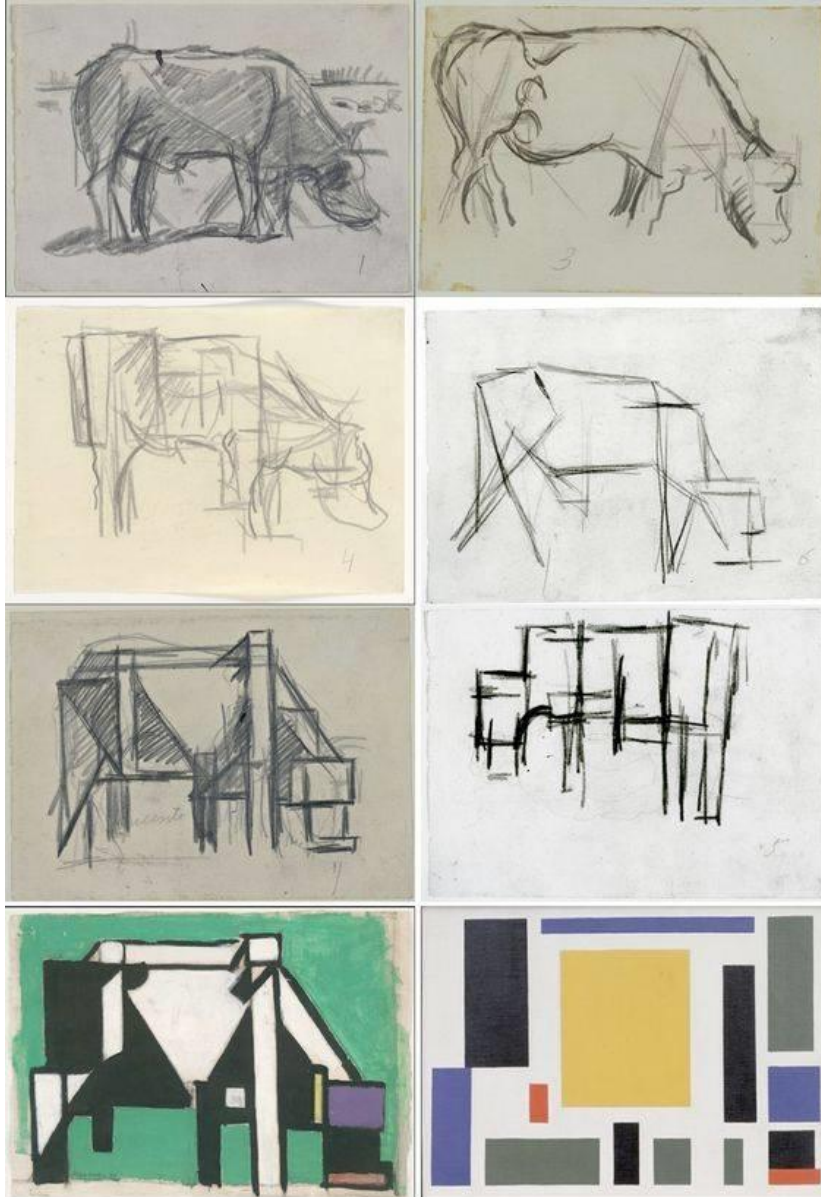


KARTOGRAFYA VE JEOENFORMATİK UYGULAMASI (HRT4482)

(Kartografik Genelleştirme)

Ders Notları



İÇİNDEKİLER

- 1. Genelleştirme için Bir Kavramsal Model**
- 2. Akarsu Ağı Genelleştirmesi**
- 3. Yol Ağı Genelleştirmesi**
- 4. Bina ve Yerleşim Alanları Genelleştirmesi**
- 5. Yükseklik Eğrisi Genelleştirmesi**
- 6. Bitki Örtüsü ve Yazı Genelleştirmesi**

Bölüm 1

GENELLEŞTİRME İÇİN BİR KAVRAMSAL MODEL

Prof. Dr. Türkay Gökgöz

1.1 Giriş

Kartograflar yüzyıllardan beri harita genelleştirmesi ve yeryüzünün 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. Eckert, bilimsel kartografya kavramının yaratıcısıdır. Ona göre kartografik genelleştirme, görsel ve bilimsel yanları birleştiren bir köprüdür.

Şimdiye kadar manuel genelleştirme için açıkça tanımlanmış nesnel kurallar tam olarak geliştirilememiştir. Ayrıca, problemlerin çoğuna bir matematiksel ya da bir fiziksel model bulmak güçtür.

Genelleştirme, yaratıcılık isteyen bir iştir. Kartografların bilgi ve deneyimleri önemli bir etkidir. 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 değişimini, istatistiksel sınıflandırmayı ve işaretleştirme işlemini içine alan çeşitli işlere yardımcı bir işlemdir. Bu bağlamda genelleştirmenin bir amaç değil, bir araç olduğu söylenebilir. Sayısal genelleştirme, mekânsal ve öznelitelsel 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.

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

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

1.2 Manuel Genelleştirme İle Sayısal Genelleştirmenin Karşılaştırılması

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 öznel ve bunun sonucu olarak genelleştirme yöntemlerinin seçiminde ve uygulanma derecesinde kişisel söz konusudur. Oysa sayısal genelleştirme, önceden tespit edilen bir dizi emri takip ederek genelleştirme işlemlerinin 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 işlemlerinin 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 tam olarak öğretilmemektedir.

1.3 Kavramsal Bir Genelleştirme Modeli

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 ve (3) genelleştirmenin nasıl yapılacağı konusunda teknikler sağlayan uygun mekânsal ve özneliksel dönüşümlerin seçimi (Şekil 1.1). Sayısal genelleştirme dâhilinde ortaya konan bu kısımlar aşağıda açıklanmaktadır.



Şekil 1.1: Sayısal genelleştirme için kavramsal çatı

1.3.1 Felsefi Amaçlar

Kavramsal modelin ilk bileşeni sayısal ortamda niçin, hangi amaçlar doğrultusunda kartografik genelleştirme yapıldığını inceler (Şekil 1.2). Bu amaçlar: (a) Genel, sezgisel kartografik prensiplere bağlılık (teorik faktörler), (b) ele alınmakta olan

genelleştirme problemine dair özel beklentilerin karşılanması (uygulamaya yönelik faktörler) ve (c) mevcut enformatik teknolojisi talep ve yeteneklerinin göz önünde bulundurulması (enformatik faktörler).



Şekil 1.2: Felsefi amaçlar

1.3.1.1 Teorik Faktörler

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

- Karmaşıklık azaltma,
- Mekânsal doğruluğu koruma,
- Özniteliksel doğruluğu koruma,
- Estetik niteliği koruma ve
- Mantıksal hiyerarşiyi koruma.

1.3.1.2 Karmaşıklık Azaltma

Karmaşıklık bir haritadaki grafik elemanlar arasındaki etkileşimin bir ölçütüdür. Verilen alandaki grafik elemanların sayısı ve/veya çeşitliliği haritadan sağlanacak faydayı etkilemektedir. Karmaşıklık ölçek küçüldüğünde ortaya çıkmaktadır ve objeler karmakarışık bir hal almaktadır. Uygun karmaşıklık düzeylerini tespit etme, analiz etme ve tanımlama belki de sayısal genelleştirmedeki en zor problemdir. Çünkü karmaşıklık, beraberinde çok sayıda mekânsal ve özniteliksel dönüşümleri de getirmektedir. Şekil 1.3'te büyük ölçekli bir harita ile daha küçük ölçekli iki harita görünmektedir. Birçok grafik eleman bulunan üstteki 1:10,000 ölçekli haritanın genelleştirme yapılmaksızın 1:50,000 ölçeğine küçültülmüş hali sol tarafta, bazı temel genelleştirme işlemlerinin yürütülmesiyle 1:50,000 ölçeğinde elde edilen harita ise sağ tarafta görünmektedir. İkisinin arasındaki fark çok açıktır. Genelleştirme yapılmadan küçültülmüş sol taraftaki harita son derece karmaşık bir grafik yapıya sahiptir. Sağ taraftaki genelleştirilmiş harita daha anlaşılır durumdadır.



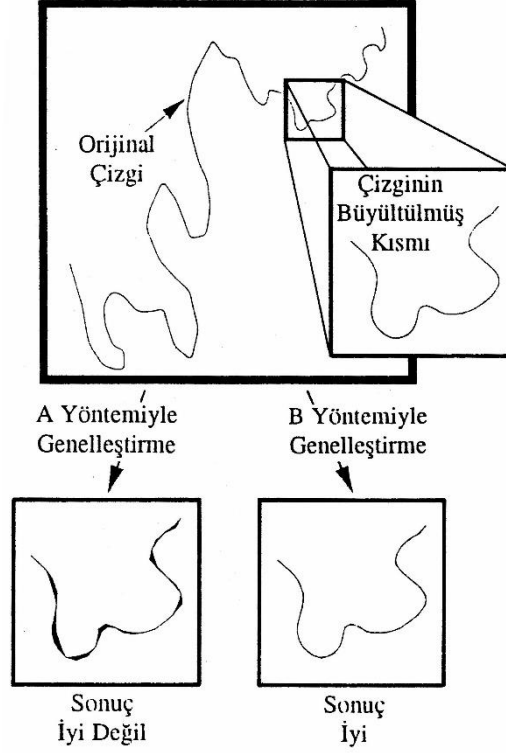
Şekil 1.3: Karmaşıklığı azaltma

1.3.1.3 Mekânsal Doğruluğu Koruma

Shiryaev, kartografik gösterimdeki temel koşulun "...objelerin nicelik ve nitelik bakımlardan gerçek dağılımlarına uygunluğu" olduğunu ifade etmektedir. Küçük ölçekli haritalarda genelleştirmeden dolayı bu koşullar sağlanamamaktadır. Bununla birlikte, Shiryaev, büyük ölçekli haritalarda "...sınırların, alanların, obje genişliklerinin vb. doğru gösterimi"nin son derece önemli olduğunu ifade etmektedir. Mekânsal doğruluğu korumanın amacı açıktır ve mekânsal doğruluk öteleme ile ilişkilendirilebileceği için korunup korunmadığı da tespit edilebilir. Burada, öteleme ile planimetrik fark kast edilmektedir ve vektör ya da alansal öteleme ölçütleriyle değerlendirilebilir. Genelleştirmenin amaçlarından biri de objeler ile onların genelleştirilmiş gösterimleri arasındaki toplam öteleme hatasını en aza indirmektedir.

Şekil 1.4'te görünen bir çizgi iki farklı yöntem ile basitleştirilmiştir. Orijinal çizgi ile basitleştirilmiş çizgi üst üste bindirildiğinde farklı kalınlığa sahip çizgiler meydana gelmektedir. Sol taraftakinin sağ taraftakine göre daha kalın olması, orijinal çizgi ile

basitleştirilmiş gösterimi arasındaki konumsal farklılıkların daha büyük olduğunu göstermektedir.



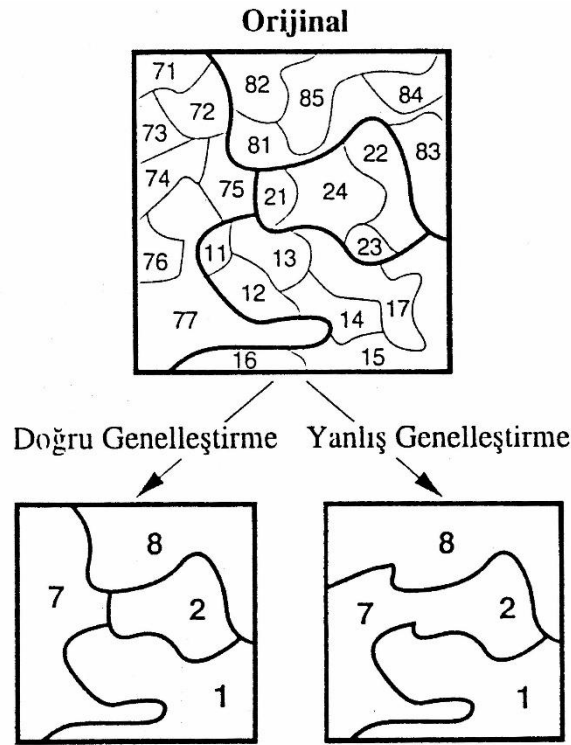
Şekil 1.4: Mekânsal doğruluğun korunması

1.3.1.4 Özniteliksel Doğruluğu Koruma

Mekânsal doğruluğun korunması coğrafi veriler -veri tabanındaki kartografik objeler (noktalar, çizgiler ve alanlar)- ile ilgilidir. Ancak, mekânsal gösterimlerin bir parçası olan özniteliksel verilerin de önemli bir yeri vardır. Özniteliksel doğruluğun korunması için yapılan işlemler tamamen numeriktir ve hem istatistiksel analiz hem de sınıflandırma yöntemlerini içerirler. Özniteliksel doğruluğun korunması tematik harita üretiminde topografik harita üretimine göre daha büyük bir öneme sahiptir. Burada amaç; objelerin mekânsal gösterimlerini etkileyecek özniteliksel değişiklikleri en aza indirmektir.

Şekil 1.5 bir arazi kullanım/arazi örtüsü haritasını göstermektedir. Burada, arazi kullanım ve arazi örtüsü alan işaretleri Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir kurum (United States Geological Survey) tarafından geliştirilen sistem kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bu sistem iki ayrıntı düzeyli bir hiyerarşik yapıyla karakterize edilmektedir. Birinci düzeyde 1:25,000 ölçeğinde, ikinci düzeyde 1:100,000 ölçeğinde sınıflandırmalar yapılmaktadır. Sınıflandırma planında ilk sayı birinci kategoriyi, ikinci sayı alt kategori göstermektedir. Örneğin; 81, 82, 83, 84 ve 85 olarak numaralandırılan alanlar Tundra (8) (büyük kuzey ormanlarının sınırında, kuzey ve güney kutuplarına özgü tipik bir bitki örtüsü) sınıflandırmasının (1.

düzey) alt kategorilerini göstermektedir: Funda ve çalılıklardan oluşan Tundra (81), Ot Nevinden Tundra (82), Çıplak Tundra (83), Yağmurlu Tundra (84) ve Karışık Tundra (85).



Şekil 1.5: Özniteliksel doğruluğun korunması

Bu örnekte ayrıntılı orijinal harita özniteliksel bilgilerine göre genelleştirilmiştir. Sol tarafta sınıflandırmanın hiyerarşik yapısı korunmuştur. Sağ tarafta ise birinci düzey ile ikinci düzey yanlış ilişkilendirilmiştir. Dolayısıyla özniteliksel doğruluk korunmadığı için obje kategorilerinin gösterimi yanlış yapılmıştır.

1.3.1.5 Estetik Niteliği Koruma

Bir haritanın estetik niteliği çeşitli faktörlere bağlıdır. Başka bir ifadeyle, yeryüzü ve gösterimi arasındaki ilişkilerin, dengenin, düzenin, baskı tekniklerinin ve renk ya da gri tonların uygun ve uyumlu kullanımına bağlıdır. Oldukça güç olmasına karşın, kartograflar şimdiye kadar kartografik tasarım için kurallar oluşturma yolunda oldukça çaba sarf etmişlerdir. Kartografyada sık sık ifade edildiği gibi işin estetik yönü unutulmamalıdır.

Sayısal genelleştirmede yürütülen bazı işlemler haritanın estetik niteliğini korumaya yardımcı olmaktadır. Örneğin sayısallaştırmanın istenmeyen sonuçlarını ortadan kaldırmak için yumuşatma algoritmalarının kullanımı ve karmaşıklığa yol açan çizgisel detay birleşmesini önlemek için öteleme yapılması bunlardan bazılarıdır.

1.3.1.6 Mantıksal Hiyerarşiyi Koruma

Haritada gösterilen objeler için bir sıralama söz konusudur. Büyük şehirler küçük şehirlerden, şehirlerarası otoyollar sayfiye yollarından ve okyanuslar göllerden daha belirgin olmalıdır. Bu durum tek bir obje sınıfı (örneğin yollar) için nispeten kolay gibi gözükse de haritada gösterilen alan, çizgi ve nokta objelerin tümü göz önüne alındığında hiç de kolay olmadığı ortadadır. Objeler arasında grafik hiyerarşi oluşturmada esas belirleyici faktör haritanın amacıdır. Örneğin 1: 5,000 gibi büyük ölçekli topografik haritaların küçültülmesiyle elde edilen 1: 25,000 ölçekli bir haritada genelleştirmenin bir sonucu olarak küçük akarsular ya gösterilmeyecek ya da değiştirilecektir. Böylece, havaalanları ve şehirlerarası yollar gibi arta kalan objeler belirginleşecektir. Bununla birlikte, eğer bu küçük ölçekli haritanın amacı yolculara hizmet etmekse su, dinlenme ve yardım yerlerinin önemi büyüktür. Açıkça görülüyor ki, bu örnekte hiyerarşi mantığı haritanın amacına ve hedef kullanıcı grubuna göre korunmamıştır. Bu nedenle objelerin hiyerarşisi mantıksal olmalıdır.

1.3.2 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 enformatik 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.

1.3.2.1 Haritanın Amacı ve Hedef Kullanıcı Grubu

Bir harita kendine özgü bir amaç ve hedef kullanıcı grubu için üretilir. Amaç ve hedef kullanıcı grubu, haritanın yapısına ve proje elemanlarının seçimine katkıda bulunur. Bu hem manuel hem de bilgisayar destekli kartografya için geçerlidir. Veri tabanındaki mekânsal ve özniteliksel bilgiler tamamen farklı amaçlar için kullanılabilir. Örneğin, bir yol haritasından beklentiler ile bir duvar haritasından beklentiler farklı olacağı için mekânsal ve özniteliksel dönüşümler kullanıcıların amaçları doğrultusunda ve özel kullanım koşulları göz önünde bulundurularak farklı biçimlerde uygulanırlar.

1.3.2.2 Uygun Ölçek

Sonuç haritanın ölçeği, haritanın amacına ve hedef kullanıcı grubuna uygun olmalıdır. Genelleştirilecek bilgi miktarı ve türü, büyük ölçüde hedef ölçeğe göre tespit edilir. Genelleştirmeden sonra kalacak ayrıntı miktarı ölçek değişikliğinin bir fonksiyonudur. Ancak bugüne kadar böyle bir matematiksel ilişki kesin olarak kurulamamıştır. Töpfer ve Pillewizer'in (1966) Köksel Kanunu (ya da Tek Biçimli Yoğunluk Kanunu) genelleştirmeden sonra kalacak obje sayısı hakkında iyi bir ölçüttür. Fakat özel varlıkların seçimini ve dağılımını ihmal etmektedir ve yerel obje dağılımını doğrudan dikkate almamaktadır.

Genelleştirmeden sonra kalacak ayrıntı miktarı;

$$n_f = n_a \sqrt{M_a / M_f}$$

eşitliği ile tespit edilmektedir. Burada; n_a , kaynak haritada gösterilmiş obje sayısı, M_a , temel haritanın ölçek faktörü ve M_f , hedef haritanın ölçek faktörüdür.

Ayrıca, bu kanun nokta objelerin toplanarak birleştirilmesi ve bir alan obje olarak yeniden tanımlanması gibi ölçek değişikliği ile ortaya çıkan geometrik dönüşümleri hesaba katmamaktadır.

1.3.2.3 Açıklığın Korunması

Açıklığın korunması ile haritanın okunaklığının ya da okunabilirliğinin küçük ölçekli haritada da sağlanması kastedilmektedir. Haritanın açıklığının korunması ile ölçeğin küçülmesi arasında mantıksal bir ilişki vardır. Haritadaki objeler istenildiği kadar küçültülemez. Gözün ayırma gücünün sınırları bu konuda belirleyici faktördür. Normal bir göz 30 cm mesafeden 0.02 mm'yi ayırt edebilmektedir. İyi bir kontrastla 0.04 mm'lik çizgi kalınlığı ancak seçilebilir.

Gerçi bugünkü reproduksiyon teknikleri haritadaki en ince ayrıntının gösterimi için yeterli olmasına karşın, genellikle daha basit, daha ucuz yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılacak yöntemin incelik ve niteliğinin haritanın görünümünü etkileyeceği göz önünde bulundurulmalı ve büyüklüklerin seçiminde bu durum gözden uzak tutulmamalıdır.

Ayrıca, renk seçimi de haritanın okunaklığını doğrudan etkileyen bir konudur. Siyah-beyaz dışında kullanılacak renkler için şekil büyüklükleri ve çizgi kalınlıkları farklıdır. Yüzeyin rengi ile algılanabilmesi için belli bir büyüklüğün altına düşmemesi ve çok uygun seçilmiş olması gerekir. Mekânsal veri tabanları, bünyelerinde çok miktarda veri bulundurmalarına karşın, bunların hepsi

kullanılmaz. Haritanın okunaklılığının ya da okunabilirliğinin sağlanması için bilgisayar destekli seçme işlemiyle daha az önceliğe sahip ya da gereksinim duyulmayan veriler elimine edilir. Kartograflar, ayrıca, bu amaca yönelik olarak basitleştirme, yumuşatma, toplayarak birleştirme, kaynaştırma, birleştirme, dönüştürme, arıtma, abartma, iyileştirme ve öteleme gibi işlemleri yürütürler.

1.3.3 Enformatik Faktörler

Genelleştirmenin enformatik 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 üç enformatik faktör dikkate alınabilir:

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

Yukarıdaki enformatik faktörlerin hepsine bugünkü enformatik 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 eş güdümlendirmek 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.

1.3.3.1 Algoritmaların Verimliliği

Sayısal alandaki en önemli amaçlardan biri bilgi miktarını ekonomik bir biçimde azaltmaktır. Eğer yalnız algoritmik işlemin hızı dikkate alınırsa bunu başarmak bir dereceye kadar kolaydır. Fakat çıktının uygunluğu dikkate alındığında oldukça karmaşıktır. Örneğin, Douglas Çizgi Basitleştirme Algoritması kartografik açıdan en güvenilir yaklaşımlardan, fakat bilgi işleme maliyeti açısından en kötülerden biri olarak gösterilmektedir. Doğruluğu yüksek haritalar elde etmek için (analitik amaçlar için sayısal veri tabanlarının üretimi gibi) Douglas'ın yöntemi belki de en uygun olandır. Daha az incelik isteyen işler -raster grafik görüntüleri desteklemek için vektör verilerin basitleştirilmesi- için Lang'ın algoritması gibi bilgi işleme açısından daha etkili bir yöntem belki de daha uygundur.

Genelleştirmenin niteliği çeşitli faktörlere –haritanın amacı, doğruluk standartları, ölçek- ve hem matematiksel hem de sezgisel değerlendirmelere bağlıdır. Bu nedenle, burada amaç, algoritmanın maliyetini, yaptığı genelleştirmenin niteliğine denk getirmektir. Bu tür bir maliyet-yarar analizi için insan faktörünün genelleştirmeye katkısının ne derecede olduğu önemlidir.

1.3.3.2 Verileri Olabildiğince Sadeleştirme

Sayısal ortamdaki genelleştirme ile ilgili göz önüne alınması gereken şeylerden biri de verilerin elverdiğince az yer kaplayacak biçimde depolanmasıdır. Üç faktör bunu gerekli kılmaktadır: (1) Harita ya da grafik gösterim ölçeğinin küçülmesi, (2) teknik olanaklar (çizicinin ya da grafik ekranın çözüm gücü gibi) ve (3) haritanın amacı.

Bu problem iki şekilde çözülebilir: (a) Mekânsal varlıkları temsil etmek için gerekli koordinat miktarını azaltma ve (b) veri yapısını, depoda daha az yer kaplayacak biçimde sadeleştirme. Her iki durumda da amaç, minimum bir depoyla maksimum bilgiye sahip olmaktır. Bu iki koşuldan ilkinine yönelik olarak çizgilerin ve alansal sınırların gösterimindeki gereksiz koordinat çiftlerini elimine etme yolları araştırılmış ve çizgi basitleştirme algoritmaları geliştirilmiştir. İkincisine yönelik olarak da vektör ve raster veriler için kodlama yöntemleri (Zincir Kodlama Yöntemi gibi) geliştirilmiştir. Kodlama yöntemleri, genelleştirme işlemlerinin seçimini ve uygulamalarını etkileyebilmektedir.

1.3.3.3 Minimum Bellek/Disk Gereksinimleri

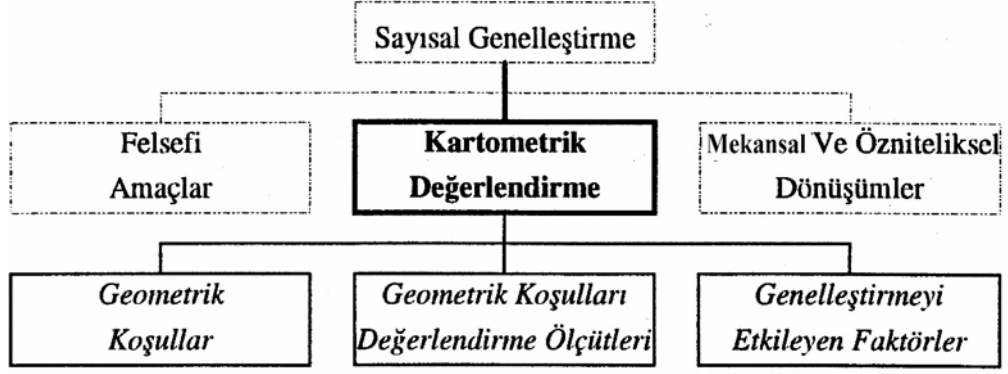
Sayısal alandaki genelleştirme ile ilgili üzerinde fazlaca durulmayan bir konu bilgisayar belleğine/diskine duyulan gereksinimin azaltılmasıdır. Çeşitli Merkezi İşlem Birimlerini (Central Processing Unit – CPU) ve çok miktarda Rastgele Ulaşılan Belleği (Random Access Memory - RAM) besleyen bir büyük bilgisayar sisteminde bellek ve işlemci açısından yoğun algoritmaların kullanımı belli bir algoritmanın seçimine engel teşkil etmeyebilir. Bununla birlikte, düşük RAM'li bir bilgisayar, kartografik niteliği daha düşük, daha yavaş bir algoritmayı seçmek zorunda bırakabilmektedir. Çünkü kartografik açıdan nitelikli bir algoritma için küçük bilgisayarların bellek ve/veya merkezi işlem birimleri yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle, minimum bir depo ve bellek ile son derece nitelikli bir genelleştirmenin yapılabilmesi yönünde çaba harcanmaktadır.

1.4 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 1.6'da gösterildiği gibi genelleştirmenin ne zaman yapılacağı üç farklı açıdan ele alınabilir: (1) Genelleştirmeyi gerekli kılan geometrik koşullar, (2) geometrik

koşulları değerlendirme ölçüleri ve (3) kartometrik açıdan sayısal genelleştirmenin başarısını etkileyen başlıca faktörler.



Şekil 1.6: Kartometrik değerlendirme

1.4.1 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
- Fark edilmezlik.

1.4.1.1 Sıkışıklık

Ölçek küçülmesiyle birlikte haritadaki obje yoğunluğu aşırı ölçüde artarsa bu koşul ortaya çıkar. Sıkışıklık probleminin giderilmesi ve böylece haritanın okunaklılığının sağlanması için bir dizi genelleştirme işleminin yürütülmesi gerekmektedir.

1.4.1.2 Birleşme

Ölçek küçülmesinin bir sonucu olarak haritadaki objeler kısmen ya da tamamen yana geldiklerinde bu koşul ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda objeler ya (a) çizimde kullanılan kalemin kalınlığı ve grafik ekranın çözüm gücü gibi teknik olanaklardan ya da (b) işaretleştirme işleminden dolayı birleşmektedirler. Bu durumun varlığı bir genelleştirme yapılmasının gerekliliğini gösterir.

1.4.1.3 Uyuşmazlık

Bir objenin genelleştirmeden önceki gösterimi ile genelleştirmeden sonraki gösterimi arasında mantıksal bir uyumsuzluk olduğunda, dolayısıyla genelleştirme

sırasında bu koşul ortaya çıkar. Örneğin, haritadaki bir nehrin genelleştirme işlemiyle elimine edilmiş olmasına karşın, üzerindeki köprünün kalmış olması bir mantıksal uyumsuzluğu gösterir. Bu gibi uyumsuzluklar ya işaretin değiştirilmesi veya ötelenmesi ya da silinmesi yoluyla giderilmelidir.

1.4.1.4 Belirsizlik

Bazı durumlarda genelleştirme işlemi özel koşullara bağlıdır. Bu özel koşullar genelleştirmenin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilen, önceden tespit edilememiş koşullardır. Bu sebepten, belirsizlik olarak adlandırılan bu koşul ile özel koşulların bir sonucu olarak, genelleştirme tekniklerinin yerine getirilmesindeki belirsizlik kastedilmektedir. Genelleştirmenin sonuçları; mekânsal verilerin karmaşıklığı, geçicilik, iterasyon tekniğinin seçimi ve tolerans düzeylerinin seçimi gibi birçok faktöre bağlı olabilmektedir.

1.4.1.5 Tutarsızlık

Genelleştirme kararlarının haritanın bütününde değişiklik göstermeyen biçimde uygulanmamasıyla oluşan koşullar tutarsızlığın göstergesidir. Örneğin, kırsal alanlardaki tek yapılar genellikle gösterilirler, fakat kentsel alanlardakiler gösterilmezler; çoğu kez birleştirilirler ve tüm kentsel alan pembe renk ile blok halinde gösterilir. Bu durumda bir tutarsızlıktan söz edilebilir, fakat bu örnekte olduğu gibi tutarsızlık her zaman istenmeyen bir koşul değildir ve haritanın özel bir kısmını vurgulamak ya da geri plana itmek için kullanılabilir.

1.4.1.6 Fark edilmezlik

Bu koşul, ölçeğin küçülmesiyle birlikte, bir objenin boyutunun harita için geçerli bir minimal gösterim boyutunun altına düşmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu durumda; obje elimine edilebilir, büyütülebilir, abartılabilir ya da dönüştürülebilir (birden fazla nokta objenin tek bir alan obje haline getirilmesi örneğinde olduğu gibi).

Topografik haritalarda minimum boyutlar için yaklaşık Şekil 1.7'deki değerler geçerlidir (siyah renkler için). Açık renklerin haritanın normal koşullar dışındaki kullanımı için bu değerler genellikle önemli ölçüde büyütülmelidir.

Büyültülmüş Çizimler:	Gerçekteki Görünüşleri:		
		0.05 mm	Beyaz kağıtta çizgi kalınlığı
		0.25 mm	Çizgi aralığı (açık renklerde biraz daha büyük)
		0.25 mm	Alan aralığı (açık renklerde biraz daha büyük)
		milimetreye üç çizgi ayrılabilir	
		farklı kıvrımlı çizgi	
		0.3 mm	Karenin ayırt edilebilmesi için minimum kenar uzunluğu
		0.3 mm	Daire çapı
		0.15 mm	Nokta çapı
		1.0 mm	Kenar uzunlukları
		0.1 mm	nokta-nokta çizgi için
		4.0 mm ²	Renk mozaigi (çok renkli haritalar için minimum alan (ince tram kullanılır ve açık renk basmak istenirse bu alan biraz daha büyütülür)

Şekil 1.7: Topografik haritalar için yaklaşık minimum boyutlar

1.4.2 Geometrik Koşulları Saptama Ölçüleri

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

- Yoğunluk ölçüleri,
- Dağılım ölçüleri,
- Uzunluk ve kıvrımlılık ölçüleri,
- Biçim ölçüleri,
- Mesafe ölçüleri,
- Gestalt ölçüleri ve
- Soyutluk ölçüleri.

Yukarıdaki ölçülerin çoğu çeşitli CBS algoritmalarıyla kolaylıkla elde edilebilir. Gestalt ve soyutluk ölçüleri kolaylıkla hesaplanamamakta ve bu nedenle mekânsal sistemlerde analog karşılığı bulunmamaktadır. Genelleştirme çalışmasından önce mevcut olması gereken mekânsal ve/veya özniteliksel koşulları değerlendirmek için

gerekli ölçüler; ölçeğe, haritanın yapılış amacına ve diğer birçok faktöre bağlı olarak tespit edilir. Ölçülerin nasıl kullanılacağına ilişkin kesin kural ve ilkeler algoritmalarla ilgili tam bir bilgi olmaksızın tespit edilemez.

1.4.2.1 Yoğunluk Ölçüleri

Bu ölçüler çok sayıda obje arasındaki ilişkileri değerlendirme için kullanılır. Bazı yoğunluk ölçüleri şunlardır.

- Birim alana düşen nokta, çizgi ya da alan objelerin sayısı,
- Nokta, çizgi ya da alan objelerin ortalama yoğunluğu ve
- Kümelenmiş nokta, çizgi ya da alan objelerin sayısı.

1.4.2.2 Dağılım Ölçüleri

Bu ölçüler harita objelerinin dağılımını değerlendirmek için kullanılır. Örneğin; dağılımı, rastlantısallığı ve kümelenmeyi saptamak için nokta objeler incelenebilir. Çizgi objeler, karmaşıklıklarına göre değerlendirilebilir. Örneğin; birim uzunluk başına düşen ortalama açısal değişim, bir akarsu objesinin karmaşıklığı ve objenin küçültülmüş ölçekte alacağı şekil için bir ölçü olabilir. Alan objeler, ortak bir objeden ya da yerden olan göreceli mesafelerine göre karşılaştırılabilir.

1.4.2.3 Uzunluk ve Kıvrımlılık Ölçüleri

Bu ölçüler çizgi objeler ya da alan objelerin sınırları ile ilgilidir. Bir akarsu objesinin uzunluğunun hesaplanması buna ilişkin bir örnek olabilir. Bazı uzunluk ölçüleri şunlardır:

- Toplam koordinat sayısı,
- Toplam uzunluk ve
- Ortalama koordinat sayısı ya da birim uzunluk başına düşen koordinatların standart sapması.

Kıvrımlılığa ilişkin bazı ölçüler ise şunlardır:

- Toplam açısal değişim,
- Birim uzunluk başına düşen ortalama açısal değişim,
- Pozitif ve negatif açılar toplamı ve
- Pozitif ve negatif açılar toplam sayısı.

1.4.2.4 Biçim Ölçüleri

Biçim değerlendirmeleri bir alan objenin yeni ölçekte gösterilip gösterilemeyeceğinin tespitinde yararlıdır. Bazı biçim ölçüleri şunlardır:

- Nokta, çizgi ve alan objelerin geometrisi,
- Alan objelerin çevre uzunluğu,

- Çizgi eksenini ya da alan objelerin ağırlık merkezi,
- Alan objelerin X ve Y varyansları,
- Alan objelerin X ve Y kovaryansları ve
- Alan objelerin X ve Y'lerinin standart sapmaları.

1.4.2.5 Mesafe Ölçüleri

Temel geometrik şekiller –noktalar, çizgiler ve alanlar- arasındaki mesafeler de değerlendirilebilir. Bu geometrik şekillerin her biri arasındaki mesafeler, her bir geometrik şekil arasındaki en kısa dik mesafe ya da en kısa Öklid mesafesidir. İki geometrik nokta arasında yalnız üç farklı mesafe hesabından söz edilebilir:

- Noktadan noktaya,
- Nokta tampon bölgesinden nokta tampon bölgesine ve
- Noktadan nokta tampon bölgesine.

1.4.2.6 Gestalt Ölçüleri

Gestalt teorisinin kullanımı, işaretler ile taşıdıkları anlamlar arasındaki yapısal ilişkiler aracılığıyla obje dağılımlarının sezgisel karakteristiklerini göstermeye yardımcı olur. Kapanma, süreklilik, yakınlık ve benzerlik, bilinen yapısal ilişki örnekleridir. Gestalt karakteristiklerini doğru olarak belirlemeye yardımcı olacak çok az teknik geliştirilmiştir.

1.4.2.7 Soyutluk Ölçüleri

Soyutluk ölçüleri, mekânsal dağılımların kavramsal niteliğini değerlendirmeye yardımcı olur. Olası soyutluk ölçüleri; karmaşıklık, homojenliği, simetrililiği ve yinelenmeyi kapsamaktadır. Gestalt ölçülerinde olduğu gibi soyutluk ölçütlerini saptamaya yardımcı olacak ancak birkaç teknik mevcuttur.

1.4.3 Kartometrik Açıdan Sayısal Genelleştirmenin Başarısını Etkileyen Başlıca Faktörler

Genelleştirme olayı -her biri özel bir probleme karşılık gelen- bir dizi genelleştirme işleminin 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 işlemlerinde 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.

1.4.3.1 Genelleştirmede Yürütülecek İşlemin Seçimi

Genelleştirmede yürütülen işlemlerin denetim altında tutulması, belki de, sayısal genelleştirmeyi otomatik hale getirme olayındaki en güç işlemdir. Bu yönde kararların alınmasında belirleyici rol oynayan faktörler şunlardır:

- Haritanın amacına ve hedef kullanıcı grubuna bağlı olarak tek tek gösterilmesi gereken objeler,
- Obje ilişkileri (bir objenin hem diğer objelerle hem de kendi elemanlarıyla ilişkisi),
- Karışıklığın haritanın iletişimsel verimliliği üzerindeki etkisi ve
- Yürütülecek işlemlerin sınırlarının tam olarak çizilmiş ve mevcut algoritmaların olup olmadığı.

