

KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRMEDE KULLANILAN KAPSAMLI MODELLEME TEKNİKLERİ VE YAZI GENELLEŞTİRMESİ UYGULAMASI

Özlem Simav, Serdar Aslan, O.Nuri Çobankaya

Harita Genel Komutanlığı, Kartografya Dairesi Başkanlığı 06100 Dikimevi, Ankara ozlem.simav@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Kartografik genelleştirme, harita nesnelерinin okunaklılığıyla birlikte bağlamsal karakterini koruyabilmek için kalite kontrolden geçmiş sayısal veri ile beraber yetenekli kartograflar ve akıllı algoritmalarla oluşan otomasyon sürecini gerektirmektedir. Bu süreç, programlama kodlarının kullanımı ile tamamen sayısal olarak gerçekleşir duruma gelmiştir. Ancak burada önemli olan bu kodların mantık çerçevesinde nasıl düzenleneceğidir. Bu çalışmada söz konusu süreci modelleyen tekniklerden en yaygınları olan ve kapsamlı modelleme teknikleri olarak adlandırılan koşul-eylem (condition-action), insan etkileşimli (human interaction) ve kısıt tabanlı (constraint based) modeller üzerinde durulacak ve yazı genelleştirme uygulamasıyla bu modelleme teknikleri karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kartografya, Genelleştirme, Koşul-eylem modelleme tekniğı, İnsan etkileşimli modelleme tekniğı, Kısıt tabanlı modelleme tekniğı

ABSTRACT

COMPREHENSIVE MODELING TECHNIQUES USED IN CARTOGRAPHIC GENERALISATION AND AN APPLICATION OF TEXT GENERALIZATION

Cartographic generalisation requires an automation process that consists of digital data which passed through quality control together with talented cartographers and smart algorithms in order to conserve the map object's legibility with their contextual characteristic. This process is now achieved completely digitally through the use of the programme codes. But the considerable point is how these codes can be arranged in a logical sequence. In this study the common comprehensive modeling techniques namely condition-action, human interaction and constraint based models are described and compared with an application of text generalisation.

Keywords: Cartography, Generalisation, Condition-action Modeling Technique, Human Interaction Modeling Technique, Constraint Based Modeling Technique

1. GİRİŞ

Büyük ölçekli haritalardan daha az ayrıntıya sahip küçük ölçekli haritaların türetilmesine hizmet eden bilgisayar destekli harita üretim sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası olan genelleştirme süreci; hedef ölçekte tutarlı veri üretmeye katkıda bulunan genelleştirme yaklaşımlarına ve sürekli gelişen sayısal kartografik tekniklere bağlı olarak oldukça gelişmektedir.

Kartografik genelleştirme artık, programlama kodlarının kullanımı ile tamamen sayısal olarak gerçekleşir duruma gelmiş ve kodların nasıl düzenleneceği konusu ile beraber modelleme teknikleri büyük önem kazanmıştır. Bilgisayar bilimi ve teknolojilerindeki ilerlemelerle beraber otomatik genelleştirme sürecini modellemek için, basit toplu iş süreçlerinden daha karmaşık yöntemlere kadar birçok farklı yaklaşım geliştirilmiştir. İlkel toplu iş yaklaşımı dışında Harrie vd. (2007) genelleştirme sürecini üç ayrı modelleme tekniğı olarak ele almıştır. Bunlar *koşul-eylem* (kural tabanlı), *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modeller olarak adlandırılmaktadır. Bu modellerin uygulamalarıyla bilim bir önceki durumuna göre önemli ilerleme kaydetmiş ve ilk kez bu modeller genelleştirme sürecini basit toplu iş sürecinden kurtaran bir yol olarak görülmüştür.

