

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

78000

FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLE HARİTA

ÜRETİMİNDE PROJE PLANLAMASI

TC. YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOĞU BÖLÜMÜ

78000

Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Sinan ÜZÜMCÜ

F.B.E. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
Ana bilim Dalında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Abdullah PEKTEKİN

Prof. Dr. Abdullah PEKTEKİN

(A)

Prof. Dr. Orhan ALTAN

Prof. Dr. Ahmet YAŞAYAN

Yaşayan

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

SİMGE LİSTESİ	i
KISALTMA LİSTESİ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. PROJE VE PROJE YÖNETİMİ.....	3
2.1. Proje Yönetimi.....	3
2.2. Sistem ve Sistem Analizi.....	5
3. HARİTA PROJELERİ.....	7
3.1. Harita Projeleri Sistemi.....	7
3.2. Harita Projelerinde Yöneylem Araştırması.....	8
3.3. Yöntem Planlaması.....	11
3.3.1. Maliyet hesabı.....	13
3.3.2. Proje süresinin tesbitinde dikkate alınması gereken maliyet faktörleri.....	15
3.3.2.1 Faaliyet ve proje süresinin kısaltılmasının direkt maliyetlere etkisi.....	15
3.3.2.2 İndirekt maliyetler (Genel giderler)	17
3.3.2.3 Projenin tamamlanmasının sağlayacağı faydanın proje maliyetine etkisi.....	18
3.3.2.4 Enflasyonun proje maliyetine etkisi.....	19
3.3.2.5 Toplam proje maliyetinin zamana göre değişimi.....	19
3.4 Proje Programlaması	21
3.4.1 CPM-PERT yöntemi	21
3.4.1.1. En erken tamamlama süresi	22
3.4.1.2. En geç tamamlanma süresi	24
3.4.1.3. Kritik yörünge	26
3.4.2. GANNT diyagramı.....	26
3.4.3. Proje kontrolü.....	27
4. FOTOGRAMETRİK HARİTA ÜRETİMİNDE PLANLAMANIN TEMEL ESASLARI	30
4.1. Planlamada Kullanılan Materyaller.....	30

4.1.1.	Fotoğrafik materyaller.....	31
4.1.2.	Fotoğrafik olmayan haritalar.....	31
4.2	Proje teknik özelliklerin belirlenmesi.....	32
4.2.1	Hava fotoğraflarının ölçek seçimi.....	33
4.2.2	Haritalarda ölçek ve okunabilirlik.....	34
4.2.3	Harita ölçeği ve eşyükseklik eğrisi aralığı.....	34
4.2.4	Haritanın doğruluk standartları.....	35
4.2.5	Semantik bilgiler ve özel işaretler.....	36
4.3.	Planlama ve Uygulama.....	36
4.3.1.	Uçuş tasarımı.....	37
4.3.2.	Uçuş planlarının hazırlanması.....	38
4.3.3.	Havadan fotoğraf alımı.....	39
4.3.4.	Yer kontrol çalışmaları.....	40
4.3.5.	Hava fotoğrafların taranması.....	41
4.3.6.	Sayısal fotogrametrik nirengi.....	42
4.3.6.1.	Otomatik iç yöneltme	43
4.3.6.2.	Otomatik karşılıklı yöneltme.....	43
4.3.6.3.	Işın demetleriyle blok dengeleme	43
4.3.7.	Stereodeğerlendirme.....	44
4.3.8.	Bütünleme ve kontrol.....	45
5.	1/1000 ve 1/5000 ÖLÇEKLİ SAYISAL FOTOGRAMETRİK HARİTA YAPIMINDA PROJE PLANLAMASINA AİT BİR UYGULAMA.....	47
5.1.	Sayısal Fotogrametrik Harita Yapım Projesi İhale Dosyası Örneği.....	47
5.1.1.	Genel bilgiler.....	47
5.1.2.	Projenin konusu ve kapsamı	47
5.1.2.1.	Proje alanı	48
5.1.2.2.	Hava fotoğrafları ve indeksleri	48
5.1.2.3.	Halihazır haritaların derlenmesi	49
5.2.	1/1000 Ölçekli Fotogrametrik Sayısal Harita Yapım Projesi Teknik Şartname Örneği	50
5.2.1.	Yer kontrol noktalarının tesis ve ölçümüne ilişkin şartlar.....	50
5.2.1.1	İstikşaf.....	50
5.2.1.2	Tesis	50
5.2.1.3	İşaretleme	51
5.2.1.4	Nivelman ağı ölçmeleri	52

5.2.1.5	Nirengi ağı ölçmeleri	52
5.2.1.6	Teslim edilecek belgeler	53
5.2.1.7	Jeodezik ağı dengeleme şartları	53
5.2.1.7.1	Nivelman ağı dengelemesi	53
5.2.1.7.2	Nirengi ağı dengelemesi	54
5.2.1.7.3	Teslim edilecek dökümanlar.....	54
5.2.1.8	GPS ile yapılacak nirengi ağı ölçümlerine ilişkin şartlar	54
5.2.1.8.1	Nirengi ağın değerlendirilmesi	55
5.2.1.8.2	Nirengi noktalarının yüksekliklerinin belirlenmesi.	56
5.2.1.8.3	Teslim edilecek belgeler	57
5.2.2	Havadan fotoğraf alım şartları	58
5.2.2.1	Havadan fotoğraf alımı	58
5.2.2.1.1	Uçaklar	58
5.2.2.1.2	Hava kamerası	58
5.2.2.1.3	Kalibrasyon	58
5.2.2.1.4	Filitreler.....	59
5.2.2.1.5	Hava filmi.....	59
5.2.2.1.6	Uçuş planları.....	60
5.2.2.1.7	Fotoğraf ölçeği.....	61
5.2.2.1.8	Uçuşla ilgili teslim edilecek belgeler.....	61
5.2.2.2	Fotoğraf banyosu ve baskı.....	62
5.2.2.3	Belgeleme.....	62
5.2.3	Fotogrametrik nirengi yapım şartları.....	63
5.2.3.1	Fotogrametrik bloklar.....	63
5.2.3.2	Donanım.....	64
5.2.3.3	Yöntem.....	64
5.2.3.4	Tarama.....	64
5.2.3.5	Fotogrametrik noktaların seçimi ve ölçümü.....	65
5.2.3.6	Dengeleme.....	66
5.2.3.7	Mutlak yöneltme.....	67
5.2.4	Sayısal harita üretimi	68
5.2.4.1	Genel ilkeler.....	68
5.2.4.2	Kullanılacak donanım ve yazılım.....	69
5.2.4.3	Veri formatı.....	69
5.2.4.4	Planimetrik bilgilerin özellikleri.....	70

5.2.4.5	Eşyükseklik eğrileri özellikleri.....	71
5.2.4.6	Haritanın doğruluğu.....	72
5.2.4.7	Yüklenici tarafından işverene teslim edilecek dökümanlar.....	72
5.3	Sayısal Fotogrametrik Harita Projesi Yöntem Planı	73
5.3.1	Genel bilgi	73
5.3.2	Fotogrametrik esaslar.....	73
5.3.2.1.	Yer kontrol noktaları.....	73
5.3.2.2.	Havadan fotoğraf alımı.....	74
5.3.2.3	Film banyosu, kart ve diapositif baskı işi.....	75
5.3.2.4.	Tarama işlemi.....	75
5.3.2.5.	Fotogrametrik nirengi.....	75
5.3.2.6.	Sayısal harita üretimi.....	75
5.3.2.7	Arazi kontrolü ve bütünleme.....	76
5.3.2.8.	Edit ve çizim işleri.....	76
5.3.3	Proje süresi.....	76
5.3.4	Çeşitli iş adımlarında birim maliyet hesabı.....	77
5.3.5	Uygulama proje alanına ilişkin maliyet hesabı.....	78
6.	SONUÇ	82
	KAYNAKLAR.....	84
	EKLER.....	85
	Ek 1 Proje Alanının 1/5000'lik Pafta Bölümlemesi.....	85
	Ek 2 Proje Alanının 1/1000'lik Pafta Bölümlemesi.....	86
	Ek 3 1/1000'lik Pafta Lejandı Üzerinde Gösterilen 1/1000'lik Uçuş Planı.....	87
	Ek 4 1/5000'lik Pafta Lejandı Üzerinde Gösterilen 1/5000'lik Uçuş Planı.....	88
	ÖZGEÇMİŞ.....	89

SİMGE LİSTESİ

T	Yıllık amortisman miktarı
P	Sistemin satın alınımında yapılan masraflar
t	Yıl olarak sistemin kullanım süresi
M_n	Bir faaliyetin normal yapım süresindeki ekonomik maliyet
M_k	Bir faaliyetin en kısa sürede yapılmasının maliyeti
T_{Ei}	Bir i düğüm noktasında en erken tamamlanma süresi
T_{Gi}	Bir i düğüm noktasında en geç tamamlanma süresi
D	Beta dağılımının ortalaması
M_R	Fotoğraf ölçeği
m_r	Fotoğraf ölçek katsayısı
m_k	Harita ölçeği
σ_0	Ölçümlerin duyarlılık düzeyi
q_{ii}	Normal denklemler matris inversinin köşegen elemanları
H	Ortometrik yükseklik
h	Elipsoidal yükseklik
N	Geoid ondülasyonu

KISALTMA LİSTESİ

GPS	Global Positioning System
CPM	Critical Path Method
PERT	Projet Evaluation and Reviev Technique
TUFUAB	Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği
BÖHYY	Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliği
dpi	Dont Per İnch
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
KBS	Kent Bilgi Sistemi
FMC	Forward Motion Compensation
ITRF	International Terrestrial Referance Frame
ED-50	Europa Datum-1950
RINEX	Recerver Independent Exchange
DIN	Deustchland Institute Norm
TIFF	Tagged Interchange File Format
UTM	Universal Transversal Marcator
IGDS	Interactive Graphic Design Software
DGPS	Difireansial Global Positioning System
CCNS4	Computer Controled Navigation System
PHODIS-AT	Photogrammetry Digital System – Aereo Triangulation
PATB-GPS	Photogrammetry Aereo Triangulation Block – GPS

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 2.1. Proje yönetiminin temel safhaları	12
Şekil 2.2. Sistem parametreleri.....	14
Şekil 2.3. Sistem planlamasının temel safhaları.....	14
Şekil 3.1 Bir faaliyetin, süreye göre direkt maliyetinin değişimi.....	25
Şekil 3.2 Bir faaliyetin tamamlanmasında meydana gelebilecek maliyetleri gösteren alan.....	26
Şekil 3.3 Genel giderlerin değişimi.....	27
Şekil 3.4 Projenin tamamlanmasıyla sağlanacak faydanın maliyeti.....	28
Şekil 3.5 Enflasyonun proje maliyetine etkisi.....	28
Şekil 3.6 Toplam proje maliyetinin çizimi ve değişimi.....	30
Şekil 3.7 Etkinlik süresi saplanmış bir ağ.....	31
Şekil 3.8 En erken tamamlanma süreleri belirlenmiş bir ağ.....	33
Şekil-3.9 En geç tamamlanma süreleri belirlenmiş bir ağ.....	35
Şekil 3.10 Her etkinlik için zaman tahminini gösteren beta dağılımı.....	38

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No.
Çizelge 3.1	Çubuk diyagramı.....27
Çizelge 4.1	Çeşitli ölçeklerde eşyükseklik eğrisi aralıkları.....35
Çizelge 4.2.	Harita ve fotoğraf ölçekleri ve büyütme oranları..... 39
Çizelge 4.3.	Farklı tarama çözünürlüklerinde, 23cm x 23cm boyutlarındaki fotoğrafların karşılaştırılması.....43
Çizelge 5.1	Fotoğraf alımı ile ilgili teknik özellikler.....76
Çizelge 5.2.	Çeşitli iş adımlarında birim maliyet hesabı.....79
Çizelge 5.3.	Yersel çalışma birim maliyet hesabı79
Çizelge 5.4.	Havadan fotoğraf alımı birim maliyet hesabı79
Çizelge 5.5	Uygulama proje çalışmasının Gannt diyagramında programlanması.....81

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda benden yardımlarını esirgemeyen başta hocam Sn. Prof. Dr. Abdullah PEKTEKİN'e, EMİ HARİTA ve BİLGİ İŞLEM LTD.ŞTİ Genel Müdür Yrd. Sn. Dr. Ümit SÜATAÇ ve her türlü desteklerinden dolayı EMİ HARİTA LTD.ŞTİ'ne teşekkür ederim.

İstanbul, 5 Haziran 1999

Sinan ÜZÜMCÜ



ÖZET

Büyük ölçekli harita ihtiyacı, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi son yıllarda ülkemizde de özellikle bilgisayar destekli kent yönetimi, imar, planlama, arsa ve çevre düzenleme, yol, su, kanalizasyon, elektrik, haberleşme v.b. her türlü proje ve uygulama çalışmalarında giderek büyük bir artış göstermektedir. Günümüzde özellikle metropollerin başarılı yönetilebilmesi için bir taraftan artan hizmet konuları ve diğer taraftan hizmetlerin daha hızlı ve daha doğru yapılmasının giderek artan yoğunlukta talep edilmesi kent bilgi sisteminin kurulmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu ise, kent bilgi sistemine altlık olacak haritaların hızlı, doğru ve bunun yanında ekonomik olarak üretilmesinden geçmektedir.

Harita üretiminin istenilen özelliklerde olabilmesi için son yıllarda bu tür çalışmalar proje bazında ele alınmaktadır. Harita çalışmalarının proje yaklaşımı ile yapılması durumunda, proje yönetimi tekniğinin ilkelerinden ve yöntemlerinden yararlanmak suretiyle çalışmalar daha kolay planlanabilmektedir. Bir projenin planlamasında en uygun çözüm şeklinin araştırılması gerekmektedir. Ülkemizde özellikle son yıllarda hızlı, doğru ve ekonomik harita üretimine ihtiyaç duyulduğundan en uygun yöntemin fotogrametrik yöntem olduğu görülmüştür.

Bu tez çalışmasında, fotogrametrik harita üretiminin bir proje yaklaşımı ile ele alınması durumunda çalışmaların sistematik olarak yürütülebileceği ve mevcut imkanlardan maksimum fayda sağlanabileceği anlatılmıştır. Proje içerisinde belirlenen teknik özelliklerin optimum biçimde sağlanması için maliyet, süre, kapasite ve ölçüm inceliğini dikkate alan bir yöntem planlamasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Harita projelerinin planlama, programlama ve kontrol etme aşamalarının CPM-PERT yöntemiyle yapılışı hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonraki bölümlerde ise; planlamada kullanılan materyaller, proje teknik özelliklerinin saptanması, uçuş planlarının hazırlanması, yersel çalışmalar, fotoğrafların taranması, fotogrametrik nirengi v.b. projenin teknik aşamalarını içeren konularda kısa bilgiler verilmiştir. Uygulama kısmında da fotogrametrik haritası yapılacak bir proje alanına ilişkin hazırlanan ihale dosyasının içeriği, bu ihale dosyasına ilişkin saptanan teknik özellikleri, bu teknik özellikleri gerçekleştirecek bir yöntem planlamasını ve her bir iş adımına ilişkin birim maliyetlerin hesabını içermektedir.

ABSTRACT

In our country, there is a huge amount of demand to large-scale digital maps. In computer supported urban management, land use, utility planning as power supply, natural gas, water, sewer and telecommunication works, projects and applications of infra / super structural construction, cadastral mapping and in transportation area, digital mapping is essential.

Today especially in metropolitan municipalities, the reliable updated standard data is a prerequisite in making correct residential decisions. The management of the developments and necessary adjustments on residential policies with the steady observations in rapid development environment will be possible thanks to digital mapping and urban information system.

Digital mapping works should be based on a project in order to get fast, economic and precise results. By means of project management techniques and principles it is easier to make planning. In a project planning optimum solution methods should be investigated. Developments in electronics increased reliability of photogrammetric methods that it is most useful way of fast and economic mapping works.

On my thesis, above mentioned project management approach applied to photogrammetric mapping works. It shows that in that case, controlling and observing the stages of the project easier and possible to get maximal benefit from available conditions. It is pointed out that, in order to provide project requirements a method planning should be done that taking into consideration cost, time, capacity and measuring precision. Some information has been explained about usage of CPM-PERT method on planning and controlling of mapping projects.

On the following pages of the thesis, specification and material of planning has been studied. Later on some brief information has been given about technical steps of a mapping project such as preparing of flight plans, field works, scanning, photogrammetric triangulation.

As an application; a photogrammetric project area has been taken into account and following subjects has been studied: Contents of the tender document, specifications and methods of work, calculation of cost for each step of project for optimal realization of tender requirements.



1. GİRİŞ

Bilindiği üzere harita, doğal biçimi ve yapay tesisleri ile yeryüzünün bir modeli olup, her türlü planlama çalışmalarında ve teknik gelişim projelerinin uygulanmasında ana kaynaktır. Ekonomik ve hızlılığın yanısıra doğruluk faktörünün de beklenen düzeyde olmasından dolayı harita yapım tekniği olarak günümüzde en yaygın kullanılan yöntem fotogrametrik yöntemidir. Fotogrametrik yöntemle harita üretimi; havadan fotoğraf alımı, yer kontrol çalışmaları, banyo – baskı, fotogrametrik nirengi, stereodeğerlendirme gibi birbirine yakından bağlı birçok iş adımlarını içermektedir. Özellikle bu iş adımlarının zamanında izlenmesi ve kontrol edilmesi ayrıca mevcut olanaklardan maksimum fayda sağlanması için bu tür harita çalışmaları birer proje olarak düşünülmelidir.

Fotogrametrik harita projelerinde ilk adım olarak, güncel harita üretim işlemlerini başlatacak ve iş adımlarının başarıyla gerçekleşmesini sağlayacak bir planın hazırlanmasıdır. Proje planının hazırlanmasında; Proje kapsamında teknik özelliklerin tespiti, planlama ve uygulama için gerekli malzemelerinin bir araya getirilmesi, planlama ve maliyet hususlarına dikkat edilmelidir.

Harita yapımında en önemli etken, haritaya olan ihtiyacın hissedilmesi ve amacın iyi bir şekilde saptanıp analiz edilmesi gerekir. Amaçların belirlenmesiyle, bu amaçları gerçekleştirebilecek proje teknik özellikleri saptanır. Proje teknik özellikleri denildiğinde; harita türü, harita ölçeği, projeksiyon türü, yükseklik gösterim şekli, doğruluk standartları, proje alanı, proje yapım süresi gibi bilgiler anlaşılır. Sonuçta saptanan teknik özellikler, harita proje sisteminde yöntem planlamasının esas girdilerini oluşturur.

Teknik özellikleri belirlenmiş bir harita projesinin bir sonraki aşaması ise ihtiyaçları yerine getirebilecek bir yöntemin seçimi ve planlamasıdır. Fotogrametride son yıllarda bilgisayar alanında meydana gelen büyük gelişmeler nedeniyle sayısal alet ve yöntemler önem kazanmaya başlamıştır. Bu gelişmeler sonucunda fotogrametride hızla otomasyona gidilmekte ve pek çok üretim sistemlerinde hız, ekonomi ve kolaylıklar sağlanmaktadır. Özellikle sayısal verilerin elde edilmesi, GPS destekli fotogrametrik nirengi ve blok dengelemesi, GPS destekli navigasyon, sayısal fotogrametrik alet ve yöntemleri, sayısal fotogrametrik çalışma istasyonları gibi konularda meydana gelen değişme ve gelişmeler fotogrametrinin geleceğini yönlendirebilecek düzeydeki gelişmelerdir.

Bu tez çalışmasında ise sayısal fotogrametrik yöntemler dikkate alınarak bir planlama yapılmıştır. GPS destekli sayısal uçuş planlamasından kinematik GPS ile blok dengelemesine kadar her bir iş adımı hakkında bilgiler verilerek uygulama kısmında da bu iş adımlarının teknik planlamalarının yapılması ve birim maliyetlerinin çıkarılması amaçlanmıştır.

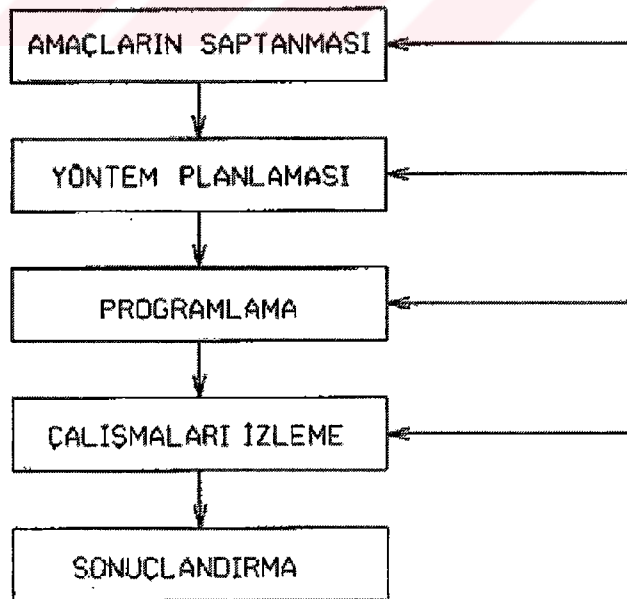


2.PROJE VE PROJE YÖNETİMİ

Gelişmekte olan ve sanayileşmiş bütün ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de haritaya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Her kurum kendi ihtiyacını karşılama çabasında olmakla birlikte, mevcut kapasiteden en elverişli bir biçimde yararlanabilmesi, konuya teknik ve bilimsel bir yaklaşımı gerektirir. Ülkemizde çeşitli amaçlarla yapılmakta olan haritalara ait yöntemler yönetmeliklerle ve şartlarla kesin esaslara bağlanmış ise de, ihtiyaçlar ve teknikte gelişmeler nedeniyle zamanla bunların geliştirilmesi gereği duyulmaktadır. Genel olarak proje planlaması ve gerçekleştirilmesi konusunda son yıllarda bir çok matematik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Harita projeleriyle ilgili çalışmalarda da bu yöntemlerden yararlanılmaya çalışılmaktadır.

2.1 Proje Yönetimi

Genel anlamda bir proje verilen bir amacı gerçekleştirmeğe yönelmiş, başlangıcı ve bitimi tanımlanabilen bir görev veya görevler topluluğudur. Bir bölgenin GPS ağının kurulması, fotogrametrik nirengi çalışmalarının yapılması, sayısal haritalarının yapılması, kadastro çalışmalarının yapılması, birer proje örnekleridir. Proje yönetimi ise, bir projenin gerçekleştirilmesi için gerekli planlama, kontrol ve diğer teknik işleri içeren sevk ve yönetim faaliyetidir. Bu sevk ve yönetim faaliyetleri projenin amaca ulaşmasıyla son bulur.



Şekil 2.1. Proje yönetiminin temel safhaları

Bir projenin ilk önemli safhası, gerçekleştirilmek istenen hedeflerin belirlenmesi ve açık seçik tanımlanmasıdır. Hedefleri net olarak belli olmayan projenin diğer safhaları olumsuz yönde etkilenir. Hedefleri belirlenmiş bir projenin nasıl gerçekleştirilebileceği bir yöntem planlamasını gerektirir. Yöntem planlaması üç aşamadan oluşur:

- Yapılacak işlerin sırası ve yönetimi.
- Kullanılacak kaynaklar(Malzeme, makine, insan, zaman)
- Sınırlayıcı etkenler ve zorunluluklar. (Hava şartları gibi)

Projenin amacına ulaşabilmesi için birbirinden farklı kaynaklara ihtiyaç duyulur. Fakat, en önemlisi bunların arasından en uygununun seçilmesi gerekir. Çok karmaşık ve büyük projeler de en uygun çözümler matematik yaklaşımlarla bulunur. Proje planlamasında ne derece ayrıntılara girileceğini tespit edebilmek için, aşağıdakilerin bilinmesi gerekir:

- Hangi çabalar projenin başarısı için önemlidir?
- Planlama ve kontrol için hangi düzeyde bir yönetici ayrılmıştır?
- Hangi işler önemli kaynakları gerektirir?

Genel kural olarak, proje yöneticisi kendi görevinden iki kademe aşağıda olanların işlerini dikkate aldığı ve planlayabildiği takdirde proje ile ilgili işlerin koordinasyon ve kontrolünü kolaylıkla yapabilir (Yaşayan, 1977).

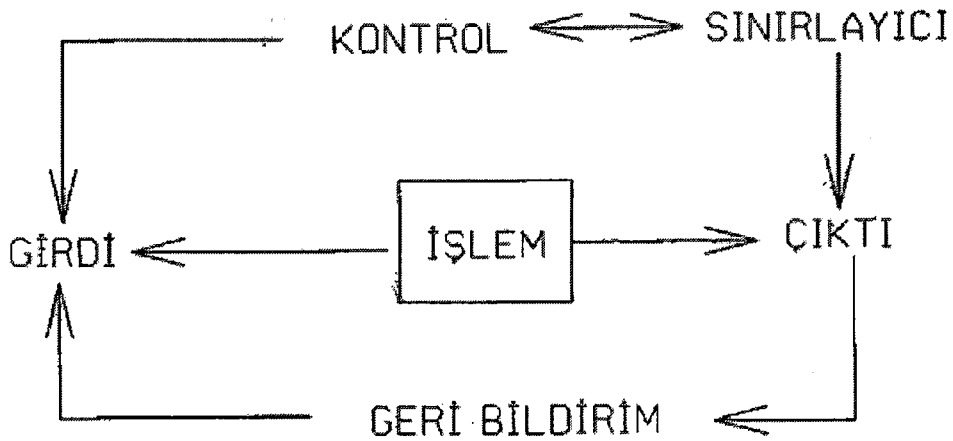
Bir projenin yöntem planlaması kesin olarak belirlendikten, proje faaliyetlerinin mantığı sıralamaları ve iç ilişkileri kurulduktan sonra ayrıntılı programlar yapılır. Yapılacak çalışmalar bir zaman çizelgesine yerleştirilerek kaynakların kullanımı zamana bağlı olarak programlanır. Projeyi oluşturan işlerin planlanan ve programlanan biçimde yapılıp yapılmadığını anlamak ve sapmalar varsa zamanında gerekli önlemler alabilmek için sürekli kalite, miktar, zaman ve maliyet yönünden kontrol edilmesi gerekir. Uygulamalar sırasında ortaya çıkacak projenin hedefleri, yöntemler ve programlarla ilgili aksaklıkların düzeltilmesi için değişiklik kararlarına ihtiyaç duyulabilir. Bu nedenle proje sürekli geliştirilebilen bir sistemdir.

Projenin gerçekleştirilmesinde görevli ve sorumlu en etkin kişi proje yöneticisidir. Proje yöneticisi, projenin yürütülmesinde projeye ayrılmış bulunan kaynakları kolayca

kullanabilmelidir. Projenin nasıl ilerlediğini ve nelere ihtiyaç duyulduğunu zamanında saptamalı, gerekli önlemleri zamanında alabilmelidir. Bir üst kuruluş tarafından görevlendirilen proje yöneticisi projenin ve çalışmaların durumunu periyodik raporlarla üst kuruluşa bildirmelidir. Proje ile ilgili teknik bilgilere sahip olan proje yöneticisi aynı zamanda kendi sorumlulukları dışındaki teknolojik gelişmelerin projeyi nasıl etkileyebileceğini de bilmelidir (Yaşayan, 1977).

