

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ GELİŞTİRME VE GERÇEKLEŞTİRME YÖNTEMİ

Hakan SARBANOG̈LU

ABSTRACT

Geographic Information System (GIS) technology provides the users in a wide variety of application fields with advanced geoprocessing capabilities. For this reason, the number of GIS project initiations has been rapidly growing. Although there are many methodologies for information systems development and implementation purposes, today; anyone of these is not well suited to satisfy a GIS project completely. In the following pages a GIS development and implementation method which is obtained by the expansion of the existing well-known Structured Systems Analysis and Design Method (SSADM) is outlined.

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi pekçok değişik uygulama alanında ki kullanıcılara birçok gelişmiş olanaklar sunmaktadır. Bunun sonucu olarak da CBS projesi sayısı hızla artmaktadır. Bugün bir bilgi sistemi geliştirmek ve gerçekleştirmek üzere pekçok yöntem mevcut olmasına rağmen bunların hiçbir CBS projelerinde aynen uygulanamamaktadır. Yazıda bir CBS geliştirmek ve gerçekleştirmek üzere Yapısal Sistem Analiz ve Tasarım Yönteminin genişletilmesi ile elde edilmiş bir yöntem özetlenmektedir.

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS; Geographic Information System: GIS) coğrafi varlıklara ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve gösterimine yönelik özel bilgi sistemleridir. Burada sözü edilen coğrafi varlıklar, belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut nesnelerdir. Yerüstünde veya yer altında bulunan bütün doğal ve insan yapısı somut detaylar (Örneğin ormanlar, akarsular, göller, binalar, yollar, parsel-ler, enerji nakil hatları, kanalizasyon şebekesi, jeolojik kayalar, toprak cinsleri vb.), yeryüzü topoğrafyası ve konuma bağlı soyut varlıklar (nüfus yoğunluğu, hava kirliliği, mülki ve idari sınırlar, sorumluluk sahalari, havayolu güzergahları vb.) hep coğrafi varlık tanımına girerler.

Coğrafi varlıklara ait grafik bilgiler dendiğinde coğrafi nesnenin belli bir referans sistemine göre konumu ve biçimini ifade eden veriler anlaşılır. Konum ve biçim bilgisi iki boyutlu olabileceği gibi üç boyutlu da olabilir. Grafik bilgilerin bilgisayar belleğinde ve depolama birimlerinde temsil edilmesinde genelde vektör ve raster olmak üzere iki değişik yaklaşım kullanılır. Buna göre çeşitli coğrafi veri yapıları söz konusu olur /11/..

Grafik olmayan bilgiler ise coğrafi nesnelerin konuma bağlı olmayan özelliklerini ifade eden (örneğin ormandaki ağaç cinsi, akarsuyun debisi, parselin sahibi vb.) öznitelik bilgileridir. Bu öznitelik bilgileri sayısal veya sözel karakterde olabilir. Öznitelik bilgilerinin bilgisayar ana belleğinde ve depolama birimlerinde temsil edilmesinde klasik bilgisayar kodlama yöntemleri (iki li kodlama, paketli desimal, karakter kodlama vb.) kullanılır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri grafik ve grafik olmayan bilgileri bütünleşik olarak içermesi bakımından diğer bilgi sistemlerinden (örneğin bir personel bilgi sisteminden) oldukça farklıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilgisayar Destekli Haritacılık (BDH; Automated Mapping:AM) sistemlerinden de farklı bir kavramdır. Bilgisayar Destekli Haritacılık sistemlerinde amaç yine harita üretmektir. Bu nedenle grafik olmayan veriler harita gösterimine yönelik olarak genelde renk, çizgi tipi, sembol bilgileri ile sınırlıdır. Ayrıca Bilgisayar Destekli Haritacılık Sistemlerinde belli bazı dönüşümlerin dışında coğrafi analiz olanakları çok kısıtlıdır.

BDH ile CBS arasındaki ayrım çizgisi bir bakıma harita üretmek ile kullanmak arasındaki veya harita üretenlerle kullananlar arasındaki ayrım çizgisine özdeştir.

CBS'de veriler çeşitli kaynaklardan toplandıktan sonra yapılandırılarak bir Coğrafi Veri Tabanında depolanmaktadır. Böylece veriler, veri tabanı işlem olanaklarına (sorgulama, ekleme, silme, değiştirme) kavuşmaktadır. Bilgisayar Destekli Haritacılığın temeli olan Bilgisayar Destekli Sayısallaştırma ve çizim sistemlerinde ise veri tabanı olmaksızın klasik kütük organizasyonu ile yetinilmektedir. BDH da ileri coğrafi veri yapıları kullanılmamaktadır. Çünkü amaç yine sonuçta bilgisayar desteği ile harita üretmektir. Bu nedenle de analiz olanakları sadece geometrik editleme, ölçek veya projeksiyon değiştirme, koordinat dönüşümleri vb. işlemlerde sınırlıdır. Görüntülemeye ise renk, sembol, çizgi ve yazı kalıpları, kenar bilgileri ve yazı yerleştirme gibi kartografik konular ön plana çıkmaktadır.

Aslında Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ortak yanları olan birçok bilgisayar destekli sistem çeşidi daha bulunmaktadır. Bunlar arasında: Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri (CAD: Computer Aided Design), Etkileşimli Grafik Sistemler (IGS: Interactive Graphics Systems), Bilgisayar Destekli Sayısallaştırma ve Çizim Sistemleri (CADD: Computer Aided Digitising and Drawing), Arazi Bilgi Sistemleri (LIS: Land Information Systems) ve Sayısal Görüntü işleme Sistemleri (DIP: Digital Image Processing) sayılabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Kartografya, Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Grafikleri, Konuma Bağlı Analiz, Prediksiyon, Uzaktan Algılama, Ölçme Bilgisi ve Fotogrametri gibi birçok disiplinin ürünlerinin bütünleştirilmesi ile ortaya çıkmış bir teknolojik gelişmedir. Bu yapıyla da birçok uygulama alanına hitap etmektedir. Örneğin ESRI (Environmental Systems Research Institute) tarafından Umman'da CBS uygulamalarına yönelik olarak yapılan ülke boyutundaki bir fizibilite çalışmasında; 23 ayrı bakanlıkta CBS ile ilişkili 100 den fazla faaliyet belirlenmiştir. Bu bakımdan genel bir terim olarak düşünülebilecek Coğrafi Bilgi Sistemlerinin değişik uygulamalarla biçimlenen birçok çeşidi ortaya çıkmaktadır. CBS çeşitleri arasında Arazi Bilgi Sistemleri, Şehir Bilgi Sistemleri, Hizmet Ağları Bilgi Sistemleri, Orman Bilgi Sistemleri sayılabilir.

Bu yazının amacı CBS kavramlarını açıklamak değil, bir CBS kurulmak istendiğinde nasıl bir yol izlenmesi, başka bir deyişle nasıl projelendirilmesi gerektiği konusunda yönlendirici bilgiler vermektir. "Projelendirme" kelimesi daha çok gelişmekte olan ülkelere yöneliktir ve özellikle mühendislik hizmetleri veya bilgisayar uygulamalarında proje yaklaşımının izlenmesi gereğini vurgulamaktadır. Çünkü bazı teknoloji bağımlı sektörlerinde ileri düzeylere erişememiş bu ülkelerde, hâlâ daha proje yönetiminden, belli bir metodolojiden yoksun çalışmalara rastlama tehlikesi bulunmaktadır. Gerçekte "projelendirme" dendiğinde sistem geliştirme (sistem analiz ve tasarım), sistem gerçekleştirme, uygulama ve bakım sırasını izleyen bir sistem yaşam döngüsünde (system life cycle) belli bir yöntem izleme kavramı kastedilmektedir.

2. BİLGİ SİSTEMİ GELİŞTİRME YÖNTEMLERİ

Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesi için hazırlanmış bir çok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerde sistem yaşam döngüsünü oluşturan safhalarda nelerin yapılacağı ve nasıl yapılacağı belli standartlara oturtulmuştur. Çokca kullanılan yöntemler arasında JACKSON, SSADM + SDM, STRADIS, SADT, YOURDON VE PAR-NAS yöntemleri sayılabilir. Bu yöntemlerde yazılım mühendisliğinin çeşitli

teknikleri (E-R diagramming, HIPO charts, PDL, WARNIER/ORR diagrams, flowcharts, normalisation vb.) kullanılmaktadır. Yöntemler özellikle sistem tasarımı yaklaşımlarına göre çeşitli gruplar altında toplanabilmektedir. Bu gruplardan en yaygını "Tümden Gelimci Yapısal Yöntemler" ve son zamanlarda kullanımı giderek artan "Nesneye Yönelik Yöntemler"dir.

Bilgi sistemleri için geliştirilen bunca yöntemden hiçbirisi ne yazık ki CBS geliştirmek üzere doğrudan doğruya kullanılamamaktadır. Sorun özellikle sistem tasarımı safhasındaki veri modellendirmede görülmektedir.

Veri modeli, gerçek bir dünyadaki bir sistemin özelliklerinin ortaya konmasıdır. Veri modeli ile ortaya çıkarılacak özellikler temelde statik ve dinamik özellikler olmak üzere iki sınıfta toplanmaktadır. Statik özellikler zamanla nisbeten değişmez olarak kalan yapılardır. Dinamik özellikler ise sistemde (sistemin içeriğinde) değişikliğe yol açan işlemlerdir. Buna göre bir veri modeli iki parçadan oluşur: veri yapıları ve işlemler. Veri modellendirmede yapılan şey, analiz safhasında belirlenen gereksinimlere cevap verecek veri yapılarını ve işlemleri tanımlamaktır.

CBS, veri yapıları yönünden diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Çünkü CBS'deki varlıklar coğrafi varlıklardır ve bu nedenle grafik olmayan bilgilerin yanında grafik bilgilerin de bütünleşik olarak tutulması gerekmektedir.