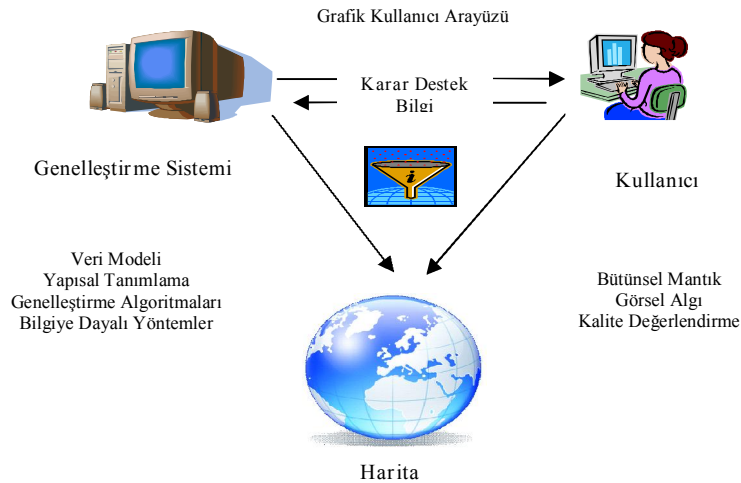
2. KAPSAMLI MODELLEME TEKNİKLERİ

Koşul-eylem modelinin temelini, nesnenin özneliğı (durum) ve bu nesneye göre algoritmayı (hareket) tetikleyen genelleştirme kuralı oluşturmaktadır (150m'den kısa kuru derelerin silinmesi bu modele örnek teşkil etmektedir). Raster genelleştirme operatörleri ile gerçekleştirilen bitki alanlarının birleştirilmesi gibi bazı genelleştirme

işlemleri için *koşul-eylem* modeli uygun sonuçlar üretmektedir. Ancak genelleştirme bir bütün olarak ele alındığında bu model için bazı engeller ortaya çıkmaktadır. Örneğin, uygun algoritmalar içine kuralların gömülmesinin zorluğu ve harita nesnelere ile bunların kendi aralarındaki ilişkilerin çeşitliliği, bu engeller arasında sayılmaktadır. Harita nesnelere arasındaki bu ilişkiler de farklı algoritmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. *Koşul-eylem* modelinin bir diğer sorunu da genelleştirme sürecindeki farklı algoritmalar tarafından kullanılan operatörlerin sıralamasıdır. Örneğin bir ulaşım ağı genelleştirme işleminde, seçme-eleme ve sınıflandırma ilk olarak yapılırken, ilişkili diğer operatörlerden geometri dönüşümü ve öteleme daha sonra uygulanmaktadır. Farklı amaç ve etkilere sahip bu operatörler, kartografik bir sorunu çözmek için bir algoritmada uygulandığında, bu algoritma sonradan diğer algoritmalar tarafından çözülebilecek başka sorunlar yaratabilmektedir. Bu nedenle her zaman bir koşul silsilesi içinde olan *koşul-eylem* modeli, tüm durumları modellenemeyen ve sonuçları değerlendiremeyen bir yapı kazanmaktadır (Mackness vd., 2007).

Koşul-eylem modeline ait bu sınırlamalar ve genelleştirme sürecindeki tüm durumları dikkate almanın imkânsızlığı, *insan etkileşimli* olarak adlandırılan yeni bir modelin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. *İnsan etkileşimli* model, genelleştirme iş yükünü yazılım ve kartograf arasında paylaşırma ilkesine dayanmakta ve *güçlendirilmiş zekâ* (Weibel, 1991) kavramı ile ilişkilendirilebilmektedir. Buna göre; genelleştirme yazılımı genel olarak algoritmaları uygulamak için yeterince formüle edilebilen görevleri gerçekleştirirken, kartograf da karar verme yeteneğini kullanarak, yazılıma yol gösterme ve onu kontrol etme sorumluluğunu üstlenmektedir. Böylece insan zekâsı bilgisayarın işlem gücü ile artırılırken, mantık ve görsel algı ile genelleştirme sonuçlarının değerlendirilmesinde bilgisayarın sınırlı yetenekleri de insan zekâsının varlığı ile artırılmaktadır (Şekil 1).

Harita nesnelere yalnızca düzenlenmesini sağlayan basit etkileşimli modelin aksine, duruma uygun çözümü bulup ilgili operatörü çalıştırma yeteneğine sahip *güçlendirilmiş zekâ* kavramı, 90'lı yıllardan bu yana etkileşimli genelleştirme sistemlerine ve kural tabanlı sistemlere ilginç bir alternatif olarak sunulmuş olsa da, bu zamana kadar hiçbir genelleştirme üretim sisteminde uygulanmamıştır (Harrie vd., 2007). Bu süreç, tekil harita nesnelere için uygun olmasına rağmen yoğun veriye sahip detay sınıfları için zaman alıcı ve kartograf yeteneğine oldukça bağımlıdır. Araştırmaların amacı her ne kadar klasik anlamda bir kartografin çalışmasını taklit edecek tamamıyla otomatik bir sistem geliştirmeye yönelik olsa da, günümüzde kartograf müdahalesi olmadan uygulanabilir bir yazılım sistemi geliştirmek mümkün görünmemektedir.