2.2. Sistem ve Sistem Analizi

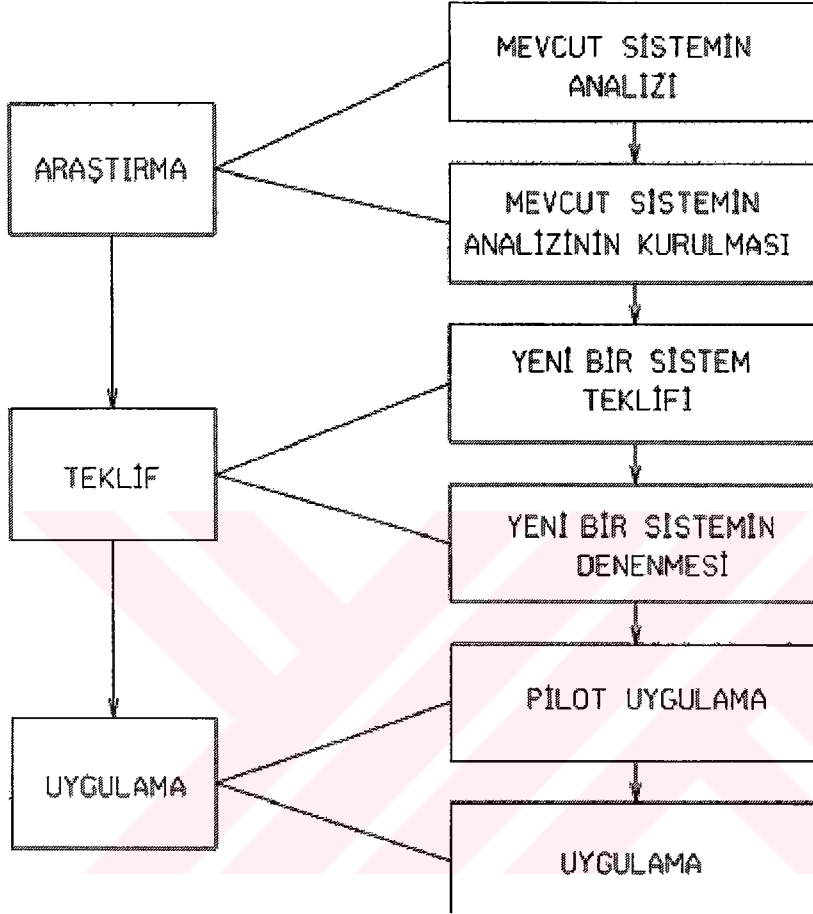
Bir amacın gerçekleştirilmesinde, görev ve işleyiş bakımından birbiriyle etkileşimli bir grup elemanın sürekli işlemi sistem olarak tanımlanır. Bir sistemin elverişli bir biçimde nasıl çalıştığının incelenmesine sistem analizi denir. Mevcut olanaklardan maksimum faydayı sağlayabilmek amacıyla son yıllarda bir çok bilimsel yöntemler geliştirilmiştir. Sistem analizi de bu yöntemlerden biridir. Bir sistem girdi, çıktı ve işlem elemanlarından meydana geliyorsa, bu sistemin sınırlayıcıları ise geri bildirim ve kontrol elemanlarıdır. Sistemi faaliyete geçiren girdi, sistem işleyişinin sonucuna çıktı ve girdilerin çıktı olarak dönüşümünü sağlayan faaliyete de işlem denir. Sınırlayıcı amaç ve zorunluluk olmak üzere iki elemandan oluşur. Amaç, alınacak sonuç veya ulaşılabilecek hedeftir. Zorunluluk ise amacı sınırlayan ve hedefi daha anlamlı kılan bir elemandır. Sistemin bir arada görülen diğer iki parametresi de geri bildirim ve kontroldür. Geri bildirim, kriter ile çıktıları karşılaştırır. Kontrol ise çıktı ve kriter arasındaki aykırılıkları düzeltir.



Şekil 2.2. Sistem parametreleri

Bir sistem planlamasında, sistem araştırması, teklif ve uygulama olmak üzere üç safhada incelenir. Bir sistemin planlamasındaki en önemli aşama mevcut sistemin işleyişini ve

problemlerini belirlemektir. Bu nedenle mevcut sistemi yeterli bir analize tabi tutmak gerekir. Bu ise ancak bilgi toplamakla mümkündür. Bu bilgilerin elde edilmesinde en önemli kaynak sistemin çalışmasını anlatan yazılı belgeler ve kullanıcılardır.



Şekil 2.3. Sistem planlamasının temel safhaları

Bir sonraki aşamada sistem analisti, mevcut sistemin sözel bir modelini geliştirir. Kavramsal modelde sistemin problemlerini çözüm yollarını ve sistemin yeniden planlamasını içerir. Yeni bir sistem teklifi verilerek bunun kabul edilmesi durumunda pilot bölgede bir uygulama yapılır. Böylece gerçek çalışma koşulları altında ne gibi sonuçlar alınabileceği anlaşılır. Daha büyük çaptaki uygulamaya geçmeden önce gerekli görülen düzeltmeler yapılabilir. Pilot uygulama yavaş yavaş genişletilerek ve gerekli düzeltmeler yapılarak tam bir uygulamaya geçilir (Yaşayan,1977).

3. HARİTA PROJELERİ

Haritacılık çalışmalarını bir proje yaklaşımı ile ele aldığımız takdirde mesela bir kentin hali hazır haritalarının yapılması birer proje olarak düşünülebilir. Böyle bir projenin amacı ise hali hazır haritaların tamamlanmasıdır. Amacına uygun olarak bu gibi haritaların yapım çalışmalarına harita projesi adı verilir. Proje yaklaşımı ile harita çalışmalarının ele alınması, kuşkusuz yararlıdır. Proje yönetimi tekniğinin ilkelerinden ve yöntemlerinden yararlanmak suretiyle çalışmalar daha kolay planlanabilir, programlanabilir. Özellikle çalışmaların kontrolü ve izlenmesi kolaylaşır. Sonuç olarak, mevcut olanaklardan maksimum fayda sağlanabilir.

Harita çalışmaları bir proje yaklaşımı ile ele alındığında önemli olan zaman unsuru, programların yapımında ve çalışmaların izlenmesinde daha iyi biçimde kontrol altına alınabilir.

3.1. Harita Projeleri Sistemi

Bir projenin planlanmasında en uygun çözüm şeklinin araştırılması gerekir. Bu açıdan harita projeleri bir sistem yaklaşımı ile incelenebilir ve harita proje sisteminden söz edilebilir. Bu sistemin girdileri fiziksel yeryüzü parçası ve daha önce yapılan çalışmalarla sağlanan bilgilerdir. Bir dizi işlemler sonucunda sonuç ürün olarak harita elde edilmektedir. Harita proje sistemi iki alt sistemden oluşur.

- Teknik özelliklerin saptanması,
- Teknik özellikleri gerçekleştirecek yöntemin planlanması.

Burada birinci safha, haritayı kullanan üretim sisteminin bir alt sistemidir. İkinci safha ise haritayı yapan kurumun bir alt sistemidir. Harita kullanıcı sistemi haritayı planlama, mühendislik ve idari işlemler amacıyla kullanacağından, yeryüzünün ilgili olduğu parçası için metrik ve semantik bilgiler istemektedir. Amaç ve ihtiyaçlara göre uygun teknik özellikler saptanmalıdır. Farklı istek ve ihtiyaçlar, farklı teknik özellikler anlamına gelmektedir. Bu teknik özelliklerin gerçekleştirilmesi değişik zaman ve değişik maliyet ile sonuçlanacağından, kullanıcının üretim sisteminde farklı ekonomik sonuçlar doğurur. Bu sebeple teknik özelliklerin en uygun biçimde saptanması amaçlanır.

Harita proje sisteminin ikinci safhasının amacı ise, zaman faktörünü göz önünde tutarak, en az maliyet ile karşılayabilecek bir yöntem planlamasıdır. Bunun için bütün çözümlerin ve sonucu etkileyebilecek bütün faktörlerin incelenmesi gerekir. Önceden saptanan teknik özellikler ile planlanan yöntemin sonuçları uygun düşmüyor ise, teknik özellikler yeniden gözden geçirilmelidir. Mesela, öngörülen zaman veya mali kaynak yeterli değilse, kullanıcı sistemin yararına uygun olacak şekilde sürenin uzatılması ya da mali olanakların artırılması gerekir. Veya öngörülen mali olanaklarda belirlenen harita niteliğinden daha iyi sonuç alabilme olanağı bulunabilir. Bu durumda da teknik özellikler gözden geçirilmelidir.

3.2. Harita Projelerinde Yöneylem Araştırması

Günümüzde yöneylem araştırması, herhangi bir sorunun çözümü için gerekli olan karar vermeye bilimsel bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Yöneylem araştırması harita projelerinde iki şekilde uygulanmaktadır.

- Ekonomi ile ilişkili maliyet, süre, kapasite planlaması,
- Ölçüm inceliğine ilişkin çalışmalar.

Harita projelerinde maliyet, süre, kapasite ve ölçüm inceliği dikkate alınması gereken temel unsurlardır. Bunlardan birinin minimum olması istendiğinde diğerlerinin minimum olması beklenemez. Örneğin, işin verilen süreden daha kısa zamanda bitirilmesi isteniyorsa, ya ekip sayısını arttırmak veya daha kaba ölçümler yapmak zorunda kalınır.

Tecviz, yapılan ölçümün toleransını belirten en önemli ölçüttür. Tecviz her ülkenin kendi resmi yönetmelikleri ile belirlenmiş tolerans değerleri ile sınırlıdır. Tolerans değerleri yapılacak işin kapsamına, önemine ve ölçülecek arazinin değerine göre değişir. Diğer mühendislik çalışmalarında olduğu gibi harita çalışmaları da belirli bir yatırım ve harcamayı gerektirir. Bu giderler ise her ülkenin sosyo-ekonomik durumuna bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle uluslararası düzeyde kullanılabilen ölçme problemlerin ekonomisine ilişkin hiç bir özel analiz yönteminin olmadığını görürüz (Uzel, 1986).

Maliyet giderlerini etkileyen en önemli faktörler; işletme büyüklüğü, çalışma derecesi, teknolojik gelişme düzeyi, bilgi, yönetim becerisi, üretilen hizmetin niteliği ve değerlendirme yöntemleridir. Örneğin, kullanım kapasitesi pratik kapasitenin çok altında olan sistemlerde birim maliyet yüksektir.

Çünkü, değişmez giderler üretim miktarına bağlı olmayan giderler olduklarından, tam kapasitenin altında çalışıldığı durumlarda üretilen birim miktarı azalacağı için bu giderlerin birim başına düşen payı artacaktır. Diğer taraftan üretim faktörlerini arttırıp, üretim hacmini genişlettikçe ortalama maliyet giderlerinde bir azalma olur.

Maliyeti etkileyen en önemli faktörlerden biride süredir. Aksi durumda bir iş için belirlenen optimum sürenin aşımında birim maliyet çok artar. Hız arttıkça, birim maliyetin düşeceği açıktır. Fakat hızın belirli bir değerin üstüne yükselmesi, ölçüm ve ölçüm hassasiyete kötü etki eder.

Bir ölçüde hassasiyet, ölçü sayısı, ölçüm yöntemi, ölçüm aleti ve ölçenin bilgi ve becerisine bağlıdır. Bunlardan ölçü sayısı ile hassasiyet arasındaki matematiksel bağıntı,

$$M = m / \sqrt{n} \quad (3.1)$$

Burada m bir ölçünün ortalama hatası, n ise ölçü tekrar sayısını gösterir. Oysa ölçüm sayısını arttırmak, daha fazla zaman ve daha fazla harcama yapmayı gerektirir. Üstelik belirli bir sayıdan sonraki tekrarların ölçme inceliğini daha az etkilediğini de unutmamak gerekir. Aynı formül bir ölçünün ortalama hatasını küçülterek inceliğin artırılabilceğini de gösterir. Bunun için daha prezisyonlu bir aletle gözlem yapmak gerekir. Ancak aletlerin prezisyonları ile fiyatları arasında doğru orantı olduğundan prezisyon arttıkça alet fiyatları yükselir.

Harita ve Kadastro Mühendisinin bütün bu faktörleri göz önüne alarak, hassasiyet-maliyet-süre-kapasite kavramlarını derinlemesine incelemelidir. Bunlardan her biri için optimum çözümler araması ve bilimsel bir yaklaşımla karar vermesi gerekecektir. Karar vermeye götüren bilimsel yol veya yöntem, yöneylem araştırmasının içeriğini oluşturur. Yöneylem araştırması bazı sistemleri bir modelle tanımlar ve bu sistemin en iyisini bulmayı amaçlar.

Bir problemin çözümünde şu aşamalardan geçmesi gerekir

- Problemin sözel ifadesi,
- Üzerinde çalışılan sistemi gösteren bir modelin oluşturulması ,
- Modelden bir sonuç çıkartılması,
- Bundan elde edilen çözümün ve modelin test edilmesi,
- Çözümün kontrolü,

- Çözümü uygulama.

Yöneylem araştırmasında, problemin iyice anlaşılması esastır. Yanlış anlaşılan bir problemde doğru sonuçlar elde etmek olanaksızdır. Problemin sözel ifadesinde, amaçlar, kısıtlamalar ve faaliyetlerin değişik yolları ve sistemin etkisinin iyice belirlenmesi gerekir. Bu çalışmalar sırasında sistem planlayıcıları ile uygulayıcılar arasında sürekli bilgi alışverişinin olması gerekir.

Problemin sözel ifadesinden sonraki aşama, bir model oluşturmaktır. Bu model, gerçek sistemin idealize edilmiş bir tanımıdır. Öncelikle, modelin amacı, sistemin işleyişini daha iyi bir düzeye çıkarmak için bunun davranış analizinin yapılmasını sağlamaktır. Bu aşama sonucunda gelecekteki sistemin ideal yapısı saptanmalıdır.

Modelle tanımlanan bir sistem, esas sistemi analiz etmek ve gerçek sisteme dokunmadan değişik seçenekleri denemek için imkan sağlar. Bunu diğer bir avantajı da modeli daha anlamlı yapmaya ve değişkenler arasında önemli bağlantılar kurmaya yarar.

Matematiksel bir model kurulduktan sonraki adım, probleme çözüm elde etmektir. Bu, modele optimum bir çözüm bulmakla sağlanır. Model, gerçek sisteme veya probleme bir yaklaşım olduğundan, model için optimum çözüm, gerçek bir problem için optimum çözümü garanti etmez. Model formüle edildiği hatta test edildiği halde, modelden elde edilen çözümler gerçek optimuma ancak iyi bir yaklaşım sağlayabilir.

Model için bir çözüm elde edildikten sonra, model ve çözüm test edilmelidir. Bu, iki yolla yapılır.

- Eski veriler kullanılarak sistemin gerçek işleyişi ile modelle gösterilen işleyişin karşılaştırılması yapılır.
- Değişiklik yapılmadan sistem çalıştırılır ve modelin performansı karşılaştırılır.

Model ve bunun çözümü kabul edilebilir ise, çözüm üzerine kontroller yerleştirilmelidir. Buradaki amaç, modelin dayandığı koşullardaki herhangi bir değişimi saptamak için oluşturulur. Eğer koşullar çok değişirse, modelin geçersiz olduğu anlaşılır. Sonuçta, modeli mümkün olduğu kadar düzeltmek için bu değişimleri saptamak üzere bazı işlemlere başvurulabilir.

Modelden elde edilen çözümün uygulaması, yöneylem araştırmasının son basamağıdır. Bu aşamada sistem üzerinde çalışanlar, çalıştıkları sistemden sorumlu olan yöneticiye çözümü anlatır. Çözüm üzerinde bir açıklama varsa, bunu kolay anlaşılır bir uygulama işlemine çevirmek her iki tarafında sorumluluğundadır. Çözüm, işleme uygulandıktan sonra, yöneylem araştırmacıları, işleyişi ve yapılan değişiklikleri izlemek zorundadırlar. Bu, onlara sistemin işleyişindeki aksaklıkları saptamak ve bazı uygun değişiklikleri yapma olanağı verir (Uzel, 1986).

3.3 Yöntem Planlaması

Yöntem planlaması, teknik özelliklerin belirlenmesini ve optimum biçimde sağlanmasını içerir. Teknik özelliklerin belirlenmesindeki amaç, uygulanacak yöntemin doğruluk derecesi ve harita üzerinde gösterilecek bilgilerle ilgilidir. Teknik özelliklerin optimum biçimde belirlenmesindeki amaç ise, yöntemin maliyeti ve gerçekleştirme zamanı ile ilgilidir.

Yöntem planlamasındaki en önemli etkenler;

- Teknik özellikler,
- Proje parametreleri,
- Proje alanı ile ilgili çevre faktörler,
- Yapımcı kurumla ilgili diğer faktörler.

Proje parametrelerinin etkisi, harita yapımının çeşitli safhalarında kullanılan alet, uygulanan yöntem gibi genel özellikleri, fotoğraf ölçeği, bindirmeler gibi sayısal değerleri ifade etmektedir. Çevre faktörlerin etkisi, proje alanındaki meteorolojik koşullar, arazinin topoğrafik yapısı, bitki örtüsü, yapıların sıklığı ve cinsi, mevcut sabit noktaları içermektedir. Yapımcı kurumla ilgili faktörler ise, yapımcı kurumdaki mevcut sistem, malzeme, bilgi ve tecrübe düzeyi, mali, yönetim ve organizasyon durumudur. Bu faktörlerin harita projelerindeki etkileri ise aşağıda kısaca değinilmiştir.

Doğrudan maliyeti etkileyen faktörlerden biride meteorolojik koşullardır. Fotogrametrik çalışmalarda bir yandan fotoğraf çekim zamanını sınırlar, diğer yandan da bulut örtüsü ve yüksekliği, kar, yağmur nedeniyle fotoğraf kalitesini etkiler.

Arazinin topoğrafik yapısı, öncelikle arazi çalışmalarında uygulanacak yöntemi, çalışma hızını, dolayısıyla maliyeti etkiler. Fotogrametrik çalışmalarda, uçuş planlamasını diğer bir ifadeyle uçuş yüksekliklerini, yan bindirmeleri, fotoğraf ölçeğini etkiler. Aynı zamanda kullanılacak kamera ve çizilebilecek eş yükseklik aralığını sınırlar.

Bataklık, orman ve sık bitki örtüsü arazi çalışmalarını etkileyen faktörlerdir. Fotogrametrik çalışmalarda fotoğraf çekimi mevsimi, ayrıntıların tanınabilmesi bakımından fotoğraf ölçeğini dolayısıyla maliyeti etkiler.

Yapıların cinsi ve sıklığı doğrudan doğruya arazi çalışmalarının hızını, dolayısıyla maliyeti etkiler. Fotogrametrik projelerde bu özellikler kamera ve fotoğraf ölçeğini sınırlar. Ayrıca ayrıntıların çizimi ve stereodeğerlendirmesi dolayısıyla maliyeti de bir ölçüde etkiler.

Proje alanındaki mevcut nirengilerin sıklığı ve dağılımı, bunların doğruluk dereceleri, tahrip olmuş noktaları yeniden tesis etme olanakları çevre faktörleri ile birlikte düşünülebilir. Fotogrametrik çalışmalarda bu durum doğrudan maliyeti etkiler. Çevre faktörleri ile ilgili bilgiler, daha önce yapılmış küçük ölçekli haritalardan, önceki projelerde aynı bölgede çekilmiş fotoğraflarda ve arazide yapılacak istikşaftan elde edilir.

Uçak, kamera, stereodeğerlendirme aleti, bilgisayar gibi harita yapımının çeşitli safhalarında kullanılan aletlerin yapımçı kurumda bulunması, ya da bunların kiralanabilme olanakları projeyi, seçilecek yöntemi doğrudan doğruya etkileyecektir.

Harita projelerinin planlanmasında, en uygun yöntemin seçimini sınırlayan bir önemli faktörde, yapımçı kurumun o zamana kadar uyguladığı yöntemler ve uygulayıcıların edindikleri alışkanlıklardır. Bilgi düzeyi ve tecrübe, yöntem seçimini olumlu ya da olumsuz biçimde etkileyebilir.

Yöntem planlamasında izlenecek en sağlıklı yol, teknik özellikleri gerçekleştirecek bütün seçenekleri ortaya koymak ve her çözümü tek tek ele almakla mümkündür. Çok sayıda alternatif üzerinde inceleme yapıldığından dolayı başlangıçta bazı çözümler uygun görünmeyebilir. Bu nedenle her çözümün bileşenleri teker teker ele alınmalı, bunlarla ilgili gerekli doğruluk ve maliyet tahminleri gerçekleştirme süreleri belirlenmelidir. Ancak bu şekilde en uygun çözüm bulunabilir.

Yöntem ile ilgili ayrıntılara girmeden önce, yöntemlerin yapılarıyla ilgili seçenekler saptanır. Daha sonra, yöntem ve sistem bileşenleri ile ilgili seçenekler saptanır. Her bileşen maliyet, zaman, doğruluk derecesi ve semantik bilgi durumu bakımından bir analize tabi tutulur. Olanaklara uygunluğu ve uygulanabilirliği tartışılır.

En uygun yöntem seçimi yapıldıktan sonra, ya doğrudan doğruya uygulamaya geçilir, ya da bir pilot uygulama yapılarak kararın uygunluğu araştırılır. Daha önce denenmiş ve yeteri tecrübe edilmiş yöntemler için pilot uygulama gerekli olmayabilir (Yaşayan, 1977).

3.3.1. Maliyet hesabı

Maliyet hesapları, amaca bağlı olarak değişik biçimlerde yapılabilir. Burada, bir proje yapımı için optimum yöntem planlamasına uygun olabilecek bir maliyet hesabı esas alınacaktır.

Birim maliyeti elde etmek için önce personel, sistem ve malzeme maliyetlerinin bulunması gerekmektedir. Ancak bunlar hesaplandıktan sonra, üretim hızı yardımıyla birim maliyet bulunabilir.

Personel maliyetin hesaplanmasında proje ile ilgili üretimde çalışan bütün personelle birlikte, yöneticilerin ve yan hizmetlerde çalışan idari personelin ücretlerini dikkate almak gerekir. Burada ücretlerin bir yıllık tutarları ve bir yıldaki üretimde çalışılan ortalama süre bulunur. Bu bilgilere göre bir günlük veya saatlik personel maliyeti elde edilir.

Kullanılan sistemlerin maliyet hesaplanmasında, öncelikle kullanılan sistemlerin bir yıllık maliyeti bulunur. Bunun için ilk satın alma sırasında yapılan masrafların tümü, sistemlerin yıl olarak kullanma süresine bölünür. İlk satın alma masraflarına gümrük vergisi, sistemlerin kurulma sırasında yapılan masraflar, sistemlerle ilgili kurs ve eğitim masrafları dahil edilmelidir.

Bu şekilde bulunacak değere yıllık amortisman miktarı denilirse;

$$T = P \times (1 / t) \quad (3.2)$$

bağıntısı yazılabilir.

T: Yıllık amortisman miktarı,

P : Sistemin satın alımında yapılan masraflar,

t : Yıl olarak sistemin kullanım süresi.

Bir sistem için hesaplanan yıllık amortisman miktarı, yaklaşık olarak o sistemin yıllık kiralama ücretine karşılık gelir.

Gün ve saat olarak sistem maliyetinin hesaplanabilmesi için, o sistemin bir yılda ne kadar süre çalıştığının bilinmesi gerekir. Eğer sistem sabit ve sürekli olarak kullanılıyorsa bu süre kolayca bulunabilir.

Sistemin yıllık amortisman miktarına, bakım v.b. gibi sistemle ilgili diğer masraflarda eklenmelidir.

Harita yapımında malzeme masraflarının dikkate alınması gerekiyorsa, satın alma masraflarına zayıatı, kullanma ve saklama sırasındaki masraflarla bunlarla ilgili masrafları eklemek gerekir.

Üretim hızı ya da üretim oranı, birim zamanda üretilen veya yapılan iştir. Matematik olarak ifade etmek gerekirse;

$$\text{Üretim Oranı} = \text{Yapılan İş Miktarı} / \text{Birim Zaman} \quad (3.3)$$

Yapılan iş miktarları tecrübelerine dayanır. Yeni uygulanacak yöntemler için üretim oranı tahminleri, yöntemle ilgili başka ülke ve kurumlarda yapılan ve yayınlanan bilgilere ve deneylere dayanır. Yapılan tahminlerde, elde olmayan duraklamalar, güçlükler göz önünde bulundurulmalıdır.

Üretim hızı, önemli ölçüde çevre faktörlerine, yapımçı kuruma, çalışan ekibin yeteneğine, tecrübesine ve işe karşı tutumuna bağlıdır. Bu nedenle, uygulamalarda, belirli bir sürede yapılan iş miktarları ile ilgili max. ve min. değerler arasında büyük farklar olabilmektedir. Tecrübelerden elde edilen bilgilere göre bulunacak ortalama değerlerin kullanılması en uygun olur. Personel, sistem ve malzeme maliyetlerinin elde edilmesiyle birim maliyet hesaplanabilir. Görüldüğü gibi birim maliyetin içerisinde nirengi, uçuş, fotoğrafik işlemler ve çoğaltmayla ilgili maliyetler bulunmamaktadır. Bu tür maliyetlerinde tespit edilip toplam maliyet çıkarılır (Yaşayan, 1977).

3.3.2 Proje süresinin tesbitinde dikkate alınması gereken maliyet faktörleri

Bir projenin tamamlanması için gerekli en uygun sürenin saptanmasında, maliyet yönünden şu etkenler dikkate alınmalıdır.

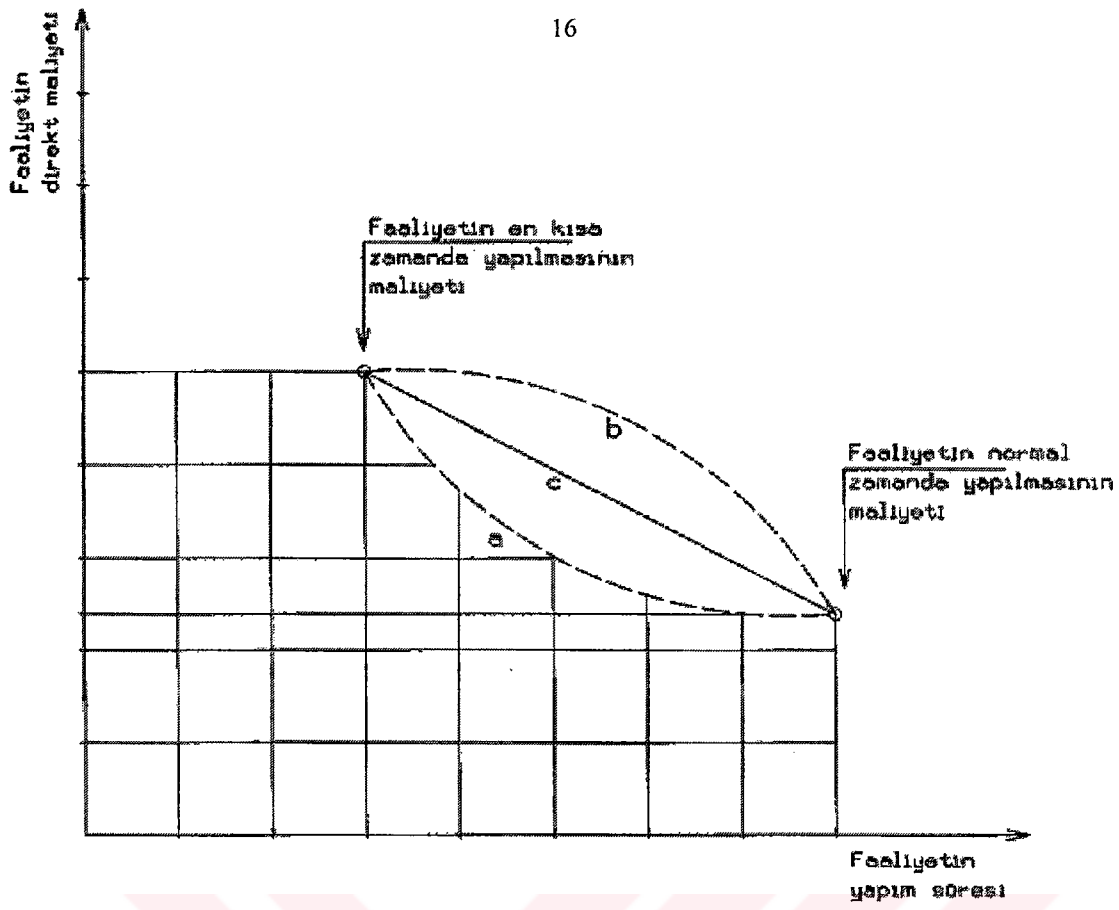
- Faaliyet ve proje süresinin kısaltılmasının direkt maliyetlere etkisi,
- Proje yapım süresine bağlı olarak, indirekt veya genel giderler,
- Projenin tamamlanmasının sağlayacağı faydanın proje maliyetine etkisi,
- Enflasyonun proje maliyetine etkisi.

Bu dört faktör sırasıyla, kısaca incelenecektir.

