

# Kartografik Genelleştirmede Kullanılan Kapsamlı Modelleme Teknikleri ve Yazı Genelleştirmesi Uygulaması

Özlem SİMAV<sup>1</sup>, Serdar ASLAN<sup>1</sup>, O. Nuri ÇOBANKAYA<sup>1</sup>

## Özet

*Kartografik genelleştirme, harita nesnelерinin okunaklılığıyla birlikte farklı ölçeklerde bağlamsal karakterini koruyabilmek için kalite kontrolden geçmiş sayısal veri ile beraber yetenekli sanal kartograflar ve akıllı algoritmalarından 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 genelleştirmesi 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 virtual cartographers and smart algorithms in order to conserve the map object's legibility with their contextual characteristic in different scales. 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.*

## Key Words

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

## 1. Giriş

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 kat-

kıda bulunan genelleştirme yaklaşımlarına ve sürekli gelişen sayısal kartografik tekniklere bağlı olarak oldukça gelişmektedir.

Kartografik genelleştirme artık, programlama kodlarının kullanımı ile neredeyse tümüyle sayısal olarak gerçekleşir duruma gelmiş ve kodların nasıl düzenleneceğii 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. Bu modelleme tekniklerinin uygulamalarıyla kartografya bilimi bir önceki durumuna göre önemli ilerleme kaydetmiş ve ilk kez bu teknikler genelleştirme sürecini basit toplu iş sürecinden kurtaran bir yol olarak görülmüştür.

Bu çalışmada, kapsamlı modelleme teknikleri hakkında kısa bir bilgi verilmiş ve yazı genelleştirme ile ilgili örnek bir pafta genelinde uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Söz konusu örnek pafta genelinde *koşul-eylem*, *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri karşılaştırılmıştır.

## 2. Kapsamlı Modelleme Teknikleri

Basit kuralların kontrolünü yapan ve etkileşimli işlemleri içermeyen toplu iş (batch) yaklaşımları dışında Harrie ve Weibel (2007) genelleştirme sürecini üç ayrı modelleme tekniğı olarak ele almıştır. Bunlar *koşul-eylem* (kural tabanlı), *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modeller olarak adlandırılmaktadır.

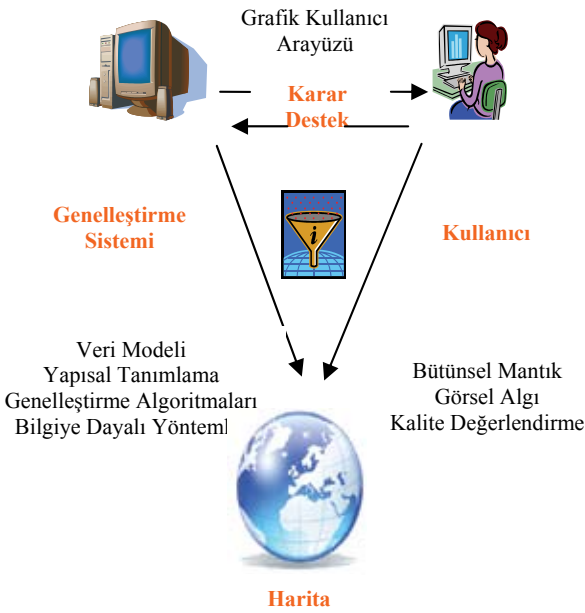
*Koşul-eylem* modelinin temelini, nesnenin özneteliğı (durum) ve bu nesneye göre algoritmayı (hareket) tetikleyen genelleştirme kuralı oluşturmaktadır (150m'den kısa kuru derelerin silinmesi bu modele örnek teşkil etmektedir). Raster genelleştirme operatörleri ile gerçekleştirilen bitki alanlarının birleştirilmesi 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. Örneğın, uygun algoritmalar içine kuralların gömülmesinin zorluğu ve harita nesneleri ile bu kurallar arasındaki ilişkilerin çeşitliliğı, bu engeller arasında sayılmaktadır. Harita nesneleri arasındaki bu ilişkiler de farklı algoritmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. *Koşul-eylem* modelinin bir diğeri sorunu da genelleştirme sürecindeki farklı algoritmalar tarafından kullanılan operatörlerin sıralamasıdır. Örneğın bir ulaşım ağı genelleştirme işleminde, seçme-eleme ve sınıflandırma ilk olarak yapılırken, ilişkili diğeri operatörlerden geometri dönüşümü ve öteleme daha sonra uygulanmaktadır. Farklı amaç ve etkilere

\* Sunulan çalışma ve elde edilen sonuçlar yazarların bireysel görüşlerini içermekte ve Türk Silahlı Kuvvetlerinin görüşlerini yansıtmamaktadır.

<sup>1</sup> Harita Genel Komutanlığı, Kartografya Dairesi Başkanlığı 06100 Dikimevi, Ankara

sahip bu operatörler, kartografik bir sorunu çözmek için bir algorithmada 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 değerlendirilemeyen bir yapı kazanmaktadır (MACKANESS ve RUAS, 2007).

