

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde topoloji önemli bir kavramdır. Bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kurarken kullanılan yazılımın desteklediği veri yapısının topolojik olması, bu CBS' ni kullanarak gerçekleştirilecek coğrafi sorgulama ve analiz olanaklarını ve buna bağlı olarak uygulama alanlarını büyük ölçüde artırır.

Bu makalede, topoloji ve ilgili kavramlar tanımlanmış; topolojik veri yapılı CBS'lerinde veri toplama, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz ve sorgulama aşamalarındaki topolojik işlemler örneklerle açıklanmıştır.

ABSTRACT

Topology is an important concept in Geographic Information Systems. If the data structure of the software used to create a Geographic Information System (GIS) is topological then the number of spatial queries analysis and consequently the number of application fields performed by means of using this GIS increases.

In this paper, topology and related terms are defined; topological processes during the stages for data capturing, data storing and manipulating, spatial analysis and query in topological data structured GISs are explained with examples.

1.GİRİŞ

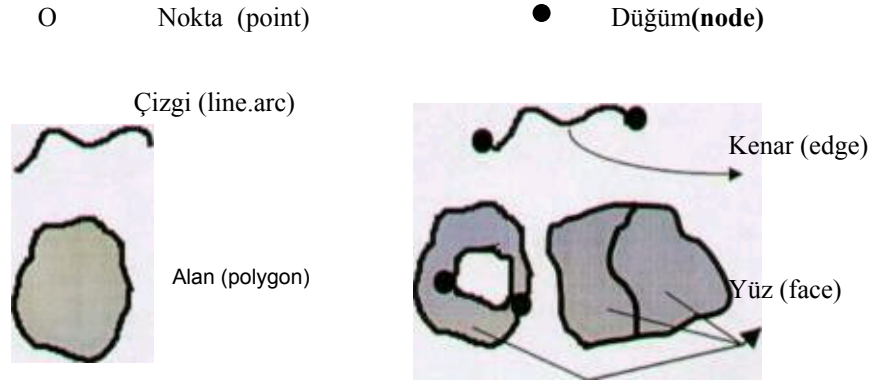
Coğrafi Bilgi Sistemi için çok genel anlamda; "araştırmacı, planlayıcı ve uygulayıcıların karar verme yeteneklerini artırmak amacıyla, yeryüzüne ait, değişik nitelik ve nicelikteki grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi ve sunulması fonksiyonlarını yerine getirmek için kurulan bir organizasyondur" denebilir /2/. Bu organizasyonun zaman ve maliyet yönünden istatistiksel bir özetlemesi yapıldığında; toplam zaman ve maliyetin %75 lik bölümünün veri toplama ve depolamaya, %15 lik bölümünün sorgulama ve analize, %10 luk bölümünün de verilerin sunulmasına harcadığı görülmektedir.

Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin kendinden beklenen veribilmesi için, bu sistemde yapılacak sorgulama niteliklerinin belirlenmesi ve buna göre tespit edilecek coğrafi veri yapılarına göre verilerin toplanması ve yapılandırılması gerekir. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri tabanındaki bilgiler; vektör formdaki noktalar, çizgiler, alanlar veya raster formdaki pikseller ile bunlarla ilişkilendirilmiş özniteliklerdir. Az yer tutması, sorgulama ve analiz olanaklarının daha fazla olması sebebiyle, vektör yapılı CBS' ler raster yapılı CBS lerine göre daha yaygındır. Bu makalede CBS deyiminden vektör yapılı CBS kastedilmektedir.

Vektör formdaki coğrafi veri yapıları, topolojik ve topolojik olmayan veri yapıları olarak iki düzeyde düşünülebilir. Topolojik veri yapıları; veri seçebilmek üzere ilişkilerin (çakışıklık, komşuluk vb.) kolayca tanımlanabilmesi, çakışıklığın bir kez tanımlandığında ortak çizginin bir yerde depolanması suretiyle fazla veriyi en aza indirebilmesi /6/, çok geniş çapta sorgulama ve analiz olanaklarının yaratılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı topolojik olmayan veri yapılarına göre daha üstündür. Topoloji; coğrafi veriler için, geometrik olarak tanımlanabilen koordinat, uzunluk, alan, mesafe gibi metrik ilişkilere ilaveten, komşuluk, çakışıklık, içermeye, kesişme, paylaşma, birleşme gibi mantıksal ilişkilerin de tanımlanabildiği bir yapı ya da mantıksal ilişkilerin tanımlanmasına yarayan bir yol, bir yöntemdir.