Şekil 1. *İnsan etkileşimli* modellemeye bir örnek olarak *güçlendirilmiş zekâ* kavramı (Weibel, 1991).

Genelleştirme süreci kısaca, birbirine geçmiş zincirler gibi sıralı durumlar ve bu durumları çözmeye yönelik bir dizi işlemlerden oluşmaktadır. Ancak haritaların genel karmaşık yapısı ve harita nesnelere arasında neredeyse sonsuz sayıda olası ilişki bulunması ve tüm bu ilişkileri farklı detay sınıfları için kategorize etmek ve her sınıf için uygun eylemleri yeniden tanımlamak bu bir dizi işlemi zorlaştırmaktadır. Bu zorluğu aşmak ve diğer modelleme tekniklerinin zayıf taraflarını güçlendirmek amacıyla *kısıt tabanlı* modelleme tekniği ortaya çıkmıştır. *Kısıt tabanlı* modellemenin ardındaki ana fikir, genelleştirme sürecinde koşulların kısıtlar gibi davranmasını sağlamaktır. *Koşul-eylem* modelinin aksine ve herhangi bir etkileşimli müdahale olmaksızın, *kısıt tabanlı* model, karşılaşılan bu koşulları (kısıtları) tanımlı tek bir işlemle değil, işlemler arasından en uygununu seçerek uygulamaktadır. Böylece *kısıt tabanlı* model hangi işlemin daha uygun olduğu konusunda değerlendirme yapmamıza izin vermektedir. *Kısıt tabanlı* modellemede genelleştirme sürecine başlamadan önce orijinal haritanın doğru olduğu ve türetme haritalarda karşılanması gereken temel gereksinimlerden biri olan gösterim kısıtlarının karşılandığı kabul edilirken, bir diğer gereksinim olan okunabilirlik kısıdı ise ciddi şekilde ihlal edilmektedir. Bu bağlamda kısıtlar tanımlanırken tutarlı olunmalı ve bu iki temel gereksinim olabildiğince karşılanmalıdır.

Günümüzde, çoğunlukla *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modelleme tekniklerinin uygulamalarını içeren genelleştirme yazılımları, en son teknik olan *kısıt tabanlı* modellemenin avantajlarını da göz önünde tutarak yazılımlarını güncellenmek üzere tekrardan ele alınmıştır. Bu çalışma, söz konusu bu üç modelleme tekniğinin Harita Genel Komutanlığı (HGK) bünyesinde geliştirilen KartoGen (KG) genelleştirme yazılımında kullanılan yazı genelleştirme ve yazı yerleşimi üzerindeki pratik uygulamalarını içermektedir.

KG yazılımında kapsamlı modelleme teknikleri ESRI yazılımına bağımlı ya da tamamen bağımsız özgün algoritmalar kullanılarak deneysel olarak tecrübe edilip genelleştirme süreci içinde kullanılmaktadır. Örneğin çizgi basitleştirme işleminde “*bend simplify*” algoritması kullanılırken, nokta binaların tipikleştirilmesinde özgün bir çözüm gerçekleştirilmektedir.

