.41

Şekil 4.3'te bölgenin yerel (R3) bütünleşme grafiği verilmiştir. Bölgede en düşük yerel bütünleşme (R3) değerine sahip alanlara ait bütünleşme değerleri 0.333 ile 0.722 arasında değişen ticari merkeze uzak olan yollar olmuştur. Ticari merkez olması itibarı ile bölgede yaşayan insanların, kendi mahalle sınırları içerisinde ihtiyaçlarını giderebilmeleri, alandan uzaklaşma ihtiyacı duymamaları düşük bütünleşme değerinin sebebi olabilir.

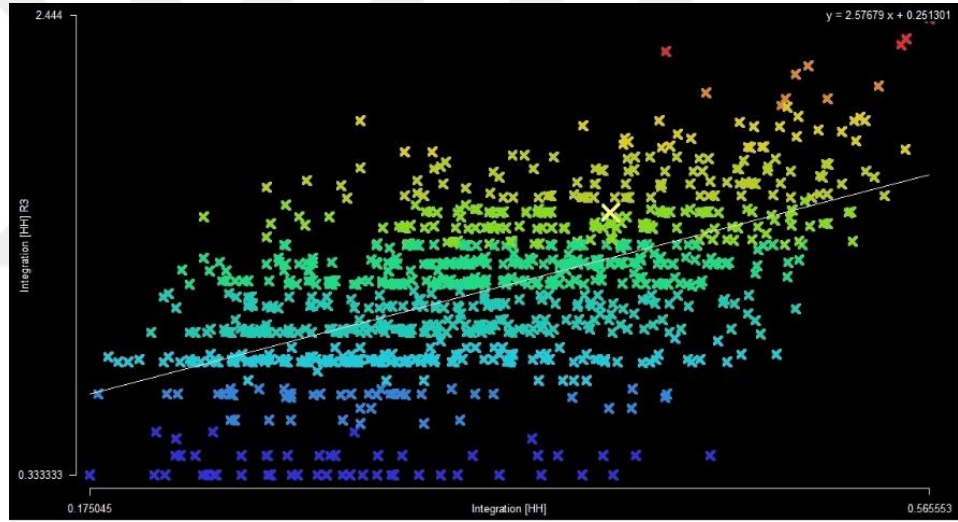


Şekil 4.3. Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılına ait yerel (R3) bütünleşme grafiği

Okunabilirlik grafiği, global bütünleşme (Rn) ve yerel bütünleşme (R3) değerlerinin X ve Y eksenlerine yerleştirilmesiyle elde edilir. Grafikte bütünleşme değerleri renklerle

ifade edilirken ortalaması bir doğru ile birleştirilir. Bu doğru, mekanın global ve yerel bütünleşme değerlerinin ortalamasını ifade eder. Mekan okunabilirliği açısından doğrunun X ve Y eksenleriyle yaptığı açı önem kazanmaktadır. Doğru ile eksenler arasında kalan açı 45 dereceye yaklaştıkça bütünleşiklik derecesi artar, 45 dereceden uzaklaştıkça bütünleşiklik derecesi azalır.

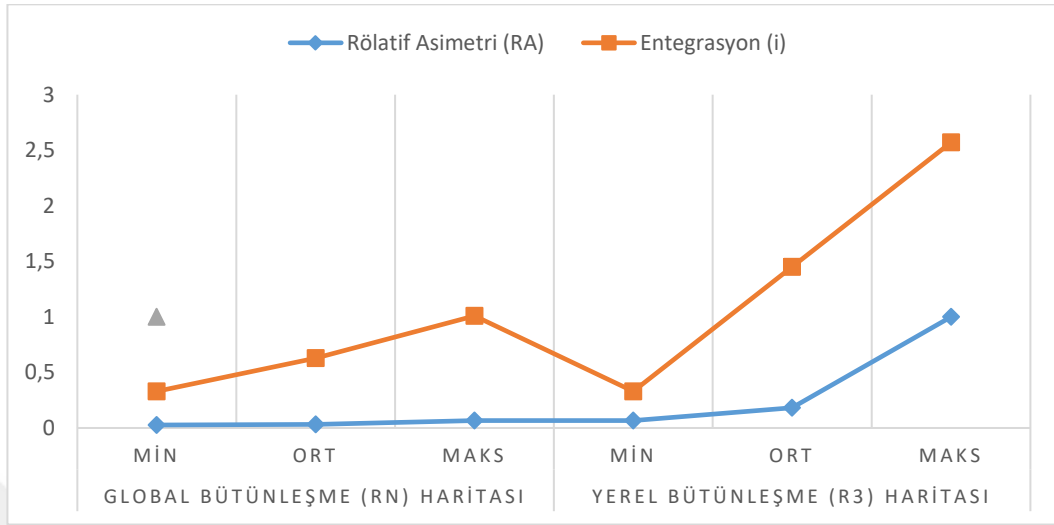
Çalışma alanı için hazırlanan okunabilirlik grafiği Şekil 4.4’de görülmektedir. Elde edilen okunabilirlik grafiğine göre 1862’de Hanlar Bölgesi’nin görece uzağında yer alan sokaklar en düşük okunabilirlik değerini almıştır. Çalışma alanındaki aksların Rn ve R3 değerlerinin ortalamalarını birleştiren doğrunun X eksenine yaptığı açı 15 derecedir. 45 derecenin altında olan bu değer Hanlar Bölgesi’nin okunabilirlik seviyesinin 1862’de düşük olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4. Hanlar Bölgesi’nin 1862 yılına ait okunabilirlik grafiği

1862 yılı yerel ve global bütünleşme değerlerine ait korelasyon grafiği Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hanlar Bölgesi 1862 yılına ait global (Rn) ve yerel (R3) mekan dizimsel değerler



Hanlar Bölgesi günümüz güncel dokusuna ait global (Rn) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.4’de yer almaktadır. Bölgenin günümüz durumuna ait fiziksel kurgusunun mekan dizim yöntemiyle bulunan ortalama bütünleşme değeri 0.634’tür. Minimum entegrasyon değerinin 0.330 olduğu bölgede maksimum entegrasyon değeri ise 1.003 olmuştur.

Çizelge 4.4. Hanlar Bölgesi günümüz güncel dokusuna ait global (Rn) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri

	Global Bütünleşme Haritası (Rn)		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Rölatif Asimetri (RA)	0,027	0,032	0,067
Entegrasyon (i)	0,33	0,63	1,01
Ortalama Derinlik (MD)	1	11,75	21,09

Global (Rn) bütünleşme grafiğinde (Şekil 4.5) en yüksek bütünleşme değerine sahip akslar; L1 kodlu, 1.003 değerine sahip, Cemal Nadir Cadde’sini Kapalı Çarşı ve Bakırcılar Çarşı’sına bağlayan Ulucami Caddesi, L2 kodlu, 0.948 değerine sahip Kapalı Çarşı Caddesi, L12 kodlu 0.933 değerine sahip Maksem Caddesi ile, L3 kodu ile temsil edilen 0.902 değerine sahip Cumhuriyet Caddesi olmuştur.



Şekil 4.5. Hanlar Bölgesi'nin günümüz durumunun global (Rn) bütünleşme grafiği

Analizler sonucunda elde edilen verilere göre global ölçekte en bütünleşik akslar Kapalı Çarşı aksı ile bu aksa bağlanan en yakın cadde ve sokaklar olmuştur. Çalışma alanında yapılan gözlemlerde de L1, L2, L12 ve L3 kodları ile temsil edilen akslar çevresindeki bölgenin birçok aksın bağlandığı Hanlar Bölgesi'nin toplanma ve dağılım noktası olduğu görülmüştür. Bu akslar üzerinde işlevlerin çeşitlendiği, ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı buna bağlı olarak da yaya hareketinin arttığı görülmektedir. Hanlar Bölgesi'nin dışına çıkıldıkça kuzey ve güneyde bütünleşme değerleri düşmeye başlamıştır.

Bütünleşme değeri ortalamanın üzerinde çıkan akslar bölgenin hareket yoğunluğu yüksek sokaklarıdır. Bölgede yaşayan ve bölgeyi ziyaret edenler için gündelik ve genel ihtiyaçların karşılanabileceği işlevler bu noktalarda konumlanmıştır. Bu durum bölgede hareketliliği arttırmaktadır. Bu akslar çevresinde özellikle ticari faaliyetlerin varlığı ve çeşitliliği yoğunluğu arttırmaktadır.

Global bütünleşme değerinin en düşük olduğu akslar; L13 kodlu 0.387 değerine sahip Hanlar Bölgesi'nin güneyinde yer alan 1. Bahçe Sokak, L4 kodlu bölgenin kuzeyinde yer

alan ortalama 0.422 değerine sahip çıkmaz sokak olarak elde edilmiştir. En düşük bütünleşme değerlerine sahip bu aksların yanında bölgede L6 kodlu 0.548 değerine sahip Haşim İşcan, L7 kodlu 0.740 değerine sahip İnönü, L8 kodlu 0.849 değerine sahip Atatürk, L9 kodlu 0.695 değerine sahip Cemal Nadir Caddeleri'nin global bütünleşme değerleri en bütünleşik akslar olan Kapalı Çarşı ve Cumhuriyet Caddeleri'nden sonra en iyi bütünleşme değerlerine sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre düşük bütünleşme değerine sahip akslar Hanlar Bölgesi'ne oranla ticari hareketliliğin daha az olduğu ya da olmadığı sokaklar olarak analiz edilmiştir.

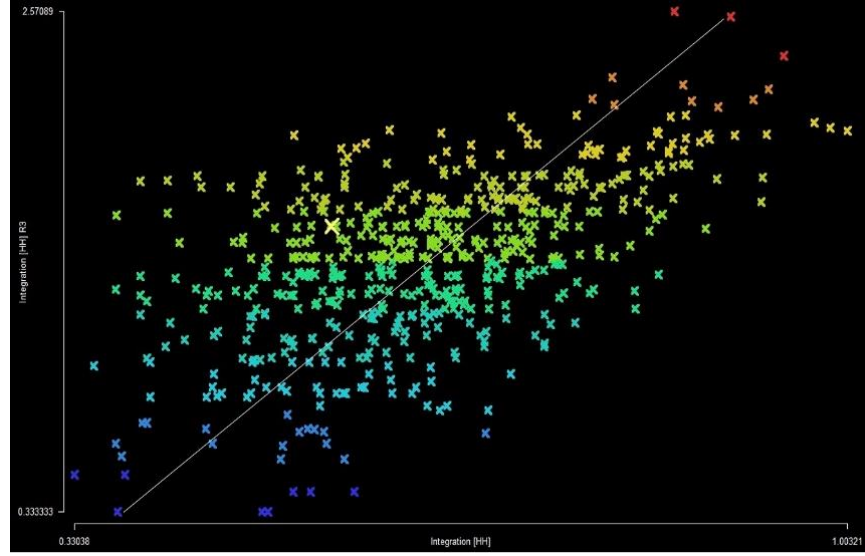
Çizelge 4.5'de günümüz güncel Hanlar Bölgesi dokusuna ait yerel (R3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri belirtilmiştir. Mekan dizimsel analiz sonuçlarına göre yerel bütünleşme değeri 1.455'tir. Minimum entegrasyon değerinin 0.333 olduğu bölgede, maksimum entegrasyon değeri ise 2.570 olmuştur.

Çizelge 4.5. Hanlar Bölgesi günümüz güncel dokusuna ait yerel (R3) minimum, ortalama ve maksimum rölatif asimetri, entegrasyon ve ortalama derinlik değerleri

	Yerel Bütünleşme Haritası (Rn)		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Rölatif Asimetri (RA)	0,068	0,183	1
Entegrasyon (i)	0,33	1,45	2,57
Ortalama Derinlik (MD)	1	2,31	2,68

Analiz sonuçlarına bakıldığında bölgenin en yüksek yerel bütünleşme (R3) değerine sahip aksları; L3 kodlu 2.570 değerine sahip Cumhuriyet Caddesi, L2 kodlu 2.371 değerine sahip Kapalı Çarşı Caddesi, 2.220 değerine sahip Şehreküstü Meydanı ve 2.150 değerine sahip Haşim İşcan Caddesi ile Cumhuriyet Caddesi arasında geçiş sağlayan yollardan biri olan Abdal Caddesi olarak bulunmuştur (Şekil 4.6) .

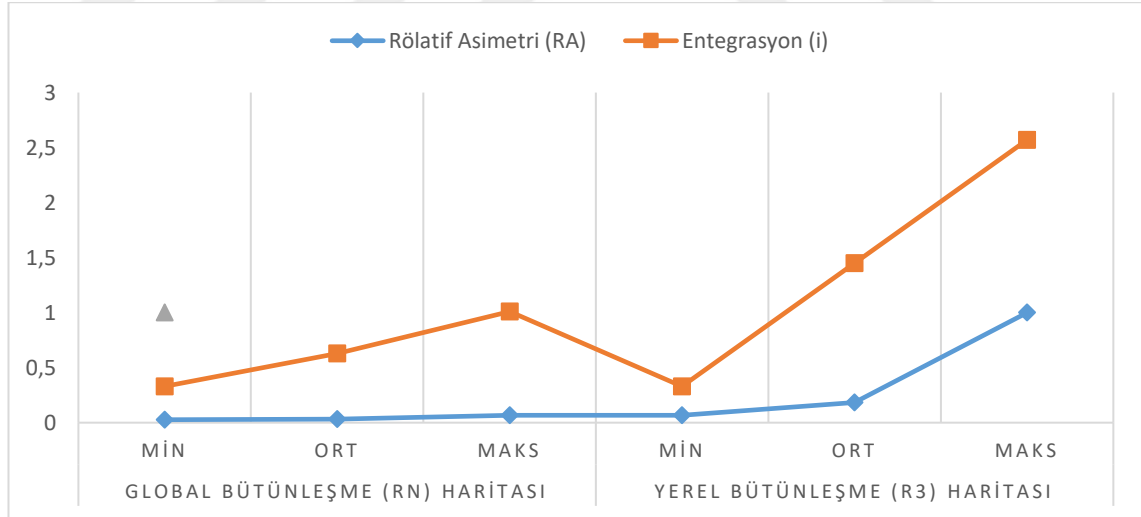
Bölgede en düşük yerel bütünleşme değerine (R3) sahip alanlara ait bütünleşme değerleri 0.333 ile 0.690 arasında değişen ticari merkeze uzak yollar olarak analiz edilmiştir.



Şekil 4.7. Hanlar Bölgesi'nin günümüz durumunun okunabilirlik grafiği

Hanlar Bölgesi'nin günümüz güncel dokusuna ait yerel ve global bütünleşme değerlerine ait korelasyon grafiği Çizelge 4.6'da verilmiştir.

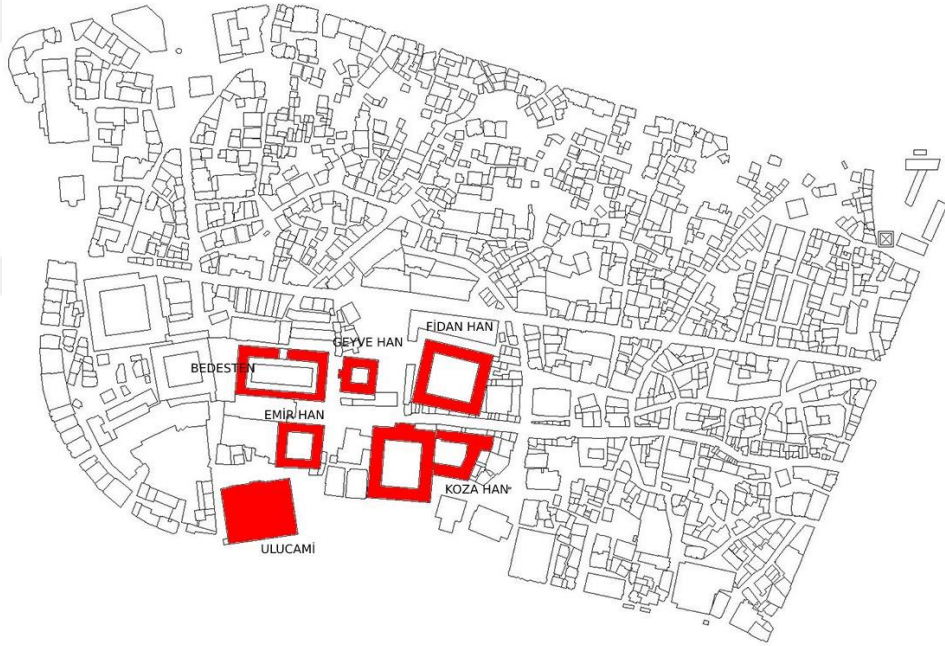
Çizelge 4.6. Hanlar Bölgesi günümüz dokusuna ait global (Rn) ve yerel (R3) mekan dizimsel değerler



4.2.2. Bina Analizleri

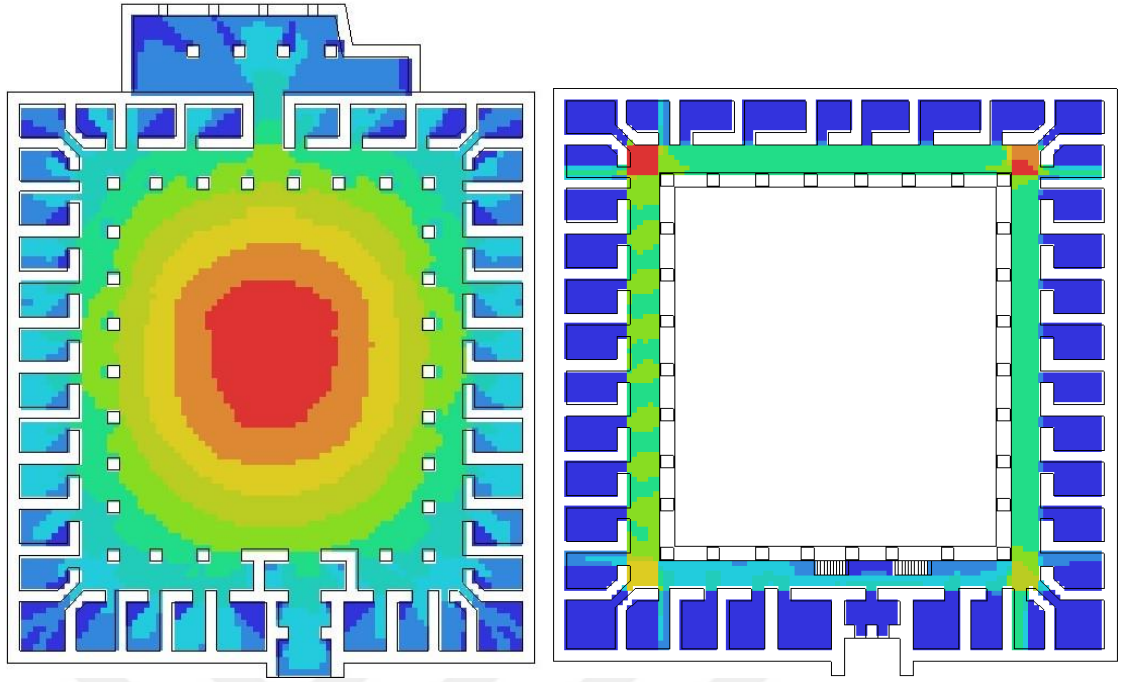
Kaynak alan geleneksel dokusunu oluşturan en önemli mimari elemanlar, alanda bulunan hanlardır. Alanın özgün dokusunu, hanlar ve hanlarla çeşitli ticari ve ibadet yapılarını birbirine bağlayan sokaklar oluşturmuştur.

Hanlar bölgesi günümüzde, kent kullanıcılarının ve kent ziyaretçilerinin yoğun bir şekilde uğradığı bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. İnşa edildikleri andan günümüze kadar varlığını sürdüren ve yoğun bir şekilde ziyaret edilen hanların görünürlük, algılanabilirlik ve kontrol edilebilirlik bağlamlarında araştırılması önemlidir. Bu sebeple çalışma kapsamında hanlara ait görünürlük haritaları hazırlanmıştır. Hanlar Bölgesi'nde bulunan Emir Han, Fidan Han, Geyve Han, Koza Han, Bedesten ve Ulucami binalarının görünürlük analizleri yapılmıştır. Görünürlük haritalarında kırmızıdan laciverte doğru bir renk skalası ile görünürlük, en az olduğu noktadan en çok olduğu noktaya doğru değerlendirilmektedir. Kırmızı renk, en görünür alanı temsil ederken, lacivert renk en az görünür ya da an fazla ayrıışan mekanı temsil etmektedir. Görünürlük analizleri yapılan tarihi binalar Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Görünürlük analizi yapılan tarihi binalar

Emir Hanı'na ait görünürlük haritası Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre zemin katta Emir Han'ın en görünür alanı merkezi olan avludur. Hanı sokağa bağlayan taç kapı girişi ile avlu arasındaki geçiş mekanı, ikinci derece görünür alan olarak analiz edilmiştir. Ticari birimler ise hanın bütünü düşünüldüğünde en ayrıışan mekanlar olarak belirlenmiştir. Birinci katta ise ticari birimleri birbirine bağlayan revak ile görme açısının en geniş olduğu köşe noktalarda bulunan ticari birimler, en görünür alanlardır.



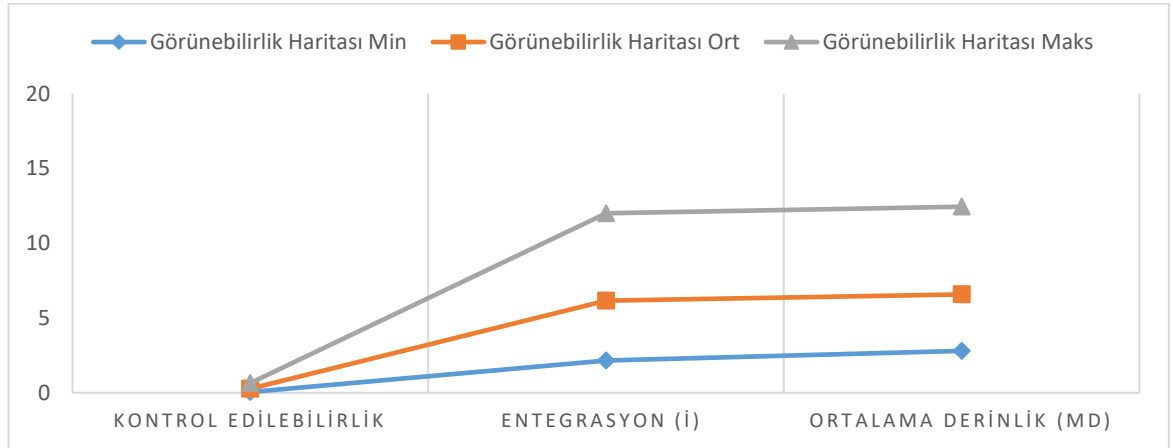
Şekil 4.9. Emir Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı

Görünürlük haritasına göre minimum, ortalama ve maksimum kontrol edilebilirlik, bütünleşme ve ortalama derinlik değerleri elde edilmiştir. Değerler, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4. 8’de belirtilmiştir.

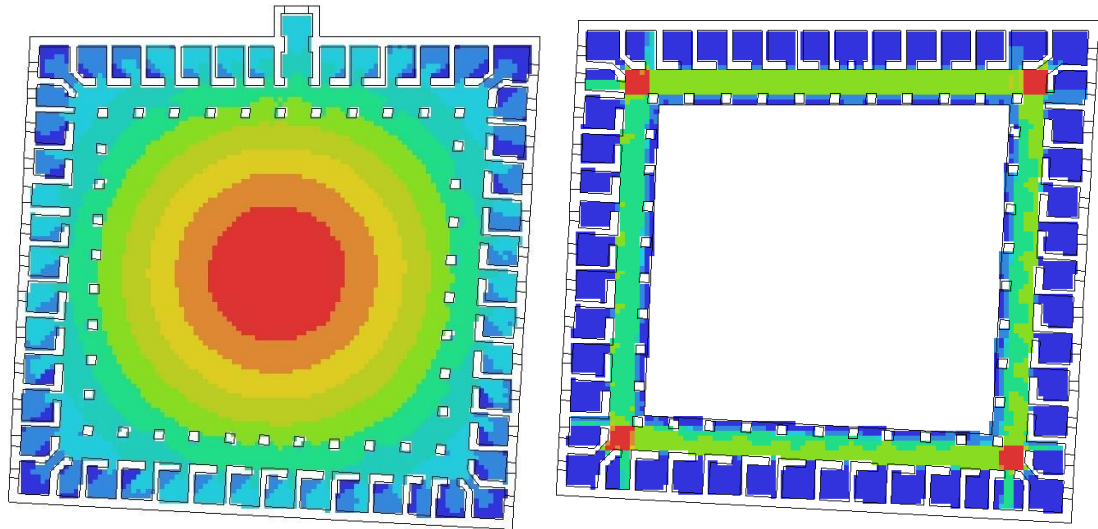
Çizelge 4.7. Emir Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.032	0.232	0.580
Bütünleşme (i)	2.54	5.12	8.02
Ortalama Derinlik (MD)	2.26	3.15	4.98

Çizelge 4.8. Emir Han görünürlük grafiği



Şekil 4.10'da Fidan Han'a ait görünürlük grafiği verilmiştir. Hanın görünürlük değerlerine bakıldığında en yüksek değerin 5.85 ile kırmızı renkle belirlenen avlu olduğu anlaşılmıştır. Merkezden ticari birimlere ilerledikçe görünürlük azalmıştır ve ticari birimler en az görünür mekanlar olarak irdelenmiştir. Birinci katta benzer şekilde ticari birimler en az görünür mekanlar iken, köşe birimler en görünür alanlar olarak bulunmuştur. İkinci dereceden görünür alanlar ise sirkülasyonu sağlayan geçiş alanları olarak değerlendirilmiştir.



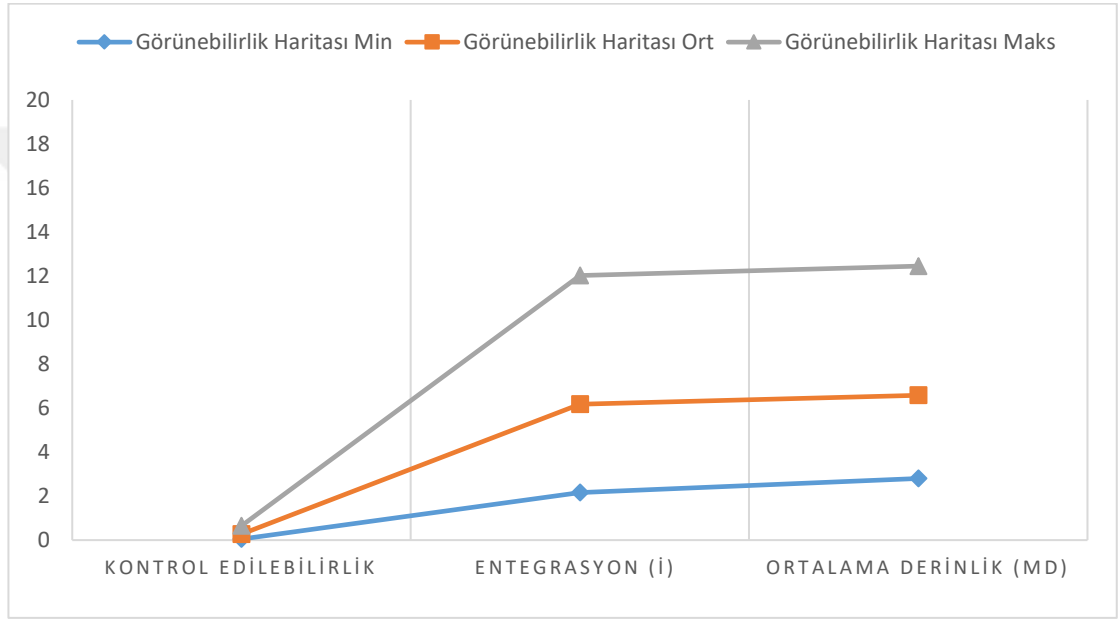
Şekil 4.10. Fidan Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı

Fidan Han'ın minimum, ortalama ve maksimum kontrol edilebilirlik, bütünleşme ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da belirtilmiştir.

