

KartoGen Genelleştirme Yazılımında Kapsamlı Modelleme Tekniklerinin Kullanımı (Implementation of Comprehensive Modeling Techniques on KartoGen Generalization Software)

Özlem SİMAV, Serdar ASLAN, O.Nuri ÇOBANKAYA

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

ÖZET

Bu çalışmada, kapsamlı modelleme tekniklerinden; koşul-eylem (condition-action), insan etkileşimli (human interaction) ve kısıt tabanlı (constraint based) modeller ve bu modellerin Harita Genel Komutanlığı (HGK) Kartografya Şubesi tarafından tasarlanarak geliştirilen KartoGen (KG) Genelleştirme yazılımındaki uygulamalarından bahsedilmiştir. Birçok yeni algoritma kullanılarak geliştirilen KG yazılımı, bu algoritmaların nasıl, ne zaman ve nerede kullanılacağı konularını içeren kapsamlı modelleme teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme tekniklerinin karşılaştırması ile her bir modelin farklı genelleştirme süreçlerinde tatmin edici çözümler ürettiği sonucuna varılmıştır. Özellikle yazı genelleştirmesinde elde edilen ilk sonuçlar, kısıt tabanlı modellemenin insan etkileşimini oldukça azalttığını ortaya koymuş ve otomatik genelleştirme sürecini umut verici seviyeye getirdiği gözlemlenmiştir. Yazı genelleştirmesinde elde edilen bu tecrübe, bina ve ulaşım genelleştirme süreçlerinde de bu modeli uygulamak için cesaretlendirmiştir.

Anahtar Kelimeler: KartoGen, Koşul-eylem modelleme tekniği, İnsan etkileşimli modelleme tekniği, Kısıt tabanlı modelleme tekniği

ABSTRACT

This paper describes the implementation of three main modeling techniques namely condition-action, human interaction and constraint based model on KartoGen (KG) Generalization Software designed and developed by the Cartography Department of General Command of Mapping. Throughout the software several generalization algorithms are developed and an overall modeling is performed containing where, when and how to use and control these algorithms. After comparing the three modeling techniques, we concluded that each model should be used in different parts of the generalization process to achieve desirable solutions. Especially, preliminary results in text generalization reveal that constraint based model highly reduces the human interactivity and leads the automation of the generalization processes to a promising level. This satisfactory experience in text generalization encourages us to implement constraint based modeling techniques to building and transportation generalization.

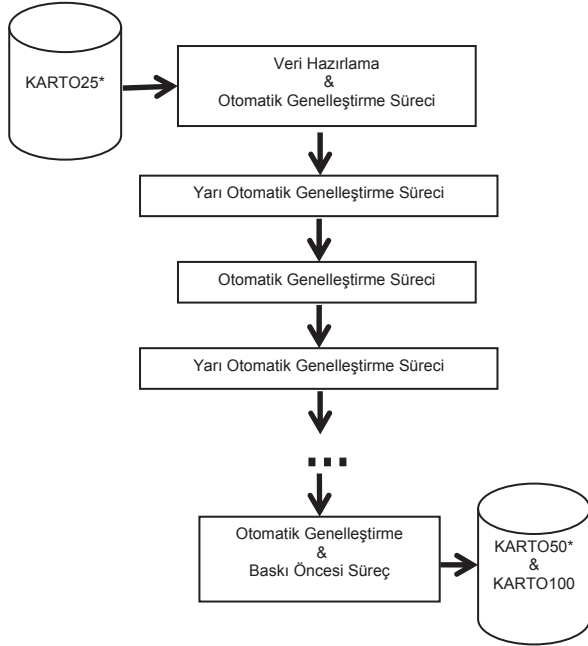
Keywords: KartoGen, Condition-action modeling technique, Human interaction modeling technique, Constraint based modeling technique.

1. GİRİŞ

Kartografyanın en ilginç ve karmaşık konularından biri olan otomatik genelleştirme, büyük ölçekli haritalardan daha az ayrıntıya sahip küçük ölçekli haritaların türetilmesine hizmet eden bilgisayar destekli harita üretim sistemlerinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Hedef ölçekte çok daha tutarlı veri üretmeye katkıda bulunan genelleştirme yaklaşımları ve algoritmaları, üretim çevrelerinde sürekli gelişen sayısal kartografik tekniklere ve uygulamalara bağlı olarak oldukça gelişmektedir. Ancak genelleştirme, veri kalitesi bileşenlerini ve önceden kestirilemeyen topolojik ve semantik doğrulukları da etkilemektedir (Haunert vd., 2008). Genelleştirme, harita nesnelerinin okunaklılığıyla birlikte bağlamsal karakterini koruyabilmek için kalite kontrolden geçmiş sayısal veri ile beraber yetenekli kartograflar ve akıllı algoritmalarından oluşan otomasyon sürecini gerektirmektedir.

