

# COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS) ORTAMINDA GENELLEŞTİRME VE ÇOKLU GÖSTERİM

Melih BAŞARANER

## ÖZET

Genelleştirme kavramının kapsamı, sayısal kartografya ve CBS'deki gelişmeler ile birlikte genişlemiştir. Daha önce hedef kullanıcı grubu ve amaca göre farklı ölçeklerde haritalar türeterek coğrafi veri iletişimini hedefleyen kartografik genelleştirme ile sınırlı olarak bilinen bu kavram, özellikle yer bilimleri ile uğraşan çeşitli disiplinlerin analiz amaçlı gereksinim duyduğu farklı mekansal ve semantik çözünürlüklü coğrafi veri setlerinin elde edilmesi için model genelleştirmeye uzanmıştır. Bunun yanı sıra, tam otomatik genelleştirmenin henüz gerçekleştirilememiş olması nedeniyle, coğrafi ve kartografik veri tabanları için genelleştirme ile bağlantılı olarak düşünülen çoklu gösterim kavramı ortaya çıkmıştır.

## ABSTRACT

The scope of generalization concept has widen together with the developments in digital cartography and GIS. This concept, which is before known as restricted to cartographic generalization aiming geographic data communication by deriving maps at different scales with respect to target user group and purpose, has extended to model generalization in order to obtain the geographic data sets of different spatial and semantic resolution particularly needed for analysis purposes by various disciplines dealing with geosciences. Furthermore, the concept of multiple representation for geographic and cartographic databases, which is considered to be connected with generalization, has arisen since fully automated generalization has not been achieved yet.

## 1. GİRİŞ

Mekansal veriler ölçeklidir ve bu verilere ilişkin işlemler belirli ölçek ya da ölçek aralıklarında meydana gelmektedir. CBS'lerin mekansal verilerin işlenmesi, analizi ve görselleştirilmesindeki etkisi ve çeşitli kaynaklardan verileri bir araya getirme kolaylığı; farklı mekansal işlemlere uygun farklı ölçeklerdeki ürünlerin genelleştirme ile sağlanması gerektiği gerçeğinin kısmen unutulmasına neden olmuş ve konuya ilişkin farklı görüşler ortaya çıkmıştır.

Bazı yazarlar, kartografik anlamda genelleştirmenin çoklu ölçek ve çözünürlük düzeylerinde coğrafi bilgi elde etmek için bir ön gereksinme olmadığı görüşündedirler. Bugünkü CBS'lerin verilen alanı büyültme ve küçültme, katmanlama ve bu katmanları farklı ölçeklerde görüntüleyebilme seçenekleri ve çoklu harita penceresi üretme yeteneği gibi özellikleri, belki de CBS kullanıcılarının ve üreticilerinin genelleştirmeye yönelik geçmişten gelen ilgi azlığının nedenleridir /13/.

Diğer yazarlar, genelleştirmeyi CBS için yararlı bir araç olarak kabul etmekte fakat otomatik genelleştirmenin ya tamamıyla programlanamaz ya da getirilecek bir çözümün pratik ve ekonomik yararlarının şüpheli olduğunu düşünmektedirler. İlk görüş, klasik olarak çalışan kartograflar arasında yaygındır. İkinci görüş, manuel olarak genelleştirilmiş verilerin

değişik ölçeklerdeki versiyonlarını saklayan bir çok ülkenin harita üretim kurumu tarafından paylaşılmaktadır. Yüzölçümü küçük ülkelerde, sayısal harita depolama masraflarının fazlalığı ve güncelleştirme işlemlerindeki yinelenmeler, henüz ulaşılamayan otomatik genelleştirmenin potansiyel işlem maliyeti ile karşılaştırıldığında büyük bir problem olarak algılanmamaktadır. Yüzölçümü büyük ülkelerde ise harita üretim kurumları, halen istenen veri setinin üretilmesi için satılan bir genelleştirme aracının olmaması, istenen veri seti serisine güncelleştirmeleri aktaracak bir araç olmaması ve veri setlerinin yeniden oluşturma işlemlerinin pahalı olması ve uzun zaman gerektirmesi gibi bir çok nedenle farklı ölçeklerde versiyonlar depolamak zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca, ölçek ne kadar küçükse genelleştirme süresi de o kadar kısa olmaktadır. Bundan dolayı, eğer bir harita üretim kurumu yalnızca tek ölçekli bir veri seti tutmak isterse, o zaman diğer tüm küçük ölçekli versiyonların güncelleştirme gereksinimlerine cevap vermek için daha yüksek geometrik doğruluk ile sık sık güncelleştirme yapmak zorunda olacaktır. Bu tek bir veri tabanı fikrine karşı çıkan bu kurumların karşı karşıya kaldığı bir ikilemdir.

Sonuç olarak, CBS kapsamında ya da basılı haritaların üretimi için otomatik genelleştirme problemini çözmeye yönelik çoğu araştırma çabası, akademik ortamlar ile sınırlı kalmıştır. Bazı akademisyenler, farklı ölçeklerde coğrafi veri tabanlarının depolanmasının hem bilimsel hem de yönetsel açıdan büyük engeller oluşturduğunu ifade etmektedirler. Bilimsel açıdan, mekansal analiz, bir ölçekten diğer bir ölçeğe otomatik olarak dinamik ve sürekli bir şekilde geçmeyi gerektirir. Yönetsel açıdan, harita serilerinde ortaya çıkan güncelleştirme ve bu işlemde kaynaklanabilecek tutarsızlıklar çalışmaların iki katına çıkmasına neden olabilir. Bu sorunlara çözüm, harita üretim desteğini yok etmeden klasik basılı harita serisi modelinin ötesine gitmeyi gerektirir. Yani sayısal ürünlerin oluşumu, mekansal veri gereksinimleri çok daha fazla ve karmaşık olduğundan, artık yalnızca basılı harita üretimine yönelik olamaz. Genelleştirme olanakları, değişik ölçeklerde farklı amaç ve işler için coğrafi bilgi kullanımını desteklemek amacıyla CBS'ler tarafından sağlanmalıdır. Şuna dikkat etmek gerekir ki, CBS'lerdeki ekran görüntülerinin yanında basılı haritalar var olmaya devam edecektir. Basılı haritalar; sürekli ve taşınabilir dokümanlardır ve çok daha iyi doğruluk ve bilgisayar ekranına göre çok daha fazla veri sunarlar. Üstelik, görsel iletişim aracı olan haritalar, halen coğrafi bilgiyi kullanıcıya iletmede kullanılan en kolay ve en hızlı ortamdır.

Bazı harita üretim kurumları ve özel firmalar, otomatik ya da yarı otomatik genelleştirme olanaklarını sağlamak için kaynak ayırmaya başlamıştır. Bu, gelecek yıllarda genelleştirmenin coğrafi bilgi üretimi için işlevsel bir araç olacağına ilişkin uzmanların artan inancını göstermektedir. Uzmanlar, ayrıca CBS'nin tam kapasite kullanımının otomatik genelleştirmeye ilişkin fonksiyonlar mevcut olduğu takdirde gerçekleşebileceğini fark etmişlerdir /13/.

