



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

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BARAJ GÖLLERİNDEKİ SEDİMENT BİRİKİMLERİNİN
ZAMANSAL DEĞİŞİMİ VE CBS İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mehmet ARDIÇ
DANIŞMAN
Doç. Dr. Mustafa ACAR**

AKSARAY, 2015



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BARAJ GÖLLERİNDEKİ SEDİMENT BİRİKİMLERİNİN
ZAMANSAL DEĞİŞİMİ VE CBS İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet ARDIÇ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa ACAR

AKSARAY, 2015

ÖNSÖZ

Ülkemizde baraj, göl ve göletlere ait alanlarda belirli periyotlarda yapılması gerekli olan batimetrik haritalar, akarsuların taşımış olduğu malzemenin(iri tanecikli maddeler) tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması ve su toplama yapılarının fiziki ömrünün uzatılması amacıyla hazırlanmaktadır. Akarsularla taşınan malzemenin su toplama alanında oluşturmuş olduğu sedimentler nedeniyle fiziki ömrünü tamamlayan yapıların temizlenmesi yerine yeni bir su toplama yapının inşa edilmesi maliyet ve süre bakımından daha ekonomik görülmektedir. Ancak her seferinde yeni bir inşaat yapılması çoğu arazilerimizin su altında kalmasına sebep olacaktır. Ayrıca yeni bir inşaat maliyet ve zaman açısından da ekonomik kayba sebep olacaktır. Bu nedenle mevcut durumdaki su yapılarının düzenli olarak batimetrik, hidrografik ve oşinografik haritalarının oluşturulması, sediment birikimlerinin tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, Osmaniye ili, Sumbas ilçesi sınırları içerisinde bulunan Kesiksuyu (Mehmetli) Barajı'nın 1963 ve 2007 yıllarında yapılan batimetrik ölçme verileri Ortalama Sonlu Alan Yöntemi kullanılarak göl alanındaki sediment birikimi hesaplanmıştır. Elde edilen zamansal değişim haritaları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile görselleştirilmiştir.

Mehmet ARDIÇ

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Mehmet ARDIÇ

TEŞEKKÜRLER

Yüksek Lisans Tezimin konusunun seçiminden tamamlanmasına kadar heraşamada araştırmalarımı yönlendiren ve bilimsel bakımdan en iyi şekilde yetişmemhususunda samimi gayretlerini esirgemeyen, tecrübe ve bilgileriyle her zamanyanımda olan sayın hocamDoç. Dr. MustafaACAR’a sonsuzteşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam esnasında CBS ve CAD programlarını aktif olarak kullanmama destek sağlayan sevgili mesai arkadaşım Meteoroloji Müh. Özgün SEVGİLİ’ye ve Çevre Müh. Burak NAHARCI’ya, tez çalışmam için gerekli olan verilerin elde edilmesinde yardımcı olan DSİ 6. Bölge Müdürlüğü, Havza Yönetimi İzleme ve Tahsisler Şube Müdürü Cengizhan KILIÇARSLAN’a ve çalışanlarına, okul dönemi boyunca desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Harita Müh. AslıgülÇAKICI’ya, yüksek lisans öğrenimim boyunca maddi anlamda destek olan TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu)’a ve her türlü maddi ve manevi destekleri ilebeni yalnız bırakmayan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet ARDİÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
DOĞRULUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜRLER	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. HİDROGRAFIK ÖLÇMELER.....	5
2.1. Hidrografik Ölçme Yöntemleri	7
2.1.1. Hidrografik ölçmelerde konum ölçmeleri.....	8
2.1.2. Hidrografik ölçmelerde derinlik ölçmeleri	9
2.2. Hidrografik Harita Alımı için Yapılan Hazırlıklar	10
2.2.1. Hidrografik çalışmaların planlaması.....	10
2.2.2. Ölçme yapılacak alanda yapılan hazırlıklar.....	12
2.2.3. Eşel (su kotu) kotun belirlenmesi	14
2.2.4. Hidrografik yazılımın hazırlanması	14
2.3. Hidrografik Donanımlar	15
2.4. Hidrografik Yazılım İşlemleri	15
2.5. Hidrografik Ölçmelerin Uygulama Alanları	17
2.5.1. Kıyı mühendisliği uygulamaları	17
2.5.2. Seyir haritalarının üretimi	18
2.5.3. Askeri uygulamalar.....	18
2.5.4. Çevresel ölçmeler	19
2.5.5. Baraj alanlarındaki uygulamalar.....	19
2.5.6. Jeofiziksel araştırmalar	19
2.5.7. Sualtı kaynak araştırmaları	19
2.6. Hidrografik Ölçmelerde Hata Kaynakları	19

2.6.1. Dalga etkisi	19
2.6.2. Sürüklenme etkisi	20
2.6.3. Zemin yarıltması	20
2.6.4. Değerlendirme (çizim) hataları	20
3. SEDİMENT	21
3.1. Sedimentin Çökelme Hızı	22
3.2. Sedimentin Granülometrisi.....	22
3.3. Rezervuarlar ve Sediment	24
3.3.1. Rezervuar kavramı ve sınıflandırılması	24
3.3.2. Rezervuarların yapılış amaçları	24
3.3.3. Rezervuarların tip ve özellikleri	25
3.3.4. Rezervuarların bölümleri	26
3.3.5. Rezervuar ölü hacminin belirlenmesi	27
3.4. Rezervuarda Sediment Birikimi ve Miktarının Belirlenmesi	28
3.4.1. Rezervuara taşınan sediment miktarının belirlenmesi	29
3.4.2. Biriken sediment miktarını belirlemede kullanılan yöntemler	29
3.4.2.1. Kot alan eğrisi yöntemi	33
3.4.2.2. Geliştirilmiş prizmoidal yöntemi	34
3.4.2.3. Ortalama sonlu alan yöntemi	35
3.4.2.4. Simpson yöntemi.....	36
3.4.3. Rezervuarlarda biriken sediment miktarını belirleme amacı.....	37
3.5. Rezervuarların Depolama(Aktif Hacim) Kapasitelerini Koruma Yöntemleri	38
3.5.1. Rezervuarlara sediment girişini engelleme yöntemleri	39
3.5.2. Rezervuara giren veya biriken/çökelen sedimentin uzaklaştırılması.....	42
3.5.2.1. Sediment yıkama yöntemi.....	44
4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS)	46
4.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?	47
4.2. Coğrafi Bilgi Sistemin Tarihçesi	48
4.3. Coğrafi Bilgi Sistemin Avantajları	49
4.4. Coğrafi Bilgi Sistemin Kullanım Alanları.....	49
4.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Fonksiyonları	50
4.5.1. Sayısal verilerin entegrasyonu	51
4.5.2. Konumsal sorgulama	51
4.5.3. Otomasyon	52
4.5.4. Görüntüleme	52
4.5.5. Manipulasyon.....	53

4.5.6. Konumsal analizler	53
4.5.7. Karar – verme analizleri	53
4.5.8. Model analizleri	54
4.6. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri	54
5. UYGULAMA.....	59
5.1. Çalışma alanı	59
5.2. Arazi çalışmaları.....	61
5.3. Büro çalışmaları	63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
7. KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ.....	86



ÖZET

BARAJ GÖLLERİNDEKİ SEDİMENT BİRİKİMLERİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİ VECBS İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Dünya üzerinde su temini konusu hayati bir öneme sahiptir. Bu sebeple ülkeler kendi su potansiyellerini muhafaza etme ve ergonomik kullanma amacına göre projeler geliştirmektedirler. Geliştirilen projelerin başında barajlar gelmektedir. Muhafaza görevi gören barajların zaman içerisinde rezervuarında kıyı erozyonu ve rezervuarı besleyen akarsuların taşımış olduğu malzemelerin çökmesi ile sedimentler oluşur. Sedimentin oluşması ile rezervuar tabanı yükselir ve depolama kapasitesinde hacim kaybına neden olur. Bu kayıp barajların ekonomik ömürlerini azaltmakta, taşkın önleme, hidroelektrik enerji üretimi, sulama, içme suyu temini ve rekreasyon vb. işlevleri olumsuz etkilemektedir. Barajların ekonomik ömürlerinin azalması, yeni barajların inşa edilmesini akla getirmektedir. Ancak yeni barajların yapım süresi, maliyeti ve yapının yapılabileceği coğrafik alanların az olması nedeniyle bu tercihi etkin kılmamaktadır.

Bu tez çalışmasında; rezervuarların ekonomik ömrünü azaltan sediment birikimi problemi ve barajların ekonomik ömürlerinin yeniden kazanabilmeleri için sedimentin kontrol edilmesi ile ilgili olarak ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca, Osmaniye ili, Sumbas ilçesi sınırları içerisinde bulunan Kesiksuyu (Mehmetli) Barajının 1963 ve 2007 yıllarındaki verileri kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Sediment birikimi Ortalama Sonlu Alan Yöntemi ile belirlenmiştir. 44 yılda %17.20 hacim kaybının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Elde edilen zamansal değişim haritaları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile görselleştirilmiştir.

Anahtar Kelime: Baraj, rezervuar, sediment, batimetri, hidrografik harita

ABSTRACT

THE TIME VARIATION OF SEDIMENT ACCUMULATION IN DAM LAKES AND ITS VISUALIZATION WITH GIS

The debate on global water supply is a vital issue. Therefore, countries develop projects with the purpose of maintaining their own water potential and according to their ergonomic usage. Dams constitute the foremost among the developed projects. Sediments are formed in dry dams due to coastal erosion and deposition of materials carried by the streams that feed the reservoir. The base of the reservoir rises because of sediment formation and causes a loss of the volume in storage capacity. This loss can reduce the economical life of the dam and has a negative effect on flood prevention, hydroelectric power generation, irrigation, drinking water supply, recreation, etc. The reduction in the economical life of dams suggests construction of new dams. However, this option is not seen effective because of their construction time, costs and insufficient geographical areas to build them.

This thesis provides detailed information on the problem of sediment accumulation which reduces the economical life of the reservoir and on sediment control and removal methods in order to regain economic life of the dams. In addition, an application has been performed on Kesiksuyu (Mehmetli) Dam located in Sumbas town of Osmaniye province using the data of 1963 and 2007. Average sediment accumulation was determined by the finite field method. It was determined that a loss of 17.20 % of the total volume has occurred during the period of 44 years. The obtained temporal change maps were visualized using Geographic Information System (GIS).

Keywords: Dam, Reservoir, Sediment, Bathymetry, Hydrographic map

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1: Batimetrik ölçme örneği.....	6
Şekil 2.2: Rota için oluşturulan grid'ler.	9
Şekil 2.3: Derinlik ölçer-Echo Sounder.....	10
Şekil 2.4: Tesisi yapılan nirengi ve poligon noktaları	13
Şekil 2.5: GNSS gözlem çalışmaları.	13
Şekil 2.6: Sualtı ölçüm yapım çalışması.....	14
Şekil 2.7: Su kotu belli olan nivelman noktaları	14
Şekil 2.8: Otomatik veri toplama sistemi donanım bileşenleri.....	15
Şekil 2.9: Bir otomatik veri toplama sisteminin bileşenleri	16
Şekil 3.1: Granülometri eğrisine bir örnek	23
Şekil 3.2: Granülometri eğrisinin yarı logaritmik normal olasılık kağıdında gösterilişi	23
Şekil 3.3: Çok amaçlı rezervuarda depolama bölümleri.....	25
Şekil 3.4: Bir rezervuarda sediment birikimi.....	29
Şekil 3.5: Oyuntu ve yüzey erozyonu.....	30
Şekil 3.6: Yamaç göçmeleri ve heyelan	31
Şekil 3.7: Mecralarda kıyı ve taban erozyonu	31
Şekil 3.8: Derelerde rusubat akımı	31
Şekil 3.9: Murgul bakır işletmesinden kabaca dereye atılan pasalar	32
Şekil 3.10: Kot – Alan eğrisi	34
Şekil 3.11: Gelişmiş prizmoidal yönteminde kullanılan semboller.....	35
Şekil 3.12: Ortala sonlu alan yönteminde enkesitler	36
Şekil 3.13: Uluborlu baraj havzasında ağaçlandırma çalışması	39
Şekil 3.14: Giresun sahilinde bulunan kum kapama yapısı.....	40
Şekil 3.15: Kontrol barajı ile sediment birikimini kontrol etmenin şematik gösterimi	40
Şekil 3.16: Baraj rezervuarında bulunan çevirme tünelinin şematik gösterimi.....	41
Şekil 3.17: Barajı oluşturan kısımlar.	42
Şekil 3.18: DSİ tarafından yapılan sediment uzaklaştırma çalışması.....	43
Şekil 3.19: Sediment yüklü akımın dipsavaklardan mansabı	44
aktarılması	44
Şekil 4.1: Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları.....	51
Şekil 4.2: Coğrafi bilgi sisteminin bileşenleri	55
Şekil 4.3: Veri toplama teknikleri.....	55
Şekil 4.4: Bağlama yöntemi.....	56
Şekil 4.5: Dik koordinat yöntemi	56
Şekil 4.6: Kutupsal koordinat yöntemi	57
Şekil 4.7: GPS ile uydu gözlemleriyle ölçme.	57
Şekil 4.8: Fotogrametrik ölçüm	58
Şekil 4.9: Uzaktan algılama ile ölçme.	59
Şekil 5.1: Kesiksuyu(Mehmetli) baraj yeri.....	60

Şekil 5.2: Kesiksuyu(Mehmetli) barajı 1963 yılına ait topoğrafik harita pafta:1	62
Şekil 5.3: Kesiksuyu(Mehmetli) barajı 1963 yılına ait topoğrafik harita pafta:2.....	63
Şekil 5.4: 1963 yılında ölçmelerde kullanılan nirengi ve poligon noktaları.....	63
Şekil 5.5: 1963 yılına ait paftalarda sayısallaştırma işlemi.	64
Şekil 5.6: Hatalı üçgenlemeler yerine eklenen üçgenler.	64
Şekil 5.7: Çalışma alanına ait üçgenleme işlemi tamamlanmış durumu ekran görüntüsü.....	65
Şekil 5.8: Çalışma alanına ait üçgenleme işlemi tamamlanmış durumu ekran görüntüsü.....	65
Şekil 5.9: Üçgenlemeler yardımıyla eş yükseklik eğrileri oluşturulması.	66
Şekil 5.10: Yükseklik bilgileri eklenen eş yükseklik eğrileri.	66
Şekil 5.11: Güzergâh yardımıyla enkesitlerin oluşturulması.....	67
Şekil 5.12: Batimetrik ölçme yöntemleriyle elde edilen iskandil noktalar.....	68
Şekil 5.13: 2007 yılında rezervuar ve kıyı kenar çizgilerine ait noktalar.	68
Şekil 5.14: Rezervuar alanında tamamlanmış olan üçgenlemeler.	69
Şekil 5.15: Üçgenlemeler yardımıyla oluşturulmuş olan eş yükseklik eğrileri.	69
Şekil 5.16: Kot bilgisi eklenmiş olan eş yükseklik eğrileri.	70
Şekil 5.17: Güzergâh yardımıyla enkesitlerin oluşturulması.....	70
Şekil 5.18: Farklı zamanlarda oluşturulan enkesitlerin karşılaştırılması	71
Şekil 5.19: Elde edilen hacim hesabı çizelgesi ekran görüntüsü.	72
Şekil 5.20: İki farklı zamana ait örnek enkesit çizimi.	72
Şekil 5.21: 2007 yılı güzergâh profil çizimi.	73
Şekil 5.22: 1963 yılına ait verilerinden elde edilen eş yükseklik eğrilerinin ARCGIS ekran görüntüsü.....	74
Şekil 5.23: 2007 yılına ait verilerinden elde edilen eş yükseklik eğrilerinin ARCGIS ekran görüntüsü.....	74
Şekil 5.24: 1963 yılına ait eş yükseklik eğrilerinden yararlanarak elde edilen TIN verisi.....	75
Şekil 5.25: 2007 yılına ait eş yükseklik eğrilerin yararlanarak elde edilen TIN verisi.	75
Şekil 5.26: 1963 ve 2007 yıllarına ait elde edilen TIN verisi.....	76
Şekil 5.27: 1963 yılı verilerinden elde edilen SYM verisi.	77
Şekil 5.28: 2007 yılı verilerinden elde edilen SYM verisi.	77
Şekil 5.29: 1963 yılı verilerine ait SYM' nin üç boyutlu görüntüsü.	78
Şekil 5.30: 2007 yılı verilerine ait SYM' nin üç boyutlu görüntüsü.	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Hidrografik ölçmeler için öngörülen standartlar	7
Çizelge 2.2: Ölçme yöntemleri ve sınıflar	8
Çizelge 2.3: Hidrografik ölçmelerin uygulama alanları	17
Çizelge 5.1: Kesiksuyu (Mehmetli) barajı teknik özellikleri	60



SİMGELER DİZİNİ

γ	Suyun özgül ağırlığı
γ_s	Katı tanenin özgül ağırlığı
γ_s^*	Tanenin su altındaki yoğunluğunun boyutsuz ifadesi
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
α	Tuzaklama oranı
W	Katı tane çökelme hızı
V_k	Haznede yığılan sediment hacmi
V_0	Haznenin ilk halindeki hacmi
V	Haznede yığılan sediment miktarı
C_D	Direnç katsayısı
g	Yer çekimi ivmesi
L	Tesviye eğrileri arasındaki kot farkı
t	Süre (yıl)
D	Parçacığın ortalama çapı
Ah	Havza alanı
G	Sediment verimi
h	Tesviye kotu aralığı
Rs	Yüksekliği belli olan nokta

KISALTMALAR DİZİNİ

CAD	ComputerAidedDesign
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
DEM	DigitalElevation Model
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GIS	Geographical Information Systems
GNSS	Global NavigationSatelliteSystem
GPS	Global PositioningSystem
IHO	International HydrographicOrganization
KKTC	Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
NAVY	Deniz Kuvvetleri
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	TriangulatedIrregular Network
TUDKA	Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UML	UnifiedModelling Language
USA	United States of America

1. GİRİŞ

Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan temel ihtiyaçlarının başında su gelmektedir. İnsanoğlu su ihtiyacını düzenli olarak karşılamak ve çeşitli afetleri önlemek üzere farklı yöntemler ve yapılar geliştirmiş olup bunların başlıcaları; akarsulardan, yağmurlardan vb. kaynaklardan beslenen göl, baraj ve göletlerdir.

Ülkemizde de su potansiyelinin büyük bir bölümü akarsular, barajlar ve göllerimizde toplanmaktadır. Ülkemizin yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak bilinmektedir. Bu potansiyelin yaklaşık 125 milyar m³ oranında büyük bir kısmı işlenmeden doğrudan denizlere dökülmektedir. Bu su kaynaklarından faydalanmak ve kullanılmadan denizlere dökülen suları kontrol edebilmek amacıyla su toplama yapıları olarak adlandırılan baraj, göl, gölet, sedde, regülatör gibi yapılar inşa edilmelidir. Türkiye’de, Devlet Su İşleri’nin (DSİ) 2006 yılındayayınlanmış olduğu verilere göre yaklaşık 600 adet su toplama ve depolama yapısı bulunmaktadır. (Eroğlu, 2003). Bu tür su toplama yapılarını en çok tehdit eden olay akarsularla taşınan birikinti malzeme (sediment) nedeniyle su tabanında oluşan sediment birikimidir.

Su toplama havzasında biriken sediment, akarsu havzasının ve baraj gölünün özelliklerine bağlıdır. Baraj gölünde suyun toplandığı havzanın iklim durumu, erozyon, heyelan, bitki örtüsünün türü ve dağılımı, havzanın geometrik şekli ve eğim gibi faktörler, hem havzadan gelecek suların miktarına hem de havzadan aşınarak gelecek sediment miktarına etki eder. Üzerinde baraj yapılan akarsuyun debisi, eğimi, vadi biçimi de baraj gölündeki sedimentasyona etki eden faktörlerdir. Baraja ait göl alanında oluşacak gölün hacmi, geometrisi ve derinliği de sedimentasyona etki eden diğer faktörlerdir (Çeliker ve Anaç, 2003).

Sedimentasyonun özellikle bazı göl, gölet ve barajlara ait topografyanın;

- Zamanla dolarak yükselmesine,
- Alan-hacim kaybına,
- Ekonomik ömürlerinin daha hızlı tükenmesine sebep olmaktadır (EİE, 2005).

Akarsular tarafından taşınan sedimentle, baraj rezervuarlarının ölü hacimlerinin planlanan süreye göre azalmasını önlemek ve gelebilecek sedimenti azaltmak için planlanan üst havza tesislerinin projelendirilmesi, havzadaki su kaynaklarının sediment birikimlerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Kızılkaya,1988).Barajlarımızı doğru kullanarak onların kullanım ömürlerini artırma ana hedeftir. Bununla, bu yapılarda daha fazla su toplanabilmesi veya mevcut depolanan suyun,kullanım ömür sürelerinin uzatılması ve su miktarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi çalışmaları oldukça önemlidir. Baraj ve baraj çevresindeki kullanım alanları için zaman içinde düzenlenecek coğrafik, hidrografik, çevresel vb. verilerden oluşacak bir Baraj Bilgi Sistemi (BBS) problemin çözümü için faydalayarak sağlayacaktır. BBS ile yapılacak olan planlamaların daha doğru bir şekilde katkı sağlayacaktır (Kalkan, 2009).

Akarsularla taşınan malzemenin su toplama ve muhafaza eden yapılarda mevcut kapasitesini azaltmasının yanı sıra; tarıma elverişli arazilerde toplanarak arazinin verimini azaltma, toprağın infiltrasyon hızını düşürme, akarsu tabanını doldurarak taşkın ihtimalini yükseltme, su alma yapılarının su girişini engelleme, içme suyu, sulama ve drenaj kanallarının bakım giderlerini artırma, sudaki çözünmüş oksijeni azaltarak suyaşamını kısıtlama, balık yumurtalarını örterek yumurtaların döllemesi engelleme, tarım sanayi ve diğer alanlarında kaynaklanan çeşitli maddeler taşıyarak çevreyi kirletme, göllerin rekreasyon alanlarını azaltarak çevre estetiğini bozma veya dinlenme alanlarını azaltma gibi zararlı etkileri de vardır (EİE,2005).Tüm bu etkileri azaltabilmek için mevcut durumdaki var olan suyun ekonomik olarak kullanımı sağlamak ve suyun depolanmasını sağlayan baraj, göl ve göletlerin ömrünü uzatabilmek için batimetrik haritalarının yapılması ve güncellenmesi önemlidir.

Barajların taban topografyasının ve sediment birikim hızının tesbiti gibi ekonomik ömrünün uzatılmasına etki eden faktörler ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Ekizoğlu (2010) tarafından yapılan çalışmanın konusu Türkiye'deki hidrografik ölçmeler ve standartlar üzerinedir. Ülkemizde yapılan hidrografik ölçmeler Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir ve Oşinografi Dairesi Başkanlığınca yürütülmekte ve Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO)'nın S44 ölçme standartlarınca gerçekleştirilmektedir.Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ve Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı hidrografik çalışmalarda IHO standartlarını uygulamaktadır.

İlter (1985) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Seyhan ile Çubuk1 barajlarında su toplama alanlarındaki sedimentasyon durumunu incelenmiştir. Biriken sediment miktarları geliştirilmiş prizmoidal yöntem, kot-alan eğrisi metodu, ortalama sonlu alan metodu ve Simpson metoduna göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar DSI'ninyapmış olduğu ölçmeler ile karşılaştırılmıştır.

Acar (1996)'da bir su toplama havzasında oluşan sediment birikimini incelenmiş ve sedimentasyonu engelleyecek çözüm yöntemlerini anlatmıştır.

Balıkesir ili sınırları içerisinde bulunan Çaygören Baraj göl alanında Özgür (1997) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 1970-1983 yılları arasında elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Baraj gölünde oluşan sediment hacmi, Kot-Alan Eğrisi Metodu, Geliştirilmiş Prizmoidal Metod, Ortalama Sonlu Alan Metodu ve Simpson Metodu ile hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada göl alanı tuzaklama verimini bulmak için Brune ve Churchill metotlarını kullanmıştır.

Oahu adasının doğusunda yer alan Kamooalii Nehri üzerindeki Waimaluhiagöl alanında, Wong (2001) tarafından yapılan çalışmada, 1983, 1988, 1993 ve 1998 yıllarında gerçekleştirilen batimetrik ölçmelerle sediment miktarında meydana gelen değişim incelenmiştir. Batimetrik haritalar üretilmiş ve sedimentin biriktiği alanların tespiti için bu haritalar CBS teknolojisi ile analiz edilmiştir.

Şapcılar ve Fakıoğlu, (2003) tarafından hazırlanan çalışmada, DSI Genel Müdürlüğü tarafından yapılan hidrografik harita çalışmaları anlatılmaktadır. Çalışmada DSI Genel Müdürlüğü'nün kuruluş amaçları ve görevleri anlatılmaktadır. DSI'nin hidrografik harita çalışmaları yapma nedenleri, ölçmelerde kullanılan standartlar, hidrografik ölçmelerde konum ve derinlik ölçmeleri ve veri değerlendirmeleri hakkında bilgi verilmektedir.

Sebree (2003) tarafından yapılan çalışmada, Nebraska Rezervuarına ait batimetrik haritasının hazırlanması, havzadaki toprak kaymasından dolayı rezervuarı su toplama kapasitesini azaltan sediment birikiminin tespiti ve mevcut hacim-kot-alan verilerinin tespit edilmesi amacıyla Küresel konum belirleme (Global Positioning System-GPS) ve CBS teknikleri kullanılmıştır.

Güvel (2007) yapmış olduğu çalışmada, Seyhan ve Çatalan Barajları ile bölgedeki diğer akarsuların kapsadığı alanda gerçekleştirmiştir. Çalışma alanı için 1/25 000 ölçekte su kaynaklarının niteliklerini içeren CBS tasarımı, karar destek sistemi aracı olarak kullanılmıştır. Çalışma sahasında bulunan akarsu gözlem istasyonları, kar

gözlem istasyonları ve su kalitesi gözlem istasyonları da çalışmaya dahil etmiştir. Seyhan Baraj Gölüne ait 1966, 1971, 1976, 1980, 1986, 1991 yıllarında üretilmiş olan hidrografik haritaları sayısallaştırmış, ayrıca otomatik veri toplama sistemi ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturarakgöl alanında meydana gelen sediment birikimini incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında; rezervuarların ekonomik ömrünü azaltan sediment birikimi problemi ve barajların ekonomik ömürlerinin yeniden kazanabilmeleri için sedimentin kontrol edilmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca, Osmaniye ili, Sumbas ilçesi sınırları içerisinde bulunan Kesiksuyu (Mehmetli) Barajının 1963 ve 2007 yıllarındaki verileri kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmelerde, Ortalama Sonlu Alan Yöntemi kullanılmış ve göl alanındaki sediment birikimi hesaplanmıştır. 44 yılda %17.20 hacim kaybının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Elde edilen zamansal değişim haritaları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile görselleştirilmiştir.

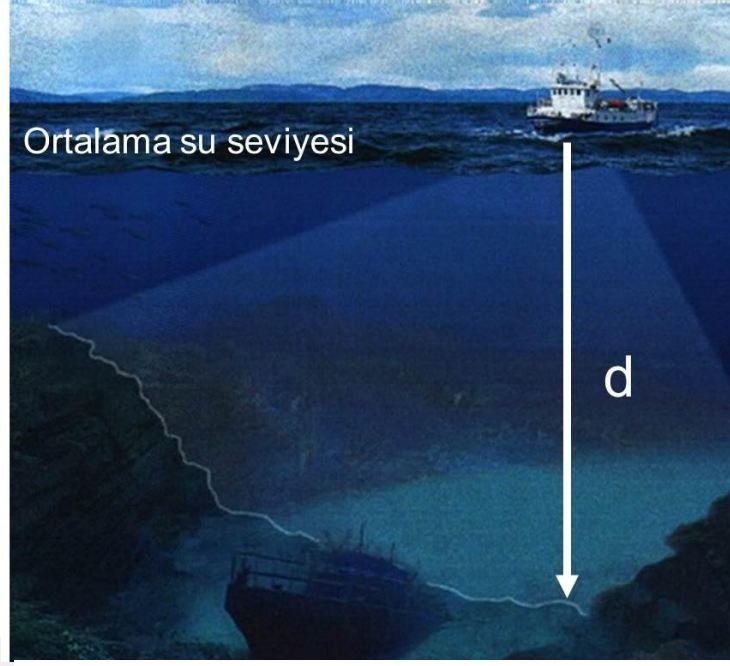
2.HİDROGRAFİK ÖLÇMELER

Yeryüzündeki doğal kaynakların sınırlı olması günümüz toplumlarını bu kaynakların tespit edilmesine yöneltmiştir. Günümüzdeki teknolojik ilerlemeye paralel olarak deniz kaynaklarının araştırılması, bu kaynakların potansiyellerinin daha verimli olarak kullanılmasının belirlenmesini, deniz haritacılığının önemini ve devamlılığını her geçen gün daha da artırmaktadır. Hızla gelişmekte olan teknoloji ve deniz haritacılığındaki tecrübe edinimleri ülkeleri, sınırları okyanus ortalarına kadar genişleyen deniz kaynaklarından faydalanmaya her geçen gün biraz daha yöneltmektedir. Deniz haritacılığı “Deniz altı topografyasının yapısını ve doğasını tespit için gerekli parametreleri elde etme ve ölçme bilimi” olarak tanımlanan çok yönlü alandır. Bu sebeple deniz haritacılığı tanımına denizin kara ile olan bağlantısı da girmektedir. Sularla kaplı alanlarda en verimli şekilde faydalanabilmek için bu alanların dip topografyasının güncel olarak bilinmesi gereklidir.

Yeryüzünün sularla kaplı alanlarının (deniz, göl ve akarsu gibi) topoğrafik durumunu belirlemek için yapılan derinlik ölçmelerine hidrografik ölçümler denir. Yapılan bu ölçümlerin üretilme amacına göre oluşturulan standartlara birleştirilmesi ve çizimi ile üretilen haritalara hidrografik harita denir (Şapcılar ve Fakıoğlu, 2003).

Bu ölçme işleminde iki temel adım vardır. Bunlar; birincisi su kütlesi üzerinde noktaların yatay koordinatlarının belirlenmesi (konum belirleme), diğer ise yatay koordinatları belirlenen bu noktadaki su derinliğinin (iskandil) tespit edilmesidir. Ayrıca su kaplı alanların ortalama su seviyelerini tespit etmek ve bu ortamlarda gravite “yerçekimi ivmesi” ölçmeleri yapmakta hidrografik ölçmelerine dâhildir.

Hidrografik ölçümlerin ilk amacı, karalara ait topoğrafik haritalar benzer şekilde deniz tabanının tüm niteliklerinin, doğal ve yapay görünümünün elde etmektir. Ayrıca su yüzeyine ait noktaların deniz seviyesinden olan derinliklerinin belirleme işlemine iskandil denilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1:Batimetrik ölçme örneği.

İskandil işlemi genel itibariyle birbirine paralel doğrultularda ve devamlı olarak sürdürülür. Denizdeki bir noktanın yerinin tam olarak belirlenebilmesi için yataydaki konumu ve deniz yüzeyinde olan derinliğinin bilinmesi gerekir. Bir noktanın yataydaki konumu, coğrafi enlem ve boylam, jeodezik koordinatları ya da koordinatı bilinen bir noktadan olan uzaklığı ve açıklık açısı ile belirlenir. Noktanın deniz yüzeyinden olan derinliği ise ortalama su seviyesi düzeltmesi getirilmiş bir değerdir. Ortalama su seviyesi çalışmanın amacına göre belirlenir (Ekizoğlu vd.,2008).

Dünyada hidrografik ölçmeler, Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO) tarafından kontrol edilmektedir. Bu örgütün amacı hidrografi dairelerinin faaliyetlerini düzenlemek, denizlerin haritalarının üretilmesinde ve dokümanlarında standart oluşturmak, hidrografik ölçmelerin yapılması ve hassasiyetinin artması için güvenilir ve etkili yöntemler belirleyerek kabul etmek, oşinografi ve hidrografi bilimleri tekniklerini geliştirmektir.

Bu görevleri yerine getirmek için Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO)“nın kendi komisyonu tarafından hazırlanmış belli standartlar vardır. Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO)'ya göre; yetkili makam tarafından, nitel ve nicel ölçümlere referans (model, kural) teşkil etmek üzere tanımlanmış tam bir değerdir (Ekizoğlu, 2010). Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO), “Özel Yayın No:44” adı altında hidrografik ölçmelerde uyulması tavsiye edilen standartları yayınlamıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1:Hidrografik ölçmeler için öngörülen standartlar (2008).

Derece	Özel	1a	1b	2
Saha Örnekleri	Limanlar, yanaşma yerleri ve omurga altı kleransının kritik olduğu bölgeler	Limanlar, tavsiye edilen kanatlar ve derinliği 100 m'ye kadar olan bazı kıyılar	Özel derece ve 1a derece ile kapsanmamış veya derinliği 100m'ye kadar olan alanlar	Özel derece, 1a ve 1b derece ile kapsanmamış, derinliği 100 m'den fazla olan denizler
Konum Doğruluğu (%95 güvenilirlik)	2m	5m + derinliği %5'i	5m + derinliği %5'i	20m + derinliği %10'i
İndirgenmiş derinlikler için derinlik doğruluğu (%95 güvenilirlik)	a= 0.25 m b= 0.0075	a= 0.5 m b= 0.013	a= 0.5 m b= 0.013	a= 1.00 m b= 0.023
%100 Dip Araştırması	Zorunlu	Zorunlu	Zorunlu Derinliği	Zorunlu Derinliği
Sistem Tespit Kabiliyeti	1 m ³ ' ten büyük cisimler	40 m'den sığ derinliklerde 2 m ³ 'den sonra derinliğin %10' undan büyük engeller	Uygulanmaz	Uygulanmaz
Maksimum Hat Aralığı	%100 dip kaplaması zorunlu olduğu için uygulanmaz	%100 dip kaplaması zorunlu olduğu için uygulanmaz	Ortalama derinliği 3 katı veya 25 m	Ortalama derinliği 4 katı

2.1.Hidrografik Ölçme Yöntemleri

Hidrografik ölçmeler, genel anlamdadüşünüldüğünde sular ile kaplı alanlarıçerisinde yapılmış ve yapılacak olan oşinografik ve jeodezik ölçme çalışmalarıdır. Bu tür jeodezik çalışmalardaönemli iki temel ölçme bileşeni, derinlik ve konumile ilgili yapılan ölçmelerdir. Çoğu jeodezikölçmeteknik ve aletlerinde olduğu gibi, hidrografik ölçme teknikleri ve aletleri de son yıllarda gelişme

göstermiştir. Günümüzde uygulamaları devam eden yersel ölçme tekniklerinin yanında, bilgisayar destekli modern Veri Toplama Sistemleri de kullanılmaktadır. Derinlik ve konum ölçmelerinde tercih edilen bazı yöntemler Çizelge 2.2’de sıralanmıştır (Kalkan ve Alkan, 2005).

