

## Sayısal Harita Üretiminde Proje Planlaması ve Yönetimi

Ayhan CEYLAN<sup>1</sup>, Tayfun ÇAY<sup>2</sup>, Mevlüt UYAN<sup>3</sup>

### Özet

Dünya ekonomisi her sene belirli oranda büyümektedir. Bu büyümeye paralel olarak büyük çaplı projeler uygulanmaktadır. Eldeki kaynakların, projenin belirlenen süresi içinde en etkin şekilde kullanılması zorunluluğu vardır. Rekabet ortamında proje yüklenicileri, proje yönetimi yöntemlerini kullanarak görevlerini en etkin şekilde yerine getirmektedirler.

Proje planlaması yapılmakla, işletme yöneticisinin elinde bulunan sınırlı kaynakların en verimli şekilde nasıl kullanılacağı, kimlerin hangi görevle yükümlü oldukları, sorumlulukları, kontrol imkanları da ortaya konulmuş olur.

Bu çalışmada; Sivas-Kızılcakeşişla bölgesinde yapılacak sayısal halihazır harita alımı uygulamasında, planlama ile ne gibi avantajların sağlanacağı gösterilmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanı 93 hektarı gayrimeskun, 9 hektarı meskun olmak üzere toplam 102 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Yapılan iş aynı bölgedeki ikinci çalışma olduğu için faaliyet sürelerinin tahmininde herhangi bir zorluk olmamasından dolayı planlama tekniği olarak CPM yöntemi kullanılmıştır.

Sivas-Kızılcakeşişla kasabası sayısal harita alımı projesinde proje planlama tekniği kullanılarak 77 gün sürecek olan proje 60 günde bitirilmiştir. Bu durumda projenin, 17 gün erken ve 679 737 000 TL daha ucuza bitirilebileceği ortaya konmuştur.

### Anahtar Sözcükler

Proje Planlaması, Sayısal Harita, Süre ve Maliyet Hesabı

### Abstract

#### Project Planning and Management in Numerical Map Production

The world economy grows with certain ratio in every year. Being parallel to this growth, large-scale projects are being applied. The preseni resources should be used more effectively in the defined time interval of the project. The project contractors among the competition environment are performing their duties more effectively by using project management methods. By making project planning, how to use the limited resources owned by the company director more effectively, who will be in charge of which duty, their responsibilities, control opportunities will be put forward.

In this study, it is tried to preseni what kind of advantages can be provided by planning during the application of preseni numerical mapformation that will be carried out in Sivas-Kızılcakeşişla region.

The workspace covers an area of 102 hectares formed from 92 hectares non-inhabited and 9 hectares inhabited areas. Since the study we carried out is the second study in the same region, the CPM

method is used as the planning technique due to not having any difficulty in estimating the activity periods.

The project that would finish in 77 days by using project-planning technique, finished in 60 days in the numerical mapformation project of Sivas-Kızılcakeşişla town. By this way, it was put forward that the project could be finished 17 days earlier and 679 737 000 TL cheaper.

### Keywords

Project Planning, Digital Maps, Duration and Cost Calculation

### 1. Giriş

Günümüzde gerek özel sektör kuruluşları, gerekse kamu kuruluşları olsun üstlendikleri görevleri yerine getirmek için çok çeşitli ve boyutlu projeler üstlenmektedirler. Projelerin maliyetleri o kadar büyümüşür ki, projelerin planlanmasının ve denetlenmesinin son derece duyarlı ölçülerde gerçekleştirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan girdiler, gerek çeşit, gerekse miktar olarak giderek artmakta ve bunu gerçekleştirmeyi amaçlayan projeler artık disiplinler arası bir niteliğe sahip "mega" projeler şeklini almaktadır. Tüm bunlar, istenen mal ve hizmetlerin üretilebilmesi için, faaliyetlerin düzenli bir şekilde organizasyonunu, koordinasyonu ve yardımlaşmayı gerektirmektedir. Ayrıca işletmeler arasında giderek artan rekabet, söz konusu projelerin sadece performansları açısından değil, süre ve maliyet faktörleri açısından da değerlendirilmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu durumda işletmelerin sadece mal ve hizmet üretmeleri yetersiz kalmakta, bu mal ve hizmetleri rakiplerden daha kısa bir sürede ve daha uygun maliyetlerle üretmeleri önemli bir etken olmaktadır. Tüm bu etkenler, proje yönetiminin önemini arttıran etkenler arasındadır (KUTLU 2001).

Harita projelerinde de durum farklı değildir. Eldeki kaynakların, projenin belirlenen süresi içinde en etkin şekilde kullanılması zorunluluğu vardır. Proje yönetimi, rekabet ortamında projeyi yürüten firmaların daha başarılı olmasını sağlamaktadır. Projede belirlenen amaçların istenen düzeyde gerçekleşmesini sağlayan proje yönetimi, projelerin planlanması, programlanması ve kontrolünden oluşmaktadır.

İyi bir harita projesi planının yapılabilmesi için yöneylem araştırması tekniklerinin ve özellikle proje planlama ve kontrol yöntemlerinin jeodezi ve fotogrametri mühendisince bilinmesi gerekmektedir (ÇAY 1995).

<sup>1</sup>Yrd.Doç.Dr. Selçuk Üniversitesi Müh.Mim.Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Kampus/Konya

<sup>2</sup>Öğr. Gör. Selçuk Üniversitesi Hadim Meslek Yüksekokulu, Hadim/Konya

**Bu** çalışmada; sayısal harita üretiminde proje planlaması ve yönetimi ile ne gibi avantajların sağlanacağı gösterilmeye çalışılacaktır. Sayısal örnekte Sivas- Kızılcakeşi'ne ait sayısal halihazır harita alımı işi için CPM (Critical Path Method) yöntemi kullanılarak süre ve maliyet planlaması Microsoft Project 2002 professional yazılımı ile yapılmıştır. Bu çalışmada program çıktıları uzun olduğundan sonuçlar uygulama bölümünde özet olarak verilmiştir.

