



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

**ARAZİ TOPLULAŞTIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN
HARİTA ÜRETİM TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hülya TUŞAT

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa ACAR

AKSARAY, 2014



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

**ARAZİ TOPLULAŞTIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN
HARİTA ÜRETİM TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hülya TUŞAT

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa ACAR

AKSARAY, 2014

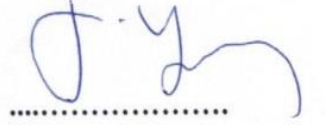
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 102306402 numaralı Tezli Yüksek Lisans öğrencisi, "Hülya TUŞAT", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ARAZİ TOPLULAŞTIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN HARİTA ÜRETİM TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa ACAR
Aksaray Üniversitesi



Jüri Üyeleri : Doç. Dr. İbrahim YILMAZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Kamil KARATAŞ
Aksaray Üniversitesi



Savunma tarihi: 05.06.2014

Teslim tarihi:

ÖNSÖZ

Birçok mühendislik çalışmasının zeminini teşkil eden halihazır haritalar, arazi toplulaştırma çalışmalarında kullanılan en önemli altlıklardır. Bu haritalar yersel yöntemler, uydu bazlı ölçme yöntemleri ve dijital fotogrametrik yöntemlerle üretilmektedir.

Bu çalışmada uydu bazlı ve dijital fotogrametrik yöntem araştırılarak, GNSS/GPS ölçme yöntemiyle ve ortofoto ile yapılan halihazır haritaların doğruluğu, maliyetleri ve yapım süreçleri kıyaslanmıştır.

TEŞEKKÜR

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, özverili ilgisi ve yönlendirmesiyle danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa ACAR'a, Harita Mühendisliği bölümü öğretim elemanlarına, Prof. Dr. Ferruh YILDIZ'a ve desteğiyle güç veren sevgili eşim Ekrem TUŞAT'a teşekkür etmeyi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	2
2. ARAZİ TOPLULAŞTIRMA.....	3
3. HALİHAZIR HARİTA ÜRETİMİ	7
3.1. Harita	7
3.2. Haritalarda Aranılan Özellikler	8
3.3. Haritaların Sınıflandırılması	9
3.4. Halihazır Harita	10
4. GNSS/GPS	122
4.1. Konum Belirleme (GNSS/GPS ile Ölçme Yöntemleri)	14
4.2. GNSS/GPS 'de Hatalar ve Hata Kaynakları	15
4.3. GNSS/GPS 'in Dezavantajları	16
4.4. GNSS/GPS İle Halihazır Harita Üretimi	18
4.5. GNSS/GPS Ölçüleri İle Nirengi ve Poligon Noktalarının Konumlaması	19
4.6. GNSS/GPS Ölçülerinin Değerlendirilmesi	20
4.7. GNSS/ GPS Ölçmelerinde Doğruluk.....	21
5. FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE HARİTA ÜRETİMİ	22
5.1. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemleri.....	
5.1.1. Analog fotogrametri.....	23

5.1.2. Analitik fotogrametri	233
5.1.3. Dijital (sayısal) fotogrametri	23
5.1.3.1. Dijital (sayısal) fotogrametrinin kullanım alanları	23
5.1.3.2. Dijital (sayısal) fotogrametri ile topoğrafik harita üretimi	24
5.2. Ortofoto	25
5.2.1. Ortofoto üretiminde iş akışı	26
5.2.2. Ortofoto harita üretiminde hata kaynakları	30
5.2.3. Ortofoto harita üretiminde sayısal yükseklik modeli oluşturma	32
5.2.4. Sayısal ortofotoların kalitesine ve doğruluğuna etki eden faktörler ...	32
5.3. Sayısal Kamera Sistemlerinin Getirdiği Avantajlar	34
6. SAYISAL UYGULAMA	36
7. SONUÇ	54
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ARAZİ TOPLULAŞTIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN HARİTA
ÜRETİM TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hülya TUŞAT

T.C.
Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Mustafa ACAR

Köprü, baraj, yerleşim alanı planlaması, yol, imar planları, ulaşım projeleri gibi birçok mühendislik çalışmasının zeminini teşkil eden ve jeodezik altlık olarak kullanılan halihazır haritalar, yersel teknikler, uzay teknikleri ve fotogrametrik yöntemlerle üretilmektedir. Bir çalışma alanı için üretilen halihazır haritalarda nirengi, poligon ve nivelman noktaları, binalar, binaların kat adedi, kaldırımlar, yollar, sokaklar dışında kalan yerlere ait yükseklik eğrileri, ağaçlar, doğal su kaynakları, akarsular, denizler, ormanlar, elektrik direkleri, ada ve parsel numaraları ve sınırları vb. her şey gösterilir. Halihazır haritalar aynı zamanda toprakla ilişkili olarak yapılacak her türlü projelerin altyapısını oluşturan bir harita mühendisliği çalışmasıdır. Arazi toplulaştırma çalışmalarında, halihazır haritalar önemli bir proje altlığı olarak kullanılmaktadır. Arazi toplulaştırma çalışmalarında, çalışılan alanların çok büyük olması ve arazilerin değerli olması nedeniyle oluşturulacak jeodezik altlığın önemi büyüktür.

Bu çalışmada, Konya Bölgesinde yapılan arazi toplulaştırma çalışmalarında jeodezik altlık olarak kullanılan halihazır haritaların, uydu bazlı ve fotogrametrik yöntemlerle üretimi maliyet, süre ve doğruluk yönünden karşılaştırılmıştır.

2014, 58 Sayfa

Anahtar Kelimeler : Arazi toplulaştırma, Halihazır harita, Harita üretimi, Yersel teknikler, Uzay teknikleri, Fotogrametrik yöntem, Jeodezik altlık

ABSTRACT
MASTER OF SCİENCE THESIS
THE COMPARISON OF MAP PRODUCTION TECHNIQUES IN USED LAND
CONSOLIDATION STUDIES

Hülya TUŞAT

T.R.
Aksaray University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mustafa ACAR

Used as geodetic framework and forming the basis for many engineering works such as bridges, dams, residential area planning, roads, zoning plans, and transportation projects, the present maps are created by terrestrial methods, space techniques, and photogrammetric methods. The present maps created for a workspace includes triangulation, travers, and levelling points, buildings, the number of floors in a building, elevation curves expect for pavements, roads and streets; trees, natural water reserves, rivers, seas, forests, electricity poles, block and parcel numbers and borders. The present maps are also a work of geomatics engineering which serves as a base for any kinds of projects related to earth. They are used as an important project framework in land consolidation. As the land is so large and valuable, the required geodesy framework has a great significance.

In this study, the satellite-based and photogrammetric creation of present maps used as geodesic framework in land consolidation in Konya region were compared in terms of cost, time, and precision.

2014, 58 Pages

Keywords: Land consolidation, Present maps, Mapping, Terrestrial methods, Photogrammetric methods.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. AT öncesi kadastral durum, parsel büyüklükleri	6
Şekil 2.2. AT sonrası kadastral durum, parsel büyüklükleri	7
Şekil 3.1. Harita yapım aşamaları	9
Şekil 3.2. İsmil Kasabası halihazır görüntüsü.....	12
Şekil 4.1. GNSS / GPS ölçümü.....	13
Şekil 4.2. Geriden kestirme yöntemiyle GNSS/GPS ölçümü.....	14
Şekil 4.3. GNSS/GPS ölçme bölümleri.....	14
Şekil 4.4. Yöntemlerin karşılaştırılması.....	16
Şekil 4.5. GNSS/GPS ve ülke sisteminin karşılaştırılması.....	18
Şekil 4.6. Türkiye ulusal düzey kontrol ağı 1999 (TUDGA-99).....	19
Şekil 4.7. Topografik haritalar ve jeodezik temel ağlara ait bilgiler.....	22
Şekil 4.8. a) Alıcılar arasındaki tekli fark gözlemleri.....	23
b) Alıcı-uydu ikili fark gözlemi.....	23
c) Uydu-alıcı üçlü fark gözlemi.....	24
Şekil 5.1. Wiesel (1985)'e göre ortofoto üretiminin temel prensipleri.....	30
Şekil 5.2. Hava fotoğrafı alımı.....	32
Şekil 5.3. Filmlerin taranması.....	32
Şekil 5.4. Analog ve sayısal fotogrametrik iş akışı.....	33
Şekil 5.5. Sayısal kameralar.....	33
Şekil 5.6. Diferansiyel rektifikasyon konseptinin bir gösterimi.....	34
Şekil 5.7. Analog ve sayısal kamera ortofotosu.....	39
Şekil 5.8. a) 1/16000 Ölçekli analog hava kamerası ortofotosu.....	40
b) 1/60000 Ölçekli sayısal hava kamerası ortofotosu.....	40
Şekil 6.1. İsmil Kasabası uydu görüntüsü.....	41
Şekil 6.2. İsmil Kasabası ortofotosu.....	42
Şekil 6.3. İsmil Kasabasının bir bölümünün halihazır görüntüsü.....	42
Şekil 6.4. Güvercinlik Kasabası haritası.....	48
Şekil 6.5. Güvercinlik Kasabası uydu görüntüsü.....	49
Şekil 6.6. Karakaya Köyü uydu görüntüsü.....	52
Şekil 6.7. Karakaya Köyü toplulaştırma sınırı uydu görüntüsü.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. GNSS/GPS sistemi ve ülke koordinat sisteminin karşılaştırılması.....	18
Çizelge 5.1. Veri toplama yöntemleri sam.....	35
Çizelge 6.1. Karatay İsmil Kasabası fotogrametrik kontrol noktalarının arazi koordinatları.....	43
Çizelge 6.2. Karatay İsmil Kasabasında GNSS/GPS yöntemiyle yapılan nirengi ölçmelerinin sonuçları.....	43
Çizelge 6.3. GNSS/GPS ölçme oturumları arasındaki farklar.....	44
Çizelge 6.4. İki GPS ölçme oturumun ortalaması.....	44
Çizelge 6.5. Fotogrametrik yöntem ve GNSS/GPS ölçmeleri ile elde edilen nirengi noktalarının koordinatlarının farkı.....	45
Çizelge 6.6. Karatay ilçesi İsmil Kasabası fotogrametrik ve jeodezik detay ölçmeleri ve karşılaştırılması.....	46
Çizelge 6.7. Karatay ilçesi İsmil Kasabası fotogrametrik ve jeodezik yöntemle elde edilen yüksekliklerin karşılaştırılması.....	47
Çizelge 6.8. Çumra-Güvercinlik Kasabası fotogrametrik ve jeodezik detay ölçmeleri ve karşılaştırılması.....	50
Çizelge 6.9. Çumra-Güvercinlik Kasabası fotogrametrik ve jeodezik yöntemle elde edilen yüksekliklerin karşılaştırılması.....	51
Çizelge 6.10. Karatay Karakaya Köyü fotogrametrik ve jeodezik detay ölçmeleri karşılaştırılması.....	54
Çizelge 6.11. Karatay Karakaya Köyü fotogrametrik, jeodezik yöntemle elde edilen yüksekliklerin karşılaştırılması.....	55
Çizelge 6.12. 1:1000 ve 1:5000 ölçekli ortofoto üretim süreleri.....	56
Çizelge 6.13. Tüm Türkiye'nin ortofoto üretim süresi.....	57
Çizelge 6.14. Fotogrametrik ve sayısal harita yapım maliyeti.....	58
Çizelge 6.15. 2013 Yılı İller Bankası sayısal halihazır birim fiyatları.....	58

KISALTMALAR DİZİNİ

BÖHHBÜY	Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CAD	CAD (Computer Aided Design) veya Bilgisayar Destekli Tasarım
CCD	CCD-Algilayıcı (Charge Coupled Device)
ED 50	European Datum 50
GNSS /GPS	Global Navigation Satellite Systems /Global Konum Belirleme Sistemi
GRS 80	(Geodetic Reference System 1980) Jeodezik Referans Sistemi 1980
IGGU	Uluslararası Jeodezi Jeofizik Birliği
ITRF	(International Terrestrial Reference Frame) Uluslararası Yersel Referans Sistemi
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
WGS 84	World Geodetic System 84
YKN	Yer Kontrol Noktası

1. GİRİŞ

Bütün alanlarda olduğu gibi teknolojiadaki gelişmeler harita yapımını da etkilemiştir. Klasik ölçme ve hesaplama tekniklerinin yerini uydu ölçmeleri, basılı haritaların yerlerini ise sayısal haritalar almıştır. Özellikle konum belirleme amaçlı GNSS/GPS uydularının, sivil alanda kullanıma girmesiyle harita yapımı için daha kısa sürede, daha yüksek doğrulukta veriler toplanmaya başlanmıştır. Bilgisayar ve yazılım teknolojilerinin sağladığı imkanlar ile pek çok uydu kaynaklı verilerin işlenmesi ve harita üretiminde kullanılması olanaklı hale gelmiştir. Artık günümüzde sadece klasik ölçmeler değil, uydu bazlı ölçmeler, dijital fotogrametrik teknikler, GNSS/GPS uyduları ve uzaktan algılama uyduları gibi pek çok teknikle, daha hızlı, daha ekonomik, daha geniş alanlarda, bilgisayar ortamında sayısal formda harita üretmek mümkündür. Mühendislik amaçlı projelerde ihtiyaç duyulan jeodezik altlıkların yapılmasında kullanılan yöntemler:

- 1 - Klasik (yersel) yöntemler
- 2 - Uydu bazlı ölçme yöntemleri (GNSS/GPS)
- 3 - Dijital fotogrametrik yöntemler

olarak sıralanabilir.

Yersel yöntemlerle jeodezik altlık oluşturma, açı ve kenar ölçmelerine dayanmaktadır. Bu yöntemler, ölçülen noktalar arasında görüşün bulunması ve ölçmelerin uzun zaman alması gibi dezavantajlarının bulunması sebebiyle terk edilmektedir (Ersoy, 1998). Bu ölçmelere alternatif olarak uydu bazlı ölçme yöntemleri ve dijital fotogrametrik yöntemler, halihazır haritaların üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Köprü, baraj, yerleşim alanı planlaması, imar planları, yol ve ulaşım projeleri gibi bir çok mühendislik çalışmasının zeminini teşkil eden ve jeodezik altlık olarak kullanılan halihazır haritalar yersel teknikler, uzay teknikleri ve fotogrametrik yöntemlerle üretilmektedir. Bir çalışma alanı için üretilen halihazır haritalar büyük ölçekli harita yapım yönetmeliğine uygun olarak hazırlanır. Üzerinde nirengi, poligon ve nivelman noktaları, yükseklik eğrileri, ağaçlar, doğal su kaynakları, akarsular, denizler, ormanlar, elektrik direkleri, ada ve parsel numaraları ve sınırları vb. gösterilir. Halihazır haritalar aynı zamanda toprakla ilişkili olarak yapılacak her türlü projelerin altyapısını oluşturan bir çalışma olduğundan arazi toplulaştırma çalışmalarında da büyük önem taşımaktadır.

Çünkü arazi toplulaştırma çalışmalarında, çalışılan alanların büyük olması ve arazilerin değerli olması nedeniyle oluşturulacak jeodezik altlığın önemi büyüktür.

Bu alışmada Konya ili Karatay ilçesi İsmil Kasabası, Karakaya Köyü ve umra ilçesi Güvercinlik Kasabasında arazi toplulaştırma projesinde jeodezik altlık olarak kullanılmak üzere halihazır çalışmaları için gerekli olan nirengi ve detay lmeleri GNSS/GPS yöntemi ve dijital görüntüleme yöntemlerinden elde edilen ortofoto ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğruluk, zaman ve maliyet açısından karşılaştırılmıştır.

2. ARAZİ TOPLULAŞTIRMA

Arazi toplulaştırması çalışması çeşitli nedenlerle ekonomik olarak tarımsal faaliyetleri yapmaya imkan vermeyecek biçimde veya toprak muhafaza ve zirai sulama tedbirlerinin alınmasını güçleştirecek derecede parçalanmış, dağılmış, bozuk şekilli parsellerin bir araya getirilerek daha düzenli parseller halinde tarla içi geliştirme hizmetleri ile birlikte modern tarım işletmeciliği esaslarına uygun faaliyette bulunulmasını sağlayacak yapıya kavuşturularak planlanması ve uygulanması işlemidir. Arazi toplulaştırmasının amacı, daha az zaman, işgücü ve sermaye kullanımı ile üretim faktörlerinden en iyi biçimde yararlanarak tarımsal üretimi ve tarım işletmelerinin verimliliğini artırmak ve kırsal kesimdeki nüfusun hayat standartlarını yükseltmektir. Arazi Toplulaştırması bir yönüyle de Kadastronun yenilenmesi demektir (URL-1.).

Arazi toplulaştırmasını zorunlu kılan nedenler şunlardır:

- a) Arazi parçalanmasının tarım işletmelerinde işgücü, zaman, sermaye ve üretim kayıplarını artırması,
- b) Arazilerin bir kısmının mevcut servis yolları, sulama ve drenaj kanallarından yararlanamaması,
- c) Parsellerin miras yoluyla bölünmesi veya şekillerinin bozuk olması,
- d) Sulama, toprak muhafaza veya devlet yolu gibi projelerle yeni kanal ve yollarla parsellerin daha da parçalanması,
- e) Sulama, karayolu, otoyol ve demiryolu gibi kamu yatırımlarında kamulaştırma bedellerinin yüksekliği vb. gerekçelerden biri veya birkaçının bir arada mevcut olması arazi toplulaştırmasını gerekli kılmaktadır.

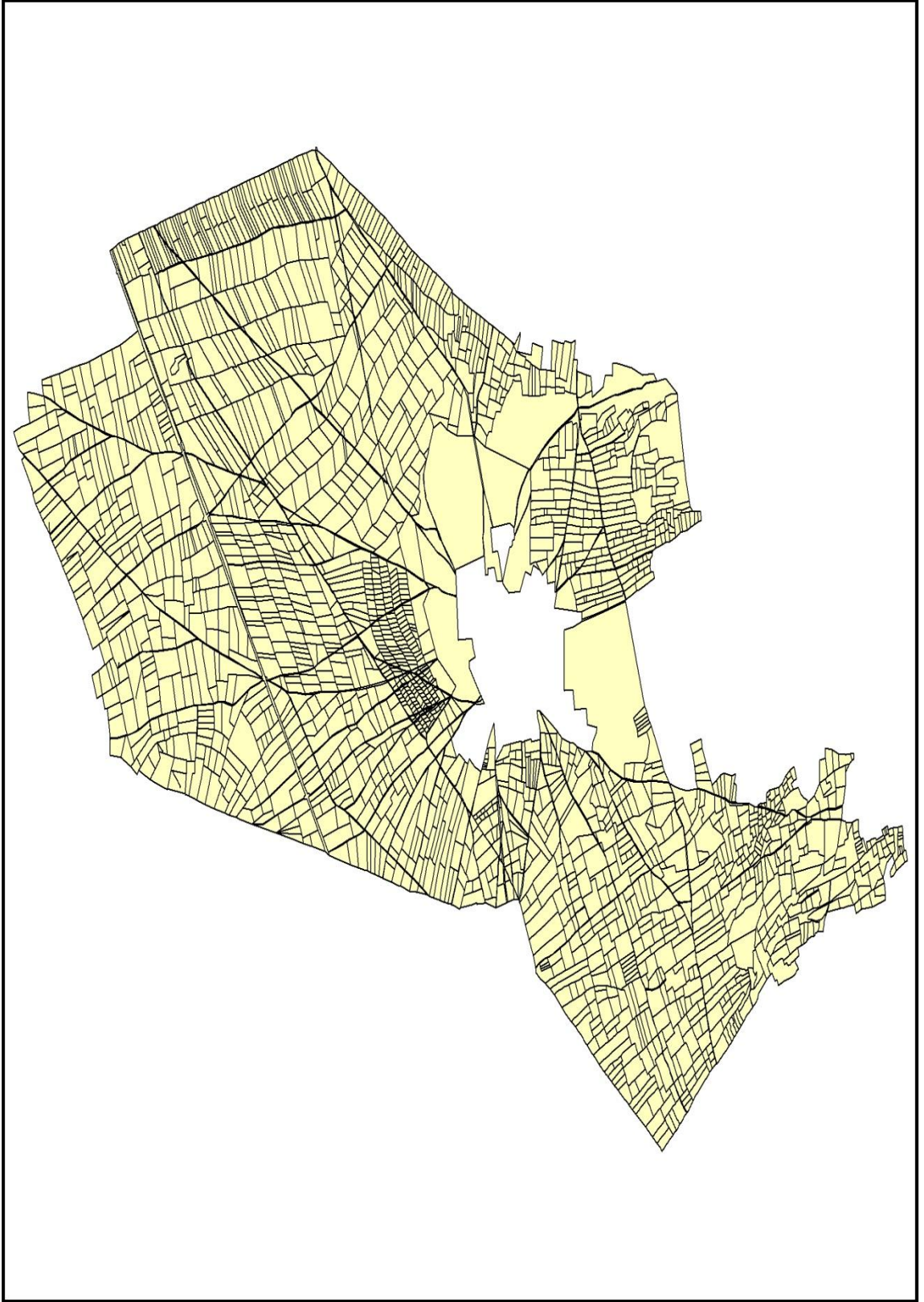
Arazi toplulaştırmasının faydaları şunlardır:

- Tarımsal verim artışı sağlanır.
- Toprakların bölünmesi ve küçülmesi önlenir.
- Yol, sulama ve tahliye kanalları vb. her türlü fiziki tesislerin ve genel olarak Tarla İçi Geliştirme Hizmetlerinden (TİGH) vatandaşların eşit oranda etkilenmesi ve yararlanması sağlanır.
- Üretilmeyen kaynak olan toprak; korunur ve geliştirilir.
- Mevcut tarihi ve kültürel alanların korunması sağlanır.
- Köy yerleşim yerlerinin iyileştirilmesine ve geliştirilmesine katkı sağlar.
- Kadastro yenilenir.
- Kırsal alanda sosyal huzur ve “İşletme Bütünlüğü” sağlanır.

