



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HATAY İLİNDEKİ GÖLETLERİN HAZNE HACİMLERİNİN COĞRAFİ
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ**

AYŞE NİSA TOPER

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
EKİM - 2020**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY İLİNDEKİ GÖLETLERİN HAZNE HACİMLERİNİN COĞRAFİ
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

AYŞE NİSA TOPER
ORCID:0000-0002-0796-5994

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Doç. Dr. AHMET İRVEM
ORCID: 0000-0002-3838-1924

HATAY
EKİM - 2020

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY İLİNDEKİ GÖLETLERİN HAZNE HACİMLERİNİN COĞRAFI
BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

AYŞE NİSA TOPER

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Ahmet İRVEM danışmanlığında hazırlanan bu tez 27/10/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ahmet İRVEM

Başkan

Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ
Üye

Dr. Öğr. Üy. Zekai Gümüş
Üye

Kod No:

Doç. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

27/10/2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Ayşe Nisa TOPER

ÖZET

HATAY İLİNDEKİ GÖLETLERİN HAZNE HACİMLERİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

Baraj ve göletler gibi su depolama yapılarının doğru ve hızlı bir şekilde planlanarak projelendirilmesi yoğun işgücü, bilgi ve tecrübe gerektirmektedir. Bu yapıların, depolayabilecekleri su miktarları, planlama ve fizibilite çalışmaları için önceden bilinmesi gereken bir parametredir. Projelenecek bir su depolama yapısının hazne hacminin, coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak hali hazırda bulunan bir sayısal yükseklik modeli ile önceden tahmin edilmesi, fizibilite çalışmalarının hızlanmasına, dolayısıyla zaman kaybı ve işgücünü azaltacaktır. Bu çalışmada, sayısal yükseklik haritaları ile yapılması planlanan bir gölet için hazne hacminin ne kadar doğrulukta tahmin edilebileceği araştırılmıştır. Bu amaçla, Hatay ilinde faaliyette bulunan 10 göletin depolama hacimleri ILWIS Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı ile sanal göletler oluşturularak tahmin edilmiş ve arazide ölçümler sonucu hesaplanan hacim değerleri ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda tüm göletler için ölçülen ve tahmin edilen değerler için $R^2=0.84$ olarak bulunmuştur. Sadece Karamanlı Göleti için tahmin edilen ve ölçülen hacim değeri önemli derecede farklı çıkmıştır. Karamanlı Göleti dışındaki 9 gölet için yapılan tahminler çok iyi sonuçlar vermiştir ($R^2=0.99$, $NSE >0.75$ ve $Pbias <0.25$). Bu sonuçlara göre, sayısal yükseklik haritası kullanılarak, yapılması planlanan göletlerin fizibilite çalışmaları için gerekli hazne hacimleri, çok kısa süre içinde 10 göletten dokuzunda çok iyi bir şekilde doğru tahmin edilebilmiştir. Karamanlı Göletinde hacim değerlerinde ortaya çıkan farklılığın neden kaynaklandığı ayrıca araştırılmalıdır.

2020, 57 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gölet, CBS, Hacim hesaplama, Sayısal yükseklik haritası, Hatay

ABSTRACT

DETERMINING RESERVOIR WATER VOLUME OF PONDS IN HATAY PROVINCE USING GIS

Planning and projecting water storage structures such as dams and ponds in a appropriate and quickly requires intensive labor, knowledge and experience. The amount of water that these structures can store is a parameter that should be known in advance for planning and feasibility studies. Estimating the reservoir volume of water using a digital elevation model that is already available using geographic information systems will not only accelerate the feasibility studies, but also reducing time loss and labor. In this study, it was investigated that how accurately the reservoir volume can be estimated for a pond planned to be built with digital elevation maps. For this purpose, storage volumes of 10 ponds operating in Hatay province were estimated by creating virtual ponds helping with ILWIS Geographical Information Systems software and compared with the volume values calculated as a result of field measurements. As a result of the comparison, $R^2 = 0.84$ for the measured and predicted values for all ponds. Only the predicted and measured volume values for Karamanlı Pond were significantly different. Estimates made for 9 ponds except Karamanlı Pond gave very good results ($R^2 = 0.99$, $NSE > 0.75$ and $Pbias < 0.25$). According to these results, using the digital elevation map, the required reservoir volumes for the feasibility studies of the planned ponds could be estimated very well in nine out of 10 ponds in a very short time. It was suggested for Karamanlı Pond that the reasons of the differences in volume should be investigated.

2020, 57 pages

Key Words: Pond, GIS, Volume calculation, Digital elevation map, Hatay

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde ve tezimle ilgili her konuda, sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet İRVEM'e, mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde, sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan Sayın Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŐ'e ve Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Mahmut UÇAR'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (H.M.K.Ü.) Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölüm hocalarına ve H.M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemim boyunca moral ve motivasyon desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Yahya Kemal Avşar'a minnettarlığımı belirtmek isterim. Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan varlıklarıyla beni her daim onurlandıran canım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal.....	6
3.2. Yöntem	8
3.2.1. Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Oluşturulması	9
3.2.2. Su Yönleri ve Drenaj Ağının Belirlenmesi	9
3.2.3. Sanal Barajların Oluşturulması.....	9
3.2.4. Göletlerin Depolanabilir Su Hacmi Hesaplamaları	10
3.2.5. Göletlerin Hacim-Kot Grafiklerinin Geliştirilmesi	11
3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi	11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	14
4.1. Çalışma Alanı Sayısal Yükseklik Haritası	14
4.2. Çalışma Alanı Su Akış Yönleri ve Drenaj Ağı	14
4.3. Yayladağı 23 Temmuz Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları.....	16
4.4. Antakya Karlısu Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	19
4.5. Yayladağı (Aşağı-Yukarı) Pulluyazı Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	23
4.6. Yayladağı Dağdüzü Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	26
4.7. Kızılcık Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları.....	29
4.8. Yayladağı Yoncakaya Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	32
4.9. Belen Güzelyayla Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları.....	36
4.10. Yayladağı Hisarcık Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları.....	39
4.11. Yalaz Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	42
4.12. Karamanlı Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları.....	45
4.13. Sonuçların Kıyaslanması	48
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma Alanı ve Göletlerin Konumu	6
Şekil 4.1. Hatay ili sayısal yükseklik haritası	14
Şekil 4.2. Hatay ili su akış yönleri haritası	15
Şekil 4.3. Hatay ili drenaj ağı haritası	15
Şekil 4.4. Yayladağı 23 Temmuz Göleti sayısal yükseklik haritası.....	16
Şekil 4.5. Yayladağı 23 Temmuz Göleti göl aynası	17
Şekil 4.6. Yayladağı 23 Temmuz Göleti hesaplama sonucu oluşan sanal göl aynası.....	17
Şekil 4.7. Yayladağı 23 Temmuz Göleti uydu görüntüsü.....	18
Şekil 4.8. Yayladağı 23 Temmuz Göleti hacim hesaplama sonuçları.....	18
Şekil 4.9. Yayladağı 23 Temmuz Göleti kot-hacim grafiği	19
Şekil 4.10. Karlısu Göleti sayısal yükseklik haritası	20
Şekil 4.11. Karlısu Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı.....	20
Şekil 4.12. Karlısu Göleti uydu görüntüsü.....	21
Şekil 4.13. Karlısu Göleti hacim hesaplama sonuçları	22
Şekil 4.14. Karlısu Göleti kot-hacim grafiği.....	22
Şekil 4.15. Yayladağı Pulluyazı Göleti sayısal yükseklik haritası.....	23
Şekil 4.16. Yayladağı Pulluyazı Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı ..	24
Şekil 4.17. Yayladağı Pulluyazı Göleti uydu görüntüsü	24
Şekil 4.18. Yayladağı Pulluyazı Göleti hacim hesaplama sonuçları.....	25
Şekil 4.19. Yayladağı Pulluyazı Göleti kot-hacim grafiği	25
Şekil 4.20. Dağdüzü Göleti sayısal yükseklik haritası.....	26
Şekil 4.21. Dağdüzü Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı	27
Şekil 4.22. Dağdüzü Göleti uydu görüntüsü	27
Şekil 4.23. Dağdüzü Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları	28
Şekil 4.24. Dağdüzü Göleti kot-hacim grafiği	28
Şekil 4.25. Kızılcıat Göleti sayısal yükseklik haritası.....	29
Şekil 4.26. Kızılcıat Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı	30
Şekil 4.27. Kızılcıat Göleti uydu görüntüsü	30
Şekil 4.28. Kızılcıat Göleti hacim hesaplama sonucu.....	31
Şekil 4.29. Kızılcıat Göleti kot-hacim grafiği	32
Şekil 4.30. Yoncakaya Göleti sayısal yükseklik haritası	33
Şekil 4.31. Yoncakaya Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı.....	34
Şekil 4.32. Yoncakaya göleti uydu görüntüsü	34
Şekil 4.33. Yoncakaya Göleti hacim hesaplama sonuçları	35
Şekil 4.34. Yoncakaya Göleti kot -hacim grafiği.....	35
Şekil 4.35. Güzelyayla Göleti sayısal yükseklik haritası	36
Şekil 4.36. Güzelyayla Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı	37
Şekil 4.37. Güzelyayla Göleti uydu görüntüsü	37
Şekil 4.38. Güzelyayla Göleti hacim hesaplama sonuçları	38
Şekil 4.39. Güzelyayla Göleti kot-hacim grafiği	38
Şekil 4.40. Hisarcık Göleti sayısal yükseklik haritası.....	39
Şekil 4.41. Hisarcık Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı	40
Şekil 4.42. Hisarcık Göleti uydu görüntüsü	40
Şekil 4.43. Hisarcık Göleti hacim hesaplama sonuçları.....	41
Şekil 4.44. Hisarcık Göleti kot-hacim grafiği	41
Şekil 4.45. Yalaz Göleti sayısal yükseklik haritası	42
Şekil 4.46. Yalaz Göleti sanal baraj gövdesi.....	43

Şekil 4.47. Yalaz Göleti uydu görüntüsü	43
Şekil 4.48. Yalaz Göleti hacim hesaplama sonuçları	44
Şekil 4.49. Yalaz Göleti kot-hacim grafiği	44
Şekil 4.50. Karamanlı Göleti sayısal yükseklik haritası	45
Şekil 4.51. Karamanlı Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı	46
Şekil 4.52. Karamanlı Göleti uydu görüntüsü	46
Şekil 4.53. Karamanlı Göleti hacim hesaplama sonuçları	47
Şekil 4.54. Karamanlı Göleti kot-hacim grafiği	48
Şekil 4.55. Tüm göletler için ölçülen ve tahmin edilen hacim değerleri	49
Şekil 4.56. Tüm göletler için regresyon analizi sonucu	50
Şekil 4.57. Karamanlı Göleti olmadan hacim değerleri	50
Şekil 4.58. Karamanlı Göleti olmadan regresyon analizi sonucu	51



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Göletlere ait özet bilgiler	7
Çizelge 3.2. NSE ve PBias sonuçları değerlendirme tablosu.....	13
Çizelge 4.1. Göletlerin ölçülen ve tahmin edilen hacimleri.....	48
Çizelge 4.2. İstatistiksel analiz sonuçları	49



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

m	: metre
ha	: hektar
Vol	: hacim
Cumvol	: kümülatif hacim
Area	: alan
Depth	: derinlik

KISALTMALAR

SYH	: Sayısal Yükseklik Haritası
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ILWIS	: Entegre Toprak ve Su Bilgi Sistemi
UA	: Uzaktan Algılama
DSİ	: Devlet Su İşleri

1. GİRİŞ

Baraj ve göletler, özellikle yarı-kurak iklim bölgelerinde, kaynak sularını ve kış döneminde yağış sularını depolayan ve depolanan suyun özellikle yaz dönemlerinde başta tarımsal sulama ve içme suyu olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmasını sağlayan mühendislik yapılarıdır. Barajlar ve göletler, eski zamanlarda insanlığın su ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılmış, daha sonra tarımsal alanların sulanması yanında, taşkından koruma, elektrik üretimi, balıkçılık, dinlenme ve eğlence alanları, ulaşım gibi çok sayıda amaca yönelik inşa edilmişlerdir.

Göletler hacimsel olarak barajlara göre çok daha küçük su depolayan yapılarıdır. Bu nedenle gölet yapımına uygun yerler, barajlara göre daha fazladır. Ekonomik açıdan göletlerin inşası daha az yatırım gerektirmekte ve mühendislik hesaplamaları daha basit olmaktadır. Türkiye’de son yıllarda devletin teşviki ile çok sayıda gölet yapılmış ve yapılmaktadır. Hatay ilinde, İl Özel İdaresi ve Hatay Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı tarafından son yıllarda çok sayıda gölet yapılmış ve işletmeye açılmıştır.

Baraj ve gölet gövdeleri genellikle bir akarsu üzerinde inşa edilerek, oluşacak hazne içerisinde suyu depolarlar. Haznenin depolayabileceği su miktarı ise topografya ile yapını bulunduğu havzanın su verimine bağlıdır. Bu yapılardan bazıları taşkın önleyici şekilde yapılmakta, depolanan su ise içme suyu sağlama, sulama, gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadır.

Bir su depolama yapısının hazne kapasitesini hesaplayabilmek için uzun süreli akım gözlemlerine ihtiyaç vardır. Oysaki çoğu zaman özellikle göletlerin projelenmesinde, yeterli akım gözlemler bulunmamaktadır. Bu gibi durumlarda, akımların sentetik yöntemlerle türetilmesi gerekmektedir. Sentetik yöntemlerle, öncelikle göletlerin su toplama havza alanları belirlenir ve yağıştan yüzey akışı tahmin eden metotlar kullanılarak havza su verimleri hesaplanabilir. Göletlerin projelenmesinde havza su verimleri, haznede depolanabilecek su miktarlarının hesaplanmasında kullanılır. Topografyanın elverdiği depolama hacmi ile su verimine göre depolanacak su miktarları kıyaslanarak gölet gövde yüksekliğine karar verilmektedir.

Gölet gövde yüksekliğine göre, topografyaya bağlı olarak gölet hacimlerinin önceden belirlenebilmesi CBS ile mümkündür. Taşkın ve İrvem (2014) yapmış

oldukları çalışmalarında CBS kullanarak, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi çevresinde uygun gölet yerlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda 13 adet gölet yeri tespit edilerek bu yerlerin uygunlukları bazı kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca göletlerin depolayabilecekleri su miktarları sayısal yükseklik haritasından tahmin edilmiştir.

Uydu görüntüleri ve sayısal topografik haritalar kullanılarak CBS ile gölet hacimlerinin önceden tespiti, göletlerin fizibilite çalışmalarında karar vericilere önemli bir avantaj sağlar. Bir göletin yapımının, ekonomik açıdan uygun olup olmadığı bu çalışmalar sonucunda hızlı bir şekilde belirlenebilir.

Bu bakımdan, göletlerin su depolama hacimlerinin CBS kullanılarak kolayca ve kısa sürede önceden hesaplanabilmesi yanında, CBS ile elde edilen sonuçların doğruluğu mutlaka araştırılmalıdır. Araştırmada, CBS kullanılarak tahmin edilen hazne hacimleri ile göletlerin gerçek hacim değerleri kıyaslanarak doğruluklarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde bu konuda yapılmış çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Bu çalışma ile Hatay ilinin farklı bölgelerinde yapılmış ve işletmeye açılmış olan 10 göletin depolama hacimleri, sayısal yükseklik haritası kullanılarak CBS ile tahmin edilmiş, tahmin sonuçları arazide yapılan ölçümler sonucunda elde edilen depolama hacimleri ile kıyaslayarak doğrulukları istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Barajların ve göletlerin hazne hacimleri ve depolana suyun yüzey alanı tahmini için GIS ile entegre uydu görüntülerinin kullanılmasının, daha az zaman ve maliyetlerle, uygulanabilir olduğunu açıkça ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır. (Tsihrintzis ve ark., 1996; Gupta ve ark., 1997; Liebe, 2002; Sawunyama ve ark., 2006; İrvem, 2011; Cvar, 2014; Zhang ve ark., 2014).

Meigh (1995) Bir çiftlik göletinde, depolanabilecek suyun Bostwana'nın su ihtiyacını karşılamada ne kadar etkin olabileceğini araştırmıştır. Araştırmasında 1:50 000 ölçekli topografik harita ve hava fotoğrafları kullanarak göletin hacim ve su yüzeyi alanını tahmin etmiştir. Sonuç olarak harita yardımıyla tahmin ettiği gölet yüzey alanı ile hava fotoğraflarından elde edilen yüzey alan değerleri doğru sonuçlar vermemiştir. Bu durumu, çiftlik göletlerinin küçük olması ve zaman bağlı olarak dolu veya boş olmaları gibi değişkenlik göstermeleri, hava fotoğraflarında yüzey alanının değişik değerler almasından kaynaklandığını açıklamıştır.

Gupta ve ark. (1997) yarı kurak bölgelerde CBS kullanarak havzalarda su toplama potansiyelini tahmin etmiştir. Çalışma sonucunda CBS'nin daha geniş alanlardaki su hasadı planlaması için su depolama kapasitesini belirlemede iyi bir performans gösterdiğini açıklamışlardır.

Nisar Ahamed ve ark. (2002) GIS tabanlı bir algoritma geliştirerek uygun su depolama bölgesini tanımlamak için küçük havza çıkış noktalarının yerini belirlemişlerdir.

Magome et al. (2003) Ghana'da yaptıkları çalışmalarında uydu verileri ve sayısal topografik haritaları kullanarak, Volta gölünün mevsimsel ve yıllık su değişimini izlemişlerdir.

Liebe et al. (2005) Ghana'da yaptığı çalışmasında uzaktan algılama verileri kullanarak 61 adet küçük gölet için göletlerin su yüzey alanı, su derinliği ve hacim arasındaki ilişkileri inceleyerek bir tahmin modeli geliştirmiştir. Modelin oldukça basit, kolay ve tahmin yeteneğinin çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Sawunyama et al. (2006) Limpopo nehrinin geçtiği, Mzingwane havzasında 12 gölet için hacim ve su yüzeyi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve çok iyi bir sonuç ($R^2=0.95$) elde etmiştir.

Mialhe et al. (2008) Hindistan'da yapmış oldukları çalışmalarında, sulama amaçlı inşaa edilen göletleri Landsat uydu görüntüsünden yaralanarak, haritalamış ve bu haritaları kullanarak su depolama kapasitelerini araştırmışlardır.

Son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak, Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sisteminin entegre kullanımı ile oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), potansiyel su depolama yapısının tanımlanmasında ve seçilmesinde, ayrıca su kaynaklarının planlanmasında ve yönetilmesinde oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. İnternet ortamından topografik verilere kolay ulaşım nedeniyle, su depolama yapılarının projelenmesinde SYM çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmıştır. (Jha ve ark. 2006; Chowdary ve ark. 2009; Mwenge Kahinda ve ark. 2009; Pistrika 2010; El-Shafie ve ark. 2014; Gwenzi and Nyamadzawo 2014).

Forzieri ve ark. (2008), kurak ortamdaki yüzey ve yeraltı küçük barajlar için uygun yerlerin ön seçiminde CBS ve uydu görüntülerinden faydalanmışlardır. Seçilen yerlerin, arazi çalışmaları sonucu yüzey ve yeraltı küçük barajlar için uygunluk açısından oldukça iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Rodriguez ve ark. (2012) Gölet hacimlerini, arazide yapılacak ölçümler ile belirlemenin zaman alıcı, pahalı ve iş gücü gerektiren yoğun bir çalışma olduğundan bu verilerin olmadığını ifade ederek, Brezilya Preto nehri havzasında uzaktan algılama ve CBS yöntemleri ile bu verileri elde etmeye çalışmışlardır. Uzaktan algılama ve LANDSAT verileri ile gölet hacimlerini tahmin etmek üzere bir model oluşturmuşlardır. Model sonuçları ile ölçüm sonuçlarının oldukça iyi sonuçlar verdiğini belirtmişler ve Preto havzasında bulunan 147 göletin tam kapasite ile dolduğunda 19 hm³ su depolanabileceğini tahmin etmişlerdir.

