

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NESNE YÖNELİMLİ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ORTAMINDA
ORTA ÖLÇEKLİ TOPOGRAFİK HARİTALAR İÇİN
BİNA VE YERLEŞİM ALANLARININ
OTOMATİK GENELLEŞTİRİLMESİ**

Yük. Müh. Ali Melih BAŞARANER

**FBE Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Anabilim Dalında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 25 Temmuz 2005
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet SELÇUK (YTÜ)
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet YAŞAYAN (YTÜ)
Prof. Dr. Doğan UÇAR (İTÜ)
Doç. Dr. Necla ULUĞTEKİN (İTÜ)
Y. Doç. Dr. Türkay GÖKGÖZ (YTÜ)

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. NESNE YÖNELİMLİ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE MEKANSAL VERİ MODELLEME	5
2.1 Nesne Yönelimli Yaklaşım	5
2.1.1 Nesne Yönelimli Yaklaşımın Yapı Taşları	6
2.1.2 Nesne Yönelimli Yaklaşımın Avantajları	9
2.1.3 Nesne Yönelimli Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (NYVTYS)	10
2.1.4 Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistemleri (NYCBS)	11
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Mekansal Veri Modelleme	13
2.2.1 Gerçek Dünya Modelleri	13
2.2.2 Veri Soyutlama ve Veri Modeli Düzeyleri	15
2.2.3 Geometrik Veri Modelleri	17
3. CBS VE SAYISAL KARTOGRAFYADA GENELLEŞTİRME	19
3.1 Tanım	19
3.2 Genelleştirme Kavramı	19
3.3 Genelleştirmeyi Gerekli Kılan Faktörler	21
3.4 Ölçek ve Çözünürlük	21
3.4.1 Semantik Çözünürlük	22
3.4.2 Geometrik Çözünürlük	23
3.4.3 Grafik Çözünürlük	23
3.5 CBS Ortamında Genelleştirme Türleri	25
3.5.1 Nesne (Obje) Genelleştirme	27
3.5.2 Model (Veri Tabanı) Genelleştirme	28
3.5.3 Kartografik Genelleştirme	30
3.6 Kartografik genelleştirme İşlemleri	31
3.6.1 Semantik Dönüşüm İşlemleri	33
3.6.1.1 Sınıflandırma	33
3.6.2 Geometrik Dönüşüm İşlemleri	33

3.6.2.1	Basitleştirme	34
3.6.2.2	Dönüştürme.....	34
3.6.2.3	İyileştirme	35
3.6.2.4	Seçme/Eleme	36
3.6.2.5	Öteleme.....	37
3.6.2.6	Birleştirme	38
3.7	Otomatik Genelleştirme İçin Stratejiler ve Yaklaşımlar	39
3.7.1	Kartografik Genelleştirmede Kısıtlamalara Dayalı Yaklaşım.....	43
3.7.1.1	Denetimler	46
3.7.1.2	Kısıtlamalar.....	47
3.7.2	Diğer Yaklaşımlar.....	49
3.8	Genelleştirme ve Çoklu Gösterimler	51
3.8.1	Genelleştirmede İşlem Yönelimliye Karşı Gösterim Yönelimli Strateji.....	51
3.8.2	Dolaylı Çoklu Gösterimler	53
3.8.3	Doğrudan Çoklu Gösterimler	53
3.9	Genelleştirme İçin Mekansal Analiz Teknikleri ve Yardımcı Veri Yapıları.....	53
3.9.1	Mekansal Kümeleme	54
3.9.2	Dışbükey Çokgen (Convex Hull)	55
3.9.3	Voronoi Çokgeni	56
3.9.4	Delaunay Üçgenlemesi	58
3.10	Son Dönemdeki Çok Uluslu Genelleştirme ve Çoklu Gösterim Projeleri	59
3.10.1	AGENT.....	59
3.10.2	MurMur.....	60
3.10.3	GiMoDig.....	61
3.10.4	Gemure	61
4.	TOPOGRAFİK HARİTALARDA BİNA VE YERLEŞİM ALANLARININ GENELLEŞTİRİLMESİ	63
4.1	Topografik Harita	63
4.2	Topografik Haritalarda Bina ve Yerleşim Alanlarının Gösterimi	65
4.3	Bina ve Yerleşim Alanlarının Genelleştirilmesi.....	65
4.4	Bina ve Yerleşim Alanları İçin Kısıtlamalar	72
4.4.1	Tek Binalara İlişkin Mikro (Lokal) Kısıtlamalar.....	72
4.4.2	Binalara (Bir Alan İçindeki Bina Grubuna) İlişkin Mezo (Bölgesel) Kısıtlamalar.....	72
4.4.3	Binalara İlişkin Makro (Global) Kısıtlamalar.....	73
4.4.4	Yol-Bina Mezo (Bölgesel) Kısıtlamaları.....	74
4.5	Binalar ve Yerleşim Alanları İçin Ölçüler.....	74
4.6	Bina ve Yerleşim Alanı Genelleştirme İşlemleri ve Algoritmaları	77
4.6.1	Dönüştürme (Geometri Türünü Değiştirme)	78
4.6.2	Büyültme/Küçültme.....	79
4.6.3	Basitleştirme	81
4.6.4	İyileştirme	83
4.6.5	Birleştirme	84
4.6.5.1	Kümeleme.....	85
4.6.5.2	Kaynaştırma.....	87
4.6.5.3	Tipikleştirme.....	89
4.6.6	Öteleme.....	89
4.7	Genelleştirme ve Veri Kalitesi.....	90

5.	UYGULAMA	93
5.1	Bina ve Yerleşim Alanlarına İlişkin Topografik Verilerin Modellenmesi	93
5.1.1	Mevcut Durum	93
5.1.2	Kavramsal Modelleme	98
5.1.3	Mantıksal Modelleme	99
5.1.4	Fiziksel Modelleme	104
5.2	Gerçekleştirme	104
5.2.1	Yazılım	104
5.2.2	NYCBS Ortamında Veri Tabanı Şemasının Oluşturulması ve Verilerin Girilmesi	104
5.3	Bina ve Yerleşim Alanlarının Otomatik Kartografik Genelleştirilmesi	106
5.3.1	Genel Strateji	108
5.3.2	Genelleştirme Modülü Geliştirilmesi (KartoGEN)	112
5.3.3	Yol Genelleştirilmesi	116
5.3.4	Bina ve Yerleşim Alanı Genelleştirilmesi	118
5.3.4.1	Binaların Düzeltilmesi (Dik Açılı Hale Getirilmesi)	118
5.3.4.2	Binaların Büyültülmesi	119
5.3.4.3	Bina Uzanımlarının Denetlenmesi ve Değiştirilmesi	121
5.3.4.4	Binaların Basitleştirilmesi	123
5.3.4.5	Binaların Dönüştürülmesi ve İşaretleştirilmesi	124
5.3.4.6	Yerleşim Alanlarının ve Açık Alanların Basitleştirilmesi	125
5.3.4.7	Blokların (Ada) Oluşturulması	125
5.3.4.8	Yerleşim Alanlarının Parçalanması	127
5.3.4.9	Yoğun Bloklarda Yerleşim Alanı Oluşturulması	128
5.3.4.10	Bina Tampon Alanları ve Kümelerinin Oluşturulması	129
5.3.4.11	Delaunay Üçgenlerinin ve Voronoi Bölgelerinin Oluşturulması	130
5.3.4.12	Bina Kümelerindeki Homojenliğin Denetlenmesi ve Kümelerin Yeniden Düzenlenmesi	133
5.3.4.13	Bina ve Yerleşim Alanlarının Kaynaştırılması	136
5.3.4.14	Binaların Tipikleştirilmesi	138
5.3.4.15	Binaların Ötelenmesi	141
5.3.5	Genel ve İstatistiksel Değerlendirme	142
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	150
	KAYNAKLAR	153
	EKLER	160
	Ek 1 Topografik coğrafi veriler için bir kavramsal model	160
	Ek 2 Genelleştirmeye ilişkin LULL kodlarından küçük örnekler	181
	Ek 3 Uygulamaya ilişkin yazılım kodlarını içeren CD	183
	ÖZGEÇMİŞ	184

SİMGE LİSTESİ

A	Alan
A_h	Hedef alan
A_{i-bina}	Minimum bina alanı
A_k	Kaynak (başlangıçtaki) alan
B	Yol genişliği
$CH(S)$	Bir nokta setinin dışbükey çokgeni
d_{i-bina}	Binalar arasındaki minimum mesafe/aralık
$d_{i-bina-yol}$	Minimum bina-yol işaret mesafesi
d_{mim}	En yakın yola uzaklık
$d_{\bar{o}}$	Öteleme mesafesi
$h(p_i, p_j)$	p_i ve p_j noktaları arasındaki yarı düzlem
L	Yol uzunluğu
$\ell_{i-bina-kenar}$	Minimum bina işaret kenar uzunluğu
$\ell_{i-bina-granülerite}$	Minimum bina girinti/çıkıntı uzunluğu
m	Ölçekleme katsayısı
m_x	x ekseninde ölçekleme katsayısı
m_y	y ekseninde ölçekleme katsayısı
n_h	Hedef nesne sayısı
n_k	Kaynak nesne sayısı
P	Merkez noktalar kümesi
p_i	Voronoi hücresinin merkezi
$ pq $	p ve q noktaları arasındaki mesafe
S	Ölçek katsayısı
S_h	Hedef ölçek katsayısı
S_k	Kaynak ölçek katsayısı
s_{min}	En kısa kenar
x_i	Başlangıçtaki köşe koordinatının apsisi
x_o	Ağırlık merkezinin apsisi
x_{ort}	Orta noktanın apsisi
$\Delta x_{\bar{o}}$	x ekseninde öteleme değeri
x_p	Yeni köşe koordinatının apsisi
y_i	Başlangıçtaki köşe koordinatının ordinatı
y_o	Ağırlık merkezinin ordinatı
y_{ort}	Orta noktanın ordinatı
$\Delta y_{\bar{o}}$	y ekseninde öteleme değeri
y_p	Yeni köşe koordinatının ordinatı
$v(p_i)$	Voronoi hücresi
$Vor(P)$	P 'nin Voronoi çokgeni
$\forall$	Her
Σ	Toplam
$\cap$	Kesişim

KISALTMA LİSTESİ

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AGENT	Automated Generalization – New Technology
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BDTOPO	Base de Données Topographiques
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BLG	Binary Line Generalization
BIRCH	Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies
CASE	Computer-Aided Software Engineering
CBS	Coğrafi Bilgi Sistem(ler)i
CLARA	Clustering Large Applications
CLARANS	Clustering Large Applications Based on Randomized Search
CLIQUE	Clustering In Quest
CURE	Clustering Using Representatives
ÇGVİ	Çok Gösterimli Veri Tabanı
DBSCAN	Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise
DENCLUE	Density-Based Clustering
DIGEST	Digital Geographic Information Exchange Standard
DLM	Digital Landscape Model
DMA	Defence Mapping Agency
EM	Expectation-Maximization
E-R	Entity-Relationship
ESRI	Environmental Systems Research Institute
FACC	Feature and Attribute Coding Catalogue
FGI	Finnish Geodetic Institute
FME	Feature Manipulation Engine
GAP	Generalized Area Partitioning
Gemure	Generalization and Multiple Representations for On-Demand Map Production and Delivery
GiMoDig	Geospatial Info-Mobility Service by Real-Time Data Integration and Generalization
HGK	Harita Genel Komutanlığı
IGN	Institut Géographique National
IMW	International Map of the World
KMS	Kort & Matrikelstyrelsen
LAMPS	Laser-Scan Map Production System
MASD	Minimum Alanlı Sınırlayıcı Dikdörtgen
MSD	Minimum Sınırlayıcı Dikdörtgen
MST	Minimum Spanning Tree
MurMur	Multi-Representations and Multiple Resolutions in Geographic Databases
MVA	Mekansal Veri Altyapısı
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NCGIA	National Center for Geographic Information and Analysis
NİVTYS	Nesne-İlişkisel Veri Tabanı Yönetim Sistem(ler)i
NYCBS	Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistem(ler)i
NYVTYS	Nesne Yönelimli Veri Tabanı Yönetim Sistem(ler)i
PAM	Partitioning Around Medoids
R	Reactive
ROCK	Robust Clustering Using Links

RNG	Relative Neighbourhood Graph
SCM	Sayısal Coğrafi Model
SKM	Sayısal Kartografik Model
SQL	Structured Query Language
STING	Statistical Information Grid-Based Method
swisstopo	Swiss Federal Office of Topography
TLM	Topographic Landscape Model
TopoJEO	Topografik Coğrafi Veri Tabanı
TopoKARTO	Topografik Kartografik Veri Tabanı
UML	Unified Modeling Language
UMVA	Ulusal Mekansal Veri Altyapısı
USGS	United States Geological Survey
Vmap	Vector Map
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi
XML	eXtended Markup Language

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Nesneler diğer nesnelerin davranışlarını harekete geçirmek için bazen onların durumunu değiştiren mesajlar gönderir (Worboys ve Duckham, 2004).....	6
Şekil 2.2 Basit sınıf diyagramı (Worboys ve Duckham, 2004).....	8
Şekil 2.3 Veri tabanlarının gelişimi (Shekhar ve Chawla, 2003).....	11
Şekil 2.4 Gerçek dünya modelleri ve oluşum aşamaları (Kainz, 2004).....	15
Şekil 2.5 Veri soyutlama ve veri modeli düzeyleri (USGS, 1998).....	16
Şekil 2.6 Geometrik veri modelleri ve modelleme yaklaşımları (Lo ve Yeung, 2002).....	18
Şekil 3.1 Modelleme işlemi olarak genelleştirme (A), iletişim için genelleştirme (B) ve bir gözlemci tarafından gerçek dünyanın doğrudan algılanması (C) (Brassel ve Weibel, 2002).....	20
Şekil 3.2 Nesne tabanlı (vektörel) mekansal veri tabanlarında çözünürlük türleri.....	22
Şekil 3.3 İsviçre kartografya yönergelerinden basılı haritalar için grafik limitlere ilişkin örnekler (AGENT Consortium, 1999).....	24
Şekil 3.4 Ekran haritaları için grafik limitler [5].....	25
Şekil 3.5 Farklı ayrıntı düzeylerinde mekansal modelleme ve genelleştirme (Jaoa, 1998; Başaraner, 2002a).....	26
Şekil 3.6 Haritacılık kurumlarında mekansal veri tabanları ve haritalar için olası üretim akış şeması.....	27
Şekil 3.7 Coğrafi veri tabanına dayalı harita yapımı (Meng, 2000).....	30
Şekil 3.8 Büyük, orta ve küçük ölçekli haritaların genel özellikleri (Lo ve Yeung, 2002).....	31
Şekil 3.9 Sınıflandırma. (a) semantik seçme, (b) semantik gruplandırma (AGENT Consortium, 1999).....	33
Şekil 3.10 Ayıklama (ESRI, 1996).....	34
Şekil 3.11 Dönüştürme (ESRI, 1996).....	35
Şekil 3.12 Büyültme (ESRI, 1996).....	35
Şekil 3.13 Abartma.....	36
Şekil 3.14 Yumuşatma ve düzeltme (ESRI, 1996).....	36
Şekil 3.15 Seçme/Elem (ESRI, 1996).....	37
Şekil 3.16 Öteleme (ESRI, 1996).....	38
Şekil 3.17 Kaynaştırma ve kombinasyon.....	39
Şekil 3.18 Tipikleştirme (ESRI, 1996).....	39
Şekil 3.19 Bir coğrafi model içindeki olası kavramsal düzeyler.....	41
Şekil 3.20 Bir mekansal veri tabanı içinde nesnelerin coğrafi ve kartografik gösterimi.....	42
Şekil 3.21 Kartografik genelleştirmede kısıtlamalara ilişkin çerçeve (AGENT Consortium, 1999).....	45
Şekil 3.22 Genelleştirme için kavramsal bir çerçeve (Brassel ve Weibel, 2002).....	50
Şekil 3.23 Çok gösterimli veri tabanının özellikleri: (a) çoklu gösterimleri depolar (b) ilgili nesneleri bağlar (Hampe vd., 2004).....	51
Şekil 3.24 Bir nokta setinin dışbükey çokgeni (Mount, 2002).....	55
Şekil 3.25 Voronoi çokgeni (Mount, 2002).....	56
Şekil 3.26 Voronoi çokgeninin özellikleri (Mount, 2002).....	57
Şekil 3.27 Delaunay üçgenlemesi.....	58
Şekil 3.28 Delaunay üçgenlemesinde boş çevrel çember prensibi. (a) Geçersiz, (b) Geçerli..	59
Şekil 4.1 İsviçre Federal Topografya Ofisi (swisstopo) tarafından üretilen topografik haritalardan örnekler: (a) 1: 25 000, (b) 1:50 000, (c) 1:100 000, (d) 1:200 000 (Cecconi, 2002).....	64
Şekil 4.2 Büyük ölçekli topografik harita (İsviçre) (SSC, 1977).....	68
Şekil 4.3 1:25 000 ölçekli topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanlarının gösterimi (SSC, 1977).....	69

Şekil 4.4 1:50 000-1:200 000 ölçek aralığında topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanlarının gösterimi (SSC, 1977).....	70
Şekil 4.5 Aynı hava fotoğrafından yorumlama farklılıkları (Spiess, 1995)	71
Şekil 4.6 Binalara ilişkin ölçüler	75
Şekil 4.7 Bina genelleştirme için işlem adımları (Müller, 1990)	77
Şekil 4.8 Çokgenlerin orta noktaları ve ağırlık merkezleri	78
Şekil 4.9 Ölçekleme.....	79
Şekil 4.10 Farklı oranlarda ölçekleme	80
Şekil 4.11 Basitleştirme (Laser-Scan, 2001)	81
Şekil 4.12 Basitleştirme algoritmasının çalışma prensibi (Laser-Scan, 2001)	82
Şekil 4.13 Douglas-Peucker algoritmasının çalışma prensibi	83
Şekil 4.14 Binaların iyileştirilmesi (dik açılı hale getirme).....	84
Şekil 4.15 Tampon alan ile kümeleme	85
Şekil 4.16 Dendrogram ve birleştirilen kümeler (Tan vd., 2005)	86
Şekil 4.17 Belirli bir eşik değere göre dendrogram ile elde edilen kümeler	87
Şekil 4.18 İçbükey çokgen.....	88
Şekil 4.19 Bir çokgenin dış ve iç halkaları	88
Şekil 4.20 Tipikleştirme	89
Şekil 4.21 Öteleme	90
Şekil 4.22 Bir kent bloğunun genelleştirilmesi sonucu elde edilebilecek farklı sonuçlar (Bard, 2002)	92
Şekil 5.1 Ülkemiz topografik haritalarında yer alan bazı nesne türleri ve işaretleri (HGK, 2002)	95
Şekil 5.2 UML notasyonunda “Yerleşim” sınıfı ve alt sınıfları	99
Şekil 5.3 UML notasyonunda “Bina ve Tesisler” sınıfı ve alt sınıfları.....	100
Şekil 5.4 UML notasyonunda “Meskun Alanlar” sınıfı ve alt sınıfları.....	101
Şekil 5.5 UML notasyonunda “Açık Alanlar” sınıfı ve alt sınıfları	101
Şekil 5.6 UML notasyonunda “Ulaşım” sınıfı ve alt sınıfları	102
Şekil 5.7 UML notasyonunda “Karayolları” sınıfı ve alt sınıfları.....	102
Şekil 5.8 UML notasyonunda “Raylı Sistem” sınıfı ve alt sınıfları	103
Şekil 5.9 İlgili sınıflarca devralınan ölçü sınıfları	103
Şekil 5.10 LAMPS2’da veri tabanı şemasının oluşturulması.....	105
Şekil 5.11 FME yazılımı ile veri dönüşümü.....	106
Şekil 5.12 Çalışmada kullanılan örnek veri seti	107
Şekil 5.13 Blok içinde homojen sonuç vermeyen bir genelleştirme uygulaması (Başaraner, 2004).....	108
Şekil 5.14 Bloklardaki farklı mekansal yapılarış.....	109
Şekil 5.15 Voronoï bölgeleri	110
Şekil 5.16 Binalar için grafik limitler	111
Şekil 5.17 “KartoGEN” genelleştirme modülü (arayüzü)	113
Şekil 5.18 KartoGEN modülü için geliştirilen yazılımlar ve metotlar	114
Şekil 5.19 Yol ağı genelleştirme	116
Şekil 5.20 Minimum yol çizgi parçası uzunluğu (yerleşim içi yollar için)	117
Şekil 5.21 Yolların basitleştirilmesi	118
Şekil 5.22 Köşeleri dik açılı hale getirilmiş bina.....	119
Şekil 5.23 Büyültülmüş bina	120
Şekil 5.24 Karmaşık şekilli binalar	121
Şekil 5.25 Pozitif ölçeklenmiş bina	122
Şekil 5.26 Negatif ölçeklenmiş bina.....	123
Şekil 5.27 Basitleştirilmiş bina.....	124
Şekil 5.28 Dönüştürülmüş binalar	124

Şekil 5.29 Basitleştirilmiş yerleşim alanları	125
Şekil 5.30 Bloklar	127
Şekil 5.31 Yollara göre parçalanmış bloklar	128
Şekil 5.32 Yoğunluktan dolayı bloğun tamamında yerleşim alanı oluşturulması	129
Şekil 5.33 Bina tampon alanları ve kümeleri	130
Şekil 5.34 Delaunay üçgenleri ve Voronoi çokgenleri.....	131
Şekil 5.35 Voronoi çokgenleri ve Voronoi bölgeleri	132
Şekil 5.36 Editleme öncesi ve sonrası Voronoi bölgeleri.....	132
Şekil 5.37 Şekle göre yenilenmiş bina kümeleri	133
Şekil 5.38 Şekle ve semantiğe göre yenilenmiş bina kümeleri	134
Şekil 5.39 Şekle, semantiğe ve büyüklüğe göre yenilenmiş bina kümeleri	134
Şekil 5.40 Aynı Voronoi bölgesi içinde farklı özelliklere göre ayrıştırılmış bina alt kümeleri ve meydana gelen uyumsuzluklar.....	136
Şekil 5.41 Bina ve yerleşim alanlarının kaynaştırılması. a) Kaynaştırma sonucu elde edilen ilk alanlar, b) Blok yoğunluğunun artmış olmasından dolayı elde edilen son alanlar	137
Şekil 5.42 Voronoi yoğunluğuna bağlı tipikleştirme işlemi.....	139
Şekil 5.43 Dinamik tipikleştirme işlemi sonuçlarının tutulduğu dosya	140
Şekil 5.44 Öteleme öncesi ve sonrası binalar	141
Şekil 5.45 Toplam nesne sayısındaki değişim.....	146
Şekil 5.46 Toplam alandaki değişim	146
Şekil 5.47 Toplam uzunluktaki/çevredeki değişim	147
Şekil 5.48 Toplam nokta sayısındaki değişim.....	147
Şekil 5.49 Genelleştirme öncesi kartografik veri seti (1:25 000)	151
Şekil 5.50 Genelleştirme sonrası kartografik veri seti (1:50 000)	151

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Kartografik genelleştirme işlemleri (AGENT Consortium, 1999).....	32
Çizelge 4.1 Ulusal topografik haritalardaki sınıflar (HGK, 2002)	65
Çizelge 4.2 Alman topografik haritalarında yol, bina ve yerleşim alanı büyüklüklerinin ölçeğe bağlı değişimi (Müller, 1991)	67
Çizelge 4.3 Alman topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi (Müller, 1991)	67
Çizelge 4.4 İsviçre topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi (SSC, 1977)	67
Çizelge 4.5 Gruplayıcı nesnelere ilişkin ölçüler.....	76
Çizelge 5.1 Ulusal topografik harita yönergesinde bina ve yerleşim alanlarına ilişkin nesneler (HGK, 2002)	96
Çizelge 5.1'in devamı.....	97
Çizelge 5.2 Ulusal topografik harita yönergesinde karayolu ve demiryoluna ilişkin nesneler (HGK, 2002)	97
Çizelge 5.3 Belirlenen grafik limitlerin farklı ölçeklerdeki karşılıkları	111
Çizelge 5.4 Binalar için farklı ülke haritalarında kullanılan grafik limitler (DMA, 1995; Bildirici ve Uçar, 2000; Regnaud, 2001; Bard, 2002; HGK, 2002)	111
Çizelge 5.5 Geliştirilen metotlar.....	115
Çizelge 5.6 Yollar için genişlik ve uzunluk kriterlerine göre eleme kuralları (B: yol genişliği, L: yol uzunluğu) (Bildirici, 2000).....	117
Çizelge 5.7 Yollar ve tampon alan büyüklükleri	126
Çizelge 5.8 Statik tipikleştirmede çeşitli kriterlere göre ayırım mesafesinin belirlenmesi	141
Çizelge 5.9 Yollara ilişkin istatistiksel sonuçlar	143
Çizelge 5.10 Binalara ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	144
Çizelge 5.11 Yerleşim alanlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar	144
Çizelge 5.12 Bloklara ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	145

ÖNSÖZ

Öncelikle tezimin yürütücülüğünü üstlenen, her türlü destek ve anlayışı gösteren değerli hocam sayın Prof.Dr. Mehmet SELÇUK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, dostluklarını ve desteklerini esirgemeyen Kartografya Anabilim Dalı'ndaki ve bölümdeki hocalarıma ve arkadaşlarıma, pratik çalışmaların bir kısmını bizzat üretim ortamında gerçekleştirme olanağı sağlayan ve çalışmama destek veren Harita Genel Komutanlığı'na ve özellikle Kartografya Dairesi genelleştirme projesi ekibine, kullanılan yazılımı sağlayan Laser-Scan firmasına ve özellikle Richard Heap'e, her türlü sıkıntıma katlanan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Farklı gereksinimlere yönelik olarak yeryüzü gerçekliğini çeşitli ölçeklerde ve içeriklerde modellemek ve iletme, kartografya disiplininin öncelikli hedefleri arasındadır. Bu nedenle genelleştirme, kartografya ve mekansal bilişim alanındaki araştırmacılar için önde gelen bir araştırma konusu olmuştur. Son yıllarda gerek coğrafi bilgi sistemlerinin yoğun kullanımı gerekse harita tabanlı web ve mobil servislerin yaygınlaşması ile birlikte, genelleştirme yeni boyutlar kazanmaya başlamıştır. Araştırmacılar ve teknoloji sağlayıcılar, bu güç probleme otomatik bir çözüm bulmak için yoğun çaba harcamaktadırlar.

Kartografik genelleştirme bir çok kurumda bugüne kadar deneyimli kartograflar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, yüksek üretim maliyetleri, güncelleştirme ve revizyon problemleri, ulusal, bölgesel ve küresel mekansal veri altyapısı aktiviteleri, toplumun artan coğrafi bilgi ve harita talepleri gibi nedenlerden dolayı, tek bir temel mekansal veri tabanının kurulması ve diğer bir çok ürünün bu veri tabanından genelleştirme ile türetilmesi düşüncesi harita üretim kurumlarınca benimsenmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki kısa ve uzun vadeli gereksinimler dikkate alınarak, temel coğrafi veri tabanından orta ölçekli topografik haritalar ve kartografik veri tabanları türetilmesinde bina ve yerleşim alanlarına yönelik otomatik genelleştirme çözümleri geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak topografik veriler nesne yönelimli coğrafi bilgi sistemi ve harita üretimi yazılımı Laser-Scan LAMPS2 içinde modellenmiştir. Ardından bağlamsal (mekansal yapılanışa bağlı) genelleştirmede karar verme mekanizmasını güçlendiren Voronoi çokgenlerine dayalı bir strateji geliştirilmiştir. Daha sonra bu stratejiye göre genelleştirme işlem adımları saptanmış, ayrıca mevcut algoritmalara ek olarak bazı algoritmalar geliştirilmiş ve algoritmalarda kullanılan parametreler statik olarak belirlenmiş ya da iterasyon ile dinamik olarak hesaplanmıştır. Tüm işlemler, Lull programlama dili kullanılarak bu çalışmada geliştirilen KartoGEN genelleştirme modülü ve veri tabanı düzeyindeki metotlar aracılığıyla otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Son olarak, orta ölçekli topografik kartografik veri seti ile yapılan bir kartografik genelleştirme uygulaması sunulmuş ve elde sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kartografya, coğrafi bilgi sistemi, genelleştirme, topografik harita, Nesne yönelimli mekansal veri tabanı

ABSTRACT

Modelling and communicating geographic reality at different scales and themes for different purposes are among primary goals of cartographic discipline. Therefore, generalization has been popular research topic for researchers in cartography and geospatial informatics. In recent years, it has gained new dimensions together with both massive use of geographic information systems and widespreading of map-based web and mobile technologies. Researchers and technology providers make intensive efforts to find a satisfactory automated solution to that difficult problem.

Cartographic generalization has been made by experienced cartographers in many agencies until today. However, due to the reasons such as high production costs, updating and revision problems, the activities for national, regional and global spatial data infrastructures, increasing demands of society for geographic information and maps, it is adopted by national mapping agencies that the idea of constructing one master spatial database and deriving many other products from that database via generalization.

In this study, it is aimed at developing automated generalization solutions for buildings and settlement areas in deriving medium scale topographic maps and cartographic databases from master (base) geographic database, regarding short and long term requirements in our country. For this purpose, first topographic data were modelled within object-oriented geographic information system and map production software Laser-Scan LAMPS2. After that, a strategy based on Voronoi polygons were developed which strengthens contextual generalization mechanism. Later, processing steps for generalization were determined, besides some algorithms were developed in addition to existing ones and, parameters used in algorithms were statically determined or dynamically computed by iteration. All processes were automatically implemented by means of KartoGEN generalization interface and methods in database level developed in this study using Lull programming language. It concluded with a case study for cartographic generalization of medium scale topographic cartographic data set and an evaluation of obtained results.

Keywords: Cartography, geographic information system, generalization, topographic map, object-oriented spatial database

1. GİRİŞ

Yer bilimleri, doğal kaynak yönetimi, çevre koruma, şehir ve bölge planlama, savunma, ulaşım, turizm, istatistik, eğitim gibi farklı uygulama alanları lokal ya da daha global düzeylerde analiz ve iletişim gerektirdiğinden farklı çözünürlüklerde/ölçeklerde coğrafi bilgi sistemlerine ve haritalara gereksinim vardır. Çünkü, mekansal veriler; genel olarak çözünürlüğe/ölçeğe bağımlıdır ve modellenen olgular ile işlemlerin en iyi anlaşıldığı çözünürlükte/ölçekte analiz edilmeli ve sunulmalıdır. Bu bağlamda, kartografya ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) araştırmacıları için konular; mekansal olguların ve işlem türlerinin her biri için çözünürlük/ölçek düzeylerinin her birinde hangi bilgilerin kullanılacağına karar vermek, veri elde etme işlemindeki yinelemelerden mümkün olduğunca kaçınmak ve farklı çözünürlük/ölçek düzeylerindeki veriler arasında tutarlılığın sürdürülmesi için yöntemler geliştirmektir (Müller vd., 1995; Molenaar, 1996; Meng, 1997; Weibel, 1997; Weibel ve Dutton, 1999; Sester, 1999; Başaraner, 2000a, 2000b; Başaraner ve Selçuk, 2004).

Yüksek çözünürlüklü mekansal veri tabanları; mekansal nesnelerin konumlarını, özniteliklerini ve mekansal ilişkilerini son derece ayrıntılı, eksiksiz ve doğru bir şekilde tutmaktadırlar. Bu nedenle kavramsal olarak, yeryüzü gerçekliğinin ölçeksiz modelleri olarak kabul edilebilirler. 1:1 modelin asla gerçekleştirilemeyecek olmasına karşın mekansal veri tabanlarının oluşturulduğu çözünürlükler/ölçekler, her tür mekansal çalışmaya başlangıç noktası olarak hizmet etmek için yeteri kadar büyüktür. Bununla birlikte, yüksek yoğunlukta ve çözünürlükteki bilgi, her zaman özel uygulama gereksinimleri ile eşleşmeyebilir. Bu durumda, genelleştirme ile amaca uygun, daha düşük yoğunlukta ve çözünürlükte mekansal bilgilerin türetilmesi gerekir. Harita tabanlı web ve mobil servislerin yaygınlaşması ile birlikte, yalnızca otomatik değil anında genelleştirme yöntemleri, büyük miktarda verinin dağıtımı ve etkin kullanımı için gerekli hale gelecektir (Meng, 1997; Başaraner, 2000a).

Son yıllarda CBS uygulamaları olgunlaşmış ve büyük hacimli mekansal veri tabanları kurulmaya başlanmıştır. Yerel, ulusal, bölgesel/çok uluslu ve küresel düzeyde mekansal veri altyapısı (MVA) projelerine ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Bu son derece büyük mekansal veri havuzlarının oluşturulması, bakımı ve kullanımını olanaklı hale getirmek için bir çok metodolojinin ortaya konması gereklidir. Veri modelleme, veri yönetimi ve veri dağıtımı gibi yöntemlerin yanında otomatik mekansal veri genelleştirme teknikleri bu bağlamda son derece önemlidir. CBS içinde mekansal veri genelleştirme fonksiyonları, farklı çözünürlüklerde mekansal veri tabanlarının oluşturulması, bakımı, kartografik görselleştirilmesi ve veri indirgeme gibi çeşitli amaçlar için gereklidir (Weibel, 1997).

Bugün haritacılık kurumları, değişik çözünürlüklerde mekansal veri tabanlarının kurulması ve bakımının yapılması aşamalarında ciddi güçlüklerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu güçlükler arasında, veri toplama maliyetinin yüksekliği, farklı kaynaklardan heterojen verilerin varlığı, genelleştirme araçlarının yetersizliği, mevcut veri tabanları ve haritaların güncelleme ve revizyon problemleri sayılabilir. Bu nedenle, farklı mekansal ürünlerin (coğrafi veri seti, harita vb.) temel veri tabanından türetilmesi, ayrıca farklı ayrıntı düzeylerindeki ürünler için daha düşük/küçük çözünürlüklü/ölçekli ve birbirleriyle bağlantılı mekansal veri tabanlarının otomatik genelleştirme ile oluşturulması düşüncesi gittikçe artan bir şekilde daha fazla kabul görmektedir. İleri ülkeler, bu yönde çalışmalarını sürdürmektedirler. Ayrıca, farklı ülkelerdeki üniversiteler, kamu kurumları ve özel sektörden jeomatik, coğrafya ve bilgisayar bilimleri uzmanlarını bir araya getiren büyük çaplı, çok uluslu araştırma projeleri geliştirilmiş ve halen geliştirilmektedir [1, 2, 3, 4].

Genelleştirme kavramı, sayısal kartografya ve CBS alanındaki gelişmeler sonucu iki farklı şekilde ele alınmaya başlanmıştır. İlki, daha çok analiz gereksinimleri için kullanılan ve diğer çalışmalara altlık oluşturacak, farklı ayrıntı düzeylerindeki/çözünürlüklerdeki coğrafi veri tabanlarının türetilmesi için kullanılan model (veri tabanı) genelleştirmedir. Diğeri ise, genelleştirme denince daha çok akla gelen ve farklı ölçekte ve/veya farklı konulardaki coğrafi verilerin görselleştirilmesi, başka bir ifade ile kartografik veri tabanı oluşturulmasına ve harita yapımına yarayan kartografik genelleştirmedir (Jones, 1997; Meng, 1997; Weibel, 1997; Weibel ve Dutton, 1999; Brassel ve Weibel, 2002). Model (veri tabanı) genelleştirme, farklı amaçlara sahip çalışmalara altlık oluşturacak, daha az ayrıntılı coğrafi veri tabanlarının oluşturulması için yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır. Fakat, bu konuda yapılan çalışma azdır ve kavramların daha fazla gelişmesi gerekmektedir. Kartografik genelleştirme, yaygın olarak haritacılık kurumları tarafından topografik haritaların genelleştirilmesi için kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte kartografik tasarım ve üretim, büyük oranda CBS ortamına kaymıştır. CBS yazılımları üreten büyük şirketler; coğrafi bilgi ve haritacılık sektöründeki yoğun talepler sonucunda, yazılımlarına gittikçe artan bir şekilde kartografik tasarım ve üretim aşamalarını gerçekleştirecek araçlar eklemekte ve bu yönde ar-ge faaliyetlerini yoğun olarak sürdürmektedirler (ESRI, 2004a, 2004b; Smith ve Watson, 2004). Bugün, farklı kartografik ürünler (topografik ve tematik haritalar vb.) ve ortamlar (ekran, kağıt, web, mobil rehberler, cep telefonu vb.) dikkate alınarak çok gösterimli veri tabanlarının geliştirilmesi düşüncesine dayalı “Veri Tabanı Güdümlü Kartografya” kavramı ortaya atılmıştır (ESRI, 2004a, 2004b; Hardy vd., 2004). Böylece, “bir kez üret, bir çok kez kullan”

mantığıyla, temel mekansal veri tabanlarından farklı konu ve/veya ölçeklerde kartografik ürünlerin üretilmesi ve güncelleştirilmesi için olanaklar artacaktır.

Gelişmiş ülkelerdeki haritacılık kurumları, otomatik/yarı otomatik genelleştirme araçları üzerine çalışmakta ve kısmen üretimlerinde kullanılmaktadırlar. Ayrıca modern gereksinimlere yanıt verebilecek çok ölçekli/çok gösterimli veri tabanları tasarımı üzerine yoğunlaşmışlardır. Ülkemiz ise gelişmeleri kısmen geriden izlemektedir.

Harita Genel Komutanlığı (HGK)'nda daha önce planlanan 1:25 000 ölçekli (ya da eşdeğer çözünürlükte) temel coğrafi veri tabanı henüz kurulamamıştır. Yukarıda belirtildiği gibi topografik harita ve veri tabanı genelleştirme çalışmaları öncesinde veri modelleme çalışmaları yapılarak ulusal çapta temel coğrafi veri tabanı oluşturulması, daha sonraki çalışmalar için altlık oluşturacak ve kolaylıklar sağlayacaktır. Örneğin, Almanya'da haritacılık kurumları uzun yıllar ATKIS (Ülke Topografik-Kartografik Bilgi Sistemi) projesinin gerçekleştirilmesi üzerine çalışmışlardır ve otomatik genelleştirme faaliyetlerini son birkaç yıldır sürdürmektedirler. Çeşitli araştırmacılar (Müller vd., 1995; Kilpelainen, 1997; Hardy vd., 2004; Kazemi vd., 2004), farklı ölçek ve amaçlara hizmet edecek temel mekansal veri tabanının öneminden ve gerek haritacılık kurumlarının gerekse mekansal veri üreticilerinin bu yöndeki eğilimlerinden söz etmişlerdir. Stoter (2005) haritacılık kurumlarının güncel gereksimlere yönelik olarak mevcut veri setlerine ilişkin veri modellerini yenilemek için çaba gösterdiklerini ve en azından temel veri setlerine ilişkin veri modellerini yenilediklerini ifade etmiştir. Ülkemizde temel coğrafi veri tabanı, topografik harita yönergesine dayalı olup coğrafi ve kartografik veri tabanlarının karışımı şeklindedir. Gelişmiş ülkelerdeki gibi çok ölçekli ve çok amaçlı bir üretim planı henüz yoktur. Yine veri toplama işlemi harita üretimine yönelik yapılmaktadır ve herhangi bir coğrafi veri tabanı yönetmeliği ya da yönergesi yoktur. Bunun yanında, öncelikli olarak kalkınma ve savunma faaliyetlerinde gereksinim duyulan 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli harita üretimi; manuel ve etkileşimli genelleştirmenin tecrübe gerektirmesi, zaman alıcı olması ve otomatik genelleştirme araçlarının olmamasından dolayı aksamaktadır. 1:25 000 ölçekli haritaların periyodik güncelleştirme işlemlerinin bitmesi ile birlikte, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritaların üretimi için otomatik genelleştirme araçlarına gereksinim duyulacaktır. Konuya ilişkin bir proje çalışması HGK'da sürmektedir. Bunun yanında 1:250 000 ölçekli VMap veri tabanı NATO faaliyetleri kapsamında yeni ESRI veri tabanı modeli kullanılarak modern anlayışla oluşturulmaktadır (Torun ve Ulubay, 2004). Fakat, bu aşamada genelleştirme tekniklerinden yararlanılmamaktadır.

Ulusal mekansal veri altyapısı (UMVA) faaliyetleriyle birlikte ülkemizde mekansal bilgi kullanımı arttıkça, gerek CBS gerekse harita üretimi açısından genelleştirmenin önemi ve gerekliliği daha anlaşılır hale gelecektir (Başaraner, 2000a, 2000b; Bildirici ve Uçar, 2000; Uçar vd., 2003; Başaraner ve Selçuk, 2004).

Ülkemizde bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesine ilişkin olarak Bildirici (2000), Hannover Üniversitesi Kartografya ve Jeoenformatik Enstitüsü tarafından büyük ölçekli haritalarda bina ve yol genelleştirmesi için geliştirilen CHANGE yazılımı, bu yazılıma eklediği bazı fonksiyonlar ve AutoCAD Map yazılımı aracılığıyla gerçekleştirdiği bir uygulama sunmuştur. Ayrıca, Aslan (2003) (1:100 000 örneğinde) orta ölçekli topografik haritalara yönelik ESRI ArcGIS ortamında MapObjects kütüphanesini kullanarak Visual Basic ile bilgisayar destekli genelleştirme için çözüm önerileri geliştirmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki orta ölçekli standart topografik harita üretimine ilişkin yakın gelecekteki gereksinimler dikkate alınarak, bina ve yerleşim alanları örneğinde 1:25 000 ölçeğinden 1:50 000 ölçeğine otomatik kartografik genelleştirme çözüm önerileri geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada önce coğrafi veriler, yukarıda söz edilen modern üretim anlayışı paralelinde oluşturulan bir kavramsal modele göre Laser-Scan LAMPS2 nesne yönelimli CBS yazılımı içinde modellenmiştir. Ardından çeşitli araştırmacılar (Bundy vd., 1995; Ruas ve Lagrange, 1995; Ruas ve Plazant, 1996; Ruas ve Mackaness, 1997; Weibel, 1997; Ruas, 1998b; Jaakkola, 1998; Ormsby ve Mackaness, 1999; Weibel ve Dutton, 1999) tarafından önerilen coğrafi bilginin anlamını korumaya yönelik bütüncül (holistik) ya da bağlamsal (mekansal yapılanışa bağlı) bir strateji geliştirilmiştir. Daha sonra bu stratejiye uygun olarak Laser-Scan LAMPS2 yazılımının programlama dili Lull kullanılarak bir otomatik genelleştirme modülü (arayüz) hazırlanmıştır. Ayrıca, veri tabanı düzeyinde nesnelerin mekansal özellikleri ve ilişkilerini dinamik olarak ortaya çıkaran metotlar geliştirilmiştir. Son olarak, örnek veri seti üzerinde bu modül kullanılarak otomatik kartografik genelleştirme çözüm önerileri üretilmiş, elde edilen sonuçlar irdelenmiş, değerlendirilmiş ve çeşitli öneriler sunulmuştur.

2. NESNE YÖNELİMLİ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE MEKANSAL VERİ MODELLEME

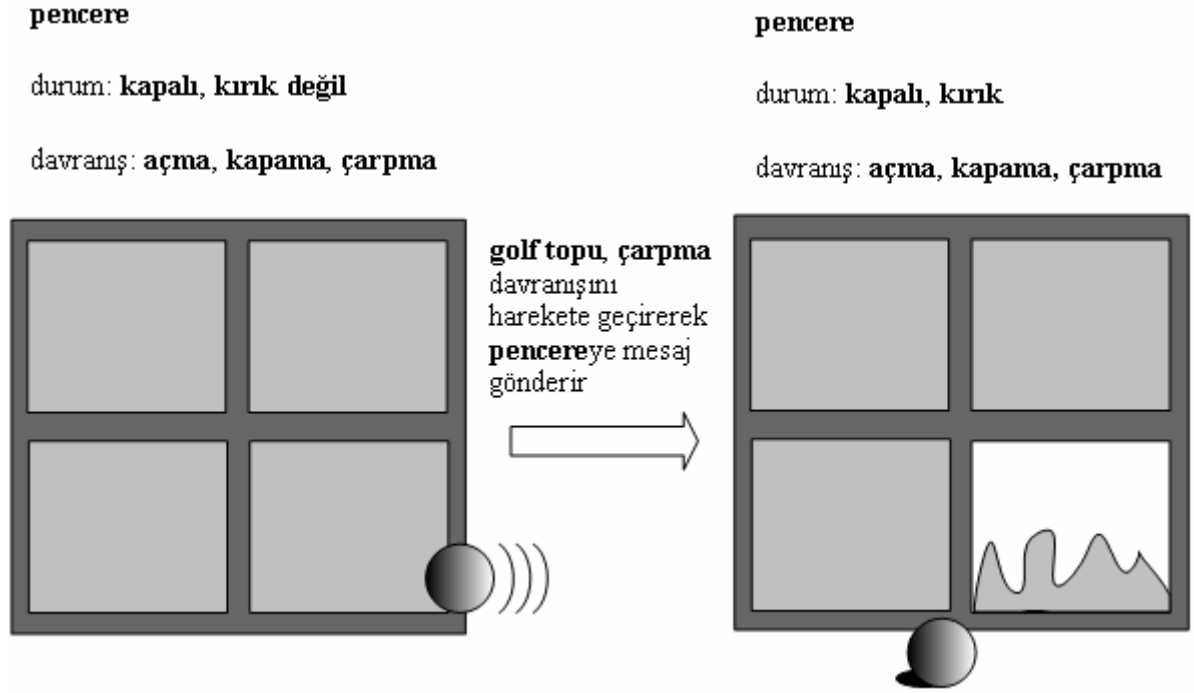
2.1 Nesne Yönelimli Yaklaşım

Nesne yönelimli yaklaşımın merkezinde nesne kavramı vardır. Nesne ile, bilginin statik ve veri yönelimli özelliklerinin modellenmesi amaçlanır. Örneğin, bir “kent” nesnesi; ad, merkez, nüfus gibi özniteliklere sahip olabilir. Özel bir “kent” nesnesi, “ad” özniteliği için “İstanbul” değerini alabilir. Bir nesne için herhangi bir andaki öznitelik değerlerinin bütünü, nesnenin “durum”unu oluşturur (Worboys ve Duckham, 2004).

İlişkisel modelden farklı olarak, nesne ile aynı zamanda sistemin dinamik “davranış”ının modellenmesi de amaçlanır. Bir nesnenin davranışı; uygun koşullar altında nesnenin gerçekleştirebileceği işlemler grubu olarak ifade edilir. Örneğin, bölge (alan); yalnızca sınırlarını belirten noktalar ya da kenarlar dizisi olarak değil, aynı zamanda desteklemesi beklenen işlemleri de gerçekleştirecek şekilde tanımlanır. Bunlar; bölgenin alanının ve çevresinin hesaplanması, farklı ölçeklerde ve ayrıntı düzeylerinde çizimi, sistemde oluşturulması ve sistemden silinmesi gibi işlemler olabilir. Nesne yönelimli yaklaşım için anahtar kavram

$$\text{nesne} = \text{durum} + \text{davranış}$$

biçimindedir. Nesneler; diğer nesneler için belirli davranışları harekete geçirebilen “mesajlar” göndererek birbirleri ile etkileşirler. Bir nesnenin belirli bir davranışı bazı durumlarda “metot” olarak adlandırılır. Herhangi bir durumda nesnenin belirli bir mesaja nasıl karşılık vereceği, nesnenin durumuna bağlıdır. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse, bir pencerenin “açık”, “kapalı”, “kırık”, “kırık değil” gibi farklı durumları olabilir. Pencere, durumunu etkileyen “açma”, “kapama” ya da “çarpma” gibi davranışlara da sahip olabilir. Pencereye çarpan “golf topu” nesnesinin etkisi, “golf topu”nun “pencere”ye “çarpma” davranışını harekete geçiren bir mesajı göndermesiyle modellenir. Pencerenin bu mesaja nasıl karşılık vereceği durumuna bağlıdır. Eğer “pencere” o sırada “açık”sa (yani, golf topu açık pencereden içeri doğru giderse), pencerenin durumu mesajdan etkilenmeyebilir. Eğer “pencere” “kapalı” ise, durumunu “kırık değil”den “kırık”a dönüştürecektir.



Şekil 2.1 Nesneler diğer nesnelerin davranışlarını harekete geçirmek için bazen onların durumunu değiştiren mesajlar gönderir (Worboys ve Duckham, 2004).

2.1.1 Nesne Yönelimli Yaklaşımın Yapı Taşları

Nesne yönelimli yaklaşımın dört yapı taşı vardır: *kimlik*, *kapsülleme*, *devralma* ve *çokbiçimlilik* ve *birliklilik/ilişki*. Bu yapı taşları, yalnızca nesne yönelimli yaklaşıma özgü değildir ve nesne yönelimli sistemlerin hepsi bu yapı taşlarının tümünü içermez. Bununla birlikte, bu özellikler nesne yönelimli yaklaşım ile yakından ilgilidir ve neredeyse tüm nesne yönelimli sistemlerde bazı kombinasyonlar şeklinde ortaya çıkar (Worboys ve Duckham, 2004).

Nesne Kimliği

Nesneler, öznitelik değerlerinden bağımsız olarak tekil tanımlayıcılara sahiptir. İlişkisel modelin aksine, nesne modeli değer tabanlı değildir. Bir nesne, tüm öznitelikleri değerlerini değiştirse bile kimliğini korur. Her nesnenin öznitelik değerlerinden bağımsız bir iç kimliği vardır. Bu kimlik değişmez ve nesne oluşturulduğunda oluşturulur, asla değiştirilmez ve yalnızca nesne yok edildiğinde yok olur. Bu nedenle, nesne tanımlamak için özel nesne (örnek) değişkenlerine gerek yoktur.

Kapsülleme (Paketleme)

Kapsülleme, nesne davranışının iç mekanizmaları ile bu davranışa ve bu davranışın etkilerine

dıştan erişimi birbirinden ayırır. Gerçek dünyadan örnek verilecek olursa, gaz pedalına basınca (mesaj gönder) arabanın hızı artıyorsa (“araba” nesnesinin gözlemlenebilir durumunda değişime yol açan “hızlanma” davranışını harekete geçir) motorun durumu (“araba” sınıfının örneğinin iç durumu) genellikle önemsizdir.

Kapsülleme, nesnenin *hangi* davranışları sergileyeceğini *nasıl* başardığından ayrı tutarak nesne yönelimli modelde karmaşıklığı azaltmaya yardımcı olur (Worboys ve Duckham, 2004). Modelin ve kodun modülerliğinin artmasına başka bir ifadeyle yeniden kullanılabilmesine olanak tanıyan bu kapsülleme özelliğine “bilgi gizleme” denir (Friedrich, 2004).

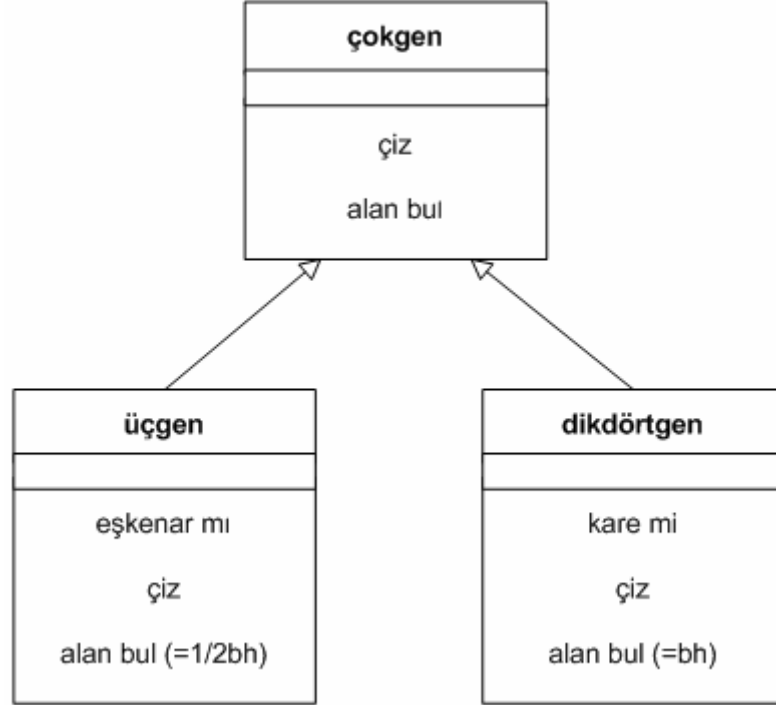
Devralma (Kalıtım) ve Çokbiçimlilik(Polimorfizm)

Devralma, sınıfların ve dolayısıyla nesnelerin ortak özellikleri paylaşmasına olanak tanır. Devralma; birbirinin karşısı olan iki yöntemle hareket eder: genelleme ve özelleme. Genel sınıf, tüm özel alt sınıflarına ilişkin ortak özellikleri sergileyecektir. Tersten ifade edilirse, sınıflar; genel üst sınıflarının özelliklerini özelleştirirler, uyarlarlar ve alırlar.

Nesne yönelimli yaklaşımda devralma, hem özniteliklerin hem de davranışların genellenmesine ve özellenmesine olanak tanır. Şekil 2.2’de “çokgen”in alt sınıfı olan “üçgen” ve “dikdörtgen” sınıfları görülmektedir. Alt sınıflar olarak, hem üst sınıfın öznitelikleri ve davranışlarını devralırlar hem de kendilerininkini eklerler. Şekil 2.2’de devralma hiyerarşisinde genel sınıf “çokgen”, “üçgen” ve “dikdörtgen” alt sınıfları için ortak olan (“çiz”, “alanını bul”) davranışlarına sahiptir. Örnekte, “üçgen” ve “dikdörtgen”; aynı zamanda sırasıyla şekillerin eşkenar ve kare olup olmadıklarını belirleyen Boolean (mantıksal – Doğru: True, Yanlış: False) nesneleri döndüren “eşkenar mı” ve “kare mi” adlı özel işlemlere de sahiptir. Devralma ilişkileri, genellikle “bir...dir” (is a) olarak adlandırılır. Bazı kaynaklarda “türü olma” (a kind of) ifadesi de kullanılmaktadır. Örneğin, dikdörtgen bir çokgendir ya da dikdörtgen bir çokgen türüdür.

Devralma, nesnelerin farklı bağlamlarda farklı roller oynamasına olanak tanır. Bu özellik “çokbiçimlilik” olarak adlandırılır. Bir alt sınıfın özel nesnesi (örneği) her zaman bir üst sınıfın özel nesnesinin yerini alabilir. Örneğin, bir çokgen nesneleri grubunun toplam alanını hesaplayan bir algoritmada, çokgenin tüm alt sınıfları “alan bul” davranışına sahip olduğu için üçgen veya dikdörtgen nesneleri, çokgen nesnelerinin yerini alabilir. Bir alt sınıfın bir üst sınıfın yerini alma özelliği, “kalıntı çokbiçimlilik” olarak ifade edilen özel bir çokbiçimlilik türüdür. “Aşırı yükleme” olarak ifade edilen diğer önemli bir çokbiçimlilik türü, genel

davranışı yerine getirmek için alt sınıfların kendi özel algoritmalarını kullandıkları zaman meydana gelmektedir. Örneğin, üçgen; $\frac{1}{2}bh$ eşitliği ile “alan bul” davranışını gerçekleştirirken dikdörtgen bh eşitliğini kullanabilir.



Şekil 2.2 Basit sınıf diyagramı (Worboys ve Duckham, 2004)

Bir başka devralma özelliği, nesne sınıfının (muhtemelen kendi bazı özelliklerini ekleyerek) tek bir genel sınıfın tüm öznelikleri ve davranışlarını devralması anlamına gelen “tekli devralma”dır. Bu devralma hiyerarşisi Şekil 2.2’de görülmektedir. Bu kavram, bir sınıfın birden fazla üst sınıfın özelliklerini devralmasına izin verilmesi anlamına gelen “çoklu devralma”ya genişletilebilir. Çoklu devralma; bir alt sınıf, farklı üst sınıflardan aynı davranışın farklı versiyonlarını devralabileceği için nesne yönelimli modeller ve sistemler için fazladan karmaşa yaratır. Bu gibi durumlarda, uyumsuzluk çözme kurallarına gereksinim vardır.

Birliktelik (İlişki)

Tekrar kullanımla ilgili olarak, *birliktelik* karmaşık iç yapısıyla olguları modellemek amacıyla bazı özellik ya da koşulları paylaşan nesneleri bir arada gruplar. Örneğin, iller ve bölgeler arasındaki ilişki ya da doğal bir kümeye ait adalar (örn. Japonya’yı oluşturan adalar) bir birliktelik örneğidir (Jones, 1997; Worboys ve Duckham, 2004). Birliktelik, genellikle “üyeleri olma” (member of) ilişkisi ile ifade edilir (Frank ve Egenhofer, 1992). Nesneler arasındaki

parça/bütün (part/whole) ilişkilerini gösteren *birleştirme (birleşim)* özel bir birliktelik türüdür (Worboys ve Duckham, 2004). Birleşimin sonucu, tutarlı ve semantik olarak üst düzey bir nesnedir. Bir “kent” nesnesi; adı, nüfusu ve temsili koordinatlarının birleşimi olabilir. Bir ulaşım ağı; her biri kendi alt düzey bileşenleri ile kentler, bağlantı yolları ve yol kavşaklarının daha üst düzey bir birleşimi olabilir (Jones, 1997). Birleştirme; genel olarak “parçası olma” (part of) ilişkisi ile ifade edilir.

Birlikteliğin en az iki tane daha özelleşmiş türü vardır (Worboys ve Duckham, 2004):

- Bir birliktelik; tümü aynı sınıfa ait nesneler grubundan oluşturuluyorsa *homojen* olduğu ifade edilir (*homojen birliktelik*). Örneğin, futbol takımı; futbolcuların homojen bir birlikteliğidir (birleşim). Yani, bu tanımda yöneticiler, taraftarlar vb. takımın parçası değildir.
- *Sıralı birliktelik*; bileşen nesnelerin sırasının önemli olduğu bir birlikteliktir. Örneğin, nokta_dizisi, noktasal nesnelerin doğrusal sıralanmasıyla yapılandırılmış bir nesne olabilir.

2.1.2 Nesne Yönelimli Yaklaşımın Avantajları

Nesne yönelimli yaklaşım (NYY)’ın avantajları şunlardır (Friedrich, 2004):

- NYY; bir hedef problemi (ya da sistemi) modellemek için daha düşük boyuttan elde edilen herhangi bir şeyin (örn. yer alan işlem) değil, gerçek dünya organizasyon kavramlarının (örn. kapsülleme, devralma, çokbiçimlilik) kullanımudur.
- NYY; daha genel bir sistem kavramından oluşturulan daha bağımsız ve esnek birimler ile daha uygun bir modüler hale getirme biçimidir.
- NYY; gerçek dünyaya daha yakın bir benzetim sağladığı için daha doğal bir sistem gösterimi sunar ve böylelikle hem kullanıcılar hem de tasarımcılar için daha avantajlıdır.
- Geliştirilmiş bir nesne yönelimli model ve bu modelin nesne yönelimli bir bilgisayar programında gerçekleştirilmesi büyük oranda mümkündür.
- NYY; arka uç (back-end) gerçekleştirme hususları yerine ön uç (front-end) kavramsal tasarım hususlarına işaret eder. Böylelikle bir tasarımcı, son aşamaya kadar uygulama alanına göre düşünebilir ve gerçekleştirme üzerine konsantre olabilir. Programlama ayrıntılarına işin başında odaklanılması, genellikle niteliğin düşmesine ve gerçekleştirme esnasında düzeltilmesi daha maliyetli olan tasarım kusurlarına yol açarak tasarım çözümlerini sınırlar.
- Son derece modüler bir yapı ve esneklik sağlar.
- Daha fazla netlik, okunaklılık, bakım kolaylığı ve tekrar kullanım olanağı verir.

2.1.3 Nesne Yönelimli Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (NYVTYS)

Nesne yönelimli veri modeline hizmet eden bir veri tabanı yönetim sistemi, NYVTYS olarak adlandırılır. Nesne oluşturma işlemlerine ek olarak, NYVTYS içinde diğer birkaç özelliğin olması gerekir (Worboys ve Duckham, 2004):

- Sınıf şemalarını oluşturma ve değiştirme yeteneğini içeren şema yönetimi
- Kullanışlı bir sorgulama ortamının parçası olarak, bildirimsel sorgulama dili içinde ifade edilen sorgulamaların otomatik eniyilenmesi
- Depolama ve erişim yönetimi
- Eş zamanlı erişim, veri bütünlüğü ve sistem güvenliğinin kontrolünü içeren hareket* yönetimi

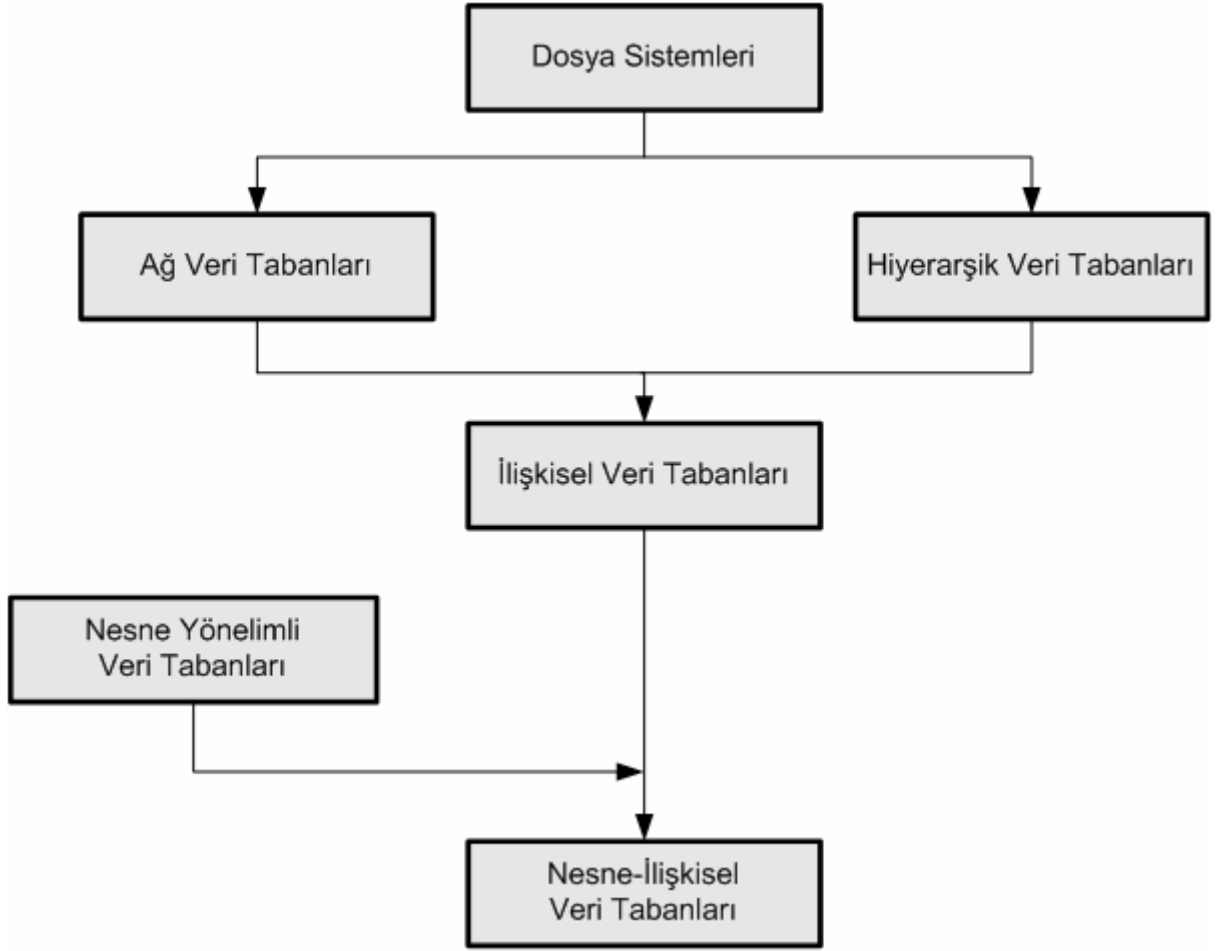
NYVTYS ile bu olanakların bazılarının gerçekleştirilmesinde teknolojik problemler vardır. Örneğin, sistemdeki nesne sınıflarının karmaşıklığı, sorgulama eniyilemesinin sağlanmasını güçleştirmiştir. Ayrıca, piyasadaki NYVTYS sayısı azdır.

Bazı yazılım firmaları, ilişkisel model ve nesne yönelimli modelin özelliklerini birleştirerek nesne-ilişkisel veri tabanı sistemleri (NİVTYS)'ni piyasaya sürmüştür. Bunların ilki, Oracle8'dir. NİVTYS; ana veri tabanı olarak ilişkisel veri tabanı ve bu veri tabanına erişim için arabuluculuk yapan nesne yönelimli “kabuk**”tan oluşan bir melez modeldir.

Veri tabanlarının gelişimi Şekil 2.3’de görülmektedir (Shekhar ve Chawla, 2003).

* bütünüyle sürekli hale getirilen / kaydedilen ya da iptal edilen mantıksal iş birimleri içine kombine edilmiş bir grup veri tabanı işlemi (transaction)

** kullanıcıların işletim sistemi ile etkileşmesine olanak sağlayan yazılım (shell)



Şekil 2.3 Veri tabanlarının gelişimi (Shekhar ve Chawla, 2003)

2.1.4 Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistemleri (NYCBS)

Nesne yönelimli yaklaşım, son yıllarda yazılım mühendisliğinin önde gelen konularından biri olmuştur. Mekansal bilginin karmaşık doğasından dolayı, CBS; nesne yönelimli veri tabanları ve nesne yönelimli teknolojinin potansiyel uygulama alanlarından biridir. Az sayıda da olsa ticari sistemler ortaya çıkmış ve kullanılmaya başlamıştır. Bunlar arasında, GE Smallworld ve Laser-Scan Gothic LAMPS2 sayılabilir. Fakat bu yazılımlar, diğer CBS yazılımları ile karşılaştırıldığında sınırlı sayıda kullanıcı tarafından tercih edilmektedir. Bunun nedenleri arasında, ilişkisel modelin yaygın kullanımı, iyi ve eksiksiz tanımlanmış formal modele sahip olması; nesne yönelimli CBS yazılımlarının azlığı, kullanımının göreceli olarak daha zor olması ve genel kabul görmüş formal modelinin olmaması sayılabilir.

İlişkisel veri tabanları, banka hesapları, personel dosyaları gibi zayıf yapıya veriler için uygun ve başarılı iken, karmaşık yapıya sahip veri uygulamalarında (CAD/CAM, CASE, CBS, multimedya vb.) yetersiz kalmaktadır. Farklı kaynaklı verileri homojen bir sisteme entegre eden CBS, farklı amaçlara hizmet etmek için güçlü ve esnek veri modellerine gerek

duymaktadır. Bu amaçlar arasında,

- Gerçek dünya geometrisinin daha ileri düzeyde modellenmesi,
- Aynı verinin farklı semantik çözünürlük ve ayrıntı düzeylerinde gösterimi
- Nesnelerin geçmişinin ve versiyonlarının yönetimi
- Farklı çözünürlük ve doğrulukta verilerin entegrasyonu

sayılabilir (Egenhofer ve Frank, 1992).

Nesne yönelimli yaklaşımın CBS için avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Burrough ve McDonnel, 1998):

Avantajları

- Gerçek dünya nesneleri ve kavramları ile bunların veri tabanındaki gösterimleri arasındaki semantik boşluk, ilişkisel veri tabanlarından daha azdır.
- Hem durum (öznitelikler) hem de metotların depolanması, veri tabanı bakımının en aza indirgenmesini sağlar.
- Raster ve vektör veri yapıları aynı veri tabanı içinde entegre edilebilir.
- Nesnelerin veri değişimi desteklenir.
- Özellikle karmaşık nesneler ve ilişkiler ele alındığında, daha az birleştirme (join) gerekeceğinden veri tabanı hızlı sorgulanabilir.
- Çok daha fazla indeks dosyasının depolanmasını gerektiren ilişkisel varlıklara göre daha az disk alanı gerektirir.
- Kullanıcı tanımlı fonksiyonların kullanılmasına olanak tanır.

Dezavantajları

- Genel olarak kabul görmüş nesne yönelimli model yoktur. Bu nedenle farklı veri tabanı ürünleri, farklı standartlara sahiptirler ve belirli bir nesne yönelimli dile bağımlı olma eğilimindedirler.
- Özellikle sürekli mekansal yüzeyler için nesneleri tanımlama genellikle güçtür.
- Nesneler kadar fonksiyonlar ve topolojinin de tanımlanmasını gerektirir.
- SQL gibi oluşturulmuş standartlar yoktur ve genel sorgulama dili veya sorgulama eniyilemesinin sağlanması, sistemdeki nesne türlerinin karmaşıklığı ile güçleşir.
- Nesne yönelimli yaklaşım ile daha az teorik ve pratik deneyim vardır.

2.2 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Mekansal Veri Modelleme

CBS içinde gerçek dünya olguları gösterilmek istendiğinde, belirli amaçlar ve uygulamalar için bu olguları en iyi biçimde tanımlayan soyut (özet) bir model tasarlamak gerekir. Bu işleme *mekansal modelleme* denir (Kainz, 2004). Model; “genellikle anlayabilmek ve o anki iş ya da problem için gerekli tüm ayrıntılarına sahip olabilmek amacıyla karmaşık gerçekliğin basitleştirilmiş gösterimi” (Brown, 1997) ve modelleme; “model oluşturma işlemi” ya da “gerçek dünya işlemlerini ya da olgularını taklit etmek (benzerini oluşturmak) için soyutlama, teoriler ve matematiksel eşitlikler geliştirilmesini gerektiren bilimsel araştırmanın bir aşaması” olarak tanımlanır (Lo ve Yeung, 2002). Soyutlama (özetleme) ise “eldeki iş için gerekli olan ayrıntılara odaklanma ve gereksiz olanları göz ardı etme işlemi” anlamına gelir (Brown, 1997).