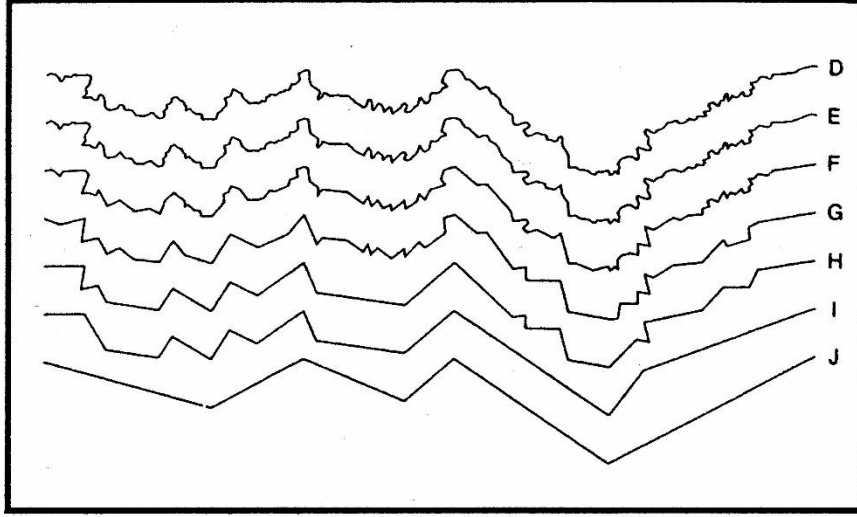
Sayısal genelleştirmede çok çeşitli veri türü söz konusu olduğundan işlemlerin birbirlerini bütünler nitelikte yürütülmesi gereği vardır.

1.4.3.2 Algoritma Seçimi

Örneğin genelleştirme sırasında bir çizginin bir defa basitleştirilmesi ve yumuşatılması yeterli olmayabilir. İkinci kez basitleştirilmesi ve yumuşatılmasına gereksinim duyulabilir. İşte böyle bir durumda, belki de, dört özel algoritmaya gereksinim duyulabilmektedir. Açıkça görülmektedir ki, uygun algoritmanın seçimi oldukça karmaşık bir karardır. Değerlendirmelere dayandırılmalıdır. Ayrıca, böyle bir kararda verimlilik ve doğruluk belirleyici faktör olmalıdır.

1.4.3.3 Parametre Seçimi

Parametre (tolerans değeri veya eşik değer) seçimi, yürütülecek işlemin seçimine ve algoritmaların seçimine göre sonucu daha çok etkilemektedir. Şekilde gösterilen, giderek artan derecelerde basitleştirilmiş yedi çizgi Fall nehrini göstermektedir.



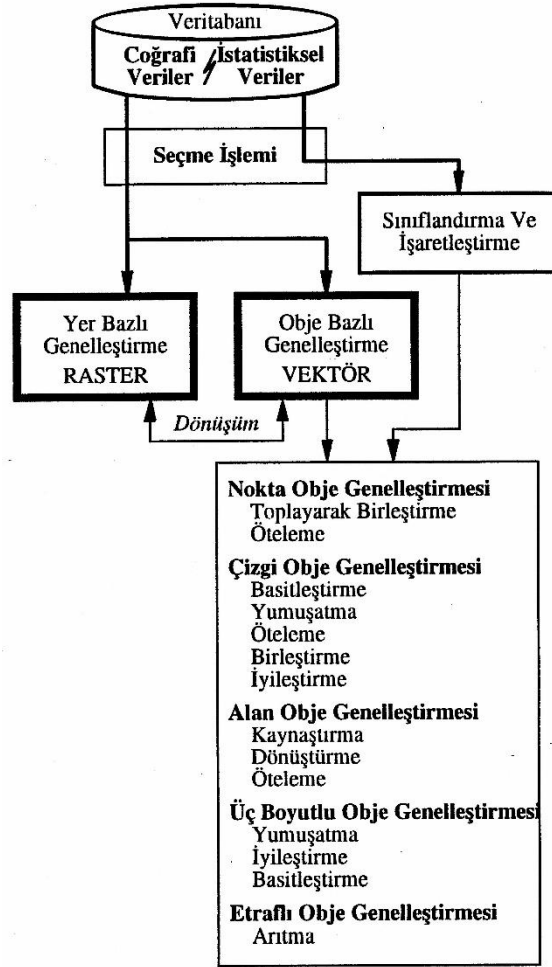
Şekil 1.8: Parametre seçiminin genelleştirmeye etkisi

1.5 Mekânsal ve Özniteliksel Dönüşümler

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

Genelleştirme işlemleri için bir yapısal çerçeve Şekil 1.9'da gösterilmiştir. Çerçeve, genelleştirmenin ya objelerin coğrafi elemanlarını (mekânsal 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 işi içine girdiğinde, hemen hemen tüm uygulamalarda ilk adım olarak başlangıç veri tabanından objelerin ve özniteliklerin seçimi söz konusudur. Seçme işlemi kavramsal olarak genelleştirmenin bir bölümü olmamasına karşın, mekânsal ve özniteliksel dönüşümler için gerekli bir adım olarak göz önünde tutulmalıdır. Coğrafi objeler ya da onların istatistiksel öznitelikleri genelleştirme işlemleri tarafından kullanılmadan önce obje ve/veya özniteliğin genelleştirilen haritaya dâhil edilip edilmeyeceğine ilişkin kararın verilmesi gerekir. Şekil 1.9'da bu adım SEÇME İŞLEMİ olarak görünüyor. Genelleştirme, seçme işleminden sonra olur. Yine de genelleştirmenin sonraki aşamalarında da seçme gerekli olabilir.



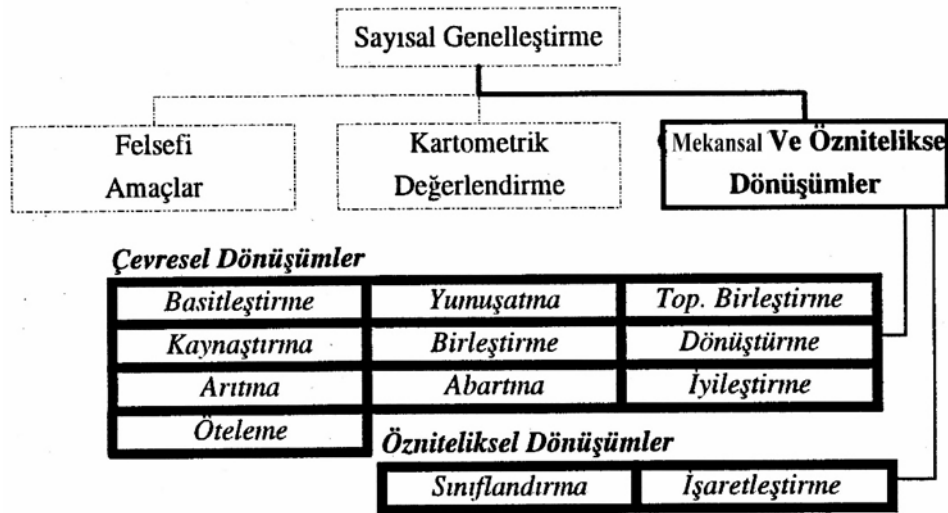
Şekil 1.9: Genelleştirme işlemleri için bir çatı

Başlangıçta bir obje ya da öznitelik seçildiğinde genelleştirme işlemi mekânsal ya da özniteliksel dönüşümlerin uygulanması ile devam eder. Coğrafi genelleştirme, objelerin mekânsal bilgisinin geometrik manipülasyonunu içine alır. Burada mekânsal 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 adet 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 özniteliğe sahip olan noktalar, çizgiler ve alanlar gibi harita objelerini betimler. 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 mekânsal

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

Şekil 1.10'da görüldüğü gibi vektör genelleştirmesinde görülen genelleştirme işlemleri on iki kategoride toplanmıştır. Bu mekânsal ve özniteliksel dönüşümler aslında vektör formatındaki bilgiye yönelik olmasına karşın, pek çok örnekte raster alanındaki çeşitli işlemlere mantıksal olarak eşdeğer oldukları görülmüştür.



Şekil 1.10: Mekânsal ve özniteliksel dönüşümler

1.5.1 Mekânsal Dönüşümler

Mekânsal dönüşümler, veri gösterimini coğrafi ve topolojik açıdan değiştiren işlemlerdir. Çoğunda esas, verilerin yersel görünüşleridir. Burada, istatistiksel bileşene önem verilmez. Harita yeryüzünün küçültülmüş gösterimi olduğu için gösterilebilecek bilgi miktarını büyük oranda ölçek belirler.

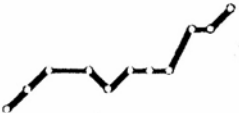
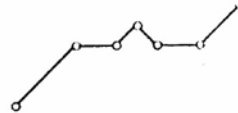
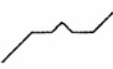
Harita ve coğrafi bilgi sistemi uygulamaları için veri kaynakları belirgin biçimde ölçek, çözünürlük, projeksiyon ve doğruluk ile ilgilidir. Bu faktörlerin her biri kartografik bilginin sunumuna katkıda bulunur. Haritadaki bilginin iki bileşeni vardır: konum ve anlam. Genelleştirme ikisini de etkiler.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

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

1.5.1.1 Basitleştirme

Bir harita objesinin sayısallaştırılmış gösterimi; şekil, konum ve karakter bakımından doğru olmalıdır. Sayısallaştırma aşamasında ele geçirilen koordinatların aşırı yoğunluğu orijinal koordinat çiftlerinin bir alt grubunu seçme yoluyla azaltılmalıdır. Basitleştirme işlemleri, gösterim için karakteristik noktaları seçer ya da çizginin karakterini göstermek için gereksiz olduğu düşünülen fazla noktaları çıkarır.

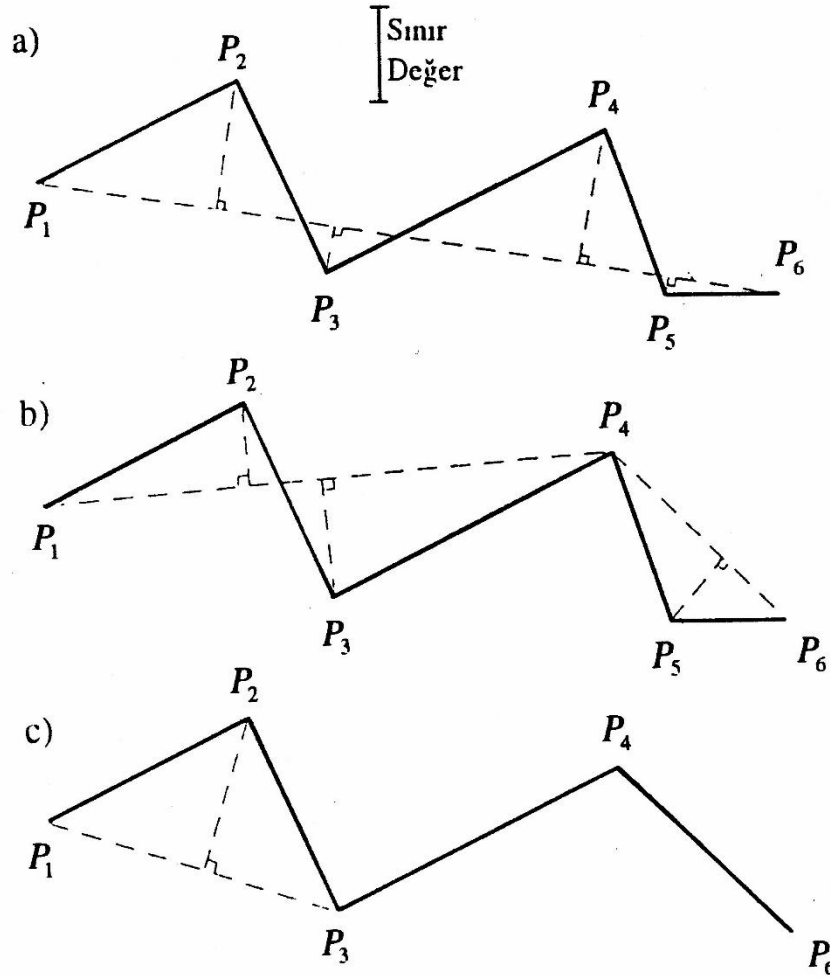
Şekil 1.11’de bir çizgi obje 11 koordinat çifti ile gösterilmiştir. %50 küçültülmüş ölçekte çizgi çok girintili çıkıntılıdır ve bazı koordinat çiftleri birbirine çok yaklaşımaktadır. Sağ tarafta, aynı çizgiye küçük bir basitleştirme işlemi uygulanmıştır. Böylece koordinat sayısı 11’den 7’ye düşmüştür. %50 küçültülmüş ölçekte basitleştirilmiş çizginin daha net görünümü elde edilmiştir. Bununla birlikte, sayısal depoya duyulan gereksinim %36 oranında azaltılmıştır.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Basitleştirme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.11: Basitleştirme işlemi

Douglas-Peucker Basitleştirilmesi:

Şekil 1.12 Douglas-Peucker Basitleştirmesi'ne ilişkin bir örnektir. Şekil 1.12a çizginin başlangıç ve son noktasını birleştiren ana hattı ve noktaların ana hattan olan mesafeleri ile birlikte orijinal çizgiyi göstermektedir. P_2 ve P_4 noktalarının ana hatta uzaklığı sınır değerden daha büyüktür ve P_4 noktasına en uzak noktadır. Bu sebepten çizgi, Şekil 1.12b'de görüldüğü gibi, iki alt parçaya ($P_1P_2P_3P_4$ ve $P_4P_5P_6$) ayrılmıştır. P_5 noktası yeni ana hatta (P_4 ve P_6 'dan geçen) çok yakın olduğu için atılacaktır. P_3 noktası, P_1 ve P_4 'ten geçen ana hatta en uzak olan noktadır ve ana hatta olan uzaklığı sınır değerden daha büyüktür. Bu sebepten P_1, P_2, P_3, P_4 noktalarından geçen çizgi ikiye ayrılmıştır. Biri, P_1, P_2 , ve P_3 noktalarından, diğeri ise P_3 ve P_4 noktalarından geçmektedir. Şekil 1.12c, çizginin basitleştirilmiş halini göstermektedir.



Şekil 1.12: Douglas-Peucker basitleştirilmesi

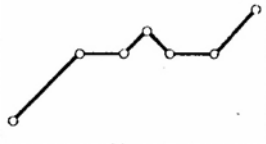
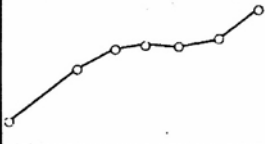
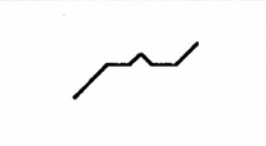
1.5.1.2 Yumuşatma

Bu işlemler, koordinat çiftlerinin yerlerini yeniden saptama ya da değiştirme yoluyla çizginin biçimine etki eder. Amaç, çizginin en anlamlı eğilimini

yakalamaktır. Sayısallaştırmayla ortaya çıkan keskin açılı olma durumunun azalması bu işlemin bir sonucudur.

Aslında bu işlemler estetik olarak göze daha hoş görünen bir çizgi elde etmek için bir türetilmiş veri grubu meydana getirir. Burada, koordinatların sayısallaştırma yoluyla bulunan yerleri değiştirilir ve sayısallaştırılan çizgi istenilen çizginin merkezine doğru hareket ettirilir. Bu işlem çizginin büyük ölçekteki şekli çarpıtılmaksızın yapılır.

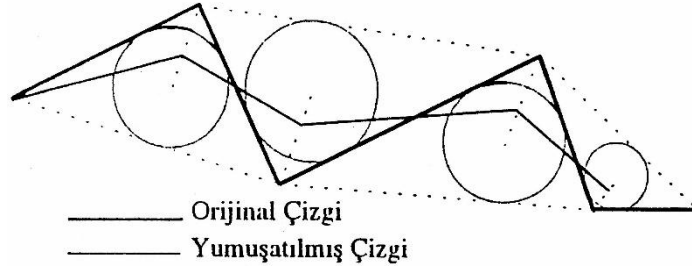
Şekil 1.13'te gösterilen çizgideki küçük düzensizlikleri ortadan kaldırmak için yumuşatma işlemi uygulanmıştır. Hem genelleştirilmiş hem de genelleştirilmemiş biçimlerde aynı sayıda koordinat çifti olmasına karşın, genelleştirilmiş biçimi estetik açıdan daha iyi bir görünüme sahiptir. Ayrıca, basitleştirme işlemi için bir önlem işlem olarak yumuşatma yapıldığında, orijinal ve basitleştirilmiş gösterimler arasındaki öteleme hatasını azaltmaya yardımcı olur.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Yumuşatma	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.13: Yumuşatma işlemi

Brophy Yumuşatması:

Brophy Yumuşatması'nda çizginin başlangıç ve son noktası hariç her noktasının konumu yeniden belirlenir. Kullanılan algoritmada bir noktanın yeni yerini bulmak için çizgi boyunca her yöndeki n. en yakın komşu nokta kullanılır; aşağıdaki örnekte n=1 olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1.14: Brophy yumuşatması

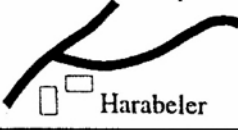
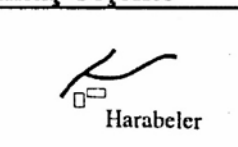
Yumuşatma faktörünün 0 olması noktanın yerinde kalması sonucunu doğurur. Oysa yumuşatma faktörü eğer 1 ise, her bir nokta kendisini ilgilendiren çemberin merkezine çekilir. Şekil 1.14 Brophy Yumuşatmasına bir örnektir. Bu örnekle yumuşatma faktörü 0 ile 1 arasında seçilmiştir.

Aşağıda açıklanan üç işlem (Toplayarak Birleştirme, Kaynaştırma ve Birleştirme) geometrik açıdan birbirine benzerdir. Üçü de haritadaki objeleri aralıksız birleştirir. Üçü arasındaki fark, boyut ile ilgilidir. Örneğin, toplayarak birleştirme işlemi yakın civardaki bir grup nokta objeyi yakalar ve bu grubu tek bir alan obje olarak gösterir. Bu bir *sıfır* boyutlu işlemdir. Kaynaştırma işlemi, poligon şeklindeki yakın birimleri aralıksız birleştirir ve aradaki sınırları atar. Yalnız alansal objeleri ele alır ya da başka bir ifadeyle *iki* boyutludur. Birleştirme işlemi, iki paralel ya da birbirine yakın olarak dizilmiş çizgi objeleri eriterek tek bir çizgi haline getirir ve *bir* boyutlu (ya da çizgisel) işlemdir.

1.5.1.3 Toplayarak Birleştirme

Nokta objelerin sayısının ya da yoğunluğunun çok olması, küçültülmüş ölçekte onların ayrı ayrı gösterilmelerine engel olur. Haritanın amacı bakımından onların her şeye karşın gösterilmesi istendiğinde, tek bir alan içinde toplanırlar. Örneğin, binalar arasındaki boşluklar binaların kendi genişliklerinden daha küçükse, birleştirilebilirler ve yerleşim alanları olarak işaretlenirler.

Şekil 1.15'teki çeşitli nokta objeler, bir yol objesi yanındaki Miguel ve Pueblo Harabeleri'nin yerini temsil etmektedirler. Genelleştirmeden %50 küçültüldüğünde nokta objeler birleşmekte, harabeler ve yol objeleri birbirine yaklaşmaktadır. Aynı objelerin genelleştirilmiş biçiminde, harabeler iki alan obje olacak şekilde toplanmış ve boyutsal bir değişikliğe uğramıştır. Genelleştirildikten sonra %50 küçültülmüş hali daha az karmaşıktır. Buna karşın objelerin yerini ve türünü göstermek olanaklı olmuştur.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Toplayarak Birleştirme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.15: Toplayarak birleştirme işlemi

1.5.1.4 Kaynaştırma

Orijinal ölçekte birbirine en yakın objelerden bir kümenin büyük parçası esas alınarak yapılan kaynaştırma sayesinde küçük ölçekte de bölgenin genel karakteristiği korunabilecektir. Bu işlemi sınırlayan faktörlerden biri değişik ölçeklerde gösterilebilecek ayrıntının derecesi için belli bir kuralın olmayışıdır. Tomlinson ve Boyle bu işlemi feshetme ve birleştirme olarak adlandırmaktadır.

Şekil 1.16'da görüldüğü gibi, orijinal ölçekte yolun sol tarafındaki üç küçük alan obje genelleştirme yapılmadığında %50 küçültülmüş ölçekte birbirine çok yaklaşmaktadır. Bu alanların benzer öz niteliklere sahip olduğu varsayımıyla hepsinin toplamını temsil eden daha büyük alan objeye bağlanabilir ya da başka bir ifadeyle kaynaştırılabilir.

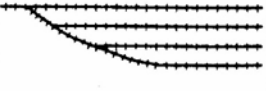
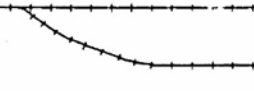
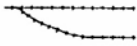
Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Kaynaştırma	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.16: Kaynaştırma işlemi

1.5.1.5 Birleştirme

Eğer ölçek değişimi büyükse ayrı çizgi objelerin karakterini korumak olanaklı olmayabilir. Bu nedenle, bu çizgi objeler birleştirilmelidir. Örneğin, dallanan ana yollar normalde iki ya da daha fazla komşu çizgiyle temsil edilirler. Küçük ölçekte bu çizgiler yaklaşık olarak ikisinin arasında ortada bir yerde olacak şekilde tek bir çizgi haline getirilirler.

Şekil 1.17’de orijinal ölçekli haritada her biri ana raya bağlanan dört raydan oluşan bir demir yolu görülmektedir. Genelleştirme yapılmaksızın %50 küçültme yapıldığında raylar birbirine çok yaklaşmaktadır. Raylar ikişer ikişer birleştirilmek suretiyle genelleştirme yapıldığında küçültülmüş ölçekte daha uygun bir gösterim elde edilmektedir.

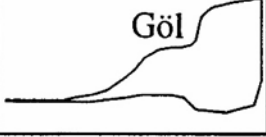
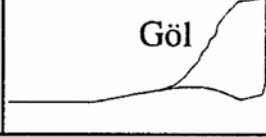
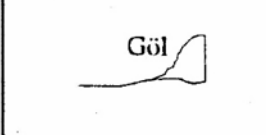
Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Birleştirme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.17: Birleştirme işlemi

1.5.1.6 Dönüştürme

Ölçek küçüldüğünde birçok alan objenin noktalar ya da çizgiler olarak işaretlenmesi kaçınılmazdır. Çizgi ve alanın noktaya ya da alanın çizgiye dönüşümü yaygın bir genelleştirme işlemidir. Büyük ölçekte genellikle alan objeler olarak gösterilen hava limanları, nehirler, göller ve binalar daha küçük ölçekte nokta ya da çizgi objeler olarak gösterilebilirler. Genelde alansal toleranslar bu dönüşümde yol gösterici rol oynar.

Şekil 1.18’deki gibi çizgi obje olarak gösterilen bir nehir ya da akarsu, alan obje olarak gösterilen bir göle dökülüyorsa, çizgi obje bir noktada çatallaşır. Bu noktadan sonra alan obje başlar. Ancak, akarsuyun göle döküldüğü noktadan itibaren göle ait bir miktar alansal kısım ölçek küçüldüğünde doğrusal hale gelir.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Dönüştürme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.18: Dönüştürme işlemi

1.5.1.7 Arıtma

Objeler istenen ölçekte gösterilemeyecek kadar çok sayıda ya da çok küçük olabilir. O zaman, en küçük ya da genel dağılışa katkısı az olan objelerin dışarıda bırakılmasıyla artakalan objeler (yani seçilen objeler) ve işaretlerin temsili bir modeli gösterilir. Arıtma işleminde objelerin genel karakteristiğini korumak gerekir.

Şekil 1.19'da bir akarsu ağı orijinal harita ölçeğinde en ince koluna kadar gösterilmiştir. Genelleştirmeden %50 küçültme yapıldığında bu ince kollar yüzünden harita okunaksızlaşmaktadır. Oysa ağın esas kısımları seçilmek suretiyle bir genelleştirme yapıldığında daha etkili, okunaklı bir gösterim gerçekleştirilmiş olmaktadır.

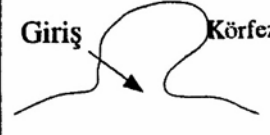
Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Arıtma	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.19: Arıtma işlemi

1.5.1.8 Abartma

Objelerin şekil ve boyutlarının haritadan beklentileri karşılaması için abartılması gerekebilir. Aslında bir haritanın pek çok unsuru abartılmaya gereksinim duyar. Çünkü harita ölçeğinde onların gerçek fiziksel boyutu ile gösterilmeleri olanaklı olmaz. Abartma, kartografik soyutlama işleminin bir parçasıdır. Abartma işlemi, ölçek küçüldüğünde objelerin birbirine dokunmasına sebep olan bir işlemdir; dolayısıyla, öteleme işlemi gerekli olmaktadır.

Şekil 1.20’de görüldüğü gibi orijinal harita ölçeğinde görünen körfeze giriş kısmı abartma yapılmaksızın %50 küçük ölçeğe aktarıldığında birbirine çok yaklaşmaktadır. Örneğin, böyle bir gösterim denizcilik açısından sakıncalı olabilir. Bu sebepten girişin abartılarak gösterilmesi daha uygun olur ve bu haritanın kullanılma amacı açısından da değerini artırır.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Abartma	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

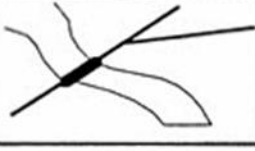
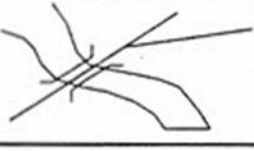
Şekil 1.20: Abartma işlemi

1.5.1.9 İyileştirme

Objelerin şekillerinin ve boyutlarının haritadan beklentileri karşılaması için abartılması ya da vurgulanması gerekebilir. Abartma işlemiyle karşılaştırıldığında iyileştirme esas olarak objelerin mekânsal boyutları ile değil, işaret olarak gösterimleriyle ilgilidir. İşaretler küçültülmüş ölçekte fark edilmez hale gelecektir, bu sebepten pratikte genellikle bu işaretlerin fiziksel boyutları ve şekilleri değiştirilir. İyileştirme işlemi anlamını abartmayacak, sadece gösterime yardımcı olacaktır.

Şekil 1.21’de görüldüğü gibi bir akarsu üzerindeki köprü birçok ölçekte doğru olarak gösterilemeyebilir. Köprünün genişliği yolun genişliğiyle aynı olduğu için gösterimde iyileştirme yapmak kaçınılmazdır. Orijinal ölçekteki gösterim

genelleştirme yapılmaksızın küçültüldüğünde köprü işareti anlaşılmaz hale gelecektir.

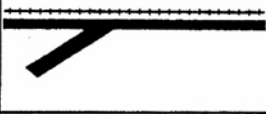
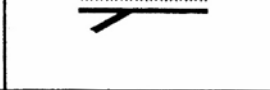
Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
İyileştirme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	% 50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.21: İyileştirme işlemi

1.5.1.10 Öteleme

İki ya da daha fazla obje birbirine dokunacak duruma geldiğinde ortaya çıkan problemleri yok etmek için öteleme teknikleri kullanılır. Harita grafiğinin yetersizlikleri ötelemeyi zorunlu kılar. Eğer tüm objeler doğru yerlerinde gösterilebilirse, bu öteleme işlemi gerekli olmayacaktır. Bu dokunmalar ya da binmeler şu şekillerde giderilebilir: (a) Objelerin doğru yerlerinden kaydırarak (öteleme), (b) objeleri değiştirerek (işaret değişikliğiyle ya da yerlerini değiştirmeden kesme yoluyla aralarını açma şeklinde) ve (c) onları haritadan tamamen kaldırmak suretiyle.

Şekil 1.22'deki karayolu ve demir yolu gerçekte birbirlerine yakın olmalarına karşın, bitişik değildir. Ancak, onların orijinal harita ölçeğindeki işaretsel gösterimleri, ölçek %50 küçültüldüğünde birbirlerine dokunmakta ve olay anlaşılmaz hale gelmektedir. İşte bu durumu ortadan kaldırmak için öteleme işlemi zorunludur, yani iki obje gösterimi birbirinden ayrılmaktadır.

Mekansal Dönüşüm	Gösterim	
	Orijinal	Genelleştirilmiş
Öteleme	Orijinal Harita Ölçeğinde	
		
	%50 Küçültülmüş Ölçekte	
		

Şekil 1.22: Öteleme işlemi

1.5.2 Özniteliksel Dönüşümler

Özniteliksel dönüşümler, bir objenin temel istatistiksel karakteristiklerini işler. İki özniteliksel dönüşüm söz konusudur:

- Sınıflandırma ve
- İşaretleştirme.

Genelleştirme işleminin başlıca bileşenlerinden biri veri sınıflandırmasıdır. Burada kartograf, objelerin aynı ya da benzer özniteliklerden oluşan kategorilerin içine dâhil edilip edilmemesi ya da gruplanması ile ilgilenir. Kendine özgü her bir değeri işaretleştirme ve haritada göstermenin olanaklı olmadığı durumlarda sınıflandırma işlemi gereklidir.

Robinson'a göre genelleştirme sırasında işaretleştirme işlemini ya da başka bir ifadeyle işaretsel gösterimi gerekli kılan işlemler sınıflandırma ve basitleştirme değildir. Bu bağlamda işaretleştirme işlemi genelleştirmeyi görünür hale getiren önemli bir işlemdir.

Örneğin, bir ormanlık alanı haritada göstermek için önce ormandaki ağaçlar öznitelik bilgilerine göre sınıflandırılır. Daha sonra bu sınıflandırmaya uygun işaretler ve/veya renkler belirlenir. Böylece ormanlık alan işaretlerle ya da renklerle ya da ikisinin uygun kombinasyonu ile haritada gösterilebilir.

Kaynaklar

McMaster, R.B. and Shea, K.S., Generalization in Digital Cartography, 1st Edition, Association of American Geographers, 1992.

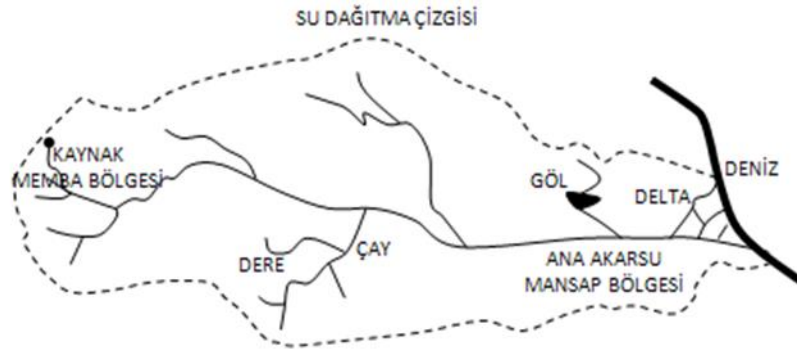
Bölüm 2

AKARSU AĞI GENELLEŞTİRMESİ

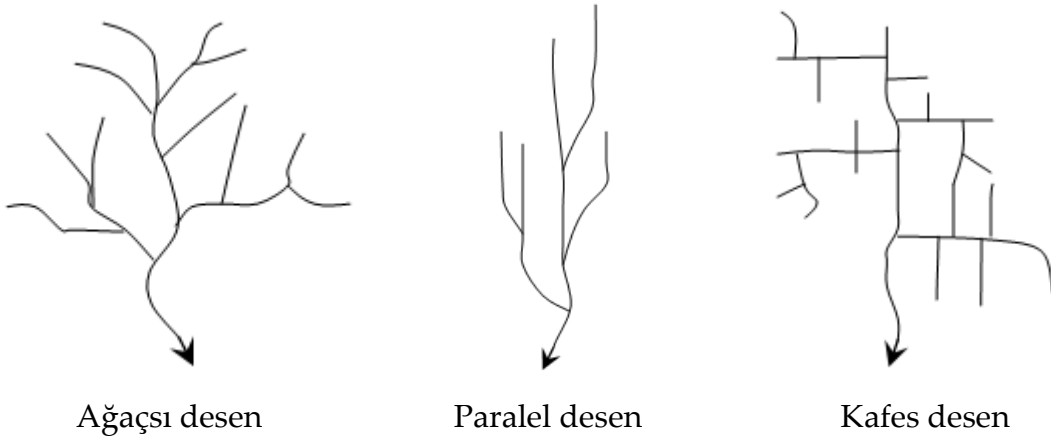
Dr. Öğr. Üyesi Alper Şen

2.1 Akarsu Ağları

Bir ana akarsu kolu (ana akarsu veya gövde) ile yan kolların tümünün meydana getirdiği şebekeye akarsu ağı (drenaj ağı, kanal ağı) denir [6]. Doğal akarsu ağı desenleri (drainage pattern), topografik, jeolojik, morfolojik, bitki örtüsü, toprak yapısı ve iklim koşullarına göre çeşitlenmektedir. Akarsu ağı deseni daimi ve mevsimsel dereler tarafından meydana getirilen akarsu ağının şeklidir. Temel akarsu ağı desenleri; ağaçsı/dal yapılı (dendritic), paralel, kafes (trellis), radyal, merkezci, dairesel, dengesiz ve dikdörtgen yapılı olarak sınıflandırılabilir [5], [11].



Şekil 2.1: Bir akarsu ağının planı [6]



Şekil 2.2: Doğal akarsu ağı desenlerine örnekler [5]

2.2 Akarsu Ağında Genelleştirme

Hidrografya sınıfı, bir harita ya da mekansal veri tabanı için en önemli nesne sınıflardan biridir. Hidrografik genelleştirmenin amacı, topografik haritaların üretimi için gerekli olan hidrografya verilerinin, uygun içerikte ve nitelikte hazırlanmasıdır. Hidrografik genelleştirme, desen çeşitliliği, coğrafi ve hidrografik anlam, bağlantı özelliği, hiyerarşik düzen, akış ilişkisi ve semantik özellikler düşünüldüğünde çok karmaşık, çok araştırılan ve tam olarak çözülememiş bir konudur. Anlamlı bir akarsu ağı, topolojik olarak doğru, model akışını sağlayan ve su ile ilgili özelliklerin birbirinden ayırt edilebildiği bir ağıdır [13].

A) SEÇME/ELEME

[1]'e göre, akarsu ağlarının genelleştirmesinde seçme/eleme şu iki soruyu yanıtlayabilmelidir: Kaç adet kol seçilmelidir? Hangi kollar daha önemlidir? [17] tarafından birinci soru yanıtlanabilmiştir. Fakat ikinci sorunun yanıtı net olarak verilememektedir.

Akarsuların genelleştirmesi ile ilgili mevcut kurallar, çoğunlukla uzman kartograflara yönelik ve klasik üretim için tanımlanmış kurallardır. Harita Genel Komutanlığı (HGK) hidrografik genelleştirme kurallarının bazıları aşağıdadır [4]:

- Mavi kalıp, paftanın iskeleti olup, ana kalıptır ve diğer bütün detayların mavi kalıba uyma zorunluluğu vardır [9].
- Normal olarak ana dereler muhafaza edilir. Ölçek küçüldükçe ana derenin küçük kolları derece derece elemine edilir [8].
- Genelleştirme yapılırken nehirler, isimli dereler, uzun arklar ve arazinin şeklini ifade eden mevsimsel (kuru) derelerin seçimine öncelik verilmelidir [9].
- Pafta dahilinde mevsimsel derelerin hepsi alınmaz, önem derecesine göre bir ayıklama yapmak gerekir. Mevsimsel uzun derelerin hemen hepsi alınır [7].
- Mevsimsel derelerden isimli olanlar ve büyük olanlar tersim edilir [9].
- Küçük olmasına rağmen arazinin topografik yapısını tamamlayan mevsimsel dereler de seçilerek alınır [9].
- Kanaletler yoğunluklarına göre, küçükler ayıklanarak 1:25,000 ölçeğindeki ölçü ve şekline göre tersim edilir [9].
- Büyüklük kriteri genişlik veya uzunluk veya her ikisinin kombinasyonu olabilir [8].