2000 yılların başına kadar, geleneksel harita üretim akışı içerisinde 1:50K ve 1:100K ölçekli türetme haritaların üretimi; HGK'da bulunan kartograflar tarafından genelleştirme kuralları elle uygulanarak gerçekleştirilmekteydi (Aslan vd., 2004). 2002 yılında 1:50K ve 1:100K ölçekli Standart Topografik Haritaların (STH), olabilecek en uygun zaman ve yüksek standartlarda türeterek genelleştirme sürecini otomatize etmeyi amaçlayan bir proje başlatılmıştır. Üç yıl sonra; otomatik genelleştirme ile türetme harita üretiminde, Kartografya Şubesi çalışanlarının katkılarıyla ESRI ArcGIS ortamında ArcObjects bileşenleri kullanılarak geliştirilen KartoGen (KG) yazılımının ilk sürümü kullanılmaya başlanmış ve seri üretime geçilmiştir. Veri hazırlama, otomatik ve yarı otomatik genelleştirme aşamalarını içeren KG yazılımı için geliştirme faaliyetleri bu amaç doğrultusunda halen devam etmektedir (Şekil 1). Ana genelleştirme programlarının çalışmasından önce; veri transferleri, öznitelik değişimleri, süreç içerisinde kullanılacak yardımcı sütunların eklenmesi, koşulsuz gerekli olmayan detayların silinmesi, çizgi birleştirme/ayırma, veri tabanı sıkıştırma gibi işlemler veri hazırlama aşamasında otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Ardışık diğer aşamalarla

genelleştirme süreci otomatik ve etkileşimli yarı otomatik işlemler zinciri ile son bulmaktadır.



* KARTO25, KARTO50 ve KARTO100 sırasıyla 1/25000, 1/50000 ve 1/100000 ölçekli kartografik vektör haritaları ifade etmektedir.

Şekil 1. KG yazılımı için genelleştirme iş akışı.

2. KAPSAMLI MODELLEME TEKNİKLERİ

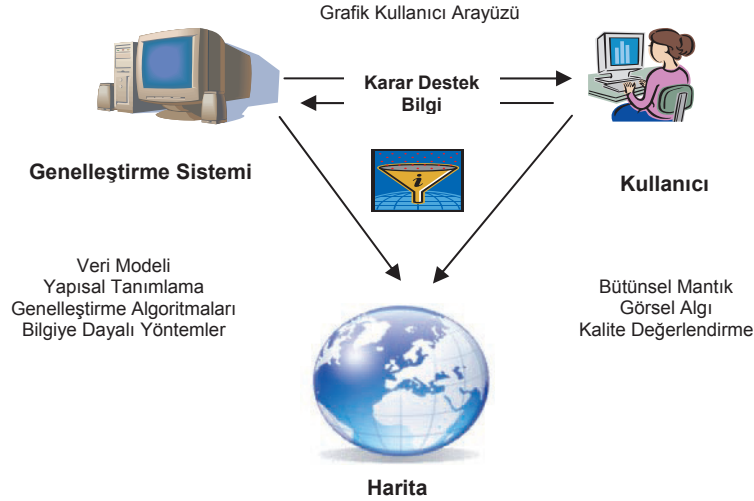
Genelleştirme, programlama kodlarının kullanımı ile hâlihazırda tamamen sayısal olarak gerçekleşir duruma gelmiştir. Ancak burada en önemli nokta bu kodların mantık çerçevesinde nasıl düzenleneceğidir ki bu da modelleme tekniklerinin konusudur. Bilgisayar bilimi ve teknolojilerindeki ilerlemelerle beraber otomatik genelleştirme sürecini modellemek için, basit toplu iş süreçlerinden daha karmaşık yöntemlere kadar birçok farklı yaklaşım geliştirilmiştir. İlk toplu iş yaklaşımı dışında Harrie vd. (2007) genelleştirme sürecini üç ayrı modelleme tekniği 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.