3.3.2.1 Faaliyet ve proje süresinin kısaltılmasının direkt maliyetlere etkisi

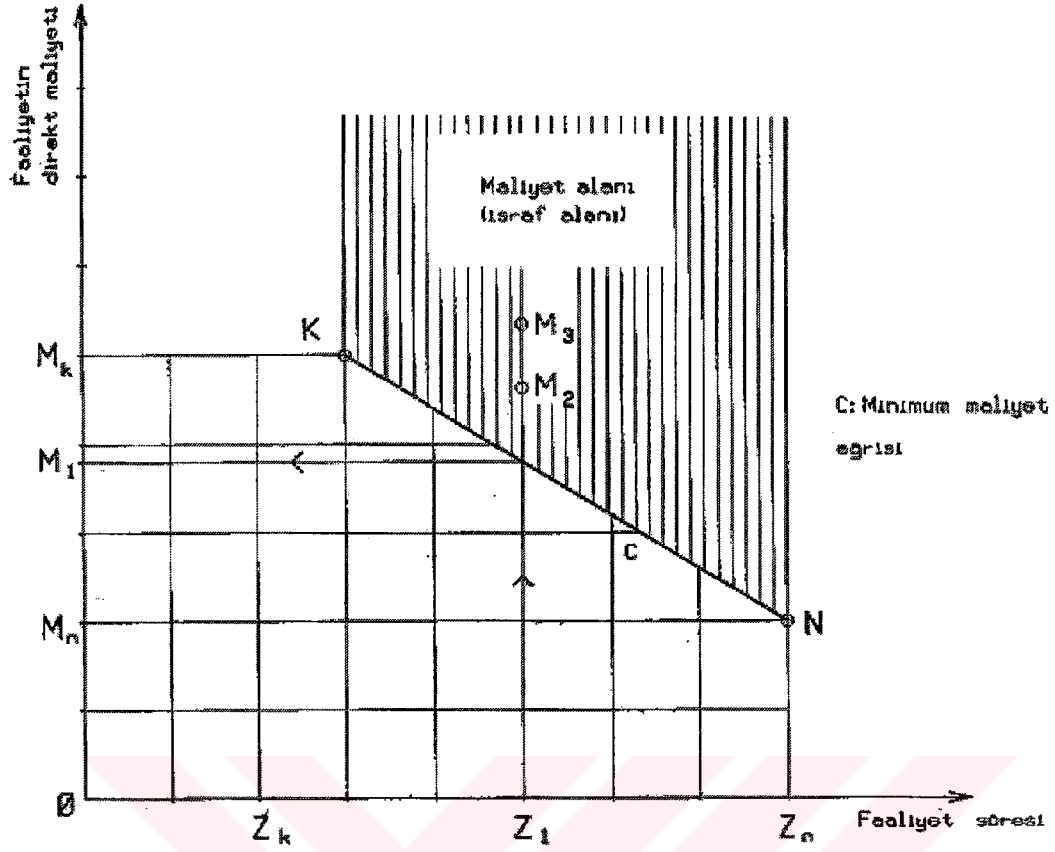
Bir Faaliyetin tamamlanabilmesi için normal bir süreye gerek vardır. Bu süre içinde faaliyet bitirilirse, bu faaliyetin maliyeti de normal sayılır. Bazı hallerde, projenin normal bir süreden daha kısa bir zamanda bitirilmesi gerekebilir. Bu takdirde daha çok operatör ve alet çalıştırılır. Bazı hallerde de mesai veya ikinci, üçüncü vardiya çalışmaları yapılır. Bir işin normal ve ekonomik bir şekilde yapılabilmesi için gerekli işgücü ve alet sayısı arttırılırsa, işin bitim zamanı azalabilir fakat, işteki sıkışıklık sebebiyle verim düşebilir ve maliyetler artar. Öte yandan, iş süresini kısaltmak için başvuru fazla mesai de; ücretlerin yüzde yüz veya daha yüksek oranlarda fazla ödenmesini gerektirir. Bu yüzden maliyetler arttığı gibi, normal bir süre çalışan işçinin, fazla mesai süresinde verimi de düşer. Bu sebeple de maliyetler artar.

Bir faaliyetin normal yapım süresinin ekonomik bir şekilde yapılmasının maliyeti M_n ise, bu faaliyetin mümkün olan en kısa zamanda yapılmasının maliyeti M_k olur. Şekil 3.1 'de görüldüğü gibi, bir faaliyetin normal yapım süresi ile mümkün olan en kısa zamandaki yapım sürelerinin arasındaki maliyet değişimi a veya b şekillerinde olabilir. Problemi basitleştirmek için değişimin doğrusal olduğu kabul edilebilir.



Şekil 3.1 Bir faaliyetin, süreye göre direkt maliyetinin değişimi

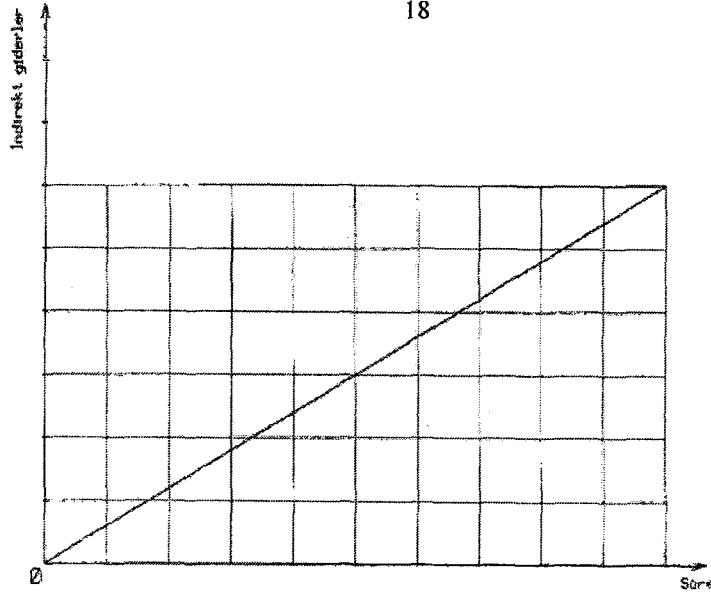
Bir faaliyetin belli bir sürede yapılmasının minimum maliyeti, Şekil 3.1. 'de görülen c doğrusunun veya Şekil 3.2. 'daki N-K doğrusu üzerinde olacağı kabul edilebilir. Ancak herhangi bir noktada teşekkül edecek maliyet, verimsiz çalışmak veya çeşitli sebeplerle normalin üstünde olabilir. Örneğin, Şekil 3.2. 'de görüldüğü gibi, Z süresinde yapılan faaliyetin, maliyeti minimum M_1 olması gerekirken, çeşitli sebeplerle faaliyet Z süresinde bitirilmekle birlikte, maliyeti M_2 , M_3 veya daha yüksek bir seviyede tamamlanabilir.



Şekil 3.2 Bir faaliyetin tamamlanmasında meydana gelebilecek maliyetleri gösteren alan

3.3.2.2 İndirekt maliyetler (Genel giderler)

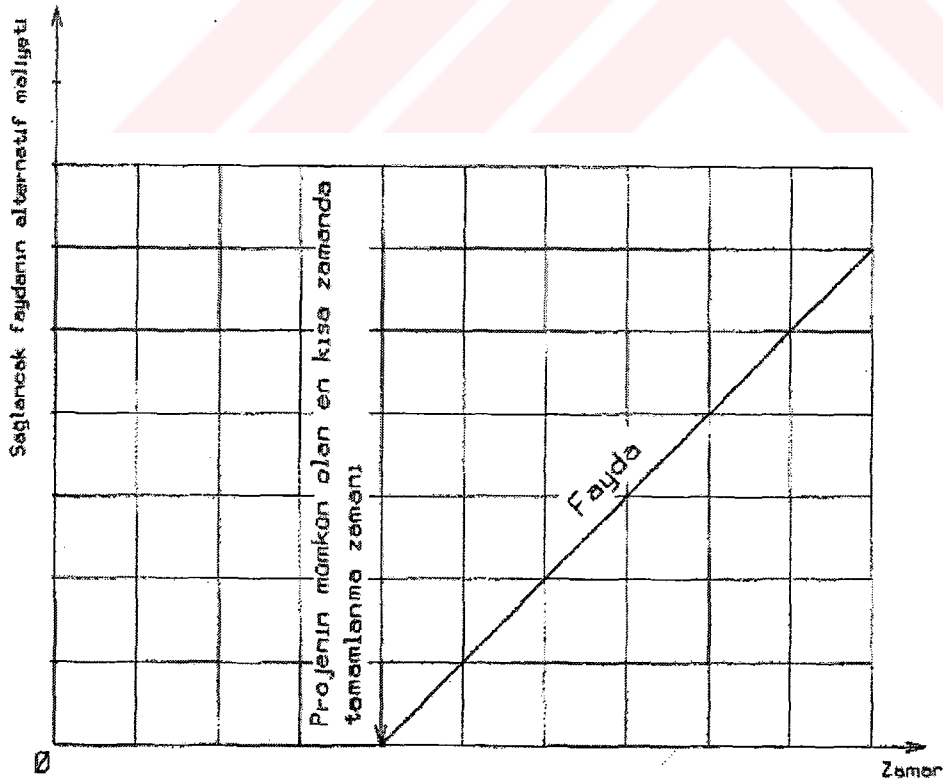
Projenin yapımında çalışan, yönetici, personel, teknik personel ve operatör ücretleri, bina ve diğer kiralara, haberleşme, ulaşım ve benzeri giderler, finansman giderlerini kapsar. Proje süresi uzadıkça bu giderlerde devam eder. İndirekt giderlerin, proje yapım süresi uzadıkça, doğru orantılı olarak arttığı kabul edilebilir.



Şekil 3.3 Genel giderlerin değişimi

3.3.2.3 Projenin tamamlanmasının sağlayacağı faydanın proje maliyetine etkisi

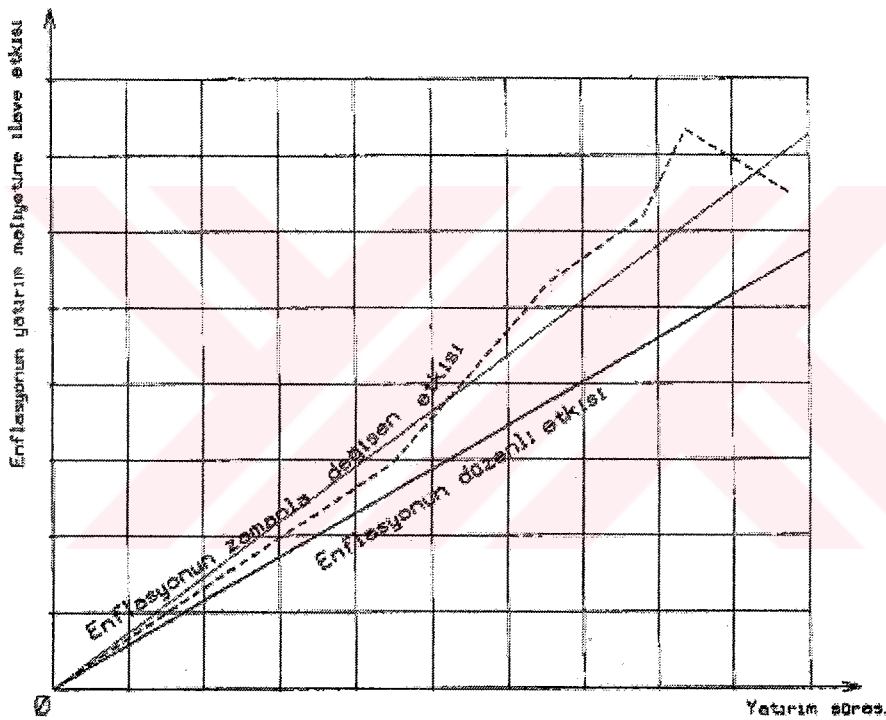
Bir proje tamamlandığında, faaliyete geçerek bir fayda sağlayacağı şüphesizdir. Projenin tamamlanmasıyla sağlanacak faydaların da proje süresinin saptanmasında hesaba katılması gerekir. Projenin mümkün olan en kısa zamanda tamamlanmasıyla; işletmenin sağlayacağı fayda kadar alternatif bir maliyet oluşur. Bu ise proje maliyetini artırır.



Şekil 3.4 Projenin tamamlanmasıyla sağlanacak faydanın maliyeti

3.3.2.4 Enflasyonun proje maliyetine etkisi

Normal çalışma şartlarında ve tempoda yapılan bir proje, belli bir sürede biter. Bu süreyi kısaltmak için yapılan ek ödemelerden ötürü maliyetin artacağı belirtilmişti. Öte yandan, enflasyon dönemlerinde, enflasyonun oranına göre, projenin süresine bağlı olarak, proje maliyeti de artar. Başka bir deyişle; projenin, karar, proje ve yapım süreleri uzadıkça, yatırım mallarının fiyatları ve diğer giderler de, enflasyona paralel olarak artar. Bu sebeple, enflasyon dönemlerinde, projenin tamamlanma süresinin tespitinde, proje maliyetine etki eden diğer faktörlerle birlikte, enflasyonun yatırım maliyetini arttırıcı etkisi de hesaba katılmalıdır.



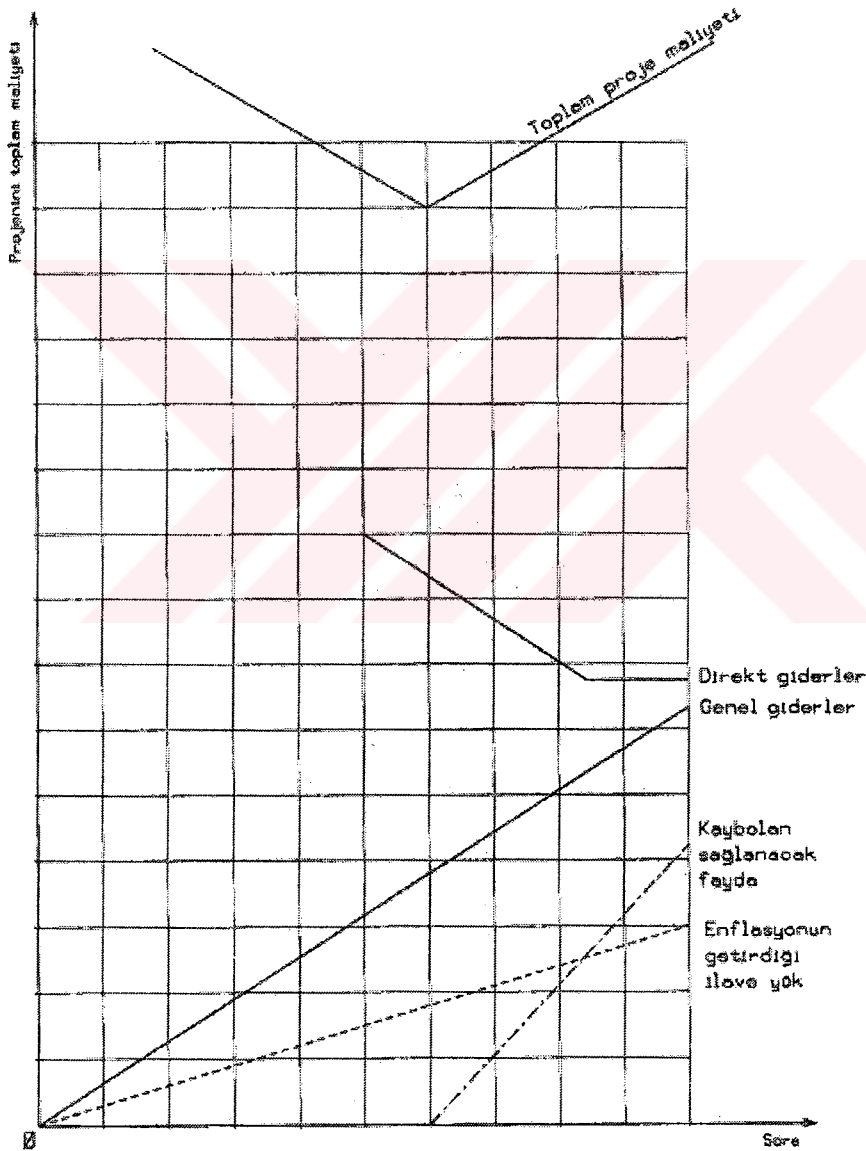
Şekil 3.5 Enflasyonun proje maliyetine etkisi

3.3.2.5 Toplam proje maliyetinin zamana göre değişimi

Projenin tamamlanma süresine bağlı olarak; direkt giderler, genel giderler, sağlanacak faydanın alternatif maliyeti ve enflasyonun getirdiği ilave yük, aynı maliyet ve zaman birimleri ile, bir eksen sisteminde Şekil 3.6 'da görüldüğü gibi çizilebilir ve toplam proje maliyeti eğrisi çıkarılabilir.

En uzun proje tamamlanma süresi; proje süresini kısaltmak için yapılan ilave giderleri, süre uzadıkça artan genel giderleri, projenin tamamlanmasıyla sağlanacak fayda veya karı ve enflasyonun proje maliyetine etkisi hesaba katılarak, tespit edilmelidir.

Çoğu zaman, enflasyonun getireceği ilave yükün, sağlanan faydanın ele geçmemesinden ileri gelen kayıpların ve genel giderlerin devam etmesiyle artan genel giderlerin toplamı, projenin hızlandırılmasıyla doğacak maliyet artışlarından çok daha önemli olabilir. Bu sebeple, proje maliyetini etkileyen bütün faktörler, sayısal olarak değerlendirilmeli; toplam proje maliyetinin, projenin tamamlanma süresiyle değişimi incelenmeli ve en uygun proje süresi tespit edilmelidir. (Afyonkale, 1988)



Şekil 3.6 Toplam proje maliyetinin çizimi ve değişimi

3.4 Projenin Programlaması

Projelerin programlaması, listelenmesi ve kontrolü için iki analitik teknik geliştirilmiştir. Bunlar, Critical Path Method (CPM) ve Project Evaluation and Review Technique (PERT) yöntemleridir. Bu yöntemlerin temel ilkesi, insanın aklını kullanarak işlerini yöntemsel değerlendirmesidir (Uzel, 1986).

3.4.1 CPM-PERT yöntemi

CPM -PERT ile proje programlaması, üç temel aşamadan oluşur.

- Planlama,
- Programlama,
- Kontrol etme.

Planlama, projenin birbirinden farklı etkinliklere bölünmesiyle başlar. Bu etkinlikler için süre tahminleri yapılarak bir işlem ağı üzerinde gösterilir. Bu ağ ise etkinlikler arasındaki ilişkiyi gösterir.

Proje programlamanın son amacı, proje etkinlikleri arasındaki ilişkileri belirttiği gibi, her bir etkinlik için de, başlangıç ve bitiş zamanlarını göstermesidir. Eğer, proje bitirilmek istenirse zaman yönünden özel bir dikkat isteyen kritik etkinliklerin daha hassasiyetle programlanması gerekir.

Son aşamada, ok diyagramı ile periyodik ilerleme raporu düzenlemek için zaman kartının kullanılmasını içerir. Bu aşamada ağ, adapte edilmeli ve analizi yapılmalıdır.

Program ağı, kritik yörünge çözümlemelerinin yapılabilmesi için etkinlikler ve olaylar arasındaki ilişkileri çizgisel olarak göstermeyi amaçlar. Bir program ağının çizimi için üç önemli kural vardır. Bunlar:

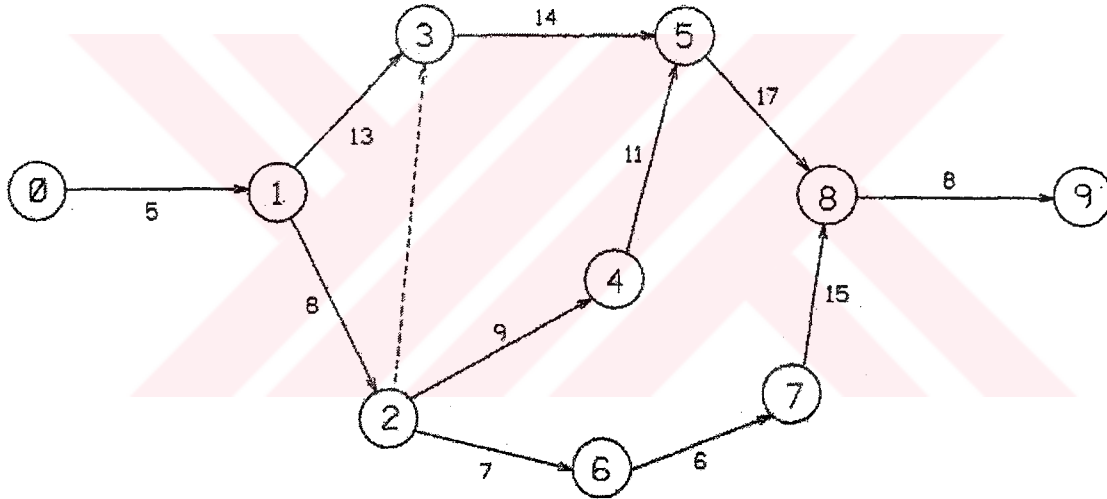
- Her etkinlik sadece bir okla gösterilebilir. Bu kuralın, etkinliği bölümlere ayırmamak anlamına alınmaması gerekir.
- İki ve daha fazla etkinlik son olaylarıyla tanımlanamaz. Diğer bir deyişle, iki düğüm noktası arasında birden fazla etkinlik gösterilmez.

- Bir iş kısımlara bölünerek yapılabilir. Bu durumda kesimler, ayrıntılı biçimde gösterilerek ağ şekillendirilir.

İş programı hazırlanırken yapılacak etkinlikler:

- Bağımsız olarak yapılabilen,
- Bir etkinliğe paralel olarak sürdürülebilen,
- Bir etkinliğe başlamadan bitirilmesi gereken işler,
- Bir etkinlikten sonra bitirilmesi gereken işler olarak ayrılır.

Buna göre Şekil 3.7 deki gibi bir ağ düzenlenir. Sonra ayrıntıları da içeren esas ağ kurulur. Bu ağda bütün düğüm noktalarının başlangıç ve bitiş noktalarına bağlanarak kapanmasına ve ikinci derece önemli işlerinde kapalı bir ağ oluşturmaya özen gösterilmelidir.



Şekil 3.7 Etkinlik süreleri saptanmış bir ağ

3.4.1.1. En erken tamamlama süresi

Bir düğüm noktasındaki en erken tamamlama süresi, o düğüm noktasına gelinceye kadar geçilen etkinlikler için hesaplanan en erken tamamlanma sürelerinin en büyüğüdür. Bir i düğüm noktasında en erken tamamlanma süresi,

$$T_{Ei} = T_{Ei-1} + t_{(i-1)-i} \quad (3.4)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada,

T_{Ei-1} : i'den bir önceki noktanın en erken tamamlanma süresi,

$t_{(i-1)-i}$: i'den bir önceki nokta ile i noktası arasındaki etkinliğin süresidir

Hesaba, ağın ilk noktasından başlanır ve akış yönünde son noktaya kadar sürdürülür. Ağın her noktası için hesaplanan bu değerler, düğüm noktaları üzerine çizilen ilk kutucuğa yazılır.

Şekil 3.7. 'deki örnek ağın,

0. Noktasında

$$T_{E0} = 0 + 0$$

1. Noktasında

$$T_{E1} = T_{E0} + t_{0-1} = 0 + 5 = 5$$

2. Noktasında

$$T_{E2} = T_{E1} + t_{1-2} = 5 + 8 = 13$$

3. Noktasında

$$T'_{E3} = T_{E1} + t_{1-3} = 5 + 13 = 18 \quad \text{En büyüğü}$$

$$T''_{E3} = T_{E2} + t_{2-3} = 13 + 0 = 13$$

4. Noktasında

$$T_{E4} = T_{E2} + t_{2-4} = 13 + 9 = 22$$

5. Noktasında

$$T'_{E5} = T_{E3} + t_{3-5} = 18 + 14 = 32$$

$$T''_{E5} = T_{E4} + t_{4-5} = 22 + 11 = 33 \quad \text{En büyüğü}$$

6. Noktasında

$$T_{E6} = T_{E2} + t_{2-6} = 13 + 7 = 20$$

7. Noktasında

$$T_{E7} = T_{E6} + t_{6-7} = 20 + 6 = 26$$

8. Noktasında

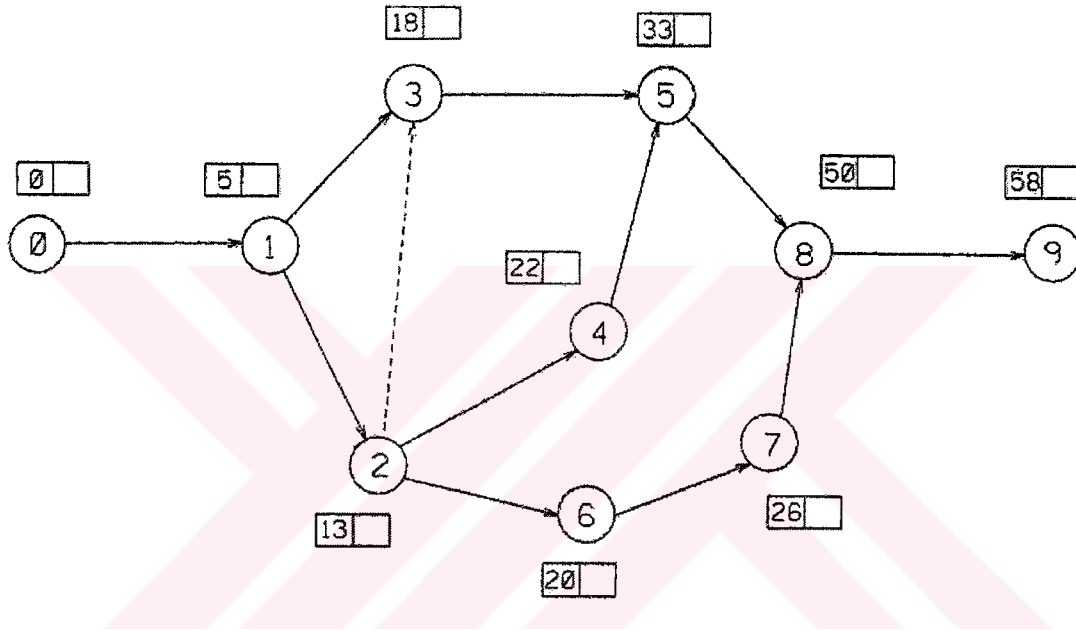
$$T'_{E8} = T_{E7} + t_{7-8} = 26 + 15 = 41$$

$$T''_{E8} = T_{E5} + t_{5-8} = 33 + 17 = 50 \quad \text{En büyüğü}$$

9. Noktasında

$$T_{E9} = T_{E8} - t_{8-9} = 50 + 8 = 58$$

gün olarak hesaplanır. Ve bunlar ağa işlenir.



Şekil 3.8 En erken tamamlanma süreleri belirlenmiş bir ağ

3.4.1.2. En geç tamamlanma süresi

Son düğüm noktasında hesaplanan en erken tamamlanma süresi, işin tamamı için düşünülen kesin süre olarak alınırsa, bu noktada en geç bitirilme süresi, en erken bitirilme süresine eşit olur.

Son noktadan başlayarak akış yönünün aksi doğrultusunda hesaplanan sürelerin en küçüğü, en geç tamamlanma süresini verir. Bu değer bir önceki noktanın en geç tamamlanma süresinden etkinlik süresinin çıkartılmasıyla bulunur.

$$T_{Gi} = T_{Gi+1} - t_{i-(i+1)} \quad (3.5)$$

Verilen örnek ağa göre,

9. Noktasında

$$T_{G9} = T_{E9} = 58$$

8. Noktasında

$$T_{G8} = T_{G9} - T_{8-9} = 58 - 8 = 50$$

7. Noktasında

$$T_{G7} = T_{G8} - t_{7-8} = 50 - 15 = 35$$

6. Noktasında

$$T_{G6} = T_{G7} - t_{6-7} = 35 - 6 = 29$$

5. Noktasında

$$T_{G5} = T_{G9} - t_{5-8} = 50 - 17 = 33$$

4. Noktasında

$$T_{G4} = T_{G5} - t_{4-5} = 33 - 11 = 22$$

3. Noktasında

$$T_{G3} = T_{G5} - t_{3-5} = 33 - 14 = 19$$

2. Noktasında

$$T'_{G2} = T_{G3} - t_{2-3} = 19 - 0 = 19$$

$$T''_{G2} = T_{G4} - t_{2-4} = 22 - 9 = 13 \quad \text{En küçükü}$$

$$T'''_{G2} = T_{G6} - t_{2-6} = 29 - 7 = 22$$

1. Noktasında

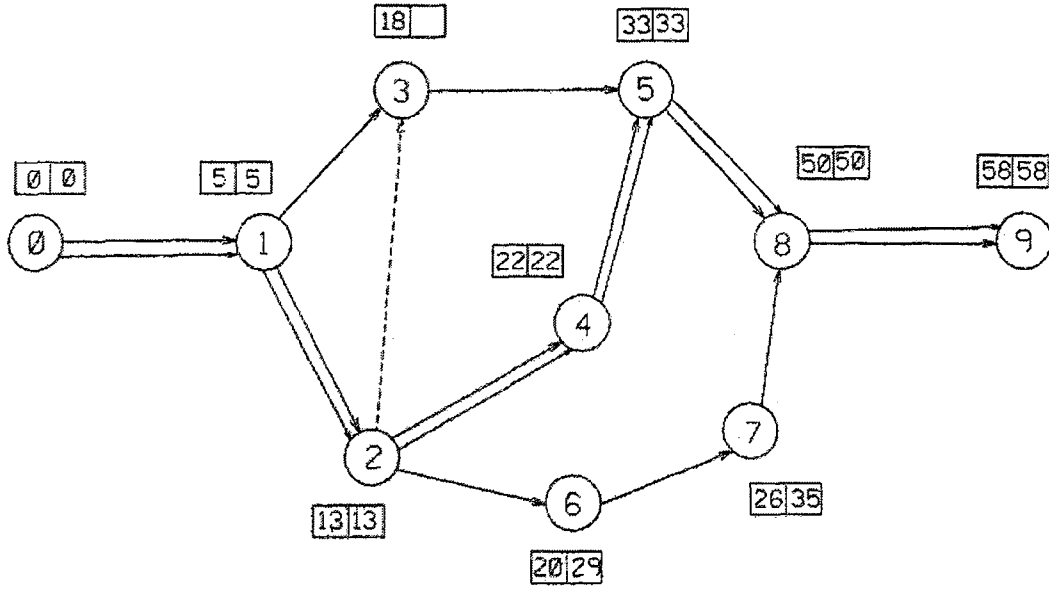
$$T'_{G1} = T_{G3} - t_{1-3} = 19 - 13 = 6$$

$$T''_{G1} = T_{G2} - t_{1-2} = 13 - 8 = 5 \quad \text{En küçükü}$$

0. Noktasında

$$T_{G0} = T_{G1} - t_{0-1} = 5 - 5 = 0$$

olur. Bu değerler ise düğüm noktalarının üstündeki ikinci gözle yazılır.