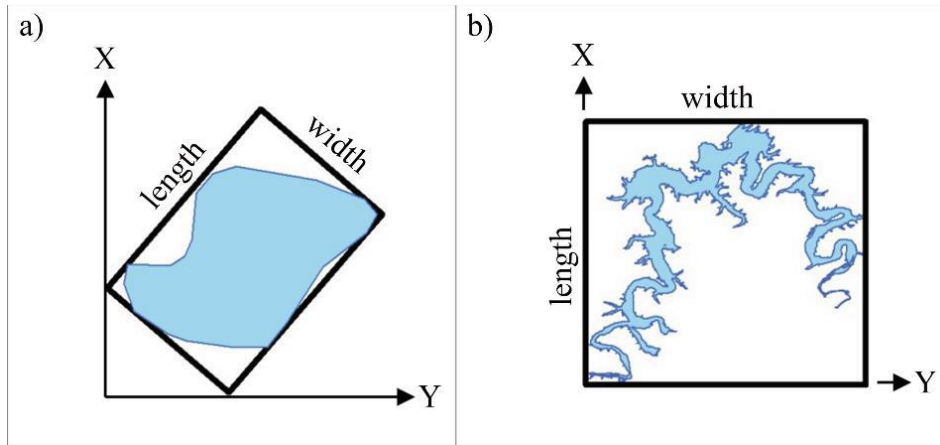
[2] tarafından, Türkiye'de genelleştirme konusunda ilk doktora çalışması yapılmıştır. 1:25,000 ölçekli haritalardan, klasik genelleştirme yoluyla, 1:50,000 ölçekli harita üretimi prensip ve kurallarından yararlanılarak yarı-otomatik genelleştirme yapılmıştır. [2]'a göre hidrografik nesneler için genelleştirme kurallarının bir kısmı Çizelge 2.1'de verilmiştir (L: Çizgi, A: Alan).

Çizelge 2.1: Bazı hidrografik nesneler için genelleştirme kuralları [2]

İşaret	Detay Adı	Katman	Renk	Tip	Kullanılacak İşlem
313	Mevsimsel dere	30	15	L	Seçim - Seyreltme - Kartografik yorum
506	Daimi dere (geniş yataklı)	30	16	A	Seçim - Kartografik yorum
312	Daimi dere (dar yataklı)	30	17	L	Seçim - Kartografik yorum
568	Değişken akarsu yatağı	30	19	A	Seçim - Kartografik yorum
308	Ark (daimi)	30	8	L	Seçim - Kısmi seçim (>500 m.)
309	Ark (mevsimsel)	30	14	L	Seçim - Kısmi seçim (>500 m.)
310	Kanal	30	21	L	Seçim - Kısmi seçim (>500 m.)

USGS National Hydrography Dataset (NHD) standartlarına göre 1:24,000 ölçeğindeki çizgi tipindeki akarsu nesneleri istatistiksel olarak ortalama 1600.2 m eşik değerine göre elenerek 1:100,000 ölçekli topografik haritalar türetilir.

Alan tipindeki su nesneleri ise belirli uzunluk (U) ve genişlik (G) parametrelerine göre 1:100,000 ölçeğinde gösterilebilir. Alan tipindeki nesneler için uzunluk ve genişlik parametreleri en uygun dikdörtgen ile tespit edilir. Düzenli alanlar için yönlendirilmiş, düzensiz alanlar için yönlendirilmemiş en uygun dikdörtgenler kullanılır (Şekil 2.3). Bu amaçla, ArcGIS yazılımında bulunan Minimum Bounding Geometry aracı kullanılabilir. Çizelge 2.2’de gösterim kuralları verilmiştir [18].



Şekil 2.3: En Uygun Dikdörtgen a) Düzenli alanlar için yönlendirilmiş en uygun dikdörtgen b) Düzensiz alanlar için yönlendirilmemiş en uygun dikdörtgen [18]

Çizelge 2.2: NHD standartlarına göre gösterim kuralları [18]

KOD	NESNE	GÖSTERİM KURALI
46006	AKARSU	$U < 1600.2$ m ise elenir. $G < 63.5$ m ise çizgi gösterim $63.5 \leq G < 101.6$ m ve $U < 6705.6$ m ise çizgi gösterim
39004 39009	GÖL	$G \leq 152.4$ m ise elenir.

B) BASİTLEŞTİRME

U.S. Geological Survey (USGS) Center of Excellence for Geospatial Information Science (CEGIS), akarsu ağı ile ilgili basitleştirme çalışmalarında ArcGIS yazılımında bulunan Simplify Line aracını kullanmıştır. Bu çalışmalarda bu araçta bulunan Wang and Muller [20]'e ait Bend Simplify (Kıvrım Basitleştirme) algoritması kullanılmıştır.

Kıvrım basitleştirme algoritmasında ileri düzey teknikler kullanılarak çizgi boyunca olan kıvrımlar tespit edilmekte, kıvrımların karakteristikleri analiz edilmekte ve girilen basitleştirme ölçütüne göre önemsiz olan kıvrımlar elimine edilmektedir. Kıvrımın elenmesinde eşik değeri olarak kıvrımı temsil eden yarım çemberin çapı (Reference Baseline), minimum değer olarak kullanılmaktadır.

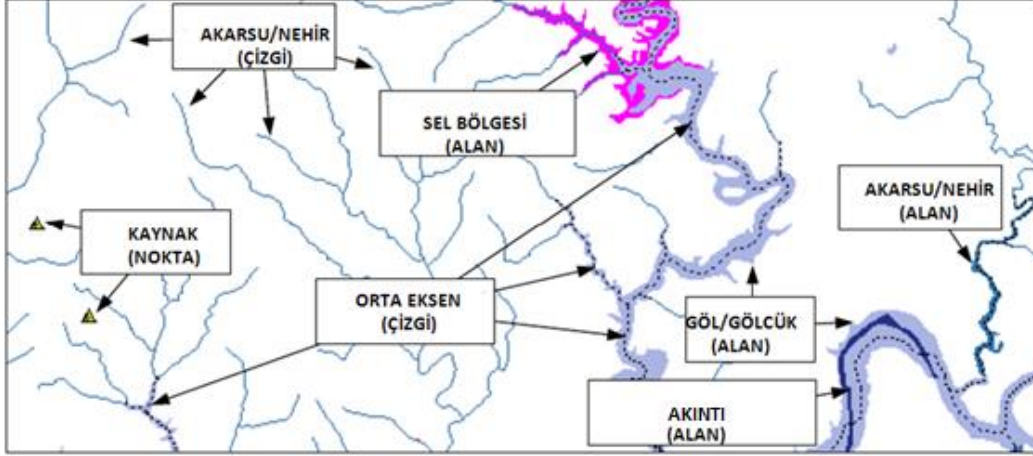
Çizelge 2.3: Literatürde kullanılan eşik değerler [18]

Yayın	Ölçek Aralığı	Eşik Değer
Brewer et al. [3]	1:24,000 - 1:50,000	75 m (akarsu çizgileri) 100 m (orta eksen)
Stanislawski and Battenfield [14]	1:24,000– 1:50,000	200 m
Wilmer and Brewer [21]	1:24,000– 1:100,000	100

2.3 Veri Kaynağı

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Hidrografi Veri Seti (UHVS) (National Hydrography Dataset (NHD)), United States Environmental Protection Agency (USEPA) ve United States Geological Survey (USGS) tarafından geliştirilen, birçok veri kaynağından ve web harita servisinden oluşturulan, ABD'nin hidrografisini gösteren mekansal vektör veri tabakasıdır. ABD Ulusal Harita servislerinden biridir. Ülke genelinde, orta çözünürlük (1:100,000 ölçeğinde) ve yüksek çözünürlük (1:24,000 ölçeğinde) hatta daha yüksek çözünürlükte bulunmaktadır. ABD'nin hidrografik verileri USGS web sitesinde UHVS'de mevcuttur. UHVS, doğal ve yapay su kütleleri ve ilişkili varlıklar ile ilgili bilgiyi kodlayan kapsamlı bir sayısal mekansal veri setidir. Ayrıca yükseklik eğrilerine de USGS web sitesinden ulaşılabilir.

Hidrografik nesneler; nokta, çizgi ve alan geometrileri ile veri tabanlarında saklanmaktadır (Şekil 2.4). Çizgi, bir düğüm noktası ile başlar ve başka bir düğüm noktası ile biter. İki akarsuyun kesişim noktasında bir düğüm noktası vardır. Çizgilerin (orta eksen, kanal/hendek, konektör, boru hattı ve akarsu/nehir) her zaman bir yönü vardır. Çizgiler akış yönünde çizilmektedir. Belirsiz kaynak olduğunda ve gelgit havzasında akış yönünde çizilmeyebilir [19].



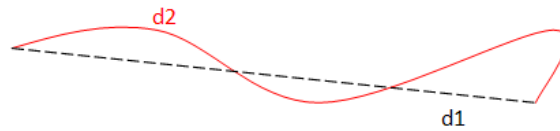
Şekil 2.4: Nokta, çizgi ve alan hidrografik nesneler [19]

2.4 Akarsu Ağına Ait Veri Tabanının Oluşturulması

A) Geometrik Öznitelikler

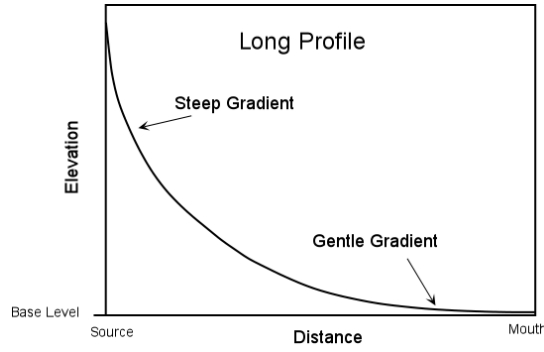
Uzunluk: Her bir akarsu nesnesinin uzunluğudur.

Kıvrımlılık: Her bir akarsuyun başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları ile iki nokta arasındaki uzunluk (Öklid uzunluğu) hesaplanarak, Öklid uzunluğunun akarsuyun uzunluğuna oranı ile kıvrımlılık değerleri bulunmaktadır. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi $d1/d2$ oranı ile kıvrımlılık değeri hesaplanmaktadır.



Şekil 2.5: Kıvrımlılık özniteliği

Ortalama Akarsu Eğimi: ArcGIS Create TIN aracı kullanılarak raster TIN yüzeyinin oluşturulmasının ardından, Add Surface Information aracı ile raster biçiminde üretilen TIN modelden her akarsu kolu için ortalama eğim belirlenebilir.

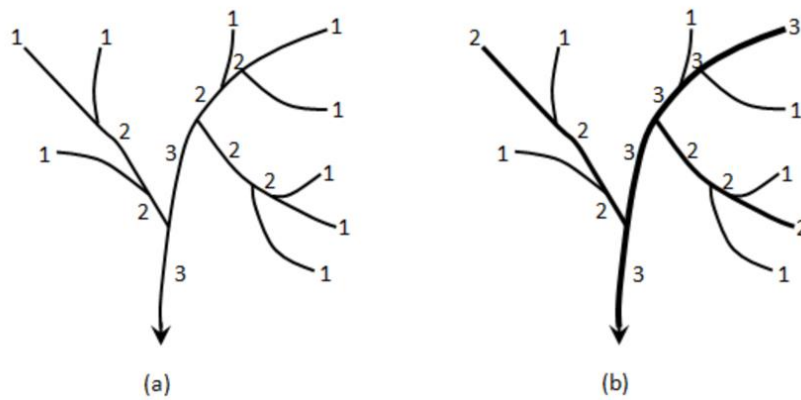


Şekil 2.6: Akarsu eğimi

B) Semantik Öznelikler

Akarsu Tipi: UHVS'de akarsu nesne tipleri, mevsimsel ve daimi olarak belirlenmiştir.

Akarsu Sıralaması: Akarsu sınıflandırmalarından en önemli olanları, akarsu sıralamasına (stream order) dayanmaktadır. [10] tarafından, akarsu hiyerarşisini sınıflandıran bir yöntem geliştirilmiştir. Ardından [15] tarafından bu sıralama iyileştirilmiştir. Şekil 2.7'de gösterilmiş bu sistem (Horton ve Strahler), iki adımda uygulanmaktadır: (1) En küçük kollar birinci sırada (first-order) olan akarsulardır. Akış aşağıya (downstream) iki adet birinci sıra akarsu birleştiğinde, bir ikinci sıra (second-order) akarsuyu; iki adet ikinci sıra akarsu birleştiğinde, bir üçüncü sıra (third-order) akarsuyu oluştururlar ve sıralama böyle devam eder. İki aynı sırada parça birleştiğinde, akış aşağı olan parçanın sırası bir artar. Sulama kanalları ve diğer yapay sistemler sıralamaya dahil edilmezler. (2) Akış yukarı uzunluk ve sapma açlarına göre ana gövdeler belirlenir [16].



Şekil 2.7: a) Akış aşağı akarsu sıralaması ve b) akış yukarı ana kollar [12]

Akarsuyun sırası ve büyüklüğü arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Akarsu kolları birleştikçe, sıra numarası da artacaktır. Doğal olarak, akarsuların genişliği, derinliği, akışı ve boşaltması (discharge) da sıra numarası ile beraber

artacaktır. Akarsu sıra numarası arttıkça, akarsu yatağının eğimi azalma eğilimindedir [5].

2.5 Uygulama Aşamaları

2.5.1 Akarsu ağında çizgi nesneler için seçme/eleme

- a. Horton ve Strahler akarsu sıralamasının üretimi
- b. Akarsu tipi ve sırasına göre akarsu gövdelerinin ve kollarının belirlenmesi (ArcGIS Dissolve aracı)
- c. Akarsu ağına ait gövde ve kolların uzunluklarının belirlenmesi
- d. Her bir kola ait kıvrımlılık değerinin belirlenmesi
- e. TIN oluşturulması ve ortalama akarsu eğiminin belirlenmesi
- f. Uygun sınıflandırma yöntemi kullanarak uzunluk, kıvrımlılık ve eğimi gösterir haritaların üretimi
- g. Töpfer ve Pillewizer'in (1966) Köksel Kanunu kullanarak seçme/eleme işleminin uygulanması [17]

2.5.2 Akarsu ağında alan nesneler için seçme/eleme

Bölüm 2.2.A'da verilen NHD standartlarına göre gösterim kuralları doğrultusunda alan nesneler için seçme/eleme ve alan-çizgi dönüşümünün gerçekleştirilmesi

2.5.3 Akarsu ağında basitleştirme

Kıvrım Basitleştirme yöntemi kullanılarak Bölüm 2.2.B'de verilen eşik değerlere göre çizgi ve alan nesneler için basitleştirme işleminin gerçekleştirilmesi

Kaynaklar

- [1] Ai, T., Liu, Y. ve Chen, J., (2006). "The hierarchical watershed partitioning and data simplification of river network", 11: 617-632; Derleyen: Riedl, A., Kainz, W., Elmes, G.A., (2006), Progress in Spatial Data Handling, Springer.
- [2] Bank, E., (1998). Büyük Ölçekli Haritalardan Bilgisayar Destekli Genelleştirme ile Küçük Ölçekli Harita Üretimi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Brewer, C.A.; Battenfield, B.P.; User, E.L. Evaluating generalizations of hydrography in differing terrains for the national map of the United States. In Proceedings of the 24th International Cartographic Conference (ICC 2009), Santiago, Chile, 15–21 November 2009.

- [4] Çetinkaya, B., (2006). Topografik Haritaların Üretiminde Eş Yükseklik Eğrileri, Akan Su ve Su İletim Hatları Coğrafi Verilerinin Otomasyon Süreçleri, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] DeBarry P.A., (2004). Watersheds: Processes, Assessment and Management, Wiley, New Jersey.
- [6] Erkek, C. ve Ağırlioğlu, N., (2006). Su Kaynakları Mühendisliği, İTÜ, İstanbul.
- [7] HGK, (1964). Tahvil Talimatı (1:100,000), Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- [8] HGK, (1981). Genel Kartografya, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- [9] HGK, (1999). 1:50,000 Ölçekli Haritaların Tahviline Ait Teknik Talimat, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- [10] Horton, R.E., (1945). "Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology", Bulletin of the Geological Society of America, 56(3): 275-370.
- [11] Howard, A.D., (1967). "Drainage Analysis in Geologic Interpretation a Summation." The American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 51:11.
- [12] Mazur, E.R. ve Castner, H.W., (1990). "Horton's Ordering Scheme and the Generalisation of River Networks", The Cartographic Journal, 27: 104-112.
- [13] Regnauld, N. ve Mackaness, W., (2006). "Creating a Hydrographic Network from a Cartographic Representation: A Case Study Using Ordnance Survey MasterMap Data", International Journal of Geographical Information Science, 20(6): 611-631.
- [14] Stanislawski, L.V.; Battenfield, B.P. Hydrographic feature generalization in dry mountainous terrain. In Proceedings of the Special Joint Symposium of ISPRS Technical Commission IV & AutoCarto in Conjunction with ASPRS/CaGIS 2010 Fall Specialty Conference, Orlando, FL, USA, 15–19 November 2010.
- [15] Strahler, A.N., (1957). "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology" Trans. American Geophys. Union. 38: 913-920.
- [16] Touya, G., (2007). "River Network Selection Based on Structure and Pattern Recognition" 23rd International Cartographic Conference, 4-9 Ağustos, Moskova, Rusya.
- [17] Töpfer, F. ve Pillewiser, W., (1966). "The Principles of Selection", Cartographic Journal, 3(1): 10-16.
- [18] Gokgoz T., Şen A., Memduhoglu A., Hacı M., "A New Algorithm for Cartographic Simplification of Streams and Lakes Using Deviation Angles and Error Bands", ISPRS International Journal of Geo-Information, vol.4, pp.2185-2204, 2015
- [19] USGS National Hydrography Dataset, <http://nhd.usgs.gov/>, 06 Mayıs 2013.
- [20] Wang, Z.; Muller, J.C. Line generalization based on analysis of shape characteristics. Cartogr. Geogr. Inf. Sci. 1998, 25, 3–15.
- [21] Wilmer, J.M.; Brewer, C.A. Application of the radical law in generalization of national hydrography data for multiscale mapping. In Proceedings of the

Special Joint Symposium of ISPRS Technical Commission IV & AutoCarto in
Conjunction with ASPRS/CaGIS 2010 Fall Specialty Conference, Orlando, FL,
USA, 15–19 November 2010.

Bölüm 3
YOL AĞI GENELLEŞTİRMESİ

Doç. Dr. Fatih Gülgen

3.1 Giriş

Bir yol ağındaki yol detaylarının anlaşılır şekilde sunulabilmesi için verilere kartografik genelleştirme işlemlerinin uygulanması gerekir. Sayısal ortamda çok çözünürlüklü yol ağı haritalarının oluşturulması kartografik genelleştirme ile sağlanır. Yüksek detay seviyelerinde genelleştirme işlemleri birbirini örten detaylara ait işaretlerin olmaması sebebiyle kolaydır. Diğer taraftan düşük detay seviyelerinde örtüşmelerden dolayı daha fazla genelleştirme işlemine ihtiyaç duyulur. Örneğin 1:250K ölçeği gibi küçük bir ölçekte bir ekran haritası üzerinde geziniyorken küçük yollar önemsizdir. Bu detay seviyesinde harita kullanıcısı çok şeritli, bölünmüş otoyollar vb. önemli yollar ile ilgilenir. Bu seviyede genelleştirme işlemlerinin yol ağının fonksiyonel sınıf hiyerarşisine bağlı olarak ele alınması yeterlidir. Çok çözünürlüklü ekran haritası üzerinde daha yüksek seviyelerde yaklaşma işlemi gerçekleştirdiğinde ölçek büyür ve kullanıcı daha karmaşık yol detaylarını görmek ister. Bu istek genelleştirme işlemlerinin daha karmaşık duruma gelmesine neden olur. Yol ağının sadece fonksiyonel sınıf hiyerarşisine dayalı tanımlanması orta ölçekte yetersiz kalır. Bu durumda sınıf hiyerarşisinin yanında ilgili yol detaylarının geometrik özelliklerinin de dikkate alınması doğru bir genelleştirme işlemi için gereklidir.

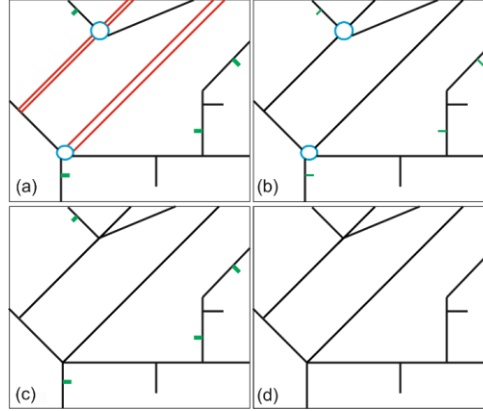
3.2 Yol Ağı Genelleştirme İşlemleri

Yol ağı verileri üç temel geometrik dönüşüm işleminden geçirilerek ağı karmaşası azaltılabilir. Bu dönüşüm işlemleri sırasıyla aşağıdaki gibidir (Shoman ve Gülgen, 2017).

- Kaynaştırma ('merging')
- Dönüştürme ('collapsing')
- Seçme/eleme ('thinning')

Kaynaştırma işlemi birbirinden ayrık ve paralel devam eden çizgi detaylara uygulanan bir genelleştirme işlemidir. Bu işlem iki ayrı eksen çizgisinden oluşan geliş ve gidişli bölünmüş yolların tek bir eksen çizgisi ile temsil edilmesi için kullanılır. Örneğin; Şekil 3.1a'da kırmızı eksen çizgileriyle gösterilen yollar uygulanan kaynaştırma işlemi sonunda tek eksen çizgisiyle sunulmuştur (Şekil 3.1b). Dönüştürme işlemi bir geometri grubuyla ifade edilen detayları daha basit bir geometride sunma imkânı verir. Özellikle yol ağındaki kavşak geometrilerinin basitleştirilmesi dönüştürme işlemiyle gerçekleştirilmektedir. Örneğin; Şekil 3.1a ve 3.1b'de mavi ile gösterilen dönel kavşak yapıları dönüştürme işlemi uygulandıktan sonra noktasal olarak sunulmuştur (Şekil 3.1c). Seçme/eleme işlemi belirgin olmayan detayların elenmesini, dolayısıyla belirgin detayların korunmasını sağlayan bir çeşit filitreleme işlemidir. Bu işlem yol ağına uygulandığında önemsiz kabul edilen yol detayları silinir. Örneğin; Şekil 3.1a-b-c'de yeşil çizgilerle gösterilen yol detayları kısa ve önemsiz

sokaklardır ve seçme/eleme işlemi sonunda bu detaylar ortadan kalkmıştır (Şekil 3.1d).



Şekil 3.1: Örnek bir yol ağı; a) genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki, b) kaynaştırma işlemi uygulandıktan sonraki, c) dönüştürme işlemi uygulandıktan sonraki ve d) seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonraki durumu göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen üç geometrik dönüşüm işlemi ArcGIS ticari yazılımının kartografik genelleştirme araçlarından; **Merge Divided Roads**, **Collapse Road Detail** ve **Thin Road Network** kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri için yazılım tarafından istenilen parametrelere karşılık gelen değerler aşağıda açıklandığı şekilde sağlanır.

3.2.1 Kaynaştırma İşlemi

Merge Divided Roads büyük ölçekli haritalardaki detayları daha küçük ölçeklerde basitleştirmek için kullanılır. Bu araç sayesinde, aynı yol sınıfında bulunan ve birbirine paralel doğrultuda devam eden iki eksene ait yol detayları kullanıcı tarafından girilen mesafe parametresi dikkate alınarak birleştirilir. Örneğin bir test bölgesi için kaynaştırma işlemi, Brewer vd. (2013a,b) tarafından önerilen 27m'lik mesafe toleransı ve fonksiyonel sınıf hiyerarşisi kullanılarak gerçekleştirilebilir.

3.2.2 Dönüştürme İşlemi

Collapse road detail aracı küçük kavşak yapılarını yol ağının genel trendini koruyarak basitleştirir. Örneğin; kullanıcı tanımlı bir yarıçap parametresi kullanılarak küçük kavşak konfigürasyonları bir düğüm noktası ile ifade edilebilir. Brewer vd. (2013a,b), çalışmalarında ilgili aracı 75 m tolerans değeriyle kendi test bölgelerinde uygulamıştır.

3.2.3 Seçme/Eleme İşlemi

Seçme/eleme işlemi daha düşük çözünürlüklü yol ağı veri setlerinin türetilmesi için yol ağındaki detaylara uygulanan bir işlemdir. Seçme/eleme işlemi sonunda yol ağının genel karakteristiğinin ve ağ içindeki bağlantıların korunması beklenir. Thin road network aracı yol detaylarını önemlerine, genel karakteristiklerine ve ağıdaki yoğunluklarına göre filitreleyerek azaltmak için benzetilmiş tavlama algoritmasını kullanır. Bir yol detayının önemi, ağıdaki diğer detaylara göre yapılan hiyerarşik sınıflandırma ile bağlı olarak belirlenir. Yol detayının genel karakteristiği ağın genel bağlantılarını korumadaki rolüne bağlıdır. Ağın yoğunluğu ise ölçeğe ve detay sayısına ve uzunluklarına göre değişir. Thin road network aracı yol detayının işlem sonunda ilgili ölçekte görünüp görünmeyeceğine karar verir. Eğer yol detayı görünecekse görünürlikle ilgili öznitelik değeri sıfır, görünmeyecekse bir olarak işaretlenir. Seçme/eleme işlemi kullanıcı tarafından belirlenen minimum uzunluk parametre değeriyle kontrol edilir. İlgili ölçekte belirlenen parametre değerinden kısa olan detayların görünürlük değeri sıfır olarak atanır.

Minimum uzunluk parametresinin değerleri Brewer vd. (2013a,b) tarafından önerilen yöntem üzerinden çeşitli ölçek değerleri için Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Farklı ölçekler için kullanılan minimum uzunluk değerleri

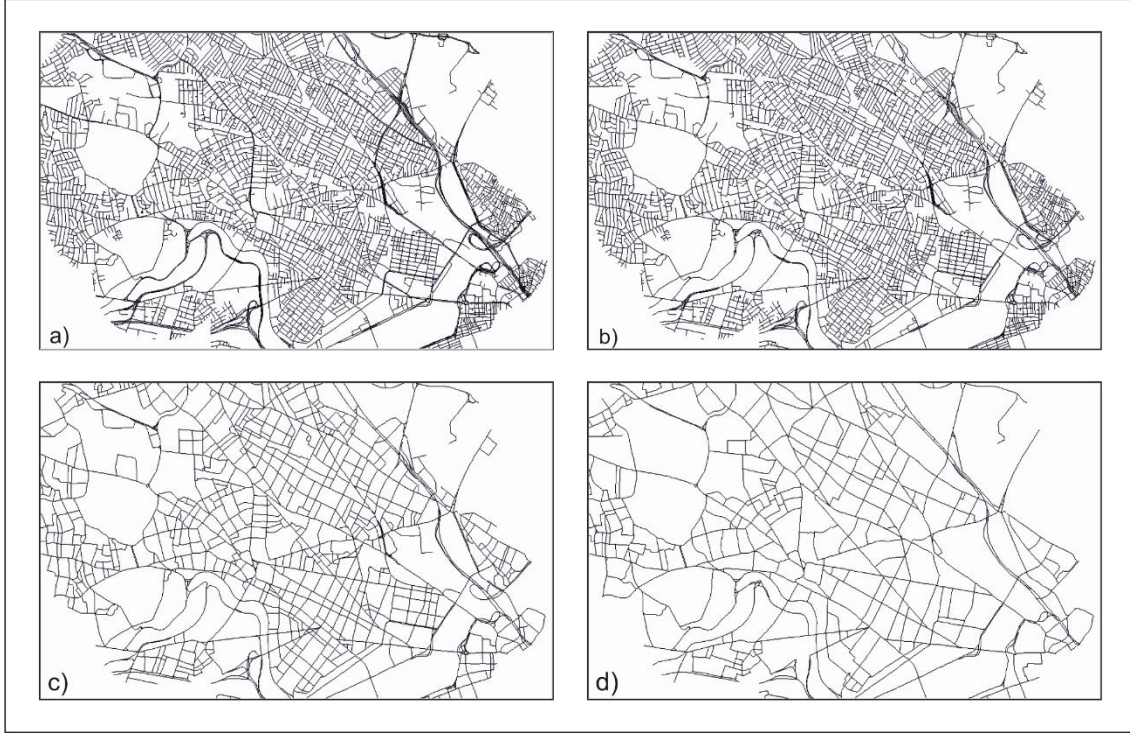
Ölçek	1:8K	1:16K	1:32K	1:64K
Minimum uzunluk (m)	80	160	320	640

Seçme/eleme işlemleri ağıdaki nesnelere merdiven yaklaşımına göre yinelemeli olarak uygulanabilir. Bu yaklaşımda, her yaklaşma/uzaklaşma seviyesi için bir önceki yüksek seviyede kullanılan yol detayları bir sonraki seviyede tekrar ele alınır. Böylece, yaklaşma/uzaklaşma seviyeleri arasında kopuklukların oluşmasının önüne geçilir.

3.2.4 Genelleştirme Sonuçları

Örnek bir test bölgesindeki yol ağına uygulanan genelleştirme işlemlerinin sonuçları 1:64K ölçeğinde Şekil 3.2’de görünmektedir. Şekil 3.2a, genelleştirme işlemleri uygulanmadan önceki yol ağının geniş bir kısmının durumunu göstermektedir. Şekil 3.2b, birbirini takip eden kaynaştırma ve dönüştürme işlemlerinin sonuçlarını göstermektedir. Brewer vd. (2013a,b) tarafından önerilen yönteme göre düzenlenmiş minimum uzunluk değerleri ve fonksiyonel sınıf hiyerarşisi kullanılarak türetilen, seçme/eleme işlemi uygulanmış yol ağı Şekil 3.2c’de görünmektedir. Farklı bir minimum uzunluk değeri ve sınıf hiyerarşisi

kullanılarak türetilmiş yol ağı ise görsel bir karşılaştırma yapılabilmesi için Şekil 3.2d’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: a) Genelleştirme öncesi, b) kaynaştırma ve dönüştürme işlemleri uygulandıktan, c-d) fonksiyonel sınıf hiyerarşisine göre seçme/eleme işlemi uygulandıktan sonra bir yol ağının 1:64K ölçekli görünümü

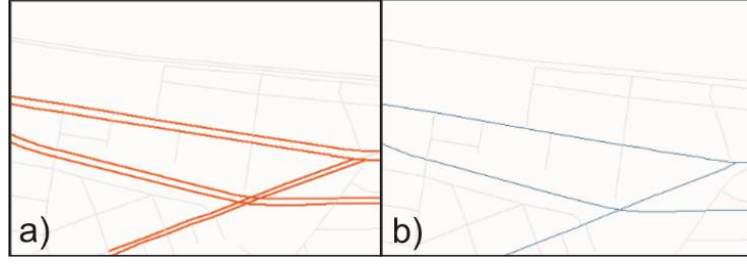
Örnek bir çalışma alanında, kaynaştırma ve dönüştürme işlemlerinin gerçekleştirilmesi sonucunda detayların uzunluklarında meydana gelen azalma oranları, Çizelge 3.2’de fonksiyonel sınıf bazında verilmektedir.

Çizelge 3.2: Kaynaştırma ve Dönüştürme işlemleriyle detay uzunluklarında meydana gelen azalma yüzdeleri

Detay indirgeme oranı	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	Tüm detaylar
Uzunluk % (Kaynaştırma işlemiyle)	37,8%	40,8%	9,0%	11,4%	0,3%	7,6%
Uzunluk % (Dönüştürme işlemiyle azalma)	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%

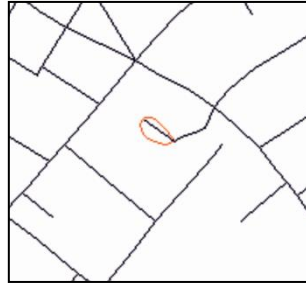
Kaynaştırma işlemi kaynak ölçekte 908,46km olan yol ağının toplam uzunluğunu %7,6 azaltarak 839,99 km’ye düşürmüştür. Kaynaştırma, genellikle ayrılmış yolların yer aldığı birinci ve ikinci fonksiyonel sınıflardaki detaylarda meydana gelmiştir (Şekil 3.3). Üçüncü ve dördüncü fonksiyonel sınıflarda yer alan detaylarda daha az bir azalma görülmektedir. Bu sınıflardaki paralel detaylar genellikle aynı sınıflarda yer alan farklı yolların parçalarından oluşmaktadır.

Beşinci sınıfta yer alan birbirine paralel küçük cadde ve sokakların sayısı oldukça küçük olduğundan, toplam detay uzunluğundaki azalma miktarı sınırlıdır.



Şekil 3.3: a) Genelleştirme öncesi ve b) sonrası, birinci ve ikinci fonksiyonel sınıflarda yer alan bölünmüş yollar

Dönüştürme işlemi uygulanan kaynak veri, daha önce kaynaştırma işlemi uygulanmış olan veridir. Dönüştürme işlemi öncesi 838,99km olan yol ağının toplam uzunluğu 837,22km'ye inmiştir. Azalma oranı toplam yol ağı için yaklaşık %0,2 düzeyindedir. Şekil 3.4, dönüştürme işlemiyle basitleşen örnek bir yol konfigürasyonunu göstermektedir. Kırmızı eksen çizgisiyle görünen yol detayları uygulanan işlem sonunda elenmiştir.



Şekil 3.4: Dönüştürme işlemi uygulanan detaylar (kırmızı)

Seçme/eleme işlemi uygulanan çalışma bölgesinde fonksiyonel sınıf hiyerarşisinin kullanılmasıyla elde edilen yol ağı bilgileri Çizelge 3.3'de verilmektedir.

Çizelge 3.3: Her ölçekte seçme/eleme işlemiyle detaylara uygulanan toplam uzunluk indirgemesi

	1:8K	1:16K	1:32K	1:64K
Fonksiyonel sınıf	%2.49	%4.95	%16.19	%25.66

Kaynaklar

Brewer, C. A., Stanislawski, L. V., Battenfield, B. P., Sparks, K.A., McGilloway, J. ve Howard, M.A., (2013a). "Automated Thinning Of Road Networks And Road Labels For Multiscale Design Of The National Map Of The United States", *Cartography and Geographic Information Science*, 40:4, 259-270.

Brewer, C. A., Guidero, E. M., Stanislawski, L. V., Battenfield, B. P. ve Raposo, P., (2013b). "Labeling Through Scale Using Hierarchies Of Thinned Road Networks For Design Of The National Map Of The United States", *Proceedings of The 26th International Cartographic Conference*, Dresden, Germany, 25–30 August 2013.

Shoman W. ve Gülgen F., (2017). "Centrality-based hierarchy for street network generalization in multi-resolution maps", *Geocarto International*, 32(12), 1352-1366.

Bölüm 4

BİNA VE YERLEŞİM ALANLARI GENELLEŞTİRMESİ

Prof. Dr. A. Melih Başaraner

4.1 Giriş

Bina genelleştirme, orta ölçekli haritalarda 1:100 000 ölçeğine kadar genelleştirme işleminde önemli bir adımdır. Her ne kadar farklı ülkelerde farklı harita yönergeleri kullanılsa da bu ölçekten sonra tek bina gösterimi pek yaygın değildir. Daha çok binaların birleştirilmesiyle elde edilen yerleşim alanı gösterimi tercih edilir.

4.2 Topografik Haritalarda Binalar ve İlgili Diğer Nesnelerin Gösterimi

Bazı araştırmacılar, Almanya ve İsviçre topografik haritalarını inceleyerek binalar ve ilgili diğer nesnelere ilişkin şu bulguları elde etmişlerdir:

- 1:5 000 ve daha büyük ölçeklerde geometrik genelleştirme yapılmaz. Orijinal ölçüm verilerinin planimetrik doğruluğu (büyüklüğü) korunur. Ancak demiryolları, tek çizgili işaretler ile gösterilir. Başka bir ifadeyle, artık planimetri koruyan karakterde değildir. Bu ölçeklerdeki haritalarda geometrik çözünürlük 0.5 m ya da daha yüksek olduğu için tüm nesneler önemsiz deformasyonlar ile gösterilir.
- 1:10 000 ölçeğinde çift çizgili yol işaretleri, artık gerçek ölçeğinde değildir.
- 1: 25 000 ölçeği için;
 - Genişliği 2.5 m'den daha küçük çizgisel nesneler (yaya yolu, yol vb.) genelleştirilmelidir (bu durumda abartılır).
 - 16 m'den daha küçük kenara sahip kare ya da dikdörtgen şekille çevrili alansal nesnelerin (binalar, park alanı vb.) genelleştirilmesi gerekir (abartılmalıdır).
 - 5 m'den birbirine daha yakın nesneler, 1:25 000 ve daha küçük ölçeklerde aralarında yaya yolu yoksa birleştirilmelidir. Bu eşik değerler, farklı ölçekler için türetilebilir.
 - Sık yerleşim alanlarının gösteriminde, 1:25 000'e kadar planimetride belirgin bir değişim yoktur. 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekleri arasında yaklaşık ölçekli gösterim söz konusudur. Daha küçük ölçekler için, planimetri dikkate alınamaz ve genellikle grafik işaret (daire) ile gösterilir.
 - Dağınık binalar, 1:50 000 ve daha küçük ölçeklerde yeniden gruplanmaya (birleştirme) başlar. 1: 200 000 ve daha küçük ölçeklerde dağınık binalar yok olur.
 - Seçilen yollar, binalar ve yerleşim alanları için büyültme ya da abartma oranı, Çizelge 4.1'deki gibidir.