Taş ve Kilit (2015) yaptıkları çalışmalarında, ön tasarım ve kesin tasarım aşamasında kullanılan bazı kritik dönem yöntemleri ile gerekli hazne hacminin belirlenmesi ve Kızılca Barajı'nın hazne hacminin irdelenmesini amaçladıkları çalışmalarında hazne hacmi belirlenmesi için kullanılan ön tasarım, kesin tasarım ve kritik dönem yöntemlerini kullanmışlardır. Pratikte daha çok kullanıldığı için hazne hacmi hesabında bazı kritik dönem yöntemleri tercih etmişlerdir. Yapılan çalışmada, ön tasarım aşamasında eklenik akımlar, eklenik farklar ve ardışık tepeler yöntemleri, kesin tasarım yöntemlerinden aylık su bütçesi yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı ile hazne hacmi hesabı yapmışlardır. Sonuç olarak, ön tasarım yöntemlerinin birbirine

yakın sonuçlar verdiğini, aylık su bütçesi I yöntemiyle kıyaslandıklarında ise ön tasarım yöntemlerinin güvenli tarafta kalmadıklarını ifade etmişlerdir. Aylık su bütçesi II yönteminde ise yakın sonuçlar aldıklarını, fakat ön tasarım ve aylık su bütçesi II yöntemlerinde buharlaşma ihmal edildiğinden ve çekim sabit değerinde kabul edildiğinden bu yöntemlerin gerçeği çok iyi yansıtmadığını açıklamışlardır. Bu yüzden gerçeği en iyi temsil edeceğinden kullanılması en uygun yöntemin aylık su bütçesi I yöntemi olacağını açıklamışlardır.. ArcGIS 10.3 yazılımı ile hesaplanan hazne hacmi değeri, kesin tasarım olan aylık su bütçesi I yöntemi sürekli ihtiyacı karşılama durumundaki sonucuna çok yakın bir değerler vermiştir. Böylece, ArcGIS 10.3 yazılımının hazne hacmi tasarımında kullanılabilceğini ifade etmişlerdir.

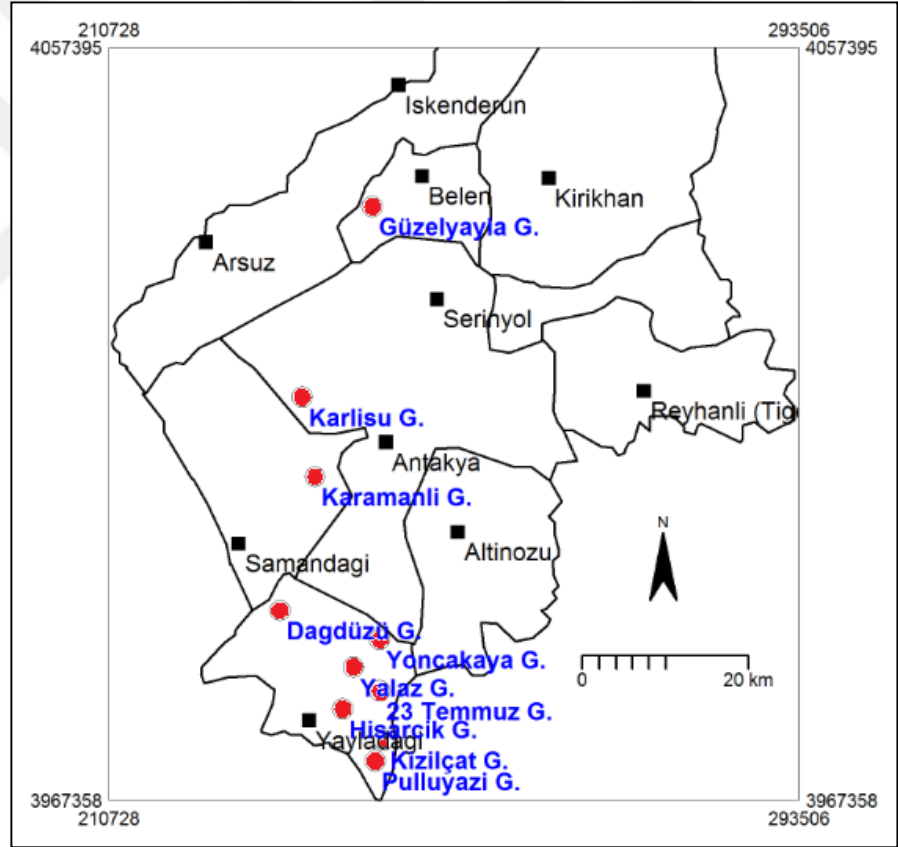
Khasanov ve ark. (2019) Yaptıkları çalışmalarında, UA ve GIS teknolojilerini kullanarak rezervuarda depolanan suyun yüzey alanı ve hacmini hesaplama yöntemini anlatmış ve yöntemi Özbekistan Taşkent'te bulunan, Tashtepa barajında uygulamışlardır. Google Earth programından barajın konumunu, KML (Keyhole Markup Language) formatında kaydet ederek, baraj için sayısal yükseklik haritası verilerini Global Mapper programını kullanarak elde etmişlerdir. Sayısal yükseklik harita verilerinden, su yüzey alanı ve baraj hacmini hesaplayarak eşyükselti eğrileri ile su yüzeyi alanı $F=f(H)$, ve eşyükselti eğrileri ile su hacmi $W=f(H)$ ilişkilerini fonksiyonel olarak belirlemişlerdir.

İrvem (2020) Hatay büyük karaçay barajının hacmini tahmin etmede farklı piksellere sahip (10X10 m, 20X20 m, 30X30 m, 40X40 m ve 50X50 m) topografik haritaları kullanmıştır. Piksel büyüklüğünün hacim tahmininde etkisini araştırdığı çalışmasında, 10X10 metre piksele sahip topografik harita kullanılarak hesaplanan baraj hazne hacminin en doğru tahmini verdiğini açıklamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, Hatay ilinde İl Özel İdaresi ve Hatay Büyükşehir Belediyesi, Park Bahçe ve Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı ve DSİ tarafından sulama amaçlı, 8'i toprak dolgu, ikisi kaya-toprak dolgu gövdeli olarak projelenmiş ve işletmeye açılmış 10 gölette yürütülmüştür. Belen Güzelyayla, Antakya Karlısu, Samandağ Karamanlı ve Yayladağ'da bulunan Dağdüzü, Yoncakaya, Yalaz, 23 Temmuz, Hisarcık, Kızılçat ve Pulluyazı göletleridir. Göletlerin konumları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma Alanı ve Göletlerin Konumu

Coğrafi Bilgi sistemi ile su depolama hacimleri belirlenecek göletlere ait özet bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Göletlere ait özet bilgiler

Gölet Özellikleri	YAYLADAĞI 23 TEMMUZ GÖLETİ	ANTAKYA KARLISU GÖLETİ	AŞ.-YUK. PULLUYAZI GÖLETİ	SAMANDAĞI KARAMANLI GÖLETİ
Dere Adı	Nişrinli Deresi	Küçükdere	Kavur Dere	Bulanık, Küçük Karaçay Deresi
Faydalanan Köyler	Görentaş, Güveççi	Karlısu	Aşağı Pulluyazı, Yukarı Pulluyazı	Karamanlı, Tomruksuyu
Faydalanan Çiftçi Sayısı	140	280	450	-
Faydalanan Hane Sayısı	140	280	450	-
Faydalanan Nüfus Sayısı	700	1,400	2,250	-
Talveg Kotu	515.50	339.35	506.00	-
Ölü Hacim Kotu	520.70	350.41	512.60	-
Normal Su Kotu	529.00	365.00	527.18	184.00
Max Su Kotu	530.00	366.26	528.18	185.00
Kret Kotu	532.00	368.00	530.18	186.00
Ölü Hacim (m ³)	94,300.00	33,600	90,000	-
Brüt Depo. Hacmi (m ³)	1,353,000	589,500	1,975,000	2,110,000
Faydalı Su Hacmi (m ³)	1,250,000	555,900	1,716,416	196,000
Ölü H.K. Göl Alanı (m ²)	30,000	6,500	26,000	-
NSK. Göl Alanı (m ²)	313,000	53,400	175,000	-
MSK Göl Alanı (m ²)	221,023	69,733	188,809	-
Sulanacak Alan (ha)	130	135	420	22
Maks. Gövde Yüks. (m)	16.5	28.65	24.18	34.80
Kret Uzunluğu (m)	191	213.15	181	406.00
Dolgu Hacmi (m ³)	87,552	194,980	142,402	360,000
Gövde Dolgu Tipi	Homojen Toprak Dolgu	Membran Toprak Dolgu	Membran Toprak Dolgu	Homojen Toprak Dolgu

Çizelge 3.1. Göletlere ait özet bilgiler (devam)

Gölet Özellikleri	YAYLADAĞI YALAZ GÖLETİ	YAYLADAĞI HİSARCIK GÖLETİ	BELEN GÜZELYAYLA GÖLETİ	YAYLADAĞI KIZILÇAT GÖLETİ
Dere Adı	Kuru Dere	Sarıkaya	Yılanlı Dere	Dolamaç Deresi
Faydalanan Köyler	Yalaz	Hisarcık	Güzelyayla	Kızılçat
Faydalanan Çiftçi Sayısı	60	130	300	30
Faydalanan Hane Sayısı	60	130	300	30
Faydalanan Nüfus Sayısı	300	650	1,500	150
Talveg Kotu	720.00	827.00	909.00	512.00
Ölü Hacim Kotu	723.46	829.93	916.05	518.97
Normal Su Kotu	730.00	839.75	933.65	531.23
Max Su Kotu	730.50	839.98	934.29	531.25
Kret Kotu	732.00	841.15	935.65	532.80
Ölü Hacim (m ³)	500	6,000	10,000	10,000
Brüt Depo. Hacmi (m ³)	22,058	230,909	283,457	241,084
Faydalı Su Hacmi (m ³)	21,757	212,329	250,931	221,982
Ölü H.K. Göl Alanı (m ²)	500	5,000	2,750	5,598
NSK. Göl Alanı (m ²)	4,622	33,000	26,000	25,240
MSK Göl Alanı (m ²)	6,000	38,000	31,853	31,246
Sulanacak Alan (ha)	14	38	36	33
Maks. Gövde Yüks. (m)	12	14.15	26.65	20.8
Kret Uzunluğu (m)	128	231.42	109.73	162
Dolgu Hacmi (m ³)	33,005	62,689	86,246	100,000
Gövde Dolgu Tipi	Homojen Toprak Dolgu	Zonlu Toprak Dolgu	Zonlu (Toprak+Kaya)	Zonlu (Toprak+Kaya)

Çizelge 3.1. Göletlere ait özet bilgiler (devam)

Gölet Özellikleri	YAYLADAĞI DAĞDÜZÜ GÖLETİ	YAYLADAĞI YONCAKAYA GÖLETİ
Dere Adı	Sırtlanizi	Verdi
Faydalanan Köyler	Dağdüzü	Yoncakaya
Faydalanan Çiftçi Sayısı	250	110
Faydalanan Hane Sayısı	250	110
Faydalanan Nüfus Sayısı	1,250	550
Talveg Kotu	390.00	469.90
Ölü Hacim Kotu	395.66	470.75
Normal Su Kotu	415.00	482.25
Max Su Kotu	415.59	483.17
Kret Kotu	417.00	484.00
Ölü Hacim (m ³)	5,000	1,800
Brüt Depo. Hacmi (m ³)	336,900	100,708
Faydalı Su Hacmi (m ³)	331,900	98,908
Ölü H.K. Göl Alanı (m ²)	3,000	2,328
NSK. Göl Alanı (m ²)	34,900	17,225
MSK Göl Alanı (m ²)	43,531	20,700
Sulanacak Alan (Ha)	52	25
Maks. Gövde Yüks. (m)	12	14.15
Kret Uzunluğu (m)	128	231.42
Dolgu Hacmi (m ³)	33,005	62,689
Gövde Dolgu Tipi	Homojen Toprak Dolgu	Zonlu Toprak Dolgu

3.2. Yöntem

Araştırmada, Hatay ili sınırları içerisinde bulunan, 10 göletin havzalarına ait topografik bilgiler ve uydu görüntüleri koordinatları ile birlikte ILWIS CBS yazılımına aktarılmıştır. Sayısal topografik harita bilgilerinden ILWIS yazılımı ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Her gölet için drenaj alanı sınırları, su akış yönleri ve su birikim haritaları geliştirilecek bu haritalar kullanılarak havzaların akarsu ağı belirlenmiştir. Akarsular üzerinde, koordinatları bilinen 10 gölet için, sanal gölet gövdeleri oluşturularak, göletlerin hazne su depolama hacimleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen hacim değerleri ile mevcut gölet hacimleri kıyaslanarak tahminlerin doğruluğu istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın yöntemi ile ilgili detaylar başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Oluşturulması

CBS ile yüzeye ait her türlü matematiksel ve mantıksal işlemlerin yapılmasına olanak sağlayan, araziye istenilen ölçekte, istenilen açıdan ve uzaklıktan bakma imkanı sağlayan haritalara sayısal yükseklik haritası denilmektedir. Sayısal yükseklik modeli de denilen bu haritalarla yüzey ile ilgili görsel analizler, gerçek arazi üzerindeymiş gibi yapıp yorumlanabilmektedir (Yomralıoğlu, 2002).

Bu çalışma için gerekli sayısal yükseklik modeli, hücre tabanlı sayısal topografik harita bilgilerinin ILWIS 3.6'da kullanılması ile oluşturulmuştur. Bu model, CBS'de arazi yüzeyinin üç boyutlu görselleştirilmesinde, arazide herhangi bir noktada yüksekliğin bulunmasında, arazi yüzeyinin eğim ve bakışının bulunmasında, mevcut su akış yollarının haritalanmasında kullanılmıştır.

Sayısal yükseklik modeli, hidrolojik çalışmalarda havza özelliklerinin kısa sürede ve kolay bir şekilde belirlenmesi açısından sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sayısal yükseklik modeli, su akış yönlerinin ve drenaj ağının haritalanmasında, farklı bent yüksekliklerine göre depolanabilir su miktarlarının hesaplanmasında ve göletlerin bazı havza özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.2. Su Yönleri ve Drenaj Ağının Belirlenmesi

Gölet yerinin koordinatları dikkate alınarak yeri kabaca belirlenmiştir. Tam olarak belirlenmesinde, çalışma alanı su akış yollarının diğer bir ifade ile havza drenaj ağının bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, sayısal yükseklik modeli kullanılarak su akış yönleri, su birikim haritasını veren iki harita oluşturulmuştur. Bu iki haritadan, su akış yönleri ve sayısal yükseklik haritası birlikte kullanılarak, çalışma alanı için su akış yollarını veren drenaj ağı haritası çıkarılmıştır.

3.2.3. Sanal Barajların Oluşturulması

Drenaj ağı haritasından, suyolları, Strahler yöntemine göre derecelendirilmiştir. Gölet koordinat bilgileri ve en yüksek dereceli ana akarsu dikkate alınarak, sanal göletlerin gövdesinin oluşturulacağı yerler belirlenmiştir.

3.2.4. Göletlerin Depolanabilir Su Hacmi Hesaplamaları

Sanal göletler için topografik açıdan en uygun gövde yüksekliklerine göre depolanabilir su hacimleri aşağıda verilen mantıksal komutlar ve eşitlikler ile tahmin edilmiştir.

Öncelikle sayısal yükseklik haritası üzerinde belirlenen sanal gölet yerinde, DAM adında maksimum su kotu yüksekliğine göre bir sanal gölet gövdesi tanımlanarak raster bir harita oluşturulmuştur. Oluşturulan raster harita ile SYH birlikte kullanılarak,

$DEMNEW = IFUNDEF(DAM, DEM, DAM)$ komutu ile Sayısal Yükseklik Haritası sanal göletin gövde yükseklik (maksimum su kotu) bilgilerini de kapsayan tek bir harita haline getirilmiştir. DEMNEW haritası üzerinde oluşturulan START haritasının oluşturulmasında, su kotu değerinden küçük hücreler seçilerek TRUE diğer hücreler FALSE olarak tanımlanmıştır. Su yüzey alanı ise:

$IFF(DEMNEW > (Maksimum\ Su\ kotu), START, NBMAX(START\#))$ komutu ile hesaplanmıştır.

Su hacminin hesaplanmasında, su yüzey alanı haritası ile DEMNEW haritası Cross komutu ile her kot değeri için hücre sayısı ve alanı bilindiğinden, hücre sayısı alan ve kota bağlı su derinliği çarpılarak hacim hesaplaması yapılmıştır, daha sonra hesaplanan hacimlerin kümülatif değeri göletlerin toplam hacim değerlerini vermiştir.

Bu hesaplama işlemi basitleştirmek için aşağıda verilen DEMSMALL hesaplaması yapılmıştır,

$$DEMSMALL = IFF(FLOODED, DEMNEW, ?)$$

Cross komutu ile FLOODED ve DEMSMALL harita verileri kullanılarak kot ve alan bilgisini veren bir tablo oluşturulmuştur.

Bu tablo üzerinde yeni kolonlar tanımlanarak derinlik aşağıda verilen komut ile hesaplanmıştır;

$$DEPTH = (Mak.\ Su\ Kotu) - DEMSMALL$$

Hacim ise, alan ile derinliğin çarpımı sonucu elde edilmiştir. Hacim hesaplama için komut aşağıda verilmiştir;

$$VOL = DEPTH * Area$$

Hacim değerlerinin kümülatifi alınarak toplam hacim değerine ulaşılmıştır.

$$Cumvol = CUM(VOL)$$

3.2.5. Göletlerin Hacim-Kot Grafiklerinin Geliştirilmesi

Sanal göletler için maksimum su kotuna göre brüt depolanabilir su hacimleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemlerinde, ILWIS yazılımında Cross komutu kullanılarak FLOODED ve DEMSMALL harita verilerinden, kot ve alan bilgisini içeren bir tablo oluşturulmuştur. Oluşturulan tablodaki, hacim değerleri ve kot bilgilerinden, ILWIS grafik menüsü yardımıyla her bir gölet için depolanabilir su hacmi-kot grafikleri çıkarılmıştır.

3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi

Tahmin edilen gölet hacimleri ile hesaplanan gerçek hacimleri kıyaslamak için üç istatistiki ölçüm kullanılmıştır. Bunlar doğrusal ilişki derecesini belirleme katsayısı (R^2), verilere en iyi uyan çizgi etrafında o verilerin ne kadar yoğun olduğunu gösteren Kök Ortalama Kare Hata (RMSE), veri setleri tarafından tahmin edilen su depolama miktarı ile gerçek depolanan su miktarları arasındaki ortalama farkı gösteren Bias'tır.

Tahmin edilen su depolama miktarı ile gerçek depolanan su miktarları arasındaki doğrusal ilişki derecesini belirleme katsayısı eşitlik 1'deki denklem ile hesaplanmıştır;

$$R^2 = \left(\frac{n \sum(G_i S_i) - (\sum G_i)(\sum S_i)}{\sqrt{(n \sum G_i^2 - (\sum G_i)^2)(n \sum S_i^2 - (\sum S_i)^2)}} \right)^2 \quad (3.1)$$

Tahmin edilen su depolama miktarı ile gerçek depolanan su miktarları verilerinin arasındaki RMSE değeri ise eşitlik 2'den hesaplanmıştır;

RMSE'nin değeri her zaman pozitif olmalıdır ve sifıra yakın olması istenir. Değer ne kadar küçük olursa, modelin performansının o kadar iyi olduğunu belirtmektedir. RMSE, model çıktıları ve gözlemlenen değerler arasındaki sapmanın karşılaştırılmasını sağlayarak, korelasyonların kısa süreli performansı hakkında bilgi vermektedir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (M - O)^2} \quad (3.2)$$

Burada;

O : Gözlem Verileri
 M : Model Tahmin Verileri
 n : Veri sayısı

Model tahmin değerlerinin gözlenen değerlerden negatif ya da pozitif yönde ne kadar uzak olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Pozitif değerler gözlenen değerlerin tahmin değerlerinden büyük olduğunu gösterirken negatif değerler tam tersi durumu ifade eder.