Koşul-eylem modelinin temelini, nesnenin özneliliği (durum) ve bu nesneye göre algoritmayı (hareket) tetikleyen genelleştirme kuralı oluşturmaktadır (150m'den kısa kuru derelerin silinmesi bu modele örnek teşkil etmektedir).

Raster genelleştirme işlemleri ile gerçekleştirilen bitki alanlarının birleştirilmesi gibi bazı genelleştirme işlemleri için *koşul-eylem* modeli cesaret verici 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 nesneleri ile bunların kendi aralarındaki ilişkilerin çeşitliliği, bu engeller arasında sayılmaktadır. Harita nesneleri arasındaki bu ilişkiler de farklı algoritmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. *Koşul-eylem* modelinin bir diğer sorunu da genelleştirme sürecindeki farklı algoritmalar tarafından kullanılan işlemlerin sıralamasıdır (Örneğin ulaşım ağı genelleştirmesinde, öteleme işleminden önce seçme-eleme ve sınıflandırma uygulanmaktadır). Farklı amaç ve etkilere sahip bu işlemler, 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 (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 paylaştırma 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 atılırken, mantık ve görsel algılama ile genelleştirme sonuçlarının değerlendirmesinde bilgisayarın sınırlı yetenekleri de insan zekâsının varlığı ile arttırılmaktadır (Şekil 2).

Harita nesnelerinin yalnızca düzenlenmesini sağlayan basit etkileşimli modelin aksine, duruma uygun çözümü bulup ilgili işlemi 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



Şekil 2. İnsan etkileşimli modellemeye bir örnek olarak güçlendirilmiş zekâ kavramı (Weibel, 1991).

kadar hiçbir genelleştirme üretim sisteminde uygulanmamıştır (Harrie vd., 2007). KG tarafından bazı aşamalarda kullanılan basit etkileşimli süreç yalnızca harita nesnelerinin düzenlenmesi ve sınırlı genelleştirme işlemlerinin çalıştırılması ile ilgilenmektedir. Bu süreç, tekil harita nesneleri 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.

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 nesneleri 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.

KG yazılımının son sürümü çoğunlukla *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modelleme tekniklerinin uygulamalarını içermektedir. En son teknik olan *kısıt tabanlı* modellemenin avantajları da göz önünde tutularak KG yazılımı güncellenmek üzere tekrar ele alınmış ve uygun modelleme teknikleri ile işlem sıraları belirlenmiştir. Bu çalışma; söz konusu bu üç modelleme tekniğinin KG yazılımında kullanılan yazı genelleştirme ve yazı yerleşimi üzerindeki pratik uygulamalarına ve 1:50K ve 1:100K ölçekli haritaların üretimine yönelik HGK'nın ihtiyaçlarına uygun modelleme tekniğini araştırmaya odaklanmaktadır.

3. KG YAZILIMI

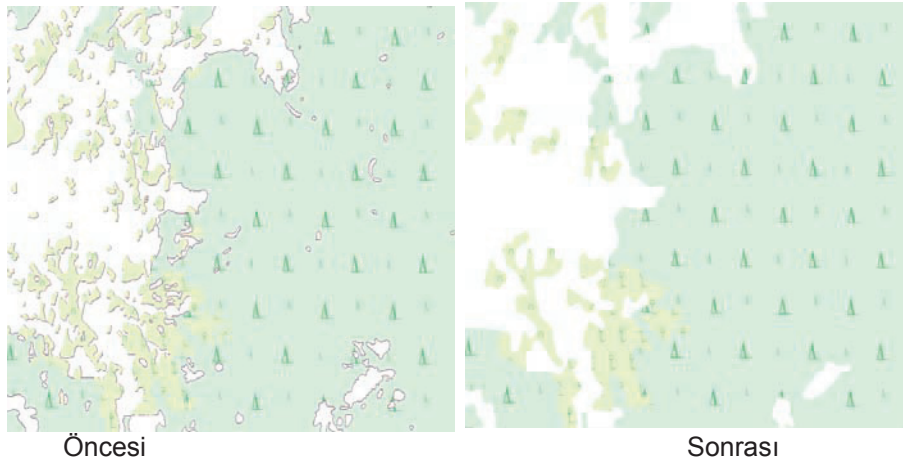
Genelleştirme sürecini tümüyle modellemek için halen mükemmel bir çözüm olmadığı kabul edilmektedir (Harrie ve Weibel, 2007). Bu kabul beraber, HGK'nın gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan yüksek kalitede türetme haritalar üretebilmek üzere genelleştirme sürecini iyileştiren araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Çalışmalar; otomatize edilebilecek işlemlerin, geliştirilen algoritma ve programlarla bilgisayar tarafından, kalan düzenleme ve kontrol adımlarının ise yine yazılacak ilave programlarla kartograf tarafından