## 2. Sayısal Haritalar

### 2.1. Sayısal Harita Tanımı ve Amacı

Gelişen teknoloji ve imkanlar artık haritacılık faaliyetleri açısından da üst seviyelere ulaşmıştır. Bilgisayar teknolojisinin haritacılık faaliyetlerinin dışında kalması düşünülemez. Haritaya ilişkin tüm işlemlere anında ve en az maliyetle sahip olmakta ancak bu teknolojiyle mümkün olacaktır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin oluşturulmasında kullanılan temel veri, sayısal formattaki haritalardan oluşmaktadır. Bu açıklamalar ışığında, sayısal haritalar Resmi Gazete' de (RG) şu şekilde tarif edilmektedir:

*"Değişik yöntem ve cihazlarla doğrudan sayısal olarak veya mevcut çizgisel haritalardan sayısallaştırıcılar kullanılarak elde edilen, çeşitli standart veya formatlarda vektör veya raster yapıdaki sayısal değerler ile bunların işlenmesi, zenginleştirilmesi veya genelleştirilmesi ile elde edilen, çeşitli katmanlara ayrılabilen sayısal bilgilerdir "*.

Altyapı faaliyetlerinin sağlıklı biçimde yerine getirilebilmesi için o bölgeyle ilgili konumsal bilgilere sahip olmak, bilgileri etkili bir biçimde kullanmak büyük önem taşır. Özellikle de yerel yönetimler açısından ihtiyaç duyulan planlama, mühendislik projeleri ve uygulamaları bilgilerine hızlı bir biçimde ulaşmak, gerektiğinde bu bilgileri kullanarak yeni bilgiler üretmek, bunların takibi ve kontrolünü yapmak düzenli ve planlı bir kentleşme için vazgeçilmez unsurlardır. Bu ise ancak sayısal ortamda hazırlanmış haritalar vasıtasıyla sağlanabilir.

Farklı ölçeklerde, farklı koordinat sistemlerinde, farklı yöntem ve süreçlerde üretilen harita ve haritaya dayalı bilgilerin değişik amaçlı mühendislik hizmetleri, kalkınma amaçlı projeler ile kentsel ve kırsal alanlara götürülecek hizmetlerde kullanılması ve bunlardan çeşitli amaçlarda yararlanılması bir sorun olmaktadır. Ülke genelinde harita-kadastro çalışmalarının hukuki ve teknik anlamda bütüncül bir yaklaşım içinde koordinasyonu günümüzde halen sağlanamamıştır. Kurumların diğer alakalı kurumlarla yaptıkları protokollerde kendi ihtiyaçlarını net bir şekilde ortaya koymaları gerekir (İNCE 1999). Kurumlar arası bu anlaşmazlıkların sebebi oluşturulan *harita sistemlerinin sayısal bir temele oturtulamamış olmasından gelmektedir.*

Artık, geleneksel ölçme ve haritacılık, yerini grafik ile özneteliklerin birleştiği bilgisayar destekli modern haritacılığa bırakmaktadır. Böylece, veri toplama, güncelleştirme, işleme, analiz, sorgulama, planlama v.b. çalışmalar daha duyarlı, hızlı ve sağlıklı olarak yürütülebilmektedir (HKMO Web R).

### 2.2. Coğrafi Bilgi Sistemi - Sayısal Harita İlişkisi

Bilgi sistemlerinin en önemli kısmını oluşturan aşama, sayısal haritanın oluşturulmasıdır. Bu açıdan bir an önce sayısal haritalar için gerekli olan hukuki dayanaklar meydana getirilmelidir. Bu sayısal altyapının oluşumunda mevcut haritaların sayısallaştırılması ile yeni yapılacak sayısal haritaların oluşturulması arasındaki ayırımın iyice belirlenmesi gerekir. Ülkemiz gibi teknolojik gelişmelerin arkasından giden ülkelerde eski teknolojik imkanlarla yapılan çalışmaların yeni sistemlere adaptasyonu hukuksal olarak olamayacağından gerekli yerlerde yenileme çalışmaları yapılmalıdır (YOMRALIOĞLU ve NİŞANCI 1999).

Bilgi sisteminin oluşturulması aşamasında haritaların tamamının veya bir kısmının var olduğu düşünülse bile, bunların sayısallaştırılması için gerekecek olan teknik personel, yazılım ve donanım masrafları veya bu hizmetlerin temin edilmesi kayda değer miktarları bulacaktır. Hatta bu harcamaların miktarı, sistem kurulması ile ilgili yazılım ve donanım masraflarını katlayabilecektir. Haritaların var olamaması veya güncel olamaması durumunda (ülkemizdeki durum genelde böyledir) bu haritaların sayısal olarak üretilmesi gerekir ki, bu durumda maliyet bir öncesine göre kat kat daha fazla olacaktır (Baz 1999).

Özellikle grafik tabanlı CAD ve haritacılık çalışmalarında ölçüye dayalı işlemlerin çokluğu ve bu tür işlemlerin klasik yöntemlerle yapılması çoğu zaman hatalara neden olmaktadır. CBS grafik özelliği ile ölçü ve hesap gerektiren işlemlerde kullanıcıya bilgisayar destekli kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Böylece gerek hesap işlemleri gerekse çizimler aynı ortamda hızlı ve doğru bir şekilde yapılabilmektedir. CBS'nin bu özelliği günümüzde sayısal haritaların gelişmesine önemli katkılarda bulunarak, bu haritaların akıllı haritalar olarak adlandırılmasına neden olmuştur (YOMRALIOĞLU 2000).

Etkili bir coğrafi bilgi sisteminin oluşturulabilmesi için tüm kurumların üzerine düşen görevleri eksiksiz yerine getirmesi kaçınılmazdır. Sorumlu kuruluşlar arasındaki koordinasyonun sağlam olması CBS 'in gücünü o derecede artıracaktır.

## 3. Sayısal Harita Üretimindeki Başlıca Jeodezik Faaliyetler

Hızla gelişen uydu ve uzay teknikleriyle beraber harita üretiminde de uyulması gereken standartlarda bu yöne paralel olarak değişimler olmuştur. Sayısal harita üretiminde uyulması gereken başlıca jeodezik faaliyetler ve yapılacak işler, İller Bankası Genel Müdürlüğü Harita Dairesi Başkanlığı Özel Teknik Şartnamesi ve Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgilerinin Üretim Yönetmeliği' nde şu şekilde sıralanmıştır.

### 3.1. Uzay ve Uydu Teknikleriyle TUTGA'nın Sıklaştırılması

İller Bankası Genel Müdürlüğü Harita Dairesi Başkanlığı Özel Teknik Şartnamesi çerçevesinde hesaplanacak

koordinatlar, en son güncellenmiş TUTGA'ya bağlı, GRS80 elipsoidi ve Transversal Mercator (TM) izdüşümünde üç derecelik dilim esasına göre belirlenir ve öncelikli olarak aşağıdaki işlemler tamamlanır.