*Koşul-eylem* modeline ait bu sınırlamalar ve geliştirme sürecindeki tüm durumları dikkate almanın imkânsızlığı, *insan etkileşimli* olarak adlandırılan yeni bir modelin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. *İnsan etkileşimli* model, geliştirme iş yükünü yazılım ve kartograf arasında paylaşırma ilkesine dayanmakta ve *yapay zekâ* (WEIBEL, 1991) kavramı ile ilişkilendirilebilmektedir. Buna göre; geliştirme 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 algılama ile geliştirme sonuçlarının değerlendirmesinde bilgisayarın sınırlı yetenekleri de insan zekâsının varlığı ile artırılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnsan etkileşimli modellemeye bir örnek olarak yapay zekâ kavramı (WEIBEL, 1991).

Harita nesnelere ait bilgileri içeren yazılar, haritaların önemli bileşenlerinden biridir. Ancak söz konusu yazıların harita üzerine yerleştirilmesi oldukça zaman alan karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin otomatize edilmesi ve yazı yerleştirme işleminin insan etkileşimi olmaksızın yapılması birçok araştırmaya konu olmuş ve klasik yazı yerleştirme kuralları (ROBINSON vd., 1995) formülize edilmeye çalışılmıştır. KartoGen yazılımının ilk sürümünde yazı yerleştirme ve yerleştirme süreci tamamen otomatize edilememiş ve *koşul-eylem* ile *insan etkileşimli* modelleme teknikleri bir arada uygulanarak kısa bir zaman öncesine kadar kullanımda kalmıştır. Yakın bir zamanda *koşul-eylem* modelinin

da, günümüzde kartograf müdahalesi olmadan uygulanabilir bir yazılım sistemi geliştirmek mümkün görünmemektedir.

Genelleştirme süreci kısaca, birbirine geçmiş zincirler gibi sıralı durumlar ve bu durumları çözmeye yönelik bir dizi işlemlerden oluşmaktadır (AGENT, 1998). 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 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, geliştirme sürecinde koşulların kısıtlar gibi davranmasını sağlamaktır (SCHMID, 2008). *Koşul-eylem* modelinin aksine ve herhangi bir etkileşimli müdahale olmaksızın, *kısıt tabanlı* model, karşılaşılan bu koşulları (kısıtları) tanımlı tek bir işlemle değil, işlemler arasında en uygununu seçerek uygulamaktadır (BURGHARDT vd., 2007). Böylece *kısıt tabanlı* model hangi işlemin daha uygun olduğu konusunda değerlendirme yapılmasına izin vermektedir. *Kısıt tabanlı* modellemede geliştirme 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 (HAUNERT ve SESTER, 2008).

Günümüzde, çoğunlukla *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modelleme tekniklerinin uygulamalarını içeren geliştirme 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 geliştirme yazılımında kullanılan yazı genelleştirme ve yazı yerleşimi üzerindeki pratik uygulamalarını içermektedir.

KartoGen yazılımında kapsamlı modelleme teknikleri ESRI yazılımına bağımlı ya da tamamen bağımsız özgün algoritmalar kullanılarak deneysel olarak tecrübe edilip geliştirme süreci içinde kullanılmaktadır. Örneğin çizgi basitleştirme işleminde "*bend simplify*" algoritması kullanılırken, nokta binaların tipikleştirilmesinde özgün bir çözüm gerçekleştirilmektedir (BİLDİRİCİ vd., 2011).

### 3. Yazı Genelleştirmesi Uygulaması

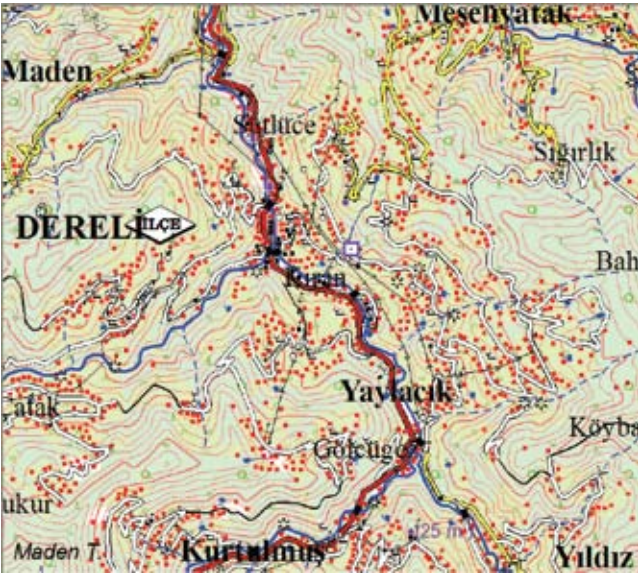
Harita nesnelere ait bilgileri içeren yazılar, haritaların önemli bileşenlerinden biridir. Ancak söz konusu yazıların harita üzerine yerleştirilmesi oldukça zaman alan karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin otomatize edilmesi ve yazı yerleştirme işleminin insan etkileşimi olmaksızın yapılması birçok araştırmaya konu olmuş ve klasik yazı yerleştirme kuralları (ROBINSON vd., 1995) formülize edilmeye çalışılmıştır.

