

SAYISAL ORTAMDA KARTOGRAFİK GENELLEŞTİRME

Türkay GÖKGÖZ

ÖZET

Kartografik iletişim işleminin bir parçası olan genelleştirmenin sayısal ortamda ele alınmasıyla birlikte olaya bakış açısında ve gerçekleştirilmede önemli değişiklikler olmuştur. Çok kimse genelleştirme işlemlerinin algoritmalara bağlanması üzerine yoğunlaşırken bazıları da kavramsal genelleştirme modellerinin geliştirilmesine çalışmışlardır. McMaster ve Shea tarafından geliştirilen kavramsal genelleştirme modeli de bunlardan biridir ve esas olarak bu yazının konusunu oluşturmaktadır. Diğer taraftan, sınırları tam olarak çizilebilmiş olan genelleştirme işlemleri, klasik programlama usulüne ait diller vasıtasıyla algoritmalara bağlanabilmiştir. Ancak bunlar genelleştirmenin otomatik olarak gerçekleştirilmesine yetmemiştir. Çünkü genelleştirme bir bütün işlemdir ve sezginin önemli bir yeri vardır. Verilen genelleştirme kararlarının etkilerinin neler olabileceğinin bilgisayara öğretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, son zamanlarda, araştırmacılar daha esnek programlama tekniklerine ve uzman sistemlere yönelmişlerdir. Bu yazıda, uzman sistem yaklaşımının genelleştirme için uygunluğu ve olası bir Kartografik Uzman Sistemi'nin ya da tam anlamıyla bir Kartografik Uzman Sistemi'nin yapısının ve karakteristiklerinin neler olabileceği konusunda da uzmanların görüşlerine yer verilmiştir.

1. GİRİŞ

Kartograflar yüzyıllardan beri harita genelleştirmesi ve yer yüzünün gösterimine ilişkin problemlerin çözümü için çaba harcamaktadırlar. Kartografik genelleştirme problemini konu alan yayınlanmış ilk çalışma yirminci yüzyılın başlarında (1921) Alman kartograf Max Eckert tarafından yapılmıştır. Aslında, Eckert bilimsel kartografya kavramının yaratıcısıdır. Ona göre kartografik genelleştirme görsel ve bilimsel yanları birleştiren bir köprüdür [6].

Şimdiye kadar manuel genelleştirme için açıkça tanımlanmış nesnel kurallar geliştirilememiştir [6]. Bununla birlikte, problemlerin çoğuna bir matematiksel ya da bir fiziksel model bulmak güçtür [10].

Genelleştirme, yaratıcılık isteyen bir iştir. Kartografların bilgi ve deneyimleri önemli bir etkidir [10]. Kartograflar, genelleştirmeye ilişkin aynı beklentileri karşılama durumunda olsalar bile, yaptıkları genelleştirmeler ve karakteristikleri aynı değil, kendilerine özgü olacaktır.

Sayısal ortamda genelleştirme işlemi veri miktarının azaltılmasını, ölçek manipülasyonunu, istatistiksel sınıflandırmayı ve işaretleştirme işlemi içine alan çeşitli işlere yardımcı bir işlemdir [6]. Bu bağlamda genelleştirmenin bir amaç değil, bir araç olduğu söylenebilir. Sayısal genelleştirme, çevresel ve özniteliksel dönüşümler vasıtasıyla bir veri kaynağından, işaretli ya da sayısal olarak kodlanmış bir kartografik veri grubu türetme işlemi olarak tanımlanabilir. Bu türetme işleminin amaçları; haritadaki ya da kodlanmış durumdaki verilerin miktarını, türünü ve kartografik gösterimlerini önceden belirlenen amaca ve amaç edindiği kitleye uygun olarak azaltmak ve hedef ölçekte gösterimin açıklığını korumaktır. Bu tanım hem genelleştirme işleminin felsefesini hem de ulaşılmaya çalışılan amaç ve hedefleri kapsamaktadır [6].

Bununla birlikte, genelleştirme aşında daha başlangıçta -veri toplama aşamasında- verilerin süzgeçten geçirilmesiyle başlar. Çünkü tüm verilerin toplanması olanaksızdır. Ekonomik ve teknolojik koşullar buna imkan vermez.

Sayısal genelleştirmenin temelleri Perkal (1966) ve Tobler (1966) tarafından harita genelleştirmesi konusunda yapılan teorik çalışmayla atılmıştır. Daha sonra çok kimse esas olarak çizgisel sayısal verilerin genelleştirilmesi üzerine yoğunlaşarak bu ilk çabaları genişletmişlerdir. Bugün, nokta ve alan objelerin genelleştirilmesi konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmaktadır, fakat çizgi genelleştirmesi konusunda yapılanlar kadar yaygın değildir. Birçok uzmanın genelleştirmede, olayın bir bütün olarak ele alındığını özellikle vurgulamasına karşın, otomatik olarak genelleştirme yapma konusunda sarfedilen ilk çabalar olayın bir yönünün, diğerlerinden ayrılarak, tek başına ele alınması biçiminde olmuştur. Örneğin, nokta objelerin seçimi ile ilgili çalışmalar diğer genelleştirme kararları göz önüne alınmaksızın yapılmıştır [6].

Son zamanlarda, sayısal genelleştirme işlemi de bir bütün olarak ele almaya yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Örneğin, McMaster şimdiye kadar ayrı ayrı ele alınan basitleştirme ve yumuşatma algoritmalarının entegrasyonu üzerine araştırmalar yapmış ve umut verici sonuçlar elde etmiştir [6].