2.2.1 Gerçek Dünya Modelleri

Gerçek dünyada, duyular ile meydana gelen ya da var olan işlemler, durumlar ve olaylar algılanır. Bunlar, doğal ya da yapay olabilirler ve gerçek dünya olguları olarak adlandırılırlar. Beyin, duyularla edinilen girdileri işler ve zihinsel modeller, öğrenme, biliş ve (yararlı) bilgi sağlar. Gerçek dünyada olan ve duyular aracılığıyla işlenen her şey, kişilere özgü gerçeklik/gerçek dünya modelleri sonucuna varır (Kainz, 2004).

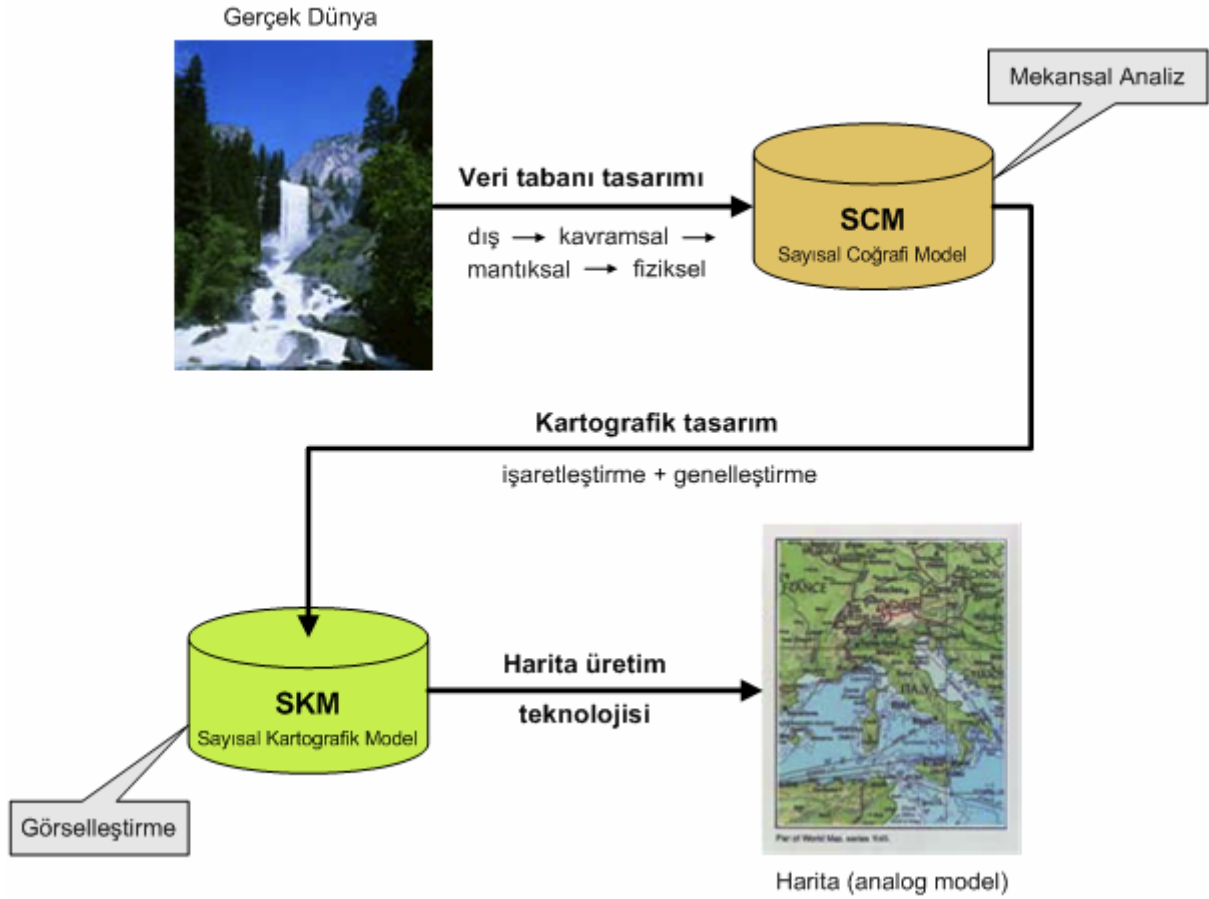
Bilinen en iyi (geleneksel) gerçek dünya modelleri haritalardır. Haritalar, binlerce yıldır gerçek dünya hakkında bilgileri göstermek için kullanılmaktadır ve çeşitli alanlardaki bir çok uygulama için son derece yararlı modeller oldukları kanıtlanmıştır (Kainz, 2004). Haritalar, coğrafi gerçekliğin (bir kısmının) gösterimleri olarak kabul edilirler. Sayısal ortamda bu tür gösterimler, coğrafi veri tabanı aracılığıyla yapılır (Nyerges, 1991). Gerçek dünyanın sayısal gösterimi “sayısal coğrafi model” (SCM) olarak adlandırılır. SCM, mekansal verilerin analizi ve işlenmesi için temel oluşturur. SCM’den sayısal ya da analog grafik gösterimler (kartografik model) elde edilir. Gerçek dünyanın sayısal grafik gösterimine “sayısal kartografik model” (SKM) denir. Kartografik modeller, görselleştirme aracılığıyla gerçek dünyanın daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur. SCM ve SKM, CBS ortamında mekansal veri tabanı olarak yapılandırılır (Şekil 2.4). Coğrafi veri tabanı (coğrafi model) ve onun grafik gösterimi olan kartografik veri tabanı (kartografik model) birbiriyle ilişkili fakat farklı şeylerdir. Coğrafi veri tabanı; kavramsal veri modeline konu olan gerçekliğin soyutlanmış bir modelidir. Ayrıca uygulamaya yönelik ve çözünürlüğe bağlıdır. Bu nedenle bir uygulamanın konusuyla ilişkili olarak nesne türleri; nesne sınıflandırma, birleştirme veya birliktelik düzeyleri; geometrik ve semantik ilişkiler; nesne tanımlamasının ayrıntı düzeyi ve

de veri kalitesi coğrafi veri tabanı için ilgilenilen başlıca konulardır. Kartografik veri tabanı ise gerçekliğin soyutlanmış, işaretleştirilmiş bir modelidir ve grafik görselleştirme ile ilgilidir. Bu nedenle kullanılan çıktı ortamına (kağıt, ekran vb.) ve ölçeğe bağımlıdır (Peng, 1997).

Literatürde sıkça kullanılan sayısal topografik arazi modeli (DLM) ifadesi yerine burada SCM ifadesi tercih edilmiştir. DLM kavramı, özellikle Almanya’da Ülke Topografik-Kartografik Bilgi Sistemi (ATKIS) kapsamında kullanılmaktadır (Grünreich, 1992). İsviçre’de ise aynı kavram TLM olarak ifade edilmektedir (Kreiter ve Schmassmann, 2004). Amerika, Kanada, İngiltere ve Avusturalya gibi ülkelerde ise “coğrafi veri tabanı” ya da “topografik veri tabanı” kavramları daha yaygındır. ATKIS, diğer disiplinlerin tematik verileri için mekansal referans olacak topografik verileri ve haritaları üretmek amacıyla oluşturulmuştur (Grünreich, 1993; Vickus, 1993). Dolayısıyla, DLM kavramı, tam olarak topografik SCM kavramına eşdeğerdir. Yani, SCM ve SKM, kendi içlerinde topografik ve tematik modeller olarak sınıflandırılabilirler (Başaraner, 2002). Çünkü, topografik veriler, doğrudan araziden toplanarak temel (altlık) veri/harita ya da mevcut veri tabanlarından genelleştirmeyle türetme veri/harita olarak üretilmekte ve diğer disiplinlerin tematik verileri genellikle sonradan mevcut topografik verilere entegre edilmektedir. Topografik veriler, geometri ve özniteliklere sahiptir. Tematik veriler, ya geometri ve özniteliklere sahip olabilir ve mevcut topografik verilere eklenirler (örn. fay hattı geometrisi ve ilgili öznitelikleri) ya da yalnızca özniteliklerden (örn. demografik veriler) oluşur ve ilgili topografik nesnenin geometrisi (örn. yerleşim birimi) ile ilişkilendirilir. Ayrıca, gerek coğrafi gerekse kartografik modeller; coğrafi mekanın bir modeli olduğundan, mekansal model ya da mekansal veri tabanı ifadesi bu çalışmada her ikisini de kapsar nitelikte daha genel anlamda kullanılmıştır. Kısaca, coğrafi model; *geometrik ve semantik* mekansal model, kartografik model ise *grafik* mekansal model olarak ele alınmaktadır.

CBS için gerçek dünya modellemede iki strateji izlenebilir: İlki, ayrı coğrafi ve kartografik veri tabanları oluşturmak, diğeri ise coğrafi veri tabanından kartografik görselleştirme ile çoklu ürünler türetmek. İlk yaklaşım, aynı nesnenin coğrafi ve kartografik gösterimleri için iki farklı versiyonunu gerektireceği ve bakım maliyetlerini artırabileceği için dezavantajlı olarak görülmektedir. İkinci yaklaşımda ise nesne yalnızca coğrafi veri tabanında tutulacak ve buradan grafik öznitelikler ve kartografik kurallar yardımıyla kartografik ürünler türetilecektir. Bu yaklaşım “veri tabanı güdümlü kartografya” olarak adlandırılmaktadır ve ana veri tabanından çoklu ürünler oluşturarak, baştan sona tüm kartografik işlemlerin CBS içinde gerçekleştirilmesine olanak tanır (Hardy vd., 2004). Bugün önde gelen CBS ve

haritacılık yazılım şirketi ESRI, bu yaklaşımı benimsemiştir ve yazılımını bu yönde geliştirmektedir (ESRI, 2004a; 2004b). Diğer yazılımlarda da benzer eğilimler görülmektedir.

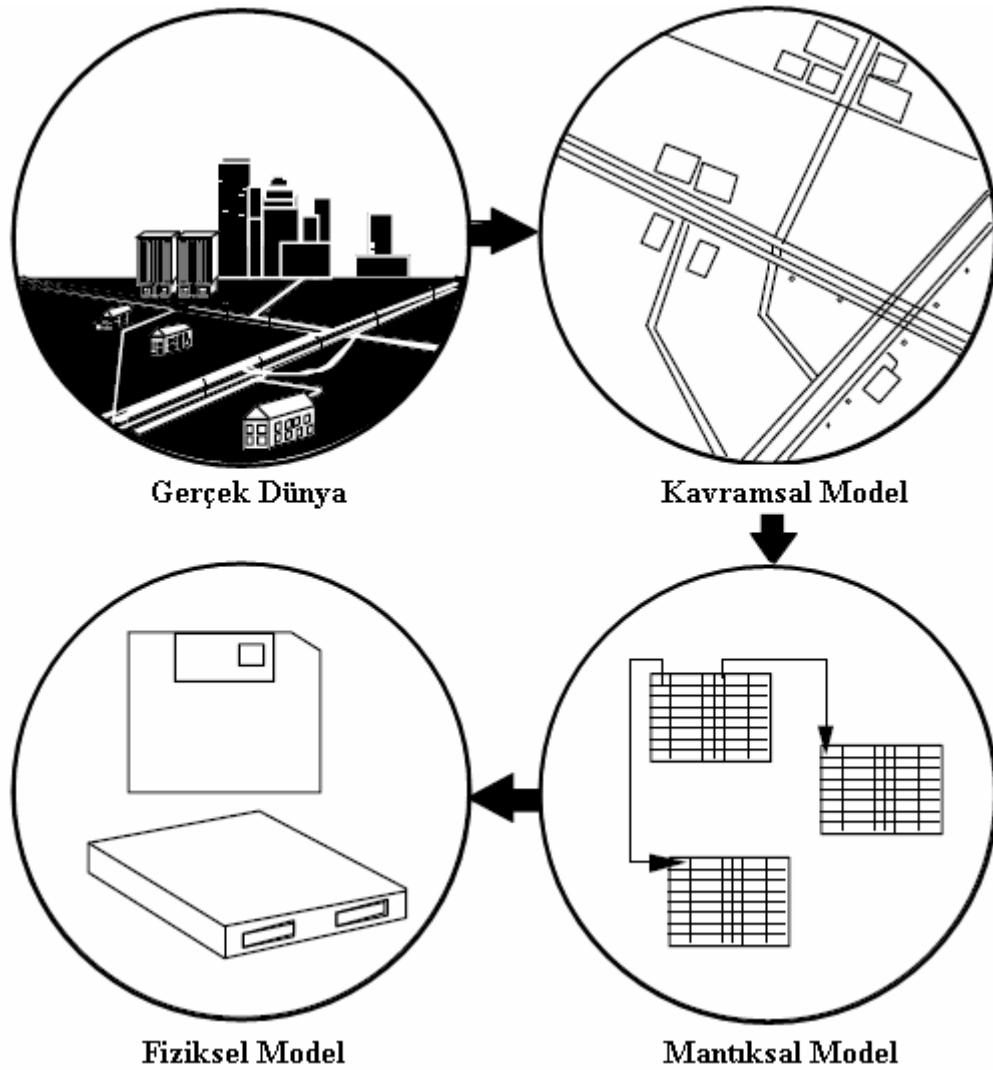


Şekil 2.4 Gerçek dünya modelleri ve oluşum aşamaları (Kainz, 2004)

2.2.2 Veri Soyutlama ve Veri Modeli Düzeyleri

Veri modeli, gerçek dünyanın bir tanımı ya da sanal modelidir. Veri modelleme ise, farklı veri soyutlama düzeylerindeki tanımlama ya da görünümleri formalleştiren işlemdir. Şekil 2.5'te veri soyutlama ve veri modeli düzeyleri görülmektedir. Gerçek dünya, karmaşık mekansal olgulardan oluştuğu için mevcut olan her şeyi tek bir veri modelinin göstermesi mümkün değildir. Yani, farklı kullanıcılar; aynı (coğrafi) konumda farklı veri modellerine göre veri toplamaya çalışabilirler (Lo ve Yeung, 2002). Bu model, *dış (harici) model* olarak adlandırılır. Konunun uzmanları mekansal modellemeyi özellikle bu aşamada yaparlar (Molenaar, 1998; Kainz, 2004). Bazı kaynaklarda dış model, kavramsal model içinde ele alınmaktadır.

Veri tabanı terminolojisinde, kavramsal model; kullanıcının gerçek dünyayı algılayışını gösterir. Kavramsal düzeyde veri soyutlama, bilgisayar ortamında gerçekleştirme için herhangi bir endişe taşımaksızın, kullanıcının gerçek dünya görüşüne ilişkin bilgi içeriği tanımlaması ile sıkı bir biçimde sınırlıdır. Bu; veri tabanı tasarım işleminin bir parçası olmasına karşın, kavramsal modellerin veri tabanından bağımsız olduğu anlamına gelir (Lo ve Yeung, 2002). Kavramsal düzeyde, uygulamanın veri türleri, ilişkileri ve kısıtlamaları üzerine odaklanılır. Varlık-ilişki (E-R) diyagramları ve birleştirilmiş modelleme dili (UML) bu aşamada kullanılmaktadır (Shekhar ve Chawla, 2003).



Şekil 2.5 Veri soyutlama ve veri modeli düzeyleri (USGS, 1998)

Mantıksal model, bir ticari VTYS yazılımına uygun olarak kavramsal modelin gerçekleştirilmesidir. *İç (dahili) model, gerçekleştirme modeli, veri tabanı modeli* olarak da adlandırılmaktadır. Mantıksal modeller; hiyerarşik, ağ, ilişkisel ve nesne yönelimli modeller

ile oluşturulabilir. Mantıksal model, kavramsal modelden farklı olarak belirli bir VTYS'ne bağlıdır, fakat verilerin depolama aygıtları üzerindeki fiziksel organizasyonundan bağımsızdır (Jones, 1997; Lo ve Yeung, 2002; Shekhar ve Chawla, 2003).

Fiziksel model, donanıma bağımlıdır ve öncelikle veri tabanına ilişkin gerçekleştirme ayrıntıları ile ilgilidir (Lo ve Yeung, 2002). Depolama, indeksleme ve bellek yönetimi; bu düzeyde ele alınır (Shekhar ve Chawla, 2003).

2.2.3 Geometrik Veri Modelleri

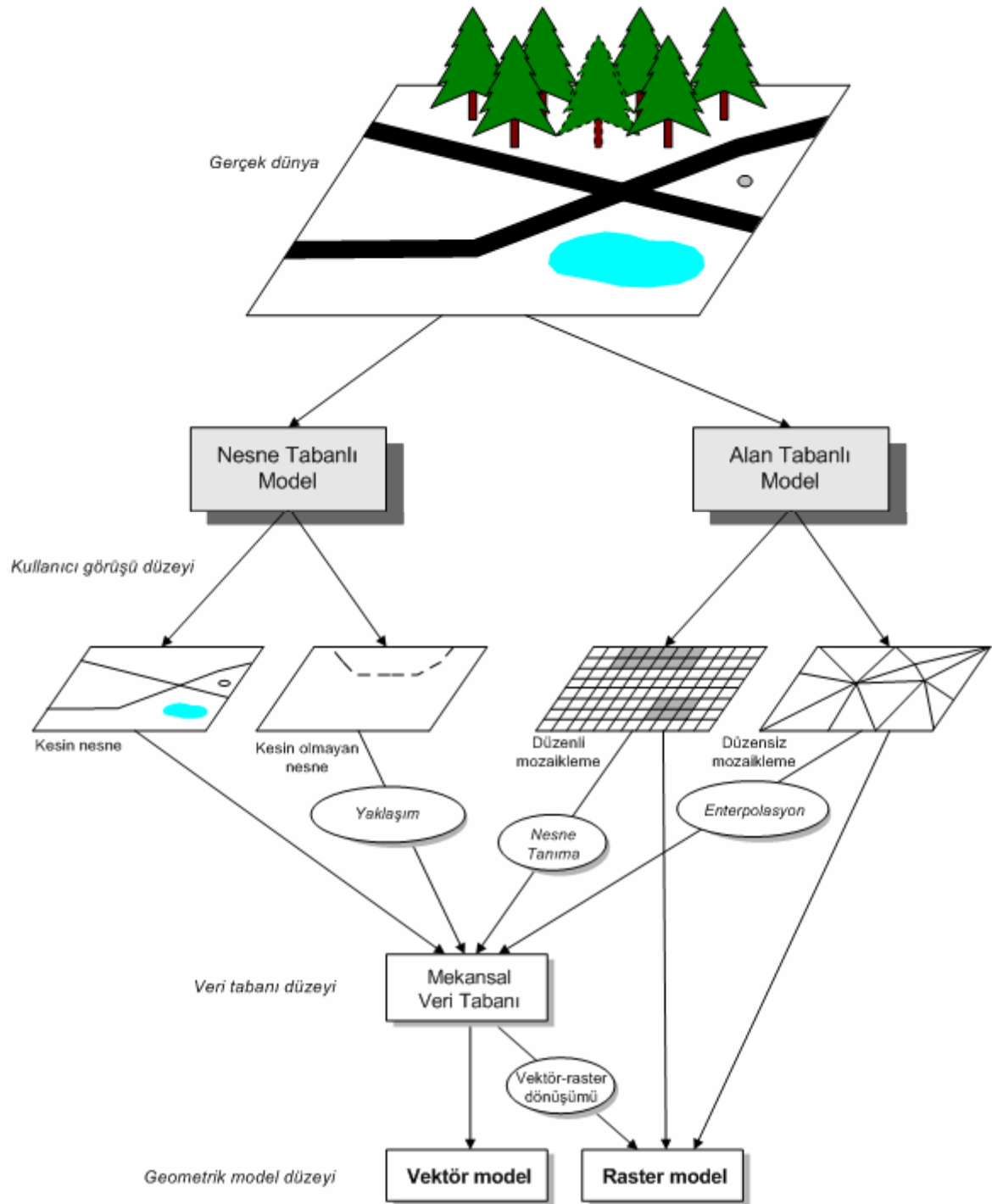
Mekansal veriler, veri tabanlarında coğrafi mekan (gerçek dünya) gösterimine ilişkin iki farklı yaklaşımına yol açan iki temel biçimde mekanı gösterirler (Şekil 2.6): nesne tabanlı (object-based) model ve alan tabanlı (field-based) model.

Nesne tabanlı model, coğrafi mekanı ayrık ve tanımlanabilir olgulardan oluşmuş olarak ele alır (Lo ve Yeung, 2002). Bir mekansal nesne şu özellikleri taşır: (1) Belirli sınırları ya da mekansal büyüklüğü/kapsamı vardır. (2) Hedeflenen uygulamanın konusuyla ilgilidir. (3) Genel olarak öznitelik olarak adlandırılan bir ya da daha fazla özelliği ile tanımlanabilir. Gerçekte, iki tür mekansal nesne vardır. Mekansal nesneler, iyi belirlenmiş sınırlara sahip ise kesin nesneler olarak adlandırılır. Örn. binalar, parseller vb. Eğer sınırlar, belirlenebilir, fakat iyi tanımlı değilse kesin olmayan ya da bulanık nesneler olarak adlandırılırlar. Örn., toprak türleri, ormanlar vb. Ayrıca, nesneler; doğalarına ve toplandıkları çözünürlüğe/ölçeğe göre mekansal veri tabanında nokta, çizgi veya alan olarak gösterilirler.

Alan tabanlı model, coğrafi mekanı sürekli olarak değişebilen bir ya da daha fazla olgudan oluşmuş olarak ele alır. Örn. yeryüzündeki sıcaklık, atmosferdeki kirlilik konsantrasyonları vb. (Jones, 1997; Lo ve Yeung, 2002).

Veri tabanı düzeyinde, bir mekansal veri tabanı; nesne tabanlı model ya da alan tabanlı model kullanılarak yapılandırılabilir. Nesne tabanlı veri tabanlarında temel mekansal birimler, ayrık nesnelerdir. Kesin olmayan nesneler, yaklaşık olarak ayrık nesneler olarak modellenirler. Ayrık nesneler, nesne tanıma ve matematiksel enterpolasyon yoluyla alan tabanlı nesnelerden de elde edilebilir. Nesne tabanlı mekansal veri tabanlarında veriler çoğunlukla koordinat listeleri biçiminde gösterildiği için, bu tür veri tabanları genellikle *vektör veri modeli* olarak tanımlanır. Bir mekansal veri tabanı, alan tabanlı model olarak yapılandırıldığında, temel mekansal birim; mekansal verileri gösteren farklı biçimlerde mozaiklemelemelerdir. En yaygın olarak kullanılan mozaikleme türü, kare ya da dikdörtgen hücrelerin sonlu gridi olduğu için

alan tabanlı veri tabanları genel olarak *raster veri modeli* olarak tanımlanır.



Şekil 2.6 Geometrik veri modelleri ve modelleme yaklaşımları (Lo ve Yeung, 2002)

3. CBS VE SAYISAL KARTOGRAFYADA GENELLEŞTİRME

3.1 Tanım

Bir işlem olarak genelleştirme, hedef ölçeğe ve amaca göre, bazı coğrafi verilere ya da coğrafi verilerin grafik gösterimlerine uygulanan işlemler olarak kabul edilebilir. Başka bir ifade ile genelleştirme; ayrıntılı mekansal veri kaynağından ya da setinden, semantik ve geometrik dönüşümlerle istenen özelliklere uygun, sayısal ya da işaretli olarak kodlanmış, daha az ayrıntıya sahip bir veri seti türetme işlemi olarak tanımlanabilir (Smaalen, 1996; Weibel, 1997; Jones, 1997; Jaakkola, 1998).

Amaç ölçeği küçültmek ise, veriler genelleştirme ile okunaklı hale dönüştürülmeye çalışılır. Amaç tematik ise, genelleştirme ile belirli temalar vurgulanırken diğerleri azaltılır (Regnauld, 2001).

3.2 Genelleştirme Kavramı

Genelleştirme, tamamlayıcı terimi olan soyutlama ile yakından ilgilidir. Soyutlama (abstraction), genel ve önemli bileşenleri korumak amacıyla somut gerçeklikten özel ya da gereksiz ayrıntıların elenmesi anlamına gelir (Brassel ve Weibel, 2002):

$$\text{genelleştirme çözümü} = \frac{\text{somut gerçeklik} - \text{soyutlanmış bileşenler}}{(\text{önemli mesaj}) \quad (\text{önemsiz bilgiler})}$$

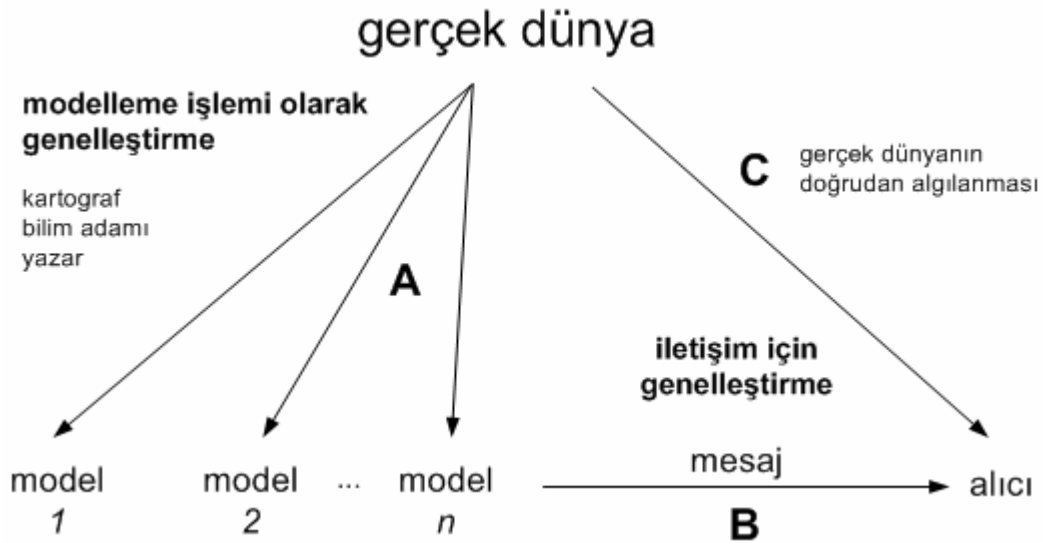
Buna göre, önemli mesajı güçlendirmek için bazı bileşenler (önemsiz bilgiler) elenir. Soyutlamanın aksine, genelleştirme terimi; işlemde korunan genel içeriklere odaklanır. Genelleştirme işlemi, böylece farklı özelliklere sahip gerçeklik içinde önemli olanı arar. Önemli mesaj, soyutlanmış bileşenlerin verilen durum (veri tabanı ya da haritanın amacı) için önemsiz olması koşuluyla, çok çeşitliliğe sahip somut gerçekliğin seçilmiş özelliklerini ifade eder. Yukarıdaki ifade, aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

$$\text{somut gerçeklik} = \text{önemli mesaj} + \text{soyutlanmış bileşenler} \\ (\text{önemsiz bilgiler})$$

Gerçeklik, bir çok farklı yöntemle genelleştirilebilir fakat her zaman için genelleştirme önemlinin önemsizden ayrımı anlamına gelir ve verilen durum için neyin önemli olduğuna karar verilmesini gerektirir. Bu amaçla, genelleştirme iki adımdan oluşur: (1) önemli nesnelere karar verme, (2) gerçek dönüşüm işlemi. Hem karar verme hem de dönüşüm işlemleri oldukça karmaşık olabilir ve yaratıcı bir çözüme gereksinim duyulabilir. İlki, karar

vericinin entelektüel analiz yeteneği ve değer yargılarını gerektirir. Gerçek dönüşüm işlemi, ayırık gözlemlerden soyutlama kuralları, bütünleştirici kurallar ve tasarımlar bulma anlamına gelir. Bu; motivasyon ve değer yargılarının eşlik ettiği algılama, biliş ve ezberleme işlemlerine dayanır. Bu nedenle, genelleştirme; çok çaba gerektiren entelektüel ve yaratıcı bir işlemdir.

Genelleştirmenin diğer bir yanı, modellemedir. Model; daha önce ifade edildiği gibi bir gerçek dünya olgusu ya da işleminin soyutlanmış/genelleştirilmiş gösterimidir. Modellerin iki önemli özelliği vardır: (1) gösterdikleri olguların ya da işlemlerin tüm özelliklerini değil yalnızca seçilmiş bir alt kümesini gösterirler ve (2) her zaman belirli bir amaç için tasarlanırlar. Modeller, orijinal (olgu ya da işlem) ile gerçekleştirilemeyecek belirli işler için kullanılırlar ve işe bağlı olarak, basit ya da karmaşık olabilirler. Kural olarak modeller, orijinal olgunun ya da işlemin eldeki işi gerçekleştirmek için gerekli olan özelliklerini tam olarak yansıtmalıdır. Eğer bir model, orijinale ilişkin çok fazla özellik gösterirse gereksiz oranda karmaşık hale gelir; eğer yeterli özellik yansıtmazsa amacına hizmet edemez. (Model olarak) genelleştirilmiş bir harita ya da veri tabanı, amacı için gerekli olan gerçek dünyaya ilişkin mekansal özellikleri eksiksiz olarak göstermelidir. Genel olarak, modeller; gerçek dünyayı daha iyi anlamak için kullanılır. Bunun yanında, mekansal kavramları diğer kişilere iletme için de modeller kullanılır. Şekil 3.1’de A özel alana, B ise genel alana (herkese) ilişkindir. Etkili iletişim için iki önemli bileşen, büyük öneme sahiptir: (a) gösterilecek mesajların seçimi ve (b) seçilmiş mesajların gösterimi.



Şekil 3.1 Modelleme işlemi olarak genelleştirme (A), iletişim için genelleştirme (B) ve bir gözlemci tarafından gerçek dünyanın doğrudan algılanması (C) (Brassel ve Weibel, 2002)

3.3 Genelleştirmeyi Gerekli Kılan Faktörler

Genelleştirmeyi gerekli kılan faktörler aşağıdaki gibi listelenebilir (Weibel ve Dutton, 1999):

- *Birincil (temel) veri tabanını kurmak*: Hedeflenen uygulamalara uygun çözünürlükte ve içerikte coğrafi mekanın sayısal modelini oluşturmak ve veri girmek:
 - nesneleri seçmek
 - nesneleri gerçeğe yakın olarak modellemek
- *Kaynakları ekonomik olarak kullanmak*: Tolere edilebilir (ve kontrol edilebilir) doğruluk sınırları içinde filtreleme ve seçme ile bilgisayar kaynaklarının kullanımını en aza indirmek:
 - depolama alanını korumak
 - işlem zamanını korumak
- *Veri sağlamlığını artırmak/sağlamak*: Hatalı ve/veya gereksiz ayrıntıları indirgeyerek temiz, fazlalıklardan arınmış ve tutarlı mekansal veri tabanları oluşturmak:
 - gereksiz yüksek yoğunluklu ayrıntıyı azaltmak
 - veri toplamaya ilişkin hataları ve rasgele değişimleri bulmak ve ortadan kaldırmak
 - veri entegrasyonu için heterojen verilerin çözünürlüğünü ve doğruluğunu homojenleştirmek (standartlaştırmak)
- *Farklı amaçlar için veri ve haritalar türetmek*: Ayrıntılı, çok amaçlı veri tabanından özel gereksinimlere göre veri ve harita ürünleri türetmek:
 - ikincil (daha küçük) ölçekte ve/veya konuya özgü veri setleri türetmek
 - özel amaçlı haritalar derlemek
 - yinelemelerden kaçınmak, tutarlılığı artırmak
- *Görsel iletişimi eniyilemek*: Anlamlı ve okunaklı gösterimler geliştirmek:
 - veri tabanının kartografik gösterimlerinin okunaklılığını korumak
 - ana konuya odaklanarak açık bir mesaj taşımak
 - değişen çıktı ortamının özelliklerine adapte olmak

Klasik kartografik genelleştirme, yukarıdaki listede özellikle son madde ve kısmen sondan bir önceki madde ile, nesne genelleştirme ve model genelleştirme ise daha çok ilk üç madde ve kısmen dördüncü madde ile ilgilidir.

3.4 Ölçek ve Çözünürlük

Haritalar, her zaman yeryüzünü küçültülmüş olarak gösterirler. Büyüklükteki bu indirgeme, harita ölçeği ile ifade edilir. Bir mekansal model, belirli bir soyutlama düzeyinde bazı

mekansal olguları gösterir. Model, coğrafi veri tabanı biçiminde olduğunda, bu karmaşıklık düzeyi çözünürlük yardımıyla gösterilebilir (Peng, 2000). Çözünürlük, “verilere dahil edilen ya da veriler içinden ayırdedilebilen/seçilebilen en küçük nesne ya da özellik” olarak tanımlanır (Goodchild, 1991). Ölçek ve çözünürlük farklı anlamlara gelse de her ölçekte kullanışlı/okunaklı olarak gösterilebilecek nesne büyüklüğü için bir alt sınır olduğundan bu kavramlar birbirleriyle yakından ilgilidir (Jaoa, 1998). Nesne tabanlı (vektörel) bir mekansal veri tabanı için dört tür çözünürlükten söz edilebilir (Şekil 3.2): Semantik çözünürlük, geometrik çözünürlük, zamansal çözünürlük ve grafik çözünürlük. Zamansal çözünürlük ve özellikleri, bu çalışmanın kapsamı dışındadır.



Şekil 3.2 Nesne tabanlı (vektörel) mekansal veri tabanlarında çözünürlük türleri

3.4.1 Semantik Çözünürlük

Semantik çözünürlük, bir veri tabanındaki nesne türünün semantik soyutlama düzeyini gösteren bir tanımlamadır. Beş özellik içerir (Peng, 2000):

- Bağlı olduğu sınıflandırma hiyerarşisinde bir sınıfın (nesne türünün) konumlandığı düzey;
- Bağlı olduğu sınıflandırma hiyerarşisinde bir sınıfın özniteliğinin bağlı olduğu değer alanının konumlandığı düzey;
- Bağlı olduğu birleştirme veya birliktelik hiyerarşisinde bir sınıfın konumlandığı düzey;
- Bir sınıfın içerdiği nesne sayısı;
- Bir sınıfın içerdiği öznitelik sayısı.

Bu beş özellik ve bir veri tabanının içerdiği sınıf sayısı, veri tabanının semantik çözünürlüğünü belirler. Semantik çözünürlük derecelendirilebilir, fakat ölçülemez.

3.4.2 Geometrik Çözünürlük

Geometrik çözünürlük, bir veri tabanındaki nesne türünün geometrik soyutlama düzeyini gösteren bir tanımlamadır. Dört özellik içerir (Peng, 2000): a) geometri türü, b) minimum nesne büyüklüğü, c) minimum mesafe ve d) minimum granülarite (nesne ayrıntısı).

- *Geometri türü*: Vektör yaklaşımında, bir mekansal nesnenin geometrisi iki boyutlu alan türü, tek boyutlu çizgi türü ya da sıfır boyutlu nokta türü ile tanımlanabilir. Boyutlar ne kadar büyükse geometrik çözünürlük de o kadar yüksektir.
- *Minimum nesne büyüklüğü*: Alansal nesneler için minimum alan değeri ya da çizgisel nesneler için minimum uzunluk. Yalnızca, eşik değere eşit ya da bu değerden daha büyük nesneler veri tabanında tanımlanabilir ve yer alabilir. Başka bir ifadeyle, veri tabanı; eşik değerden daha küçük nesnelerle ilgilenilmeyen uygulamalar için uygundur. Bununla birlikte, bu kriter, veri tabanında nokta olarak tanımlanan nesnelere anlamsız olacağı için uygulanmamalıdır.
- *Minimum mesafe*: Veri tabanının iki komşu nesneyi ayırdedebileceği minimum mesafedir. Geometrik olarak bağlantısız iki komşu nesne, aralarındaki mesafe bu eşik değerden küçük ise daha büyük bir nesne haline gelebilir. Bu, veri tabanının belirtilen eşik değerden daha küçük nesne mesafesi ile ilgilenilmeyen uygulamalar için uygun olduğu anlamına gelir. Örneğin, otobüs navigasyonunda iki metreden dar sokaklarla ilgilenilmeyebilir, fakat motosiklet navigasyonu için bu sokaklar önemli olabilir.
- *Minimum granülarite*: Bir nesnenin geometrik ayrıntıları, eğer eşik değerden küçükse veri tabanında tanımlanamaz ve yer alamaz. Bu, veri tabanının bir nesneye ilişkin bu eşik değerden daha ayrıntılı geometrik bilgi sağlayamayacağı anlamına gelir.

Geometrik çözünürlüğün bu üç özelliği, tüm veri tabanından çok, bir nesne türüne uygulanır ve aynı veri tabanındaki farklı nesne türleri için farklı değerler alır. Bu durum, veri toplama ve klasik kartografik genelleştirmede yaygın bir uygulamadır.

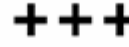
3.4.3 Grafik Çözünürlük

Bir harita üzerinde yer alabilecek en küçük çizgi kalınlığı, nokta büyüklüğü ve işaret ayrımı grafik limitler (sınırlamalar) ya da minimum (en küçük) büyüklükler olarak ifade edilmektedir (Şekil 3.3). Burada, çözünürlük tanımı dikkate alınarak minimum büyüklüklerin ilgili ölçekteki karşılığı, grafik çözünürlük olarak ifade edilmiştir. Minimum büyüklükler, kullanılan görüntüleme ortamı ve teknolojisi kadar algısal kriterlere de bağlıdır. Bu nedenle, etkileşimli haritalar için kağıt haritalardan daha büyük olacaktır (Şekil 3.4). İşaretlerin grafik limitleri, ilgili görsel algı limitlerinden önemli oranda daha büyük seçilmelidir. Aşağıda

verilen değerler, beyaz kağıt üzerinde siyah renkli işaretler için geçerlidir. Renkli ya da gri tonlu işaretler için bu değerler arttırılmalıdır (AGENT Consortium, 1999). Seçilen minimum büyüklükler, her ülkenin kartografik geleneklerine göre bazı farklılıklar gösterebilmektedir.

4:1	1:1	Minimum Büyüklük	Minimum Çizgi Kalınlığı	Minimum Aralık	Açıklama
			0.08 mm 0.10 mm 0.08 mm	0.20 mm 0.25 mm	beyaz kağıt üzerine siyah çizgi ince çift çizgi çizgi dizileri mm'ye üç çizgi
		0.30 mm 0.15 mm	0.08 mm 0.08 mm 0.15 mm	0.40 mm	kıvrımlar çok küçük kıvrımlar yeteri kadar büyük noktalı çizgi
		0.35 mm 0.30 mm 0.50 mm	0.08 mm	0.20 mm 0.25 mm 0.15 mm	dolu kare dar dikdörtgen ayrım mesafesi girintiler uzun binalar içi boş kare
		0.80 mm 1.00 mm 0.30 mm	0.12 mm 0.10 mm		çarpyı/artı içi boş işaret nokta
		1.00 mm	0.08 mm		renk tonlu alanlar

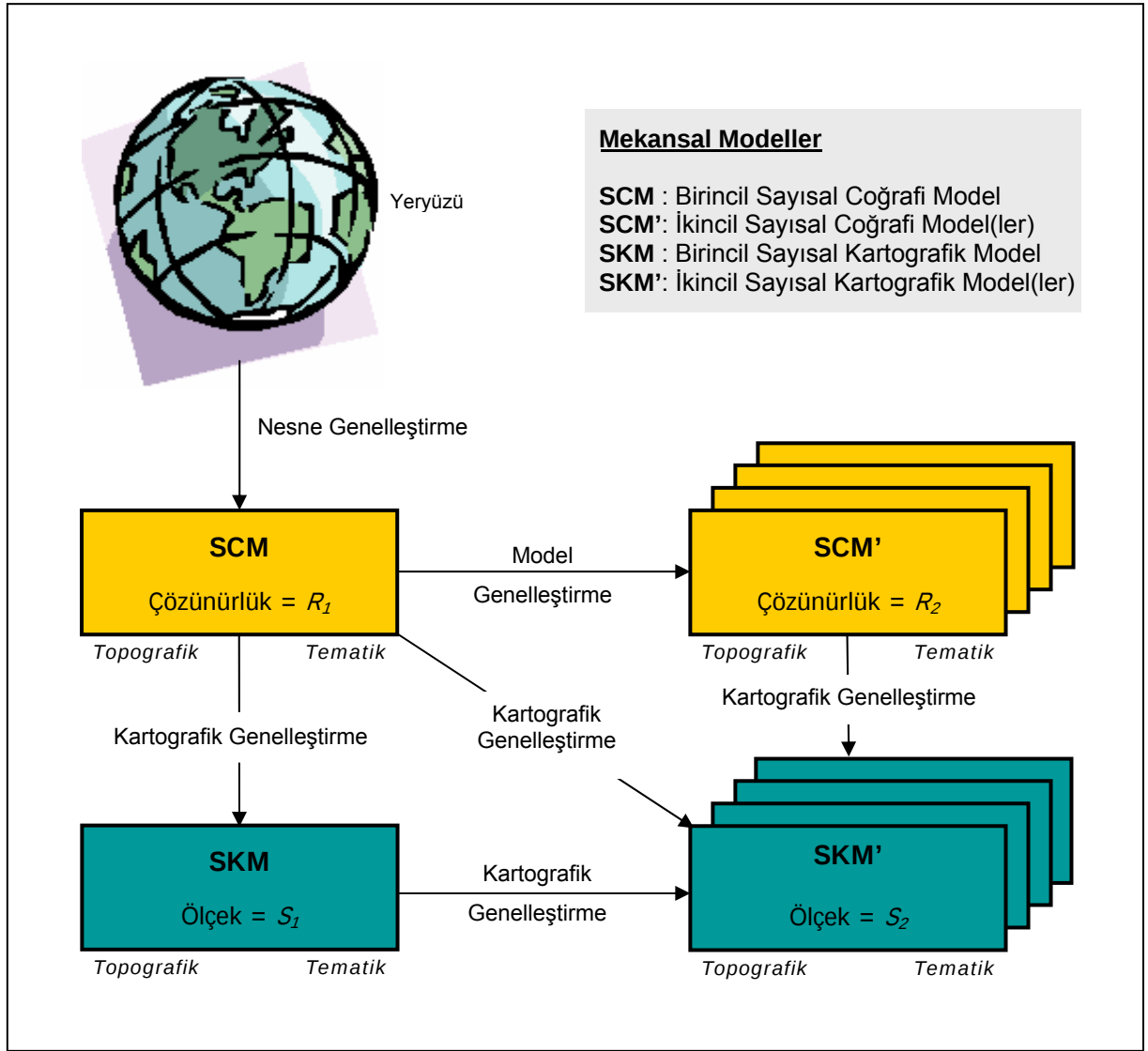
Şekil 3.3 İsviçre kartografya yönergelerinden basılı haritalar için grafik limitlere ilişkin örnekler (AGENT Consortium, 1999)

Ekran da işaret tasarımı	Ekran 1:1	Minimum Büyük lük	Minimum Aralık	Açıklama
Noktasal işaretler				
  	  	5 piksel	2 piksel	Çarpı/artı
 	 	7-9 piksel		Dış sınır
   	  	5 piksel	2 piksel	Dış sınır
   	  	5 piksel	2 piksel	Yuvarlak
   	  	5 piksel	2 piksel	Dış sınır
Çizgisel işaretler				
		1 piksel		yaklaşık 0.3 mm
		1 piksel	2 piksel	Çift çizgi
		1 piksel	2 piksel	Çift çizgi
		4 piksel		Min. genişlik
		2 piksel	3 piksel	Noktalı çizgi
Alansal işaretler				
   	  	5 piksel		Dolu kare, döndürülmüş
   	  	3 piksel		İç kısım
   	  		2 piksel	Boşluk

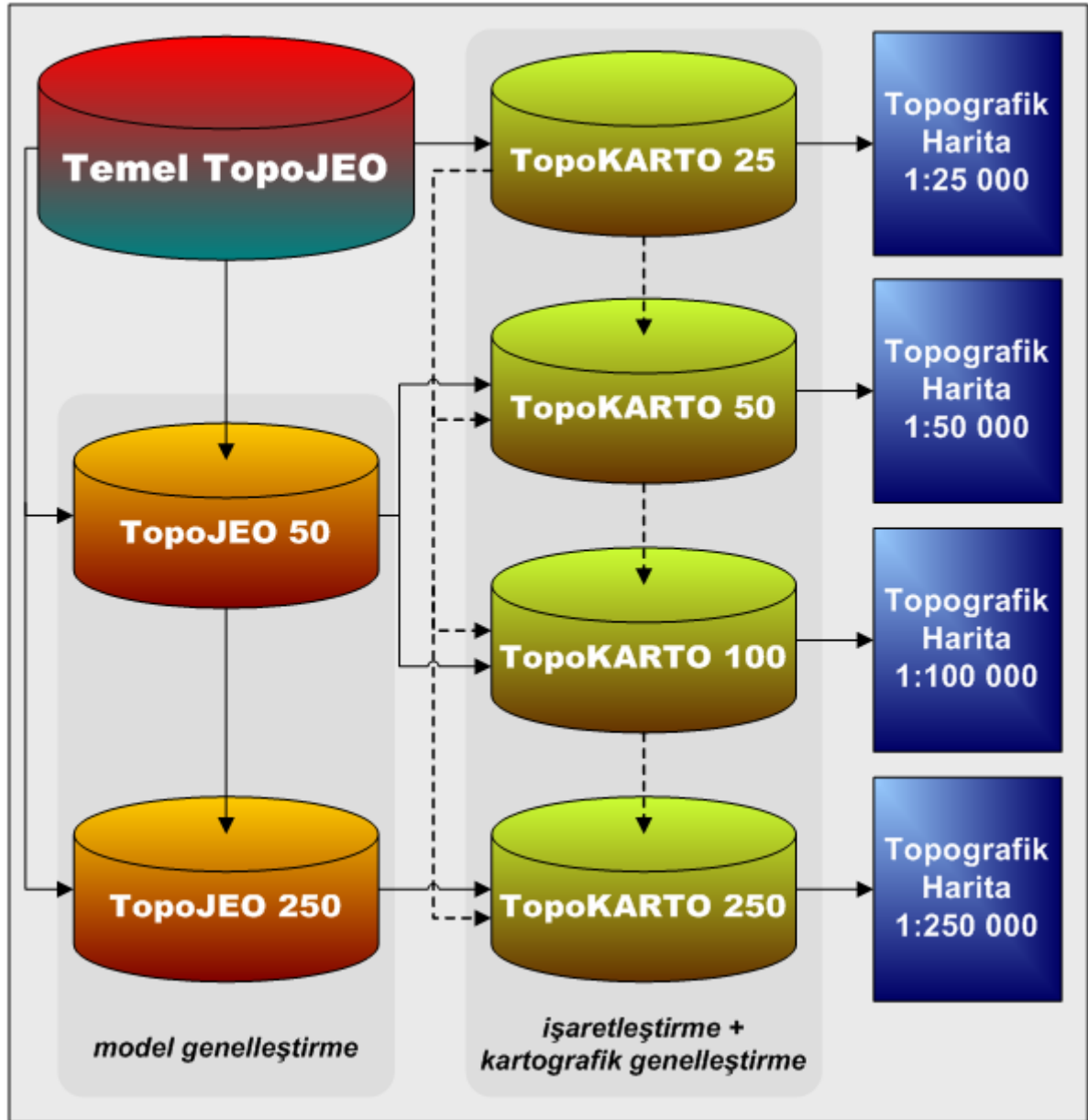
Şekil 3.4 Ekran haritaları için grafik limitler [5]

3.5 CBS Ortamında Genelleştirme Türleri

CBS ortamında genelleştirme kavramı, coğrafi mekanı farklı ayrıntı düzeylerinde modellemek ve görselleştirmek amacıyla üç aşamalı olarak ele alınır: nesne genelleştirme (veri toplama genelleştirmesi), model (veri tabanı) genelleştirme ve kartografik genelleştirme (Şekil 3.5). Genel olarak topografik veri ve harita üreten haritacılık kurumlarında genelleştirme bağlamında üretim için olası bir akış şeması Şekil 3.6’te görülmektedir.



Şekil 3.5 Farklı ayrıntı düzeylerinde mekansal modelleme ve genelleştirme (Jaoa, 1998; Başaraner, 2002a)



Şekil 3.6 Haritacılık kurumlarında mekansal veri tabanları ve haritalar için olası üretim akış şeması

3.5.1 Nesne (Obj) Genelleştirme

Bu işlem, birincil sayısal coğrafi model (SCM) olarak adlandırılan orijinal veri tabanının tanımlanması ve kurulması sırasında kullanılır. Veri tabanları; gerçek dünyanın bir kısmının soyut gösterimleri olduğundan, hedeflenen kullanımlar açısından konuya ilişkin bilgilerin gösterilmesi için (soyutlama, seçme ve indirgeme anlamında) bir miktar genelleştirme kaçınılmazdır. Burada, genelleştirme perspektifinden bakılmasına rağmen, bu işlem; insani yorumlama becerileri ile kombine edilerek (konuya ilişkin nesne sınıflarını, onların özelliklerini ve ilişkilerini tanımlayan) semantik ve geometrik modelleme yöntemleri, ayrıca

kullanılan örnekleme yöntemleri (örnekleme stratejisi, istenen çözünürlük ve doğruluğu tanımlama) ile yeteri kadar açıklanabilir (Weibel ve Dutton, 1999; Brassel ve Weibel, 2002).

3.5.2 Model (Veri Tabanı) Genelleştirme

Model genelleştirme, birincil coğrafi veri tabanından ya da setinden daha düşük geometrik, semantik ve/veya zamansal çözünürlüğe sahip ikincil coğrafi veri taban(lar)ı ya da set(ler)i elde edilirken yapılan genelleştirme işlemleridir.

Model genelleştirmenin başlıca amaçlarından biri; geometrik, semantik ve/veya zamansal bakımdan *kontrollü veri indirgemedir*. Veri indirgeme bir çok amaca hizmet edebilir. Klasik amaç, depolama gereksinimlerini azaltmak ya da işlem hızını artırmaktır. Diğer önemli bir neden, bir veri setinin doğruluğu ve çözünürlüğünü indirgeyerek veri bütünleme işleminde farklı veri setlerinin homojenleştirilmesidir. Eğer veri indirgeme (sürekli verilere) filtreleme işlemi olarak uygulanırsa, verilere ilişkin hataların denetlenmesi ve elimine edilmesi mümkün olabilir. Diğer önemli bir model genelleştirme amacı ise, *çoklu doğruluk ve çözünürlük düzeylerinde veri tabanlarının türetilmesidir*. Bu, orijinal coğrafi veri tabanından indirgenmiş içeriğe sahip (daha düşük çözünürlüklü) coğrafi veri tabanı elde etmeye eşdeğerdir. Son olarak, model genelleştirme, kartografik genelleştirmeye bir *ön işlem* olarak hizmet edebilir. Örneğin, amaca uygun nesnelerin seçimi, bütünüyle modele yönelik olabilir ve koordinatlar yapılması istenen haritanın ölçeğine uygun bir çözünürlüğe filtrelenebilir. Bu yaklaşım önce coğrafi veri tabanını daha düşük çözünürlüklü bir coğrafi veri tabanına indirgemeye ve daha sonra kartografik veri tabanı ya da harita elde etmeye karşılık gelir (Weibel, 1995).

Model genelleştirme; geometrinin zorunlu kıldığı abartma, öteleme, iyileştirme gibi kartografik görselleştirmeye yönelik işlemleri içermeyen kartografik genelleştirmenin bir alt kümesi olarak kabul edilebilir (Grünreich, 1993). Grafik gösterime yönelik değildir, bu nedenle artistik ve sezgisel bileşenler içermez. Aksine bütünüyle formal olarak tanımlanabilen işlemleri içerir (Weibel ve Dutton, 1999).

Genel olarak model genelleştirme için tüm prosedürler tarafından karşılanması gereken bazı temel gereksinimler şunlardır (Weibel, 1995):

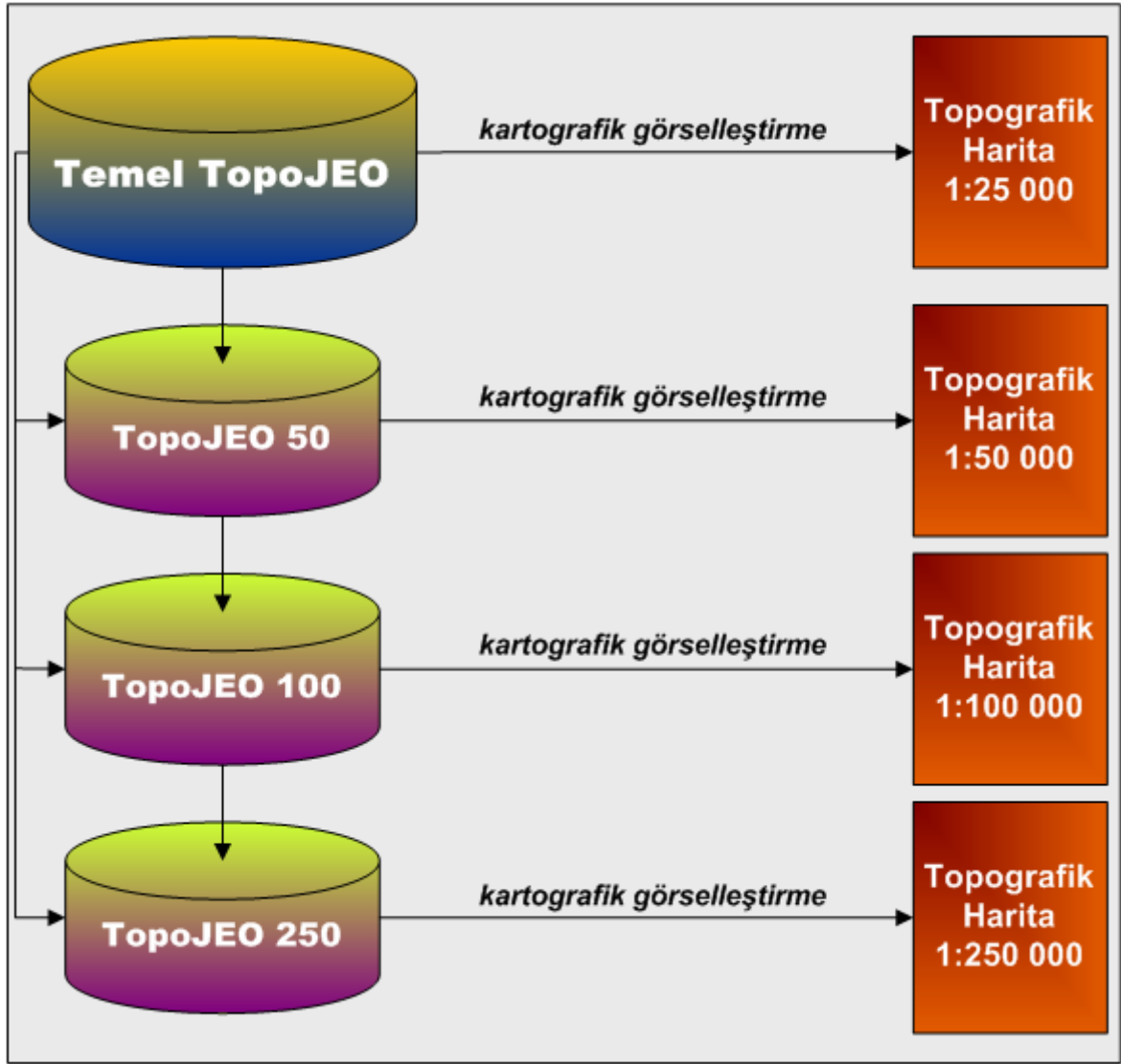
- Yöntem tahmin edilebilir ve tekrarlanabilir sonuçlar üretmelidir.
- Elde edilen modelin orijinal modelden sapmaları, en aza indirgenmeli ya da en azından verilen maksimum toleransı aşmamalıdır.
- Veri hacmi maksimum miktarda azaltılmalıdır.

- Orijinal modelde modellenen nesnelerin bütünlüğü (örneğin topolojik tutarlılık) bozulmamalıdır.
- Kullanıcı açısından, işlem olabildiğince az parametre tarafından kontrol edilebilir olmalı ve girdi parametreleri ile model geliştirme sonuçları arasındaki ilişki net olmalıdır.
- Hesaplamalar, genellikle verimli sonuçlar sağlayacak biçimde hızlandırılmalıdır.

Meng (2000), CBS'nin geleceğe yönelik gelişimi için model geliştirme ve kartografik geliştirme arasında net bir ayrımın yapılması gerektiği ifade etmiştir. Bu düşünceye göre, hedef harita, altlık haritadan geliştirilmeyecek, yalnızca eşdeğer ölçek aralığı içinde geliştirilmiş coğrafi veri tabanından sunum olarak türetilecektir (Şekil 3.7). Model yaklaşımı genel olarak aşağıdaki avantajlara sahiptir:

- Göreceli olarak nesnel veri indirgeme ve göreceli olarak öznel harita organizasyonu ayrı olarak ele alınmaktadır. Problem ikiye bölündüğü için, bu mantıksal yaklaşım, ayrık problemi tam otomatik ve karşılaştırmadan çözme şansını artırır.
- Coğrafi veri tabanı ve harita ürünü arasındaki ayrım, CBS alanında modele dayalı veri analizi ve haritaya dayalı mekan planlama için artan talebe yanıt verir.

Bu avantajların yanında coğrafi veri tabanının çoklu gösterimi açısından bazı dezavantajlar da söz konusudur. Burada her ikincil coğrafi veri tabanı, temel coğrafi veri tabanından yola çıkılarak türetildiği için tutarlılığı korumak güçtür. İkincil coğrafi veri tabanları arasındaki eksik bağlantıdan dolayı temel coğrafi veri tabanından elde edilen sonuçların ikincil coğrafi veri tabanlarına aşamalı yayılması da mümkün değildir. Alternatif yöntem ise, ikincil coğrafi veri tabanlarının aşamalı olarak geliştirilmesidir. Her aşamada nesne değişimi, ardışık coğrafi veri tabanlarına bağlanarak çözünürlük boyutu içinde sürdürülebilir. Böylece temel coğrafi veri tabanlarından değişimlerin diğer veri tabanlarına yayılması için ön gereksinim karşılanmış olur. Pratik açıdan bu iki yaklaşım birleştirilebilir.



şekil 3.7 Coğrafi veri tabanına dayalı harita yapımı (Meng, 2000)

3.5.3 Kartografik Genelleştirme

Harita; yeryüzü gerçekliğinin doğrudan aktarımı değil, işaretler aracılığıyla mekansal formun ve yapının anlaşılmasına, gösterilen olguların önemli özelliklerinin ayırđedilmesine yardımcı olan amaca uygun gösterimidir.

Kartografik genelleştirme, mekansal gerçekliğin haritada gösterebilmek amacıyla basitleştirilmesi/indirgenmesi anlamına gelir (Brassel ve Weibel, 2002). Mekansal bilgilerin grafik iletişiminde temel bir işlemdir (Jones, 1997). Kartografik genelleştirme; ölçek ve/veya amaca bağlı olarak harita nesnelerinin önemlilerine vurgu yapıp diğerlerini azaltarak, aralarındaki mantıksal ve belirli ilişkileri koruyarak ve estetik kaliteyi sürdürerek bir haritadaki karmaşıklığı azaltmayı amaçlar. Ana hedef, haritanın kolaylıkla algılanabilmesi ve harita ile aktarılmak istenen konunun kolaylıkla anlaşılabilmesi için grafik olarak nitelikli ve

anlaşılır haritalar oluşturmaktır (Weibel, 1997; Weibel ve Dutton, 1999). Ölçek; haritaların tasarımı, üretimi ve kullanımını etkileyen ana faktördür. Şekil 3.8’de farklı ölçeklerdeki haritaların genel özellikleri görülmektedir (Lo ve Yeung, 2002). Kaynak haritadan hedef haritaya ölçek küçültürken, birikimli etkiye sahip iki problemle karşılaşılır: harita üzerindeki mevcut fiziksel alan küçültülür ve bir çok nesne, halen görülebilir olmaları için büyütülür. Her iki problem, harita nesneleri arasında mevcut alan için bir rekabete yol açar. Bu durum; işaretlerin basitleştirilmesi, nesnelerin yalnızca alt kümelerinin gösterilmesi ve bazı nesnelerin ötelenmesi ile çözülebilir (Weibel, 1997; Weibel ve Dutton, 1999).

Ölçek	1:1 000	1:5 000	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:1 000 000	1:2 500 000
Açıklama	BÜYÜK ÖLÇEK			ORTA ÖLÇEK			KÜÇÜK ÖLÇEK	
Genel Özellikler	- Küçük nesneler gösterilir - Geometrik şekiller gösterilir			- Küçük nesneler yok olur - Geometrik şekiller genelleştirilir - Harita ayrıntısı ve harita kapsamının büyüklüğü arasında iyi uzlaşma sağlanır			- Nesneler işaretleştirilir, örn. alanlar noktasal ya da çizgisel işaretler ile gösterilir - Makro nesneler gösterilir, örn. iklim bölgeleri	

Şekil 3.8 Büyük, orta ve küçük ölçekli haritaların genel özellikleri (Lo ve Yeung, 2002)

3.6 Kartografik genelleştirme İşlemleri

AGENT projesinde benimsenen kartografik genelleştirme işlemlerine ilişkin en son ve en yeni sınıflandırma, Çizelge 3.1’de verilmektedir (AGENT Consortium, 1999). Ayrıca, McMaster ve Shea (1992) kısmen farklı bir sınıflandırma sunmaktadır. Bildirici ve Uçar (2000) ise Alman ekolündeki sınıflandırmayı vermektedirler.

Çizelge 3.1 Kartografik genelleştirme işlemleri (AGENT Consortium, 1999)

Semantik dönüşüm		Sınıflandırma	Semantik Seçme	Uygulamaya ilişkin sınıfların alt kümesini seçme				
			Semantik Gruplandırma	Semantik çözünürlüğü değiştirme (sınıflandırma hiyerarşisinde hareket etme)				
Geometrik dönüşüm		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 türetilebilir 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	Ayrık nesneleri birleştirme	
					Kombinasyon	Bir nesne grubunu, daha üst boyutta bir nesne olarak birleştirme		
				Birleştirme	Birden fazla nesne olarak birleştir	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) ayrık nesnelerden oluşturulabilir ya da (yol parçaları gibi) tek bir nesnenin parçalanması ile de oluşturulabilir. İlk tür yapılandırma, ikinci tür şematikleştirme olarak adlandırılır.	

3.6.1 Semantik Dönüşüm İşlemleri

Semantik dönüşüm işlemleri, veri tabanı şemasında sınıflar ve/veya öznitelikler üzerinde işlemler gerçekleştirir ve geometriyi doğrudan değiştirmez. Özellikle model (veri tabanı) genelleştirme aşamasında gereklidir. Bununla birlikte, haritalar genelleştirilirken semantik dönüşümler kullanılabilir. Bu konuda, farklı yazarlar kısmen farklı sınıflandırmalar yapmışlardır (Peng, 1997; Molenaar, 1998; Morgenstern ve Schürer, 1999; Meng, 2000; Peng, 2000).

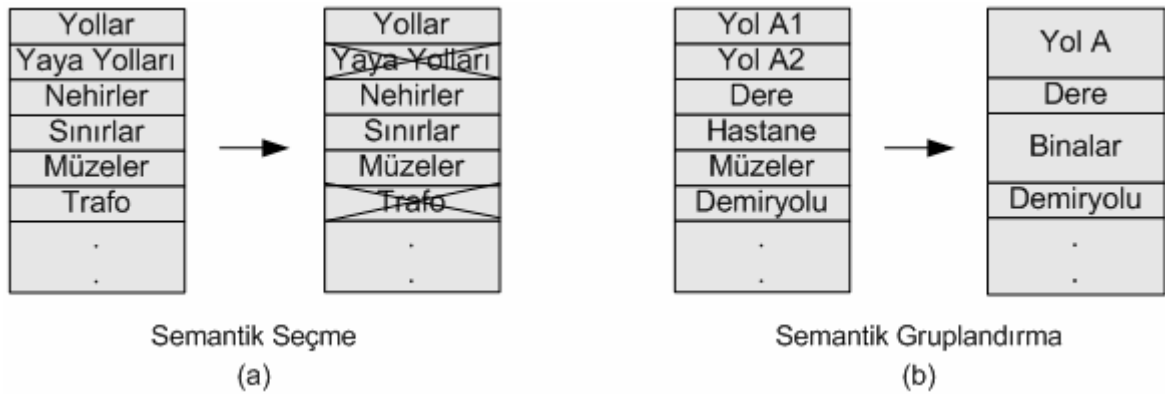
3.6.1.1 Sınıflandırma

Semantik Seçme

Semantik seçme işlemi ile, harita amacına bağlı olarak uygulamaya ilişkin nesne sınıfları veri tabanından çekilir (Şekil 3.9.a). Örn. yol haritası için yolları seçme.

Semantik Gruplandırma

Bu işlem bir veri tabanının ya da haritanın semantik çözünürlüğünü değiştirir (Şekil 3.9.b). Hem sınıflara hem de özniteliklere uygulanabilir.



Şekil 3.9 Sınıflandırma. (a) semantik seçme, (b) semantik gruplandırma (AGENT Consortium, 1999)

3.6.2 Geometrik Dönüşüm İşlemleri

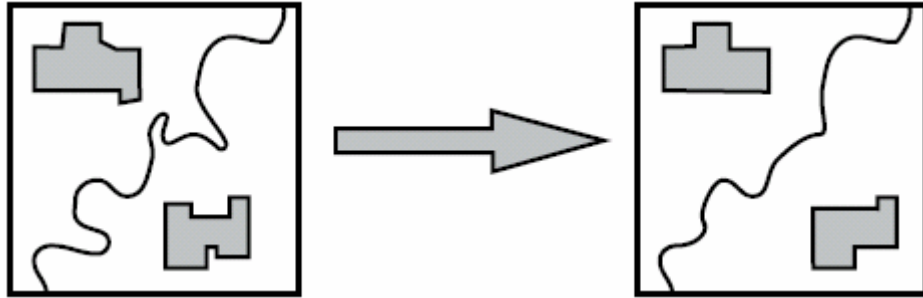
Çizelge 3.1’de ilk gruptaki işlemler, yalnızca tek nesnelerin geometrilerini değiştirirken, son gruptaki işlemler, bir nesne kümesini dönüştürür. Ortadaki grup, diğerlerini birbirine bağlayan öteleme ve seçme/elemeyi içerir.

3.6.2.1 Basitleştirme

Basitleştirme, çizgisel ve alansal gösterimleri oluşturan ayrıntıları azaltır. Nokta nesneler söz konusu olduğunda, basitleştirme elemeye eşdeğerdir. Çizgi ve alanların basitleştirilmesi, genellikle nesnelerin orijinal geometrik tanımlamasında kullanılan noktaların silinmesi ile olur (Jones, 1997). Literatürde basitleştirme; basitleştirilmiş bir çizginin, orijinal koordinatlarının alt kümesinden oluştuğunu ifade etmek için genellikle “filtreleme” olarak ifade edilir. Bununla birlikte, orijinal çizgide kullanılmayan noktaları hesaplayarak basitleştirilmiş çizgileri elde eden algoritmalar da olduğundan bu sınırlama uygun değildir. Bu algoritmalar, ayrıntıyı elemek için koordinatları yeniden konumlandırır ya da koordinatları değiştirir. Bu nedenle yumuşatma algoritmaları değil basitleştirme algoritmaları olarak sunulmaktadır (AGENT Consortium, 1999).

Ayıklama

Orijinal koordinatların alt kümesini kullanarak basitleştirilmiş çizginin gösterimidir. Algoritmalar, ya şekli ifade eden noktaları seçer ya da çizginin karakterini ifade etmek için gereksiz kabul edilen noktaları atar (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Ayıklama (ESRI, 1996)

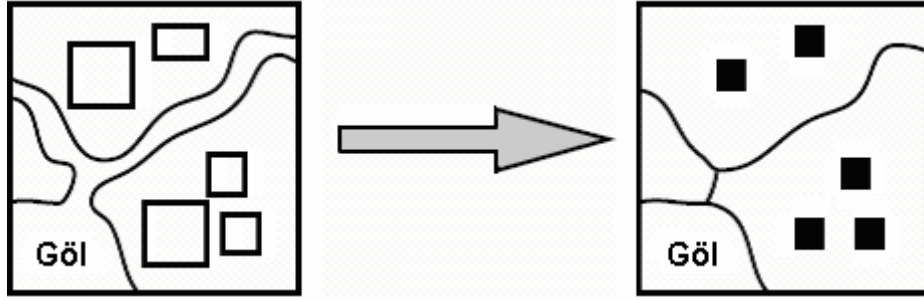
Sınırlamasız Basitleştirme

Sınırlamasız basitleştirme algoritmaları, noktaları yeniden konumlandırarak basitleştirilmiş çizgiyi hesaplarlar. Bu algoritmaların çoğu, aynı zamanda yumuşatma algoritması olarak kullanılabilecekse de, temel amaçları; yalnızca çizginin eğilimini yakalamaya çalışmak değil, aynı zamanda çizgi karakterinin önemli yanlarını koruyarak istenmeyen ayrıntıların elenmesidir.

3.6.2.2 Dönüştürme

Harita üzerinde yer kalmaması, nesnelerin gerçek alansal büyüklüğü ile gösterilememesine

neden olabilir. Dönüştürme işlemi; bu problemi, çizgi ya da alan nesneleri nokta nesnelere ya da alan nesneleri çizgi nesnelere indirgeyerek çözer (Şekil 3.11). Başka bir ifadeyle, dönüştürme; boyutların indirgenmesi üzerine odaklanır: n boyutlu nesneler, $n-1$ boyuta ya da (olanaklı ise) $n-2$ boyuta indirgenir. Örneğin, alan olarak gösterilen bir kent, daha küçük ölçekte bir noktaya dönüştürülecek ve bu noktada merkezlenmiş bir nokta işareti ile gösterilecektir (Jones, 1997; AGENT Consortium, 1999).



