

BİLGİSAYAR DESTEKLİ HARİTACILIK

Kartoğrafya: Kartoğrafya haritalara ilişkin bilimsel verilerin işlenmesi ve sanat çalışmalarını kapsayan harita yapım sanatı, bilim ve teknolojisidir. Her hangi bir ölçekteki her çeşit harita, plan, deniz haritaları ve bunların bölümleri, yeryüzüne ve gökyüzüne ait herhangi bir cismi gösteren üç boyutlu model veya küreler haritaların bu kapsamı içine girer.



Dijital (Sayısal) Kartoğrafya

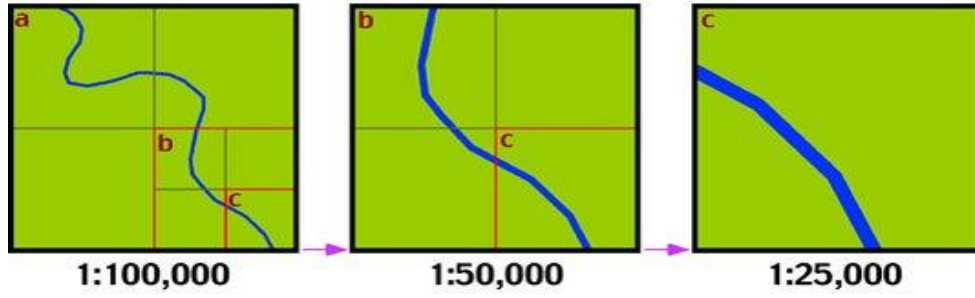
ICA Bilgisayar Destekli Kartografya Araştırma ve Geliştirme Komisyonu raporunda yer alan tanıma göre "kartografya; coğrafi gerçek mekanın çok yönlü bir modeli olarak tanımlanabilecek üç boyutlu veri tabanını temel alan bir bilgi transferi işlemidir.

Bu nitelikteki üç boyutlu veri tabanı, çeşitli verileri derleyen ve bunlardan bilgi üretimini sağlayan tüm Kartografya çalışmalarının merkezi ögesidir"

Harita ve Ölçek

Jeodezi biliminin tekniklerine göre doğal ve yapay detayları ölçülmüş yeryüzü parçasının belli bir oran dahilinde küçültülerek yatay bir düzleme izdüşümünün çizgi ve özel işaretlerle gösterilmiş şekline harita denir.

Harita ve arazi arasında daima matematiksel bir ilişki vardır. Bu ilişkinin en temel bileşeni ölçektir. Herhangi bir haritanın ölçeği harita üzerinde ölçülen iki nokta arasındaki bir mesafenin yeryüzündeki gerçek noktalar arasındaki uzunluğa oranıdır.



Haritaların Sınıflandırılması

Harita serisi: Bir amaç için yapılmış aynı ölçekli harita (örneğin 1:25,000 ölçekli topografik haritalar) albümüdür. Bunların her bir parçası "Pafta" olarak isimlendirilir.

Atlas haritalar: Değişik konuları içeren sistematik ve genellikle kitap şeklinde bir araya getirilmiş küçük ölçekli haritalar (örneğin iklim haritaları, siyasi ve fiziki haritalar, vb.) albümüdür.

Duvar haritaları: Eğitim veya konferans için hazırlanmış haritalardır. Uzaktan görünmeleri amaçlandığı için büyük formatlıdır. Aynı zamanda küçük ölçeklidir.

Orijinal haritalar: Doğrudan ölçülere dayanarak hazırlanan haritalardır.

Folya haritalar: Orijinal veya daha büyük ölçekli folya haritalardan türetilen daha küçük ölçekli haritalardır.

Ada harita: Belli bir bölgenin ada bazında yapılan haritalarıdır.

Çerçeve haritalar: Genellikle kare, dikdörtgen veya yamuk şekiller ile sınırlandırılmış haritalardır. Bu haritalar genellikle haritanın karesel ağı (koordinat ağı, karelaj, grid) ile sınırlıdır.

Plan: Büyük ölçekli haritalara "plan" denilmektedir. Ayrıca iş planı, ev planı gibi değişik anlamlarda kullanılmaktadır.

Ölçeklerine göre haritalar:

Büyük ölçekli haritalar: 1:10.000 ve daha büyük

Orta ölçekli haritalar: 1:10.000'den 1:300.000'e kadar

Küçük ölçekli haritalar: 1:300.000'den daha küçük

Konularına göre haritalar:

Topografik haritalar: Göl, deniz, akarsu gibi doğal nesnelere; yol, bina, çeşme gibi yapay nesnelere; arazi şekillerini, bitki örtüsünü, vb. konu alan haritalardır.

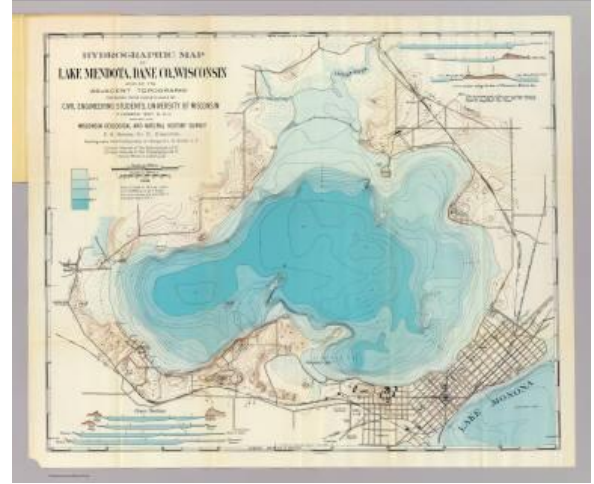
Tematik haritalar: Yeryüzünde doğrudan görünmeyen durumları veya olayları konu alan haritalardır. Örneğin, nüfus dağılımı, sıcaklık veya iklim, ekonomi, vb. haritaları bu sınıfa girer.

Ait oldukları bölgelere göre haritalar:

Yer haritaları

Gök haritaları

Deniz haritaları vb.



Haritadan Beklenen Özellikler

Doğruluk: Haritalar geometrik, nitelik ve nicelik açılarından doğru olmalıdırlar. Geometrik doğruluk ile kastedilen,

- 1) jeodezik doğruluk
- 2) topografik ölçülerin doğruluğu
- 3) projeksiyon yönteminin doğruluğu
- 4) çizimde doğruluktur.

Nitelik (kalitatif) doğruluk örneğin yollar için gösterimin yol sınıfları açısından doğruluğudur. Nicelik (kantitatif) doğruluk ise örneğin yükseklik eğrilerinin veya sıcaklık derecelerinin rakamlarında aranan doğruluktur.

Tamlık: Haritalarda bir küçültme söz konusudur. Bundan dolayı her şeyi olduğu gibi gösterme olanağı yoktur. Ancak haritanın amacına uygun olarak noksansız olması gerekir.

Açıklık ve anlaşılabilirlik: Harita, kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmalıdır. Bunun için özel işaretlerin mümkün olduğu kadar aslına uygun bir şekilde

belirtilmesi, renklerinde bir birine uygun düşecek tonların seçilmesi ve konulara uygun renk tonlarının kullanılması gerekir

Kolay okunabilirlik: Harita özel işaretleri bir insanın rahatça görebileceği büyüklükte ve okumayı kolaylaştırıcı aralıkta olmalı ve ayrıca da haritalar özel işaretlerle boğulmamalıdır. Bir haritanın okunabilme niteliği özel işaretlerinin uygun dağılım, yazı ve baskısının mükemmelliğine bağlıdır.

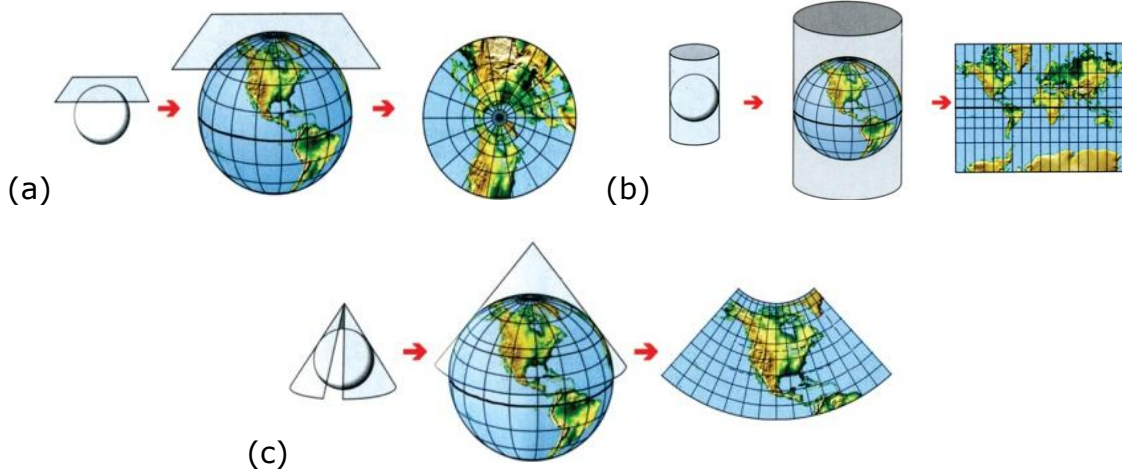
Düzen ve Estetik: Bir haritaya genel olarak bakıldığında verdiği iyi etki o haritanın düzeni (estetiklik) ölçüsüdür. Bu iyi etki ise haritadaki bütün elemanların birbirine uygun harmonize edilmesiyle elde edilir. Renk tonlarının zevke uygun seçimi, yazı puntolarının uygun büyüklükte oluşu ve iyi bir baskı tekniği güzellik için esas olan unsurlardır.

Harita Projeksiyonları

Harita üretilirken eğri yüzey üzerindeki bilgilerin düzleme aktarılması gerekmektedir. Ancak eğri bir yüzeyin düzleme doğrudan aktarılabilmesi olanaksızdır. Bu işlem, matematik ve geometrik kurallarla yardımcı yüzeylerden yararlanarak düzleme aktarılabilir. Eğri bir yüzey üzerindeki bilgilerin matematik ve geometrik kurallardan yararlanarak harita düzlemine aktarılmasına **harita projeksiyonu** denir.



Projeksiyonda kullanılan yüzeylere göre üç tür harita projeksiyonu vardır, bunlar; düzlem, silindir ve konidir. Bu üç yüzey üzerindeki projeksiyonlar da düzlem projeksiyon (a) silindirik projeksiyon (b) ve konik projeksiyon (c) olarak adlandırılır.