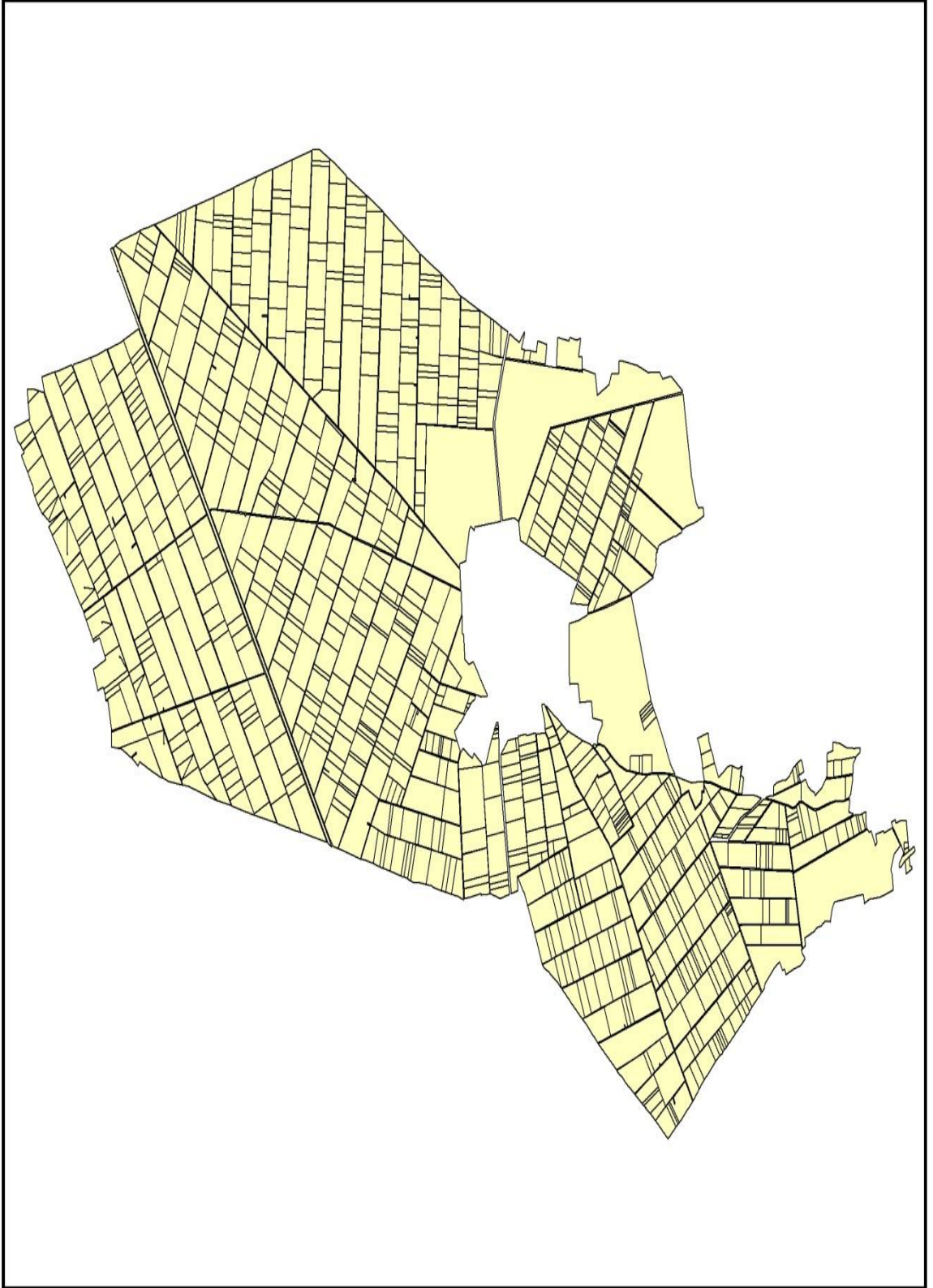
Arazi toplulaştırma çalışmaları aşağıda belirtilen aşamalardan oluşmaktadır:

- Toplulaştırma alanının tespiti
- Sabit tesislerin tespiti
- Mülkiyet bilgilerinin oluşturulması
- Harita veri tabanının oluşturulması
- Arazi derecelendirilmesi
- Yeni parselasyon bloklarının oluşturulması
- Çiftçi tercihlerinin alınması
- Toplulaştırma projelerinin yapılması ve itirazların incelenmesi
- Yeni parselasyon planlarının araziye aplikasyonu
- Tescil ve yer teslimi aşamalarından oluşmaktadır (URL-1.).

Şekil 2.1’de arazi toplulaştırma öncesi kadastral durum ve parsel büyüklükleri, Şekil 2.2’de ise arazi toplulaştırma sonrası kadastral durum ve parsel büyüklükleri görölmektedir.



Şekil 2.1. Arazi toplulaştırma öncesi kadastral durum, parsel büyüklükleri
(TRGM, 2009)



Şekil 2.2. Arazi toplulaştırma sonrası kadastral durum, parsel büyüklükleri (TRGM, 2009)

3. HALİHAZIR HARİTA ÜRETİMİ

Farklı mühendislik projeleri için amaca göre haritalar üretilmektedir. Hangi ihtiyaç için olursa olsun, bir haritanın oluşturulması çalışmaları genel olarak ikiye ayrılır.

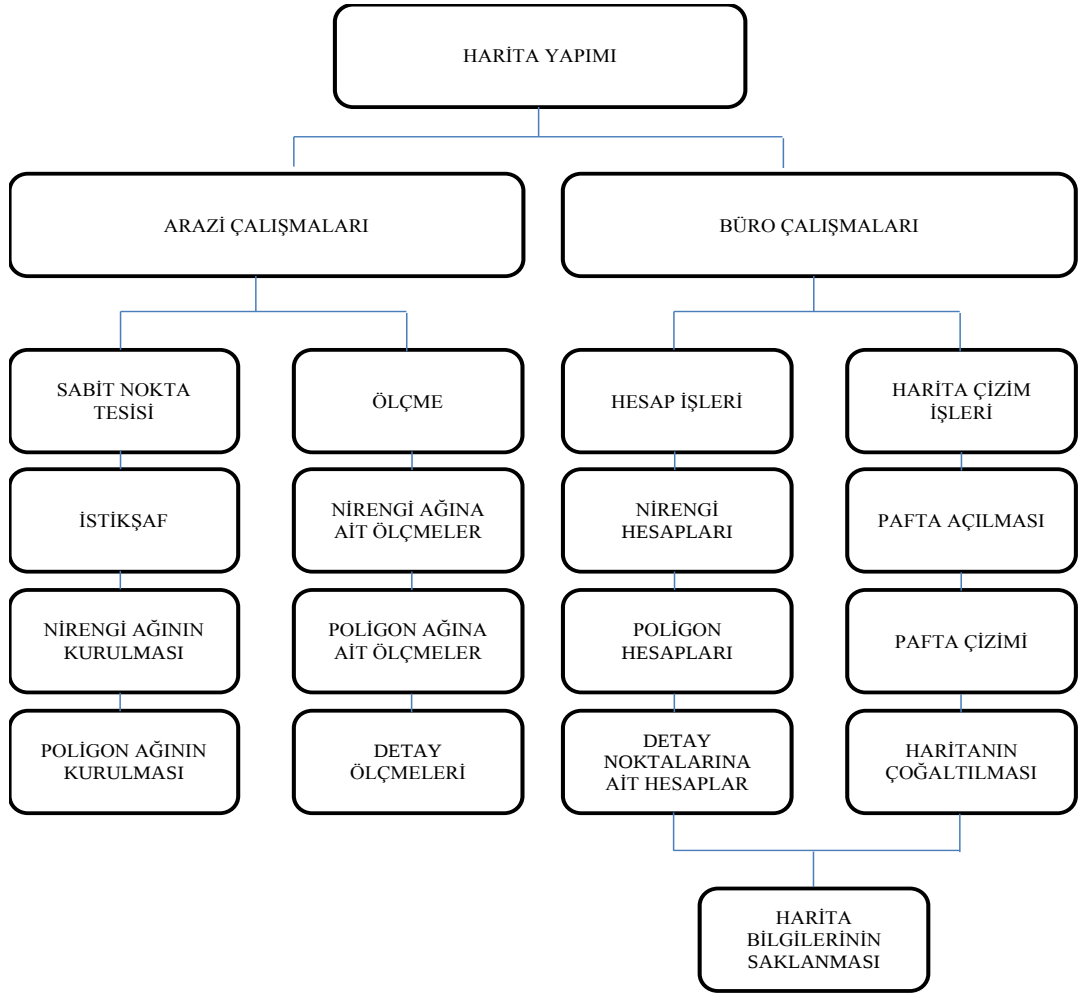
- 1- Arazi çalışmaları
- 2- Büro çalışmaları

Arazi çalışmaları, noktaların araziye tesis edilmesi ve tesis edilen noktaların ölçülmesi olarak alt kısımlara ayrılırken, büro çalışmalarını da hesap işleri, harita çizimi ve arşivleme çalışmalarına ayırmak mümkündür.

Arazi çalışmaları, yorucu, zaman alıcı ve masraflı çalışmalardır. Hesap işleri ise dikkat gerektirirken, çizim işleri sabır ve özenli çalışmayı gerektiren işlerdir. Amaç teknik açıdan yeterli ve nitelikli ve güzel görünümlü bir harita yapmaktır. Bir haritanın oluşturulması çalışmaları Şekil 3.1’de verilmektedir (Yıldız, 1993).

3.1. Harita

İnsanoğlunun yaşadığı veya ilgilendiği alanın tamamında veya bir kısmında yer alan fiziksel detayların, bu detaylarla ilgili bilgilerin veya bu alanda meydana gelen olgularla ilgili bilgilerin, genellikle düz bir yüzey üzerinde, belli bir ölçekte gösterimidir. Detaylar ve bilgiler sembollerle gösterilip, yönlendirme ve bir referans sistemine göre konumlandırma da yapılmaktadır (URL-2.).



Şekil 3.1. Harita yapım aşamaları (Yıldız, 1993)

3.2. Haritalarda Aranılan Özellikler

Haritalarda aranılan belirli özellikler doğruluk, tamamlık, amaca uygunluk, açıklık ve anlaşılabilirlik, kolay okunabilirlik ve güzellik olarak sıralanabilir.

a) Doğruluk: Haritanın doğruluğu denilince, o haritanın meydana getirilmesi işlemlerindeki doğruluk ifade edilir. Bunlar ise hesaplardaki projeksiyon sistemindeki jeodezik, fotogrametrik, topografik ve kartografik doğruluklardır (URL-2.).

b) Tamamlık (Noksansızlık): Küçük ölçekli haritalardaki arazi parçası küçük görüldüğünden her detayı göstermek mümkün olmamaktadır. Harita ölçeği büyüdükçe gösterilen detay da, o oranda fazlalaşır. Detay ise; yollar, kanallar, binalar, şehirler, sanayi alanları ve bitki örtüsü ile ilgili konulardır. Bunlar gerek tabiat, gerekse insan kuvvetiyle çok sık değişir ve geliştirilir. Bu olaylar ise bilhassa küçük ölçekli haritaların yaşlanmasına sebep olur ki, bu da bu tip haritaların revizyonunu diğer deyimle en yeni

duruma getirilmesini gerektirir. Bu konu ise ekonomik ve gayeye uygun olarak harita bilgilerinin sağlanması ve uygun röprodüksiyon metotlarının uygulanması ile gerçekleştirilebilmektedir (URL-2.).

c) Amaca uygunluk: Haritalar hangi gayeye göre yapılacaklarsa ona uygun projeksiyon sistemi ve ölçek seçilir. Gayeye uygun seçilen bu projeksiyon sistemi haritanın şekil ve ebat faktörlerini meydana getirir. Teknik gaye için yapılan harita ve plânlar büyük ölçeklidirler. Buna karşılık coğrafya haritaları küçük ölçekli olup kullanıcılara yüzölçümü bozulması yapmaması nedeniyle kolayca mukayese imkânı verirler. Jeodezi, astronomi ve denizcilik amacı ile kullanılan haritalarda açı doğruluğunun olması gereklidir. Arazide kullanılan haritalar küçük ve kolay kullanılır ebatta, duvar haritaları ise büyük ebatta olmalıdır (URL-2.).

d) Açıklık ve anlaşılabilirlik: Bir haritada, detayların belirtildiği özel işaretler ve renkler ile görüntü meydana getirmektedir. Açıklık ve anlaşılabilirlik için özel işaretlerin mümkün olduğu kadar aslına uygun bir şekilde belirtilmesi, renklerin de birbirine uygun düşecek tonlardan seçilmesi ve konulara uygun renk tonlarının kullanılması temel prensiptir (URL-2.).

e) Kolay okunabilirlik: Harita özel işaretleri bir insanın rahatça görebileceği büyüklükte ve okumayı kolaylaştırıcı aralıkta olmalı ve ayrıca haritalar özel işaretlerle boğulmamalıdır. Bir haritanın okunabilme niteliği özel işaretlerinin uygun dağılımına, yazı ve baskısının mükemmelliğine bağlıdır (URL-2.).

f) Güzellik (estetiklik): Bir haritaya genel olarak bakıldığında verdiği iyi tesir o haritanın güzellik (estetiklik) ölçüsüdür. Bu iyi tesir ise harita içindeki bütün elemanların birbirine uyumlandırılması suretiyle sağlanır. Renk tonlarının zevkli bir şekilde uygun seçimi, yazı puntolarının uygun büyüklükte oluşu, harita üzerindeki yerleştirme ve iyi bir baskı tekniği güzellik için esas olan unsurlardır (URL-2.).

3.3. Haritaların Sınıflandırılması

Haritalar; genel haritalar, özel haritalar ve ölçeklerine göre haritalar olmak üzere 3 ana başlıkta toplanmaktadır:

Genel haritalar:

- Topoğrafik haritalar
- Ülke haritaları
- Dünya haritaları

Özel haritalar:

- Tematik haritalar

Ölçeklerine göre haritalar:

- Büyük ölçekli haritalar
- Orta ölçekli haritalar
- Küçük ölçekli haritalar

Topoğrafik haritalar: Haritası yapılan yeryüzünde bulunan yapay objelerin, akar ve durgun suların, arazi engebesinin, bitki örtüsünün ve bu tür objelerin birbirleri ile olan çevresel ilişkilerinin gösterimini yapan haritalardır (URL-3.).

Ülke haritaları: Çoğunlukla siyasi veya fiziksel olarak çizilir. Siyasi haritalar, ülkeler, bölgeler, sınırlar gibi varlıkları gösterir. Fiziksel haritalar ise yeryüzü şekillerini gösterir.

Dünya haritaları: Dünya yüzeyinin tamamını herhangi bir harita projeksiyonu kullanarak gösteren haritalardır.

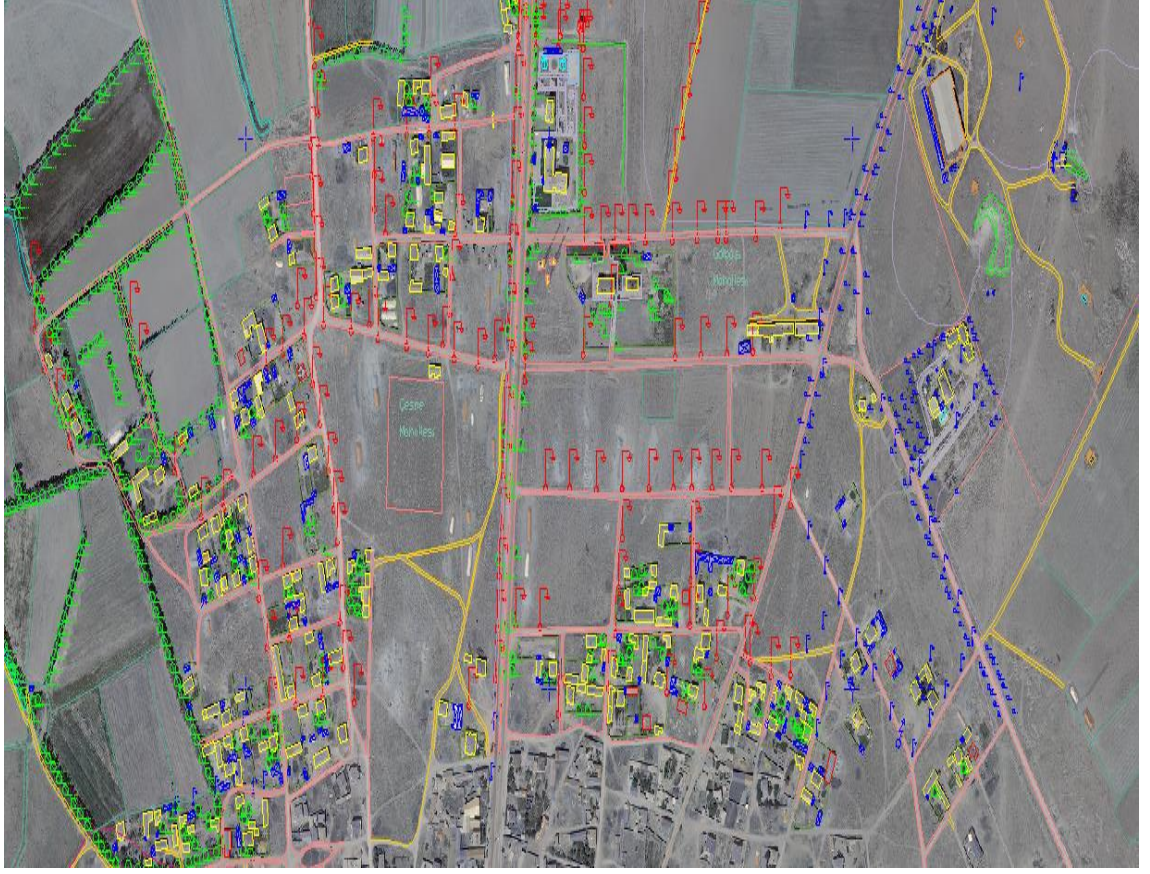
Tematik haritalar: Çevre ile ilişki içinde olan herhangi bir konunun gösterimini yapar. Tematik haritalar işledikleri konunun türüne göre isim alabilirler (Jeoloji, nüfus dağılımı, hava kirliliği haritaları gibi...) (URL-3.).

