

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

**ORTA ÖLÇEKLİ TOPOGRAFİK HARİTALARDA BİNALARIN BAĞLAMSAL
GENELLEŞTİRİLMESİ**

KADİR ŞAHBAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

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

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


**ORTA ÖLÇEKLİ TOPOGRAFIK HARİTALARDA BİNALARIN BAĞLAMSAL
GENELLEŞTİRİLMESİ**


Kadir ŞAHBAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 08/08/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.


Tez Danışmanı

Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi 

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

Yrd. Doç. Dr. Alper ŞEN
Yıldız Teknik Üniversitesi 

ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen, her türlü desteği sağlayan, ayrıca tezimin yürütücülüğünü üstlenen değerli hocam Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER'e teşekkürü borç bilirim.

Yine çalışmalarım süresince yardım ve dostluklarını esirgemeyen arkadaşlarıma ve sıkıntılara katlanan değerli aileme teşekkür ederim.

Ağustos, 2014

Kadir ŞAHBAZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Hipotez.....	3
BÖLÜM 2	
GENELLEŞTİRME.....	4
2.1 Tanım.....	4
2.2 Genelleştirmeyi Gerektiren Durumlar.....	4
2.3 Genelleştirme Türleri.....	5
2.3.1 Nesne Genelleştirme.....	5
2.3.2 Model Genelleştirme.....	6
2.3.3 Kartografik Genelleştirme.....	6
2.4 Yapı ve Şekil Tanıma.....	7
2.4.1 Genelleştirme İçin Yardımcı Geometrik Veri Yapıları.....	7
2.4.1.1 Kümeleme.....	7
2.4.1.2 Delaunay Üçgenlemesi.....	8
2.4.1.3 Voronoi Çokgeni.....	8
2.4.1.4 Dışbükey Çokgen (Convex Hull).....	9

2.4.1.5	İçbükey Çokgen (Concave Hull).....	10
BÖLÜM 3		
GENELLEŞTİRME İŞLEMLERİ		11
3.1	Kartografik Genelleştirme İşlemleri	11
3.2	Bina Genelleştirme.....	12
3.2.1	Binalar İçin Ölçüler.....	14
3.3	Bina Genelleştirme İşlemleri ve Algoritmaları	15
3.3.1	Tek Bina Genelleştirme İşlemleri.....	15
3.3.1.1	Büyültme/Küçültme (Ölçekleme).....	15
3.3.1.2	Basitleştirme	17
3.3.2	Bağlamsal Genelleştirme İşlemleri	17
3.3.2.1	Seçme/Elem	17
3.3.2.2	Birleştirme.....	18
3.3.2.3	Tipikleştirme.....	18
3.3.2.4	Öteleme.....	20
3.3.3	Yerleşim Alanı Genelleştirme İşlemleri.....	20
3.3.3.1	Birleştirme.....	20
3.3.3.2	Basitleştirme	20
3.3.3.3	Yumuşatma	21
BÖLÜM 4		
UYGULAMA		23
4.1	Yazılım	23
4.2	Verilerin Yazılım İçine Aktarılması.....	25
4.3	Bina ve Yerleşim Alanlarının Genelleştirilmesi	26
4.3.1	Genel Yaklaşım	26
4.3.2	Genelleştirme Eklentisinin Oluşturulması	30
4.3.3	Binaların Büyütülmesi.....	30
4.3.4	Binaların Basitleştirilmesi	32
4.3.5	Blokların Oluşturulması	32
4.3.6	Yerleşim Alanları ve Binaların Birleştirilmesi.....	33
4.3.7	Yerleşim Alanlarının Basitleştirilmesi ve Bloklara Göre Kırılması....	37
4.3.8	Yoğun Blokların Yerleşim Alanına Dönüştürülmesi	37
4.3.9	Tampon Alan Yöntemiyle Bina Kümelerinin Oluşturulması	38
4.3.10	Voronoi Çokgenlerinin Oluşturulması.....	39
4.3.11	Voronoi Bölgelerinin Oluşturulması.....	40
4.3.12	Genelleştirme Bölgelerinin Oluşturulması	41
4.3.13	Uygulanacak Genelleştirme Türüne Karar Verilmesi	42
4.3.14	Binaların Tipikleştirilmesi	48
BÖLÜM 5		
SONUÇ ve ÖNERİLER.....		50

KAYNAKLAR	52
EK A	
MODELBUILDER: ÖRNEK MODEL.....	57
EK B	
MODELBUILDER: ÖRNEK MODEL.....	58
EK C	
BinaGEN EKLENTİSİ SINIF ŞEMASI.....	59
EK D	
ÖRNEK RAPOR: BİNA ÖZELLİKLERİ ANALİZ TABLOSU	60
EK E	
ÖRNEK RAPOR: BİNA MESAFE TABLOSU	61
EK F	
KOD ÖRNEKLERİ	62
ÖZGEÇMİŞ.....	65

SİMGE LİSTESİ

A	<i>Alan</i>
a_b	Bina Alanı
$A_{b,b}$	Büyük bina alanı
$a_{B,ort}$	Binaların ortalama alanı
$a_{gb,5m}$	Bloktan 5 m içeri kırılmış genelleştirme bölgesi alanı
A_h	Hedef alan
A_{i-bina}	Minimum bina alanı
A_k	Kaynak (başlangıçtaki) alan
$A_{t,5m}$	Tampon alanlar toplamı
ΔA	Alansal artım miktarı
c	Sabit sayı
d	Öteleme mesafesi
d_{i-bina}	Binalar arasındaki minimum mesafe/aralık
$d_{i-bina-yol}$	Minimum bina-yol işaret mesafesi
$d_{gb,5m}$	Genelleştirme bölgesi yoğunluğu
$d_{sınır}$	Yoğunluk sınır değeri
$\ell_{i-bina-kenar}$	Minimum bina işaret kenar uzunluğu
$\ell_{i-bina-gr}$	Minimum bina girinti/çıkıntı uzunluğu
m	Büyültme oranı
m_{gb}	Genelleştirme bölgesi standart mesafesi
$m_{B,Ag}$	Binaların ağırlıklı standart mesafesi
N	Nokta sayısı
n_b	Bina sayısı
$n_{b,ilk}$	Tipikleştirme öncesi ilk bina sayısı
$n_{b,son}$	Tipikleştirme sırasında ve sonrasında son bina sayısı
n_h	Hedef nesne sayısı
n_k	Kaynak nesne sayısı/Genelleştirme bölgesi köşe sayısı
P	Merkez noktalar kümesi
p_i	Voronoi hücresinin merkezi
$ pq $	p ve q noktaları arasındaki mesafe
q	Komşu voronoi hücresi merkezi
s	Ölçekleme katsayısı
s_h	Hedef ölçek katsayısı
s_k	Kaynak ölçek katsayısı
s_x	x ekseninde ölçekleme katsayısı
s_y	y ekseninde ölçekleme katsayısı

x_b	Bina ağırlık merkezi apsisi
X_B	Binaların alan ağırlıklı ağırlık merkezi apsisi
X_{gb}	Genelleştirme bölgesi ağırlık merkezi apsisi
x_{gb_i}	Genelleştirme bölgesi köşe noktası apsisi
x_i	Başlangıçtaki köşe noktasının apsisi
x_o	Ağırlık merkezinin apsisi
x_{ort}	Orta noktanın apsisi
x_p	Yeni köşe noktasının apsisi
y_b	Bina ağırlık merkezi ordinatı
Y_B	Binaların alan ağırlıklı ağırlık merkezi ordinatı
Y_{gb}	Genelleştirme bölgesi ağırlık merkezi ordinatı
y_{gb_i}	Genelleştirme bölgesi köşe noktası ordinatı
y_i	Başlangıçtaki köşe noktasının ordinatı
y_o	Ağırlık merkezinin ordinatı
y_{ort}	Orta noktanın ordinatı
y_p	Yeni köşe noktasının ordinatı
$v(p_i)$	Voronoi hücresi
Δx	x ekseninde öteleme değeri
Δy	y ekseninde öteleme değeri
\forall	Her
Σ	Toplam

KISALTMA LİSTESİ

AGENT	Automated Generalization - New Technology
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
COM	Component Object Model
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GDB	GeoDataBase
HGK	Harita Genel Komutanlığı
LAMPS	Laser-Scan Map Production System
MASD	Minimum Alanlı Sınırlayıcı Dikdörtgen
MST	Minimum Spanning Tree
PEAK	Polynomial Approximation with Exponential Kernel
RNG	Relative Neighbourhood Graph
SCM	Sayısal Coğrafi Model
SDK	Software Development Kit
SKM	Sayısal Kartografik Model
STH	Sayısal Topografik Harita
TB	Terabyte
TIN	Triangulated Irregular Network
UML	Unified Modeling Language

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Farklı düzeylerde mekansal modelleme ve genelleştirme	5
Şekil 2.2 Yakınlıklarına göre oluşturulmuş bina kümeleri	7
Şekil 2.3 Delaunay üçgenlemesi	8
Şekil 2.4 Voronoi Diyagramı	9
Şekil 2.5 Verilmiş bir nokta kümesinin dışbükey çokgeni	9
Şekil 2.6 Verilen bir kümenin içbükey ve dışbükey çokgenleri	10
Şekil 3.1 Kartografik genelleştirme işlemleri	13
Şekil 3.2 Binaların ölçeklendirilmesi	16
Şekil 3.3 Tampon alan ile kümeleme işlemi	19
Şekil 3.4 Tipikleşmiş binalar	19
Şekil 3.5 Douglas-Peucker algoritmasının çalışma prensibi	21
Şekil 3.6 Yumuşatma algoritmaları	22
Şekil 4.1 ArcGIS yazılımının genel görüntüsü	23
Şekil 4.2 Farklı bloklardaki binaların farklı mekansal yapıları	27
Şekil 4.3 Voronoi bölgeleri	28
Şekil 4.4 Ülkemizde binalara ilişkin grafik limitle	28
Şekil 4.5 Bina ve yerleşim alanı genelleştirme için genel iş-akış diyagramı	29
Şekil 4.6 BinaGEN eklentisine ait (a) menü ve (b) araç kutusu	30
Şekil 4.7 Büyütülmüş binalar	31
Şekil 4.8 Basitleştirilmiş binalar	32
Şekil 4.9 Yol tampon alanlarına göre oluşturulmuş bloklar	33
Şekil 4.10 <i>Aggregate Polygons</i> araç penceresi	33
Şekil 4.11 <i>Aggregate Polygons</i> aracı kullanılarak elde edilen sonuç (a) orijinal yerleşim (b) elde edilen sonuç (c) beklenen yaklaşık sonuç	34
Şekil 4.12 Yerleşim alanı ve bina kenarları üzerinde oluşturulan noktalar	35
Şekil 4.13 Oluşturulan üçgen ağı (TIN)	35
Şekil 4.14 Temizlenmiş üçgen kenarları sonrası TIN görüntüsü	36
Şekil 4.15 Yerleşim alanı ve binaların birleştirilmesi	36
Şekil 4.16 Yerleşim alanı ve bina birleştirme işlem adımları	37
Şekil 4.17 Yoğun blokların yerleşim alanına dönüştürülmesi	38
Şekil 4.18 Tampon alanlar ve bina kümeleri	39
Şekil 4.19 Voronoi çokgenleri	40
Şekil 4.20 (a) Kırpılmış Voronoi çokgenleri (b) Temizleme ve düzenleme sonrası Voronoi bölgesi	41
Şekil 4.21 Genelleştirme bölgesi	42

Şekil 4.22	Genelleştirme bölgesi köşe noktaları ve ağırlık merkezi	43
Şekil 4.23	Genelleştirme bölgesi içindeki binaların ağırlık merkezleri ve binaların ortak ağırlık merkezi.....	44
Şekil 4.24	Örnek genelleştirme bölgeleri ve tercih edilen genelleştirme türleri	47
Şekil 4.25	Tipikleştirme sonuçları.....	49

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Tek binalara uygulanabilecek genelleştirme işlemleri [36]. (Binalara uygulanabilecek işlemler alınmıştır)	11
Çizelge 3.2 Bina setlerine uygulanabilecek genelleştirme işlemleri [36]. (Binalara uygulanabilecek işlemler alınmıştır)	12
Çizelge 3.3 Binalara ilişkin ölçüler [6].....	14
Çizelge 4.1 ArcGIS'te bina ve yerleşim alanlarına ilişkin genelleştirme araçları [53] ...	24
Çizelge 4.2 Grafik limitlerin ölçek bazında karşılık geldiği değerler [6]	30
Çizelge 4.3 Örnek bazı genelleştirme bölgeleri için belirlenmiş genelleştirme türleri*	46

ORTA ÖLÇEKLİ TOPOGRAFIK HARİTALARDA BİNALARIN BAĞLAMSAL GENELLEŞTİRİLMESİ

Kadir ŞAHBAZ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER

Kartografya disiplininin öncelikli amaçlarından birisi farklı ihtiyaçlara cevap vermek amacıyla yeryüzünü çeşitli ölçek ve içeriklerde modellemek ve sunmaktır. Bu nedenle genelleştirme işlemi kartografyanın önde gelen araştırma konuları arasındadır. Özellikle son yıllarda teknolojik gelişmelerle birlikte mekansal verilerdeki hızlı artış ve bu verilerin yoğun kullanımı genelleştirme işlemlerinin hızlı ve otomatik olarak yapılması ihtiyacını doğurmuştur.

Bu çalışmada 1:25 000 ölçekli haritalardan 1:50 000 ölçekli haritalara geçişte bina ve yerleşim alanlarının bağlamsal genelleştirmesine yönelik bazı otomatik çözümler geliştirilmiştir. Bu amaçla topografik veriler coğrafi bilgi sistemi ortamına aktarılmıştır. İlk olarak bina ve yerleşim alanı nesnelere tek tek genelleştirilmiştir. Daha sonra bina ve yerleşim alanlarının bağlamsal genelleştirme işlemleri bloklar içinde oluşturulan genelleştirme bölgeleri kapsamında kümeleme (gruplandırma) teknikleri, Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi diyagramları kullanılarak otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm işlemler, .NET üzerinde, ArcObjects yazılım geliştirme kiti ve C# programlama dili kullanılarak ArcGIS üzerinde çalışan BinaGEN genelleştirme eklentisi ile otomatik olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kartografya, bağlamsal genelleştirme, coğrafi bilgi sistemleri, topografik harita, bina ve yerleşim alanı genelleştirmesi

**CONTEXTUAL GENERALIZATION OF BUILDINGS IN MEDIUM SCALE
TOPOGRAPHIC MAPS**

Kadir ŞAHBAZ

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. A. Melih BAŞARANER

One of the primary goals of cartographic discipline is modeling and portraying the earth at different scales and themes to satisfy different needs. For this reason, generalization process is among popular research subjects in cartography. Especially, in recent years, both a huge upsurge in spatial data and its massive use, along with technological developments create a need to perform generalization process rapidly and automatically.

In this study, it is aimed at developing some automated solutions for contextual generalization of buildings and built-up areas in deriving 1:50 000 scale maps from 1:25 000 scale maps. For that purpose, topographic data were transferred to a GIS environment. Then, contextual generalization processes for buildings and built-up areas were automatically implemented by using clustering (grouping) techniques, Delaunay triangulation and Voronoi diagrams based on generalization zones generated within blocks. All processes were automatically performed by means of BinaGEN generalization add-in, running on ArcGIS, developed by using ArcObjects Software Developer Kit and C# programming language on .NET, and obtained results were evaluated.

Keywords: Cartography, contextual generalization, geographic information systems, topographic map, building and built-up area generalization

GİRİŞ

Harita genelleştirme, daha büyük ölçekli haritadan küçük ölçekli harita oluştururken, belirli durumlarda uygun yöntemleri/algortmaları kullanarak, haritadaki yoğunluğa ve mekansal uyumsuzluklara çözüm bulma sürecidir [1]. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kapsamında mekansal bilginin bilgisayar ortamında geniş kullanım alanı bulması, harita genelleştirme işleminin otomatikleştirilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmiştir [2]. Aslında, otomatik harita genelleştirme işlemi CBS ve kartografyanın öncelikli hatta zorunlu bir parçası olmuştur [3], [4], [5].

Sayısal kartografya ve CBS alanındaki gelişmelerle birlikte genelleştirme kavramı nesne, model (veri) ve kartografik genelleştirme olarak üç farklı şekilde ele alınmaya başlamıştır [6]. Nesne genelleştirme coğrafi verilerin elde edilmesi ve temel veri tabanı olan sayısal coğrafi modelin (SCM) oluşturulması sırasında kullanılır. Model genelleştirme SCM'den daha az çözünürlüklü veri tabanı elde ederken uygulanır. Genelleştirme denince akla ilk gelen kartografik genelleştirme ise haritadaki detayların hedef haritada taşıdığı önem ve katkısına göre indirgenmesi ve düzenlenmesi işlemidir [7], [8]. Coğrafi bilginin grafik iletişimde temel işlemidir [9].

1.1 Literatür Özeti

Ülkemizde orta ölçekli topografik haritaların üretimi Harita Genel Komutanlığı (HGK) sorumluluğundadır. Daha önce klasik genelleştirme yöntemleriyle üretilen haritalar 1999 yılından sonra 1:25 000 ölçekli Sayısal Topografik Haritalar (STH) yardımıyla bilgisayar destekli olarak üretilmeye başlanmıştır [10].

Ülkemizde bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesi ile ilgili olarak Bildirici [11], AutoCAD Map yazılımı, Hannover Üniversitesi tarafından bina ve yolların genelleştirilmesi için geliştirilen CHANGE yazılımı ve bu yazılıma eklediği fonksiyonlar yardımıyla yaptığı bir uygulamayı sunmuştur. Aslan [12], 1:25 000 ölçekli haritalardan 1:100 000 ölçekli harita üretiminde ArcObjects kütüphanesini kullanarak bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesi için çözüm önerileri sunmuştur. Başaraner [6], [13] nesne yönelimli CBS yazılımı olan LAMPS2 yazılımı ve bu yazılım içinde kullanılan Lull programlama dili yardımıyla, bina ve yerleşim alanlarının 1:25 000 ölçeğinden 1:50 000 ölçeğine geçişte otomatik kartografik genelleştirmesi için çözüm önerileri sunmuştur. Başaraner bu çalışmada, çalışma alanı içerisinde Voronoi bölgeleri oluşturarak bağlamsal genelleştirme işleminin belirlenmesi konusunda kolaylık sağlayacak bir uygulama gerçekleştirmiştir. Ayrıca Aslan [10], bina gruplarının tipikleştirilmesi ve binaların ötelenmesi işlemleri için yöntem araştırması yapmış ve otomasyon süreçleri oluşturmuştur. Başaraner [14], Voronoi diyagramı mekansal analiz ve çoklu karar verme yöntemlerini birlikte kullanılmasıyla, orta ölçekli topografik haritalarda bağlamsal genelleştirmenin bir parçası olarak genelleştirme bölgesi temelli, binaların iteratif ötelenmesine ilişkin çözümler üretmiştir.

Genelleştirme sırasında, amaca uygun algoritmalar geliştirmek için genelleştirmeyi etkileyen faktörleri bütünüyle tanımlamak gereklidir. Bu durumun bir sonucu olarak, kartografik verinin yapısı ve uygulanacak algoritmalar arasındaki ilişkileri belirtmeye yarayan genelleştirme kısıtlamaları karşımıza çıkar. Kısıtlamalar, çözümlerde dikkat edilmesi gereken tasarım yönergeleri olarak kabul edilebilirler [15]. Fakat, bir grup bina içerisinde kısıtlamaların tanımlanması zordur [16]. Regnauld [17], [18] minimum aralık ağacı (MST) kullanarak bir grup binanın, dokusunu bozmadan tipikleştirme işlemi ile nasıl genelleştirilebileceğini göstermiştir. Christophe ve Ruas [19], binaların alan, doğrultu, yakınlık gibi özelliklerini dikkate alarak farklı bina hizalanışlarının, Hagouet [20] ise, yol hattı boyunca hizalanmış binaların belirlenmesine ilişkin bir yaklaşım sunmuştur. Lu vd. [21] ile Ai ve Liu [22], Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi çokgenleri kullanarak nokta nesnelere tipikleştirmişlerdir. Burghardt ve Cecconi [23], 3 boyutlu tasarım tekniklerinde kullanılan ağ temelli basitleştirme yöntemi yardımıyla binaların tipikleştirilmesi için bir yöntem sunmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada 1:25 000 ölçekli haritalardan 1:50 000 ölçekli haritalara geçişte bina ve yerleşim alanları için -coğrafi verileri yakınlık, şekil, boyut, konum, yönelim vb. mekansal ilişkilerine göre gruplayarak, bir grup nesneyi kendi içinde genelleştirmeyi ifade eden [24], [25]- bağlamsal kartografik genelleştirmeye yönelik bazı otomatik çözümler geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada önce coğrafi veriler ArcGIS yazılımı içerisine aktarılmıştır. Ardından çeşitli araştırmacılar [2], [5], [7], [19], [20] tarafından önerilen coğrafi bilginin anlamını korumaya yönelik bütüncül ya da bağlamsal bir strateji geliştirilmiştir. Daha sonra bu stratejiye uygun olarak .NET ortamında ArcGIS yazılımının iskeleti olan ArcObjects kütüphanesi kullanılarak bir genelleştirme eklentisi hazırlanmıştır. Bu eklenti yardımıyla bazı bina ve yerleşim alanları için otomatik bağlamsal genelleştirme işlemleri üretilmiştir. Ayrıca, veri tabanı düzeyinde nesnelere mekansal özellikleri ve ilişkilerini dinamik olarak ortaya çıkaran metotlar geliştirilmiştir.

1.3 Hipotez

Topografik haritalarda binaların bağlamsal genelleştirilmesi işlemi için aralarındaki mekansal ilişkilerin olabildiğince iyi bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamaları yapmak için yardımcı geometrik veri yapılarına ihtiyaç duyulur. Bu bağlamda, nesnelere arasındaki yakınlığı analiz etmek ve çalışma alanını bloklara dayalı olarak bina gruplarına göre mantıklı biçimde bölmek, başka bir ifade ile genelleştirme bölgeleri oluşturmak için Voronoi diyagramlarından yararlanılabilir. Böylece farklı mekansal yapılanışlar için daha hassas ve daha doğru genelleştirme çözümleri üretilebilir.

GENELLEŞTİRME

2.1 Tanım

Genelleştirme, kartografyanın ana konularından biridir. Klasik anlamda genelleştirme, türetme haritaların daha büyük ölçekli haritalardan ve başka kaynaklardan yararlanılarak elde edilmesi sırasında ortaya çıkan bilgi karmaşıklığının azaltılması, önemsiz bilgilerin atılması, harita objeleri arasındaki belirgin mantıksal ilişkilerin ve estetik kalitenin korunması işlemlerinin bileşkesi olarak tanımlanabilir. Genelleştirmede temel amaç grafik netliği çok iyi olan haritalar üreterek haritanın görünümünün ve aktarılacak istenen bilginin kolayca anlaşılmasını sağlamaktır [26]. Başka bir ifade ile genelleştirme; ayrıntılı mekansal veri kaynağından ya da setinden, semantik, geometrik ve/veya grafik dönüşümlerle istenen özelliklere uygun, coğrafi ya da kartografik olarak kodlanmış, daha az ayrıntıya sahip bir veri seti türetme işlemi olarak tanımlanabilir [27].

2.2 Genelleştirmeyi Gerektiren Durumlar

Genelleştirme işlemine genel olarak aşağıda listelenen nedenlerle ihtiyaç duyulur [28].