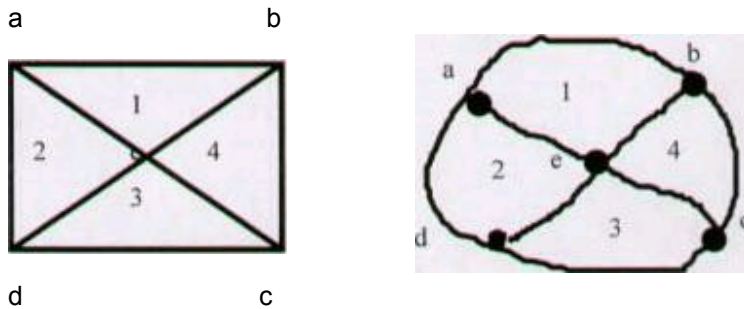
Topolojik olmayan coğrafi veri yapılarında üç temel grafik detay vardır; nokta (point), çizgi (line, arc) ve alan (polygon) /5/. Nokta detay, sıfır boyutlu bir elemandır ve tek bir XY koordinat çifti ile tanımlanır. Çizgi detay, tek boyutlu bir elemandır ve birbirini takip eden XY dizisi ile tanımlanır. Alan detay ise başladığı noktada biten çizgi detayın oluşturduğu iki boyutlu yüzeydir. Topolojik veri yapılarında ise noktaya karşılık düğüm (node), çizgiye karşılık kenar (edge), alana karşılık yüz (face) deyimleri yer alır ve bunlara topolojik elemanlar denir /4/. Düğüm, bir çizginin başlangıç noktası, bir çizginin bitiş noktası, bir çizginin hem başlangıç hem de bitiş noktası, iki çizginin kesişim noktası ya da bağımsız bir nokta olabilir. Kenar, bir düğüm ile başlayan ve bir düğüm ile biten çizgi elemandır. Yüz ise, kenarlar ile

sınırlanmış, bir kenar ile daha fazla bölünemeyen iki boyutlu alandır. Yüz iki alan detay arasında yer alan, başka parçaya bölünmeyen yüzey elemanı şeklinde de olabilir (Şekil-1).



Şekil-1: Topolojik elemanlar

İki **şekil**, geometrik olarak karşılaştırılabildiği gibi topolojik olarak da karşılaştırılabilir. Geometrik karşılaştırmada uzunluk, alan gibi metrik özelliklere dikkat edilirken, topolojik karşılaştırmada bir düğümde birleşen kenar sayısı, bir kenarın iki tarafında aynı yüzlerin oluşu gibi topolojik özelliklere dikkat edilir, örnekteki İki şekil, koordinatlardaki, alanlardaki ve uzunluklardaki şekil bozulmalarından dolayı farklı iki geometrik şekil olmasına rağmen, değişmeden kalan topolojik özellikleri sayesinde topolojik anlamda birbirine eşittir (Şekil -2).



Şekil -2 : Şekillerin geometrik ve topolojik anlamda karşılaştırılması

Bu iki şekil geometrik ve topolojik olarak karşı karşıya olduğunda; geometri yönünden bozulmaya uğradığı nokta koordinatlarının, uzunlukların ve alanların değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla bu iki şekil için, geometrik olarak birbirinden farklıdır denebilir. Ancak, topolojik anlamda, her bir noktada birleşen çizgi sayısının, noktalar arasındaki bağlantıların, her bir detayın iki tarafındaki alan detayların değişmeden kaldığı görülmektedir. Bu özellikleri itibarıyla de bu iki şekil topolojik olarak eşittir denir.

Şekiller topolojik yönden kontrol edilirken Euler teoremi kullanılır. Euler teoremine göre

n : düğüm sayısı

e: kenar sayısı

f: yüz sayısı

c : sabit =2 olmak üzere,

topolojik yapıdaki bir şekilde $c=n-e+f=2$ bağıntısı sağlanmalıdır. Aksi halde topolojik bir hata oluşur. Şekil-2' de $n = 5$, $e = 8$ ve $f = 5$ (bir tanesi univers poligon) olduğundan, $c=5-8+5=2$ sağlanmaktadır.