Bias değeri ise eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır;

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - M_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \right] * 100 \quad (3.3)$$

Burada;

O_i : Gözlem Verileri
 M_i : Model Tahmin Verileri
 n : Veri sayısı

Nash-Sutcliffe verimliliği (NSE), modelin tahmin kabiliyetini temsil eden gösterge değerini verir. Aldığı değerler $-\infty$ ile 1 arasındadır. Aldığı değer 0-1 arasında olması istenen durumdur ve 1'e yaklaştıkça modelin iyi bir tahmin sonucu verdiğini gösterir. Nash-Sutcliffe verimliliği (NSE) eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \sigma)^2} \quad (3.4)$$

Burada;

O_i : Gözlem verileri
 M_i : Model tahmin verileri
 σ : Gözlem verilerinin ortalaması
 n : Veri sayısı

NSE ve PBias için sonuçları sınıflandırarak değerlendirme tablosu Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. NSE ve PBias sonuçları değerlendirme tablosu

Derece	NSE	PBias
Çok İyi	$0.75 < \text{NSE} < 1.00$	$\text{Bias} < \pm 10$
İyi	$0.65 < \text{NSE} < 0.75$	$\pm 10 < \text{Bias} < \pm 15$
Yeterli	$0.50 < \text{NSE} < 0.65$	$\pm 15 < \text{Bias} < \pm 25$
Yetersiz	$\text{NSE} < 0.50$	$\text{Bias} > \pm 25$

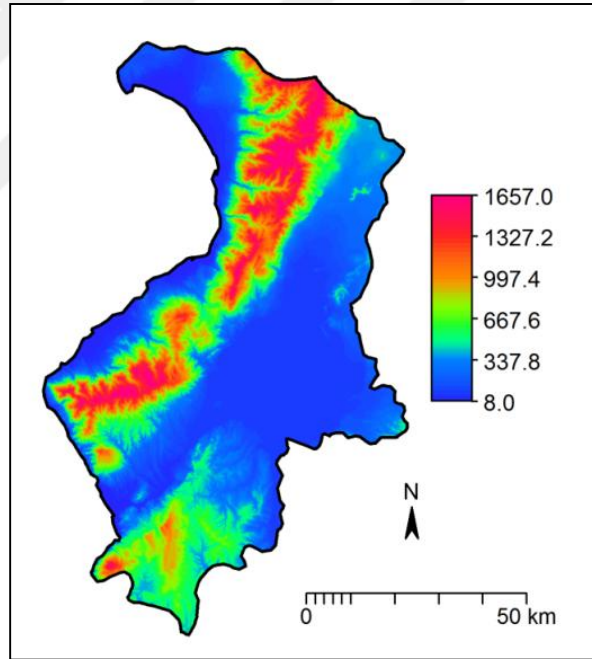


4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Hatay’da farklı bölgelerde yapımı tamamlanmış ve işletme halinde olan 10 gölet için yöntem kısmında belirtilen işlemler uygulanarak, hacim hesaplamaları SYH kullanılarak CBS ile yapılmış ve hesaplama sonuçları her bir gölet için başlıklar halinde verilmiştir. Elde edilen hacim tahmin sonuçları değerlendirilmiştir.

4.1. Çalışma Alanı Sayısal Yükseklik Haritası

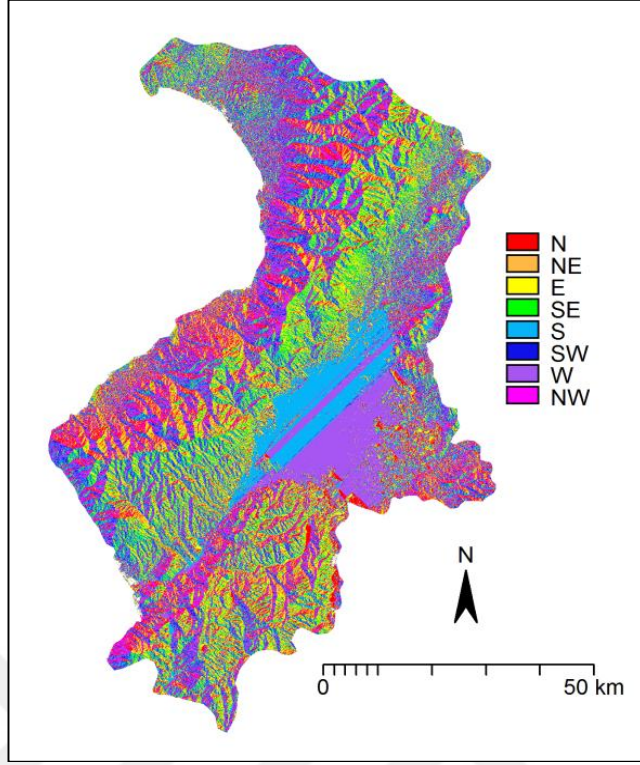
Çalışma alanı olan Hatay ilinin sayısal yükseklik haritası topografik veriler kullanılarak ILWIS yazılımında oluşturulmuştur. Oluşturulan Hatay ili SYH Şekil 4.1’de verilmiştir.



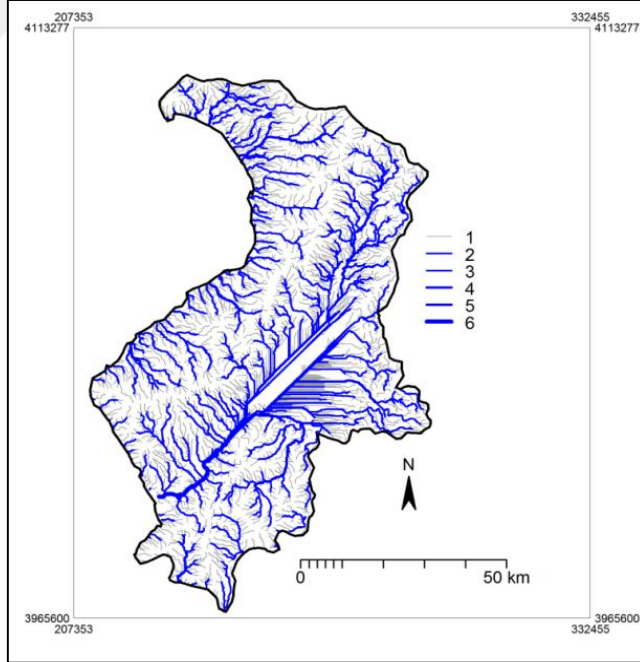
Şekil 4.1. Hatay ili sayısal yükseklik haritası

4.2. Çalışma Alanı Su Akış Yönleri ve Drenaj Ağı

Çalışma alanı olan Hatay ilinin sayısal yükseklik haritası veriler kullanılarak ILWIS yazılımında su akış yönleri ve drenaj ağı haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan su akış yönleri haritası Şekil 4.2’de, drenaj ağı haritası ise Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Hatay ili su akış yönleri haritası

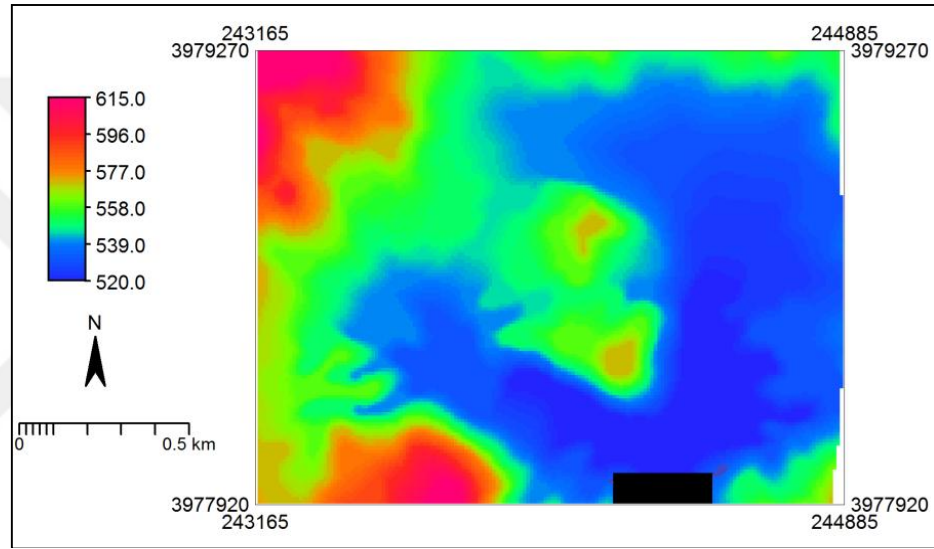


Şekil 4.3. Hatay ili drenaj ağı haritası

Hatay ili drenaj ağı haritasında akarsu derecesi 6 olarak belirlenmiştir. Akarsu kolları göletlerin yerlerinin tam olarak belirlenmesinde kullanılmıştır.

4.3. Yayladağı 23 Temmuz Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

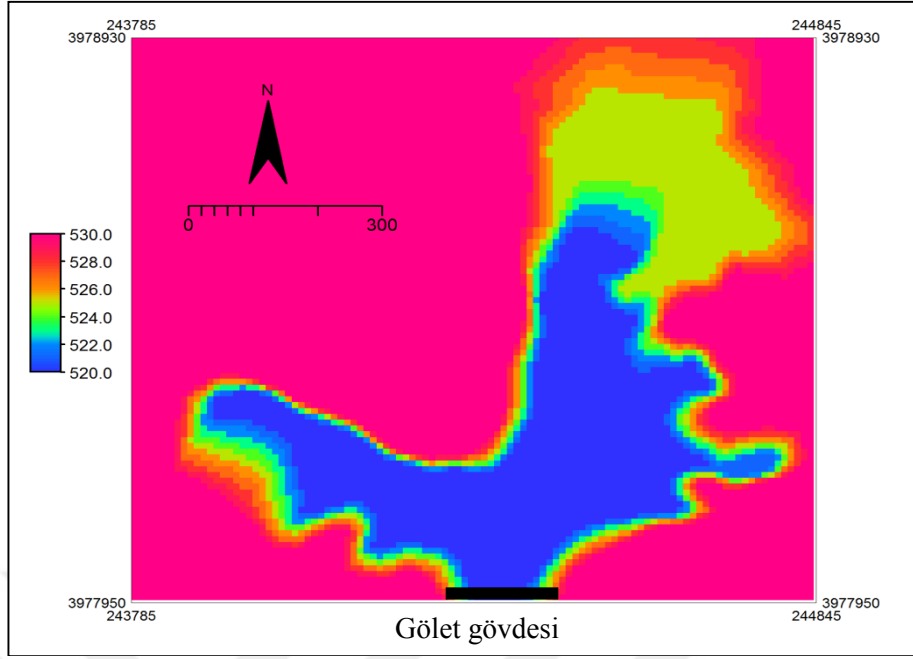
Bu çalışmada, Yayladağı ilçesi sınırları içerisinde bulunan ve 1984 yılında inşası biten 23 Temmuz göleti için hacim hesaplamaları, gerekli topografik veriler kullanılarak yapılmıştır. Gölet koordinat bilgilerinden göletin bulunduğu bölge belirlenerek, Hatay iline ait sayısal topografik verilerden, gölet havzasının ve çevresinin 10X10 metre hücre boyutuna sahip raster haritası, diğer bir ifadeyle Sayısal Yükseklik Haritası (SYH) elde edilmiştir. 23 Temmuz göleti için elde edilen SYH Şekil 4.4'te verilmiştir.



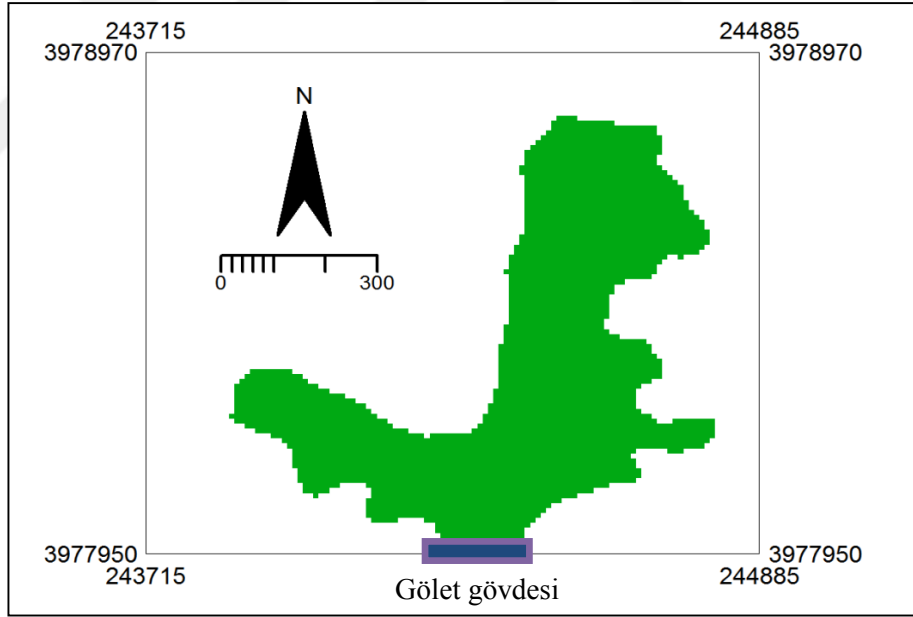
Şekil 4.4. Yayladağı 23 Temmuz Göleti sayısal yükseklik haritası

SYH haritası üzerinde sanal gölet gövdesi ILWIS yazılımında raster harita olarak oluşturulurken, göletin brüt depolama hacmindeki kot değeri göletin gövde yüksekliği olarak dikkate alınmıştır. Gölet projelenirken kret kotu 530 metredir. Sanal gölet gövdesi oluşturulurken gölet gövdesi yeri koordinatlarına göre maksimum su kotunun 525 metre olduğu görülmüş ve bu kot değerine göre hacim hesaplamaları yapılmıştır.

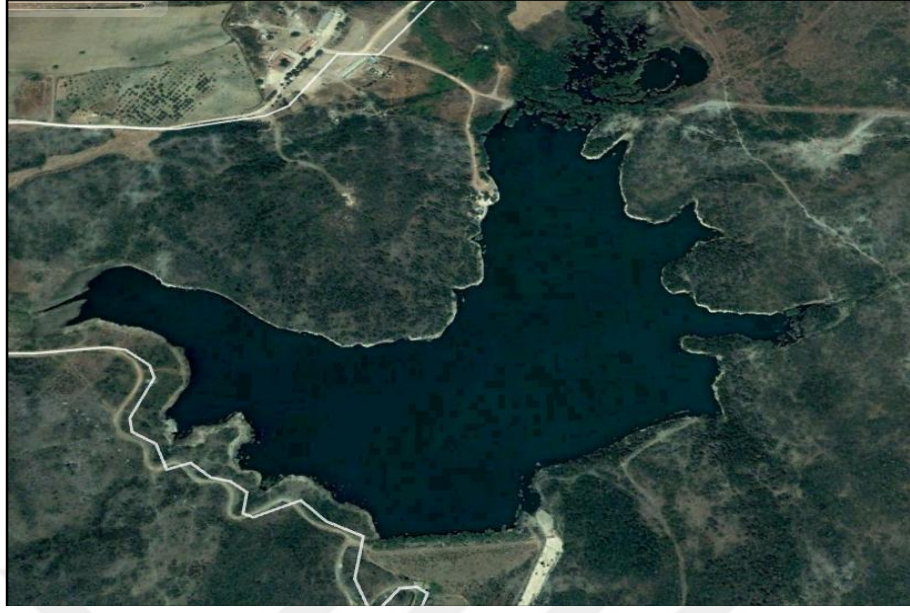
Oluşturulan sanal gölet gövdesi Şekil 4.5'de, gölette depolanan suyun oluşturduğu yüzey alanı, diğer bir ifadeyle sanal su göl aynası ise Şekil 4.6 da ve uydu görüntüsü Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Yayladağı 23 Temmuz Göleti göl aynası



Şekil 4.6. Yayladağı 23 Temmuz Göleti hesaplama sonucu oluşan sanal göl aynası

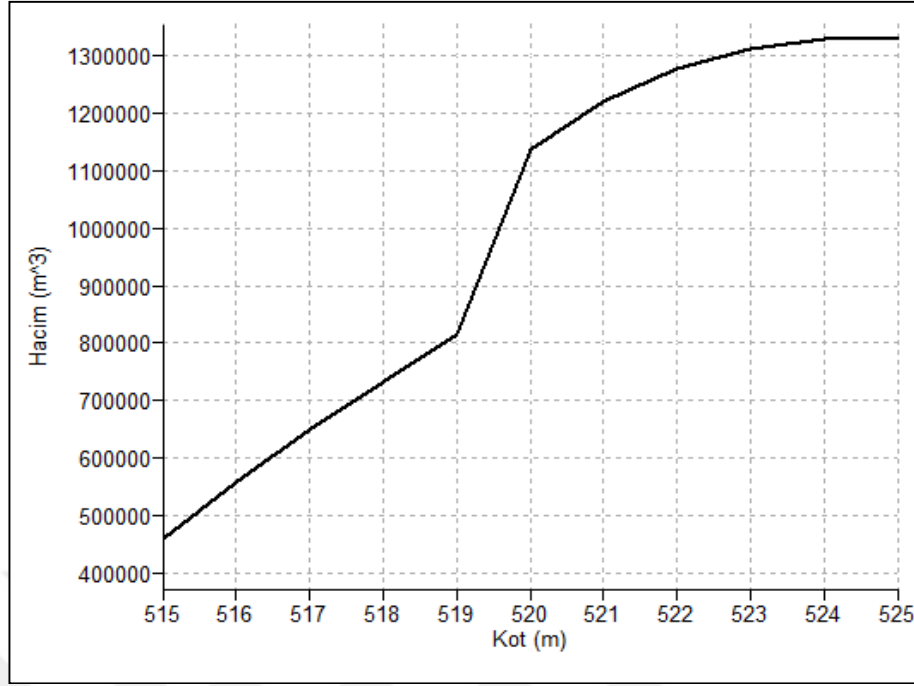


Şekil 4.7. Yayladağı 23 Temmuz Gölü uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot değerine ve SYH bilgilerine göre göletin depolama hacmi 1.329.800 m³ olarak hesaplanmıştır. Ilwis yazılımında yapılan hesaplamalara ait sonuç tablosu Şekil 4.8’de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.9’da verilmiştir.

Dependent Table "volu" - TableCross(floody.mpr,demsmall.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS								
File Edit Columns Records View Help								
	floody	demsmall	NPix	Area	dept	vol	cumvol	
True *	515.0	True	515.0	460	46000	10.0	460000.0	460000.0
True *	516.0	True	516.0	109	10900	9.0	98100.0	558100.0
True *	517.0	True	517.0	113	11300	8.0	90400.0	648500.0
True *	518.0	True	518.0	121	12100	7.0	84700.0	733200.0
True *	519.0	True	519.0	137	13700	6.0	82200.0	815400.0
True *	520.0	True	520.0	642	64200	5.0	321000.0	1136400.0
True *	521.0	True	521.0	206	20600	4.0	82400.0	1218800.0
True *	522.0	True	522.0	192	19200	3.0	57600.0	1276400.0
True *	523.0	True	523.0	176	17600	2.0	35200.0	1311600.0
True *	524.0	True	524.0	182	18200	1.0	18200.0	1329800.0
True *	525.0	True	525.0	793	79300	0.0	0.0	1329800.0
Min	True	515.0	109	10900	0.0	0.0	460000.0	
Max	True	525.0	793	79300	10.0	460000.0	1329800.0	
Avg		520.0	285	28464	5.0	120890.9	983454.5	
StD		3.3	237	23725	3.3	140458.1	342079.2	
Sum		5720.0	3131	313100	55.0	1329800.0	10818000.0	

Şekil 4.8. Yayladağı 23 Temmuz Gölü hacim hesaplama sonuçları

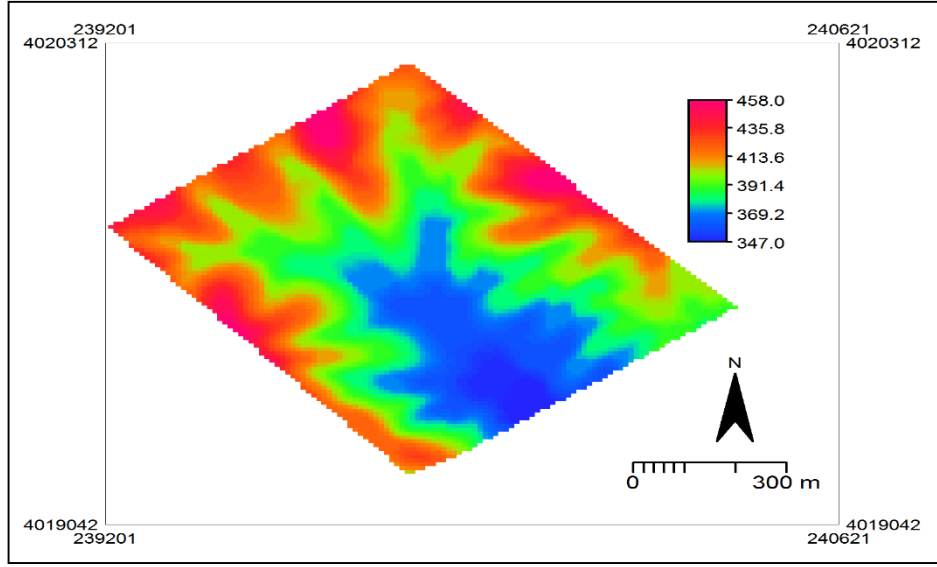


Şekil 4.9. Yayladağı 23 Temmuz Göleti kot-hacim grafiği

Kot- hacim grafiğinden anlaşılacağı gibi 515 kotunda gölette 480000 m³ suyun depolanabileceği bir alan görülmektedir. Bu da göletin topografik açıdan diğerlerine göre daha derin bir gölet olduğunu göstermektedir.

