



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTA ÖLÇEK ARALIĞINDA BİNALARIN KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMESİ

Serdar ASLAN

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır
TEZ KABUL VE ONAYI

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Serdar ASLAN

Tarih:

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ORTA ÖLÇEK ARALIĞINDA BİNALARIN KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMESİ

Serdar ASLAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.İ.Öztuğ BİLDİRİCİ

2011, 107 Sayfa

Jüri
Prof.Dr. Necla ULUĞTEKİN
Prof.Dr. Cevat İNAL
Prof.Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ
Yrd.Doç.Dr. Aydın ÜSTÜN
Yrd.Doç.Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ

Ülkemizde 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar, 1:25 000 ölçekli sayısal verilerden kartografik genelleştirme ile üretilmektedir. Coğrafi veri/bilgi üreticileri için, harita üretim süresinin ve maliyetinin azaltılması son derece önemli olmaktadır. Dolayısıyla genelleştirme işlem adımlarının otomasyonu kaçınılmazdır. Bu tez çalışmasında, türetme topografik haritaların üretiminde önemli işlem adımlarından biri olan bina objelerinin genelleştirilmesi ve otomasyonu ele alınmıştır.

Bina objelerinin tipikleştirilmesi için Mesafe ve Açı Yöntemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler kırsal alanlardaki bina objelerinin tipikleştirilmesi için uygulanmıştır. Mesafe ve Açı yöntemlerinde; bina objeleri arasında türetme ölçekte olması gereken minimum mesafe de dikkate alınmaktadır. Aynı veri, Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile de tipikleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmış, geliştirilen Mesafe ve Açı Yöntemlerine benzer olduğu görülmüştür. Ayrıca, bina objelerinin türetme ölçekte yol ağları ile işaretlerinin çakışma problemleri için bir öteleme algoritması da geliştirilmiştir.

Uygulama sonuçlarını daha iyi değerlendirebilmek için aynı veri, 5 uzman kartograf tarafından bilgisayar ortamında klasik yöntemle (elle) genelleştirilmiştir. Uygulama sonuçları klasik yöntem sonuçları ile karşılaştırıldığında, sonuçların oldukça iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca, geliştirilen yöntemlerle yapılan tipikleştirme ve öteleme sonuçlarında; bina objelerinin aralarında olması gereken minimum mesafe kriterlerini daha iyi sağladığı görülmüştür. Geliştirilen yöntemlerin türetme topografik haritaların üretiminde ve otomasyon süreçlerinin oluşturulmasında doğrudan kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bina genelleştirmesi, otomatik genelleştirme, öteleme, tipikleştirme, topografik harita üretimi.

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

CARTOGRAPHIC GENERALIZATION OF BUILDINGS AT MID SCALES

Serdar ASLAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN SURVEY ENGINEERING DEPARTMENT

Advisor: Prof.Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ

2011, 107 Pages

Jury
Prof.Dr. Necla ULUĞTEKİN
Prof.Dr. Cevat İNAL
Prof.Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ
Assoc.Prof.Dr. Aydın ÜSTÜN
Assoc.Prof.Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ

In Turkey, 1:50 000 and 1:100 000 scale maps are produced through cartographic generalization using 1:25 000 scale map data. For geographic data/information suppliers, reduction in map production costs and production times are of high importance. Therefore, automation of generalization workflows becomes inevitable. In this thesis, the main focus is given to the generalization of building objects, which constitutes an important step in the production of derived maps.

For the typification of building objects, Distance and Angle Methods have been developed. These methods have been implemented for the typification of the building objects in rural areas. In the Distance and Angle Methods; the required minimum distance among the building objects according to the derived scale is also taken into account. The same input data has also been typified using Mesh Simplification Method and results have been compared. Additionally, a displacement algorithm has also been developed for the overlapping problems of the symbols of the buildings and road objects on the derived scales.

For better assessing the application results, the same input data has been generalized through conventional methods by 5 expert cartographers. The results have been assessed quite encouraging when compared with the results obtained through conventional methods. Furthermore, it has been found that the building objects fully meet the minimum distance criteria required among them. It has been assessed that the developed methods can be directly used in the production of the derived topographic maps and will contribute to the automation efforts.

Keywords: Building generalization, automatic generalization, displacement, typification, topographic mapping.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda, danışmanlığımı üstlenen ve çalışmamın her aşamasında değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen hocam Prof.Dr. İ.Öztuğ BİLDİRİCİ'ye, izleme komitemde önerileriyle katkıda bulunan Prof.Dr. Necla ULUĞTEKİN'e, Yrd.Doç.Dr. Aydın ÜSTÜN'e, Yrd.Doç.Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ'a, yardım ve desteklerinden dolayı Harita Genel Komutanlığı Kartografya Dairesi Genelleştirme Kısmındaki personele, meslektaşım Müh.Bnb. Bülent ÇETİNKAYA'ya ve gösterdiği sabır ve anlayıştan dolayı sevgili eşim Feyza ve oğlum Mustafa Efe'ye teşekkür ederim.

Serdar ASLAN
ANKARA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **6**

2.1. Ülkemizde Yapılan Çalışmalar 6
2.2. Tipikleştirme ve Öteleme Konusunda Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar 9
2.3. Tartışma 17

3. TEORİK ESASLAR **18**

3.1. Bina Genelleştirmesi İçin Operatörler 19
3.2. Binaların Sayısını Azaltan Operatörler 19
3.2.1. Seçme/eleme 19
3.2.2. Tipikleştirme (typification) 20
3.2.3. Kaynaştırma (amalgamation) 22
3.2.4. Noktalardan alan oluşturma 23
3.3. Binaların Okunaklığını Sağlayan Operatörler 23
3.3.1. Genişletme (enlargement) 23
3.3.2. Bölgesel genişletme (local enlargement) 23
3.3.3. Basitleştirme (simplification) 24
3.3.4. Kareleştirme (squaring) 25
3.3.5. İşaretleştirme (symbolisation) 25
3.3.6. Geometri Dönüşümü 25
3.4. Binalar Arasındaki İlişkiyi Sürdüren Operatörler 26
3.4.1. Öteleme 26
3.4.2. Döndürme 27
3.4.3. Kesme 27
3.5. Tartışma 27

4. MATERYAL VE YÖNTEM **29**

4.1.Giriş 29
4.2. Veri Yapısı 30
4.2.1. Genel bilgiler 30
4.2.2. Geometri tipleri 31
4.2.3. Sınıflar, obje sınıfları ve öznitelikler 31
4.3. Nokta ve Alan Bina Objesi 35
4.4. Çalışma Bölgesi 37

4.5. Yazılım 39
4.6. Uygulama İçin Girdi Ölçeklerin Belirlenmesi 40
4.7. Ölçek Kavramı ve Ölçek - İşaret İlişkisi 41
4.8. Bina Genelleştirmesi ile İlgili Mevcut Kurallar 43
4.9. Tipikleştirme İşlemi 44
4.9.1. Tampon alan yöntemi ile kümeleme 45
4.9.2. Binaların açı yöntemi ile tipikleştirilmesi 48
4.9.3. Binaların mesafe yöntemi ile tipikleştirilmesi 51
4.9.4. Seyrek yapıdaki binaların tipikleştirilmesi 55
4.9.5. Binaların ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirilmesi 56
4.10. Öteleme İşlemi 60
4.10.1. Bina – Yol için öteleme mesafesinin hesaplanması 60
4.10.2. Bina – Bina için öteleme mesafesinin hesaplanması 62
4.10.3. Öteleme işlem adımları 62
4.10.4. Öteleme işlemi sonrasında topolojik tutarlılığın korunması 67
4.10.5. Kavşak ve dönemeçlerde bina objelerinin ötelenmesi 69
4.10.6. Öteleme mesafesinin kontrolü 70

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 72

5.1. Bina Objelerinin Tipikleştirilmesi İçin Geliştirilen Yöntemlerin Değerlendirilmesi 72
5.2. Bina Objelerinin Ötelenmesi İçin Geliştirilen Yöntemin Değerlendirilmesi 78

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 83

6.1. Sonuçlar 83
6.2. Öneriler 85

KAYNAKLAR 86

EKLER 94

ÖZGEÇMİŞ 106

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A_{VDi} : i'ninci noktada Voronoi çokgenin alanı
M_H : Türetme harita ölçek katsayısı
M_K : Kaynak harita ölçek katsayısı
n_H : Türetme haritaki obje sayısı
n_K : Kaynak haritaki obje sayısı
X_{bina} : Bina objesinin başlangıçtaki yatay koordinatı
$X_{bö}$: Bina objesinin öteleme sonrası yatay koordinatı
X_{yol} : Yol objesi üzerinde bina objesine en yakın noktanın yatay koordinatı
Y_{bina} : Bina objesinin başlangıçtaki düşey koordinatı
$Y_{bö}$: Bina objesinin öteleme sonrası düşey koordinatı
Y_{yol} : Yol objesi üzerinde bina objesine en yakın noktanın düşey koordinatı
M_i : Kaynak ölçekte bina ve yol objesi arasındaki mesafe
i_{yol} : Türetme ölçekte yol işaret büyüklüğü
i_{bina} : Türetme ölçekte bina işaret büyüklüğü
M_{min} : Türetme ölçekte bina yol arasında olması gereken minimum mesafe
$M_{öteleme}$: Öteleme mesafesi
α : Bina objesi ile yol üzerindeki nokta birleşiminin yatay ile yaptığı açı

Kısaltmalar

AGENT : Automated Generalization New Technology
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi
CPT : Change, Push and Typify
DIGEST : Digital Geographic Exchange Standard
DGIWG : Digital Geographic Information Working Group
FACC : Feature Attribute Coding Catalogue
HGK : Harita Genel Komutanlığı
MST : Minimum Spanning Tree
NATO : North Atlantic Treaty Organization
SMM : Sayısal Mekansal Model
SKM : Sayısal Kartografik Model
STH : Standart Topografik Harita
STANAG : Standardization Agreement
UHK : Ulusal Haritacılık Kuruluşları
VB : Visual Basic

1. GİRİŞ

Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişim birçok bilim dalı gibi kartografyayı da etkilemiştir. Ulusal Haritacılık Kuruluşları (UHK) klasik yöntemlerle yaptıkları işlemleri bilgisayar ortamına aktarmışlar ve ülkelerinin temel ölçekli veritabanlarını kurmuşlardır. Bu veritabanlarını yüksek çözünürlüklü, yüksek doğruluklu ve güncel tutmaktadırlar. Örneğin; İsviçre, Kuzey İrlanda ve Finlandiya 1:5 000; Hollanda, Belçika, İngiltere, Norveç, Danimarka ve İsveç 1:10 000; Almanya, Fransa, İspanya ve Türkiye 1:25 000 ölçekli/çözünürlüklü veritabanlarına sahiptir.

Ayrıca UHK, coğrafi veri sağlayıcıları ve harita üreticileri coğrafi verileri farklı ölçeklerde sunmak için çoğu kez farklı veritabanlarını kurmakta ve bakımlarını yapmaktadırlar (Lee 2003, Kazemi 2003).

Birçok UHK'nın stratejik amacı, yüksek çözünürlüklü ve yüksek doğruluklu sayısal mekânsal modelden (SMM) daha az çözünürlüklü SMM'ler türetmek, sayısal kartografik modelleri (SKM) ve hedef kartografik ürünleri de (haritalar) bu SMM'lerden üretmektir. Genelleştirme işlemi, tüm bu üretimlerin merkezini oluşturmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı çözüm uygulamalarındaki en önemli görevlerden birisi, uzman kartograflar tarafından elle yapılan klasik genelleştirme işlemlerinin otomatikleştirilmesidir. Klasik harita üretiminde genelleştirme, doğrudan uzman kartografın tecrübe ve yeteneğine bağlıdır. Genelleştirmenin otomasyonu için kartografın bilgi ve tecrübesini, bilgisayar mantık ve algoritmasına dönüştürmek gerekmektedir (Lee ve Hardy 2005).

SMM'lerin ve/veya SKM'lerin otomatik genelleştirme ile türetilmesi, CBS ve kartografya biliminin 1960'lardan beri en önemli konusu olmuştur. Son 20 yıl boyunca en fazla çaba geometrik algoritmaların geliştirilmesine harcanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda özel bazı harita objeleri için birçok algoritma geliştirilmiştir. Nokta objelerin genelleştirilmesinde (van Kreveld ve ark. 1997, Yukio 1997, Ai ve Liu 2002), çizgi objelerin genelleştirilmesinde (Douglas ve Peucker 1973, Li ve Openshaw 1992, Wang ve Müller 1992, De Berg ve ark. 1995) ve alan objelerin genelleştirilmesinde (Monmonier 1983, Zhang ve Tulip 1990, Müller ve Wang 1992, Schylberg 1992a, b, 1993, Beines 1993, Su ve Li 1995, Li ve Su 1996, Su ve Li 1997, Su ve ark. 1997a, b, Bader ve Weibel 1997, Barrault ve ark. 2001, Ruas 2001, Galanda ve Weibel 2002) çoğunluğu münferit objeler üzerine olan birçok algoritma geliştirilmiştir (Li ve ark. 2004).

Yapılan çalışmalar, kartografın bilgi ve tecrübesini tam olarak modellemenin imkânsız olduğunu göstermiştir (Stoter ve ark. 2008). Bu nedenle günümüze kadar tam otomatik bir çözüm bulunamamıştır. Farklı araştırma çalışmaları ve projeleri mevcut durumu geliştirmiş ve otomatik genelleştirmeye doğru atılmış adımları tanımlamışlardır (Rieger ve Coulson 1993, Ruas 2001a, Stoter 2005a, Stoter ve ark. 2008). Bütün bu projeler farklı bakış açıları ile otomatik genelleştirmenin eksikliğine odaklanmışlardır. Bu çalışmalara göre tam otomatik genelleştirmeyi uygulamanın zorluğu pek çok ve çeşitlidir. Örneğin modellemenin eksik olması ve verilerin karmaşıklığı bu zorlukların en önemlilerindendir. İlave olarak birçok topografik veriye uygulanabilecek ana genelleştirme işlemlerinin tanımlanması da bu zorluklarla yakından ilişkilidir (Foerster ve Stoter 2008).

Üç türlü genelleştirmeden bahsedilmektedir. Coğrafi verinin toplandığı aşamada yapılan genelleştirmeye obje genelleştirmesi, yüksek çözünürlüklü SMM'den daha az çözünürlüklü SMM türetilirken yapılan genelleştirmeye model veya veritabanı genelleştirmesi, SMM'den SKM veya büyük ölçekli SKM'den daha küçük ölçekli SKM elde edilirken yapılan genelleştirmeye de kartografik genelleştirme denilmektedir.

Harita güzel ve okunaklı olmalı ve ayrıca kartografik objeler yeryüzü gerçekliğini en iyi şekilde temsil etmelidir (Harrie 2001). Kartografik genelleştirme, harita okunaklılığını sağlamak için kartografik tasarım ilkelerini ve harita amacını dikkate alarak haritadaki objelerin indirgenmesi ve dönüşüm işlemlerini kapsamaktadır. Klasik anlamda kartografik genelleştirme, türetme haritaların 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 amaç grafik netliği çok iyi olan haritalar üreterek haritanın görünümünün ve aktarılmak istenen bilginin kolayca anlaşılmasını sağlamaktır (Bildirici ve Uçar 1996). Kartografik genelleştirme araştırmalarında (Brassel ve Weibel 1988, McMaster ve Shea 1992) harita üzerinde objelerin oluşturduğu dokuların tanınması ve genelleştirme sonrası da bu dokuların korunmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Coğrafi doku, doğal alt bölümleme, kültürel alanlar, kümeler ve hizalamaların genellikle insan gözü tarafından algılanması ve görülmesi çok kolaydır. Ancak coğrafi objelerin yakınındaki diğer objelerle oluşturdukları bu semantik özellikler, kavramsal ve mantıksal olarak veri modeline güçlükle yansıtılabilmektedir. Model ve kartografik genelleştirme bu modelleme zorluklarından etkilenmektedir. Bu karakteristik özellikler

tanımlanmalı, korunmalı veya çoğu kez abartılmalıdır. Eğer objeler, eşit aralıklı, doğru bir çizgi veya diğer düzgün şekillerde hizalanmış, simetrik olarak yayılmış vb. gibi mükemmel şekilde konumlanmış ise, doku kolayca tanımlanabilmektedir. Gerçek dünyada objeler düzenli şekillere yakın olabilirler fakat asla mükemmel olamazlar (Hardy ve ark. 2008).

Bir bütün olarak zorlu bir görev olan genelleştirme süreci, her biri farklı soruna çözümler sunan farklı alt süreçlere bölünmüş ve bunlara genelleştirme işlemleri veya genelleştirme operatörleri denilmiştir. Foerster ve Stoter (2008), 8 ülkedeki (Almanya, Finlandiya, Belçika, Fransa, İrlanda, Danimarka, İsviçre ve Hollanda) 11 haritacılık kuruluşu ile "UHK'nda Topografik Verilerin Otomatik Genelleştirmesinin Güncel Problemleri" (the current problems of automated generalization of topographic data at National Mapping Agencies) başlıklı bir anket düzenlemişlerdir. Katılımcılardan anket maddelerine 0 - 5 (0=önemsiz, 5=çok önemli) arasında bir değerlendirme yapmaları istenmiştir. Ankette kartografik genelleştirme operatörleri ile ilgili olarak iki madde de kartografik genelleştirme operatörlerinin ölçeğe bağımlı olarak obje sınıflarındaki önemi ve başarılı bir genelleştirme için operatörün zorluğunun derecelendirilmesi istenmiştir. Kartografik genelleştirme operatörlerinin ölçeğe bağlı olarak obje sınıflarındaki önem derecesi Çizelge 1.1'de, zorluk derecesi de Çizelge 1.2'de sunulmaktadır.

Çizelgeler incelendiğinde binalarda tipikleştirme ve öteleme operatörünün önemlilik ve zorluk derecelerinin, 1:250 000 ölçekli haritaların üretimi hariç, yüksek olduğu görülmektedir. 1:250 000 ölçekli haritalarda bina objelerinde tipikleştirme ve öteleme operatörlerinin önem ve zorluk derecelerinin düşük olmasının sebebi, yerleşim yerlerinin alan veya tek bir nokta obje ile temsil edilmesi ve nokta bina objelerinin bu ölçekte çok kullanılmaması gibi önemli semantik farklılıkların olmasından kaynaklanmaktadır.

Bina genelleştirmesi, binaların mekânsal dağılımının karmaşıklığı nedeniyle zor bir uygulamadır (Li ve ark. 2004). Kentsel bölgelerdeki binalarla kırsal bölgelerdeki binaların genelleştirmesi farklıdır (Bobzien ve ark. 2007).

Ülkemizde 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar, 1:25 000 ölçekli sayısal verilerden kartografik genelleştirme yöntemiyle üretilmektedir. Bina ve yerleşim yeri genelleştirmesi, topografik harita üretiminde ana iş adımlarından birisidir. 1:25 000 ölçekli sayısal veriler incelendiğinde kentsel bölgelerin çoğunluğu yerleşim alanı

Çizelge 1.1. Kartografik genelleştirme operatörlerinin ölçeğe bağlı olarak obje sınıflarındaki önem derecesi (Foerster ve Stoter 2008).

		İdari Sınır	Bina	Demiryolu	Yol	Yükseklik	Göl	Nehir	Kıyı	Arazi
1:10K - 1:50K	İyileştirme	0.3	3.7	0.3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.0	1.7
	Abartma	0.0	4.3	1.3	1.7	0.7	0.7	0.7	0.0	1.3
	Öteleme	2.3	5.0	3.0	3.7	1.0	0.3	1.3	0.3	1.0
	Eleme	0.0	2.7	1.0	3.0	0.7	1.7	1.7	1.3	1.7
	Tipikleştirme	0.0	4.7	1.7	2.0	0.3	1.7	1.0	1.0	1.0
	Birleştirme	1.0	3.3	1.3	1.3	0.0	2.3	1.0	1.0	3.0
1:50K - 1:100K	İyileştirme	1.0	2.3	0.7	2.3	1.7	1.0	1.7	0.7	1.3
	Abartma	0.0	2.7	1.3	1.7	0.7	1.3	0.7	0.0	0.7
	Öteleme	3.0	4.3	4.0	4.7	1.7	0.3	3.0	0.3	1.0
	Eleme	0.0	1.7	1.3	1.7	0.7	1.3	1.7	1.3	1.3
	Tipikleştirme	0.0	4.3	0.7	2.7	0.3	1.0	1.0	1.3	1.0
	Birleştirme	1.0	2.3	1.3	1.3	0.0	2.0	1.0	1.0	2.7
1:50K - 1:250K	İyileştirme	0.0	1.3	1.0	1.7	1.0	0.3	1.0	0.7	1.0
	Abartma	0.0	0.3	1.7	1.7	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7
	Öteleme	2.0	2.0	3.3	3.7	1.0	0.3	2.0	0.7	0.3
	Eleme	0.0	0.7	1.0	2.0	1.0	1.0	1.3	0.7	2.0
	Tipikleştirme	0.0	2.0	0.0	2.3	0.3	1.3	1.0	0.7	0.7
	Birleştirme	1.0	0.7	0.7	1.3	0.0	1.7	1.3	1.0	1.3

Çizelge 1.2. Kartografik genelleştirme operatörlerinin ölçeğe bağlı olarak obje sınıflarındaki zorluk derecesi (Foerster ve Stoter 2008).

		İdari Sınır	Bina	Demiryolu	Yol	Yükseklik	Göl	Nehir	Kıyı	Arazi
1:10K - 1:50K	İyileştirme	0.0	3.3	0.0	1.7	1.1	1.7	0.9	1.5	1.2
	Abartma	0.0	1.7	0.0	0.8	0.6	0.8	0.5	0.7	0.6
	Öteleme	3.3	4.7	3.3	4.0	3.8	4.0	3.7	3.9	3.8
	Eleme	0.0	2.3	0.0	1.2	0.8	1.2	0.6	1.0	0.9
	Tipikleştirme	0.0	5.0	0.0	2.5	1.7	2.5	1.4	2.2	1.9
	Birleştirme	0.3	2.7	0.3	1.5	1.1	1.5	1.0	1.4	1.2
1:50K - 1:100K	İyileştirme	0.3	3.0	0.3	1.7	1.2	1.7	1.1	1.5	1.3
	Abartma	0.0	1.3	0.0	0.7	0.4	0.7	0.4	0.6	0.5
	Öteleme	3.0	3.7	3.0	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2
	Eleme	0.0	1.3	0.0	0.7	0.4	0.7	0.4	0.6	0.5
	Tipikleştirme	0.0	4.0	0.0	2.0	1.3	2.0	1.1	1.8	1,5
	Birleştirme	0.3	1.7	0.3	1.0	0.8	1.0	0.7	0.9	0.8
1:50K - 1:250K	İyileştirme	0.0	1.0	0.0	0.5	2.5	0.5	0.5	1.0	2.0
	Abartma	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.5
	Öteleme	3.0	3.0	4.5	4.5	0.5	1.0	4.0	0.5	0.5
	Eleme	0.0	1.5	1.5	3.0	1.5	1.5	3.0	1.5	3.0
	Tipikleştirme	0.0	2.5	0.5	3.5	0.5	2.5	0.5	0.5	0.5
	Birleştirme	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0

olarak alan geometri ile kırsal bölgelerin ise münferit binalarla ifade edildiği görülmektedir. Ayrıca 1:25 000 ölçekli haritalarda kırsal bölgeler kentsel bölgelere oranla daha fazladır. Kırsal bölgelerdeki binaların çoğunluğu nokta geometriye sahiptir. Nokta geometriye sahip binalar 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalarda aynı işaretle gösterilmektedir. Dolayısıyla, türetme ölçekteki bina işaretinin yeryüzünde kapladığı alan temel ölçeğe göre büyüdüğünden bina işaretleri çakışabilmektedir. Aynı zamanda yola yakın olan binaların işaretleri ile yol işaretleri de çakışabilmekte ve üst üste gelebilmektedir. Bu tür problemler, tipikleştirme ve öteleme operatörleri uygulanarak giderilmektedir.

Tipikleştirme; kümelenmiş objelerin mekânsal durumunu ve özgün yapısını koruyarak daha az obje ile temsil eden operatöre verilen addır. Öteleme ise, obje işaretlerinin çakışması ve birbirine çok yakın olması sonucu oluşan uyuşumsuzluğa çözüm getiren operatöre denir. Öteleme operatörü ile önemli objelerin konumları korunurken, daha az öneme sahip objeler ötelenmektedir.

Tez çalışmasında, özellikle kırsal bölgelerdeki bina objelerin oluşturduğu bina kümelerinin tipikleştirilmesi ve bina objelerinin ötelenmesi için yöntem araştırmaları yapılmış ve otomasyon süreçleri oluşturulmuştur. Araştırma sonucu bulunan çözümler üretim sürecine eklenerek örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde, binaların tipikleştirilmesi ve ötelenmesi ile ilgili olarak ülkemizde ve dünyada yapılmış olan çalışmalar araştırılarak özetlenmiştir. Genelleştirme ile ilgili teorik esaslar üçüncü bölümde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, tez kapsamında bina kümelerini tipikleştirmek için geliştirilen mesafe ve açı yöntemleri açıklanmış ve örnek bir bölgede uygulama sonuçları gösterilmiştir. Aynı zamanda örnek bölgeye ağ temelli (mesh) basitleştirme tekniği ile tipikleştirme uygulanarak karşılaştırma yapılmıştır. Ayrıca binaların ötelemesi için de yöntem geliştirilmiş ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Beşinci bölümde araştırma sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi yapılarak farklı bölgelerdeki sonuçlar gösterilmiştir. Uygulanan yöntemlerle ilgili elde edilen istatistikî bilgiler de sunulmuştur. Altıncı bölümde ise, çalışmanın sonuçlarına ve yapılan önerilere yer verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

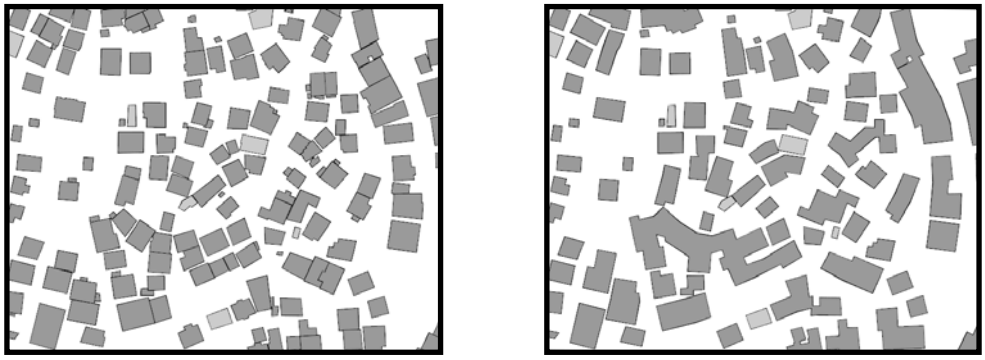
Ülkemizde genelleştirme konusunda çeşitli doktora ve yüksek lisans çalışmaları yapılmıştır (Bank 1998, Gökgöz 1999, Bildirici 2000, Başaraner 2005, Çetinkaya 2006, Avcı 2009, Gülgen 2009, Özçelik 2002, Aslan 2003, vb.) Bu çalışmalardan yerleşim yeri ve bina genelleştirmesiyle ilgili olanlar hakkında özet bilgiler bu bölümde sunulmaktadır. Ayrıca bu bölümde, diğer ülkelerde yapılan ve literatürde bulunan bina tipikleştirme ve ötelemesi ile ilgili çalışmalar da yer almaktadır.

2.1. Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde, orta ölçek aralığındaki (1:25 000 - 1:250 000) topografik haritaların üretim sorumluluğu Harita Genel Komutanlığı (HGK)'ndadır. Bu haritaların üretimi 2000'li yıllara kadar klasik yöntemlerle yapılmıştır. 1999 yılından itibaren 1:25 000 ölçekli Standart Topografik Haritaların (STH) üretimi, bilgisayar destekli olarak yapılmaya ve bu üretimlerin sonucunda sayısal veriler elde edilmeye başlamıştır. Sayısal üretimlerden önce, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH, klasik genelleştirme yöntemleriyle 1:25 000 ölçekli STH'dan üretilmekteydi. 1:25 000 ölçekli sayısal veriler oluşmaya başlandıktan sonra 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH'ın otomatik genelleştirme yöntemi ile üretilmesi gündeme gelmiş ve bunun için HGK'da 2002 yılında bir proje ekibi kurulmuştur. HGK'da sayısal genelleştirme konusunda araştırma ve üretim sistemi kurma çalışmaları bu tarihten itibaren yoğunlaşarak devam etmiştir. Ülkemizdeki çalışmalardan bina ve yerleşim yeri genelleştirmesi ile ilgili olanların özet bilgileri aşağıda sunulmaktadır.

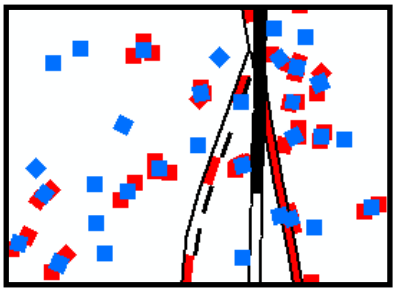
Bildirici (2000), Hannover Üniversitesi tarafından geliştirilen CHANGE yazılımı ile ve bu yazılıma eklediği bazı fonksiyonlar ve AutoCAD Map yazılımı aracılığıyla gerçekleştirdiği çalışmada, 1:1 000 – 1:25 000 ölçek aralığında alan geometrili binaların sınır çizgilerinin genelleştirmesi ve geometrik birleştirilmesi işlemlerini gerçekleştirmiştir (Şekil 2.1).

Aslan (2003), 1:25 000 ölçekli sayısal verilerden 1:100 000 ölçekli STH üretimi için yerleşim yeri ve binaların genelleştirmesi üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmasında bina ve yerleşim alanlarını kaynaştırma, yoğun bina kümelerinden yerleşim alan oluşturma, yerleşim alan sınırlarını basitleştirme, binaları tipikleştirme ve öteleme işlemlerini gerçekleştirmiştir. Tipikleştirme işleminde yalnızca 2-3 bina kümesi



Şekil 2.1. Bina sınır çizgilerinin genelleştirmesi ve bina objelerinin geometrik birleştirilmesi (Bildirici 2000).

için çözüm önerileri sunmuştur (Şekil 2.2). Ayrıca bina ötelemesinde de yola yakın tek (izole) binaların ötelemesini yapmıştır (Şekil 2.3). Bu doktora çalışmasında ise 2-3 binadan daha fazla sayıdaki bina kümelerinin tipikleştirilmesi ve ötelenmesi için yöntem araştırmaları yapılmıştır.



Şekil 2.2. Orijinal veri ve tipikleştirme işlemi sonrası.

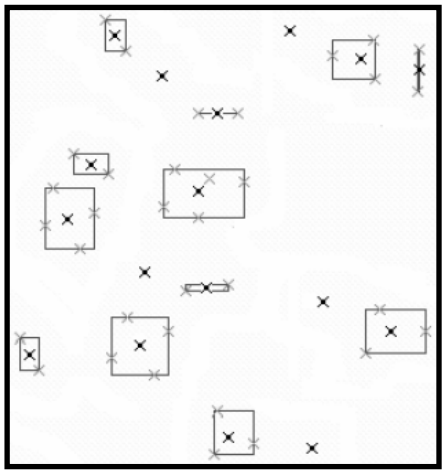


Şekil 2.3. Tek (izole) binaların yola göre otomatik ötelenmesi.

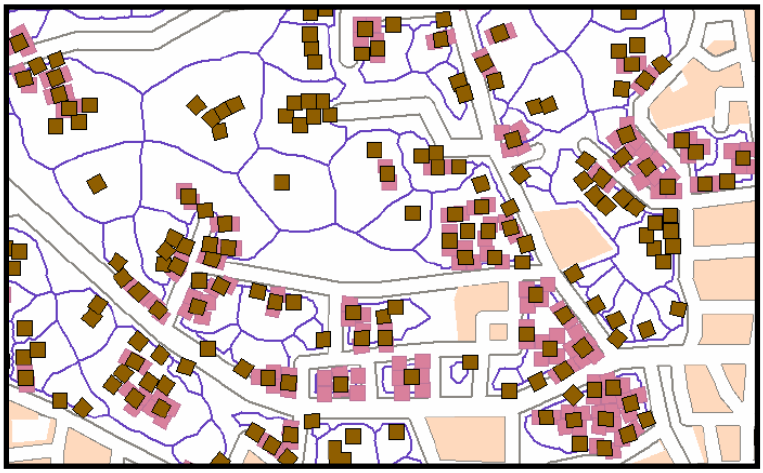
Başaraner (2005), nesne yönelimli LAMPS2 yazılımını kullanarak, 1:25 000 - 1:50 000 ölçek aralığındaki bina ve yerleşim alanlarının otomatik genelleştirilmesi üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında tek (izole) alan geometrili binalarla ilgili

olarak; düzeltme (dik açılı hale getirme), genişletme, uzanımlarını denetleme ve değiştirme, basitleştirme, geometri dönüşümü ve işaretleştirme işlemlerini gerçekleştirmiştir. Ayrıca yoğun bloklarda bina kümelerinden yerleşim alanı oluşturma, bina ve yerleşim alanlarını kaynaştırma, yerleşim alanlarını ve açık alanları basitleştirme işlemlerini ve binalarda tipikleştirme işlemlerini uygulamıştır.

Başaraner (2005) tipikleştirme algoritmasında dendogram kümeleme ile bina kümelerini bulmuş ve her küme için uygun (kümedeki binaların koordinatlarının ortalaması veya ortalamaya yakın olan bina) tek bir bina oluşturmuştur (Şekil 2.4). Bina kümelerine tipikleştirme uygulanıp uygulanmayacağı kararı için Voronoi yoğunluk hesaplamalarından faydalanmıştır.



Şekil 2.4. Tipikleştirme (Başaraner 2005)



Şekil 2.5. Voronoi yoğunluğuna bağlı tipikleştirme işlemi (Başaraner 2005).

Başaraner (2005) çalışmasında, bina öteleme işlemi için herhangi bir otomatik çözüme yer vermemiştir. Ayrıca tipikleştirme işlemi için geliştirdiği çözümde bazı durumlarda olması gerekenden daha az ya da daha fazla bina kaldığını ifade etmiştir (Şekil 2.5).

2.2. Tipikleştirme ve Öteleme Konusunda Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar

Bina kümelerine uygulanan tipikleştirme ve öteleme algoritmalarında, işlem öncesi ve sonrası bina kümelerinin dokularının birbirlerine benzeşmesi arzu edilmektedir. Örneğin işlem öncesinde aynı hizada olan bina kümesinin işlem sonrasında da hizasının korunması istenmektedir. Veri düzeyinde herhangi bir bilgi bulunmayan bina objelerinin "hizalı" olma durumunun tespit edilmesi gerekmektedir. Bununla ilgili Hagouet (1998), yol boyunca hizalanmış binaları bulmak için, Regnauld (1998) da minimum aralık ağacı (Minimum Spanning Tree (MST)) kullanarak birbirine yakın kümeleri saptamak için çalışmalar yapmışdır. Christophe ve Ruas (2002) binaların yakınlık, alan, içbükeylik, doğrultu, kenarlarının ve ayrıca orta noktalarının birbiri ile olan hizasını dikkate alarak aynı hizada olan bina kümelerini bulan bir yöntem geliştirmişlerdir.

Tipikleştirme yöntemleri, kümenin yapısal durumunu dikkate alan veya almayan şeklinde olabilmektedir. Yapısal bilgiyi dikkate almayan yaklaşımda, genel dağılım korunmaya çalışılmaktadır. Müller ve Wang (1992) doğal alan objelerini tipikleştirmek için matematiksel morfolojiyi kullanmışlardır. Onların prensibi büyük objeleri iyileştirmek ve küçük olanları önemli olup olmamasına dikkat etmeden silmektir.

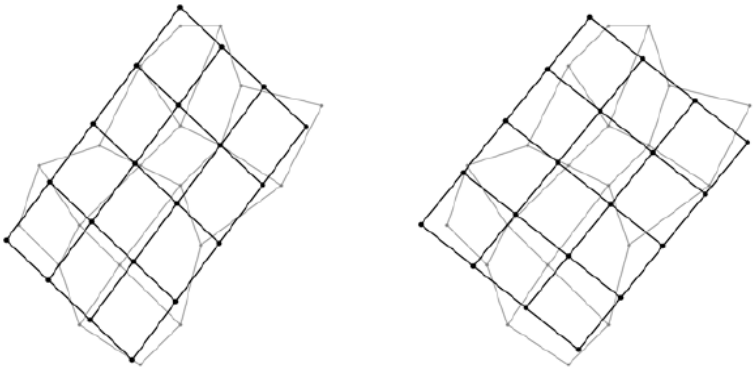
Sester ve Brenner (2000) ve Sester (2004), Kohonen obje haritalarına (Kohonen Feature Maps) dayalı tipikleştirme yöntemini tanımlamışlardır. Kohonen obje haritaları belirli bir hata değerini küçültmek için silinmiş bir objeye doğru, kalan objelerin hareketi ile orijinal yapıyı koruyan, kendi kendini düzenleyen (self organizing) haritalardır (Anders 2006). Ayrıca tipikleştirme işleminin sonucu her tekrarlamada farklı olmaktadır. Bu yaklaşım düzensiz dağılımlı obje kümelerinde iyi sonuçlar vermektedir. Fakat doğrusal veya grid gibi düzenli yapılarda başarısız olmaktadır (Şekil 2.6).



(a) (b)

Şekil 2.6. Grid yapıda objelerin (a) orijinal ve (b) tipikleştirme sonrası durumları (Anders 2006).