KartoGen yazılımının ilk sürümünde yazı yerleştirme ve yerleştirme süreci tamamen otomatize edilememiş ve *koşul-eylem* ile *insan etkileşimli* modelleme teknikleri bir arada uygulanarak kısa bir zaman öncesine kadar 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 konumlanacağına 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 vermesi beklenmektedir.

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 (ASLAN vd. 2004). Bu bağlamda, yerleşim yeri isimlerini Yerleşim Yeri Veri Tabanından (YYVT), diğer yazıları 1:25000 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, mezar isimleri ve bina isimleri gibi bazı önemli harita detaylarına ait yazılar seçilirken bunların yerleştirilmesine yönelik herhangi bir işlem gerçekleştirilmemektedir. Başka bir değişle yazılar temel ölçekli haritadan olduğu gibi alınmakta, şekil ve konumunda herhangi bir değişikliğe uğramamaktadır.



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

Kısıt tabanlı ile koşul-eylem ve insan etkileşimli modelleme tekniklerini karşılaştırmak için, yoğun yazı detayına sa-

hip 1:25000 ölçekli haritalardan türetilen 1:100000 ölçekli topografik harita genelinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma kistası olarak işlem sürelerine, yerleştirilen yazıların konumsal doğruluğuna ve HGK üretim standartlarına göre eksik yazı verisi olup olmadığına bakılmıştır.

Söz konusu pafta genelinde çalışan uygulama sonuçlarını karşılaştırmak için referans kabul edilebilecek HGK üretim gereksinimlerini karşılayan örnek bir alan seçilmiştir. Bu referans görünümüne 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 süresi 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 3. Kısıt tabanlı model kullanılarak gerçekleştirilen yazı genelleştirme uygulaması

#### 4. Sonuç ve Öneriler

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 karşılanması 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 kapsamda, basit toplu iş süreçleri, kapsamlı modelleme teknikleri gibi farklı birçok yaklaşım otomatik genelleştirmeye katkıda bulunmaktadır (HARRIE ve WEIBEL, 2007).

Bu çalışmada, kapsamlı modelleme teknikleri hakkında kısa bir bilgi verilerek, harita tasarımında önemli bir yere sahip yazı genelleştirme ve yerleştirme ile ilgili bir uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda *koşul-eylem*, *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri örnek bir pafta içinde karşılaştırılmıştır. Ancak, HGK bünyesinde üretimi yapılan 1:50000 ve 1:100000 ölçekli haritaların üretim sistemi içerisinde denenilen ve halen söz konusu üretim sistemi içerisinde en güncel hali ile yer alan yazı genelleştirme uygulaması, bir önceki sürümü ile beraber oniki adet paftada karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar ışığında en güncel modelleme tekniği olan *kısıt tabanlı* modelin insan etkileşimini büyük ölçüde önlediği ve otomatik genelleştirme sürecini iyi yönde etkilediği kanısına varılmıştır. Bu da diğer detay sınıfları için yapılacak sonraki çalışmalar için cesaret vermektedir.

## Kaynaklar

- AGENT, 1998: **Constraint analysis**. Technical report, Agent Consortium.
- ASLAN, S., ÇETİNKAYA, B., İLGIN, D.E., YILDIRIM, A. 2004: **Some intermediate results of KartoGen Generalization Project in HGK**, ICA/EuroSDR Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Leicester, UK, August 19-22.
- BİLDİRİCİ, İ.Ö., ASLAN, S., SİMAV Ö., 2011: **A Generic Approach To Building Typification**, 14<sup>th</sup> Workshop of the ICA on Generalization and Multiple Representation, Paris, June 30-July 1
- BURGHARDT, D., SCHMID, S. ve STOTER, J., 2007: **Investigations on cartographic constraint formalization**, Workshop of the ICA Commission on Generalization and Multiple Representation, August, Moscow.
- HARRIE, L., WEIBEL, R., 2007: **Generalization of Geographic Information**, Cartographic Modelling and Applications, Elsevier, p. 67-87
- HAUNERT, 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.
- MACKANESS W.A., RUAS A., 2007: **Generalization of Geographic Information**, Cartographic Modelling and Applications, Elsevier, p. 89-111
- ROBINSON, A.H, MORRISON J.L., MUEHRCKE P.C., KIMERLING A.J., GUPTILL S.C., 1995: **Elements of Cartography**, John Wiley & Sons, Inc., p. 403-423
- 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.