## **2. CBS'YE DAYALI KARTOGRAFİK İŞLEMLER**

CBS'ye dayalı kartografya, klasik kartografya'ya ilişkin bir çok konuyu ele almaktadır. Her ikisi de coğrafi bilginin toplanmasını ve iletişimini içerir. Bununla birlikte, CBS yaklaşımı kullanıldığında sistemin bilgi içeriği (coğrafi detaylar ya da sayısal topoğrafik arazi modeli – *digital landscape model*) ile bu bilgilerin grafik formda sunumu (harita görüntüsü ya da sayısal kartografik model – *digital cartographic model*) arasında çok daha fazla ayırım yapılır /11/.

CBS'ye dayalı kartografya'da, tek bir coğrafi veri tabanından çok çeşitli grafik çıktılar (haritalar) oluşturulabilir. Bu çıktılar, önce detayların coğrafi veri tabanından seçilmesi, daha sonra bu detayların özelliklerini göstermek için seçilen sembollerin kullanımı ve belirli bir ölçekte bu sembollerin görüntülenmesi ile oluşturulur. Hangi detayların toplanacağı ve coğrafi veri tabanında detayların nasıl gösterileceğine ilişkin kararlar, çoğunlukla belirli bir harita çıktısından (ya da sabit ölçekten) bağımsız olan kriterlere bağlıdır.

Bu bağlamda, kartografik kararlar ve işlemler, üç farklı bilgi dönüşümünden biri olarak kabul edilebilir /11/:

- a. *Kaynaktan coğrafi veri tabanına (birincil model)*. Bunlar, coğrafi veri modelini ve buna bağlı içerik standartlarını tanımlayan kararlar ve de veri tabanı için detayları toplamada kullanılan işlemlerdir. Örneğin, bir veri tabanında nehirlerin tanımı, gösterimi ve onları hava fotoğraflarından derlemek için kullanılacak yöntemler.
- b. *Coğrafi veri setinden coğrafi veri set(ler)ine (ikincil modeller)*. Bunlar, bir veri setini farklı bir veri setine dönüştüren işlemlerdir ve bu işlemleri tanımlayan parametreleri de içerir. Örneğin harita projeksiyonları kullanılarak koordinat dönüşümleri.
- c. *Coğrafi veri setinden haritaya (kartografik model)*. Bunlar, veri tabanındaki coğrafi detaylardan haritayı oluşturan grafik standartlar ve işlemleri belirleyen kararlardır.

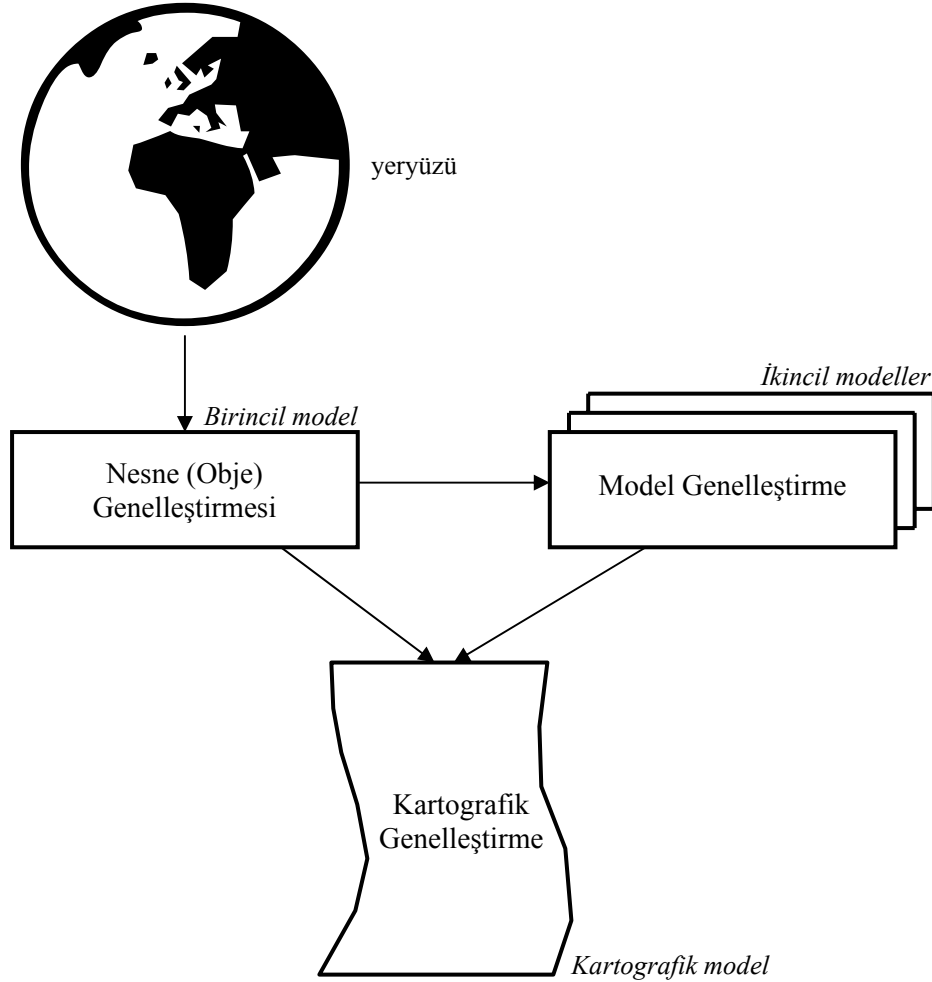
### 3. CBS ORTAMINDA GENELLEŞTİRME KAVRAMI

Bir işlem olarak genelleştirme, sonuç ölçek tanımlamalarına göre, bazı mekansal verilere ya da mekansal verilerin grafik gösterimlerine uygulanan işlemler olarak kabul edilebilir. Başka bir ifade ile genelleştirme; ayrıntılı, büyük ölçekli mekansal veri kaynağından ya da setinden istenen özelliklere uygun daha az ayrıntıya sahip, küçük ölçekli bir veri seti türetme işlemi olarak tanımlanabilir /5,16/.