Çizelge 2.2: Ölçme yöntemleri ve sınıflar (Kalkan ve Alkan, 2005).

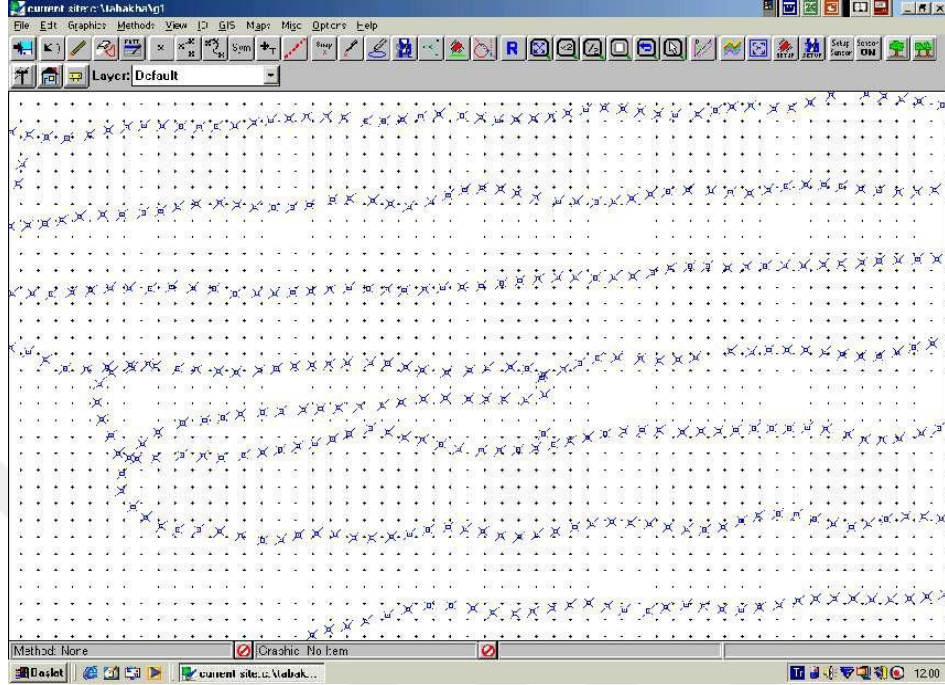
Konum Ölçme Yöntemleri	İnertial Yöntem
	Optik Yöntem
	Uydu Ölçmeleri
	Sekstant
	Elektro – Optik Yöntem
Derinlik Ölçme Yöntemleri	Akustik İskandil
	Mekanik İskandil
	Lata İskandil
	Airborne Lidar

2.1.1. Hidrografik ölçmelerde konum ölçmeleri

Hidrografik konum ölçmelerinde kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

- Deniz aracından, sekstant ile kıyı hattındaki en az üç yatay kontrol noktasına (ortadaki nokta ortak ve açılar 33 Graddan küçük olmamak üzere) bağlı olarak sağ-sol açılar ölçülüp bulunulan noktaya geriden kestirme yöntemiyle,
- En az iki yatay kontrol noktasından, deniz aracına sabitlenmiş işarete ilerden kestirme ile,
- Takeometrik yöntemle (Klasik veya Elektronik),
- Yatay kontrol noktalarına yerleştirilen yansıtıcılardan alınan sinyallerle veya benzeri elektronik konum belirleme sistemleriyle (trispander sistemi),
- Radyo modemden faydalanarak infrared elektronik takeometreleri ile,
- Ülke Jeodezik Ağı'nın koordinat sistemine dayalı en az iki yatay kontrol noktasından çıkış alarak ve deniz aracına sabitlenmiş ± 10 cm hassasiyetinde ölçü yapan uydu bazlı konumlama sistemi (GNSS) yöntemi ,
- Real-Time Kinematik GPS (RTK) yöntemi ile yapılabilir (Şapıcılar ve Fakıoğlu, 2003).

Yapılacak olan ölçmeler genellikle birbirine paralel doğrultularda (rotalarda) ve devamlı olarak yapılmalıdır. Otomatik sistemlerde, belirlenen hat üzerinde ve belirlenen zaman aralıklarında ölçü yapılarak konum verileri elde edilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Rota için oluşturulan grid'ler (Erbaş vd., 2004).

2.1.2. Hidrografik ölçmelerde derinlik ölçmeleri

Hidrografik konum ölçmelerinde kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

- Hidrografik ölçmeler ± 20 cm hassasiyetinde olacak şekilde iskandil latası, el iskandil şavlusunu veya elektronik olarak derinlik ölçebilen sonar cihazlarıyla gerçekleştirilir (akustik iskandil).
- İskandil latası 3 metreye kadar derinliği olan sularda kullanılır. Kara ölçümlerinde kullanılan 4 metrelik miralar iskandil latası olarak kullanılabilir.
- El iskandil şavlusunu sonar cihazının bulunmadığı zorunlu durumlarda derinlikleri 10 metreye kadar olan sularda tercih edilir.
- El iskandil şavlusunu, ucuna 2-3 kg'lık ağırlık takılmış olan ve 0,5 metre aralıklarla işaretlenmiş özel bir ip, zincir vb. den üretilmiştir.
- Lata ve el iskandil şavlusunu ile derinlikler ölçülürken dikkat edilmesi gereken en önemli husus ölçülerin olabildiğince düşey doğrultuda yapılmasıdır, gerektiğinde ise el iskandil şavlusunu ucundaki ağırlık değiştirilebilir.

- Derinlik ölçmelerinde hangi yöntemi kullanılırsa kullanılsın en fazla meydana gelen hata kaynağı derinliğin dikkonumda ölçülemeyişidir (Şapcılar ve Fakıoğlu, 2003).

Derinlik ölçümleri Şekil 2.3' te görülen cihazlar yardımıyla yapılmaktadır.



Şekil 2.3: Derinlik ölçer-EchoSounder (Erbaş vd., 2004).

2.2.Hidrografik Harita Alımı için Yapılan Hazırlıklar

Türkiye’de çalışma alanı sebebiyle en fazla üretim yapan kurumlar tarafından hazırlanan hidrografik harita alımı için izlenen adımlar şunlardır.

2.2.1.Hidrografik çalışmaların planlaması

Planlama esnasında dikkat edilecek hususlardan bazıları şunlardır:

- Üretilcek haritanın kullanılacağı alanlarda ihtiyaçlara göre bir şartname taslağının çıkarılması.
- Elde bulunan verilerindeğerlendirilmesi haritalar, hava ve yer fotoğrafları, seyir talimatları, gelgit çizelgeleri, nirengi ve daha önceki ölçümlerden elde edilen kontrol verileri.
- İmkânlar sınırında istikşaf kanavası.
- Ölçüm için gerekli olanana taslak plan, kayıt kağıtları, güzergah haritaları, kağıt, koordinat listeleri, veritabanı, bilgisayar dosyaların hazırlanması,
- Çalışma planının hazırlanması (Yer kontrolü kararları, gelgit ölçüsünün yeri, kullanılacak alet ve teknikleri, personeli, ekipmanı ve lojistik ihtiyaçları, zaman ve kaynak çizelgeleri)

- Mevki saptama, gelgit kontrolü, derinlik ölçümü, tarama,karıştırma, çok yönlü işlemlerin gerçekleştirilmesi gibi alan çalışmaları yapılmalı
- Elde edilen verilerin analiz edilmesi, işleme konması ve sunulması(Erbaş vd., 2004).

Planlarda olması istenen özelliklerden biri de esnek olmasıdır. Bu özellikle iklim, sağlık vb. nedenler yüzünden ortaya çıkan problemler elemine edilebilmektedir.

Derinlik belirleme işleminde şu hususlar gözetilmelidir:

- Gerekli tekne tipi,
- Echosounder / sonar sualtı ses ölçme cihazları tipi,
- Konum belirleme yöntemi,
- Veri kullanma yöntemi,
- Gerekli deniz yatağını belirleme yöntemleri,
- Personel ihtiyaçları,
- Lojistik ihtiyaçlar.

Çalışmanın amacına uygun olarak işlem adımları seçmek gerekli olup buamaçlardan bazıları şunlardır;

- Askeri ve genel amaçlı oşinografik araştırmalarda elde edilen, özellikle jeolojik verileri tamamlayıcı görevi gören dip ve dip altı katmanlarına ait yapısal ve litolojik bilgilerin tespiti,
- Çalışma sahasının batimetrik ve manyetik niteliklerinin çıkarılması,
- Sualtı tabanı ve kıyılarda yapılacak her türlü inşaat ve tesislerin inşa edilebileceği en uygun konumun tespit edilmesi ile bu tesislerin devamında alınması gerekli önlemlerin değerlendirilmesi,
- Denizaltımdan geçmesi planlanan boru ve kablo hatlarının çekilebilmesi için gerekli araştırmalar ve bunların periyodik zamanlarda kontrolleri,
- Deniz kaynakları ve potansiyellerinin araştırılması,tespit edilmesi vb.

Bu amaçların gerçekleştirilmesi için gerekli olan ideal bir planlamada aşağıdaki aşamalar bulunmalıdır:

- Çalışılması yapılacak alanın kıyı kesiminin jeolojik durumunun incelenmesi,
- Bölgeye ait daha önce yapılmış jeofizik ve jeolojik çalışmaların incelenmesi,
- Amaca ve ihtiyaca uygun çalışma haritasının hazırlanması,

- Haritada mevcut jeolojik ve batimetrik verilere göre optimum hat yönü, aralıkları ile hatların seçimi, topografya, akıntı yönü gibi durumlar dikkate alınarak mevki koyma aralık seçiminin belirlenmesi,
- Deneme ölçmelerinin yapılması (Çalışma alanında en iyi verileri elde edebilmek için derinlik, tabanmodeli ve su altı ortam gürültüsüne uygun kullanım ve kayıt frekans sıklıklarının seçimi amacıyla),
- Elde edilmesi planlanan veriye göre sistem ve gücün belirlenmesi,
- En ideal teknik personel tespiti,
- Çalışma amacıyla mayın, boru hattı vb. gibi bir cisim araştırılıyorsa model çalışmaları ve yapılabilirlik etüdü hazırlanmalıdır(Erbaş vd., 2004).

Deniz tabanının ekonomik olarak haritasını çıkartabilmek için, ölçülecek alanda, ölçmede kullanılacak aracın üzerinde hareket edeceği birbirine paralel güzergâhlar belirlenir(URL-1). Ayrıca şunlara da dikkat edilir:

- Amaca uygun ölçek belirlemek,
- Güzergâhlar arasındaki sıklığı belirlemek,
- Güzergâh boyunca konum ölçmesi yapılacak sıklığı belirlemek,
- Güzergâh üzerinde hareket ederken aracın hızını belirlemek,
- Güzergâhyönünü belirlemek.

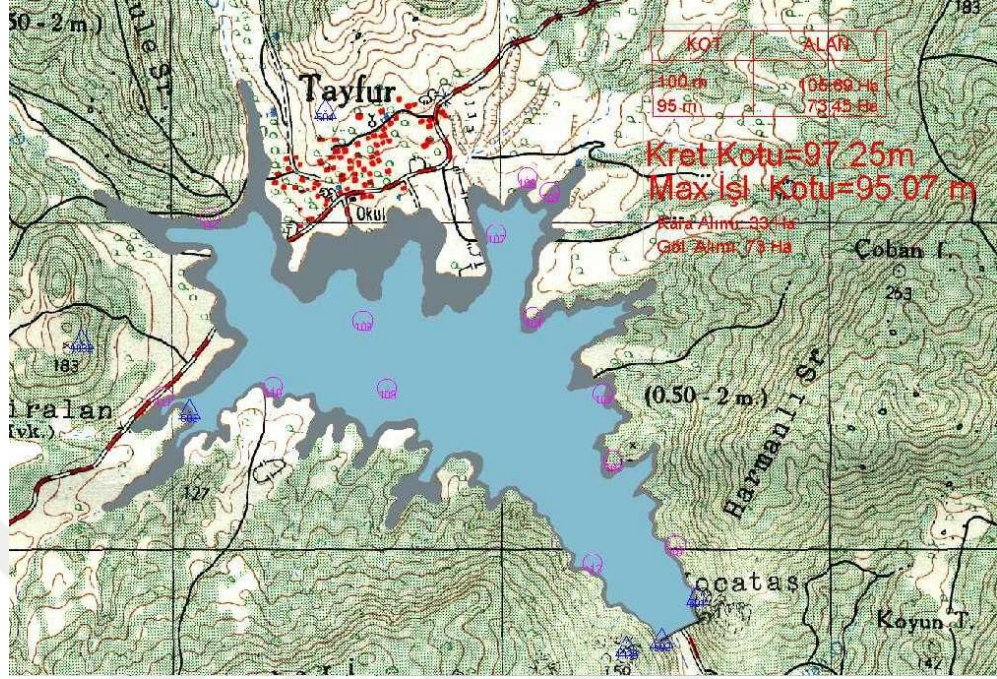
Verileri işleme yönteminin ölçmelerin planlanmasında önemli bir yeri vardır. Basit ölçmelerde, sekstant ya da mikrodalga cihazlarıyla elde edilen konum verileri yardımıyla, gemide manuel olarak çizilen krokiler kullanılabilir. Batimetrik ölçmeler için kullanılan bilgiler, bir deftere ya da bilgisayardanot edilir. Büyük alanların ölçülmesinde otomatik veri kaydedicilere ihtiyaç duyulur.

Çoğu konum belirleme işlemi, ulusal ya da uluslararası yatay kontrol ağına dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Derinlik ölçme verilerini kontrolişlemi ise karada yüksekliği bilinen nivelman noktalarından, yapılan nivelman ölçüleri ile çalışma alanındaki ilgili noktalarakot taşınabilir. Ölçme bölgesindeki ortalama su seviyesi ile karadaki nivelman noktası arasındaki yükseklik farkı biliniyorsa kot taşıma işlemi sağlıklı olur(Erbaş vd., 2004).

2.2.2. Ölçme yapılacak alanda yapılan hazırlıklar

Ölçme işlemi yapılacak alanın çevresini kapsayacak şekilde ve yeterli sıklıkta nirengi ve poligon noktaları tesis edilir (Şekil 2.4).

Noktalar GNSS alıcıları ile ölçülür ve ulusal koordinat sistemine bağlı koordinat değerleri elde edilir(Şapcılar ve Fakıoğlu, 2003).



Şekil 2.4: Tesisi yapılan nirengi ve poligon noktaları (Erbaş vd., 2004).

Koordinatı bilinen noktaya GNSS ve Radyo vericisi kurulur GNSS anten yüksekliği bilgileri el kontrol ünitesi yardımıyla alıcılara kaydedilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: GNSS gözlem çalışmaları (URL-2).

Baraj gölüne ait taban topografyası tespit çalışmaları için koordinatları bilinennoktalar yardımıyla ölçmeler gerçekleştirilir. Otomatik veri toplama sistemi ile eş zamanlı ve periyodik olarak derinlik ve konum bilgileri ölçülür (Şekil 2.6) (Şapcılar ve Fakıoğlu, 2003).



Şekil 2.6: Sualtı ölçüm yapım çalışması (URL-3).

2.2.3. Eşel (su kotu) kotun belirlenmesi

Akarsu, rezervuar, göl vb. yerlerde su yüzeyi seviyesinin gösterilmesinde kullanılan üzeri ölçülendirilmiş skalaya eşel denir. Hidrografik haritası üretilirken suyla kaplı alanın eşel kotu tespiti için günlük su kotu Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA)’na ait iki noktadan geometrik nivelman yapılarak belirlenir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Su kotu belli olan nivelman noktaları (URL-2).

2.2.4. Hidrografik yazılımın hazırlanması

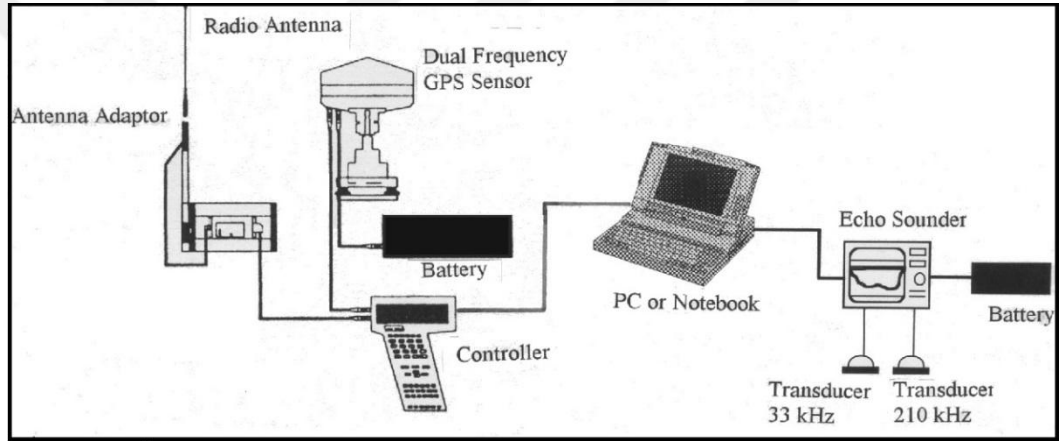
Kullanılacak aletlerin iletişim protokolleri hazırlanır. GNSS anteni ile transducer arasındaki ofset bilgileri ve deniz aracının çökme verisi girilir. Ayrıca, cihaz

içerisindeki ölçme yazılımına koordinat dönüşümü için gerekli olan parametreler, kullanılacak ses hızı değeri ve günlük su kotu (eşel) değeri sisteme girilir.

2.3.Hidrografik Donanımlar

Otomatik Veri Toplama Sistemlerinde bulunan temel donanımlar:

- Konum belirleme için kullanılan GNSS alıcıları,
- Deniz aracının yönlendirilmesi için Gyro ve özel pusula,
- Ölçmelerdeki ses hızı, bat-çık ve pitch&roll gibi hataları kaynakları elemine etmeye yarayacak dönüklük ölçme sensörleri,
- Su altı ölçümlerinde kullanılan çift frekanslı derinlikölçer,
- Konum ve derinlik bilgilerinin bir yazılım desteğiyle depolanacağı bilgisayar (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Otomatik veri toplama sistemi donanım bileşenleri (URL-4).

2.4.Hidrografik Yazılım İşlemleri

Bir hidrografik yazılımın temel görevi, eş zamanlı konum ve derinlik bilgilerini ve aşağıda verilen diğer sensör ya da sistemlerden gelen verileri bir araya getirerek saklamasıdır. Bu tür yazılımlar çoğunlukla üç ana bileşenden oluşur (Alkan ve Kalkan,1999).

a-) Ölçme Öncesi Hazırlıklar:

- Aletlerin iletişim protokollerinin ayarlanması,
- Lokal deniz aracının koordinat sisteminin tanımlanması,
- Ofset değerlerinin ve deniz aracının çökme hata düzeltmelerinin girilmesi,
- Ölçüm sınırlarının belirlenmesi,
- Ölçüm profillerinin oluşturulması,
- Kıyı çizgisi vb. detayların eklenmesi,

- Koordinat dönüşümü için gerekli verilerin girilmesi.

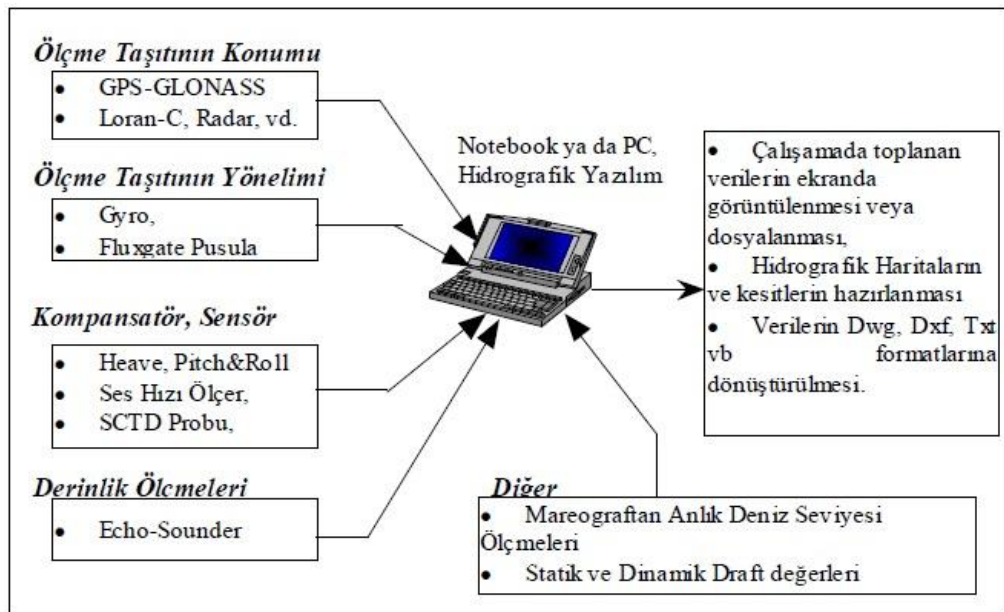
b-) Ölçmelerin Gerçekleştirilmesi:

- Derinlik, konum ve diğer sensörlerden elde edilen verilerin toplanıp, manyetik ortamlara saklanması,
- Gerçek zamanlı yükseklik(derinlik) profillerinin çizimi,
- Ölçüm esnasında, bilgisayar ekranında ölçme profilleri, sahil çizgisi ve diğer detaylar ile deniz aracının hareketinin gerçek zamanda görüntülenmesi,
- Deniz aracının hız ve doğrultu açısı gibi verilerin toplanması,
- Ses hızının tespiti.

c-) Ölçme Sonrası Çalışmalar:

- Elde edilen bilgilerin kontrol edilip, gerektiğinde düzeltilmesi,
- Ses hızı ve su seviyesi hata düzeltmelerinin yapılması,
- Bu verilerin görüntülenmesi veya çıktıların alınması,
- Elde edilen verilerden profil kesitlerinin çizilmesi,
- Hacim hesapları,
- Hidrografik haritaların hazırlanması.

Otomatik Veri Toplama Sisteminin temel bileşenleri Şekil 2.9'da gösterilmiştir. Klasik yöntemler ve Otomatik Veri Toplama Sisteminin performansını karşılaştırmış ve elde edilen sonuçlar, Otomatik Veri Toplama Sisteminin Klasik Yönteme göre aynı sürede ölçülebilen nokta sayısının yaklaşık 15 kat daha fazla olduğunu göstermiştir (Kalkan ve Alkan, 2003).

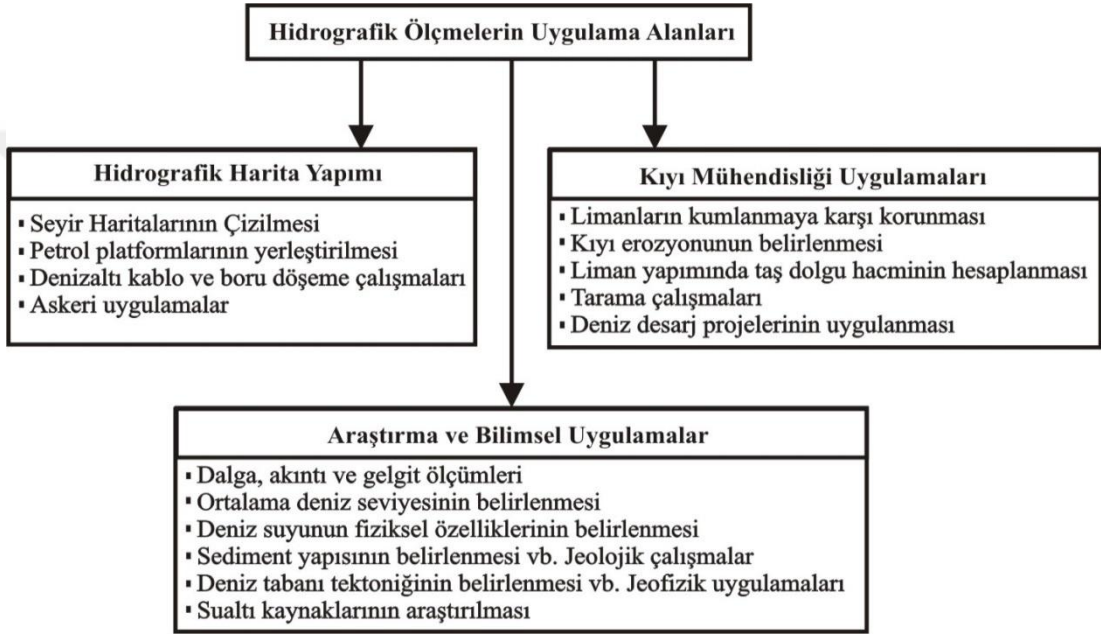


Şekil 2.9: Bir otomatik veri toplama sisteminin bileşenleri (URL-4).

2.5.Hidrografik Ölçmelerin Uygulama Alanları

Geçmişten günümüze kadarkıtarlar arasında insan ve yük taşımacılığı gemiler ile gerçekleştirilmekteydi. Bunedenle, denizlerin derinliklerinin ölçülmesi her daim gemileriçin vazgeçilmezolmuştur. İlk olarak hidrografik ölçmelerden seyir alanında faydalanılmıştır. Günümüzdehidrografik ölçmeler çok fazla disiplini bir aradatutan ve uygulama sahaları(Çizelge2.3)açısından farklı disiplinlere deçare olan bir uğraş alanı olmuştur(Aykut, 2009).

Çizelge 2.3:Hidrografik ölçmelerin uygulama alanları



2.5.1. Kıyı mühendisliği uygulamaları

Kıyı kenarlar hem yerleşim hem de rekreasyon alanları olarak diğer alanlara göre daha çok rağbet görmektedir. 8300 km'den uzun bir kıyı şeridine sahip olan ülkemizde de kıyı kenarlar turistik ve yaşam alanı olarak önemli bir yere sahiptir. Kıyı alanları, ülke vatandaşlarının ve turistlerin koşu, bisiklete binme, tekne kullanma, balık tutma vb. fiziksel aktiviteler ile yeme, içme, dinlenme, eğlence gibi sosyalleşmelerin yapıldığı alanlardır. Kıyı Mühendisliği, kıyı kenarlarında ve denizlerdeki kaynakların en verimli ve ekonomik biçimde kullanılması için planlama ve mühendislik çalışmalarında, “doğa-insan” etkileşimindeki dengeyi kuracak problemlere çözümler üreterek bu alanlarda sürdürülebilir gelişmeyi sağlayan bir uygulama alanıdır (Ergin, 2005). Kıyı alanlarının sürekli olarak gelişme içinde olması, turistik tesislerin ve bazı yaşama aktiviteler bu alanların bozulmasına yol açmaktadır (Yüksel, 2005). Kıyı alanları toprak kaymalarına veya hareketlerine karşı

mevilli alanlar olup, bu alanlar için tedbir alınması gerekmektedir. Kıyı erozyonunun önlenmesi, kıyıların ani su akıntılarından korunması, limanların tasarımı ve yapımı, limanların kumlanmaya karşı korunmaları, deniz deşarjlarının planlanması, kıyı çizgisinin değişiminin tespiti gibi kıyı mühendisliği uygulamalarında (Yüksel vd., 1998) hidrodinamik yapının belirlenmesi ve doğru modellenmesi gerekmektedir. Hidrodinamik yapının tespitinde, derinlik ölçümleri, akıntı, dalga ve gelgit ölçümleri, deniz seviyesi değişimi, deniz suyunun özelliklerinin belirlenmesi, su kalitesi ve sediment yapısının tespiti ve kıyı çizgisi ölçmelerinin periyodik olarak yapılması gerekmektedir.

Yat limanları, dalgakıranlar ve balıkçı barınakları gibi yapay kıyı mühendislik yapılarının yapımı esnasında, denize şarj edilecek malzeme miktarının hesaplanmasında, denizaltı kablo ve boru döşeme çalışmalarında, deniz dolgu çalışmalarında genelde limanların kumlanmasından dolayı yapılan tarama işlemlerinde hidrografik ölçmelerden faydalanılmaktadır (Aykut, 2009).

2.5.2. Seyir haritalarının üretimi

Deniz araçlarının okyanuslarda, denizlerinde ve bazı göllerde, güvenli bir seyir yapabilmeleri için ihtiyaç olan Seyir Haritaları (Deniz Haritaları) ülkelerin hidrografi daireleri tarafından üretilmekte olup bu daireleri çoğunlukla Deniz Kuvvetleri bünyesinde dir. Ülkemizde 1973 yılında yayımlanan 1738 sayılı Seyir ve Hidrografi Hizmetleri Kanunu'na göre Türkiye Denizlerinde yapılması düşünülen veya yapılan tüm seyir haritalarında koordinatörlüğü, üretimi, basılması ve arşivlenmesi Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığına verilmiştir. Kâğıt veya elektronik seyir haritalarına altlık olan veriler hidrografik ölçmeler ile elde edilmektedir (Aykut, 2009).

2.5.3. Askeri uygulamalar

Ülke savunması amacıyla, mayın haritalarının üretilmesi, sualtı askeri mühimmat koordinatlarının tespiti, savaş durumunda çıkarma yapmak için yararlanılacak kara alanları ve ya bölgelerin hidrografik durumlarının tespiti gibi askeri amaçlı uygulamalarda da hidrografik ölçmelerden büyük ölçüde faydalanılmaktadır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.5.4. Çevresel ölçmeler

İskele, liman, balık çiftliği gibi kıyılarda ve denizlerde yapılması planlanan mühendislik yapılarının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi (ÇED) için hidrografik ve oşinografik ölçmelerden faydalanılmaktadır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.5.5. Baraj alanlarındaki uygulamalar

Hidrografik ölçmeler ile baraj göletlerindeki su hacmi belirlenmekte ve su kapasitesi, ileriki zamanlar için planlamalarda kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal ve yapay göllerde toplanan sediment ile baraj kıyı erozyon taşınımını da belirlemek amacıyla hidrografik ölçmelerden faydalanılmaktadır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.5.6. Jeofiziksel araştırmalar

Deniz tabanındaki jeofiziksel araştırmalar, sualtındaki fay hatlarının tespiti ve deniz tabanı tektoniğinin tespiti gibi uygulamalarda hidrografik ölçmelerden faydalanılmaktadır. Çokbim'li iskandiller ile elde edilen veriler altlık olmak üzere sismik ve yandan taramalı sonar görüntülerinin analiz edilmesiyle deniz tabanı tektoniği hakkında bilgiler üretilmektedir (Aykut, 2009).

2.5.7. Sualtı kaynak araştırmaları

Okyanus, deniz ve göllerde sualtı kaynaklarının araştırmalarında, kaynakların keşfinde ve konum olarak belirlenmesinde petrol, doğalgaz gibi ürünlerin çıkarılmasında, mühendislik yapılarının inşaatı yerlerinin planlanması, yerleştirilmesi ve sondaj çalışmalarında hidrografik ölçmeler büyük önem arz etmektedir (Aykut, 2009).

2.6. Hidrografik Ölçmelerde Hata Kaynakları

Hidrografik ölçmelerde sonuca etki edecek kritik hatalar, yapılan ölçme öncesi hazırlıklar kısmında, ölçü sırasında veya değerlendirme kısmında yapılmaktadır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.6.1. Dalga etkisi

+/- 20 cm yüksekliğindeki dalga 6-7 m boyundaki bir tekne ile elemine edilebilmektedir. Daha yüksek dalgalarda bu tür bir tekne ile çalışılmamalıdır (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.6.2.Sürüklenme etkisi

Hata kaynaklarından bazıları da fiziksel faktörlere dayanan sürüklenme etkisidir. Bu sürüklenme etkileri aşağıda verilmiştir(Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

- Ses gecikmesi • GNSS ile çalışılması durumunda
- Teknenin sürüklenmesi×Alıcı - uydu saat hatası
- × Ağırlığın sürüklenmesi×Uydu yörünge hatası
- × Akarsulardaki sürüklenme×İyonosferik gecikme
- Su yoğunluğunun etkisi×Troposferik gecikme
 - × Taşıdığı malzemenin etkisi×Alıcını noise etkisi
 - × Tuzluluk etkisi× Multipath (Maltipah)

2.6.3.Zemin yanılması

- Topografyanın kısa mesafede çok değişim göstermesi
- Zeminin sert veya yumuşak (çamurlu) olması(Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

2.6.4. Değerlendirme (çizim) hataları

Hidrografik harita çalışmalarında karşılaşılabilecek hatalardan biri de çizim hatalarıdır. Sıkça karşılaşılan hatalar;

- Özellikle yerlerin (fay veya talveg hattı gibi) atlanması,
- Üçgenleme hatası,
- Zeminde en derin veya sığ bölgelerin bulunamaması, olarak sıralanabilir (Şapçılar ve Fakıoğlu, 2003).