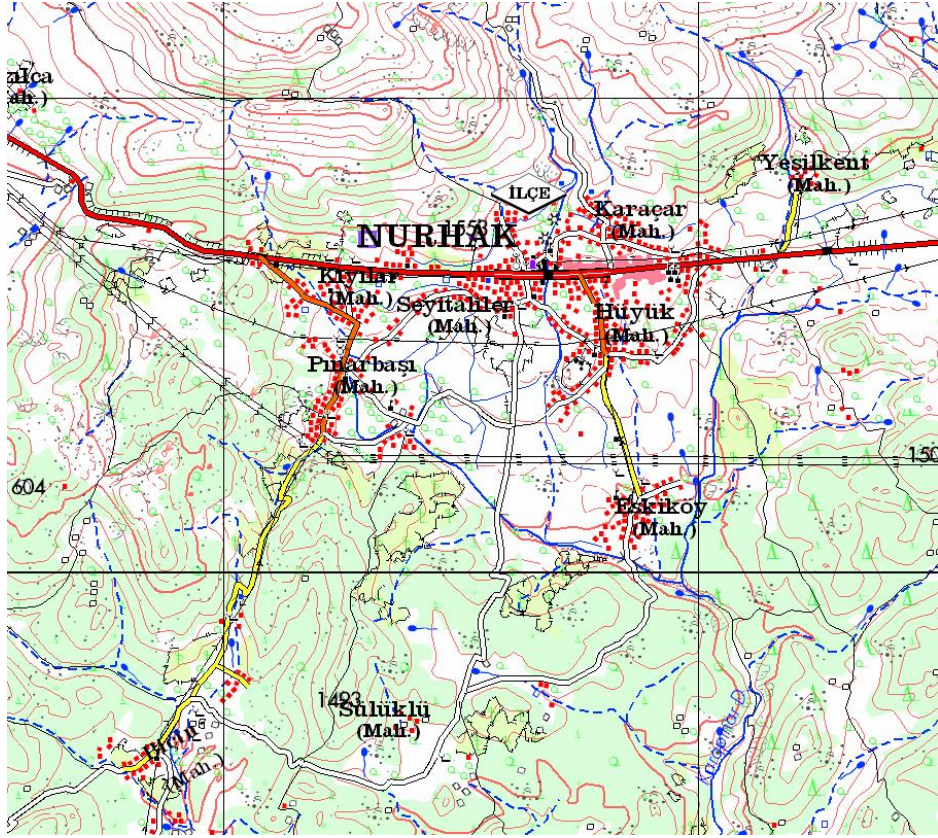
3. YAZI GENELLEŞTİRMESİ UYGULAMASI

KG yazılımının ilk sürümünde yazı genelleştirme sürecinde *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modelleme teknikleri uygulanmış ve kısa bir zaman öncesine kadar da kullanımda kalmıştır. Yakın bir zamanda *koşul-eylem* modelinin *kısıt tabanlı* model ile değiştirilmesine karar verilerek, buna yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Bu değişim ile *kısıt tabanlı* modelleme tekniğinin esnek yapısından yararlanmak ve insan etkileşimini tamamen ortadan kaldırmak amaçlanmıştır. *Kısıt tabanlı* modelin ağırlık ve önceliklerine göre yazı yığınlarını yerleştirme seçeneği, yazının detaya göre nereye ve nasıl konumlanacağını kontrolüne izin vermektedir. *Kısıt tabanlı* modelleme tekniği bu anlamda *insan etkileşimi* ile beraber kullanılan *koşul-eylem* modelleme tekniğine göre neredeyse hiç insan müdahalesi gerektirmeden daha hızlı sonuç verecektir.