CBS ortamında genelleştirme kavramı önceki bölümde belirtilen adımlar göz önüne alınarak üç aşamalı olarak ele alınır (Şekil-1) /3,12/:

- a. *Nesne (Obje) genelleştirmesi*: Mekansal veri toplama aşamasında yapılan genelleştirme işlemleridir. Bu aşamada birincil model oluşturulur.
- b. *Model genelleştirme*: Birincil modelden daha düşük mekansal (geometrik) ve semantik (tematik) çözünürlüğe sahip ikincil modeller elde edilirken yapılan genelleştirme işlemleridir. Model genelleştirmenin başlıca amaçlarından biri; mekansal, semantik ve/veya zamansal bakımdan *kontrollü veri indirgemedir*. Veri indirgeme bir çok amaca hizmet edebilir. Klasik amaç, depolama gereksinimlerini azaltma ya da işlem hızını arttırmaya yönelik veri hacminin indirgenmesidir. Diğer önemli bir neden, bir veri setinin doğruluğu ve çözünürlüğünü indirgeyerek veri bütünleme işleminde farklı veri setlerinin homojenleştirilmesidir. Eğer veri indirgeme (sürekli verilere) filtreleme işlemi olarak uygulanırsa, verilere ilişkin hataların denetlenmesi ve elimine edilmesi mümkün olabilir. Veri indirgemenin yanında, önemli bir model genelleştirme amacı, *çoklu doğruluk ve çözünürlük düzeylerinde veri tabanlarının türetilmesidir*. Son olarak, model genelleştirme, kartografik genelleştirmeye bir *ön işleme işlemi* olarak hizmet edebilir /17/.

- c. *Kartografik Genelleştirme*: Birincil ya da ikincil modellerden belirli bir amaca yönelik kartografik model elde edilirken yapılan genelleştirme işlemidir. Kartografik genelleştirme; görselleştirme amacıyla, haritadaki detayların, hedeflenen harita için taşıdıkları önem ve yaptıkları katkıya göre özetlenmesi ve basitleştirilmesi olarak tanımlanabilir /1,6/.



Şekil-1: CBS ortamında genelleştirme aşamaları/12/.

#### 4. SAYISAL KARTOGRAFYA VE CBS'DE GENELLEŞTİRMENİN GELİŞİMİ

##### a. Sayısal Ortamda Genelleştirmeden Model Genelleştirmeye

Sayısal ortamda genelleştirme dönemi 1960'larda başlamıştır. Bu dönemde elde edilen en iyi sonuçlardan biri, Töpfer ve Pillewizer (1966) tarafından bulunan temel matematik formüldü. Bu formülde seçme işlemine ilişkin radikal kural, farklı ölçeklerde gösterilebilecek sembollerin sayısını vermekte, fakat hangi sembollerin seçileceğine ilişkin bilgi içermemekteydi. Bu seçim kuralı, özellikle bilgisayar destekli genelleştirmeye özgü olmamakla birlikte genelleştirme probleminin matematiksel iyileştirilmesine yönelik bir çabaydı /7/.

Sayısal ortamda genelleştirmenin ilk döneminde (1960-1975) *çizgi genelleştirme algoritmalarına* önem verilmiştir. Bu dönemde en çok kullanılan çizgi basitleştirme algoritması Douglas ve Peucker (1973) tarafından geliştirilmiştir. Sayısal ortamda genelleştirmenin ikinci döneminde (1970'lerin sonu ve 1980'lerin başı), *algoritma verimliliğine* önem verilmiştir. Sayısal kartografyanın ilk zamanlarında çoğu genelleştirme araştırması daha çok problemin bütününe küçük bir kısma yönelik olmuştur. Örneğin çizgi genelleştirme ve verilen eşik değeri ile seçim. Otomatik öteleme problemleri üzerine ilk çalışmalar, daha karmaşık yaklaşım örneklerini oluşturmaktadır. Christ (1978), nokta ve çizgi sembollerin otomatik ötelemesi üzerine çalışmış ve Lichter (1978) hedef ölçekteki nesnelere birbirine göre konumlarını dikkate alan otomatik öteleme algoritmaları geliştirmiştir.

1980'lerde bilim adamları dikkatlerini daha çok *genelleştirmenin kavramsal özelliklerine* yöneltmişlerdir. Monmonier (1982), "bilgisayar destekli kartografya'da genelleştirmeye yönelik çabaların yalnızca problemin hesapsal karmaşıklığından değil, aynı zamanda harita basitleştirmenin amaçlarının ve ilkelerinin iyi anlaşılmasından yetersiz kaldığını" ifade etmiştir. Ayrıca, önemli detay karakteristiklerinin otomatik algılanmasının tam otomatik kartografik genelleştirme'deki en büyük engel olduğuna dikkat çekmiştir.

Bertin (1983) genelleştirmeye ilişkin iki yöntemden söz etmiştir: *kavramsal* ve *yapısal genelleştirme*. Kavramsal genelleştirme'de, "yeni bir kavramsallaştırma düzeyi" anlamına gelen bir nokta kümesinden bir alana geometri değiştirilebilir. Böylece, 'maden ocakları', 'maden sahası' olur. Bu, genellikle işlenenin dışında yeni bilgi gerektirir. Yapısal genelleştirmede, fenomenin geometrisinin korunmasını destekleyen kavramsallaştırma düzeyi aynı zamanda dağılım basitleştirilirken korunabilir. Böylece noktalar kümesi, maden ocaklarını temsil eden noktalar kümesi olarak kalırken, ölçek küçüldüğü için maden ocağı sembollerinin sayısı azaltılacaktır. Yapısal genelleştirme kapsamlı olması şartıyla işlenen bilgiye dayalı olabilir.

McMaster ve Shea (1988) sayısal ortamda genelleştirme için bir kavramsal genelleştirme modeli önermiştir. Bu modele göre, sayısal ortamda genelleştirme işlemi üç kısma ayrılmıştır: a) Niçin genelleştirme yapıldığına ilişkin felsefi amaçlar, b) Ne zaman genelleştirme yapılacağına ilişkin kartometrik koşulların değerlendirilmesi, c) Nasıl genelleştirme yapılacağına ilişkin yöntemler. Burada genelleştirme işlemleri; on mekansal ve iki özneliksel dönüşümü içermektedir.

1980'lerin sonu ve 1990'ların başında ana konu *genelleştirme modelleri* olmuştur. Bu dönemde iki farklı veri tabanı genelleştirmesi, yani kartografik genelleştirme ve model genelleştirme ortaya çıkmıştır. Kilpelainen (1992) "veri tabanı kapsamında bir kavramsal genelleştirme modeli" sunmuştur.

1988'de Brassel ve Weibel, istatistiksel ve kartografik genelleştirme arasında ayırım yapmıştır. İstatistiksel genelleştirme, istatistik kontrol altında veri tabanındaki bilgi içeriği indirilmesi ile uğraşan analitik bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Brassel-Weibel (1988) tarafından sunulan model beş temel adımdan oluşmaktadır: Yapı tanıma, işlem tanıma, işlem modelleme, işlem uygulama ve veri görüntüleme. Başka bir genelleştirme modeli Nickerson ve Freeman (1986) tarafından tasarlanmış ve özellikle uzman sistemler yaklaşımı için geliştirilmiştir. Bu model, beş aşamadan oluşmaktadır: Dört ayrı detay değiştirme işlemi, sembol ölçekleme, detayı yeniden konumlandırma, ölçek küçültme, isim yerleştirme.