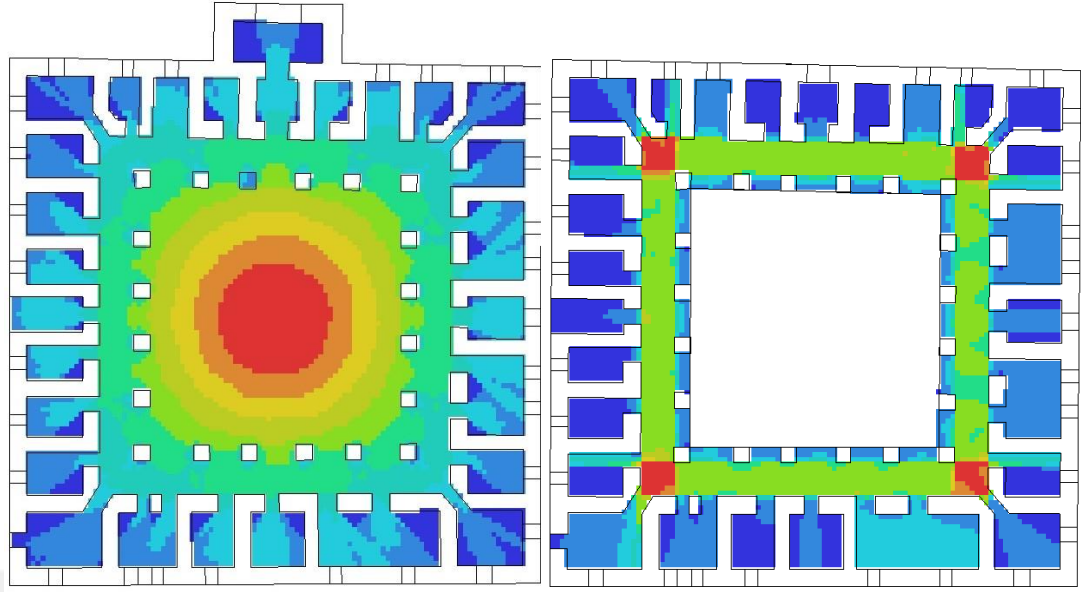
Çizelge 4.9. Fidan Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.049	0.222	0.377
Bütünleşme (i)	2.16	4.01	5.85
Ortalama Derinlik (MD)	2.80	3.78	5.87

Çizelge 4.10. Fidan Han görünürlük grafiği



Geyve Han’a ait görünürlük haritası Şekil 4.11’de verilmiştir. En görünür mekan avlu olarak analiz edilmiştir. Avlunun görünürlük değeri 13.98’le en yüksek değeri almıştır. Merkezden birimlere doğru görünürlük değerleri azalmaktadır. Ticari birimlerin iç mekanları en az görünür alanlar olarak belirlenmiştir.



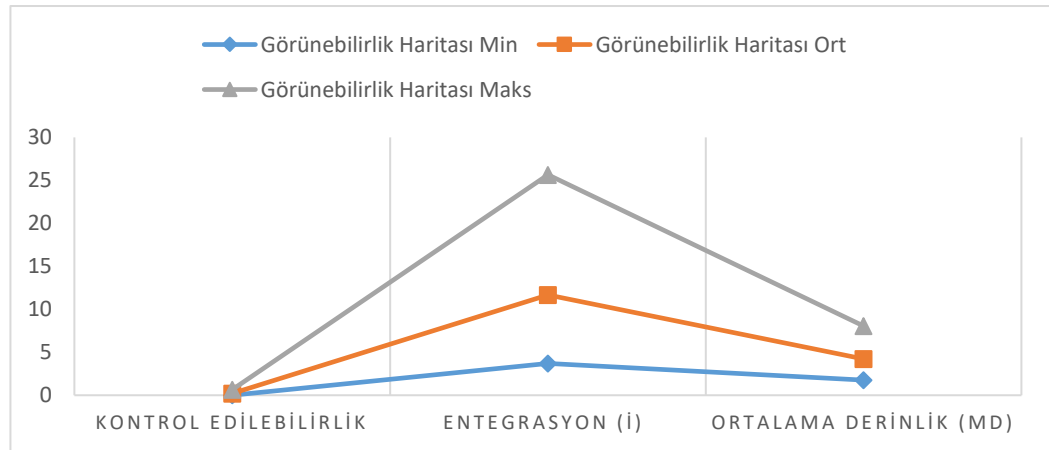
Şekil 4.11. Geyve Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı

Geyve Han'a ait minimum, ortalama ve maksimum kontrol edilebilirlik, bütünleşme ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de belirtilmiştir.

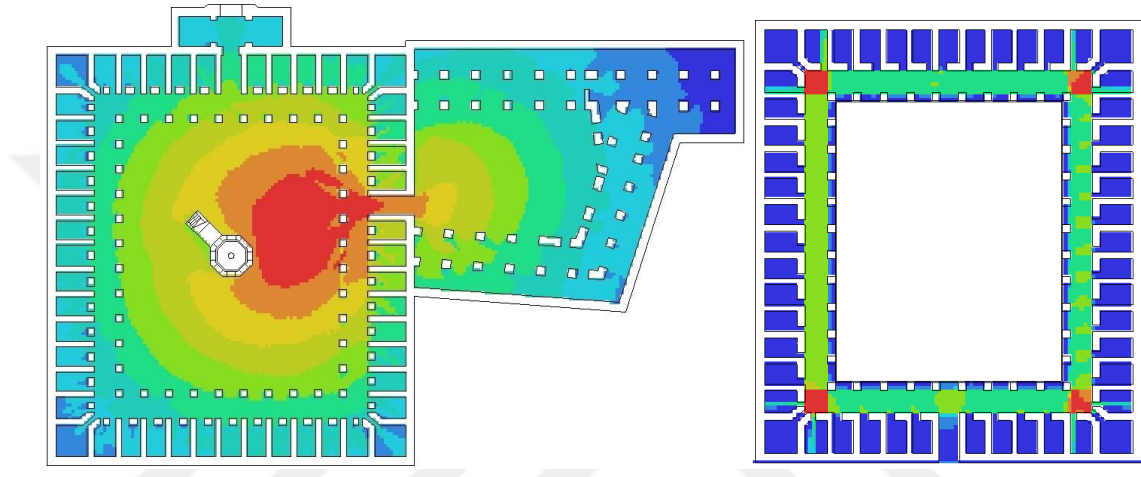
Çizelge 4.11. Geyve Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.004	0.206	0.438
Bütünleşme (i)	3.70	7.97	13.98
Ortalama Derinlik (MD)	1.75	2.47	3.84

Çizelge 4.12. Geyve Han görünürlük grafiği



Analiz edilen bir diğer han olan Koza Han'a ait görünürlük haritası Şekil 4.12'de verilmiştir. Koza Han'da diğer han kurgularından farklı olarak, avlunun iç Koza Han'a bağlandığı alan 4.23 değeriyle en görünür alan olarak analiz edilmiştir. İkinci dereceden görünür alan ise avlunun merkezi ile birlikte Koza Han giriş alanları olarak belirlenmiştir. Diğer hanların görünürlük durumlarına benzer şekilde ticari birimler ve ticari birimlere ait iç mekanlar han mekansal kurgusundan en fazla ayrışan, en az görünür mekanlar olarak analiz edilmiştir.



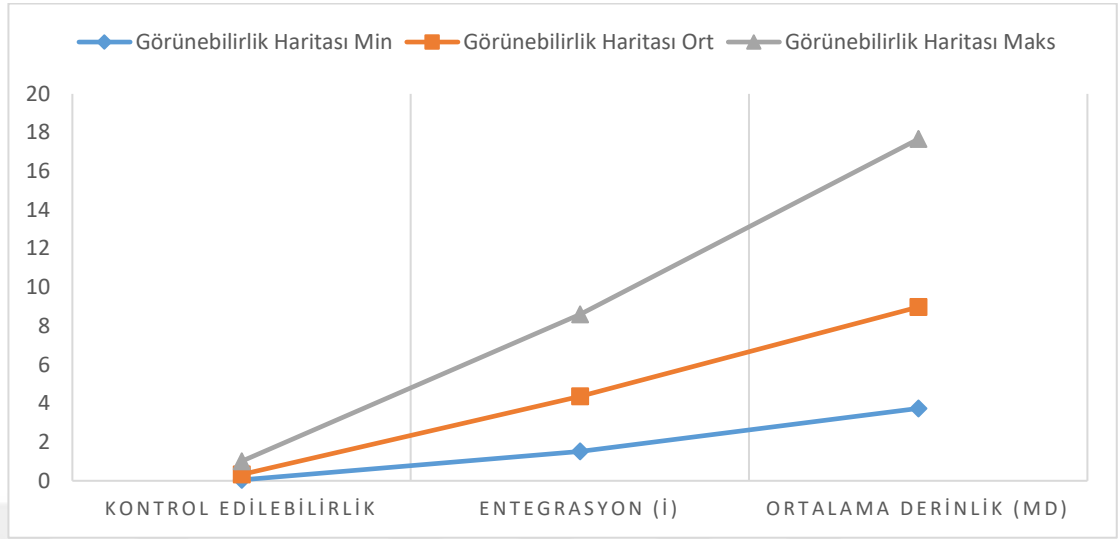
Şekil 4.12. Koza Han görünürlük haritası a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı

Koza Han'a ait minimum, ortalama ve maksimum kontrol edilebilirlik, bütünleşme ve ortalama derinlik değerleri Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'de belirtilmiştir.

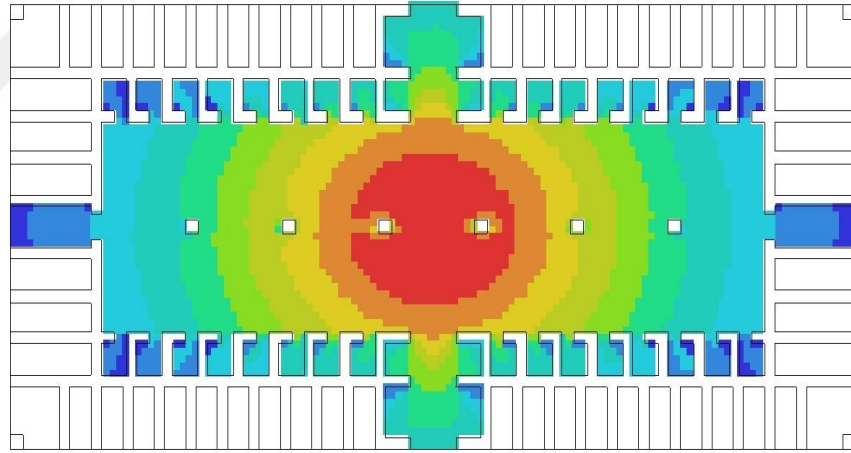
Çizelge 4.13. Koza Han minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.047	0.276	0.684
Bütünleşme (i)	1.51	2.86	4.23
Ortalama Derinlik (MD)	3.74	5.24	8.68

Çizelge 4.14. Koza Han görünürlük grafiği



Hanlar Bölgesi dokusunun bir elemanı olan Bedesten (Çarşı) binasının da görünürlük analizi yapılmıştır. Çarşı binasına ait görünürlük haritası Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Bedesten (Çarşı) görünürlük haritası

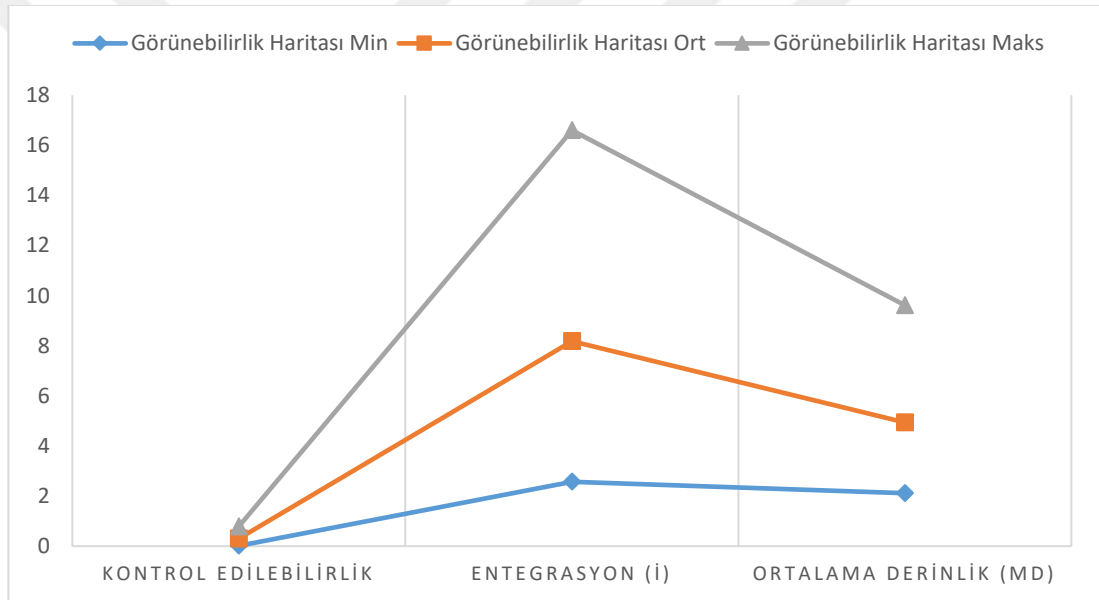
Görünürlük analizi yapılan hanların tamamında en görünür alan avlu olarak belirlenmiştir. Çarşı yapısında mekanın merkezi en görünür alan olarak kendini göstermektedir. Bina girişlerinde de hanlara benzer şekilde en görünür ikincil alanlar bulunmaktadır. Bedesten (Çarşı)’in sokakla bağlantı kurulan aksında yer alan ticari birimler görünür alanlar olarak değerlendirilmiştir. Çarşı binasının içerisinde yer alan ticari birimler ise mekan kurgusundan en fazla ayrıışan dolayısıyla en az görünür alanlar olarak ifade edilebilir. Bedesten (Çarşı)’e ait minimum, ortalama ve maksimum, kontrol

edilebilirlik, bütünleşme ve toplam derinlik değerleri Çizelge 4.15’te, görünürlük grafiği ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

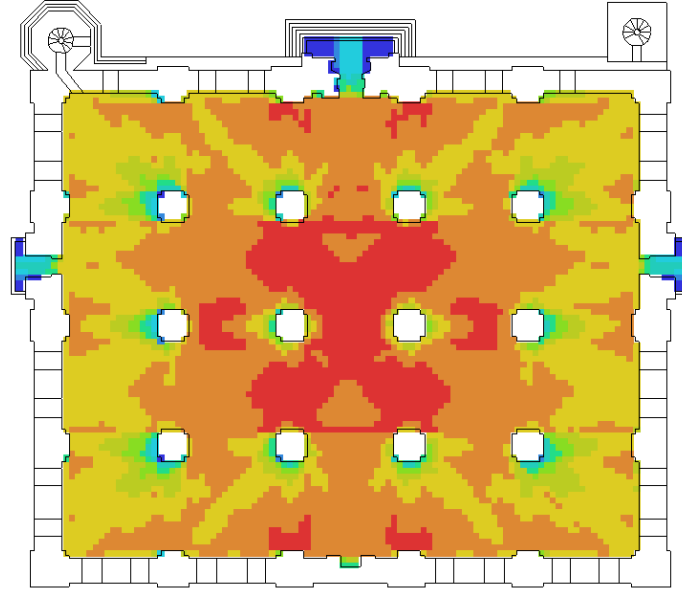
Çizelge 4.15. Bedesten (Çarşı) minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.016	0.289	0.487
Bütünleşme (i)	2.57	5.61	8.42
Ortalama Derinlik (MD)	2.12	2.82	4.68

Çizelge 4. 16. Bedesten (Çarşı) görünürlük grafiği



İbadet yapısı olarak Hanlar Bölgesi dokusunun bir parçası olan Ulucami’nin görünürlük analizi Şekil 4.14’te verilmiştir. Üç tane girişi olan cami, doku içerisinde açılı bir şekilde dokuyu tamamlamaktadır.



Şekil 4.14. Ulucami görünürlük analizi

Görünürlük analizi incelendiğinde Ulucami'nin en görünür alanının binanın merkezi olduğu görülmektedir. Görünür alanlar merkezden kapılara doğru gidildiğinde azalmaktadır. Mihrap, merkezden sonra en görünür alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Görünürlük değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Ulucami minimum, ortalama ve maksimum görünürlük değerleri

	Görünürlük Haritası		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Kontrol Edilebilirlik	0.012	0.296	0.563
Bütünleşme (i)	2.84	6.16	9.55
Ortalama Derinlik (MD)	1.12	2.34	5.14

4.3. Biçim Grameri Analizleri

Çalışma kapsamında Hanlar Bölgesi dokusu fiziksel oluşumunun kentsel ve bina ölçeklerinde biçimlenişi biçim gramerleri ile irdelenmiştir. Biçim gramerleri analizinin amacı, Hanlar Bölgesi dokusuna ait biçim kütüphanesi oluşturmaktır. Bu kütüphaneyi oluşturan elemanlar, sayısal ortamda üretilecek olan kent modelleri için veri olarak kullanılmaktadır. Bölüm kapsamında, analizi yapılan hanlar Emir Han, Fidan Han, Geyve Han, Koza Han, Bedesten (Çarşı) ve Ulucamidir. Bu binalara dair veriler, bölgenin bağlı

olduğu Osmangazi Belediyesi'nden alınan restorasyon projelerinin yeniden çizilmesiyle hazırlanan çizimler üzerinden analizlerle sağlanmıştır.

4.3.1. Özgün Doku Grameri

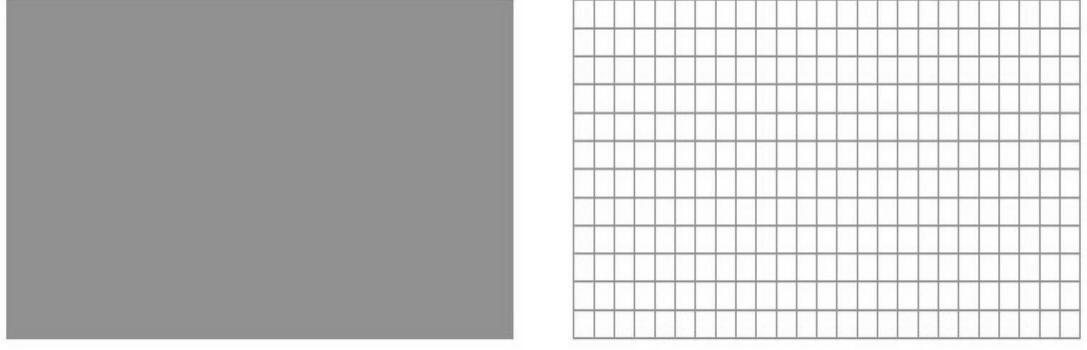
Hanlar Bölgesi dokusu biçimsel olarak incelendiğinde, dokuyu oluşturan mimari elemanlar olan han ve çarşı binalarının benzer biçimde mekansal organizasyona sahip oldukları söylenebilir. Bu durum, bu binaların birbirine benzer mekansal birimlerin biraraya gelmesi ile oluştuğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bilgidен hareketle Hanlar Bölgesi, doku ölçeğinde çeşitli kurallarla biçim gramerleri ile çalışmada analiz edilmiştir.

Biçim grameri analizleri Alexander'ın (1977) tanımlanmış komşuluk kavramı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Hanlar bölgesi, yaklaşık 120000 metrekarelik alanı kapsayan bir bölgedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Hanlar Bölgesi ve çevresi genel yerleşimi

Birinci kural olarak (Şekil 4.16) Bölge 250 metreye 500 metrekarelik bir çerçevede değerlendirilerek grid oluşturulmuş ve biçimlenme bu çerçevede irdelenmiştir.



Şekil 4.16. Grid oluşturmayı belirleyen 1. Kural

Alan, gridlere bölündükten sonra 2. kural olarak her bir gride denk gelen 10x10'luk kapalı mekanı temsil eden birimlere aynı boyut biçimde başka bir birimin eklenmesi uygulanmıştır. (Şekil 4.17)



Şekil 4.17. Birime 2. kural ile benzer özellikte birimin eklenmesiyle oluşan biçim

Benzer biçimde, kapalı mekanı ifade eden birime, yeşil alanı ya da sokak gibi açık alanı ifade eden eş birimin eklenmesiyle biçim gramerini oluşturan 3. kural düzenlenmiştir. Bu düzeni oluşturan kural Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Birime 3. kural ile benzer özellikte birimin eklenmesiyle oluşan biçim

Hanları birbirine bağlayan sokaklar, Hanlar Bölgesi dokusunun karakteristiğini oluşturan önemli elemanlardan biridir. Hanların, sokakla direkt ilişkisini kurmadığı birimlerinin sokağa bağlandığını temsil eden 3. kural Şekil 4.19'da belirtilmiştir.



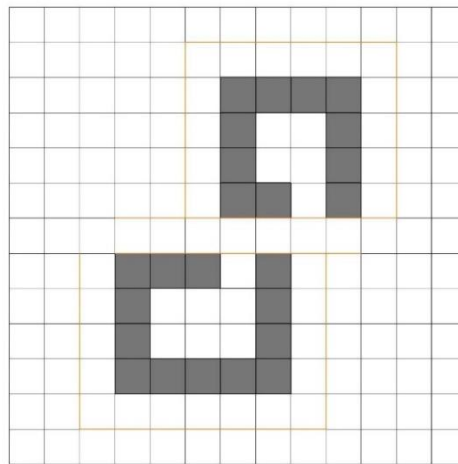
Şekil 4.19. Sokak ilişkisini belirleyen 4. kural

Hanların avlu gibi açık alanlarının, sokaklara bağlandığını gösteren taç kapı gibi açıklıkların, yine yeşil alan ve sokak gibi başka açık mekanlara erişimini ifade eden 5. kural Şekil 4.20’de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Hanların açık alanlarının başka açık birimlerle kurduğu ilişkiyi tanımlayan 5. kural

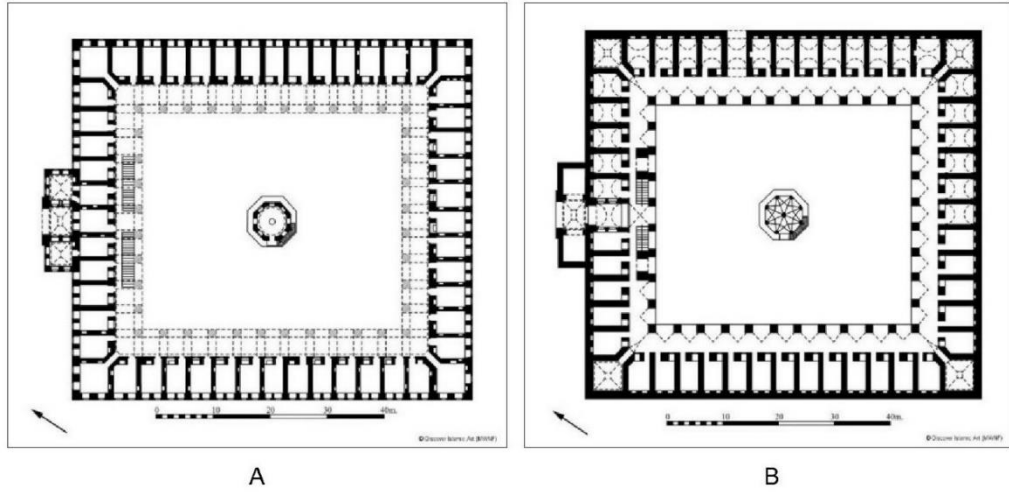
Yukarıda belirtilen, Hanlar Bölgesi biçimini oluşturan tüm kurallar uygulandığında, bölgenin makroformu şekillenmektedir. Tüm bu kuralların uygulanmasıyla ortaya çıkan biçim grameri Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Belirlenmiş biçimlenme kurallarının uygulanması ile elde edilen kurgu

4.3.2. Bina Biçim Gramerleri

Hanların ve Kapalı Çarşı'nın mekansal organizasyonunun nasıl biçimlendiğini ortaya koyabilmek amacıyla, bina ölçeğinde biçim gramerleri analizi yapılmıştır. Genel anlamda, ticari tek bir birimin, taç kapı ile sokaktan erişilen ve şadırvanın da bulunduğu avlunun çevresinde biraraya gelmesi ile oluşan han ve Kapalı Çarşı sistemi, analiz kapsamında belirlenen çeşitli kurallarla irdelenmiştir. Genellikle iki kattan oluşan ve her bir kat planının benzer olduğu bu mekan sistemi, Koza Han planlarında Şekil 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22. Koza Han planları a) Zemin kat planı b) Birinci kat planı

Ataman (2000), 'Bir Göz Yapıdan Külliye: Osmanlı Külliyelerinde Kamusal Mekan Mantığı' adlı kitabında göz, cetvel ve yapı kavramlarını tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre göz, birim elemana, cetvel birim elemanın sıralanış düzenine, yapı ise cetvelin biçimlenişine karşılık gelmektedir. Göz, Hanlar Bölgesi dokusunu oluşturan binalar için de en küçük birim eleman olarak değerlendirildiğinde, bina ölçeğinde biçim grameri analizi yapmak mümkündür.

Han ve çarşı yapılarını oluşturan en küçük birim eleman 'göz' 1. kural olarak belirlenmiş ve Şekil 4.23'de gösterilmiştir.



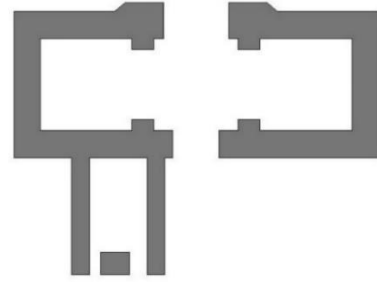
Şekil 4.23. En küçük birim elemana başka bir birim elemanın belirlenen 1. kural ile birleşmesi

Taç kapıdan sonra hanlara geçişi sağlayan giriş bölümü açık olan birimin ticari en küçük birimle birleşmesi 2. kural olarak belirlenmiştir. Kuralın uygulanış biçimi Şekil 4.24’de gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Han girişinin ticari birimler birleşmesini gösteren 2. kural

Bir diğer kural sokak ile han binasını birbirine bağlama görevi gören taç kapıların temel han birimi ile kurduğu fiziksel ilişki üzerine belirlenmiştir. Kural Şekil 4.25’de belirlenmiştir.



Şekil 4.25. Taç kapının han mimari kurgusuna eklenmesini belirleyen 3. Kural

Hanlarda sirkülasyonu sağlamak için önü açık, üstü örtülü olan revakları taşıyan sütunların temel birime eklenmesi, 4. kural ile düzenlenmiştir. 4. kuralın uygulanması Şekil 4.26’da gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Revak strüktürünü taşıyan sütunun temel birime eklenmesini belirleyen 4. kural

Hanlarda temel ticari birimlerin sıralanmasıyla oluşan mimari diziyi, kareye yakın formda köşe mekanlar tamamlamaktadır. Temel birime köşe mekanların eklenmesi 5. Kural ile belirlenmiştir. Bu birleşme Şekil 4.27’de gösterilmiştir.



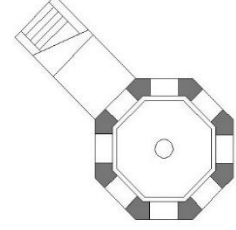
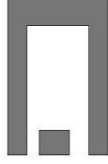
Şekil 4.27. Köşe mekanların temel birim dizisine eklenmesini belirleyen 5. kural

İki katlı olan hanlarda katlar arası sirkülasyonu sağlamak üzere han girişinden sonra sağ ve sol yönlerde olmak üzere merdivenler bulunmaktadır. Bu sirkülasyon elemanlarının temel birimle ilişkisi Şekil 4. 28’de verilen 6. kural ile belirlenmiştir.



Şekil 4.28. Hanlarda sirkülasyon elemanlarının temel birimle ilişkisini gösteren 6. kural

Hanlar bölgesinde yer alan bazı hanların, fiziksel merkezinde yer alan avlu içerisinde şadırvan ve mescit yapısı bulunmaktadır. Bu durum 7. Kural ile belirlenmiş ve Şekil 4.29'da belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Han avlusunda yer alan şadırvan ve mescitin 7. kural ile eklenmesi

4.4. Fraktal Boyut Analizleri

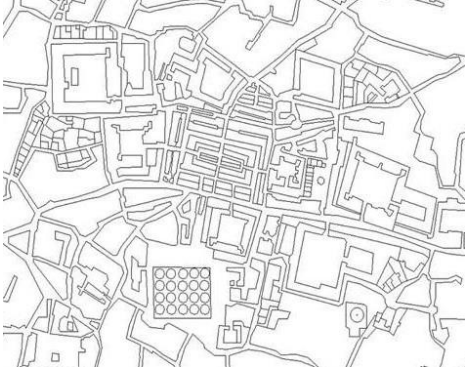
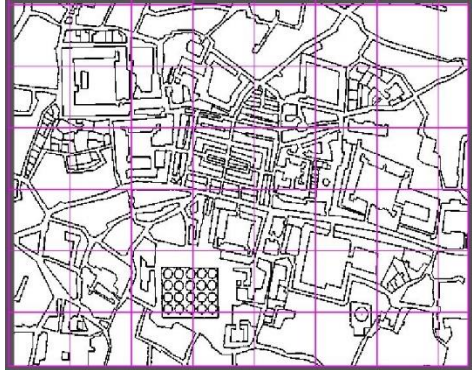
Çalışmada, kaynak alanın 1862 tarihli bilinen ilk haritada yer alan orijinal dokusu ile günümüz dokusu arasındaki fiziksel değişimi incelemek için, Image J yazılımı ve FracLac eklentisi kullanılarak, kutu sayma yöntemi ile fraktal boyut değerleri elde edilmiştir.

ImageJ, bilimsel çok boyutlu görüntüler için tasarlanmış, açık kaynaklı bir görüntü işleme programıdır. FracLac, ImageJ için bir eklentidir ve bir dizi fraktal analiz ve morfoloji fonksiyonlarına dönüşmüştür (Karperien, 2005). Fraktal boyut için, karmaşık dokuların fraktal analizi yapılırken en sık kullanılan kutu sayma yöntemi tercih edilmiş ve kutu sayım taraması sırasında boşluk otomatik olarak hesaplanmıştır.