Anders (2006), bina kümelerinden grid yapılı olanları bulma ve tipikleştirme çalışması yapmıştır. Çalışmasında bağıl komşuluk çizgesi (Relative Neighborhood Graph) ile grid yapıdaki bina kümelerini bulmuştur. Söz konusu kümeler gerçek bir grid yapıda olmadıklarından bunları Affine veya Helmert dönüşüm ile düzgün bir grid yapıya dönüştürmektedir (Şekil 2.7). Daha sonra ise gridteki satır ve sütunu silerek tipikleştirme yapmaktadır. Anders (2006), grid yapıdaki bina kümelerini bulmuş, ancak tipikleştirme yönteminin yetersiz olduğunu ve gelecekte türetme ölçekteki objenin işaret boyutunu dikkate alacak şekilde araştırma yapılmasının gerekliliğini ifade etmiştir.

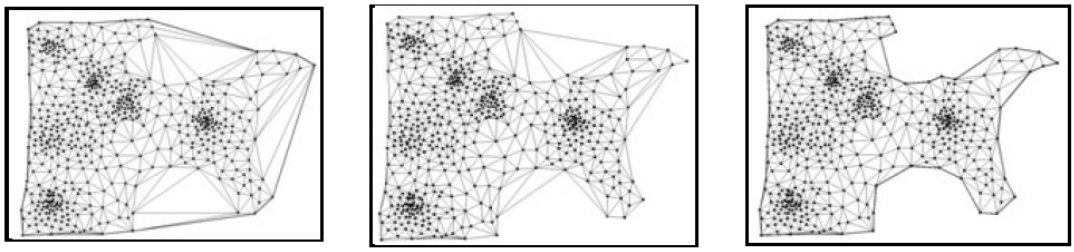


(a) (b)

Şekil 2.7. Grid dönüşümüne örnek. ((a) Affine (b) Helmert) (Anders 2006).

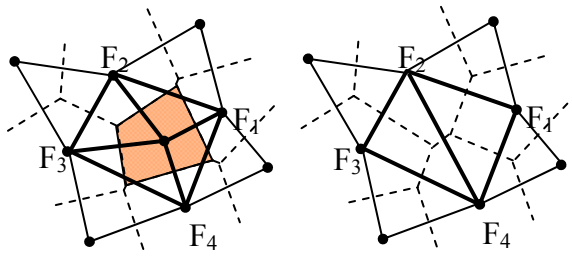
Lu ve ark. (2001) ve Ai ve Liu (2002), her iki çalışma ekibi de Voronoi çokgenleri ve Delaunay üçgenlemesi ile nokta objeleri tipikleştirmek için yöntem geliştirmişlerdir. Bu yönteme göre tipikleştirme işlem adımları şunlardır:

- Türetme ölçekte kalacak nokta sayısını Töpfer yasası ile hesaplama,
- Nokta objelerden Delaunay üçgenleri oluşturma ve nokta kümesinin sınırını tanımlama (Şekil 2.8),
- Sınırı basitleştirme (Douglas–Peucker basitleştirme algoritması ile),



Şekil 2.8. Delaunay üçgenlemesi ve nokta kümesinin sınırını belirleme (Ai ve Liu 2002).

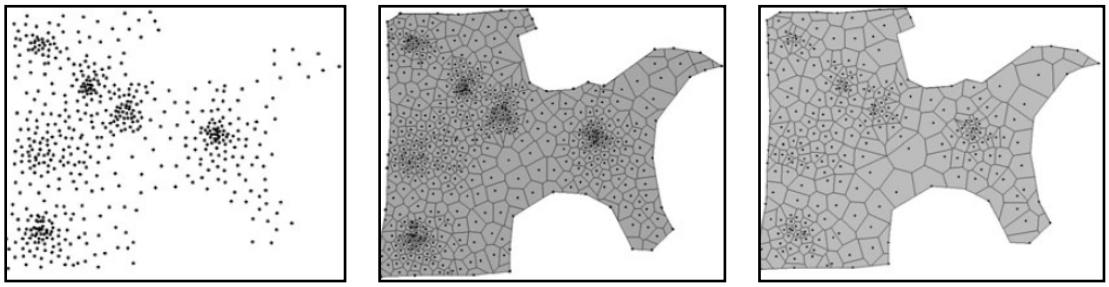
- Voronoi çokgenleri türetme ve her bir noktanın $1/A_{VD,i}$ (i'ninci noktada Voronoi çokgenin alanı) göre derecesini hesaplama.
- En büyük dereceden başlayarak noktayı silme (Şekil 2.9),



Şekil 2.9. En büyük dereceli Voronoi çokgenindeki noktayı silme (Lu ve ark. 2001).

- Hedeflenen nokta sayısına ulaşana kadar önceki iki adımı tekrarlama.

  Şekil 2.10'da örnek nokta kümesinin tipikleştirme sonucu görülmektedir.



Şekil 2.10. Örnek kümenin tipikleştirme sonucu (Ai ve Liu 2002).

Bu yöntem ile kümedeki genel dağılımın yapısı korunmaktadır. Fakat küme içindeki geometrik yapılar korunamamaktadır. Örneğin hizalı olan noktalar veya grid yapıdaki noktaların yapısı bozulmaktadır.

Regnauld (2001), bina kümelerini tipikleştirmek için bir yöntem sunmuştur. Kullandığı yöntem "böl ve fethet" (divide and conquer) prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde Gestalt teori kriterlerini dikkate alarak analizler yapmıştır. Bu analizlerden

elde edilen yoğunluk, grup şekli, binaların ortalama şekli gibi bilgiler her bir kümeye eklenmektedir. Bu bilgiler gruba uygulanacak yöntemi tanımlamada kullanılmaktadır. Regnauld (2001)'nun amacı olabildiğince dokuyu, gruplar arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları, binaların yoğunluğunu, doğrultusunu ve boyutlarını dikkate alarak korumaktır.

Ruas (1999) maliyet fonksiyonu kullanarak tipikleştirme yöntemi geliştirmiştir. Yöntem iterasyonla çalışmakta ve her iterasyonda her bir binanın elimine edilme maliyeti hesaplanmaktadır. Maliyet fonsiyonu, Delaunay üçgenlemesi ile saptanan bina ve bağlamsallığına ait farklı ölçüm toplamlarından oluşmaktadır. Söz konusu yöntemde pek çok kısıt dikkate alınmaktadır. Bunlar;

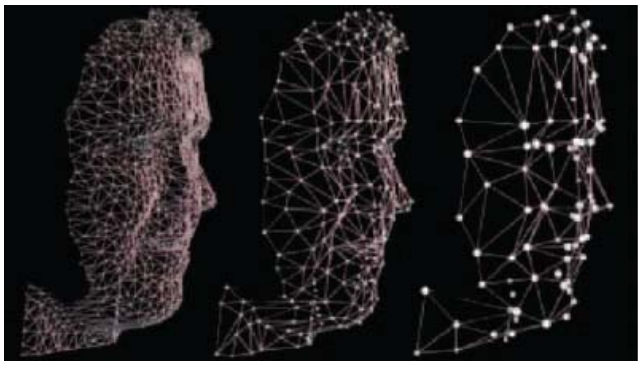
- Semantik: Özel binalar otomatik seçilmekte,
- Boyut: En küçük binalar tercihli (preferentially) olarak elimine edilmekte,
- Mesafe: Diğer binalara çok yakın bina tercihli olarak elimine edilmekte,
- Ulaşım ağı etkileşimi: Ulaşım ağına yakın olan binalar tercihli olarak seçilmekte,
- Çok yönlü örtüşme (multi-directional overlap): Çok fazla yönde örtüşen binalar tercihli olarak elimine edilmektedir.

Bu kısıtlara göre her bir bina için bir maliyet fonsiyonu önerilmektedir. Algoritma iterasyonla çalışmaktadır. Her bir adımda en fazla uyuşumsuz bina (maliyet fonksiyonun en büyük değerine sahip bina) elimine edilmekte ve kalan binalar için maliyet fonksiyonu güncellenmektedir. İterasyon bütün kısıtlar doyuma ulaşıncaya kadar, yani maliyet fonksiyon değeri belirlenen eşik değerin altına düşünceye kadar devam etmektedir.

Burghardt ve Cecconi (2007) bilgisayarda resim görüntüleme tekniklerinde kullanılan ağ temelli (mesh) basitleştirme yöntemini kullanarak binaları tipikleştirmek için bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu yaklaşımdaki ana amaç hızlı ve tekrarlanabilir sonuçlar yaratan bir algoritma geliştirmektir. Buna göre tipikleştirme süreci, konumlandırma ve gösterim olarak iki adımdan oluşmaktadır. Konumlandırma adımı ile Delaunay üçgenlemesine dayalı türetme ölçekte bina objelerinin konumları ve obje sayısı belirlenmekte, gösterim adımında ise binaları tekrar yerleştirmek için boyut ve doğrultu hesaplanmaktadır.

Burghardt ve Cecconi'nin (2007) tipikleştirme için kullandıkları ağ temelli basitleştirme yönteminin ana fikri Şekil 2.11'de görüldüğü gibi orijinal nokta dağılım özelliğini koruyarak çoklu gösterim için nokta sayısını indirgemektir.

Burghardt ve Cecconi'nin (2007) tipikleştirme için geliştirdikleri yöntem, uygulama bölümünde de anlatılacağı gibi, bu tezde örnek veri kümesine uygulanmış ve tez kapsamında geliştirilen yöntemle karşılaştırma yapılmıştır (bkz bölüm 4.9.5 ve 5.1).



Şekil 2.11. Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile nokta indirgemeye örnek (Burghardt ve Cecconi 2007).

Ruas (1998), kentsel bölgelerdeki binalarla ilgili mekânsal uyuşmazlıkları çözmek için yöntem geliştirmiştir. Yöntemini Strategе yazılımı (Strategе; Fransa ulusal haritacılık kuruluşunun COGIT laboratuarında geliştirilmiş nesne yönelimli bir yazılımdır) üzerinde uygulamıştır. Yöntemi, objenin geometrisi ve objenin mutlak ve bağıl konumu gibi birkaç kısıtlamanın gerçekleştirilmesine dayanmaktadır. İşlem yeterli boşluk olup olmadığının kontrol edilmesi ile başlamaktadır. Öteleme işlemi başlamadan önce eğer yeterli boşluk yok ise çok küçük objeler silinmekte veya birleştirilmektedir. Mekânsal uyuşumsuzlukları Delaunay üçgenlemesinde yakınlık bilgilerini kullanarak bulmaktadır. Ruas'ın (1998) geliştirdiği öteleme yönteminde bina ötelendiğinde kendine yakın binalar da bağıl konumlarını korumak için yer değiştirmektedir.

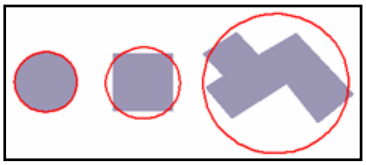
Mackaness ve Purves (1999) öteleme probleminin çözümü için, bina objelerinden çakışanları bina merkezlerinden çizilen belli bir çaptaki çemberin üzerinde belirli bir yay mesafesi ile hareket ettirmektedirler. Binaların çakışması tamamen çözülmekte veya en az çakışmanın olduğu durum seçilmektedir (Şekil 2.12).



(a) (b) (c)

Şekil 2.12. (a) Çakışma problemi, (b) Konumlanabileceği yerler, (c) Öteleme sonucu (Mackaness ve Purves 1999).

Mackaness ve Purves'in (1999) öteleme için yaptıkları çalışmada her bina için çember ile çözüm bulunmaktadır. Bu kompaktlık (Şekil 2.13) 1 ve 1'e yakın değerlerdeki bina objeleri için uygun olmakta, fakat daha küçük değerler için uygun olmamaktadır.

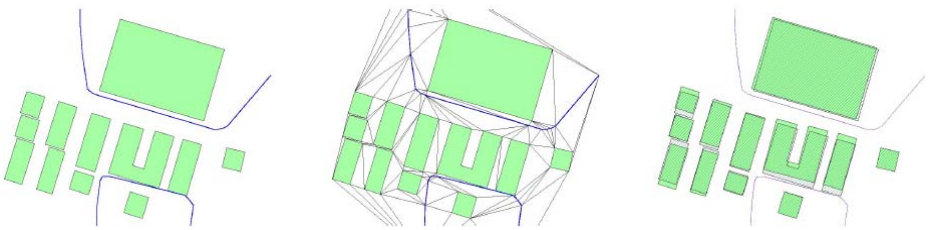


Şekil 2.13. Kompaktlık (Başaraner 2005).

Kompaktlık (Formül 2.1), çokgenle aynı büyüklükte çevreye sahip dairenin alanının çokgenin alanına oranıdır.

$$kompakt = \frac{çevre^2}{4 \times \Pi \times Alan} \tag{2.1}$$

Sester (2000) kartografik objelerin ötelenmesi için en küçük kareler dengelemesiyle bir yaklaşım sunmuştur. Ötelemeyi, bazı kısıtlamaları dikkate alarak objelerin en iyi şekilde konumlanabileceğini bir optimizasyon yöntemi gibi modellemiştir. Kısıtlamalar objeye ait iç ve dış kısıtlamalar olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar; objeye ait şekil parametreleri (obje kenarları, açısı ve doğrultusu), objeler arasındaki mesafeler (bu mesafe belli bir eşik değerin altında ise objeler kaynaştırılmaktadır) ve ilave parametreler olarak koordinatlar en küçük kareler dengelemesine tanıtılmaktadır. Objelerin komşuluklarını tanımlamak için Delaunay üçgenlemesi kullanmıştır. Dengeleme sonucunda öteleme ile birlikte objelerin boyutlarında da değişiklik olabilmektedir (Şekil 2.14).

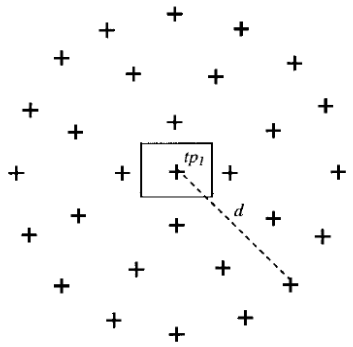


(a) (b) (c)

Şekil 2.14. (a) Orijinal durum, (b) Üçgenleme, (c) Öteleme sonucu (Sester 2000).

Harrie (2001a) öteleme için kısıtlamalı bir yöntem sunmuştur. Bu yöntem, el ile yapılan öteleme kurallarını analitik biçimde tanımlama üzerine kurulmuştur. Yöntemin iskeleti beş öteleme davranış tipinden meydana gelmektedir. Her bir kartografik objenin bu öteleme davranış tipine ait olduğunu belirtmiştir. Bu da öteleme işleminde obje tipinin özelliğini tanımlamaktadır. Öteleme davranış tipleri kısıtlama olarak adlandırılan kural kümeleri ile belirlenmiştir. Tanımlanan kuralların birbiri ile çelişki içinde olduğunu belirtmiş ve en uyumlu çözümü bulmak için en küçük kareler yöntemini kullanmıştır.

Ware ve ark. (2003) harita genelleştirmesi için sertleştirme (simulated annealing) olasılıklı bir optimizasyon tekniğini sunmuşlardır. Sundukları algoritmada harita ölçeğinin küçülmesi sonucu meydana gelen grafik uyuşumsuzluğu çözmek için birçok harita objesine öteleme, abartma, silme, boyut küçültme operatörleri uygulanmaktadır. Bina-bina ve bina-yol objeleri arasındaki mesafe belirlenen eşik değerden küçük ise bina-bina ve bina-yol uyuşumsuz maliyet değeri olarak maliyet fonksiyonunda tanımlanmaktadır. Uyuşumsuzluğun giderilmesi için bina objesinin hareket edebileceği muhtemel konumlar (+) belirlenmekte (Şekil 2.15) ve bina her konum değiştirdiğinde maliyet fonksiyonu tekrar hesaplanmaktadır. Maliyet fonksiyonu değeri en az olana kadar işlem tekrarlanmaktadır. Şekil 2.15'de t_{p1} bina objesinin başlangıç konumunu, d ise muhtemel konumla başlangıç konumu arasındaki mesafeyi ifade etmektedir.

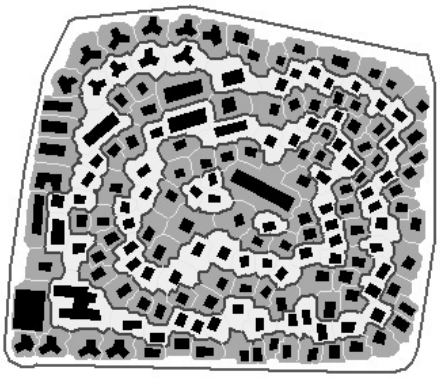


Şekil 2.15. Öteleme vektör kalıbı (+ muhtemel konumları göstermektedir) (Ware ve ark. 2003).

Yazarlar, yaklaşımlarında yoğunluk ve yapının korunmadığını belirtmişler ve bununla ilgili olarak araştırmalara devam edeceklerini ifade etmişlerdir.

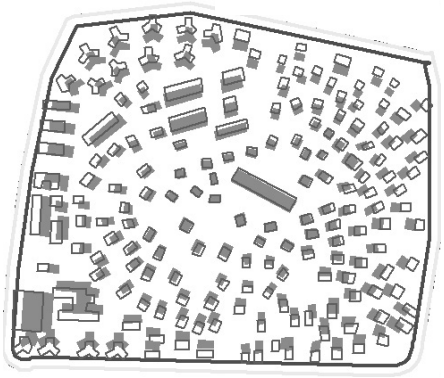
Ai (2004), bloklar arasındaki binaların ötelenmesi için fizikteki elektromanyetik alana benzeyen öteleme alanları (displacement fields) kavramını önermiştir. Bu yöntemde her bir bina objesi bir harekete maruz kalmakta ve aynı zamanda da komşu

olduğu objeyi daha az bir mesafe ile itmektedir. Komşuluklar Voronoi çokgenleri ile tanımlanmakta ve daha sonra öteleme alanları bulunmaktadır (Şekil 2.16).



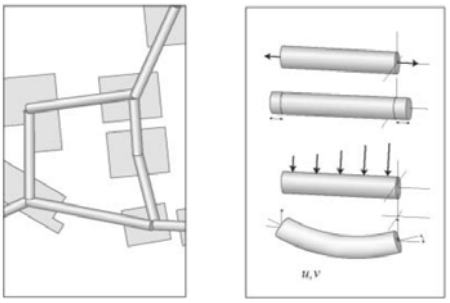
Şekil 2.16. Voronoi çokgenleri (Ai 2004).

Bir öteleme alanındaki binalar aynı mesafede ötelenmektedir. En dışta bulunan öteleme alanı en büyük mesafe ile ötelenmekte ve içe doğru bu değer küçülmektedir (Şekil 2.17).

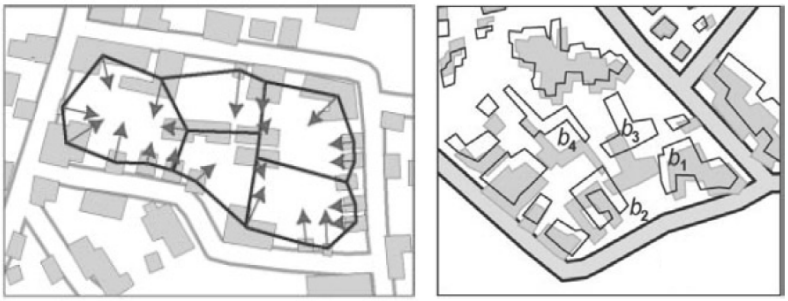


Şekil 2.17. Öteleme sonucu (Ai 2004).

Bader ve ark. (2005) binaları ötelemek için optimizasyona dayalı bir algoritma sunmuşlardır. Bu algoritmaya göre öncelikle önemli mekânsal dokular saptanmakta ve öteleme işlemi boyunca bunlar korunmaktadır. Algoritmaları iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada grafik kirişler (truss) oluşturmak için mekânsal ilişkiler analiz edilmektedir. Kirişler başlangıçta bina merkezlerini minimum aralık ağacının mekânsal ilişkilerle tanımlanmış bükülmez direklerle bağlanmasına dayanmaktadır. İkinci aşama tekrarlanarak, kullanıcı tanımlı mesafe elde edilene kadar enerjiyi minimize etmek için kirişler deforme edilmektedir. Her bir tekrarda, kirişteki güç ve deformasyon hesaplanmakta ve bütün binaların konumu eş zamanlı ayarlanmaktadır (Şekil 2.18). Yöntemlerine ait bir örnek Şekil 2.19'da görülmektedir.



Şekil 2.18. Kirişler bina merkezlerinin direklerle bağlantısından oluşmaktadır (Bader ve ark. 2005).



Şekil 2.19. Kirişlerle binaların ötelenmesine örnek (Bader ve ark. 2005).

2.3. Tartışma

Genelleştirmede otomasyon çalışmaları kapsamında özellikle bina kümelerinin tipikleştirilmesi ve binaların ulaşım ağından ötelenmesi üzerinde çok kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Bina kümesinin karakterini koruyarak basitleştirilmiş bir görüntü elde etmek ve ulaşım ağından ötelemek birçok çalışmanın odağı olmuştur. Bu bölümde bina kümelerinin tipikleştirilmesi ve bina objelerinin ulaşım ağından ötelenmesi konusunda yapılan güncel çalışmalar ve önerilen algoritmalar ile sonuçları üzerinde durulmuş, belli yaklaşımlar örneklerle açıklanmıştır.

Geliştirilen yöntemlerde bina objeleri çoğunlukla alan geometrisine sahiptir. Ayrıca nokta geometrili bina objeleri için geliştirilen yöntemlerde ise türetme ölçekteki işaret büyüklüğü dikkate alınmamaktadır. Veri yapıları ve formatlarının farklı olması geliştirilen yöntemlerin bölüm 4.2'de açıklanan mevcut veri yapısına uygulanmasını zorlaştırdığından özgün bir yöntem geliştirme ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

3. TEORİK ESASLAR

Genelleştirme operatörleri, otomatik genelleştirmenin doğasını tanımlamak için geliştirilen araçlardır. Operatörler, klasik genelleştirme teknikleri ve matematik tabanlı teknikleri sayısal ortama taşımak için tanımlanmışlardır (McMaster ve Shea 1992). Genelleştirme sürecinin mantıksal kümelere (Örnek; basitleştirme, seçme gibi) bölünebilirliği düşüncesi, genelleştirme araştırmalarının ana fikir kaynağı olmuştur.

Genelleştirme operatörleri farklı araştırmacı ve yazarlar tarafından değişik şekilde sınıflandırılmıştır. Çizelge 3.1'de farklı araştırmacılara ait operatörlerin sınıflandırılması sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Genelleştirme Operatörleri (McMaster ve Shea 1992, Cecconi 2003, Yaolin ve ark. 2001)

<table>
<tr><th colspan="2">McMaster ve Shea</th><th colspan="2">Cecconi</th><th>Yaolin ve ark.</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Mekânsal Dönüşüm</td><td rowspan="3">Basitleştirme
Kaynaştırma
Seçme/Eleme
Öteleme
Yumuşatma
Çizgi birleştirme
Genişletme
Gruplama
Geometri dönüşümü
İyileştirme</td><td colspan="2">Semantik Seçme
Semantik Gruplandırma</td><td rowspan="5">Basitleştirme
Birleştirme
Kaynaştırma
Gruplama
Sınıflandırma
Seçme</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tek Objeler</td><td rowspan="2">Ayıklama
Serbest basitleştirme
Geometri dönüşümü
Genişletme
Abartma
Fraktallaştırma
Yumuşatma
Düzeltme</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Öznitelik Dönüşüm</td><td rowspan="2">İşaretleştirme
Sınıflandırma</td></tr>
<tr><td>Tek Obje veya Obje Kümeleri</td><td>Seçme
Eleme
Öteleme</td></tr>
<tr><td>Obje Kümeleri</td><td>Kaynaştırma
Kombinasyon
Tipikleştirme</td></tr>
</table>

Genelleştirme operatörlerinin farklı sınıflandırmaları da bulunmaktadır. Beard (1991) genelleştirmenin kısıtlarına dayalı bir sınıflandırma geliştirmiştir. Bu kısıtlar; grafik, yapısal, uygulama ve prosedürel olmak üzere dört tanedir. Beard (1991) tarafından aşağıdaki temel sınıflamalar tanımlanmıştır;

- Obje sayısını azaltan operatörler (seçme, gruplama, birleştirme ve kaynaştırma),
- Mekânsal alanı basitleştiren operatörler (birleştirme, kaynaştırma, geometri dönüşümü ve basitleştirme),
- Öznitelik basitleştiren operatörler (sınıflama).

Mackaness'da (1991) yapı ve süreç tabanlı sınıflama geliştirmiştir. Sınıflaması; işaret değiştirme, işaret maskeleme, farklılık boyutunu artırma, seçme, almama, basitleştirme, birleştirme (tekrar sınıflama), öteleme ve abartma operatörlerini içermektedir.

3.1. Bina Genelleştirmesi İçin Operatörler

Bina genelleştirme işlemi, genelleştirme konuları arasında özel bir ilgi görmüştür. Büyük ve orta ölçekli haritalarda yoğun olarak bulunan bina objelerine uygulanan düşüncelerin diğer obje sınıflarına da uygulanabileceği sıklıkla düşünülmüştür. Ormanlar, araziler ve göller gibi doğal objelerle karşılaştırıldığında küçük objelerdir, büyük ölçekler haricinde çoğu kez okunaklılığın sağlanabilmesi için binaların grafik olarak büyütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bina objeleri köşeli ve ortogonal olma eğilimindedirler. Özellikle kentsel bölgelerde çoğunlukla yoğun kümelenmişlerdir. Bu nedenle binaları genelleştirmek için kombinasyonlu operatör seçimine ihtiyaç duyulmaktadır.

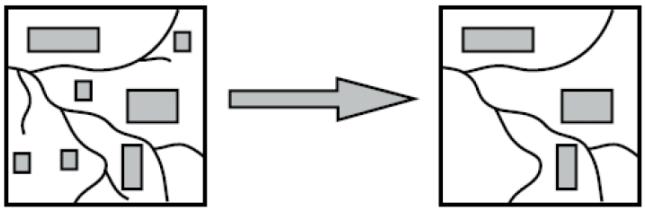
Bina objelerinin genelleştirilmesi sürecinde kullanılan operatörleri, çeşitli kategorilere göre sınıflandırmak ve incelemek mümkündür. Birinci kategori, objelerin sayısını azaltan genelleştirme operatörlerini kapsamaktadır. İkinci kategorideki genelleştirme operatörleri, binaların yoğunluğunu kontrol etmekte ve her bir objenin harita kriterlerine göre okunur olmasını sağlamaktadırlar. Objelerin kendi aralarındaki mekânsal ve semantik ilişkileri kontrol etmek içinse son kategorideki genelleştirme operatörleri kullanılmaktadır.

3.2. Binaların Sayısını Azaltan Operatörler

3.2.1. Seçme/eleme

Seçme veya eleme, hangi objenin silineceği ve hangi objenin kalacağı kararını vermektir (Şekil 3.1).

Töpfer tarafından belirtilen temel yasa, haritanın ölçeği ile bağlantılı olarak korunacak obje sayısını ifade etmektedir (Formül 3.1, 3.2). Formül türetme ölçeklerde yer alacak obje sayısını ifade etmekte, ancak hangi sınıfların ve objelerin seçileceğini açıklamamaktadır.



Şekil 3.1. Seçme/Eleme

$$M_H < 100\,000 \Rightarrow n_H = n_K \sqrt{\frac{M_K}{M_H}} \quad (3.1)$$

$$M_H > 100\,000 \Rightarrow n_H = n_K \frac{M_K}{M_H} \quad (3.2)$$

Burada;

M_H : Türetme harita ölçek katsayısı

M_K : Kaynak harita ölçek katsayısı

n_H : Türetme haritadaki obje sayısı

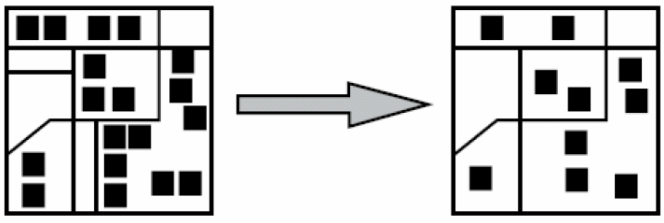
n_K : Kaynak haritadaki obje sayısı

ifade edilmektedir.

Ruas (1998, 1999) bina sayısında indirgemeyi tetiklemeye temel olacak kentsel parsellerdeki yoğunluğun ölçümünü önermiştir. Yoğunluk % 80'in altına düşene kadar binalar elenmiştir. Objeler arasındaki uyuşumsuzluğu çözecek en uygun yoğunluk eşiği ile beraber hangi objenin eleneceğine karar vermek ve kısıt kümesini birleştirmek için maliyet fonksiyonu kullanılmıştır. Yöntem yollardan uzak ve son derece kalabalık alanda, özel bir önemi olmayan küçük binaları elemektedir.

3.2.2. Tipikleştirme (typification)

Tipikleştirme, bina obje kümesindeki dağılım dokusu korunurken sayısının indirgenmesidir (Şekil 3.2.).



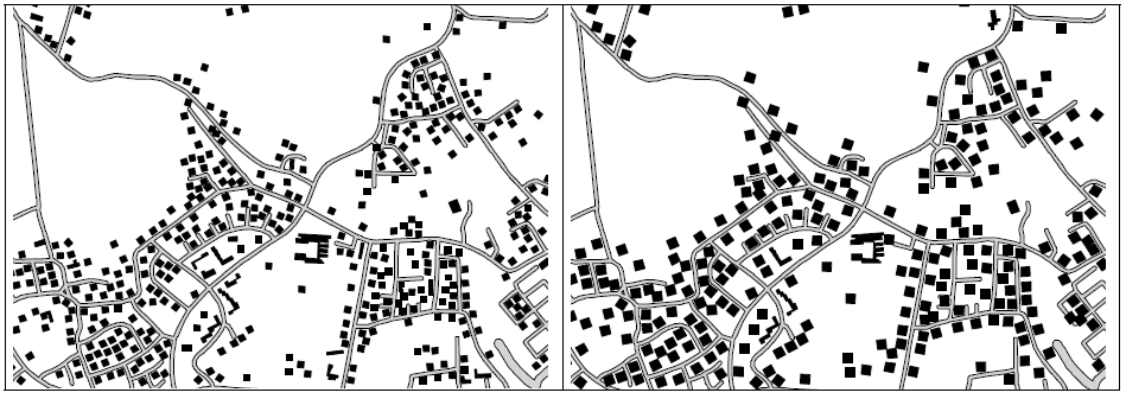
Şekil 3.2. Tipikleştirme

Regnauld (2001), Gestalt kuramına dayalı binaların gruplarını bulmak için bir yöntem önermiş ve bu bina gruplarının indirgenmiş halini göstermiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Tipikleştirme (Regnauld, 2001)

Ruas ve Holzapfel (2003), yeni bir tipikleştirme yöntemi tanımlamada kullanılabilecek aynı hizadaki binaları karakterize etmeye dayalı başka bir gruplama yöntemi önermişlerdir. Sester (2001, 2005b), rastgele binaların seçildiği ve başlangıç dağılımını kaplayacak şekilde ötelendiği yapay sinir ağlarına dayalı başka bir yaklaşım sunmuştur (Şekil 3.4).

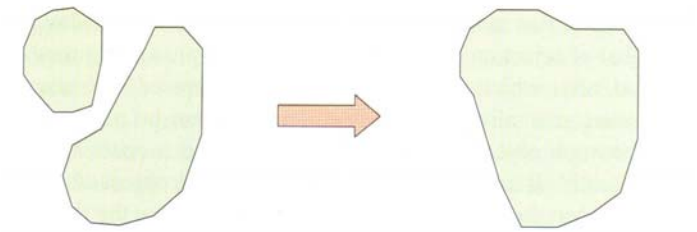


Şekil 3.4. Tipikleştirme (Sester, 2004)

Burghardt ve Cecconi (2007) kademeli olarak bina sayısını azaltan ve binaların konumlarının değişmeden olduğu yerde kalması için ağ temelli (mesh) basitleştirme tekniğini geliştirmişlerdir.

3.2.3. Kaynaştırma (amalgamation)

Kaynaştırma operatörü, alan geometrisine sahip yerleşim yerleri, orman ve kayalık arazi gibi çeşitli coğrafi objelerin genelleştirmesi esnasında ihtiyaç duyulan birleştirme işlemlerinin yapılması amacıyla kullanılmaktadır.



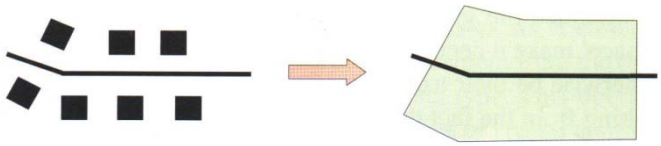
Şekil 3.5. Kaynaştırma.

Kaynaştırma, vektör tabanlı genelleştirme işlemleri yanında raster tabanlı genelleştirme ihtiyaçlarında da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Coğrafi objelerin şekillerinin karakteristik özelliklerine göre 'ortogonal' veya 'ortogonal olmayan' yapıları da göz önüne alınıp farklı birleştirmeler yapılabilmektedir. Objelerin yapay veya doğal objeler olarak sınıflanmasında ortogonallikte farklı davranışlar olduğu görülmektedir.

Kaynaştırmanın birkaç seviyesinden bahsedilmektedir. Birinci seviye, komşu bina alanlarından alan oluşturulması söz konusudur. Lichtner (1979) küçük binaların ötelenerek ve döndürülerek komşu büyük binalarla birleşmesini sağlayan bir yöntem önermiştir. Ware ve ark. (1995) Delaunay üçgenlemesini kullanarak çözümler sunmuştur. Kaynaştırma işlemine özellikle türetme ölçek küçüldükçe ihtiyaç duyulmaktadır. Regnauld (2003) yılan biçimli (snake-shaped) alan oluşturma aracılığı ile yol boyunca binaların grubunu göstermek için bir yöntem sunmuştur. Yılan biçimli alanlar yolun merkez çizgisine tampon (buffer) uygulanarak oluşturulmaktadır. Li ve ark. (2004) türetme ölçeğe bağlı olarak, şehirdeki binaları yeterli seviyede birleştirmekle ilgili algoritmaların seçimi için bir yöntem sunmuştur. Araştırma raster verilerin birleştirmesinde de incelenmiştir. Örneğin Li (1994), Schylberg (1992b) ve Su ve ark. (1997b) binaları birleştirmede matematiksel morfoloji operatörleri (genleşme (dilatation), aşınma (erosion)) kullanmışlardır. Camara ve Lopez (2000) şehir parsellerini birleştirmede benzer ilkeleri kullanmışlardır.

3.2.4. Noktalardan alan oluşturma

Noktalardan alan oluşturma, nokta geometriye sahip aynı sınıftaki objelerin yeni bir amaç için veya türetme ölçeklerde kullanımı için, yakınlık analizlerine bağlı olarak kümelenerek bir alan geometride birleştirmedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yerleşim yeri içinde binaları birleştirme.

Bu operatörde kritik iki problem vardır. Birincisi alan oluşturacak küme noktalarının yoğunluğunu tanımlamak, ikincisi ise kümenin sınırını belirlemektir. Bu operatörün uygulanmasında, kümeleme (clustering), kümelerin gruplanması (dendogram), dışbükey kabuk (convex hull), büzüşmeli katlama (shrink wrap), tampon alan oluşturma (buffer) gibi çeşitli yöntemler ve bunların kombinasyonları kullanılmaktadır.

3.3. Binaların Okunaklığını Sağlayan Operatörler

3.3.1. Genişletme (enlargement)

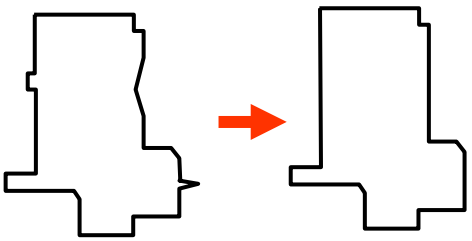
Bu işlem, bağlantı noktası (genelde binanın ağırlık merkezi) kullanılarak basit geometrik ölçekleme yolu ile yapılmaktadır. Şekil ve orantı korunmaktadır. Bu operatör harita özelliklerinden en küçük boyut şartını sağlamak için kullanılmaktadır.

3.3.2. Bölgesel genişletme (local enlargement)

Türetme ölçek için binanın şekli bazen çok yakın dar bölgeler içerebilir (örneğin iki bölümü bağlayan koridor gibi). Bu bölgeyi genişletmek için bir işlem yapmak gerektiğinde bu operatör kullanılmaktadır.

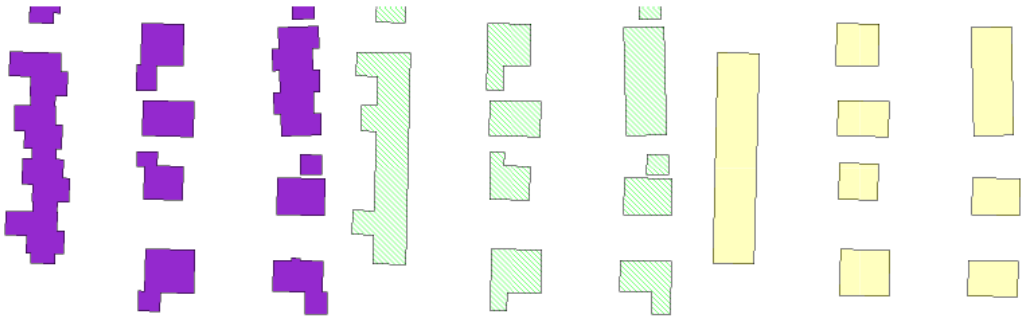
3.3.3. Basitleştirme (simplification)

Binaların dış çizgisindeki ayrıntılar, çoğunlukla okunaklılık şartını sağlamak için basitleştirme gereksinimi duymaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Basitleştirme Operatörü.