Genelleştirme, Uluslararası Kartografya Birliği tarafından (ICA, 1973) “ölçeğe ve/veya haritanın amacına uygun olarak detayların seçimi ve basitleştirilmiş gösterimi” olarak tanımlanmıştır. Muller (1991)’e göre bu tanım, araç ve amaçları birbirine karıştırdığı için yanıltıcıdır. Bir harita ya da daha genel olarak bir coğrafi veri tabanı, coğrafi gerçekliğin bir ifadesidir ve genelleştirme de bu ifadenin içeriğini daha genel hale getirme eğiliminde olan bir işlemdir. Genelleştirme, dönüşüm ya da modelleme işlemi olarak görülse de, amacı kullanıcının genel olarak ilgilendiği şeyi oluşturmaya çalışmak olan bilgiye yönelik bir işlemdir /12/.

### **b. Genelleştirme İçin Bilgiye Dayalı ve Nesneye Yönelik Yöntemler**

Bilgiye dayalı yöntemler ile burada genel olarak, bilginin veri tabanında kontrol ve sonuç çıkarma bileşenlerinden ayrı olarak depolandığı sistem kastedilmektedir. Bir bilgi altlığı, o saha için uzmanın keşfini ifade eden gerçekler, prosedürler ya da kuralları içerir /7/.

Harita genelleştirme araştırmaları, üçüncü dönem olan 1980’lerin sonundan itibaren kavramsal bilgiyi kurallaştırmaya yönelik kapsamlı modeller, uzman sistemler, bilgiye dayalı yöntemler, sinir ağları ve nesneye yönelik teknikler gibi halen sürmekte olan araştırmalarla ilerlemektedir. 1990’ların başındaki konulardan biri, veri modelleme ve gösterim tekniklerini içeren genelleştirme için kural altlıklarının oluşturulmasıydı.

Şu anda genelleştirme işlemlerini gerçekleştirmek için kurala dayalı bir sistemde bilgi depolamaya iki yapı uygundur: kurallar ve parametre tabloları. Armstrong (1991), bilgiye dayalı genelleştirmeye ilişkin bilgi organizasyonu ve verilen harita içeriğinde, uygun genelleştirme operatörleri ve algoritmalarının seçiminde prosedürel bilginin kullanımını ele almıştır. Mark (1991), kuralların önemini belirlemek için bir kesinlik faktöründen söz etmiştir.

Muller ve Mouwes (1990), topoğrafik haritalar üzerinde bilgi toplama çalışması yapmıştır. Bilgiye dayalı yöntemler, Meyer (1986) tarafından Hannover Üniversitesi’nde GENEX prototipinin gerçekleştirilmesinde 1: 5 000’den 1: 50 000’e binaların genelleştirilmesi için kısmen kullanılmıştır. Schylberg (1993), topoğrafik haritalardaki küçük alansal yer değişimleri için kuralları oluşturma tekniği geliştirmiştir /7/.

Kural oluşturma ile bağlantılı problemlerin bazılarının üstesinden gelmek için Weibel (1991), akıllı genelleştirme yaklaşımının bir biçimi olan artırılmış zekayı önermiştir. Anahtar kararlar, normal olarak genelleştirme işlemlerini üstlenmesi için bir dizi üst düzey araç ile bilgisi artırılmış kullanıcı tarafından verilir. Artırılmış zeka, esasen bir intikal yaklaşımıdır: bilgi aşamalı olarak operatörden sisteme aktarılır ve sonuç olarak bu tam ölçekli uzman yaklaşımı sonucuna varır.

Kural altlığı olarak kullanılacak uygun bilgi formülasyonunun eksikliği, genelleştirme için uzman sistemlerin kurulmasında başlıca engellerden biri olarak gösterilmiştir. Kartografik gelenekler, ülkeden ülkeye o kadar çok değişebilmekte ki neredeyse tüm uygulamalar kendi kural altlığını gerektirmektedir ve bu uygulamaya bağlı olma durumu da kural oluşturma için bir problem oluşturmaktadır.

Nesneye yönelik yaklaşımların 1990'ların başlarından beri gelecek vaat ettiği düşünülmektedir. Örneğin, Mark (1991), nesneye yönelik veri tabanı ortamının bir prototip sistem oluşturmak için potansiyele sahip görüldüğünü ve ilerlemenin model oluşturarak ve gerçek dünya nesnelerini kartografik gösterimlerinden çok detaylar olarak geliştirilerek sağlanabileceğini iddia etmiştir. Mark (1991), nesneye yönelik yaklaşımlardaki esas ilginin temsil edilecek spesifik nesne sınıflarını tanımlamak ve özellikle de ortak davranışa sahip nesne sınıflarını bulmak olduğunu ifade etmiştir /9/. Laurini vd. (1992) nesneye yönelik yaklaşımın gerçek dünyanın modellenmesi için bir girişim olduğunu ileri sürmüştür. Nesneye yönelik veri tabanları, yapay zeka teknikleri ve özellikle çerçeveler (frames) kavramını içeren bir kaç kökten yola çıkılarak geliştirildiğinden, bu yaklaşım geliştirme işlemlerinin gelecekteki gelişimi için umut verici görünmektedir.

Ormsby ve Mackaness (1999), nesneye yönelik bir yaklaşımla bir nesnenin; geometrisi, semantik özellikleri, nesnelere ait ilişkileri bir araya getiren "fenomenolojik" (fenomenlerin tanımlanması ve sınıflandırılmasına ilişkin) bir çatı sunmaktadır. Önerilen fenomenolojik yaklaşım, basit bir kavrama dayalıdır. Yani, bir detay ya da detay grubunun geliştirilmesi için nesnenin türü, haritanın işlevi ve ölçeğine bağlı olarak bir çok alternatif vardır.

Genelleştirmedeki araştırmalar, şu anda bir geçiş dönemine girmiştir. Bilgiye dayalı sistemler ve nesneye yönelik yöntemler, halen tartışılmakta ve bu sistemleri gerçekleştirmek için bazı girişimler yapılmaktadır. Bununla birlikte, bu girişimler henüz bu teknolojilere dayalı ticari yazılım varlığı bakımından tam anlamıyla işlerlik kazanmamıştır. Laser-Scan'ın LAMPS2 sistemi geliştirme modülünde geliştirme operatörlerinin geliştirilmesi için nesneye yönelik yöntemlerin kullanımı oldukça yenidir. Diğer bir nesneye yönelik CBS yazılımı, Smallworld'ün geliştirilmiş geliştirme operatörleri yoktur.