3.4. Halihazır Harita

Halihazır Haritalar, "1/25000 ve Daha Büyük Ölçekli Harita ve Planlarının Yapım Yönetmeliği" esaslarına göre 1/1000 veya 1/2000 ölçekli olarak yapılır. Kısaca tanımlamak gerekirse, belediyelerin yapacağı teknik hizmetlerin proje planlaması, tasarım çalışmaları, uygulaması ve işletmesi, imar planı ve yukarıda belirtilen diğer projelerin gerçekleşmesi amacıyla belediyelerce veya ilgili kurumlarca yaptırılan büyük ölçekli haritalara halihazır harita denir (URL-10.).

Halihazır binalar, binaların kat adedi, yollar, kaldırımlar, sokaklar, yol ve sokak dışında kalan yerlere harita üzerinde detaylı bir şekilde nirengi, RS noktaları, poligon noktaları, ait yükseklik eğrileri, ağaçlar, elektrik direkleri, ada ve parsel sınırları ve numaraları vb. detayların tamamı gösterilir. İmar planı sınırları dışında kalan yerlerde yapılacak olan yapıların ruhsat alabilmesi için mevzi imar planının dolayısıyla da halihazır haritasının hazırlanması gerekmektedir (URL-10.).

Halihazır haritalar; klasik yersel yöntemlerle, GNSS/GPS ölçme yöntemiyle ve dijital fotogrametrik yöntemlerle üretilmektedir. Klasik yöntemde ölçülen noktalar arasında görüşün bulunması gereklidir ve ölçmeler uzun zaman almaktadır. Arazide uzun süre kalınması ayrıca maliyeti de arttırmaktadır. Bu yüzden bu yöntem yerini GNSS/GPS ölçmelerine ve dijital fotogrametrik ölçme yöntemlerine bırakmıştır. Şekil 3.2'de İsmil Kasabasına ait halihazır bir görüntü görülmektedir.

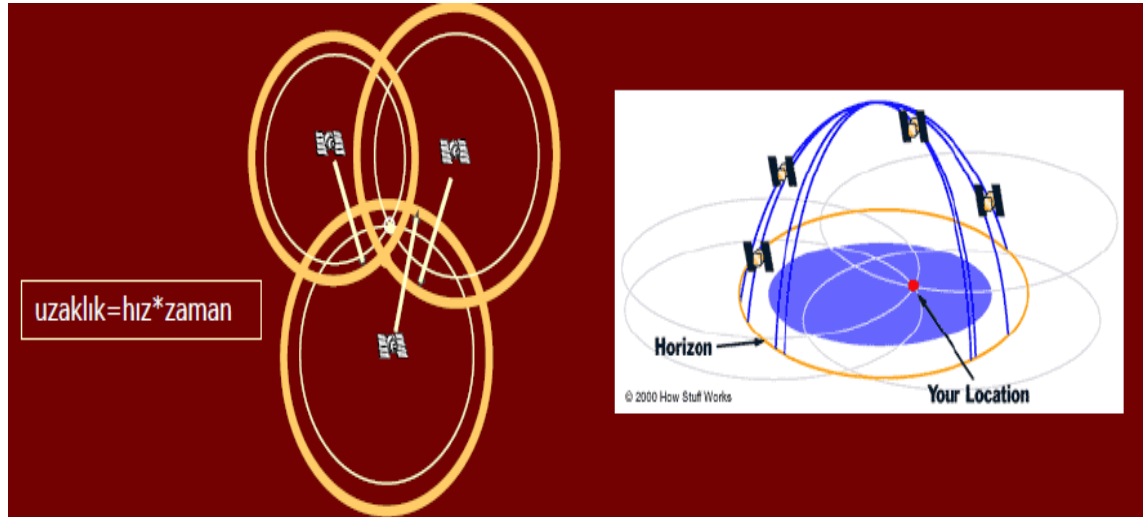


Şekil 3.2. İsmil Kasabası halihazır görüntüsü (TRGM, 2013c)

4. GLOBAL NAVİGATION SATELLİTE SYSTEMS /GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GNSS/GPS)

GNSS/GPS: Sistem, temel olarak jeodezideki en eski tekniklerden biri olan “geriden kestirme” esasına dayanır. Geriden kestirme, konumu bilinmeyen bir noktadan konumu bilinen noktalara yapılan gözlem ve hesapları kapsar (URL-4.).

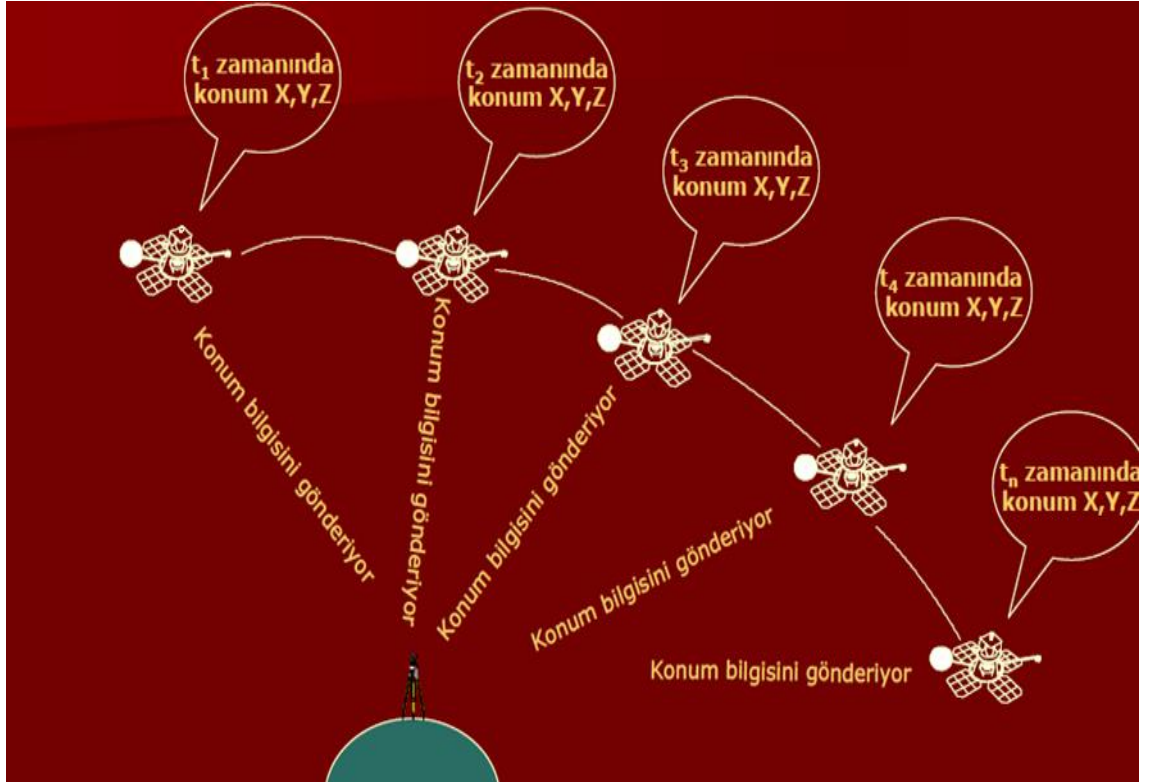
Konumu bilinen noktalar GNSS/GPS uydularıdır. Bilinmeyenler, bulunulan noktanın yer merkezli kartezyen koordinatlarıdır (X, Y, Z). Matematik kuralı olarak bu 3 bilinmeyen için 3 ölçü değeri yetiyor gibi gözükse de, saat hatalarını ortadan kaldırmak için en az 4 tane konumu bilinen uyduya ihtiyaç vardır. GNSS/GPS, 4 boyutlu bir sistemdir (3D+zaman) (URL-4.). Şekil 4.1 geriden kestirme yöntemiyle GNSS/GPS ölçme yöntemini göstermektedir.



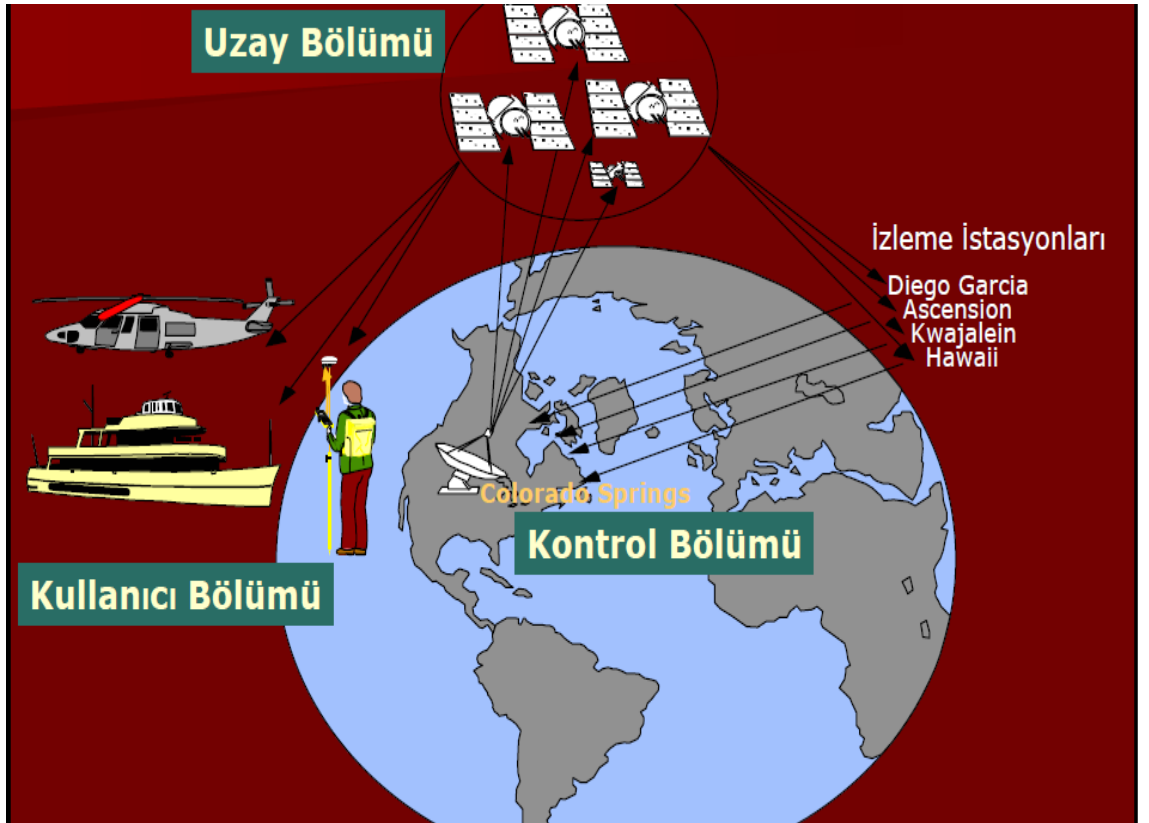
Şekil 4.1. Geriden kestirme yöntemiyle GNSS/GPS ölçme yöntemi (URL-4.)

Uydularla konum belirlemede uydu sinyallerinin bir alıcı tarafından kaydedilerek, sinyalin uydudan yayınlandığı an ile alıcıda kaydedildiği an arasında geçen süre çok hassas olarak ölçülür. Bu süre, sinyalin yayılma hızı ile çarpılarak uydu ile alıcı arasındaki mesafe belirlenir, uydunun koordinatları zamana bağlı olarak bilindiğinden, alıcının konumu hesaplanabilir. Uydular, yüksek doğruluklu atomik saatler içerirler. (uzaklık=hız*zaman). GNSS/GPS ölçmeleri üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar, uzay, kullanıcı ve kontrol bölümleridir (URL-4.).

Şekil 4.2 GNSS/GPS ölçümünü, Şekil 4.3 ise GNSS/GPS ölçme bölümlerini göstermektedir.



Şekil 4.2. GNSS/GPS ölçmeleri (URL-4.)



Şekil 4.3. GNSS/GPS Ölçme bölümleri (URL-4.)

4.1. GNSS/GPS Ölçme Yöntemleri ile Konum Belirleme

GNSS/GPS’de ölçülen noktaların cinsine, istenen duyarlılığa ve amaca göre farklı ölçme yöntemleri uygulanır. Elde edilen koordinatlar alıcı tipine, gözlem süresine, uyduların konumu ve sayısına, ölçü tipine göre değişir. Bir noktanın doğrudan doğruya dünya üzerindeki konumu (enlem, boylam, yükseklik veya X, Y, Z) belirleniyorsa buna mutlak konum belirleme denir. Birden fazla noktanın birbirine göre konumlarının belirlenmesine ise bağıl konum belirleme denir. Konumu belirlenecek nokta hareketsiz ise (nirengi, poligon, detay) statik konum belirleme; hareketli ise (uçak, gemi, tank) kinematik konum belirlemeden söz edilir. Uçak, gemi ve benzeri araçların navigasyonu amacıyla anlık (real-time) konum belirleme yapılabilir. Bu, genellikle askeri amaçlı kullanımda söz konusudur. Ölçülerin, daha hassas sonuçlar elde etmek için arazideki ölçmelerden sonra ofiste değerlendirilmesi de mümkündür (URL-4.).

Statik Ölçme: 20 km’den uzun bazların çözümünde kullanılır. Güvenilir ve yüksek duyarlık istenen çalışmalarda kullanılır. Ölçü süresi uzundur ve baz uzunluğu ile orantılıdır. Kayıt aralığı 10sn’dir (jeodezik kontrol ölçmeleri, deformasyon ölçmeleri) (URL-4.).

Hızlı Statik Ölçme: 20 km’ye kadar olan bazlar için uygundur. Gözlem süresi daha kısadır. Bu yöntemde bir alıcı, konumu bilinen nokta üzerindedir, diğeri (rover) koordinatı bilinmeyen noktalar üzerinde 5-15 dk bekletilerek gezdirilir. Güvenilirliği arttırmak için 2 sabit alıcıdan iki vektör ile ya da 1 alıcıdan iki farklı zamanda 2 vektör ile noktaya ulaşılmalıdır. Kayıt aralığı 5-10sn’dir (kontrol ölçmeleri, poligonağı ölçmeleri) (URL-4.).

Kinematik Ölçme: Dur-git: Gezici alıcı koordinatı bilinen bir noktada 5 dk. gözlem yaparak tamsayı bilinmeyeni çözülür. Alıcı devamlı açık ve en az 4 uydudan ölçü almalıdır. Kayıt aralığı 1-5 sn’ dir (açık alanlarda detay ve mühendislik ölçmeleri).

Sürekli kinematik: Alıcı, belirli zaman aralıklarında ölçü alır, kayıt aralığı 0,1 sn ’dir.

Kinematik on-the-fly: Hareket halindeyken en az 5 uydudan sürekli veri alır. Kayıt aralığı 0,1 sn ve daha azdır (URL-4.).

Şekil 4.4’te ölçme yöntemlerinin minimum ölçme süreleri ve yatay prezisyonları görülmektedir.

	min. ölçme süresi	yatay prezisyon
Statik (>20km)	1 saat	5 mm + 1 ppm
Hızlı Statik (<20km)	8-30 dk	süreye göre değişir
PP Kinematik (<50km)	2 epok	1 cm + 1 ppm
RT Kinematik (<10km)	1 epok	1 cm + 1 ppm
PP DGPS	2 epok	0,5 – 3 m
RT DGPS	1 epok	0,2 – 3 m

→ radyo-link gerekli

Şekil 4.4. Yöntemlerin karşılaştırılması (URL-4.)

4.2. GNSS/GPS Ölçmelerinde Hata Kaynakları

GNSS/GPS ölçmelerinde hatalar uydu kaynaklı, sinyal yayılması kaynaklı ya da alıcı kaynaklı olabilir.

- Uydu/Alıcı sinyal gürültüsü
- Uydu/Alıcı saat hataları
- Uydu yörünge hataları
- Atmosferik gecikme
- İyonosferik gecikme
- Troposferik gecikme
- Uydu eğim açısı
- Sinyal yayılma (multipath) etkisi
- Başlangıç faz belirsizlikleri
- Anten faz kayıklıkları
- Alıcı hataları
- Kullanıcı hataları
- Kontrol birimi hataları (Kahveci ve Yıldız, 2009; URL-4.)

GNSS/GPS ölçmelerinde oluşabilecek hataları üç esas kısımda toplamak mümkündür.

Uyduya bağlı hatalar: Uydu yörüngesindeki hatalar (uydunun tahmin edilen

konumundan farklı yerde olması) ve uydu saat hatalarıdır (GNSS/GPS zamanı ile uydu saatlerinin tam olarak eş zamanlı çalışmamasından kaynaklanmaktadır) (Ersoy, 1998).

İstasyona (alıcıya) bağlı hatalar: Sinyal yansımaları (multipath), anten faz merkezi kayıklığı, faz sıçramaları (cycle slip) ve alıcı saat hatalarıdır. Bu kısmı oluşturan hatalara, sistematik olmayan rastgele hatalarda denilebilir (Ersoy, 1998).

Sinyale bağlı hatalar: Atmosferik hatalar (Troposferik ve İyonosferik gecikme hataları) ile taşıyıcı dalga faz başlangıç belirsizliği (ambiguity) bu grubu oluşturur. Bu kısmı oluşturan hatalara, ölçüye bağlı hatalarda denilebilir (Ersoy, 1998).

4.3. GNSS/GPS' in Dezavantajları

- Tünel gibi kapalı alanlarda, sualtında ve binaların yoğun olduğu yerleşim yerlerinde GNSS/GPS ile sonuç alınamaz. Uydu görmek için açık alan gerekir.
- Ağır yağışta, güçlü radyo yayınının yapıldığı ya da yayın antenlerinin olduğu yerlerde verimli değildir.
- GNSS/GPS, koordinatları WGS-84 datumunda verilmekte, bu yüzden lokal datuma transformasyon gerekir.
- Ortometrik değil, elipsoidal yükseklik üretmektedir (URL-4).

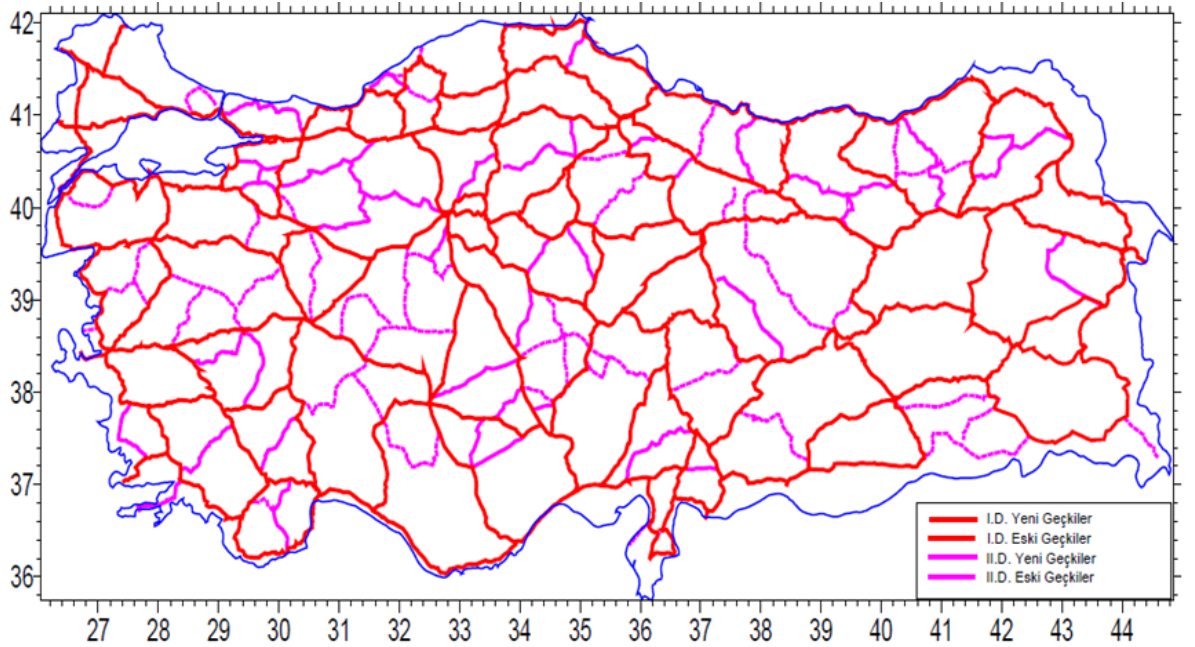
GNSS/GPS' in ülkemiz bazında efektif kullanımını sağlamak için, GNSS/GPS ile ülke sistemi arasındaki ilişkilerin tanımlanması gerekmektedir. Her iki sistemin jeodezik altyapısı farklıdır. Sistemler farklı datumlara sahiptir ve farklı koordinat sistemleri ile çalışmaktadır. GNSS/GPS ile elde edilen bir koordinat bilgisinin ülke koordinat sistemi içinde kullanılabilmesi için bazı ilişkilere ihtiyaç vardır (URL-4).