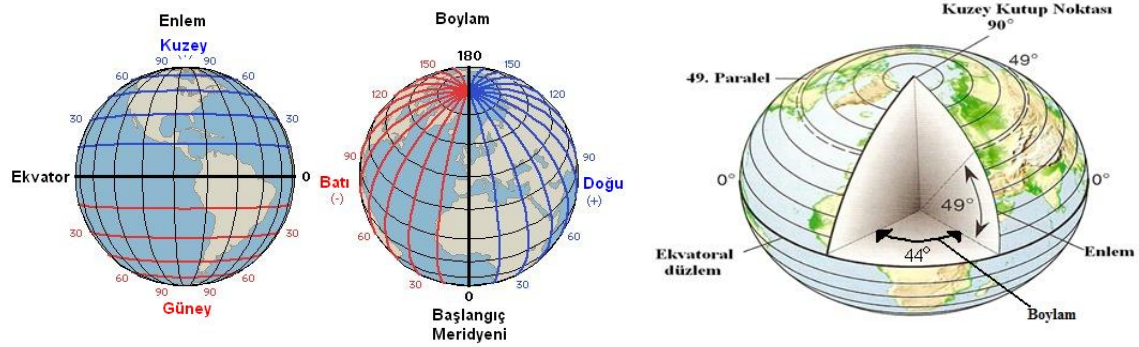
Koordinat Sistemleri

Koordinatlar, bir noktanın belirli bir referans sisteminde konumunu tanımlayan doğrusal ve açısal büyüklüklere dir.

- Coğrafi Koordinat Sistemi
- Kartezyen Koordinat Sistemi
- Projeksiyon Koordinat Sistemi

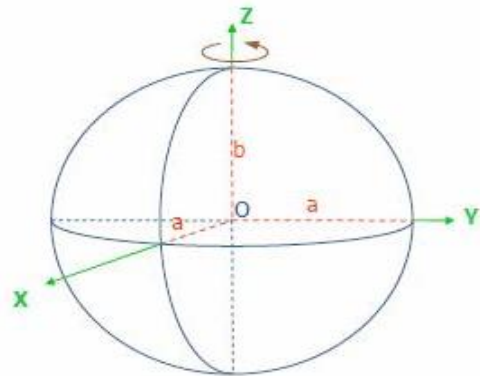
Coğrafi Koordinat Sistemi

Yeryüzü üzerindeki bir noktanın konumunun enlem ve boylam değerleri tanımlandığı sistemdir. Yer'in merkezi başlangıç noktasıdır. Yer 180 adet paralel ve 360 adet meridyen dairesi ile ifade edilir. Bir noktadan geçen paralel dairesinin ekvatora olan açısal uzaklığına enlem, bir noktadan geçen meridyenin başlangıç meridyeni düzlemi ile arasındaki açıya boylam denir .



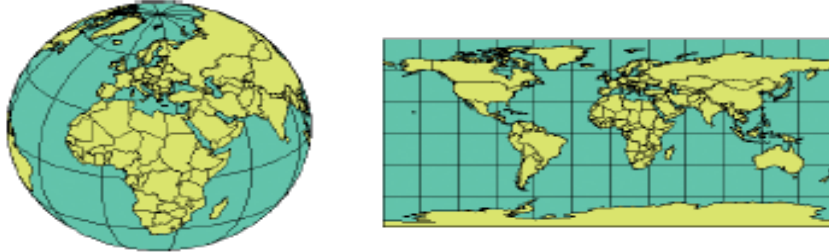
Kartezyen Koordinat Sistemi

Karşılıklı birbirine dik 3 referans düzlemi tarafından tanımlanan ve uzayda yer alan noktaların tanımlandığı bir koordinat sistemidir. Dik koordinat sistemi veya Kartezyen koordinat sistemi olarak adlandırılır. Dik koordinat sistemi daha çok büyük ölçekli haritalar ve küçük sayılabilecek alanların gösteriminde kullanılır.



Projeksiyon Koordinat Sistemi

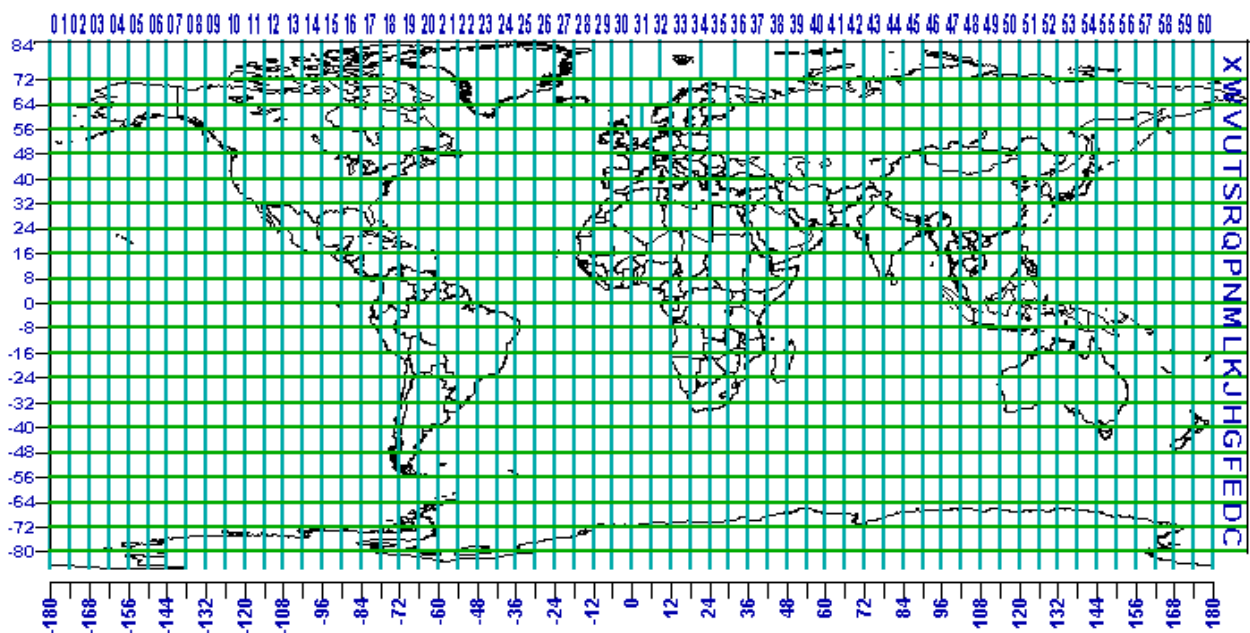
İkinci dünya savaşından sonra bütün dünya ülkeleri için ortak bir harita projeksiyonu geliştirme düşüncesi ortaya atılmış ve mevcut Gauss Kruger projeksiyonu üzerinde bazı değişiklikler yapılarak UTM (Universal Transversal Mercator) projeksiyonu geliştirilmiştir.



Projeksiyon Koordinat Sisteminin Özellikleri

- Başlangıç meridyenleri 6°'de bir değişen 60 dilime (zone) ayrılır ve referans enlemi ekvatordur. Her dilimin enlem genişliği 84° kuzey, 80° güney enlemidir.
- Her dilimin ayrı bir koordinat sistemi vardır. Dilim orta meridyenleri X eksenini, ekvator da Y eksenidir. İki sistemin kesişimi başlangıç noktasıdır.
- X değerleri dünyadaki uzunluklarla aynı, Y değerleri ise dünyadakinden biraz büyüktür. Bu farkı azaltmak için X,Y değerleri $m_0 = 0,9996$ ile çarpılır.
- Y değeri başlangıç meridyeninin solunda negatif olur. Bundan kurtulmak için Y değerine 500000 eklenir.
- Bu durumda koordinatlara Sağa ve Yukarı değer denir. Uzunluk birimi metredir.

UTM projeksiyon sistemi ve dilim numaraları



Pafta Bölümlenmesi (Haritaların İsimlendirilmesi)

Harita yapımında 1/1.000.000, 1/500.000 ve 1/250.000 ölçekleri uluslar arası indeks kapsamındadır. Bu haritalar içinde bulunan en büyük kentin simini alarak adlandırılırlar. 1/250.000 den büyük ölçekli harita ve pafta bölümlenmeleri ulusal olup her ülke kendi sistemine uygun bir bölümlenme ve pafta indeksi oluşturur.

Türkiye’de pafta bölümlenmesinde öncelikle 1°x1°30’ boyutundaki 1/250.000 ölçekli pafta içindeki en büyük kent adı ile adlandırılır. 1/100.000 ölçekli haritalar 1/250.000 ölçekli paftanın 6 eşit parçaya bölünmesi ile elde edilirler. Boyutları 30’x30’ dır. İsimlendirme ise Türkiye için geliştirilmiş olan kuzeyden güneye 30’ aralıklarla verilen harfler ve batıdan doğuya 30’ aralıklarla verilen numaralar yardımıyla yapılır. Ortaya çıkan bu karelaaj ağında pafta hangi kareye isabet ediyorsa onun adını alır. Samsun F-36 gibi.

BİLGİSAYAR DESTEKLİ HARİTA KAVRAMI

Bilgisayar Destekli Harita (**BDH**) Konumsal verilerin bilgisayar ortamında oluşturulması, sunulması, arşivlenmesi ve güncellenmesi işlemleri bütünüdür.

CAD İngilizce Computer Aided Design/Drawing kelimelerinin kısaltılmış halidir, bilgisayar destekli tasarım ya da çizim olarak türkçeleştirilebilir. CAD kavramı, bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının adlarında sıklıkla yer alır. (AutoCAD, NetCAD vd.). Buna benzer diğer bir ifade ise **CAM** (Computer Aided Manufacturing) bilgisayar destekli üretim kavramıdır.

Coğrafi bilgi sistemi (CBS) (Geographic Information System – GIS), “karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi, görüntülenebilmesi ve arşivlenmesi işlemlerini içeren donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir”.

Veri; bir yorumlama sonucunda bilgilerin oluşmasını sağlayan nitelikli kayıtlardır.

Veri Tabanı; birbiriyle ilişkili verilerin mantıksal bir ilişkiyle toplanması sonucunda oluşan kayıtlar bütünüdür. Veri tabanı verilerin özel bir amaç için kullanılması sağlamak maksadıyla tasarlanır.

Veri tabanları herhangi bir büyüklükte ya da yapıda olabilir.

Veri Modeli: Veriyi tanımlama ve kullanma şeklini (kayıtların aranması için gerekli erişim yollarını gösteren ilişkileri) açıklayan kavramsal organizasyona *Veri Modeli (Kavramsal Model)*. Denilmektedir.

Konumsal Veri, (Spatial Data) Koordinatlarla tanımlanmış verilerdir.

Vektör Veriler, Raster Veriler.

Konumsal Olmayan Veri (Non Spatial Data): Varlıkların öznitelik bilgilerini barındıran verilerdir.

Metaveri: CBS veri dosyasının yanı sıra özelliklerini tanımlayan bir başka dosya daha hazırlanır. Veri setinin özellikleri burada depolanır. (Veri hakkındaki veridir).

Yaygın Ulusal CAD yazılımları

EGHAS: Türkiye'nin ilk haritacılık yazılımı olan **EGHAS**, (**E**tkileşimli **G**rafik **H**arita **S**istemi) haritacılık alanındaki ürünleri ile sektördeki yerini hızlı bir biçimde almıştır. Halen bir harita mühendisinin ihtiyaç duyduğu ve harita mühendisliği alanında hizmet veren firmaların işlerini süratli biçimde yapmasını sağlayan modelleri bünyesinde barındırmaktadır.

NetCAD: Netcad; geniş yelpazede profesyonel çözümler sunan ulusal kaynaklarla üretilmiş bir CAD ve GIS yazılımıdır.

GeoCAD : Tamamı Borat Sayısal Haritacılık tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Herhangi bir kısmı için başka bir firmaya bağlılığı bulunmamaktadır. Tamamı Türkiye'de üretildiği için her türlü uyarlamaya açıktır.

