

Çok Çözünürlüklü Mekansal Veri Tabanları

Melih Başaraner

Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü
mbasaran@yildiz.edu.tr

Özet: Mekansal veri tabanları, uygulama gereksinimlerine yönelik gerekli bilgileri sağlayan gerçek dünya olgularının gösterimlerini depolamak amacıyla tasarlanır ve bilgilerin nasıl tutulacağı, tanımlanacağı, organize edileceği; üzerinde hangi kısıtlamalar, işlemler ve kuralların uygulanacağı; nasıl gösterileceği açısından farklı gereksinimlere sahiptir. Sonuç olarak, aynı gerçek dünya olgusu, bir veri tabanında farklı amaçlar için farklı şekillerde gösterilebilir. Dünyaya ilişkin farklı bakış açıları, farklı uygulamalar ve de farklı çözünürlükten dolayı mekansal olgular için geometrik, semantik ve grafik çokluluk söz konusudur. Bu olgular, gerek farklı ayrıntı düzeylerinde analiz ve görselleştirme, gerekse güncelleştirmelerin diğer ayrıntı düzeylerine otomatik aktarımı amacıyla çok çözünürlüklü mekansal veri tabanları içinde yapılandırılabilir. Bu yazıda, yeryüzüne ilişkin mekansal veri tabanlarıyla bağlantılı bazı temel kavramlar anlatılmakta ve özellikle çok amaçlı kullanıma yönelik olarak çok çözünürlüklü verilerin elde edilmesi ve mekansal veri tabanları içinde yapılandırılması konuları ele alınmaktadır.

Abstract: Spatial databases are designed to store the representations of real-world phenomena that provide required information for the demands of application and have different requirements with respect to how information will be stored, organised; over which constraints, processes and rules will be applied; how will be represented. As a result, same real world phenomena can be represented in different ways. Geometric, semantic and graphic multiplicities are subject for spatial phenomena that stem from different views of the world, different applications and different resolutions. These phenomena can be stored in multi-resolution spatial databases due to both analysis and visualization at different levels of detail and automated propagation of updates to other levels of detail. In this paper, some fundamental concepts of geospatial databases are given. Particularly, the topics are dealt with relating to obtaining multi-resolution data and their structuring in spatial databases.

Anahtar Kelimeler: Mekansal Veri Tabanları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sayısal Kartografya, Çoklu Gösterim.

1. Giriş

Yer bilimleri, doğal kaynak yönetimi, çevre koruma, şehir ve bölge planlama, savunma, ulaşım, turizm, istatistik, eğitim gibi farklı uygulama alanları lokal ya da daha global düzeylerde analiz ve görselleştirme gerektirdiğinden farklı çözünürlüklerde/ölçeklerde coğrafi bilgi sistemlerine ve haritalara gereksinim vardır. Çünkü, mekansal veriler; genel olarak çözünürlüğe/ölçeğe bağlıdır ve modellenen olgular ile işlemlerin en iyi anlaşıldığı çözünürlükte/ölçekte analiz edilmeli ve sunulma-

lıdır. Bu bağlamda, araştırmacılar için konular; mekansal olguların ve işlem türlerinin her biri için çözünürlük/ölçek düzeylerinin her birinde hangi bilgilerin kullanılacağına karar vermek, veri elde etme işlemindeki yinelemelerden mümkün olduğunca kaçınmak ve farklı çözünürlük/ölçek düzeylerindeki veriler arasında tutarlılığın sürdürülmesi için yöntemler geliştirmektir [2][3] [13] [15] [17][21][26].

Son yıllarda coğrafi bilgi sistemi (CBS) uygulamaları olgunlaşmış ve büyük hacimli mekansal veri tabanları kurulmaya başlanmıştır.

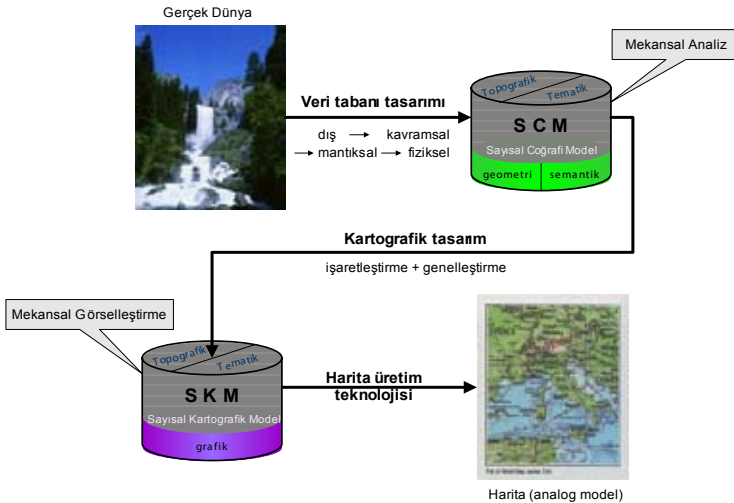
Yerel, ulusal, bölgesel/çok uluslu ve küresel düzeyde mekansal veri altyapısı (MVA) projelerine ciddi yatırımlar yapılmaktadır. Bu son derece büyük mekansal veri havuzlarının oluşturulması, bakımı ve kullanımını olanaklı hale getirmek için bir çok yöntemin ortaya konması gereklidir. Veri modelleme, veri yönetimi ve veri dağıtımı gibi yöntemlerin yanında otomatik mekansal veri genelleştirme teknikleri bu bağlamda son derece önemlidir. MVA bağlamında, farklı çözünürlüklerde mekansal veri tabanlarının oluşturulması, bakımı ve çok amaçlı kullanımı son derece önemlidir [25].