Son olarak, 1997'de Uluslararası Kartografya Birliği (ICA) Harita Geliştirme Komisyonu organizasyonunda Fransa Ulusal Coğrafya Enstitüsü (IGN), Grenoble Ulusal Politeknik Enstitüsü (INPG), Laser-Scan Ltd., Edinburg Üniversitesi ve Zürih Üniversitesi işbirliği ile yazılım mühendisliği'ndeki "agent" kavramını simgeleyen AGENT (Automated GEneralization – New Trends) projesi başlatılmıştır. Ajan (agent), çevresini algılamasına dayalı olarak kendi kararlarını ve hareketlerini kontrol etme yeteneğine sahip, dışarıdan yardım almayan bir programdır. Çoklu ajan (multi-agent) yaklaşımı geliştirme için gelecek vaat etmektedir. Bu araştırma, tek bir veri tabanından farklı ölçeklerde ve farklı konularda haritaları otomatik olarak üretmeyi hedeflemektedir /8/.

### **(1) Genelleştirmede Kullanılan Bilgi Türleri**

McMaster ve Shea (1992)'ye göre manuel ve sayısal geliştirme arasındaki fark, sayısal geliştirme önceden belirlenmiş sıralı bir tarzda ayrı olarak çalışırken, manuel işlem algılama ve uygulama bakımından bütünlük içindedir /5/.

Ormsby ve Mackaness (1999)'e göre kartografik geliştirmeye kavramsal yaklaşımın değişmesi için büyük bir gereksinim vardır. Uyuşmazlıkları belirleme ve çözme yöntemlerine artan bir ilgi varsa da, şu anki geliştirme literatürünün çoğu, çok spesifik teknikler üzerine odaklanmıştır. Tipik örneklerden bazıları: bir çizgi nasıl geliştirilir; detayların birleştirilmesi ve uyuşmazlıkların belirlenmesine olanak tanıyan en etkili veri tabanı nasıl

tasarlanır; birbirlerine göre detaylar en iyi nasıl ötelenir ya da bina grupları nasıl basitleştirilir. Bu gibi tekniklerin geliştirilmesi, otomatik çözümler üretmek için temel oluştursa da, eksik olarak görünen şey, kartografik genelleştirmenin bir bütün olarak ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebileceği bir yaklaşımı içine alan daha geniş bir felsefedir /14/.

Sayısal veriler kullanıldığında, detaylar ve onları açıklayan bilgilerin bağımsız olarak kabul edilme eğilimi vardır. Bunun nedeni, bir detayı grafik olarak göstermek için yalnızca bir nokta dizisi ve tanımlayıcı koda gereksinim olmasıdır. Geometrik özellikler ve detaylar arasındaki mekansal ilişkiler, görsel ve kuralsız olarak kolaylıkla oluşmaktadır. Aksine genelleştirme yapılırken, aşağıdaki sorularla karşı karşıya kalınacaktır /15/:

- Analiz düzeyi değiştirildiğinde, nesnelere aynı kalıyor mu?
- Bir nesnenin ya da nesne setinin karakteristik özellikleri nasıl korunabilir?
- İki algılama düzeyi için nesnelere dağılım kuralları aynı mı?

En genel bilgiyi kartograf aşağıdaki şekilde kullanır:

- Eğer bir nesne hedeflenen analiz düzeyi için uygun ise korunmalı ya da diğer nesnelere türetilmelidir. Uygunluk kavramı, haritanın amacı ya da oluşturulacak veri tabanı kadar komşuluğu ile ilişkili olarak nesnenin rolüne de bağlıdır. Herhangi bir nesne, nesnelere setinin temsili gösterimi ya da birleşimi olabilir. Bir nesne, eğer iki nesne arasındaki bağlantıyı sağlıyorsa uygunluk yine söz konusudur (örn. tali yol, bir kasaba ve turistik bölgeyi bağlıyorsa korunur).
- Korunan ya da oluşturulan nesnelere geometrisi, yeni mekansal çözünürlüğe uygun olmalıdır. Korunan nesnelere, muhafaza edilmesi ya da abartılması gereken karakteristik şekiller dışında basitleştirilmiş bir geometriye sahip olacaktır.
- Eğer nesnelere karşılıklı olarak önemli bağlı (rölatif) konuma sahip ise, bu bağlı konum korunmalıdır (örn. bağlı nesnelere bağlı, yakın nesnelere yakın kalmalıdır).
- Her kartografik çalışmanın sonucu, okunaklı olmalıdır. Sembolleştirmeden dolayı kalınlaştırma, komşu nesnelere örtüşmesi, çok fazla bilgi yoğunluğu ve çok küçük ya da çok ince nesnelere kaçınılmalıdır.

Bu nedenle, genelleştirme işleminde, sembolleştirme ve yeni mekansal çözünürlüğe bağlı olan grafik sınırlamaları dikkate alırken, geometrik özellikleri, mekansal ve semantik ilişkileri mümkün olan en iyi şekilde korumak kaçınılmazdır. Bu durumda, eğer genelleştirme işlemi otomatikleştirilecekse, aşağıdaki koşulları sağlamak gereklidir:

- Genelleştirilmesi gereken nesnelere özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri tanımlamak. Bu özellikler ve ilişkiler; geometrik karakteristikleri, topolojik ve mekansal ilişkileri ve semantik özellikleri içerecektir.
- Özelliklerin mümkün olan en iyi formülasyonunu ve gösterimini bulmak
- Bir veri setinde bu özellikleri bulma yollarını tanımlamak
- Bunları genelleştirme işleminde kullanabilmek

Heisser vd. (1995), kartografik uzman bilgisinin formalizasyon potansiyelini değerlendirmek için global terim olan “bilgi”nin faklılaştırılması gerektiğini ifade etmiş ve bu amaçla bağımsız bilgi türlerini sınıflandırmışlardır /4/:



- (a) Geometri ve grafik bilgisi
  - (i) Geometri, koordinatlar ve bağlantılar
  - (ii) Detayların grafik tasarımı
- (b) Semantik bilgi
  - (i) Bağımsız detay sınıflarının önemi
  - (ii) Bağımsız detayların önemi
  - (iii) Bitişiklik ilişkilerinin önemi
- (c) Prosedürsel bilgi
  - (i) İşlem adımlarının sayısı
  - (ii) İşlem sayısı
  - (iii) Algoritmalar
- (d) Yapısal bilgi
  - (i) Veri yapıları
  - (ii) Bağımsız detayların yapısı
  - (iii) Haritada bağımsız detaylar arasındaki etkileşim
    - (aa) Sıklık
    - (bb) Topolojik ilişkiler
    - (cc) Geometrik ilişkiler
- (e) Disiplinler arası uzman bilgisi
  - (i) Jeomorfoloji, hidroloji, beşeri coğrafya vb. sahalardan sağlanan uzman bilgisi

## **(2) Nesneye Yönelik Veri Modeli**

Nesneye yönelik (NY) kavramların kökeni, Simula ve Smalltalk gibi programlama dilleridir. Bu düşünceler veri tabanlarına, ilişkisel yapıdaki yineleme ve sıralı arama problemlerinden dolayı uygulanmıştır. CBS’de nesneye yönelimin kullanımı, karmaşık mekansal varlıkları basit nokta, çizgi ve alan geometrilerinden daha akıllıca işleme gereksinimi ve aynı zamanda poligon kesiştirme gibi analiz işlemleri gerçekleştirilirken veri tabanındaki değişim problemleri ile ortaya çıkmıştır /2/.