Çizelge 4.1: Alman topografik haritalarında yol, bina ve yerleşim alanı büyüklüklerinin ölçeğe bağlı değişimi

Ölçek	Yol	Bina	Yerleşim Alanları
1 : 5 000	değişim yok	değişim yok	değişim yok
1 : 25 000	$\times 2 - \times 4$	küçük değişim	değişim yok
1 : 50 000	$\times 4 - \times 8$	$\times 1.5 - \times 2$	$\times 1.2$
1 : 100 000	$\times 6 - \times 16$	$\times 2 - \times 4$	$\times 1.5$
1 : 200 000	$\times 32$	$\times 4 - \times 8$	$\times 2$

- Sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi ise Çizelge 4.2'deki gibidir.

Çizelge 4.2: Alman topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi

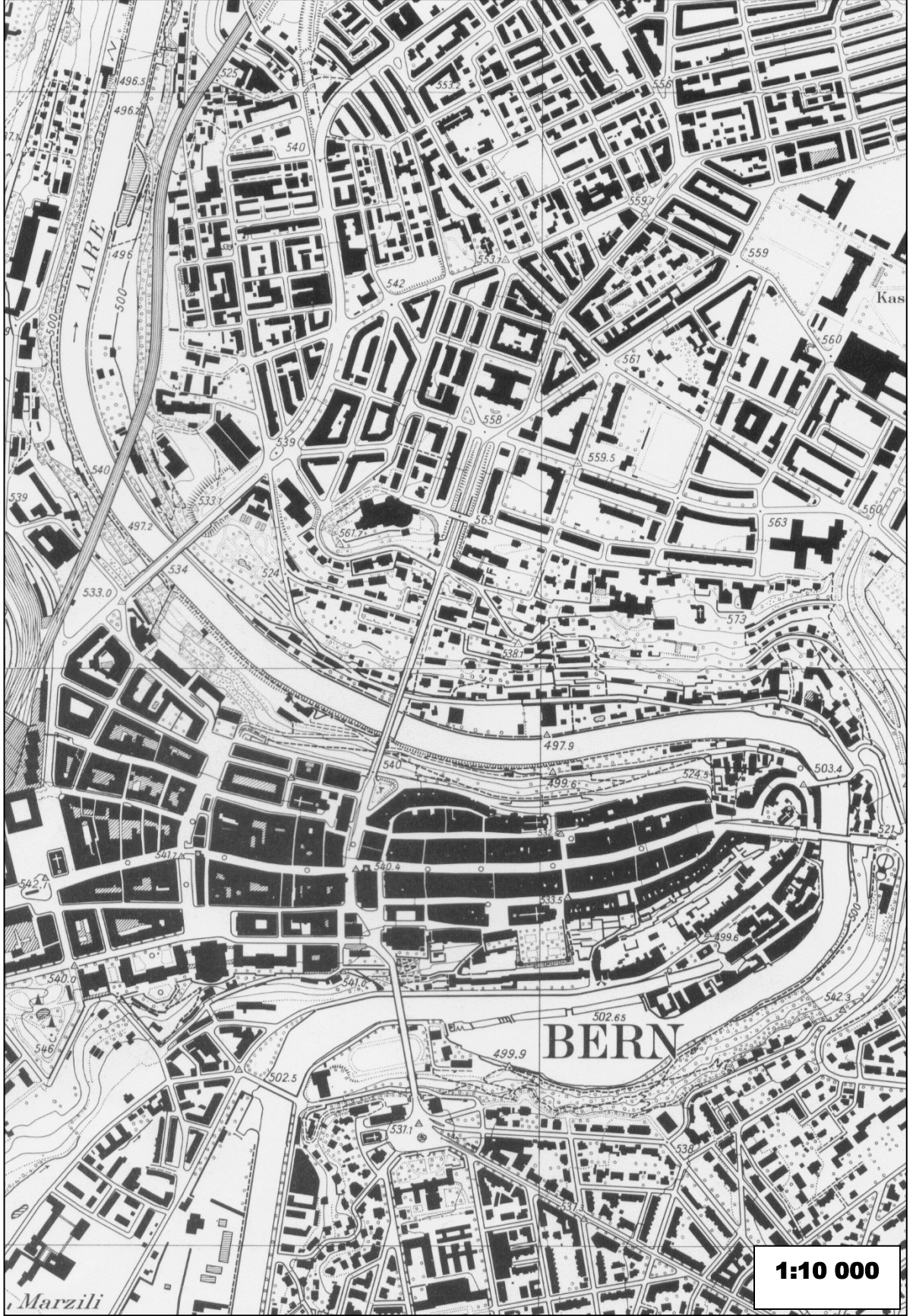
Ölçek	Sık Yerleşim Alanları	Seyrek Yerleşim Alanları
1 : 5 000	değişim yok	değişim yok
1 : 25 000	% 60-80 korunmuş	değişim yok
1 : 50 000	% 30-40 korunmuş	% 80 korunmuş
1 : 100 000	% 10 blok olarak birleştirilmiş	% 30-50 korunmuş
1 : 200 000	% 0-3 blok olarak birleştirilmiş	% 0-10 korunmuş

İsviçre topografik haritalarında ise bina sayısı değişimi kısmen farklılık göstermektedir. Çizelge 4.3'de verilen oranların hedeflenmesi gerektiği, fakat her durumda başaramayacağı ifade edilmiştir. Değerlerin aynı olmaması, büyük olasılıkla değişik ülkelerde harita yönergelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

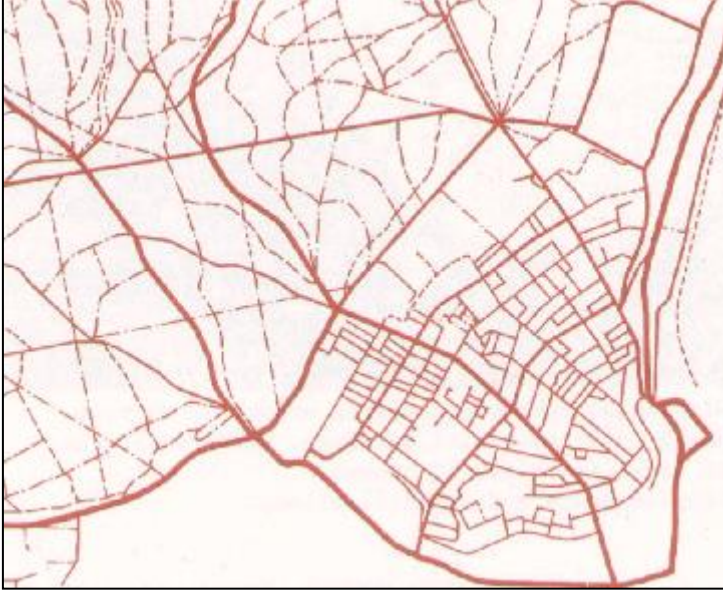
Çizelge 4.3: İsviçre topografik haritalarında ölçeğe bağlı olarak sık ve seyrek yerleşim alanlarında bina sayısı değişimi

Ölçek	Sık Yerleşim Alanları	Seyrek Yerleşim Alanları
Hava fotoğrafı	% 100	% 100
1 : 25 000	% 95	% 100
1 : 50 000	% 50-60	% 60-100
1 : 100 000	% 30-35	% 35-100

Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te İsviçre örneğinde farklı ölçekli topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanı gösterimleri verilmiştir.

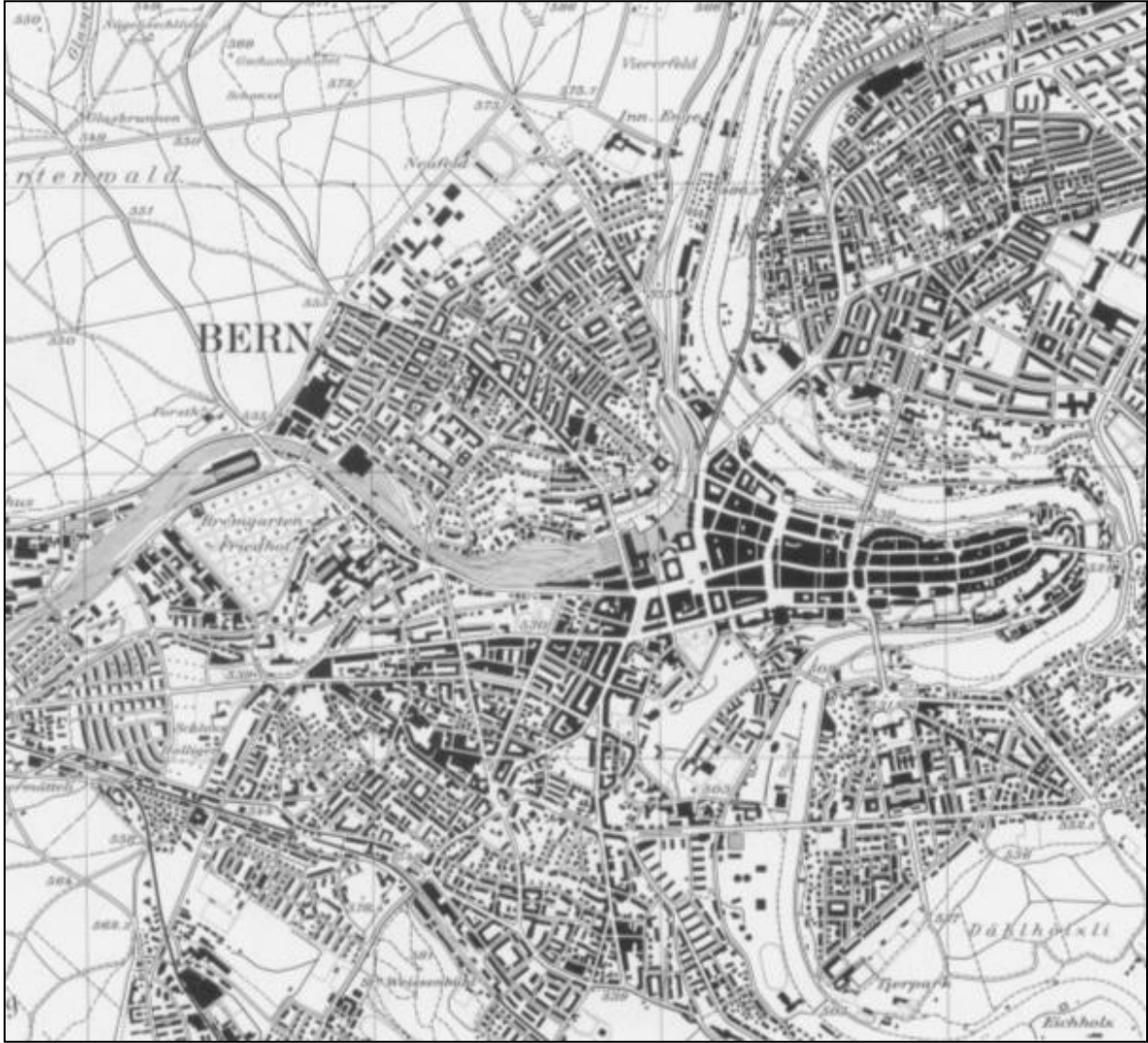


Şekil 4.1: Büyük ölçekli topografik harita (İsviçre)



1:25 000

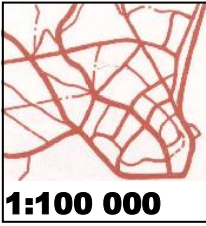
Harita halen büyük oranda gerçek durumu gösterir. Küçük ayrıntılar ve küçük binalar elimine edilir.



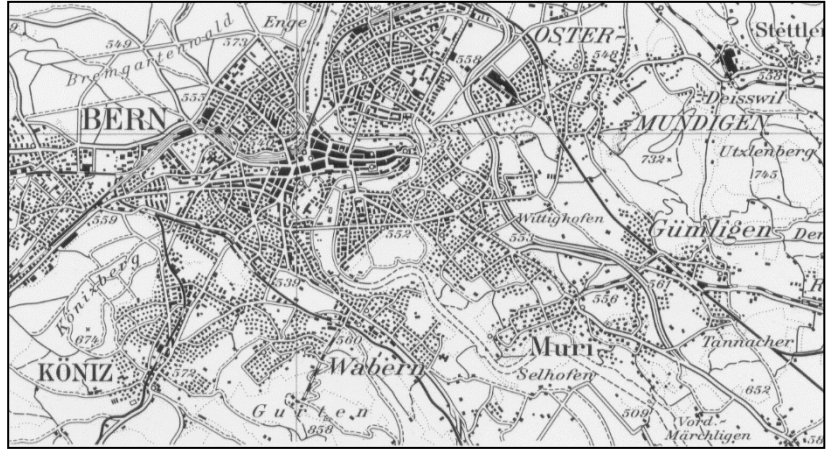
Şekil 4.2: 1:25 000 ölçekli topografik haritada yol ağı ve yerleşim alanı gösterimi



Şekiller basitleştirilir, nesne sayısı azaltılır, dış sınırlar hafif büyütülür, bina şekilleri ve büyüklükleri farklılaştırılır.



Şekiller basitleştirilir, nesne sayısı azaltılır, dış sınırlar büyütülür. Büyük binalar ve bina grupları farklılaştırılır. Farklı meskun alan türlerinin karakteri korunur. Ana yollar vurgulanır.



Büyük nesne ve bina sayısı azalır. Dış sınırlar büyütülür. Çizgisel nesneler, ötelenir ve basitleştirilir. Büyük binalar (fabrikalar) ve özel binalar (konutlar) farklılaştırılır. Binalar, blok olarak birleştirilmeye başlar.



Şekil 4.3: 1:50 000-1:200 000 ölçek aralığındaki topografik haritalarda yol ağı ve yerleşim alanı gösterimi

4.3 Bina ve Yerleşim Alanları için Kısıtlamalar

Kısıtlamalar, genelleştirmede uyulması gereken bir takım kurallar olarak kabul edilebilir ve genelleştirmeye rehberlik ederler. Aşağıda bina ve yerleşim alanlarına yönelik coğrafi ve (karto)grafik kısıtlamalar verilmektedir. İlki, coğrafi anlamın hedef ölçekte korunması amacını taşıırken, diğeri haritanın okunaklılığı ve anlaşılabilirliği ile ilgilidir.

4.3.1 Tek Binalara İlişkin Mikro (Lokal) Kısıtlamalar

- Konum
 - Binaların konumları, başlangıçtaki konumlarına yakın olmalıdır. Özellikle, üzerlerinde jeodezik nokta varsa bu kısıtlama arttırılır.
- Doğrultu
 - Binalar, komşu binalara ve yollara göre başlangıçtaki ana doğrultularını özellikle komşu nesneler dönüştürülmediyse korumalıdır.
- Granülerite
 - Bina kenarları, eşik değerden küçük olmamalıdır.
- Büyüklük
 - Bina alanı, minimum alan değerini aşmalıdır.
 - Görsel karmaşayı önlemek için bina genişliği yeteri kadar büyük olmalıdır.
- Şekil
 - Bina köşelerinin diklikleri korunmalıdır.
 - Binaların uzanımları mümkün olduğunca korunmalıdır.
 - Binalar, eğer eğrisel şekillere sahip ise bu şekiller korunmalıdır.
- İşlevsellik
 - (Amaca göre) önemli binalar korunmalıdır.
 - Tek (izole) binalar, referans nesneler olarak önemli binalar olabilir.

4.3.2 Binalara (Bir Alan İçindeki Bina Grubuna) İlişkin Mezo (Bölgesel) Kısıtlamalar

- Mesafe / Yakınlık
 - İki bina arasındaki minimum mesafe, belirlenen ayırım mesafesinden daha küçük olmamalıdır.
 - Genelleştirilmiş binalar grubu arasındaki bağıl mesafeler, başlangıçta ölçüldüğü gibi aynı kümeleme etkisini göstermelidir.
 - Spesifik desenler (örüntüler) ve hizalamalar korunmalıdır.
 - Başlangıçta mevcut değilse spesifik bir dağılım oluşturulmamalıdır (örn. eğer binalar bir grid boyunca organize edilmediyse, genelleştirmeden sonra da aynı olmalıdırlar).

- Doğrultu
 - Yakın komşu binalar, bağıl ana doğrultularını korumaya çalışmalıdır.
- Topoloji
 - Eğer binalar korunuyorsa, mevcut bağlantı, bitişiklik ve içirme ilişkileri korunmalıdır.
- Sıklık (Yoğunluk)
 - Bina grupları, çok sık olmamalıdır.
 - Çok sık bir grup bina, eğer bir kentin o kısmının mekansal desenine uygun düşüyorsa yerleşim alanı olarak birleştirilebilir veya işaretleştirilebilir (dönüştürülebilir).
- Büyüklük Dağılımı
 - Eğer semantik özellikleri aynı ise, binaların bağıl büyüklük sırası bozulmamalıdır.
 - Hemen hemen aynı büyüklüğe sahip iki bina, sonuçta eşit büyüklüğe sahip olabilir.
- Şekil Dağılımı
 - Bir grup bina içinden bazıları silinirse, tipikleştirilen binaların alt kümesi (grup içinde) dikkate değer şekillere sahip binaları korumalıdır. Bu, mezo (bölgesel) düzeyde farklı basitleştirme ya da tipikleştirme şekilleri seçme anlamına gelir.
- Semantik
 - İki bina çelişen semantik özelliklere sahip değilse birleştirilebilir.
 - Bir alan içindeki binaların farklı alt sınıflarının dağılımı olabildiğince korunmaya çalışılmalıdır.

4.3.3 Binalara İlişkin Makro (Global) Kısıtlamalar

- Nicelik
 - Haritanın amaçlarına göre, özel binaların yer aldığı alanlar (istatistik çalışma için) korunabilir.
- Sıklık (Yoğunluk) Dağılımı
 - Genelleştirme öncesi ve sonrası mezo (grup) nesneler arasındaki yoğunluk değerlerinin sırası büyük oranda değişmemelidir.
 - Sıklık (yoğunluk) farklılıkları, genelleştirme sonrasında da fark edilebilir olmalıdır.
- Bölgelerin Şekli
 - Global olarak, bölgeler; (örn. yolların silinmesinden dolayı) büyüklükleri artsa bile başlangıçta olduğu gibi aynı tür şekillere (uzunluk, dışbükeylik) sahip olmalıdır.
- Bölgelerin Büyüklüğü
 - Global olarak, bölgeler başlangıç koşullarına göre farklı büyüklüklerini korumalıdır. Yani, birleştirme oransal olarak bağıl büyüklükleri değiştirmemelidir.

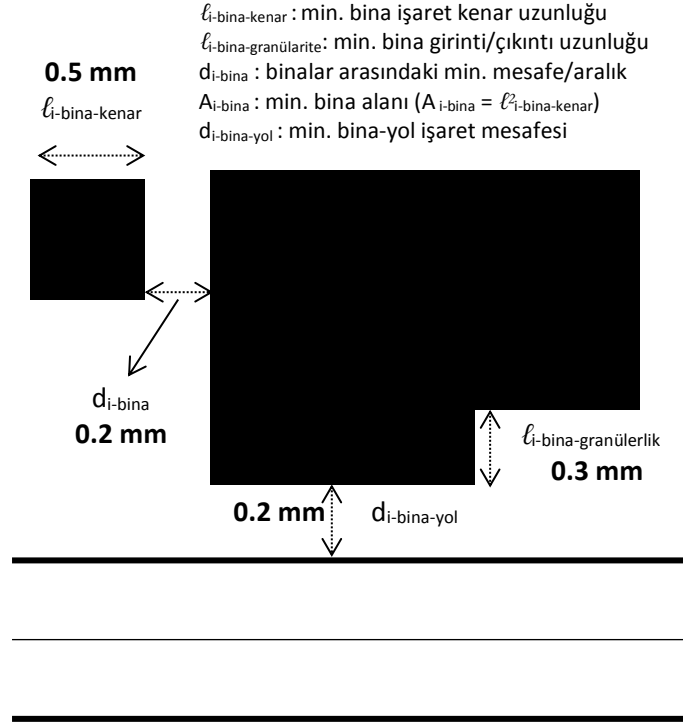
- Semantik Dağılım
 - Eğer bir şehir, özel bir semantik dağılıma sahip ise, bu korunmalıdır (kent merkezi, konut alanı, ticari alan vb.).

4.3.4 Yol-Bina Mezo (Bölgesel) Kısıtlamaları

- Topoloji
 - Binalar ve yollar arasındaki ilişkiler korunmalıdır (örn. binalar, yolun diğer tarafına geçmemelidir).
- Doğrultu
 - Yakın yollar ve binalar, bağıl ana doğrultularını korumaya çalışmalıdır.
- Yakınlık
 - Bir yol ve bir bina arasındaki bağıl mesafe, istisnalar hariç ayırım mesafesinden büyük olmalıdır.
 - Bir yol ve bir bina arasındaki yakınlık korunmalıdır.
- İşlevsel bağımlılık
 - Binalar, yolları elendiyse silinmelidir ya da birleştirilmelidir.
 - Yol ağları, önemli binalara erişim olanağı tanımalıdır.

4.3.5 Grafik kısıtlamalar

Haritanın okunaklılığı ve anlaşılabilirliği açısından çeşitli grafik limitler (minimum harita nesnesi/işareti büyüklüğü) belirlenmiştir. Haritalarda, genelleştirme sonucu bu değerlerin sağlanması gereklidir. Kartografik genelleştirmede ölçek dikkate alınarak bu değerlerin, sayısal ortamda sağlanması gereken karşılıkları belirlenir. Örn.1:50 000’de 0.2 mm’nin gerçekteki karşılığı 10 m’dir. Binalar için kullanılan grafik limitler Şekil 4.4’te görülmektedir.

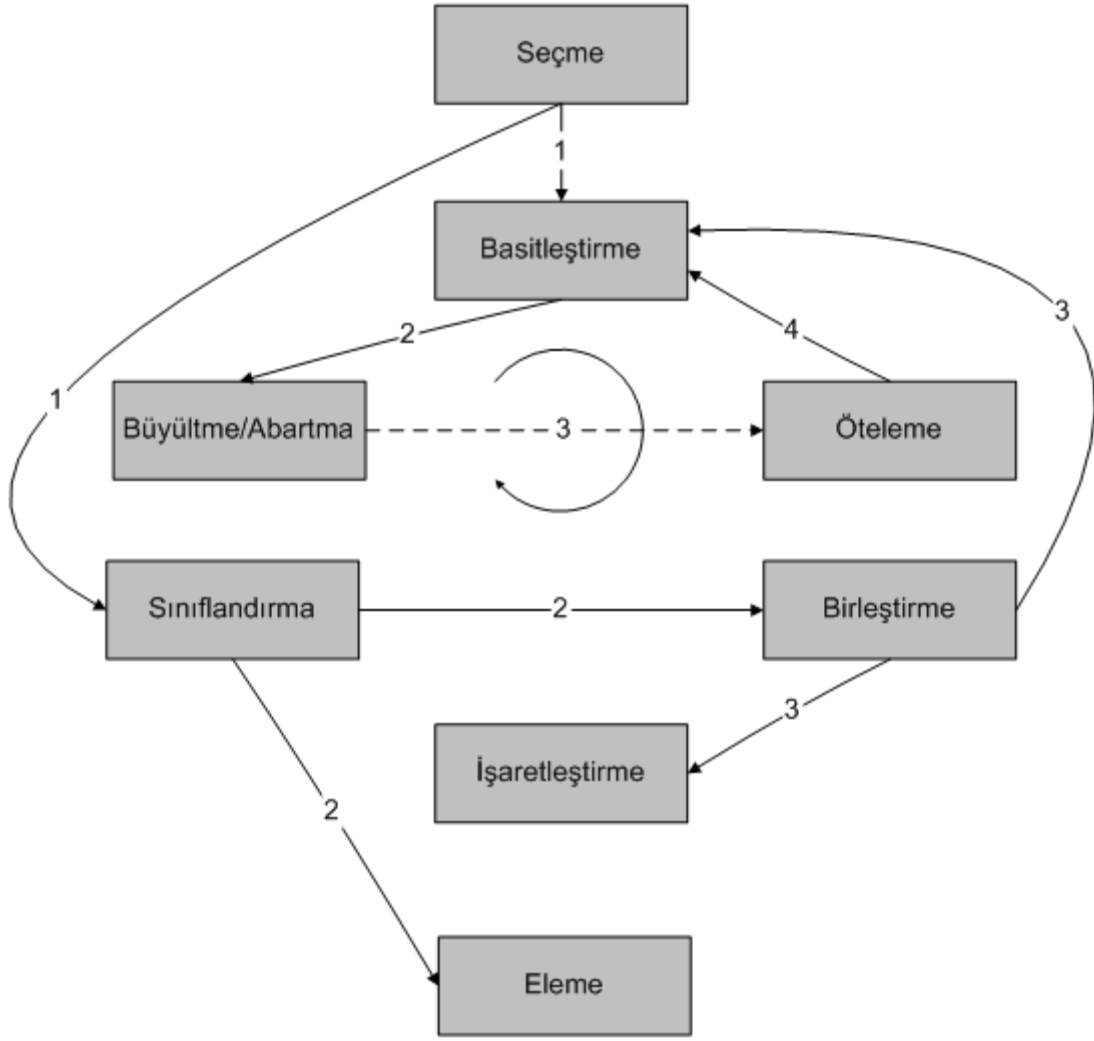


Şekil 4.4: Binalar için grafik kısıtlamalar

4.4 Bina ve Yerleşim Alanı Genelleştirme İşlemleri

Orta ölçekli haritalarda (1:25 000 – 1:250 000) bina genelleştirme için kullanılabilecek olası işlem adımları Şekil 4.5'te görülmektedir. Buna göre bir bina; seçilebilir, sınıflandırılabilir ve işaretel gösterim için diğer binalar ile birleştirilebilir (tipikleştirilebilir ya da kaynaştırılabilir) ya da sınıflandırılır, birleştirilir ve birleşim basitleştirilir, abartılır ve gerekirse ötelenir. Son olarak, bina sınıflandırılır ve buna dayalı olarak elenir. Bu işlemlerin sıralaması ve kullanılacak parametrelerin ülkelerin kendi harita yönergelerine bağlı olarak bazı farklılıklar gösterebilir.

Daha önceki derslerde söz edildiği gibi genelleştirmede genel amaç coğrafi anlamı mümkün olduğunca korumak hatta gerekli yerlerde vurgulamak ve bunun yanında okunaklı ve anlaşılır bir harita üretmektir. Genelleştirme, tek nesneler (mikro düzey) ve bir grup nesne (mezo düzey) için uygulanır. Öncelikle, tek nesnelerin genelleştirilmesi gerçekleştirilir. Ardından anlamlı nesne grupları elde edilir ve genelleştirilir. Bu ikinci aşama, bağlamsal genelleştirme olarak adlandırılır. Nesne grupları, genelleştirme öncesi de elde edilebilir.



Şekil 4.5: Bina genelleştirme için işlem adımları

Ülkemiz orta ölçekli topografik haritaları açısından genel olarak şu hususlar geçerlidir. Binalar ve yerleşim alanları için bloklar (adalar) sınırlayıcı nesneler olarak işlev görür. Dolayısıyla bina ve yerleşim alanı genelleştirmesi için yollar ve varsa akarsulardan yararlanarak bloklar elde edilir. Binalar, bu bloklar içinde genelleştirilir. Bu nedenle, blok oluşturmadan önce, yolların ve akarsuların hedef ölçeğe uygun ayrıntı düzeyine indirgenmesi yani genelleştirilmesi gerekir.

Bina genelleştirme için tek nesne düzeyinde, *basitleştirme* (daha az nokta ile nesneyi temsil etme), *dönüştürme* (nesne geometrisinin boyutunu indirgeme), *işaretleştirme* (eşik değerden küçük binaların yerine minimum büyüklükte bir bina atanması), *dikleştirme* (bina köşelerini dik açılı hale getirme), *büyültme* (işaretleştirme sonucu büyütülen binalar ile bağl farklılıkları korumak için diğer binaların da uygun bir oranda büyütülmesi) ve *abartma* (nesnenin önemli lokal karakteristik şekillerinin büyüklüklerinin eşik değerin üzerine çıkartılması) uygulanır. Bir grup nesne için yani bağlamsal genelleştirme aşamasında, blok yoğunluğuna göre karar verilir.

Yoğun bloklarda *birleştirme* (aynı üst sınıfa sahip nesnelerin kombinasyonu) ve *kaynaştırma* (aynı sınıftaki nesnelerin kombinasyonu), orta yoğunluklu bloklarda *tipikleştirme* (mekansal dağılımı koruyarak nesne sayısını azaltma), *eleme* (önemsiz nesneleri silme) ve düşük yoğunluklu bloklarda *öteleme* (nesnelerin aralarındaki uyumsuzlukların giderilmesi için konumlarının belli sınırlar içinde değiştirilmesi) işlemi uygulanır. Bazı durumlarda genelleştirme işlemlerinin tekrar uygulanmasına gerek duyulabilir.

Yerleşim alanı geliştirilirken blok içindeki parçasının (yerleşim alanı çokgeni) elde edilmesi ve blok içi bina genelleştirme ile birlikte değerlendirilmesi gerekir. Blok yoğunluğu %80'i aşıyorsa genel olarak blok doğrudan yerleşim alanına çevirilebilir. Ayrıca, yerleşim alanına eşik değerden (0.2 mm) yakın binalar varsa, yerleşim alanıyla birleştirilebilir. Yerleşim alanı da eşik değer dikkate alınarak basitleştirilebilir ve gerekli hallerde yumuşatma işlemi uygulanabilir.

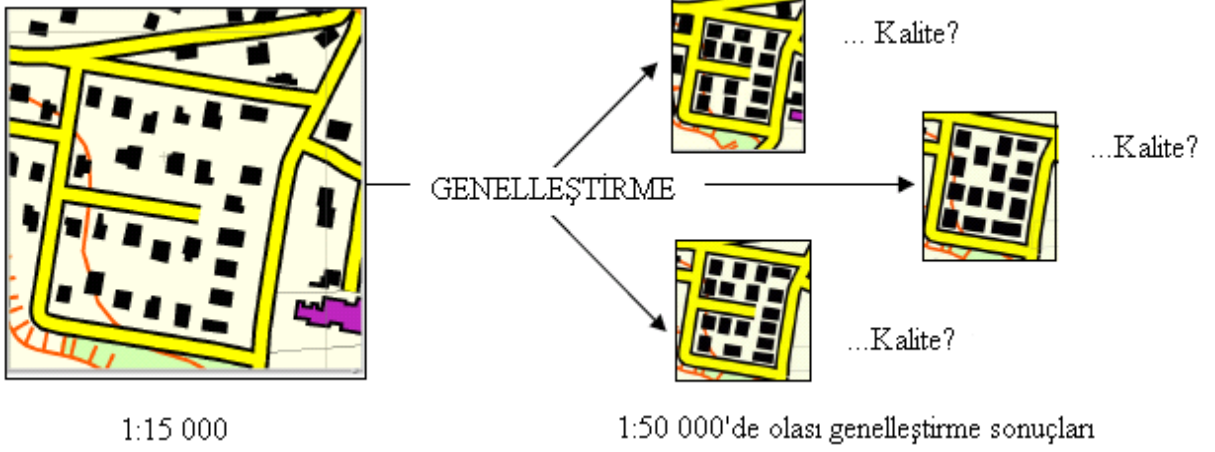
Bina ve yerleşim alanlarına yönelik genelleştirme işlemleri ve genelleştirmenin uygulanmasına yönelik olarak Avesis üzerinden erişilebilen Başaraner (2005) kaynağına ve topografik harita yönergesine bakınız.

4.5 Genelleştirmenin Değerlendirilmesi

Genelleştirilmiş verileri değerlendirmek için üç olası referans veri kaynağı vardır: (1) bir başka otomatik genelleştirilmiş veri seti, (2) manuel olarak genelleştirilmiş veriler, (3) başlangıçtaki (kaynak) veriler. Başlangıçtaki veriler, daha yüksek duyarlılığı ve tamlığı nedeniyle önerilmektedir. Kartografik genelleştirmenin değerlendirilmesi için, mikro, mezo ve makro düzeylerde değerlendirmeler gerekmektedir. Bu da aslında sonuçların değerlendirilmesi için rehberlik eden kısıtlamaların sağlanması anlamına gelmektedir. Yukarıda bina ve yerleşim alanı için verilen kısıtlama listesi ideal durumu yansıtmaktadır. Pratikte, söz edilen tüm kısıtlamaların gerek formal (kurallı) olarak tanımlanması ve karakterize edilmesi (ölçülmesi), gerekse genelleştirme işlemlerine ve parametrelerine yansıtılması – üstelik kartografik sınırlamalara uyarak – oldukça güçtür. Bu amaçla daha karmaşık ve güçlü mekanizmalara sahip çoklu ajan yaklaşımının kullanılması önerilmektedir.

Genelleştirme bir dönüşüm işlemi olduğu için, nesneler değişikliğe uğrarlar ve bazen çok farklı hale gelebilirler (Şekil 4.6). Bu nedenle, değerlendirme; farklılıkların önemsiz olup olmadığını ve genelleştirme yönergelerine uyulduğunu ortaya çıkarabilmelidir. Genelleştirme esnasında, nesnelerin bazı özelliklerinin korunması gerekirken (örn. konum, doğrultu, biçim), diğer özellikleri (örn. büyüklük, granülarite, yakınlık, sıklık) değişikliğe uğrayabilir. Çünkü, nesneler; hedef ölçekte okunabilir olmalıdırlar. Minimum kartografik eşik değerler, insan gözünün fiziksel sınırlamalarından dolayı harita nesnelerini algılamak, ayırtetmek

ve farklılaştırmak amacıyla tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, tatmin edici bir genelleştirme sonucu elde etmek için yalnızca nesneleri okunabilir olacak şekilde değiştirmek yeterli değildir. Çünkü, nesnelerin organizasyonu da (nesneler arasındaki ilişkiler, örn. bağlı büyüklükler) korunmalıdır.



Şekil 4.6: Bir kent bloğunun genelleştirilmesi sonucu elde edilebilecek farklı sonuçlar

Kentsel alanların kartografik genelleştirmesine yönelik bir çalışmada değerlendirilen kısıtlamalar şunlardır: mikro düzey (tek binalar) için büyüklük, şekil, granülarite (değişecek), doğrultu ve konum (korunacak), mezo düzey (bina grupları / kent blokları) için sıklık, yakınlık ve binaların semantik dağılımı. Bu amaçla kullanılan ölçü kümesi; mikro düzeyde, büyüklük özelliği için alanı; şekil için uzanım ve içbükeylik oranını; konum için ağırlık merkezini; doğrultu için kenarların doğrultusunu; granülarite için en kısa kenarı; mezo düzeyde, sıklık için bina sıklığını; yakınlık için binalar arasındaki ve binalar ile yollar arasındaki minimum mesafeyi; semantik dağılım için bina türüne göre bina sayısı ile bina alanını ve yapı özelliği için hiza ve boş alan denetlemeyi içermektedir.

Kaynaklar

AGENT Consortium, (1998) Constraint Analysis, Project Report D A2, ESPRIT/LTR/24 939.

Barrault, M., Regnault, N., Duchêne, C. Haire, K., Baeijs, C. Demazeau, Y., Hardy, P., Mackaness, W., Ruas, A., Weibel, R., (2001), "Integrating Multi-Agent, Object-Oriented and Algorithmic Techniques for Improved Automated Map Generalization", Proceedings of the 20th ICA International Cartographic Conference, Beijing, China.

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.

Bard, S., (2004) "Quality Assesment of Cartographic Generalization", Transactions in GIS, 8(1), 63-81.

Müller, J.-C., (1990) "Rule-Based Generalization: Potentials and Impediments", In: Proceedings of 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Vol. 1, pp. 317-334.

Müller, J.-C., (1991) "Generalization of Spatial Databases", In: Maguire, D.J., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (eds.), Geographical Information Systems: Principles and Applications, Vol.2, Essex: Longman, pp. 457-475.

Regnauld, N., Edwardes, A. ve Barrault, M., (1999) "Strategies in Building Generalization: Modelling the Sequence, Constraining the Choice", 3rd ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, Ottawa.

SSC, (1977) Cartographic Generalization – Topographic Maps, Cartographic Publication Series, No.2, Swiss Society of Cartography (SSC), Zurich.

Bölüm 5

YÜKSEKLİK EĞRİSİ GENELLEŞTİRMESİ

Prof. Dr. Türkey Gökgöz

5.1 Giriş

Yükseklik eğrilerinin vektöre dayalı genelleştirilmesinde çeşitli yaklaşımlar vardır. En temel yaklaşıma göre,

- İstenen eş yükseklikte yükseklik eğrilerinden meydana gelen bir alt küme, mevcut yükseklik eğrilerinden seçme yoluyla oluşturulur ya da başka bir deyişle istenen eş yüksekliğe göre yükseklik eğrileri seyreltilir ve/veya
- Yükseklik eğrileri, noktalardan ve doğru parçalarından meydana gelen çizgi objeler olarak, tek tek basitleştirilir ve yumuşatılır.

Çok sayıda genel amaçlı çizgi basitleştirme ve yumuşatma algoritması geliştirilmiştir. Ancak, bu algoritmalarda göz önüne alınan kriterler genel olduğu için (yükseklik eğrilerine özgü olmadığı için) yükseklik eğrilerinin genelleştirilmesinde kullanıldıklarında aşağıdaki problemler ortaya çıkabilir.