3.SEDİMENT

Sürüklenme etkisi ile ilerleyen ve suyun dinginleşmesi ile çökelen birikinti malzemesi sedimentdir. Su yataklarındaki sedimentler suda asılı halde veya tabanda rusubat malzemesi olarak taşınan alüvyon malzemeleri kapsamaktadır. Yeryüzündeki kayaların çeşitli atmosferik ve hidrolik etkenlerle aşınması ile oluşmaktadır. Bu etkenler kimyasal, mekanik ve organik etkenler oksijen, karbondioksit ve su buharıdır. Organik etkenler ise otçul hayvanların otlaması ve bitki köklerinin kayaları parçalaması yoluyla gerçekleşmektedir. Bu etkenler sonucu sediment; eğim, toprak kaymaları ve akarsu yatağındaki aşınmalar yoluyla akış ile birlikte taşınmaya başlanmakta ve sediment yükünü oluşturmaktadır. Sediment yükü miktarı taşınmakta olan malzemenin cinsine, akarsu debisine ve kanal özelliklerine göre değişmektedir. Aşınma miktarı eğim ve hızla doğru orantılı, depolanma ise ters orantılı olarak gerçekleşmektedir (Kayhan, 2001).

Taşınma olaylarından sonra tanelerin hızının azalması veya tamamen taşınamaz hale gelmesiyle bulundukları yerlerde depolanırlar veya çökelişirler. İşte taşınan sedimentlerin üst üste yığılması veya depolanması olayına çökelme veya sedimentasyon denilir (Şahin, 2013).

Akarsulardaki sediment malzemesinin taşınışları birbirinden farklı iki şekilde oluşmaktadır. Bunlardan birincisi; tabanda oluşan hareket olup sürüklenerek veya sıçrayarak hareket etmektedir. İkincisi; askı hareket yükü olup akarsu tarafından yüzdürülerek taşınmaktadır. Taban hareketlerini türbülansın ziyade taneler arası çarpışmalar belirler ve taban hareketleri tabanın hemen üzerinde meydana gelen toplam taşınım miktarının bir bölümünü oluşturur. Diğer yandan askıdaki katı madde hareketi ise daha çok türbülansın etkili olduğu toplam taşınım yükünün bir parçasıdır. Aslında her iki hareketinde birlikte meydana gelmesi ve bu hareketleri birbirinden ayırmanın çoğu kez kolay olmamasına rağmen, genel olarak taban hareketleri, taban yüzeyinde iri ve ince malzemelerin hareketi şeklinde meydana gelir. Bu hareketler düşük kayma gerilmelerinde sıçrama şeklinde ve yüksek kayma gerilmelerinde tabakalı akış biçiminde görülmektedir (Bilgin ve Özkan).

3.1. Sedimentin Çökelme Hızı

Bir maddenin suda çökelme hızı, askı maddesine aityönelmeninaraştırılmasında ve akarsudaki birikme problemlerininbaşlıca parametrelerindendir. Çökelmeye madde ve su akım özellikleri etkiler. Maddenin şekli, özgül ağırlığı ileakıntının rejimi, askı maddesi yoğunluğunu, suyun ısısı gibi parametreler çökelme hızına etkiyen faktörlerdendir. Durgun suya bırakılan küresel bir maddeninilk anda sıfır olan hızı G ağırlığının etkisi ile ivmeli olarakyükselir. Aynı zamanda hareket yönüne zıt yönde hareket eden F direnç kuvveti hızın karesi ile doğru orantılı olarak artar. G ve F kuvvetleri eşit olduğu anda ivme sıfır olur ve parçacık o andaki hızı ile çökmeye devam eder. Maddenin sabit hıza geldiği denge durumundaki hızına çökelme hızı denir.

Denge durumu için Denklem 3.1 de verilen formül kullanılmaktadır.

$$W = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g \frac{D}{CD}} \quad (3.1) W: \text{Çökelme hızı}$$

D: Parçacığın ortalama çapı

g: Yerçekimi ivmesi

γ_s : Tanenin özgül ağırlığı

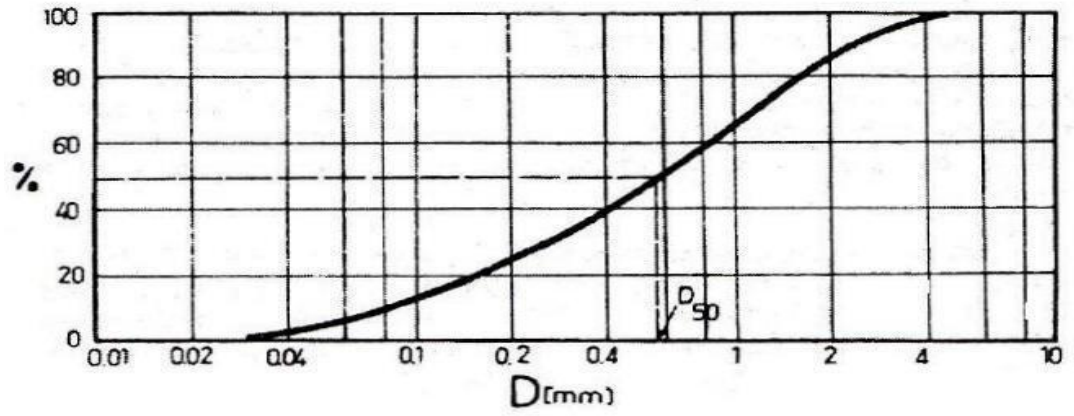
γ : Suyun özgül ağırlığı

CD: Direnç katsayısı

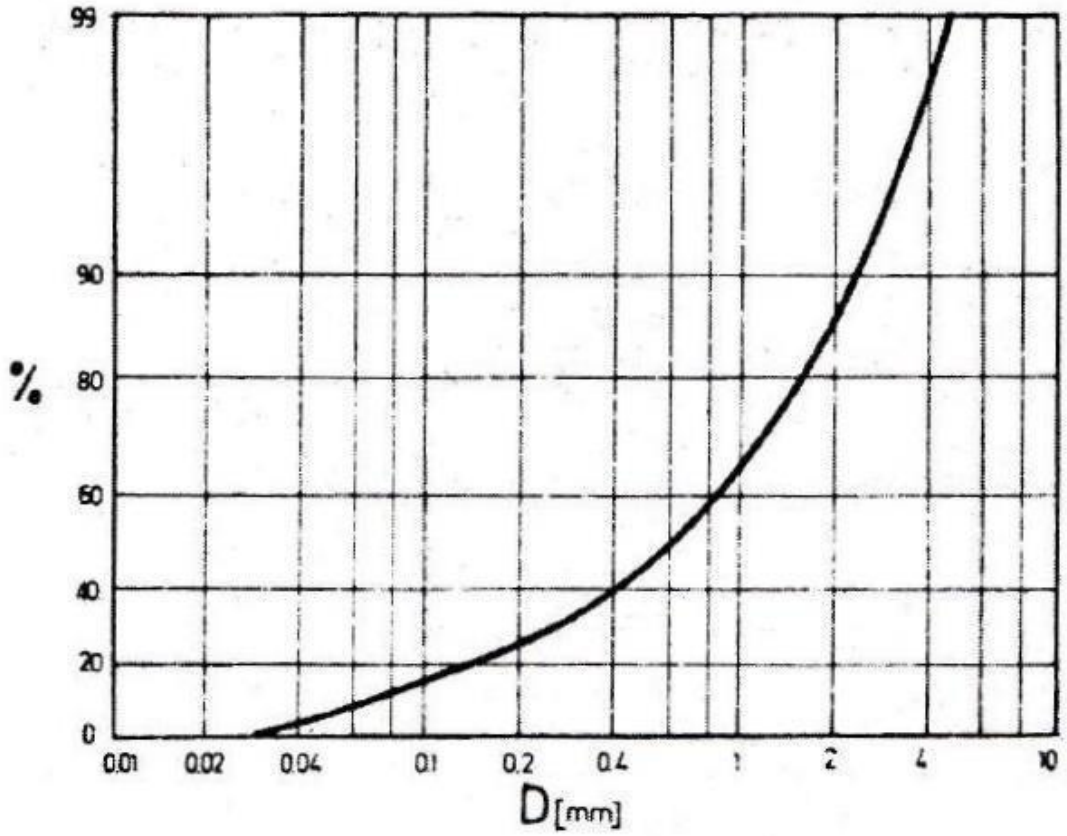
eşitliği yazılarak çökelme hızı laminer ve türbülanslı akımlar, için ayrı ayrı bulunur.

3.2. Sedimentin Granülometrisi

Bir sediment birikintisinde farklı büyüklüklerde taneler bir arada bulunduğundan, tane büyüklüklerinin dağılımını bilmek gerekir ki bu dağılımınadaGranülometri(size distribution)denilmektedir.Granülometri tane çaplarının eklenik frekans eğrisi ile gösterilebilir. Bunun sebeple yatay eksen de tane büyüklüğü, düşey eksen de belli bir çaptan küçük (ya da büyük) tanelerin yüzde olarak ağırlığı işaretlenir. Tane büyüklüğü için yatay eksen de logaritmik ölçek kullanılır. Düşey eksen de ise normal dağılım ölçeği tercih edilir (Şekil 3.1ve Şekil3.2). Bu durumda granülometri eğrisi bir veya daha çok doğru parçası ile gösterilir (Odabaşı, 2011).



Şekil 3.1: Granülometri eğrisine bir örnek (Bayazıt ve Avcı, 2010).



Şekil 3.2: Granülometri eğrisinin yarı logaritmik normal olasılık kağıdında gösterilişi (Bayazıt ve Avcı, 2010).

Yatak alanına bulunan sediment malzemenin granülometrisi genellikle sürüntü ve askı maddelerinin granülometrisinden farklıdır.

3.3.Rezervuarlar ve Sediment

3.3.1. Rezervuar kavramı ve sınıflandırılması

Su kaynaklarının depolanması, düzenlenmesi ve kontrolü amacıyla kullanılan doğal veya insanlar tarafından oluşturulmuş su kütlesine rezervuar denir (URL-5).

Dünyada hacmi 10 milyon m³ ten fazla olan yaklaşık 60.000 rezervuar bulunmakta olup, bunların toplam hacmi 6.500 km³ ü geçmekte ve yüzey alanı yaklaşık 400.000 km²'dir. Bu rezervuarlardan hacmi 100 milyon m³ ü aşan 2800 adedi, 6.500 m³ lük toplam rezervuar hacminin % 95'ini oluşturmaktadır. ICOLD verilerine göre dünyada baraj yapımında üçüncü sırada olan ülkemizde son elli yılda DSİ Genel Müdürlüğü tarafından enerji üretimi, sulama, içme suyu, taşkın koruma ve rekreasyon amaçlı, sayısı yaklaşık 850'yi bulan depolama tesisi inşa edilmiş olup, hâlen birçoğunun inşası devam etmektedir. Toplam su yüzey alanı yaklaşık 850.000 ha olan bu rezervuarlara, diğer kuruluşlar tarafından inşa edilenlerle birlikte doğal göller de eklendiğinde toplam yaklaşık 1.400.000 ha'lık bir potansiyel karşımıza çıkmaktadır. Ne yazık ki, bu potansiyel ülkemizdeki iç su balık üretimine aynı oranda yansıtılamamış ve toplam su ürünleri istihsal ve yetiştiricilik seviyesi hâlâ istenen seviyelere ulaşamamıştır. İyi bir rezervuar yönetim modeliyle bu rezervuarlarda önemli oranda üretim artışı sağlamak mümkün görünmektedir (Tüfek, 2006).

3.3.2. Rezervuarların yapılış amaçları

Bir rezervuar, ihtiyaçların karşılanması için rezervuardan sağlanacak faydanın, projenin maliyet ve risklerinden yüksek olması göz önüne alınarak planlanır ve aşağıda sıralanan işlevlerden bir veya birkaçını yerine getirmektedir:

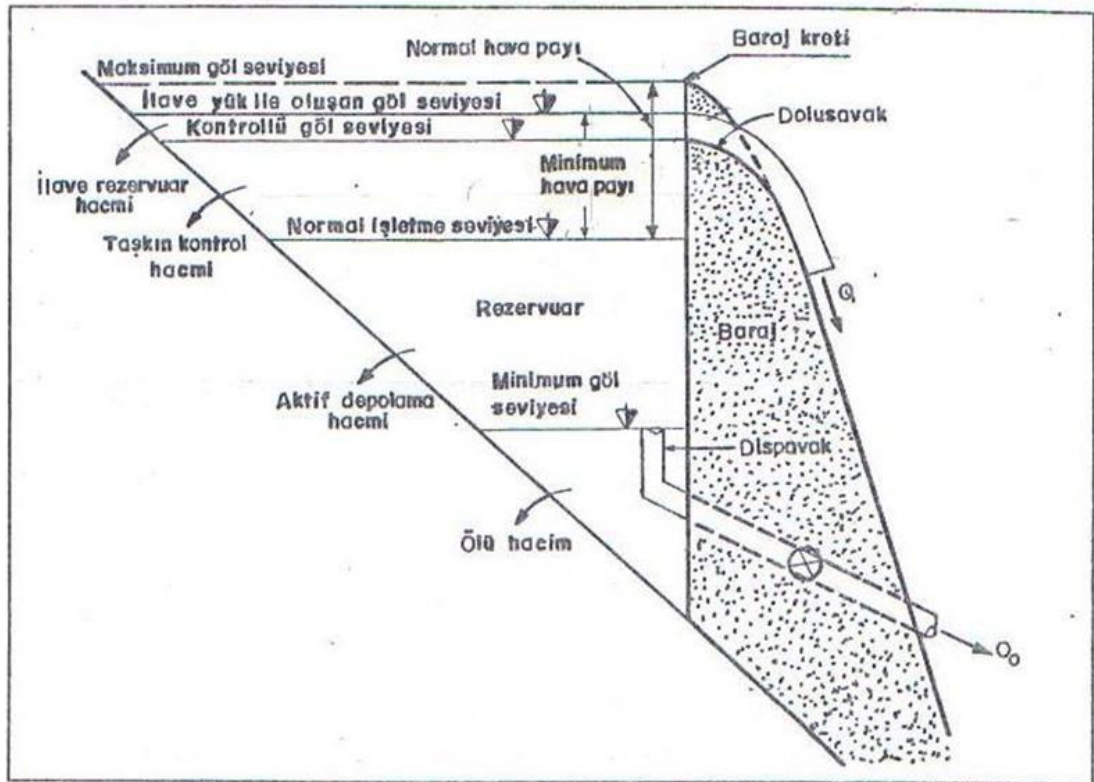
- Enerji üretimi,
- Taşkın kontrolü,
- Sulama, kullanma ve endüstri suyu temini,
- Nehirdeki akımın düzenlenmesi,
- Rekreasyon,
- Balıkçılık.

Rezervuarların işlevlerini sürekli ve verimli olarak yerine getirebilmesi için; havzaya giren ve çıkan akımların sağlıklı bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir. Kurak mevsim boyunca rezervuar işletilip, taşkın dönemi için yeterli depolama hacmi

ayrılacak şekilde işletme yapılabilirse; rezervuarlarda sulama ve taşkın kontrolü amacı bir arada ele alınabilir (Odabaşı, 2011).

3.3.3. Rezervuarların tip ve özellikleri

Su potansiyeli bir rezervuara nehrin ana kolundan ve yan derelerden girer ve rezervuarın çevresindeki eğimli arazi ve kıyılardan da yüzey akımı şeklinde rezervuara giriş olur. Bir rezervuar bunların yanı sıra atık sular, göl yüzeyine düşen yağış veya rezervuara pompalanan ilave su ile de beslenebilir. Rezervuardaki su hacmi ise suyun çeşitli şekillerde mansaba, sulama kanallarına veya içme su arıtma tesislerine bırakılması, buharlaşma ve sızma (yeraltı suyu) kayıpları ile azalmaktadır. Rezervuarda depolanan su bir veya birkaç amaca hizmet edebilir. Çok amaçlı bir rezervuarın depolama bölümleri şematik olarak Şekil 3.3’de verilmiştir (Şişman, 2013).



Şekil 3.3: Çok amaçlı rezervuarda depolama bölümleri (Yıldız ve Kaş, 2004).

Rezervuarlar yerine getirdikleri işlevler ve diğer karakteristikleri göz önüne alınarak birçok tipe ayrılırlar:

- Depolama ve biriktirme rezervuarları (nehirin ana akımı göz önüne alınarak, suyun geçici olarak depolandığı ve değişen su seviyelerine göre işletmenin yapıldığı rezervuarlar),
- Kabartma yapısı ile oluşturulan rezervuarlar,
- Taşkın kontrolü veya taşkın ötelemesi rezervuarları (pik akımda, mansaba bırakılacak olan debi miktarını azaltmak için),
- Mansaba belirli bir debiyi bırakarak akarsu akımını düzenlemek için oluşturulan rezervuarlar,
- Hidroelektrik enerji rezervuarları,
- Yukarı havza rezervuarları (nehirin memba bölgesinde bir kabartma yapısı ile oluşturulan rezervuarlar),
- Su temini rezervuarları (belirli bir bölgeye veya işletmeye; içme, kullanma ve endüstri suyu temini için kullanılan rezervuarlar),
- Doğrudan su temini rezervuarları (su, bir su kemeri veya su yolu ile doğrudan kullanıma yönlendirilir),
- Nehir rezervuarları (yıllık ortalama bir nehir akımına sahip olan rezervuarlar),
- Çökeltim rezervuarları (özel şekilleri olan sığ rezervuarlar, akım hızının aniden düştüğü bölgelerdir),
- Pompa depolaması rezervuarları (belirli bir su kaynağından pompalanan su ile doldurulan rezervuarlar),
- Çok amaçlı rezervuarlar (Odabaşı, 2011).

Rezervuarlar ayrıca, sediment çökmesinin etkisi göz önüne alınarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Borland ve Miller, 1958):

- Göl tipi rezervuarlar,
- Taşkın yatağı tipi rezervuarlar,
- Tepe tipi rezervuarlar,
- Vadi tipi rezervuarlar.

3.3.4. Rezervuarların bölümleri

Genel olarak bir rezervuarın su seviyelerinin durumuna göre tüm hacmi aktif, pasif, taşkın hacmi ve ilave rezervuar hacmi olarak 4 bölümden oluşur. Rezervuarın tüm hacminin kullanılabilir bölümü rezervuarın projelendirme amaçlarına hizmet eder. Bu bölümler;

Ölü hacim: Akarsu tabanı ile en düşük dipsavak tabanı arasında kalan ve yer çekimi etkisi ile hiçbir zaman boşaltılamayan hacimdir.

Aktif (faydalı) hacim: Taşkın kontrolü dışında kalan ve toplama amacı ile kullanılabilen hacimdir. Minimum işletme seviyesi ile taşkın kontrol hacmi arasındaki hacimdir.

Taşkın kontrol hacmi: Taşkın sularını tutabilmek için en üstte taşkın piklerini azaltarak mansaba bırakmak amacına hizmet eden bölüme denilmektedir.

İlave rezervuar hacmi: Dolusavak kreti veya maksimum su seviyesi üzerinde kalan taşkın ek yükünü karşılayan bölüme denir. Bu bölüm sürekli olarak boş tutulduğu için depolamaya katkısı olmayıp sadece emniyet açısından değerlendirilebilmektedir.

Yamaç hacmi: Genellikle rezervuarların yamaçlarında geçirimli toprak bulunmakta olup, rezervuar dolu iken su, yamaçlardaki arazinin içine sızar ve su miktarı azalınca da önceden toprağın aralıklarına giren su birikintisi rezervuara doğru süzülür. Yamaçlarda toplanan su miktarına yamaç hacim denir. Bu hacim topraktaki jeolojik boşluklara bağlı olarak haznenin kapasitesini arttırır. Yükseklik-hacim eğrileri yamaç hacmini kapsamaz.

Vadi hacmi: Baraj yapılmadan önce, akarsu yatağındaki suyun akışı sırasında suyun oluşturduğu bir hacime denir.

Baraj yapımından sonra ortaya çıkan net hacim artışı, toplam hacim ile vadi hacminin farkı alınarak bulunur. Bu durum biriktirme haznelerinde çok önemli değilse de taşkın öteleme söz konusuysa; etkili hacim, faydalı hacim ile taşkın kontrol hacmi toplamından vadi hacmi çıkarılarak bulunur (Odabaşı, 2011).

Rezervuarın topoğrafik yapısının neden olduğu farklı bölümlerinde depolanan su potansiyellerinin modellenmesi genellikle ayrı ayrı ele alınmaktadır. Bütün bu bölümler ise toplam depolamayı (total storage) oluşturur. Bir rezervuardan belirli bir zaman içerisinde bırakılabilecek toplam su miktarı rezervuar verimi olarak adlandırılmaktadır.

Rezervuar zamanla sediment birikintilerinden etkilendiğinden, rezervuarın başlangıçtaki hacim eğrisi zamanla değişecek olup işletme hesaplarında buna dikkate alarak rezervuarda tutulan suyun tüketimi yapılmalıdır.

3.3.5. Rezervuar ölü hacminin belirlenmesi

Rezervuarı besleyen akarsular, dereler ve bunlara bağlı olan yan kollarından gelen sadece su değildir. Bununla birlikte sürüntü veya askı olarak taşlıklar, atıklar vs.

gibimaddeler rezervuarın tabanını doldurmaktadır. Belirli yıllarda aynı rezervuar tabanına ait ölçümler karşılaştırılıp ölçüm tarihleri arasında biriken sediment miktarından yola çıkarak, rezervuarın ait olduğu barajın ölü hacmi hesaplanabilmekte ve barajın ekonomik ömrü belirlenebilmektedir.

Böyle bir ekonomik ömür hesabının yapılabilmesi ve ölü hacmin belirlenebilmesi için taşınan ve yığılan katı maddelerin özgül ağırlığının, haznenin bulunduğu akarsu kesitine gelen sediment miktarının, haznenin tuzaklama oranının ve haznenin ekonomik ömrünün bilinmesi gerekir.

Haznede yığılan sediment hacmi (V_k) Denklem 3.2 de gösterilmiştir.

$$V_k: \alpha G A_h t \quad (3.2)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada V_k tuzaklama oranı (haznede tutulan sediment miktarının, hazneye gelen sediment miktarına oranı), G bir yılda 1 km² havzadan gelecek sediment miktarı (m³/km²/yıl, sediment verimi), A_h havza alanı (km²), t yıl olarak geçen süredir.

G değeri ölçümlerle veya diğer yöntemlerle belirlenmemişse Denklem 3.3 te yer alan formül ile elde edilir.

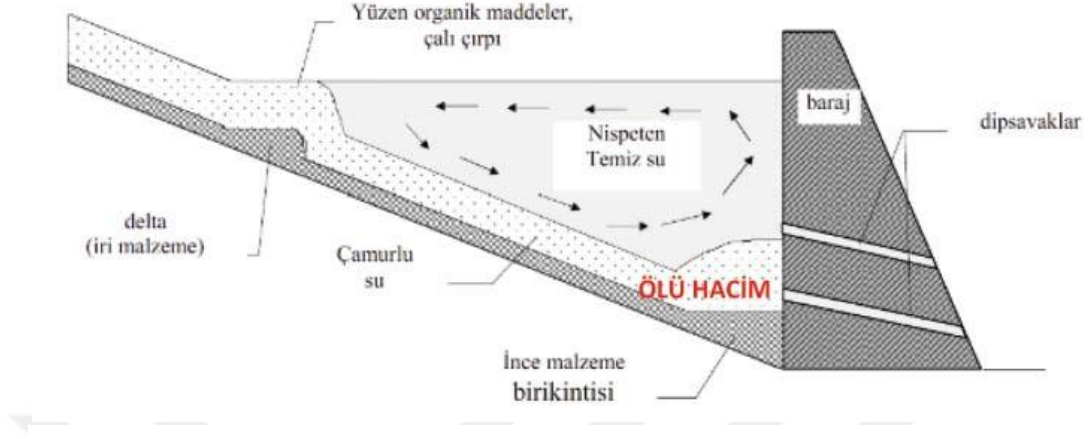
$$G: 1421 A_h^{-0.229} \quad (3.3)$$

bağıntısından yaklaşık olarak bulunabilir. Burada G , m³/km²/yıl cinsinden sediment oranı, A_h ise km² biriminde havza alanıdır.

3.4.Rezervuarda Sediment Birikimi ve Miktarının Belirlenmesi

Sediment yüklü su rezervuar sahasına girdiğinde akım hızı ve türbülanslığı ciddi anlamda azalır ve bunun bir neticesi olarak asılı olan maddeler ile akarsu yükünün çoğunluğu çöker. Böylece rezervuarın girişinde delta halinde malzeme birikmeye başlar. Akım içerisindeki maddeleri askıda tutan türbülansın ve akımın yavaşlaması daha ince maddelerin delta kısmında mansap kısımlarında ve baraj gövdesine yakın kısımlarda toplanması sonucunu doğurur. Askıdaki çok yüksek malzeme yoğunluğu yığılmayı veya bulanıklık akımlarının (turbidity currents) aşındırma etkisini artırır. Bu bulanıklık akımı (turbid flow) baraj gövdesine ulaştıkları alanlarda çamur birikintileri oluşturacak şekilde çökerler. Bu birikintiler ve bir rezervuardaki rusubat birikiminin dağılımı Şekil 3.4'de görülmektedir. Sedimentin göl alanında birikmesi ile su toplama yapılarının kullanılabilir potansiyeli gitgide azalır. Su depolama yapıları

inşaatının büyük harcama gerektirmesive akarsu güzergâhında depolama yerlerinin nadir olması, sediment birikimi için ayrılacak olan ölü hacmin güvenilir olarak tespit edilmesi zorunlu kılmaktadır (Pekmezci ve Buttanrı, 2011).



Şekil 3.4: Bir rezervuarda sediment birikimi (Pekmezci ve Buttanrı, 2011).

3.4.1.Rezervuara taşınan sediment miktarının belirlenmesi

Bir yılda birim havza alanından belli bir kontrol noktasına ulaşan sediment miktarına sediment verimidenir.

Bir akarsu havzasının sediment verimini belirleyen etkenler:

- Yağışın şiddeti ve miktarı,
- Zemini türü ve jeolojik yapısı,
- Zeminin bitki örtüsü,
- Arazinin kullanılış şekli,
- Topoğrafya,
- Havza drenaj sistemlerinin özellikleri,
- Akış,
- Sediment özellikleri,
- Yatağın hidrolik özellikleri

ve bunların birbirleriyle karşılıklı etkileri olabilmektedir. Havzalardan aşınan ve rezervuara giren sediment miktarı aşağıda gösterilen yöntemlerle belirlenebilir(Odabaşı, 2011)

3.4.2. Biriken sediment miktarını belirlemede kullanılan yöntemler

Bir havzada sedimenti oluşturan etmenlerin kaynaklarının bilinmesi, sediment birikintisini oluşturacak olan sedimentin kontrol önlemleri ile oluşabilecek zararların

belirlenmesinde oldukça önemlidir. Sediment birikintilerinin problem oluşturduğu bir havzada, şu sorunun yanıtının öncelikle araştırılması gerekir: “Sediment Kaynakları Nelerdir?” Bu soruya verilebilecek yanıtlar havzada yapılan inceleme sonucu;

- Oluk, oyuntu ve yüzey erozyonu,
- Heyelan ve yamaç göçmeleri,
- Mecralardaki kıyı ve taban oyulmaları,
- Kayalık alanlardaki fiziki ayrışmalar,
- Yol ve diğer altyapı işleri ve maden işletmelerinden kaynaklanan atık ve pasalar,
- Çöp ve moloz döküntüleri vb. olabilir (Şekil3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil3.9).

Sediment birikintisini oluşturacak olan sediment kaynakları yukarda sözü edilenlerden etmenlerden biri veya birkaçı olabileceği gibi, nehirlerde taşınan toplam sediment miktarına katkı oranları da farklılık gösterir (Dinçsoy, 2013).

Rusubat kaynaklarının tespiti, havzada veya rezervuar sahasında alınacak sediment kontrol önlemlerinin belirlenmesinde, doğru ve etkin olarak çözümlerin veya alınacak önlemlerin uygulanmasında oldukça önemlidir. Ayrıca yağış havzasında öncelikli olarak çalışılacak alanların tespitinde de önemlidir.



Şekil 3.5: Oyuntu ve yüzey erozyonu (Çayırhan Kasabası, DSİArşiv, 2006).



Şekil 3.6: Yamaç göçmeleri ve heyelan(DSİ Arşiv, 2006).



Şekil 3.7: Mecralarda kıyı ve taban erozyonu (Dinçsoy, 2009).



Şekil 3.8: Derelerde rusubat akımı (Dinçsoy, 2013).



Şekil 3.9: Murgul bakır işletmesinden kabaca dereye atılan pasalar (Biroğlu,2009).

Baraj rezervuarında birikecek olan sedimentin hesabı, baraj planlamasında göz önüne alınan ölü hacmin belirlenmesi ile doğrudan ilgilidir çünkü baraj planlamasında, baraj yapısı ile ilgili boyutlandırmalar rezervuar hacmine göre yapılmaktadır. Rezervuar toplam hacmi aktif ve ölü hacmin toplamından oluşmaktadır. Ölü hacim, üzerinde baraj inşa edilen akarsuyun sediment taşıma kapasitesine (akarsuyun sediment verimine) bağlı olarak akarsuyun baraj ömrü boyunca taşıyacağı düşünülen sediment hacmi olarak alınır. Bu sediment hacmi çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenir (Yıldız ve Kaş, 2007).

Ampirik yaklaşımlar:Üzerine baraj inşa edilen akarsu havzasının karakteristikleri kullanılarak elde edilen ampirik bağıntı ve grafikler yardımı ile ölü hacim (barajın ekonomik ömrü boyunca birikecek sediment miktarı) belirlenebilir.

Sediment bağıntıları:Akarsuyun ve akarsudaki akımın karakteristiklerinden yararlanarak, akarsuyun belli bir sürede taşıyacağı sediment miktarı belirlenebilir. Bu bağıntılarda akarsuyun geometrik ve akımın kinematik karakteristikleri ile taşınan sedimentin granülometrik yapısı kullanılır.

Yerinde yapılan ölçümler:Belirli zaman aralıklarında yerinde yapılacak ölçümler ile rezervuarda biriken sediment miktarı belirlenebilir. Yerinde yapılan ölçümler daha çok, baraj yapısı inşa edildikten sonra rezervuarda sediment birikme hızının belirlenmesinde kullanılır. Çeşitli zamanlarda yapılan ölçümler ile elde edilen derinlik (batimetrik) haritaları karşılaştırılarak biriken sediment miktarı bulunabilir.

Stokastik yaklaşımlar:Akarsu üzerinde akım ve sediment ölçümü yapılan bir hidrometre istasyonuna ait uzun süreli gözlemler mevcut ise stokastik yaklaşımlar ile

ölü hacim belirlenebilir. Akarsu üzerindeki hidrometre istasyonunun sediment verilerinin sentetik üretimi veya bu verilerin uzun sürelerle (örneğin 50 veya 100 yıla) uzatılması ile elde edilecek değerler, ölü hacmin belirlenmesinde kullanılabilir. Bu veriler kullanılarak akarsuyun (baraj yerinin) sediment anahtar eğrisi de çıkartılabilir. Uzaktan algılama yöntemleri: Harita mühendisliğinin uzmanlık alanına giren uzaktan algılama teknolojisi, uydulardan alınan görüntülerin işlenmesi esasına dayalı bir teknik olup, bu yöntem ile rezervuarda biriken sedimentin belirlenmesi mümkündür. Rezervuarlara birikecek sedimentin hesabı için uygulamada daha çok aşağıda verilen yöntemler kullanılmaktadır:

- Tuzaklama verimliliği yöntemi (trap efficiency method),
- Alan artırma yöntemi (area increment method),
- Ampirik alan-azaltma yöntemi (empirical area reduction method),
- Sediment birikimi kotu yöntemi (elevation of sediment accumulation method)
- Çeşitli ampirik yöntemler.

Yukarıda sayılan bütün bu yöntemler birbirlerine benzemesine rağmen farklı karakteristiklere sahip rezervuarlar için farklı sonuçlar vermektedir (Odabaşı, 2011). Bir baraj rezervuarında biriken sediment hacmi, başlangıçtaki hazne kapasitesi ile daha sonraki bir tarihte yapılan ölçmelerden veya hesaplamalardan bulunan kapasite arasındaki farktan elde edilebilir.

Başlangıçtaki rezervuar hacmi V_0 belli bir süre sonraki hacmi V_1 olan bir barajda biriken sediment hacmi Denklem 3.4 te yer alan formül ile elde edilebilir;

$$V_k = V_0 - V_1 \quad (3.4)$$

bağıntısından bulunur.

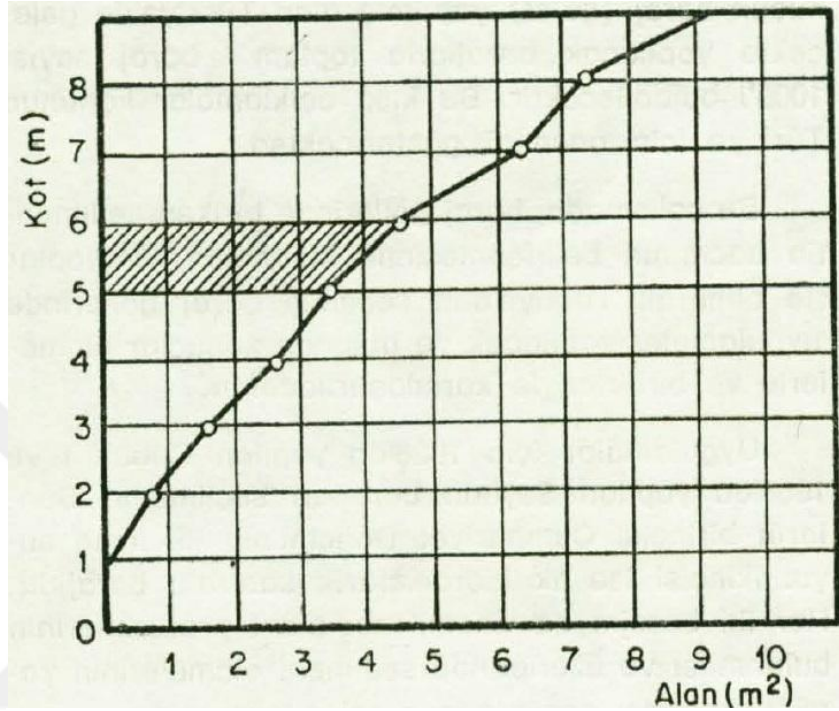
Sediment hacminin bulunmasında kullanılan diğer yöntemler şöyle sıralanabilir:

3.4.2.1. Kot alan eğrisi yöntemi

Küçük baraj ve göllerde sık kullanılan yöntemlerden biri olup uygulamasında aşağıdaki sıra ile gerçekleştirilir.