Lichtner (1979), uzunluğu eşik değerden küçük binanın dış çizgisindeki kenarların çıkarılması için bir yöntem sunmuştur. Sester (2005a) kısa kenarlarda benzer bir yaklaşım kullanmıştır. Kısa kenarlar kurallara uygun olarak tekrar yerleştirilmektedir. Şekil 3.8.'de bir kenarın minimum uzunluğu için eşik değerinin artırılması ile elde edilen sonuç görülmektedir.



Şekil 3.8. Bina dış çizgilerinin basitleştirlmesi (Sester 2000).

Jones ve ark. (1995), kare şekilli binaları basitleştirmek için "köşe çevirme" (corner flipping) yöntemi kullanmışlardır. Sester ve Brenner (2004), binaları kademeli basitleştirmek için sürekli bir yöntem (continuous method) önermişlerdir. Bina dış çizgisinin koordinatlarına operatörleri birbiri ardına uygulamışlardır. Dört operatör (koordinat silme, öteleme, kopyalama ve oluşturma), köşeleri basitleştirme veya kaydırma gibi farklı hareketleri yerine getirmek için etkileşimli kombinasyonlar halinde kullanılmıştır.

3.3.4. Kareleştirme (squaring)

Bu operatör ile binaya kare görünümünün verilmesi araştırılmaktadır. Bu işlem harita kullanıcısının binaları algılamasını kolaylaştırmaktadır. Çoğu kez sayısallaştırma işleminin doğruluk kısıtlamasının üstesinden gelmek için de ihtiyaç duyulmaktadır. Airault (1996), her bir binanın kareliğini düzeltmek ve yakın çevresinde binaların duvarları arasında paralelliği korumak için bina kümelerinin koordinatlarının konumunu rötuş eden bütüncül bir yöntem sunmuştur.

Bildirici ve Heidorn (2004), geliştirdikleri BUHOM yazılımı ile bina verisi toplanırken oluşabilecek hatalardan arındırılarak veri kalitesini yükseltmektedirler. Bu yazılım ile bina köşelerinin dik açılı ve ayrıca binanın yola paralel olması gerçekleştirilmektedir.

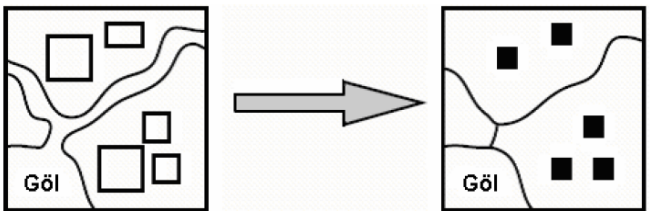
3.3.5. İşaretleştirme (symbolisation)

Küçük bina şekillerini basitleştirmeye nadiren ihtiyaç duyulmaktadır. Bu binaların çoğu kez tanımlanmış işaretlerle (kare veya dikdörtgen) gösterilmesi en iyi çözüm olmaktadır. Mackaness ve Rainsford (2002) önceden tanımlanmış şekil kümesi arasından binalarla en uygun eşlemeyi bulan şablon eşleme algoritması (template matching algorithm) geliştirmişlerdir. Buna göre en uygun şablon seçildiğinde orijinal bina yeni şeklini (ölçeklenmiş ve dönmüş olarak) almaktadır.

3.3.6. Geometri Dönüşümü

Harita üzerinde yer kalmaması, objelerin gerçek alansal büyüklüğü ile gösterilememesine neden olabilmektedir. Geometri dönüşümü işlemi; bu problemi, çizgi ya da alan objeleri nokta objelere ya da alan objeleri çizgi objelere indirgeyerek çözmektedir (Şekil 3.9).

Başka bir ifadeyle geometri dönüşümü, boyutların indirgenmesi üzerine odaklanır: n boyutlu objeler, n-1 boyuta ya da (olanaklı ise) n-2 boyuta indirgenir (Başaraner 2005). Örneğin, alan olarak gösterilen bir kent, daha küçük ölçekte bir noktaya dönüştürülmekte ve bu noktada merkezlenmiş bir nokta işareti ile gösterilmektedir (Jones 1997, AGENT Consortium 1999).



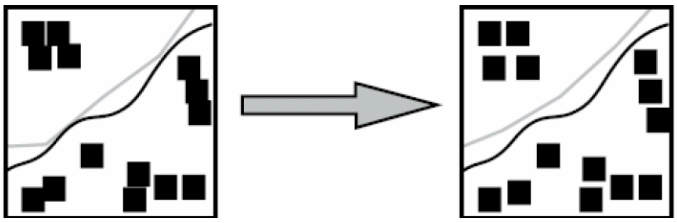
Şekil 3.9. Geometri dönüşümü.

3.4. Binalar Arasındaki İlişkiyi Sürdüren Operatörler

3.4.1. Öteleme

Objelerin çok yakın olduğu veya obje işaretlerinin çakıştığı yerlerde, birini ya da birkaçını ötelemek bir çözümdür (Şekil 3.10).

Öteleme yoğun bölgelerde uygulanması zor, karmaşık bir operatördür. Birçok araştırmanın ilham kaynağı olmuştur. Araştırma türleri, çoğaltımcı ve tümleyici yaklaşımlar olarak ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 3.10. Öteleme.

Çoğaltımcı yöntemlerde objelerin komşulukları arasındaki yakınlık değerlendirilmekte ve obje çifti arasındaki uzaklık arttırılmaktadır. Bu bütün objelerdeki karmaşıklık giderilene kadar ya da bir düzenleme bulunana kadar iteratif olarak tüm komşu objeler için tekrarlanmaktadır. Ruas (1998) ve Lonergan ve Jones (2001) iki deterministik yöntem sunmuşlardır. İlkinde, bir sonraki yapılacak eylemi (ya bir önceki ötelemenin yan etkilerini gidermek ya da oluşan karmaşıklıkları belirleyip, bunları azaltmak için yeni bir öteleme başlatmak) dinamik olarak seçmek için her adımda bir değerlendirme gerçekleştirilmektedir. İkinci yöntemde, objelerle belirli bir sıraya göre işlem yapılmaktadır. Her iki durumda da sistem, öteleme işlemi sonucunda karmaşık olmakta ve problemler tamamıyla giderilememektedir. Ruas (1998) problemi çözmek

için ek operatörler (birleştirme, eleme) kullanırken, Lonergan ve Jones (2001) sonraki işlemlerde ihtiyaç duyulacak operatörler grubunu belirlemektedir.

Tümleyici yaklaşımlarda istenilen öteleme tek seferde tüm objeler için hesaplanmaktadır. Mackaness (1994) radyal öteleme yöntemini sunmuştur. Karışıklık içindeki obje kümeleri belirlendikten sonra, objeler grubun merkezine göre hareket etmektedirler. Öteleme merkeze olan uzaklıkla doğru orantılı olup, dokuyu korumaktadır. Grubun haritadan taşmasını önlemek için çerçeve çizgisinde azalan bir fonksiyon kullanılmıştır. En son çalışmalar bu problemi, optimizasyon yöntemi kullanıp çözülerek hesaplanabilen bir eşitlik sistemi olarak modellemektedir. Eşitlikleri, objenin sabitliği, öteleme direnci, minimum hareket payı gibi kısıtlarla ifade etmektedirler. Harrie (1999), Sarjakoski ve Kilpeläinen (1999) ve Sester (2001) en küçük kareler ile dengelemeyi kullanırken, Højholt (2000) sonlu eleman yöntemini kullanmıştır.

3.4.2. Döndürme

Bu operatöre, etraftaki binalardaki bazı değişmelerden ötürü ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer bina değişen diğer bir objeye göre hizalanmışsa (örneğin basitleştirilmiş ya da düzleştirilmiş bir yola göre) göreli yöneltmeyi korumak için döndürmeye ihtiyaç duymaktadır.

3.4.3. Kesme

Bu operatör komşu objeleri kullanarak binanın geometrisini kısaltır. Bu, izin verilen alandan daha geniş olan büyük ya da birleştirilmiş binalar için kullanışlıdır. Bu durum genellikle yerleşim alanlarında artan yol işaretlerinin binalar için bırakılan alanı azaltmasıyla oluşmaktadır.

3.5. Tartışma

Bu bölümde genelleştirme sürecinde sadece bina obje sınıfına uygulanan operatörler hakkında kısa bilgi verilmiştir. 25K ölçekli haritalardan 100K ölçekli haritalar üretilirken bina obje sınıfının genelleştirilmesinde hem önemlilik hemde zorluk açısından iki operatör ön plana çıkmaktadır. Bunlar tipikleştirme ve öteleme operatörleridir. Tipikleştirme operatörü bina obje sınıfının genelleştirmesinde diğer

operatörlerle karşılaştırıldığında kırsal bölgelerde çoğunluğu nokta geometrisine sahip bina obje kümelerinde etkili bir biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca türetme haritada ulaşım ağı işaretleri ile bina obje işaretlerinin çakışması probleminin çözümü için de öteleme operatörü kullanılmaktadır. Bu çalışmada özellikle bu iki operatörün otomasyonu için yöntem araştırması yapılmıştır.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1.Giriş

Ülkemizde 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000 ve 1:500 000 ölçekli STH'ların üretim sorumluluğu HGK'dadır. Silahlı kuvvetlerin, kamu kurum ve kuruluşlarının ihtiyacına sunulmak üzere seçilen temel harita ölçeği 1:25 000'dir. 1:25 000 ölçekli STH'lar, dengelemesi yapılmış ülke nirengi ağlarından yararlanarak, fotogrametrik yöntemler ve arazi-büro revizyon çalışmalarıyla üretilmekte ve güncellenmektedir. 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH'ların üretimi ise, 1:25 000 ölçekli sayısal verilerden kartografik genelleştirme ile yapılmaktadır.

2000'li yıllara kadar 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH'lar, klasik genelleştirme yöntemleri ile üretilmekteydi. 1:25 000 ölçekli haritaların sayısal ortamda üretilmesi ve veritabanlarının kurulmasından sonra 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritaların da bilgisayar ortamında üretilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Bu aşamada karşılaşılan en önemli zorluk, klasik genelleştirme işlemlerinin sayısal üretimlere uygulanması ve otomasyonu olmuştur.

CBS tabanlı çözüm uygulamalarında da en önemli görevlerden birisi, uzman kartograflar tarafından elle yapılan klasik genelleştirme işlemlerinin otomasyonudur. Klasik harita üretiminde genelleştirme işlemi kartografın doğrudan karar verme ve uygulama yeteneğine bağlıdır. İstenilen türetme coğrafi ürünleri otomatik genelleştirme yöntemiyle üretmek için öncelikle yapılması gereken işlem, kartografın bilgi ve tecrübesini bilgisayar mantık ve algoritmalarına dönüştürmektir (Lee ve Hardy 2005).

Kartografik genelleştirmenin ana iş adımlarından biri de bina ve yerleşim yeri genelleştirmesidir. Bina ve yerleşim yeri objelerinin olmadığı bir harita, çok ender olarak karşımıza çıkmaktadır. Güncelleme aşamasında ise yollar ile birlikte en çok değişim gösteren tematik katmanlardan biri olmaktadır. Bu nedenle, bina ve yerleşim yeri genelleştirmesi üzerinde en çok araştırma yapılan genelleştirme konularından birisidir. Yapılan çalışmalar, geliştirilen yöntemler ve algoritmalar veri yapıları ile yakından ilgilidir. Ayrıca her ülkenin veri yapısı farklı olduğundan bulunan çözümler de, diğer ülkelerdeki veri yapısına doğrudan uygulanamamaktadır. Bu nedenle her ülke kendi veri yapısına uygun çözümler üretmek için araştırmalar yapmaktadır.

Ülkemizde 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar aynı standarttaki veri yapısını ve işaretlerini kullanmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde 1:25 000 ve

1:100 000 ölçek aralığındaki sayısal veri yapısı hakkında özet bilgiler verilecektir. Ayrıca bina objelerinin tipikleştirilmesi ve ötelenmesi için geliştirilen yöntemler açıklanacaktır.

4.2. Veri Yapısı

Gerçek dünyadaki coğrafi varlıklar sayısal ortamda nokta, çizgi, alan ve bunların bileşimi çeşitli geometriler ile grafik olarak ifade edilmekte ve ayrıca sözel bilgileri de depolanmaktadır. Verilerin topolojik tutarlılıkları yine veri yapısı ile sağlanmış durumdadır. Bu durum özellikle objelerin birbirleri arasındaki gerçekte var olan ilişkileri düzenlemesi ve sağlaması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, pafta içerisinde yer alan yazılar da bu obje türleriyle birlikte veride ayrı bir obje sınıfı olarak yer almaktadır (HGK 2003).

4.2.1. Genel bilgiler

Harita, gerçek dünyayı modellemek için kullanılan bir araçtır. Bu model yeryüzünün küçültülmüş bir modeli olmasından dolayı bilgi kaybı kaçınılmazdır. Bu nedenle modelleme esnasında bazı sınırlamalarla karşılaşılmaktadır. Bunların en başında coğrafi varlık, bütün özellikleri ile tam olarak gösterilememektedir. Örneğin bir bina, yalnızca kırmızı kare şeklinde bir nokta obje olarak haritada gösterilmektedir. Ancak kapı numarası, rengi, kime ait olduğu, kat sayısı, yaşı gibi bilgiler sunulamamaktadır.

Bu durumda bir harita, gerçek dünyayı modellerken coğrafi varlıkların;

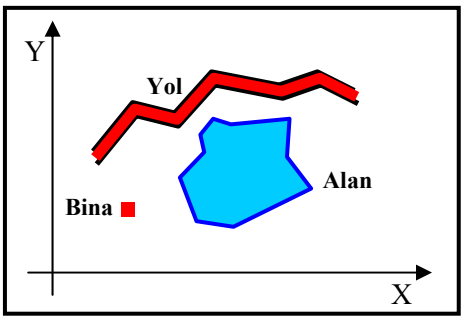
- Geometrik bilgilerini (mekânsal),
- Sözel bilgilerini (öznitelik),
- Birbirleri arasındaki ilişkilerini,

kullanıcılara sunmak zorundadır.

Vektör veri modelinde coğrafi varlıklar nokta, çizgi ve alan geometri tipleri ile gösterilmektedir. Vektör veri modelinde x,y kartezyen koordinat sistemi kullanılmaktadır. Şekil 4.1'de her bir geometri tipi için örnek verilmiştir.

Objelerin nokta, çizgi ve alan olarak tanımlanması vektör veri modelinin temelini oluşturmaktadır. Bu ayrıma karar veren en önemli etken, üretilecek haritanın

ölçeği ve amacıdır. Örneğin; 1:25 000 ölçekli bir haritada alan obje olarak gösterilen bir bina 1:100 000 ölçekli bir haritada nokta obje olabilmektedir.



Şekil 4.1. Vektör veri modeli.

4.2.2. Geometri tipleri

Bir harita, gerçek dünyayı ölçeğine uygun olarak nokta, çizgi ve alan şeklinde objeler kullanarak modellemektedir.

Nokta objeler harita üzerinde çizgi veya alan gibi gösterilemeyecek kadar küçük coğrafi varlıklardır (çeşme, pınar, bina, vb.). Nokta objeler obje sınıfı içinde bir koordinat çifti (vertex) ve öznitelik değerleri ile saklanmaktadır. Koordinat çifti ifadesi ile kastedilen, belirli bir koordinat sistemindeki bir objeye ait x, y değeridir.

Çizgi objeler harita üzerinde alan olarak gösterilemeyecek kadar genişliği az olan objeleri tanımlamaktadır (yol, nehir, vb.). Çizgi objeler, koordinat çiftleri ve bunlar arasındaki doğru parçalarından (segment) oluşmaktadır. Bu doğru parçaları da nokta koordinatları ile ifade edilmektedir.

Alan objeler harita üzerinde aynı özelliğe sahip (homojen) kapalı şekillerdir (Yerleşim alanları, orman, göl vb.). Alan objeler, doğru parçalarından oluşur. Alan objelerin çevre uzunluğu ve alan değeri olmaktadır. Bir alan içerisinde özel bir durum olmadıkça yalnızca bir değerin geçerliliği vardır. Örneğin, bir alan obje hem orman, hem göl olamaz.

4.2.3. Sınıflar, obje sınıfları ve öznitelikler

4.2.3.1. Sınıflar

Sayısal topografik haritalarda objeleri en üst grup olarak sınıflar temsil etmektedir. Bu sınıflar fiziki bir yapıda değildirler. Yalnızca kavramsal bir anlam

taşımaktadırlar. Veriler üzerinde yapılan işlemler, objelerin çeşitli sınıflara ayrılması ve bu sınıflar içinde işlem görmesi esasına dayanmaktadır. Bu sınıflandırmada obje benzerlikleri, öznitelikler, kartografik özellikler dikkate alınmıştır.

Sonuçta, gerek veri toplama gerekse veri sunma ve hazırlama açısından daha faydalı olabilmesi için dokuz ana sınıf tespit edilmiş ve objeler bu sınıflar içine alınarak obje sınıfları halinde gruplandırılmıştır. Bu sınıflar Çizelge 4.1'de gösterilmektedir (HGK 2003).

Çizelge 4.1. Sınıflar.

SINIF	AÇIKLAMA
Sınırlar	Sınırlar ile ilgili objeler.
Yükseklik	Yükseklik ile ilgili objeler.
Hidrografya	Hidrografya ile ilgili objeler.
Endüstri	Endüstri ile ilgili objeler.
Fizyografya	Fizyografya ile ilgili objeler.
Yerleşim	Yerleşim ile ilgili objeler.
Ulaşım	Ulaşım ile ilgili objeler.
Tesisler	Tesisler ile ilgili objeler.
Bitki Örtüsü	Bitki örtüsü ile ilgili objeler.

4.2.3.2. Obje sınıfları

Sınıflar kavramsal bir yapı oluştururken, temel veri taşları ise obje sınıflarından oluşmaktadır. Obje sınıfında, objelere ait geometrik (koordinatlar) ve sözel (öznitelikler, semantik bilgiler) veriler saklanmaktadır. Her bir sınıf içinde nokta, çizgi ve alan olmak üzere farklı geometri tiplerine sahip üç obje sınıfı mevcuttur. Çizgi objeler ayrı, nokta objeler ayrı ve alan objeler ayrı bir obje sınıfında bulunmaktadırlar. Örneğin yerleşim sınıfında; nokta objeler için "**yerlesim_nokta_25K"**, çizgi objeler için "**yerlesim_cizgi_25K"**, alan objeler için "**yerlesim_alan_25K"** obje sınıfları bulunmaktadır. Obje sınıfındaki **"25K"** ise verinin hangi ölçekte olduğunu belirtmek için eklenmiştir.

Bu durumda bir pafta içerisinde 27 adet obje sınıfı bulunmaktadır. Ayrıca, tüm yazılar da ayrı bir obje sınıfında saklandığından, bir adet sayısal topografik harita için toplam 28 adet obje sınıfı oluşturulmaktadır. Tüm obje sınıflarının isimleri ve içerik tanımlamaları Çizelge 4.2'de görülmektedir (HGK 2003).

Çizelge 4.2. Obje sınıfları.

S.Nu	Obje Sınıfı Adı	Anlamı
1	sinir_alan_25K	Sınırlara ait alan objeler
2	sinir_cizgi_25K	Sınırlara ait çizgi objeler
3	sinir_nokta_25K	Sınırlara ait nokta objeler
4	yukseklik_alan_25K	Yüksekliğe ait alan objeler
5	yukseklik_cizgi_25K	Yüksekliğe ait çizgi objeler
6	yukseklik_nokta_25K	Yüksekliğe ait nokta objeler
7	hidrografya_alan_25K	Hidrografyaya ait alan objeler
8	hidrografya_cizgi_25K	Hidrografyaya ait çizgi objeler
9	hidrografya_nokta_25K	Hidrografyaya ait nokta objeler
10	endustri_alan_25K	Endüstriye ait alan objeler
11	endustri_cizgi_25K	Endüstriye ait çizgi objeler
12	endustri_nokta_25K	Endüstriye ait nokta objeler
13	fizyografya_alan_25K	Fizyografya ait alan objeler
14	fizyografya_cizgi_25K	Fizyografyaya ait çizgi objeler
15	fizyografya_nokta_25K	Fizyografyaya ait nokta objeler
16	yerlesim_alan_25K	Yerleşime ait alan objeler
17	yerlesim_cizgi_25K	Yerleşime ait çizgi objeler
18	yerlesim_nokta_25K	Yerleşime ait nokta objeler
19	ulasim_alan_25K	Ulaşıma ait alan objeler
20	ulasim_cizgi_25K	Ulaşıma ait çizgi objeler
21	ulasim_nokta_25K	Ulaşıma ait nokta objeler
22	tesis_alan_25K	Tesislere ait alan objeler
23	tesis_cizgi_25K	Tesislere ait çizgi objeler
24	tesis_nokta_25K	Tesislere ait nokta objeler
25	bitki_alan_25K	Bitki örtüsüne ait alan objeler
26	bitki_cizgi_25K	Bitki örtüsüne ait çizgi objeler
27	bitki_nokta_25K	Bitki örtüsüne ait nokta objeler

4.2.3.3. Öznitelikler

Sayısal topografik haritalarda toplanan verilerin anlamlı veya sorgulanabilir olması için, onlara bazı öznitelikler atanmıştır. STH'larda yer alan objeler çok basit özniteliklere sahiptirler ve bu öznitelikler tüm obje ve obje sınıfları için aynıdır. Bu öznitelikler sayesinde;

- Veritabanı oluşturma,
- Harita üretimi yapabilme,

- Analizler ve sorgulamaları gerçekleştirme işlemleri yapılabilmektedir.

Özniteliklerin belirlenmesinde şu hususlar dikkate alınmıştır;

- Bir topografik haritada bulunan bilgiler,
- Objeye anlam kazandıracak bilgiler,
- Kartografik üretim ve gösterimi sağlayacak öznitelikler,
- Veri toplama ve operatörün işini kolaylaştırıcı öznitelikler,
- Yazılımın obje türleri için otomatik olarak açtığı öznitelikler.

Böylece Çizelge 4.3'de açıklanan öznitelikler her bir obje sınıfı için açılmıştır. Bu bilgiler tüm obje sınıfları için geçerlidir. Aynı obje sınıfında yer alan objeler, aynı öznitelik alanlarına sahiptir (HGK 2003).

STANAG, NATO üyesi ülkelerin askeri alandaki standartlarını belirleyen bir bildirimdir. NATO üyesi ülkeler ürettiği bütün askeri malzemelerde bu standartlara uymak zorundadır. DIGEST olarak da bilinen STANAG 7074, DGIWG çalışma grubunun bir ürünüdür. Amacı, ulusal düzeyde oluşturulan tüm Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yer alan objelerin, özniteliklerin ve öznitelik değerlerinin tek tip (uniform) tanımlanması ve kodlanmasıdır (DGIWG 2001).

STANAG 7074 kapsamında yer alan Obje ve Öznitelik Kodlama Kataloğu (FACC), 1:25 000 ve daha küçük ölçekli ulusal düzeydeki CBS'lerinde objelerin, özniteliklerin ve öznitelik değerlerinin tanımlanması ve kodlanmasına esas teşkil etmektedir. Öznitelikleri tanımlayan ve **DETAY_KODU** özniteliğinde yer alan değerler, Obje ve Öznitelik Kodlama Kataloğundan alınmıştır. Objeler beş haneli alfanümerik değerlerle kodlanır. İlk iki karakteri harf, son beş karakteri rakamdır. İlk hanedeki harf, obje sınıfını; ikinci hanedeki harf, birinci hane ile birlikte obje alt sınıfını, son beş hanedeki rakamlar da ilk iki hane ile birlikte obje kodunu ifade eder. Büyük harflerle ifade edilmektedir. Aynı DETAY_KODU özniteliğine sahip farklı iki obje olamaz. Bu kodlarda yer alan harflerden;

A: Kültür **B:** Hidrografya **C:** Hipsografya **D:** Fizyografya
E: Bitki Örtüsü **F:** Sınırlar **G:** Havacılık Bilgileri **I:** Kadastral
S: Özel Kullanım **Z:** Genel

anlamındadır (HGK 2003).

Çizelge 4.3. Öznitelikler.

Öznitelik İsmi	Açıklama
DETAY_KODU	NATO Standardizasyon Anlaşması STANAG 7074 (DIGEST) içerisinde yer alan Obje ve Öznitelik Kodlama Kataloğu (FACC)'na uygun olarak her bir kartografik obje için tek anlamlı olacak şekilde türetilmiş, iki harf ve beş rakamdan oluşan obje kodudur.
DETAY_ADI	Objenin ismini tutan özniteliktir. Büyük harflerle ifade edilir.
SEMBOL	Kartografik objenin kartografik sayısal harita üzerindeki gösteriminde kullanılan işaret numarasıdır.
OZEL_ISMI	Objelere ait özel isimleri tutmak için kullanılan özniteliktir. Büyük veya küçük harfler veya kısaltmalarla ifade edilebilir. Objenin genel adı değil, onu belirleyici bir addır.
DEGER	Objelere ait sayısal değerleri ve objelerin içerik bilgilerini (ormanların ağaç yüksekliği gibi) tutmak için kullanılan özniteliktir.
ACI	Yalnızca nokta objeler için geçerli ve yalnızca açı ile toplanması gereken nokta objelere ait bir özniteliktir. Noktanın dönüklük açısı derece cinsindendir.
OBJECTID	Yazılım tarafından otomatik açılan özniteliktir.
Shape	Yazılım tarafından otomatik açılan özniteliktir.
Shape_Area	Yazılım tarafından otomatik açılan özniteliktir.
Shape_Length	Yazılım tarafından otomatik açılan özniteliktir.

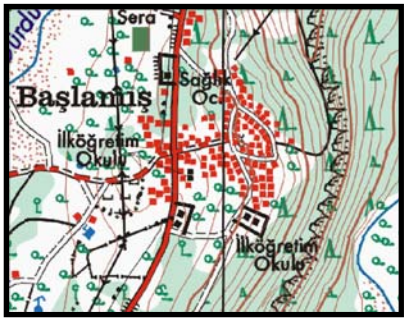
4.3. Nokta ve Alan Bina Objesi

YERLESIM_YERI objesi yerlesim_alan obje sınıfında bulunmaktadır. YERLESIM_YERI (Şekil 4.2) insanların toplu halde devamlı olarak yaşadıkları ve çalıştıkları mesken, ticari, endüstriyel, dini, kültürel vb. yapı topluluklarını kapsayan alan olarak tanımlanmaktadır (HGK 2002).



Şekil 4.2. YERLESIM_YERI objesi.

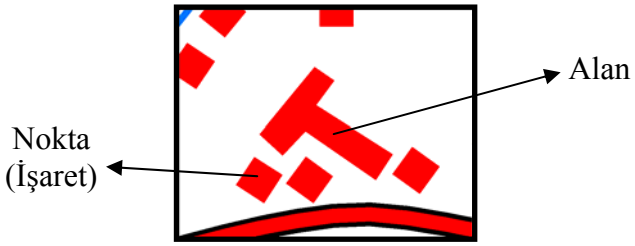
Bina objelerinin yoğun olmadığı bölgeler (köy, yayla vb.), objenin geometrik ve sözel özelliğine göre nokta bina obje veya alan bina obje olarak toplanmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bina obje grubu.

BINA, içinde oturulan veya çalışılan, resmi veya önemi olmayan yapıdır (HGK 2002). Objenin büyüklüğü harita ölçeğine bağlı olarak harita üzerinde ifade edilemeyecek kadar küçük ise nokta olarak toplanmakta ve kırmızı kare ile harita üzerinde işaretleştirilmektedir.

Fakat boyutları 20 metreden fazla ise 1:25 000 ölçekli sayısal veride alan geometrisi ile toplanmakta ve gösterilmektedir (Şekil 4.4). Nokta geometrisine sahip BINA objesi yerlesim_nokta, alan geometrisine sahip BINA objesi ise yerlesim_alan obje sınıfında bulunmaktadır.

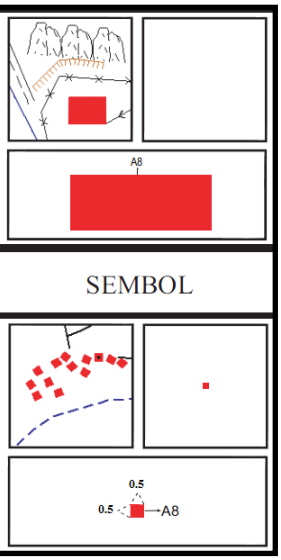


Şekil 4.4. BINA objesi.

Bina objesine ait öznitelik bilgileri şekil 4.5'de görülmektedir.

Nokta BINA objesinin basılı harita üzerindeki işaret boyutu, 0.5x0.5 mm dir (HGK 2002). 0.5 mm'nin 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçeklerde yeryüzündeki boyutu sırası ile 12.5, 25 ve 50 m'dir.

193	BINA	AL01537	A	POP	590	
TANIMI İçinde oturulan veya çalışılan resmi veya önemi olmayan yapı.						
AÇIKLAMA						
SIRA NO	DETAY ADI	KODU	TİPİ	SINIFI	SEMBOL NO	SEMBOL
196	BINA	AL01537	P	POP	54	
TANIMI İçinde oturulan veya çalışılan, resmi veya önemi olmayan yapı.						
AÇIKLAMA						



Şekil 4.5. Bina objesine ait öznitelik bilgileri (HGK 2002).

4.4. Çalışma Bölgesi

Uygulamada kullanılacak çalışma bölgesi için farklı topografik, sosyal, kültürel ve coğrafi özellikler taşıyan paftalar incelenmiştir. İncelenen bu paftalar ve bina obje sayıları Çizelge 4.4'de görülmektedir.

Bu çalışmada kartografik genelleştirme işleminin girdisini, üretimde de olduğu gibi, 1:100 000 ölçekli bir pafta alanını kapsayan 16 adet 1:25 000 ölçekli haritanın birleştirilmiş sayısal verisi oluşturmaktadır. Çizelgedeki rakamlar bu verilerdeki bina obje sayılarını göstermektedir. Girdi veride alan geometriye sahip bina objelerinin büyük bir çoğunluğu, kartografik genelleştirme ve geometri dönüşümü işlemleri sonrasında 1:100 000 türetme ölçekte nokta bina objelerine dönüşmektedir. Örnek olarak 5983 adet ile en çok alan geometrili bina objesine sahip İstanbul F21 paftasında, bu alanlardan 5899 âdeti 1:100 000 türetme ölçekte nokta geometrisine dönüşmektedir. Geriye yalnızca 84 tanesi alan geometrili olarak kalmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda öncelik nokta binaların genelleştirilmesine verilmiş ve alan geometrisine sahip bina objeleri ile ilgili kartografik genelleştirme işlemleri tez kapsamı dışında bırakılmıştır.

Girdi verileri inceleme çalışması sonrasında, kentsel ve kırsal özelliklere sahip farklı yapıdaki coğrafi alanları kapsayan paftalar uygulama için seçilmiştir. Uygulama için seçilen bu paftalar Çizelge 4.4'de gri olarak işaretlenmiştir.

Çizelge 4.4. İnceleme yapılan pafta listesi ve BİNA obje sayıları.

	PAFTA ADI	BİNA OBJESİ	
		NOKTA GEOMETRİLİ	ALAN GEOMETRİLİ
AĞRI	İ48	6045	95
	İ49	7213	297
	İ50	11143	283
	J48	19948	113
	J49	11697	161
	J50	15585	242
BALIKESİR	İ18	18280	568
	İ19	19768	915
	İ20	18435	455
	J18	19487	627
	j19	19102	249
	j20	19505	581
BANDIRMA	G18	10729	622
BURSA	G21	6559	2904
	G22	25019	4140
ÇANAKKALE	G16	11754	450
	G17	18057	531
	H16	5261	648
	H17	10875	465
DİVRİĞİ	İ39	9634	233
	İ40	7928	87
	İ41	11020	154
	J39	7956	112
	J40	6910	134
	J41	6380	82
DOĞUBAYAZIT	J51	6527	195
ERZİNCAN	İ42	17955	305
	İ43	18634	608
	İ44	9721	249
	J42	4230	37
	J43	6685	157
	J44	11334	168
ERZURUM	İ45	9243	217
	İ46	14621	1772
	İ47	11323	129
	J45	12414	154
	J46	14931	143
	J47	16857	170
GİRESUN	G41	52737	206
	H41	23863	93
İSTANBUL	F21	47371	5983
	F22	27686	3264
MALATYA	K39	14652	106
	K40	10168	207
	K41	9409	153
SİVAS	İ37	10906	341

4.5. Yazılım

Dünyada genelleştirme konusunda çalışmalarını sürdüren ticari yazılımlar:

- ArcGIS (ESRI)
- Dynagen (Intergraph)
- Radius Clarity (1Spatial)
- Axpand (Axes Systems)
- CPT (Change, Push ve Typify / Hannover Üniversitesi)

olarak sıralanabilir.

Uygulama ortamı olarak ArcGIS yazılımı seçilmiştir. ArcGIS yazılımı, ESRI firması tarafından geliştirilmiş çok amaçlı bir CBS yazılımıdır. Özellikle harita genelleştirmesi için geliştirilmemiş olmasına rağmen çizgi ve alanlarda bazı genelleştirme işlemlerinin otomatik olarak yapılması için araçlara sahiptir. Çizelge 4.5'de bu yazılımda bulunan genelleştirme araçları listelenmektedir (EuroSDR 2010).

Çizelge 4.5. ArcGIS yazılımında bulunan bazı genelleştirme araçları (EuroSDR 2010).

Araçlar	Açıklama
Çizgi Basitleştirme	Çizgide küçük dalgalanmaları ve önemsiz kıvrımları elimine ederek ve çizginin önemli şekillerini koruyarak çizgiyi basitleştirir.
Çift Çizgilerden Orta Çizgi Oluşturma	Yol kaplamaları gibi çift çizgi ile kıymetlendirilen objelerden, tanımlanan genişlik toleransına göre, orta çizgiler türetir.
Birleştirme	Objeleri özniteliklerini dikkate alarak birleştirir.
Alan Obje Eleme	Seçili olan alan objeyi, en fazla ortak sınıra sahip ya da en büyük alana sahip komşu alan obje ile birleştirir.
Bina Basitleştirme	Alan bina objelerin sınırlarını, boyutlarını ve önemli şekillerini dikkate alarak basitleştirir.
Alan Birleştirme	Birbirlerine belirli bir mesafeden daha yakın olan alan objeleri birleştirerek yeni alan objeler oluşturur.
Alan Basitleştirme	Alan objenin sınırlarındaki küçük dalgalanmaları ve önemsiz kıvrımları elimine ederek ve sınırın önemli şekillerini koruyarak alan objeleri basitleştirir.
Çizgi Yumuşatma	Estetik ve kartografik kalitesini artırma amacıyla çizgiyi yumuşatır.
Alan Yumuşatma	Estetik ve kartografik kalitesini artırma amacıyla alan objenin sınırlarını yumuşatır.

ArcGIS yazılımı; harita yapımı, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebilen bütünleşik bir CBS yazılımıdır. ArcGIS yazılımı, ArcObjects olarak adlandırılan bir iskelet sistemi üzerine inşa edilmiştir. ArcObjects, CBS fonksiyonelliği ve programlanabilir kullanıcı arayüzü gibi birçok özellik içeren bir yazılım topluluğudur. ArcObjects teknolojisi, .NET protokolü üzerine

kurulmuştur. Kullanıcılar ArcGIS yazılımını kendi amaçlarına göre uyarlayabilir, üzerinde yeni modüller ve araçlar geliştirebilir. Bunu Visual Basic, .NET, Java, Visual C++ veya Delphi gibi görsel programlama dillerinden herhangi biri ile gerçekleştirebilir.

ArcObjects, yazılım geliştiricilerinin ArcGIS uygulamalarını geliştirmek ve genişletmek amacına hizmet eder. ArcObjects, ArcGIS uygulamalarına ait yeni, kişiye ve ihtiyaçlara özel, gelişmiş ara yüzler, araçlar geliştirme ve uyarlama olanağı sağlar.

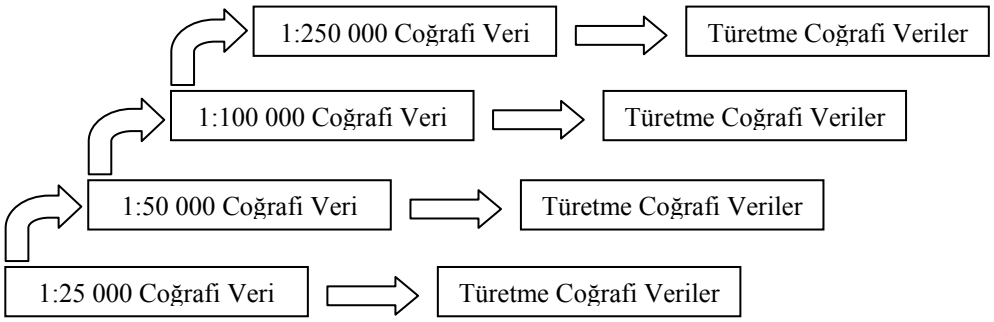
Bu çalışmada, nesne yönelimli programlama dili olan Visual Basic yazılımı ve ArcObjects nesneleri kullanılarak, binaların tipikleştirmesi ve ötelemesi için verinin yapısına uygun yeni araçlar geliştirilmiştir. Bu yeni geliştirilen araçlar, ArcGIS yazılımına bir uzantı olarak eklenen KartoGen (HGK'da 2002 yılından beri geliştirilmektedir) modülüne ilave edilmiştir.