Öte yandan CBS'lerinde varlıklar arasında alışlagelmiş ilişkilerin dışında konuma bağlı ilişkiler de (komşuluk, bağlanabilirlik, içerme vb.) yer almaktadır.

CBS işlemler yönünden de diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Çünkü CBS'lerinde normal veri tabanı işlemlerine ek olarak coğrafi analiz işlemleri ve görüntüleme işlemleri söz konusudur.

Bu farklılıklardan ötürü mevcut sistem geliştirme yöntemleri CBS projelerinde aynen kullanılamamaktadır. Son yıllarda CBS ye yönelik sistem geliştirme yöntemleri bulmak üzere çalışmalar yoğunlaşmaktadır. Daha çok veri modellendirmeye ağırlık verilen bu çalışmalarda, varlık-ilişki modellendirmesi ve ilişkisel veri tabanlarına yönelik normalizasyon teknikleri üzerinde durulmaktadır. Haklı olarak, yepyeni yöntemler bulmaktan çok mevcut sistem geliştirme yöntemlerini genişletme yolu izlenmektedir. İşte bu yazının esas konusu da böyle bir yöntemdir.

İngiltere'de hazırlanan ve daha sonra özellikle Avrupa'da büyük bir yaygınlık kazanan SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method : Yapısal Sistem Analiz ve Tasarım Yöntemi) klasik bilgi sistemlerine yönelik olmakla beraber

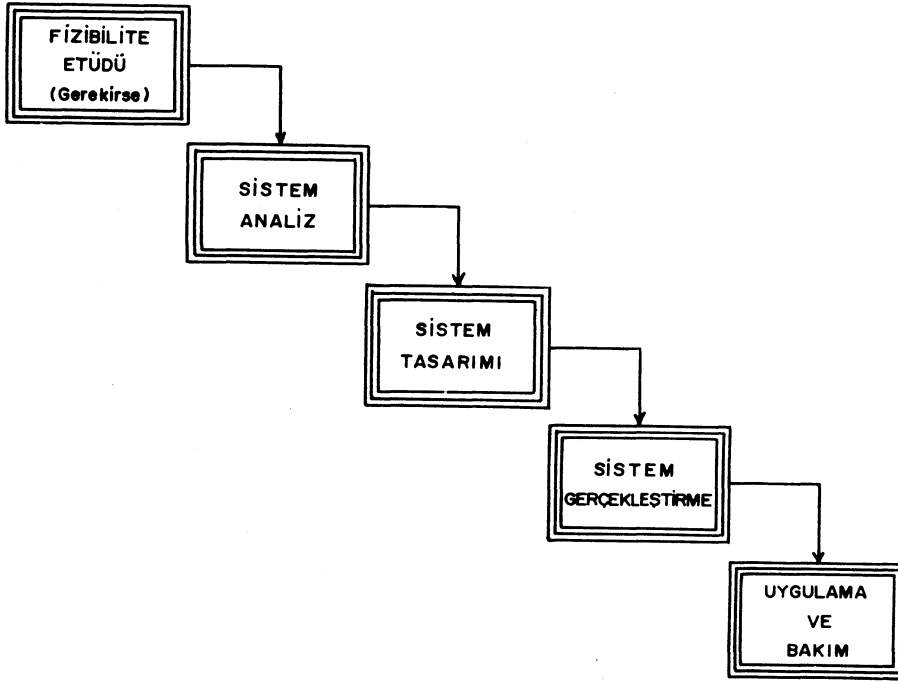
diğer yöntemlere göre birçok üstünlükler sunmaktadır. SSADM'in özellikleri arasında şunlar sayılabilir.

- Veriye yönelik bir yöntemdir.
- Mantıksal ve fiziksel tasarımı birbirinden ayırır.
- Veri modellendirmede veri yapıları ve işlemlerin dışında sisteme bir üçüncü açıdan daha bakar ve varlık yaşam öykülerini ortaya koyar. (SSADM ile ilgili detaylar /7/ ve /10/ da bulunabilir.)

Bu özellikleri ile SSADM, CBS için kullanılmak üzere genişletilmeye uygun bir yöntem görünümünü vermektedir. Yazının bundan sonraki üçüncü bölümünde, bu yaklaşımla genişletilmiş olan SSADM yöntemi ile bir CBS geliştirmek üzere izlenecek yolun ana hatları sunulmaktadır.

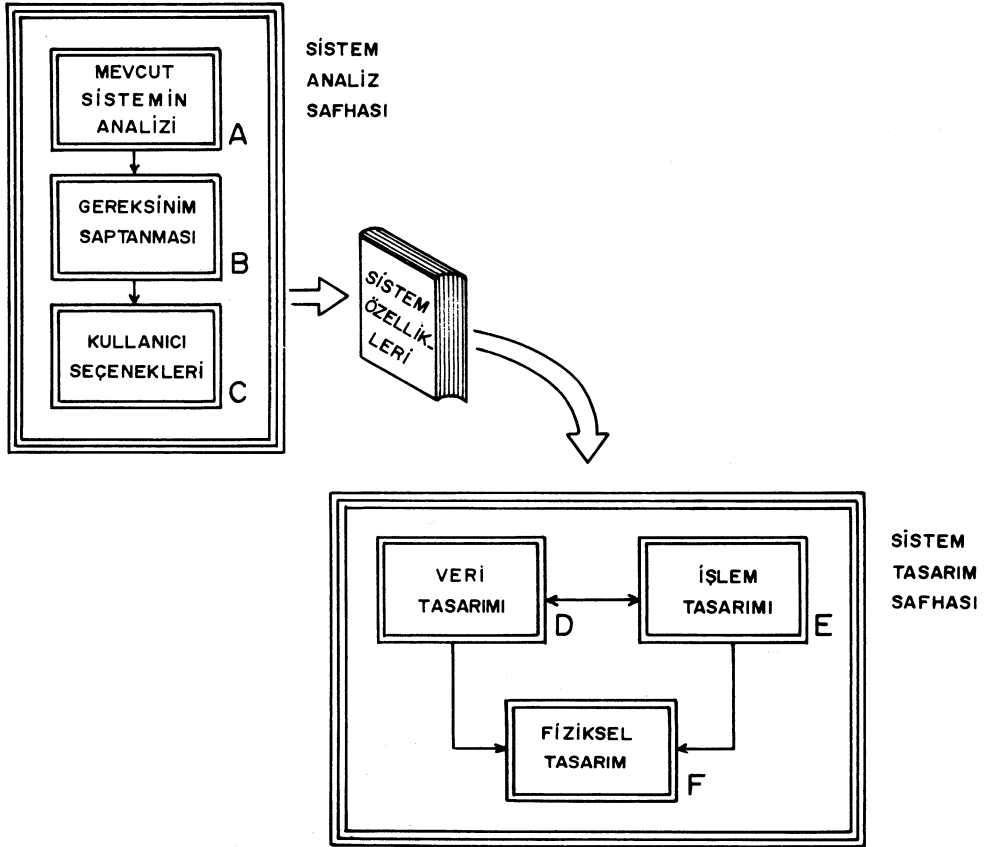
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ GELİŞTİRME YÖNTEMİ

Diğer bilgi sistemlerinde olduğu gibi bir CBS projesi de birbirini izleyen safhalardan oluşmaktadır (Şekil-1).



Şekil-1 : CBS projesi yaşam döngüsünün safhaları

Fizibilite etüdünün amacı sistemin iş ve teknik olurluğunu inceleyerek ve maliyet/yarar tahminleri ile kısa sürede kararlar alabilmektedir. Fizibilite etüdü yapılmayıp doğrudan tam sistem analize de geçilebilir. Sistem analiz ve sistem tasarım safhaları topluca sistem geliştirme olarak da adlandırılır ve altı aşamadan oluşur. (Şekil-2)



Şekil-2 : Sistem Geliştirme Aşamaları

Sistem geliştirme çalışmasının sonunda yeni sistemin veri yapıları (veri tabanı şemaları veya kütük yapıları), işlemleri (veri akış diyagramları, programları akış diyagramları) ve kullanıcı ile etkileşim özellikleri (menüler, ekran ve rapor formatları vb.) belirlenmiş olur. Sistem gerçekleştirme safhasında ise belirlenen yapıda veri tabanları kurulur, programlar yazılır, sistem test edilir ve dökümantasyon tamamlanarak kullanıcılar eğitilir. Uygulama ve bakım

ise rutin sistem kullanımına paralel olarak sistemin bakımının yapılmasını içerir. Aşağıda sırasıyla bu safhalarda yapılacak işler özetlenmektedir.

a. CBS İçin Sistem Analizi

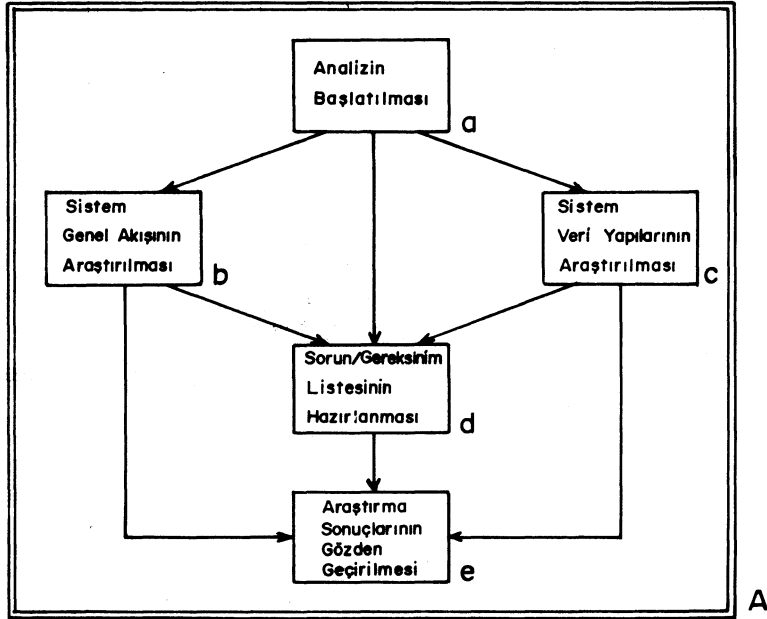
Yukarıda özetlenen akış doğrultusunda CBS ye yönelik sistem analiz safhasında yapılacak işler ve bu işleri yapmak için gerekli teknikler ile CBS ye özel yorumlar aşağıda sunulmaktadır.