2. MANUEL GENELLEŞTİRME İLE SAYISAL GENELLEŞTİRMENİN KARŞILAŞTIRILMASI

Manuel ve sayısal genelleştirme bazı alanlarda birbirinden ayrılırlar. Öncelikle, manuel genelleştirme el emeği son derece yoğun bir işlem olmasına karşın, sayısal genelleştirme işlemi, kartografi sıradan, el emeği yoğun işlerden kurtarmaya çalışır. Bununla birlikte, manuel işlem son derece öznedir ve bunun sonucu olarak genelleştirme yöntemlerinin seçiminde ve uygulanma derecesinde kişisellik söz konusudur. Oysa sayısal genelleştirme, önceden tespit edilen bir dizi emri takip ederek genelleştirme manipülasyonlarının tatbikini sağlamaya çalışır. Ve son olarak,

manuel ve sayısal genelleştirme arasındaki en önemli fark, manuel işlemin hem anlaşılması hem de gerçekleştirilmesi bakımından bir bütün işlem olmasıdır. Buna karşın, sayısal genelleştirme işlemi bir bilgisayarın sınırlı mantığını kullanır; yani, genelleştirme manipülasyonlarının birbirinden bağımsız olarak ele alınmasını ve önceden belirlenen biçimde gerçekleştirilmesini zorunlu kılar. Bu mantık hiçbir şekilde manuel genelleştirme işleminin bütüncül ve eşzamanlı işlem yapma niteliğiyle bağdaşmaz.

Henüz haritayı bir kartograf gibi algılayabilecek bilgisayar teknolojisi mevcut değildir. Bu sebepten, verilen genelleştirme kararlarının etkisinin ne olabileceği bilgisayara öğretilmemektedir [6].

3. KAVRAMSAL BİR GENELLEŞTİRME MODELİ

1988 yılında McMaster ve Shea tarafından geliştirilen bu genelleştirme modeli, kapsamlı ilk kavramsal modeldir. Sayısal genelleştirmenin felsefesine dayanan bu model, üç kısımdan oluşur: (1) Genelleştirmenin felsefi amaçlarının ele alınması; (2) Genelleştirmenin ne zaman yapılacağını gösteren koşulların kartometrik değerlendirmesi; (3) Genelleştirmenin nasıl yapılacağı konusunda teknikler sağlayan uygun çevresel ve öznel dönüşümlerin seçimi (Şekil 3.1). Sayısal genelleştirme dahilinde ortaya konan bu kısımlar aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 3.1 Sayısal Genelleştirme İçin Kavramsal Çatı.

3.1. Felsefi Amaçlar

Kavramsal modelin ilk bileşeni sayısal ortamda niçin kartografik genelleştirme yapıldığının amaçlarını inceler (Şekil 3.2). Bu amaçlar: (a) Genel, sezgisel kartografik prensiplere bağlılık (teorik faktörler), (b) Ele alınmakta olan genelleştirme probleminin özel koşullarının sağlanması (uygulamaya yönelik faktörler), (c) Mevcut bilgi işleme teknolojisi talepleri ve yeteneklerinin göz önünde bulundurulması (bilgi işleme ile ilgili faktörler).



Şekil 3.2 Felsefi Amaçlar.

3.1.1. Teorik Faktörler

Teorik açıdan genelleştirme teknikleri ölçek küçülmesinin istenmeyen sonuçlarını ortadan kaldırmaya yardımcı olur. Teorik faktörler her biri aşağıda açıklanan altı başlık altında incelenebilir:

- Karmaşıklığı azaltma,
- Çevresel doğruluğu koruma,
- Özneliksel doğruluğu koruma,
- Estetik niteliği koruma,
- Mantıksal hiyerarşiyi koruma ve
- Genelleştirme kurallarını birbiriyle uyum içinde uygulama.

Teorik faktörlerin yalnız birkaçı bugünkü bilgi işleme teknolojisi ile tamamen değerlendirilebilmekte ve karşılanabilmektedir. Çevresel ve özneliksel doğruluğu koruma olayı mümkün gibi gözükmemektedir. Çünkü bu hesaplamalar sadece objelerin yerleri ve/veya öznelikleri arasındaki matematiksel ilişkileri göz önünde bulundurmaz. Bununla birlikte, öteki faktörler ancak kısmen başarılabilmektedir. Çünkü birbirinden bağımsız olarak ele alınamazlar, yani bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidirler. Ayrıca, bunların başarılmasında sezginin önemli bir yeri vardır. Sezgi, kişiye bağlı bir şey olduğu için kartograflar haritaları kendi ihtiyaçları için anlamlı olan bir biçimde yorumlayacaklardır. Kartograflar, genelleştirmeye ilişkin aynı talepleri karşılamak durumunda olsalar bile yaptıkları genelleştirmeler ve karakteristikleri aynı değil, kendilerine özgü olacaktır.

3.1.2. Uygulamaya Yönelik Faktörler

Genelleştirme, sonuç üründen beklenenleri karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Her biri aşağıda açıklanan uygulamaya yönelik üç faktörden söz edilebilir:

- Haritanın amacı ve hedef kullanıcı grubu,
- Ölçeğin uygunluğu ve
- Açıklığın korunması.

Gösterimdeki açıklık derecesinin ve verilen bir ölçek için uygun ayrıntı miktarının tespiti, manuel genelleştirme işlemindeki önemli bilinmeyenlerden iki tanesidir. Bugünkü bilgi işleme teknolojisi bu işleri sayısal ortamda sınırlı düzeyde gerçekleştirebilmektedir. Diğer taraftan, kendine özgü bir amaca hizmet etmek ve hedeflenen bir kitle için yapılan genelleştirme, ulaşılabilecek bir hedeftir. Bunu başarma gücü yalnız haritayı yapanın bu kavramları tanımlama ve düşüncelerini başarıyla uygulama yeteneğiyle sınırlıdır.