4.6. Uygulama İçin Girdi Ölçeklerin Belirlenmesi

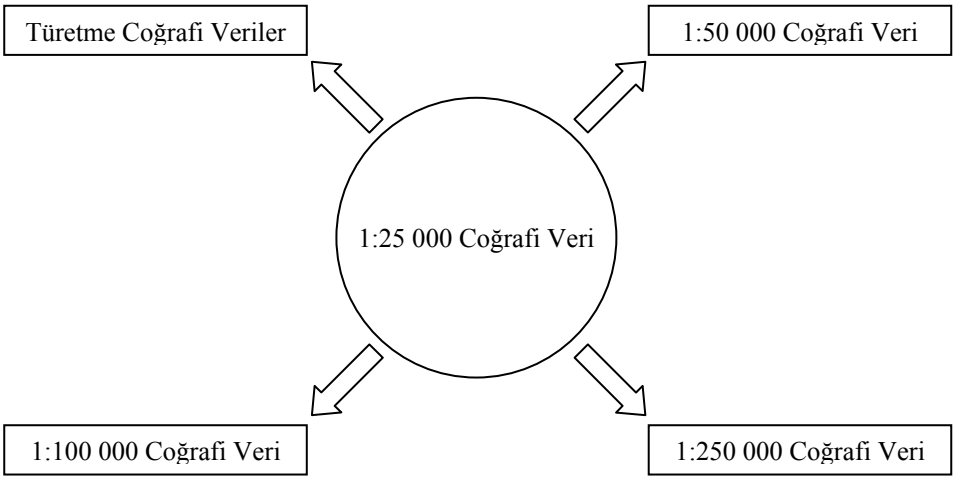
Bu çalışmanın amacı, 1:25 000 ölçekli sayısal verilerden 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar üretmek için gerekli olan kartografik genelleştirme işlem adımlarından bina objelerinin tipikleştirilmesi ve ötelenmesi işlemleri için yeni yöntemler geliştirmek ve otomasyonunu sağlamaktır. Burada karar verilmesi gereken önemli bir konu da, coğrafi verilerin türetilmesinde basamak (ladder) ya da yıldız (star) yaklaşımlarından hangisinin seçileceği ve uygulanacağıdır (Şekil 4.6 ve 4.7).

Basamak yaklaşımında küçük ölçekli coğrafi veri setleri, bir önceki büyük ölçekli coğrafi veri setlerinden türetilirken, yıldız yaklaşımında ise tüm türetme coğrafi veri setleri tek bir ana coğrafi veri setinden türetilmektedir. Türetme coğrafi verilerin oluşturulmasında bu iki yaklaşımın karışımını uygulamak da mümkündür (Stoter 2005b, Çetinkaya 2006).

Bu tez çalışmasında yıldız yaklaşımı seçilmiştir. Bunun en önemli sebebi 1:25 000 ölçeği, temel harita ölçeğidir. Söz konusu ölçekteki veriler değişime uğramamıştır ve gerçek dünyayı daha iyi yansıtmaktadır. Dolayısıyla, daha doğru mekânsal ve sözel sorgulamalar sonrasında türetme coğrafi veriler elde edilebilir.



Şekil 4.6. Türetme coğrafi veri üretiminde basamak yaklaşımı (Eurogeoraphics 2005)

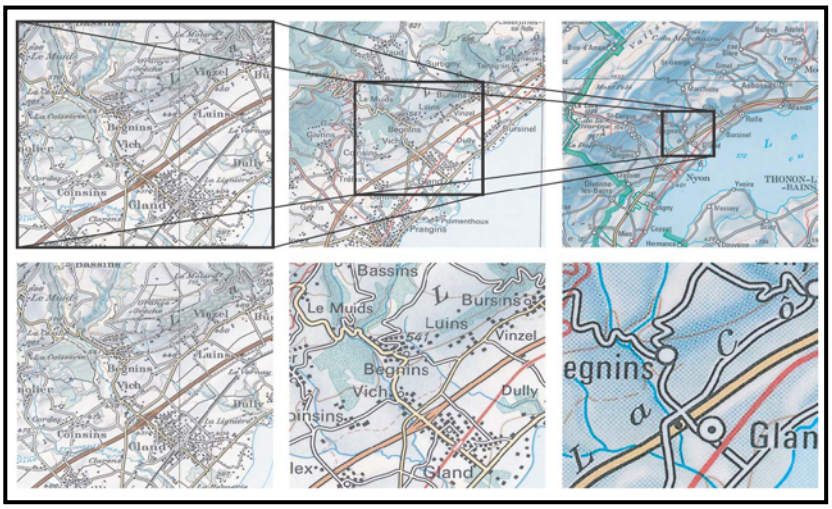


Şekil 4.7. Türetme coğrafi veri üretiminde yıldız yaklaşımı (Eurogeoraphics, 2005)

4.7. Ölçek Kavramı ve Ölçek - İşaret İlişkisi

Genelleştirmeyi; harita ölçeği, amaç, grafik kısıtlar ve verinin kalitesi yönlendirmektedir. Ölçek; harita üzerindeki uzunluğun, yeryüzünde kendisine karşılık gelen uzunluğa oranıdır. Ölçek kavramı genelleştirmeyi etkileyen en önemli faktördür ve harita üzerinde objelerin nasıl gösterileceğini doğrudan etkilemektedir.

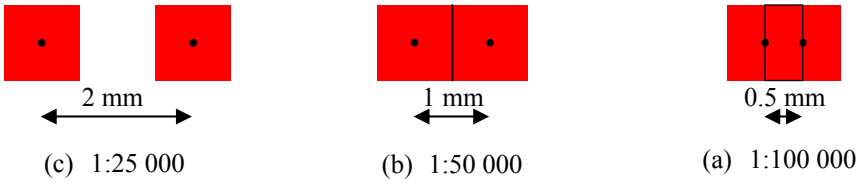
Topografik haritalar coğrafi gerçekliğin işaretleştirilmiş-özetlenmiş gösterimidir. Daha küçük ölçekli harita, yeryüzünün daha fazla basitleştirilmiş ve özetlenmiş durumudur. Kartografik genelleştirme, ölçek değiştiğinde yani büyük ölçekten küçük ölçeğe geçişte haritadaki gösterimin biraz daha özetlenmesine yol açar. Genelleştirmenin amacı doğruluğun, bilgi içerikliğin ve okunaklığın gereksinimlerini dengeleyerek "iyi" bir harita üretmektir. Geometrik ve tanımlayıcı karakteristik özellikler korunarak daha dar bir alanda bilgiler sunulmalı ve kaynak verinin özü daha küçük ölçeklerde korunmalıdır (Şekil 4.8).



(a) (b) (c)

Şekil 4.8. Aynı bölgenin farklı ölçeklerdeki gösterimi: (a) 1:100 000, (b) 1:200 000, (c) 1:500 000 (Cecconi 2003)

Coğrafi varlıklar sayısal ortamda farklı geometri tiplerinde bulunmaktadır. Coğrafi varlıkların sahip olacağı geometri tipinin belirlenmesindeki en büyük etken veritabanının çözünürlüğü ya da haritanın ölçeğidir. Diğer önemli bir etken ise veritabanı ve harita ile ilgili veri toplama standartları ve kriterleridir. Ülkemizde üretilen 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH'lar, aynı gösterim standart ve kriterlerine sahiptirler (HGK 2002). Bu üç ölçekteki objeler haritada aynı işaret ile ifade edilmektedir. Şekil 4.9'da, yeryüzünde iki nokta bina objesi arasındaki mesafenin 50 m olduğu ve farklı ölçeklerde işaretleştirildiğindeki durumlar görülmektedir.



Şekil 4.9. Aynı konumdaki iki bina objesinin kartografik işaretinin farklı ölçeklerdeki durumu.

1:25 000 ölçekli haritada işaretler arasında boşluk bulunmasına rağmen 1:50 000'de hiçbir boşluğun kalmadığı, 1:100 000 ölçekte ise işaretlerin çakıştığı izlenmektedir. Ölçek küçüldükçe kâğıt veya ekranda iki bina arasındaki mesafe de küçülmekte ve işaretler üst üste gelmektedir. Bu problem nokta ve çizgi geometrisine sahip bütün objelerde ortaya çıkmaktadır. Ölçek küçüldükçe nokta ve çizgi geometriye

sahip objelerin işaret büyüklükleri yeryüzüne oranla büyümekte ve işaretler arasındaki mesafe azalmakta veya çakışmaktadır.

Nokta geometrili binalardaki çakışma problemi tipikleştirme, nokta ve yol işaretlerinin çakışma problemi ise öteleme operatörü ile çözülmektedir.

4.8. Bina Genelleştirmesi ile İlgili Mevcut Kurallar

Bina genelleştirmesinin amacı üretimi yapılacak türetme topografik haritalar için gerekli olan bina verilerinin uygun içerikte ve kalitede hazırlanmasıdır. Bina genelleştirmesi ile ilgili mevcut kurallar, çoğunlukla uzman kartografalara yönelik ve klasik üretim için tanımlanmış kurallardır. Söz konusu kuralların bir kısmı aşağıdaki gibidir:

- 1:25 000'den 1:100 000 ölçeğine geçerken yerleşim yerinin karakterini bozmadan, yerleşim yeri içindeki ana yol şebekesini birinci planda tutarak, bina toplulukları genelleştirilir veya büyük yerleşim yerlerinde tarama olarak (alansal yerleşim yeri için kullanılan işaret) belirtmek gerekir (HGK 1964),
- Birleşmiş bina toplulukları ana karaktere sadık kalınarak ve yine birleşik dikdörtgenler halinde genelleştirilir (HGK 1964),
- Orijinal şekliyle gösterilmesi gereken büyük binalar hariç tek binalar hiçbir zaman üçgen veya yamuk olarak gösterilemez (HGK 1964),
- Tek binalar halinde gösterilmesi gereken yerleşim yerlerinde yol şebekesinden dolayı bina şekilleri değişebilir. Bu takdirde yerleşim yerinin karakterine göre ve ana yolları belirtecek şekilde binaların çeşitli şekillerde genelleştirmesi yapılabilir. (HGK 1964),
- Büyük yerleşim yeri içindeki bina topluluklarından az miktarda seyreltilir veya sağa sola ötelenir (HGK 1964),
- Blok gösterim ile belirtilmesi gereken meskûn yerlerde, blok hududunun meskûn yerini çevreleyen bir yol şebekesiyle sınırlandırılması, yolun ötesinde ise yerleşim yerinin tek bina toplulukları halinde gösterilmesi gerekmektedir. Yerleşim yerinin bu şekilde gösterilmesi, normal olarak merkezde bina topluluklarının yoğun, merkezden uzaklaştıkça seyrekleşmesi bakımından da yerindedir (HGK 1964),
- Şeklinin gösterilmesi olanaklı olan binaların şekline göre çizimi gerekir (HGK 1999)

- Yerleşim yerlerindeki binalarda ¾ kuralı korunarak sadeleştirme işlemine gidilir. Yine burada da bu kural her zaman için geçerli olmayabilir. Bazen yarı yarıya azaltılabilir, pafta fazla yoğun değilse hepsi alınabilir (HGK 1999),
- Genel olarak kırmızı ile gösterilen binalar genel görünüme uygun olarak yoğunluğuna göre 2-3 tane yerine bir tane alınarak seçme-eleme yapılabilir (HGK 1999),
- Binalar sık ise yerleşim yeri alanı (blok gösterim) olarak toplanır. Küçük yerleşim yerleri kalabalık halde bulunan tek binaların gruplanması suretiyle bina toplulukları halinde, büyüklüğüne göre ya tek bina ya da küçük taralı alan olarak gösterilir (HGK 1999),
- Yerleşim yeri genelleştirilirken, bölgenin alanı korunur (HGK 1999),
- Büyük meskûn yerlerde taralı alanın bir yol ile çevrilmiş olması gerekir. Yolun dışında kalan yerleşim yerleri münferit bina toplulukları ile gösterilir (HGK 1999),
- Alan binaların toplanmasında genelleştirme yapılabilir. Yani alan bina küçükse 1:50 000 de nokta obje olarak gösterilebilir (HGK 1999).

Söz konusu kurallar incelendiğinde, kuralların çoğunlukla nicellikten uzak, nitel yapıda olduğu ve uzman kartografların algılaması ile kuralların beyinlerde tamamlandığı ve uygulandığı görülmektedir. Söz konusu işlemlerin otomasyonu, kuralların yorum gerektirmeyecek şekilde açık ve metrik ölçütlerle ifade edilmesine, bilgisayar tarafından uygulanabilir olarak yeniden tanımlanmasına ve otomasyon süreçlerinin oluşturulmasına bağlıdır.

4.9. Tipikleştirme İşlemi

Ölçek küçüldükçe türetme haritalardaki boş alanlar kaynak ölçeğe göre daha azalmakta ya da hiç kalmamaktadır. Bu nedenle türetme harita üretiminde objelerin seçimi önemlidir. Türetme harita ile kaynak harita karşılaştırıldığında, türetme harita üzerinde aynı bölge daha az sayıda obje ile ifade edilmektedir. Ayrıca, sayıca az olan bu objelerin özgün yapıya benzemesi ve özgün yapının karakteristiğini temsil etmesi beklenmektedir. Bu nedenle türetme harita üretilirken yerleşim bölgesini ifade edecek en uygun binaların seçilmesi gerekmektedir.

Bina gruplarının genelleştirmesi, diğer objelerin genelleştirmesinden farklılık göstermektedir. Çünkü bina genelleştirmesinde binalar tek başına ele alınmamalıdır. Bina objelerinin genelleştirmesinde, bina kümeleri ve diğer obje sınıfları da (örnek yol

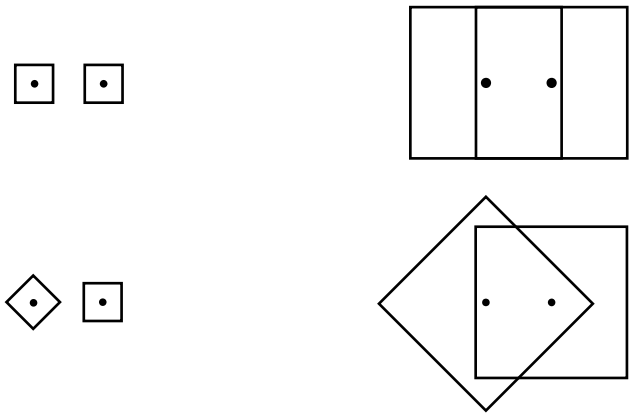
ağı) hesaba katılmalıdır. Burada önemli olan konulardan birisi de binaları gruplandırmak ve karakteristik yapısını algılamaktır. Yeryüzünde yerleşim bölgesini oluşturan binalar genel olarak standart bir dağılımda ve dokuda değillerdir. Ayrıca yerleşim bölgesinin sınırı, genellikle bilinen düzgün geometrik şekillere (kare, üçgen, daire, vb..) benzememektedir. Fakat tipikleştirme sonrası seçilen binaların yerleşim bölgesinin yaklaşık sınırını, orijinaldeki dağılımını ve dokusunu koruması arzu edilmektedir. Tipikleştirme işlemi ile obje grubu içerisinden seçilecek objelerin doku, dağılım ve şekil olarak grubu ifade etmesi amaçlanmaktadır.

Bina gruplarının genelleştirmesi çoklu düzeyde analiz ve işlem içermektedir. Gruplama; çakışmaları bulma, dağılım dokusunu tanıma ve Gestalt yapısını kavrama temeline dayanan birinci karar adımıdır (Ai ve Zhang 2007).

Bina kümesinin (ya da grup) bulunması için çok sayıda kümeleme algoritması mevcuttur. Bu çalışmada tampon alan ile kümeleme yapılmaktadır. Tampon alan ile kümeleme işlem adımları aşağıda anlatılmaktadır. Daha sonra bu tez çalışması kapsamında ve tipikleştirme işlemi için geliştirilen Açı Yöntemi ve Mesafe Yöntemi açıklanacaktır.

4.9.1. Tampon alan yöntemi ile kümeleme

Nokta bina objelerinin çakışma durumları binaların yeryüzündeki konumuna göre değişmektedir (Şekil 4.10).

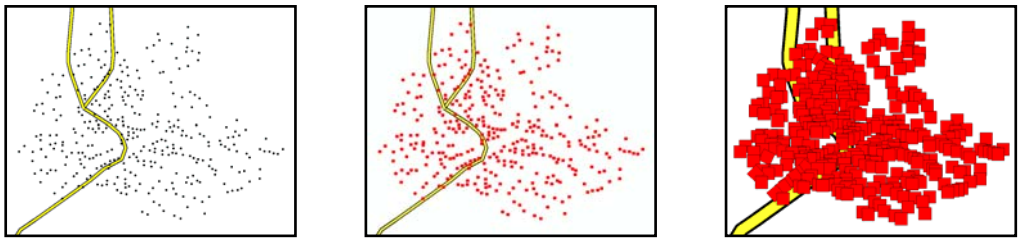


(a) Kaynak Ölçek (25K) (b) Türetme Ölçek

Şekil 4.10. Bina objelerinin çakışma durumları.

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi işaretsiz durumda (siyah nokta ile gösterimlerde) bir çakışma söz konusu değildir. Obje işaretleştirildiğinde türetme ölçekte işaretlerin çakışmaları söz konusudur. Şekil 4.10.b'de iki nokta bina için iki farklı durum gösterilmektedir. Birinci ve ikinci şekil arasında fark yalnızca bir binanın dönük olmasıdır.

Hem tipikleştirme hem de öteleme işlemleri öncesi yerlesim_nokta_25K obje sınıfında mevcut nokta bina objeleri, açı öznitelik bilgilerini de kullanarak yerlesim_alan_100K (veya yerlesim_alan_50K) obje sınıfında türetme ölçekteki bina işaret boyutunda (ölçekli olarak) alanlar oluşturulmaktadır (Şekil 4.11). Anılan ve sonraki işlemler hem 1:50 000 hem de 1:100 000 ölçekler için ayrı ayrı yapılmaktadır. Çalışmada uygulama olarak yalnızca 1:100 000 ölçekli paftalar seçildiğinden, bu aşamadan sonra açıklanan işlemler yalnızca bu ölçeği kapsamaktadır.

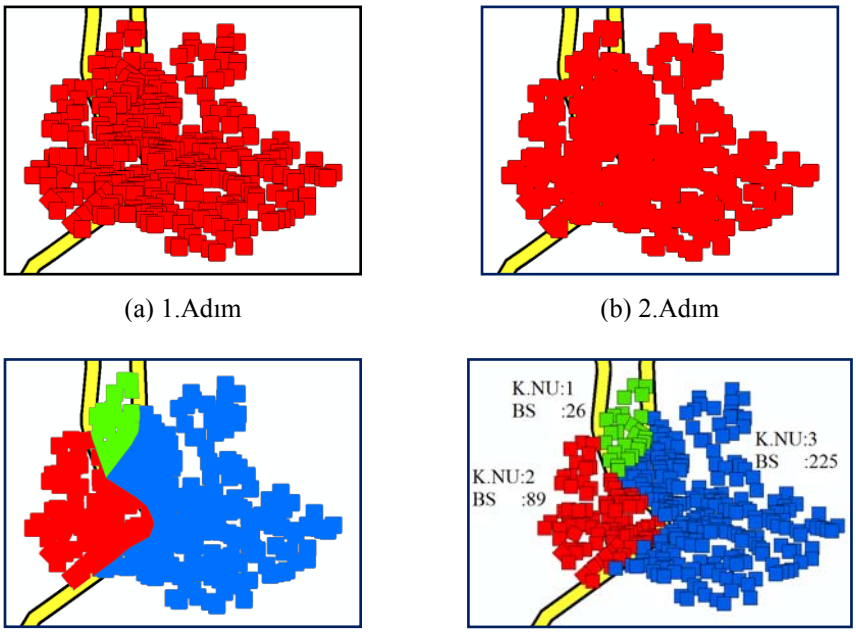


(a) işaretleştirilmemiş (b) işaretleştirilmiş (25K) (a) Alan geometrili (100K)

Şekil 4.11. Bina obje grubu.

Tampon alan ile kümelemede işlem adımları şunlardır:

- **1.Adım:** yerlesim_alan_100K obje sınıfında nokta objelerin işaret büyüklüğünde oluşturulmuş alanlara minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar tampon alan uygulanır (Şekil 4.12.a). Bu mesafe 1:100 000 ölçek için 10 metredir.
- **2.Adım:** Tampon alanlar birleştirilir (Şekil 4.12.b).
- **3.Adım:** Birleşen alanlar yol ile parçalanarak her bir parçaya farklı bir numara verilir ve bunlar kumeAlani adında obje sınıfına kaydedilir (Şekil 4.12.c).
- **4.Adım:** Parçalama sonucu oluşan bu alanlar kullanılarak yerlesim_alan_100K obje sınıfındaki bina objelerine küme numarası verilir.
- **5.Adım:** yerlesim_alan_100K'daki bina objelerinin ait olduğu kümedeki küme eleman sayısı bulunur ve bina objelerine öznitelik bilgisi olarak girilir (Şekil 4.12.d).
- **6.Adım:** kumeAlani obje sınıfı silinir.



(a) 1.Adım (b) 2.Adım

(c) 3.Adım (d) 5.Adım

Şekil 4.12. Tampon alan yöntemi ile kümeleme işlem adımları.

Bu algoritma sonucu yerlesim_alan_100K obje sınıfında mevcut bina objelerinin hangi kümeye ait olduğu ve kümeye ait bina sayısı bilgileri elde edilmiş ve bina objelerine bu bilgi öznitelik olarak eklenmiştir (Şekil 4.12.d. ve Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. yerlesim_alan_100K obje sınıfının öznitelik bilgileri.

Attributes of yerlesim_alan_100K

Shape *	DETAY_KODU	DETAY_ADI	SEMBOL	KAYNAK	GrupNo	BinaSayisi
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	2	89
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225
Polygon	AL01537	BINA	590	nokta	3	225

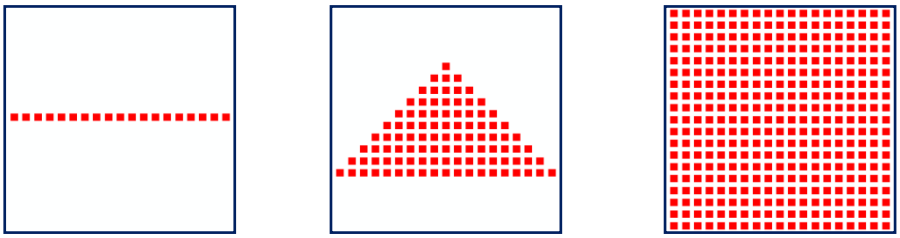
Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 340

4.9.2. Binaların açı yöntemi ile tipikleştirilmesi

Tipikleştirmenin en önemli amaçlarından birisi binalardan oluşan mekânsal doku ve ilişkiyi türetme ölçekte de korumaktır. Harita objeleri arasındaki mekânsal ilişkilerin ve mekânsal dokunun korunması, her bir genelleştirme işleminin gereksinimidir (McMaster ve Shea 1992, Robinson ve ark. 1995). Mekânsal objeler arasındaki mekânsal ilişkiler topolojik, yakınlık ve yönlü ilişkiler olarak sınıflandırılmaktadır (Jones 1997).

Bina objelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen yöntemlerde bina gruplarının oluşturduğu mekânsal doku ve topolojinin korunması amaçlanmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi her küçük ölçekli harita bilgileri, bir önceki ölçeğin biraz daha özeti olmaktadır.

Tipikleştirme için yöntem araştırması yapılırken öncelikle düzgün geometriye ve dokuya sahip bina gruplarındaki seçim işlemlerinde nelere dikkat edilmesi gerektiği ile ilgili sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır. Örnek olarak çizgi, kare ve üçgen geometrik şekil ve dokulara sahip bina grupları ele alınmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Düzgün şekil ve dokulardan oluşan bina grupları.

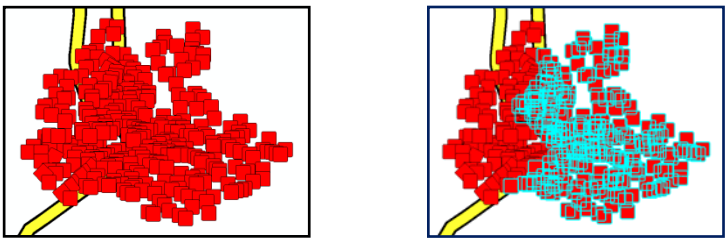
Bina grubunun meydana getirdiği düzgün şeklin, türetme haritada da benzer olabilmesi için öncelikle köşelerdeki binalar korunmalıdır. Bu nedenle bina grubunun meydana getirdiği geometrik şekilden yararlanarak bir tipikleştirme algoritması geliştirilmiştir. Bina grubunun meydana getirdiği şeklin köşelerini bulmak için açı hesaplamaları yapıldığından, geliştirilen bu yönteme "Açı Yöntemi" adı verilmiştir. Açı yönteminin iş akışı EK-1'de sunulmuştur.

Bina objelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen açı yönteminin işlem adımları aşağıda sıralanmaktadır:

- **1.Adım:** yerlesim_alan_100K obje sınıfındaki bina objelerinin tamamına minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar tampon alan uygulanır (Şekil 4.14.a).

Minimum ayrım mesafesi iki bina obje işareti arasında olması gereken en az aralık mesafedir.

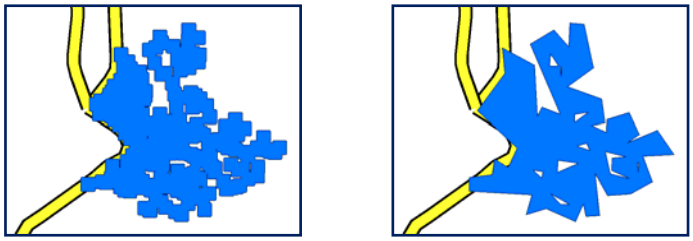
- **2.Adım:** İşleme girecek kümenin bina objeleri seçilir (4.14.b).



(a) (b)

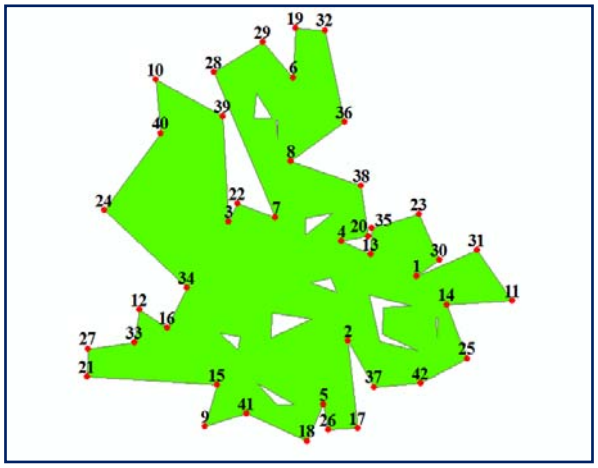
Şekil 4.14. (a). 1'nci adım, (b) 2'nci adım.

- **3.Adım:** Seçilen bina kümesinin alanları birleştirilir ve oluşan alanın sınırı Douglas-Peucker algoritması ile basitleştirilir (Şekil 4.15). Bu işlem sonrası kümenin oluşturduğu şeklin keskin dış hatları ortaya çıkmaktadır.



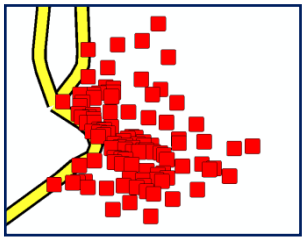
Şekil 4.15. Alanları birleştirme ve basitleştirme.

- **4.Adım:** Alanın köşegen açıları hesaplanır ve küçükten büyüğe sıralanır (Şekil 4.16).



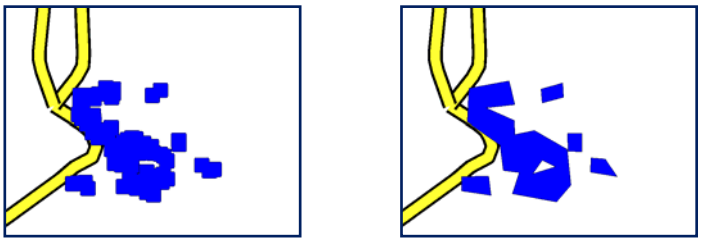
Şekil 4.16. Köşegen açılarının hesaplanması ve küçükten büyüğe sıralanması.

- **5.Adım:** En küçük açılı köşegenden başlanarak köşegendeki bina objesi seçilir ve seçilen bina objesi ile çakışan diğer bina objeleri silinir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Birinci döngü sonrası bina kümesinin durumu.

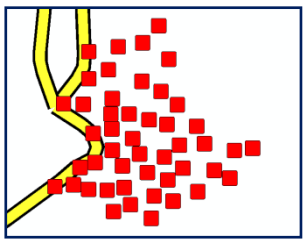
- **6.Adım:** 5. adım sonucunda köşegenlerden uzakta ve işleme girmemiş olan binalar tekrar birleştirilir ve oluşan yeni alan basitleştirilir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. İşleme girmemiş bina alanların birleştirilmesi ve basitleştirilmesi.

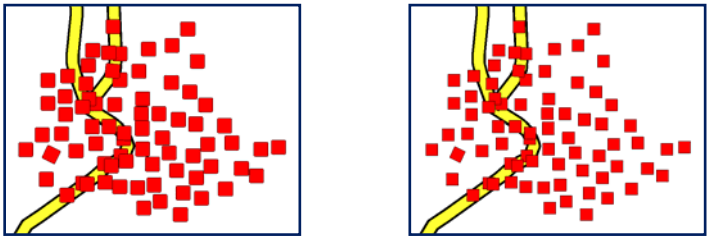
- 5 ve 6 ncı adımlar, kümedeki bina objelerinin tamamı işleme girecek şekilde döngü içerisinde tekrarlanır. İşleme girecek bina kalmayınca döngüden çıkılır.

Şekil 4.19'da örnek olarak seçilen bina kümesinin Açı Yöntemi ile tipikleştirilmesi sonucu görülmektedir.



Şekil 4.19. Seçili kümenin Açı Yöntemi ile tipikleştirilmesi sonrası durumu.

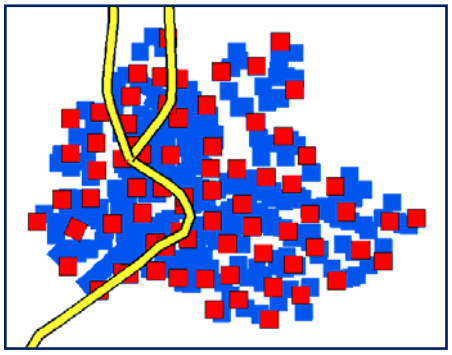
Uygulama için seçilen bölgedeki diğer bina kümeleri içinde aynı işlem uygulanır. Algoritmanın son işlem adımı olarak da bütün bina objelerine minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar negatif tampon alan uygulanmaktadır (Şekil 4.20).



(a) (b)

Şekil 4.20. (a). Açı Yöntemi ile tipikleştirme sonucu ve (b) eksi tampon uygulama sonrası.

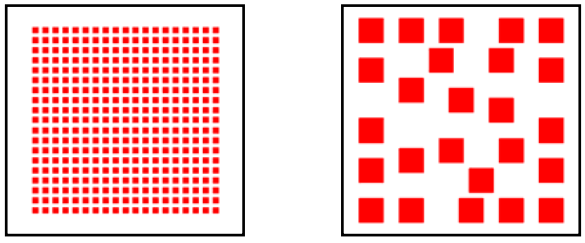
Bina kümesinin orijinal durumu ve Açı yöntemi ile tipikleştirme sonucunun karşılaştırması Şekil 4.21'de görülmektedir. Türetme harita için uygun bina objelerinin seçildiği görülmektedir. Bina objelerinin işaretlerinin çakışma problemi de çözülmüştür.



Şekil 4.21. Açı yöntemi ile tipikleştirme işlemi öncesi ve sonrası durum.

4.9.3. Binaların mesafe yöntemi ile tipikleştirilmesi

Bina kümelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen ve yukarıda açıklanan açı yönteminde düzgün şekillerden oluşan bina kümeleri için köşegenlerdeki bina objeleri korunmaktadır. Fakat kümenin dokusu türetme ölçekte korunamamaktadır (Şekil 4.22).



(a) (b)

Şekil 4.22. (a). Orijinal durum (25K) . (b) Açı yöntemi ile tipikleştirme sonucu (100K).

Bu nedenle tipikleştirme için başka yöntem araştırmalarına devam edilmiştir. Bunun için basit bina kümeleri örnek olarak alınmış ve üzerinde çalışılarak yeni yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Şekil 4.23'de görüldüğü gibi üç binanın yan yana olduğu bir durum, kartografın karşılaşabileceği en basit durumlardan biridir.



(a) Kaynak Ölçek (b) Türetme Ölçek (c) Kaynak ve Türetme Ölçek

Şekil 4.23. Bina objelerinin kaynak ve türetme ölçekteki görünümü.

Türetme ölçek için binalardan hangisinin silineceği veya kalacağına bakıldığında ortadakinin silinmesinin yeterli olacağı aşikârdır (Şekil 4.24).

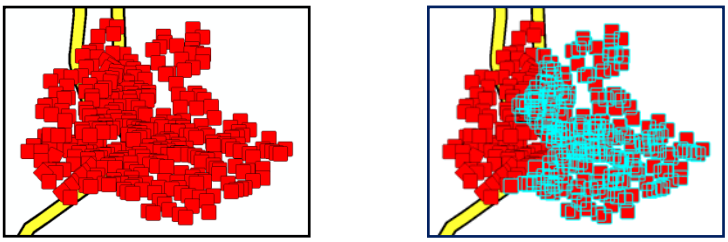


Şekil 4.24. Binalarda tipikleştirme.

Bilgisayar ortamında bu durumu programlamak için farklı iki yöntem kullanılabilir. İlki, üç nokta bina objesinin koordinatlarından faydalanarak orta noktası bulunur ve bu orta noktaya en yakın olan bina objesi silinebilir. Diğer bir çözüm yolu ise, bu kümenin ağırlık merkezinden mesafe olarak uzaktaki bina objesi bulunur ve çakışan binalar silinebilir. Örnek bina kümesine her iki yönteminde uygulanması sonucunda, ikincisinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bina kümesinin ağırlık merkezi ile bina objeleri arasındaki mesafe değerlerinden faydalanıldığı için bu yönteme "Mesafe Yöntemi" adı verilmiş ve iş akışı EK-2 sunulmuştur.

Bina objelerini tipikleştirmek için geliştirilen mesafe yönteminin işlem adımları aşağıda sıralanmaktadır:

- **1.Adım:** yerlesim_alan_100K obje sınıfındaki bina objelerinin tamamına minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar tampon alan uygulanır (Şekil 4.25.a).
- **2.Adım:** İşleme girecek kümenin bina objeleri seçilir (4.25.b).
- **3.Adım:** İşleme başlanılan bina kümesinin ağırlık merkezi Formül 4.1 ve 4.2 ile bulunur (Şekil 4.26.a). Tüm binaların birim ağırlıkları aynı olduğundan hesaplanan ağırlık merkezi, aynı zamanda kümenin orta noktası olmaktadır.
- **4.Adım:** Ağırlık merkezi ile bina objeleri arasındaki mesafeler hesaplanır (Şekil 4.26.b) ve büyükten küçüğe sıralanır (Çizelge 4.7).

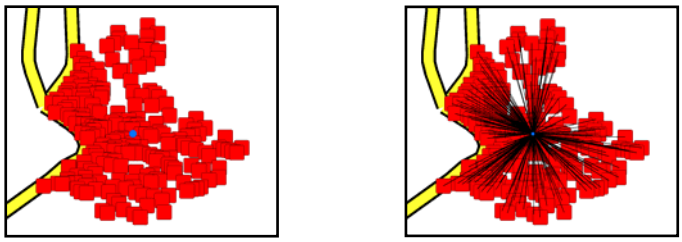


(a) (b)

Şekil 4.25. (a). 1'nci adım, (b) 2'nci adım.

$$x_{ort} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{4.1}$$

$$y_{ort} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i \tag{4.2}$$



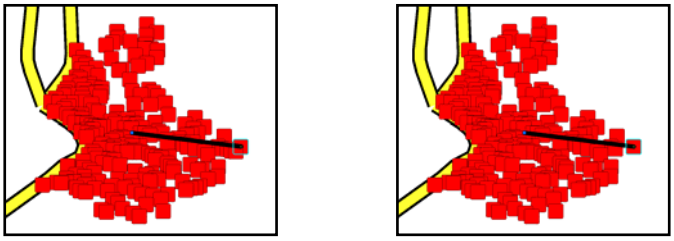
(a) (b)

Şekil 4.26. (a). 3'üncü adım, (b) 4'üncü adım.

Çizelge 4.7. Bina Obje Numaraları ve Mesafeler.

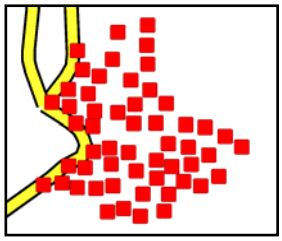
S.Nu.	Bina Obje Numarası	Orta Noktadan Uzaklığı (m.)
1	129	440.21
2	1	438.68
3	143	423.43
4	198	415.31
.	.	.
.	.	.
.	.	.
222	84	34.54
223	101	34.46
224	93	32.74
225	94	15.56

- **5.Adım:** En büyük mesafeye sahip bina objesi seçilir ve seçilen bina objesi ile çakışan diğer bina objeleri silinir (Şekil 4.27). Bu işlem adımı, bina objelerinin tamamı işleme girene kadar bir döngü içerisinde tekrarlanır.



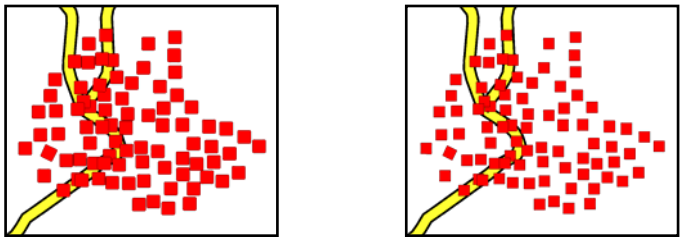
Şekil 4.27. Merkezden en uzakta olan bina objesinin seçilmesi ve bu objeyle çakışanların silinmesi.