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE TOPOLOJİK İŞLEMLER

Topolojik yapılı Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veri toplama, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz ve sorgulama aşamalarında topolojik işlemler gerçekleştirilir.

a. Veri toplama aşamasında topoloji

Veri toplama aşamasında verilerin, ya topolojik yapıda toplanması ya da önceden mevcut basit yapıdaki coğrafi verilerin topolojik yapıya döndürülmesi gerekir. Topolojik yapıda veri toplanırken hiç topolojik hata oluşmaz. Çünkü alanlar otomatik olarak kapanmakta, çizgilerin kesişimlerine otomatik olarak düğüm konmaktadır. Bu suretle çizgilerin birleşmeme ya da taşma sorunları ortadan kalkmaktadır. Ancak basit yapıdaki bir verinin topolojik yapıya dönmesi için pek çok topolojik düzeltmeye ihtiyaç duyulur. Basit veri yapısında oluşabilecek topolojik hatalar ve bunların topolojik editleme ile düzeltilmiş hali Şekil-3'de gösterilmiştir *f3f*.

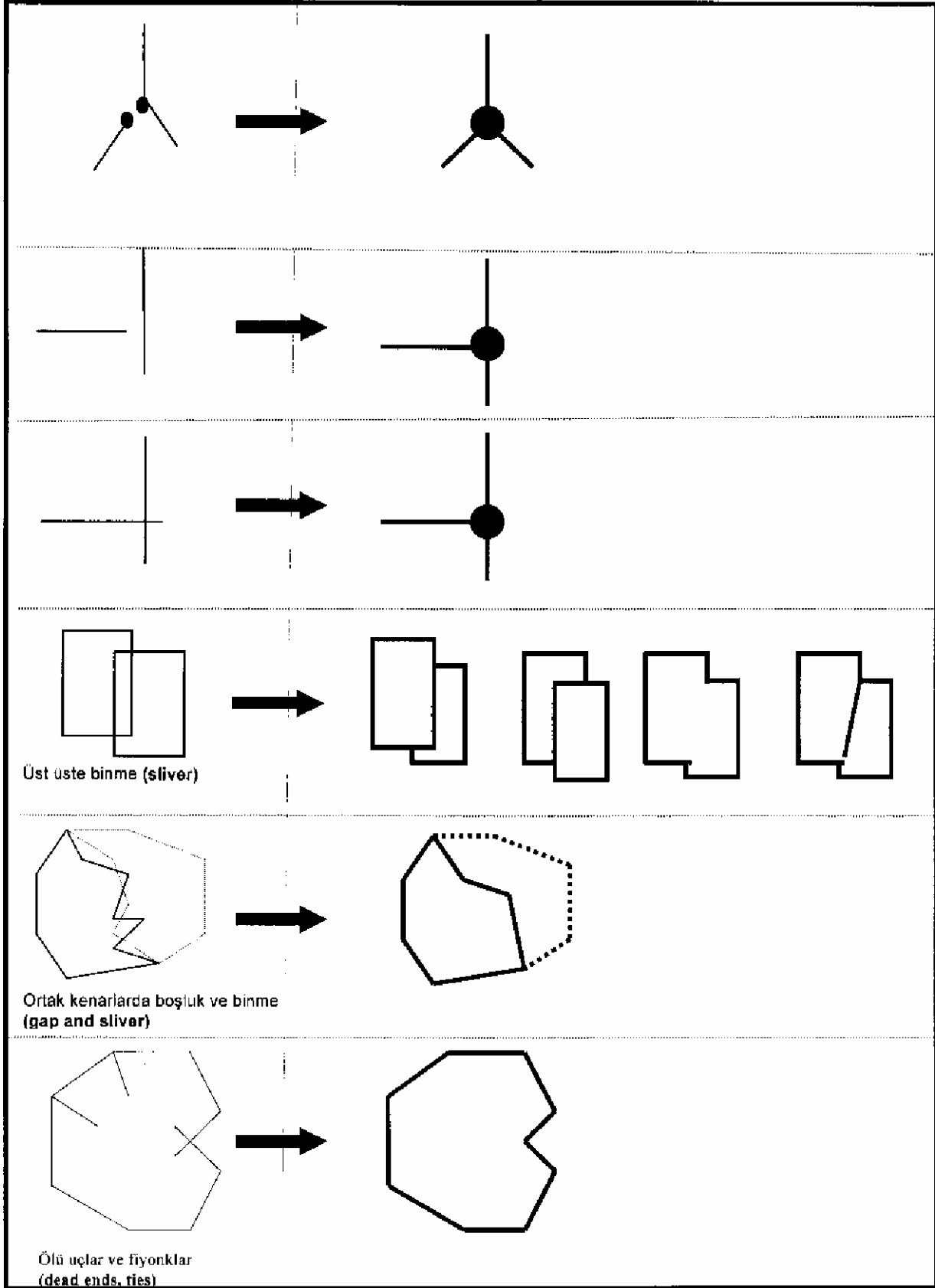
b. Veri depolama ve veri işlemede topolojik yapı

