

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMEDE BİNA DİZİLİMLERİNİN
KARAKTERİZASYONU VE YORUMLANMASINA İLİŞKİN YENİ YAKLAŞIMLAR**

SİNAN ÇETİNKAYA

**DOKTORA TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALİ MELİH BAŞARANER**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMEDE BİNA DİZİLİMLERİNİN
KARAKTERİZASYONU VE YORUMLANMASINA İLİŞKİN YENİ YAKLAŞIMLAR

Sinan ÇETİNKAYA tarafından hazırlanan tez çalışması 22/08/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Necla ULUĞTEKİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Türkay GÖKGÖZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yard. Doç. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yard. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU
İstanbul Teknik Üniversitesi

Bu alışma, TÜBİTAK'ın 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı ve 2214 Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bir sır daha var, çözdüklerimizden başka!
Bir ışık daha var, ışıklardan başka.
Hiç bir yaptığınla yetinme, geç öteye:
Bir şey daha var bütün yapıtlardan başka.

Ö.H.

Birçok insanın ve kurumun yardımı olmaksızın bu araştırmaları yapabilmem olanaksız olurdu. Sadece çalışmalarına doğrudan destek veren kişilere değil üniversite dışından hayatıma renk katan kişilere de en içten duygularıyla teşekkür ediyorum.

Öncelikle tez danışmanlarım sayın Doç. Dr. Melih BAŞARANER ve Prof. Dr. Mehmet SELÇUK'a ve ayrıca Prof. Dr. Dirk BURGHARDT'a yaptıkları rehberlikten ve gösterdikleri sabırdan dolayı teşekkür ediyorum. Bilgilerini ve desteklerini benden esirgemeyen tez izleme komitesindeki hocalarım Sayın Prof. Dr. Necla ULUĞTEKİN ve Doç. Dr. Türkay GÖKGÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım dönemindeki anlayış ve desteklerinden dolayı Fatih GÜLGEN, Melis UZAR DİNLEMEK, Müslüm HACAR ve Abdülkadir MEMDUHOĞLU'na teşekkür ederim.

Doktora süresince hem yurt içi desteği hem de yedi aylık yurt dışı araştırma desteği sunan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Akademik çalışmaların yanında samimi, bilgilendirici ve hayata dair sohbetleri ve arkadaşlıkları ile katıldığımız konferanslara heyecan katan Necla ve Öztuğ hocalarıma özellikle teşekkür ediyorum.

Son olarak, araştırmalarım süresince beni anlayış ve sabırla destekleyen ve bundan sonraki çalışmalarım için de desteklerinden emin olduğum Annem ve Dilek'e teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz, 2014

Sinan ÇETİNKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Hipotezler	5
BÖLÜM 2	
KAYNAK DEĞERLENDİRMESİ	11
2.1 Genelleştirme ve Yapı Tanıma	11
2.1.1 Otomasyon için Klasik Harita Genelleştirmesinin Parçalara Ayrıştırılması	12
2.1.1.1 Kartografik ilkeler	12
2.1.1.2 Ayrıştırma için Kartografik Bilgi Kazanımı.....	13
2.1.1.3 Kartografik Gereksinimler	14
2.1.1.4 Genelleştirme Operatörleri	16
2.1.1.5 Kavramsal Harita Genelleştirme Modelleri	18
2.1.2 Otomatik Harita Genelleştirme Yaklaşımları.....	23
2.1.2.1 Etkileşimli Sistemler ve Kural-Tabanlı Sistemler	24
2.1.2.2 Kurallardan Kısıtlara	25
2.1.2.3 İş Akış Sistemleri, Çok Ajanlı Sistemler ve Optimizasyon Kullanarak Kısıt-Tabanlı Otomatik Harita Genelleştirme	27

2.1.3	Ülkemizde Yapılan Genelleştirme Çalışmaları	29
2.1.4	Yapı Tanıma	31
2.2	Bağlamsal Genelleştirme ve Bina Dizilimleri	31
2.2.1	Bağlamsal Genelleştirme	32
2.2.2	Bina Dizilimleri	32
BÖLÜM 3		
YÖNTEMLER VE UYGULAMALAR		37
3.1	Bina Dizilimleri için Tipoloji.....	38
3.1.1	Amaç	38
3.1.2	Süreklilik	38
3.1.3	Parça Bütün Dönüklüğü	39
3.1.4	Benzerlik	40
3.1.4.1	Büyüklik	41
3.1.4.2	Şekil.....	41
3.1.4.3	Dönüklük.....	41
3.1.4.4	Ara-mesafe	41
3.1.5	Bileşen Tipi.....	41
3.1.6	Sonuç	42
3.2	Kent Blokları İçinde Bina Gruplama.....	44
3.2.1	Amaç	44
3.2.2	DBSCAN (Gürültülü Uygulamaların Yoğunluk Temelli Mekânsal Kümelemesi)	47
3.2.3	CHAMELEON (Dinamik Modelleme Kullanılarak Hiyerarşik Kümeleme)	49
3.2.4	MST (Minimum Spanning Tree) ile Gruplama	51
3.2.5	ASCDT (an Adaptive Spatial Clustering algorithm based on Delaunay Triangulation)	52
3.2.6	Küme Değerlendirme Çemberi (KDÇ) ve S_Dbw	53
3.2.7	Uygulama ve Sonuçlar	54
3.3	Ölçek Geçişlerinde Bina Dizilimlerinin İncelenmesi.....	58
3.3.1	Amaç	58
3.3.2	Tekil Bina Ölçüleri	59
3.3.3	Bir Bütün Olarak Dizilime Ait Ölçüler.....	59
3.3.4	Genel Değişim Ölçüsü Olarak Alfa (α) Açısı	60
3.3.5	Uygulama ve Sonuçlar	61
3.4	Bina Dizilimlerinin Karakterizasyonu	66
3.4.1	Amaç	66
3.4.2	AB Tabanlı Ölçüler	67
3.4.3	Bina Köşe Noktalarına Dayalı Ölçüler	69
3.4.4	Uygulama ve Sonuç	70
3.4.4.1	Gestalt Faktörleri ile Ölçüler Arasındaki İlişkileri Belirleme	70
3.4.4.2	Dizilimleri İndeks Üreterek Karşılaştırma ve Sınıflara Atama.....	73
3.4.4.3	Dizilimlerin karar ağacı ile sınıflandırılması	75

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	91

SİMGE LİSTESİ

μ	Sayısal bir dizinin ortalaması
σ	Sayısal bir dizinin standart sapması
ϵ	DBSCAN algoritmasının mesafe eşik değeri
α	Regresyon doğrusu ile $y = x$ doğrusu arasında kalan saat ibresi yönünde pozitif tersi yönde negatif olan açı

KISALTMA LİSTESİ

AB	Ara Boşluk
ABA	Ara Boşluk Alan indeksi
AGENT	Automated Generalization – New Technology
ASCDT	An Adaptive Spatial Clustering algorithm based on Delaunay Triangulation
ATKIS	Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CHANGE	Institute of Cartography HAN nover University GE neralization-Software
CORS	Continuously Operating Reference Station
ÇGVT	Çoklu Gösterimli Veri Tabanları
D. Uzan.	Dizilim Uzanımı
DBSCAN	Density based spatial clustering of applications with noise
DBY	Dizilimdeki Bina Yoğunluğu indeksi
EC	Edge cut
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GNSS	Global Navigation Satellite System
GRK	Genelleştirme Referans Kitabı
ICA	International Cartographic Association
IGN	Institut Géographique National
KDÇ	Küme Değerlendirme Çemberi
LIDAR	Light Detection And Ranging
MABR	Minimum Area Bounding Rectangle
MinNok	Minimum nokta sayısı
MS	MicroSoft
MST	Minimum Spanning Tree
RC	Relative Closeness
RI	Relative Interconnectivity
SAR	Synthetic-aperture radar
SCM	Sayısal Coğrafi Model
SKM	Sayısal Kartografik Model
SMM	Sayısal Mekânsal Model
SOM	Self Organizing Maps
Sürek.	Süreklilik
UHK	Ulusal Harita Kurumları

ÜKi Üçgen Kenar İndeksi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Dizilimlerin tipoloji ihtiyacı	3
Şekil 1.2 Dizilimlerin genelleştirilmesi.....	5
Şekil 1.3 Tezin kapsamı ve katkıları	8
Şekil 2.1 Genelleştirme operatörleri (AGENT [28]; Başaraner [29])	17
Şekil 2.2 İşlem yönelimli modelleme (Brassel ve Weibel [35])	19
Şekil 2.3 ATKIS modeli (Steiniger [4])	21
Şekil 2.4 Hiyerarşik modelleme (Ruas ve Plazanet [19])	22
Şekil 2.5 Tipikleştirilecek bina gruplarını bulmada Regnauld [89]'un izlediği yol	33
Şekil 2.6 Christophe ve Ruas [98]'in doğrusal dizilimleri belirleme yaklaşımı	34
Şekli 2.7 Zhang vd. [92]'nin önerdiği bağlama ve uzatma algoritmaları	35
Şekil 2.8 Zhang vd. [3]'ün önerdiği bina dizilim tipolojisi.....	35
Şekil 3.1 Tezin bileşenleri	37
Şekil 3.2 Belirgin bir süreklilik örneği (Regnauld [89]).	39
Şekil 3.3 Süreklilik türleri. a) kavisli b)doğrusal c) karmaşık (kanca biçimli) d)karmaşık (S-biçimli) (Çetinkaya ve Başaraner [105]).....	39
Şekil 3.4 Parça bütün dönüklüğü türleri. Kesikli çizgiler regresyon çizgilerini göstermektedir. a) normal tip b) eğik tip (Çetinkaya ve Başaraner [105]) ..	40
Şekil 3.5 Dönüklük çeşitleri (Duchene vd. [106])	41
Şekil 3.6 Bileşen türü özelliğine göre dizilim türleri a) bileşik tip b) basit tip	42
Şekil 3.7 Bileşik dizilimlerin özel bir türü olarak dizilim içinde dizilim. Üstteki bileşik dizilim üç adet doğrusal dizilimden aşağıdaki ise üç adet kavisli dizilimden oluşmaktadır.	42
Şekil 3.8 Dizilim örnekleri	44
Şekil 3.9 Gruplama yöntemlerinin karşılaştırılmasında izlenen yol	45
Şekil 3.10 Grup içindeki bina dağılım türleri	46
Şekil 3.11 Binalar arasındaki mesafe türleri.....	47
Şekil 3.12 DBSCAN'da yoğunluk-ulaşılabilirlik ve yoğunluk-bağılantılılık (Han vd. [111])......	49
Şekil 3.13 CHAMELEON algoritması işlem sırası	51
Şekil 3.14 Örnek bir çizge ve bu çizgenin MST'si.....	52
Şekil 3.15 KDÇ elemanları (Çetinkaya vd. [102])	54
Şekil 3.16 Algoritmaların gruplama sonuçları ve grupların KDÇ'leri	56

Şekil 3.17	MST parametreleri değişmesine rağmen ayrışma gerçekleşmiyor (Çetinkaya vd. [102])	57
Şekil 3.18	Bloklara göre her bir algoritmanın S_Dbw değeri	58
Şekil 3.19	Bina dizilimlerinin ölçek geçişlerini inceleme yöntemi.....	58
Şekil 3.20	İki farklı ölçekteki ölçü değerleri, regresyon eğrisi (mavi çizgi) ve değişim sınır çizgisi ($y = x$; kırmızı çizgi)	60
Şekil 3.21	Bir dizilimin 1: 10 000 ölçeğindeki durumunun 1: 25 000, 1: 50 000 ve 1: 100 000 ölçekleri ile karşılaştırılması	61
Şekil 3.22	Her bir ölçünün her bir ölçekteki değeri.....	63
Şekil 3.23	Büyüklik, şekil, dönüklük ve ara mesafe ölçülerinin ölçek geçişlerindeki alfa açısı ile belirtilen değişimleri.....	64
Şekil 3.24	Sıklık ve süreklilik özelliklerinin yıldız ve basamak geçişli değişimleri.....	65
Şekil 3.25	Dizilimlerin tek bir nesne olarak alındığı durumdaki ölçüler ve ölçek geçişleri	66
Şekil 3.26	Karakterizasyon işleminin genel akış diyagramı	67
Şekil 3.27	Ara boşluklardaki zorlanmış Delaunay üçgenlemesi	68
Şekil 3.28	Regresyon eğrisi ve sapmalar (r_i).....	69
Şekil 3.29	Gestalt faktörleri ve ölçüler arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılan dizilimler ve bunlara ait ölçüler (Çetinkaya ve Başaraner [103])	71
Şekil 3.30	Gestalt faktörleri ve ölçüler arasındaki ilişki.....	73
Şekil 3.31	Bir dizilimin niteliğini en olumsuz etkileyen Gestalt faktörünün bulunması. a) değerlendirilecek dizilim, b) ideal dizilim c) değerlendirilecek dizilimin ölçü değerleri, d) karar ağacı kullanarak en çok bozulan Gestalt faktörünün belirlenmesi.....	73
Şekil 3.32	Dizilimlerin sıralanmış indeks değerlerini gösteren grafik	74
Şekil 3.33	İndeks değerlerine göre sıralanmış ve nitel sınıfları belirlenmiş dizilimler ..	75
Şekil 3.34	Bina dizilimlerini nitelemede kullanılabilecek karar ağacı.....	76

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Benzerlik için bir örnek.....	40
Çizelge 3.2 Özelliklere göre dizilim tipleri ve önerilen ölçüleri	43
Çizelge 3.3 Kümeleme kategorileri ve algoritmaları	46
Çizelge 3.4 Gruplama algoritmalarının parametre değerleri	55
Çizelge 3.5 Gestalt faktörleri, tanımları ve faktör ayrıntıları.....	71
Çizelge 3.6 Ölçüler ve Gestalt faktörleri. Ölçü başlıklarının altındaki nümerik değerler atanmış eşik değerleri göstermektedir.....	72
Çizelge 3.7 Karar ağacının hata matrisi	76

**KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMEDE BİNA DİZİLİMLERİNİN
KARAKTERİZASYONU VE YORUMLANMASINA İLİŞKİN YENİ YAKLAŞIMLAR**

Sinan ÇETİNKAYA

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Melih BAŞARANER

Bu tezin kapsamı, bağlamsal genelleştirme altında bir konu olarak görülebilecek olan bina dizilimlerinin incelenmesidir. Bu dizilimler, otomatik genelleştirmeye hizmet etmek adına dört farklı açıdan ayrı ayrı incelenmişlerdir. İlk olarak, bu dizilimlerin adlandırılması ve ayrıştırılması için bir tipoloji oluşturma çabasına girilmiştir. Ardından, bina dizilimlerini belirlemede ön adım olarak kullanılan bina gruplama yöntemleri incelenmiş ve hangi algoritmaların hangi dağılımdaki bina gruplarını bulmada ne kadar başarılı oldukları ölçülmüştür. Üçüncü yaklaşımda ise bu dizilimlerin ölçek geçişlerinde klasik genelleştirmede geçirdikleri değişimleri, dizilim içindeki binaların ve dizilimin kendisinin geometrik ve yapısal özellikleri kullanılarak araştırılmıştır. Dördüncü ve son çalışmada ise yine binaların geometrik ve yapısal özellikleri kullanılarak bina dizilimlerini karakterize etmeye yoğunlaşmıştır. Bu sayede hangi dizilimin Gestalt ilkelerine göre daha iyi algılanabilir bir dizilim olduğu belirlenebilecek ve dizilimler niteliklerine göre sınıflandırılabilirlerdir. Bu çalışmalar sonucunda, bina dizilimlerinin otomatik genelleştirilmesine yönelik yeni ve alternatif ölçüler önerilmiş, kurallar türetilmiş ve yararlı bilgiler üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kartografik genelleştirme, bina dizilimleri, bağlamsal genelleştirme, kümeleme, karar ağacı

**NEW APPROACHES REGARDING CHARACTERISATION AND
INTERPRETATION OF THE BUILDING ALIGNMENTS IN CARTOGRAPHIC
GENERALISATION**

Sinan ÇETİNKAYA

Department of Geomatic Engineering

PhD. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Melih BAŞARANER

In this study, building alignments that can be considered a part of contextual generalisation have been investigated. Building alignments have been examined to generate information to be used in fully automatic generalisation by four different perspectives. First, a typology framework has been established to name and differentiate the building alignments one to another. Second, grouping algorithms for buildings in the urban blocks have been investigated and compared according to the building groups with different distribution characteristics. In third perspective, manually generalised building alignments have been observed to obtain constraints through the scale transitions by utilising geometric and structural measures. Finally, characterization of the alignments has been done by using newly proposed measures and a decision tree. Thus, building alignments can be classified based on Gestalt principles for the generalization purposes. As a result of these studies, new and alternative measures and rules have been proposed and useful knowledge has been generated for the automated building alignment generalisation.

Keywords: Cartographic generalisation, building alignments, contextual generalisation, clustering, decision tree

**YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

1.1 Literatür Özeti

İnsanlık tarihinde sosyoloji, tarih ve diğer sosyal bilim dallarının kabul ettiği üç büyük devrim vardır. Bunların ilki insanları toprağa bağlayan, şehirlerin ve semavi dinlerin ortaya çıktığı ve beraberinde hukuk ve ordu gibi kurumları getiren tarım devrimidir. İkinci büyük devrim olarak makineleşmenin tetiklediği, kitlesel üretimin ve şehirleşmenin arttığı, taşımacılığın kolaylaştığı endüstri devrimidir. Üçüncüsü ise şu an içinde yaşadığımız ve henüz daha tek bir isim üzerinde karar kılınmamış olan, dünyayı küçülten, anında ve çeşitli kaynaklardan haber almayı mümkün kılan bilgi, bilişim veya iletişim devrimidir. Hızla ve büyük hacimlerde üretilen ve iletilen bilgilerin önemli bir kısmı mekâna dayalıdır. Bu da mekânsal bilgi üretim tekniklerinin hızlı gelişimine yol açmaktadır. Daha birkaç on yıl evveline kadar mekânsal bilginin kaynağı olan haritalar sadece belli başlı uzman kişi ve kurumların tekelinde iken bugün artık hemen herkesin hem ihtiyaç duyduğu hem de ürettiği bir hale gelmiştir.

İçinde bulunduğumuz bu bilgi/iletişim çağında mekânsal bilginin üretimi, sunumu, depolanması ve paylaşımı da kendi payına düşeni almıştır. Mekânsal veri toplamadaki ilerlemeler elektronik, haberleşme ve bilişim alanındaki ilerlemelere paralel olarak son yirmi yılda büyük bir sıçrama kaydetmiştir. Optik algılayıcıların ve yersel ölçümlerin (GNSS, CORS) gelişiminin yanında LIDAR, SAR gibi lazer ve radar teknolojileri kullanılarak hızlı ve hassas alternatif veri toplama imkânları doğmuştur. Veri toplamadaki bu hız verilerin de aynı hızda işlenmesi alanında araştırmaları ve ilerlemeleri doğurmuştur.

Onlarca yöntem ve algoritma, toplanan sayısal mekânsal verileri doğru ve estetik bir şekilde işlemek üzere önerilmiş; sayısız yazılımlar türemiştir.

Mekânsal verilerin kolay, ucuz ve hızlı elde edilmesine karşın üretilecek haritaların/coğrafi bilgilerin her türü için ayrı bir veri toplama işi yapılmamaktadır. Bunun yerine eskiden izlenen yol olan mevcut yüksek çözünürlüklü kaynaklardan türetme yoluyla yeni, aynı veya daha düşük çözünürlük derecelerinde, farklı konularda haritalar elde edilmektedir. Bu işlem bilindiği üzere model ve kartografik genelleştirme işlemidir.

Yaşanan bu hızlı gelişmeler otomatik kartografik genelleştirmenin gelişimini motive etmiş ve bir hayli yol alınmasına sebep olmuştur. İki binli yılların başlarında tam otomatik genelleştirmenin hayal olduğunu iddia eden ve hiçbir zaman başaramayacağını söyleyen/düşünen uzmanların sayısı hiç de az değilken bugün Hollanda gibi ülkelerin ulusal harita kurumları tam otomatik genelleştirme ile haritalar ürettiklerini ve manuel üretimden kalite olarak aşağı kalmadığını gösteren araştırma sonuçlarını yayınlamaktadırlar (Stoter vd. [1], Stoter vd. [2]).

Geldiğimiz noktada artık tam otomatik genelleştirmenin mümkün olabileceğine dair şüpheler azalıp yok olsaydı da henüz her yönüyle böyle bir başarıdan söz etmek doğru değildir. Bağlamsal (contextual) genelleştirmede, mobil cihazlar ve internet üzerinden yayınlanan haritalara ilişkin yoğun araştırmalar halen sürmektedir. Bağlamsal genelleştirme, tek bir nesnenin diğer nesnelerden bağımsız olarak genelleştirilmediği bilakis nesneler arasındaki mekânsal ilişkileri korumayı amaçlayan bir araştırma alanıdır. Çizgi nesneler için yol ve akarsu ağlarının, alan nesneler içinse bina dizilimlerinin genel karakteristiklerinin belirlenip dikkate alınarak genelleştirilmesi, bağlamsal genelleştirmeye örnek olarak verilebilir.

Genelleştirme ve bağlamsal genelleştirme içinde bina dizilimlerine ilişkin ayrıntılı bir kaynak değerlendirmesi ikinci bölümde verilmiştir.

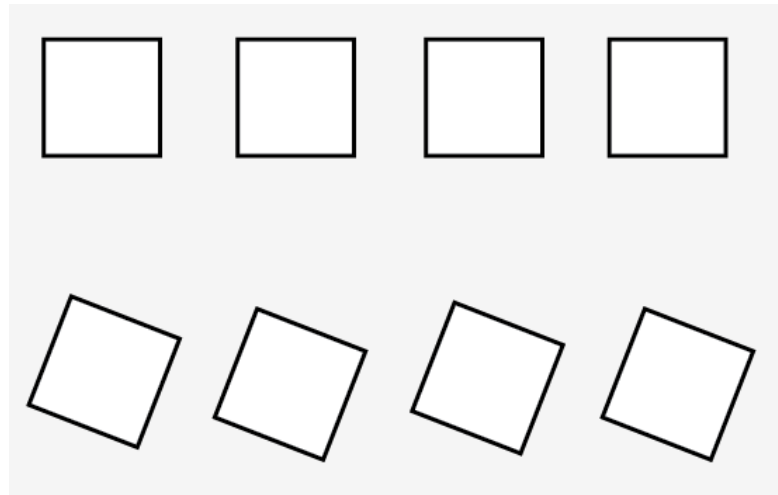
1.2 Tezin Amacı

Genelleştirme yapılırken esas düşünce, o nesnenin kendi ve etrafındaki nesnelerle olan ilişkilerinin karakteristiğini korumaktır. Mekânsal bilginin kullanıcılara doğru aktarımı için bu mutlak suretle sağlanmalıdır. Tekil nesnelerin kendi karakteristiklerini gözetin

genelleştirme algoritmaları uzun yıllar üstünde çalışılmış ve belli bir doygunluğa erişmiştir. Ancak nesnenin çevresi ile olan ilişkisini koruyan yaklaşımlar nispeten daha zor olduğu için gelişimini hâlâ devam ettirmektedir.

Mekânsal ilişki analizini gerektiren, bağlamsal genelleştirme içinde ele alınan bina dizilimleri en az üç binadan oluşan ve bir süreklilik ve homojenlik arz eden bina gruplarıdır. Algısal olarak insanlar tarafından doğrudan kolayca fark edilirler. Kendi başlarına bir bütün olarak tek bir nesne gibi algılanırlar. Bu nedenle genelleştirilirken dikkat edilmesi gereken nesne gruplarıdır.

Klasik genelleştirmede kartograf genelleştireceği nesneleri çevresinden soyutlayarak sadece onun geometrik özelliklerine göre karar vermez; nesnelerin içinde bulunduğu koşulları da göz önünde bulundurur. Örneğin sık yerleşim bölgesindeki bir bina ile aynı özellikteki ama kırsal alanda bulunan bir bina genelleştirmesi aynı değildir. Şehir merkezindeki bina kaynaştırma yoluyla genelleştirilirken kırsal alandaki bina abartılarak gösterilebilir. Yani kartograf, karar verebilmek için geometrik ve bağlamsal/yapısal durumu birlikte değerlendirmektedir. Bir binanın bir dizilim içinde olup olmadığının belirlenmesi ve o dizilimin ne kadar önem arz ettiğinin ortaya çıkarılması da bağlamsal ve yapısal bir durumdur. Bu bağlamda, tezin genel amacı da bina dizilimlerinin genelleştirilmesi süreçlerinin incelenmesi ve geliştirilmesidir.



Şekil 1.1 Dizilimlerin tipoloji ihtiyacı

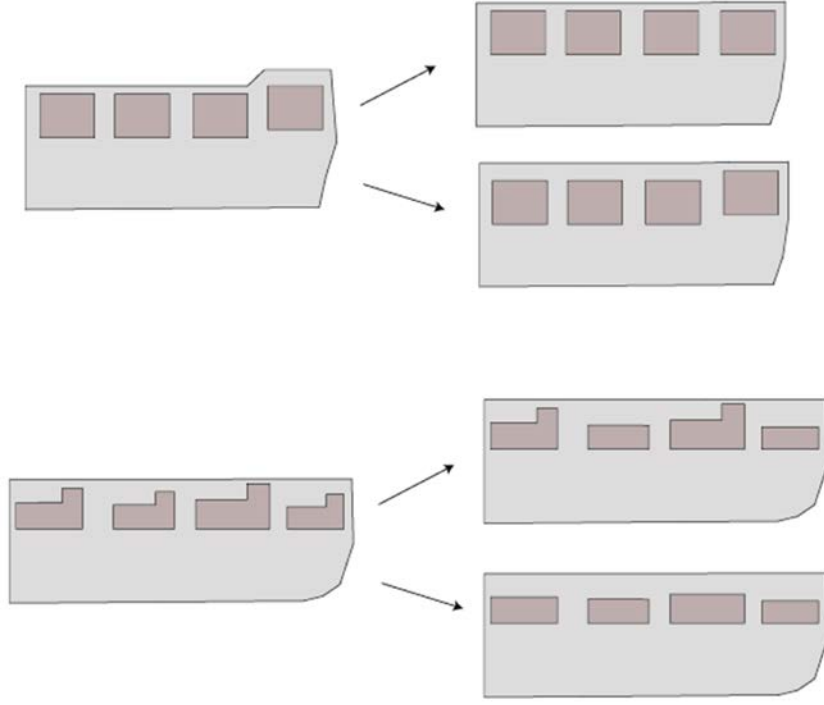
Dizilimlerle ilgili önemli eksiklerden biri literatürde kapsayıcı ve esnek bir dizilim tipolojisinin olmamasıdır. Şekil 1.1’de iki tane dizilim görülmektedir. Literatürdeki

alışmalar bu ikisini birbirinden ayırt edemezler. Kaynaklara göre ikisi de doğrusal homojen bina dizilimleridir. Algısal olarak da durum böyle midir? Gerçekten de bu iki dizilimi aynı adın altında mı görmek gerekir? Bu tezde bu iki dizilim örneğinde olduğu gibi ortaya çıkabilecek adlandırma ve ayırıştırma sorunsalını ortadan kaldırmaya yönelik bir tipoloji kurma gereksinimi doğmuştur. Bu nedenle bu tezde ilk amaçlanan kapsayıcı ve esnek bir tipolojinin kurulmasıdır.

Dizilimlerin farkında olunmadan yapılan otomatik öteleme işlemi ne kadar doğrudur? şekil 1.2’de görülen durumlardan hangisi tercih edilmelidir? Dizilimin özelliği korunmalı mıdır? Dizilimdeki bir binaya yapılan değişiklik dizilimdeki diğer binalardan bağımsız mıdır? Yoksa bu binaları doğrudan etkiler mi? Hangi genelleştirmenin tercih edilmesi gerekmektedir? Genelleştirme, dizilimlerin doğru bir şekilde genelleştirilmesi için ön bilgilere gerek duymaktadır. Bu bilgilerin en önemlisi dizilimlerin bilinmesidir. Bu bilgiyi elde etmek için dizilimleri otomatik olarak belirleyen algoritmalar kullanılır. Bu algoritmaların da ihtiyaç duydukları giriş verisi bina gruplarıdır. Bu nedenle bu tezin ikinci amacı kent blokları içindeki bina gruplarını otomatik olarak belirleyen algoritmaları incelemektir.

Dizilimlerin genelleştirileceği hedef ölçekteki kısıtlar neler olmalıdır? Belli bir nitelikteki bina dizilimi hangi ölçekte, nasıl gösterilmelidir? Tezin nc amacı, bu sorulara cevap bulabilmek için klasik genelleştirmede dizilimlerin ölçek geçişlerinde geçirdikleri değişimleri tersine mühendislik (reverse engineering) yaklaşımıyla incelenmektir.

Her bina dizilimi aynı öneme mi sahiptir? Bir dizilimi diğerinden daha nitelikli kılan nedir? Tezin dördüncü ve son amacı da bu sorulara cevap bulmak için dizilimlerin birbirleriyle nitelik açısından nicel olarak karşılaştırılması ve kalite sınıflandırılması ile dizilimlere ilişkin genelleştirmede kullanılacak bilgilerin elde edilmesidir.



Şekil 1.2 Dizilimlerin geliştirilmesi

Dizilim içindeki binaların ve bina dizilimlerinin doğru bir şekilde geliştirilebilmesi için kartografin kolayca algılayabildiği bağlamsal/yapısal durumun otomatik olarak belirlenmesi ve kavramsal geliştirme yaklaşım ve algoritmalarına entegre edilmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda doğru bir otomatik geliştirmeden bahsetmek mümkün değildir. Bu doğrultuda yukarıda sıralanan amaçlar gerçekleştirilerek bağlamsal geliştirmenin bir parçası olan bina dizilimlerinin geliştirilmesi işlemi için gerekli bilgilerin türetilmesi hedeflenmiştir.

1.3 Hipotezler

“Bina dizilimleri hakkında edinilen bilgiler arttıkça bunların doğru geliştirilmesi ihtimali artar” genel hipotezine dayanarak aşağıdaki nispeten daha özel hipotezler bu tez kapsamında önerilmekte ve sınanmaktadır:

- I. Bina dizilimlerinin içerdikleri binaların geometrik ve yapısal özellikleri kullanılarak esnek ve kapsayıcı bir tipoloji oluşturulur.
- II. Kent bloklarındaki farklı dağılım karakteristiklerindeki bina grupları ASCDT (adaptive spatial clustering algorithm based on Delaunay triangulation) ve DBSCAN (density-based spatial clustering of application with noise) algoritmaları

ile önceki ilgili çalışmalarda genellikle tercih edilen MST (minimum spanning tree) algoritmasına göre daha doğru bir şekilde belirlenir.

- III. Bina dizilimleri ölçek küçüldükçe hem içerdiği binaların geometrik ve yapısal özellikleri bakımından hem de aralarındaki ilişkiler bakımından homojenleşme gösterirler.
- IV. Bina dizilimlerindeki, ardışık binaların arasında kalan boşlukların üçgenlemesi ile oluşan üçgenlerden elde edilen alana ve üçgen kenarına dayalı ölçüler ile binaların köşe noktalarıyla elde edilen regresyon eğrisinden türetilen ölçüler Gestalt ilkelerini temsil ederler.

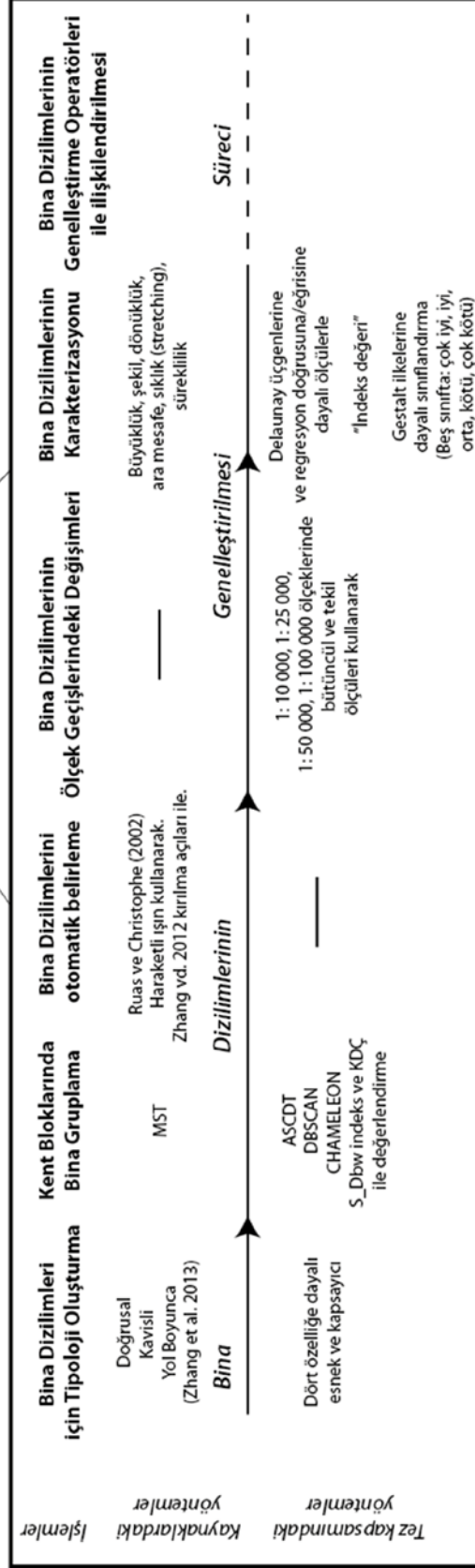
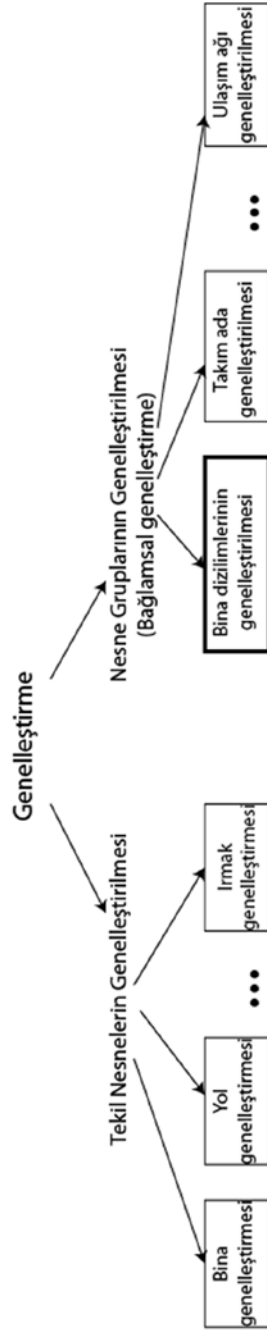
Tezin katkıları

Tezin kapsamı ve katkılarına ilişkin genel tablo Şekil 1.3’de verilmektedir. Bina dizilimlerini adlandırmak ve birbirlerinden ayırt etmek için bir tipoloji önerilmiştir. Şimdiye kadar yalnızca Zhang vd. [3], sadece 3 farklı türü (doğrusal, kavisli ve yol boyunca) içeren bir tipoloji önermektedir. Buna karşın, bu tez kapsamında önerilen tipoloji ile amaca göre istenen derinlikte birkaç yüz çeşitten birkaç bin çeşite kadar bina dizilimi birbirinden ayrıştırılabilmektedir. Bina dizilimleri konusunda yapılacak sonraki araştırmalara adlandırma ve ayırt etme konusunda rehber olabilecek bir yapı oluşturulmuştur.