- Yükseklik eğrilerinin çok önemli noktaları yerine az önemli noktaları seçilebilir ve böylece, genelleştirilmiş yükseklik eğrileriyle çok belirgin (birincil) arazi şekilleri yerine az belirgin (ikincil) arazi şekilleri gösterilebilir.
- Yükseklik eğrileri aşırı genelleştirilebilir ve böylece, yükseklik eğrilerinin konum ve yükseklik hataları eşik değerlerin çok üstünde olabilir.
- Arazinin iskelet çizgileri (su toplama ve dağıtma çizgileri) ile genelleştirilmiş yükseklik eğrileri arasında tutarsızlıklar ortaya çıkabilir.
- Genelleştirilmiş yükseklik eğrileri birbirlerini kesebilir. Başka bir deyişle, genelleştirilmiş yükseklik eğrileri düğümlenebilir.

Bu nedenlerle **yükseklik eğrilerine özgü** çeşitli basitleştirme algoritmaları geliştirilmiştir. Ancak bunlar da ihtiyacı tam olarak karşılayamamaktadır. Çünkü yükseklik eğrileri haritalarda çoklu doğrular şeklinde değil, yumuşak eğriler şeklinde gösterilmektedir. Bir basitleştirme algoritması, çok sayıda yükseklik eğrisi noktasını elimine edebilir ve minimum sayıda karakteristik noktayla sorunsuz bir biçimde (yukarıda bahsedilen problemler olmaksızın) yükseklik eğrilerini betimleyebilir, ancak bu basitleştirilmiş yükseklik eğrileri haritada göstermek için yumuşatıldığında yukarıda bahsedilen problemlerden bazıları tekrar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, basitleştirme ve yumuşatma yöntemlerinin birlikte ele alındığı bütüncül genelleştirme yöntemleri geliştirilmiştir. Aşağıda, Gökgez (2005) tarafından geliştirilen bir bütüncül genelleştirme yöntemi açıklanmaktadır.

5.2 Sapma Açıları ve Hata Bantları Kullanılarak Yükseklik Eğrilerinin Genelleştirilmesi

Bu yöntemde amaç, minimum sayıda karakteristik (çok önemli) noktadan meydana gelen ve aynı zamanda hata bantları içinde kalan basitleştirilmiş ve yumuşatılmış yükseklik eğrileri elde etmektir. Yükseklik eğrilerinin karakteristik noktaları, yükseklik eğrisi noktalarında hesaplanan sapma açıları kullanılarak

belirlenmektedir (Bölüm 5.2.1). Yükseklik eğrilerinin hata bantları ise yükseklik eğrisi noktalarında çizilen en büyük eğim çizgileri yardımıyla meydana getirilmektedir (Bölüm 5.2.2 ve 5.2.3).

Bu yöntemde, bir yükseklik eğrisi aşağıdaki işlem adımları izlenerek genelleştirilir:

Adım 1: Yükseklik eğrisi noktalarında sapma açıları hesaplanır.

Adım 2: Sapma açılara göre yükseklik eğrisi noktaları sıralanarak bir liste oluşturulur.

Adım 3: Yükseklik eğrisinin başlangıç ve son noktasıyla birlikte en karakteristik noktası (listenin birinci sırasında yer alan nokta) seçilir.

Adım 4: Seçilen noktalardan geçen bir çoklu doğru çizilir. Böylece, basitleştirilmiş yükseklik eğrisi elde edilir.

Adım 5: Basitleştirilmiş yükseklik eğrisinin hata bandı içinde olup olmadığı araştırılır.

Eğer basitleştirilmiş yükseklik eğrisi hata bandı içinde kalmıyorsa,

Adım 8'e gidilir.

Eğer basitleştirilmiş yükseklik eğrisi hata bandı içinde kalıyorsa,

Adım 6: Seçilen noktalardan geçen bir kübik spline çizilir. Böylece basitleştirilmiş yükseklik eğrisi yumuşatılmış olur.

Adım 7: Yumuşatılmış yükseklik eğrisinin hata bandı içinde olup olmadığı araştırılır.

Eğer yumuşatılmış yükseklik eğrisi hata bandı içinde kalmıyorsa,

Adım 8: Listedeki bir sonraki karakteristik nokta seçilir ve Adım 4'e dönlür.

Eğer yumuşatılmış yükseklik eğrisi hata bandı içinde kalıyorsa, işlem sonlandırılır ve böylece sonuç ürün (genelleştirilmiş yükseklik eğrisi) elde edilmiş olur.

Şekil 5.1a'da 24 noktalı bir yükseklik eğrisi ve bu yükseklik eğrisinin hata bandı görünmektedir. Bu yükseklik eğrisinin 2-23 noktalarında hesaplanan sapma açıları ise Tablo 5.1'de verilmiştir. Bu yükseklik eğrisi aşağıdaki adımlar izlenerek genelleştirilmiş ve Şekil 5.1g'de görünen sonuç elde edilmiştir.

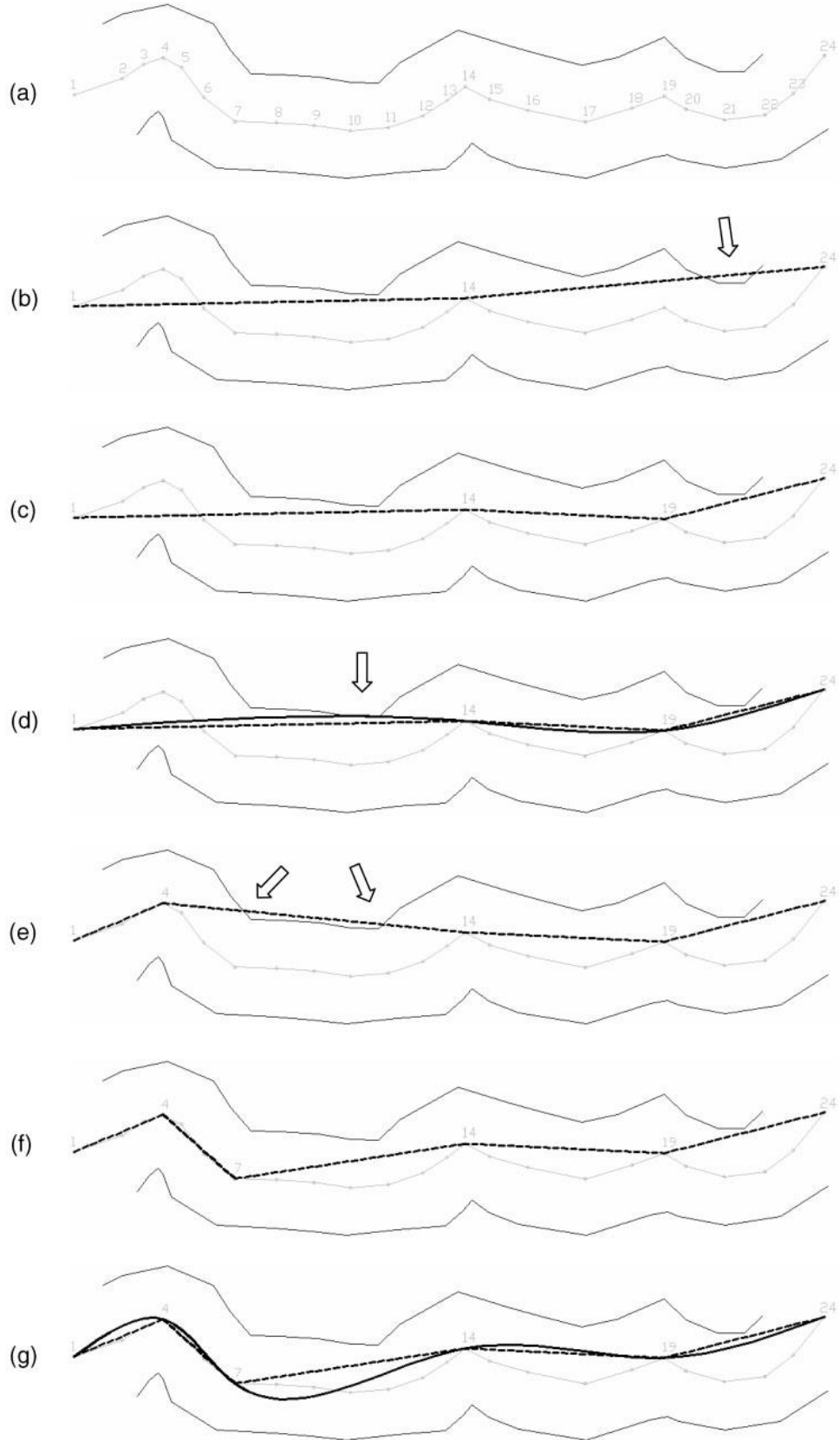
- Adım 1-5 (Şekil 5.1b)
- Adım 8 -> Adım 4-5 (Şekil 5.1c)
- Adım 6-7 (Şekil 5.1d)
- Adım 8 -> Adım 4-5 (Şekil 5.1e)
- Adım 8 -> Adım 4-5 (Şekil 5.1f)
- Adım 6-7 (Şekil 5.1g)

Tablo 5.1: Yükseklik eğrisinin 2-23 noktalarında hesaplanan sapma açıları

YE Noktaları	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sapma Açıları	15.31	14.15	46.87	26.01	15.13	36.92	3.06	3.60	12.78	13.60	14.18

Tablo 5.1 (Devam)

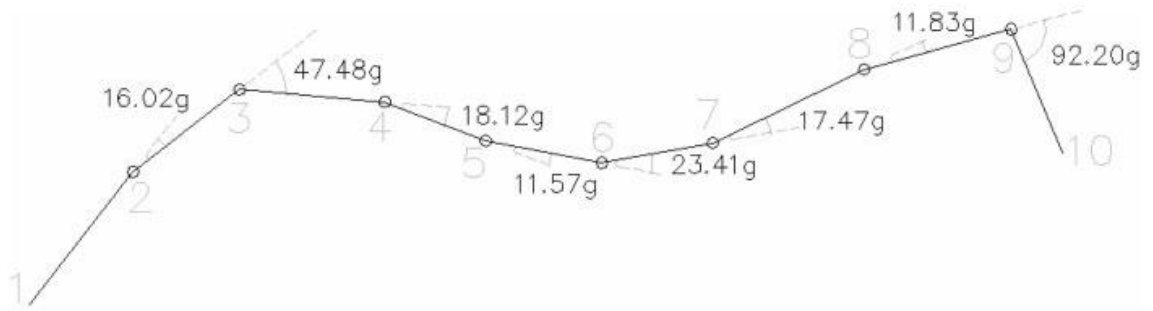
YE Noktaları	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Sapma Açıları	4.87	65.16	12.02	4.46	27.33	4.35	51.81	16.32	2.64	30.83	13.00



Şekil 5.1: Bir yükseklik eğrisinin genelleştirilmesi

5.3 Yükseklik Eğrilerinin Karakteristik Noktalarının Belirlenmesi

Öncelikle, yükseklik eğrisi noktalarında sapma açıları hesaplanır. Bir yükseklik eğrisi noktasındaki sapma açısı, o yükseklik eğrisi noktasına bağlı ardışık iki segment arasındaki açıdır. Yükseklik eğrisi noktaları sapma açısı değerlerine göre sıralanır. Böylece, yükseklik eğrisi noktaları önem derecelerine göre sıralanmış olur. En büyük sapma açısı değerine sahip nokta, en önemli (en karakteristik) nokta, en küçük sapma açısı değerine sahip nokta, en önemsiz (karakteristik olmayan) nokta, sıralamada bu ikisi arasında kalan noktalar ise görece önemli (nispeten karakteristik) noktalar olarak belirlenir. Şekil 5.2’de 10 noktalı bir yükseklik eğrisi ve her bir noktada hesaplanan sapma açıları görülmektedir. Bu yükseklik eğrisinin karakteristik noktaları bu yaklaşıma göre şu şekilde sıralanabilir: 9, 3, 6, 4, 7, 2, 8 ve 5.



Şekil 5.2: Yükseklik eğrisi noktalarında hesaplanan sapma açıları

5.4 Hata Bantlarının Meydana Getirilmesi

Yükseklik eğrileri nasıl üretilmiş olurlarsa olsunlar (stereo modelden, sayısal yükseklik modelinden, vd.), çeşitli hatalara (konum, yükseklik, doğrultu, eğrilik) sahiptirler. Ancak, bütün hatalar haritada konum hatası olarak ortaya çıkar. Başka bir deyişle, haritalardaki yükseklik eğrilerinin konumları “gerçek” değil, “kesin”dir. Bir yükseklik eğrisinin gerçek konumu, haritada **belli bir alan içinde** her hangi bir yerdedir. İşte bu alan, yükseklik eğrisinin hata bandı olarak kabul edilmektedir. Buradan, yükseklik eğrilerinin genelleştirilmesi açısından şu sonuç çıkmaktadır: Hata bandı yükseklik eğrisi genelleştirmesinde doğruluk ölçütü olarak kullanılabilir. Başka bir deyişle, bir yükseklik eğrisi kendi hata bandı sınırları içinde yer değiştirebilir ve bu durum yükseklik eğrisinin doğruluğunu olumsuz etkilemez.

Bir yükseklik eğrisinin hata bandı; iki sınır çizgisi ile, sınır çizgileri ise sınır noktaları ile belirlenir. Hata bandı sınır noktaları, yükseklik eğrisi noktalarından geçen en büyük eğim çizgilerinin yükseklik eğrilerinin her iki tarafındaki uç noktalarıdır.

En büyük eğim çizgileri, Aumann vd. (1991) tarafından geliştirilmiş olan izleme işlemi ile elde edilir. En büyük eğim çizgilerinin uzunlukları, yükseklik eğrisi

noktalarında hesaplanan ortalama konum hataları kadardır. Ortalama konum hataları, Koppe'nin $M_l = \pm(A \cot \alpha_0 + B)$ [m] bağıntısı ile hesaplanır. Burada, A ve B katsayıları deneysel olarak belirlenmiş sabit değerlerdir. α_0 bir yükseklik eğrisi noktasındaki ortalama eğim açısıdır.

5.4.1 En Büyük Eğim Çizgisi İzleme İşlemi

Yeryüzünde yüksek bir yerden aşağı doğru bir bilyenin yuvarlanmaya bırakılacağını varsayalım. Eğer arazi düz ise bilye yuvarlanmaya başlayacağı noktadan itibaren aynı doğrultu boyunca yol alacaktır. Eğer arazi düz değilse arazi eğiminin değişimine bağlı olarak bilye de doğrultusunu değiştirecek ve değişik doğrultular boyunca yol alacaktır. Hem birinci durumdaki doğrultunun hem de ikinci durumdaki doğrultuların ortak bir özelliği vardır. Bunlar en büyük eğim doğrultularıdır. Başka bir deyişle, böyle yüksekten alçağa doğru yuvarlanmaya bırakılan bir bilye daima en büyük eğim doğrultularını izleyerek yol alır. Alınan bu yolun Kartografya terminolojisindeki karşılığı *en büyük eğim çizgisidir* ve bu yolun yükseklik eğrilerine dayanan üçgen ağında belirlenmesi *izleme işlemi* olarak isimlendirilir.

İzleme işleminde, yükseklik eğrisi noktasından itibaren büyüklükleri bir birim ve doğrultuları en büyük eğim doğrultusu olan bir dizi vektör ardışık olarak hesap edilir. Bu vektörler *en büyük eğim çizgisi vektörleri* olarak isimlendirilebilir. Tanımdan da anlaşılacağı gibi bir en büyük eğim çizgisi vektörünün hesabında bilinmeyen yalnız vektörün doğrultusudur. Başlangıç noktası olarak (eğer birinci en büyük eğim çizgisi vektörü hesap edilmiyorsa) en son hesaplanan en büyük eğim çizgisi vektörünün son noktası alınır. Birinci en büyük eğim çizgisi vektörünün başlangıç noktası doğal olarak yükseklik eğrisi noktasıdır ve tüm vektörlerin büyüklükleri bir birimdir. Bir birim büyüklüğün değeri,

$$SL = 0.1 \times MP \quad (2.1)$$

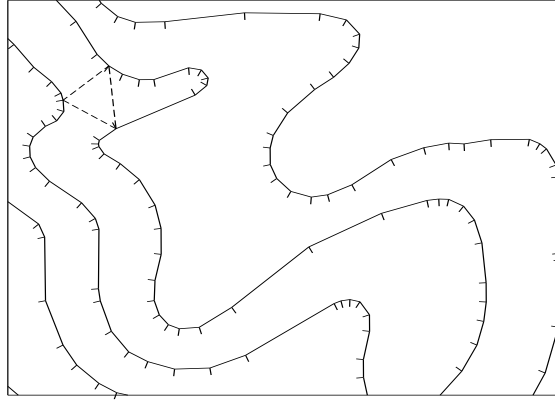
bağıntısı ile hesap edilir. Burada MP , yükseklik eğrilerini meydana getiren doğru parçalarının (yükseklik eğrisi segmentlerinin) uzunluklarının ortalamasıdır (Aumann, 1994).

Bir en büyük eğim çizgisi vektörünün doğrultusu (başlangıç noktasındaki en büyük eğim doğrultusu) aşağıdaki işlem adımlarından sonra hesap edilir:

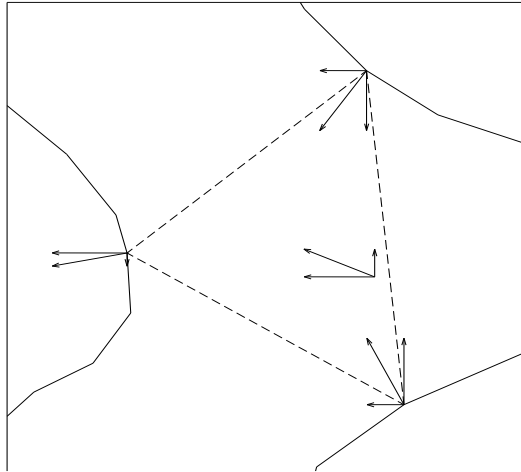
- En büyük eğim çizgisi vektörünün başlangıç noktasını içeren üçgenin köşe noktalarındaki en büyük eğim vektörlerinin doğrultularının (köşe noktalarındaki en büyük eğim doğrultularının) ve bileşenlerinin (x ve y) hesabı.

- Üçgen köşe noktalarındaki en büyük eğim vektörlerinin x ve y bileşenlerinden ayrı ayrı lineer enterpolasyonla en büyük eğim çizgisi vektörünün x ve y bileşenlerinin ve doğrultusunun hesabı.

En büyük eğim çizgisi vektörünün başlangıç noktasını içeren üçgenin köşe noktalarındaki en büyük eğim vektörlerinin doğrultuları (köşe noktalarındaki en büyük eğim doğrultuları) üçgen köşe noktaları ile özdeş olan yükseklik eğrisi noktalarındaki açıortaylardır. Şekil 5.3 ve 5.4'te örnekleri görünmektedir.



Şekil 5.3: Yükseklik eğrisi noktalarındaki açıortay birim vektörleri (en büyük eğim vektörleri)



Şekil 5.4: Bir karakteristik çizgi vektörünün başlangıç noktasındaki ve başlangıç noktasını içeren üçgenin köşe noktalarındaki en büyük eğim vektörleri ve x ve y bileşenleri

Açıortaylar ve bileşenleri (x ve y) yükseklik eğrisi noktalarının koordinatlarından temel jeodezik hesaplarla kolayca hesap edilebilir.

En büyük eğim çizgisi vektörünün x ve y bileşenlerinin en büyük eğim çizgisi vektörünün başlangıç noktasını içeren üçgenin köşe noktalarındaki en büyük eğim vektörlerinin x ve y bileşenlerinden hesabı herhangi bir lineer enterpolasyon

yöntemiyle yapılabilir. Örneğin aşağıdaki enterpolasyon bağıntısından yararlanılabilir.

$$\begin{bmatrix} x & y & z & 1 \\ x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \end{bmatrix} = 0 \quad (2.2)$$

Genelde bir üçgenin herhangi bir yerinde yer alan bir noktanın yüksekliğini üçgenin köşe noktalarının yüksekliklerinden hesap etmek için kullanılan bu bağıntı aşağıdaki gibi değiştirilebilir:

$$\begin{bmatrix} x_i & y_i & x_{\vec{v}_i} & 1 \\ x_1 & y_1 & x_{\vec{v}_1} & 1 \\ x_2 & y_2 & x_{\vec{v}_2} & 1 \\ x_3 & y_3 & x_{\vec{v}_3} & 1 \end{bmatrix} = 0 \quad (2.3)$$

$$\begin{bmatrix} x_i & y_i & y_{\vec{v}_i} & 1 \\ x_1 & y_1 & y_{\vec{v}_1} & 1 \\ x_2 & y_2 & y_{\vec{v}_2} & 1 \\ x_3 & y_3 & y_{\vec{v}_3} & 1 \end{bmatrix} = 0 \quad (2.4)$$

Burada,

- x_i, y_i : En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasının koordinatları
- $x_{\vec{v}_i}, y_{\vec{v}_i}$: En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin x ve y bileşenleri
- x_1, y_1 : En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin birinci köşe noktasının koordinatları
- $x_{\vec{v}_1}, y_{\vec{v}_1}$: En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin birinci köşesindeki en büyük eğim vektörünün x ve y bileşenleri
- x_2, y_2 : En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin ikinci köşe noktasının koordinatları
- $x_{\vec{v}_2}, y_{\vec{v}_2}$: En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin ikinci köşesindeki en büyük eğim vektörünün x ve y bileşenleri
- x_3, y_3 : En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin üçüncü köşe noktasının koordinatları
- $x_{\vec{v}_3}, y_{\vec{v}_3}$: En büyük eğim çizgisinin i . vektörü $\vec{v}_i$ nin başlangıç noktasını içeren üçgenin üçüncü köşesindeki en büyük eğim vektörünün x ve y bileşenleri

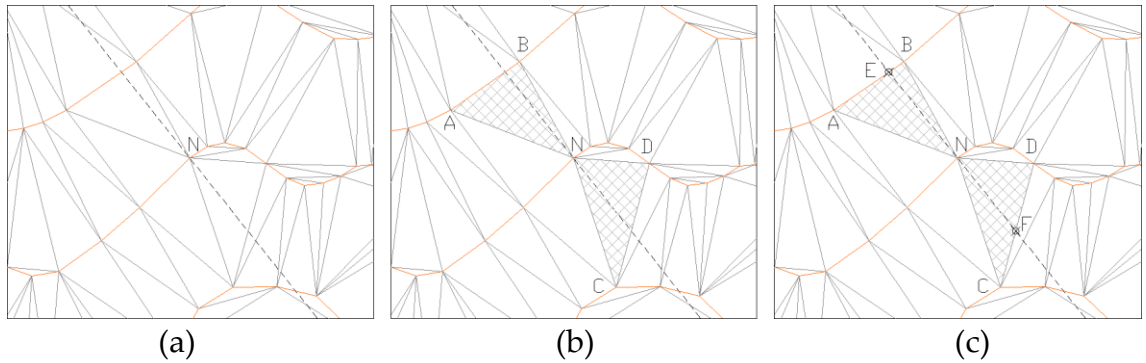
En büyük eğim çizgisi vektörünün doğrultusu ise yine temel jeodezik hesaplarla en büyük eğim çizgisi vektörünün x ve y bileşenlerinden kolayca hesap edilebilir.

En büyük eğim çizgisi vektörlerinin ardışık ve otomatik olarak hesaplanması bu şekilde en büyük eğim çizgisinin sonuna kadar devam eder.

5.4.2 Bir Yükseklik Eğrisi Noktasında Ortalama Eğim Açısının Hesaplanması

Ortalama eğim açısı, üçgen ağındaki üçgenlerden aşağıdaki işlem adımlarında hesap edilir:

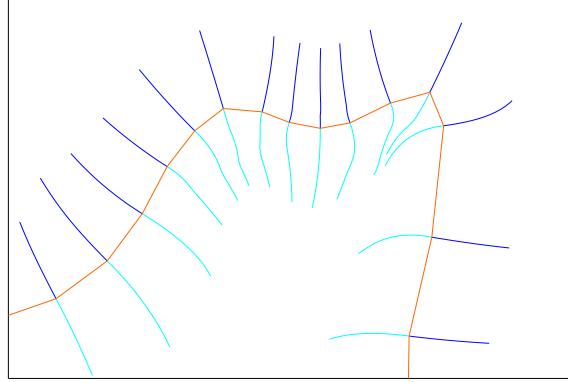
- Yükseklik eğrisi noktasından (N) en büyük eğim doğrultusunda, yani ortak noktası yükseklik eğrisi noktası olan ardışık iki yükseklik eğrisi segmenti arasındaki açıortay doğrultusunda bir doğru geçirilir (Şekil 5.5a) ve bu doğrunun, yükseklik eğrisinin her iki tarafında kestiği ilk üçgen kenarı (AB ve CD) tespit edilir (Şekil 5.5b),
- Doğru ile üçgen kenarlarının kesişim noktaları (E ve F) hesap edilir (Şekil 5.5c),
- Her bir kesişim noktasına, üzerinde bulunduğu üçgen kenarının uç noktalarının yüksekliklerinden lineer enterpolasyon yoluyla, yükseklik değeri verilir,
- Yükseklik eğrisi noktası ile kesişim noktaları arasındaki yatay mesafeler, yükseklik farkları ve eğim açıları hesap edilir ve
- Ortalama eğim açısı, iki eğim açısının aritmetik ortalaması şeklinde hesap edilir. Ancak, bir tarafta üçgen olmaması ya da bir yatay üçgen olması durumunda diğer taraftaki eğim açısı ile arazinin ortalama eğim açısının (tüm en büyük eğim açılarının aritmetik ortalaması) ortalaması alınır. Her iki tarafta da üçgen olmaması ya da birer yatay üçgen olması durumunda ise arazinin ortalama eğim açısı o noktadaki ortalama eğim açısı olarak alınır.



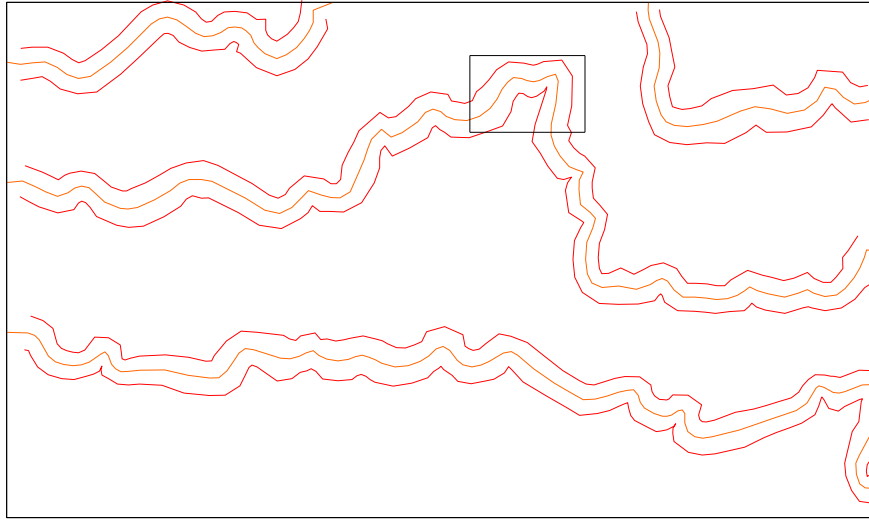
Şekil 5.5: a) Açıortay doğrultusunda geçirilen doğru, b) Doğrunun kestiği üçgen kenarları, c) Doğru ile üçgen kenarlarının kesişim noktaları

5.4.3 Hata Bantlarının Örtüşmesi Problemi

Bir yükseklik eğrisinin hata bandının sınırları olarak, yükseklik eğrisinin her iki tarafındaki en büyük eğim çizgilerinin (Şekil 5.6) uç noktaları ardışık olarak birleştirilir (Şekil 5.7).



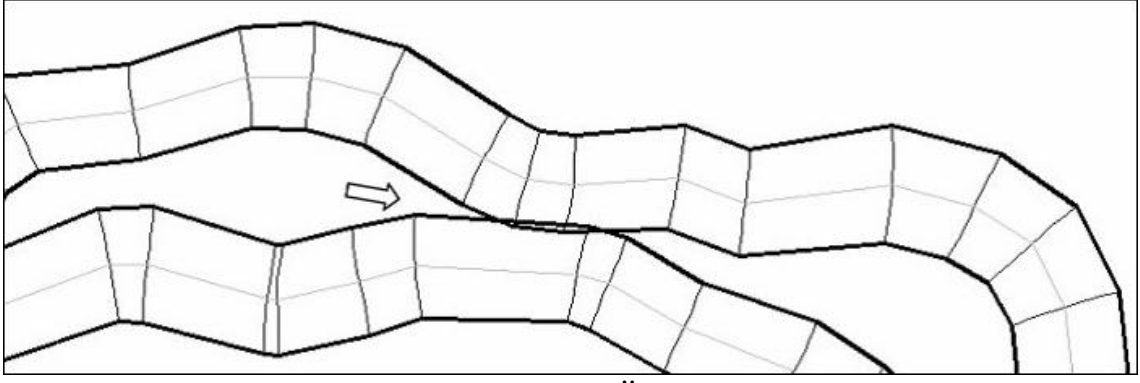
Şekil 5.6: Yükseklik eğrisinin her iki tarafındaki en büyük eğim çizgileri



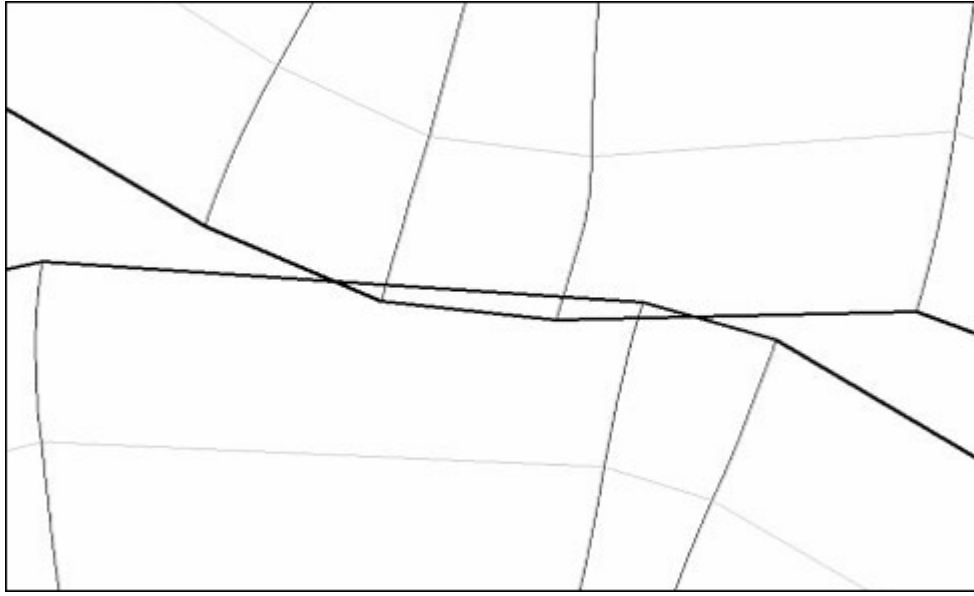
Şekil 5.7: Yükseklik eğrilerinin hata bantları

Hata bantları yükseklik eğrilerinin birbirlerine yakınlaştığı yerlerde örtüşebilmektedir (Şekil 5.8 ve 5.9). Bu durum, genelleştirilmiş yükseklik eğrilerinin kesişmesine ya da düğümlenmesine neden olabileceği için, hata bantları yükseklik eğrilerinin genelleştirilmesinde kullanılmadan önce kontrol edilmeli ve aşağıda açıklandığı gibi düzeltilmelidir.

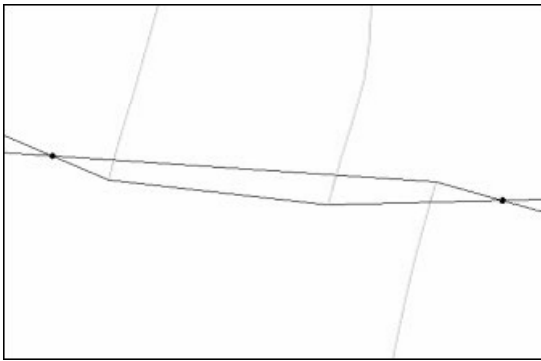
- Hata bantlarının kesişim noktaları belirlenir (Şekil 5.10a).
- Örtüşme alanındaki en büyük eğim çizgileri örtüşme alanı sınırında kırılarak en büyük eğim çizgisi parçaları elde edilir (Şekil 5.10b).
- En büyük eğim çizgisi parçalarının orta noktaları belirlenir (Şekil 5.11a).
- Hata bantlarının kesişim noktaları ve en büyük eğim çizgisi parçalarının orta noktaları birleştirilerek yeni sınır çizgisi (örtüşen hata bantlarının ortak sınırı) meydana getirilir (Şekil 5.11b).



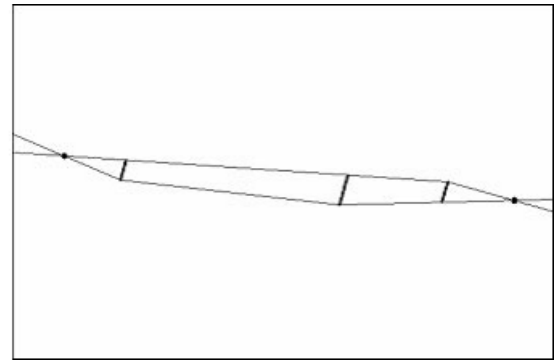
Şekil 5.8: Hata Bantlarının Örtüşmesi Problemi



Şekil 5.9: Hata Bantlarının Örtüşmesi Problemi

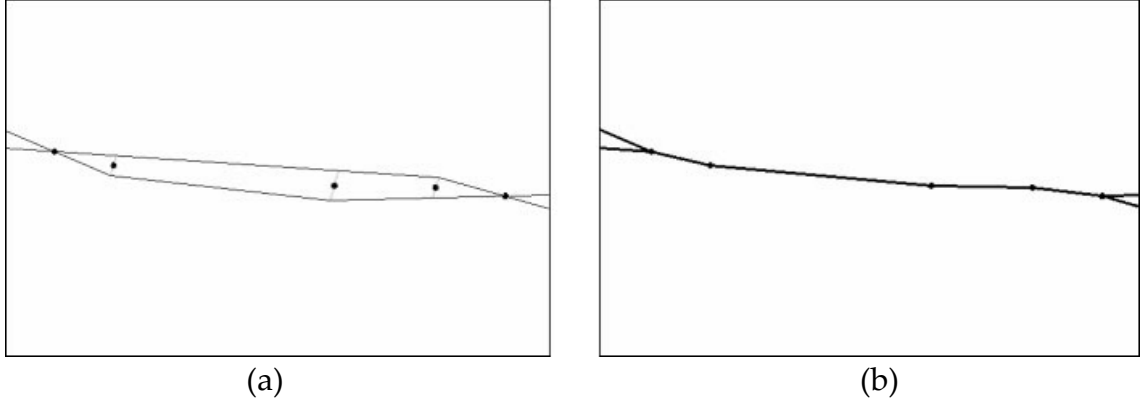


(a)



(b)

Şekil 5.10: a) Hata bantlarının kesişim noktaları ve b) en büyük eğim çizgisi parçaları



Şekil 5.11: a) En büyük eğim çizgisi parçalarının orta noktaları ve b) örtüşen hata bantlarının ortak sınırı

5.5 Uygulama

1:25,000 ölçekli bir topografik haritadan alınan bir yükseklik eğrisi yukarıda açıklanan yöntemle göre genelleştirilerek 1:50,000 ölçekli topografik haritaya aktarılacaktır. Arazinin ortalama eğimi $\alpha_0 = 19.2551$ derece, yükseklik eğrilerini meydana getiren doğru parçalarının (yükseklik eğrisi segmentlerinin) uzunluklarının ortalaması $MP = 5.38$ m, buna göre $SL = 0.1 \times MP = 0.538$ m, Koppe bağıntısının parametreleri $A = 1.8$ ve $B = 15$ dir.

5.5.1 Hazırlık Aşaması

Adım 1: AutoCAD Civil 3D programını bilgisayarınıza yükleyiniz.

Adım 2: KartoGen2Lisp.rar dosyasını <http://avesis.yildiz.edu.tr/gokgoz/dokumanlar> adresinden indiriniz ve bilgisayarınızda istediğiniz bir yerde açınız. KartoGen2Lisp klasörü içinde 143 adet AutoLISP programı olduğunu göreceksiniz.

Adım 3: KartoGen2Lisp klasöründeki -acad.lsp dosyası hariç- tüm dosyaları C:\Program Files\Autodesk\AutoCAD 2018\Support adresine kopyalayınız.

Adım 4: KartoGen2Lisp klasöründeki acad.lsp dosyasını açınız ve içeriğini bütünüyle kopyalayınız.

Adım 5: C:\Program Files\Autodesk\AutoCAD 2018\Support adresindeki acadXXXX.lsp (örneğin, acad2018.lsp) dosyasını açınız.