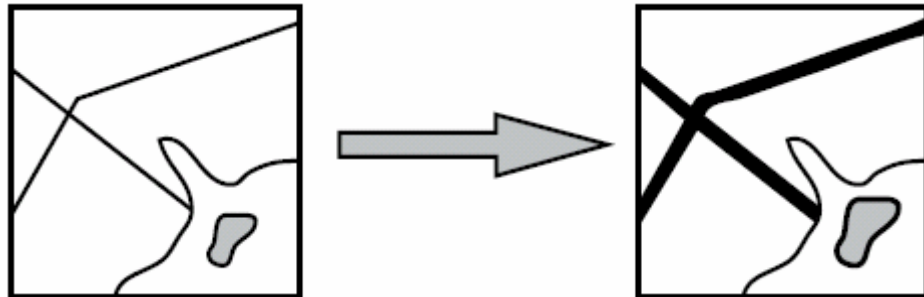
Şekil 3.11 Dönüştürme (ESRI, 1996)

3.6.2.3 İyileştirme

Bir nesnenin ya da nesneyi oluşturan parçaların grafik ya da yapısal kısıtlamaları karşılaması için iyileştirildiği bir işlemdir (AGENT Consortium, 1999).

Büyültme

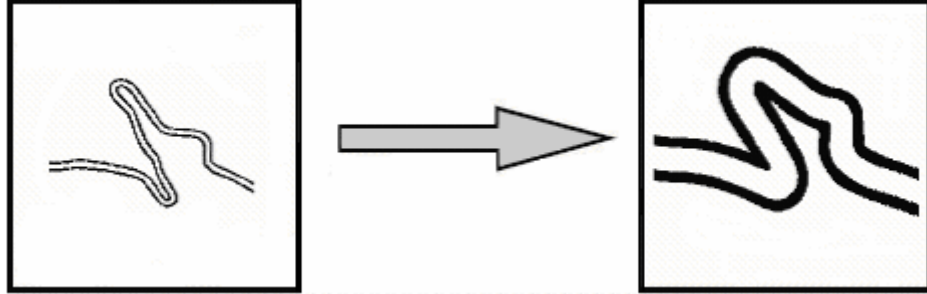
Bu işlem, her doğrultuda eşit olarak nesneleri büyültür. Sonuç, aynı şekle sahip fakat belirli bir oranda ölçeklenmiş bir nesnedir (Şekil 3.12). Büyültme; özellikle minimum büyüklüğe ulaşmaları için nesnelere uygulanabilir, fakat farklı nesneler arasındaki (hedef ölçekte ayırdedilebilecek kadar fazla olan) büyüklük farkını korumak için de kullanılabilir.



Şekil 3.12 Büyültme (ESRI, 1996)

Abartma

Nesnelerin bazı kısımlarını ya grafik kısıtlamaları sağlamadıkları için ya da bu kısımlar özel öneme sahip olduğu için büyültmek amacıyla kullanılır (Şekil 3.13).

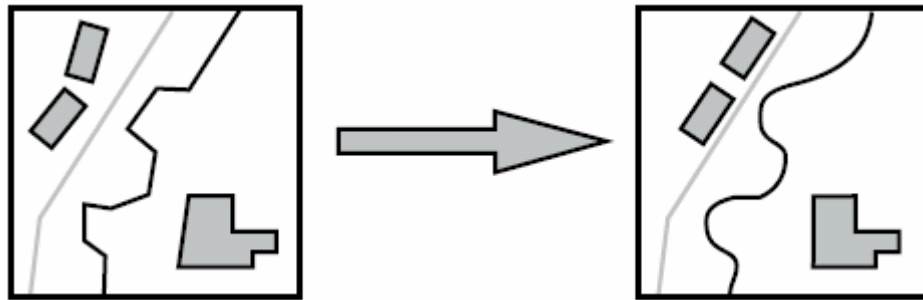


Şekil 3.13 Abartma

Yumuşatma, Düzeltme ve Fraktallaştırma

Bu işlemler, anlamlarına (semantik) göre nesnelerin şeklini iyileştirmek için nesnelere uygulanır. Bu nedenle, önemli kısımlar ya da nesnenin tümü, altta yatan doğal karakteri desteklemek ve böylece harita kullanıcılarına nesnenin türünü tanımada yardımcı olmak için iyileştirilir.

Yumuşatma, yumuşak (keskin olmayan) şekillere sahip nesnelerden ani açı değişimlerini azaltır. Düzeltme, dik köşeli şekle sahip olması beklenen nesnelerin geometrilerini düzeltir (Şekil 3.14). Fraktallaştırma, sahip olmaları beklenen kendine benzer ayrıntıları nesnelere ekler.



Şekil 3.14 Yumuşatma ve düzeltme (ESRI, 1996)

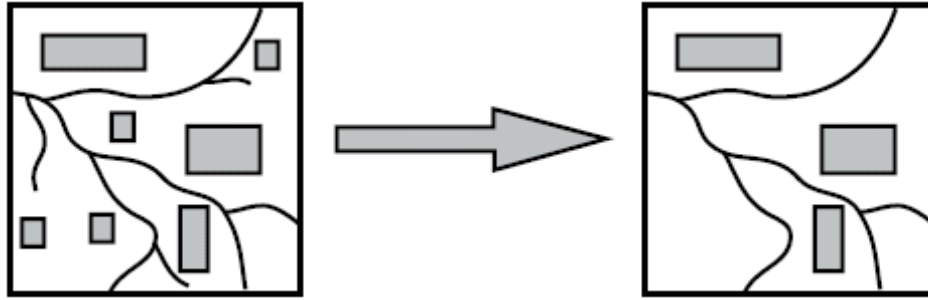
3.6.2.4 Seçme/Eleme

Seçme/eleme, bir sınıf içindeki nesnelerin sayısını azaltır (AGENT Consortium, 1999). Basit fakat hedef harita için önemsiz görülen nesneleri eleyerek harita üzerinde boş alan oluşturan

etkili bir işlemdir (Şekil 3.15). Seçme/eleme işlemlerinin denetimi, harita üzerinde uygun bilgi yoğunluğunun bilinmesine dayalıdır. Harita ölçeğine bağlı olarak harita üzerindeki nesne sayısının değişimine ilişkin basılı harita serilerinin karşılaştırıldığı deneysel çalışmalar, “Töpfer’in Radikal Kanunu” ya da “Seçme İlkesi” olarak adlandırılan bazı ilkeleri ortaya koymuştur (Jones, 1997; Weibel, 1997):

$$n_h = n_k \sqrt{\frac{S_k}{S_h}} \quad (3.1)$$

Burada, n_k kaynak nesne sayısını, S_k kaynak ölçek katsayısını, S_h hedef ölçek katsayısını ve n_h hedef nesne sayısını göstermektedir. Bu ilke, işaret büyüklüklerinin eşlenik nesne boyutlarıyla doğrudan orantılı olduğu büyük ölçekli haritalara uygulanır. Eşitliğin küçük ölçekli haritalar ve sırasıyla nokta, çizgi ve alan nesneler için çeşitli varyasyonları vardır. “Töpfer’in Radikal Kanunu”nda problem, hangi nesnelerin seçileceğini göstermemesi ve nesnelerin dağılımındaki lokal değişimi dikkate almamasıdır. Bu nedenle ölçeğe bağlı değişimi, her zaman için doğru olarak veremeyecektir (Jones, 1997; Başaraner, 2004). Otomasyon için, nesneler arasındaki minimum ayırma mesafesini dikkate alan kuralları, hedef harita için uygun semantik kategorilerin seçimine ilişkin kurallarla birlikte uygulayarak nesne sayısının belirlenmesi daha iyi olabilir (Jones, 1997).

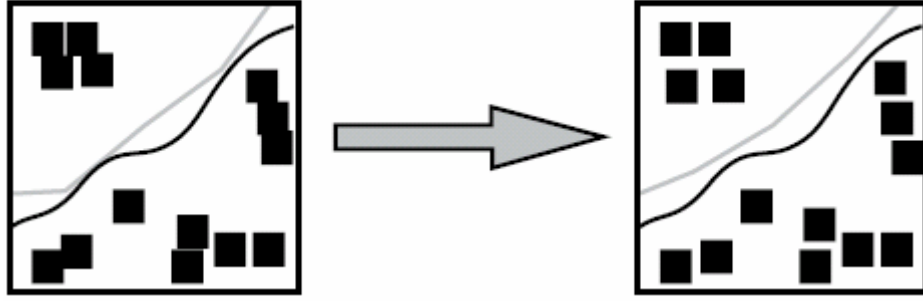


Şekil 3.15 Seçme/Eleme (ESRI, 1996)

3.6.2.5 Öteleme

Öteleme gereksinimi, genelleştirilmiş komşu geometrik nesnelerin grafik işaretleri, üst üste biner ya da net olarak ayırtedilemeyecek kadar yakın olursa ortaya çıkar (Jones, 1997). Bu işlem, uyuşmazlıkları çözmek ya da önemli komşuluk ilişkilerini korumak için önemli olabilir (AGENT Consortium, 1999). Harita işaretleri bu şekilde birbirleri ile uyuşmazlık içinde olduğunda, çözüm bir ya da daha fazla nesnenin elenmesi, birleştirilmesi ya da ötelenmesidir. Öteleme ile uyuşmazlık çözümü, iki ya da daha çok nesne arasında tümünün yer değiştirdiği

ortak bir işlem olabilir ya da tek bir nesnenin yer değişmesi ile çözülebilir (Şekil 3.16). Öteleme, genelleştirmenin en zor otomatikleştirilebilen yanı olmuştur (Jones, 1997).



Şekil 3.16 Öteleme (ESRI, 1996)

3.6.2.6 Birleştirme

Birleştirme, nesnelerin kombine edilmesi ya da daha genel olarak bir grup nesneyi başka bir grupta gösterme işlemidir (AGENT Consortium, 1999).

Birkaç nesnenin tek nesne olarak birleştirilmesi ile birkaç nesnenin yeni bir nesne grubu olarak birleştirilmesi arasında ayrım söz konusudur. Başka bir ifadeyle, ilk grup tek bir geometri oluştururken, diğeri bir nesne grubu oluşturur.

İlk grup, kaynaştırma ve kombinasyon olarak sınıflandırılmış, diğeri ise tipikleştirme olarak adlandırılmıştır.

Kaynaştırma

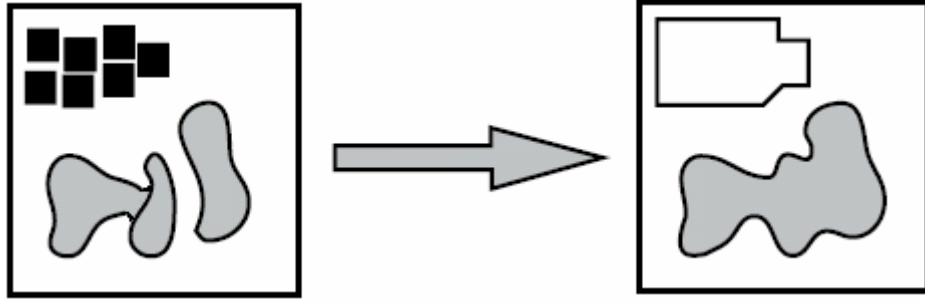
Bir nesne grubu, boyutsal değişim olmaksızın tek bir geometri olarak kaynaştırılır (Şekil 3.17). Bu işlem iki alt işleme ayrılabilir (AGENT Consortium, 1999):

Bitişikleri kaynaştırma: Aynı doğaya (sınıfa) sahip iki bağlantılı nesnenin birleştirilmesi. Bu işlem yalnızca aradaki sınırın kaldırılmasını gerektirir. Örn. iki bitişik binanın kaynaştırılması.

Ayrıkları kaynaştırma: Aynı ya da farklı sınıfların birbirine yakın ayrı nesneleri bir blok olarak birleştirilir.

Kombinasyon

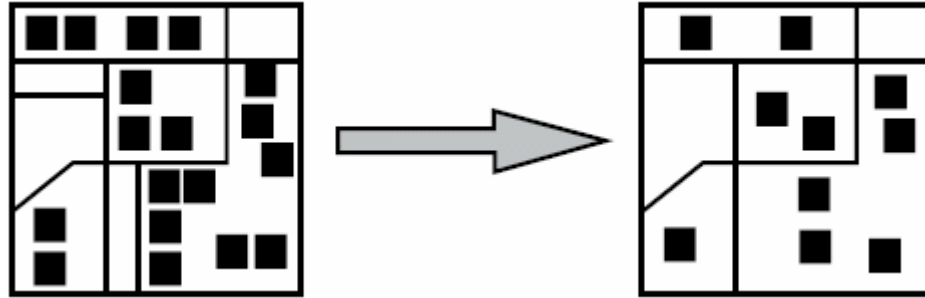
Kombinasyon, aynı sınıfa ait bir nesne grubunun, daha üst boyutlu bir nesne olarak birleştirilmesidir (Şekil 3.17). Örn. tek ağaçların kombinasyonundan orman alanının elde edilmesi.



Şekil 3.17 Kaynaştırma ve kombinasyon

Tipikleştirme

Tipikleştirmenin amacı, bir nesne grubunun formunu, yeni bir indirgenmiş nesne kümesi ile göstermektir. Yeni grup, sıklık, doğrultu vb. açısından benzer özellikler göstermelidir. Türetilen harita, orijinali ile karşılaştırıldığında, hangi nesnelerin yenileri ile değiştirildiğinin belli olması zorunlu değildir (AGENT Consortium, 1999).



Şekil 3.18 Tipikleştirme (ESRI, 1996)

3.7 Otomatik Genelleştirme İçin Stratejiler ve Yaklaşımlar

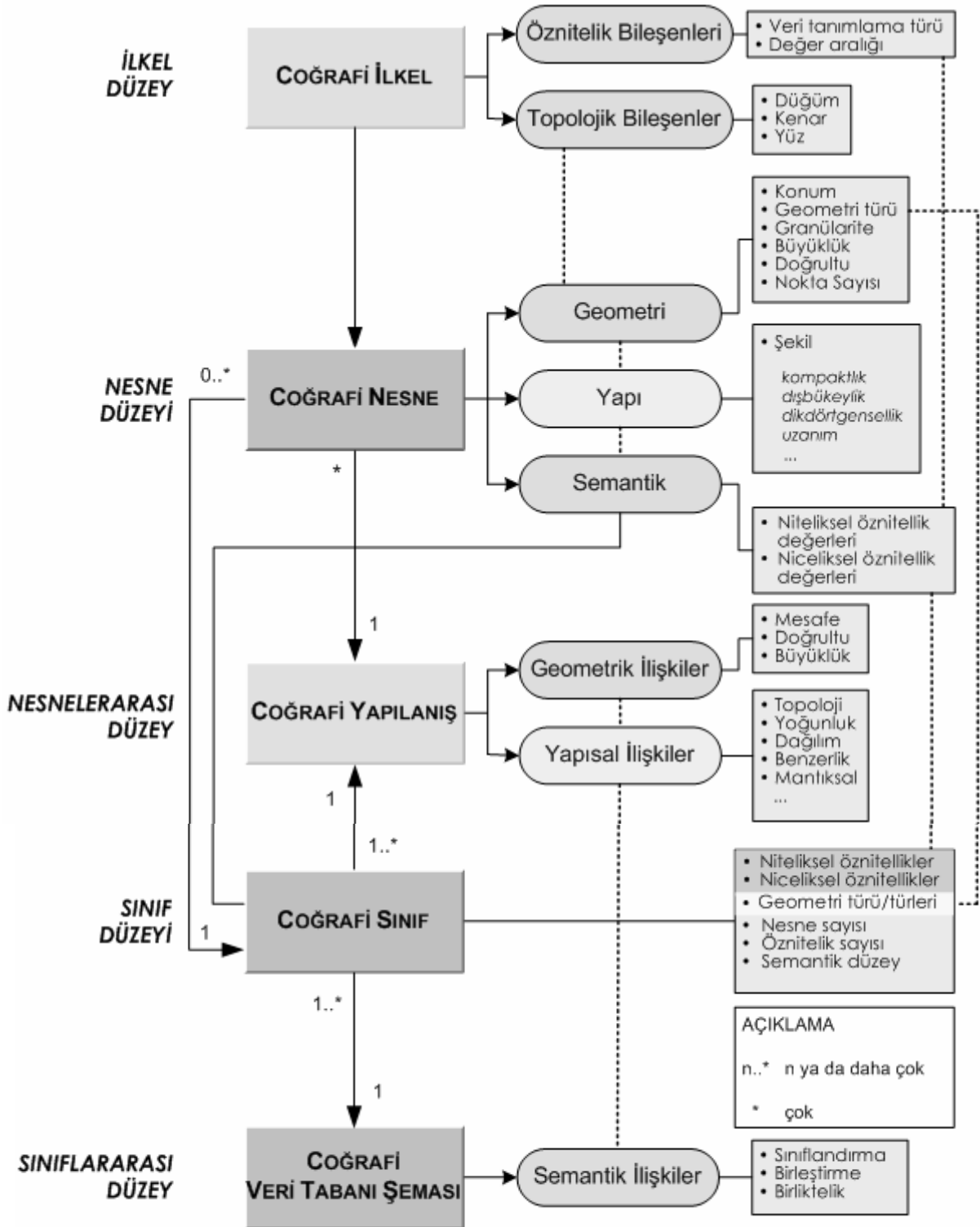
Genelleştirme işleminin otomasyonu, yalnızca bir nesnenin geometrisine göre değil coğrafi anlama dayalı kararlar veren çok esnek bir metodoloji gerektirir. Coğrafi mekan, yalnızca nesnelerin konumlarına değil aynı zamanda onların tanımlayıcı karakteristikleri ve ilişkilerine de dayalıdır. Bir kartograf genelleştirme yaparken, nesnenin şeklini, doğrultusunu, iki nesne arasındaki yakınlığı, düzeni, global mekansal dağılımı ve aynı zamanda semantik bilgileri de analiz eder. Kartograf, aynı zamanda tüm mekansal varlıklar arasında karşılaştırma da yapar ve homojen davranışı güvence altına alır. Bakışını ve analizini asla bir nesnenin konumu ile sınırlandırmaz. Kısaca, nesneleri genelleştirmek yerine diğer nesnelere göre nesneleri genelleştirmek daha güçlü bir perspektiftir (Ruas, 1998b).

Konuya, coğrafi nesnelerin bileşenleri ve veri tabanında modellenmesi dikkate alınarak yaklaşılsa daha sistematik bir çerçeve elde edilebilir. Coğrafi nesnelere ilişkin veriler, zamansal boyut dikkate alınmazsa genel olarak geometrik, semantik ve (dolaylı) yapısal verilerdir. Coğrafi nesneler ya da sınıflar arasındaki ilişkiler de geometrik ilişkiler, semantik ilişkiler ve yapısal ilişkiler ana başlığı altında toplanabilir. Burada yapı, tek bir coğrafi nesnenin iç düzeni ya da bir grup nesnenin mekan üzerindeki özel organizasyonu anlamına gelir ve genel olarak hem geometrik hem de semantik özellikler içerir. Geometrik, semantik ve yapısal özellikleri ile tanımlı coğrafi nesneler ve aralarındaki ilişkiler, çeşitli coğrafi yapılanışlar meydana getirirler. Ortak özellik ve davranışlara sahip coğrafi nesneler sınıfları ve sınıflar da veri şemasını oluşturur. Şekil 3.19'da bir coğrafi model içindeki olası kavramsal düzeyler genelleştirme bakış açısıyla verilmektedir. Burada, ilkel düzey, coğrafi nesnenin yapı taşlarını ifade eder. Nesne düzeyi, tek tek coğrafi nesneleri içeren düzeydir. Örn. bir bina, bir yol vb. Nesnelerarası düzey, belirli bir coğrafi yapılanışı oluşturan coğrafi nesneler arasındaki ilişkileri kapsayan düzeydir. Örneğin, bir ada içindeki bina grubu, yol ağının bir alt seti. Sınıf düzeyi, coğrafi sınıflara ve sınıflararası düzey, coğrafi veri tabanı şemasına ilişkin düzeydir. Örn. bina ve yol sınıfları ve bunların alt sınıfları.

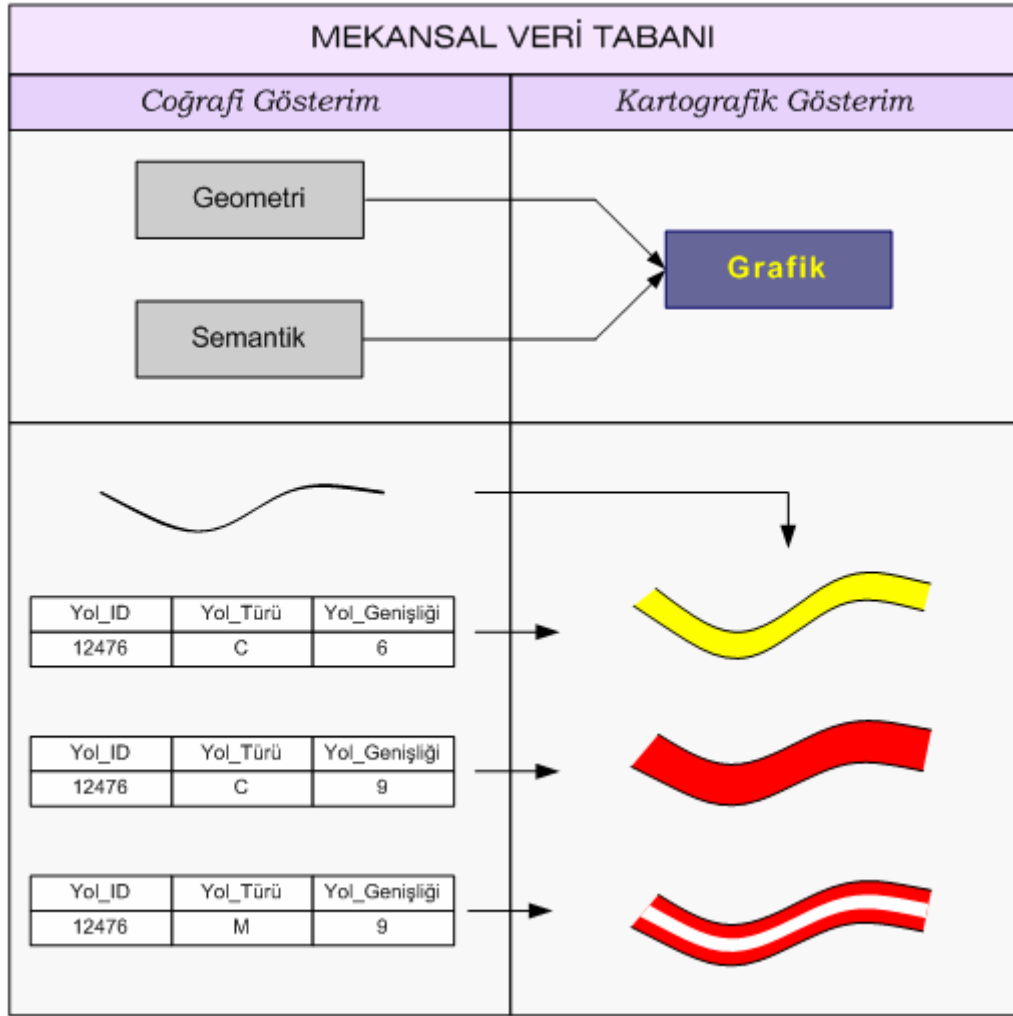
Genelleştirme işlemi, yukarıda söz edilen özellikleri ve ilişkileri etkileyecektir. Müller (1991), bir harita ya da daha genel olarak bir coğrafi veri tabanının, coğrafi gerçekliğin bir ifadesi olduğunu ve genelleştirmenin de bu ifadenin içeriğini daha genel hale getirme eğiliminde olan bilgiye yönelik bir işlem olduğunu belirtmiştir. Yani, mekansal özelliklerin ve ilişkilerin ayrıntı düzeyi daha düşük olan bir veri setinde eksiksiz korunması mümkün değildir, fakat anlamlı olarak indirgenmesi gereklidir.

Kartografik genelleştirmede coğrafi anlamı korurken kartografik özellikleri de dikkate almak gerekir. Kartografik veri seti ya da kartografik veri tabanı açısından bakılırsa, geometrik ve semantik gösterim yerine grafik gösterim söz konusudur. Yani, bir coğrafi nesnenin kartografik gösterimi, konumunu gösteren geometrisi üzerine niteliksel ve/veya niceliksel özniteliklerini gösteren grafik değişkenlerin (renk, büyüklük, dolgu, doğrultu, ton değeri, şekil, konum) atanması ile elde edilen grafik işaretler ile yapılır. Örneğin, bir coğrafi veri setinde orta ekseni ile gösterilen bir yolun genişliği ya da türü değiştiğinde semantik özniteliklerinde değişiklik yapılması yeterliyken, kartografik veri setinde bu değişim grafik değişkenlere/özniteliklere yansıyacaktır ve farklı bir işaret ile sağlanacaktır (Şekil 3.20). Nesne tabanlı (vektörel) bir mekansal veri tabanında coğrafi verilerin kartografik gösterimi, niteliksel/niceliksel özniteliklerin grafik özniteliklere ve buna bağlı olarak grafik gösterime

yansıtılması veya ilgili sınıfta çokbüyümlilik mekanizmasına dayalı bir görüntüleme metodu geliştirilmesiyle sağlanabilir.



Şekil 3.19 Bir coğrafi model içindeki olası kavramsal düzeyler



Şekil 3.20 Bir mekansal veri tabanı içinde nesnelerin coğrafi ve kartografik gösterimi

Kartografik genelleştirme işleminde, işaretleştirme ve grafik limitler/çözünürlük dikkate alınırken, geometrik, semantik ve yapısal özellikleri ve ilişkileri (coğrafi anlamı) mümkün olan en iyi şekilde korumak kaçınılmazdır. Güçlük, seçilecek uygun genelleştirme yöntemi için bu anlamı yeteri kadar doğrudan tanımlamak, formalize etmek (biçimlendirmek), elde etmek ve kullanmaktır. Bu durumda, eğer genelleştirme işlemi otomatikleştirilecekse, aşağıdaki koşulları sağlamak gereklidir (Ruas ve Lagrange, 1995; Ruas, 1998b):

- Genelleştirilmesi gereken nesnelerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri tanımlamak
- Özelliklerin mümkün olan en iyi formalizasyonunu ve gösterimini bulmak
- Bu özellikleri ve ilişkileri CBS içinde tanımlama, organize etme ve elde etme yollarını bulmak
- Bunları genelleştirme işleminde kullanabilmek

Coğrafi anlam, farklı genelleştirme yöntemlerini seçmek, önceliğini belirlemek ve elde edilen aday çözümler arasında seçim yapmak için hem ayrıntılı mekansal analitik teknikler hem de kısıtlama analizi gerektirir (Ruas, 1998b). Kartografik genelleştirme için coğrafi kısıtlamaların, kartografik kısıtlamalarla bütünleşik olarak ele alınması gerekir ki bu da problemi oldukça karmaşık hale getirir.

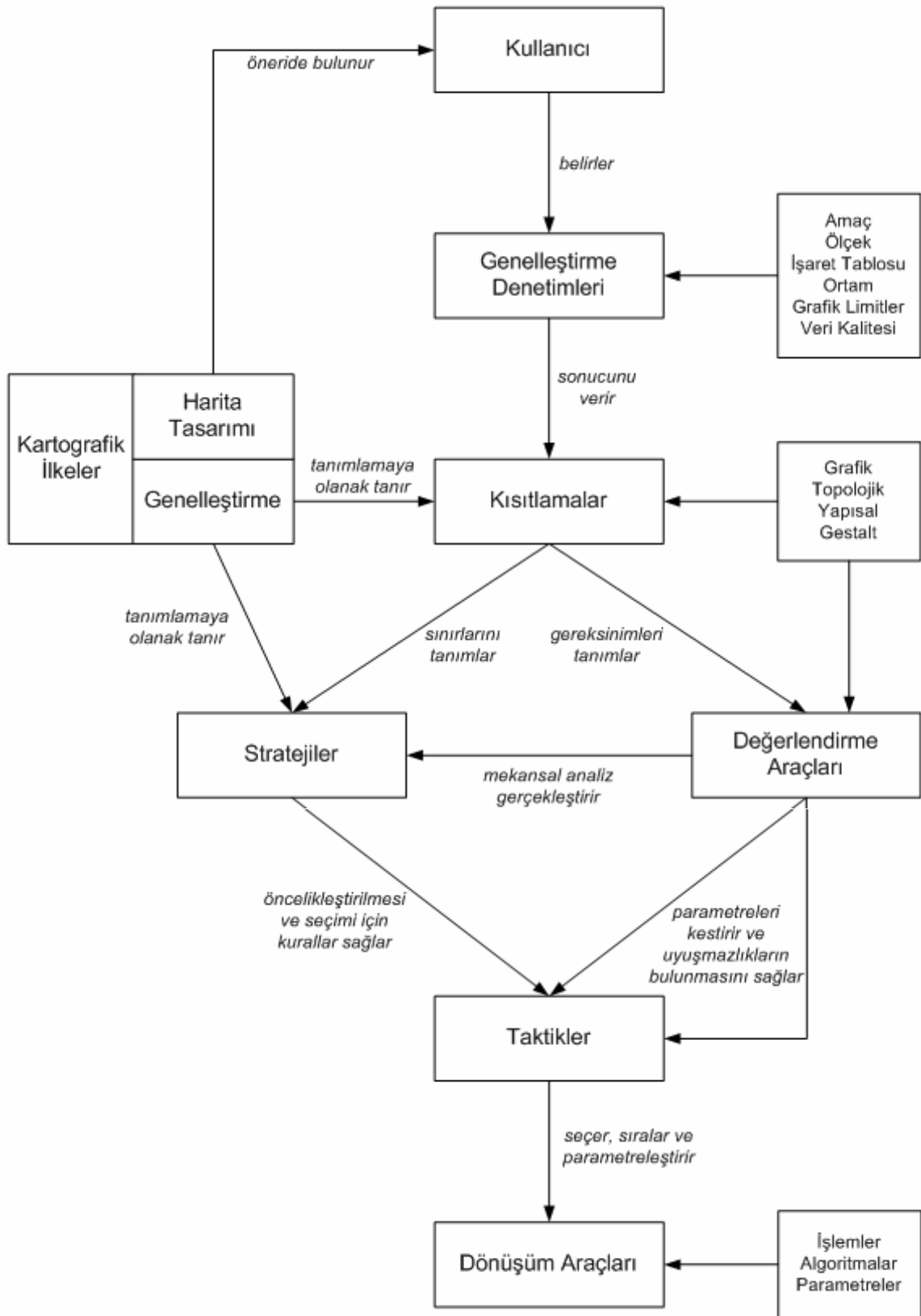
3.7.1 Kartografik Genelleştirmede Kısıtlamalara Dayalı Yaklaşım

Haritaları genelleştirirken, amacı gerçekten karşılayabilecek iyi algoritmalar tasarlamak ve geliştirmek için eldeki genelleştirme problemini etkileyen gereksinimleri ve kriterleri dikkatlice ve bütünüyle tanımlamak gereklidir. Bu da, genelleştirme kısıtlamaları kavramını ortaya çıkarır. Kartografik ya da coğrafi veri ürünlerinin yapısını ve de teknikler (algoritmalar, stratejiler vb.) arasındaki ilişkileri belirtmeye yardımcı olan kısıtlamalar, çözümlerde uyulması gereken tasarım yönergeleri olarak düşünülebilir (Weibel ve Dutton, 1998). Kısıtlamalar, mikro (lokal – bir nesne içinde), mezo (bölgesel – nesneler arası) ve makro (global – nesne sınıfları arası) düzeyde olabilir.

Şekil 3.21’de kısıtlamalara ilişkin çerçeve sunulmaktadır. Bu çerçevenin tüm bileşenleri, birbirleriyle etkileşim içinde belirli rollere ve yöntemlere sahiptirler (Weibel ve Dutton, 1998; AGENT Consortium, 1999):

- *Genelleştirme denetimleri*, üretilecek bir haritanın ya da verinin doğasını ve kullanılacak ortamı belirtir. Denetimler; harita üretim sistemlerinin tasarımcıları tarafından dışardan tanımlanan genelleştirme işleminin değişmezlerini gösterir.
- *Kısıtlamalar*, kartografik ilkelerden türetilir ve genelleştirmede uyulması gereken kriterler ve koşulları tanımlar. Farklı türde kısıtlamalar (grafik, topolojik, yapısal, Gestalt) vardır. Kısıtlamalar, ayrıca kapsamalarına göre ayırdedilebilirler. Kısıtlamaların önceliği, genelde statik değildir, bağlamsal koşullar ve nesne sınıflarının değişkenliği dikkate alınarak belirlenir, işlemleri uygulamada esneklik sağlar.
- *Stratejiler*, varsayılan (default) değerleri oluşturma, nesne sınıflarına öncelik sağlama, işlemleri sıralama, işlem bölgelerini tanımlama dahil global düzeyde bir akış diyagramı tanımlar. Kısıtlamalar ve mekansal analizlerden türetilirler.
- *Taktikler*, uygulamayı ve belirli durumlarda uygun araçların seçimini denetler. Stratejilere göre daha veri güdümlüdür (veriler tarafından yönlendirilir) ve önceden ayarlanmış varsayılan parametreleri dikkate almayabilir.

- *Değerlendirme araçları*, yapı tanıma, uyumsuzluk belirleme ve dönüşüm araçlarından elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde kullanılır. Değerlendirme araçları, kısıtlamaları devreye sokarlar ve kısıtlamaların sağlanıp sağlanmadığını belirlemek amacıyla hedef ölçekte ortaya çıkabilecek mekansal uyumsuzlukları tanımlamak için kaynak verileri analiz ederek genelleştirme işlemlerini harekete geçirmeye yardımcı olurlar.
- *Dönüşüm araçları (işlemler, algoritmalar, parametreler)*, değerlendirme araçları nesnelerdeki ya da nesneler arasındaki uyumsuzlukları denetlediğinde devreye sokulur, strateji ve taktikleri izler. *Algoritmalar*, geometrik ya da semantik olarak verileri dönüştürür. *İşlemler*, bu algoritmaları işlevsel sınıflar içinde gruplar (örn. basitleştirme, birleştirme). *Parametreler*, çalışma anında algoritmaların işleyişine yol gösterir ya da işleyişinde değişiklik yapar.



Şekil 3.21 Kartografik genelleştirmede kısıtlamalara ilişkin çerçeve (AGENT Consortium, 1999)

3.7.1.1 Denetimler

Kartografik genelleştirmede bir çok kısıtlama, bir şekilde genelleştirme denetimlerinden kaynaklanır. Bu açıdan önemli olan denetim kategorileri şunlardır (AGENT Consortium, 1999):

- *Haritanın Amacı:* Geleneksel olarak amaç; haritanın topografik harita, navigasyon haritası ya da tematik harita olup olmadığı ya da bir harita takımının ya da bir atlasın parçası olup olmadığını kapsar. CBS ile birlikte, bu sınıflamalar hem belirsizleşmiş hem de özelleşmiştir ve öncelik, bugün harita yapımından veri tabanlarının oluşturulmasına kaymıştır. Haritanın amacının özellikle harita yönergelerine dayalı üretimde, içerik ve işaretleştirmeye büyük oranda etki ettiği kabul edilir. Haritanın amacı doğrultusunda, nesne sınıfı öncelikleri ve veri tabanındaki hangi bilgilerin kullanılacağı belirlenir. Buna bağlı olarak etkin genelleştirme kısıtlamaları tanımlanır.
- *Harita Ölçeği:* İster doğrudan belirtilsin isterse diğer faktörlerden türetilsin ölçek; en kısıtlayıcı denetim faktörüdür ve genelleştirmeye yön verici her adımda yer alır. Ölçeğe bağlı yönergeler; zaman zaman işaretleştirmedeki değişimlere ek olarak harita nesnelerinin basitleştirilmesi, ötelenmesi, kaynaştırılması ve diğer dönüşümleri zorunlu kılar.
- *Harita İşaret Tablosu:* İşaretleştirme genelleştirmeyi yönlendirir. Çünkü gösterdikleri nesnelerden (verilerden) çok, harita işaretleri uyumsuzluk meydana getirir. Değerlendirme araçlarında, mekansal uyumsuzlukları etkin olarak belirlemek ve çözmek amacıyla işaret büyüklükleri ve öncelikleri dikkate alınmalıdır. Doğal olarak işaretleştirme, haritanın amacına ve ölçeğine uygun olmalıdır. Bu da denetimlerin birbirini kısıtlayabileceğini göstermektedir.
- *Çıktı Ortamı:* Çıktı ortamının fiziksel limitleri dikkate alınmalıdır. Bu limitler; çizgi kalınlığının, işaret büyüklüğünün, yazı büyüklüğünün ve stilinin, renk tonlarının, renklerin ve dokuların kullanımına etki eden grafik ve renk/gri değer çözünürlüğünü içerir. Modern baskı cihazları, aşırı sınırlamalar getirmez, fakat görüntüleme cihazının özelliklerinin son derece değişken olduğu etkileşimli görüntülerde bazı sınırlamalar söz konusudur ve genelleştirme öncesi sonucunu kestirmek güçtür.
- *Grafik Limitler/Çözünürlük:* Minimum çizgi kalınlıkları, alan ve nokta işaret büyüklükleri açık olarak belirtilmelidir ve çoğunlukla haritanın amacına bağlı olarak mümkün olandan daha büyük olmalıdır. Bu konu sf. 23'te grafik çözünürlük başlığı altında incelenmiştir.
- *Kaynak Veri Kalitesi:* Harita verilerinin doğruluğu, bazı işlemlerin (örn. öteleme) gerekliliğini ve davranışlarını etkileyebilir. Yüksek doğruluk ve ayrıntının sıklığı, diğer

işlemleri (örn. basitleştirme) etkileyebilir. CBS veri kalitesi, nesne sınıfına ve bölgeye göre değişebilir. Eğer kalite (örn. metaveri yoluyla) belgelenirse, etkileri denetlenebilir.

- *Topolojik İlişkiler:* Bunlar; düğüm, kenar ve yüzler tarafından dolaylı olarak ifade edilen bitişiklik, bağlantı ve içerme özellikleridir ve tek nesneler için hem nesne sınıfları içinde hem de nesne sınıfları arasında oluşturulabilir.

Denetimler, çoğunlukla bire bir olmasa da belirli kısıtlamaları ifade eder. Örneğin, *harita ölçeği*; nesne sıklıklarını artırarak, işaretlerin algılanabilirliği ve okunaklılığını azaltarak genelleştirmeyi yönlendirir. Çeşitli denetimler, bazı kısıtlamaları tanımlamak için kombine edilebilir. Örneğin, okunaklılık; harita ölçeğine ek olarak *çıktı ortamı*, *grafik limitler* ve *veri kalitesi* ile de denetlenir. *Haritanın amacı* ile, genelleştirme seçimlerini kısıtlayabilecek belirli standartlara ve içerik gereksinimlerine uyma anlamında okunaklılık denetlenir. Bu nedenle, işaret tabloları ve grafik limitler gibi diğer denetimleri etkiler. İyi planlanmış bir harita, kullanılan tüm nesne sınıflarını gösterecek ve de neyin önemli neyin önemsiz olduğunu, hangi doğrulukların gerekli olduğunu ve muhtemelen hangi özneliliklerin işaretletirileceğini belirtecektir. Böylece, haritanın amacı ile veri tabanı nesnelerinin grafik nesnelere dönüştürülmesinde önemli bir çok özellik denetlenir.

3.7.1.2 Kısıtlamalar

Kısıtlamalar, genelleştirme denetimlerini gerçekleştirerek algılanabilirlik, mantıksal tutarlılık ve yapısal bütünlüğün korunması gereksinimlerine yanıt vermelidirler. Kartografik genelleştirmeyi yönlendiren kısıtlamalar, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (AGENT Consortium, 1999):

- Grafik
- Topolojik
- Yapısal
- Gestalt*
- Yordamsal

Grafik kısıtlamalar, nesne ve işaret geometrisinden ortaya çıkar, temel büyüklük ve yakınlık özelliklerini belirtir ve çoğunlukla nesnelerin grafik limitleri, şekilleri ve büyüklükleri

* 1910 yılında Alman psikologlar Max Wertheimer, Wolfgang Kohler ve Kurt Koffka tarafından ortaya konan Gestalt ilkeleri, algısal sistemin ayırık görsel elemanları tutarlı yapılar, formlar biçiminde nasıl organize ettiğini ya da gruplandığını açıklar. Gestalt, form kelimesinin Almancadaki karşılığıdır. Gestaltçılar, genel forma dayanan ve bileşenler dikkate alınarak tahmin edilemeyen bir örüntü algılama teorisi önermişlerdir [7].

nedeniyle zorunlu tutulur. Tek nesneler için minimum büyüklük, minimum genişlik ve minimum uzunluk örnek olarak verilebilir. Çoklu nesneler söz konusu olduğunda, grafik kısıtlamalar; minimum ayırdedilebilirliği tanımlar ve yakınlık ilişkilerinin zorlanmasına yardımcı olur.

Topolojik kısıtlamalar, nesneler arasındaki temel topolojik ilişkilerin (bağlantı, bitişiklik, içerme) korunmasını güvence altına alır. Tek nesneler için kendini kesen çizgilerden ve alan sınırlarından kaçınılmalıdır. Çok sayıda nesne söz konusu olduğunda, geometrik dönüşümler; geriye kalan nesnelerin topolojik ilişkilerini değiştirmemelidir. Örneğin, bir yol ağında çizgiler basitleştirildiğinde, elde edilen yolların bağlantısı korunmalıdır ve yol boyunca yer alan diğer sınıfların nesneleri, yolun diğer tarafına geçmemeli ya da yol ile örtüşmemelidir.

Yapısal kısıtlamalar, hem geometrik hem de semantik yapıyı ve karşılıklı bağımlılıkları ifade eden kriterleri tanımlar. Tek nesneler düzeyinde mekansal yapı, şekle (nesnelerin iç yapısı) ve onun korunmasına (çizgilerin kıvrımlılığı, alanların dışbükeyliği/içbükeyliği) ilişkindir. Bu karmaşıklık düzeyinde, yapıyı; basit geometri ve topolojiden ayırmak güçtür. Nesne grupları için, mekansal yapısal kısıtlamalar; hizaların korunmasını (örn. yola paralel binalar, sıra sıra dizilmiş binalar), nesne kümelerini (örn. köyler ya da küçük göller), bir ya da bir kaç sınıfa ait nesneler arasındaki büyüklük ilişkilerini, nesne sıklığını (birim alana düşen nesneler), noktasal ya da küçük alansal nesnelerin mekansal dağılımını (düzenli, gruplanmış) ve yönsel düzeni (örn. bir nehir ağının yapısı – ağaç şeklinde, belirli bir merkezden yayılan vb.) tanımlar. Yapısal kısıtlamalar, aynı zamanda nesne sınıflarının ya da öznelite kategorilerinin yeniden sınıflandırılması ya da mantıksal bağlamın (örn. göl içinde yer alan bir bina ya da dağların zirvesinden geçen nehir anlamlı değildir) korunmasıyla da ilgilidir. Grafik ve topolojik kısıtlamaların aksine, yapısal kısıtlamalar; daha üst kavramları açıklar ve içerdikleri doğrudan ilişki daha azdır. Örneğin, bir nehir ağını genelleştirirken, topolojik kısıtlamalar; nehri oluşturan çizgi parçaları (segment) arasındaki bağlantıların korunmasını ve iç bağlantıların bozulmamasını sağlamalıdır. Yapısal kısıtlamalar, ağın bütününün dönüşümü için uygulanır. Bu amaçla, topolojik ölçüler (örn. β indeks, nokta erişilebilirliği), topolojik sıralama şemaları (örn. Strahler, Horton, Shreve) ya da topolojik olmayan ölçülerden (örn. akış hacmi ya da öz direnç) yararlanılabilir. Mekansal ve mantıksal yapı, her zaman hesaplamalı teknikler (yazılımlar tarafından sunulan mevcut analiz olanakları) ile anlaşılamayacağından, yapısal kısıtlamaların hem geometrik yapıyı (örn. üçgenlemeler, Voronoi çokgenleri, hiyerarşik mozaiklemler vb.) hem de semantik yapıyı (örn. özneliteleri ve meta veriyi zenginleştirerek ve çoklu devralma ile nesne yönelimli modellemeyi

kullanarak) göstermek için gelişkin veri modelleri gerektirdiği açıktır.

Gestalt kısıtlamaları, estetik ve karmaşık algısal özellikler ile ilgilidir ve büyük oranda kartografik genelleştirmenin kartografik yetkinlik ve sezgisel tasarım kararları gerektiren ilkeleri ile eşdeğer sayılabilir. Örneğin, çizginin abartılması ile çizgi karakterinin korunması, tipikleştirme ve birleştirme ile yeni nesneler oluşturulduğunda karakteristik dağılımın korunması, görsel dengenin ve hatta genelleştirme derecesinin zorlanması ya da farklı sınıflara ait nesnelerin karşılıklı etkileşimi vb. Bu gibi çoğu kısıtlama, özünde grafik olsa da, taktik kararlardan çok stratejilerle zorlanır.

Yordamsal (İşlemsel) kısıtlamalar, işlemlerin nasıl seçileceğini ve sıralanacağını ifade eder. Diğerlerine göre veriye bağımlılığı daha azdır.

Bazı kısıtlamaları tanımlamak diğerlerinden zordur. Estetik, sezgisel ve global doğalarından dolayı Gestalt kısıtlamaların, formal olarak tanımlanması daha güçtür. Topolojik kısıtlamalar, tanımlaması en kolay olandır ve genellikle Boolean (mantıksal) sonuçlar verir. Grafik kısıtlamalar, çoğunlukla biçimsel olarak tanımlanabilir, fakat çoğunlukla genelleştirme denetimlerine (örn. işaret tablosu ya da grafik limitler) bağlı olan eşik değerler gerektirirler. Yapısal kısıtlamalar arasında, tek nesnelere ilişkin olanları (örn. çizgi kıvrımlılığı) tanımlamak ve gerçekleştirmek nesne gruplarına ilişkin olanlardan daha kolaydır.

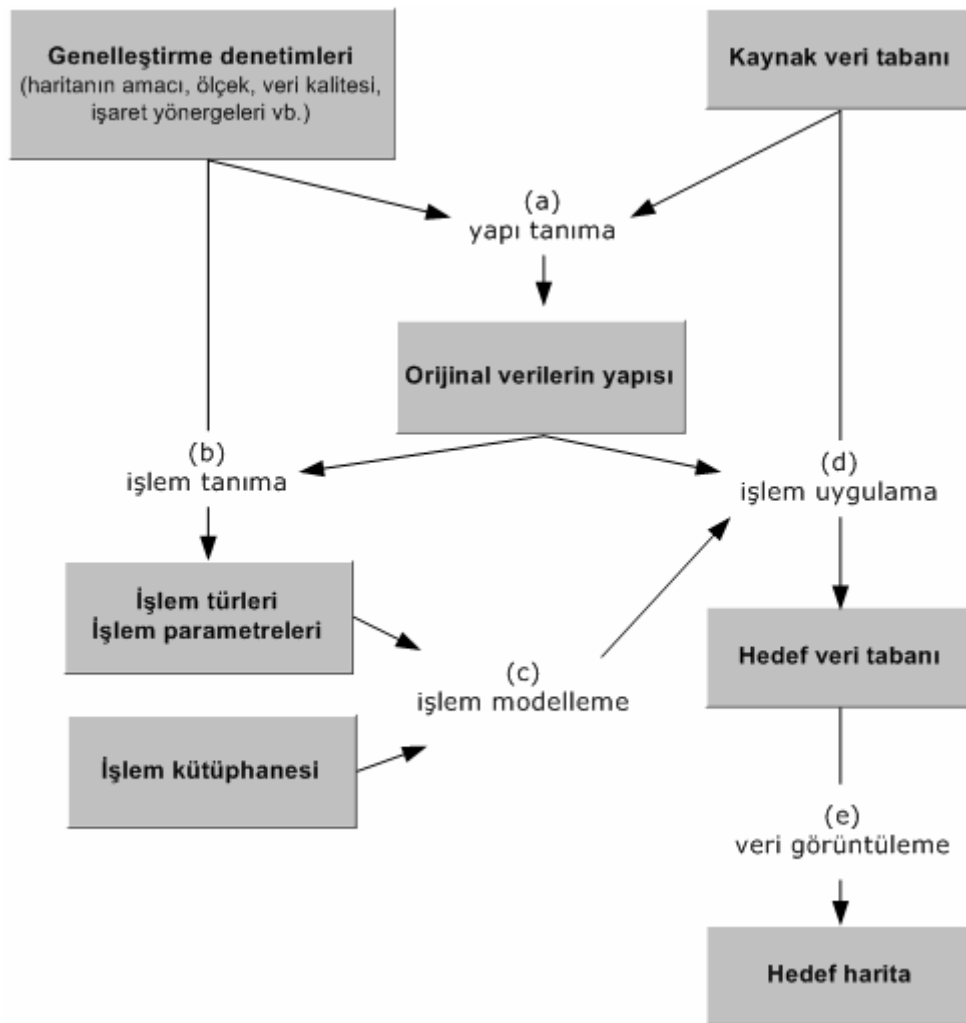
3.7.2 Diğer Yaklaşımlar

Brassel ve Weibel, genelleştirme için kavramsal bir çerçeve sunmuşlardır (Şekil 3.22). Bu çerçeveye göre, kaynak veri tabanına *yapı tanıma* işlemi uygulanır. Bu adım, nesnelerin ve nesne gruplarının, aralarındaki ilişkilerin tanımlanmasını ve bağıl önemlilik ölçülerinin oluşturulmasını hedefler. Yapı tanıma, diğer tüm adımların gerçekleştirilmesi için temel oluşturduğundan büyük öneme sahiptir. Yapı tanıma, genelleştirme denetimleri tarafından idare edilir. Geleneksel olarak, bu adım deneyimli bir kartograf tarafından haritanın görsel denetimi ve entelektüel değerlendirme ile gerçekleştirilir. Sayısal ortamda, kartometrik analiz (haritalardaki otomatik geometrik değer kazanımı) için yöntemler kullanmak mümkündür, fakat yapı tanımanın kapsamlı otomasyonu, o kadar kolay değildir. Kaynak veri tabanının genel yapıları bilindiğinde, amaca uygun genelleştirme işlemleri, *işlem tanıma* adımıyla tanımlanır. Bu adım, istenen hedef haritayı elde etmek için gerekli olan veri dönüşüm türlerinin (işlem türleri) ve de bu yordamları denetleyen belirli ölçülerin (işlem parametreleri) tanımlanmasını gerektirir. Bu adım da genelleştirme denetlemelerinden etkilenir. Sonraki adım, işlem kütüphanesinden kuralları ve yordamları derleyen *işlem modellemesidir*.

Genelleştirme, hedef veri tabanını oluşturmak için kaynak veri tabanına kuralların ve yordamların uygulandığı *işlem uygulama* adımıyla gerçekleştirilir. Son olarak, *veri görüntüleme* adımıyla hedef veri tabanı tümüyle işaretleştirilmiş hedef haritaya dönüştürülür (Brassel ve Weibel, 2002).

Ayrıca McMaster ve Shea, Brassel ve Weibel yaklaşımını, eksik bileşenleri ve özel ayrıntıları ekleyerek genişletmişlerdir. Elde ettikleri kavramsal çerçeve, genelleştirme işlemini üç aşamada yapılandırır (Brassel ve Weibel, 2002):

- Neden genelleştirme yapıldığına ilişkin amaçların dikkate alınması
- Ne zaman genelleştirme yapılması gerektiğini gösteren koşulların kartometrik açıdan değerlendirilmesi
- Nasıl genelleştirme yapılacağına ilişkin teknikleri sağlayan uygun geometrik ve semantik dönüşümlerin seçimi

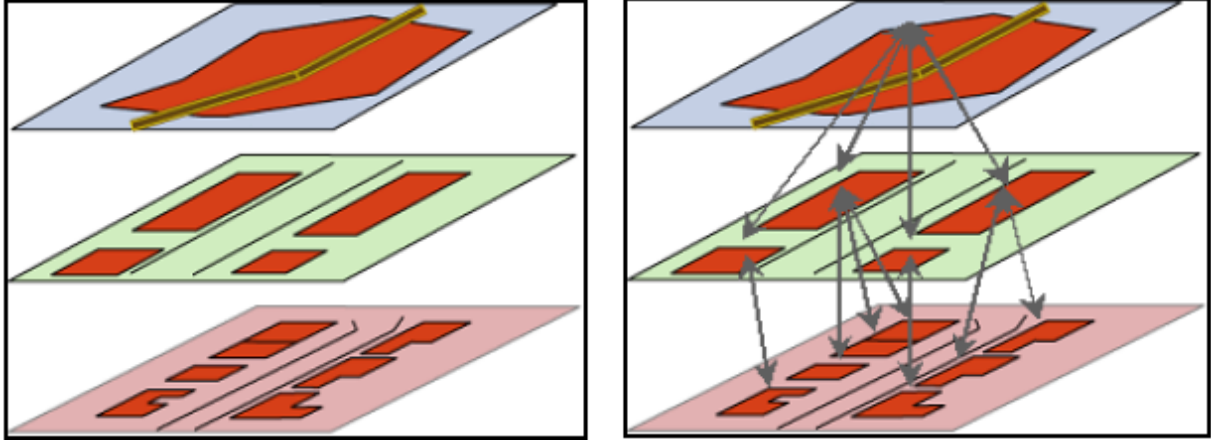


Şekil 3.22 Genelleştirme için kavramsal bir çerçeve (Brassel ve Weibel, 2002)

3.8 Genelleştirme ve Çoklu Gösterimler

Genelleştirme ile yakından ilgili çoklu gösterim problemi ilk olarak A.B.D. Ulusal Coğrafi Bilgi ve Analiz Merkezi (NCGIA)'nin araştırma programında ele alınmıştır. Bu araştırmada, coğrafi veri tabanlarının, çözünürlük düzeylerine uygun olarak değişiklikleri destekleyebilmelerinin gerekli olduğu ifade edilmiştir. Her çözünürlük düzeyinde önce nesne tanımlamaları yapılmalı ve daha sonra düzeyler arasındaki bağlantılar, tam olarak türetilen diğer çözünürlük düzeylerine olanak tanıyacak şekilde birine yapılan değişikliklerin diğerine aktarılabilmesi için kurallı olarak tanımlanmalıdır (Kilpelainen, 1997).

Çok gösterimli veri tabanı (ÇGVT), aynı gerçek dünya olgularını farklı doğruluk, duyarlık ve çözünürlükte tutmak için kullanılan mekansal veri tabanı olarak tanımlanır. ÇGVT'de aynı nesne ya da olgular üzerinde farklı görünüm depolanır ve birbirine bağlanır (Şekil 3.23). Dünyaya ilişkin farklı bakış açıları, farklı uygulamalar ve de farklı çözünürlükten dolayı geometrik, semantik ve grafik çokluluk ortaya çıkar. ÇGVT'nin ortaya çıkış nedenleri arasında, çok çözünürlüklü/ölçekli analiz yapılması ve güncelleştirmelerin diğer ölçek düzeylerine otomatik yayılması sayılabilir (Bedard ve Bernier, 2002; Hampe ve Sester, 2002; Hampe vd., 2003).



Şekil 3.23 Çok gösterimli veri tabanının özellikleri: (a) çoklu gösterimleri depolar (b) ilgili nesneleri bağlar (Hampe vd., 2004)

3.8.1 Genelleştirmede İşlem Yönelimliye Karşı Gösterim Yönelimli Strateji

İşlem yönelimli stratejide genelleştirme, ayrıntılı veri tabanını herhangi bir çözünürlükte ya da ölçekte karmaşıklığı azaltılmış bir veri tabanı ya da haritaya dönüştürme işlemi olarak tanımlanır. Genelleştirme, karmaşık bir işlemdir ve tüm dönüşüm işlemleri (ve etkileşimleri), henüz büyük oranda tatmin edici bir biçimde gerçekleştirilememiştir (Weibel ve Dutton, 1999).

Alternatif – tamamlayıcı – bir yaklaşım, çok ölçekli veri tabanları oluşturmaktır. Bu yaklaşım, farklı sabit ölçeklerdeki tekli gösterimleri bütünleştiren veri tabanları oluşturmayı hedeflediği için “gösterim yönelimli strateji” olarak adlandırılır.

İlişkisel veri tabanındaki görünüm (view) kavramına eşdeğer terim, “çoklu gösterimler”dir. Çoklu gösterimler, alternatif grafik gösterimler, sayısal verilerin ölçeğe bağlı filtrelenmiş versiyonları, veri tabanı şemasındaki değişimler ve hiyerarşik veri yapıları gibi farklı kavramları tanımlamak için kullanılır.

Veri tabanları, uygulama gereksinimlerini karşılamak için gerekli bilgileri sağlayan gerçek dünya olgularının gösterimlerini depolamak için tasarlanır ve bilgilerin nasıl tutulduğu, tanımlandığı, organize edildiği; üzerinde hangi kısıtlamalar, işlemler ve kuralların uygulandığı; nasıl gösterildiği açısından farklı gereksinimlere sahiptir. Sonuç olarak, aynı gerçek dünya olgusu, bir veri tabanında farklı amaçlar için farklı şekillerde gösterilebilir. Bu aynı zamanda mekansal olgulara da uygulanabilir. Örneğin, bir nehir; bazı uygulamalar için çizgi geometriye sahip iken, diğer uygulamalar için alan geometriye sahip olabilir ya da çizgilerden (nehirin kolları) oluşan nesneler topluluğu (kompleks geometri) biçiminde tanımlanabilir. Bir mekansal veri tabanında depolanacak aynı olgu için gösterimlerin seçimini yönlendiren bir çok faktör vardır. Bakış açısı olarak adlandırılan verinin hedeflenen kullanımı, ilk faktördür. Bakış açısı, kullanıcının gerçek dünya görüşüdür. Örneğin, bir trafik yönetimi bakış açısı, yolları mekandaki farklı noktaları bağlayan nesne parçaları olarak görürken, bir yol bakım bakış açısı, muhtemelen yol kaplamasının durumu ve yapısı ile ilgili olacaktır. Geometrik ve semantik çözünürlük, diğer önemli faktördür: geometrik çözünürlük, coğrafi nesnelerin elde edileceği ayrıntı düzeyini belirler (örn. bir nehir, çizgi ya da alan olarak) ve semantik çözünürlük, semantik veriler için istenen ayrıntı düzeyini tanımlar (örn. arazi kullanımı özneteliğinin değeri; ya meskun alan, ekili alan ve ekili olmayan alan arasından ya da endüstriyel bölge, ayırık yerleşim, düşük maliyetli yerleşim, kırsal yerleşim, ticari bölge ve park’tan oluşan daha ayrıntılı bir değer grubunun arasından belirlenebilir) (Vangenot, 2004).

Çoklu gösterimlerin en yaygın biçimi, topografik ve navigasyon harita serileridir. Haritacılık kurumları ve özel harita üreticileri; her ölçeğin sonraki daha küçük ölçekler için temel alındığı harita serileri oluştururlar. Harita serileri güncelleştirilirken, genellikle önce büyük ölçekli gösterimler güncelleştirilirler, sonra değişimler (manuel olarak) diğer ölçeklere yayılır (Weibel ve Dutton, 1999).

3.8.2 Dolaylı Çoklu Gösterimler

Farklı ölçek düzeylerindeki nesnelerin tutarlı olarak eşleştirilmesi için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Olası bir yaklaşım, mekansal verileri farklı ölçeklere göre ön işleminden geçirdikten sonra etkileşimli olarak anında erişim için tek bir veri tabanından genelleştirme sonuçlarının hesaplanması ve depolanmasıdır. Böylece, bir dizi dolaylı (gizli) çoklu gösterim depolanır. Bu tür veri yapılarından biri BLG ağacıdır (binary line generalization tree) ve önceden hesaplanmış herhangi bir ayrıntı düzeyinde çizgisel nesnelere yeniden erişimi sağlamak için Douglas-Peucker çizgi genelleştirme algoritmasından elde edilen sonuçları kodlar. Ayrıca R ağacı (reactive tree), GAP ağacı (generalized area partitioning tree) gibi çeşitli kriterleri kullanan veri yapıları da vardır (Weibel ve Dutton, 1999).

3.8.3 Doğrudan Çoklu Gösterimler

Ön işlem ile dolaylı çoklu gösterimleri türetmek yerine, mevcut tek ölçekli gösterimler bütünleştirilerek ve ölçekler arasındaki geçişler doğrudan modellenerek çoklu gösterimler oluşturmak istenebilir. Devogele vd., bu tür çok ölçekli veri tabanlarının geliştirilmesi için üç tür problemin çözümünün gerekliliği olduğunu belirtmişlerdir (Weibel ve Dutton, 1999):

- *Soyutlamalar arasındaki uyum*: Şemalar, olguların yalnızca amaca uygun kısımlarına odaklanarak, gerçek dünya olgularını soyutlanmış veri tabanı nesnelere dönüştürür. Bu yüzden soyutlamaların bütünleştirilmesi, semantik düzeyde şema bütünleştirilmesi için yöntemler gerektirir.
- *Farklı gösterimlere sahip nesneler arasında uyum*: Farklı gösterimlere sahip eşlenik nesneler arasındaki bağlantıları tanımlamak için veri modelleri gereklidir.
- *Nesneler arasındaki eşleştirme işlemini tanımlama*: Eşlenik nesneleri tanımlamak amacıyla iki coğrafi veri setinde aynı gerçek dünya olgularını gösteren nesneler aranmalıdır. Amaca yönelik bu yöntemler, “veri eşleştirme” başlığı altında incelenir.

3.9 Genelleştirme İçin Mekansal Analiz Teknikleri ve Yardımcı Veri Yapıları

Bağlamsal (mekansal yapılanışa bağlı) genelleştirme için gelişkin veri modellerinin kullanılması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, genelleştirme için kullanılan veri modelleri, nesneler ve nesne sınıfları arasındaki geometrik, semantik ve yapısal ilişkilerin ortaya çıkarılmasını olanaklı kılmak amacıyla genişletilmelidir. Gelişkin veri modelleri için gereksinimler, aşağıdaki gibi özetlenebilir (Weibel, 1997):

- Aynı sınıfa ve farklı sınıflara ait nesneler arasında konuya ilişkin geometrik, semantik ve yapısal ilişkilerin gösterimi mümkün olmalıdır.

- Nesne modelleme:
 - Her nesne için çoklu nesne parçaları (örn. sahil çizgisinin farklı bölümlere – kumsal, haliç, kayalık kıyı – ayrılması)
 - Gruplandırma (aynı sınıfa ait nesnelerin grupları)
 - Farklı sınıflara ait nesneler arasında paylaşılmış nesne parçaları
- Yakınlık ilişkilerini hesaplamak ve göstermek için yardımcı veri yapılarının entegrasyonu (üçgenlemeler, düzenli mozaiklemeler)

Bu gereksinimlerin sonucu olarak ana veri modeli, temel topolojik vektör modelin nesne yönelimli uzantısı olabilir. Yardımcı veri modelleri, coğrafi nesneler arasındaki belirli ilişkileri analiz etmek için kullanılır. Örneğin, minimum aralık ağacı (MST) ya da bağlı komşuluk çizgesi (RNG) bina kümelerini belirlemek, Delaunay üçgenlemesi, yollar ve binalar arasındaki yakınlığı analiz etmek için kullanılabilir. MST, RNG, Delaunay üçgenlemesi, Voronoi çokgeni, düzlem çizge; geometrik ilişkilerin çok iyi tanımlanmış kurallara dayanan özel oluşumlarıdır.

3.9.1 Mekansal Kümeleme

Kümeleme, bir kümenin üyelerinin mümkün olduğunca birbirine benzer olması ve farklı kümelerin üyelerinin mümkün olduğunca birbirinden farklı olması için veri tabanı nesnelerinin anlamlı alt gruplar içinde toplanması tekniğidir. Yeryüzü gözlem veri tabanlarında benzer arazi kullanımına sahip alanların belirlenmesi ve benzer iklim desenlerine sahip bölgelerin birleştirilmesi, mekansal kümeleme örneklerindendir (Miller ve Han, 2001).

Kümeleme, geometrik ve/veya semantik verilerin kombinasyonuna dayalı olabilir. Örn. nesnelerin yakınlığı ve/veya türü. Mekansal kümeleme yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Shekhar ve Chawla, 2003):

Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, tüm örüntüler (pattern) tek bir küme imiş gibi işleme başlarlar ve durdurma kriteri sağlanıncaya kadar, ardışık olarak bölme ya da birleştirme işlemi yaparlar. Elde edilen ağaçtaki (ağaç veri yapısı) sonuçlar, dendrogram olarak adlandırılır. Dendrogram, istenen kümeleri elde etmek için farklı düzeylerde kesilebilir. Hiyerarşik algoritmalar, ayrıca toplayıcı ve bölücü yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Bazı hiyerarşik kümeleme algoritmaları şunlardır: BIRCH, CURE, ROCK.

Parçalara bölerek kümeleme yöntemleri, her bir örüntüyü tek bir küme gibi alarak işleme başlar ve durdurma kriteri ile karşılaşınca kadar iteratif olarak noktaları yeniden kümelere

ayırır. “K-means” ve “K-medoids”, yaygın olarak kullanılan parçalara bölerek kümeleme algoritmalarıdır. Karesel hata, en sık kullanılan kriterdir. Bu kategoriye giren en son algoritmaların bazıları, PAM, CLARA, CLARANS ve EM’dir.

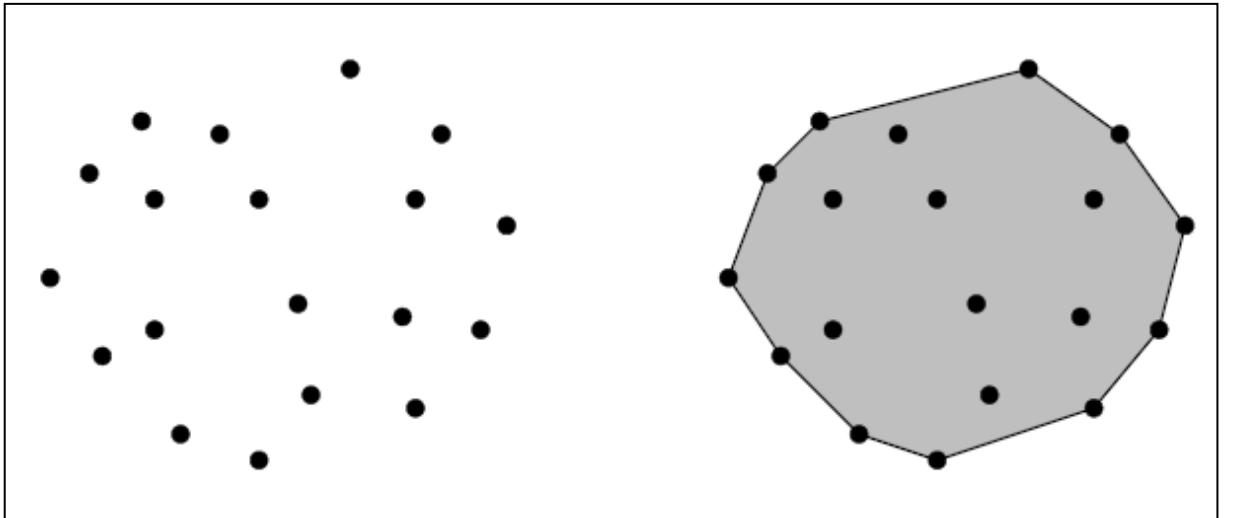
Sıklığa dayalı kümeleme yöntemleri, bir bölgedeki noktaların sıklığına dayalı olarak kümeleri oluşturmaya çalışır. Bazı sıklığa dayalı kümeleme algoritmaları şunlardır: DBSCAN ve DENCLUE.

Gride dayalı kümeleme yöntemleri, önce kümeleme alanını sonlu sayıda hücreler halinde sayısal olarak ifade eder ve alan üzerinde gerekli işlemleri gerçekleştirir. Belirli sayıda noktadan daha fazlasını içeren hücreler, yoğun olarak kabul edilir. Bu yoğun hücreler, kümeleri oluşturmak için birleştirilir. Bu yönteme ilişkin algoritmalar; STING, STING+, WaveCluster, BANG ve CLIQUE’tir.

Bazen bu sınıflar arasında ayırım yapmak güçtür ve bazı algoritmalar, birden fazla sınıfa girebilir. Örneğin, CLIQUE, hem sıklığa dayalı hem de gride dayalı kümeleme algoritması olarak kabul edilebilir (Shekhar ve Chawla, 2003).

3.9.2 Dışbükey Çokgen (Convex Hull)

Düzlemin bir S alt kümesi, yalnız ve yalnız herhangi bir nokta çifti $p, q \in S$ için $\overline{pq}$ çizgisi bütünüyle S alt kümesi tarafından içeriliyorsa *dışbükey* olarak adlandırılır. Bir S kümesinin dışbükey çokgeni $CH(S)$, S kümesini içeren en küçük dışbükey kümedir (Şekil 3.24). Daha açık bir ifadeyle dışbükey çokgen, S kümesini içeren tüm dışbükey kümelerin kesişimidir (Berg vd., 2000).