Daha önce kent blokları (ada) içindeki binaları gruplamada denenmemiş olan ASCDT, DBSCAN ve CHAMELEON algoritmaları bu amaç için genelde tercih edilen MST algoritması ile karşılaştırılmıştır. S_DbW ve tez kapsamında geliştirilen küme değerlendirme çemberleri (KDÇ) yardımıyla her bir algoritmanın farklı dağılım karakteristiklerindeki bina dağılımlarından oluşan veri kümesinde buldukları gruplar nicel olarak değerlendirilmiş ve ASCDT ve DBSCAN’nın daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir (bölüm 3.2). Ayrıca MST ile gruplama yapmanın blok içinde izole bina ve/veya farklı yoğunlukta dağılmış bina olması durumunda sadece parametre değişimiyle çözülemeyecek sorunları olduğu gösterilmiştir.

Ölçek geçişlerinde klasik genelleştirmenin sonucunda bina dizilimlerinin geçirdiği değişimler, binaların ve dizilim bütünü’nün geometrik ve yapısal özelliklerini yansıtan ölçüler kullanılarak incelenmiştir. Homojenleşmenin arttığı, genelleştirme sırasında şekil

karakteristiklerinin hızlı bir şekilde kaybolduğu buna karşın dönüklük özelliğinin 1: 100 000 ölçeğine kadar korunmuş olduğu ve en yoğun bina dizilimlerinin incelenen ölçeklerden ne en küçüğünde ne de en büyüğünde değil de ara ölçek olan 1: 50 000 ölçeğinde görülmesi gibi genelleştirmede kısıt olarak kullanılabilecek, kestirilemeyen faydalı bilgiler ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 1.3 Tezin kapsamı ve katkıları

Bina dizilimlerini nitelendirmek için, içinde beş yeni ölçü barındıran bir karakterizasyon yöntemi tanıtılmıştır (bölüm 3.4). Dizilimdeki ardışık binalar arasında kalan boşlukların zorlanmış Delaunay üçgenlemesi ile üçgenlenerek bu üçgenlerin kenar ve alanlarına dayalı ölçüler geliştirilmiştir. Ayrıca bina köşe noktalarına dayalı olarak geçirilen/oluşturulan bir regresyon doğrusundan/eğrisinden olan sapmalara dayalı olarak türetilen ölçüler de kullanılmıştır. Her iki türdeki ölçülerin tümü tez kapsamında geliştirilmiştir. Bu ölçülerin Gestalt faktörlerini temsil ettikleri gösterilmiş ve denetimli sınıflandırma yöntemleri kapsamında geliştirilen C4.5 algoritması kullanılarak elde edilen karar ağacı ile bir dizilimde hangi Gestalt faktörünün en çok bozulduğu bulunabilmektedir. Geliştirilen ölçülerin toplamı ile elde edilen “indeks değeri” kullanılarak manuel bir kalite karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca geliştirilen ölçü değerlerinden faydalanarak, kalitesi bilinmeyen bir dizilimin hesaplanmış ölçü değerleri ile en fazla üç adımda beş kalite sınıfından birine atanabilmesine olanak sağlayan bir karar ağacı oluşturulmuştur.

Tez aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

Birinci bölümde çalışma konusu genel bir çerçevede içerisinde tanıtılmış, çalışmayı gerektiren problemler ortaya konmuş, konunun neden araştırmaya ve çözüm getirilmeye değer bir konu olduğu vurgulanmış ve tezin hipotezleri belirtilmiştir. Sonuç olarak tezin getirdiği yeni yaklaşımlar ve katkılar sıralanmış ve bulunan çözümlerden otomatik genelleştirmede nasıl yararlanılacağı hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde öncelikle problemin içinde bulunduğu genelleştirme konusu hakkında kaynaklara dayalı genel bir değerlendirme yapılmıştır. Ardından bağlamsal genelleştirme ve bina dizilimleri ile ilgili gelinen durumu anlamak için, şimdiye kadar yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde tezi oluşturan dört ana bölümün (dizilimlerin tipolojisi, binaların gruplanması, dizilimlerin ölçek geçişlerindeki değişimi ve dizilimlerin karakterizasyonu) her biri için amaç, izlenen yöntem ve sonuçlar açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde elde edilen sonuçlara göre önerilen yöntemlerin avantajları ve dezavantajları verilmiş, otomatik genelleştirmede önerilen yöntemlerin ne amaçla kullanılabileceği açıklanmıştır. Önerilen hipotezlerin elde edilen sonuçlar bağlamında ne

kadarının doğrulandığı belirtilmiştir. Son olarak, bir özetleme yaparak tezin katkıları açıklanmış ve bu konuda ileriye dönük yapılması gereken araştırmalar önerilmiştir.

KAYNAK DEĞERLENDİRMESİ

2.

“Hiçbir şey realizmden daha az gerçekçi değildir. Ayrıntılar kafa karıştırıcıdır. Olay ve nesnelerin gerçek anlamını ancak seçerek, eleyerek ve vurgu yaparak elde ederiz.”

Georgia O’Keeffe

Bu bölümde genelleştirme, bağlamsal genelleştirme ve bina dizilimlerine ilişkin genel bilgiler verilmekte ve şimdiye kadar yapılmış çalışmalar özetlenmektedir. Bölüm 2.1’in alt başlıkları ve içeriği Steiniger [4]’ün yapısından esinlenilerek yazılmıştır.

2.1 Genelleştirme ve Yapı Tanıma

Uluslararası Kartografya Birliğinin (ICA) 1973’teki tanımına göre genelleştirme; “nesnelerin hedef harita ölçeği ve/veya amaca uygun olarak seçilmesi ve basitleştirilmiş olarak gösterilmesidir”. Harita tasarımı ve üretimi, genelleştirme işlemini de içeren ve hâlâ kartograflar ve diğer uzmanlar (jeolojik haritalar durumunda bir jeolog gibi) tarafından yapılan bir ustalık işi olarak düşünülebilir. Endüstrinin diğer dallarında olduğu gibi yapılan işlerde, insanların yerini yavaş yavaş makinelerle bırakması Ulusal Haritacılık Kurumları (UHK) ve özel haritacılık şirketlerini kaçınılmaz olarak etkilemektedir. Harita üretiminde otomatik süreçlerin gerekliliğinin birkaç sebebi vardır: ilk sebep, UHK tarafından üretilmiş topografik haritalar için bir harita pafta serisinin güncellenme döngüsünün, klasik yöntemlerle çok zaman almasıdır. Örneğin Kreiter [5] hava

fotoğraflarının alınmasından haritaların basılmasına kadar geçen sürenin 1,5 ila 3 yıl arasında değişebildiğini belirtiyor. İkincisi, kartograflar tarafından gerçekleştirilen genelleştirme işlemleri öznel olduğundan farklı kartograflar tarafından farklı çözümler üretilmesi ve tutarsızlıkların olmasıdır (Bertin [6]; Kilpelainen [7]). Üçüncü olarak, elle düzenleme (editleme), bilgisayar yöntemleri ile karşılaştırıldığında harita nesnelerinin konumsal doğruluğu daha düşüktür (McHaffie [8]). Dördüncü ve son olarak, zaman ve maliyet nedeniyle doğrudan veri toplayarak yeni haritaların üretilmesi zahmetlidir. Sonuç olarak otomatik süreçleri zorunlu kılan tüm bu etkenler günümüz şartlarının gereği olan güncel, standart ve doğru mekânsal bilgi sağlama ve üretme aracı olan haritaların üretilmesi ihtiyacından doğmaktadır.

Bu alt bölümde genelleştirme işlemleri ve otomatik genelleştirme yaklaşımları incelenmektedir. Öncelikle kartografik ilkeler özetlenerek otomatik genelleştirme işlemi için ayrıştırılan parçalar anlatılmaktadır. Harita genelleştirmesi sırasında kartograflar tarafından uygulanan işlemlerin türleri ve bir haritadan beklenen ihtiyaçlar tanımlanmaktadır. Tüm genelleştirme işlemi tanımlamak ve otomatikleştirmek için geliştirilmiş kavramsal işlem modelleri incelenmektedir. Daha sonra, şimdiye kadar araştırma ve uygulamada kullanılmış otomatik harita genelleştirme yaklaşımları irdelenmektedir.

2.1.1 Otomasyon için Klasik Harita Genelleştirmesinin Parçalara Ayrıştırılması

2.1.1.1 Kartografik ilkeler

Klasik ve otomatik harita genelleştirmesinin her ikisi de aynı iki temel hedefe sahiptir: Haritaların belli bir amacı yerine getirmek için tasarlanması gerekliliği ve okunabilirlik. Bu hedefleri başarabilmek için harita genelleştirme işlemi üç genel ilke ile yönlendirilir:

- Esas içeriği seçmek, amaca uygun olmayan öğeleri elemek
- Tipik ve sıra dışı elemanları korumak ve vurgulamak
- Basitleştirmek, haritayı okunabilir yapmak

Bu ilkeler tecrübeli bir kartograf tarafından sezgisel olarak uygulanırken otomatik harita genelleştirmesi için ayrıştırılması ve yeniden formüle edilmesi gerekir. Ayrıştırma,

“okunabilir”, “tipik”, “sıra dışı” ve “önemli” sıfatlarının tam olarak ne anlama geldiğini belirlemek için gereklidir. Bunlara paralel olarak operatörler için geliştirilen algoritmalar ve seçme, koruma, vurgulama ve basitleştirme ilkeleri de ayrıştırılır. Son olarak, bir bilgisayar tarafından gerçekleştirilecek genelleştirme işlemini sağlayan bir dil kullanarak bu ilkeleri yeniden formüle etmek gerekir, örneğin “eğer <koşul> ise, <eylem>’i yap” kurallarının formülasyonu. Aşağıdaki bölümlerde gereksinimlerin ve işlemlerin ayrıştırılması ele alınıp harita genelleştirmesinin otomatikleştirilmesini sağlayan bilgi modelleme yaklaşımları değerlendirilmektedir.

2.1.1.2 Ayrıştırma için Kartografik Bilgi Kazanımı

Genelleştirme işlemini kurallara dayalı bir şekilde ele alabilmek için genelleştirmenin gerekli olduğu durumların ve bu durumlara karşılık gelen kartograf eylemlerinin belirlenmesi gerekir. Tipik, önemli veya okunaksız olarak düşünülen nesne konfigürasyonlarının otomatik sınıflandırılmasının, “bilgi kazanımında” ilk sırada yer alması gerekmektedir. Kartograflardan bilgi elde etme yöntemleri Weibel vd. [9] ve Kilpelainen [10], [7]’nin yayınlarında incelenmektedir. Bilginin doğrudan uzmanlardan elde edildiği yöntemler, ikili görüşmeyle, grup tartışmasıyla, anketler veya formlarla, yönergeyle ve gözlemle öğrenmedir (Weibel vd. [9]). Kartograflarla görüşerek ve form kullanarak bilgi elde etme yöntemleri Kilpelainen [7] tarafından irdelenmektedir. Dolaylı yöntemler ise kartografik yönergelerin (büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği gibi) analizini, harita serilerinin karşılaştırılmasını, kural ve sınıfları elde etmek için makine öğrenme tekniklerini ve etkileşimli sistemlerde süreci izlemeyi kapsamaktadır. Mesela Müller [11], Leitner ve Buttenfield [12] ve Timpf [13] harita serilerini incelemektedirler. Makine öğrenmesi yöntemlerini, Weibel vd. [9], Reichenbacher [14], Plazanet vd. [15] ve Sester [16] incelemektedir.

Bilgi edinimi için birçok yöntem olmasına karşın uzmanlardan bilgi elde etmenin zaman kaybı olabileceği ve belirsiz sonuçların ortaya çıkabileceği belirtilmelidir. Compton ve Jansen [17] aşağıdaki alıntıda çok açık bir şekilde belirsizlik problemini ortaya koymaktadırlar.

“Eğer bilgi edinmeye çalışan kişi zor bir durumda (genelleştirme durumu), birbirinden bağımsız iki uzmana (kartografa) danışırsa, kendisi bu durumda nasıl genelleştirme

yapılacağına dair basit ama farklı olma ihtimali oldukça yüksek iki kural elde edecektir. Eğer sonrasında kişi, uzmanları bir araya getirip hangi kuralın doğru olduğunu sorarsa, büyük bir ihtimalle içinden çıkılmaz bir tartışma başlayacaktır. Uzmanlar birbirlerine kendi kurallarının daha iyi olduğunu kanıtlamaya çalışacakları için genelde kurallarının farklı içeriklerde uygulanacağını ve birbirlerini bütünülediğinin kanısına varılarak tartışma sonuçlanır.”

Kilpelainen [10], [7] birçok kartograf görüşünü ve bir genelleştirme referans kitabı (GRK) arasındaki sonuçları karşılaştırarak ortaya çıkan genelleştirme çeşitliliğini göstermektedir. Genelde klasik genelleştirmenin sonuçlarındaki bu farklılıklar harita genelleştirmesinin yaratıcı bileşenine atfedilir. Bu yaratıcı bileşen unsuruna dayanarak bazı kartograflar elle genelleştirilmiş haritaların üstünlüğünü vurgulayıp tam otomatik yöntemlerle harita üretiminin olanaksızlığına değinmektedirler. Buna karşın başka bazı kartograflar için de elle oluşturulmuş haritaların bu “yaratıcı bileşeni” uyumsuz ve doğru olmayan bir harita üretim sürecine kanıt teşkil etmektedir.

2.1.1.3 Kartografik Gereksinimler

Hem yukarıda belirtilen bilgi kazanımı kaynaklarından (Müller [11], Kilpelainen [7]) hem de GRK analizinden, harita nesnelerinin gösterimine ilişkin çeşitli gereksinimler belirlenmektedir. Kilpelainen [10], [7] haritanın amacını ve okunabilirliğini sağlayan kartografik kuralları dört türe ayırmaktadır: geometrik, topolojik, bağlamsal ve kültürel gereksinimler. Bu gereksinimler ve otomatik işlemler için önemli olan, Steiniger [4]’ün eklediği, beşinci bir tür olarak yordamsal gereksinim aşağıda açıklanmaktadır.

- **Geometrik Gereksinimler:** Bu gereksinimler, geometrik nesneler için insanın algılama sınırlarına göre belirlenmiş eşik değerleridirler. Tekil harita nesneleri için bu sınırlara örnek olarak en küçük alan değeri, en kısa çizgi uzunluğu ve en ince çizgi kalınlığı verilebilir. Harita nesnelerinin arasındaki en küçük ayırma mesafesi, nesneleri görsel olarak ayırt edebilmek için gereklidir. Geometrik gereksinimler, aktif kısıtlar olarak, nesneleri dönüşmeye zorlarlar. Pasif kısıt olarak ise eğer öteleme işlemi uygulanıyorsa konumsal doğruluğu sürdürmek veya nesneler basitleştirildiği zaman aşırı şekil deformasyonunu önlemek gibi durumlarda yaygın olarak kullanılırlar. Şekil

deformasyonu sadece otomatik işlemlerde görünür çünkü klasik genelleştirmede kartograf sezgisel olarak bu limitleri anlar ve dolaylı yollardan onları uygular.

- Topolojik Gereksinimler: Topolojik koşullar, harita nesneleri arasındaki bağlılık, komşuluk ve içermeye ilişkilerini korumak için kullanılır. Kartograf tarafından uygulanan geometrik dönüşümler topolojiyi değiştirebileceğinden bunlara ihtiyaç duyulur. Genelleştirmeden sonra bir binanın yolun yanlış tarafında olmaması gerektiği topolojik gereksinim için verilebilecek iyi bir örnektir.

- Bağlamsal Gereksinimler: Bu gereksinimler genellikle birden çok nesneyi ilgilendirmektedir. Haritanın mekânsal ve semantik yapısını korumaya yardım etmeleri beklenir. Bu nedenle bazı araştırmacılar tarafından yapısal kısıtlar olarak da adlandırılırlar (Weibel ve Dutton [18]). Dizilimlerin (bina, ada vb.) korunması veya vurgulanması veya yakın harita nesneleri arasındaki büyüklük ilişkilerinin korunması veya bir haritadaki nesne yoğunluk ilişkilerinin korunması örnek olarak verilebilir.

- Kültürel Gereksinimler: Bu tür gereksinimlere örnekler Kilpelainen [7] tarafından verilmektedir. Örneğin bir kültürel gereksinim, tarihi değer taşıyan yer isimlerinin elenmemesi gerektiğini belirten bir kuralla ifade edilebilir. Bu gereksinimler daha çok amaca bağımlıdır ve genelde tematik haritalarda kullanılırlar. Genellikle ülkeden ülkeye değişen haritaların geleneksel tarzından (örneğin, kullanılan işaret ve renkler) kaynaklanmaktadır. Kilpelainen [7]'e göre kültürel ve bağlamsal gereksinimler arasındaki fark kültürel gereksinimlerin mekânsal olmayan öznel bilgisiyle ilgili olmasıdır.

- Yordamsal Gereksinimler: Bu tür gereksinimler, haritanın katmanlarını işleme sırası gibi öncelik atamalarını içermektedir (örneğin, önce yollar, sonra binalar). “Önce çizgiyi basitleştir arkasından yumuşat” gibi genelleştirme işlemlerinin sırasındaki kısıtları da belirlemektedir. Weibel ve Dutton [18], bu gereksinimleri belirlemenin zor olabileceğini ve kartografik amaca bağlı olduğunu belirtmektedir.

Sonuç olarak; gereksinimler, bilgisayarın doğrudan hesaplayamadığı ancak kartografin bağlamdan veya geçmiş deneyimlerinden faydalandığı yönergeleri ifade eder.

Uygulama bazlı olarak gereksinimlerin birçok sınıflandırılması önerilmektedir (Ruas ve Plazanet [19], Weibel ve Dutton [18], Harrie [20], Galanda [21]). Örneğin Ruas ve Plazanet [19] ve Harrie [20]'nin tipolojileri harita genelleştirmesinin grafik yönlerine

yoğunlaşmaktadır. Galanda [21], sadece çokgen nesneleri içeren tematik haritaların genelleştirilmesindeki gereksinimleri ele almaktadır. Genelleştirme kaynaklarında geçen gereksinim teriminin, otomatik genelleştirmedeki biçimlendirme (formalisation) ve gerçekleştirme bileşenlerinin etkisiyle “kısıt” olarak değiştiğini belirtmek gerekir. Eğer bahsedilen gereksinimlerden biri sağlanmazsa genellikle bu durum gereksinimlerin ihlali ve kartografik çelişki olarak görülür. Gereksinimin ne kadar sağlandığı, tatmin (satisfaction) derecesi, tatmin ölçüsü ile ifade edilir.

2.1.1.4 Genelleştirme Operatörleri

Bölüm 2.1.1.1’de kartografik ilkeleri açıklarken, kartografik eylemler için seçme eleme, koruma, vurgulama ve basitleştirme gibi genelleştirme operatörlerine biraz değinilmişti. Seçme ve eleme (omit) birbirlerinin karşısı olarak görülen ve bir eliminasyon işlemi olarak ifade edilirken diğer operatörler çok sayıda bağımsız işlemi içerir veya farklı içeriklerde farklı eylemleri gerçekleştirirler. Örneğin yolları gösteren çizgilerin basitleştirilmesi, genelde bina sınırlarının basitleştirilmesinden farklı yöntem ve ilkelere dayanmaktadır. Kartografik gereksinimlere benzer olarak birçok kartografik operatör, uzmanları gözlemlemek ve GRK’larını analiz etmek gibi bilgi kazanım tekniklerini kullanarak belirlenebilmektedir. Hake vd. [22] ve Robinson vd. [23] tarafından ele alınan GRK’larda çok sayıda kartografik operatör anılsa da Shea ve McMaster [24] bunları ayrıntılı olarak incelemekte ve operatörlerin kapsamlı bir listesini vermektedir. Böylece operatörleri kapsamlı bir şekilde açıklarken nokta, çizgi ve alan operatörleri arasında da ayırım yapmaktadırlar. Sonraları bazı yeni operatörler eklenmiş ve operatör tanımları iyileştirilmiştir (Plazanet [25], Ruas ve Lagrange [26]).

Kartografya topluluğunda kartografik eylemler ve bunların terminolojisi arasında ortak bir anlaşmaya varılmadığını belirtmek gerekir. Bu durum Rieger ve Coulson [27] tarafından çeşitli kartograflardan “basitleştirme” ve “yumuşatma” gibi terimleri açıklamaları istenerek gösterilmektedir. Birçok kartograf bazı terimler arasında bir fark görememekte ve belli bir terimin (örneğin tipikleştirme) ne anlama geldiğini bilmemektedir. Esası AGENT Consortium [28]’den alınmış Şekil 2.1’de operatörlerin listesi ve tanımı verilmektedir.

Semantik Dönüşüm		Sınıflandırma		Semantik Seçme	Uygulamaya ilişkin sınıfların alt kümesini seçme		
				Semantik Gruplandırma	Semantik çözünürlüğü değiştirme (sınıflandırma hiyerarşisinde hareket etme)		
Geometrik dönüşüm	Tek nesneler	Basitleştirme	Ayıklama	Çizgiyi en iyi temsil edebileceği düşünülen noktaları koruyup, başlangıç koordinatlarının alt setini kullanarak orijinal çizginin gösterimi			
			Sınırlamasız Basitleştirme	Orijinal çizginin basitleştirilmiş gösterimi hesaplanır. Başlangıçtaki koordinatların alt grubunu kullanmak yerine yeni çizgi için yakınında herhangi bir nokta türetilabilir ve hatta çizgi daha fazla noktadan oluşabilir			
		Dönüştürme	n boyutlu nesnelerin n-1 hatta n-2 boyuta dönüştürülmesi				
		İyileştirme	Geometrik kısıtlamalara göre iyileştirme	Büyültme	Her doğrultuda sabit büyültme (ölçekleme)		
				Abartma	Önemli kısımları vurgulama, şekil değişimi ile büyültme		
			Semantik/Yapısal kısıtlamalara göre iyileştirme	Yumuşatma	Estetik niteliği arttırmak için geometriyi değiştirme		
				Fraktallaştırma	Sahip olmaları beklenen kendine benzer ayrıntıları nesnelere ekleme		
				Düzeltilme	Köşe açıları dik olması gereken nesnelerin geometrisini düzeltme		
	Tek nesneler ya da nesne kümesi	Seçme/Eleme	Seçme	Orijinal nesneyi göstermek için kümeden/ağdan en önemli nesneyi seçme			
			Eleme	Önemsiz nesneleri haritadan eleme			
		Öteleme	Çok yakın nesneler arasındaki uyumsuzlukları çözmek ya da önemli komşuluk ilişkilerini korumak için nesneleri taşıma				
Nesne kümesi	Birleştirme	Tek nesne olarak birleştir	Kaynaştırma	Bitişikleri Kaynaştırma	Aynı yapıya sahip iki bağlantılı nesneyi birleştirme		
				Ayrıkları Kaynaştırma	Ayrı nesneleri birleştirme		
		Birkaç nesne olarak birleştir	Kombinasyon	Bir nesne grubunu, daha üst boyutta bir nesne olarak birleştirme			
			Tipikleştirme	Başlangıçtaki nesne grubu yeni bir (genelleştirilmiş) gruba dönüştürülür. Dönüşüm sonucunda orijinal nesnelerden hangisinin yenisini oluşturduğu açık değildir. Yeni nesneler sadece onların yerine geçer. İlk nesneler, (binalar gibi) ayrı nesnelerden oluşturulabilir ya da (yol parçaları gibi) tek bir nesnenin parçalanması ile de oluşturulabilir. İlk tür yapılandırma, ikinci tür şematikleştirme olarak adlandırılır.			

Şekil 2.1 Genelleştirme operatörleri (AGENT [28]; Başaraner [29])

Kartografik operatörlere dair bahsedilmesi gereken son nokta kartografin elle yaptığı işlemleri tanımlamaktır. Bir bilgisayar tabanlı genelleştirme sisteminde işlemlerin belli

algoritmalarla uygulanması gerekir. Dolayısı ile farklı matematiksel modellere dayalı birçok algoritma aynı kartografik işlemin hesaplarını gerçekleştirmede kullanılabilir. Binalara uygulanan öteleme işlemi örnek olarak alınabilir. Bader [30], fiziksel olarak harekete geçirilmiş “elastik ışınları (elastic beam)” kullanarak bir yaklaşım sunarken MST’den bükülebilir kiriş üretme temeline dayalı bir yaklaşım; Ruas [31], Delaunay üçgenlemesine dayalı bir yaklaşım ve Hojholt [32], sonlu elemanlar yöntemine dayalı bir yaklaşım kullanmaktadır. İşlemler ve algoritmalar üzerine kapsamlı bir değerlendirme Regnauld ve McMaster [33] tarafından yapılmaktadır. Harita genelleştirmesi için çeşitli algoritmalar Li [34] tarafından incelenmektedir.

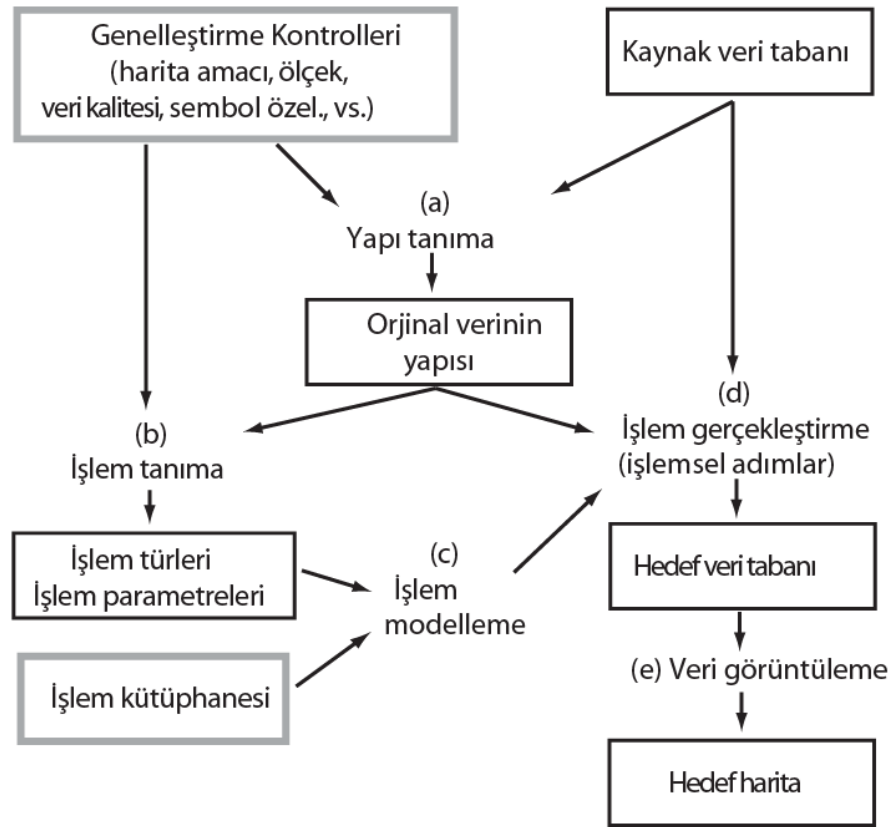
2.1.1.5 Kavramsal Harita Genelleştirme Modelleri

Genelleştirme ilkelerini kartografik gereksinimler ve operatörler olmak üzere ikiye ayırdıktan sonra bu elemanların kapsamlı bir genelleştirme işlemi modeli içinde nasıl bir araya getirileceği üstünde durmak gerekir. Bu nedenle bir kartograf tarafından fikren ve elle gerçekleştirilen adımların genelleştirme sürecinin kavramsal modellerini inşa etmek için analiz edilmesi gerekmektedir. Geliştirilmiş ilk kavramsal modeller Brassel ve Weibel [35], McMaster ve Shea [36]’ların geliştirdiği “işlem/süreç yönelimli” modellerdir. Daha sonra Ruas ve Plazanet [19] “hiyerarşik” genelleştirme modelini geliştirmiştir. Bu model hâlâ klasik genelleştirme yaklaşımından yararlanır fakat yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanlarında geliştirilmiş hesap modelleri kullanılması nedeniyle gerçekleştirilmesi önemli oranda kolaylaşmaktadır. Bu iki model aşağıda değerlendirilmektedir.

A. İşlem Yönelimli Modeller

Brassel ve Weibel [35] tarafından sunulan kavramsal genelleştirme çerçevesinde işlemler beş bölüme ayrılmıştır (Şekil 2.2):

- a) Yapı tanıma
- b) İşlem tanıma
- c) İşlem modelleme
- d) İşlem gerçekleştirme
- e) Veri görüntüleme



Şekil 2.2 İşlem yönelimli modelleme (Brassel ve Weibel [35])

Genelleştirme süreci genelleştirme kontrolleri tarafından (örneğin haritanın amacı, ölçek, işaret spesifikasyonu vb.) kısıtlanmış kaynak veri üzerinde yapı tanıma ile başlar. Bu aşamanın amacı harita nesneleri ve bunların birlikteliği arasındaki mekânsal ve semantik ilişkilerin karakterize edilmesidir. İşlem tanıma, ikinci adım, genelleştirme kontrolleri tarafından kısıtlar ve işlem (operatör) türleri ve önceden karakterize edilmiş nesnelere uygulanan parametreler hakkında bilgi edinmeyi amaçlar. Üçüncü adımda, işlem modellemede, işlem kütüphanesinden kuralların ve yordamların derlenmesi yapılır. Dördüncü adım, işlem gerçekleştirme, derlenmiş nesne dönüştürme (genelleştirme işlemleri) birimlerinin gerçekleşmesinden sorumludur; bunu takip eden son adım, veri görüntüleme, önceden dönüştürülmüş nesnenin gösteriminden sorumludur.

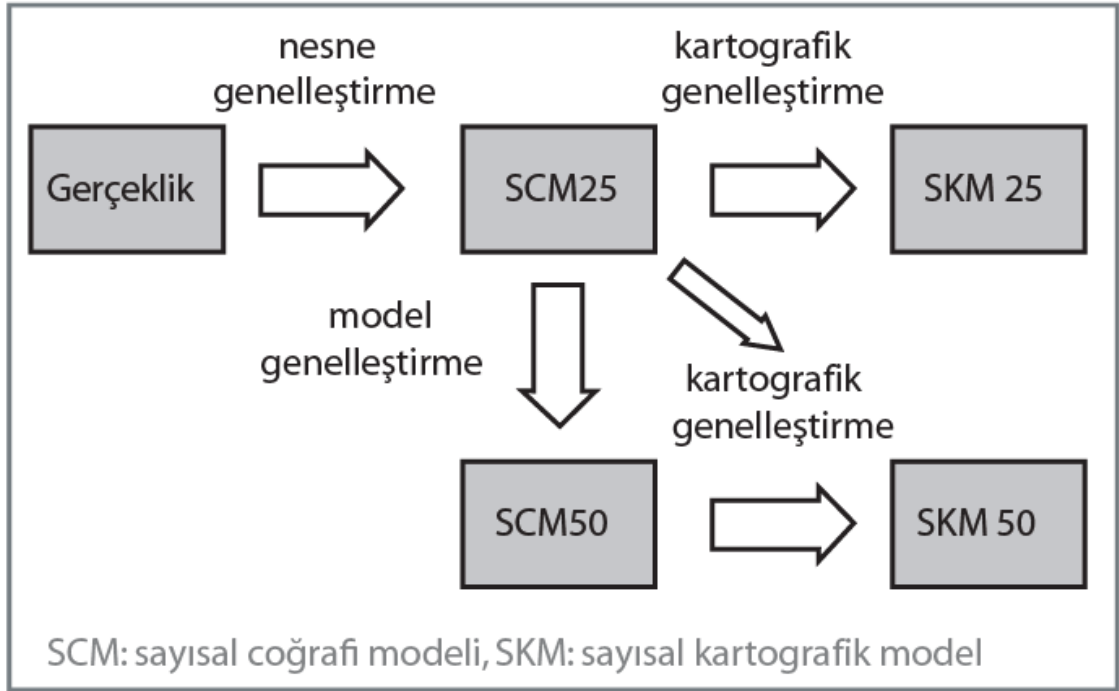
Bu kavramsal çerçevenin, kaynak haritayı anlamaya ve yapı karakterizasyonuna dayalı bir genelleştirme işlemi öne sürmesine ve desteklemesine karşın 1990'ların ortalarına kadar birçok genelleştirme algoritması veri karakterizasyonu için (örneğin yapı tanıma) yalnızca basit yerleşik yaklaşımları kullanmıştır. Bununla birlikte, bu durum, son yıllarda

AGENT projesindeki gibi (Lamy vd. [37], Barrault vd. [38]) açık veri karakterizasyonu kuran genelleştirme yaklaşımları ile değişmektedir.

Brassel ve Weibel [35]'in modeli McMaster ve Shea [36] tarafından genişletilmektedir. İşlem bölümüne belli ayrıntıları ve eksik parçaları eklemektedirler. McMaster ve Shea [36]'nın çerçevesi sorulardan oluşur: “*Neden, ne zaman ve nasıl genelleştirilecek?*”. İlk soru –“*Neden genelleştiriyoruz?*”- genelleştirme tanımındaki gibi karmaşıklığın azaltılıp haritanın amacının yerine getirilmesine işaret etmektedir. Fakat bu soru mekânsal doğruluğu korumayı ve genelleştirme kurallarının tutarlı bir sonuç vermesi gibi otomatik genelleştirme yaklaşımlarına yol açan gereksinimleri de kapsar. İkinci soru –“*Ne zaman genelleştirilecek?*”- harita verisinin geometrik değerlendirmesini kapsar ve Armstrong [39]'da yaptığı gibi geometrik bilgiyle ilişkilendirilebilir. Son olarak –“*Nasıl genelleştirileceği?*”- sorusu kartografin genelleştirme eylemlerinin ayrıştırılmasına neden olur. Bu aşamada kartograflar tarafından gerçekleştirilen sınıflandırma, işaretleştirme, basitleştirme, yumuşatma ve birleştirme gibi belli sayıdaki geometrik ve öznitelik dönüşümü belirlenir.