Bugün coğrafi veri ve harita üreten kurum ve kuruluşlar, değişik çözünürlüklerde mekansal veri tabanlarının kurulması ve bakımının yapılması aşamalarında ciddi güçlüklerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu güçlükler arasında, veri toplama maliyetinin yüksekliği, farklı kaynaklardan heterojen verilerin varlığı, genelleştirme araçlarının yetersizliği, mevcut coğrafi veri tabanları ve haritaların güncelleme ve revizyon problemleri sayılabilir. Bu nedenle, farklı ayrıntı düzeylerindeki mekansal ürünlerin otomatik genelleştirmeyle üretildiği ve birbirleriyle bağlantılı tutulduğu çok çözünü-

rlüklü mekansal veri tabanı geliştirme düşüncesi gittikçe daha fazla kabul görmektedir.

2. Mekansal Modelleme

CBS içinde gerçek dünya olguları gösterilmek istendiğinde, belirli amaçlar ve uygulamalar için bu olguları en iyi biçimde tanımlayan soyut (özet) bir model tasarlamak gerekir. Bu işleme *mekansal modelleme* denir [10]. Model; bir gerçek dünya olgusu ya da işleminin soyutlanmış/genelleştirilmiş gösterimidir. Modellerin iki önemli özelliği vardır: (1) gösterdikleri olguların ya da işlemlerin tüm özelliklerini değil yalnızca seçilmiş bir alt kümesini gösterirler ve (2) her zaman belirli bir amaç için tasarlanırlar. Modeller, orijinal (olgu ya da işlem) ile gerçekleştirilemeyecek belirli işler için kullanılırlar ve işe bağlı olarak, basit ya da karmaşık olabilirler. Kural olarak modeller, orijinal olgunun ya da işlemin eldeki işi gerçekleştirmek için gerekli olan özelliklerini tam olarak yansıtmalıdır. Eğer bir model, orijinale ilişkin çok fazla özellik gösterirse gereksiz oranda karmaşık hale gelir; eğer yeterli özellik yansıtmazsa amacına hizmet edemez [6].



Şekil 1. Mekansal Modelleme [10]

Coğrafi mekana (gerçek dünyaya) ilişkin iki tür modelden söz edilebilir: Sayısal coğrafi model (SCM) ve sayısal kartografik model (SKM). SCM; *geometrik ve semantik* mekansal model, SKM; *grafik* mekansal model olarak tanımlanabilir [4]. SCM ve SKM, CBS ortamında veri tabanı ya da veri seti olarak yapılandırılır (Şekil 1). Coğrafi veri tabanı (coğrafi model) ve onun grafik gösterimi olan kartografik veri tabanı (kartografik model) birbirleriyle ilişkili fakat farklı şeylerdir. Coğrafi veri tabanı; kavramsal veri modeline konu olan gerçekliğin soyutlanmış bir modelidir. Ayrıca uygulamaya yönelik ve çözünürlüğe bağımlıdır. Bu nedenle bir uygulamanın konusuyla ilişkili olarak nesne türleri; nesne sınıflandırma, birleştirme düzeyleri; geometrik ve semantik ilişkiler; nesne tanımlamasının ayrıntı düzeyi ve de veri kalitesi coğrafi veri tabanı için ilgilenecek başlıca konulardır. Kartografik veri tabanı ise gerçekliğin soyutlanmış, işaretleştirilmiş bir modelidir ve grafik görselleştirme ile ilgilidir. Bu nedenle kullanılan çıktı ortamına (kağıt, ekran vb.) ve ölçeğe bağımlıdır [18].