Şekil 3.9 En geç tamamlanma süreleri belirlenmiş bir ağ

3.4.1.3. Kritik yörünge

En erken ve en geç tamamlanma süreleri eşit olan düğüm noktalarını birleştiren yol, kritik yörüngedir. Bu yol üzerinde etkinliklerin toplamı, son noktanın tamamlanma süresine eşit olmalıdır. Bu, hesabın kontrolünde kullanılır. Kritik yörünge çift çizgi ile gösterilir.

$$\text{Kontrol} = 5 + 8 + 9 + 11 + 17 + 8 = 58$$

3.4.2. GANNT diyagramı

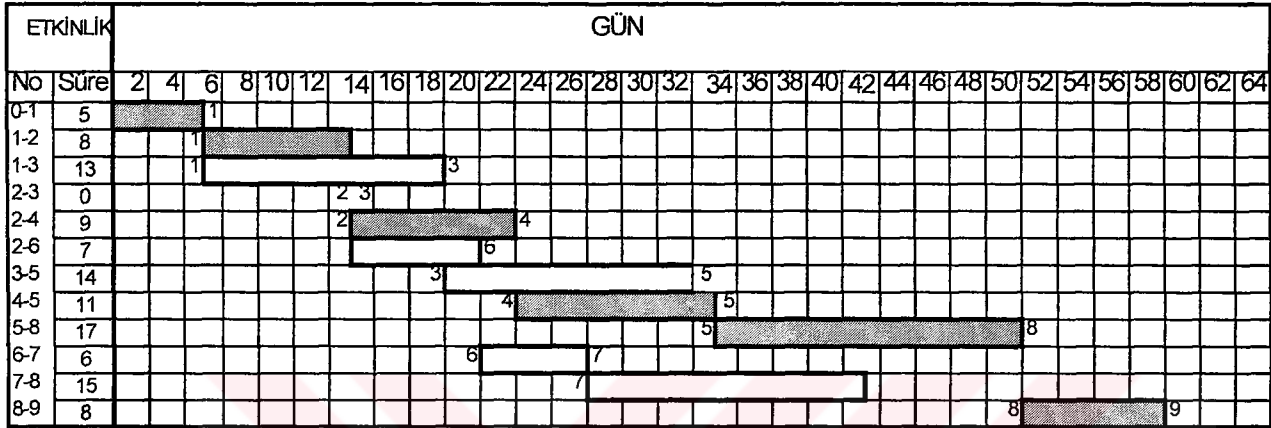
CPM-PERT yöntemiyle ulaşılan sonuçlar, projenin her aşamasında çalışanların kolayca anlayabileceği bir şekilde oluşturulur. Bu şekle GANNT diyagramı veya çubuk diyagramı denir.

Çubuk diyagramını oluşturan çizelgede, soldan sağa doğru zaman, üstten aşağı doğru etkinliklerin numaraları ile süreleri yazılır.

Etkinlikler başlangıç düğüm noktalarına göre sıralanıp alt alta yazılır ve süreleri de kaydedilir. İlk etkinlikten başlamak üzere sırayla tüm etkinlikler, sürelerine göre işaretlenip çerçeve içerisine alınır. Burada etkinliklerin en ileri süreden itibaren başlatılmasına dikkat edilmelidir.

İşaretlenen şeritler incelenerek birbirini izleyen ve boş uç vermeyen çubuklar taranır. Taranan bu çubuklar kritik yolu oluşturur.

Verilen örnek ağ aşağıda Çizelge (3.1) 'de çubuk diyagramına dönüştürülmüştür. Çizelgede görüldüğü gibi süresel bolluklar oluşmuştur. Etkinliklerin aynı numaralı başlangıç ve son numaralı arasındaki süreler, bollukları belirtmektedir (Uzel, 1986).



Çizelge 3.1 Çubuk diyagramı

3.4.3. Proje kontrolü

Projeyi oluşturan etkinliklerin planlanan biçimde yapıldığını incelemek ve belirlenen hedeflerden sapmalar varsa bunları düzeltmek amacıyla proje kontrolü yapılır.

Proje çalışmalarının değerlendirilmesinde aşağıdaki üç hususun proje yöneticileri tarafından dikkate alınması gerekir.

- Projenin öngörülen zaman içerisinde,
- Projenin öngörülen maliyet içerisinde,
- Projenin öngörülen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmesi amaçlanır.

CPM-PERT yöntemlerinde de etkinliklerin süreleri önceden tahmin edildiğinden dolayı bu teknikte yapılan programların, projenin her adımında uygulamaya uymaması, gecikmeler ve benzeri olaylar nedeniyle bir takım sorunların çıkması doğaldır. Bu nedenle program, gün

bazında izlenir ve değişiklikler, gecikmeler göz önüne alınarak değişiklik programları hazırlanır.

Zaman listesi, esasen her etkinliğin zamanında yapılıp yapılmadığını kontrol etmek için kullanıldığından projenin ilerlemesinin izlenmesi ok diyagramları üzerinden yapılır. Projenin belirli bir etkinliğindeki oluşan değişiklik ok diyagramı üzerinde en iyi bir şekilde izlenebilir.

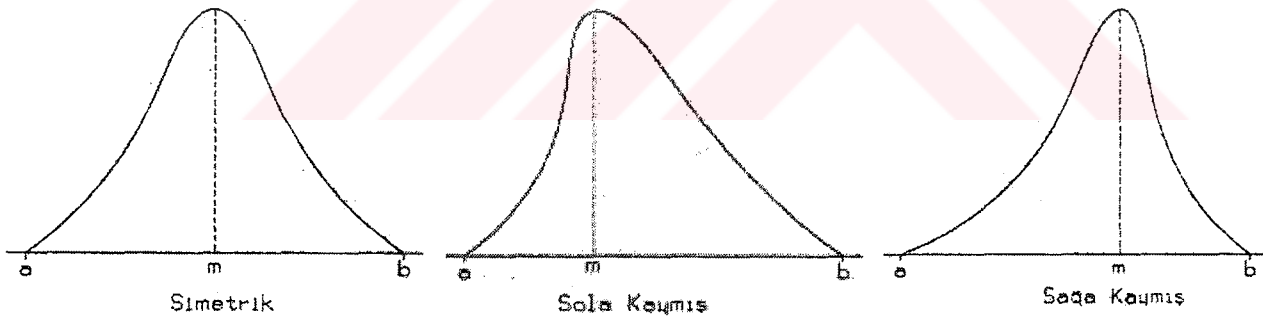
Her etkinlik için zaman tahmini üç farklı değere dayanır.

a= Etkinliğin yapımı için son derece iyi giderse gerekecek iyimser süre

b= Her şey kötü giderse gerekecek karamsar süre

c= Uygulama normal koşullar altında olursa gerekecek çok muhtemel süre

İyimser ve karamsar tahminlerde saptanan süre, çok farklı olmamalıdır. En muhtemel tahmin (m)'in, bu iki tahminin ortalaması olması gerekmez. Bu özellikler nedeniyle her etkinlik için belirlenen sürenin, son noktaları a ve b' de olan ve ünimodal noktası m' de oluşan bir Beta dağılımını izlediği saptanmıştır. Şekil 3.11 'de üç farklı Beta dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.10 Her etkinlik için zaman tahminini gösteren beta dağılımı

Bazı varsayımlarla, Beta dağılımının ortalaması D,

$$D = \frac{a + b + 4m}{4} \quad (3.6)$$

ve varyansı σ^2

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2 \quad (3.7)$$

formüllerleriyle hesaplanır.

Farklı etkinlikler için standart sapma değerleri hesaplandıktan sonra, tek tahmin D' nin yerine D konarak bilinen ağ hesabı yapılabilir. Bu durumda ağdaki her noktanın süresinin olasılığını saptamak mümkün olur (Uzel, 1986).



4. FOTOGRAMETRİK HARİTA ÜRETİM PROJELERİNDE PLANLAMANIN TEMEL ESASLARI

Fotogrametrik harita üretim projelerinde ilk adım olarak güncel harita üretim işlemlerini başlatacak ve iş ortamlarının başarıyla gerçekleşmesini sağlayacak bir planın hazırlanmasıdır. Hazırlanacak bu plan ise aşağıdaki temel adımları içermelidir.

- **Proje Kapsamında Teknik Özelliklerin Değişimi:** Bunlar, haritası yapılacak bölgenin tayin edilmesi, harita ölçeğinin tespit edilmesi, harita doğruluğu, haritaların bitim tarihi ve yaklaşık proje maliyetidir.
- **Planlama İçin Gerekli İnsan Ve Materyallerin Toplanması:** Fotoğraf, harita ölçüm verileri, aletler ve gerekli personelin bir araya toplanmasını içerir.
- **Proje Çalışmalarında Kapsam Ve Ayrıntıların Saptanması:** Kontrol adımlarının nerede olması gerektiğini, nerede ve ne kadar fotoğrafa gerek duyulduğu ve ne çeşit aletlerin kullanılacağını tespit etmek için bir önceki adımda bir araya getirilen materyaller analiz edilir.
- **Planlamanın Son Aşamaların Düzenlenmesi:** Uygulamada kullanılacak ölçüm aletleri, fotoğraf, değerlendirme ve kalite kontrol işlemlerini kapsamaktadır.
- **Maliyet ve Planlama:** Bu adım bir önceki adımlarla birlikte en doğru şekilde yerine getirilir. Eğer, değişik nedenlerden dolayı maliyet sonuçları memnuniyet verici değilse, ihtiyaç ve talepleri karşılayacak şekilde en az maliyet tespit edinceye kadar planlama tekrar yapılmalıdır (Manual of Photogrammetry, 1980).

4.1. Planlamada Kullanılan Materyaller

Bir planlama yapmak için temel zorunlu bilgilerin bir araya getirilmesi gerekir. Bu bilgilerin başlıcaları:

- Haritası yapılacak bölgenin hava fotoğrafları,
- Bölgeye ait daha önceden yapılmış eski haritalar,

- Bölgedeki yatay ve düşey kontrol noktalarının yerlerini gösteren ölçüm verileri, kontrol noktalarının doğrulukları ve noktalara erişebilme durumları.

4.1.1. Fotoğrafik materyaller

Planlama kısmında fotoğraflar değişik formlarda kullanılmaktadır. Bunlar, tek fotoğraf olarak, stereo çiftler olarak veya mozaikler olarak kullanılmaktadır. Mozaikteki fotoğraflar ise yataylanmış, yataylanmamış veya farklı bir şekilde yataylanmış olabilir.

Fotoğraflar genellikle stereoskopik görüntülerde kullanılır. Tek fotoğraflar sadece stereoskopik görüntünün mevcut olmadığı durumlarda, elverişli görüntü aletlerin mevcut olmadığı durumlarda kullanılabilir.

Fotomozaik bir alanın tek fotoğrafını meydana getirmek için, iki veya daha fazla bindirilmiş fotoğrafların bir araya getirilmesidir. Mozaikler bir alana ait yüksek hassasiyete gerek duymadan düşük maliyetle daha fazla bilgi içeren ürünlerdir.

Ortofotolar, geometrik niteliği çizgi harita düzeyinde olan fotoğrafik bir üründür. Genellikle bu ortofotoların üzerine eşyükseklik eğrileri de çizilebilmektedir. Hava fotoğraflarından üretilen bu tür haritalar çizgi haritalar gibi planlamada ve uygulamada rahatlıkla kullanılabilirler.

Sayısal ortofoto, sayısal fotogrametrinin en önemli ürünüdür. Sayısal olmasından dolayı ekranda görüntülenebilmekte ve dolayısıyla planlama çalışmalarını bilgisayar ortamına taşımaktadır. Aynı zamanda sayısal ortofotolar, sayısal haritalar ile birleştirildiğinde daha zengin bir bilgi kaynağı imkanı verir ve ekranda daha kolay sayısallaştırma yapılabilir.

4.1.2. Fotoğrafik olmayan materyaller

Fotoğrafik olmayan haritalar yukarıda sözü edilen ürünlere nazaran daha yüksek doğrulukta ürünlerdir. Bu nedenle planlama çalışmalarında mevcut çizgisel haritalar daima dikkate alınmalıdır. Fotoğrafik olmayan haritalar; topoğrafik haritalar, planimetrik haritalar, plan ve profil paftaları, özel amaçlı haritalar v.b. ürünlerdir.

Anayollar, su hatları, gaz hatları, elektrik hatlarının planlanmasında oluşturulan profil ve plan paftaları proje çalışmalarında kullanılabilir.

Planimetrik haritalar yükseklik değerleri olmaksızın doğal ve suni objeleri gösteren çizgisel haritalardır. Bu tanımla yol haritaları ve vergi haritaları bu kategoriye dahil edilebilir. Planimetrik haritalar, topoğrafik haritaların yan ürünü olarak hazırlanır. Ortofotolardan yararlanılmasıyla planimetrik haritaların hazırlanması kolaylaşmıştır. Planimetrik haritaların yerine ortofoto ürünleride kullanılabilir. Ancak bu durumda kullanıcının fotoğraf yorumlamasında tecrübeli olması gerekir.

Topoğrafik haritalar, detayların şekillerini, yatay ve düşey koordinatlarının gösteren haritalardır. Diğer bir tanıma göre topoğrafik harita ise; Yeryüzü şekillerini birtakım çizgi, işaret, renk ve simgeler yardımıyla, belli bir ölçeğe göre küçültülmüş olarak gösteren haritalardır.

4.2 Proje Teknik Özelliklerin Belirlenmesi

Haritanın türü, ölçeği, pafta boyutları, altlığın cinsi, projeksiyon türü, yükseklik gösterim şekli, harita üzerinde özel işaretlerle gösterilen bilgiler, metrik bilgilerin doğruluk derecesi, kitabe bilgileri, çoğaltma tekniği, proje alanı ve projenin yapım süresi bilgileri bir harita projesine ait teknik özellikleri oluşturur.

Teknik özelliklerin belirlenmesinde en önemli etken, haritaya olan ihtiyacın hissedilmesi ve amacın iyi bir şekilde saptanması ve analiz edilmesi gerekir. Amaçların belirlenmesiyle, bu amaçları gerçekleştirebilecek teknik özelliklerin takımları saptanır. Her teknik özelliğin takımı, projenin gerçekleştirilmesini ve kullanıcı sistemini zaman ve maliyet açısından farklı şekilde etkileyecektir.

Teknik özelliklerin belirlenmesinde maliyet-fayda kavramı önemli rol oynar. En uygun teknik özellikleri belirlemek için, maliyet ve zaman ile ilgili ön bilgilere ihtiyaç vardır. Bu bilgiler tam olarak haritayı yapan kurumun yöntem planlaması sırasında elde edilebilir. Ayrıca geçmişteki tecrübelerden ve mevcut bilgilerden yararlanarak maliyet ve zaman ile bazı tahminler yapılabilir.

Bazı durumlarda teknik özelliklerin serbestçe seçilebilmesini sınırlayan zorunluluklar bulunabilir. Bunların başında ise, kullanıcı sistemin harita projesine ayırdığı ödenek ile projenin bitirilmesi için ayrılan zaman gelir.

Sonuçta, saptanan teknik özellikler harita proje sisteminde yöntem planlamasının esas girdilerini oluştururlar. Bunlar yapımcı kuruma sunulan bir sözleşme veya protokole esas olacak bir belge şeklindedir.

Teknik özellikler saptanmasında bu şekilde bir sistematik yaklaşım yerine uygulamada daha farklı yaklaşımlar izlenmektedir. Ekonomik açıdan sakıncalı olan bu yaklaşımlar: Gerçek ihtiyacın dışında olabildiğince yüksek doğruluk derecesi ve gereğinden fazla detay bilgilerin istenmesi, daha yüksek doğruluk veren ölçme yöntemlerindeki sonucu diğer yöntemlerden beklemek, daha önce benzer amaçla yapılan bir başka projenin teknik özellikler aynı şekilde kabul etmektir.

Bu yaklaşımlar sonucunda, ihtiyacın üstünde, daha iyi nitelikte bir haritanın gelecekteki başka ihtiyaçlara da cevap vereceği düşüncesi mantıklı görünse de, bir haritanın belirli bir ömrünün bulunacağı unutulmamalıdır.

4.2.1 Hava fotoğraflarının ölçek seçimi

Hava fotoğrafları için ölçek seçiminde en küçük objenin boyutlarının belirlenmesiyle tespit edilebilir. Ve en küçük obje fotoğraf üzerinde görünebilmelidir. Bu ise fotoğraf sisteminin nominal ayırma gücünü göstermektedir. Mesela; eğer en küçük obje 8 cm, çapında bir obje ise ve fotoğraf sisteminin ayırma gücü 20 μ m olursa, ölçek aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$1:1000 \text{ ölçek için } M_R = 0.002/8 = 1/4000$$

$$1:5000 \text{ ölçek için } M_R = 0.002/30 = 1/15000$$

Fotoğraflar stereoskopik çizim için kullanıldıklarından ölçeğin seçimi temel ekonomik faktörlerle de ilgilidir. Bu ise projenin en düşük maliyette yapılabilirliğini amaçlar. Fotoğraf ölçeğinin büyümesi ekonomik yönden fotogrametrik masraflarında artması sonucunu doğurur. Bu nedenle en uygun maliyette, en uygun fotoğraf ölçeğini seçmek gerekir (TUFUAB, 1985).

4.2.2 Haritalarda ölçek ve okunabilirlik

Harita ölçeğinin, ekonomik açıdan olabildiğince küçük seçilmesi zorunludur. Dolayısıyla harita ölçeğinin büyümesi ile birlikte maliyet artar. Bununla birlikte, harita ölçeğinin küçük seçilebilmesini sınırlayan bazı faktörler vardır. Bu faktörleri sırayla inceleyecek olursak;

- **Metrik Bilgilerin Doğruluk Derecesi:** Kartografik işlemlere bağlı olarak haritaların doğruluk derecesi 0.2 mm. ile 0.7 mm arasındadır. Bu değer harita ölçeğinin paydası ile çarpılırsa, haritadan alınacak bilgilerin konum doğruluğu elde edilir. Bu değer, metrik bilgilerin doğruluğu için istenen değere uygun düşmesi gerekir.
- **Arazi Detaylarının Sıklığı:** Harita ölçeğinin küçük seçilmesini sınırlayan bir faktörde arazi detaylarının sıklığıdır. Ölçek küçüldükçe detaylar daha sıkışık ve kalabalık olacağından haritanın okunabilirliği kaybolur.
- **Arazinin Topoğrafik Yapısı:** Arazinin topoğrafik yapısı da ölçek seçimini etkilemektedir. Belirli bir eş yükseklik aralığı için, ölçekle birlikte bu eğrilerin sıklıkları değişir. Gereken yükseklik doğruluğu, topoğrafik özelliklere bağlı olarak ölçeğin seçimine bir sınır getirir ve ölçeğin küçük tutulmasını engeller.

Büyük çaplı projelerle ilgili harita ölçeği seçiminde, gerçek ihtiyaçlar ve koşullar elveriyorsa proje alanının değişik bölgelerinde değişik ölçeklerde kullanılabilir.

4.2.3 Harita ölçeği ve eşyükseklik eğrisi aralığı

Arazinin topoğrafik durumu çoğunlukla eşyükseklik eğrileri ile gösterilir. Eşyükseklik eğrisi aralığı harita ölçeğine ve arazi eğimine bağlı olarak değişmektedir. Farklı arazi eğimleri için farklı aralıklar kullanılabilir. Genellikle, arazinin topoğrafik yapısı ile istenen yükseklik doğruluğu arasında doğal bir bağlantı vardır. Bu nedenle proje alanının düzlük kısımları için standart eşyükseklik eğrileri ile birlikte ara veya yardımcı eğrilerde kullanılabilir.

Harita Ölçeği	Eşyükseklik Eğrisi Aralığı		
	Düz	Ara	Kalın
1:500	1m	0.5m	5m
1:1000	1m	0.5m	5m
1:2000	2m	1m	10m
1:5000	5m	2.5m	25m

Çizelge 4.1 Çeşitli ölçeklerde eşyükseklik eğrisi aralıkları

4.2.4 Haritanın doğruluk standartları

Bir haritanın doğruluğu harita üzerindeki bir noktanın doğruluğu konum ve yüksekliğinin, aynı noktanın arazideki ölçümleri sonucunda elde edilen konum ve yükseklik değerlerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. Bu karşılaştırma sonucunda tolerans sınırlarını aşan bir farklılık varsa, bu ölçümlerde fark edilmeyen bir hatanın olduğunu gösterir.

Haritaların son derece ekonomik ve hızlı üretimi amacıyla yalnızca standart haritalar için gerekli ihtiyaçların değil aynı zamanda özel şirketlerinde gereksinimlerini yerine getirilmesini sağlamak için haritaların standart doğrulukları yerine getirilmelidir (Manual of Photogrammetry, 1980).

Harita doğruluk standartlarında, doğruluk kavramını mutlak ve rölatif doğruluk olarak iki kısma ayırabiliriz. Mutlak doğruluk kavramı, daha geniş bir referans sistemindeki, sözcüğü ülke koordinat sistemindeki doğruluğu olarak anlaşılabilir. Proje alanı yakınındaki diğer projelerle karşılaştırıldığında genellikle bir dönüklük ve ölçek farkı ortaya çıkar. Aynı projede veya gelecekte yapılacak harita projelerinin kenarlaşmaları veya daha önceki koordinat değerlerinin kullanılması söz konusu olabileceğine göre mutlak doğruluğun öneminin dikkate alınması gerekir. Başka projelerle ilgisi olmayan projelerde rölatif doğruluk yeterli olabilir. Yalnız mutlak ve rölatif doğruluk yerine her ikisini birden kullanmak uygun olur.

İstenen doğruluk derecesinin belirtilmesinde, yalnız hata sınırlarının kullanılması uygun görünmemektedir. Elde edilecek metrik bilgilerin stokastik bir yapıya sahip olmaları nedeniyle, doğruluk derecelerinin ortalama hata ile tanımlanmaları daha uygun olur. Böylece

mutlak hata sınırları yerine, hataların belirli bir yüzdesinin (sözgelisi %90, %95 gibi) verilen bir sınırdan küçük olmasının istenmesi daha uygun olacaktır (Yaşayan, 1977).

4.2.5 Semantik bilgiler ve özel işaretler

Teknik özelliklerin saptanması sırasında, haritanın kullanım amacına göre gerekli bütün semantik bilgilerin ve özel işaretlerin listesi yapılmalıdır. Bu işaretlerin, BÖHYH standartlarına uygun olması gerekir.

Sayısal harita üretiminde gerekli olan semantik bilgiler ve özel işaretlerle değerlendirme işlemi sırasında operatörlerin kolaylıkla ulaşmalarını sağlamak amacıyla semantik bilgileri içeren kütüphane ve menüler oluşturulur. Bu semantik bilgilerin, istenilen harita ölçeğine göre standart büyüklükte olmasına dikkat edilmelidir.

Bir proje başlangıcında, kullanılacak semantik bilgilerin ve özel işaretlerin tespit edilebilmesi ve gerçek standartların oluşturulabilmesi için uygulayıcı kuruluşlarla temasa geçilip, görüşleri alınarak uygulamada kullanılacak bu tür işaretler tespit edilmelidir. Gerektiğinde, daha önceki projelerde kullanılan semboloji kütüphanesi daha kullanışlı duruma getirilebilmesi için revize edilerek güncel standartlar oluşturulabilir.

4.3. Planlama ve Uygulama

Proje planlaması, genel anlamda iki aşamalı bir süreçtir. Birinci aşamada projenin teknik özelliklerinin belirlenmesi, ikinci aşamada ise belirlenen teknik özelliklere uygun bir yönetimin planlamasıdır. Sınırları ve sonuç ürünleri saptanmış bir fotogrametrik projenin planlaması, bir uçuş planının yapımını, yer kontrol noktalarının ve blokların tasarımını içerir.

Bir proje tasarımı genellikle uygun ölçekli bir harita üzerinde yapılır. Öncelikle uçuş yönü ve bloklar belirlenir. Uçuş yönü genellikle Doğu-Batı ya da Kuzey-Güney yönündedir. Özel durumlarda geliş güzel bir doğrultuya paralel uçuş çizgileri tasarlanabilir.

Proje alanında yükseklik farkları çok büyükse uçuş planlarının hazırlanması biraz daha zordur. Uçuş çizgileri farklı yüksekliklerden geçirilir. Çok uzun kolonlarda da sorunlar olabilir. Bazı durumlarda ise, blokların kenarlarında ve ortalarında, uçuş yönüne dik uçuş çizgileri yükseklik güvenliğini artırır.

Blok boyutlarını, teknik şartnamede bir sınırlama yoksa olabildiğince büyük seçilir. Ancak proje alanının düzensiz olması geometrik şekil bakımından çok biçimsiz olması zorunlu olarak blok sayısını artırır. Geometrisi biçimsiz bir proje alanı, küçük bloklara bölerek düzenli duruma getirilir. En uygun blok biçimi daha önce de söz edildiği gibi, kare ya da dikdörtgen biçimindedir. Ya da eni, boyu çok uyumsuz olmayan dikdörtgen şekline benzer bloklardır. Çok büyük olmamak koşuluyla bir proje alanının bir blok olarak alınması ideal bir durumdur. BÖHYY ve Türkiyede ki teknik şartnameler blok boyutlarına 300-500 model arası sınırlamalar getirmiştir.

Birden fazla blok olması durumunda, blokların kenarlaşıma bölgelerinde gerekli denetimler yapılır. BÖHYY'de ayrıca, uçuş çizgisine paralel doğrultuda 1 kolon uçuş doğrultusunda da 2-3 model alınması ve blok dengelemesinde de bu ek kolon ve modellerle yapılması istenmektedir. Ortak bölgelerdeki noktaların koordinatları arasındaki farkları denetlemek bir ölçüt varsayılır.

Bu tasarımlar uygun ölçekli bir harita üzerinde, sözgelimi 1/25000 ölçekli harita veya ortofoto üzerinde yapılır. Yer kontrol noktaları da harita veya ortofoto üzerine yine arazinin uygun yerlerine işaretlenir. Yer kontrol noktaları dışındaki fotogrametrik nirengi noktaları da arazide işaretlenecek ise bunların konumları da harita üzerine işaretlenir.

Son yıllarda bu tasarımlar sayısal olarak yapılmaktadır. Uçuş çizgilerinin koordinatları ve yer kontrol noktalarının koordinatları yüksek bir doğrulukla hesaplanabilmektedir. Uçuş ekibinin navigasyon GPS donanımının olması uçuşun tam tasarlandığı gibi gerçekleştirilmesini sağlar (Yaşayan, 1997).

4.3.1. Uçuş tasarımı

Genellikle fotoğraf uçuş navigasyonu topoğrafik haritalar yardımıyla yapılır Bu yöntem ile sadece doğru uçuş hattını, fotoğraf alımında her kolonun başlangıç ve bitiş noktaları, her kolon için hesaplanan uçuş yüksekliği ve bindirme oranlarını seçmek mümkündür. Planlanan pozisyonda projeksiyon merkezlerini kesin olarak elde etmek mümkün değildir. Bu nedenle enine ve boyuna bindirme oranları yüksek değerlerde tutulur.