- Arazi ölçümleri ve devamında büro işlemleri yapılarak bölgenin tesviye haritası çıkarılır. Baraj dolduktan sonra harita çıkarılacaksa hidrografik (iskandil) çalışmaları yapılır. Topografik ve hidrografik haritalarda tesviye aralıkları 1-2 m olmalıdır.

- Tesviye haritası çıkarıldıktan sonra bu harita yardımı ile tesviye eğrilerinin sınırlandırıldığı alanlar planimetre ile belirlenir.
- Tesviye eğrilerinin alanları toplanarak her bir tesviye eğrisinin altında kalan alan bulunur ve tesviye kotuna karşı gelen alan işaretlenerek şekil 3.10'daki gibi kot-alan eğrisi çizilir.



Şekil 3.10 : Kot – Alan eğrisi (İlter ve Ağralıoğlu, 1987).

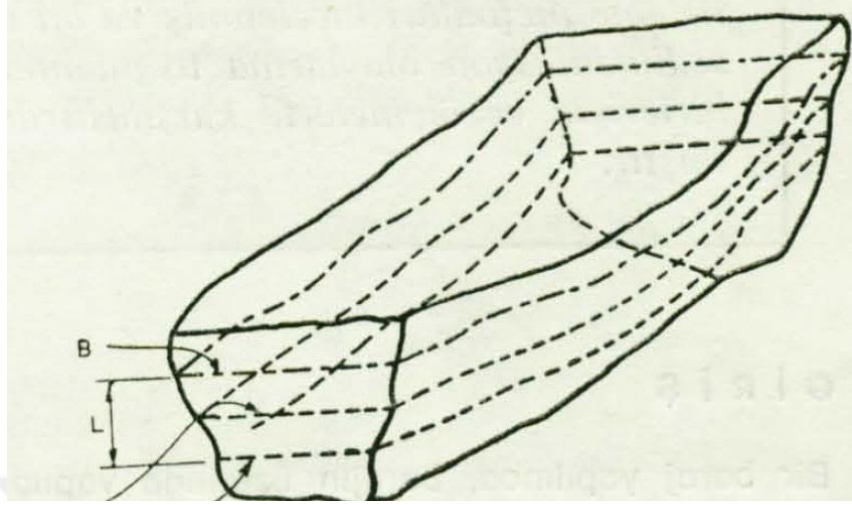
- Kot – alan eğrisi ile kot ekseni arasında kalan alanlar hesaplanarak veya ölçülerek tesviye kot çizgileri arasında kalan hacimler hesaplanır.
- Tesviye eğrileri arasında kalan hacimler toplanarak baraj gölünün hacmi hesaplanır.
- Başlangıçtaki hazne kapasitesi böylece belirlendikten sonra, belli bir zaman sonraki tarihte hazne kapasitesi benzer işlemlerle tekrardan hesaplanır. İlk ve son hacimlerin farkı geçen süre içinde haznede biriken sediment hacmini verir.

3.4.2.2. Geliştirilmiş prizmoidal yöntemi

Bu metot, kot-alan eğrisi metoduna göre daha az hassas olmasına karşın daha kolay uygulanabilirliği olmasından dolayı tercih edilen yöntemlerden biridir. Uygulanma kısmında ise aşağıdaki adımları izleyerek işlevini tamamlar.

- Tesviye kotlarına karşın gelen tesviye eğrisi ve bu eğriler yardımıyla eğriler arasında kalan alanlar belirlenir. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi iki tesviye

eğrisinin ortasında alan, alt ve üst tesviye eğrileri alanlarının geometrik ortalaması olarak gösterilir.



Şekil 3.11: Gelişmiş prizmoidal yöntemde kullanılan semboller (İlter ve Ağralıoğlu, 1987).

- İki tesviye eğrisinin çevrelediği dilimin hacmi Denklem 3.5 te yer alan formül ile hesaplanmaktadır.

$$V = \frac{L}{3} (A + \sqrt{AB} + B) \quad (3.5)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada V tesviye eğrileri arasında kalan kısmın hacim miktarını, L tesviye eğrileri arasındaki kot farkı, A ve B ise sırası ile alt ve üst tesviye eğrilerinin alanlarıdır.

- Birbirini izleyen iki tesviye eğrisinin çevrelediği dilimin hacmi böylece bulunduktan sonra bu bulunan hacim miktarları toplanarak baraj rezervuarının hacmi bulunur.

3.4.2.3.Ortalama sonlu alan yöntemi

Bu metot baraj gölünde akış yönüne dik olarak düşey enkesitlerin çıkarılarak sıralı biçimde birbirleriyle karşılaştırılmasını gerektirir. Burada dikkat edilmesi gereken husus düşey enkesit aralıkları olabildiğince birbirine eşit seçilmelidir. Bir baraj gölündeki ardışık iki düşey enkesit Şekil 3.12’te gösterilmiştir. Uygulanama kısmında ise aşağıdaki adımları izleyerek işlevini tamamlar.

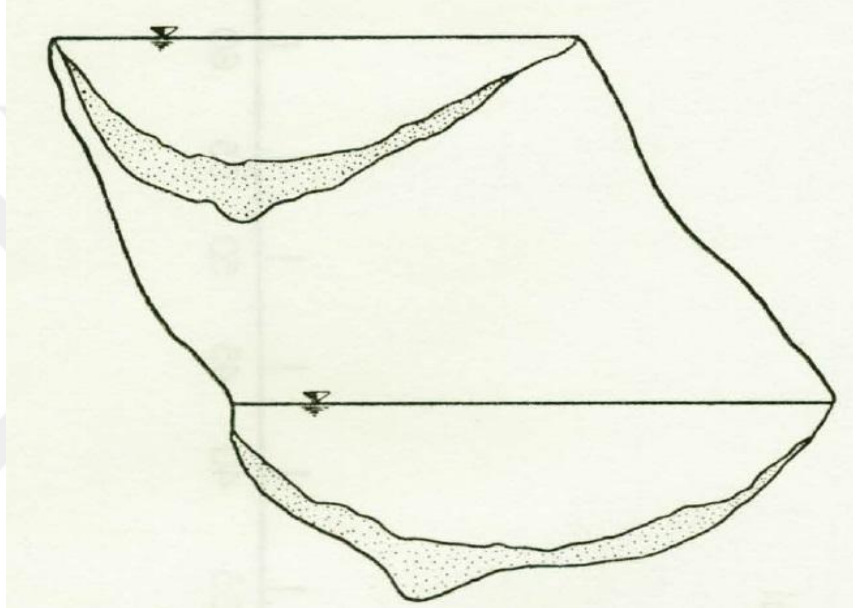
- Topografik veya hidrografik haritalardan faydalanarak düşey enkesit oluşturulacağı konumlar (yerler) belirlenerek enkesitler çizilir.
- Hacim hesabında kullanılacak olan enkesite ait maksimum su seviyesi altında kalan alan hesaplanır.

- Ardışık enkesitler arasındaki dilim hacim hesabı Denklem 3.6'da verilmiştir.

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L \quad (3.6)$$

Bağıntısında elde edilir. Burada A_1 ve A_2 ardışık iki düşey kesitin alanları olup, L ise enkesitler arasındaki uzaklıktır.

- Ardışık enkesitler arasında oluşan her dilim için bu işlemler tekrarlanarak dilimlerin hacmi bulunur ve bu hacimler toplanarak hazne hacmi bulunur.



Şekil 3.12: Ortala sonlu alan yönteminde enkesitler
(İlter ve Ağralıoğlu, 1987).

3.4.2.4.Simpson yöntemi

Matematik bağıntısı olan Simpson kuralı baraj rezervuar hacim hesabını aşağıdaki bağıntılar ve işlem sırasını uygulayarak yaparlar.

- Tesviye eğrilerinin çevrelediği alanlar bulunarak numaralandırılır.
- Hazne hacmi Denklem 3.7 ile verilmiştir.

$$V = \frac{h}{3} (A_0 + A_n + 4(A_1 + A_3 + A_5 \dots) + 2(A_2 + A_4 + A_6 \dots)) \quad (3.7)$$

bağıntısından hesaplanır. Burada V hazne kapasitesini, A 'lar ise tesviye eğrisi alanları ve h tesviye kotu aralıklarıdır.

Simpson formülü düşey enkesitler alınarak da uygulanabilir ve hatta özellikle çok sayıda düşey enkesit alınan baraj göllerinde metot çok daha sağlıklı sonuçlar verebilmektedir (İlter ve Ağralıoğlu, 1987).

3.4.3. Rezervuarlarda biriken sediment miktarını belirleme amacı

Bir rezervuarda biriken veya birikecek olan sedimenti hesaplama yöntemi, bu miktarın belirlenme amacına göre değişiklik gösterebilmektedir. Biriken sediment miktarının belirlenme amaçları şöyle sıralanabilir (Yıldız ve Kaş, 2007):

- Planlama aşamasında rezervuarın faydalı ömrünü tahmin etme çalışması, planlanan su yapısının ekonomik anlamda faydasını olması açısından önemli olup, rezervuara taşınacak olan ortalama sediment miktarı ve bu miktarın ne kadarının rezervuarda çökerek birikinti oluşturacağını belirlemeye yönelik bir çalışmadır. Rezervuarda ki sediment miktarının artışı ve dağılımını belirlenmesine yönelik çalışmalar da planlamanın ilk aşamalarında gerekli olabilir. Bazı durumlarda, planlanan su yapısının maliyet çalışmaları içerisine; rezervuara girmesi tahmin edilen sedimentin azaltılması için su havzası içerisinde yapılması gerekli olan ve alınması gereken önlemleri de içerebilir. Rezervuarda beklenen sediment birikiminin ön tahmini, alınması gereken önlemler ve yapılması gereken işletme çalışmalarının planlanmasına yardımcı olur. Bazı özel durumlarda barajın memba ve mansabındaki sediment birikimi proje ekonomisini ortadan kaldırabilmektedir. Bu nedenle bu etkiler önceden belirlenerek alınacak önlemlerin proje maliyeti içerisine dâhil edilmesi gerekir. Rezervuarlardaki biriken sedimentin yoğunluğu, belirli ölçülerde rezervuarın işletme programına da bağlantılıdır. Bu nedenle rezervuar işletmesi ile ilgili bir ön çalışmada veya planlama aşamasında sediment birikimi için yapılacak olan çalışmaların içerisinde yer almalıdır.
- Proje aşamasındayken rezervuardaki sediment birikimini belirleme amaçları çok çeşitli olabilmektedir. Öncelikle baraj ve yardımcı yapılara rezervuardaki sediment birikiminin etkileri tahmin edilip gerekli tedbirler alınarak projelendirilmeli; dolusavak, dipsavak ve su alma yapıları konum ve boyutlarında karar verme aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır. Rezervuarlarda işletme kuralları; rezervuarlardaki sediment çökmesini ve sedimentin kontrol edilmesi tekniklerini etkilemesinde dolayı, depolamanın amacı (içme suyu temini, hidroelektrik, sulama, taşkın kontrol) ve kullanılacağı ihtiyaçlarına göre

belirlenir. Örneğin; rezervuarın hidrolik, matematik modellenmesi ve rezervuar boyunca sediment çökme hesapları bu çalışmalardan bazılarıdır. Modele giriş verileri sağlamak için oldukça detaylı arazi gözlem ve incelemelerine ihtiyaç duyulur. Arazi ölçümleri ile elde edilen veriler daha önce elde edilen aynı konumlara ait bulunan değerlerle karşılaştırılarak sonuçlar analiz edilir. Birçok durumda işletme kuralları sediment birikimi de göz önüne alınarak tespit edilir. Bu da projelendirmenin önemli bir boyutunu oluşturur. Rezervuarlardaki sediment birikiminin memba ve mansaptaki ikincil etkileri de projelendirme aşamasında analiz edilmelidir.

- İşletme aşamasındaki sediment tespit çalışmaları birçok amaca yönelik olarak yapılabilir. Öncelikle projelendirme aşamasında yapılan sediment birikim hesapları, ölçme ve gözlemlerden elde edilen değerlerle karşılaştırılmalıdır.

Rezervuarda çökelen sediment birikiminin kontrol edilmesi için biriken sedimentin yıkanması ve yoğunluk akımlarının boşaltılması vb. gibi yöntemler uygulanır veya barajdaki dipsavak, boşaltım kapakları vb. yardımcı yapıların boyut veya sayılarının artırılması veya değişikliği, yeniden inşaatı, baraj havzasında sedimenti kontrol edecek ilave yapıların yapılması vb. gibi önlemler de alınabilir (Yıldız ve Kaş, 2007).

3.5.RezervuarlarınDepolama(Aktif Hacim) Kapasitelerini Koruma Yöntemleri

Günümüze kadar rezervuarın depolama kapasitesini koruma metodlarının geliştirilmesi için gösterilen uğraş çokeski yıllar öncesine dayanmaktadır. Rezervuarlardaki sedimentin mansaba akıtılması teknikleri ilk olarak 16. yüzyılda İspanya'da kullanılmış olması araştırmaların eski yıllara dayandığını göstermektedir.Bu konuda araştırmalarda bulunan Brown (1943)'na göre yapılabilir çalışmaları aşağıda verilen 3 ana maddede açıklanabilmektedir.

- Rezervuarı besleyen akarsu, nehir vb. oluşumlardan su ile birlikte gelen sedimentin rezervuara girişini engelleyecek (azaltacak) metodlar,
- Sedimentin rezervuarda birikimini azaltmak için akımın hidrolik karakteristiklerini ele alan veya henüz biriken malzemenin taşınmasını sağlayacak koşulları açıklayan metodlar (Rezervuara giriş yapmış ancak çökme işlemini tamamlamamış maddeler için),
- Hidrolik ve mekanik yöntemlerle malzemenin rezervuardan taşınması (Rezervuarda çökme işlemini tamamlamış sediment için).

Brown tarafından yapılan bu sıralama genel anlamda kabul görmektedir. Sürüntü malzemesi taşınımının yoğun olduğu nehirler üzerinde yapılan barajların projelendirilmesinden önce bu metotlar kapsamlı bir şekilde incelenerek rezervuarların kapasitesini koruma amacı için gereken metodlar arasındaki “çökelen malzemenin taşınması” veya “herhangi bir işlem yapılmaması” çözümleri, projenin özelliklerine göre fayda-maliyet analizi yapılarak değerlendirilir. Örneğin rezervuara sediment birikiminden dolayı elektrik enerjisi üretiminde ve sulama amaçlı bir rezervuarın sulayacağı alanda ve tarımsal üretimdeki azalmaların sonuçları maliyet açısından değerlendirilerek, yapılabilirlik çalışması içerisinde gözönüne alınmalıdır.

3.5.1. Rezervuarlara sediment girişini engelleme yöntemleri

Barajın planlanan ekonomik ömrünün tamamlanabilmesi için sedimentin rezervuar sahasına gitmesini engelleyecek çeşitli çözümlerinde bazıları şunlardır.

Havza erozyon ve heyelan önleme çalışmaları: Rezervuara sediment girişini azaltmak için nehir yatağı havzasındaki erozyonu kontrol altına almak ve heyelanları önlemek gerekmektedir. Ağaçlandırma çalışmaları erozyon engelleyici çalışmalar özellikle büyük havzalarda maliyeti genellikle çok yüksek olmakta ve sonuçlarını ise ancak belirli bir zaman sonunda alınabilmektedir. Geçmişte kamu kurumlarının (OGM, DSİ vb.) yan dere havzalarında erozyon ve rusubat kontrol amacıyla ağaçlandırma çalışmaları yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Uluborlu baraj havzasında ağaçlandırma çalışması (OGM Arşiv, 2005).

Yan derelerden gelen sedimentin engellenmesi: Rezervuara açılan büyük yan derelerden gelen sedimentin önlenmesi için sedimentin kum kapanları (Şekil 3.14), dinlendirme havuzları veya bitki örtüleri ile durdurulabilir. Rezervuarlarda sediment birikiminin önlenmesi için kum kapanları, dinlendirme havuzları ve akımın bir başka

kanal ile çevrilmesinden elde edilebilecek kazanımlar bazı araştırmacılar tarafından şüpheyile karşılanmakta olup bunun sebebini işletmede yeni problemlerin ortaya çıkabileceği ileri sürmektedir.



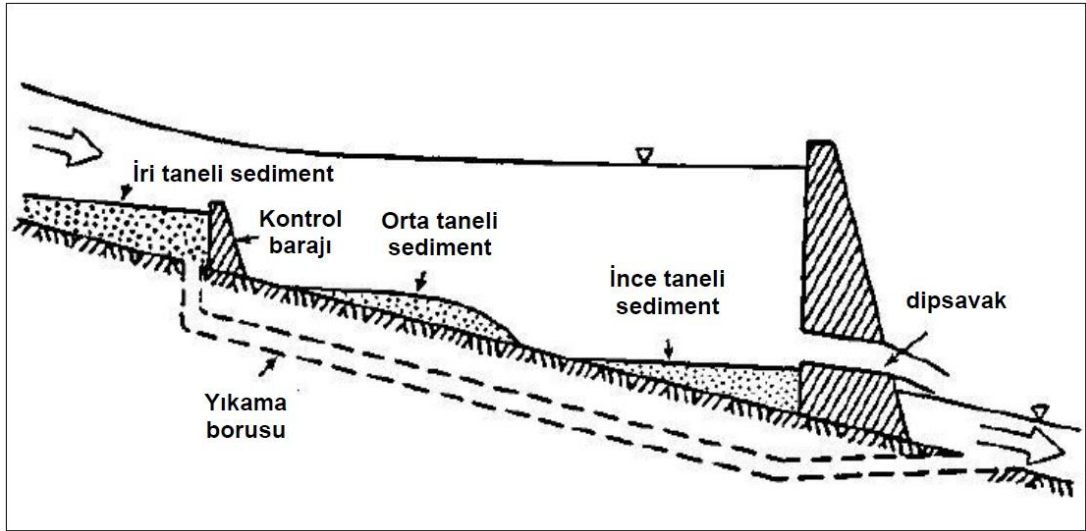
Şekil 3.14: Giresun sahilinde bulunan kum kapama yapısı (Aras,2009).

Sedimentin bitki örtüsüyle tuzaklanması:Sedimentin rezervuara girişini önlemek amacıyla akımı dağıtıp, yayarak hızını azaltmak için yöresel bitki ile kaplanmış alanlar da kullanılmaktadır. Bu durumda sedimentin bir bölümünün tuzaklanabilmesi mümkün olmaktadır. Ancak bu yöntemin uygulanabilmesi için daha sonra sağlıklı bataklık haline gelmesi kabul edilen, uygun alanlar gereklidir.

Kontrol barajları:Taşkınlar ile gelen sedimentin tutulduğu, düşük akım değerlerinde de bu sedimentin uzaklaştırıldığı kontrol barajlar inşa edilmesidir (Şekil 3.15).

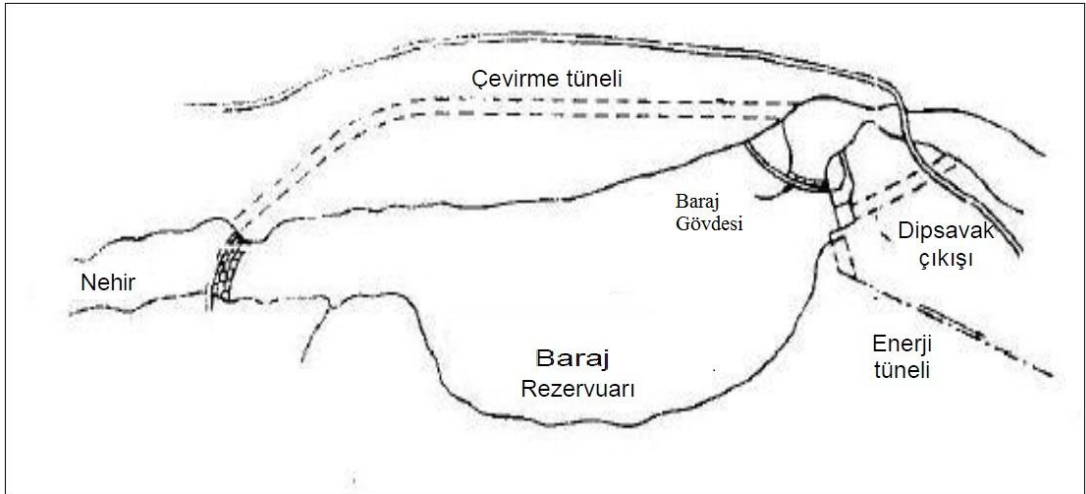
Kontrol barajlarının boyutları, normal baraj gövdesine göre çok daha küçüktür. Bu yapılar, akarsudaki sürüntü malzemesini ve iri taneli sedimenti tutmada başarılıdır fakat, taşkın zamanı gelen sediment bakımından yoğun akımlarda ve ince taneli sedimenti tutmada o kadar etkili olamamaktadır.Bu yapıların inşa maliyetlerinin yüksek ve ekonomik ömürlerinin kısa olması diğer olumsuz yanlarıdır.

Kontrol barajı inşa etmek yerine barajın depolama kapasitesini arttırmak, genellikle maliyet açısından daha ekonomik olmaktadır (Aras, 2009).



Şekil 3.15: Kontrol barajı ile sediment birikimini kontrol etmenin şematik gösterimi (Durgunoğlu ve Singh, 1993).

Çevirme kanalları/tünelleri: Literatürlerde önerilen diğer bir yöntem ise taşkın süresinde gelen yüksek sediment konsantrasyonlu akımın çevrilerek tekrar yatağa verilmesidir (Şekil 3.16). Çevirme (bypass) kanalları ve tünellerinin özellikle küçük rezervuarlar için uygun olduğunu çeşitli araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır (Odabaşı 2011).



Şekil 3.16: Baraj rezervuarında bulunan çevirme tünelinin şematik gösterimi (Reed, 1931).

Çevirme yapılarının kullanıldığı rezervuarlara örnek olarak Gmünd Rezervuarı (Avusturya), Tedzen Rezervuarı (Türkmenistan), Amsteg ve Palagnedra Rezervuarları (İsviçre), Syiya, Yanshuigon ve Lushuihe Rezervuarları (Çin) gösterilebilir. Ayrıca taşınması düşünülen sedimentin tipi ve çökelen malzemenin

miktarı, çevirme kanalları ile sediment taşıma yönteminin uygun olup olmadığı kararında rezervuarın bulunduğu arazinin topoğrafyası önemli bir rol oynamaktadır. Taşkın sularının rezervuara ulaşmasında bir azalmanın istenmediği, su temini ve elektrik üretimi amaçlı projelerde bu tekniğin kullanılmasının uygun olmadığı kabul edilmektedir(Odabaşı, 2011).

3.5.2. Rezervuara giren veya biriken/çökelen sedimentin uzaklaştırılması

Rezervuar alanında mevcut olan(biriken/çökelen) veya giren sedimentin uzaklaştırılması için günümüze kadar birçok hidrolik veya mekanik yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan boşaltma yöntemi, sediment yoğunluklu akımın sedimentin çökme olayından öncemansaba bırakılması, rezervuarın daha temiz bir akımla doldurulması olarak açıklanabilir.Rezervuara giren sedimentli akımın çökmesine izin verilmeden mansaba(Şekil 3.17) aktarılması yöntemine, yoğunluk akımlarının yıkanması yöntemi örnek olarak verilebilir. Bu yöntemde baraj su seviyesi düşürülmediği için; özellikle enerji üretim amaçlı barajlarda, eğer rezervuarlarında yoğunluk akımları oluşuyorsa, bu yöntem tercih edilmektedir.



Şekil 3.17: Barajı oluşturan kısımlar (DSİ Arşiv, 2015).

Rezervuara giren sediment birikmiş/  kelmi   ise uygulanacak yöntemlerden en çok kullanılan ve amacına ula  anı yıkama yöntemidir. Bu yöntemde rezervuarda biriken sediment, rezervuardaki akım hızının arttırılması, sedimenti yıkayarak ta  ınının sağlanması büyük kapasiteli dipsavaklar yardımı ve rezervuardaki suyun basıncı sayesinde yıkama etkisiyle mansaba aktarılarak gerçekleştirilir. İri taneli malzemenin yıkanmasında yıkama yöntemi oldukça etkilidir.

Yıkama ve boşaltma teknikleri bugüne kadar bazı rezervuarlarda uygulanmış ve yöntemler aynı olmasına rağmen farklı sonuçlar üretilmiştir. Bu yöntemler olayın fiziksel oluşumunun anlaşılmasından daha çok, uygulamadan elde edilen deneyimlere dayanılarak geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin planlanmasında ortaya çıkan önemli problem, her rezervuarın topoğrafik yapısı, baraj tipi vb. parametreler farklı olmasından dolayı boşaltma veya yıkama zamanı ile s  resinin belirlenememesidir.

Rezervuarda birikmiş/  kelmi   sedimentin uzaklaştırılması için hidroluk ve mekanik taşıma yöntemleri de mevcut olup, bunlar birçok rezervuarda uygulanmıştır (  ekil 3.18).



Şekil 3.18: DSİ tarafından yapılan sediment uzaklaştırma   alı  ması (Odabaşı, 2011).

Bu yöntemlerin maliyeti yüksek olduğu için genellikle köşk rezervuarlarda ya da büyük rezervuarların lokal bölgelerinde, sedimentin kaldırılması için kullanılır. Hidroluk veya mekanik tarama ile sifonlama yöntemleri, birikmiş sedimentin uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemlere örnek olarak verilebilir.

Sediment boşaltma işleminin uygulandığı bazı rezervuarlarda sedimentler taşkın süresince gelen sediment yükünün büyük bir bölümünün rezervuarın yan yüzeylerine birikmesi nedeniyle, sediment boşaltma işleminden daha az verim alınmıştır. Boşaltımın verimliliği dipsavak kotuna ve kapasitesine, boşaltım süresince mevcut su seviyesine ve yıkama debisine bağlıdır. Rezervuar içerisinde kalan nehir yatağı düzensiz bir topografyaya sahip olabileceğinden bu yatağa ait enkesitler boyunca çökecek malzemenin mansaba boşaltılabilmesi için barajın çeşitli seviyelerde birçok dipsavağa sahip olması gerekir.

3.5.2.1. Sediment yıkama yöntemi

Rezervuardaki akım hızının artırılması ile sedimenti yıkayarak taşınımın sağlanması yöntemi yıkama olarak adlandırılır.

Sediment yıkama yöntemi kabaca rezervuarda toplanan sedimentin dipsavaklarla mansaba salınmasıyla hidrolik olarak temizlenmesidir. Bu yöntemde sediment ekonomik kayba neden olacak yöntemlere başvurulmadan depolama hacmi geri kazanıldığı için, yıkama en çok tercih edilen ekonomik sediment uzaklaştırma yöntemlerinden birisi olarak görülür (Pekmezci ve Buttanrı, 2011). Yıkama yönteminde, dipsavakların aniden açılmasıyla rezervuardaki suyun mansaba doğru akımı hızlanır. Akımın yarattığı kesme kuvveti birikmiş sedimenti yerinden sıyrır, harekete geçirir ve askı haline getirir. Askıdaki sediment akımın etkisiyle dipsavaklarla mansaba bırakılır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19: Sediment yüklü akımın dipsavaklardan mansaba aktarılması (DSİ Arşiv, 2005).

Havzada biriken sedimentin yıkanması ile ilgili olarak birçok teknik geliştirilmiştir bunlardan bazıları;

- Basınçlı yıkama yöntemi,
- Serbest yüzeyli akımla yıkama yöntemi,
- Yoğunluk akımlarının yıkanma yöntemi .



4.COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS)

Bilgi, çağımızın en güçlü potansiyeline sahip kaynakları arasında olup bu kaynağa ulaşmak için değil aynı zamanda onu en avantajlı bir biçimde yönetebilmek için de büyük çabalar harcıyor. Bilginin toplanıp işlenmesi de bir sistemin var olmasını gerektirmektedir. Bu amaçla kurulan sistemlere “bilgi sistemleri” adı verilmektedir. Dolayısıyla bilgi sistemi, bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan bir sistemdir. Bunun yanında, bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu “doğru-karar” verebilme yetisini arttırmaktır (Yomralıoğlu, 2010).

Günümüzde artık yaşamın her alanında, bilgiye ulaşmak, saklamakveortak kullanıma açmak için ön koşul olup ayrıca bu işleyişin endoğru ve en hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için bilgisayar teknolojisi gereklidir.

Günümüzde teknolojiadaki hızlı gelişim süreciyle birlikte bilgiye ulaşmaya ve paylaşımına ilişkin birçokuygulama geliştirilmeye başlanmıştır. Bilgi toplumunun kaçınılmaz kaldığı bu gelişim, verilerin temini, bilgilerinpaylaşılması ve saklanması, amaçlar doğrultusunda bilgilere hızlı şekilde ulaşılması için bilgisayarları gerekli kılmaktadır.Bu gelişmelere paralel olarak gelişen ve ihtiyaç haline gelen bilginin saklanması ve kolayca ulaşılabilmesinininsanlarınsüreçinde artık geleneksel yöntemler yerine, bilgi sistemleri ihtiyaç hale gelmiştir. Bilgi sistemleri kullanımının en avantajlı olduğu bir alanda fiziksel planlama sektörüdür. Planlama ile ilgili meslek disiplinleri de çok farklıveri kaynağını bir arada tutmak, değerlendirmek ve istediği ulaşarak, diğer verilerle bir arada sunmak zorundadır. Bu anlamda plancılar için önem arz etmektedir.

Bilgi sistemlerinin bazı genel özellikleri vardır. Sistem içindeki bilgi, arandığında kolayca bulunabilmesi için organize edilmelidir; sistem içerisinde bilgiye erişim dikkatlibir şekilde tanımlanmalı ve yönetilmelidir; sistem yaşadığı sürece, bilgi ve teknoloji,bakım ve desteği sürdürülmelidir; personel ve kullanıcıların desteklenmesine veeğitilmesine ihtiyaç vardır (Akça, 2000).

Planlama açısından düşünüldüğünde, araziye ait yazınsal ve grafiksel verilerin aynı ortamda saklanması, bunlardan yararlanarak bir takım analizler yapılabilmesi

gereklidir. Coğrafi bilgi sistemleri, yazınsal ve grafiksel verinin aynı ortamda ilişkilendirilmesi esasına dayanması bakımından planlama çalışmalarında çok fazla yarar sağlamaktadır.

4.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?

Coğrafi Bilgi Sistemlerini bir çok disiplinde kullanıldığı için çeşitli şekilde tanımlanabilmektedir. Tüm disiplinleri göz önünde bulundurarak tanımlamak gerekirse coğrafi bilgi sistemi, karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemlerin tümünü oluşturan sistemdir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri bazı meslek disiplinlerinde coğrafi bilgiyi işlenebilir halde sistemlerine aktarmak, bazı meslek disiplinlerinde ise bu işlenebilir veriyi analizlerden geçirmek yöntemiyle ürünler elde etmektekullanılabilmektedir. Nitekim Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS), son yıllarda gözle görülür bir şekilde kullanım alanının genişlemesi, birçok sektör tarafından yapılan çalışmalarda temel yazılım olarak kullanılması, özellikle konumsal bazlı yapılan çalışmalarla ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında oldukça fazla ilgi duyulması ve farklı meslek dallarında genişleyen bir yelpazeye sahip olması standart bir tanım kalıbı içerisine sokulmasını deyim yerindeyse engellemiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS);

- Coğrafi verileri yorumlayabilmek ise karar verme sürecinde kullanabilmek için anlamlı bilgiye dönüştüren,
- Coğrafi verilerle (grafik) diğer nümerik veya alfanümerik (veri tabanları) bilgileri birleştiren,
- Tüm bilgileri toplamak, saklamak, işlemek, analiz etmek ve görselleştirmek amacıyla kullanılan bilgisayar destekli veritabanı işletme sistemidir.

Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS - Geographic Information System) yeryüzünde mevcut olan vesonradan oluşan her türlü verileri görselleştirmeye ve analiz yapmaya yarayan bilgisayar bazlı birsistem olup aşağıdaki dört işlemin yapılabilmesini sağlar:

- Veri girişi
- Veri toplama ve saklama
- Veri idaresi ve analizi
- Sonuçların görüntülenmesi ve çıktı alınması (harita, raporlar, vs.).

Günümüzde coğrafya ve coğrafyayı tanımlayan veriler günlük yaşantımızın birparçasıdır. Hemen hemen her konudaki kararlarımız bu verilerden etkilenmekte, bu veriler ile sınırlanmakta ve yönetilmektedir. Genel olarak; hızlı nüfus artışına karşılık giderek azalan doğal kaynaklar, dünya üzerindeki sistemin birbiriyle uyumluluğun yitirilmesi geri dönülmez etkilere neden olmaktadır.

Ozon tabakasının incilmesi, tropik ormanların yok edilmesi, bitki türü çeşitliliğinin azalması, asit yağmuru, sera etkisi, zehirli kimyasalların artan doğal dengeyi bozucu etkisi, tarımsal alanların kentleşmesi ve göç gibi birbiri ile hassas bir denge ile ilişkili etkiler toplumsal ve ekonomik yapıyı etkilemektedir. Tıpkı makroölçeklerdeki kararların alınmasında olduğu gibi, günlük kent yaşamında da elektrik, su, altyapı gibi minimum kentsel yaşam standartlarının sağlanması ve yönetilmesi ile gerek doğal, gerekse insan nedenli afetlerin etkilerinin azaltılmasında bilim adamları ve karar vericiler tarafından bu önemli veriler hızla anlaşılacak zorundadır. Esas amaç, karar verme süreci içerisinde gerek alternatif üretmek, gerekse aynı anda farklı senaryoları değerlendirerek tüm süreci hızlandırmaktır. Bu durumu ise ancak Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde gerçekleştirebilir (İnan ve İzgi, 2011).