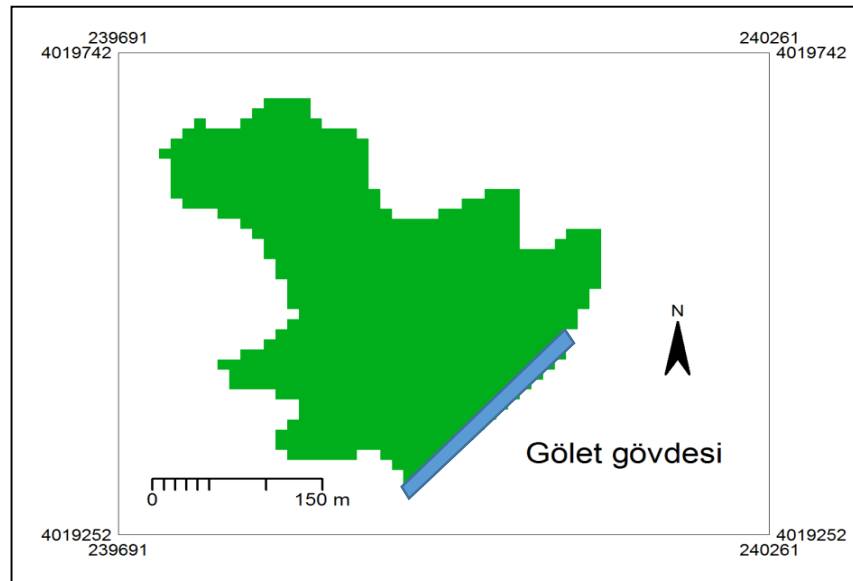
4.4. Antakya Karlısu Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Antakya ilçesi sınırları içerisinde bulunan Karlısu Göleti 1994 yılında tamamlanmış, 2009 yılında ise sulama tesisleri işletmeye açılmıştır. Göletin bulunduğu bölgeye ait mevcut sayısal topografik harita verileri kullanılarak 10x10 hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Karlısu Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi, göletin brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Küçük Dere üzerinde bulunan göletin talvek kotu 339.35 metre, kret kotu 368 metre olup, kret uzunluğu 213.15 metre, maksimum gövde yüksekliği ise 28.65 metredir. Göletin maksimum su kotu 366.26 metre olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 589.500 m³'tür. CBS ile oluşturulan sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı Şekil 4.11'de, uydu görüntüsü Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Karlısu Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

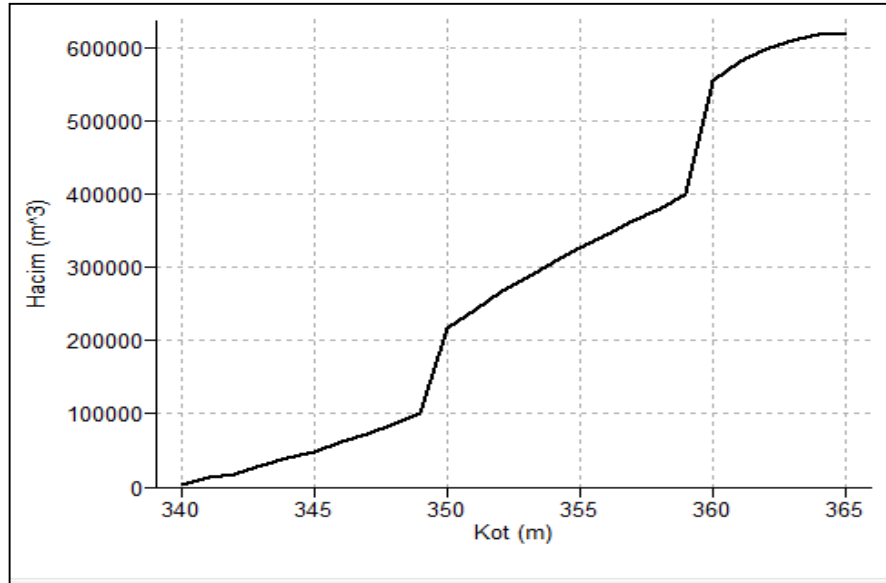


Şekil 4.12. Karlısu Gölü uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre göletin brüt depolama hacmi 620.200 m^3 olarak hesaplanmıştır. Hacim hesaplama sonuçları Şekil 4.13'de, programın grafik menüsünden elde edilen Kot-hacim grafiği ise Şekil 4.14'de verilmiştir.

Dependent Table "vol" - TableCross(flood.mpr,demsmall.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS									
File Edit Columns Records View Help									
	flood	demsmall	NPix	Area	depth	vol	cumvol		
True	*	340.0	True	340.0	1	100	26.0	2600.0	2600.0
True	*	341.0	True	341.0	4	400	25.0	10000.0	12600.0
True	*	342.0	True	342.0	2	200	24.0	4800.0	17400.0
True	*	343.0	True	343.0	5	500	23.0	11500.0	28900.0
True	*	344.0	True	344.0	5	500	22.0	11000.0	39900.0
True	*	345.0	True	345.0	4	400	21.0	8400.0	48300.0
True	*	346.0	True	346.0	7	700	20.0	14000.0	62300.0
True	*	347.0	True	347.0	5	500	19.0	9500.0	71800.0
True	*	348.0	True	348.0	8	800	18.0	14400.0	86200.0
True	*	349.0	True	349.0	8	800	17.0	13600.0	99800.0
True	*	350.0	True	350.0	73	7300	16.0	116800.0	216600.0
True	*	351.0	True	351.0	16	1600	15.0	24000.0	240600.0
True	*	352.0	True	352.0	18	1800	14.0	25200.0	265800.0
True	*	353.0	True	353.0	16	1600	13.0	20800.0	286600.0
True	*	354.0	True	354.0	16	1600	12.0	19200.0	305800.0
True	*	355.0	True	355.0	18	1800	11.0	19800.0	325600.0
True	*	356.0	True	356.0	19	1900	10.0	19000.0	344600.0
True	*	357.0	True	357.0	21	2100	9.0	18900.0	363500.0
True	*	358.0	True	358.0	21	2100	8.0	16800.0	380300.0
True	*	359.0	True	359.0	28	2800	7.0	19600.0	399900.0
True	*	360.0	True	360.0	256	25600	6.0	153600.0	553500.0
True	*	361.0	True	361.0	56	5600	5.0	28000.0	581500.0
True	*	362.0	True	362.0	40	4000	4.0	16000.0	597500.0
True	*	363.0	True	363.0	39	3900	3.0	11700.0	609200.0
True	*	364.0	True	364.0	38	3800	2.0	7600.0	616800.0
True	*	365.0	True	365.0	34	3400	1.0	3400.0	620200.0
Min	True	340.0		1	100	1.0	2600.0	2600.0	
Max	True	365.0		256	25600	26.0	153600.0	620200.0	
Avg		352.5		29	2915	13.5	23853.8	276069.2	
StD		7.6		50	4954	7.6	33828.0	219122.2	
Sum		9165.0		758	75800	351.0	620200.0	7177800.0	

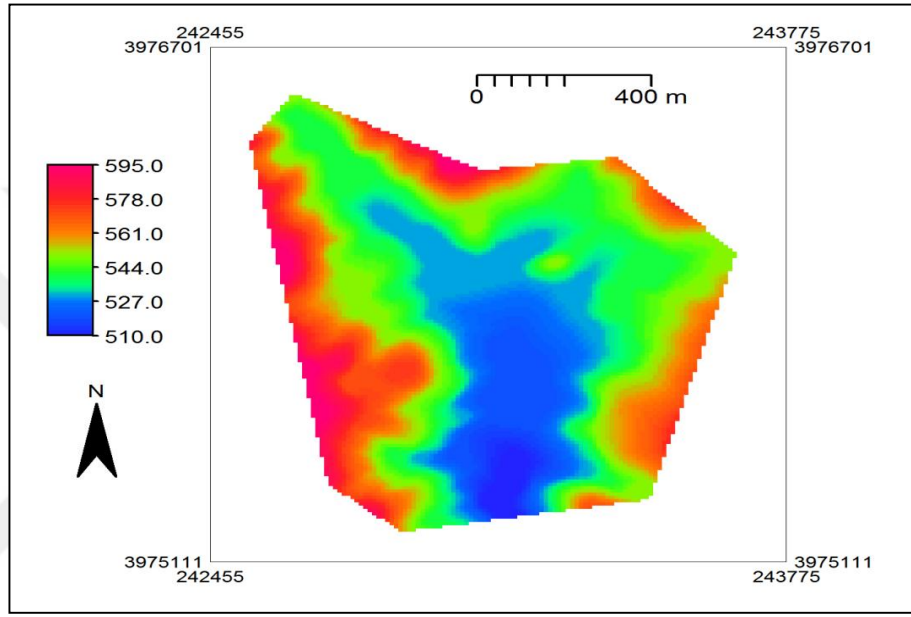
Şekil 4.13. Karlısu Göleti hacim hesaplama sonuçları



Şekil 4.14. Karlısu Göleti kot-hacim grafiği

4.5. Yayladağı (Aşağı-Yukarı) Pulluyazı Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

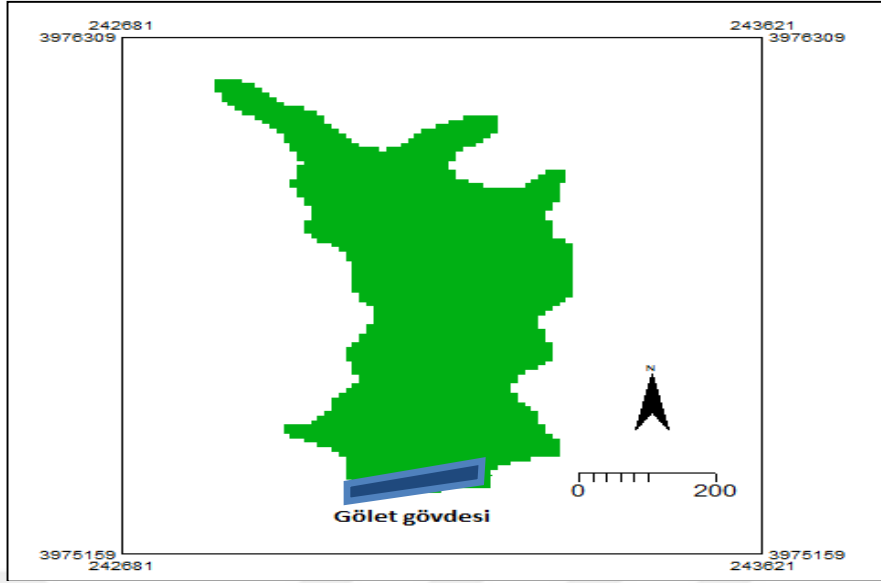
Bu çalışmada, Yayladağı ilçesi sınırları içerisinde bulunan, 2009 yılında inşaatı tamamlanan Pulluyazı göleti ile ilgili mevcut sayısal topografik veriler kullanılarak 10X10 metre hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.15’ de verilmiştir.



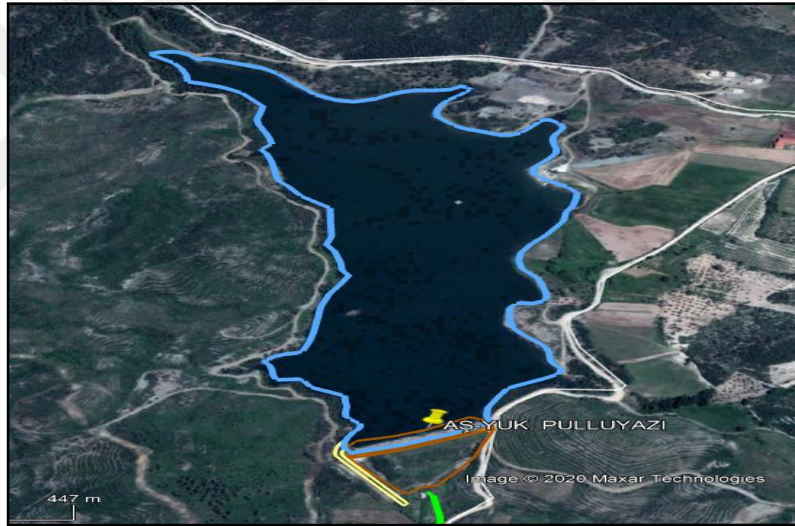
Şekil 4.15. Yayladağı Pulluyazı Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal Yükseklik Haritası üzerinde sanal gölet gövdesi göletin brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Göletin bulunduğu bölgede maksimum yükseklik 595 metre minimum yükseklik 510 metredir. Kavur Deresi üzerinde bulunan göletin talvek kotu 506.00 metre, maksimum su kotu 528.18 metre, kret kotu 530.18 metre, kret uzunluğu 181 metre ve maksimum gövde yüksekliği 24.18 metredir.

Maksimum su kotunda göletin brüt depolama hacmi 1,975,000 m³'tür. Gölet için oluşturulan sanal baraj gövdesi Şekil 4.16’ da, uydu görüntüsü ise Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.16. Yayladağı Pulluyazı Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

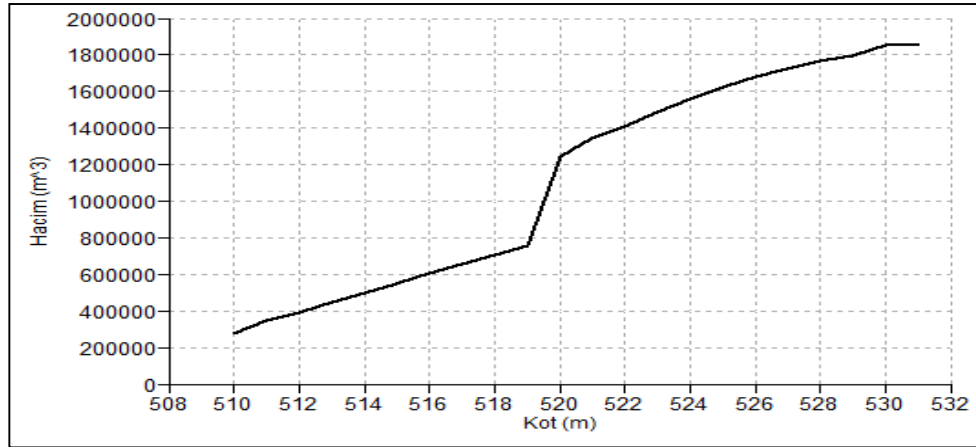


Şekil 4.17. Yayladağı Pulluyazı Göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için maksimum su kotu 531 m alınmıştır. Buna göre göletin brüt depolama hacmi $1,856,100 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili sonuçlar Şekil 4.18'de, programın grafik menüsünden elde edilen kot hacim grafiği ise Şekil 4.19'da verilmiştir.

Dependent Table "volume" - TableCross(flood.mpr,demsmall.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS							
File Edit Columns Records View Help							
	flood	demsmall	NPix	Area	depth	vol	cumvol
True * 510.0	True	510.0	133	13300	21.0	279300.0	279300.0
True * 511.0	True	511.0	34	3400	20.0	68000.0	347300.0
True * 512.0	True	512.0	24	2400	19.0	45600.0	392900.0
True * 513.0	True	513.0	29	2900	18.0	52200.0	445100.0
True * 514.0	True	514.0	33	3300	17.0	56100.0	501200.0
True * 515.0	True	515.0	30	3000	16.0	48000.0	549200.0
True * 516.0	True	516.0	37	3700	15.0	55500.0	604700.0
True * 517.0	True	517.0	36	3600	14.0	50400.0	655100.0
True * 518.0	True	518.0	39	3900	13.0	50700.0	705800.0
True * 519.0	True	519.0	41	4100	12.0	49200.0	755000.0
True * 520.0	True	520.0	443	44300	11.0	487300.0	1242300.0
True * 521.0	True	521.0	99	9900	10.0	99000.0	1341300.0
True * 522.0	True	522.0	76	7600	9.0	68400.0	1409700.0
True * 523.0	True	523.0	97	9700	8.0	77600.0	1487300.0
True * 524.0	True	524.0	102	10200	7.0	71400.0	1558700.0
True * 525.0	True	525.0	105	10500	6.0	63000.0	1621700.0
True * 526.0	True	526.0	112	11200	5.0	56000.0	1677700.0
True * 527.0	True	527.0	124	12400	4.0	49600.0	1727300.0
True * 528.0	True	528.0	136	13600	3.0	40800.0	1768100.0
True * 529.0	True	529.0	130	13000	2.0	26000.0	1794100.0
True * 530.0	True	530.0	620	62000	1.0	62000.0	1856100.0
True * 531.0	True	531.0	204	20400	0.0	0.0	1856100.0
Min	True	510.0	24	2400	0.0	0.0	279300.0
Max	True	531.0	620	62000	21.0	487300.0	1856100.0
Avg		520.5	122	12200	10.5	84368.2	1117090.9
StD		6.5	144	14354	6.5	103673.9	583417.6
Sum		11451.0	2684	268400	231.0	1856100.0	24576000.0

Şekil 4.18. Yayladağı Pulluyazı Göleti hacim hesaplama sonuçları

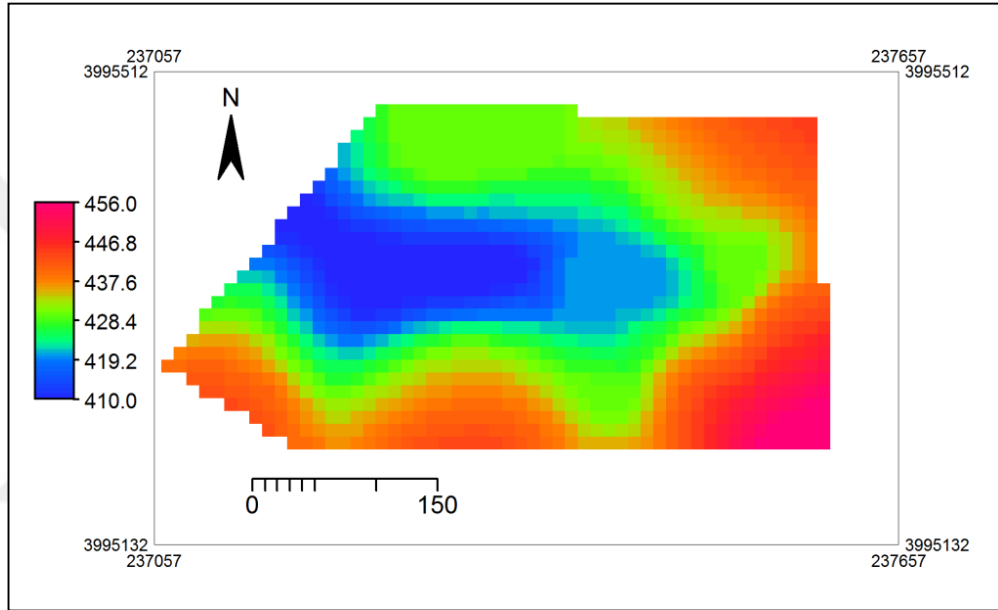


Şekil 4.19. Yayladağı Pulluyazı Göleti kot-hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacmin, gerçekteki hacimden yaklaşık 119,000 m³ daha az olduğu görülmüştür

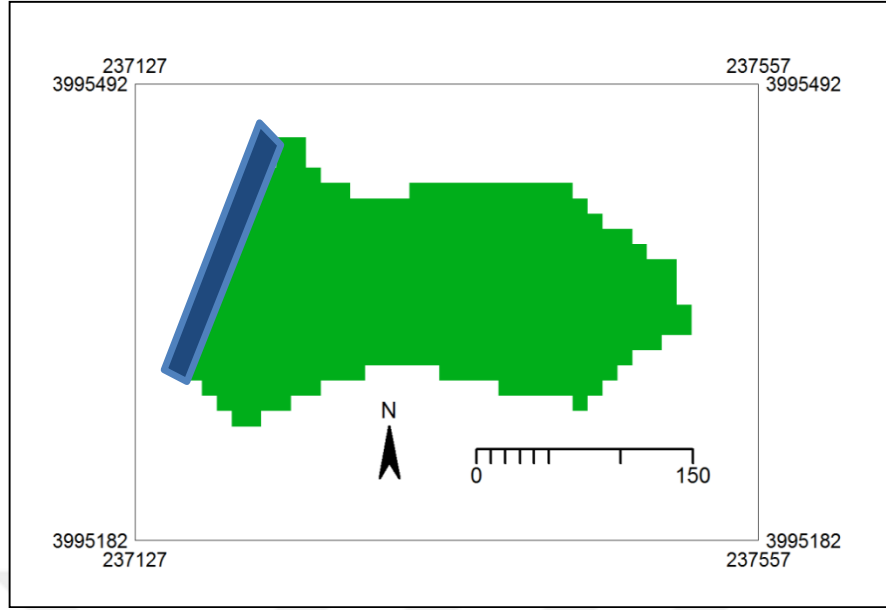
4.6. Yayladağı Dağdüzü Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Yayladağı ilçesi sınırları içerisinde bulunan; Sırtlanizi köyünün tarımsal sulama ihtiyacını karşılayan, Dağdüzü göletinin inşaatı 2014 yılında tamamlanmıştır. Dağdüzü Göleti ile ilgili mevcut sayısal topografik verilerden 10X10 hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Dağdüzü Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Sayısal yükseklik haritasına göre göletin bulunduğu bölgede en düşük kotun 410 metre, en yüksek kotun ise 456 metre olduğu görülmektedir. Sırtlanizi Deresi üzerinde bulunan göletin talvek kotu 390 metre, kret kotu 417 metre olup, kret uzunluğu 137 metre ve maksimum gövde yüksekliği 27 metredir. Göletin maksimum su kotu 415.59 metre olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 336,900 m³'tür. Gölet için oluşturulan sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı Şekil 4.21'de, uydu görüntüsü ise Şekil 4.22'de görülmektedir.