Şekil 3.24 Bir nokta setinin dışbükey çokgeni (Mount, 2002)

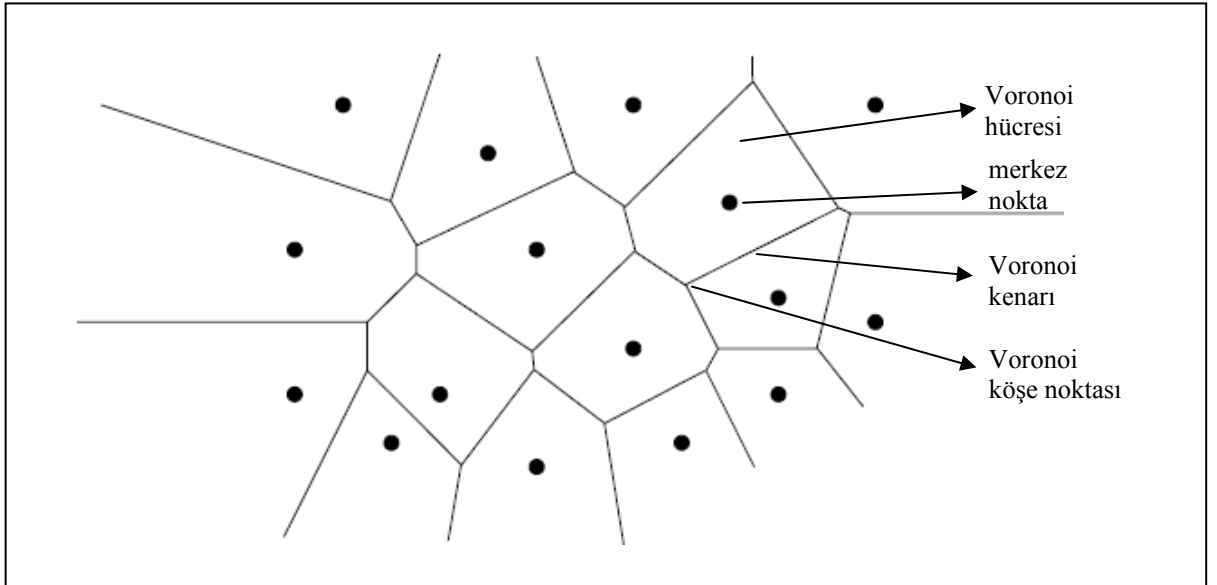
3.9.3 Voronoi Çokgeni

Voronoi çokgenleri, hesaplamalı geometrideki en önemli yapılar arasındadır. Bir Voronoi çokgeni, neyin neye yakın olduğu hakkında bilgileri kayıt eder. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ düzlemde bir merkez noktalar kümesi olsun. Bir p_i merkez noktası için $v(p_i)$ Voronoi hücresi, diğer herhangi bir merkezden p_i 'ye daha yakın olan düzlemdeki q noktalar kümesi olarak tanımlanır. Yani $|pq|$, p ve q arasındaki mesafe olmak üzere p_i için Voronoi hücresi şu şekilde tanımlanır (Mount, 2002):

$$v(p_i) = \{q \mid |p_i q| < |p_j q|, \forall j \neq i\}$$

$v(p_i)$ 'yi tanımlamanın diğer bir yolu, yarı düzlemlerin kesişimini kullanmaktır. İki p_i ve p_j merkez noktası verilirse, p_i 'ye p_j 'den kesinlikle daha yakın olan noktalar kümesi, yalnızca p_i ve p_j arasını iki eşit parçaya bölen açık yarı düzlemdir*. Bu yarı düzlem $h(p_i, p_j)$ olarak ifade edilirse, bir q noktası, her $j \neq i$ için yalnız ve yalnız q , $h(p_i, p_j)$ 'nin kesişiminde yer alıyorsa $v(p_i)$ içinde yer alır. Başka bir ifadeyle şu şekilde tanımlanır:

$$v(p_i) = \bigcap_{j \neq i} h(p_i, p_j)$$



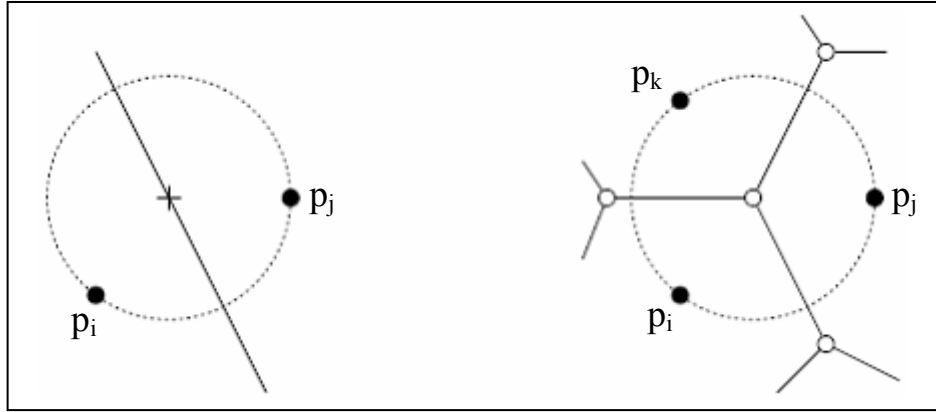
Şekil 3.25 Voronoi çokgeni (Mount, 2002)

* Bir merkez noktası ile komşu merkez noktasının oluşturduğu kenarın ortasından geçen dik doğrunun herhangi bir tarafında kalan noktalar kümesinden oluşan düzlem (half plane)

Yarı düzlemlerin kesişimi, (muhtemelen sınırlandırılmamış) bir dışbükey çokgen olduğu için, $v(p_i)$ (muhtemelen sınırlandırılmamış) bir dışbükey çokgendir. Son olarak, $\text{Vor}(P)$ olarak gösterilen P 'nin Voronoi çokgeni; bütün Voronoi hücrelerini sildikten sonra kalan kısımdır ve kenarları ve köşe noktaları (vertex) ifade etmektedir (Şekil 3.25).

Voronoi çokgeninin özellikleri aşağıdaki gibidir (Mount, 2002):

Voronoi kenarları: Voronoi çokgeninin bir kenarı üzerindeki her bir noktanın en yakın iki komşusu p_i ve p_j 'den eşit uzaklıktadır. Buna göre, p_i ve p_j 'nin üzerinde yer aldığı ve diğer hiçbir merkezin içinde olmadığı bu tür bir noktada merkezlenmiş bir çember vardır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Voronoi çokgeninin özellikleri (Mount, 2002)

Voronoi köşe noktaları: $v(p_i)$, $v(p_j)$, $v(p_k)$ Voronoi hücrelerinin kesiştiği köşe noktası, Voronoi köşe noktası olarak adlandırılır ve tüm merkez noktalardan eşit uzaklıktadır. Böylece, bu köşe noktası; bu merkez noktasından geçen çemberin merkezidir ve bu çember diğer hiçbir merkez noktayı içermez (Şekil 3.26).

Derece: 4 merkez noktanın aynı çember üzerinde yer alamayacağı varsayılırsa, Voronoi çokgeninin köşe noktalarının derecesi 3'tür.

Dışbükey çokgen: Bir Voronoi çokgeni hücresi, yalnız ve yalnız karşılık gelen merkez, dışbükey çokgenin üzerinde ise sınırlandırılmaz.

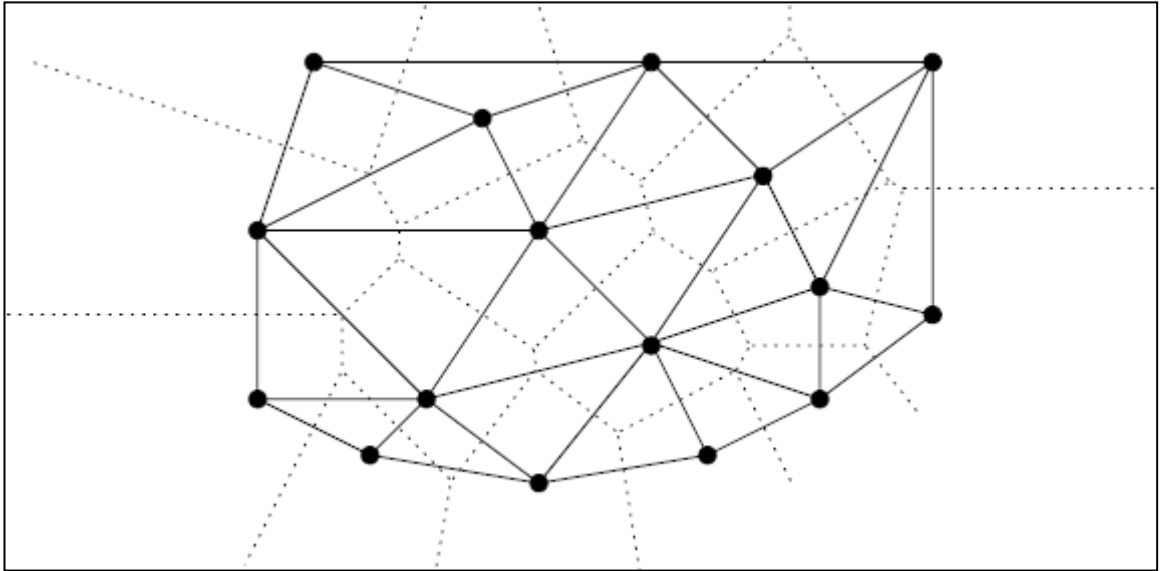
Büyüklik: n merkezlerin sayısını gösterirse, Voronoi çokgeni, (sınırlandırılmamış kenarların sonsuzda ortak bir ara noktaya gittikleri kabul edilirse) n yüzlü bir düzlem çizgedir. Euler eşitliği kullanılırsa Voronoi ara noktalarının sayısı en fazla $2n-5$ ve kenarlarının sayısı en fazla $3n-6$ olur.

3.9.4 Delaunay Üçgenlemesi

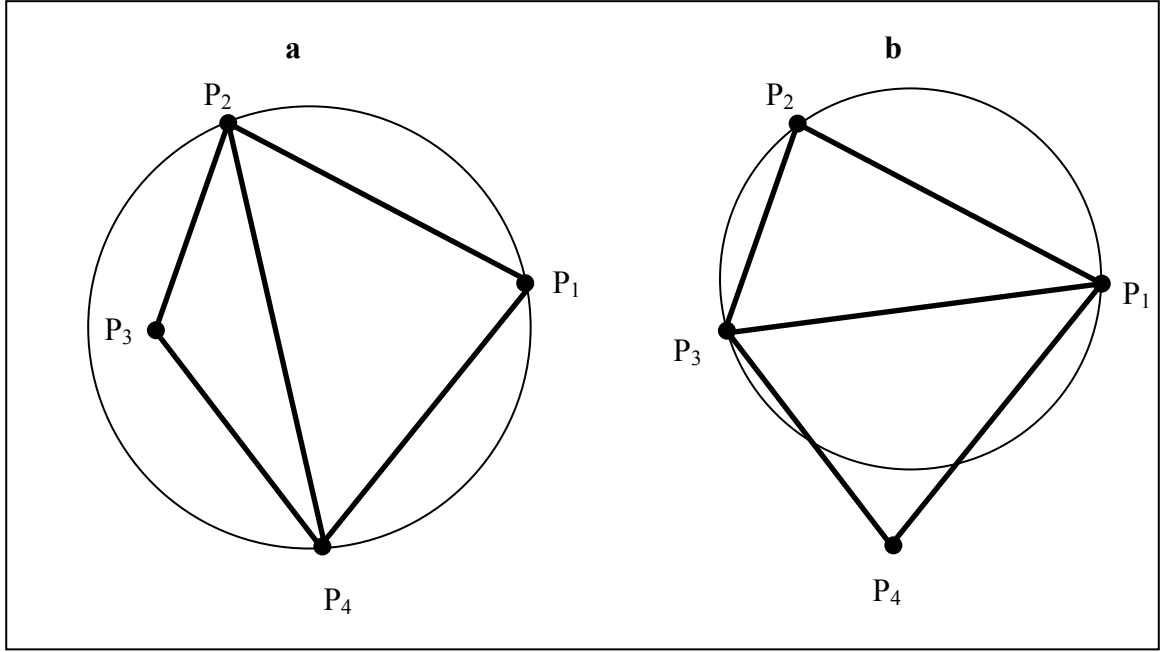
Genel olarak, planimetrik bir yüzeyin üçgenlenmesi, bir yüzeyi sonlu sayıda üçgene bölme yöntemidir (Şekil 3.27). Üç boyutlu yüzeylerin üçgenlenmesi, topografik kartografya alanında kullanılan geleneksel bir yöntemdir. Bunun yanında, sayısal kartografyanın gelişimi ile birlikte üçgenleme, nesneler arasındaki mekansal ilişkilerin araştırılması amacıyla iki boyutlu nesneler için de kullanılmaya başlamıştır (Joubran ve Gabay, 2000).

Delaunay üçgenlemesindeki önemli özellikler aşağıdaki gibidir (Worboys ve Duckham, 2004):

- Delaunay üçgenlemesi tekildir.
- Üçgenlerin dış kenarları, nokta setinin dışbükey çokgenini oluşturur.
- Üçgenlerin çevrel çemberleri, nokta setinin hiç bir üyesini içermez (Şekil 3.28).
- Delaunay üçgenlemesindeki üçgenler, düzenlilik açısından mümkün olanın en iyisidir (eşkenara yakın). Başka bir ifadeyle, nokta setinin Delaunay üçgenlemesi, tüm üçgenlemelerde minimum açının olabildiğince maksimum değerde olmasını sağlar (Berg vd., 2000).
- Delaunay üçgenlemesi, bir nokta eklendiğinde ya da silindiğinde yalnızca lokal güncelleştirme gerektirir (Joubran ve Gabay, 2000).



Şekil 3.27 Delaunay üçgenlemesi



Şekil 3.28 Delaunay üçgenlemesinde boş çevrel çember prensibi. (a) Geçersiz, (b) Geçerli

3.10 Son Dönemdeki Çok Uluslu Genelleştirme ve Çoklu Gösterim Projeleri

3.10.1 AGENT

Avrupa Birliği tarafından desteklenen “Otomatik Genelleştirme – Yeni Teknoloji” (AGENT) projesi, 1997-2000 yılları arasında katılımcıları aşağıda verilen konsorsiyum tarafından gerçekleştirilmiştir [1]:

- IGN France, COGIT Laboratory (Fransız Haritacılık Kurumu, COGIT Laboratuvarı)
- University of Zurich, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Geography (Zürich Üniversitesi, Matematik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü - İsviçre)
- University of Edinburgh, School of Geosciences, Institute of Geography (Edinburgh Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Enstitüsü - İskoçya)
- Laser-Scan, Cambridge, UK (İngiliz CBS ve Harita Üretim Yazılımları Şirketi)
- IMAG, LEIBNIZ Laboratory, MAGMA Group (Grenoble Enformatik ve Matematik Uygulamaları Enstitüsü, LEIBNIZ Laboratuvarı, Çok Ajanlı Sistemler Araştırma Grubu - Fransa, Eski adı INPG/Grenoble Politeknik Enstitüsü)

Proje, çoklu ajan (agent) teknolojisine dayalı modern harita tasarım yazılımı üretmeyi hedeflemiştir. AGENT, ileri yazılım tekniklerinin geliştirilmekte olduğu ve kartografik genelleştirmenin öneminin daha fazla anlaşıldığı bir dönemde başlamıştır. Projenin

endüstriyel sonucu, kullanıcıların gereksinimlerine özgü konular ve ölçeklerde haritaların tasarlanması ve oluşturulmasıdır.

Projede, genelleştirme kapsamında coğrafi ajanların ve yapıların davranışlarını tanımlanmasına ve modellenmesine çalışılmıştır. Aşamalar şunlardır:

- ajanları seçme ve görüntüleme için mekanizmalar
- ajanların faaliyetlerini geçerli kılmak için mekanizmalar
- ajanlar arasındaki rekabeti çözmek için stratejilerin ve dinamiklerin tanımlanması

Proje sonunda, Laser-Scan firması tarafından AGENT prototipi oluşturulmuştur. Bu yazılım, Danimarka haritacılık kurumu (KMS) ve IGN Fransa tarafından kullanılmaktadır. Ardından bu yazılım Windows tabanlı modern bir arayüze taşınmıştır ve bazı Avrupa harita üretim kurumlarının işbirliği ile halen geliştirilmektedir [6].

3.10.2 MurMur

Avrupa Birliği tarafından desteklenen “Coğrafi Veri Tabanlarında Çoklu Gösterimler ve Çoklu Çözünürlükler” (MurMur) projesi, 01.01.2000 - 31.12.2002 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Projenin katılımcıları şunlardır [2]:

- EPFL - Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü - Lozan)
- STAR INFORMATIC (Yazılım Şirketi - Belçika)
- Cemagref – Agricultural and Environmental Engineering Research Institute (Tarım ve Çevre Mühendisliği Araştırma Enstitüsü - Fransa)
- Free University of Brussels, Faculty of Engineering, Department of Computer & Network Engineering (Brüksel Free Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar ve Ağ Mühendisliği Bölümü - Belçika)
- IGN France, COGIT Laboratory (Fransız Haritacılık Kurumu, COGIT Laboratuvarı)
- University of Lausanne, Institute of Informatics and Organisation (Lozan Üniversitesi, Enformatik ve Organizasyon Enstitüsü - İsviçre)

MurMur projesinin amacı, çoklu geometrik, semantik ve zamansal çözünürlükler için daha esnek gösterim şemalarının desteklenmesi için ticari veri tabanı yönetim yazılımları tarafından sağlanan mevcut işlevselliğin artırılmasıdır.

3.10.3 GiMoDig

“Gerçek Zamanlı Veri Entegrasyonu ve Genelleştirme ile Mekansal Bilgi-Mobilite Servisi” (GiMoDig) projesi, Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiştir. Proje, 2001 yılında başlamış ve 2004 sonunda tamamlanmıştır. Katılımcıları şunlardır [3]:

- Finnish Geodetic Institute (FGI), Department of Geoinformatics and Cartography (Finlandiya Jeodezi Enstitüsü, Jeoenformatik ve Kartografya Bölümü)
- University of Hannover, Institute of Cartography and Geoinformatics (Hannover Üniversitesi, Kartografya ve Jeoenformatik Enstitüsü - Almanya)
- Federal Agency for Cartography and Geodesy (BKG) (Federal Kartografya ve Jeodezi Kurumu - Almanya, eski adı IfAG)
- National Survey and Cadastre (KMS) – Denmark (Danimarka Haritacılık Kurumu)
- National Land Survey of Sweden (LMV) (İsveç Haritacılık Kurumu)
- National Land Survey of Finland (NLS) (Finlandiya Haritacılık Kurumu)

GiMoDig projesinin hedefi, gerçek zamanlı veri entegrasyonu ve genelleştirme aracılığıyla mobil kullanıcıya mekansal verilerin ulaştırılması için yöntemler geliştirmek ve test etmektir. Proje, çeşitli ülkelerdeki haritacılık kurumları tarafından kurulmuş birincil topografik coğrafi veri tabanlarına ortak bir arayüz aracılığıyla erişim sağlayan sınırsız bir veri servisinin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Sınırlı görüntüleme yeteneğine sahip bir mobil terminale bağlı olarak kullanıcıya uygun olarak genelleştirilmiş harita verilerini sağlamaya özel önem verilmiştir. Projenin bilimsel amacı, mekansal verilerin gerçek zamanlı genelleştirilmesi için yöntemlerin geliştirilmesine dayanmaktadır. Genelleştirmeye ilişkin araştırmada özel amaç, XML tabanlı bilgisayar teknolojilerini genelleştirme için kullanmaktır. GiMoDig projesi, sonuçları tüm Avrupa’ya uyarlanabilecek örnek bir uygulamadır.

3.10.4 Gemure

“İsteğe Bağlı Harita Üretimi ve Dağıtımı için Genelleştirme ve Çoklu Gösterimler” (Gemure - Generalization and Multiple Representations for On-Demand Map Production and Delivery) projesi, 2002 yılında başlamıştır. Süresi 3 yıl ve bütçesi 1.25 milyon \$’dır. Projeye aşağıdaki üniversite, kurum ve şirketlerden araştırmacılar katılmaktadır [4]:

- University of Laval, Department of Geomatics Sciences / Center for Research in Geomatics (Laval Üniversitesi, Jeomatik Bilimleri Bölümü / Jeomatik Araştırma Merkezi - Kanada)

- University of Laval, Department of Computer Sciences / Center for Research in Geomatics (Laval Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri Bölümü / Jeomatik Araştırma Merkezi - Kanada)
- Simon Fraser University, School of Computing Science (Simon Fraser Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri Bölümü - Kanada)
- University of New Brunswick, Department of Geodesy and Geomatics Engineering (New Brunswick Üniversitesi, Jeodezi ve Jeomatik Mühendisliği Bölümü - Kanada)
- Department of Computer Sciences, University of Illinois - Urbana Champ (Illinois Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri Bölümü - ABD)
- University of Zurich, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Geography (Zürich Üniversitesi, Matematik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü - İsviçre)
- University of Edinburg, School of Geosciences, Institute of Geography (Edinburg Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Enstitüsü - İskoçya)
- Natural Resources Quebec (Quebec Eyaleti Haritacılık Kurumu - Kanada)
- Natural Resources Canada (Kanada Haritacılık Kurumu)
- Cubewerx (Yazılım Şirketi)
- Intergraph Canada (Yazılım Şirketi)

Gemure projesinin genel amacı, isteğe bağlı harita (örn. web haritaları ya da basılı ürünler) yapımı ve dağıtımını kolaylaştırmak için kartografik genelleştirme işlemlerini çoklu gösterimler ile daha iyi bir şekilde kombine eden yeni yöntemler ve araçlar geliştirmektir. Özellikle, modern haritacılık kurumlarının kullanıcıya özgü haritalar, web haritaları gibi yeni gereksinimleri karşılaması için anında genelleştirme gibi teknikler gereklidir. Çözümler; veri ambarcılığı, çoklu gösterimler, çok boyutlu veri tabanları, eniyileme, yazılım ajanları ve dolaylı/doğrudan örüntüler adlı yeni kavramlar, yeni yaklaşımlar ve veri yapılarına dayalıdır.

4. TOPOGRAFİK HARİTALARDA BİNA VE YERLEŞİM ALANLARININ GENELLEŞTİRİLMESİ

4.1 Topografik Harita

Topografik harita; başlıca amacı, ölçek sınırları içinde yeryüzü üzerindeki nesneleri mümkün olduğunca eksiksiz olarak göstermek ve tanımlamak olan bir harita türüdür (Böhme ve Illert, 2002). Topografik haritalarda, rölyef, yapay nesneler ve doğal nesneler gösterilir (Şekil 4.1). Topografik haritalar; yönetim, planlama, savunma, turizm ve eğitim gibi bir çok alan için vazgeçilmez araçlardır.

Dünyadaki topografik haritalar için kullanılan ölçekler büyük ölçüde standartlaşmıştır. Kullanılan ölçekler üç kategori altında toplanabilir (Böhme ve Illert, 2002):

- Büyük ölçekler: 1:5 000, 1:10 000, 1:20 000, 1:24 000, 1:25 000
- Orta ölçekler: 1:50 000, 1:62 000, 1:75 000, 1:100 000, 1:125 000
- Küçük ölçekler: 1:200 000, 1:250 000, 1:300 000, 1:500 000 ve daha küçük

1:5 000 ölçeği, normalde 1:2 500 ya da daha büyük ölçekli olarak üretilen kadastral haritalar için sınır olarak kabul edilebilir. Bir çok ülkede, coğrafi haritalar olarak adlandırılan çok küçük ölçekli haritalar için sınır, genellikle 1:1 000 000 civarındadır. Bu ölçek, uluslararası dünya haritası (IMW) için de kullanılmaktadır. Dünya çapında en sık kullanılan ölçekler, gelişmiş kırsal ve endüstriyel alanlar için 1:25 000 ve tüm ekili alan kapsamı için 1:50 000'dir. Bir çok ülkenin genel kapsamı için 1:200 000 ya da 1:250 000 ölçekleri üretilmekte ya da planlanmaktadır.

Ülkemizde ise Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 ve 1:250 000 ölçekli topografik haritalar üretilmektedir. 1:25 000 ölçekli haritalar için geometrik veriler, fotogrametrik yöntemle toplanmaktadır. Semantik veriler ise, çoğunlukla ekipler tarafından araziden ya da ilgili kurumlardan toplanmaktadır. 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar genelleştirme yoluyla türetilmektedir. 1:250 000 ölçekli haritalar, mevcut haritalar ve uydu görüntüleri kullanılarak üretilmektedir. Bildirici ve Uçar (2000), 1:25 000 - 1:250 000 aralığını, ülkemizdeki üretim anlayışını dikkate alarak orta ölçek olarak ifade etmişlerdir. 1:1 000 ve 1:5 000 ölçekli halihazır haritalar da ülkemizde üretilen büyük ölçekli topografik haritalardır.



Şekil 4.1 İsviçre Federal Topografya Ofisi (swisstopo) tarafından üretilen topografik haritalardan örnekler: (a) 1: 25 000, (b) 1:50 000, (c) 1:100 000, (d) 1:200 000 (Cecconi, 2002)*

NATO standardizasyon anlaşması STANAG-7074 (DIGEST) içerisinde yer alan “Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu” (FACC)’na dayalı olarak ülkemiz topografik haritaları için geliştirilen sınıflar Çizelge 4.1’de verilmektedir (HGK, 2002):

* Gerçek ölçeklerinden farklı gösterilmişlerdir.

Çizelge 4.1 Ulusal topografik haritalardaki sınıflar (HGK, 2002)

SINIF (İngilizce)	SINIF (Türkçe)	AÇIKLAMA	KISALTMA
Boundary	Sınırlar	Sınırlar ile ilgili veriler	bnd
Elevation	Yükseklik	Yükseklik ile ilgili veriler	ele
Hydrography	Hidrografya	Hidrografya ile ilgili veriler	hyd
İndustry	Endüstri	Endüstri ile ilgili veriler	ind
Physography	Fizyografya	Fizyografya ile ilgili veriler	phy
Population	Yerleşim	Yerleşim ile ilgili veriler	pop
Transportation	Ulaşım	Ulaşım ile ilgili veriler	tra
Utilities	Tesisler	Tesisler ile ilgili veriler	uti
Vegetation	Bitki Örtüsü	Bitki örtüsü ile ilgili veriler	veg

4.2 Topografik Haritalarda Bina ve Yerleşim Alanlarının Gösterimi

Yerleşim alanları, tek binalar ya da blok olarak gösterilir. Blok gösterimin gerçekleştirilmesi daha kolaydır ve daha az harita üretim zamanı gerektirir. Bu yöntem, ABD’de 1:24 000 ölçekli topografik haritalar için kullanılmaktadır ve yerleşim alanı gösterimi için gelişmekte olan ülkelere ilk yaklaşım olarak önerilebilir. Tek bina gösterimi, Avrupa’da tercih edilmektedir ve kentsel alanlarda binaların daha kolay ayırtedilmesine olanak tanır. Özellikle kırsal alanlardaki tek (izole) binalar, tek bina işareti ile gösterilmelidir ve sık meskun alanlarda bile önemli binalar vurgulanmalıdır. Örneğin, idari kompleksler, fabrikalar ya da belirli bir mesafeden kolaylıkla ayırtedilebilen binalar. Bunlardan harita yardımıyla kişisel yön bulmak için yararlanılabilir. Dini yapılar, kuleler, radyo ve televizyon istasyonları da bu kategoriye girmektedir (Böhme ve Illert, 2002).

4.3 Bina ve Yerleşim Alanlarının Genelleştirilmesi

Bina genelleştirme, orta ölçekli haritalarda 1:100 000 ölçeğine kadar genelleştirme işleminde önemli bir adımdır. Şekil ve konum değişimlerine, geometrik/grafik, topolojik ve gestalt kısıtlamaları rehberlik eder. Ayırtedici şekilsel karakteristiklerinin olabildiğince korunmaya çalışılmasına rağmen binalar, genelleştirme işleminden oldukça etkilenir ve işaretleştirilerek kareye, dikdörtgene dönüştürülür, basitleştirilir, tipikleştirilir ya da kaynaştırılır. Bina genelleştirmenin otomatikleştirilmesi için daha önce yapılan girişimler, bir çok farklı bina

türü olduğunu ve tümü için tatmin edici bir çözüm sağlayacak mevcut basit bir algoritma olmadığını göstermiştir. Başlıca genelleştirme kısıtlamaları, okunabilirlik gereksiniminden dolayı çok ayrıntılı şekillere (çok kısa kenarlar ya da dar kısımlar) izin verilmemesinden dolayı ortaya çıkar. Ayrıca, bina kenarlarının dik olma özelliği korunmalı, hatta iyileştirilmelidir (Regnauld vd., 1999).

Müller (1991), Alman topografik haritalarını incelemiş ve bazı somut gerçekleri ortaya koymuştur. Burada, İsviçre topografik haritalarını ele alan SSC (1977)'den de konuya ilişkin bazı bilgiler eklenmiştir:

- 1:5 000 ve daha büyük ölçeklerde geometrik genelleştirme yapılmaz (Müller, 1991). Orijinal ölçüm verilerinin planimetrik doğruluğu (büyüklüğü) korunur. Ancak demiryolları, tek çizgili işaretler ile gösterilir. Başka bir ifadeyle, artık planimetri koruyan karakterde değildir (SSC, 1977). Bu ölçeklerdeki haritalarda geometrik çözünürlük 0.5 m ya da daha yüksek olduğu için tüm nesneler önemsiz deformasyonlar ile gösterilir.
- 1:10 000 ölçeğinde çift çizgili yol işaretleri, artık gerçek ölçeğinde değildir (SSC, 1977).
- 1: 25 000 ölçeği için (Müller, 1991);
 - Genişliği 2.5 m'den daha küçük çizgisel nesneler (yaya yolu, yol vb.) genelleştirilmelidir (bu durumda abartılır).
 - 16 m'den daha küçük kenara sahip kare ya da dikdörtgen şekille çevrili alansal nesnelerin (binalar, park alanı vb.) genelleştirilmesi gerekir (abartılmalıdır).
 - 5 m'den birbirine daha yakın nesneler, 1:25 000 ve daha küçük ölçeklerde aralarında yaya yolu yoksa birleştirilmelidir. Bu eşik değerler, farklı ölçekler için türetilebilir.
 - Sık yerleşim alanlarının gösteriminde, 1:25 000'e kadar planimetride bir değişim yoktur. 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekleri arasında yaklaşık ölçekli gösterim söz konusudur. Daha küçük ölçekler için, planimetri dikkate alınamaz ve genellikle grafik işaret (daire) ile gösterilir.
 - Dağınık binalar, 1:50 000 ve daha küçük ölçeklerde yeniden gruplanmaya (birleştirme) başlar. 1: 200 000 ve daha küçük ölçeklerde dağınık binalar yok olur.
 - Seçilen yollar, binalar ve yerleşim alanları için büyültme ya da abartma oranı, Çizelge 4.2'deki gibidir.

Çizelge 4.2 Alman topografik haritalarında yol, bina ve yerleşim alanı büyüklüklerinin ölçeğe bağlı değişimi (Müller, 1991)

Ölçek	Yol	Bina	Yerleşim Alanları
1 : 5 000	değişim yok	değişim yok	değişim yok
1 : 25 000	× 2 - × 4	küçük değişim	değişim yok
1 : 50 000	× 4 - × 8	× 1.5 - × 2	× 1.2
1 : 100 000	× 6 - × 16	× 2 - × 4	× 1.5
1 : 200 000	× 32	× 4 - × 8	× 2

- Sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi ise Çizelge 4.3'deki gibidir.

Çizelge 4.3 Alman topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi (Müller, 1991)

Ölçek	Sık Yerleşim Alanları	Seyrek Yerleşim Alanları
1 : 5 000	değişim yok	değişim yok
1 : 25 000	% 60-80 korunmuş	değişim yok
1 : 50 000	% 30-40 korunmuş	% 80 korunmuş
1 : 100 000	% 10 blok olarak birleştirilmiş	% 30-50 korunmuş
1 : 200 000	% 0-3 blok olarak birleştirilmiş	% 0-10 korunmuş

SSC (1977)'de ise bina sayısı değişimi kısmen farklılık göstermektedir. Çizelge 4.4'de verilen oranların hedeflenmesi gerektiği, fakat her durumda başarılamayacağı ifade edilmiştir. Değerlerin aynı olmaması, büyük olasılıkla değişik ülkelerde kartografik geleneklerin ve buna bağlı olarak harita yönergelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.4 İsviçre topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi (SSC, 1977)

Ölçek	Sık Yerleşim Alanları	Seyrek Yerleşim Alanları
Hava fotoğrafı	% 100	% 100
1 : 25 000	% 95	% 100
1 : 50 000	% 50-60	% 60-100
1 : 100 000	% 30-35	% 35-100

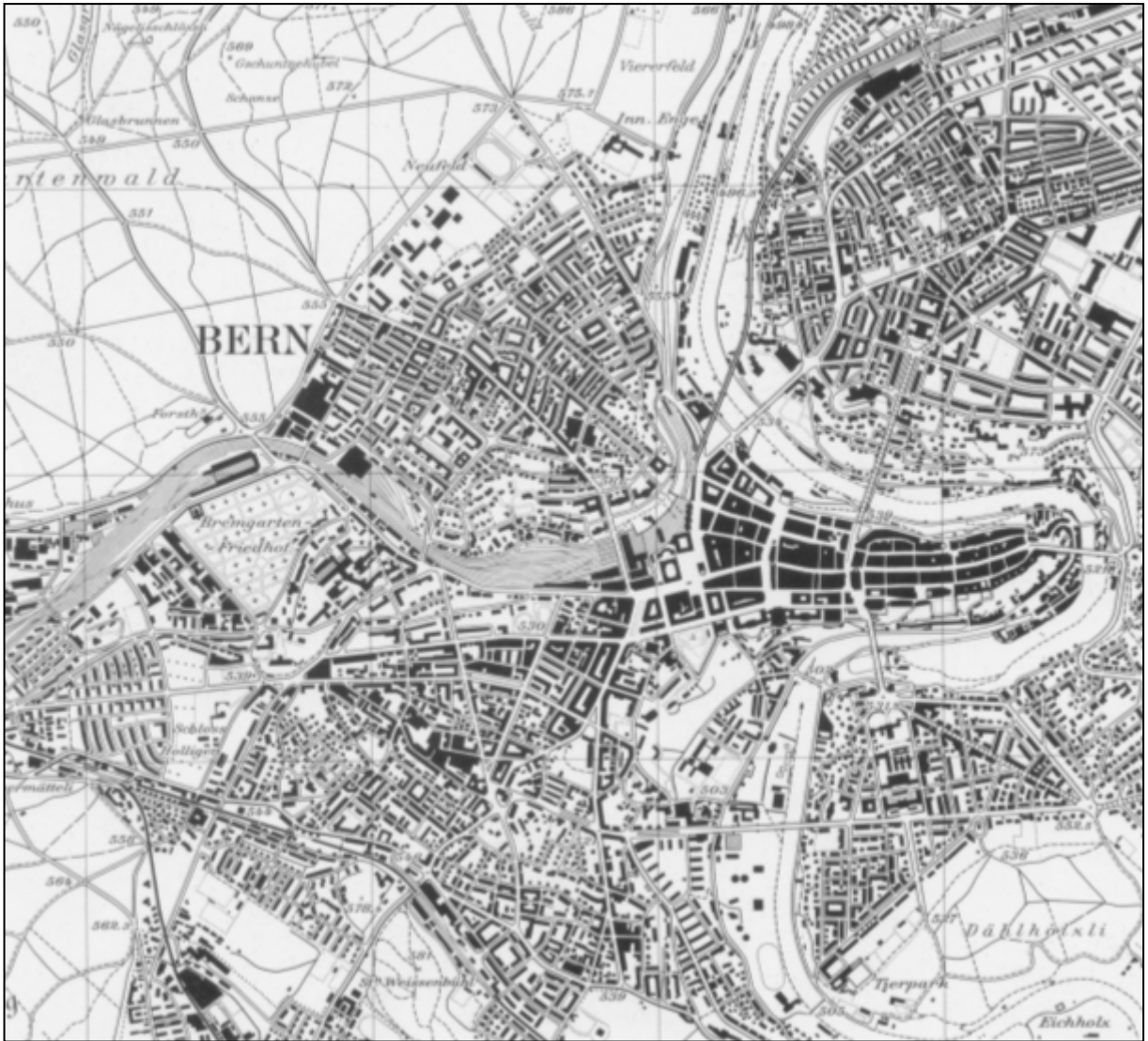


Şekil 4.2 Büyük ölçekli topografik harita (İsviçre) (SSC, 1977)



1:25 000

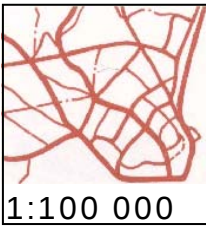
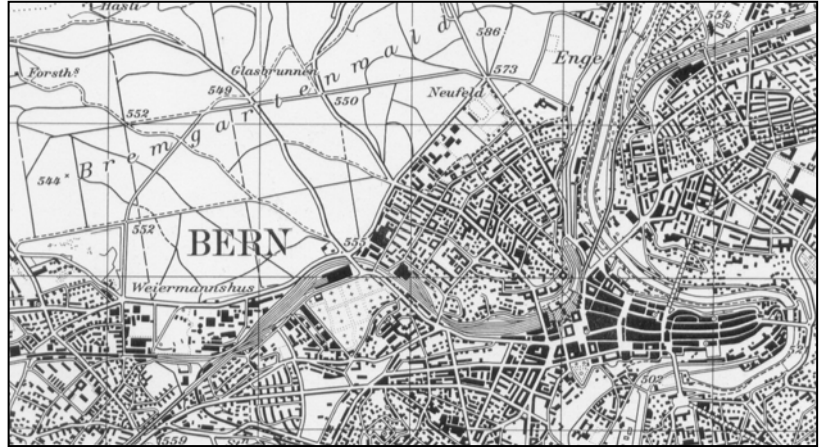
Harita halen büyük oranda gerçek durumu gösterir. Küçük ayrıntılar ve küçük binalar elimine edilir.



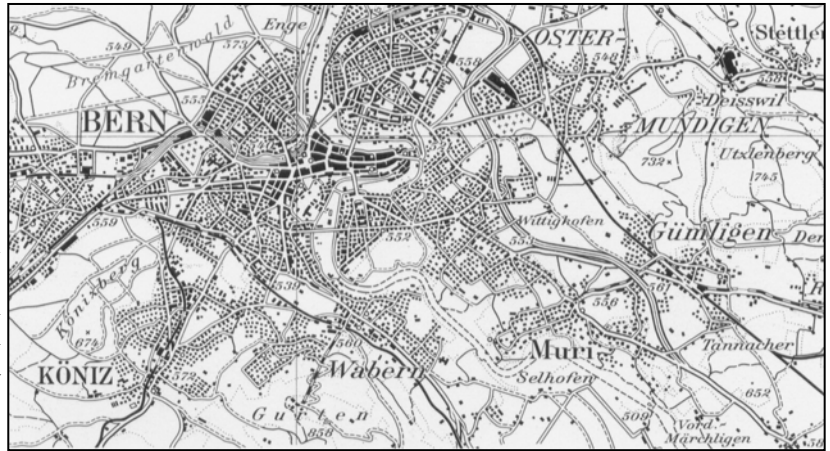
Şekil 4.3 1:25 000 ölçekli topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanlarının gösterimi (SSC, 1977)



Şekiller basitleştirilir, nesne sayısı azaltılır, dış sınırlar hafif büyütülür, bina şekilleri ve büyüklükleri farklılaştırılır.



Şekiller basitleştirilir, nesne sayısı azaltılır, dış sınırlar büyütülür. Büyük binalar ve bina grupları farklılaştırılır. Farklı meskun alan türlerinin karakteri korunur. Ana yollar vurgulanır.

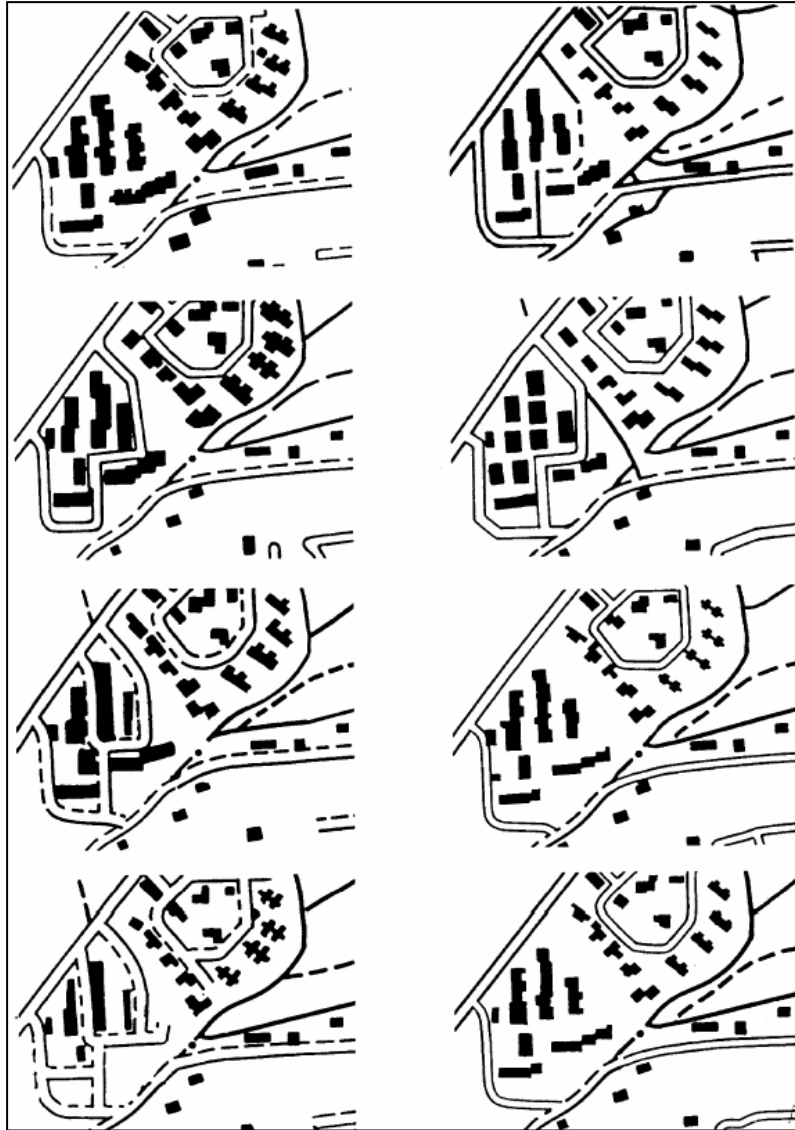


Büyük nesne ve bina sayısı azalır. Dış sınırlar büyütülür. Çizgisel nesneler, ötelenir ve basitleştirilir. Büyük binalar (fabrikalar) ve özel binalar (konutlar) farklılaştırılır. Binalar, blok olarak birleştirilmeye başlar.



Şekil 4.4 1:50 000-1:200 000 ölçek aralığında topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanlarının gösterimi (SSC, 1977)

Ayrıca, Şekil 4.5’de görüldüğü gibi veri toplama sırasında operatörlerin yorum farklılıkları, nesne genelleştirme aşamasının da temel harita ya da veri tabanına etki ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla genelleştirme sonuçları da bu durumdan etkilenecektir. Benzer durum ülkemiz topografik haritaları için de geçerlidir. Operatörlerin gerek tek bina, gerekse yerleşim alanı yorumları farklılık gösterebilmektedir. Tek binalarla gösterilmesi gereken bir bölge, doğrudan yerleşim alanı olarak toplanabilmektedir. Bunun en önemli nedeni, doğrudan haritalara yönelik veri toplanması ve buna bağlı olarak seçilen minimum bina işareti büyüklüğüne göre yorumlama yapılmasıdır. Ayrıca bu değer gereğinden büyük seçilmesi özellikle sık yerleşim alanlarında tek bina gösterme olasılığını azaltmaktadır.



Şekil 4.5 Aynı hava fotoğrafından yorumlama farklılıkları (Spiess, 1995)

4.4 Bina ve Yerleşim Alanları İçin Kısıtlamalar

Aşağıda listelenen kısıtlamalar, AGENT Consortium (1999) tarafından önerilmiştir.

4.4.1 Tek Binalara İlişkin Mikro (Lokal) Kısıtlamalar

- **Konum**
 - Binaların konumları, başlangıçtaki konumlarına yakın olmalıdır. Özellikle, üzerlerinde jeodezik nokta varsa bu kısıtlama arttırılır.
- **Doğrultu**
 - Binalar, komşu binalara ve yollara göre başlangıçtaki ana doğrultularını özellikle komşu nesneler dönüştürülmediyse korumalıdır.
- **Granülerite**
 - Bina kenarları, eşik değerden küçük olmamalıdır.
- **Büyüklik**
 - Bina alanı, minimum alan değerini aşmalıdır.
 - Görsel karmaşayı önlemek için bina genişliği yeteri kadar büyük olmalıdır.
- **Şekil**
 - Bina köşelerinin diklikleri korunmalıdır.
 - Binaların uzanımları mümkün olduğunca korunmalıdır.
 - Binalar, eğer eğrisel şekillere sahip ise bu şekiller korunmalıdır.
- **İşlevsellik**
 - (Amaca göre) önemli binalar korunmalıdır.
 - Tek (izole) binalar, referans nesneler olarak önemli binalar olabilir.

4.4.2 Binalara (Bir Alan İçindeki Bina Grubuna) İlişkin Mezo (Bölgesel) Kısıtlamalar

- **Mesafe / Yakınlık**
 - İki bina arasındaki minimum mesafe, belirlenen ayırım mesafesinden daha küçük olmamalıdır.
 - Genelleştirilmiş binalar grubu arasındaki bağıl mesafeler, başlangıçta ölçüldüğü gibi aynı kümeleme etkisini göstermelidir.
 - Spesifik desenler (örüntüler) ve hizalamalar korunmalıdır.
 - Başlangıçta mevcut değilse spesifik bir dağılım oluşturulmamalıdır (örn. eğer binalar bir grid boyunca organize edilmediyse, genelleştirmeden sonra da aynı olmalıdırlar).
- **Doğrultu**
 - Yakın komşu binalar, bağıl ana doğrultularını korumaya çalışmalıdır.

- **Topoloji**

- Eğer binalar korunuyorsa, mevcut bağlantı, bitişiklik ve içirme ilişkileri korunmalıdır.

- **Sıklık (Yoğunluk)**

- Bina grupları, çok sık olmamalıdır.
- Çok sık bir grup bina, eğer bir kentin o kısmının mekansal desenine uygun düşüyorsa yerleşim alanı olarak birleştirilebilir veya işaretleştirilebilir (dönüştürülebilir).

- **Büyüklik Dağılımı**

- Eğer semantik özellikleri aynı ise, binaların bağıl büyüklük sırası bozulmamalıdır.
- Hemen hemen aynı büyüklüğe sahip iki bina, sonuçta eşit büyüklüğe sahip olabilir.

- **Şekil Dağılımı**

- Bir grup bina içinden bazıları silinirse, tipikleştirilen binaların alt kümesi (grup içinde) dikkate değer şekillere sahip binaları korumalıdır. Bu, mezo (bölgesel) düzeyde farklı basitleştirme ya da tipikleştirme şekilleri seçme anlamına gelir.

- **Semantik**

- İki bina çelişen semantik özelliklere sahip değilse birleştirilebilir.
- Bir alan içindeki binaların farklı alt sınıflarının dağılımı olabildiğince korunmaya çalışılmalıdır.

4.4.3 Binalara İlişkin Makro (Global) Kısıtlamalar

- **Nicelik**

- Haritanın amaçlarına göre, özel binaların yer aldığı alanlar (istatistik çalışma için) korunabilir.

- **Sıklık (Yoğunluk) Dağılımı**

- Genelleştirme öncesi ve sonrası mezo (grup) nesneler arasındaki yoğunluk değerlerinin sırası büyük oranda değişmemelidir.
- Sıklık (yoğunluk) farklılıkları, genelleştirme sonrasında da fark edilebilir olmalıdır.

- **Bölgelerin Şekli**

- Global olarak, bölgeler; (örn. yolların silinmesinden dolayı) büyüklükleri artsa bile başlangıçta olduğu gibi aynı tür şekillere (uzunluk, dışbükeylik) sahip olmalıdır.

- **Bölgelerin Büyüklüğü**

- Global olarak, bölgeler başlangıç koşullarına göre farklı büyüklüklerini korumalıdır. Yani, birleştirme oransal olarak bağıl büyüklükleri değiştirmemelidir.

- **Semantik Dağılım**

- Eğer bir şehir, özel bir semantik dağılıma sahip ise, bu korunmalıdır (kent merkezi, konut alanı, ticari alan vb.).

4.4.4 Yol-Bina Mezo (Bölgesel) Kısıtlamaları

- **Topoloji**

- Binalar ve yollar arasındaki ilişkiler korunmalıdır (örn. binalar, yolun diğer tarafına geçmemelidir).

- **Doğrultu**

- Yakın yollar ve binalar, bağlı ana doğrultularını korumaya çalışmalıdır.

- **Yakınlık**

- Bir yol ve bir bina arasındaki bağlı mesafe, istisnalar hariç ayırım mesafesinden büyük olmalıdır.
- Bir yol ve bir bina arasındaki yakınlık korunmalıdır.

- **İşlevsel bağımlılık**

- Binalar, yolları elendiyse silinmelidir ya da birleştirilmelidir.
- Yol ağları, önemli binalara erişim olanağı tanımalıdır.

4.5 Binalar ve Yerleşim Alanları İçin Ölçüler

Ölçüler, tek binalar ile gruplayıcı nesneler (blok, voronoi bölgesi ya da küme) içindeki binalar ve/veya yerleşim alanlarının mekansal özelliklerini ve ilişkilerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılır. Böylece mekansal yapılanış içindeki geometrik, semantik ve/veya yapısal özellikler ya da ilişkiler genelleştirme esnasında ve/veya sonrasında kullanılmak üzere elde edilmiş olur.

Binalar için ölçüler, Şekil 4.6'da verilmektedir. Burada, bina çokgenlerinin minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeni (MASD), çokgenin minimum sınırlayıcı dikdörtgeni (MSD) ve dışbükey çokgeninden yararlanarak bulunur. Bunun için bina çokgeni, dışbükey çokgeninin her bir kenarının x eksenine ile yaptığı açının negatif değeri kadar döndürülür ve bu durumda MSD geçirilir. MASD, bu dikdörtgenlerden minimum alanlı olanıdır.

Gruplayıcı nesnelere ilişkin ölçüler, Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Özellik	Gösterim	Ölçü
Granülerite		En küçük nesne ayrıntısı δ_{min}
Dikdörtgensellik		Çokgenin alanının minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) alanına oranı $\frac{Alan}{Alan_{MASD}}$
Kompaktlık		Çokgenle aynı büyüklükte çevreye sahip dairenin alanının çokgenin alanına oranı $\frac{Çevre^2}{4 \times \pi \times Alan}$
Konvekslik		Çokgenin alanının dışbükey çokgeninin alanına oranı $\frac{Alan}{Alan_{DÇ}}$
Uzanim		Çokgenin minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) kısa kenarının uzun kenarına oranı $\frac{b}{a}$
Doğrultu		Çokgenin minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) uzun kenarının X eksenine yaptığı açı $\alpha = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$ dikdörtgen $(0^\circ \leq \alpha < 180^\circ)$ kare $(0^\circ \leq \alpha < 90^\circ)$
Köşe Sayısı		Çokgeni oluşturan nokta sayısı n
Konum		Çokgenin ağırlık merkezi $x_0 = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$ $y_0 = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$
En Yakın Yola Uzaklık		Çokgenin köşe noktalarından en yakın yol orta eksenlerine olan mesafelerin en kısıası d_{min}

Şekil 4.6 Binalara ilişkin ölçüler

Çizelge 4.5 Gruplayıcı nesnelere ilişkin ölçüler

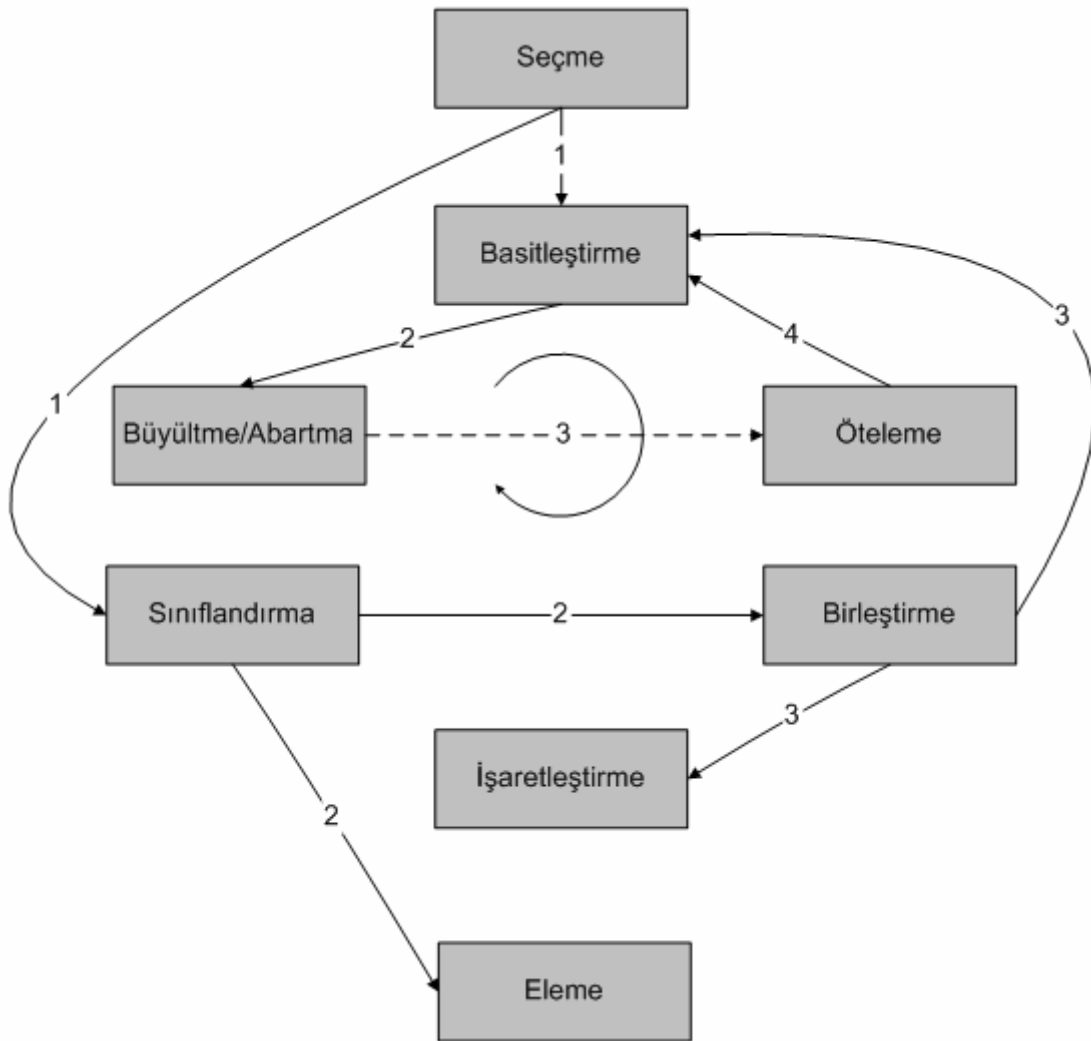
Özellik	Ölçü
Ortalama Uzanım	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların uzanım değerlerinin ortalaması
Ortalama Granülerite	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların granülerite değerlerinin ortalaması
Ortalama Mesafe	Kümenin ağırlık merkezi ile içinde yer aldığı ve/veya kesiştiği voronoi bölgesinin ağırlık merkezi arasındaki mesafe
Ortalama En Yakın Komşu Mesafesi	Bir gruplayıcı nesne içindeki binaların en yakın komşularına olan mesafelerin ortalaması
Standart Mesafe	Bir gruplayıcı nesne içindeki binaların ağırlık merkezlerinin bu binaların ortalama ağırlık merkezine olan toplam mesafelerin karesinin bina sayısına oranının kök değeri (Ayrıca Voronoi bölgesi için bölgenin köşe noktaları dikkate alınarak hesaplanır).
Voronoi Yoğunluğu	Binaların toplam alanının içinde yer aldıkları ve/veya kesiştikleri Voronoi çokgeninin alanına oranı
Blok Yoğunluğu	Blok içindeki aynı türden meskun alan ve binaların toplam alanının bloğun alanına oranı
Maksimum Alan	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan en büyüğünün alan değeri
Ortanca (Medyan) Alan	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların alan değerlerinin küçükten büyüğe sıralanmasından sonra orta sıraya denk gelen değer (Tek sayıda bina için $\lceil \text{bina sayısı}/2 \rceil$ sırasına denk gelen bina alan değeri, çift sayıda bina için $\lceil \text{bina sayısı}/2 \rceil$ ve $\lceil \text{bina sayısı}/2 + 1 \rceil$ sıralarına denk gelen iki bina alan değerlerinin ortalaması)
Minimum Alan	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan en küçüğünün alan değeri
Karmaşık Şekil Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan şekli karmaşık olanların sayısı
Farklı Şekil Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan şekli farklı olanların (diğer kategorilere girmeyenlerin) sayısı
Dikdörtgen Şekil Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan şekli dikdörtgen olanların sayısı
Kare Şekil Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan şekli kare olanların sayısı
Semantik Tür Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların farklı sınıflarının sayısı
Farklı Bina Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan sınıfı konut ve resmi bina olmayanların sayısı
Resmi Bina Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan sınıfı resmi bina olanların sayısı
Konut Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binalardan sınıfı konut olanların sayısı
Toplam Bina Sayısı	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların toplam sayısı
Toplam Yoğunluk	Bir gruplayıcı nesne içindeki ve/veya bu nesne ile kesişen binaların toplam sayısının gruplayıcı nesnenin alanına oranı
Konum	Çokgenin ağırlık merkezi

4.6 Bina ve Yerleşim Alanı Genelleştirme İşlemleri ve Algoritmaları

Müller (1990), 1:50 000 ölçekli Alman topografik haritaları için aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerektiğini ifade etmiştir:

- Dağınık binalar, birleştirme işlemiyle gruplandırılmaya başlar. Buradaki birleştirme işlemi, tipikleştirme veya kaynaştırma olarak değerlendirilebilir.
- Dağınık binaların % 80'i korunmalıdır.
- Binalar, 1.5-2 kat büyütülmelidir.

Orta ölçekli haritalarda (1:25 000 – 1:250 000) bina genelleştirme için kullanılabilecek olası işlem adımları Şekil 4.7'de görülmektedir. Buna göre bir bina; seçilebilir, sınıflandırılabilir ve işaretsel gösterim için diğer binalar ile birleştirilebilir (tipikleştirilebilir ya da kaynaştırılabilir) ya da sınıflandırılır, birleştirilir ve birleşim basitleştirilir, abartılır ve gerekirse ötelenir. Son olarak, bina sınıflandırılır ve buna dayalı olarak elenir.



Şekil 4.7 Bina genelleştirme için işlem adımları (Müller, 1990)

4.6.1 Dönüştürme (Geometri Türünü Değiştirme)

Algoritma 1

Dönüştürme işlemi için en çok kullanılan algoritma, nesnenin köşe noktaları (vertex) kullanılarak düzenli (basit şekilli) ya da düzensiz (karmaşık şekilli) çokgenlere uygun olarak ağırlık merkezinin bulunmasıdır. Ağırlık merkezi, düzenli bir çokgen için basit olarak şekli oluşturan köşe nokta koordinatlarının ortalaması alınarak bulunur (Şekil 4.8.a). Düzensiz bir çokgen için ise ağırlık merkezi, köşe nokta koordinatlarının ağırlıklı toplamına dayalı daha karmaşık bir hesaplama gerektirir (Şekil 4.8.b) (Worboys ve Duckham, 2004). $(x_l, y_l) = (x_{n+1}, y_{n+1})$ olmak üzere $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ biçiminde n köşe noktasına sahip A alanlı bir çokgen için orta nokta (x_{ort}, y_{ort}) ve ağırlık merkezi (x_o, y_o) ,

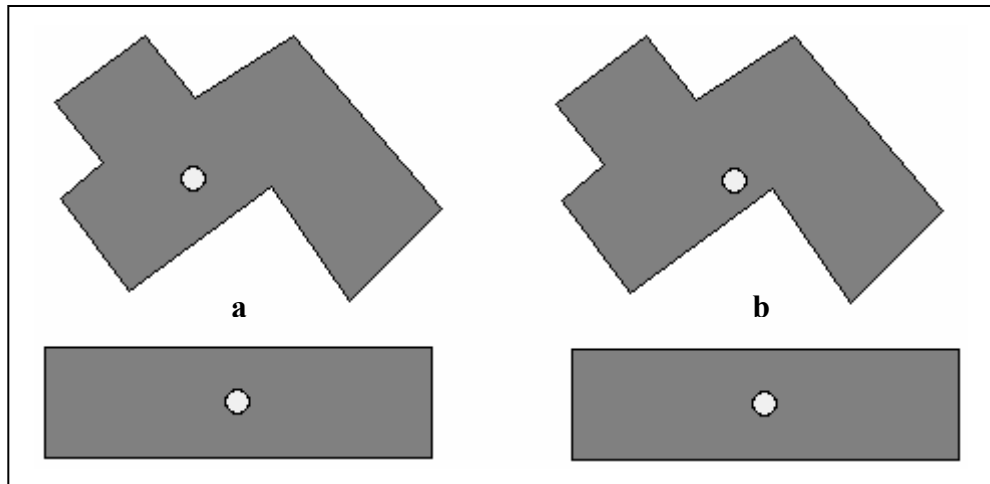
$$x_{ort} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.1)$$

$$y_{ort} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (4.2)$$

$$x_o = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (4.3)$$

$$y_o = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (4.4)$$

eşitlikleri ile hesaplanır.



Şekil 4.8 Çokgenlerin orta noktaları ve ağırlık merkezleri

4.6.2 Büyültme/Küçültme

Algoritma 2

Büyültme/küçültme algoritması, nesnenin ağırlık merkezine göre verilen oranda nesneyi ölçekleyecektir (Şekil 4.9). Büyültme/küçültme için öncelikle (4.3) ve (4.4) eşitlikleri ile nesnenin ağırlık merkezi bulunmalıdır. (x_p, y_p) nesnenin yeni köşe koordinatları; m ölçekleme katsayısı (örn. % 50 büyültme için 1.5, % 25 küçültme için 0.75), x_o ve y_o ağırlık merkezi koordinatları, x_i ve y_i mevcut köşe koordinatları olmak üzere aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$x_p = x_o + m \times (x_i - x_o) \quad (4.5)$$

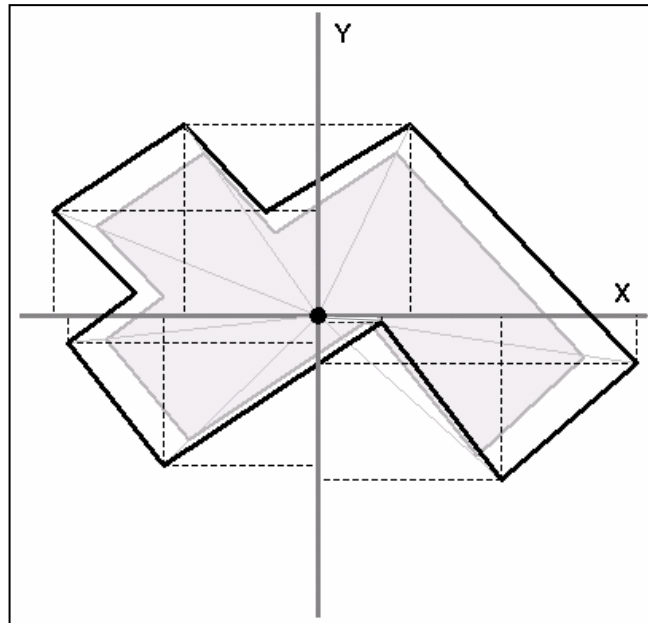
$$y_p = y_o + m \times (y_i - y_o) \quad (4.6)$$

Alansal değişim ise A_h hedef ölçekteki alan, A_k kaynak ölçekteki alan olmak üzere aşağıdaki gibi olur:

$$A_h = m^2 \times A_k \quad (4.7)$$

Buradan, alansal değişime ilişkin ölçekleme katsayısı ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$m = \sqrt{\frac{A_h}{A_k}} \quad (4.8)$$



Şekil 4.9 Ölçekleme

Algoritma 3

Eğer büyültme/küçültme, x ve y eksenlerinde farklı miktarlarda ya da yalnızca tek eksende uygulanırsa (Şekil 4.10), m_x x eksenini doğrultusunda ölçekleme katsayısı ve m_y y eksenini doğrultusunda ölçekleme katsayısı olmak üzere yeni nokta koordinatları için eşitlik aşağıdaki gibi olur:

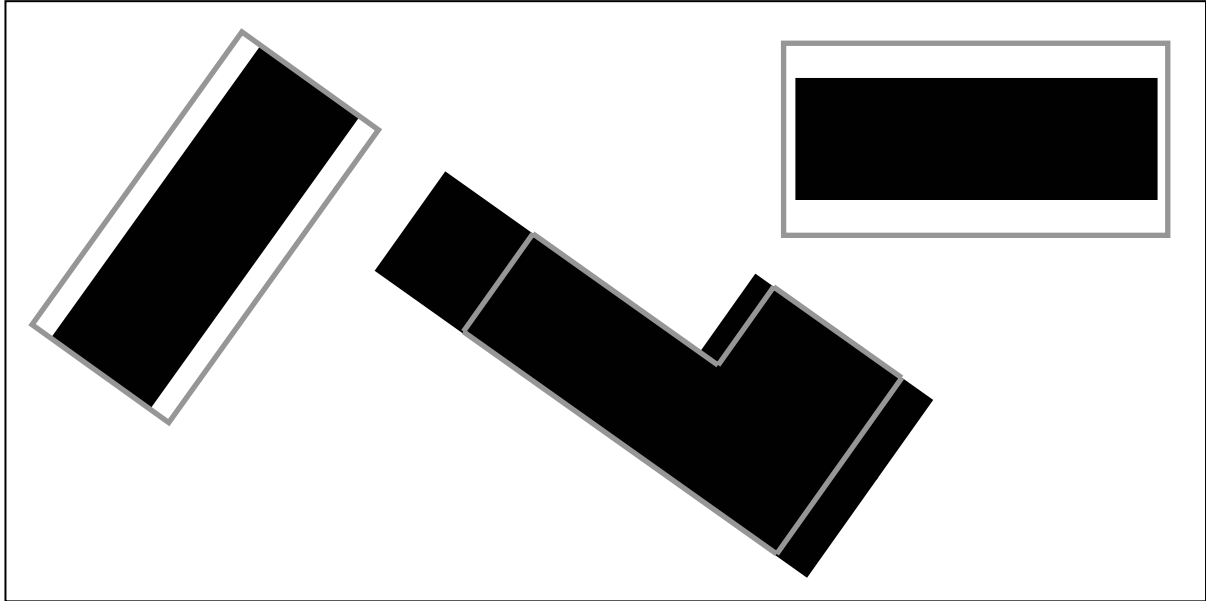
$$x_p = x_o + m_x \times (x_i - x_o) \quad (4.9)$$

$$y_p = y_o + m_y \times (y_i - y_o) \quad (4.10)$$

Ölçekleme yapılmayacak eksen için ölçekleme katsayısı 1.0 değerini alır. Eğer uzanım değiştirilmek isteniyorsa nesneler kendi MASD'lerinin yatay eksenle yaptığı açının negatif değeri kadar döndürülür. Böylece MASD'in uzun kenarı yatay eksene paralel olur. İşlemden sonra aynı açı nesneye pozitif değerde uygulanarak ilk duruma ulaşılır.

Alansal değişim ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$A_h = m_x \times m_y \times A_k \quad (4.11)$$

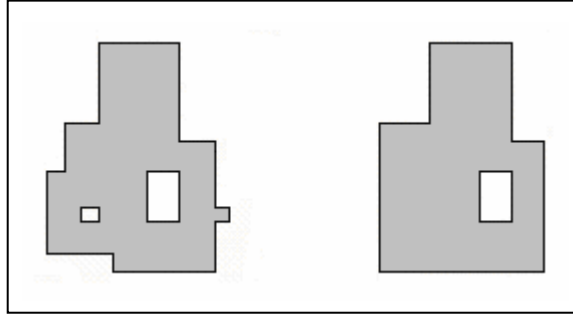


Şekil 4.10 Farklı oranlarda ölçekleme

4.6.3 Basitleştirme

Algoritma 4

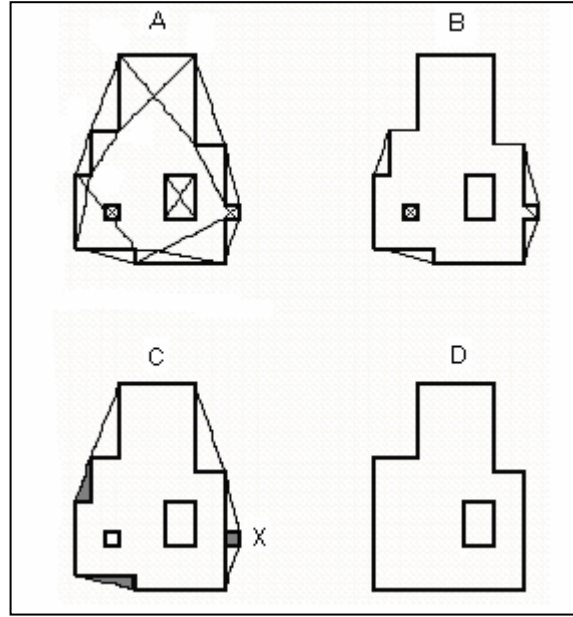
Basitleştirme algoritmasının ana hedefi, bina kenar çizgisinden çok küçük ayrıntıları silmektir. Bu algoritma, geometrisi dik açılı köşelerden oluşan nesneler için uygundur (Şekil 4.11). Algoritma, farklı açılara sahip nesnelerde yalnızca dik açılı köşelerde değişiklik yapar. Önce nesnenin hem iç hem de dış tarafına komşu noktalar kullanılarak üçgenleme uygulanır. Sonra, algoritmada kullanılmayacak ya da çok büyük olduğu için silinmemesi gereken kenarlara sahip üçgenler bulunur. Bu aşamada, dik açılı olmayan ya da verilen minimum büyüklükten daha kısa hipotenüse sahip üçgenler elenir (Laser-Scan, 2001).



Şekil 4.11 Basitleştirme (Laser-Scan, 2001)

İki parametre kullanılır: kısa kenar ve uzun kenar. Bu değerlere göre hipotenüs hesaplanır ve gereken kararlar verilir. Üçgen silmenin sonucu, Şekil 4.12.b'de görülmektedir. Şekil 4.12.b'de geriye kalan üçgenler, dik açılı köşede yer alan köşe nokta editlenerek silinmelidir. Bu işlem, üçgenlerin eşit kenara sahip olup olmadığına bağlı olarak iki yöntemden biri ile gerçekleştirilir. Eğer iki kenar eşit ise köşe nokta, geometriden silinir. Aksi takdirde, köşe nokta hipotenüsün diğer tarafına taşınır.