Örnek olarak seçilen bina kümesinin mesafe yöntemi ile tipikleştirme sonucu Şekil 4.28'de görülmektedir.



Şekil 4.28. Seçili kümenin mesafe yöntemi ile tipikleştirilmesi sonrası durumu.

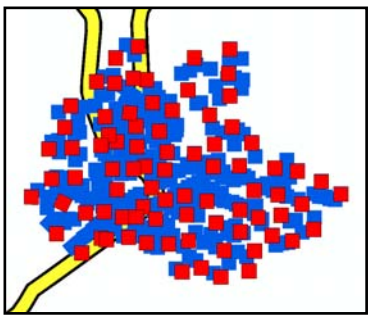
Uygulama için seçilen bölgedeki diğer bina kümeleri içinde aynı işlem uygulanır. Algoritmanın son işlem adımı olarak da bütün bina objelerine minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar negatif tampon alan uygulanır (Şekil 4.29).



(a) (b)

Şekil 4.29. (a). Mesafe Yöntemi ile tipikleştirme sonucu ve (b) eksi tampon uygulama sonrası.

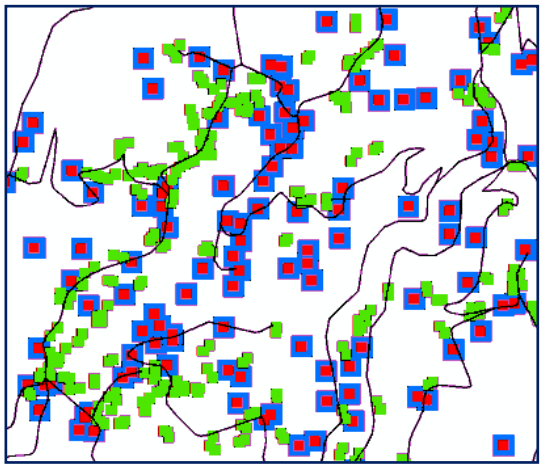
Mesafe yöntemi ile tipikleştirme sonucu ve bölgenin tipikleştirme işlemi öncesi durumu Şekil 4.30'da görülmektedir. Türetme harita için uygun bina objelerinin seçildiği görülmektedir. Bina obje işaretlerinin çakışma problemi de çözülmüştür.



Şekil 4.30. Mesafe yöntemi kullanılarak yapılan tipikleştirme sonrası durum ile tipikleştirme öncesi durumun karşılaştırılması.

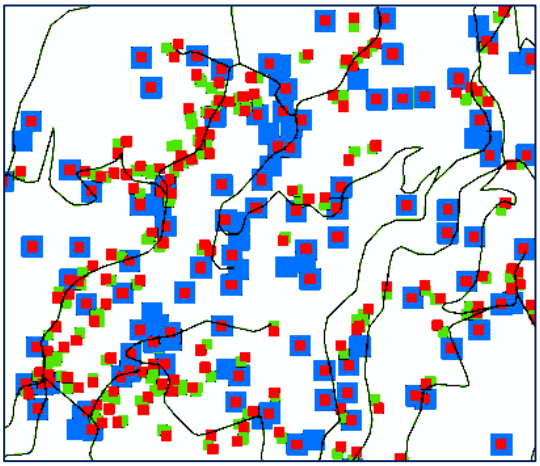
4.9.4. Seyrek yapıdaki binaların tipikleştirilmesi

Bina kümelerini oluşturmada işaret büyüklüğü önemli bir rol oynamaktadır. Yalnızca türetme ölçekteki bina işaretinin boyutu kıstas olarak alındığında, başka bir bina ile çakışmayan tek bina objeleri işleme girmemektedir. Bu problemi çözmek için, kümedeki küme eleman sayısı bir olan bina objeleri tespit edilerek geometrileri iki kat büyütülmüştür (Şekil 4.31). Daha sonra tampon alan yöntemi ile kümeleme işlemi yapılarak kümeler bulunmuştur. Ve bu kümelere açı veya mesafe yöntemi ile tipikleştirme işlemi uygulanmıştır.



Şekil 4.31. Tek binaların alanlarının iki kat büyütülmesi.

Böylece iki bina işareti mesafede birbirine yakın tek binalar da tipikleştirme işlemine dâhil edilmiştir. Tipikleştirme işleminin sonucu Şekil 4.32'de sunulmaktadır.

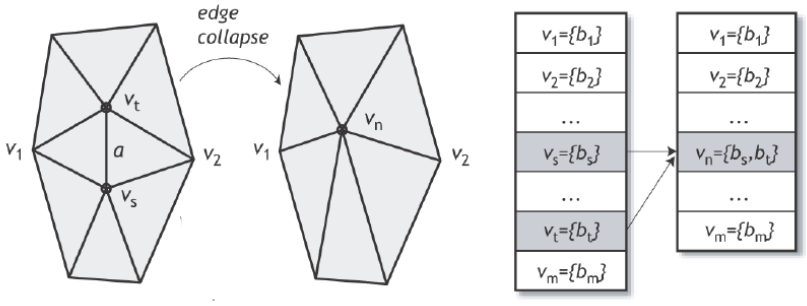


Şekil 4.32. Tek bina objelerinin tipikleştirme sonucu (Mavi renkli alanların içindeki kırmızı binalar tipikleştirme sonrası seçilen tek bina objelerini göstermektedir.).

4.9.5. Binaların ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirilmesi

Bina objelerinin tipikleştirilmesi ile ilgili olarak Burghardt ve Cecconi'nin (2007) bilgisayarda resim görüntüleme tekniklerinde kullanılan ağ temelli basitleştirme tekniğini kullanarak geliştirdiği yaklaşım, bu çalışmada detaylı irdelenmiş ve örnek veri kümesine uygulanmıştır.

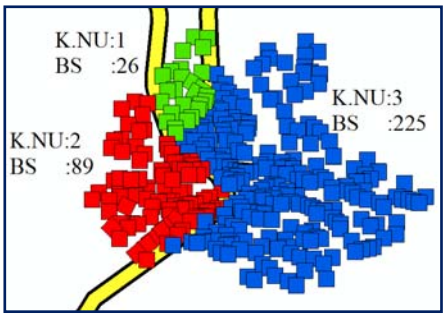
Ağ temelli basitleştirme yöntemiyle tipikleştirme yaklaşımında; veri kümesinde Delaunay üçgenlemesi yapılmakta, en kısa kenar bulunmakta, kısa kenarı oluşturan objelerin koordinatlarının ortalaması alınmakta ve işlem türetme ölçekte olması gereken obje sayısına indirgeninceye kadar tekrarlı olarak çalışmaktadır (Şekil 4.33). Türetme ölçekte olması gereken obje sayısı Töpfer ve Pillewizer tarafından geliştirilen formülle bulunmaktadır.



Şekil 4.33. Delaunay üçgenlemesinde en kısa kenarın bulunması ve bu kısa kenarı oluşturan objelerin koordinatlarının ortalamasının bulunması (Burghardt ve Cecconi 2007).

Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme, açı ve mesafe yöntemi kullanılarak tipikleştirme yapılan bölgeye uygulanmıştır. Açı ve mesafe yönteminde

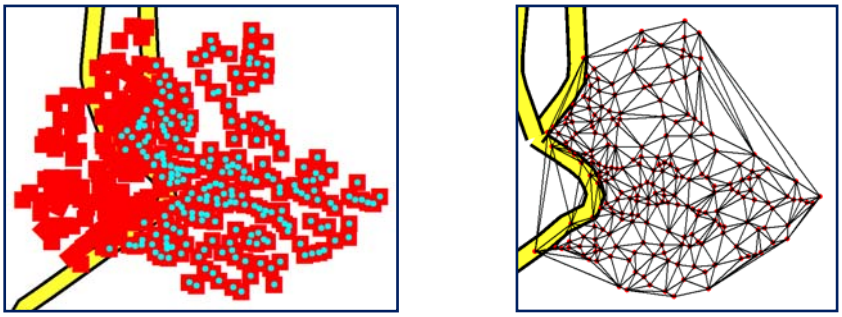
olduğu gibi öncelikle tampon alan ile kümeleme yapılmıştır (Şekil 4.34). Burada işleme girecek bina objeleri yerlesim_nokta_100K obje sınıfındaki nokta bina objeleridir.



Şekil 4.34. Ağ temelli basitleştirme yöntemiyle tipikleştirme işlemine girecek bina obje kümeleri.

Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile bina objelerinin tipikleştirilmesi işlem adımları aşağıda sıralanmaktadır:

- **1.Adım:** yerlesim_nokta_100K obje sınıfında işleme girecek kümenin bina objeleri seçilir (Şekil 4.35.a).

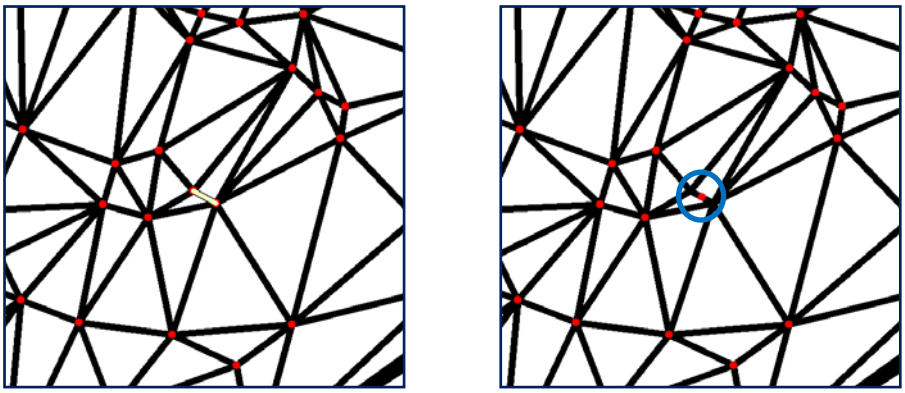


(a) (b)

Şekil 4.35. (a). 1'nci adım, (b) 3'ncü adım.

- **2.Adım:** Seçilen bina kümesinin türetme ölçekte (100K) temsil edecek bina obje sayısı Formül 3.2 ile bulunur. Seçili bina kümesi için orijinaldeki bina obje sayısı 225'dir. Türetme ölçekte temsil edecek bina obje sayısı ise Formül 3.2 ile 56 olarak hesaplanmıştır.
- **3.Adım:** Seçili bina objelerinden yararlanarak Delaunay üçgenleri oluşturulur (Şekil 4.35.b).
- **4.Adım:** Delaunay üçgenlerinde en kısa kenar bulunur (Şekil 4.36.a).

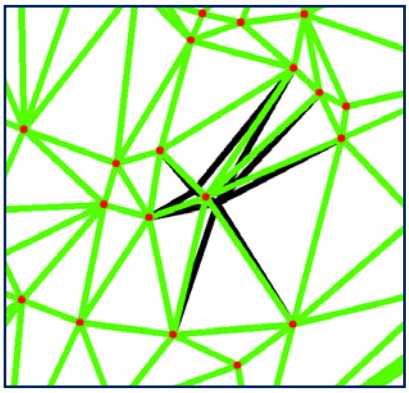
- **5.Adım:** En kısa kenardaki iki bina objelerinin koordinat ortalaması hesaplanarak yeni bir bina objesi oluşturulur ve bu iki bina objesi silinir (Şekil 4.36.b). Yeni oluşturulan bina objesi işlem adımlarının tekrarlanmasında tekrar işleme girebilir. Tekrarlanacak bu işlemlerin her birinde daha önceden silinmiş bina objelerinin koordinatları da yeni oluşturulacak bina nesnesinin koordinatlarının hesaplanmasında dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü en son kalacak bina objesi o bölgede silinen bütün bina objelerini temsil etmesi beklenmektedir. Başka bir deyişle en son oluşacak bina objesinin koordinatı silinen bina objelerinin koordinatlarının ortalaması olmalıdır. Bu nedenle silinen her bir bina objesinin koordinatı yeni oluşan bina objesine sözel bilgi olarak eklenmektedir.



(a) (b)

Şekil 4.36. (a). 4'üncü adım, (b) 5'inci adım.

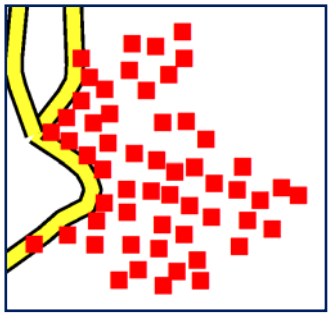
- **6.Adım:** Delaunay üçgenleri, oluşturulan yeni bina objesine göre tekrar düzenlenir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Delaunay üçgenlerini tekrar düzenleme.

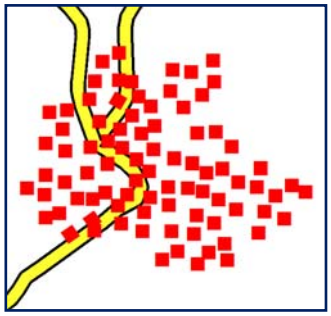
- 4’üncü, 5’inci ve 6’ncı işlem adımlar türetme ölçekte olması gereken bina obje sayısına ulaşılıncaya kadar tekrarlanmaktadır.

Örnek olarak seçilen bina kümesinin ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme sonucu Şekil 4.38’de görülmektedir.



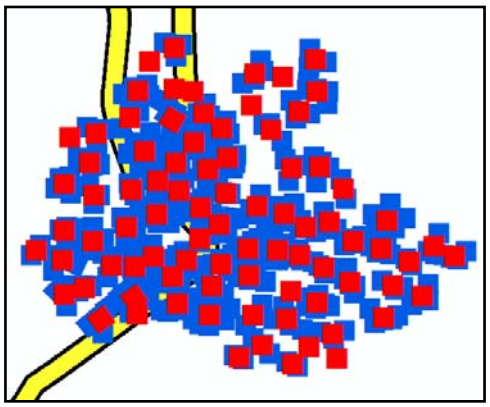
Şekil 4.38. Seçili kümenin Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirilmesi sonucu.

Uygulama için seçilen bölgedeki diğer bina kümeleri içinde aynı işlemler uygulanır (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Bina kümelerinin Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirilmesi sonucu.

Ağ temelli basitleştirme yöntemiyle tipikleştirme sonucu ve bölgenin tipikleştirme işlemi öncesi durumu Şekil 4.40’da sunulmaktadır.



Şekil 4.40. Ağ temelli basitleştirme yöntemiyle tipikleştirme işlem öncesi ve sonrası durumu.

4.10. Öteleme İşlemi

Öteleme işlemi, kartografik genelleştirme operatörlerinden birisini oluşturmaktadır. Kaynak ölçekteki verilerin gösterim ölçeği küçüldüğünde, objeleri ifade eden işaretler ya çakışmakta ya da birbirine çok yaklaşmaktadır. Söz konusu bu çakışmaların sebebi, türetme ölçekte objelerin gerçek boyutları ile gösteriminin mümkün olmadığı, dolayısıyla gerçek boyutundan daha büyük işaretlerle gösterilmesidir (Ware ve ark. 2003).

Objelerin birbirlerine çok yakın olduğu yerlerde, objelerden birini ya da birkaçını ötelemek bir çözümdür. Öteleme, yoğun olan bölgelerde uygulanması zor ve karmaşık bir işlem olup, birkaç objeye ait çakışma problemini çözerken, başka çakışma problemlerine sebep olabilmektedir. Bu nedenle öteleme tipikleştirme sonrası uygulanmaktadır.

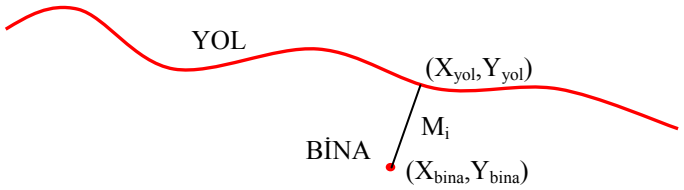
Öteleme operatörü için var olan yöntemler, çoğaltımcı gelişmeler ve tümleyici yaklaşımlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Çoğaltımcı yöntemlerde komşu objeler arasındaki komşuluklar değerlendirilmekte ve obje çifti arasındaki karmaşıklığın çözümlenmesine kadar aralarındaki mesafe artırılmaktadır. Bu çözüm iteratif olarak tüm komşu objeler için tekrarlanmaktadır. Tümleyici yaklaşımlar ise istenilen ötelemeyi tek seferde tüm objeler için hesaplamakta ve işlem yapılmaktadır (Regnauld ve McMaster 2007). Bu çalışmada geliştirilen öteleme yöntemi ise çoğaltımcı yöntem türündendir.

Bu çalışmada türetme ölçekte nokta bina objelerinin birbirleri ile çakışma problemi tipikleştirme işlemi ile çözülmektedir. Fakat türetme ölçekteki bina obje işaretlerinin yol ile çakışma problemleri devam etmektedir. Söz konusu bina ve yol objeleri işaretlerinin çakışma problemi de öteleme işlemi ile çözülmektedir.

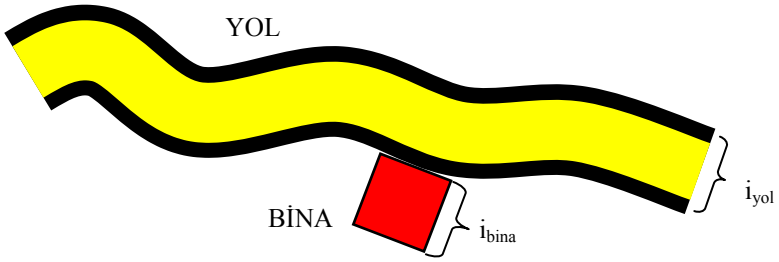
4.10.1. Bina – Yol için öteleme mesafesinin hesaplanması

Öteleme mesafesinin hesaplanması, bina ve yol objelerinin işaret büyüklükleri dikkate alınarak yapılmaktadır. İlk olarak bina objesine en yakın yol objesi ve daha sonra da yol objesi üzerinde bina objesine en yakın nokta bulunmaktadır (Şekil 4.41).

Türetme ölçekteki işaret büyüklükleri dikkate alınarak aralarında olması gereken minimum mesafe hesaplanmaktadır (Şekil 4.42 ve Formül 4.3).



Şekil 4.41. Yol üzerinde, bina objesine en yakın noktanın tespiti ve mesafenin hesaplanması.



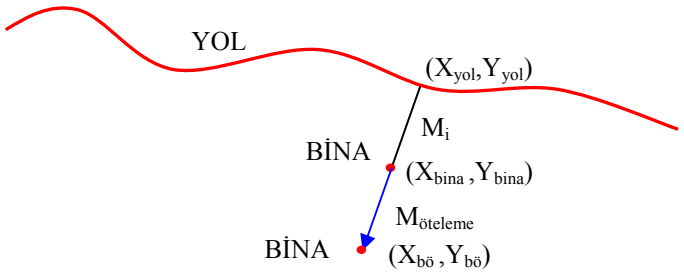
Şekil 4.42. Türetme ölçekteki bina ve yol objesi işaretlerinin olması gerektiği durum.

$$M_{\min} = \frac{\left(i_{yol} + i_{bina}\right)}{2} \qquad (4.3.)$$

Mevcut mesafe iki obje arasında olması gereken minimum mesafeden küçük ise ($M_i < M_{\min}$) öteleme mesafesi hesaplanmaktadır (Formül 4.4).

$$M_{öteleme} = M_{\min} - M_i \qquad (4.4.)$$

Bina ve yol üzerindeki en yakın noktanın koordinatlarından yararlanarak doğrultunun açısı hesaplanır. Açı ve öteleme mesafeleri ile binanın yeni konumunun koordinatı bulunur (Şekil 4.43, Formül 4.5 ve 4.6).



Şekil 4.43. Bina objesinin öteleme sonrası yeni koordinatı.

$$X_{bö=} X_{bina} + M_{öteleme} \text{ x } \cos\alpha \qquad (4.5)$$

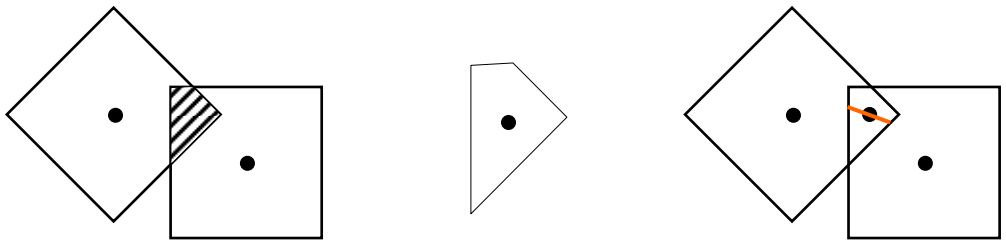
$$Y_{bö=} Y_{bina} + M_{öteleme} \text{ x } \sin\alpha \qquad (4.6)$$

4.10.2. Bina – Bina için öteleme mesafesinin hesaplanması

Bu çalışmada bina objeleri işaretlerinin birbirleriyle çakışması problemi başlangıçta yapılan tipikleştirme işlemi ile çözülmüştü. Fakat binaların yollardan ötelenmesi sonrası başka bir bina ile çakışma problemi ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle işaretleri çakışan binaların da birbirinden ötelenmesi gerekebilir. Bu bölümde binaların birbirlerinden ötelenmesi için gerekli olan öteleme mesafesinin nasıl hesaplanacağı açıklanmaktadır.

Bina objelerinin işaretlerinin çakışması durumunda öteleme mesafesi aşağıda sıralanan işlem adımları ile bulunur:

- **1.Adım:** İki binanın çakıştığı alan belirlenir (Şekil 4.44.a).
- **2.Adım:** Çakışan alanın merkezi bulunur (Şekil 4.45.b).
- **3.Adım:** Çakışan alanın merkezinden geçen ve iki binanın merkez noktalarının birleşiminden oluşan doğruya paralel olan doğru bulunur (Şekil 4.45.c).



(a) (b) (c)

Şekil 4.44. (a). 1'nci adım, (b) 2'nci adım, (c) 3'üncü adım.

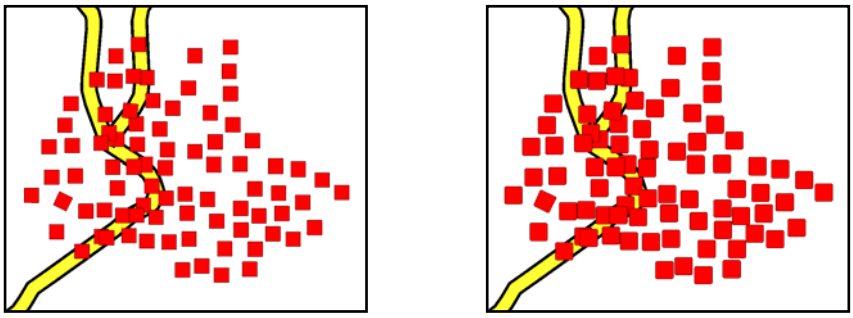
Doğru parçası ile toplam öteleme mesafesi bulunmakta ve çakışan bina objelerinden yalnızca birine ya da her ikisine paylaştırılarak uygulanmaktadır.

4.10.3. Öteleme işlem adımları

Bina objelerinin ötelemesi için geliştirilen yöntemin iş akışı EK-3 sunulmakta ve işlem adımları aşağıda sıralanmaktadır:

- **1.Adım:** Tipikleştirme işlemi sonucundaki bina objelerine minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar tampon alan uygulanır (Şekil 4.45).
- **2.Adım:** Bina objelerinin merkez koordinatları bina objelerine öznitelik bilgisi olarak eklenir (Çizelge 4.8). Bu öznitelik bilgileri; bina objelerinin her öteleme işlemi

sonucunda, bölüm 4.10.6.'da açıklanan "Öteleme mesafesinin kontrolü" işleminde kullanılmaktadır.



(a) (b)

Şekil 4.45. (a). Tipikleştirme işlem sonucu ve (b) Tampon alan uygulaması.

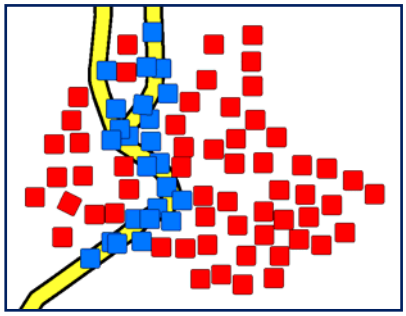
Çizelge 4.8. Öteleme işlemi öncesi bina objeleri koordinatlarının öznitelik bilgileri olarak saklanması.

Attributes of yerlesim_alan_100K

OBJECTID	DETAY_KOD	DETAY_ADI	SEMBOL	X	Y	YollaÇakışıkMı
341	AL01537	BINA	590	527119.820	4505385.126	Hayır
345	AL01537	BINA	590	527098.930	4505312.316	Hayır
350	AL01537	BINA	590	527221.770	4505251.496	EVET
351	AL01537	BINA	590	527123.854	4505243.088	Hayır
352	AL01537	BINA	590	527045.400	4505239.186	Hayır
362	AL01537	BINA	590	527331.920	4505171.846	EVET
363	AL01537	BINA	590	527261.204	4505171.318	Hayır
371	AL01537	BINA	590	527134.292	4505142.477	Hayır
374	AL01537	BINA	590	527054.090	4505138.206	Hayır
380	AL01537	BINA	590	527393.040	4505108.136	EVET
383	AL01537	BINA	590	527276.440	4505101.306	Hayır
390	AL01537	BINA	590	526985.810	4505076.816	Hayır

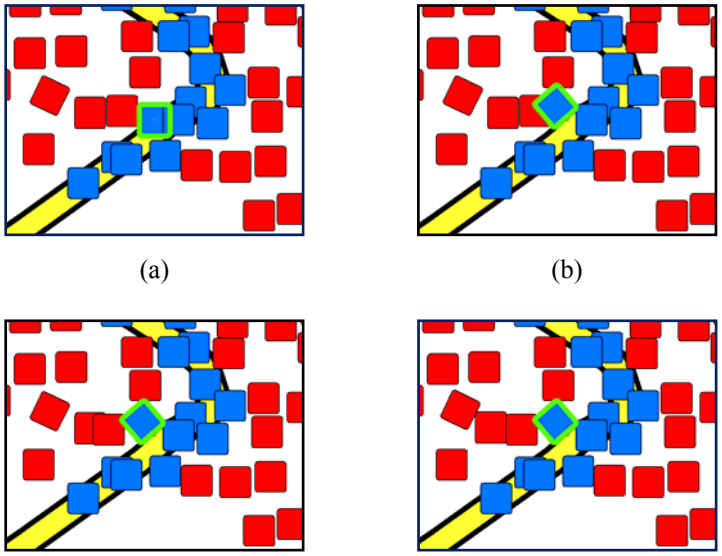
Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 82 Selected)

- **3.Adım:** Ulaşım ağı ile çakışan bina objeleri bulunur. Bina ile en yakınındaki yol arasındaki mesafe iki obje arasında olması gereken minimum mesafeden küçük ise ($M_i < M_{min}$) bina objesi yol ile çakışmaktadır (Şekil 4.46).
- **4.Adım:** Ulaşım ağı ile çakışık olan bina objelerinden bir tanesi öteleme için seçilir (Şekil 4.47.a).
- **5.Adım:** Yol ile bina objesi işaretlerinin çakışması probleminin çözülmesi için bina objesinin öteleme mesafesi hesaplanır, bina objesi ötelenir ve kartografik estetik için yola paralel duruma gelmesi için döndürülür (Şekil 4.47.b).



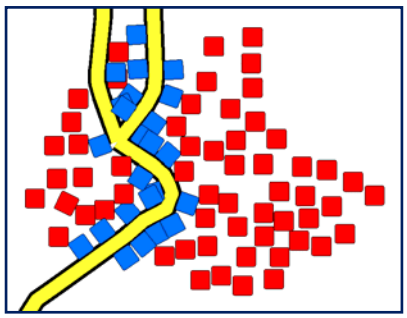
Şekil 4.46. Yol ile çakışık olan bina objeleri (mavi).

- **6.Adım:** Yoldan ötelenen bina objesi başka bina objeleri ile çakışabilmektedir. Çakışan bu bina objeleri de, bu bina objesinden ötelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle yoldan ötelenen bina objesi ile çakışma problemi olan bina objeleri de ötelenmektedir (Şekil 4.47.c).
- **7.Adım:** Ötelenen bina objeleri ile tekrar çakışmalar olmaktadır. Bu çakışmalar sonlanıncaya kadar bir döngü içerisinde diğer binalar ötelenmektedir (Şekil 4.47.d).



Şekil 4.47. (a). 4'üncü adım, (b) 5'inci adım, (c) 6'ncı adım, (d) 7'nci adım.

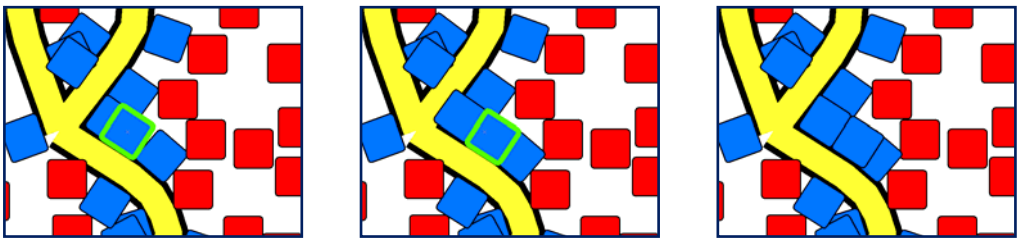
- **8.Adım:** Ulaşım ağı ile çakışık olan bina objelerinin ötelenmesi ve ötelenen bu binalarla başka bina objeleriyle de çakışma probleminin ortaya çıkması ve onlarında ötelenmesi için 4'ncü, 5 nci, 6'ncı ve 7'nci adımlar bir döngü içerisinde tekrarlanmaktadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Ulaşım ağı ile çakışık olan bina objelerinin ötelenmesi.

- **9.Adım:** Ulaşım ağı ile çakışık olan bina objelerinin tamamı ötelendikten sonra birbileri ile çakışma problemi olan binalar işleme girmektedir. İşleme girecek bina objesi seçilir (Şekil 4.49.a).
- **10.Adım:** İşaretlerin çakışma problemini çözmek için iki binaya uygulanacak toplam öteleme mesafesi bulunur ve her bir bina objesi bu değerin yarısı kadar ötelenir (Şekil 4.49.b).

11.Adım: 10'ncu adımda binalar tekrar yolla çakışabilmektedir. Bu nedenle yol ile aralarındaki mesafe hesaplanarak öteleme gerekiyorsa bina objeleri yoldan ötelenir. İki binanın ve bu binaların yol ile çakışma problemi ortadan kalkıncaya kadar 10'uncu ve 11'inci adımlar tekrarlanmaktadır (Şekil 4.49.c).



(a) (b) (c)

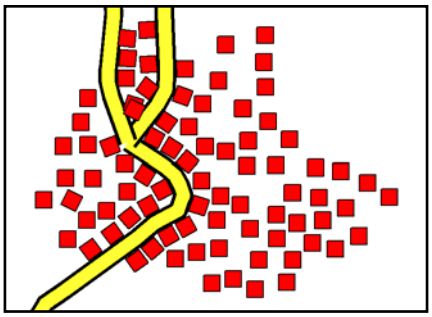
Şekil 4.49. (a). 9'uncu adım, (b) 10'uncu adım, (c) 11'inci adım.

Ulaşım ağı ile çakışık olan bina objelerinden birbirleri ile çakışma problemi çözülünceye kadar 9'ncu, 10'ncu ve 11'inci adımlanır tekrarlanmaktadır (Şekil 4.50).

Algoritmanın son işlem adımı olarak da bütün bina objelerine minimum ayrım mesafesinin yarısı kadar eksi tampon alan uygulanmaktadır (Şekil 4.51).

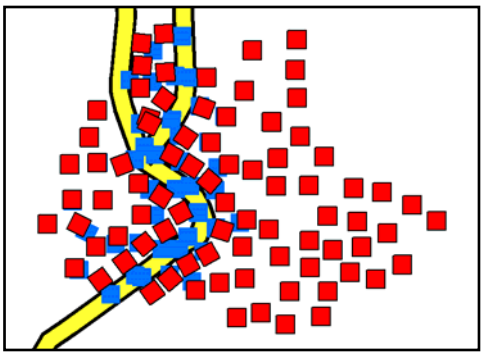


Şekil 4.50. Bina objelerinin tamamının öteleme işlemi sonrası durumu.



Şekil 4.51. Öteleme işleminden sonra eksi tampon uygulama.

Öteleme işlemi öncesi ve sonrası durum Şekil 4.52'de görülmektedir. Türetme harita için bina objelerinin öteleme işlemi yapılmıştır. Bina obje işaretlerinin ulaşım ağı işaretleri ile çakışma problemlerinin çoğunluğu geliştirilen yöntem ve algoritma ile otomatik olarak çözülmüştür. Bu örnekte yalnızca iki yerde problem devam etmektedir. Az sayıda olan bu problemli objeler de otomatik olarak tespit edilip ekrana getirilerek kartograf etkileşimli olarak çözümlenecektir.

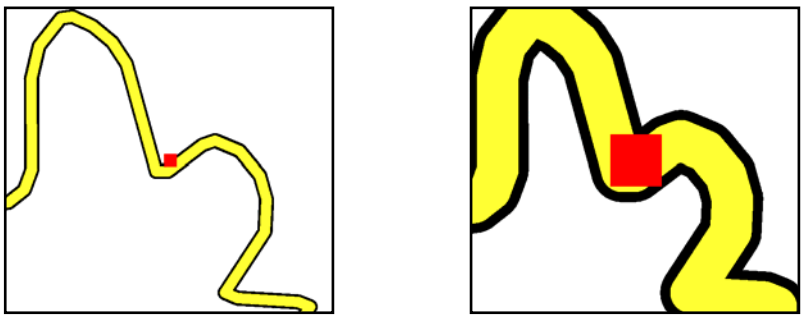


Şekil 4.52. Öteleme işlem öncesi ve sonrası durum.

4.10.4. Öteleme işlemi sonrasında topolojik tutarlılığın korunması

Bina objelerinin ulaşım ağından otomatik ötelenmesi için geliştirilen yöntemin işlem adımları yukarıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Yukarıda bahsedilmeyen önemli konulardan biri de, bina ile yol objeleri arasında bulunan topolojik ilişkidir. Bina objelerinin ötelenmesi esnasında, binaların yolun diğer tarafına geçmesi önlenmelidir. Yani yolun sağında olan bir bina objesi, öteleme işlemi sonrası yolun soluna geçmemelidir. Bu nedenle bina objeleri ötelenmeden önce bu durum kontrol edilmeli ve topoloji öteleme işlemi sonrasında da korunmalıdır. Bunun için, bina objesinin öteleme öncesi ve sonrası konum bilgilerinden faydalanarak bir çizgi elde edilmektedir. Bina objesinin ötelenmesi sonrasında bu çizgi parçası bir yol objesi ile kesişiyorsa öteleme mesafesi tekrar hesaplanmaktadır.

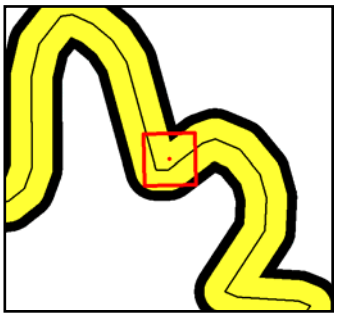
Şekil 4.53'de bina ve yol objelerinin kaynak ve türetme ölçekteki durumları görülmektedir.



(a) (b)

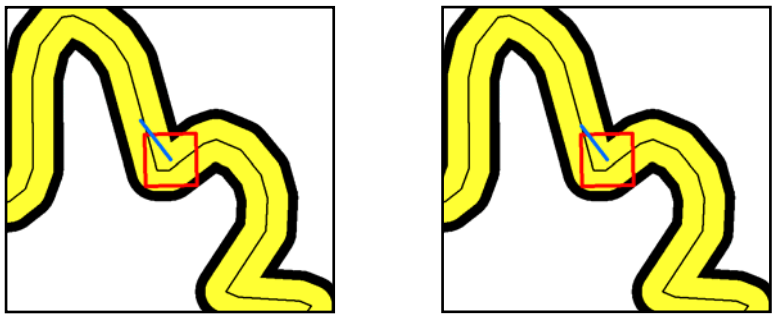
Şekil 4.53. (a). Bina ve yol objelerin kaynak ve (b) türetme öçekteki durumları.

Bina objesi yol objesinin sağında bulunmaktadır. Örnekte bunun daha iyi görülmesi amacıyla bina işareti değiştirilmiş ve yolun orta ekseni ince bir çizgi ile gösterilmiştir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Bina yol ilişkisi.

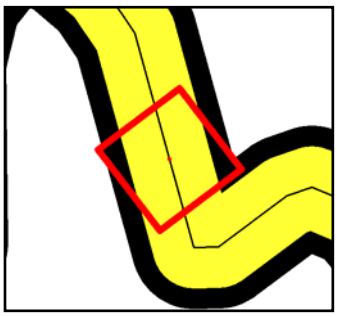
Bina için öteleme mesafesi hesaplanmakta ve öteleme sonrası binanın yeni konumunun koordinatları bulunmaktadır. Eğer öteleme işleminde bina ve yolun topoloji ilişkisi kontrol edilmez ise öteleme sonrasında bina yolun soluna ötelenebilecektir (Şekil 4.55a). Bu da haritanın topolojik tutarlılığını bozacaktır. Bina ve yolun topolojik ilişki kontrolü esnasında bu ilişkinin bozulduğu tespit edilirse, öteleme doğrultusu üzerinde bina için yeni öteleme mesafesi hesaplanmaktadır (Şekil 4.55b)



(a) (b)

Şekil 4.55. (a). İlk hesaplanan öteleme mesafesi ve (b) Topolojik tutarlılığın korunması için tekrar hesaplanan öteleme mesafesi.

Topolojik ilişki dikkate alınarak hesaplanan mesafeye göre bina yoldan ötelenir. Ötelenen bina objesinin yeni konumu şekil 4.56'da görülmektedir.