Topolojik veri yapıları coğrafi verilerin bilgisayar ortamında nasıl depolandığını göstermek için, örnek olarak, kenar ile düğüm (edge - node) ve kenar ile poligon (edge - polygon) arasında kurulan topolojik yapı Şekil- 4'de gösterilmiştir */8/*.

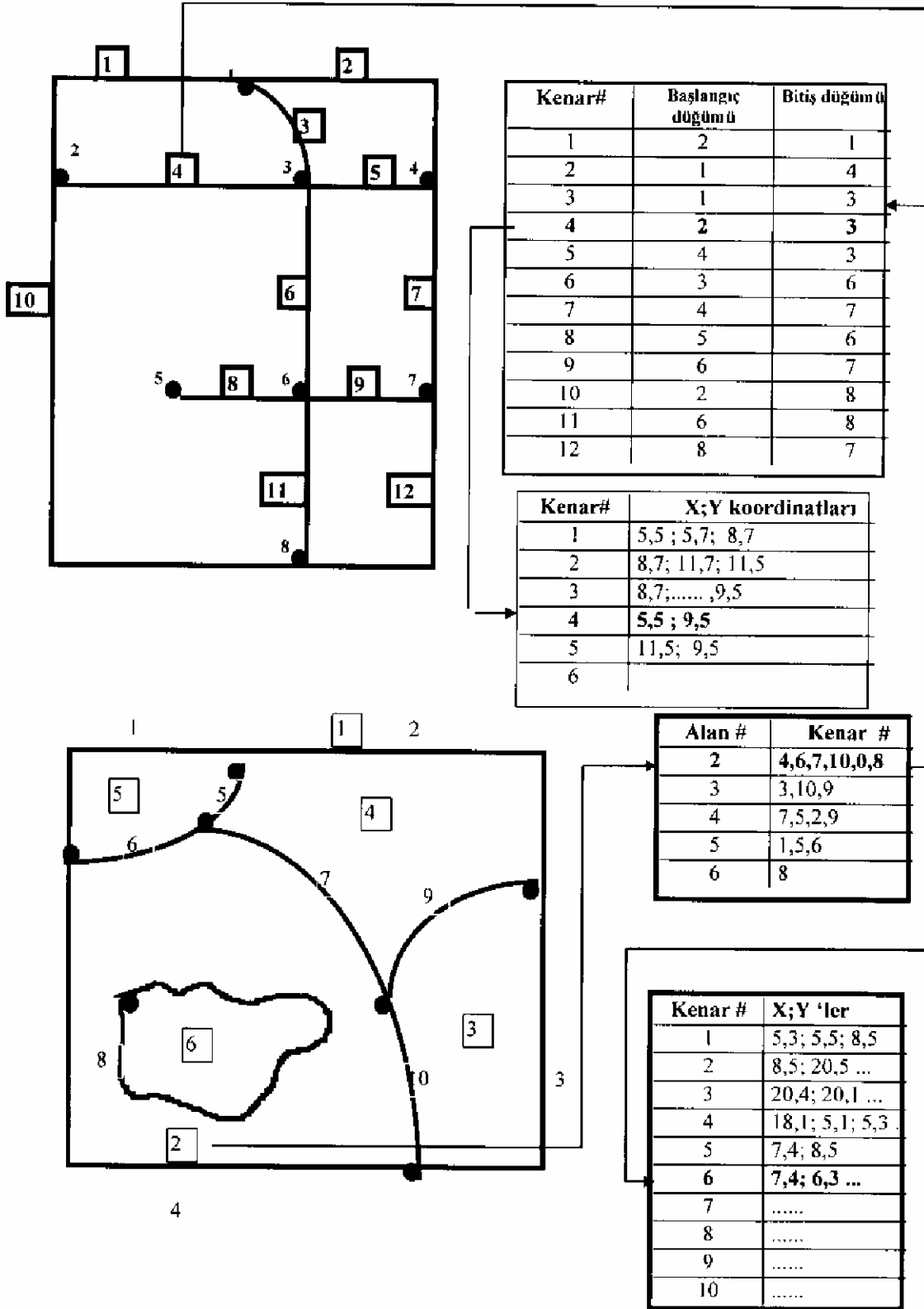
c. Sorgulama ve analiz işlemlerinde topoloji