(1) Analiz Görevleri

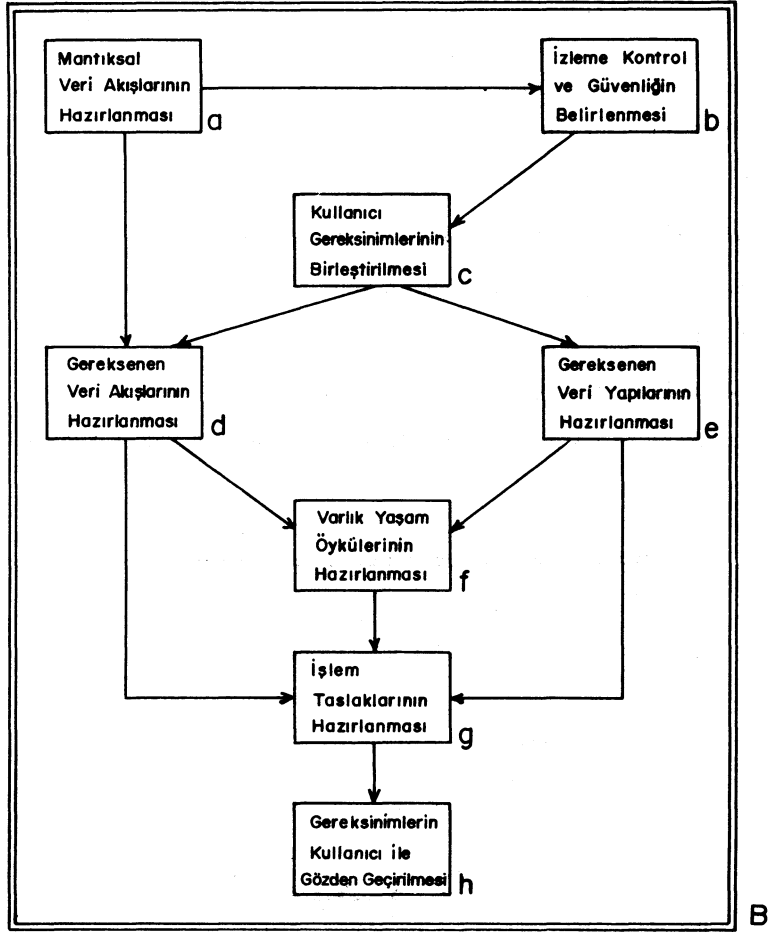
Analiz safhası şu üç aşamadan oluşmaktadır.

- A. Sistem işlemlerinin ve Mevcut Sorunların Analizi
- B. Gereksinimlerin Saptanması
- C. Kullanıcı Seçeneklerin Seçimi

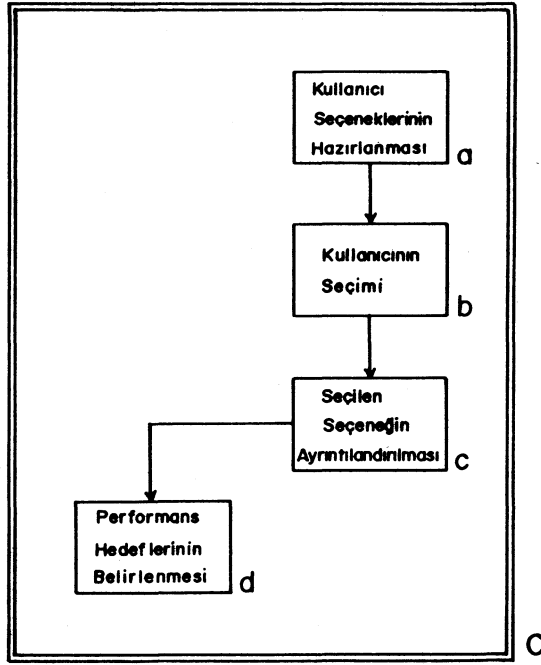
Bu aşamaları oluşturan görev adımları sırasıyla Şekil-3,4 ve 5 te gösterilmiştir.



Şekil-3 : Mevcut Sistem Analizi Aşamasının Adımları



şekil-4 : Gereksinimlerin Saptanması Aşamasının Adımları



Şekil-5 : Kullanıcı Seçeneklerinin Seçimi Aşamasının Adımları

(2) Analiz Teknikleri

Yukarıda sayılan analiz görevlerini yerine getirebilmek için aşağıdaki tekniklerin kullanımı gerekmektedir. (Bu teknikler bu yazıda açıklanmayacaktır. Ayrıntılı bilgi /6/, /7/, /10/, /12/, /13/, /14/ ve /16/ da bulunabilir.)

- (a) Mantıksal veri yapılandırma tekniği
- (b) Veri akış diagramları tekniği
- (c) Varlık yaşam öyküleri tekniği
- (d) Coğrafi veri yapılandırma tekniği
- (e) İşlem taslakları tekniği
- (f) Maliyet yarar analizi
- (g) Donanım-yazılım konfigürasyonu
- (h) Kalite kontrol tekniği
- (ı) Formal dökümantasyon
- (j) Proje yönetim sistemi (PROMPT vb.)

(3) Görevler-Yorumlar

A.a. Analizin Başlatılması

Bu adım; kullanıcı kurumun incelenmesi, konu ile ilgili önceden hazırlanmış raporların gözden geçirilmesi, sistem sınırlarının belirlenmesi, özel araştırma gereken alanların tesbiti ve poje yönetim hazırlıkları gibi görevleri içerir.

CBS kullanıcısı olmaya aday kurumlar çok büyük çeşitlilik gösterebilirler. Sorunların ve gereksinimlerin belirliliği açısından bu kullanıcılar üç grupta toplanabilir:

* Mevcut sistemdeki sorunların ve yeni bir sistemden beklentilerinin büyük ölçüde bilincinde olan kullanıcılar:

Bunlar genellikle ya harita üreticisi veya halihazırda iyi bir harita kullanıcısı olan kuruluşlardır. Gelişmiş ülkelerdeki haritacılık, envanter ve hizmet ağı (elektrik, telefon, gaz, su, kanalizasyon vb.) kuruluşları bu sınıfa girmektedirler ve bunlar pazarın % 70'ini oluşturduğundan yazılım firmalarının büyük ilgisini çekmektedirler. Türkiye'de ise BDH ve özellikle CBS kavramları daha yeni yerleşmekte olduğundan bu gruba girebilecek kullanıcı sayısı çok azdır. Haritacılık kuruluşları, genelde sorunlarının bilincinde olmakla beraber BDH ve CBS ile karşılanabilecek gereksinimlerini açıkça belirleyememektedirler. Ülkemizdeki envanter ve hizmet ağı kuruluşları ise daha çok ikinci grupta yer almaktadır.

* Sorunlarını ve gereksinimlerini kısmen belirleyebilen kullanıcılar:

Bu ikinci gruptaki kullanıcılar bilgi gereksinimlerini kısmen bilebilmektedirler. Genellikle sorunlarının farkındadırlar. Ancak bu sorunlarının CBS ile çözülebileceğinden habersizdirler. Gelişmiş ülkelerde tematik harita kullanan çevre kuruluşlarını içeren bu kullanıcı grubunun pazar oranı oldukça düşüktür. Ülkemizde ise büyük çoğunluğun bu grupta yer aldığı söylenebilir.

* Sorunlarından ve gereksinimlerinden habersiz kullanıcılar:

En zor gruptur. Halihazırda bile harita kullanması gerekirken kullanmayan dolayısıyla coğrafi bilgiden yararlanmayan kuruluşlardır. Ülkemizde ne yazık ki bu grupta da oldukça fazla kullanıcı bulunmaktadır.

Bu üç grubun dışında bir de üniversiteler ve eğitim kurumlarını düşünmek gerekir. Konum ve biçim ile ilgili, başka bir deyişle coğrafi bilgi kullanan pek çok bilim dalının eğitiminde CBS teknolojisi öğretimi ihtiyacı, bu eğitim kurumlarını da bir CBS kullanıcısı durumuna sokmaktadır.

Analizin başlatılması adımımda kullanıcı kurum incelenirken bu kuruluşun görevi ve teşkilâtı ile birlikte yukarıda sıralanan gruplardan hangisinde yer aldığı da tesbit edilmelidir. Bu, özellikle analiz safhasına ayrılacak gücü planlamak açısından önemlidir.

A.b. Sistem genel akışının araştırılması

Bu adımda kullanıcının belirlenen sistem sınırı içindeki mevcut işlemleri için veri akış diagramları hazırlanır. Bu diagramlarda mevcut uygulamayı oluşturan işlemler, veri depoları, işlemler arasında veya veri depoları ile işlemler arasındaki veri akışları gösterilir. Veri depolarındaki ve veri akışlarındaki grafik ve grafik olmayan veriler birbirinden ayrı gösterilmelidir.

A.c. Sistem veri yapısının araştırılması

Bu adımda mevcut sistemin mantıksal veri yapısı hazırlanır. Bu amaçla önce mevcut sistemdeki varlıklar tesbit edilir. Varlıklar haklarında bilgi tutulacak nesnelerdir. Herbir varlık için varsa tek anlamlı belirleyicilerinin (anahtarlarının) ne olduğu araştırılır. Daha sonra varlıklar arasındaki ilişkiler tesbit edilir. Bu ilişkiler tesbit edilirken coğrafi varlıklar arasındaki ilişkiler aşağıda gösterildiği gibi gruplanır.