Amerika Bakanlığı Harita Dairesi (NIMA) tarafından ulusal datum olarak tanımlanmıştır. Transit uydu gözlemlerine dayalı olarak geliştirilen bu datum için birkaç GRS80, 1979 yılında Uluslararası Jeodezi Jeofizik Birliği (IGGU) tarafında referans elipsoidi olarak kabul edilmiştir. ITRF (Uluslararası Yersel Koordinat Sistemi) için de referans elipsoidi olarak seçilmiştir. WGS84 ulusal bir datumdur ancak GPS uydu yörüngeleri bu datumda yayınlandığından, bu sistemin diğer sistemlerle ilişkisi kurulmalıdır. Türkiye ulusal temel gps ağı TUTGA, ülkemizdeki GNSS/GPS kullanımının altyapısını oluşturmaktadır. Ülkedeki koordinat bütünlüğünü sağlamak için GNSS/GPS ile yapılan gözlemler TUTGA' ya bağlanmalıdır. GNSS/GPS ile yapılan çalışmaların ülke sistemi ile olan ilişkisi transformasyon ile kurulmalıdır. TUTGA; ITRF koordinat sisteminde 1-3 cm doğruluğunda, üç boyutlu koordinatları ve bu koordinatların zamana bağlı değişimleri (hızları) ile uygun yükseklik sisteminde yüksekliği (H) ve geoid yüksekliği (N) bilinen, nokta aralığı 25-30 km geodin hızlı değişim gösterdiği bölgelerde 15 km olan, olabildiğince homojen dağılımda 594

noktadan oluşan bir ağıdır (URL-4). Çizelge 4.1 GNSS/GPS ve Ülke koordinat sisteminin karşılaştırılmasını, Şekil 4.5 ise Türkiye ulusal düzey kontrol ağını göstermektedir.

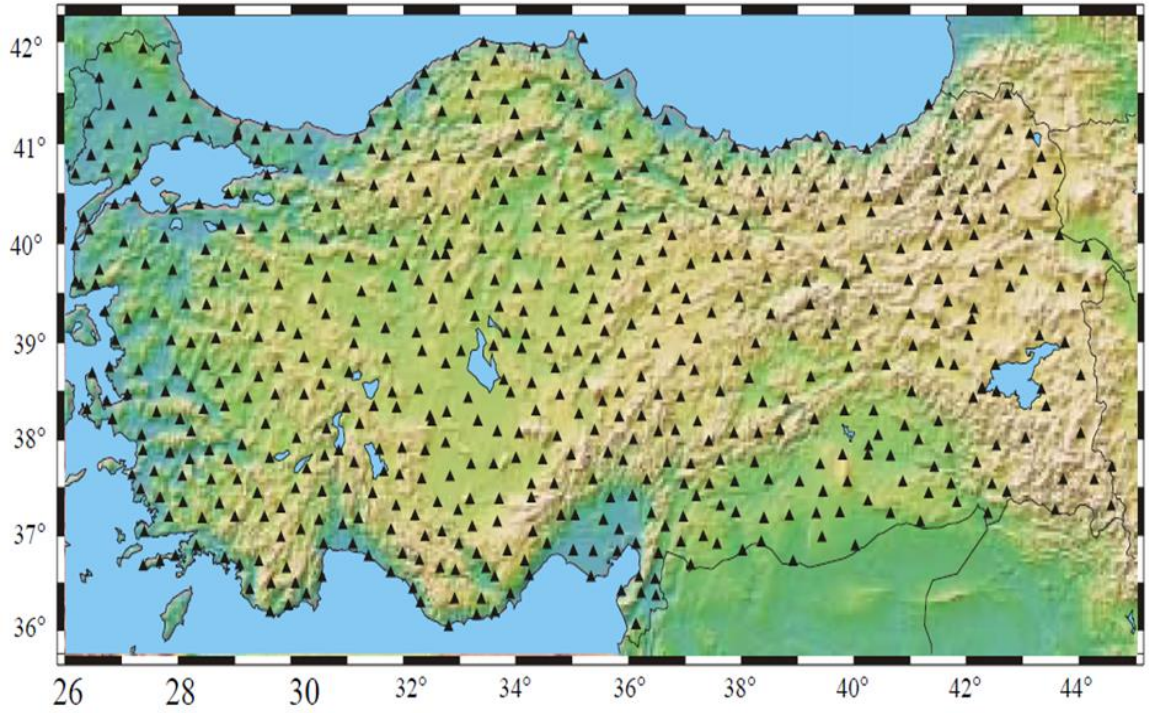
Çizelge 4.1. GNSS/GPS koordinat sistemi ve ülke koordinat sisteminin karşılaştırılması (URL-4.)

	Ülke Sistemi	GPS	TUTGA
Datum	ED50	WGS84	ITRF96
Elipsoid	Hayford	WGS84	GRS80
Koordinatlar	2D+H	3D	3D
Projeksiyon	TM, UTM	TM, UTM	TM, UTM



Şekil 4.5. Türkiye ulusal düzey kontrol ağı (HGK, 2002)

Şekil 4.6’da ise Türkiye ulusal temel gps ağı-99 (TUTGA-99A) görülmektedir.



Şekil 4.6. Türkiye ulusal temel gps ağı-99A (TUTGA-99A) (HGK, 2002)

4.4. GNSS/GPS Ölçmeleri ile Halihazır Harita Üretimi

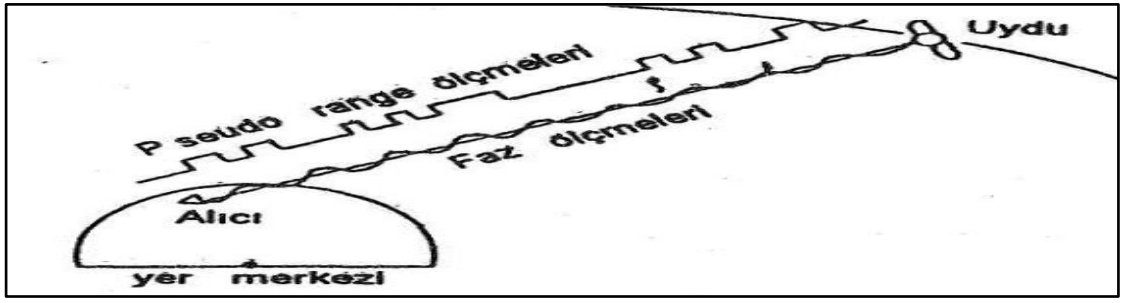
Güvenilir bir jeodezik ağı; tüm ölçme, yersel ve fotogrametrik harita yapımı ve kadastro, coğrafi/arazi bilgi sistemi gibi toprak ile ilgili çalışmalarda vazgeçilmez altlığı oluşturur. Ayrıca böyle bir ağı arazi bilgilerinin entegrasyonu, dağıtımı, soruşturulması, analizi ve kullanımında etkili bir araçtır. Dolayısıyla bu tür çalışmalardan önce duyarlı ve yeterli sıklıkta nirengi, poligon gibi duyarlı yer kontrol noktalarının varlığı gereklidir (Ersoy, 1998).

Bu amaçla kullanılan yersel yöntemler açı ve kenar gözlemlerine dayanmaktadır. Klasik ölçmelerdeki, ölçülen noktalar arasında görüş gereğinin zorunlu olması ve çok zaman alması gibi dezavantajlarına alternatif olarak, 1984 yılından itibaren yapay uydu teknikleri ile konum belirleme yöntemlerinden navstar gps ölçme sistemi ile nirengi ve poligon noktaları koordinattan duyarlı bir şekilde belirlenmektedir (Ersoy, 1998).

Ayrıca Glonass, Galileo, Compass gibi yeni sistemler olarak günümüzde yer almaktadır.

4.5. GNSS/GPS Ölçmeleri ile Nirengi ve Poligon Noktalarının Konumlaması

GNSS/GPS uydularından eş zamanlı olarak gönderilen kodlanmış sinyallerin GNSS/GPS alıcılara bağlı varış süreleri ölçülerek, hesaplanan uzaklıklardan yeryüzündeki noktaların (nirengi, poligon) konumları belirlenir. GNSS/GPS ile yer kontrol noktalarının konumları Pseudorange (uzunluk) ve faz ölçmeleri olmak üzere iki çeşit ölçü ile belirlenir (Şekil 4.8) (Ersoy, 1998).

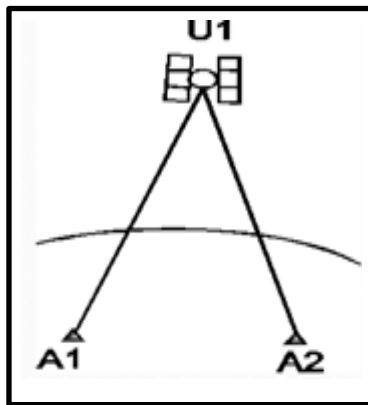


Şekil 4.7. GNSS/GPS ölçmeleri (Ersoy, 1998)

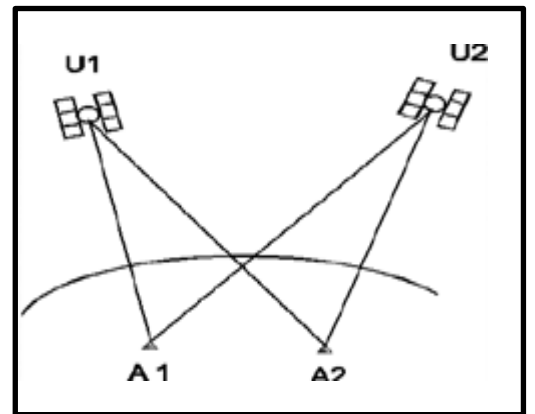
Pseudorange (uzunluk) ölçmeleri: GNSS/GPS sinyallerinin uydulardan çıkış zamanı ile sinyallerin alıcıya varış zamanı arasında geçen zaman farkının, ışık hızı ile çarpılması sonucu, uydu - alıcı arasındaki uzaklık hesaplanır. Böylece en az 4 uydudan sinyal alarak hesaplanan uzunluk ölçmeleri yardımı ile alıcı koordinat bilinmeyenleri, sinyalin türüne ve uyduların geometrisine bağlı doğruluklar ile anında mutlak olarak belirlenir. Pseudorange ile anında mutlak konumlamada, tek bir alıcı kullanılarak navigasyon amacı için yeterli duyarlık sağlanabilir (Ersoy, 1998).

Faz ölçmeleri: Yüksek duyarlık isteyen jeodezik amaçlı konum belirlemede cm veya mm düzeyinde bağıl duyarlık arandığından, en az iki veya daha fazla alıcı kullanarak taşıyıcı dalga faz farkı ölçüleri üç şekilde yapılır (Ersoy, 1998):

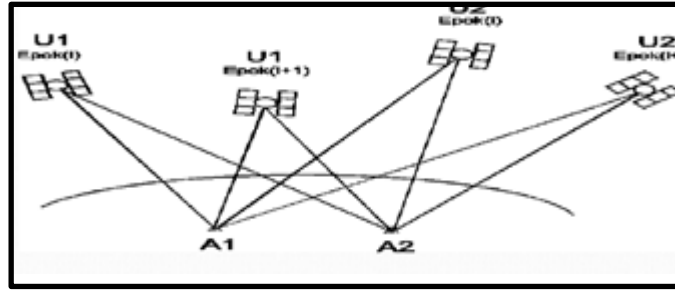
- Tekli farklar
- Çiftli farklar
- Üçlü farklar



a)



b)



c)

Şekil 4.8. a) Alıcılar arasındaki tekli fark gözlemleri

b) Alıcı-uydu ikili fark gözlemi

c) Uydu-alıcı üçlü fark gözlemi (URL-6.)

Tekli farklar denilince, iki farklı alıcı noktasında aynı uyduya eş zamanlı olarak yapılan faz gözlemleri arasındaki farklar anlaşılmaktadır (URL-6.).

İkili farklar, iki tekli farkın farkı olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, aynı epokta iki farklı uydu için oluşturulan tekli farklar arasındaki farktır (URL-6.).

Üçlü fark, iki farklı epokta oluşturulan iki ikili fark arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (URL-6.). Şekil 4.10’da tekli, ikili ve üçlü farklar görülmektedir.

Bu faz ölçmeleri sonucunda kurulan matematik modeller ile tam sayı belirsizlikleri önemli düzeyde küçültülürken, uydu - alıcı saat hataları tamamen çözülür. İyonosferik ve troposferik hataların neden olduğu atmosferik gecikme hataları kısmen giderilip, faz sıçramaları ve sinyal yansımaları gibi hatalar elimine edilerek, öngörülen doğruluğa ulaşılır (Ersoy, 1998).

4.6. GNSS/GPS Ölçülerinin Değerlendirilmesi

Günlük arazi ölçülerinin tamamlanmasından sonra ölçülerin, bilgisayarda herhangi bir GNSS/GPS yazılımı ile değerlendirilmesi ile baz vektörleri hesaplanır. Baz vektörlerinin hesaplanmasının ardından dayanak noktalarına bağlı olarak yeni noktaların ITRF sisteminde koordinatları hesaplanır. Gerekli olduğu takdirde BÖHHBÜY 2005’e (Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği) göre ITRF datumunda elde edilen koordinatlar dönüşüm hesapları ile ED50 datumuna dönüştürülür. Ayrıca harita sahasında daha önce yapılmış başka koordinat sisteminde çalışmalar var ise ITRF datumundan bu sistemler dönüşüm hesapları da yapılır. GNSS/GPS’ in doğası gereği ITRF datumunda elde edilen koordinatlardaki yükseklikler elipsoit yükseklikleridir. Geometrik nivelman ölçmeleri ya da GPS/nivelman geoidi, Türkiye geoidi ile noktalar ilişkin ortometrik yükseklikler hesaplanır.

4.7. GNSS/ GPS Ölçmelerinde Doğruluk

GNSS/GPS sistemi ile yapılan ölçülerde elde edilen duyarlılık; Konum belirlemede kullanılan yöntem, ölçü zamanındaki uyduların geometrisine (PDOP: Position Dilution of Precision), ölçü süresine ve değerlendirilmede kullanılan yazılıma bağlı olarak, üç boyutlu mutlak konum belirlemede ± 5 ile 100 m, bağıl konum belirlemede $\pm (0.01-2)$ ppm arasında değişen duyarlılıkta noktaların konumları belirlenir (Ersoy, 1998).

5. FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE HARİTA ÜRETİMİ

Fotogrametri, genel olarak, cisimler ve oluşturdıkları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotografik resimlerin ve yaydıkları elektro manyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda bu cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır. Temelde fotogrametri resim çekme noktasının konumuna göre,

- Hava fotogrametrisi
- Yersel fotogrametri olmak üzere ikiye ayrılır (SÜ ders notları, 2009).

Hava fotogrametrisi, topografik ve tematik haritaların üretimi, sayısal arazi modelleri elde etmek amacıyla kullanılır. Yersel fotogrametri ise mimaride röleve çalışmalarında, arkeolojik çalışma sahalarının röleve çalışmalarında, tıpta, trafik kazaları, kriminoloji, endüstride, açık maden havzalarında vb. disiplinlerde kısacası fotoğrafik görüntüler üzerinden üç boyutlu ölçme ve değerlendirmeye ihtiyaç duyan tüm bilim alanlarındaki kullanım şeklidir (SÜ ders notları, 2009).

Yersel fotogrametri yöntemi fotogrametrik röleve yapımında yıllardır başarı ile kullanılan bir yöntemdir. Gelişen teknoloji ile birlikte, klasik yersel fotogrametri yöntemi yerini dijital yersel fotogrametri yöntemine bırakmıştır. Dijital fotogrametri yöntemi ile bütün yöneltme ve çizim işlemleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem, otomatik yöneltme ve ölçme işlemleri, dijital üç boyutlu vektör veri, sayısal ortofoto, sayısal yüzey ve arazi modellerinin üretimi gibi birçok imkân sunmaktadır. Elde edilen sonuç ürünlerin sayısal olması, bu ürünlerin belgeleme ve fotogrametrik röleve dışında üç boyutlu modelleme, üç boyutlu verinin görselleştirilmesi, yönetilmesi ve CBS ortamında sunulması gibi farklı uygulama alanlarında da kullanılmasına olanak sağlamaktadır (SÜ ders notları, 2009).

Yastıklı (2005)'e göre, uzun yıllar boyunca kullanılan klasik yersel fotogrametri yönteminde belgeleme ve röleve amacıyla fotoğraflar metrik kameralar ile çekilmekteydi. Tarihi ve kültürel mirasın özellikleri göz önünde bulundurularak mono olarak çekilen fotoğraflar tek fotoğraf değerlendirmesi (rödröman), ya da stereo çekim durumunda analog stereo değerlendirme aletlerinde değerlendirilmekteydi. Dijital fotogrametri yöntemi ile birlikte semi metrik kameralar ya da dijital kameralar ile çekilen fotoğraflar dijital fotogrametrik değerlendirme aletlerinde aktarılmaktadır. Bütün yöneltme ve çizim işlemleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmektedir. Dijital fotogrametri yöntemi, otomatik ölçme işlemleri, dijital üçboyutlu vektör veri, sayısal ortofoto, sayısal arazi ve yüzey modelleri gibi birçok imkanlar sunmaktadır (SÜ ders

notları, 2009).

5.1. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemleri

Fotogrametri, tarihsel süreç içerisinde değerlendirme tekniklerine göre sınıflandırılırsa analog, analitik ve dijital (sayısal) fotogrametri olmak üzere gruplara ayrılabilir.

5.1.1. Analog Fotogrametri

Analog kameralarla çekilen fotoğraf çiftlerinin optik, optik mekanik ve mekanik değerlendirme aletlerinde karşılıklı ve mutlak yöneltme işlemleri sonunda stereo-modelin oluşturulmasını, değerlendirilmesini ve bu aletlere bağlanmış çizim masaları kullanılarak istenilen ölçekte çizimsel üretimlerini kapsar (SÜ ders notları, 2009).

5.1.2. Analitik Fotogrametri

Analitik fotogrametride veri olarak analog resimler kullanılmaktadır. Optik mekanik aletler bilgisayarlarla desteklenmiş ve bu şekilde fotogrametrik hesap başlamıştır. Ayrıca ürün bilgisayarda elde edildiğinden, bu ürünlerin bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerine aktarılması ve görsel efektler eklenmesi mümkündür. İç, karşılıklı ve mutlak yöneltme işlemlerinin otomatik ya da yarı otomatik olarak yapılmasına olanak sağlayan bilgisayar destekli değerlendirme aletleri üzerinde üç boyutlu modeller üzerinden değerlendirme yapılmaktadır (SÜ ders notları, 2009).