- Temel veri tabanını oluşturmak
- Veri kalitesini artırmak
- Eldeki kaynakları ekonomik bir şekilde kullanmak
- Özel amaçlar için harita üretmek
- Görsel iletişimi artırmak

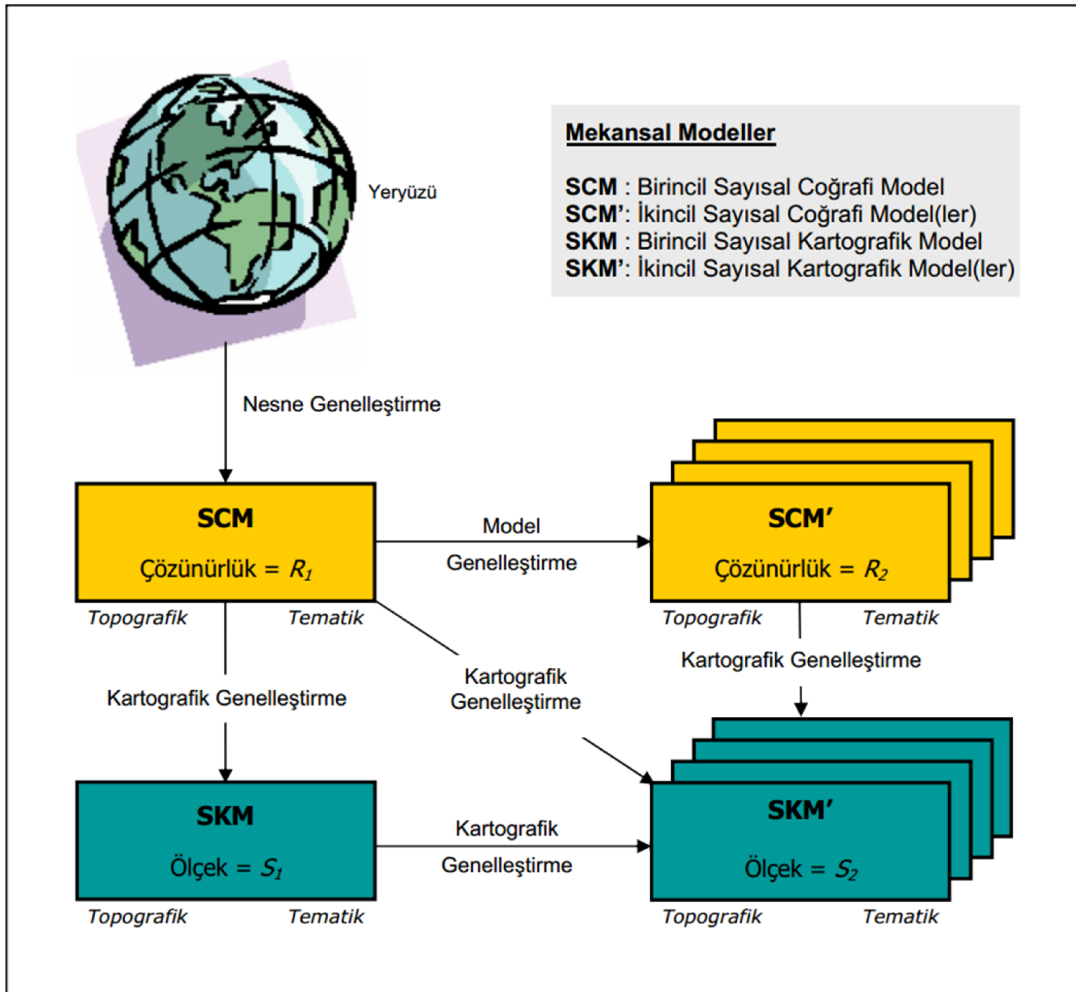
2.3 Genelleştirme Türleri

Genelleştirme kavramını uygulama türüne göre üç aşamalı olarak ele alabiliriz.

- Nesne genelleştirme
- Model (veri tabanı) genelleştirme
- Kartografik genelleştirme

2.3.1 Nesne Genelleştirme

Coğrafi verilerin elde edilmesi, yeryüzü gerçekliğinin sayısal gösterimi ve temel veri tabanı olan sayısal coğrafi modelin (SCM) oluşturulması sırasında kullanılır. Veri tabanları, gerçek dünyanın soyut modelleri olduğundan veri toplama sırasında bazı nesnelerin (örneğin binalardaki küçük çıkıntılarının) genelleştirilmesi kaçınılmazdır. Nesne genelleştirme ilgili teknik eleman ve/veya kartograf tarafından yapılır.



Şekil 2. 1 Farklı düzeylerde mekansal modelleme ve genelleştirme [29], [30]

2.3.2 Model Genelleştirme

Yüksek çözünürlüklü temel veri tabanı olan SCM'den daha az çözünürlüklü veri tabanı elde ederken yapılan genelleştirmedir. Diğer bir deyişle; birincil coğrafi veri tabanından geometrik, semantik ve/veya zamansal olarak daha düşük çözünürlüğe sahip ikincil coğrafi veri tabanı oluştururken yapılan genelleştirmedir [6]. Başlıca amaçlarından birisi; zamansal, mekansal ve/veya semantik açıdan kontrollü olarak veri indirgenmesidir. Farklı amaçlar için veri indirgeme işlemi yapılmakla birlikte asıl amaç veri boyutu hacmini düşürme ve veri üzerinde yapılan işlemlerin hızlarını artırmaktır. Veri tabanı genelleştirmenin diğer bir amacı ise farklı veri setlerinin homojenleştirilmesini sağlamaktır. Bu şekilde veri hatalarının kontrolü ve azaltılması sağlanmış olur. Bu genelleştirmenin diğer önemli bir amacı da farklı çözünürlük ve doğruluk seviyelerinde veri tabanları oluşturmaktır. Ayrıca bu genelleştirme türü, kartografik genelleştirmenin bir ön adımı olarak kabul edilebilir [31].

Model genelleştirme; abartma, iyileştirme, öteleme gibi işlemleri içermeyen kartografik genelleştirmenin bir alt kümesi olarak ele alınabilir [32]. Grafiksiz gösterim amaçlı olmadığından artistik detaylar içermeyip tamamen şekilsel olarak tanımlanabilen işlemleri içerir [28].

2.3.3 Kartografik Genelleştirme

Kartografik genelleştirme, haritadaki detayların hedef haritada taşıdığı önem ve katkısına göre basitleştirilmesi işlemidir [7]. Kartografik genelleştirmenin amacı ölçeğe ve amaca göre harita üzerindeki objelerin mantıksal ve şekilsel ilişkilerini koruyarak estetik kalitesini devam ettirecek şekilde önemlilerini ön plana çıkartıp önemsizleri azaltmaktır. Başlıca amaç, kullanıcının nesnelere rahat bir şekilde algılamasını ve anlamasını sağlayacak şekilde haritalar oluşturmaktır [28], [33].

Haritalarda büyük ölçekten küçük ölçeğe geçerken bazı sıkıntılarla karşılaşılır. Harita alanı fiziksel olarak küçülürken, önem derecesine göre bazı nesnelere görülebilir kalması için büyütülür. Bu durum nesnelere arasında uyumsuzluğa sebep olur. Bu ise bazı nesnelere ötelenmesi, bazılarının elimine edilmesi ya da basitleştirilmesi ile çözülebilir [28], [33].

2.4 Yapı ve Şekil Tanıma

Başarılı bir otomatik genelleştirme işlemi nesneyi etkileyen kısıtlamaların ve ilişkilerin ayrıntılı bir şekilde bilinmesini ve tanımlanmasını gerektirir [34]. Farklı yerlerdeki aynı nesnelere hedef harita aynı olsa bile aynı şekilde genelleştirilmezler. Çünkü bu nesnelere, etrafındaki diğer nesnelere farklı ilişkileri vardır. Yani kısaca, genelleştirme, mekansal içeriğe bağlı bir işlemdir [35]. Seçme, basitleştirme ve yumuşatma gibi birçok genelleştirme algoritması harita içeriğinden bağımsızdır. Öteleme ve birleştirme gibi çok az genelleştirme algoritması bağlamsal işlem yapar [28].

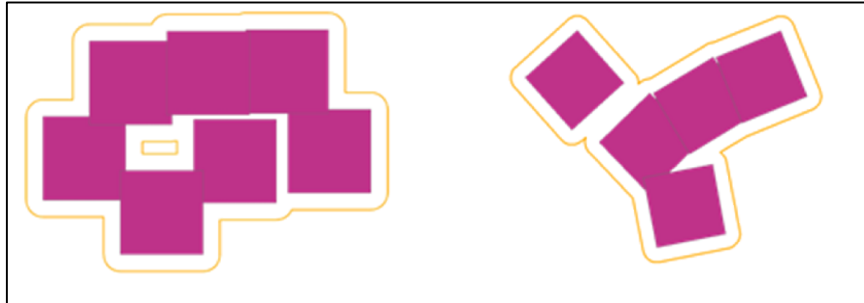
2.4.1 Genelleştirme İçin Yardımcı Geometrik Veri Yapıları

Başarılı bir bağlamsal genelleştirme işlemi için nesnelere arasındaki ilişkilerin olabildiğince iyi bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamaları yapmak için yardımcı veri yapılarına ihtiyaç duyulur. Örneğin, bina kümelerini belirlemek için bağlı komşuluk çizgesi (RNG) ya da minimum aralık ağacı (MST), nesnelere arasındaki yakınlığı analiz etmek için ise Delaunay üçgenlemesi veya Voronoi diyagramı kullanılabilir.

2.4.1.1 Kümeleme

Kümeleme işlemi, aynı küme içindeki nesnelere olabildiğince birbirine benzer, farklı kümelerdeki nesnelere ise olabildiğince birbirinden farklı olması için nesnelere mantıksal alt gruplar halinde toplanmasıdır.

Nesnelere geometrik ya da semantik durumlarına bağlı olarak kümeleme işlemi gibi değişik şekillerde uygulanabilir.

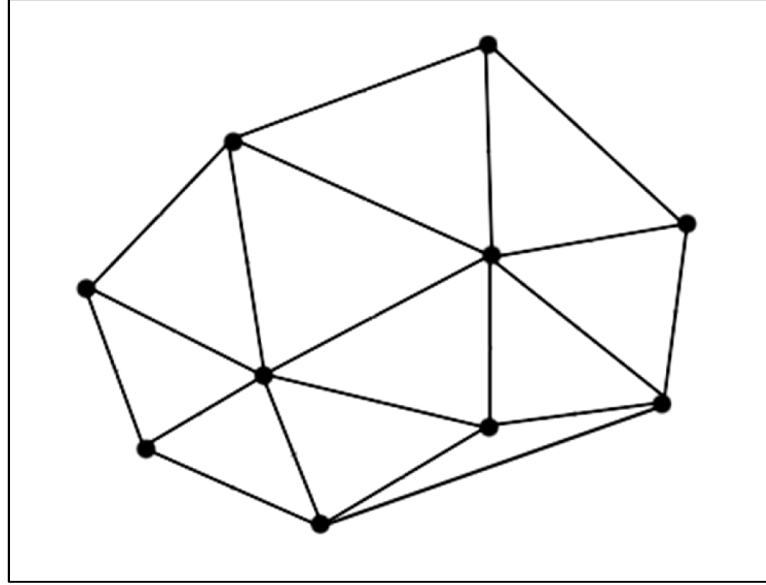


Şekil 2. 2 Yakınlıklarına göre oluşturulmuş bina kümeleri

2.4.1.2 Delaunay Üçgenlemesi

Delaunay üçgenlemesi bilimsel hesaplamalarda değişik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Üç boyutta sıklıkla kullanılmakla beraber sayısal kartografyanın gelişmesiyle iki boyuttaki nesnelerin mekansal ilişkilerin belirlenmesi işlemlerinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Delaunay üçgenlemesinin temel prensibi Delaunay kriteridir. İki boyutta bu kriter boş çevrel çember kriteridir. Buna göre herhangi bir üçgenin çevrel çemberi nokta seti içindeki herhangi bir noktayı içeremez. Delaunay üçgenleri çevrel çemberin içini dolduran üçgenin iç açılarının minimum değeri maksimum olacak şekilde, diğer bir deyişle üçgenler eşkenar üçgene yakın olacak şekilde seçilirler. Üçgenlerin dış kenarlarının geometrik yeri, tüm nokta kümesini içeren bir dışbükey çokgendir.



Şekil 2. 3 Delaunay üçgenlemesi [36]

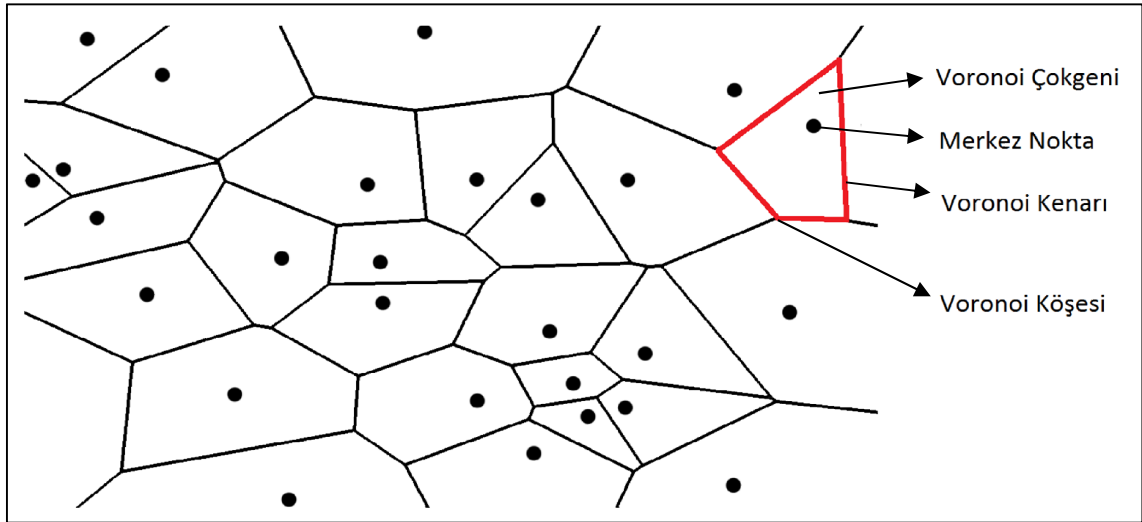
2.4.1.3 Voronoi Çokgeni

Voronoi çokgenleri hesaplamalı geometride bir alanı bölgelere ayırma yöntemlerinden birisidir. Verilen nokta kümesindeki noktaların birbirine olan uzaklıkları temel alınarak bu noktaları içeren bölgeler oluşturulur. Noktaları içeren her bir bölgeye Voronoi çokgeni denir. Voronoi çokgeni kısaca bir noktaya diğer noktalardan daha yakın olan noktalar kümesidir [37].

Düzlemde P_1, P_2, \dots, P_n şeklinde N sayıda nokta olsun. Her bir nokta bir Voronoi çokgenine sahip olacaktır. Yani, $V(p_i)$ her bir noktanın voronoi çokgeni olmak üzere Voronoi çokgenlerini ve nokta kümelerini içeren bir Voronoi diyagramı;

$$V = \{ V(p_1), V(p_2), \dots, V(p_n) \} \quad (2.1)$$

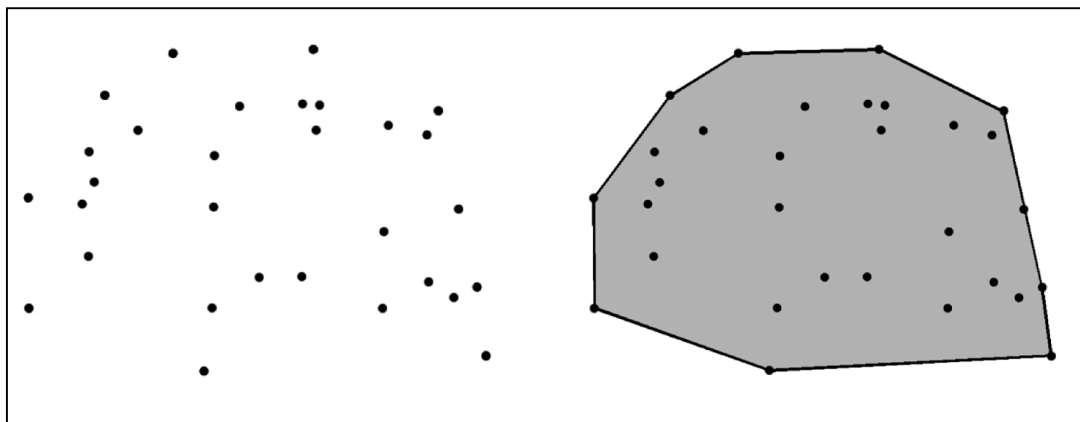
şeklinde tanımlanır [36].



Şekil 2. 4 Voronoi Diyagramı

2.4.1.4 Dışbükey Çokgen (Convex Hull)

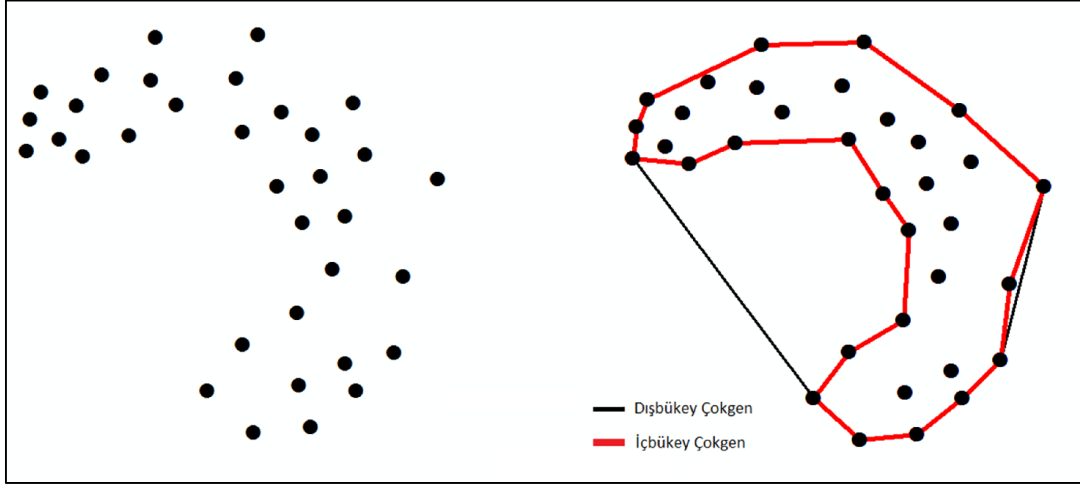
Bir X (nokta, çizgi veya poligon) kümesinin dışbükey çokgeni, bu kümenin tüm üyelerini içine alan en küçük konveks bölgedir. Düzlemde bu bölge kapalı bir konveks çokgendir. Ayrıca bu çokgen, nokta kümesinin Delaunay üçgenlerinin birleşimidir.



Şekil 2. 5 Verilmiş bir nokta kümesinin dışbükey çokgeni

2.4.1.5 İçbükey okgen (Concave Hull)

Düzlemde verilmiş bir nokta kümesinin sınırlayıcı okgenlerinden biri de içbükey okgendir. Kümenin konveks ya da konveks olmayan Çokgenlerinin kesişiminden oluşur. Bazı uygulamalarda (orman veya şehir sınırlarını belirlemek gibi) dışbükey çokgen verilen kümenin sınırlarını anlamlı bir şekilde temsil edemez. Bu çalışmada yerleşim alanı ve binaların birleştirilmesi işlemi, delaunay üçgenlemesi ve tampon alan yardımıyla oluşturulan içbükey çokgen kullanılarak gerçekleştirilmiştir.









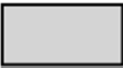








Şekil 2. 6 Verilen bir kümenin içbükey ve dışbükey okgenleri

GENELLEŞTİRME İŞLEMLERİ




3.1 Kartografik Genelleştirme İşlemleri

Genelleştirme işlemleri farklı araştırmacı ve yazarlar tarafından çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır [38], [39], [40], [41]. Li [36], alansal nesnelere için genelleştirme işlemlerini tekli (Çizelge 3.1) ve çoklu (Çizelge 3.2) alansal nesnelere uygulanacak işlemler olarak ikiye ayırmıştır. AGENT projesinde kabul edilen kartografik genelleştirme işlemleri sınıflandırması ise Şekil 3.1'de gösterilmektedir [42]. Bu çalışmada Şekil 3.1'deki sınıflandırma esas alınmış olup, burada sadece uygulama bölümünde kullanılan işlemler anlatılmıştır.







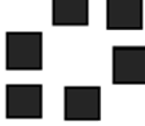





Çizelge 3. 1 Tek binalara uygulanabilecek genelleştirme işlemleri [36].

Genelleştirme İşlemi		Kaynak Ölçek	Hedef Ölçeğe Küçültülmüş	Hedef Ölçek
Dönüştürme	Alandan noktaya			
Öteleme				
Abartma	Büyültme			
Eleme				
Basitleştirme				

Çizelge 3. 1 Tek binalara uygulanabilecek geliştirme işlemleri [36] (devamı)

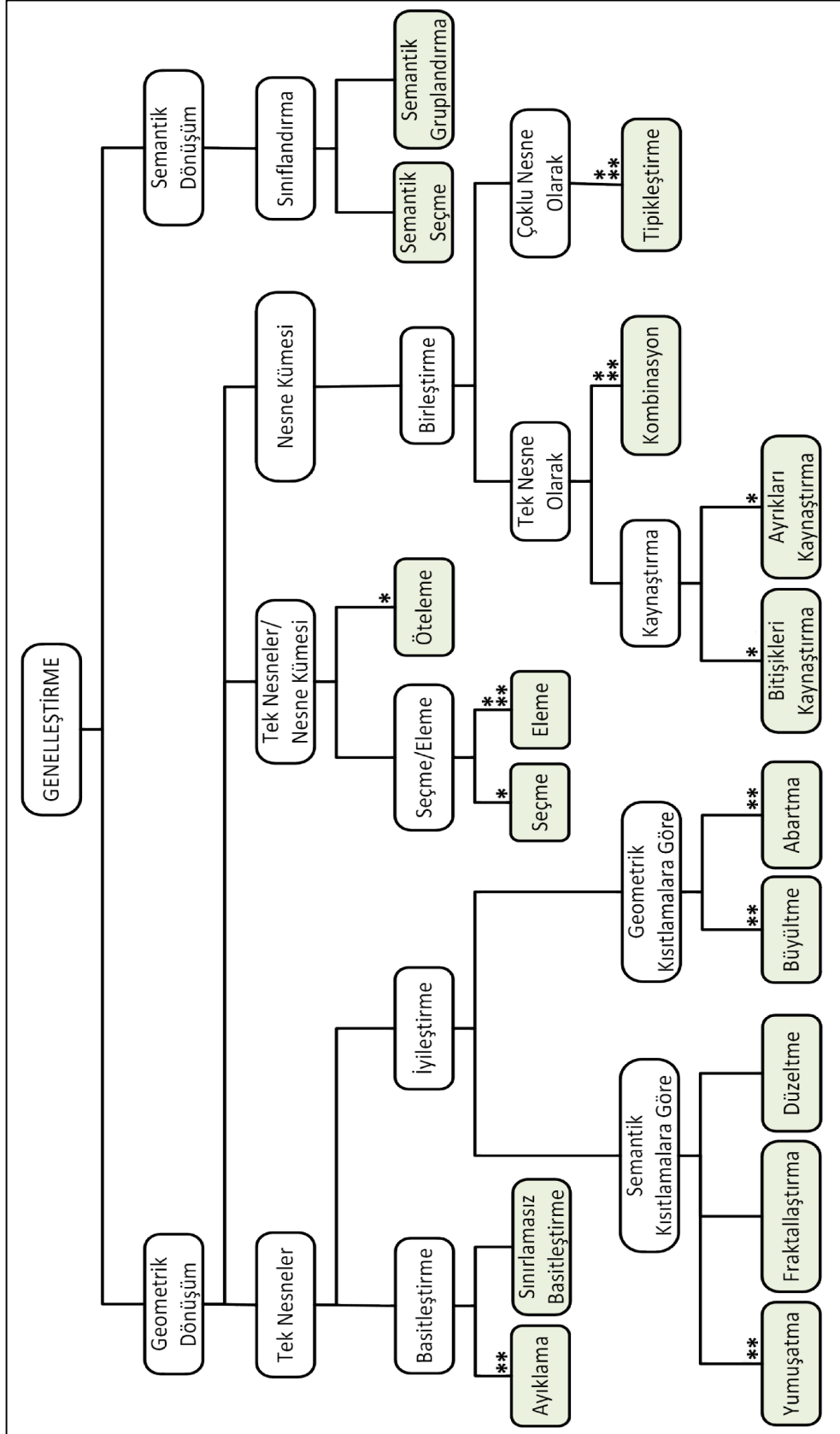
Ayırma			
--------	---	--	---

Çizelge 3. 2 Bina setlerine uygulanabilecek geliştirme işlemleri [36]. (Binalara uygulanabilecek işlemler alınmıştır)

Genelleştirme İşlemi	Kaynak Ölçek	Hedef Ölçeğe Küçültülmüş	Hedef Ölçek
Birleştirme			
Kaynaştırma			
Öteleme			
Tipikleştirme			

3.2 Bina Genelleştirme

Harita üzerinde binalar tek bina, blok ya da yerleşim alanı olarak gösterilir. Binaların genelleştirilmesi orta ölçekli haritalardaki geliştirme işlemlerinde önemli bir yer tutar. Genelleştirme sırasında binalar arasında oldukça fazla sayıda uyumsuzluk ortaya çıkar. Bu uyumsuzluklar binaların yeniden geliştirme işlemine alınmasını gerektirir. Binaların otomatik genelleştirilmesinde tatmin edici sonuç verecek basit ve hızlı bir algoritma bulunmamaktadır.