etkileşimli olarak yapılacağı üzerine tasarlanmaktadır. KG yazılımının son sürümünde birçok işlem otomatize edilmiş sadece karar verilmeyen durumlar kartograf tarafından ele alınmıştır. Ulaşım detay sınıfında gerçekleşen yolların seçimi karar verilemeyen durumlara iyi bir örnek teşkil etmektedir. Farklı detay tipleri barındıran birçok paftada yapılan denemeler sonucunda otomatize edilen çözümlerin hiçbirisi tatmin edici sonuçlar vermemiş, hatta çok zaman aldığı değerlendirilmiştir. Bu nedenle yolların seçimi şu aşamada tamamıyla elle yapılmaktadır. Yol tiplerine ve kavşak noktalarına göre ağırlıklandırma ve en kısa yol algoritmaları üzerinde yapılan çalışmalar hâlâ devam etmekte olup en kısa sürede sonuçlandırılarak yol seçim işlemi otomatik sürece dâhil edilecektir.

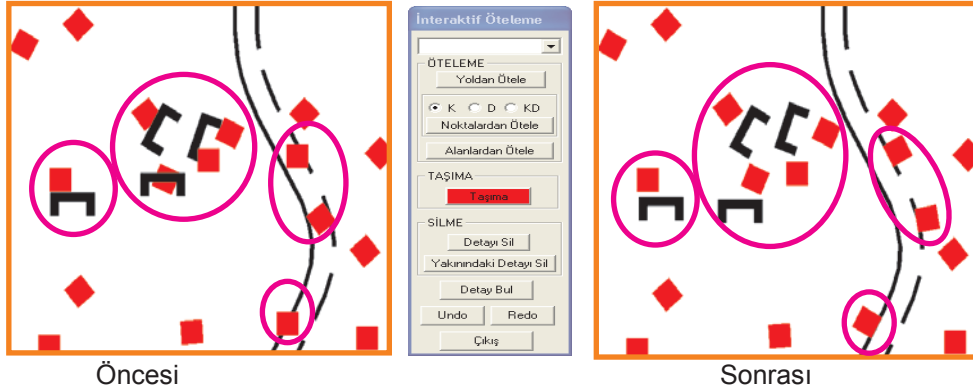
KG yazılımı, veri düzenleme olarak adlandırılan ham verinin kontrol ve hazırlığını içeren süreçten sonra gelen genelleştirme işlemlerini iki aşamada gerçekleştirmektedir. İlk aşamada tamamıyla *koşul-eylem* modelleme tekniği kullanılarak; bitki, yükseklik, endüstri, sınır, fizyografya ve yazı detay sınıflarına otomatik genelleştirme uygulanmaktadır. Genelleştirmeye hazırlık aşaması olarak da adlandırılan bu aşamada genelleştirme problemleri herhangi bir kartograf müdahalesi olmadan önceden tanımlı tek bir çözümle giderilmektedir. Burada kaynak verinin ESRI coğrafi veritabanına dönüşümü, çizgi birleştirme, koordinat çifti basitleştirme, yumuşatma, veri öznetelik değişimleri, çizgi parçalama, koşullu ve koşulsuz detay silme gibi işlemler yapılmaktadır. Planlanmış paftalar bu aşamayı sorunsuz olarak geçtikten sonra sayısal verinin kartograflara dağıtımı yapılmakta ve yazılımın yarı otomatik olan insan etkileşimli bölümüne başlanmaktadır.