Topolojik veri yapıları CBS' lerinde sorgulama ve analiz işlemleri üç ana grupta toplanabilir.

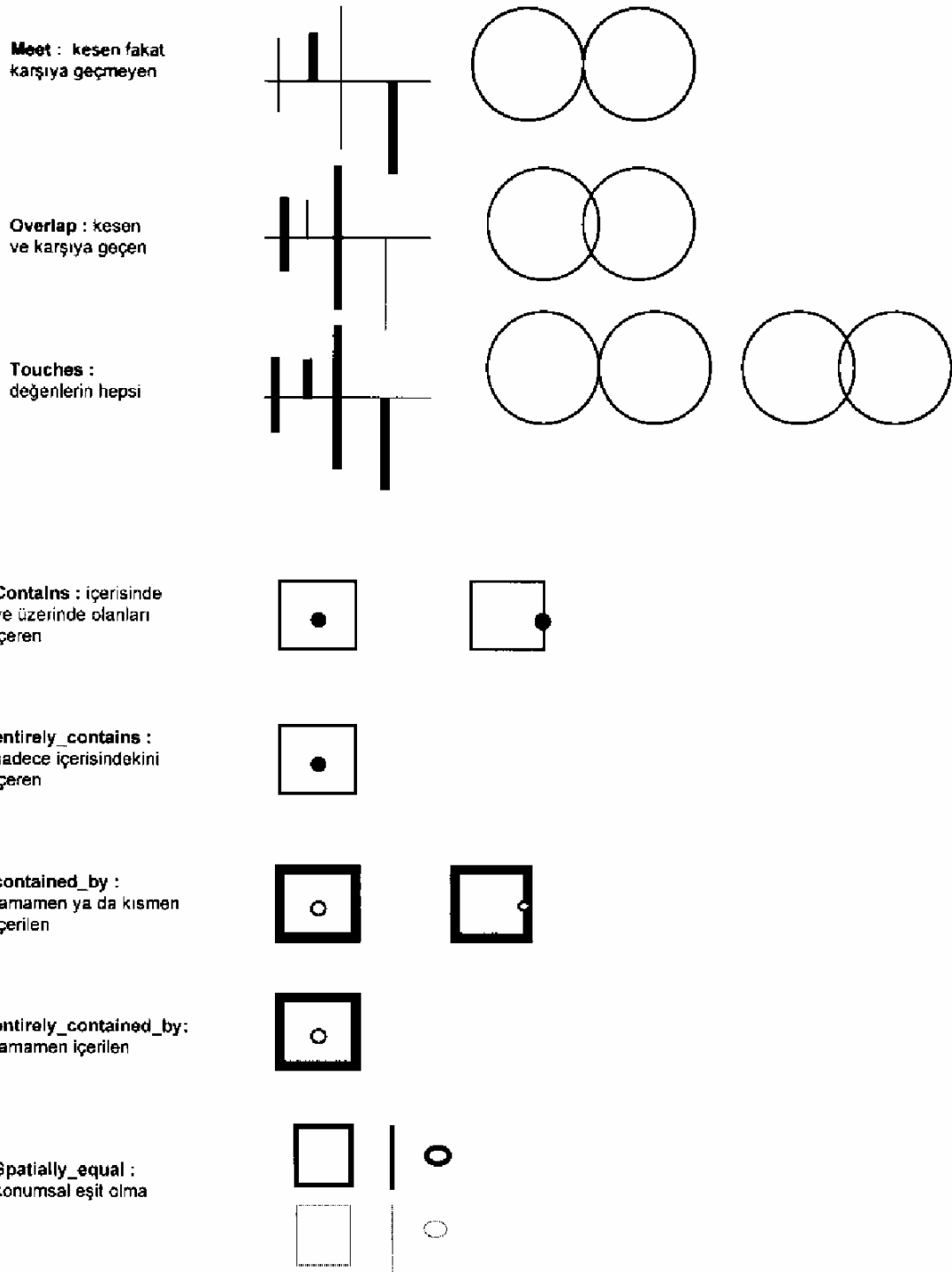
- (1) Konumsal işlemler: Şekil - 5' de grafiklerle açıklanmıştır.
- (2) Metrik işlemler : Herhangi bir detayın belli bir mesafesinde oluşturulan bölgesinde (buffer-zone) yapılan işlemlerdir Şekil-6.
- (3) Topolojik sorgulamalar; Şekil-7'de grafiklerle açıklanmıştır.