3.1.3. Bilgi İşleme İle İlgili Faktörler

Genelleştirmenin bilgi işleme ile ilgili perspektifi sayısal alanda oldukça önemlidir. Genelleştirmeye bu açıdan bakıldığında genelleştirmenin veri örnekleme aralığı, veri karmaşıklığı, depo edilebilirlik ve koşulları ve CPU gereksinimleri arasındaki ilişkiyi dengede tutmaya yardımcı olacak bir araç olduğu görülmektedir. Burada bilgi işleme ile ilgili üç faktör dikkate alınabilir:

- Verimli algoritmalar,
- Verileri olabildiğince sadeleştirme ve
- Minimum bellek/disk gereksinimleri.

Yukarıdaki bilgi işleme ile ilgili faktörlerin hepsine bugünkü bilgi işleme teknolojisi cevap vermektedir. Kartografik genelleştirme konusundaki bugünkü araştırmaların çoğu bu üç faktör ile ifade edilmektedir. Aslında, kartografik literatür en azından bunlardan ilk ikisine yönelik pek çok araştırmayla doludur. Yine de, bunları eşgüdümlemek için daha da araştırma yapılması gerekmektedir. Çünkü bazı genelleştirme işlevlerini yerine getiren, bilgi işleme açısından hızlı bir algoritma, eğer sonuç ürün isteneni vermiyorsa, kartograf için faydasızdır. Bugünkü araştırmalar bu gibi sorunlara yönelik olarak yapılmaktadır.

3.2. Kartometrik Değerlendirme

Belirlenen amaca ulaşılması bakımından, üretilen haritanın başarısı ya da başarısızlığına göre genelleştirmeye gereksinim duyulur. Yani, kartografik soyutlama işlemi sırasında ilgili haritanın "...uygun içerik ile, verilen bir ölçekte, belirlenen harita amacı ve hedeflenen kitle için, okunaklılığını koruma" koşulunu yerine getirmediği durumlarda genelleştirmeye gereksinim duyulur.



Şekil 3.3 Kartometrik Değerlendirme.

Şekil 3.3'de gösterildiği gibi genelleştirmenin ne zaman yapılacağı üç farklı açıdan ele alınabilir: (1) Genelleştirmeyi gerekli kılan geometrik koşullar; (2) Geometrik koşulları değerlendirme ölçütleri ve, (3) Kartometrik açıdan sayısal genelleştirmenin başarısını etkileyen başlıca faktörler.

3.2.1. Genelleştirmeyi Gerekli Kılan Geometrik Koşullar

Ölçek küçülmesi durumunda ortaya çıkacak altı geometrik koşul genelleştirme gereksinimi olup olmadığını saptamak için kullanılabilir. Bu koşullar şunlardır:

- Sıkışıklık,
- Birleşme,
- Uyuşmazlık,
- Belirsizlik,
- Tutarsızlık ve
- Farkedilmezlik.

3.2.2. Geometrik Koşulları Saptama Ölçütleri

Koşullara bağlı ölçütler, objeler ve objelerin kendi elemanları arasındaki ilişkilerin temel geometrik özellikleri incelenerek değerlendirilir. Bu ölçütlerin çoğu aşağıda özet olarak verilmiştir. Bu liste, genelleştirilmesi gereken ya da gerekebilecek haritadaki koşulları değerlendirmek için bir başlangıç olabilir.

- Yoğunluk ölçütleri,
- Dağılım ölçütleri,
- Uzunluk ve sinüsoidalite ölçütleri,
- Biçim ölçütleri,
- Mesafe ölçütleri,

- Biçimsel yapı ölçütleri ve
- Soyutluk ölçütleri.

Yukarıdaki ölçütlerin çoğu kolaylıkla geliştirilebilir. Aslında, herhangi bir CBS'deki temel çevresel algoritmaların yukarıda bahsedilen ölçütlere yardımcı olabileceği ileri sürülmektedir. Biçimsel yapı ve soyutluk ölçütleri kolaylıkla hesaplanamamakta ve bu nedenle çevresel sistemlerde analog karşılığı bulunmamaktadır. Genelleştirme çalışmasından önce mevcut olması gereken çevresel ve/veya özniteliksel koşulları değerlendirmek için gerekli ölçütler ölçeğe, haritanın yapılış amacına ve diğer birçok faktöre bağlı olarak tespit edilir. Ölçütlerin nasıl kullanılacağına ilişkin kesin kural ve ilkeler algoritmalarla ilgili tam bir bilgi olmaksızın tespit edilememektedir.

3.2.3. Kartometrik Açıdan Sayısal Genelleştirmenin Başarısını Etkileyen Başlıca Faktörler

Genelleştirme olayı bir dizi genelleştirme işleminin -her biri özel bir probleme karşılık gelen- uygulanması ile başarılabilir. Başarılı genelleştirmeler yapmak için algoritmaların seçimi kadar önemli olan diğer bir konu genelleştirme işlemlerinin uygulanış sırasındır. Ayrıca, belli bir ölçekte belli bir sonucun elde edilebilmesi için istenen girdi parametreleri genelleştirme dönüşümlerinde önemli bir rol oynar. Aynı zamanda, işlemlerin permütasyonları, kombinasyonları ve iterasyonları söz konusu olabilir. Genelleştirmenin başarısını etkileyen önemli üç faktör şunlardır:

- Yürütülecek işlemin seçimi,
- Algoritma seçimi ve
- Parametre seçimi.