Alman ATKIS projesinde kullanılan genelleştirme modeli (Grünreich [40], Morgonstern ve Schürer [41]) tüm genelleştirme sürecine farklı bir bakışı temsil etmektedir. Bu modelde genelleştirme işlemleri üç farklı türe ayrılır (Şekil 2.3). İlk tür *nesne genelleştirmesi* olarak adlandırılır ve gerçeklikten seçme ve özetlemeyle veriye geçiş diyebileceğimiz veriyi toplayan kişi (topograf, hava fotoğrafı analisti veya veri analisti) tarafından yapılan fikri genelleştirme işlemini tanımlar. Haritası yapılacak olan yeryüzü parçası, orijinal olarak tanımlanmaktadır ve nesne genelleştirmesiyle elde edilen modele birincil model denir. Aslında bu model gerçek dünyanın bir modelidir ve Sayısal Coğrafi Model (SCM) olarak da adlandırılabilir. İkinci tür genelleştirme – *model genelleştirmesi* – istatistiksel kontroller altında nesne genelleştirmesiyle elde edilen veri kümesini indirgemeyi amaçlar. Bu indirgeme nesne sınıflarının ve öznitelik çözünürlüğünün azaltılmasıyla gerçekleştirilir. Birincil modelden daha düşük mekânsal (geometrik ve semantik) çözünürlüğe sahip ikincil modeller elde etmek için kullanılırlar. *Model genelleştirmesi*, bir alanın çizgiye dönüşmesi gibi geometri türündeki değişimleri de içerebilir. “*Kartografik genelleştirme*” üçüncü işlem türünü temsil eder. Burada amaç sayısal coğrafi verinin grafik gösterimidir. Bu nedenle işaretleştirme işlemleri uygulanır

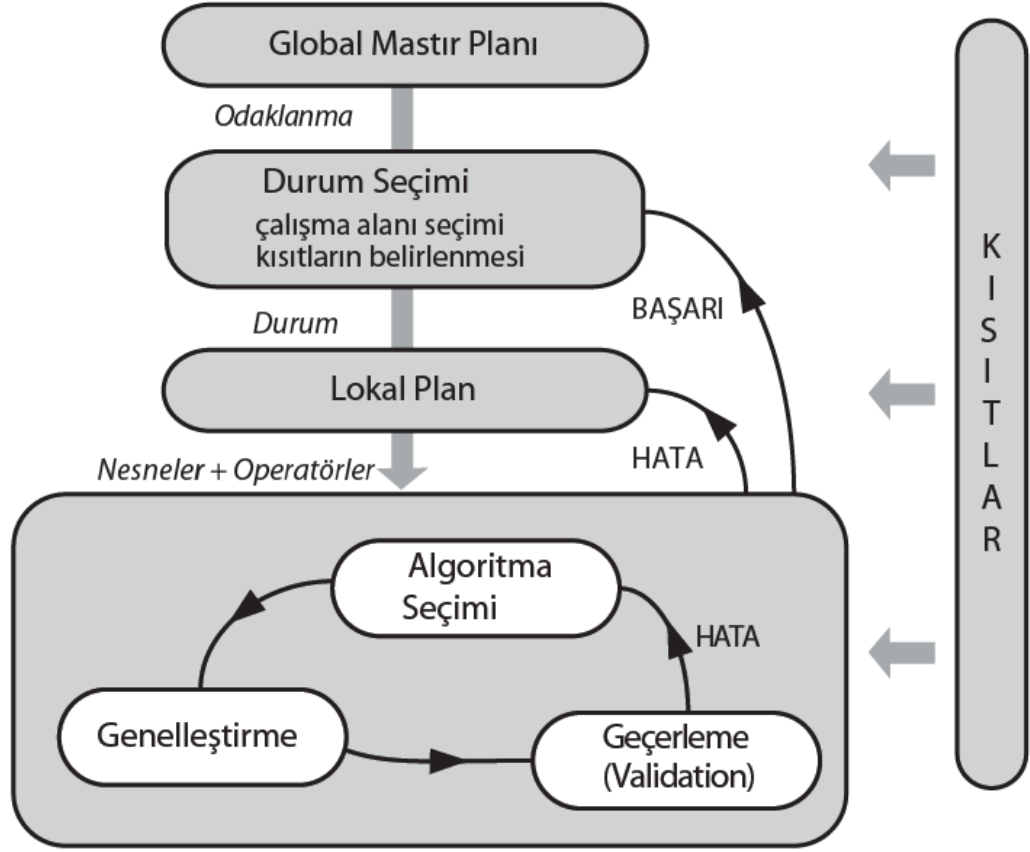
ve yapılar (structures), nesne karakteristikleri düşünülerek bölgesel olarak (local) iyileştirilir (yani eliminasyon, abartma, öteleme vb. yapılarak). Model genelleştirme, kartografik genelleştirme yapmak üzere coğrafi veri tabanına uygulanan bir ön işlem olarak görülebilir. Kartografik modellerin, ihtiyaç sahibi son kullanıcı tarafından yorumlanması ile kullanıcının belleğinde oluşan modellere ise üçüncül model denir.



Şekil 2.3 ATKIS modeli (Steiniger [4])

B. Hiyerarşik Modelleme

Harita genelleştirme hiyerarşik bir işlem olarak Ruas ve Plazanet [19] tarafından önerilmiştir. Bu model, yapı tanıma, işlem tanıma, işlem modelleme ve gerçekleştirme bölümlerini kullanmasından dolayı, Brassel ve Weibel [35] modelini kısmen temel almaktadır. Ayrıca, tatmin edici bir harita elde etmek için “deneme yanılma” ile iteratif bir iyileştirme stratejisi öneren Mackaness [42]’yi benimsemektedir. Model belli kartografik işlemleri gerçekleştirmek için sadece operatörleri değil aynı zamanda algoritmaları da bütünleştirir. Bu durumun nedeni bu modelin, etkileşimli genelleştirme sistemlerinin ilk denemelerinden sonra geliştirilmiş olmasıdır. Etkileşimli sistemler her bir işlem için çok farklı algoritmalarla donatılmıştır (örneğin, çizgi basitleştirme için birçok algoritma kullanılır).



Şekil 2.4 Hiyerarşik modelleme (Ruas ve Plazanet [19])

Önerilen çerçeve üç aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.4). En üst seviyede bir “global mastır planı” tüm haritaya uygulanacak olan genelleştirme safhalarının sırasını belirler. Orta seviyede bir coğrafik “durum” verilen bir göreve göre seçilir (örneğin bir kent bloğunun içindeki nesnelerin seçimi). Son olarak lokal seviyede aşağıdaki iteratif süreç başlar:

1. Gereksinimler (yani kısıtlar) kullanılarak durum analizi. Eğer bir gereksinim ihlal ediliyorsa 2 – 4 adımları gerçekleştirilmelidir, edilmiyorsa yeni bir durum seçilir.
2. İşlem (algoritma) seçimi ve sıraları; belli algoritmalar uygulandığında belli gereksinimlerin sağlanması.
3. Algoritmaların koşturulmasıyla durum veya nesnenin genelleştirilmesi
4. Genelleştirme sonucunun değerlendirilmesi. Gereksinimler sağlanıyorsa yeni bir durum seçilir. Aksi takdirde farklı işlemler, algoritmalar ve yürütme sırası seçilir.

İşlem tatmin edici bir genelleştirme sonucu elde edilene kadar lokal aşamaya dönerek devam eder. Bu sadece kavramsal bir model değil aynı zamanda, ilk defa IGN'nin *Strategie* adlı deneysel ortamında ve ticari takipçisi 'Radius Clarity'de uygulanmıştır (Lamy vd. [37], Barrault vd. [38]).

Son olarak, Peter ve Weibel [43] tarafından tematik haritaların genelleştirilmesine özel olarak yoğunlaşan başka bir hiyerarşik model önerilmektedir. Bu model, Brassel ve Weibel [35], McMaster ve Shea [36] ve Ruas ve Plazanet [19] çerçevelerinden oldukça etkilenmektedir. Peter ve Weibel [43], tematik haritalar için ayrıntılı bir şekilde genelleştirme işlem ve gereksinimlerini tartışmakta ve bunların değerlendirilmesi için ölçüler önermektedir.

2.1.2 Otomatik Harita Genelleştirme Yaklaşımları

Otomatik genelleştirme yaklaşımlarına olan bakış açılarının geçtiğimiz on beş yılda ne kadar değiştiği yapılan tezler incelendiğinde görülmektedir. Haritaların kartografik genelleştirme ile otomatik olarak üretilmesindeki ilerlemelerin geldiği noktayı belirtmek açısından birkaç yıl evveline kadar bu işin karmaşıklığından dolayı tam olarak olası görülmediği hatırlanmalıdır (Foerster vd. [44]). Örneğin, Bildirici [45] genelleştirme yöntemlerini sıralayıp kısaca anlattıktan sonra genelleştirme araştırmalarının hedefinin tam otomatik bir genelleştirme sistemi olmasına rağmen o zamanın şartlarında ve yakın gelecekte herhangi bir yazılım sisteminin kartograf müdahalesi olmadan sonuç vermesinin mümkün gözükmeyişi belirtmektedir. Bu kanıdan dokuz yıl sonra yapılan bir doktora tezinde (Avcı [46]) ise "teknolojik gelişmelere paralel olarak otomatik genelleştirme alanında son yıllarda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu doğrultuda farklı genelleştirme sorunlarına çözümler sunan birçok algoritma geliştirilmiş ve ticari anlamda da kartografik genelleştirme ile ilgili kurumların kullanımına sunulmuştur" denmektedir. Bugüne geldiğimizde ise artık baştan sona bir kartografin veya uzmanın müdahalesi olmadan tam otomatik yöntemlerle genelleştirme uygulamalarına ilişkin araştırmalar (Stoter vd. [1], Stoter vd. [2]) yayınlanmaktadır. Son yirmi yılda, bu noktaya gelinmesini sağlayan kapsamlı otomatik genelleştirme sistemlerini geliştirmek için birçok teşebbüs gerçekleştirilmiştir. Tarihi gelişmelerine göre bu yaklaşımlar beş ana başlıkta toplanarak özetlenebilir:

- Etkileşimli sistemler
- Kural-tabanlı sistemler
- İş akış sistemleri
- Çok ajanlı sistemler
- Optimizasyon yaklaşımları

Bu beş ana başlığın dışında kalan, bununla beraber ilk modelleme yaklaşımını temsil etmesi açısından önemli olan yığın işleme (batch processing) modeli vardır. Bu modelde tüm işlemler tek komutla başlatılmaktadır. Elde edilen sonuçlar beğenilmezse parametreler değiştirilip tekrar çalıştırılmaktadır. Bu model 80'li yıllara kadar kullanılmıştır.

Çok ajanlı sistemler, optimizasyon yaklaşımı olarak da görülebilmesine karşın hem optimizasyon yaklaşımları diğer hesaplamalı teknikleri (Self Organizing Maps, SOM, dağıtık problem çözümü, iletişimi ve öğrenimi) ilgilendirdiğinden hem de çok ajanlı sistemlerin sonuçları optimal olmadığından ayrı olarak değerlendirilmiştir. Modelleme yaklaşımlarının ayrıntılı bir değerlendirmesi için Harrie ve Weibel [47]'ye bakılabilir.

2.1.2.1 Etkileşimli Sistemler ve Kural-Tabanlı Sistemler

Kartografik bilginin elde ediminin zor olmasının sebebi, kartografin uyguladığı işlem adımlarının genelde farkında olmayışına dayanır çünkü eylemlerinin sebepleri ona çok açık görünür (Kilpelainen [7]). Bu nedenle genelleştirme sistemlerinin icadındaki en basit yol, tüm karar işlemlerini kartografin ellerine teslim etmektir. Böylece, genelleştirme sistemi, bir kartograf tarafından etkileşimli olarak seçilen ve uygulanan sayısal genelleştirme araçlarını temin eder. Bu modele kartografin bilgisini bu şekilde kullanıldığı için "etkileşim modeli" denir (Harrie ve Weibel [47]). Bu model, bilişsel iş yükünün uzman ve bilgisayar arasında paylaşılabileceği ilkesini esas almaktadır. Bilgisayar yeterince kesinleştirilmiş görevleri ve algoritmaları seçip yaparken uzman, yazılımı yönlendirip kontrol etmektedir. Sonuç olarak, otomatik genelleştirme işlemi sırasında bazı görevlerin çözülebilmesi için ihtiyaçların ve eylemlerin formüle edilmesi harita yapımının sanatsal boyutu kadar zor değildir. Nesne büyüklüklerinin ve nesneler

arası mesafelerin en küçük boyutlarının okunabilirliğini sağlamak örnek olarak verilebilir. EĞER [binanın alanı $X < 200 \text{ m}^2$] İSE [abartma algoritmasına başvuru] gibi kurallar bir bilgisayar tarafından kolayca başarılabılır. Sonuçta, 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında araştırmalar kural-tabanlı uzman sistemlerin geliştirilmesine yoğunlaşmıştır. Bu yaklaşım iki aşamadan oluşuyor: yapı tanıma (koşul) ve gerçekleştirme (eylem). Yapı tanımada nesnelerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanır. Belirlenmiş koşullara göre genelleştirme algoritmaları tetiklenerek eylem aşaması gerçekleştirilir. Bu modelde genelleştirme işlemlerinin koşul-eylem çiftlerini analiz etmek gerektiğinden, "*koşul-eylem*" modeli olarak da adlandırılır (Harrie ve Weibel [47]). Kural tabanlı genelleştirme için örnekler Nickerson ve Freeman [48], Nickerson [49] ve Schylberg [50]'de ve isim yerleştirme için kural tabanlı sistem Jones [51]'de verilmektedir.

2.1.2.2 Kurallardan Kısıtlara

Hem etkileşimli genelleştirme sistemleri hem de kural-tabanlı sistemler dezavantajlara sahiptirler. Etkileşimli genelleştirme sistemlerinin bir değerlendirmesini yapan Ruas [52], bir taraftan çok düşük bir verimlilik elde edildiğini gösterirken diğer yandan genelleştirme sonuçlarının esasen kullanıcının ustalığına bağlı olduğunu göstermektedir. Kural-tabanlı sistemlerin zayıflığı tutarlı bir biçimde kartografik kuralları elde etme ve biçimlendirme zorluğundadır (Compton ve Jansen [17]). Diğer bir dezavantajı ise harita nesneleri arasındaki gereksinimler ve eylemleri yeteri kadar iyi tanımlamak için gerekli kuralların çok olmasıdır. Farklı işlemlerin birbirini etkileyebileceği ve potansiyel olarak ikincil bir çelişkiye sebep olabileceği için genelleştirme işlemlerinin sıralanmasında başka sorunlar da ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bir geometrik koşul karmaşık bir bina sınırının basitleştirilmesini isterken, aynı anda bir büyüklük koşulu binanın haritada görülebilmesi için büyütülmesini gerektirebilir, üçüncü bir koşulda komşu bina ile çakışmasına neden olduğu için binanın büyütülmesine izin vermeyecektir. Böylece, aynı anda birçok gereksinimle baş edebilecek esnek bir sıralı yaklaşıma ihtiyaç olduğu sonucuna varılmaktadır (Harrie ve Weibel [47], Holland [53]).

Kural-tabanlı sistemlerin dezavantajları nedeniyle, Beard [54] otomatik genelleştirme için kısıt-tabanlı modelin kullanımını önermiştir. Kısıtlar genelleştirilmiş haritanın gereksinimlerini yani genelleştirilmiş haritaya uyumlu olması gereken koşulları formüle

ederler. Kısıtlamalar, hedef değerler, ölçüler, değerlendirme yöntemi, planlar listesi, önem ve öncelik değeri gibi yöntem ve değerlerin birlikteliği olarak tanımlanabilir. Kısıtlamalar, uygun genelleştirme işlemine maruz kalması gereken bir nesnenin belli bir özelliği hakkında belli sonuç spesifikasyonları belirlerler. Ölçüler, kartografik amaçları düşünmeksizin sadece nesneleri ve durumları karakterize ederken, kısıtlamalar biçimlendirilmiş kartografik amaçlara göre durumları değerlendirirler. Böylece kısıtlamalar nesnelerin veya durumların kartografik şartları sağlayıp sağlamadıklarını da kontrol ederler. Bu bakımdan ölçüler kısıtlamaların bir alt kümesidir. Genelleştirme işleminde kısıt olarak davranan birçok gereksinim genelleştirilmiş haritada sağlanmalıdır. Bu yaklaşım olabildiğince çok kısıt sağlamaya çalışarak genelleştirme yapmaktadır. Kural tabanlı yaklaşımdan farklı olarak, bir koşulun ihlali veya tatmini bir eylemle sınırlanmaz. Kısıt tabanlı genelleştirme, çelişki analizi ve çelişki çözümü arasında iteratif bir süreç olarak görülebilir. Hem analiz hem de çözüm her ikisi de çelişkilerin belirlenmesi ve genelleştirme operatörlerinin seçiminde kısıtlamalara bağlıdır. Bir sorunu çözmek için seçilen bir eylem, koşulların sentezinin sonucudur (Ruas ve Plazanet [19], Barraut vd. [38]). Bununla birlikte eğer çeşitli gereksinimlerin düşünülmesi gerekiyorsa kısıtlar sadece uygulanacak genelleştirme algoritmasını seçmede faydalı değildir. Bunların esas rolü; haritanın, bir durumun veya tek bir harita nesnesinin gereksinimlerinin sağlanıp sağlanmadığını basitçe değerlendirmektir.

Bu yaklaşımdaki en büyük zorluk, kartografik genelleştirme eylemlerinin kısmen birbirlerine karşı işleyen kısıtlamalar kümesiyle bağlı olmasıdır. Nesneler arasındaki en kısa mesafelerin korunması kısıtının, konumsal doğruluğun korunması kısıtı ile çelişmesi veya ayrıntının indirgenmesi gereksinimine karşı orijinal şeklin olabildiğince korunması kısıtı örnek olarak verilebilir. Otomatik genelleştirmenin amacı, tüm bu kısıtlamalar arasında iyi bir uzlaşma sağlamaktır. Genelleştirme yapılmadan önce kısıtlamaların önceliklendirilmesi gerekmektedir (Burghardt ve Steiniger [55]).

2.1.1.3'te tanımlanan harita genelleştirme gereksinimleri kısıtlarla biçimlendirilebilir. Genelleştirme literatüründe sözü geçen kısıtların benzer türlerine denk düşen farklı gereksinim türleri listelenmiştir (geometrik, topolojik, yapısal gibi).

2.1.2.3 İş Akış Sistemleri, Çok Ajanlı Sistemler ve Optimizasyon Kullanarak Kısıt-Tabanlı Otomatik Harita Genelleştirme

Kısıt tabanlı modelleme otomatik harita genelleştirmesine sadece yeni yaklaşımlar katmamış, aynı zamanda iş akış sistemleri tarafından daha sofistike bir yol içinde interaktif ve kural-tabanlı yöntemlerin birleştirilmesine de neden olmuştur. “iş akış modeli” ve akış şeması modeli, genellikle ‘veri akışını görselleştirme sistemleri’ adıyla kullanılan (Upson vd. [56]’nın uygulama görselleştirme sistemi) ve ESRI’nin ModelBuilder’ı tarafından CBS alanında denenen tekniklerdir.

İş-akış modelleri birçok işlem görevini bir araya getiren sezgisel bir yol oluşturur (örneğin bina eleme, basitleştirme, öteleme vb.) ve görevlerin son düzeni bir uzman tarafından etkileşimli olarak tanımlanır. Bu sayede kurallar sabit bir düzende gerçekleşen yığın (batch) sistemlerin aksine dinamik bir düzende gerçekleşirler. Kısıtlar, iş-akış yaklaşımında ilk adımda haritayı karakterize etmek için kullanılabilirler. İkinci adımda, karakterizasyon sonuçlarına dayanarak, harita bölümleri, konular (themes) ve harita nesneleri, etkileşimli bir şekilde düzenlenmiş bir iş-akışı içinde farklı işlem yollarına atanabilirler. Kısıt ve iş-akış tabanlı bir genelleştirme sistemine örnek Petzold vd. [57] tarafından verilmektedir.

AGENT projesinde geliştirilmiş “Çok Ajanlı Sistem” (Barrault vd. [38]), kısıtlardan faydalanan bir başka otomatik harita genelleştirme yaklaşımıdır. Bu sistem, Ruas ve Plazanet [19] tarafından sunulan kavramsal genelleştirme modelini takip eder. Her harita nesnesi, kendisine uygulanacak kısıtları bilen bir ajan nesnesi olarak temsil edilir. Bireysel harita nesnelerini (örneğin bir bina) temsil eden ajanlar, mikro-ajanlar olarak adlandırılırken, bu ajanlar harita nesneleri gruplarını temsil eden mezo-ajanlar (örneğin bir şehir bloğunun binaları) tarafından yönetilebilirler. Tüm ajan nesneleri kısıtları kullanarak kendi değerlendirmesini yapar ve eğer kısıt sağlanmıyorsa uygun genelleştirme algoritmalarını uygular. Harita genelleştirmesinde ajan modelleme için iki farklı yaklaşım önerilmiştir. Ruas [58]’in orijinal yaklaşımında, iletişimin yukarıdan aşağıya sınırlandırıldığı, makro, mezo ve mikro nesne ajanlarının katı bir hiyerarşik modeli gerçekleşmektedir. Örneğin, iletişim, bir grubun içindeki nesnelerin seçilerek

silinmesi gerekiyorsa veya öteleme yapılacaksa şarttır buna karşın, Duchene [59] tarafından önerilen ajan modeli yaklaşımında, iletişim, tekil nesne ajanları arasında hiyerarşik olmayan bir yapıda gerçekleşir. Bu iki ajan-tabanlı genelleştirme modelinin ve uygulamalarının ayrıntılı bir incelemesi Ruas ve Duchene [60] tarafından verilmektedir.

Harita genelleştirmesine yönelik birçok 'optimizasyon' temelli yaklaşım tanımlanmaktadır (Harrie ve Weibel [47]). Optimizasyon yaklaşımlarını Steiniger [4] üçe ayırmaktadır:

- Kombinasyonlu optimizasyon (Michalewicz ve Fogel [61])
- Sürekli (continuous) optimizasyon (Boyd ve Vandenberghe [62])
- Sinir ağları (Bishop [63])

Optimizasyon yaklaşımlarında problem amaç fonksiyonu olarak formüle edilir ve bu fonksiyonun bir veya daha çok sayıda minimum ve maksimum değeri aranır. Harita genelleştirmesinde amaç fonksiyonunu tanımlayan basit bir yaklaşım ya ikili (boolean) ya da $[0...1]$ aralığında sürekli (reel sayı) bir sonuç değeri elde ederek ve bunların ağırlıklı toplamalarını hesaplayarak kısıtların ihlallerini değerlendirmektedir. Aşağıda genelleştirmede kullanılan optimizasyon yaklaşımlarının kısa bir özeti verilmektedir. Duda vd. [64], yılanlar (snakes) ve sonlu elemanlar dışındaki, tipik olarak kullanılmış çeşitli optimizasyon tekniklerini açıklamaktadır.

Kombinasyonlu optimizasyon teknikleri (benzetilmiş tavlama (simulated annealing) veya genetik algoritmalar gibi), iteratif olarak uygun bir çözüm bulmaya çalışırlar. Bundan dolayı ekstremi bulma işlemi, bir ara iterasyon adımının sonucu iyi veya kötü olarak değerlendirildiğinde stokastik bir bileşen (rastlantısal olarak) tarafından etkilenir. Genetik algoritmalara dayalı genelleştirme yaklaşımları, birçok kartografik işlemi kullanarak bir bina bloğunun genelleştirilmesi için Neun [65] tarafından ve binaların ötelenmesi için Wilson vd. [66] tarafından geliştirilmektedir. Bina genelleştirmesinde benzetilmiş tavlama teknikleri Ware ve Jones [67], Ware vd. [68] ve Neun [65] tarafından uygulanmaktadır.

Sürekli optimizasyon teknikleri, sürekli ve türevlenebilir bir amaç fonksiyonuna gereksinim duyarlar. Böylesi yöntemlerin sağladığı avantaj, genelleştirme çözümünün

bir adımda başarılabilmesidir. Geçmişte, birçok optimizasyon yaklaşımı kullanılmıştır. Örneğin Steiniger ve Meier [69], Bader [30] ve Burghardt [70], yılanlar (snakes) ve elastik ışınlar (elastic beams) (Bader [30]) yöntemine dayalı çizgi yumuşatma ve öteleme için yaklaşımlar önermektedirler. En küçük karelerle optimizasyon, bina genelleştirmede, Sester [71] ve Harrie ve Sarjakoski [72] tarafından uygulanmaktadır. Harrie ve Sarjakoski [72], bunlara yolları ve diğer alansal nesneleri de dâhil etmişlerdir. Sonlu elemanlar yöntemine dayalı başka bir yaklaşım ise binaların eř zamanlı ötelenmesinde, Hojholt [32] tarafından kullanılmıştır.

Sinir ağları, eğer belli bir problem için eğitilirlerse en uygun çözümü verirler. şimdiye kadar tüm genelleştirme işleminde kullanılmamışlardır ama belli genelleştirme işlemlerini gerçekleştirmek için uygulanmışlardır. Örneğin Hojholt [73] ve Sester [74] yerleşim yapısının korunması gereken koşullarda, binaları genelleştirmek için yapay sinir ağlarının özel bir türü olan SOM (Kohonen [75])’u kullanmaktadırlar. SOM’un başka bir uygulaması da yol ağlarındaki seçme işlemi için Jiang ve Harrie [76] tarafından gerçekleştirilmektedir.

Yukarıda sunulan yaklaşımlardan sadece iş-akış modeli ve ajan modeli tüm genelleştirme işlemini modellemek için kullanılmıştır. Diğer yaklaşımların tüm genelleştirme sürecini modellemede kullanılabilmesi imkânsız olmamasına rağmen, iş-akış ve ajan tabanlı tekniklerin, kural tabanlı ve optimizasyon teknikleri gibi yaklaşımları kolayca kendilerine uyarlayabilmeleri önemli bir avantaj sağlamaktadır.

2.1.3 Ülkemizde Yapılan Genelleştirme Çalışmaları

Öncelikle yol ağları, yükseklik eğrileri ve hidrografik ağlar gibi çizgi nesnelere yönelik çalışmalardan bahsedilmekte ardından bina ve yerleşim yeri genelleştirmesine yönelik çalışmalar sunulmaktadır.

Gökgöz [77], yükseklik eğrilerinin basitleştirilmesinde arazinin karakteristik doğrultularının dikkate alınarak yapılmasını önermektedir. Gülgen [78] ve Gülgen ve Gökgöz [79] yol ağı genelleştirmesi için mevcut seçme/eleme yaklaşımlarını inceleyip, eksiklik ve zayıflıklarını tespit ederek, bunların giderilmesi için kartografik temelleri olan yaklaşım, ölçüt ve koşulları geliştirmektedir. Bunun için öncelikle adaların bina iğerip

içermemesi, büyüklükleri, adaları sınırlandıran yolların uzunlukları ve hedef ölçekte adalarda gösterilecek bina sayılarını incelemektedir. Doğru [80] ve Doğru ve Uluğtekin [81] navigasyon haritalarında gösterime konu olacak temel verilerin, yol ağı ve bina verisinden ÇGVT (çoklu gösterimli veri tabanları) yaklaşımına uygun olarak türetilmesi için otomatik bir sistem tasarlayıp ve uygulamaktadırlar. Avcı [46], 1: 25 000 ölçekli standart topografik harita veri setinden 1: 100 000 ölçekli harita üretimi esnasında ulaşım ağının otomatik olarak seçimi ve elenmesini incelemektedir. Yol tipleri arasındaki mevcut hiyerarşi korunarak daha az öneme sahip yol tipleri belirlenmekte, en iyi devamlılık prensibi doğrultusunda yol hatları tespit edilmektedir. Kavşak noktalarının kritik nokta nesnelere yakınlığı örümcek diyagramları kullanılarak belirlenmekte ve yol hatları ağırlıklandırılarak seçme ve eleme gerçekleştirilmektedir. Şen [82], akarsu ağlarının genelleştirmesinde seçme/eleme işlemi için SOM yöntemi ile destek vektör makineleri yöntemini karşılaştırmaktadır.

Ülkemizde bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesine ilişkin olarak ise Bildirici [45], Hannover Üniversitesi Kartografya ve Jeoenformatik Enstitüsü tarafından büyük ölçekli haritalarda bina ve yol genelleştirmesi için geliştirilen CHANGE yazılımını, bu yazılıma eklediği bazı fonksiyonları ve AutoCAD Map yazılımı aracılığıyla gerçekleştirdiği bir uygulamayı sunmaktadır. Aslan [83], (1: 100 000 örneğinde) orta ölçekli topografik haritalara yönelik ESRI ArcGIS ortamında MapObjects kütüphanesini kullanarak Visual Basic ile bilgisayar destekli genelleştirme için çözüm önerileri geliştirmektedir. Başaraner [29], bağlamsal (mekânsal yapılanışa bağlı) genelleştirmede karar verme mekanizmasını güçlendiren Voronoi çokgenlerine dayalı bir strateji geliştirmektedir. Daha sonra bu stratejiye göre genelleştirme işlem adımlarını belirlemekte ve bu adımları genelleştirmede kullanılan algoritmaları geliştirmektedir. Aslan [84] bina objelerinin tipikleştirilmesi için mesafeye ve açıya dayalı yöntemler önermektedir. Geliştirdiği bu yöntemleri kırsal yerleşim alanlarındaki binaları tipikleştirmede uygulamaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri ortamında gerçekleştirilecek genelleştirme ve çoklu gösterim yaklaşımları ile ilgili olarak Başaraner [85] çalışmasından faydalanılabilir. 2009 yılında İznik'te yapılan harita ve kadastro mühendisleri odası, genelleştirme ve çoklu gösterimler çalıştayının, değerlendirme ve özet yazısında ülkemizde yapılan genelleştirme çalışmalarının daha ayrıntılı bir hali bulunabilir.

2.1.4 Yapı Tanıma

Bir harita nesnesinin kartografik genelleştirmede doğru bir şekilde ele alınabilmesi için içinde bulunduğu yapının bilinmesi gerekir. Klasik genelleştirmede bu işlemi kartograf farkında olmadan, kolaylıkla ve öznel olarak yapmaktaydı. Yapı tanıma bağlamsal genelleştirme içinde bir ön işlem olarak görülebilir. Yapı verinin içindeki belirli bir düzen olarak tanımlanır. Yapılar, mekânsal verilerdeki, nesneler arasındaki ilişkileri analiz etmek için kullanılabilirler. Mekânsal yapılar verinin içinde saklıdır ve bunları belirlemek için ileri analiz ve yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemler Delaunay üçgenleri, Voronoi bölgeleri ve MST gibi yardımcı geometrik veri yapılarını kullanırlar. Yapı tanıma teknikleri ile elde edilen yardımcı bilgiler, genelleştirme dâhilindeki karakterizasyon, çelişki belirleme, operatör ve algoritma seçimi gibi işlemlerde kullanılmaktadırlar. Harita nesneleri arasındaki ilişkilerin içinde saklı yapısal bilgi, uzman bilgisinin bir kısmını teşkil etmektedir ve bu ilişkilerin topografik ve tematik haritalardaki analizine ilişkin esaslar Steiniger ve Weibel [86] tarafından verilmektedir. Başaraner ve Selçuk [87], nesne yönelimli coğrafi bilgi sistemi içinde bir arayüz geliştirerek yapı tanımaya çalışmaktadır. Steiniger vd. [88], adaların oluşturduğu yapıları MST ile otomatik olarak belirmeye çalışmaktadırlar.

2.2 Bağlamsal Genelleştirme ve Bina Dizilimleri

Bu tez kapsamında genelleştirme ikiye ayrılıyor:

- a) Bağımsız işleyiş: Bu tip işlemler mekânsal ilişkilere (içerik-konteks) bakmaksızın münferit nesnelere veya nesne gruplarına uygulanırlar. Komşu nesneler veya dönüşüm sonrası diğer nesneler üzerindeki etkileri gibi konularda mekânsal analize ihtiyaç duyulmaz. Basitleştirme ve yumuşatma bu türe en uygun örneklerdir.
- b) Bağlamsal (içeriğe bağlı) işleyiş: Tipikleştirme, birleştirme gibi içeriğe bağlı işlemler, öncelikle nesnelerin çevrelerini analiz ederek gerçekleştirilirler. Özellikle, birbirlerine çok yakın nesneler arasındaki çakışmayı önlemek veya önemli bir komşuluk ilişkisini korumak için kullanılan öteleme işlemi için çevre nesnelerin iyi incelenmesi gerekir.

Bu çalışmanın konusu olan bina dizilimleri bağlamsal işleyiş içinde ele alındığından aşağıda öncelikle bağlamsal genelleştirme hakkında, arkasından ise bina dizilimleri hakkında yapılmış çalışmalardan bahsedilmektedir.