- Cl derece ana GPS ağı AGA'nın oluşturulması
- C2 derece sıklaştırma GPS ağı SGA'nın oluşturulması
- C3 derece ağların ve noktalarının (ASN) oluşturulması

### 3.2. Poligon İşleri

Detay noktalarının yersel yöntemlerle ölçülmesi için Cl, C2, C3 derece noktalara dayalı poligon dizileri oluşturulur.

Poligon dizilerinin seçimi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi, ana, ara ve yardımcı poligon geçkileri olarak planlanabileceği gibi, poligon ağları biçiminde de planlanabilir. Toplam ana geçki uzunluğu en çok 1600 m, ara geçki uzunluğu en çok 1000 m ve yardımcı geçki uzunluğu en çok 600 m alınır. Yerleşik olmayan alanlarda zorunlu durumlarda geçki uzunlukları ilgili idarenin görüşü alınarak bu değerlerin en çok 1.5 katı alınabilir. En büyük kenar uzunluğu 500 m'yi geçmemelidir. Seçilen noktalar ve planlanan dizi veya ağlar bir kanavada gösterilir, tesis ve röperleri tamamlanır.

GPS tekniğiyle poligon ölçmelerinde;

Poligon noktalarının koordinatları Cl, C2, C3 derece noktalara dayalı olarak statik, hızlı statik, kinematik veya gerçek zamanlı (Real Time) kinematik yöntemlerden biriyle belirlenebilir.

Yersel tekniklerle poligon ölçmelerinde ise;

Poligon kenarları, ölçme doğruluğu  $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm})$  veya daha iyi olan elektronik uzaklık ölçerlerle karşılıklı iki kez ölçülür. Bu ölçülerde alet ve işaret yükseklikleri cm inceliğinde ölçülür. Poligon noktalarının koordinatları; en küçük kareler yöntemiyle dengelenerek veya klasik koordinat hesaplama teknikleriyle belirlenebilir.

Poligon noktalarının, Helmert ortometrik yükseklikleri, geometrik nivelman, trigonometrik nivelman veya GPS nivelman yöntemlerinden biri ile belirlenir.

Poligon noktalarının Helmert ortometrik yükseklikleri, trigonometrik yükseklik farkları kullanılarak yüksekliği geometrik nivelmanla belirlenen noktalara dayalı olarak hesaplanır. Toplam geçki uzunluğu 1600 m ve geçki kapanması 5 cm/km'yi geçmemelidir. Ara ve yardımcı poligon yükseklikleri ana poligon noktalarının yüksekliklerine dayalı olarak hesaplanır.

Poligon ağlarının yükseklikleri, bir bütün olarak en az uygun dağılımı 4 noktaya dayalı olarak, dengeleme ile de hesaplanabilir. Poligon noktalarının elipsoit yükseklikleri, jeoit yüksekliği (N) ve Helmert ortometrik yükseklik (H) değerleriyle  $h = H + N$  ile hesaplanır.

### 3.3. Helmert Ortometrik Yüksekliklerinin Belirlenmesi

Noktaların Helmert ortometrik yükseklikleri geometrik nivelman, trigonometrik nivelman veya GPS nivelmanı yöntemlerinden biriyle belirlenir.

GPS ile elipsoit yükseklikleri elde edilmekte, oysa harita üretimi ve ulusal projelerde ortometrik yükseklikler kullanılmaktadır. Ortometrik yükseklikler, ölçü noktası ile jeoit arasında çekül eğrisi boyunca ölçülen düşey mesafeler olarak tanımlanmaktadır. Jeoit, geometrik nivelman ölçüleri için referans yüzeydir. Elipsoit matematiksel olarak tanımlanmış düzgün bir yüzey iken, jeoit fiziksel olarak tanımlanmış eş potansiyelli bir yüzeydir ve yer gravite alanındaki değişimleri yansıtmaktadır. Bu nedenlerle, elipsoit yüksekliklerinin geometrik, ortometrik yüksekliklerinin ise fiziksel anlamı vardır. Jeoit ile elipsoit arasındaki fark jeoit yüksekliği (veya jeoit ondulasyonu) olarak tanımlanmakta ve N ile gösterilmektedir.

Hassas geometrik nivelman ile bağlantı yapılacaksa bağlantı nivelman geçkisi, en az iki TUDKA99 noktasına bağlı olarak, 1-1.5 km aralıklı nivelman noktaları ile oluşturulur.

Ana nivelman ağı, proje alanını kapsayacak şekilde, çevresi 40 km'yi aşmayan luplar biçiminde düzenlenir. Geçki üzerindeki nokta sıklığı en çok 1.5 km olmalıdır.

Ara nivelman ağı, başı ve sonu ana nivelman ağı noktalarına bağlı toplam uzunluğu 10 km'yi geçmeyen nivelman geçkileri veya en az iki ana nivelman noktasını içeren ve toplam uzunluğu 10 km'yi geçmeyen luplar biçiminde planlanır. Geçki üzerindeki nokta sıklığı 750 m-1000 m olmalıdır.

### 3.4. Detay Ölçmeleri

Arazinin topoğrafik durumunun belirlenebilmesi için gereken desen ve karakteristik noktalar ile yol ve sokakların eğimini belirleyecek kadar nokta ölçülür.

Parsel, bina, mühendislik tesisleri vb. detayların alımında, yerleşik alanlarda 150 metreyi geçen cepheler üzerinde her 150 metre için ve yerleşik olmayan alanlarda 250 metreyi geçen cepheler üzerinde her 250 metre için bir detay noktası alımı yapılır.

Detay noktaları kendisine en yakın C derece noktalardan veya serbest istasyon noktalarından ölçülür.

GPS ile kinematik konum belirleme teknikleri kullanıldığında, gerçek zamanlı veya sonradan değerlendirmek üzere detay noktaları ölçülebilir. Kinematik GPS yöntemlerinde belirtilen konum doğruluğunu sağlayacak uzaklıkta bulunan sabit GPS istasyonlarından veya bölgeye en yakın C derecede veya poligon noktaları üzerine ölçme süresince kullanılmak üzere kurulmuş GPS referans istasyonlarından yararlanılabilir.