4.2. Coğrafi Bilgi Sistemin Tarihçesi

Coğrafi bilgi sistemi kavramı, ilk olarak Kanada'da 1963 yılında Roger Tomlinson liderliğinde başlatılmış olan Kanada'nın ulusal arazilerinin niteliklerine göre tespit çalışmasının yapılması için ortaya çıkmış olan Kanada CBS projesi ile olmuştur. Günümüze gelene kadar ise coğrafi bilgi sistemi kavramı, bilgisayar teknolojisiyle paralel gelişmiş ve uzaktan algılama tekniklerinin de geliştirilerek entegre edilmesiyle günümüz seviyesine ulaşmıştır. 1966 yılında Harvard Üniversitesinde gerçekleştirilen bir proje, ilk kez teorik olarak kullanılan CBS projesi olarak bilinmektedir. Bu proje ile çizgi tabanlı eğim haritalarını bilgisayar yardımıyla üreten SYMAP üretilmiş olup, 1970 yıllarda poligon bindirme işlemleriyle veri katmanı oluşumuna olanak sağlayan ODYSSEY adlı yazılım geliştirilmiştir ve bu iki sistem CBS fonksiyonunu yerine getiren konumsal veri işlem alanındaki ilk uygulamalardır. Computer Aided Design (CAD) sistemlerinden CBS'ye geçişle birlikte, bilgisayar teknoloji gelişimlerine de bağlı olarak, masaüstü haritacılık uygulamaları yaygınlaştı. Bu tür uygulamalarla bilgisayar ortamına aktarılan haritalar üzerinde, imleç yardımıyla nesneler üzerine tıklanarak uzunluk, açı, koordinat, öz nitelik ve benzeri bilgiler dinamik bir şekilde sorgulandı, istenen ölçek, sembol, detay ve renklerde

harita almak oldukça kolaylaştı ve doğruluk açısından hassas olmaya başlamıştır. İnternet aracılığıyla da üretilen harita bilgileri paylaşımına açılarak, her türlü bilgi alışverişi mümkün hale geldi(Yomralıoğlu, 2010).

4.3. Coğrafi Bilgi Sistemin Avantajları

CBS teknolojisi, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veritabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizlerle birleştirmektedir. Bu yeteneği CBS' yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmakta ve kamu ve özel girişimlerde olayların açıklanabilmesi, sonuçların tahmini ve strateji geliştirilmesi için değerli kılmaktadır.Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yararlarını sınırlandırmak neredeyse imkânsızdır. Ancak CBS'nin yararları bakımında birkaç örnek verilebilir:

- Bilgi akışını hızlandırır,
- İş verimliliğini artırır,
- Daha verimli üretim ve envanter yönetimi sağlar,
- Etkili ve doğru analizler (acil durum müdahale, kritik bi analizleri vb.) sağlar,
- Veri güncelleme kolaylığı sağlar,
- İş gücünü artırır ve zaman kaybını önler,
- Farklı tip bilgiler aynı analizde kullanılabilir,
- Değişik yerlerden alınan veriler aynı ortamda saklanabilince servis karışıklıkları ve kopukluklar azalmıştır,
- Karar mekanizması kolaylaşmış, hızlanmış şekilde gelişmiştir.

4.4. Coğrafi Bilgi Sistemin Kullanım Alanları

Coğrafi bilgi sistemleri karakteristik nitelikleri nedeniyle coğrafi ve coğrafi olmayan verilerin toplanması, işlenmesi, depolanması ve kendine özgü teknik alt yapısı sayesinde değişik şekillerde verilerin analizini gerçekleştirerek her türlü uygulama içerisinde yer alabilmesinden dolayı, uygulama alanlarını sınırlamamız mümkün değildir. Yeterli veri, donanım ve yazılım yardımıyla her türlü meslek disiplinde değerlendirilebilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri mekânsal verilere ait sözel bilgileri veritabanında entegre bir şekilde saklama yeteneğinin yanı sıra, kendine has teknolojisiyle sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veri tabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizler ile birleştirmektedir. Bu yeteneği sayesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri diğer bilgi sistemlerinden ayrılmakta, kamu ve özel

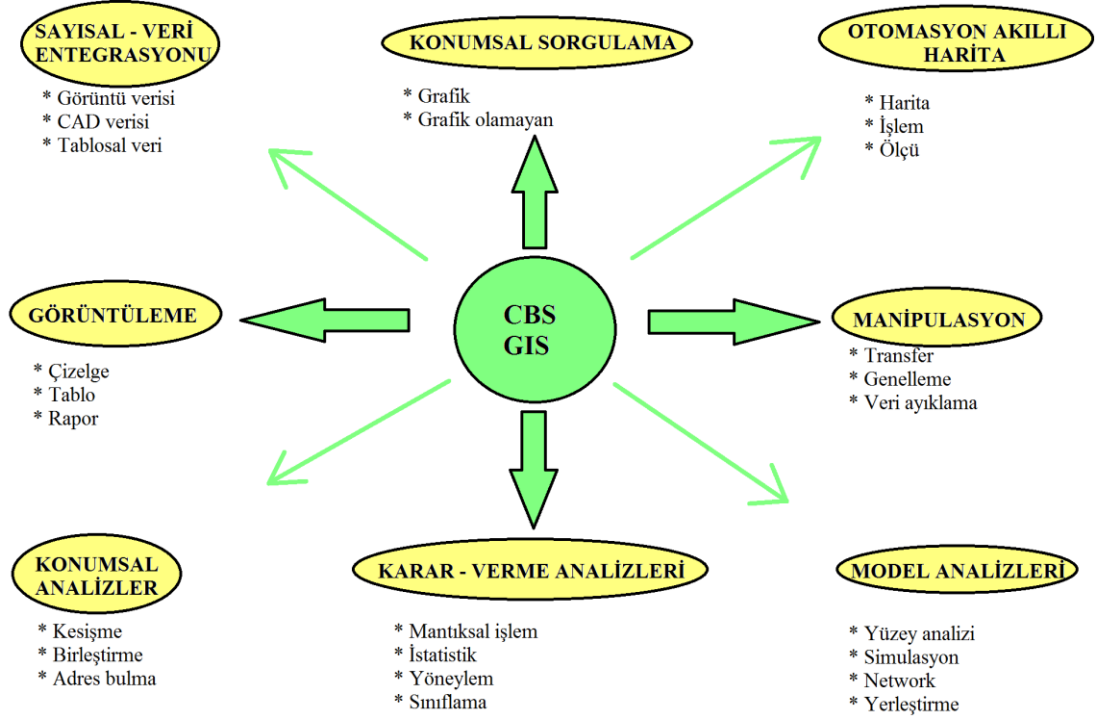
girişimlerde olayların açıklanabilmesi, sonuçların tahmini ve strateji geliştirebilmesi bakımında önem kazanmaktadır. Dünya'nın çeşitli ülkelerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımı beraberinde ham olan, sadece ofislerdeki klasörler içerisinde kağıt ortamında bulunan verilerin bilgisayar ortamında işlenmesine önayak olmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gün geçtikçe artan potansiyeline bağlı olarak kullanımının yaygınlaşmasının yanı sıra sayısal bilgilerin artmasıyla da bilgileri kontrol etmek ve yorumlamak da doğal olarak zorlaşmaktadır.

Bugün uygulanan CBS uygulamaları sayesinde kişi ve kurumlara çok büyük avantajı sağlamakta olup bilgilerin açık olması, hız ve emek kazancı, verim, ekonomik kazanç, ürün ve işlem niteliğinin artması gibi birçok avantajı sayılabilmektedir.

4.5. Coğrafi Bilgi Sisteminin Fonksiyonları

Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak bilinmektedir. Coğrafi bilgi sistemi teknolojisi çalışma amacına göre gerekli olan ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Coğrafi bilgi sistemi hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça aktif bir şekilde kullanılmaktadır.

CBS bütün dünyada, büyük yatırımlara konu olmakta, yan mesleki kuruluşlarda bilhassa endüstri alanında birçok kişiyi iş sahibi yapmakta; temel eğitim okullarında, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında gereğinde özel kurslarla öğretilmektedir. Günümüzde konum bilgisi kullanan kişilerin coğrafi bilgiye olan ilgileri ve konumsal verilerle çalışmaları her geçen gün daha fazla artmaktadır. Bu gelişmelerin temellinde coğrafi bilgi sistemlerinin diğer sistemlerden farklı olarak sahip olduğu fonksiyonlar vardır. Coğrafi bilgi sistemlerinin fonksiyonları ve işlevleri Şekil 4.1'de görüldüğü gibi özetlenebilir (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 4.1: Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.1.Sayısal verilerin entegrasyonu

Coğrafi bilgi sistemi farklı ortamlarda oluşturulan sayısal ve sözel verilerle entegreli olarak çalışma özelliğine sahiptir. Örneğin, CAD yazılımlarıyla üretilen grafiksel veriler, fotoğraflar ve benzeri görüntü verileri, veri tabanlarında mevcut olan tablosal veya liste şeklindeki envanter veriler coğrafi bilgi sistemi tarafından girdi verisi olarak kabul edilerek kullanılabileceği gibi, coğrafi bilgi sistemi ile elde edilen veriler de diğer bilgi sistemlerince girdi verisi olarak kullanılabilmektedir. Bu bakımdan sayısal veriler arasındaki entegrasyon yani alış-verişi yönünden coğrafi bilgi sistemi önemli bir avantaj sağlamaktadır (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.2.Konumsal sorgulama

Toplanan coğrafi verilere daha sonra ihtiyaç duyulması halinde bu verilere tekrardan ulaşabilmek için çoğu kez veri tabanı yönetim sistemleri kullanılmaktadır. Fakat aynı ortamda, grafik olmayan bilgileri bir arada görmek veya sorgulamak ancak coğrafi bilgi sistemi ile mümkündür. Buna göre grafik bilgiden tanımsal bilgilere veya bunun tersi olarak, tanımsal bilgiden grafik bilgiye hızlı bir şekilde erişilebilmektedir. Coğrafi bilgi sisteminin konumsal sorgulama özelliği ile bilgisayar ortamında

bulunan grafik bir kent haritası üzerinde imleç ile seçilecek bir binanın öznitelik bilgileri (maliki, adresi, kat adedi, vergi değeri vb.) tanımsal bilgileri sorgulanabileceği gibi, veri tabanı kısmından seçilecek bir malik adıyla da bu şahsa ait bina grafik olarak yine bilgisayar ekranında görüntülenebilmektedir (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.3.Otomasyon

CAD ve haritacılık çalışmalarında ölçüye dayalı işlemlerin yoğunluğu ve bu tür işlemlerin genelleşmiş yöntemlerle yapılması birçok kez hatalara sebebiyet verebilmektedir. Coğrafi bilgi sistemi grafik özelliği ile ölçü ve hesap gerektiren işlemlerde kullanıcıya otomasyon yani bilgisayar destekli kullanım kolaylığı sağlamakta olup böylece gerek hesap işlemleri gerekse grafiksel çizimler aynı ortamda hızlı ve sağlıklı bir şekilde yapılabilir. Coğrafi bilgi sisteminin bu özelliği günümüze kadar sayısal haritaların gelişmesinde önemli katkılarda bulunarak, bu haritaların akıllı haritalar olarak adlandırılmasına neden olmuştur. Otomasyon özelliği ile bilhassa harita üretimindeki karmaşık hesap işlemleri, nesnelerin düzenlenmesi ve kartografik gösterimlerin kalitesinin artırılmasını sağlamaktadır. (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.4.Görüntüleme

Coğrafi bilgi sisteminin en avantajlı fonksiyonlarından biri de görüntü özelliğine sahip olmasıdır. Daha önceleri sadece veri tabanlarının sunabildiği listeleme işlemleri ile ancak grafik olmayan tablosal bilgilerin sunumu yapılırken, günümüzde ise coğrafi bilgi sistemi ile bu tür sunumlara ilave olarak grafik bilgiler, video görüntüsü, ses, fotoğraf, istatistiksel grafik vb. çok çeşitli gösterimleri görüntülenebilmektedir. Yine daha önceden yapılan sunumlar klasik kağıt ortamından, artık dijital ortama aktararak, internet, CD, ekran vb. ortamlarda bilgi alış-verişi de başlatılmıştır. Tabloların raporlar halinde diğer görüntülerle ilişkilendirilerek birbirleriyle bağlantılı olarak sunulması çeşitli sektörlerde birçok tanıtım amaçlı uygulamada kullanılarak konumsal bilgilere görsel nitelik kazandırılmıştır (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.5.Manipulasyon

Konumsal veri ile uğraşanların en fazla sorun yaşadığı işlemlerin başında gelenlerden biri de mevcut verilerle gereğinde güncelleme, ayıklama, ekleme, transfer vb. manipulasyonların yapılamamasıdır. Oysa ki coğrafi bilgi sistemi çok hızlı ve sağlıklı konumsal veri işleme yeteneğine sahiptir. Bu yeteneği ile mevcut bilgilerden yeni bilgiler elde edilerek istenen formatta bilgi üretilip, değişik sistemlere bilgi transferi yapabilmektedir. Coğrafi bilgi sisteminin bu fonksiyonu ile verilerin güncellenmesi, yeni verilerin elde edilebilmesi ve genellenmesi işlemlerine imkân sağlamaktadır (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.6.Konumsal analizler

Coğrafi bilgi sistemini diğer bilgi sistemlerinden ayıran en temel özelliklerden biri de konumsal analizlerdir. Grafik ve grafik olmayan bilgilerin çalışma amacına yönelik olarak modellenerek sonuçların değerlendirilip, yorumlanması gibi işlemlerin tümü konumsal analiz olarak bilinir. Konumsal analiz işleminde, mevcut veri/bilgi kümelerinden yararlanarak yeni bilgi kümeleri üretilip, coğrafi özellik gösteren alanların, potansiyel kullanımlarının değerlendirilmesi, konumsal olayların çevreye etkilerinin tahmini kestiriminin yapılması ve bu olayların yorumlanıp anlaşılır hale dönüştürülmesi gibi uygulamaların tamamı konumsal analiz kapsamına girmektedir (Yomralıoğlu, 2009).

4.5.7.Karar – verme analizleri

Coğrafi verilerin konuma bilgilerine bağlı olarak toplanması yanı sıra, zamana bağlı ya da aynı konuma ait değişik niteliklere göre bilgilerin toplanması büyük hacimli verilerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum envanter ve istatistiksel işlemlere esas oluşturmak amacıyla yönelik olarak gerçekleşmektedir. Temel istatistik analizlerine ilave olarak, mevcut verilerden yararlanarak ileriye dönük tahminlerin yapılması, yatırım amaçlı mekânların tespit edilmesi, planlama için gerekli donatıların en uygun alanlara yerleştirilmesi, yığılı verilerin istatistiksel olarak irdelenmesi, yöneylem analizleri, zaman göre konum özelliklerinin değişimlerinin izlenmesi gibi birçok neden ve niçin sorularına cevap aranacak nitelikteki karar-verme analizleri yapılabilmesi coğrafi bilgi sistemi ile çok daha dinamik olmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi bu tür verileri toplayarak, önceden belirlenecek vasıflara göre sınıflandırılarak grafik destekli olarak konumsal bilgilerin daha iyi

anlaşılabilmesinde de önemli bir fonksiyonu yerine getirmektedir. Nitekim verilen kararların gerçekçi dayanakları olması, başta kamu kurumları olmak üzere bir çok sektör bünyesindeki keyfi gerekçeli kararları ortadan kaldırılmış, tüm işlemlerin alternatifli, çok seçenekli sonuçlarını ve bunların doğurabileceği avantajları ve dezavantajlarını ortaya koymuştur (Yomralıoğlu, 2009).

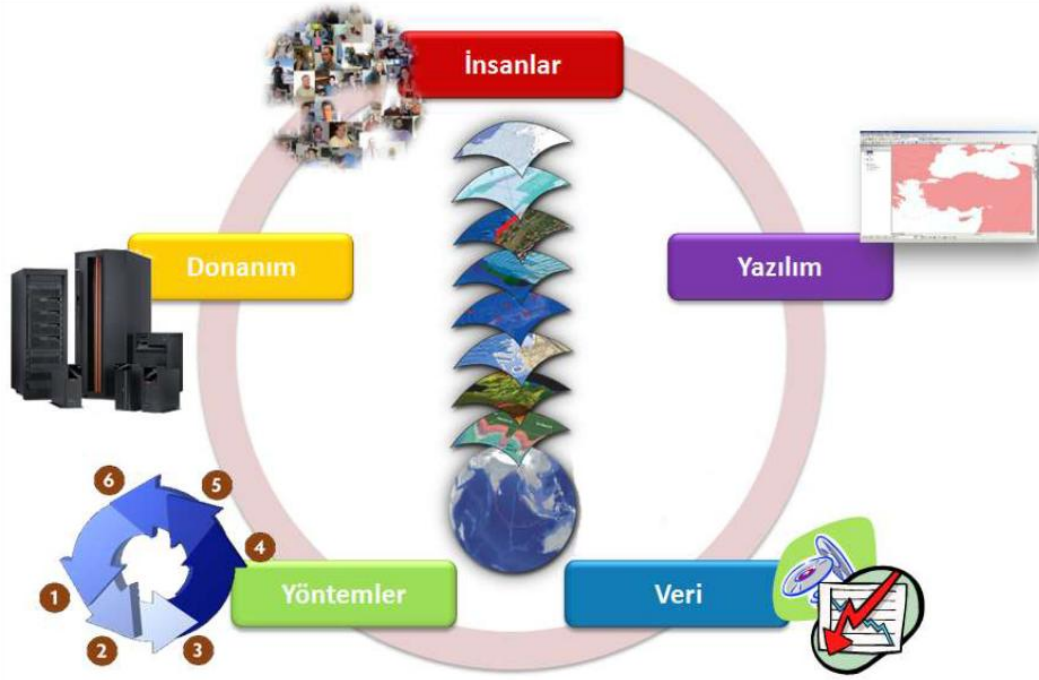
4.5.8.Model analizleri

Planlanan bazı projelerin veya doğal olayların gerçekleşmesi halinde meydana gelebilecek durumun daha önceden gerçekleşmiş gibi gözlenebilmesi için tasarlanan sistem işlemleri simülasyon olarak adlandırılmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi, coğrafi varlıkların çevreleriyle olan ilişkilerini de dikkate alarak bilgisayar ortamında oluşturacağı gerçek modellerle simülasyon işlemlerini gerçekleştirme imkanına sahip olup aynı zamanda grafik ve tanımsal verileri aynı veri tabanında tutma özelliğine sahip olduğundan, veri tabanındaki ani değişimler oluşturulan sayısal modele yansıtılarak kullanıcıya alternatif sonuçlar üzerinde karar verme konusunda yardımcı olur (Yomralıoğlu, 2009).

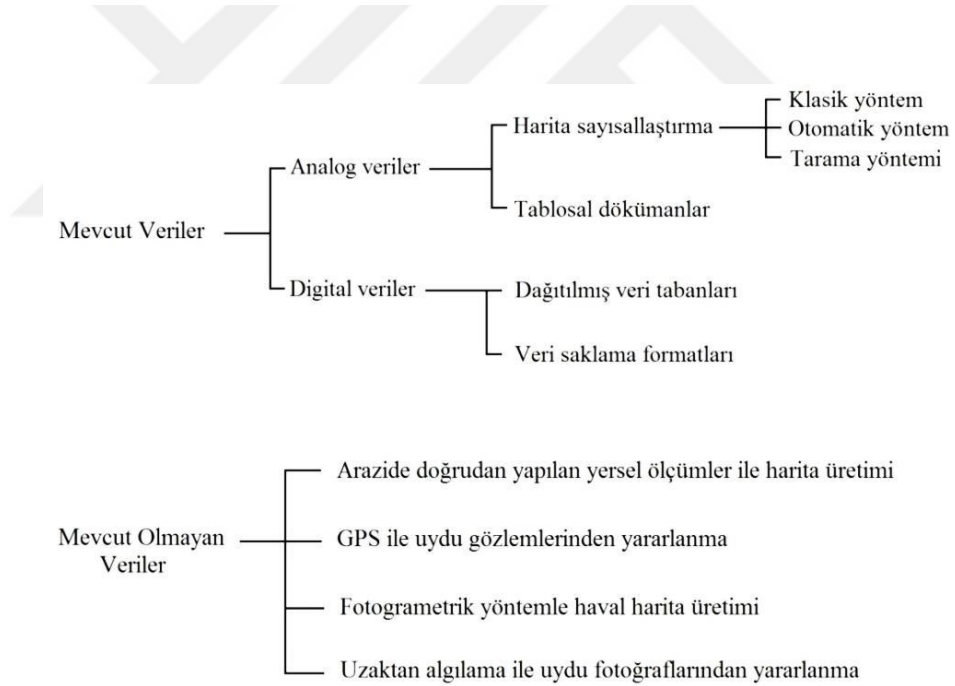
4.6. Coğrafi Bilgi Sisteminin Bileşenleri

Bir sistemin, bir uygulamanın ya da herhangi bir çalışmanın yürütülebilmesi ve işleyebilmesi için bazı gereksinimlere veya unsurlara ihtiyaç vardır. Coğrafi bilgi sisteminde mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi gibi temel fonksiyonları gerçekleştirilebilmesi için Şekil 4.2’de de görülen beş temel unsura ihtiyaç vardır.

CBS’nin bu unsurlardan en çok dikkat gerektireni veri toplamadır. Çeşitli yöntemler ile elde edilen veriler yapılacak olan bilgi sistemin doğruluğuna direkt etki eder. Bu sebeple verilerin toplama yöntemleri de önemli bir unsur haline gelmektedir. Verilerin toplama yöntemleri ise Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

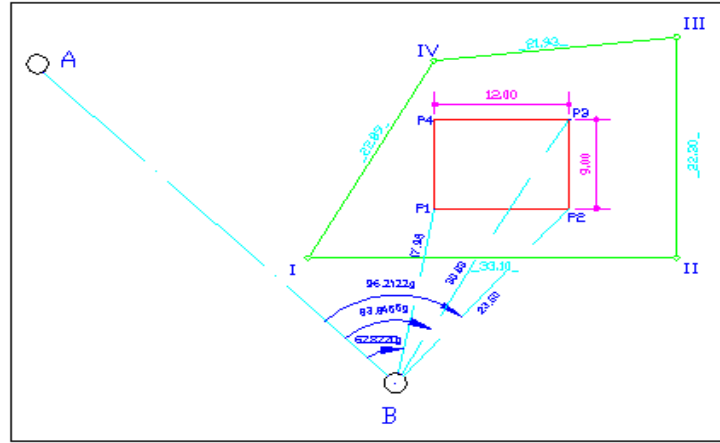


Şekil 4.2: Coğrafi bilgi sisteminin bileşenleri (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 4.3: Veri toplama teknikleri (Yomralıoğlu, 2009).

Kutupsal koordinat yönteminde ise bilinen bir doğrultuya ihtiyaç olup ayrıca doğrultu belirlemek içinde bir bilinen nokta gerekmektedir. Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüleceği üzere bilinen bu iki noktanın ölçülecek noktalarla arasındaki açı ve mesafesinden yararlanarak yapılan ölçme yöntemidir (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 4.6: Kutupsal koordinat yöntemi (URL-6).

GPS ile uydu gözlemlerin yararlanma: Uzayda koordinatları belli olan GPS uydularından gönderilen radyo sinyalleri yardımıyla denizde, karada, havada ve uzaydaki, konumları belirlenmek istenen noktalara ait hassas üç boyutlu konum, yön ve zaman belirlemek amacıyla 1973 yılında USA askeri birimleri tarafından ortaya atılmış bir sistem olup günümüzde haritacılık sektöründe büyük ekonomik paya ve kullanım kolaylığıyla da tercih edilen yöntem olma özelliğine sahiptir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: GPS ile uydu gözlemleriyle ölçme.

Fotogrametrik yöntemle veri toplama:Fotogrametri, cismin bir veya birden fazla resminden yararlanarak uzaydaki şeklini, boyutlarını ve konumunu incelikli bir şekilde belirlemeyi amaç edinmiş bir bilim dalıdır. Resimler üzerinde yapılan ölçmeleri kullanan bu tekniğin genel yararı cismin ayrıntılı olarak tam bir görünümünü vermesidir. Yapılan ölçme ve değerlendirme sonucunda üç tip ürün elde edilmektedir. Bunlar;

- Objenin x, y ve z, ile 3 boyutlu olarak belirlenmesi,
- Topografik harita ve planların yapılması,

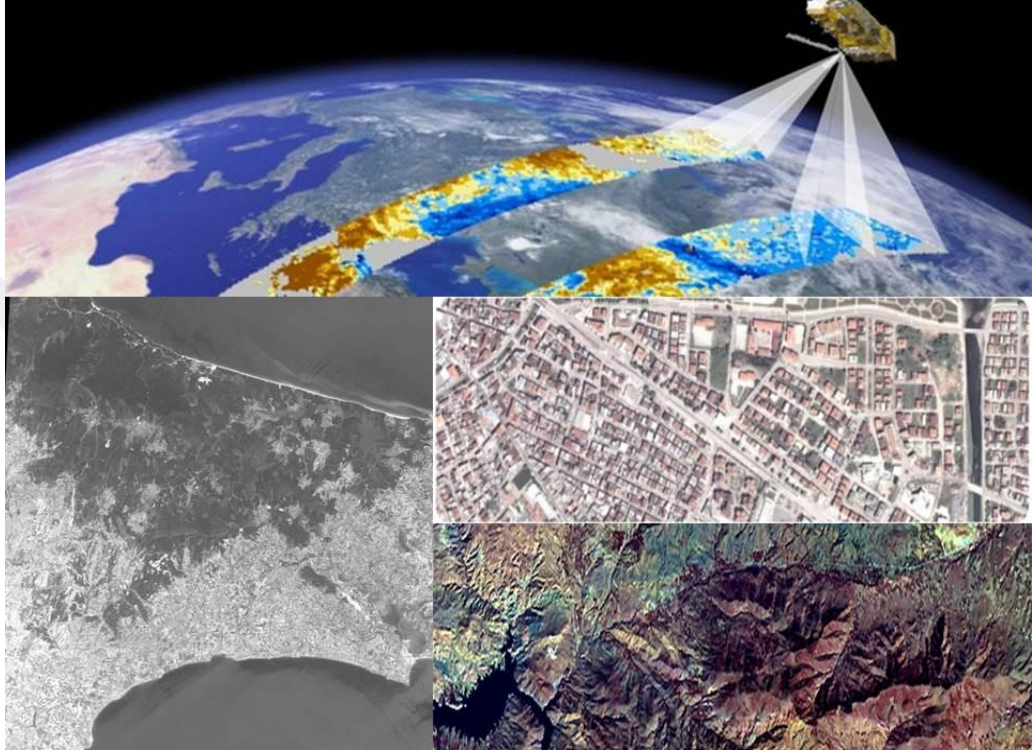
Düşeylenmiş fotoğrafların elde edilmesi veya bu fotoğraflardan harita üretilmesi olarak sıralanmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Fotogrametrik ölçüm (URL-7).

Uzaktan algılama yöntemi ile ölçüm: Yeryüzünden uzak mesafelerde, atmosferde veya uzayda hareket halinde olan platformlara yerleştirilmiş ölçüm cihazları sayesinde, objelerle fiziksel temasa geçilmeden, yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniği uzaktan algılama olarak bilinmektedir, bir başka ifade ile objelerle fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak bilinir (URL-8). Yer yüzeyinden, atmosferden veya uzaydan gerçekleştirilen uzaktan algılamada dört temel unsur vardır (Şekil 4.9). Bunlar;

- Algılayıcı Platform,
- Radyasyon Kaynağı,
- Atmosferik Geçiş,
- Hedef-Yeryüzü Objeleridir.



Şekil 4.9: Uzaktan algılama ile ölçme (URL-7).

5. UYGULAMA

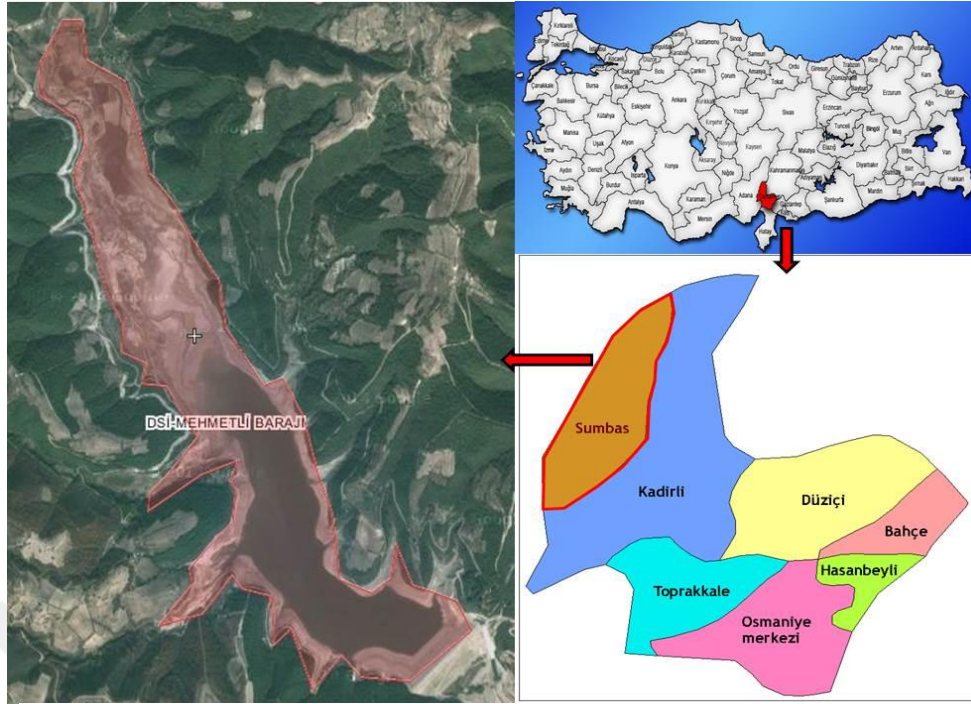
Dünya üzerinde su temini konusu hayati bir öneme sahiptir. Bu nedenle her ülke kendi su potansiyelini korumak ve ergonomik olarak kullanmak durumundadır. Özellikle su sıkıntısı yaşayan ülkeler bu problemi ortadan kaldırmak için su yapılarına ihtiyaç duymaktadır. Geliştirilen projelerin başında barajlar gelmektedir. Muhafaza görevi gören barajların zaman içerisinde rezervuarında kıyı erozyonu ve rezervuarı besleyen akarsuların taşımış olduğu malzemelerin çökmesi ile sedimentler oluşur. Sedimentin oluşması ile rezervuar tabanı yükselir ve depolama kapasitesinde hacim kaybına neden olur. Bu kayıp barajların ekonomik ömürlerini azaltmakta, taşkın önleme, hidroelektrik enerji üretimi, sulama, içme suyu temini ve rekreasyon vb. işlevleri olumsuz etkilemektedir. Barajların ekonomik ömürlerinin azalması, yeni barajların inşa edilmesini akla getirmektedir. Ancak yeni barajların yapım süresi, maliyeti ve yapının yapılabileceği coğrafik alanların az olması nedeniyle bu tercihi etkin kılmamaktadır.

Bu tez çalışmasında; rezervuarların ekonomik ömrünü azaltan sediment birikimi problemi ve barajların ekonomik ömürlerinin yeniden kazanabilmeleri için sedimentin kontrol edilmesi ve uzaklaştırılması yöntemleri üzerinde ayrıntılı bilgi verilmiştir.

5.1. Çalışma alanı

Bu tez çalışmasında verileri kullanılan Kesiksuyu (Mehmetli) Barajı Osmaniye ili, Sumbas ilçesinin kuzeybatısında yer almaktadır. Barajın bölgesinin coğrafi koordinatlar $37^{\circ} 30' 16''$ ile $37^{\circ} 32' 37''$ Kuzey enlemleri ve $36^{\circ} 01' 18''$ ile $35^{\circ} 59' 42''$ doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 5.1).

Barajı besleyen Kesiksuyu deresi Gaffarlı köyünün kuzeyinde yer alan Çavuş Dağından doğmaktadır. Sumbas çayına dökülen Kesiksuyu deresinin uzunluğu 23 km'dir. Kesiksuyu deresi üzerine tesis edilen Barajın teknik özellikleri Çizelge 5.1' de verilmektedir.



Şekil 5.1: Kesiksuyu(Mehmetli) baraj yeri (URL-9).

Çizelge 5.1:Kesiksuyu (Mehmetli) barajı teknik özellikleri (URL-5).

KESİKSUYU BARAJI			
Adı	KESİKSUYU (Mehmetli)	Havza Adı	Ceyhan
Yeri	Osmaniye	İlçe	Sumbas
Akarsu	Kesiksuyu	Baraj Tipi	Depolama
Amaç	Sulama ve Taşkın Koruma	İşletmeye Açılış Tarihi	1971
İnşaatın Başlama – Bitiş Yıllı	1965 - 1971	Talveg Kotu	150 m
Gövde Dolgu Tipi	Kil Çekirdekli Zonlu Toprak	Temel Kotu	141 m
Gövde Hacmi	4367 dam ³	Kret Kotu	220 m
Yükseklik	56 m	Göl Alanı	4.1 km ²
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	53 hm ³	Depolama Hacim	106.2 hm
Normal Su Kotunda Göl Alanı	3 km ²	Dolu Savak Tipi	Karşıdan Alışlı
Sulama Alanı	8760 ha	Dolu Savak Debisi	915 m ³ /s
Güç	MW	Normal Su Kotu	216.67
Yıllık Üretimi	GWh	Max Su Kotu	216.87

Barajın bulunduğu Sumbas ilçesi ova kısmında alüvyon topraklardan oluşmuş oluptoprak tabakasının yüzeye yakın kısmında su tabakaları mevcuttur. Alanın bazı yerlerinde kalker bloklar görülmektedir. Yüzey daha çok yeni devrin killi, kireçli ve kumlu tabakalarından teşekkül etmiştir. Sumbas ilçesi Akdeniz iklim kuşağının etkisi altında kalmış olup kışları ılık ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak geçer. İlçenin en soğuk ayları Ocak ve Şubat, en sıcak ayları ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Sumbas ilçe Merkezi ve Akçataş, Köseli gibi köylerde sıcaklığın sıfırın altına düşmesine neden olan rüzgârlar dağların siper vazifesi görmesi nedeniyle etkili olamamakta ve buralarda narenciye, her türlü meyve ve sebze yetiştirilmektedir. Sumbas kışın soğuma nedeniyle yüksek, yazın da ısınma nedeniyle alçak basıncın etkisi altındadır. Kışın ve baharda esen batı rüzgarları soğuyarak yörenin bol yağış almasına neden olur. Sumbas ılıman kuşağın Akdeniz tipini tamamen üzerinde taşır. 500-800 metreye kadar yeşilliğini tamamen muhafaza eden maki bitki topluluğu bulunmaktadır. Etraf bodur ağaçların altında Nane, Kekik, Menekşe, Çiğdem, Nergis ve daha pek çok hoş kokulu çiçekler ve çayırarla örtülüdür. 500-800 Metreden sonra, ormanlar karışık ağaçlardan ve yükseklerde iğne yapraklı ağaçlardan oluşur. Bu ağaçlar yüksekliğe doğru gidildikçe sırasıyla şunlardır: Kocayemiş, sakızlık, mersin, karaçalı, meşe, çınar, yabani meyveler, ardıç, keçiboynuzu, sedir, köknar, kızılçam vb.dir. İlçemizde kayda değer iki akarsu bulunmaktadır (URL-10).