Şekil 3. 1 Kartografik genelleştirme işlemleri *Bağlamsal genelleştirme işlemleri **Bu çalışmada kullanılan genelleştirme işlemleri

Binaların genelleştirilmesi sırasında aşağıdaki kısıtlamalara dikkat edilmelidir [42]:

- 90°'ye yakın bina köşeleri dik yapılmalı ve binaların uzanımları olabildiğince aynı kalmalıdır.
- Bina alanları, kenarları ve binalar arasındaki mesafeler minimum değerden küçük olmamalıdır.
- Binaların yeni konumları önceki konumlarına yakın olmalıdır.
- Haritanın içeriğine göre önemli olan binalar korunmalıdır.
- Bina örüntüleri ve binaların birbirine göre doğrultuları korunmalıdır.

3.2.1 Binalar İçin Ölçüler

Ölçüler, binaların diğer bina, bina bloğu ya da yerleşim alanlarıyla arasındaki mekansal ilişkilerin belirlenmesi önemli rol oynar. Binalar için kullanılabilecek ölçüler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3. 3 Binalara ilişkin ölçüler [6]

Özellik	Ölçü
Granülarite	En küçük nesne ayrıntısı
Dikdörtgensellik	Çokgen alanının minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) alanına oranı
Kompaktlık	Çokgenle aynı uzunlukta çevreye sahip dairenin alanının çokgen alanına oranı
Konvekslik	Çokgen alanının, dışbükey çokgeni alanına oranı
Uzanim	Çokgen alanının minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) kısa kenarının uzun kenarına oranı

Çizelge 3. 3 Binalara ilişkin ölçüler [6] (devamı)

Doğrultu	Çokgen alanının minimum alanlı sınırlayıcı dikdörtgeninin (MASD) uzun kenarının X eksenine yaptığı açı
Köşe Sayısı	Çokgeni oluşturan nokta sayısı
Konum	Çokgenin ağırlık merkezi
En Yakın Yola Uzaklık	Çokgenin köşe noktalarının en yakın yola olan mesafelerinin en kısıtı

3.3 Bina Genelleştirme İşlemleri ve Algoritmaları

3.3.1 Tek Bina Genelleştirme İşlemleri

3.3.1.1 Büyültme/Küçültme (Ölçekleme)

Bu işlemin amacı öncelikle binaların minimum büyüklüğe getirilmesini sağlamaktır. Büyük binalara, minimum büyüklüğe getirilen binalarla olan oranlarını gerçeğe yakın duruma getirmek için de uygulanır. Büyültme işlemi genellikle binalara her yönde aynı oranda uygulanır.

Algoritma 1

Büyültme/küçültme işlemi binanın ağırlık merkezine göre binayı istenen oranda ölçeklemektir. Bunun için öncelikle binanın ağırlık merkezi bulunur. Ağırlık merkezi, basit şekilli binalar için köşe noktalarının ortalaması şeklinde hesaplanır. Kompleks binalar içinse daha karmaşık bir işlem yapılır [43].

$X = \{ (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n) \}$ ve $(x_1, y_1) = (x_{n+1}, y_{n+1})$ olmak üzere A alanına sahip n köşeli bir binanın orta noktası (x_{ort}, y_{ort}) ,

$$x_{ort} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

$$y_{ort} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (3.2)$$

eşitlikleriyle, ağırlık merkezi (x_0, y_0) ise,

$$x_0 = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (3.3)$$

$$y_0 = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (3.4)$$

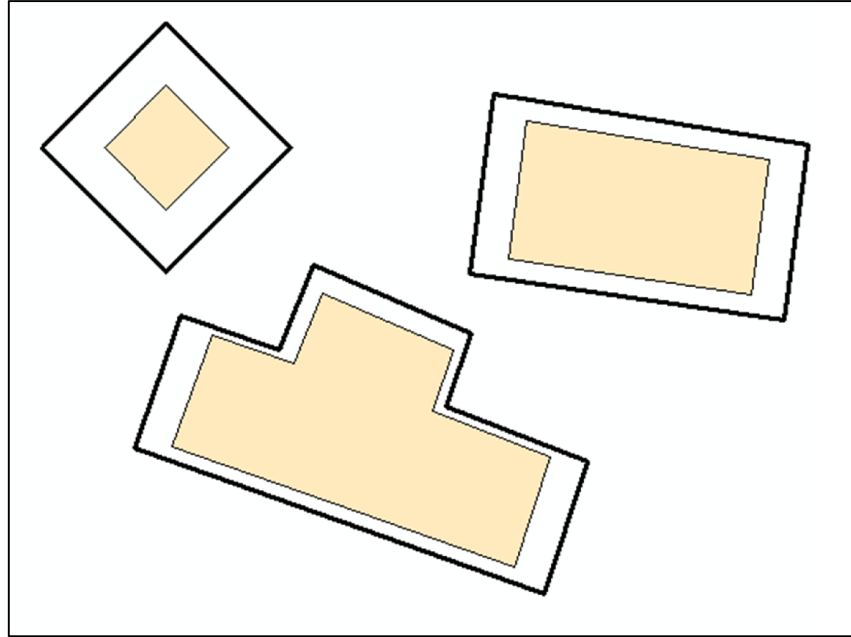
eşitlikleriyle hesaplanır.

s ölçekleme katsayısı olmak üzere, binanın yeni köşe koordinatları (x_p, y_p) ,

$$x_p = x_0 + s \times (x_i - x_0) \quad (3.5)$$

$$y_p = y_0 + s \times (y_i - y_0) \quad (3.6)$$

eşitlikleriyle hesaplanır [6].



Şekil 3. 2 Binaların ölçeklendirilmesi

Algoritma 2

Eğer ölçekleme işlemi iki eksen de farklı miktarlarda ya da tek eksen de uygulanacaksa s_x , x eksen yönündeki, s_y y eksen yönündeki ölçekleme katsayısı olmak üzere (3.5) ve (3.6)'daki eşitlikleri

$$x_p = x_0 + s_x \times (x_i - x_0) \quad (3.7)$$

$$y_p = y_0 + s_y \times (y_i - y_0) \quad (3.8)$$

gibi olur [6]. Ölçekleme yapılmayacak eksenlerde s katsayısı için 1 değeri kullanılır.

3.3.1.2 Basitleştirme

Basitleştirme en çok kullanılan genelleştirme işlemlerinden birisidir. Bina kenarları, okunabilirliği artırmak için sıklıkla basitleştirme işlemi gerektirir [44]. Lichtner [45], belirli bir değerden daha küçük olan kenarların kaldırılması yöntemini önermiştir. Sester [46], bir kenarın minimum uzunluğu için artan sınır yöntemini kullanarak basitleştirme işlemini gerçekleştirmiştir.

Bina basitleştirme işlemi uygulanırken aşağıdaki kurallar göz önünde bulundurulur [47].

- Binalar, belirtilen değerden daha kısa kenara sahipse genelleştirilir. Harita üzerinde, bina kenarı için 0.3 mm tavsiye edilmektedir.
- Binanın ortogonallığı korunmalı, hatta 90 dereceye yakın açılar 90 derece yapılarak iyileştirilmelidir.
- Basitleştirme işlemi, binanın bir çok noktasında yapılacaksa, bina, alanı korunacak şekilde uzanımı yönündeki sınırlayıcı dikdörtgene dönüştürülebilir.
- Binalar, girinti şeklindeki kısımları doldurularak ya da çıkıntı şeklindeki kısımları silinerek genelleştirilebilir. Her iki durumda da binanın alanı korunmalıdır.

3.3.2 Bağlamsal Genelleştirme İşlemleri

3.3.2.1 Seçme/Eleme

Bir sınıf içerisinde önemli nesnelere seçme, küçük ve önemsiz nesnelere silme işlemidir. Bu işlemdeki zorluk hangi öğelerin haritadan silinip hangisinin silinmeyeceğine karar vermektir [48].

Töpfer tarafından formülize edilen “radikal kanunu” haritada kalması gereken nesne miktarı ile harita ölçeğini ilişkilendirir [48]. s_k ve s_h sırasıyla kaynak ve hedef ölçek, n_k kaynak ölçekteki nesne sayısı olmak üzere, hedef ölçekteki nesne sayısı (n_h)

$$n_h = n_k \sqrt{\frac{s_k}{s_h}} \quad (3.9)$$

eşitliğiyle hesaplanır [9], [33]. Fakat bu formüldeki sorun, nesnelerin yerleşimindeki bölgesel farklılıkları dikkate almaması ve hangi nesnelerin seçilip hangilerinin eleneceğini göstermemesidir. Bu yüzden her zaman tutarlı sonuç üretmeyecektir [9], [49].

3.3.2.2 Birleştirme

Bir grup binayı tek bir geometri ya da bina grubu olarak gösterme işlemidir. Birleştirme işlemlerinden kaynaştırma bir bina kümesinden tek bir nesne oluştururken, tipikleştirme işlemi bu kümeyi yine bir bina kümesi olarak basitleştirir. Birleştirme işlemi yapılabilmesi için binaların topolojik, geometrik ve/veya semantik ilişki içerisinde olması gerekir.

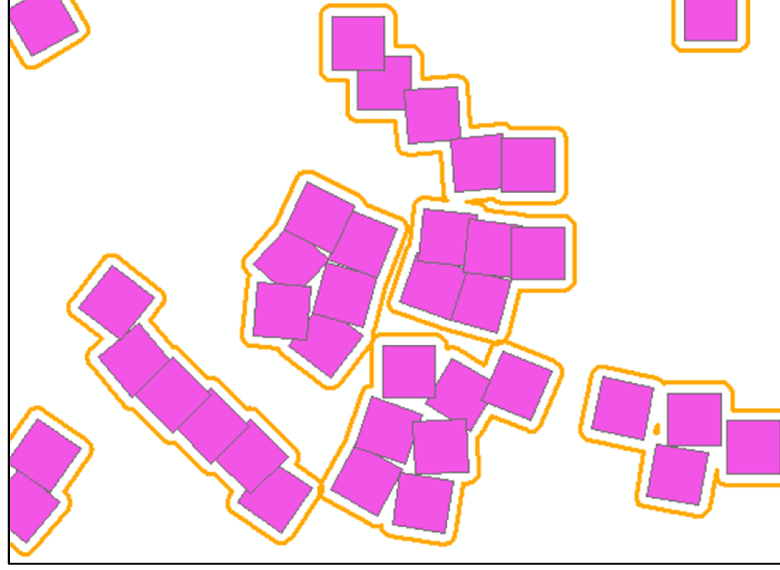
Sonraki sayfalardaki ‘birleştirme’ ifadeleri Şekil 3.1’deki ‘kombinasyon’ yerine kullanılmıştır.

3.3.2.3 Tipikleştirme

Tipikleştirme işlemi bir bina kümesini, genel dokusunu bozmadan, indirgenmiş bir bina kümesi olarak genelleştirmektir. Tipikleştirme işlemi öncesinde kümeleme işlemi yapılır. Kümeleme, genelleştirme yapılırken birlikte değerlendirilecek nesnelere belirlemek için kullanılır. Kümeleme işlemi, tampon alan oluşturularak ya da blok içerisindeki binalar tek bir küme kabul edilerek yapılabilir.

Algoritma 4

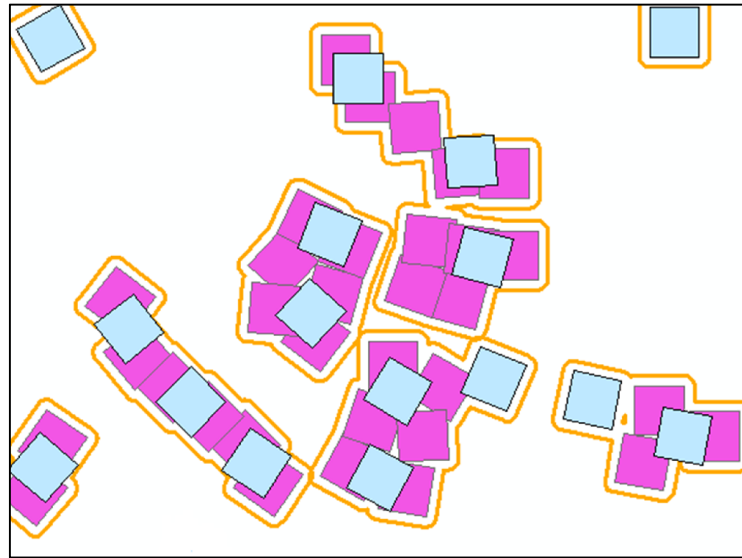
Tampon alanlar ile kümeleme işleminde binalar arasındaki minimum ayırım mesafenin yarısı kadar tampon alan oluşturulur. Eğer farklı binaların tampon alanları birbirini kesiyorsa aralarındaki mesafe minimum ayırım mesafesinden az demektir. Bu şekilde, kesişen tüm tampon alanlar birleştirilerek kümeler oluşturulur (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3 Tampon alan ile kümeleme işlemi

Algoritma 5

Daha sonra mesafe tablosu oluşturulur [50]. Mesafe tablosunda en kısa mesafeli iki bina alınır. Aralarındaki mesafe minimum ayırım mesafesinden küçükse bu iki bina tablodan silinerek binaların ağırlık merkezi koordinatlarından yeni bir nokta (burada bina) oluşturulur. Bu yeni nokta tabloya eklenerek mesafe tablosu bu nokta dikkate alınarak yeniden oluşturulur. Bu işleme, minimum ayırım mesafesinden kısa değer kalmayıncaya kadar devam edilir. Bu şekilde kümedeki nokta sayısı azaltılmış olur (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 Tipikleşmiş binalar

3.3.2.4 Öteleme

Öteleme işlemi belki de en zor genelleştirme işlemidir. Çünkü çok karışık analizler yapmayı gerektirir [48]. Özellikle yoğun alanlarda uygulanması zordur.

Öteleme işlemi, binaların -topolojik özelliklerini koruyarak- yakınındaki binalarla olan uyumsuzluklarını gidermek adına konumunu değiştirmektir [51]. Konum değiştirme işlemi, binayı belirlenen miktarda x ve y yönünde kaydırmak ya da belirlenen yeni koordinata binayı taşımak şeklinde uygulanır.

Bu çalışmada öteleme işlemi uygulanmayıp, daha sonraki çalışmalara bırakılmıştır.

3.3.3 Yerleşim Alanı Genelleştirme İşlemleri

Binaların yanında yerleşim alanlarının genelleştirilmesine ihtiyaç vardır. Yerleşim alanlarına birleştirme, basitleştirme ve yumuşatma algoritmaları uygulanabilir.

3.3.3.1 Birleştirme

Birleştirme işlemi yerleşim alanlarına iki şekilde uygulanabilir. İlki, birbirine minimum ayırım mesafesinden yakın olan yerleşim alanlarının birleştirilmesi, diğeri ise yerleşim alanlarının, minimum ayırım mesafesinden daha yakın tampon alanla kümelenmiş bina grupları ile birleştirilmesidir. Birleştirme ile ilgili işlem adımları uygulama bölümünde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

3.3.3.2 Basitleştirme

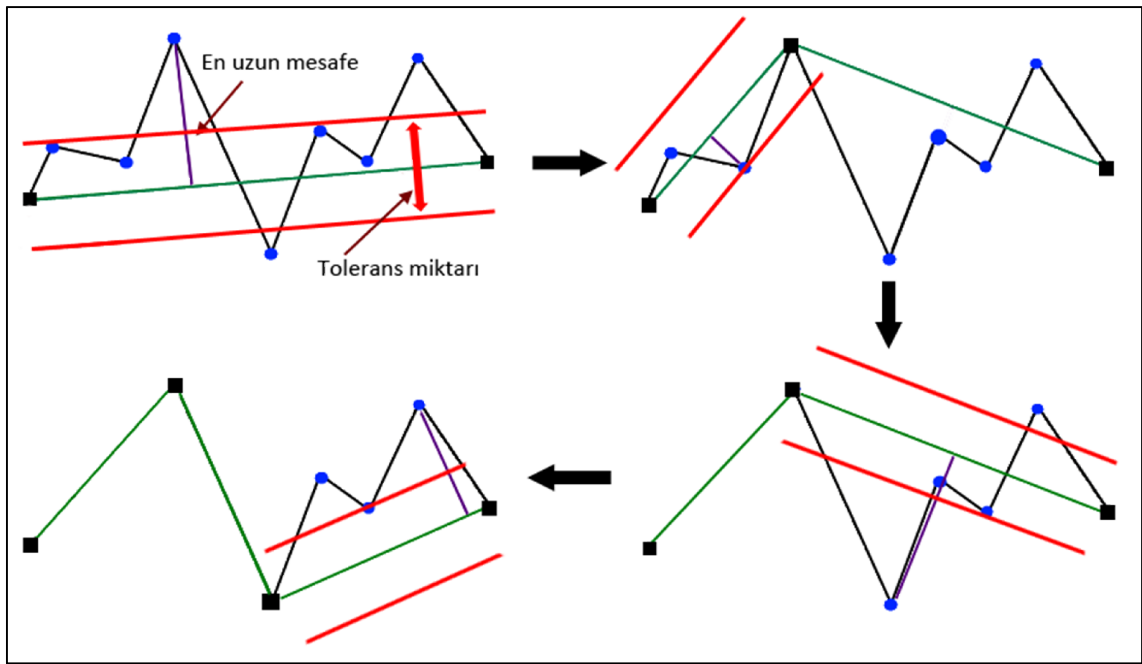
Yerleşim alanlarının basitleştirilmesi için Douglas-Peucker ya da kıvrım basitleştirme algoritması uygulanabilir.

Kıvrım basitleştirme algoritması, nesnedeki kıvrımları tespit eder, özelliklerini analiz eder ve önemsiz olan kıvrımları kaldırır.

Algoritma 6

Douglas-Peucker algoritması çizgi nesnelere ve poligon kenarlarına uygulanan hızlı ve basit bir algoritmadır. Bir nesnenin şeklini genel anlamda koruyarak, nesneyi oluşturan noktalardan gereksiz olanların kaldırılması şeklinde uygulanır.

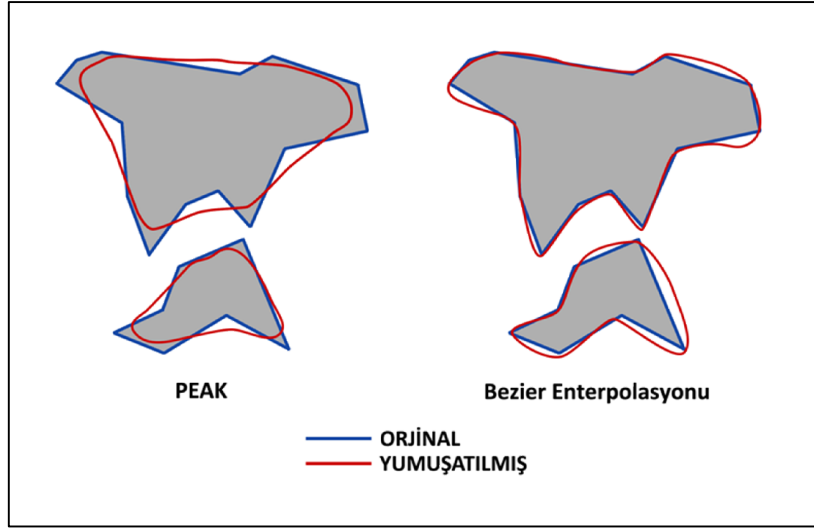
Algoritma, basitleştirilecek çizginin/kenarın üzerindeki tüm noktaları dikkate alır. İlk olarak bir tolerans değeri belirlenir. İlk ve son nokta anahtar nokta olarak işaretlenir. İlk ve son noktanın oluşturduğu doğruya en uzak olan nokta seçilir. Bu nokta tolerans dışında ise anahtar nokta olarak işaretlenir. İlk nokta ile işaretli nokta arasındaki noktaların bu iki nokta arasındaki doğruya olan uzaklıklarına bakılır. Tolerans değeri içinde kalan noktalar silinir. Arada başka nokta kalmamışsa işaretli nokta ile son nokta arasında aynı işlemler tekrarlanır. İşlemler bittikten sonra ilk ve son nokta dahil olmak üzere işaretlenmiş noktalar nesnenin basitleşmiş şeklini oluşturur (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Douglas-Peucker algoritmasının çalışma prensibi

3.3.3.3 Yumuşatma

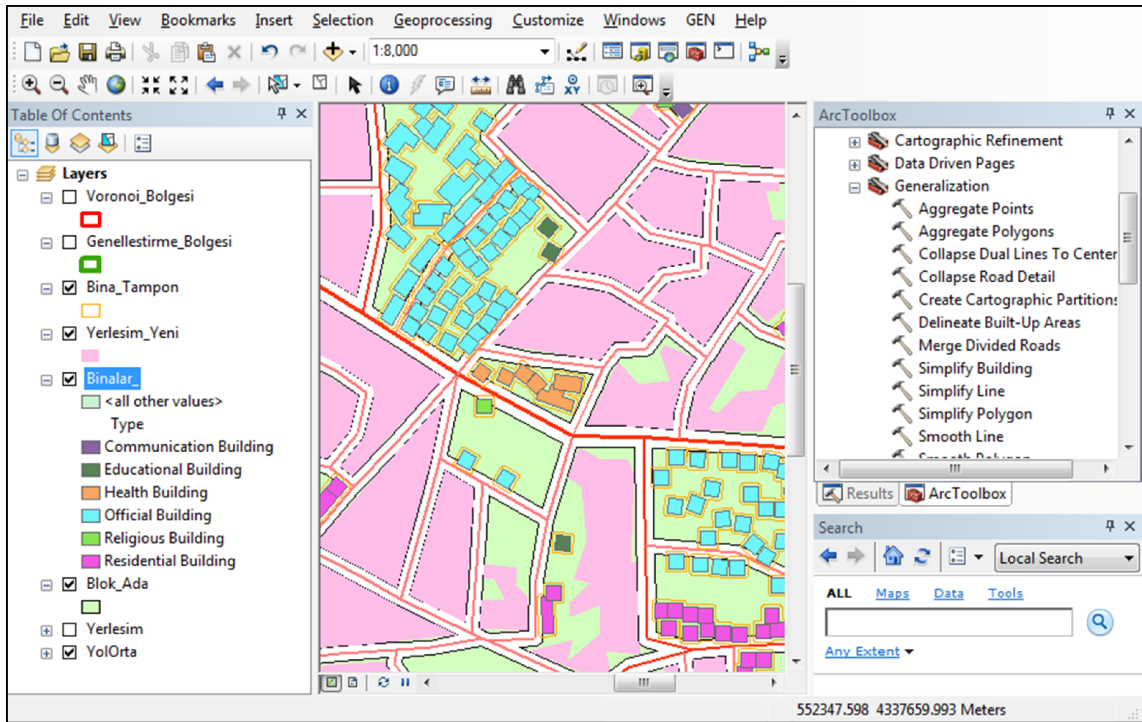
Yumuşatma işlemi nesnenin görüntü kalitesini artırmak için nesnenin geometrisi üzerinde -nokta ekleyerek, nokta silerek veya mevcut noktayı taşıyarak- küçük değişiklikler yapar [51]. Yumuşatma işlemi için iki farklı algoritma kullanılır. PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel) yönteminde yumuşatılmış eğri, yerleşim alanı köşe noktalarından geçmez. Bezier enterpolasyonu, yerleşim alanını, köşe noktalarına Bezier eğrisi uydurarak yumuşatır [52].