### 3.5. Çizim İşleri

Çizim işleri, yönetmelikte belirlenen altlıklara yapılır. Tüm noktalar hesaplanan koordinat değerlerine göre paftaya konur. Tüm detaylar ve öznitelikler, özel işaretler ve açıklamalara uygun olarak paftalara çizilir. Yükseklik eğrileri, arazinin engebe durumunu belirleyecek şekilde ve 1/5000 ölçekte 5 m, 1/2000 ölçekte 2m, 1/1000 ve 1/500 ölçeklerde 1m aralıklarla çizilir. Eş yükseklik eğrileri 0.13 mm kalınlığında, her beş yükseklik eğrisinde bir 0.25 mm kalınlığında çizilir.

Arazi topografyasını tamamlamada yardımcı olacak, tepe, çukur, şev, dip ve üstlerindeki karakteristik noktalar ile gerekli görülen diğer noktalar paftada işaretlenerek yükseklik değerleri dm'ye kadar yazılır.

Çizimler pafta kenar çizgilerine kadar yapılır, çizim kontrolü yapıldıktan sonra kesin çizim yapılır.

### 3.6. Kontrol işleri

Büyük ölçekli mekansal (coğrafi) bilgilerin ve orijinal temel haritalarının üretiminin kontrolü, Jeodezi ve Fotogrametri (Harita, Harita ve Kadastro) Mühendislerinin sorumluluğunda yapılır. Üretimlerin kontrolünde; noktaların röper ve tesislerinin uygunluğu, ölçülerin ve ölçü krokilerinin doğruluğu, koordinat ve yüksekliklerin doğruluğu, görselleştirmenin doğruluğu, ölçme, değerlendirme ve arşivleme aşamalarında düzenlenmesi gereken belge ve çizelgelerin tamlığı ve formatlara uygunluğu incelenir.

Tüm yeni tesis edilen noktalardan, proje alanına uygun dağılmış olan C1, C2, C3 derece noktaların %30'unun, poligon noktalarının %5'inin tesisleri, röperleri veya engel krokileri kontrol edilir.

## 4. CPM-PERT Yöntemi

Sayısal harita üretiminde faaliyet sürelerinin önceden belirlenmesi proje planlaması açısından önemlidir. İlk projelerde süre tespitleri tahmini belirlenirken daha sonraki projelerde kesin olarak tespit edilebilmektedir. Proje yöneticisinin ağ diyagramı üzerinde faaliyet sürelerini ve projedeki kritik yol yardımıyla da öncelikleri tespit etmesi gerekmektedir. Bu ise proje planlama yöntemlerinden CPM-PERT yöntemiyle mümkündür.

CPM tekniğinin ana amacı proje planlaması ve kontrolünü kolaylaştırmak, projede yer alan boş zamanları tespit ederek, ortadan kaldırmak ve projeyi önceden planlanan zamanda bitirmeye çalışmaktır.

CPM, kritik faaliyetler ortaya çıktığında bu faaliyetlerde gecikme olmayacağı gösterir ve gerektiğinde bu faaliyetlerde fazla işgücü ile makine kullanılarak projenin tamamlama zamanının kısaltılabileceğini gösterir. Ayrıca acil olmayan faaliyetlere zamanından önce finansman ve iş gücünün bağlanmamasını sağlar. CPM faaliyetlerin sürelerinin belirli olduğunu ve kesinlikle bilindiğini varsayar.

CPM tekniğinin, proje planlama ve kontrolünde uygulanması sırasında kullanılan kavramlar ve anlamları aşağıda verilmiştir (Çay 1995):

**Faaliyet:** Projeyi meydana getiren her bir elemandır. Faaliyet, başlama ve bitiş olayları arasında yapılması gerekli olan işe denir. Faaliyet, kaynak ve zaman harcanması gerektiren çalışma öngörmektedir. Şema üzerinde faaliyetler oklarla gösterilir. Süresi olmayan faaliyetlere "kukla faaliyet" denir ve bunlar projede kesik çizgilerle gösterilir.

**Düğüm noktası:** Zaman akışı içerisinde kesinlikle belirlenebilen, bir yada birden fazla sayıda faaliyetin

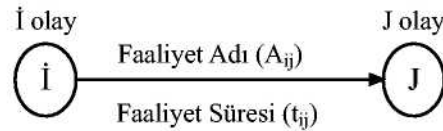
başlamasını veya sona ermesini gösteren noktadır. Olay, şema üzerinde daire şeklinde gösterilir. Faaliyetin başlangıcına "kuyruk olayı"; bitimine de "uç olayı" denir.

**Proje:** Faaliyet ve olaylardan meydana gelen başlangıç ve sonucu belirli bir çalışmaya proje denir.

**Kritik Faaliyet:** Kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlere kritik faaliyet denir. Kritik faaliyetlerde süre yönünden bir değişme olursa, projenin tamamlanması bir bütün olarak o miktarda değişir.

**Kritik Yol:** En erken ve en geç tamamlanma süreleri eşit olan düğüm noktalarını birleştiren yoldur. Proje tamamlanma süresi, kritik yol üzerindeki faaliyetlerin beklenen zamanlarının toplamıdır.

Düğüm (olay) noktalarına birer numara verilir. Örneğin bir A faaliyetinin başlangıcı i, bitimi de j ise bu, (A<sub>ij</sub>) şeklinde gösterilir. Bir faaliyet için daima i < j olur. Faaliyetin adı veya sembolü okun üstüne; süresi (t<sub>ij</sub>) ise okun altına yazılır. Burada okların büyüklüğü önemli değildir. Yönü ise önemlidir (Şekil 1) (BIYIK ve TÜDEŞ 2001).



Şekil 1: Faaliyetlerin Gösterilmesi

PERT; üretimdeki gecikmeleri, takılmaları ve çeşitli çatışmaları minimuma indiren ve işin bütününe çeşitli kısımlarını bir arada yürüten ve bunlar arasında düzenli bir koordinasyon sağlayan, böylece projelerin tamamlanmasını hızlandıran bir metottur. Ayrıca PERT evvelce planlanamaz bir işi veya projeyi zamanında bitirmek için mevcut kaynakları planlama ve bütçelemeye kullanılan bir metot olarak düşünülebilir (AYDINOĞLU 1976).

Yönetim açısından PERT (Program Evaluation and Review Tecniqe), planlamanın nasıl yapılması gerektiğini belirtir. Yönetime, koşullar değiştiğinde planlamanın güncel kalmasını sağlayacak gerekli araçlar sunar. Plandan sapmanın yaratacağı etkileri yönetimin önceden görmesini sağlayarak, olası problemler ortaya çıkmadan önce düzeltici önlemlerin alınmasına olanak tanır (KUTLU 2001).