Üçgenlerin işleniş sırası, küçük üçgenlerin ilk önce silinmesi gerektiği için önemlidir. Bu, uzun kenarın kullanıldığı bir işleme, küçük üçgenlerce oluşturulan kenarların karıştırılamayacağı anlamına gelir. Bu sıraya karar vermek için basit bir kural yoktur. Örneğin Şekil 4.12.c'deki küçük çıkıntı, ilk önce silinmezse iki büyük bitişik üçgenin üst üste binmesine ve böylece kenar uzamasına neden olur. Ağırlık, önce küçük üçgenlere daha sonra dıştaki üçgenlere verilmelidir.



Şekil 4.12 Basitleştirme algoritmasının çalışma prensibi (Laser-Scan, 2001)

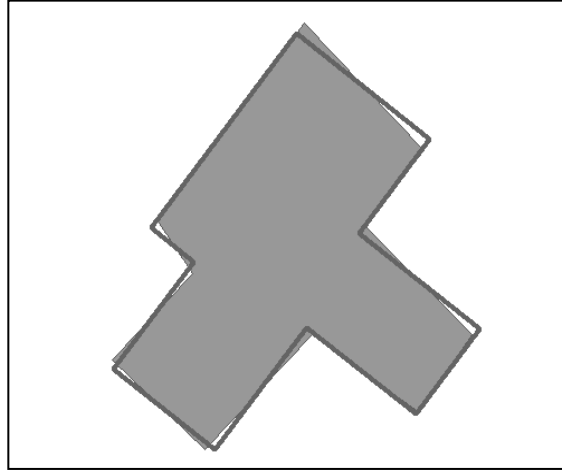
Basitleştirme algoritması sonucu, belirlenen eşik değere göre çok dar ya da geniş açılı köşelerdeki noktalar içsel olarak çalışan temizleme algoritması ile otomatik olarak elimine edilir.

Algoritma 5

Yerleşim alanlarının ve yolların basitleştirilmesi için Douglas-Peucker algoritması kullanılabilir. Douglas-Peucker algoritması, şekil özelliklerini korumak için genellikle önemli olan uç (en uzak) noktaları korumak için tasarlanmıştır ve algoritma tarafından seçilen noktalar ile kartograflar tarafından seçilenler arasında iyi bir uyum olduğu görülmüştür (Jones, 1997). Yöntem, orijinal olarak kaynak çizgiden belirli bir mesafe içine düşen fazla ayrıntıları silmek için bir ayıklama algoritması olarak geliştirilmiştir (Weibel, 1997).

Algoritma, basitleştirilecek çizginin tümünü dikkate alarak global tarzda çalışır (Şekil 4.13). Başlangıçta çizginin sabit ve hareketli nokta olarak ifade edilen başlangıç ve bitiş noktaları, diğer tüm noktalara dik mesafelerin hesaplanacağı düz bir doğru tanımlanarak işlenir. Eğer en uzak nokta, önceden belirlenen tolerans içine düşerse, sabit ve hareketli nokta, nesnenin tümünün gösterimi için kullanılabilir. Aksi durumda, hareketli nokta saklanır ve en uzak nokta yeni hareketli nokta olur. Böylece, bu en uzak nokta çizgiyi iki parçaya böler ve bu parçalar başlangıçtaki çizgi gibi aynı şekilde işlenir. Yaklaşım; her bir çizgi parçasının, türetildiği çizgi parçası ile aynı şekilde işlendiği yinelemeli bir yaklaşımdır. Yineleme, en azından lokal olarak sabit ve hareketli nokta bir çizgi parçasını gösterebildiği zaman çizginin

- bir köşe noktası belirlenmişse, köşe noktasında birleşen kenarların doğrultularının ortalamasına göre



Şekil 4.14 Binaların iyileştirilmesi (dik açılı hale getirme)

4.6.5 Birleştirme

Birleştirme işleminin prensibi, nesne kümelerini daha basit karma bir geometri ile göstermektir. Örneğin, bir grup bina tek bir blok olarak birleştirilebilir. İşlem, iki tür kural gerektirir (Molenaar, 1998):

- Birleştirme için gerekli topolojik ve metrik ilişkileri tanımlayan kurallar:
 - Bitişiklik – iki nesne birleştirilecekse ortak bir kenarı paylaşmalıdırlar.
 - Dokunma – iki nesne birleştirilecekse ortak bir düğüm (nokta) paylaşmalıdır.
 - İçerme – iki nesne birleştirilecekse nesnelerden biri diğeri tarafından içermelidir.
 - Yakınlık – iki nesne birleştirilecekse ayrık fakat birbirlerinden belirli bir uzaklıkta olmalıdır.
- Birleştirme için gerekli semantik ve yapısal ilişkileri tanımlayan kurallar:
 - Sınıf – iki nesne birleştirilmeleri için aynı sınıfta olmalı ya da ortak bir üst sınıfa sahip olmalıdır.
 - İşlevsellik – iki nesne ortak işlevsel role sahip olmalıdır. Örn. çiftlik binaları ve tarlalar, çiftliğin ortak birimleridir.
 - Büyüklük – nesnelerden biri, belirli bir eşik değerden küçük olmalıdır.
 - Yapı – Bir grup nesne ortak bir coğrafi ya da algısal yapı oluşturmalıdır.
 - İlişki – Bir nesne ya da bir grup nesne bir ya da daha fazla nesne ile ilişkili olmalıdır.

Bu iki kural birbiriyle ilişkilidir ve her ikisinden bir ya da birkaç kriterin sağlanması durumunda birleştirme söz konusu olur. Birleştirme öncesinde kümeleme yapmak gereklidir.

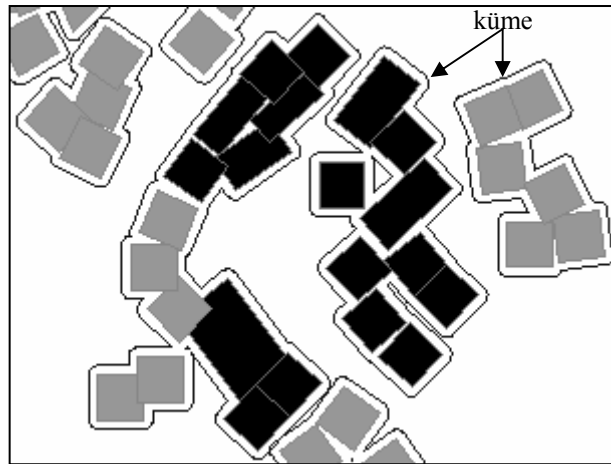
4.6.5.1 Kümeleme

Kümeleme işlemi, genelleştirme işleminde birlikte ele alınacak komşu nesneleri tanımlamak için kullanılır. İki tür kümeleme işlemi mevcuttur: Tampon alan ile kümeleme ve dendrogram ile kümeleme.

Tampon Alan ile Kümeleme

Algoritma 7

Tampon alan ile kümelemede, önce her nesne için minimum ayrım mesafesinin yarısı büyüklüğünde bir tampon oluşturulur. Böylece komşu nesnelerin tampon alanları birbirini kesiyorsa, minimum ayrım mesafesini karşılamadıkları anlaşılır. Bu yolla, kesişen tüm tampon alanlar, sırasıyla kaynaştırılır ve kaynaştırma sonucu küme (kaynaştırılmış tampon alanlar) oluşur (Şekil 4.15). Bu algoritma, bir tampon alanı ele alarak işleme başlar ve mevcut tampon alanın kesiştiği başka bir tampon alan olup olmadığına bakar. Eğer kesişim varsa, iki tampon alanı birleştirerek yeni bir alan oluşturur. Bu yeni alanı oluşturmak için kullanılan tampon alanlar silinerek yeni olan tekrar veri havuzuna eklenir ve diğer tüm tampon alanlarla kesişimi baştan denetlenir. Dolayısıyla, kesişim sona erdiğinde oluşan alan ya da kesişim yoksa ilgili tampon alan doğrudan küme sınıfına eklenir. Algoritma, kesişen alan kalmayıncaya kadar devam eder.

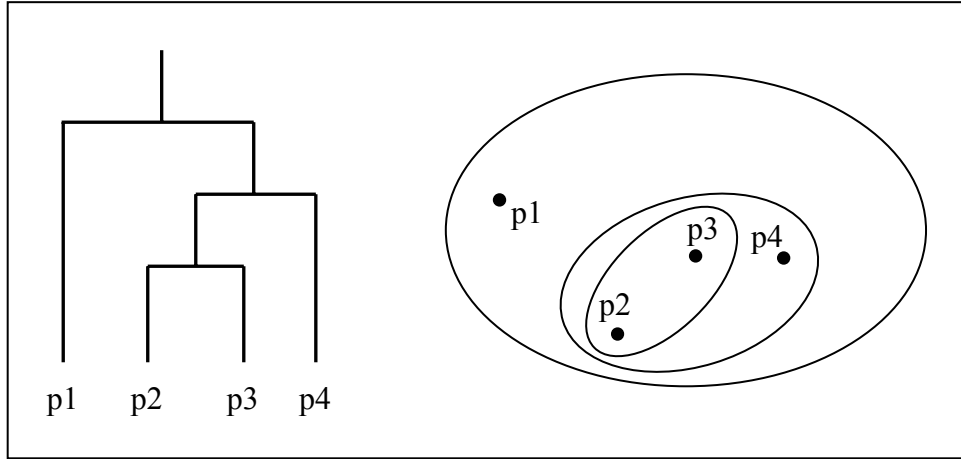


Şekil 4.15 Tampon alan ile kümeleme

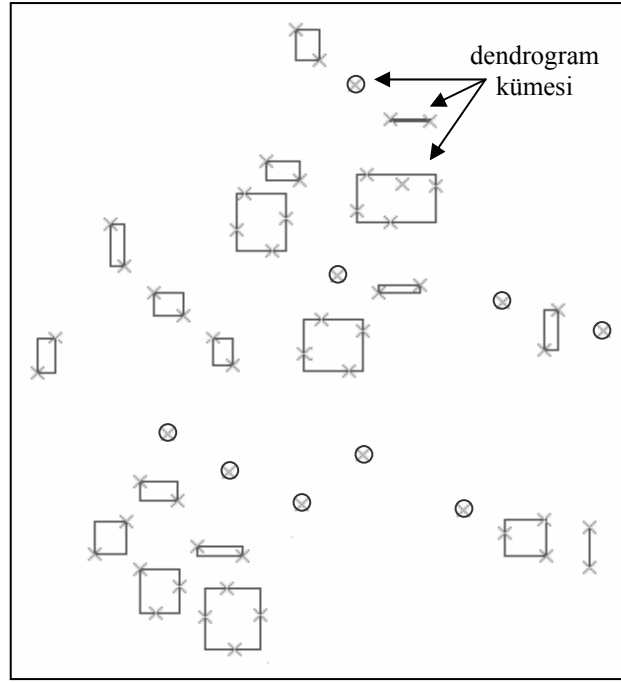
Dendrogram ile Kümeleme

Algoritma 8

Dendrogram ile kümelemeye önce yakınlık matrisi hesaplanarak başlanır (Tan vd., 2005). En kısa mesafeli iki nokta ele alınır, aralarındaki mesafe eşik değerden küçük ise bu iki noktanın ortalama koordinatlarından yeni bir nokta oluşturulur ve ağaca eklenir. Nesne kümeleri, kökten ağaca tırmanarak bulunur (Şekil 4.16). Bu yeni ortalama nokta, veri havuzuna tekrar eklenir ve yakınlık matrisi, yeni küme dikkate alınarak güncelleştirilir. Bu şekilde, havuzdaki nokta sayısı indirgenmiş olur. İki nokta arasındaki mesafe eşik değerden büyükse noktalar aynen bırakılır. Algoritma, bir küme koleksiyonu (nesne seti) döndürür. Koleksiyondaki kümelere, oradan da kümeyi oluşturan noktalara erişilebilir ve bu noktalar istendiği gibi işlenebilir (Laser-Scan, 2001). Eşik değerden küçük mesafe kalmayıncaya kadar işlem tekrarlanır. Dendrogram kümesi, bir ya da daha fazla noktadan oluşabilir. Dendrogram ile kümeleme özellikle tipikleştirme için kullanılmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.16 Dendrogram ve birleştirilen kümeler (Tan vd., 2005)



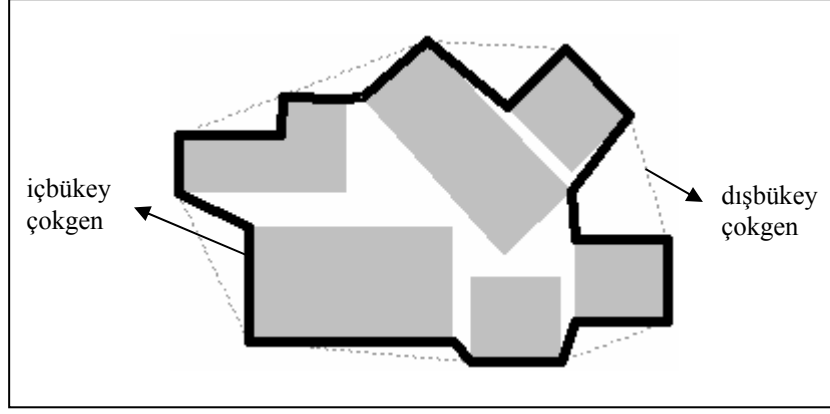
Şekil 4.17 Belirli bir eşik değere göre dendrogram ile elde edilen kümeler

4.6.5.2 Kaynaştırma

Algoritma 9

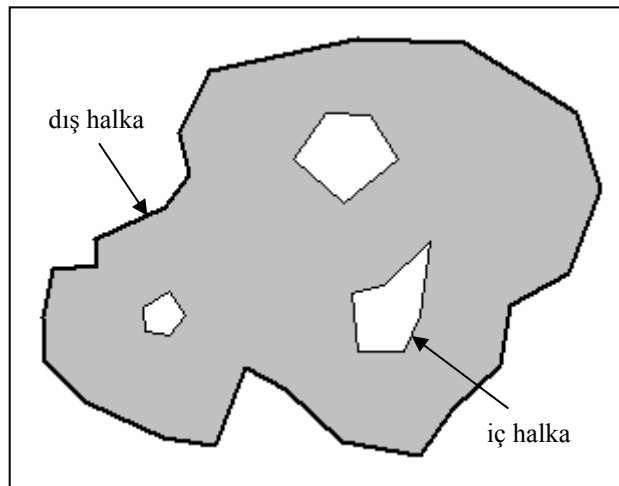
Kaynaştırma, yeni bir alan nesne oluşturmak için eşik değerden yakın geometrileri birleştirme işlemidir. Genellikle aynı sınıfa ya da aynı üst sınıfa ait nesneler birleştirilir. Yeni nesne sınırı, dışbükey çokgen (convex hull) veya seçilen parametreye bağlı olarak bazı iç noktaları kullanan içbükey çokgen (shrink wrapped hull) olarak belirlenir. İçbükey çokgen, herhangi bir iç açısı 180° den büyük olan çokgendir. Uygun parametre seçilmesi durumunda, orijinal nesne sınırları büyük oranda korunacaktır (Şekil 4.18). Bu algorithmada, kullanılan parametrelere bağlı olarak dışbükey çokgen de elde edilebilir.

İçbükey çokgen için ilk olarak nesnenin dışbükey çokgeni bulunur, sonra çokgenin kenarları üzerinde tarama yapılır ve çokgenin o andaki köşe noktası ve sonraki köşe noktası arasındaki mesafe hesaplanır. Eğer bu mesafe verilen eşik değerden büyükse, algoritma bu iki noktaya birbirlerinden daha yakın olan bir iç nokta arayacaktır. Çokgenin kendini kesmesine neden olursa, bu nokta seçilmeyecektir. Eğer birleştirilecek kaynak nesne kümesi içinde herhangi bir çizgi ya da alan varsa, yeni nokta; çokgenin çizgiyi kesmesi ya da alana girmesine neden olursa seçilmeyecektir. Eğer kullanılabilecek birkaç nokta varsa, o andaki köşe noktasına en yakın nokta kullanılır. Yeni iç nokta, çokgene eklenir ve tarama yeni noktadan sonraki noktaya şeklinde devam eder (Laser-Scan, 2001).



Şekil 4.18 İçbükey çokgen

Bu algoritma yerleşim alanı nesneleri ve/veya bina nesnelerini kaynaştırmak için kullanılmaktadır. Kaynaştırılan yeni alandaki verilen eşik değerden büyük boşluklar, ilgili nesnelerin minimum ayrım mesafesinin yarı büyüklüğündeki tampon alanlarının birleştirilmesi ile elde edilen tampon bölgeden iç halkaların (inner ring) türetilmesiyle elde edilir (Şekil 4.19). Tampon bölgedeki iç halkalar, ilk tampon alan uygulamasından dolayı orijinalinden minimum ayrım mesafesi kadar küçüktür. Çünkü, seçilen tampon alan büyüklüğü; nesnenin dış halkasına (outer ring) pozitif yönde etki ederken, iç halkasına ya da halkalarına negatif yönde etki etmektedir. Bu nedenle iç halkalar, tampon bölgeden tek tek türetilip minimum ayrım mesafesi büyüklüğünde tampon alanlar oluşturulduktan sonra içbükey çokgen ile türetilen orijinal alana eklenirler.

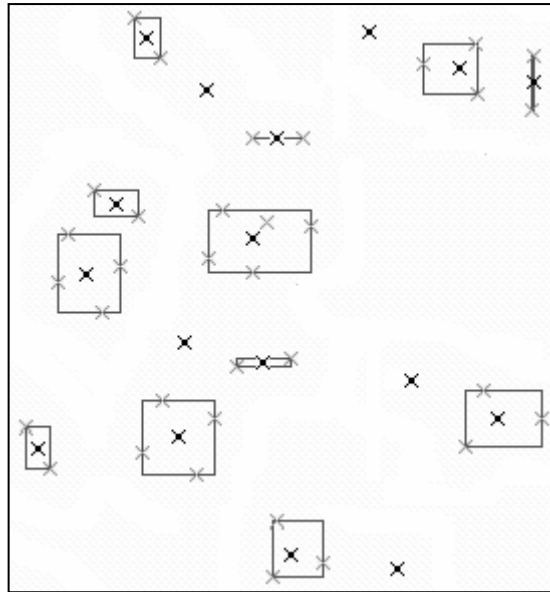


Şekil 4.19 Bir çokgenin dış ve iç halkaları

4.6.5.3 Tipikleştirme

Algoritma 10

Tipikleştirme, bazı nesneleri silerek, fakat temsili dağılımı koruyarak bir grup nesnenin karmaşıklığını indirir. Tipikleştirme öncesi dendrogram ile kümeleme işlemi uygulanmalıdır. Algoritma, oluşturulan her bir küme için tek bir nokta oluşturur. Bu yeni noktanın konumu; kümedeki noktaların ortalama koordinatlardan bulunur. Bu durumda, yaklaşık konumlama yapılmış olur (Şekil 4.20). Eğer kümeyi oluşturan noktalardan biri ile konumlama (orijinal konumlama) yapılmak istenirse, hesaplanan noktaya en yakın mevcut nokta temsili nokta olur. İkinci durumda minimum ayırım mesafesinin korunma olasılığı azalır. Bu algoritmanın dezavantajı, nokta geometri ile çalışması ve bu nedenle çokgen kenarlarını dikkate almamasıdır. Fakat, tipikleştirilen binalar çoğunlukla kare şeklinde olduğu için minimum işaret büyüklüğü ve minimum ayırım mesafesi dikkate alınarak uygun parametre ile bu sorun en aza indirilebilir. Dikdörtgen binalar için ise ortalama en ve boy özelliğine göre uygun parametre türetilebilir.



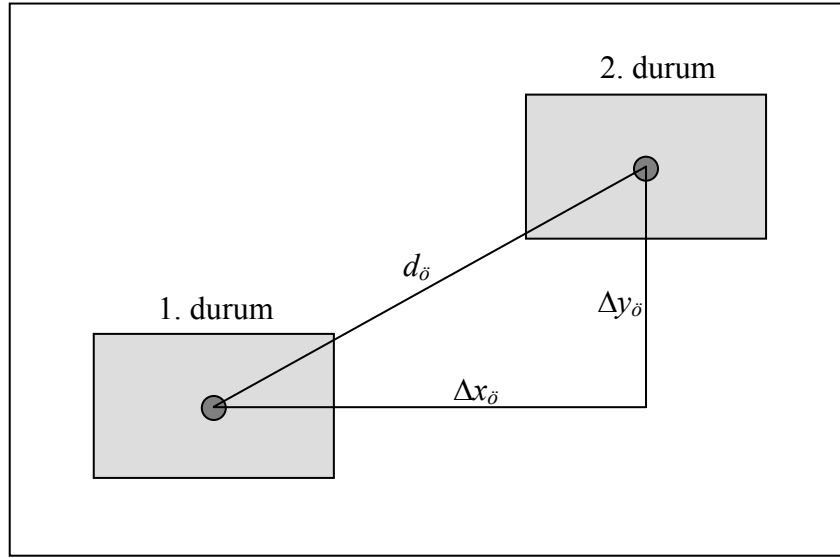
Şekil 4.20 Tipikleştirme

4.6.6 Öteleme

Algoritma 11

Öteleme algoritması, x ve y yönünde belirlenen miktarda nesneyi öteleyecektir (Şekil 4.21). d_{δ} öteleme mesafesi, Δx_{δ} x ekseninde öteleme değeri, Δy_{δ} y ekseninde öteleme değeri olmak üzere aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$d_{\delta} = \sqrt{\Delta x_{\delta}^2 + \Delta y_{\delta}^2} \quad (4.20)$$



Şekil 4.21 Öteleme

4.7 Genelleştirme ve Veri Kalitesi

Brassel ve Weibel (1988), Jaoa (1995; 1998) genelleştirmenin veri kalitesi üzerindeki olası etkilerini incelemişler ve özellikle bazı analizler için kartografik genelleştirme ile elde edilen haritaların tahmin edilemeyen hatalar içerebileceğini bu yüzden analiz amaçlı kullanım için yeteri kadar güvenilir olamayabileceğini ifade etmişlerdir. Bu yargı, daha çok manuel olarak genelleştirilen haritalar ve bu haritalardan yararlanılarak üretilen veri tabanları için geçerlidir. Bu amaçla Jaoa (1995; 1998) manuel olarak ve Douglas-Peucker algoritması ile genelleştirilen çizgisel nesneler arasındaki konum ve uzunluk değişimini incelemiş ve aralarındaki anlamlı farkları ortaya koymuştur. Gerek Brassel ve Weibel (1988), gerekse Jaoa (1995; 1998) özellikle mekansal analizler için denetimli veri indirgemeyi hedefleyen model genelleştirmeyi önermişler, fakat kartografik genelleştirme sonuçlarının görselleştirme açısından (haritalar için) değerlendirilmesi üzerine öneri yapmamışlardır. Weibel ve Dutton (1999) konuya göreceli olarak az ilgi gösterildiğini ifade etmiştir. Bu konuda son dönemdeki en dikkate değer çalışma Bard (2004) tarafından yapılmıştır.

Kartografik genelleştirme, geleneksel olarak manuel yöntemle gerçekleştirilir ve görsel olarak değerlendirilir. Mekansal bilgilerin veri tabanlarında tutulması, genelleştirme sonuçlarının sistematik olarak denetlenmesine olanak sağlayabilir. Genelleştirilmiş verinin kalite

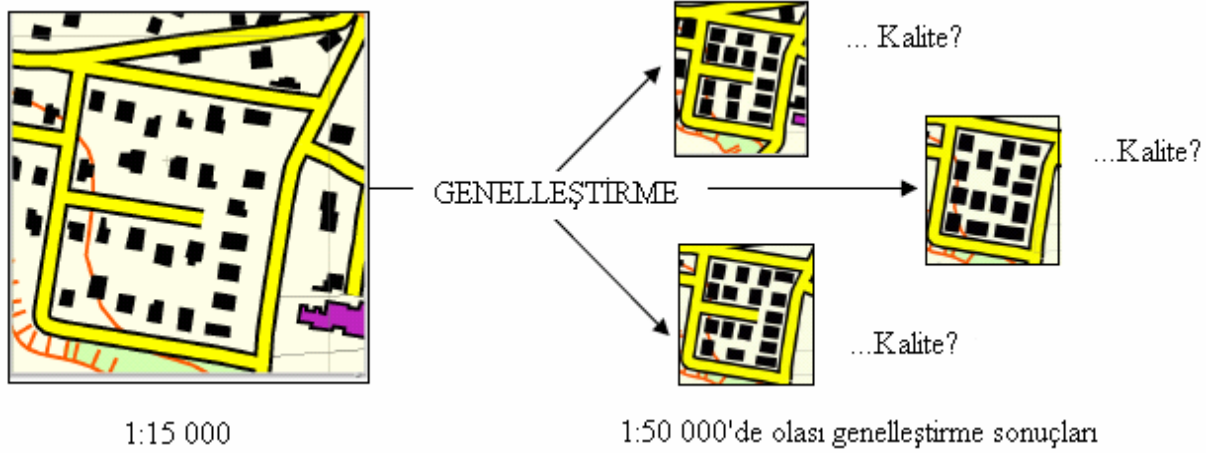
tanımlaması, üç temel soruya yanıt vermelidir (Bard, 2004): Türetilen bilgiler, başlangıçtaki mekansal bilgiyi doğru olarak yansıtıyor mu? Bazı değerlendirme kriterlerine göre değişimler kabul edilebilir mi? Veriler, kullanıcıların gereksinimlerini karşılıyor mu?

Mekansal veri tabanları, bazı hatalar içerebilir. Örn. veri toplama yöntemleri ya da kullanılan aletlerin duyarlılığından dolayı meydana gelen hatalar. Coğrafi verilerin kalitesini değerlendirmek için dikkate değer sayıda çalışma yapılmıştır. Kalite denetlemeleri, değerlendirilecek coğrafi veri seti ile bir referans ya da test veri setinden örnek nesneler arasındaki karşılaştırmaya dayalıdır. Yaygın olarak denetlenen veri kalitesi bileşenleri; tamlık, mantıksal tutarlılık, konumsal doğruluk, zamansal doğruluk ve semantik doğruluktur. Bununla birlikte, bu bileşenler; genelleştirme sonucu başlangıç veri setindeki nesneler üzerinde değişiklikler meydana geldiği için genelleştirilmiş veri setlerini değerlendirmek için yeterli değildir (Bard, 2004).

Genelleştirilmiş verileri değerlendirmek için üç olası referans veri kaynağı vardır (Bard, 2004): (1) bir başka otomatik genelleştirilmiş veri seti, (2) manuel olarak genelleştirilmiş veriler, (3) başlangıçtaki (kaynak) veriler. Başlangıçtaki veriler, daha yüksek duyarlılığı ve tamlığı nedeniyle Jaoa (1998) tarafından önerilmiştir. Kartografik genelleştirmenin değerlendirilmesi için, mikro, mezo ve makro düzeylerde değerlendirmeler gerekmektedir. Bu da aslında sonuçların değerlendirilmesi için rehberlik eden kısıtlamaların sağlanması anlamına gelmektedir. Bölüm 4.3'te bina ve yerleşim alanı için verilen kısıtlama listesi ideal durumu yansıtmaktadır. Pratikte, söz edilen tüm kısıtlamaların gerek formal olarak tanımlanması ve karakterize edilmesi (ölçülmesi), gerekse genelleştirme işlemlerine ve parametrelerine yansıtılması – üstelik kartografik sınırlamalara uyarak – oldukça güçtür. Bu amaçla daha karmaşık ve güçlü mekanizmalara sahip çoklu ajan yaklaşımının kullanılması önerilmektedir (Barrault vd., 2001).

Genelleştirme bir dönüşüm işlemi olduğu için, nesneler değişikliğe uğrarlar ve bazen çok farklı hale gelebilirler (Şekil 4.22). Bu nedenle, değerlendirme; farklılıkların önemsiz olup olmadığını ve genelleştirme yönergelerine uyulduğunu ortaya çıkarabilmelidir. Genelleştirme esnasında, nesnelerin bazı özelliklerinin korunması gerekirken (örn. konum, doğrultu, biçim), diğer özellikleri (örn. büyüklük, granülarite, yakınlık, sıklık) değişikliğe uğrayabilir. Çünkü, nesneler; hedef ölçeğe okunabilir olmalıdırlar. Minimum kartografik eşik değerler, insan gözünün fiziksel sınırlamalarından dolayı harita nesnelerini algılamak, ayırt etmek ve farklılaştırmak amacıyla tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, tatmin edici bir genelleştirme sonucu elde etmek için yalnızca nesneleri okunabilir olacak şekilde değiştirmek yeterli

değildir. Çünkü, nesnelerin organizasyonu da (nesneler arasındaki ilişkiler, örn. bağlı büyüklükler) korunmalıdır (Bard, 2004).



Şekil 4.22 Bir kent bloğunun geliştirilmesi sonucu elde edilebilecek farklı sonuçlar (Bard, 2002)

Bard (2004) tarafından kentsel alanların kartografik geliştirilmesinde değerlendirilen özellikler şunlardır: mikro düzey (tek binalar) için büyüklük, şekil, granülarite (değişecek), doğrultu ve konum (korunacak), mezo düzey (bina grupları / kent blokları) için sıklık, yakınlık ve binaların semantik dağılımı. Bu amaçla kullanılan ölçü kümesi; mikro düzeyde, büyüklük özelliği için alanı; şekil için uzanım ve içbükeylik oranını; konum için ağırlık merkezini; doğrultu için kenarların doğrultusunu; granülarite için en kısa kenarı; mezo düzeyde, sıklık için bina sıklığını; yakınlık için binalar arasındaki ve binalar ile yollar arasındaki minimum mesafeyi; semantik dağılım için bina türüne göre bina sayısı ile bina alanını ve yapı özelliği için hiza ve boş alan denetlemeyi içermektedir.

5. UYGULAMA

5.1 Bina ve Yerleşim Alanlarına İlişkin Topografik Verilerin Modellenmesi

5.1.1 Mevcut Durum

Ülkemizde orta ölçekli topografik haritalar ve veriler, Harita Genel Komutanlığı (HGK)'nce üretilmektedir. 1:25 000 ölçekli haritaların periyodik güncelleştirme çalışmaları sürmektedir. Yeni 1:250 000 ölçekli haritalar, NATO'nun talepleri doğrultusunda VMap formatında aynı ölçekteki mevcut haritalardan ve uydu görüntülerinden yararlanarak sayısal olarak üretilmektedir. 1:25 000 ölçekli haritalardan genelleştirme yoluyla türetilen 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritaların üretimi ise tatmin edici otomatik genelleştirme araçlarının mevcut olmaması, klasik yöntemle genelleştirmenin kartografin tecrübesine bağlı olması ve genelleştirmenin çok zaman alması gibi nedenlerle durmuştur. Genelleştirme işlemlerinin olabildiğince otomatik hale getirilmesi, bu koşullar ve gereksinimler nedeniyle zorunlu hale gelmiştir.

Topografik harita ve veri tabanı üretimi için kullanılan “Detay Tanımlama ve Özel İşaret Yönergesi” gözden geçirildiğinde önceliğin büyük oranda harita nesnelerini (detaylarını) modellemeye verildiği ve harita işaretlerinin gösterimine uygun olarak nesneler oluşturulduğu görülmektedir (Şekil 5.1).

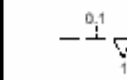
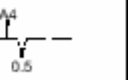
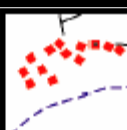
Bina ve yerleşim alanlarına ilişkin nesneler, “POP” (Population) sınıfında yer almaktadır. İlgili diğer birkaç nesne ise “IND” (Industry) ve “UTI” (Utility) sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.1). Bina ve yerleşim alanları ile yakından ilişkili olan ulaşım ile ilgili nesneler ise “TRA” (Transportation) sınıfında yer almaktadır. Çizelge 5.2’de yalnızca karayolları ve demiryollarına ilişkin nesneler görülmektedir. ESRI Arc/Info yazılımının eski sürümünün farklı geometri türüne (nokta, çizgi, alan) sahip nesneleri aynı katmanda tutamaması ve kompleks nesneleri desteklememesi nedeniyle kartografik nesnelerin oluşturulması için gerek duyulan farklı geometri kombinasyonları ve grafik gösterimler, farklı katmanlarda oluşturulmak zorunda kalmıştır. Kartografik tasarım ve üretim için henüz kullanılmaya başlayan yeni ArcGIS yazılımı ile bu sorunların giderilmesi mümkündür.

Bina ve yerleşim alanı nesneleri açısından bir başka problem, fotogrametrik değerlendirme esnasında operatörlerin yorum farklılıklarından meydana gelmektedir. Benzeri yoğunluğa sahip alanlarda binaların tek tek toplanması ya da bina gruplarının yerleşim alanı olarak değerlendirilmesi gibi iki farklı durum meydana gelebilmektedir. Bunun nedeni, kullanılan

ölçeğin kentsel alanlar için uygun olmayışıdır. Gelişmiş ülkelerde kentsel alanlarda ölçeğin daha büyük seçildiği görülmektedir. Örneğin, Finlandiya’da temel (master) veri tabanı için veri toplarken kentsel alanlarda 1:16 000 ölçekli, kırsal alanlarda ise 1:31 000 ölçekli hava fotoğrafları kullanılmaktadır (Siltala ve Jakobsson, 1999). Ayrıca çeşitli ülkelerde kullanılan master veri tabanlarının ölçekleri genelde 1:25 000’den daha büyüktür. Örneğin Almanya’da ATKIS Base DLM için 1:10 000 - 1:25 000, Fransa’da BDTOPO için 1:10 000 - 1:15 000, Finlandiya’da ise 1:5 000 - 1:10 000 ölçek aralığı kullanılmaktadır. İsveç, Hollanda ve Danimarka’da temel veri tabanlarında 1:10 000, Norveç’te ise 1:5 000 ölçeği kullanılmaktadır (Davidson, 1999; Bakker ve Kolk, 2003; Andersen ve Nissen, 1999; Gjertsen, 1999). Burada söz edilen ölçekler, topografik coğrafi veri tabanları için geçerlidir. 1:5 000 ve daha büyük ölçekler ise genellikle kadastral veri tabanları için kullanılmaktadır.

Özellikle nesne yönelimli yaklaşım ile birlikte ortaya çıkan ve mekansal veri modelleme açısından gittikçe daha fazla kabul gören gerçek dünya modelleme yaklaşımı açısından mevcut durumun uygun bir yapı oluşturduğu söylenemez. Özellikle, CBS kullanıcılarının analiz amaçlı gereksinim duyabileceği ve kendi tematik verileriyle entegre edebilecekleri topografik coğrafi veri setlerinin üretiminin ikinci planda yer aldığı görülmektedir. Her ne kadar Topo25 adlı bir veri modeli teoride mevcut olsa da, bu model daha çok kartografik veri tabanı için uygun yapıdadır.

Modern haritacılık kurumları çağımızdaki yoğun mekansal veri kullanımını ve gereksinimlerini (harita tabanlı web ve mobil servisler vb.) dikkate alarak, temel mekansal veri tabanı üzerinde bütünleşik olarak yapılandırılmış coğrafi ve kartografik veri setleri üretmekte ya da bu yönde veri modelleme çalışmaları yapmaktadır. Ülkemizde mekansal veriler için yeterli ve modern standartların henüz oluşturulmamış olması, üretilen verilerin yaygın ve çok amaçlı kullanımının mevcut koşullar içinde pek mümkün olmaması, üretilen verilerden ekonomik bir yarar sağlama düşüncesi ve kaygısının bulunmaması nedeniyle bu anlamda gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğumuz ifade edilebilir. Bununla birlikte, ulusal mekansal veri altyapısı (UMVA) çalışmalarının çağdaş gereksinimleri karşılayacak modern veri modelleme ve üretim anlayışını yerleştirmesi beklenmektedir.

SIRA NO	DETAY ADI	KODU	TİPİ	SINIFI	İŞARET NO	İŞARET
193	BINA	AL01537	A	POP	590	 
TANIMI İçinde oturulan veya çalışılan resmi veya önemi olmayan yapı. AÇIKLAMA						 
194	BINA_(HARAP)	AL01524	A	POP	593	 
TANIMI Tarihsel olmayıp çeşitli nedenlerle terk edilmiş değişik etkenlerle harap hale gelmiş yerleşme yeri veya tek bina. AÇIKLAMA Özel ismi varsa bina sayısına göre 5 veya 7 punto siyah olarak yazılır.						 
195	BINA_(HARAP)_SINIRI	AL02008	L	POP	483	 
TANIMI Tarihsel olmayıp çeşitli nedenlerle terk edilmiş değişik etkenlerle harap hale gelmiş yerleşme yeri ve tek bina sınırı. AÇIKLAMA						 
196	BINA	AL01537	P	POP	54	 
TANIMI İçinde oturulan veya çalışılan, resmi veya önemi olmayan yapı. AÇIKLAMA						 
197	BINA_(HARAP)	AL01524	P	POP	202	 
TANIMI Tarihsel olmayıp çeşitli nedenlerle terk edilmiş, değişik etkenlerle harap hale gelmiş tek bina. AÇIKLAMA Özel ismi varsa binanın sayısına göre 5 veya 7 punto siyah olarak yazılır.						 

Şekil 5.1 Ülkemiz topografik haritalarında yer alan bazı nesne türleri ve işaretleri (HGK, 2002)

Çizelge 5.1 Ulusal topografik harita yönergesinde bina ve yerleşim alanlarına ilişkin nesneler (HGK, 2002)

S. NO	NESNE ADI	NESNE KODU	NESNE TIPI	NESNE SINIFI	İŞARET NO	NESNE S. NO
172	AGİL	AJ03001	P	POP	78	176
173	AGİL_(HARAP)	AJ03002	P	POP	244	177
174	ANIT/ABIDE	AL13003	P	POP	144	228
175	BINA	AL01537	P	POP	54	196
176	BINA	AL01537	A	POP	590	193
177	BINA_(HARAP)	AL01524	A	POP	202	194
178	BINA_(HARAP)	AL01524	P	POP	593	197
179	BINA_(HARAP)_SINIRI	AL02008	L	POP	483	195
180	BINA_RESMI	AL01527	A	POP	212	198
181	BINA_RESMI	AL01527	P	POP	560	199
182	CAMI MINARESİZ/MESCİT	AL01513	P	POP	71	184
183	CAMI_BUYUK	AL01511	A	POP	589	181
184	CAMI_BUYUK	AL01511	P	POP	69	182
185	CAMI_KUCUK	AL01512	P	POP	70	183
186	DOLMEN	AL09004	P	POP	143	225
187	EGİTİM_KURUMU	AL01572	P	POP	582	209
188	EGİTİM_KURUMU	AL01572	A	POP	210	208
189	HABERLESME_TESİSİ	AL01510	P	POP	560	179
190	HABERLESME_TESİSİ	AL01510	A	POP	212	180
191	HAVRA(SINAGOG)	AL015B2	A	POP	589	188
192	HAVRA(SINAGOG)_KUCUK	AL01519	P	POP	168	189
193	HEYKEL	AL13001	P	POP	145	226
194	İSTİHKAM_TABYA/TAHKİMAT	AH05001	L	POP	375	173
195	KALE_HISAR_BURÇ	AH05004	L	POP	431	174
196	KALE_HISAR_BURÇ_(HARAP)	AH05003	L	POP	421	175
197	KİLİSE	AL015A9	A	POP	589	186
198	KİLİSE_KUCUK	AL01516	P	POP	166	187
199	KUBBE	AL015A7	P	POP	185	185
200	METEOROLOJİ_İSTASYONU	AL01523	P	POP	76	192
201	MEZAR_HRİSTİYAN	AL03006	P	POP	200	223
202	MEZAR_ISLAM	AL03003	P	POP	243	222
203	MEZAR_YAHUDİ	AL03009	P	POP	201	224
204	MEZARLIK_(SİNİRİ_BELİRSİZ)_SİNİRİ	AL03010	L	POP	477	221
205	MEZARLIK_HRİSTİYAN	AL03006	A	POP	555	219
206	MEZARLIK_ISLAM	AL03003	A	POP	553	218
207	MEZARLIK_YAHUDİ	AL03009	A	POP	557	220
208	PARK	AK12001	A	POP	565	178
209	RESMİ_KURUM_ALANI	AL015B5	A	POP	631	200
210	SAGLIK_KURUMU	AL01544	P	POP	281	207
211	SAGLIK_KURUMU	AL01544	A	POP	594	206
212	SANAYİ_SİTESİ_YERLEŞİM_ALANI	AC00005	A	POP	631	172
213	SERA	AL01536	A	POP	566	201
214	SUNDURMA	AL27501	A	POP	640	236
215	SUNDURMA	AL27501	P	POP	50	235
216	TARİHİ_HARABE_(SEKİLİ_BELİRLİ)_SİNİRİ	AL20005	L	POP	411	231
217	TARİHİ_HARABE_SEKİLİ_BELİRLİ	AL20001	A	POP	589	230

Çizelge 5.1'in devamı

S. NO	NESNE ADI	NESNE KODU	NESNE TIPI	NESNE SINIFI	İŞARET NO	NESNE S. NO
218	TARIHI_HARABE_SEKLI_BELIRSIZ	AL20001	P	POP	273	232
219	TARIHI_HARABE_SINIRLA_GOSTERILEBİLEN	AL20003	L	POP	477	233
220	TARIHI_MEZAR	AL13005	P	POP	73	229
221	TARIHI_MUHAREBE_YERI	AL20501	P	POP	147	234
222	TAS_SUTUN	AL13002	P	POP	146	227
223	TURBE_(ISLAM)	AL01521	P	POP	74	190
224	TURBE_GAYRIMUSLIM	AL01522	P	POP	75	191
225	YAYLA_EVI	AL01540	A	POP	607	203
226	YAYLA_EVI	AL01540	P	POP	271	202
227	YAYLA_EVI_HARAP	AL01541	P	POP	202	204
128	TICARET_VE_SANAYI_TESISI	AC00006	A	IND	212	115
129	TICARET_VE_SANAYI_TESISI	AC00006	P	IND	560	116
389	SPOR_YERI	AK04001	L	UTI	382	348
390	SPOR_YERI	AK04001	A	UTI	560	350
391	SPOR_YERI_SEKLI_BELIRSIZ	AK04002	L	UTI	483	349

Çizelge 5.2 Ulusal topografik harita yönergesinde karayolu ve demiryoluna ilişkin nesneler (HGK, 2002)

S. NO	NESNE ADI	NESNE KODU	NESNE TIPI	NESNE SINIFI	İŞARET NO	NESNE S. NO
239	DEMIRYOLU_(CIFT_HAT)	AN01002	L	TRA	335	242
240	DEMIRYOLU_(DAR_CIFT_HAT)	AN01008	L	TRA	388	246
241	DEMIRYOLU_(DAR_TEK_HAT)	AN01007	L	TRA	387	245
242	DEMIRYOLU_(HARAP)	AN01005	L	TRA	391	244
243	DEMIRYOLU_(TEK_HAT)	AN01001	L	TRA	334	241
244	DEMIRYOLU_(YAPILMAKTA_OLAN)	AN01004	L	TRA	336	243
245	DEMIRYOLU_ELEKTRIK_SEMBOLU	AN01011	P	TRA	299	252
275	KARAYOLU_(YAPILMAKTA)	AP03010	L	TRA	350	276
276	KARAYOLU_ALAN_SEKLİNDE	AP02006	A	TRA	614	282
277	KARAYOLU_BOLUNMUS/AYRILMIS	AP03001	L	TRA	340	268
278	KARAYOLU_BOLUNMUS/AYRILMIS_	AP03002	L	TRA	344	269
279	KARAYOLU_DAY	AP01001	L	TRA	346	278
280	KARAYOLU_G1	AP03006	L	TRA	345	273
281	KARAYOLU_G2	AP03007	L	TRA	337	274
282	KARAYOLU_G3	AP03008	L	TRA	338	275
283	KARAYOLU_GOBK_ALANI	AP02002	A	TRA	591	284
284	KARAYOLU_KAVSAK_AYIRIM_ALANI	AP02004	A	TRA	591	283
285	KARAYOLU_OTYOL	AP03014	L	TRA	379	266
286	KARAYOLU_OTYOL_(YAPILMAKTA)	AQ04050	L	TRA	497	267
287	KARAYOLU_PATKA	AP05002	L	TRA	348	280
288	KARAYOLU_S1	AP03003	L	TRA	341	270
289	KARAYOLU_S2	AP03004	L	TRA	342	271
290	KARAYOLU_S3	AP03005	L	TRA	343	272
291	KARAYOLU_YAY	AP01002	L	TRA	324	279
292	KARAYOLU_YERLESİM_İCİ	AP03012	L	TRA	356	277

Ulusal sayısal topografik haritalarda, toplanan verilerin anlamlı olabilmesi için, onlara bazı öznitelikler atanmıştır. Bu özniteliklerin belirlenmesinde, 1:25 000 ölçekli topografik haritadaki bilgilere sadık kalınmıştır. Sayısal topografik haritalarda yer alan nesneler, çok basit özniteliklere sahiptirler ve bu öznitelikler, tüm nesne ve katmanlar için aynıdır (HGK, 2003). Bu öznitelikler sayesinde

- Topografik veri tabanı oluşturma,
- Harita üretimi yapabilme,
- Analiz ve sorgulama işlemleri yapılabilir.

Özniteliklerin belirlenmesinde şu hususlar dikkate alınmıştır:

- Yazılımın nesne türleri için otomatik olarak açtığı öznitelikler,
- Bir topografik haritada bulunan bilgiler,
- Nesneye anlam kazandıracak bilgiler,
- Kartografik üretim ve gösterimi sağlayacak öznitelikler,
- Veri toplamayı ve operatörün işini kolaylaştıracı öznitelikler.

Kullanılan öznitelikler aşağıdaki gibidir:

- F_CODE - Nesne kodu (nesne kodlama kataloğundan alınan kartografik kod)
- F_NAME - Nesne adı (özel işaretler yönergesinden alınma isim)
- SYMBOL - Nesne işaret numarası (kartografik üretim için)
- P_NAME - Nesne özel adı (sorgulamalar için)
- ANGLE - Dönüklük açısı (nokta nesnelerin işaretlerinin döndürülmesi için)
- SCALE - Ölçek (nokta nesnelerin standart işaret büyüklüğünü değiştirmek için)

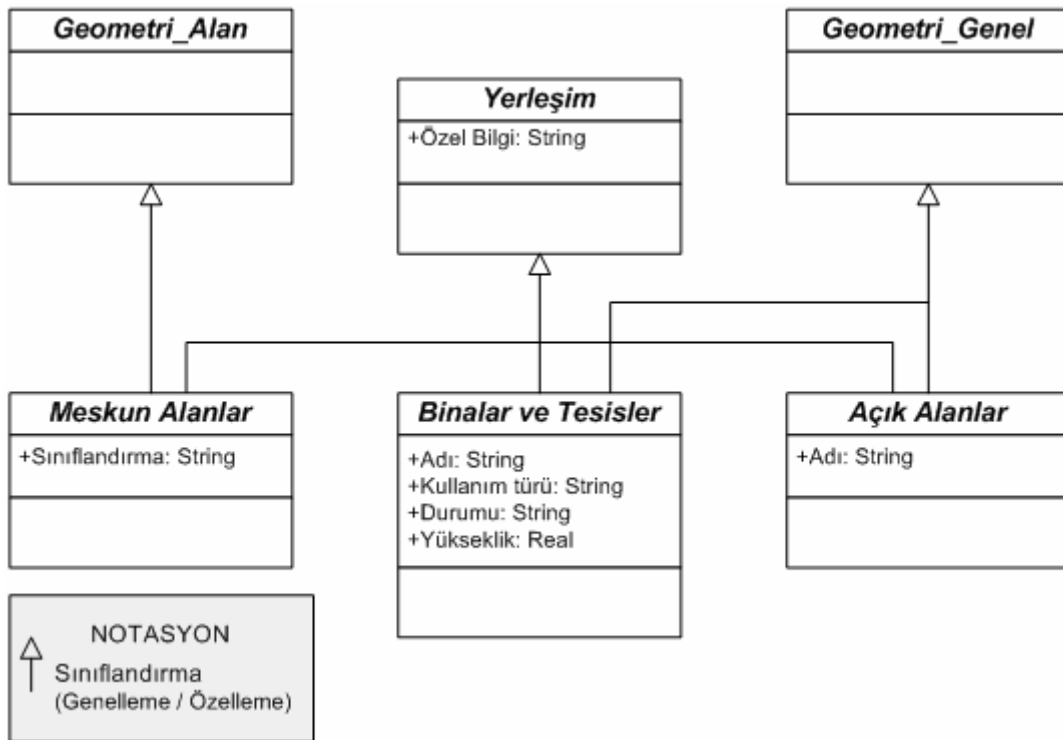
5.1.2 Kavramsal Modelleme

Çeşitli topografik veri/harita yönetmelikleri/yönergeleri (AdV, 1989; DMA, 1995; Geomatics Canada, 1996; USGS, 1999a, 1999b; NZTopo, 2001; HGK, 2002; Illert ve Afflerbach, 2004) dikkate alınarak Ek 1'deki gibi bir kavramsal model oluşturulmuştur. Bu kavramsal model, 1:25 000 ölçekli ya da eşdeğer ayrıntı düzeyine sahip veri tabanları için geçerlidir. Günümüzde sayısal ya da basılı haritaların temel mekansal veri tabanından görselleştirme ile üretilmesi eğilimi olduğu için burada özellikle coğrafi veriler açısından bir modelleme yapılmıştır. Dolayısıyla, kartografik ürünler bu veri tabanından türetilecektir. HGK tarafından hazırlanan yönerge ise kartografik model olarak kabul edilebilir. Oluşturulan kavramsal modelde yer almayan, fakat eklenmesi gereken bazı nesneler, öznitelikler ve/veya öznitelik değerleri olabilir.

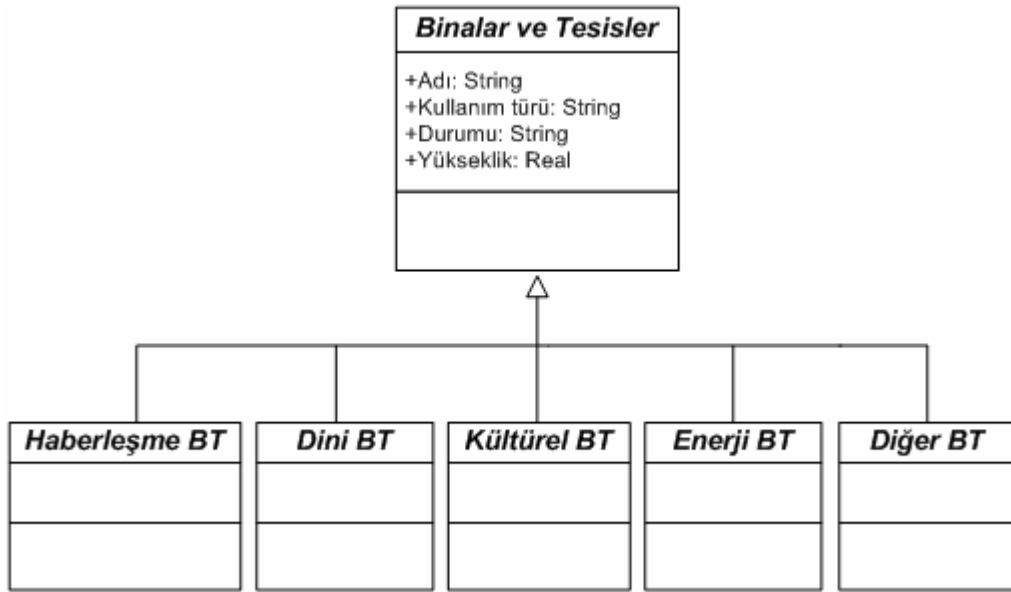
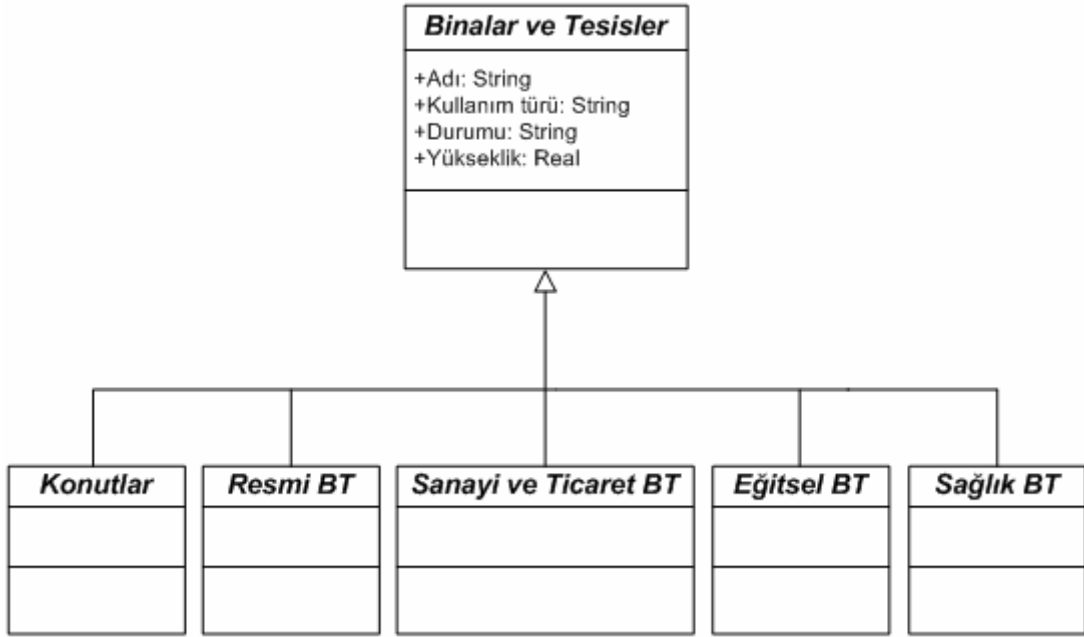
Modelde iki ana sınıf mevcuttur: Yerleşim ve Ulaşım. Ulaşım sınıfı bu çalışmada sınırlı olarak ele alınmıştır. SI (özel bilgi) özniteliği özel durumları belirtmek için kullanılmıştır. Örneğin alan büyüklüğü kriterlerini taşımayan fakat yer aldığı bölge açısından özel bir öneme sahip olan nesneler için buraya değer girilebilir. Özel durumların tümü düşünülüp bu öznitelik için değerler belirlenebilir.

5.1.3 Mantıksal Modelleme

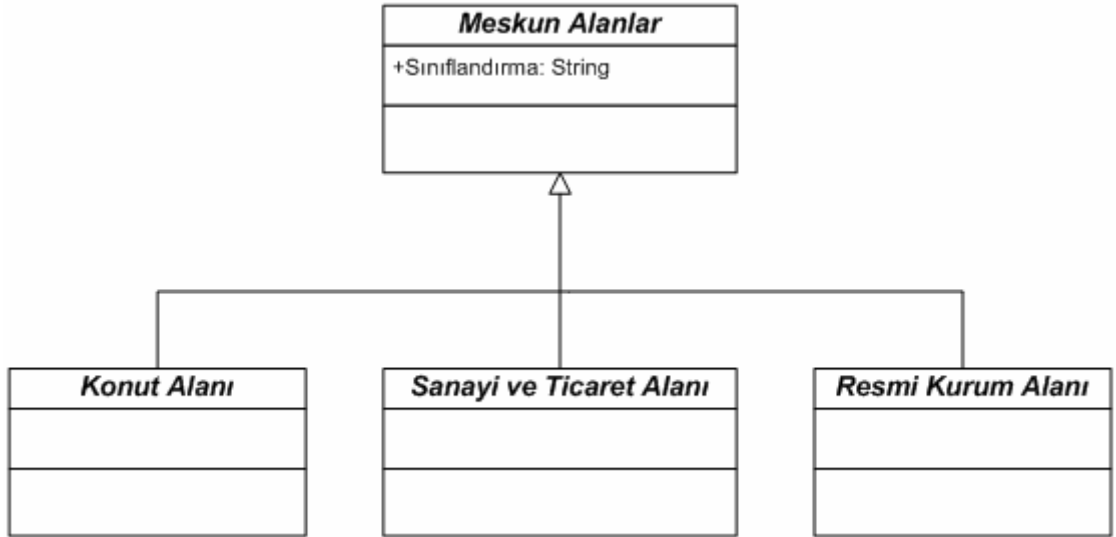
Mekansal veri modelleme ve genelleştirme çalışmalarında nesne yönelimli yaklaşım bilinen avantajları ile yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bu nedenle, çalışmada nesne yönelimli veri modellemeyi destekleyen bir CBS ve harita üretim yazılımı seçilmiştir. UML, nesne yönelimli modellemede son dönemde oldukça yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Aşağıda kavramsal modelin mantıksal organizasyonu, UML notasyonunda verilmektedir (Şekil 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 ve 5.9). Bilgisayar destekli yazılım mühendisliği (CASE) araçlarında mekansal-zamansal (spatio-temporal) verileri UML’de modellemek için eklentiler sağlayan yazılımlar da (örn. Perceptory) bulunmaktadır. Coğrafi nesneler, kartografik gösterim açısından daha spesifik sınıflara ayrılabilir. Burada, kartografik gösterimin veri tabanı düzeyinde metotlar ya da bir takım öznitelik değerleri aracılığıyla sağlanabileceği düşünülerek ayrıca özel kartografik sınıflar oluşturulmamıştır.



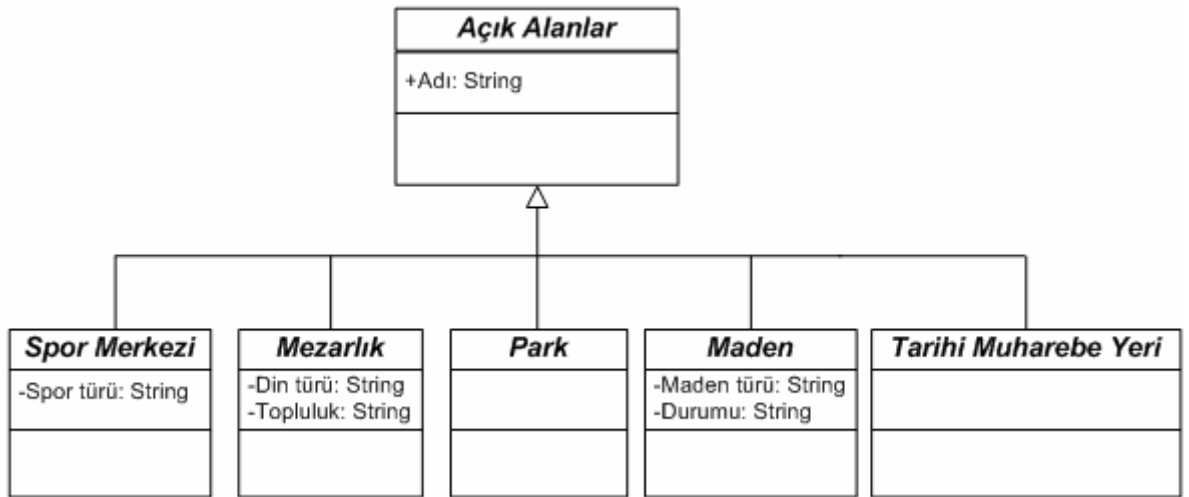
Şekil 5.2 UML notasyonunda “Yerleşim” sınıfı ve alt sınıfları



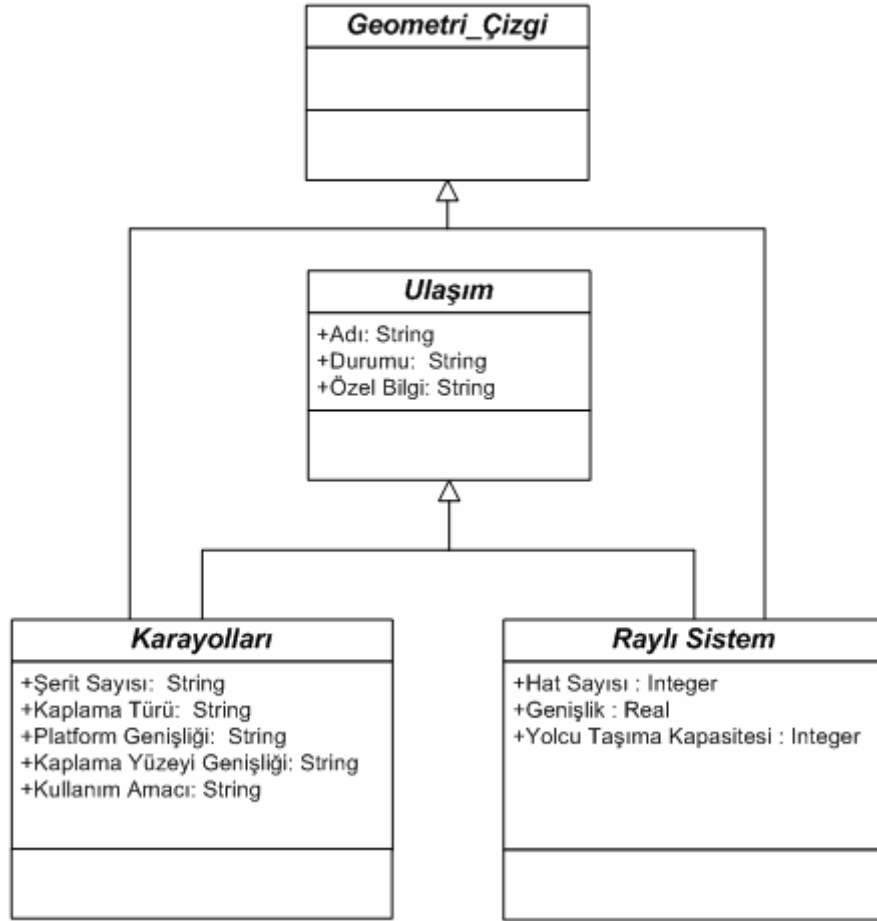
Şekil 5.3 UML notasyonunda “Bina ve Tesisler” sınıfı ve alt sınıfları



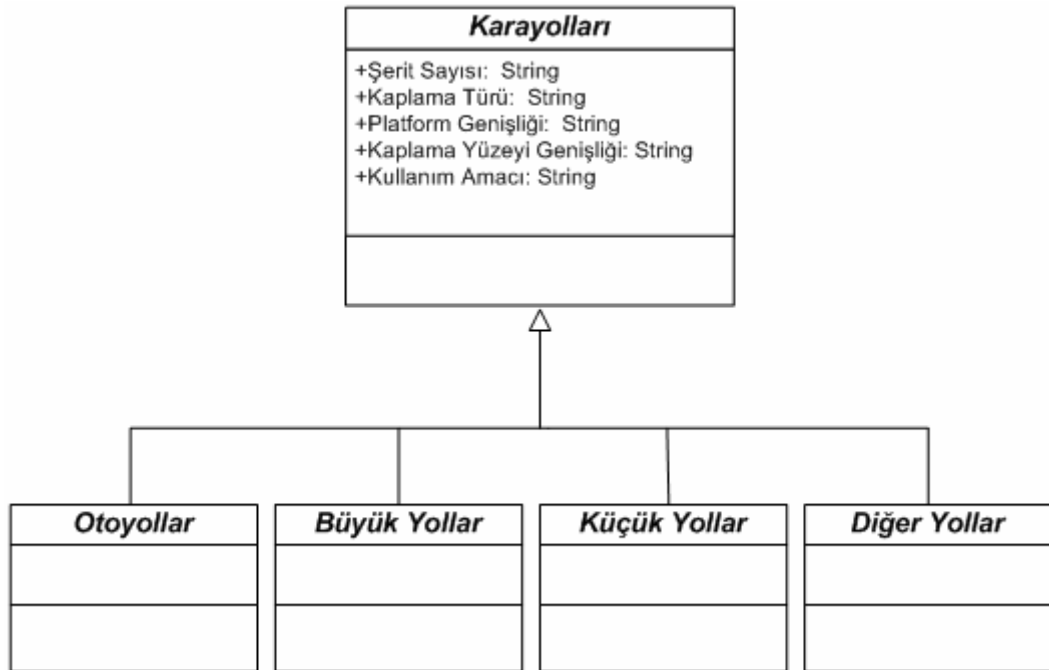
Şekil 5.4 UML notasyonunda “Meskun Alanlar” sınıfı ve alt sınıfları



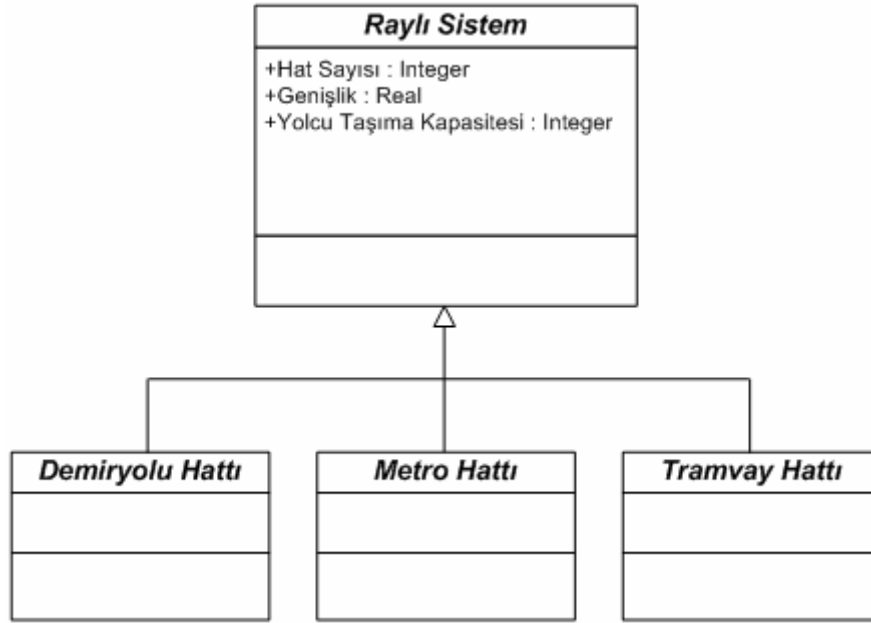
Şekil 5.5 UML notasyonunda “Açık Alanlar” sınıfı ve alt sınıfları



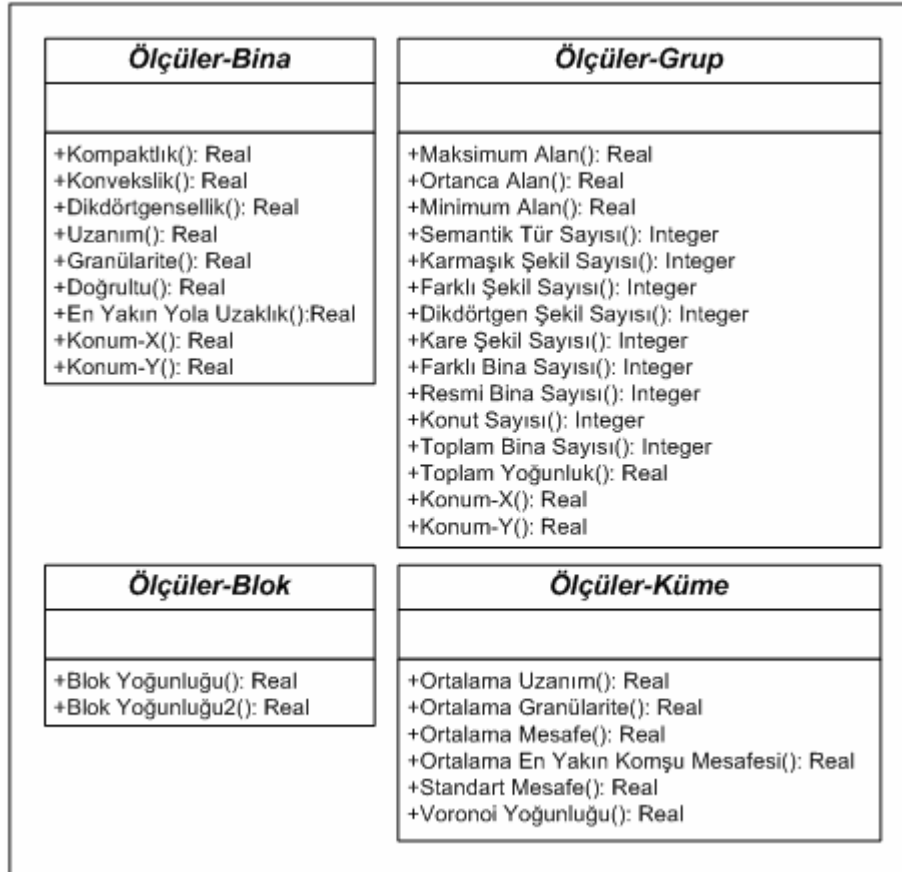
Şekil 5.6 UML notasyonunda “Ulaşım” sınıfı ve alt sınıfları



Şekil 5.7 UML notasyonunda “Karayolları” sınıfı ve alt sınıfları



Şekil 5.8 UML notasyonunda “Raylı Sistem” sınıfı ve alt sınıfları



Şekil 5.9 İlgili sınıflarca devralınan ölçü sınıfları

5.1.4 Fiziksel Modelleme

Fiziksel modelleme, donanım bağımlıdır ve veri hacmi, depolama ortamı, depolama kapasitesi, erişilebilirlik ve hız, veri yükü, tekli ve çoklu kullanıcılar vb. özellikleri içermektedir (Bernhardsen, 2002). Açık ve dağıtık CBS mimarileri, modülerlik ve birlikte işlerlik anlamında daha üst düzey olanaklar sunduğu için tercih edilmektedir (Smith ve Watson, 2004; Worboys ve Duckham, 2004). Bu hususlar, çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

5.2 Gerçekleştirme

5.2.1 Yazılım

Mantıksal model, Laser-Scan firmasının LAMPS2 yazılımı içinde gerçekleştirilmiştir. LAMPS2, nesne yönelimli veri tabanı Gothic üzerinde UNIX ortamı için geliştirilmiştir. Bir ara program ile Windows ortamında çalıştırılmaktadır. Fakat, alışlagelmiş Windows tabanlı programların özelliklerini taşımamaktadır. Bu yüzden kullanıcı dostu bir yazılım değildir. Ayrıca, veri tabanı şemasında sınıflara ve özniteliklere ilişkin değişim yapılmasına izin vermemek gibi bazı rijid özelliklere sahiptir. Bu dezavantajların yanında güçlü kavramlara sahiptir: nesne yönelimli modeli desteklemektedir, topolojiyi bir kez oluşturduktan sonra herhangi bir değişiklik yapıldığında topoloji anında güncellenmektedir. Ayrıca veri tabanı düzeyinde programlama ile sınıf tabanlı metotlar yazarak nesnelerin işlevselliğini artırma imkanı vardır. Bunun yanında diğer yazılımlar gibi uygulama tabanlı program (arayüz) geliştirme olanağı da sağlamaktadır. Yazılım, genel olarak büyük harita üretim kurumlarında kullanılmaktadır ve oldukça uzmanlaşma gerektirmektedir. Yazılımın doğrudan Windows ortamında çalışan sürümü henüz yoktur, fakat yakın gelecekte geliştirilmesi beklenmektedir.