Çalışması yapılacak olan Kesiksuyu Barajına bulunduğu sahanın dağlık kısmına baktığımızda ise Orta Torosların teşkil ettiği dağlık ve yaylalık bölgeler orman ve yalçın kayalıklarla örtülüdür. Dağların ortalama yükseklikleri 1500 m. civarındadır. Kuzeyden güneye doğru dağ aralarında dar ve derin vadi oluklarına rastlanmaktadır. Sumbas ve Kesik Çayı vadi olukları da bu alanda bulunur. Dağlık bölgede bulunan yaylalar halkın birer serinleme ve dinlenme yerleri olup, Sumbas İlçesinin hayat ve can damarlarıdır (URL-11).

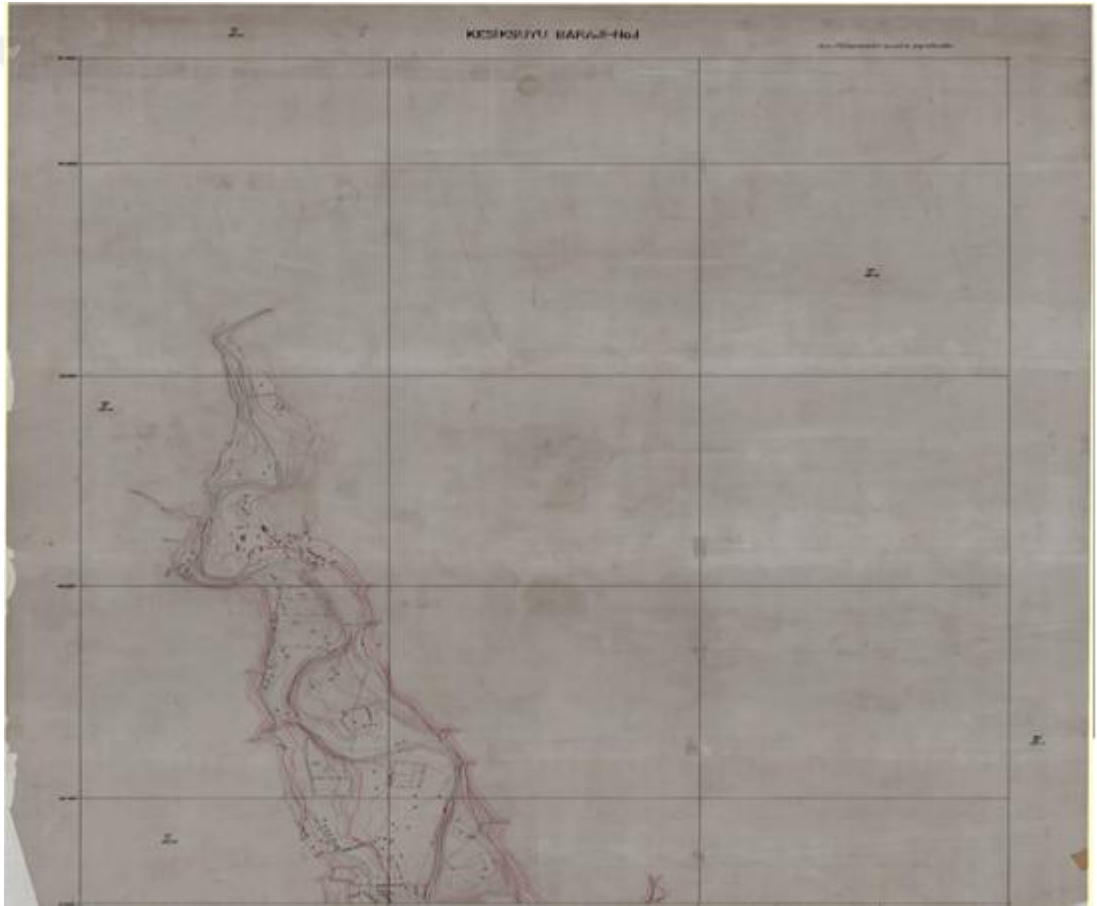
5.2. Arazi çalışmaları

Kesiksuyu (Mehmetli) Barajının planlama çalışmaları 1963 yılında başlamıştır. Barajın tesis edilmesi planlanan alanın topoğrafik haritası klasik yöntemlerle gerçekleştirilmiş ve 1/5000 ölçekli topoğrafik haritaları oluşturulmuştur.

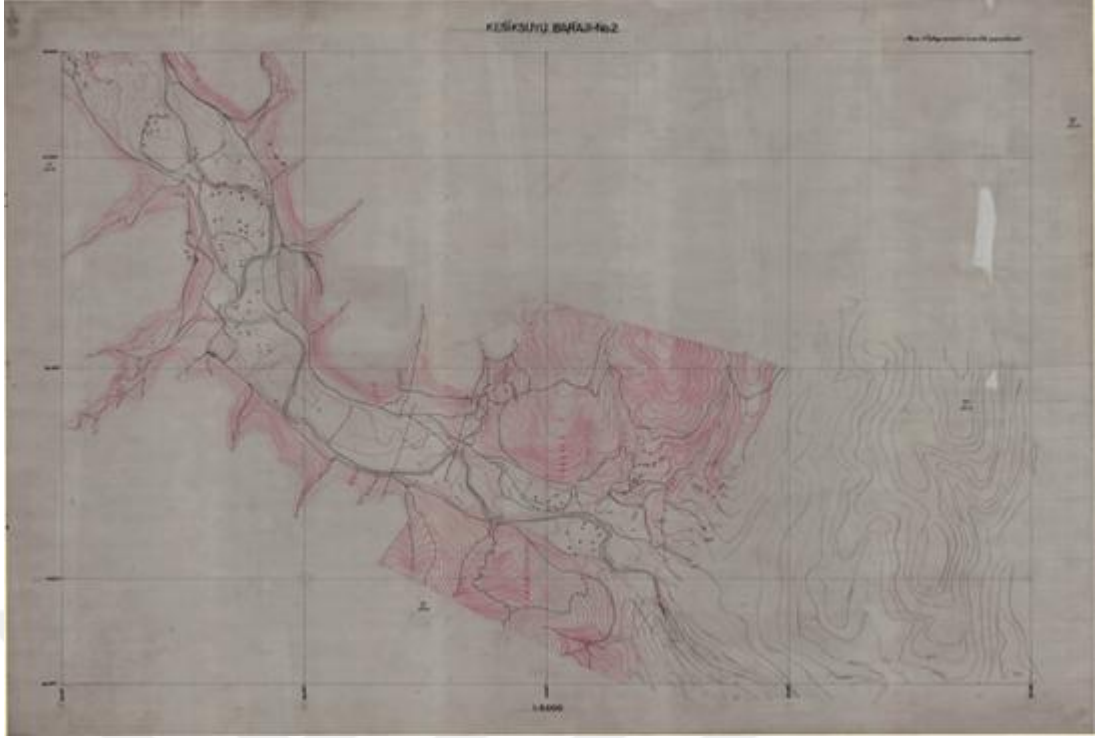
Baraj inşaatı 1971 yılında tamamlanarak faaliyete geçmiştir. Tez çalışmasının yapıldığı 2015 yılına kadar geçen süre zarfında baraj faal olarak kullanılmıştır. Barajı besleyen akarsuyun taşımış olduğu malzemenin ne kadarının rezervuarda biriktiğini

ve kullanım ömrünün belirlenmesi için batimetrik haritalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, barajın su toplama havzasında biriken sedimentin belirlenmesi için 1963 yılında yersel tekniklerle elde edilen topoğrafik haritalardan ve 2007 yılında batimetrik ölçme yöntemiyle elde edilen verilerin sonuçları kullanılmıştır.

İlk olarak 1963 yılına ait Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de verilen paftalar sayısallaştırma işlemi için hazır hale getirilmiştir. Bunun için paftaların tamamı yüksek çözünürlüklü olarak taranmıştır. Taramaları tamamlanan paftaların koordinatlandırılabilmesi için programa yüklenmiştir. Sayısallaştırma işlemine başlayabilmek için pafta üzerinde koordinatları bilinen karelaj dizininden referans noktaları alınarak koordinat dönüşümleri gerçekleştirilerek pafta sayısallaştırmaya hazır hale gelmiştir.



Şekil 5.2: Kesiksuyu(Mehmetli) barajı 1963 yılına ait topoğrafik harita pafta:1 (DSİ).



Şekil 5.3: Kesiksuyu(Mehmetli) barajı 1963 yılına ait topoğrafik harita pafta:2 (DSİ).

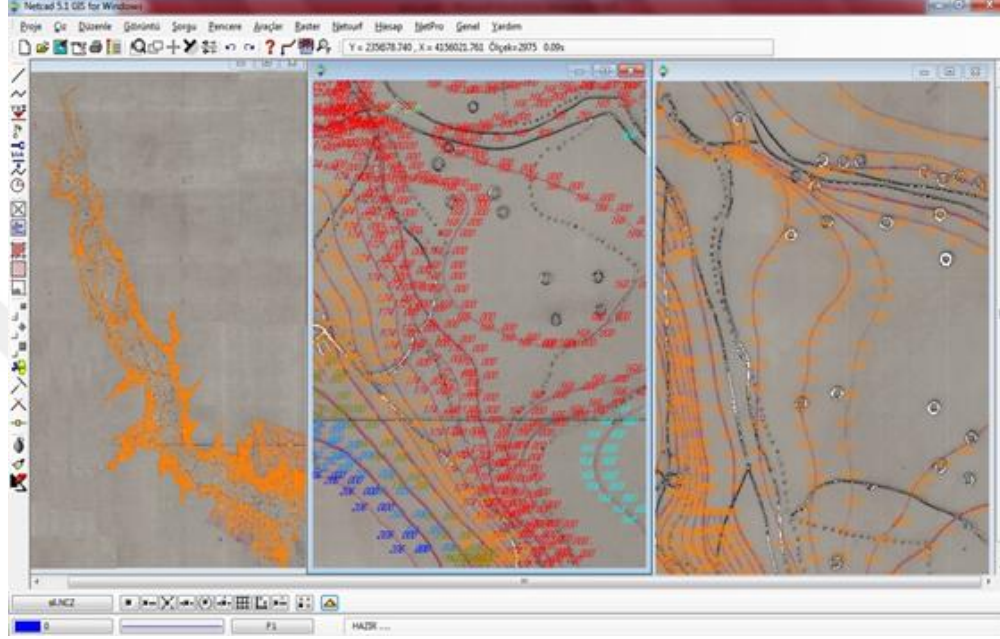
5.3. Büro çalışmaları

1963 yılında kullanılan 1/25000 ölçekli topoğrafik harita üzerinde kullanılan nirengi ve poligon noktaları tespit edilmiştir (Şekil 5.4).



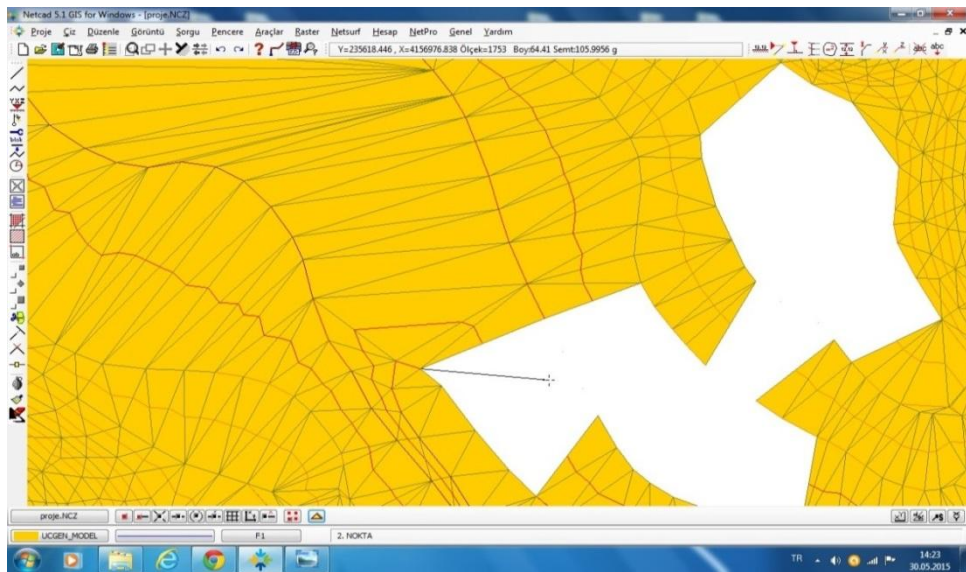
Şekil 5.4: 1963 yılında ölçmelerde kullanılan nirengi ve poligon noktaları.

1963 yılında üretilen paftalar DSİ Genel Müdürlüğü adına lisanslı Netcad 5.2 programından yararlanarak koordinatlandırılmıştır. İki paftanın sayısallaştırması sırasında bilgi kaybı olmaması için sık aralıklarla sayısallaştırma yapılmıştır. Sayısallaştırmada 21000 adet nokta bilgisi girilerek paftalar sayısallaştırılmıştır (Şekil 5.5).



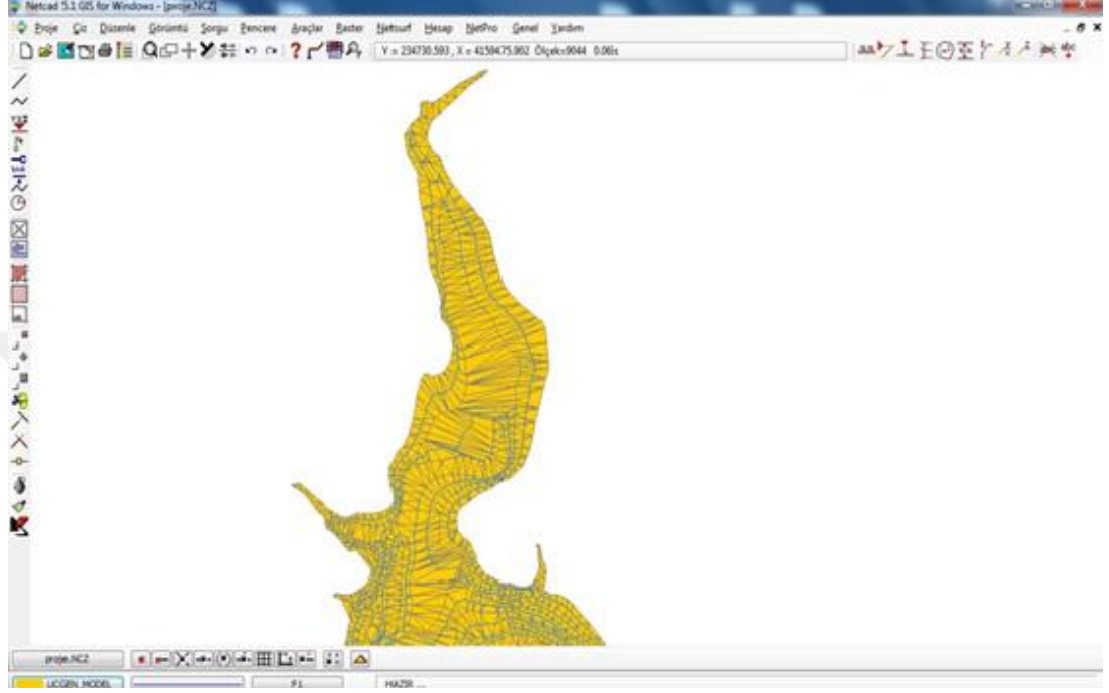
Şekil 5.5: 1963 yılına ait paftalarda sayısallaştırma işlemi.

Sayısallaştırma sonucunda elde edilen nokta konum bilgilerinden yararlanarak araziye SYM oluşturmak için üçgenleme işlemi yapılmıştır. Üçgenleme işlemleri sırasında oluşturulan SYM’de bazı hatalı üçgenlerin olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.6).

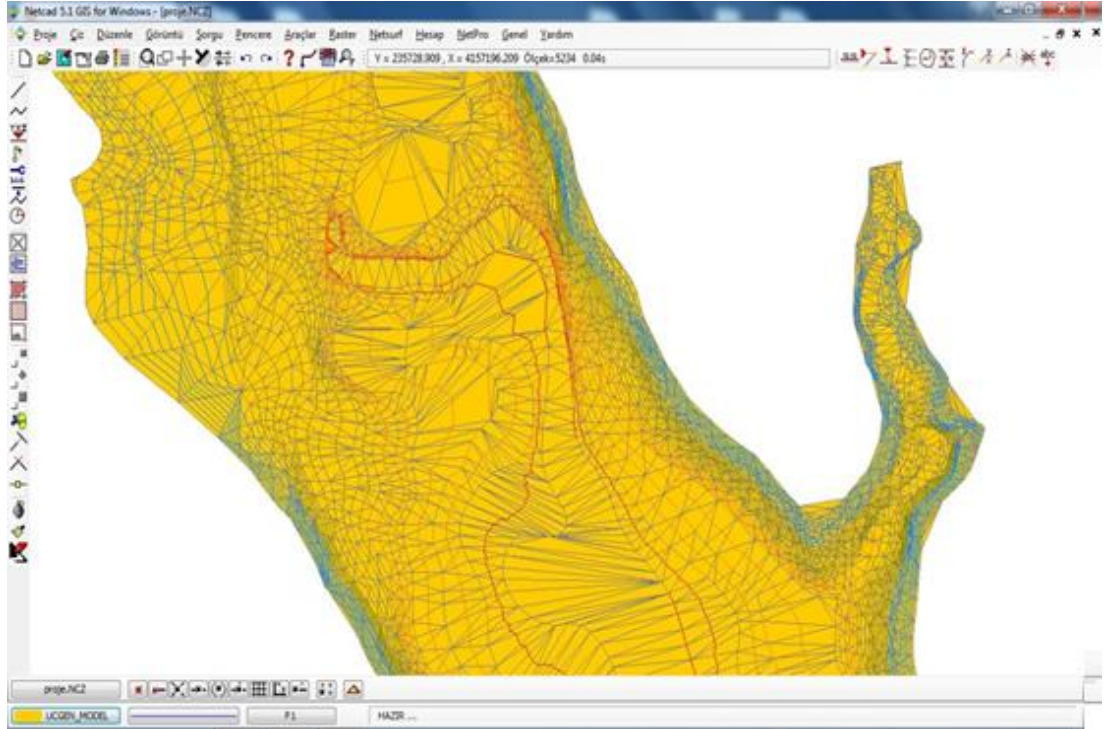


Şekil 5.6: Hatalı üçgenlemeler yerine eklenen üçgenler.

Üçgenlerin hatalı olmasının nedeni program içerisinde otomatik olarak üretilen üçgenlemelerde birbiriyle ilgisi olmayan noktalar arasında üçgenleme yapması sebebiyle hatalı üçgenlemeler oluşabilmektedir. Oluşan bozuk yada hatalı üçgenlemeler silinir ve üçgenlemeler manuel olarak yeniden üretilir (Şekil 5.7 ve Şekil 5.8)

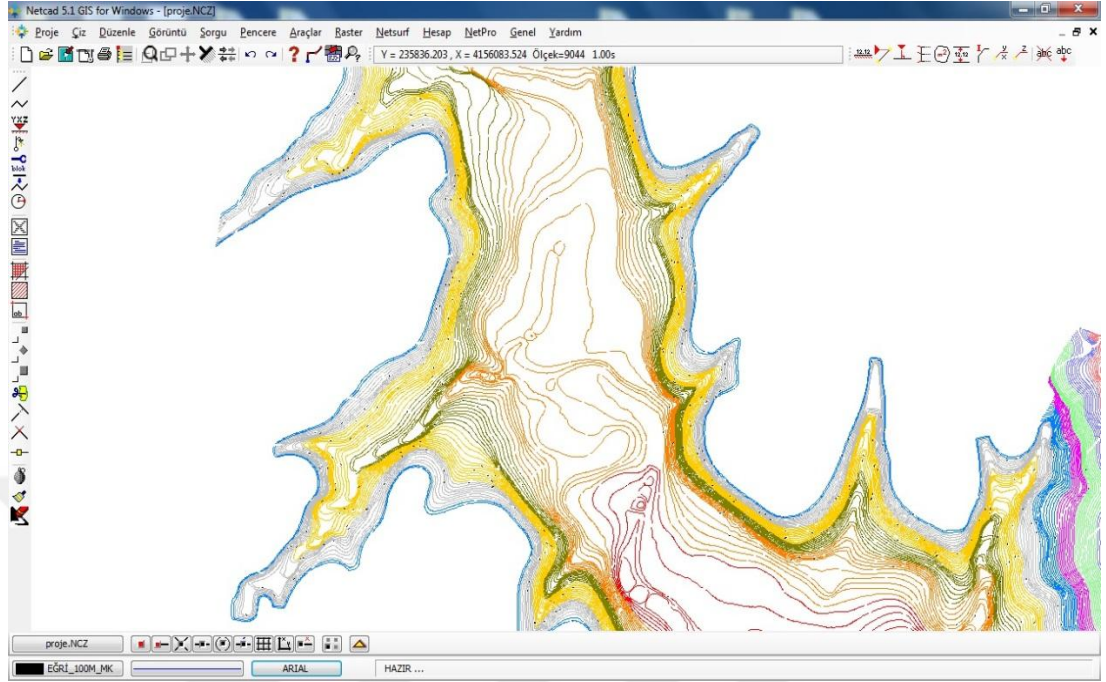


Şekil 5.7: Çalışma alanına ait üçgenleme işlemi tamamlanmış durumu ekran görüntüsü.



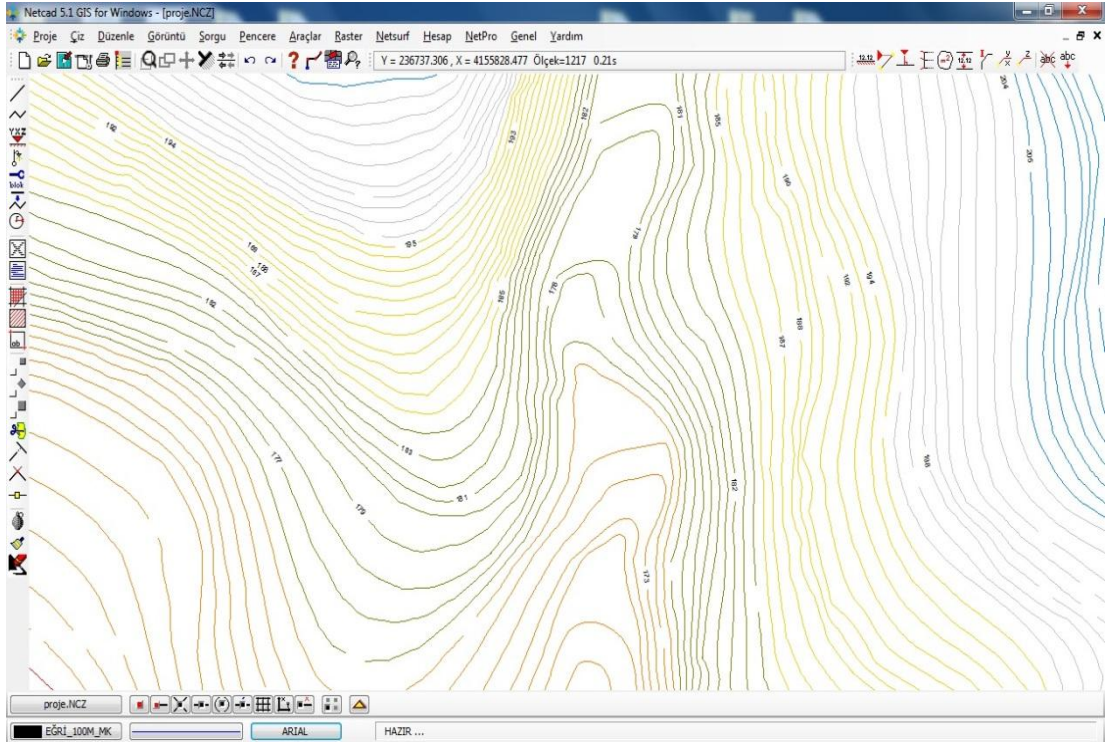
Şekil 5.8: Çalışma alanına ait üçgenleme işlemi tamamlanmış durumu ekran görüntüsü.

Bozuk ve hatalı üçgenler düzeltildikten sonra eş yükseklik eğrilerinin oluşturulmuştur (Şekil 5.9).



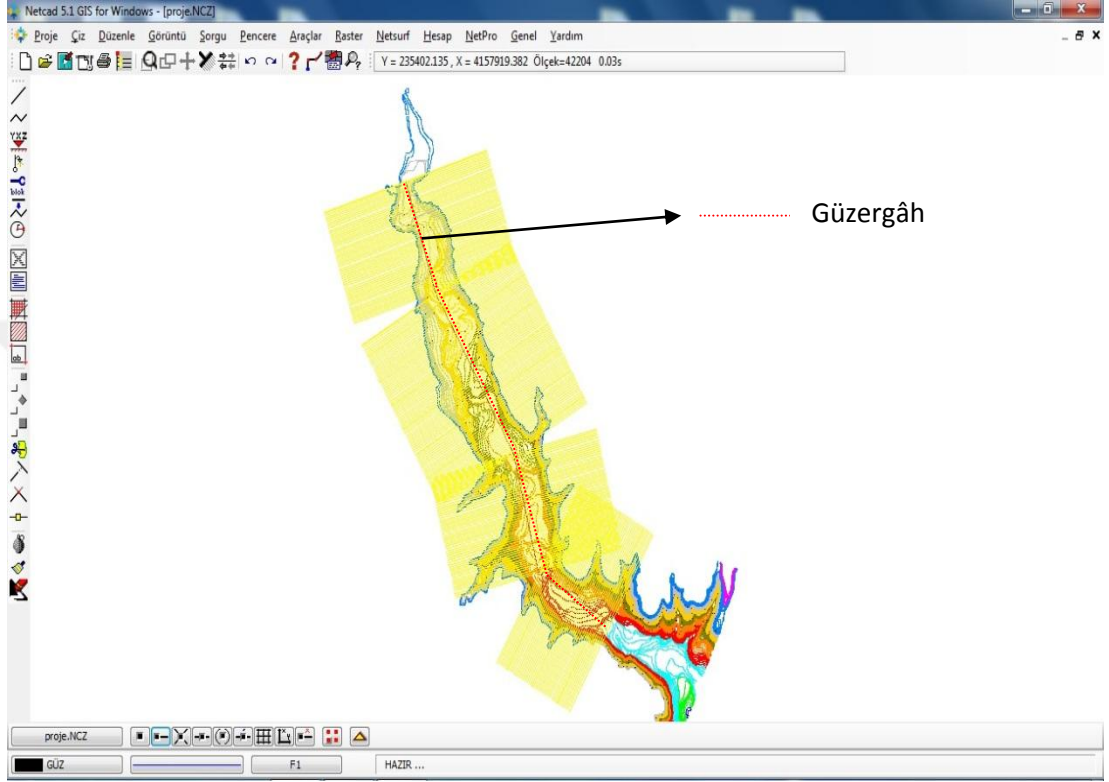
Şekil 5.9: Üçgenlemeler yardımıyla eş yükseklik eğrileri oluşturulması.

Oluşturulan eş yükseklik eğrilerinin yükseklik bilgileri eğri boyunca yazdırılmıştır. (Şekil 5.10).



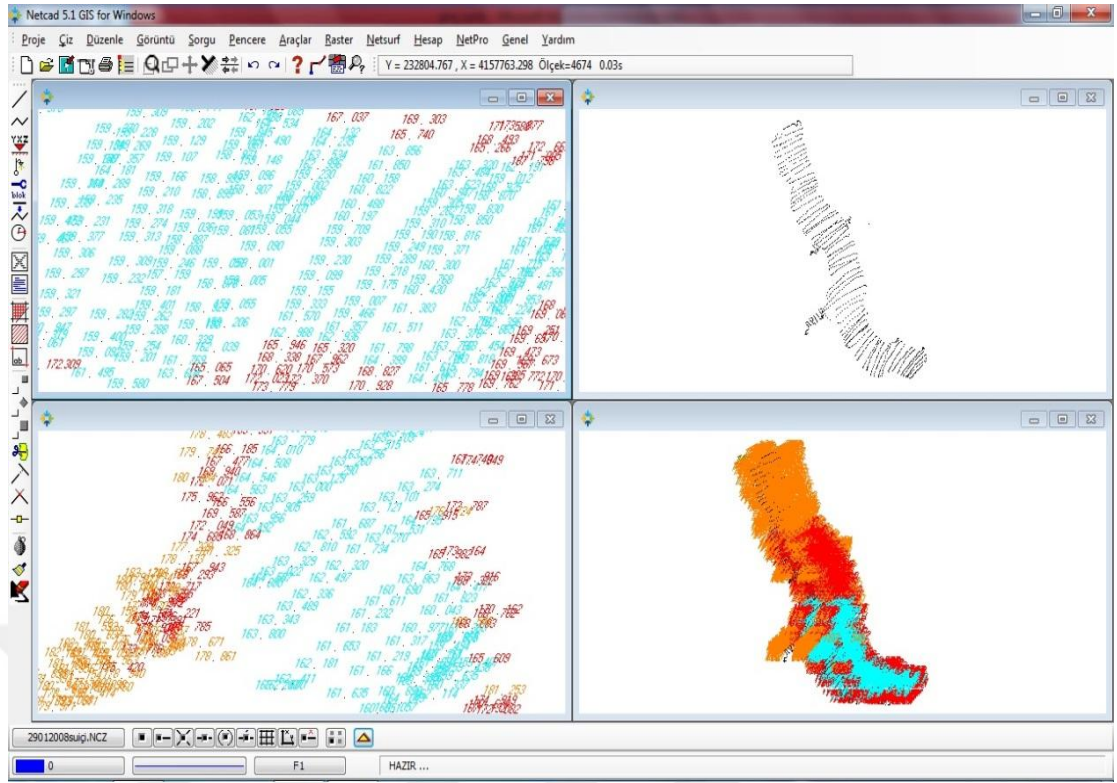
Şekil 5.10: Yükseklik bilgileri eklenen eş yükseklik eğrileri.

Baraj su toplama havzasının SYM'ni doğru bir şekilde elde edebilmek için suyun toplanacağı alanı ortalayacak şekilde bir güzergâh belirlenir. Sayısal Arazi Modeli (SAM)'ni elde etmek için belirlenen güzergâh üzerinde arazinin topoğrafik yapısına göre güzergah üzerinde uygun mesafeler ile enkesitler üretilir (Şekil 5.11).



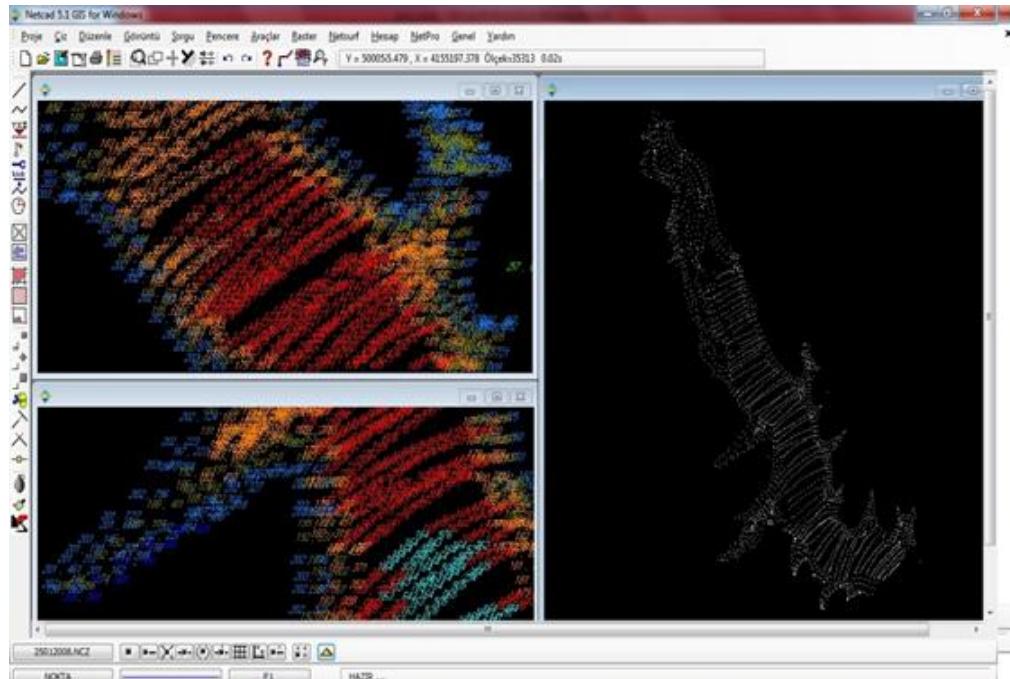
Şekil 5.11: Güzergâh yardımıyla enkesitlerin oluşturulması.