KartoCAD:

Dünya Geneline Haritacılık Yazılımları

- AutoCAD
- Autodesk Survey
- Blue Marble Geo
- Carlson Survey
- CDS
- Eagle Point
- Foresight
- Liscad
- Micro Survey
- Ramss
- SierraSoft Geomatics Suite
- Softree
- Quickcogo
- Traverse-pc
- Topocad
- IntelliCAD
- Microstation

Dünya Geneline GIS ve Uzaktan Algılama Yazılımları

- ESRI Arc Info, Arc GIS, Arc View,
- Bentley, MicroStation
- Intergraph
- ERDAS, ER mapper
- Geomedy
- MapInfo
- Micro Images (TNTmips)
- Grass
- Idrisi
- ENVI
- Manifold
- Map Maker
- MAPublisher

BDH VERİ TEMİNİ VE KULLANILAN DONANIMLAR

Veri Temini

Veri toplama işlemi coğrafi bilgi sistemlerinin gerçekleştirilmesinde en fazla zaman alan ve en çok maliyet gerektiren önemli safhalardan biridir. Bu aşamada, oluşturulacak sistemin uygun şekilde çalışabilmesi için mutlak suretle sisteme düzenli veri akışının sağlanması gerekir. Veri toplama işlemleri değişik veri kaynaklarından, günümüzdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak, farklı disiplinler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu şekilde elde edilen verilerin bir birlerine entegre edilmesi de büyük önem taşımaktadır.

Sayısal Veri Üretimi

Yersel

Uydu Bazlı sistemler (GPS, GNSS)

Fotogrametrik

Uzaktan Algılama

Diğer (Laser, Radar vb)

Üretilmiş olan verilerin sayısallaştırılması

Ham verilerden üretim,

Haritaların (raster) sayısallaştırılması

Konumsal Veri Temini



A- Mevcut Olmayan Verilerin Temini:

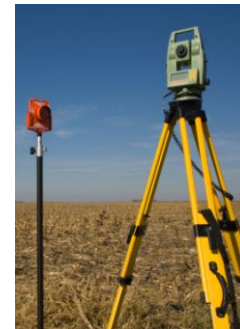
Yersel ve Uydu Bazlı Yöntemlerle Üretim ve Kullanılan Donanımlar

Günümüzde yersel yöntemle harita üretiminde sıklıkla kutupsal bazlı (açı, mesafe) yöntemler kullanılır. Bu yöntem; herhangi bir yer kontrol noktasına kurulan alet yardımıyla bilinen bir başka noktaya bakmak ve üretilecek haritaya konu detayların alımını yapmak prensibine dayanır.

Takeometrik yöntem olarak da adlandırılan bu yöntem günümüzde total station aletleri ve reflektörler yardımıyla gerçekleştirilir.

Arazide Doğrudan Yapılan Yersel Ölçmeler

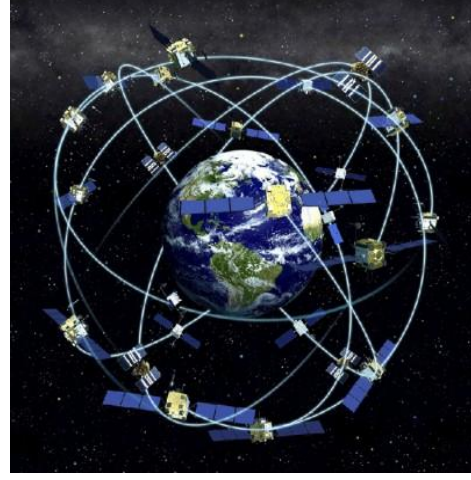
Yersel ölçmeler, klasik ölçmeler olarak da adlandırılan ve zemine mevcut ve BÖHHBÜY koşullarına uygun yer kontrol noktalarına (nirengi, poligon) dayanarak kutupsal ve dik koordinat yöntemleri ile yapılan ölçülerin tamamıdır. Bu sistemde, yapılan ölçüler yardımıyla arazide bulunan ve harita üretimi için gerekli bütün detay noktalarının koordinatları hesaplanarak harita üretimi yapılır.



GPS - Uydu Gözlemleri İle Yapılan Ölçmeler

İngilizcede "Global Positioning System" kelimelerinin baş harflerinin kıstlanması ile GPS olarak ifade edilen Küresel Konumlandırma Sistemleri, yörüngeye yerleştirilen uydulardan alınan sinyallerle, yeryüzündeki herhangi bir noktanın coğrafi koordinatlarının belirlenmesi işlemlerini ifade etmektedir. Küresel konumlandırma sistemleri ile ilgili teknolojiler günümüzde çok ilerlemiştir. Küresel konumlandırma sistemleri ile yeryüzündeki nesnelere koordinat bilgileri dijital olarak

belirlenmekte, saklanmakta ve CBS ortamında kullanılabilirliktedir



GPS Sistemleri; yeterli sayıda uydudan sinyal alabildiği sürece

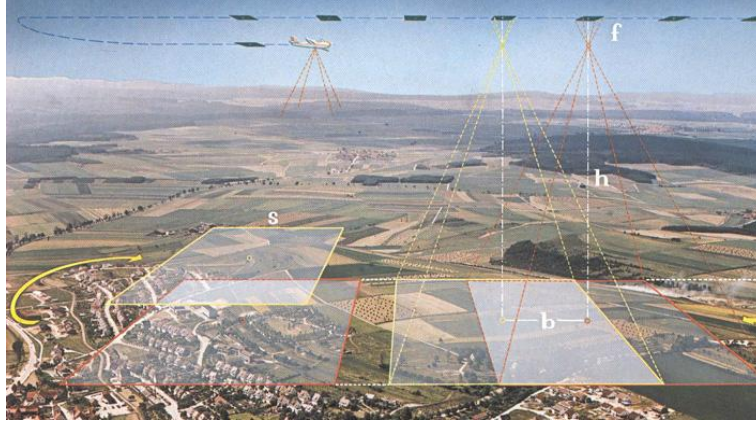
- Herhangi bir yer ve zamanda,
- Her tür hava koşullarında,
- Global bir koordinat sisteminde,
- Yüksek duyarlılıkta,
- Ekonomik olarak,
- Anında ve sürekli; konum, hız, zaman, belirlemesine olanak sağlayan bir sistemdir.

GPS sisteminin zayıf tarafı ise alıcının mutlaka gökyüzünü görmesinin gerekliliğidir. Çok sık ağaçlık yerlerde ve kapalı madenlerde kullanılamamaktadır.

Fotogrametrik Yöntemle Yapılan Harita Üretimi

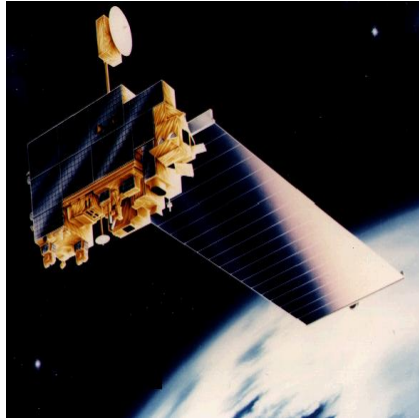
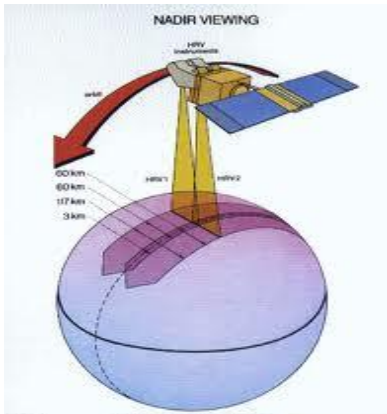
Fotogrametrinin ana amacı uzaktaki cisimlerin geometrik parametrelerini fotoğraflar yardımıyla elde etme işlemidir. Fotogrametriyi, resmi çekilecek objeye, kullanılan malzemeye veya değerlendirme yöntemine göre sınıflandırmak mümkündür. En yaygın sınıflandırma;

- Hava Fotogrametrisi
- Yersel veya Yakın Resim Fotogrametrisi

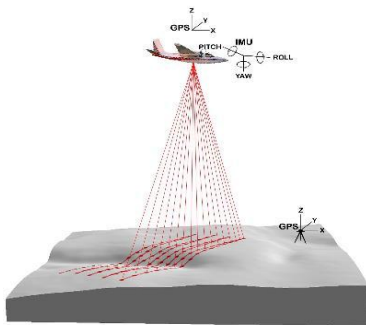


Uzaktan Algılama Teknikleri İle Uydu Görüntülerinden Faydalanma

Yeryüzündeki nesnelerin fiziksel bir temas olmaksızın belirli bir mesafeden belirli algılayıcılarla algılanmasına uzaktan algılama denir. Uzaktan algılama için çok çeşitli yol ve teknikler kullanılır. Uçak ve uzaydaki uydulara yerleştirilmiş radar ve kameralardan alınan fotoğaf ve görüntüler günümüzde mekansal analizlerde sıkça kullanılmaktadır.



Airborne Laser Alımı



B- Üretilmiş Olan Verilerin Sayısallaştırılması

- Ham verilerden üretim,
- Haritaların (raster) sayısallaştırılması

Ham Verilerden Üretim

Araziden alımı yapılan veriler, üretildiği dönemin imkan ve kabiliyetleri ile doğru orantılı olarak arşivlenirler. Sayısal olarak ölçülen veriler diğer bir ifade ile total station-reflektör aracılığı ile alımı yapılan veriler "ham datalar" (Yatay açı, düşey açı, eğik mesafe) bilgisayarda birleştirilir ve sayısal harita üretilir. Üretimde kullanılan ham datalar da arşivlenir. Alım işlemi için arazide oluşturulan nirengi ve poligon ağı koordinatları ve ham datalar haritanın üretimi sayısal olarak yapılmış olsa dahi arşivlenmelidirler. Sayısal harita verisi üretiminin diğer bir yöntemi de GNSS alımlarıdır. Bu tür verilerinde ham dataları da sayısal olarak arşivlenmelidir.

-Grafik Verilerin Sayısallaştırılması

Sayısal halle olmayan (analog) verilerin CBS açısından kullanılabilir olması için sayısallaştırılması gerekmektedir. Sayısal olmayan konumsal verilerin "kağıt haritalar, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri vb." uygun yöntemlerle sayısallaştırılarak sisteme entegrasyonu sağlanır.