4.4.1. Özgün Doku Analizi

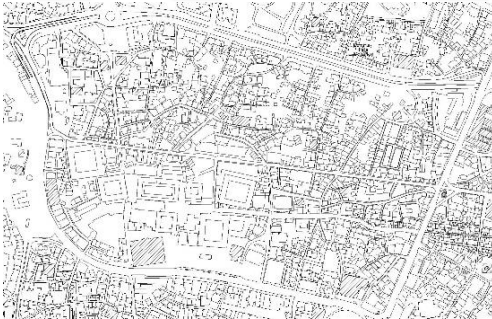
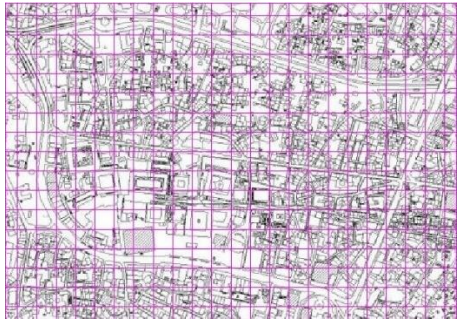
Fraktal boyut analizi yapabilmek üzere, Hanlar Bölgesi'nin 1862 yılı haritası bilgisayar ortamında yeniden çizilerek hazırlanmıştır. Kutu sayma yöntemiyle yapılan analiz sonucu ve fraktal boyut değeri Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. 1862 tarihli Hanlar Bölgesi ve çevresinin fraktal değer analizi

Hanlar Bölgesi 1862 Dokusu	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.5992

Hanlar Bölgesi ve çevresinin günümüz durumuna ait haritası fraktal değer analizleri yapılabilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Elde edilen analiz sonucunda ulaşılan fraktal değer Çizelge 4.19’da incelenmiştir.

Çizelge 4.19. Hanlar Bölgesi ve çevresi günümüz durumunun fraktal değer analizi

Hanlar Bölgesi Günümüz Dokusu	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.7682

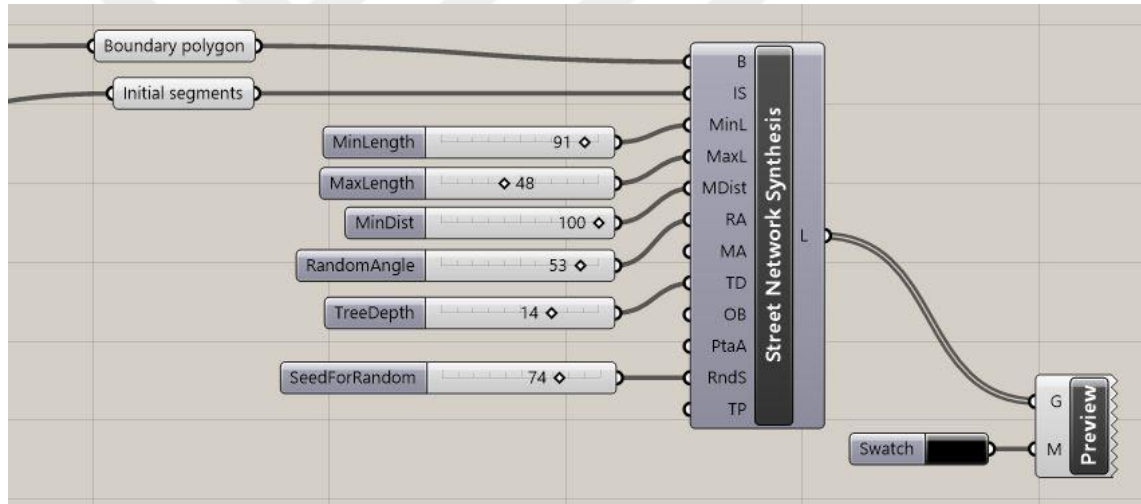
4.5. Uygulama Alanında Tasarım Kurgusu

Sentez aşamasında sokak ağı, imar adası ya da parsel ve doku üretimleri gerçekleştirilmiştir. Decoding Spaces aracıyla, Grasshopper bileşen ve bileşen grupları kullanılarak belli süreçlerden geçen bir sistemde bu üretimler gerçekleştirilmiştir. Bileşenlerde girdi olarak kullanılan parametreler, kaynak alana ait fiziksel verilerden oluşmaktadır.

Sentez aşamasında, sayısal ortamda sınırsız sayıda model üretilebilmektedir. Çalışma kapsamında her modelden 4 taneye yer verilmiştir. Bunun sebebi, uygulama alanının 4 tarafını çevreleyen önemli kentsel noktalardır. Bu noktaların herbiri için düzenlenebilen modeller irdelenmiştir. Uygulama alanının doğusunda metro istasyonu ve Belediye binası, kuzeyinde İzmir-Ankara karayolu, doğusunda Kent Meydanı Alışveriş Merkezi, güneyinde ise Fomara Caddesi bulunmaktadır. Uygulama alanında rastgele elde edilebilen bazı modeller Ek 1’ de verilmiştir.

4.5.1. Sokak Ağı Üretimleri

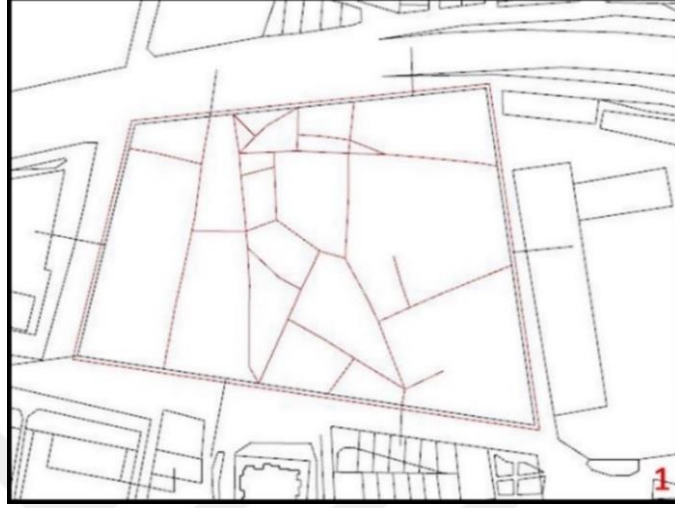
Decoding Spaces eklentisi ile sokak ağı üretilebilen bileşen grubu Şekil 4.30’da verilmiştir. Bileşen grubuna minimum ve maksimum genişlik, minimum uzaklık ve açı gibi parametreler girilerek tasarım üretimleri elde edilmektedir.



Şekil 4.30. Sokak ağı üretimi bileşen grubu

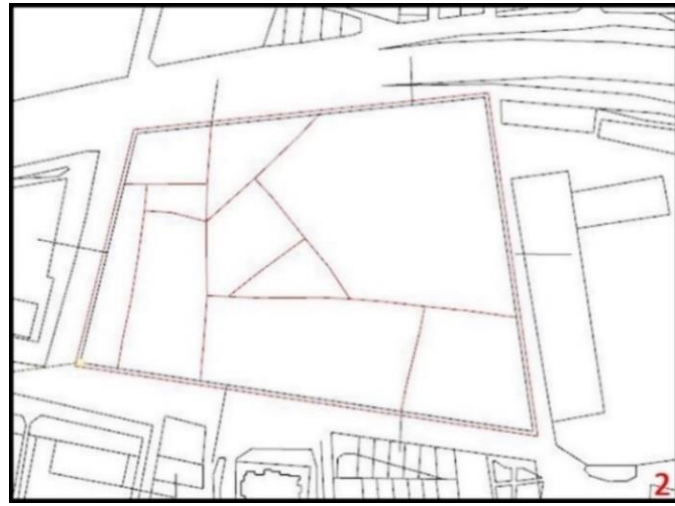
Sokak ağı üretimi için öncelikle, uygulama alanı sınırları, girdi olarak sokak ağı sentezi bileşenine bağlanır. Daha sonra uygulama alanı yakın çevresinde bulunan çeşitli önemli kentsel mekanlardan başlangıç aksları seçilerek sokak ağları üretilir. Sokak ağı üretimi için, bileşene girdi olarak minimum ve maksimum genişlik, açı ve derinlik parametreleri işlenmektedir. Sokak ağı üretimi için kullanılan tüm bileşen grupları Ek 2’de verilmiştir. Sokak ağı üretimi için bileşene rastgele veri girilerek sınırsız sayıda sokak ağı üretilmesi mümkündür. Bu şekilde üretilen sokak ağları Ek 3’de gösterilmiştir.

Kaynak alandan alınan parametrelerle, uygulama alanının kuzeyinde bulunan İzmir-Ankara karayolu etkileşimi baz alınarak oluşturulan sokak ağı Şekil 4.31’de gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Uygulama alanı kuzeyi baz alınarak üretilen sokak ağı örneği

Benzer şekilde uygulama alanının doğusunda bulunan Kent Meydanı Alışveriş Merkezi baz alınarak üretilen sokak ağı Şekil 4.32’de verilmiştir.



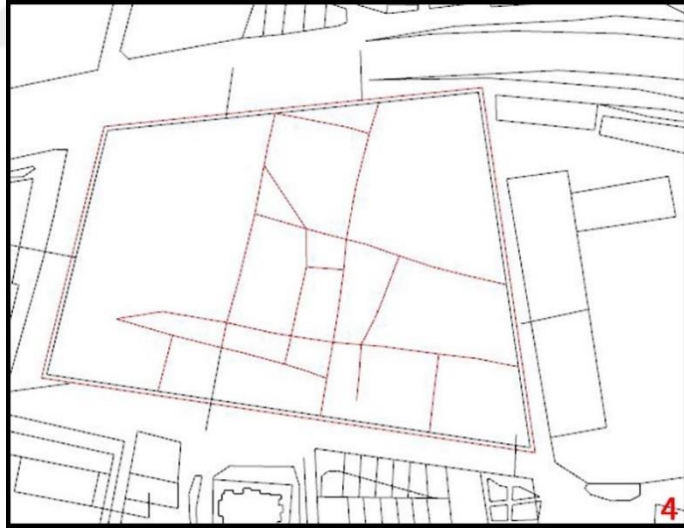
Şekil 4.32. Uygulama alanı doğusu baz alınarak üretilen sokak ağı

Fomara Caddesi, uygulama alanını güneyde bulunan Bursa kent merkezine lineer bağlayan bir aks olması sebebiyle önemlidir. Bu önemli cadde baz alınarak üretilen sokak ağı Şekil 4.33’de gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Uygulama alanı güneyi baz alınarak üretilen sokak ağı üretimi

Uygulama alanının batısında metro istasyonu, belediye binası, hastane ve ticari birimler gibi çeşitli ulaşım, kamu ve özel yapılar mevcuttur. Bu sebeple uygulama alanına doğru yoğun bir yol aksına sahip bu bölge baz alınarak üretilen sokak ağı Şekil 4.34’de gösterilmiştir.

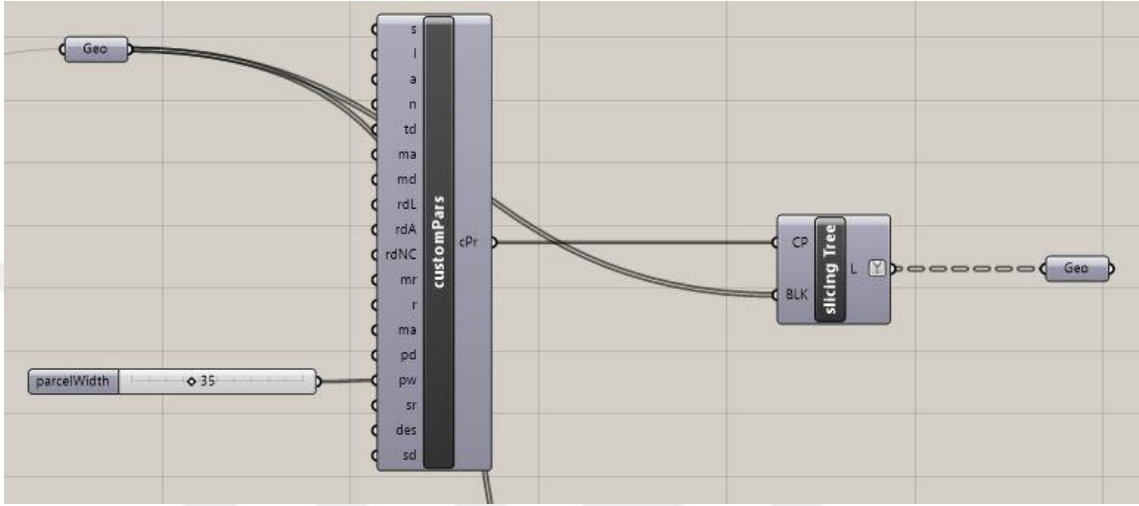


Şekil 4.34. Uygulama alanı batısı baz alınarak üretilen sokak ağı üretimi

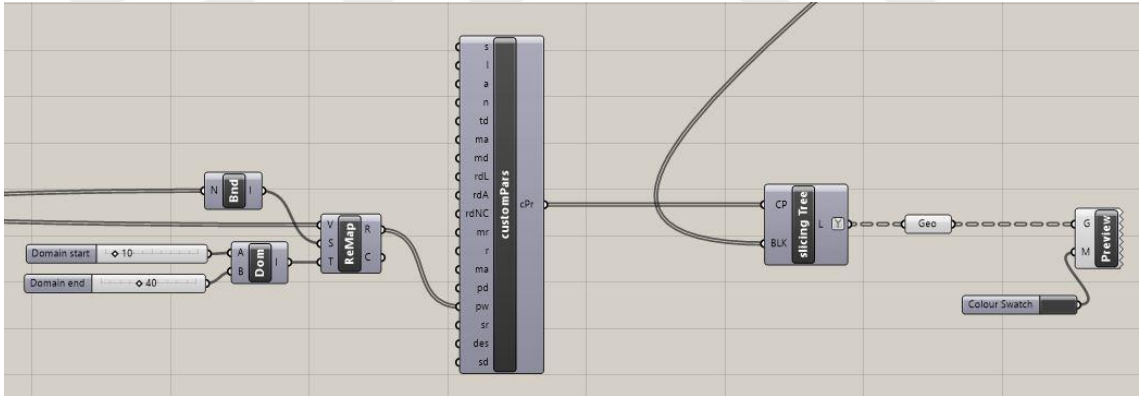
4.5.2. İmar Adası Üretimleri

Sentez aşamasında parsel ya da imar adası üretimleri de gerçekleştirilmiştir. Kaynak alanda yer alan tarihi yapıların fiziksel boyutları, kapladıkları yer, birbirilerine bağlandıkları sokak genişlikleri gibi çeşitli parametreler sayısal ortamda girdi verisi

olarak işlenmiştir. Uygulama alanı çevresinde bulunan kentsel doku elemanları dikkate alınarak, çalışma kapsamında çeşitli parseller ya da imar adaları üretilmiştir. Decoding Spaces aracında üretimi sağlayan tek parametrelili bileşen grubu Şekil 4.35’de, çoklu parametre girişine imkan veren bileşen grubu ise 4.36’da verilmiştir. Parsel ya da imar adalarını üreten bileşen gruplarının tamamı Ek 4’te verilmiştir.



Şekil 4.35. Tek parametrelili parsel/imar adası üreten bileşen grubu



Şekil 4.36. Çoklu parametre ile parsel/imar adası üreten bileşen grubu

Sokak ağı üretimini sağlayan bileşen grubuna Decoding Spaces aracı bileşenlerinden ‘customPars’ (özelleştirilmiş parametreler) bileşeninin eklenmesiyle parseller üretilebilmektedir. Tek parametrelili bileşende, parsel genişliği belirtilerek çeşitli parseller elde edilebilmektedir. Çoklu parametre girdisi ile üretim yapılabilen bileşen grubunda ise, aralık tanımlanarak üretim gerçekleştirilebilmektedir. Rastgele sayısal verilerle üretilen parseller Ek 5’te gösterilmiştir.

Çalışmada, kaynak alandan alınan sayısal verilerle parsel üretimi gerçekleştirilmiştir. Sokak ağı üretiminde ilişkilendirilen 4 önemli bölge, parsel üretiminde de gözönünde bulundurulmuştur. Bu bağlamda, uygulama alanı kuzeyinde yer alan şehirlerarası karayolu dikkate alınarak oluşturulan parsel üretimleri Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. Uygulama alanı kuzeyi dikkate alınarak üretilen parseller

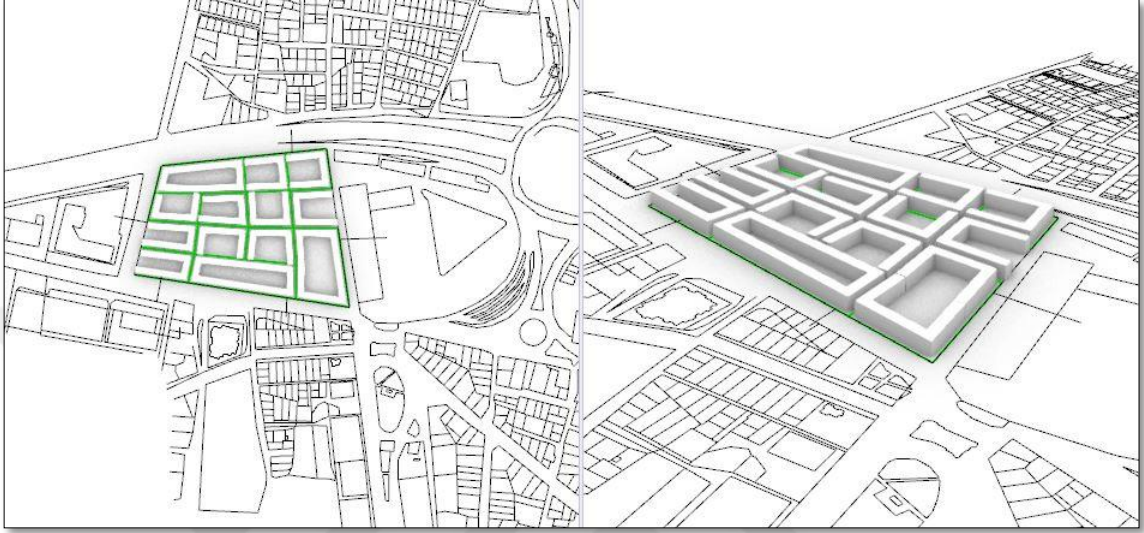
Uygulama alanı doğusunda bulunan Kent Meydanı Alışveriş Merkezi’ne göre şekillenmiş parsel üretimleri Şekil 4.38’de gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Uygulama alanı doğusuna göre şekillenmiş parsel üretimleri

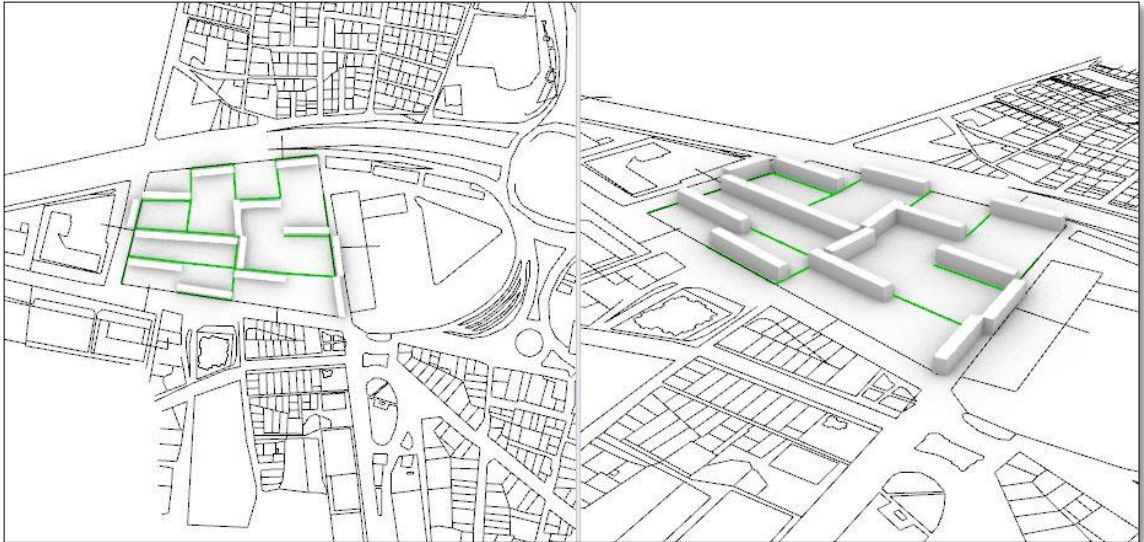
Kent merkezi ile dolaylı ilişki kurulan, uygulama alanı güney bölgesi dikkate alınarak gerçekleştirilen parsel üretimleri Şekil 4.39’da; yoğun yaya kullanımının olduğu kentsel

6’da verilmiştir. Sokak ağı üretimi, parsel ya da imar adası üretimi ve bina üretimi bileşenleri, çeşitli sayısal veri aralıklarında çalıştırılarak çok sayıda model üretilebilir ve değerlendirilebilir. Uygulama alanının kuzeyinde bulunan karayolu ve yeşil alanlarla ilişki kurulması öngörülen birinci model planı ve 3B görseli Şekil 4.41’de gösterilmiştir.



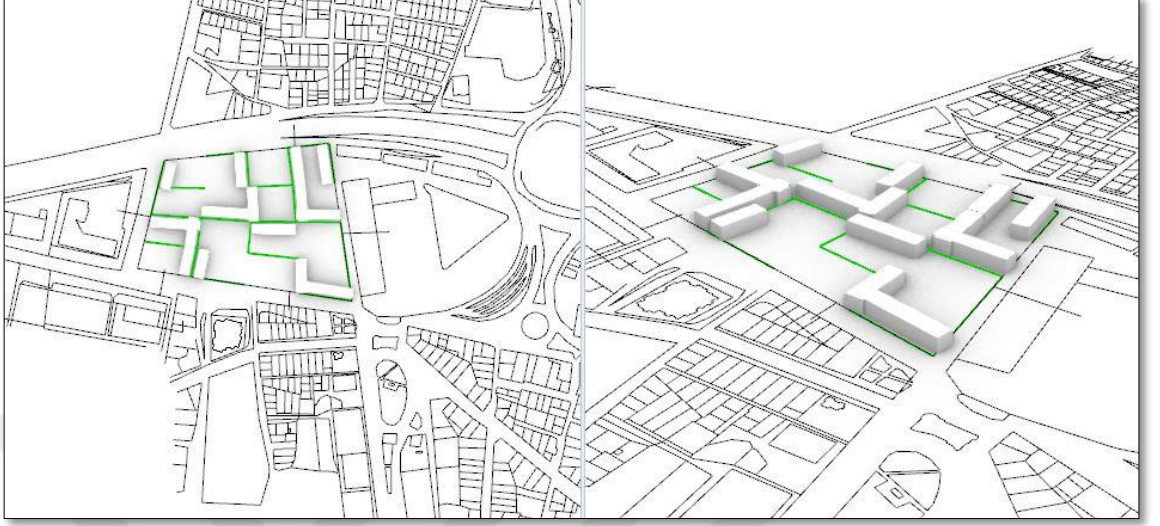
Şekil 4.41. Uygulama alanında üretilen birinci kentsel model

Uygulama alanının doğusunda bulunan Kent Meydanı Alışveriş Merkezi ile fiziksel ilişkiler öngören 2. Model Şekil 4.42’de gösterilmiştir.



Şekil 4.42. Uygulama alanında üretilen ikinci kentsel model

Uygulama alanının güneyinde bulunan kent merkezi aksı ile ilgili olacak biçimde üretilen kentsel model Şekil 4.43’de gösterilmiştir.



Şekil 4.43. Uygulama alanında üretilen üçüncü kentsel model

Yoğun olarak kullanılan bir bölge olan uygulama alanı batısı ile ilişkilendirilen 4. Kentsel model Şekil 4.44’da gösterilmiştir.



Şekil 4.44. Uygulama alanında üretilen dördüncü kentsel model

Üretilen kentsel modeller için girdi verisi olarak kaynak alandaki kent fiziksel veriler kullanılmıştır. Bu veriler, sokak genişliği, bina yükseklikleri, minimum ve maksimum imar adası boyutları gibi fiziksel verilerdir. Üretilen kentsel modellerin sayısal analizleri

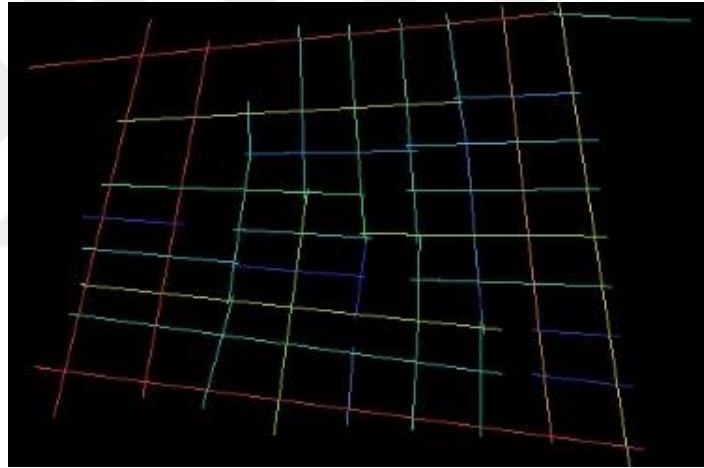
ve çevresinde bulunan kentsel doku ile olan ilişkileri, bir sonraki bölüm olan Tartışma ve Sonuç bölümünde tartışılmıştır.

4.6. Uygulama Alanı Doku Analizleri

Çalışmanın analiz aşaması kapsamında sayısal ortamda üretilen kent modelleri analiz edilmiştir. Analizler mekan dizim ve fraktal boyut ölçeğinde yapılmıştır.

4.6.1. Mekan Dizimsel Analizler

Sayısal kent modelleri kent ölçeğinde mekan dizimsel olarak analiz edilmiştir. Modellere ait aksiyel haritalar oluşturulmuş, global (R_n) ve yerel (R_3) entegrasyon ile sinerji (okunabilirlik) değerleri analiz edilmiştir. Birinci modele ait global (R_n) entegrasyon haritası Şekil 4.45’de verilmiştir.



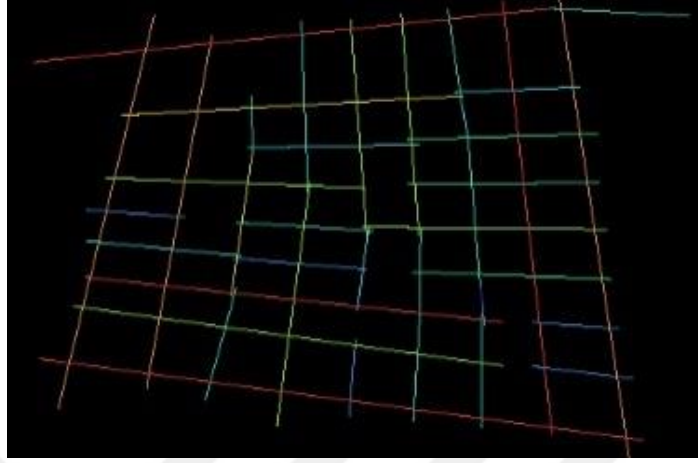
Şekil 4.45. Birinci model global (R_n) bütünleşme haritası

Modelin bütünleşme haritası ile elde edilen minimum ortalama ve maksimum global entegrasyon değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Birinci model global entegrasyon değerleri

	Global Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 1	1,28	1,77	2,57

Modelin yerel (R3) bütünleşme haritası Şekil 4.46’da verilmiştir. Çizelge 4.21’de ise haritaya göre elde edilen minimum, ortalama ve maksimum yerel entegrasyon değerleri belirtilmiştir.

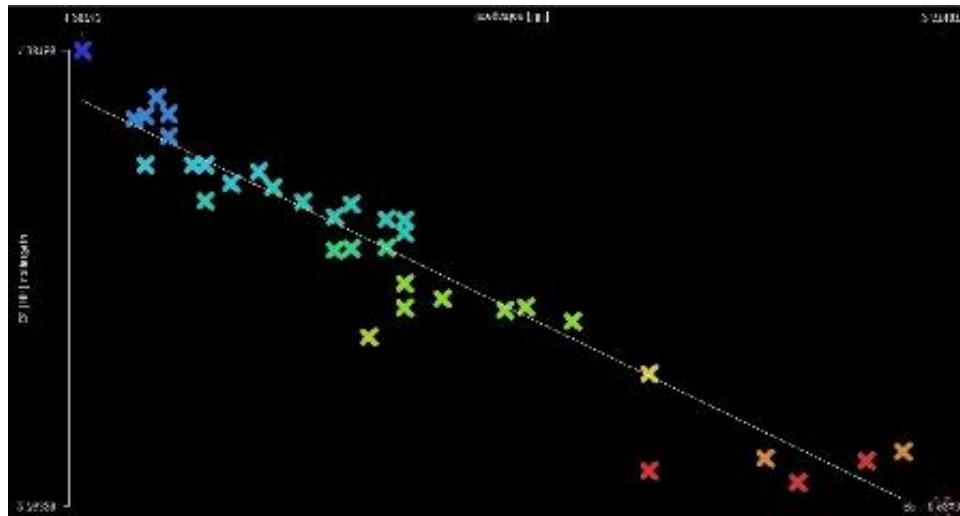


Şekil 4.46. Birinci model yerel (R3) bütünleşme haritası

Çizelge 4.21. Birinci model yerel entegrasyon değerleri

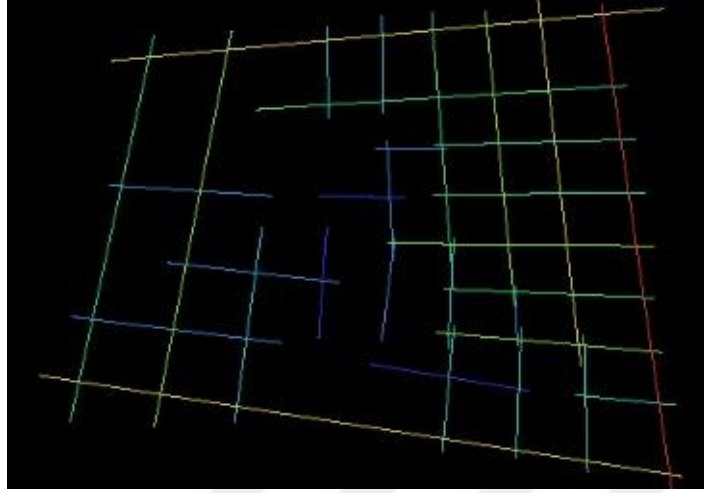
	Yerel Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 1	1,38	2,01	2,76

Global ve yerel entegrasyon değerleri arasındaki korelasyonu tanımlayan sinerji grafiği Şekil 4.47’de verilmiştir. Sinerji değeri 0.92 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.47. Birinci model sinerji grafiği

İkinci modele ait global (R_n) entegrasyon haritası Şekil 4.48’de verilmiştir.