Baraj su toplama alanında oluşan sediment birikimin tespit edilebilmesi için 1963 yılında yapılan ölçülerden başka zamandaki ölçmelere de ihtiyaç vardır. Bu nedenle ilerleyen zamanda barajın su tutması sebebiyle su altı topoğrafyasının belirlenebilmesi ancak batimetrik ölçmeler yardımıyla mümkün olmaktadır. 2007 yılında baraj su toplama havzasında batimetrik ölçmeler gerçekleştirilmiştir. Batimetrik yöntemlerle üretilen iskandil noktaları gösterilmektedir (Şekil 5.12).



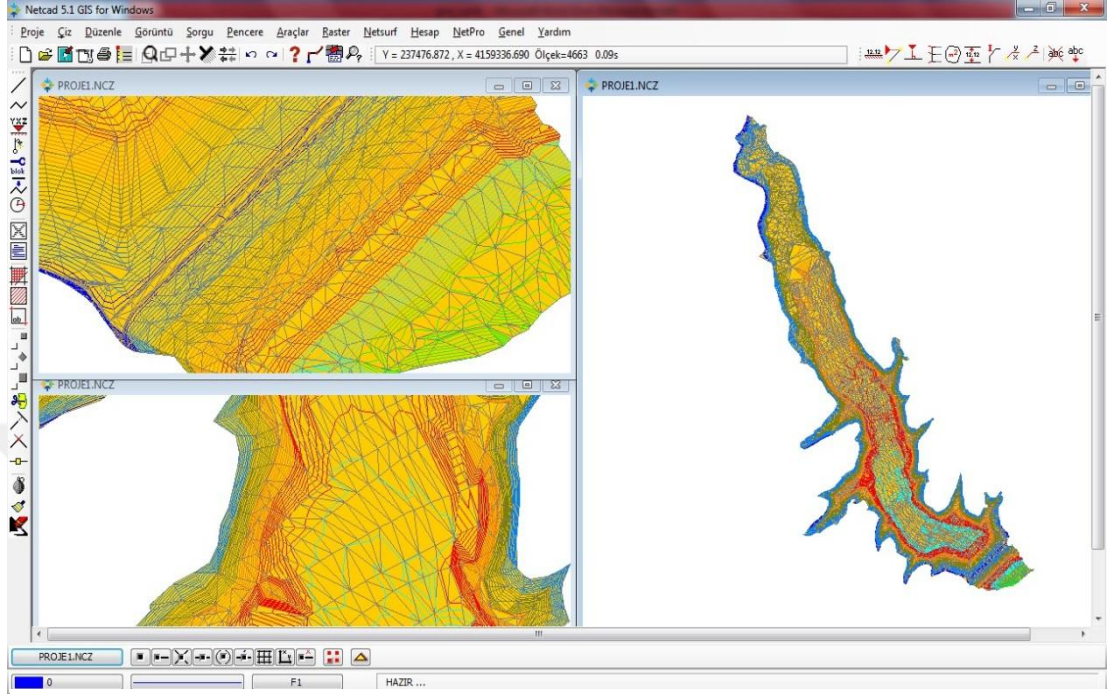
Şekil 5.12: Batimetrik ölçme yöntemleriyle elde edilen iskandil noktalar.

Batimetrik ölçmelerde, ölçme yapan teknenin kıyıya yaklaşamaması sebebiyle iç yerlerde kıyı kenar çizgilerini belirlemek için klasik yöntemlerle ölçmeler yapılır. Kıyı kenarlarında meydana gelen değişimlerin nedeni erozyon ve heyelanlardır. Yersel yöntemler üretilen noktalar batimetrik ölçme ile üretilen noktalar ile birleştirilirler (Şekil 5.13).



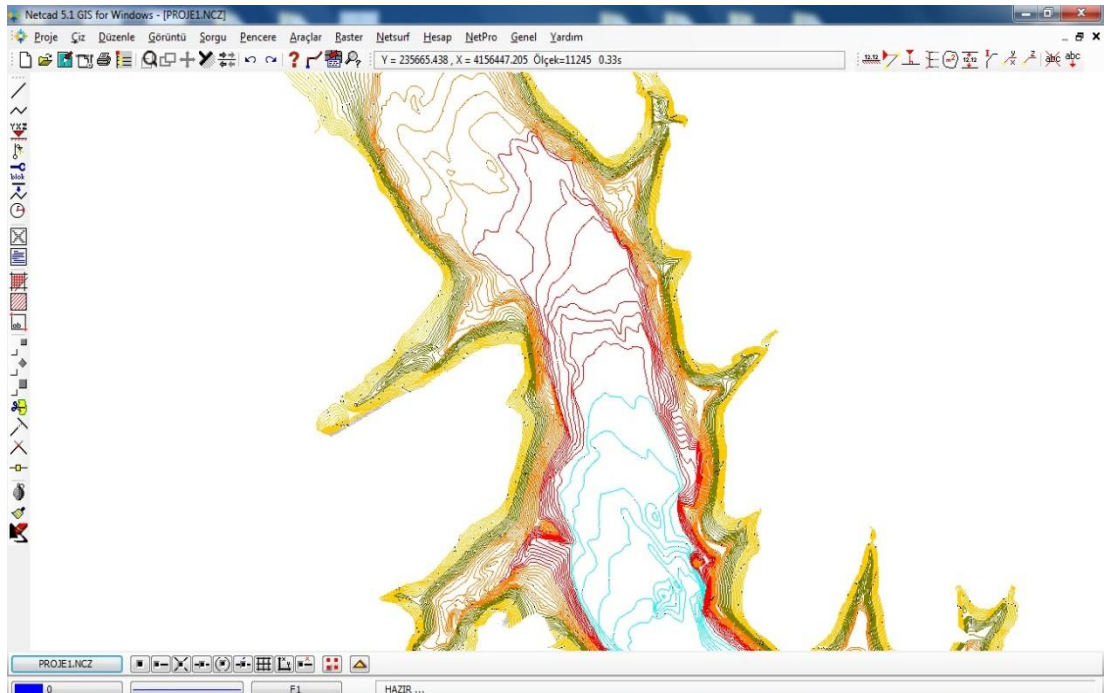
Şekil 5.13: 2007 yılında rezervuar ve kıyı kenar çizgilerine ait noktalar.

Noktalar yüksekliklerine ve konumlarına göre üçgenleme işlemi yapılır. Otomatik olarak yapılan bu işlemde bozuk veya hatalı oluşmuş olan üçgenlemeler silinerek yerlerine yeni üçgenlemeler eklenir (Şekil 5.14).

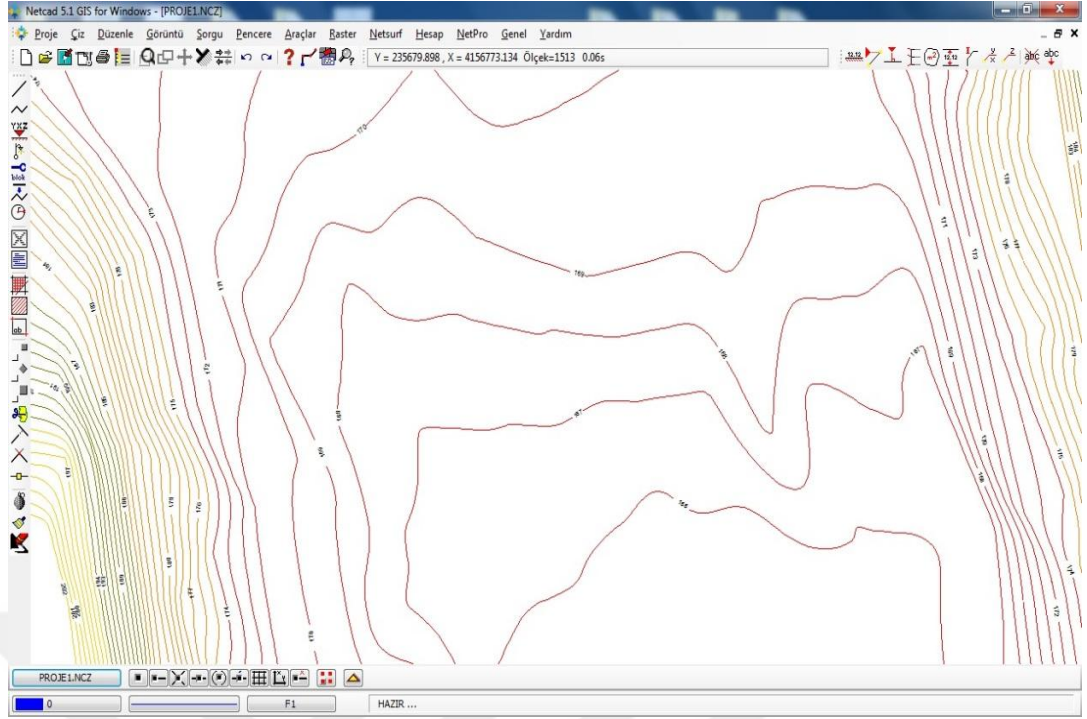


Şekil 5.14: Rezervuar alanında tamamlanmış olan üçgenlemeler.

Üçgenleme işlemleri tamamlandıktan sonra eş yükseklik eğrileri üretilir (Şekil 5.15) ve eş yükseklik eğrileri ait yükseklik bilgileri eğri boyunca yazdırılır (Şekil 5.16).

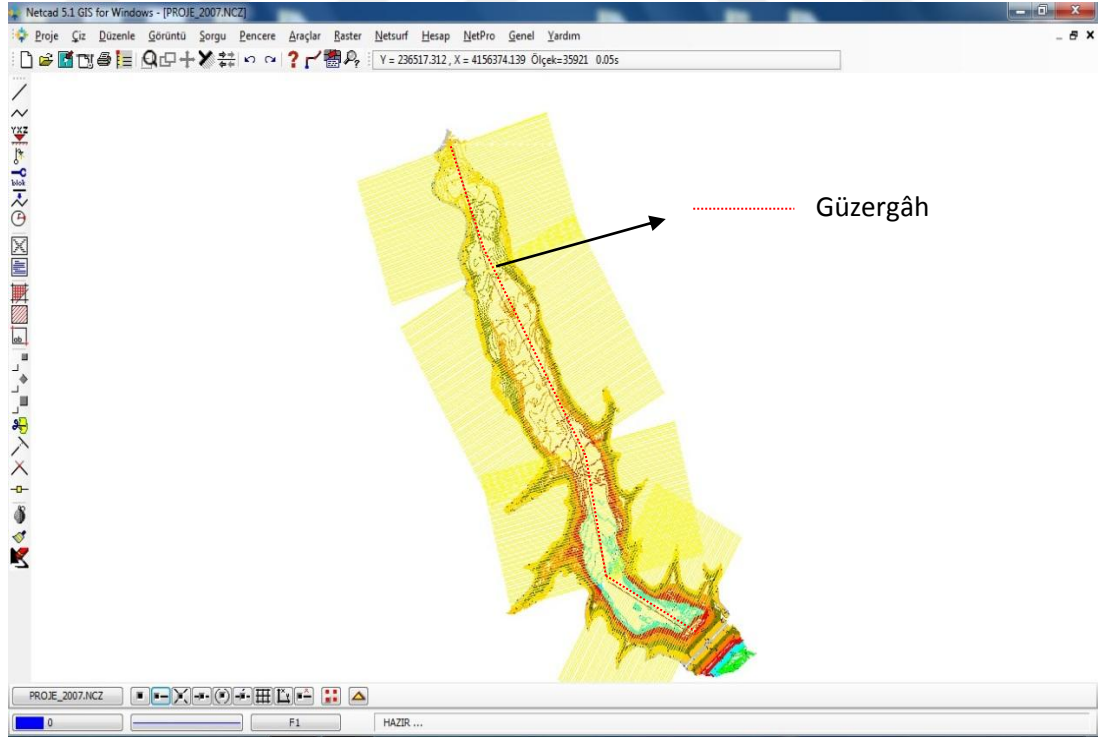


Şekil 5.15: Üçgenlemeler yardımıyla oluşturulmuş olan eş yükseklik eğrileri.



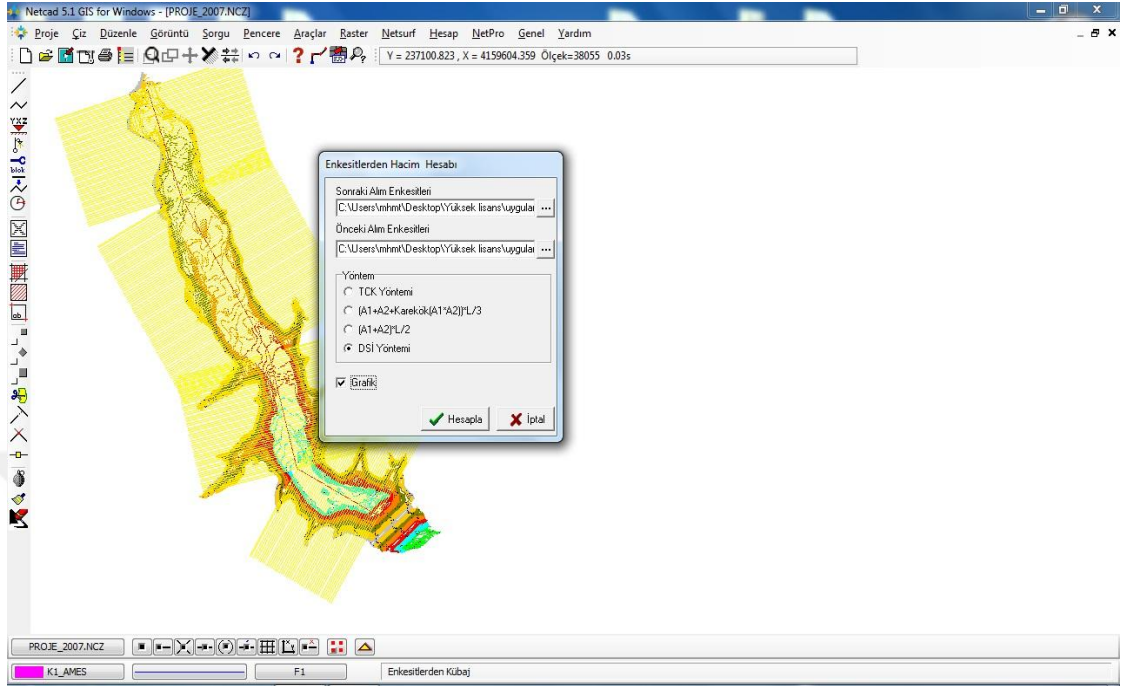
Şekil 5.16: Kot bilgisi eklenmiş olan eş yükseklik eğrileri.

2007 yılı ölçmelerinden elde edilen eş yükseklik eğrilerini kullanarak oluşturulacak güzergâh ve enkesit aralıkları 1963 yılı verilerinin aynısı seçilmiştir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17: Güzergâh yardımıyla enkesitlerin oluşturulması.

1963 ve 2007 yılları için elde edilen enkesitlerNetcad programı yardımıyla Ortalama Sonlu Alan yöntemi ile hesaplanarak su toplama havzasında oluşan sediment birikiminin zamansal değişimitepit edilmiştir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18: Farklı zamanlarda oluşturulan enkesitlerin karşılaştırılması.

Brükner yarmadan dolguya veya ariyetten dolguya ve yarmadan depoya yapılacak ekonomik taşımaların ve bunların mesafelerinin grafik bir gösterimidir. Enkesitler karşılaştırılarak Brükner değeri hesaplanır(URL-12).1963 yılından itibaren 2007 yılına kadar rezervuarda biriken sediment miktarı (Brükner değeri) hesaplanmıştır (Şekil 5.19 ve Şekil.20).

NETCAD Raporu\NETCAD\MODUL\HARITA\KUBA\T.CKS									
Dosya	Sol Boyut	Çizgi Kalınlığı	Satır Sayısı	Punto	Yazı	Kağıt	Font	Cursor	New
4+420.00	20.00	1345.351	2.993	25875.180	15.620	11260075.619	2304263.930	+8955811.689	
4+440.00	20.00	1299.759	0.781	23200.440	230.660	11286950.799	2304279.550	+8981671.249	
4+460.00	20.00	1160.022	11.833	17558.460	12.800	11309151.239	2304510.210	+9004641.029	
4+480.00	20.00	877.928	0.640	15227.200	114.840	11326709.699	2304523.010	+9022186.689	
4+500.00	20.00	761.360	5.742	14206.540	-	11341936.899	2304637.850	+9037239.049	

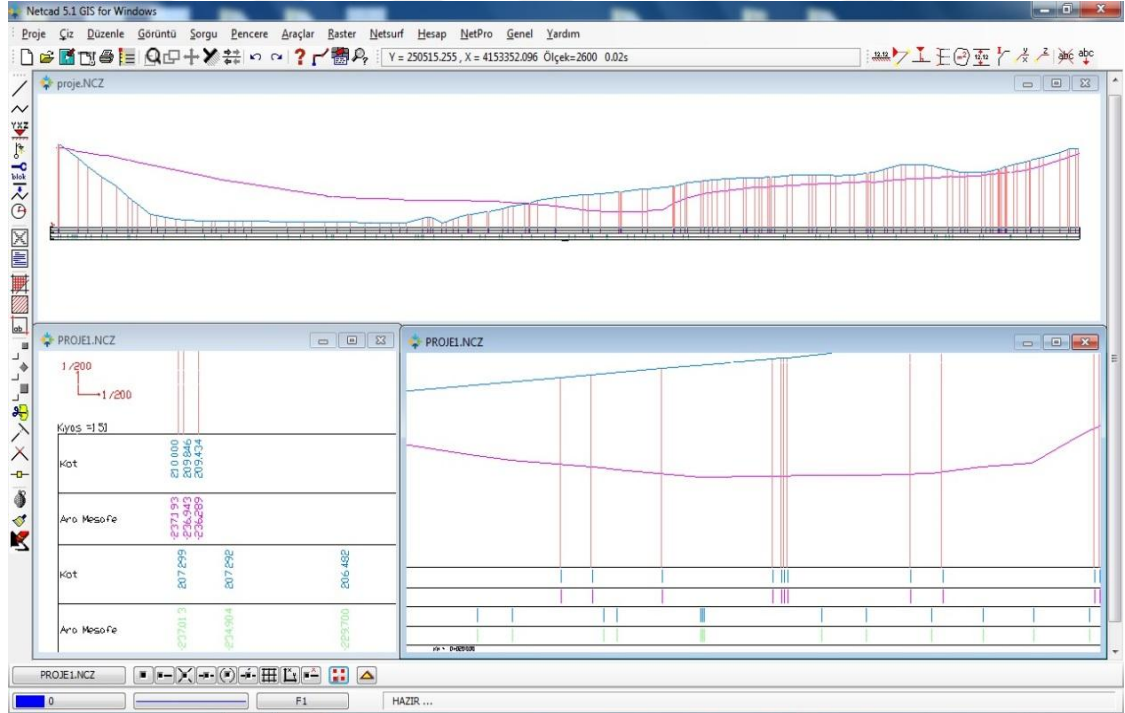
Kilometre	Ara Uzaklık (m)	ALAN (m ²)		HACİM (m ³)		KÜMÜLATİF HACİM (m ³)		BRÜKNER DEĞERİ
		YARMA	DOĞMA	YARMA	DOĞMA	YARMA	DOĞMA	
4+520.00	20.00	710.327	-	12171.060	381.900	11366143.439	2304637.850	+9051505.589
4+540.00	20.00	608.553	19.095	9652.080	433.600	11368314.499	2305019.750	+9063294.749
4+560.00	20.00	482.604	21.680	13312.680	127.480	11377966.579	2305453.950	+9072513.229
4+580.00	20.00	665.634	6.374	12768.820	41.640	11391279.259	2305580.830	+9085698.429
4+600.00	20.00	638.441	2.082	13431.100	-	11404048.079	2305622.470	+9098425.609
4+620.00	20.00	671.555	-	5194.228	31.268	11417479.179	2305622.470	+9111856.709
4+640.00	20.00	486.396	2.928	315.916	3.777	11422679.402	2305653.738	+9117019.664
4+641.36	1.36	465.267	5.562			11422989.318	2305657.515	+9117331.804

Toplam Miktar

Şekil 5.19: Elde edilen hacim hesabı çizelgesi ekran görüntüsü.

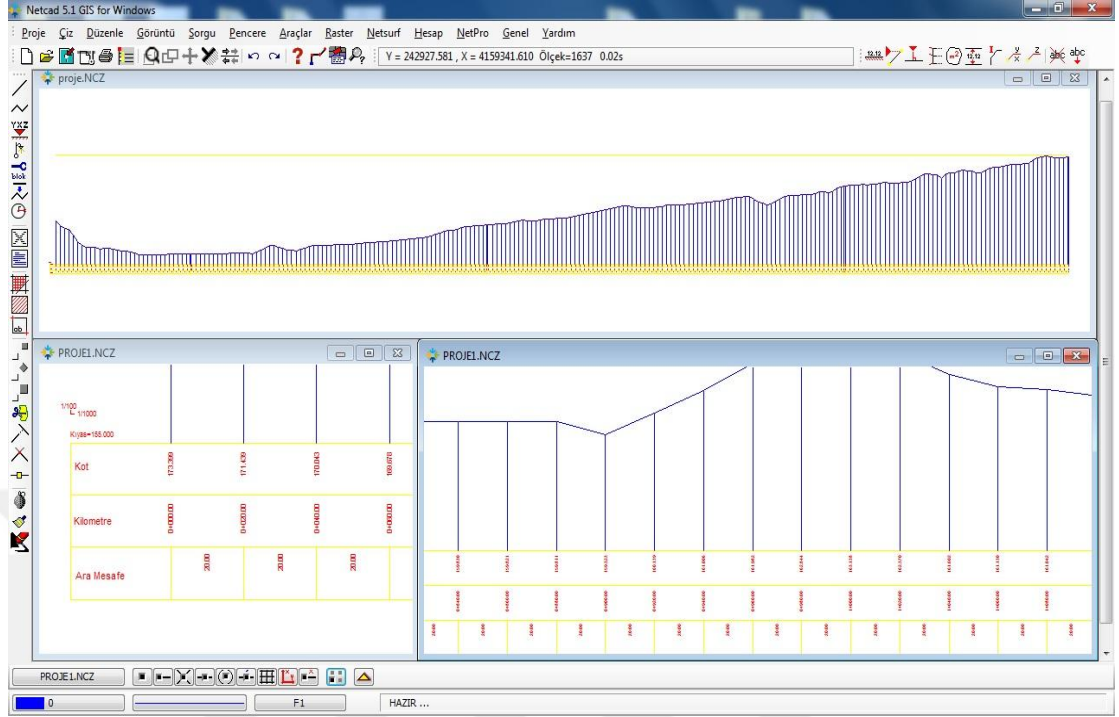
1963 ve 2007 yılları arasında su toplama havzasında biriken sedimentin büyüklüğü yaklaşık 9 milyon m³'tür.

Hesaplarda kullanılan enkesitlerin profil gösterimi Şekil 5.20'de verilmektedir.



Şekil 5.20: İki farklı zamana ait örnek enkesit çizimi.

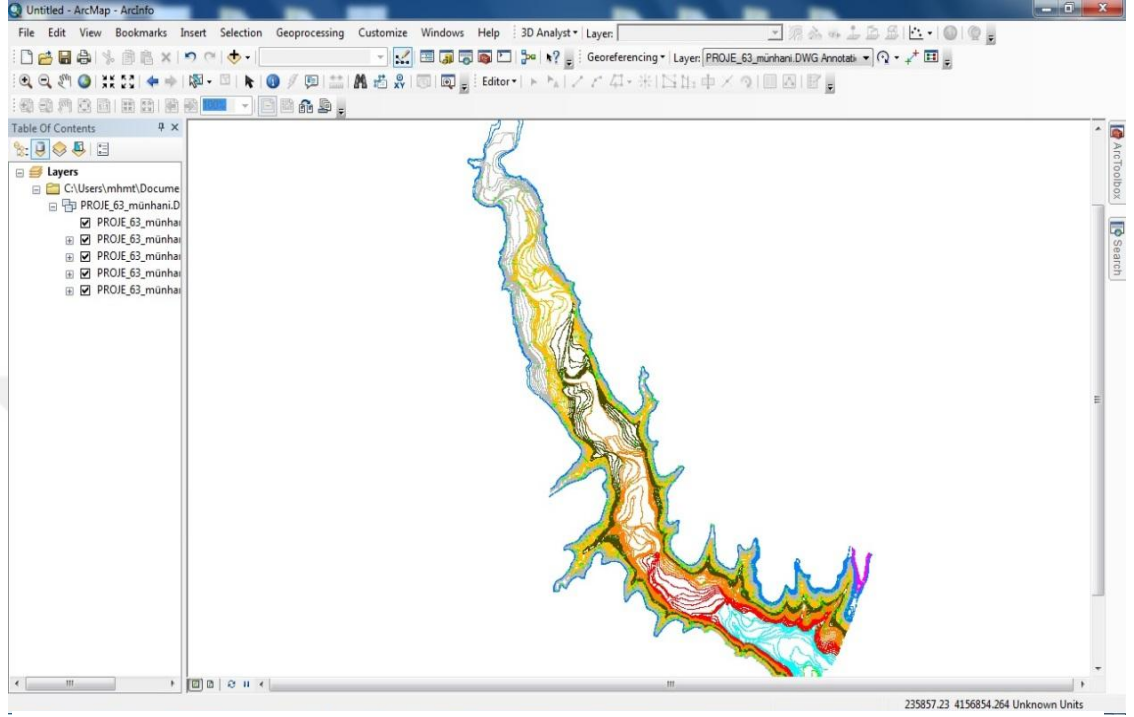
Hesaplamalarda kullanılan güzergahın 2007 yılına ait profil çizimi Şekil 5.21 de gösterilmektedir.



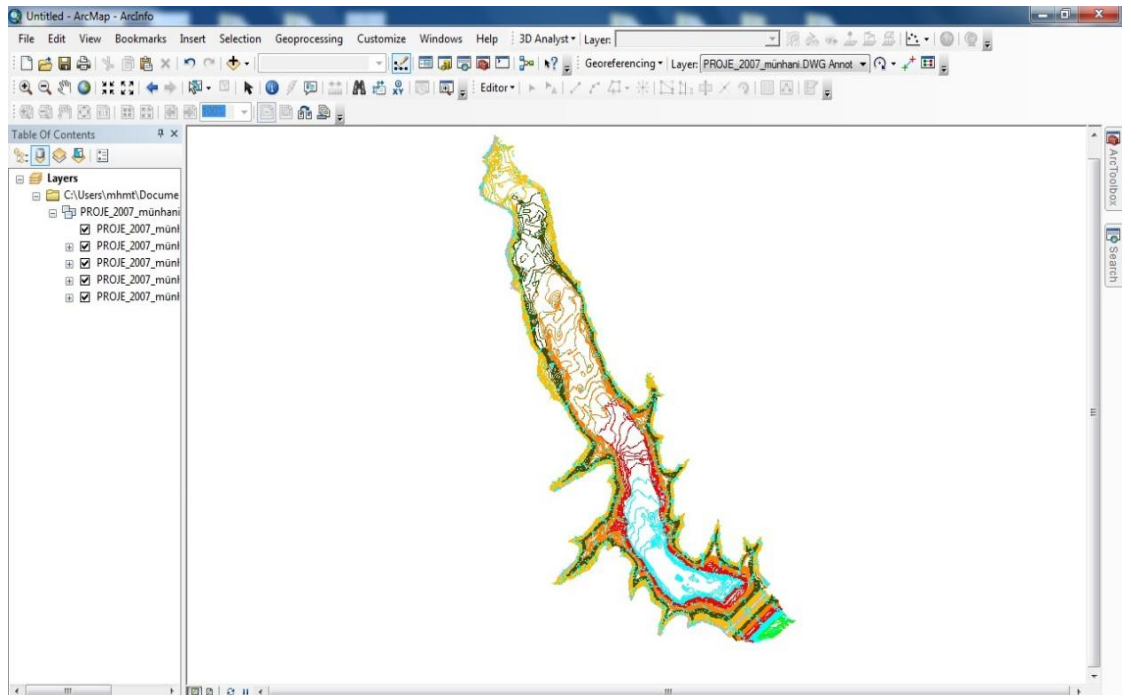
Şekil 5.21: 2007 yılı güzergâh profil çizimi.

Yapılan işlemler ile sediment miktarı belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçların zamansal değişiminin son kullanıcılar tarafından kolaylıkla görülebilmesi için verilerin görselleştirmesi de önemli bir etkidir. Görselleştirilmelerde son yıllarda popülerliği hızlı artmakta olan CBS teknolojileri kullanılmıştır. Görselleştirme çalışmalarında ArcGIS programı kullanılmıştır. 1963 ve 2007 yılları için elde edilen eş yükseklik eğrilerden yararlanarak Düzensiz Üçgen Ağlar (Triangulated Irregular Network-TIN) oluşturulmuştur. Oluşturulan TIN verileri yardımıyla SYM elde edilmiştir.

Netcad programı ile elde edilen eş yükseklik eğrilerini ArcGIS programında kullanabilmek için dosya formatı dwg olarak değiştirilmiştir. Daha sonra, dosya ArcGIS programında tanımlanmış ve eş yükseklik eğrilerinin sınıflandırılması yapılmıştır. (Şekil 5.22 ve Şekil 5.23).

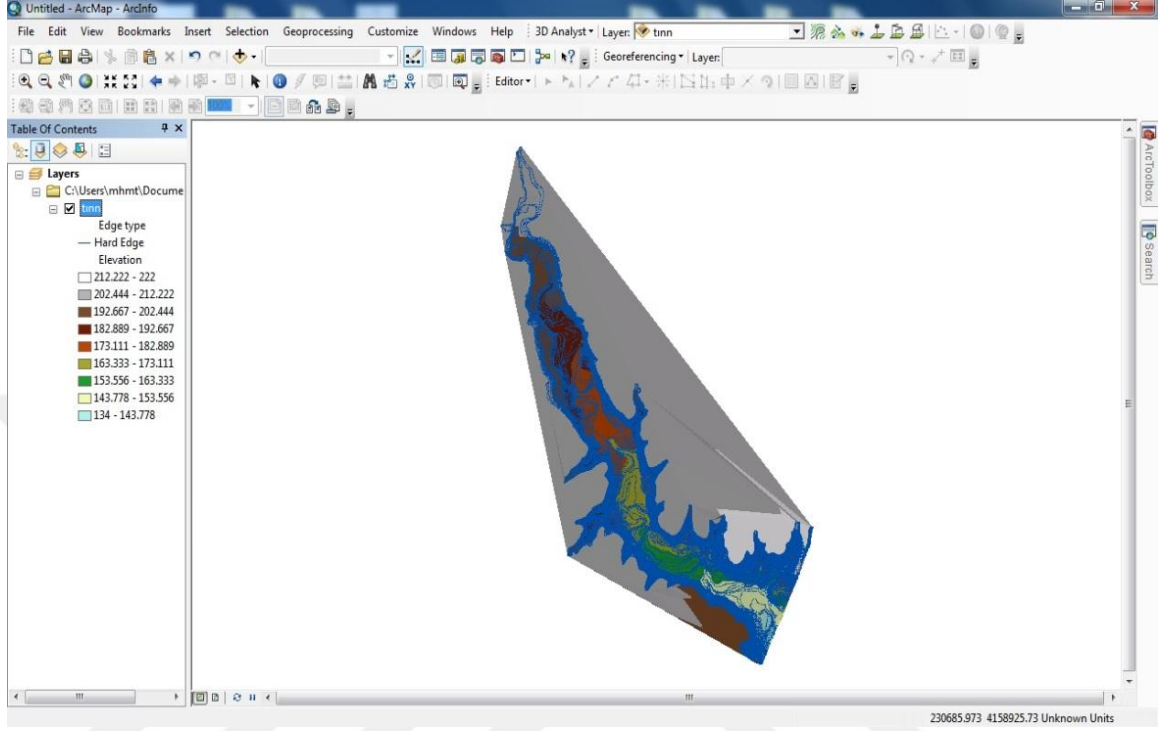


Şekil 5.22: 1963 yılına ait verilerinden elde edilen eş yükseklik eğrilerinin ARCGIS ekran görüntüsü.

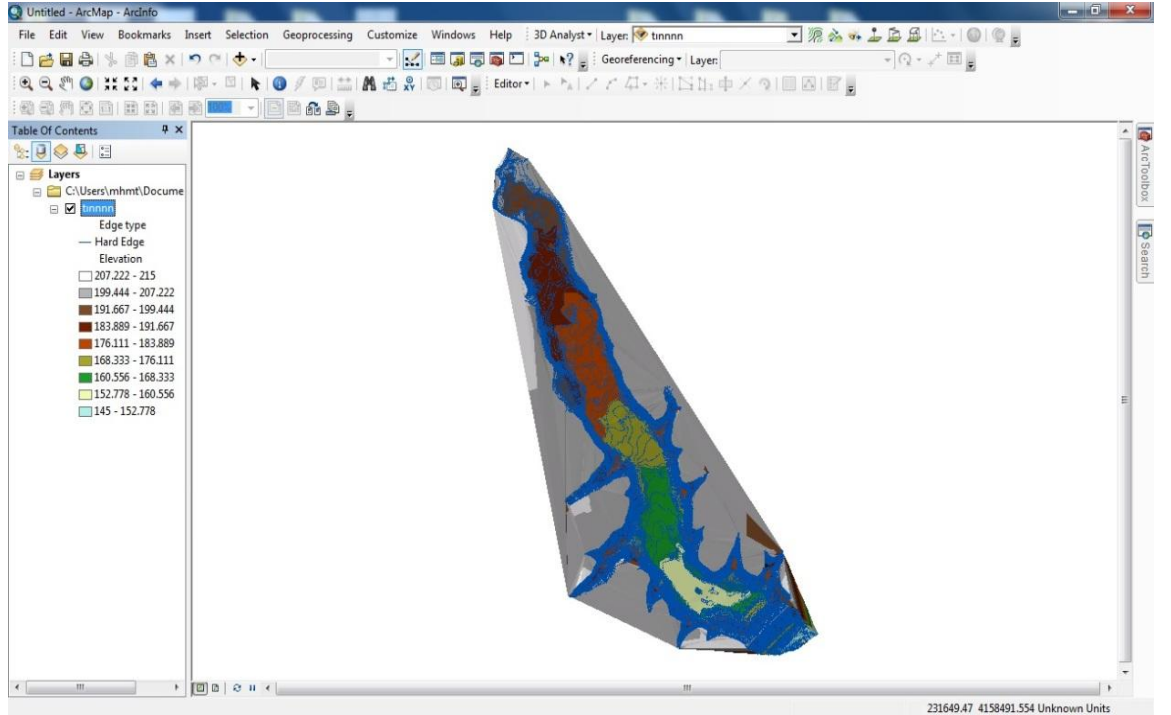


Şekil 5.23: 2007 yılına ait verilerinden elde edilen eş yükseklik eğrilerinin ARCGIS ekran görüntüsü.