Şekil 3. 6 Yumuşatma algoritmaları [52]

4.1 Yazılım

Uygulama ortamı olarak ESRI firması tarafından geliştirilen ArcGIS yazılımı seçilmiştir (Şekil 4.1). Genelleştirme konusunda yetersiz olmakla beraber kendi içinde çizgi ve alan nesnelere uygulanabilecek bazı genelleştirme araçları bulundurmaktadır. Çizelge 4.1’de ArcGIS yazılımının 10.1 versiyonu itibariyle içerdiği bina ve yerleşim alanlarına ilişkin kullanılabilir genelleştirme araçları verilmiştir.



Şekil 4. 1 ArcGIS yazılımının genel görüntüsü

Çizelge 4. 1 ArcGIS'te bina ve yerleşim alanlarına ilişkin genelleştirme araçları [53]

Araç	Fonksiyonu
Poligon (Alan) Birleştirme	Belirli bir mesafedeki alan nesnelerini yeni bir alan nesnesi olarak birleştirir.
Yerleşim Alanı Oluşturma	Yol, ırmak gibi sınırlayıcı objeleri de dikkate alarak, binalardan yerleşim alanı oluşturur.
Bina Basitleştirme	Binanın genel şeklini koruyarak binayı basitleştirir.
Poligon (Alan) Basitleştirme	Alan şekilli nesnelerin genel şeklini koruyarak nesne üzerindeki gereksiz kıvrımları kaldırır.
Poligon (Alan) Yumuşatma	Estetik ve kartografik kaliteyi artırmak için alan nesnelerindeki keskin açılı köşeleri yumuşatır.

ArcGIS, harita oluşturma, coğrafi verileri bir araya getirme, bu verilerin analizi, düzenlenmesi, sorgulanması, yönetimi, görüntülenmesi ve paylaşımı gibi işlemleri yapabilen çok amaçlı bütünleşik bir CBS yazılımıdır. ArcGIS, ArcObjects isimli binlerce bileşenden oluşan bir iskelet üzerine kurulmuştur. ArcObjects, C++ diliyle yazılmış bileşen nesne modeli (Component Object Model – COM) teknolojisini kullanan bir yazılım kütüphanesidir. COM teknolojisi dilden bağımsız olarak program ve program parçacıkları (eklenti) geliştirebileceğimiz standartlar topluluğudur. Dolayısıyla ArcObjects'le platformdan bağımsız olarak programlar geliştirilebilir. ArcObjects ayrıca, arabirim tabanlı bir kütüphanedir. Bu yüzden ArcObjects'teki sınıflar doğrudan kullanılamazlar. Bir sınıfa, bu sınıf tarafından implemente edilen arabirimler aracılığıyla erişilir. Kullanıcılar ArcObjects yardımıyla ArcGIS yazılımını içinde kendi amaçlarına uygun olarak kodlar geliştirebilirler. ArcObjects kütüphanesi Visual Basic .NET, C#, C++, Delphi ve Java gibi görsel programlama dilleri ile kullanılabilir. Son yıllarda ArcGIS, açık kaynaklı, işletim sisteminden bağımsız ve birçok CBS işlemini otomatik olarak yapabilen [54], kullanımı ve öğrenmesi kolay bir betik dili olan Python'a da destek vermeye başlamıştır.

Bu çalışmada .NET platformu kullanılmıştır. Bu platform üzerinde ArcObjects yazılım geliştirme kiti (SDK) ve C# programlama dili yardımıyla ArcGIS içerisinde kullanılmak üzere BinaGEN genelleştirme eklentisi geliştirilmiştir.

Ara işlemlerin bir kısmı ArcGIS içindeki “*ArcToolbox*” araç penceresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ArcToolbox, sınıflandırılmış olarak çok sayıda CBS araçlarını içeren bir araç penceresidir. Bu araçlar kendi başına kullanılabilirdiği gibi ArcGIS’la birlikte gelen “*ModelBuilder*” uygulaması yardımıyla birden fazla aracın arka arkaya eklenmesi şeklinde sıralı olarak da kullanılabilir.

ModelBuilder, CBS işlem dizilerinden ve verilerden oluşan iş akış diyagramlarının (model) oluşturulması, düzenlemesi ve yönetimi işlemlerini gerçekleştirir. Bu modeller, birkaç CBS işleminden oluşabileceği gibi birçok coğrafi veri seti ve nesnesini içeren iteratif programlama şeklindeki karmaşık hesaplamalar ve karar verme işlemlerinden de oluşabilir. ModelBuilder, şemalar kullanan görsel bir programlama dili gibi düşünülebilir.

EK A ve EK B’de çalışmada kullanılan örnek bazı modeller verilmiştir.

4.2 Verilerin Yazılım İçine Aktarılması

Eldeki veriler MapInfo yazılımına ait tablo dosyası formatında iken, ilgili yazılım aracılığıyla ESRI shape formatına dönüştürülmüştür. Dönüştürülen veriler “.shp” uzantılı ayrı ayrı dosyalar halinde kullanılmak yerine verilerin tamamı coğrafi veri tabanı (GDB) dosyası içine aktarılmıştır. GDB formatı ArcGIS yazılımının birincil veri depolama modelidir. ArcGIS 9.2 versiyonuyla kullanılmaya başlamıştır ve aşağıdaki özelliklere sahiptir [55]:

- Kendi yapısı içerisinde farklı CBS veri yapılarına ait mekansal ve öznitelik verilerini ve veri setlerini içerebilir.
- Coğrafi verilerin etkili ve verimli bir şekilde depolanmasını sağlar.
- Farklı işletim sistemleri arasında coğrafi verilerin taşınmasını sağlar.
- Çok büyük boyutta (1 TB’ye kadar ulaşabilen) ve çok sayıda veri setlerini içerebilir.
- Depolama alanından kazanmak için verileri sıkıştırma özelliği vardır.

4.3 Bina ve Yerleşim Alanlarının Genelleştirilmesi

4.3.1 Genel Yaklaşım

Çalışmada yolların genelleştirilmesi üzerinde durulmamış, yollar için 1:25 000'lik ölçekten 1:50 000 ölçeğe yarı otomatik genelleştirilme yoluyla dönüştürülmüş mevcut yol verileri kullanılmıştır. Yollar, türlerine göre, sadece sınırlayıcı alan olan blokların (adaların) oluşturulmasında kullanılmıştır. Yollara göre blok oluşturma işlemi Ruas [56], Bildirici [39] ve Regnaud [57] tarafından önerilmektedir. Bu yaklaşım, bağlamsal genelleştirme fikrine uygun olmakla beraber, blok içindeki binaların mekânsal yapılarılarının farklı olmasından dolayı, blok içerisinde hangi genelleştirme işleminin uygulanacağına karar vermek güçtür (Şekil 4.2).

Uygulama, üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Önce tek binalara ilişkin genelleştirme işlemleri uygulanmış, daha sonra yerleşim alanı ve binalar arasındaki yakınlık ilişkisi incelenerek gerekli genelleştirme işlemleri gerçekleştirilmiş ve son olarak binaların bağlamsal genelleştirilmesi üzerinde durulmuş ve bunlardan bir kısmı gerçekleştirilmiştir.

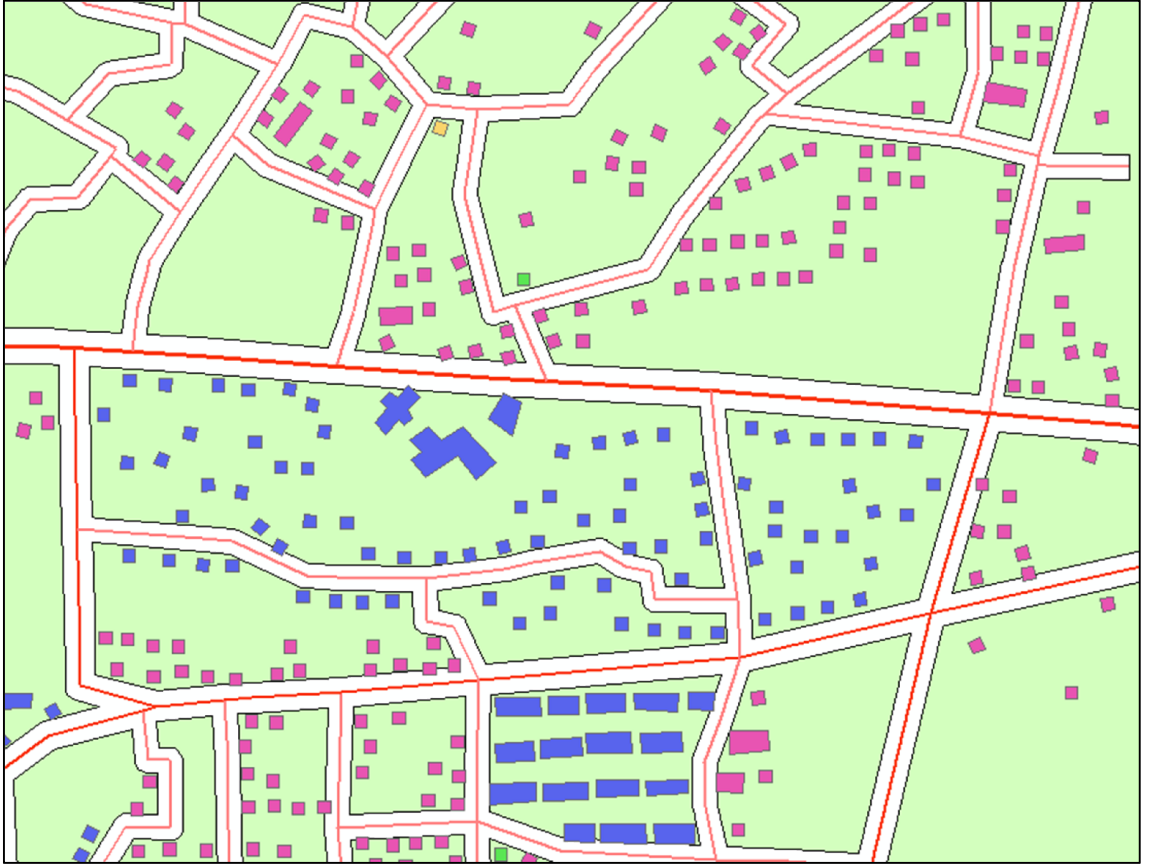
Yollara göre blokların oluşturulmasından sonra tek binalara ilişkin genelleştirme işlemleri için hedef ölçekteki nesnelere grafik limitlerinden kaynaklanan kartografik kısıtlamalar analiz edilmiştir. Binalar, minimum kenar uzunluğunu sağlayacak şekilde büyütülmüş ve minimum granülerlik değerini sağlaması için basitleştirilmiştir.

Binalara tampon alan uygulanarak birbirine minimum ayırım mesafesinden daha yakın olan binalar kümelenmiş, yerleşim alanlarına yakın olan kümelerdeki binalar yerleşim alanlarıyla birleştirilmiştir.

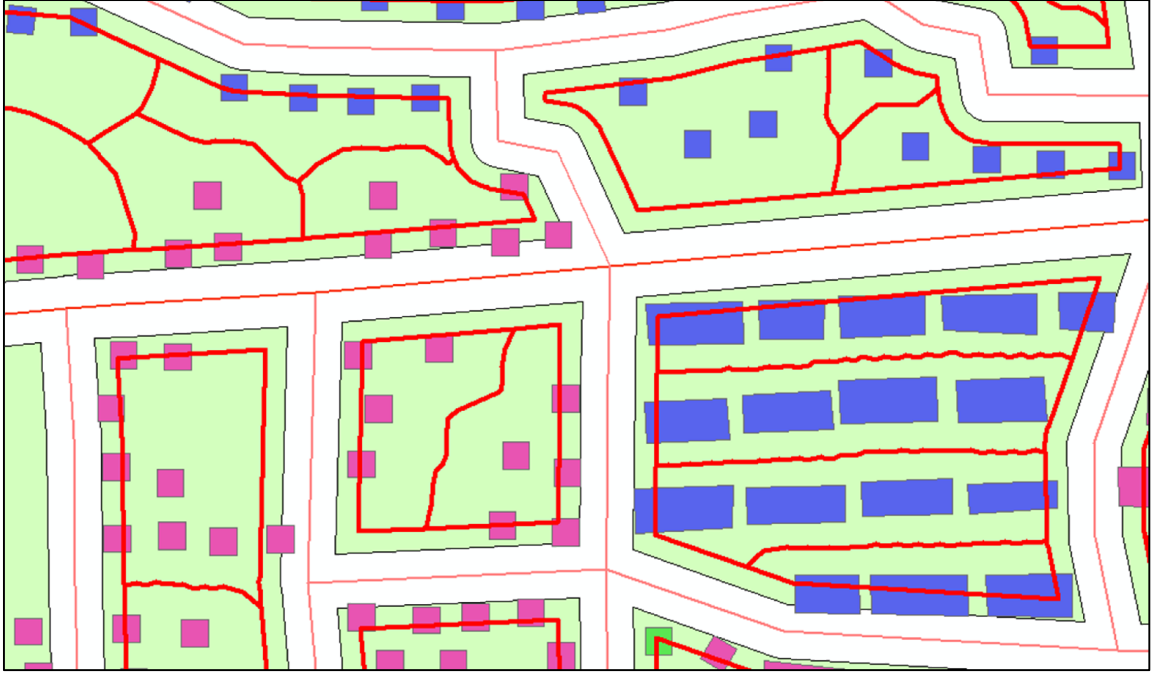
Binaların çok yoğun olarak bulunduğu bloklar tamamen yerleşim alanı olarak kaydedilmiştir.

Bloklara ayrılarak çalışma alanının parçalara ayrılmasından sonra, blok içerisinde karar verme mekanizmasını kolaylaştırmak için, bloklar, binaların bağlamsal genelleştirilmesi aşamasında Voronoi çokgenleri yardımıyla alt birimlere ayrıştırılmıştır. Her kümedeki binalar ile kesişen Voronoi çokgenleri birleştirilerek Voronoi Bölgeleri oluşturulmuştur (Şekil 4.3).

Harita üzerinde, nesnelerin en fazla 0.5 mm (1:50 000 ölçeğinde 25 m) yer değiştirebileceği düşünülerek binalara 25 m tampon alan oluşturulmuş ve bu tampon alanlardan aynı kümedeki binalara ait olanlar birleştirilmiştir. Birleşmiş tampon alanlar -minimum bina-yol mesafesi olan 0.2 mm de dikkate alınarak- bloklara göre kırılmıştır. Voronoi bölgesi ile tampon alanın kesişimiyle oluşan alan, genelleştirme bölgesi olarak belirlenmiştir. Bu şekilde muhtemel bir öteleme durumunda binaların hareket edebileceği alan sınırları tespit edilmiş ve problem genelleştirme bölgesi içinde hangi bağlamsal genelleştirme işleminin uygulanacağını tespitine indirgenmiştir. Genelleştirme bölgesi içinde uygulanacak bağlamsal genelleştirme türü tespit edilmiş ve bunlardan dinamik olarak hesaplanan bölge yoğunluğuna bağlı olarak tipikleştirme ve eleme algoritması uygulanmıştır. Şekil 4.5’de bu çalışmada uygulanan işlem adımları şematik olarak gösterilmektedir.

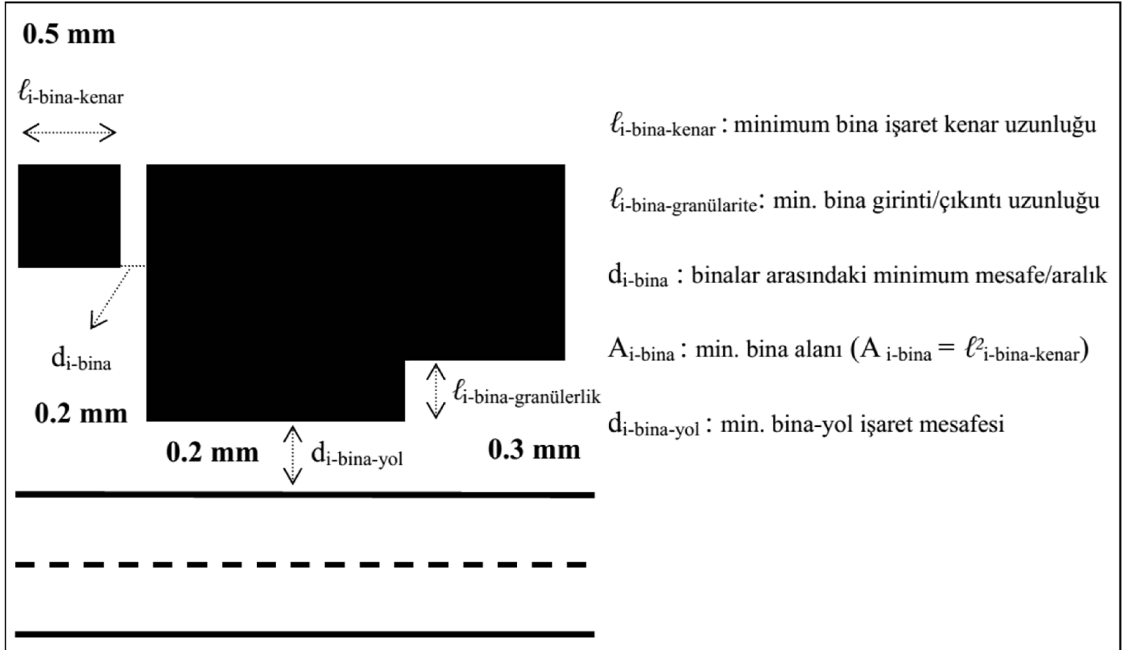


Şekil 4. 2 Farklı bloklardaki binaların farklı mekansal yapıları

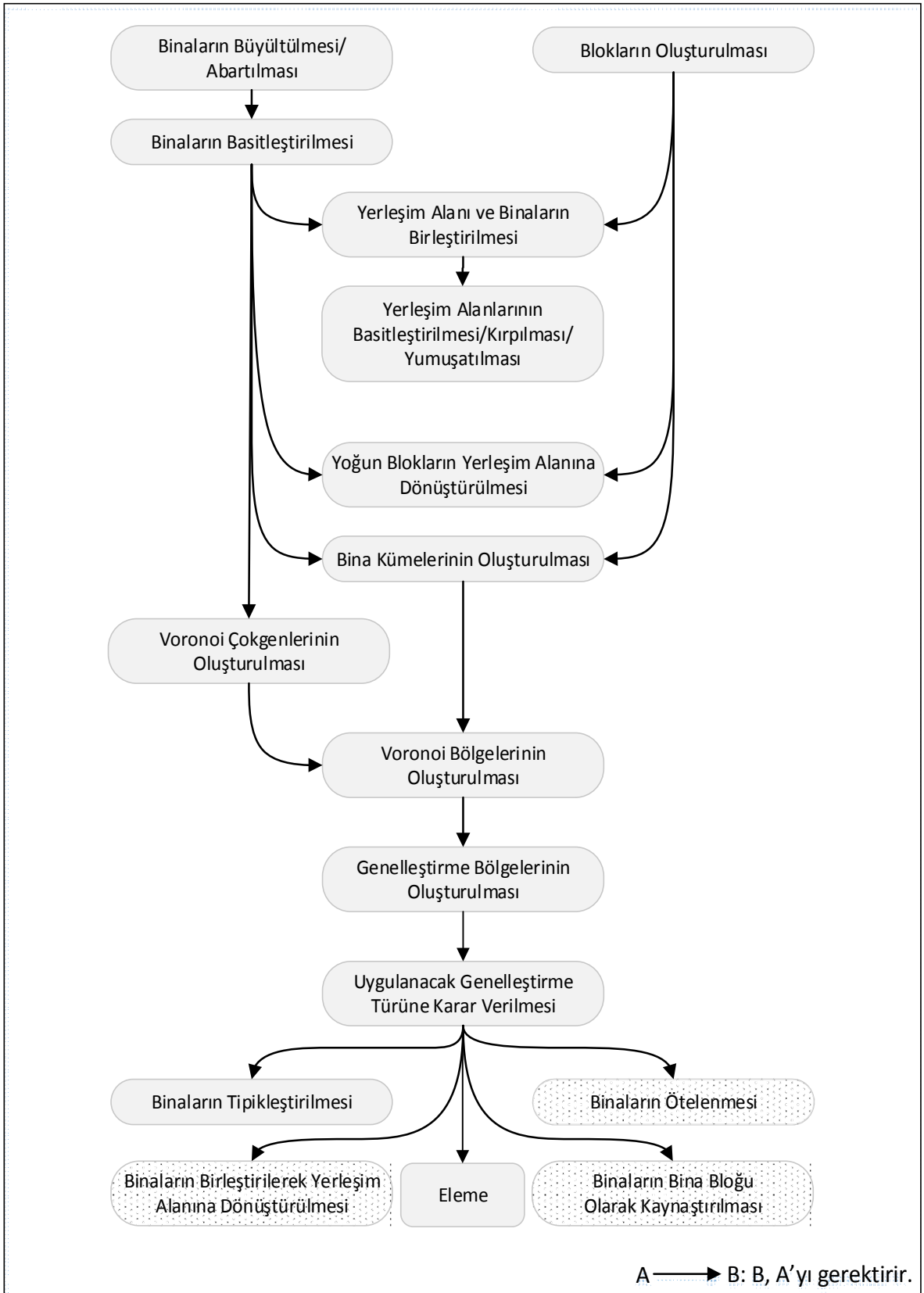


Şekil 4. 3 Voronoi bölgeleri

Genelleştirme işlemleri uygulanırken binalar için gerekli olan grafik limitlere dikkat edilmiştir. Grafik limitler, ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Ülkemize ait grafik limitler Şekil 4.4'te, ölçek bazında karşılık geldiği değerler ise Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 4 Ülkemizde binalara ilişkin grafik limitler [6]



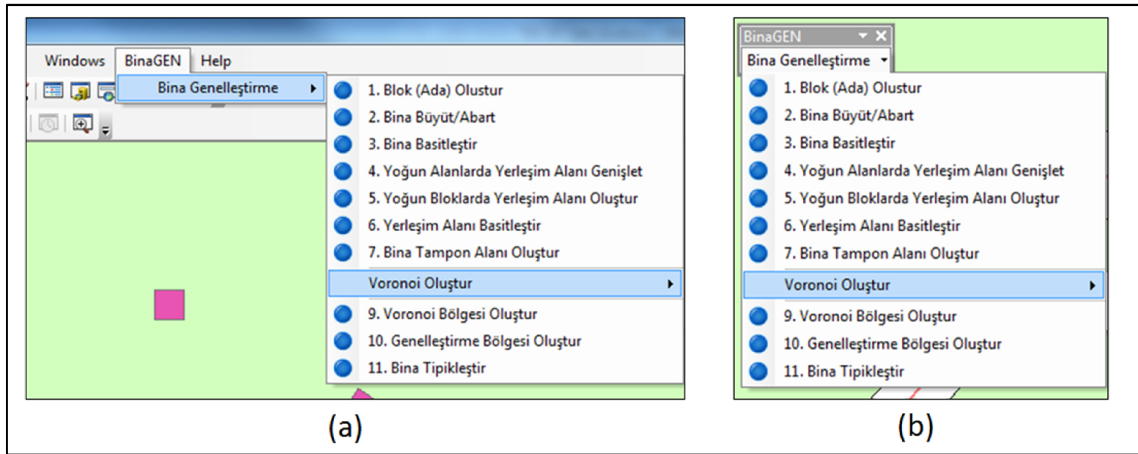
Şekil 4. 5 Bina ve yerleşim alanı genelleştirme için genel iş-akış diyagramı (Taralı alan içerisindeki işlemler bu çalışmada gerçekleştirilmemiştir)

Çizelge 4. 2 Grafik limitlerin ölçek bazında karşılık geldiği değerler [6]

Büyükük	Ölçek	1:25 000	1:50 000	1:100 000
$\ell_{i-bina-kenar}$ (m)		12.5	25	50
$\ell_{i-bina-granülarite}$ (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

4.3.2 Genelleştirme Eklentisinin Oluşturulması

Binaların otomatik genelleştirilmesi için .NET ortamında C# programlama dili kullanılarak ArcGIS için BinaGEN isminde genelleştirme eklentisi oluşturulmuştur (Şekil 4.6). Bu eklenti yardımıyla binaların ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesi otomatik olarak yapılmaktadır.