2.2.1 Bağlamsal Genelleştirme

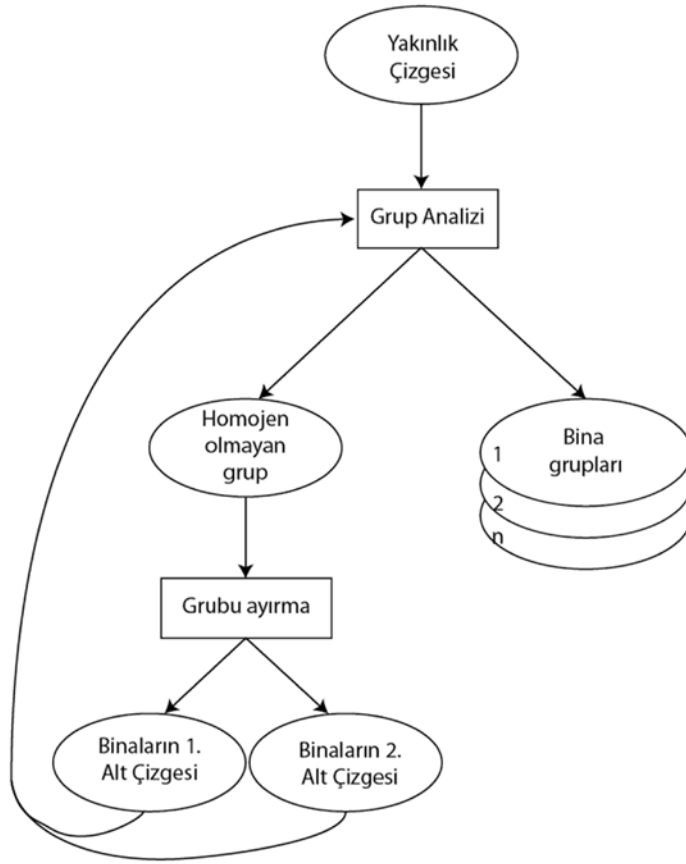
Geçmişte genelleştirme algoritmalarının araştırma ve geliştirmesi izole nesnelere odaklanmaktaydı. Bağlamsal genelleştirme, son yıllarda önemli adımların atıldığı (Regnauld [89], Briat vd. [90], Hoarau [91]; Zhang [92], Sester vd. [93]), coğrafi nesnelerin/varlıkların arasında var olan mekânsal ilişkilerin açığa çıkarılmasını gerektiren bir genelleştirme alanıdır. Bu alandaki araştırmalar, otomatik genelleştirme işlemlerini desteklemek için ‘mekânsal ilişkilerin ontolojisini’ keşfetmeye dönük çalışmalardır. Ayrıca tek nesnelerin genelleştirmesine ilişkin fikirler nesne gruplarının genelleştirilmesine uyarlanmaktadır. Araştırmalar, nesne gruplarının çıkarımı için mekânsal ilişkileri modellemeye odaklanmaktadır. Yol ve akarsu ağlarının, ada ve bina gruplarının genelleştirilmesine yönelik birçok yaklaşım önerilmektedir (Stanislawski vd. [94]).

Stratejiler, genelleştirmeyi desteklemek ve belli içeriklere uyarlamada veri zenginleştirmenin önemine işaret etmektedir. Bilgisayar bilimlerindeki son ilerlemeler, yapay zekâ, örüntü tanıma ve otomatik mekânsal muhakeme (reasoning) gibi araçların genelleştirme yazılımlarına girmesine olanak sağlamıştır. Bu araçlar, zenginleştirilmiş veri kullanarak bağlamsal genelleştirmede uygulanmaktadır (Stanislawski vd. [94]). Yol ağlarında genişlik ve bağlantılılık (connectivity) yoğunluğu stratejileri çizgi basitleştirme (thinning) işlemlerine başarı ile uygulanmaktadır. Bina dizilimleri üzerine yapılan araştırmalar dizilimlerin özelliklerinin korunmasına yönelik stratejilerin gelişmesine yoğunlaşmaktadır.

2.2.2 Bina Dizilimleri

Regnauld [89] öncelikle kent blokları içindeki binaları MST kullanarak tek bir küme olarak değerlendirme işlemine başlıyor. MST kenarları, kenarın büyüklüğü, dönüklük ve büyüklük değerlerinin homojenliğine göre incelenip koşulların sağlanmadığı her adımda bir tanesi atılarak iki alt grup elde edilmekte ve bu durum bazı kuralların belirlediği kadar

tekrar etmektedir (Şekil 2.5). Regnauld [89], MST ile gruplama fikrini Zahn [95]'den almıştır.

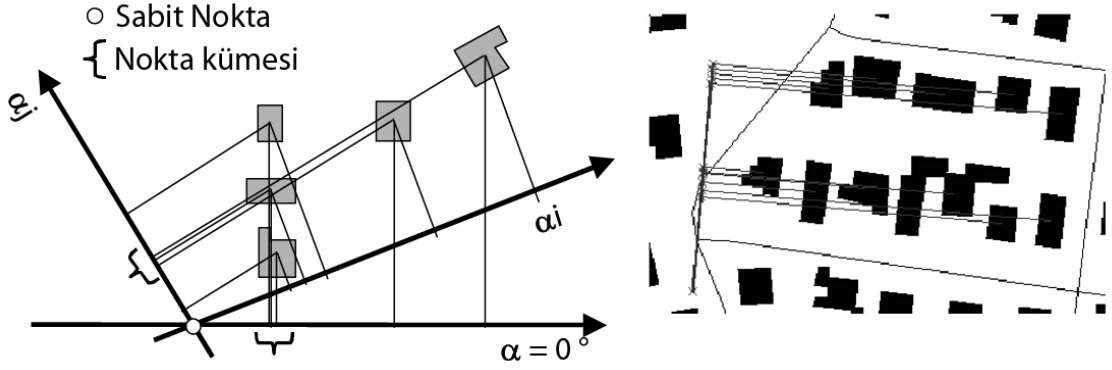


Şekil 2.5 Tipikleştirilecek bina gruplarını bulmada Regnauld [89]'un izlediği yol

Li vd. [96] Gestalt teorisini (Wertheimer [97]) temel alarak bina dizilimlerini bulmak için öncelikle yerleşim yerlerini *mıntıka*, *blok*, *süper blok* ve *mahalle* biçiminde bir hiyerarşik yapıya bölmektedir. Ardından bina köşe noktalarını kullanarak Delaunay üçgenlerini oluşturmaktadır. Bu üçgenleri kullanarak komşuluk ilişkilerini (aynı üçgen kenarını paylaşan binalar komşu kabul ediliyor) elde etmektedir. Gestalt ilkelerine göre komşu binalar yardımıyla direkt dizilimleri ve bu direkt dizilimlere dayalı olarak da dolaylı dizilimleri belirlemektedir.

Christophe ve Ruas [98] doğrusal bina dizilimlerinin belirlenmesine yönelik önerdikleri yöntemle blok bazlı bir yaklaşım sunmaktadırlar. Her bir bina bloğu için bloğun sol alt dışında bir sabit nokta belirlenmektedir. Bu noktadan birer derece artışlarla doğrular geçirilip her bir doğruya bina merkezlerinden dikler inilmektedir. Bu diklerin doğru

üstüne denk gelen noktalarının gruplaşmasına bakılarak bina dizilimleri belirlenmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Christophe ve Ruas [98]'in doğrusal dizilimleri belirleme yaklaşımı

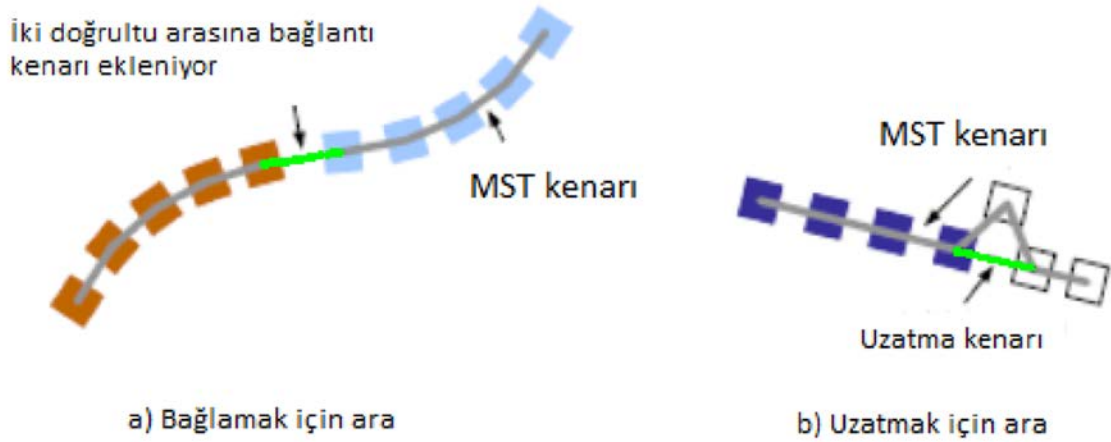
Ruas ve Holzapfel [99] bina dizilimlerini karakterize etmek için altı ölçü (süreklilik, dönüklük, şekil, büyüklük, ara mesafe ve sıklık) önermektedirler. Her bir dizilim için hesaplanan bu değerleri ağırlıklandırmak için uzman bilgisine başvurmaktadır. Uzmanların sınıflandırdıkları dizilim sınıf sonuçlarını elde etmek için, ölçülere çok sayıda ağırlık değerlerini sistemli bir şekilde atayarak belirlemeye çalışmaktadırlar.

Başaraner ve Selçuk [87] binaların çevresine, eşik değeri, ölçek ve grafik kısıtlara göre belirlenen tampon bölge kurmaktadır. Daha sonra binaların tampon bölgelerinin örtüşüp örtüşmediğine bakarak binaları gruplamaktadırlar.

Yan vd. [100] genelleştirmede kullanılmak üzere binaları gruplamak için öncelikle Delaunay üçgenlemesi ile binaların komşuluk ilişkisini kurmaktadır. Ardından bir dizi kuralları elde ettiği üçgen ağı üzerinde uygulayarak bina gruplarını elde etmektedir.

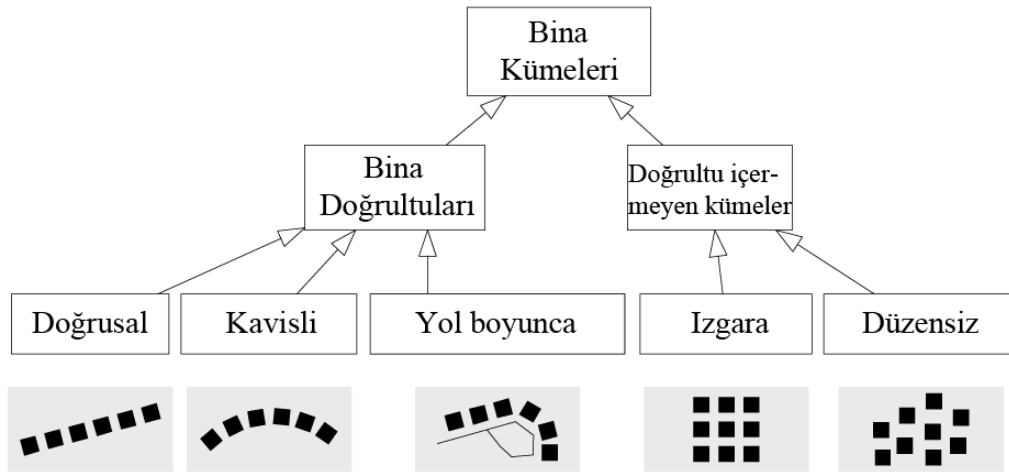
Zhang vd. [101] ve Zhang [92] hem doğrusal hem de kavisli bina dizilimlerini belirlemek için ayrı ayrı yaklaşımlar geliştirmektedir. Dizilimleri karakterize ederken Ruas ve Holzapfel [99]'un kullandığı ölçülere benzer ölçüler kullanmaktadır. Dizilimleri, Zahn [95]'in önerdiği MST tekniği ile elde ettiği bina grupları içinde aramaktadır. Bina merkezlerini (veya binaların aynı yöne bakan cephelerini) birleştiren çizgilerin arasındaki yol açılarını (path angle) inceleyerek dizilimleri belirlemektedir. Bunun için bir de MST ağı üzerinde ilerlemeyi sağlayan bir izleme algoritması kullanmaktadır. Son olarak da

belirlenen dizilimleri birleştirmek için (tabi mümkünse) bir bağlama algoritması ile uzatma algoritması önermektedir (Şekil 2.7).



Şekli 2.7 Zhang vd. [92]'nin önerdiği bağlama ve uzatma algoritmaları

Zhang [92] bir bina dizilimi tipolojisi sunmaktadır. Buna göre bina dizilimleri üç sınıfa ayrılmaktadır: 1) doğrusal 2) kavisli ve 3) yol boyunca (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Zhang vd. [3]'ün önerdiği bina dizilim tipolojisi

Kaynakların değerlendirildiği bu bölümde, genelleştirme konusunda çok yol alındığı anlaşılmaktadır. Ancak görüldüğü gibi bina dizilimlerinin tipolojisi konusunda yalnızca bir öneri yapılmıştır ve bu yeterli görünmemektedir. Ayrıca, kent blokları içindeki binaları gruplamak için MST ve çok özel amaçlara yönelik basit yöntemler kullanılmış, ASCDT, DBSCAN ve CHAMELEON gibi genel gruplama algoritmaları denenmemiştir. Bina dizilimlerinin karakterizasyonuna yönelik hemen hemen aynı ölçüleri kullanan iki çalışma yapılmış, alternatif ölçüler ve basit sınıflandırma yöntemleri denenmemiştir. Son olarak

bina dizilimlerinin genelleştirme açısından, ölçek geçişlerindeki durumları şimdiye kadar araştırılmamıştır. Bu çalışmada bu konular incelenmiş ve çözüm nerileri getirilmiştir.

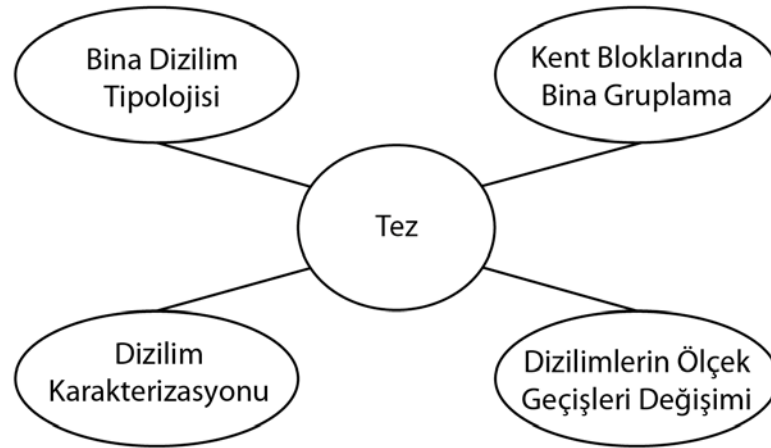
YÖNTEMLER VE UYGULAMALAR

3.

Bilim dallarındaki bütünlük kullanılan malzemeden değil izlenen yöntemden ileri gelmektedir.

Karl Pearson

Bu bölümde dört ana bileşenden oluşan (Şekil 3.1) tez çalışmasının her bir bileşeni için izlenen yol ve yapılan uygulamalar anlatılmakta ve elde edilen bulgular sunulmaktadır.



Şekil 3.1 Tezin bileşenleri

Bu bölüm, tez çalışması süresince üretilmiş, bilimsel dergilerde ve konferanslarda yayınlanmış makale (Çetinkaya vd. [102], Çetinkaya ve Başaraner [103]) ve bildirilerden (Çetinkaya ve Başaraner [104], Çetinkaya ve Başaraner [105]) faydalanarak hazırlanmıştır. Bina dizilimlerinin tipolojisi bölümü (Bölüm 3.1), Çetinkaya ve Başaraner [105] bildirilerinden ve kent blokları içinde bina gruplama bölümü (Bölüm 3.2), Çetinkaya

vd. [102] makalesinden özetlenmiştir. Bina dizilimlerinin karakterizasyonu bölümü (Bölüm 3.4) ise Çetinkaya ve Başaraner [103] yayınından faydalanarak yazılmıştır.

3.1 Bina Dizilimleri için Tipoloji

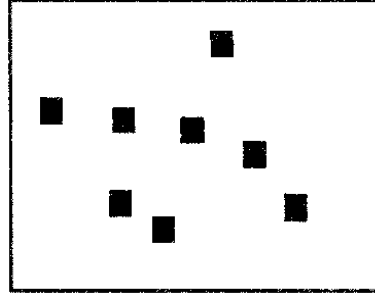
3.1.1 Amaç

Her bilim dalında verileri ve olguları sınıflamak gerekmektedir. Bu sınıflama sayesinde analiz ve yorumlama imkânı artmaktadır. Biyolojide canlıların ortak özelliklerine, evrim sürecine dayanarak veya astronomide yıldızların parlaklık, büyüklük gibi değerleri ölçülerek sınıflandırma yapmak bunlara en güzel örneklerdir. Bu bölümde, tezin diğer üç ana araştırma başlığındaki ve ileride yapılacak çalışmalarda isim kargaşasını önlemek ve adlandırma gereksinimlerine cevap vermek amacıyla, bina dizilimleri için bir tipoloji oluşturulmuştur.

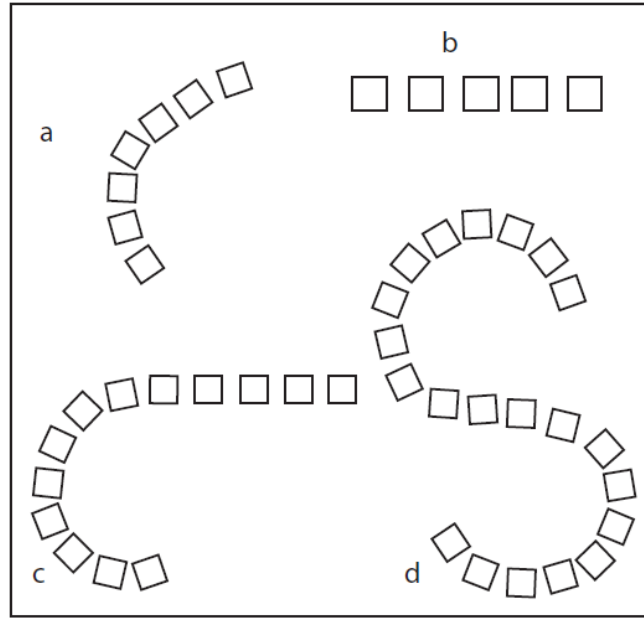
Bina dizilimleri sergiledikleri özellikler dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Bu özelliklerden olan benzerlik özelliği kendi içinde de alt özelliklere sahiptir. Her özelliğin (alt özellikler dâhil) bir ölçü ile nicel bir değere sahip olması mümkündür. Bu ölçülerin nicel değerlerine göre nitelermeler yapılarak her bir özellik için bina dizilimleri alt sınıflara ayrılabilir. Bu çalışmada sadece nitel değerlere bakılarak örnekler verilmesine karşın özelliklere ait nicel değerler bölüm 3.3 ve bölüm 3.4’de kullanılan ölçülerle hesaplanabilirler. Bina dizilimleri süreklilik, parça bütün dönüklüğü, benzerlik ve bileşen tipi olmak üzere dört ana özelliğe göre incelenmiştir.

3.1.2 Süreklilik

Çizgisel bir hat boyunca binaların sıralanmasıyla karakterize edilir (Şekil 3.2). Bina dizilimlerinin en temel özelliğidir, çünkü bu özellik sağlanmadan bir dizilimden bahsetmek mümkün değildir. Süreklilik ölçüsü bina ağırlık merkezlerini ve/veya köşe noktalarını kullanarak dengeleyici bir doğru/eğri geçirilip bundan olan sapma değerleri ile ölçülebilir. Süreklilik özelliğine göre *doğrusal*, *kavisli* veya *karmaşık* türde dizilimler olabilir. Karmaşık tür birden fazla doğrusal ve/veya kavisli dizilimden oluşan dizilimleri ifade etmektedir (Şekil 3.3).



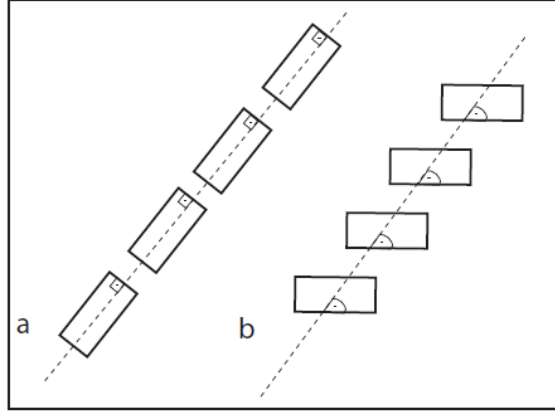
Şekil 3.2 Belirgin bir süreklilik örneği (Regnauld [89]).



Şekil 3.3 Süreklilik türleri. a) kavisli b)doğrusal c) karmaşık (kanca biçimli) d)karmaşık (S-biçimli) (Çetinkaya ve Başaraner [105])

3.1.3 Parça Bütün Dönüklüğü

Dizilimin genel dönüklüğü ile bu dizilimi oluşturan binaların dönüklüğü arasındaki ilişkiyi temel almaktadır. Ölçü olarak önce bölüm 3.1.4.3’de adı geçen dönüklüklerden uygun görülenler dizilim bütünü ve binalar için seçilebilir. Her bir binanın dönüklüğü, dizilimin dönüklüğü ile karşılaştırılarak bir genellemeye gidilip kabaca *dik* ve *eğik* kesen diye ikiye ayırma yapılabileceği gibi daha ayrıntılı kategorilere de bölünebilir (örneğin 0°-20°, 20°-40°, 40°-60°, 60°-90° gibi).



Şekil 3.4 Parça bütün dönüklüğü türleri. Kesikli çizgiler regresyon çizgilerini göstermektedir. a) normal tip b) eğik tip (Çetinkaya ve Başaraner [105])

3.1.4 Benzerlik

Dizilimi oluşturan binaların birbirlerine olan benzerliklerini incelemek amacıyla kullanılmıştır. Kendi içinde büyüklük, şekil, dönüklük ve ara mesafe olmak üzere dört alt özelliğe ayrılmıştır. Dizilim içerisinde binaların bu özellikleri ne kadar homojense binalar birbirine o kadar benzer demektir. Homojenlik ölçüsü için standart sapma kullanılabilmektedir (Ruas ve Holzapfel [99], Zhang [92]). Benzerlik özelliği her bir alt özellik için kendi içlerinde türlere ayrılabilceği gibi hepsinden elde edilen değerlerle bir genellemeye gidilerek tek bir tür sınıfı altında birleştirilebilir. Örneğin, her bir alt özellik kendi içinde yüksek/orta/az olarak üç sınıfa ayrılabilir (Çizelge 3.1) veya tüm benzerlik için dört alt özellik birleştirilerek çok yüksek/yüksek/orta/az/hiç şeklinde beş sınıfa başvurulabilir. Bu tercih tamamen amaca yöneliktir.

Çizelge 3.1 Benzerlik için bir örnek

Alt Özellikler				
	Büyüklük	Şekil	Dönüklük	Ara mesafe
Benzerlik Sınıfı	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
	Orta	Orta	Orta	Orta
	Az	Az	Az	Az

3.1.4.1 Büyüklük

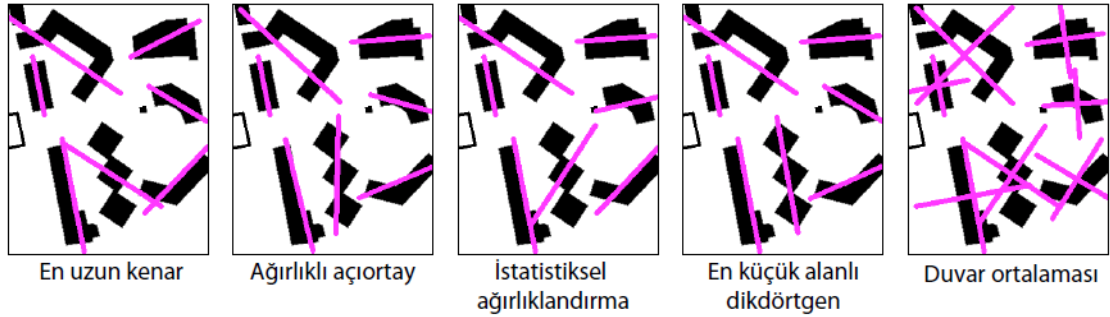
Binanın kapladığı yerin miktarıdır. Değerini ölçmek için alan kullanılır.

3.1.4.2 Şekil

Binanın sınırlarının oluşturduğu biçimdir. Bu özellik için indeks değeri üretmek basit değildir. Şekil özelliğini ölçmek için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bunların belli başlıları konvekslik, konkavlık ve uzanımdır. Bu yöntemler tek başına kullanılabileceği gibi birlikte de kullanılabilirler.

3.1.4.3 Dönüklük

Nesnenin koordinat sistemine göre yönelimini gösterir. Şekil özelliği dönüklük üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bazı özel şekillerde bina dönüklüğüne karar vermek çok güçtür. Ölçü olarak duvar ortalaması (wall orientation), en uzun kenar (longest edge), en küçük alanlı dikdörtgenin dönüklüğü (minimum area bounding rectangle - MABR), istatistiksel ağırlıklandırma, ağırlıklı bisektör gibi türleri vardır (Şekil 3.5).



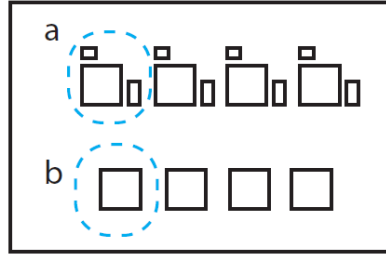
Şekil 3.5 Dönüklük çeşitleri (Duchene vd. [106])

3.1.4.4 Ara-mesafe

Dizilim içindeki ardışık iki bina arasındaki mesafeler söz konusudur. Bunların ölçüsü en kısa mesafeler olabileceği gibi ağırlık merkezleri arasındaki mesafeler de olabilir.

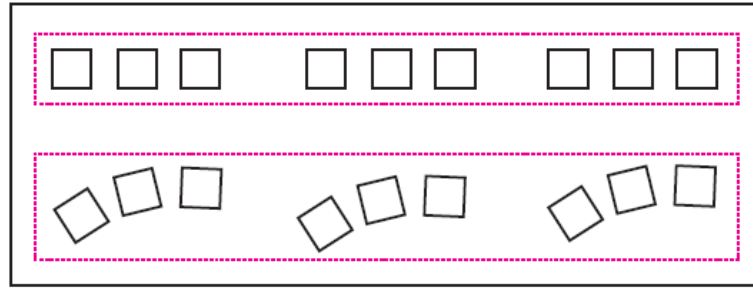
3.1.5 Bileşen Tipi

Binalar tek olarak dizilim oluşturabilir veya bina grupları bir dizilim oluşturabilir (Şekil 3.6). Bu özelliğe göre dizilimler kabaca iki sınıfa ayrılmıştır: *basit* tip ve *bileşik* tip.



Şekil 3.6 Bileşen türü özelliğine göre dizilim türleri a) bileşik tip b) basit tip

Bu özellik ilginç bir durumu da ifade etmektedir. Şekil 3.7’de görüldüğü gibi dizilim içinde dizilim bulunması durumu ile karşılaşılabilir.



Şekil 3.7 Bileşik dizilimlerin özel bir türü olarak dizilim içinde dizilim. Üstteki bileşik dizilim üç adet doğrusal dizilimden aşağıdaki ise üç adet kavisli dizilimden oluşmaktadır.

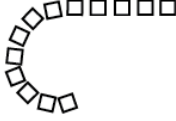
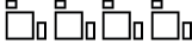
3.1.6 Sonuç

Yukarıda önerilen dört özelliğe göre oluşturulacak bir bina dizilim tipolojisi ile birkaç yüz çeşit dizilim ile birkaç bin çeşit dizilimi birbirinden ayırt etmek mümkündür. Çizelge 3.2’de tüm özelliklerin kullanımıyla oluşturulabilecek tipolojilerden biri görülmektedir. Bu tipoloji ile bina dizilimleri süreklilik özelliğinde 3 (doğrusal, kavisli veya karmaşık), bileşen tipi özelliğinde 2 (basit veya bileşik), benzerlik özelliğinde her bir alt özellik için 3 (tam, orta, az) ve parça bütün dönüklüğü özelliğinde 2 (normal ve eğik) türe ayrılabilir. Sonuçta $[3] \times [2] \times [(3 \times 3 \times 3 \times 3)] \times [2] = 972$ farklı dizilim birbirinden ayırt edilebilmektedir. Bu sayı amaç doğrultusunda azaltılıp çoğaltılabilir. Örneğin, benzerlik özelliğindeki alt özellikler birleştirilerek Çizelge 3.2’deki 81 farklı benzerlik çeşidi yerine sadece 5 (yüksek, az yüksek, orta, az ve çok az) türe indirilebilir veya parça bütün dönüklüğü özelliği normal ve eğik yerine $0^\circ-25^\circ$, $25^\circ-45^\circ$, $45^\circ-65^\circ$ ve $65^\circ-90^\circ$ olmak üzere dört türe çıkarılabilir.

Çizelge 3.2 Özelliklere göre dizilim tipleri ve önerilen ölçüleri

Özellik	Tür (Tip)			Önerilen ölçü
Süreklilik	<i>Doğrusal</i>	<i>Kavisli</i>	<i>Karmaşık</i>	<i>Regresyon çemberinden olan sapma</i>
Bileşen tipi	<i>Basit</i>		<i>Bileşik</i>	<i>Görsel</i>
Benzerlik				
Büyüklik	<i>Yüksek benzerlik</i>	<i>Ortala benzerlik</i>	<i>Düşük benzerlik</i>	<i>Alan</i>
Şekil	<i>Yüksek benzerlik</i>	<i>Ortala benzerlik</i>	<i>Düşük benzerlik</i>	<i>Konvekslik</i>
Dönüklük	<i>Yüksek benzerlik</i>	<i>Orta benzerlik</i>	<i>Düşük benzerlik</i>	<i>En küçük alanlı dikdörtgen</i>
Ara mesafe	<i>Yüksek benzerlik</i>	<i>Ortala benzerlik</i>	<i>Düşük benzerlik</i>	<i>En kısa mesafe</i>
Parça bütün dönüklüğü	<i>Normal</i>		<i>Eğik</i>	<i>Regresyon çemberi ile bina kenarı arasındaki açı</i>

Şekil 3.8’de, Çizelge 3.2’deki tipolojinin benzerlik özelliğinin üç türe (yüksek, orta ve düşük) indirgenmesiyle elde edilecek olan bir tipolojiye göre dört adet dizilim örneği adlandırılmaktadır. Bu adlandırma işinin manuel olarak yapıldığına dikkat edilmelidir. Bunların otomatik olarak yapılabilmesi için her bir özelliğin tanımında anlatılan ölçülerin yazılımda kullanılması gerekmektedir.

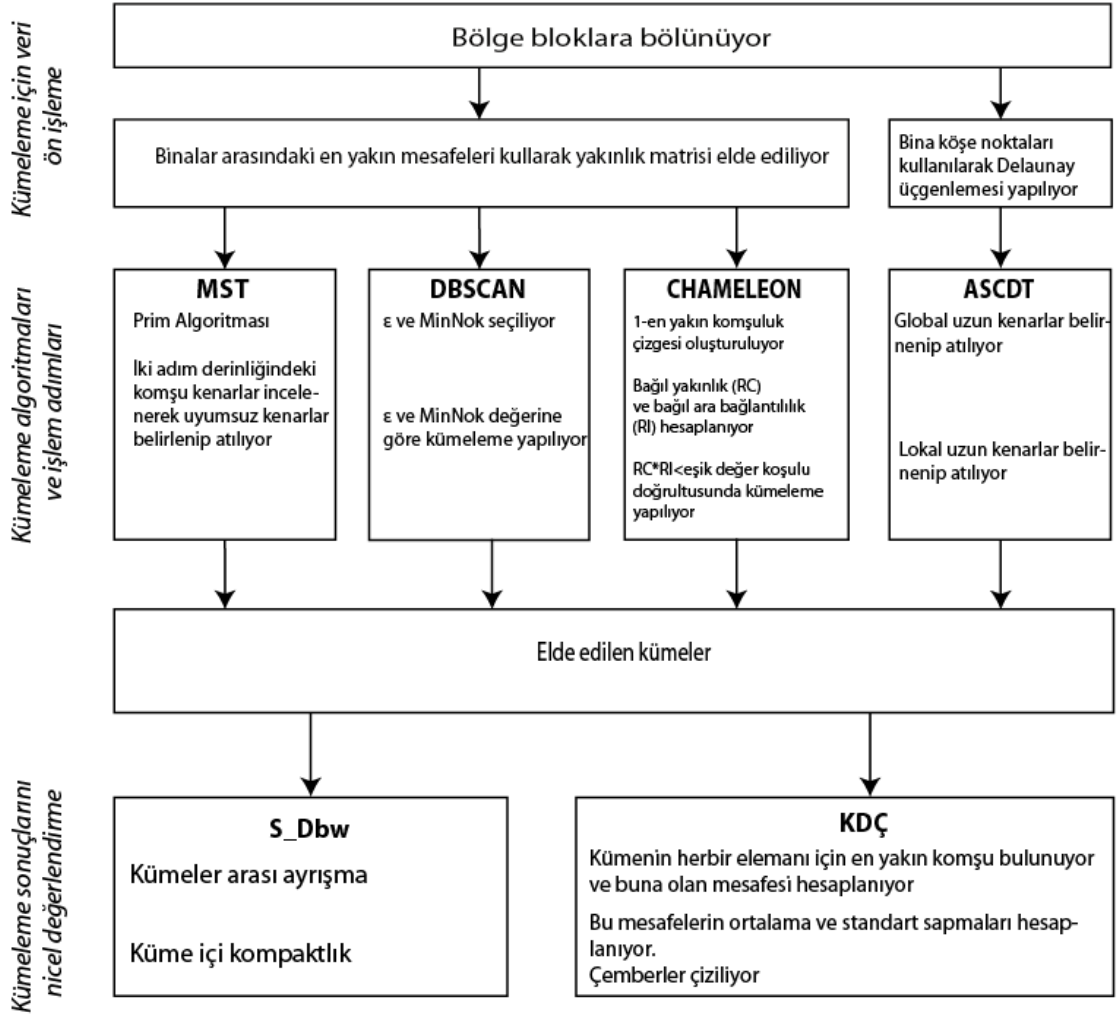
Dizilim	Bileşen Tipi	Süreklilik	Benzerlik	Parça Bütün Dönüklüğü
	<i>Basit</i>	<i>Karmaşık</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Normal</i>
	<i>Bileşik</i>	<i>Doğrusal</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Normal</i>
	<i>Basit</i>	<i>Kavisli</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Eğik</i>
	<i>Basit</i>	<i>Doğrusal</i>	<i>Düşük</i>	<i>Eğik</i>

Şekil 3.8 Dizilim örnekleri

3.2 Kent Blokları İçinde Bina Gruplama

3.2.1 Amaç

Bu bölümdeki çalışmanın amacı, bina dizilimlerini belirleme algoritmalarında kullanılabilecek gruplama yaklaşımlarının uygun/doğru bina gruplarını bulmadaki başarılarını karşılaştırmaktır. Bu bağlamda, önceki çalışmalarda yaygın olarak kullanılmış olan MST yöntemiyle gruplama yaklaşımı, seçilen üç gruplama algoritması ile karşılaştırılmıştır. Nicel bir karşılaştırma yapabilmek için Halkidi ve Vazirgiannis [107] tarafından geliştirilen S_{Dbw} indeksi ile bu çalışma kapsamında geliştirilen küme değerlendirme çemberi (KDÇ) kullanılmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Gruplama yöntemlerinin karşılaştırılmasında izlenen yol

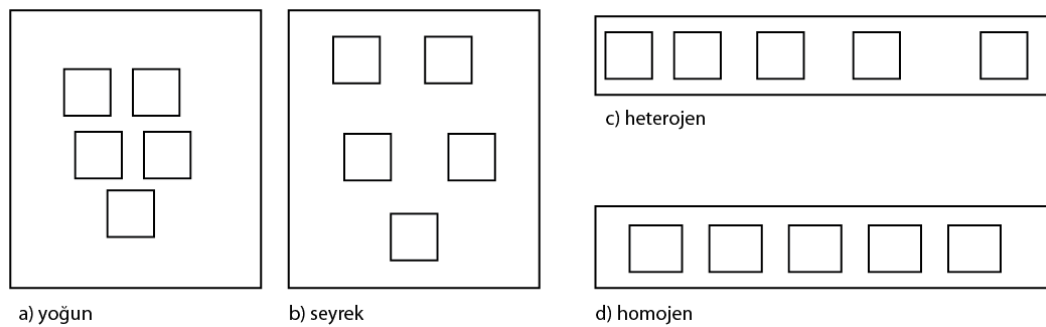
Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta bu çalışmada kent blokları içerisindeki binaların dizilim belirleme amaçlı gruplandırıldığıdır. Anders vd. [108] ve Anders [109] çalışmaları ise daha geniş çaplı bölgelerde yerleşim yoğunluğunun belirlenmesine yöneliktirler. Sonuç olarak veri büyüklüğü ve amaç farklıdır. Başka bir önemli nokta ise Li vd. [96] ve Yan vd. [100] çalışmalarında önerilen yaklaşımların hem ölçek bazlı parametre gerektirmesi hem de özel amaçlar doğrultusunda geliştirilmiş olmasından, bunların karşılaştırmaya alınmayışlarıdır. Literatürde önerilmiş sayısız kümeleme algoritması vardır. MST ile karşılaştırılmak üzere bunlar arasından bir seçim yapmak kaçınılmazdır, çünkü tüm algoritmaları denemek olanaksızdır. Bu nedenle kümeleme yaklaşımlarına göre farklı sınıflarda bulunan yöntemlerin seçimine özen gösterilerek; yoğunluk tabanlı kümeleme yöntemlerinden (density based spatial clustering of application with noise) DBSCAN, hiyerarşik yöntemler arasından CHAMELEON ve çizge (graph) tabanlı nispeten

Yeni bir yöntem olan (adaptive spatial clustering algorithm based on Delaunay triangulation) ASCDT seçilmiştir. Çizelge 3.3'e bakıldığında bölümlmeli ve ızgara tabanlı yöntemlerden seçim yapılmadığı görülmektedir çünkü bölümlmeli yöntemler çember biçimli (iki boyutta, 3 boyut için küre olur) küme bulmaya yatkındırlar; ızgara tabanlı yöntemler ise yoğunluk tabanlı yöntemlerle sadece hız konusunda farklılık göstermektedir, diğer konularda bir farklılık olmadığından bu kategorilerden seçim yapılmamıştır.