5.1.3. Dijital (Sayısal) Fotogrametri

Dijital yöntemde, fotogrametriye temel olan tüm adımlar bilgisayarlar üzerinde sayısal olarak yapılmaktadır. Bunun için gerekli olan resimler; hava fotogrametrisinde uçak ve uydu görüntüleri, yersel fotogrametri’de CCD kameraları ile elde edilen sayısal resimler ve normal resimlerin tarayıcılar yardımıyla taranıp sayısal ortama aktarılması ile sağlanmaktadır. Günümüzde dijital fotogrametri yaygın olarak kullanılmaktadır (SÜ ders notları, 2009)

5.1.3.1. Dijital (Sayısal) fotogrametrinin kullanım alanları

- Ortofoto haritaları oluşturulması (Mühendislik Ölçmeleri)
- Fotogrametrik hâlihazır yapımı (Mühendislik Ölçmeleri)
- Yapısal hareket ve deformasyonların gözlenmesi (Deformasyon Ölçmeleri)
- Köprü hareketlerinin ölçülmesi (Deformasyon Ölçmeleri)
- Baraj deformasyonlarının ölçülmesi (Deformasyon Ölçmeleri)
- Deprem ve yer kayması hasar tespiti ölçmeleri (Deformasyon Ölçmeleri)
- Karayolu tasarım ve planlama uygulamaları (Mühendislik Ölçmeleri)
- Anayol kavşaklarının detaylandırılması (Mühendislik Ölçmeleri)
- Boy ve en kesitlerin çıkartılması (Mühendislik Ölçmeleri)
- Toprak işleri hesapları (Mühendislik Ölçmeleri)
- Yapı ölçmeleri (Mühendislik Yapıları Ölçmeleri)

- Mimari ve arkeolojik uygulamalar (Mühendislik Yapıları Ölçmeleri)
- Üç boyutlu modellendirme (Mühendislik Ölçmeleri)
- Röleve ve restitüsyon projeleri (Mühendislik Ölçmeleri)
- Silüet çıkarımı (Mühendislik Ölçmeleri)
- Tünel ve yeraltı kazı ölçmeleri (Mühendislik Ölçmeleri)
- Yer kabuğu hareketlerinin tespiti (Deformasyon Ölçmeleri)
- Erozyon ölçmeleri (Deformasyon Ölçmeleri)
- Gemi inşası ve tasarımı (Mühendislik Ölçmeleri)
- Uçak ve otomobil sanayisi.(Mühendislik Ölçmeleri)
- Haberleşme antenlerinin ölçülmesi (Mühendislik Ölçmeleri)
- Kar derinliğinin ölçülmesi (Mühendislik Ölçmeleri)
- Nükleer santral ölçmeleri (Mühendislik Ölçmeleri)
- Soğutma kulelerinin gözlenmesi (Mühendislik Ölçmeleri)
- Sanayi boru sistemlerinin montajı (Mühendislik Ölçmeleri)
- Depolama tanklarının ölçümü (Mühendislik Ölçmeleri) (SÜ ders notları, 2009).

5.1.3.2. Dijital (sayısal) fotogrametri ile topoğrafik harita üretimi

Kraus (2007)' e göre sayısal fotogrametri; 1990'lı yıllardan itibaren bilgisayar ve elektronik alanındaki gelişmeler özellikle grafik işlemci teknolojisi ve sayısal görüntü işleme tekniklerinin baş döndürücü bir şekilde uygulamaya girmesiyle sayısal fotogrametrik üretim yöntemleri ortaya çıkmıştır. Halen sayısal fotogrametri teknolojiye paralel bir şekilde her geçen yıl gelişme göstermekte ve ilerlemektedir. Fotoğrafik emülsiyon ve optik kamera kombinasyonunun gelişmesi, fotoğraflarda yüksek çözünürlük ve düşük distorsiyonlu görüntülerin edilmesini sağlamıştır. Sayısal fotogrametri, raster görüntülerin yüksek çözünürlükte ve çok sayıda renklerin bilgisayarda elde edilmesi sayesinde, hızla gelişme göstermektedir. Bunların yanı sıra günümüzde bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi, güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin yapılması sayesinde sayısal fotogrametriye olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Sayısal görüntü kullanmanın çeşitli avantajları vardır (Yıldız vd., 2012).

- . Görüntüler direkt olarak bilgisayarda görüntülenebilir ve ölçülebilir,
- . Ölçme sistemleri sabittir ve kalibrasyona gerek yoktur,
- . Görüntüde iyileştirme (image enhancement) yapılabilir,
- . Sayısal görüntü işleme teknikleri, fotogrametrik ölçme ve değerlendirme işlerinin otomatik olarak yapılmasına olanak sağlar (Yıldız vd., 2012).

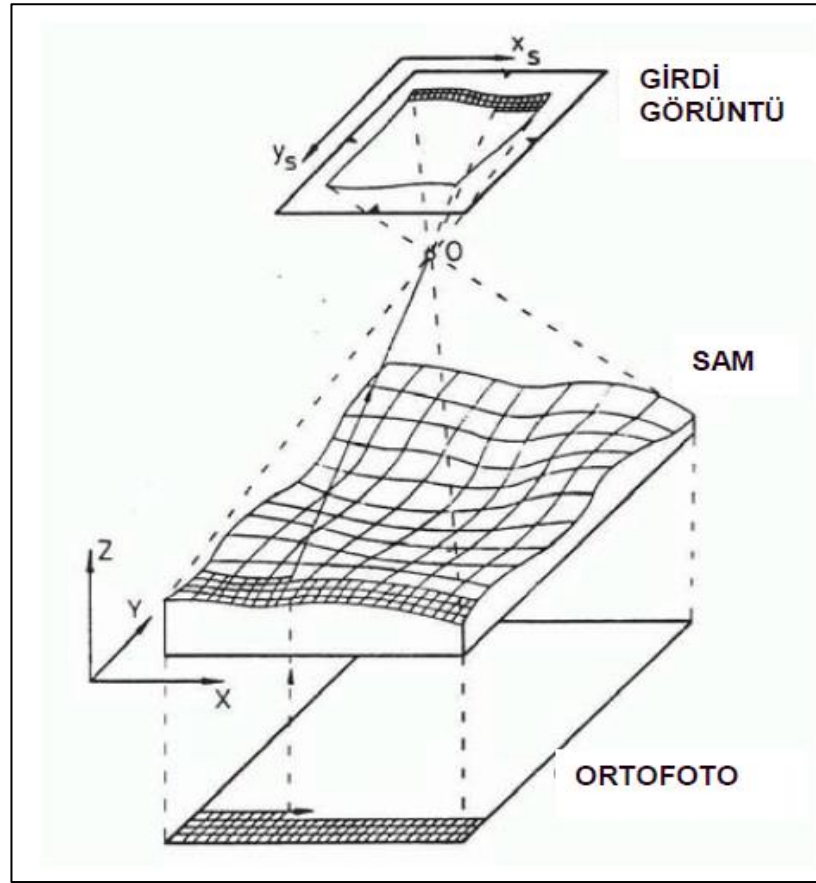
5.2. Ortofoto

Ortofoto, perspektif resimlerdeki, resim eğikliği ve arazideki yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, harita gibi belli bir ölçeği olan fotoğrafik görüntüdür. Üzerinde kartoğrafik bilgilerin (harita kenar bilgileri, gridler, eş yükselti eğrileri, isimler vs.) eklendiği ortofotolara ise ortofoto harita denir. Birden çok ortofotonun yan yana getirilerek oluşturulduğu tek bir altlık üzerindeki ortofotolara, ortofoto mozaik denir (URL-11.).

Birçok mühendislik uygulamalarında klasik (çizgisel) harita çoğu zaman ihtiyaca cevap veremediğinden sayısal haritalar ve ortofoto haritalara olan talep artmaktadır. Özellikle CBS teknolojilerinden yararlanmak için hazırlanmış coğrafi veri tabanlarına olan talebin artması da ortofoto haritalara talebi arttırmaktadır (Yıldız, 2012).

CBS 'de ortofotolar, doğrudan girdi veri olarak kullanılabilir. Bu, mevcut veri tabanlarını güncelleştirmede oldukça avantajlı bir yöntemdir. Ortofotolar, kartografik yorumlamaya maruz kalmadığından detay kaybına uğramamaktadır. Oysa, klasik haritalar yorumlama ve dönüşümler sebebiyle detayları, oldukları gerçek konumlarından farklı yerlerde gösterebilmektedirler. Ortofotoların bir avantajı da, doğrudan sayısal formda olmaları ve bir altlık olarak kolayca CBS 'ye alınabilmeleridir (Yıldız, 2012).

Ortorektifikasyon, fotoğraf veya görüntü içerisinde mevcut geometrik hataların ortadan kaldırılması işlemidir. Sonuç; üzerinde arazinin coğrafi konumunun, uzunlukların, açıların ve alanların, doğrudan ölçülebildiği planimetrik olarak doğru olan bir orto görüntüdür. Rektifiye edilmemiş bir görüntüde, bu ölçüler, rölyef ve görüntü yer değiştirmelerine bağlı olarak ancak yaklaşık olarak yapılabilir (Şahin ve Yakar, 2008). Şekil 5.1'de Wiesel (1985)' e göre ortofoto üretiminin prensipleri görülmektedir.



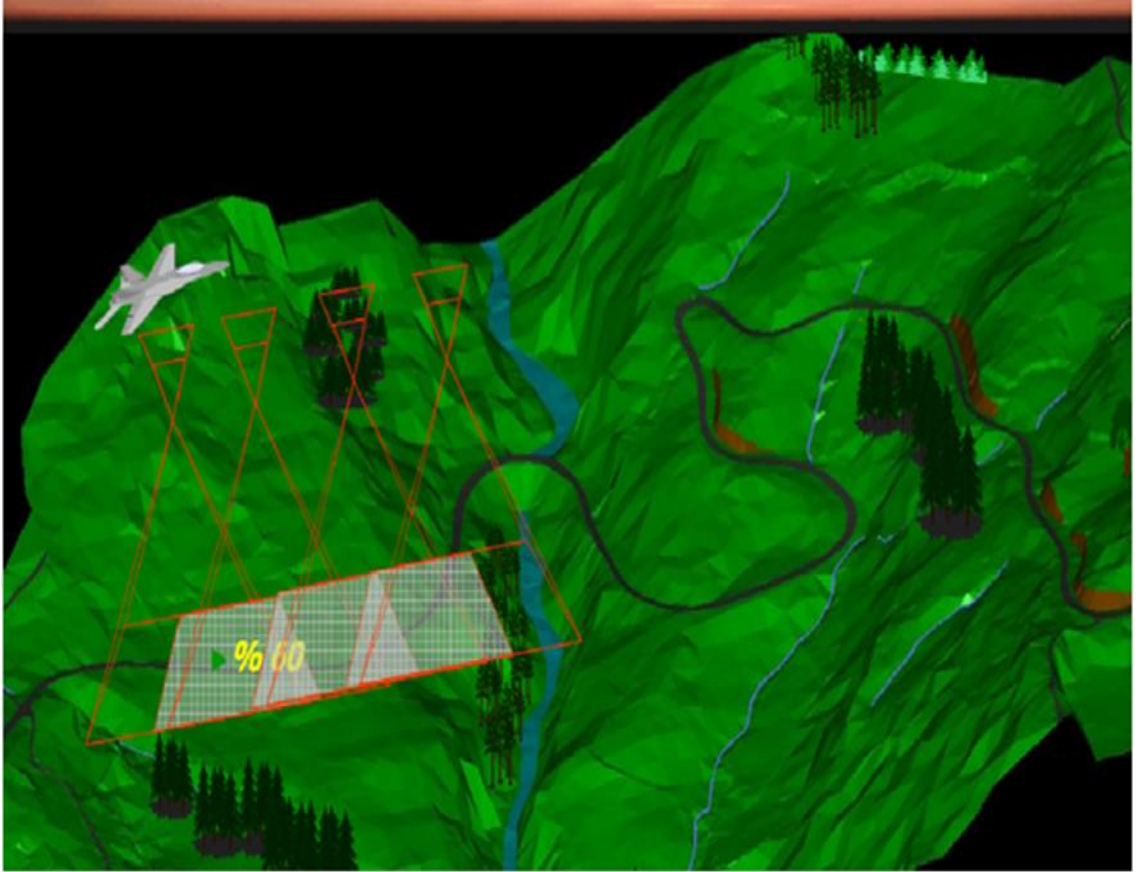
Şekil 5.1. Wiesel (1985)'e göre ortofoto üretiminin prensipleri (Şahin ve Yakar, 2008)

5.2.1. Ortofoto Harita Üretiminde İş Akışı

- Üretim ve yapım kararının alınması
- Uçuş protokolü hazırlanması
- Girdi ve verilerin hazırlanması (Raster paftalar, yükpaflar verileri, gps verileri v.b.)
- Uçuş planının hazırlanması
 - a. Uçuş planlaması için gerekli verilerin hazırlanması,
 - b. Otomatik uçuş planı hazırlama programı ile kinematik GPS uçuşu için kolon hatlarının çizilmesi ve fotogrametrik blokların oluşturulması
- Uçuş planlarının onaylanması ve uçuş grubuna teslim edilmesi
- Hava fotoğrafı alımı
 - a. Uçuş planına uygun olarak uçuşun gerçekleştirilmesi,
 - b. Uçuş protokolünün hazırlanması,
 - c. Film dizgi işlemlerinin yapılması
 - d. Eksik uçuşların ve kolon açıklarının tamamlanması,
 - e. İlave uçuş yapılması,
- Uçuş protokolü hazırlanması,
- Kinematik gps kayıtları ve rulo filmlerin yerleştirilmesi

- Foto-laboratuvar işlemleri (Banyo işlemleri) (Dijital kamerada bu işlem yapılmaz.)
- Ortofoto üretimi, mozaikleme ve sıkıştırma işlemleri
 - a. Blok, kamera ve projeksiyon sistemi bilgilerinin hazırlanması,
 - b. İç yöneltmelerin yapılması,
 - c. Taranmış paftalardan yer kontrol noktası seçimi,
 - d. Bağlama noktası seçimi,
 - e. Ölçümlerin dengelenmesi,
 - f. Görüntülerin ortorektifikasyonu,
 - g. Ortofotoğaların mozaiklenmesi,
- Mozaik görüntünün sıkıştırılması (Yıldız, 2010).

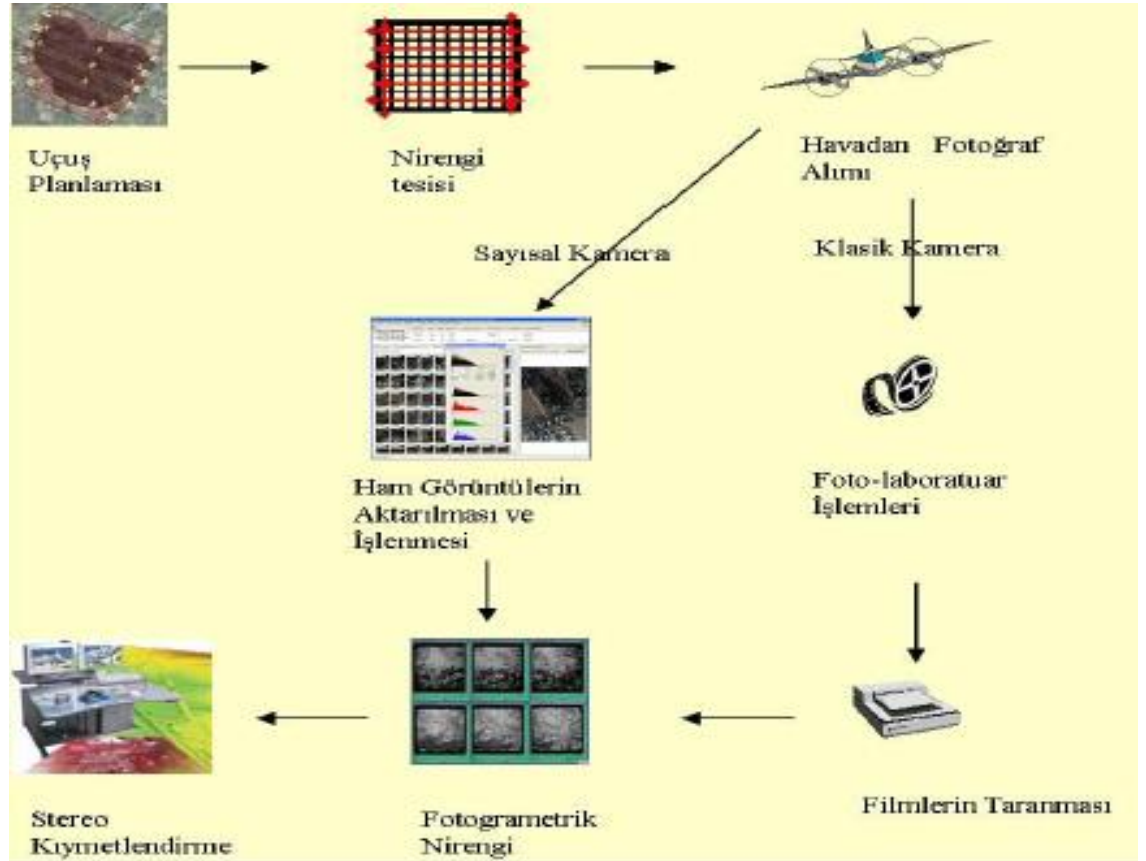
Şekil 5.2 hava fotoğrafı alımını, Şekil 5.3 filmlerin taranmasını, Şekil 5.4 analog ve sayısal fotogrametrik iş akışını, Şekil 5.5 ise sayısal kameraları göstermektedir.