* Konuma bağlı olmayan ilişkiler:

Örnek: Yönetmelik bağımlılık

* Konuma bağlı ilişkiler:

İki gruba ayrılır:

- Metrik ilişkiler:

Örnek: Uzaklık, yön

- Topolojik ilişkiler

Örnek: komşuluk, bağlantı, içermek, yakınlık, kesişme, üst üste binme ilişkileri.

A.d. Sorun/gereksinim listesinin hazırlanması

Bu adımda mevcut sistemdeki sorunlar ve kurulacak CBS den beklentiler bir liste halinde sıralanır. Sorun veya gereksinim not edilirken muhtemel çözüm tarzları da kaydedilir.

A.e. Sistem araştırma sonuçlarının kullanıcı ile gözden geçirilmesi

İlk dört adımda mevcut sistemin veri modeli biçiminde bir tanımlı elde edilmiş olur. Hazırlanan veri akış diagramları, mantıksal veri yapısı ve sorun/gereksinim listesi kullanıcı ile gözden geçirilir.

B.a. Mantıksal veri akışlarının hazırlanması

A.b. adımı hazırlanmış olan veri akış diagramlarında işin doğası gereği sistemde bulunması gerekli olmadığı halde fiziksel zorlamalar nedeniyle yer alan veri depoları veya fazladan uygulanan işlemler ayıklanarak mantıksallaştırma işleme yapılır. Bu adımda bir bakıma veri akış diagramlarının özü ortaya konur.

B.b. İzleme, kontrol ve güvenlik gereksinimlerinin belirlenmesi

Daha tasarıma geçmeden, hatta kullanıcı seçeneklerini belirlemeden, kurulacak CBS'nin yedeklenmesi bilgilere erişim yetkileri, CBS kullanımının izlenmesi, arıza anında alternatif çözümler, bilgilerin korunması gibi konulardaki gereksinimler bu adımda belirlenir.

B.c. Kullanıcı gereksinimlerinin birleştirilmesi

Daha önce hazırlanan ve sürekli geliştirilen sorun ve gereksinim listesi gözden geçirilerek B.b. adımı tesbit edilen yeni gereksinimler de eklenir.

B.d. Gereksenen veri akışlarının hazırlanması

En önemli adımlardan biridir. B.a. adımı hazırlanmış olan mevcut sistemin mantıksal veri akış diagramı ve B.c. de sonuçlandırılan sorun/gereksinim listesi gözönüne alınarak yeni sistem için (CBS için) alternatif veri akış diagramları hazırlanır. Mevcut sistemdeki sorunları giderecek ve yeni gereksinimleri de karşılayacak şekilde hazırlanan bu çözüm alternatiflerinde veri depoları (coğrafi veri tabanı veri depoları, grafik olmayan veri tabanı veri depoları ve veri tabanı dışı veri depoları olarak) ayrı ayrı gösterilirler. Ayrıca işlemler de CBS işlemleri ve CBS dışı işlemler olarak ayrıştırılmalıdır. Çeşitli fonksiyonel yetenekleri olan alternatifler arasında en uygunu kullanıcı tarafından seçilir.

B.e. Gereksenen veri yapısının hazırlanması

A.c. adımı hazırlanmış olan mevcut sistemin mantıksal veri yapısı ve B.c. de sonuçlandırılan sorun/gereksinim listesi gözönüne alınarak kurulacak CBS için sorunları giderecek ve yeni gereksinimleri karşılayacak bir coğrafi veri yapısı hazırlanır. Bu coğrafi veri yapısı CBS nin çekirdeğini oluşturacak olan coğrafi veri tabanının en belirleyici özelliğidir. Coğrafi veri yapısında coğrafi varlıklar, diğer varlıklar ve bunlar arasındaki ilişkiler gösterilir. Mevcut sistemde CBS bulunmayan durumlarda (ki çoğunlukla böyledir) konuma bağlı metrik ve topolojik ilişkiler veri yapısına bu adımda dahil edilir. Hazırlanan veri yapısındaki ilişkiler birer erişim yolu gibi düşünülerek kurulacak CBS nin cevaplanması beklenen sorgulamaları cevaplayıp cevaplayamayacağı

kontrol edilir. Ayrıca bu veri yapısının B.d. de belirlenen gereksenen veri akış diagramı ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılır. Gereksenen veri yapısında bulunan varlıkların hepsi de coğrafi veri tabanında yer alacaklardır. Bu varlıkları tek anlamlı tanımlayan anahtarlar belirlenir, ancak özniteliklerin ayrıntısına inilmez.

B.f. Varlık yaşam öykülerinin hazırlanması

CBS de yer alacak varlıklar birer canlı varlıkmiş gibi düşünülür. Örneğin konut olarak kullanılan bir ev bir coğrafi varlıktır. Bu ev sayısallaştırıldığında CBS de yeni bir ev kaydı açılır. Böylece o varlık doğmuş olur. Bu evin detay numarası, detay kodu, öznitelikleri (evin sahibi, kat sayısı vb.) girildiğinde CBS de o varlığa ait grafik ve grafik olmayan kayıt veya kayıtların içeriği değiştirilmiş olur. Keza geometrik editleme sırasında evin yeri kaydırılsa veya eni, boyu, yönü değiştirilirse grafik bilgi değerleri değiştirilmiş olur. Benzer şekilde evin sahibi değiştiğinde grafik olmayan bilgiler değişikliğe uğrar. Bunlar hep o varlığın yaşadığı olayların etkisidir. Ev herhangi bir nedenle yıkıldığı için ilgili tüm grafik ve grafik olmayan kayıtlar silindiğinde CBS deki o varlık ölmüş olur. CBS deki bütün varlık tipleri için bu yaşam öykülerinin belirlenmesi birçok kolaylıklar sağlar. Bir coğrafi varlığın yaşamının hangi aşamasında olduğunu veya bu varlığın belli bir olaydan nasıl etkileneceğinin bilinmesi CBS de hangi durumda ne yapılacağı sorularına cevap verdiği gibi istisnai durumların da kontrol edilmesini sağlar. Bu amaçla önce bir varlık/olay matrisi hazırlanarak hangi varlığın hangi sistem olaylarından etkilendiği belirlenir. Daha sonra B.e. de hazırlanan coğrafi veri yapısında yer alan herbir varlık için bu matristeki olaylar kronolojik sıraya dizilerek ve ayrıştırılarak birer varlık yaşam öyküsü diagramı hazırlanır.

B.g. İşlem taslaklarının hazırlanması

Bir CBS ortamındaki işlemler üç grupta toplanır :

* Veri tabanı işlemleri : Coğrafi veri tabanındaki grafik ve grafik olmayan bilgilerin sorgulanması, güncelleştirilmesi (ekleme, silme, değiştirme) ve veri tabanı göstergesinin değiştirilmesi işlemleridir.

* Coğrafi analiz işlemleri : Coğrafi veri tabanındaki grafik ve grafik olmayan bilgilere dayalı olarak belli ürünler yaratmak ve çeşitli sorgulamalara cevap vermek üzere yapılan dönüşüm işlemleridir.

* Görüntüleme işlemleri : Coğrafi veri tabanında bulunan veya analiz işlemleri ile türetilmiş olan grafik ve grafik olmayan bilgilerin insan gözüne uygun formlarda ekranlarda görüntülenmesi (soft copy) veya yazdırılması/çizdi-

rilmesi (hard copy) işlemleridir.

İşte bu adımda, belirlenen gereksinimleri karşılamak üzere kurulacak CBS lerinde hangi işlem olanaklarının bulunacağı teşbit edilir ve bu işlemlerin herbiri için birer işlem taslağı hazırlanır.

B.h. Saptanan gereksinimlerin kullanıcı ile gözden geçirilmesi

Bu adımda gereksinimlerin saptanması aşamasında (B.a-B.g) hazırlananlar kullanıcı ile gözden geçirilerek varsa düzeltmeler yapılır. Böylece sonuçta kullanıcının CBS den ne beklediği (bunların nasıl yapılacağı değil) belirlenmiş olur.

C.a. Kullanıcı seçeneklerinin hazırlanması

Kullanıcının CBS gereksinimlerini karşılamamanın birçok yolu vardır. Gereklenen CBS nin veri modeli (veri akış diagramı, coğrafi veri yapısı, varlık yaşam öyküleri ve işlem taslakları) B.a.-B.h. adımlarında belirlenmiş olmasına rağmen bunların gerçekleştirilmesinde yine de çok çeşitli seçenekler söz konusu olur. Değişik donanım ve yazılım konfigürasyonları, CBS ile çalışacak birimlerin çeşitli biçimlerde örgütlenmesi, birbirinden farklı fonksiyonel yetenekler gibi faktörler aynı veri modelinin etrafında çeşitli seçenekler oluştururlar. İşte bu adımda böylesi seçenekler hazırlanır. Eğer önceden bir fizibilite etüdü hazırlanmışsa ön kararlar alınmış demektir ve bu durumda tipik olarak üç seçenek hazırlanması yeterlidir. Böyle bir fizibilite çalışması yapılmamışsa en çok altı farklı seçenek hazırlanabilir. Bu durumda seçeneklerden birisi "mevcut sisteme devam" olmalıdır.

Hazırlanan herbir seçenek için

- Teknik ortam tanıtımı,
- Fonksiyonel tanıtım,
- Etki analizi,
- Taslak geliştirme planı ve
- Maliyet yarar analizi

bölümlerinden oluşan birer rapor hazırlanır.

C.b. Kullanıcının seçimi

Hazırlanan seçenekler bir takdim ile kullanıcı yetkililerine sunulur. Bu sunuşta sistem geliştirme ekibi seçenekleri tarafsız olarak aktarmalıdır. Takdimden önce gerekli hazırlıklar yapılmalı ve etkinliği sağlayacak birçok araçtan yararlanılmalıdır. Takdimden sonra kullanıcının soruları yanıtlanır ve seçeneklerden birini seçmesine yardımcı olunur.