İşlem tekrarını ve sık sık yapılan düzeltmeleri önlemek için genelleştirme işlemine dair bir mantıksal sıranın oluşturulması gereklidir. Bu sıra genelleştirme işlemlerinin, objelerin konumunu ve gösterimini nasıl etkilediğine bağlı olarak tespit edilir. Algoritmalar özel genelleştirme koşulları için uygulanabilirliklerine göre değerlendirilmelidir. Sonuç olarak, özel uygulamalar veri türlerine ve/veya ölçeğe bağlı olarak farklı algoritmalar isteyebilir.

3.3. Çevresel Ve Özniteliksel Dönüşümler

Burada, genelleştirmede yürütülen işlemler incelenmektedir. Genelleştirme işlemleri hem çevresel hem de özniteliksel dönüşümleri içermektedir. Çevresel ve özniteliksel dönüşümler sayısal verilere yapılan değişikliklerdir. Bu iki tür dönüşüm -çevresel ve özniteliksel- zorunlu olarak bağımsız değildirler ve birçok durumda aralarında mantıksal bir ilişki vardır.

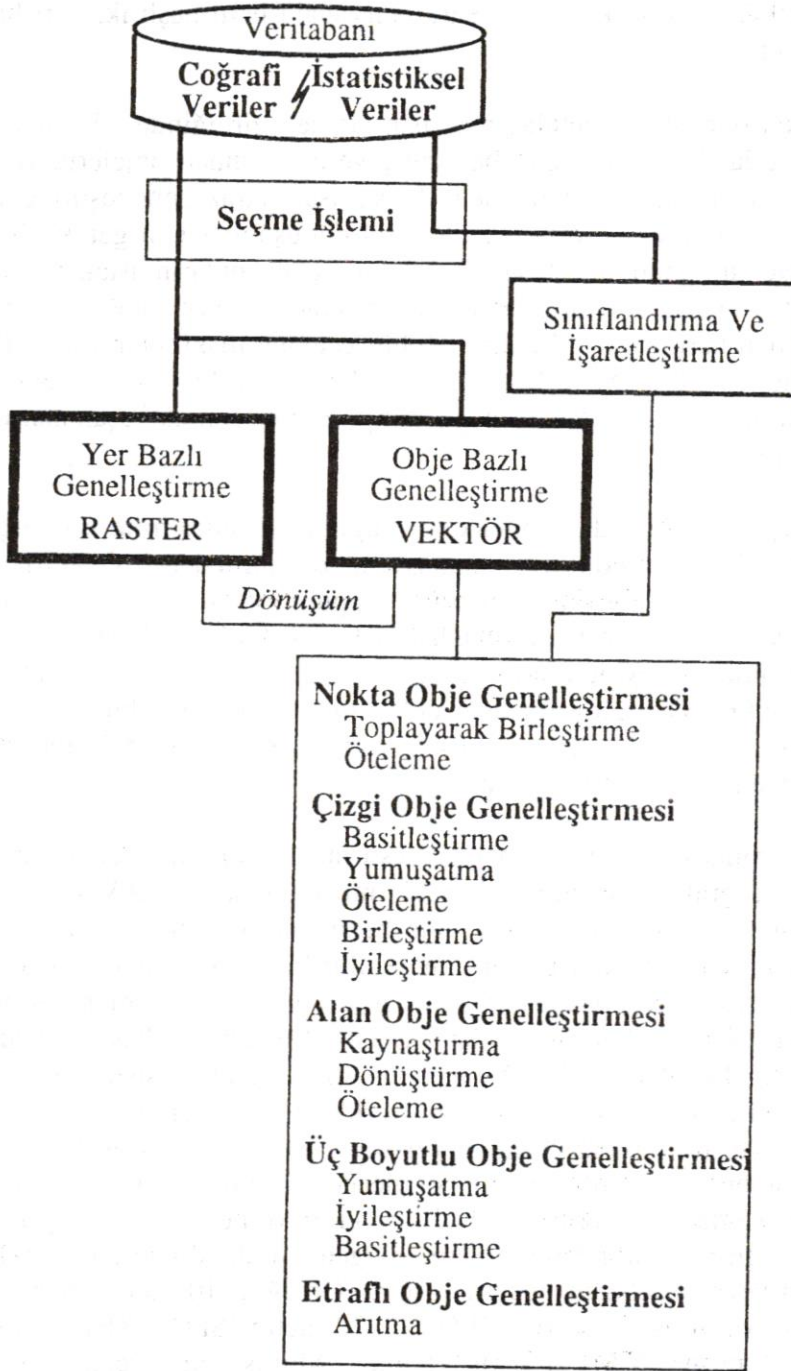
Genelleştirme işlemleri için bir yapısal çerçeve Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Çerçeve, genelleştirmenin ya objelerin coğrafi elemanlarını (çevresel bileşeni ele alan) ya da istatistiksel elemanlarını (öznitelikler üzerine yoğunlaşan) konu alabileceğini göstermektedir. Bu fark, sayısal kartografyadaki belli başlı iki veri biçimini ortaya koymaktadır.

Sayısal kartografik genelleştirme işin içine girdiğinde, hemen hemen tüm uygulamalarda ilk adım olarak başlangıç veritabanından objelerin ve özniteliklerin seçimi söz konusudur. Seçme işlemi kavramsal olarak genelleştirmenin bir bölümü olmamasına karşın çevresel ve öznitelikselsel dönüşümler için gerekli bir adım olarak göz önünde tutulmalıdır. Coğrafi objeler ya da onların istatistiksel öznitelikleri genelleştirme işlemleri tarafından kullanılmadan önce obje ve/veya özneliğin genelleştirilen haritaya dahil edilip edilmeyeceğine ilişkin kararın verilmesi gerekir. Şekil 3.4'te bu adım SEÇME İŞLEMİ olarak görülüyor. Genelleştirme, seçme işleminden sonra olur. Yine de genelleştirmenin sonraki aşamalarında da seçme gerekli olabilir.