TOPOLOJİK HATALAR**DÜZELTİLMİŞ HALİ**

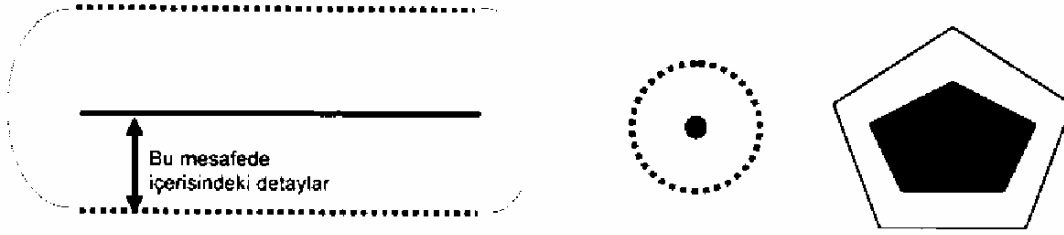
Şekil-3 : Topolojik hatalar ve düzeltilmiş hali



Şekil-4 : Topolojik veri yapısında kenar-düğüm ve kenar-poligon topolojisi



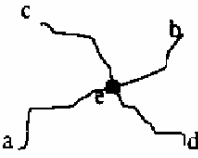
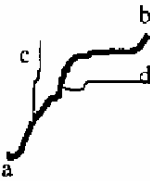




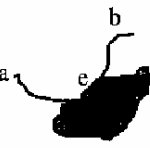
Şekil-5 : Topolojik veri yapılarında konumsal işlemler






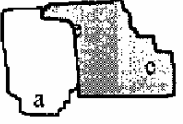



Şekil-6 : Çizgi, nokta, alan detaylar için metrik işlemler

Tablo-1 : Topolojik sorgulama örnekleri /7/.

TOPOLOJİK İLİŞKİ	GRAFİK GÖSTERİM	SORGULAMALAR
Nokta üzerinde nokta		Minare üstünde nirengi, Su tankı üstünde anten ○ minare ■ nirengi
Çizgi üzerinde nokta		ab üzerindeki c'ler, c hangi çizgi üzerinde?
Çizgi dışında nokta		c'nin ab'ye uzaklığı, a'dan b'ye giderken c ab'nin neresinde, a'dan b'ye giderken ab'nin sağındaki c'ler, ab'den d mesafe içinde c'den var mı, c'den d mesafede oluşturulan alan içine ab giriyor mu?
Noktayla son bulan çizgi		c'ye ulaşan çizgi, ab sonunda c var mı?