Şekil 4.21. Dağdüzü Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

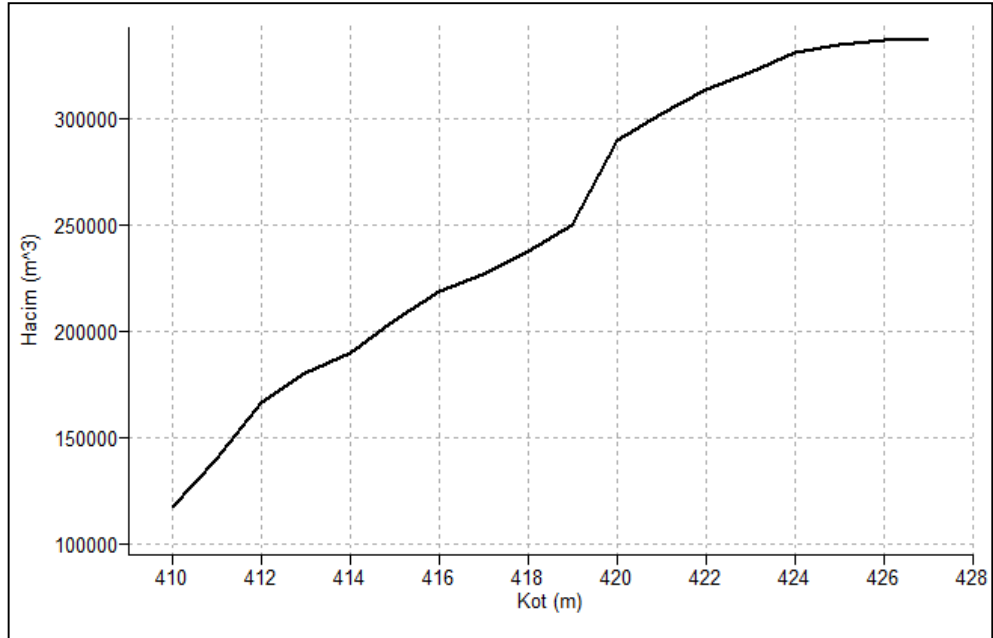


Şekil 4.22. Dağdüzü Göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre göletin brüt depolama hacmi $337\,300\text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili işlemler Şekil 4.23’de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.24’de gösterilmiştir.

Dependent Table "volz" - TableCross(floodz.mpr,demsmallz.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS							
File Edit Columns Records View Help							
cumvol = ColumnCumulative(vol)							
	floodz	demsmallz	NPix	Area	depth	vol	cumvol
True * 410.0	True	410.0	69	6900	17.0	117300.0	117300.0
True * 411.0	True	411.0	14	1400	16.0	22400.0	139700.0
True * 412.0	True	412.0	18	1800	15.0	27000.0	166700.0
True * 413.0	True	413.0	10	1000	14.0	14000.0	180700.0
True * 414.0	True	414.0	7	700	13.0	9100.0	189800.0
True * 415.0	True	415.0	13	1300	12.0	15600.0	205400.0
True * 416.0	True	416.0	12	1200	11.0	13200.0	218600.0
True * 417.0	True	417.0	8	800	10.0	8000.0	226600.0
True * 418.0	True	418.0	12	1200	9.0	10800.0	237400.0
True * 419.0	True	419.0	16	1600	8.0	12800.0	250200.0
True * 420.0	True	420.0	57	5700	7.0	39900.0	290100.0
True * 421.0	True	421.0	20	2000	6.0	12000.0	302100.0
True * 422.0	True	422.0	23	2300	5.0	11500.0	313600.0
True * 423.0	True	423.0	21	2100	4.0	8400.0	322000.0
True * 424.0	True	424.0	31	3100	3.0	9300.0	331300.0
True * 425.0	True	425.0	18	1800	2.0	3600.0	334900.0
True * 426.0	True	426.0	24	2400	1.0	2400.0	337300.0
True * 427.0	True	427.0	25	2500	0.0	0.0	337300.0
Min	True	410.0	7	700	0.0	0.0	117300.0
Max	True	427.0	69	6900	17.0	117300.0	337300.0
Avg		418.5	22	2211	8.5	18738.9	250055.6
StD		5.3	16	1629	5.3	26295.1	73338.0
Sum		7533.0	398	39800	153.0	337300.0	4501000.0

Şekil 4.23. Dağdüzü Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

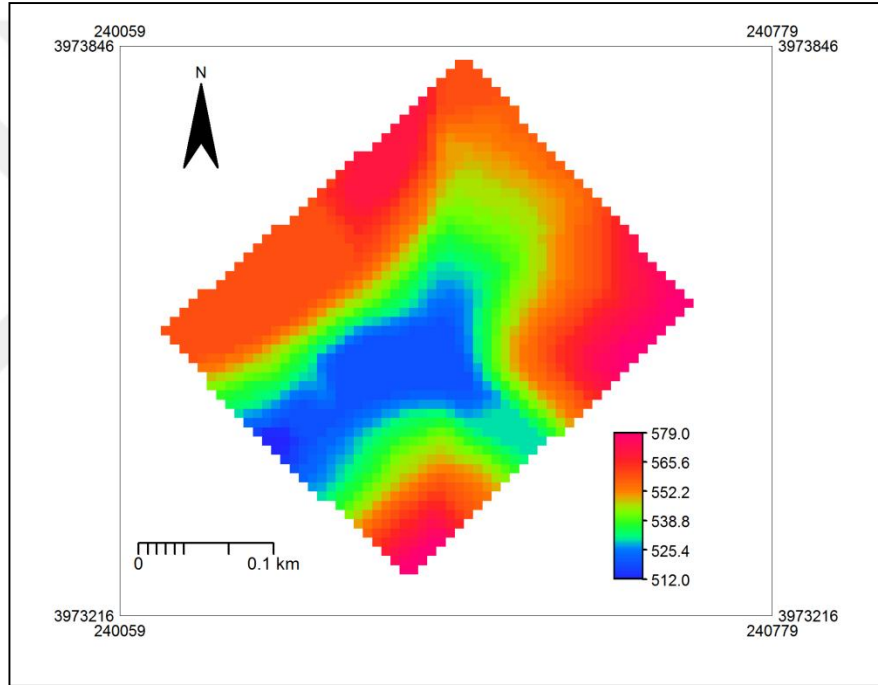


Şekil 4.24. Dağdüzü Göleti kot-hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacmin, gerçekteki hacimden sadece 400 m³ daha fazla olduğu görülmüştür.

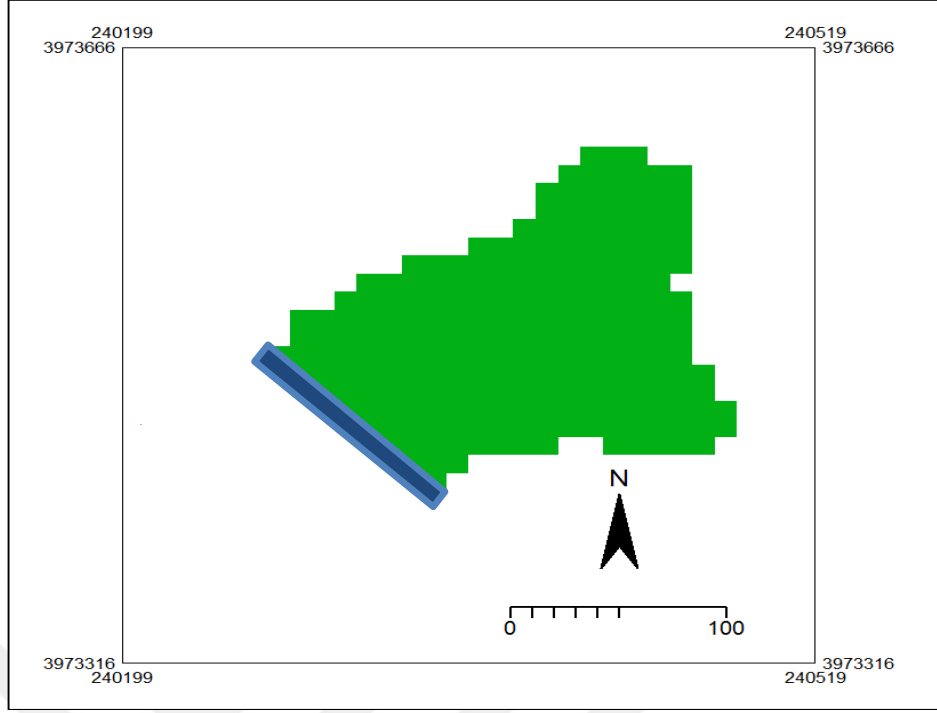
4.7. Kızılçat Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Kızılçat Göleti, Hatay'ın Yayladağı ilçesi sınırları içerisinde 2014 yılında faaliyete geçmiştir. Kızılçat Göleti ile ilgili mevcut sayısal topografik veriler kullanılarak 10X10 metre hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Kızılçat Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi, raster harita olarak göletin brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Göletin bulunduğu bölgede minimum kot 521.0 m, maksimum kot ise 579.0 metredir. Kret kotu 532.80 m ve kret uzunluğu 162 metre olan göletin maksimum gövde yüksekliği 20.8 m'dir. Dolamaç Deresi üzerinde bulunan göletin talvek kotu 150 metre ve maksimum su kotu 531.25 metredir. Bu kotta göletin brüt depolama hacmi 241,084 m³'tür. Gölet için oluşturulan sanal baraj gövdesi Şekil 4.26'da, göletin uydu görüntüsü ise Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.26. Kızılcat Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

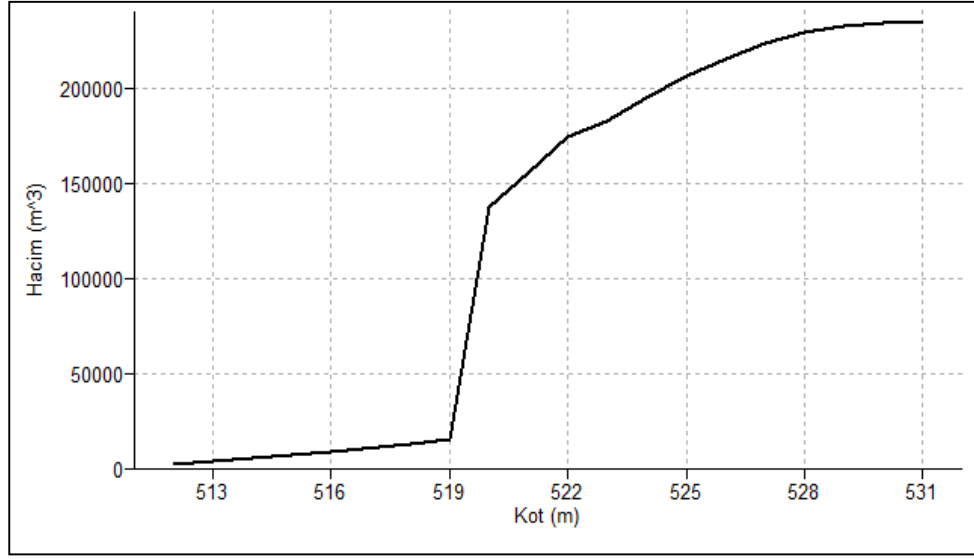


Şekil 4.27. Kızılcat Göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre göletin brüt depolama hacmi 234.600 m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili işlemler Şekil 4.28’de, programın grafik menüsünden elde edilen Kot-Hacim grafiği ise Şekil 4.29’da gösterilmiştir.

Dependent Table "volume" - TableCross(floods.mpr,demsmall.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS							
File Edit Columns Records View Help							
	floods	demsmall	NPix	Area	depth	vol	cumvol
True * 512.0	True	512.0	1	100	19.0	1900.0	1900.0
True * 513.0	True	513.0	1	100	18.0	1800.0	3700.0
True * 514.0	True	514.0	1	100	17.0	1700.0	5400.0
True * 515.0	True	515.0	1	100	16.0	1600.0	7000.0
True * 516.0	True	516.0	1	100	15.0	1500.0	8500.0
True * 518.0	True	518.0	3	300	13.0	3900.0	12400.0
True * 519.0	True	519.0	2	200	12.0	2400.0	14800.0
True * 520.0	True	520.0	112	11200	11.0	123200.0	138000.0
True * 521.0	True	521.0	18	1800	10.0	18000.0	156000.0
True * 522.0	True	522.0	21	2100	9.0	18900.0	174900.0
True * 523.0	True	523.0	10	1000	8.0	8000.0	182900.0
True * 524.0	True	524.0	18	1800	7.0	12600.0	195500.0
True * 525.0	True	525.0	19	1900	6.0	11400.0	206900.0
True * 526.0	True	526.0	17	1700	5.0	8500.0	215400.0
True * 527.0	True	527.0	22	2200	4.0	8800.0	224200.0
True * 528.0	True	528.0	17	1700	3.0	5100.0	229300.0
True * 529.0	True	529.0	17	1700	2.0	3400.0	232700.0
True * 530.0	True	530.0	19	1900	1.0	1900.0	234600.0
True * 531.0	True	531.0	18	1800	0.0	0.0	234600.0
Min	True	512.0	1	100	0.0	0.0	1900.0
Max	True	531.0	112	11200	19.0	123200.0	234600.0
Avg		521.7	17	1674	9.3	12347.4	130457.9
StD		6.0	25	2452	6.0	27428.6	99746.8
Sum		9913.0	318	31800	176.0	234600.0	2478700.0

Şekil 4.28. Kızıılçat Göleti hacim hesaplama sonucu

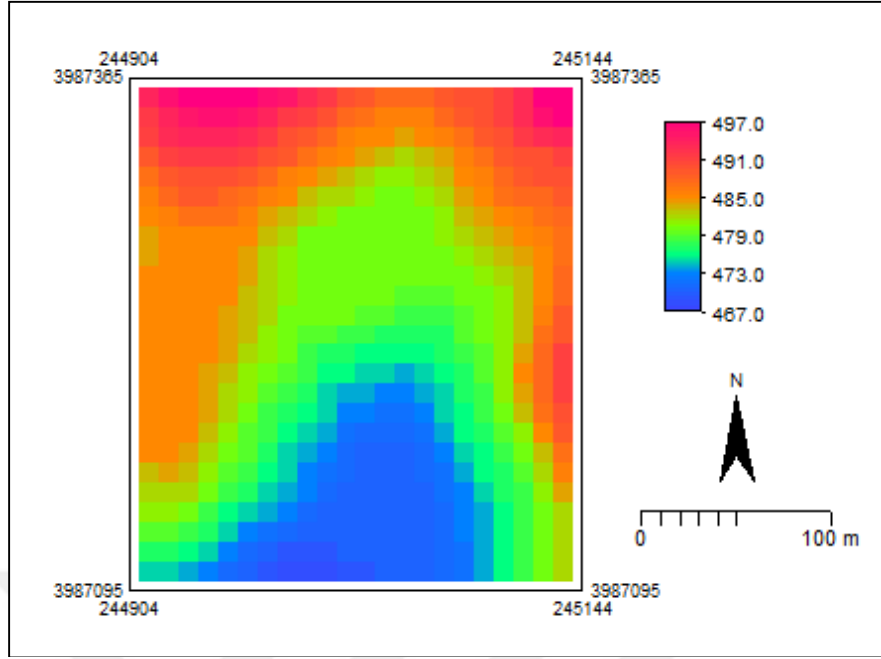


Şekil 4.29. Kızılcıat Göleti kot-hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacmin, gerçekteki hacimden yaklaşık 6500 m³ daha az olduğu görülmüştür.

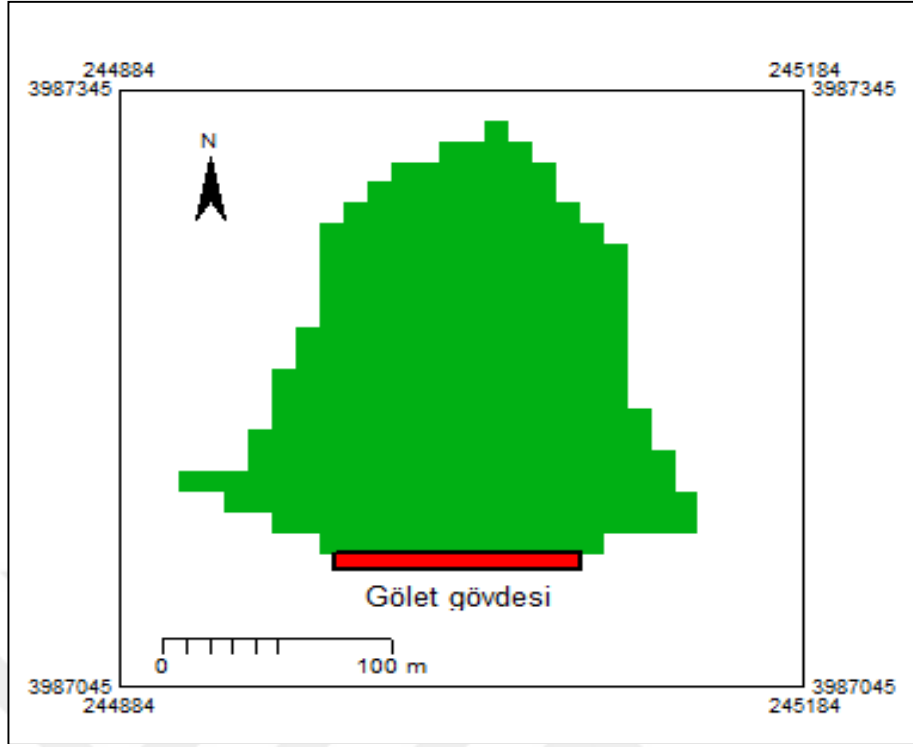
4.8. Yayladağ Yoncakaya Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Yayladağı ilçesi sınırları içerisinde bulunan ve 2016 yılında inşaatı tamamlanan Yoncakaya Göletinin mevcut sayısal topografik verileri kullanılarak den 10X10 metre hücre boyutuna sahip yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Yoncakaya Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi, göletin brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Göletin kret kotu 482 metre olarak alınmış ve bu kottaki hacmi hesaplanmıştır. Göletin bulunduğu bölgede maksimum yükseklik 497 metre minimum yükseklik ise 467 metredir. Verdi Deresi üzerinde bulunan göletin talvek kotu 469.90 m ve maksimum su kotu 483.17 metredir. Maksimum su kotunda göletin brüt depolama hacmi 100,708 m³'tür. Kret kotu 484.00 m olan göletin, kret uzunluğu 185 m ve maksimum gövde yüksekliği 14.1 metredir. Bu gölet için oluşturulan sanal baraj gövdesi Şekil 4.31'de, göletin uydu görüntüsü ise Şekil 4.32'da verilmiştir.



Şekil 4.31. Yoncakaya Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

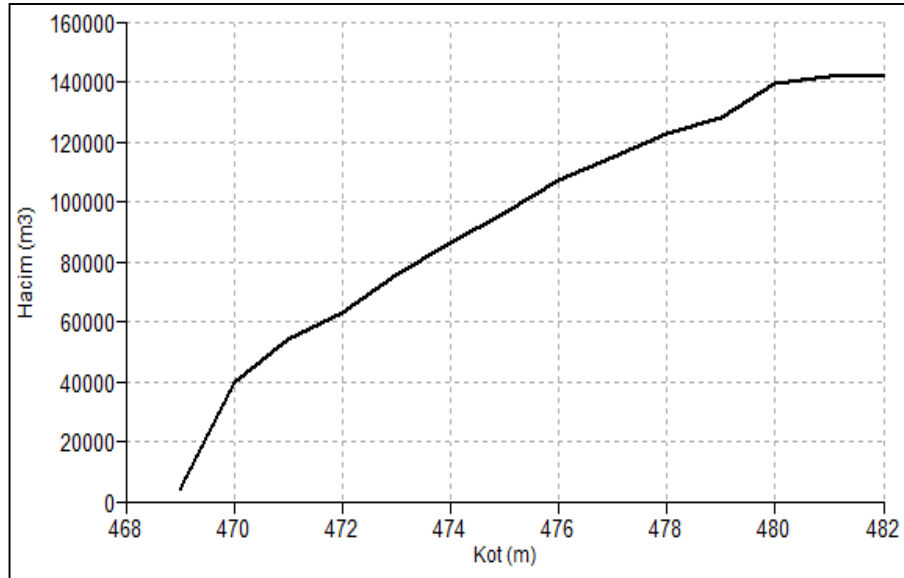


Şekil 4.32. Yoncakaya göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre göletin brüt depolama hacmi 141,900m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili sonuçlar Şekil 4.33'te, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise şekil 4.34'te verilmiştir.