Başlangıçta bir obje ya da öznitelik seçildiğinde genelleştirme işlemi çevresel ya da öznitelikselsel dönüşümlerin uygulanması ile devam eder. Coğrafi genelleştirme, objelerin çevresel bilgisinin geometrik manipülasyonunu içine alır. Burada çevresel bilgi ya vektör ya da raster formatındadır. İstatistiksel genelleştirme, sınıflandırmayı ve/veya işaretlemeyi içine alır. Doğaldır ki, bu iki tür genelleştirme birbiriyle sıkı ilişki içindedir. Örneğin, elli tane nokta objenin birleştirilmesi (içi dolu bir alan meydana getirmek için) hem mevcut sınıflandırma hem de işaretleme için bir düzenlemeye gereksinim duyabilir.

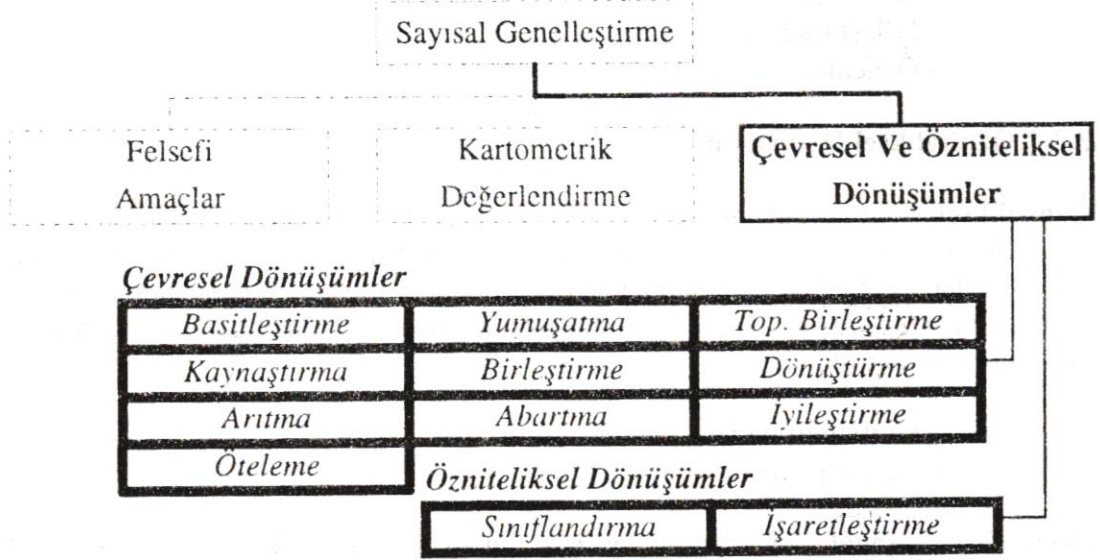
Seçme işleminden hemen sonra genelleştirme işlemlerinin raster ve vektör olarak ayrılması, coğrafi çevrenin iki veri modelindeki mantıksal organizasyonuna dayandırılır. Vektör veri modeli obje bazlı olarak bilinir, oysa raster model yer bazlıdır denilebilir. Vektör gösterim normalde bir ya da birden fazla özneliğe sahip olan noktalar, çizgiler ve alanlar gibi harita objelerini betimler. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir kurum (United States Bureau of The Census) tarafından geliştirilen DIME ve TIGER veri yapıları kentsel sistemlerle ilgili vektör gösterimlerdir. Kentsel sistemlerdeki varlıklar veritabanında nokta, çizgi ve alan olarak gösterilir. Bununla birlikte, yer bazlı (ya da raster) gösterim, alanı inceler. Alan, homojen birimlere ayrılır. Böylece, bir mozaik oluşturulur. Mozaikteki hücrelerin (ya da piksellerin) her biri bir yerdir ve her bir hücre (yer) için öznitelik verileri toplanır. Bu hücreler kare, altıgen ya da dikdörtgen şeklinde olabilir. Hücrelerin çevresel çözüm güçleri vardır. Örneğin, 10 metre (Système Probatoire pour l'Observation de la Terre (SPOT)), 20 metre (SPOT XS), 30 metre (Landsat Thematic Mapper (TM)), 79 metre (Landsat Multispectral Scanner System (MSS)) veya 40 dönüm (Minnesota Land Information Management Center). Bilginin hücre bazında toplanmasıyla özniteliklerin zaten genelleştirildiğine dikkat edilmelidir.

Örneğin, bir Landsat TM görüntüsü 30 m boyutlarındaki hücreye uygun olarak yansıma değerlerinin ortalamasını alır.



Şekil 3.4 Genelleştirme İşlemleri İçin Bir Çatı.

Sayısal genelleştirme alanındaki araştırmaların çoğu algoritmalar geliştirme konusunda olmuştur. Bu bölümde, vektör genelleştirmesinde görölen genelleştirme işlemleri oniki kategoride toplanmıştır (şekil 3.5). Bu çevresel ve özniteliksel dönüşümler aslında vektör formatındaki bilgiye yönelik olmasına karşın, pek çok örnekte raster alanındaki çeşitli işlemlere mantıksal olarak eşdeğer oldukları görölmüştür.



şekil 3.5 Çevresel Ve Özniteliksel Dönüşümler.