Nesneye yönelik programlama dilleri kullanılarak geliştirilen nesneye yönelik veri tabanı yapıları; verileri, işlenen fonksiyonlar yerine gerçek varlıklar etrafında organize ederek hiyerarşik ve ağ yaklaşımlarının hızını ilişkisel yaklaşımın esnekliği ile bir araya getirmektedir. İlişkisel yapıda, her varlık; veri kayıtları, öznitelikler ve aldıkları değerler ile kurulan mantıksal ilişkilere göre tanımlanır. Nesneye yönelik veri tabanlarında veriler, herhangi bir doğal yapılanmaya göre benzer fenomen grupları (nesne sınıfları) şeklinde organize edilir. Farklı nesnelere ve farklı sınıflar arasındaki ilişkiler doğrudan bağlantılarla sağlanır /2/. Bunun yanı sıra; paketleme ya da bilgi gizleme, devralma, çokşekillilik gibi

özellikleri ile nesneye yönelik yaklaşım gerçek dünyanın karmaşık yapısının çok daha iyi ve esnek bir biçimde modellenmesine olanak tanır.

Bugüne kadar nesneye yönelik veri tabanlarının uygulaması sınırlıdır. Problem, CBS işlevselliğini destekleyecek bir araç olarak hareket eden az sayıda nesneye yönelik veri tabanı üretimi oluşudur. Fakat bir çok CBS yazılımında nesneye yönelim tekniğine doğru bir hareket gözlemlenmektedir.

## 5. ÇOKLU GÖSTERİM

Mekansal işlemlerin hangi ölçek ya da ölçek aralıklarında meydana geldiğini anlama gerekliliği, bugün genelleştirmenin ardındaki itici güçlerden biridir /12/. Coğrafi veri tabanlarının güncelleştirilmesindeki problemler, üretim ortamlarında coğrafi verilerin etkili kullanımı için büyük bir engel oluşturduğundan *Çoklu Gösterim Veri Tabanı (ÇGVT)* bugünün başlıca uğraş konularından biri olmuştur. Çoklu gösterim (multiple representation), veri tabanı ortamında genelleştirmeyle bağlantılı kabul edilebilir. Bu veri tabanında depolanmış çeşitli gösterimler (geometrik ya da diğer) kadar, mevcut gösterimlerden türetilenleri de kapsamaktadır.

Bazı araştırmalarda ÇGVT terimi, *çok çözünürlüklü veri tabanı* ya da *çok ölçekli veri tabanı* olarak adlandırılmaktadır. Her çok çözünürlüklü veri tabanı ve çok ölçekli veri tabanı ÇGVT olarak adlandırılmaz. En temel gereksinimlerden ilki, gösterim düzeylerinin aynı nesnenin farklı gösterimlerini içermesi gerektiğidir. Bu geometrik gösterimin bir düzeyden diğerine değişeceği anlamına gelir. Bu nedenle, bu yalnızca ölçek problemi değildir. İkinci temel gereksinim, çeşitli düzeylerde gösterimlerin birbirleriyle bağlantılarının olmasıdır. Bu otomatik *güncelleştirme aktarımı* için gereklidir. Bu bağlantıların nasıl gerçekleştirileceği uygulamaya ilişkin bir sorundur /7/.

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

Jones (1991) veri tabanında aynı nesnenin çoklu gösterimlerini depolamak için çeşitli nedenler ileri sürmüştür. Bu nedenlerden biri, otomatik genelleştirmenin nispeten sınırlı yeteneklere sahip oluşudur. Jones, çok ölçekli (multi-scale) coğrafi veri tabanları oluşturmak için uygun bir temel oluşturacak tümdengelimli bilgiye dayalı bir sistem mimarisi kavramı sunmuştur. Ayrıca, çok çözünürlüklü veri yapılarının geometrik alt set olan genelleştirilmiş versiyonlara hızlı erişim sağlaması ve böylece veri tekrarını önlemesi gerektiğini belirtmiştir. Kidner ve Jones (1994) çalışmalarında çok ölçekli bir CBS'de çoklu gösterimler elde etmek için nesneye yönelik bir çatı önermiştir. Bir nesne dizini içindeki her gerçek dünya varlığı, veri tabanı içindeki tüm eşlenik gösterimlere ilişkin referansları kaydeder. Bu yaklaşım böylece, yeni gösterimlerin silinip silinmeyeceği, veri tabanına eklenip eklenmeyeceği ya da mevcut bir gösterimle birleştirilip birleştirilmeyeceğine karar vermeye yardımcı olarak veri tabanına güncelleştirme olanağı tanır. Yeni veriler ve depolanmış gösterimler arasındaki

eşdeğerlik ve farklılıkları tanıma için muhakemeyi kapsayan bilgi, nesne şeması içinde depolanan kurallar içinde bulunmaktadır /7/.

Laurini vd. (1992), çoklu gösterimi, çeşitli mekansal nesnelere ya da mekansal nesne örnekleri için farklı şekillerin modellenmesi açısından ele almıştır. Çoklu gösterimde, nesnelere özel sınıfları, çoklu gösterimler ile veri tabanında tutulur. Bu çeşitli gösterimler, geometrik hesaplamalar, konumsal hata, topolojik tutarlılığın sürdürülmesi gibi ayrı özelliklere sahiptir.