Sayısallaştırma yöntemleri;

- Klasik sayısallaştırma
- Otomatik sayısallaştırma
- Tarama ile sayısallaştırma
- Ekrandan sayısallaştırma
-



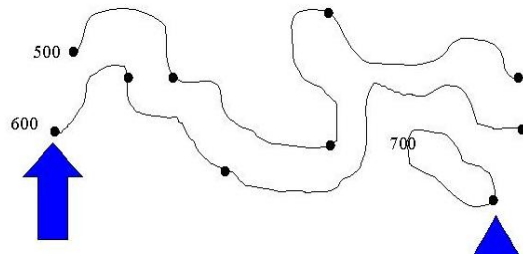
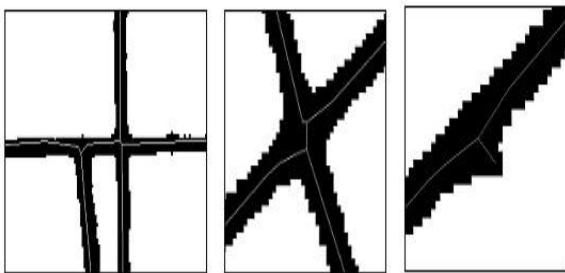
-Klasik sayısallaştırma

Bu işlem analog verinin sayısal hale dönüştürülmesi işidir. Bu yöntem, doğrudan ölçü değerlerinden yapılabileceği gibi, mevcut analog haritaların sayısallaştırıcı masalar yardımıyla sayısallaştırılması ile de gerçekleştirilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken konu; varsa "ham ölçü değerlerinin" kullanılmasının gerekliliğidir. Ham ölçü değerlerinden yapılan sayısallaştırmalar, paftanın çiziminde oluşan hatalardan ve zamanla paftanın boyutunda ortaya çıkan deformasyonlardan etkilenmez. Daha sağlıklı bir sayısallaştırma yapılmış olunur.



-Otomatik sayısallaştırma

Otomatik çizgi takibi yönteminde imleç el yardımı olmaksızın otomatik olarak çizgiyi tanıyarak işlemi gerçekleştirir. Bu yöntem birbirinden ayırt edilebilen keskin çizgilere sahip haritalardaki yol, akarsu, idari sınır vb. çizgileri takip ederek veriyi sayısal hale getirir. Ancak, bu işlem operatörün yönlendirmesine ihtiyaç duyar. Operatör imleci başlangıç noktasına yerleştirir, imleç çizgiyi bir sonraki kesişim noktasına kadar takip eder bu noktada sistem tekrar operatörün yönlendirmesine ihtiyaç duyacaktır. Sistemin en önemli avantajı belirgin hatları hızla sayısallaştırmasıdır, sistemin dezavantajı ise her kesişim noktasında operatörün müdahalesine gerek duymasındır.

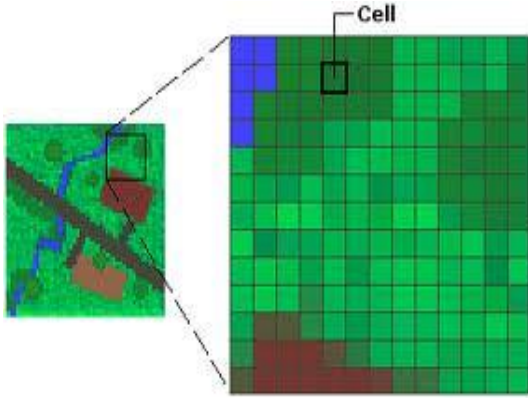


-Tarama ile sayısallaştırma

Raster veri üretme: Tarayıcılar (scanner) analog verileri raster tabanlı dijital verilere dönüştüren araçlardır. Tarayıcı ile algılanan analog harita belirlenen çözünürlükte bir raster veri halini alır. Bu işlem raster tarama olarak da

adlandırılır. Bu sayısallaştırma işlemi sonucunda vektör veri değil raster veri elde edilmektedir.

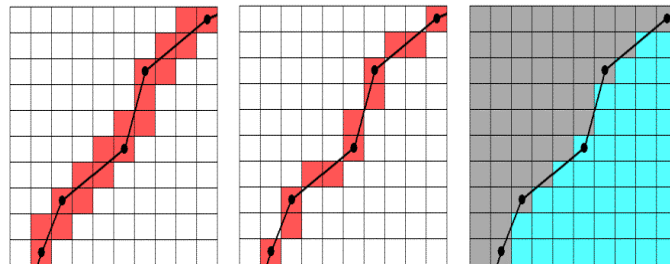
Raster tarayıcı belirli bir çözünürlükte nokta nokta tarama yapar. Oluşan ürün en genel formatında bir nokta (pixel) matrisidir. 50 cm x 50 cm bir harita için 0.1 mm çözünürlüklü bir tarayıcı kullanılması durumunda 25 milyon bit depolama alanı gerekecektir.

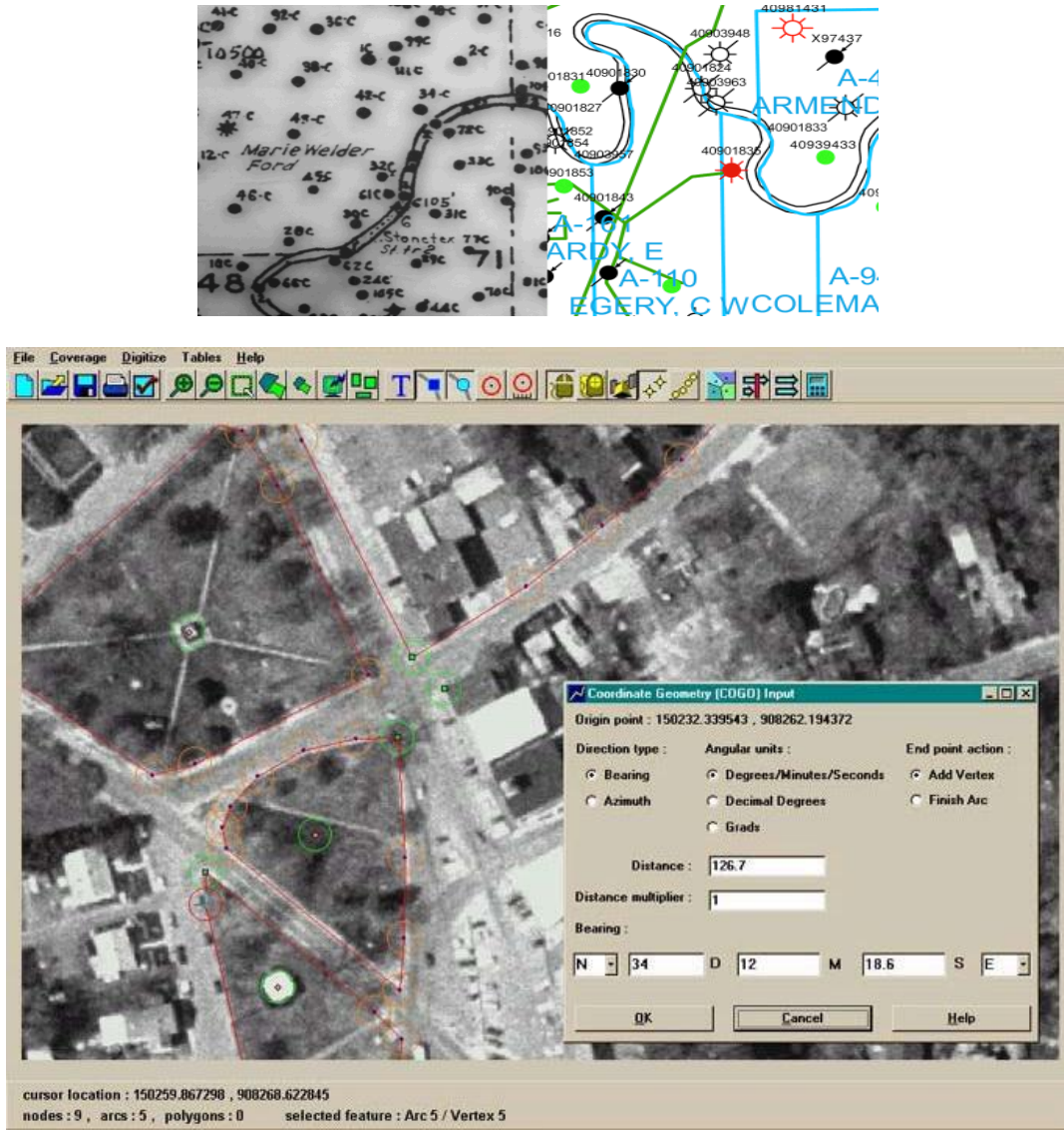


-Ekrandan sayısallaştırma

Ekrandan sayısallaştırma yöntemi klasik olarak sayısallaştırma masası ile yapılan işlemin gelişen CAD ve CBS yazılımları sayesinde bilgisayar ekranından yapılması işlemidir. Bu işlem için önce sayısallaştırılması istene analog harita öncelikle tarayıcıdan geçirilerek uygun çözünürlükte (tercihen-300 DPI ve üstü) raster veri haline getirilir. Bu raster veri uygun bir yazılım aracılığı ile önce koordinatlandırılır (georeferencing). Bu işlem sonucunda ekran koordinat sistemi pafta koordinat sistemine dönüşmüş olur. Daha sonra yazılım yardımı ile ekrana aktarılan görüntü üzerinden el ile yapılan sayısallaştırma benzeri bir işlem ile detaylar üzerinden bilgisayarın faresi yardımıyla geçilerek raster veriden vektör veri elde edilmiş olur.

VECTOR TO RASTER (GRID)





BDH Kullanılan Donanımlar

- Plotter/Çizici
- Printer/Yazıcı
- Digitizer/Sayısallaştırıcı Tablet
- Scanner/Tarayıcı

VERİ MODELLERİ

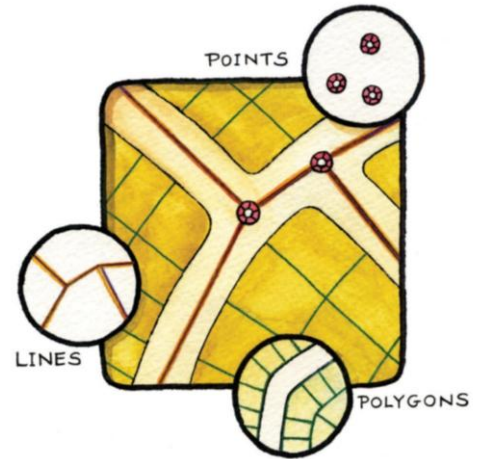
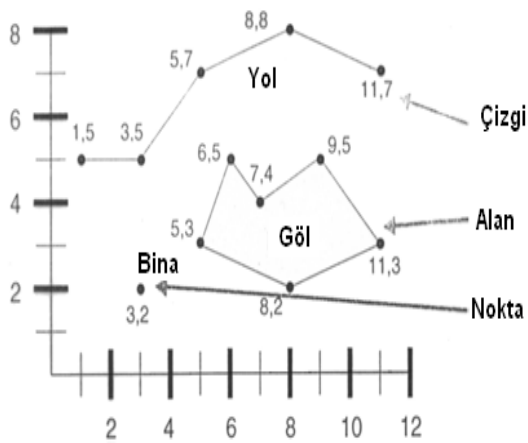
Gerçek dünyadaki coğrafi varlıkların bilgisayar ortamında hızlı, güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için bu varlıkların matematik modellerle ifade edilmesi gerekir. Konumsal veriler bilgisayar ortamında

- Vektör veri modelleri
- Raster veri modelleri

şeklinde ifade edilirler.

Vektör (Vektörel) Veri Modelleri

- Vektör veri modelinde varlıklar; nokta, çizgi ve alanlar (poligonlar) x,y koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar.
- Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatı ile tanımlanırken,
- Çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafik varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır.
- Poligon özelliğine sahip coğrafik varlıklar, örneğin imar adası, bina, orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır.