Dependent Table "volzz" - TableCross(floodz.mpr,smallz.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS								
File Edit Columns Records View Help								
	floodz	smallz	NPix	Area	depth	vol	cumvol	
True *	469.0	True	469.0	3	300	13.0	3900.0	3900.0
True *	470.0	True	470.0	30	3000	12.0	36000.0	39900.0
True *	471.0	True	471.0	13	1300	11.0	14300.0	54200.0
True *	472.0	True	472.0	9	900	10.0	9000.0	63200.0
True *	473.0	True	473.0	14	1400	9.0	12600.0	75800.0
True *	474.0	True	474.0	13	1300	8.0	10400.0	86200.0
True *	475.0	True	475.0	15	1500	7.0	10500.0	96700.0
True *	476.0	True	476.0	17	1700	6.0	10200.0	106900.0
True *	477.0	True	477.0	16	1600	5.0	8000.0	114900.0
True *	478.0	True	478.0	20	2000	4.0	8000.0	122900.0
True *	479.0	True	479.0	18	1800	3.0	5400.0	128300.0
True *	480.0	True	480.0	55	5500	2.0	11000.0	139300.0
True *	481.0	True	481.0	26	2600	1.0	2600.0	141900.0
True *	482.0	True	482.0	25	2500	0.0	0.0	141900.0
Min	True	469.0	3	300	0.0	0.0	3900.0	
Max	True	482.0	55	5500	13.0	36000.0	141900.0	
Avg		475.5	20	1957	6.5	10135.7	94000.0	
StD		4.2	12	1235	4.2	8433.3	42274.5	
Sum		6657.0	274	27400	91.0	141900.0	1316000.0	

Şekil 4.33. Yoncakaya Göleti hacim hesaplama sonuçları

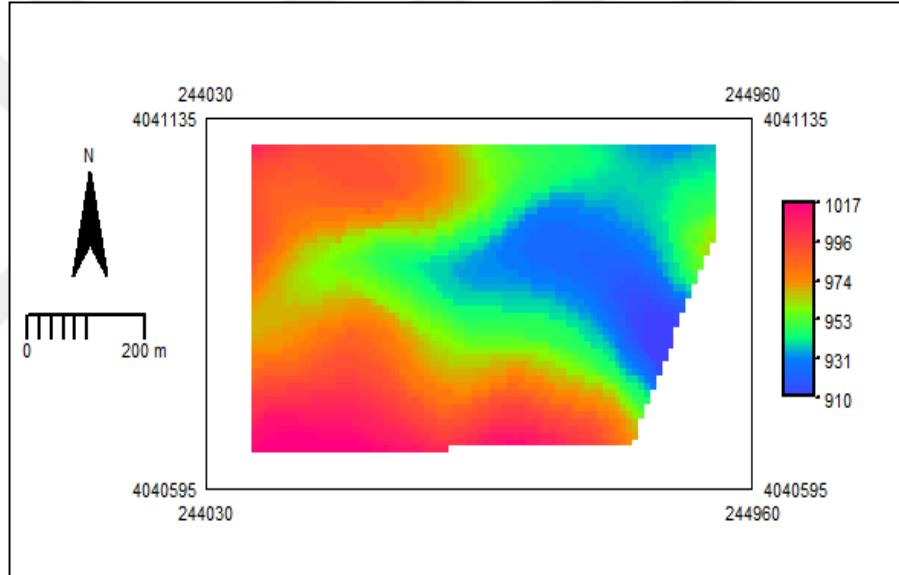


Şekil 4.34. Yoncakaya Göleti kot -hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacmin, gerçekteki hacimden yaklaşık 41,000 m³ fazla olduğu görülmüştür.

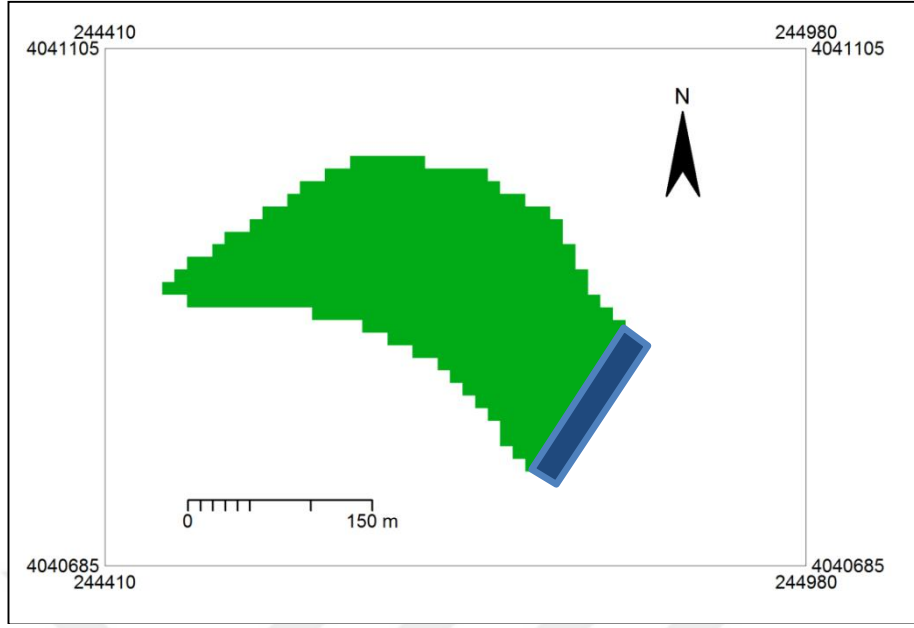
4.9. Belen Güzelyayla Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Belen ilçesi sınırlarında bulunan ve 2013 yılında Güzelyayla köyünün tarımsal sulama ihtiyacını karşılamak amacıyla inşaa edilen Güzelyayla göleti ile ilgili mevcut sayısal topografik verilerden 10X10 metre hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.35’de gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Güzelyayla Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi raster harita olarak göletin brüt depolama kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Göletin bulunduğu bölgede en düşük kotun 910.0 m, en yüksek kotun ise 1017.0 m olduğu görülmektedir. Talvek kotu 909.00 m olan gölet Yılanlı Dere üzerinde bulunmaktadır. Göletin maksimum su kotu 934.29 m olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 283,457 m³'tür. Kret kotu 935.65 m olup, kret uzunluğu 109.73 m ve maksimum gövde yüksekliği 26.65 m'dir. Gölet için CBS ile oluşturulan sanal baraj gövdesi Şekil 4.36'da uydu görüntüsü ise Şekil 4.37'de verilmiştir.



Şekil 4.36. Güzelyayla Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

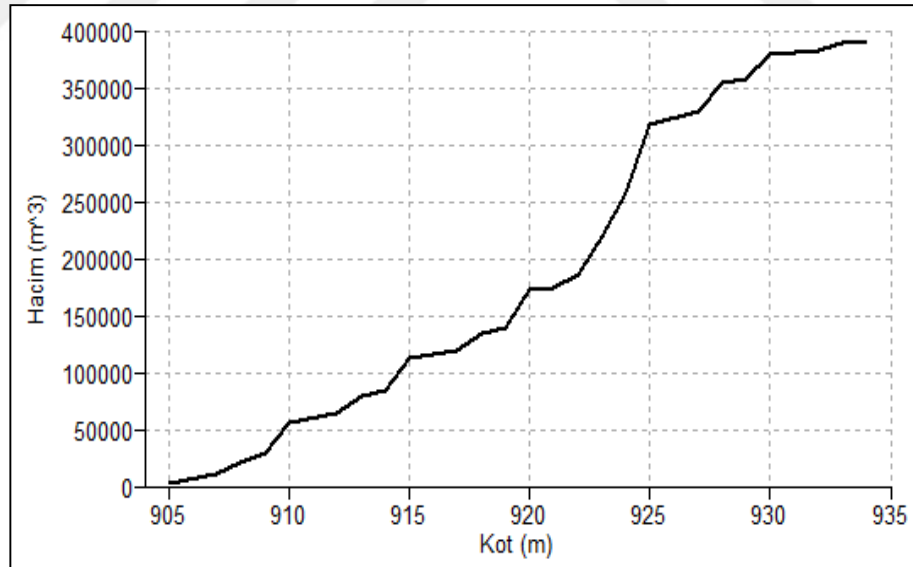


Şekil 4.37. Güzelyayla Göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre yapılan hacim hesaplaması sonucu göletin brüt depolama hacmi 389.300 m^3 olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili işlemler Şekil 4.38'de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.39'da verilmiştir.

Dependent Table "volxxx" - TableCross(floodzzzzz.mpr,demsmallxx.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS									
File Edit Columns Records View Help									
cumvol = ColumnCumulative[vol]									
	floodz	demsmall	NPix	Area	depth	vol	cumvol		
True	*	905.0	True	905.0	1	100	29.0	2900.0	2900.0
True	*	907.0	True	907.0	3	300	27.0	8100.0	11000.0
True	*	908.0	True	908.0	4	400	26.0	10400.0	21400.0
True	*	909.0	True	909.0	3	300	25.0	7500.0	28900.0
True	*	910.0	True	910.0	11	1100	24.0	26400.0	55300.0
True	*	912.0	True	912.0	4	400	22.0	8800.0	64100.0
True	*	913.0	True	913.0	7	700	21.0	14700.0	78800.0
True	*	914.0	True	914.0	3	300	20.0	6000.0	84800.0
True	*	915.0	True	915.0	15	1500	19.0	28500.0	113300.0
True	*	917.0	True	917.0	4	400	17.0	6800.0	120100.0
True	*	918.0	True	918.0	9	900	16.0	14400.0	134500.0
True	*	919.0	True	919.0	3	300	15.0	4500.0	139000.0
True	*	920.0	True	920.0	24	2400	14.0	33600.0	172600.0
True	*	921.0	True	921.0	2	200	13.0	2600.0	175200.0
True	*	922.0	True	922.0	9	900	12.0	10800.0	186000.0
True	*	923.0	True	923.0	31	3100	11.0	34100.0	220100.0
True	*	924.0	True	924.0	38	3800	10.0	38000.0	258100.0
True	*	925.0	True	925.0	66	6600	9.0	59400.0	317500.0
True	*	927.0	True	927.0	17	1700	7.0	11900.0	329400.0
True	*	928.0	True	928.0	42	4200	6.0	25200.0	354600.0
True	*	929.0	True	929.0	6	600	5.0	3000.0	357600.0
True	*	930.0	True	930.0	57	5700	4.0	22800.0	380400.0
True	*	931.0	True	931.0	2	200	3.0	600.0	381000.0
True	*	932.0	True	932.0	15	1500	2.0	3000.0	384000.0
True	*	933.0	True	933.0	53	5300	1.0	5300.0	389300.0
True	*	934.0	True	934.0	13	1300	0.0	0.0	389300.0
Min		True	905.0	1	100	0.0	0.0	2900.0	
Max		True	934.0	66	6600	29.0	59400.0	389300.0	
Avg			920.2	17	1700	13.8	14973.1	198046.2	
StD			8.8	19	1899	8.8	14494.8	138619.5	
Sum			23926.0	442	44200	358.0	389300.0	5149200.0	

Şekil 4.38. Güzelyayla Göleti hacim hesaplama sonuçları

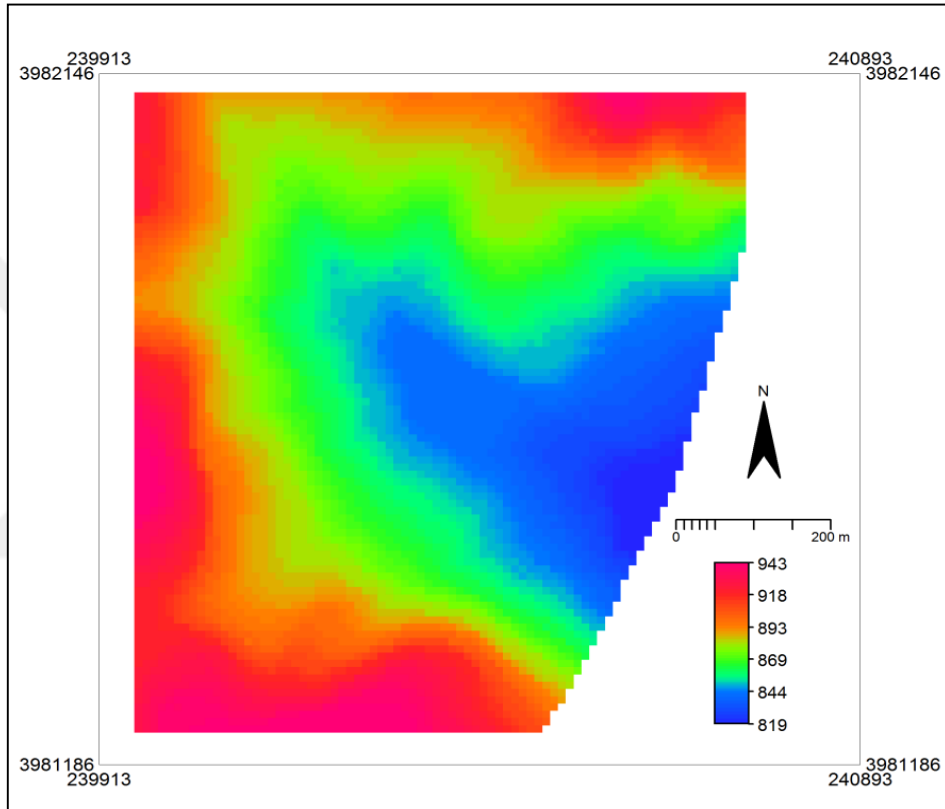


Şekil 4.39. Güzelyayla Göleti kot-hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacim gerçekteki hacimden yaklaşık 100,000 m³ fazla olduğu görülmüştür.

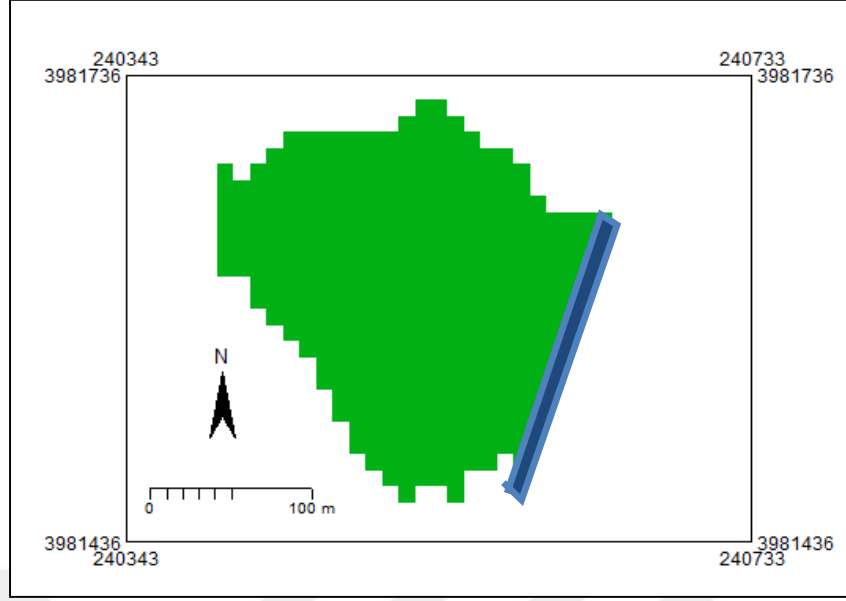
4.10. Yayladağı Hisarcık Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Yayladağı ilçesi sınırlarında bulunan ve 2010 yılında inşaatı biten Hisarcık Göleti ile ilgili mevcut topografik verilerden 10X10 metre hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40. Hisarcık Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Sayısal yükseklik haritası verilerine göre göletin bulunduğu bölgede en düşük kot 819.0 m, en yüksek kot ise 943 metredir. Gölet Sarıkaya Deresi üzerinde bulunmaktadır. Talveg Kotu 827.00 m olan göletin maksimum su kotu yaklaşık 840 m olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 230,909 m³'tür. Göletin kret kotu 841.15 m olup, kret uzunluğu 231.42 metredir ve maksimum gövde yüksekliği 14.15 m'dir. Oluşturulan sanal baraj gövdesi ve su yüzeyi alanı Şekil 4.41'de uydu görüntüsü ise Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.41. Hisarcık Göleti sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

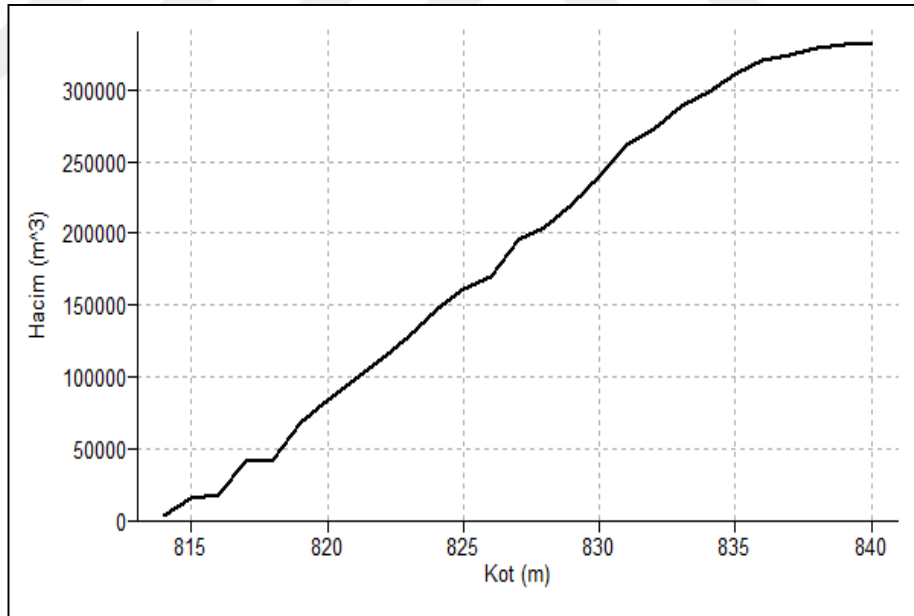


Şekil 4.42. Hisarcık Göleti uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre göletin brüt depolama hacmi 332.100 m^3 olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili işlemler ve sonuçlar Şekil 4.43.'de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.44'de verilmiştir.

Dependent Table "volz" - TableCross(floodz.mpr,demsmall.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS								
File Edit Columns Records View Help								
cumvol = ColumnCumulative{vol}								
	floodz	demsmall	NPix	Area	depth	vol	cumvol	
True *	814.0	True	814.0	1	100	26.0	2600.0	2600.0
True *	815.0	True	815.0	5	500	25.0	12500.0	15100.0
True *	816.0	True	816.0	1	100	24.0	2400.0	17500.0
True *	817.0	True	817.0	10	1000	23.0	23000.0	40500.0
True *	818.0	True	818.0	1	100	22.0	2200.0	42700.0
True *	819.0	True	819.0	12	1200	21.0	25200.0	67900.0
True *	820.0	True	820.0	8	800	20.0	16000.0	83900.0
True *	821.0	True	821.0	7	700	19.0	13300.0	97200.0
True *	822.0	True	822.0	8	800	18.0	14400.0	111600.0
True *	823.0	True	823.0	10	1000	17.0	17000.0	128600.0
True *	824.0	True	824.0	11	1100	16.0	17600.0	146200.0
True *	825.0	True	825.0	10	1000	15.0	15000.0	161200.0
True *	826.0	True	826.0	6	600	14.0	8400.0	169600.0
True *	827.0	True	827.0	20	2000	13.0	26000.0	195600.0
True *	828.0	True	828.0	7	700	12.0	8400.0	204000.0
True *	829.0	True	829.0	15	1500	11.0	16500.0	220500.0
True *	830.0	True	830.0	19	1900	10.0	19000.0	239500.0
True *	831.0	True	831.0	24	2400	9.0	21600.0	261100.0
True *	832.0	True	832.0	15	1500	8.0	12000.0	273100.0
True *	833.0	True	833.0	23	2300	7.0	16100.0	289200.0
True *	834.0	True	834.0	16	1600	6.0	9600.0	298800.0
True *	835.0	True	835.0	23	2300	5.0	11500.0	310300.0
True *	836.0	True	836.0	27	2700	4.0	10800.0	321100.0
True *	837.0	True	837.0	12	1200	3.0	3600.0	324700.0
True *	838.0	True	838.0	24	2400	2.0	4800.0	329500.0
True *	839.0	True	839.0	26	2600	1.0	2600.0	332100.0
True *	840.0	True	840.0	32	3200	0.0	0.0	332100.0
Min		True	814.0	1	100	0.0	0.0	2600.0
Max		True	840.0	32	3200	26.0	26000.0	332100.0
Avg			827.0	14	1381	13.0	12300.0	185785.2
StD			7.9	9	866	7.9	7392.3	113304.6
Sum			22329.0	373	37300	351.0	332100.0	5016200.0

Şekil 4.43. Hisarcık Göleti hacim hesaplama sonuçları

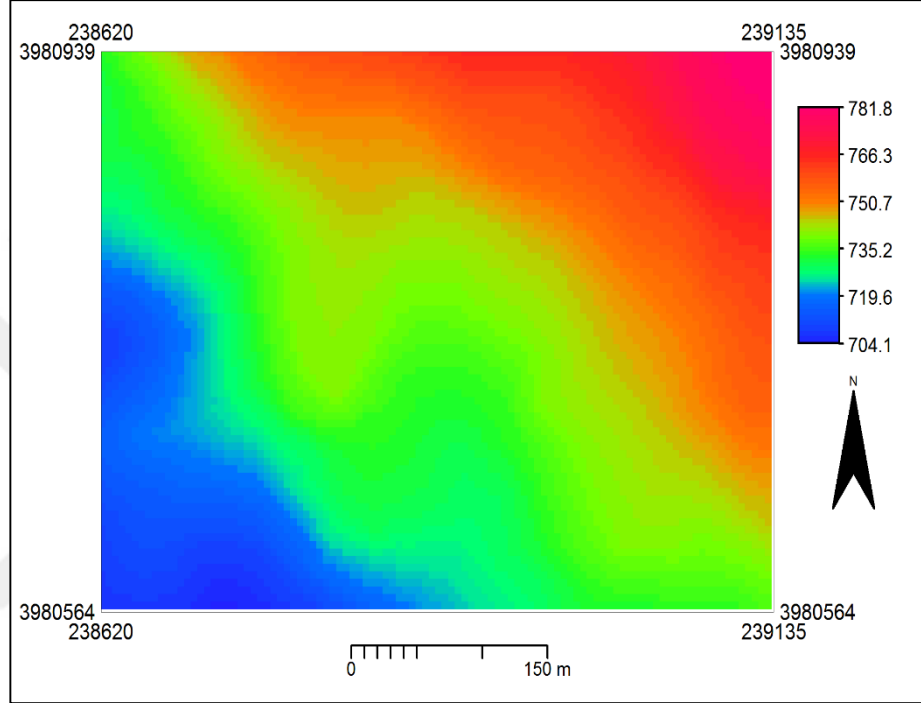


Şekil 4.44. Hisarcık Göleti kot-hacim grafiği

Yapılan hacim hesaplamaları sonucunda, tahmin edilen hacim gerçekteki hacimden yaklaşık 100,000 m³ fazla olduğu görülmüştür.