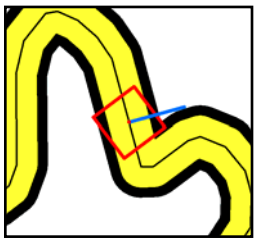


Şekil 4.56. Öteleme sonrası bina objesi.

Öteleme sonrası bina objesinin yeni konumu, yine yolun sağında kalmaktadır. Yol ile bina objesi arasındaki mesafe çok küçük olduğundan, şekil 4.56'da bina objesi sanki yolun tam ortasındaymış gibi gözükmektedir. Aşağıda da anlatıldığı gibi, öteleme işlemi bir döngü içerisinde devam etmekte ve bina objesi olması gereken yere ötelenmektedir.

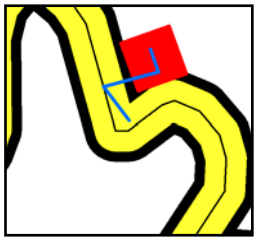
4.10.5. Kavşak ve dönemeçlerde bina objelerinin ötelenmesi

Şekil 4.56'da ilk öteleme işlemi sonrası bina ve yol işaretlerinin çakışma problemi çözülmemiştir. Bu nedenle bu bina objesi için öteleme işlemi bitmemiştir. Bina ve yol işaretlerinin çakışmasının halen devam edip etmediği kontrol edilmektedir. Çakışma devam ediyor ise tekrar bir öteleme mesafesi hesaplanır (Şekil 4.57).



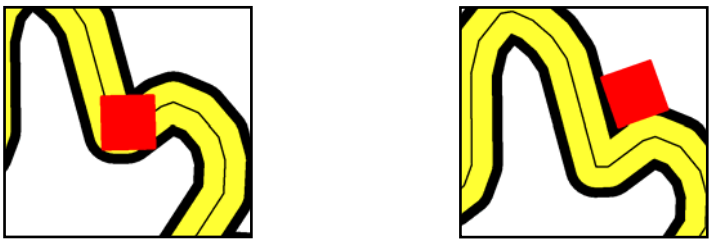
Şekil 4.57. Öteleme mesafesinin tekrar hesaplanması.

Öteleme işlemi bina ve yol işaret çakışması problemi çözülene kadar devam etmektedir. Şekil 4.58'de bina objesinin yoldan ötelenirken takip ettiği doğrultular görülmektedir.



Şekil 4.74. Binanın döngü içerisinde takip ettiği öteleme güzergâhı.

Şekil 4.59'da öteleme işlemi öncesi ve sonrası bina objesinin yola göre konumları görülmektedir.

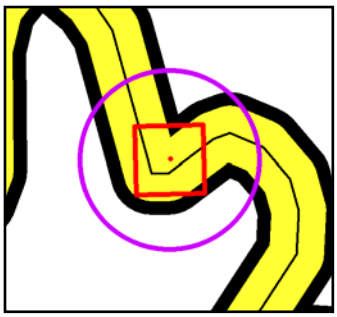


(a) (b)

Şekil 4.59. (a). Bina objesinin yola göre ötelenmesi gereksinimi ve (b) Öteleme sonrası.

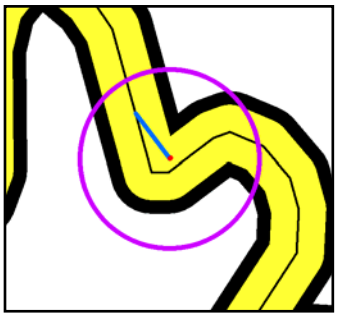
4.10.6. Öteleme mesafesinin kontrolü

Bina ve yol objelerinin işaret çakışma problemlerini çözmek için yukarıda bahsedilen işlem adımları tekrarlanmaktadır. Bina objesinin öteleme mesafesi, belirli bir değerin altında olması gerekmektedir. Bunun için, bina objesinin öteleme mesafesi her iterasyonda sürekli olarak kontrol edilmektedir. Bina objesinin öteleme mesafesinin kontrol altında tutulması için bina objesinin ilk konum bilgilerinden yararlanarak türetme ölçekteki işaret büyüklüğü kadar bir tampon alan oluşturulmaktadır (Şekil 4.60).



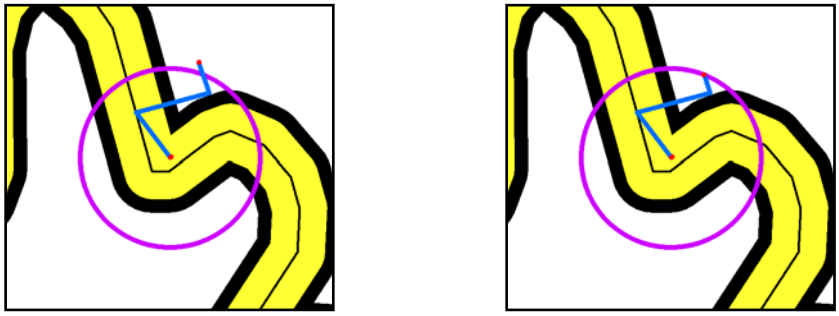
Şekil 4.60. Bina objesinin maksimum öteleme mesafesini gösteren bir tampon alan.

Öteleme sonrası bina objesinin bu tampon alan içinde kalması sürekli kontrol edilerek sağlanmaktadır (Şekil 4.61).



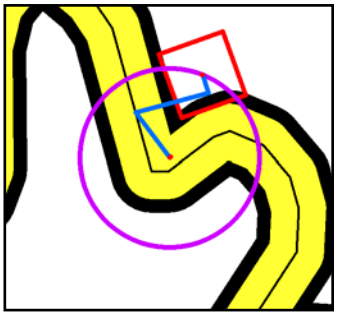
Şekil 4.61. Öteleme mesafesinin tampon alan içinde kalıp kalmadığının sürekli kontrolü.

Bina objesi öteleme sonrası tampon alan dışına çıkıyor ise öteleme mesafesi tekrar hesaplanmakta ve öteleme tampon alan içinde olacak şekilde gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.62).



Şekil 4.78. Tampon alan ile öteleme mesafesinin kontrol edilmesi ve öteleme mesafesinin tampon alan içinde kalacak şekilde tekrar hesaplanması.

Şekil 4.79'da öteleme işlemi ve ötelenen bina objesi görülmektedir.



Şekil 4.79. Bina objesinin ötelenmesi.

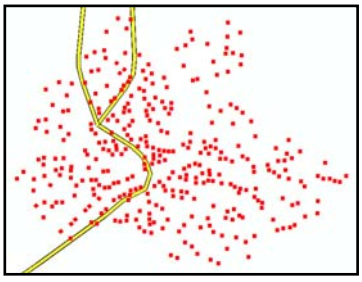
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında kırsal bölgelerdeki bina objelerinin oluşturduğu kümelerin tipikleştirilmesi ve bina objelerinin ötelenmesi için yeni yöntem araştırmaları yapılmıştır. Bina objelerini tipikleştirmek için mesafe ve açı yöntemleri, bina objelerinin yoldan ve daha sonra birbirlerinden ötelenmesi için de yeni yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler 4. bölümde açıklanmıştır. Uygulama olarak da 1:25 000 ölçekli sayısal veriler kullanılmış ve 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli haritalar için uygun içerikte bina objelerinin genelleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu bölümde bina objelerinin tipikleştirilmesi ve ulaşım ağından ötelenmesi için geliştirilen uygulanabilir yöntemlerin değerlendirilmesi yapılmakta ve farklı bölgelerdeki paftalara ve uygulamalara ait istatistikî bilgiler verilmektedir.

5.1. Bina Objelerinin Tipikleştirilmesi İçin Geliştirilen Yöntemlerin Değerlendirilmesi

Bina kümelerini tipikleştirme işlemi sonucunda, genelleştirilmiş verinin genelleştirilmemiş girdi veriyi temsil etmesi ve seçilmiş bina objeleri arasında da minimum ayrım mesafesi kadar boşluk olması istenmektedir.

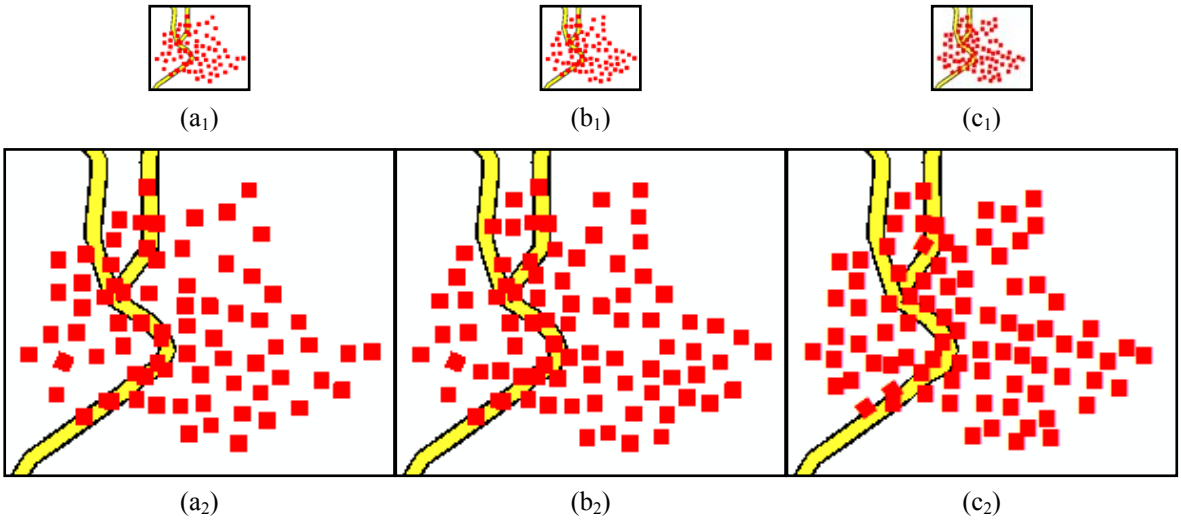
Dolayısıyla, tipikleştirme işlemi sonucunun değerlendirilmesinde ilk önce seçilmiş bina objelerinin orijinal girdi veriyi temsil edip etmediğine bakılmalıdır. Şekil 5.1, bina objelerinin tipikleştirme öncesi durumunu yani bina objelerinin 1:25 000 ölçeğindeki orijinal durumunu göstermektedir.



Şekil 5.1. Bina objelerinin 1:25 000 ölçekteki tipikleştirme işlemi öncesi durumu.

Bina objelerinin tipikleştirilmesi öncelikle geliştirilen mesafe ve açı yöntemi ile yapılmıştır. Tipikleştirme sonuçlarının değerlendirilmesi için ağ temelli basitleştirme yöntemi sonuçları da kullanılmıştır. Bina kümesinin açı, mesafe ve ağ temelli

basitleştirme yöntemleri ile tipikleştirme sonuçları Şekil 5.2'de sunulmaktadır. Şekil 5.2'de a_1, b_1 ve c_1 ile gösterilen çizimler 1:100 000 ölçekli gösterimdir. a_2, b_2 ve c_2 ile gösterilen resimler ise 1:100 000 ölçekli gösterimin 4 kat büyütülmüş durumudur. Her üç yöntemin sonuçları değerlendirildiğinde, tipikleştirme sonrası verinin orijinal yapıyı görsel olarak temsil ettiği görülmektedir.



Şekil 5.2. Bina objelerinin (a) Açı yöntemi, (b) Mesafe yöntemi, (c) Ağ temelli basitleştirme yöntemi tipikleştirme işlemi sonuçları (**a_1, b_1, c_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2, c_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Türetme ölçek için seçilen bina objeleri arasında minimum ayrım mesafesi kadar mesafenin olması arzu edilmektedir. Bu sebeple, bina objelerinin tipikleştirilmesi için uygulanan üç yöntem sonucunda seçilen bina objelerinin bunu sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. İki bina objesi arasında minimum ayrım mesafesi kadar boşluk olmayan binaların sayısı

Yöntem	Bina Sayısı
Açı	0
Mesafe	0
Ağ Te. Bas.	47

Çizelge 5.1 incelendiğinde, bina objeleri arasında minimum ayrım mesafesi kadar boşluğun olması şartının açı ve mesafe yöntemlerinde bütün bina objeleri için sağlandığı, ağ temelli basitleştirme yönteminde ise bunun sağlanamadığı görülmektedir. Bunun sebebi geliştirilen açı ve mesafe yönteminde, bina objelerinin seçiminde minimum ayrım mesafesinin de bir kriter olarak dikkate alınmasıdır.

Türetme ölçekte olması gereken obje sayısının belirlenmesinde genellikle Töpfer kuralı kullanılmaktadır. Örnek bina kümesi için tipikleştirme işlem öncesi ve sonrası bina obje sayıları ile Töpfer kuralına göre türetme ölçekte olması istenen bina obje sayısı Çizelge 5.2'de sunulmaktadır. Ağ temelli basitleştirme yöntemi sonucunda seçilen bina obje sayısı, Töpfer kuralına göre türetme ölçekte olması gereken obje sayısı ile aynıdır. Bunun sebebi ağ temelli basitleştirme yöntemi iş akışında Töpfer kuralını bir kriter olarak ele almakta ve işlemlerinde sürekli olarak türetme ölçekte olması gereken obje sayısı hesaplanmakta ve işlem adımları bu sayıya ulaşana kadar tekrarlanmaktadır. Bu nedenle iki sonuç da eşit çıkmaktadır. Geliştirilen mesafe yöntemi ile yapılan tipikleştirme işleminde ise, seçilen bina obje sayısı Töpfer kuralı ile hesaplanan bina obje sayısına çok yakın çıkmıştır.

Çizelge 5.2. Tipikleştirme işlemi öncesi ve sonrası bina obje sayıları ile Töpfer kuralına göre türetme ölçekte olması gereken bina obje sayısı.

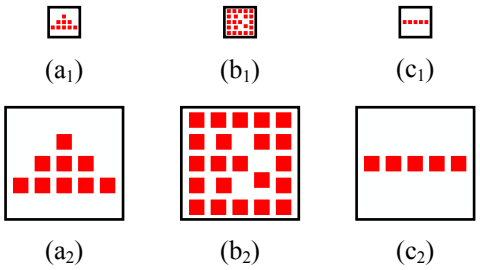
	Tipikleştirme Öncesi (1:25 000)	**Töpfer Kuralı**	**Tipikleştirme Sonrası**		
			Açı Yöntemi	**Mesafe Yöntemi**	**Ağ Temelli Basitleştirme Yöntemi**
Bina Obje Sayısı	340	85	74	82	85

İnsan gözünün kolayca algılayabildiği mekânsal dokuların veritabanına bilgi olarak eklenmesi kolay olmamaktadır. Fakat hem model genelleştirmesi hem de kartografik genelleştirmede bu karakteristik özelliğin tanımlanması, korunması ve çoğu kez abartılması istenmektedir. Eğer objeler düzgün şekillerde konumlanmış ise doku tanımlanabilir. Gerçek dünyada objeler bazı düzenli şekillere yakın görünümlü olabilirler fakat çoğunlukla mükemmel değildirler (Hardy ve ark. 2008). Bu nedenle bina objelerinin tipikleştirilmesi için yöntem araştırması yapılırken ilk önce düzgün şekilde konumlanmış bina objeleri üzerinde testler yapılmıştır.

Uygulamanın test edildiği paftalarda düzgün konumlu bina objeleri bulunmadığından test amaçlı olarak düzgün konumlu bina objeleri yaratılmıştır (Şekil 4.13).

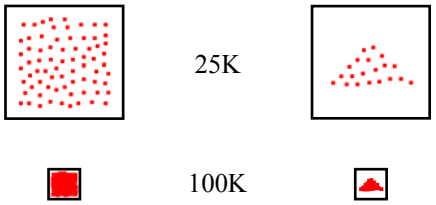
Test amaçlı oluşturulan bina objelerini tipikleştirmek için açı, mesafe ve ağ temelli basitleştirme yöntemi uygulanmıştır. Şekil 5.3'te açı yöntemi ile tipikleştirme işlem sonuçları görülmektedir. Şekil 5.3'te a_1, b_1 ve c_1 ile gösterilen resimler, 1:100 000 ölçekli gerçek gösterimdir. a_2, b_2 ve c_2 ile gösterilen resimler ise, sonucun daha iyi

incelenmesi amacıyla 1:100 000 ölçekli gerçek gösterimin 4 kat büyütülmüş durumdur. Üçgen yapı ve tek bir hizada olan bina objelerinin tipikleştirme işlemi sonuçları incelendiğinde, uygun bina objelerinin seçildiği ve gerçekte mevcut bina kümesi yapısının türetme ölçekte korunduğu görülmektedir. Kare yapısındaki bina kümesinin tipikleştirilmesinde ise, köşegendeki bina objelerinin seçildiği fakat iç taraftadaki seçilen bina objelerinin orijinal dokuyu tam olarak koruyamadığı görülmektedir.



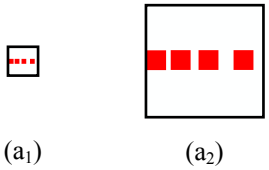
Şekil 5.3. Açı yöntemi ile tipikleştirme sonucu (**a_1, b_1, c_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2, c_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Bina objelerinin ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme sonucu Şekil 5.4'de sunulmaktadır. Buna göre, tipikleştirme sonucu seçilen bina objelerinin işaretleri türetme ölçekte çakışmaktadır. Ayrıca seçilen bina objeleri orijinal yapıyı da korumamaktadır.



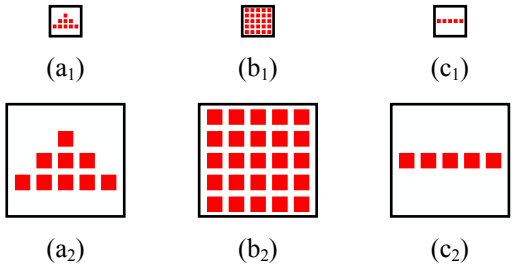
Şekil 5.4. Kare ve üçgen şeklindeki bina kümesinin ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme sonucu.

Tek sıralı bina obje kümesinin ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme sonucu Şekil 5.5'de görülmektedir. Şekil 5.4'de elde edilen sonuçlara kıyasla, tek sıralı bina kümelerinde tipikleştirme sonucu seçilen bina objelerinin kümenin orijinal yapısını daha iyi temsil ettiği gözlenmektedir.



Şekil 5.5. Türetme ölçekteki bina sayısı azaltılarak ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirme sonucu (**a_1, b_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Test amaçlı oluşturulan bina objelerinin tipikleştirilmesinde en iyi sonuç mesafe yöntemi ile alınmıştır. Mesafe yöntemi kullanılarak yapılan tipikleştirmede her üç bina kümesinde seçilen bina objelerinin orijinal yapıyı daha iyi temsil ettiği görülmektedir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Mesafe yöntemi ile tipikleştirme sonucu (**a_1, b_1, c_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2, c_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Bina objelerinden oluşan küme yapısının düzgün geometrik bir şekle sahip olması çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bina kümelerinin tipikleştirilmesinde, geliştirilen açı ve mesafe yönteminin her ikisi de kullanılmaktadır. Uygulamada her iki yöntem ile tipikleştirme sonucunda seçilen bina obje sayısına bakılmakta ve Töpfer seçme kuralına göre türetme ölçekteki obje sayısına yakın olan yöntemin sonuçları kabul edilmektedir.

Bina kümelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen yöntemler farklı karakteristik özelliklere sahip bölgelere ait verilerle test edilmiş ve örnek paftalara ait sonuçlar EK-4, EK-5, EK-8 ve EK-9'da sunulmuştur. Geliştirilen mesafe ve açı yöntemlerinin farklı paftalarda uygulamalarına ilişkin istatiksel sonuçlar Çizelge 5.3'te görülmektedir. Çizelge 5.3'de Töpfer sütununda, Töpfer kuralına (Formül 3.2) göre türetme ölçekteki temsil edilecek bina obje sayısının değerleri verilmiştir. Töpfer kuralının mekânsal dağılımları dikkate almaması nedeniyle her zaman uygun sonuçlar üretmemekte, fakat kabaca bir değerlendirme yapmak için kullanılabilmektedir. Çizelge 5.3 incelendiğinde geliştirilen açı ve mesafe yöntemi ile bina kümelerinin tipikleştirme sonucundaki türetme ölçekteki bina sayısı Töpfer kuralı ile elde edilen sonuca yakın çıktığı görülmektedir. Ayrıca Bina objelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen program Intel® Core™ i5 430M işlemci, 2.27 GHz hız ve 4 GB belleğe sahip bir bilgisayarda 1:100 000 ölçekli pafta için ortalama 57 dakika sürmüştür.

Çizelge 5.4'te ise, geliştirilen mesafe ve açı yöntemlerin 1:50 000 ölçekli paftalarda uygulanmasına ait istatiksel sonuçlar sunulmaktadır. Çizelge 5.4'ü

incelendiğimiz zaman geliştirilen yöntemler sonucunda 1:50 000 ölçek için de türetme ölçekteki bina sayısının Töpfer kuralı ile elde edilen sonuca yakın çıktığı görülmektedir. Tipikleştirme ve öteleme işlemleri için yazılan programlar; 1:100 000 ölçekli pafta içine giren 16 adet birleştirilmiş 1:25 000 ölçekli veri üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır. 1:50 000 ölçekli haritanın üretimi için de girdi verisi 1:100 000 ölçekli harita üretiminin girdisi ile aynı olmaktadır. Sadece 1:50 000 ölçekli harita üretimi için genelleştirme işlemleri sona erdiğinde veri a, b, c ve d paftası sınırlarından parçalara ayrılmakta ve sonuçta 4 adet 1:50 000 ölçekli veri elde edilmektedir. Bu nedenle Çizelge 5.4'te pafta ismi olarak 1:100 000 ölçekli pafta ismi verilmiştir.

Çizelge 5.3. 1:100 000 ölçekli paftalarda geliştirilen mesafe ve açı yöntemi ile bina objelerinin tipikleştirilmesine ilişkin istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı	Kaynak Ölçekteki Bina Sayısı	Türetme Ölçekteki Bina Sayısı	Değişim	Töpfer	Program Çalışma Zamanı
G41	53757	23683	%44.06	13440	04:09:44
H41	17824	5828	%32.70	4456	00:49:11
İ37	12308	3587	%29.14	3077	00:28:42
İ48	6213	2134	%34.35	1554	00:17:21
İ49	9686	2954	%30.50	2422	00:25:45
İ50	12958	3934	%30.36	3240	00:36:35
J19	19102	7152	%37.44	4776	00:59:26
J40	6910	2551	%36.92	1728	00:21:46
J49	20539	6512	%31.71	5135	00:44:20
J50	20776	6821	%32.83	5194	00:44:02

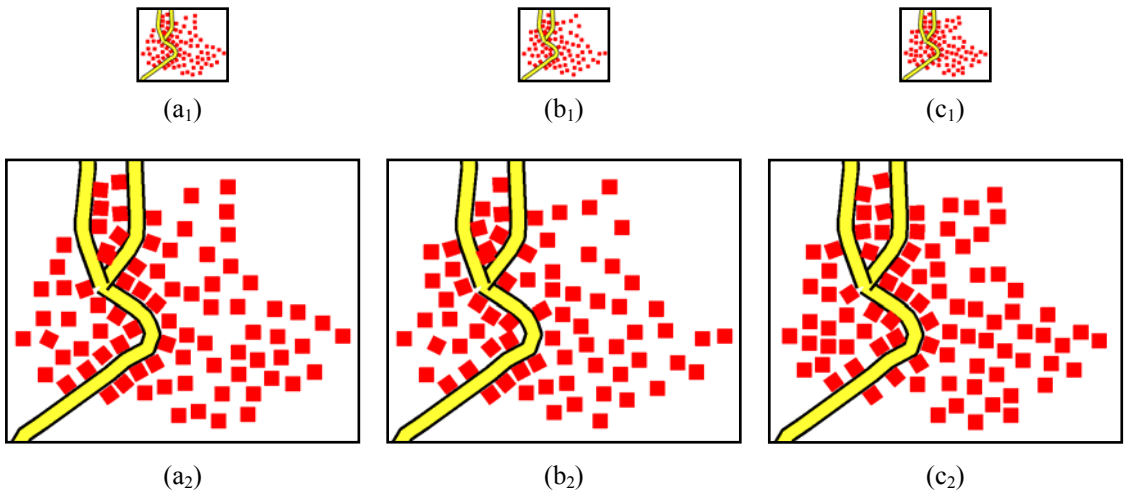
Çizelge 5.4. 1:50 000 ölçekli paftalarda geliştirilen mesafe ve açı yöntemi ile bina objelerinin tipikleştirilmesine ilişkin istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı 4x50K (a,b,c,d)	Kaynak Ölçekte Bina Sayısı	Türetme Ölçekte Bina Sayısı	Değişim	Töpfer	Program Çalışma Zamanı
F21	47371	26825	%56.63	23686	04:02:46
F22	27686	15938	%57.57	13843	02:30:32
G22	25019	14783	%59.09	12510	02:12:43
G41	53757	32934	%61.26	26879	04:47:04
H41	17824	9006	%50.53	8912	01:11:09
İ37	12308	6196	%50.34	6154	00:39:54
İ48	6213	3518	%56.62	3107	00:23:51
İ49	9686	5433	%56.09	4843	00:32:10
İ50	12958	7991	%61.67	6479	01:00:49
J40	6910	3566	%51.61	3455	00:22:42
J49	20539	11432	%55.66	10270	01:38:37
J50	20776	11386	%54.80	10388	01:32:26

Bina objelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen program Intel® Core™ i5 430M işlemci, 2.27 GHz hız ve 4 GB belleğe sahip bir bilgisayarda 4 adet 1:50 000 ölçekli pafta için ortalama 1 saat 44 dakika sürmüştür.

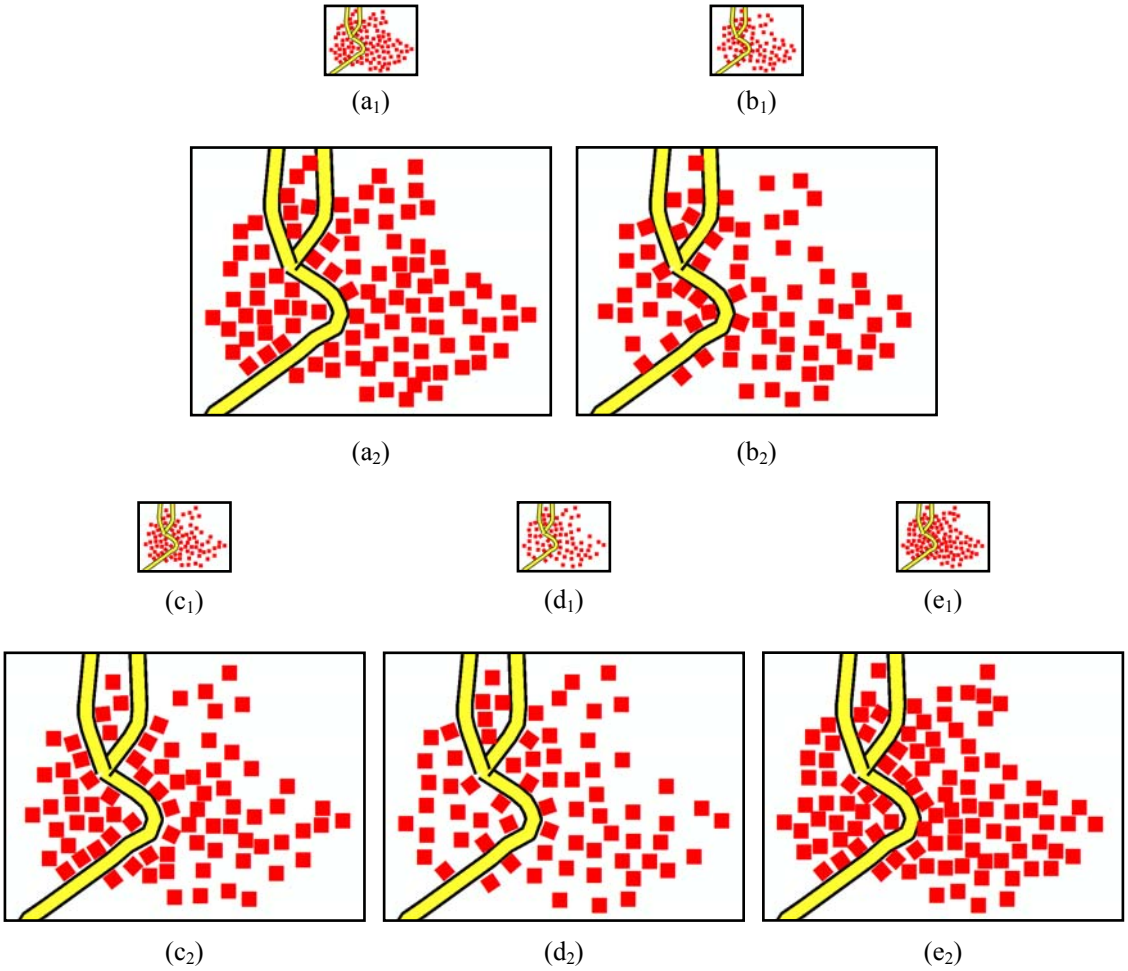
5.2. Bina Objelerinin Ötelenmesi İçin Geliştirilen Yöntemin Değerlendirilmesi

Geliştirilen mesafe ve açı yöntemi ile tipikleştirme işlemi sonucunda, bina objelerinin işaret çakışması problemi çözülmüştür. Fakat bina objeleri ile ulaşım ağı işaretlerinin çakışma problemleri halen devam etmektedir. Dolayısıyla tipikleştirme işlemi sonrasında bina objeleri ile ulaşım ağı işaretlerinin çakışma problemlerinin çözümü için öteleme işlemi uygulanmıştır. Bunun için geliştirilen ve bölüm 4.10'da detaylı olarak anlatılan yönteme ait sonuçlar Şekil 5.7'de sunulmaktadır. Şekil 5.7 incelendiğinde, tipikleştime için geliştirilen mesafe ve açı yöntem sonuçlarının, ağ temelli basitleştirme yöntemi ile yapılan tipikleştirme sonuçlarına yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 5.7. (a) Mesafe yöntemi, (b) Açı yöntemi ve (c) Ağ temelli basitleştirme yöntemi ile tipikleştirilen bina objelerinin öteleme işlemi sonuçları (**a_1, b_1, c_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2, c_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Geliştirilen mesafe ve açı yöntemi ile tipikleştirme işlem sonuçlarını ve sonrasında uygulanan ve yine bu çalışma kapsamında geliştirilen öteleme yönteminin sonuçlarını daha iyi değerlendirebilmek için aynı verinin uzman kartograflar tarafından bilgisayar ekranında elle genelleştirmeleri istenmiştir. Örnek olarak seçilen bina obje kümeleri, 5 farklı uzman kartografa verilerek genelleştirmeleri sağlanmıştır (Şekil 5.8).

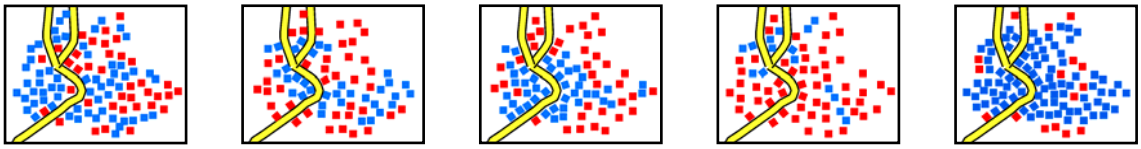


Şekil 5.8. Beş uzman kartografın ekrandan elle yaptığı genelleştirme işlemi sonuçları. (**a_1, b_1, c_1, d_1, e_1:** 1:100 000 ölçekli gösterim, **a_2, b_2, c_2, d_2, e_2:** 4 kat büyütülmüş 1:100 000 ölçekli gösterim).

Klasik genelleştirme ile harita üretimindeki kurallar çoğunlukla nicellikten uzak ve nitel yapıda olduğundan uzman kartografın yorumuna açık olmaktadır. Klasik genelleştirme işlemleri ve sonuçları; genelleştirmede uygulanan ortak kurallar ve yaklaşımlar ile uzman kartografın tecrübesine doğrudan bağlıdır. Dolayısıyla, farklı uzman kartografların aynı bölge için yaptıkları genelleştirme sonuçlarında da farklılıklar olması kaçınılmazdır. Burada önemli olan husus, genelleştirme sonrası verinin araziyi temsil etmesidir. Diğer bir ifade ile türetme ölçekte bölgeyi temsil eden hususların ön plana çıkartılması, türetme ölçekte okunaklılığı artırmak üzere bazı hususların ise arka plana atılması ya da elenmesidir.

Uzman kartograflar tarafından elle yapılan genelleştirme sonuçları arasındaki farklılıklar, Şekil 5.8'de açık olarak görülmektedir. Fakat uzman kartograflar tarafından elle yapılan genelleştirme sonuçları, bölgenin orijinal yapısını ve karakteristiğini yansıtmaktadır. Bilgisayar ekranında elle yapılan genelleştirme esnasında uzman

kartografın, binalar arasında olması gereken minimum ayrım mesafesini uygulaması oldukça zahmetli ve zor olmaktadır. Uzman kartograflar tarafından yapılan genelleştirme işlemleri sonrasında, aralarında minimum ayrım mesafesi kadar mesafe olmayan bina objeleri Şekil 5.9'da mavi renk ile gösterilmektedir.



Şekil 5.9. Uzman kartografların elle genelleştirmeleri sonucunda binalar arasında minimum ayrım mesafesinden daha az boşluk olan binalar mavi renk ile gösterilmektedir.

Öteleme için geliştirilen yöntem farklı bölgelerdeki paftalara uygulanmışve elde edilen istatistiki sonuçlar Çizelge 5.5 ve 5.6'de görülmektedir. Ayrıca örnek paftalara ait sonuçlar EK-6, EK-7, EK-9 ve EK-10'da sunulmuştur.

Çizelge 5.5 ve 5.6 incelendiğinde, öteleme yönteminin uygulandığı paftalardaki öteleme ihtiyacı olan bina objeleri 1:100 000 ölçekte ortalama % 90'ı, 1:50 000 ölçekte ise ortalama % 94'ü otomatik olarak ötelenmiştir.

Bina objelerinin ötelenmesi için geliştirilen program Intel® Core™ i5 430M işlemci, 2.27 GHz hız ve 4 GB belleğe sahip bir bilgisayarda 1:100 000 ölçekli paftalar için ortalama 1 saat 35 dakika, 4 adet 1:50 000 ölçekli paftalara için ise ortalama 2 saat 10 dakika sürmüştür.

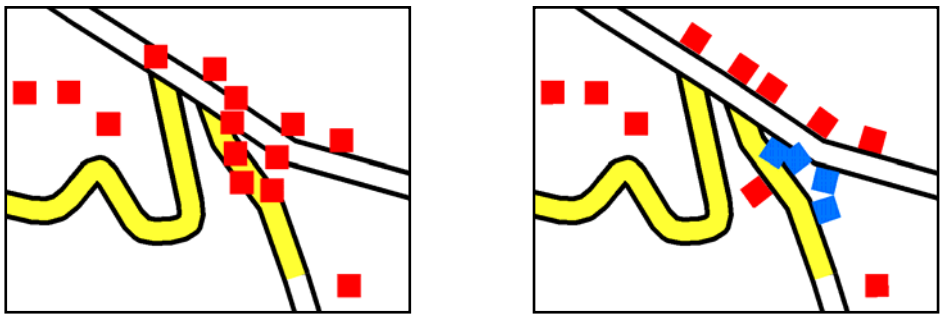
Çizelge 5.5. 1:100 000 ölçekli paftalarda bina objelerinin ötelenmesine ilişkin istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı	Öteleme İşlemi Uygulanacak Bina Sayısı	Otomatik Ötelenen		Kartograf Tarafından Etkileşimli Ötelenecek Bina Sayısı	Program Çalışma Zamanı
		Bina Sayısı	Oran (%)		
G41	11503	10662	92.69	841	05:01:42
H41	3596	3189	88.68	407	01:39:05
İ37	2129	1890	88.77	239	01:20:30
İ48	1278	1103	86.31	175	00:48:55
İ49	1490	1277	85.70	213	00:54:52
İ50	1400	1249	89.21	151	00:52:17
J19	2921	2754	94.28	167	01:30:01
J40	1369	1241	90.65	128	00:51:54
J49	2534	2258	89.11	276	01:25:58
J50	2683	2502	93.25	181	01:16:56

Çizelge 5.6. 1:50 000 ölçekli paftalarda bina objelerinin ötelenmesine ilişkin istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı 4x50K (a,b,c,d)	Öteleme İşlemi Uygulanacak Bina Sayısı	Otomatik Ötelenen		Kartograf Tarafından Etkileşimli Ötelenecek Bina Sayısı	Program Çalışma Zamanı
		Bina Sayısı	Oran (%)		
F21	8985	8131	90.50	854	04:20:02
F22	5175	4717	91.15	458	03:44:10
G22	5869	5321	90.66	548	04:03:25
G41	11672	11380	97.50	292	04:49:32
H41	2988	2880	96.39	108	01:18:24
İ37	2021	1894	93.72	127	00:57:16
İ48	1000	940	94.00	60	00:37:19
İ49	1734	1580	91.12	154	00:52:35
İ50	2369	2177	91.90	192	01:12:39
J40	1367	1286	94.07	81	00:49:36
J49	3185	3008	94.44	177	02:02:11
J50	2999	2907	96.93	92	01:19:45

Bina objesi ve ulaşım ağı işaret çakışma problemi devam edenler için de ayrıca program yazılmış ve bu tür problemi olan bina objelerinin kartografın müdahalesi için otomatik olarak bilgisayar ekranına gelmesi sağlanmıştır. Şekil 5.10'da geliştirilen yöntem ile çözülemeyen bina obje örneği görülmektedir.