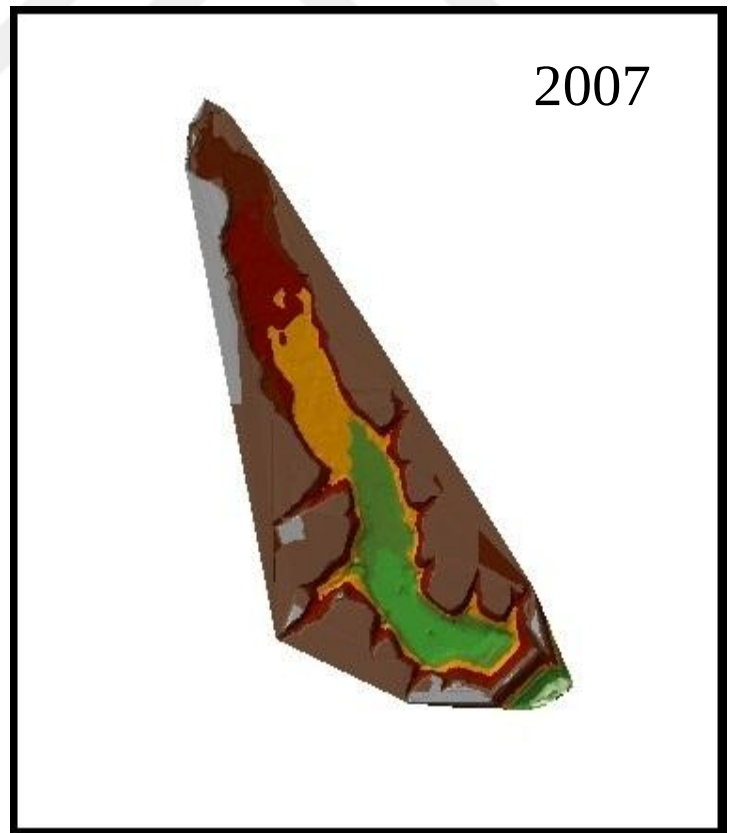
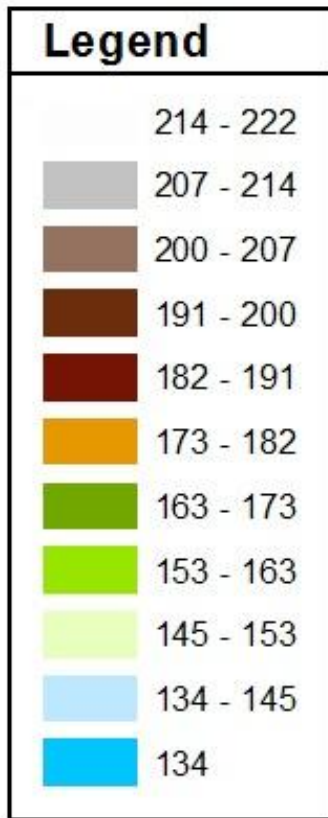
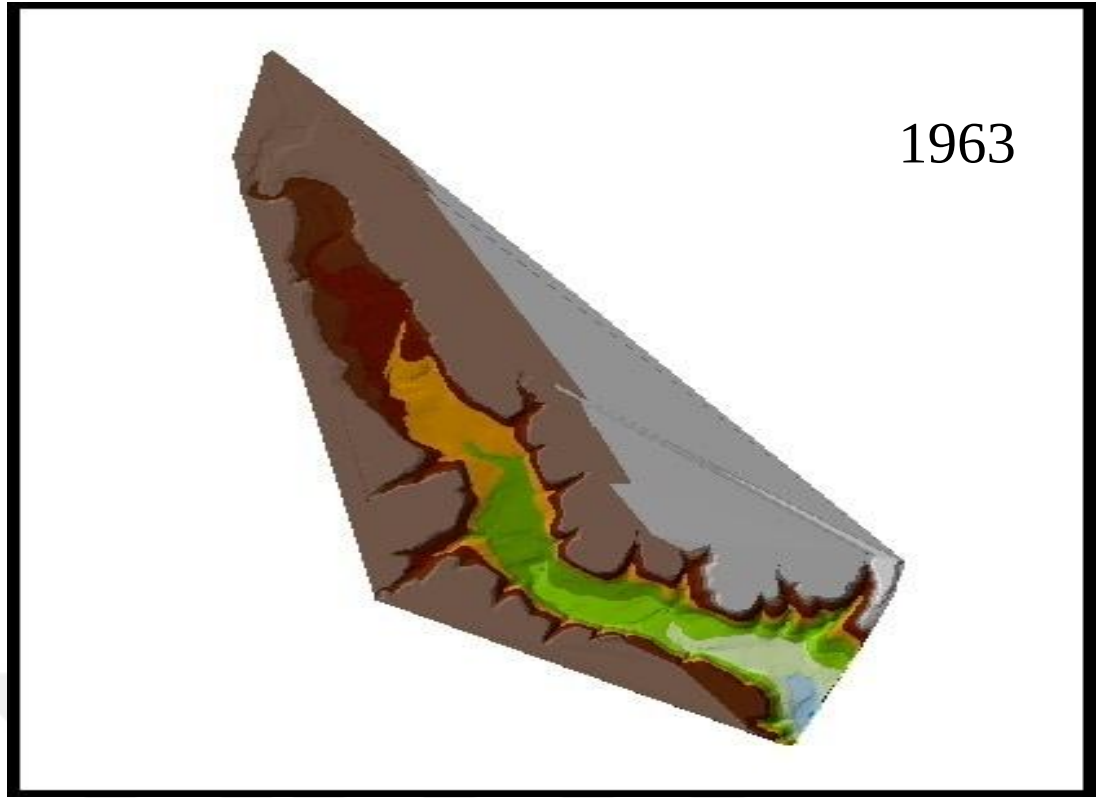
Sınıflandırılmış olan eş yükseklik eğrilerinden yararlanarak, eş yükseklik eğrileri ve eş yükseklik eğrileri arasındakalan bölgelerin ortalama yükseklikleri üçgenleme yöntemiile tespit edilmiştir. Ortalama yükseklik değerlerirenklendirilerek TIN verisioluşturulur (Şekil 5.24,Şekil 5.25 ve Şekil 5.26).



Şekil 5.24: 1963 yılına ait eş yükseklik eğrilerinden yararlanarak elde edilen TIN verisi.

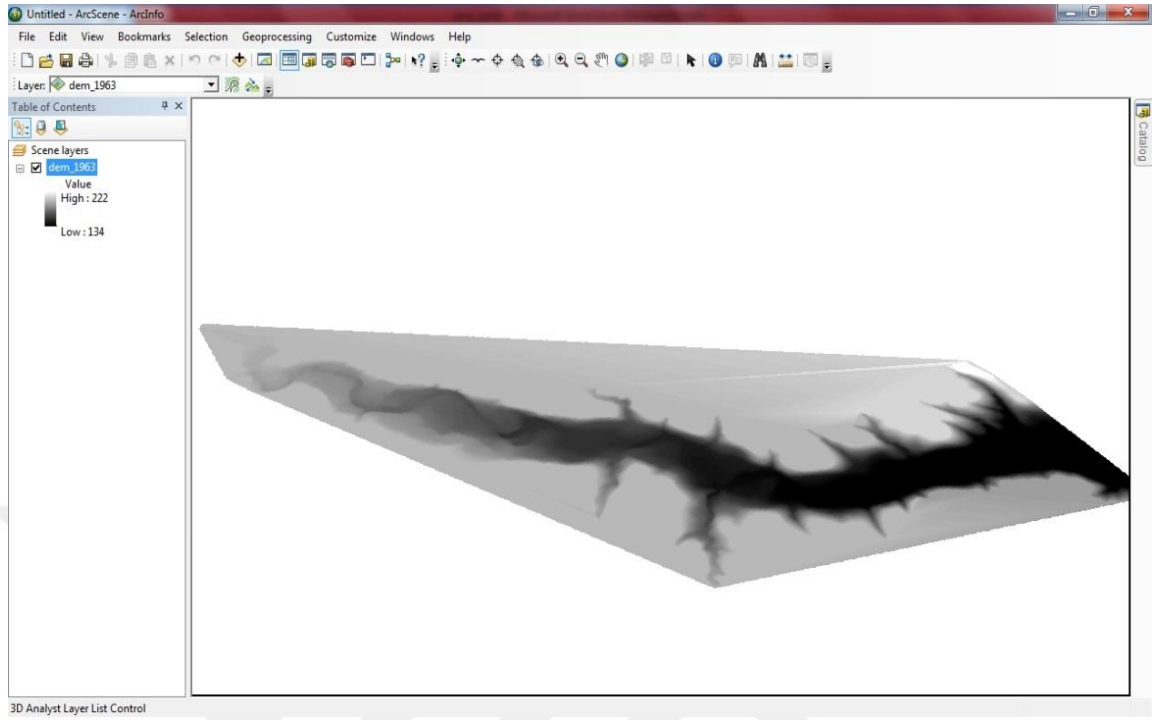


Şekil 5.25: 2007 yılına ait eş yükseklik eğrilerin yararlanarak elde edilen TIN verisi.

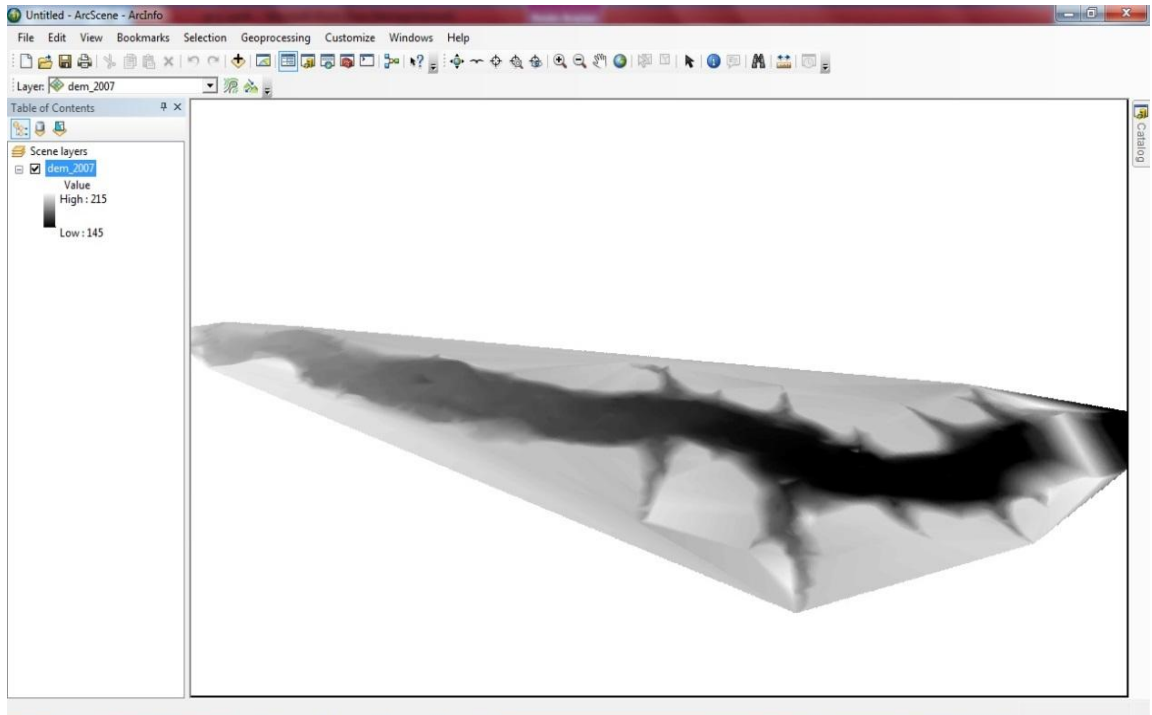


Şekil 5.26: 1963 ve 2007 yıllarına ait elde edilen TIN verisi.

Üretilen TIN verilerinden yararlanarak SYM elde edilir (Şekil 5.27 ve şekil 5.28).

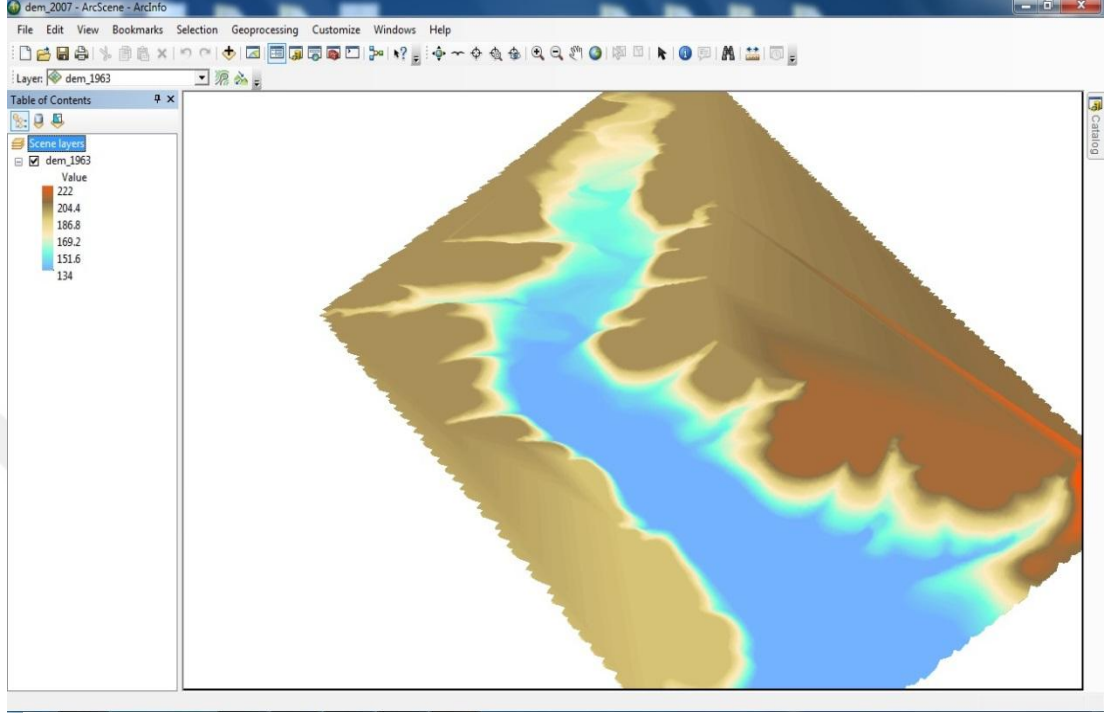


Şekil 5.27: 1963 yılı verilerinden elde edilen SYM verisi.

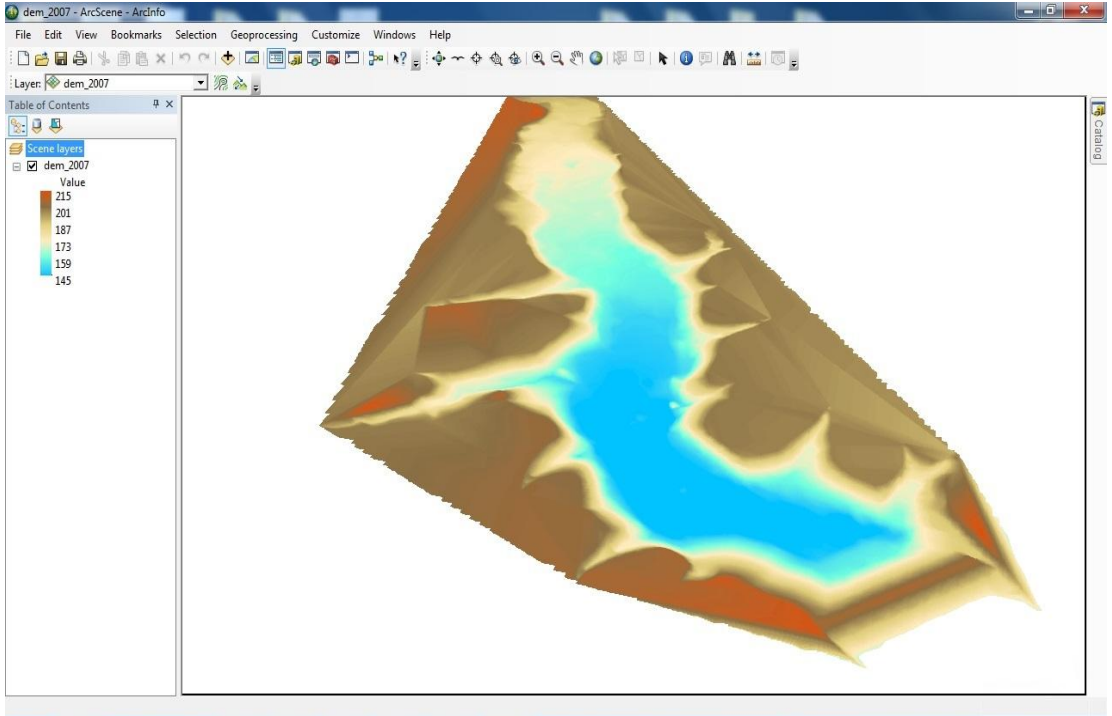


Şekil 5.28: 2007 yılı verilerinden elde edilen SYM verisi.

1963 ve 2007 yıllarına ait SYM verilerinden yararlanılarak su toplama havzalarının üç boyutlu görselleştirmeleri yapılmıştır (Şekil 5.29 ve Şekil 5.30).



Şekil 5.29: 1963 yılı verilerine ait SYM' nin üç boyutlu görüntüsü.



Şekil 5.30: 2007 yılı verilerine ait SYM' nin üç boyutlu görüntüsü.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde küresel ısınma ve su potansiyellerin azalması sebebiyle mevcut potansiyellerin daha da tasarruflu şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle barajlar, göletler vb. yapıların yapılması ve bunların en ekonomik şekilde kullanılması gerekmektedir.

Ülkemiz 3 tarafının denizlerle çevrilidir. Aynı zamanda kıyılar ve iç kısımlarında birçok akarsu, göl vb. potansiyellerinin olması ülkemiz için bir şans olsa da bu potansiyellerin en etkin bir şekilde kullanılmadığı sürece sonu belli bir yok oluşa sürükleyebilmektedir. Bu nedenle, ülkemizde yer alan akarsular, göller vb. mevcut potansiyellerini tespit etmek ve bunların en ekonomik şekilde kullanımı sağlamak mecburiyetindeyiz. Akarsu, göller vb. potansiyellerin tespiti ise hidrografik haritalarla sağlanabildiğinden hidrografik çalışmalar gün geçtikçe çoğalmakta ve daha da çoğalması gerekmektedir.

Barajların veya göletlerin tasarruflu kullanılmasının yanı sıra bu yapılara ait rezervuarları en çok tehdit eden unsurlardan bazıları, kıyı erozyonları ve rezervuarı besleyen akarsuların taşımış olduğu malzemelerin zamanla birikerek oluşturdukları sedimentlerdir. Bu tehdit unsurlarını yok edilmesi veya azaltılması bu su yapılarının ekonomik ömrünü artıracaktır.

Bu tez çalışması kapsamında, baraj göllerinde oluşan sediment birikimi, sediment birikimlerinin oluşum nedenleri, sedimentin rezervuarda hareketi ve dağılımı, bu sediment birikiminin rezervuarın ekonomik ömrü üzerindeki etkisi ve rezervuardan uzaklaştırma yöntemleri örnekler verilerek anlatılmıştır. Osmaniye ili Sumbas ilçesinde yer alan Kesiksuyu(Mehmetli) Barajı'na ait DSİ 6.Bölge Müdürlüğünden alınan topoğrafik ölçülerden yararlanarak batimetrik haritalar oluşturulmuş ve 1963'ten 2007'ye kadar olan 44 yıllık zaman diliminde biriken sedimentin miktarı belirlenmiş ve mevcut durumu görsel olarak ortaya koymak, çeşitli analizlerde bulunmak, ileriki zamanlarda başka konularda karar destek görevi yaptırmak ve diğer meslek disiplinlerinin farklı konularda yararlanabilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemi ortamına aktarılmıştır.

Çalışma yapılan rezervuar alanı yaklaşık 3 km² olup toplam hacim ise yaklaşık 53 hm³'tür. 1963 yılı verilerinde oluşturulan batimetrik harita üzerinden aldığımız enkesitler ile 2007 yılına ait oluşturulan enkesitler karşılaştırılarak arada geçen 44 yıllık zaman aralığında elde edilen miktar 9 117 331.804 m³'tür. Bu miktar ile rezervuar alanında biriken sediment rezervuar alanına ait potansiyel hacim miktarından %17.20'lik bir hacim kaybına sebep olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre göl alanında yılda %0.39 (veya 207212 m³) hacim kaybı gerçekleşmekte olduğu tespit edilmiştir.

Karşılaştırılması yapılan batimetrik haritalar CBS aktarılmıştır. CBS ile SYM nin renklendirilmesi ile iki zaman arasındaki gerçekleşen değişimin kolaylıkla analiz edilmesine yardımcı olmuştur.

Yapılan bu çalışmalarda da görüleceği üzere rezervuarlarda biriken sediment nedeniyle oluşan depolama kapasite kaybı, barajlarda meydana gelen en ciddi problemlerden birisidir. Tedbir alınmadığı takdirde önümüzdeki yıllarda ekonomik ömrünü tamamlayarak işlevini yitirecektir. Ülkemiz hem topoğrafik durumu hem de çevre koşullarının zorlu olması sebebi ile yeni bir baraj inşa etmenin zor olduğu görülmekte ve ayrıca bunlara ek olarak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır. Baraj rezervuar zeminin temizleme işlemleri ise yeni bir baraj inşa edilmesinden daha pahalı olacağından mecbur kalınmadıkça uygulanmamaktadır.

Bu nedenle gerek yeni planlanacak veya projelendirilecek baraj yapısı ve rezervuarlar için gerekse halen işletmede olan barajların tahmini değerden fazlası olan sediment birikimlerinin önlenmesi, boşaltılması (temizlenmesi) bakımından, batimetrik ölçmelerle elde edilen hidrografik haritaların değerini ortaya çıkarmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Acar, B. A., 1996. Sediment Hareketi ve rezervuarların sedimantasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Aydinoğlu, A. Ç., 2003. İnternet tabanlı coğrafi bilgi sistemi uygulaması: Trabzon ili örneği, HKMO 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultay, Ankara.
- Alkan, R. M. ve Kalkan, Y., 1999. Modern hydrographic surveying and automatic data acquisitions systems (ADAS), Proceedings Third Turkish-German Joint Geodetic Days, Istanbul.
- Alkan, R. M., Maktav, D., Kalkan, Y. ve Erdoğan, C., 2003. A mobile GIS application at the estuary of the Golden Horn in Istanbul, proc. of the first international conference studying land use effects in coastal zones with remote sensing and GIS, Kemer, Turkey.
- Aras, T., 2009. Cost analysis of sediment removal techniques from reservoir, A Thesis Submitted to The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Aykut, N.O., 2009. Sığ sulardaki hidrografik ölçmelerde çok bimli iskandillerin kullanımı ve hata analizi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akça, M.D., 2000. Coğrafi bilgi sistemi ile çevresel verilerin modellenmesi: Trabzon-Değirmendere vadisi örneği, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bayazıt, M., 1971. Hareketli tabanlı akımların hidroliği, İTÜ, İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Avcı, İ. 2010. Akarsularda akım ve sediment taşınımı, İTÜ, İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Bilgil, A. ve Özkan, İ., 2005. Hareketli tabanlı nehirlerdeki sediment taşınımında uygulanan yöntemlerin mukayesesi, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, 22-23-24 Eylül, 154-162.
- Borland, W.M. ve Miller, C.R., 1958. Distribution of sediment in large reservoirs, j. hydraul. di., ASCE, HY2.
- Brown, C.B., 1943. The control of reservoir silting, u.s. department of agriculture, Miss. Publ., USA.
- Burak, S., Duranyıldız, L. ve Yetiş, U., 1997. Ulusal çevre eylem planı: su kaynaklarının yönetimi, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- Ceylan, A., Yiğit, C.Ö., Ekizoğlu, İ., Özdendinler, A., Bilgin, A. ve Hisoğlu, G., Toprakkale, A., 2009. Barajlardaki batimetrik ölçmeler: Silile Barajı

Örneği, 4. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 14-16 Ekim, Trabzon, 272-280.

Ceylan, A., Kırtıloğlu, O. S., Sarı, F. ve Ekizoğlu, G., 2010. An analysis of bathymetric changes in Sille dam reservoir between 1984 and 2008, 10. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2010, Bulgaria.

Creech, J., Dasler, J. ve Peery, G., 2005. Fusing GIS and hydrography for search and recovery operations: two case studies, U. S. Hydro 2005, San Diego, California, USA.

Çeliker, S. A. ve Anaç, H. 2003. Erozyon, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı: 4, Nüsha: 1, Ankara.

Demirkıran, O. 1997. Tarım ve Mühendislik, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Sayı: 54, 45-46, Ankara.

Dinçsoy, Y., 2013. Yan derelerde erozyon ve rüşubat kontrolü, DSİ, Etüt Planlama ve Daire Başkanlığı, Ankara.

DSİ, 2006. Devlet Su İşleri Teknik Bülten, Ankara.

EİE, 2005. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) 'nün kuruluşu, Ankara.

Ekizoğlu, İ., Toprakkale, A., Bilgin, A. ve Hisoğlu, G., 2008. Hidrografik ölçmeler, Sille himmet ölçmen barajı örneği, Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Lisans Tezi, Konya.

Ekizoğlu, İ., 2010. Türkiye'deki Hidrografik ölçmeler ve uygulanan standartlar, Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ekizoğlu, İ., 2010. CBS yardımıyla batimetrik haritaların oluşturulması ve değerlendirilmesi üzerine bir çalışma: Altınapa Barajı (Konya) örneği, Selçuk Üni., Konya.

Ergin, A., 2005. Kıyı Mühendisliği, 5. Ulusal kıyı mühendisliği sempozyumu bildiriler kitabı, 1. Cilt, Bodrum.

Eroğlu, V., 2003. Suyumuzun geleceği ve Türkiye su politikaları, 22 Mart Dünya Su Günü Paneli, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

Fakıoğlu, M., 2005. Seyhan barajı hidrografik harita alımı değerlendirmesi ve sonuçları, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul, 225-236.

Fan, J., 1985. Methods of preserving reservoir capacity. in: Bruk, S. (ed.) Methods of computing sedimentation in lakes and reservoirs, Unesco, Paris, s. 65-164.

- Günok, E. ve Pınar, A., 2009. Coğrafi bilgi sistemi metodolojisinin sorgun çayhavzası fiziki coğrafyasına uygulanması, Selçuk Üniversitesi Sosyal BilimlerEnstitüsü Dergisi, Konya.
- Güvel, Ş. P., 2007. Karar destek sistemi ile seyhan barajı haznesi katı maddebirikiminin incelenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- İnan, A., İzgi, E., 2011. Coğrafi bilgi sistemi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- İlter. K., Ağralıoğlu. N., 1987. DSİ teknik bülteni, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,61, Ankara.
- Kalkan, Y. , 2009, Barajlarımızdaki hidrografik ölçmeler ve sediment hareketleri,TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel veTeknik Kurultayı, Ankara.
- Kalkan, Y., Alkan, R. M., 2005. Sularla kaplı alanlarımız ve hidrografik ölçmeler,HKMO 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Kayhan, B. A., 2001. Nehir ve rezervuar sedimentasyonu, Kırıkkale Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Kızılkaya, T., 1988. Sulama ve drenaj, DSİ Genel Müdürlüğü, Baskı No: 177206,Ankara.
- MeshkatiShahmirzadi, M.E.,Dehghani, A.A., Sumi, T., Mosaedi, A. veMeftah, H.M. 2010. ExperimentalInvestigation of PressureFlushingTechnique in ReservoirStorages, WaterandGeoscience, ISSN: 1790-5095, ISBN: 978-960-474-160-1,, P. 132-137.
- Millett, G. N. andEvans, S., 2009.Hydrographicdata managementusinggistechnologies, environmentalsystemsresearchinstitute, New York, USA.
- Mutlu, A., 2007. Akarsu havzalarındaki katı madde miktarlarının belirlenmesi ve fırat havzası için bir uygulama çalışması, Harran Üniversitesi, Fen BilimleriEnstitüsü, Şanlıurfa.
- Odabaşı, B., 2011. Rezervuarlarda sediment birikiminin önlenmesi ve rezervuarekonomik ömrünün uzatılması, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pekmezci, S.,Buttanrı, B.,2011.Baraj göllerinde sediment birikimi ve sedimentyıkama (flushing) methodu, II. Su Yapıları Sempozyumu, Diyarbakır.

- Sebree, S. K., 2003. Bathymetry, GPS and GIS: Techniques for mapping Nebraska reservoir volumes, U. S. Geological Survey, Hawaii.
- Sugunan, V.V., 1995. Reservoir fisheries of India", FAO Fisheries Technical Paper, No 345, Roma.
- Şahin, S., 2013. Rezervuarlarda sediment birikimi, temizleme/yıkama yöntem ve koşulları, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Şapçılar, E. ve Fakıoğlu, M., 2003. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nde hidrografik harita çalışmaları, 1. Ulusal mühendislik ölçmeleri sempozyumu, İstanbul.
- Şapçılar, E., Fakıoğlu, M., 2003. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nde hidrografik harita çalışmaları, Yıldız Teknik Üniversitesi, 1. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul, 336-355.
- Şeker, D. Z., Tanık, A. ve Öztürk, İ., 2009. CBS' nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2009, İzmir.
- Turoğlu, H., 2000. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel esasları. Acar Matbaacılık ve Yayıncılık Hiz. A.Ş., İstanbul.
- Tüfek, Ö.M., 2006. Türkiye'de rezervuar balıkçılığı, DSİ Genel Müdürlüğü, I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, Antalya.
- Yanar, K. , Gülay, A. , 1994. ESRI Inc., 2010, "ArcGIS 10 Uygulama Dokümanı, İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Eğitim Ltd. Şti., 1. Baskı, Ankara.
- Yanmaz, M. 1997. Applied Water Resources Engineering, METU Press. Ankara.
- Yıldız, D., Kaş, İ., 2007. Rezervuarlarda sediment birikimi ve uzaklaştırmaya yöntemleri, Teknik Rapor, Ada Mühendislik, Ankara.
- Yomralıoğlu, T., 2002. Coğrafi Bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamaları, İber Ofset, Baskı no 2, Trabzon.
- Yomralıoğlu, T., 2005. CBS: Temel kavramlar ve uygulamalar, İBER Ofset, Trabzon.
- Yomralıoğlu, T., 2009. Coğrafi Bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamaları, İber Ofset, Baskı no 5, Trabzon.
- Yomralıoğlu, T. , 2010. Bilim ve Teknik Dergisi, TÜBİTAK, Ankara.
- Yüksek, Ö., Kankal, M. ve Akpınar, A., 2005. Denizlerimizdeki su seviyesindeki değişimlerinin fiziksel sebepleri, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu, Jeoid ve Düşey Datum Çalıştayı, Bildiriler ve Konuşma Tutanakları, Trabzon.

Yüksel, Y., Çevik, E., Çelikoğlu, Y., 1998. Kıyı ve liman mühendisliği, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi, Alaz Ofset, Ankara.

Yüksel, Y. ve Özkan Ç. E., 2005. Liman mühendisliği, deniz mühendisliği serisi No:3, Arıkan Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul.

Wong, M. F., 2001. Sedimentation history of waimaluhiare reservoir during highway construction, U. S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report 01-4001, Honolulu, Hawaii

URL-

1<<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8zC54JWw9NYJ:akademi.itu.edu.tr/buker/DosyaGetir/98324/sunum-1-hidrografik-c3b6lc3a7meler.pptx+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr>>, Alındığı Tarih: 01.04.2015

URL-2<<http://www.marmaraharita.com/index.php?sayfa=71>>, Alındığı Tarih: 24.04.2015

URL-3<http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/PKN5_107_ek.pdf>, Alındığı Tarih: 24.04.2015

URL-

4<<http://www.sarosdalgic.com.tr/saros/hizmetler.asp?islem=detay&KatID=13>>, Alındığı Tarih: 24.04.2015

URL-5 <<http://dsi.gov.tr>> , Alındığı Tarih: 01.05.2015

URL-6<http://www.jefo.com.tr/calisma_konulari4.htm>, Alındığı Tarih: 18.05.2015

URL-7<http://korfezharita.com/?page_id=3771>, Alındığı Tarih: 18.05.2015

URL-8<<http://rsgis.home.uludag.edu.tr/UAnedir.html>>, Alındığı Tarih: 18.05.2015

URL-

9<<http://wikimapia.org/#lang=tr&lat=37.525248&lon=36.004086&z=14&m=b>>, Alındığı Tarih: 12.06.2015

URL-10<http://www.sumbas.gov.tr/default_b0.aspx?content=1054>, Alındığı Tarih: 18.06.2015

URL-11<<http://osmaniye.tarim.gov.tr/Menu/28/Cografı-Yapi>>, Alındığı Tarih: 27.06.2015

URL-

12<<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=98043482>>, Alındığı Tarih: 01.08.2015

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet ARDIÇ

Doğum Tarihi ve Yeri: 1990 ADANA

E-posta adresi : mehmetardic@dsi.gov.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi 2013

Yüksek Lisans :

Doktora :

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER

DSİ 6.Bölge Müdürlüğü, Harita Mühendisi