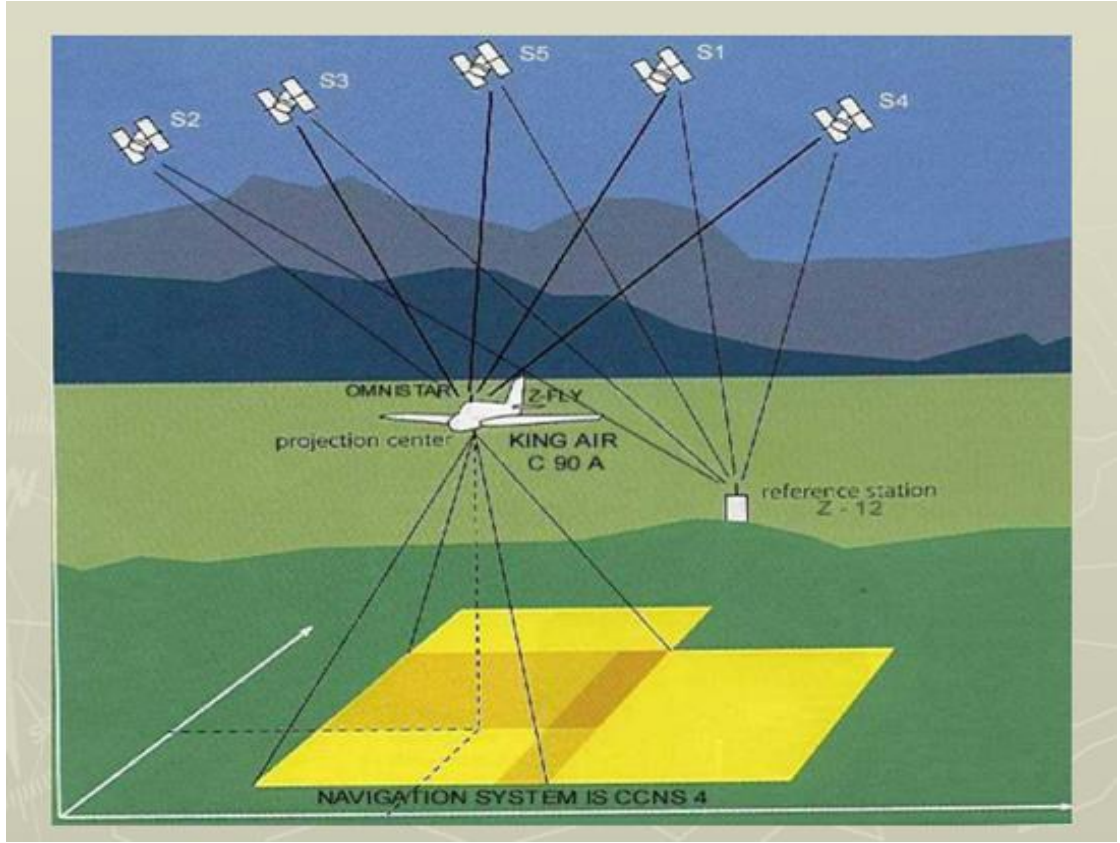
Şekil 5.2. Hava fotoğrafı alımı (Yıldız, 2010)



Şekil 5.3. Filmlerin taranması (Yıldız, 2010)



Şekil 5.4. Analog ve sayısal fotogrametrik iş akışı (Yıldız, 2010)



Şekil 5.5. Sayısal kameralar (Yıldız, 2010)

5.2.2. Ortofoto Harita Üretiminde Hata Kaynakları

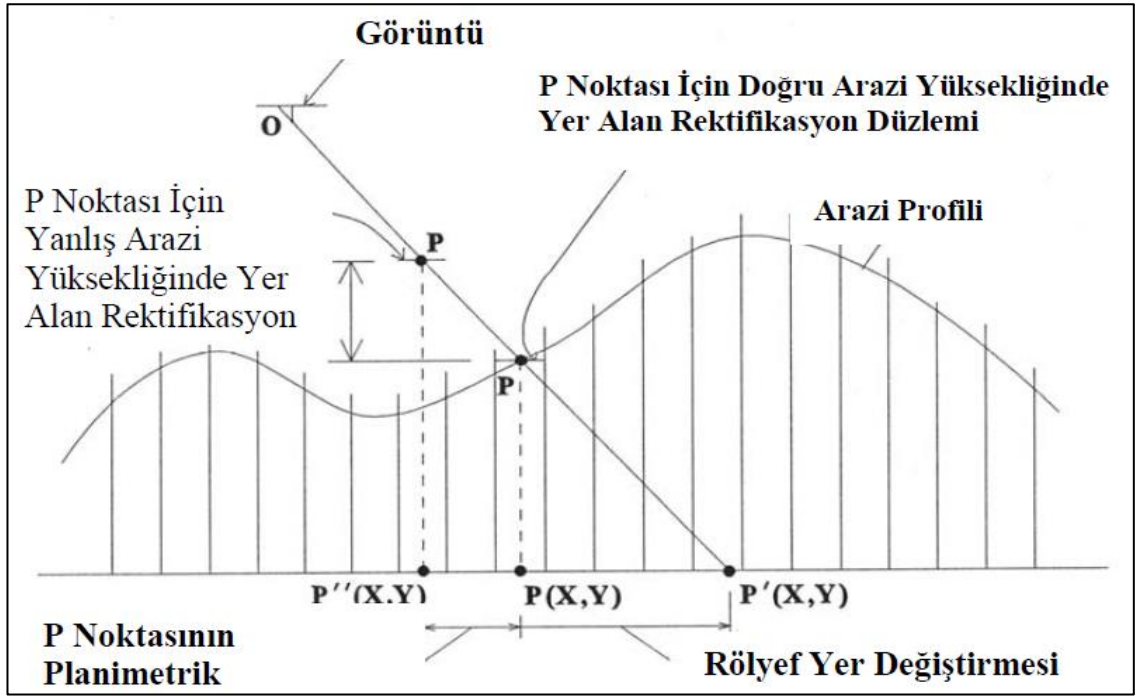
Görüntülerde geometrik hatalara sebep olan değişkenler Visser (1988)' e göre;

- Kamera ve algılayıcı yöneltmesi,
- Kamera ve algılayıcıya ilişkin sistematik hatalar,
- Topoğrafik rölyef kayıklığı,
- Dünyanın küreselliğidir (Şahin ve Yakar, 2008).

Kamera ve algılayıcı yöneltmesi, blok dengelemeyle veya tek fotoğraf kestirmesiyle, kamera ve algılayıcı yöneltmesine ilişkin parametreler belirlenir. Blok dengelemesi sırasında en küçük karelerle dengeleme tekniği kullanılarak kamera veya algılayıcının tutarsızlığına ilişkin hatalar minimize edilir (Yıldız, 2012).

Kamera ve algılayıcıya ilişkin sistematik hatalar, ek olarak, kendi kendini kalibre edici ışın demetleriyle dengeleme tekniğini, ilave parametrelerle modellemeyle birlikte kullanmak, kamera iç geometrisine ilişkin sistematik hataları giderir (Yıldız, 2012).

Topoğrafik rölyef kayıklığının etkileri ortorektifikasyon işlemi sonucunda elimine edilir (Yıldız, 2012). Şekil 5.6, Diferansiyel rektifikasyon konseptinin bir gösterimidir.



Şekil 5.6. Diferansiyel rektifikasyon konseptinin bir gösterimi (Aslanbek, 2009)

Kraus ve Waldhausl (1993)'e göre görüntü noktalarının ortografik konumları, rektifikasyon parçaları olarak adlandırılan bir rektifikasyon düzlemi, bir arazi profili boyunca düzenli aralıklarla yerleştirilerek belirlenir. Rektifikasyon düzlemi, her bir parça için arazinin ortalama yüksekliğine yerleştirilir ve parça içindeki görüntü verisi bu düzleme yataylanmış olur. Şekil 5.6 bu durumu göstermektedir (Arslanbek, 2009).

Boniface (1996), rektifikasyonu (yataylama/düşeye çevirme), veri kümesi koordinatlarının, referans sistemi olarak adlandırılan başka bir grid veya koordinat sistemine dönüşümü olduğunu ve bir görüntü verisini, disk üzerinde rektifiye etme (yataylama) işlemi; aşağıdaki adımları içerir diye belirtmiştir:

- 1.Yer kontrol noktalarının (YKN) seçilmesi
- 2.Bir dönüşüm hesaplanması
- 3.Yeni bir koordinat bilgisi taşıyan bir çıktı görüntünün oluşturulması (Şahin ve Yakar, 2008).

Ortogörüntülerin doğruluğu birçok değişkene bağlıdır. Bunlardan birisi yöneltme parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan model, görüntü ve yer uzayları arasındaki dönüşümün fiziksel konumunun bir temsilcisidir. Bu model bütün görüntüyü düzeltir ve ayrıca araziye bağlı distorsiyonları da dikkate alır (Yıldız, 2012).

YKN, görüntünün alım anındaki algılayıcının konumunun yöneltmesini hesaplamakta kullanılır. Standart fotogrametrik algoritmalar kullanılır. Algılayıcı sistemin konumu

altı parametre ile ifade edilir. ($X, Y, Z, \omega, \phi, \kappa$). Bu parametreler sayısal görüntünün her bir pikselinin yer yüzeyindeki tam karşılığını bulmada kullanılır (Yıldız, 2012).

Diğer bir önemli konu da; YKN`nın görüntüdeki dağılımı ve dengeleme yapmak için gerekli ilave YKN sayısıdır. Ortofoto için gerekli YKN, ortofoto piksel konumlarındaki hatayı azaltmak için genellikle yer ölçmeleriyle elde edilir. Farklı olarak YKN ölçümleri fotoğraflar veya bölgenin basılı haritalarından elde edilebilir. Ortogörüntü üretimi nesne uzayı ve görüntü uzayı arasındaki bağıntıyı belirlemede uzay geriden kestirmesi yöntemini kullanır. Bundan dolayı, YKN`lerin doğruluğu, ortofoto doğruluğunu etkiler. Ortogörüntünün mutlak doğruluğu da YKN`nin kalitesine bağlıdır (Yıldız, 2012).

5.2.3. Ortofoto Üretiminde Sayısal Yükseklik Modeli Oluşturma

Arazinin yol açtığı yer değiştirmelerini ortadan kaldırarak görüntüyü, ortogonal bir projeksiyona dönüştürür. SYM`nin doğruluğu, ortofotodaki planimetrik doğruluğu etkilediği için, sayısal orto-rektifikasyon işleminde önemli bir rol oynar. SYM`lerin doğruluğu, kaynak veri ölçeği, çözünürlük ve kalite, SYM grid aralığı ve işlem algoritmaları gibi bir takım faktörlere bağlıdır.

Bir ortofotonun doğruluğu temel olarak, SYM`nin doğruluğunun fonksiyonuna ve sonuç enterpolasyon hatalarına bağlıdır. Eğer her ortofoto pikseli için bir SYM noktası varsa hiçbir enterpolasyon gerekmez ve enterpolasyon hataları yer almaz. Bu miktarlarda SYM toplamak gerçekçi değildir. Gerçekte SYM için daha büyük aralıklar kullanılır (Yıldız, 2012).

5.2.4. Sayısal Ortofotoların Kalitesine ve Doğruluğuna Etki Eden Faktörler

Hava fotoğraflarından üretilen ortofotoların kalitesi aşağıdaki elemanlara bağlıdır:

- Kamera kalitesi ve odak uzaklığı,
- Fotoğraftan sonuç ürün ölçeğine büyütme,
- Diapozitiflerin yoğunluk oranı veya tarayıcı pikselindeki bitlerin kalitesi,
- Tarayıcının işlenmemiş ham veri tarama kalitesi ve geometrik doğruluğu,
- Mikron veya fotoğraf ölçeğindeki dpi ile ifade edilen tarama örneklerinin kalitesi,
- Yer kontrol noktalarının işaretleme ve koordinat doğruluğu,
- Diferansiyel düşeye çevirme yöntemleri,
- Arazi birimlerinde ifade edilen sonuç piksellerin boyutu,
- Diferansiyel düşeye çevirmeden sonra otomatik radyometrik düzeltme,
- Kontrol noktalarının seçimi,
- Kamera odak uzaklığına bağlı olan arazi veya binadaki varyans,
- SYM verilerinin yoğunluğu ve kalitesidir (Yılmaz, 2002).

SYM için veri kaynakları değişebilir, fakat genelde veriler topoğrafik haritalardan ve hava fotoğraflarından toplanır. Veri toplama yönteminin seçimi, verinin ulaşılabilirliği, doğruluk, üretim zamanı, maliyet gibi birçok faktöre bağlıdır. Verilerin toplanmasındaki yöntemler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Alkanaka vd., 2002).

Çizelge 5.1. Veri toplama yöntemleri SAM (Şahin ve Yakar, 2008)

Kaynak Grubu	Kaynak Cinsi
Mevcut Harita ve Dökümanlar	Mevcut çizgisel haritalar Raster ekran görüntüleri Mevcut dökümanlar Ortofoto haritaları
Fotoğraf ve Görüntüler	Hava fotoğrafları Uzaktan algılama görüntüleri (ikonos,quickbird, landsat, spot, radar, vb.)
Algılayıcı Verileri	Lazer tarama verileri SAR verileri İnterferometrik SAR verileri
Arazi	Elektronik takeometre ölçüleri GPS ölçüleri (sayısal topoğrafik veri toplama sistemleriyle yapılan ölçüler)
CBS	Sayısal formatta coğrafi bilgi dosyaları

Mutlak doğru bir harita olmadığı gibi, mutlak doğru bir sayısal yükseklik modeli (SYM) de bulunmamaktadır. Bütün SYM 'ler, bir takım ilişkili faktörlere bağlı olarak bazı hatalar içerirler. Haritacılıkta, tek doğru durum, arazi yüzeyinin kendisidir. Mutlak doğruluk ölçmeyle elde edilemeyeceğinden, herhangi bir arazi ölçmesinin, fotogrametrik yöntemle yapılan ölçmelerin veya tamamlanmış bir harita üzerinden yapılan ölçmelerin doğruluğu; belli bir doğruluk seviyesine kadar yapılmış ölçülerle karşılaştırılarak elde edilebilir (Shearer,1994, Şahin ve Yakar, 2008).

Koçak (1998), SYM'lerin otomatik korelasyon yöntemlerinden elde edilen algoritmalar kullanılarak stereo görüntülerden kolaylıkla elde edilebildiğini belirtmiştir. Otomatik

görüntü korelasyonu, bir stereo çiftteki bindirmeli iki görüntünün aynı anda sayısal analizine dayanır. SYM'lerinin otomatik üretiminde kullanılır, olarak belirtmiştir. (Şahin ve Yakar, 2008).

Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler, analog ortofoto üretiminde karşılaşılan problemleri büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır. Örneğin analog ortofotoda bir paftanın bir resimle kapatılma koşulu bulunmaktadır. Görüntülerin sayısal olması, bunların en uygun şekilde birleştirilmesini sağlamaktadır. Sayısal teknolojinin sağladığı olanaklar:

- Optik-mekanik ve analitik ortoprojektörlerin düşeye çevirme inceliği, mekanizmaları ile sınırlıdır.
- Ortofoto mozaik elde etmek için ve geniş bir alanı tek bir ortofoto ile temsil etmek için ortofotolar blok halinde birleştirilmelidir.
- Vektör bilgiler ek bir çalışma yapılmadan bilgisayar ortamında eş zamanlı olarak görüntülenebilir (Yıldız, 2012).

5.3. Sayısal Kamera Sistemlerinin Getirdiği Avantajlar

LineScan kameralar ile (1m gsd ile) orto-görüntü üretimi için en uygun koşulları sağlarlar. Framebased kameralar ise daha çok harita üretimi projeleri için elverişli kameralardır. Çok genel olarak sayısal kameralar, analog kameralara göre %15 tasarruf sağlarlar (Yıldız, 2010).

Bunun nedenleri;

- Film gerekmez,
- Foto- laboratuvar işlemleri gerekmez,
- Film taramaya gerek yoktur,
- Masrafların geri dönüşü daha kısa sürede olur.

Sayısal hava kamerası ile elde edilen görüntülerin radyometrisinin, kontrastının, netliğinin ve dolayısıyla detay teşhis edilebilirliğinin iyi olması, kıymetlendirme esnasında daha fazla sayıda detayın daha doğru olarak teşhis edilmesini olanaklı kılmış ve kıymetlendirilen detayların nitelik ve niceliğine olumlu katkı sağlamıştır (Yıldız, 2010).

Şekil 5.7. Analog ve sayısal kamera ortofotosunu göstermektedir.



Şekil 5.7. Analog ve sayısal kamera ortofotosu (Yıldız, 2010)

Operatörler tarafından kıymetlendirilen detayların sayısı, doğruluğu ve tamlığı artmakta ve arazideki topoğrafik bütünleme ihtiyacı ve bütünleme çalışmalarının süresi azalmaktadır.

Diğer bir avantaj, operatör tarafından yapılan iç yöneltme işleminin ortadan kalkmasıdır.

İç yöneltmede operatör tarafından veya otomatik olarak yapılan ölçüm esnasında oluşan hatalar önlenmiş olmakta ve bu durum operatöre zaman kazandırmaktadır.

Sayısal hava kamerasının ortofoto üretimi sürecine etkisi en çok üretim hızı ve ortofoto kalitesinde görülür. GPS/IMU ile desteklenmiş sayısal hava kamerası görüntüleri ile hızlı şekilde ortofoto üretimi gerçekleştirilebilmektedir (Yıldız, 2010).

Şekil 5.8 analog ve sayısal hava kamerası ortofotolarını göstermektedir.



a)

b)

Şekil 5.8. a) 1/16000 Ölçekli Analog Hava Kamerası Ortofotosu

b) 1/60000 Ölçekli Sayısal Hava Kamerası Ortofotosu
(Yıldız, 2010)

Sayısal hava kameralarında kullanılan düşük odak uzaklığına sahip mercekler görüntülerde panoramik bozulmalara sebep olmaktadır. Sayısal hava kamerasıyla alınmış görüntülerde binaların yan yüzleri görülürken diğer görüntüde binalar yukarıdan görülmektedir (Yıldız, 2010).

6. SAYISAL UYGULAMA

Bu çalışmada, toplulaştırma uygulama bölgelerinden olan Konya ili Karatay ilçesi, İsmil Kasabası, Konya ili Karatay ilçesi Karakaya Köyü ve Çumra ilçesi Güvercinlik Kasabası çalışma bölgeleri olarak seçilmiştir.

Proje sahasından olan İsmil Kasabası, Konya il merkezine 52 km uzaklıktadır. Yerleşim birimi, deniz seviyesinden yaklaşık 1000 metre yüksekliktedir. Proje sahası genelde düz bir topoğrafik yapıya sahiptir. Coğrafi tetkiklerde İsmil Ovası olarak ta adlandırılan proje sahası, Büyük Konya Ovası'nın bir parçasıdır. Proje sahası içerisinde toplam 6159 parsel olup, 28272 hektarlık bir arazi varlığına sahiptir. Ortalama parsel büyüklüğü 45.90 dekadardır. İşletme sayısı 4694 adettir (TRGM, 2013c). İsmil Kasabasında toplulaştırma çalışmaları da devam etmektedir. Şekil 6.1'de İsmil Kasabasına ait bir uydu görüntüsü görülmektedir.



Şekil 6.1. İsmil Kasabası uydu görüntüsü (URL-8.)

Şekil 6.2' de İsmil Kasabasının ortofotosu gösterilmektedir. Şekil 6.3' te ise İsmil Kasabası'nın bir bölümünün halihazır görüntüsü görülmektedir.



Şekil 6.2. İsmil Kasabası ortofotosu (TRGM, 2013a)



Şekil 6.3. İsmil Kasabası'nın bir bölümünün halihazır görüntüsü (TRGM, 2013a)

Proje sahasından, aynı zamanda toplulaştırma uygulama bölgelerinden olan Konya ili Karatay ilçesi İsmil Kasabasında ortofoto ile yapılan nirengi ölçmeleri, GNSS/GPS yöntemiyle yapılan nirengi ölçmeleriyle karşılaştırılmıştır. Çizelge 6.1'de İsmil

Kasabası fotogrametrik kontrol noktalarının arazi koordinatları gösterilmiştir. Çizelge 6.2’de ise İsmil Kasabasında GNSS/GPS yöntemiyle yapılan nirengi ölçüm sonuçları görülmektedir.

Çizelge 6.1. İsmil Kasabası fotogrametrik kontrol noktalarının arazi koordinatları

Nokta no	y(m)	x(m)	H(m)
N.215	480164.521	4188030.678	998.065
N.217	493339.792	4188064.702	999.906
N.220	515324.218	4188016.967	1047.194
N.226	506654.838	4179542.484	1006.420
N.238	495598.986	4171278.979	1002.325
N.239	502159.376	4171446.532	1002.102
N.241	515620.200	4171050.458	1000.440

Çizelge 6.1’deki nirengiler aynı zamanda GNSS/GPS ile de iki oturum şeklinde ölçülmüş, iki oturum sonucunda çizelge 6.2 ’deki koordinatlar bulunmuştur.

Çizelge 6.2. İsmil Kasabası GNSS/GPS ölçmeleri ile elde edilen nirengi noktalarının koordinatları

Nokta No	I. oturum			II. oturum		
	y(m)	x(m)	h(m)	y(m)	x(m)	h(m)
N.215	480164.462	4188030.561	1033.944	480164.468	4188030.566	1033.938
N.217	493339.880	4188064.675	1035.497	493339.907	4188064.671	1035.511
N.220	515324.188	4188016.933	1082.742	515324.209	4188016.931	1082.753
N.226	506654.817	4179542.398	1041.749	506654.802	4179542.358	1041.753
N.238	495598.964	4171278.932	1037.630	495598.953	4171278.955	1037.645
N.239	502159.291	4171446.520	1037.324	502159.305	4171446.54	1037.312
N.241	515620.165	4171050.387	1035.604	515620.159	4171050.393	1035.600

Çizelge 6.3’ten de görüleceği üzere; sabah ve öğleden sonra olmak üzere nirengiler 2 oturum olarak ölçülmüş, ölçmeler arasındaki farklar gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre ölçmeler arasında 2.7 cm ile 2 mm arasında farklar bulunmaktadır.