Adım 6: acad.lsp dosyasından kopyaladıklarınızı acadXXXX.lsp dosyasına ;; Silent load. satırının üstünde olacak şekilde yerleştiriniz ve kaydediniz.

Adım 7: Uygulama verinizi <http://avesis.yildiz.edu.tr/gokgoz/dokumanlar> adresinden indiriniz ve bilgisayarınızda istediğiniz bir yerde açınız.

Adım 8: AutoCAD Civil 3D programını çalıştırınız ve uygulama verinizi açınız.

Adım 9: AutoCAD Civil 3D arayüzünün sağ alt köşesinde yer alan Object Snap gibi çalışma ortamı fonksiyonlarını kapatınız (“off” durumuna getiriniz) (Şekil 5.12).



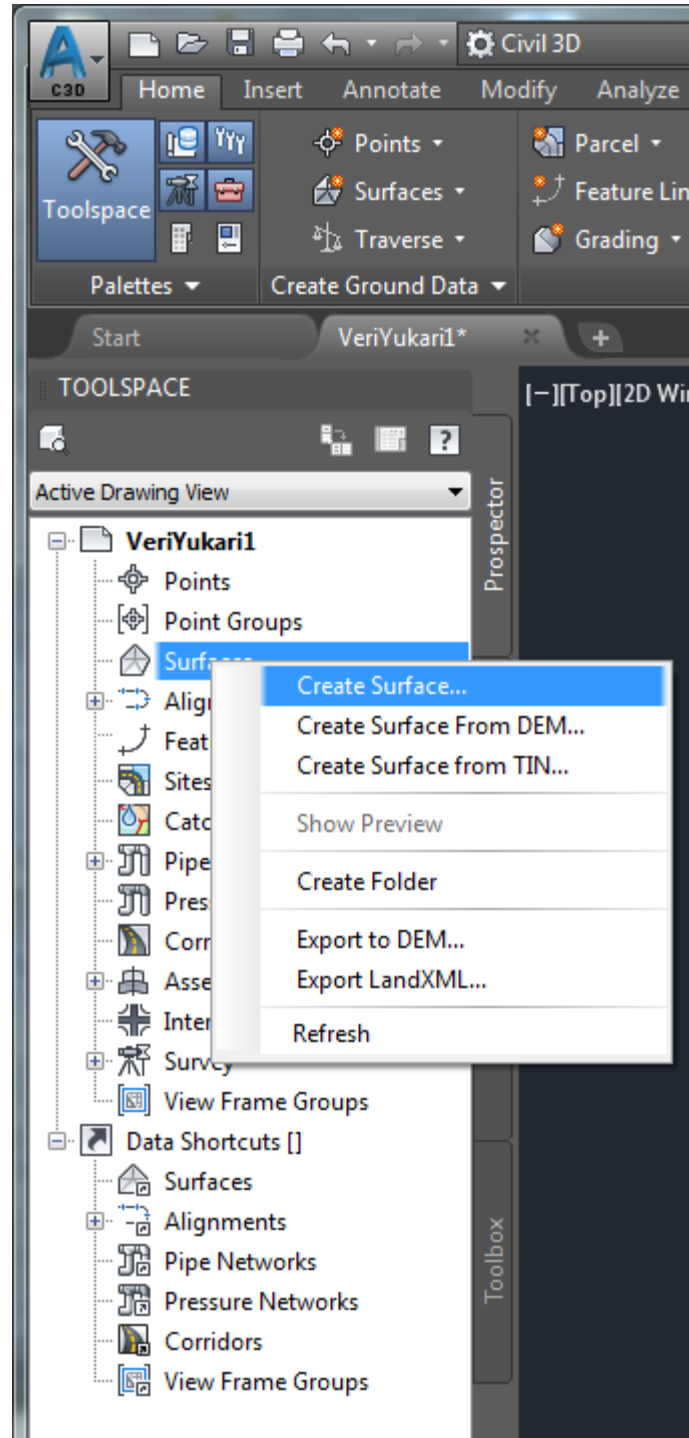
Şekil 5.12: AutoCAD çalışma ortamı fonksiyonları

5.5.2 Hata Bantlarının Meydana Getirilmesi

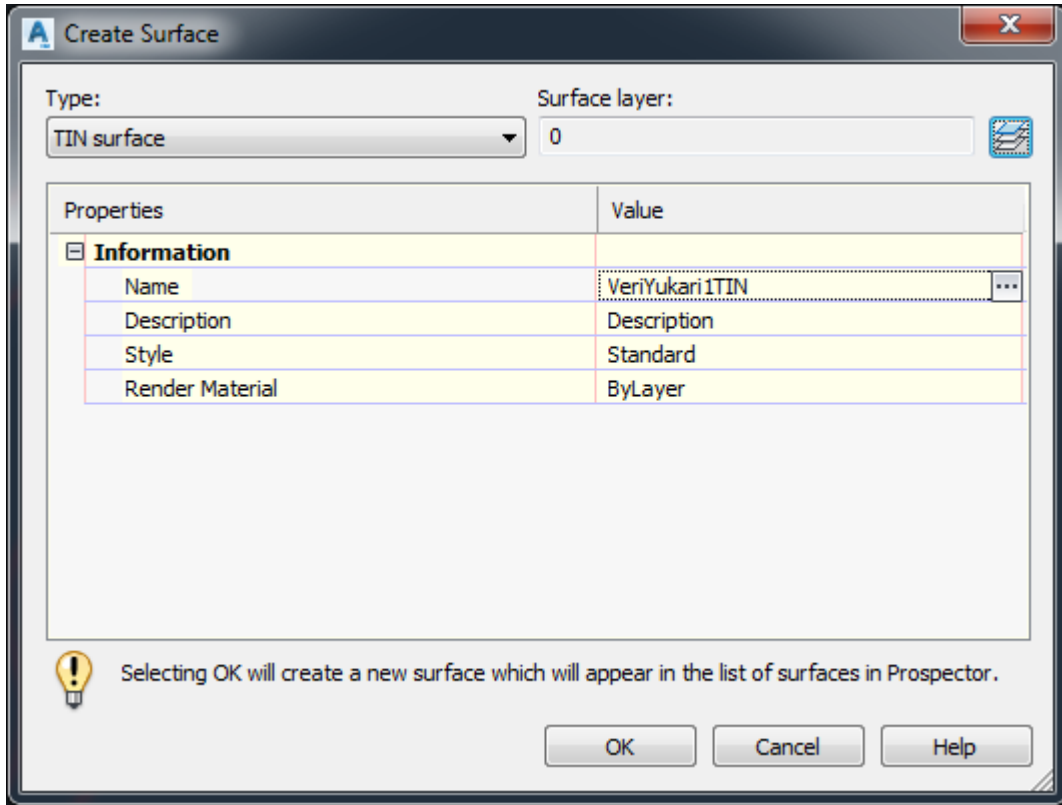
Hata bantları üç aşamada meydana getirilecektir: (1) TIN model oluşturulması, (2) en büyük eğim çizgilerinin meydana getirilmesi ve (3) hata bandı sınır çizgilerinin çizilmesi.

5.5.3 TIN Model Oluşturulması

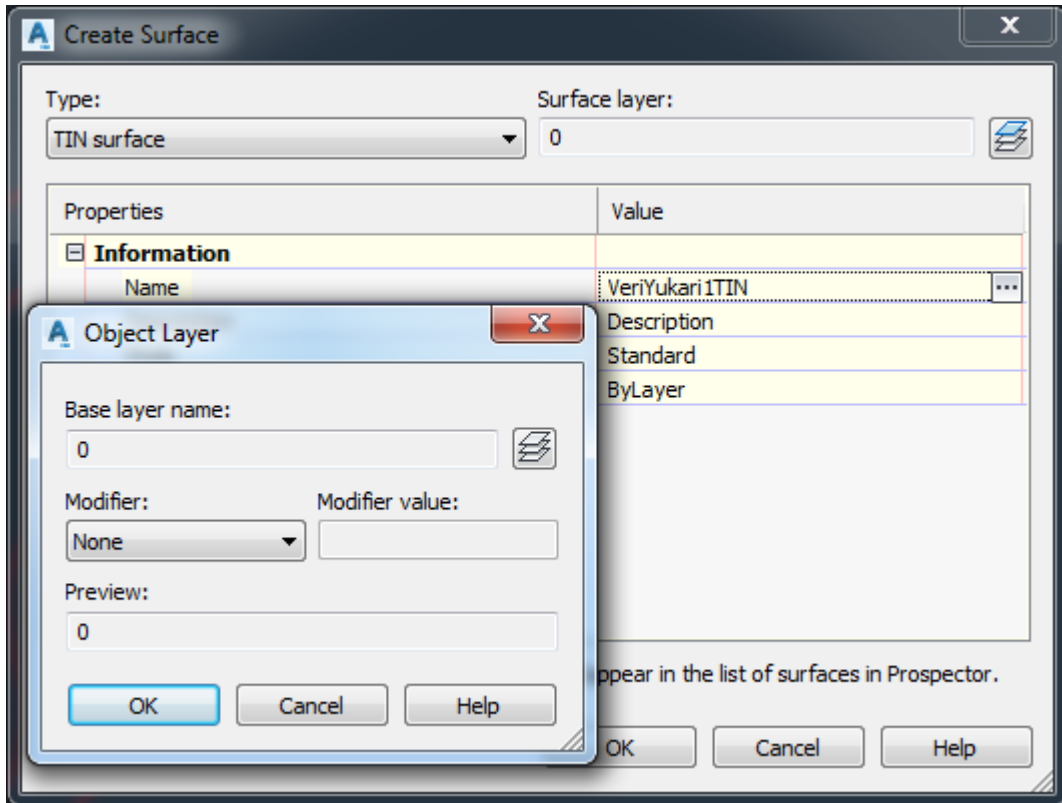
Aşağıdaki 12 adım sonunda TIN model elde edilecektir.



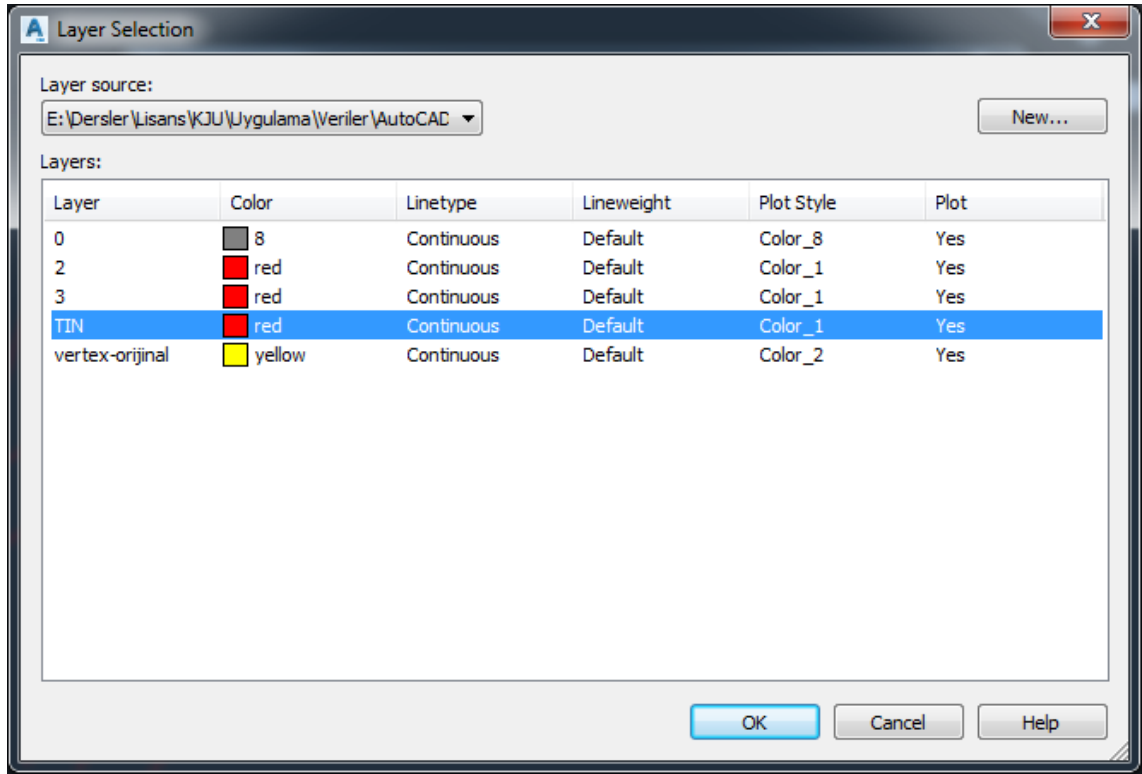
Şekil 5.13: Adım 1



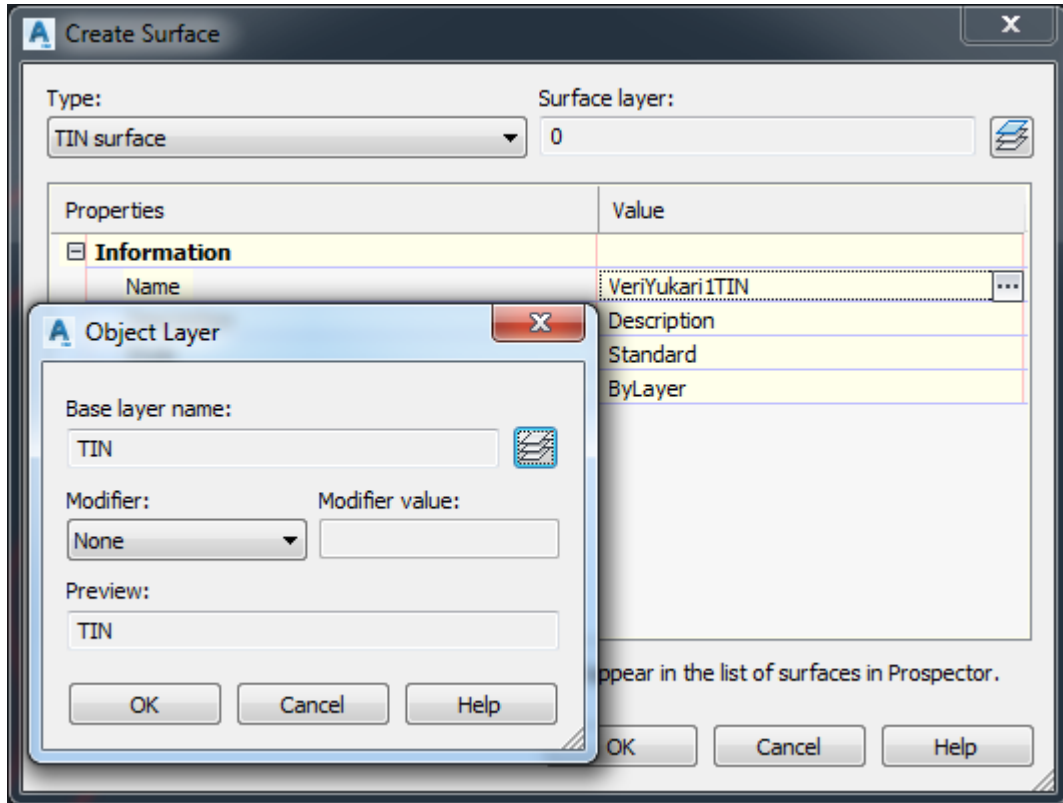
Şekil 5.14: Adım 2



Şekil 5.15: Adım 3



Şekil 5.16: Adım 4



Şekil 5.17: Adım 5

Add Contour Data

Description:
VeriYukari1Contours

Weeding factors

Distance: 0.000m Angle: 000.0000 (d)

Supplementing factors

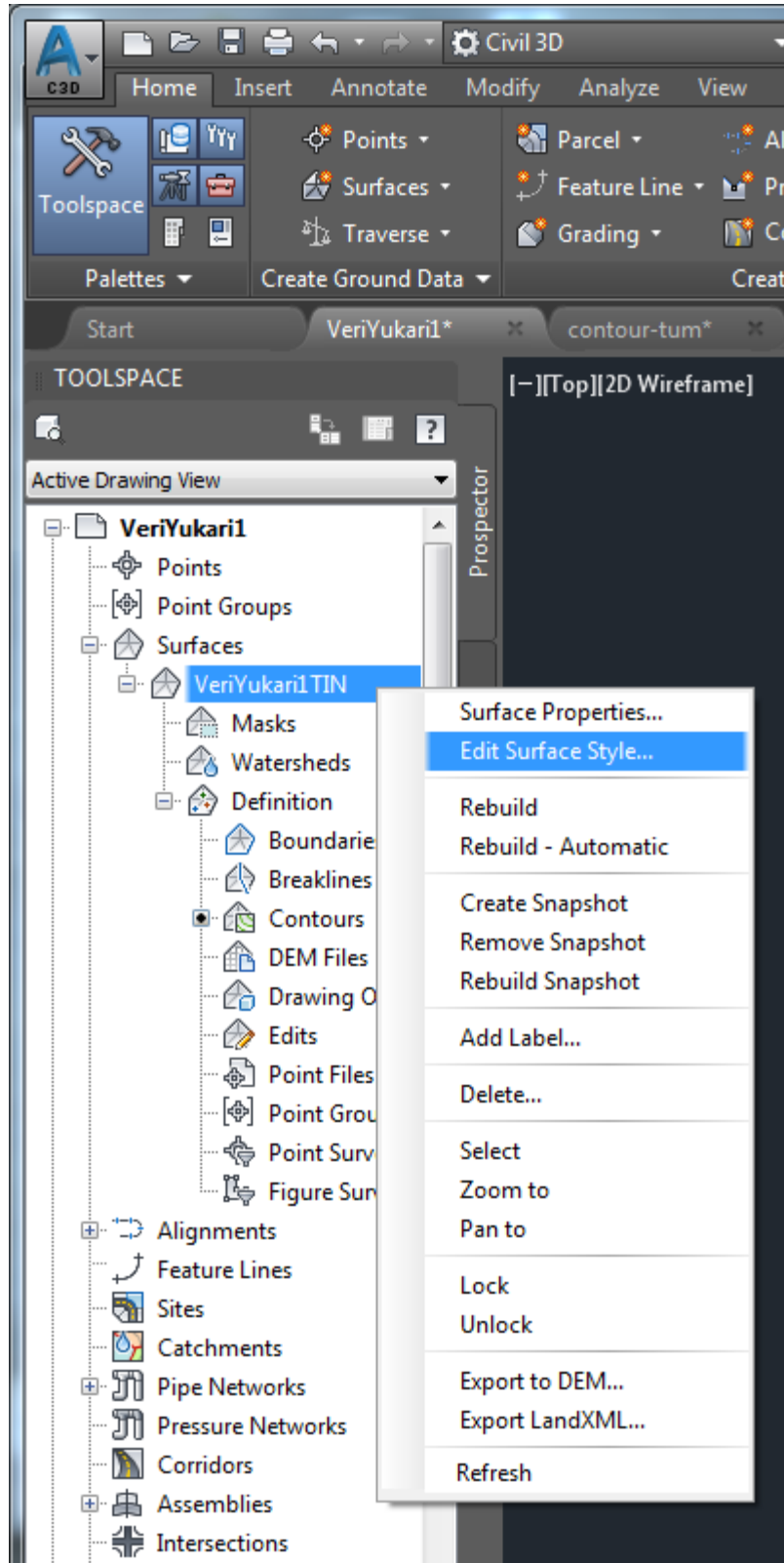
Distance: 0.100m Mid-ordinate distance: 0.001m

Minimize flat areas by:

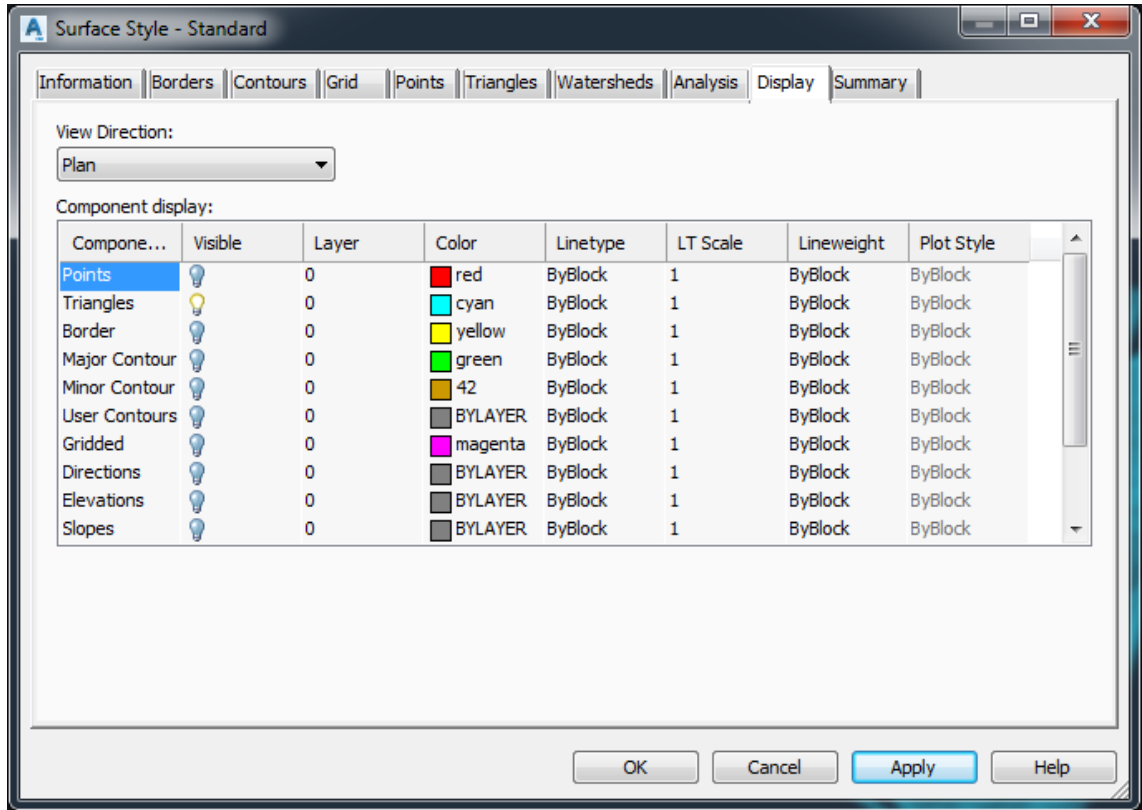
- ☐ Filling gaps in contour data
- ☐ Swapping edges
- ☐ Adding points to flat triangle edges
- ☐ Adding points to flat edges

OK Cancel Help

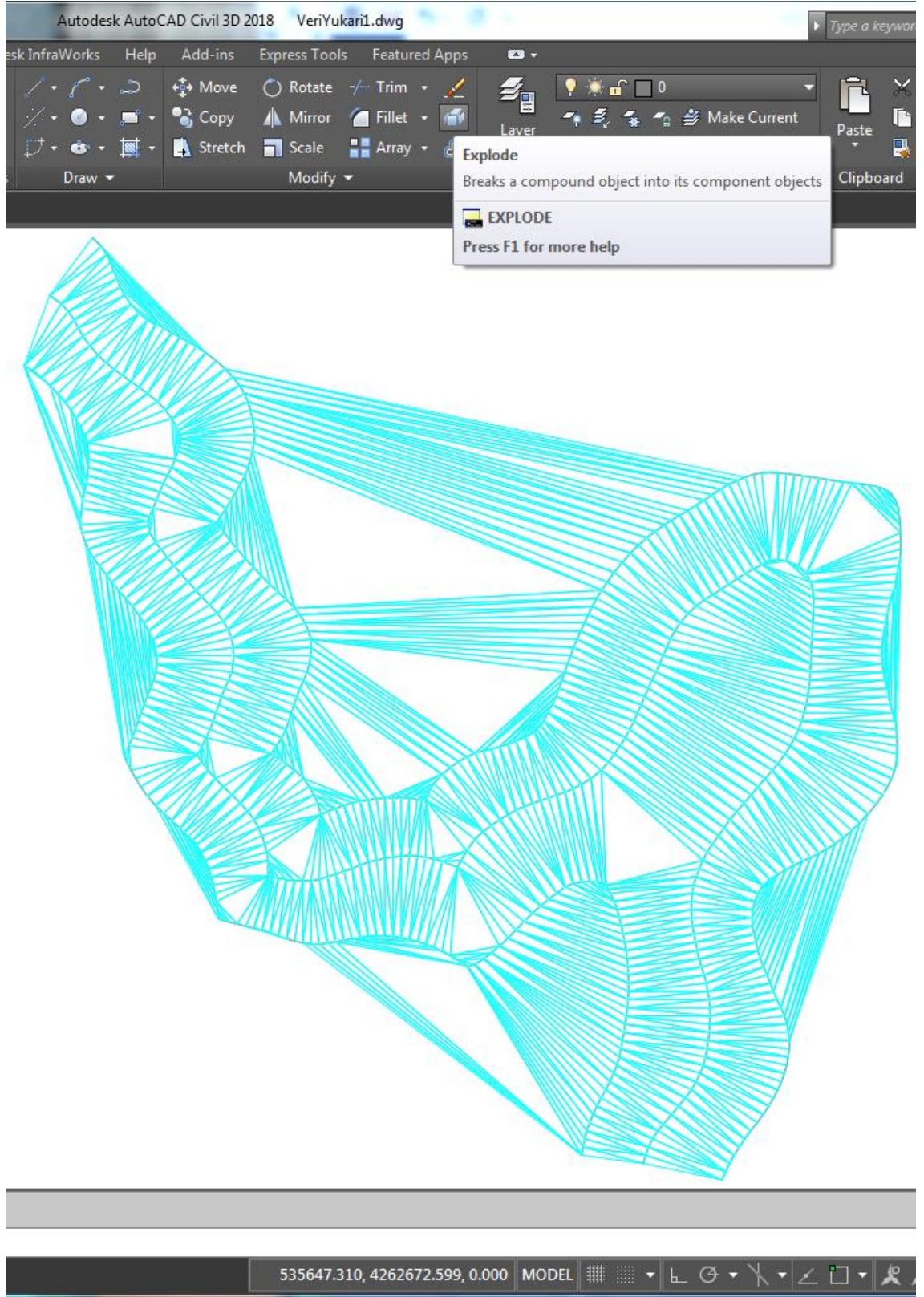
Şekil 5.20: Adım 8



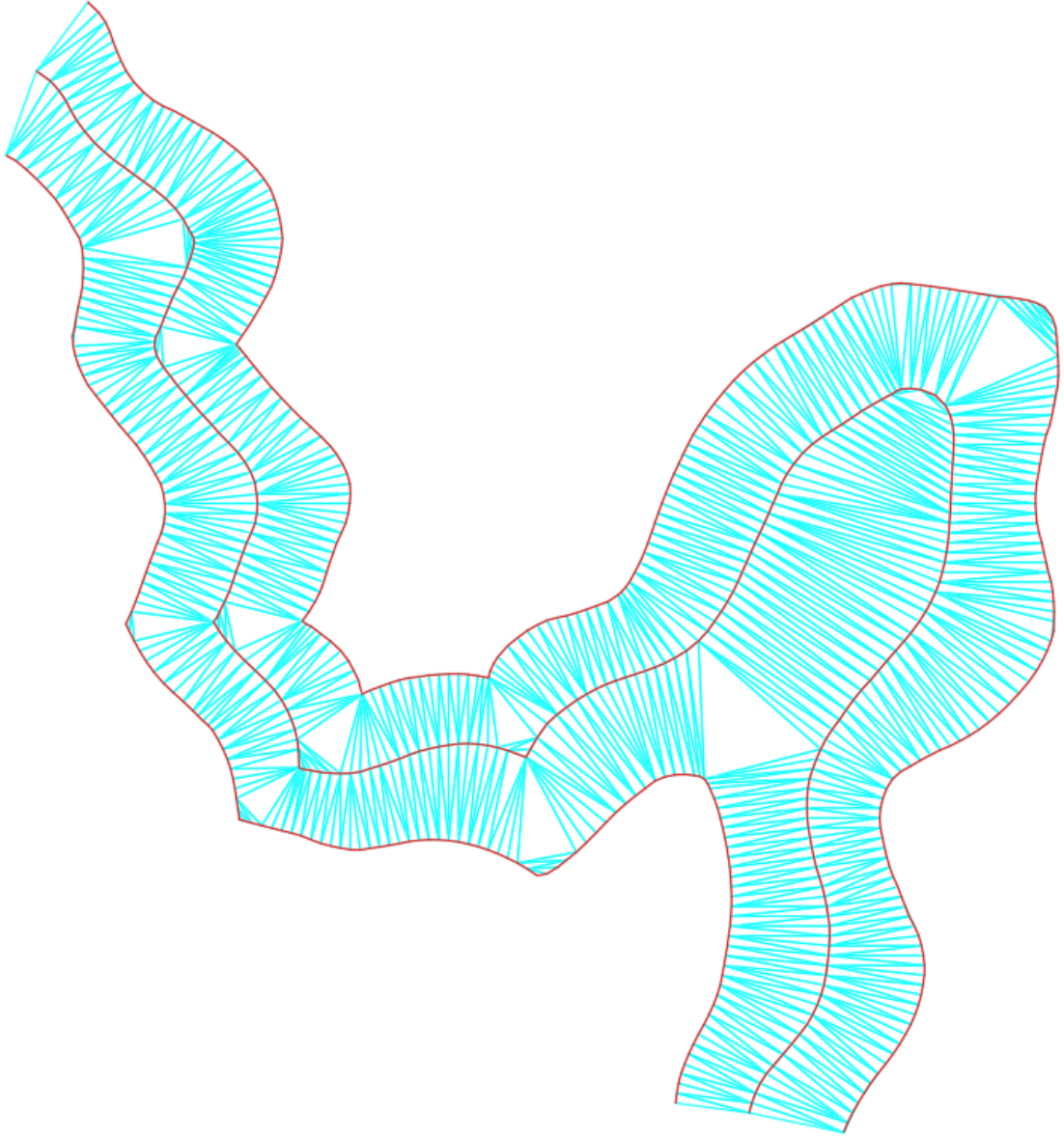
Şekil 5.21: Adım 9



Şekil 5.22: Adım 10



Şekil 5.23: Adım 11 (Surface objesinin 3D Face türünde bağımsız üçgen objelere dönüştüğünü göreceksiniz.)

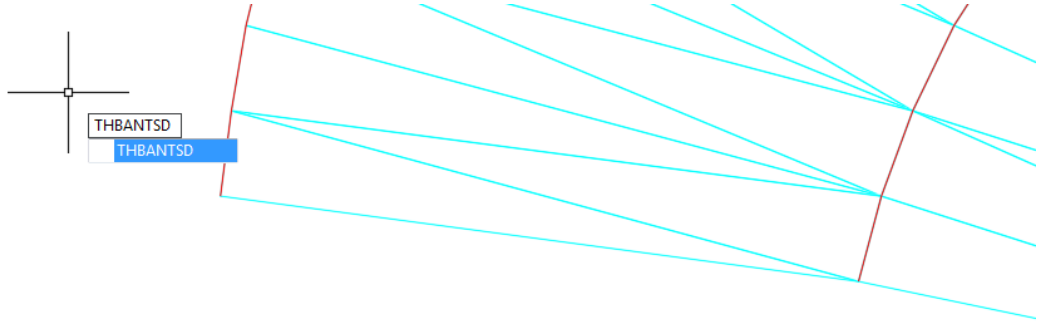


Şekil 5.24: Adım 12

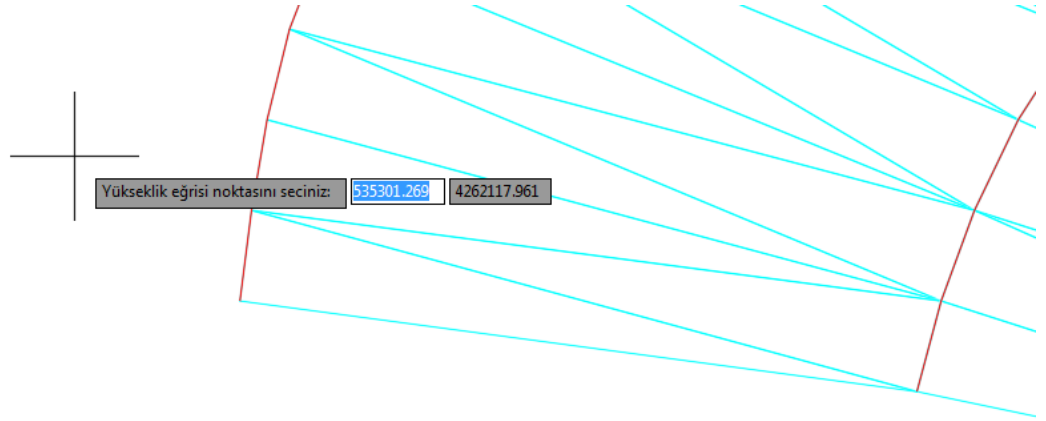
5.5.4 En Büyük Eğim Çizgilerinin Meydana Getirilmesi

En büyük eğim çizgisi işlemi, genelleştirilecek yükseklik eğrisinin -başlangıç ve son noktası hariç- tüm noktalarında gerçekleştirilecek bir işlemdir. Önce thbantsd.lsp programı yardımıyla arazinin yükselme yönünde en büyük eğim çizgileri izlenecek, sonra thbantst.lsp programı yardımıyla arazinin alçalma yönünde en büyük eğim çizgileri izlenecektir.

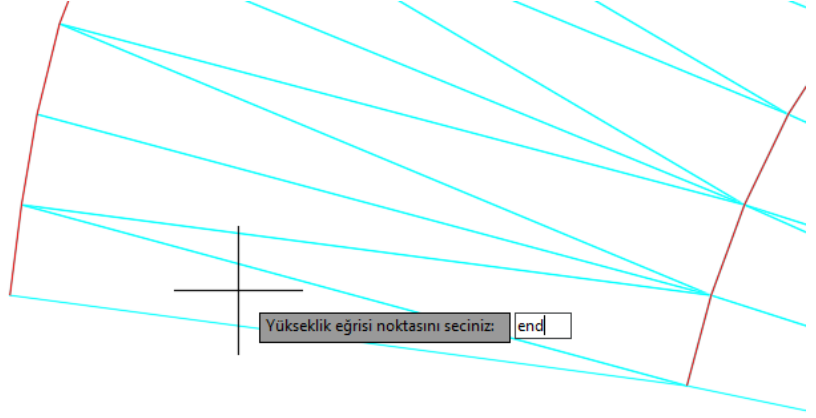
Komut satırına thbantsd yazıp Enter'a basarak ilgili programı çalıştırınız. Aşağıdaki adımları ve komut satırındaki açıklamaları izleyerek bir yükseklik eğrisi noktasında arazinin yükselme yönünde en büyük eğim çizgisini elde ediniz.



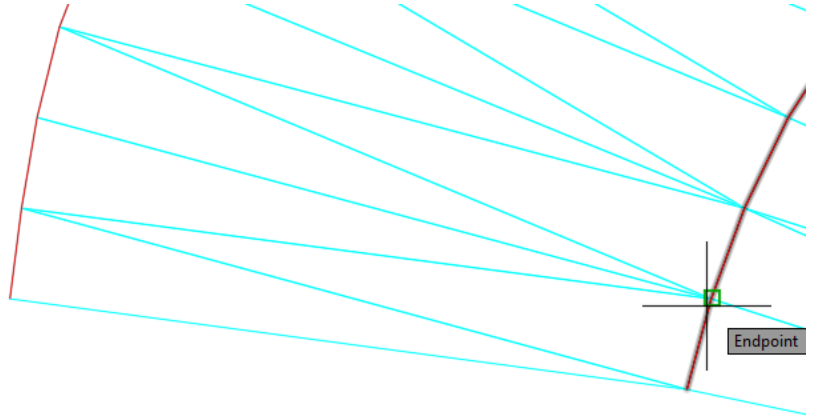
Şekil 5.25: Adım 1: Komut satırına thbantsd yazıp Enter'a basınız.



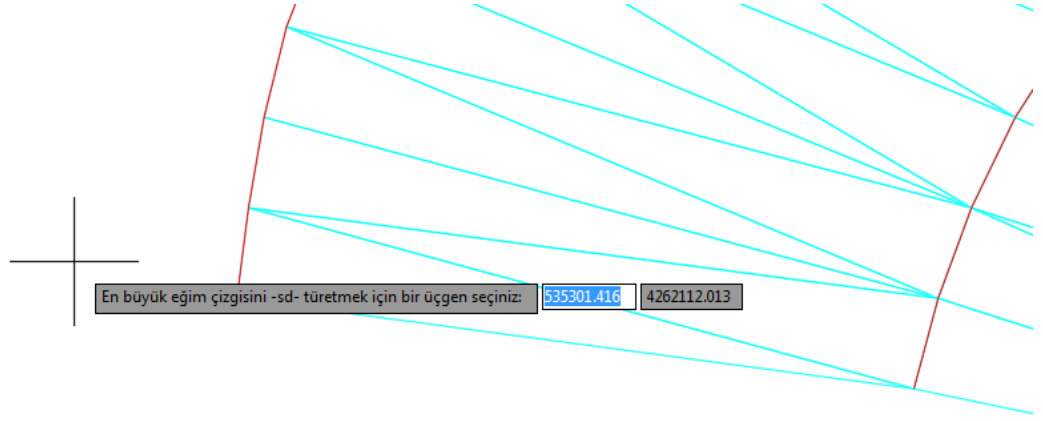
Şekil 5.26: Adım 2



Şekil 5.27: Adım 3: En büyük eğim çizgisi izlenecek yükseklik eğrisi noktasını seçmek için obje yakalama (Object Snap) fonksiyonlarından biri olan “End of”u klavyeden yazarak kullanınız (end yazıp Enter’a ya da Space Bar’a basınız).