C.c. Seçilen seçeneğin ayrıntılandırılması

Genelde hazırlanan seçeneklerden biri aynen seçilmez, bunun yerine karma bir seçenek oluşur. Seçilen bu seçeneğe ait rapor ayrıntılandırılır ve ilk iki aşamada (A ve B aşamalarında) hazırlanan ürünlerle birlikte bir Sistem Özellikleri dosyası hazırlanır. Bu bir bakıma sistem analiz safhasının sonuç ürünüdür. Ayrıca bundan sondaki safha (Sistem Tasarım) için de bir plan hazırlanır.

C.d. Performans hedeflerinin belirlenmesi

Sistem özellikleri belirlendikten sonra, tasarıma geçmeden önce kurulacak CBS nin performans hedefleri bu adımda belirlenir. Buna göre coğrafi veri tabanı veri depolama kriterleri, işlemler için zaman sınırlamaları, bilgi hedefleri ve hatadan kurtulma kriterleri belirlenir. Bu kriterler sistem tasarımı sırasında göz önüne alınacak ve daha sonra da gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği test edilecek olan faktörlerdir.

b. CBS için Sistem Tasarımı

Analiz safhasından sonra tasarıma geçilir. CBS ye yönelik bu tasarım safhasında yapılacak işler ve bu işleri yapmak için gerekli teknikler ile CBS ve özel yorumlar aşağıda sunulmaktadır.

(1) Tasarım Görevleri

Yine üç aşamadan oluşan CBS tasarım safhasında yapılacak görev adımları şunlardır.:

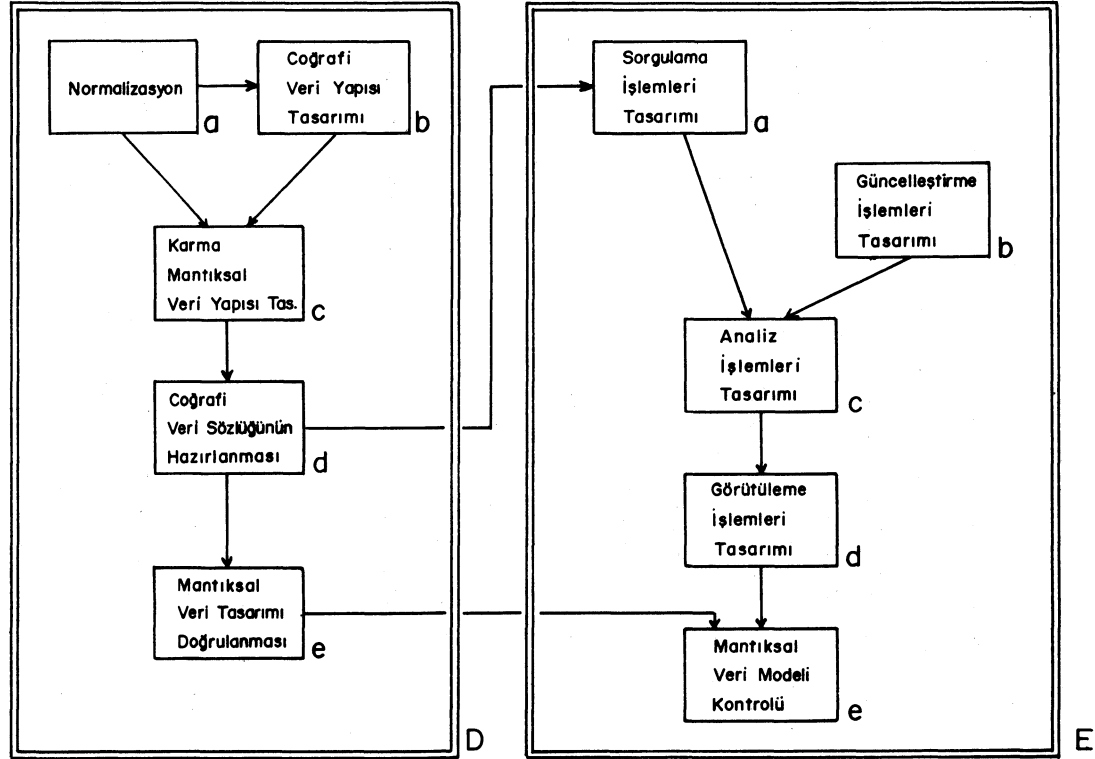
D. Veri Tasarımı ve E. İşlem Tasarımı (Şekil-6)

F. Fiziksel Tasarım (Şekil-7)

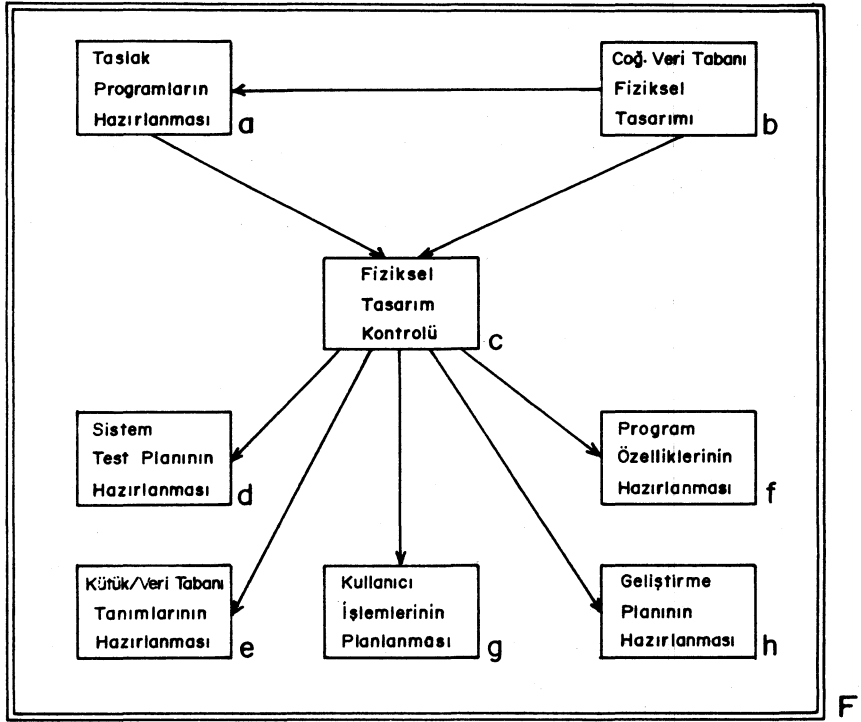
(2) Tasarım Teknikleri

Yukarıda sayılan tasarım görevlerini yerine getirebilmek için aşağıdaki tekniklerin kullanımı gerekmektedir. (Bu teknikler bu yazıda açıklanmayacaktır. Ayrıntılı bilgi /6/, /7/, /10/, /12/, /13/, /14/ ve /16/ da bulunabilir.)

- (a) İşlem taslakları tekniği
- (b) Varlık yaşam öyküleri tekniği
- (c) Üçüncü Normal Form Veri Analizi tekniği
- (d) Karma Veri Yapılandırma Tekniği
- (e) Coğrafi veri yapılandırma tekniği
- (f) Coğrafi modellendirme tekniği
- (g) Fiziksel tasarım kontrolü
- (h) 1 nci kesit programlama



Şekil-6 : Veri ve İşlem Tasarımı aşamalarının adımları



Şekil-7 : Fiziksel Tasarım aşamasının adımları

- (ı) 1 nci keşit veri tasarımı
- (j) Kalite kontrol tekniğı
- (k) Formal dökümantasyon
- (l) Proje yönetim sistemi (PROMPT vb.)

(3) Görevler-Yorumlar

D.a. Normalizasyon

CBS deki grafik olmayan bilgiler bir Veri Tabanı Yönetim Sistemi (VTYS) ile yönetilecektir. Bu VTYS leri genellikle hiyerarşik, ağ, ters çevrilmiş listeler ve ilişkisel veri modellerinden birine yöneliktir. Veri analizinde ilişkisel model yaklaşımı çok büyük yaygınlık kazanmıştır. Bugünkü CBS yazılımlarının pekçoğı mevcut bir ilişkisel VTYS ile (Örn. INGRES, INFO, INFORMIX, ORACLE vb.) bütünleştirilmiştir. Grafik olmayan verileri ilişkisel bir VTYS de organize etmek üzere normalizasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Normalizasyonda önce öznitelikler belirlenir. Daha sonra birinci, ikinci ve üçüncü normal formlar hazırlanarak bunlar optimize edilir. Böylece sonuçta ilişkisel veri tabanında bulunacak tablolar elde edilmiş olur.

D.b. Coğrafi veri yapısı tasarımı

B.e. adımında hazırlanmış olan gereksenen sisteme ait mantıksal veri yapısı bu adımda ayrıntılandırılır. Normalizasyona paralel olarak yürütülecek bu adımda coğrafi olan veya olmayan varlıklara ait bütün öznitelikler saptanır. Varlıklar arasındaki konuma bağlı olan ve olmayan ilişkiler kesinleştirilir. Bu varlık, öznitelik ve ilişkilerin belirlenmiş olan bütün işlemleri destekleyip destekleyemeyeceğı kontrol edilir. Daha sonra coğrafi varlıklar için katman tasarımı ve veri yönetim tasarımı yapılır.

Coğrafi varlıkları veya bu varlıklara ait çeşitli öznitelikleri katmanlar halinde gruptama düşüncesi klasik kartoğrafyadaki kalıp yaklaşımından kaynaklanmaktadır. İlişkisel veri modeline de uygun olan bu katmanlama yaklaşımı hem görüntüleme işlemlerinde hem de katmanların üst üste çakıştırılması ile analiz işlemlerinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Nesneye yönelik tek katmanlı yaklaşımda ise esnek olmama ve performans düşüklüğü gibi sorunlarla karşılaşmaktadır.