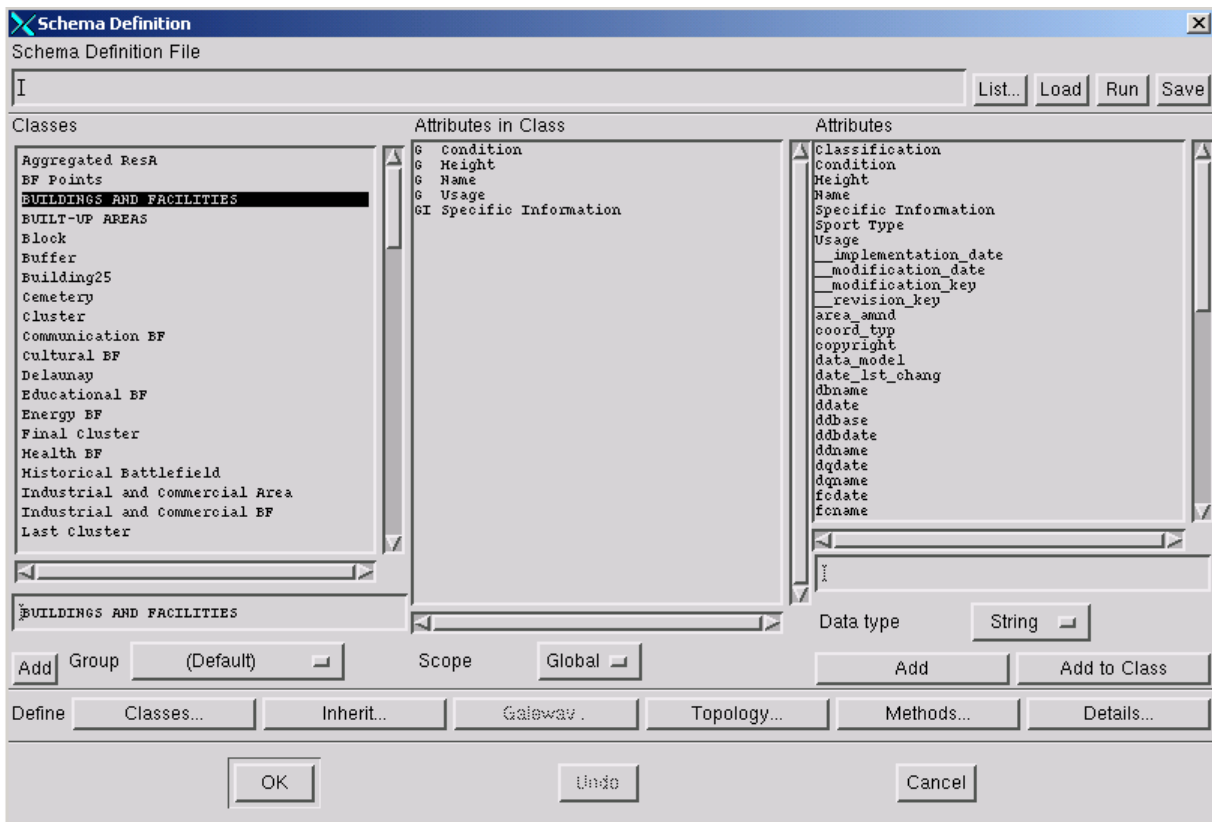
Modern yazılımlar, CASE araçları (örn. Microsoft Visio, IBM Rational Rose vb.) içinde UML ile oluşturulan mantıksal modeli otomatik olarak kendi yazılımlarına aktarabilmektedirler. LAMPS2’da böyle bir olanak yoktur.

5.2.2 NYCBS Ortamında Veri Tabanı Şemasının Oluşturulması ve Verilerin Girilmesi

Veri Tabanı Şeması, LAMPS2 yazılımında “File>Schema” menüsü içinden oluşturulmuştur. Bu menü içinde, sınıfların oluşturulması, özniteliklerin tanımlanması, topolojik kuralların tanımlanması, sınıf bazında metot yazılması gibi olanaklar vardır (Şekil 5.10). Daha sonraki çalışmalarda kullanabilmek için sınıf adlarının İngilizce karşılığı kullanılmıştır. En üst sınıflar (Yerleşim ve Ulaşım), benzer alt sınıfları gruplandırmak amacıyla *gothic_theme* olarak

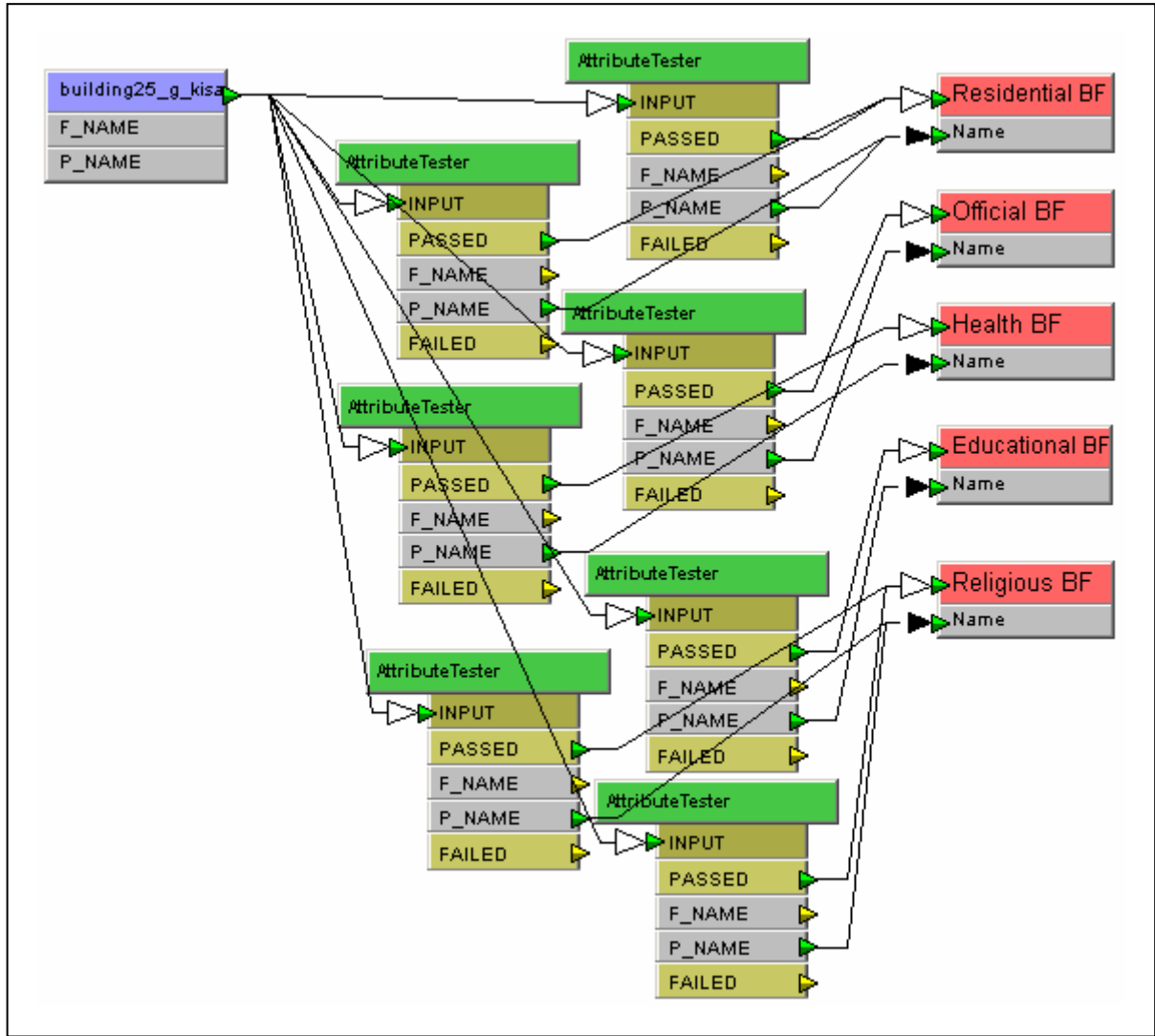
tanımlanmıştır. Bu sınıflar, herhangi bir geometri sınıfından devralmamaktadır. Diğer sınıflar ise *default* (varsayılan) seçeneği ile tanımlanmıştır. Veri tabanı şemasında, mantıksal modelde belirtilen sınıfların yanı sıra ara işlemlerde kullanılacak çeşitli sınıflar da oluşturulmuştur.

Sınıfların, herhangi bir geometri sınıfından (*simple*: geometri_genel, *simple_area*: geometri_alan, *simple_line*: geometri_çizgi, *simple_point*: geometri_nokta) ve diğer üst sınıflardan devralmaları ilgili seçeneklerle sağlanır. Bu şekilde, sınıf hiyerarşileri oluşturulur. Ardından, öznitelikler tanımlanır ve ilgili sınıflara eklenir. Daha sonra gerekirse, ilgili sınıflarda Laser-Scan programlama dili LULL ile metotlar oluşturulabilir. Üst sınıflardaki öznitelikler ve metotlar, otomatikman kendilerinden devralan alt sınıflar için de geçerli olur.



Şekil 5.10 LAMPS2’da veri tabanı şemasının oluşturulması

Mekansal veriler, orijinal olarak ESRI shape formatında olup, uygun bir yazılım ile Laser-Scan ortamına dönüştürülmektedir. Bunun için Laser-Scan firmasının Translate ya da (Laser-Scan eklentisi ayrıca yüklenerek) Safe firmasının FME yazılımı kullanılabilir (Şekil 5.11). FME yazılımı, dönüşümlerde daha fazla esneklik ve olanak sağlamaktadır. Bu dönüşümlerden önce LAMPS2’da ilgili veri seti için veri tabanı şemasında sınıfların ve özniteliklerin uygun olarak oluşturulması gerekmektedir.

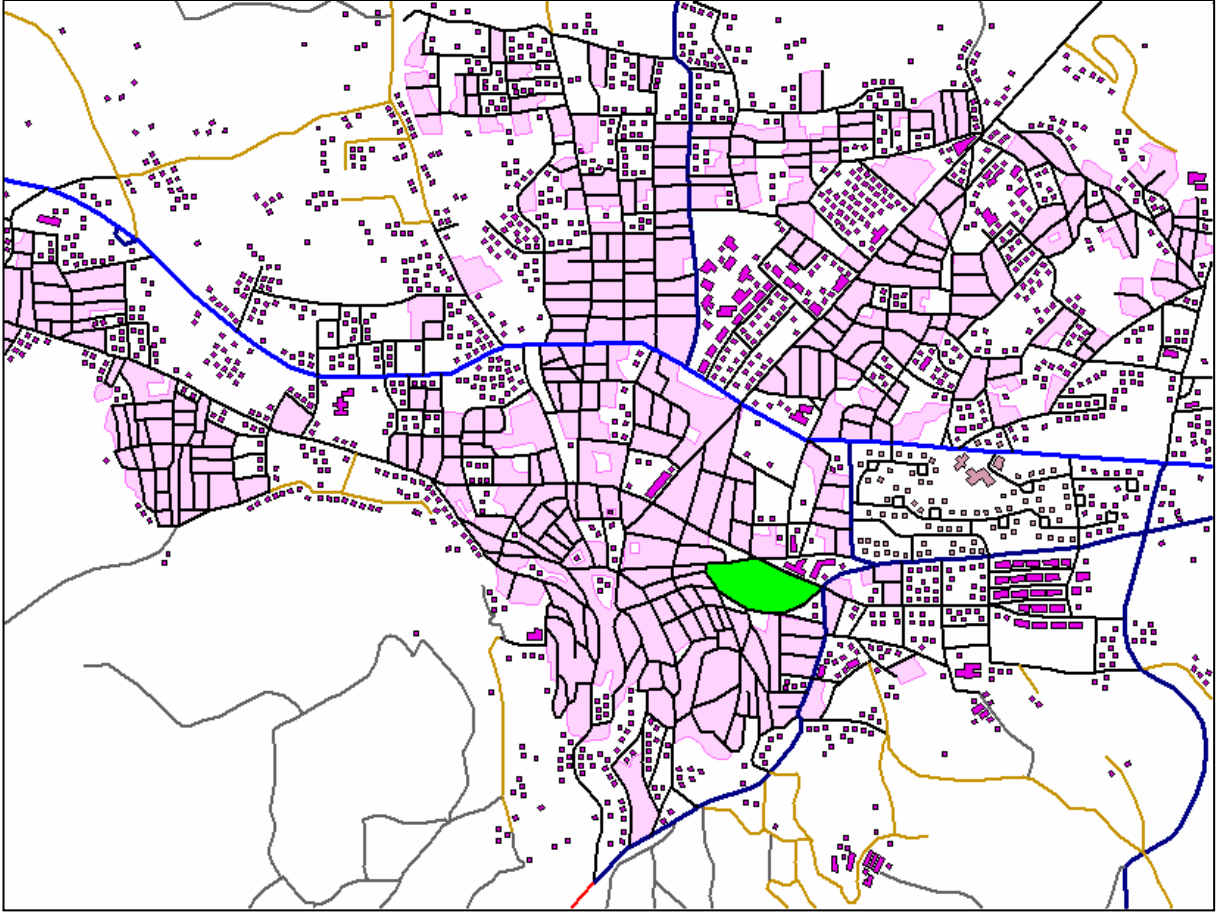


Şekil 5.11 FME yazılımı ile veri dönüşümü

5.3 Bina ve Yerleşim Alanlarının Otomatik Kartografik Genelleştirilmesi

Uygulama, bina ve yerleşim alanları için 1:25 000 ölçeğinden 1:50 000 ölçekli topografik harita ya da kartografik veri tabanı türetilmesini ele almakla birlikte, parametreleri hedef ölçeğe göre ayarlamak gibi bazı küçük değişikliklerle orta ölçek aralığı (1:25 000 – 1:250 000) için aynı yaklaşım ve adımlar kullanılabilir.

Çalışma alanının büyüklüğü, yaklaşık olarak 9.2 km² dir. Şekil 5.12’de kullanılan örnek veri seti görülmektedir.

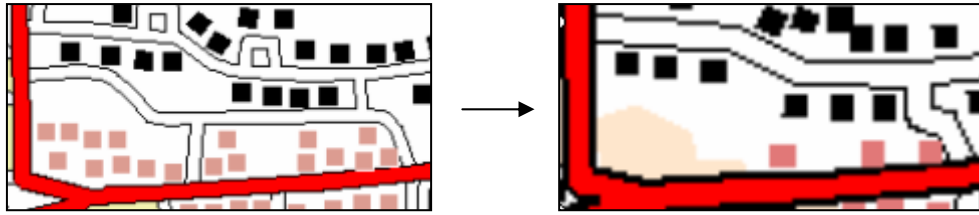


Şekil 5.12 Çalışmada kullanılan örnek veri seti

Su ve ulaşım ağının geliştirilmesinin de bina ve yerleşim alanı geliştirme sonuçlarına etkileri olmaktadır. Çünkü, bu sınıflardaki nesneler; bina ve yerleşim alanlarından önce geliştirilirler ve genellikle bina ve yerleşim alanları için mantıksal sınırlar oluştururlar. Staufenbiel, topografik haritalar geliştirilirken nesne sınıflarının işlenmesi için şu sırayı önermiştir: 1) su ağı ve su alanları, 2) demiryolları, 3) yollar, 4) binalar, 5) sınırlar, 6) topografya, 7) bitki örtüsü (Kilpelainen, 1995). Bu çalışmada, yalnızca yolların basitleştirilmesi otomatik olarak yapılmaktadır. Yol ağı geliştirme, etkileşimli olarak yapılmış, su ağı geliştirme ise çalışma alanında bu tür nesneler yer almadığı için göz ardı edilmiştir. Yol ve su ağı geliştirme işlemleri, mekansal yapılanışı kısmen değiştirebileceği için geliştirme kararlarına ve dolayısıyla sonuçlarına kısmen etki edebilir. Yollar geliştirilirken, konum değişimlerinin belirli bir sınır değeri aşmamasına çalışılmalıdır. Çünkü, aşırı geliştirme durumunda binalar ve yollar arasındaki topolojik ilişkilerin bozulması söz konusu olabilir. Aşırı geliştirme gereken istisna durumlarda, bu ilişkiler korunacak şekilde binaların konumlarının etkileşimli olarak değiştirilmesi gerekir.

5.3.1 Genel Strateji

Genel strateji geliştirmeden önce bir ön uygulama yapılarak bina ve yerleşim alanlarının otomatik genelleştirilmesi için olası işlem adımları denenmiş ve sorun oluşturabilecek bazı hususlar ortaya konmuştur (Başaraner, 2004). Meskun alanlar, mevcut veri setinde yollar dikkate alınmadan bütün nesne olarak toplanmıştır. Bu durumda, bir nesne grubunun meydana getirdiği özel bir mekansal yapısını ilgilendiren genelleştirme kararlarında yolları dikkate almak mümkün olmamaktadır. Bu da yollar arasında kalan farklı bloklarda tutarsız (homojen olmayan) sonuçlara yol açabilmektedir. Şekil 5.13’de görüldüğü gibi ayrı binaların yer aldığı bir blokta binaların bir kısmı için kaynaştırma işlemi uygulanmışken diğerleri için tipikleştirme işlemi uygulanmak durumunda kalınmıştır. İlgili bina kümesi meskun alana hedef ölçekte ayırddilemeyecek kadar yakın olduğundan, küme içindeki binalar meskun alan nesnesi ile birleştirilmektedir. Bu durumda farklı bloklardaki (yolun diğer tarafındaki) binalar da birbirlerine yakınlıktan dolayı aynı kümede yer alabildiğinden, meskun alan ile birleştirilmek durumunda kalınacaktır. Blok içinde meskun alan olmadığı halde, bazı binalara tipikleştirme yerine kaynaştırma işlemi uygulanması, farklı bloklardaki binaların küme oluşturmasının engellenmesi gerektiğini göstermektedir.

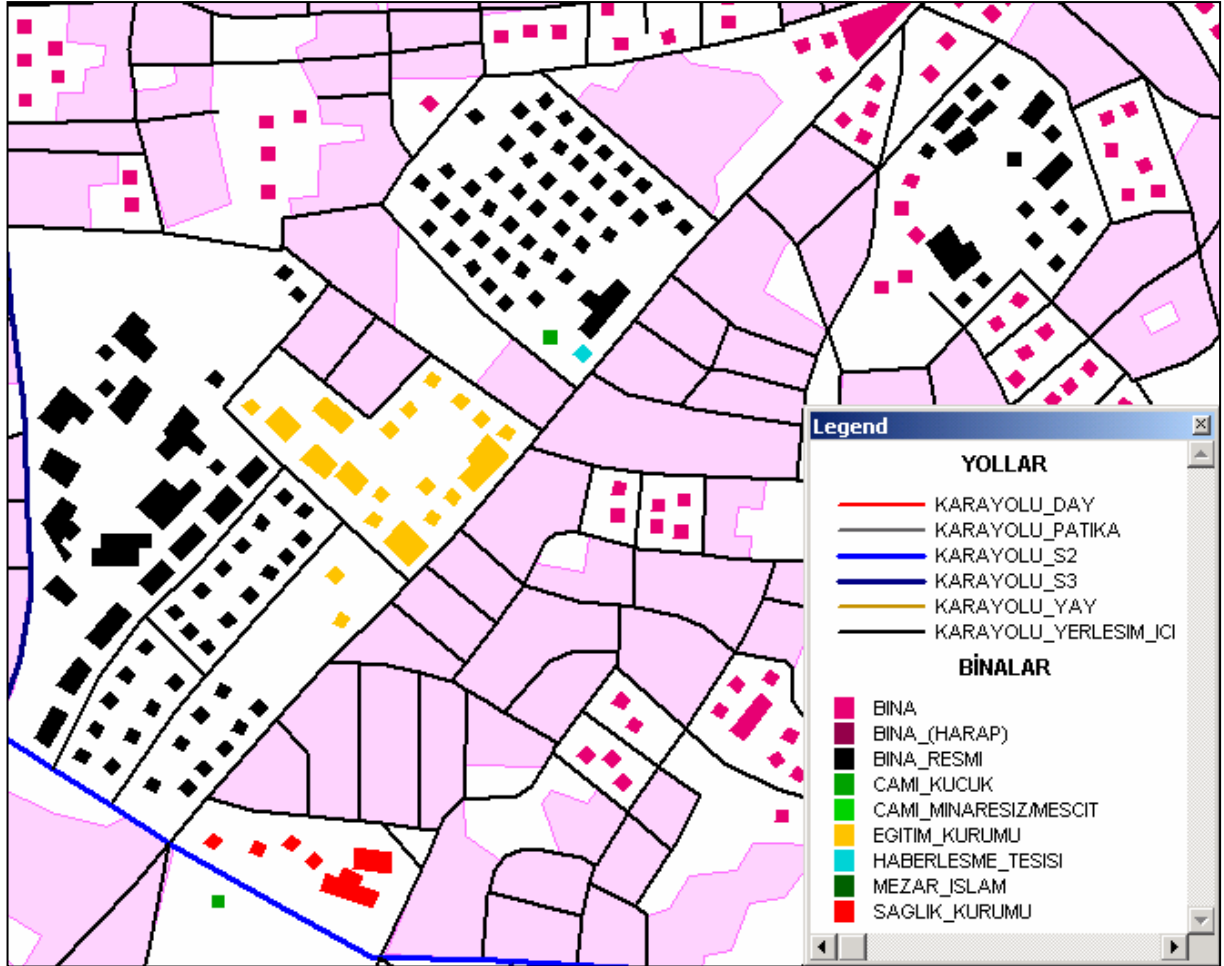


Şekil 5.13 Blok içinde homojen sonuç vermeyen bir genelleştirme uygulaması (Başaraner, 2004)

Mevcut yolların tümü için yol eksenleri kullanılarak türlerine (Karayolu_S1, Karayolu_Yerleşim_İçi gibi) uygun işaret büyüklüğünde tampon alanlar türetilmelidir. Bunun için, yol türünü tutan öznitelik değiştirildiğinde buna uygun olarak değişebilen dinamik bir öznitelik oluşturulabilir ve bundan yararlanılarak tüm yollar için tek nesne olarak birleştirilmiş tampon alan oluşturulabilir. Daha sonra, bu tampon alandan yararlanarak bloklar ve bloklar içinde parçalanmış meskun alanlar türetilir. Bu durumda problem, blok içinde uygun karar mekanizmaları geliştirmek ve buna göre genelleştirme yapmaya indirgenir. Yollara göre bölümlendirme, Ruas (1995), Bildirici (2000) ve Regnauld (2001) tarafından da önerilmektedir.

Bu yaklaşım, önceki bölümde söz edilen bağlamsal genelleştirme düşüncesini desteklemekte

ve problemi daha basit bir yapıya indirgemekte olsa bile blok içinde uygun genelleştirme kararlarının verilmesi de oldukça güç bir işlemdir. Çünkü, mekansal yapılanış (nesnelerin dağılımı, şekilleri, türleri, büyüklükleri vb.) blok içinde farklılık gösterebilmektedir, bu yüzden farklı genelleştirme işlemleri ve/veya farklı genelleştirme parametrelerine gereksinim duyulabilir (Şekil 5.14).



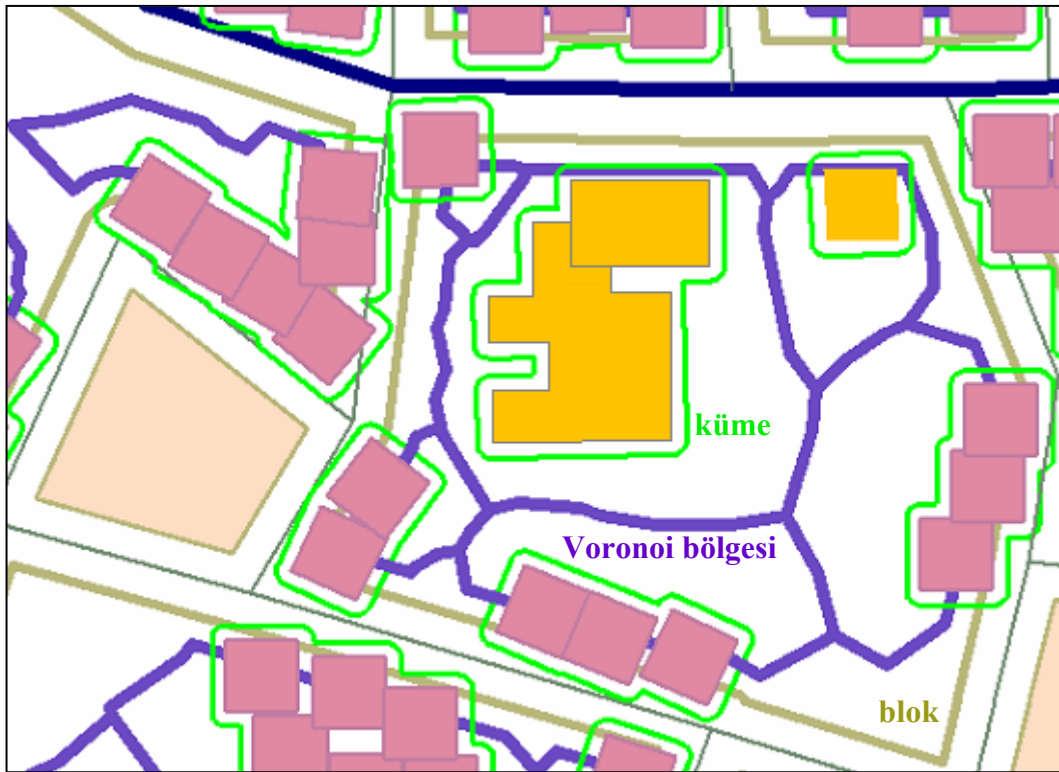
Şekil 5.14 Bloklardaki farklı mekansal yapılanış

Problemi daha da küçültmek için nesneler arasındaki yakınlık ilişkilerinin analizini sağlayan Voronoi çokgenlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Her bloğun her bir kümesi içindeki binalar ile kesişen Voronoi çokgenleri birleştirilerek Voronoi bölgeleri oluşturulur. Bu kümeler daha sonra yollar ve binalar arasında bırakılması gereken mesafeye göre kırılır. Kümeler, birbirleri ile yakınlık uyumsuzluğuna sahip, başka bir ifadeyle hedef ölçekte ayırdedilemeyecek kadar birbirine yakın binalardan oluştuğu için problem, ilgili kümeye karşılık gelen Voronoi bölgesinde çözüm bulmaya indirgenmiş olur (Şekil 5.15).

Özellikle bir nesne grubunu ilgilendiren bağlamsal genelleştirme işlemlerine ve

parametrelerine karar verebilmek için kullanılabilecek önemli kriterlerden biri, Voronoi yoğunluğudur (toplam bina alanı / Voronoi bölgesinin alanı). Yoğunluk yüksek ise kaynaştırma, orta ise tipikleştirme ya da eleme ve düşük ise (uyuşmazlık durumunda) öteleme işlemi uygulamak çoğu durumda geçerli bir yaklaşım sağlamaktadır. Ayrıca kentsel (sık yerleşim) ve kırsal (seyrek yerleşim) alanlanlarda farklı derecede genelleştirme uygulanması gerekliliği (SSC, 1977; Müller, 1990) karşılanmış olur.

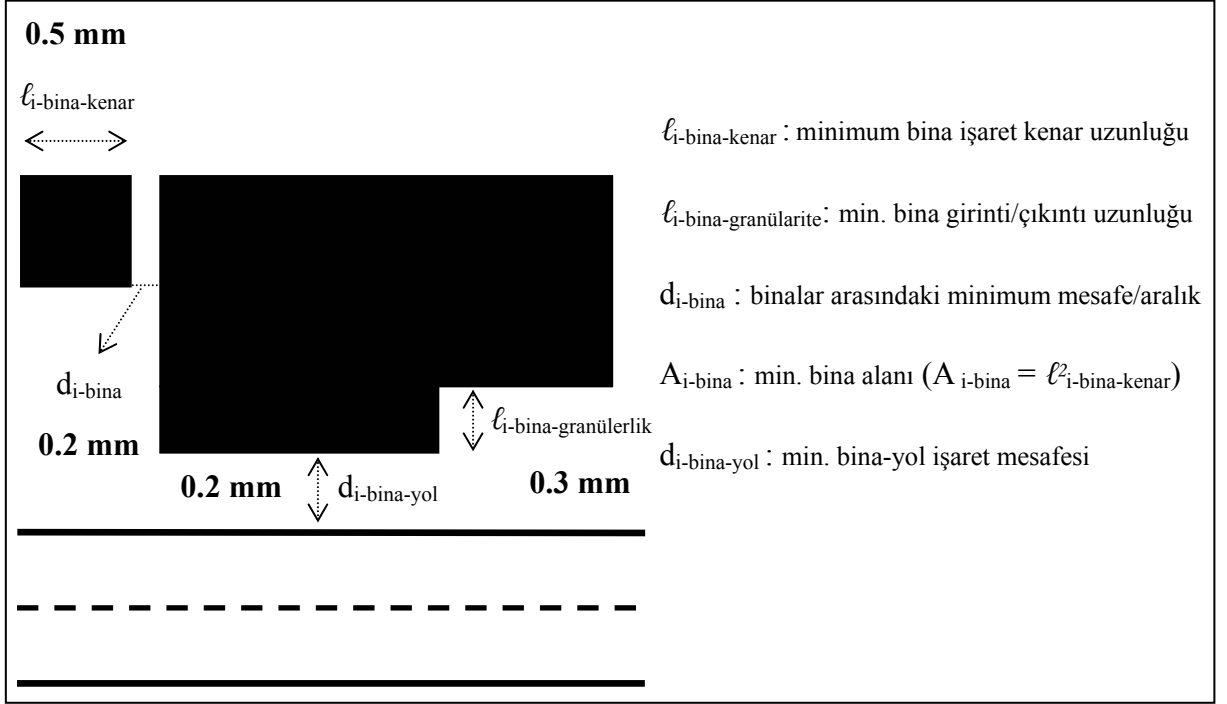
Mekansal yapılanışlardaki farklılıklar, kabul edilebilir bir çözüm geliştirmek için otomatik genelleştirmenin statik değil dinamik olarak gerçekleştirilmesi gerektiğinin göstergesidir. Dinamik genelleştirme, genelleştirme parametrelerinin dinamik türetilmesini gerektirir. Bu bağlamda, iteratif olarak değiştirilen parametreler ile genelleştirme kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı denetlenerek uygun sonuca ulaşıncaya kadar işlem sürdürülebilir. Genelleştirme kriterleri, grafik limitler ve coğrafi anlam dikkate alınarak belirlenir.



Şekil 5.15 Voronoi bölgeleri

Grafik limitler, genelleştirme parametreleri ile kriterlerinin belirlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi açısından önemlidir (Şekil 5.16; Çizelge 5.3). Bu değerler, ülkeden ülkeye bazı farklılıklar gösterebilmektedir (Çizelge 5.4). Ülkemizde geçmişteki baskı incelikleri nedeniyle minimum bina işaret büyüklüğü, göreceli olarak biraz daha büyük seçilmiştir. Yeni

yapılacak haritalar için ise diğer ülkelere benzer olarak bu değerin küçültüleceği ifade edilmiştir.



Şekil 5.16 Binalar için grafik limitler

Çizelge 5.3 Belirlenen grafik limitlerin farklı ölçeklerdeki karşılıkları

Ölçek	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Büyüklik			
$\ell_{i-bina-kenar}$ (m)	12.5	25	50
$\ell_{i-bina-granularite}$ (m)	7.5	15	30
d_{i-bina} (m)	5	10	20
A_{i-bina} (m ²)	156.25	625	2500
$d_{i-bina-yol}$ (m)	5	10	20

Çizelge 5.4 Binalar için farklı ülke haritalarında kullanılan grafik limitler (DMA, 1995; Bildirici ve Uçar, 2000; Regnaud, 2001; Bard, 2002; HGK, 2002)

Ülke	Türkiye	A.B.D.	Almanya	Fransa
Büyüklik				
$\ell_{i-bina-kenar}$ (mm)	0.7	0.5	0.4	0.4-0.5
$\ell_{i-bina-granularite}$ (mm)	?	0.3	0.3	0.3
d_{i-bina} (mm)	0.2	0.2	0.2	0.15
A_{i-bina} (mm ²)	0.49	0.25	0.16	0.25

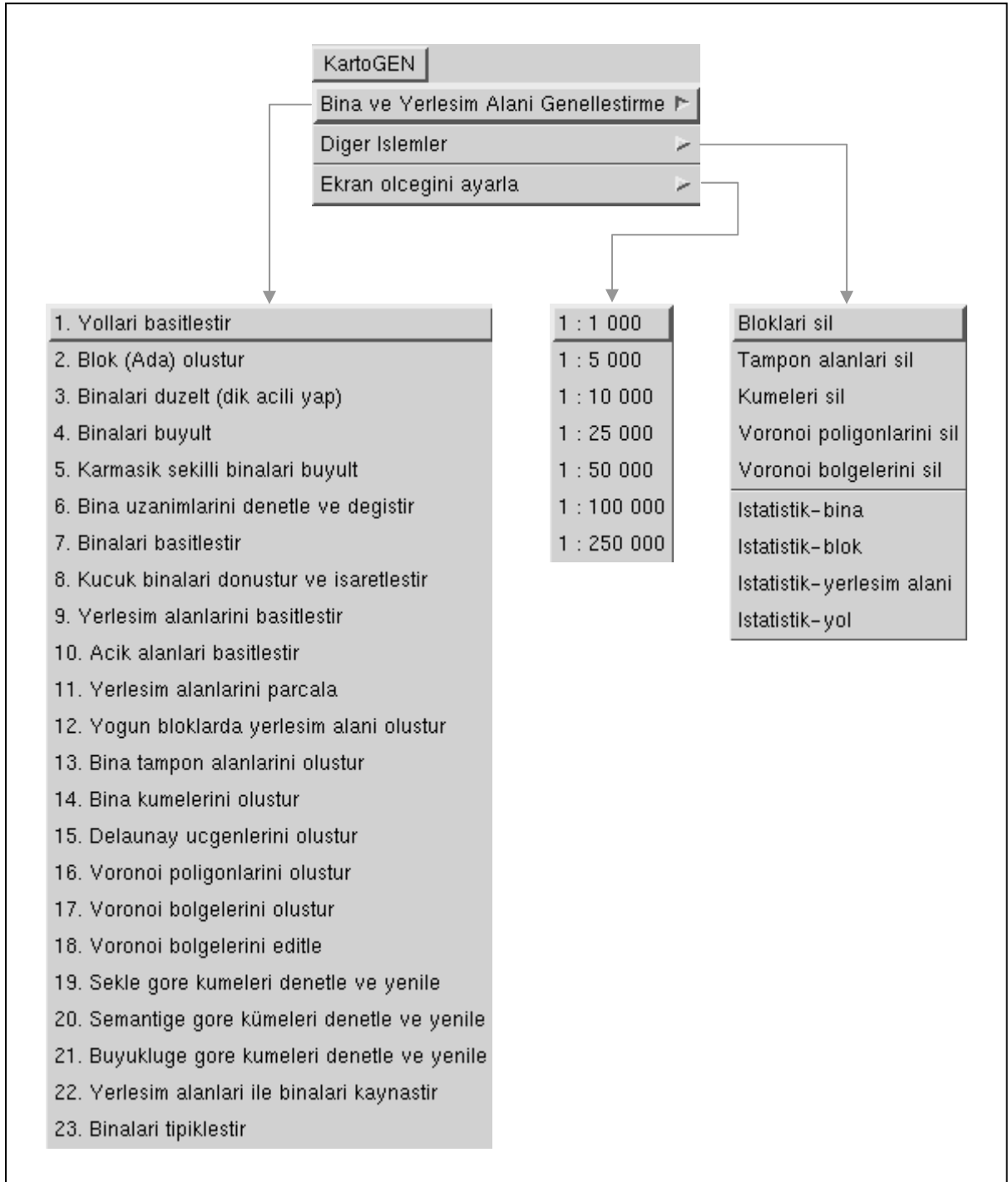
Özetle bu stratejide, genelleştirme işlemleri, kriterleri ve parametrelerinin belirlenmesi için aşağıdaki unsurlar dikkate alınmaktadır:

- Voronoi bölgesi ya da blok içindeki binaların ve/veya meskun alanların geometrik, semantik ve/veya yapısal özellikleri ve ilişkileri (*coğrafi anlam*)
- Binalar, meskun alanlar ve yolların hedef ölçekte okunaklı ve anlaşılır olması için belirlenen minimum büyüklükler (*grafik limitler*)

İşlem adımları; genelleştirme işlemlerinin birbirleri üzerine olası etkileri, ulusal orta ölçekli topografik harita yönergesi (HGK, 2002) ve diğer ülkelerin topografik haritaları için kullanılan adımlar (SSC, 1977; Müller, 1990) dikkate alınarak belirlenmiştir.

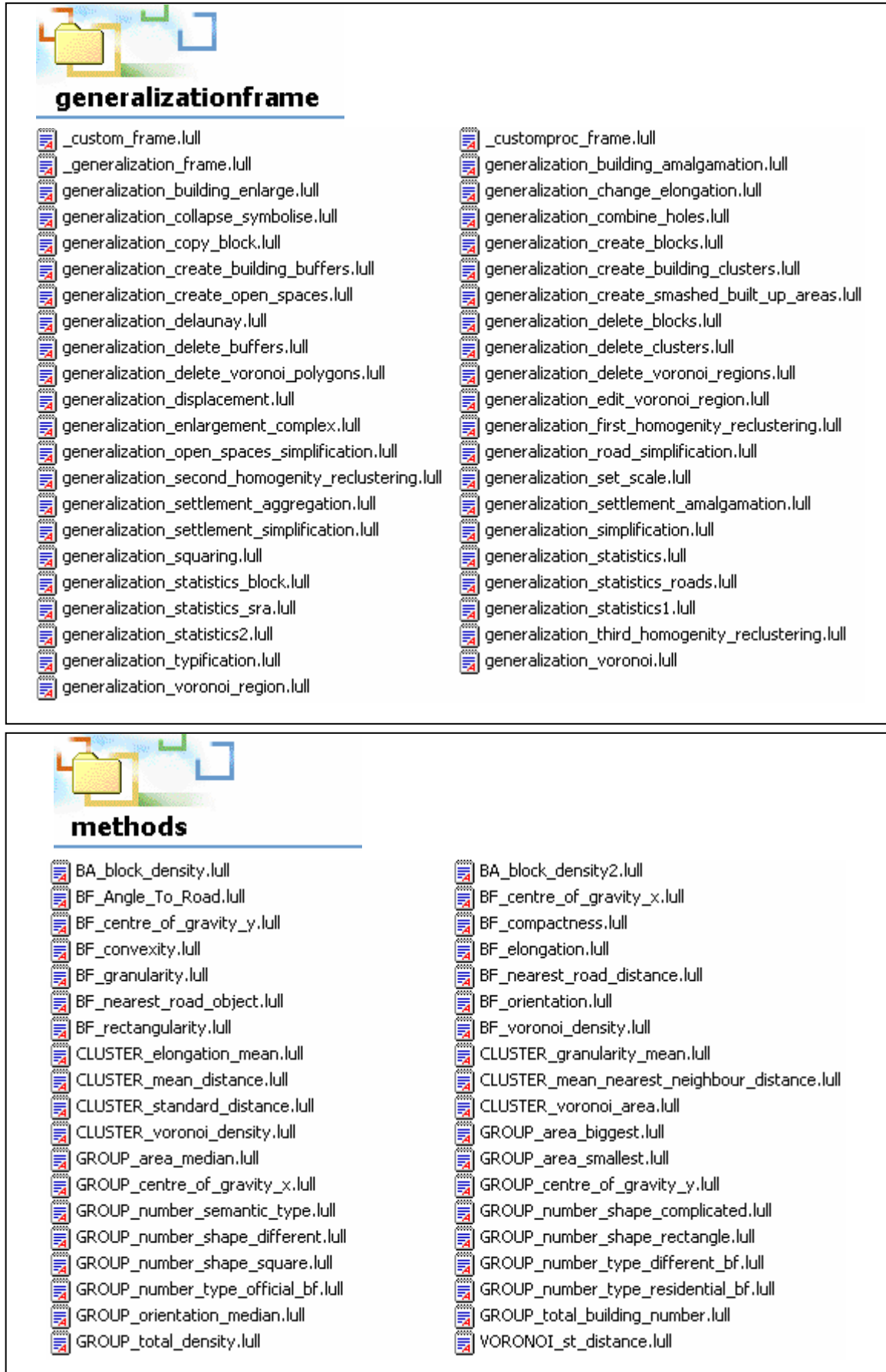
5.3.2 Genelleştirme Modülü Geliştirilmesi (KartoGEN)

Otomatik genelleştirme için LAMPS2 yazılımının programlama dili LULL ile “KartoGEN” adında bir genelleştirme modülü (arayüzü) geliştirilmiş, ayrıca veri tabanı düzeyinde sınıf tabanlı metotlar oluşturulmuştur (Şekil 5.17, 5.18; Çizelge 5.5). Bu modül aracılığıyla genelleştirme işlemleri adım adım otomatik olarak yapılmaktadır. Her adımın ardışık çalıştırılması ve sonuçlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bazı işlemlerden sonra önceki adımları tekrarlamak gerekmektedir. İstisna durumlarda, geometrik işlemlerde sorunlar çıkabilmektedir. Örneğin, bir işlem sonucunda kendini kesen bir geometri oluşması gibi. Bu durumda istenen sonucu elde etmek için ilgili nesne geometrilerinin etkileşimli olarak düzeltilmesi gerekecektir.



Şekil 5.17 “KartoGEN” genelleştirme modülü (arayüzü)

Geliştirilen metotların çoğu, *Ölçüler-Grup* ve *Ölçüler-Bina* sınıfları içinde toplanmış ve ilgili diğer sınıfların bu sınıflardan devralarak metotları kullanması sağlanmıştır. Ayrıca, *Son Küme*, *Blok* ve *Voronoi Bölgesi* sınıflarına özgü bazı ekstra metotlarda geliştirilmiştir (Çizelge 5.5). Alan, uzunluk, nokta sayısı gibi bazı metotlar, geometri sınıflarından devralma ile hazır gelmektedir.



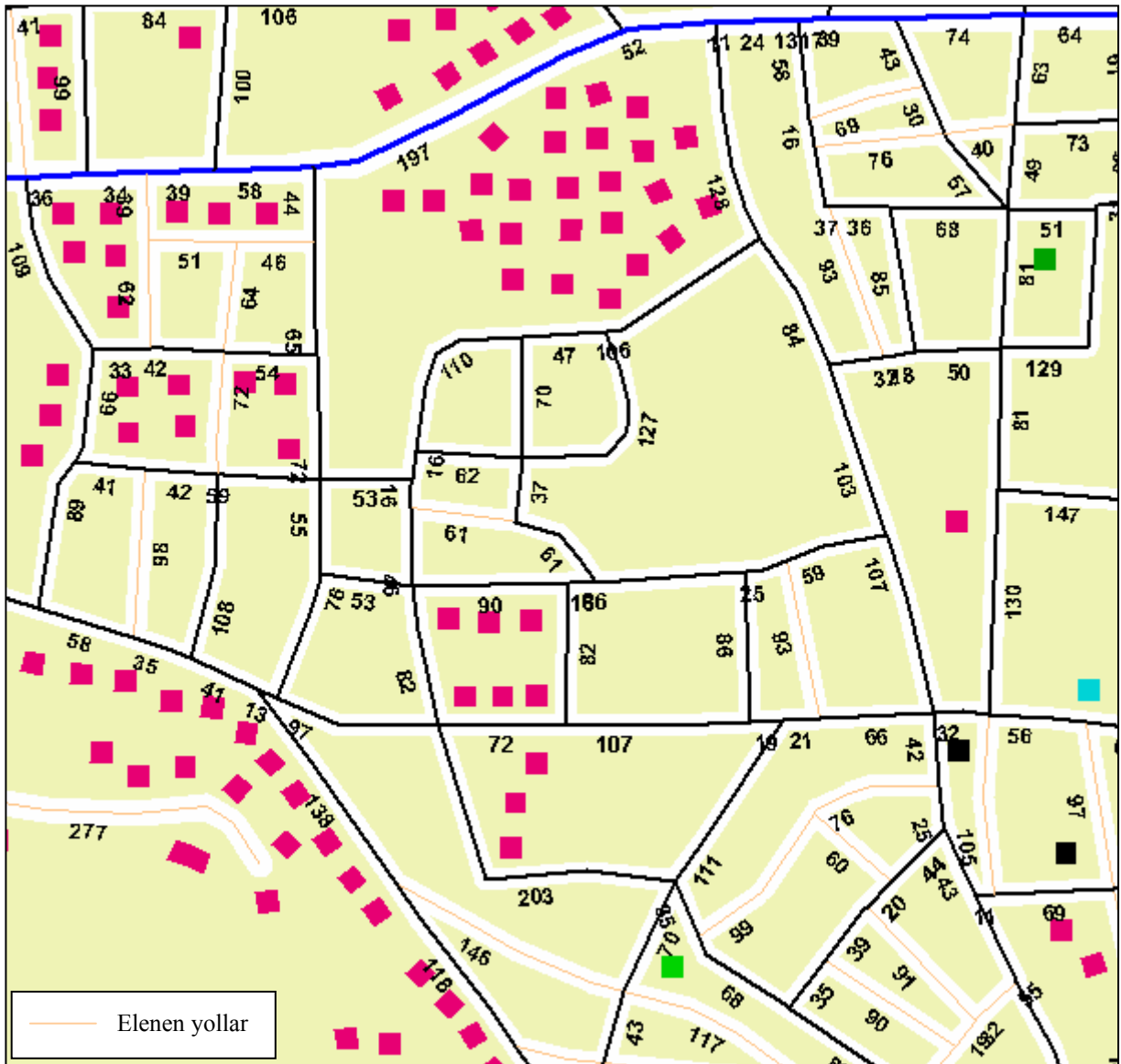
Şekil 5.18 KartoGEN modülü için geliştirilen yazılımlar ve metotlar

Çizelge 5.5 Geliştirilen metotlar

Sınıf	Metotlar	Metodun orijinal adı
Ölçüler - Bina (Measures - Building)	Kompaktlık	Compactness
	Dışbükeylik	Convexity
	Uzanım	Elongation
	Granülarite	Granularity
	En Yakın Yola Uzaklık	Nearest Road Distance
	Doğrultu	Orientation
	Dikdörtgensellik	Rectangularity
	Ağırlık Merkezi-X	Xc
	Ağırlık Merkezi-Y	Yc
Son Küme (Final Cluster)	Ortalama Uzanım	Elongation Mean
	Ortalama Granülarite	Granularity Mean
	Ortalama Mesafe	Mean Distance
	Ortalama En Yakın Komşu Mesafesi	Mean Nearest Neighbour Distance
	Standart Mesafe	Standard Distance
	Voronoi Yoğunluğu	Voronoi Density
Blok (Block)	Blok Yoğunluğu (Konut ve Konut Alanlarına göre)	Block Density
	Blok Yoğunluğu2 (Resmi Binalara göre)	Block Density2
Voronoi Bölgesi (Voronoi Region)	Standart Mesafe	St Distance
Ölçüler - Grup (Measures - Group)	Maksimum Alan	Area Biggest
	Ortanca Alan	Area Median
	Minimum Alan	Area Smallest
	Semantik Tür Sayısı	Number Semantic Type
	Karmaşık Şekil Sayısı	Number Shape Complicated
	Farklı Şekil Sayısı	Number Shape Different
	Dikdörtgen Şekil Sayısı	Number Shape Rectangle
	Kare Şekil Sayısı	Number Shape Square
	Farklı Bina Sayısı	Number Type Different BF
	Resmi Bina Sayısı	Number Type Official BF
	Konut Sayısı	Number Type Residential BF
	Toplam Bina Sayısı	Total Building Number
	Toplam Yoğunluk	Total Density
	Ağırlık Merkezi-X	Xc
	Ağırlık Merkezi-Y	Yc

5.3.3 Yol Genelleştirilmesi

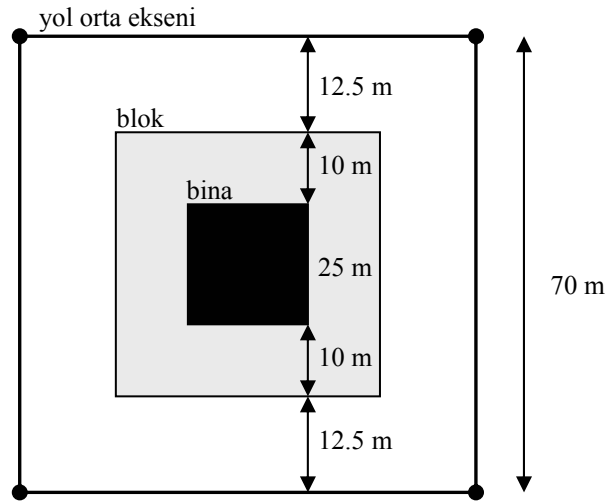
Yol genelleştirmesi, iki aşamalı olarak düşünülebilir. İlki, bir grup yolun birlikte değerlendirilmesini gerektiren yol ağı genelleştirmesi, ikincisi ise tek yolların genelleştirilmesi. Yol ağı genelleştirilmeden önce, basitleştirme ve gerekiyorsa yumuşatma işleminin uygulanması gerekir. Ayrıca, birbirine çok yakın yolların ötelenmesi ya da tipikleştirilmesi, kıvrımlı yolların abartılması söz konusu olabilir. Yol ağı genelleştirilirken, yolun türü, işlevi, ana yollara bağlantısı, uzunluğu ve blok alanları gibi kriterler dikkate alınır. Ayrıca kartografik açıdan yol işaretlerinin örtüşmemesi gerekmektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.19 Yol ağı genelleştirme

Yol çizgi parçalarının (segment) uzunluğu, 1:50 000 ölçeği için bina olan bloklarda minimum 70 m, bina olmayan bloklarda ise minimum 45 m olarak seçilmiştir. Bu değerler seçilirken,

yolun işaret büyüklüğü, minimum bina kenarı, minimum bina-yol işareti mesafesi dikkate alınmıştır (Şekil 5.20). Bu değerler, seçme/eleme işleminden en fazla etkilenen yerleşim içi yollar (işaret genişliği 25 m) için geçerlidir. Diğer yol türleri söz konusu olduğunda, işaret büyüklükleri dikkate alınmalıdır. Çıkamaz sokaklar için ise istisnalar hariç minimum 100 m kriteri kullanılmıştır. Seçme/eleme işlemi, etkileşimli olarak yapılmaktadır.



Şekil 5.20 Minimum yol çizgi parçası uzunluğu (yerleşim içi yollar için)

Bu değerler, Menke tarafından verilen değerlerle benzerlik göstermektedir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 Yollar için genişlik ve uzunluk kriterlerine göre eleme kuralları (B: yol genişliği, L: yol uzunluğu) (Bildirici, 2000)

Ölçek Değişimi	Yol türü	Çıkamaz sokaklar	Ara yollar
1:5 000 – 1:25 000		$B < 5\text{m}$ ve $L < 50\text{m}$	$B < 5\text{m}$ ve $L < 50\text{m}$
1:25 000 – 1:50 000		$B < 6\text{m}$ ve $L < 100\text{m}$	$B < 3\text{m}$ ve $L < 75\text{m}$
1:50 000 – 1:100 000		$L < 200\text{m}$	--

Daha sonra basitleştirme işlemi, uygulanmıştır. Basitleştirme işleminde, yol orta eksenlerinin 10 m (0.2 mm)'den fazla değişmemesi sağlanmıştır. Yollar için tampon alan oluşturulduğunda bu sonuç görülebilmektedir (Şekil 5.21). Bu işlem, KartoGEN modülü ile *Algoritma 5* (sf. 82) kullanılarak yapılmaktadır. Yalnızca, binalara yer kalmaması, çok keskin dönüşler ve iki yol işaretinin üst üste binmesi gibi özel durumlarda yollara etkileşimli olarak müdahale edilerek öteleme ve yumuşatma gibi işlemler uygulanmıştır.

Yol ağının model genelleştirmesi ile ilgili bazı çözümler (Thomson ve Richardson, 1999;

Jiang ve Claramunt, 2002) söz konusu iken, kartografik genelleştirmesi ile ilgili tatmin edici otomatik bir çözümün bulunmadığı Duchene (2003) ve Anders (2004) tarafından ifade edilmiştir.



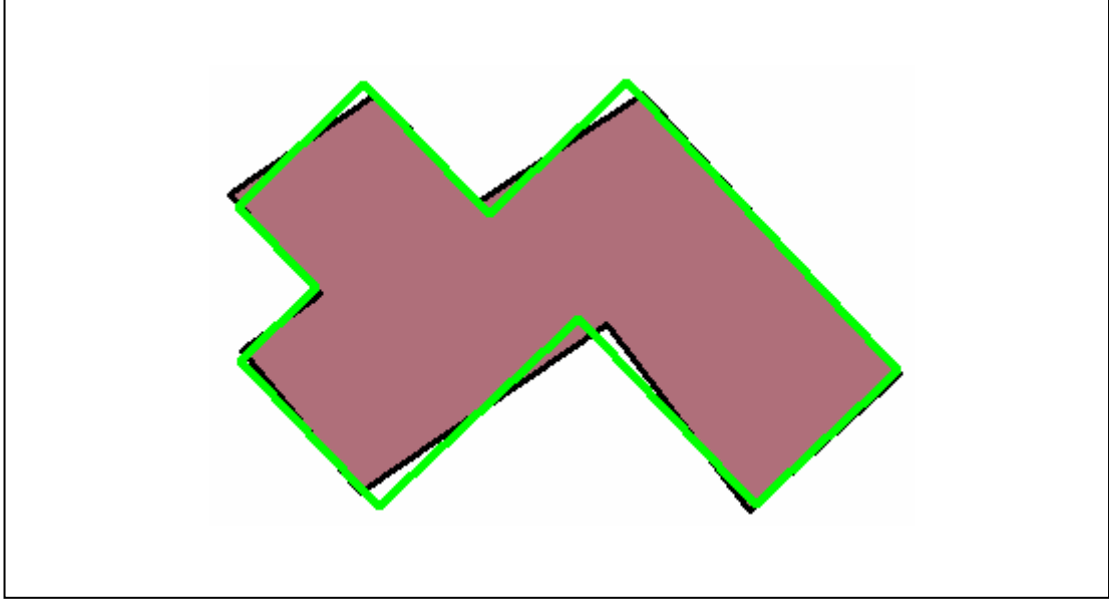
Şekil 5.21 Yolların basitleştirilmesi

5.3.4 Bina ve Yerleşim Alanı Genelleştirmesi

5.3.4.1 Binaların Düzeltilmesi (Dik Açılı Hale Getirilmesi)

Binalar, şekilsel olarak çoğunlukla ortogonallik (diklik) özelliği gösterdiği için belirli bir tolerans dahilinde köşe açılarının dik olması sağlanmıştır. Bunun için *Algoritma 6* (sf. 83) kullanılmaktadır. Burada, eşik alan değerinden (625 m^2) küçük binalar, kare ya da dikdörtgen şeklindeki binalar ve daire şeklindeki binalar işlem dışında tutulmuştur. Şekilsel özellikler için dikdörtgensellik değerinin 1.0 olmaması (kare veya dikdörtgen değil) ve kompaktlık değerinin 1.0 olmaması (daire değil) şartı konmuştur. Açı tolerans değeri, minimum ayırım

mesafesi ve minimum kare bina kenar uzunluğu dikkate alınarak $\arctg (0.2/0.5) = 21^\circ.80$ olarak belirlenmiştir. Ana doğrultu olarak, en uzun kenar kullanılmıştır. İşlem, en uzun kenarın doğrultusunu korumakta ve diğer kenarlar, bu doğrultuya göre açı tolerans değerini aşmıyorlarsa, orta noktalarına göre döndürülerek bu kenara dik ya da paralel hale getirilmektedir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22 Köşeleri dik açılı hale getirilmiş bina

5.3.4.2 Binaların Büyültülmesi

Binaların büyültülmesi için *Algoritma 2* (sf. 79) kullanılmıştır. Minimum işaret büyüklüğündeki artışın diğer binalara yansıtılması için küçük binaların daha fazla, büyük binaların ise daha az büyültülmesi gerekir. Hepsi aynı oranda büyültülürse, bağlı alansal büyüklüğün korunması mümkün olmaz. Çünkü, büyültme (ölçekleme) işlemi, alansal büyüklüklerde karesel değişime yol açar. Regnauld (2001) minimum işaret büyüklüğündeki değişimin diğer binalara aktarılması ve binaların buna göre alanları ile orantılı olarak büyültülmesi, ayrıca en büyük binanın büyüklüğünün değiştirilmemesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu öneri yorumlanırsa, 1:25 000'den 1:50 000'e minimum işaret büyüklüğü değişiminin ($625 - 156.25 = 468.75 \text{ m}^2$) sağlanması için büyültme oranı;

m : büyültme (ölçekleme) oranı

A : alan (m^2)

$\ell_{i\text{-bina-kenar}}$: minimum bina işaret kenar uzunluğu (mm)

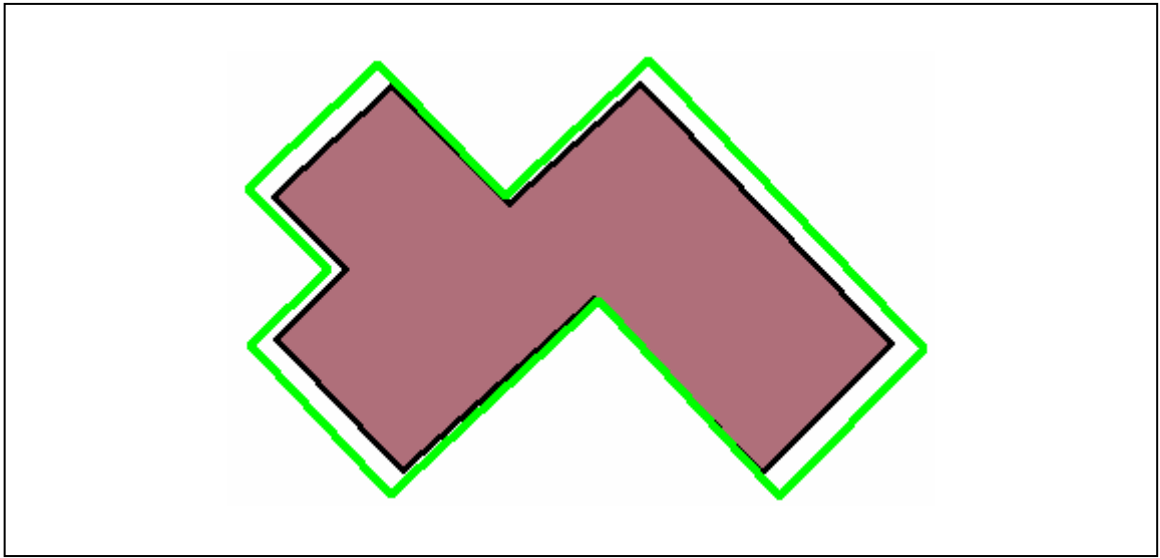
S_h : hedef ölçek katsayısının binde biri

S_k : kaynak ölçek katsayısının binde biri

olmak üzere,

$$m = \sqrt{1 + \frac{\ell_{i-bina-kenar}^2 \times (S_h^2 - S_k^2)}{A}} \quad (5.1)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bu eşitliğe göre örneğin 800 m² bina yaklaşık 1.26 kat, 1000 m² bina yaklaşık 1.21 kat ve 2500 m² bina yaklaşık 1.09 kat büyültülmelidir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 Büyültülmüş bina

Müller (1990) ise 1: 50 000 için Çizelge 4.2’de bina büyüklüklerindeki değişimleri 1: 5 000’e göre 1.5 – 2 kat olarak ifade etmiştir. 1: 25 000’de ise küçük değişim olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla 1:25 000 – 1: 50 000 arasındaki değişim değeri yaklaşık 1.5 – 2 kat ya da biraz daha az olarak değerlendirilebilir.

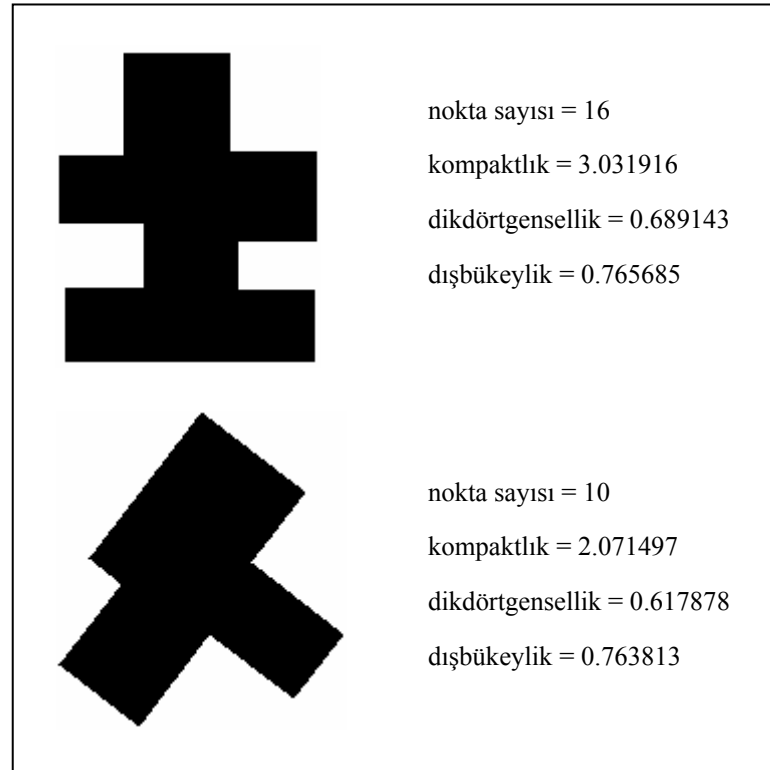
Burada, alanı minimum 625 m² olan tüm binalara uygulanmak üzere Regnauld (1998) tarafından yapılan öneri benimsenmiştir.

Büyültme işleminde karmaşık şekilli binalar ile diğer binalar arasında aşağıdaki kriterlere göre ayırım yapılmıştır. Fazladan büyültme, yalnızca karmaşık şekilli binanın eşik değerden küçük en büyük kenarının değeri, eşik değere yakınsa (≥ 12.5 m) bu binaya uygulanmış ve böylece binanın şekilsel özelliklerinin korunma olasılığı artırılmaya çalışılmıştır. Çözülmesi güç geometrik/grafik uyumsuzluk meydana getirmemek için diğer karmaşık binalara fazladan

büyültme uygulanmamıştır.

Şekil 5.24’de karmaşık şekilli bina örnekleri görülmektedir. Binanın geometrik ve yapısal özellikleri, aşağıdaki kriterlerin tümünü karşılıyorsa bina karmaşık şekle sahip olarak kabul edilmiştir:

- nokta sayısı ≥ 6
- kompaktlık > 1.65
- dikdörtgensellik < 0.75
- dışbükeylik < 0.9
- alan ≥ 625.0



Şekil 5.24 Karmaşık şekilli binalar

5.3.4.3 Bina Uzanımlarının Denetlenmesi ve Değiştirilmesi

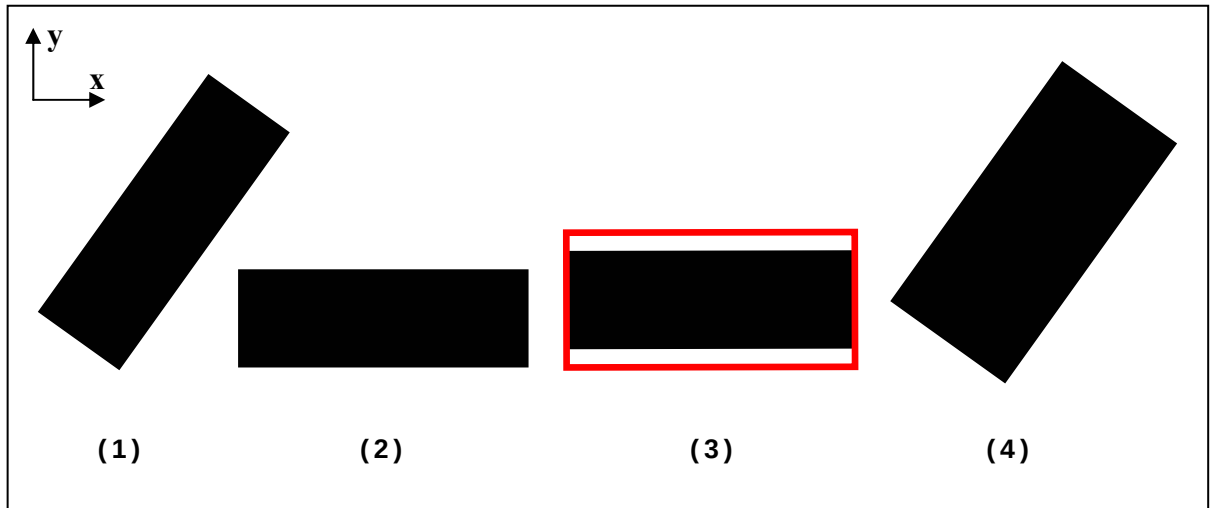
Binaların uzanımları (boyu ve eni arasındaki oran) fazla ise önceki adımdaki büyültme sonucunda uyumsuzluk oluşturma potansiyelleri yükselir. Bu nedenle, uzanımı fazla olan binaların uzanımlarını daha uygun düzeye getirmekte yarar vardır. Uzanım değeri artıkça, en ve boy arasındaki uzunluk farkı azalmaktadır. Bu işlem için *Algoritma 3* (sf. 80) kullanılmaktadır.

Binalar, aşağıdaki kriterleri sağlıyorsa uzanımlarının değiştirilmesi söz konusu olabilir:

- $\text{uzanım} \leq \%(42 + \text{nokta_sayısı})$
- $\text{alan} \geq 625.0$

Ardından eğer ($\text{granülarite} < 15.0$) ve ($\text{nokta_sayısı} = 4$) ise iterasyon yapılarak uzanım değerinin artırılmasına (en-boy oranının azaltılmasına) ve granülarite değerinin eşik değerin üzerine çıkartılmasına çalışılır. Bunun için nesne yataya döndürülerek yalnızca y yönünde pozitif ölçekleme %5'lik değişimlerle iteratif olarak yapılır (Şekil 5.25).

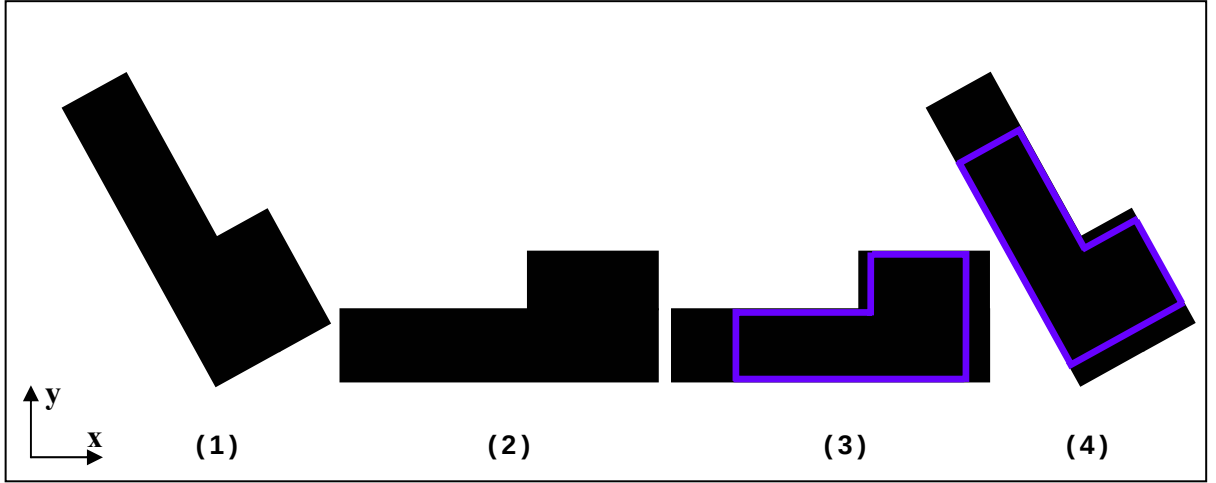
- $\text{anlık_granülarite} < 15.0$
- $\text{anlık_uzanım} < (\text{uzanım} \times 2)$
- $\text{anlık_uzanım} \leq \%(47 + \text{nokta_sayısı})$
- $\text{iterasyon_sayısı} < 20$



Şekil 5.25 Pozitif ölçeklenmiş bina

Eğer ($\text{granülarite} \geq 15.0$) ya da önceki koşulda işlem görme durumu söz konusu ise aşağıdaki kriterler sağlandığı sürece yataya döndürülerek x yönünde negatif ölçekleme %5'lik değişimlerle iteratif olarak uygulanır (Şekil 5.26).