Şekil 4. 6 BinaGEN eklentisine ait (a) menü ve (b) araç kutusu

4.3.3 Binaların Büyütülmesi

1:25 000 ölçekten 1:50 000 ölçeğine geçerken bina boyutlarının grafik limitler içerisinde kalması için büyütülmesi gerekmektedir. Binaların büyütülmesi işleminde *Algoritma 1* (sf. 15) kullanılmıştır. Binalar arasındaki oranların korunması için büyük

alanlı binaların da büyütülmesi gerekmektedir. Küçük binalardaki değişimin diğer binalara da aktarılması ve en büyük binanın büyüklüğünün değiştirilmemesi gerekir [57]. Fakat büyültme işlemi alansal büyüklüklerde karesel değişime neden olduğundan büyük binalar aynı oranda büyütülmez. 1:25 000 ölçekli haritada gösterilebilecek en küçük alanlı binanın alanı $(0.5\text{mm} \times 25000) \times (0.5\text{mm} \times 25000) = 156.25 \text{ m}^2$ 'dir. 1:50 000 ölçekte bu değer 625 m^2 'dir.

Kare bina dışındaki binaların büyütülmesinde aşağıdaki yöntem izlenmiştir:

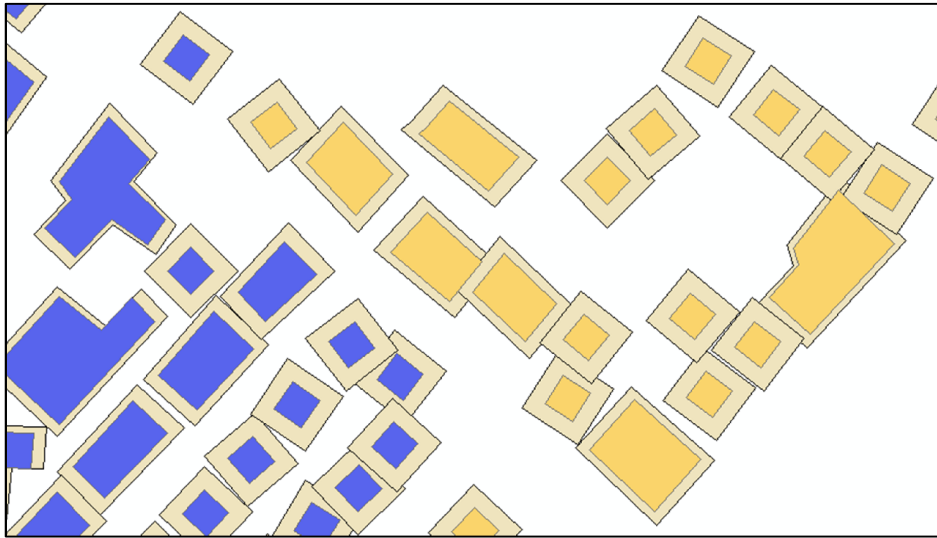
m : büyültme (ölçekleme) oranı,

A_{b_b} : alan (m^2),

ΔA : alansal artım miktarı (burada bu değer $625 \text{ m}^2 - 156.25 \text{ m}^2 = 468,75 \text{ m}^2$ 'dir) olmak üzere,

$$m = \sqrt{(A_{b_b} + \Delta A) / A_{b_b}} \quad (4.1)$$

eşitliği ile m değeri bulunur. x ve y eksen yönünde bina m kadar ölçeklenerek büyütülür.



Şekil 4. 7 Büyütülmüş binalar

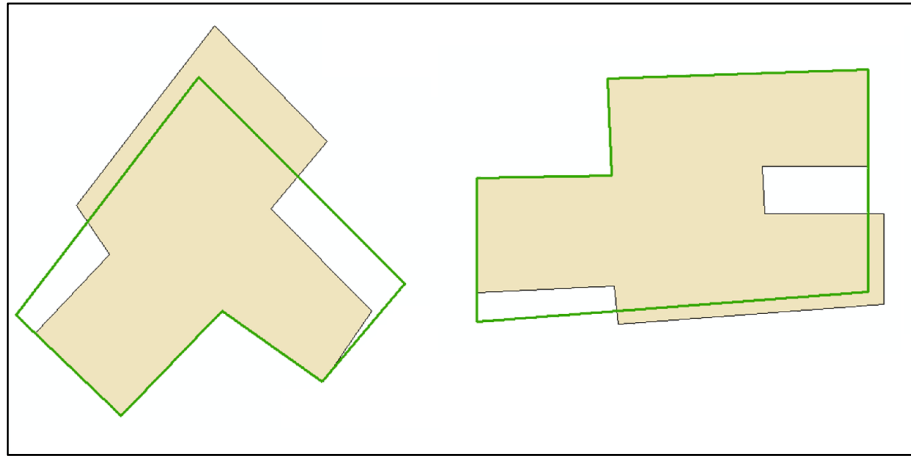
ArcObjects'te nesnelere ölçeklemek için "*ITransform2D*" arabirimindeki "*Scale()*" metodu kullanılır. "*Scale()*" metodu kullanımı aşağıdaki gibidir:

Scale(IPoint orijin, double sx, double sy)

“orijin” ile belirtilen noktaya göre, x eksen yönünde “sx”, y eksen yönünde “sy” kadar nesneyi ölçekler. Eğer ölçekleme tek eksen yönünde yapılacaksa, diğer eksen için katsayı değeri “1” girilir.

4.3.4 Binaların Basitleştirilmesi

Binaların basitleştirilmesi, binaların genel şekli ve ölçüleri korunurken bina kenarındaki ayrıntıların azaltılması anlamına gelir. Basitleştirme tolerans değeri 1:50 000 ölçekte minimum granülerlik değeri olan 0.3 mm’ye karşılık gelen 15 m olarak verilmiştir.



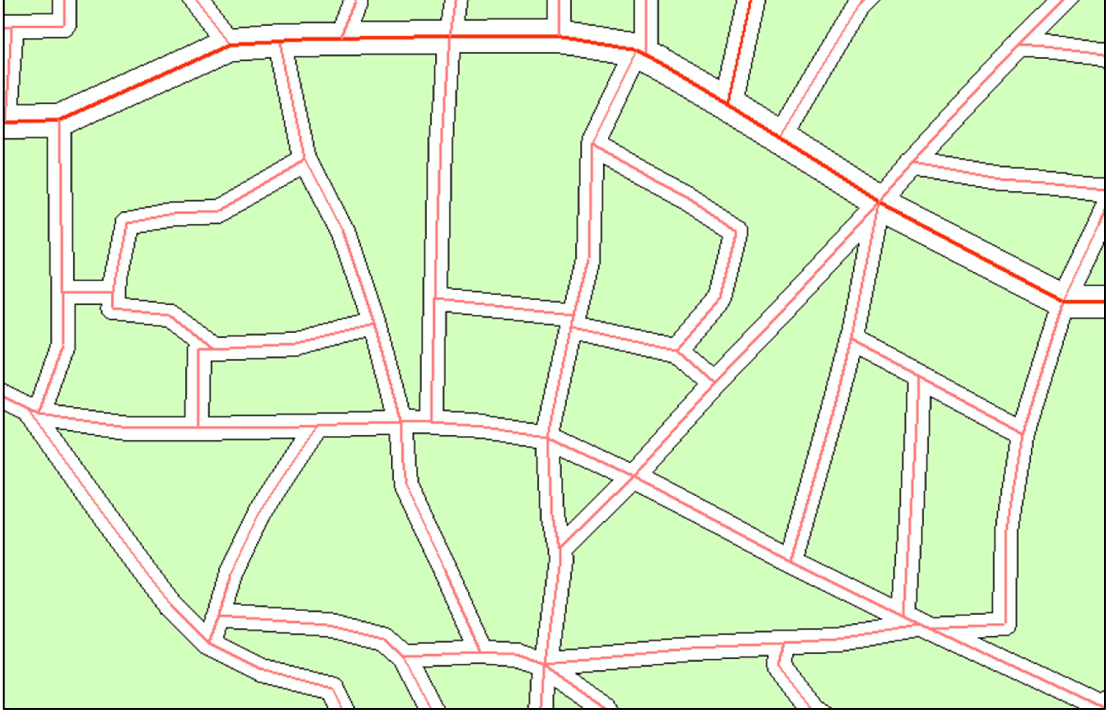
Şekil 4. 8 Basitleştirilmiş binalar

ArcGIS’te bina basitleştirmesi “ArcToolbox\Cartography\Generalization” klasöründeki “Simplify Building” aracı yardımıyla tolerans değeri girilerek yapılır. ArcObjects’te bu işlem “ESRI.ArcGIS.CartographyTools” isim uzayındaki “SimplifyBuilding” sınıfı kullanılarak gerçekleştirilir.

4.3.5 Blokların Oluşturulması

Genelleştirme işlemini kolaylaştırmak ve problemi parçalara bölmek için harita alanı bloklara ayrılmıştır. Bloklar genelleştirme işleminin küçük alanlar içinde gerçekleştirilmesini ve hangi genelleştirme işleminin kullanılacağıyla ilgili düzgün karar verilmesini sağlar. HGK yönergesindeki yol genişlikleri dikkate alınarak [58], yol çevresinde yönergede belirtilen değerin yarısı büyüklüğünde tampon alanlar oluşturulmuş ve bu alanlar birleştirilmiştir. Daha sonra tüm yol nesnesinin sınırlayıcı

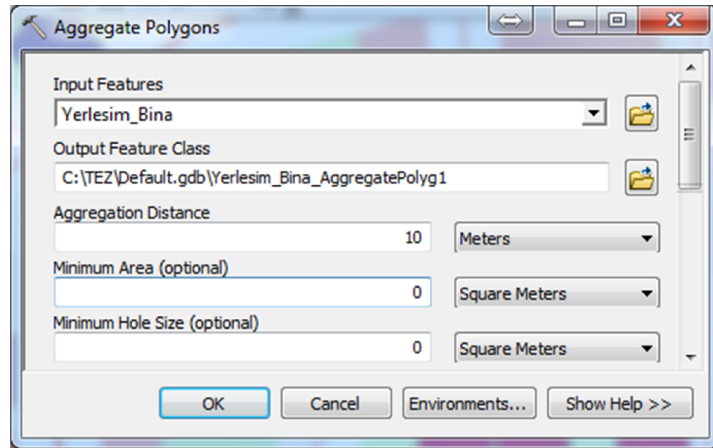
dörtgeni elde edilmiş ve bu dörtgen, tampon alanlara göre parçalanarak bloklar oluşturulmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4. 9 Yol tampon alanlarına göre oluşturulmuş bloklar

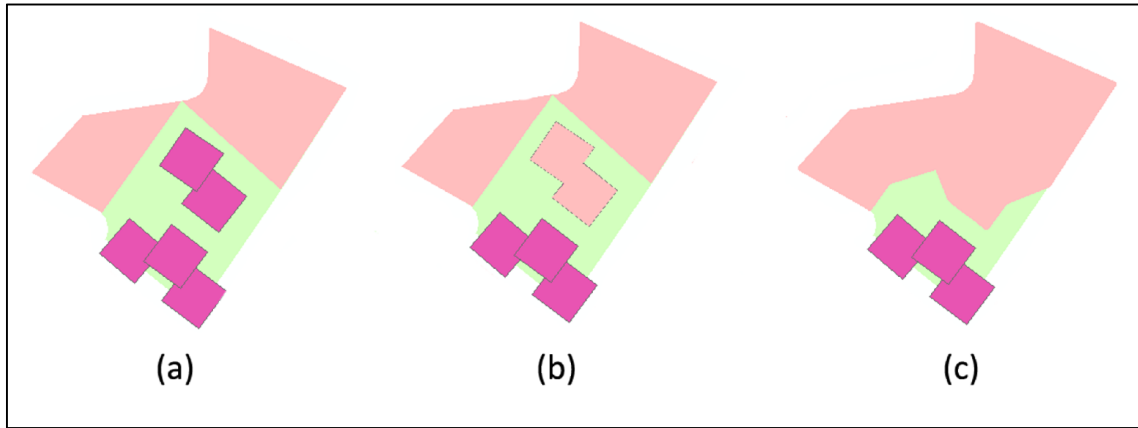
4.3.6 Yerleşim Alanları ve Binaların Birleştirilmesi

Bu işlem için ilk olarak “ArcToolbox\Cartography Tools\ Generalization” klasöründe bulunan ve poligon (alan) nesnelerini birleştiren “Aggregate Polygons” aracı kullanılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4. 10 Aggregate Polygons araç penceresi

Bu araç kullanılmadan önce yerleşim alanlarının içinde bulunduğu bloklar içerisinde, yerleşim alanına yakın olan binalar seçilmiş ve “Merge” aracıyla tek tabaka haline getirilmiştir. Elde edilen bu tabaka için “Aggregate Polygons” penceresinde birleştirme mesafesi olarak, 1:50 000 ölçekte minimum ayırım mesafesi değeri 0.2mm’ye karşılık gelen 10 m girilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda yerleşim alanı ve binaların birçok alanda beklenildiği gibi birleştirilmediği görülmüştür (Şekil 4.11).



Şekil 4. 11 Aggregate Polygons aracı kullanılarak elde edilen sonuç (a) orijinal yerleşim alanı (b) elde edilen sonuç (c) beklenen yaklaşık sonuç

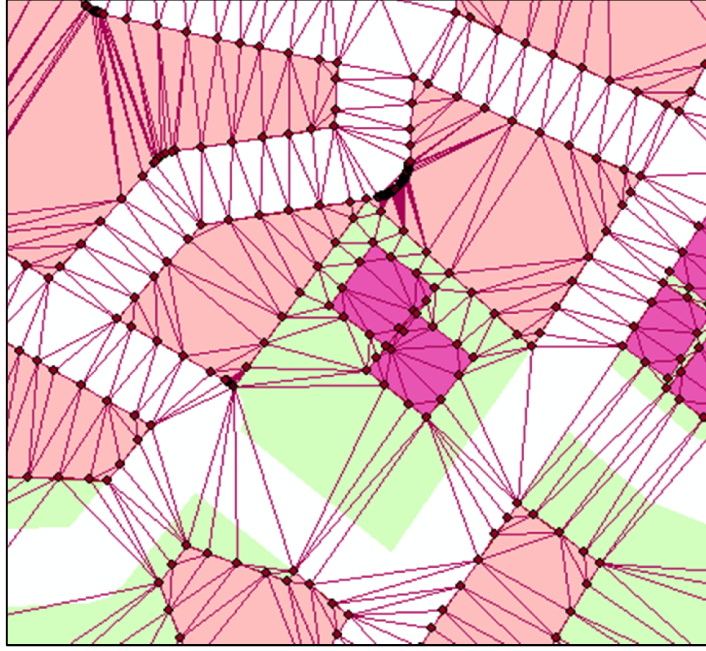
Farklı sonuçları görmek için tolerans değeri olarak 15,20,... gibi farklı değerler verildiği durumda, kısmen mantıklı sonuçlar üretilmekle beraber minimum ayırım mesafesini sağlayan binaların da yerleşim alanı içine alındığı görülmüştür.

Bu problemi çözmek için öncelikle yine içerisinde yerleşim alanı bulunan bloklardaki yerleşim alanına yakın binalar ile yerleşim alanları tek bir tabakaya alınmış ve elde edilen alansal nesnelere bloklara göre kırılmıştır. Yeni oluşan nesne kümesinin kenarları üzerinde 10 m aralıklarla oluşturulan noktalar ile nesnelere köşe noktalarından tek bir nokta kümesi oluşturulmuştur (Şekil 4.12).

Bu nokta kümesinden “Create TIN” aracıyla TIN (Triangulated Irregular Network – Üçgenlenmiş Düzensiz Ağ) oluşturulmuştur (Şekil 4.13).

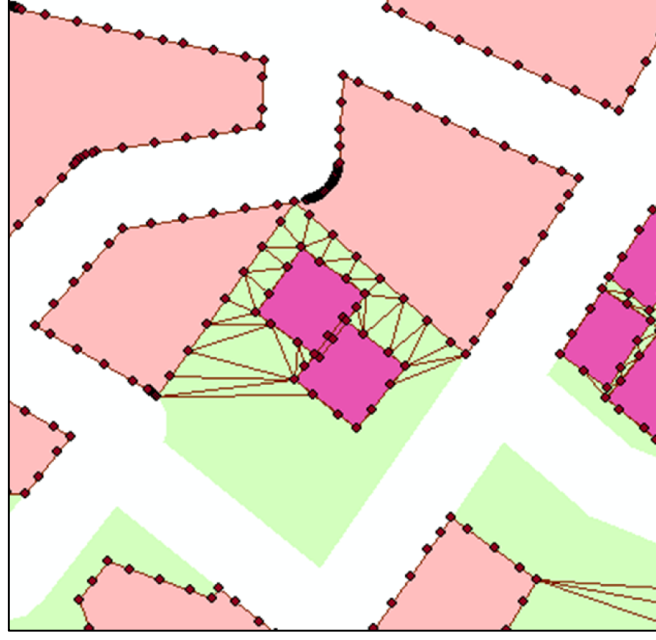


Şekil 4. 12 Yerleşim alanı ve bina kenarları üzerinde oluşturulan noktalar



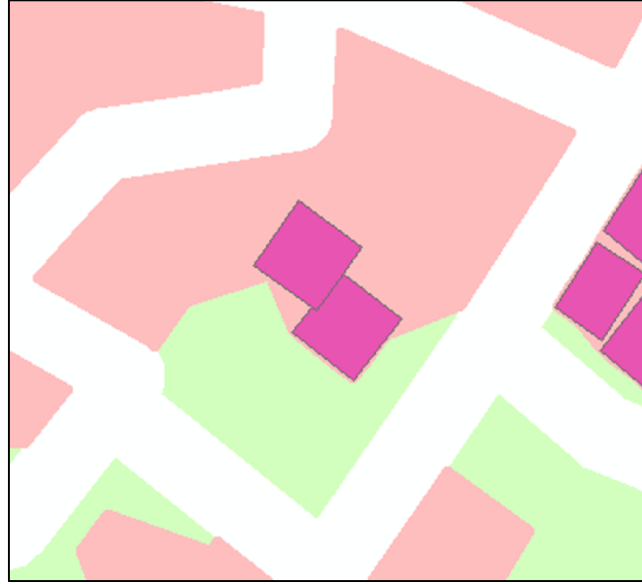
Şekil 4. 13 Oluşturtulan üçgen ağı (TIN)

ArcGIS içerisinde TIN oluşturma işlemi yükseklik değerlerine de ihtiyaç duyduğundan yükseklik değeri için öncelikle nokta kümesinin öznelik tablosunda yeni bir alan (field) oluşturulmuş ve nesne numaraları bu alana atanarak sanal bir yükseklik değeri elde edilmiştir. Bu işlemten sonra aynı blok içerisindeki yerleşim alanı ve binaları birbirine bağlayan kenarlar dışındaki üçgen kenarları temizlenmiştir (Şekil 4.14).



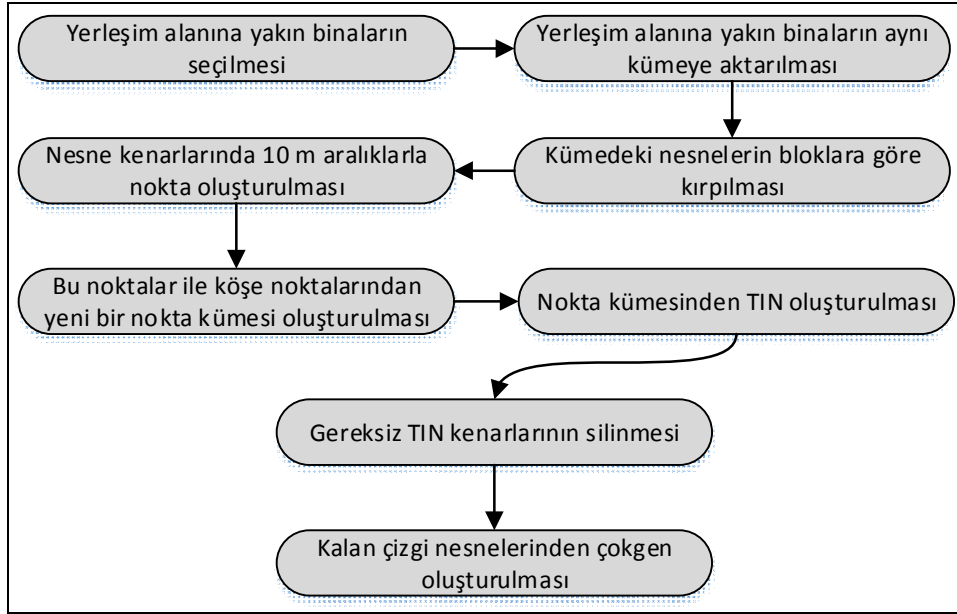
Şekil 4. 14 Temizlenmiş üçgen kenarları sonrası TIN görüntüsü

Daha sonra yerleşim alanları ve bu alanlara minimum ayırım mesafesinden daha yakın olan binaları içeren nesne seti oluşturulmuştur. Bu nesnelere 10 m'lik tampon alan uygulanır ve tümüyle bu alan içinde yer almayan üçgen kenarları silindikten sonra kalan ve kapalı şekil oluşturan çizgilerden çokgen elde edilerek yerleşim alanı ve bina birleştirme işlemi tamamlanmıştır (Şekil 4.15). Son olarak yerleşim alanı içine dahil edilen binalar, bina kümesinden silinmiştir.