3.3.1. Çevresel Dönüşümler

Çevresel dönüşümler, veri gösterimini coğrafi ve topoloji açısından değiştiren işlemlerdir. Çoğunda esas, verilerin yersel görünüşleridir. Burada, istatistiksel bileşene önem verilmez. Harita yer yüzünün küçölmüş gösterimi olduğu için gösterilebilecek bilgi miktarını büyük oranda ölçek belirler.

Harita ve coğrafi bilgi sistemi uygulamaları için veri kaynakları belirgin biçimde ölçek, çözüm, projeksiyon ve doğruluk ile ilgilidir. Bu faktörlerin her biri kartografik bilginin sunumuna katkıda bulunur. Haritadaki bilginin iki bileşeni - yer ve anlam- vardır. Genelleştirme ikisini de etkiler. Ölçeğin küçölmesiyle birlikte kartografik bilginin gösterimi için kullanılabilir alan miktarı azaldığından, daha az yersel bilgi verilebilir. Sonuç olarak; ölçeğe özgü gereksinimleri karşılamak için grafik olarak değişiklikler yapılır. Bu grafik değişikliği denetim altında tutan on çevresel dönüşüm vardır. Bunlar:

- Basitleştirme,

- Yumuşatma,
- Toplayarak birleştirme,
- Kaynaştırma,
- Birleştirme,
- Dönüştürme,
- Arıtma,
- Abartma,
- İyileştirme ve
- Öteleme.

3.3.2. Özniteliksel Dönüşümler

Özniteliksel dönüşümler bir objenin temel istatistiksel karakteristiklerini yalnız öznitelik bilgisindeki değişiklikleri göstermek için gerekli olan çevresel değişiklikler yoluyla işler. Sonbaharda yapraklarını döken, iğne yapraklı ve kahverengi kozalak üreten ağaçların yeniden sınıflandırılması buna güzel bir örnektir. İki özniteliksel dönüşüm söz konusudur:

- Sınıflandırma ve
- İşaretleştirme.

Çevresel ve özniteliksel dönüşümler dört temel geometrik kategoriye (noktasal, çizgisel, alansal, hacimsel) tamamen aynı şekilde uygulanmaz. Bu dönüşümlerin, aynı zamanda, objelerin boyutlarında ya da işaretlerle temsil edilmiş olan objelerin gösteriminde meydana getirecekleri değişiklikler de farklıdır.

4. UZMAN SİSTEM YAKLAŞIMI

Harita projeleri uzman sistemler (expert systems) için iyi bir uygulama alanıdır; aslında eğer bilgisayarlar az müdahale ile yüksek nitelikli haritalar üretirse uzman sistem yaklaşımı kaçınılmazdır [1].

Yalnız matematik modele dayalı otomatik genelleştirme yapmanın güçlüğü ortadadır. Bu işin bir yolu Kartografik Genelleştirme Uzman Sistemi (KGUS) (Cartographic Generalization Expert System - CGES) kurmaktır. Bu sistem kartografik genelleştirme problemlerini çözerken bir kartograf gibi davranabilir. Yani bir kartografin düşünme ve muhakeme etme yeteneklerinin taklidini yapabilir. Aynı zamanda, kartografin kendine özgü bilgisini (modeller ve algoritmalar dahil) kullanabilir. KGUS, kartografik yöntem ve deneyimleri içerecek ve deneyimlerin tüm kartograflar tarafından paylaşımını olanaklı kılacaktır. KGUS, tüm kartografların bilgi birikimlerini de birleştirilebilir ve bu deneyim ve teorilerle kartografik genelleştirmeye yol gösterebilir [10].

Sistem, harita veritabanına dayanmaktadır. Kartografik genelleştirme modelleri ve algoritmaları, genelleştirmeye dair bilgi ve deneyim sonuçlarıdır. Bu sebepten, bir KGUS tasarlandığında tamamen genelleştirme modellerinden ve algoritmalarından yararlanılmalıdır [10].

KGUS, bir bilgi edinme, bilgiyi dışavurum ve bilgiden yararlanma işlemidir. Bu işlem kartografların bilgi ve deneyimlerinden yararlanılmalıdır. Bu sebepten, KGUS tasarlanırken işlem ile bağlantısı olan teori ve yöntemler incelenmeli ve yapay zekadan yararlanılmalıdır [10].

Şimdiki durumda tamamen otomatik genelleştirme yapmak güçtür. KGUS kurma işleminde interaktif grafik editör işlevlerinden yararlanılmalıdır. Böylece kartograf, "genelleştirme-sergileme-değiştirme" çalışmalarını bilgisayar ekranında yapabilir. Aslında, şimdiki durumda, kartografyaya dair bir uzman sistem ancak interaktif olarak kurulabilir [10].

Kartografik Uzman Sistemler (KUS) (Cartographic Expert System-CES) ile ilgili araştırmaların uzun vadedeki hedefi, beş yıldan fazla deneyime ve bilgi birikimine sahip profesyonel bir kartografin meydana getirdiği haritalara benzer haritalar üretmektir [1].