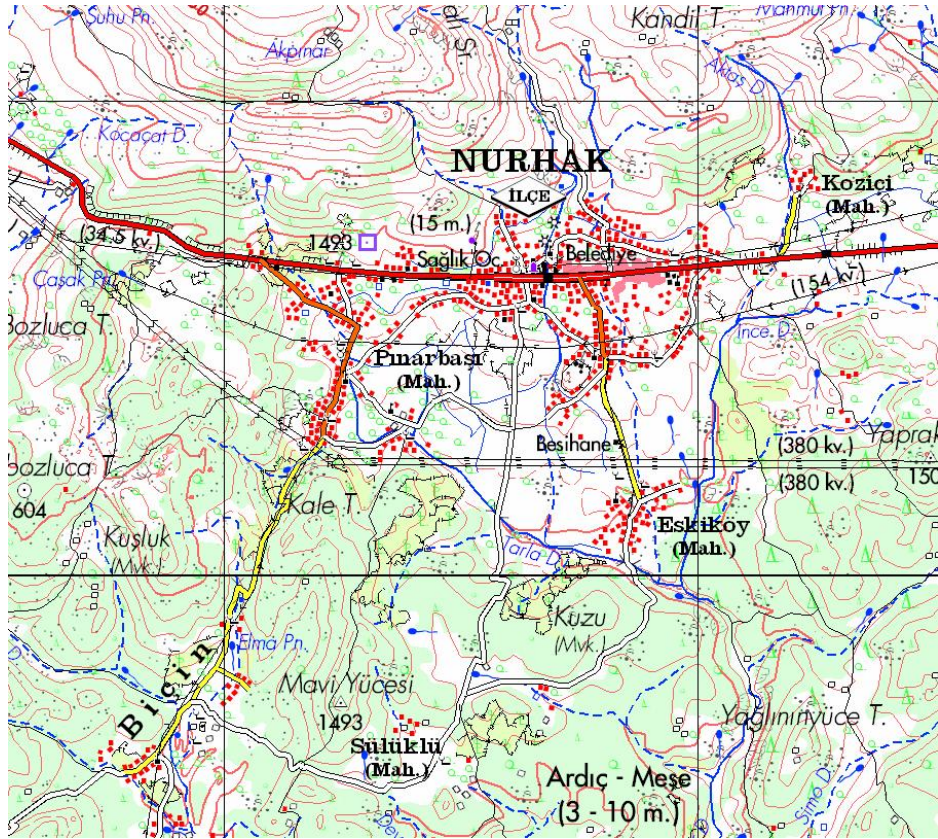
Yazılımın bir önceki sürümünde, yazı genelleştirme ve yerleştirme işlemlerinde detay-yazı ilişkisi eksikliğinden kaynaklanan bazı semantik sorunlar yaşanmıştır. Harita yazılarını harita üzerine otomatik olarak yerleştirmek için detay ile yazı arasında bir ilişkinin var olması gerekmektedir. Bu bağlamda, yerleşim yeri isimlerini Yerleşim Yeri Veri Tabanından (YYVT), diğer yazıları 1:25K ölçekli temel ölçekli veritabanından alarak, detay ile yazı ilişkisini yapılandıran bir program geliştirilmiştir. Bununla birlikte, harita üzerinde yazısı mevcut olup, bu yazıya ait somut bir detayla ilişkilendirilemeyen tepe, sırt, dağ, ova gibi net olmayan sınırlara sahip yerleştirilmesi zor arazi yazıları da bulunmaktadır. Bu yazılar ise, sayısal arazi modeli yardımı ile üretilen eğim ve baki haritaları kullanılarak türetilmiş ve ESRI Maplex uzantısının avantajlarından da faydalanılarak tüm bu yazılar harita üzerinde olabilecek en uygun yere yerleştirilmişlerdir. Ayrıca önceki sürümde sadece yerleşim yerleri isimleri, nirengi yükseklik yazıları ve mezar isimleri, bina isimleri gibi bazı önemli harita detaylarına ait yazılar seçilirken bunların yerleştirilmesine yönelik herhangi bir işlem gerçekleştirilmemiştir. Başka bir deyişle yazılar temel ölçekli haritadan olduğu gibi alınmakta, şekil ve konumunda herhangi bir değişikliğe uğramamaktadır.

Kısıt tabanlı ile *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modelleme tekniklerini karşılaştırmak için, yoğun yazı detayına sahip 1:25K ölçekli haritalardan türetilen 1:100K ölçekli topografik harita üzerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma kistası olarak işlem sürelerine, yerleştirilen yazıların konumsal doğruluğuna ve HGK üretim standartlarına göre eksik yazı verisi olup olmadığına bakılmıştır.

Karşılaştırma için referans kabul edilebilecek HGK üretim gereksinimlerini karşılayan 1:100K ölçeğinde örnek bir alan seçilmiştir. Bu haritaya ulaşabilmek için öncelikle *koşul-eylem* modeli ile birlikte *insan etkileşimli* model uygulanmış, elde edilen çıktı şekil 2’de gösterilmiştir. Söz konusu pafta için tüm harita yazılarının genelleştirilmesi sadece *koşul-eylem* modelinin kullanımı ile yaklaşık 5 dakika sürmüştür. Aynı paftaya *kısıt tabanlı* modelleme tekniği de uygulanmış ve sadece *koşul-eylem* modeli uygulamasına göre işlem süre yaklaşık üç kat artış göstermiştir. Ancak *koşul-eylem* modelinin kullanıldığı ve şekil 3’de de bir kısmı gösterilen örnek paftada eksik yazılar ve yanlış yerleştirme gibi bazı sorunların varlığı göze çarpmaktadır. Bu sorunların çözümü için kartograf müdahalesi gerekmekte ve *insan etkileşiminin* de sürece dâhil edilmesi ile işlem süresi yaklaşık 10 saat daha uzamaktadır. *Kısıt tabanlı* modelleme tekniğinin uygulamasını gösteren şekil 3’ün neredeyse hiç kartograf müdahalesine ihtiyaç duymadığı gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar *kısıt tabanlı* modelleme tekniğinin yazı genelleştirmesi ve yerleştirmesi için uygun bir teknik olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Koşul-eylem modeli kullanılarak gerçekleştirilen yazı genelleştirme uygulaması