Nokta – (Point) Elektrik direkleri, ağaçlar, telefon, kuyular,...

Çizgi- (Arc-Line)-Nehirler, yollar, sınırlar,...

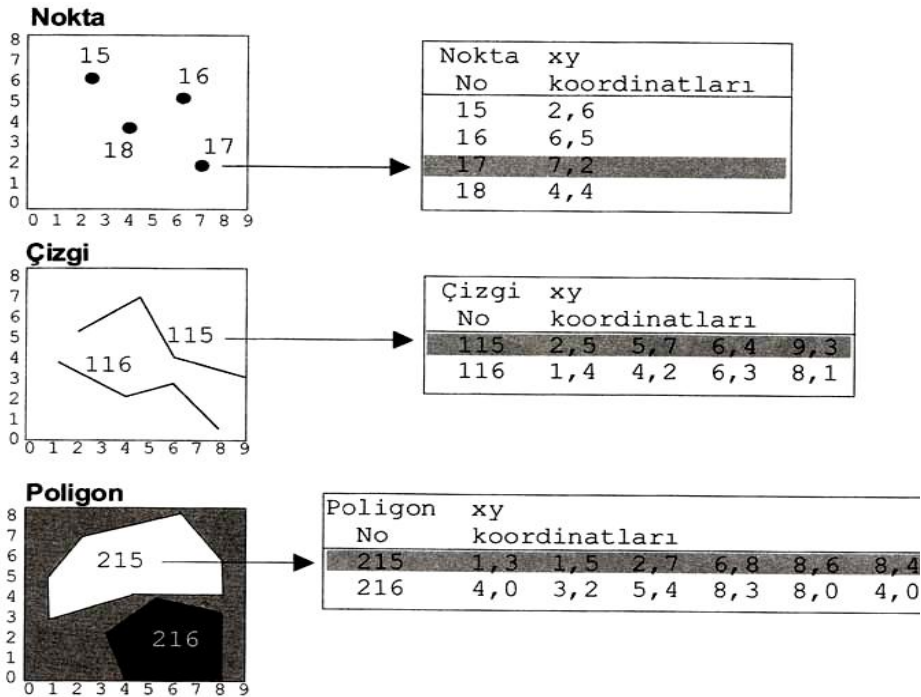
Alan -(Poligon) -Parsel, tarımsal araziler, ormanlar,....

Vektörel model coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada kullanışlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.

Vektör veriler; doğrudan araziden sayısal olarak üretilen haritalarla (GPS teknikleri, Yersel ölçü yöntemleri vb.) elde edilebilirler. Ayrıca sayısal olmayan haritaların raster veri haline dönüştürülüp sayısallaştırılması ile de elde edilebilir.

Vektör Verilerin Bilgisayarda Saklanması

Değişik özellik gösteren coğrafi varlıkların birbirinden ayırt edilebilmesi ve bu verilere bilgisayar ortamında kolayca ulaşılabilmesi için bir coğrafi varlık diğerinden bağımsız olarak tanımlayıcı özel bir kimlik numarası (**unique = tekil numara**) ile adreslenir. Bu numara kod veya ID (identification) olarak adlandırılır. Bir kez tanımlanan kod numarası coğrafi varlığı tanımlayan koordinatlarla ilişkilendirilerek koordinat değerinin hangi coğrafi varlığa ait olduğunu gösterir.

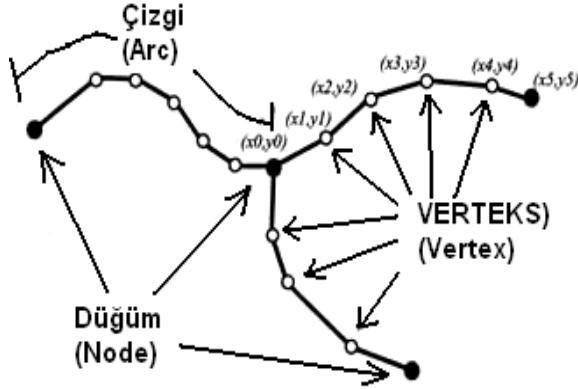


Birbirine komşu iki parsel çiziminde ortak sınırı çakışık yapıda olacaktır. Ancak bu parsellerin koordinatlarla tanımlanması yapılacağı zaman ortak sınıra ait koordinatların her biri ayrı ayrı tekrarlanmak durumundadır. Bundan kaçınmak için vektörel yapıdaki veriler en basit şekilde **çizgi-düğüm** (arc-node) adı verilen veri yapısına göre bilgisayarda saklanırlar.

Çizgi düğüm (Arc-Node) veri yapısı;

Çizgi düğüm veri yapısı düğümlerin çizgileri, çizgilerin de poligonları oluşturma prensibine dayanır. Düğümler bir çizginin başlangıç ve bitişindeki uç noktalardır. Düğümler her zaman bir çizginin ucunda yer almayabilir. Tek başına her hangi bir nokta da düğüm noktası olabilir.

Çizgi iki düğüm arasındaki sürekli hat olarak adlandırılır. Çizgiyi oluşturan her bir doğru parçasının kesim noktasına verteks (vertex) adı verilir. Verteksler koordinatları bilinen başlangıç ve bitiş noktaları olup oluşturdukları çizgiye şekil verirler.



Vektörel verilerin bilgisayar ortamında daha bellek kullanılarak saklanabilmesi için uygulanan çizgi düğüm veri yapısının veri tabanlarına özgü dinamik yapıda olabilmesi bilhassa kullanıcıların veri sorgulamasında daha esnek olabilmeleri için bu tür veriler bilgisayar ortamında güncel olarak iki şekilde depolanmaktadır.

Bu veri yapıları:

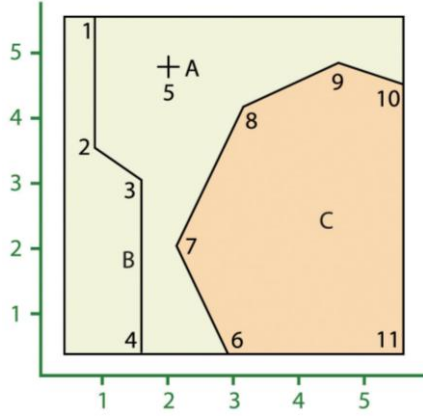
- Spagetti veri yapıları.
- Topolojik veri yapıları.

-Spagetti veri yapısı

Bu veri yapısında kağıt ortamındaki harita, çizgiler halinde koordinat sistemine transfere edilir. Coğrafi varlıklar nokta, çizgi, poligon şekillerinden birine benzetilerek bilgisayarda depolanır ve sunulur.

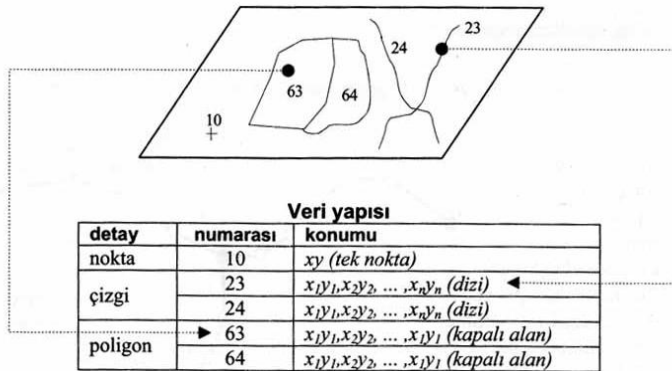
Nokta varlıklar ya da detaylar tek bir (x, y) koordinat çifti ile ifade edilirken çizgi yada poligonlar bir (x, y) koordinat serisi şeklinde ifade edilir.

Ortak sınırlar bu yapıda bilgisayar belleğinde en az iki kez kaydedilirler. Bu yüzden verimli bir yapı olduğu söylenemez. Ancak kayıt veya gösterim coğrafi varlığın gerçek yapısı aynen korunarak yapılır.



Coğrafi veri elementlerindeki süreklilik yapıları birbirinden bağımsız olarak düşünülür. Örneğin bir yol ile bir akarsuyun kesişmesi durumunda oluşan kesişim noktası göz ardı edilerek yolun veya akarsuyun sürekliliği kesintiye uğramaksızın devam eder. Ortaya çıkan bu durum nedeniyle bu tür veri yapılarına spagetti veri yapıları adı verilir.

Bu yapı birçok konumsal analizin gerçekleştirilmesinde yetersiz olmasına rağmen sayısal harita üretiminde etkin bir yöntemdir.



Topolojik veri yapısı

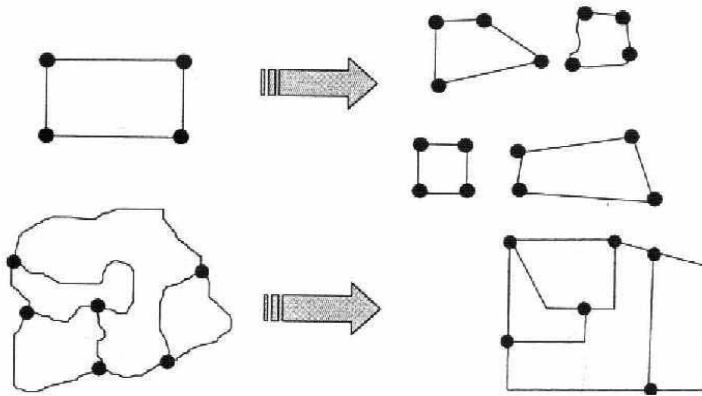
Topoloji varlıkların metrik özelliklerinden çok birbirleriyle olan ilişkileriyle ilgilenen bir matematik dalıdır. CBS'de topoloji; coğrafi varlıkların birbiriyle nasıl ve ne şekilde ilişkilendirildiğini geometriden bağımsız olarak gösterme biçimi olarak tanımlanır.

Topolojinin faydaları;

- Veriye daha hızlı erişebilmek için varlık ilişkilerinin (çakışıklık komşuluk) kolayca tanımlanmasına olanak sağlar,

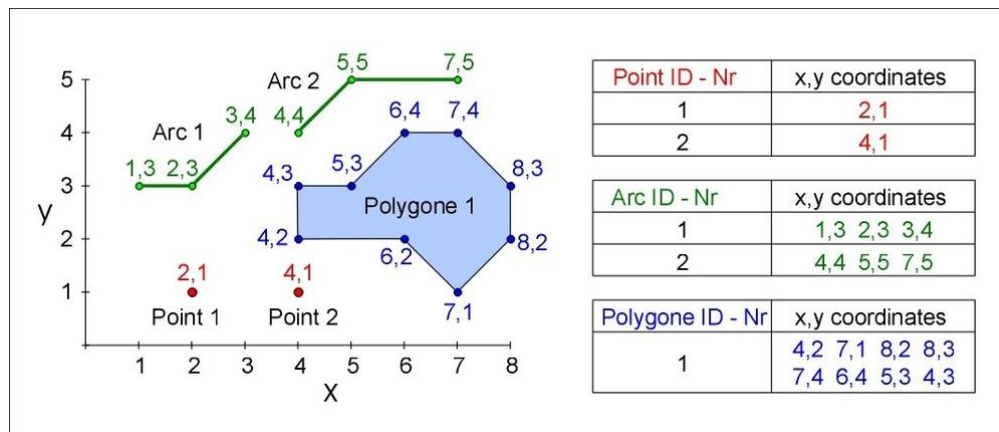
- Çakışıklık bir kez tanımlandığında ortak detayların bir yerde depolanması ile veri fazlalığı en aza indirgenir,
- Geometrik veriler boyunca navigasyona (yönlendirmeye) yardımcı olur,
- Geometrik verilerin kendi içinde tutarlı kalmasını sağlar.