3. Çözünürlük

Çözünürlük, “verilere dahil edilen ya da veriler içinden ayırılabilen/seçilebilen en küçük nesne ya da özellik” olarak tanımlanır. Ölçek ve çözünürlük farklı anlamlara gelse de her ölçekte kullanışlı/okunaklı olarak gösterilebilecek nesne büyüklüğü için bir alt sınır olduğundan bu kavramlar birbirleriyle yakından ilgilidir. Zamansal boyut dikkate alınmadan, nesne tabanlı (vektörel) bir mekansal veri tabanı için üç tür çözünürlükten söz edilebilir [2]: *Semantik çözünürlük*, bir veri tabanındaki nesne türünün semantik soyutlama düzeyini gösteren bir tanımlamadır. Beş özellik içerir: a) Bağlı olduğu sınıflandırma hiyerarşisinde bir sınıfın (nesne türünün) konumlandığı düzey, b) Bağlı olduğu sınıflandırma hiyerarşisinde bir sınıfın özneliğinin bağlı olduğu değer alanının konumlandığı düzey, c) Bağlı olduğu birleştirme hiyerarşisinde bir sınıfın konum-

landığı düzey, d) Bir sınıfın içerdiği nesne sayısı, e) Bir sınıfın içerdiği öznelilik sayısı. Bu beş özellik ve bir veri tabanının içerdiği sınıf sayısı, veri tabanının semantik çözünürlüğünü belirler. Semantik çözünürlük derecelendirilebilir, fakat ölçülemez. *Geometrik çözünürlük*, bir veri tabanındaki nesne türünün geometrik soyutlama düzeyini gösteren bir tanımlamadır. Dört özellik içerir: a) geometri türü, b) minimum nesne büyüklüğü, c) minimum mesafe ve d) minimum granülarite (nesne ayrıntısı). Geometrik çözünürlüğün bu üç özelliği, tüm veri tabanından çok, bir nesne türüne uygulanır ve aynı veri tabanındaki farklı nesne türleri için farklı değerler alır [18]. *Grafik çözünürlük*, bir harita üzerinde yer alabilecek en küçük çizgi kalınlığı, nokta büyüklüğü ve işaret ayrımı anlamına gelen grafik limitlerin (minimum büyüklükler) ilgili ölçekteki karşılığını ifade etmektedir. Minimum büyüklükler, kullanılan görüntüleme ortamı ve teknolojisi kadar algısal kriterlere de bağlıdır. İşaretlerin grafik limitleri, ilgili görsel algı limitlerinden daha büyük seçilmelidir [4].

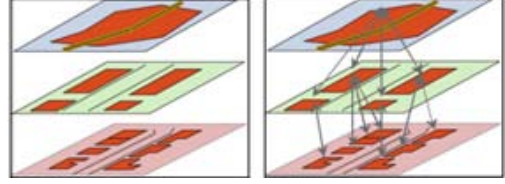
4. Mekansal Veri Tabanları için Çoklu Çözünürlük Kavramı

Mekansal veri tabanları, uygulama gereksinimlerini karşılamak için gerekli bilgileri sağlayan gerçek dünya olgularının gösterimlerini depolamak amacıyla tasarlanır ve bilgilerin nasıl tutulduğu, tanımlandığı, organize edildiği; üzerinde hangi kısıtlamalar, işlemler ve kuralların uygulandığı; nasıl gösterildiği açısından farklı gereksinimlere sahiptir. Sonuç olarak, aynı gerçek dünya olgusu, bir veri tabanında farklı amaçlar için farklı şekillerde gösterilebilir. Örneğin, bir nehir; bazı uygulamalar için çizgi geometriye sahip iken, diğer uygulamalar için alan geometriye sahip olabilir ya da çizgilerden (nehirin kolları) oluşan nesnelere topluluğu (kompleks geometri) biçiminde tanımlanabilir. Bir mekansal veri tabanında depolanacak aynı olgu için gösterimlerin seçimini yönlendiren bir çok faktör vardır. Bakış açısı olarak adlan-

dırılan verinin hedeflenen kullanımı, ilk faktördür. Bakış açısı, kullanıcının gerçek dünya görüşüdür. Örneğin, bir trafik yönetimi bakış açısı, yolları mekandaki farklı noktaları bağlayan nesne parçaları olarak görürken, bir yol bakım bakış açısı, muhtemelen yol kaplamasının durumu ve yapısı ile ilgili olacaktır [24]. Geometrik, semantik ve/veya grafik çözünürlük, diğer önemli faktördür. Geometrik çözünürlük, mekansal nesnelerin elde edileceği ayrıntı düzeyini belirler (örn. bir nehir, çizgi ya da alan olarak). Semantik çözünürlük, semantik veriler için istenen ayrıntı düzeyini tanımlar (örn. arazi kullanımı özneteliğinin değeri; ya meskun alan, ekili alan ve ekili olmayan alan arasından ya da endüstriyel bölge, ayrık yerleşim, düşük maliyetli yerleşim, kırsal yerleşim, ticari bölge ve park'tan oluşan daha ayrıntılı bir değer grubunun arasından belirlenebilir). Grafik çözünürlük, grafik limitlere ve ölçeğe bağlı olarak işaretlerin ayrıntı düzeyini belirler [4][5][24].