Çizelge 3.3 Kümeleme kategorileri ve algoritmaları

Kategori	Algoritma
Bölümlmeli	k-ortalamalar k-medyanlar CLARANS
Hiyerarşik	CURE BIRCH <u>CHAMELEON</u>
Yoğunluk tabanlı	<u>DBSCAN</u> OPTICS DENCLUE
Çizge tabanlı	MST <u>ASCDT</u>
İzgara tabanlı	STING CLIQUE WaveCluster

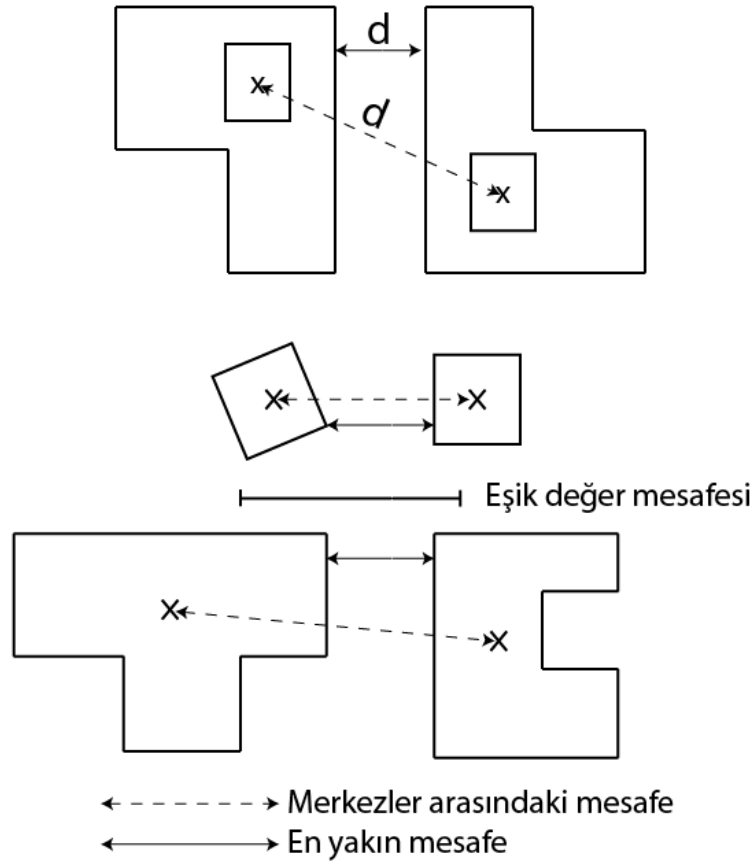
Seçilen algoritmaların başarıları grup içindeki bina dağılımları gözetilerek karşılaştırılmaktadır. Şekil 3.10'da incelenen dağılım türleri görülmektedir.



Şekil 3.10 Grup içindeki bina dağılım türleri

Yakınlık matrisi binalar arasındaki mesafelerle oluşturulmuştur. Burada karşımıza hangi mesafe hesabını kullanmamız gerektiği sorusu çıkmaktadır. Bina merkezleri arasındaki

mesafeler kullanıldığında binaların büyüklük ve şeklinin olumsuz etkilerinden kaçınmak için (Şekil 3.11) binalar arasındaki en yakın mesafeler kullanılmıştır. Bu tercih ASCDT için geçerli değildir, çünkü Delaunay üçgenlemesiyle elde ettiği üçgen kenar uzunluklarını binalar arasında mesafe olarak kullanmaktadır. Şekil 3.11’de üstteki iki bina çifti arasındaki mekezler arası uzaklık aynı fakat en kısa mesafeler farklıdır; aşağıdaki iki bina çifti için ise en yakın mesafeler aynı merkezler arası mesafe farklıdır. Merkezler arası mesafe, eşik mesafesi ile karşılaştırıldığında, üstteki bina çiftinin her ikisi de yakın olarak atanmaktayken en yakın mesafeler kullanıldığında ise sadece büyük bina çiftinin birbirine yakın olduğu sonucu çıkmaktadır. Sonuç olarak en yakın mesafe ölçüsünün binaların büyüklük ve şekil özelliklerini dikkate aldığı ve algısal olarak daha iyi bir ölçü verdiği, Şekil 3.11’e göre söylenebilir.



Şekil 3.11 Binalar arasındaki mesafe türleri

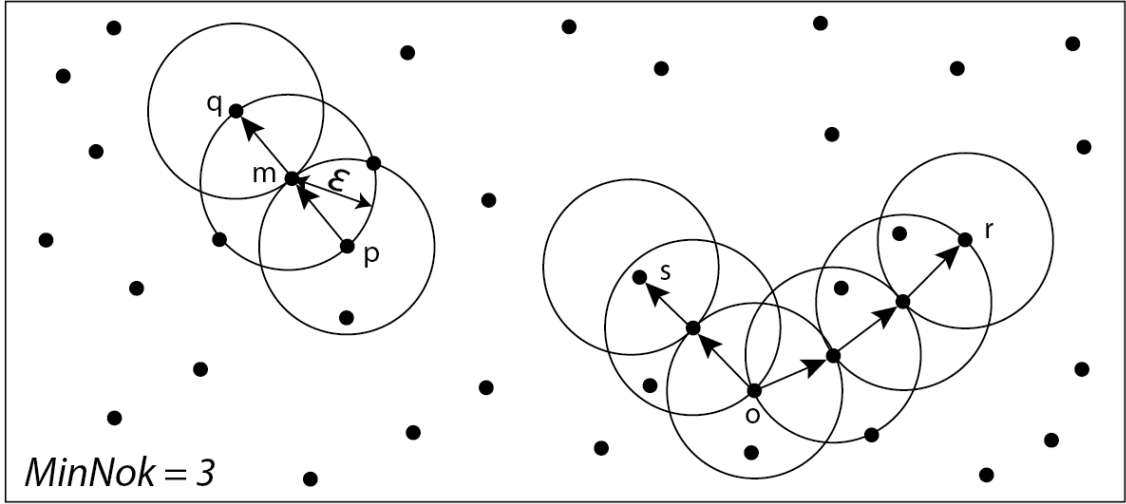
3.2.2 DBSCAN (Gürültülü Uygulamaların Yoğunluk Temelli Mekânsal Kümelemesi)

DBSCAN adından da anlaşılacağı üzere yoğunluk temelli bir kümeleme yöntemidir ve Ester vd. [110] tarafından geliştirilmiştir. Yoğunluk temelli yöntemler bölümlmeli

yöntemlerin başarı sağlayamadığı, kümelerin şekillerinden bağımsız olarak kümeleri bulmak için geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin küme anlayışı genellikle düşük yoğunluktaki bölgelerden ayrılmış nispeten daha yüksek yoğunluktaki nesneler topluluğudur. Bu algoritma, eşik değere göre yeterli yoğunlukta olan bölgeleri bulur ve gürültülü (noise) veri tabanlarından belli küme şekillerine bağlı kalmadan kümeleri keşfeder. Bir kümeyi yoğunluk bağlantılı noktaların en iyi kümesi olarak tanımlar.

Yoğunluk temelli bu kümelemenin temel düşüncesi, terim ve tanımları aşağıda verilmiştir (ayrıca Şekil 3.12'e bakınız):

- Verilen bir nesnenin ε yarıçapı içindeki komşuluğuna nesnenin ε *komşuluğu* denir.
- Eğer bir nesnenin ε -*komşuluğu* en az, *MinNok* sayıda nesne içeriyorsa nesneye *çekirdek* nesne denir.
- Nesneler kümesi D' 'de eğer p , q 'nın ε -*komşuluğu* içinde ise ve q *çekirdek* nesne ise p , q nesnesinden doğrudan *yoğunluk ulaşılabilir* denir.
- Eğer nesneler kümesi D' 'de $1 \leq i \leq n$, $p_i \in D$ için p_{i+1} , ε ve *MinNok*'a uygun olarak p_i 'den doğrudan *yoğunluk-ulaşılabilir* ve $p_1, \dots, p_n$, $p_1 = q$ ve $p_n = p$ şeklinde bir nesne zinciri varsa p nesnesine ε ve *MinNok*'a göre q nesnesinden *yoğunluk ulaşılabilir* denir.
- Nesneler kümesi D' 'de $o \in D$ ve p ve q , ε ve *MinNok*'a uyaraktan o 'dan *yoğunluk ulaşılabilir* ise p nesnesine ε ve *MinNok*'a göre q nesnesine *yoğunluk bağlantılı* denir.
- *Yoğunluk ulaşılabilirlik*, doğrudan yoğunluk ulaşılabilirliğin geçişli kapanmasıdır ve bu ilişki bakışimsızdır (asimetrik). Sadece *çekirdek* nesneler karşılıklı yoğunluk ulaşılabilir. Buna karşın *yoğunluk bağlantılılık* bakışımıdır (simetrik).



Şekil 3.12 DBSCAN’da yoğunluk–ulaşılabilirlik ve yoğunluk–bağlantılılık (Han vd. [111]).

Yoğunluk temelli küme, yoğunluk ulaşılabilirliğin en fazla sayıdaki durumuna göre oluşturulmuş yoğunluk–bağlantılı nesnelerin kümesidir. Herhangi bir küme içinde olmayan her nesne gürültü olarak ele alınır. DBSCAN, kümeleri veri tabanındaki her bir noktanın ϵ -komşuluğunu kontrol ederek arar. Eğer bir p noktasının ϵ komşuluğu $MinNok$ ’a eşitse veya fazla nokta içeriyorsa p ’yi çekirdek nesne olarak içeren yeni bir küme oluşturulur. Sonra DBSCAN bu çekirdek nesnelerden doğrudan yoğunluk ulaşılabilir nesneleri yinelemeli olarak toplar. Bu işlem herhangi bir kümeye eklenebilecek yeni nokta kalmadığında sonlanır (Han vd. [111]).

3.2.3 CHAMELEON (Dinamik Modelleme Kullanılarak Hiyerarşik Kümeleme)

CHAMELEON algoritması, Karypis vd. [112] tarafından geliştirilmiştir. CHAMELEON, hiyerarşik kümeleme teknikleri içinde dinamik modelleme yapısını kullanmaktadır. CHAMELEON algoritması, iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşamada, alt kümeler oluşturularak; $G=(V, E)$ şeklinde bir çizge (graph) oluşturulur. Burada, her bir düğüm bir nesneyi temsil eder ($v \in V$) ve v_i, v_j ’nin k -en yakın komşusundan biri ise v_i ve v_j düğümleri arasında ağırlıklandırılmış kenar $e(v_i, v_j)$ bulunmaktadır. Çizgedeki her bir sınırın ağırlığı iki nesne arasındaki yakınlıkla temsil edilmekte ve iki nesne birbirine ne kadar yakınsa sınır da o derece ağırlık kazanmaktadır. CHAMELEON, çizge içinde birçok küçük tekrarlamalı bölünmeler oluşturmak için çizge bölümlenme algoritması kullanır ve her bir tekrarlamalı bölünme çizgede minimum kesim (min-cut) yaparak alt çizgelere ayrılır. Bu ayırma işlemi belirli bir değere ulaşıncaya kadar tekrarlanır. İkinci aşamada ise, algoritma

aşağıdan yukarıya doğru bir süreç izleyerek, toplayıcı hiyerarşik kümeleme yöntemini kullanmaktadır. CHAMELEON, $RI(C_i, C_j)$ bağıl bağlanabilirlik ve $RC(C_i, C_j)$ bağıl yakınlıklarına bakarak C_i ve C_j küme çiftleri arasındaki yakınlığa karar verir (Şekil 3.13).

Bağıl Bağlanabilirlik: C_i ve C_j kümeleri arasındaki bağıl bağlanabilirlik, C_i ve C_j kümeleri arasındaki mutlak bağlanabilirliğin C_i ve C_j kümelerinin dâhili bağlanabilirliğine bağlı olarak normalize edilmiş değeridir.

$$RI(C_i, C_j) = \frac{|EC_{(C_i, C_j)}|}{\frac{1}{2}(|EC_{C_i}| + |EC_{C_j}|)} \quad (3.1)$$

Burada; $EC_{(C_i, C_j)}$: C_i ve C_j kümelerinin her ikisini birlikte içeren kümenin kenar kesitidir (edge cut).

(3.1)'deki $EC_{(C_i)}$ ve $EC_{(C_j)}$: Çizgeyi kabaca iki eşit parçaya bölen kenarların ağırlıklı toplamıdır.

Bağıl Yakınlık: İki kümenin birbirine olan yakınlık değeridir. C_i ve C_j kümelerinin bağıl yakınlığı, C_i ve C_j kümelerinin mutlak yakınlıklarının yine bu kümelerin dâhili yakınlık değerine bağlı olarak normalize edilmiş değeri olup, (3.2) eşitliğindeki gibi hesaplanmaktadır.

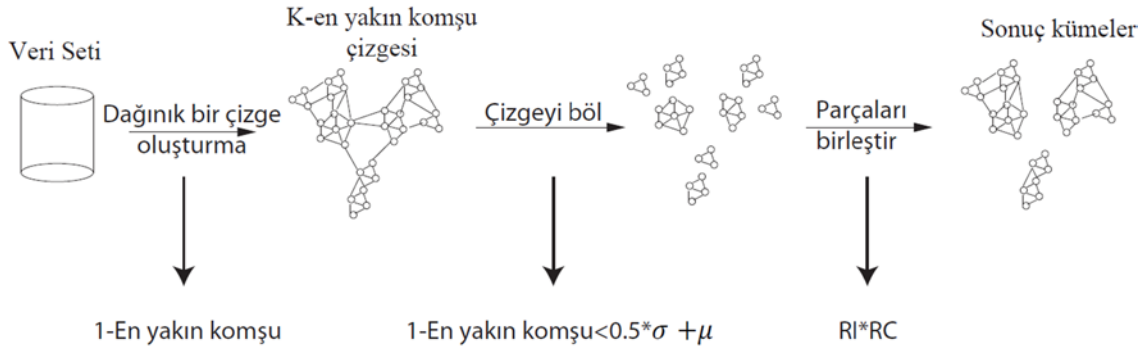
$$RC(C_i, C_j) = \frac{\bar{S}_{EC\{C_i, C_j\}}}{\frac{|C_i|}{|C_i| + |C_j|} \bar{S}_{EC_{C_i}} + \frac{|C_j|}{|C_i| + |C_j|} \bar{S}_{EC_{C_j}}} \quad (3.2)$$

Burada;

$\bar{S}_{EC\{C_i, C_j\}}$: C_i ve C_j kümelerinin köşegen değerlerinin ağırlıklı ortalamalarıdır.

$\bar{S}_{EC_{C_i}}$ veya $\bar{S}_{EC_{C_j}}$: C_i ve C_j kümelerinin dar bölgelerinin kenarlarının ağırlık değerleridir.

CHAMELEON algoritması dinamik modelleme kullandığından, doğal ve homojen kümelerin bulunmasını sağlar ve bir benzerlik fonksiyonu belirtildiği durumlarda tüm veri türlerine uygulanabilir.

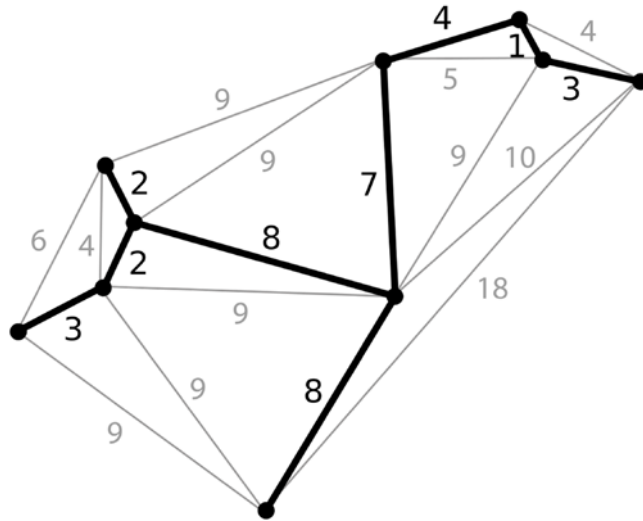


Şekil 3.13 CHAMELEON algoritması işlem sırası

Bu çalışmada 1-en yakın komşulukla elde edilen çizge, algoritmadan önerilen hMETIS (Karypis ve Kumar [113]) yerine basit bir istatistiksel kural kullanılarak bölünmüştür. Bu kurala göre herhangi bir çizge kenarı çizge kenarlarının ortalaması ve standart sapmasının yarısının toplamından elde edilen değerden büyükse çizgeden atılmıştır. Parçaları birleştirme bölümünde ise RI*RC değeri bir eşik değerle karşılaştırılmıştır.

3.2.4 MST (Minimum Spanning Tree) ile Gruplama

Binaları birleştiren en kısa mesafelerden oluşan kenarların toplam uzunluklarının minimize edilmesiyle oluşturulan ve girdideki bütün binaları birbirine bağlayan çizgeye MST denir (Şekil 3.14). Bir bina kümesinde birden fazla MST olabilir. Bu durum aynı ağırlık (toplam kenar uzunluğu) değerine sahip birden fazla ağaç varsa ortaya çıkmaktadır. Birden fazla MST bulunan durumlarda herhangi biri seçilerek kullanılabilir. Literatürde MST çizgesini elde etmek için geliştirilmiş matematiksel modeller ve algoritmalar (Prim ve Kruskal gibi) bulunmaktadır.



Şekil 3.14 Örnek bir çizge ve bu çizgenin MST'si

MST çizgesi elde edildikten sonra Zahn [95]'in önerdiği yöntem temel alınarak çizgedeki her bir kenar uyum testi ile kontrol edilmektedir. Öncelikle test kenarının I' değeri (3.3) eşitliğine göre hesaplanmaktadır. Ardından (3.4) eşitliğine göre uyumlu olup olmadığı sınanmakta ve uyumsuz ise çizgeden atılmaktadır.

$$I = maks\{f * ortalama, ortalama + n. \sigma\} \quad (3.3)$$

Burada f ve n parametreleri, σ ise standart sapmayı ifade etmektedir.

$$kenar_i = \begin{cases} eğer\ w_i > I_{sol}\ ve\ w_i > I_{sağ} & \text{uyumsuz} \\ değilse & \text{uyumlu} \end{cases} \quad (3.4)$$

Burada w_i , kenarın uzunluğunu göstermektedir.

Tüm kenarlar p adım içerisindeki komşu kenarlar kullanılarak elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri ile test edildikten ve uyumsuz kenarlar atıldıktan sonra birbirlerine MST kenarları ile bağlı binalar grup olarak değerlendirilmektedir.

3.2.5 ASCDT (an Adaptive Spatial Clustering algorithm based on Delaunay Triangulation)

Delaunay üçgenlemesi yapılarak oluşturulan çizge yardımıyla kümeleri belirleyen bu yaklaşım Deng vd. [114] tarafından önerilmiştir. Bu algoritma üç aşamadan oluşmasına karşın bu çalışmada sadece ilk iki aşaması kullanılarak kümeleme yapılmıştır. Üçüncü aşama kent blokları içinde bina gruplama amacı için gerekli görülmemiştir. İlk aşamada global uzun kenarlar belirlenip çizgeden atılır. İkinci adımda ise global uzun kenarlardan arındırılmış çizge üzerinden lokal uzun kenarlar belirlenerek atılır. Elde edilen çizgede birbirine üçgen kenarı ile bağlı binalar aynı kümede kabul edilir. Bu yöntem binalara uygulanırken bina köşe noktaları yardımıyla Delaunay üçgenlemesi yapılmıştır.

Global uzun kenarları bulmak için (3.7) eşitliği kullanılır. Bu eşitlikteki değerler de (3.5) ve (3.6) eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

G çizgesindeki ortalama kenar uzunluğu:

$$globalMean(G) = \frac{\sum_{i=1}^N |e_i|}{N} \quad (3.5)$$

Burada e_i Delaunay üçgen kenarını ve N kenar sayısını göstermektedir. P_i noktasında k adım mesafesi içindeki kenarların ortalaması:

$$Mean_G^k(P_i) = \frac{\sum_{j=1}^n |e_j|}{n} \quad (3.6)$$

Burada n , P_i noktasındaki k adım içerisinde giren kenar sayısıdır. G çizgesinin varyansı:

$$globalVariation(G) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (|e_i| - globalMean(G))^2}{N-1}} \quad (3.7)$$

Olmak üzere global eşik değeri, her bir nokta için (3.8) eşitliği yardımıyla bulunur.

$$globalCutValue(P_i) = globalMean(DT) + \frac{globalMean(DT)}{Mean_{DT}^1(P_i)} globalVariation(DT) \quad (3.8)$$

Lokal uzun kenarlar (3.11) eşitliği yardımıyla belirlenir. Bu eşitlikteki değişkenler de (3.9) ve (3.10) eşitliği yardımıyla bulunur.

Bölgesel varyans:

$$localVariation(P_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (|e_i| - Mean_G^1(P_i))^2}{n-1}} \quad (3.9)$$

Bölgesel varyansların ortalaması:

$$meanVariation(G) = \frac{\sum_{i=1}^N localVariation(P_i)}{N} \quad P_i \in G \quad (3.10)$$

olmak üzere her bir noktanın bölgesel eşik değeri (3.11) eşitliği ile bulunur.

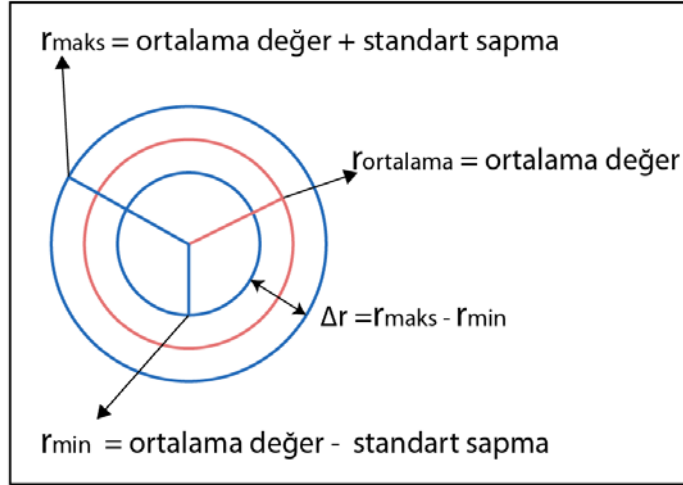
$$localCutValue(P_j) = Mean_{G_i}^2(P_j) + \beta \cdot meanVariation(G_i) \quad (3.11)$$

globalCutValue ve localCutValue değerleri her nokta için hesaplanmış özel bir eşik değeridir. Bu eşik değerler yarımıyla üçgen ağından kenarlar elenmekte ve kalan üçgen kenarları ile bağlı elemanlar kümeleri oluşturmaktadır.

3.2.6 Küme Değerlendirme Çemberi (KDÇ) ve S_Dbw

Algoritmaların ürettiği bina gruplarını nicel olarak değerlendirebilmek için KDÇ ve S_Dbw kullanılmıştır. KDÇ, bulunan grupların içindeki her bir binanın en yakın komşusuna olan mesafelerin ortalama ve standart sapmaları ile hesaplanmış ve oluşturulmuştur.

Ortadaki çemberin küçük olması grubun sık dağılımlı (bkz. Şekil 3.10) olduğuna işaret ederken çemberler arasındaki farkın az olması grup elemanlarının homojen dağıldığına işaret etmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 KDÇ elemanları (Çetinkaya vd. [102])

S_Dbw indeksi hem küme içi durumu hem de kümeler arasındaki ayrışmayı tek bir indeks değeri ile yansıtmaktadır (Halkidi ve Vazirgiannis [107]). Küme içi ve kümeler arası varyans değerlerini ölçü olarak kullanmaktadır. Küme içi varyans değerinin karekökünün, yani standart sapmasının, büyüklüğüne eşit yarıçapta ve kümenin ağırlık merkezinde çizilen çemberin içine giren eleman sayısı ile kümenin kompaktlığı belirlenmektedir. Kümeler arası ayrışım ise, her küme çifti için kümelerin ağırlık merkezini birleştiren doğru parçasının ağırlık merkezinde, yarıçapı kümelerin standart sapmasının ortalamasına eşit olan çemberin, içine giren eleman sayısına göre ölçülmektedir. İndeks değeri bu iki ölçüsünün toplamıyla elde edilmektedir ve ne kadar küçükse gruplama o kadar iyi yapılmış demektir.

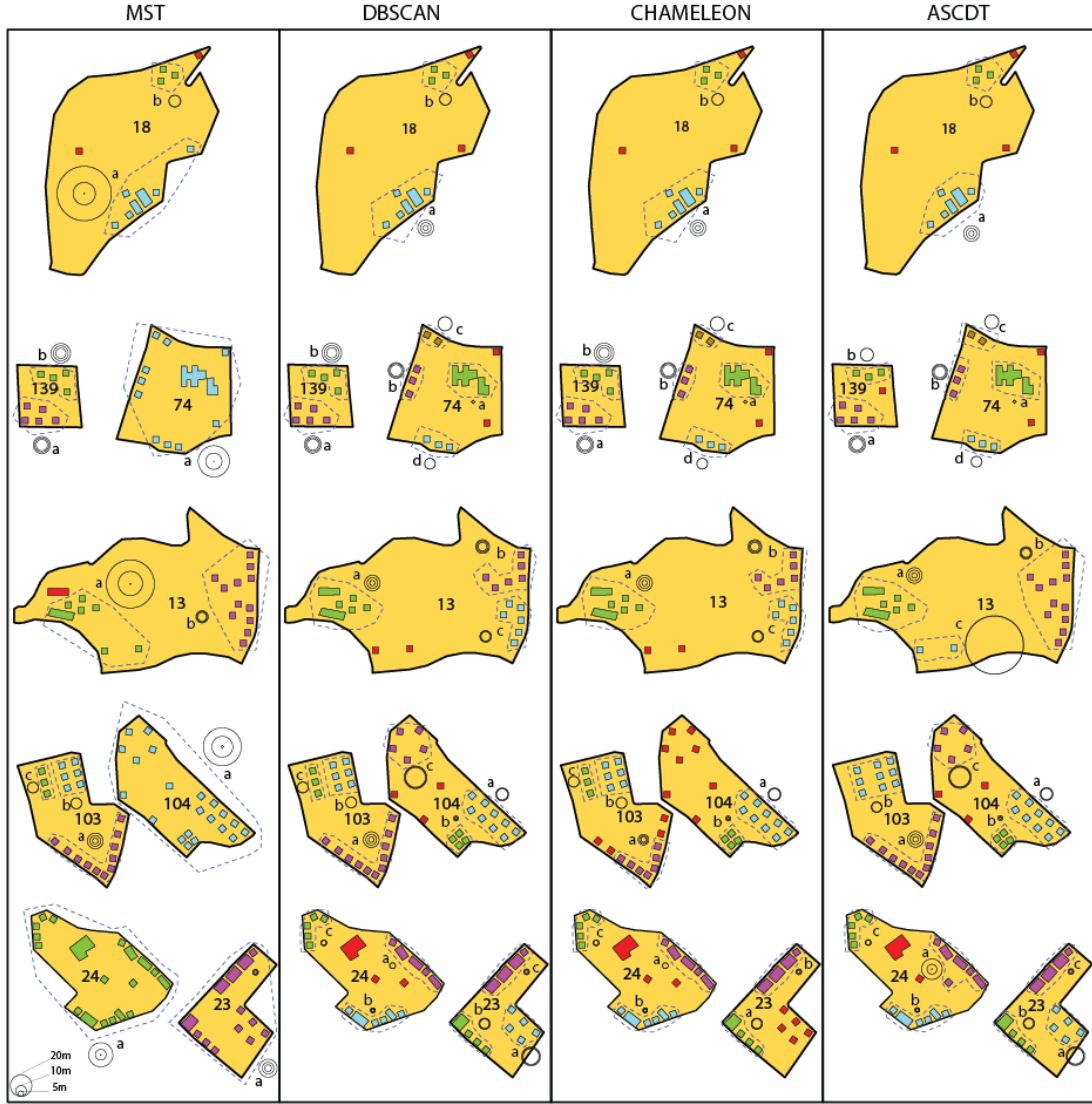
3.2.7 Uygulama ve Sonuçlar

Algoritmalara ilişkin parametre değerleri Çizelge 3.4’de verilmektedir. MST algoritmasının parametreleri önceki bina gruplama çalışmalarındaki (Zahn [95]; Zhang vd. [101]) değerlerle aynı seçilmiştir. ASCDT algoritmasının parametresi tanıtıldığı makaledeki (Deng vd. [114]) öneri üzerine atanmıştır. DBSCAN ve CHAMELEON algoritmalarının parametreleri deneme yanılma ile belirlenmiştir.

Çizelge 3.4 Gruplama algoritmalarının parametre değerleri

Algoritma	Parametre
DBSCAN	$MinNok = 2, \varepsilon = 25m$
CHAMELEON	$RI*RC < 0.1$
MST	$n = 3, f = 2, p = 2$
ASCDT	$\beta = 1$

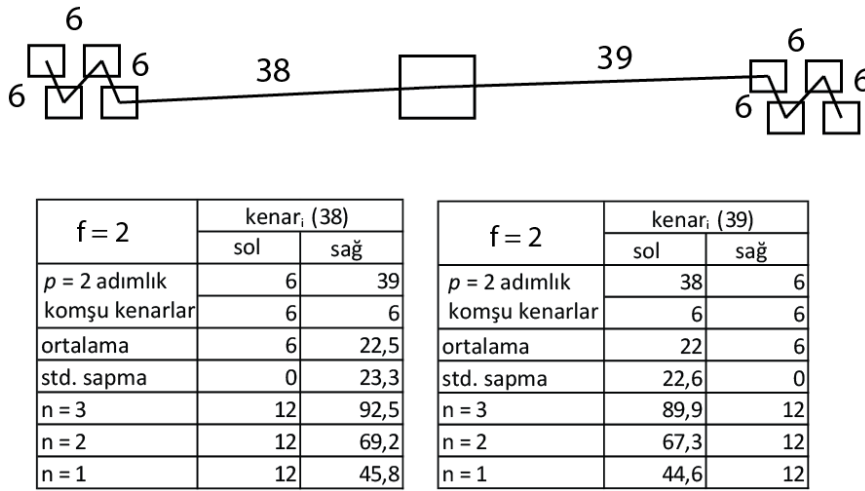
Gruplama algoritmalarının dördü de C++’da kodlanmıştır. Kullanılan bina bloklarının bir kısmı (blok 13, 18, 74 ve 139), Manisa şehrine ait 1:25 000’lik topografik bir haritadan alınmıştır. Geri kalan kısmı ise değişik dağılım karakteristikleri gözetilerek yapay olarak türetilmiştir.