Şekil 4. 15 Yerleşim alanı ve binaların birleştirilmesi

Yerleşim alanı ve binaların birleştirilmesinde izlenen yol Şekil (4.16)'de adım adım gösterilmiştir.



Şekil 4. 16 Yerleşim alanı ve bina birleştirme işlem adımları

4.3.7 Yerleşim Alanlarının Basitleştirilmesi ve Bloklara Göre Kırılması

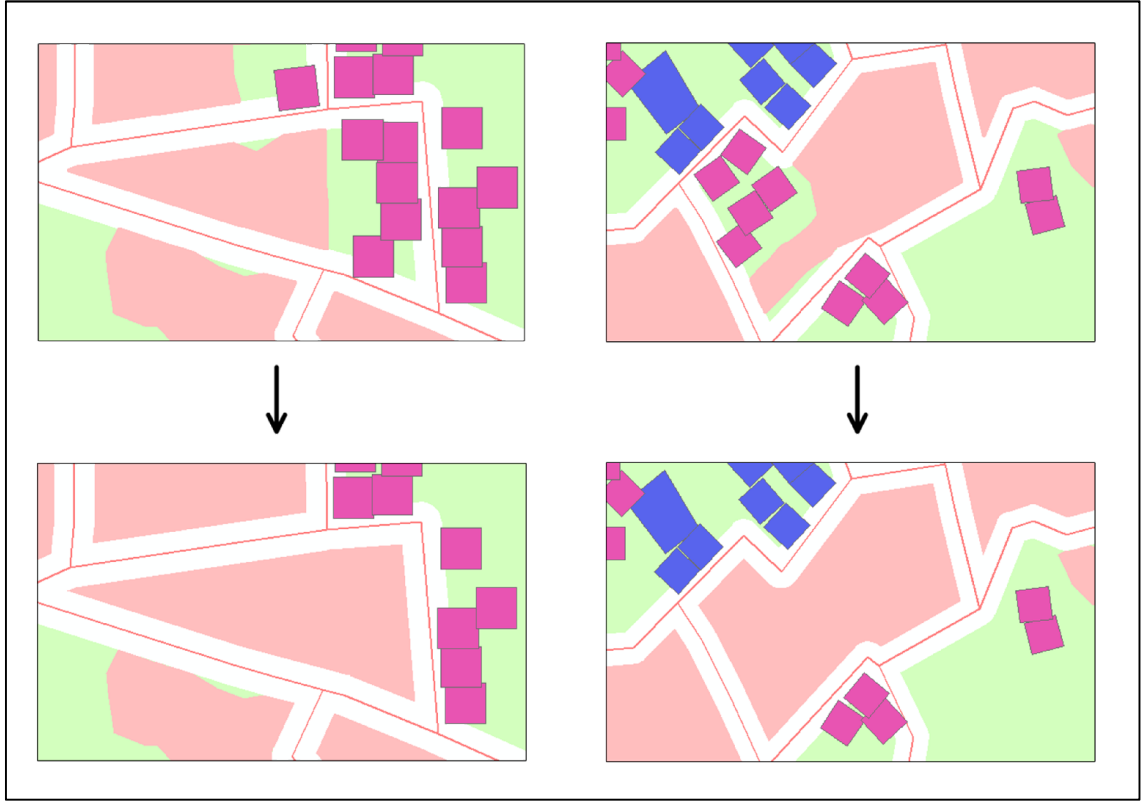
Yerleşim alanı ve binalar birleştirildikten sonra elde edilen yeni yerleşim alanı nesnelere minimum granülerlik değerinin altında kalmaması için tolerans değeri olarak 15 m (1: 50 000 ölçeğe 0.3 mm) olacak şekilde *Algoritma 6'*ya (sf. 20) göre basitleştirilmiştir. Daha sonra bloklara göre kırılmış ve yumuşatılmıştır. Yerleşim alanının yumuşatılması sonrası blok dışına çıkabilecek kısımları tekrar kırılmalıdır.

4.3.8 Yoğun Blokların Yerleşim Alanına Dönüştürülmesi

Yerleşim alanı ve binaların çok yoğun olduğu bloklar, bu bloklarda genelleştirme işlemi zor olacağından, bütün olarak yerleşim alanına dönüştürülür. Bunun için blok içerisindeki yerleşim alanlarının ve binaların toplam alanı blok alanına oranlanarak bloğun yoğunluğu hesaplanır. Elde edilen sonuç, deneysel olarak belirlenen %85'i geçiyorsa bu bloklar yerleşim alanına dönüştürülür (Şekil 4.17).

Blok yerleşim alanına dönüştürüldükten sonra yerleşim alanına eklenen binalar, bina kümesinden çıkarılır. Eğer blok içinde konut olmayan binalar varsa bunlar korunmalıdır.

Sanayi ve ticaret binalarının ya da resmi binaların blok içindeki çok sık olması durumunda blok -resmi bina bloğu gibi- ilgili bina türü alanına dönüştürülebilir.

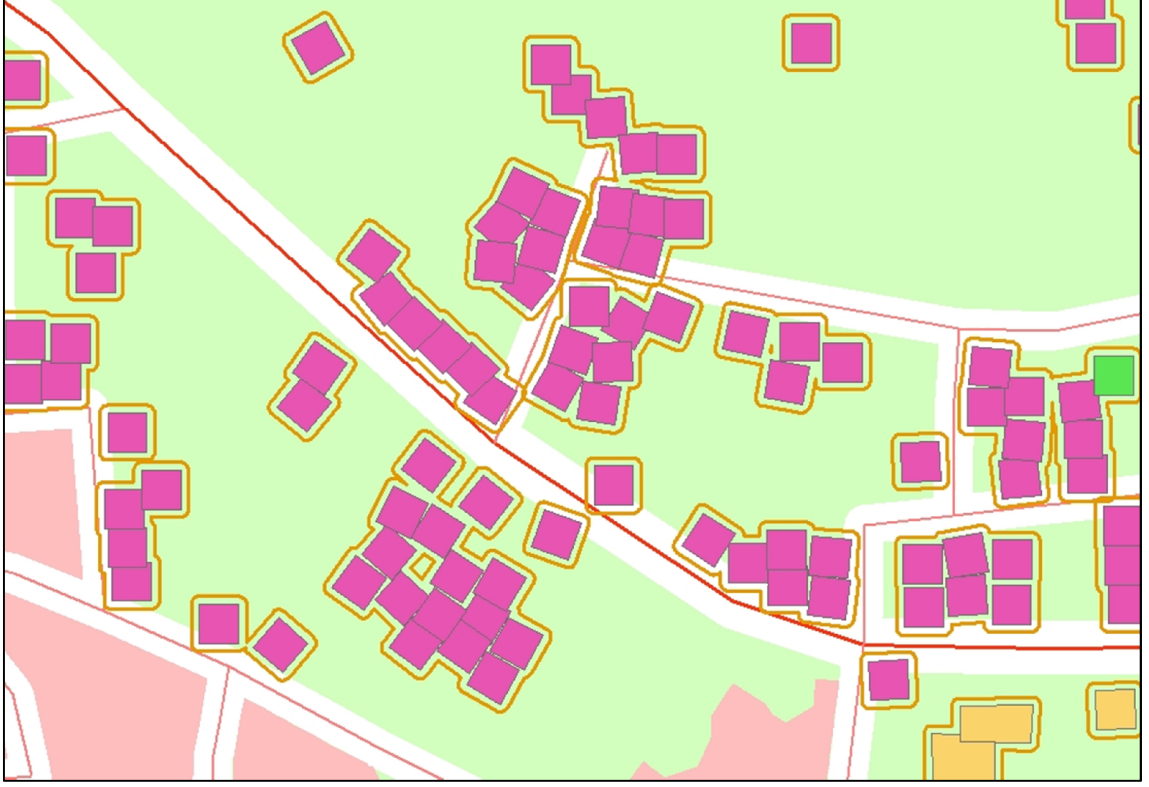


Şekil 4.17 Yoğun blokların yerleşim alanına dönüştürülmesi

4.3.9 Tampon Alan Yöntemiyle Bina Kümelerinin Oluşturulması

Tampon alan hedef ölçekte birbiriyle uyumsuzluk gösterecek binaları gruplamak için kullanılmıştır. Algoritma 4 (sf. 18) ile minimum ayırım mesafesinin yarısı kadar (1:50 000 ölçeğinde 5 m) binalara tampon alan oluşturulur. Kesişen tampon alanlar, ilgili binaların, minimum ayırım mesafesini karşılamadıklarını gösterir. Birbiriyle kesişen tampon alanlar birleştirilerek bina kümeleri oluşturulur (Şekil 4.18). Binalar arasındaki uyumsuzluklar bu küme içerisinde çözülmeye çalışılır.

Bazı durumlarda farklı bloklardaki tampon alanların birleşmesi problemiyle karşılaşılır. Bu yüzden kümeleme yapılırken blok tabanlı çalışılmalıdır.

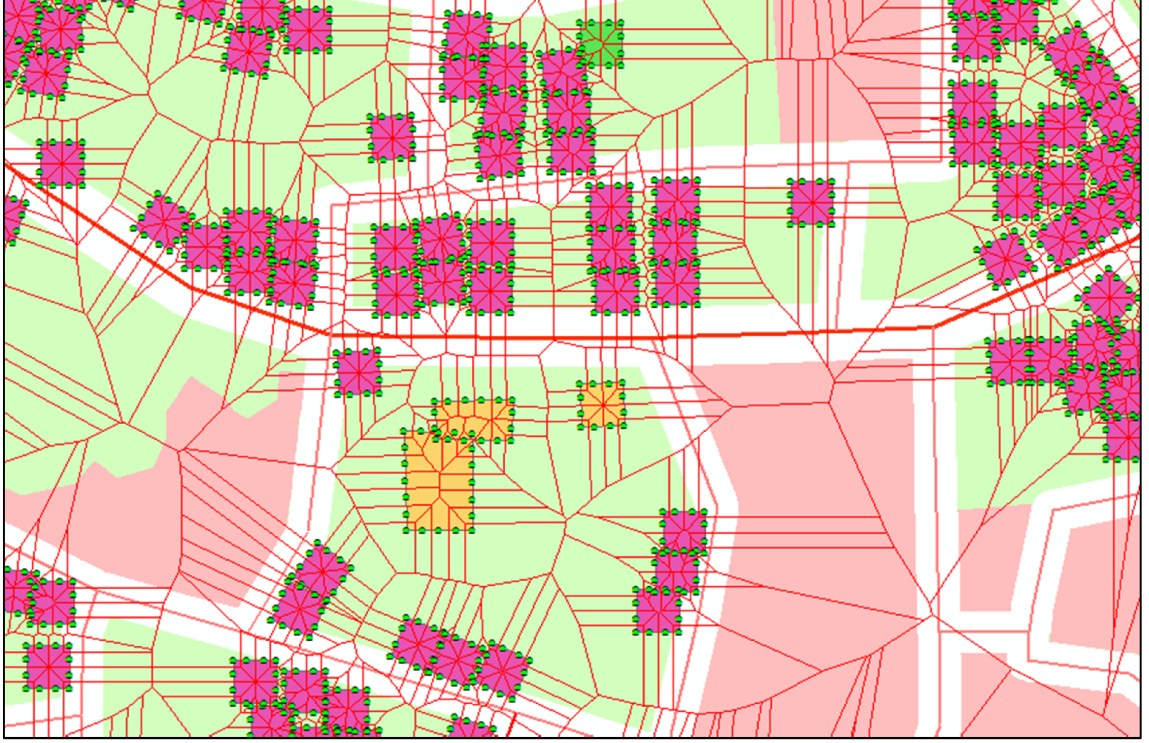


Şekil 4. 18 Tampon alanlar ve bina kümeleri

4.3.10 Voronoi Çokgenlerinin Oluşturulması

Tampon alanlar blok tabanlı oluşturulmuş olsalar da blok içerisinde hangi genelleştirme işleminin uygulanacağına karar vermek güçtür. Problemi daha da küçültmek için bağlamsal genelleştirmede karar verme işlemini kolaylaştıran Voronoi bölgeleri kullanılmıştır.

Voronoi bölgelerini oluşturmak için ilk olarak Voronoi çokgenleri oluşturulur. Voronoi çokgenleri için binalar üzerinde yeterli miktarda nokta oluşturmak gerekmektedir. Noktaların yetersiz olması durumunda, daha sonra oluşturulacak olan Voronoi bölgesi kenarları binaların ortasından geçmeyebilir. Fazla sayıda nokta olması ise işlem hızını yavaşlatacaktır. Bu iki durum göz önüne alınarak bina köşelerinden elde edilen noktalarla bina kenarlarından 10 m aralıklarla elde edilen noktalar birleştirilerek nokta kümesi oluşturulmuştur. Ardından bu nokta kümesi ile Voronoi çokgenleri oluşturulmuştur (Şekil 4.19).



Şekil 4. 19 Voronoi çokgenleri

ArcGIS'te Voronoi çokgenleri "*ArcToolBox\Analysis Tools\Proximity*" klasöründeki "*Create Thiessen Polygons*" aracıyla oluşturulabilir. ArcObjects'te ise "*ESRI.ArcGIS.AnalysisTools*" isim uzayındaki "*CreateThiessenPolygons*" sınıfı kullanılır.

4.3.11 Voronoi Bölgelerinin Oluşturulması

Daha önceki başlıkta bahsedildiği gibi blok içerisindeki karar verme işlemini daha da kolaylaştırmak için aşağıdaki işlem adımları ile Voronoi bölgeleri oluşturulur.

- İlk olarak Voronoi çokgenleri bloklara göre kırılır (Şekil 4.20a).
- Binaların içindeki, binalara ve yerleşim alanlarına temas eden çizgiler temizlenir.
- Bloklara -10 m değerinde tampon alan oluşturulup, Voronoi çizgileri bu tampona göre kırılır.
- Kalan Voronoi çizgileri poligona dönüştürülür. Oluşan poligon Voronoi bölgesidir (Şekil 4.20b).



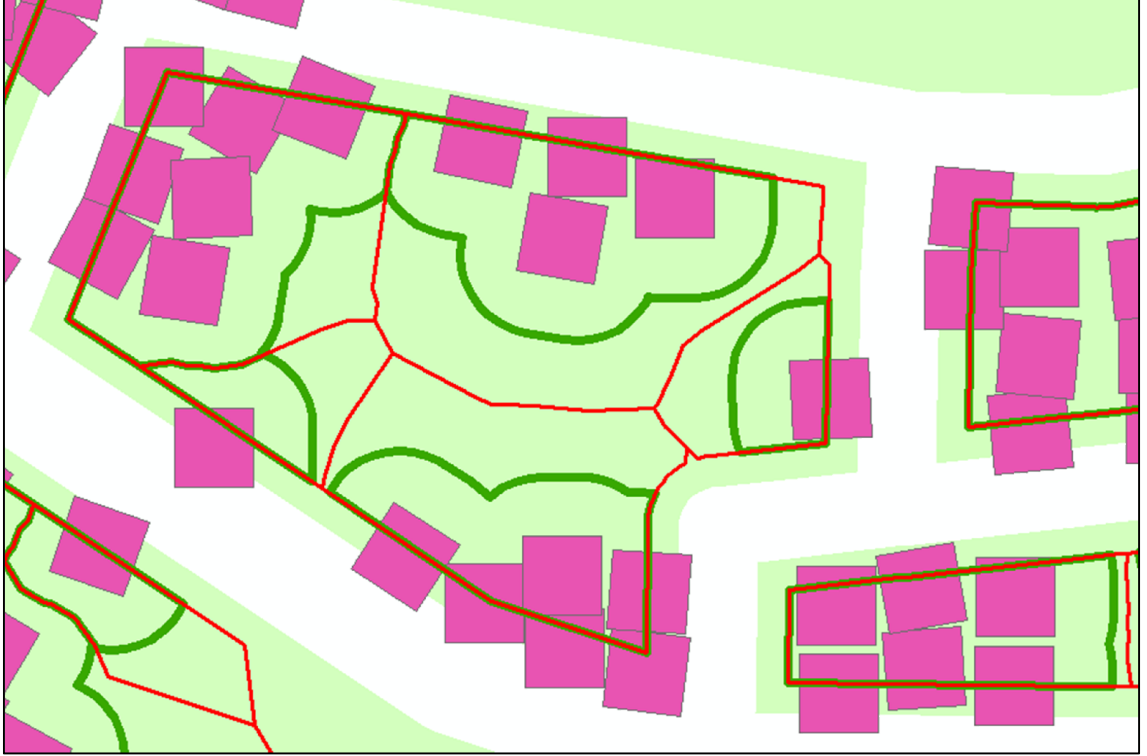
Şekil 4. 20 (a) Kırpılmış Voronoi çokgenleri (b) Temizleme ve düzenleme sonrası
Voronoi bölgesi

4.3.12 Genelleştirme Bölgelerinin Oluşturulması

Genelleştirme bölgesi orta ölçekte büyük ölçekten küçük ölçeğe geçerken nesnelerin maksimum hareket mesafesi olan 0.5 mm değerine göre hareket alanını ifade eder. Öteleme işlemiyle daha çok ilgilidir. Özellikle öteleme yapılırken nesneler arasındaki uyumsuzluklar genelleştirme bölgesi içinde çözülmeye çalışılır. Genelleştirme bölgesi, Voronoi bölgesi oluşturulduktan sonra oluşturulur.

Genelleştirme bölgesi oluşturulurken aşağıdaki adımlar izlenir:

- Binalara, -1:50 000 ölçeğinde maksimum hareket mesafesi olan 0.5 mm'ye karşılık gelen- 25 m tampon alan uygulanır.
- Elde edilen tampon bölge ile Voronoi çokgeninin kesişimi yeni bir tabakaya alınır. Bu kesişim alanı genelleştirme bölgesini oluşturur (Şekil 4.21).



Şekil 4. 21 Genelleştirme bölgesi

4.3.13 Uygulanacak Genelleştirme Türüne Karar Verilmesi

Genelleştirme bölgelerini oluşturduktan sonraki problem, bölge içerisinde uygulanacak uygun genelleştirme türünü tespit etmektir. Genel bir yaklaşım olarak öncelikle genelleştirme bölgesi içinde 'öteleme' işleminin uygulanıp uygulanmadığı kontrol edilir. Ötelemenin uygulanmadığı yoğun alanlarda iteratif olarak tipikleştirme işlemi uygulanır. Bölge yoğunluğu öteleme işlemine elverişli bir değere indirildiğinde tipikleştirme sonlandırılıp kalan binalara 'öteleme' işlemi uygulanmalıdır.

Genelleştirme türünün belirlenmesinde kullanılacak değerler ve eşitlikler aşağıdaki gibidir. Her genelleştirme bölgesi için ayrı ayrı hesaplanır:

1. Yoğunluk (d_{gb_5m}): Uygun genelleştirme türüne karar verilmesinde ana etken genelleştirme bölgesi yoğunluğudur. Yoğunluk, binalara uygulanan minimum ayırım mesafesinin yarısı değerindeki (1:50 000 ölçekte 5 m) tampon alanları toplamının (A_{t_5m}), bloklardan 5 m içeri kırılmış genelleştirme bölgesi alanına (a_{gb_5m}) oranlanmasıyla elde edilir.

$$A_{t_5m} = \sum a_{t_5m} \quad (4.2)$$

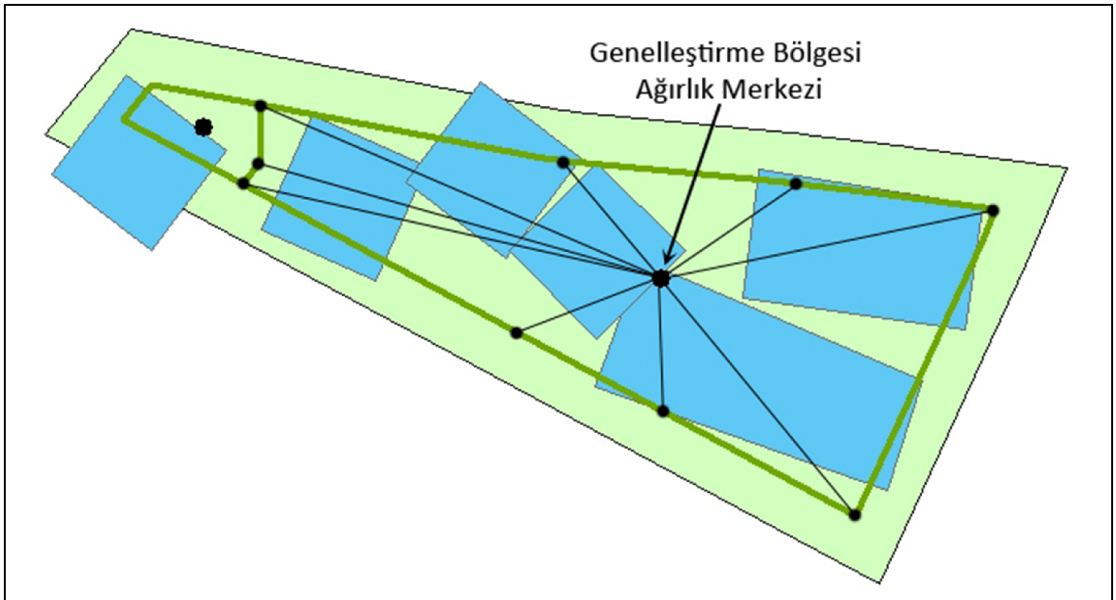
$$d_{gb_5m} = A_{t_5m} / a_{gb_5m} \quad (4.3)$$

Teorik olarak, genelleştirme bölgesi içinde binaların uyumsuzluk içinde olmaması için bu değerin küçük olması gerekir.

2. Genelleştirme bölgesi standart mesafesi (m_{gb}): Genelleştirme bölgesi ağırlık merkezi (X_{gb} , Y_{gb}) ve köşe noktaları koordinatları (x_{gb_i} , y_{gb_i}) ile köşe nokta sayısı (n_k) kullanılarak;

$$m_{gb} = \left\{ \sum_{i=1}^{n_k} \left[(x_{gb_i} - X_{gb})^2 + (y_{gb_i} - Y_{gb})^2 \right]^{1/2} \right\} / (n_k)^{1/2} \quad (4.4)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Elde edilen değer genelleştirme bölgesi köşe noktalarının, ağırlık merkezi etrafındaki genişliği hakkında bilgi verir.