Çok çözünürlüklü mekansal veri tabanı (ÇÇMVT), aynı gerçek dünya olgularını farklı doğruluk, duyarlık ve çözünürlükte tutmak için kullanılan mekansal veri tabanı olarak tanımlanır [1][5][7][9] [11][16]. ÇÇMVT'de aynı

nesne ya da olgular üzerinde farklı görüntüler depolanır ve birbirine bağlanır (Şekil 2).



Şekil 2. Çok çözünürlüklü veri tabanının özellikleri

ÇÇMVT'de mekansal olguların, çok amaçlı kullanıma yönelik farklı çözünürlüklerde coğrafi (geometrik ve semantik) ve kartografik (grafik) gösterimleri modellenir (Şekil 3). Burada kullanıcı bakış açısı, topografik (genel amaçlı) ve tematik (özel amaçlı) olarak düşünülebilir. Kullanıcı gereksimleri de temel olarak mekansal analiz ve mekansal görselleştirme olarak gruplandırılabilir. Gereksinim mekansal analiz ise geometrik ve semantik çözünürlük tanımlamaları; kullanıcı bakış açısı ve uygulamaya bağlı olarak, gereksinim mekansal görselleştirme ise grafik çözünürlük tanımlamaları; ilkinde ek olarak görüntüleme/çıkı ortamına bağlı grafik limitler ve ölçeğe bağlı olarak farklılaşabilir.



Şekil 3. Çok çözünürlüklü mekansal veri tabanı kavramı

Çoklu çözünürlüklerin doğrudan modellenmesi ve depolanmasının yararları şunlardır [27]:

- *Veri tabanı bakımının ve güncelleştirmelerin aktarımının kolay oluşu:* Güncelleştirme maliyeti, değişimlerin veri tabanına yalnızca bir kez entegre edilmesi ve aynı mekansal olgunun farklı çözünürlüklerdeki coğrafi ve kartografik gösterimlerine -en azından yarı otomatik olarak- aktarılması ile en aza indirgenir.
- *Kalite değerlendirmesi:* Veri tabanlarının entegrasyonu, kalite kontrolü için yararlı olabilir. Eğer bir gösterim diğer gösterimden daha iyi kalitede ise, ilki diğerinin kontrolü için kullanılabilir. Entegrasyon en azından gösterimler arasındaki tutarsızlıkların denetlenmesine ve böylece olası hataların yakalanmasına olanak sağlar.
- *Uygulamaların verimliliğinin artırılması:* Farklı veri tabanlarından gelen verilerin kullanımı ve analizi, veri tabanları arasındaki yakın bağlantıdan dolayı kolaylaşır. Böylece, gerekli bilgi türüne göre ayrıntı düzeyleri arasında dolaşım mümkün olur.

Çok kullanıcılı veri tabanı ortamında farklı kullanıcılar, veri tabanlarından beklentilerine yönelik farklı bakış açılarına sahiptir. Ortak uygulama geliştirmeye ilişkin en önemli çabalardan biri, farklı kullanıcıların bakış açılarını ve gereksinimlerini yaygın olarak kabul görmüş bir veri tabanı tasarım tanımlamaları kümesi içinde birleştirmektir. Ortak uygulama geliştirmede çoklu kullanıcı bakış açılarını ele alan iki yaklaşım vardır [27]:

- *Merkezleştirilmiş yaklaşım.* Bu yaklaşım, farklı kullanıcıların bakış açıları ve gereksinimlerini, tekli bir gereksinim tanımlamaları kümesi içinde düzenler. Bu tür birleştirilmiş tanımlamalar kümesine genellikle iş ya da işlevsel alanı ifade eden ortak bir isim verilir. Veri tabanı tasarım aşamasında, düzenlenen bakış açısını temsil eden bir global kavramsal veri tabanı

modeli oluşturulur. Genel olarak, bu yaklaşım bireysel kullanıcı bakışlarına yönelik gereksinimlerin önemli oranda örtüştüğü ve veri tabanı uygulamalarının aşırı derecede karmaşık olmadığı durumlarda en uygundur (Şekil 4a).