KG yazılımında kapsamlı modelleme teknikleri ESRI yazılımına bağımlı ya da tamamen bağımsız özgün algoritmalar ile denemeler yapılarak genelleştirme süreci içinde kullanılmaktadır. Örneğin çizgi detayların basitleştirilmesi işleminde "*Bend simplify*" algoritması kullanılırken, bitki alanların yumuşatılmasında (Şekil 2) özgün çözümler gerçekleştirilmektedir. Etkileşimli genelleştirme olarak adlandırılan ikinci aşamada ise 9 farklı detay sınıfı sırayla ele alınmaktadır. Bu yarı otomatik genelleştirme aşaması "*etkileşimli*" olarak adlandırılrsa da sadece basit insan etkileşimini değil aynı zamanda *koşul-eylem* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri ile ilişkili bazı otomatik genelleştirme algoritmalarını ve işlemlerini de içermektedir. Buradaki işlemler bir önceki aşamaya göre daha karmaşık süreçleri barındırmakta ve detayların birbiri ile ilişkileri ve bağlamsallığı daha da önem kazanmaktadır.

KG yazılımında gerçekleştirilen etkileşimli genelleştirme özellikle yerleşim ve ulaşım detay sınıflarında yoğun kullanılmaktadır. Yine geliştirilen özgün algoritmalarla istenilen sonuca olabildiğince yaklaşılmakta, çözümsüz kalan ya da yoruma ihtiyaç duyulan durumlar kartografa bırakılmaktadır (Şekil 3). Tablo 1'de detay sınıflarına göre KG yazılımında kullanılan modelleme teknikleri özetlenmektedir. Tabloya göre bitki genelleştirme ve tesis genelleştirme sadece *koşul-eylem* modelini kullanırken yazı genelleştirme sadece *kısıt tabanlı* modeli kullanılmaktadır. Diğer detay sınıfları ise *koşul-eylem* ve *insan etkileşimli* modeli beraber kullanılmaktadır.



Şekil 2. Bitki genelleştirmesi (Vektör veri setinin raster veri setine dönüşümünden sonra, bitki alanlarını yumuşatmak ve basitleştirmek için, tanımlanmış eşik değerler kullanan ve istatistiksel hesaplar içeren bazı raster işlemler uygulanmıştır.)



Şekil 3. Koşul-eylem ve insan etkileşimli modeli kullanan yerleşim genelleştirme (Otomatik işlemler sonucunda karar verilemeyen durumlar için etkileşimli arayüz yardımıyla genelleştirme süreci tamamlanır.)

Tablo 1. KG yazılımında kullanılan modelleme teknikleri.

	Koşul-eylem Modeli	İnsan Etkileşimli Model	Kısıt Tabanlı Model
Yükseklik Genelleştirme	U	U	-
Hidrografiya Genelleştirme	U	U	-
Ulaşım Genelleştirme	U	U	A
Yerleşim Genelleştirme	U	U	A
Endüstri Genelleştirme	U	U	-
Tesis Genelleştirme	U	-	-
Fizyografya Genelleştirme	U	U	-
Sınır Genelleştirme	U	U	-
Bitki Genelleştirme	U	-	-
Yazı Genelleştirme	-	U	U

(U mevcut uygulanan modeli A araştırma seviyesinde olan modeli göstermektedir.)

4. YAZI GENELLEŞTİRMESİ ÜZERİNDE MODELLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

KG yazılımının ilk sürümünün yazı genelleştirme sürecinde koşul-eylem ve insan etkileşimli modelleme teknikleri uygulanmış ve bir yıl öncesine kadar da kullanımda kalmıştır. Yakın bir geçmişte koşul-eylem modelinin kısıt tabanlı model ile değiştirilmesine karar verilmiş ve buna yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Bu değişim kararının ana nedeni kısıt tabanlı modelleme

teknığının esnek yapısından yararlanarak insan etkileşimini tamamen ortadan kaldırmaktır. 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 gerektirmeyeceğinden daha hızlı sonuç verebilecektir.

Yazılımın bir önceki sürümünde, yazı genelleştirme ve yerleştirme işlemlerinde detay-yazı ilişkisi eksikliğinden kaynaklanan bazı geometrik ve semantik sorunlar yaşanmıştır. Harita yazılarını harita üzerine otomatik olarak yerleştirmek için detay ile yazı arasında bir ilişkinin var olması gerekmektedir. Önceden böyle somut bir ilişki detay ve yazı arasında olmadığından yazıları silme dışında hiçbir otomatik işlem gerçekleştirilememektedir. 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 yazılar da bulunmaktadır. Bu yazıların harita üzerinde olabilecek en uygun yere yerleştirilmesi için sayısal arazi modeli yardımı ile üretilen eğim ve bakı haritaları kullanılarak oluşturulan çizgi geometrilerden ve ESRI Maplex uzantısının avantajlarından faydalanılmıştır.