Şekil 3.16 Algoritmaların gruptama sonuçları ve grupların KDC'leri

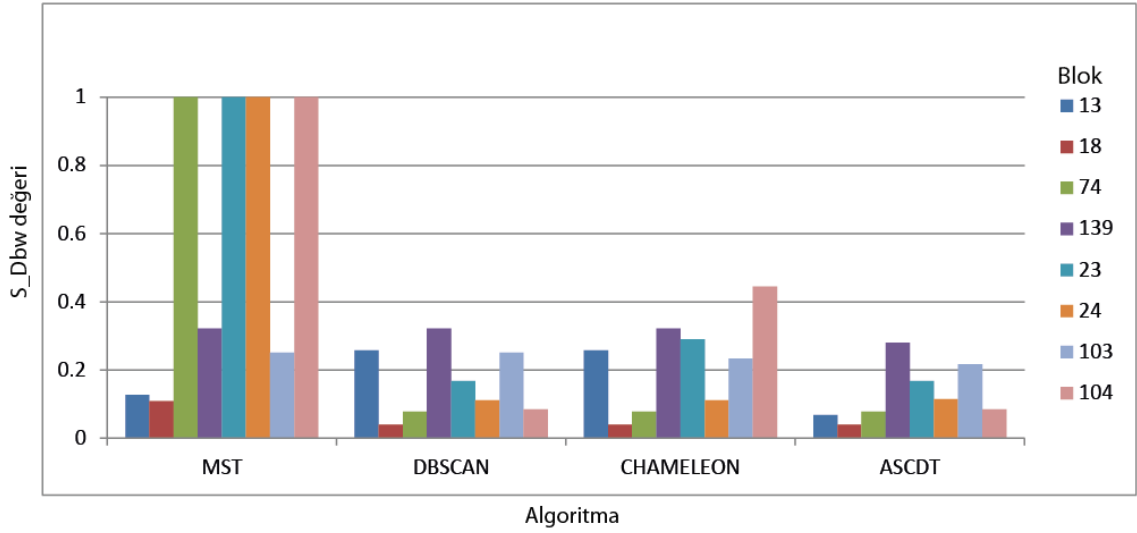
Şekil 3.16'da her bir algoritmanın 8 blok için ürettiği gruplar kesikli çizgilerle sınırlandırılarak gösterilmiştir. Her bloğun ortasında blok numarası (13, 104 vb.) ve her grubun yanında içinde bulunduğu bloğun hangi grubu olduğu (a, b vb.) ve KDC gösterilmektedir. KDC'nin ortasındaki çember ne kadar büyükse grup o kadar seyrek dağılımlı; ne kadar küçükse o kadar sık dağılımlı (Şekil 3.10'u hatırlayınız) demektir. KDC'nin iç ve dış çemberleri ne kadar uzaksa grup o kadar heterojen ne kadar yakınsa o kadar homojen demektir. Şekil 3.16'da 104 numaralı blok incelendiğinde CHAMELEON ve MST algoritmalarının seyrek dağılımlı kümeyi (Şekil 3.16 104 nolu blok c grubu ASCDT ve DBSCAN algoritmaları) bulamadıkları görülmektedir. ASCDT algoritmasının heterojen kümeleri (Şekil 3.16, blok 103, grup b ve grup a) bulmada diğer algoritmalara göre daha başarılı olduğu görülmektedir. İzole binaların (Şekil 3.16 blok 18, 74, 104 ve 24) MST

algoritmasının sonuçlarında hem tespit edilemediği hem de grupların belirlenmesinde olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum yakından incelendiğinde durumun parametrelerden bağımsız olduğu Şekil 3.17’de görülmektedir. Şekil 3.17’in üst tarafında, içerisinde 2 grup ve bir izole bina içeren 9 binalık bir veri ve bu binaların MST çizgesi görülmektedir. MST kenarlarının uzunluk değerleri üzerlerinde belirtilmiştir. Şeklin aşağısındaki tablo ise uzunluk değeri 38 ve 39 olan kenarların atılıp atılmamasının kontrol edildiği tabloyu göstermektedir. Şekildeki tabloların ‘sağ’ ve ‘sol’ başlıklı sütunlarının her ikisi de kenarın uzunluk değerinden büyükse kenar MST çizgesinden MST algoritmasına göre atılmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda Şekil 3.17 incelendiğinde n parametresinin değişmesinin sonucu değiştirmedeği görülmektedir.



Şekil 3.17 MST parametreleri değişmesine rağmen ayrışma gerçekleşmiyor (Çetinkaya vd. [102])

Şekil 3.18’de Y ekseninde her bir blok için bir çubukla (bar) gösterilen her bir algoritmanın S_{Dbw} değeri ne kadar küçükse gruplar birbirinden o kadar iyi ayrılmış demektir. Bir başka deyişle bloktaki gruplama S_{Dbw} ne kadar küçükse o kadar iyidir. Bu bilgiler doğrultusunda Şekil 3.18 incelendiğinde ASCDT algoritmasının daha başarılı olduğu görülmektedir.

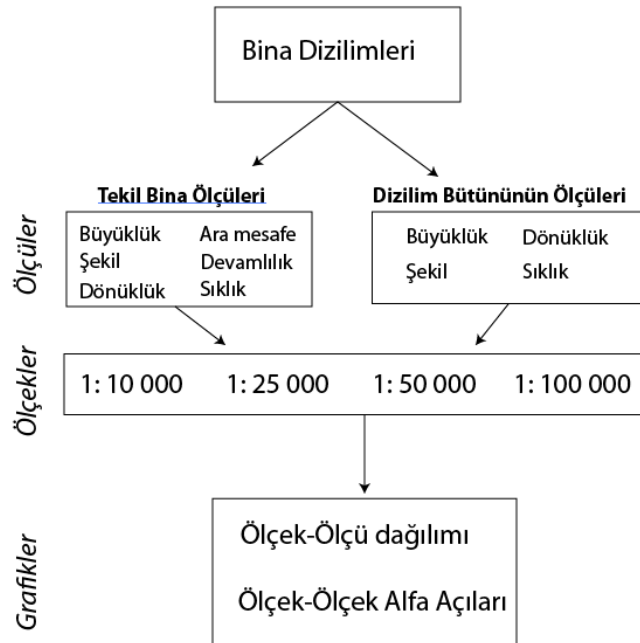


Şekil 3.18 Bloklara göre her bir algoritmanın S_Dbw değeri

3.3 Ölçek Geçişlerinde Bina Dizilimlerinin İncelenmesi

3.3.1 Amaç

Bu bölümün amacı bina dizilimlerinin klasik genelleştirme sonucu ölçek geçişlerindeki değişimlerini incelemek ve dizilim genelleştirmesinde kullanılacak kısıtları belirlemektir. Değişimleri incelemek için hem dizilimleri oluşturan her bir binadan hem de her bir dizilim tek bir nesne olarak ele alınıp elde edilen ölçülerden faydalanılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Bina dizilimlerinin ölçek geçişlerini inceleme yöntemi

3.3.2 Tekil Bina Ölçüleri

Bu bölümde her bir bina için hesaplanan büyüklük, şekil, dönüklük, ara mesafe, süreklilik ve sıklık ölçüleri tanıtılmaktadır. Bu ölçüler, büyük oranda Ruas ve Holzapfel [99]'un bina dizilimlerini karakterize etmekte kullandıkları ölçülerdir.

Büyüklük ölçüsü olarak bina alanlarının standart sapması, ortalama değere bölünerek elde edilmiştir. Ortalama değere bölmek Ruas ve Holzapfel [99]'da mevcut değildir. Bu çalışmada ortalama değere bölünmüştür çünkü ölçek küçüldükçe binaların temsil ettiği alan büyümekte ve standart sapma da artmaktadır. Sadece ölçek değişimine bağlı bu artış karşılaştırma yapmaya elverişli olmadığından ortalama değere bölme ihtiyacı doğmuştur. Şekil ölçüsü olarak ise (3.12) eşitliğindeki değerler her bir bina için belirlendikten sonra bunların standart sapması ölçü olarak kullanılmıştır.

$$m_{\text{Şekil}}^j = \frac{\text{Çevre}(b_i^j)}{2 * \sqrt{\pi * \text{Alan}(b_i^j)}} \quad (3.12)$$

Burada b binayı alt ve üst indisler ise dizilim ve bina indisini göstermektedir. Dönüklük için binaların en uzun kenarının X eksenine ile yaptığı açı tercih edilmiş ve bunların standart sapması ölçü olarak alınmıştır. Ara mesafeler ardışık binalar arasındaki en kısa mesafeler olarak ölçülmüş ve standart sapmaları ortalama değere bölünerek ölçü değeri elde edilmiştir. Süreklilik için regresyon doğrusu/eğrisinden olan sapmaların ortalaması hesaplanmıştır. Sıklık için ise (3.13) eşitliği kullanılmıştır.

$$m_{\text{sıklık}} = \frac{\mu_{\text{ara mes.}}}{\sqrt{\mu_{\text{alan}}}} \quad (3.13)$$

3.3.3 Bir Bütün Olarak Dizilime Ait Ölçüler

Dizilimi tek bir nesne olarak alıp bunun büyüklük, şekil, dönüklük ve sıklığına ait ölçüler hesaplanmıştır. Bu ölçülerin hesaplanmasında kullanılmak üzere öncelikle bir dışbükey örtü (convex hull) oluşturulmaktadır.

Büyüklük ölçüsü dışbükey örtünün alanı ile temsil edilmiştir. Şekil ölçüsü (3.14) eşitliğindeki formülle hesaplanmıştır.

$$m_{\text{Şekil}} = \frac{\text{Çevre}(\text{DışbükeyÇokgen}(V_i))}{2 * \sqrt{\pi * \text{Alan}(\text{DışbükeyÇokgen}(V_i))}} \quad (3.14)$$

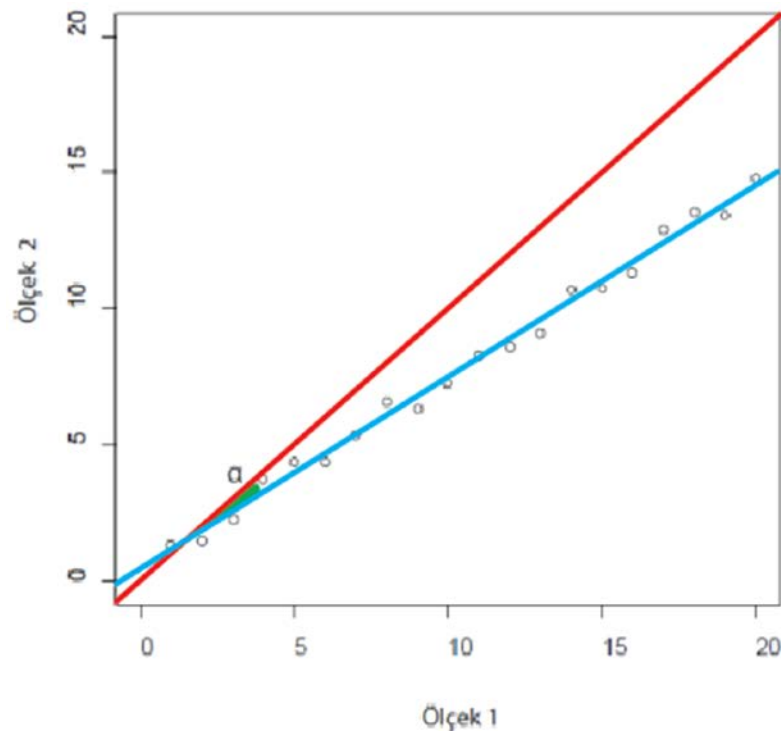
Burada V_i dizilime ait binaların köşe noktalarını göstermektedir. Dönüklük ölçüsü dışbükey çokgenin en küçük alanlı çevreleyen dikdörtgeninin (MABR) uzun kenarı ile X eksenini arasındaki açı olarak kabul edilmiştir. Tüm dizilime ait son ölçü olan sıklık ise (3.15) eşitliğine göre belirlenmiştir.

$$m_{sıklık} = \frac{alan(dışBükey(v_i))}{\sum_{j=1}^n alan(b_i^j)} \quad (3.15)$$

Burada b binaları v ise binaların köşe noktalarını göstermektedir.

3.3.4 Genel Değişim Ölçüsü Olarak Alfa (α) Açısı

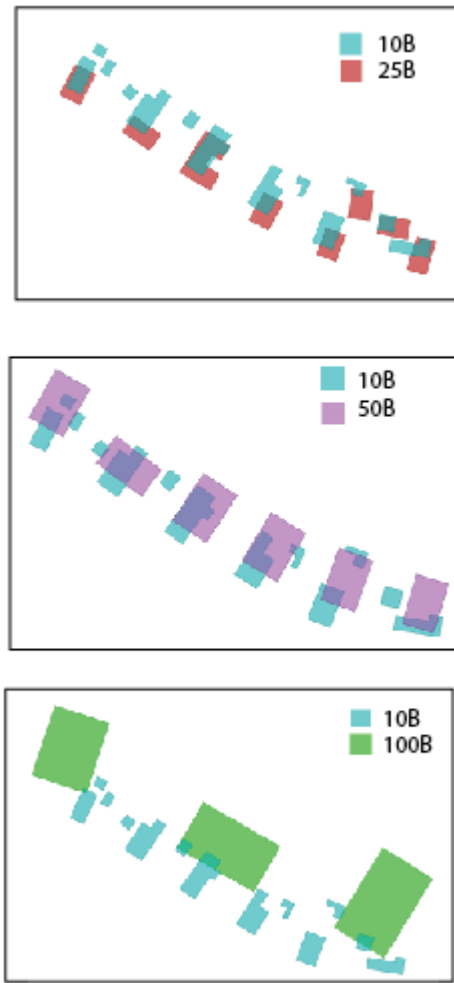
Bu ölçü aynı dizilimlere ait iki farklı ölçekte hesaplanmış ölçü değerlerinin eksenlerden yatay olanı büyük ölçek, dikey olanı küçük ölçek olmak üzere bir koordinat sisteminde gösterildiği yerde hesaplanmıştır (Şekil 3.20). Alfa (α) açısı, değişim sınır çizgisi ile regresyon doğrusu arasında kalan açıdır. Ölçek geçişindeki değişimin büyüklüğünü ölçmekte kullanılmıştır. Değeri -45° ile $+45^\circ$ arasında değişmekte iken, 0° değişimin olmadığı anlamına gelmektedir.



Şekil 3.20 İki farklı ölçekteki ölçü değerleri, regresyon eğrisi (mavi çizgi) ve değişim sınır çizgisi ($y = x$; kırmızı çizgi)

3.3.5 Uygulama ve Sonuçlar

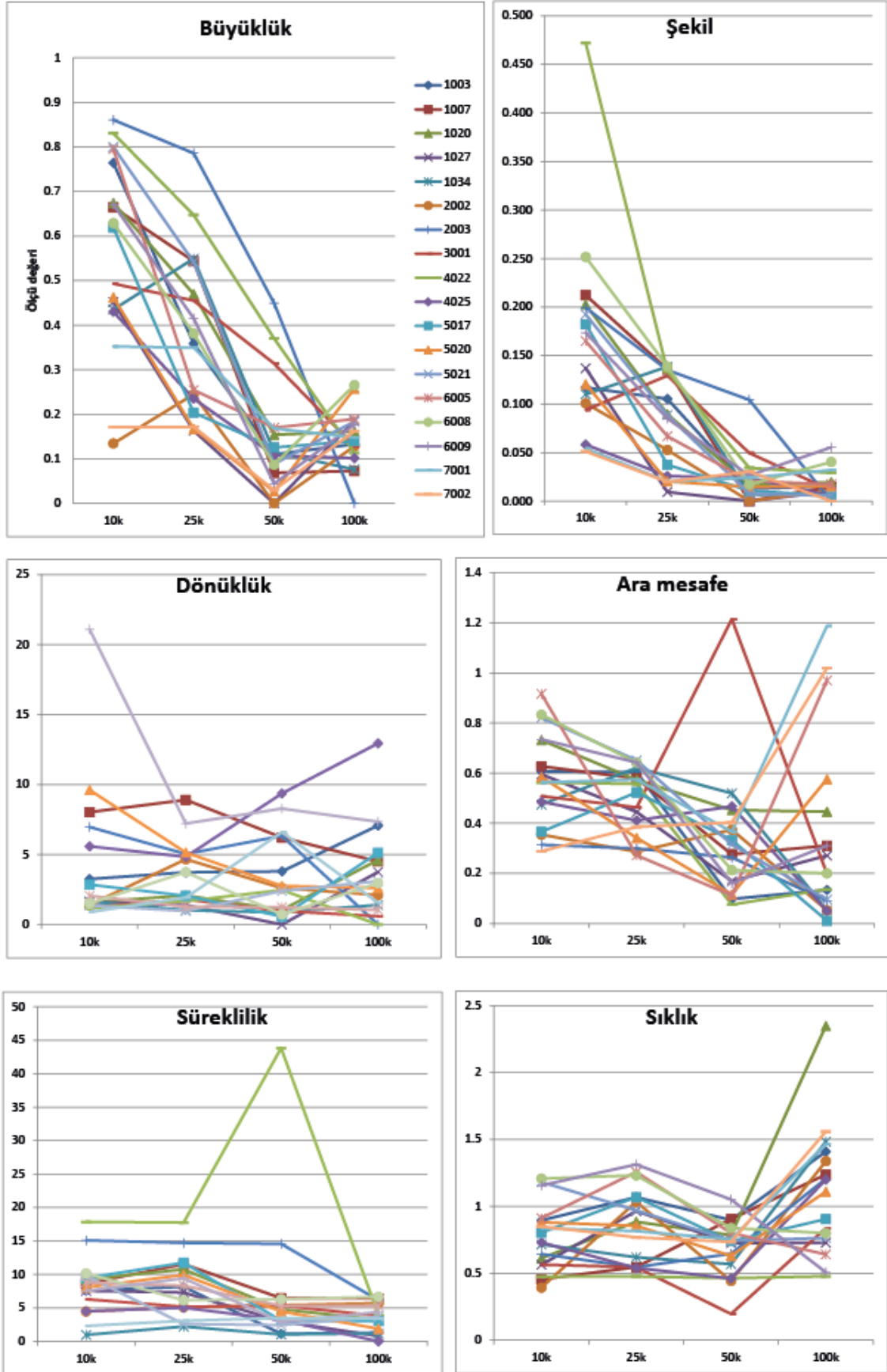
Yukarıda tanıtılan ölçüler 1: 10 000, 1: 25 000, 1: 50 000 ve 1: 100 000 ölçeklerinin tümünde gösterilmiş toplam on yedi adet dizilim için hesaplanmıştır. Bu dizilimler, Almanya’da, Dresden şehrine ait bir topografik haritan Körner [115] tarafından elde edilmişlerdir. Tekil ve bütüncül ölçüler hem CBS programları hem de C++’da geliştirilen basit yazılımlar kullanılarak hesaplanmıştır. Alfa açısı değeri ise MS Excel’de hesap edilmiştir. Şekil 3.21’de 1: 10 000 ölçeğindeki bir dizilimin 1: 25 000, 1: 50 000 ve 1: 100 000 ölçeklerindeki karşılıklarının üst üste bindirildiğı durumlar gösterilmektedir.



Şekil 3.21 Bir dizilimin 1: 10 000 ölçeğindeki durumunun 1: 25 000, 1: 50 000 ve 1: 100 000 ölçekleri ile karşılaştırılması

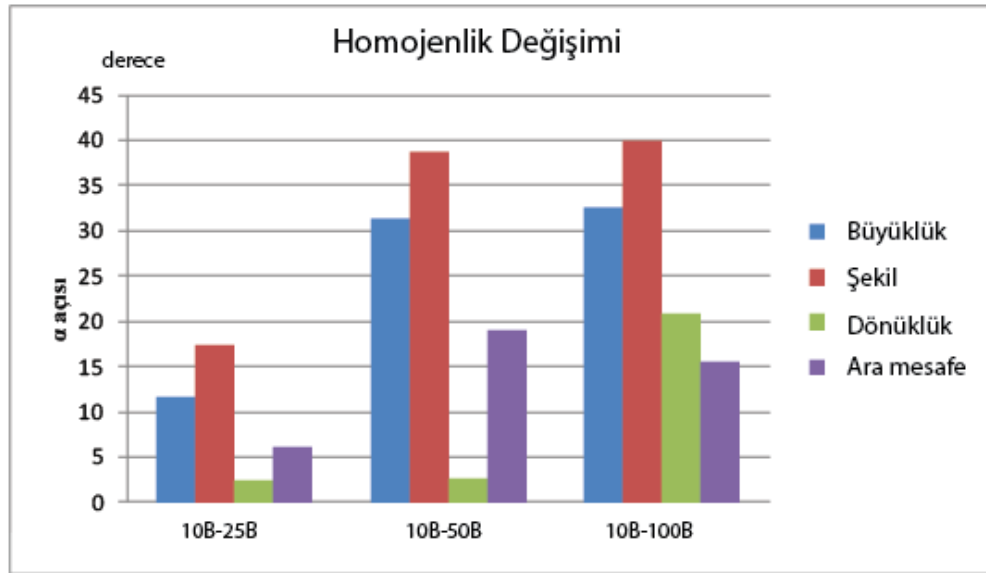
Şekil 3.22’de tekil bina ölçülerinin her bir bina dizilimi ve ölçek için hesaplanan değeri­nin grafiğı görölmektedir. Bu grafik yardımıyla her bir dizilimin her bir ölçekte her ölçü değeri­nin nasıl değıştiğı görölmektedir. Örneğın büyüklük ölçüsü 1: 10 000

ölçeğinde geniş bir aralıkta, büyük değerlere sahipken 1: 25 000 ölçeğine geçildiğinde ölçü değerinin azaldığı ve dağılım bandının bir miktar daraldığı görülmektedir. Bu azalma eğilimi, 1: 50 000 ölçeğinde doruk noktasına ulaşmış 1: 100 000 ölçeğine geçildiğinde ise bir miktar artış göstermiştir. Dizilimlerin ölçek bazlı karşılaştırılmaları büyüklük, şekil, dönüklük ve ara mesafe için homojenlik değişimi başlığı altında Şekil 3.23’de ve sıklık ve süreklilik ölçülerinin yıldız ve basamak ölçek geçişleri ise Şekil 3.24’de gösterilmektedir. Homojenlik kavramı adı geçen dört ölçünün formülündeki standart sapmalardan kaynaklanmaktadır ve benzerlik kavramı ile doğrudan ilişkilidir. Bir ölçüdeki homojenlik ne kadar yüksekse benzerlik de o kadar yüksektir. Alfa açısı da homojenleşmenin nicel ölçüsüdür. Alfa açısının değeri $+45^{\circ}$ ’ye ne kadar yakın ise homojenleşme o kadar çok olmuştur. Bu bilgiler ışığında ölçülerdeki en büyük homojenleşmenin şekil ölçüsünde olduğu Şekil 3.23’de görülmektedir.

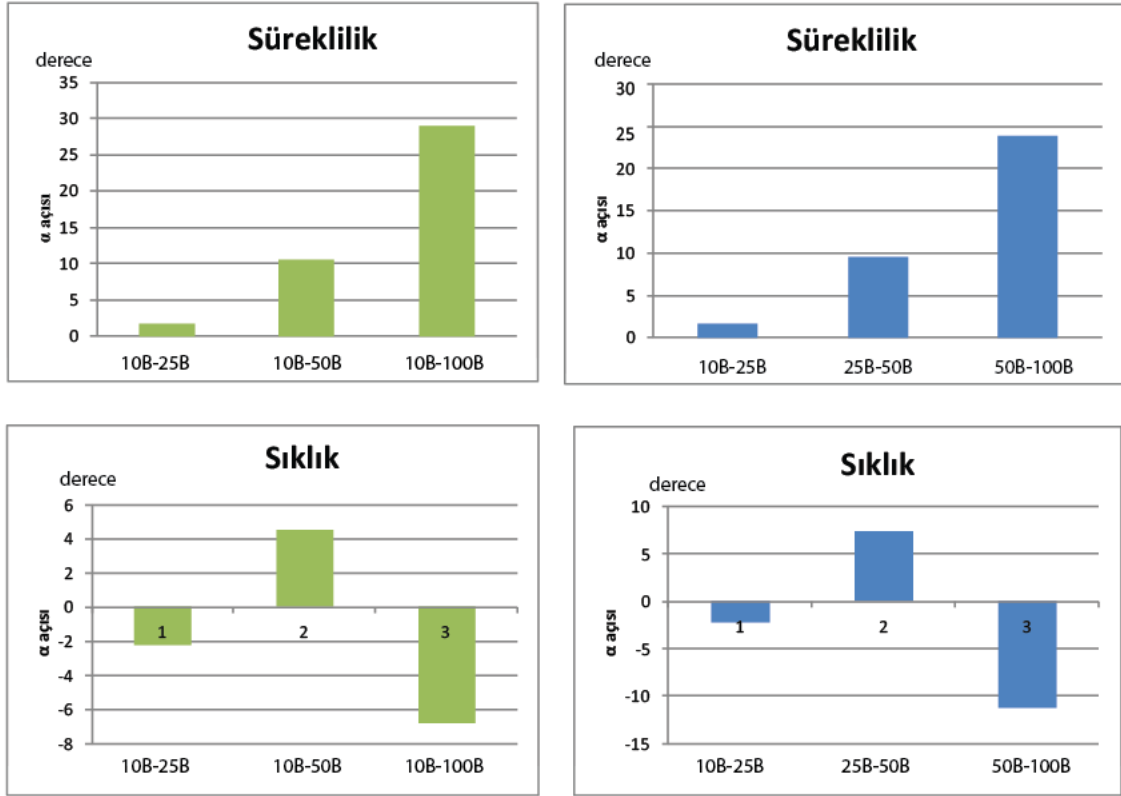


Şekil 3.22 Her bir ölçünün her bir ölçekteki değeri.

Şekil 3.24’de sıklık ölçüsünde alfa açılarının eksi değerli olduğu görülmektedir. Bunun anlamı dizilimlerin sıklık ölçüsünü değerinin genel anlamda arttığıdır. Başka bir ifadeyle, eksi alfa değerleri dizilimlerdeki bina yoğunluğunu göstermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda dizilimlerdeki bina yoğunluğunun 1: 25 000’de azalması, 1: 50 000’de artması ve tekrar 1: 100 000 ölçeğinde azalması ile oluşan dalgalı değişim ilginç bir sonuçtur. Şekil 3.24’e göre süreklilik ölçüsünde alfa değerleri ölçek küçüldükçe artmaktadır yani regresyon eğrisinden olan sapmalar azalmış demektir. Bu da bina dizilimlerinin genelleştirme sonucunda süreklilik özelliğinin vurgulandığı sonucunu doğrulamaktadır.

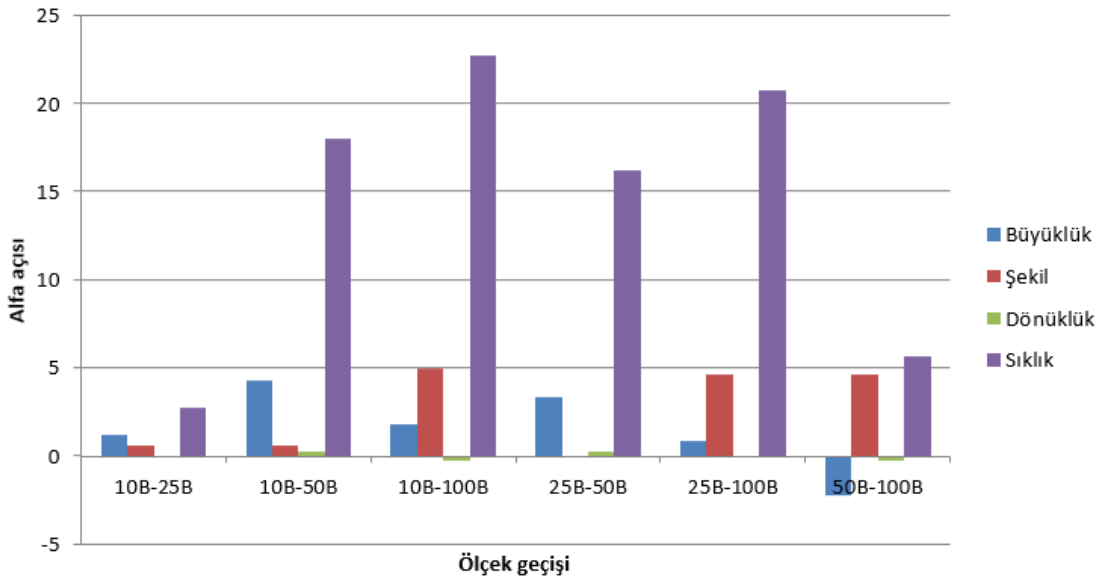


Şekil 3.23 Büyüklik, şekil, dönüklük ve ara mesafe ölçülerinin ölçek geçişlerindeki alfa açısı ile belirtilen değişimleri



Şekil 3.24 Sıklık ve süreklilik özelliklerinin yıldız ve basamak geçişli değişimleri

Şekil 3.25’de dizilimler bir bütün olarak ele alınarak türetilen ölçülerin ölçek geçişlerindeki değişimleri görülmektedir. İlk göze çarpan sonuç sıklık değerindeki dramatik değişim ve büyüklük değerinin ara ölçek olan 1: 50 000 ölçeğinde maksimuma ulaşmasıdır. Dönüklük ölçüsünün tüm geçişlerde hemen hiç değişmediği anlaşılmaktadır. Dizilimin bütünsel şeklinin ise 1: 100 000 ölçeğine kadar pek değişmediği ancak 1: 100 000 ölçeğinde bir miktar azaldığı görülmektedir. Bu durum dizilimdeki bina sayısının azalmasının bir sonucu olarak yorumlanabilir çünkü bina sayısı azaldıkça bina diziliminin boyu kısılacak bu kısalma da bütüncül şekil ölçüsüne azalma olarak yansıtacaktır.

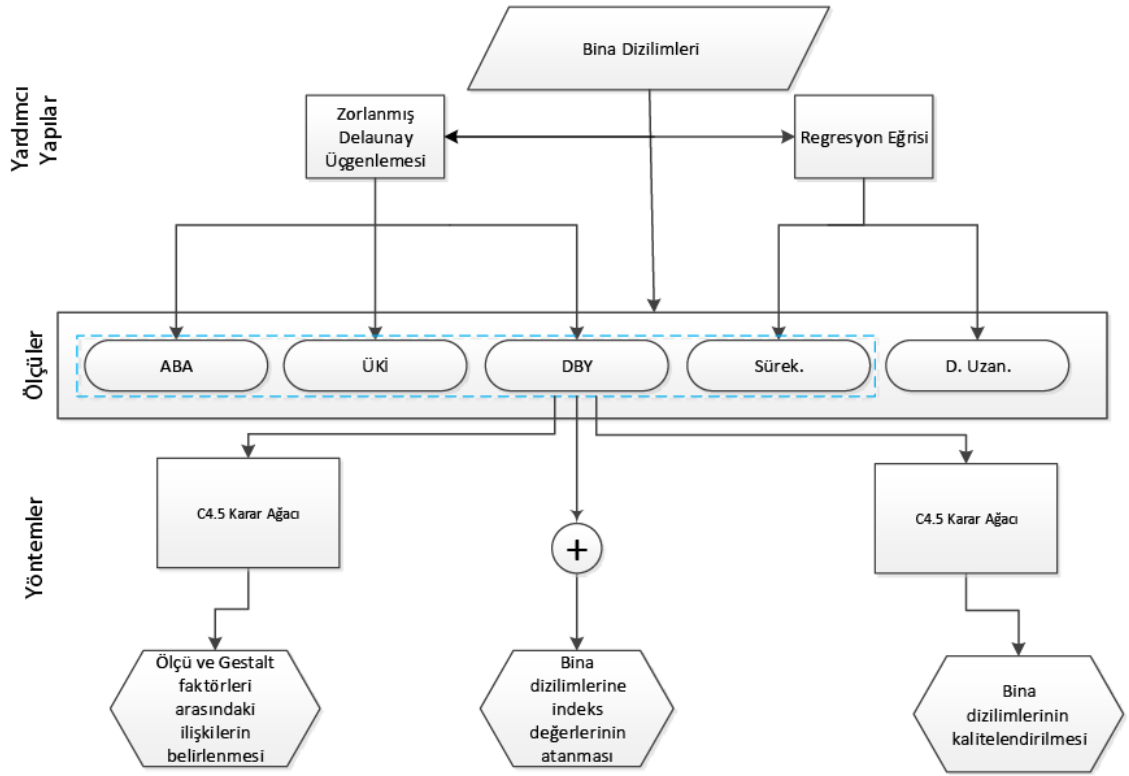


Şekil 3.25 Dizilimlerin tek bir nesne olarak alındığı durumdaki ölçüler ve ölçek geçişleri

3.4 Bina Dizilimlerinin Karakterizasyonu

3.4.1 Amaç

Bina dizilimleri otomatik olarak belirlenirken bunlara ilişkin bir nitelendirme yapılmamakta; ayrı bir safhada ele alınmaktadır. Bu bölümün amacı, belirlenmiş dizilimlerin birbirlerinden nitelik bakımından ayırt edilmesini sağlayan otomatik bir sınıflandırma yöntemi geliştirmektir. Dizilimleri nitelendirmek için öncelikle bir nicel değer türetilmeye çalışılmıştır. Bunun için beş adet ölçü geliştirilmiştir. Bunlardan üçü (ara boşluk alanı -ABA, üçgen kenar indeksi -ÜKİ, dizilimdeki bina yoğunluğu -DBY) Delaunay üçgenleri ile oluşturulan ara boşluklar (AB) yardımıyla türetilirken diğer ikisi (süreklilik -Sürek. ve dizilim uzanımı -D. Uzan.) regresyon eğrisine dayalı ölçülerdir (Şekil 3.26). Regresyon eğrisine ve Delaunay üçgenlerine dayalı ölçüler kullanılmasının nedeni Gestalt ilkelerini daha iyi temsil edeceği hipotezine dayanmaktadır. Ayrıca Delaunay üçgenlemesi uzun zamandan beri, mekânsal analizlerde kullanıldığı ve CBS yazılımlarındaki araçlarda bulunduğu için bu üçgenlere dayalı ölçü geliştirmek tercih sebebi olmuştur. Regresyon eğrisine dayalı ölçü geliştirme düşüncesi ise hem Gestalt ilkelerini temsil etme potansiyelinden hem de bina dizilimi bütününe karakteristiğini ölçebileceği varsayımından hareketle doğmuştur.



Şekil 3.26 Karakterizasyon işleminin genel akış diyagramı

Dizilimlerin karakterizasyonu için kullanılan ölçüler iki tür altında ele alınmaktadır: a) Ara boşluk (AB)-tabanlı ölçüler, b) bina köşe noktasına dayalı ölçüler. Ölçülerin eşitliklerinde kullanılan μ ve σ işaretleri sırasıyla ortalama ve standart sapmayı göstermektedir. Ölçü eşitliklerine bakıldığında hepsinin birimsiz olduğu yani bir oran olduğu görülmektedir bu da ölçülerin farklı ölçeklerde kullanılabilmesi için özellikle tasarlanmıştır.