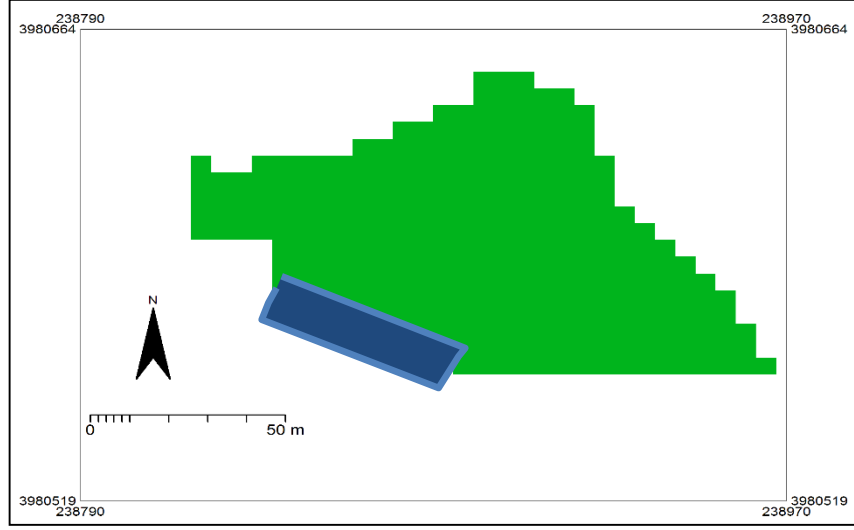
4.11. Yalaz Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Yayladağı ilçesi sınırlarında bulunan ve 2011 yılında inşaatı biten Yalaz Göleti ile ilgili mevcut topografik verilerden 10X10 metre hücre boyutuna sahip sayısal yükseklik haritası geliştirilmiştir. Geliştirilen sayısal yükseklik haritası Şekil 4.45’de verilmiştir.



Şekil 4.45. Yalaz Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Gölet Kuru Dere üzerinde bulunmaktadır. Talvek Kotu 720.00 m olan göletin maksimum su kotu yaklaşık 730.50 m olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 22.058 m³'tür. Göletin kret kotu 732.00 m olup, kret uzunluğu 128 metredir ve maksimum gövde yüksekliği 12 metredir. Oluşturulan sanal baraj gövdesi ve su yüzeyi alanı Şekil 4.46’da, uydu görüntüsü ise Şekil 4.47’de verilmiştir.



Şekil 4.46. Yalaz Gölü sanal baraj gövdesi

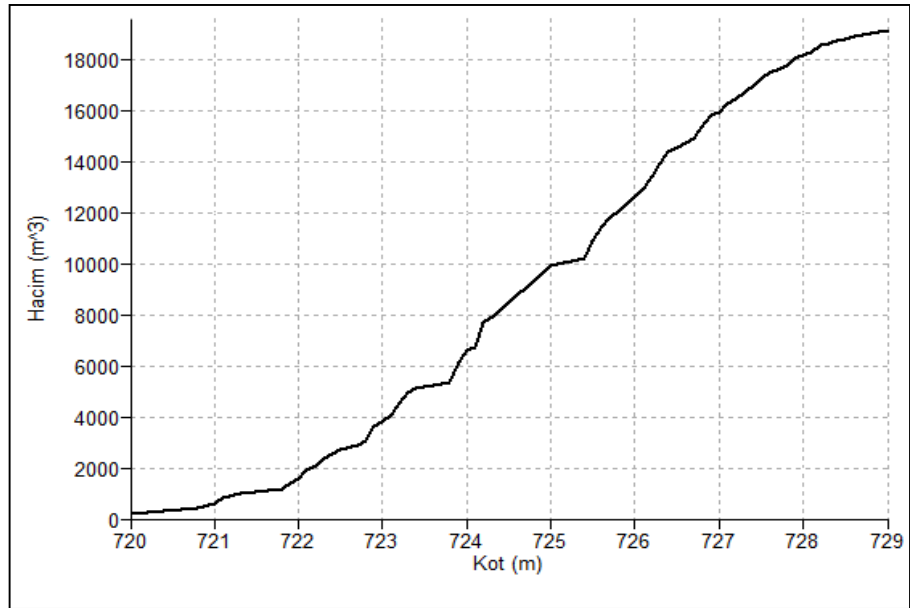


Şekil 4.47. Yalaz Gölü uydu görüntüsü

Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre yapılan hacim hesaplaması sonucu göletin brüt depolama hacmi 19.082 m^3 olarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili işlemler Şekil 4.48'de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.49'da verilmiştir.

Dependent Table "yalaztable" - TableCross(floodyalaz.mpr,demsmally.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS							
File Edit Columns Records View Help							
Cumvol = ColumnCumulative{vol}							
	floodyalaz	demsmally	NPix	Area	depth	vol	Cumvol
True * 726.9	True	726.9	9	225	2.1	472.5	15840.0
True * 727.0	True	727.0	2	50	2.0	100.0	15940.0
True * 727.1	True	727.1	8	200	1.9	380.0	16320.0
True * 727.2	True	727.2	3	75	1.8	135.0	16455.0
True * 727.3	True	727.3	7	175	1.7	297.5	16752.5
True * 727.4	True	727.4	6	150	1.6	240.0	16992.5
True * 727.5	True	727.5	7	175	1.5	262.5	17255.0
True * 727.6	True	727.6	7	175	1.4	245.0	17500.0
True * 727.7	True	727.7	4	100	1.3	130.0	17630.0
True * 727.8	True	727.8	5	125	1.2	150.0	17780.0
True * 727.9	True	727.9	11	275	1.1	302.5	18082.5
True * 728.0	True	728.0	5	125	1.0	125.0	18207.5
True * 728.1	True	728.1	5	125	0.9	112.5	18320.0
True * 728.2	True	728.2	12	300	0.8	240.0	18560.0
True * 728.3	True	728.3	4	100	0.7	70.0	18630.0
True * 728.4	True	728.4	9	225	0.6	135.0	18765.0
True * 728.5	True	728.5	6	150	0.5	75.0	18840.0
True * 728.6	True	728.6	9	225	0.4	90.0	18930.0
True * 728.7	True	728.7	10	250	0.3	75.0	19005.0
True * 728.8	True	728.8	11	275	0.2	55.0	19060.0
True * 728.9	True	728.9	9	225	0.1	22.5	19082.5
True * 729.0	True	729.0	4	100	0.0	0.0	19082.5
Min	True	720.0	1	25	0.0	0.0	225.0
Max	True	729.0	20	500	9.0	2000.0	19082.5
Avg		725.2	5	116	3.8	293.6	10512.4
StD		2.5	4	92	2.5	284.6	6705.9
Sum		47139.2	302	7550	245.8	19082.5	683307.5

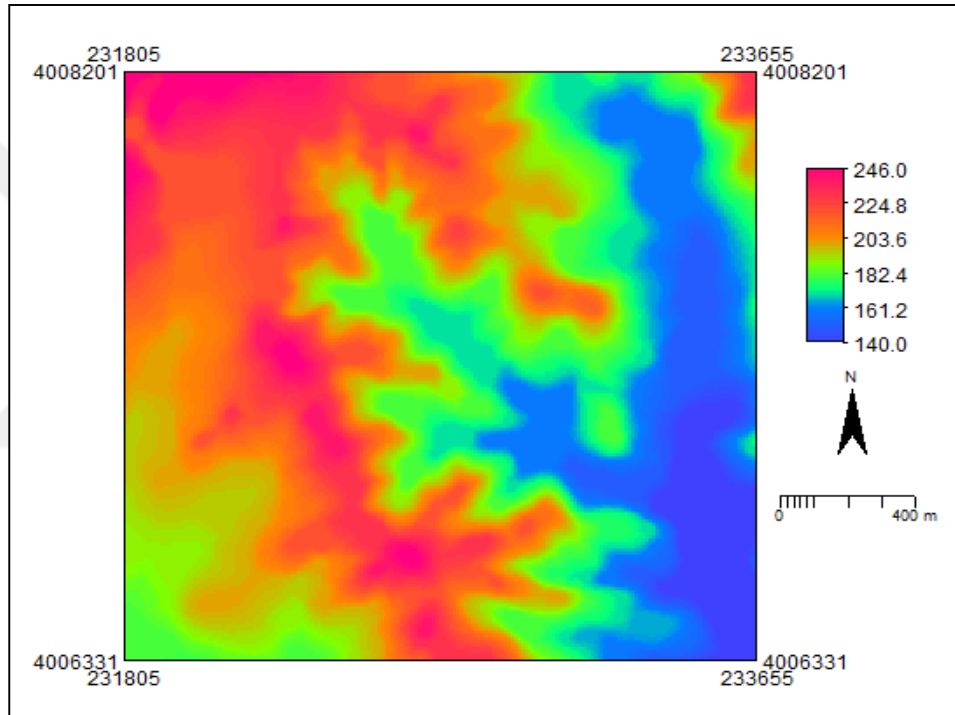
Şekil 4.48. Yalaz Göleti hacim hesaplama sonuçları



Şekil 4.49. Yalaz Göleti kot-hacim grafiği

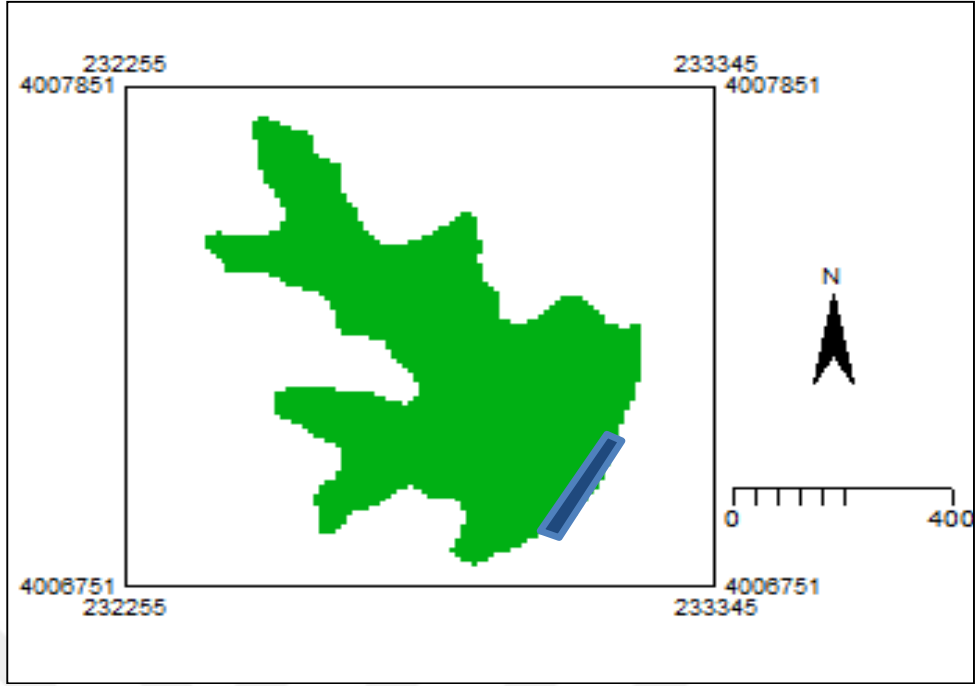
4.12. Karamanlı Göleti Hacim Hesaplama Sonuçları

Hatay-Samandağ Karamanlı göleti, Doğu Akdeniz Bölgesinde ve Hatay ili Samandağ ilçesinin kuzey doğusunda yer almaktadır. Gölet inşasına 1995 yılında başlanmış ve 2000 yılında bitirilmiştir. Göletin sulama projesi 2006 yılında hizmete girmiş ve Karamanlı Mahallesi ve Tomruksuyu köylerine ait toplam 222 ha tarım arazi proje sayesinde sulanmaktadır. Karamanlı Göleti için oluşturulan sayısal yükseklik haritası Şekil 4.50’de verilmiştir.



Şekil 4.50. Karamanlı Göleti sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritası üzerinde sanal gölet gövdesi ILWIS yazılımında raster harita olarak göletin brüt depolama hacim kotu dikkate alınarak oluşturulmuştur. Sayısal yükseklik haritasında göletin bulunduğu bölgede en düşük kot 140.0 m ve en yüksek kot ise 246.0 m dir. Gölet gövdesi, Küçük Dere üzerinde bulunmaktadır. Talveg kotu 150 m olan göletin, maksimum su kotu 185 m olup, bu kotta göletin brüt depolama hacmi 2.11 hm³'tür. Karamanlı Göleti için oluşturulan sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı Şekil 4.51’de, uydu görüntüsü ise Şekil 4.52’de verilmiştir.



Şekil 4.51. Karamanlı Gölü sanal baraj gövdesi ve oluşan su yüzeyi alanı

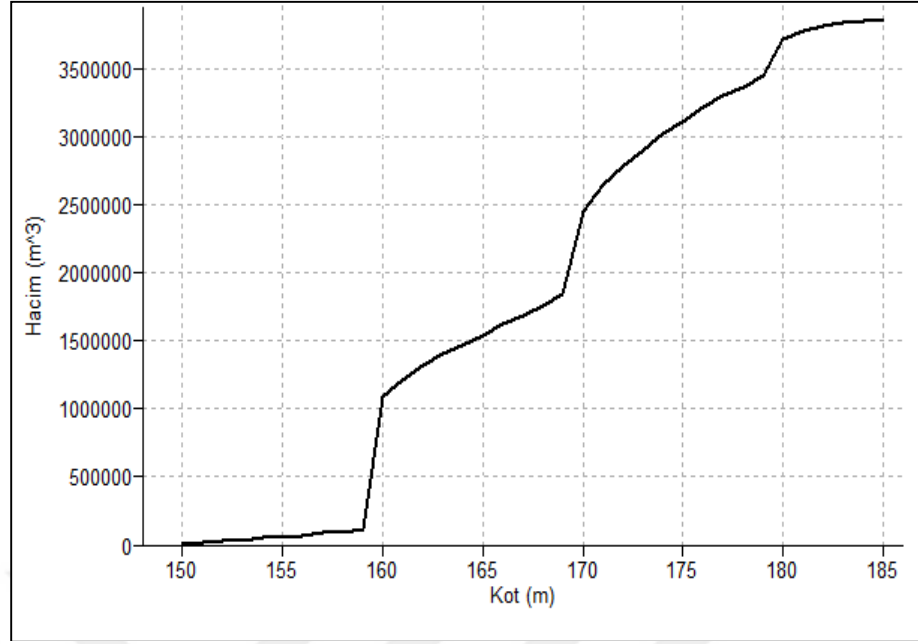


Şekil 4.52. Karamanlı Gölü uydu görüntüsü

Oluşturulan sanal baraj gövdesi ile Karamanlı Göleti uydu görüntüsü arasındaki benzerlik Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’de açıkça gözükmemektedir. Sanal gölet gövdesi için kullanılan kot bilgilerine göre maksimum 185 m kotunda, göletin brüt depolama hacmi 3,857,400 m³ olarak, su yüzey alanı ise 336,100 m² olarak hesaplanmıştır. Gölet için hesaplama sonuçları Şekil 4.53’de, programın grafik menüsünden elde edilen kot-hacim grafiği ise Şekil 4.54’de verilmiştir.

Dependent Table "volman" - TableCross(floodman.mpr,demsmallk.mpr,IgnoreUndefs) - ILWIS							
File Edit Columns Records View Help							
cumvol = ColumnCumulative(vol)							
	floodman	demsmallk	NPix	Area	depth	vol	cumvol
True * 160.0	True	160.0	387	38700	25.0	967500.0	1087900.0
True * 161.0	True	161.0	53	5300	24.0	127200.0	1215100.0
True * 162.0	True	162.0	45	4500	23.0	103500.0	1318600.0
True * 163.0	True	163.0	40	4000	22.0	88000.0	1406600.0
True * 164.0	True	164.0	30	3000	21.0	63000.0	1469600.0
True * 165.0	True	165.0	33	3300	20.0	66000.0	1535600.0
True * 166.0	True	166.0	50	5000	19.0	95000.0	1630600.0
True * 167.0	True	167.0	34	3400	18.0	61200.0	1691800.0
True * 168.0	True	168.0	43	4300	17.0	73100.0	1764900.0
True * 169.0	True	169.0	53	5300	16.0	84800.0	1849700.0
True * 170.0	True	170.0	406	40600	15.0	609000.0	2458700.0
True * 171.0	True	171.0	135	13500	14.0	189000.0	2647700.0
True * 172.0	True	172.0	107	10700	13.0	139100.0	2786800.0
True * 173.0	True	173.0	97	9700	12.0	116400.0	2903200.0
True * 174.0	True	174.0	111	11100	11.0	122100.0	3025300.0
True * 175.0	True	175.0	93	9300	10.0	93000.0	3118300.0
True * 176.0	True	176.0	114	11400	9.0	102600.0	3220900.0
True * 177.0	True	177.0	109	10900	8.0	87200.0	3308100.0
True * 178.0	True	178.0	88	8800	7.0	61600.0	3369700.0
True * 179.0	True	179.0	139	13900	6.0	83400.0	3453100.0
True * 180.0	True	180.0	538	53800	5.0	269000.0	3722100.0
True * 181.0	True	181.0	156	15600	4.0	62400.0	3784500.0
True * 182.0	True	182.0	130	13000	3.0	39000.0	3823500.0
True * 183.0	True	183.0	111	11100	2.0	22200.0	3845700.0
True * 184.0	True	184.0	117	11700	1.0	11700.0	3857400.0
True * 185.0	True	185.0	101	10100	0.0	0.0	3857400.0
Min	True	150.0	1	100	0.0	0.0	10500.0
Max	True	185.0	538	53800	35.0	967500.0	3857400.0
Avg		167.5	93	9336	17.5	107150.0	1908700.0
StD		10.5	119	11913	10.5	182309.5	1433374.9
Sum		6030.0	3361	336100	630.0	3857400.0	68713200.0

Şekil 4.53. Karamanlı Göleti hacim hesaplama sonuçları



Şekil 4.54. Karamanlı Göleti kot-hacim grafiği

4.13. Sonuçların Kıyaslanması

CBS ile sayısal yükseklik haritası kullanılarak tahmin edilen gölet hacimleri ile arazi ölçmeleri ile hesaplanan gölet hacimleri Çizelge 4.1'de yapılan istatistiksel analizlerin sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