Çizelge 6.3. GNSS/GPS ölçmelerinden elde edilen koordinat farkları

Nokta no	dy (m)	dx (m)	dh (m)
N.215	-0.006	-0.005	0.006
N.217	-0.027	0.004	-0.014
N.220	-0.021	0.002	-0.011
N.226	0.015	0.04	-0.004
N.238	0.011	-0.023	-0.015
N.239	-0.014	-0.02	0.012
N.241	0.006	-0.006	0.004

Çizelge 6.4. GNSS/GPS ölçmelerinden elde edilen nirengilerin ortalama koordinatları

Nokta no	y (ort.)	x (ort.)	h(ort.)
N.215	480164.465	4188030.564	1033.941
N.217	493339.894	4188064.673	1035.504
N.220	515324.199	4188016.932	1082.748
N.226	506654.810	4179542.378	1041.751
N.238	495598.959	4171278.944	1037.638
N.239	502159.298	4171446.530	1037.318
N.241	515620.162	4171050.390	1035.602

Arazi toplulaştırma çalışmalarında fotogrametrik yöntem ve GNSS/GPS ölçmeleriyle elde edilen koordinatlar arasındaki farklar da çizelge 6.5’ te gösterilmiştir.

Çizelge 6.5. Fotogrametrik yöntem ve GNSS/GPS ölçmeleri ile elde edilen nirengi noktalarının koordinatlarının farkı

Nokta No	dy (m)	dx(m)
N.215	0.056	0.114
N.217	-0.102	0.029
N.220	0.019	0.035
N.226	0.028	0.106
N.238	0.027	0.035
N.239	0.078	0.002
N.241	0.038	0.068
Ortalama	0,021	0,056

Çizelge 6.5'te de görüleceği üzere fotogrametrik koordinatların GNSS/GPS koordinatlarından farkı 11cm ile 2 mm arasında olup, büyük ölçekli yapım yönetmeliği Madde 94 b bendi “İzdüşüm koordinatları arasındaki farklar (dx, dy) 15 cm'yi geçemez” e uygundur.

Uluslararası kabullere göre, dijital fotogrametri için belirtilen;

$$\Delta X \leq \text{Yer Örnekleme Aralığı} \quad (6.1)$$

$$\Delta Y \leq \text{Yer Örnekleme Aralığı} \quad (6.2)$$

$ds = (30\text{cm} * \sqrt{2} = 42\text{cm})$ 'den küçük olmalıdır. Yükseklikler için de BÖHHBÜY Madde 96 c bendine (Bu noktaların ölçülen ve eş yükseklik eğrilerinden hesaplanan yükseklikleri arasındaki farkların %90'ı, eş yükseklik eğrisi aralığının 1/3'ünden, %10'u da bir düzeç eğrisi aralığının 1/2' sinden fazla olamaz.) uygundur.

$$\Delta H \leq \text{Eşyükseklik eğrisi aralığı} / 3 \quad (6.3)$$

$\Delta H = 5 \text{ m} / 3 = 1.67 \text{ m.}$ den küçük olmalıdır.

Proje sahasından olan Konya ili Karatay ilçesi İsmil Kasabasında ortofoto ile yapılan detay ölçmeleri, GNSS/GPS yöntemiyle yapılan detay ölçmeleriyle karşılaştırılmış, sonuçlar Çizelge 6.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. Konya-Karatay-İsmil Kasabası fotogrametrik ve jeodezik detay ölçümleri ve karşılaştırılması

Pafta adı	Fotogrametrik değerler			Jeodezik değerler			Farklar		
	N.n	x	y	N.n	x	y	dx	dy	ds
M30A21B	769	504166.89	4184439.15	769	504166.65	4184438.92	0.24	0.23	0.33
	770	504148.58	4184433.03	770	504148.8	4184432.89	-0.22	0.14	0.26
	771	504136.3	4184433.74	771	504136.47	4184433.88	-0.17	-0.15	0.22
	772	504114.36	4184442.10	772	504114.12	4184441.90	0.24	0.20	0.31
	773	504113.47	4184439.16	773	504113.5	4184438.94	-0.04	0.22	0.22
	774	504149.33	4184424.93	774	504149.14	4184424.77	0.19	0.16	0.25
	775	504120.97	4184401.80	775	504120.77	4184401.90	0.20	-0.10	0.22
					Ortalama hata		0.08	0.10	0.30
M30D01B	776	503606.52	4177284.16	776	503606.44	4177283.96	0.08	0.20	0.21
	777	503575.03	4177269.19	777	503575.23	4177269.49	-0.20	-0.30	0.36
	778	503580.93	4177255.52	778	503581.07	4177255.32	-0.14	0.20	0.24
	779	503592.98	4177252.56	779	503592.72	4177252.76	0.26	-0.20	0.33
	780	503596.19	4177243.55	780	503595.93	4177243.63	0.26	-0.08	0.27
	781	503622.02	4177240.83	781	503622.17	4177241.06	-0.15	-0.24	0.28
	782	503610.27	4177277.19	782	503610.47	4177277.28	-0.20	-0.08	0.22
					Ortalama hata		0.00	0.06	0.32
M29C10A	783	496681.45	4172746.77	783	496681.25	4172746.87	0.20	-0.10	0.22
	784	496678.81	4172751.44	784	496678.69	4172751.25	0.12	0.20	0.23
	785	496673.45	4172750.56	785	496673.57	4172750.34	-0.12	0.22	0.25
	786	496669.38	4172750.24	786	496669.58	4172750.04	-0.20	0.20	0.28
	787	496661.17	4172755.54	787	496661.47	4172755.50	-0.30	0.04	0.30
	788	496653.48	4172753.74	788	496653.48	4172753.38	0.00	0.36	0.36
	789	496646.73	4172752.74	789	496646.57	4172752.51	0.16	0.24	0.29
	790	496659.72	4172733.69	790	496659.57	4172733.41	0.15	0.28	0.32
					Ortalama hata		0.00	0.18	0.28

Çizelge 6.6’da görüleceği üzere dx, dy en fazla 30 cm ile en az 6 cm arasında olup, yönetmeliğin öngördüğü doğruluk değerlerini sağlamaktadır, ds farkları da 42 cm’nin altında olduğundan yönetmeliğin öngördüğü kriterleri sağlamaktadır.

Çizelge 6.7. Konya-Karatay-İsmil Kasabası fotogrametrik ve jeodezik yükseklik ölçümleri ve karşılaştırılması

Pafta adı	Nokta no	x	y	Fotogrametrik modelden elde edilen	Jeodezik	Farklar
				Yükseklik	Yükseklik	dh
M30A21B	7089	504016.69	4184586.01	1007.90	1007.62	0.28
	7090	504021.49	4184590.99	1008.34	1008.58	0.24
	7091	504026.47	4184596.17	1008.80	1008.55	0.24
	7092	504032.69	4184602.63	1009.36	1009.04	0.32
	7093	504038.66	4184608.83	1009.91	1010.14	0.24
	7094	504047.07	4184614.12	1011.29	1010.98	0.31
	7095	504055.66	4184619.71	1012.82	1013.08	0.27
	7096	504062.10	4184625.92	1014.04	1014.28	0.24
				Ortalama hata		0.27
M30D01B	7097	503678.58	4177317.71	1001.42	1001.16	0.26
	7098	503676.47	4177310.66	1001.36	1001.71	0.35
	7099	503673.86	4177301.95	1001.29	1001.30	0.01
	7100	503671.67	4177294.65	1001.23	1001.05	0.18
	7101	503669.06	4177280.08	1001.17	1000.92	0.25
	7102	503669.72	4177269.85	1001.22	1001.47	0.25
	7103	503670.34	4177260.08	1001.25	1001.09	0.17
	7104	503671.23	4177246.23	1001.31	1001.55	0.24
				Ortalama hata		0.21
M29C10A	7081	496603.71	4172831.57	999.96	999.75	0.21
	7082	496596.41	4172826.81	1000.45	1000.74	0.28
	7083	496587.28	4172820.81	1000.61	1000.35	0.25
	7084	496572.85	4172811.33	1000.85	1001.10	0.25
	7085	496565.57	4172806.54	1000.97	1000.68	0.29
	7086	496556.67	4172800.69	1001.12	1001.38	0.26
	7087	496545.86	4172794.01	1001.12	1000.82	0.29
	7088	496536.79	4172788.77	1000.96	1001.20	0.24
				Ortalama hata		0.26

Çizelge 6.7’den de görüleceği üzere fotogrametrik ve jeodezik olarak ölçülen detayların yüksekliklerindeki farklar en fazla 35 cm ile en az 1 cm arasında değişmektedir. Bu değerler de 1/5000 ölçekli haritalar için (6.3) de belirtilen 1.67 m sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir. Hatta elde edilen bu farklar, 1/2000 ölçekli haritaların çizim hassasiyetini bile sağlamaktadır.



Şekil 6.5. Güvercinlik Kasabası uydu görüntüsü (URL-7.)

Proje sahası olan Konya ili Karatay ilçesi Güvercinlik Kasabasında ortofoto ile yapılan detay ölçmeleriyle, GPS ile yapılan detay ölçmeleri karşılaştırılarak aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Çizelge 6.8. Konya-Çumra-Güvercinlik Kasabası fotogrametrik ve jeodezik detay ölçmeleri ve karşılaştırılması

Pafta adı	Fotogrametrik değerler			Jeodezik değerler			Farklar		
	N.n	x	y	N.n	x	y	dx	dy	ds
M29C08B	791	489184.32	4171917.75	791	489184.16	4171917.45	0.16	0.30	0.34
	792	489191.92	4171918.81	792	489191.86	4171919.19	0.06	-0.38	0.38
	793	489196.65	4171924.29	793	489196.91	4171924.45	-0.30	-0.16	0.30
	794	489203.78	4171925.78	794	489203.62	4171925.7	0.16	0.08	0.18
	795	489217.5	4171915.86	795	489217.58	4171915.68	-0.08	0.18	0.20
	796	489221.05	4171907.63	796	489220.93	4171907.91	0.12	-0.28	0.30
	797	489223.24	4171899.91	797	489223.08	4171899.69	0.16	0.22	0.27
					Ortalama hata		0.05	0.02	0.32
M29C17C	798	486700.07	4158588.33	798	486700.27	4158588.52	-0.20	-0.19	0.28
	799	486686.38	4158550.81	799	486686.15	4158550.92	0.23	-0.11	0.26
	800	486662.28	4158554.04	800	486662.32	4158554.24	-0.04	-0.20	0.20
	801	486626.94	4158582.18	801	486627.09	4158581.96	-0.15	0.22	0.27
	802	486597.68	4158586.47	802	486597.52	4158586.63	0.16	-0.17	0.23
	803	486656.96	4158518.75	803	486656.77	4158518.81	0.20	-0.06	0.21
					Ortalama hata		0.07	0.02	0.33

Çizelge 6.8'den görüleceği üzere dx, dy ve ds' ler en fazla 38 cm ile en az 4 cm arasında olup, yönetmeliğin öngördüğü doğruluk değerlerini sağlamaktadır, ds farkları da 42 cm' nin altında olduğundan yönetmeliğin öngördüğü kriterleri sağlamaktadır.

Çizelge 6.9. Konya Çumra Güvercinlik Kasabası fotogrametrik ve jeodezik yüksekliklerin karşılaştırılması

Pafta adı	Nokta no	x	y	Fotogrametrik modelden elde edilen	Jeodezik	Farklar
				Yükseklik	Yükseklik	dh
M29C08B	7177	489068.29	4171974.66	1002.51	1002.25	0.26
	7178	489068.92	4171982.47	1002.51	1002.71	0.20
	7179	489069.50	4171989.70	1002.51	1002.76	0.25
	7180	489070.37	4172000.57	1002.51	1002.38	0.13
	7181	489071.28	4172011.91	1002.51	1002.77	0.26
	7182	489071.67	4172016.81	1002.51	1002.79	0.29
	7183	489072.30	4172024.69	1002.50	1002.29	0.21
	7184	489072.86	4172031.71	1002.50	1002.24	0.27
				Ortalama hata		0.23
M29C17C	7105	486700.46	4158673.86	1007.85	1007.59	0.26
	7106	486703.22	4158686.78	1007.68	1007.91	0.23
	7107	486706.42	4158699.88	1007.70	1007.49	0.21
	7108	486709.35	4158711.88	1007.73	1008.01	0.28
	7109	486712.40	4158724.33	1007.75	1007.45	0.30
	7110	486715.64	4158737.59	1007.78	1008.05	0.27
	7111	486719.02	4158751.41	1007.80	1008.11	0.31
	7112	486719.11	4158769.01	1007.81	1007.57	0.23
				Ortalama hata		0.26

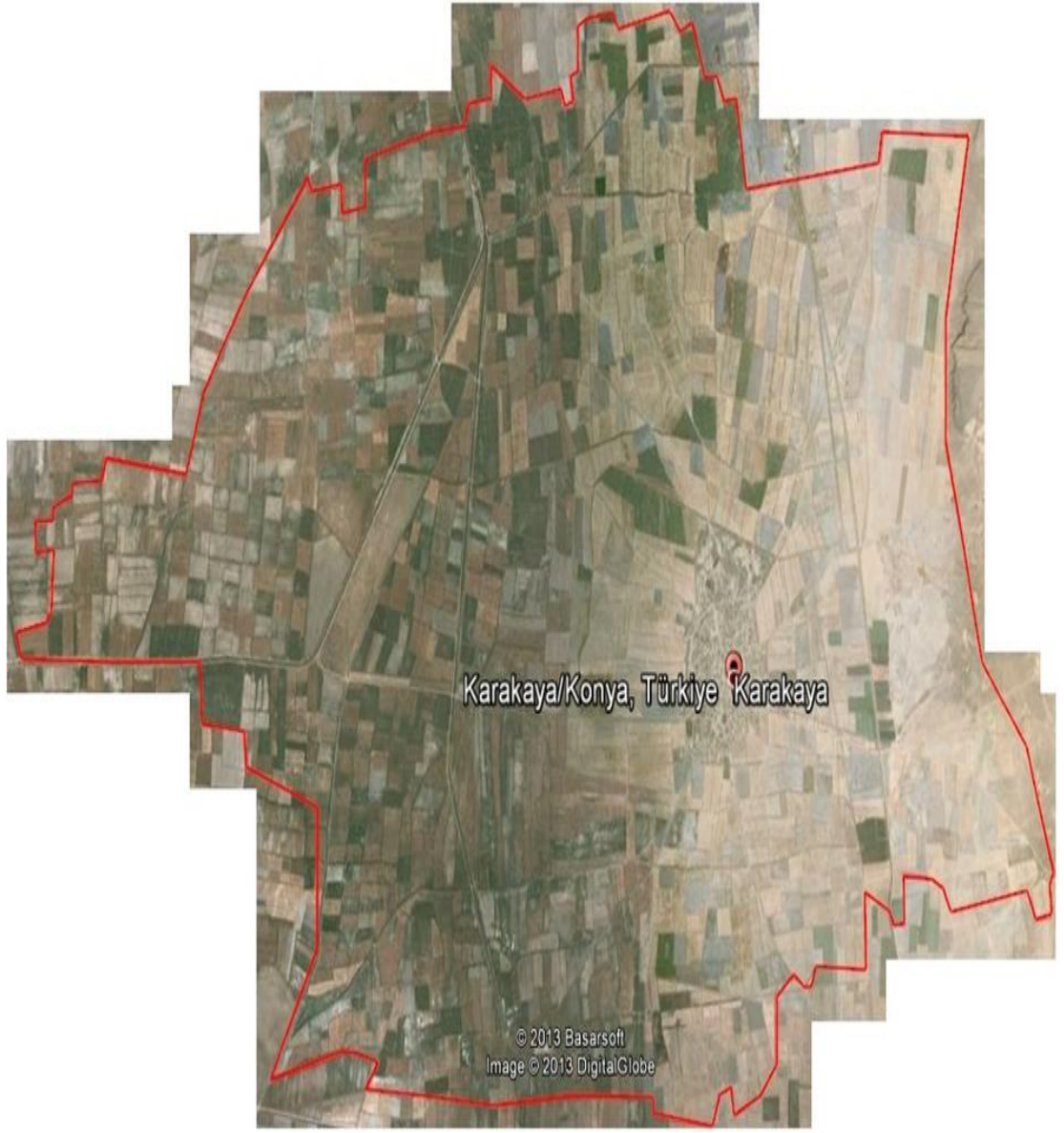
Çizelge 6.9’da görüleceği üzere fotogrametrik ve jeodezik olarak ölçülen detayların yüksekliklerindeki farklar en fazla 29 cm ile en az 13 cm arasında değişmektedir. Bu değerlerin de 1/5000 ölçekli haritalar için (6.3)’ de belirtilen 1.67 m sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

Bir diğerk proje sahası olan Karakaya Köyü, mevki olarak Karatay İlçesinin doğusunda yer almaktadır. Karakaya Köyü Konya iline 45 km, Karatay ilçesine 40 km uzaklıktadır. Köyde ortalama rakım 1000’dir. Yükseltiiler çok az yer tutar. Köy yerleşimi toplu ve ovadadır. Köyde bulunan toplam parsel sayısı 2384 ve toplam köy arazisi 7622.97 dekadır. Karakaya Köyünde toplulaştırma çalışmaları devam etmektedir.

Şekil 6.6’ da Karakaya Köyü uydu görüntüsü görölmektedir. Şekil 6.7’ de ise Karatay Köyü toplulaştırma sınırı uydu görüntüsü görölmektedir.



Şekil 6.6. Karakaya Köyü uydu görüntüsü (URL-9.)



Şekil 6.7. Karakaya Köyü toplulaştırma sınırı uydu görüntüsü (TRGM, 2013d)

Konya ili Karatay ilçesi Karakaya Köyünde ortofoto ile yapılan detay ölçmeleriyle, GPS ile yapılan detay ölçmeleri karşılaştırılarak Çizelge 6.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.10. Konya-Karatay-Karakaya Köyü fotogrametrik ve jeodezik detay ölçmelerinin karşılaştırılması

Pafta adı	Fotogrametrik değerler			Jeodezik değerler			Farklar		
	N.n	x	y	N.n	x	y	dx	dy	ds
L29C19C	701	494550.24	4213551.27	701	494550.02	4213551.12	0.22	0.14	0.26
	702	494538.88	4213560.37	702	494539.17	4213560.58	-0.29	-0.22	0.36
	703	494536.75	4213554.46	703	494536.93	4213554.34	-0.18	0.12	0.21
	704	494527.70	4213551.70	704	494527.85	4213551.37	-0.14	0.33	0.36
	705	494512.26	4213541.63	705	494512.30	4213541.32	-0.04	0.32	0.32
	706	494511.09	4213535.15	706	494511.16	4213534.81	-0.07	0.34	0.35
	707	494560.29	4213531.18	707	494560.47	4213530.85	-0.18	0.33	0.37
					Ortalama hata		0.10	0.19	0.32
L29C24B	708	494233.23	4211155.33	708	494233.44	4211155.16	-0.20	0.16	0.26
	709	494230.36	4211135.90	709	494230.15	4211135.75	0.21	0.14	0.25
	710	494226.58	4211133.25	710	494226.32	4211133.32	0.26	-0.07	0.27
	711	494202.47	4211143.21	711	494202.63	4211143.51	-0.15	-0.31	0.34
	712	494194.30	4211137.95	712	494194.45	4211137.76	-0.15	0.19	0.24
	713	494215.11	4211124.12	713	494214.95	4211124.29	0.16	-0.16	0.23
	714	494181.33	4211128.13	714	494181.19	4211127.97	0.14	0.16	0.21
					Ortalama hata		0.02	0.04	0.31
M29B04A	715	491838.18	4205453.41	715	491838.03	4205453.54	0.14	-0.13	0.19
	716	491853.83	4205450.04	716	491853.65	4205449.93	0.18	0.12	0.22
	717	491852.01	4205442.83	717	491852.08	4205443.05	-0.07	-0.22	0.23
	718	491841	4205425.43	718	491840.97	4205425.30	0.04	0.13	0.13
	719	491828.17	4205423.95	719	491827.98	4205423.86	0.18	0.09	0.20
	720	491837.19	4205463.92	720	491837.37	4205463.78	-0.18	0.15	0.23
					Ortalama hata		0.07	0.06	0.29
L29C21D	737	479592.64	4208122.46	737	479592.71	4208122.27	-0.07	0.19	0.20
	738	479634.68	4208129.93	738	479634.46	4208129.98	0.23	-0.05	0.23
	739	479631.75	4208097.56	739	479631.7	4208097.25	0.05	0.31	0.31
	740	479633.62	4208087.46	740	479633.6	4208087.19	0.02	0.27	0.27
	741	479625.08	4208083.83	741	479624.77	4208083.74	0.31	0.09	0.32
	742	479628.43	4208065.07	742	479628.41	4208064.90	0.02	0.17	0.17
	743	479588.26	4208045.96	743	479588.40	4208046.12	-0.15	-0.16	0.22
					Ortalama hata		0.07	0.12	0.29
L29C22C	744	485452.27	4207878.59	744	485452.36	4207878.4	-0.09	0.19	0.21
	745	485442.88	4207853.85	745	485442.78	4207853.89	0.10	-0.03	0.10
	746	485435.75	4207873.1	746	485435.55	4207872.94	0.20	0.16	0.26
	747	485420.94	4207867.81	747	485421.14	4207867.99	-0.20	-0.18	0.27
	748	485405.01	4207876.52	748	485405.03	4207876.26	-0.02	0.25	0.25
	749	485425.15	4207890.45	749	485424.93	4207890.62	0.22	-0.17	0.28
					Ortalama hata		0.02	0.03	0.31

Çizelge 11'e göre üzere dx, dy ve ds' ler en fazla 31 cm ile en az 2 cm arasında olup, ds farkları da 42 cm'nin altında olduğundan yönetmeliğin öngördüğü kriterleri sağlamaktadır.