- $\text{anlık_uzanım} \leq \%(47 + \text{nokta_sayısı})$
- $\text{anlık_uzanım} < (\text{uzanım} \times 2)$
- $\text{anlık_granülarite} \geq 10.0$
- $\text{anlık_en_yakın_yol_mesafesi} < (\text{yol_işaret_genişliği} / 2 + 10.0)$
- $\text{iterasyon_sayısı} < 20$



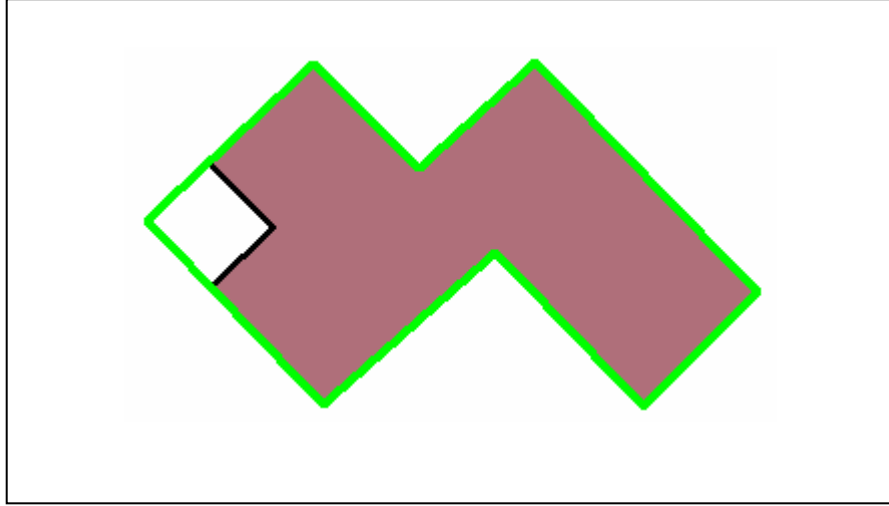
Şekil 5.26 Negatif ölçeklenmiş bina

Her iki koşuldaki bazı kriterler, bina şeklinin fazla bozulmaması için konmuştur. İkinci koşulda bina uzanım değeri artırılırken (binanın MASD'nin kısa kenarı ile uzun kenarı arasındaki oran azaltılırken) eğer bina granülaritesi 15 m'nin altına düşüyorsa, ilgili kısa kenar daha sonraki basitleştirme adımında elimine edilecektir.

5.3.4.4 Binaların Basitleştirilmesi

Bina basitleştirme işleminde, *Algoritma 4* (sf. 81) kullanılmaktadır. İşlem esnasında öncelikle en kısa kenarın silinmesi için bina granülaritesi dinamik olarak kontrol edilmekte ve eşik değeri (15 m)'in altındaki en kısa kenar bulunmaktadır. Ardından en kısa kenarın iki komşu kenarı bulunur. Daha sonra en kısa kenar ile bu kenarın en kısa komşu kenarı elenecek şekilde, yani algoritmaya göre kısa kenar parametresi, en kısa kenar ve uzun kenar parametresi, en kısa komşu kenar olacak şekilde dinamik parametre belirlenerek eşik değerin altında kenar kalmayınca kadar veya iterasyon sayısı köşe nokta sayısından az olduğu sürece iterasyona devam edilir (Şekil 5.27). Algoritma, kenarlar arasındaki açının dik açıdan sapma tolerans değeri ($21^{\circ}.80$) kullanılarak işlem yapar. Eğer, iterasyon *köşe nokta sayısı-1* kez devam etmiş ve granülarite hala eşik değere ulaşmamış ise tolerans değeri 45° ye yükseltilir.

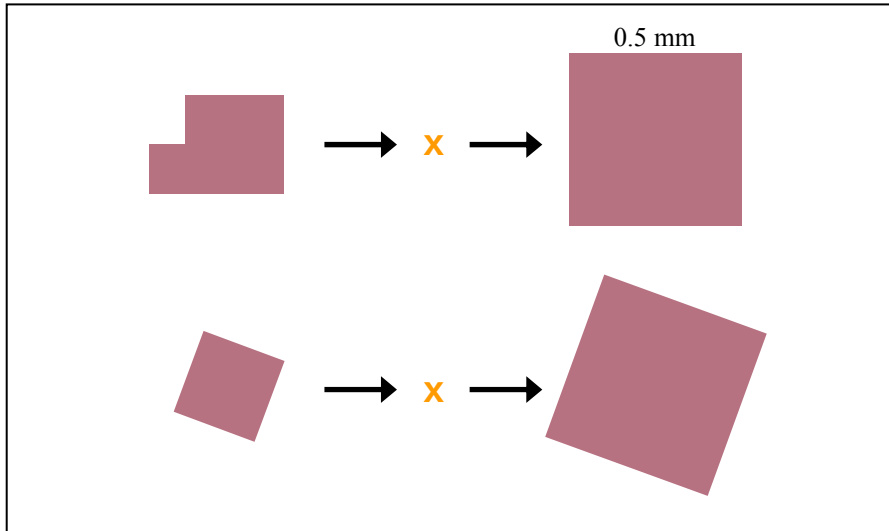
Basitleştirme işlemi sonunda, bina alanları değişime uğrar. Bu nedenle, binalar işlem öncesindeki alan değerlerine göre ölçeklenirler. Ölçekleme katsayısı, (4.16) eşitliği ile hesaplanır. Eğer ölçekleme sonucunda bina granülaritesi eşik değerin altına düşmüşse, bu değer eşik değere gelinceye kadar iteratif olarak pozitif ölçekleme yapılır. Bu işlem için *Algoritma 2* (sf. 79) kullanılmaktadır.



Şekil 5.27 Basitleştirilmiş bina

5.3.4.5 Binaların Dönüştürülmesi ve İşaretleştirilmesi

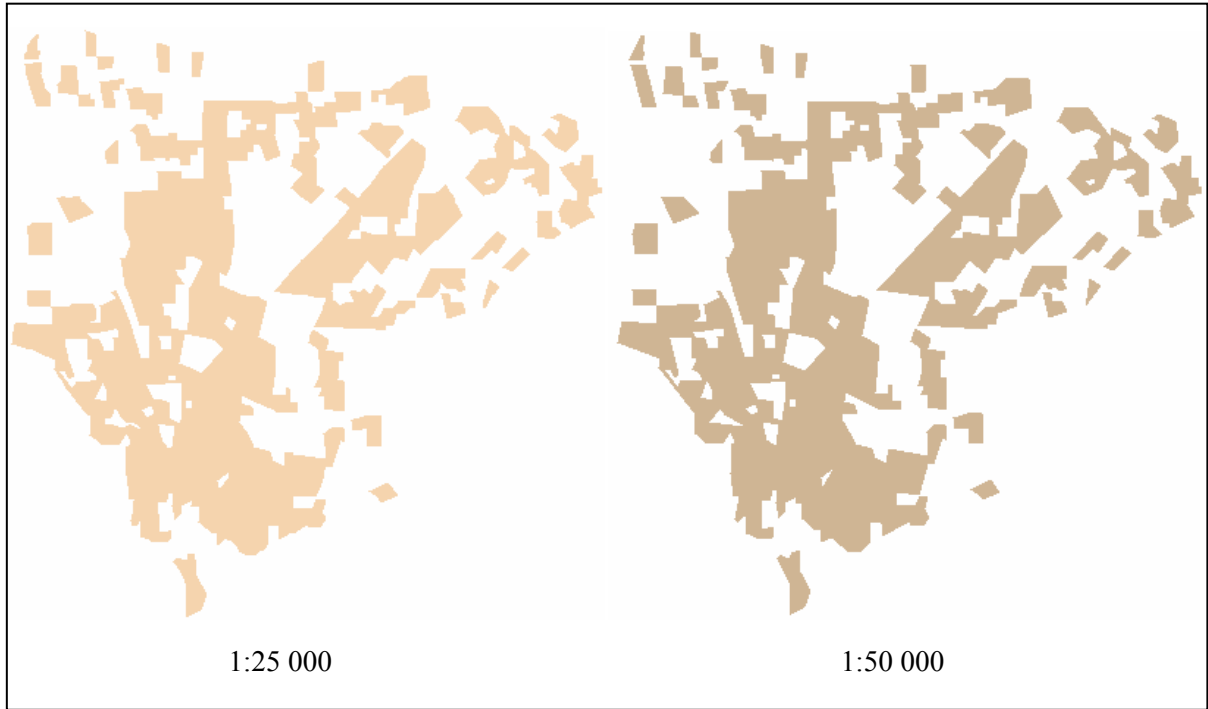
Alanı eşik değerden küçük binalar ($< 625 \text{ m}^2$), minimum işaret büyüklüğüne getirilebilmeleri için önce *Algoritma 1* (sf. 78)'e göre ağırlık merkezleri bulunarak noktaya dönüştürülür. Bu nokta dikkate alınarak minimum işaret büyüklüğünde ($0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$) çokgen oluşturulur ve yeni bina çokgeni önceki doğrultuya göre tekrar döndürülür (Şekil 5.28).



Şekil 5.28 Dönüştürülmüş binalar

5.3.4.6 Yerleşim Alanlarının ve Açık Alanların Basitleştirilmesi

Yerleşim alanları ve açık alanlar, *Algoritma 5* (sf. 82)'e göre basitleştirilmektedir. Parametre olarak 10 m kullanılmıştır (Şekil 5.29).



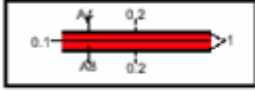
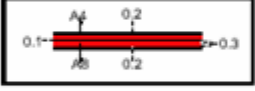
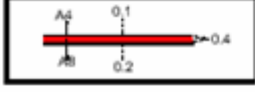
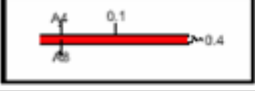
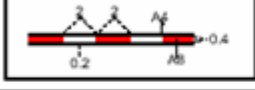
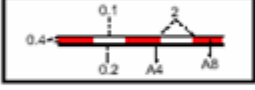
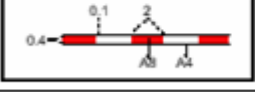
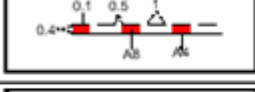
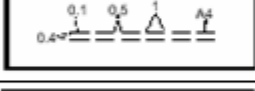
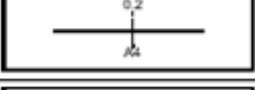
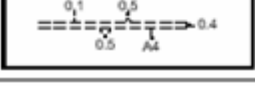
Şekil 5.29 Basitleştirilmiş yerleşim alanları *

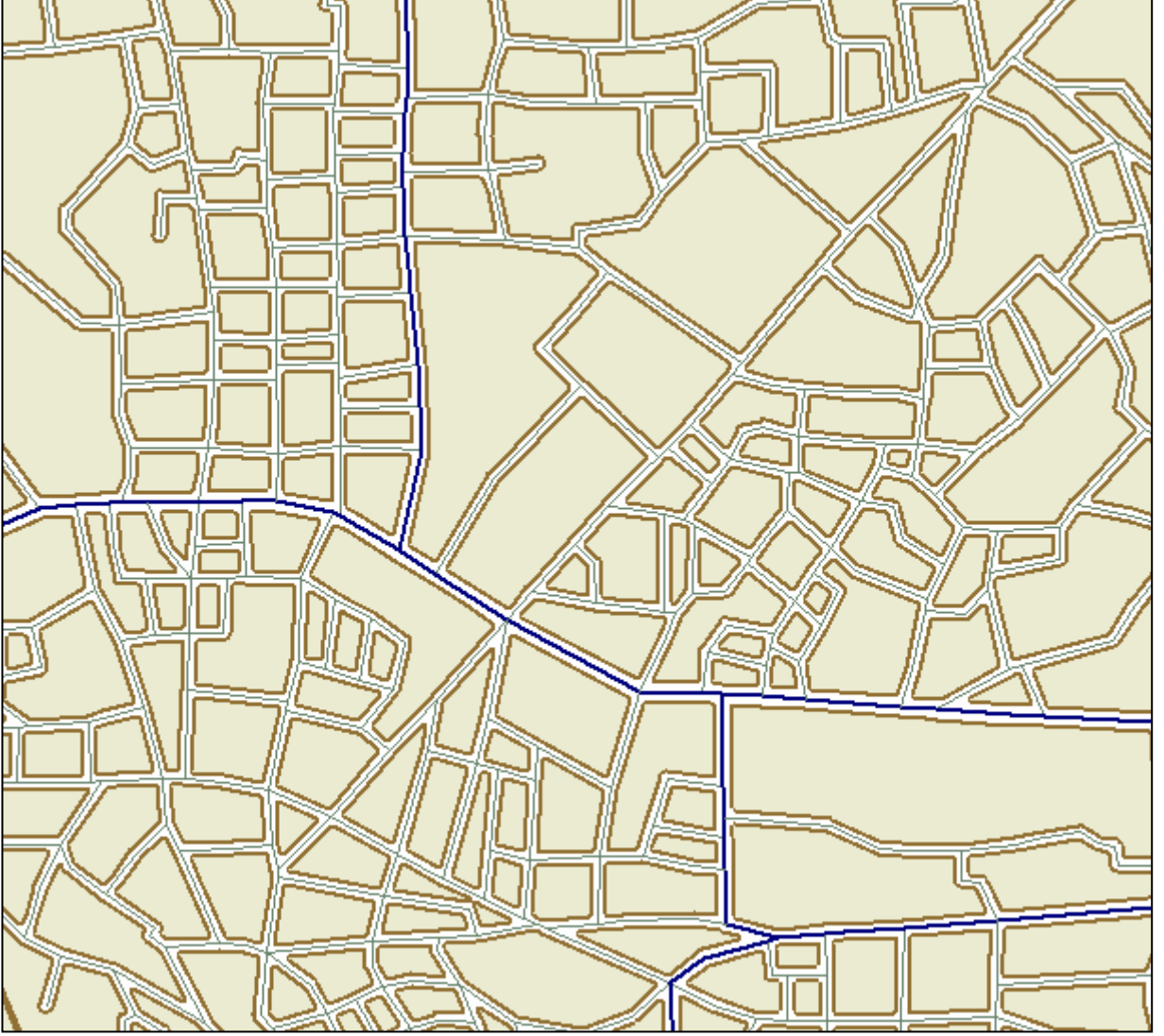
5.3.4.7 Blokların (Ada) Oluşturulması

Yolların sınırladığı bloklar (adalar), daha önce ifade edildiği gibi genelleştirme işleminin daha küçük birimler içinde gerçekleştirilmesine ve uygun genelleştirme kararları verilmesine yardımcı olmaktadır. Bu amaçla, Çizelge 5.7'de verilen yolların işaret büyüklüğünün yarısı değerinde tampon alanlar oluşturulmuş ve daha sonra bu tampon alanlar birleştirilerek tek nesne haline getirilmiştir. Ardından, oluşan şeklin minimum sınırlayıcı dikdörtgeni (MSD) belirlenmiştir. Daha sonra, MSD'nin alanı ile birleştirilmiş yol tampon alanı çakıştırılarak kompleks blok nesnesi oluşturulmuş ve bu kompleks nesneden tekli blok nesneleri türetilmiştir (Şekil 5.30). Bu durumda, çalışma alanının kenarlarında yapay bloklar oluşmaktadır. İdeal durumda, çalışma alanının sınırlarının hedef ölçekteki pafta sınırları olması uygun olacaktır.

* Gerçek ölçeklerinden farklı gösterilmişlerdir.

Çizelge 5.7 Yollar ve tampon alan büyüklükleri

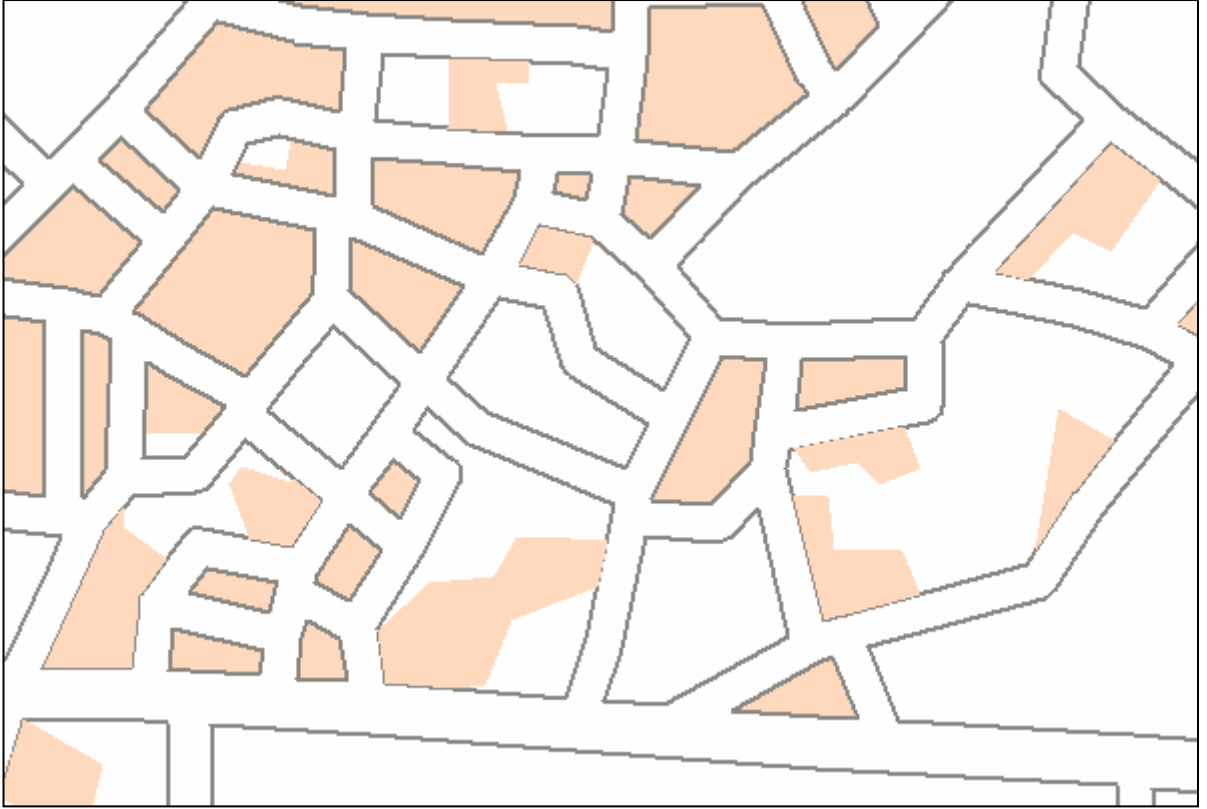
Yol İşareti	Yol Türü	Tampon Alan Büyüklüğü (m)
	KARAYOLU OTOYOL (Büyük Yollar)	35
	KARAYOLU BOLUNMUS/ AYRILMIS (Büyük Yollar)	27.5
	KARAYOLU_S1 (Büyük Yollar)	20
	KARAYOLU_S2 (Büyük Yollar)	17.5
	KARAYOLU_S3 (Büyük Yollar)	15
	KARAYOLU_G1 (Küçük Yollar)	20
	KARAYOLU_G2 (Küçük Yollar)	17.5
	KARAYOLU_G3 (Küçük Yollar)	15
	KARAYOLU_YERLESIM_ICI (Küçük Yollar)	12.5
	KARAYOLU_YERLESIM_ICI (Küçük Yollar)	12.5
	KARAYOLU_DAY (Küçük Yollar)	15
	KARAYOLU_YAY (Küçük Yollar)	15
	KARAYOLU_PATIKA (Diğer Yollar)	5
	PARK_ICI_YOL (Diğer Yollar)	15



Şekil 5.30 Bloklar

5.3.4.8 Yerleşim Alanlarının Parçalanması

Yerleşim alanları (burada konut alanları) bütün olarak toplandığı için yol tampon alanlarına göre parçalanır. Bu işlem sonucunda önce kompleks çokgen oluşur. Daha sonra, basit çokgenler, kompleks çokgenden elde edilir. Bu durumda bloklar içinde parçalanmış yerleşim alanı çokgen(ler)i oluşur (Şekil 5.31).

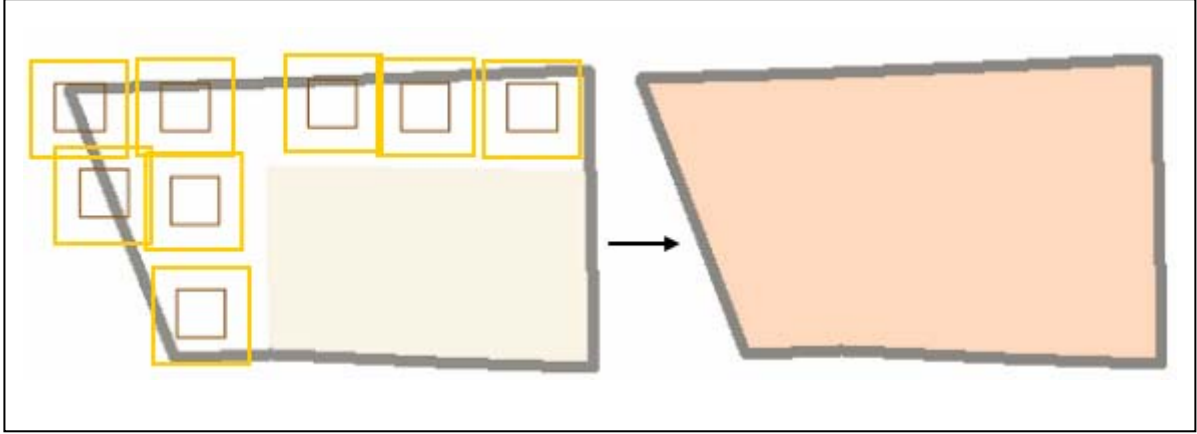


Şekil 5.31 Yollara göre parçalanmış bloklar

5.3.4.9 Yoğun Bloklarda Yerleşim Alanı Oluşturulması

İçinde yerleşim alanı (konut alanı) nesnesi bulunan bloklarda, yerleşim alanı (konut alanı) ve binaların (konut) toplam büyüklüğünün blok alanına oranı ile yoğunluk hesaplanır. Eğer yoğunluk %85'i aşıyorsa, bir başka genelleştirme işlemi yapmak çok güç olacağından dolayı, blok nesnesi doğrudan konut alanı olarak kopyalanır. Blok üzerindeki konut alanı ve konut nesneleri silinir. Eğer blok üzerinde farklı türde bir bina varsa, o bina korunur ve sonuçta konut bloğu üzerinde gösterilir (Şekil 5.32).

Aynı şekilde içinde resmi kurum alanı bulunan resmi binaların çok sık olması durumunda ilgili bloktaki yoğunluk %85'i aşıyorsa resmi kurum alanı oluşturulur.

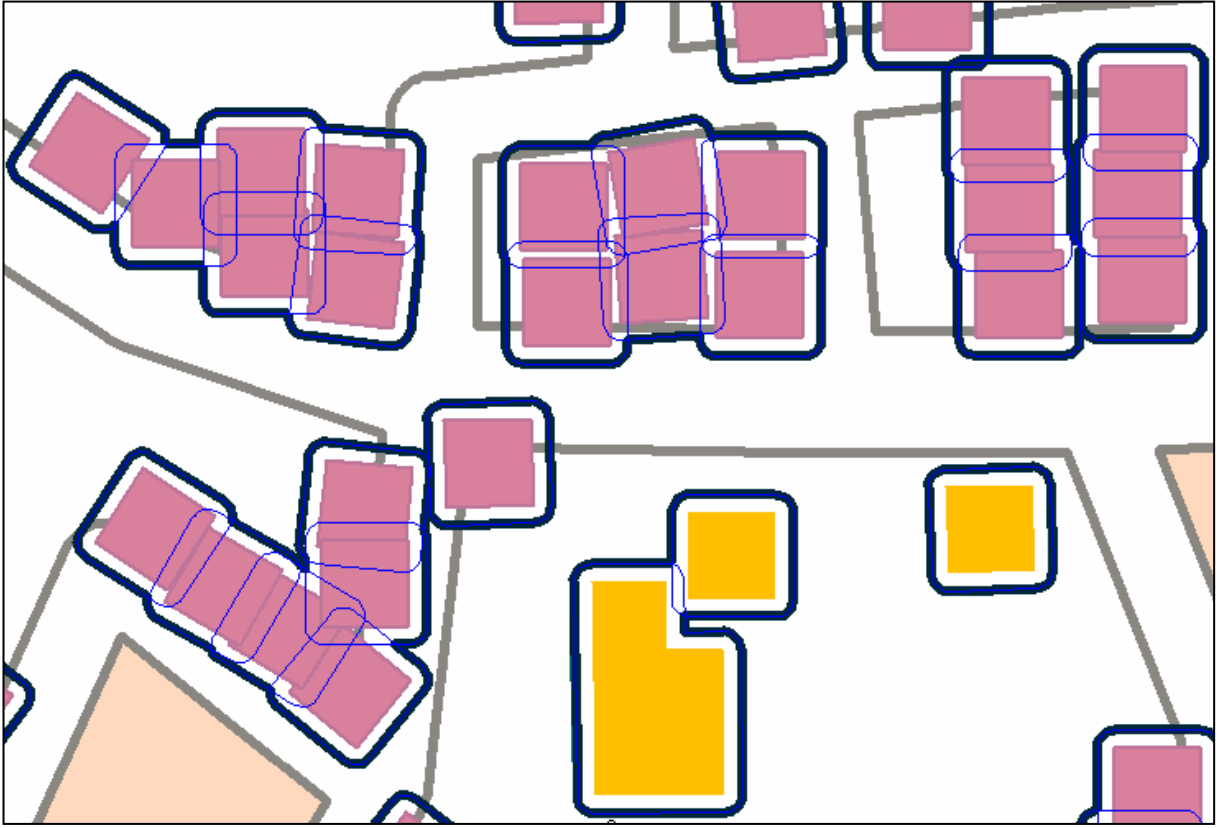


Şekil 5.32 Yoğunluktan dolayı bloğun tamamında yerleşim alanı oluşturulması

5.3.4.10 Bina Tampon Alanları ve Kümelerinin Oluşturulması

Hedef ölçekte, binalar arasındaki uyumsuzluk her bina için minimum işaret mesafesinin yarısı büyüklüğünde (5 m) tampon alanlar kullanılarak belirlenir. *Algoritma 7* (sf. 85)'de ifade edildiği gibi eğer iki tampon alan kesişiyorsa, ilgili binalar minimum mesafe kriterini (10 m) karşılamıyor demektir. Daha sonra birbiriyle kesişen tampon alanlardan kümeler oluşturulur (Şekil 5.33). Genelleştirme ile bu uyumsuzlukların uygun olarak çözülmesine çalışılır.

Kümeler oluşturulurken karşılaşılabilecek sorunlardan biri, yolların her iki tarafındaki binaların da yakınlıklarından dolayı aynı kümede yer almasıdır. Bu sorun, blok tabanlı işlem yapılarak önlenmiştir. Böylece, bloklar sırasıyla işlem görmüş ve yalnızca aynı bloğa ait tampon alanlar eğer birbirlerine yakınsa birleştirilmişlerdir. Fakat, çıkmaz sokaklar için de benzeri bir sorun mevcuttur. Bu durumda, aynı blokta yer alan fakat çıkmaz sokağın iki tarafındaki binalar aynı kümede yer alabilmektedir. Ender rastlanan bu sorunun etkileşimli olarak çözülmesi gerekmektedir.



Şekil 5.33 Bina tampon alanları ve kümeleri

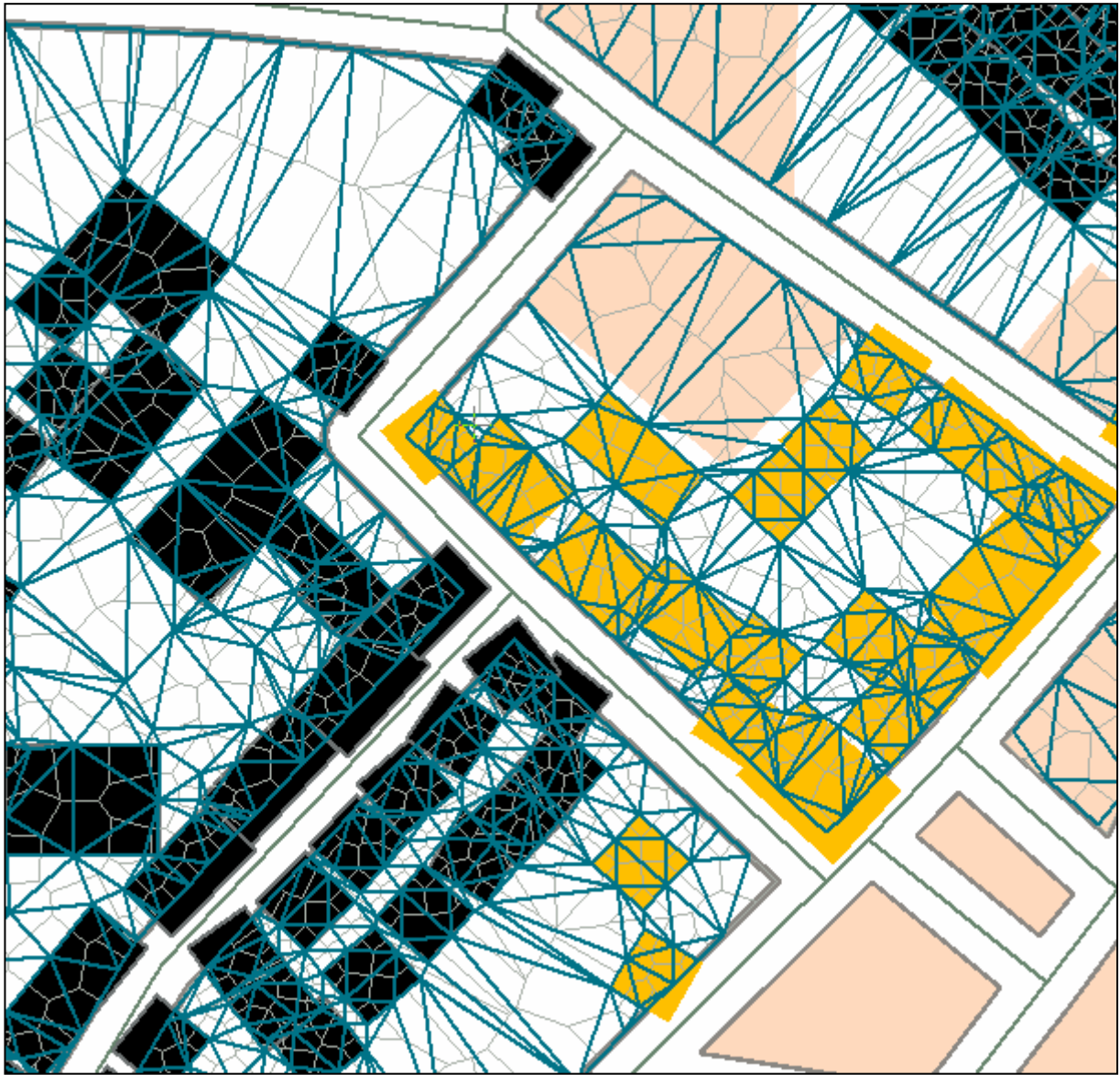
5.3.4.11 Delaunay Üçgenlerinin ve Voronoi Bölgelerinin Oluşturulması

Genel strateji bölümünde ifade edildiği gibi blok içinde karar verme mekanizmasını daha fazla geliştirmek için Voronoi bölgelerinin oluşturulmasına karar verilmiştir. Tobler, yakın nesnelerin uzak nesnelere göre birbiriyle daha fazla ilişkili olduğunu ifade etmiştir (Shekhar ve Chawla, 2003). Bu düşünce, mekansal veri madenciliği ve bilgi keşfi alanında yaygın kabul görmüştür. Dolayısıyla, birbirine yakın binaların yer aldığı kümelere göre Voronoi bölgeleri oluşturmak ve daha sonra bu bölgeler içinde uygun genelleştirme çözümleri üretmeyi hedeflemek kabul edilebilir bir yaklaşımdır.

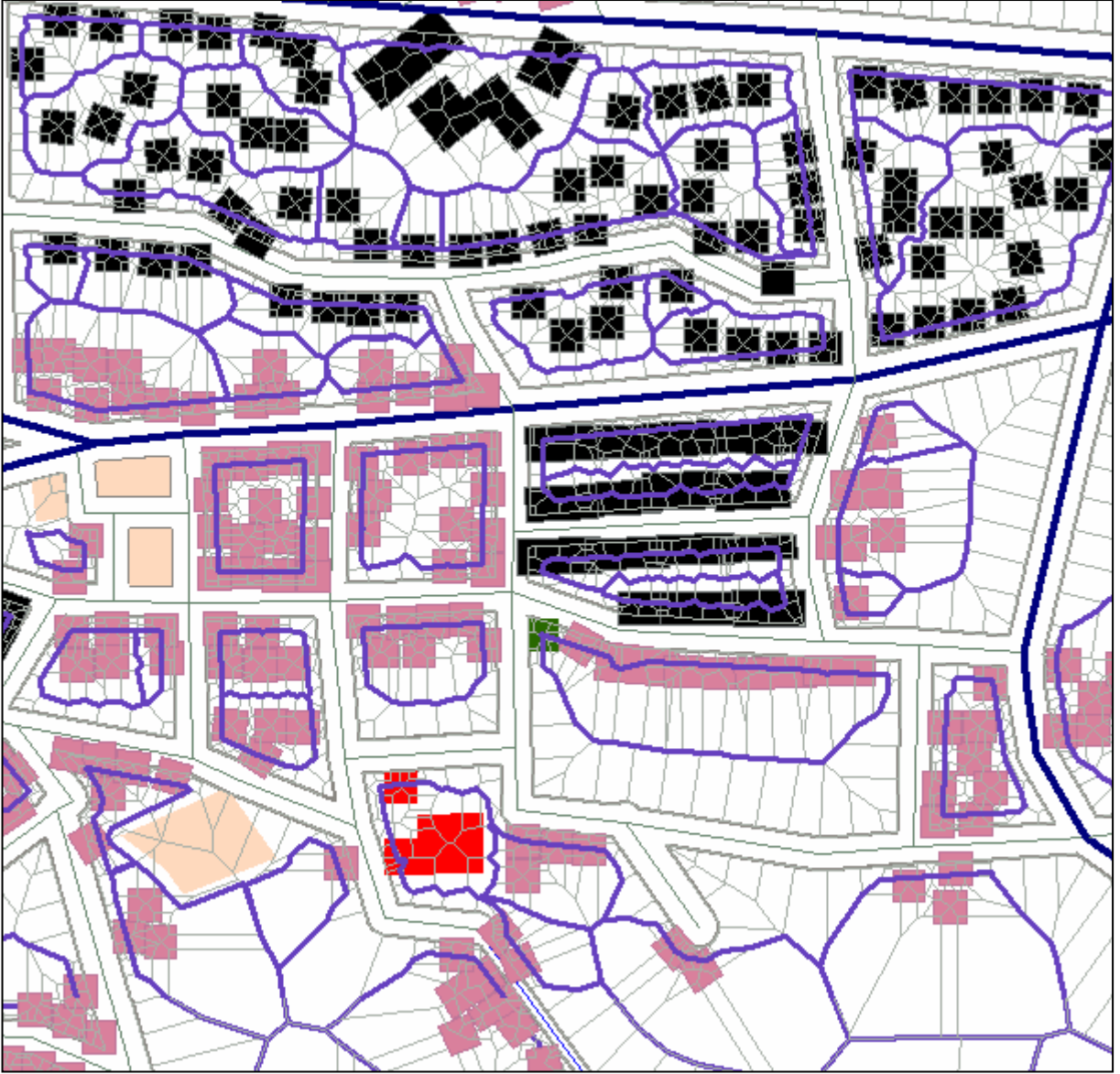
Voronoi çokgenleri, yakınlık ve dağılım ilişkileri hakkında bilgi sağlayabilir. Voronoi çokgenlerinin türetilmesi için Delaunay üçgenleri kullanılır. Bunun için bir nokta kümesinin oluşturulması gerekmektedir. Nokta kümesi, bina ve blok köşe noktalarından oluşturulabilir. Fakat Voronoi çokgenlerinin doğası gereği, yetersiz nokta sayısı durumunda nesneler arasındaki bölge sınırı istendiği gibi iki nesnenin ortasından geçmeyebilir. Bu durum özellikle, yalnızca nesne köşe noktaları kullanılması durumunda söz konusudur. Bu sorunu gidermek için köşe noktalarına ek olarak kare şekilli bina kenar çizgileri üzerinde 12.5 m, diğer bina ve blok kenar çizgileri üzerinde 25 m aralıklarla noktalar türetilmiştir. Ayrıca bir

bina, bloğu kesiyorsa kesişim noktaları, kesmiyorsa blok kenar çizgisine en yakın köşe noktasından blok üzerine dik düşülerek elde edilen ara nokta da mevcut nokta kümesine eklenmiştir. Daha sonra, otomatik olarak türetilen bu noktalardan Delaunay üçgenleri oluşturulmuş ve ardından Voronoi çokgenleri türetilmiştir (Şekil 5.34).

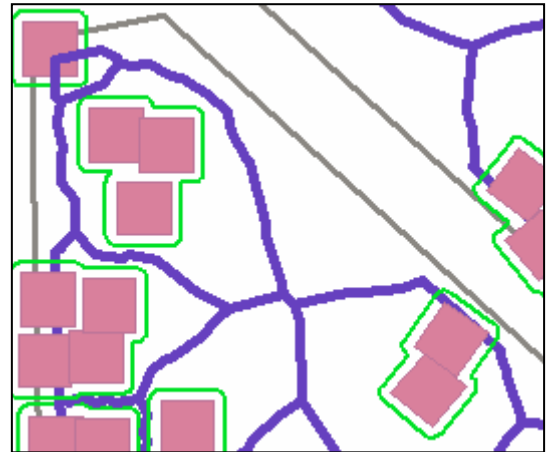
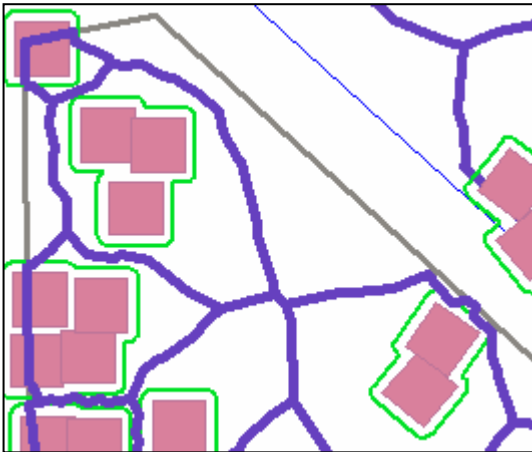
Voronoi bölgeleri, küme içindeki binaların kesiştiği Voronoi çokgenlerinin birleştirilmesi ve oluşan bölgenin minimum bina-yol işaret mesafesi (10 m) ve yerleşim alanları ile olması gereken mesafe (10 m) dikkate alınarak editlenir ve son halini alır (Şekil 5.35). Şekil 5.36 editleme işlemini göstermektedir. Bina olmayan bloklarda gerekli olmayacağı için Voronoi çokgeni ve bölgesi oluşturulmamaktadır.



Şekil 5.34 Delaunay üçgenleri ve Voronoi çokgenleri



Şekil 5.35 Voronoi çokgenleri ve Voronoi bölgeleri

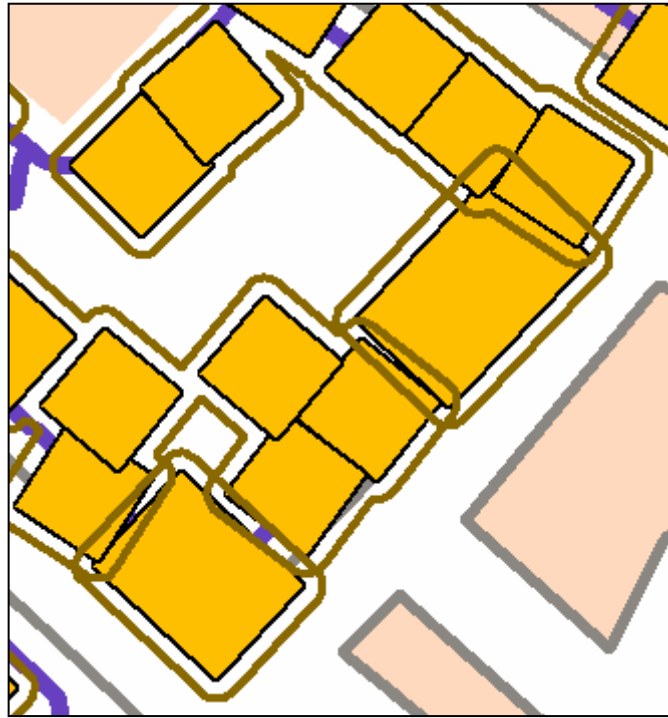


Şekil 5.36 Editleme öncesi ve sonrası Voronoi bölgeleri

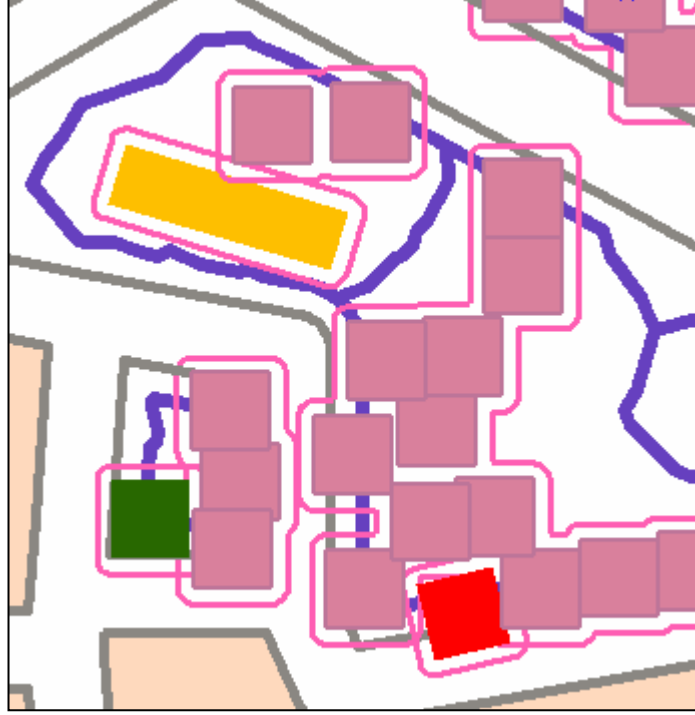
5.3.4.12 Bina Kümelerindeki Homojenliğin Denetlenmesi ve Kümelerin Yeniden Düzenlenmesi

Yukarıda söz edildiği gibi bina kümeleri, öncelikle binaların birbirlerine yakınlığına göre oluşturulmaktadır. Bu durumda, farklı geometrik, semantik ve/veya yapısal özelliklere (şekil, tür, büyüklük vb.) sahip binalar da aynı kümede yer alabilmektedir. Genelleştirme işlemlerinde, mekansal yapılarındaki farklılıkların olabildiğince korunmasına çalışılır. Bu nedenle, farklı özelliklere sahip binalar; mümkünse ayrı olarak değerlendirilmeli ve buna göre genelleştirme işlemlerine karar verilmelidir.

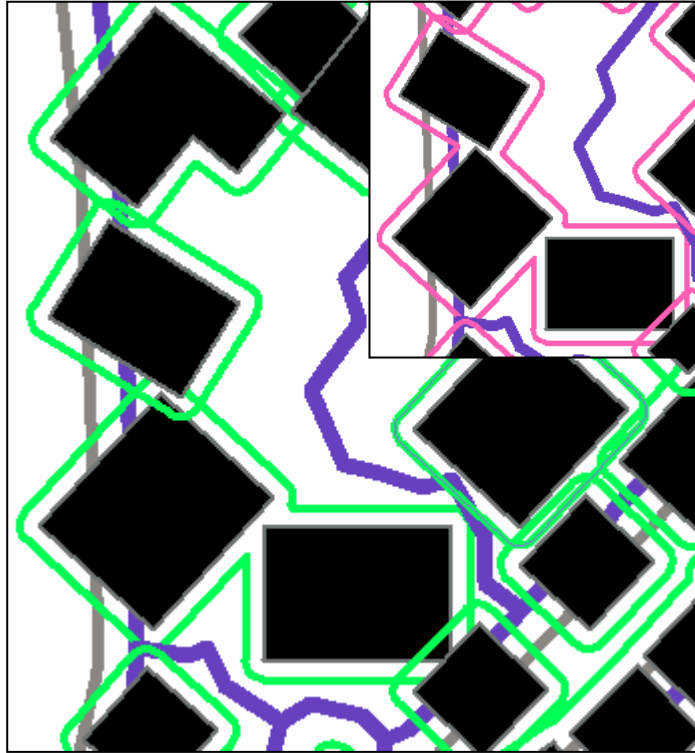
Daha homojen kümeler oluşturmak için mevcut kümeler (yakınlık kümeleri); şekil (karmaşık, dikdörtgen, kare, diğer), tür (semantik) ve büyüklük (alan) açısından sırasıyla değerlendirilerek yeni alt kümelere ayrıştırılır. İşlem sırasında, mevcut ana kümeler korunur ve bu kümeler içinde öncelikle şekilsel özellikler denetlenerek başka bir sınıfta yeni kümeler oluşturulur (Şekil 5.37). Daha sonra yeni kümeler, bina türü açısından denetlenir ve güncelleştirilir (Şekil 5.38). Son olarak büyüklük açısından denetleme yapılarak, alt kümelerin son haline ulaşılır (Şekil 5.39). Büyüklük denetlemesinde kümedeki ortanca (medyan) alan bulunur. Ortanca alan $\pm 312.5 \text{ m}^2$ kriteri, minimum alan ve maksimum alan dikkate alınarak belirlenen aralıklara göre ile binalar ayrıştırılır.



Şekil 5.37 Şekle göre yenilenmiş bina kümeleri



Şekil 5.38 Şekle ve semantiğe göre yenilenmiş bina kümeleri



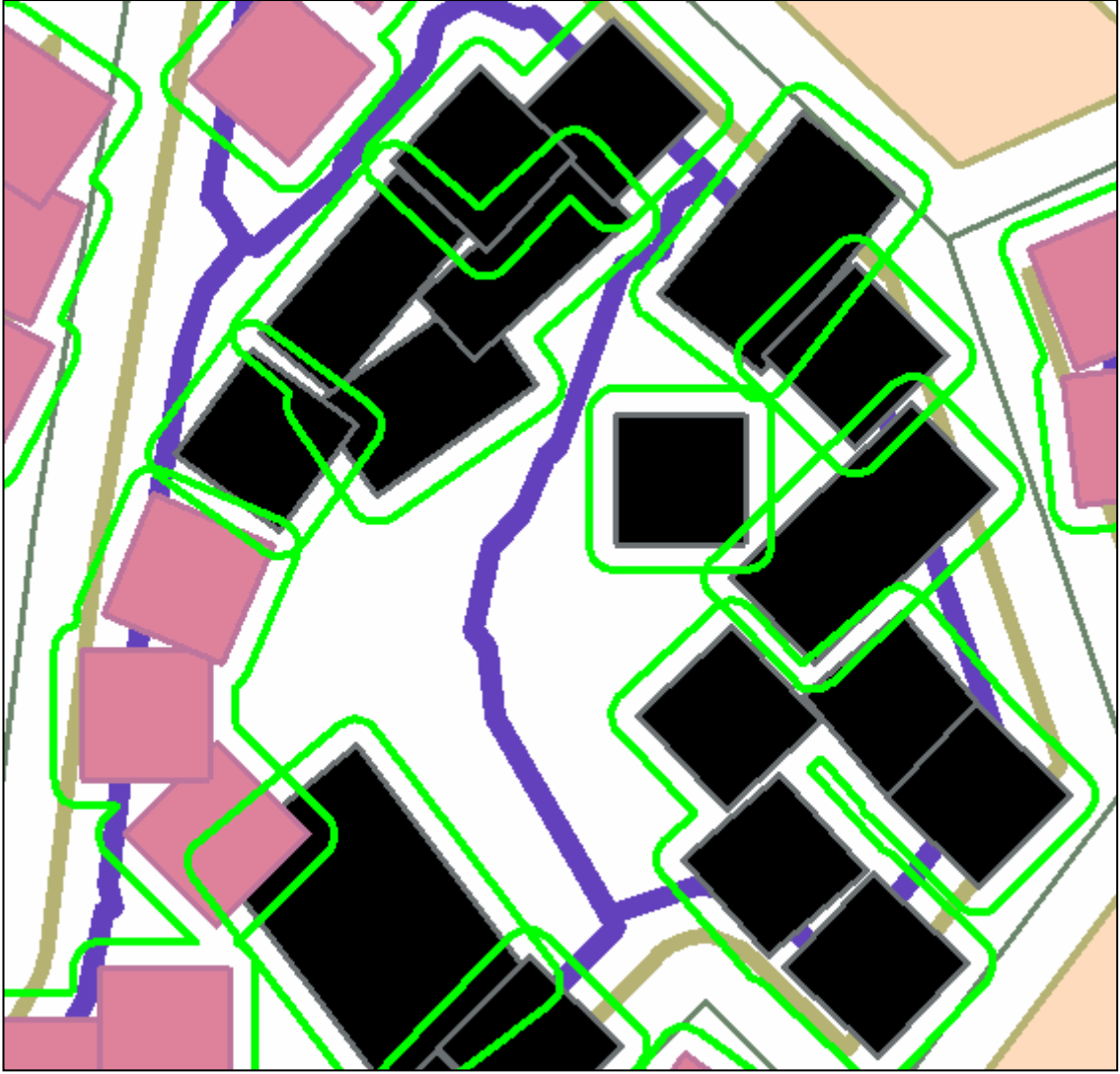
Şekil 5.39 Şekle, semantiğe ve büyüklüğe göre yenilenmiş bina kümeleri

Genelleştirme kararları açısından güç olan durum, aynı Voronoi bölgesi içinde sonradan türetilen alt kümeler arasındaki ilişkiler ve önceliğin belirlenmesidir. Alt kümelerdeki binalar, ana kümeden türetildiği için gerek aynı küme içindeki, gerekse diğer kümelerdeki binalar arasında uyuşmazlıklar (minimum mesafe kriterinin sağlanmaması) söz konusudur. Yoğunluğun fazla olduğu bölgelerde bu tür sorunla karşılaşma olasılığı daha yüksektir (Şekil 5.40). Bu nedenle bu tür sorunlu bölgeler için aşağıdaki sorulara yanıt bulunması gerekmektedir:

- Hangi küme ne kadar genelleştirilmelidir?
- Öteleme açısından yoğunluğun azaltılması gerektiğinde hangi sırayla eleme yapmak gerekir?
- Farklı türde binalar söz konusu olduğunda öncelik sırası nasıl olmalıdır?

İlk soruya yanıt, kümenin yer aldığı Voronoi bölgesindeki yoğunluğa göre genelleştirme parametresi ve işleminin belirlenmesi olarak düşünülmüştür. Yani, Voronoi bölgesinde sanki tek bir küme varmış gibi kabul edilmiş, fakat diğer kümelerin varlığından dolayı daha yüksek yoğunluğa uygun genelleştirme yapılabilir.

İkinci ve üçüncü sorular için ise basit bir çözüm yoktur. Mekansal yapılanışa göre çok farklı kararlar verilebilir. Bu nedenle bu tür sorunların etkileşimli olarak giderilmesi gerekir.



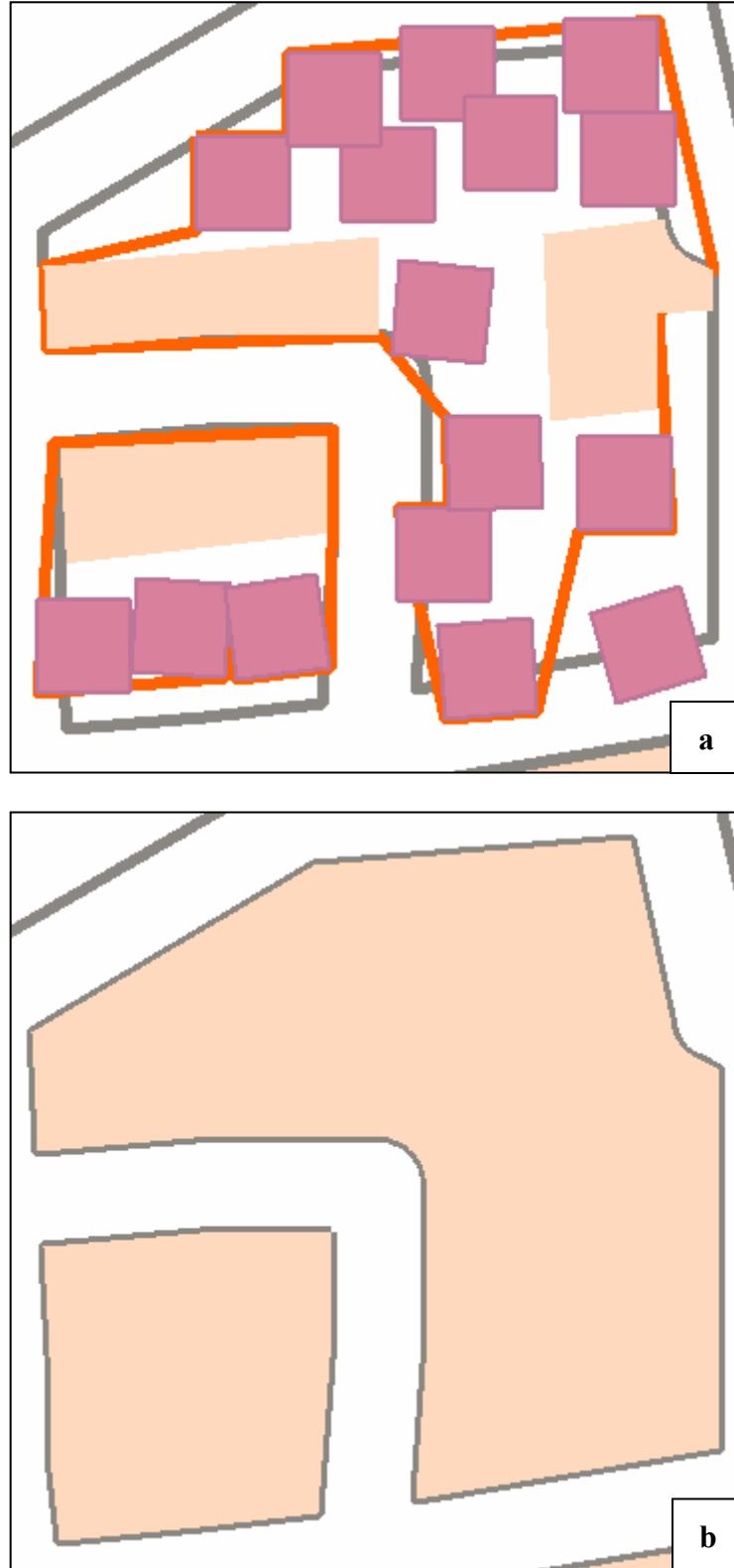
Şekil 5.40 Aynı Voronoi bölgesi içinde farklı özelliklere göre ayrıştırmış bina alt kümeleri ve meydana gelen uyumsuzluklar

5.3.4.13 Bina ve Yerleşim Alanlarının Kaynaştırılması

Bu işlemden önce yalnızca semantik açıdan ayrıştırmış kümeler elde edilir. Aynı kümede yer alan aynı türdeki binalar (konutlar), yerleşim alanlarına (konut alanı) yakın (< 10 m) ve Voronoi yoğunluğu yüksek ($> \%85$) ise birbirleriyle ve yerleşim alan(lar)ı ile kaynaştırılır (Şekil 5.41.a). Voronoi yoğunluğu yüksek kümede yer alan tek binalar da yerleşim alanına yakın ise yerleşim alanı ile kombine edilir. Ayrıca blok içindeki herhangi bir konut alanı ile diğer konut alan(lar)ı yakın (< 10 m) ise kaynaştırılır. Tampon alanlar kullanılarak elde edilen iç boşluklar (iç halka) yeteri kadar büyükse (> 939 m²) kaynaştırılmış çokgene eklenir. Bu işlemler için *Algoritma 9* (sf. 87) kullanılmaktadır.

Bu işlemler sonucunda, daha önce uygulanan yerleşim alanlarını basitleştirme, parçalama, yoğun bloklarda yerleşim alanı oluşturma ve Voronoi bölgelerini editleme işlemleri tekrar

edilir (Şekil 5.41.b). Yerleşim alanı üzerinde yer alan farklı türdeki binalar korunur.



Şekil 5.41 Bina ve yerleşim alanlarının kaynaştırılması. a) Kaynaştırma sonucu elde edilen ilk alanlar, b) Blok yoğunluğunun artmış olmasından dolayı elde edilen son alanlar

5.3.4.14 Binaların Tipikleştirilmesi

Tipikleştirme işlemi aynı kümede yer alan kare ya da dikdörtgen şekilli binalara uygulanır ve mevcut kümeler içinde *Algoritma 8* (sf. 86)'e göre dendrogram ile kümeleme yapılır. Tipikleştirme işleminde *Algoritma 10* (sf. 89) kullanılmaktadır (Şekil 5.42). Algoritma noktalarla işlem yaptığı için binaların ağırlık merkezleri bulunur ve algoritmada kullanılır.

Bir Voronoi bölgesinde küme(ler) içinde yer alan binalara tipikleştirme uygulanıp uygulanmayacağı, kümeye ilişkin aşağıdaki kriterlerin sağlanıp sağlanmadığına göre belirlenir:

- toplam_bina_sayısı > 1
- ((Voronoi_yoğunluğu ≥ %40) veya (((Voronoi_yoğunluğu + (ortalama_mesafe - 25) / 100) ≥ %40) ve (Voronoi_yoğunluğu > %10)) veya ((kompaktlık × standart_mesafe × ortalama_mesafe) / (voronoi_kompaktlığı × voronoi_standart_mesafesi × 25) > 1))
- toplam bina sayısı = kare bina sayısı ya da toplam bina sayısı = dikdörtgen bina sayısı

Voronoi bölgesinde tek küme varsa, işlem iterasyon yapılarak dinamik olarak gerçekleştirilir. Aynı kümedeki binaların ortalama granülaritesi (g_{ort}) ve ortalama uzanımı (u_{ort}) dikkate alınarak (5.2) eşitliği ile kümedeki binaların ortalama alan büyüklüğü (A_{ort}) hesaplanır. Ardından ayırım mesafesi ile türetilen dendrogram kümesi sayısı (n_{dendro}), ortalama alan büyüklüğü ve Voronoi bölgesinin alanı (A_{vor}) kullanılarak (5.3) eşitliği ile anlık yoğunluk (Yg_t) hesaplanır. Parametrenin başlangıç değeri (başlangıçtaki ayırım mesafesi), ortalama en yakın komşuluk değerinden 5 m küçük seçilir.

$$A_{ort} = g_{ort} \times (g_{ort} / u_{ort}) \quad (5.2)$$

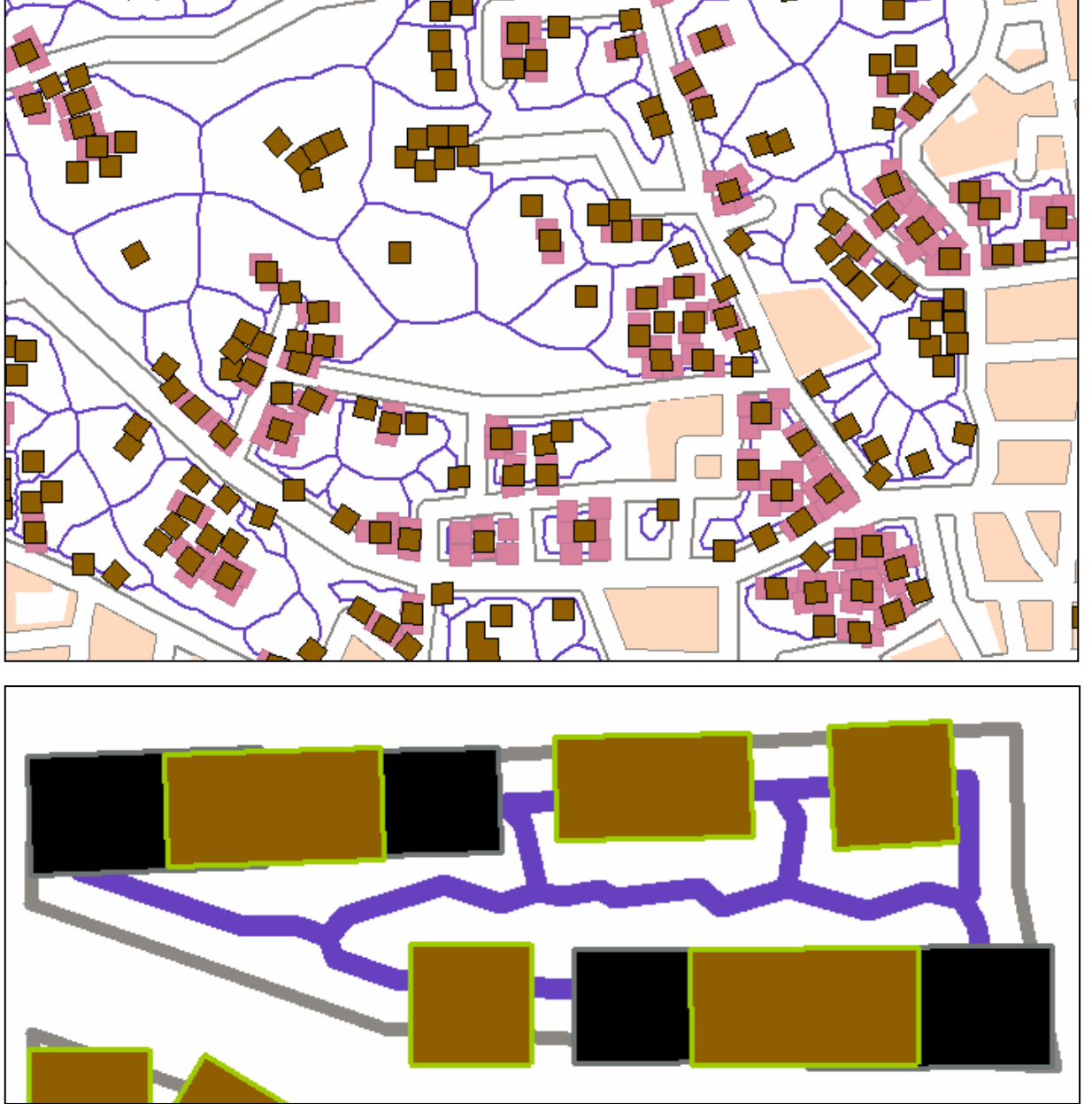
$$Yg_t = \frac{n_{dendro} \times A_{ort}}{A_{vor}} \quad (5.3)$$

Aşağıdaki kriterlerden herhangi biri sağlanıncaya kadar ayırım mesafesi (küme büyüklüğü), 0.2 m artırılarak işlem sürdürülür (Şekil 5.43):

- (anlık_yoğunluk ≤ (0.425 - ((toplam bina sayısı)^{1/2} / 100) + 25.0 / (ortalama_mesafe × 100))) veya (dongu_sayısı > 350) veya (dendrogram_sayısı = 1)

Voronoi bölgesinde birden fazla küme varsa, işlem statik olarak gerçekleştirilir. Bu tür bölgelerde, anlık yoğunluğu hesaplamak anlamlı olmayacaktır. Çünkü, diğer kümelere uygulanacak genelleştirme işlemleri yoğunluğu tekrar değiştirebilir. Ayırım mesafesinin

(küme büyüklüğü) belirlenmiş biçimi, Çizelge 5.8’de görülmektedir. Burada, Voronoi yoğunluğu, aynı bölgede fakat farklı kümelerde yer alan binalar da dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Tipikleştirilen binalar, türetildikleri binaların doğrultularının ortalamasına göre döndürülür.



Şekil 5.42 Voronoi yoğunluğuna bağlı tipikleştirme işlemi

```

-----
--- Cluster (yeni): (1) 1148780 ---
number_shape_rectangle: 0  number_shape_square: 16
total_building_number: 16  voronoi_density: 0.084153
mean_distance: 114.928994  standard_distance: 465.774841
granularity_mean: 25.000000  elongation_mean: 1.000000
mean_nearest_neighbour_distance: 24.436366  compactness: 5.152032
vor_area: 118831.863377  vor_compactness: 1.291054  vor_st_dist: 176.560662
dd_index: 98.344246
sd_index: 48.395585
SINGLE CLUSTER...
cluster_size (dynamic): 19.436366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 19.636366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 19.836366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 20.036366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 20.236366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 20.436366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 20.636366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 20.836366
dendro_num: 16
temp_density: 8.415251
temp_buffer_density: 16.204944
cluster_size (dynamic): 21.036366
dendro_num: 16

```

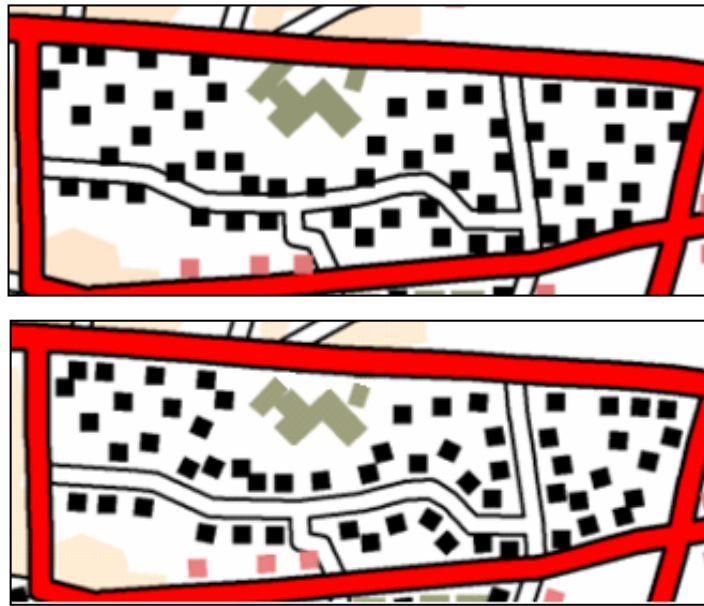
Şekil 5.43 Dinamik tipikleştirme işlemi sonuçlarının tutulduğu dosya

Çizelge 5.8 Statik tipikleştirmede çeşitli kriterlere göre ayırım mesafesinin belirlenmesi

kriterler	ayırım mesafesi (küme büyüklüğü)
(ortalama_uzanım = 1)	$35 \times (\text{Voronoi_yoğunluğu} \times 100 + \text{ortalama_mesafe} - 25 + \text{toplam_bina_sayısı}^2 \times 10 / \text{standart_mesafe}) / 85$
(ortalama_uzanım = 1) ve (((Voronoi_yoğunluğu $\times$ 100 + ortalama_mesafe - 25) $\geq$ 40))	ortalama_en_yakın_komşu_mesafesi + 1
(ortalama_uzanım < 1)	$(\text{ortalama_granülerite} / \text{ortalama_uzanım} + 10) \times (\text{Voronoi_yoğunluğu} \times 100 + \text{ortalama_mesafe} - 25 + \text{toplam_bina_sayısı}^2 \times 10 / \text{standart_mesafe}) / 85$
(ortalama_uzanım < 1) ve ((ortalama_en_yakın_komşu_mesafesi < 35) veya ((Voronoi_yoğunluğu $\times$ 100 + ortalama_mesafe - 25) $\geq$ 40))	ortalama_en_yakın_komşu_mesafesi + 1

5.3.4.15 Binaların Ötelenmesi

Genelleştirmedeki en zor problemlerden biri olan öteleme için kesin bir çözüm bulmak oldukça güçtür. Yol ile uyumsuzluk durumunda binalar, en yakın oldukları yolun işaret büyüklüğü dikkate alınarak ötelenebilir (Başaraner, 2004). Fakat bu kısmi bir çözüm sağlayacaktır (Şekil 5.44). Çünkü seyrek bölgeler dışında ötelemelerin aynı oranda olmasa da uygun olarak yoldan uzak diğer komşu binalara da uygulanması gerekir. Bunun sonucunda yeni uyumsuzluklar oluşma olasılığı yüksektir. Ayrıca uygun öteleme doğrultusunu belirlemek de yeni uyumsuzluklar meydana getirmemek için önemlidir.



Şekil 5.44 Öteleme öncesi ve sonrası binalar

Voronoi çokgenleri yardımıyla ile belirli oranda kabul edilebilir bir yaklaşım geliştirilebileceği düşünülmüş olmakla birlikte, kapsamlı bir çalışma gerektiren öteleme problemi için burada herhangi bir otomatik çözüme yer verilmemiştir.

5.3.5 Genel ve İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada, geliştirilen stratejiye göre genelleştirme işlemlerinin önemli bir kısmı otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Genelleştirme öncesinde, veri tabanı şeması eksiksiz olarak oluşturulmalıdır. Bu işlemin bir kez yapılması yeterlidir. Genelleştirme modülü (KartoGEN), kartografya ve CBS yazılımları konusunda temel bilgilere sahip biri tarafından kolaylıkla kullanılabilir bir yapıdadır. İşlemler, menü üzerinden sırasıyla adım adım gerçekleştirilmekte, yalnızca bazı işlemler sonucunda önceki bir kaç adımı tekrar uygulamak gerekmektedir.

Bina ve yerleşim alanı genelleştirmesi öncesinde, bu nesneler için mantıksal sınırlar oluşturduğu için hidrografya ve ulaşım sınıfına ait verilerin eksiksiz genelleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, yollar için yalnızca basitleştirme işlemi otomatik olarak yapılmaktadır. Diğer işlemler ise etkileşimli olarak gerçekleştirilmektedir.

Tek binalar düzeyinde çok büyük oranda tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Yalnızca istisnai durumlarda bazı binaların şekilsel özelliklerini daha fazla vurgulamak amacıyla lokal abartma çözüm önerisi geliştirilebilir.

Bina grupları düzeyinde yapılan denemeler sonucu yoğunluk yaklaşık %40'ın altına indirildiğinde Voronoi bölgesinde öteleme yapılmasının çoğu durumda mümkün olduğu görülmüştür. Orta yoğunluklu (~ %40-85) ya da düşük yoğunluklu olduğu halde binaların dağılımının ve/veya konumlarının ötelemeyi güçleştirdiği bölgelerde öteleme yapabilmek için tipikleştirme ve/veya eleme ile yoğunluğun azaltılması gerekmektedir. Burada tipikleştirme işlemi için geliştirilen çözümde bazı durumlarda olması gerekenden az ya da fazla bina kalabilmektedir. Karşılaşılan özel durumlar derinlemesine incelenip değerlendirilerek, geliştirilen tipikleştirme çözüm önerisi biraz daha iyileştirilmelidir. Bunun yanında, bu çalışmada otomatik çözüm önerisi getirilmeyen eleme ve öteleme işlemleri için mevcut stratejiye dayalı daha ileri teknikler geliştirilmesi gerekmektedir.