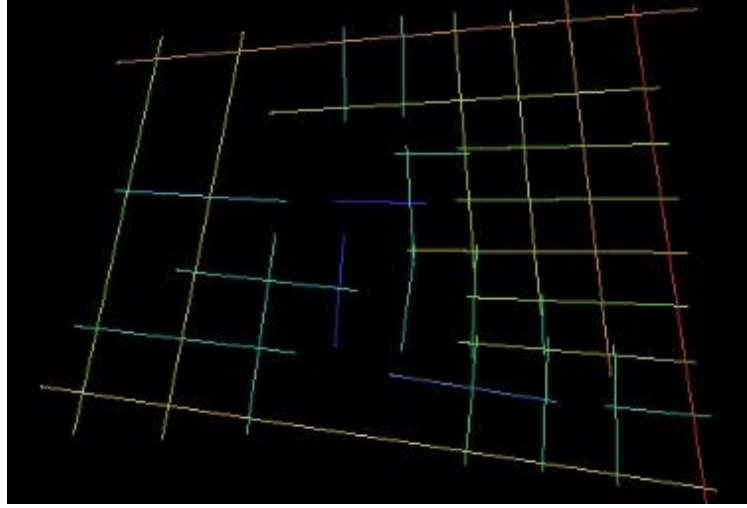
Şekil 4.48. İkinci model global (R_n) bütünleşme haritası

Modelin bütünleşme haritası ile elde edilen minimum, ortalama ve maksimum global entegrasyon değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. İkinci model global entegrasyon değerleri

	Global Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 2	0,79	1,48	2,70

Şekil 4.49’da modelin yerel (R_3) bütünleşme haritası verilmiştir. Haritaya göre elde edilen minimum, ortalama ve maksimum yerel entegrasyon değerleri Çizelge 4.23’de belirtilmiştir.

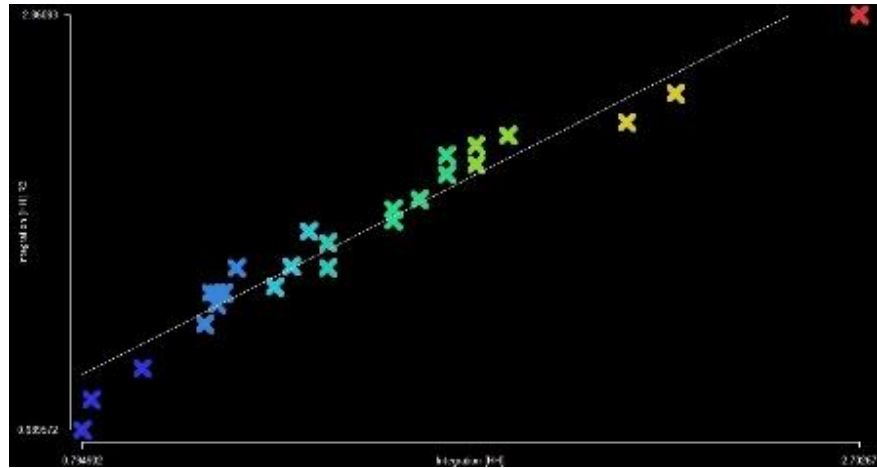


Şekil 4.49. İkinci model yerel (R3) bütünleşme haritası

Çizelge 4.23. İkinci model yerel entegrasyon değerleri

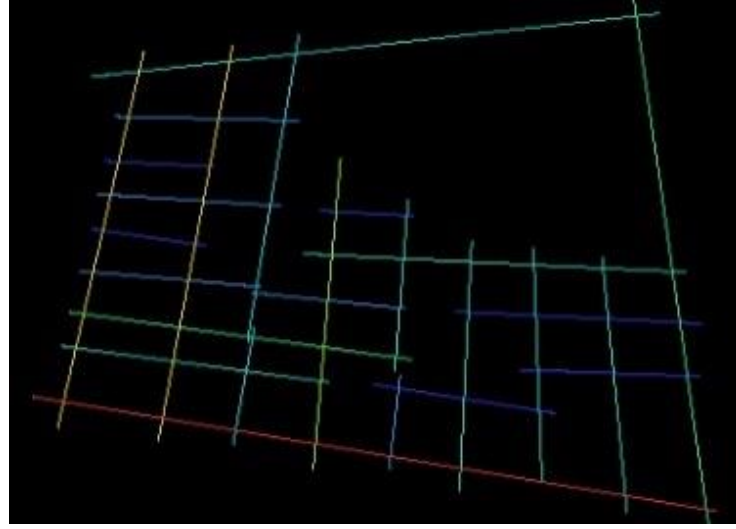
	Yerel Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 2	0,69	1,72	2,86

İkinci modele ait sinerji değeri 0.94'tür. Modelin okunabilirliğini değerlendirmeye imkan tanıyan sinerji grafiği Şekil 4.50'de gösterilmiştir.



Şekil 4.50. İkinci model sinerji grafiği

Üçüncü modele ait bütünleşme haritaları hazırlanmıştır. Modele ait global (Rn) bütünleşme haritası Şekil 4.51'de belirtilmiştir.



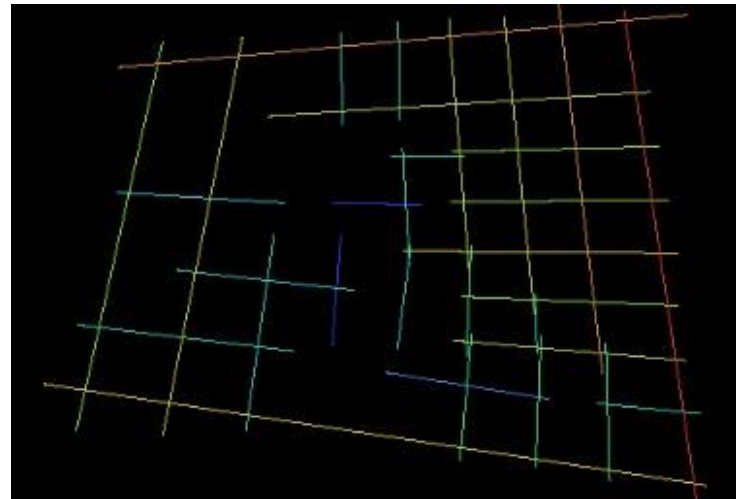
Şekil 4.51. Üçüncü model global (R_n) bütünleşme haritası

Haritaya göre elde edilen entegrasyon değerleri Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Üçüncü model global entegrasyon değerleri

	Global Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 3	1,13	1,69	2,94

Üçüncü modele ait yerel (R_3) bütünleşme haritası Şekil 4.52’de gösterilmiştir. Yerel entegrasyon değerleri ise Çizelge 4.25’de verilmiştir.

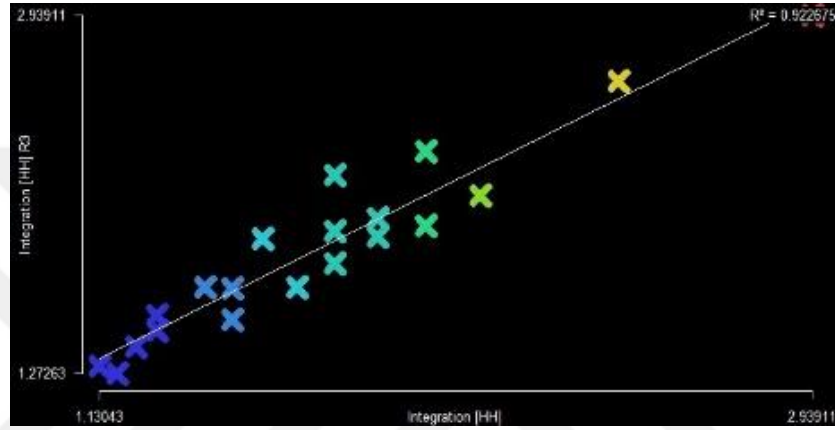


Şekil 4.52. Üçüncü model yerel (R_3) bütünleşme haritası

Çizelge 4.25. Üçüncü model yerel entegrasyon değerleri

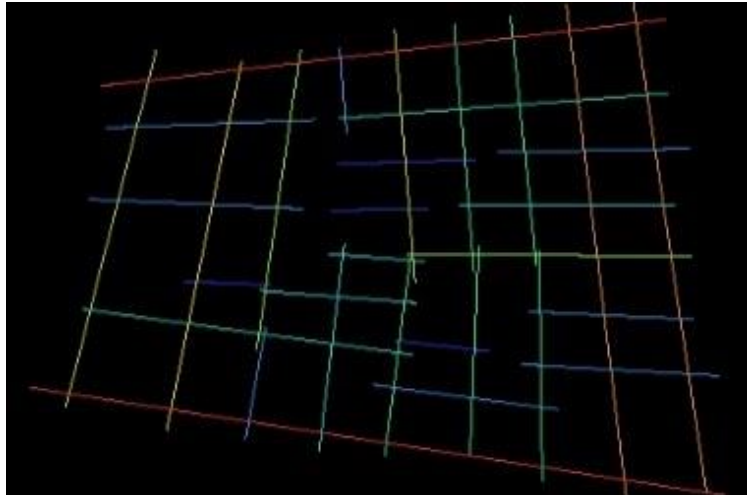
	Yerel Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 3	1,27	1,85	2,94

Modele ait sinerji grafiği Şekil 4.53’de verilmiştir. Sinerji değeri 0.92 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.53. Üçüncü model sinerji grafiği

Dördüncü modelin global (Rn) bütünleşme haritası Şekil 4.54’de gösterilmiştir. Harita ile minimum, ortalama ve maksimum entegrasyon değerleri elde edilmiştir.



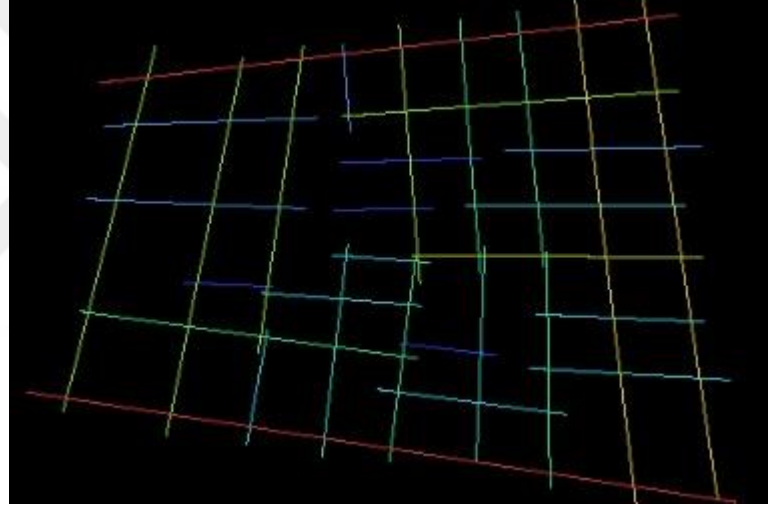
Şekil 4.54. Dördüncü model global (Rn) bütünleşme haritası

Bütünleşme haritası analizi ile modele ait entegrasyon değerleri elde edilmiştir. Değerler Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Dördüncü model global entegrasyon değerleri

	Global Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 4	1,17	1,72	2,61

Şekil 4. 55’de dördüncü modele ait yerel (R3) bütünleşme haritası verilmiştir. Çizelge 4.27’de ise yerel entegrasyon değerleri belirtilmiştir.

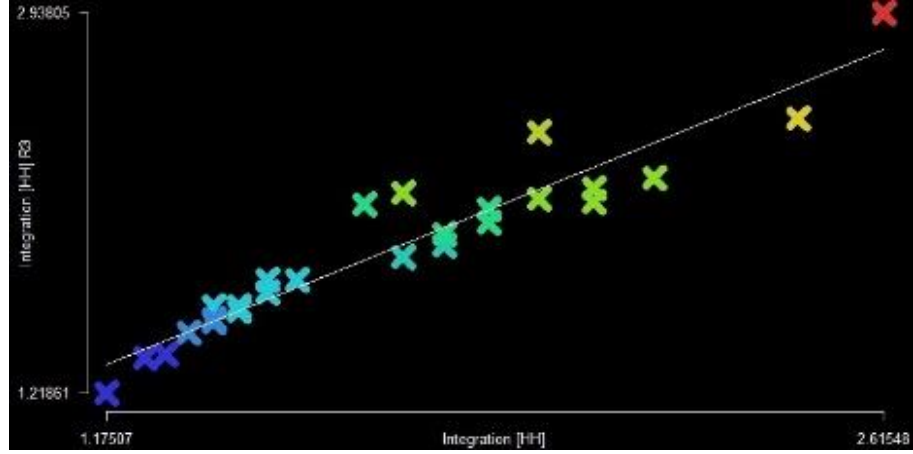


Şekil 4.55. Dördüncü model yerel (R3) bütünleşme haritası

Çizelge 4.27. Dördüncü model yerel entegrasyon değerleri

	Yerel Entegrasyon Değerleri		
	min	ort	maks
Sayısal Model 4	1,22	1,89	2,93

Dördüncü modelin sinerji grafiği Şekil 4.56’da verilmiştir. Grafik değerlendirildiğinde elde edilen sinerji değeri 0.93 olarak bulunmuştur.

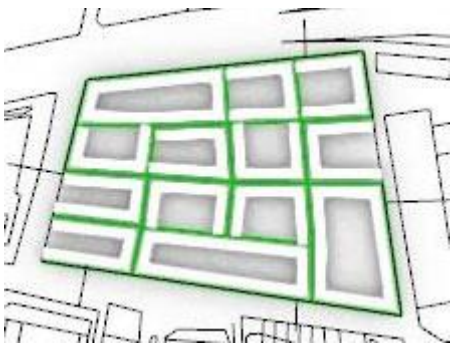
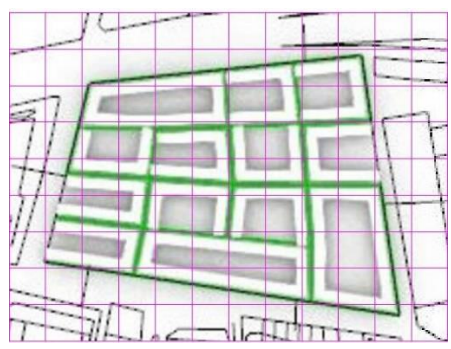


Şekil 4.56. Dördüncü model sinerji grafiği

4.6.2. Fraktal Boyut Analizleri

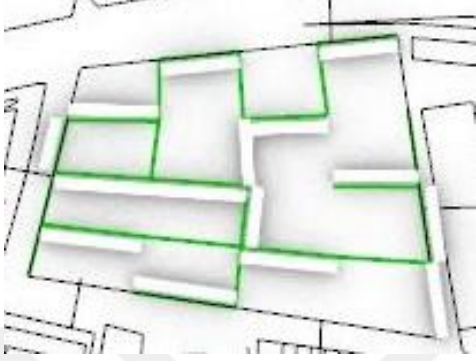
Çalışma kapsamında, sayısal modellerin fraktal kurguya dayalı analizleri yapılmıştır. Analizler, Image J yazılımı FracLac eklentisi kullanılarak kutu sayma yöntemi ile yapılmıştır. Analiz için, grid konumu 4, minimum grid boyutu otomatik, maksimum grid boyutu %20, iterasyon ölçeklendirme yöntemi 'power series' ayarları yapılarak, iterasyonlar otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci modele ait analiz sonucu ve fraktal değeri Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Birinci model fraktal boyut analiz ve değeri

Sayısal Model 1	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.7585

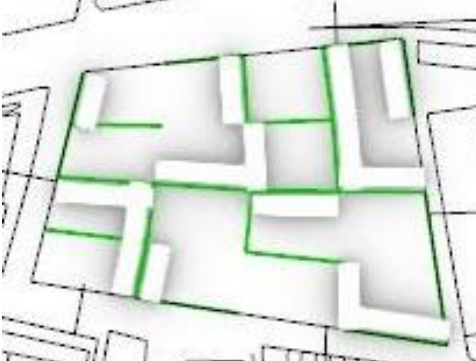
İkinci modele ait analiz sonucu ve fraktal değer Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. İkinci model fraktal boyut analiz ve değeri

Sayısal Model 2	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.5221

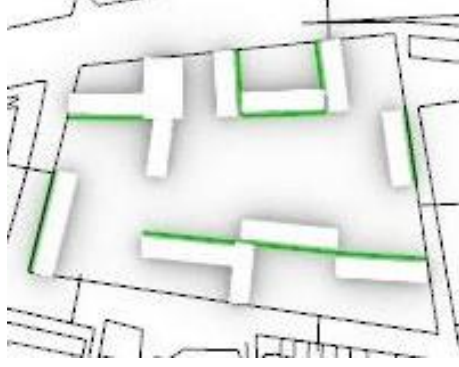
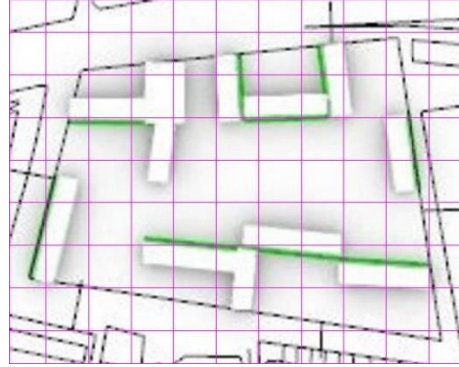
Üçüncü modelin fraktal boyut analizi ve sahip olduğu fraktal değer Çizelge 4.30’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Üçüncü model fraktal boyut analiz ve değeri

Sayısal Model 3	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.5646

Dördüncü sayısal kent modelinin fraktal boyut analizi yapılmıştır. Çizelge 4.31’de modelin fraktal değeri belirtilmiştir.

Çizelge 4.31. Dördüncü model fraktal boyut analiz ve değeri

Sayısal Model 4	Kutu Sayma Yöntemi	FD
		1.5178

4.7. Kaynak ve Uygulama Alanları Doku Karşılaştırmaları

Uygulama alanında, sayısal ortamda üretilen modeller, kaynak alan olan Hanlar Bölgesi güncel geleneksel dokusu ile sayısal olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma mekan dizimsel ve fraktal boyut analizleri ile gerçekleştirilmiştir.

4.7.1. Mekan Dizimsel Karşılaştırma

Kaynak alan Hanlar Bölgesi kent dokusu, mekan dizimsel olarak analiz edilmiş ve uygulama alanında sayısal ortamda üretilen doku modelleri ile karşılaştırılmıştır. Hanlar Bölgesi günümüz fiziksel yapısı için kent ölçeğinde hazırlanan bütünleşme haritaları ile elde edilen global (R_n) ve yerel (R_3) entegrasyon değerleri ile sinerji değeri Çizelge 4.32’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.32. Kaynak Alan kent dokusu mekan dizimsel analiz değerleri

	Global Entegrasyon			Yerel Entegrasyon			Sinerji
	min	ort	maks	min	ort	maks	
Kaynak Alan	0.33	0.63	1.01	0.33	1.45	2.57	0.49

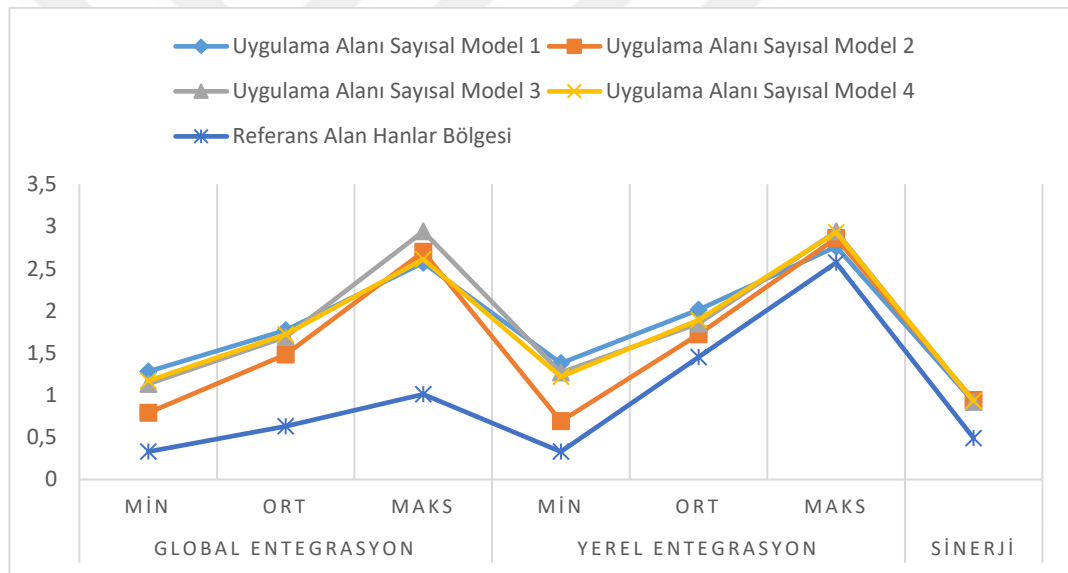
Uygulama alanında elde edilen sayısal kent modellerinin, mekan dizimsel analiz değerleri Çizelge 4.33’de verilmiştir. Minimum, ortalama ve maksimum entegrasyon değerleri ve sinerji değeri belirtilmiştir.

Çizelge 4.33. Uygulama alanı sayısal kent modelleri mekan dizimsel analiz değerleri

	Global Entegrasyon			Yerel Entegrasyon			Sinerji
	min	ort	maks	min	ort	maks	
Sayısal Model 1	1,28	1,77	2,57	1,38	2,01	2,76	0,92
Sayısal Model 2	0,79	1,48	2,70	0,69	1,72	2,86	0,94
Sayısal Model 3	1,13	1,69	2,94	1,27	1,85	2,94	0,92
Sayısal Model 4	1,17	1,72	2,61	1,22	1,89	2,93	0,93

Her iki çalışma alanında elde edilen analiz değerlerinin karşılaştırıldığı korelasyon grafiği Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Çalışma alanları mekansal dizim analiz değerleri karşılaştırılması



4.7.2. Fraktal Kurguya Dayalı Karşılaştırma

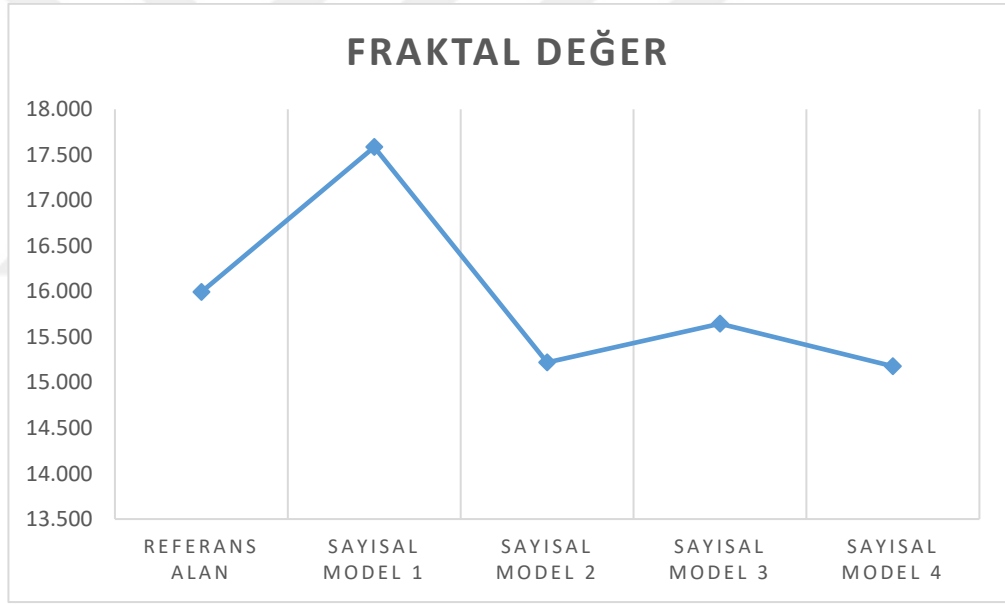
Kaynak alan dokusunun geçmişten günümüze geçirdiği fiziksel durum fraktal boyut analizi ile çalışma kapsamında irdelenmiştir. Bu değişim, benzer şekilde uygulama alanında elde edilen sayısal modellerle de analiz edilmiştir. Fraktal analizle amaçlanan, modellerin kaynak alandaki fraktal boyut özellikleri ile uyumu ya da ayrışmayı ortaya koyabilmektedir. Kaynak alan ile uygulama alanında üretilen modellere ait fraktal boyut değerleri Çizelge 4. 35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Kaynak alan ve sayısal modellerin fraktal değerleri

	Fraktal Değer
Kaynak Alan	1.5992
Sayısal Model 1	1.7585
Sayısal Model 2	1.5221
Sayısal Model 3	1.5646
Sayısal Model 4	1.5178

Kaynak alan ve uygulama alanındaki kent modelleri fraktal değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon grafiği Çizelge 4.36’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Kaynak ve uygulama alanı fraktal değerlerinin karşılaştırılması



5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüz yerleşimlerinde yaşanan değişim, dönüşüm ve geleceğe dair olası durumların tespitine dair yapılan bilimsel çalışmalar, sağlıklı doku-kent planlaması ve sürdürülebilirlik kavramları açısından önemlidir. Bu bağlamda birçok tasarımcı ve araştırmacı, sayısal ortamın kullanılmasıyla birlikte güncel kuram ve yaklaşımlara dayalı analizler yaparak özgün modeller oluşturabilmekte ve öngörülerde bulunabilmektedir. Bu bağlamda çalışma, mimarlıkta üretken tasarım sistemleri araçlarının ön tasarım sürecinde kullanılması ile oluşturulan tasarım ürünlerinin bir örneğini teşkil etmektedir.

Bursa'nın özgün geleneksel kent dokusunun, mekan dizimsel, biçim grameri ve fraktal boyut ile analiz edilerek dokuya ait nitelik ve potansiyellerin ortaya çıkarılması, çalışmanın öngörülen katkılarından biridir. Literatürde bulunan güncel yöntemlerle, geleneksel dokuya ait formel kurguların ve mekan organizasyonlarının sayılarla temsil edilerek, sayısal ortamda yeni mimari doku ve formlara dönüştürülmesi amacı, çalışmanın özgün tarafını oluşturmaktadır. Tasarım ürünlerinin bulundukları çevreyle kurdukları ilişkinin ve çevreye sağlayacakları etkilerin araştırılması, özgün doku ve mimari dilin sürdürülmesi, çalışmanın dikkate aldığı diğer bir konu olarak düşünülmektedir.