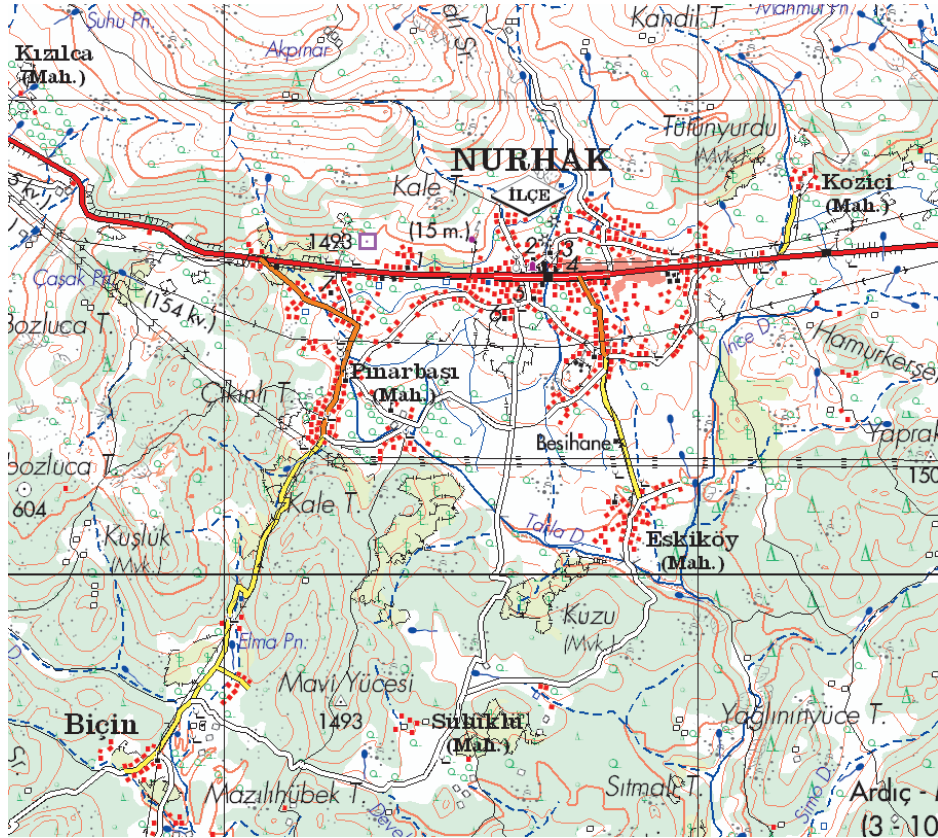
Bir önceki sürümün bir diğer dezavantajı da 1:25K ölçekli veri tabanından yazıları seçme ve bu yazıların yerleştirilmesiydi. Buna göre; yerleşim yerleri isimleri, nirengi yükseklik yazıları

ve mezar isimleri, bina isimleri gibi bazı önemli harita detaylarına ait yazılar seçilmekte ve bunların yerleştirilmesine yönelik herhangi bir işlem gerçekleştirilmemekteydi. Başka bir deyişle yazılar temel ölçekli haritadan olduğu gibi alınmakta, şekil ve konumunda herhangi bir değişikliğe uğramamaktaydı.