Çizelge 6.11. Konya-Karatay-Karakaya Köyü jeodezik ve fotogrametrik yüksekliklerin karşılaştırılması

Pafta adı	Nokta no	x	y	Fotogrametrik modelden elde edilen	Jeodezik	Farklar
				Yükseklik	Yükseklik	dh
L29C19C	7001	494517.02	4213358.17	1011.56	1011.82	0.26
	7002	494531.64	4213358.23	1011.80	1011.54	0.26
	7003	494545.95	4213358.03	1012.11	1012.32	0.21
	7004	494565.46	4213358.14	1012.53	1012.25	0.28
	7005	494581.93	4213361.16	1012.78	1013.04	0.27
	7006	494601.62	4213364.76	1013.07	1012.81	0.26
	7007	494620.31	4213368.18	1013.35	1013.59	0.24
	7008	494633.46	4213369.66	1014.06	1013.77	0.28
				Ortalama hata		0.26
L29C24B	7009	494139.54	4211178.40	1003.47	1003.17	0.30
	7010	494145.86	4211189.78	1003.53	1003.78	0.25
	7011	494155.45	4211207.05	1003.63	1003.90	0.27
	7012	494163.13	4211220.88	1003.71	1003.53	0.18
	7013	494168.38	4211247.89	1003.78	1004.06	0.28
	7014	494162.87	4211270.81	1003.75	1003.94	0.19
	7015	494157.74	4211292.15	1003.73	1003.50	0.23
	7016	494151.86	4211316.61	1003.70	1003.45	0.24
				Ortalama hata		0.24
M29B04A	7017	491844.28	4205390.98	999.40	999.13	0.27
	7018	491846.35	4205384.32	999.44	999.74	0.30
	7019	491849.18	4205375.25	999.48	999.22	0.26
	7020	491853.50	4205363.96	999.47	999.19	0.28
	7021	491857.17	4205356.76	999.39	999.63	0.24
	7022	491861.51	4205348.25	999.29	999.01	0.29
	7023	491865.95	4205339.56	999.19	999.31	0.11
	7024	491851.08	4205369.17	999.51	999.79	0.28
				Ortalama hata		0.26
L29C22C	7025	485326.53	4207885.15	998.08	997.82	0.26
	7026	485327.17	4207878.25	998.16	997.95	0.21
	7027	485328.21	4207867.23	998.30	998.46	0.16
	7028	485329.15	4207857.16	998.42	998.25	0.17
	7029	485329.82	4207850.01	998.51	998.69	0.18
	7030	485329.95	4207839.27	998.56	998.77	0.21
	7031	485328.21	4207826.97	998.47	998.17	0.30
	7032	485326.76	4207816.66	998.39	998.55	0.16
				Ortalama hata		0.21

Çizelge 6.11'e göre dh' lar 30 cm ile 11 cm arasında bulunmaktadır. Bu değerlerin de 1/5000 ölçekli haritalar için (6.3)' de belirtilen 1.67 m sınır değerlerinin altında olduğu görülmektedir.

Ortofoto harita yapım süresi 1/1000' lik ve 1/5000' lik pafta için ayrı ayrı hesaplanmış ve çizelge 6.12' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12. 1/1000 ve 1/5000 ölçekli ortofoto üretim süresi (Ercan vd., 2002)

Faaliyet adı	Süre	
	1/1000	1/5000
Blok Hazırlık	20 dakika / resim	20 dakika / resim
Tarama	40 resim/ gün	50 resim/ gün
Fotogrametrik Nirengi	25 dakika / resim	20 dakika / resim
Planimetrik D.	25 saat/ pafta	15 saat/pafta
SAM	10 saat/ pafta	5 saat/ pafta
Kont.Edi.Diğer	12 saat/ pafta	10 saat/ pafta
Toplam	47 saat / pafta	35 saat/ pafta

Türkiye'nin tamamı için de bir ortofoto üretim süresi hesaplanarak aşağıda gösterilmiştir. Bu tabloya göre tüm Türkiye'nin ortofoto haritası 128163 saatte bitebilecektir.

Çizelge 6.13. Tüm Türkiye'nin ortofoto üretim süresi (Maraş vd., 2011)

	Bir yılda uçuşu yapılabilecek alan	Tüm Türkiye
Alan(km ²)	98000	800000
Gsd ($\pm\%10$)(cm)	30	30
İleri bindirme (%)	70	70
Yan bindirme (%)	30	30
Kolon sayısı	2560	20898
Fotoğraf sayısı	62800	512653
Nirengi(ykn-yer kontrol noktası) sayısı	400	3265
Ykn inşaat ve ölçü süresi (gün)	400	3265
Uçuş süresi (saat)	360	2939
İntikal süresi (saat)	80	653
Veri hacmi (gb)	25600	208980
Uçuş planlaması(saat)	140	1143
Ham verilerin işlenmesi (saat)	10480	85551
Gps/tmu proses (saat)	160	1306
Fotogrametrik nirengi (saat)	6400	52245
Sym üretimi (saat)	15700	128163
Sym düzeltme (saat)	130667	1066667
Ortofoto üretimi (saat)	15700	128163

Fotogrametrik sayısal harita yapım maliyeti araştırılmış 1/1000' lik ve 1/5000' lik harita maliyetleri Çizelge 6.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.14. Fotogrametrik sayısal harita yapım maliyeti (Yıldız, 2010)

1/1000 fotogrametrik sayısal harita maliyeti	1 ha	*24 \$= 45.12 TL
1/1000 pafta	38 ha (ortalama)	912 \$ (38*24\$)=1714.56 TL
1/1000 ortofoto harita maliyeti	38	304 \$ (38*8\$)= 571.52 TL
1/5000 fotogrametrik sayısal harita maliyeti	1 ha	3 \$ = 5.64 TL
1/5000 pafta	605 ha (ortalama)	1815 \$ (605*3\$) = 3412.20 TL

*Not: Bu değerler uluslararası piyasa fiyatlarıdır. Uçuş, arazi çalışmaları, değerlendirme, operatör maliyetleri (tüm parametreler) dahil fiyatlardır (Yıldız, 2010).

**1\$=1.88 TL olarak alınmıştır.

2013 yılı İller Bankası sayısal halihazır birim fiyatları da araştırılarak 1/1000 ölçekli halihazır hektar birim fiyatları olarak çizelge 6.15' te gösterilmiştir.

Çizelge 6.15. 2013 yılı İller Bankası sayısal halihazır birim fiyatları

1/1000 Ölçekli Halihazır hektar birim fiyatları			
7001	1/1000' lik gayrimeskun harita (1 hektar)	hektar	263,82
7002	1/1000' lik meskun harita (1 hektar)(1 hektarda birim)	hektar	425,59
7003	1/1000' lik meskun harita (1 hektarda 11 hektar)	hektar	811,10
7004	1/1000' lik meskun harita (1 hektar 35 birim)	hektar	1.677,82

7.SONUÇ

Mühendislik hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde en temel ihtiyaç harita ve harita bilgisidir. Arazi toplulaştırma projelerinin hazırlanabilmesi için hem kadastral altlıklara hem de proje sahasının sayısal halihazır haritalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Teknolojideki gelişmeler harita üretim tekniklerini de etkilemiş, klasik tekniklerin yanı sıra fotogrametrik ve uydu bazlı ölçmeler kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada da hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden oluşturulan ortofoto görüntülerin doğrulukları, ortofoto haritaların yapım süreleri, yapım maliyetleri araştırılmış ve uydu bazlı yöntemlere göre yapılan haritalardaki doğruluk, maliyet ve süreler ile karşılaştırılmıştır. Araştırmalar ve ölçmeler, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü arazi toplulaştırma uygulama bölgelerinden olan Konya İli Karatay İlçesi İsmil Kasabası, Karakaya Köyü ve Çumra ilçesi Güvercinlik Kasabasında gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmaya göre; Karakaya köyü test noktalarından elde edilen koordinat farklarından hesaplanan konum hatası en fazla 37 cm, yükseklik hatasının da en fazla 30 cm olarak oluştuğu görülmüştür.

Güvercinlik Kasabası test noktalarından elde edilen koordinat farklarından konum hatası en fazla 38 cm, yükseklik hatasının da en fazla 30 cm olduğu görülmüştür.

İsmil Kasabasında ise test noktalarından elde edilen koordinat farklarından konum hatası en fazla 36 cm, yükseklik hatasının da en fazla 35 cm olduğu görülmüştür.

Bu farkların 1/5000 ölçekli harita yapım doğruluğu için gerekli konum ve yükseklik doğruluk kriterlerini karşılandığını göstermektedir.

1 ha' lık haritanın yapım bedeli klasik yersel tekniklere göre 2013 yılı İller Bankası hektar birim fiyatı 263.82 TL iken, dijital fotogrametrik tekniklerde 24 \$ (yaklaşık olarak $24 \times 2,10 = 50,40$ TL'dir). Buna göre ikisi arasında yaklaşık 5 kat fiyat farkı bulunmaktadır.

Zaman açısından ele alındığında, fotogrametrik yöntemde 1/5000 ölçekli bir paftanın harita yapım süresi 35 saat (yaklaşık 3,5 gün) iken; klasik teknikle, detay yoğunluğu ve arazinin yapısına bağlı olarak yaklaşık 3 ay sürmektedir. Bu da harita yapım süresinde klasik tekniklere göre yaklaşık 14 kat daha hızlı sürede harita yapıldığını göstermektedir.

Uydu bazlı ölçme yöntemlerinden olan GNSS/GPS yöntemi ile harita yapımının bazı dezavantajları vardır. Örneğin tünel gibi kapalı alanlarda, sualtında ve binaların yoğun olduğu yerlerde GNSS/GPS ile sonuç alınamaz. Uydu görmek için açık alan gerekir. Ağır yağışta, güçlü radyo yayınının yapıldığı ya da yayın antenlerinin olduğu yerlerde

de verimli değildir. Koordinatlarının lokal datuma transformasyonu gereklidir. Ortometrik değil elipsoidal yükseklik üretmektedir.

Fotogrametrik yöntemlerden olan ortofoto ile harita yapımının da dezavantajları mevcuttur. Bu yöntem de yılın her günü uçuş yapma imkanı bulunmadığından, bulutluluğun olmadığı dönemlerde örneğin Nisan-Ekim aylarında görüntü alınabilmektedir. Ayrıca ortofoto da sayısal yükseklik modelinin oluşturulmasında enterpolasyon işlemleri zaman alabilmektedir.

Günümüzde hava fotoğraflarından ve uydu görüntülerinden elde edilen ortofoto görüntüler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ortofotolar fotoğrafın içerdiği tüm bilgileri içermekte olup konumsal doğrulukları sebebiyle yatay mesafe, açı, konum, alan ölçümleri için harita olarak kullanılmaktadır. Ortofoto görüntüler üretim, maliyet ve süre açısından geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğundan şehir planlama, inşaat, mühendislik, mimarlık, orman, ziraat vb. gibi alanlarda farklı disiplinler tarafından kullanılmaktadır.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre ortofoto harita üretiminin diğer yöntemlere göre doğruluk, maliyet, ekonomi, zaman ve zengin bilgi içeriği açısından da kazançlı olduğu görülmüştür. Bu özelliklerinden dolayı, sayısal fotogrametri özellikle tarımsal çalışmalarda ve arazi toplulaştırma çalışmalarında altlık olarak kullanılan halihazır harita yapımında tercih nedeni olmaktadır. Bu saydığımız nedenlerden dolayı da son yıllarda harita yapımında talep ortofoto haritaya doğru kaymakta olup, önümüzdeki süreçte daha yaygın olarak uygulanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alkanaka, E., Yılmaz, A. ve Aksu, O., 2002. Farklı kaynaklardan elde edilen sayısal yükseklik modellerinin ortofoto doğruluğuna etkilerinin araştırılması, Harita Dergisi, Sayı 127, Ankara, 56-74.
- Arslanbek, L., 2009. Farklı kaynaklardan elde edilen sayısal yükseklik modellerinin ortofoto doğruluğuna etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, A.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Boniface, P.R., 1996. State of the art in softcopy photogrammetry, in: digital photogrammetry: an addendum to the manual of photogrammetry, Bethesda.
- Ercan, O., Yaman, C. Erkek ve B., Bakıcı, S., 2002. Dijital fotogrametrik harita üretimi ve tapu ve kadastro örneği, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya, 396-397.
- Ersoy, N., 1998. GPS yöntemi ile halihazır harita üretimi, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, Sayı 85, Ankara, 44-46.
- HGK, 2002. Türkiye ulusal temel gps ağı-1999 (tutga-99a), Harita Dergisi, Ankara, 1.
- Kahveci, M., Yıldız, F., 2009. Gps/gnss uydularla konum belirleme sistemleri, Özyurt Basımevi, Ankara.
- Koçak, E., 1998. Sayısal arazi modeli, Yüksek Lisans Ders Notları, ZKÜ, Zonguldak.
- Kraus, K., 2007. Fotogrametri cilt:1, Çevirenler; Altan, M.O., Külür, S., Toz, G., Demirel, H., Duran, Z., Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kraus, K. and Waldhausl, P., 1993. Photogrammetry volume 1, Ferd Dümmlers Verlag, Bonn.
- Maraş, H., Aşık, Ö., Yılmaz ve A., Kısa, A., 2011. Türkiye ulusal ortofoto bilgi sistemi ve gerçekleştirilen çalışmalar, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Sayı 104, Ankara, 5.
- Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü, 2009. Fotogrametrik röleve alımı arazi çalışması notları 2008-2009, Konya, 2-4,7.
- Shearer, J.W., 1994. The Accuracy of digital terrain models, photogrammetric engineering & remote sensing, 60(24), 315-336.
- Şahin, İ., Yakar, M., 2008. Farklı kaynaklardan elde edilen sayısal yükseklik modellerinin ortofoto doğruluğuna etkilerinin araştırılması, Harita Dergisi, Sayı 140, Ankara, 46-48.
- T.C Resmi Gazete. Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği, (25876), 15.07.2005.
- TRGM, 2009. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Karaman Kısıcık Kasabası at ve tığh Projesi, Konya.
- TRGM, 2013a. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Konya ili Çumra ilçesi Karkın ve Güvercinlik at ve tığh projesi sosyal etüt raporu, Konya.

- TRGM, 2013b. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Konya Karatay İsmil at ve tigh Projesi, Konya.
- TRGM, 2013c. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Konya Karatay İsmil at ve tigh Projesi sosyal etüd raporu, Konya.
- TRGM, 2013d. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Konya Karatay Karakaya Köyü at ve tigh Projesi, Konya.
- Visser, B., 1988. Production and application of orthophotographs.
- Yastıklı, N., 2005. Sayısal fotogrametri ve yersel lazer tarayıcılar ile belgeleme ve üç boyutlu modelleme, 10. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 1,2.
- Yılmaz, A., 2002. Farklı kaynaklardan üretilen sayısal yükseklik modellerinin doğruluk araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldız, F., 1993. Harita çizimi ve esasları. Atlas Kitabevi, Konya.
- Yıldız, F., 2010. Dijital (sayısal) fotogrametri teknolojisi, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Çalıştayı Akademik Perspektif, Cebit Bilişim Zirvesi 2010, Beylikdüzü, İstanbul, 17-19, 20-23, 28, 62-64, 68-70.
- Yıldız, F., 2012. “Ortofoto” lisans üstü ders notları, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yıldız, F., Tuşat,E. ve Er, F., 2012. Using of digital photogrametry in land consolidation projects and applications in Turkey, Rational Use Of Soil Resources and Soil Ecology Conference, Almaty, Kazakistan, 312-316.
- URL-1 < <http://www.tarimreformu.gov.tr/sss.aspx7>>, 15 Ocak 2013.
- URL-2 <www.hgk.msb.gov.tr/hgk/genelharitacilik.asp>, 15 Ocak 2013.
- URL-3 <<http://www.karto.itu.edu.tr/derslerimiz/kartogiris/kartogiris3.pdf>>, 1 Mart 2014.
- URL-4 <http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/GPS_BUKRDAE_GED.pdf>, 13 Mayıs 2013.
- URL-5 < [http:// atlas. selcuk.e du.tr /1205301 / GNSS_TUM.pdf](http://atlas.selcuk.edu.tr/1205301/GNSS_TUM.pdf) >, 22 Nisan 2013.
- URL-6 <[http://www.netkayit.com /adres_arabul.php ? adres = konya – cumra köyler – guvercinlik-koyu](http://www.netkayit.com/adres_arabul.php?adres=konya-cumra-koyler-guvercinlik-koyu)>, 6 Haziran 2014.
- URL-7 < http://www.turkcebilgi.com/harita/karatay,_%C4%B0smil>, 6 Haziran 2014.
- URL-8 <[https :// www. google. com / maps / place / Karakaya % 2F Konya / @ 37.9063121,32., 2782m/data= !3m1! 1e3!4m2! 3m1!1 s0x14d0b83a3219e687: 0xdccdf64b74ad3f.12](https://www.google.com/maps/place/Karakaya+%2F+Konya/@37.9063121,32.,2782m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x14d0b83a3219e687:0xdccdf64b74ad3f.12)>, 6 Haziran 2013.
- URL-9 < http://tr.wikipedia.org/wiki/Halihaz%C4%B1r_harita>, 6 Haziran 2013.
- URL-10 < [http://www. hgk. msb. gov. tr /urunler /fotogrametrik /ortofoto.htm](http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/fotogrametrik/ortofoto.htm) >, 6 Haziran 2014.

URL-11 <http://ormanweb.sdu.edu.tr/dersler/meke/harita/harita_1.pdf>,12 Şubat 2014.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hülya TUŞAT

Doğum Yılı : 1973

Eğitim Bilgileri

Lisans : Selçuk Üniversitesi MMF Jeodezi ve Fotogrametri-1997

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi-2014

İletişim Bilgileri

Adres Ev : Alavardı Mah. Şehit Murat Yumuşak sk.19/1 Meram/ Konya

İş : İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü/Meram/Konya

Telefon : 0 506 515 46 37

E-posta : hulyatus@hotmail.com