(a) Öteleme öncesi (b) Öteleme sonrası

Şekil 5.10. Öteleme işlemi sonrasında kartograf etkileşimli olarak çözüm uygulanacak bina objeleri, mavi renk ile gösterilmiştir.

Geliştirilen öteleme yöntemi çeşitli paftalarda uygulanmış ve ötelenen bina objelerinin öteleme mesafelerine ait istatistikî sonuçlar Çizelge 5.7 ve 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.7 incelendiğinde, 1:100 000 ölçekli paftaların öteleme işleminde bina objeleri için öteleme mesafesinin ortalama 29 metre olduğu görülmektedir. Bilindiği gibi, genelleştirme işleminde en az sayıda objenin ötelenmesi istenmektedir. Ötelenmesi

zorunlu olan objeler içinse ötelenme mesafesinin küçük olması ve mümkünse işaret boyutunu aşmaması arzu edilmektedir. Bir bina objesinin 1:100 000 ölçekli haritadaki işaret boyutu 50 metredir. Dolayısıyla 1:100 000 ölçekli haritalar için gerçekleşen ortalama 29 metre öteleme mesafesinin uygun bir değer olduğu değerlendirilmektedir. Çizelge 5.8 incelendiğinde ise, 1:50 000 ölçekli paftalar için ortalama öteleme mesafesinin yaklaşık 9 metre olduğu görülmektedir. Bu değerinde bu ölçek için kabul edilebilir bir değer olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.7. 1:100 000 ölçekli paftalarda öteleme işlemi sonrasında, bina objelerinin ötelenme mesafelerine ait istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı	**Öteleme Mesafesi**	
	Ortalama (metre)	**Karesel Ortalama Hata (metre)**
G41	31	16
H41	24	18
İ37	29	20
İ48	32	17
İ49	30	18
İ50	24	18
J19	26	14
J40	33	17
J49	30	16
J50	28	16

Çizelge 5.8. 1:50 000 ölçekli paftalarda öteleme işlemi sonrasında, bina objelerinin ötelenme mesafelerine ait istatiksel sonuçlar.

Pafta Adı 4x50K (a,b,c,d)	**Öteleme Mesafesi**	
	Ortalama (metre)	**Karesel Ortalama Hata (metre)**
F21	8	6
F22	8	6
G22	8	6
G41	10	7
H41	10	7
İ37	8	8
İ48	9	8
İ49	9	7
İ50	12	10
J40	10	7
J49	9	7
J50	8	6

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, bina objelerinin tipikleştirilmesi ve ulaşım ağlarından ötelenmesi işlemlerinin otomasyonu için yeni yöntem ve yaklaşım araştırması yapılmıştır. Nokta bina işaret çakışmalarının en çok rastlandığı kırsal bölgeler ele alınmış ve binaların gruplandırılmasını müteakip bina kümelerinin tipikleştirilmesi ve ulaşım ağından ötelenmesinde kartograf gereksinimini ve etkileşimini en aza indirecek yöntemler araştırılıp uygulanarak otomasyon süreçleri oluşturulmuştur.

1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli harita üretimi için gerekli olan bina objelerinin tipikleştirilmesi için Açı ve Mesafe yöntemleri geliştirilmiştir. Ayrıca, tipikleştirme sonrası ulaşım ağı ile çakışan bina objelerinin ulaşım ağından otomatik olarak ötelenmesi için de yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

Bina objelerinin tipikleştirilmesi için geliştirilen mesafe ve açı yöntemi sonuçlarının, ağ temelli basitleştirme yöntemi ile yapılan tipikleştirme sonuçlarına yakın olduğu görülmüştür.

Test amaçlı oluşturulan bina objelerinin tipikleştirilmesinde mesafe, açı ve ağ temelli basitleştirme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırıldığında en iyi sonuç mesafe yöntemi ile alınmıştır.

Son yıllarda bina objelerinin tipikleştirilmesinde; tipikleştirme sonrası bina kümelerinin, tipikleştirme işlemi öncesi sahip olduğu karakteristiğin korunması için çalışmalar yapılmaktadır. Tez çalışması kapsamında geliştirilen yöntemlerde de tipikleştirme işlemi sonrası karakteristik yapının korunması dikkate alınmıştır. Uygulama sonuçlarında bunun sağlandığı görülmüştür.

Öteleme için geliştirilen yöntem ile bina objeleri ve ulaşım ağı işaret çakışma problemlerinin 1:100 000 ölçekli paftalarda ortalama % 90'ı, 1:50 000 ölçekli paftalarda ise ortalama % 94'ü otomatik olarak çözülmüştür. Çizelge 5.5 ve 5.6 incelendiğinde bazı paftalarda otomatik öteleme oranı daha düşük çıkmıştır. Bina objelerinin yoğunluğu ve ulaşım ağındaki kavşakların şekli öteleme işleminin başarısını doğrudan etkilemektedir. Kavşaklara yakın konumdaki binalarda daha fazla başarı elde edilmesi için öteleme algoritmasında iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Ancak elde edilen başarı oranlarıylada önemli derecede otomasyon sağlanmıştır.

Harita üzerinde veya coğrafi veri setlerinde objeler arasında var olan topolojik ve mantıksal ilişkiler önemli olup genelleştirme sonrasında da bu ilişkilerin korunması arzu edilmektedir. Çakışan bina objelerinin ulaşım ağından ötelenmesi sonrası bina ve yol topolojisinin korunması için topolojik tutarlılığı sağlayıcı kontroller konulmuştur. Yolun sağında olan bina, öteleme işlem sonrasında da durumunu korumakta ve hiçbir zaman yolun diğer tarafına geçmemektedir.

Bina objeleri, ulaşım ağından veya birbirlerinden ötelenirken yer değiştirmektedir. Öteleme için geliştirilen yöntemde binalar için mesafe kısıtı kullanılmıştır. Böylece öteleme mesafesi kontrol altında tutulmuştur.

Ulaşım ağı ile çakışan bina objelerinin ötelenmesinden sonra da diğer bina objeleri ile çakışabilmektedir. Öteleme için geliştirilen yöntemde bu sorunlar için de çözümler geliştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında geliştirilen yöntemde, türetme ölçekteki işaret büyüklükleri ve bina objeleri arasında olması gereken minimum ayrım mesafesi parametre olarak kullanılmıştır.

Ulaşım ağındaki kavşak ve dönemeçlerde çakışma problemi olan bina objelerinin çoğunluğu geliştirilen yöntem ile otomatik olarak ötelenmektedir. Çakışma problemi devam eden bazı bina objeleri tespit edilerek kartograf tarafından etkileşimli bir şekilde çözülmesi için ekranına getirilmesi sağlanmıştır.

Tez uygulamasında kullanılan ArcGIS Desktop, kartografik genelleştirme yapan hazır bir paket yazılım değildir. Fakat mekânsal sorgulama fonksiyonlarının olması ve obje geometrisine ulaşmanın ArcObjects kütüphanesini kullanarak kolay olması, genelleştirme araçları hazırlamaya imkân vermiştir.

Tez çalışması sonucunda geliştirilen yöntemler, HGK'da kullanılan KartoGen üretim sistemine entegre edilmiş ve ulaşılmak istenen en yüksek otomasyon ve en iyi tatmin oranı ile üretim zamanından da tasarruf edildiği görülmüştür.

Kırsal bölgelerdeki bina objelerinin genelleştirmesinde kartografların yorumlamalarına bağlı olarak farklılık arz eden işlemler azaltılarak, yüksek düzeyde doğruluk ve standartlık sağlanmıştır.

Üretim söz konusu olduğunda, otomatik genelleştirme işlemleri sonuçlarının mutlaka uzman kartograflar tarafından değerlendirilmesi ve kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Kontrolsüz bir üretim düşünülemez. Yukarıdaki bahsedilen tipikleştirme ve öteleme sonrası kalan bina objeleri, kartografı yoğun veri ile uğraşmaktan kurtararak önemli zaman kazanımı sağlamıştır. Kartograf, seçilmiş ve ötelenmiş bina objelerini

yalnızca 1:25 000 ölçekli pafta ile kontrol ederek gerekiyorsa editleme işlemi yapmaktadır.

Geliştirilen yazılım ile bina objelerinin tipikleştirilmesi ve ulaşım ağından ötelenmesi işlemi Intel® Core™ i5 430M işlemci, 2.27 GHz hız ve 4 GB belleğe sahip bir bilgisayarda, bir 1:50 000 ölçekli pafta için ortalama 58 dakika, bir 1:100 000 ölçekli pafta için ise ortalama 1 saat 16 dakika gibi bir zamanda gerçekleştirilmiş ve kartograf gereksinimi ve etkileşimi en aza indirilmiştir.

6.2. Öneriler

İnsan tarafından kolayca algılanan binaların oluşturduğu doku bilgisayar ortamında kolayca bulunamamaktadır. Genelleştirme işlemlerinde bu özelliklerin tanımlanması ve genelleştirme işleminde ve sonrasında korunması istenmektedir. Bina objelerinin tipikleştirilmesi için bu tez çalışmasında geliştirilen yöntemlerde, bu özelliklerin genelde korunduğu görülmüştür. Bazı bina kümelerinde ise bunun korunamadığı da olmuştur. Bunun da ana sebebi tipikleştirme işleminin girdisi olan bina kümelerinin her zaman kolay tespit edilememesi ve otomatik tespit için metrik olarak girilen parametrelerin her zaman bunu sağlayamamasıdır. Geliştirilen kümeleme yönteminde birbirine bir işaret büyüklüğünden daha yakın olan bina objelerinin bir küme oluşturduğu kabul edilmiştir. Bu nedenle bazen gözümüzle baktığımızda doku ve şekil bakımından tek bir küme olması gereken bina objeleri birkaç kümeden oluşabilmektedir. Tipikleştirme işlemine tek bir küme yerine birkaç küme ile girilmesinden dolayı çıkan sonuçta da doku ve şekil bazen tam korunamamaktadır. Bunun için bina kümelerini tespit etmek ve bulmak için yeni ve daha etkin yöntemlerin araştırmalarına devam edilmelidir.

Model ve kartografik genelleştirme işlemlerinde otomasyon oranlarının artırılmasında en önemli konulardan birisi de veri modeli olduğu anlaşılmaktadır. Coğrafi modellerde gerçek dünya varlıklarının geometrik ve sözel bileşenleri dışında, kavramsal ve semantik birçok bileşeni kapsayabilmesi gerçek dünyanın daha iyi bir yaklaşımla modellenmesini sağlayacaktır. Coğrafi objeler arasında var olan ilişkilerin veri modelinde de mevcut olması genelleştirme işlemlerinin modellenmesine de çok önemli katkı yapacaktır.

KAYNAKLAR

AGENT Consortium, 1999, Constraint Analysis. Project Report DA2, ESPRIT/ LTR/24 939.

Ai, T. H., 2004, A Displacement Of Building Cluster Based On Field Analysis. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 33(1), 89–94.

Ai, T. ve Liu, Y., 2002, A method of point cluster simplification with spatial distribution properties preserved, Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 31, 175–181. Pekin.

Ai, T. ve Zhang, X., 2007, The Aggregation of Urban Building Clusters Based on the Skeleton Partitioning of Gap Space, The European Information Society: Leading the Way with Geo-Information.

Airault, S., 1996, De La Base De Donnees A La Carte: Une Approche Globale Pour L'equarissage De Batiments. Revue Internationale de Geomatique, 6(2-3), 203-217.

Anders, K.H., 2006, Grid Typification. 12th International Symposium on Spatial Data Handling. Springer-Verlag, pp. 633 - 642.

Aslan, S., 2003., Topografik Haritalarda Yerleşim Yeri ve Bina Genelleştirmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Avcı, M., 2009, 1:25 000 – 1:100 000 Ölçek Aralığında Yol Objelerinin Seçme-Eleme İşlemlerinin Otomasyonu, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bader, M., Barrault, M. ve Weibel, R., 2005, Building Displacement Over A Ductile Truss. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 19, pp, 915–936

Bader, M. ve Weibel, R., 1997, Detecting And Resolving Size And Proximity Conflicts In The Generalisation Of Polygon Maps. In Proceedings of the 18th ICC, Stockholm, Sweden, pp. 1525–1532.

Bank, E., 1998, Büyük Ölçekli Haritalardan Bilgisayar Destekli Genelleştirme İle Küçük Ölçekli Harita Üretimi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

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.

Barrault, M., Regnauld, N., Duchêne, C., Haire, K., Baeijs, C., Demazeau, Y., Hardy, P., Mackaness, W., Ruas, A. ve Weibel, R., 2001, Integrating Multiagent, Object-

Oriented And Algorithmic Techniques For Improved Automated Map Generalization. In Proceedings of the 20th ICC, Beijing, China, pp. 2110–2116.

Beard, K., 1991, Theory of the Cartographic Line Revisited. Cartographica, 4(28), 32-58.

Beines, M., 1993, Treating Of Area Features Concerning The Derivation Of Digital Cartographic Models. In Proceedings of ICC'93, Bournemonth, UK, pp. 372–382.

Bildirici, İ.Ö., 2000, 1:1 000 – 1:25 000 Ölçek Aralığında Bina Ve Yol Objelerinin Sayısal Kartografik Genelleştirmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bildirici, İ.Ö., Heidorn, D., 2004, BUHOM: A program for enhancement of geometric topologic consitency of building objects , ISPRS XXth Congress 12-23 July 2004 Istanbul, Commision 4, 234-237 .

Bildirici, İ.Ö. ve Uçar, D., 1996, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Genelleştirme, 6. Harita Kurultayı, HKMO, s.75-85, Ankara

Bobzien, M., Petzold, I. ve Burghardt, D., 2007, Automated Derivation Of A 1:300000 Topographic Map From Swiss DLM VECTOR 200. Proceedings of 23nd ICC. Moscow, Russia.

Brassel, K. ve Weibel, R., 1988, A Review And Conceptual Framework Of Automated Map Generalization. Int. Journal of Geographical Information Systems 2, 229-244

Burghardt, D. ve Cecconi, A., 2007, Mesh Simplification For Building Typification. International Journal of Geographical Information Science, 21(3): 283–298.

Camara, M. A. ve Lopez, F. J., 2000, Mathematical Morphology Applied to Raster Generalization of Urban City Block Maps. Cartographica, 37(1), 33-48.

Cecconi, A., 2003, Integration Of Cartographic Generalization And Multi-Scale Databases For Enhanced Web Mapping. PhD thesis, Department of Geography, University of Zurich.

Christophe, S. ve Ruas, A., 2002, Detecting Building Alignments for Generalisation Purposes. International Symposium on Spatial Data Handling. Ottawa, Canada.

Çetinkaya, B., 2006, Topografik Haritaların Üretiminde Eş Yükseklik Eğrileri, Akan Su ve Su İletim Hatları Coğrafi Verilerin Otomasyon Süreçleri, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

De Berg, M., Van Kreveld, M., ve Schirra, S., 1995, A New Approach To Subdivision Simplification. In Proceedings of Auto-Carto, 12 American Congress on Surveying and Mapping, Bethesda, pp. 79–88.

DGIWG, 2001, DIGEST Overview, https://www.dgiwg.org/digest/.

Douglas, D. H. ve Peucker, T. K., 1973, Algorithms For The Reduction Of The Number Of Points Required To Represent A Digitised Line Or İts Caricature. Canadian Cartographer, 10, 112–122.

ESRI, 1996, Automation of Map Generalization: The Cutting Edge Technology. ESRI White Paper.

EuroGeographics, 2005, Generalisation Processes: a benchmark study of the expert group on quality, February 2005, http://www.eurogeographics.org/eng/ 05_quality_reports.asp.

EuroSDR, 2010, State-of-the-art of automated generalisation in commercial software, March 2010,

Foerster, T. ve Stoter, J., 2008, Generalisation Operators For Practice – A Survey At National Mapping Agencies. 11th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Montpellier, Fransa.

Galanda, M. ve Weibel, R., 2002, An Agent-Based Framework For Polygonal Subdivision Generalization. In: Richardson, D, and van Oosterom, P. (eds., 2002), Advances in Spatial Data Handling, Berlin: Springer-Verlag, 121-136.

Gökgöz, T., 1999, Yükseklik Eğrilerinin Basitleştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gülgen, F., 2009, Yerleşim İçi Yol Ağı Genelleştirmesinde Yeni Bir Seçme/Eleme Yaklaşımı, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hangouet, J.F., 1998, Approche et Methods Pour l'automatisation de la Generalisation Cartographique; Application en bord de ville. Ph.D. thesis, University of Marne-La Valle France.

Hardy, P., Lee, D. ve Smaalen, J.V., 2008, Practical Research In Generalization Of European National Framework Data From 1:10k To 1:50k, Exercising And Extending An Industry-Standard GIS. 11th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Montpellier, Fransa.

Harrie, L., 1999, The Constraint Method for Solving Spatial Conflicts in Cartographic Generalization. Cartography and Geographic Information Science, 26(1), 55-69.

Harrie, L., 2001, A Case Study Of Simultaneous Generalisation. In Proceedings of the 20th ICC, Beijing, China, pp. 2053-2062.

Harrie, L., 2001a, An Optimisation Approach to Cartographic Generalisation. Ph.D. Dissertation, Lund University, Sweden.

HGK, 1964, Tahvil Talimatı (1:100 000), Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK, 1999, 1:50 000 Ölçekli Haritaların Tahviline Ait Teknik Talimat, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK, 2002, 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 Ölçekli Kartografik Vektör ve Sayısal Harita Detay Tanımlama ve Özel İşaretler Yönergesi, Harita Genel Komutanlığı, Ankara

HGK, 2003, 1:25 000 Ölçekli Sayısal Topografik Harita Veri Sözlüğü, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

HGK, 2006, 1:25 000 Ölçekli Kartografik Vektör ve Sayısal Harita Üretim Yönergesi, HGKY/125-21, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Højholt, P. 2000. Solving Space Conflicts in Map Generalization: Using a Finite Element Method. Cartography and Geographic Information Science, 27(1), 65-73.

Jones, C. B., 1997, Geographical Information Systems and Computer Cartography. Harlow: Longman.

Jones, C. B., Bundy, G. L. ve Ware, J. M., 1995, Map Generalization with a Triangulated Data Structure. Cartography and Geographic Information Systems, 22(4), 317-331.

Kazemi, F., 2003, A Generalization Framework To Derive Multi-Scale GEODATA. Proceedings of the Spatial Sciences Conference, Canberra, Australia, pp. 1-12.

Kilpeläinen, T., 1999, Map Generalisation in the Nordic Countries. Reports of the Finnish Geodetic Institute. Kirkkonummi.

Lee, D., 2003, Generalization Within A Geoprocessing Framework. Proceedings of the GEOPRO 2003 Workshop, Mexico City, p.82-91.

Lee, D. ve Hardy, P., 2005, Automating Generalization. Tools And Models. 22th ICA ICC, Coruña, Spain.

Li, Z., 1994, Mathematical Morphology In Digital Generalization Of Raster Map Data. Cartographica, 23(1), 1-10.

Li, Z. L. ve Openshaw, S., 1992, Algorithms For Automated Line Generalization Based On A Natural Principle Of Objective Generalization. International Journal of Geographical Information Systems, 6, 373–389.

Li, Z. L. ve Su, B., 1996, Algebraic Models For Feature Displacement In The Generalisation Of Digital Map Data Using Morphological Techniques. Cartographica, 32, 39–56.

Li, Z., Yan, H., Ai, T. ve Chen, J., 2004, Automated Building Generalization Based On Urban Morphology And Gestalt Theory. International Journal of Geographical Information Science, 18, 513-534.

Lichtner, W., 1979, Computer-Assisted Processes Of Cartographic Generalization In Topographic Maps. Geo-Processing, 1, 183-199.

Lonergan, M. E. ve Jones, C. B., 2001, An Iterative Displacement Method for Conflict Resolution in Map Generalization. Algorithmica, 30(2), 287-301.

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.

Mackaness, W. A., 1991, Integration And Evaluation Of Map Generalization. In: Buttenfield, B., and McMaster, R., (eds.), Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation. Harlow: Longman Group, pp. 217-226.

Mackaness, W. A., 1994, An Algorithm for Conflict Identification and Feature Displacement in Automated Map Generalization. Cartography and Geographic Information Systems, 21(4), 219-232.

Mackaness, W. ve Purves, R., 1999, Issues and Solutions to Displacement in Map Generalisation. ICA, Ottawa, Canada.

Mackaness, W. A., ve Rainsford, D., 2002, Template Matching in Support of Generalisation of Rural Buildings. In: Richardson, D., and van Oosterom, P., (eds.), Advances in Spatial Data Handling, 10th International Symposium on Spatial Data Handling, Ottawa, Canada, Berlin: Springer, pp. 137-152.

McMaster, R. B. ve Shea, K. S., 1992, Generalization In Digital Cartography. Association of American Geographers, Washington, USA.

Monmonier, M., 1983, Raster-Mode Area Generalisation For Land Use And Land Cover Maps. Cartographica, 20, 65–91.

Müller, J. C., and Wang, Z. S., 1992, Area-Patch Generalisation: A Competitive Approach. Cartographic Journal, 29, 137–144.

Özçelik, M., 2002, 1:25 000 Ölçekli Kartografik Vektör Haritalardaki Çizgisel Yol Detaylarının 1:50 000 Ölçeğine Bilgisayar Destekli Genelleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Regnauld, N., 1998, Generalisation Du Bati: Structure Spatiale De Type Graphe Et Representation Cartographique. Ph.D. thesis, University of Provence-Aix, Marseille.

Regnauld, N., 2001, Contextual Building Typification in Automated Map Generalization. Algorithmica (2001) 30: 312–333.

Regnauld, N., 2003, Algorithms for the Amalgamation of Topographic data. Proceedings of the 21st ICC, Cartographic Renaissance, Durban, South Africa, pp. 222-233, CD-ROM.

Regnauld, N. ve McMaster, R., 2007, A Synoptic View of Generalisation Operators, In: Mackaness, W.A., Ruas, A. and Sarjakoski, L.T. (eds), Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications, ICA, Oxford, UK: Elsevier, pp. 37-66.

Rieger, M. K. ve Coulson, M. R. C., 1993, Consensus Or Confusion: Cartographers' Knowledge Of Generalization. Cartographica, 30, 69-80.

Robinson, A. H., Morrison J. L., Muehrcke, P. C, Kimerling, A. J., ve Guptill, S. C., 1995, Elements of Cartography. 6th ed., New York: Wiley & Sons.

Ruas, A., 1998, A Method For Building Displacement In Automated Map Generalization. International Journal of Geographical Information Science, 12(8), 789-803.

Ruas, A, 1999, Modele De Generalisation De Donnees Geographiques A Base De Constraints Et D'autonomie. These de doctorat. L'universite de Marne La Vallee, Paris.

Ruas, A., 2001, Automating The Generalization Of Geographical Data. In Proceedings of the 20th ICC. Beijing, China, pp. 1943–1953.

Ruas, A., 2001a, Automatic Generalisation Project: Learning Process from Interactive Generalisation. OEEPE, European Organization for Experimental Photogrammetric Research, Official Publication (39). Frankfurt a. M.: Bundesamt fur Kartographie und Geodasie.

Ruas, A. ve Holzapfel, R., 2003, Automatic Characterisation Of Building Alignments By Means Of Expert Knowledge. Proceedings of the 21st ICC (ICC), Cartographic Renaissance, Durban, South Africa, pp. 1604-1615.

Sarjakoski, T. ve Kilpelainen, T., 1999, Holistic Cartographic Generalization by Least Squares Adjustment for Large Data Sets. In: Keller, C. P. (ed.), Proceedings, 19th ICC and 11th General Assembly of ICA, Touch the Past, Visualize the Future, Ottawa, Canada.

Schylberg, L., 1992a, Rule-based Area Generalization of Digital Topographic Maps. Technical Report (Lantmateriet-Sweden).

Schylberg, L., 1992b, Cartographic Amalgamation Of Area Objects. In Proceedings of the 4th Scandinavian Research Conference on GIS, Helsinki University of Technology, pp. 135–138.

Schylberg, L. 1993. Computational Methods For Generalisation Of Cartographic Data In A Raster Environment. Doctoral thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm.

Sester, M., 2000, Generalization Based On Least Squares Adjustment. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 33, Part C4:79-86.

Sester, M., 2004, Two Demos: 1) Automatic generalization of buildings for small scales using typification 2) Streaming Generalization. ICA Workshop on Generalisation and Multiple representation, Leicester.

Sester, M., 2005a, Optimization Approaches for Generalization and Data Abstraction. International Journal of Geographic Information Science, 19(8-9), 871-897.

Sester, M., 2005b, Typification using Kohonen Feature Maps. In: Self-Organising Maps: Applications for Geographic Information Science.

Sester, M., 2001, Optimization Approaches for Generalization. In: Kidner, D. B., and Higgs, G., (eds.), Proceedings of Geographical Information Systems Research-UK(GISRUK2001), University of Glamorgan, Wales, pp. 32-35.

Sester, M. ve Brenner, C., 2000, Kohonen Features Maps for Typification. In: Proc at the first GIScience Conf, Savannah, Georgia, USA

Sester, M., ve Brenner, C., 2004, Continuous Generalization for Visualization on Small Mobile Devices. In: Fisher, P., (ed.), Developments in Spatial Data Handling - 11th International Symposium on Spatial Data Handling. Berlin: Springer, pp. 355-368.

SSC, 2007, Cartographic Generalization–Topographic Maps, Cartographic Publication Series, No.17, Swiss Society of Cartography (SSC), Zurich.

Stoter, J. E., 2005a, Generalisation Within NMA's In The 21st Century. 22th ICA ICC, Coruña, Spain.

Stoter, J. E., 2005b, Generalisation: The gap between research and practice, 8th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, A Coruna, Spain, July 7-8.

Stoter, J., Anders, K.H., Baella, B., Burghardt, D., Dávila, F., Duchêne, C., Pla, M., Regnauld, N., Rosenstand, P., Schmid, S., Touya, G. ve Uitermark, H., 2008, A Study On The State-Of-The-Art In Automated Map Generalization Implemented In Commercial Out-Of-The-Box Software. 11th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Montpellier, Fransa.

Su, B. ve Li, Z. L., 1995, An Algebraic Basis For Digital Generalisation Of Area-Patches Based On Morphological Techniques. Cartographic Journal, 32, 148–153.

Su, B. ve Li, Z., 1997, Morphological Transformation For Detecting Spatial Conflicts In Digital Generalisation. In Proceedings of International Cartographic Congress'97, vol. 1, pp. 460–468, Montreal, Canada.

Su, B., Li, Z. L. ve Lodwick, G, 1997a, Morphological Transformation For The Elimination Of Area Features In Digital Map Generalisation. Cartography, 26, 23–30.

Su, B., Li, Z. L., Lodwick, G. ve Müller, J. C., 1997b, Algebraic Models For The Aggregation Of Area Features Based On Morphological Operators. International Journal of Geographical Information Science, 11, 233–246.

Topfer, R. ve Pillewizer, W., 1966, The Principles Of Selection: A Means Of Cartographic Generalization. The Cartographic Journal, 3(1), 10-16.

van Kreveld, M., van Oostrum, R. and Snoeyink, J., 1997. Efficient Settlement Selection For Interactive Display. In Proceedings of AutoCarto 13, American Congress on Surveying and Mapping Annual Convention Technical Papers, pp. 287–296.

Wang, Z. S. ve Müller, J. C., 1992, Complex Coastline Generalisation. Cartography and Geographic Information Systems, 20, 96–106.

Ware, J. M., Jones, C. B. ve Bundy, G. L., 1995, A Triangulated Spatial Model for Cartographic Generalisation of Areal Objects. In: Frank, U., and Kuhn, W., (eds.), Spatial Information Theory, A Theoretical Basis for GIS, COSIT '95, Lecture Notes in Computer Science, (988), Semmering, Austria, Berlin: Springer, pp. 173-192.

Ware, J. M., Jones, C. B. ve Thomas, N., 2003, Automated Map Generalization With Multiple Operators: A Simulated Annealing Approach. International Journal of Geographical Information Science, vol. 17 (8), p. 743-769.

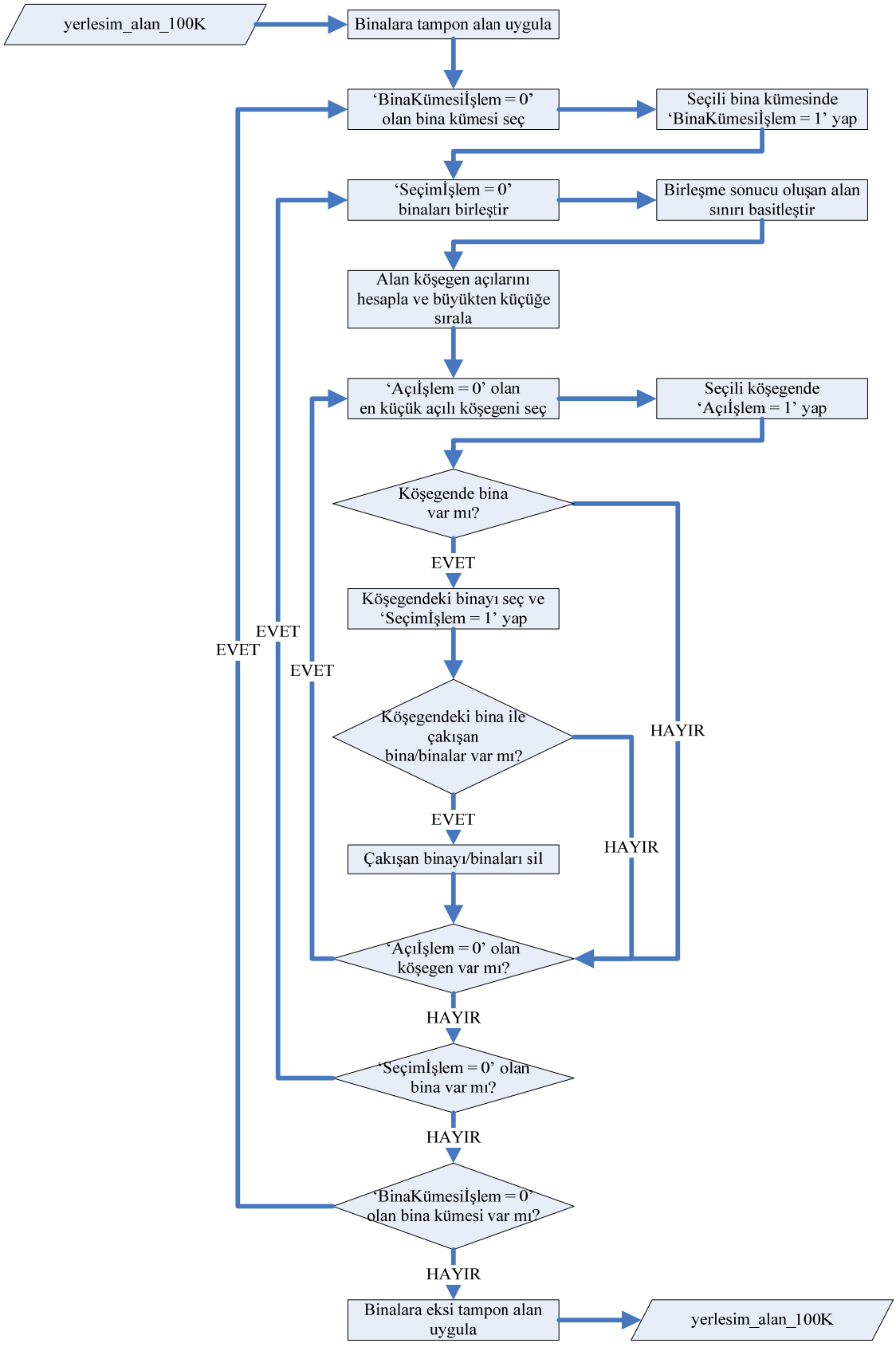
Yaolin, L., Molenaar, M. ve Tinghua, A. D., 2001, Frameworks for Generalization Constraints and Operations Based on Object-Oriented Data Structure in Database Generalization, 20th ICC, Du, H.L. (ed.), 3, 2000-12.

Yukio, S., 1997, Cluster Perception In The Distribution Of Point Objects. Cartographica, 34, 49–61.

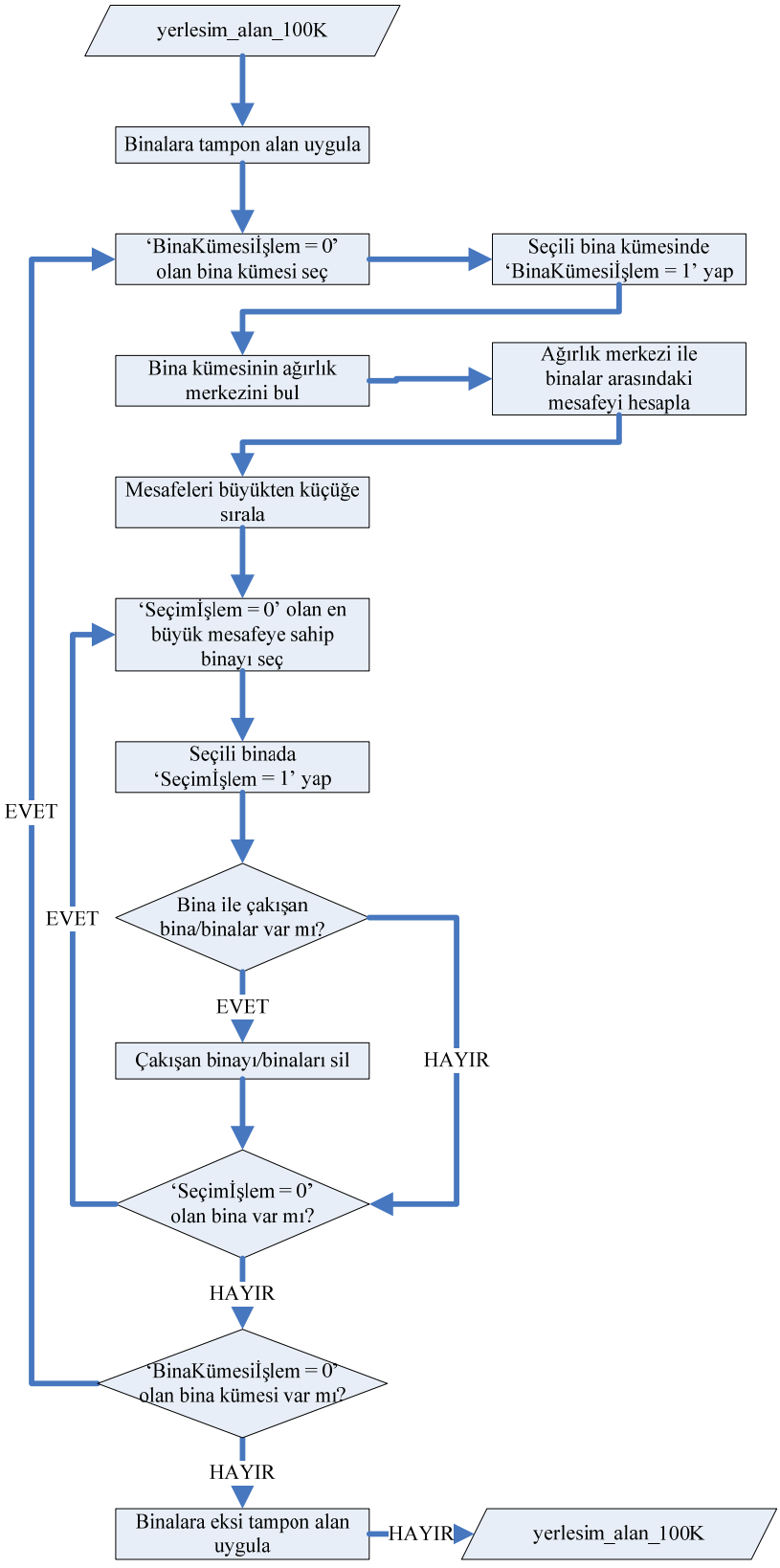
Zhang, G., ve Tulip, J., 1990, An Algorithm For The Avoidance Of Sliver Polygons And Clusters Of Points In Spatial Overlay. In Proceedings of 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp. 141-150.