Coğrafi varlıklar belli bir yüzeye dağılmışlardır ve kullanıcılar bütün bu yüzeyi sürekli bir veri tabanı gibi görmek isterler. Ancak bütün proje alanı verilerini tek bir kütükte toplamak mümkün olmadığından ve erişimi hızlandırmak üzere coğrafi veri tabanı coğrafi hücrelere bölünür. Bu tarzdaki bir veri yönetiminin parametreleri (hücre boyutları vb.) bu adımda belirlenir.

D.c. Karma mantıksal veri yapısı tasarımı

Veri yapısı olarak B.e. de hazırlanmış olan ve D.b. de geliştirilen coğrafi veri yapısı (varlık ilişki diagramı) ve D.a. da hazırlanmış olan üçüncü normal form tabloları bu adımda özel bir teknikle birleştirilerek fiziksel ortamdan bağımsız karma bir mantıksal veri yapısına ulaşılmış olur.

D.d. Coğrafi veri sözlüğünün hazırlanması

Bu adımda CBS de yer alacak varlıklar (detaylar) için bir detay ve öznitelik kodlama katalogu hazırlanır. Bu katalogta herbir detay için:

- detay kodu
- bu detay için hangi özniteliklerin kaydedileceği,
- geçerli öznitelik değerleri (değerler listesi veya değer aralığı),
- gösterim bilgisi (sembol, renk, yazı şekli vb.) ve
- CBS den birçok tanımlı ürün elde edilecekse, detayın hangi ürünlerde yer alacağı bilgileri kaydedilir.

D.e. Mantıksal veri tasarımının doğrulanması

Veri tasarımında (D.a.-D.d.) elde edilen ürünler öncelikle veri tasarımına paralel olarak sürdürülen işlem tasarımı ürünleri ile karşılıklı kontrol edilir. Veri tasarımı, işlemleri desteklemiyor ise gerekli düzeltmeler yapılır.

E.a. Coğrafi Veri Tabanı sorgulama işlem taslaklarının hazırlanması

CBS deki veri tabanı işlemleri sorgulama ve güncelleştirme işlemleri olarak iki grupta irdelenir.

Bu adımda tasarlanacak olan coğrafi veri tabanı sorgulama işlemleri basit sorgulamalar ve karmaşık sorgulamalar olmak üzere yine iki grupta ele alınırlar.

Basit sorgulamalar veri tabanında bulunan verilerden belli koşulları sağlayanların seçilmesi ile ve ek bir işleme gerek olmaksızın cevaplanabilen sorgulamalardır.

Varlık için V, Öznitelik için Ö ve Öznitelik değeri için D kısaltmaları kullanıldığında:

$$V(\bar{O}) = D$$

eşitliği bu sorgulamaların temelini oluşturur.

Örneğin varlık: 35 no.lu parsel, öznitelik: parsel sahibi, değer: "Ahmet Aydın" örneklemeleri ile "35 nolu parselin sahibi Ahmet Aydın'dır" eşitliği kurulmuş olur.

Buna göre basit sorgulamalar:

V (Ö) = ?

? (Ö) = D

V (?) = D

V (?) = ?

? (Ö) = ?

? (?) = D

? (?) = ?

biçimlerinde modellendirilirler. Basit sorgulamalar sadece grafik olmayan veya sadece grafik özniteliklerle ilgili olabileceği gibi bütünleşik de olabilir.

Karmaşık sorgulamalar ise cevabı veri tabanında hazır olmayan ve bazı temel veri işlemleri ile türetilen sorgulamalardır. Bu sorgulamaların cevaplanması için ilişkisel cebir (relational algebra), katman kesiştirme vb. işlemlere gerek vardır. Bu sorgulamalar da sadece grafik olmayan veya sadece grafik özniteliklerle ilgili olabileceği gibi bütünleşik de olabilir. (Örnek: Eğimi % 30 dan az olan ve toprak sınıfı 1 ile 3 arasında olan ve yeraltı su seviyesi 1 m.den derin olmayan ve maliklerinin yaşı 60 dan fazla olan parselleri göster)

İşte bu adımda böylesi sorgulama modelleri tasarlanır. Bu sorgulama modellerinin herbiri için bir sorgulama işlem taslağı hazırlanır.

E.b. Coğrafi Veri Tabanı güncelleştirme işlem taslaklarının hazırlanması

Coğrafi veri tabanındaki güncelleştirme işlemleri ;

- Veri toplama
- Grafik olmayan bilgilerin güncelleştirilmesi
- Geometrik editleme
- Kodlama, etiketleme

gibi işlemlerdir.

Bunların içinde özellikle veri toplama işlemleri önem arzeder. Veri toplama çeşitli kaynaklardan yapılabilir. Mevcut harita ve dökümanlar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, arazi ölçüleri ve mevcut sayısal coğrafi bilgi kütükleri gibi çeşitli veri kaynakları dikkate alınarak bu adımda bir veri toplama planı yapılır. Bu veri toplama işlemlerinin herbiri için bir işlem taslağı hazırlanır.

E.c. Coğrafi Analiz işlem taslaklarının hazırlanması

Coğrafi analiz işlemleri veri tabanına doğrudan erişmez. Genellikle analiz işleminden önce ve sonra E.a ve E.b. de sıralanan veri tabanı işlemleri uygulanır. Coğrafi analiz işlemleri konuma bağlı karmaşık soruları yanıtlamak veya

bazı ürünler üretmek üzere yapılan işlemlerdir.

Analiz temel işlemleri arasında:

- Çizgi/poligon yumuşatma (thinning)
- Poligon yeniden sınıflandırma (reclassification)
- Poligonlar arası ortak sınırları silme (dissolve)
- kenarlaştırma
- Setntroid hesabı
- Otomatik münhane çizimi
- Yakınlık analizi (Thiessen poligons, proximity analysis)
- Gridleme
- Ölçek değişimi
- Doğrusal veya esnek distorsiyon
- Projeksiyon değişimi
- Koordinat dönüşümleri
- Tampon bölge yaratma
- Poligon üst üste çakıştırma
- Kesiştirme
- Ölçmeler (toplam sayı, alan, çevre, hacim, düz/eğri mesafe, kesit, poligon içinde nokta)
- En uygun koridor seçimi
- Güzergâh uzunluk tesbiti
- İkili cebir işlemleri
- Görülebilirlik analizi
- Işın yoğunluğu
- Perspektif görüntüleme
- Eğim/bakı hesabı
- Havza belirleme

sayılabilir.

İşte bu adımda CBS de yapılacak herbir analiz işlemi için örnekleri yukarıda sayılan temel işlemlerden oluşan algoritmalar hazırlanır. Bu algoritmalara kartoğrafik (veya coğrafi) model denir /1/.

E.d. Görüntüleme işlem taslaklarının hazırlanması

Bu adımda sorgulama ve analiz sonucunda elde edilen sonuç bilgilerin kullanıcıya sunulması için görüntüleme işlemleri tasarlanır. Görüntüler, ekran görüntüleri, mat veya saydam altlıklar üzerine çizimler raporlar vb. çeşitli biçimlerde tasarlanabilir. Bütün bu görüntüleme işlemleri için sembol, renk yazı sti-

li tasarımları yapılarak herbir işlem için bir işlem taslağı hazırlanır. Bu sembol ve renk bilgileri D.d de hazırlanan coğrafi veri sözlüğüne aktarılır.

Görüntüleme işlem tasarımı önemli bir bölümü de sayısal kütük değişim formatlarının belirlenmesi ve belli formatlara dönüşüm işlemlerinin tasarlanmasıdır. Bugün uluslararası yaygınlık kazanmış olan birçok değişim formatından (Örn. SIF, USGS-DLG, USGS-DEM, TIGER, DMA-DLMS, GBF/RIME, ETAK, MOSS, Auto CAD-DXF vb.) hangilerinin destekleneceği belirlenir. Bu formatlar için tek veya çift yönlü dönüşüm işlem tasarımları hazırlanır.

E.e. Mantıksal veri modelinin kontrolü

Veri tasarımı (D.a-D.e) ve işlem tasarımı (E.a-E.d) aşamalarında kurulacak olan CBS'nin veri modelinin iki ana bileşeni tasarlanmış olur. Bu adımda işlem tasarımı ile veri tasarımının hem kendi içlerinde ve hemde karşılıklı tutarlılıkları kontrol edilir. Veri yapılarının işlem tasarımlarını destekleyip desteklemediğine bakılır. Daha sonra bütün bu mantıksal tasarımın analiz safhasında belirlenen ve Sistem Özellikleri Dosyasında kaydedilen CBS gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir ve gerekli düzeltmeler yapılır.

Yapılan bu tasarım tümüyle mantıksaldır, yani herhangi bir özel donanım ve yazılım ürününden bağımsızdır. Başka bir deyişle bu tasarım Sistem Özellikleri Dosyasında belirtilen özelliklere uygun olarak seçilecek herhangi bir markadaki donanımda, sistem yazılımlarında ve CBS yazılımlarında gerçekleştirilebilir özelliktedir. İşte bundan sonraki son aşamada mantıksal tasarım seçilen fiziksel donanım-yazılım ortamına dönüştürülecektir.

F.a. Taslak programların hazırlanması

E.a., E.b., E.c. ve E.d., adımlarında belirlenmiş olan işlem tasarımları bir fonksiyon katalogunda toplanır ve bu işlemler yığın (batch) ve etkileşimli (interactive) olarak iki gruba ayrılır. Çevrim içi işlemlerin herbiri için bir program tasarlanır ve kullanılacak programlama dili, VTYS ve CBS yazılımları dikkate alınarak bu programların modülleri, girdi/çıkış formatları ve yapacağı işler açıklanır. Aynı şekilde yığın işlemlerin herbiri için de birer program tasarlanır. Kullanılacak yazılımlar dikkate alınarak bu programların akış diagramları hazırlanır.