Mekan dizimsel analizlerde, aksiyel global entegrasyon, en büyük ölçekte fiziksel entegrasyon modelini temsil etmek için kullanılabilen, sonsuz yarıçaptaki aks çizgilerinin entegrasyon değerleri olarak tanımlanır. Doku ölçekli mekan dizimsel analizler sonucu, kaynak alan olarak belirlenen tarihi hanlar bölgesinde, özgün dokunun en önemli parçaları olan ve hanları birbirine bağlayan yolların ağa dayalı (network) entegre unsurlar olduğu söylenebilir. Hanlar ve çarşı yapılarının en entegre unsur olan sokaklarla oluşturduğu fiziksel kurgu, tarihi yerleşim dokusunun temelini oluşturmaktadır. Sokaklardan sonra en entegre mekanlar, han ve çarşı yapılarının girişlerinin direkt ilişkili olduğu arayüzler ya da meydanlar olarak bulunmuştur. Birden fazla girişi olan hanlarda da, benzer şekilde her bir girişin açıldığı açık kamusal alanlar entegre mekanlardır. Dokunun geneli analiz edildiğinde, bölgenin çevresinde bulunan ve merkez ticari aksların dışında bulunan konutlara ulaşılan sokakların daha az entegre olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aksiyel yerel entegrasyon, yerelleştirilmiş bir entegrasyonu temsil etmek için kullanılabilen 3 yarıçapındaki (kök mekandan iki adım ayrılan) aksiyel çizgilerin entegrasyon değerleri olarak tanımlanır. Bölgenin yerel bütünleşme haritası analizinde de global entegrasyon değerlerine paralel sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Bina ölçekli mekan dizim analizleri için, görünürlük grafikleri hazırlanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Görünürlük grafiği, bir mekansal düzende karşılıklı olarak görülebilen konumların grafiğidir. Görünürlük grafiği analizi, mekansal bir ortamdan türetilen bir görünürlük grafiğinin özelliklerini araştırır. Görünürlük analizi ile bina kullanıcılarının binayı nasıl algıladıkları irdelenmektedir. Çalışma kapsamında hanlar bölgesinde dört han, Bedesten ve Ulucami yapısı görünürlük bağlamında analiz edilmiştir. İki katlı hanlarda plan kat planları aynı olduğundan zemin ile ilişki kurulan katlara ait planların görünürlük analizleri yeterli görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre, hanlar içerisinde en görünür alanlar, avlular olarak bulunmuştur. Han merkez konumunda bulunan avlulardan han girişlerine doğru görünürlük gittikçe azalmaktadır. Hanları oluşturan en küçük birimler olan ticari birimlerin iç mekanları da en az görünür mekanlardır. Bu ticari birimler, han mimari kurgusu içerisinde bina bütününden en fazla ayrışan mekanlar olarak tanımlanabilir. Ticari birimlerin dışında, hanları taç kapıyla sokaklara bağlayan girişlerin de görünür olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Analizi yapılan Bedesten (Çarşı) binasında ise ticari birimleri bağlayan ve kullanıcı sirkülasyonunu sağlayan avlu yine en görünür mekan olarak bulunmuştur.

Çalışmada, kaynak alan olan Hanlar Bölgesi doku ve bina ölçeklerinde biçimsel oluşum bağlamında incelenmiştir. Hanların sahip olduğu mekansal kurgu ve bu kurgu ile birlikte ortaya çıkan özgün doku biçim gramerleri yöntemi ile irdelenmiştir. Doku ölçeğinde yapılan biçim gramerleri analizinde, hanları oluşturan en küçük yapı olan ticari birimler baz alınmıştır. Ataman'ın (2000) göz olarak tanımladığı bu ticari birimler, çeşitli biçimsel kurallar belirlenerek han binasını oluşturmaktadır. Çalışmada doku ölçeğinde biçim grameri analizi için beş kural tanımlanmıştır. Bu kurallardan birincisi, Hanlar Bölgesi ve çevresinin gridal olarak tanımlanmasını belirlemektedir. En küçük han birimi olan ticari birime özdeş birimin eklenmesi ikinci kural olarak uygulanmıştır. En küçük han biriminin han dışında yer alan açık kamusal alanlarla olan ilişkisini üçüncü kural tanımlamıştır. Dördüncü kural, han birimlerinin sokağa bağlandığı noktaları temsil etmektedir. Beşinci

ve son kural ise han girişleri ve bu girişlerin solunda ya da sağında yer alan kapalı birimlerin sokak ile kurduğu ilişkiyi ifade etmektedir. Oluşturulan tüm bu kurallar uygulandığında, Hanlar Bölgesi dokusu biçimsel olarak şekillenmektedir.

Biçim gramerleri analizleri bina ölçeğinde de belirlenen yedi kuralla tanımlanmıştır. Birinci kural, en küçük ticari birime özdeş başka bir ticari birimin eklenmesini tanımlamaktadır. İkinci kuralla taç kapıdan sonra han iç mekanlarına geçişi sağlayan yarı açık birimlerin eklenmesi düzenlenmiştir. Taç kapının ticari birimle kurduğu fiziksel ilişki üçüncü kuralla tanımlanmıştır. Dördüncü kural, revak strüktürünü taşıyan sütunların ticari birime nasıl eklendiğini tanımlamaktadır. Beşinci kural, ticari birimleri köşelerde birbirine bağlayan kareye yakın planlı köşe birimlerin fiziksel birleşimini temsil etmektedir. İki katlı hanların katlar arasındaki sirkülasyonunu sağlayan ve han girişlerinin sağ ve solunda simetrik olarak bulunan merdivenlerin eklenmesini altıncı kural tanımlamaktadır. Yedinci kural, han avlularında bulunan şadırvan ve mescit yapılarının eklenmesini temsil etmek üzere oluşturulmuştur. Bu kuralların tamamıyla birlikte, hanlara ait mekan organizasyonu, biçimsel olarak standardize edilmiştir.

Hanlar bölgesi dokusu, kent dokusunun karmaşıklığının analiz edildiği bir başka bilimsel yöntem olan fraktal boyut ile analiz edilmiştir. Kutu sayma yöntemi kullanılarak yapılan analizlere göre, Hanlar Bölgesi 1862 yılı dokusu fraktal değeri 1.5992 olarak bulunmuştur. Günümüz dokusu fraktal değeri ise 1.7774 olarak elde edilmiştir. Bu değerler gözönünde bulundurulduğunda Hanlar Bölgesinin geçmişte, günümüze oranla fraktal değerler birbirine yakın olmasına rağmen daha az karmaşık olduğu söylenebilir.

Yapılan mekan dizim ve üretken sistem araçları analizlerinde, sonra uygulama alanı olan Santral Garaj bölgesinde çalışmanın sentez aşaması kapsamında sokak ağları, imar adaları ve mimari dokular üretilmiştir. Uygulama alanı, dört önemli bölge ile çevrelendiğinden, her bir üretim aşaması için dört örnek incelenmiştir. Uygulama alanının kuzeyinde önemli bir ulaşım aksı olan İzmir-Ankara karayolu, doğusunda Kent Meydanı Alışveriş Merkezi, batısında çeşitli ticari birimler, kamu yapıları, meydan ve önemli ulaşım noktalarının bulunduğu bölge ve güneyinde kent merkezi ile alanın bağlantısını sağlayan Fomara bölgesi bulunmaktadır. Sayısal üretimler, bu dört önemli kentsel odak noktaları baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

Grasshopper yazılımı eklentisi Decoding Spaces aracı bileşenleri kullanılarak önce sokak ağları üretimleri sayısal olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama ve kaynak alanlarında sokak ağları, imar adaları gibi 2 boyutlu fiziksel doku elemanları analiz edildiğinden topoğrafya ihmal edilmiştir. Sokak ağları üretimleri gerçekleştirilirken, kaynak alanda mevcut sokak genişlikleri olan 5 metre ile 15 metre aralığı girdi olarak kullanılmıştır. Alanın çevresinde yer alan bölgelerle ilişki kuracak şekilde birtakım akslar tanımlanarak, gridal ve organik kurgulara sahip sokak ağları üretimleri sağlanmıştır.

Sentez aşamasının ikinci adımı olarak, uygulama alanında imar adası üretimleri elde edilmiştir. Sokak ağları üretimindeki verilere ek olarak, imar adaları için minimum ada genişliği 10 metre, maksimum ada genişliği 100 metre olacak şekilde aralık tanımlanarak bileşende uygulanmıştır.

Sayısal mimari doku üretimlerinde, sokak ağı, imar adaları ve bina üretimleri birlikte gerçekleştirilmiştir. Bina yüksekliği maksimum 20 metre olacak şekilde bileşen girdisi olarak kullanılmıştır. Üretilen dört modelden birincisi, alanın kuzey batısında yer alan açık kamusal ve yeşil alanlarla ilişki kurulabilmesi öngörülerek oluşturulmuştur. İkinci model, uygulama alanının doğusunda yer alan alışveriş merkezi ile güçlü fiziksel bir ilişki öngörülerek oluşturulmuştur. Üçüncü model, uygulama alanının kaynak alanla dolaylı etkileşimini sağlayan Fomara bölgesiyle ilişkili olarak üretilmiştir. Dördüncü ve son model ise alanın batısında yer alan, bölge için önemli bir kent sirkülasyon bölgesi ile ilişkili olarak üretilmiştir. Dört modelin herbiri, kendi içerisinde bina dışında çeşitli arayüzler, kentsel/kamusal açık alanlar öneren modellerdir.

Üretilen sayısal mimari dokular, çalışmanın değerlendirme aşaması kapsamında mekan dizimsel ve fraktal boyut ölçeğinde incelenmiştir. Kentsel mekanın okunabilirliği analizi kapsamında yapılan analizler sonucunda kaynak alanın sinerji değeri 0.49 iken, sayısal mimari dokulara ait değerler sırasıyla birinci model için 0.92, ikinci model için 0.94, üçüncü model için yine 0.92 ve dördüncü model için 0.93 bulunmuştur. Değerler kıyaslandığında, sayısal mimari dokuların daha okunur olduğu söylenebilir. Fraktal boyut analizlerinde, günümüzde kaynak alana ait fraktal değer 1.5992 iken, birinci sayısal mimari dokuda 1.7585, ikinci mimari dokuda 1.5221, üçüncü mimari dokuda 1.5646 ve dördüncü mimari dokuda 1.5178 olarak bulunmuştur. Mekan dizimsel analizlerde sayısal

mimari dokularının hepsi kaynak alandan daha fazla okunabilirken; fraktal değerler kıyaslandığında birinci sayısal mimari dokunun kaynak alana oranla daha karmaşıık bir yapıya sahip olduğu değerlendirilmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü sayısal modellerin fraktal değerleri, kaynak alan fraktal değerlerine yakın olmasına rağmen daha az karmaşıık bir yapıya sahip olarak analiz edilmişlerdir.

Çalışmanın temel amacı, yeni bir Hanlar Bölgesi dokusu ortaya koymak yerine, Hanlar Bölgesi'ni özgün kılan doku karakteristiğinin üretilen dokular özelinde değerlendirilmesi ve yorumlanmasıdır. Üretilen dokuların uygulama alanını biçimlendirii ve alanın çevresiyle olan ilişkilerini nasıl etkilediği, çalışma kapsamında analiz edilmiştir. Analiz verileri ile uygulama alanında yer alan kentsel/kamusal boşluklar etrafında şekillenen modeller elde edilmiştir. Bu modeller, uygulandıkları alanda mevcut doku ile ilişki kurma, fiziksel sürdürülebilirlik ve kentsel kimlik kapsamında tartişılma imkanı vermektedir.

Sayısal ortamda elde edilmesi sebebiyle, çalışmada önerilen mimari dokular kısa sürede yenilenebilir ve değiştirilebilir modellerdir. Çalışma, özgün kent dokusunun potansiyelini analiz verileriyle ortaya koymanın yanı sıra, kenti şekillendiren dokunun dinamiklerini, kent için önemli odak noktalarında ön tasarım aşamasında kullanabilmek ačíısından bir altlık oluşturması itibarı ile önemli görülmektedir.

Çalışma ile sayısal ortamda girdi olarak kullanılan sayısal veriler, uygulama alanı dışında başka kentsel alanlarda da çeşitli mimari doku üretimleri için kullanılabilir. Çalışmanın hedeflerinden biri de analizlerle elde edilen sayısal verilerin, geleneksel dokuya özgü parametrelerle birlikte bir yazılım arayüzüne dönüştürölmesidir.

KAYNAKLAR

- Aish, R. & Woodbury, R. (2005). Multi-level Interaction in Parametric Design. Lecture Notes in Computer Science. 3638. 151-162. Doi: 10.1007/11536482_13.
- Akkılıç, Y. (1983). Bursa Ansiklopedisi Cilt: I-II, Bursa, Bursa Hakimiyet Gazetesi Yayını.
- Akurgal, E. (1993). Anadolu Uygarlıkları. Net Turistik yayınları. İstanbul.
- Alexander, C. (1964). Notes on the Synthesis of Form (Vol. 5). Harvard University Press.
- Alexander, C. (1965). A city is not a tree. In Architectural forum. pp. 58–62.
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Shlomo, A. (1977). A pattern language: Towns, buildings, construction.
- Alexander, C., Neis, H., Anninou, A., & King, I. F. (1987). A new theory of urban design (Vol. 6). New York: Oxford University Press.
- Aslan, P. Y. (2012). Söylem ve Deneyimde Kamusal Mekanın Dönüşümü: Bursa Kent Meydanı Örneği. YL Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı. İstanbul.
- Ataman, A. (2000). Bir Göz Yapıdan Külliyyeye: Osmanlı Külliyyelerinde Kamusal Mekan Mantığı. Mimarlar Tasarlar yayınları -1-. İstanbul. ISBN: 975-8585-00-2.
- Athenian Agora Excavations. (t.y.). Stoa of Attalos. http://www.agathe.gr/guide/stoa_of_attalos.html
- Aydın, T., Ediz, Ö. & Şen, E. (2018). Bursa Hanlar Bölgesi'ndeki Han Tipolojilerinin Biçim Grameri Yöntemiyle İncelenmesi. Tam metin bildiri. XII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu. Isparta, Türkiye. 21 - 22 Haziran 2018. ss.61-73.
- Bağbancı, Ö. K. (2007). Bursa Hanlar Bölgesi Değişim ve Dönüşüm Sürecinin İncelenmesi ve Bölgenin Korunması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Batty, M. & Longley, P. (1994). Fractal cities: a geometry of form and function, Academic Press.
- Batty, M. (2005). Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics. Environment and Planning A, 37(8), 1373-1394.
- Batty, M. & Torrens, P. (2005). Modeling and prediction in a complex world. Futures. 37. 745-766. 10.1016/j.futures.2004.11.003.

Batty, M. (2007). Cities and complexity: understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals. The MIT press.

Baykal, K. (1982). Bursa ve Anıtları, Türkiye Anıt Çevre Turizm Değerlerini Koruma Vakfı, İstanbul.

Bédard, J.F. (1994). "Introduction," Cities of Artificial Excavation: The Work of Peter Eisenman, 1978-1988. Ed. Jean-François Bédard. New York: Rizzoli International Publications, p. 9-18.

Bentley, P. J. (1996). Generic Evolutionary Design of Solid Objects using a Genetic Algorithm. Thesis of PhD, Division of Computing and Control Systems School of Engineering, The University of Huddersfield, England.

Bentley, P. (1999). An Introduction to Evolutionary Design by Computers. In Kauffman, M. (Editor), Evolutionary Design by Computers, Chap 1. Bennettbooks, Los Angeles, USA.

Bielik, M., Schneider, S. & König, R. (2012). Parametric urban patterns: Exploring and integrating graph-based spatial properties in parametric urban modelling.

Bingöl, O. (1998). Magnesia Ad Maeandrum Menderes Magnesiası, Ankara Müze Eserleri Turistik Yayınları, Ankara.

Bovill, C. (1996). The Fractal Dimension. In: Fractal Geometry in Architecture and Design. Design Science Collection. Birkhäuser, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0843-3_3

Burrough, P. A. (1981). Fractal dimensions of landscapes and other environmental data. Nature, 294(5838), 240-242.

Burru, M. (2011). Geometry Working Beyond Effect. Archit Design, 81:80-89. <https://doi.org/10.1002/ad.1272>

Cagan, J., Shimada, K., & Yin, S. (2002). A survey of computational approaches to three-dimensional layout problems. Computer-Aided Design, 34(8), 597-611.

Çağdaş, G. (1996). A shape grammar: the language of traditional Turkish houses. Environment and Planning B: Planning and Design, 23(4), 443-464.

Castle, C. & Crooks, A.T. (2006). Principles and Concepts of Agent-Based Modelling for Developing Geospatial Simulations.

Celani, G., Beirão, J., Duarte, J. & Vaz, C. (2011). Optimizing the “characteristic structure”: Combining shape grammars and genetic algorithms to generate urban patterns. 491-500. 10.52842/conf.ecaade.2011.491.

Cezar, M. (1985). *Tipik Yapılarıyla Osmanlı Şehirciliğinde Çarşı ve Klasik Dönem İmar Sistem*, Milli Eğitim Yayınevi, İstanbul.

Chouchoulas, O. (2003). *Shape evolution: an algorithmic method for conceptual architectural design combining shape grammars and genetic algorithms* (Doctoral dissertation, University of Bath).

Chomsky, N. (1956). Three models for the description of language. *IRE Transactions on Information Theory*, 2, 113-124.

Chomsky, N. (1965). Persistent topics in linguistic theory. *Diogenes*, 13(51), 13-20.

Christiansen, F. B., & Feldman, M. W. (1998). Algorithms, genetics, and populations: the schemata theorem revisited. *Complexity*, 3(3), 57-64.

Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: design discipline versus design science. *Design Issues*, 17(3) pp. 49–55.

Dara, R. (2000). *Saklı Zamanlar*. Asa Basımevi. Bursa.

Davis, D. (2013). A history of parametric. <http://www.danieldavis.com/a-historyof-parametric/>

Davis, D. (2013). *Modelled on software engineering: Flexible parametric models in the practice of architecture* (Doctoral dissertation, RMIT University).

De Jong, K. (2006). *Evolutionary Computation – A Unified Approach*.

Driscoll, J. C. (2019). *Fractals as basis for design and critique* (Order No. 22591997). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global; Publicly Available Content Database. (2306306963). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/fractals-as-basis-design-critique/docview/2306306963/se-2>

Duarte, J. P. (2001). *Customizing Mass Housing: A Discursive Grammar for Siza's Malagueira Houses*, PhD Thesis, MIT.

Duarte, J. P. (2005). Towards the Mass Customization of Housing: The Grammar of Siza's Houses at Malagueira. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(3), 347–380. <https://doi.org/10.1068/b31124>

Duarte, J., Rocha, J., & Soares, G. (2007). Unveiling the structure of the Marrakech Medina: A shape grammar and an interpreter for generating urban form. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 21(4), 317-349. doi:10.1017/S0890060407000315

Dursun, P. (2002). *Trabzon kentsel dokusunda morfolojik analiz*. (Morphological surveys of the urban pattern of Trabzon). Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Ediz, Ö. M. (2003). Mimari Tasarımda Fraktal Kurguya Dayalı Üretken Bir Yaklaşım. (Doktora Tezi). İstanbul: İTÜ FBE.

Ediz, Ö. M. ve Çağdaş, G. (2006). Kaos, Fraktaller ve Mimari Tasarım, Science and Engineering Journal of İstanbul Kültür University 155-160.

Ediz, Ö. & Çağdaş, G. (2007). A Computational Architectural Design Model Based On Fractals. Openhouse International, 32(2), 36-45.

Ediz, Ö. & Gürsakar, N. (2010). Bursa Çarşı Makroformundaki Saçılmanın Fraktal Boyut ile Belirlenmesi . Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi , 15 (2) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uumfd/issue/21675/233275>.

Ediz, Ö. ve Ostwald, M. J. (2012). "The Suleymaniye Mosque: A computational fractal analysis of visual complexity and layering in Sinan's masterwork". ARQ- Architectural Research Quarterly, 16(2), 171-182.

Elbas, A. (2011). Bursa'nın köklü eğitim kurumları: Bursa Erkek Lisesi (Bursa Mektebi Sultanisi).

El-Showk, S., Paulos, M., Poland, D., Rychkov, S., Simmons-Duffin, D., & Vichi, A. (2014). Conformal field theories in fractional dimensions. Physical review letters, 112(14), 141601.

Encarnaç o, S., Gaudiano, M., Santos, F. C., Tened rio, J. A., & Pacheco, J. M. (2012). Fractal cartography of urban areas. Scientific Reports, 2(1), 1-5.

Eri ok, A. G. (2011). Bursa'nın Kentsel Gelişmesinin Tarihi Ticaret Merkezi Üzerine Etkileri. Cumhuriyet D neminde Bursa'da Kentleşme Sempozyumu. Bursa, T rkiye. 22 -23 Eyl l 2011. ss.139-149.

Erkan, R. (2010). Kentleşme ve Sosyal Değişme. Ankara: Bilim Adamı Yayınları

Flemming, U. (1987a). More than the sum of parts: the grammar of Queen Anne houses, Environment and Planning B: Planning and Design, 14, 323-350.

Flemming, U. (1987b). The role of shape grammars in the analysis and creation of design, in Computability of Designs, 245-272, New York.

Fogel, D. B. (1994). An introduction to simulated evolutionary optimization. IEEE transactions on neural networks, 5(1), 3-14.

Frazer, J. & Architectural Association (Gran Bretanya) (1995). An Evolutionary architecture. London: Architectural Association.

Funes P. & Pollack. J. B. (1999), Computer evolution of buildable objects in P. Bentley (ed.), Evolutionary Design by Computers, Morgan-Kaufmann, San Francisco, pp. 387-403.

- Galanter, P. (2003). What is generative art? Complexity theory as a context for art theory.
- Gero, J. S. & Kazakov, V. (1996). Evolving building blocks for design using genetic engineering: A formal approach, in Gero, J. S. (ed.) *Advances in Formal Design Methods for CAD*, Chapman and Hall, London, pp. 31-50.
- Gips, J. (1979). Artificial Intelligence. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 6(3), 353–364. <https://doi.org/10.1068/b060353>
- Goldberg, D. E. (1999). Genetic and evolutionary algorithms in the real world. IlliGAL Report, 99013.
- Gürbüz, E., Çağdaş, G., & Alaçam, S. (2010). A Generative Design Model for Gaziantep's Traditional Pattern. *Future Cities*. 28th eCAADe International Conference. Zürich. pp. 841-849.
- Gürhan, P. (2013). Bursa Hanlar Bölgesinde Yer Alan Hanlar Üzerine Bir İnceleme. I. Türkiye Lisanüstü Çalışmaları Kongresi. Bildiriler Kitabı V. İstanbul.
- Ham, D. (13 Nisan 2013). *Shape Grammars in Motion*. <https://logicgrip.com/director/post01.html>
- Hasol, D. (2005). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü 9. Baskı. İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.
- Heppenstall, A. J., Evans, A. J., & Birkin, M. H. (2007). Genetic Algorithm Optimisation of An Agent-Based Model for Simulating a Retail Market. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(6), 1051–1070. <https://doi.org/10.1068/b32068>
- Herr, C. M., & Kvan, T. (2007). Adapting cellular automata to support the architectural design process. *Automation in Construction*. Volume 16, Issue 1, 2007, 61-69.
- Hianá Teo, H. (2010) "3D dendritic gold nanostructures: seeded growth of a multi-generation fractal architecture." *Chemical Communications* 46.38 (2010): 7112-7114.
- Hillier, B. & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Holland, J. H. (1973). Genetic algorithms and the optimal allocation of trials. *SIAM journal on computing*, 2(2), 88-105.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. U Michigan Press.
- Holland, J. H. (1998). *Emergence: From chaos to order*. Reading, Mass: Addison-Wesley.

Hospital News. (t.y.). *First Canadian face transplant a success*.
<https://hospitalnews.com/first-canadian-face-transplant-a-success/>

İlhan, C. ve Ediz, Ö. (2019). Kent Dokusu Morfolojik Değişiminin Fraktal Geometri Aracılığıyla Hesaplanması: Bursa Örneği. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 4, 1, 117-140. Doi: 10.26835/my.546927.

Jacobs, J. (1961). Jane jacobs. *The Death and Life of Great American Cities*, 21(1), 13-25.

Johnson, S. (2002). *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software*.

Hanson, J. (1998). *Decoding homes and houses*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kalay, Y. E. (2004). *Architecture's new media: Principles, theories, and methods of computer-aided design*. MIT press.

Kaplanoglu, R. (1996). *Bursa yer adları ansiklopedisi*. Bursa: Bursa Ticaret Odası Kültür Yayınları.

Karaali, L. (2009). “Santral Garaj’dan Terminale” Başlıklı Yazı, 9 Şubat 2009, (Çevrimiçi) <https://www.latifkaraali.com/2009/02/nereden-nereye%e2%80%a6-3/#more-571>.

Karimi, K. (2012). A configurational approach to analytical urban design: ‘Space syntax’ methodology. *Urban Design International*, 17(4), 297-318.

Karperien, A. (2005). *FracLac Advanced User's Manual*.

Kelly, S. (2018). *Grafting the sub-terrain: Working from the ground up in Mowbray*. University of Cape Town.

Knight, T. W. (1981). The forty-one steps. *Environment and Planning B: planning and design*, 8(1), 97-114.

Knight, T. W. (1994). *Transformations in Design, a Formal Approach to Stylistic Change and Innovation in the Visual Arts*, Cambridge University Press, Cambridge.

Knight, T. W. ve Stiny, G. (2001). Classical and nonclassical computation, *Architectural Research Quarterly*, 5, 355–372

Koenig, R., & Varoudis, T. (2016). Spatial Optimisations - Merging depthmapX, spatial graph networks and evolutionary design in Grasshopper. *Proceedings of the 34th International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe) [Volume 2]*. Doi: 10.3929/ethz-a-010675334.

- Koning, H., & Eizenberg, J. (1981). The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. *Environment and planning B: planning and design*, 8(3), 295-323.
- Korkmaz, P. D., Aksoy, M. & Kahvecioglu, N. P. (2004). Spatial transformation in the City of Mardin [Conference session]. *Proceedings of XXXII IAHS Congress*, Trento, Italy. September 21–25.
- Kotowski, S., Kosiński, W., Michalewicz, Z., Nowicki, J., & Przepiórkiewicz, B. (2008, June). Fractal dimension of trajectory as invariant of genetic algorithms. In *International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing* (pp. 414-425). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kotsampouikidis, J. (2013). *Suburban/Urban Grafting: Towards an Architectural and Urban Hybrid*. A thesis/project. Ryerson University. Toronto, Ontario, Canada.
- Krink, T. & Vollrath, F. (1997). Analysing spider web-building behaviour with rule-based simulations and genetic algorithms. *Journal of theoretical Biology*, 185(3), 321-331.
- Le, C., & Etchells, F. (1971). *The city of tomorrow and its planning*. London: Architectural Press.
- Lewis, J. J. (2015). *The Warrior's Banquet: Syssitia in Ancient Crete*. Doi: 10.13140/RG.2.1.2771.8246.
- Lorenz, W. (2009). Fractal Geometry of Architecture: Implementation of the Box-Counting Method in a CAD-Software. In *Computation: The new realm of architectural design*. pp. 697–704.
- Lu, X., Clements-Croome, D. & Viljanen, M. (2012). Fractal geometry and architecture design: case study review. *Chaotic Modeling and Simulation (CMSIM)*, 2, 311-322.
- Maclachlan, L. (2018). *Making Rules, Making Tools: How Can Shape Grammar Support Creative Making?* PhD Thesis, The Open University, United Kingdom.
- Mahdavi, S. H. & Hanna, S. (2004). Optimising continuous microstructures: a comparison of gradient-based and stochastic methods. In: *Proceedings of SCIS & ISIS 2004. The Joint 2nd International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 5th International Symposium on Advanced Intelligent Systems*. Keio University: Yokohama, Japan.
- Maher, A. (2011). *Designing the design: establishing boundary conditions for designing parametrically*.
- Mandelbrot, B. B. (1977). *Fractals*. San Francisco: Freeman.
- Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature*.
- Marshall, S. (ed.). (2005). *Streets and patterns*, CMP and Springer-Verlag, Berlin.

- McCormack, J., Dorin, A., & Innocent, T. (2004). *Generative Design: A Paradigm for Design Research*.
- Michalewicz, Z. & Schoenauer, M. (1996). Evolutionary algorithms for constrained parameter optimization problems. *Evolutionary computation*, 4(1), 1-32.
- Mitchell, M. (1996). *An introduction to genetic algorithms*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Monedero, J. (2000). Parametric design: a review and some experiences. *Autom Constr* 9(4):369–377
- Nagy, D. (2009). *Urban Magazine: Towards a Collective Purpose*. Publication of the students of Columbia University's Graduate School of Architecture. Columbia
- Osintseva, I. (2017). *Parametric Master Planning of the Waterfront Tanjong Pagar District in Singapore*. Master Thesis. Bauhaus-Universität, Weimar.
- Ostwald, M. J., & Dawes, M. J. (2018). *The mathematics of the modernist villa: Architectural analysis using space syntax and isovists (Vol. 3)*. Birkhäuser.
- Otey, J., Company, P., Contero, M., & Camba, J. D. (2018). Revisiting the design intent concept in the context of mechanical CAD education. *Computer-Aided Design and Applications*, 15(1), 47-60.
- Owens, E. J. (2018). *The city in the Greek and Roman world*. Routledge.
- Özyılmaz, H. (2007). *Diyarbakır Geleneksel Konut Mimarisinde Morfolojik Analiz: Geleneksel Konutların Güncel Kullanımda Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Parish, Y. & Müller, P. (2001). Procedural Modeling of Cities. *Proceedings of SIGGRAPH*. 2001. 301-308. 10.1145/1185657.1185716.
- Payne, A. and Issa, R. (2009). *The grasshopper primer*. Robert McNeel & Associates.
- Pereira, B. I. (2019). Master Planning with Urban Algorithms - Urban parameters, optimization and scenarios. *M. Haeusler, M. A. Schnabel, T. Fukuda (eds.), Intelligent & Informed - Proceedings of the 24th CAADRIA Conference - Volume 2*, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand, 15-18 April 2019, pp. 51-60 <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2019.2.051>
- Pinto, G., Vieira, A. P. & Neto, P. L. (2013). *Parametric urbanism as digital methodology. An urban plan in Beijing*.
- Polat, S. (2005). *Mimarlık ve kentsel yaşam kalitesinin sağlanmasında dönüşüm projelerinin rolü: bursa-santral garaj bölgesi örneği* (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).

Prent, M. (2005). Cretan sanctuaries and cults: continuity and change from Late Minoan IIIC to the Archaic period. Brill.