CPM ve PERT'deki ortak aşamalar şu şekilde sıralanabilir (ÇAY 1995).

1. Projenin ve tüm faaliyetlerin tanımlanması (İş Ayrım Çizelgesi),
2. Faaliyetler arasındaki ilişkilerin ve öncelikli sıralamanın kurulması,
3. Tüm faaliyetleri birbirine bağlayan proje ağının çizilmesi,
4. Her faaliyete zaman ve maliyet tahminlerinin atanması,
5. Proje ağı üzerindeki en uzun yolun hesaplanması (kritik yol),
6. Oluşturulan şemanın, proje planlaması, çizelgelen-dirilmesi, gözlenmesi ve kontrolünde yardımcı olarak kullanılması.

CPM tekniğinde 5 çeşit süre hesaplaması yapılmaktadır. Bunlar; erken başlama, erken bitirme, geç başlama, geç bitirme ve boş süre hesaplama işlemleridir (ÇAY 1995).

**Erken başlama süresi (EB)** : Bir faaliyetin en erken başlama süresi olup, ondan önce bitmesi gereken son faaliyeti bekler.

**Erken tamamlama süresi (ET)**: Erken başlama sürelerine (EB) faaliyet süresi (ty) ilave edilerek hesaplanır.

$$ET=EB+t_{ij} \quad (1)$$

**Geç Başlama Süresi (GB)**: Geç tamamlanma (GT) süresinden faaliyet süresi çıkarılarak hesaplanır.

$$GB=GT-t_{ij} \quad (2)$$

**Geç tamamlama süresi (GT)** : PERT şemasının bitiş noktasından geriye doğru hareket edilmek suretiyle hesaplanır. Bazı durumlarda şemanın sonundan başlanarak, belirli bir faaliyetin olay noktasına birkaç yoldan gelinebilir. Bu durumda hesaplanan sürelerin en küçüğü, geç tamamlanma süresini verir (UZEL 1986).

**Boş Süre (bolluk)**: Kritik olmayan faaliyetler, belirli zaman aralıkları içerisinde tamamlandığı takdirde yatırımın toplam süresini değiştirmeyen işlerdir. Bu tür faaliyetlere bolluğu olan faaliyetler denir. Kritik faaliyetlerin boş süreye sahip olmaması gerekir.

CPM yöntemi ile proje planlamasında şebekenin bütün faaliyetlerinin sürelerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Bazı yatırımlarda, şebekenin bazı faaliyetlerinin süreleri tam olarak bilinemez. Eğer süresi belirsiz olan bu faaliyet kritik yörünge üzerinde değil ve bulunduğu düğüm noktalarında büyük bolluklar varsa, yine kritik yörünge yöntemiyle programlama yapılabilir. Ancak iş programında zorlamalar, kapasite dengelemesi ve maliyet hesabı gibi araştırmalar yapılamaz hale gelir. Eğer süreleri belli olmayan faaliyetler kritik yörünge üzerinde ise, artık yatırımın tamamlanma süresinin bile tayini mümkün değildir. Böyle durumlarda işin planlanmasının PERT yöntemine göre yapılması daha uygun olur (BIYIK ve TÜDEŞ 2001).

## 5. Örnek Bir Uygulama

### 5.1. Proje Alanının Tanıtılması

Proje planlaması ve yönetimi için; Kızılcaakışla Kasabası sayısal halihazır harita alımı projesinin ihale sonrası haritacılık faaliyetleri değerlendirilecektir.

Kızılcaakışla Kasabası Sivas ili Şarkışla ilçesinin bir kasabasıdır. Kasaba Kayseri-Sivas karayolu üzerinde bulunmaktadır. Arazinin topografik yapısı kısmen dalgalıdır.

Kasaba halkı geçimlerini genelde hayvancılık ve tarımla sağlamaktadırlar.

Sayısal halihazır haritası yapılacak alan 102 hektar olup; bunun 9 hektarı meskun alan, 93 hektarı ise gayrimeskun alan içinde bulunmaktadır. Meskun alanda 1 hektardaki bina sayısı yaklaşık 35 birimdir.

Sahanm ilk halihazır alımı işi, 1993 yılında yapılmış ve 64 hektar meskun ve 404 hektar gayrimeskun alanın halihazır harita alımı yapılmıştır.

### 5.2. Başlıca Faaliyetler ve Sürelerinin Kestirilmesi

Sivas-Şarkışla-Kızılcaakışla Kasabası sayısal harita işinin ihalesi 26.08.2002 tarihinde yapılmış ve işi alan müteahhide 19.09.2002 tarihinde işyeri teslimi yapılmıştır. Sözleşmeye göre iş 17.11.2002 tarihinde bitirilmelidir.

Müteahhit, keşif bedeli 20.090.000.000 TL olan söz konusu işi % 35,72 indirimle 12.913.852.000 TL ihale bedeli üzerinden ve sabit fiyat esasına göre yapmayı kabul etmiştir.

Kızılcaakışla Kasabası sayısal halihazır alımı projesinin faaliyetleri ve süreleri Tablo 5.1 'de verilmiştir. Aynı bölgede yapılan işin devamı niteliğinde olduğundan, süre tahminlerinde herhangi bir zorluk yoktur. Bu nedenle CPM yöntemi uygun planlama yöntemi olarak alınmıştır.

### 5.3. CPM Şemasının Çizimi

CPM şemasının çizimi için sırasıyla şu işlemler yapılmalıdır:

- Faaliyetler arası ilişkilerin gösterilmesi: Her faaliyet için o faaliyetten önce yapılması gereken faaliyet belirlenir. Bu işlemden sonra önceki işlemler sütunundan faydalanarak her bir faaliyet için sonraki işlemler belirlenir. Aynı şekilde bu işlemden faydalanarak beraber yapılması gereken işler belirlenir (Tablo 1).
- Faaliyetleri belirleyen olay numaraları belirlenir.
- Olay numaralarına göre CPM şeması çizilir (Şekil 2).

CPM şemasında şebeke başlangıcından sonuna kadar süresi en uzun olan yol (kritik yol) bulunur ve çift çizgi ile gösterilir.