Geometrik şekillerin topolojik dönüşümler sonucu korunan özelliklerine topolojik özellikler denir. Bu özellikleri inceleyen bilim dalına topolojik geometri ya da sadece topoloji denir. Bir topolojik dönüşüm ile birbirine dönüştürülebilen iki şekle topolojik eşdeğerdirleri denir.

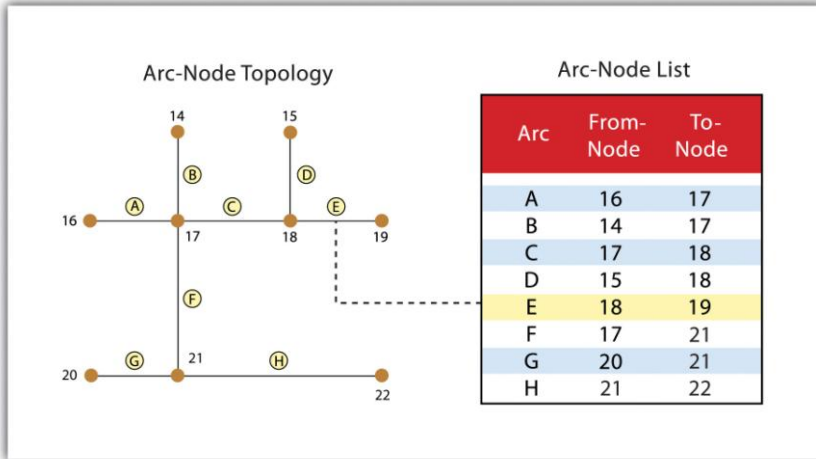


Topolojik veri yapıları, bağlantı yapısı (connectivity), alan tanımlama (area definition), komşuluk yapısı (contiguity) fonksiyonlarını destekler. CBS de kullanılan üç temel topolojik veri yapısı mevcuttur.

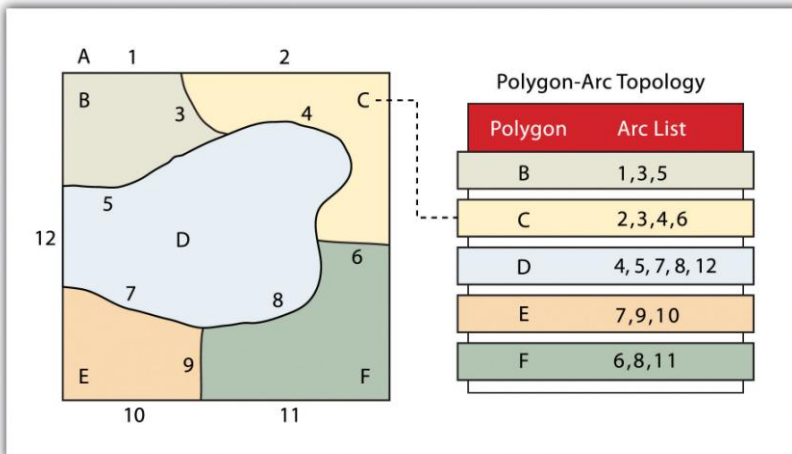
- Çizgi-düğüm (arc-node) topolojik veri yapısı
- Poligon-çizgi (polygon-arc) topolojik veri yapısı
- Sol-sağ (left-right) topolojik veri yapısı



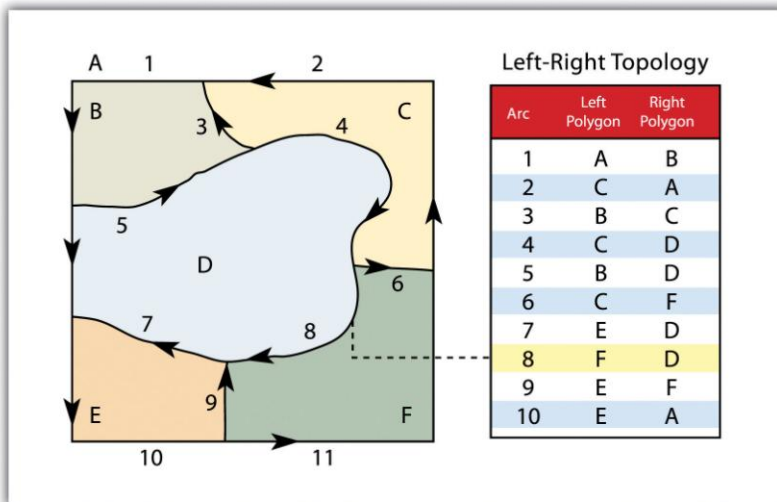
-Çizgi-düğüm (arc-node) topolojik veri yapısı



-Poligon-çizgi (polygon-arc) topolojik veri yapısı



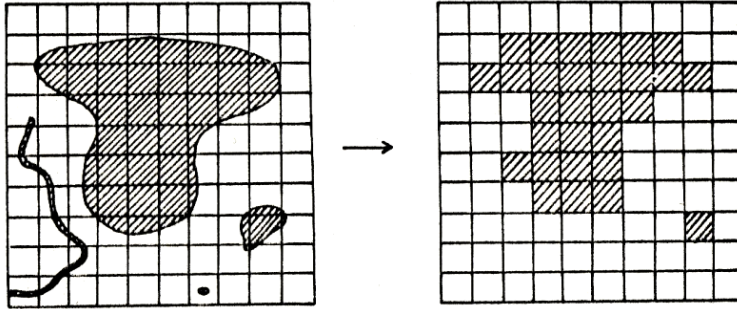
-Sol-sağ (left-right) topolojik veri yapısı



Raster (hücresel) Veri Modeli

Her bir piksele karşılık bilgisayarın belleğinde 8 bit ayrıldığından $2^8=256$ farklı nesne hücrelere tanımlanabilir. Her pixel 0-255 renk aralığında bir değeri taşır ve bu tip raster veriler Continuous Data (devamlı veri) olarak tanımlanır.

Raster teknikte bir grid karesinin her yerinde aynı detayın bulunduğu varsayılır. Buradan hareketle raster gösterimin inceliği piksel boyutu ile ters orantılıdır. Piksel boyutu büyüdükçe çok küçük detayların ve eğri sınırların temsilinde sorunlarla karşılaşılır.



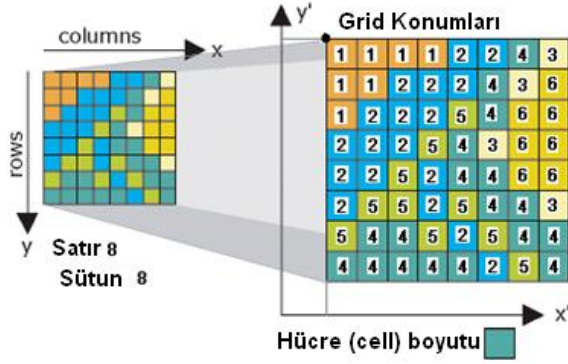
Raster Verilerin Temini

Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler bunun yanı sıra günümüzde gelişmiş donanım ve yazılım teknolojileri sayesinde projenin niteliğine de bağlı olarak araziden doğrudan alım olanağı da bulunmaktadır.



Raster Verilerin Bilgisayar Ortamında Saklanması

Raster veri modelleri içinde barındırdığı veriyi konum ve koordinat bilgisi ile barındırır. Raster veri modelinde her bir konum ayrı bir piksel ile ifade edilir. Her hücrenin koordinatı satır (row) ve sütun (column) numarası ile belirlenir. Koordinat başlangıcı sol üst köşe olarak alınır. Satır X eksenini sütunlar Y eksenini tanımlar.



Raster veri modellerinin bilgisayarda saklanmasında aşağıdaki yöntemler kullanılır.

- Zincir kodları yöntemi
- Blok kodları yöntemi
- Eş tarama uzunluğu kodları yöntemi
- Dörtlü ağaç yapısı yöntemi

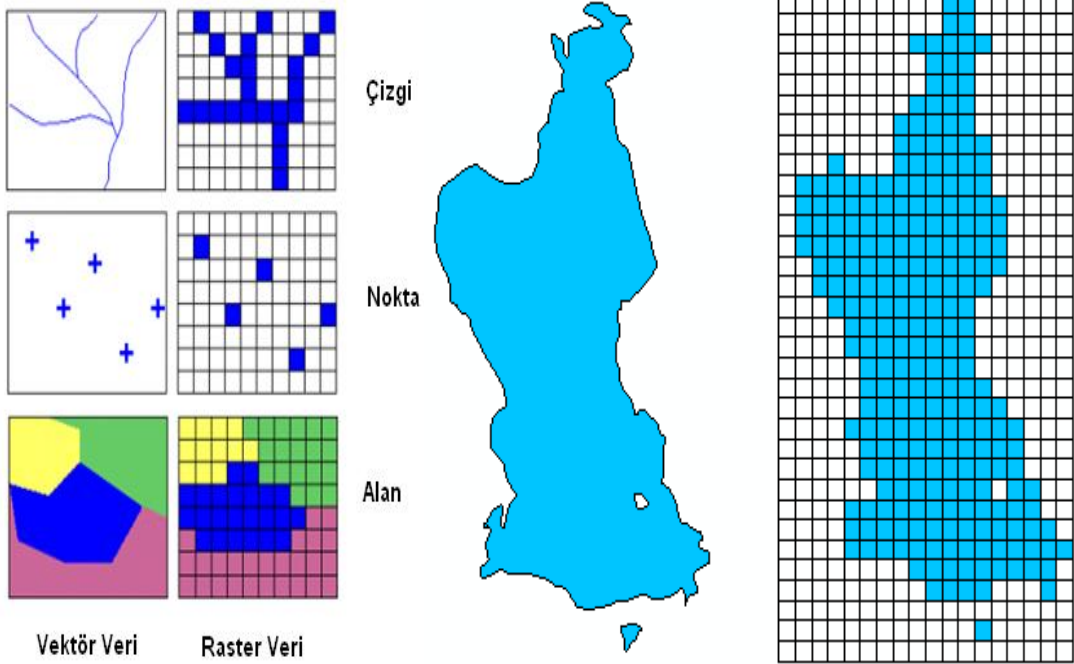
Raster ve Vektör veri modelinin karşılaştırılması

Raster veri modelinin avantajlar;

- ▶ Veri yapıları basittir.
- ▶ Nicel analizlere uygundur.
- ▶ Tür, doku gösterimlerine uygundur.
- ▶ Simülasyon uygulamalarına uygundur.

Raster veri modelinin dezavantajları

- ▶ Pikselin boyutu çözünürlüğü belirler.
- ▶ Veri boyutu ve ihtiyaç duyulan depolama alanı büyüktür.
- ▶ Ağ yapılandırması ve objeler arası bağlantıların oluşturulması oldukça güçtür.