Prusinkiewicz, P. & Lindenmayer, A. (1990). Graphical modeling using L-systems. In *The Algorithmic Beauty of Plants* (pp. 1-50). Springer, New York, NY.

Puusepp, R. (2011). Generating circulation diagrams for architecture and urban design using multi-agent systems (Doctoral dissertation, University of East London).

Renner, G. (2004). Genetic algorithms in computer-aided design. *Computer-Aided Design and Applications*, 1(1-4), 691-700.

Rian, I. M., Sassone, M. & Asayama, S. (2018). From fractal geometry to architecture: Designing a grid-shell-like structure using the Takagi–Landsberg surface. *Computer-Aided Design*, 98, 40-53.

Richthofen A. V., Da Silva C. R. & Mikhailenko, S. (2011). *Parametric Urban Design Model / Qurm*. <http://aurelvr.com/content/parametric-urban-design-model-qurm-oman-0>

Roth, L. M. (2018). *Understanding architecture: Its elements, history, and meaning*. Routledge.

Rowe, P. G. (1987). *Design Thinking*. Cambridge, Massachusetts.

Rynne, A., & Gaughran, W. (2007, June). Cognitive Modelling Strategies For Optimum Design Intent In Parametric Modelling (Pm). In *2007 Annual Conference & Exposition* (pp. 12-366).

Sass, L. (2006). A wood frame grammar: A generative system for digital fabrication. *International Journal of Architectural Computing*, 4(1), 51-67.

Schnabel, M. A. (2007). Parametric designing in architecture. In *Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007* (pp. 237-250). Springer, Dordrecht.

Scholl, H. J. (2001). Agent-based and system dynamics modeling: a call for cross study and joint research. *Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. pp. 8. doi: 10.1109/HICSS.2001.926296.

Skyttner. (1996). *General systems theory : an introduction*. Macmillan Press.

Stavric, M. & Marina, O. (2011). Parametric modeling for advanced architecture. *International journal of applied mathematics and informatics*, 5(1), 9-16.

Stiny, G. ve Gips, J. (1972). "Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture" *Information Processing 71*, Amsterdam: North-Holland, 1460-1465.

Stiny, G. (1975). *Pictorial and Formal Aspects of Shape and Shape Grammars*.

Stiny, G. (1977). Ice-Ray: A Note on the Generation of Chinese Lattice Designs. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 4, 89 - 98.

Stiny, G. & Mitchell, W. J. (1978). The Palladian Grammar, *Environment and Planning B*, 5, 5-18.

Stiny, G. (1990). What is a design?. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 17(1), 97-103.

Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture* (1st ed.). Taylor and Francis. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/1624839/algorithmic-architecture-pdf> (Original work published 2006)

Testa, P., & Weiser, D. (2002). Emergent structural morphology. *Architectural Design* (155), 13-16.

Traina, C., Traina, A., Faloutsos, C. & Seeger, B. (2000). Fast indexing and visualization of metric data sets using slim-trees," in *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. vol. 14. no. 2. pp. 244-260. March-April 2002. doi: 10.1109/69.991715.

Van der Zee, A. & De Vries, B. (2008). Design by computation. In *Generative Art Conference*. Vol. 11. pp. 35-37.

Weibel, E. R. (1991). Fractal geometry: a design principle for living organisms. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 261(6), L361-L369.

Weinstock, M. (2006). Self-organisation and material constructions. *Architectural Design*, 76(2), 34-41.

Woodbury, R. (2010). *Elements of parametric design*. Taylor and Francis.

Wycherley, R. E. (1993). Antik Çağda Kentler Nasıl Kuruldu?. (Çev: Nur Nirven, Neziha Başgelen). *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*. İstanbul.

Yenal, E. (1996). Osmanlı Başkenti, Osmanlı Kenti Bursa. *Bir Masaldı Bursa*, 19-46.

Zaha Hadid Architects. (2006). *Kartal Masterplan*. <https://www.zaha-hadid.com/masterplans/kartal-pendik-masterplan/>

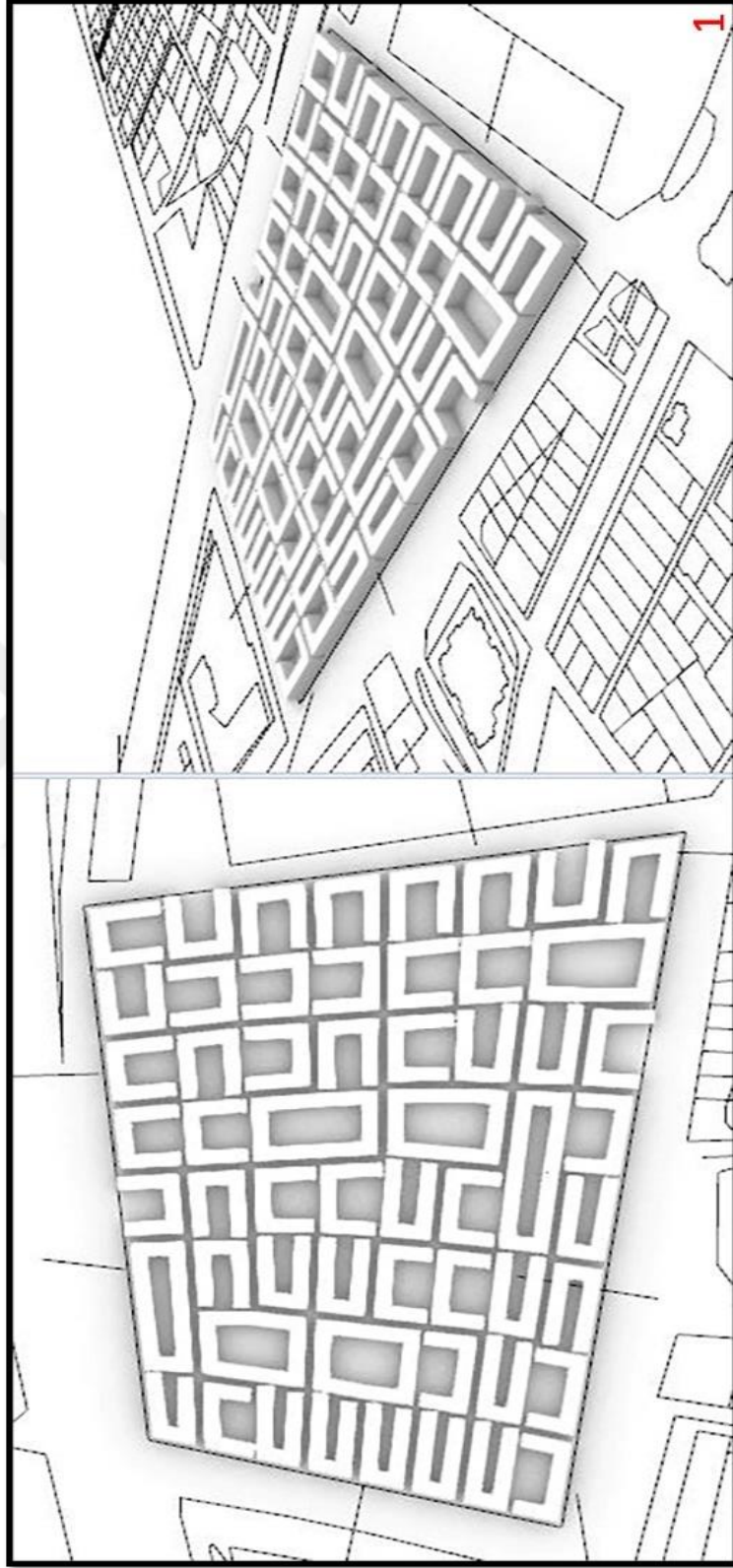
Zee, van der, A., & Vries, de, B. (2008). Design by computation. In C. Soddu (Ed.), *Proceedings of the 11th International Conference on Generative Art 2008* (pp. 35-52)

EKLER

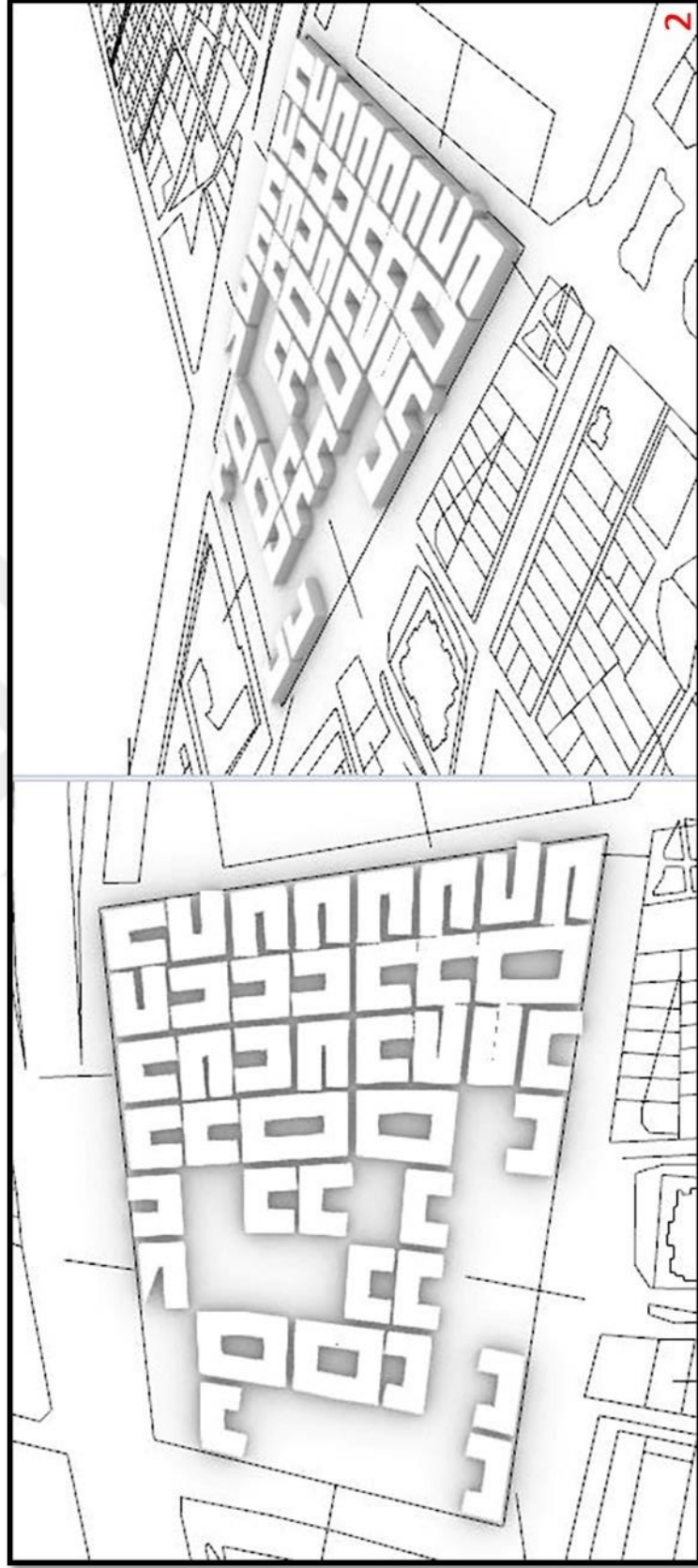
- EK 1** Uygulama alanında rastgele elde edilen sayısal modeller
- EK 2** Sokak ağı üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları
- EK 3** Uygulama alanında rastgele elde edilen sokak ağları
- EK 4** İmar adası üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları
- EK 5** Uygulama alanında rastgele elde edilen imar adaları
- EK 6** Sayısal model üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları



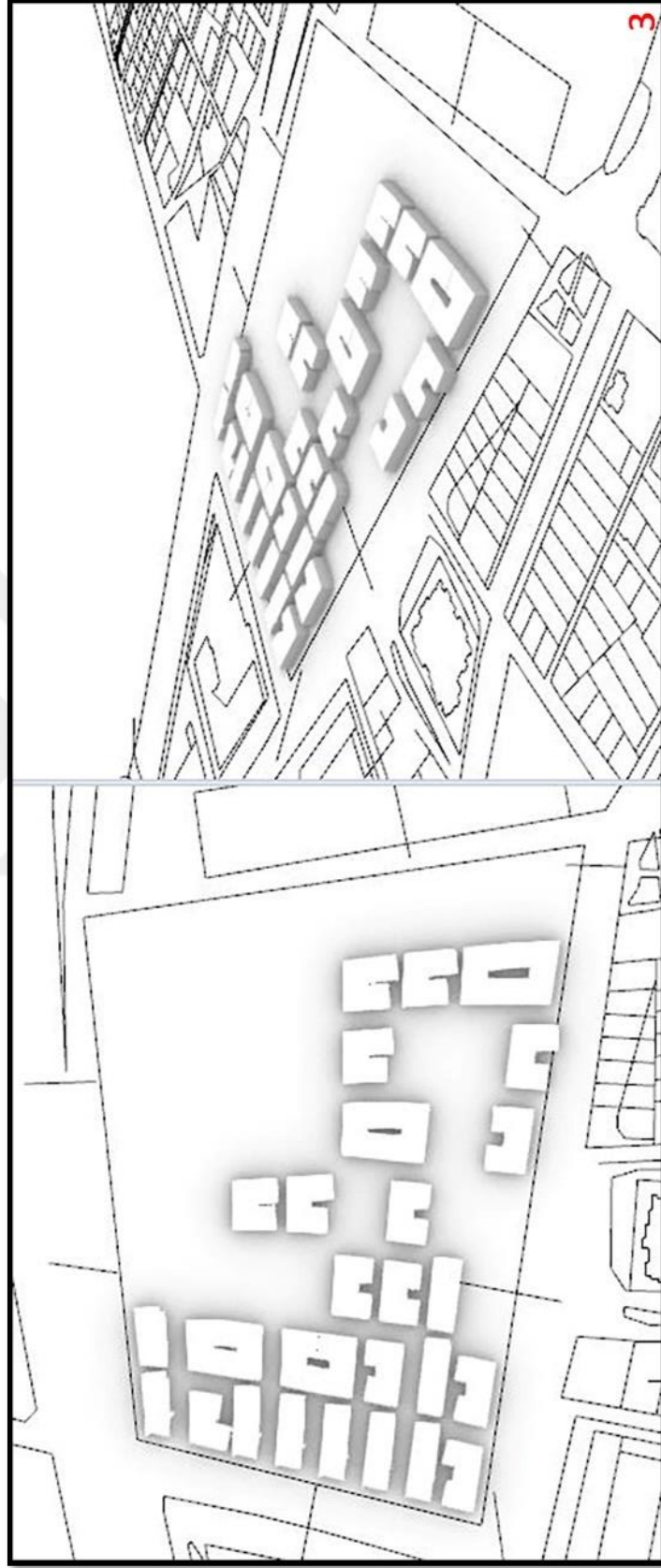
EK 1 – Uygulama alanında elde edilen rastgele modeller



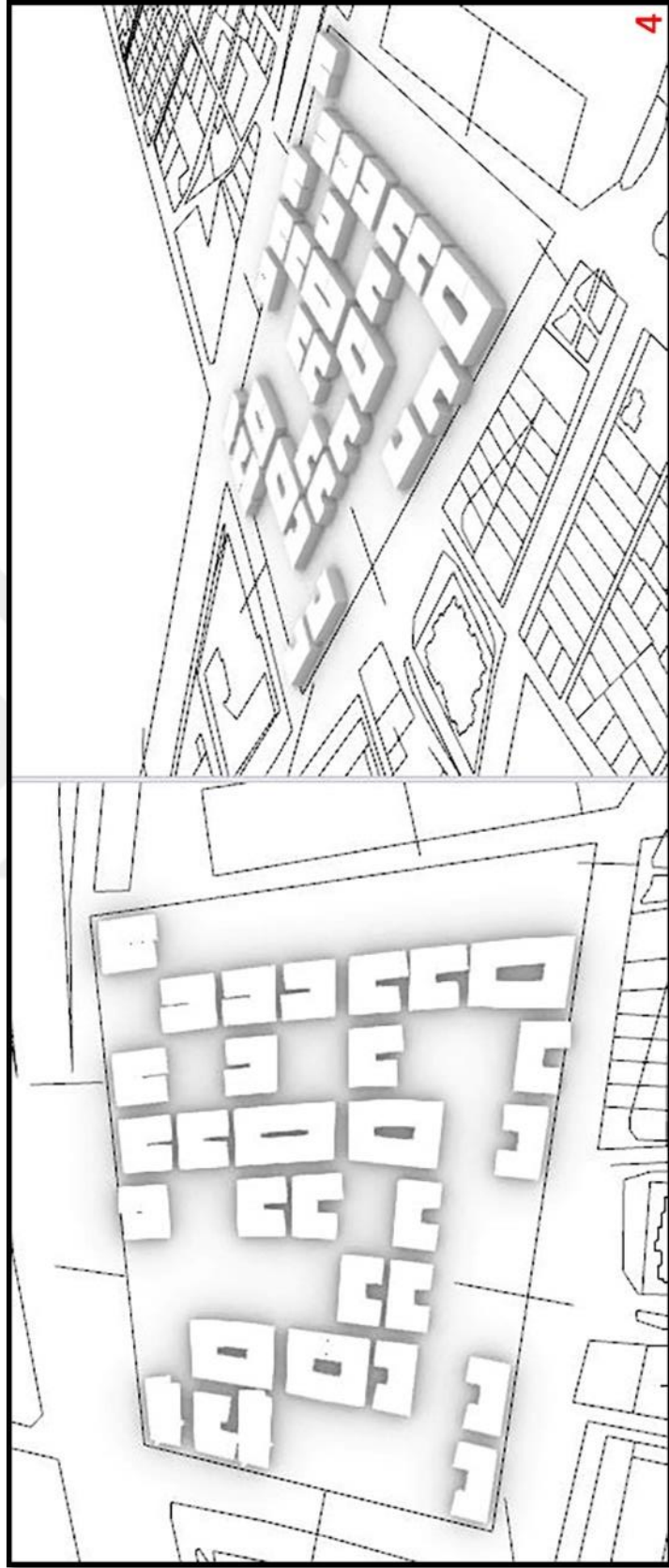
Ek Şekil 1.1. Farklı parametrelerle rastgele elde edilen sayısal model 1



Ek Şekil 1.2. Farklı parametrelerle rastgele elde edilen sayısal model 2



Ek Şekil 1.3. Farklı parametrelerle rastgele elde edilen sayısal model 3

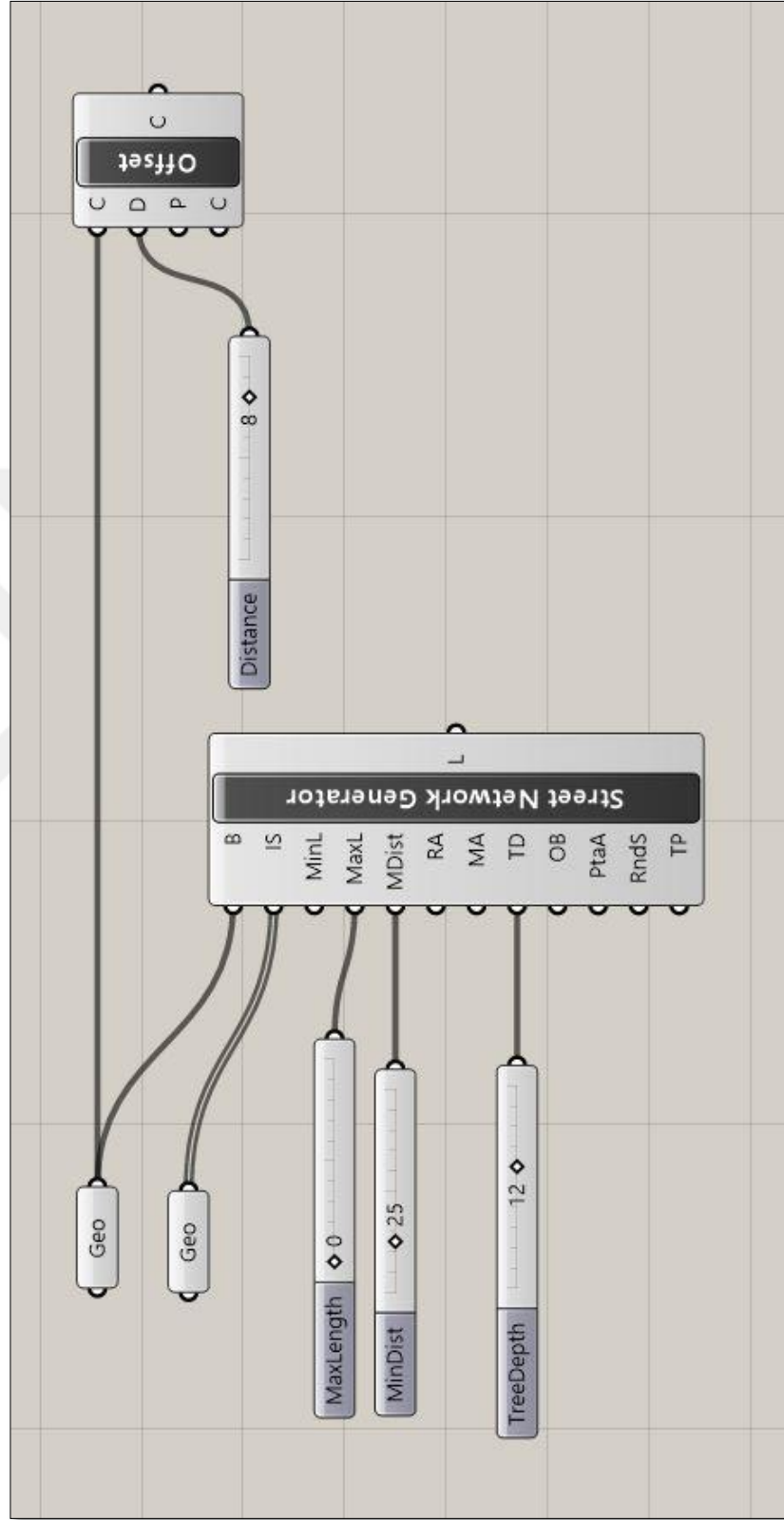


Ek Şekil 1.4. Farklı parametrelerle rastgele elde edilen sayısal model 4

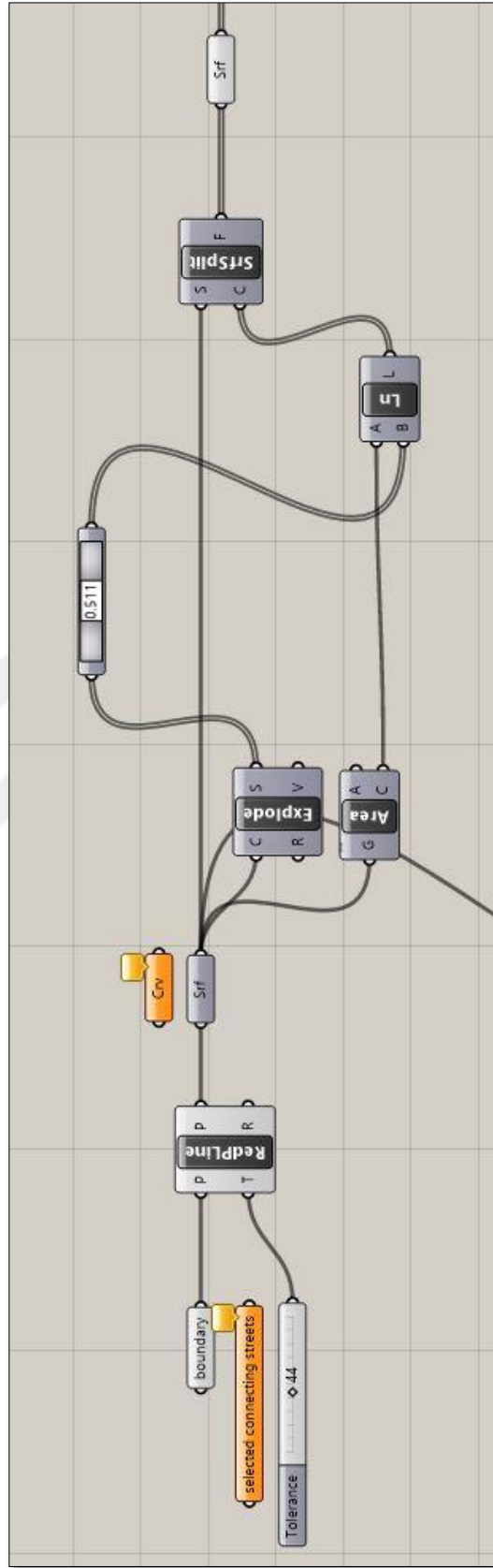


Ek Şekil 1.5. Farklı parametrelerle rastgele elde edilen sayısal model 5

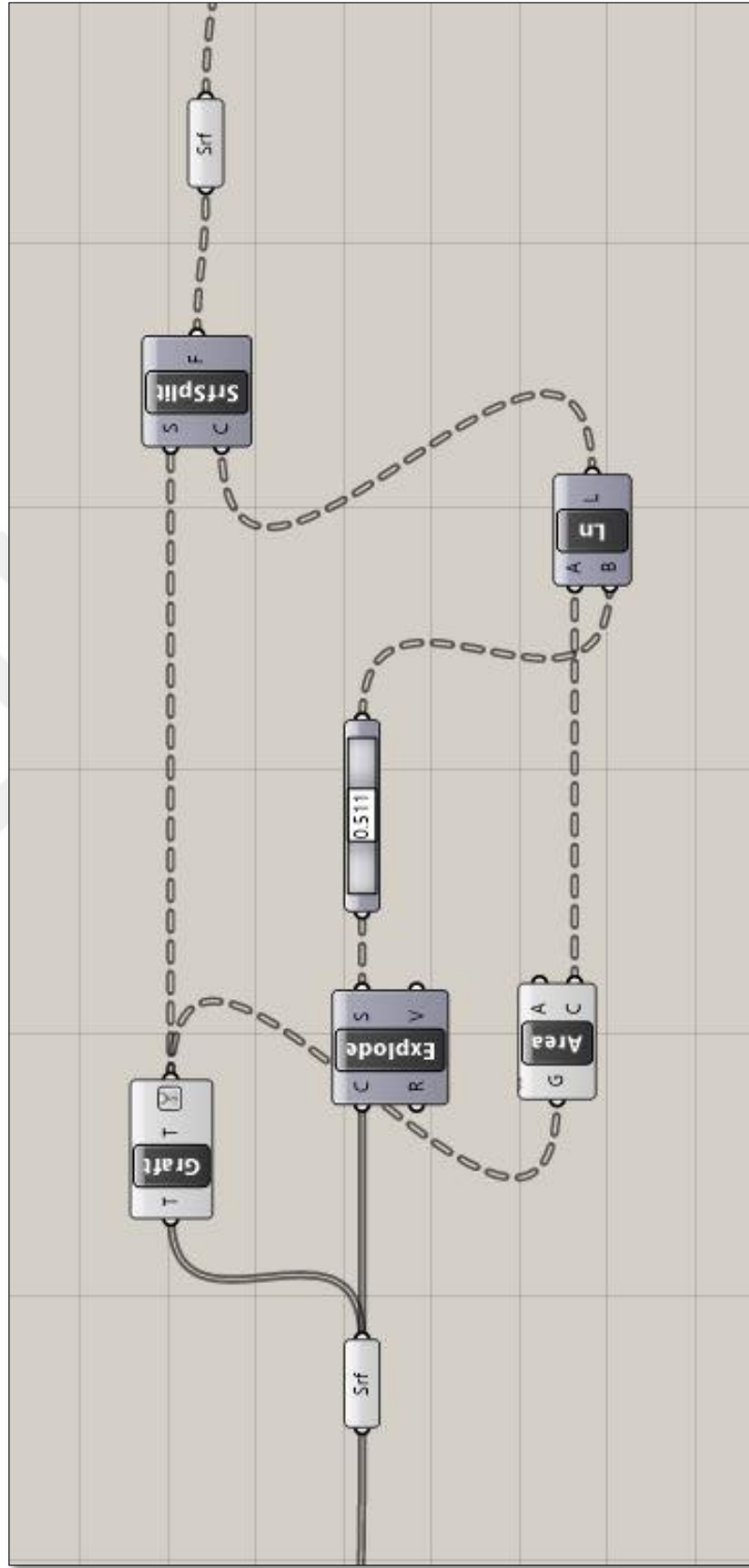
EK 2 – Sokak ağı üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları



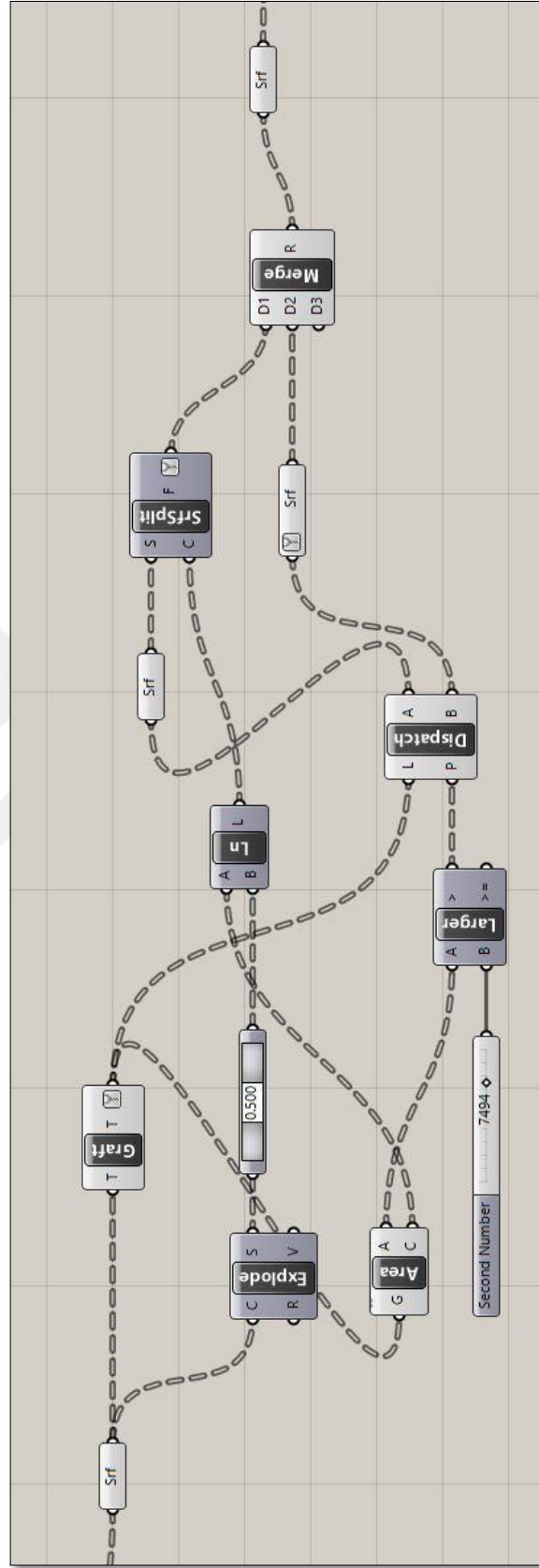
Ek Şekil 2.1. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 1



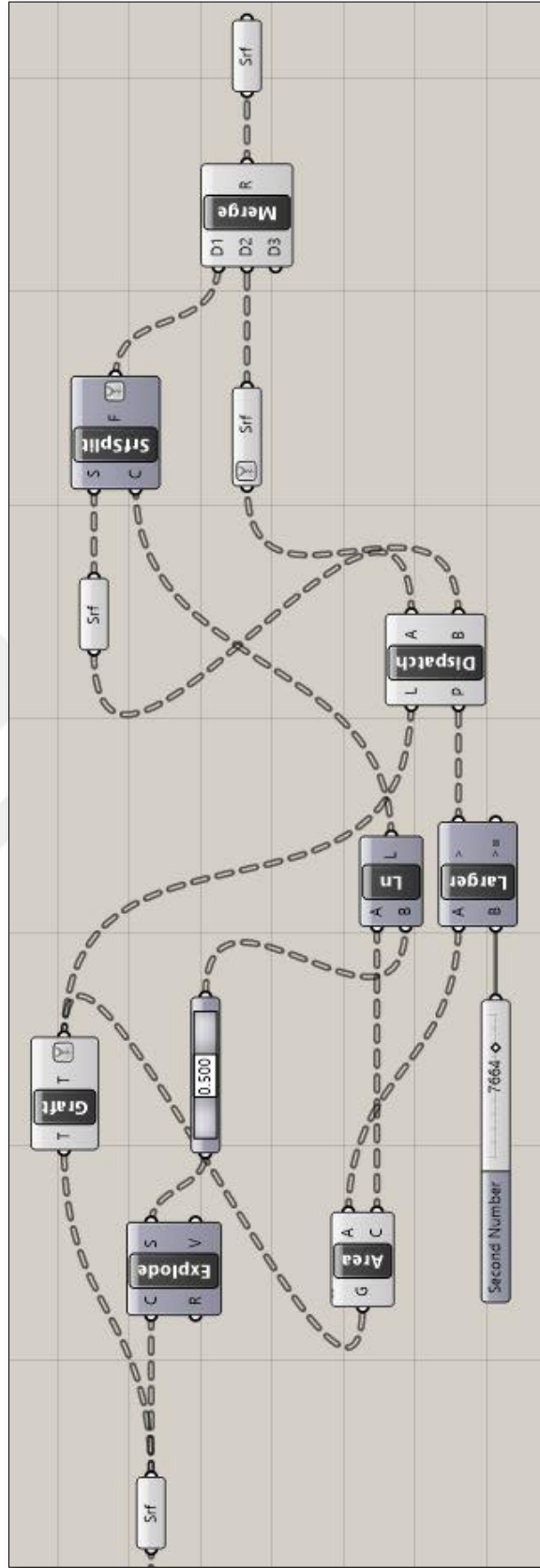
Ek Şekil 2.2. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 2



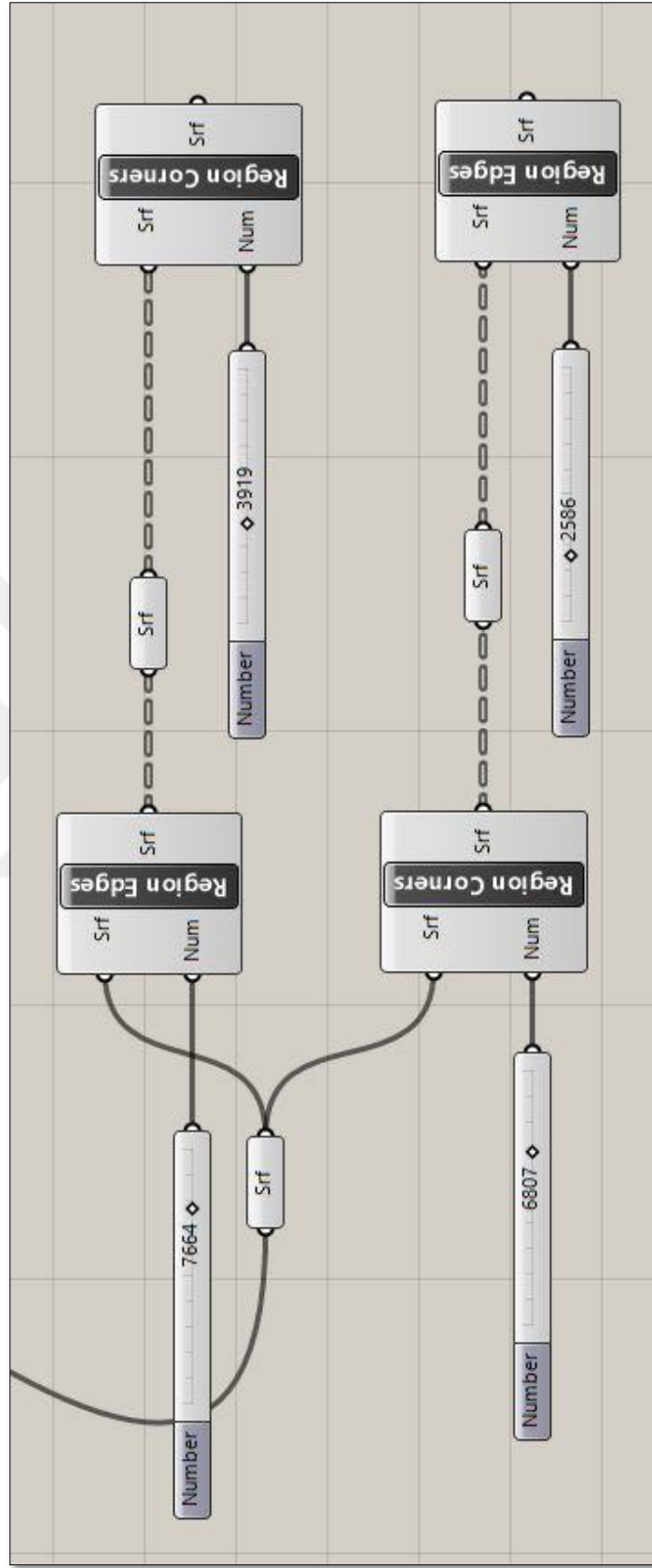
Ek Şekil 2.3. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 3



Ek Şekil 2.4. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 4



Ek Şekil 2.5. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 5

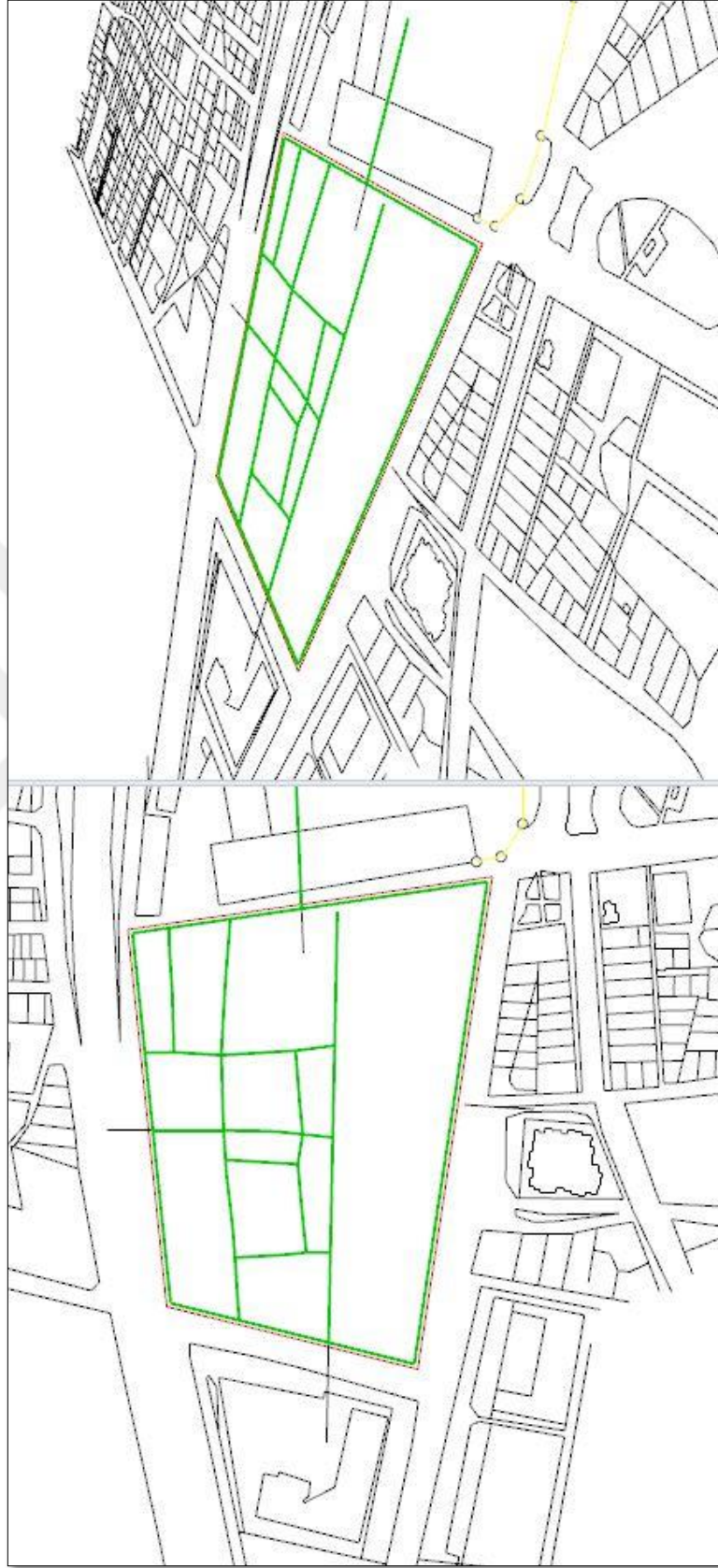


Ek Şekil 2.6. Sokak ağı üretimi bileşen grubu 6

EK 3 - Uygulama alanında rastgele elde edilen sokak ağı



Ek Şekil 3.1. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele sokak ağı 1



Ek Şekil 3.2. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele sokak ağı 2



Ek Şekil 3.3. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele sokak ağı 3

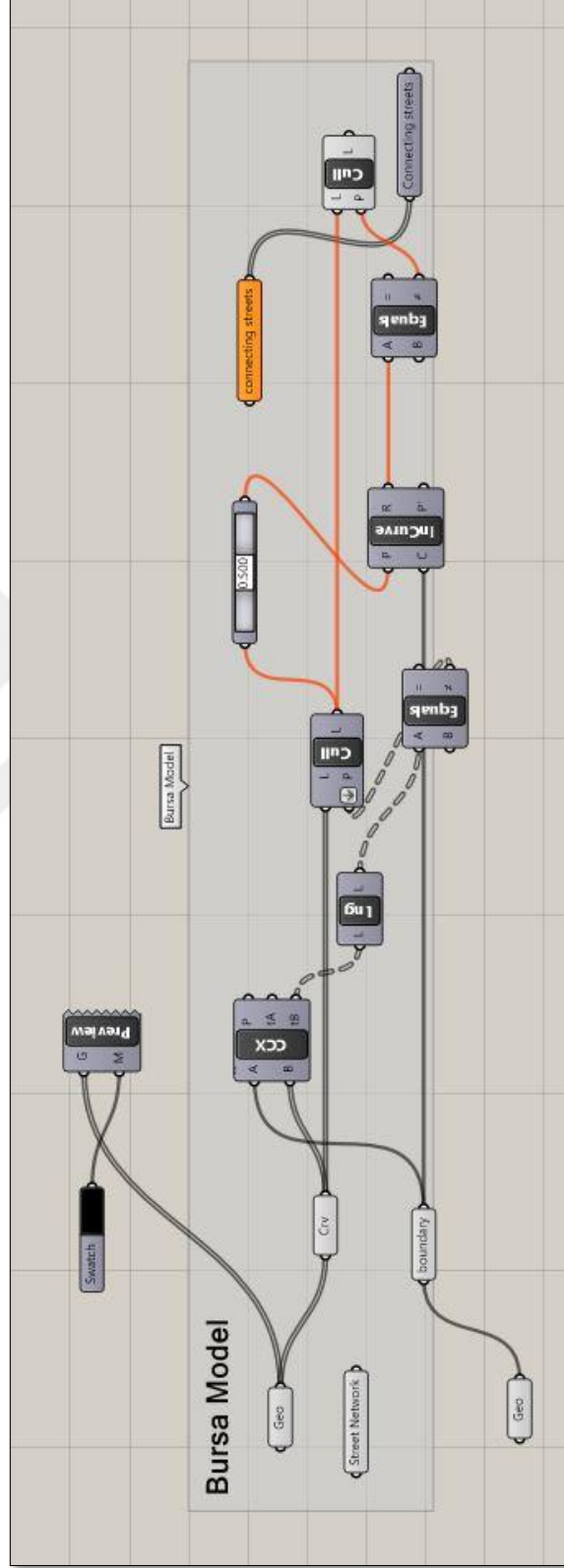


Ek Şekil 3.4. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele sokak ağı 4

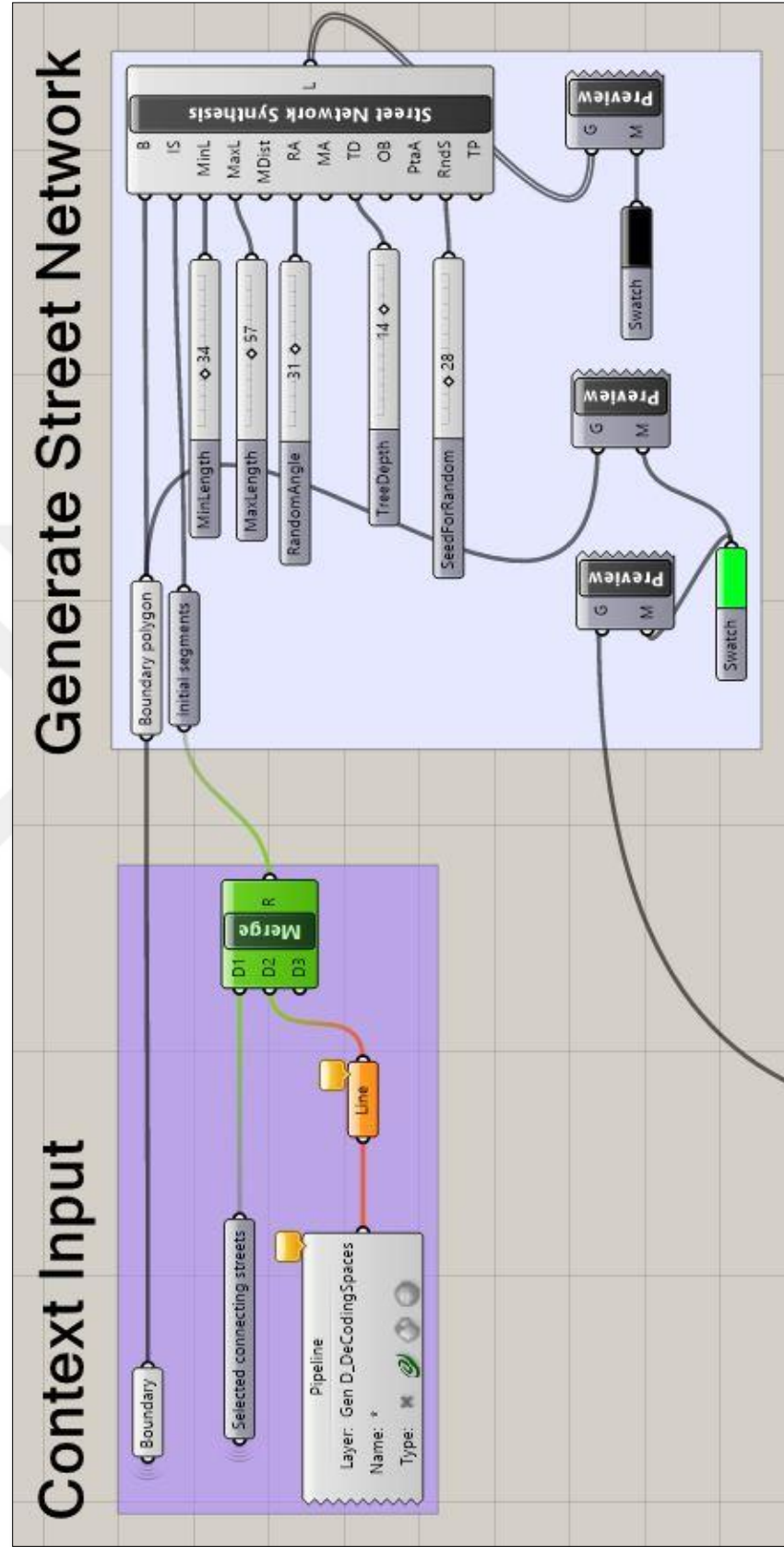


Ek Şekil 3.5. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele sokak ağı 5

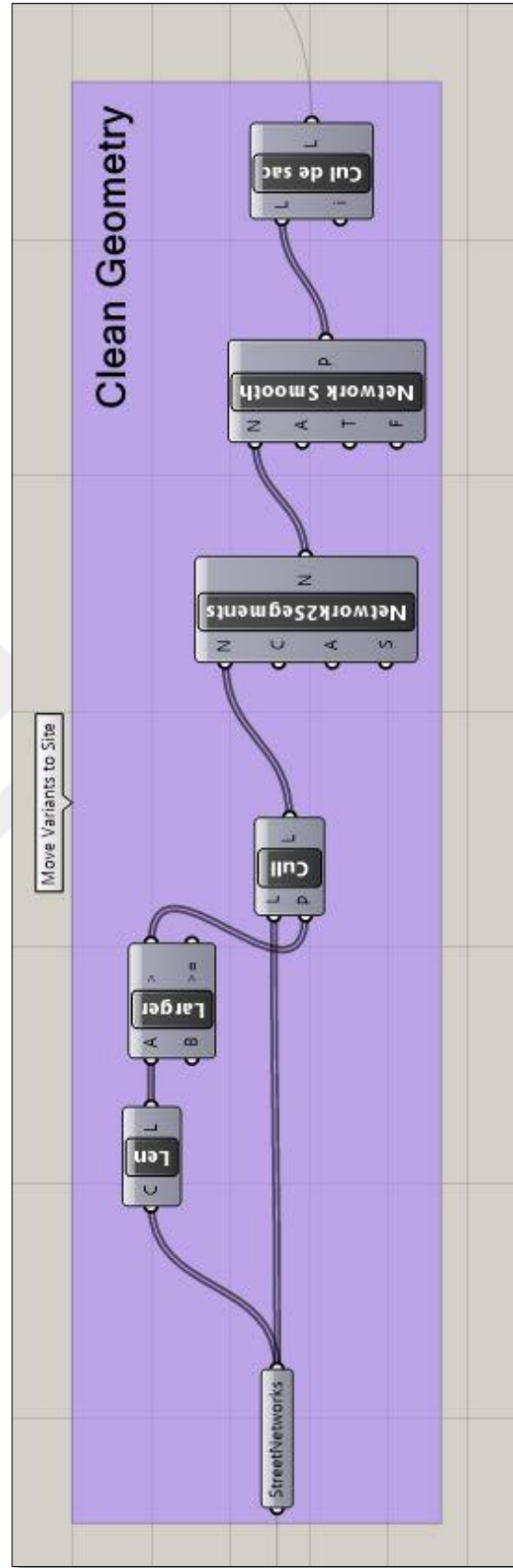
EK 4 - İmar adası üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları



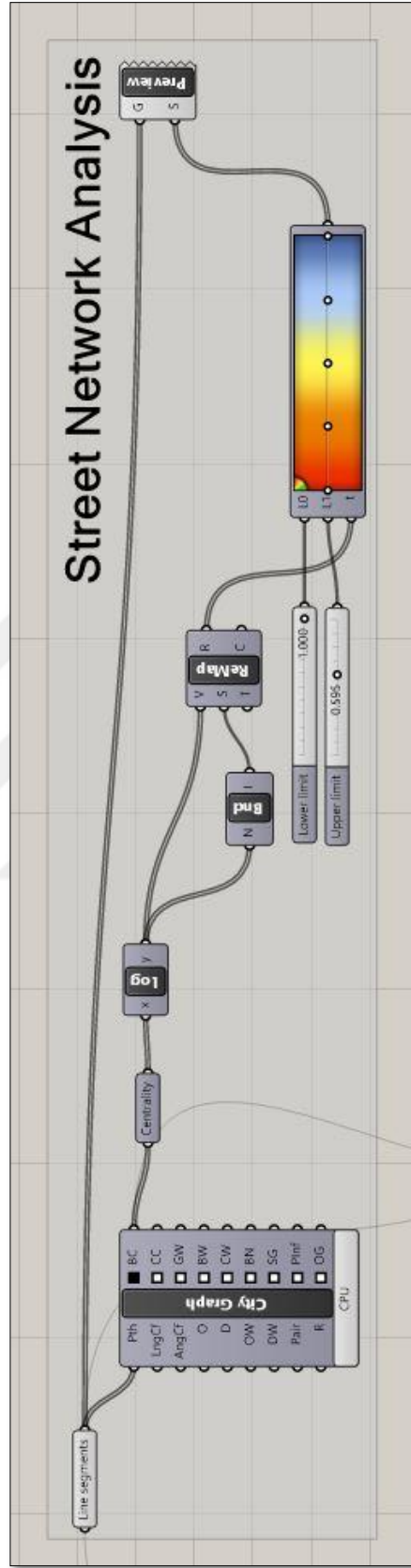
Ek Şekil 4.1. İmar adası üretimi bileşen grubu 1



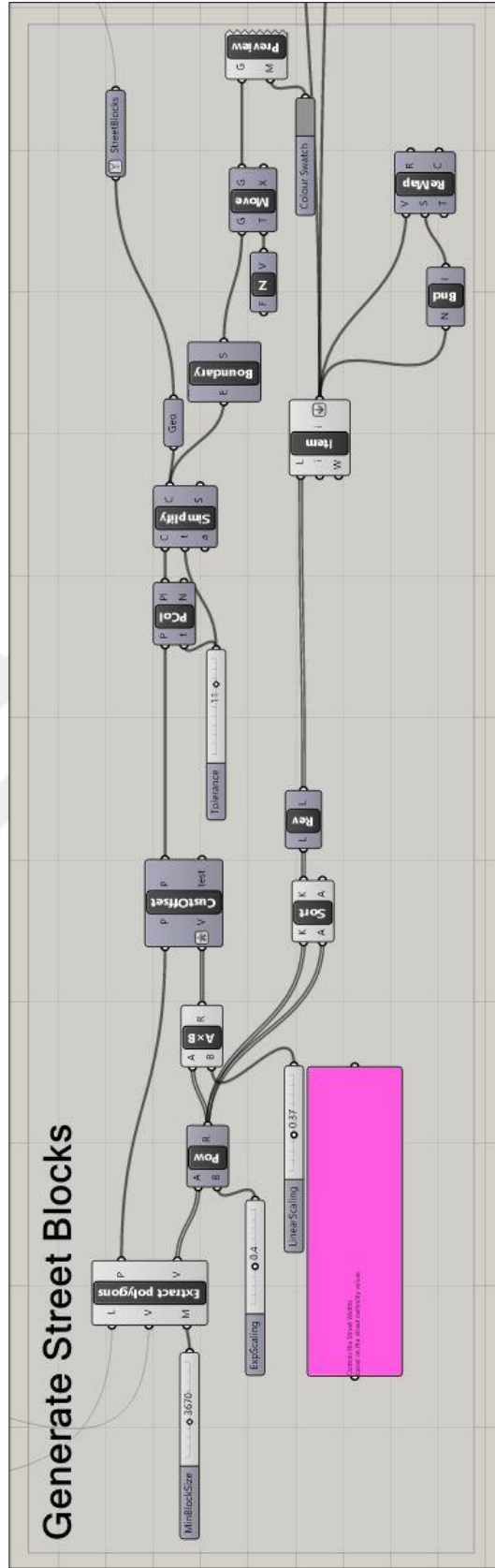
Ek Şekil 4.3. İmar adası üretimi bileşen grubu 3



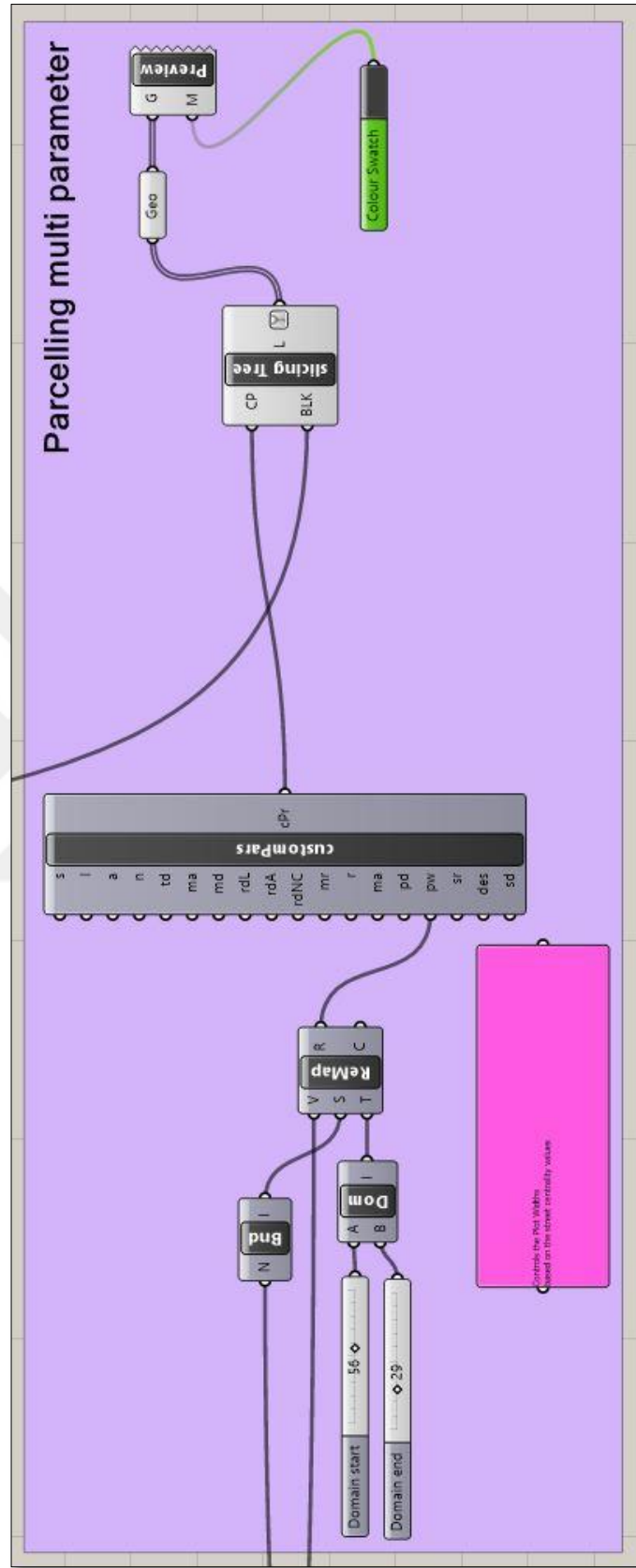
Ek Şekil 4.4. İmar adası üretimi bileşen grubu 4



Ek Şekil 4.5. İmar adası üretimi bileşen grubu 5



Ek Şekil 4.6. İmar adası üretimi bileşen grubu 6



Ek Şekil 4.8. İmar adası üretimi bileşen grubu 8

EK 5 - Uygulama alanında rastgele elde edilen imar adaları



Ek Şekil 5.1. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele imar adaları 1