F.b. Coğrafi Veri Tabanı fiziksel tasarımı

Bu adımda veri tasarımı (D.a.-D.e.) sırasında herhangi bir özel yazılımdan bağımsız olarak hazırlanan veri tabanı tasarımı kullanılacak CBS yazılımının özellikleri dikkate alınarak fiziksel tasarıma dönüştürülür. Dönüşüm kuralları her CBS yazılımı için farklıdır. Örneğin grafik olmayan bilgiler için bir iliş-

kisel veri tabanı kullanılacaksa, bu veri tabanında yer alacak tablolar, anah-tar sahalar, indexlenecek sahalar, tablolararası koşullar vb. özel hususlar tesbit edilir.

F.c. Fiziksel tasarım kontrolu

Bu adımda, hazırlanan fiziksel tasarımın (F.a.-F.b.) C.d. adımımda saptan-mış olan performans hedeflerini karşılayıp karşılayamayacağı özel bir teknikle kontrol edilir.

F.d. Sistem test planının hazırlanması

Bu adımda sistemin kurulması için bir takvim hazırlanır ve herbir program için bir test planı yapılır. Sistem tutarlılığını test etmek üzere de planla-ma yapılır. CBS projelerinde kurulan sistemi test etmenin en yaygın yolu pilot proje uygulamasıdır.

F.e. Kütük/veri tabanı tanımlarının hazırlanması

Kullanılacak VTYS ve CBS yazılımlarının veri tanımlama dilleri kullanılarak kayıt yapılır ve format tanımları hazırlanır.

F.f. Program özelliklerinin hazırlanması

F.a. da belirlenen taslak programların herbiri için adım adım bu programın yapacağı işleri ve girdi/çık-tı bilgilerini belirten birer metin hazırlanır.

F.g. Kullanıcı işlemlerinin planlanması

Bu adımda CBS için bir kullanma klavuzu hazırlanır. Bu klavuzda kullanıcı-nın hangi durumda ne işlemleri yapacağı ve bunları nasıl yapacağı ayrıntılı o-larak açıklanır.

F.h. Geliştirme planının hazırlanması

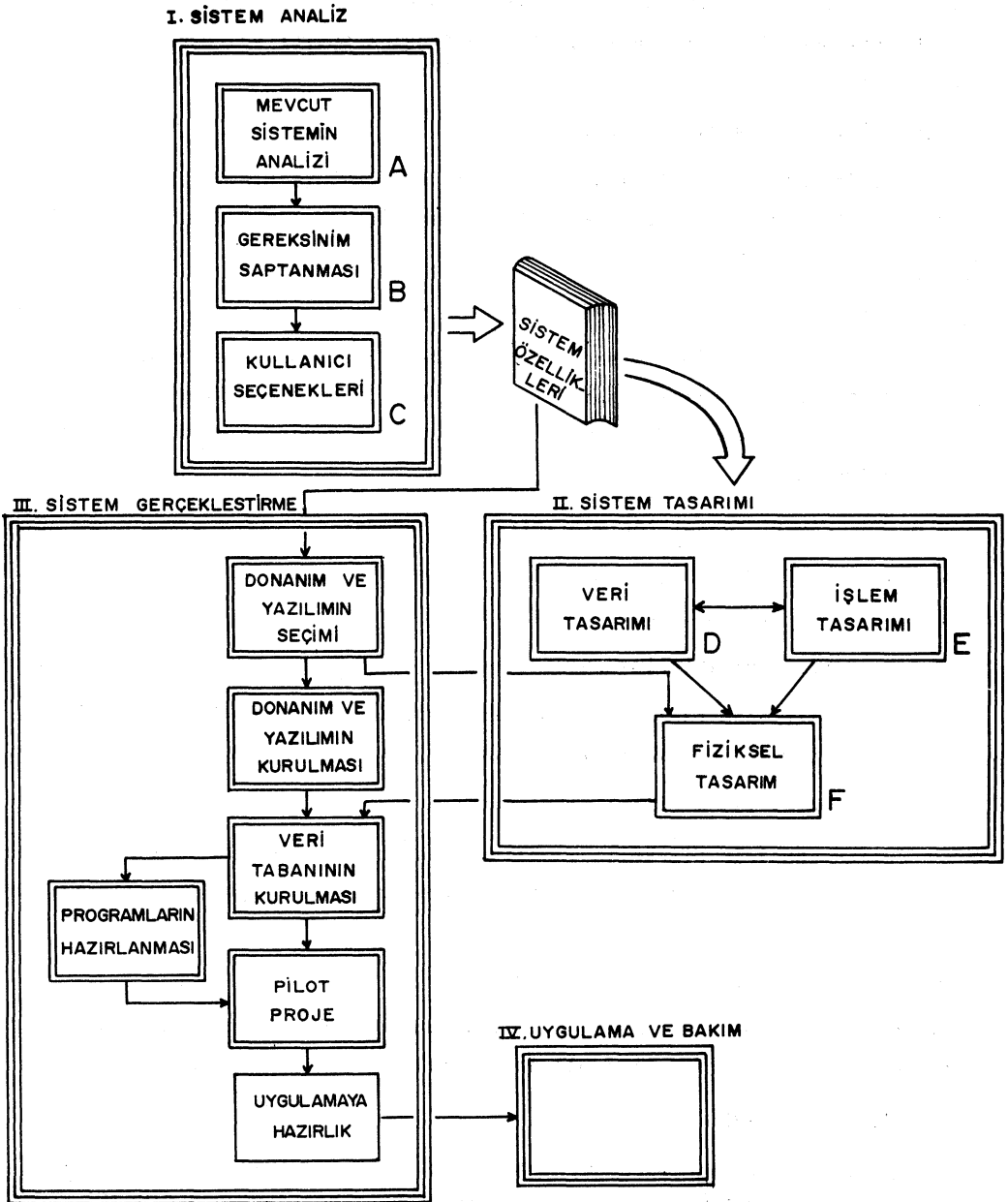
Sistem analiz ve tasarım çalışmalarının bu son adımımda ise CBS projesinin bundan sonraki safhası için bir planlama yapılır.

4. CBS GERÇEKLEŞTİRME

CBS projesinin üçüncü safhası, diğer bilgi sistemi projelerinde olduğu gi-bi, gerçekleştirmeyi kapsar. Gerçekleştirme safhası beş aşamadan oluşur. (Şe-kil-8)

a. Donanım ve Yazılım Seçimi ve Kurulması

CBS tasarımına geçilmeden önce kullanıcı seçeneklerinin seçimi safhasında (D.a.-D.c.) tedarik edilecek donanım ve yazılım birimlerinin özellikleri belir-



Şekil-8 : CBS projesi safhaları

lenmiştir. Bir yandan tasarım devam ederken diğer yandan da bu aletlerin alınmasına geçilmelidir. Bu alımın zamanlaması öyle planlanmalıdır ki mantıksal tasarım devam ederken (D ve E safhaları) kuruluşun bağlı bulunduğu prosedüre göre seçim çalışmaları sürdürülmeli ve fiziksel tasarıma geçildiğinde (F safhası) hangi donanım ve yazılım ürünlerinin alınacağı belli olmalıdır. Fiziksel tasarım devam ederken donanımın kurulması ve yazılımın yüklenerek test edilmesi sonuçlanmalıdır. Burada sözü edilen yazılım işletim sistemi, hizmet ve kolaylık yazılımları, CBS yazılımı ve VTYS yazılımı gibi altyapı yazılımlardır. Kullanıcıların bu yazılım ürünlerine yönelik eğitimleri de fiziksel tasarım devam ederken gerçekleştirilebilir. (Şekil-8)

b. Veri Tabanının Kurulması

Sistem gerçekleştirmenin bu ikinci aşamasında fiziksel tasarımda hazırlanan (F.e. adımıyla hazırlanan) veri tabanı şeması sisteme yüklenmiş olan CBS ve eğer ayrıca kullanılacaksa VTYS yazılımlarının veri tanımlama dili komutları ile uygulanır. Veri tabanı tanımı yapılırken ilk olarak kullanıcı sayısı, koruma parametreleri, veri tabanının kullanabileceği kaynaklar (disk kapasitesi, işlemci zamanı, işlem önceliği vb. parametreler), coğrafi hücre parametreleri (dinamik veya statik coğrafi indexleme, hücre boyutları vb. hususlar) tanımlanır. Daha sonra grafik olmayan veriler için, örneğin ilişkisel modelde bir VTYS kullanılıyorsa ilişkiler (tablo ismi, hangi özniteliklerden oluştuğu, bu özniteliklerin veri tipleri, ölçekleri, geçerlik koşulları, tablodaki satır sınırlamaları vb. hususlar) tanımlanır. Tanımlamaya genel öznitelik tanımlamaları, indexler vb. diğer özelliklerle devam edilir. Veri tabanı dışında kütükler de kullanılacaksa bu kütük tanımlamaları da yapılır.

Sisteme tanımlanmış olan bu coğrafi veri tabanı, bu hali ile boş bir veri deposudur. Pilot proje ile birlikte doldurulacaktır.

c. Programların Hazırlanması

Fiziksel tasarım sırasında belirlenmiş olan yığın (batch) ve etkileşimli (interactive) programların herbiri bu aşamada yazılır. F.a. adımıyla hazırlanan program taslağında her bir programın hangi modüllerden oluşacağı hangi modülün ne iş yapacağı (metin şeklinde) ve bu programların girdi ve çıktı içerikleri ve formatları belirlidir. Bu programı yazacak olan programcı önceden saptanmış olan performans limitleri içinde kalmak üzere iyi bir algoritma tasarlar, bu algoritmayı gerekirse bir ara koda (pseudocode) çevirir ve kullanılacak dilin özelliklerine göre kodlar. Bu uygulama programların bir bölümü bilinen program-

lama dilleri ile (C, Fortran vb.) yazılabileceği gibi CBS için önemli bir bölümü özellikle kartografik modellendirmeler CBS altprogramlarını araç olarak kullanan makro dilleri ile yazılır. Bu makro dilleri genelde 4 ncü kuşak dilleridir. (Örnek: ARC/INFO'nun AML'i, INFORMAP'in MPL'li, GEOVISION'un ADF ve GOL'i). Programlar yazılırken bir yandan da pilot proje başlatılmış olmalıdır. Pilot projede küçük bir alan için hazırlanan gerçek verilerle bu programlar kontrol edilir, hatalarından arındırılır ve optimize edilir.

d. Pilot Proje

Pilot proje uygulanması CBS projeleri için çok uygun bir yaklaşımdır. Pilot proje alanı olarak tüm proje sahasını iyi bir şekilde örnekleyebilecek olan % 3-5 büyüklükte bir bölge seçilmelidir. CBS pilot projesinde ilk adımda grafik ve grafik olmayan bilgiler veri tabanına yüklenir. Bunun için (3,b,3) te açıklandığı gibi önce veri toplama işlemlerine (E.b.) ait programlar hazırlanır. Daha sonra bu programlar ile ilk veri toplama yapılır; böylece bu programlar da denenmiş olur. Coğrafi veri tabanının doldurulması öyle zamanlanmalıdır ki yazılan diğer programlar kontrol edileceği zaman örnek veriler hazır olmalıdır. Diğer programlar da test edildikten sonra sistemin topyekün testine geçilir. F.d. adımı hazırlanan sistem test planına göre yapılacak bu testte kurulan pilot CBS nin sistem analiz safhası sonunda saptanan bütün fonksiyonel gereksinimleri karşılayıp karşılayamadığı kontrol edilir. Bu kontroller belirli sistem olaylarını içeren senaryolarla yapılır.