TOPOLOJİK İLİŞKİ	GRAFİK GÖSTERİM	SORGULAMALAR
Kesişen çizgiler		ab'den geçen çizgiler (cross). ab'yi kesen çizgiler (intersect). ab ile cd kesişiyor mu. e hangi hatların kesişiminde. ab-cd nin kesişiminde e varmı?
Dallanan çizgiler		ab'nin dalları. d hangi hattın dalı ?
Aynı çizginin paylaşımı		Yol-metro, yol-doğalgaz, hem sınır hemde nehir
Alanda biten çizgi		Göle dökülen nehir, nehir hangi göle dökülüyor?
Alandan geçen çizgi		c alanından geçen hatlar, ab hangi alandan geçiyor, ab'nin c içinde kalan kısmı, hangisi altta hangisi üstte?
Alan içinde biten çizgi		c alanı içinde biten hat, ab hattı hangi alanda biter,
Ortak çizgi parçası		ab ile c nin ortak kenarı, e hangi detayların ortak hattı?

TOPOLOJİK İLİŞKİ	GRAFİK GÖSTERİM	SORGULAMALAR
Alan içinde çizgi		c alanındaki hatlar. ab çizgisi hangi alanda?
Alan dışında çizgi		ab'nin c'ye uzaklığı, a'dan b'ye giderken sağdaki c'ler, c alanı ab'nin neresinde, ab'den d mesafede c'ye giren bölüm, c'den d mesafede ab yi içeren bölüm?
Alan içinde nokta		c içindeki a'lar, a hangi alan içinde?
Alan sınırı üstünde nokta		c alan sınırı üzerindeki a'lar, a hangi alan sınırı üzerinde?
Alan dışında nokta		c'den d mesafe içinde a'dan kaç tane var, a'dan d mesafedeki alan ile c'nin kesişimi, a'nın c'ye uzaklığı ?
Komşu alanlar		Bir alanın komşuları, c kenarı hangi alanların ortağı?
Alan içinde alan		a hangi alan içinde, c içindeki alanlar?

3. SONUÇ

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanım alanlarının çeşitliliği kullanımda^ basan oranı o coğrafi bilgi sisteminde yapılacak olan coğrafi sorgulama ve analiz olanaklarıyla ve dolayısıyla coğrafi veri tabanının veri yapısıyla doğrudan ilgilidir. Basit coğrafi veri yapılan (topolojik veri yapılı olmayan) ile grafikten grafik olmayan verilerin sorgulanması veya tersi gibi basit coğrafi sorgulamalar yapılabilirken. topolojik coğrafi veri yapılarıyla çok daha geniş kapsamda coğrafi analiz ve sorgulamalar yapmak olanak dahilindedir /1/. Coğrafi veri tabanlarının sorgulanmasında; topolojik olmayan veri yapılarında, veri tabanına yüklenen verilerle sınırlı kalınırken, topolojik veri yapılarında, veri tabanında olmasa da, komşuluk, çakı şıklık, içermeme, kesişme, birleşme gibi topolojik özellikler ile türetilen bilgilere de ulaşmak mümkün olabilmektedir Bu açıdan bakıldığında, bir coğrafi bilgi sistemi kurulurken coğrafi veri yapısının tespiti oldukça önem kazanmaktadır. Çok yoğun emek ve büyük harcamalarla kurulabilen coğrafi bilgi sistemlerinde, topolojik veri yapılaşma dayalı yazılımların seçiminin, kullanıcı ihtiyaçlarına büyük oranda cevap verebileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- /1/ Bank E., Taştan H., : "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları", Harita Dergisi, Ocak 1994, Sayı 112, Sayfa 1-19.
- /2/ Bank E. : " Coğrafi Veritabanı Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Üniversitesi, 1990, İstanbul.
- /3/ Burrough, P.A. : "Principles of GIS for Land Resources Assessment", Clarendon Press, Oxford, 1986
- /4/ MGE/DYNAMO : Intergraph MGE/DYNAMO Referance Guide, 1994.
- /5/ Moolering : "Issues in Digital Cartographic Standarts", Report 8, 1987.
- /6/ Sarbanoğlu H. : "Coğrafi Veri Yapıları", Harita Dergisi, Temmuz 1990, Sayı 105.
- /7/ Sarbanoğlu H. : "Data Structure Conversions in Geographic Information Systems", Doktora tezi, Boğaziçi Üniversitesi, 1995, İstanbul.
- /8/ Söğüt H., Tankut M. : "Coğrafi Bilgi Sistemleri, Edge/Info'ya Giriş ve İleri Seviyede Edge/Info", İşlem Şirketler Grubu, Nisan 1996.