Ek Şekil 5.2. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele imar adaları 2



Ek Şekil 5.3. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele imar adaları 3

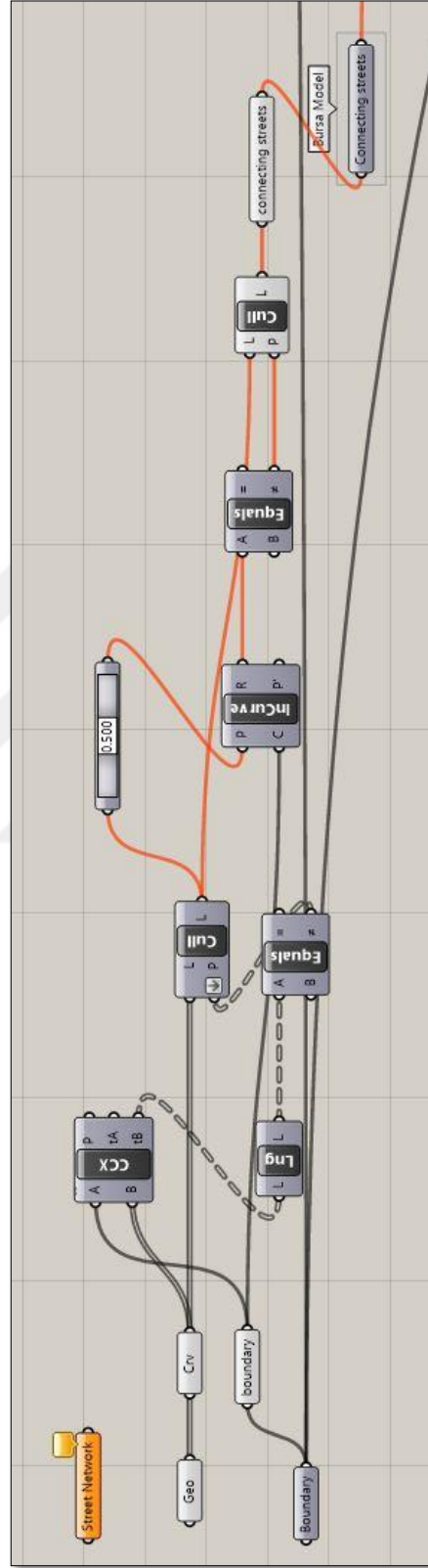


Ek Şekil 5.4. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele imar adaları 4

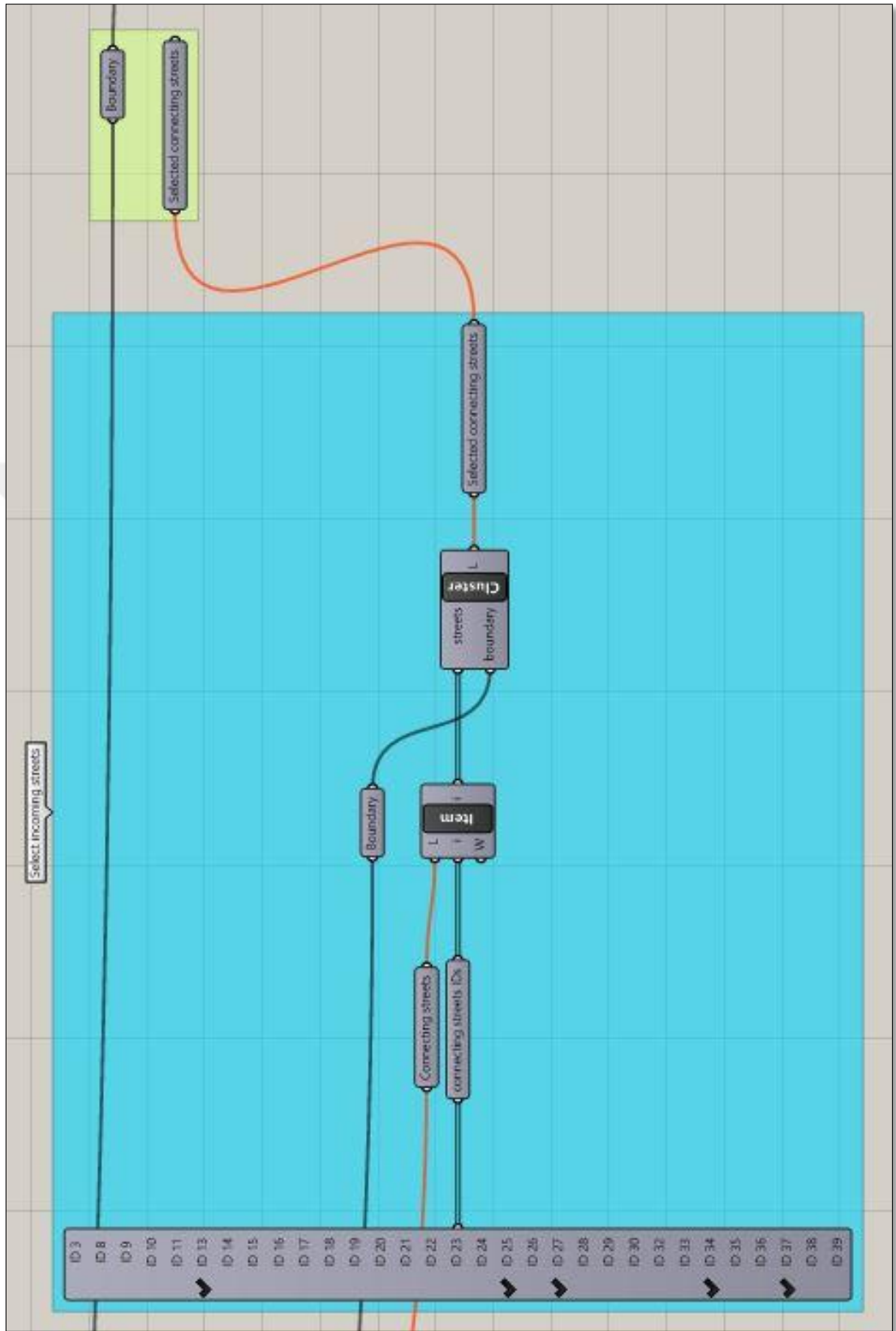


Ek Şekil 5.5. Farklı parametre ve yönlerle elde edilen rastgele imar adaları

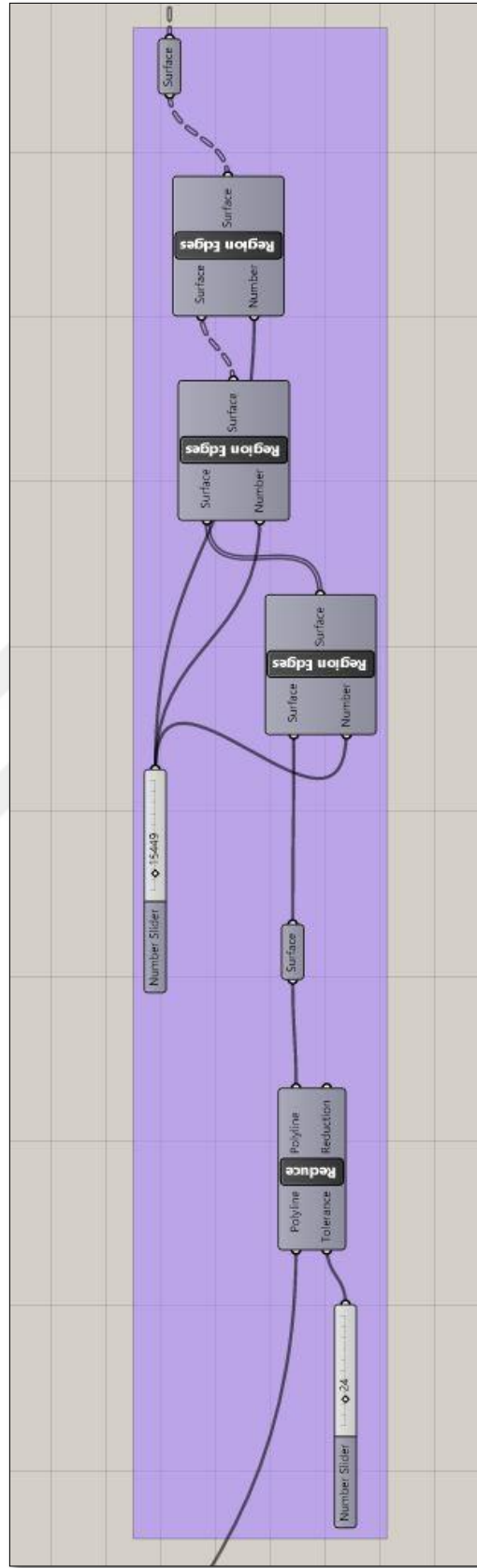
EK 6 - Sayısal model üretimi için kullanılan Grasshopper bileşen grupları



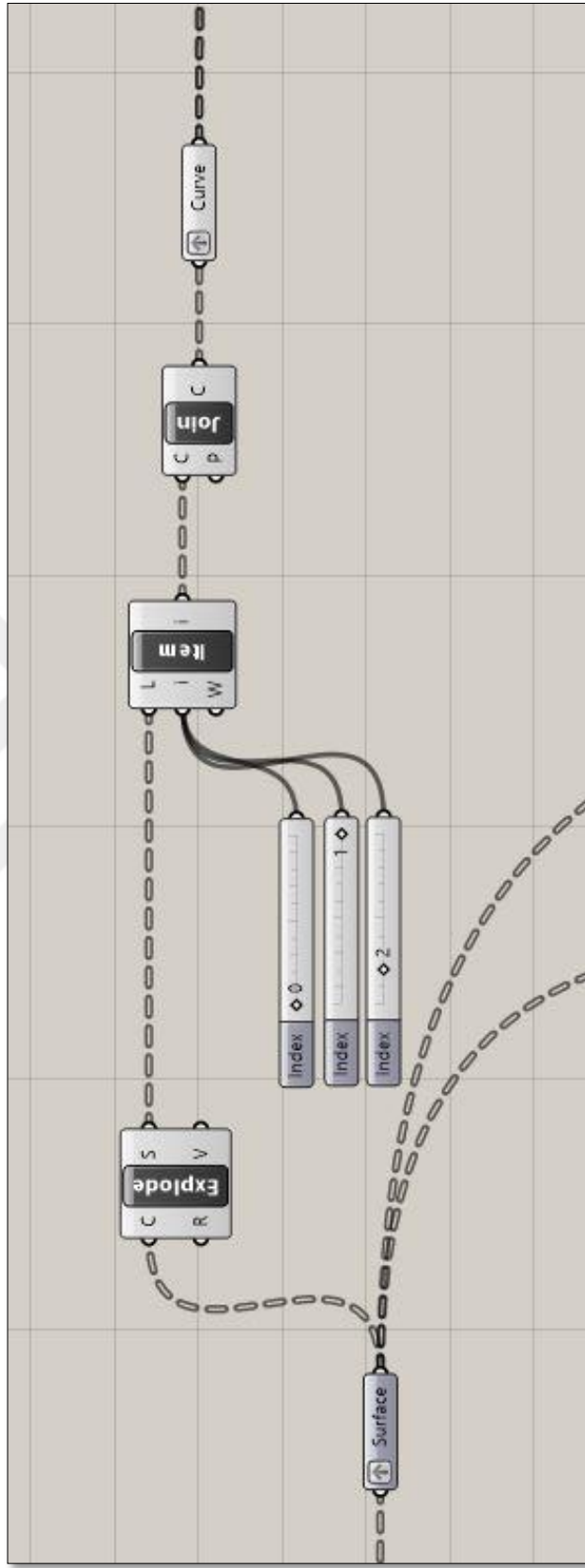
Ek Şekil 6.1. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 1



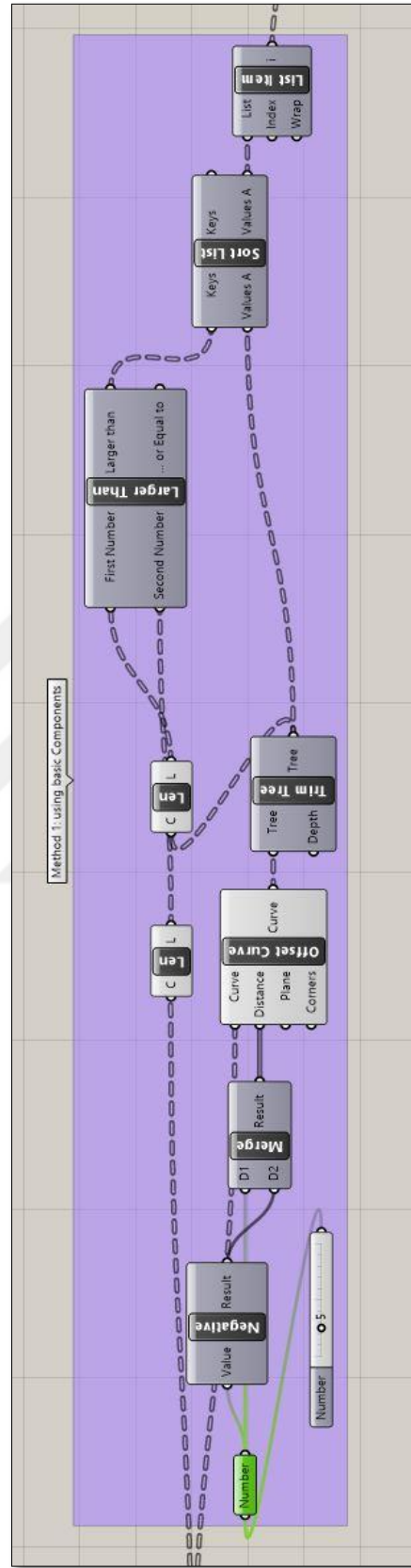
Ek Şekil 6.2. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 2



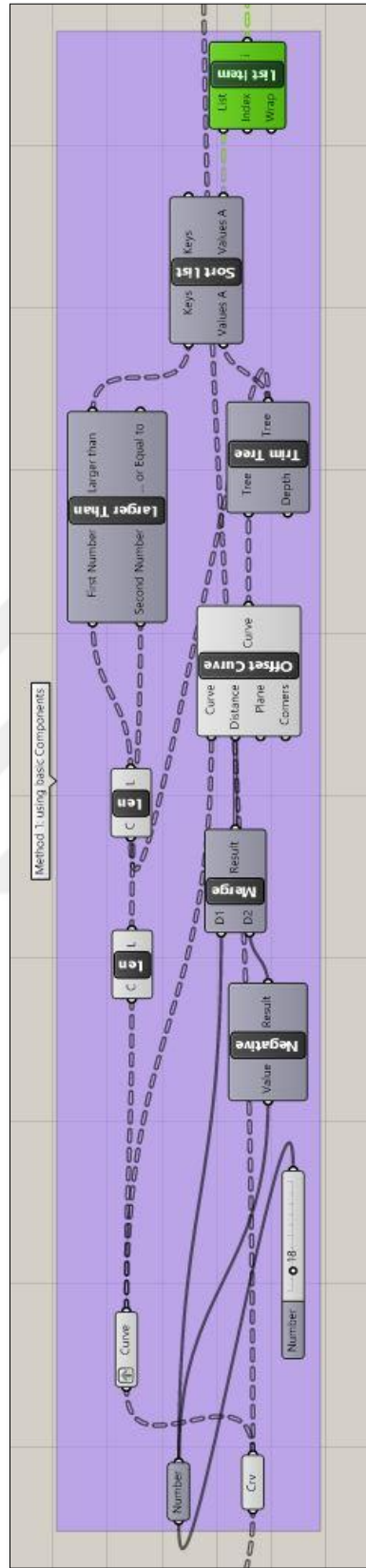
Ek Şekil 6.3. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 3



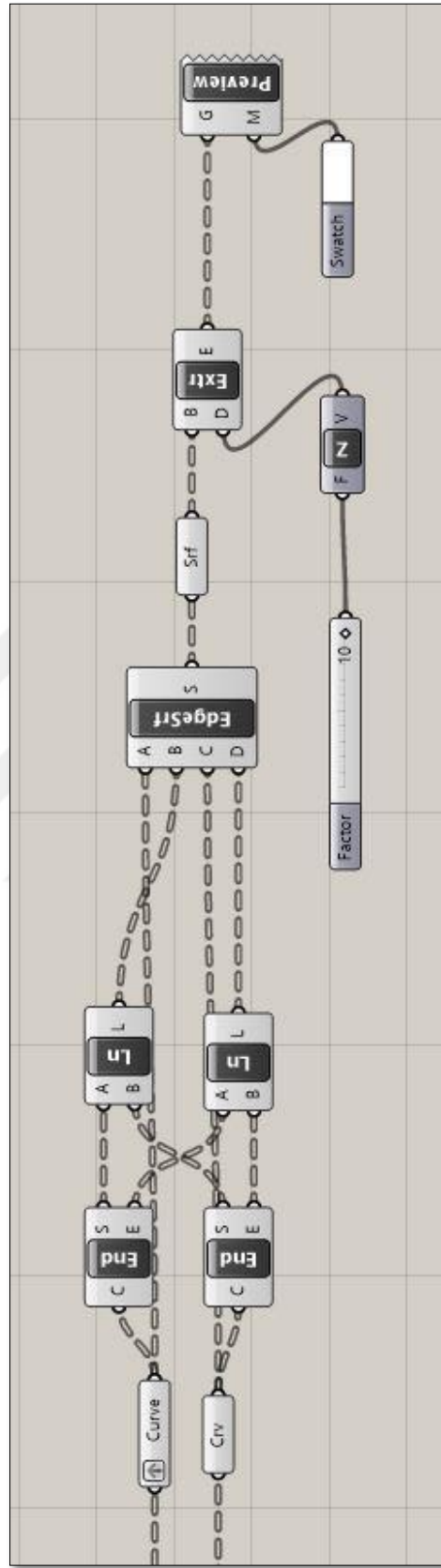
Ek Şekil 6.4. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 4



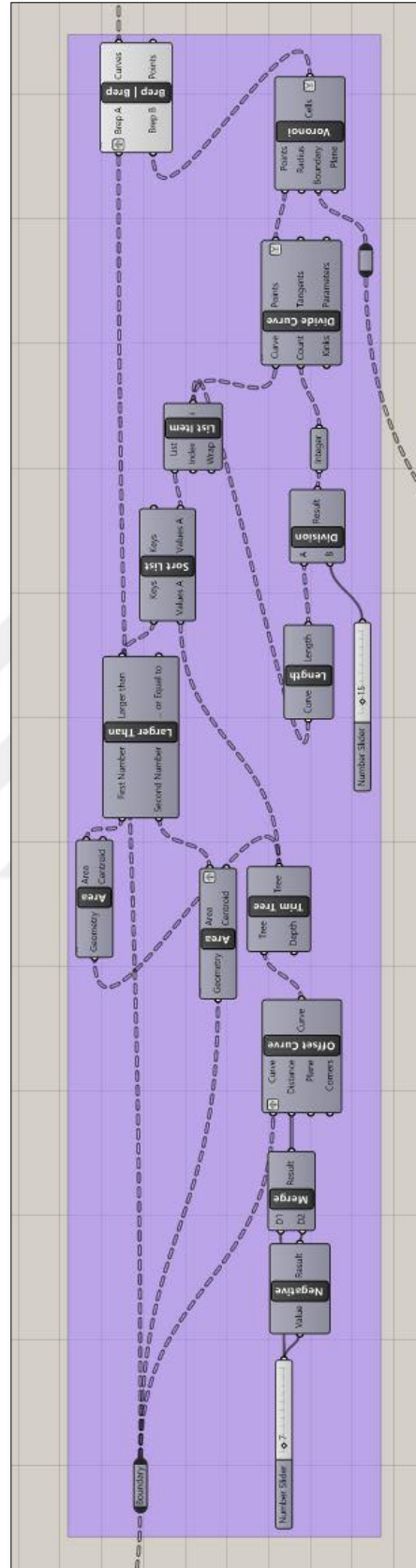
Ek Şekil 6.5. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 5



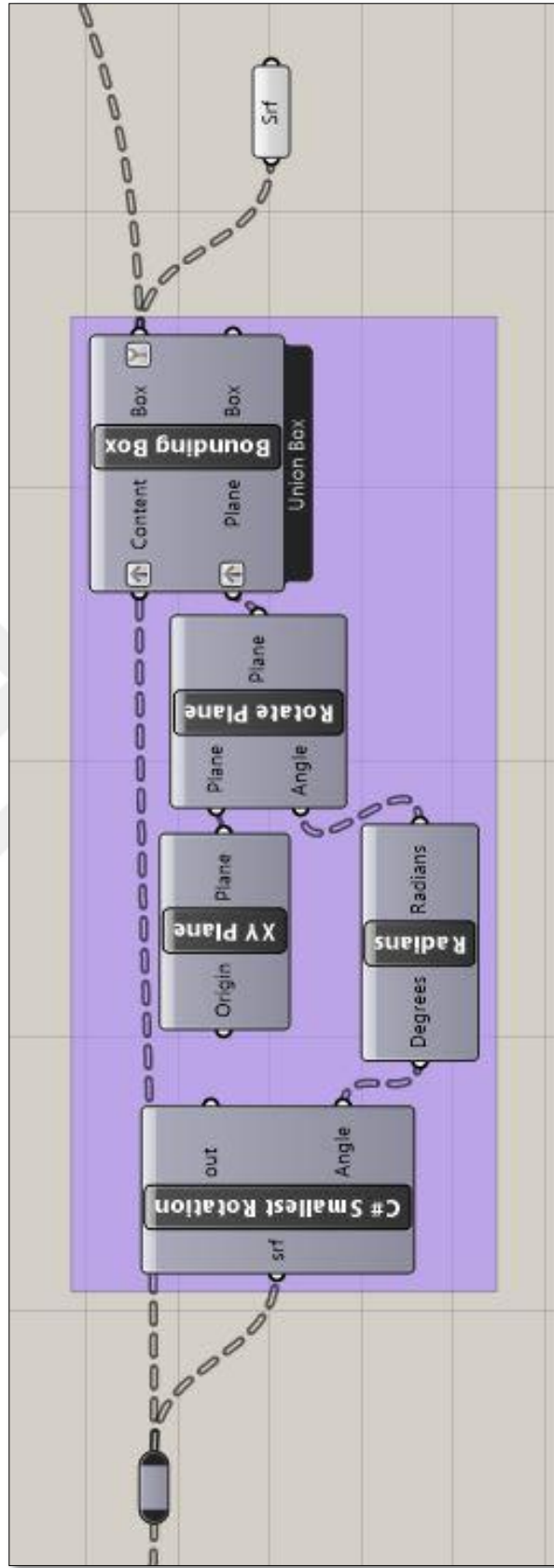
Ek Şekil 6.6. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 6



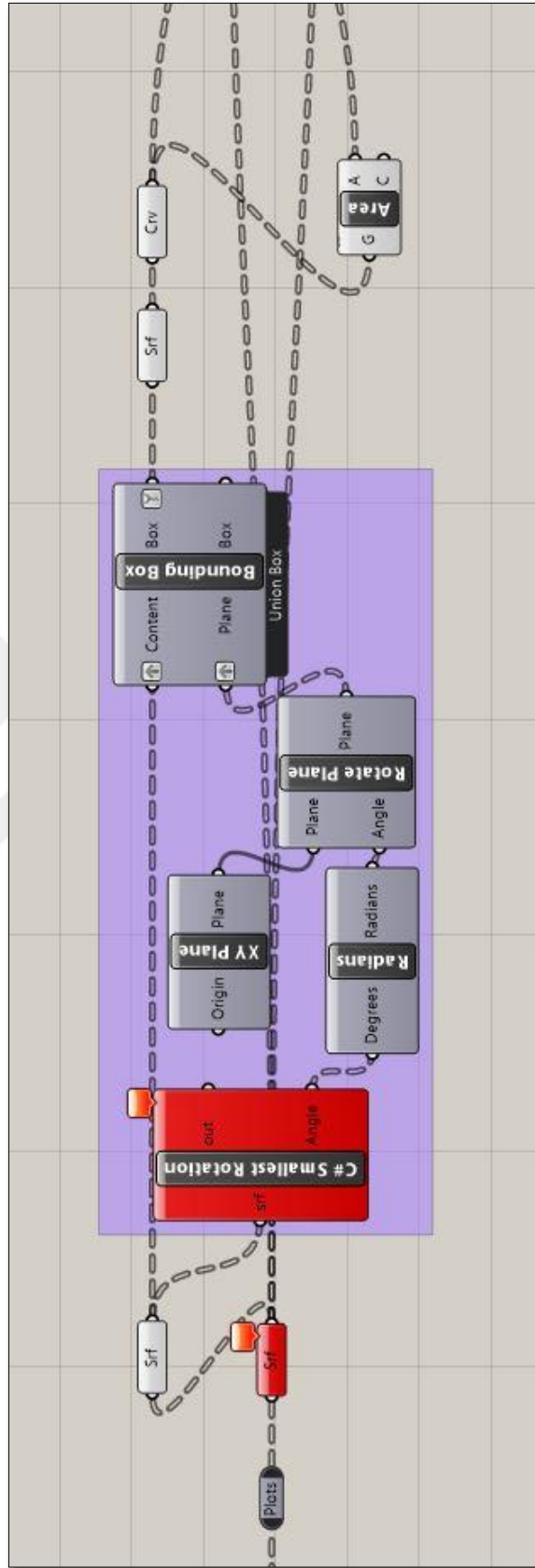
Ek Şekil 6.7. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 7



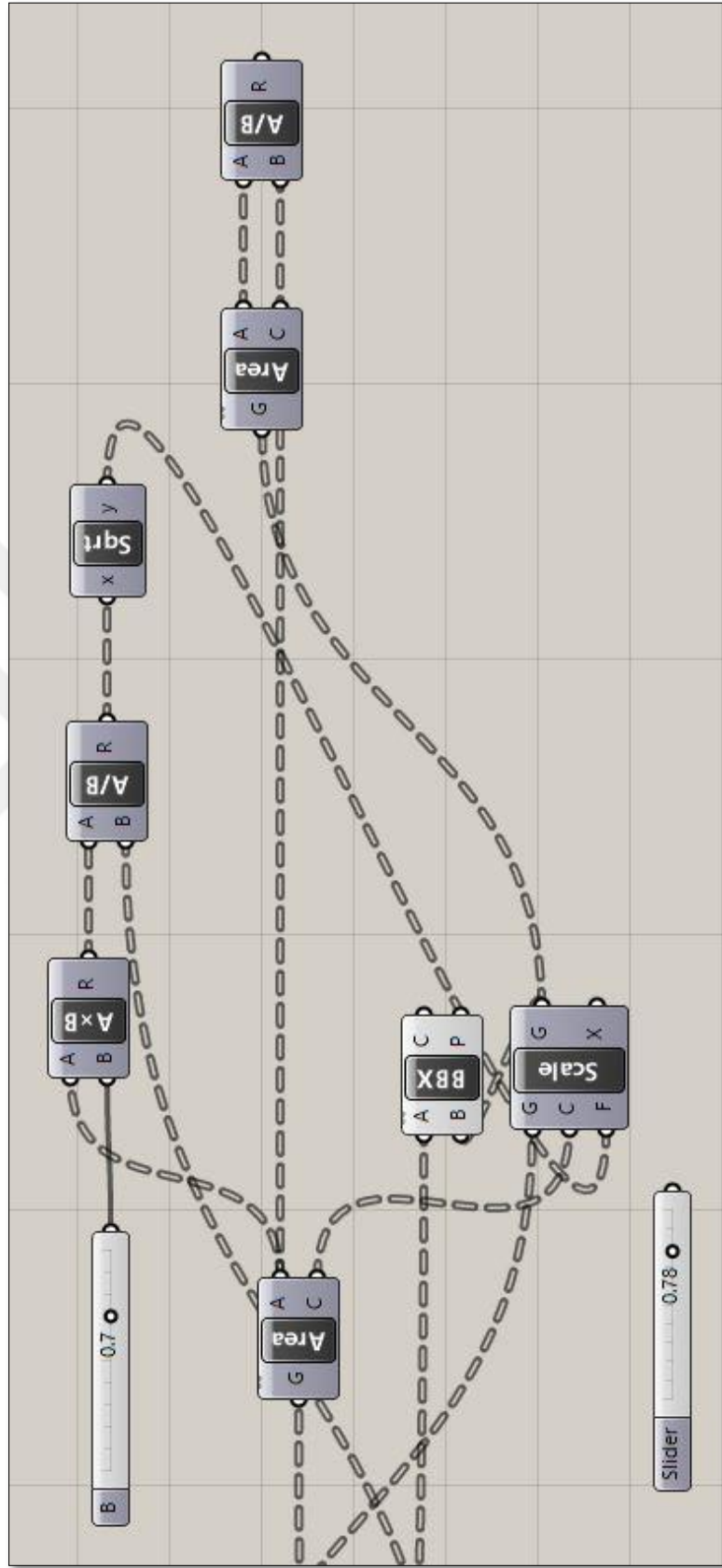
Ek Şekil 6.8. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 8



Ek Şekil 6.9. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 9



Ek Şekil 6.10. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 10



Ek Şekil 6.11. Sayısal model elde edilen Grasshopper bileşen grubu 11