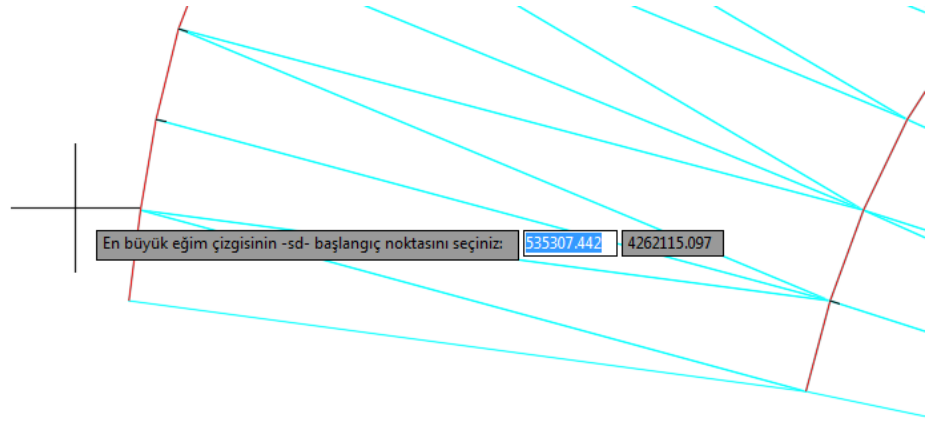


Şekil 5.28: Adım 4: En büyük eğim çizgisi izlenecek yükseklik eğrisi noktasına (kırık noktasına) yaklaşınız ve Endpoint yazısı çıktığında işaretleyiniz.



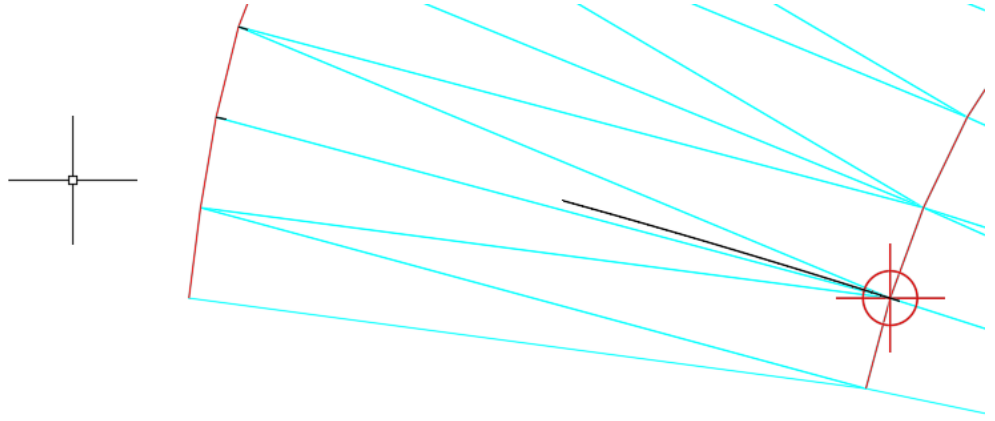
Regenerating model.
En büyük eğim çizgisini -sd- türetmek için bir üçgen seçiniz:

Şekil 5.29: Adım 5: En büyük eğim çizgisi izlenecek yükseklik eğrisi noktasının açıortay doğrultusundaki ve arazinin yükselen tarafındaki üçgeni seçiniz (üçgenin içinde herhangi bir yere tıklayınız).

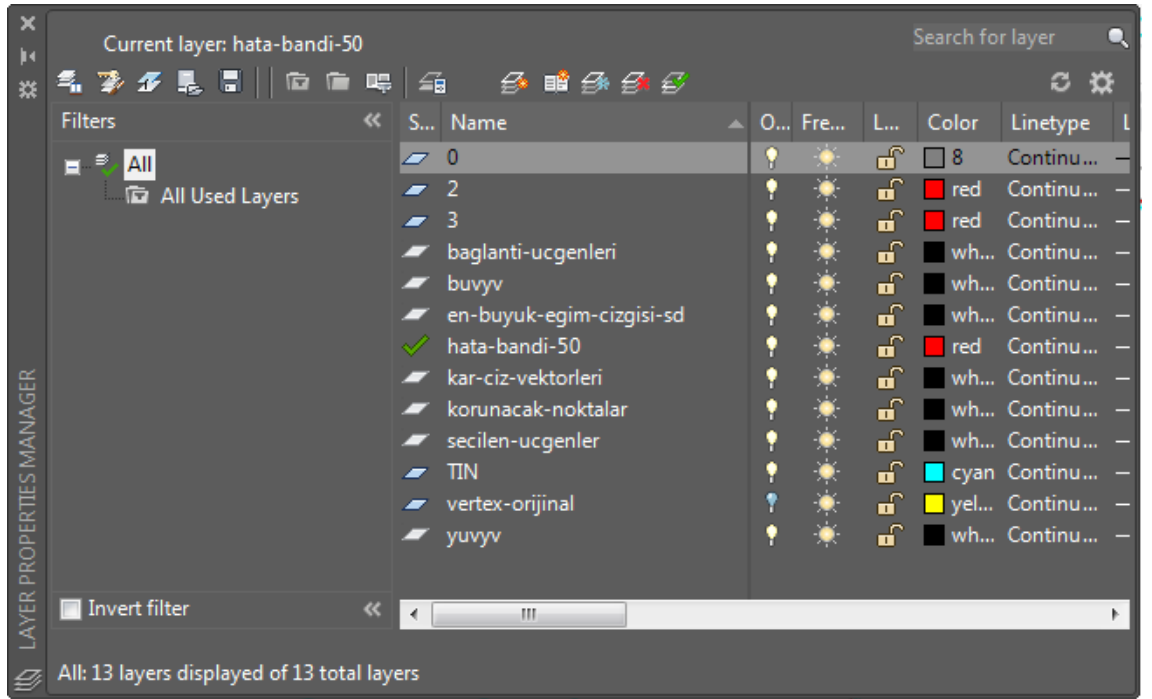


Command:
En büyük eğim çizgisinin -sd- başlangıç noktasını seçiniz:

Şekil 5.30: Adım 6: Adım 5'te seçtiğiniz üçgenin köşe noktalarına açıortay birim vektörlerinin yerleştirildiğini göreceksiniz. Adım 4'teki işlemi tekrarlayınız.

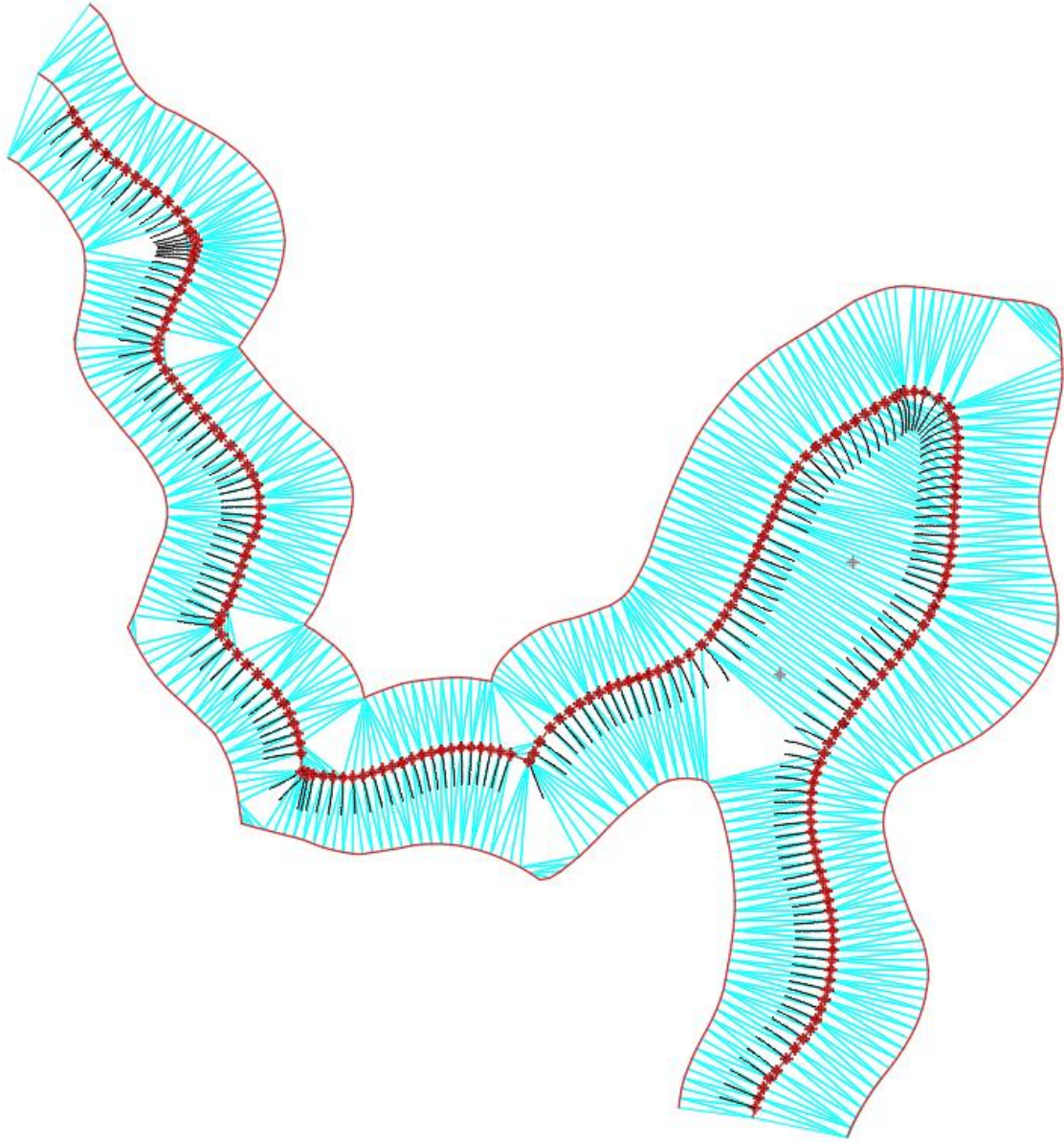


Şekil 5.31: Adım 7: İşlem sona erdiğinde; seçilen noktadan başlayan, arazinin yükselen tarafında, bu noktada hesaplanan ortalama konum hatası uzunluğunda bir en büyük eğim çizgisinin meydana getirildiğini göreceksiniz.



Şekil 5.32: Adım 8: Layer Properties penceresini açtığınızda bir dizi yeni tabaka oluşturulduğunu göreceksiniz. Az önce meydana getirilen en büyük eğim çizgisi en-buyuk-egim-cizgisi-sd isimli tabakaya yerleştirilmiştir.

Yukarıdaki işlem adımlarını izleyerek yükseklik eğrisinin diğer noktalarında en büyük eğim çizgileri meydana getiriniz.

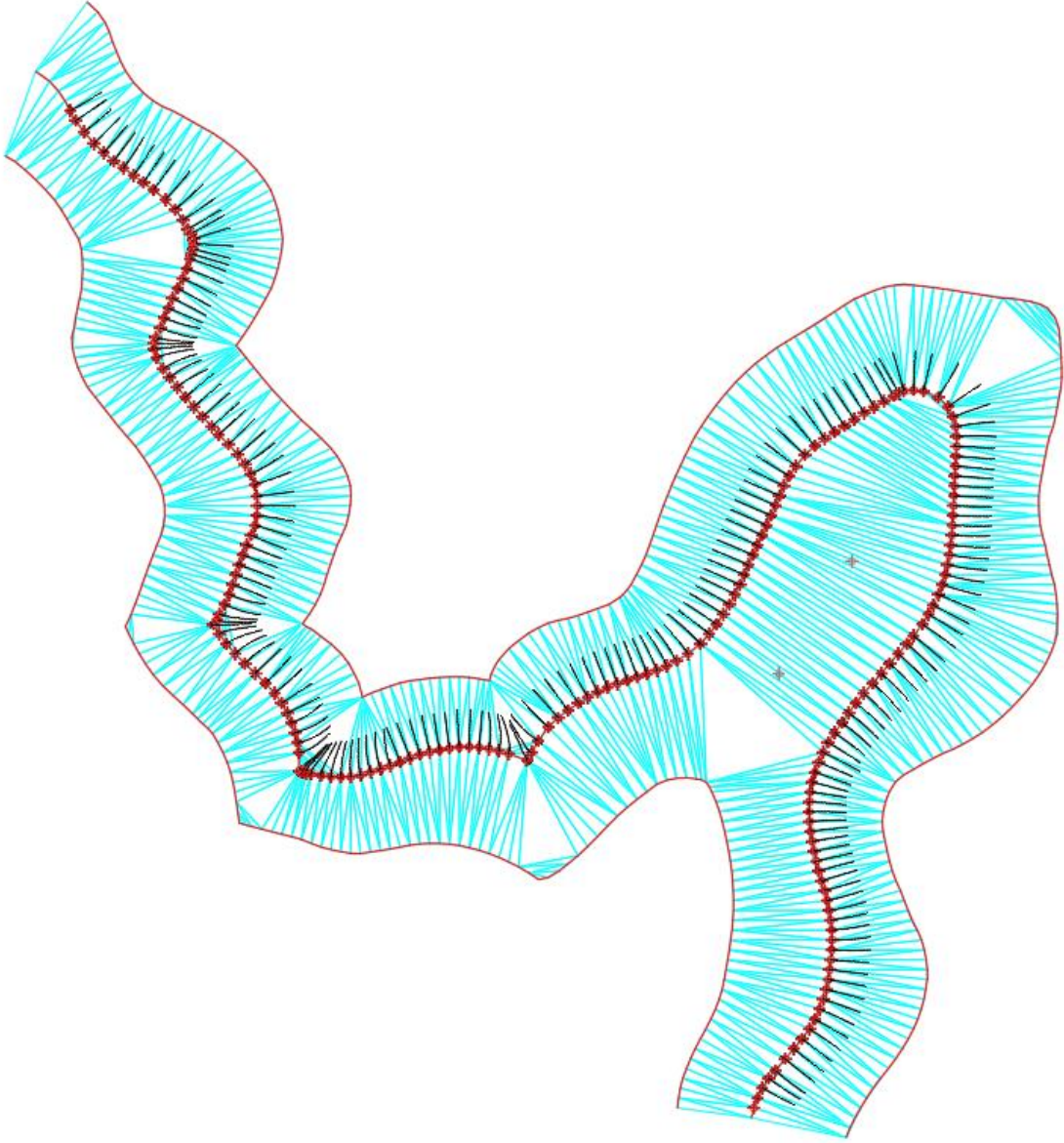


Şekil 5.33: Arazinin yükselen tarafında izlenen en büyük eğim çizgileri

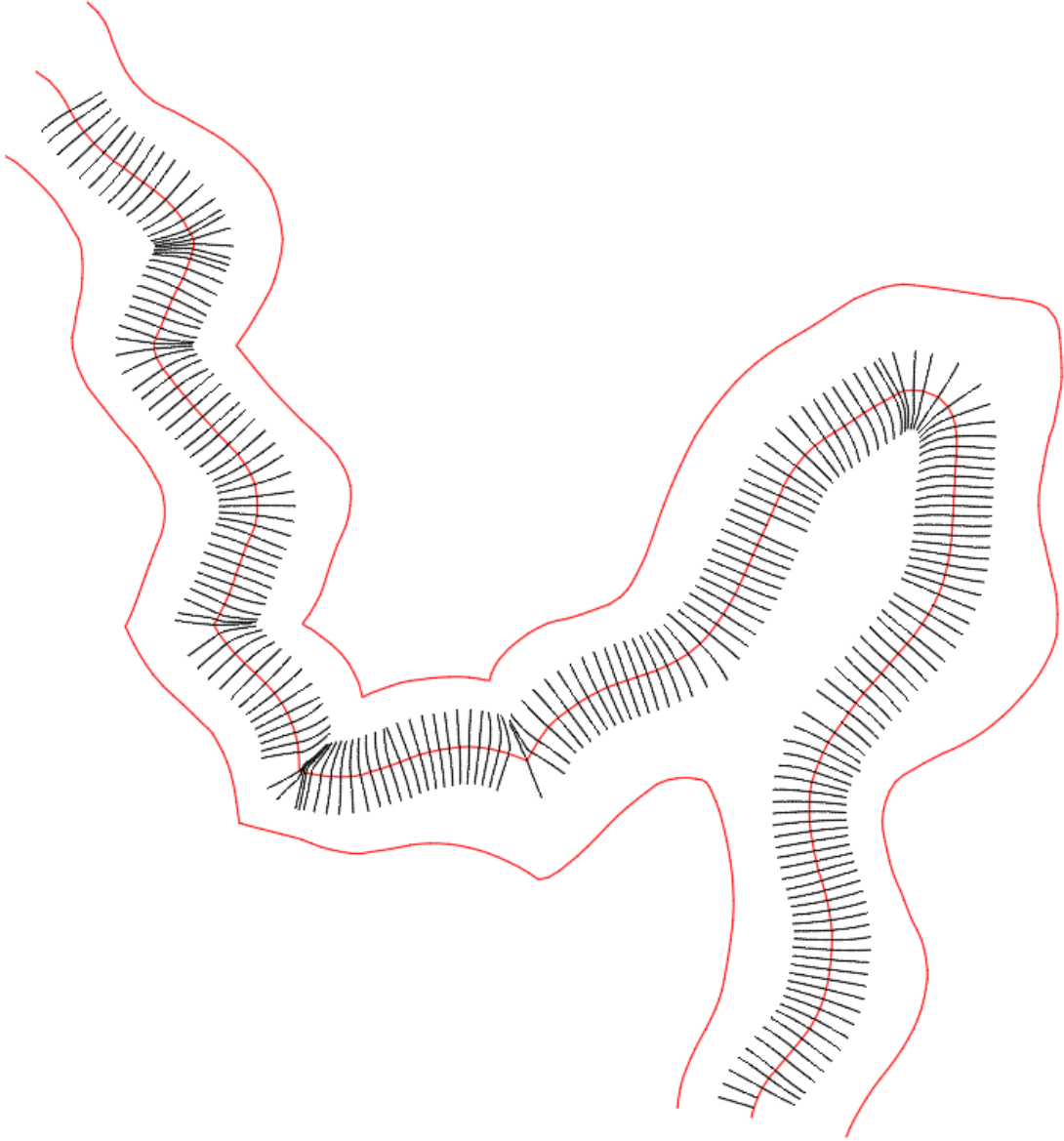
Dosyanızı kaydediniz ve AutoCAD Civil 3D programını kapatınız.

AutoCAD Civil 3D programını tekrar çalıştırınız ve dosyanızı açınız.

thbantst.lsp programı yardımıyla yine aynı yükseklik eğrisi noktalarında fakat arazinin alçalan tarafında en büyük eğim çizgilerini yukarıdaki işlem adımlarına benzer biçimde elde ediniz.



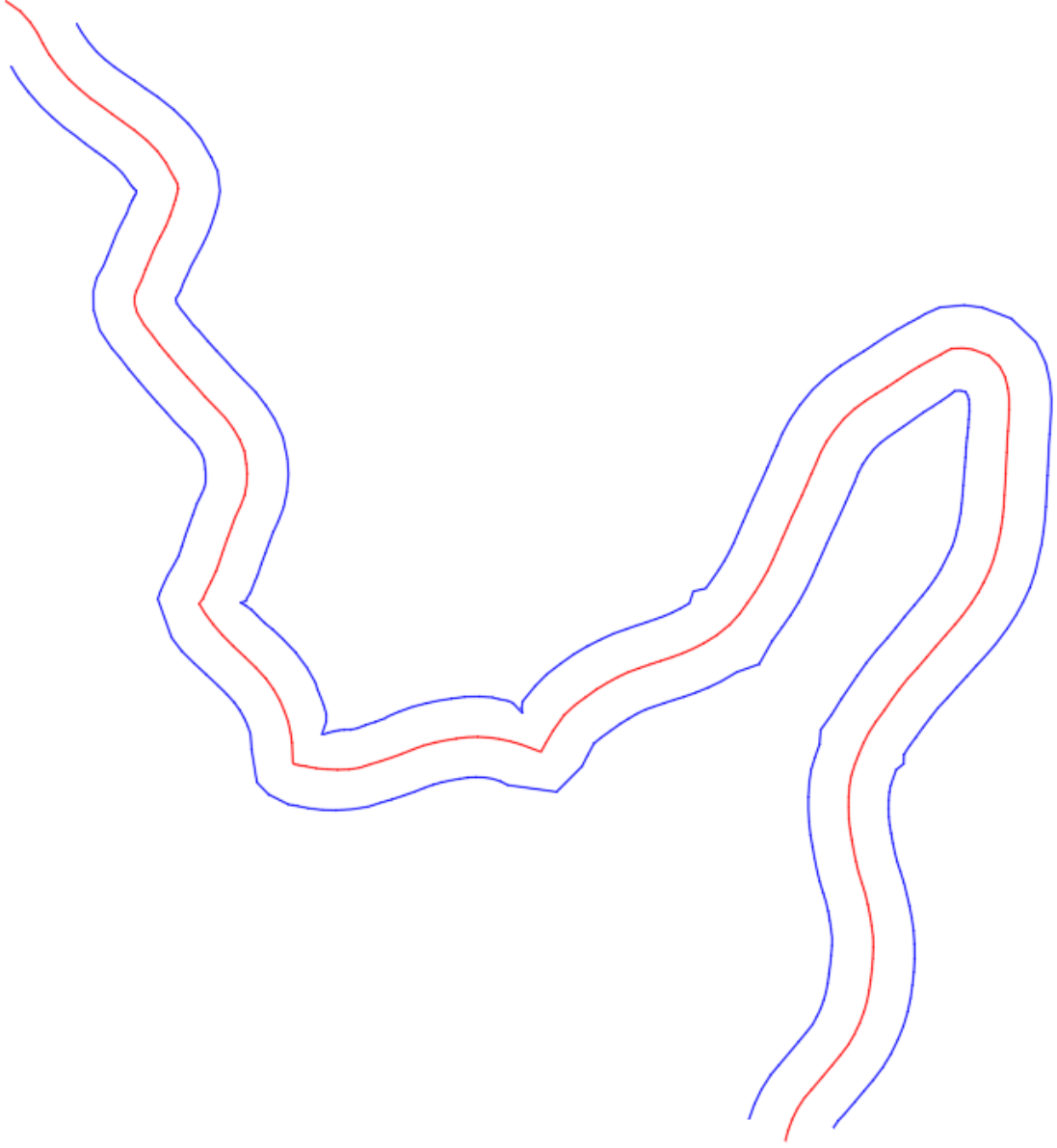
Şekil 5.34: Arazinin alçalan tarafında izlenen en büyük eğim çizgileri



Şekil 5.35: Genelleştirilecek yükseklik eğrisi noktalarında izlenen en büyük eğim çizgileri

AutoCAD'in 3DPOLY komutu yardımıyla en büyük eğim çizgilerinin uç noktalarını birleştirerek hata bandının sınır çizgilerini oluşturunuz. hata-bandi-50 isimli tabakanın aktif tabaka olduğundan emin olunuz.





Şekil 5.37: Genelleştirilecek yükseklik eğrisi ve hata bandı

Hata bandı sınır çizgilerini, genelleştirilecek yükseklik eğrisi ile aynı düzleme getiriniz. Bunun için;

Command: MOVE (Enter)

Command: MOVE Select objects: (**Hata bandı sınır çizgilerini seçiniz.**) (Sağ klik)

Command: MOVE Specify base point or [Displacement] <Displacement>:0,0,0
(**değerlerini bu şekilde yazınız**) (Enter) (Not: 0,0,0 değerleri x, y, z koordinat değerleridir.)

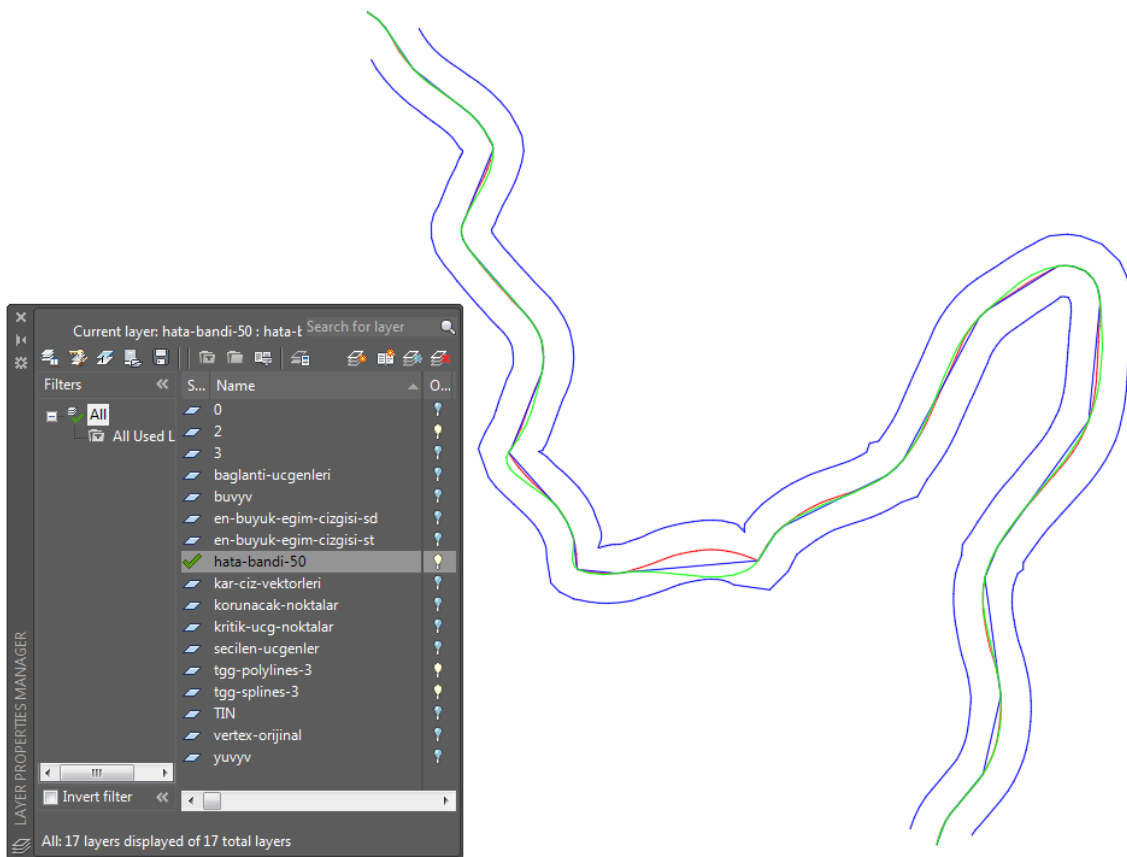
Command: MOVE Specify second point or <use first point as displacement>:0,0,2100 (**değerlerini bu şekilde yazınız**) (Enter) (Not: 2100

değeri örnek olarak yazılmıştır. Siz genelleştirilecek yükseklik eğrisinin yükseklik değerini yazmalısınız!)

5.5.5 Yükseklik Eğrisinin Genelleştirilmesi

AutoCAD komut satırına kartogen2 yazıp Enter'a basarak genelleştirme programını çalıştırınız.

İşlem tamamladığında genelleştirilmiş yükseklik eğrisinin çoklu doğru halinin tgg-polylines-3 katmanına, yumuşatılmış halinin tgg-splines-3 katmanına yerleştirilmiş olduğunu göreceksiniz.



Şekil 5.38: Genelleştirilmiş yükseklik eğrisi

5.6 Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Genelleştirilmiş yükseklik eğrisini orijinal yükseklik eğrisiyle hem görsel hem de istatistiksel olarak (orijinal ve genelleştirilmiş yükseklik eğrisi nokta sayıları, seçilen nokta sayısı, elimine edilen nokta sayısı, nokta sayısı azalma miktarı ve yüzdesi) karşılaştırınız. Ayrıca, orijinal yükseklik eğrisi ile genelleştirilmiş yükseklik eğrisini karşılaştırınız. Ortaya çıkan sonuçları kartografik açıdan (çok önemli noktaların korunması, az önemli noktaların elimine edilmesi, vb.) değerlendiriniz.

Kaynaklar

Aumann, G., Ebner, H., and Tang, L., 1991, Automatic Derivation of Skeleton Lines from Digitized Contours, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 46, 259–68.

Aumann, G., 1994, Aufbau Qualitativ Hochwertiger Digitaler Geleandemodelle aus Höhenlinien, Dissertation, Technischen Universiteat München.

Gökgöz, T., 2005, Generalization of Contours Using Deviation Angles and Error Bands, The Cartographic Journal, 42(2), 145-156.

Bölüm 6

BİTKİ ÖRTÜSÜ VE YAZI GENELLEŞTİRMESİ

Yrd. Doç. Dr. Sinan Çetinkaya & Dr. Müslüm Hacı

6.1 Bitki Örtüsü Genelleştirilmesi

Bitki örtüsü denince her türlü orman ve makilik (fundalık vs), münferit ağaçlar ve ekili/dikili alanlar akla gelir. Biyolojik çeşitlilik yelpazesinin genişliği, haritanın okunabilirliği gibi etkenlerden dolayı topografik haritalarda, bir bölgenin karakteristiğini yansıtan bir kaç önemli bitki örtüsü çeşidiyle yetinmek zorundayızdır. Topografik haritalarda bitki coğrafyasının sonucu olarak lejantlar ulusal ve bölgesel ölçekte farklılıklar gösterirler.

6.1.1 Sınıflandırma

Bitki örtüsünün sınıflandırılması kesin ve açık ölçütlere dayanmaktadır:

- Bitki örtüsünün türü (orman, maki, fundalık, münferit ağaç, meyve bahçesi, fidanlık, üzüm bağı veya özel dikim alanı veya yaprak dökken veya dökmeyen ağaçlar, parklar, otlaklar, nadas alanları)
- Kapsam (münferit ağaçlar, ağaç kümeleri, çit, maki, orman, ekili alan)
- Yoğunluk/erişilebilirlik (parçalı orman, yoğun ve parçalı orman, makilik)
- Yükseklik (münferit ağaçlar, maki)

Tablo 6.1: Bitki örtüsü sınıflandırması ve gösterimine ilişkin lejant örneği

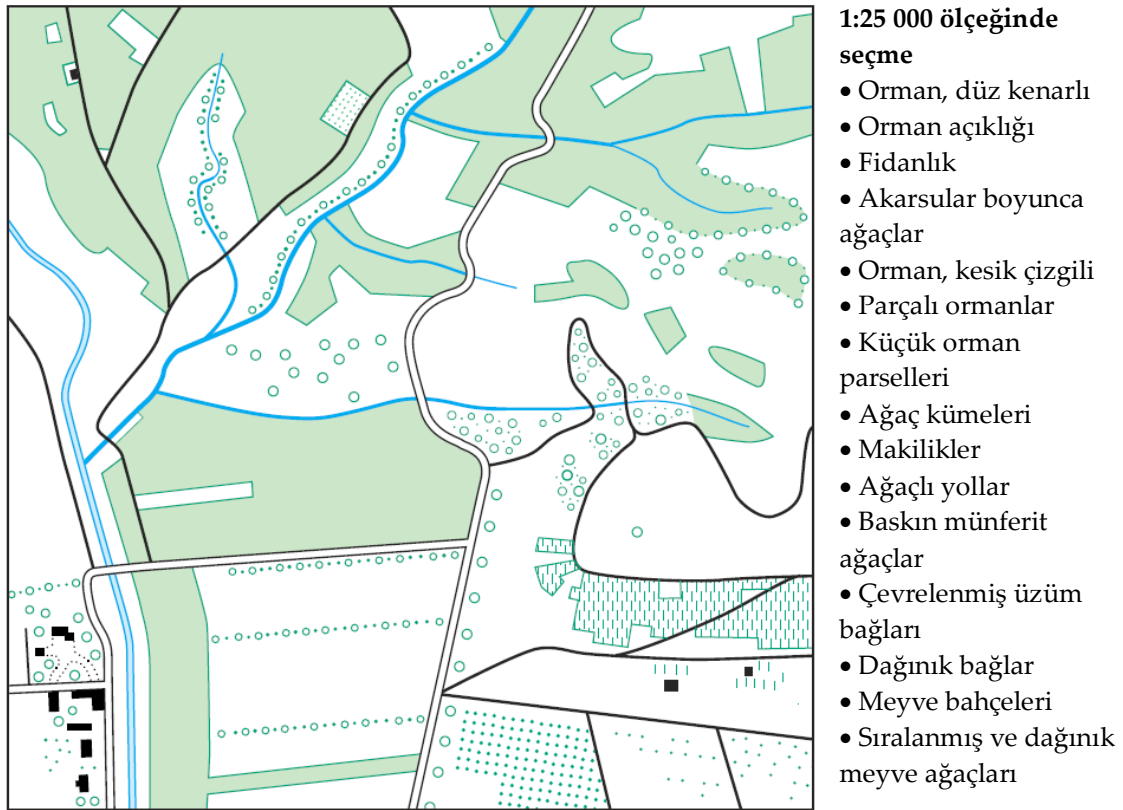
	1: 25 000	1: 50 000	1: 100 000	1: 200 000
Orman, düz kenar				
Orman, kesikli kenar				
Dağınık orman				
Makilik				
Kestanelik				
Münferit ağaç				
Çit				
Ağaçlı yol				
Üzüm bağı				
Meyve bahçesi				
Fidanlık				
Çeltik				
Park			CBS uygulamalarında alan tonlamalarıyla yapılan ilave ayrıştırmalar	
Mera, otlak				
Nadas alanı				

6.1.2 Seçim

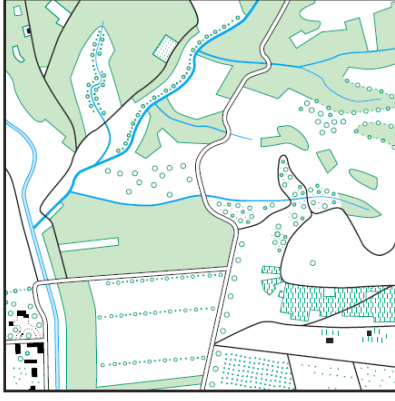
Çeşitli tür ve sayıdaki bitki örtüsü olgusunu haritada göstermek ancak titizlikle yapılan bir seçme işlemiyle sağlanabilir. Seçme işlemi aşağıdaki ölçütlere dayanmaktadır:

- Ölçek
- Bölgedeki baskınlık
- Haritanın amacına göre tercih değeri
- Ekonomik önemi
- Bazı mevsimsel ve kısa süreli değişimler

Seçme kısıtları, küçük ölçeklerde çok katı uygulanırlar. Nesne sınıfları mümkün olan yerlerde birleştirilir. 1:200 000 ölçeğine gelindiğinde orman dışında başka hiç bir bitki örtüsü gösterilmez.



Şekil 6.1: 1:25 000 (2:1) ölçeğinde seçilmiş bitki örtüsü türleri. Haritada yeterli yer olmamasından ve okunurluğu arttırmak için, yerleşim alanlarındaki bahçeler gösterilmemiştir. Bunun yerine münferit ağaçlar, meyve bahçeleri ve parklar gösterilmiştir.