Uçağı, üzerinde planlama yapılan haritalar yardımı ile yönlendirmek oldukça zor bir iştir. Kolonları belirlemek için ek dönüşler yapılır. Veya kolonlar arasında açık meydana gelir, ve bunların tekrar uçulması gerekebilir. Bazı alanların açık kalmasından dolayı, fotoğrafların banyosundan sonra özellikle yan bindirme kontrol edilmelidir. Bu ise pahalı ve zaman alıcı bir yöntemdir. Bir otopilotlu navigasyon sistemi ve kamerayla birleşik bir uçuş yönetim sistemiyle uçak otomatik olarak doğru hatta ilerleyerek pozlamalar planlanan pozisyonda yapılabilir. GPS haricindeki navigasyon sistemleri yeteri kadar hassas değil ve çok pahalıdır, böylelikle çok sık kullanılmazlar. GPS navigasyonu çok basittir ve diğer fotoğraf uçuşu harcamalarına göre ucuzdur. Bu nedenle günümüzde fotoğraf uçuşları bu sistemlerle yapılmaktadır.

4.3.2. Uçuş planlarının hazırlanması

Fotoğraf çekimi uçuşları, daha önce hazırlanacak bir plana göre yapılır. Bu planlama sonucunda, uçuş çizgileri ve uçuş yükseklikleri proje alanının uygun ölçekli bir haritası üzerine çizilir ve ilgili bilgiler kaydedilir.

Uçuş planlarının yapılabilmesi için önce kamera türü ve fotoğraf ölçeğinin belirlenmesi gerekir. Bu iki parametrede çekilecek fotoğrafın amacına göre belirlenir. Kırsal alandaki harita üretim projelerinde, topoğrafik harita üretiminde geniş ve çok geniş açılı kameralar tercih edilir. Meskun alanda normal açılı kameraların kullanılması daha uygundur.

Fotoğraf ölçeği ise; hava fotoğrafını kullanma amacına, değerlendirme yöntemine ve öngörülen doğruluk derecesine bağlı olarak seçilir. İlke olarak tüm isteklere cevap verecek en küçük fotoğraf ölçeği alınır. Daha az sayıda fotoğraf ve model oluşacağı için ölçeğin olabildiğince küçük seçilmesi ekonomik yarar sağlar.

Klasik fotogrametrik harita üretimi amacı ile çekilen fotoğrafların ölçekleri ile harita ölçekleri arasında, pratikte

$$m_r = c_1 \sqrt{m_k} \quad (4.1)$$

bağıntısından yararlanılır. m_k harita ölçeğinin paydasıdır. Çeşitli harita ölçekleri için (4.1) bağıntısından bulunan fotoğraf ölçekleri ve fotoğraftan haritaya büyütme oranları Çizelge(4.2)'de verilmiştir.

Harita Ölçeği (m_k)	1000	2000	5000	10000	25000	50000	100000
Fotoğraf Ölçeği (m_r)	6000	9000	14000	20000	32000	45000	65000
Büyültme Oranı (m_r/m_k)	6.0	4.5	2.8	2.0	1.3	0.9	0.6

Çizelge 4.2. Harita ve fotoğraf ölçekleri ve büyütme oranları

Uçuş doğrultusunun seçiminde de şu faktörler gözönünde tutulur:

- Arazinin engebe durumu
- Proje alanının konumu; sözgelimi deniz kenarında oluşu, komşu ülkenin sınırlarına yakın oluşu gibi.
- Proje alanının biçimi; sözgelimi yol etüdü vb. bir çalışma yapılacaksa geçki boyunca fotoğraf çekilecektir.
- Önceden bilinebiliyorsa proje alanındaki fotoğraf çekim zamanındaki rüzgarlar.

Tersine bir engel yoksa, uçuş çizgileri Kuzey-Güney, ya da Doğu-Batı yönünde paralel çizgiler biçiminde oluşur. Uçuş çizgileri yönünde arazi düzgün bir biçimde yükseliyorsa, uçuş çizgilerinin yükseklikleri de kademe kademe artırılabilir, ya da azaltılabilir.

Fotoğraf çekiminde, ileri bindirme oranı klasik harita üretiminin % 60'ıdır. Yan bindirme oranı ise % 20, % 25, % 30 gibi herhangi bir oran alınabilir. Uçuş çizgilerinin pafta orta eksenleri ile çalıştırarak, paftaların minimum modelle kapatılmaları ilkesi uygulanacaksa, yan bindirme oranları % 20-30 arasında herhangi bir değer olacak şekilde yaklaşık bir fotoğraf ölçeği seçilir (Yaşayan, 1997).

4.3.3. Havadan fotoğraf alımı

Havadan fotoğraf alımı planlaması genellikle 1 / 25000 ölçekli haritalar üzerinde yapılır. Bu haritalar üzerinde uçulacak kolonlar çizilerek belirtilir. Her kolonun başlangıç ve bitim noktaları ile o kolon için hesap edilen uçuş yüksekliği yazılır.

Ancak yeni teknolojik olanaklar çerçevesinde havadan fotoğraf alımı GPS olarak adlandırılan uydu gözlemleri ile navigasyon sistemi ile de yapılabilmektedir. Bu tür planlamada uçuş kolonları matematiksel bir model olarak hesaplanarak uçağın bilgisayarında oluşturulur. Bilgisayarın grafik ekranında uçuş kolonları çizgisel olarak görünür. Aynı zamanda uçakta

monte edilmiş özel bir GPS alıcısı ile sürekli olarak uydular gözlenerek uçağın havadaki yeri, 1-2 metre hassasiyetle hesaplanarak aynı bilgisayarın grafik ekranında görüntülenir.

Fotoğraf alımı, uçuş personelinin önceden hesaplanan ve planlanan kolonlar üzerinde ve belirli uçuş yüksekliğinde uçağı uçurarak sağlanır. Uçakta görevli uçuş personeli normal olarak üç kişiden oluşur. Bunlar, pilot, navigatör ve kamera operatörüdür. Uçuş personeli içinde yerde kalan bir uçak teknisyeni ve genelde bir de yedek pilot bulunur. Yedek pilot dönüşümlü olarak diğer pilotla değişerek görev yapar.

Klasik yöntemde navigatör, navigasyon dürbünü yardımı ile araziye gözleyerek ve elindeki 1/25000 ölçekli haritalar üzerine işaretlenmiş uçuş planlarını karşılaştırarak pilotun bu kolonlar üzerinde uçabilmesini ve kamera operatörünün bu plana göre fotoğraf alımına başlamasını ve bitirmesini sağlar. Pilot sadece uçağı kullanır. GPS yöntemi uygulamasında aynı işlem, navigatör tarafından bilgisayarın ekranında görünen çizgisel kolonlarla uçağın yerinin görüntüsünün üst üste çakıştırılması ile sağlanır. Pilot aynı şekilde uçağı bu rota üzerinde tutmakla sorumludur. Kamera operatörü başlama ve bitirme dışında kameranın teknik olarak kullanılmasından sorumludur. Uçuş süresince film kaseti değiştirerek uçuşun sürekliliğini de sağlar.

Hava fotoğraflarının çekimi için aşağıdaki koşulların olması gerekir:

- Bulutsuz ve güneşli bir hava olması gerekir.
- Kar örtüsü olmaması gerekir. Geniş yapraklı ağaçların çok yoğun olduğu alanlarda, yapraklarının oluşmadığı, ya da döküldüğü mevsimlerde çekim yapılmalı.
- Güneşin yükseklik açısı 30^0 'den büyük olmalı.
- Yeryüzeyi ve üzerindeki objelerden gelecek ışık ışınlarının belirli bir düzeyde olması açısından önemlidir. Başka bir deyişle üzerinde çalışılacak fotoğrafların yeterince kontrastlı olması sağlanmalıdır.

4.3.4. Yer kontrol çalışmaları

Yer kontrol noktalarının istikşafı, alt ve zemin tesislerinin yapımı, işaretleme ve hesaplama işlemlerini içermektedir.

Yer kontrol noktalarının oluşturulabilmesi için öncelikle proje alanı bloklara bölünür. Blok çevresine belirli aralıklarla yer kontrol noktaları yerleştirilir. Yer kontrol noktası arasındaki uzaklıklar fotoğraf ölçeğine bağlı olarak hesaplanır. Yer kontrol noktalarının istikşaf kanava taslağı 1/25000 ölçekli haritalar üzerinde oluşturulur. Bu taslak kanava 1/5000 ölçekli harita ya da ortofoto haritalar üzerine taşındıktan sonra noktaların aplikasyonu yapılır. Tesis sırasında istikşafa uygun olmasına dikkat edilmelidir.

Tesis edilecek yeni yer kontrol noktaları, alımı yapılacak hava fotoğraflarında net olarak görülebilecek yerlerde tesis edilmelidir. Bina gölgelerinin gelebileceği yerler ile ağaç altlarına ve suni engel oluşturabilecek yerlere tesis yapılmamalıdır.

Yer kontrol noktaları ile düşey kontrol noktalarının tesisleri yapıldıktan sonra, fotoğraf alımından önce bu noktalara gerekli hava işaretleri yapılır. Bu işaretler geçici ya da kalıcı olabilir. Ülkemizde genellikle kalıcı hava işaretleri, noktanın tesisi ile birlikte yapılmaktadır.

Yer kontrol noktalarının koordinatları son yıllarda alışılmış jeodezik yöntemler yerine GPS uydu ölçümleri ile belirlenmektedir. Düşey kontrol noktalarının yükseklikleri de konum koordinatları ile birlikte GPS yöntemi ile bulunur.

4.3.5. Hava fotoğraflarının taranması

Yüksek kalitede fotoğraf bilgisi elde etmek için tarama işleminin mümkün olduğu kadar yüksek çözünürlükte yapmak gerekir. Bunun için yüksek performanslı fotogrametrik çalışmaya uygun tarayıcılar kullanmak gerekmektedir. Tarama işleminde yapılacak herhangi bir işlem tüm projenin kalite ve doğruluğunu etkilemektedir. Bundan dolayı fotogrametrik tarayıcıların bazı beklentileri karşılaması gerekmektedir. Bunlar; Fotogrametrik nirengi işlemleri ve aynı zamanda analitik çiziciler için $\pm 2\mu\text{m}$ doğruluk istenmektedir. Bu sebepten de fotogrametrik işlemlerde kullanılan tarayıcıların da mutlaka bu hassasiyete ulaşması gerekmektedir.

Sayısal fotoğraflarda çalışmanın en önemli sorunu çok yoğun bir verinin oluşmasıdır. 23cm x 23cm boyutlu bir hava fotoğrafı 7.5 μm piksel büyüklüğünde tarandığında 940 MB'lık bir veri oluşur. Sayısal fotoğraf doğal renkli olması durumunda veri miktarları üç kat daha fazla olacaktır. Bu yoğun veriler ile çalışmanın ve bunları geçici ya da sürekli saklamanın güçlüğü ortaya çıkmaktadır. Bunun için özel veri sıkıştırma tekniklerinden yararlanılır.

Tarama sırasında orjinal fotoğraftaki bilgilerin kaybolmaması, azalmaması gerekir. Çok büyük piksel boyutlarında bilginin kaybolacağı, çok küçük boyutlu pikseller ile de veri yoğunluğu çok fazla artacağı için bir optimum piksel boyutu tanımlanmalıdır. Orjinal fotoğrafın ayırma gücü mm'deki çizgi sayısı ile ifade edilirse sayısal fotoğrafta ayırt edilebilecek en küçük objenin boyutları da 2-3 piksel olduğu varsayılırsa, bu iki büyüklük birbirine karşılık getirilerek optimum bir piksel büyüklüğü bulunabilir.

$R_{tarama} (\mu m)$	$R_{tarama} (dpi)$	Kenar (piksel)	Büyüklik (Mb)
7	3629	32857	1080.0
14	1814	10428	270.0
21	1210	10952	120.0
28	907	8214	67.5
56	454	4107	16.9
112	226	2053	4.2
224	181	1643	2.7

Çizelge 4.3. Farklı tarama çözünürlüklerinde, 23cm x 23cm boyutlarındaki fotoğrafların karşılaştırılması.

Ayrıca tarama temiz bir ortamda yapılmalı, negatifler ya da diapozitifler tozsuz, lekesiz, kazınmamış olmalıdır. Tarayıcı geometrik ve radyometrik kalite için düzenli olarak kalibre edilmelidir.

4.3.6. Sayısal fotogrametrik nirengi

Fotogrametrik nirengi işleminde kullanılan yöntem ne olursa olsun, ilk işlem adımı hazırlık aşamasıdır. Bu adımda gerçekleştirilen faaliyetler aşağıda belirtilmiştir. Fotoğraf alım uçuşu sırasında kullanılan kamera verilerinin sisteme tanıtılması ve eğer mevcutsa kinematik GPS ile elde edilmiş fotoğraf izdüşüm merkezi koordinatları, mevcut değilse yaklaşık koordinatları sisteme girilir. Sayısal fotogrametrik nirenginin hassasiyeti, taranan sayısal fotoğrafların piksel boyutlarına bağlı olduğu için en uygun tarama aralığının belirlenmesi gerekir.

Otomatik fotogrametrik nirengi uygulaması durumunda kuşkusuz bağlama noktası hazırlanması söz konusu değildir. Ancak, fotoğraf merkezlerinin yaklaşık koordinatları ile κ (Kappa) açıları girilerek fotoğrafların topolojisinin oluşturulabilmesine olanak sağlanır.

Topoloji oluşturma, bağlama noktalarının otomatik olarak belirlenmesidir. Böylelikle görüntülerin ortak (bindirmeli) alanları da belirlenmiş olur.

4.3.6.1. Otomatik i yöneltme

Günümüzde mevcut sayısal fotogrametrik nirengi yazılımlarının bir kısmında, ilk iki fotoğraf kenar göstergesi operatör tarafından ölçüldükten sonra, diğer kenar göstergelerinde otomatik ölçümler yapılır. İ yöneltmede yapılan iş, sayısal görüntünün piksel koordinat sistemi ile, kalibre edilmiş kamera koordinat sistemi arasındaki dönüşüm parametrelerini belirlemektir.

4.3.6.2. Otomatik karşılıklı yöneltme

Otomatik karşılıklı yöneltme ile ikinci fotoğrafın birinci fotoğrafa göre olan Y , Z , ω , ϕ , κ karşılıklı yöneltme elemanları belirlenir (Mayr, 1995). Bu amaçla girdi verileri olarak; i yöneltme parametreleri, kamera kalibrasyon bilgileri, her iki görüntünün de görüntü piramitleri, yaklaşık boyuna ve yan bindirme oranları ile fotoğrafların sırası gereklidir.

Otomatik karşılıklı yöneltmede bağlama noktaları için Gruber noktaları olarak bilinen 9 standart nokta civarında araştırma yapılır. Bu konumlardaki bağlama noktaları fotogrametrik nirengi için en etkin noktalardır. Önceden seçilen bu görüntü bölümlerinin boyutları normalde 3cm x 3cm. dir. Kolon ve model bağlama noktaları bu bölümler içinde seçilir ve aynı bölümü gören bütün görüntülerle eşlenir (Aksu, 1997).

Manuel lmler otomatik fotogrametrik nirenginin ayrılmaz parçasıdır. Özellikle yer kontrol noktalarının ve yeni detay noktalarının ölçümünde, bu tür ölçümler kullanılmaktadır. Ayrıca kontrol amacıyla veya blok dengelemeye yeni bağlama noktalarının eklenmesi gerektiğinde de operatör tarafından kolon ve model bağlama noktaları ölçülebilir.

4.3.6.3. Işın demetleriyle blok dengeleme

Otomatik fotogrametrik nirengi yöntemiyle fotoğraf koordinatları ölçülür. Buna uygun blok dengeleme yöntemi, işın demetleriyle blok dengelemedir. Bütün fotoğrafların dengelenmiş yöneltme parametreleri, ölçülmüş tüm noktaların dengelenmiş arazi koordinatları ve karesel ortalama hataları bir rapor halinde verilir. Ayrıca, blok dengeleme otomatik ölçüm adımlarında kaba hataların tespiti amacıyla kullanılır.

Fotogrametrik nirenginin sonuç doğruluğunu irdelemek için iki parametre kullanılır. Birincisi, fotoğraf koordinatlarının yani ağırlığı bir olan ölçümlerin dengeleme sonucu bulunan ve σ_0 ile ifade edilen duyarlılığıdır. Fotoğraf koordinatları ölçüm duyarlılığı neredeyse ihmal edilebilir düzeyde (1-2 μm) olduğu için σ_0 değerinin büyüklüğü normal olarak nokta transferinin inceliği ile saptanır.

İkinci ölçüt, dengelenmiş bir fotogrametrik nirengi bloğunun mutlak doğruluğu olup, ölçümlerin duyarlık düzeyi (σ_0) ve bloğun geometrisine (yer kontrol noktaları sayısı ve dağılımı, fotoğraf bindirme oranları, bağlama noktalarının sayısı ve dağılımı, GPS verileri) bağlıdır. Aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir (Ackermann, 1996).

$$\sigma_i = \sqrt{q_{ii}} \sigma_0 \quad (4.2)$$

q_{ii} : Normal denklemler matris inversinin köşegen elemanları

Otomatik nokta transferi kullanan sayısal fotogrametrik nirenginin duyarlık düzeyi, uygulanan eşleme (çakıştırma) yöntemine ve sayısallaştırılmış görüntülerinin piksel boyutlarına bağlıdır. Eğer görüntüler için 20 μm piksel boyutu alınır ve detay eşlemesi yöntemi için 0.3-0.4 piksel ve en küçük kareler eşleme (least squares matching) yöntemi içinde 0.1-0.2 piksellik duyarlılık kabul edilirse, σ_0 değeri sırasıyla 7 μm ve 3 μm dolayında olur. Bu değerler de iyi kalitede bir fotogrametrik nirengi sonucunu ifade eder (Ackermann, 1996).

4.3.7. Stereodeğerlendirme

Stereodeğerlendirme daha çok analitik ve sayısal yöntemlerle yapılmaktadır. Son yıllarda hızla gelişen sayısal fotogrametri yöntemleri ve sayısal fotogrametrik stereo çalışma istasyonları; özellikle doğrudan sayısal hava hava fotoğrafı kullanılabilmesi, raster ve vektör verilerinin beraberce görüntülenerek çıktıların alınabilmesi, çok çeşitli ürünler elde edilebilmesinedeni ile yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Sayısal fotogrametrik stereodeğerlendirme ile veri toplamadaki zaman, ekonomi, maliyet ve üretim hızı konusunda önemli tasarruflar sağlaması, sayısal sistemlerden elde edilen verilerin diğer sistemlerde analiz, yorumlama ve girdi verisi olarak kullanımlarının olanaklı hale

gelmesi, sistemlerin yüksek hızda grafik görüntüleme olanağı sağlayan ve yüksek ayırma gücüne sahip grafik ekranlar ile kullanılması sebebiyle hızla bu sistemlere geçiş başlanmıştır.

Sayısal hava fotoğrafları ile iç, karşılıklı ve mutlak yöneltmeleri yapılarak üç boyutlu model oluşması sağlanır. Fotogrametrik yöneltmeler sonrası oluşan modelin sürekli üç boyutlu olarak göze sunulması ile stereoskopik görüntü sağlanır. Sayısal görüntülerden oluşturulan üç boyutlu modelden her türlü detay ve yükseklik bilgilerinin sayısallaştırılmasına imkan verir. Aynı zamanda vektör veriler üzerinde her türlü işlemlerin yapılmasına, düzeltme işlemlerine, grafik menü oluşturulmasına, çeşitli tip ve şekillerdeki detayların sayısallaştırılmasına ve sembol tablolarının oluşturulmasına imkan verir.

4.3.8. Bütünleme ve kontrol

Fotogrametrik değerlendirme sonucu elde edilen sayısal haritalar araziye götürülerek eksiklikleri tamamlanır. Arazide yapılan ve paftaların bütünlemesine yönelik bu çalışmalara bütünleme denir. Araziye götürülen bu paftalarda genellikle aşağıdaki eksiklikler veya yanlışlıklar olabilir;

- .Yer, bölge, yol, sokak, dere adları,
- .Çeşitli nedenlerle stereodeğerlendirme yapılamayan kısımlar,
- .Fotoğraf üzerinde yorumlanamayan kısımlar,
- .Yanlış yorumlama sonucu fazladan çizilmiş veya yanlış çizilmiş ayrıntılar.

Bütünleme çalışmaları haritaların amacına ve ölçeğine bağlı olarak değişir. Üretilen haritalar doğruluk açısından da kontrol edilmelidir. Harita yapan ve kullanan kurum aynı ise bütünleme sırasında gerekli denetlemelerde yapılmalıdır. Harita bir kuruma veya özel bir firmaya yaptırılıyor ise teknik şartnamede belirtilen nitelikler denetlenmelidir. Tüm paftaların denetlenmesi mümkün değildir ancak bütünü temsil edebilen sayıda gelişigüzel örneklerde bu denetimlerin yapılması gerekir.

Harita üzerinde gösterilen bilgilerin geometrik doğrulukları iki bileşene ayrılarak incelenmelidir. Bir grup noktanın koordinatlarının yer ölçme yöntemleri ile elde ederek yatay doğrulukların karşılaştırması yapılabilir. Yüksekliklerin kontrolü ise, çoğu zaman haritadan ve

araziden çıkarılacak kesitlerin karşılaştırması ile yapılır. Farkların yönetmeliklerde veya şartnamede verilen sınırları aşmaması gerekir.



5. 1/1000 ve 1/5000 ÖLÇEKLİ SAYISAL FOTOGRAMETRİK HARİTA YAPIMINDA PROJE PLANLAMASINA AİT BİR UYGULAMA

5.1. Sayısal Fotogrametrik Harita Yapım Projesi İhale Dosyası Örneği

5.1.1. Genel bilgiler

Özkaynakların daha verimli kullanımı ve daha etkin hizmet verebilmek amacıyla, bilgisayar destekli kent yönetimi, imar, planlama, arsa ve çevre düzenleme, yol, su, kanalizasyon, elektrik, haberleşme v.b. her türlü proje ve uygulama için kent bilgi sistemi kurulması amaçlanmaktadır.

Bu proje kapsamında sayısal fotogrametri teknikleri kullanılarak metropolitan alana ait yaklaşık 352 km²'lik bir alanın 1:1000 ve 1:5000 ölçekli sayısal harita yapımı gerçekleştirilecektir. Böylece, üretilen sayısal fotogrametrik haritalar, nazım planların hazırlanmasında, altyapı planlarının hazırlanmasında, CBS/KBS projelerine altlık oluşturmada, çevre düzenleme, ulaşım, haberleşme v.b. uygulamalarda çeşitli kurumlar tarafından kullanılacaktır. Sonuçta büyük bir yatırım yapmadan önce bu proje sayesinde grafik ve sözel bilgiler, yazılım, donanım, eğitim v.b. hususlarda her türlü tasarım ve değerlendirme yapılacaktır.

5.1.2. Projenin konusu ve kapsamı

Bu ihaleye konu olan proje, metropolitan alana ait 352 km²'lik fotogrametrik halihazır haritaların burada ve BÖHYY'nde belirtilen teknik esaslar çerçevesinde üretim işlerini içermektedir.

Bu proje kapsamında yapılacak çalışmalar ve uygulanacak teknik şartname aşağıdaki bölümlerde verilmiştir. İşin tüm safhaları burada belirtilen şartlara uygun olarak yapılacaktır. Burada somut olarak belirtilmeyen diğer hususlarda BÖHYY hükümleri geçerli olacaktır. Halen belirsizlik olması halinde, yüklenici kullanacağı standartları ve yöntemleri işverene önerip onay alacaktır. Aksi halde işveren işin o kısmını reddedebilecektir.

5.1.2.1. Proje alanı

Bu proje ilk olarak Ek-1 'de verilen alanı kapsayacak şekilde Gauss-Krüger projeksiyonunda 1:5000 ölçekli sayısal haritalar üretilecektir. Ek-1 'de 1:5000 pafta konumları gösterilmiştir.

Bu projede ikinci olarak Ek-2 'de verilen alanı kapsayacak şekilde Gauss-Krüger projeksiyonunda 1:1000 ölçekli sayısal haritalar üretilecektir. Ek-2 'de 1:1000 pafta konumları gösterilmiştir.

5.1.2.2. Hava fotoğrafları ve indeksleri

Yukarıdaki amaçlarla 1:18000 ve 1:4500 ölçeklerinde hava fotoğrafları alımı yükleniciye ait olacaktır. Uçuş için gerekli izinlerin alınması işveren tarafından yapılacaktır. Uçuş için yer işaretlerin kontrolü ve bozulan işaretlerin yenilenmesi ile yüksek vasıfta hava fotoğrafların üretimi yüklenici sorumluluğundadır.

Hava fotoğrafları 23cm x 23cm fotoğraf boyutlu FMC (Forward Motion Compensation) sistemli ve (300 – 305) mm odak uzaklıklı dar açılı metrik kameralarla aşağıdaki ölçülerde alınacaktır.

- 1:5000 ölçekli halihazır harita yapımı için 1:18000 fotoğraf ölçekli
- 1:1000 ölçekli halihazır harita yapımı için 1:4500 fotoğraf ölçekli

Yüklenici 1:25000 ölçekli paftalar üzerinde veya bilgisayar ortamında tamamen sayısal olarak bir uçuş planı hazırlayıp uçuş öncesi onay için işverene teslim edecektir. Uçuş planı aşağıdaki hususları içerecektir.

- Fotoğraf ölçeği, uçuş yüksekliği ve kullanılan kamera tipi,
- İşaretlenmiş uçuş kolonları, her kolonun başlangıç ve bitiş yerleri,
- Boyuna ve enine bindirme oranları,
- Uçuş tarih ve zamanı.

Yüksek kalitede fotografik görüntü elde etmek için yüksek çözünürlüklü renkli film kullanılacaktır. Filmler uçuştan sonra hemen banyo edilecek ve yapılan kontrol sonunda açık kalmış bölgeler hava işaretleri bozulmadan yeniden uçulacaktır. Her filmin üzerinde fotoğraf

göstergeleri, hava kamerası, sayaç ve göstergeleri gibi bilgiler bulunacaktır. Ayrıca, her filmin başlangıç ve bitiminde: proje adı, film no'su, tarihi, fotoğraf ölçeği, kolon ve poz numaraları, objektif odak uzaklığı, yüklenici ve işveren adları ile diğer kenar bilgiler yazılacaktır.

Hava fotoğrafları için aşağıdaki foto indeksleri veya sayısal uçuş planı çıktıları hazırlanacaktır.

- 1:18000 ölçekli fotoğraflar için 1:100000 ölçekli indeks
- 1:4500 ölçekli fotoğraflar için 1:20000 ölçekli indeks

5.1.2.3. Halihazır haritaların derlenmesi

CBS/KBS'ye altlık oluşturacak 1:1000 ölçekli sayısal halihazır haritalar Ulusal Sistemde ve Gauss-Krüger projeksiyonunda üretilecektir. Haritalar başlıca aşağıdaki vektör tabakaları içerecektir.

- Detaylar,
- Eşyükseklik eğrileri,
- Yükseklik Noktaları,
- Kapalı şekil olarak tanımlanmış binalar ve diğer kapalı şekiller,
- Referans gridi / Karelaj,
- Standart harita pafta çerçevesi (pafta numarası, yer bilgisi, projeksiyon v.b. pafta ve proje bilgileri),
- İşverenin sağlayacağı ve bir tabakada isimler: caddeler, resmi binalar, parklar, ibadet yerleri, mezarlıklar, meydanlar ve bu ölçekte gösterilebilecek diğer bilgiler.

Tüm halihazır haritalar iki tarzda üretilecektir.

- Diskette ve teyplerde detayları, eşyükseklik eğrileri, yükseklik noktaları, referans gridiyle lejandı içeren ve harita pafta formatındaki sayısal vektör harita görüntüleri
- Polyester ve kağıt üzerinde detayları, eşyükseklik eğrileri, yükseklik noktaları, yol ağı, kapalı şekilleri, referans gridi ile lejandı içeren ve harita pafta formatındaki polyester üzerinde halihazır harita görüntüleri

5.2. 1/1000 Ölçekli Fotogrametrik Sayısal Harita Yapım Projesi Teknik Şartname

5.2.1. Yer kontrol noktalarının tesis ve ölçümüne ilişkin şartlar

Arazide tesisi bulunan, koordinat ve yükseklik değerleri Ülke Jeodezik Ağı'na bağlı olarak ölçülen ve hesaplanan noktalara Yer Kontrol Noktaları denmektedir. Aşağıda yer kontrol noktalarının türleri ile bunların BÖHHY'deki tanımları belirtilmektedir.