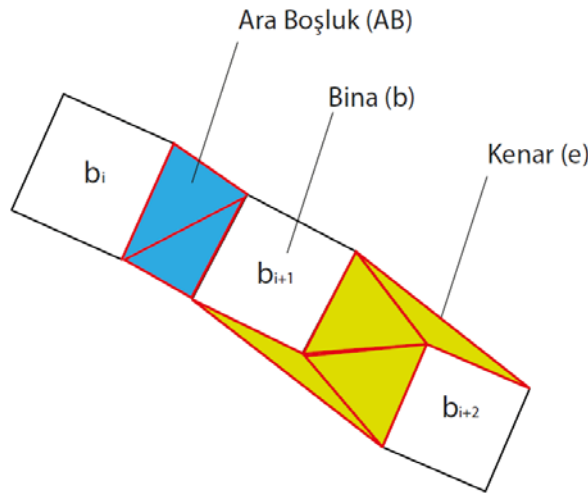
3.4.2 AB Tabanlı Ölçüler

AB, zorlanmış Delaunay üçgenlemesi ile elde edilmiş iki bina arasında kalan alandır (Şekil 3.27). Üçgenleme işlemi aşağıdaki kurallara göre yapılmıştır:

- Üçgen kenarları bina kenarlarını kesmemeli
- Binalar üçgen içermemeli
- Her bir üçgen ardışık iki binayı birbirine bağlamalı

AB tabanlı üç ölçü tanımlanmaktadır. Bunlar, AB'nin alanına dayalı elde edilen ölçü (ABA), üçgen kenar indeksi ile elde edilen (ÜKi) ve dizilimdeki bina yoğunluğu (DBY)

ölçüsüdür. Bu ölçülere ait eşitlikler aşağıda verilmektedir ((3.16), (3.17) ve (3.18) eşitliği).



Şekil 3.27 Ara boşluklardaki zorlanmış Delaunay üçgenlemesi

AB alan indeksi, bir dizimdeki AB alanlarının, standart sapmasının ortalamasına oranıdır ((3.16) eşitliği). Bu oran sayesinde ara boşluk büyüklüklerinin birimden bağımsız (birimsiz) bir homojenlik değeri elde edilir. *ABA* değeri ne kadar küçükse AB alanlarının benzerliği de o kadar yüksektir. Bu yüksek benzerlik de kaliteli bir dizilime işaret etmektedir.

$$ABA = \frac{\sigma_{Alan(AB)}}{\mu_{Alan(AB)}} \quad (3.16)$$

ABA indeksine bakıldığında homojenliği ölçmek için standart sapmanın yeterli olduğu, haklı olarak, söylenebilir ancak farklı ölçeklerde karşılaştırma yapılma ihtiyacı doğduğunda bu homojenlik değeri anlamını yitirecektir çünkü küçük ölçeklerde binaların abartılmasından dolayı binaların ölçü değerleri büyüyecek bu da standart sapma değerine artış olarak doğrudan yansımaktadır. Benzer durum ortalamayı kullanan aşağıdaki diğer ölçüler için de geçerlidir.

Üçgen Kenar İndeksi (ÜKİ), iki adımda hesaplanır; ilk adımda her bir AB'deki üçgen kenarlarının uzunluğunun standart sapması hesaplanır, daha sonra bu standart sapmaların standart sapması, standart sapmaların ortalamasına oranlanarak *ÜKİ* elde edilir. *ÜKİ* indeksi ile ara boşluklardaki üçgen kenarlarının benzerliği ölçülmüş olur. *ABA*'dan farklı olarak binaların regresyon eğrisinden olan sapmalarından ve

büyükliklerinden doğrudan etkilenir. Bu sayede dizilimin bu özelliklerindeki değişimleri yansıtması beklenmektedir.

$KenarUzunluğuSapması = \sigma_{Uzunluk(Kenar)}$ (AB'deki kenarların standart sapması)

$$\ddot{ÜKİ} = \frac{\sigma_{KenarUzunluğuSapması}}{\mu_{KenarUzunluğuSapması}} \quad (3.17)$$

Dizilimdeki Bina Yoğunluğu (DBY), toplam bina alanının, toplam bina ve AB alanına oranıdır. Dizilim içindeki sıklık değerini belirmemek amacıyla kullanılmıştır. *DBY* değeri ne kadar büyükse (1'e ne kadar yakınsa) dizilim o kadar yoğun (sık) demektir.

$$DBY = \frac{\sum_{i=1}^N Alan(b_i)}{\sum_{i=1}^N Alan(b_i) + \sum_{i=1}^{N-1} Alan(AB_i)} \quad (3.18)$$

Burada N dizilimdeki bina sayısını göstermektedir.

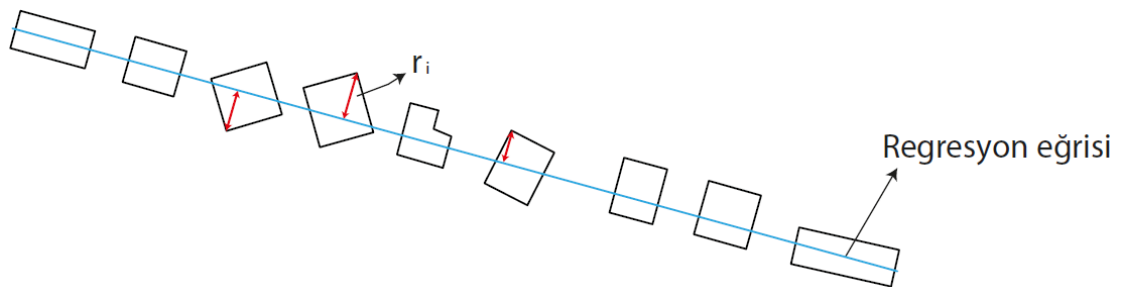
3.4.3 Bina Köşe Noktalarına Dayalı Ölçüler

Bir dizilimdeki binaların köşe noktalarından türetilen regresyon eğrisine dayalı olarak *dizilim uzanımı* ve *süreklilik* olmak üzere iki tane ölçü tanımlanmıştır.

Dizilim Uzanımı, regresyon eğrisinden olan maksimum sapmanın iki katının regresyon eğrisinin uzunluğuna olan oranıdır ((3.19) eşitliği). Bu sayede dizilimin uzanımına ilişkin bir değer elde edilmektedir. Bu değer ne kadar küçükse dizilim o kadar uzun, çizgisel demektir.

$$D. Uzan. = \frac{2 * maks(r_i)}{Uzunluk(regresyonEğrisi)} \quad (3.19)$$

Burada, r_i sapması, bina köşesi ile regresyon eğrisi arasındaki mesafeyi temsil etmektedir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 Regresyon eğrisi ve sapmalar (r_i).

Süreklilik, bir dizilimdeki ortalama sapmanın bu dizilimdeki binaların ortalama kenar uzunluğuna olan oranıdır ((3.20) eşitliği). Bu oran Gestalt ilkelerinden sürekliliği ölçmek için tasarlanmıştır. *Sürek.* değeri ne kadar küçükse dizilimin sürekliliği o kadar iyi demektir.

$$Sürek. = \frac{\mu_{r_i}}{\mu_{DoğrultununBinaKenarları}} \quad (3.20)$$

3.4.4 Uygulama ve Sonuç

Uygulama için ölçek geçişlerinde kullanılan veri setinden 1:10 000 ölçeğinde olanlardan yirmi üç dizilim seçilmiştir. Ayrıca yedi dizilim de ölçülerle Gestalt faktörleri arasındaki ilişkileri kurmak için yapay olarak türetilmiştir. Her bir dizilim için yukarıda önerilen beş ölçü CBS yazılımında ve MS Excel’de yarı otomatik olarak hesaplanmıştır. C4.5 algoritması ile karar ağaçlarını elde etmek için Weka™ yazılımı kullanılmıştır. Dizilim karakteristiklerini ortaya çıkarmak için üç test yapılmıştır. İlk olarak, önerilen ölçülerle Gestalt faktörleri arasındaki ilişki incelenmiştir. İkinci olarak, her bir dizilim için ölçü değerlerinin toplanmasıyla elde edilen indeks değerleri ile dizilimler sıralanmış ve manuel olarak bu indeks değerine göre beş sınıfa ayrılmıştır. Son olarak, dizilimlerin ölçü değerleri ve belirlenmiş sınıfları arasındaki ilişkiyi belirleyen karar ağacı üretilmiştir.

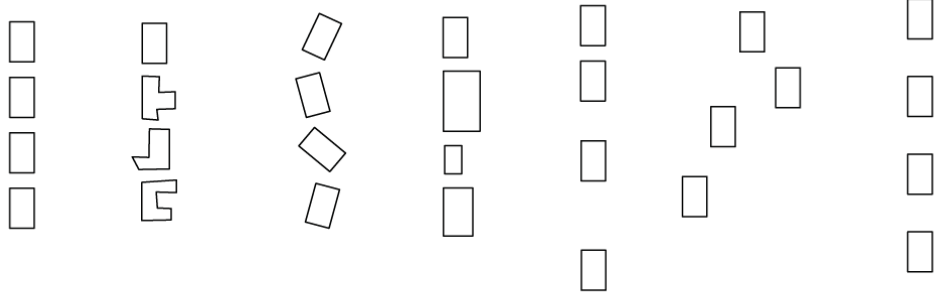
3.4.4.1 Gestalt Faktörleri ile Ölçüler Arasındaki İlişkileri Belirleme

Bina dizilimleri algısal bir özellik içerdiklerinden önerilen ölçülerin anlamlı olabilmesi için Gestalt faktörlerini temsil etmeleri gerekmektedir. Çizelge 3.5’de bina dizilimlerini ilgilendiren Gestalt faktörleri, bunların kısa tanımları ve bunlara karşılık gelen ayrılmış faktörler görülmektedir.

Çizelge 3.5 Gestalt faktörleri, tanımları ve faktör ayrıntıları

Gestalt Faktörleri	Tanım	Faktörün Ayrıntısı
Benzerlik	Elemanlar eğer birbirlerine benzer iseler grup olarak algılanmaya yatkındırlar	Büyüklik Şekil
Yakınlık	Elemanlar eğer birbirlerine yakınlarsa grup olarak algılanmaya yatkındırlar	Ara mesafe Streçlik (Gerinme/Uzama)
Süreklilik	Yönlendirilmiş birimler veya gruplar bir hizaya göre dizilmişlerse bir bütün olarak algılanmaya yatkındırlar	Süreklilik
Ortak dönüklük	Benzer yöne yönelmiş elemanlar grup olarak algılanırlar	Dönüklük

Yapay dizilimler Gestalt faktörlerindeki değişimin hangi ölçü veya ölçüleri etkilediklerini belirlemek için kullanılmışlardır. Bu amaçla, tüm yapay dizilimler sadece bir Gestalt faktörü bozularak oluşturulurken bir tanesi ideal (yani tüm Gestalt faktörlerini kusursuz sağlayan) olarak tasarlanmıştır (Şekil 3.29).

						
Bozulan Gestalt Faktörleri						
İDEAL	BENZERLİK (ŞEKİL)	ORTAK DÖNÜKLÜK	BENZERLİK (BÜYÜKLÜK)	YAKINLIK (ARA MES.)	SÜREKLİLİK	YAKINLIK (STREÇLİK)
ABA: 0	ABA: 0,098	ABA: 0,1114	ABA: 0,3419	ABA: 0,6518	ABA: 0,3979	ABA: 0
ÜKİ: 0	ÜKİ: 0,0336	ÜKİ: 0,1604	ÜKİ: 0,3948	ÜKİ: 0,7415	ÜKİ: 0,1103	ÜKİ: 0
DBY: 0,2236	DBY: 0,2981	DBY: 0,4725	DBY: 0,2444	DBY: 0,437	DBY: 0,5850	DBY: 0,4138
Sürek: 0,5757	Sürek: 1,1683	Sürek: 0,9915	Sürek: 0,7634	Sürek: 0,5234	Sürek: 3,2127	Sürek: 0,5190
D. Uza.: 0,0897	D. Uza.: 0,1379	D. Uza.: 0,1476	D. Uza.: 0,1224	D. Uza.: 0,0586	D. Uza.: 0,4610	D. Uza.: 0,0608

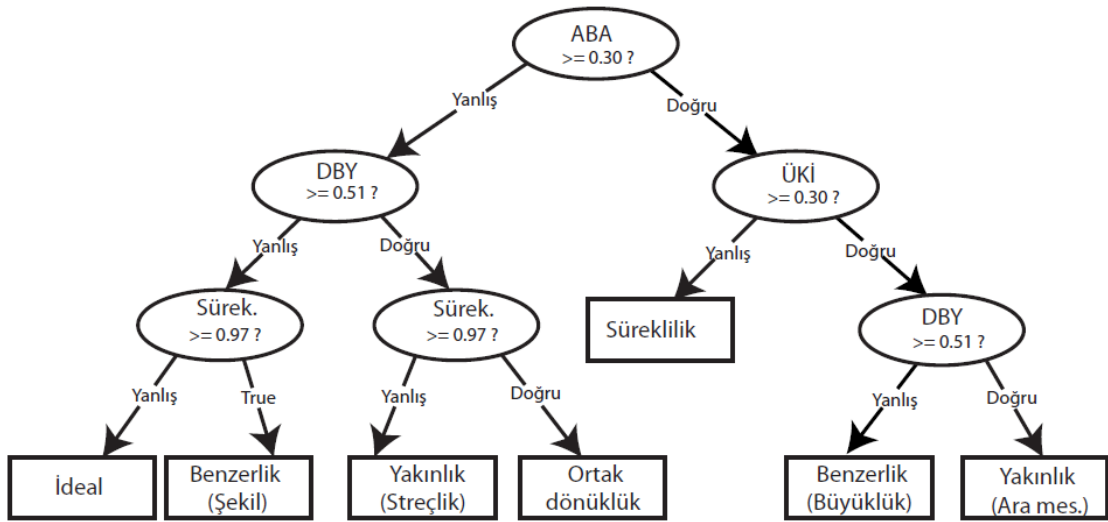
Şekil 3.29 Gestalt faktörleri ve ölçüler arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılan dizilimler ve bunlara ait ölçüler (Çetinkaya ve Başaraner [103])

Her bir ölçünün ideal durumdan olan sapması Gestalt faktörlerine göre incelenmiştir ve hangi ölçünün hangi durumda önemli miktarda değiştiği ortaya konulmuştur. Örneğin, Şekil 3.29’da ortak dönüklükteki heterojenlikten dolayı *DBY* ve *süreklilik* ölçüleri ideal değerlere göre önemli ölçüde değişmiştir. Deneysel olarak belirlenen eşik değerler herhangi bir ölçünün herhangi bir Gestalt faktörünü değiştirip değiştirmediğini ortaya çıkarmada kullanılmıştır. Benzer şekilde, bir ölçünün değeri eşik değeri aşarsa ona ait Gestalt faktörünün ikili değeri “doğru” olarak atanıp aksi takdirde “yanlış” olarak atama yapılarak Çizelge 3.6 elde edilmiştir.

Çizelge 3.6 Ölçüler ve Gestalt faktörleri. Ölçü başlıklarının altındaki nümerik değerler atanmış eşik değerleri göstermektedir.

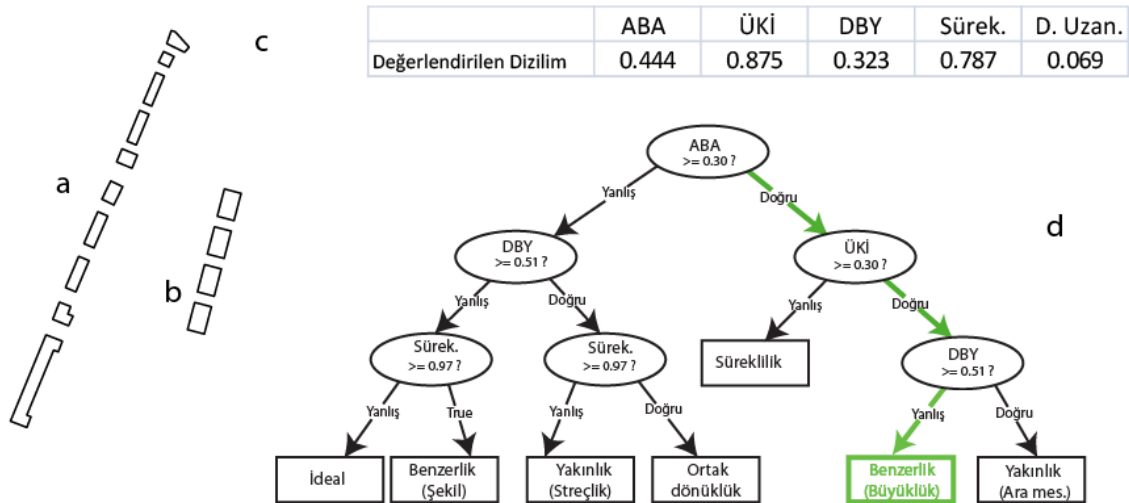
Ölçüler					Gestalt faktörü
<i>ABA</i>	<i>ÜKİ</i>	<i>DBY</i>	<i>Sürek.</i>	<i>D. Uzan.</i>	
≥ 0.30	≥ 0.30	≥ 0.41	≥ 0.97	≥ 0.28	
Yanlış	Yanlış	Yanlış	Doğru	Yanlış	<i>Benzerlik (Şekil)</i>
Yanlış	Yanlış	Doğru	Doğru	Yanlış	<i>Ortak dönüklük</i>
Doğru	Doğru	Yanlış	Yanlış	Yanlış	<i>Benzerlik (Büyüklik)</i>
Doğru	Doğru	Doğru	Yanlış	Yanlış	<i>Yakınlık (Ara mes.)</i>
Doğru	Yanlış	Doğru	Doğru	Doğru	<i>Süreklilik</i>
Yanlış	Yanlış	Doğru	Yanlış	Yanlış	<i>Yakınlık (Streçlik)</i>

Şekil 3.30, Çizelge 3.6’deki değerlerin Weka™ yazılımında C4.5 algoritması kullanılarak elde edilen karar ağacını göstermektedir. Bu karar ağacı, bir dizilimin kalitesinin azalmasında katkısı en fazla olan Gestalt faktörünü ortaya koymaktadır.



Şekil 3.30 Gestalt faktörleri ve ölçüler arasındaki ilişki

Şekil 3.31’de bir dizilimin en çok bozulmuş Gestalt faktörünün, Şekil 3.30’da görülen karar ağacını kullanarak, nasıl belirleneceğinin örneği verilmektedir.

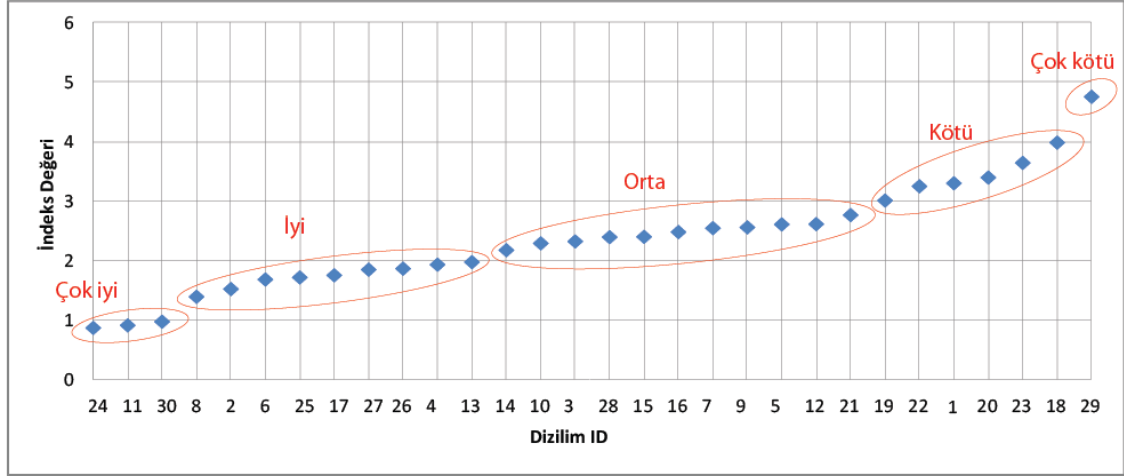


Şekil 3.31 Bir dizilimin niteliğini en olumsuz etkileyen Gestalt faktörünün bulunması. a) değerlendirilecek dizilim, b) ideal dizilim c) değerlendirilecek dizilimin ölçü değerleri, d) karar ağacı kullanarak en çok bozulan Gestalt faktörünün belirlenmesi.

3.4.4.2 Dizilimleri İndeks Üreterek Karşılaştırma ve Sınıflara Atama

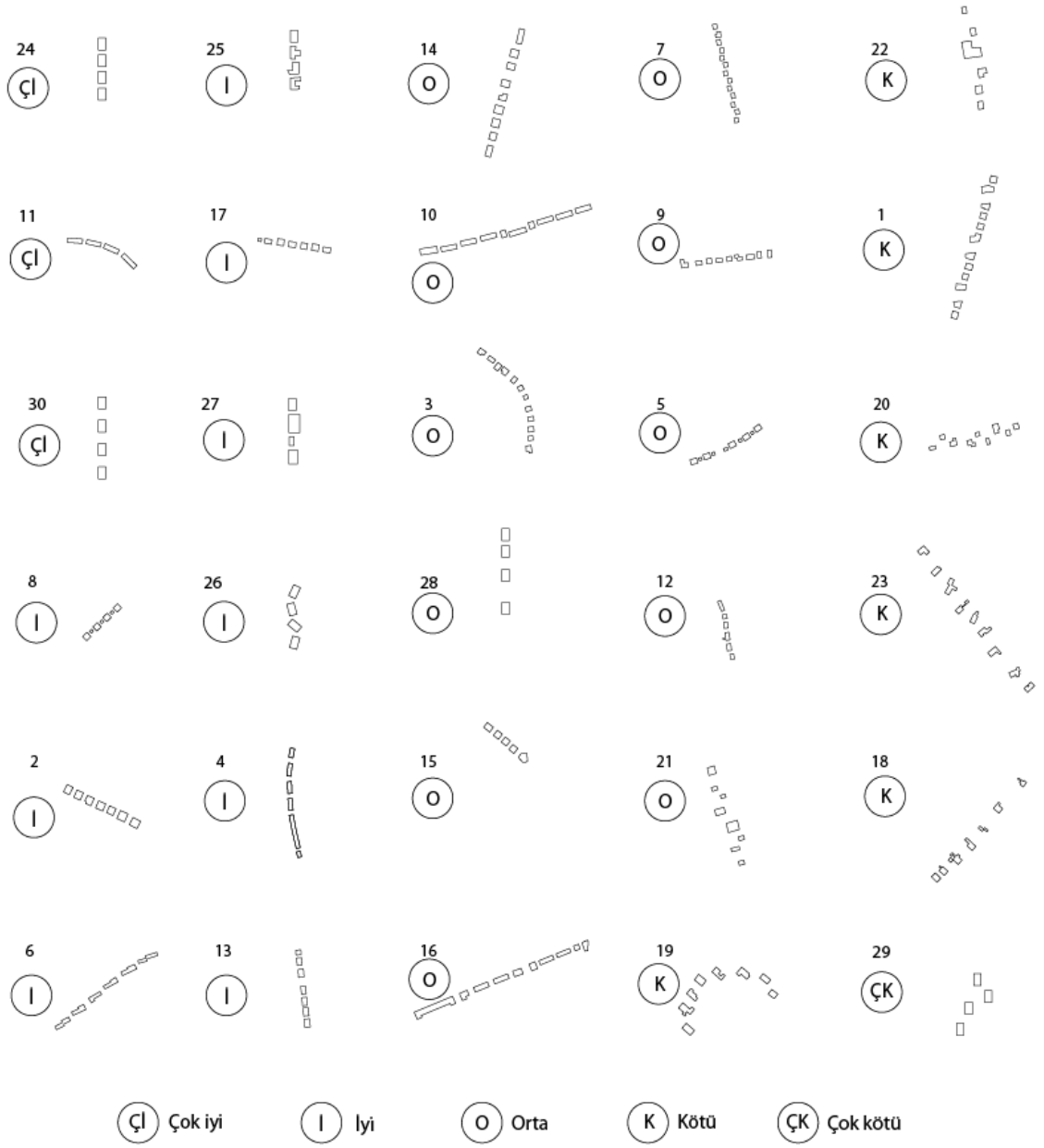
İndeks değeri her bir dizilim için hesaplanmış ölçü değerlerinin toplamıyla elde edilmiştir. İndeks ne kadar küçükse dizilimin kalitesi de o kadar iyi demektir. Bu indeks yardımıyla dizilimlerin kalitesi nicel olarak karşılaştırılabilir.

İndeks değeri artarak sıralanmış dizilimlerin grafiği Şekil 3.32’de görülmektedir. Bu grafikte sıçramalar dikkate alınarak manuel bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmanın sonucunda dizilimleri ayırt etmek için çok iyi/iyi/orta/kötü/çok kötü olmak üzere beş sınıf belirlenmiştir.



Şekil 3.32 Dizilimlerin sıralanmış indeks değerlerini gösteren grafik

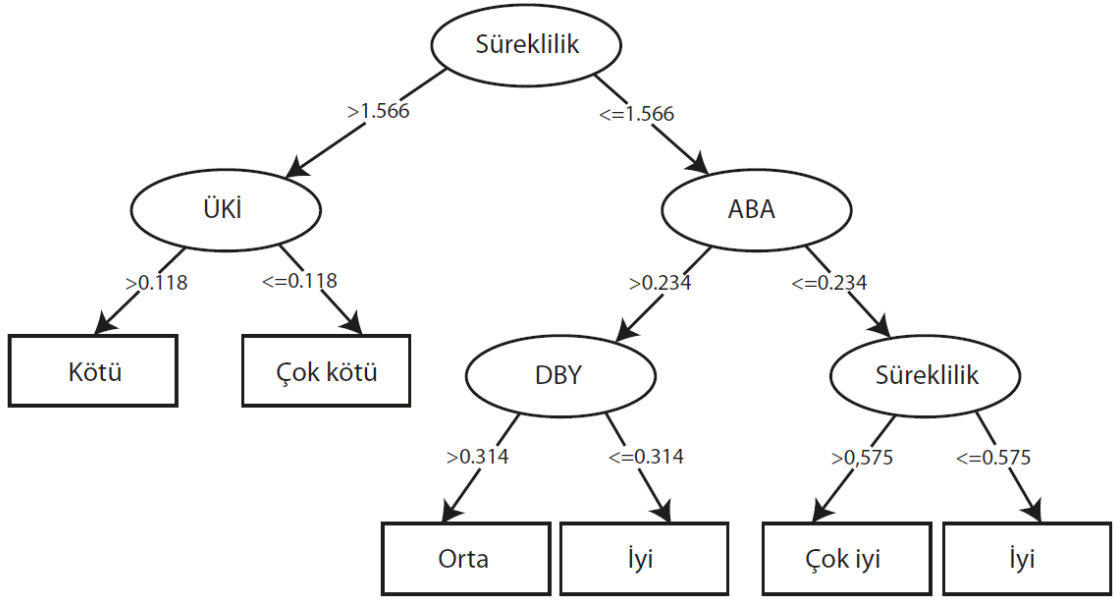
Dizilimlerin hem nicel hem nitel değerlendirmesini gösteren sonuçlar Şekil 3.33’de görülmektedir.



Şekil 3.33 İndeks değerlerine göre sıralanmış ve nitel sınıfları belirlenmiş dizilimler

3.4.4.3 Dizilimlerin karar ağacı ile sınıflandırılması

Dizilimleri nitel olarak ölçü değerlerine göre otomatik olarak kategorize edebilmek için bir sınıflandırma gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, ölçü değerleri ve manuel olarak atanmış sınıfları girdi olarak kullanılarak, C4.5 algoritmasıyla (WEKA™'da) bir karar ağacı türetilmiştir (Şekil 3.34).



Şekil 3.34 Bina dizilimlerini nitelemede kullanılabilecek karar ağacı

Karar ağacının hata matrisi Çizelge 3.7’de verilmektedir. Buna göre başarı oranı %96,7’dir. Yalnızca bir dizilim “orta” sınıfına atanması gerekmektedirken “iyi” sınıfına yanlış olarak atanmıştır.

Çizelge 3.7 Karar ağacının hata matrisi

		Tahmin edilen sınıf				
		Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
Gerçek Sınıf	Çok iyi	3	0	0	0	0
	İyi	0	9	0	0	0
	Orta	0	1	10	0	0
	Kötü	0	0	0	6	0
	Çok kötü	0	0	0	0	1

Bu başarı oranı eldeki dizilimlerin bu ağacı temsil etme oranıdır. Dizilimlerin oluşturulmasında kullanılmayan bina dizilimleri test verisi olarak kullanılıp, ölçülmüş bir başarı oranı değildir. *D. Uzan*. ölçüsünün karar ağacında yer almadığına dikkat edilmedir. Bu durum önerilen beş ölçüden niteleme ağacı oluşturmak için sadece dördünün yeterli olduğu anlamında gelmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında bina dizilimlerinin otomatik genelleştirilmesindeki aşamalarda (Şekil 1.3) kullanılacak yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu süreçte bina dizilimlerine ilişkin öne sürülen dört hipotez değerlendirilmiştir. İlk hipotezi sınamak için olası tüm bina dizilimlerini birbirinden ayırt etmeye yönelik esnek bir tipoloji çerçevesi, dört özellik temel alınarak oluşturulmuştur. Daha sonra dizilimlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan MST algoritmasına alternatif aranmış ve ASCDT ve DBSCAN algoritmalarının daha iyi sonuçlar ürettiği nicel ölçülere (S_Dbw ve KDÇ) dayalı olarak gösterilerek ikinci hipotez doğrulanmıştır. Üçüncü hipotezi test etmek için bina dizilimlerinin ölçek geçişlerinde (10B, 25B, 50B ve 100B ölçekleri arasında) tekil ve bütüncül ölçü değerlerine göre değişimleri incelenmiştir. Son hipotezi değerlendirmek için, dizilimleri nicel ve nitel olarak karşılaştırmak ve sınıflandırmak için Delaunay üçgenlerine ve regresyon eğrisine/doğrusuna dayalı yeni ölçüler geliştirilmiş ve bunların Gestalt faktörlerini temsil ettikleri gösterilmiştir. Ardından bu ölçülerle her bir dizilim için nicel karşılaştırmada kullanılacak bir indeks değeri türetilmiştir. Toplam otuz dizilim kullanılarak her birinin indeks değeri hesaplanmış ve bir grafikte küçükten büyüğe sıralanmıştır. Bu grafik üzerinde manuel olarak beş sınıf saptanmış ve bunlar bir karar ağacı oluşturularak ölçülerle ilişkilendirilmiştir.

Önerilen tipoloji çerçevesi ile dizilimleri birbirinden ayırt etmek mümkün olmuş ve belirsizliğe önemli ölçüde son verilebilmiştir. Örneğin 'doğrusal dizilim' ifadesi kullanıldığında bu adın içine birçok dizilim girmektedir; buna karşın 'doğrusal (süreklilik), eğik kesen (parça bütün özelliği), yüksek benzerlikte ve basit elemanlı

(bileşen tipi) dizilim' ifadesiyle dizilimlerin türlerinin oluşturduğu yelpazede çok daha daraltılmış bir aralık elde edilebilmiştir. Ayrıca dört özellikteki tür sayısı azaltılıp çoğaltılarak ayırt edilebilir derinlik ayarlanabilmekte ve bir esneklik kazandırılmış olmaktadır. Böylece birinci hipotez de doğrulanmış olmaktadır. Ayrıca, parça bütün ve bileşke tipi özellikleri yeni kavramlar olarak bu tez çalışmasında önerilmişlerdir. Özellikle bileşke tipi özelliği dizilim içinde dizilim durumu gibi karşılaşılabilecek özel karmaşık dizilimleri adlandırmakta faydalı olmuştur.

Bina dizilimlerini otomatik olarak belirlemek için giriş verisi olarak tüm veri setindeki/haritadaki binaları seçmek mantıklı değildir. Bina dizilimleri kent bloklarında bulunan bina grupları içinde yer aldıklarından öncelikle bina gruplarının belirlenmesi gerekmektedir. Bugüne kadar genel amaçlı sayısız gruplama algoritması geliştirilmişse de bunların kent blokları içindeki binaları gruplamada başarıları sınanmamıştır. Tez kapsamında karşılaştırılmak üzere dört algoritma (DBSCAN, CHAMELEON, MST ve ASCDT) seçilmiş ve bu gruplama işini ASCDT ve DBSCAN algoritmalarının daha iyi yaptığı S_DbW ve KDÇ kullanılarak nicel değerlerle gösterilmiştir. Böylece ikinci hipotez de doğrulanmış olmaktadır. Bina gruplarının dağılım yapılarının görselleştirilmesinde kullanılan KDÇ bu tez kapsamında geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılmış olan MST ile binaları gruplama tekniğinin özellikle izole binaların ve farklı yoğunlukta dağılmış bina gruplarının olduğu bloklarda en kötü sonuçları ürettiği görülmüştür. CHAMELEON algoritması ise nispeten MST'den daha iyi sonuçlar üretmişse de ASCDT ve DBSCAN algoritmalarının başarısının gerisinde kalmıştır. Parametre değerlerinin değiştirilmesi durumunda MST'nin daha iyi sonuçlar üretebilme olasılığı özellikle incelenmiş ve blokta izole bina/binaların olması senaryosunda bu izole binaları grupların dışında tutmada başarısız olduğu gösterilmiştir.

Üçüncü hipoteze göre, ölçek küçüldükçe dizilim içindeki binaların grafik kısıtların etkisiyle homojenleşmesi beklenir. Bu beklenti, incelenen dizilimlerde, özellikle büyüklük ve şekil ölçülerinde kendini gösterirken dönüklük ölçüsü sadece 100B ölçeğinde bir homojenleşme geçirmiştir. Şekil ve büyüklük ölçülerinin 10B ölçeğinden 25B ve 50B ölçeğine geçerken hızla homojenleştiği ve artık 100B ölçeğindeki homojenliklerinin 50B ölçeğinden çok da farklı olmadığı görülmüştür. Ara mesafedeki homojenliğin ise beklendiği gibi 100B ölçeğinde değil de 50B ölçeğinde en yüksek değere

ulaştığı görülmüştür. Bu durum, yanlış tipikleştirme işleminin bir sonucu olabileceği gibi azalan bina sayısının standart sapma değerinin anlamını yitirmesinden de kaynaklanabilir. Süreklilik ölçüsünün ölçekle yakından ilişkili olduğu ve ölçek küçüldükçe sürekliliğin arttığı gözlenmiştir. Sıklık ölçüsünde en küçük değerin 50B ölçeğinde görülmesi beklenmeyen bir sonuçtur. Bu da, bu ölçekte bina dizilimlerinin yoğunluğunun en fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bütüncül ölçülerden dönüklüğün hemen hiç değişmediği gözlenmiştir. Bu durum ise bir bütün olarak dizilimlerin dönüklüğünün korunabildiği anlamına gelmektedir. Bütüncül şekil ölçüsünün ise sadece 100B ölçeğinde değiştiği görülmüştür. 10B ölçeğinden diğer ölçeklere bakıldığında bütüncül dizilim büyüklüğünün hep küçüldüğü yalnız en küçük değere 50B ölçeğinde ulaşıldığı görülmüştür. Otomatik genelleştirme algoritmaları için büyük bir öneme sahip olan bu sonuçlar üçüncü hipotezi ayrıntılandırmış ve genel anlamda doğrulamıştır.