- *Bakış açısı bütünleştirme yaklaşımı.* Merkezleştirilmiş yaklaşımın aksine, bu yaklaşım her kullanıcının bakış açısını ayrı bir liste haline getirir. Her liste için bağımsız olarak bir lokal kavramsal veri tabanı modeli oluşturulur. Bu ayrı modeller, veri tabanı tasarımının sonraki aşamasında birleştirilirler. Bakış açısı bütünleştirme yaklaşımı, genellikle kullanıcı bakış açıları arasında önemli farklılıklar olduğunda ve veri tabanı uygulamaları çok karmaşık olduğunda tek bir toplu çözüm yerine ayrı olarak adreslenmelerinin daha kullanışlı olması durumunda tercih edilir (Şekil 4b).

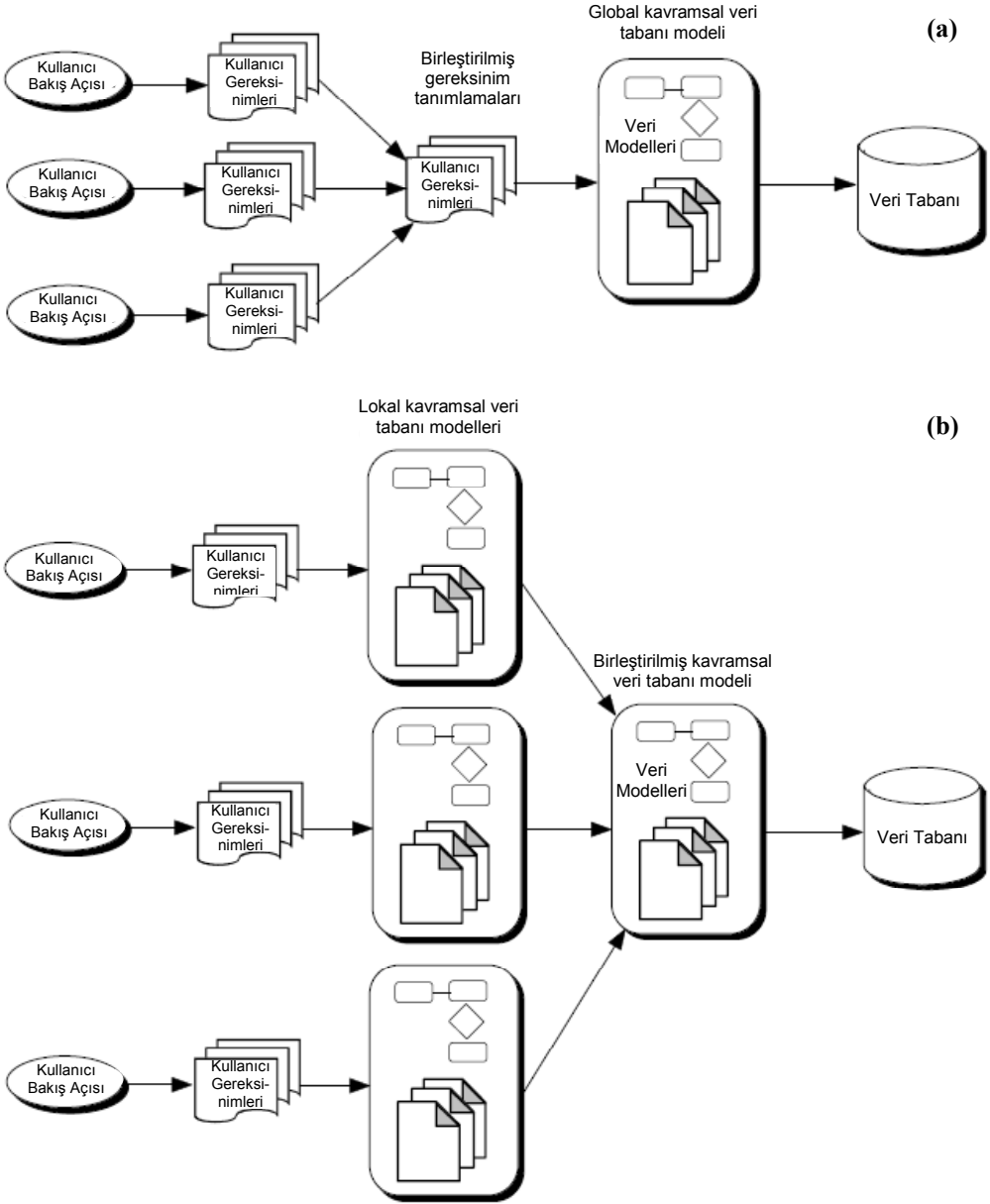
5. Çok Çözünürlüklü Mekansal Veri Tabanı Oluşturma Stratejileri

Çok çözünürlüklü mekansal veri tabanlarının oluşturulması için iki ayrı strateji kullanılabilir [9][26]:

- Farklı ayrıntı düzeylerindeki mevcut veri setleri, veri eşleştirme ile birbirine bağlanır.
- Farklı ayrıntı düzeylerindeki veri setleri, temel (altlık) veri setinden genelleştirme ile türetilir ve bağlantılar işlem esnasında depolanır.