- Yatay Kontrol Noktaları : X, Y ve Z koordinatları jeodezik yöntemlerle saptanan noktalardır.
- Düşey Kontrol Noktaları : Nivelman noktası niteliğinde yer tesisi yapılan, yükseklik değerleri ülke nivelman ağı'na bağlı olarak saptanan X,Y yatay koordinat değerleri ise fotogrametrik nirengi ölçü ve dengeleme hesapları kapsamında belirlenen noktalardır.
- Uygulama Noktaları : Poligon noktası niteliğinde yer tesisi yapılan, ancak X, Y ve Z koordinat değerleri fotogrametrik nirengi çalışmasıyla belirlenen noktalardır.

5.2.1.1 İstikşaf

Yer kontrol noktalarının istikşaf kanava taslağı yüklenici tarafından 1/25000 ölçekli haritalar üzerinde oluşturulacaktır. Bu taslak kanava 1/5000 ölçekli harita ya da ortofoto haritalar üzerine taşındıktan ve idarenin onayı alındıktan sonra noktaların aplikasyonuna geçilecektir. Tesis sırasında istikşafa uygunluğa özen gösterilecektir.

5.2.1.2 Tesis

Tesis edilecek yer kontrol noktaları, hava fotoğraflarında net olarak görülebilecek yerlerde tesis edilecektir. Bina gölgelerinin gelebileceği yerler ile ağaç altlarına ve suni engel oluşturabilecek yerlere tesis yapılmayacaktır. Noktalar arasındaki maksimum uzaklıklar;

- Yatay kontrol noktaları : Kuzey-Güney doğrultusunda 800m.
Doğu-Batı doğrultusunda 800m.

- Düşey kontrol noktaları : Kuzey-Güney doğrultusunda 800m.
Doğu-Batı doğrultusunda 1600m.

Meskun alanlarda yeni tesis edilen düşey kontrol noktalarına ilave olarak çevredeki yapılara da nivelman noktası niteliğinde bronz tesisi yapılacaktır.

Meskun alanların mümkün olan yerlerinde yer kontrol noktaları beton blok olarak tesis edilecektir. Mümkün olmayan yerlerde 3 cm. çapında ve 20 cm. uzunluğunda çelik çiviler kullanılacaktır. GPS ölçme tekniğine göre tesis edilecek yer kontrol noktaları yarım pilye şeklinde olacaktır. Kinematik GPS uygulanması halinde fotoğraf alım noktalarının (projeksiyon merkezlerinin) koordinat değerleri (0.1 – 0.5) m. hassasiyette hesaplanacaktır. Bu durumda blok köşelerinde 4 adet çift yer kontrol noktası tesisi yeterlidir. Projeksiyon merkezlerinin koordinatları (0.5 – 2.0) m. hassasiyette hesaplanabilmesi halinde aynı şekilde 4 adet çift yer kontrol noktası tesis edilecek ancak blok Kuzey – Güney kenarları boyunca çapraz (dik) kolonlar uçulacaktır. Bu tür hesaplamada blok büyüklükleri 250 – 300 fotoğraftan fazla olmamalıdır.

5.2.1.3 İşaretleme

Yer kontrol noktaları, dosya ekinde gösterilen standartlara uygun olarak işaretlenecektir. İşaretlerin rengi, kullanılacak hava filmine ve çevre ile oluşacak kontrast göz önünde tutularak seçilmelidir. Malzeme olarak gayri meskun arazide taş blokaj üzerinde, meskun arazide her türlü yapısal zemin üzerinde yağlı boya kullanılacaktır.

Yer kontrol noktaları fotoğraf uçuşundan önce işaretlenecektir. Uçuşu yapacak ekip ile gerekli koordinasyonu yüklenici sağlayacaktır.

Yüklenici, fotoğraf alımına kadar tüm işaretleri korumakla yükümlüdür. Çeşitli nedenlerle programlanacak yenileme uçuşları için gerekli işaretlemeler de yüklenici tarafından yapılacaktır.

Yer kontrol noktalarının işaretleme yapıldıktan sonra idarenin onayı alınarak uçuş yapılacaktır.

5.2.1.4 Nivelman ağı ölçmeleri

Nivelman ölçmeleri ve hesaplamaları için Ülke Nivelman Ağı'na ait noktalardan çıkış alınacaktır.

Nivelman ağı hesaplamaları sırasında ortaya çıkan uyuşumsuz ölçüler yüklenici tarafından yenilenecektir.

Ölçmeler, gidiş-dönüş standart sapması 1 mm/km olan nivelman aletleri ile yapılacak, kapanmalar için BÖHYY kriterleri uygulanacaktır.

5.2.1.5 Nirengi ağı ölçmeleri

- Yatay açılar 2cc'yi doğrudan ölçen aletlerle 6 silsile olarak ölçülecektir.
- Silsileler ortalamasında bir doğrultunun karesel ortalama hatası 7cc'yi geçemez
- Ölçüler sonucunda yapılacak dengelemede konum hataları 5cm'yi geçemez. Aksi halde ölçümler yenilenecektir.
- Kenarların bağıl hatası 1/50000'den büyük olamaz.
- Ölçümler sırasında alet ve reflektörler alet sehpaı üzerinde merkezlendirilecektir. Hiçbir şekilde jalona ölçü yapılmayacaktır.
- Alet kurulan her noktada BÖHYY'nin 28. maddesine göre, bir silsiledeki doğrultunun ortalama hatası (m) ve silsileler ortalamasındaki bir doğrultunun ortalama hatası (M) değerleri hesaplanacaktır.
- Yatay kontrol noktalarında, bütün doğrultu ve kenarlar karşılıklı olarak ölçülecektir.
- Yatay kontrol noktalarının ölçümleri sırasında, çevrede görülen tüm metropolitan nirengi noktalarına doğrultu ve kenar ölçümleri yapılacaktır.
- Elektronik uzunluk ölçü aletlerinin kalibrasyon raporlarının idareye verilmesi ve ölçümler sırasında kalibrasyon raporlarında belirtilen alet ve donanım kullanılması zorunludur.
- Alet kurulan her noktada yapılan ölçümlerde yatay açı, düşey açı, eğik mesafe ölçülecek, alet ve reflektör yükseklikleri kayıt edilecektir. Ayrıca bu noktalarda ölçüm anındaki basınç ve ısı değerleri de kaydedilecektir.
- Bu şartnamede bahsedilmeyen konularda BÖHYY hükümleri geçerlidir.
- Yer kontrol noktalarının koordinatları BÖHYY ilkelerine uygun hesaplanacaktır.
- Yüklenici yapılan işle ilgili haftalık detaylı raporları idareye verilecektir.

5.2.1.6 Teslim edilecek belgeler

- 1/25000 ölçekli istikşaf kanavası taslağı ile burada gösterilen yer kontrol noktalarının 1/5000'lik haritalara ya da ortofotolara aktarılmış kanavaları,
- BÖHYY koşullarına uygun standartlara tüm yer kontrol noktalarının röperleri,
- İşverenin belirlediği bir format içinde, haftalık periyotlarla, yer kontrol noktalarının tesis, röper, işaretleme ve ölçümüne ilişkin raporlar,
- Haftalık periyotlarla, yapılan tüm arazi ölçü değerleri hiçbir şekilde değiştirilmeden yükleniciye verilecektir.
- Haftalık periyotlarla, işverence saptanacak formatlar içinde nivelman ölçü sonuçları,
- Nivelman ölçmelerinin bütününde tüm nivelman defterleri ile ölçü döngüleri, döngü kapanmaları, gidiş-dönüş farkları, noktalar arası uzaklıklar, yaklaşık kot değerlerini içeren kanavalar,
- Yatay kontrol noktalarında ölçmelerin hemen ardından yapılan kontrol hesapları ve BÖHYY'inde belirlenen hata kriteri sonuçları.

5.2.1.7 Jeodezik ağ dengeleme şartları

5.2.1.7.1 Nivelman ağı dengelemesi

- Düşey kontrol noktalarının tesis ve ölçümüne ilişkin şartlar kapsamında belirtilen bütün ölçüler, dengeleme hesaplarından önce, bir kanava üstünde gösterilerek işverenin onayı alınacaktır.
- Dengeleme hesabına girecek nivelman ağı, yeni tesis edilen ve mevcut olan düşey kontrol noktaları ile geometrik nivelman yoluyla yükseklik verilmiş yatay kontrol noktalarını içerecektir.
- Nivelman ağı dengelemesinde bağlantı yapılan ülke nivelman ağına ait noktaların tümü değişmez nokta olarak alınacaktır.
- Dengeleme hesapları sonucunda ortalama kilometre hatası ile sistematik hata analizlerine ilişkin kriterler gösterilecektir.

5.2.1.7.2 Nirengi ağı dengelemesi

- Yatay kontrol noktalarının tesis ve ölçümüne ilişkin şartlar kapsamında belirtilen açı ve kenar ölçümlerinde kenarlar ve açılar BÖHYY ilgili maddeleri uyarınca projeksiyon sistemine indirgenecektir.
- Nirengi ağı dengelemesinde bağlantı yapılan Metropolitan Nirengi Ağı'na ait tüm noktalar değişmez nokta olarak alınacaktır.

5.2.1.7.3 Teslim edilecek dökümanlar

- Nirengi ve nivelman kanavaları sayısal olarak bantlar halinde,
- Bu kanavalara ait şeffaf boyut değiştirmeyen altlıklar üzerine çizimler ve üç adet ozalit kopyaları,
- Nirengi, nivelman dengeleme ve analiz sonuçları, manyetik bantlar halinde,
- Bu sonuçların bir asıl ve üç kopya printer çıktıları.

5.2.1.8 GPS ile yapılacak nirengi ağı ölçümlerine ilişkin şartlar

Nirengi ağı ölçümlerine başlamadan önce bir tasarım raporu hazırlanarak, işverenin onayına sunulacak ve ölçmeler onaydan sonra başlayacaktır. Kullanılacak aletlerin özellikleri, uygulanacak ölçme yöntemi hakkında bilgileri de içerecektir. Ayrıca bu rapora nirengi ağı geometrisini gösteren bir kanava ve bir oturum planlaması eklenecektir.

Her oturumda alıcı istasyonlarında ölçme kayıt protokolü düzenlenecektir. Bu protokolde;

- Gözlem tarihi, yıl, ay, gün ve jülyen gün sayısı,
- İstasyon noktasının adı ve numarası
- Alıcı modeli, alıcı anteninin veri kontrol ünitesinin seri numaraları,
- Noktadan anten faz merkezinin yüksekliği için gerekli tüm ölçüler,
- Gözlemlerin başlama ve bitiş zamanları,
- Gözlenen uydular (kayda başlayış ve bitiş saatleri),
- Genel hava koşulları ve oturum sırasındaki önemli hava değişimleri,
- Kayıt sırasında ölçme ile ilgili sıra dışı olaylar belirtilecektir.
- Nokta alet faz merkezi yüksekliği, ölçmeye başlamadan önce bir kez, ölçme bitince de bir kez olmak üzere iki kez mm. inceliğinde ölçülecektir.

Herbir nirengi noktası, iki ayrı ana ağ noktasından ayrı zamanlarda, ayrı ayrı ve tercihen farklı alıcılarla iki kez ölçülerek belirlenecektir.

Nirengi noktasının, referans noktası olarak bağlanacağı ana ağ noktasına uzaklığı 15 km.'yi geçmeyecektir.

Nirengi ağı ölçümleri için de ölçme planı düzenlenecek ve bu planda tasarım raporunda yer alacaktır.

Nirengi ağı ölçmeleri hızlı-statik yöntemle gerçekleştirilecek ve

- Ölçme Süresi: Navigasyon çözümünden sonra başlamak üzere, en az 20 dakika,
- Kayıt Aralığı: 10 saniye
- Min. Uydu Yüksekliği: 15° olacaktır.

5.2.1.8.1 Nirengi ağı değerlendirilmesi

Nirengi noktalarını ana ağ noktalarına bağlayan tek baz çözümünde elde edilen doğruluk,

$$\sigma_s^2 \leq ((10)^2 + (2 S_{[km]})^2) \text{ mm}^2 \quad (5.1)$$

bağıntısını sağlayacaktır.

Nirengi noktalarının koordinatları, iki ayrı ana ağ noktasından ayrı ayrı zamanlarda yapılan ölçmelerden tekli baz çözümü ile iki kez hesaplanarak ortalama alınacaktır. İki bağımsız ölçüye dayanan iki hesaptan elde edilecek koordinatlar arasındaki fark 8 cm'yi aşmayacaktır.

Nirengi noktalarının koordinatları yukarıdaki hesap biçimine temel olan ölçülerden veya bunlara , nirengi noktaları arasında bağımsız olarak ölçülen bazların katılımı ile teker teker, bölgeler halinde parçalarla veya tümünden dengeleme ile hesaplanabilir. Bu dengeleme hesabında da ana ağ noktalarının ITRF koordinatları değişmez alınacaktır.

Ülke Nirengi Noktalarından yararlanarak, ITRF koordinatları, Gauss-Krüger ED-50 koordinat sistemine dönüştürülecektir. Bu hesapta uygulanacak yöntem ve ara sonuçlar irdelenerek idare tarafından hesaplanacaktır.

5.2.1.8.2 Nirengi noktalarının yüksekliklerinin belirlenmesi

Bir noktanın ortometrik yüksekliği H ile elipsoidal yüksekliği h arasında,

$$H = h - N \quad (5.2)$$

eşitliği vardır. Burada N , elipsoidal ile geoid arasındaki düşey uzaklık (geoid ondülasyonu) anlamındadır. Buna göre GPS ölçüleri ile bulunan elipsoidal yüksekliklerden, uygulamada kullanılan ortometrik yükseklik kavramına yakın H pratik yüksekliklerin, aynı şekilde bulunabilmesi için noktaların geoid ondülasyonlarına gereksinim vardır. GPS ile bulunacak nirengi noktalarının H yüksekliklerinin günümüzde kullanılan yüksekliklerin doğruluğunda elde edilebilmesi için, N değerinin yeterli doğrulukta belirlenmesi gerekmektedir.

Geoid yükseklikleri N 'in belirlenebilmesi için arazide hem H yükseklikleri hem de h elipsoidal yükseklikleri bilinen noktalara gereksinim vardır. Bu da yeterli sayıda h elipsoidal yükseklikleri bilinen nirengi noktalarına nivelman ile yükseklik taşınması ile sağlanır. Bu noktalar yükseklik dayanak noktalarıdır. Diğer nirengi noktalarının H yükseklikleri, idarece onaylanan uygun interpolasyon yöntemleri ile belirlenir.

Yükseklik dayanak noktalarının elipsoidal yükseklikleri GPS ile statik ya da iki ayrı noktadan, ayrı ayrı zamanlarda iki kez yinelenen hızlı statik yöntemle belirlenir. Yükseklik dayanak noktalarının pratik yükseklikleri H , prensip olarak Ülke Nivelman Ağı'na dayalı olarak nivelmanla belirlenir. Ülke Nivelman Ağı sıklaştırması olarak kabul edilebilecek doğruluk ve güvenirlilikte diğer nivelman çalışmalarında da yararlanılabilir.

Yükseklik dayanak noktalarının nivelmanla bulunacak pratik yükseklikleri, Ülke Nivelman Ağı noktaları arasında veya bunlardan birisine dayalı kapalı şekiller oluşturularak gidiş-dönüş nivelmanı ile belirlenir. Kapalı şekillerde toplam nivelman yolu uzunlukları 80km.'yi aşamaz. Bir ülke nivelman noktasından başlayıp, sıklaştırma noktalarından geçerek bir diğer ülke nivelman noktasında biten nivelman güzergahlarının uzunluğu ise 40km.'yi aşamaz. Ölçmelerde 1mm/km standart sapma sağlayan aletler kullanılır. İki nivelman noktası arasındaki gidiş-dönüş farkı, metre biriminde,

$$d = 0.02 \sqrt{L} + 0.00015 \Delta h \quad (5.3)$$

bağıntısından bulunacak sınır değerini aşamaz. Burada L km biriminde nivelman yolu uzunluğu, Δh metre biriminde yükseklik farkıdır.

Geometrik nivelman çalışmalarının zor olduğu kesimlerde, idarenin görüşü alınarak aynı doğruluğu sağlayacak, eş zamanlı karşılıklı düşey açı ölçmelerine dayanan presizyonlu trigonometrik nivelman da uygulanabilir.

Yukarıdaki açıklamalara uygun dayanak noktalarının ve bunlara gidecek nivelman güzergahlarının gösterildiği bir kanava düzenlenir ve idarenin onayına sunulur. Ölçmeler onaydan sonra başlar.

5.2.1.8.3 Teslim edilecek belgeler

Aşağıdaki veri ve belgeleri idare tarafından belirlenen manyetik kayıt ortamlarında ve formatlarda düzenleyerek idareye teslim edilecektir.

- Kanava,
- Nirengi ağı ölçme planları
- Noktaların röper krokileri
- Ölçmeler arasında düzenlenen ölçme-kayıt protokolleri
- Ham data ve RINEX data
- Baz bileşenleri ve karesel ortalama hataları
- Ağ'ın kesin ITRF koordinatları. (X,Y,Z ve B,L,h ve karesel ortalama hataları)
- ITRF ile ED-50 arasındaki dönüşüm hesapları ve bulunan dönüşüm parametreleri (iki ve üç boyutlu olarak.)
- Tüm noktaların Ülke sistemindeki koordinatları.
- Tüm noktaların Nokta No. Ülke GPS ve Ülke Gauss-Krüger sistemindeki koordinatlarının gösterildiği koordinat özet çizelgesi

5.2.2 Havadan fotoğraf alım şartları

5.2.2.1 Havadan fotoğraf alımı

Proje alanında (Ek-7)'de gösterilen sınırlar içinde kalan alanda 1/1000 ölçekli fotogrametrik sayısal harita üretimi amacıyla yapılacak fotoğraf alımı konusunda uyulması gereken koşullar aşağıda açıklanmıştır. Fotoğraf alımında GPS destekli navigasyon sistemleri kullanılacaktır. Kinematik GPS yöntemi uygulanması halinde işverenin görüşü alınacaktır.

5.2.2.1.1 Uçaklar

Havadan fotoğraf alımında kullanılacak uçaklar, stabil düşük hızlı, havada kalabilme özellikleri yüksek, uçuş yönündeki sapmaları az, yatay uçuş sağlayabilecek nitelikte, navigatöre uygun çalışma olanağı sağlayan yeterli sayıda personel alet ve malzeme alabilecek kapasitede olacaktır.

5.2.2.1.2 Hava kamerası

Fotoğraf alımında kullanılacak hava kamerası 23cm x 23cm fotoğraf boyutlu ve 30 cm odak uzaklığına sahip objektifli olacaktır. Kamerada fotoğraf yürümesini en aza indirgeyen FMC sistemi mevcut olmalıdır. Havadan fotoğraf alımının kinematik GPS yöntemi ile yürütülmesi halinde kullanılacak hava kamerası bu yöntem ile çalışacak teknik özelliklere sahip olmalıdır.

5.2.2.1.3 Kalibrasyon

Fotoğraf alımından önce kameraların her birimi, filitresiz olarak kalibre edilmiş olacaktır. Kalibrasyon işlemi kamera yapımcısı veya onun uygun göreceği bir kalibrasyon merkezinde test edilip kalibrasyon protokolü alınacaktır. Bu protokol 18 ay geçerli olacaktır. Geçerli bir kalibrasyon protokolün bir örneği uçuş öncesi yüklenici tarafından işverene verilecektir.

Kalibrasyon protokolü kalibrasyon merkezinin adı, kalibrasyon tarihi, objektifin adı ve numarası, çapsal ve teğetsel distorsiyon, fotoğraf çözümleme gücü, fotoğraf göstergelerinin ve asal noktanın v.b. gibi bilgileri içerecektir.

Fotoğraf Göstergeleri 2 μm 'lik ortalama doğrulukla kalibre edilmiş olacaktır.

Objektif yarı görüş açısı 42.5° olması durumunda çapsal distorsiyon hatası 4 μm olacak, teğetsel distorsiyon ise 5 μm 'yi aşmayacaktır. Kameranin ayırma gücü 21 DIN'lik bir film için en az 80 çizgi/mm olmalıdır. Objektif eksenini fotoğraf düzlemine asal noktada tam dik olmalıdır. Buradaki sapma 13 μm 'yi geçmemelidir.

5.2.2.1.4 Filtreler

Objektif üreticisi tarafından kullanılmasına izin verilen veya aynı özellikleri sağlayan filtreler kullanılacaktır. Filtreler kullanıldığında objektifin çözümüleme gücü fotoğrafın ortasında en az milimetrede 32 çizgi, 45° 'lik görüş açısı altında ise mm'de 14 çizgiden daha az olmamalıdır.

5.2.2.1.5 Hava filmi

Kullanılacak hava filmi fotogrametrik ölçme tekniği için uygun niteliğe sahip olmalıdır.

Havadan fotoğraf alımında renkli negatif veya renkli pozitif filmler kullanılacaktır. Bu filmler Kodak Aerocrome 2448 (MS 2448) veya en az buna eşdeğer filmler olmalıdır. Film seçiminde işverenin onayı alınacaktır.

Sadece ince grenli, yüksek duyarlıklılı, yüksek çözümüleme gücüne sahip emülsiyonlar ve boyut değiştirmesi çok az, güvenceli film altlıkları kullanılmalıdır.

Film kalınlığı 0.1 mm'den daha az olmamalıdır. Fotoğraf göstergeleri kalibrasyon değerleri ile karşılaştırıldığında boyut değişimi binde 3'ü geçmemelidir.

Kullanım sürelerini aşmış filmler kesinlikle kullanılmayacaktır.

Pozlandırılmış hava filmleri yüklenici ile işveren arasında yapılacak protokole uygun olarak banyo edilecek ve ülke güvenliği açısından gizli bölgeler maskelenecektir.

Negatif filmler yüklenici tarafından güvenceli bir ortamda uygun sıcaklık ve nem gibi iklimatik koşullarda saklanmalıdır.

Yüklenici hiçbir zaman ve hiçbir şekilde çekilmiş filmleri işverenin izni olmaksızın, başkasına devretme, çoğaltma, yayınlama hakkına sahip değildir.

Orijinal film kutuları üzerine şehir adı, yüklenici adı, fotoğraf çekim tarihi, tipi ve seri numarası, film numarası ve yaklaşık fotoğraf ölçeği yazılacaktır.

5.2.2.1.6 Uçuş planları

Proje alan sınırları içerisinde hazırlanmış olan uçuş planları uçuştan 15 gün önce işverene teslim edilecektir. Uçuşlar ancak işverenin onayı alındıktan sonra yapılabilir. GPS navigasyon sistemi ile uçulması halinde fotoğraf çekimi için bu teknolojiye uygun sayısal bir uçuş planı yapılacaktır. Fotoğraf çekim planı tüm proje alanını kaplayacak ve pafta ortası uçuş şeklinde Doğu-Batı yönlerinde uçulmak üzere hesaplanarak hazırlanacaktır.

Kinematik GPS ile uçulması halinde sistem gerekli görüyorsa blokların Kuzey-Güney kenarları boyunca uçulacak çapraz kolonlar belirtilecek, bu kolona ait sayısal bilgiler de planda gösterilecektir.

Uçuş planları aşağıda belirtilen konuları içerecektir.

- İşaretlenmiş uçuş kolonları,
- Uçuş yükseklikleri,
- Her kolonun başlama ve bitim yerleri ve koordinatları,
- Kullanılan kamera tipi,
- Kullanılan fotoğraf ölçeği,
- Boyuna ve enine bindirme oranı,
- Uçuş tarih ve zamanı, nirengi, nivelman ve yer kontrol noktalarının konumları v.b.

Uçuş planlarının hazırlanmasında uçuş yönü olarak Doğu-Batı yönü alınacaktır. Buna ek olarak kıyı şeridi boyunca her bir fotoğrafta en az %60 kara parçası bulunacak şekilde ilave uçuş kolonları planlanacaktır.

Uçuşun, planlanan uçuş yönünden sapması 75m'den fazla olmayacak ve fotoğraf eğiklik değerleri ortalama 3 grad içinde kalacak, ancak 5 gradı geçmeyecektir. Boyuna bindirme oranı %60, enine bindirme oranı yaklaşık %30 olacaktır. Bu değerlerden sapmalar boyuna bindirmede %5, enine bindirmede %15'i geçmeyecektir.

Fotoğraf uçuşu negatiflerde en uygun kontrast oluşumu sağlayacak görüş koşullarında yapılacaktır. Türdeş bir kontrast oluşumu için kolon uçuşları aynı günde tamamlanacaktır.

Fotoğraf alımından sonra filmler hemen banyo edilecek ve yapılan kontrol sonunda açık kalmış bölgeler hava işaretleri bozulmadan yeniden uçulacaktır. Fotoğraf alımı için gerekli tüm ekipman, işveren tarafından belirtilecek tarihe kadar proje bölgesinden ayrılmayacaktır.

Günlük uçuş zamanı olarak bina ve diğer yüksekliklerin gölge etkenlerini azaltacak uçuş zamanı, yerel saatle 10.00 – 14.00 arası tercih edilecektir.

Hiçbir fotoğrafta bulut çıkmasına izin verilmeyecek atmosfer yansımaları gidermek için gerektiğinde filitreler kullanılacaktır.

Güneşin eğimi 30^0 'den az olmayacak, fotoğraf alımı kar, sis, bulutlu hava koşullarında yapılmayacaktır.

5.2.2.1.7 Fotoğraf ölçeği

1/1000 ölçekli değerlendirme için yaklaşık 1/4500 ölçekli, 1/5000 ölçekli değerlendirme için yaklaşık 1/18000 ölçekli hava fotoğrafları kullanılacaktır. Arazi yükseklik farklılıkları nedeni ile bir kolon boyunca ölçek değişikliği %10'dan fazla olmayacaktır. Bu durum uçuş planlamasında gözönüne alınacaktır. Kaçınılmaz hallerde işveren, modellerin boyuna ve enine bindirme oranları ile bu durumda olan model sayısına bağlı olarak uygun bir değişikliğe izin verebilir. Her kolonun başlangıcında ve bitiminde en az iki fotoğrafın merkezi proje alanı dışında kalmalıdır.

5.2.2.1.8 Uçuşla ilgili teslim edilecek belgeler

Fotoğraf alımı boyunca aşağıda belirtilen belgeler zamanlama planına uygun olarak işverene teslim edilecektir.

- Onaylanan uçuş planları,
- Kamera kalibrasyon protokolleri,

- Uçuş sonrası, alınan fotoğraf orta noktalarının 1/50000 ölçeğinde işlenmiş kanavas ve bu kanava üzerinde belirtilecek her 5 fotoğrafta bir fotoğraf numarası ve kolonlar boyunca film numaraları,
- Kinematik GPS ile uçulması halinde hesaplanmış fotoğraf orta noktaları koordinat değerleri listesi.

5.2.2.2 Fotoğraf banyosu ve baskı

Negatif filmlerin banyosu ve kurutmaları otomatik banyo makinelerinde ve kullanılan filmin üreticisi tarafından öngörülen ısı, hız ve banyo koşullarında yapılacaktır.

Negatif filmlerin banyosu sonucunda koyu ve açık alanlar için uygun bir kontrast oluşumu sağlanmalıdır. Bu amaçla kontrast dengeleyici aletler kullanılacaktır.

Hava fotoğraflarının kontakt baskısı yarı mat fotoğraf kağıtları üzerine yapılacak ve üzerinde kullanım sırasında güçlük çıkaracak görüntü bozukluğu çizik, puslu görüntüler olmayacaktır.

Renkli negatif film kullanılması halinde her negatiften bir adet dia pozitif ve bir adet kart baskı hazırlanacaktır. Renkli pozitif film kullanılması halinde yalnızca bir adet kart baskı üretilmektedir.

5.2.2.3 Belgeleme

Her filmin başlangıç ve bitiminde; proje adı, film numarası, fotoğraf çekim tarihi, fotoğraf ölçeği, kolon ve poz numarası, objektif odak uzaklığı, Yüklenicinin adı ve diğer kenar bilgileri yazılacaktır.

Banyo edilmiş her film, rulo halinde makara üzerinde ve film üreticisinin verdiği plastik veya metal taşıyıcısı içinde olacaktır. Her film kutusunun üzerinde aşağıdaki bilgiler açıkça okunacaktır.

- İhale numarası ve ismi
- Film numarası
- Fotoğraf çekim tarihi
- Efektif film numarası ve sıra numarası
- Kamera ünitesi odak uzaklığı

Her filme ait aşağıdaki bilgileri içeren bir rapor verilecektir.