Genelleştirme sonucu yollar (burada yol çizgi parçaları), binalar, yerleşim alanları ve bloklara ilişkin elde edilen istatistiksel sonuçlar, aşağıda verilmektedir. Burada, Töpfer'in seçme kuralına (3.1 eşitliği) ilişkin sonuçlar verilmiş olmakla birlikte, bu kuralın mekansal

yapılanıya bağlı değişen durumları dikkate almaması nedeniyle her zaman uygun sonuçlar üretmesi beklenmemelidir, fakat kabaca bir değerlendirme yapmak için kullanılabilir.

Yollara ilişkin istatistiksel sonuçlar, Çizelge 5.9’da verilmektedir. Töpfer kuralına göre daha az sayıda yol çizgi parçasının elenmesi, yolların mekansal ilişkilerine (sıklık, seyreklik vb.) ve yolların elenmesinde seçilen kriterlere bağlıdır. Töpfer kuralı dışında nesne sayısındaki değişimin karşılaştırılabileceği başka bir çalışma bulunamamıştır.

Çizelge 5.9 Yollara ilişkin istatistiksel sonuçlar

YOLLAR	1:25 000	1:50 000	Değişim	Töpfer
Toplam Nesne Sayısı	1351	1115	% 82.5	955
Toplam Uzunluk (m)	117023.88	98842.53	% 84.5	-
Toplam Nokta Sayısı	4179	2436	% 58.3	-

Binalara ilişkin istatistiksel sonuçlar, Çizelge 5.10’da verilmektedir. Genelleştirme sonucunda bina sayısındaki değişimin Çizelge 4.3 ve 4.4 (sf. 67)’te verilen Almanya ve İsviçre topografik haritalarına ilişkin elde edilen sonuçlarla büyük oranda uyumlu olduğu görülebilir. Burada, bazı bölgelerde tipikleştirme sonucu olması gerekenden az ya da fazla sayıda elde edilen binalar ve bazı yoğun bölgelerde öteleme öncesi yoğunluğun azaltılması için eleme gereksiniminden doğacak küçük değişimler – yaklaşık olarak birbirini dengeler nitelikte olsa da – sonuçları bir miktar değiştirebilir. Binaların toplam alan değerindeki artış, bina sayısındaki azalmaya rağmen işaret büyüklüğünün, yaygın olan küçük binalarda ($< 625 \text{ m}^2$) ($1.75 < \text{alansal değişim} \leq 4$) kat, diğerlerinde ise ($1 < \text{alansal değişim} \leq 1.75$) kat değişime yol açmasından kaynaklanmaktadır. Toplam çevre değerindeki artış ise bina büyüklüklerinin artırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu değişimin, alan değişiminden daha az olmasının nedeni, alandaki değişimin karesel olması ve hedef ölçekte binaların daha basit şekillerle gösterilmesi dolayısıyla çevrelerinin azalmasıdır.

Çizelge 5.10 Binalara ilişkin istatistiksel sonuçlar

BİNALAR	1:25 000	1:50 000	Değişim	Töpfer
Toplam Nesne Sayısı	1556	859	% 55.2	1100
Toplam Alan (m ²)	299167.15	566423.91	% 189.3	-
Toplam Çevre (m)	84209.70	88243.50	% 104.8	-
Toplam Nokta Sayısı	6313	3457	% 54.8	-

Yerleşim alanlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar, Çizelge 5.11’de verilmektedir. Toplam nesne sayısındaki değişim, Töpfer kuralı ile elde edilen sonuca çok yakındır. Yine alansal değişim Çizelge 4.2 (sf. 67)’de verilen sonuca yakındır. Toplam alandaki artışın az oluşu, yol işaretlerinin büyütülmesi sonucu yollarla bitişik yerleşim alanı geometrilerinin editlenerek (yollara göre kırılarak) küçültülmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 5.11 Yerleşim alanlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar

YERLEŞİM ALANLARI	1:25 000	1:50 000	Değişim	Töpfer
Toplam Nesne Sayısı	329	244	% 74.2	233
Toplam Alan (m ²)	1146998.89	1212246.19	% 105.7	-
Toplam Çevre (m)	90208.09	72904.23	% 80.8	-
Toplam Nokta Sayısı	4688	3979	% 84.9	-

Bloklara ilişkin istatistiksel sonuçlar, Çizelge 5.12’de verilmektedir. Toplam nesne sayısındaki değişim, Töpfer kuralı ile elde edilen sonuca yakındır. Yol sayısının azaltılması sonucu blok alanlarının büyümesi beklenebilir. Fakat, yol işaretlerinin büyütülmesi sonucu blok alanları editlenerek küçültüldüğünden toplam blok alanı kısmen azalmaktadır. Toplam nokta sayısında nerdeyse hiç değişim olmaması, blok kenar çizgilerine basitleştirme uygulanmamasından kaynaklanmaktadır. Blok nesneleri, genelleştirmeye yardımcı nesneler olup hedef haritada yer almadıklarından basitleştirilmelerine gerek yoktur.

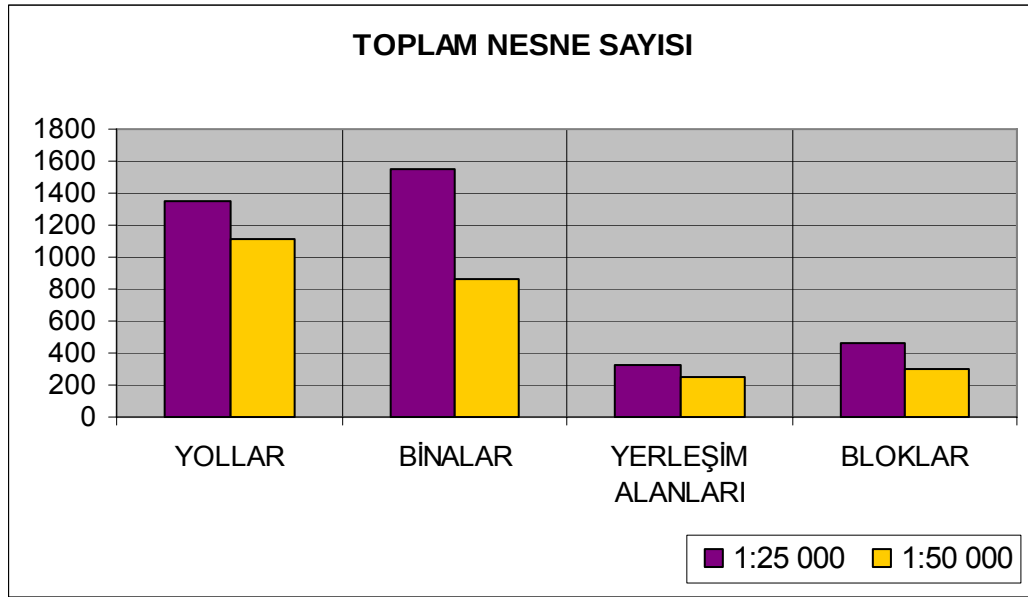
Çizelge 5.12 Bloklara ilişkin istatistiksel sonuçlar

BLOKLAR	1:25 000	1:50 000	Değişim	Töpfer
Toplam Nesne Sayısı	459	301	% 65.6	325
Toplam Alan (m ²)	7651900.62	6984515.79	% 91.3	-
Toplam Çevre (m)	209049.73	161981.00	% 77.5	-
Toplam Nokta Sayısı	10576	10652	% 100.7	-

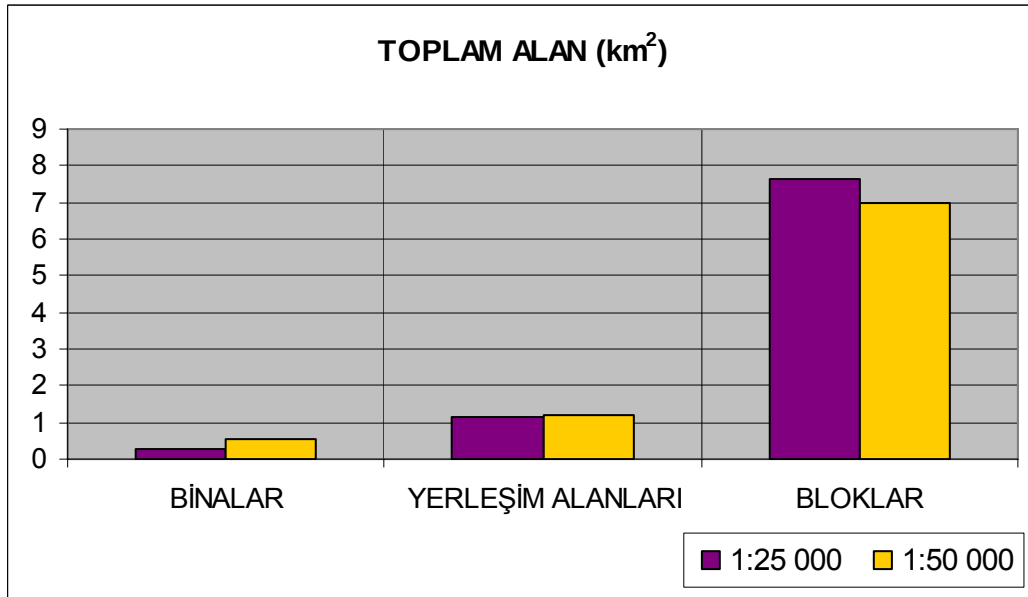
Yollar, binalar, yerleşim alanları ve bloklara ilişkin istatistiksel sonuçları birarada gösteren grafikler aşağıda verilmektedir (Şekil 5.45, 5.46, 5.47 ve 5.48).

1:25 000 ölçekli kartografik veri seti Şekil 5.49^{*}'da ve otomatik genelleştirme ile elde edilen 1:50 000 ölçekli kartografik veri seti Şekil 5.50^{*}'de yer almaktadır. Daha önce ifade edildiği gibi, öteleme işlemi ve bazı yoğun bölgelerde öteleme öncesi gerekli olan eleme işlemi, bu genelleştirme uygulamasına dahil edilmemiştir. Görsel değerlendirme sonucu, otomatikleştirilen genelleştirme işlemleriyle elde edilen çözüm önerilerinin çoğu durumda kabul edilebilir olduğu ifade edilebilir. Daha iyi sonuçların elde edilebilmesi için yukarıda söz edilen eksik kısımların giderilmesine yönelik çeşitli çözüm önerilerinin ortaya konması, farklı veri setleri üzerinde denemelerle daha fazla deneyim kazanılması ve bunların genelleştirme modülüne yansıtılması gerekir.

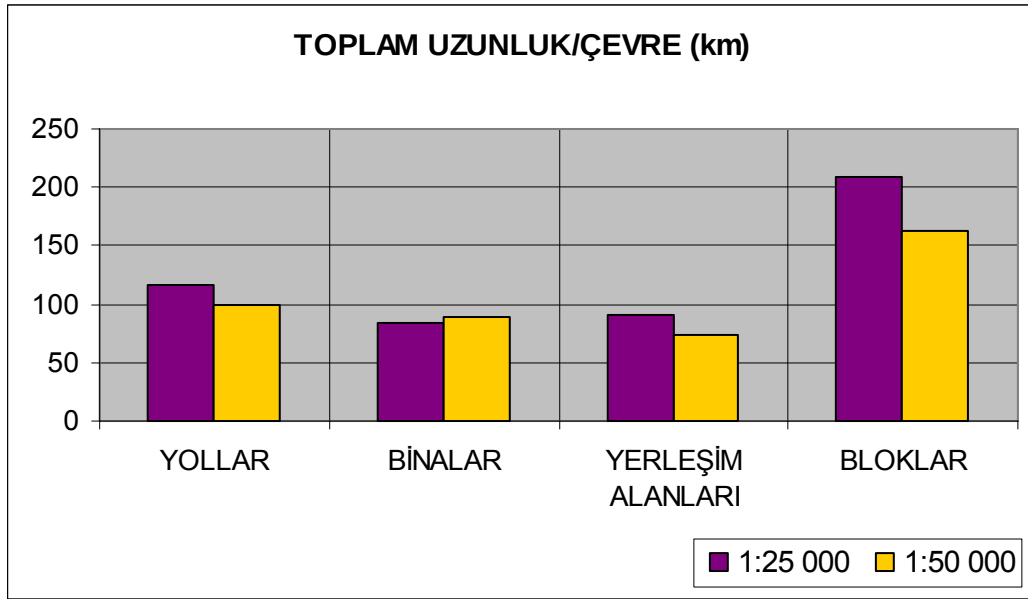
^{*} Gerçek ölçeklerinden farklı gösterilmişlerdir.



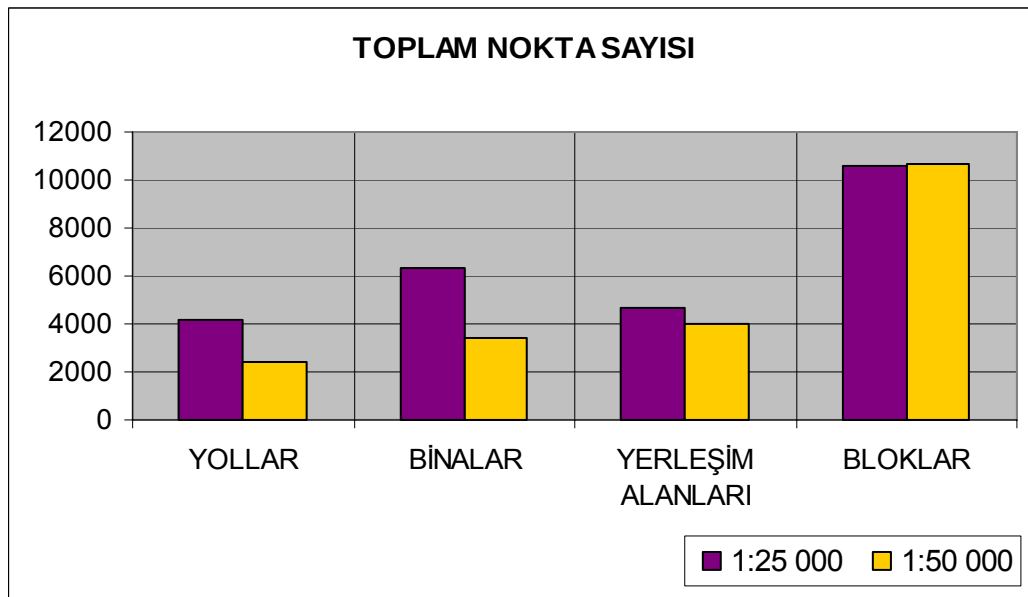
Şekil 5.45 Toplam nesne sayısındaki değişim



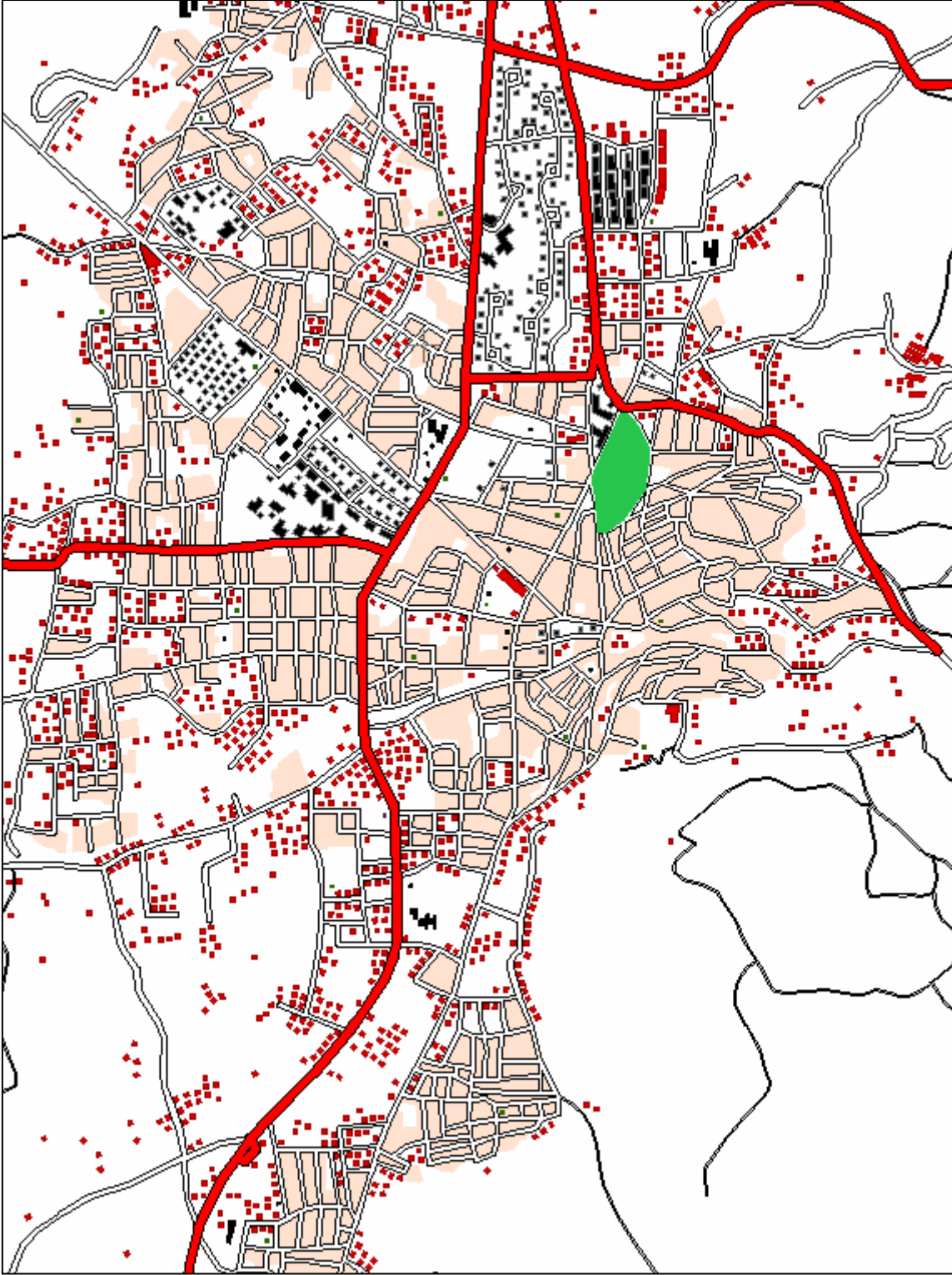
Şekil 5.46 Toplam alandaki değişim



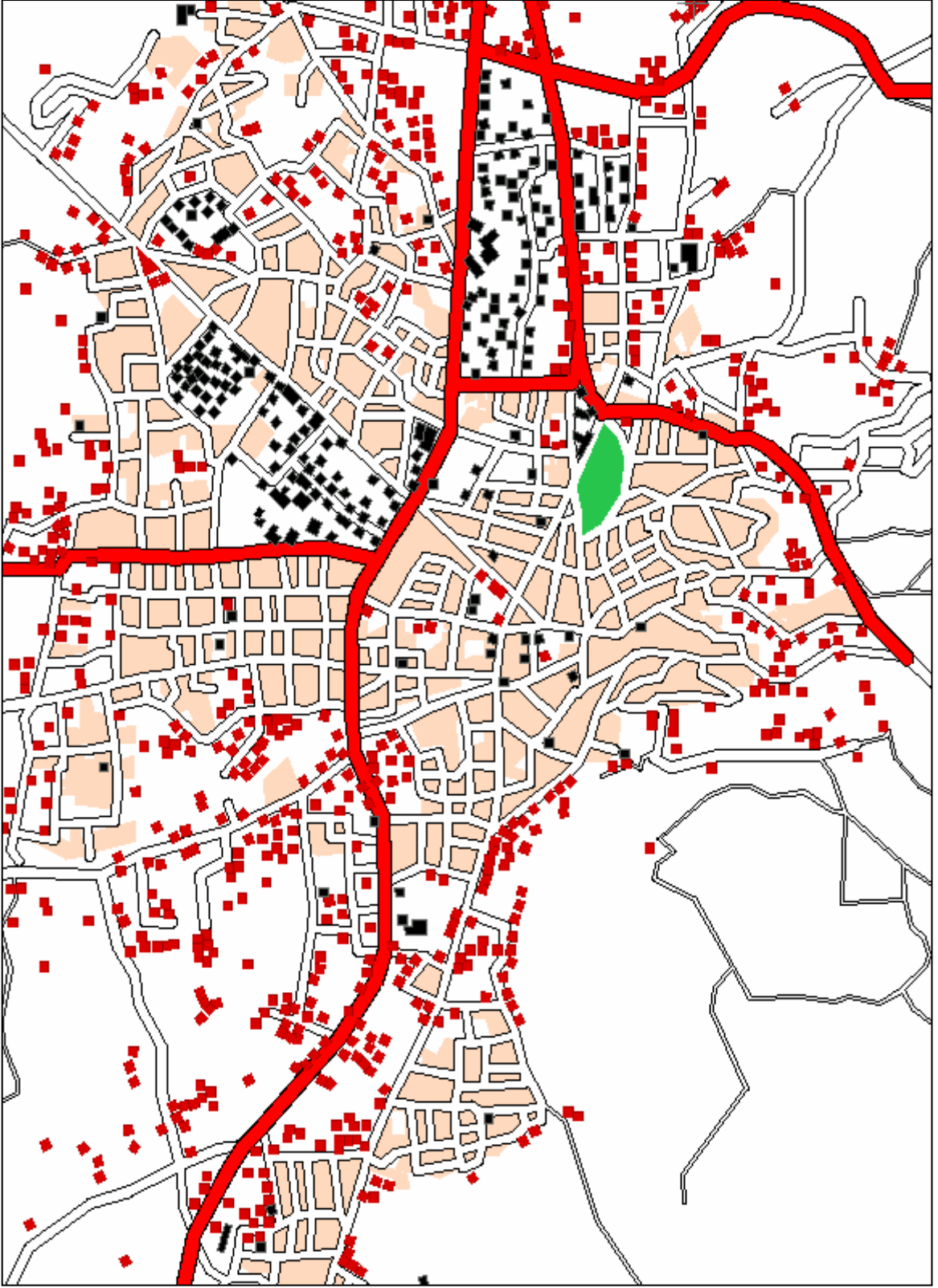
Şekil 5.47 Toplam uzunluktaki/çevredeki değişim



Şekil 5.48 Toplam nokta sayısındaki değişim



Şekil 5.49 Genelleştirme öncesi kartografik veri seti (1:25 000)



Şekil 5.50 Genelleştirme sonrası kartografik veri seti (1:50 000)

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kartografik genelleştirme, bağlamsal (mekansal yapılanışa bağlı) bir işlemdir. Dolayısıyla, her farklı mekansal yapılanış çözüm getirilmesi gereken ayrı bir problemdir. Kartograf manuel genelleştirme esnasında bütüncül bir yaklaşım izlerken, sayısal ortamda her nesne ayrıdır ve her nesne tek tek ele alınmak durumundadır. Otomatik genelleştirme çalışmalarında çaba, kartografin bütüncül çalışma tarzına olabildiğince yaklaşabilmektir. Oldukça güç olan bu problemin çözülme olasılığını artırmak için mekansal veri tabanını geometrik, semantik ve yapısal özellikler ve ilişkiler açısından olabildiğince zenginleştirmek, yoğun analizler yapmak ve kartografik açıdan kabul edilebilir çözüm sağlayabilecek uygun kararlar üretmek gerekmektedir.

Kartografik genelleştirme açısından güçlük yaratan başka bir durum, tek bir doğru çözümün olmamasıdır. Dolayısıyla uygun genelleştirme kararları vermek oldukça güç olmaktadır. Harita yönergeleri ve kullanıcı gereksinimleri açısından kabul edilebilir bir çözüm üretebilmek hedeflenmelidir.

Günümüzde coğrafi ve kartografik veri setlerine dayalı temel mekansal veri tabanının kurulması (örn. ATKIS) ve çeşitli ürünlerin bu veri tabanından türetilmesi söz konusu olduğu için bu çalışmada, ilk olarak topografik verilerin coğrafi veri tabanında modellenmesi üzerinde durularak kısıtlı düzeyde de olsa bir topografik coğrafi model örneği sunulmuş ve bu model nesne yönelimli bir CBS yazılımı içinde oluşturulmuştur. Ülkemizde de UMVA kapsamında bu tarz bir yaklaşım geliştirilmesi yerinde olacaktır.

Yapılan çalışmada, ilişkisel CBS ile karşılaştırıldığında nesne yönelimli CBS'nin kartografik genelleştirme açısından özellikle dinamik nesne analizi sağlaması, farklı metotlar içeren sınıfların ilgili diğer bir çok sınıf tarafından devralınabilmesi gibi bazı üstünlükler taşıdığı görülmüştür. İlişkisel modelde, her bina sınıfı farklı özniteliklerle ayrıştırılırken nesne yönelimli modelde, ana bina sınıfı altında özelleşmiş bina sınıfları biçimindeki hiyerarşik yapı, sınıfların bütün olarak ya da tek tek işlenmesini kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında, ilişkisel modelde SQL gibi güçlü bir sorgulama dili mevcuttur. Verileri tablolarda bir bütün olarak kullanabilmek ve görebilmek ilişkisel modelin avantajıdır. Ayrıca oldukça yaygın kullanımı söz konusudur. Dolayısıyla nesne yönelimli veri tabanlarının yanında her iki modeli bütünleştiren nesne-ilişkisel veri tabanları yukarıda söz edilen nedenlerle genelleştirme çalışmaları için tercih edilebilir.

Kartografik genelleştirmeye yönelik bütüncül bir yaklaşım geliştirmek için hedef ölçekteki yol işaretleri dikkate alınarak yerleşim/bina blokları oluşturulmuş ve blok içindeki değerlendirmelerle genelleştirme yapılması hedeflenmiştir. Blok içindeki karar verme mekanizmasını daha fazla geliştirmek için Voronoi çokgenlerinden yararlanılmış ve birbirine yakın binaların yer aldığı kümeler temel alınarak binalar ile bloklara ait köşe noktaları ve bu nesnelerin geometrileri üzerinde türetilen ara noktalar kullanılarak Voronoi bölgeleri oluşturulmuştur. Böylece problem, büyük oranda Voronoi bölgesi içinde uygun genelleştirme işlemine karar vererek daha global bir çözüme ulaşmaya indirgenmiştir. Tüm bu işlemler, programlama dili ile otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu karar verme mekanizmasının yanında tek ya da grup nesneler için uygun genelleştirme algoritmaları ele alınmış ve kullanılan yazılımın programlama dili kütüphanesinde yer alan bazı algoritmalara ek olarak yeni algoritmalar geliştirilmiştir. Ayrıca, tek binalar ve gruplayıcı nesneler (blok, Voronoi bölgesi ve kümeler) tarafından kullanılmak üzere geometrik, semantik ve yapısal özellikleri dinamik olarak ortaya çıkaran metotlar geliştirilmiştir. Ardından, işlem sırası belirlenmiş ve bu sırayla işlemlerin yer aldığı bir genelleştirme modülü (KartoGEN) oluşturulmuştur. Bu modül kullanılarak genelleştirme işlemleri adım adım otomatik olarak yapılabilmektedir. İlgili ölçek aralığı için algoritmalarca kullanılacak parametreler, statik olarak belirlenmiş ya da otomatik genelleştirme esnasında mekansal analizler ile iterasyon yapılarak dinamik olarak türetilmiştir. Başka bir ifadeyle, kabul edilebilir bir genelleştirme çözümü elde etme olasılığını artırmak için çoğunlukla mekansal yapının dikkate alındığı bir dinamik genelleştirme yaklaşımı uygulanmıştır.

Bina ve yerleşim alanlarına ilişkin kısıtlamaların tümünün genelleştirme esnasında kullanılması ve genelleştirme sonucunda karşılanması oldukça güçtür. Makro (global), mezo (bölgesel) ve mikro (lokal) kısıtlamaların niceliksel ifadesi, kartografik genelleştirme esnasında kullanılması ve genelleştirme sonucunda değerlendirilmesi için daha fazla tekniğin ve daha ileri yaklaşımların geliştirilmesi gereklidir. Bu çalışmada mikro ve kısmen mezo kısıtlamalar, geliştirilen metotlar kullanılarak dinamik genelleştirme esnasında dikkate alınmış ve büyük oranda karşılanmıştır. Ayrıca makro kısıtlamalara yönelik sınırlı bir değerlendirme verilmiş olmakla birlikte, genelleştirme esnasında bu tür kısıtlamalar dikkate alınmamıştır.

Bu çalışma, hedef ölçekte ayırt edilemeyecek kadar yakın binaların oluşturduğu kümelere göre Voronoi bölgelerinin türetilmesi düşüncesini ortaya koyarak oldukça karmaşık olan genelleştirme karar-destek mekanizmasını güçlendirmiştir. Özellikle orta ölçekli topografik haritalarda konumsal doğruluklardan çok nesnelerin birbirleriyle ilişkileri daha fazla ön plana

çıkacağı için bu ilişkilerin denetimli indirgenmesi önemlidir. Ayrıca aynı bölge içindeki, farklı geometrik, semantik ve/veya yapısal özelliklerdeki binalar ayrıştırılarak farklı kümeler, başka bir ifadeyle farklı işlemlerin ya da parametrelerin uygulanacağı ayrı genelleştirme birimleri oluşturulmuştur.

Çalışmada bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesi için genel bir çerçeve sunulmuş ve mevcut koşullar içinde belirli otomatik çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bununla birlikte, her genelleştirme işlemi, ayrı ayrı derinleşmesi gereken bir problem olduğu için yoğun denemeler yapılarak geliştirilen çözüm önerilerinin özellikle istisna durumlar saptanarak daha da iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda önemli olan hususlardan biri, Almanya, İsviçre ve Fransa gibi kartografya konusunda ileri ülkelerin topografik harita yönergelerini inceleyerek ve ayrıca geliştirilen genelleştirme çözüm önerilerini çeşitli veri setlerinde deneyerek, ulusal topografik haritalar için genelleştirmeyi destekleyebilecek çeşitli coğrafi ve kartografik kriterler içeren çok daha nitelikli harita yönergelerinin oluşturulmasıdır.

Üzerinde derinleşmesi gereken problemlerden biri, yakınlıklarından dolayı aynı bölge içinde yer alan, fakat şekilsel, semantik ve büyüklük özelliklerine göre farklı kümelere ayrılan binalar arasında uyumlu bir genelleştirme sağlayıp kabul edilebilir bir çözüm sağlamaktır.

Diğer önemli problem, genelleştirmenin en zor işlemi öteleme için kabul edilebilir bir çözüm önerisi üretilebilmesidir. Voronoi çokgenleri yardımıyla bu probleme belirli oranda otomatik bir çözüm bulunabileceği düşünülmektedir.

Kartografik genelleştirmenin kısa vadede tam olarak otomatikleştirilmesi mümkün görülmemekle birlikte, özellikle karmaşık modelleme ve analiz olanakları sağlayan çoklu ajanlar ve veri madenciliği gibi yapay zeka tekniklerinin daha gelişmiş çözümler için önemli olanaklar sağlayabileceği ifade edilebilir.

KAYNAKLAR

- AdV, (1989), "Topographic-Cartographic Information System (ATKIS)", Working Committee of the Surveying Authorities of the States of the Federal Republic of Germany (limited English version).
- AGENT Consortium, (1998), "Constraint Analysis", Project Report D A2, ESPRIT/LTR/24 939.
- Anders, K.H., (2004), "Karşılıklı Görüşme", 14.07.2004 (Dr.Ing., Institute of Cartography and Geoinformatics, University of Hannover, Germany).
- Andersen, N. ve Nissen, F., (1999), "The National Survey and Cadastre of Denmark", In: Kilpelainen, T. (ed.), Map Generalization in the Nordic Countries, Reports of the Finnish Geodetic Institute, 99:6.
- Aslan, S. (2003), "Topografik Haritalarda Yerleşim Yeri ve Bina Genelleştirmesi", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bakker, N. ve B. Kolk, (2003), "TOP10NL, A New Object-Oriented Topographical Database in GML", Proceedings of the 21st ICA International Cartographic Conference, Durban, South Africa.
- Bard, S., (2002), "Quality Assessment of Generalised Geographical Data", Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences (Accuracy 2002), Hunter, G.J. and Lowell, K. (eds.), Melbourne, Australia.
- Bard, S., (2004), "Quality Assesment of Cartographic Generalization", Transactions in GIS, 8(1), 63-81.
- Barrault, M., Regnault, N., Duchêne, C. Haire, K., Baeijs, C. Demazeau, Y., Hardy, P., Mackaness, W., Ruas, A., Weibel, R., (2001), "Integrating Multi-Agent, Object-Oriented and Algorithmic Techniques for Improved Automated Map Generalization", Proceedings of the 20th ICA International Cartographic Conference, Beijing, China.
- Başaraner, M., (2000a), "Genelleştirmenin CBS İçindeki Yeri ve Önemi", YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölüm Seminerleri, Haziran 2000, YTÜ, İstanbul.
- Başaraner, M., (2000b) "Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Genelleştirme ve Çoklu Gösterim", Harita Dergisi, Temmuz 2000, Sayı: 124, 1-15.
- Başaraner, M., (2002), "Model Generalization in GIS", In: Proceedings of International Symposium on GIS, September 23-26, İstanbul.
- Başaraner, M., (2004), "Topografik Haritalarda Binalar ve Yerleşim Alanlarının 1:25 000'den 1:50 000'e Otomatik Genelleştirilmesi – Bir Ön Çalışma", Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 2004/1.
- Başaraner, M. ve Selçuk, M., (2004) "An Attempt to Automated Generalization of Buildings and Settlement Areas in Topographic Maps", Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul, Turkey.
- Bedard, Y. ve Bernier, E., (2002), "Supporting Multiple Representation with Spatial Databases, Views Management and Concept of VUEL", ISPRS/ICA Joint Workshop on Multi-Scale Representations of Spatial Data, Ottawa, Canada.

- Berg, M. de, Kreveld, M. van, Overmars, M. ve Schwarzkopf, O., (2000), "Computational Geometry: Algorithms and Applications", 2nd rev. ed., Heidelberg: Springer-Verlag, 367 p.
- Bernhardsen, T., (2002), "Geographic Information Systems: An Introduction", 3rd ed., New York: John Wiley & Sons, 428 p.
- Bildirici, İ.Ö. ve Uçar, D., (2000), "Sayısal Kartografyada Genelleştirme Yaklaşımları", YTÜ Dergisi, Sayı: 3, 69-88.
- 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.
- Böhme, R. ve Illert, A., (2002), "Topographic Cartography", In: Anson, R.W., Ormeling, F.J. (eds.) Basic Cartography for Students and Technicians, Vol. 2, Second Edition, London: Butterworth-Heinemann.
- Brassel, K. ve Weibel, R., (1988), "A Review and Conceptual Framework of Automated Map Generalization", International Journal of Geographic Information Systems, 2(3), pp. 229-244.
- Brassel, K. ve Weibel, R., (2002), "Generalization", In: Anson, R.W. ve Ormeling, F.J. (eds.) Basic Cartography for Students and Technicians, Vol. 2, Second Edition, London: Butterworth-Heinemann.
- Brown, D., (1997), "An Introduction to Object-Oriented Analysis: Objects in Plain English", New York: John Wiley & Sons, 700 p.
- Bundy, G.L., Jones, C.B. ve Furse, E., (1995), "Holistic Generalization of Large-Scale Cartographic Data", In: Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 106-119.
- Burrough, P.A. ve McDonnel, R.A., (1998), "Principles of Geographical Information Systems", 2nd edition, Oxford University Press, 333 p.
- Cecconi, A., (2002), "Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping", PhD Thesis, University of Zurich, Switzerland.
- Davidson, F., (1999), "The National Land Survey of Sweden", In: Kilpelainen, T. (ed.), Map Generalization in the Nordic Countries, Reports of the Finnish Geodetic Institute, 99:6.
- DMA, (1995), "Military Specifications - 1:50 000 Scale Topographic Maps", Defence Mapping Agency (DMA), USA.
- Duchene, C., (2003), "Karşılıklı Yazışma", 01.07.2003 (PhD Student, IGN France).
- Egenhofer, M. ve Frank, A.U., (1992), "Object-Oriented Modelling for GIS", URISA Journal, 4 (2), pp. 3-19.
- ESRI, (1996), "Automation of Map Generalization: The Cutting Edge Technology", ESRI White Paper.
- ESRI, (2004a), "ESRI Cartography: Capabilities and Trends", An ESRI White Paper, June 2004.
- ESRI, (2004b), "Cartographic Design Process: Artistic Interpretation with the Geodatabase", An ESRI White Paper, July 2004.

Friedrich, J., (2004), "Spatial Modeling in Natural Sciences and Engineering: Software Development and Implementation", Berlin: Springer, 305 p.

Geomatics Canada, (1996), "National Topographic Database – Data Dictionary", Edition 3.1, Canada.

Gjertsen, A.K., (1999), "The Norwegian Institute of Land Inventory", In: Kilpelainen, T. (ed.), Map Generalization in the Nordic Countries, Reports of the Finnish Geodetic Institute, 99:6.

Goodchild, M., (1991), "Issues of Quality and Uncertainty", In: Müller, J.-C. (ed.), Advances in Cartography, International Cartographic Association (ICA), London: Taylor&Francis, pp.113-139.

Grünreich, D., (1992), "ATKIS – A Topographic Information System as a Basis for GIS and Digital Cartography in Germany", In: Vinken (ed.) From Digital Map Series in Geosciences to Geo-Information Systems, Federal Institute of Geosciences and Resources, Geologisches Jahrbuch, Reihe A, Heft 122, Hannover, 207-16.

Grünreich, D., (1993), "Generalization in GIS Environment", In: Proceedings of the 16th ICA International Cartographic Conference, Cologne, Germany, Vol.1, pp.203-210.

Hampe, M., Anders, K.-H. ve Sester, M., (2003), "MRDB Applications for Data Revision and Real-Time Generalisation", Proceedings of 21st ICA International Cartographic Conference, Durban, South Africa.

Hampe, M., Sester, M., (2002), "Real-Time Integration and Generalization of Spatial Data for Mobile Applications", In: Maps and the Internet 2002, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr.60, Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessungswesen und Geoinformation, Technische Universität Wien, 2002.

Hampe, M., Sester, M. ve Harrie, L., (2004), "Multiscale Databases to Support Visualisation on Mobile Devices", Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, Istanbul, Turkey.

Hardy, P., Briat, M.-O., Eicher, C. ve Kressmann, T., (2004), "Database-Driven Cartography from a Digital Landscape Model, with Multiple Representations and Human Overrides", 7th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 20-21 August 2004, Leicester, UK.

HGK, (2002), "1 / 25 000, 1 / 50 000 ve 1 / 100 000 Ölçekli Kartografik Vektör Harita ve Sayısal Harita Detay Tanımlama ve Özel İşaretleri Yönergesi", Harita Genel Komutanlığı (HGK), Ankara.

HGK, (2003) "1/25 000 Ölçekli Sayısal Topografik Harita Veri Sözlüğü", Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Illert, A. ve Afflerbach, S., (2004), "Global Schema Specification", GiMoDig-project, IST-2000-30090, Deliverable D5.3.1, Public EC report, 35 p.

Jaakkola, O., (1998), "Multi-Scale Categorical Data Bases with Automatic Generalization Transformations Based on Map Algebra", Cartography and Geographic Information Systems, Vol. 25, No.4, 195-207.

- Jiang, B. ve Claramunt, C., (2002), "A Structural Approach to Model Generalisation of an Urban Street Network". In: Proceedings of 5th AGILE Conference on Geographic Information Science, Mallorca, Spain.
- Joao, E.M., (1995), "The Importance of Quantifying the Effects of Generalization". In: Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 183-193.
- Joao, E.M., (1998), "Causes and Consequences of Map Generalisation", London: Taylor&Francis, 266 p.
- Jones, C., (1997), "Geographic Information Systems and Computer Cartography", Harlow: Addison Wesley Longman, 319 p.
- Joubran, J., ve Gabay, Y., (2000), "A Method for Construction of 2D Hull for Generalized Cartographic Representation", Proceedings of XIXth ISPRS Congress, Amsterdam, Netherlands, pp. 417-424.
- Kainz, W., (2004), "Geographic Information Science (GIS)", Lecture Notes, Division of Cartography and Geoinformation, University of Vienna, Austria, 99 p.
- Kazemi, S., Lim, S. ve Rizos, C., (2004), "A Review of Map And Spatial Database Generalization for Developing a Generalization Framework", Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, Istanbul, Turkey.
- Kilpelainen, T., (1995), "Updating Multiple Representation Geodata Bases by Incremental Generalization", In: Geo-Information-Systeme, Jahrgang 8, Heft 4, pp.13-18.
- Kilpelainen, T., (1997), "Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps", Doctorate Thesis, Publications of the Finnish Geodetic Institute, No: 124, 229 p.
- Kreiter, N. ve Schmassmann, E., (2004), "Incremental Update from the Topographic Landscape Model to Digital Cartographic Models at swisstopo", 5th Joint ICA/ISPRS/EuroGeographics Workshop on Incremental Updating and Versioning of Spatial Data, 12-14 July 2004, Istanbul, Turkey.
- Laser-Scan, (2001), "The Gothic Module Reference Manual", Online Version, November 2001, Laser-Scan Ltd., Cambridge, UK.
- LINZ, (2001), "NZTopo Data Dictionary - Data Documentation Guide, Topographic Data For GIS, Primary Source Scale 1:50 000", Version 2.2, Land Information New Zealand.
- Lo, C.P., Yeung, A.K.W., (2002), "Concepts and Techniques of Geographic Information Systems", New Jersey: Prentice-Hall, 492 p.
- McMaster, R. ve Shea, S., (1992), "Generalization in Digital Cartography", Washington, D.C.: AAG, 134 p.
- Meng, L., (1997), "Automatic Generalization of Geographic Data", Tech. Report, SWECO, Stockholm, Svenska Försvarsmakten (Swedish Armed Forces), 76 p.
- Meng, L., (2000), "ATKIS: Modell- und Kartographische Generalisierung", Vorstudien zum AdV-Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, 44 p.

- Miller, H.J. ve Han, J., (2001), "Geographic Data Mining and Knowledge Discovery: An Overview", In: Miller, H.J., Han, J. (eds.) *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*, London: Taylor&Francis, pp. 3-32.
- Molenaar, M., (1996), "Multi-Scale Approaches for Geodata", *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.XXXI, Part B3, Vienna, pp. 542-554, 1996.
- Molenaar, M., (1998), "An Introduction to the Theory of Spatial Object Modelling for GIS". London: Taylor & Francis, 246 p.
- Morgenstern, D. ve Schürer, D., (1999), "A Concept for Model Generalization of Digital Landscape Models From Finer to Coarser Resolution", In: *Proceedings of the 19th ICA International Cartographic Conference*, Ottawa, Canada.
- Mount, D.M., (2002), "Computational Geometry", *Lecture Notes*, Department of Computer Science, University of Maryland, 122 p.
- Müller, J.-C., (1990), "Rule-Based Generalization: Potentials and Impediments", In: *Proceedings of 4th International Symposium on Spatial Data Handling*, Zurich, Vol. 1, pp. 317-334.
- Müller, J.-C., (1991), "Generalization of Spatial Databases", In: Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (eds.), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, Vol.2, Essex: Longman, pp. 457-475.
- Müller, J.-C., Weibel, R., Lagrange, J.-P. ve Salge, F., (1995), "Generalization: State of the Art and Issues", In: Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London: Taylor&Francis, pp. 3-17.
- Nyerges, T., (1991), "Representing Geographical Meaning", In: Buttenfield, B.P. and McMaster, R.B. (eds.) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, London: Longman, pp. 59-85.
- Ormsby, D. ve Mackaness, W.A., (1999), "The Development of Phenomenological Generalization within an Object-Oriented Paradigm", *Cartography and Geographic Information Science*, 26(1), pp. 70-80.
- Peng, W., (1997), "Automated Generalization in GIS", PhD Thesis, ITC, Netherlands, 188 p.
- Peng, W., (2000), "Database Generalization: Concepts, Problems, and Operations", In: *Int. Arch. Of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.XXXIII, Part B4, Amsterdam, pp. 826-833.
- Regnauld, N., (2001), "Contextual Building Typification in Automated Map Generalization", *Algorithmica*, 30(2), pp. 312-333.
- Regnauld, N., Edwardes, A. ve Barrault, M., (1999), "Strategies in Building Generalization: Modelling the Sequence, Constraining the Choice", *3rd ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization*, Ottawa.
- Ruas, A., (1995), "Multiple Paradigms for Automating Map Generalization: Geometry, Topology, Hierarchical Partitioning and Local Triangulation", *Proceedings of AutoCarto 12*, Charlotte, USA.
- Ruas, A., (1998a), "A Method for Building Displacement in Automated Map Generalization", *International Journal of Geographical Information Science*, 12(8), pp. 789-804.

- Ruas, A., (1998b), "O-O Constraints Modelling to Automate Urban Generalisation Process", In: Proceedings of 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98), Vancouver, pp. 225-235.
- Ruas, A. ve Lagrange, J.-P., (1995), "Data and Knowledge Modelling for Generalization", In: Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 73-90.
- Ruas A. ve Mackaness W., (1997), "Strategies for Urban Map Generalization", In: Proceedings of 18th ICA International Cartographic Conference, Stockholm, Sweden, Vol.3, pp. 1387-1394.
- Ruas, A., ve Plazanet, C., (1996), "Strategies for Automated Generalization", In: Kraak, M.-J., Molenaar, M. (Eds.), Advances in GIS Research II: Proceedings of Seventh International Symposium on Spatial Data Handling, London, Taylor&Francis, pp.319-336.
- Sester, M., (1999), "Acquiring Transition Rules Between Multiple Representations in a GIS: An Experiment with Area Aggregation", Computers, Environment and Urban Systems, 23, pp. 5-17.
- Shekhar, S. ve Chawla, S., (2003), "Spatial Databases: A Tour", New Jersey: Prentice Hall, 262 p.
- Siltala, T. ve Jakobsson, A. (1999), "The National Land Survey of Finland", In: Kilpeläinen, T. (ed.), Map Generalization in the Nordic Countries, Reports of the Finnish Geodetic Institute, 99:6.
- Smaalen, J.W.N. van, (1996), "Spatial Abstraction Based on Hierarchical Re-classification", Cartographica, Vol.33, No.1, pp. 65-73.
- Smith, V. ve Watson, P., (2004), "Interoperability of Agent-Based Generalisation with Open, Geospatial Clients", 7th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 20-21 August 2004, Leicester, UK.
- SSC, (1977), "Cartographic Generalization – Topographic Maps", Cartographic Publication Series, No.2, Swiss Society of Cartography (SSC), Zurich.
- Stoter, J.E., (2005), "Generalisation: The Gap Between Research and Practice", 8th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 7-8 July, 2005, A Coruña, Spain.
- Tan, P.-N., Steinbach, M. ve Kumar, V., (2005), "Introduction to Data Mining", New Jersey: Addison-Wesley, 769 p.
- Thomson, R.C., ve Richardson, D.E., (1999), "The 'Good Continuation' Principle of Perceptual Organization Applied to the Generalization of Road Networks", In: Proceedings of 19th ICA International Cartographic Conference, Ottawa, Canada, pp. 1215-1223.
- Torun, A. ve Ulubay, A., (2004), "Database Driven Cartographic Visualization of VMap Database", Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, Istanbul, Turkey.
- Uçar, D., Bildirici, İ.Ö. ve Uluğtekin, N., (2003), "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Model Genelleştirme Kavramı ve Geometri ile İlişkisi", Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı: CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 94-103, Konya.
- USGS, (1998), "The Spatial Data Transfer Standard Guide for Technical Managers", United States Geological Survey.

USGS, (1999a), "National Mapping Program Technical Instructions - Part 3: Transportation", In: Standards for 1:24,000-Scale Digital Line Graphs and Quadrangle Maps, USGS National Mapping Division, USA.

USGS, (1999b), "National Mapping Program Technical Instructions - Part 6: Built-up, Standards for 1:24,000-Scale Digital Line Graphs and Quadrangle Map", In: USGS National Mapping Division, USA.

Vangenot, C., (2004), "Multi-representation in Spatial Databases Using the MADS Conceptual Model", 7th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 20-21 August 2004, Leicester, UK.

Vickus, G., (1993), "Strategies and Contents of Topographic-Cartographic Real-World-Modelling", In: Proceedings of the 16th ICA International Cartographic Conference, Cologne, Germany.

Weibel, R., (1995), "Three Essential Building Blocks for Automated Generalization", In: Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 56-69.

Weibel, R., (1997), "Generalization of Spatial Data – Principles and Selected Algorithms", In: Van Kreveld, M., Nievergelt, J., Ross, Th., Widmayer, P. (eds.) Algorithmic Foundations of GIS. Lecture Notes in Computer Science, Berlin: Springer-Verlag, Vol. 1340, pp. 99-152.

Weibel R. ve Dutton, G., (1998), "Constraints-based Automated Map Generalization", In: Proceedings of 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98), Vancouver, pp. 214-224.

Weibel, R. ve Dutton, G., (1999), "Generalizing Spatial Data and Dealing with Multiple Representations", In: Longley, P., M.F.Goodchild, D.J.Maguire and D.W.Rhind, (eds.). Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Second Edition, New York: Wiley, pp.125-155.

Worboys, M. ve Duckham, M., (2004), "GIS: A Computing Perspective", 2nd Edition, Boca Raton: CRC Pres, 426 p.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://agent.ign.fr/>

[2] <http://lbdwww.epfl.ch/e/MurMur/>

[3] <http://gimodig.fgi.fi>

[4] <http://sirs.scg.ulaval.ca/gemure/en/home.asp>

[5] http://www.kartographie.ch/publikationen/pdf/demo_no16_en.pdf

[6] <http://www.laser-scan.com>

[7] http://www.csu.edu.au/faculty/sciagr/sit/admin/nesbitt/42_fullDescription.pdf

EKLER

Ek 1 Topografik coğrafi veriler için bir kavramsal model

YERLEŞİM
Binalar ve Tesisler • Konutlar • Resmi Binalar ve Tesisler • Sanayi ve Ticaret Binaları ve Tesisleri • Eğitsel Binalar ve Tesisler • Sağlık Binaları ve Tesisleri • Haberleşme Binaları ve Tesisleri • Dini Binalar ve Tesisler • Kültürel Binalar ve Tesisler • Enerji Binaları ve Tesisleri • Diğer Binalar ve Tesisler Meskun Alanlar • Konut Alanı • Sanayi ve Ticaret Alanı • Resmi Kurum Alanı Açık Alanlar • Spor Merkezi • Mezarlık • Park • Maden • Tarihi Muharebe Yeri
ULAŞIM
Karayolları • Otobanlar • Büyük Yollar • Küçük Yollar • Diğer Yollar Raylı Sistem • Demiryolu Hattı • Metro Hattı • Tramvay Hattı

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

KonutlarTanım

Barınma ve/veya çalışma amaçlı kullanılan, genellikle özel bir önemi olmayan, özel mülkiyetli binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Apartman
- 02 Müstakil Ev
- 03 Yayla Evi
- 04 Diğer

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Terkedilmiş
- 04 Harap
- 05 Bilinmeyen

H Yükseklik

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Resmi Binalar ve TesislerTanım

Devlet işlerinin yürütüldüğü ve/veya halkın istifadesine açık binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler ve Değerleri

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Bekçi Kulübesi
- 02 Gümrük Binası
- 03 Meteoroloji İstasyonu
- 04 Trafik Kontrol Noktası
- 05 Karakol
- 06 Ağırlık Kontrol İstasyonu
- 07 Belediye
- 08 Adliye
- 09 İtfaiye
- 10 Hükümet Binası
- 11 Tren İstasyonu
- 12 Diğer

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Terkedilmiş
- 04 Harap
- 05 Bilinmeyen

H Yükseklik

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler	
Sanayi ve Ticaret Binaları ve Tesisleri	
<u>Tanım</u> Mamüllerin6 imal edildiği, hammaddelerin işlendiği veya saklandığı ve/veya her türlü alış veriş faaliyetinin yapıldığı binalar ve tesisler.	
<u>Girdi Kriteri</u> Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)	
<u>Geometri Türü</u> Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta	
<u>Öznitelikler</u>	
N	Adı
UT	Kullanım Türü
	01 Fabrika 02 Ocak Bina 03 Tavuk Üretim Yeri 04 Besi Çiftliği 05 Hara 06 Mezbaha 07 Mandıra 08 Rafineri 09 Arıtma Tesisi 10 Su Terazisi 11 Sera 12 Depo 13 Kahvehane-Lokanta 14 Otel-Motel 15 Alışveriş Merkezi 16 Benzin İstasyonu 17 Diğer
C	Durumu
	01 Kullanımda 02 İnşaat Halinde 03 Terkedilmiş 04 Harap 05 Bilinmeyen
H	Yükseklik
O	Mülkiyet
	01 Kamu 02 Özel 03 Bilinmeyen
SI	Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Eğitsel Binalar ve TesislerTanım

Eğitim ve/veya akademik araştırma amaçlı kullanılan binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 İlköğretim Okulu
- 02 Lise
- 03 Meslek Yüksek Okulu
- 04 Üniversite
- 05 Enstitü
- 06 Araştırma Merkezi

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Bilinmeyen

H Yükseklik

O Mülkiyet

- 01 Kamu
- 02 Özel
- 03 Bilinmeyen

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler	
Sağlık Binaları ve Tesisleri	
<u>Tanım</u> Çeşitli tıbbi amaçlı ya da sağlık faaliyetlerine yönelik kullanılan binalar ve tesisler. <u>Girdi Kriteri</u> Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K) <u>Geometri Türü</u> Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta <u>Öznitelikler</u> N Adı UT Kullanım Türü 01 Hastane 02 Kaplıca 03 İçme C Durumu 01 Kullanımda 02 İnşaat Halinde 03 Terkedilmiş 04 Harap 05 Bilinmeyen H Yükseklik O Mülkiyet 01 Kamu 02 Özel 03 Bilinmeyen SI Özel Bilgi	

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler	
Haberleşme Binaları ve Tesisleri	
<u>Tanım</u> Haberleşme ve Haberleşme amaçlı kullanılan binalar ve tesisler. <u>Girdi Kriteri</u> Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K) (UT = "05" için bu kriter uygulanmaz) <u>Geometri Türü</u> Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta <u>Öznitelikler</u> N Adı UT Kullanım Türü 01 Postane 02 TV İstasyonu 03 Radar İstasyonu 04 Radar Telsiz İstasyonu 05 Telefon Kulübesi 06 Kule Kontrol 07 Anten Haberleşme Binası C Durumu 01 Kullanımda 02 İnşaat Halinde 03 Terkedilmiş 04 Harap 05 Bilinmeyen H Yükseklik O Mülkiyet 01 Kamu 02 Özel 03 Bilinmeyen SI Özel Bilgi	

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Dini Binalar ve TesislerTanım

İbadet amaçlı kullanılan ya da dini bir anlamı olan binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Cami
- 02 Havra
- 03 Kilise
- 04 Türbe-İslam
- 05 Türbe-Gayrimüslim
- 06 Mezar-İslam
- 07 Mezar-Hristiyan
- 08 Mezar-Yahudi

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Terkedilmiş
- 04 Harap
- 05 Bilinmeyen

H Yükseklik

O Mülkiyet

- 01 Kamu
- 02 Özel
- 03 Bilinmeyen

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Kültürel Binalar ve TesislerTanım

Kültürel ve/veya tarihi değer taşıyan binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)
(Yalnızca UT = "09" için uygulanır)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen
Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Anıt
- 02 Tarihi Mezar
- 03 Heykel
- 04 Kale-Hisar-Burç
- 05 Tarihi-Harabe
- 06 Dolmen
- 07 Taş Sütun
- 08 Saat Kulesi
- 09 Müze

H Yükseklik

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Enerji Binaları ve TesisleriTanım

Her türlü enerjinin üretilip dağıtımının yapıldığı binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Hidroelektrik Santrali
- 02 Termik Elektrik Santrali
- 03 Nükleer Elektrik Santrali
- 04 Rüzgar Elektrik Santrali
- 05 Elektrik Jenaratörü
- 06 Trafo
- 07 Regülatör

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Terkedilmiş
- 04 Harap
- 05 Bilinmeyen

H Yükseklik

O Mülkiyet

- 01 Kamu
- 02 Özel
- 03 Bilinmeyen

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Binalar ve Tesisler

Diğer Binalar ve TesislerTanım

Diğer sınıflara girmeyen binalar ve tesisler.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 100 \text{ m}^2$ (1: 25K)

Geometri Türü

Alan $\geq 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 156.25 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Nokta

Öznitelikler

N Adı

UT Kullanım Türü

- 01 Rasathane
- 02 Hudut Kulesi
- 03 Yangın Kulesi
- 04 Bilinmeyen

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Terkedilmiş
- 04 Harap
- 05 Bilinmeyen

H Yükseklik

O Mülkiyet

- 01 Kamu
- 02 Özel
- 03 Bilinmeyen

SI Özel Bilgi

YERLEŞİM – Meskun Alanlar	
Konut Alanı	
<u>Tanım</u>	Konutlardan oluşan alan.
<u>Girdi Kriteri</u>	Alan $\geq 625 \text{ m}^2$ (1: 25K) (SI öz niteliği ile belirtilen özel durumlar hariç)
<u>Geometri Türü</u>	Alan $\geq 787.5 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 787.5 \text{ m}^2$ ve blok (ada) oluşturmuyorsa ise çokgen, aksi takdirde varsa aynı sınıftaki komşu çokgenler ile kaynaştır ya da sil.
<u>Öznitelikler</u>	
CL Sınıflandırma	
01 Sık	
02 Orta - Seyrek	
SI Özel Bilgi	

YERLEŞİM – Meskun Alanlar	
Sanayi ve Ticaret Alanı	
<u>Tanım</u>	Sanayi ve ticaret binaları ve tesislerinin oluşturduğu alan.
<u>Girdi Kriteri</u>	Alan $\geq 625 \text{ m}^2$ (1: 25K) (SI öz niteliği ile belirtilen özel durumlar hariç)
<u>Geometri Türü</u>	Alan $\geq 787.5 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 787.5 \text{ m}^2$ ve blok (ada) oluşturmuyorsa ise çokgen, aksi takdirde varsa aynı sınıftaki komşu çokgenler ile kaynaştır ya da sil.
<u>Öznitelikler</u>	
CL Sınıflandırma	
01 Sık	
02 Orta - Seyrek	
SI Özel Bilgi	

YERLEŞİM – Meskun Alanlar	
Resmi Kurum Alanı	
<u>Tanım</u>	Resmi bina ve tesislerden oluşan alan.
<u>Girdi Kriteri</u>	Alan $\geq 625 \text{ m}^2$ (1: 25K) (SI özniteliği ile belirtilen özel durumlar hariç)
<u>Geometri Türü</u>	Alan $\geq 787.5 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen Alan $< 787.5 \text{ m}^2$ ve blok (ada) oluşturmuyorsa ise çokgen, aksi takdirde varsa aynı sınıftaki komşu çokgenler ile kaynaştır ya da sil.
<u>Öznitelikler</u>	
N	Adı
CL	Sınıflandırma
	01 Sık
	02 Orta - Seyrek
SI	Özel Bilgi

YERLEŞİM – Açık Alanlar

Spor MerkeziTanım

Çeşitli sportif faaliyetlerde kullanılan alan.

Girdi Kriteri

Alan $\geq 625 \text{ m}^2$ (1: 25K)

(SI özneliği ile belirtilen özel durumlar hariç)

Geometri Türü

Alan $\geq 787.5 \text{ m}^2$ (1: 25K) ise Çokgen

Alan $< 787.5 \text{ m}^2$ ve blok (ada) oluşturmuyorsa ise çokgen, aksi takdirde varsa aynı sınıftaki komşu çokgenler ile kaynaştır ya da sil.

Öznitelikler

N Adı

ST Spor Türü

- 01 Futbol
- 02 Basketbol
- 03 Voleybol
- 04 Tenis
- 05 Golf
- 06 Atletizm
- 07 Yüzme
- 08 At Yarışı
- 09 Kayak
- 10 Diğer

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Karayolları

OtoyollarTanım

Gidiş geliş röfûjle ayrılmış,yaklaşımları tam kontrollü ve transit trafiğe hizmet eden yollar.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Bilinmeyen

LN Şerit Sayısı

CT Kaplama Türü

- 01 Asfalt
- 02 Beton Asfalt
- 03 Beton
- 04 Parke
- 05 Stabilize
- 06 Makadam

PW Platform Genişliği

CSW Kaplama Yüzeyi Genişliği

UP Kullanım Amacı

- 01 Ana Yol

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Karayolları

Büyük YollarTanım

Sert yüzeyli, çoğunlukla ulaşım açısından önemli yollar.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Bilinmeyen

LN Şerit Sayısı

CT Kaplama Türü

- 01 Asfalt
- 02 Beton Asfalt
- 03 Beton
- 04 Parke

PW Platform Genişliği

CSW Kaplama Yüzeyi Genişliği

UP Kullanım Amacı

- 01 Ana Yol
- 02 Tali Yol

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Karayolları

Küçük YollarTanım

Sert veya gevşek yüzeyli, ulaşım açısından önemi yer aldığı bölgeye göre değişen yollar.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Kullanılmayan
- 04 Bilinmeyen

LN Şerit Sayısı

CT Kaplama Türü

- 01 Asfalt
- 02 Beton Asfalt
- 03 Beton
- 04 Parke
- 05 Stabilize
- 06 Makadam

PW Platform Genişliği

CSW Kaplama Yüzeyi Genişliği

UP Kullanım Amacı

- 01 Ana Yol
- 02 Tali Yol
- 03 Sınırlı Erişimli Yol
- 04 Kent İçi Yol

WTC Hava Koşulu

- 01 Dört Mevsim
- 02 Yağışsız

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Karayolları

Diğer YollarTanım

Park içinde yer alan ya da yaya ve mekkare ulaşımı için kullanılan yollar.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Kullanılmayan
- 04 Bilinmeyen

LN Şerit Sayısı

CT Kaplama Türü

- 01 Asfalt
- 02 Beton Asfalt
- 03 Beton
- 04 Parke
- 05 Stabilize
- 06 Makadam

PW Platform Genişliği

CSW Kaplama Yüzeyi Genişliği

UP Kullanım Amacı

- 01 Patika
- 02 Park İçi

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Raylı Sistem

Demiryolu HattıTanım

Demiryolu ulaşımında kullanılan hat.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Kullanılmayan
- 04 Bilinmeyen

LN Hat Sayısı

- 01 Tek
- 02 Çift

W Genişlik

PCC Yolcu Taşıma Kapasitesi

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Raylı Sistem

Metro HattıTanım

Tek yönde yolcu taşıma kapasitesi 25 000 ve 50 000 yolcu/saat olan,enerjisini özellikle raylardan ve bazen havai hattan alan, yer üstünde ve yer altında hareket eden toplu taşıma hattı.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Kullanılmayan
- 04 Bilinmeyen

LN Hat Sayısı

- 01 Tek
- 02 Çift

W Genişlik

PCC Yolcu Taşıma Kapasitesi

SI Özel Bilgi

ULAŞIM – Raylı Sistem

Tramvay HattıTanım

Zeminde döşenmiş, özel raylarda hareket eden genellikle havai bir hattan aldığı elektrik enerjisi ile çalışan ve saatte yaklaşık 10 000 yolcu taşıyan taşıma sistemidir.

Girdi Kriteri

Tümüyle

Geometri Türü

Çizgi

Öznitelikler

N Adı

C Durumu

- 01 Kullanımda
- 02 İnşaat Halinde
- 03 Kullanılmayan
- 04 Bilinmeyen

LN Hat Sayısı

- 01 Tek
- 02 Çift

W Genişlik

SI Özel Bilgi

Ek 2 Genelleştirmeye ilişkin LULL kodlarından küçük örnekler

```

function integer cl_int_voronoi_info(VAC vac_id, GEOMETRY geom_cl_id, real voro_area,
                                   real voro_compactness, real voro_st_dist);

function integer construct_remaining_objects (VAC vac_id, COLLECTION bf_set, ,integer num_bf);

function integer _generalization_typification(FRAME frame_id)
begin
    integer      st, st2, ret_status;
    GEOMETRY     geom_id, geometry_id, point_geom_id, typified_geom, dendro_cluster_geom,
    dendro_obj_geom, building_geom_id;
    GEOMETRY     typified_symbol_geom_id, out_symbol_geom_id;
    integer      class_id, point_class_id, bf_p_class_id, bf_class_id, vor_class_id,
    subclasses[10], num_subclasses;
    object       new_obj_id, dendro_obj_id, bf_p_obj_id, bf_obj_id, fc_obj_id;
    string       error_string, class_name, bf_class_name;
    VAC          vac_id;
    COLLECTION   obj_set, cluster_set, buildings_in_last_cluster_set, dendro_cluster_coln,
    fc_obj_set;
    COLLECTION   obj_cluster_set, point_obj_set, ret_bf_set, obj_cl_set, int_cl_set;
    integer      p, lp, i, j, k, m, n, h, t, tbn;
    string       msg, message;
    MARK         mark_id, building_mark_id, dendro_last_cluster_mark_id, obj_cluster_mark_id,
    fc_mark_id, int_cl_mark_id;
    object       obj_id, object_id, dendro_last_cluster_obj_id, building_obj_id,
    last_cluster_obj_id, int_cl_obj_id;
    integer      objno, nobjs, objnum, numobj, dendro_num, obj_cluster_num, object_num, no_bf,
    check_num, loop_num;
    integer      number_shape_rectangle, number_shape_square, total_building_number,
    ret_geom_type, int_cl_num;
    boolean      abort, abort_pressed;
    string       result;
    boolean      is_null, geom_is_null, check, check2, control, main_control;
    real         PI, cluster_size, compactness, area, x_cen, y_cen, x, y, x_coord, y_coord,
    total_x, total_y, xc, yc, x1, y1, x2, y2, xi, yi;
    real         mean_nearest_neighbour_distance, voronoi_density, mean_distance, orientation,
    mean_orientation;
    real         granularity, elongation, granularity_mean, elongation_mean, standard_distance,
    control_area, temp_density;
    real         angle [50], mean_ori, add_angle, vor_area, vor_compactness, vor_st_dist;
    SPACE       space_id;
    DENDROGRAM  dendrogram_id;

    -----

    # loop for each last cluster #
    while (i <= numobject) and (NOT abort) do
    begin
        st := obj_get_value_from_name(vac_id,
                                   obj_id,
                                   "geometry",
                                   last_cluster_geom_id,
                                   is_null);
        if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

        st := obj_get_value_from_name(vac_id,
                                   obj_id,
                                   "Area Biggest",
                                   area_biggest,
                                   is_null);
        if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

        st := obj_get_value_from_name(vac_id,
                                   obj_id,
                                   "Area Median",
                                   area_median,
                                   is_null);
        if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

        st := obj_get_value_from_name(vac_id,
                                   obj_id,
                                   "Area Smallest",
                                   area_smallest,

```

```

        is_null);
if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

lower := ((area_median - 312.5) - area_smallest) / 625.0;
upper := (area_biggest - (area_median + 312.5)) / 625.0;

if (lower <= 0.0) then lw := 0;
else lw := math_ceil (lower);

if (upper <= 0.0) then up := 0;
else up := math_ceil (upper);

lower_limit := (area_median - 312.5) - lw * 625.0;
upper_limit := (area_median + 312.5) + up * 625.0;

range_num := lw + up + 1;

st := goth_printf(frame_stdout, "area_biggest: %f area_median: %f area_smallest: %f
                                \n", area_biggest, area_median, area_smallest);
if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

st := goth_printf(frame_stdout, "range_num: %d lower_limit: %f upper_limit: %f \n",
                                range_num, lower_limit, upper_limit);
if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

r := 1;
while (r <= lw) do
begin
    if (r == 1) then lower_range [r] := lower_limit;
    else lower_range [r] := lower_range [r-1] + 625.0;
    upper_range [r] := lower_range [r] + 625.0;

    r := r + 1;
end;

# range for median value #
lower_range [lw + 1] := area_median - 312.5;
upper_range [lw + 1] := area_median + 312.5;

r := 1;
while (r <= up) do
begin
    lower_range [lw + 1 + r] := lower_range [lw + r] + 625.0;
    upper_range [lw + 1 + r] := lower_range [lw + 1 + r] + 625.0;

    r := r + 1;
end;

st := quadx_classed_object_totally_in_area(vac_id, vac_id, 0, num_subclasses,
                                           subclasses, last_cluster_geom_id,
                                           0.0, 0.0, bf_set);
if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

st := coln_number_of_elements(bf_set, objectnumber);
if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

if (objectnumber > 0) then
begin
    st := coln_build_mark(bf_mark_id);
    if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);
    st := coln_mark_collection(bf_mark_id, bf_set, CPT_FIRST, 0, 0);
    if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

    st := coln_get_next_marked_element(bf_mark_id, bf_obj_id);
    if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);
end;

v := 1;
while (v <= range_num) do
begin
    st := coln_build_set(geom_size_set [v], DT_DESCRIPTOR, DDT_GEOMETRY);
    if (st != GOTH__NORMAL) then return error_report_status(st);

    v := v + 1;
end;

```

Ek 3 Uygulamaya ilişkin yazılım kodlarını içeren CD

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	14.07.1972	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1986-1989	Yeşilköy 50.Yıl Lisesi
Lisans	1989-1993	Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl.
Sertifika Programı	1993-1994	Boğaziçi Üniversitesi MYO Bilgisayar Programcılığı Sertifika Programı
Askerlik	1994-1995	NATO Güneydoğu Avrupa Müttefik Kara Kuvvetleri Komutanlığı Türk Müfrezesi
Yüksek Lisans	1995-1997	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı
Y.Dil Hazırlık	1997-1998	YTÜ Yabancı Diller Yüksekokulu
Doktora	1998-2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı

Çalıştığı kurum(lar)

1995	Seçkin Harita Müh. Mim. Ltd.
2003	Harita Genel Komutanlığı Kartografya Dairesi (Araştırma Amaçlı Görevlendirme)
1996-Devam ediyor	YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl. Kartografya Anabilim Dalı (Araştırma Görevlisi)