### 5.4. Proje Faaliyetlerinin ve Projenin Toplam Maliyeti

Projede 1 harita mühendisi, 2 harita teknisyeni ve 2 işçi görev yapmıştır. Bunların proje maliyetine etkisi, faaliyetlerin toplam maliyetinde hesaba katılmıştır.

#### a- Dolaysız maliyet giderleri

Faaliyetlerin toplam maliyeti Harita Kadastro Mühendisleri Odası ve İller Bankası birim fiyatları (2002 1 .yarıyıl) dikkate alınarak hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} & \text{- Faaliyetlerin Toplam Mal.} && 7\,924\,168\,000 \text{ TL} \\ & \text{- Sigorta primleri (işçilerin)} \\ & = 21 \text{ Gün} \times 9\,408\,000 \times 0,335 = + \underline{66\,185\,280} \text{ TL} \\ & a = 7\,990\,353\,280 \text{ TL} \end{aligned}$$

**b- Dolaylı maliyet giderleri** Faaliyetlerin toplam süresi = 77 Gün

$$\begin{aligned} & \text{- Devamlı çalışanların sigorta primleri} \\ & (1 \text{ Harita Mühendisi}) = 77 \text{ gün} \times 1\,620\,000\,000 \times 0,335/30 \\ & && = 1\,392\,930\,000 \text{ TL} \\ & (1 \text{ Harita Teknikeri}) = 77 \text{ gün} \times 1\,080\,000\,000 \times 0,335/30 \\ & && = 928\,620\,000 \text{ TL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muhasebe} & = 77 \text{ gün} \times 50\,000\,000/30 = 128\,340\,000 \text{ TL} \\ \text{Telefon} & = 77 \text{ gün} \times 70\,000\,000/30 = 179\,670\,000 \text{ TL} \end{aligned}$$

Kira =77 günx100 000 000/30≅ 256 670 000 TL  
 Elektrik+Su+Yakıt=77 günx50 000 000/30≅ 128 340 000 TL  
 Temizlik =77 günx25 000 000/30≅ 64 167 000 TL  
 Harita üretiminde kullanılan cihaz ve aletlerin toplam çalışma fiyatları:

**Bilgisayar :**

Çalışma saati : 13 gün boyunca günde 4 saat = 52 saat  
 Çalışma fiyatı : 1 saati 1 121 000 TL  
 52 saati 58 292 000 TL

**GPS (3'lü set) :**

Çalışma saati : 3 gün boyunca günde 4 saat = 12 saat  
 Çalışma fiyatı : 1 saati 53 088 000 TL  
 12 saati 637 056 000 TL

**Total Station (Elektronik ölçü Aleti):**

Çalışma saati : 15 gün boyunca günde 4 saat = 60 saat  
 Çalışma fiyatı : 1 saati 6 195 000 TL  
 60 saati 371 700 000 TL

**Sayısal Nivo:**

Çalışma saati : 5 gün boyunca günde 4 saat = 20 saat  
 Çalışma fiyatı : 1 saati 2 611 000 TL  
 20 saati 52 220 000 TL

**Sayısal Harita Çizim Ünitesi:**

Çalışma saati : 3 gün boyunca günde 4 saat = 12 saat  
 Çalışma fiyatı : 1 saati 4 680 000 TL  
 12 saati 56 160 000 TL