1:25 000



1:50 000 için geliştirilmiş

1:50 000 ölçeğinde seçme

- 1:25 000 ölçeğinde geniş yer kaplayan aynı türdeki bitki örtüsü alanları
- Küçük orman parsellerini münferit ağaçlarla gösterme
- Haritanın amacı doğrultusunda tercih değeri yüksel orman açıklıklarını tutma
- Dar orman şeritlerini sıra ağaçlarla gösterme



1:50 000



1:100 000 için geliştirilmiş

1:100 000 ölçeğinde seçme

- Yoğun ve seyrek ayrımı gözeterek sadece ormanlık alanların gösterimi
- Dağınık ormanları kaynaştırma



1:100 000



1:200 000 için geliştirilmiş

1:200 000 ölçeğinde seçme

- Sadece ormanlık alanlar gösterilir
- Yoğun ve seyrek ayrımına gidilmez



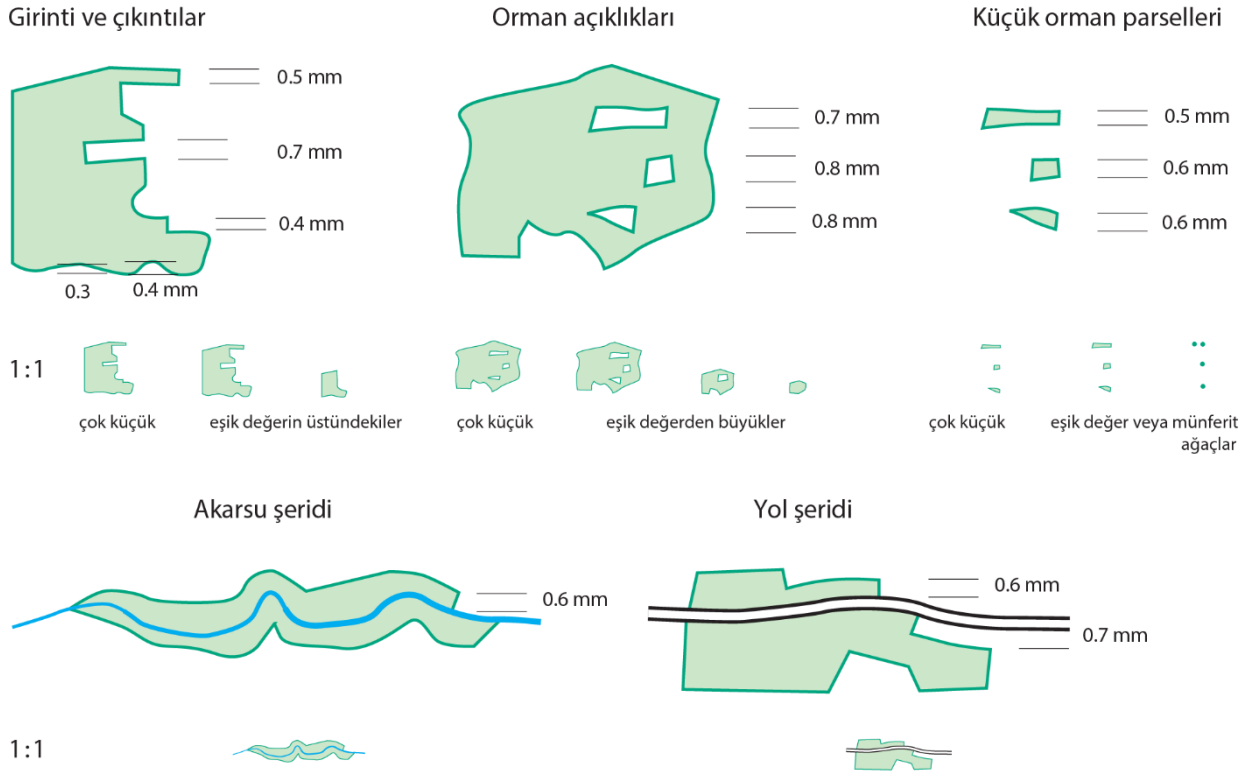
1:200 000

6.1.3 Grafik Genelleştirme

Grafik genelleştirme bitki örtüsünün tipinin, kapsamının ve yoğunluğunun görünür ve ayırt edilebilir kalmasını sağlar. Diğer nesne sınıflarına yapılan değişikliklere göre de ayrıca uyarlanırlar.

6.1.4 Okunabilirlik

Daha iyi bir okunabilirlik, en küçük ölçüleri gözlemleyip gösterilemeyecek kadar küçük olanları eleyerek elde edilir.



Şekil 6.2: Grafik limitler

6.1.5 Konum Hassasiyeti ve Ötelemeler

Konum hassasiyeti bakımından bitki örtüsü, diğer nesne sınıflarından sonra gözetilir. Bitki örtüsüyle, ulaşım ağı, binalar ve hidrografi arasında bağlı konum doğruluğu ise özel bir öneme sahiptir.



Konum hassasiyeti

Hassas konumlandırma sadece münferit ağaçlar için söz konusudur.

Arazide kesin olarak belirlenmemiş tüm sınırlar görece daha az bir hassasiyetle çizilir.

Konum doğruluğu

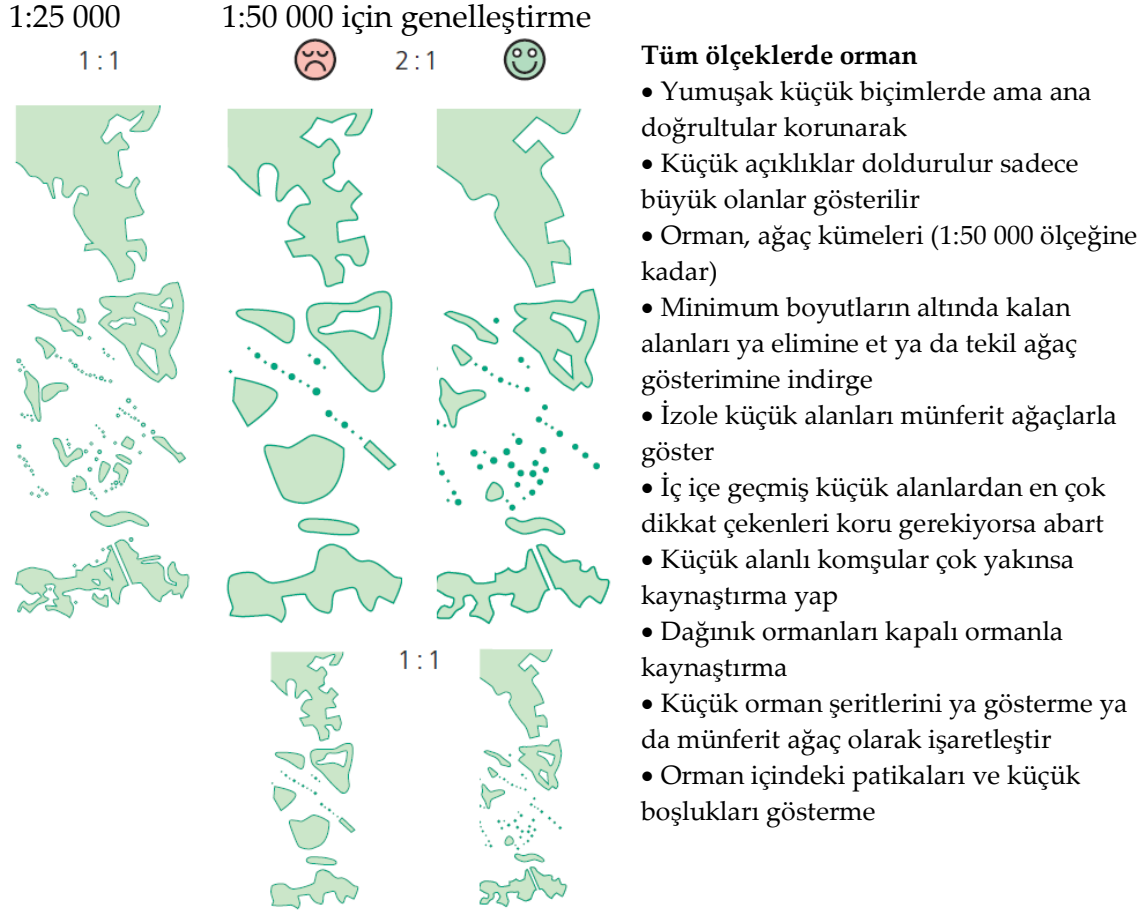
Diğer nesnelere göre konum doğruluğu

- Dağınık yoğun orman kenarları
- Orman açıklıkları
- Makilik ve ağaç kümeleri
- Çitler
- Ağaçlı yollar
- Ekili ve dikili alanların sınırları (meyve bahçeleri, fidanlıklar, asma bağları)

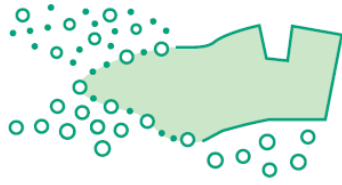
Şekil 6.3 Bitki örtüsü türleri arasındaki sınırlar genelde çok belirgin olmazlar.

6.1.6 Şekil Genelleştirme

Genelleştirilen sınırlar, basitleştirilmiş olarak özel bitki örtüsü alanlarının şeklini gösterirler. Bazı durumlarda alan gösterimden sembol (işaret) gösterime geçiş gerekebilir.



Şekil 6.4: Ölçek küçüldükçe bitki örtüsündeki çeşitlilik azalır



1:1

1:25 000

- Makiyi, münferit ağacı, ağaç kümelerini, seyrek ve sık ormanı ayrı ayrı göster



1:50 000

- Makiyi, münferit ağacı, ağaç kümelerini, seyrek ve sık ormanı ayrı ayrı göster
- Bir yerde toplanmış seyrek ormanları birleştirerek göster



1:100 000

- Maki ve münferit ağaç gösterme
- Seyrek ormanı ve ağaç kümelerini orman olarak göster
- Orman sınırlarını basitleştir



1:200 000

- Ormanı ve seyrek ormanı kaynaştır
- Orman sınırını gösterme, bölgeyi hafif koyu orman rengi tonunda göster



6.1.7 Yapıyı Koruma

Bitki örtüsü alanlarının yapısı, biçim, büyüklük, yoğunluk ve örüntü bakımından farklılık gösterir. Genelleştirilmiş bitki örtüsü alanları bu yapısal farklılıkları olabildiğince korumalıdır.

1:1



2:1



Şekilsel farklılıklar

- Geometrik, yapay (ör: asma bağı)
- Doğal, kavisli (ör: maki, seyrek orman)
- Kapalı sınırlar
- Açık, tanımsız sınırlar



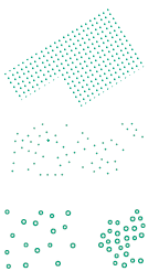
Büyüklik bakımından farklılıklar

- Büyük alanlar
- Küçük alanlar

1:1

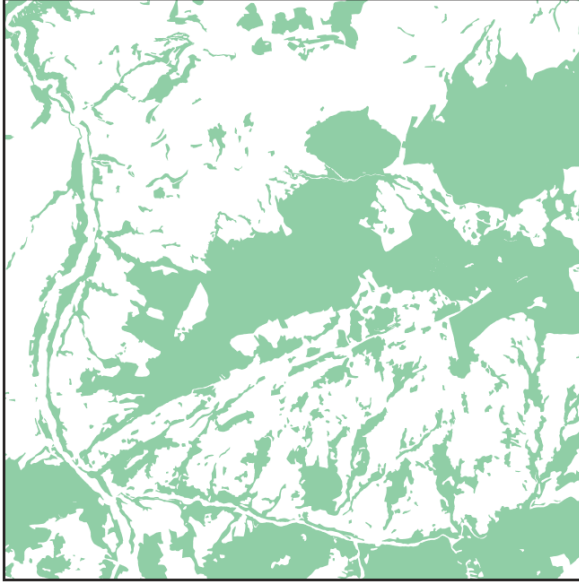
2:1

1:1



Dağılımsal farklılıklar

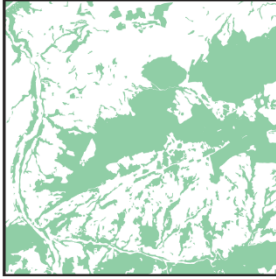
- Düzenli dağılımlar korunur (meyvelikler, ağaç sıraları, ağaçlı yollar)
- Düzensiz dağılmış olgular düzenli gösterilmemelidir (meyve bahçeleri, maki, ağaç kümeleri)
- Yoğunluk farkları
- Seyrek
- Yoğun



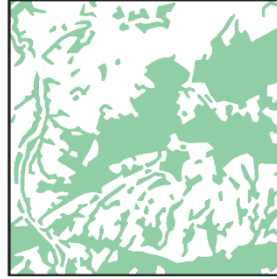
1:25 000 ölçeğindeki haritanın orman alanları 1:100 000 ölçeğine indirgenmiş



1:100 000 ölçeğinde genelleştirilmiş orman alanları



1:25 000'den
1:200 000'e
indirgenmiş



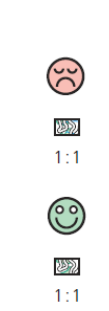
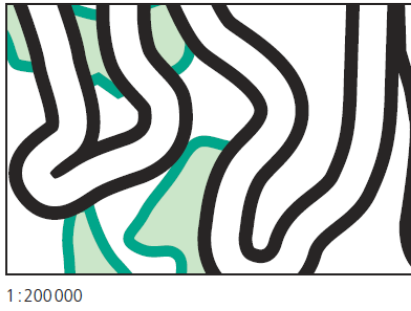
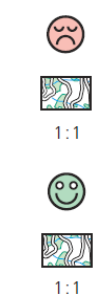
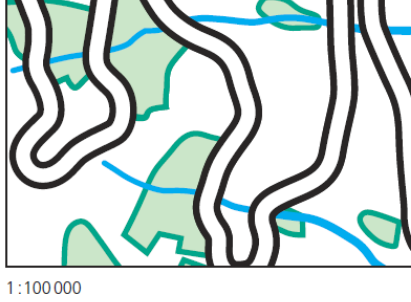
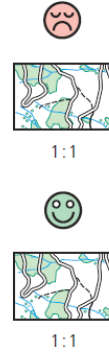
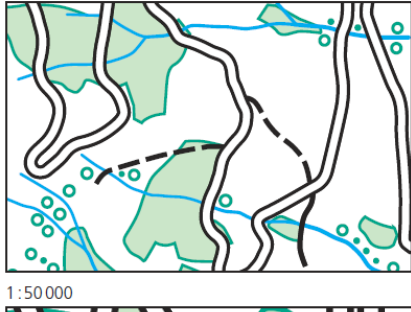
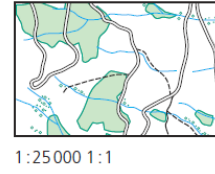
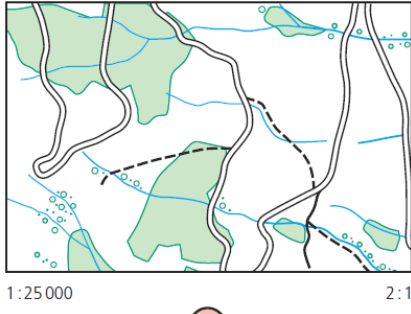
Genelleştirilmiş
1:200 000

- Siyah/beyaz oranını koru
- Küçük alanların dağılımını koru ama çok küçükleri elimine et
- Karakteristik şekilli orman parsellerini tipikleştirerek göster
- Orman şeritlerini ve geniş açıklıkları koru
- Ardışık küçük boşlukları kapat

6.1.8 Diğer Nesne Sınıflarını Gözeterek Orman Alanlarını Genelleştirme

Orman alanları ulaşım ağlarından ve yerleşim yerlerinden bağımsız olarak genelleştirilmemelidir.

- Diğer nesnelerle olan boşluklarda ve büyüklüklerde minimum alanı gözet
- Yolların abartılması ciddi ayarlamalar gerektirebilir
- Yol ağı boyunca ormandan açık alana olan değişimleri doğru olarak göster
- Bitki örtüsü alanlarının doğal sınırlarını ulaşım ağı, hidrografi ağı ve topografyayı gözeterek çiz



6.2 Yazı Genelleştirmesi

Haritalardaki yazılar, coğrafi yer adlarını (toponymy), tekil nesne açıklamalarını (generic names), sayıları ve açıklayıcı metinleri içerir. Yazılar, olmazsa olmaz harita elemanlarıdır ve tüm ölçekler için içerdikleri bilgi ve harita kullanıcılarını yönlendirmeleri açısından çok büyük öneme sahiptirler.

6.2.1 Sınıflandırma

Sınıflandırma aşağıdaki kesin ve net ölçütlere dayanır:

- Nesne sınıflarına göre
- Nesne sınıfları içinde nesnelerin önem veya büyüklüğe göre

6.2.2 Nesne Sınıfları ve Yazı Sistemleri

Yazı sistemi, yazının türü, stili, büyüklüğü, kalınlığı/aralığı, dönüklüğü ile farklı anlamlar taşır ve nesne sınıflarını adeta dillendirir.

İyi bir yazı sistemi aşağıdaki ölçütleri sağlar:

- En küçük boyutlarda bile kolay okunabilen stiller
- Farklı nesne sınıflarında isimlerin farklılıklarını açıkça yansıtması
- Derecelendirilmiş tip büyüklükleriyle nesnelerin önemini yansıtması
- Tip farklılıklarının tüm olasılıklarının avantajını kullanması

Tablo 6.2: 1:25 000 ölçeği için olası nesne sınıfları ve yazı sistemleri

Nesne sınıf	Nesneler	Klasik yazı	Modern yazı
Yerleşim alanları	Münferit bina, çiftlik, kulübe	<i>Fahrhubel</i>	<i>Fahrhubel</i>
	Ev kümeleri, mezra	<i>Heitern</i>	<i>Heitern</i>
	Köy, kasaba (nüfus<2000)	<i>Stalden</i>	<i>Stalden</i>
	Köy, kasaba (nüfus>2000)	Wabern	Wabern
	Belediye (nüfus<2000)	Kaufdorf	Kaufdorf
	Belediye (2000<nüfus<10000)	Belp	Belp
	Şehir (10000<nüfus<50000)	THUN	THUN
Diğer alanlar	Şehir (nüfus>50000)	BERN	BERN
	Orman	<i>Egghölzli</i>	<i>Egghölzli</i>
	Buzul	<i>Aaregletscher</i>	<i>Aaregletscher</i>
	Büyük bölge	<i>Linthebene</i>	<i>Linthebene</i>
	Vadi	<i>Fextal</i>	<i>Fextal</i>
	Dağ sıralarının zirveleri	Mönch	Mönch
	Ana zirve	Matterhorn	Matterhorn
Dağlar	Büyük dağ sıraları	Churfirsten	Churfirsten
	Patika	<i>Hohtürli</i>	<i>Hohtürli</i>
Geçitler	Stabilize yol	<i>Albulapass</i>	<i>Albulapass</i>
	Dere	<i>Mühlebach</i>	<i>Mühlebach</i>
Hidrografi	Çay	<i>Aare</i>	<i>Aare</i>
	Akarsu	<i>RHEIN</i>	<i>Rhein</i>
	Büyük göl	BODENSEE	<i>Bodensee</i>
Tekil nesneler	istasyon, su arıtma tesisi vs.	<i>ARA Ctl.</i>	<i>ARA Ctl.</i>
Yükseklik değeri	nokta yüksekliği	<i>1354</i>	<i>1354</i>
	Su seviyesi	<i>835</i>	<i>835</i>
	Yükseklik eğrisi değerleri	<i>200 200 200</i>	<i>200 200 200</i>

6.2.3 Seçme

Nelerin yazılıp nelerin yazılmayacağını seçimi aşağıdaki ölçütlere göre yapılır:

- Gerçek dünyada var olan isimler
- Adlandırılacak nesnelerin önemi
- Ölçek
- Yazı için yeterli boşluk

Bu ölçütlere göre seçme işlemi aşağıdaki öncelik sırasına bağlıdır:

1. İsimlendirip harita belirtilebilen nesneler
2. İsimlendirmesi önemli bir mesaj taşıyan nesneler
3. İsimlendirmesinin gerekli bir ekleme olduğu nesneler
4. İsimlendirilmesinin şık olacağı nesneler
5. İsimlendirmesi ufak bir öneme sahip nesneler

Sıra	Örnekler			
	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000
Görünür nesne, önemli mesaj	• Şehir • Kasaba • İlçe • Köy • Mezra • Önemli bina • Dağ sırası • Ana dağ zirvesi • Zirve • Tepe, höyük • Vadi • Oluk, çukur • Geniş alan • Dar alan • Dağ • Orman • Dere • Çay • Kanal • Göl • Gölet • Tesis • Nokta yüksekliği	• Şehir • İlçe • Köy • Mezra • Önemli bina • Dağ sırası • Ana dağ zirvesi • Zirve • Tepe, höyük • Vadi • Oluk, çukur • Geniş alan • Dar alan • Dağ • Orman • Dere • Çay • Kanal • Göl • Gölet • Tesis • Nokta yüksekliği	• Şehir • İlçe • Köy • Mezra • Dağ sırası • Ana dağ zirvesi • Vadi • Geniş alan • Orman • Dere • Çay • Kanal • Göl • Nokta yüksekliği	• Şehir • İlçe • Köy • Mezra • Dağ sırası • Ana dağ zirvesi • Vadi • Oluk, çukur • Geniş alan • Dere • Çay • Göl • Nokta yüksekliği

	• Yükseklik eğrisi değeri	• Yükseklik eğrisi değeri	• Yükseklik eğrisi değeri	• Yükseklik eğrisi değeri
Gerekli eklemeler	• Tren istasyonu • Adı olan tek nesne	• Tren istasyonu • Otoyol servis alanı • Otoyol dinlenme alanı • Otoyol kavşağı • Yol adı/kodu • Adı olan tek nesne	• Tren istasyonu • Otoyol servis alanı • Otoyol dinlenme alanı • Otoyol kavşağı • Yol adı/kodu • Adı olan tek nesne	• Tren istasyonu • Otoyol servis alanı • Otoyol dinlenme alanı • Otoyol kavşağı • Yol adı/kodu • Adı olan tek nesne
Şıklık katan eklemeler	• Otoyol gişesi • Tünel • Anıt • Plaj • Tekil nesnenin adını kısaltarak (Ör: Yıldız T. Üniv.) • Turistik yerler	• Otoyol gişesi • Tünel • Anıt • Plaj • Tekil nesnenin adını kısaltarak (Ör: Yıldız T. Üniv.) • Turistik yerler	• Otoyol gişesi • Tünel • Anıt • Plaj • Tekil nesnenin adını kısaltarak (Ör: Yıldız T. Üniv.) • Turistik yerler	• Otoyol gişesi • Tünel • Anıt • Plaj • Tekil nesnenin adını kısaltarak (Ör: Yıldız T. Üniv.) • Turistik yerler
Şart olmayan eklemeler	• Sınır işaretleri • Adı olmayan tek nesneler için kısaltmalar (ör: elektrik santrali, sarnıç, kalıntı)	• Adı olmayan tek nesneler için kısaltmalar (ör: elektrik santrali, sarnıç, kalıntı)		

6.2.4 Grafik Genelleştirme

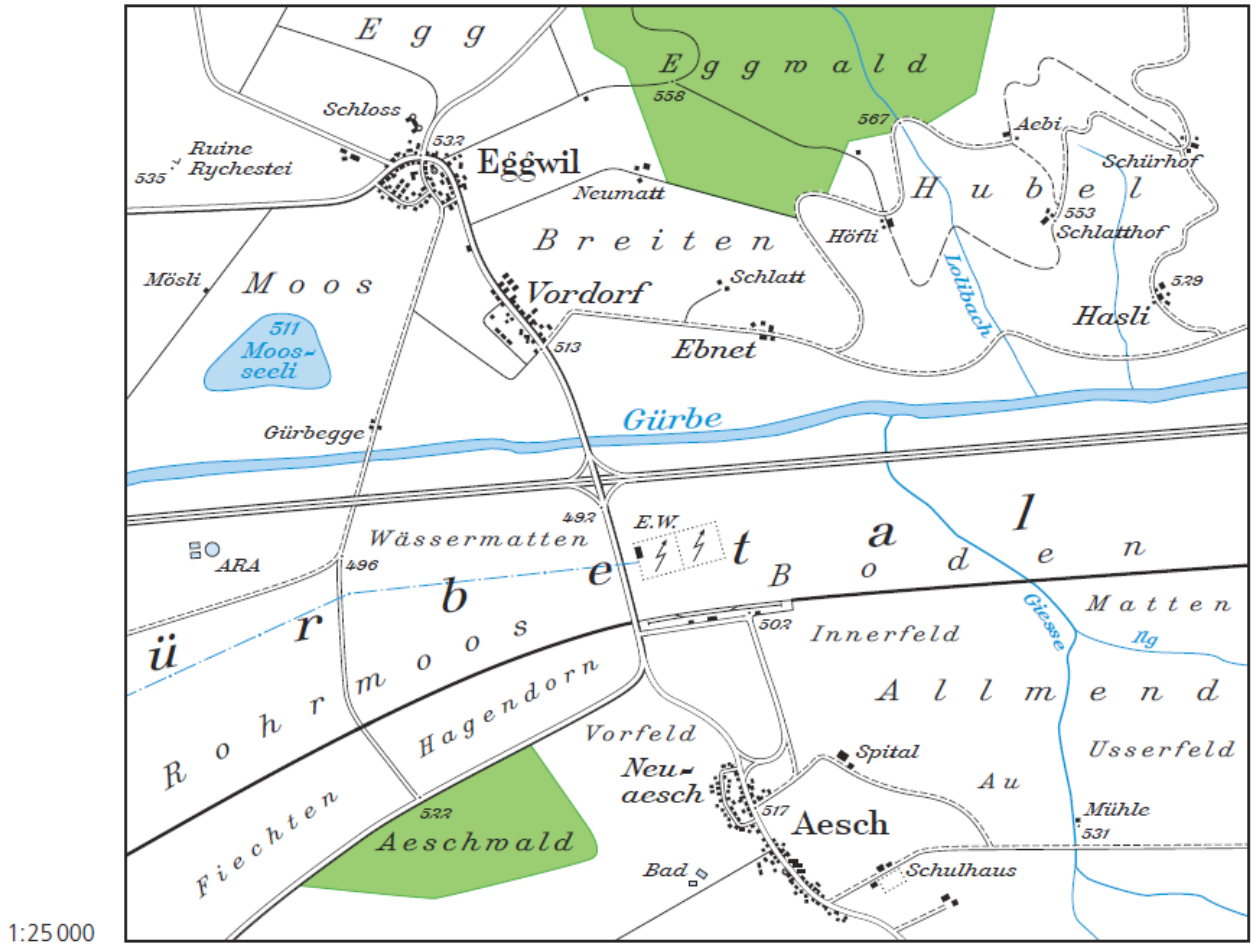
Grafik genelleştirme, yazıların ait oldukları nesneleri açık ve net bir şekilde göstermeyi ve yazının haritada okunur ve görünür olmasını amaçlar.

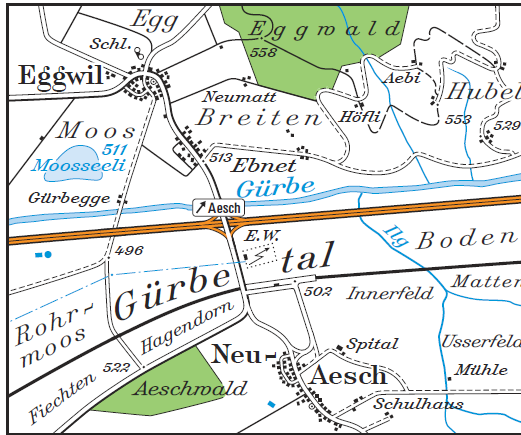
Gerekli genelleştirme miktarı yazı sistemiyle özellikle de yazı türü ve büyüklüğüyle belirlenir.

Olabilecek en küçük yazı büyüklükleri zaten temel harita ölçeği olan 1:25 000'de kullanılmıştır. Bu yüzden sadece büyük yazılar daha küçük ölçeklerde gösterilebilir. Yazı, küçük ölçeklerde küçülme oranından çok daha fazla yer kaplar. Genellikle, genel kabul görmüş isim yerleştirme kuralları gözetilmelidir.

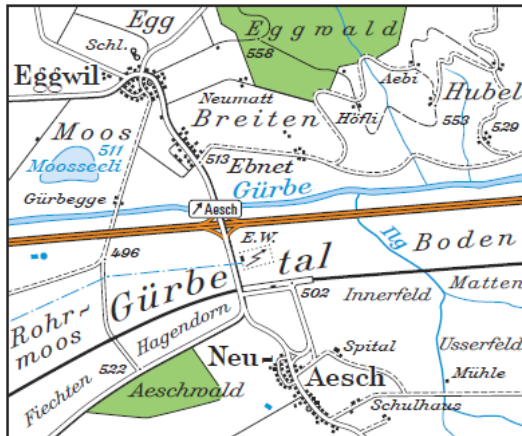
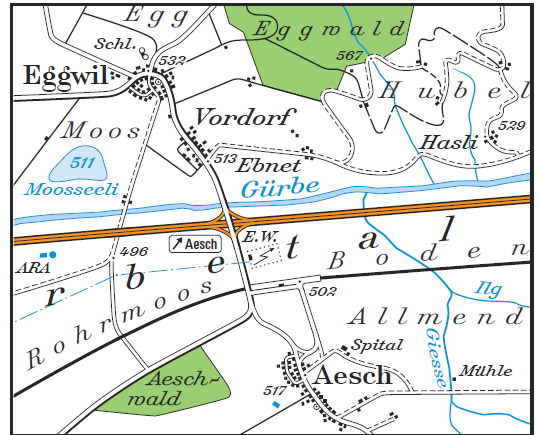
6.2.5 Konum Hassasiyeti ve Öteleme

- Doğru ve açık/net yerleştirme ilk öncelik olmalıdır
- İkincil ad ve metinler kaydırılabilir veya atılabilir

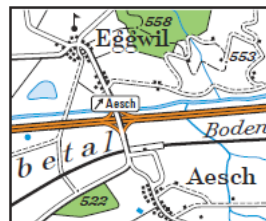
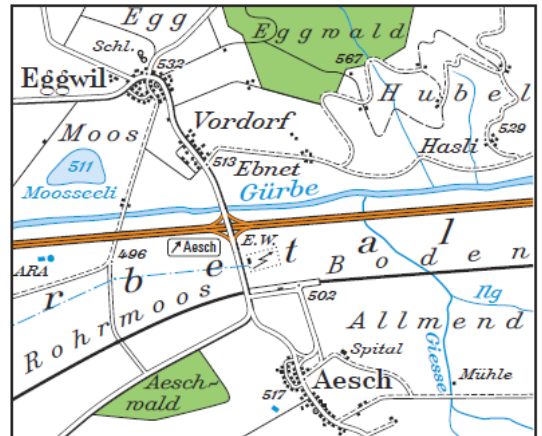




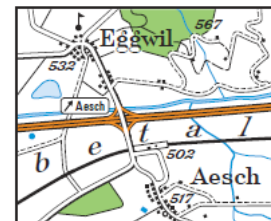
1:50 000



1:50 000



1:100 000



1:200 000

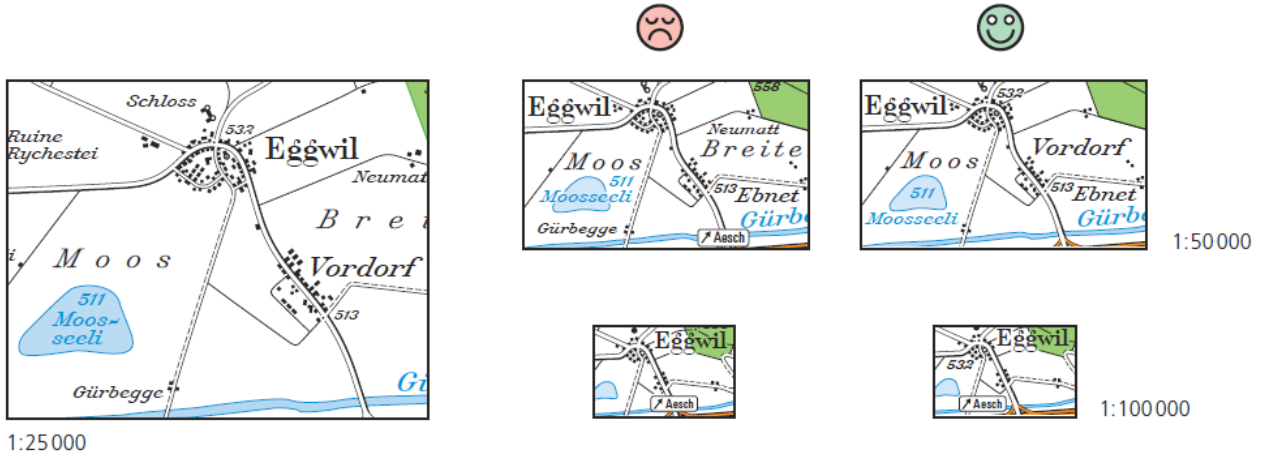


6.2.6 İsimleri Düzenleme ve Taşıma Kuralları

6.2.6.1 Noktasal ifadeler

İsimler, yerleşim yerleri, münferit binalar, alt yapı tesisleri, otoyol çıkışları ve servis alanları, dağ zirveleri gibi nesnelerin merkezinde veya çok boşluk bırakmadan olabildiğince nesnenin yakınına konumlandırılmalıdırlar.

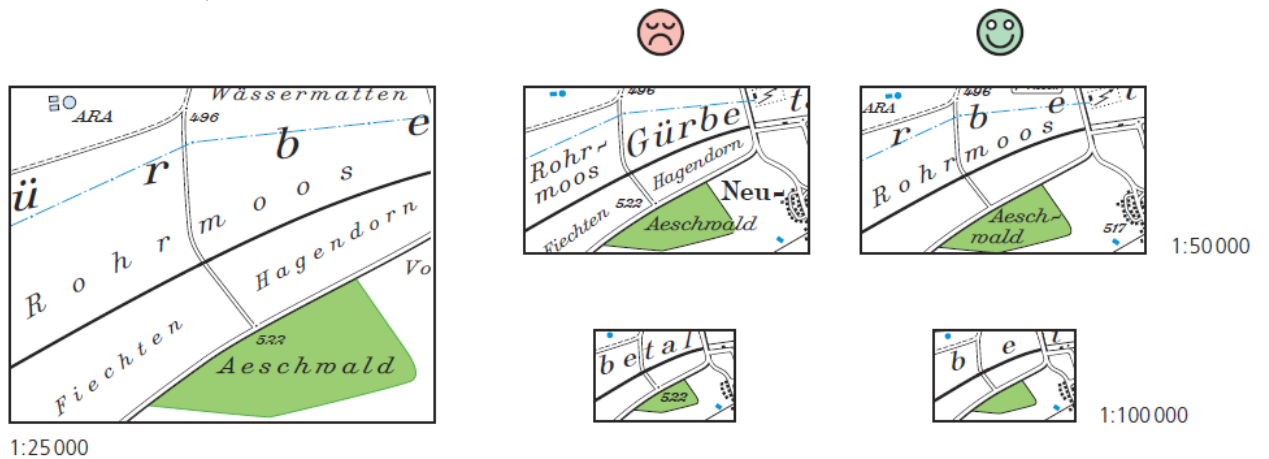
- Yatay olarak yazılırlar
- Hassas olarak illaki bir noktada konumlanmazlar
- Taşınabilirler



6.2.6.2 Alansal İfadeler

Dağ sıraları, vadiler, bölgeler, ilçeler, göller ve ormanlar gibi alansal nesnelerin isimleridirler.

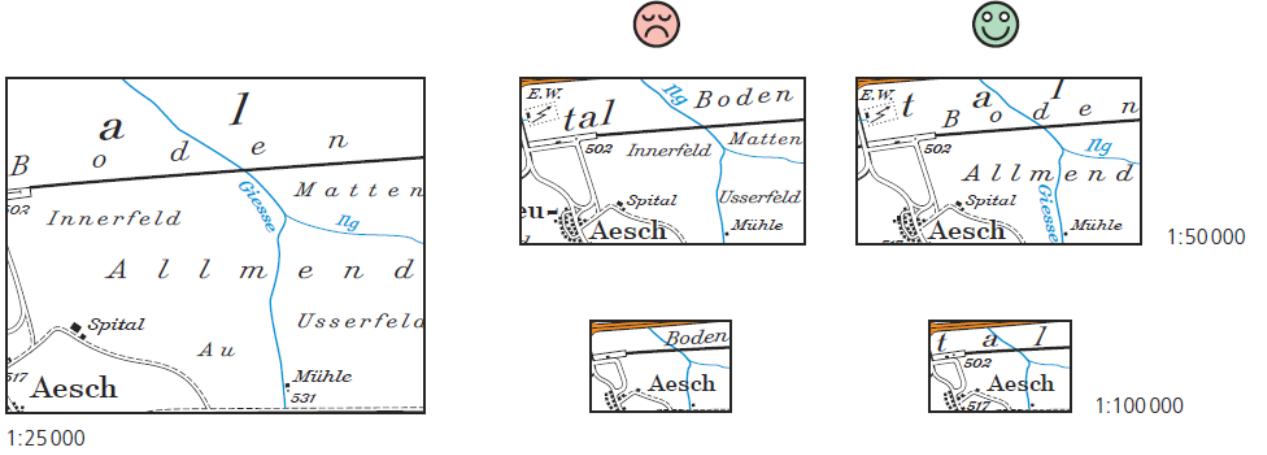
- Bölgenin şekline göre uyarlanabilirler ama mümkünse yatay yazılırlar
- Nesnenin içinde ve merkezinde olmalıdırlar
- Taşınamazlar
- Yer sıkıntısı yaşandığında, geniş bölgelerin önceliği olur
- Küçük ölçeklerde gerekirse noktasal ifadelerle dönüştürülürler (ör: göl isimleri)



6.2.6.3 Çizgisel ifadeler

İsim, hassas bir şekilde dere, çay, kanal ve tünel gibi çizgi nesnelere konumlandırılır.

- Her zaman çizgi objenin eksenine göre yazılır
- Çizgi boyunca taşınabilirler



6.2.7 Okunabilirlik

Yazının okunabilirliği, yazı türüne ve büyüklüğüne bağlıdır ve ismin çevresindeki diğer harita elemanlarının uygun görülen eliminasyonu ile okunurluk iyileştirilebilir.