Veri eşleştirme, mevcut veri setlerindeki eşlenik nesnelere tanımlamak için gereklidir [8][16].

Genelleştirme; ayrıntılı mekansal veri kaynağından ya da setinden, semantik, geometrik ve/veya grafik dönüşümlerle istenen özelliklere uygun daha az ayrıntıya sahip bir veri seti türetme işlemi olarak tanımlanabilir. Mekansal modelleme bağlamında genelleştirme, üç aşamalı olarak ele alınır [4][6][17]: nesne genelleştirme (veri toplama genelleştirmesi), model genelleştirme (coğrafi veri tabanı genelleştirmesi) ve kartografik genelleştirme (Şekil 5).



Şekil 4. Çok kullanıcıli veri tabanı ortamında kullanıcı gereksinimleri değerlendirme yaklaşımları: (a) merkezleştirilmiş yaklaşım, (b) bakış açısı bütünleştirme yaklaşımı [27]

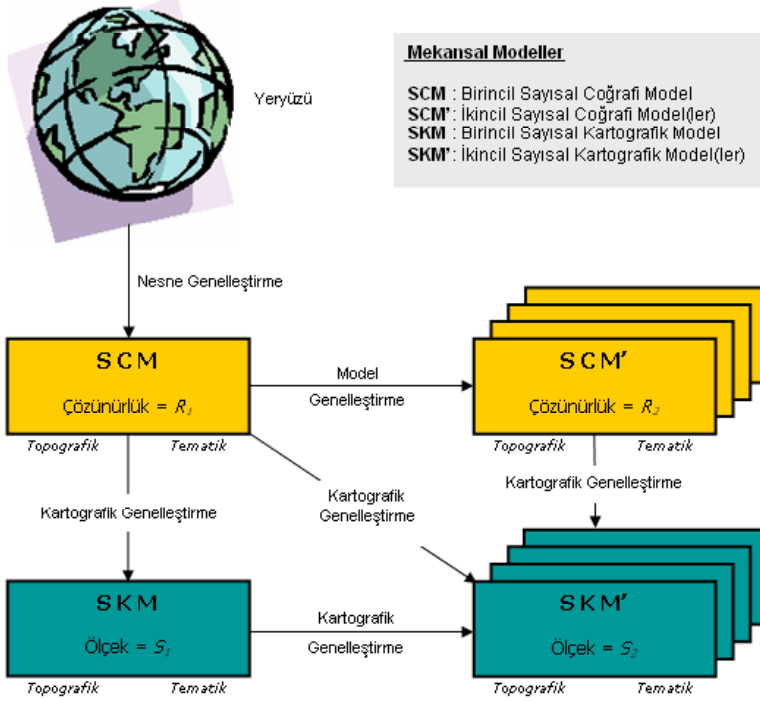
Hedef veri tabanı tanımlamalarındaki semantik ve geometrik çözünürlük değişimleri model genelleştirmeyi ve grafik çözünürlük değişimleri başka bir ifadeyle ölçek değişimi kartografik genelleştirmeyi gerekli kılar.

Model genelleştirme, genel olarak seçme, sınıflandırma, birleştirme, semantik basitleştirme, dönüştürme, kaynaştırma ve geometrik basitleştirme işlemlerini içerir [14][18][23]. Model genelleştirme, kartografik genelleştirmenin ön

işlem aşamasıdır. Geniş kapsamda, kartografik genelleştirme çoğu model genelleştirme işlemini içerir. Dar kapsamda, kartografik genelleştirme işaretleştirme, öteleme, yumuşatma, tipikleştirme ve abartma gibi işlemleri içerir. Farklı genelleştirme sınıflandırmaları, [12][19][26]'da verilmektedir.

Genelleştirme, bağlamsal olmayan ve bağlamsal genelleştirme olarak iki aşamalı uygulanır [4]. İlkinde, tek bir nesnenin geometrik, seman-

tik ve yapısal özellikleri, diğerinde ise anlamlı nesne gruplarının geometrik, semantik ve yapısal ilişkileri dikkate alınır. Bu durum, coğrafi veri tabanı için geçerlidir (Şekil 6). Kartografik veri tabanı için bunlara ek olarak hedef ölçeğe göre grafik özellikler (işaret türü, büyüklüğü, doğrultusu ve rengi) ve ilişkiler (işaret ayrımları ve algısal ilişkiler) de dikkate alınır. Benzer olarak, genelleştirme için mikro, mezo and makro düzeylerden söz edilebilir [20].