Şekil 4. 22 Genelleştirme bölgesi köşe noktaları ve ağırlık merkezi

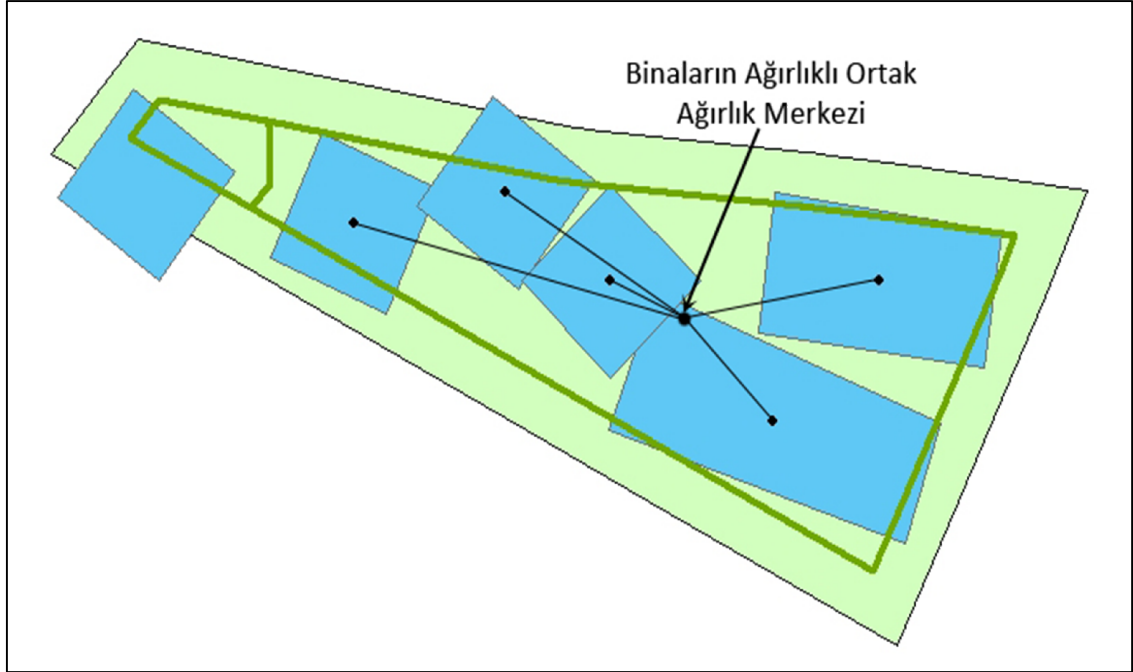
3. Binaların ağırlıklı standart mesafesi (m_{B_Ag}): a_b , bina alanları, (x_b, y_b) , bina ağırlık merkezi koordinatları, (X_B, Y_B) binaların alan ağırlıklı ağırlık merkezi koordinatları, n_b , bina sayısı olmak üzere;

$$X_B = \sum_{i=1}^{n_b} \left[(x_b \times a_b) / \sum_{i=1}^{n_b} a_b \right] \quad (4.5)$$

$$Y_B = \sum_{i=1}^{n_b} \left[(y_b \times a_b) / \sum_{i=1}^{n_b} a_b \right] \quad (4.6)$$

$$m_{B_Ag} = \left\{ \sum_{i=1}^{n_b} \left[(x_b - X_B)^2 + (y_b - Y_B)^2 \right]^{1/2} \right\} / (n_b)^{1/2} \quad (4.7)$$

eşitlikleri yardımıyla hesaplanır. m_{B_Ag} değeri, binaların, ortak ağırlık merkezleri etrafındaki genliği hakkında bilgi verir.



Şekil 4. 23 Genelleştirme bölgesi içindeki binaların ağırlık merkezleri ve binaların ortak ağırlık merkezi

4. Yoğunluk sınır değeri ($d_{eşik}$): a_{B_ort} , binaların ortalama alanı, c , sabit bir değer olmak üzere;

$$d_{eşik} = \left[2 \times \left(m_{gb} / m_{B_Ag} - A_{t_5m} / a_{B_ort} \right) / 100 \right] + c \quad (4.8)$$

eşitliği ile hesaplanır. Tek binalarda m_{B_Ag} değeri 0 olacağı için m_{gb} / m_{B_Ag} oranı 1 olarak alınır. c sabit değeri, Voronoi bölgelerinin elde edilmesi için bina

kenarlarından elde edilen noktaların sıklığına göre değişmektedir. Uygulamada maksimum 10 m aralıklarda nokta elde edildiği için bu değer, uygulamadan elde edilen deneysel sonuçlara göre 0.4 olarak belirlenmiştir.

Değerler elde edildikten sonra aşağıda belirtilen durumlara göre genelleştirme türüne karar verilir:

1. $d_{gb_5m} < d_{eşik}$ ve n_b (bina sayısı) = 1 ise bina, bina-yol minimum mesafesi şartını sağlıyor ve çevresinde minimum ayırım mesafesi şartını bozacak başka binalar bulundurmuyor demektir. Bu şekildeki bölgelerde herhangi bir genelleştirme işlemi uygulanmaz ve bina olduğu gibi bırakılır. Ayrıca $n_b = 1$ ve bina alanı tamamen genelleştirme alanı içine düşüyorsa, yoğunluğa bakılmaksızın ilgili bölgede genelleştirme uygulanmayacağına karar verilir.
2. $d_{gb_5m} > d_{eşik}$ ve $n_b = 1$ olması durumunda genelleştirme bölgesi, tek binanın ötelenmesi açısından yeterli alana sahip değildir ya da bölgenin şekli nedeniyle bina alana sığmamaktadır. Binanın ötelenmesi durumunda komşu genelleştirme bölgesindeki binalarla uyumsuzluk oluşacak ya da bina-yol minimum mesafe değeri sağlanmayacaktır. Bu durumdaki genelleştirme bölgelerinde '**Eleme**' işlemi uygulanır.
3. $d_{gb_5m} > d_{eşik}$ ve $n_b > 1$ ise genelleştirme bölgesinde bina yoğunluğu fazladır. Bu durumda '**Tipikleştirme**' işlemi uygulanır.
4. Bina sayısına bakılmaksızın $d_{gb_5m} < d_{eşik}$ olduğu durumda genelleştirme bölgesinin bina yoğunluğu azdır ve aynı bölge içindeki binalar uyumsuzluk göstermeden ötelenebilir. Bu nedenle bu şartı sağlayan bölgelerde '**Öteleme**' işlemi tercih edilir.

Şekil (4.24)'de yukarıda anlatılan yöntemle göre, bazı genelleştirme bölgeleri için tespit edilen genelleştirme türleri gösterilmektedir.

Bu çalışmada, genelleştirme türü belirlendikten sonra '**Eleme**' ve '**Tipikleştirme**' işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4. 3 Örnek bazı genelleştirme bölgeleri için belirlenmiş genelleştirme türleri*

ID	Bina Sayısı	G.B. Std. Mesafe	Bina Ağr. Mesafe	Oran	Ort. Bina Alanı	Gen. Böl. Yoğunluğu	Hedef Yoğunluk	Gen. Türü
1	6	341	71	4.81	932	1.15	0.68	TIPIKLESTİRME
2	1	122	0	1	625	0.80	0.78	ELEME
4	3	159	35	4.52	625	1.05	0.77	TIPIKLESTİRME
5	1	128	0	1	625	0.59	0.78	OTELEME
6	2	322	27	11.59	625	0.41	0.95	OTELEME
7	1	102	0	1	625	0.96	0.78	ELEME
8	1	134	0	1	625	0.76	0.78	OTELEME
9	1	107	0	1	625	0.75	0.78	OTELEME
10	6	571	69	8.22	806	0.83	0.74	TIPIKLESTİRME
11	1	252	0	1	625	0.62	0.78	OTELEME
12	3	129	29	4.40	625	1.97	0.77	TIPIKLESTİRME
13	1	130	0	1	625	0.74	0.78	OTELEME
15	2	208	18	11.04	625	0.59	0.94	OTELEME
16	1	107	0	1	625	0.79	0.78	ELEME
18	3	301	30	9.78	625	0.65	0.88	OTELEME
19	4	320	41	7.74	625	0.70	0.80	OTELEME
20	6	323	66	4.90	625	1.02	0.67	TIPIKLESTİRME
22	12	925	182	5.07	625	1.03	0.44	TIPIKLESTİRME
23	1	181	0	1	625	0.47	0.78	OTELEME
26	3	387	39	9.89	625	0.48	0.88	OTELEME
27	17	793	282	2.81	625	1.3	0.20	TIPIKLESTİRME
28	8	726	100	7.25	716	0.71	0.65	TIPIKLESTİRME
29	3	246	34	7.07	625	0.74	0.83	OTELEME
30	2	290	18	15.97	625	0.48	1.04	OTELEME
31	4	152	39	3.85	625	1.73	0.72	TIPIKLESTİRME
32	1	173	0	1	625	0.50	0.78	OTELEME
33	1	135	0	1	625	0.56	0.78	OTELEME
34	4	325	43	7.45	625	1.01	0.80	TIPIKLESTİRME
35	1	139	0	1	625	0.55	0.78	OTELEME
36	2	395	37	10.66	1736	0.62	0.95	OTELEME
38	4	206	40	5.05	625	1.17	0.75	TIPIKLESTİRME
39	8	356	98	3.61	625	1.06	0.56	TIPIKLESTİRME
40	6	706	176	4.00	1019	0.95	0.67	TIPIKLESTİRME

*Uyumsuzluk varsa



Şekil 4. 24 Örnek genelleştirme bölgeleri ve tercih edilen genelleştirme türleri

4.3.14 Binaların Tipikleştirilmesi

Genelleştirme bölgeleri içinde uygulanacak genelleştirme türü belirlendikten sonra genelleştirme bölgesi içindeki binalar, nesne yönelimli programlama yapısına uygun olarak oluşturulan '*Bina*' sınıfı nesnelere dönüştürülür. Aynı küme içerisindeki her bir binanın birbirine olan mesafesi '*BinaMesafe*' sınıfı nesnesi olarak kaydedilir. *BinaMesafe* nesneleri mesafe değerlerine göre küçükten büyüğe sıralanır. En küçük değerli *BinaMesafe* nesnesinin ait olduğu binalar tespit edilerek bu binaların özellikleri karşılaştırılır. Bu iki binadan hangisinin eleneceği aşağıdaki kriterlere göre belirlenir:

- Eğer iki bina da kare ise ilk bina korunur, ikincisi silinir.
- Eğer binalardan birisi kare diğeri dikdörtgen şekilli ise dikdörtgen şekilli bina korunur.
- Eğer iki bina da dikdörtgen ise ilk bina korunur, ikincisi silinir.
- Eğer binalardan birisi dikdörtgen, diğeri karmaşık şekilli bir bina ise karmaşık şekilli bina korunur, dikdörtgen şekilli bina silinir.
- Eğer iki bina da karmaşık şekilli ise iki bina da korunur. İki bina arasındaki uyumsuzluk diğer genelleştirme işlemleriyle çözülmeye çalışılır.

Her durumda, korunan bina, iki binanın ağırlık merkezine ötelenir. Tipikleştirme işlemi genelleştirme türü '*Tipikleştirme*' olan her genelleştirme bölgesi için ayrı ayrı yapılır. İşlem sırasında (4.3), (4.7), (4.8) eşitlikleri dinamik olarak yeniden hesaplanır.

Tipikleştirme işlemi iki ana koşul dikkate alınarak gerçekleştirilir: Yoğunluk ve bina sayısı. İteratif olarak gerçekleştirilen tipikleştirme işlemi sırasında -ilk bina sayısı ($n_{b,ilk}$) ve son bina sayısı da ($n_{b,son}$) dikkate alınarak- bir binanın tipikleştirilmesinden sonra aşağıdaki koşullara bağlı olarak iterasyona devam edilip edilmeyeceğine karar verilir.

- İterasyonun herhangi bir aşamasında $n_{b,son} < (n_{b,ilk} / 2\sqrt{2})$ olursa bu genelleştirme bölgesi için genelleştirme türü '*Birleştirme*' olarak ayarlanarak tipikleştirme işlemi - bu bölge için- tamamen iptal edilir. Binalara birleştirme (kombinasyon) işlemi uygulanarak yerleşim alanına dönüştürülmelidir.

- $n_{b,son} > \left(n_{b,ilk} / 2\sqrt{2} \right)$ ve $d_{gb_5m} < d_{eşik}$ ise tipikleştirme işlemi durdurulur ve ilgili bölgede tipikleştirme sonrası kalan binalar için genelleştirme türü '**Öteleme**' olarak ayarlanır.
- $n_{b,son} > \left(n_{b,ilk} / 2\sqrt{2} \right)$ ve $d_{gb_5m} > d_{eşik}$ ise *BinaMesafe* listesinde minimum ayırım mesafesi şartını sağlamayan değerler bitinceye kadar iterasyona devam edilir.

Şekil 4.25'te bazı genelleştirme bölgelerindeki tipikleştirme sonuçları görünmektedir.

Binaların tipikleştirme işlemi C# programlama yapısındaki, operatörlerin aşırı yüklenmesi özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu özellik, programlamada kullanılan birçok operatörün işlevini, kendi oluşturduğumuz nesnelere için yeniden tanımlamamızı sağlar.

Tipikleştirme işlemi için '|' ikili operatörü aşırı yüklenmiş ve "bina1 | bina2" ifadesi bina1'in korunup, bina2'nin silinmesi şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 4. 25 Tipikleştirme sonuçları

SONUÇ ve ÖNERİLER

Binalara uygulanacak kartografik genelleştirme işlemleri genel anlamda binaların mekansal yapısına bağlı (bağlamsal) bir işlemdir. Kartografik genelleştirme problemlerinden birisi de aynı mekansal yapı için farklı çözümlerin var olmasıdır. Dolayısıyla en uygun genelleştirme yönteminin tespiti için ayrıntılı analizler yapmak, nesnel arasındaki ilişkileri zenginleştirmek ve bir kartografin bütüncül yaklaşım tarzına yakın uygun kararlar üretmek gerekmektedir.

Çalışmada öncelikle hedef ölçekteki işaretlerin grafik limitlerinden kaynaklanan kartografik kısıtlamaları analiz edilmiş, tek binalara ilişkin genelleştirme işlemleri uygulanmıştır. Yollar yardımıyla hedef ölçekteki işaret büyüklüklerine göre bloklar oluşturularak uygulanacak bağlamsal genelleştirme işlemlerinin tüm harita yerine ayrı ayrı bloklar içerisinde belirlenmesi yaklaşımı izlenmiştir. Yerleşim alanı ile minimum ayırım mesafesi şartını sağlamayan binalar yerleşim alanı ile birleştirilmiş, yoğunluğu çok yüksek olan bloktaki binalar yerleşim alanına dönüştürülmüştür.

Blok içindeki binaların mekânsal yapısının farklı olmasından dolayı, blok içerisinde hangi genelleştirme işleminin uygulanacağına karar vermek güçtür. Bu nedenle bina kenar ve köşelerinden noktalar üretilerek bu noktalar yardımıyla Voronoi bölgeleri oluşturulmuş, Voronoi bölgeleri ve 25 m'lik bina tampon alanlarının kesişiminden de genelleştirme bölgeleri üretilmiştir. Bu şekilde problem genelleştirme bölgesi içerisinde uygulanacak genelleştirme işleminin belirlenmesine ve uygulanmasına indirgenmiştir.

Tipikleştirme işlemi, binaların oluşturduğu dokular incelenmeden sadece binaların yakınlıkları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. İteratif olarak gerçekleştirilen tipikleştirme işlemi sırasında genelleştirme yoğunluğu dinamik olarak hesaplanmış ve

tipikleştirme işleminin başarılı olamadığı bölgelerdeki binalar için genelleştirme türü birleştirme olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan ArcGIS yazılımı, CBS fonksiyonları bakımından gelişmiş olup kartografik genelleştirme konusunda yeterli değildir. Fakat ArcObjects kütüphanesinin sınıf ve fonksiyonları yardımıyla bina ve yerleşim alanı geometrisine ulaşılmış ve bu şekilde oluşturulan BinaGEN eklentisi yazılım içine entegre edilerek genelleştirme işlemlerinin otomatik olarak adım adım gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmada yakın binalardan oluşan kümeler ve Voronoi bölgeleri yardımıyla genelleştirme bölgesi elde edilmesi ve gerçekleştirilecek genelleştirme işlemlerine bu bölge içerisinde karar verilip uygulanması hedeflenmiştir.

Çalışmada, bağlamsal anlamda birleştirme, tipikleştirme ve eleme işlemleri uygulanmış ve kalan bina uyumsuzluklarının çözümü öteleme işlemine bırakılmıştır. Bu nedenle, gelecek çalışmalarda, kısmen genelleştirilmiş sonuç veri seti üzerinde gerçekleştirilecek öteleme işlemi ile kalan binaların uyumsuzluklarına çözümler geliştirilebilir.

Uygulamada 1:25 000 ölçeğinden 1:50 000 ölçeğine geçişte bina ve yerleşim alanlarının genelleştirilmesi ele alınmakla beraber uygulanan yöntemler benzer şekilde orta ölçekteki harita dönüşümlerinde de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Yan, H. ve Weibel, R., Yang, B., (2007). "A Multi-parameter Approach to Automated Building Grouping and Generalization", *Geoinformatica*, 12: 73-89.
- [2] Jones, C.B. ve Ware, J.M., (2005). "Map generalization in the web age", *International Journal of Geographical Information Science*, 19(8-9): 859-870.
- [3] Li, Z., Yan, H. ve Ai, T., (2004). "Automated Building Generalization Based on Urban Morphology and Gestalt Theory", *International Journal of Geographical Information Science*, 18(5): 513-534.
- [4] McMaster, R.B. ve Shea, K.S., (1992). *Generalization in Digital Cartography*, Association of American Cartographers, Washington DC.
- [5] Ruas, A. ve Plazanet, C., (1996). "Strategies for Automated Generalization", *Spatial Data Handling*, 6.1-6.18.
- [6] Başaraner, M., (2005). *Nesne Yönelimli Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Bina ve Yerleşim Alanlarının Otomatik Genelleştirilmesi*, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Joao, E.M., (1995). "The Importance of Quantifying the Effects of Generalization". Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London: Taylor&Francis, 183-193.
- [8] Brassel, K. ve Weibel, R., (2002). "Generalization", Anson, R.W. ve Ormeling, F.J. (eds.), *Basic Cartography for Students and Technicians*, Second Edition, London: Butterworth-Heinemann.
- [9] Jones, C., (1997). "Geographic Information Systems and Computer Cartography", Harlow: Addison Wesley Longman, 319 p.
- [10] Aslan, S., (2011). *Orta Ölçek Aralığında Binaların Kartografik Genelleştirilmesi*, Doktora Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [11] Bildirici, İ.Ö., (2000). *1:1 000 – 1:25 000 Ölçek Aralığında Bina Ve Yol Objelerinin Sayısal Kartografik Genelleştirilmesi*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [12] Aslan, S., (2003). *Topografik Haritalarda Yerleşim Yeri ve Bina Genelleştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

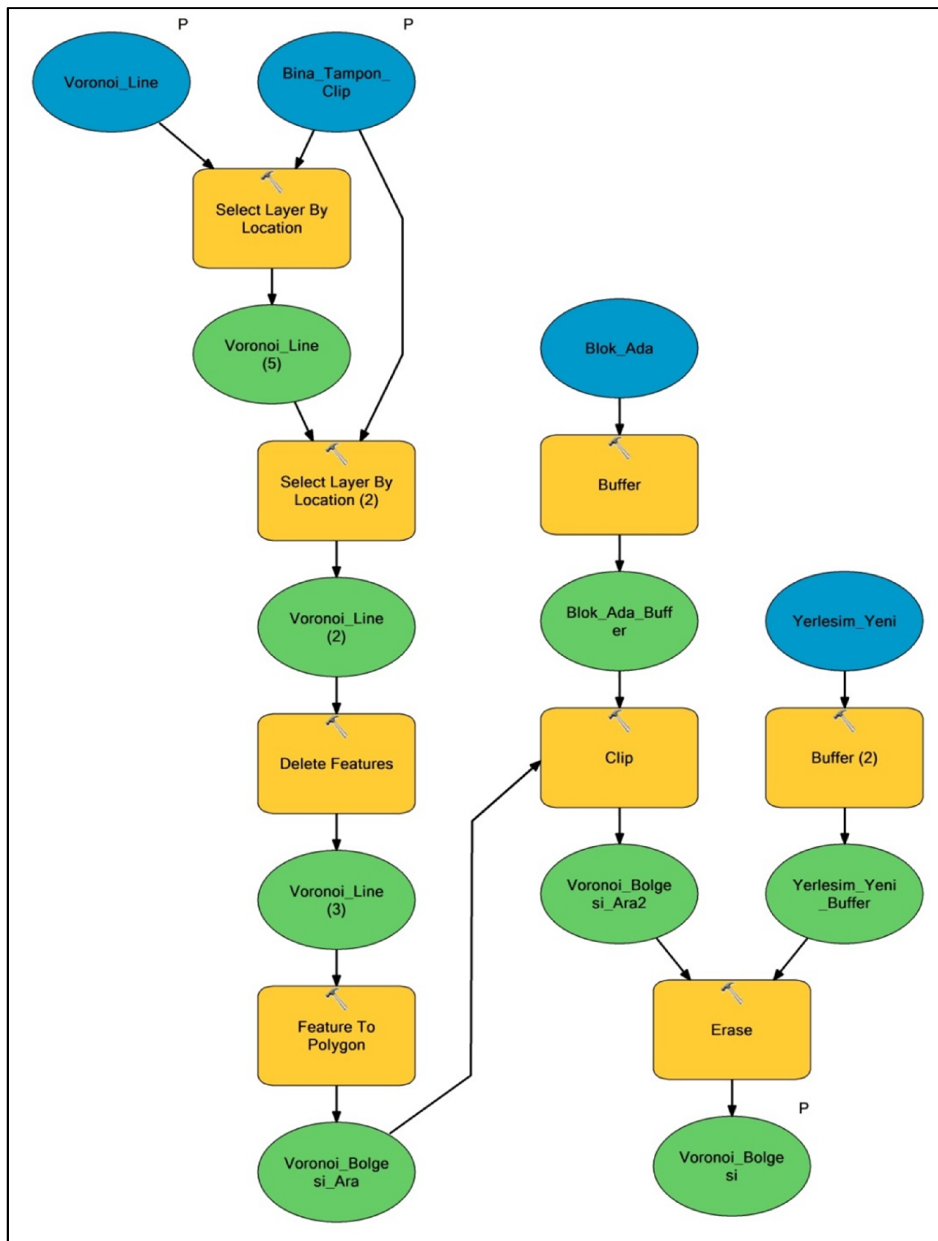
- [13] Başaraner, M., Selçuk, M., (2008). "A Structure Recognition Technique in Contextual Generalisation of Buildings and Built-up Areas", *The Cartographic Journal*, 45(4): 274-285.
- [14] Basaraner M., (2011). A Zone-Based Iterative Building Displacement Method Through the Collective Use of Voronoi Tessellation, Spatial Analysis and Multicriteria Decision Making. *Boletim de Ciencias Geodesicas*, 17(2), 161-187.
- [15] Weibel R. ve Dutton, G., (1998). "Constraints-based Automated Map Generalization", *The 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98)*, Vancouver, 214-224.
- [16] Harrie, L., (2002). A case study of simultaneous generalization. *10th International Symposium on Spatial Data Handling*, Ottawa, Kanada.
- [17] Regnaud, N., (1996). Recognition of building clusters for generalization. *Advances in GIS II*, edited by M. Molennar and M.-J. Kraak (London: Taylor & Francis), 185–198.
- [18] Regnaud, N., (2001). Contextual building typification in automated map generalization. *Algorithmica*, 30, 312–333.
- [19] Christophe, S. ve Ruas, A., (2002). Detecting building alignment for generalization purpose. *The 10th International Symposium on Spatial Data Handling*, Ottawa, Kanada.
- [20] Hangouet, J.F., (1998). "Approche et Methods Pour l'automatisation de la Generalisation Cartographique", *Application en bord de ville*. Ph.D. thesis, University of MarneLa Valle, Fransa.
- [21] Lu, Y., Du, J. ve Zhai, J., (2001). A Model of Point Cluster Generalization with Spatial Distribution Features Recognized and Measured. *20th ICA. ICC*, Pekin, Çin.
- [22] Ai, T. ve Liu, Y., (2002). A method of pointcluster simplification with spatial distribution properties preserved, *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 31, 175–181. Pekin.
- [23] Burghardt, D. ve Cecconi, A., (2007). "Mesh Simplification For Building Typification", *International Journal of Geographical Information Science*, 21(3): 283–298.
- [24] Touya, G., Bucher, B., Falquet, G., Jaara, K. ve Steiniger, S., (2014). "Modelling Geographic Relationships in Automated Environments", Burghardt, D., Duchêne, C., Mackaness, W., (eds.), "Abstracting Geographic Information in a Data Rich Wolrd", Birinci Baskı, Springer.
- [25] Sester, M., Arsanjani, J., J., Klammer, R., Burghardt, D. ve Haurert, J., (2014). "Integrating and Generalising Volunteered Geographic Information", Burghardt, D., Duchêne, C., Mackaness, W., (eds.), "Abstracting Geographic Information in a Data Rich Wolrd", Birinci Baskı, Springer.