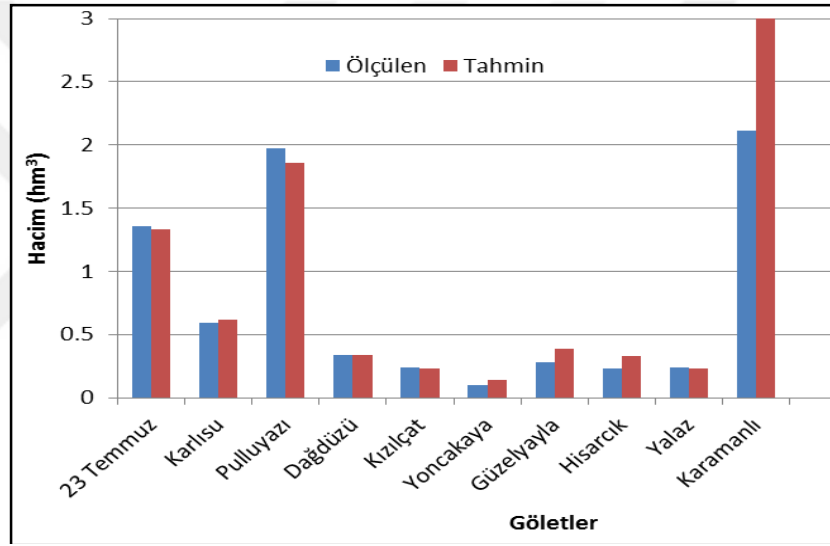
Çizelge 4.1. Göletlerin ölçülen ve tahmin edilen hacimleri

Gölet ismi	Ölçülen hacim (m³)	Tahmin edilen hacim (m³)
23 Temmuz	1353000	1329800
Karlısu	589500	620200
Pulluyazı	1975000	1856100
Dağdüzü	336900	337300
Kızılçat	241084	234600
Yoncakaya	100708	141900
Güzelyayla	283457	389300
Hisarcık	230909	332100
Yalaz	22058	19082
Karamanlı	2110000	3857400

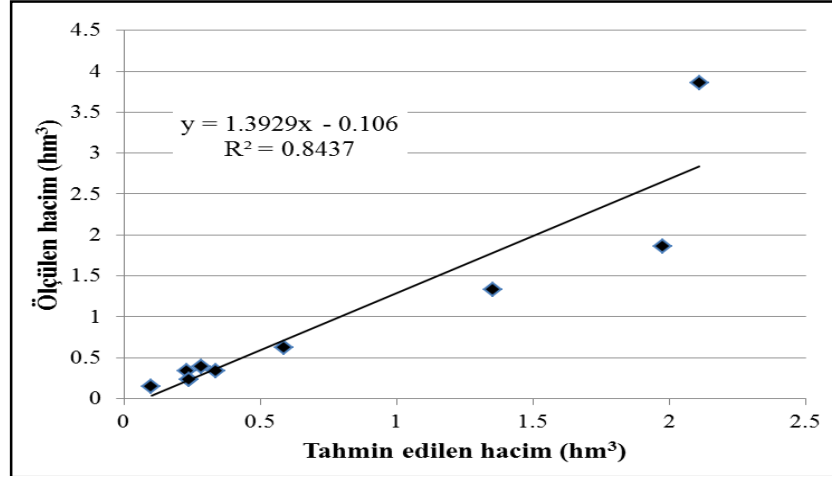
Çizelge 4.2. İstatistiksel analiz sonuçları

	R ²	Pbias	RMSE	NS	Sonuç
Karamanlı Göleti ile	0.84	-25.0837 Pias>25	0.5560	0.420579 (< 0.50)	Tahmin kötü
Karamanlı Göleti olmadan	0.99	-2.32187 Pbias<10	0.0656	0.988122 (> 0.75)	Tahmin çok iyi

Bu sonuçlara göre, tüm göletler için ölçülen ve tahmin edilen hacim değerleri Şekil 4.55’de, tüm göletler için yapılan regresyon analizi sonucu ise Şekil4.56’da görülmektedir.

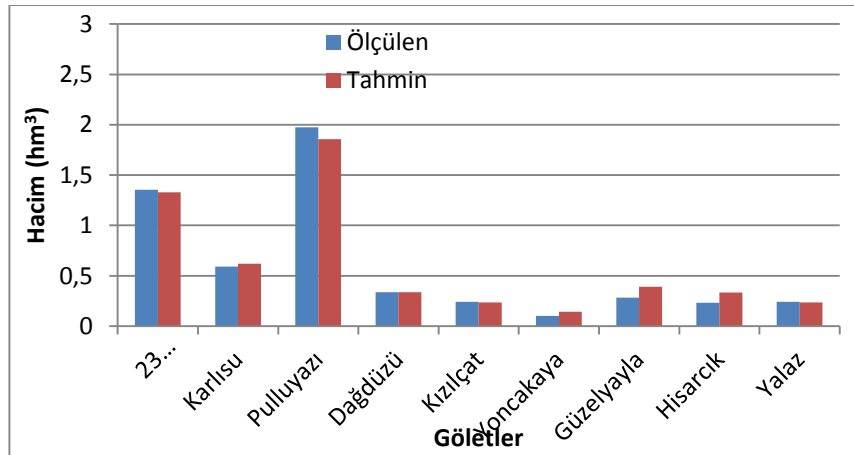


Şekil 4.55. Tüm göletler için ölçülen ve tahmin edilen hacim değerleri

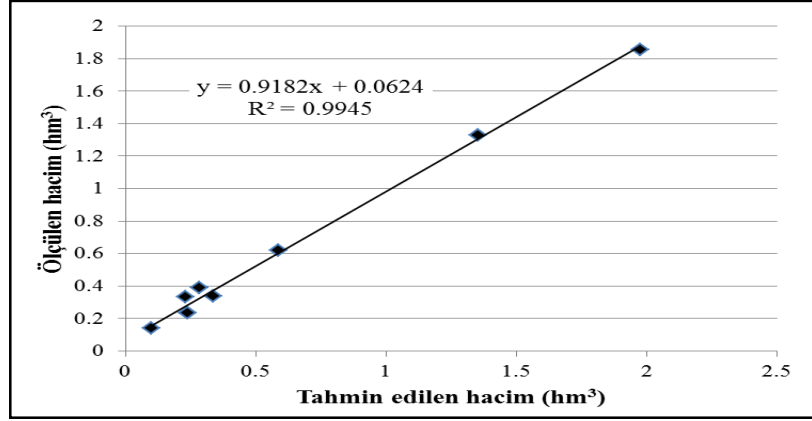


Şekil 4.56. Tüm göletler için regresyon analizi sonucu

Tüm göletler için ölçülen ve tahmin edilen hacim değerlerin için belirleme katsayısı $R^2 = 0.84$ çıkmıştır. Tüm göletler içerisinde Karamanlı Göleti için hesaplanan hacim değeri $3,857,400 \text{ m}^3$, ölçülen $2,110,000 \text{ m}^3$ değerinin çok üstünde çıkmıştır. Ölçülen değerde bir hata olabileceği ya da zamanla gölet haznesine sediment dolması veya toprak kayması gibi bir olaydan dolayı hacmin azalmış olabileceği düşünülmektedir. Bir başka neden, göletin sedimentle dolması sonucu dip savak kotunun yükseltilmesi, hacminin daha az çıkmasına neden olmuş olabilir. Karamanlı Göletinin ölçülen ve tahmin edilen değerler arasındaki farkın çok büyük olması nedeniyle bu sonuç sıra dışı değer olarak kabul edilebilir. Karamanlı Göleti verileri olmadan ölçülen ve tahmin edilen değerlere ait kıyaslama Şekil 4.57’de, regresyon analizi sonucu ise Şekil 4.58’de verilmiştir.



Şekil 4.57. Karamanlı Göleti olmadan hacim değerleri



Şekil 4.58. Karamanlı Gölü olmadan regresyon analizi sonucu

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Göletler gibi küçük su depolama yapıları özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağışın az olduğu yaz aylarında genellikle sulama ihtiyacını karşılamak amacıyla inşaa edilen su depolama yapılarıdır. Kışın yağın yağmurları, derelerden gelen suları biriktirerek kritik dönemlerde su sağlamaları açısından önemli faydalar sağlarlar. Son yıllarda yangınlara helikopterlerle acil müdahalelerde, suyu kısa mesafeden sağlama açısından önemleri daha da artmıştır. Bu küçük su depolama yapılarının planlanmasında, gerekli bilgilerin hızlı ve doğru elde edilmesi fizibilite çalışmaları ve uygun gölet yerlerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada, Hatay ilinde faaliyette bulunan 10 gölet için SYH ve CBS kullanılarak, hazne hacimleri tahmin edilmeye çalışılmış, tahmin sonuçlarının doğruluğu çeşitli istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Yayladağı 23 Temmuz Göleti'nin ölçülen brüt depolama hacmi 1,353,000 m³'tür. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile sayısal yükseklik haritasından oluşturulan sanal gölet için brüt depolama hacmi tahmini değeri ise 1,329,800 m³ çıkmıştır. Tahmin edilen değer, ölçülen değere oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Karlısu Göletinde ölçülen brüt depolama hacmi 589,500 m³ olup, CBS ile sayısal yükseklik haritasından oluşturularak tahmin edilen hacim değeri 620,200 m³'tür. Bu gölet içinde tahmin edilen ve ölçülen hacim değerleri arasındaki fark oldukça azdır.

Pulluyazı Göleti'nin ölçülen brüt depolama hacmi 1,975,000 m³'tür. CBS ve sayısal yükseklik haritasından tahmin edilen gölet brüt depolama hacmi ise 1,856,100 m³ olarak tahmin edilmiştir. Bu göletin hacminin, diğer göletlere göre çok büyük olduğu dikkate alınırsa fark oldukça az çıkmıştır.

Dağdüzü Göleti'nin ölçülen brüt depolama hacmi 336,900 m³ olup, CBS ve sayısal yükseklik haritası ile tahmin edilen gölet brüt depolama hacmi ise 337,300 m³'dür. Aradaki fark yok denecek kadar az çıkmıştır.

Kızılçat Göleti'nin ölçülen gölet brüt depolama hacmi 241,094 m³, CBS ve sayısal yükseklik modeli oluşturularak yapılan gölet brüt depolama hacmi tahmini değeri ise 234,600 m³ olarak hesaplanmıştır. Tahmin edilen ve ölçülen hacim arasında yaklaşık 6500 m³ fark çıkmıştır. Gölet hacmine göre farkın oldukça az olduğu söylenebilir.

Yoncakaya Göleti ölçülen brüt depolama hacmi 100,708 m³ CBS ve sayısal yükseklik haritasından oluşturularak yaptığımız gölet brüt depolama hacminin tahmini değeri 141,900 m³ çıkmıştır. Tahmin değeri 40 192 m³ fazla çıkmıştır. Yoncakaya Göleti siltasyon sebebi ile dolmuş olabileceği, ölçüm işleminin daha sonra yapılması sonucu ölçülen hazne hacminin daha az çıktığı düşünülmektedir.

Güzelyayla Göleti'nin ölçülen brüt depolama hacmi 283,457 m³, tahmin edilen gölet brüt depolama hacmi ise 383,300 m³ olarak belirlenmiştir. Güzelyayla Göleti için farkın 100,000 m³ olduğu görülmektedir. Bu farkın nedeni, bu göletin kazı-dolgu göleti olması nedeniyle, gölet yapısında yapılan değişiklikler olduğu tahmin edilmektedir.

Hisarcık Göleti'nin ölçülen brüt depolama hacmi 230,909 m³'tür. CBS ve sayısal yükseklik haritası ile tahmin edilen gölet brüt depolama hacmi 332,100 m³ olarak hesaplanmıştır. İki değer arasında yaklaşık 100,000 m³ fark olduğu görülmüştür.

Yalaz Göleti'nin brüt depolama ölçülen değeri 22,058 m³'tür. CBS ve sayısal yükseklik haritası oluşturularak tahmin edilen hacim değeri ise 19,082 m³ dür. Yalaz Göleti çalışma yaptığımız göletler içinde en az hacme sahip gölettir. 60 hanenin faydalandığı bu göletin tahmin edilen hacim değeri ile ölçülen değeri arasındaki fark da çok az çıkmıştır.

Karamanlı Göleti DSİ kaynaklarından elde edilen bilgilere göre 2,110,000 m³ brüt depolama hacmine sahiptir. CBS ve sayısal yükseklik haritasından göletin depolama hacmi 3,857,400 m³ olarak tahmin edilmiştir. Çalışma yaptığımız göletlerin içinde en büyüğü Karamanlı Göleti'dir. Diğer göletler için yaptığımız CBS ile hazne hacmi belirleme çalışmaları içinde tahmin edilen değerler ve ölçülen değerler arasında en farklı çıkan gölet Karamanlı göletidir. Fark yaklaşık 1,750,000 m³ olmuştur. 1995 yılında inşasına başlanan gölet 2000 yılında hizmet vermeye başlamıştır. Aradan 20 yıl geçmiş olması gölet hacminin daha sonraki yıllar için tekrar hesaplanmış olabileceği diğer bir ifadeyle hacim değerinin güncelleştirilmiş olacağı tahmin edilmektedir. Göletin uzun yıllar içerisinde sediment dolması nedeniyle dip savak kotunun yükseltilmesinin de gölet hacminin daha az ölçülmesine neden olduğu düşünülmektedir. Harita verileri elde edildikten sonraki zamanlarda, gölet hacminin sediment taşınımı veya toprak kayması gibi çeşitli nedenlerle dolduğu veya Kazı-dolgu göleti olduğundan dolayı gölet inşaatı sırasında gölet haznesi doldurulup hacmi küçültülmüş olabileceği diğer düşüncelerdir. Bu gölet için ayrıca bir araştırmanın yapılması önerilmektedir.

Göletlerin projelendirme aşamaları ve yapım aşamaları uzun süren ve dikkat isteyen işlerdir. Bu çalışma ile CBS ve sayısal yükseklik haritası ile belirlenen bir alanda bir göletin ne kadar su toplayabileceğini potansiyel hacminin ne kadar olabileceği kısa sürede ve uzun uğraşlar gerektirmeksizin hesaplanabilmiştir. İstatistiksel sonuçlara göre, Tüm göletler değerlendirildiğinde tahmin değerleri oldukça zayıf çıkmıştır ($R^2 = 0.84$, Pbias=-25.08, RMSE=0.55, NS=0.42).

Karamanlı göleti olmadan diğer dokuz gölet için yapılan istatistiksel analizde tüm göletler için tahminlerin yeterli doğrulukta çıktığı görülmüştür ($R^2=0.99$, Pbias=-2.32, RMSE>0.0656, NS =0.98,).

Karamanlı göletinde tahmin edilen ve ölçülen gölet hacmindeki büyük farkın nedeni ayrıca araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Chowdary, V.M., Ramakrishnan, D., Srivastava, Y.K. et al., 2009. Integrated water resource development plan for sustainable management of Mayurakshi Watershed, India using remote sensing and GIS. **Water Resour Manag.** 23:1581–1602. doi: 10.1007/s11269-008-9342-9.
- Cvar, A., 2014. GIS-based reservoir planning with limited data in developing nations: A case study of the lower Mekong River basin (**Doctoral dissertation, Colorado State University**).
- El-Shafie, A., El-Shafie, A.H., Mukhlisin, M., 2014. New approach: integrated risk-stochastic dynamic model for dam and reservoir optimization. **Water Resour Manag.** 28:2093–2107. doi: 10.1007/s11269-014-0596-0.
- Emin TAŞ, Murat KİLİT, 2015 Hazne Hacminin Belirlenmesinde Farklı Yöntemlerin Değerlendirilmesi: Afyonkarahisar Sandıklı Kızılca Barajı Örneği 4. **Su yapıları Sempozyumu** 19-21 Kasım 2015 ANTALYA.
- Forzieri, G., Gardenti, M, Caparrini, F., Castelli, F., 2008 A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: a case study in the region of **Kidal, Mali**. **Phys Chem Earth** 33:74–85. doi: 10.1016/j.pce.2007.04.014
- Gupta, K.K., Deelstra, J., Sharma, K.D., 1997 Estimation of water harvesting potential for a semiarid area using GIS and remote sensing. **Remote Sens Geogr Inf Syst Des Oper Water Resour Syst**:53-62
- Gwenzi, W., Nyamadzawo, G., 2014 Hydrological impacts of urbanization and urban roof water harvesting in water-limited catchments: a review. **Environ Process** 1:573–593. doi: 10.1007/s40710-014-0037-3.
- İrvem, A., 2011. Application of GIS to determine Storage volume and Surface area of reservoirs:The case study of Büyük Karacay Dam. **International Journal of Natural and Engineering Sciences (IJNES)** 5(13):39-43.
- İrvem, A., 2020. Pixel size effects on dam water storage capacity estimation using GIS:Case study of Buyuk Karacay Dam, Turkey. **Fresenius Environmental Bulletin**, Vol (29), No:07A/2020, pp. 6338-6348.
- Jha, M.K., Chowdhury, A., Chowdary, V.M., Peiffer, S., 2006 Groundwater management and development by integrated remote sensing and geographic information systems: prospects and constraints. **Water Resour. Manag.** 21:427–467. doi: 10.1007/s11269-006-9024-4
- Khasanov, Khojiakbar, Bakiev, Masharif, Choriev, Jamshid, Jahonov, Aziz, Khalimbetov, Azat, 2019. Water Reservoir Area and Volume Determination Using Geoinformation Technologies and Remote Sensing **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)** ISSN: 2277-3878, Volume(8):4.
- Liebe, J., van de Giesen, N., Andreini, M., 2005 Estimation of small reservoir storage capacities in a semi-arid environment: a case study in the Upper East region of Ghana. **Phys. Chem Earth** 30:448–454.
- Magome, J., Ishidaira, J., Takeuchi, K., 2003 Method for satellite monitoring of water storage in reservoirs for efficient regional water management, Water Resources Systems-Hydrological Risk, Management and Development (**Proceedings of symposium HS02b** held during IUOG2003 at Sapporo, July 2003). IAHS Publ. no. 281.

- Meigh, J., 1995. The impact of small farm reservoirs on urban water supplies in Botswana, **Natural Resources Forum**, A United Nations Sustainable Development Journal, Vol. (19):1.
- Mialhe, F., Y., Gunnell, and C., Mering, 2008, Synoptic assessment of water resource variability in reservoirs by remotesensing: General approach and application to the runoff harvesting systems of south India, **Water Resour. Res.**, 44, W05411,
- Mwenge, Kahinda J., Taigbenu A.E., Sejamoholo, B.B.P., 2009 A GIS-based decision support system for rainwater harvesting (RHADESS). **Phys Chem Earth** 34:767–775. doi: 10.1016/j.pce.2009.06.011.
- Nisar, Ahamed, T.R., Gopal Rao, K., Murthy, J.S.R., 2002 Automatic extraction of tank outlets in a sub-watershed using digital elevation models. **Agric Water Manag.** 57:1–10. doi: 10.1016/S0378-3774(02)00047-1.
- Pistrika A., 2010 Flood damage estimation based on flood simulation scenarios and a GIS platform. **Eur Water** 30:3-11.
- Rodriguez, L.N., Sano, E.E., Steenhuis T.S., Passo, D.P., 2012 Estimation of Small Reservoir Storage Capacities with Remote Sensing in the **Brazilian Savannah Region Water Resour Manage**, 2012 26:873–882. DOI 10.1007/s11269-011-9941-8
- Sawunyama, T., Senzanje, A., Mhizha, A., 2006 Estimation of small reservoir storage capacities in Limpopo River basin using geographical information systems (GIS) and remotely sensed surface areas: case of Mzingwane catchment. **Phys Chem Earth** 31:935–943. doi: 10.1016/j.pce.2006.08.008.
- Taşkın M., İrvem. A., 2014 Yarı-Kurak Bölgelerde Rezervuar Yeri ve Kapasitesinin CBS ile Analizi **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi** 7 (2): 53-59.
- Tsihrintzi, S.V.A., Hami, R., Fuentes, H.R., 1996 Use of geographic information systems (GIS) in water resources: a review. **Water Resour Manag** 10:251–277 [CrossRefGoogle Scholar](#)
- Yomralıoğlu, T., 2002 **Cografî Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar**. 2. Baskı. 479s. İstanbul.
- Zhang, S., Gao H., Naz, B.S., 2014 Monitoring reservoir storage in South Asia from multisatellite remote sensing. **Water Resour Res** n/a–n/a doi: 10.1002/2014WR015829.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1993 yılında Malatya’da doğdu. İlköğretim ve Ortaöğretim eğitimini İstanbul’da tamamladı. 2010 yılında Recep Güngör Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2011 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü’nü kazandı. 2018 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2019 yılında Yeraltı Barajları Seminerini başarıyla sundu. Hatay Büyükşehir Belediyesi Park Bahçe ve Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı’nda 3 yıl çalıştıktan sonra Hatay Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı’na geçti ve halen görevini sürdürmektedir.