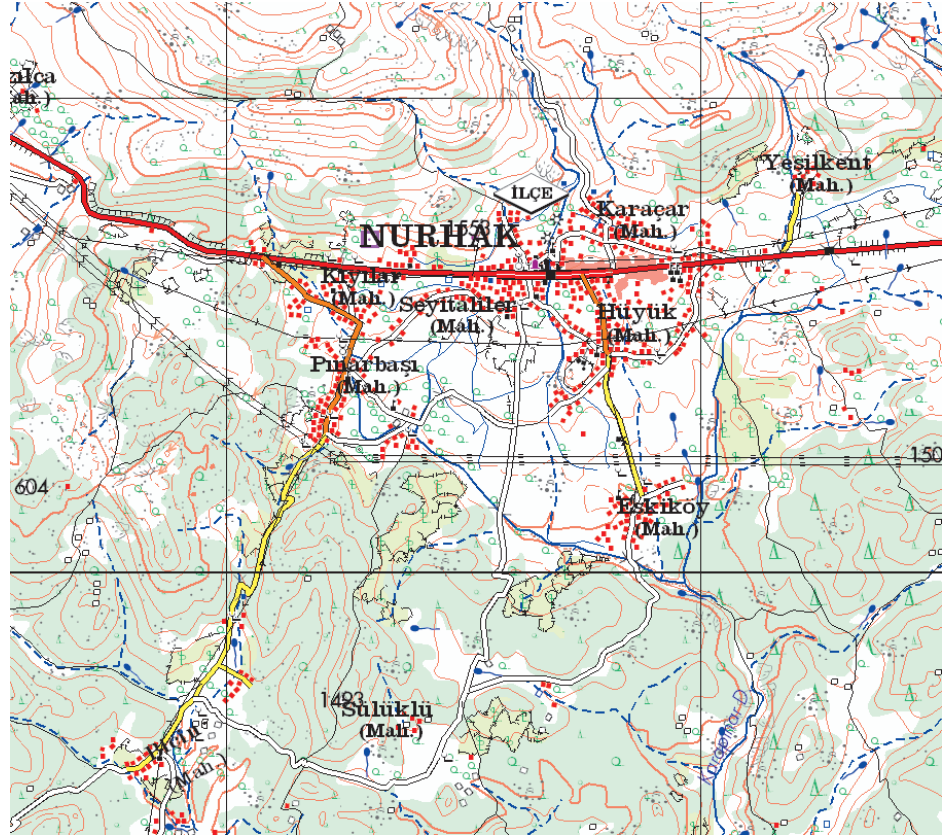
Kısıt tabanlı ile koşul-eylem ve insan etkileşimli modelleme tekniklerini karşılaştırmak için, yoğun yazı detayına sahip 1:25K ölçekli haritalardan türetilen 1:100K ölçekli topografik harita üzerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma kıstası olarak işlem sürelerine, yerleştirilen yazıların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

Şekil 5, karşılaştırma için referans kabul edilebilecek HGK üretim gereksinimlerini karşılayan 1:100K ölçeğinde ideal örnek bir alanı göstermektedir. Bu ideal haritaya ulaşabilmek için öncelikle koşul-eylem modeli ile birlikte insan etkileşimli model uygulanmış, elde edilen çıktı

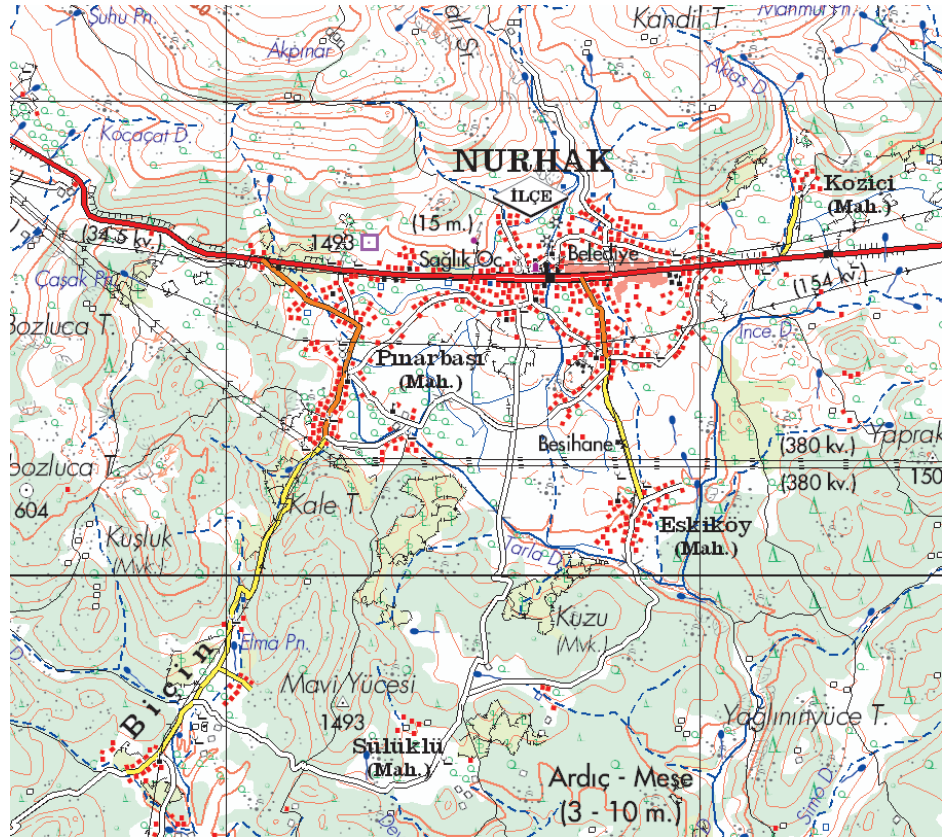
şekil 6'da gösterilmiştir. Söz konusu pafta için tüm harita yazılarının genelleştirilmesi sadece koşul-eylem modelinin kullanımı ile yaklaşık 5 dakika sürmüştür. Aynı paftaya kısıt tabanlı modelleme tekniği de uygulanmış ve sadece koşul-eylem modeli uygulamasına göre işlem süresi yaklaşık üç kat artış göstermiştir. Ancak koşul-eylem modelinin kullanıldığı ve şekil 6 'da da 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 gerekmektedir. Böylece işlem süresi örnek paftanın tamamında yaklaşık 10 saat daha uzamaktadır. Kısıt tabanlı modelleme tekniğinin uygulamasını gösteren şekil 7'nin, şekil 5'te gösterilen ideal haritaya çok yakın olduğu ve neredeyse hiç kartograf müdahalesine ihtiyaç duymadığı gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar kısıt tabanlı modelleme tekniğinin yazı genelleştirmesi ve yerleştirmesi için uygun bir teknik olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. 1:100K ölçekli örnek ideal harita