Karakterizasyon için geliştirilen Delaunay üçgenlerine ve regresyon eğrisine dayalı beş ölçünün, öncelikle, Gestalt faktörlerindeki değişimleri yansıttığı gösterilmiştir. Ölçülerin ağırlıksız toplamı ile elde edilecek indeks değeri ile dizilimlerin birbirleri ile nicel olarak karşılaştırılabileceği gösterilmiştir. Bu indeks değeri ile manuel bir sınıflandırma yapılarak bina dizilimlerinin beş ölçü değerine ek olarak bir de sınıf değeri elde edilmiştir. Sınıf ve ölçü değerleri ile C4.5 algoritması kullanılarak bir karar ağacı oluşturulmuştur. Bu karar ağacı kullanılarak kalite sınıfı bilinmeyen bir bina dizilimi birkaç adımda beş kalite sınıfından birine atanabilmektedir. Böylece dizilimlerin genelleştirilmesinde kullanılabilecek önemli bir bilgi kolayca elde edilebilmiş ve son hipotez de doğrulanmıştır. Sonuç olarak gerek ölçülerin toplamıyla elde edilen indeks değeri ile gerek de elde edilen karar ağacı ile bina dizilimleri nitelik olarak birbirinden ayırt edilebilir hale gelmiştir.

Bina dizilimleri tipolojisi konusunda şimdiye kadar yapılmış tek çalışma olan Zhang [3], sadece üç tip (doğrusal, kavisli ve yol boyunca) dizilim önermektedir. Önerilen bu tipoloji, bu çalışmada önerilen tipoloji ile karşılaştırıldığında çok genel kalmakta, sadece sık karşılaşılan belli başlı dizilimleri kapsamaktadır. Kent blokları içinde bina gruplama için önceki çalışmalarda genellikle MST tekniği (Regnauld [89], Zhang [92]) ile özel amaçlar için geliştirilmiş yaklaşımlar (Li vd. [96] 2004, Yan vd. [100]) kullanılmaktadır. Bu yöntemler nicel bir değerlendirme ile geçerlilik kazandırılmamış ve olası diğer gruplama

yaklaşımları ile karşılaştırılmamıştır. Dizilimlerin karakterizasyonuna ilişkin önceki çalışmalarda (Ruas ve Holzapfel [99], Zhang [92]) kullanılan hem temsil gücü sınanmamış hem de tanımı ve kullanımı karmaşık olabilen ölçülere (şekil, dönüklük gibi) alternatif yeni ölçüler (ABA, ÜKİ, vd.) geliştirilmiştir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında kolayca sınıflandırma yapabilmeyi sağlayan bir karar ağacı oluşturulmuştur.

Önerilen tipoloji çerçevesi çok sayıda gerçek veri kullanılarak denenmemiştir. Test edildiği zaman şüphesiz bazı düzenlemelere gereksinim duyacaktır. Gruplama yapılırken DBSCAN algoritmasının seyrek ve heterojen dağılımlı bina gruplarını bulabilmesi binaların belli kurallara (imar planı gibi) göre yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Başka bir ifadeyle, binalar kent blokları içinde rastgele dağılmazlar. Ayrıca KDÇ'nin sadece en yakın komşuları kullanması, küme elemanlarının hepsinin bağlanamamasına yani kopukluklara sebep olabilmekte ve dağılım türü tayinini bir miktar da olsa bozmaktadır. Ölçek geçişlerindeki elde edilen sonuçlar dizilimlere uygulanacak genelleştirme operatörleri ile birlikte yorumlandığında daha anlamlı olacaktır. Ayrıca karakterizasyon için geliştirilen ölçülerin de ölçek geçişlerindeki değişimleri incelenmelidir. Karakterizasyon işlemi için geliştirilen ölçüleri, özellikle Delaunay üçgenlerine dayalı olanları hesaplamak kolay değildir. Nitelendirme için elde edilen karar ağacının başarısı henüz ölçülmemiştir.

Bu tezde önerilen tipoloji, ölçüler, gruplama algoritmaları ve nitelendirme ağacının hepsinin ortak bir özelliği vardır, o da bina dizilimlerinin doğru bir şekilde genelleştirilmesidir. Kapsayıcı ve esnek tipoloji sayesinde daha spesifik olarak dizilimlere ilişkin yargılarda bulunulabilecektir. Örneğin bina dizilimleri 50B ölçeğinde vurgulanmalıdır şeklindeki bir kısıt yerine 50B ölçeğinde doğrusal ve kavisli, benzerlik düzeyi yüksek, basit türde ve normal kesen dizilimler vurgulanmalıdır gibi daha net bir kısıt elde edilebilmektedir. Bina gruplarının doğru elde edilmesi bina dizilimlerinin daha kolay ve doğru bulunması demektir. Bu noktada dizilim belirleme algoritmalarına giriş verisi olarak ASCDT ve DBSCAN algoritmaları kullanılarak bina grupları elde edilebilir. Kısıt tabanlı genelleştirme yaklaşımları için kısıtları belirlemek çok önemlidir, bu çalışmada da bina dizilimlerinin ölçek geçişleri incelenerek elde edilen sonuçlar kısıt olarak kullanılabilirler. Dizilimlerin genelleştirilmesi sırasında hangi nitelikteki dizilime hangi genelleştirme operatörünün uygulanması gerektiğine karar vermek için öncelikle

niteliğin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bina dizilimlerinin karakterizasyonu bölümünde önerilen ölçüler toplamıyla elde edilen indeks değeri ve karar ağacı kullanılabilir. Ayrıca bina dizilimlerini otomatik belirleme algoritmalarında, her bir belirleme adımında, belirlenen dizilimlere nitelik değerinin atanmasında kullanılarak, daha nitelikli dizilimlerin belirlenmesini sağlayabilir.

Tez kapsamında gelinen noktada yapılması gereken devam niteliğinde iki temel çalışma vardır. Bunlardan biri yeni bir dizilim belirleme algoritması geliştirmek diğeri ise bina dizilimlerine uygulanacak genelleştirme operatörlerini belirleyip sınırlarını çizmektir. Belirleme algoritması olarak regresyon eğrisi kullanımı düşünülmektedir, çünkü bu yaklaşım hem doğrusal hem de kavisli dizilimleri aynı anda bulma avantajına sahiptir.

Bu tezde bağlamsal genelleştirmenin altında bir konu olarak gösterilen bina dizilimlerinin genelleştirmesine yönelik dört farklı açıdan yeni ölçüler geliştirilerek, bilgiler türetilerek ve kurallar elde edilerek katkılar sunulmuştur. Bilimin değişmeyen olgularından biri olarak bir probleme bir açıklama getirildiğinde birçok soruyu da beraberinde getirmektedir. Bu çalışma sonunda ortaya çıkan bazı sorular aşağıda verilmektedir:

- Tipoloji için bir beşinci veya altıncı özelliğe gerek var mıdır veya başka özelliklerle daha iyi bir tipoloji oluşturulabilir mi?
- Belli disiplin dalları için geliştirilmiş gruplama algoritmaları, ASCDT ve DBSCAN'den daha iyi sonuçlar üretebilir mi?
- Bina gruplarını S_Dbw indeksi ve KBÇ'den daha iyi bir şekilde nasıl değerlendirebiliriz?

Her bilim araştırmacısının, tutku ile araştırdığı konulardaki gelişim beklentisi heyecanı içinde, bu soruların başka araştırmacılar tarafından çoğaltılıp detaylandırılarak cevaplarının arandığını ve daha iyi yaklaşımların geliştirildiğini görmek bu tez çalışmasının bundan sonraki hem en büyük amacı hem de en büyük başarısı olacaktır.

KAYNAKLAR

-
- [1] Stoter, J.E., van Smaalen, J., Nijhuis, R., Dortland, A., Bulder, J. ve Bruns, B., (2011). "Fully Automated Generalisation of Topographic Data in Current Geo-information Environments", Proceedings of the Urban Data Management Society Symposium, 28–30 Eylül 2011, Delft; Derleyen: Zlatanova, S., Ledoux, H., Fendel, E.M. ve Rumor, M., (2011) Urban and Regional Data Management 111 -121, CRC Press, London.
 - [2] Stoter, J., Post, M., van Altena, V., Nijhuis, R. ve Bruns B., (2014). "Fully Automated Generalization of a 1:50k Map from 1:10k Data", Cartography and Geographic Information Science, 41: 1-13.
 - [3] Zhang , X., Ai, T., Stoter, J., Kraak, M.J. ve Molenaar, M., (2013). "Building Pattern Recognition in Topographic Data: Examples on Collinear and Curvilinear Alignments", Geoinformatica, 17:1-33.
 - [4] Steiniger, S., (2007). Enabling Pattern-Aware Automated Map Generalization, Doktora Tezi, University of Zürich Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät, Zürich.
 - [5] Kreiter, N., (2006). "Neuaufbau des Landeskartenwerkes auf Basis des Topografischen Landschaftsmodells", <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/docu/Kolloquien/050311.parsys.60976.downloadList.91457.DownloadFile.tmp/neuaufbaulkwerkaufbasistlmd.pdf>, 20 Haziran 2014.
 - [6] Bertin, J., (1983). Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps, Translated by W. J. Berg. University of Wisconsin Press (in french1967), Madison.
 - [7] Kilpelainen, T., (2000), "Knowledge Acquisition for Generalization Rules" Cartography and Geographic Information Science", 27(1): 41–50
 - [8] McHaffie, P.H., (2002), "Towards the Automated Map Factory: Early automation at the U.S. Geological Survey", Cartography and Geographic Information Science, 29(3): 193–206.
 - [9] Weibel, R., Keller, S. ve Reichenbacher, T., (1995). "Overcoming the Knowledge Acquisition Bottleneck in Map Generalization: The Role of Interactive Systems and Computational Intelligence", Theory Theoretical Basis for GIS COSIT'95, 21-

- 23 Eylül 1995, Viyana; Derleyen: Frank, A.U. ve Kuhn, W., (1995) A Spatial Information, Springer Verlag, Berlin.
- [10] Kilpelainen, T., (1997). Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps, Doktora Tezi, Helsinki University of Technology Finnish Geodetic Institute, Kirkkonummi.
 - [11] Müller, J.C., (1990). "Rule Based Generalization: Potentials and Impediments", Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, 23-27 Temmuz 1990, Zürih.
 - [12] Leitner, M. ve Buttenfield, B.P., (1995). "Acquisition of Procedural Cartographic Knowledge by Reverse Engineering", Cartography and Geographic Information Systems, 22(3): 232–241.
 - [13] Timpf, S., (1998). Hierarchical Structures in Map Series, GeoInfo Serisi Vol. 13, Wien Technische Universitat, Viyana.
 - [14] Reichenbacher, T., (1995). "Knowledge Acquisition in Map Generalization Using Interactive Systems and Machine Learning", Proceedings of 17th International Cartographic Conference, 3-9 Eylül 1995, Barselona.
 - [15] Plazanet, C., Bigolin, N.M. ve Ruas, A., (1998). "Experiments with Learning Techniques for Spatial Model Enrichment and Line Generalization", GeoInformatica, 2(4): 315–333.
 - [16] Sester, M., (2000). "Knowledge Acquisition for the Automatic Interpretation of Spatial Data", International Journal of Geographical Information Science, 14(1): 1–24.
 - [17] Compton, P. ve Jansen, R., (1990). "A Philosophical Basis for Knowledge Acquisition", Knowledge Acquisition, 2(3): 241–257.
 - [18] Weibel, R. ve Dutton, G., (1998). "Constraint-based Automated Map Generalization", Proceedings 8th International Symposium on Spatial Data Handling, 12-15 Temmuz 1998; Vancouver; Derleyen: Poiker, T.K. ve Chrisman, N., (1998) Proceedings 8th International Symposium on Spatial Data Handling, International Geographical Union, Geographic Information Science Study Group, Vancouver.
 - [19] Ruas, A. ve Plazanet, C., (1996). "Strategies for Automated Generalization", Advances in GIS Research II, 12-16 Ağustos 1996, Delft; Derleyen: Kraak, M.J. ve Mollenaar, M., (1997), Proceedings 7th International Symposium on Spatial Data Handling, Vol. II, Taylor & Francis, London.
 - [20] Harrie, L., (1999), "The Constraint Method for Solving Spatial Conflicts in Cartographic Generalization", Cartography and Geographic Information Science, 26(1): 55–69.
 - [21] Galanda, M., (2003). "Modelling Constraints for Polygon Generalization", Proceedings 5th ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, 28-30 Nisan 2003, Paris.

- [22] Hake, G., Grunreich, D. ve Meng, L., (2002). Kartographie - Visualisierung raum-zeitlicher Informationen, 8th Edition, Walter de Gruyter Verlag, Berlin.
- [23] Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J. ve Guptill, S.C., (1995). Elements of Cartography, 6th. Edition, John Wiley, New York.
- [24] Shea, K.S. ve McMaster, R.B., (1989). "Cartographic Generalization in a Digital Environment: When and How to Generalize", AUTO-CARTO 9, 2-7 Nisan 1989, Baltimore.
- [25] Plazanet, C., (1995). "Measurement, Characterisation and Classification for Automated Linear Feature Generalisation", AUTO-CARTO 12, 27 Şubat-1 Mart 1995, Charlotte.
- [26] Ruas, A. ve Lagrange, J.P., (1995). "Data and Knowledge Modelling for Generalization", GIS and Generalisation: Methodology and Practice; Derleyen: Müller, J.C., Weibel, R. ve Lagrange, J.P., Vol. 1 of GISDATA, Taylor & Francis, London
- [27] Rieger, M.K. ve Coulson, M.R., (1993). "Consensus or Confusion: Cartographers' Knowledge of Generalization", Cartographica, 30(2&3): 69–80.
- [28] AGENT Consortium, (1998). "Constraint Analysis", Project Report D A2, ESPRIT/LTR/24939.
- [29] Başaraner, M., (2005). Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Bina Ve Yerleşim Alanlarının Otomatik Genelleştirilmesi, Doktora Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] Bader, M., (2001). Energy Minimization Methods for Feature Displacement in Map Generalization. Doktora Tezi, University of Zürih, Department of Geography, Zürih.
- [31] Ruas, A., (1998). "A Method for Building Displacement in Automated Map Generalization", International Journal of Geographical Information Science, 12(8):789-804.
- [32] Hojholt, P., (2000). "Solving Space Conflicts in Map Generalization: Using a Finite Element Method", Cartography and Geographic Information Science, 27(1): 65–73.
- [33] Regnauld, N. ve McMaster, R.B., (2007). "A synoptic View of Generalisation Operators", Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications; Derleyen: Mackaness, W.A., Ruas, A. ve Sarjakoski L.T., Elsevier Science, Amsterdam.
- [34] Li, Z., (2006). Algorithmic Foundation of Multi-Scale Spatial Representation, CRC Press, Boca Raton.
- [35] Brassel, K. ve Weibel, R., (1988), "A Review and Conceptual Framework of Automated Map Generalization", International Journal of Geographic Information Systems, 2(3):229-244.

- [36] McMaster, R.B. ve Shea, K.S., (1992). *Generalization in Digital Cartography*, Resource Publications in Geography, Association of American Geographers, Washington.
- [37] Lamy, S., Ruas, A., Demazeu, Y., Jackson, M., Mackaness, W.A. ve Weibel, R., (1999). "The Application of Agents in Automated Map Generalisation", *Proceedings 19th International Cartographic Conference*; Derleyen: Keller, C.P., Canadian Institute of Geomatics, Ottawa.
- [38] Barrault, M., Regnauld, N., Duchene, C., Haire, K., Baeijs, C., Demazeau, Y., Hardy, P., Mackaness, W., Ruas, A. ve Weibel, R., (2001). "Integrating Multi-agent, Object-oriented, and Algorithmic Techniques for Improved Automated Map Generalization", *Proceedings of the XX International Cartographic Conference*, 6-10 Ağustos 2001, Beijing.
- [39] Armstrong, M.P., (1991). "Knowledge Classification and Organization.", *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*; Derleyen: Buttenfield, B.P. ve McMaster, R.B., Longman, London.
- [40] Grünreich, D., (1985). "Ein Vorschlag zum Aufbau einer grossmaßstäbigen topographisch-kartographischen Datenbank unter besonderer Berücksichtigung der Grundrissdatei des ALK-Systems", *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen*, Cilt 1, no. 95, 53-62, Deutsche Beiträge und Informationen, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt.
- [41] Morgenstern, D. ve Schürer, D., (1999). "A Concept for Model Generalization of Digital Landscape Models from Finer to Coarser Resolution", *Proceedings of 19th International Cartographic Conference*, 16-20 Ağustos 1999, Ottawa.
- [42] Mackaness, W.A., (1995). "A Constraint Based Approach to Human Computer Interaction in Automated Cartography", *Proceedings of the 17th International Cartographic Conference*, 3-9 Eylül 1995, Barcelona.
- [43] Peter, B. ve Weibel, R., (1999). "Using Vector and Raster-based Techniques in Categorical Map Generalization", *Third ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization*, 12-14 Ağustos 1999, Ottawa.
- [44] Foerster T, Stoter J.E. ve Kraak M., (2010). "Challenges for Automated Generalisation at European Mapping Agencies: A Qualitative and Quantitative Analysis", *Cartographic Journal*, 47(1):41–54.
- [45] Bildirici, Ö., (2000), 1: 1 000 – 1: 25 000 Ölçek Aralığında Bina ve Yol Objelerinin Sayısal Kartografik Genelleştirmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [46] Avcı, M., (2009). 1:25 000 – 1:100 000 Ölçek Aralığında Yol Objelerinin Seçme-Eleme İşlemlerinin Otomasyonu, Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- [47] Harrie, L. ve Weibel, R., (2007). "Modelling the Overall Process of Generalisation", *Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications*; Derleyen: Mackaness, W.A., Ruas, A. ve Sarjakoski, L.T., Elsevier Science, Amsterdam.

- [48] Nickerson, B.G. ve Freeman, H., (1986). "Development of a Rule-based System for Automatic Map Generalization", Proceedings of the Second International Symposium on Spatial Data Handling, 5-10 Temmuz 1986, Seattle.
- [49] Nickerson, B.G., (1988). "Automated Cartographic Generalization for Linear Features", *Cartographica*, 25(3): 15–66.
- [50] Schylberg, L., (1993). Computational Methods for Generalization of Cartographic Data in a Raster Environment, Doktora Tezi, Department of Geodesy and Photogrammetry Royal Institute of Technology, Stockholm.
- [51] Jones, C.B., (1989). "Cartographic Name Placement with Prolog", *IEEE Computer Graphics and Applications*, 9(5): 36–47.
- [52] Ruas, A., (2001). Automatic Generalisation Project: Learning Process from Interactive Generalisation, Vol. 39, OEEPE Official Publication - published by Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt.
- [53] Holland, J.H., (1995). "Escaping Brittleness: the Possibilities of General-purpose Learning Algorithms Applied to Parallel Rule-based Systems", *Computation & Intelligence: Collected Readings*, American Association for Artificial Intelligence, Menlo Park, CA.
- [54] Beard, M.K., (1991). "Constraints on Rule Formation", *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*; Derleyen: B.P. ve McMaster, R.B., Longman, London.
- [55] Burghardt, D. ve Steiniger, S., (2005). "Usage of Principal Component Analysis in the Process of Automated Generalisation", Proceedings of the XXII International Cartographic Conference, 9-16 Temmuz 2005, La Coruña.
- [56] Upson, C., Faulhaber, T., Kamins, D., Laidlaw, D.H., Schlegel, D., Vroom, J., Gurwitz, R. ve van Dam, A., (1989). "The Application Visualization System: A Computational Environment for Scientific Visualization", *IEEE Computer Graphics and Applications*, 9(4): 30–42.
- [57] Petzold, I., Burghardt, D. ve Bobzien, M., (2006). "Workflow Management and Generalisation Services", The 9th ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, 25 Haziran 2006, Portland.
- [58] Ruas, A., (1999). *Modèle de généralisation de données géographiques à base de contraintes et d'autonomie*, Doktora Tezi, Université de Marne La Vallée, Paris.
- [59] Duchene, C., (2004). "The CartACom Model: a Generalisation Model for Taking Relational Constraints into Account", The 8th ICA workshop on generalisation and multiple representation, 20-21 Ağustos 2004, Leicester.
- [60] Ruas, A. ve Duchene, C., (2007). "A prototype Generalisation System Based on the Multi-Agent-System Paradigm", *Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications*; Derleyen: Mackaness, W.A., Ruas, A. ve Sarjakoski, L.T., Elsevier Science, Amsterdam.

- [61] Michalewicz, Z. ve Fogel, D.B., (2004). *How to Solve It: Modern Heuristics*, Springer-Verlag, Berlin.
- [62] Boyd, S. ve Vandenberghe, L., (2004). *Convex Optimization*, Cambridge University Press, New York
- [63] Bishop, C.M., (1995). *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press, New York
- [64] Duda, R.O., Hart, P.E. ve Stork, D.G., (2000). *Pattern Classification*, Second Edition, John Wiley, New York.
- [65] Neun, M., (2007). *Data Enrichment for Adaptive Map Generalization Using Web Services*, Doktora tezi, Department of Geography, University of Zürich.
- [66] Wilson, I.D., Ware, J.M. ve Ware, J.A., (2003). "A Genetic Algorithm Approach to Cartographic Map Generalisation", *Computers in Industry*, 52(3): 291–304.
- [67] Ware, J.M. ve Jones, C.B., (1998). "Conflict Reduction in Map Generalization Using Iterative Improvement", *GeoInformatica*, 2(4): 383–407.
- [68] Ware, J.M., Jones, C.B. ve Thomas, N., (2003). "Automated Map Generalization with Multiple Operators: a Simulated Annealing Approach", *International Journal of Geographical Information Science*, 17(8): 743–769.
- [69] Steiniger, S. ve Meier, S., (2004). "Snakes: a Technique for Line Smoothing and Displacement in Map Generalisation", *The 8th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation*, 20-21 Ağustos 2004, Leicester.
- [70] Burghardt, D., (2005). "Controlled Line Smoothing by Snakes", *Geoinformatica*, 9(3): 237–252.
- [71] Sester, M., (2000), "Generalization based on Least Squares Adjustment", In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXIII-B4, pp. 931–938.
- [72] Harrie, L. ve Sarjakoski, T., (2002). "Simultaneous graphic Generalization of Vector Data Sets", *GeoInformatica*, 6(3): 233–261.
- [73] Hojholt, P., (1995). "Generalization of Build-up Areas Using Kohonen-networks", *Proceedings of Eurocarto XIII*, 2-4 Ekim 1995, Ispra.
- [74] Sester, M., (2005). "Optimization Approaches for Generalization and Data Abstraction", *International Journal of Geographical Information Science*, 19(8-9): 871–897.
- [75] Kohonen, T., (2001). *Self-organizing Maps*, 3rd edition, Springer-Verlag, Berlin.
- [76] Jiang, B. ve Harrie, L., (2004). "Selection of Streets from a Network Using Self-Organizing Maps", *Transactions in GIS*, 8(3): 335–350.
- [77] Gökgöz, T., (1999). *Yükseklik Eğrilerinin Basitleştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [78] Gülgen, F., (2009). *Yerleşim İçi Yol Ağı Genelleştirmesinde Yeni Bir Seçme/Eleme Yaklaşımı*, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [79] Gülgen, F., ve Gökgöz, T., (2011). "A Block-based Selection Method for Road Network Generalization", *International Journal of Digital Earth*, 4(2), 133-153.
- [80] Doğru A.Ö., (2009). Çoklu Gösterim Veritabanı Kullanılarak Araç Navigasyon Haritası Tasarımı İçin Kartografik Yaklaşımlar, Doktora tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [81] Doğru A.Ö. ve Uluğtekin N., (2008). "Araç Navigasyon Haritası Tasarımı İçin Yol Genelleştirmesi", *İTÜ Mühendislik Dergisi/d*, Vol. 8, No. 3, 2008, s. 109-119.
- [82] Şen, A., (2013). Kartografik genelleştirmede seçme/eleme işlemi için yapay zekâ yöntemlerinin akarsu ağlarına uygulanabilirliği, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [83] Aslan, S., (2003). Topografik Haritalarda Yerleşim Yeri ve Bina Genelleştirmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [84] Aslan, S., (2011). Orta Ölçek Aralığında Binaların Kartografik Genelleştirmesi , Doktora Tezi, Konya Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [85] Başaraner, M., (2000). "Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Genelleştirme ve Çoklu Gösterim", *Harita Dergisi*, Temmuz 2000, Sayı: 124, 1-15.
- [86] Steiniger, S. Ve Weibel, R. (2007). "Relations among Map Objects in Cartographic Generalization", *Cartography and Geographic Information Science*, 34(3):175-197.
- [87] Basaraner, M. ve Selçuk, M., (2008). "A Structure Recognition Technique in Contextual Generalisation of Buildings and Built-up Areas", *Cartographic Journal*, 45(4): 274-285.
- [88] Steiniger, S., Burghardt, D. ve Weibel, R., (2006). "Recognition of Island Structures for Map Generalization", *ACM-GIS'06 (Intl. Symposium on Advances in Geographic Information Systems)*, 10–11 Kasım 2006, Arlington (VA).
- [89] Regnauld, N., (2001). "Contextual Building Typification in Automated Map Generalization", *Algorithmica*, 30: 312–333.
- [90] Briat, M.O., Monnot, J.L. ve Punt, E., (2011). "Scalability of Contextual Generalisation Processing Using Partitioning and Parallelization", *14th ICA/ISPRS workshop on generalisation and multiple representation*, 30 Haziran–1 Temmuz 2011, Paris.
- [91] Hoarau, C., (2011). "Reaching a Compromise Between Contextual Constraints and Cartographic Rules: Application to Sustainable Maps", *Cartography and Geographic Information Science*, 38(2):79–88.
- [92] Zhang, X., (2012). Automated Evaluation of Generalized Topographic Maps, Doktora Tezi, University of Twente, Enschede: Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, Twente.
- [93] Sester, M., Arsanjani, J.J., Klammer, R., Burghardt, D., ve Haunert, J.H., (2014) "Integrating and Generalising Volunteered Geographic Information", *Abstracting Geographic Information in a Data Rich World*, 5. Bölüm; Derleyen:Burghardt, D., Duchêne, C., ve Mackaness, W., Springer, İsviçre

- [94] Stanislawski, L.V., Battenfield, B.P., Bereuter, P., Savino, S. ve Brewer C.A., (2014). "Generalisation Operators", Abstracting Geographic Information in a Data Rich World, 6. Bölüm; Derleyen: Burghardt, D., Duchêne, C., ve Mackaness, W., Springer, İsviçre
- [95] Zahn, C.T., (1971). "Graph-Theoretical Methods for Detecting and Describing Gestalt Clusters", IEEE Transactions on Computers, 20(1): 68-86.
- [96] Li, Z., Yan, H., Ai, T. ve Chen, J., (2004). "Automated Building Generalization Based on Urban Morphology and Gestalt Theory", International Journal of Geographical Information Science, 18(5): 513-534.
- [97] Wertheimer, M., (1923). "Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II", Psychologische Forschung, 4, 301-350. Çeviren: Ellis, W., (1938). A source book of Gestalt psychology, Routledge & Kegan Paul London.
- [98] Christophe, S. ve Ruas, A., (2002). "Detecting Building Alignments for Generalization Purposes", Advances in spatial data handling; Derleyen: Richardson, D.E. ve van Oosterom, P., 419-432, Berlin: Springer.
- [99] Ruas, A. ve Holzapfel, F., (2003). "Automatic Characterisation of Building Alignments By Means of Expert Knowledge", Proceedings of the 21st international cartographic conference, 10-16 August 2003, Durban.
- [100] Yan, H., Weibel, R. ve Yang, B., (2008). "A Multi-Parameter Approach to Automated Building Grouping and Generalization", Geoinformatica, 12(1): 73-89.
- [101] Zhang, X., Ai, T. ve Stoter, J., (2010). "Characterization and Detection of Building Patterns in Cartographic Data: Two Algorithms", Advances in Spatial Data Handling and GIS; Derleyen: Yeh, A.G.O., Shi, W., Leung, Y. ve Zhou, C., Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Berlin: Springer.
- [102] Çetinkaya, S., Başaraner, M. ve Burghardt, D., (2014). "Proximity-Based Grouping of Buildings in Urban Blocks: A Comparison of Four Algorithms", Geocarto International, DOI:10.1080/10106049.2014.925002 (Baskıda)
- [103] Çetinkaya, S. ve Başaraner, M., (2014a). "Characterisation of Building Alignments with New Measures Using C4.5 Decision Tree Algorithm", Geodetski Vestnik, 58(3): 552-567 (Baskıda).
- [104] Çetinkaya, S. ve Başaraner, M., (2011). "Kentsel Alanlarda Lokal Bina Örüntülerinin Elde Edilmesi: Karşılaştırmalı Bir Çalışma", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-4 Kasım 2011, Antalya.
- [105] Çetinkaya, S. ve Başaraner, M., (2014b). "Towards a Typology Framework of the Building Alignments", Proceedings of 5th International Conference on Cartography and GIS, 25-21 Haziran 2014, Varna.
- [106] Duchêne, C., Bard, S., Barillot, X., Ruas, A., Trévisan, J. ve Holzapfel, F., (2003). "Quantitative and Qualitative Description of Building Orientation", 7th ICA workshop on progress in automated map generalisation, 28-30 Nisan 2003, Paris.

- [107] Halkidi, M. ve Vazirgiannis, M., (2001). "Clustering Validity Assessment: Finding the Optimal Partitioning of a Data Set", Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Data Mining; 29 Kasım-2 Aralık 2001; San Jose.
- [108] Anders, K.H., Sester, M. ve Fritsch, D., (1999). "Analysis of Settlement Structures by Graph-based Clustering", SMATI '99: Semantic Modelling for the Acquisition of Topographic Information from Images and Maps; Derleyen: Förstner, W., Liedtke, C.-E. ve Bückner, J, Munich.
- [109] Anders, K.H., (2003). "A Hierarchical Graph-Clustering approach to Find Groups of Objects". 5th ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, 28-30 April, Paris.
- [110] Ester, M., Kriegel, H.P., Sander, J. ve Xu, X., (1996). "A Density-based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise", Proceedings of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2-4 Ağustos 1996, Portland.
- [111] Han, J., Kamber, M. ve Pei, J., (2011). Data mining: concepts and techniques, 3rd edition. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers. Chapter 10, Cluster analysis: basic concepts and methods; p. 443-496.
- [112] Karypis, G., Han, E.H. ve Kumar, V., (1999). "CHAMELEON: Hierarchical Clustering Using Dynamic Modeling", Computer, 32(8): 68-75.
- [113] Karypis, G. ve Kumar, V., (1999). "Multilevel k-way Hypergraph Partitioning", 36th Design Automation Conference, 21-25 Haziran 1999, New Orleans, LA.
- [114] Deng, M., Liu, Q., Cheng, T. ve Shi, Y., (2011). "An Adaptive Spatial Clustering Algorithm Based on Delaunay Triangulation", Computers, Environment and Urban Systems. 35: 320-332.
- [115] Körner, S., (2011). Erfassung und Bewertung Kartographischer Gebäudemuster In Topographischen Karten, Yüksek Lisans Tezi, TU Dresden Institut für Kartographie, Dresden.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sinan ÇETİNKAYA
Doğum Tarihi ve Yeri :1980, Aralık
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :sicetin@yildiz.edu.tr; sinanxcetinkaya@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Uzaktan algılama ve CBS	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendiliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2005
Lise	Meslek Lisesi	Anadolu Tapu ve Kadastro Meslek Lisesi	1999

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2005-	Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. **Çetinkaya, S.**, Başaraner, M. ve Burghardt, D., (2014). “Proximity-Based Grouping of Buildings in Urban Blocks: A Comparison of Four Algorithms”, Geocarto International DOI:10.1080/10106049.2014.925002 (Baskıda).
2. **Çetinkaya, S.**, ve Başaraner, M., (2014). “Characterisation of Building Alignments with New Measures Using C4.5 Decision Tree Algorithm”, Geodetski Vestnik, 58(3):?-? (Baskıda).

Bildiri

1. Gökgöz, T., Uluğtekin, N., Başaraner, M., Gülgen, F., Doğru, A. Ö., Bilgi, S., Yücel, M. A., **Çetinkaya, S.**, Selçuk, M., ve Uçar, D., (2006). “Watershed Delineation from Grid DEMs in GIS: Effects of Drainage Lines and Resolution”, 10th International Specialised Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, 18-22 Eylül 2006, İstanbul.
2. Selçuk, M., Başaraner, M., Uluğtekin, N., Gökgöz, T., Gülgen, F., Yücel, M. A., Doğru, A. Ö., Bilgi, S., **Çetinkaya, S.** ve Uçar, D., (2007). “Dağcılık Faaliyetlerine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulması ve Tematik Harita Üretimi”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim- 2 Kasım 2007, Trabzon.
3. **Çetinkaya, S.** ve Başaraner, M., (2011). “Kentsel Alanlarda Lokal Bina Örüntülerinin Elde Edilmesi: Karşılaştırmalı Bir Çalışma”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim – 4 Kasım 2011, Antalya.
4. **Çetinkaya, S.** ve Başaraner, M., (2012). „Obtaining Building Groups in Urban Blocks by Employing Different Clustering Methods”,

Proceedings of 4th International Conference on Cartography and GIS,
18 – 22 Haziran 2012, Albena.

5. **Çetinkaya, S. ve Başaraner, M.,** (2013, Ağustos). “An Algorithm to Extract Building Patterns from Topographic Databases”, 26th International Cartographic Conference, 25 – 30 Ağustos 2013, Dresden.
6. **Çetinkaya, S. ve Başaraner, M.,** (2014). “Towards a Typology Framework of the Building Alignments”, Proceedings of 5th International Conference on Cartography and GIS, 15-21 Haziran 2014, Riviera, Bulgaria.

Proje

1. Nesne Yönelimli ve Çok Ajanlı Yaklaşım Dayalı Olarak Topografik Veri Tabanları ve Haritalarda Hidrografik Nesnelerin Otomatik Genelleştirilmesi, BAP Ocak 2007-Ocak 2011. Araştırmacı olarak.
2. Dağcılık Faaliyetlerine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulması ve Tematik Haritaların Yapılması, BAP Ocak 2005-Ocak 2008. Araştırmacı olarak

ÖDÜLLERİ

- 1.TÜBİTAK 2211 Ekim 2008-Ekim 2013
Yurt İçi Doktora
Bursu
- 2.TÜBİTAK 2214 1 Ekim 2012-1 Mayıs 2013
Yurt Dışı Doktora
Bursu