- [26] Bildirici, İ., Ö., Uçar, D., (1997). "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Genelleştirme", 6. Harita Kurultayı, 3-7 Mart 1997, 75-83, Ankara.
- [27] Başaraner, M., (2005). "Genelleştirme ve Çoklu Gösterimler Çalıştayı", 12-13 Eylül 2009, 12-26, İznik.
- [28] Weibel, R. ve Dutton, G., (1999). "Generalizing Spatial Data and Dealing with Multiple Representations", 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, 125-155.
- [29] Joao, E.M., (1998). "Causes and Consequences of Map Generalisation", London: Taylor&Francis, 266 p.
- [30] Başaraner, M., (2000a). "Genelleştirmenin CBS İçindeki Yeri ve Önemi", YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölüm Seminerleri, Haziran 2000, YTÜ, İstanbul.
- [31] Weibel, R., (1995). "Three Essential Building Blocks for Automated Generalization", Müller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, 56-69.
- [32] Grünreich, D., (1993). "Generalization in GIS Environment", The 16th ICA International Cartographic Conference, Cologne, Germany, 203-210.
- [33] Weibel, R., (1997). "Generalization of Spatial Data – Principles and Selected Algorithms", Van Kreveld, M., Nievergelt, J., Ross, Th., Widmayer, P. (eds.), Algorithmic Foundations of GIS. Lecture Notes in Computer Science, Berlin: Springer-Verlag, 1340, 99-152.
- [34] Ruas, A. and Mackness, W. (1997). "Strategies for urban map generalization", The 18th International Cartographic Conference, 1387–1394, Stockholm, Sweden.
- [35] Mustiere, S. and Moulin, B. (2002). 'What is spatial context in cartographic generalization?', Geospatial Theory, Processing and Applications, 10th International Symposium on Spatial Data Handling, 274–278, Ottawa, Canada.
- [36] Li, Z., (2007). "Algorithmic Foundation of Multi Scale Spatial Representation", CRC Press, Boca Raton, FL.
- [37] Lee, D., T. ve Drysdale, R., L., (1981). Generalization of Voronoi diagram in the plane, SIAM Journal of Computing, 10, 73–87.
- [38] McMaster, R. ve Shea, S., (1992). "Generalization in Digital Cartography", Washington, D.C.: AAG, 134 p.
- [39] Bildirici, İ.Ö. ve Uçar, D., (2000). "Sayısal Kartografyada Genelleştirme Yaklaşımları", YTÜ Dergisi, Sayı: 3, 69-88.
- [40] Cecconi, A., (2003). "Integration Of Cartographic Generalization And Multi-Scale Databases For Enhanced Web Mapping", PhD thesis, Department of Geography, University of Zurich.

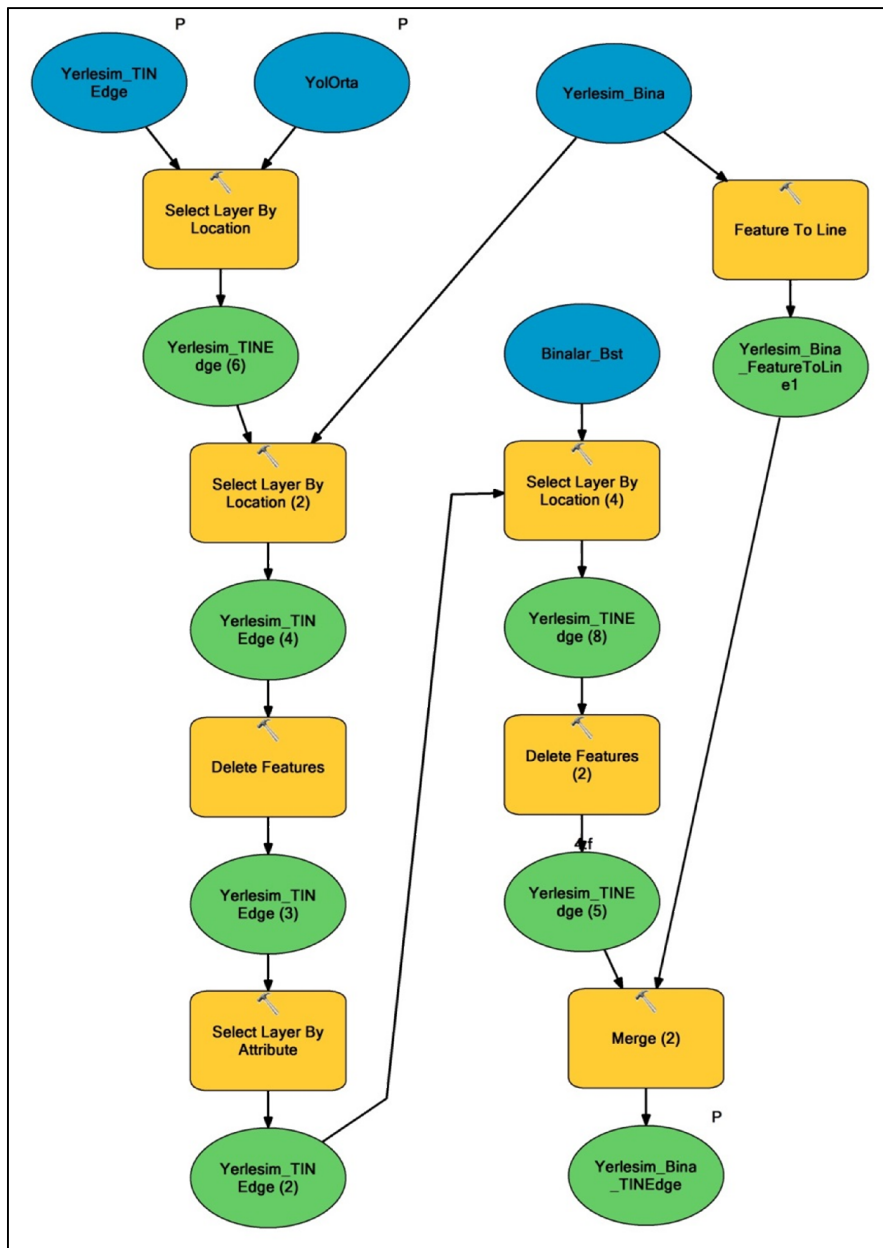
- [41] Yaolin, L., Molenaar, M. ve Tinghua, A.D., (2001). "Frameworks for Generalization Constraints and Operations Based on Object-Oriented Data Structure in Database Generalization", 20th ICC, Du, H.L. (ed.), 3, 2000-12.
- [42] AGENT Consortium, (1998). "Constraint Analysis", Project Report D A2, ESPRIT/LTR/24 939.
- [43] Worboys, M. ve Duckham, M., (2004). "GIS: A Computing Perspective", 2nd Edition, Boca Raton: CRC Pres, 426 p.
- [44] Regnaud, N., McMaster, R., B., (2007). "A Synoptic View of Generalisation Operators", Mackaness, W., A., Ruas, A., Sarjakoski, L., T., (eds.), "Generalisation Of Geographic Information: Cartographic Modelling And Applications, Birinci Baskı, Elsevier, Amsterdam.
- [45] Lichtner, W., (1979a). "Computer-assisted processes of cartographic generalization in topographic maps", GeoProcessing, 1, 183–199.
- [46] Sester, M., (2005a). "Optimization approaches for generalization and data abstraction", International Journal of Geographic Information Science, 19(8–9), 871–897.
- [47] Lee, D., Hardy, P., (2005). "Automating Generalization-Tools and Models.", XXII International Cartographic Congress (ICC2005).
- [48] Regnaud, N., McMaster, R., B., (2007). "A Synoptic View of Generalisation Operators" "Generalisation Of Geographic Information: Cartographic Modelling And Applications, Birinci Baskı, Elsevier, Amsterdam.
- [49] 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.
- [50] Tan, P.-N., Steinbach, M. ve Kumar, V., (2005). "Introduction to Data Mining", New Jersey: Addison-Wesley, 769 p.
- [51] Stanislawski, L., V., Bittenfield, B., P., Bereuter, P., Savino, S. ve Brewer, C., A., (2014). "Generalisation Operators", Burghardt, D., Duchêne, C., Mackaness, W., (eds.), "Abstracting Geographic Information in a Data Rich World", Birinci Baskı, Springer.
- [52] ESRI, ArcGIS Resources, Smooth Polygon, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//007000000013000000>, 22 Haziran 2013.
- [53] ESRI, ArcGIS Resources, An overview of the Generalization toolset, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00700000002r000000>, 17 Ağustos 2013.
- [54] Jennings, N., (2011). A Python Primer for ArcGIS, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [55] ESRI, ArcGIS Resources, Types of Geodatabases, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//003n00000007000000>, 20 Ocak 2014.

- [56] Ruas, A., 1995), "Multiple Paradigms for Automating Map Generalization: Geometry, Topology, Hierarchical Partitioning and Local Triangulation", Proceedings of AutoCarto 12, Charlotte, USA.
- [57] Regnauld, N., (2001), "Contextual Building Typification in Automated Map Generalization", *Algorithmica*, 30(2), 312-333.
- [58] 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.

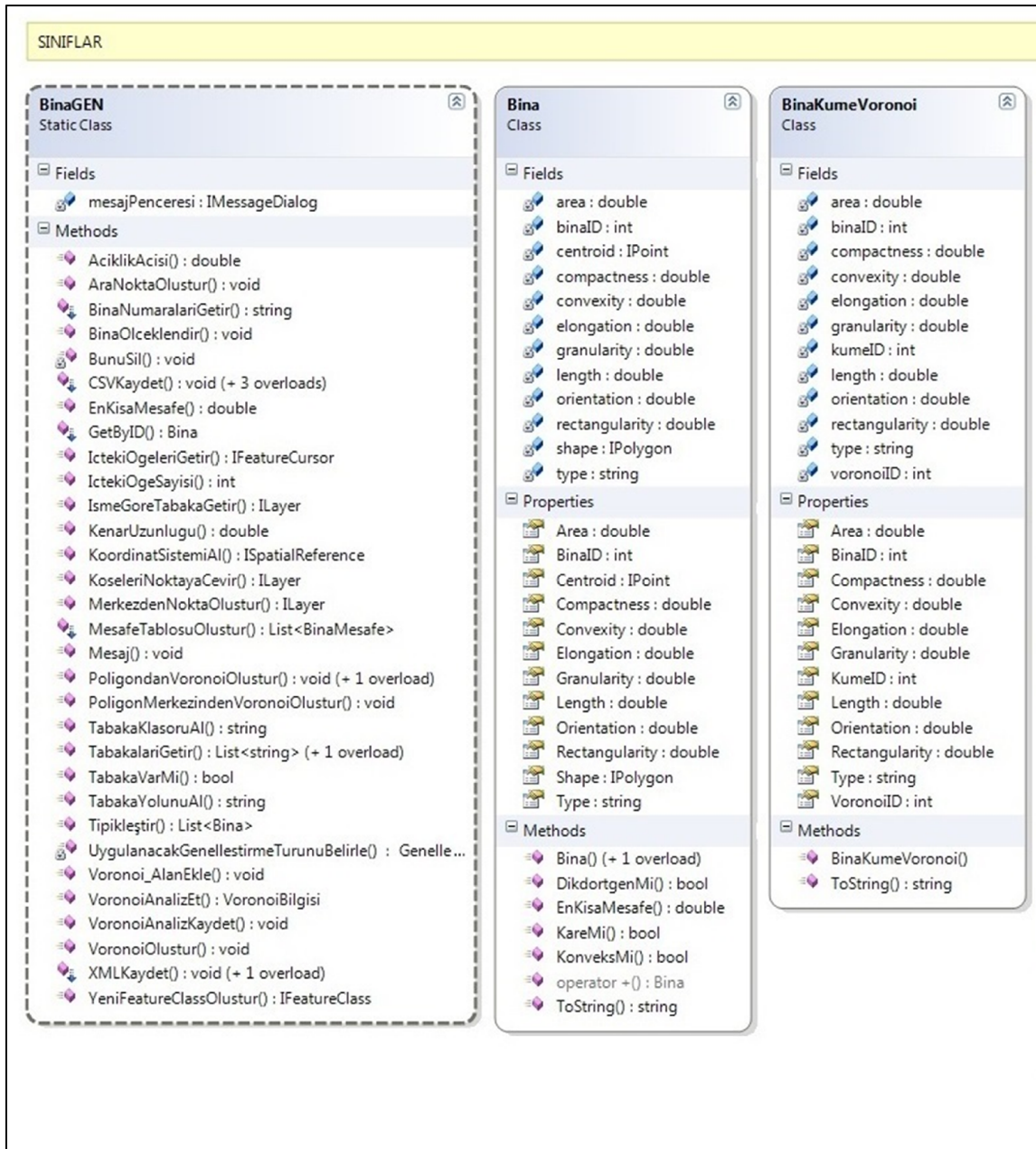
MODELBUILDER: ÖRNEK MODEL



MODELBUILDER: ÖRNEK MODEL



BinaGEN EKLENTİSİ SINIF ŞEMASI



ÖRNEK RAPOR: BİNA ÖZELLİKLERİ ANALİZ TABLOSU

GEN.BÖL. ID: 15										
Küme ID: 2										
Bina ID	Uzunluk	Alan	Tür	Kompaktlık	Konvekslik	Uzanim	Dönüklük	Dikdörtgensellik	Granülarite	
47	156.2565305	976.907251	Residential Building	1.99	1	0.27	63.94	0.89	10.38	
48	161.0006312	1187.571409	Residential Building	1.74	1	0.34	62.96	0.92	14.12	
49	150.1010503	1077.900749	Residential Building	1.66	0.89	0.66	72.65	0.77	8.46	
50	159.575705	1102.713464	Residential Building	1.84	1	0.3	64.88	0.92	12.64	
51	100.0196604	625.2456326	Residential Building	1.27	1	1	56	1	12.49	
52	100.0139527	625.1741738	Residential Building	1.27	1	1	61.99	1	12.49	
GEN.BÖL. ID: 33										
Küme ID: 7										
Bina ID	Uzunluk	Alan	Tür	Kompaktlık	Konvekslik	Uzanim	Dönüklük	Dikdörtgensellik	Granülarite	
366	100.011846	625.1480793	Residential Building	1.27	1	1	83.98	1	12.5	
367	100.018417	625.2301845	Residential Building	1.27	1	1	81.01	1	12.5	
379	100.018	625.22501	Residential Building	1.27	1	1	180	1	12.5	
GEN.BÖL. ID: 53										
Küme ID: 6										
Bina ID	Uzunluk	Alan	Tür	Kompaktlık	Konvekslik	Uzanim	Dönüklük	Dikdörtgensellik	Granülarite	
320	150.0940013	1073.426927	Residential Building	1.67	1	0.36	88.77	0.93	13.57	
321	166.8825454	1265.996512	Residential Building	1.75	1	0.31	79.19	0.92	15.87	
322	100.018	625.22501	Residential Building	1.27	1	1	180	1	12.5	
323	100.018	625.22501	Residential Building	1.27	1	1	180	1	12.5	
324	100.018	625.22501	Residential Building	1.27	1	1	180	1	12.5	
325	100.018	625.22501	Residential Building	1.27	1	1	180	1	12.5	

ÖRNEK RAPOR: BİNA MESAFE TABLOSU

GEN. BOL. ID: 15				GEN. BOL. ID: 53				GEN. BOL. ID: 57			
Küme ID: 2				Küme ID: 6				Küme ID: 18			
Bina1 ID	Bina2 ID	Mesafe		Bina1 ID	Bina2 ID	Mesafe		Bina1 ID	Bina2 ID	Mesafe	
47	48	16.11		320	321	20.29		369	370	0.00	
47	49	9.10		320	322	8.23		369	371	21.91	
47	50	0.00		320	323	4.75		370	371	0.00	
47	51	0.00		320	324	17.59					
47	52	41.35		320	325	37.81		GEN. BOL. ID: 75			
48	49	0.00		321	322	14.25		Küme ID: 16			
48	50	0.14		321	323	0.00		Bina1 ID	Bina2 ID	Mesafe	
48	51	2.72		321	324	0.00		1012	1013	1.20	
48	52	4.04		321	325	23.58					
49	50	1.05		322	323	2.90		GEN. BOL. ID: 87			
49	51	0.00		322	324	0.00		Küme ID: 9			
49	52	30.29		322	325	2.90		Bina1 ID	Bina2 ID	Mesafe	
50	51	0.00		323	324	0.91		658	659	0.00	
50	52	24.02		323	325	30.81		658	660	8.18	
51	52	34.86		324	325	4.89		659	660	0.27	

KOD ÖRNEKLERİ

```
/// <summary>Tabakanın belirtilen isimdeki alanın değeri oranında
/// tabakayı ölçeklendirir.</summary>
/// <param name="layer">Ölçeklendirilecek tabaka</param>
/// <param name="olcekAlanAdi">Ölçeklendirme katsayısını içeren alan (field)
/// adı.</param>
public static void BinaOlceklendir(ILayer layer)
{
    IMxDocument mxDoc = ArcMap.Application.Document as IMxDocument;
    IActiveView activeView = mxDoc.ActiveView;
    IMap map = mxDoc.FocusMap;
    IFeature feature; IPoint origin;
    IArea bina;
    IFeatureLayer fLayer = new FeatureLayerClass();
    IFeatureClass binaFClass;
    IFeatureCursor binaFCursor;
    double olcek;

    try
    {
        binaFClass = (layer as IFeatureLayer).FeatureClass;
        binaFCursor = binaFClass.Search(null, true);
        feature = binaFCursor.NextFeature();

        while (feature != null)
        {
            //Her bir binayı ölçeklendiriyoruz.
            bina = feature.Shape as IArea;
            origin = bina.Centroid;
            olcek = Math.Sqrt((bina.Area + 469) / bina.Area);
            (feature.Shape as ITransform2D).Scale(origin, olcek, olcek);
            feature.Store();
            feature = binaFCursor.NextFeature();
        }
    }
    catch (Exception hata)
    {
        BinaGEN.Mesaj(hata.Source, hata.Message); return;
    }

    mxDoc.AddLayer(fLayer);
    activeView.Refresh();
    mxDoc.UpdateContents();
}

/// <summary>Bir tabakanın kullandığı koordinat sistemini (spatial reference)
/// döndürür.</summary>
```

```

///<param name="layer">Koordinat sistemi öğrenilmek istenen tabaka.</param>
public static ISpatialReference KoordinatSistemiAl(ILayer layer)
{
    if (layer is IGeoDataset)
    {
        IGeoDataset geoDataset = (IGeoDataset)layer;
        return geoDataset.SpatialReference;
    }
    else return null;
}

///<summary>Bir tabakanın dosya ismi de dahil olarak tam yolunu
/// döndürür.</summary>
///<param name="layer">Tam adresi istenen tabaka değişkeni</param>
public static System.String TabakaYolunuAl(ILayer layer)
{
    if (layer == null || !(layer is IDataset))
    {
        return null;
    }
    IDataset dataset = (IDataset)(layer);

    return (dataset.Workspace.PathName + "\\\" + dataset.Name);
}

/// <summary>İsmi verilen tabakanın index numarasını döndürür.</summary>
/// <param name="layerName">Index numarası öğrenilecek tabakanın ismi</param>
public static ILayer IsmeGoreTabakaGetir(String layerName)
{
    IMxDocument mxDoc = ArcMap.Application.Document as IMxDocument;
    IMap map = mxDoc.FocusMap;

    int numberOfLayers = map.LayerCount;

    for (Int32 i = 0; i < numberOfLayers; i++)
        if (layerName == map.get_Layer(i).Name) return map.get_Layer(i);
    BinaGEN.Mesaj("Hata", layerName + " tabakası bulunamadı.");
    return null;
}

public static void Mesaj(string baslik, string metin)
{
    mesajPenceresi.DoModal(baslik, metin, null, null, ArcMap.Application.hWnd);
}

/// <summary>Tabakaları listeler.</summary>
public static List<string> TabakalariGetir(IMap map)
{
    List<string> tabakalar = new List<string>();
    ILayer layer = null;
    IEnumLayer enumLayer = map.Layers;
    layer = enumLayer.Next();
    while (layer != null)
    {

```

```

        if (!(layer is IGroupLayer)) tabakalar.Add(layer.Name);
        layer = enumLayer.Next();
    }

    return tabakalar;
}

/// <summary>Bir feature içine düşen diğer feature sayısını verir.</summary>
/// <param name="kapsayanF">Kapsayan öge</param>
/// <param name="kapsananFC">Sayısı öğrenilecek, içerilen ögenin feature
class</param>
public static int IctekiOgeSayisi(IFeature kapsayanF, IFeatureClass
kapsananFC)
{
    ISpatialFilter spatialFilter = new SpatialFilterClass();
    ISelectionSet selection;

    spatialFilter.Geometry = kapsayanF.Shape;
    spatialFilter.SpatialRel = esriSpatialRelEnum.esriSpatialRelIntersects;
    selection = kapsananFC.Select(spatialFilter,
esriSelectionType.esriSelectionTypeSnapshot,
    esriSelectionOption.esriSelectionOptionNormal, null);

    return selection.Count;
}

/// <summary>Bir feature içine düşen diğer featurelar için cursor
oluşturur.</summary>
/// <param name="kapsayan">Kapsayan öge</param>
/// <param name="kapsanan">İçerilen ögenin feature class</param>
public static IFeatureCursor IctekiOgeleriGetir(IFeature kapsayanF,
IFeatureClass kapsananFC)
{
    ISpatialFilter spatialFilter = new SpatialFilterClass();
    IFeatureCursor fCursor;

    spatialFilter.Geometry = kapsayanF.Shape;
    spatialFilter.SpatialRel = esriSpatialRelEnum.esriSpatialRelIntersects;
    fCursor = kapsananFC.Search(spatialFilter, true);

    return fCursor;
}

```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kadir ŞAHBAZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 09.11.1981
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : kadorsahbaz@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans			
Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği	Selçuk Üniversitesi	2008
Lise		Tarsus İmam Hatip L.	1999

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011 - Devam ediyor	Niğde Üniversitesi	Araştırma Görevlisi