Vektör veri modelinin avantajları

- ▶ Veri genelleştirme yapılmadan orijinal çözünürlüğünde gösterilebilir.
- ▶ Grafik olarak baskıya daha elverişlidir (tasarımlanma açısından).
- ▶ Hassas coğrafi konum bilgisi elde edilebilmektedir.
- ▶ Üzerinde değişiklik yapılmaya, ağ analizlerine, topolojik işlemlere uygun yapıdadır.
- ▶ Daha az yer kaplarlar.

Vektör veri modelinin dezavantajlar

- ▶ Veri yapıları karmaşıktır.
- ▶ Etkili analizler için topolojik ilişkiler düzeltilmeli, yeniden kurulmalıdır.
- ▶ Yükseklik verisi gibi sürekli verilerin vektör yapıda ifadesi zordur, enterpolasyona ihtiyaç vardır.
- ▶ Herbir coğrafi element farklı topolojik formasyona sahip olması nedeniyle simülasyon işlemi zordur.

Eş Yükseklik Eğrileri

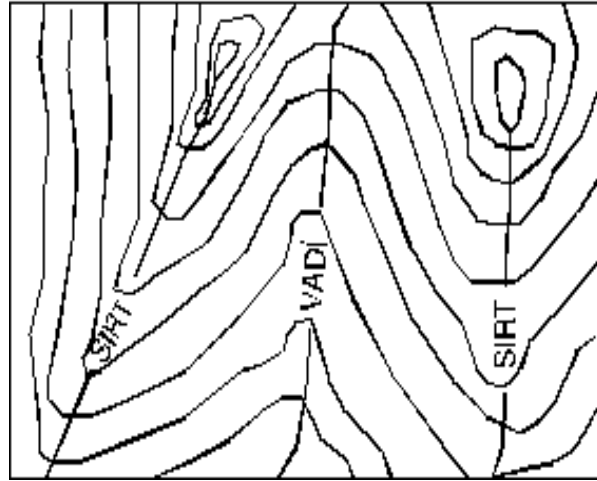
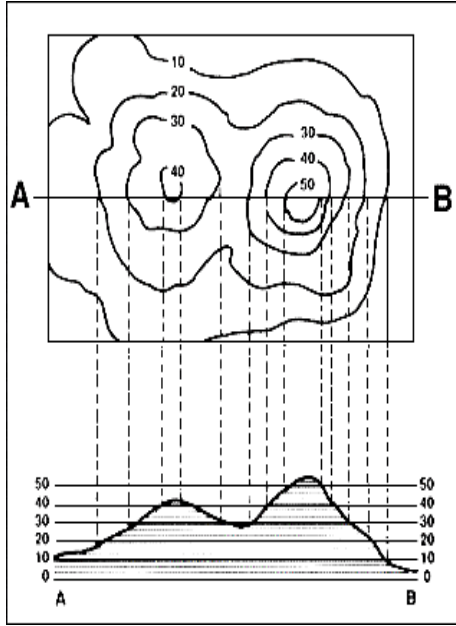
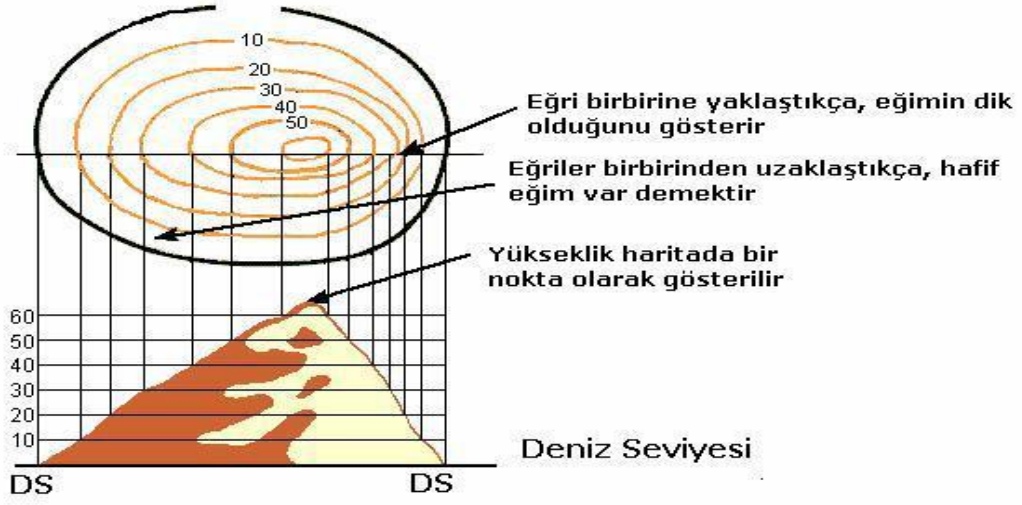


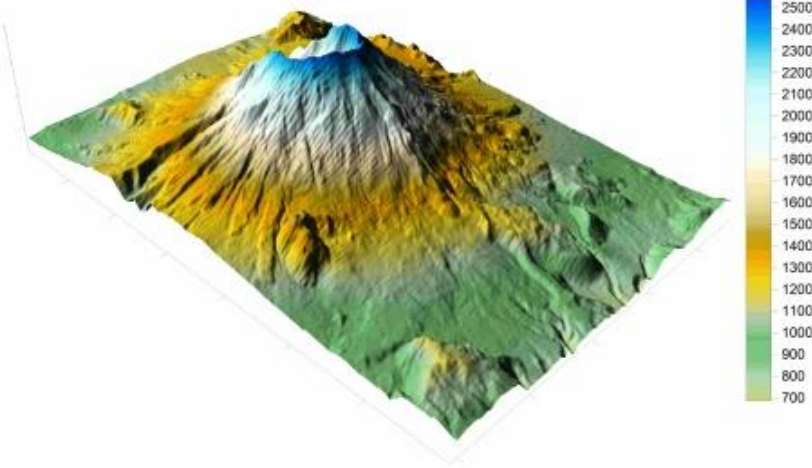
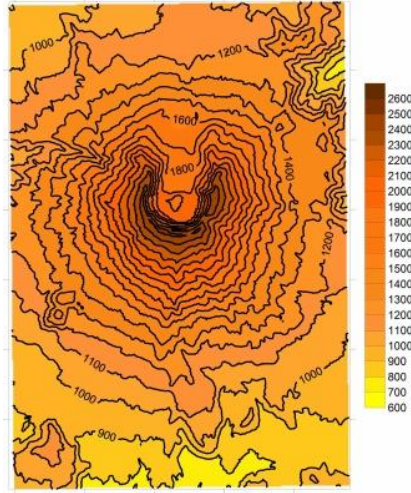
Harita üzerinde aynı yüksekliğe sahip noktaların birleştirilmesiyle oluşan, plan içinde ya da dışında kendi üzerine kapanarak kapalı bir halkayı oluşturan eğrilerdir.

Eş yükseklik eğrileri arazideki dere yatakları, tepe, şev, taşınmaz mal sınırı, eğim değişimi gibi karakteristik noktaların uygun yöntemle alımı yapıldıktan sonra yükseklik değerlerinden faydalanılarak oluşturulur.

Eş yükseklik eğrilerinin Özellikleri

- Eş yükseklik eğrilerinin her noktası denizden eşit uzaklıktadır.
- Her yükseklik eğrisi haritanın içinde veya dışında mutlaka kapanarak kapalı bir şekil meydana getirir.
- Arazi eğiminin değişmediği yerlerde yükseklik eğrilerinin aralıkları eşittir.
- Arazi eğiminin fazla olduğu yerlerde eş yükseklik eğrileri sık, az olduğu yerlerde seyrek.
- Eş yükseklik eğrileri birbirini kesmez.
- İki eğri birleşerek bir eğri hâlinde devam etmez. Ancak sarp ve kayalık yerlerde, mağaralarda bu metot geçerli değildir.
- Eş yükseklik eğrileri arazinin en yüksek eğim doğrusunu, su ayırma ve su toplama çizgisini dik olarak keser.
- Eş yükseklik eğrileri, engebesiz arazide birbirini arazinin karakterine uygun ve ahenkli bir şekilde izler.
- Yol bina gibi yapıların içinden eş yükseklik eğrileri geçmez.





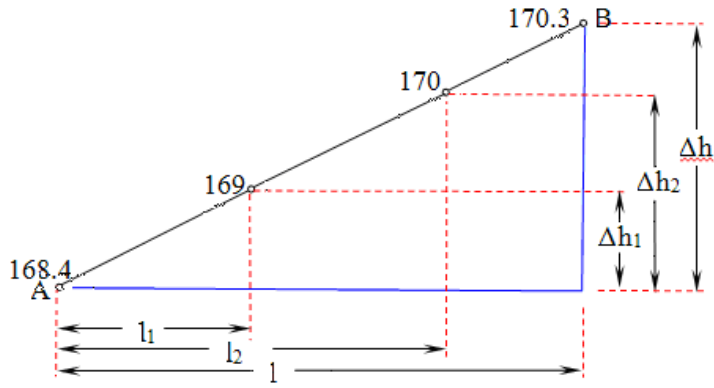
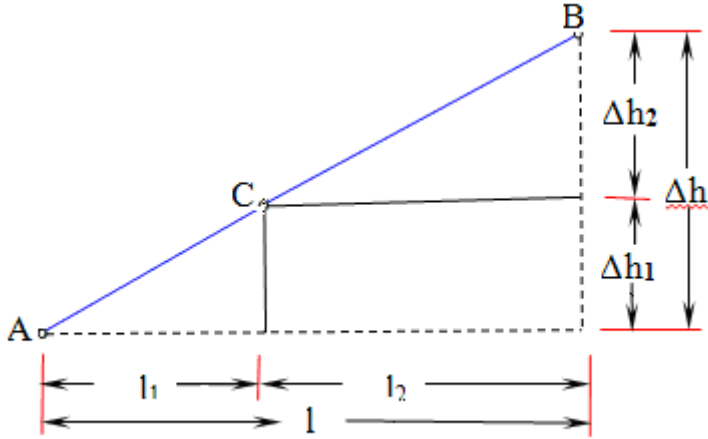
Eş Yükseklik Eğrilerinin Hesaplanması

Arazide alım sırasında eğimi değişen noktalara göre alım yapıldığından birbirine yakın iki noktanın eğimi sabittir.

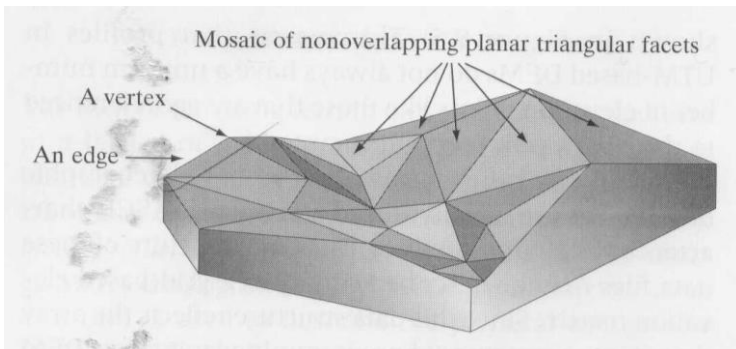
Böyle iki nokta A ve B olsun. Bu iki noktanın arasındaki yükseklik farkı (h) kotlardan bellidir. Birbirine olan uzaklıkları ise koordinatlardan veya harita üzerinden ölçülerek bulunabilir.