Tam anlamıyla bir KUS, insan müdahalesi olmaksızın her türlü haritayı üretmeye yetenekli olacaktır. Sistem, her veri grubu ve her durum için haritalar üretecektir. Sistem tarafından üretilen haritalar, profesyonel kartografların ürettiği haritalar kadar etkili olacak ve temel harita bilgisi tek bir veritabanından çıkarılacaktır. KUS, kullanıcıya ölçekleri, projeksiyonları, renkleri, işaretleri ve diğer harita unsurlarını açıkça belirtmesine izin verecektir. Ancak, eğer kullanıcı onları açıkça belirtmemeyi tercih ederse onlar hakkındaki kararları kendisi verecektir. İdeal olarak böyle bir sistem, kartografik gösterim türü ile ilgili uygun bir tercih bile yapmalıdır (eğer kullanıcı bu konuda kendisi karar vermek istemiyorsa) [1].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şimdiye kadarki bilgisayar destekli genelleştirme ile ilgili çabalar FORTRAN 77 gibi klasik programlama usulüne ait diller aracılığıyla algoritmaların gelişimine yöneliktir [3]. Bu araştırmaların eksiklikleri olduğu kesindir. Bunun nedeni işlemlerin henüz tam tanımlanamamış olmasıdır. Ancak sınırları kesin olarak belirlenmiş işlemler belli algoritmalara bağlanmıştır.

İnformatikte daha esnek çeşitli programlama teknikleri mevcuttur [3]. Bu teknikler, genelleştirme çalışmalarına yeni ufuklar açmaktadır. Bunların katkısı kartografik bilginin açıkça tanımlanabilmesine bağlıdır.

Bununla birlikte, genelleştirme işlemini yarı otomatik şekilde gerçekleştiren çeşitli sistemler piyasaya sürülmüş bulunmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) genelleştirme için çizgi basitleştirme, alan kaynaştırma ve toplayarak birleştirme işlemlerini içeren sınırlı işlevleri sağlamaktadır. Zeiss tarafından ticarileştirilen CHANGE gibi daha kapsamlı sistemler caddelerin, konut alanlarının ve şehrin diğer işlevsel alanlarının daha büyük ölçeklerde (orta ölçeğe yakın) toplu işlem olarak genelleştirilmesinin olanaklı olduğunu gösteriyor; Intergraph tarafından geliştirilen genelleştirme paket programı MGE (The Modular GIS Environment) Map Generalizer gibi interaktif genelleştirme için yöntemler sağlayan diğer sistemler de piyasaya girmiştir [7].

Birçok alanda kullanılan CBS teknolojisi, daha etkili bilgisayar destekli genelleştirmeye gereksinim göstermektedir. Grünreich'e göre çözümlerden biri; genelleştirme işlevlerini bir CBS yazılım paketinin kartografik editörüne entegre etmektir. Genelleştirme editörü bu şekilde ortaya çıkar ve otomatik genelleştirme sonuçlarının kartograf tarafından interaktif olarak gözden geçirilmesini olanaklı kılar. Kilpeläinen ve Sarjakoski, CBS veritabanında ne tür ilave bilgilerin (örneğin, öznitelik verileri) depolanması gerektiği ve verinin ne tür bir yapıya sahip olması gerektiği konularının şimdiye kadar çok tartışıldığını, fakat bu öznitelik verilerinden nasıl yararlanılabileceği konusunda çalışılmadığını ifade etmektedir.

Literatürdeki bir çok algoritma, projeksiyon yüzeyine izdüşürülmüş çizgilerin genelleştirilmesi ile ilgilidir ve dolayısıyla iki boyutlu Kartezyen koordinat sisteminde çalışılır. Haritada gösterime konu olan objeleri izdüşürülmemiş koordinatlara (enlem, boylam) göre oluşturan ya da ürün olarak kartografik veritabanları üreten kartografik sistemler, izdüşürülmemiş koordinatları işleyebilen basitleştirme ve yumuşatma yöntemlerine gereksinim duymaktadır. Christian'a göre izdüşürülmemiş verileri genelleştirmek için bir yaklaşım, izdüşürülmüş verileri kullanan mevcut çizgi basitleştirme ve yumuşatma algoritmalarının adaptasyonudur.

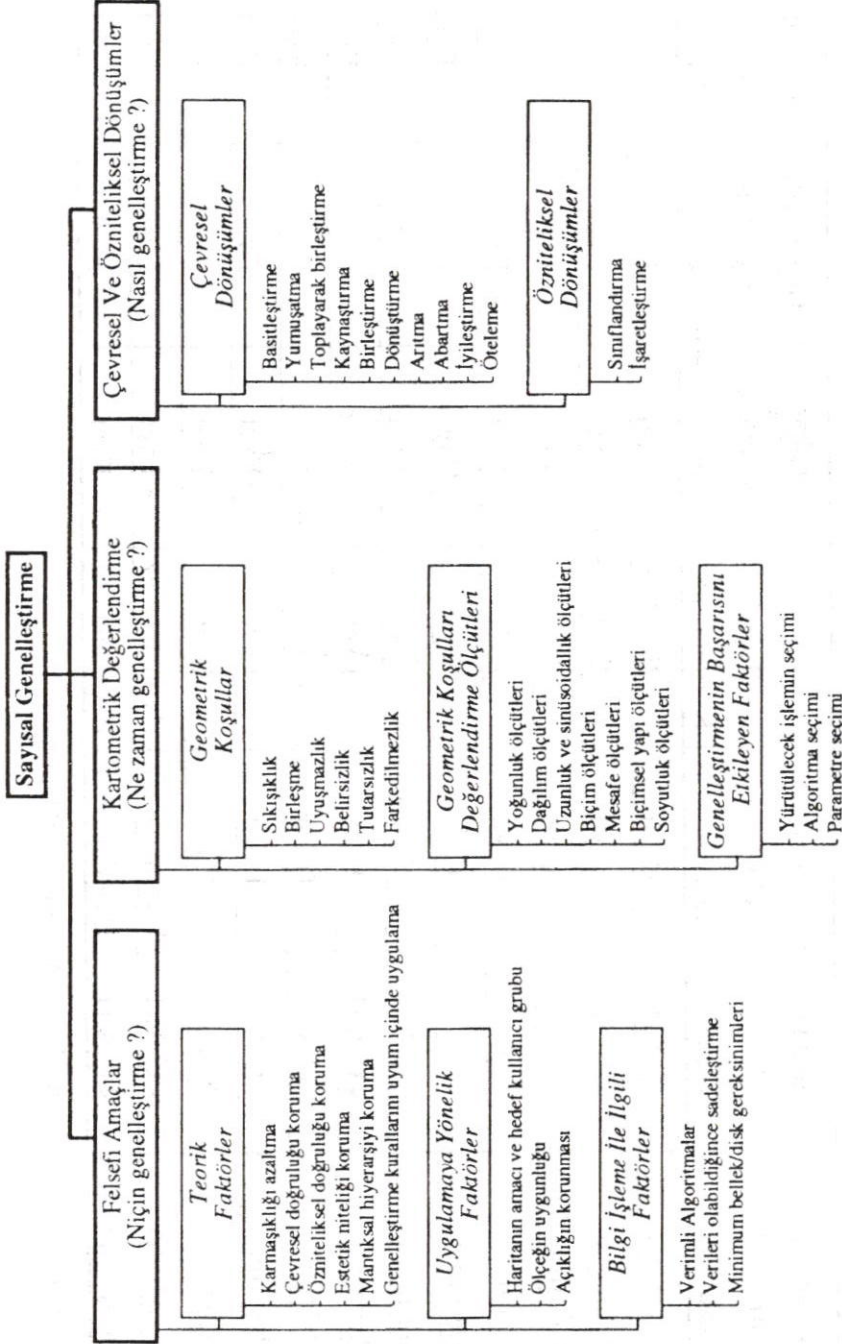
Yine Kilpeläinen ve Sarjakoski, genelleştirmeyi başka bir açıdan ele almakta ve dikkatleri üçüncü boyuta çekmektedir. Böylece, veritabanlarından elde edilebilecek üçüncü boyutla, belki de, gelecekte üç boyutlu genelleştirmenin de olanaklı olabileceğini belirtmektedir.