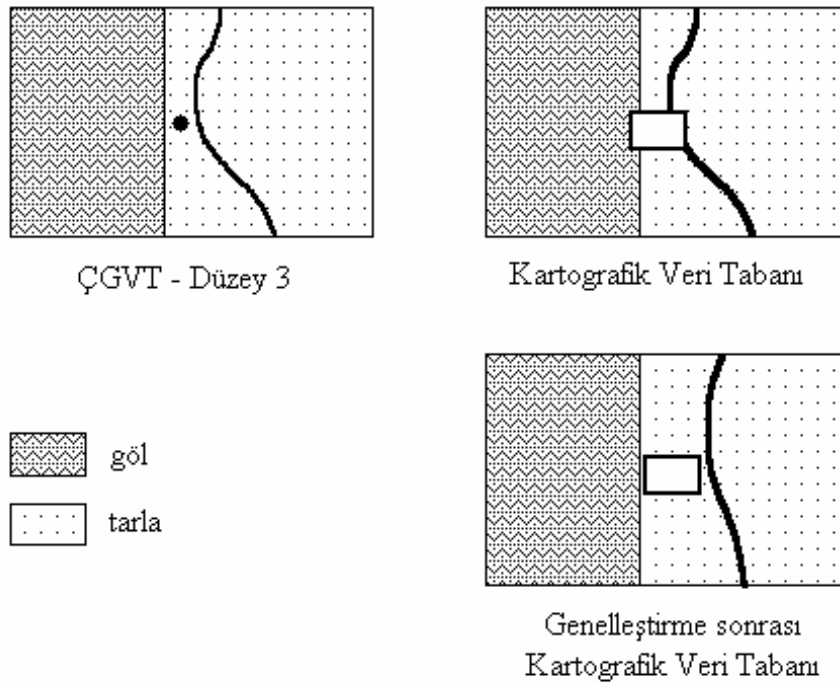
Molenaar (1996)'a göre, mekansal işlemlerin izlenmesi ve yönetimi için farklı ölçek düzeylerinde bilgilere gereksinim vardır. Bu bağlamda, CBS topluluğu için araştırma konuları; işlem türlerinin her biri için ölçek düzeylerinin her birinde hangi bilgilerin kullanılacağına karar verilmesi, veri elde etme işlemindeki yinelenmelerden mümkün olduğunca kaçınılması ve farklı ölçek düzeylerindeki veriler arasında tutarlılığın sürdürülmesi için yöntemler geliştirmektir. Araştırmacılar, CBS ortamındaki çok ölçekli yaklaşımların veri tabanı geliştirme işlemleri ile gerçekleştirilebileceğini gün geçtikçe daha fazla fark etmektedirler. Molenaar, tek değerli vektör haritalar için geliştirdiği formal veri yapısına dayalı olarak kurallı olarak ifade edilebilecek bir mekansal veri tabanı geliştirme modeli geliştirmiştir. Bu model, veri tabanı geliştirme prosedürleri için kullanılmaktadır. Molenaar'a göre, mekansal nesnelere için birleştirme hiyerarşileri, coğrafi verilerin çoklu gösterimleri için temel araçlar olarak hizmet edebilir ve bu birleştirme hiyerarşileri, formal veri yapısına dayalı olabilir /10/.

Kilpelainen (1997)'in çalışmasında, *tam otomatik bir ortamda ÇGVT sistemi* fikri iki aşamalı bir kavrama dayalıdır: model geliştirme ve görselleştirme için kartografik veri tabanı. Bu sistem için temel kabuller şunlardır/7/:

- a. ÇGVT, model geliştirmenin uygulandığı bir ortamda meydana gelmektedir.
- b. ÇGVT'de veriler, düzeylere göre organize edilmiştir.
- c. Düzeylerin her birindeki coğrafi veriler, bir nesneye yönelik model tarafından desteklenebilen nesne modeline göre nesnelere ve nesnelere arasındaki ilişkiler şeklinde organize edilmiştir. Veriler, mekansal bilgilere, özniteliklere ve davranışa sahip nesnelere ile bu nesnelere arasında tanımlanmış ilişkilerden oluşur. Sistemin topolojik ilişkilerin kullanımını desteklediği varsayılır.
- d. Aynı nesnelere çeşitli düzeylerde farklı gösterimleri, iki yönlü düzeyler arası bağlantılarla sağlanmıştır.
- e. Muhakeme işlemleri, model geliştirme operatörlerinin kullanımını kontrol eder. İki yönlü bağlantıların kullanımı ve sürdürülmesi bu bağlamda çok önemlidir.

Gerçek coğrafi boyuta sahip oldukları ve kartografik mekanda görünmedikleri için nesnelerin model genelleştirme aşamasında örtüşme sorunu yoktur. ÇGVT ve kartografik veri tabanı arasındaki farklılık Şekil-2’de gösterilmektedir. ÇGVT’nin belirli bir düzeyinde bina, nokta ile gösterilmiştir. Kartografik gösterimi memnun edici bir hale getirmek için basitleştirme, yumuşatma, sembolleştirme (işaretleştirme), abartma ve öteleme yapılmalıdır. Şekilde bina ve yol sembolü arasında örtüşmeyi önlemek için yolun ötelenmesi gerekir. Bu işleme rağmen bina halen gerçek dünya durumunda yanlış şekilde (kısmen gölün içinde) konumlanacaktır. Bunu düzeltmek için bina sembolü de ötelenecektir. Bu işlemler sonucunda konumsal doğruluk bir miktar azalırken topolojik ilişkiler korunacaktır. Son öteleme işlemi yapılmazsa, semantik doğruluk bozulacaktır. Çünkü, istisnalar hariç bina gölün içinde olmaz /7/.

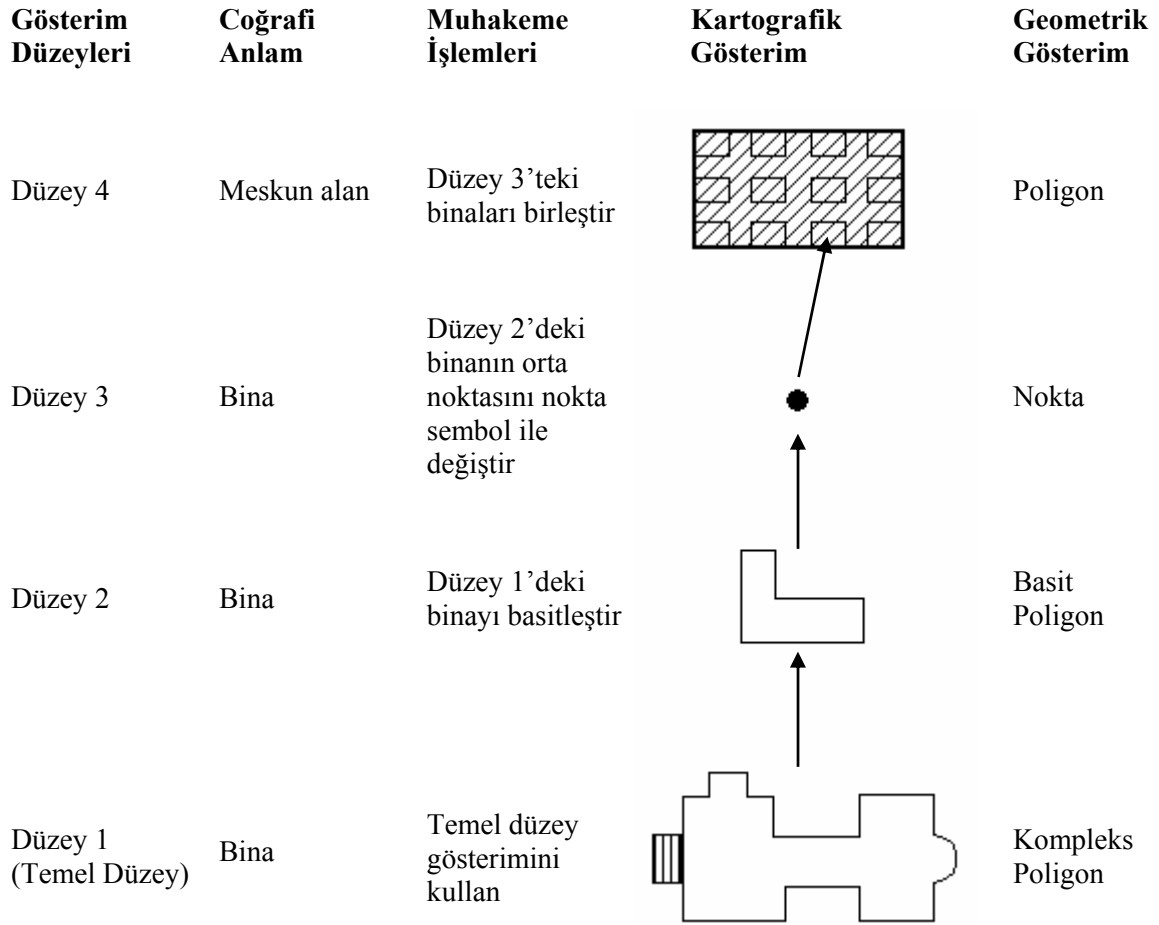
ÇGVT gösterimleri, model genelleştirme aşamasında meydana geldiğinden, gösterim düzeylerinin görsel olarak tatmin edici olması için görselleştirme aşamasından (örn. kartografik genelleştirme) geçmesi gerekir. Özel bir durum için kartografik genelleştirmenin gerekip gerekmediği ya da ÇGVT gösterimlerinin doğrudan görselleştirme için kullanılıp kullanılmayacağı uygulamaya bağlıdır /7/.