b= 4 254 165 000 TL

Proje Maliyeti = a + b = 12 244 518 280 TL

İhale Bedeli = 20 090 000 000 TL

Eksiltme Yüzdesi ( % 35,72 ) = - 7 176 148 000 TL

Taahhüt Bedeli = 12 913 852 000 TL

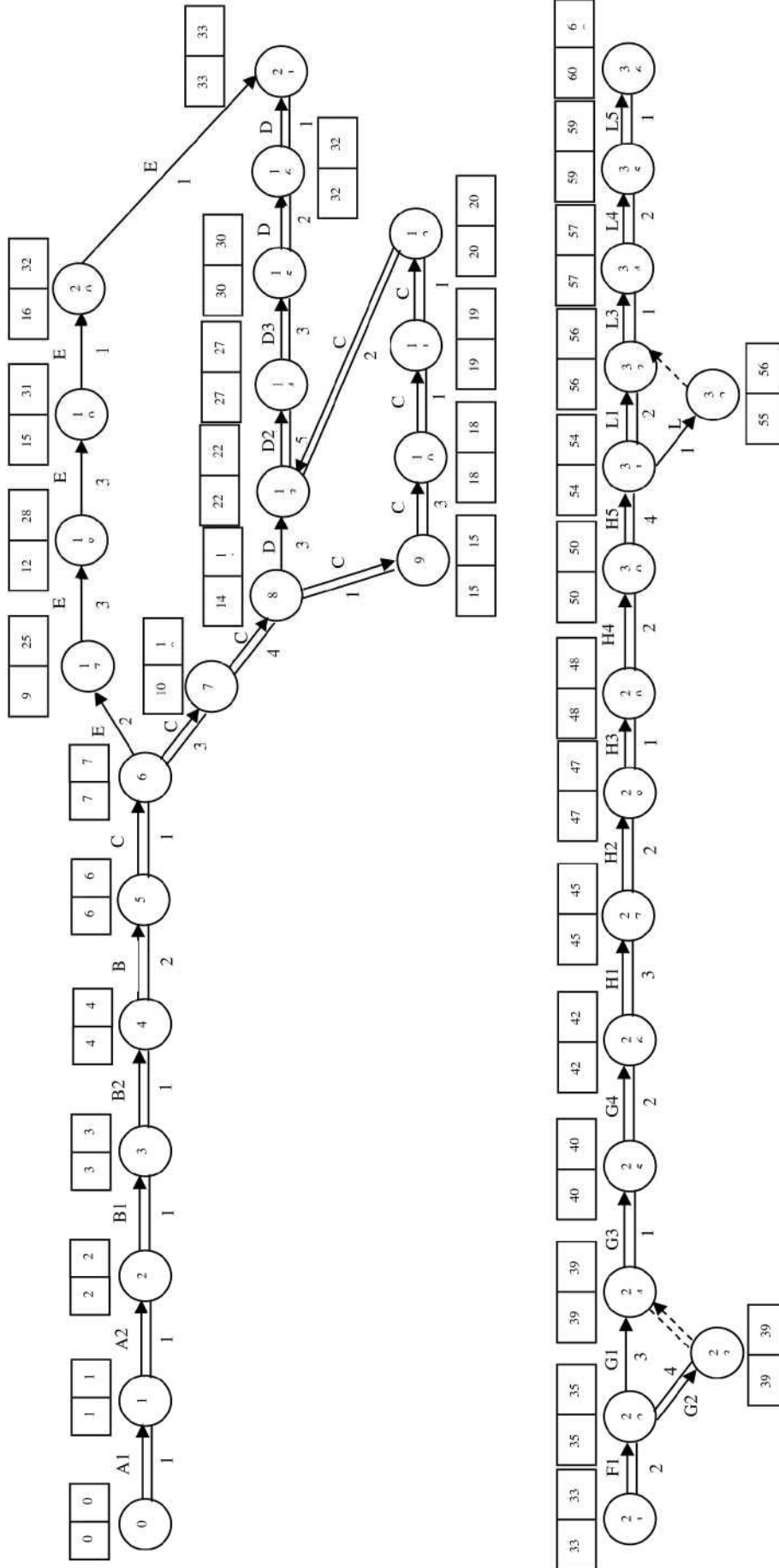
Taahhüt Bedeli = 12 913 852 000 TL

Proje Maliyeti = 12 244 518 280 TL

Fark = 669 333 720 TL

Faal. No:	Faali. Sem.	Süre Gün	Faaliyetler	Önceki Faaliyetler	Beraber Başlayan	Sonraki Faaliyetler
1	A1	1	İşyeri teslimi	-	-	A2
2	A2	1	İş programlarının hazırlanması	A1	-	B1
3	B1	1	İller Bank. 1:25000 ve 1:100000'lik paftaların temini.	A2	-	B2
4	B2	1	H.G.K.'ndan TUTGA ve TUDKA99 noktalarının ve nokta röperlerinin istem başvurusu	B1	-	B3
5	B3	2	H.G.K.'ndan harçlarının yatırılarak TUTGA ve TUDKA99 nokta koordinatlarının ve röperlerinin alınması	B2	-	C1
6	C1	1	TUTGA ve TUDKA noktalarının yerlerinin araştırılması	B3	-	C2, E1
7	C2	3	Nirengi istikşafı	C1	E1	C3
8	C3	4	Nirengi tesisi ve röper	C2	-	C4, D1
9	C4	1	Nirengi GPS oturum planının hazırlanması	C3	D1	C5
10	C5	3	Nirengi GPS ölçüleri	C4	-	C6
11	C6	1	Nirengi hesapları ve dengelenmesi	C5	-	C7
12	C7	1	Nirengi kanavasının hazırlanması	C6	-	C8
13	C8	2	Nirengi kanavasının İller Bankası Bölge Müd.'ce onayı	C7	-	D2
14	D1	3	Poligon istikşafı	C3	C4	D2
15	D2	5	Poligon tesisi ve röper	C8, D1	-	D3
16	D3	3	Poligon rasatı (klasik yöntemle)	D2	-	D4
17	D4	2	Poligon hesabı	D3	-	D5
18	D5	1	Poligon kanavasının hazırlanması	D4	-	F1
19	E1	2	Nivelman istikşafı	C1	C2	E2
20	E2	3	Nivelman tesisi ve röper	E1	-	E3
21	E3	3	Nivelman ölçülerinin yapılması (dijital nivo)	E2	-	E4
22	E4	1	Nivelman hesabı ve dengelemesi	E3	-	E5
23	E5	1	Nivelman kanavasının hazırlanması	E4	-	F1
24	F1	2	İller Bank.Böl. Müd.'nce kanavaların ve arazide poligon ölçüleri, nivelman ölçüleri kontrollerinin yapılması.	D5, E5	-	G1, G2
25	G1	3	Detay ölçümlerinin yapılması	F1	G2	G3
26	G2	4	Meskun ve gayrimeskun saha takeometrik ölçümlerinin yapılması	F1	G1	G3
27	G3	1	Detay ve takeometrik ölçü değerlerinin İller Bankası Bölge müd.'ne teslimi	G1, G2	-	G4
28	G4	2	Detay ve takeometrik ölçü değerlerinin İller Bankası Bölge Müd.'ce kontrollerinin yapılması	G3	-	H1
29	H1	3	Pafta çizimleri ve tersimatların yapılması	G4	-	H2
30	H2	2	Pafta gezimi	H1	-	H3
31	H3	1	Arazi eksiklerinin tamamlanması	H2	-	H4
32	H4	2	Hesap ve çizimlerin İller Bankası Bölge Müd.'nce kontrolü	H3	-	H5
33	H5	4	Hesap ve çizimlerin İller Bankası Genel Müd.'nce kontrolü	H4	-	L1, L2
34	L1	2	Ölçü ve hesap ciltlerinin oluşturulması ,ölçü CD ve disketlerinin hazırlanması	H5	L2	L3
35	L2	1	Çoğaltma işlemleri	H5	L1	L3
36	L3	1	Ölçü ve hesap ciltlerinin ,CD ve disketlerinin İller Bankası Genel Müd.'ne teslimi	L1, L2	-	L4
37	L4	2	Orijinal paftaların İller Bankası Harita dairesi Bşk.'nce onaylanması	L3	-	L5
38	L5	1	İşin tamamlanması	L4	-	-

Tablo 1: Faaliyetler arasındaki ilişkiler



Şekil 2: Sivas-Kızılıcakışla projesinin CPM'e göre projelendirilmesi

**c- Dolaylı Maliyetlerin Kritik Yola Göre Hesaplanması:**

Faaliyetlerin toplam süresi = 60 Gün - Devamlı çalışanların sigorta primleri (1 Harita Mühendisi) = 60 gün x 1 620 000 000x0,335/30

$$= 1 085 400 000 \text{ TL}$$

(1 Harita Teknikeri) = 60 gün x 1 080 000 000x0,335/30  
= 723 600 000 TL

Muhasebe =60 günx50 000 000/30 = 100 000 000 TL

Telefon =60 günx70 000 000/30 = 140 000 000 TL

Kira =60 günx100 000 000/30 = 200 000 000 TL

Elektrik+Su+Yakıt=60 günx50 000 000/30 = 100 000 000 TL

Temizlik =60 günx25 000 000/30 = 50 000 000 TL

Harita üretiminde kullanılan cihaz ve aletlerin toplam çalışma fiyatları: Bilgisayar:

Çalışma saati : 13 gün boyunca günde 4 saat = 52 saat

Çalışma fiyatı : 1 saati 1 121 000 TL

52 saati 58 292 000 TL

Kullanılan aletlerin 1 saatlik çalışma fiyatları, Harita Kadastro Mühendisler Odası 2002 yılı 1. yarıyıl birim fiyatlarından alınmıştır. GPS (3' lü set):

Çalışma saati : 3 gün boyunca günde 4 saat =12 saat

Çalışma fiyatı : 1 saati 53 088 000 TL

12 saati 637 056 000 TL

Total Station (Elektronik ölçü Aleti):

Çalışma saati : 15 gün boyunca günde 4 saat = 60 saat

Çalışma fiyatı : 1 saati 6 195 000 TL

60 saati 371700 000 TL

Sayısal Nivo:

Çalışma saati : 5 gün boyunca günde 4 saat = 20 saat

Çalışma fiyatı : 1 saati 2 611 000 TL

20 saati 52 220 000 TL

Sayısal Harita Çizim Ünitesi:

Çalışma saati : 3 gün boyunca günde 4 saat =12 saat

Çalışma fiyatı : 1 saati 4 680 000 TL

12 saati 56 160 000 TL b' =

3 574 428 000 TL

Dolaylı maliyet giderlerindeki azalma (b-b<sup>1</sup>):

b-b<sup>1</sup> = 4 254 165 000 - 3 574 428 000 = 679 737 000 TL

Proje Maliyeti = a + b<sup>1</sup> = 11 564 781 280 TL

İhale Bedeli = 20 090 000 000 TL

Eksiltme Yüzdesi (% 35,72 ) = - 7 176 148 000 TL

Taahhüt Bedeli = 12 913 852 000 TL

Proje Maliyeti = 11 564 781 280 TL

## 6. Sonuçlar

Proje planlama teknikleri, proje yöneticilerine sağladıkları çok çeşitli, zaman ve maliyet değerleri sayesinde en uygun alternatifleri sunarak işlerini zamanında ve en uygun maliyetlerle bitirmesine olanak tanır.

Harita mühendislik projeleri (sayısal harita alımı, arazi düzenleme çalışmaları, yol projeleri vs.)' de yüksek maliyetli ve uzun zaman dilimlerine yayılan işler olduğuna göre, planlı bir şekilde yapılmaları kaçınılmazdır. Aksi taktirde iş zamanında bitirilemeyebilir ya da belirlenen kaynakların yetersiz kalması

sonucu zararlı kapatılabilir.

Planlama sayesinde yöneticiler, yapılan değişikliklerin tüm projeye etkisini tahmin edebilir ve gerekli önlemleri buna göre alabilir. Proje planlama teknikleri, ayrıca kaynakların zaman ve maliyet değerleri açısından değerlendirilerek projenin kontrolüne katkı sağlamaktadır.

Sivas-Kızılıcakışla kasabası sayısal harita alımı projesinde CPM proje planlama yöntemi kullanılmıştır. Bunun sebebi, yapılacak işin 1993 yılında aynı bölgede yapılan işin devamı niteliğinde olmasından dolayı, süre tahminlerinde herhangi bir zorluğun olmayışıdır. Bu nedenle CPM yöntemi uygun planlama yöntemi olarak alınmıştır.

Sivas-Kızılıcakışla kasabası sayısal harita alımı (102 ha) projesinde proje planlama tekniği kullanılarak 77 gün sürecek olan projenin 60 günde bitirilmesi planlanmıştır. Bu durumda projenin, 17 gün erken ve 679 737 000 TL daha ucuza bitirilebileceği hesaplanmıştır. Bu kar, 1000 ha'lık bir proje için 170 gün ve 6 797 370 000 TL olacaktır.

Proje planlama teknikleri, büyük ölçekli projeleri ve karşılaşılabilecek karmaşık sorunları basit bir şekilde indirgeyerek çözmeye çakşır. Bu nedenle ihale edilen işlerden, ihale bedelini % 60-70'ini kırarak ihaleyi alıp yine de kar etme düşüncesi güden (özellikle de harita işlerinde) müteahhitler için muhakkak ki proje planlaması büyük önem taşımaktadır. Planlama teknikleri özellikle sağladıkları bakış açılarıyla ve proje yapısını kurmada sağladıkları kolaylıklar açısından proje yöneticilerine oldukça yardımcı olmaktadır.

## Kaynaklar

- AYDINOĞLU, A.: **Yönetim Ekonomisi**, İTÜ Temel Bilimler Fakültesi, Sayı: 1067, İstanbul, 1976. BAZ, İ.: **Yerel Yönetimler İçin Kent Bilgi Sistemi Tasarımı**, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, K.T.Ü., Sayfa 29-38, Trabzon, 1999. BIYIK, C, TÜDEŞ, T.: **Harita Çalışmalarında Proje Planlaması ve Yönetimi**, K.T.Ü., Mühendislik Mimarlık Fakültesi, ISBN 975-6983-19-1, Trabzon, 2001. ÇAY, T.: **Arazi Düzenlemesi Çalışmalarında Proje Planlaması ve Yönetimi**, Doktora Tezi, S.Ü., F.B.E., Konya, 1995. HKMO Web R: <http://www.hkmo.org.tr/yayin/mulkiyet/5.htm>, Ekim, 2005. İLLER BANKASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ: **Harita Dairesi Başkanlığı Özel Teknik Şartnamesi**, Ankara. İNCE, H.: **Yerel Yönetimlerde Harita Bilgisine Olan İhtiyaçlar**, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, K.T.Ü., Sayfa 39-48, Trabzon, 1999. KUTLU, N.: **Proje Planlama Teknikleri ve Pert Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerinde Bir Çalışma**, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 3, Sayı 2, İzmir, 2001. RESMİ GAZETE: **Harita ve Harita Bilgilerini Temin ve Kullanma Yönetmeliği**, T.C. Resmi Gazete, 31.08.1994, Sayı:22037, Başbakanlık Basımevi, Ankara. UZEL, T.: **Harita Mühendisliğinde Yöneylem Araştırması**, YT.Ü Yayınları, Sayı 189, İstanbul, 1986. YOMRALIOĞLU, T., NİŞANCI, R.: **Belediye Bilgi Sistemine Geçişte Mülkiyet Verilerinin İrdelenmesi**, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, Sayfa 122-131, K.T.Ü., Trabzon, 1999. YOMRALIOĞLU, T.: **Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, K.T.Ü., Mühendislik Mimarlık Fakültesi, ISBN 975-97369-0-X, Trabzon, 2000.