EKLER

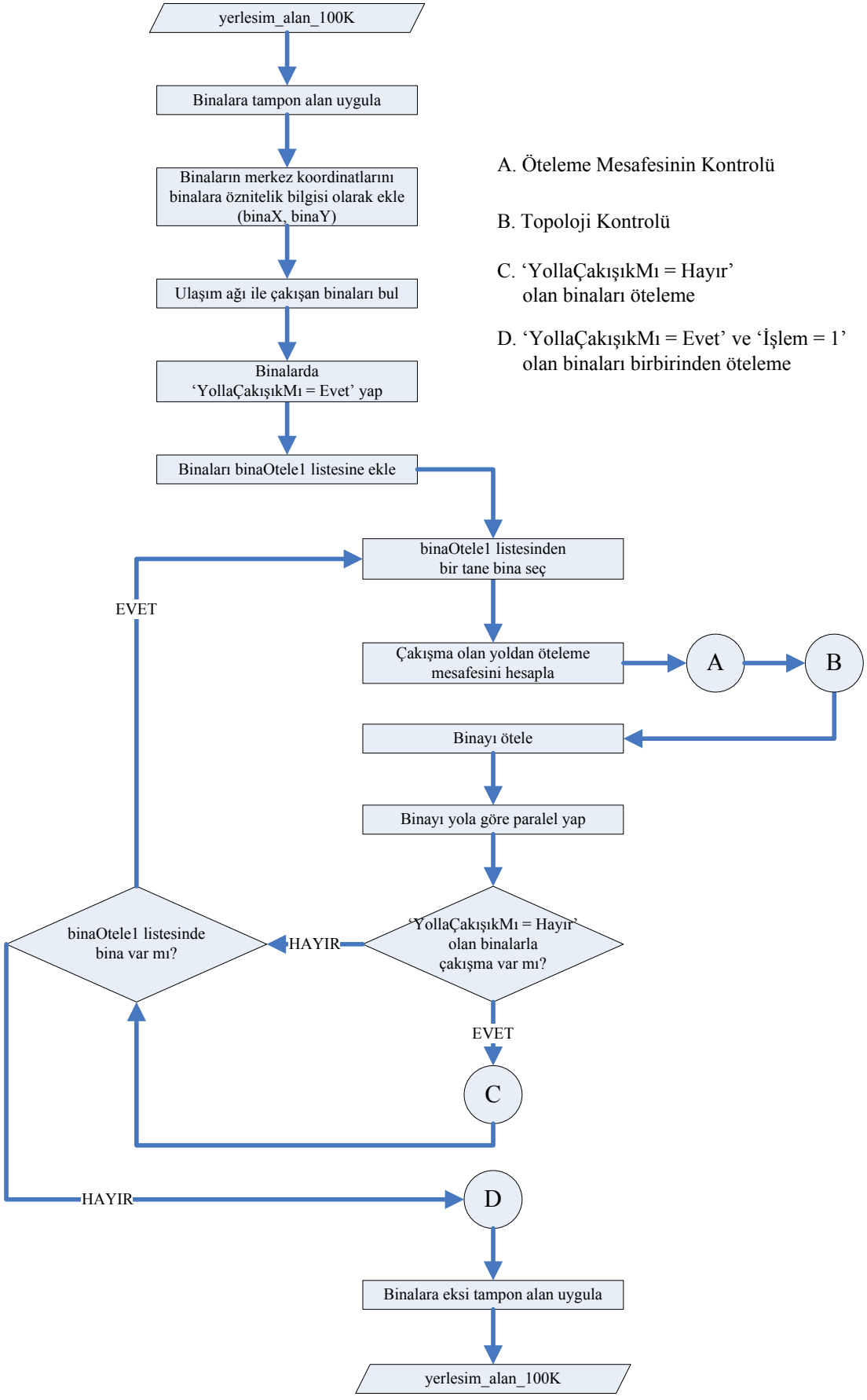
EK-1 Binaların açı yöntemi ile tipikleştirilmesi yönteminin iş akışı.



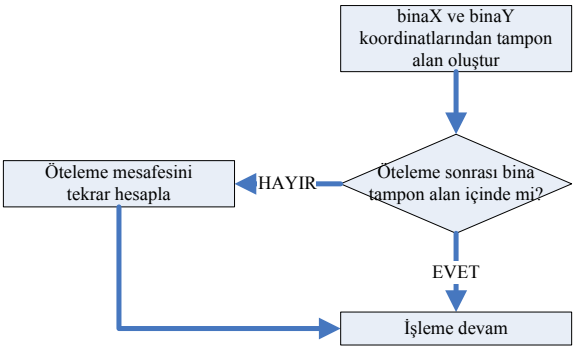
EK-2 Binaların mesafe yöntemi ile tipikleştirilmesi yönteminin iş akışı.



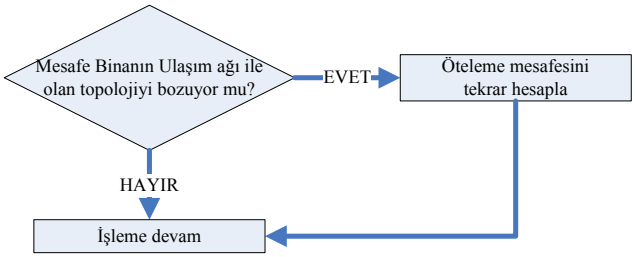
EK-3 Öteleme yönteminin iş akışı.



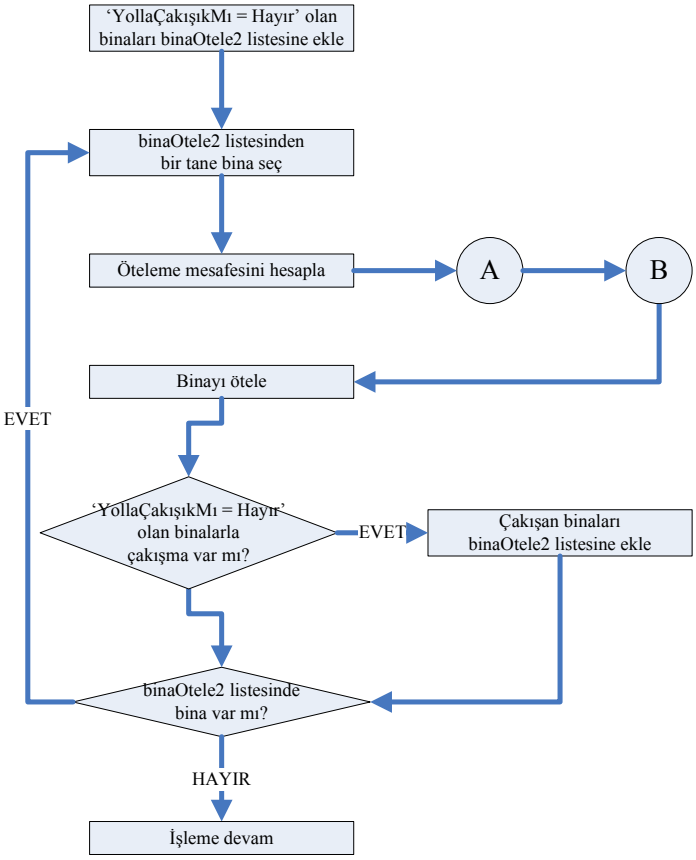
A. Öteleme Mesafesinin Kontrolü



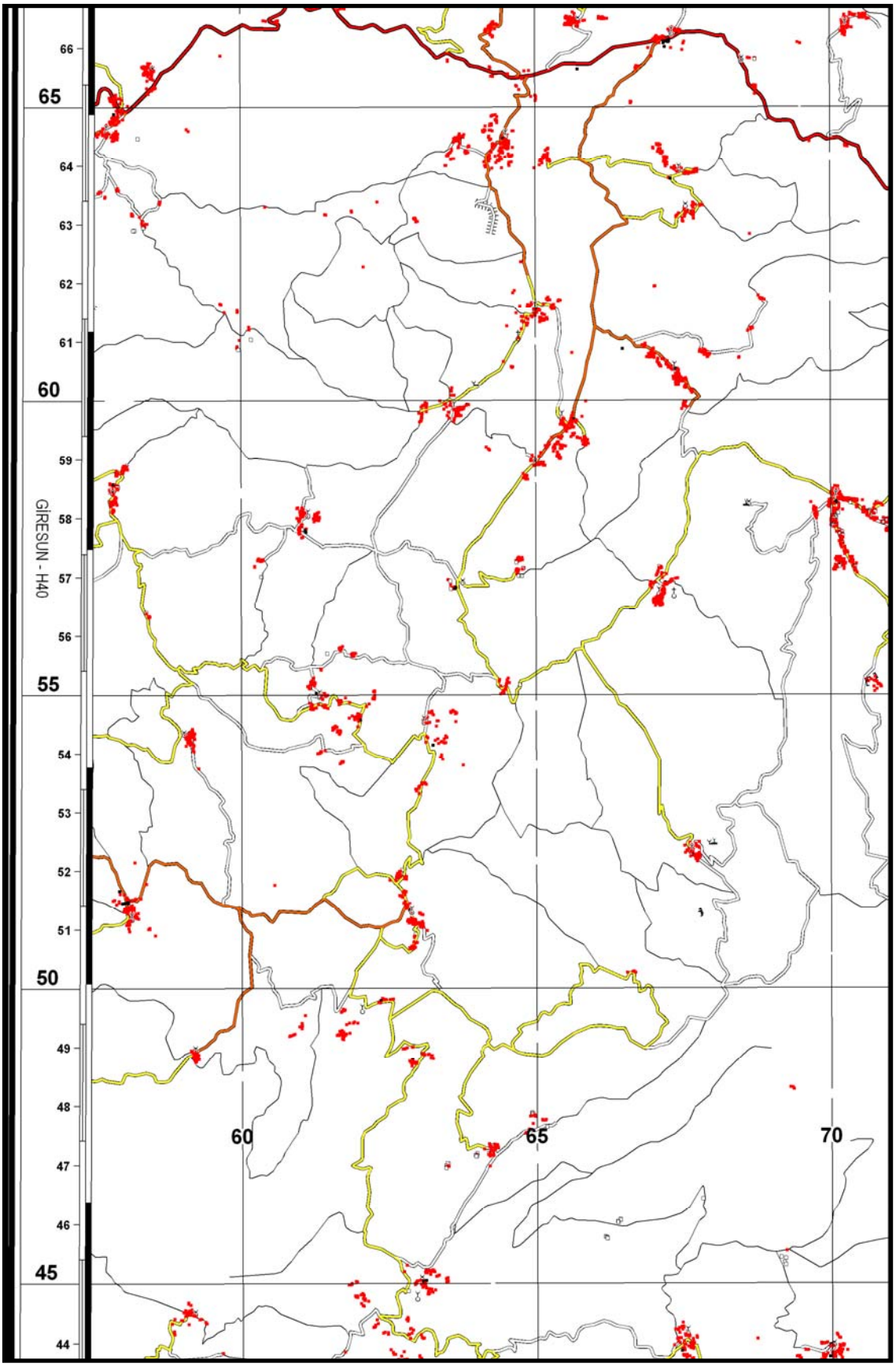
B. Topoloji Kontrolü



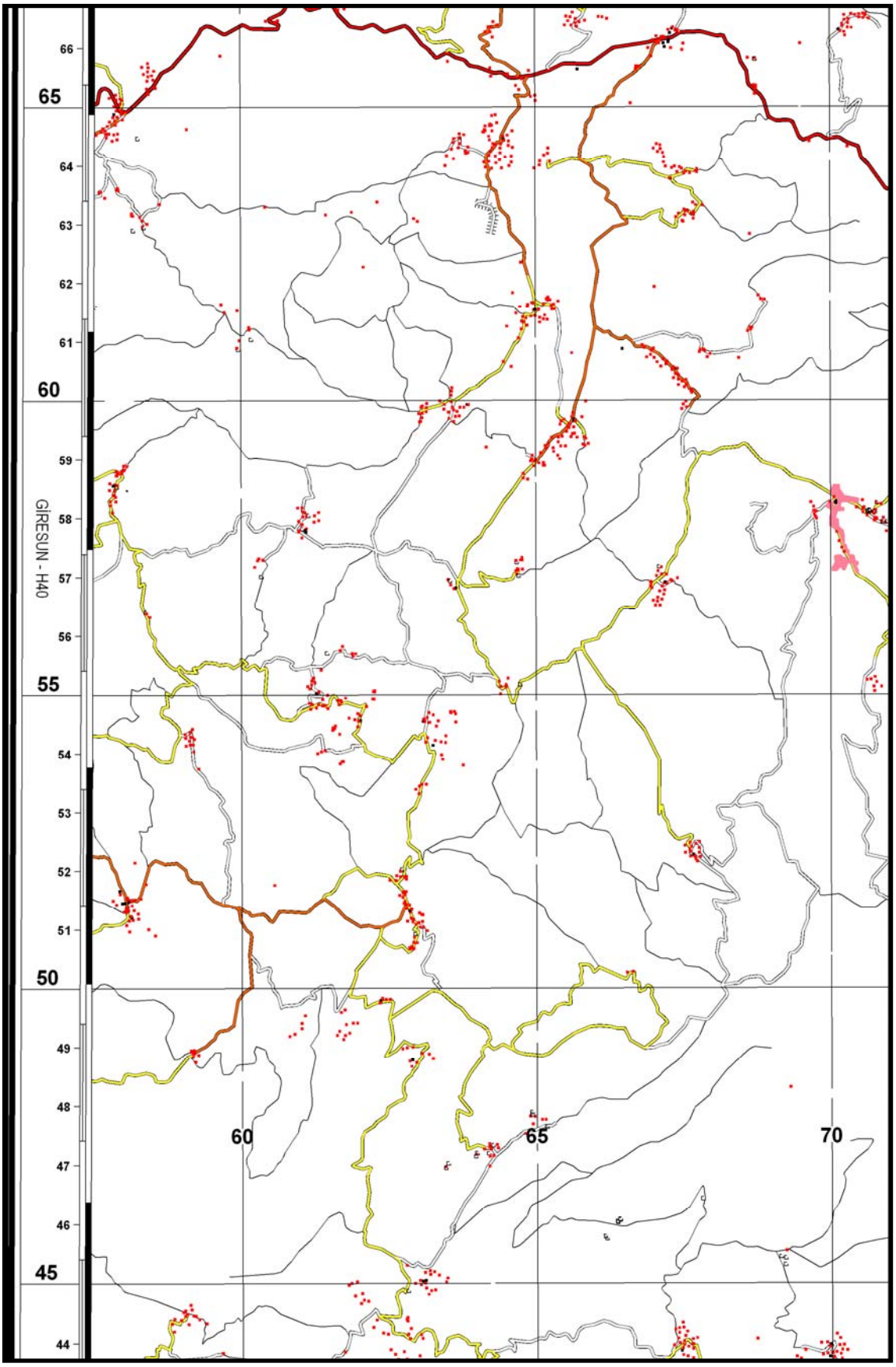
C. 'YollaÇakışıkMı = Hayır' olan binaları öteleme



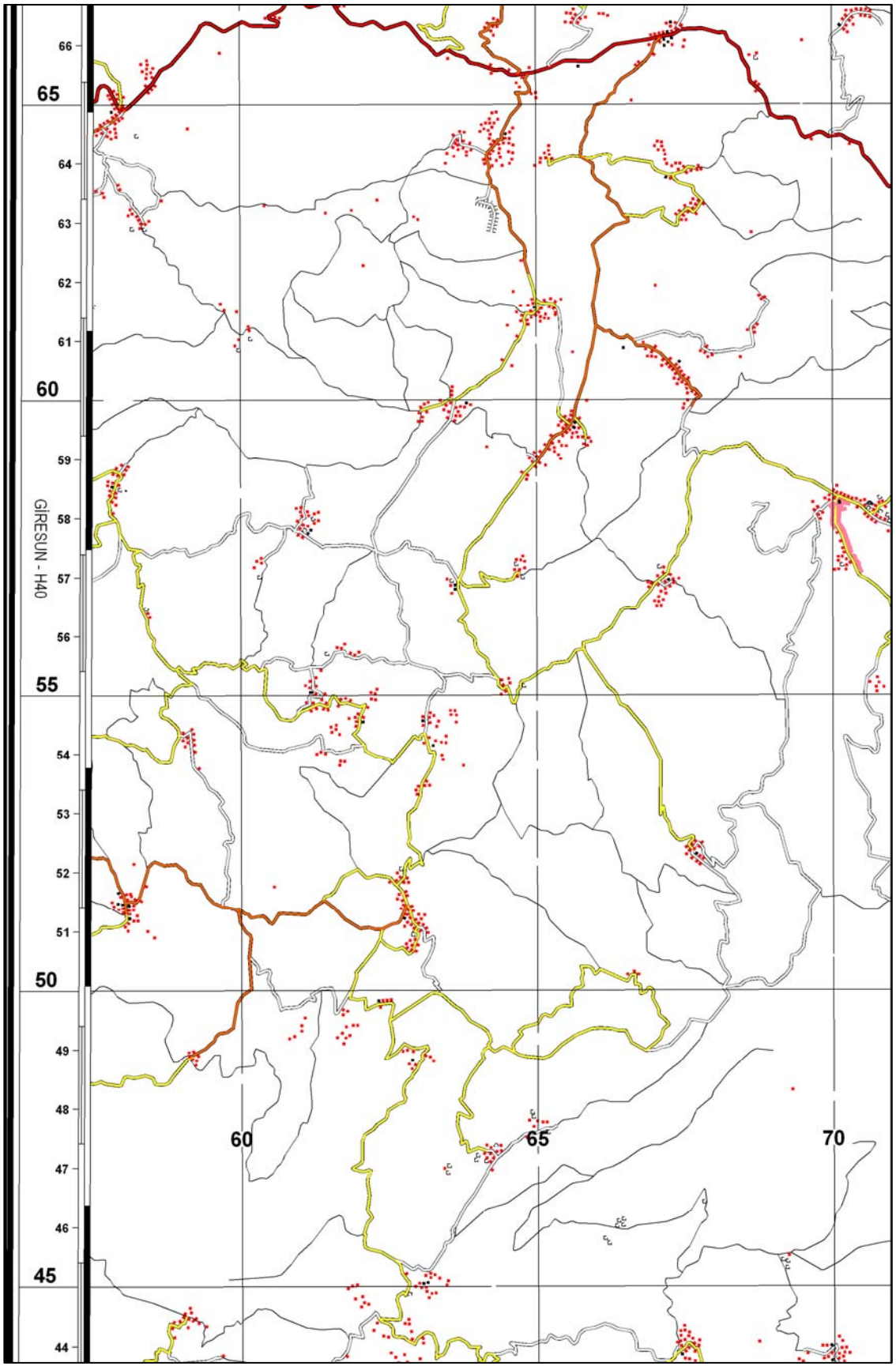
EK-4 GİRESUN H41 Paftası Tipikleştirme Öncesi Binaların Görünümü



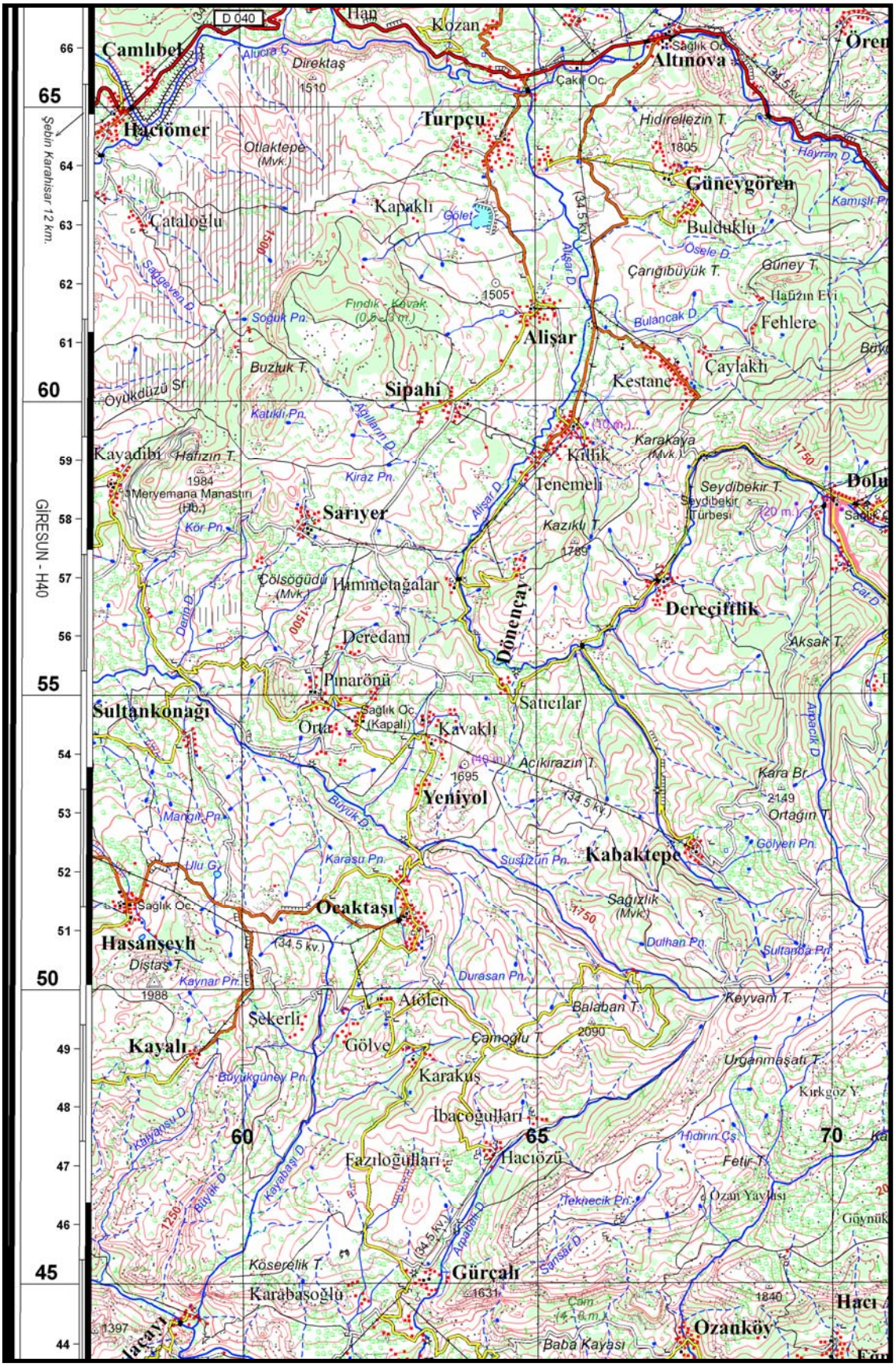
EK-5 GİRESUN H41 Paftası Tipikleştirme Sonrası Binaların Görünümü



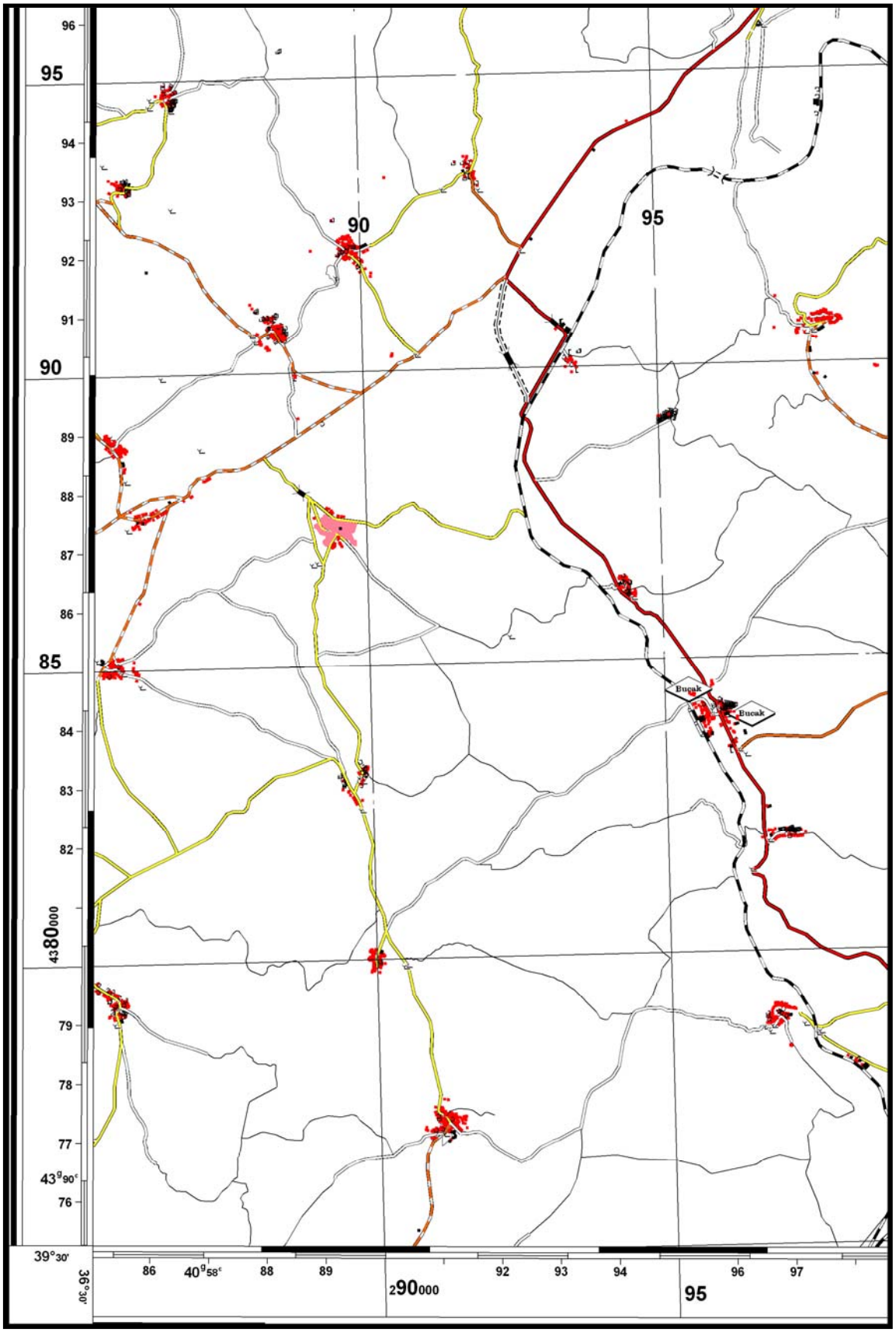
EK-6 GİRESUN H41 Paftası Öteleme Sonrası Binaların Görünümü



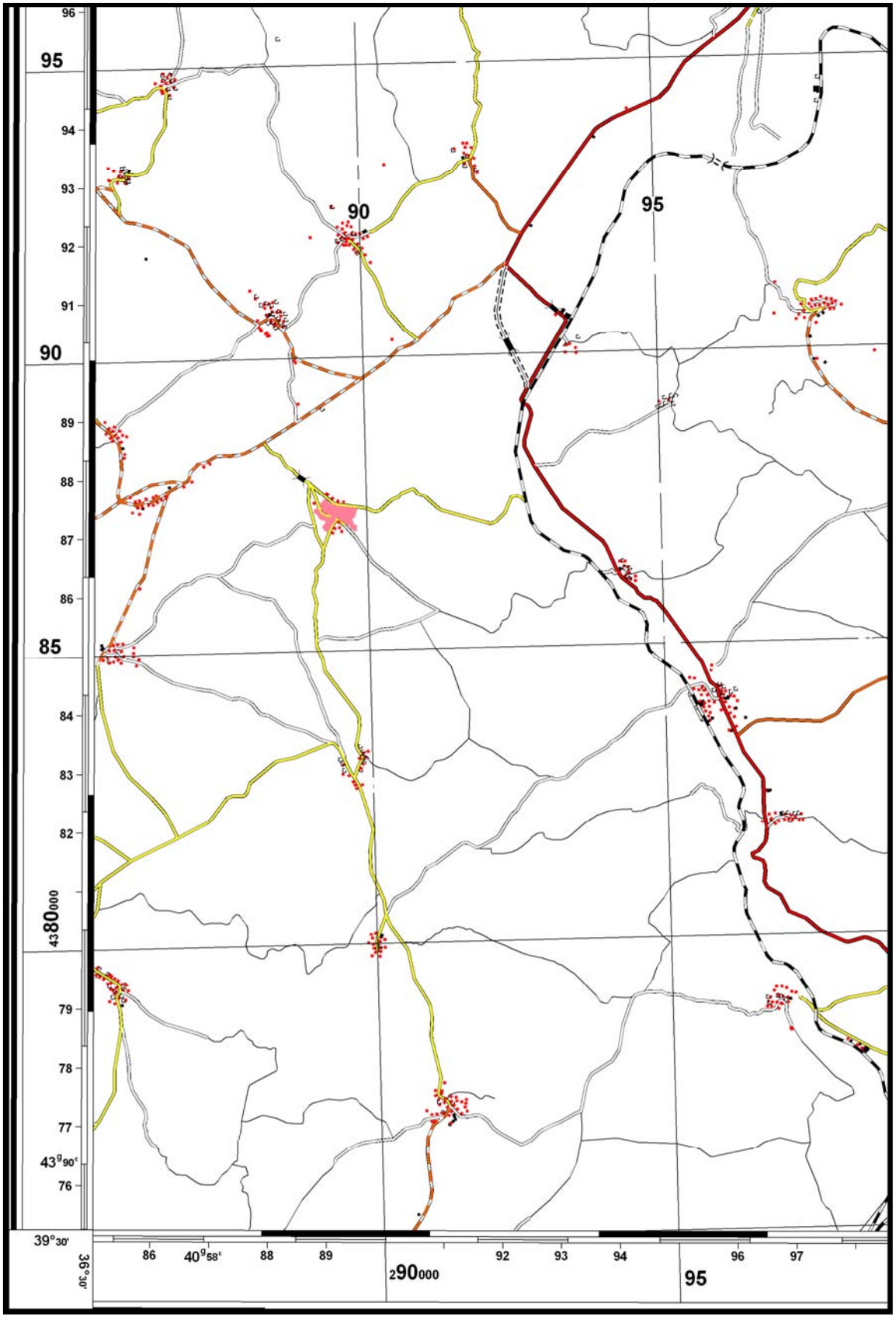
EK-7 GİRESUN H41 Paftası Üretim Sonucu



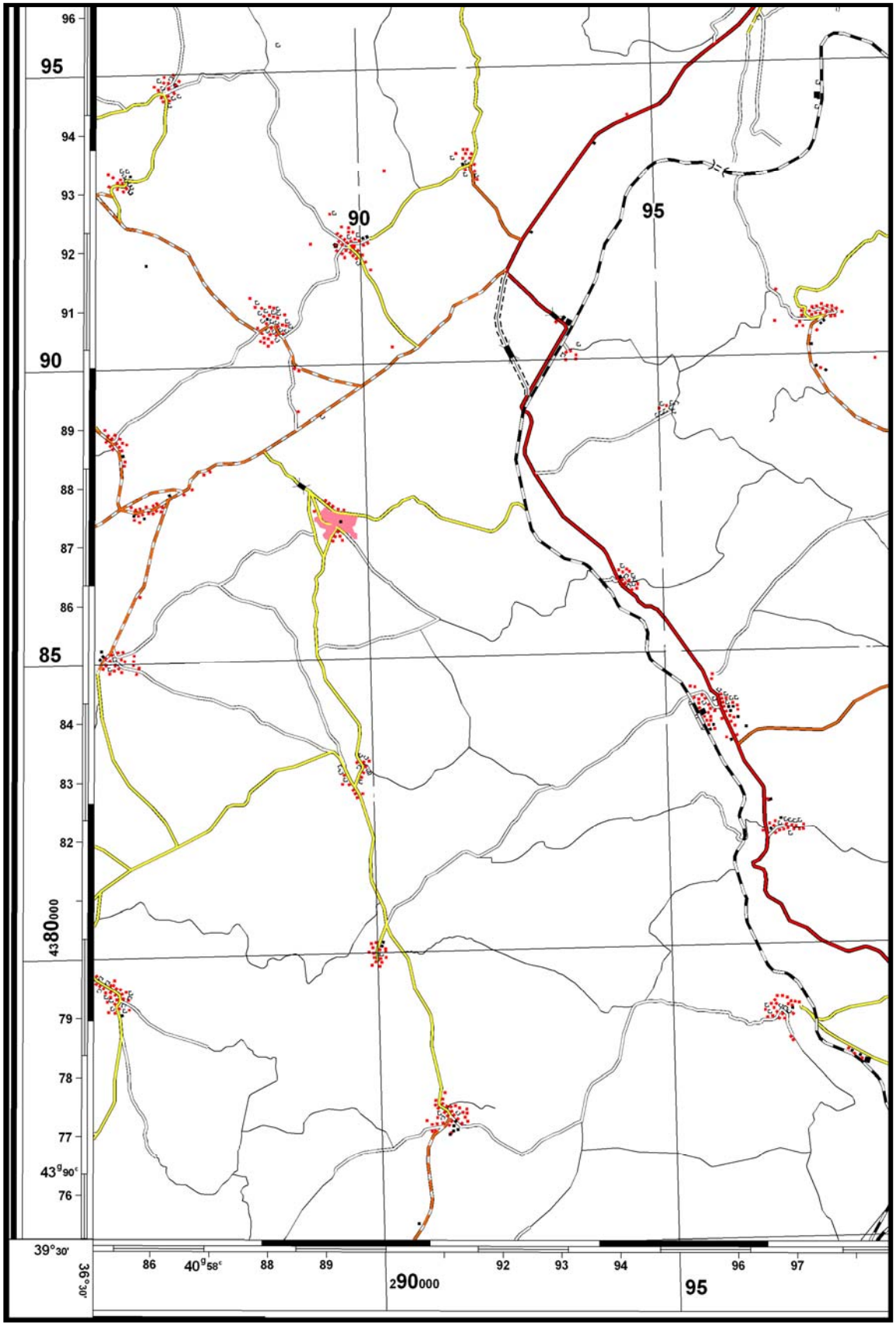
EK-8 SİVAS İ37 Paftası Tipikleştirme Öncesi Binaların Görünümü



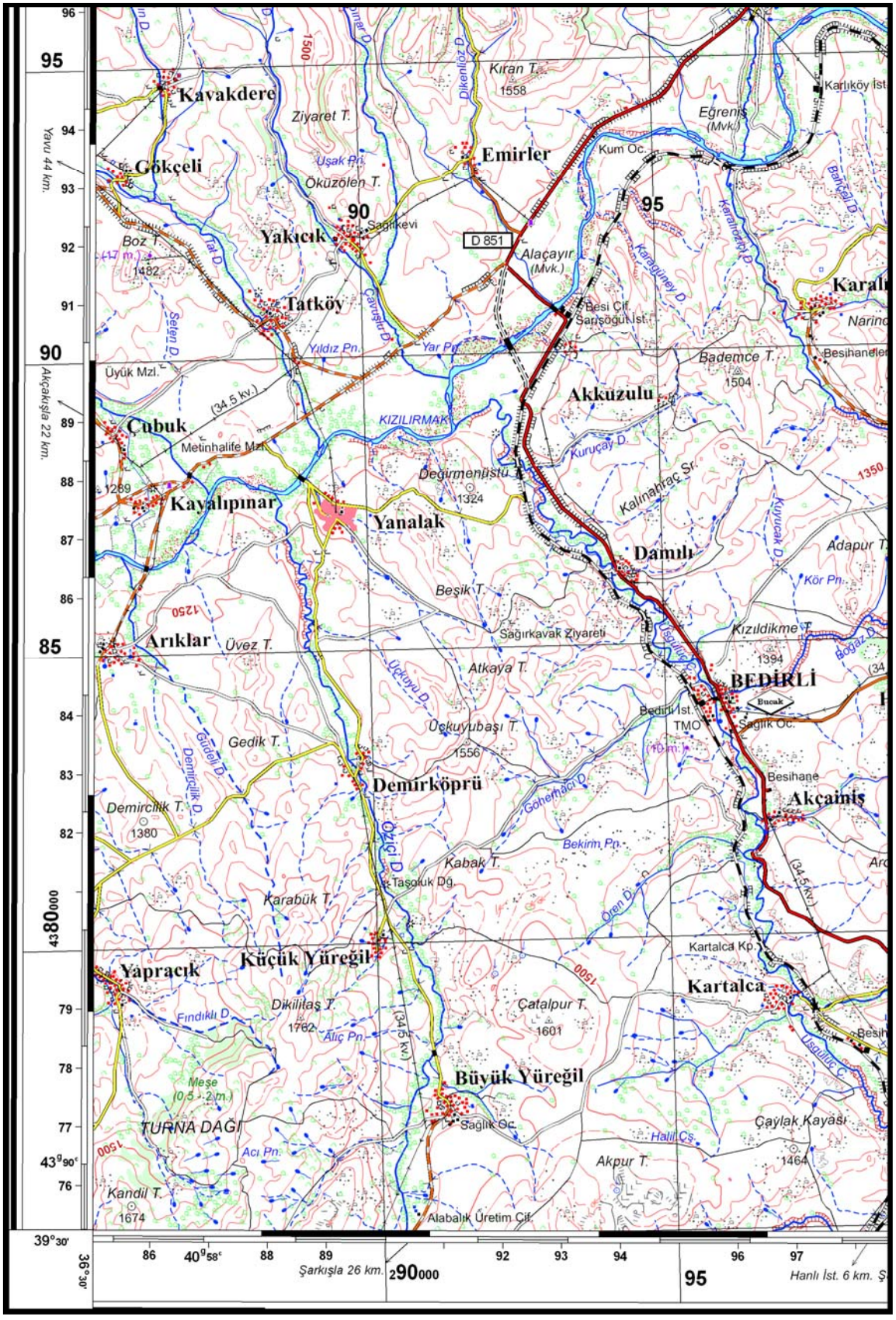
EK-9 SİVAS İ37 Paftası Tipikleştirme Sonrası Binaların Görünümü



EK-10 SİVAS İ37 Paftası Öteleme Sonrası Binaların Görünümü



EK-11 SİVAS İ37 Paftası Üretim Sonucu



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Serdar ASLAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ş.Urfa / 01.01.1971
Telefon : 03125952140
Faks : 03123182495
e-mail : srdraslan@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Işıklar Askeri Lisesi, Bursa	1990
Üniversite	:	Kara Harp Okulu, Ankara	1994
Yüksek Lisans	:	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	2003
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1996-1998	Harita Genel Komutanlığı	1:250 000 ölçek içerikli VMAPL1 verisinin üretimi için sistem geliştirme
1998-1999	Avrupa Birliği Uydu Merkezi İspanya/Madrid	Uydu görüntülerinin kıymetlendirilmesi ve coğrafi ürün oluşturulması
2002-2005	Harita Genel Komutanlığı	1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH üretim sistemi (KartoGen) geliştirme
2004	Harita Genel Komutanlığı	STH üretimi için font ve işaret kütüphanelerinin oluşturulması
2006-…	Harita Genel Komutanlığı	1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli STH üretimi ve yönetimi
2007	Harita Genel Komutanlığı	1:25 000 ölçekli STH verilerinin arazide bütünlenmesi ve yönetimi

UZMANLIK ALANI

Genelleştirme, Topografik harita üretimi, Nesne yönelimli programlama, Proje yönetimi, CBS, Veritabanı tasarlama, Semboloji, Personel ve üretim yönetimi, Üretim sistemi optimizasyonu ve otomasyonu.

YABANCI DİLLER

İngilizce KPDS 70
Fransızca KPDS 70

YAYINLAR

Bildirici, İ.Ö. ve ASLAN, S., 2010, Building Typification at Medium Scales, Third International Conference On Cartography, Bulgaristan.

Bildirici, İ.Ö. ve ASLAN, S., 2011, A Generic Approach to Building Typification, 14th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Paris, Fransa.