- Film numarası
- Kamera tipi ve numarası, objektif numarası, filtre tipi ve numarası
- Kaset numarası ve kaset tutucu ünitesi numarası
- Film tipi ve üreticinin emülsiyon numarası
- Mercek diyaframı ve obtüratör hızı
- Sıra numarası ve uçuş yönü
- Fotoğraf çekim tarihi
- Her uçuşun yerel saatle başlangıç ve bitiş zamanları
- Tüm verilen fotoğrafların negatif numaraları
- Belirlenen uçuş yüksekliği
- Deniz yüzeyinden uçuş yüksekliği
- Fotoğraf ölçeği
- Dış hava ısısı
- Hava şartları, bulut, görüş durumları
- Banyo tarihi
- Developman metodu
- Kullanılan developer ve sulandırma
- Developman ısısı ve süresi veya film sarma hızı
- Kalite hakkında genel bilgiler

5.2.3 Fotogrametrik nirengi yapım şartları

5.2.3.1 Fotogrametrik bloklar

Bu şartnamede tanımlanan proje alanı harita üretim ölçeğine ve arazinin özelliğine bağlı olarak uygun sayıda fotogrametrik bloklara ayrılacaktır. Her blok uçuş yönü boyunca en az 2-3 modellik ve dik doğrultuda bir kolonluk komşu bloklarla ortak alana sahip olacaktır. Bloklar mümkün olduğunca dikdörtgen şeklinde seçilecek ve aşırı sivri geometrik şekillerden kaçınılacaktır.

5.2.3.2 Donanım

Fotogrametrik nirengi ölçmelerinde kullanılacak yöntemle göre sayısal ölçme sistemleri veya analitik aletler kullanılacaktır. Ölçme donanımının prezisyonu en az 1-2 μm olacaktır.

Sayısal sistemler; tarayıcı, ölçme, çalışma istasyonu ve yedekleme kısımlarından oluşacaktır. Tarama amacıyla ZEISS SCAI veya en az buna eşdeğer nitelikte tarayıcılar kullanılacaktır. Tarayıcının en az 6 ayda bir defa olmak üzere kalibrasyon kontrolü yapılacaktır. Hareket eksenlerine ait; 4 ölçek, 2 set değeri, 1 projeksiyon ölçeği ve eksenler arası açı olmak üzere 8 kalibrasyon değerlerinin değişme miktarları tespit edilecek ve gerekirse yeni değerler bilgisayara yüklenecektir. Sonuç işverene bildirilecektir.

Ölçme çalışma istasyonları, bir ekran ve görüntü çalışma hızına uygun bir bilgisayar ile depolama ünitesinden oluşacaktır. Yüklenici tarama işlemine paralel olarak yedekleme işlemini yürütecek ve işin akışına uygun bir yedekleme sistemi seçecektir.

Analitik aletler kullanılması halinde her ay kalibrasyon testi yapılacaktır.

5.2.3.3 Yöntem

Yüklenici sayısal ya da analitik yöntemlerden birini seçebilir. Ancak sayısal yöntem tercih nedeni olacaktır. Sayısal yöntemin kullanılması halinde ışın demetleri, Analitik yöntem uygulanması halinde ise ışın demetleri veya bağımsız modellerle blok dengeleme yöntemlerinden biri kullanılacaktır.

5.2.3.4 Tarama

Sayısal yöntemde fotogrametrik nirengi ölçümleri sayısal görüntü üzerinde yapılacaktır. Bu amaçla orijinal pozitif renkli filimler veya diapositifler tarayıcılarda taranarak sayısal hale dönüştürülecektir. Tarama piksel boyutu 14 veya 21 μm seçilecektir.

Tarama işlemi sonunda elde edilecek görüntüler kaset bantlara veya daha uygun bir ortama aktararak saklanacaktır. Aktarma işlemi iki ayrı kopya olarak hazırlanacaktır. Tarama işlemi diapositiflerden veya rulo halinde orijinal pozitif filmlerden yapılacaktır.

Tarama; kırmızı, yeşil ve mavi bantlarda aynı anda yürütülecek ve herbir bandın koyuluk derecesi, renk düzeltmesi, renk ağırlığı ve pozlama zamanı ayarlanmış olacaktır.

Tarama işlemi herhangi bir formatta yapılabilecek, ancak işverene TIFF formatında teslim edilecektir. Her kolonun tarama işlemine başlamadan önce birkaç fotoğrafta koyuluk, kontrastlık ve gama değerlerinin bulunması amacıyla deneme yapılacaktır. Tarama işlemine paralel olarak yedekleme işlemi de birlikte yürütülecektir.

5.2.3.5 Fotogrametrik noktaların seçimi ve ölçümü

Fotogrametrik noktalar, fotoğraflar arası bağlama noktaları ile fotogrametrik kontrol noktalarıdır. Fotogrametrik noktaların ölçümü için sayısal sistemlerde tam veya yarı otomatik ölçüm yazılımları kullanılacaktır. Fotoğraflar arası bağlama noktaları uygun yerlerde, iki komşu fotoğraf arasında en az 6 nokta olacak şekilde seçilecektir. Nokta seçiminin yarı otomatik olması durumunda fotoğraflardan birinde seçilecek bir noktanın diğer fotoğraflarda da doğru olarak bulunduğu nokta bazında artık hata değerleri ile kontrol edilecektir.

Her fotoğrafın orta düşeyinde Gruber noktalarına yakın, düz zeminlerde, kolay bulunabilen ve iyi yorumlanabilen ayrıntı noktalarından model alanında en az 6 fotogrametrik kontrol noktaları seçilecek ve numaralanacaktır. Ölçme işlemi, sayısal veya analitik sistemlerde iç yöneltme ve nokta ölçmeleri olarak iki basamakta yürütülecektir.

İç yöneltme amacıyla fotoğraf çerçeve noktaları ölçülecek ve ölçme sonunda standart sapma $3\mu\text{m}$ geçmeyecektir. Sayısal sistemlerde nokta ölçümlerinde aşağıdaki hususlara uyulacaktır:

- Blok alt bloklara ayrılarak parçalar halinde ölçülecektir. Her alt blok bir diğerine bağlanacaktır. Alt blok olarak kolonlar da seçilebilecektir.
- Ölçme işlemine bağlama noktalarının ölçümü ile başlanacaktır. Yer kontrol noktaları, fotogrametrik kontrol noktaları deneme (arazide işaretlenmiş koordinatları bilinen fakat fotogrametrik nirengide bilinmeyen olarak kullanılacak test noktalarıdır.) noktaları daha sonra ölçülecektir.
- Her fotoğrafın bir sonraki fotoğrafa bağlama ölçmesi tamamlandıktan sonra bağlama hassasiyeti kontrol edilecektir. Bu hassasiyet $5\mu\text{m}$ 'yi geçmeyecektir. Geçmesi halinde artık hatalar incelenerek kaba hatalı noktalar yeniden ölçülecek veya değiştirilecektir.

Analitik sistemlerde nokta ölçümü üç boyutlu model üzerinde yapılacaktır. Bu amaçla öncelikle karşılıklı yöneltme ölçmeleri ile üç boyutlu model oluşturulacak ve tüm noktaların ölçümü oluşturulan modelde yürütülecektir. Ölçme hassasiyeti $5 \mu\text{m}$ 'yi geçmeyecektir.

Her iki yöntemde de blokların ölçümünden sonra komşu bloklara bağlama ölçümleri yapılacaktır.

5.2.3.6 Dengeleme

Her blok yukarıda belirtilen yöntemlerden biriyle önce bağımsız olarak dengelenecektir.

Kullanılacak dengeleme yazılımı kaba ve sistematik hataları otomatik olarak test ve irdeleme niteliğine sahip olacaktır.

Atmosferik kırılma, yer küreselliği, film büzülmesi, optik distorsiyon gibi sistematik hatalar ölçme veya dengeleme aşamasında giderilecektir.

Işın demetleriyle dengeleme yapılması durumunda ek parametre sayısı 12 olarak alınacaktır. Dengelemede gerektiğinde yer kontrol noktalarının hataları göz önüne alınacaktır.

Bağımsız olarak dengelenen blokların ortak noktalarının koordinatları arasındaki ayrılıklar, ağırlıklı ortalama alınarak giderilecek ve sonuçta dengelemeye giren tüm fotogrametrik noktaların anlamlı tek bir değeri olacaktır.

Dengeleme sonucunda ölçülen noktaların karesel ortalama hatası fotoğraf ölçeğinde konum için $10 \mu\text{m}$, yükseklik için $0.0001 \times h$ (h =uçuş yüksekliği) değerini aşmayacaktır. Kalıntı hatalar ise bu değerlerin üç katından daha çok olamaz.

Dengeleme iki aşamada yapılacaktır:

- Birinci aşamada; tüm ölçüler ilk dengeleme veya kaba hata ayıklama programları ile taranarak normal hata sınırlar dışında kalan ölçmeler tespit edilecek ve bu ölçmelerin dengelemeye etkisi yorumlanacaktır. Gerekli görülen noktalar veya fotoğraf yeniden tamamlanacak, yer kontrol noktaları ölçümleri ile desteklenecektir. Bu aşama sonunda bloğun bütününde hassasiyeti etkileyici bir nokta azlığı veya bir fotoğraf bağlama noksanlığı kalmayacaktır.

- İkinci aşamada; kaba hataları ayıklanmış, noksanları tamamlanmış blok son dengelemeye sokularak geçerli koordinat değerleri elde edilecektir. Bu dengeleme sonunda elde edilen koordinat değerleri deneme noktalarında test edilerek dengeleme sonuçları kontrol edilecektir. Komşu bloklardaki ortak noktalar ile blok içindeki deneme noktaları istenilen hassasiyet içinde kalmış olacaklardır.

Dengeleme hesabı çıktısında;

- Dengelemeye giren yer kontrol ve fotogrametrik noktalarının ölçme değerleri, dengelenmiş arazi koordinatları ve karesel ortalama hataları ve hata analizleri,
- Proje alanındaki tüm noktaların koordinat özetleri,
- Dengelemedeki iterasyon sayısı, iterasyon ölçütü,
- Dengelenmiş koordinatlar, kalıntı hatalar, konum ve yükseklik için karesel ortalama hatalar,
- Ayıklanan noktaların numarası ve sayısı,
- Her model için yöneltme elemanları ve karesel ortalama hataları bulunacaktır.

Fotoğraflarda istenilen nitelikte doğal nokta bulunmaması durumunda yapay noktalar kullanılabilir. Yapay nokta kullanıldığında bunların komşu modellerle taşınması 3µm prezisyonlu nokta taşıma aletleri ile stereoskopik olarak yapılır. Nokta transferi konusunda yüklenici, belediyenin onayını almak zorundadır.

Dengeleme hesap sonuçlarının manyetik bant ve bilgisayar çıktılarıyla birlikte, her blok için ayrı ayrı olmak üzere uygun bir ölçekte blok sınırları, model alanları ve blok içindeki nokta türü ve dağılımını gösteren grafikler işverene teslim edilecektir.

5.2.3.7 Mutlak yöneltme

Sayısal harita üretiminde mutlak yöneltme, fotogrametrik nirengi bölümünde açıklanan yeni fotogrametrik kontrol noktalarına göre yapılacaktır. Ayrıntıların değişmesi, bağlantı ve fotogrametrik kontrol noktalarının bulunamaması durumunda sayısal harita üzerindeki belirgin ayrıntı noktalarından yararlanılacaktır.

Mutlak yöneltme sonunda kontrol noktalarındaki ortalama hata X ve Y koordinatlarında 8 cm, yükseklikte ise 12 cm olacaktır ve hiçbir kontrol noktasındaki artık hata X ve Y

koordinatlarında 12cm'yi, yükseklikte de 20 cm'yi geçmeyecektir. Bu sınırlardan büyük olan artık hatalı kontrol noktaları uyuşumsuz varsayılarak mutlak yöneltme dengelemesinden çıkarılacaktır. Stereo modelin herhangi bir köşesinin uyuşumsuz noktalar nedeni ile kontrolsuz kalması durumunda eski modellerden yeni kontrol noktaları oluşturulacaktır. Bu tür sorunların sık rastlandığı proje bölgelerinde yeni fotoğraflarla uygun boyutlu bloklar oluşturulacak ve işaretli yer kontrol noktaları da kullanılarak blok dengelemesi yapılacaktır.

5.2.4 Sayısal harita üretimi

Bu proje, metropoliten alanda imar, planlama, çevre düzenleme, yol, elektrik, su, kanalizasyon, turizm, endüstri v.b. her türlü proje ve teknik hizmetlerin tasarım, yapım ve uygulamasında temel altlığı oluşturulacak büyük ölçekli harita üretimini amaçlar. Üretilen haritalar yukarıda belirtilen tüm hizmetlerin hızlı ve sağlıklı yürütülmesini sağlamak üzere, kent bilgi sisteminin alt yapısını oluşturacaktır.

5.2.4.1 Genel ilkeler

- Üretilen haritalar çok amaçlı, zemine uygulanabilir, güncelleştirilerek sürekliliği sağlanabilen temel harita niteliğinde olmalıdır.
- İmar, planlama, çevre düzenleme ve teknik altyapı için gerekli metrik ve anlamsal verileri sağlayabilmelidir.
- Haritalar sayısal nitelikli, bilgisayarda görüntülenebilir üzerinden analiz yapılabilir nitelikte grafik gösterimli ve yüksek doğruluklu olmalıdır.
- Reprodüksiyon yöntemleriyle kolay çoğaltılabilir olmalıdır.
- 1/1000 ölçeğinin gerektirdiği sayısal doğrulukta ve çok amaçlı standart temel harita niteliğinde olmalıdır.
- Nirengi ve nivelman ağına bağlı, kadastral ve halihazır haritalara bağlantı yapabilecek nitelikte olmalıdır.
- Kent bilgi sistemine temel altlık oluşturmalıdır.
- Metropoliten harita indeksi içinde, Ulusal UTM koordinat sistemine ve nivelman ağına bağlı olmalıdır.

5.2.4.2 Kullanılacak donanım ve yazılım

Fotogrametrik harita üretimi sayısal veya analitik değerlendirme aletleri kullanılarak yapılacaktır. Sayısal ve analitik değerlendirme aletinin duyarlılığı 3µm'den büyük olmamalıdır.

Sayısal ve analitik fotogrametrik değerlendirme aleti ile sayısal harita üretim sırasında kullanılan yazılım, harita grafik elemanlarının özellik tablosunda belirtilen özellik numarası elemanın grafik kaydına yerleştirilmelidir.

Yükseklik eğrileri çizimi sırasında kullanılan yazılım, yükseklik bilgilerini yükseklik eğrisi grafik elemanı kaydına yazmalıdır.

Ayırma gücü en az 0.0125 mm olan plotter'lar harita çiziminde kullanılacaktır.

5.2.4.3 Veri formatı

Fotogrametrik değerlendirme, topoğrafik ve planimetrik veri toplama sırasında üç boyutlu sistemde yapılacaktır. Bütün elemanların XYZ değerleri kayıtlarda yer alacaktır.

Haritalar tamamıyla üç boyutlu olarak üretilecektir. Üretilen sayısal haritalar işverene IGDS (Interactive Graphic Design Software) formatında teslim edilecektir.

Haritalar UTM koordinat sisteminde ve mm resolution'da üretilmelidir. Bunu sağlamak için gerekli SEED file işveren tarafından yükleniciye teslim edilecektir.

Sayısal harita üretimi sırasında fotogrametrik ya da bütünleme amaçlı olarak yersel yöntemlerle toplanan planimetrik veya topoğrafik tüm harita elemanları kayıtlarının graphic group bölümlerine, o grafik harita elemanının belirtilen özellik numarası (feature number) girilmelidir. Olmayan bir özellik bulunması halinde ilgili özelliğin numarası ve diğer grafik eklentileri işveren tarafından tanımlanacak ve yükleniciye verilecektir.

Topoğrafik bilgilerin toplanmasında;

- Eşyükseklik eğrilerinin oluşturulması sırasında yükseklik eğrisinin değeri eğri elemanının Z değerinde yer alacaktır.
- Fotogrametrik veya yersel yöntemle yükseklik okunması halinde yükseklik değeri belirtilen noktanın grafik elemanına Z kotu üç boyutlu design dosyasına yerleştirilecektir.
- Topoğrafik bilgiler (eşyükseklik eğrileri, yükseklik noktaları v.b.) verilen sembolojiye uygun olarak yerleştirilecektir. Yükseklik eğrilerinde kırıklıklar olmayacaktır.

Haritalar işveren tarafından belirtilen semboloji kayıtlarına uygun olarak üretilecektir. Bütün haritalara ait planimetrik ve topoğrafik dosyalar üç boyutlu şekli ile teslim edilecektir.

5.2.4.4 Planimetrik bilgilerin özellikleri

Yeni çekilecek hava fotoğrafları üzerinde varolan durumu gösterir taşınmaz sınırlar, binalar, akarsular, göller v.b. diğer tüm ayrıntılar bu şartnamede bahsedilen sembolojiye uygun olarak sayısal fotogrametrik yöntemle yukarıda sözü edilen donanım kullanılarak değerlendirilecektir. Değerlendirme ölçeği 1/1000'dir. Bu ölçeğin gerektirdiği doğruluğu sağlayacak şekilde ölçümler yapılmalıdır.

Çekme kat olan binalarda bu kat bina sembolojisine uygun olarak çizilecektir. Değerlendirilen ya da haritada varolan tüm binaların normal kat adetleri yazılacaktır.

Arazi yapısına bağlı olarak şev, şev eğim değişimleri, kayalıklar, dere yatakları v.b. arazi kırıklarında yükseklik ölçmeleri yapılacaktır. Gayrimeskun arazide BÖHYY'ne uygun olarak gerekli sıklıkta yükseklik noktası atılacaktır. Tüm yollarda yolun her iki tarafına yol boyunca 50m'de bir kot atılacaktır. Ayrıca eğimin değişim yaptığı yerlerde de ilave yükseklik noktası atılacaktır.

Sık ağaçlık ve ormanlık bölgelerde zeminin görülebildiği her noktada, yoğun yerleşim yerlerindeki binalar arasındaki boşluklarda sık miktarda yükseklik noktası atılacaktır.

Hava fotoğraflarında çeşitli nedenlerle görülemeyen detaylar ölçmelerle bütünlenecektir. Bütünleme çalışmalarında detay ölçüleri BÖHYY'ne uygun olarak yapılacaktır. Jeodezik yöntemle yersel alımda kullanılacak yazılım ve donanım konusunda işverenin görüşü alınacaktır.

Detay ayrıntı noktalarının ortalama yükseklik doğruluğu uçuş yüksekliğinin 0.00012'sinden, işaretli noktalarda 0.00008'inden daha fazla olmamalıdır.

Gayrimeskun ve meskun alanlarda eşyükseklik eğrileri aralarına yeterli sıklıkta yükseklik noktası atılacaktır. Eğimin ani değiştiği yerlerde, yol eksenleri boyunca eğim değişim noktalarında, yapılaşmış alanlarda en çok 50m'de bir yükseklik noktası atılacaktır.

Tüm grafik veri toplama üç boyutlu olarak yapılacaktır.

5.2.4.5 Eşyükseklik eğrileri özellikleri

Eşyükseklik eğrileri BÖHYY'ne uygun olarak çizilecektir.

Eşyükseklik eğrileri fotogrametrik çizim yöntemi ile spline olarak sayısallaştırılmalıdır. Yükseklik eğrisi grafik elemanı yükseklik değeri içermeli ve hiçbir şekilde belirgin kırıklıklar oluşmayacak biçimde yumuşatılmalıdır.

Eşyükseklik eğrilerinin çiziminde sayısal arazi modelleri ile çalışılacak ise bu yöntemlerin matematik modelleri ve yazılımlar hakkında işverenin onayı alınacaktır. Eşyükseklik eğrisi çiziminde data toplama harita ölçeğinde en fazla 0.5mm aralıklarda otomatik olarak yapılmalıdır. Eğrilerde belirgin kırıklıklar oluşmayacak biçimde yöntem ve nokta sıklığı saptanmalıdır.

Gayrimeskun alanlarda olduğu gibi meskun alanlarda da açık bölgelerde aynı şartları içeren eğriler geçirilecektir.

Ayrıntı noktalarının ortalama yükseklik doğruluğu uçuş yüksekliğinin 0.00012'sinden, işaretli noktalarda 0.00008'inden daha fazla olmamalıdır. Yükseklik eğrilerinin doğruluğu (1 – 2) dm olmalıdır.

Çizim altlığı olarak 125 µm kalınlığında polyester kullanılacaktır. Çizim mürekkebi olarak koyu renkli silinmeyen ve sudan etkilenmeyen film mürekkepleri kullanılacaktır.

Çizimler ayırma gücü en az 0.0125mm duyarlı olan otomatik çizicilerle yapılacaktır. Arazi bütünlemesi dahil olmak üzere üretimi biten paftaların birer eskiz çizimleri kontrol edilmek

üzere işverene teslim edilecektir. Yüklenici, işverenin kontrolü sırasında ortaya çıkan isteklerini gözönüne alacak şekilde tüm değişiklik ve düzeltmeleri yapıp kartografik kontrolden sonra orijinal paftayı işverene teslim edecektir.

Karelaj çizgileri ve yer kontrol noktaları gibi sabit noktalar 0.1mm ortalama hata ile çizilecek, hata hiçbir zaman 3mm'yi geçmeyecektir.

Bitişik paftalar arasında, karelaj çizgileri boyunca yapılacak kenarlaştırmada maksimum hata 0.3mm'yi geçmemelidir.

5.2.4.6 Haritanın doğruluğu

Tanımlanmış ayrıntı noktaları koordinatlarına göre yakın karelaj çizgilerinden ölçeklendirildiğinde ve yakın kontrol noktasından yapılan ölçülerle karşılaştırıldığında ortalama hata en az 15 cm doğrulukta olmalıdır. İyi tanımlanan noktalardan alınan örneklerin %90'daki hata 30 cm'yi aşmamalıdır.

Haritadaki nokta yükseklik hatalarının %90'ı bir yükseklik eğrisi aralığının en az %20'sine eşit olmalı, geri kalan %10'u ise yükseklik eğrisi aralığının 0.4'ünden daha büyük olmamalıdır.

Teknik şartname'de bahsedilmeyen konularda BÖHY'nin ilgili maddeleri geçerlidir. Bu tip konularda işverenin onayı alınacaktır.

5.2.4.7 Yüklenici tarafından işverene teslim edilecek dökümanlar

- Planimetrik ve topoğrafik bilgileri içeren kayıtlar üç boyutlu dosyalar şeklinde,
- Her pafta için fotoğraf ve model numaralarını gösteren grafik ve rapor çıktıları,
- Pafta bazında manyetik bant veya disk üzerinde kontrol edilmiş, hataları giderilmiş hava fotoğraflarının alım anındaki durumunu gösterir ve işverenin kendi amaçlarına yönelik çalışmalarına açık veri tabanı değerleri,
- Bütünleme ve kontrol ölçmeleri sonuçları,
- İşveren tarafından yükleniciye teslim edilen her türlü harita, fotoğraf, koordinat ve belgeleri,
- Harita üretimine altlık teşkil etmek üzere yapılan iç yöneltme, karşılıklı yöneltme ve mutlak yöneltme v.b. sonuçları içeren database kayıtları,

- Fotogrametrik ve jeodezik aletlerin aylık kalibrasyon raporları, yüklenici tarafından işverene teslim edilecektir.

5.3 Sayısal Fotogrametrik Harita Projesi Yöntem Planı

5.3.1 Genel bilgi

Sayısal sistemlerin fotogrametrik harita üretiminde yer alması, gelişmiş hava kameralarının kullanıma sunulması ve film teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, fotogrametrik yöntemin klasik yönleme oranla hız ve ekonomik faktörü ağırlık kazanmış oldu. Fotogrametrik yöntemle elde edilen hassasiyet, klasik yönleme oranla daha da artarak projelerde homojenlik sağlandı. Ülkemizin hava koşulları ve arazi yapısı da göz önünde tutulduğunda, fotogrametrik yöntemin harita üretiminde ilk sırayı aldığı görülür. Havadan fotoğraf alımının zaman zaman tekrarlanması ile bir çok eski haritaların bu yöntemle güncelleştirilmesi imkanı ortaya çıkmıştır.

5.3.2 Fotogrametrik esaslar

Fotogrametrik yöntem başlıca ana unsurlardan oluşmaktadır.

- Yer kontrol noktalarının tesisi, ölçümü ve hava işaretlerinin yapılması,
- Havadan fotoğraf alımı,
- Film banyosu, kart ve diapozitiflerin baskısı,
- Diapozitiflerin taranması ile bilgisayar ortamına aktarılması,
- Fotogrametrik nirengi ölçümü ve dengelenmesi,
- Sayısal harita üretimi,
- Arazi kontrolü ve bütünleme,
- Edit ve çizim işlemleri.

5.3.2.1. Yer kontrol noktaları

Yer kontrol noktaları, fotogrametrik nirengi dengelemesi için uçuş öncesi yerde tesis edilmesi gerekli noktalardır. Bu noktaların sayısı haritası yapılacak bölgenin şekline bağlı olmak üzere hesaplanır.

Hava fotoğraf alımında kinematik GPS yöntemi uygulanarak her fotoğrafın alım noktasının koordinat değerlerinin 10 cm. hassasiyetle ölçülebilmesi ile, yer kontrol noktasının sayısı oldukça azalmaktadır. Normal olarak 352 km²'lik bir alanın klasik yöntemle yapılması işinde yaklaşık 680 nokta tesisi ve ölçümü gerekli olmasına rağmen, kinematik GPS destekli havadan fotoğraf alımı ve bağlı fotogrametrik harita üretiminde proje alanı 6 blok olarak planlandığı takdirde, blok köşelerine ikişer yer kontrol noktası aldığında toplam 24 adet yer kontrol noktası yeterli olmaktadır. Bu da yersel çalışmaların maliyetini düşürmekte ve zaman avantajı sağlamaktadır.

Yer kontrol noktalarının ölçümü GPS yöntemi ile olacaktır. Bu noktaların ölçümü için 6 GPS alıcısı kullanılarak 20 dakikalık ölçümlerle kısa zamanda tamamlanması mümkün olacaktır. Yer noktalarının tesisi Teknik Şartname esaslarına göre yapılacaktır. Ölçümü, hesabı ve hava işaretleri BÖHYY' ne göre yürütülecektir.

5.3.2.2. Havadan fotoğraf alımı

Bu amaçla, havadan fotoğraf alımı ZEISS RMK-TOP30 hava kamerası ile yürütülecektir. Uçuş planları sayısal ortamda hazırlanıp uçaktaki bilgisayara aktararak CCNS4 navigasyon sistemi ile otomatik olarak uçulacaktır. Uçakta kinematik GPS yöntemi uygulanacak ve her fotoğraf alım noktasının koordinat değerleri, uçuş esnasında sürekli olarak uydu gözlemleri DGPS düzeltmeleri ile ± 10 cm. hassasiyetle elde edilecektir. Fotoğraf alımı ile ilgili teknik özellikler aşağıdaki gibi olacaktır.

	1:1000 Ölçekli Pafta Üretimi	1:5000 Ölçekli Pafta Üretimi
Uçuş Alanı	500 km ²	500 km ²
Fotoğraf Ölçeği	1:4500	1:18000
Kolon sayısı	29 adet	7 adet
Toplam Fotoğraf Adedi	1856 adet	133 adet
Boyuna Bindirme	% 60	% 60
Kullanılan Film	Kodak Renkli Negatif	Kodak Renkli Negatif
Toplam Rulo	60 metrelik 9 rulo	60 metrelik 1 rulo
Fotoğraf Bazi	415 m.	1656 m.

Çizelge 5.1 Fotoğraf alımı ile ilgili teknik özellikler

5.3.2.3 Film banyosu, kart ve diapositif baskı işi

Film banyosu otomatik banyo cihazlarında yapılacaktır. Her fotoğraftan bir adet kağıt print ve bir adet diapositif üretilcektir. Kontakt baskı işi, EgoTronic Mark V cihazı ile tamamen otomatik renk ve koyuluk ayarlayıcısı kullanılarak ve Colenta banyo ve kurutma sistemleri yardımı ile tamamlanacaktır. Kart ve baskı malzemesi olarak Kodak ürünleri kullanılacaktır.

5.3.2.4. Tarama işlemi

Her bir diapositif 21 mikron piksel boyutlarında taranarak bilgisayar ortamına aktarılacaktır. Renkli fotoğraflarda her bir fotoğraf yaklaşık 360 MB olarak tarandıktan sonra bunlar 4 veya 8 GB bantlarda yedeklenerek kullanılacaktır. Tarama işlemi 2 μ m geometrik duyarlıklılı ZEISS-SCAI scanner'da yürütülecektir.

5.3.2.5. Fotogrametrik nirengi

Yaklaşık 2000 adet hava fotoğrafı kolonlar halinde ölçülerek birbirine bağlanacak ve dengelenecektir. Fotogrametrik nirengi noktaları bilgisayar ortamında ZEISS PHODIS-AT yazılımı kullanılarak ölçülecektir. Ölçüm hassasiyeti 2 μ m olup ortalama hata 5 μ m geçmeyecektir. Dengeleme için PATB-GPS yazılımı kullanılacaktır. Dengeleme sonunda karesel ortalama hatası (σ_0) 10 μ m altında kalacak şekilde gerekli ölçmeler tamamlanacaktır.