Pilot proje safhası tam bir geri besleme dönemidir. Saptanan bütün aksaklıklar gerek veri tabanında, gerekse programlarda düzeltilerek sistem en uygunlaştırılır.

e. Uygulamaya Hazırlık

Gerçekleştirilen ve bir pilot proje ile en uygunlaştırılan CBS nin uygulamaya aktarılması için bazı hazırlıkların yapılması gerekir. Bu hazırlıkların başında dokümantasyon gelir. Dokümantasyon sürekli bir faaliyettir. Şimdiye kadar tamamlanan bütün adımların sonunda bu adımların ürünleri standart formlar halinde tamamlanmıştır. Ancak uygulamaya geçmeden önce bunlar, özellikle kullanıcı klavuzları gözden geçirilip son şekilleri verilir.

Uygulama hazırlıkları kapsamındaki diğer bir iş de kullanıcı eğitimidir. Görev sorumlulukları ve yetkileri farklı kullanıcı kategorileri tanımlanarak bunlar için modüler bir eğitim programı düzenlenerek gerçekleştirilir.

Son olarak da bir uygulamaya aktarma planı yapılır. Bu plan kullanıcının yeni örgütlenmeye geçişi, üretim/uygulama takvimi, kaynak planı, izleme kontrol

ve güvenlik gibi hususları içerir. CBS yi yönetmek üzere bir sistem uygulama sorumlusu seçilir. Aynı uygulamaya yönelik mevcut bir sistem varsa, bir süre eski ve yeni sistemin paralel uygulanması etkili bir yaklaşımdır.

Bu hazırlıklar tamamlandıktan sonra bir sistem Gerçekleştirme Raporu hazırlanır. Bu raporda gerçekleştirilen CBS nin kısa bir tanıtımı yapıldıktan sonra, pilot proje özetlenir ve test sonuçları aktarılır. CBS nin uygulanması sırasında söz konusu kısıtlamalar belirtilerek uygulama planı açıklanır. Bu hali ile uygulamaya geçiş kararını vermek üzere kullanıcı yetkililerine sunulur.

5. UYGULAMA VE BAKIM

Uygulamaya geçiş kararı verilen bir CBS projesi yaşam döngüsünün son safhası uygulama ve bakımdır. Uygulama bir sistem sorumlusunun kontrolünde sürdürülmelidir. CBS uygulamaları sürerken sistem sorumlusu faaliyetleri sürekli izlemeli ve kaydetmelidir. Uygulamadan doğan aksaklıklar veya yeni ortaya çıkan gereksinimler eğer küçük bazı değişikliklerle giderilebiliyorsa bunlar sistem sorumlusunun denetiminde yapılmalıdır. Özellikle yedekleme vb. bakım işlemleri ihmal edilmemelidir. Bir süre sonra ortaya çıkabilecek yeni gereksinimlerin çokluğu veya aksaklıkların çoğalması kullanıcıyı yeniden bir sistem geliştirme noktasına getirebileceğinden bu gibi hususlar ayrıntılı olarak dokümanite edilmelidir. Uygulama sırasında dikkat edilecek en önemli konulardan birisi de veri yönetimidir. Hatta CBS leri için ayrıca bir veri yöneticisi seçmek en uygun yaklaşım olacaktır.

6. CBS PROJE YÖNETİMİ

Bir CBS projesinin yaşam döngüsü yazılım mühendisliği uygulaması paralelinde örgütlenme, personel, finansman ve daha birçok değişik boyutlu faktörleri içermektedir. Bunların herhangibirindeki başarısızlık, diğerleri çok başarılı bile olsa sonuçta CBS projesinin başarısızlığına neden olacaktır. Bu nedenle oldukça karmaşık bir yapısı olan CBS projeleri de diğer bilgi sistemi projelerinde olduğu gibi belli bir proje yönetim tekniği (Örneğin: PROMPT) ile yönetilmelidir. Ancak böyle bir proje yöntem tekniği bu yazıyı tamamlayıcı özellikte olmasına rağmen ayrıntıda ele alınması gerektiğinden bu yazının kapsamı dışında tutulmuştur. Ancak gerekliliği önemle vurgulanmaktadır.

7. SONUÇ

Daha önceleri kağıt harita ve hava fotoğrafı gibi ortamlara hapsolmuş olan coğrafi bilgiler kullanıcılara kısıtlı olanaklar sunmaktaydı. Bilgisayar Destekli Kartografya, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Grafikleri, Konuma Bağlı Analiz, Matematik (Prediksiyon, istatistik), Ölçme, Fotogrametri ve Uzaktan Algılama gibi birçok disiplinlerdeki 1970 lerde başlayan ve 1980 lerde devam eden paralel gelişmeler Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojisini doğurdu. CBS teknolojisi ile coğrafi nesnelere ait grafik ve grafik olmayan bilgiler bambaşka bir kişilik kazanarak kullanıcılara yepyeni olanaklar sunmaya başladı. CBS ile desteklenebilen uygulama türlerinin çıkışı gibi büyüdüğü bir ortamda çok çeşitli amaçları olan kullanıcılar CBS projelerine başladılar veya başlama durumundalar; ancak ne CBS donanım ve yazılımı satın almak ne de haritaları sayısallaştırmak veya fotoğrafları, uydu görüntülerini sayısal kıymetlendirmek ve ne de bu konuda personel yetiştirmek, yeni bir örgütlenmeye gitmek tek başlarına CBS nin başarısını sağlayamaz. Hatta birbirleri ile uyumlu olmadıkça bunların hepsini yapmak bile yeterli olamaz. CBS den beklenenler gerçekten elde edilmek isteniyorsa iyi bir proje yönetimi altında tutarlı bir sistem geliştirme ve gerçekleştirme süreci izlemek gerekir.

Bugün bilgi sistem projeleri için birçok sistem geliştirme ve gerçekleştirme yöntemi olmasına rağmen, CBS nin farklı özelliklerine hitap eden denenmiş bir yöntem yoktur. Mevcut bilgi sistemi geliştirme yöntemlerini CBS için genişletme biçiminde çalışmalar son zamanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu yazıda böyle bir çalışmanın ürünüdür. Yöntem bilgi sistemi geliştirme dünyasına modern yaklaşımlar getiren SSADM yöntemini iskelet olarak tasarlanmıştır. Şüphesiz ki bu yöntemin uygulanacağı her CBS projesi ile elde edilen deneyimler bu yöntemin gelişmesine büyük katkılarda bulunacaktır.

K A Y N A K L A R

- /1/ Berry J.K. : An Academic Package for Instruction in Computer Assisted Map Analysis. Proc. ACSM. pp.458-466. Washington D.C. 1984
- /2/ Burrough P.A. : Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford. 1986
- /3/ Greenwood P. Cooper A., Oliver J., Mc Pherson D., Engelbrecht R. : Selecting a GIS Proc. ACMS/ASPRS Vol. 4. pp. 102-111 Baltimore 1989
- /4/ Gribb W.J. : Combining of Geographic and Other Information Systems to Create a New Type of Information Management Systems.Proc. ACSM. pp 14-19 Washington D.C. 1984
- /5/ Hanigan F.L. : Planning Geographic Information Management System. Proc. ACSM. pp 554-562 Washington D.C. 1984
- /6/ Howe D.R. : Data Analysis for Data Base Design.Edward Arnold 1986
- /7/ Learmonth and Burchett : SSADM Trainning Manual 1985
Management Systems Ltd.
- /8/ Oxborrow E., Kemp Z. : An Object-Oriented Approach to the Management of Geographical Data. University of Kent at Canterbury, pp. 1989
- /9/ Palmer D.,McLaughlin J. : Land-related Information Networks:Assessing User Requirements. Proc.ACSM. pp. 101-109 Washington D.C. 1984
- /10/ Sarbanoglu H. : Yazılım Krizi ve SSADM. Harita Dergisi, Sayı 101. 1988
- /11/ Sarbanoglu H. : Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Dergisi, Sayı 103. 1989

- | | | |
|------|---------------------|---|
| /12/ | Senn J.A. | : Analysis and Desing of Information Systems. McGraw Hill 1984 |
| /13/ | Shooman M.L. | : Software Engineering: Design, Reliability and Management, Mc. Graw Hill. 1987 |
| /14/ | Sommerville I | : Software Engineering Addison-Wesley. 1985 |
| /15/ | Wang F., Newkirk R. | : An Entity-Relationship Model for Geographic Information System Development. Proc. ACSM/ASPRS Vol.5, pp. 162-172 St.Lois. 1988 |
| /16/ | Yourdon E. | : Software Design : Methods and Techniques. 1980 |