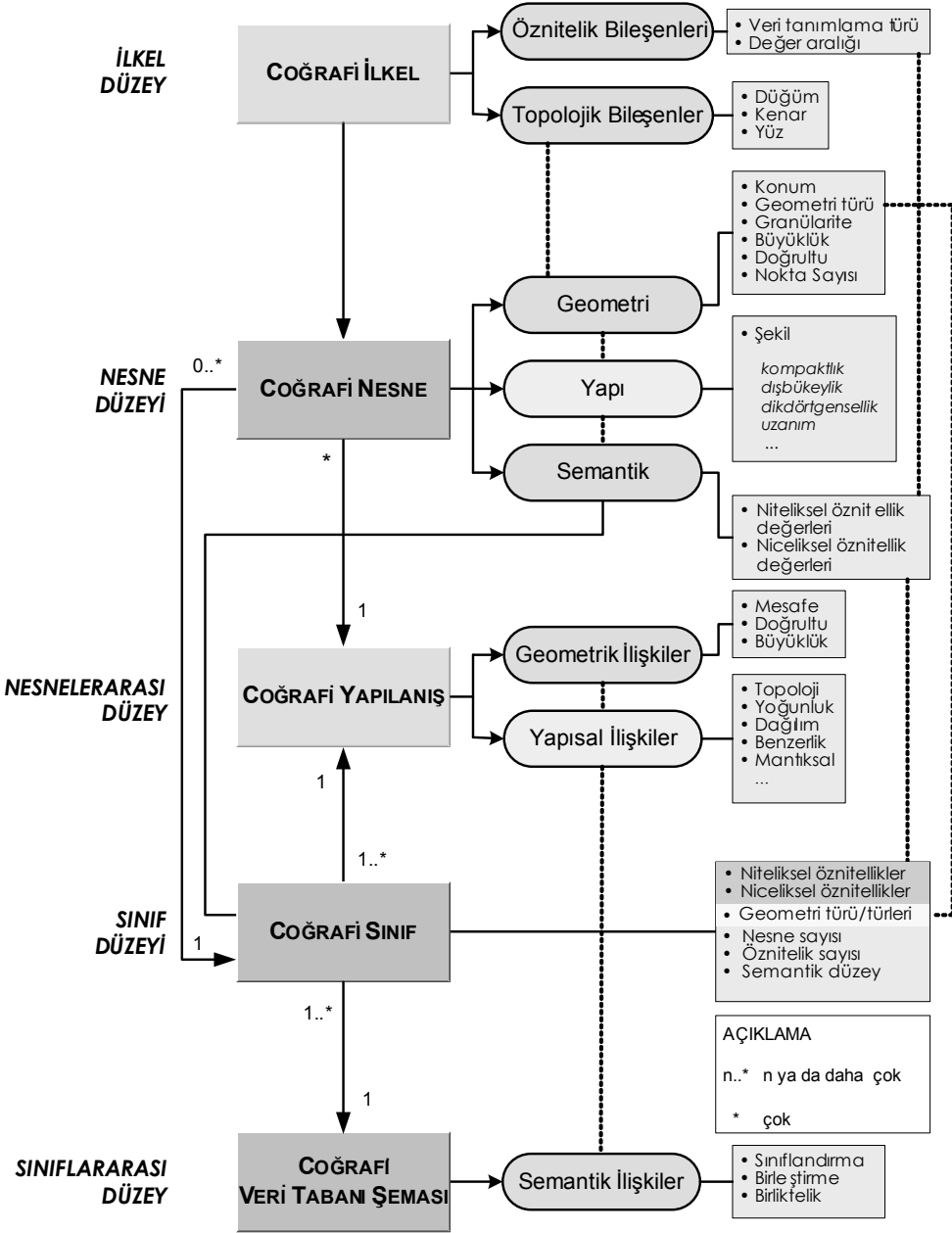


Şekil 5. Mekansal modelleme ve genelleştirme [2]

5. Sonuçlar

Farklı amaçlara sahip kullanıcıların gereksinimlerinin karşılanması için mekansal veri tabanlarının çok çözünürlüklü modellenmesi hususu dikkate alınmalıdır. Özellikle büyük çaplı CBS ve mekansal veri altyapısı projelerinin geliştirilmesinde, otomatik genelleştirme yaklaşımı ile farklı çözünürlüklerde mekansal (coğrafi ve kartografik) veri setlerinin türetil-

mesi ve çok çözünürlüklü mekansal veri tabanları içinde bütünleşik olarak yapılandırılmaları son derece önemlidir. Böylece, bu veri tabanlarının bakımının daha kolay ve daha az maliyetle yapılması, çok çeşitli kaynaklardan gelen verilerin tutarlı bir biçimde bütünleştirilmesi ve farklı ayrıntı düzeylerinde mekansal analiz ve görselleştirme olanaklarıyla çeşitli alanlardaki uygulamaların verimliliklerinin artırılması mümkün olacaktır.