5.3.2.6. Sayısal harita üretimi

Zeiss ve Helava sayısal sistemleri kullanılarak yaklaşık 352 km² alanın 1:1000 ve 1:5000 ölçeğinde üç boyutlu sayısallaştırılmasıyla halihazır haritaları üretilcektir. Bu haritalar, sayısal veri olarak manyetik ortamlarda hazırlanarak istenilen formatlara dönüştürülecek ve çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Sayısallaştırma obje bazında yapılacağı için tüm grafik verilerin CBS/KBS amacıyla kullanımları sağlanmış olacaktır. Haritaların üretilmesinde BÖHYY esaslarına uyulacak ve yönetmelik ekindeki semboloji kullanılacaktır.

5.3.2.7 Arazi kontrolü ve bütünleme

Fotogrametrik yöntemle toplanmış tüm grafik veriler arazide kontrol edilerek, noksanlar tamamlanacak, isim bütünlemesi yapılacak ve toplanan bütün ilave bilgiler ofiste sayısal ortama aktarılacaktır.

5.3.2.8. Edit ve çizim işleri

Arazide bütünlemesi ve kontrolü tamamlanan paftalar edit iş istasyonlarında istenilen pafta çizim formatında hazırlanarak halihazır bilgileri ile birlikte polyester altlıklar üzerine çizilerek teslim edilecektir. Ayrıca, çizim dosyaları sayısal ortamda teslim edilecektir.

5.3.3 Proje süresi

İşin yapılabilme süresi üç aşamada hesaplanmalıdır.

- Yer kontrol noktalarının tesisi, işaretlenmesi, GPS ölçümleri, nivelman ölçümleri ve koordinat değerlerinin hesaplanması.
- Havadan fotoğraf alımı, banyo baskı işleri ve fotogrametrik nirengi ölçme ve dengelemesi.
- Sayısal haritaların üretimi, bütünlemesi, kontrolü, editlenmesi, çizimi ve teslimi.

Bunlarda birinci işlemde nokta tesisi tamamlanıp hava işaretleri yapıldıktan sonra ölçme işlemi beklenmeden hemen havadan fotoğraf alım işine başlanabilir. İlk bloklara ait banyo ve baskı işleri tamamlanınca aynı şekilde diğer bloklar beklenmeden fotogrametrik nirengi ölçme ve dengeleme işlemine başlanabilir. Bunun doğal sonucu olarak da harita üretim işi ilk blokların dengelemesi tamamlandıktan hemen sonra başlamış olur.

5.3.4. Çeşitli iş adımlarında birim maliyet hesabı

ÜRÜ	Üretim Zamanı(saat)	Aylık Üretim Miktarı	Personel Gideri (\$)	Amortisman Gideri (\$)	Araç/Mlz Gideri (\$)	Genel Gider (\$)	Aylık Maliyet (\$)	Birim Maliyet (\$)		
								Model	Pafta	Hekt
I (fotğ.)	3	$3 \times 8 \times 25 = 600$	$400 \times 1.7 = 680$	2000	—	$2680 \times 0.25 = 670$	3350	5.6	8.4	0.2
R (fotğ.)	1,67	$1.67 \times 12 \times 25 = 500$	$2 \times 700 \times 1.7 = 2380$	1500	—	$3880 \times 0.25 = 970$	4850	9.7	14.6	0.4
(model)	0.08	$0.08 \times 12 \times 20 = 19$	$2 \times 1000 \times 1.7 = 3400$	2000	—	$5400 \times 0.25 = 1350$	6750	355	533	15,2
(pafta)	0,17	$0.17 \times 8 \times 25 = 34$	$400 \times 1.7 = 680$	400	—	$1080 \times 0.25 = 270$	1350	26.7	40	1.1
İ(pafta)	0,25	$0.25 \times 8 \times 25 = 50$	$400 \times 1.7 = 680$	—	900	$1580 \times 0.25 = 395$	1975	26.3	39.5	1.1
İ(pafta)	4	$4 \times 8 \times 25 = 800$	$400 \times 1.7 = 680$	400	2250	$3330 \times 0.25 = 833$	4182	3.5	5.2	0.1

Çizelge 5.2. : Çeşitli iş adımlarında birim maliyet hesabı

İŞ ADIMI	Nokta Sayısı	Zaman (gün)	Personel Sayısı	Personel Gideri (\$)	Amortisman Gideri (\$)	Araç/Mlz Gideri (\$)	Genel Gider (\$)	Toplam Maliyet (\$)
YKN TESİS	24	7	3	385	—	2220	651	3256
GPS ÖLÇÜM	24	7	5	1062	400	3000	1115	5577

Çizelge 5.3. : Yersel çalışma birim maliyet hesabı

Proje Alanına Gidış/Geliş (saat)	Proje Alanına Ulaşım Gideri (\$)	Fotoğraf Alım Süresi (saat)	Fotoğraf Alım Gideri (\$)	Harcanan Rulo Miktarı	Rulo Maliyeti (\$)	Banyo/Baskı Dia Masrafı (\$)	Toplam Maliyet (\$)
6	4800	7	11200	10	11000	13800	40800

Çizelge 5.4. : Havadan fotoğraf alımı birim maliyet hesabı

5.3.5. Uygulama Proje alanına ilişkin maliyet hesabı

Bir proje alanında aşağıdaki kriterler dikkate alınarak 1/1000 ve 1/5000 ölçekli fotogrametrik haritaların yapılması amacıyla bir maliyet hesabı yapılmıştır.

Fotoğraf Alım Alanı	: $25 \times 20 = 500 \text{ km}^2$
Harita Yapım Alanı	: $16 \times 22 = 352 \text{ km}^2$
1/1000'lik Pafta Adedi	: 940
1/5000'lik Pafta Adedi	: 60

1/1000'lik Pafta Üretiminde Fotoğraf Ölçeği : 4500

Kolon Adedi : 28

Bir Kolondaki Fotoğraf Adedi : 60

Proje Alanındaki Toplam Fotoğraf Adedi : 1792

1/5000'lik Pafta Üretiminde Fotoğraf Ölçeği : 18000

Kolon Adedi : 7

Bir Kolondaki Fotoğraf Adedi : 17

Proje Alanındaki Toplam Fotoğraf Adedi : 133

Toplam Fotoğraf Adedi : 1939

Proje alanı 6 blok olarak belirlenmiştir. Fotoğraf alımı Kinematik GPS ile yapılacaktır. Bu durumda blok köşelerine 2' şer adet olmak üzere toplam 24 adet yer kontrol noktası arazide tesis edilecektir.

Proje alanında 1'i serbest istasyon 3'ü gezici istasyon olmak üzere 4 GPS alıcısı ile çalışılacaktır. 24 adet YKN'ların ölçüm ve hesabı 7 gün sürmektedir.

GPS Ölçüm:

Personel Sayısı : 5

İş Süresi : 7

Personel : $5 \times 1/4\text{ay} \times 500 \times 1.7 = 1062 \$$

Amortisman : $4 \times 1/4\text{ay} \times 400 = 400 \$$

Araç+Benzin : 5araç x 250 = 1250 \$
 Harçırarh+y/y : 5 x 7 x 50 = 1750 \$

YKN Tesis :

Personel Sayısı : 3
 İş Süresi : 7 gün

Personel Maliyeti : 3 x 1/4ay x 300 x 1.7 = 385 \$
 Araç + Benzin : 3 x 250 = 750 \$
 Harcırarh : 3 x 7 x 50 = 1050 \$
 Malzeme : 21 x 20 = 420 \$

Genel Gider = 1767 \$

Toplam = 8835 \$

Havadan fotoğraf alımı:

Proje Alanına Gidiş/Geliş : 6saat x 1200 = 7200 \$
 Harcanacak Rulo(Renkli) : 1100 x 10 Rulo = 11000 \$
 Havadan Fotoğraf Alımı : 7saat x 2400 = 16800 \$
 Banyo – Baskı – Dia : 2300 x 6 \$ = 13800 \$

Toplam = 48800 \$

Scan:

Tarama Aralığı : 21 µ
 Üretim Hızı (2 Vardiya) : 2 x 8 x 3 = 48/gün
 Personel : 2 x 400 x 1.8ay x 1.7 = 2448 \$
 Amortisman : 1.8 x 2000 = 3600 \$
 Genel Giderler : 1512 \$

Toplam = 7560 \$

Havai nirengi:

Üretim Hızı : 20 foto/gün
 İş Süresi : 4 ay
 Personel : 2 x 700 x 4 x 1.7 = 9520 \$
 Amortisman : 4 x 1500 = 6000 \$
 Genel Gider : 3880 \$

Toplam = 19400 \$

Sayısal harita :

Üretim Hızı	: 2 ha/saat (1/1000'lik Üretim Hızı)
	: 32 ha/saat (1/5000'lik Üretim Hızı)
İş Süresi	: 5 ay
Personel	: $24 \times 1000 \times 5 \times 1.7 = 204000$ \$
Amortisman	: $12 \times 2000 \times 5 = 120000$ \$
Genel Gider	: 81000 \$

Toplam = 405000 \$

Edit :

Üretim Hızı	: 1.33 pafta/gün
İş süresi	: 3 ay
Personel	: $10 \times 400 \times 3 \times 1.7 = 20400$ \$
Amortisman	: $400 \times 10 \times 3 = 12000$ \$
Genel Gider	: 8100 \$

Toplam = 40500 \$

Bütünleme :

Üretim Hızı	: 2 pafta/gün
İş Süresi	: 3.8 ay
Personel	: $5 \times 400 \times 3.8 \times 1.7 = 12920$ \$
Araç+Benzin	: $5 \times 3.8 \times 900 = 17100$ \$
Genel Gider	: 7505 \$

Toplam = 37525 \$

Çizim :

Üretim Hızı	: 4 pafta/saat
İş Süresi	: 1.25 ay
Personel	: $1 \times 400 \times 1.25 \times 1.7 = 850$ \$
Amortisman	: $400 \times 1.25 = 500$ \$
Malzeme	: $940 \times 3 = 2820$ \$
Genel Gider	: 1042 \$

Toplam = 5212 \$

İŞ ADIMI	1. AY	2. AY	3. AY	4. AY	5. AY	6. AY	7. AY	8. AY
ARAZİ ÇALIŞMASI								
FOTÖR ALIM ve BASKI								
SCAN								
FOTOG. NİRENGİ								
KIYMETLENDİRME								
EDİT ve BÜTÜNLEME								
ÇİZİM								

Çizelge5.5 Uygulama proje çalışmasının Gannt diyagramında programlanması



6. SONUÇ

Proje yaklaşımı ile harita çalışmalarının ele alınmasında proje yönetim tekniğinin ilkelerinden ve yöntemlerinden yararlanmak suretiyle çalışmalar daha kolay planlanabilir ve programlanabilmektedir. Aynı zamanda önemli olan zaman unsuru programların yapımında ve çalışmaların izlenmesinde daha iyi bir şekilde kontrol altına alınabilmektedir.

Bir harita projesinin planlanmasında en uygun çözüm şeklinin araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle harita yapım amacını en iyi şekilde belirlemek, bu amaca uygun teknik özellikleri saptamak ve bu teknik özellikleri gerçekleştirecek yöntem planlaması tespit edilmelidir. Farklı istek ve ihtiyaçlar farklı teknik özellikler anlamına gelmektedir. Bu teknik özelliklerin gerçekleştirilmesi değişik zaman ve maliyet ile sonuçlanacağından farklı ekonomik sonuçlar doğurur. Bu nedenle teknik özelliklerin en uygun biçimde saptanması gerekmektedir. Ayrıca zaman faktörünü de göz önünde tutarak, en az maliyet ile karşılayabilecek bir yöntem planlaması içerisinde olunmalıdır. Bu nedenle bütün çözümler ve sonucu etkileyebilecek bütün faktörler incelenmelidir.

Teknik özelliklerin saptanmasında bir sistematik yaklaşım yerine uygulamada daha farklı yaklaşımlar izlenmektedir. Gerçek ihtiyacın dışında olabildiğince yüksek doğruluk derecesi ve gereğinden fazla detay bilgilerin istenmesi, daha yüksek doğruluk veren ölçme yöntemlerindeki sonucu diğer yöntemlerden beklemek, daha önce benzer amaçla yapılan bir başka projenin teknik özelliklerini aynı şekilde kabul etmek ekonomik açıdan sakıncalı olan yaklaşımlardır.

Bu tez çalışmasında, fotogrametrik harita üretiminin bir proje yaklaşımı ile ele alınması durumunda çalışmaların sistematik olarak yürütülebileceği ve mevcut imkanlardan maksimum fayda sağlanabileceği anlatılmıştır. Proje içerisinde belirlenen teknik özelliklerin optimum biçimde sağlanması için maliyet, süre, kapasite ve ölçüm inceliğini dikkate alan bir yöntem planlamasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda 1/1000 ve 1/5000 ölçekli fotogrametrik harita yapımında proje planlamasına ait bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulama yaklaşık 1000 adet 1/1000 ve 63 adet 1/5000 paftadan oluşan 352 km²'lik alanı içermektedir. Öncelikle üretilecek fotogrametrik haritaların, nazım planların ve altyapı planlarının hazırlanmasında, CBS/KBS projelerinde altlık oluşturmada, çevre düzenleme, ulaşım, haberleşme v.b. uygulamalarda kullanılacağı hususunda harita yapım amaçları saptanmıştır. Uygulamanın diğer bir aşamasında saptanan amaçlara uygun projeye ait teknik

özellikler belirlenmiştir. Yer kontrol noktalarının tesisi, ölçümü ve hava işaretlerinin yapılması, havadan fotoğraf alımı, film banyosu, kart ve diapositiflerin baskısı, havai nirengi ölçümü ve dengelenmesi, sayısal harita üretimi, edit ve çizim işlemleri şartlarını içeren teknik şartname uygulama içerisinde hazırlanmıştır. Uygulamanın son bölümünde ise fotogrametri alanındaki son teknolojik gelişmelere göre bir yöntem planlaması hazırlanmış ve bu planlamaya göre her bir iş adımına ait birim maliyet çizelgesi çıkarılmıştır.

Bu uygulama ile fotogrametrik harita üretiminde fotoğraf alımından çizim aşamasına kadar olan tüm iş adımları maliyet, süre, kapasite ve ölçüm inceliğini kriterlerini dikkate alarak yapılacak planlamalar gösterilmektedir.



KAYNAKLAR

Ackermann, F., (1996) Some Considerations About Digital Aerial Triangulation OEEPE Official Publication, 33:157-164

Afyonkale, K., (1988) Ağ Planlaması ile Planlama ve Kontrol, Yıldız Üniversitesi Yayınları, 217, İstanbul

Aksu, O., (1997), “Sayısal Fotogrametrik Nirengi”, Harita Dergisi, 117: 29-34

Alkış, A., (1985), “Meskun Alanlarda Fotogrametrik Yöntemle 1/1000 Ölçekli Harita

Üretimi”, 1-15, TUFUAB Komisyonların Ortak Toplantısında Sunulan Bildiriler, 3-4 Haziran 1985, Ankara

Combs, J.E., (1980), “Planning and Executing the Photogrammetric Project”, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, 367-412

İBŞB, (1998), İstanbul Sayısal Fotogrametrik Harita Yapım Projesi Teknik Şartnamesi

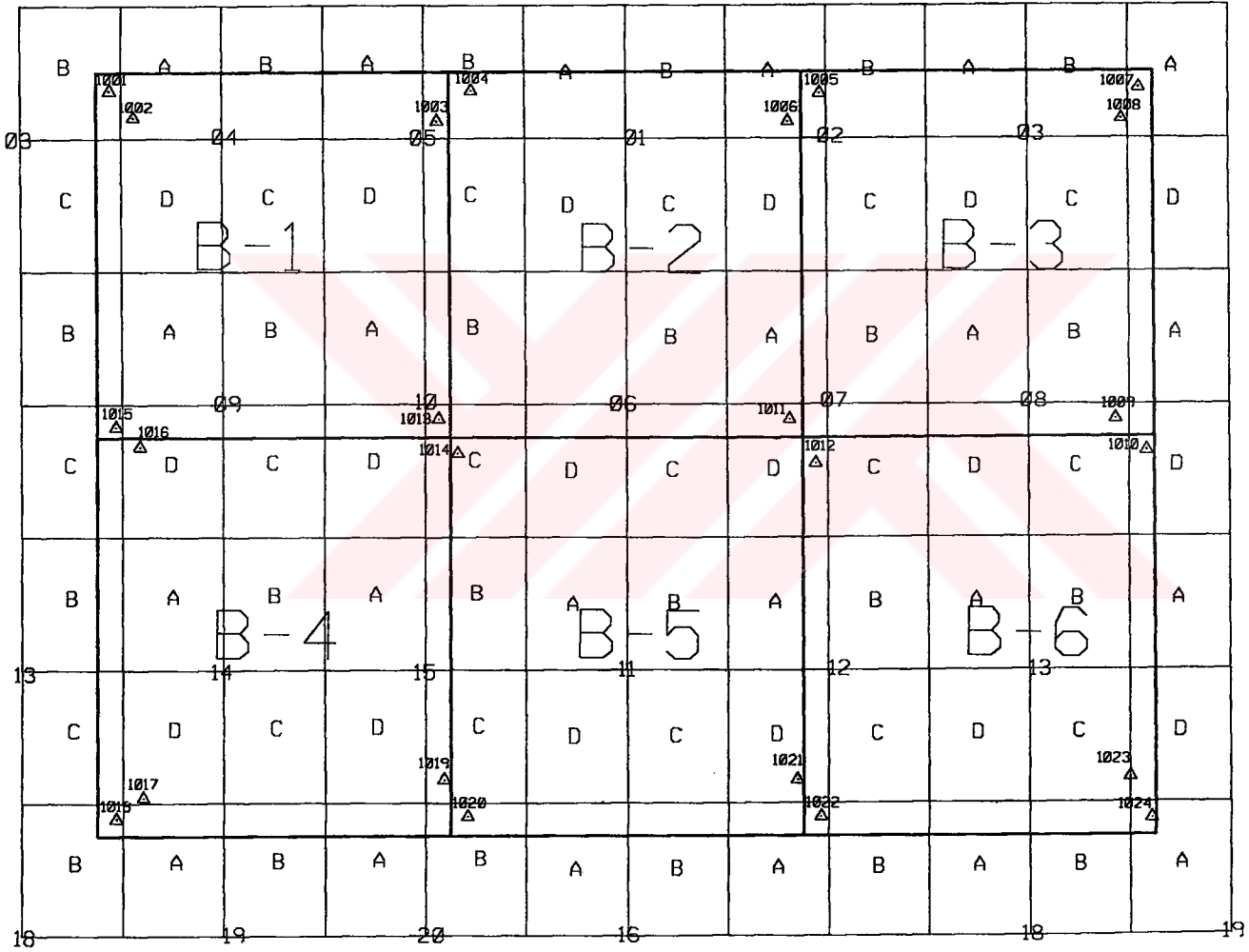
İBŞB, (1998), İstanbul GPS Ağı Teknik Şartnamesi

Uzel, T., (1986), Harita Mühendisliğinde Yöneylem Araştırması, Yıldız Üniversitesi Yayınları, 189, İstanbul

Yaşayan, A., (1977), Harita Ekonomisi Ders Notları

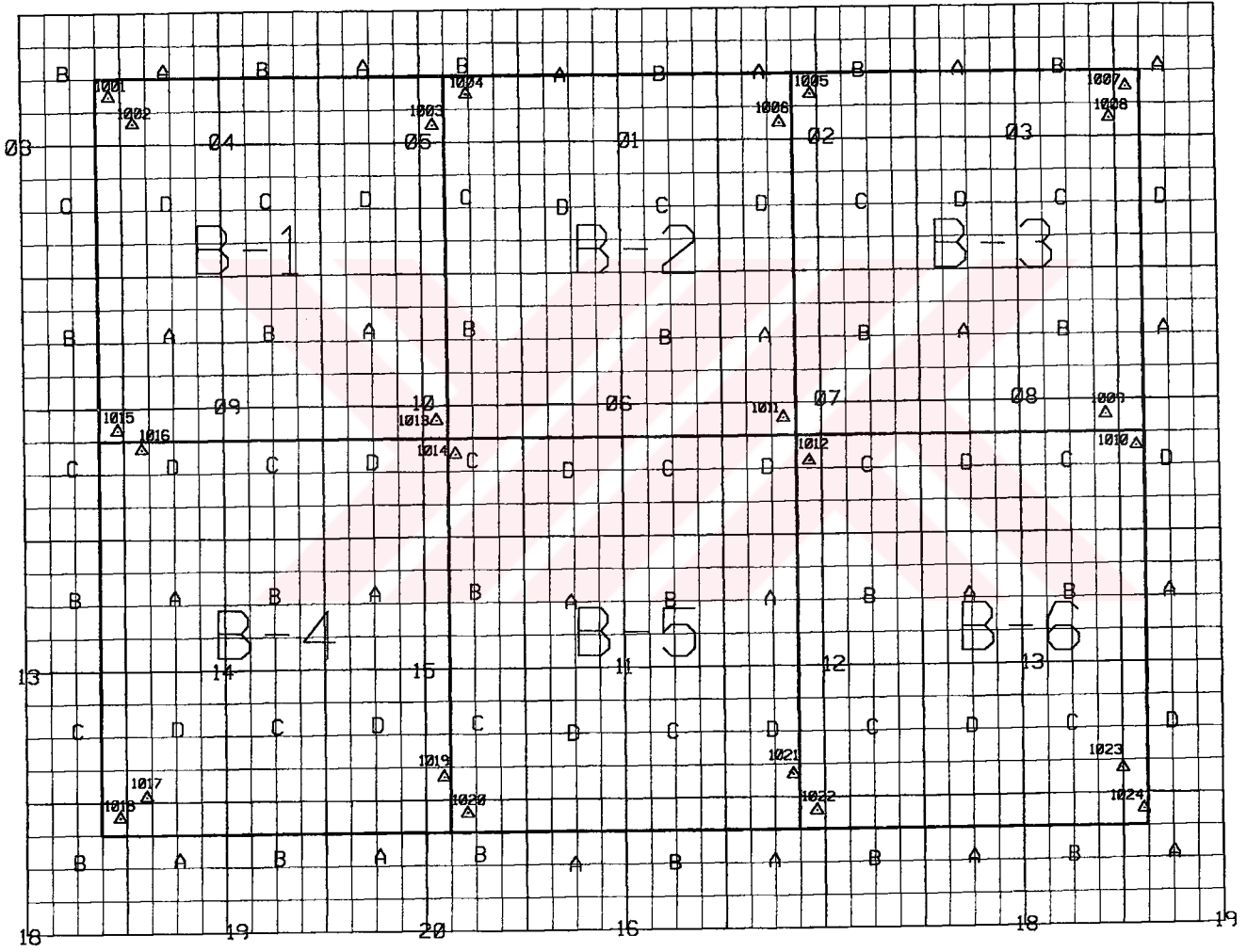
Yaşayan, A., (1997), Fotogrametri III Ders Notları

PROJE ALANININ 1/5000'LİK PAFTA BÖLÜMLEMESİ



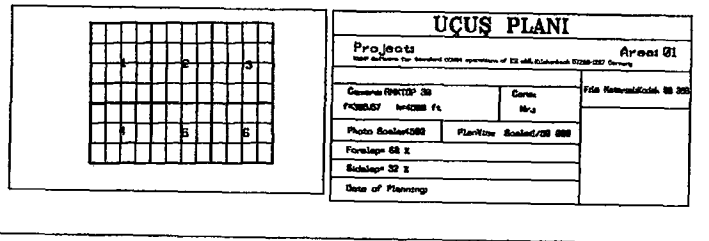
EK-1

PROJE ALANININ 1/1000'LİK PAFTA BÖLÜMLEMESİ

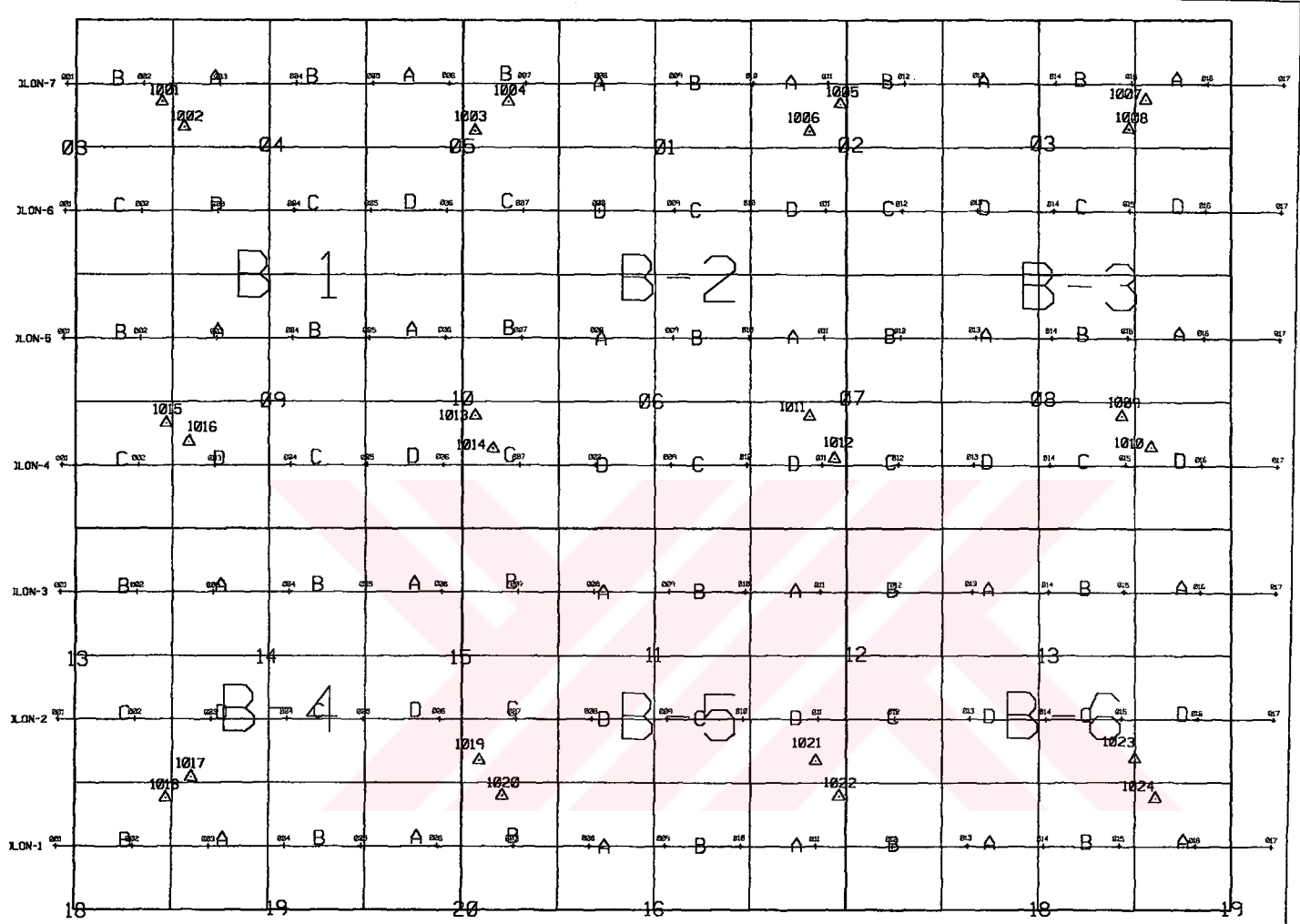


EK-2

1/1000'LIK UÇUS PLANI



EK-3



/5000'LIK PAFTA LEJANDI ÜZERİNDE GÖSTERİLEN

1/5000'LIK UÇUŞ PLANI

UÇUŞ PLANI		
Project		Area 01
1000'lik Pafta ve Standart Koordinatları 1/5000 ölçeğinde		
Compass: PAKTOP 30	Cones: 100	File: Hata
F: 553.744	h: 5200 ft	
Photo Scale: 1:5000	Plan Scale: 1:5000	
Form: 50 x 30	Scale: 1:5000	
Scale: 1:5000	Scale: 1:5000	
Scale of Planning		

EK-4

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	09.12.1971	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1986-1990	İnönü Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi
Lisans	1991-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü
Yüksek Lisans	1996-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Ana Bilim Dalı Jeodezi ve Fotogrametri Programı
Çalıştığı Kurum	1995- Devam Ediyor.	EMİ Harita ve Bilgi İşlem Ltd. Şti.