Şekil 3. Kısıt tabanlı model kullanılarak gerçekleştirilen yazı genelleştirme uygulaması

4. SONUÇ VE ÖNERİLER⁽¹⁾

Genelleştirme süreci karmaşık doğası nedeniyle halen kartografyanın önemli konuları arasında yer almakta ve bu süreci modellemek için halen mükemmel bir çözüm olmadığı da kabul edilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile ilgilenen neredeyse tüm ticari yazılımlar genelleştirme konusunda etkin çözümler sunamamışlar ve bu da, türetme harita üreten haritacılık kurumlarını kendi özgün çözümlerini bulmaya zorlamıştır. Bu bağlamda, her ne kadar teknolojik ilerlemelerle beraber genelleştirme sürecinin modellenmesi bazı değişiklikler gösterse de türetme harita üretirken belirli ihtiyaçların karşılanmasının gerekliliğinden kaynaklanan sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sıkıntılar tatmin edici seviyeye çeşitli deneysel çalışmalarla getirilmekte, bunu yaparken de güncel yöntemler kullanılmaya çalışılmaktadır.

Yoğun işlem ve analizlerle türetme haritaların sorunlarına çözümler üreten bu süreç, son yıllarda teknolojik gelişmelerin de etkisiyle otomasyon çalışmalarına büyük hız kazandırmıştır. Bu bağlamda, basit toplu iş süreçleri, kapsamlı modelleme teknikleri gibi farklı birçok yaklaşım otomatik genelleştirmeye katkıda bulunmaktadır (Harrie vd., 2007). Bu çalışmada, kapsamlı modelleme teknikleri hakkında kısa bir bilgi verilerek, yazı genelleştirme ve yerleştirme ile ilgili bir uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında *koşul-eylem*, *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri karşılaştırılmıştır. Yazı genelleştirmede elde edilen ilk sonuçlar en güncel modelleme tekniği olan *kısıt tabanlı* modelin insan etkileşimini büyük ölçüde önlediği ve otomatik genelleştirme sürecini iyi yönde etkilediğini göstermektedir. Bu da diğer detay sınıfları için yapılacak sonraki çalışmalar için cesaret vermektedir.

(1) Sunulan çalışma ve elde edilen sonuçlar yazarların bireysel görüşlerini içermekte ve Türk Silahlı Kuvvetlerinin görüşlerini yansıtmamaktadır.

KAYNAKLAR

- AGENT, 1998. *Constraint analysis*. Technical report, Agent Consortium.
- Aslan, S., Çetinkaya, B., Ilgın, D.E., Yıldırım, A. 2004. *Some intermediate results of KartoGen Generalization Project in HGK*, ICA/EuroSDR Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Leicester, UK, August 19-22.
- Burghardt, D., Schmid, S. and Stoter, J., 2007. *Investigations on cartographic constraint formalization*, Workshop of the ICA Commission on Generalization and Multiple Representation, August, Moscow.
- Filippovska, Y., Walter, V., Fritsch, D., 2008. *Quality evaluation of generalization algorithms*, ISPRS Beijing.
- Harita Genel Komutanlığı, 1999. *Topografik Harita Üretim Talimatı*, HGK Yayınları
- Harrie, L., Weibel, R., 2007. *Generalization of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications*, Elsevier, p. 67-87
- Hauert, J-H., Sester, M., 2008. *Assuring logical consistency and semantic accuracy in map generalization*, Photogrammetrie - Fernerkundung – Geoinformation (PGF), vol. 2008, no. 3, p. 165-173.
- Mackness W.A., Ruas A., 2007. *Generalization of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications*, Elsevier, p. 89-111
- McMaster, R.B., Shea K.S., 1992. *Generalization in digital cartography. Association of American Geographers. Resource Publications in Geography*. Washington, D.C..
- Podolskaya, E.S., K.-H. Anders, Hauert, J-H., Sester, M, 2008. *Quality Assessment for Polygon Generalization, Quality Aspects in Spatial Data Mining*, CRC Press, Taylor & Francis Group, p. 211-220
- Schmid, S., 2008. *Automated Constraint-Based Evaluation of Cartographic Generalization Solutions*, Master Thesis, University of Zurich, Switzerland
- Weibel, R., 1991. *Amplified intelligence and rule-based systems*, Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation, pages 172–186. Longman, London.