Şekil-2: ÇGVT ve kartografik veri tabanı arasındaki fark.

Coğrafi veriler her düzeyde *nesnelere* ve *nesnelere arasındaki ilişkiler* biçiminde organize edilir. Çeşitli düzeylerdeki aynı nesnenin farklı gösterimleri arasında iki yönlü bağlantılar tutulmalıdır. Bu bağlantılar, güncelleştirmelerin otomatik aktarımı ve çeşitli düzeyler arasındaki muhakeme işlemi için gereklidir. Coğrafi nesnelere, temel düzeyde maksimum detaya sahiptir ve nesnelere gösterimi düzeyden düzeye değişmektedir. Örneğin temel düzeyde bina kompleks bir poligon ile gösterilirken, sonraki düzeyde basit bir poligon,

üçüncü düzeyde bir nokta ve dördüncü düzeyde binaların birleştirilmesiyle oluşan bir alanın parçası olarak gösterilebilir (Şekil-3).



Şekil-3: Bir 'bina' nesnesi için gösterim düzeyleri.

NCGIA'in *çoklu gösterim* araştırmasının kapanış raporunda, Battenfield (1993); çoklu gösterim araştırmasındaki temel alanlarda daha fazla araştırma gerektiğini ifade etmiştir. Bunlar; a) Çoklu gösterimler arasındaki bağlantıların gerçekleştirilmesi, b) Veri setleri için esnek çözünürlük tanımlamaları, sayısal detay tanımı, sınıflandırma modellerinin formalizasyonu ve genelleştirme kurallarıdır /7/.

## 6. SONUÇ

Çeşitli amaçlar için değişik ölçeklerde ve değişik konularda haritalara ve coğrafi veri setlerine gereksinim duyulduğundan, genelleştirme; kartografya ve CBS için önde gelen araştırma konularından biri olmaya devam edecektir. Gerek mekansal analiz gerekse analiz sonuçlarının görselleştirilmesi, farklı kaynaklardan verilerin entegrasyonu, tek bir veri tabanından değişik ürünler elde etme isteği ve gereksinimi genelleştirmeyi kaçınılmaz kılmaktadır. Buna ek olarak, otomatik genelleştirmenin tam anlamıyla gerçekleştirilememesi, yüksek veri hacmine sahip farklı ölçeklerdeki coğrafi ya da kartografik veri tabanlarının

birbirinden bağımsız olarak depolanmasının ve güncelleştirilmesinin neden olduğu problemler, mekansal veriler için çok ölçekli yaklaşımların geliştirilmesi ve çoklu gösterim veri tabanlarının oluşturulması düşüncesini ve gereksinimini doğurmuştur.

#### K A Y N A K L A R

- /1/ Bundy, G.L., Jones, C.B., Furse, E. : Holistic Generalization of Large-Scale Cartographic Data. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 106-119, 1995.
- /2/ Burrough, P.A., McDonnel, R.A. : *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, 1998.
- /3/ Grunreich, D. : Development of Computer-Assisted Generalization on the Basis of Cartographic Model Theory. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 47-55, 1995.
- /4/ Heisser, M., Vickus, G., Schoppmeyer, J. : Rule-Oriented Definition of Small Area Selection and Combination Steps of the Generalization Procedure. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 47-55, 1995.
- /5/ Jaakkola, O. : Multi-Scale Categorical Data Bases with Automatic Generalization Transformations Based on Map Algebra. *Cartography and Geographic Information Systems*, Vol. 25, No.4, pp. 195-207, 1998.
- /6/ Joao, E.M. : The Importance of Quantifying the Effects of Generalization. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 183-193, 1995.
- /7/ Kilpelainen, T. : *Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps*. Doctorate Thesis. Publications of the Finnish Geodetic Institute, No: 124, 229 p., 1997.
- /8/ Lamy, S., Ruas, A., Demazeu, Y., Jackson, M., Mackaness, W., Weibel, R. : The Application of Agents in Automated Map Generalisation. In: *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Cartographic Conference*, Ottawa, Canada, 1999.

- /9/ Mark, D.M. : Object Modelling and Phenomenon-based Generalization. In: Buttenfield, B.P. and McMaster, R.B. (eds.) *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*, London: Longman, pp. 103-118, 1991.
- /10/ Molenaar, M. : Multi-Scale Approaches for Geodata. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.XXXI, Part B3, Vienna, pp. 542-554, 1996.
- /11/ Morehouse, S. : GIS-Based Map Compilation and Generalization, In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 21-30, 1995.
- /12/ Muller, J.-C. : Generalization of Spatial Databases. In: Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (eds), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, Essex, UK: Longman, pp.2: 457-475, 1991.
- /13/ Muller, J.-C.,  
Weibel, R.,  
Lagrange, J.-P.,  
Salge, F. : Generalization: State of the Art and Issues, In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 3-17, 1995.
- /14/ Ormsby, D.,  
Mackness, W. : The Development of Phenomenological Generalization within an Object-Oriented Paradigm. *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 26, No.1, pp. 70-80, 1999.
- /15/ Ruas, A.,  
Lagrange, J.-P. : Data and Knowledge Modelling for Generalization. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 73-90, 1995.
- /16/ Van Smaalen, J., W., N. : Spatial Abstraction Based on Hierarchical Re-classification. *Cartographica*, Vol.33, No.1, Spring '96, pp. 65-73, 1996.
- /17/ Weibel, R. : Three Essential Building Blocks for Automated Generalization. In: Muller, J.-C., Lagrange, J.-P., Weibel, R. (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, London, UK: Taylor&Francis, pp. 56-69, 1995.