Şekil 6. Aynı bölge ait koşul-eylem modeli kullanılarak üretilen harita



Şekil 7. Aynı bölge ait kısıt tabanlı model kullanılarak üretilen harita

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genelleştirme süreci karmaşık doğası nedeniyle halen kartografyanın önemli konuları arasında yer almaktadır. Genelleştirme sürecini modellemek için halen mükemmel bir çözüm olmadığı 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 sıkıntıların çözümü 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, *koşul-eylem*, *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri gibi farklı birçok yaklaşım otomatik genelleştirmeye katkıda bulunmaktadır (Harrie vd., 2007). Bu çalışmada, HGK Kartografya Dairesi bünyesinde genelleştirme çalışmaları için kullanılan KG uygulama yazılımı ve yazılım içinde kullanılan kapsamlı modelleme teknikleri hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. Yazı genelleştirme ve yerleştirme hakkında bir uygulama çalışması gerçekleştirilmiş ve *koşul-eylem*, *insan etkileşimli* ve *kısıt tabanlı* modelleme teknikleri bu çalışma kapsamında karşılaştırılmıştır.

Bu üç modelleme tekniğinden her birinin KG yazılımı içinde farklı genelleştirme süreçlerinde kullanılmasının üretim sistemi için umut verici sonuçlar ürettiği değerlendirilmiştir. KG yazılımında kullanılan birçok kartografik genelleştirme işlemi *koşul-eylem* ve *insan etkileşimi* modelleme tekniklerine dayanmaktadır. Kısıt tabanlı tekniğinin sisteme entegre edilmesi çalışmaları *koşul-eylem* yaklaşımının eksikliklerini bertaraf etmek amacıyla artış göstermiş ve bu zamana kadar sadece yazı genelleştirme ve yerleştirme için uygulanmıştır. Özellikle 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. Ancak şunu bilmek gerekir ki hangi teknik kullanılırsa kullanılsın insan etkileşimine herhangi bir aşamada az da olsa ihtiyaç duyulmaktadır.

Yazı genelleştirmesinde uygulanan bu başarılı tecrübe, *kısıt tabanlı* modelin paftalarda detay olarak yoğun olan ve bu nedenle diğer detay sınıflarına göre daha fazla işlem gören yerleşim ve ulaşım genelleştirmede de ilk aşamada uygulanması konusunda cesaret vermiştir. İlk olarak bu teknik özellikle seçme-eleme, basitleştirme ve öteleme işlemleri için düşünülmüş ve uygulama çalışmaları başlatılmıştır.

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. ve 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.
- Harrie, L., Weibel, R., 2007, **Generalization of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications**, Elsevier, p. 67-87
- Hauert, J-H. ve Sester, M., 2008, **Assuring logical consistency and semantic accuracy in map generalization**, *Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation (PFG)*, vol. 2008, no. 3, p. 165-173.
- Mackaness W.A. ve Ruas A., 2007, **Generalization of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications**, Elsevier, p. 89-111

McMaster, R.B. ve 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, Haunert, 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.