Şekil 6. Bir coğrafi model içindeki olası kavramsal düzeyler [2]

Kaynaklar

- [1] Anders, K.-H., Sester, M. ve Bobrich, J. (2007) 'Incremental Update in an MRDB', Proceedings of 23rd ICA International Cartographic Conference, 4-10 August 2007, Moscow, Russia.
- [2] Başaraner, M. (2000) 'Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Genelleştirme ve Çoklu Gösterim', Harita Dergisi, Temmuz 2000, Sayı: 124, 1-15.
- [3] Başaraner, M. ve Selcuk, M. (2004) 'An Attempt to Automated Generalization of Buildings and Settlement Areas in Topographic Maps', Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, Istanbul, Turkey.
- [4] 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.
- [5] Bedard, Y. ve Bernier, E. (2002) 'Supporting Multiple Representation with Spatial Databases, Views Management and Concept of VUEL', ISPRS/ICA Joint Workshop on Multi-Scale Representations of Spatial Data, Ottawa, Canada.
- [6] Brassel, K. ve Weibel, R., (2002) 'Generalization', In: Anson, R.W. and Ormeling, F.J. (eds.) Basic Cartography for Students and Technicians, Vol. 2, Second Edition, London: Butterworth-Heinemann.
- [7] Cecconi, A. (2002) Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping, PhD Thesis, University of Zurich, Switzerland.
- [8] Daniela, M. ve Udo, L. (2004) 'Matching Cartographic Objects in Spatial Databases', In: Proceedings of XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, Istanbul, Turkey.
- [9] Hampe, M., Anders, K.-H. ve Sester, M. (2003) 'MRDB Applications for Data Revision and Real-Time Generalisation', Proceedings of 21st ICA International Cartographic Conference, Durban, South Africa.
- [10] Kainz, W. (2004) Geographic Information Science (GIS), Lecture Notes, Division of Cartography and Geoinformation, University of Vienna, Austria, 99 p.
- [11] Kilpelainen, T. (1997) Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps, PhD Thesis, Publications of the Finnish Geodetic Institute, No: 124, 229 p.
- [12] Li, Z. (2007) Algorithmic Foundation of Multi-Scale Spatial Representation, Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor&Francis Group), 280 p.
- [13] Meng, L. (1997) Automatic Generalization of Geographic Data, Tech. Report, SWE-CO, Stockholm, 76 p.
- [14] Meng, L. (2000) ATKIS: Modell- und Kartographische Generalisierung, Vorstudien zum AdV-Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, 44 p.
- [15] Molenaar, M. (1996) 'Multi-Scale Approaches for Geodata', Int. Arch. of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.XXXI, Part B3, Vienna, pp. 542-554.
- [16] Mustiere, S. ve van Smaalen, J. (2007) 'Database Requirements for Generalisation and Multiple Representations', In: Mackaness, W.A., Ruas, A. and Sarjakoski, L.T. (eds), Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications, International Cartographic Association (ICA), Oxford, UK: Elsevier, pp. 113-136.
- [17] Müller, J.-C., Weibel, R., Lagrange, J.-P. ve Salge, F. (1995) 'Generalization: State of the Art and Issues', In: Müller, J.-C., Lagrange

ge, J.-P., Weibel, R. (eds.), GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 3-17.

[18] Peng, W. (2000) 'Database Generalization: Concepts, Problems, and Operations', In: Int. Arch. of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXIII, Part B4, Amsterdam, pp. 826-833.

[19] 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.

[20] Ruas, A. (1998) 'O-O Constraints Modelling to Automate Urban Generalisation Process', In: Proceedings of 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98), Vancouver, pp. 225-235.

[21] Sester, M. (1999) 'Acquiring Transition Rules Between Multiple Representations in a GIS: An Experiment with Area Aggregation', Computers, Environment and Urban Systems, 23, pp. 5-17.

[22] Toth, K. (2007) 'Data Consistency and Multiple-representation in the European Spatial Data Infrastructure', 10th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 2-3 August 2007, Moscow, Russia.

[23] Uçar, D., Bildirici, İ.Ö. ve Uluğtekin, N. (2003) 'Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Model Genelleştirilmesi Kavramı ve Geometri ile İlişkisi', Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı: CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 94-103, Konya.

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

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

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

[27] Yeung, A.K.W. ve Hall, G.B. (2007) Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management, The GeoJournal Library 87, Dordrecht, NL: Springer, 553 p.