A ve B arasındaki tam sayılı kotun geçtiği yer C ise C'nin geçtiği yeri bulmak için l_1 veya l_2 mesafelerinden birini bulmak gerekir. Bunun için üçgenlerin benzerliklerinden faydalanılarak;

$$\frac{l_1}{\Delta h_1} = \frac{l_2}{\Delta h_2} = \frac{l}{\Delta h} = k$$



Üçgenleme



Konuma bağılı bilginin (yükseklik, jeoit ondülasyonu, gravite değeri vb.) üretiminin ve tüketiminin artması, konumsal bilginin modellenmesini ve gerektiğinde enterpolasyonla ara değer üretilmesini gerekli kılmıştır. Gelişen bilgisayar olanakları bu ihtiyacı daha kolay karşılanır hale getirmiştir. Fiziksel yeryüzü gibi düzgün olmayan yüzeylerin matematiksel olarak ifadesinde zorluklar vardır. Tam olarak ifade edilebilmesi için yüzeydeki tüm noktaların tanımlı olması

gerekir ki bu da pratik olarak mümkün değildir. Uygulamada, yüzeyler örnekleme noktaları yardımıyla modellenir. "Dayanak noktası" veya "referans noktası" olarak adlandırılan örnekleme noktaları elde edilme veya seçilme yöntemine bağlı olarak farklı konumsal dağılım gösterirler. Dayanak noktalarının düzensiz bir dağılım göstermesi yüzey modellemesinde sıkça karşılaşılan bir durumdur.

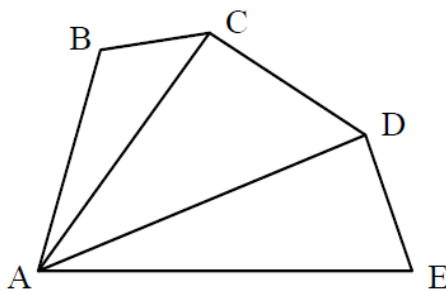
Yüzey modellemesi yüzeyin tek bir fonksiyonla bütün olarak ifade edilmesiyle yapılabileceği gibi üçgen, kare, dikdörtgen ve benzeri geometrik şekillere bölünerek parça parça ifade edilmesiyle de yapılabilmektedir. Özellikle düzensiz dağılım gösteren dayanak noktalarına bağlı yüzey modellemesinde, dayanak noktalarının işlenerek üçgenler ağı oluşturulması (üçgenleme), eşdeğer eğrilerinin (eşyükselti, eşondülasyon, eşgravite, eğeğim vb.) oluşturulması ve enterpolasyon işlemi gibi

Üçgenlemenin amacı sözkonusu yüzeyi, birbirleri üzerine düşmeyen üçgen elemanların toplamı şeklinde ifade etmektir. Yüzeyi oluşturan üçgenlerin köşe noktaları dayanak noktalarıdır ve her bir dayanak noktası en az bir üçgenin köşe noktasını oluşturur. Üçgenleme 2, 3 ve daha büyük boyutlu uzaylarda gerçekleştirilebilir

Üçgenlemede dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Oluşan üçgenlerin eşkenar üçgenlere en yakın üçgenler olması, diğer bir deyişle, üçgenlerin iç açılarının 60° 'den farklarının az olması (eşaçılık özelliği),
- Oluşan üçgenler ağının kenarları toplamının minimum olması,
- Her bir üçgen oluşturulurken olası kenarlardan en kısa olanının seçilmesi

Delaunay Üçgenlemesi



| | |
|--------------|----------|
| A(0.0, 0.0) | AC =6.20 |
| B(1.4, 4.5) | AD =7.79 |
| C(3.8, 4.9) | |
| D(7.15, 3.1) | |
| E(8.0, 0.0) | |

1 numaralı amacı "eşaçılılık" sağlayan yöntem delunay üçgenlemesi Üçgeni oluşturan Çevrel Çember içerisinde başka kontrol noktası bulunmamaktadır.

İyi Bir Üçgenlemeden Beklenen Özellikler

Bir üçgenleme algoritmasından beklenen en önemli özellik tek anlamlı olmasıdır.

Hesap yükünün ve bilgisayarda bilgi depolama gereğinin az olması üçgenleme algoritmalarından beklenen diğer iki özelliktir.

Eşyükselti eğrili bir harita üretimine esas olacak bir üçgenleme algoritması, veri olarak, dayanak nokta kümesiyle birlikte önceden belirlenmiş ve üçgenlemede yer alması istenen kenarlar kümesini de kullanabilmelidir.

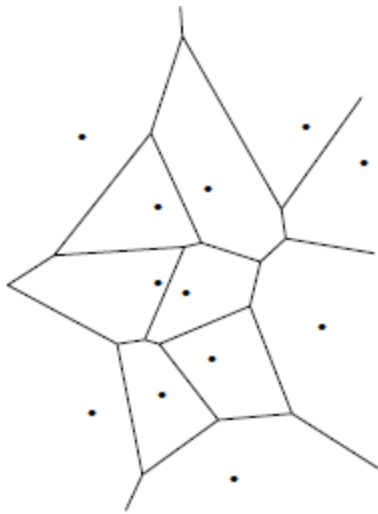
Arazideki gerçek durum nedeniyle bir üçgen kenarı olması, doğruluk gereği zorunlu olan yapılanma çizgileri, oluşturulan üçgenler ağında yerlerini almalıdır. Bu çizgiler, su toplama ve su dağıtma çizgileri, bir dere yatağını belirleyen çizgiler, bir vadinin iki yakasını ayırt eden çizgiler, bir yol çizgisi veya eğim değişen arazi çizgisi olabilir

Voronoi Diyagramı ve Delaunay Üçgenlemesi

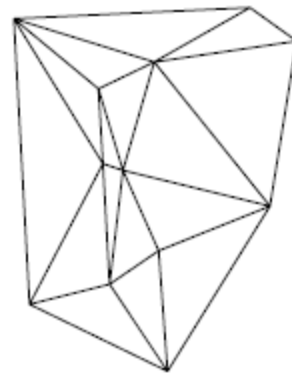
Delaunay üçgenlemesi hesapsal geometride oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu üçgenlemenin önemini anlayabilmek için geometrik olarak eşleniği sayılabilecek Voronoi diyagramının tanımlanması gerekir.

Bu diyagram en yakın nokta problemleri için kullanılan kesin bir yapıdır. Bir noktanın Voronoi çokgeni herhangi bir noktayı, kendisine en yakın konumdaki komşu noktalardan ayırmaktadır. Çokgenin kenarları, nokta ile komşu noktaları birleştiren doğru parçalarının kenar orta dikmelerinden oluşmaktadır.

Her nokta kendisine ait komşu noktalar ile birleştirildiğinde ise Delaunay üçgenlemesi elde edilmektedir. Aşağıdaki şekilde, Voronoi diyagramı verilmiş olan kümenin Delaunay üçgenleri görülmektedir



Şekil-2: Voronoi Diyagramı



Şekil-3: Delaunay Üçgenlemesi

Delaunay üçgenlemesine ait bazı önemli özellikler şunlardır

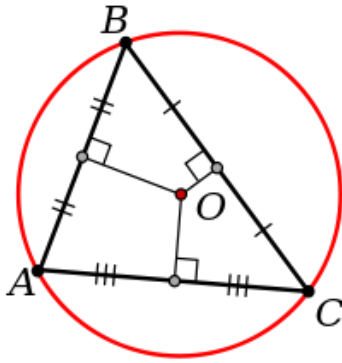
- Tek anlamlıdır. Başlangıç noktasından bağımsızdır.
- Oluşan üçgenler en olası eşkenar üçgenlerdir (eşaçılık özelliği). Çok dar açılı üçgenlerin oluşumu, dolayısıyla, birbirlerine uzak olan ve direkt ilişkisi bulunmayan noktalar arasında doğrusal bir ilişki kurulması engellenmektedir.
- Üçgenlerin çevrel çemberi içerisinde bir başka nokta yer almamaktadır (çevrel çember özelliği).
- Dayanak noktaları kümesinde birbirine en yakın konumda bulunan nokta çiftinin oluşturduğu doğru parçası üçgenlemede yer almaktadır.
- Her bir noktayı kendisine en yakın nokta ile birleştiren doğru parçası bir üçgen kenarını oluşturmaktadır.

Delaunay Üçgenlemesinde Kullanılan Kriterler

Delaunay üçgenlemesinin iki önemli özelliği, kurulan algoritmaların temelini oluşturmaktadır. Bunlardan ilki çevrel çember özelliği diğeri ise eşaçıllık özelliğidir.

Çevrel Çember Kriteri

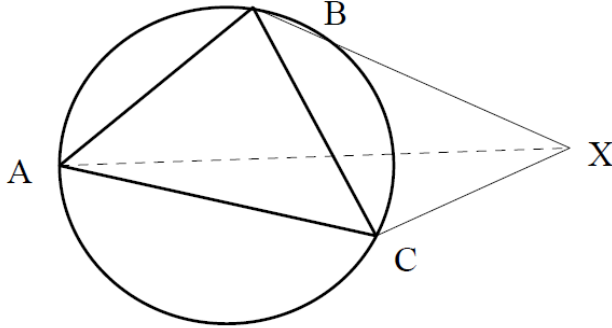
Delaunay üçgenlemesine ait bir üçgenin çevrel çemberi içerisinde başka bir dayanak noktası bulunamaz. 4 veya daha fazla noktanın aynı çember üzerinde yer alması bu kuralın istisnasıdır. Algoritmalarda bu özel durum dikkate alınmalıdır.



Çemberin içerisinde nokta olup olmadığının kontrolü; kontrol edilecek noktaların çember merkezlerine olan uzaklıklarını çemberin yarıçapıyla karşılaştırmaktır. Uzaklığı yarıçaptan küçük olan noktalar çember içerisinde bulunmaktadır.

Maksimum-Minimum Kriteri

Enterpolasyon amaçlı üçgenlemeler, üçgenlerin eşaçılı (eşkenar) üçgenlere yakın olması durumunda "iyi" bir üçgenleme olarak tanımlanırlar



Yükseklik, jeoit ondülasyonu, gravite değeri ve benzeri yerfiziği bilgileri konuma bağlı bilgilerdir ve fiziksel yeryüzü düzenli bir yüzey olmadığı için noktadan noktaya farklılık gösterirler. Her noktada ölçme yapmak ideal, fakat pratikte mümkün olmayan bir yoldur. Bu nedenle ölçme yapılmamış noktadaki ara değerlerin hesabı gerekecektir. Konumsal verinin modellenmesi ve ara değer enterpolasyonu için üçgenleme yapısı sıkça kullanılan bir yöntemdir.

Özellikle GPS uygulamalarının artması yerel jeoit modellemelerini ve ondülasyon değerlerinin enterpolasyonunu gerektirmektedir. Bu çalışmada açıklanan Delaunay üçgenlemesinin, tek anlamlı olması ve eşkenar üçgenlere en yakın üçgenleri oluşturması özelliklerinden dolayı üçgenler ağı üzerinde yapılacak çalışmalarda altlık olarak kullanılması doğru bir seçim olacaktır.