Sonuç olarak, yukarıda uzmanların görüşlerine dayanarak yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi genelleştirmenin sayısal ortamda ele alınması gereken daha pek çok yönü vardır. Uzman sistemler hedefine ulaşmak için bunların birer aşama olduğu söylenebilir. Bunların başarıma derecesine göre uzman sistem yaklaşımı kabul görecektir. Şüphesiz bütün bunlar bilgi işleme teknolojisindeki gelişmelerle doğrudan ilişkilidir. Bu konuda araştırma yapanların sayısının hiç te az olmayışı gelecek için umut vericidir.

TABLO 3.1 ÇEVRESEL VE ÖZNETELİKSEL DÖNÜŞÜMLERİN KARAKTERİSTİKLERİ

Çevresel ve Özniteliksel Dönüşümler	Uygulanabilir Veri Türleri*	İşaretset Gösterim Değişir mi?	Boyut Korunur mu?	Diğer İşlemlere Bağlı mı?	Değerlerde Değişiklik Var mı?	Veri Türünde Değişiklik Var mı?
Basitleştirme	Ç,A,H	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Yumuşatma	Ç,A,H	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Toplayarak Birleştirme	N	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet
Kaynaştırma	A	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Birleştirme	Ç	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Evet
Dönüştürme	Ç,A	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet
Aritma	N,Ç,A,H	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet
Abartma	Ç,A,	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
İyileştirme	Ç,A	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Öteleme	N,Ç,A	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Sınıflandırma	N,Ç,A,H	Uygulanamaz	Uygulanamaz	Evet	Evet	Evet
İşaretleştirme	N,Ç,A,H	Uygulanamaz	Uygulanamaz	Evet	Evet	Evet

*Not: N=Noktasal, Ç=Çizgisel, A=Alansal, H=Hacimsel



Şekil 3.6 Sayısal Genelleştirme Modeli.

KAYNAKLAR

- [1] BUTTENFIELD, B.P. and MARK, D.M., Expert Systems in Cartographic Design.
- [2] CHRISTIAN, D.G., Line Generalization of Non-projected Data, Proceedings, 16th International Cartographic Conference, Cologne, Köln, Germany, Vol.1, pp. 1194-1204, 1993.
- [3] GRUNREICH, D., Generalization in GIS Environment, Proceedings, 16th International Cartographic Conference, Cologne, Köln, Germany, Vol.1, pp. 203-210, 1993.
- [4] Kartographische Generalisierung, Topographische Karten, Kartographische Schriftenreihe, Herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie.
- [5] KILPELÄINEN, T. and SARJAKOSKI, T., Knowledge-Based Methods and Multiple Representation as means of On-Line Generalization, Proceedings 16th International Cartographic Conference, Cologne, Köln, Germany, Vol.1, pp. 211-220, 1993.
- [6] McMASTER, R.B. and SHEA, K.S., Generalization in Digital Cartography, 1st edition, Association of American Geographers, 1992.
- [7] MULLER, J.C., PENG, W. and WANG, Z., Procedural, Logical and Neural Nets Tools for Map Generalisation, Proceedings, 16th International Cartographic Conference, Cologne, Köln, Germany, Vol.1, pp. 181-191, 1993.
- [8] SELÇUK, M., Kartografyaya Giriş, Yayınlanmamış ders notları.
- [9] UÇAR, D., Kartografyaya Giriş, Yayınlanmamış ders notları.
- [10] WANG, J.Y., WU, F. and WU, Z., The Research on Tools of The Cartographic Generalization Expert System, Proceedings, 16th International Cartographic Conference, Cologne, Köln, Germany, Vol.1, pp. 221-227, 1993.