



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

MKÜ ÇEVRESİNDE UYGUN GÖLET YERLERİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE BELİRLENMESİ

MEHMET TAŞKIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

OCAK-2009

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MKÜ ÇEVRESİNDE UYGUN GÖLET YERLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMİ İLE BELİRLENMESİ

MEHMET TAŞKIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Ahmet İRVEM danışmanlığında hazırlanan bu tez 19.01.2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Ahmet İRVEM
Başkan

Yrd.Doç.Dr. Veli UYGUR
Üye

Yrd.Doç.Dr. Berkant ÖDEMİŞ
Üye

Bu tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca Desteklenmiştir.

Proje No: 07 M 0902

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.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET..... | I |
| ABSTRACT..... | II |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | III |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | IV |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 6 |
| 3.1. Materyal..... | 6 |
| 3.1.1. Araştırma Alanı..... | 6 |
| 3.1.2. MKÜ Yerleşkesi Arazi Kullanım Durumu | 7 |
| 3.1.3. Topografya..... | 7 |
| 3.1.4. Araştırma Alanı İklim ve Su Kaynakları | 7 |
| 3.1.5. Toprak Özellikleri ve Sınıfı..... | 8 |
| 3.1.6. CBS Paket Programı..... | 10 |
| 3.1.7 Harita Bilgileri..... | 10 |
| 3.2. Yöntem | 10 |
| 3.2.1. Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi | 10 |
| 3.2.2. Gölet Yerlerinin Belirlenmesi | 10 |
| 3.2.3. Depolanabilir Su Miktarlarının Belirlenmesi | 11 |
| 3.2.4. Seçilen Göletlerin Özelliklerinin Belirlenmesi | 12 |
| 3.2.5. Göletlerin Drenaj Havzalarının Su Verimleri | 12 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA | 15 |
| 4.1. MKÜ Yerleşkesi Su İhtiyacı | 15 |
| 4.2.Topografyanın CBS ile Sayısallaştırılması Sonucu Elde Edilen Haritalar | 16 |
| 4.2.1. Sayısal Topografik, Raster ve Eğim Haritası | 16 |
| 4.2.2. Sayısal Yükseklik Haritası | 20 |
| 4.2.3. Su Akış Yönleri ve Drenaj Ağı Haritası | 22 |
| 4.2.4. Gölet Havzaları Haritası | 24 |
| 4.2.5. Gölet Aynası Haritası | 27 |

| | |
|---|----|
| 4.3. Göletlerin Drenaj Havzaları ve Su Verimleri | 29 |
| 4.4. Göletlerin Depolanabilir Su Hacmi – Kot Grafikleri | 30 |
| 4.5. Göletlerin Göl Aynası Alanı –Kot Grafikleri..... | 37 |
| 4.6. Göletlerin Hidrolojik Özellikleri | 44 |
| 4.7. Göletlerin Uygunluğunun Analizi | 45 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 48 |
| KAYNAKLAR | 49 |
| TEŞEKKÜR | 51 |
| ÖZGEÇMİŞ | 52 |

ÖZET

Bu çalışma, Mustafa Kemal Üniversitesi (MKÜ) yerleşkesinde bulunan yeşil alanların sulama suyu ihtiyacını karşılayabilmek için, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile MKÜ yerleşkesi çevresinde uygun gölet yerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışma alanının topografik harita bilgileri ILWIS 3.4 yazılımı ile CBS paket programına aktarılarak, çalışma alanı için üç boyutlu sayısal yükseklik haritası (SYH) hazırlanmış ve bu harita bilgilerinden, drenaj ağı, akarsu dereceleri, su akış yönleri, eğim haritaları yapılmıştır. Harita bilgileri kullanılarak topografik açıdan uygun gölet yerleri ve havza alanları haritalanmış ve fiziksel özellikleri tanımlanmıştır.

CBS ile farklı bent yüksekliklerine göre, göletler için kot-alan ve kot-hacim grafikleri çıkarılmış, bu grafiklerden her gölet için depolanabilir su miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, gölet havzalarının havza su verimleri hesaplanmıştır.

Topografik açıdan seçilen uygun gölet yerleri, jeolojik, çevre, su ihtiyacının karşılanabilmesi, yerleşkeye yakın olması ve su iletiminde pompaja gerek duyulmayacak konumda olması gibi kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, çalışma alanı içerisinde 13 yerde gölet yapımına uygun yer tespit edilirken tüm kriterleri sağlayan sadece bir gölet yeri belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, suitable pond locations near by MKU campus area was evaluated for meeting irrigation water requirement for green fields at the MKU campus using Geographic Information System (GIS).

Topographic map of study area was transferred to GIS (ILWIS 3.4) to generate three-dimensional Digital Elevation Model (DEM) as a database. Then, drainage network, drainage order, flow direction and slope maps were prepared by using this database. Suitable pond locations and pond watershed maps were generated and physical characteristics of watersheds were identified by using prepared maps.

By assigning different bent height, height-area, and height-volume graphics were generated, then the reservoir volume for respective graphics and potential water yield of the watersheds were calculated in a GIS environment.

Topographical suitable reservoir locations were evaluated by considering criteria such as geological and environmental factors, adequacy of irrigation requirement, closer for campus area, not required pump for transporting water.

The evaluation resulted in that there were 13 possible pond locations of which only one of them meet all the required criteria.

2009, 52 page

Key Words: Pond, Geographic Information System, Water Yield, Digital Elevation Model

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Çizelge 3.1. MKÜ yerleşkesi arazi varlığı ve kullanım durumu | 7 |
| Çizelge 3.2. Serinyol DMİ yağış ve sıcaklık, Antakya DMİ buharlaşma verileri | 8 |
| Çizelge 3.3. Çalışma alanı yeraltı su kaynakları ve özellikleri | 8 |
| Çizelge 4.1. MKÜ yerleşkesinde ihtiyaç duyulan su miktarı..... | 16 |
| Çizelge 4.2. Çalışma alanı eğim yüzdesi ve alan dağılımı | 20 |
| Çizelge 4.3. Gölet havzaları özellikleri..... | 26 |
| Çizelge 4.4. Bir numaralı gölet için havza su verimi hesabı..... | 29 |
| Çizelge 4.5. Olası yağış miktarları..... | 29 |
| Çizelge 4.6. Gölet havzalarının farklı olasılıklara göre su verimleri..... | 30 |
| Çizelge 4.7. Göletlerin hidrolojik özellikleri..... | 45 |
| Çizelge 4.8. Göletlerin uygunluk analizi..... | 46 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Şekil 3.1. Araştırma alanı | 6 |
| Şekil 3.2. MKÜ çevresinde toprak özellikleri ve sınıfı | 9 |
| Şekil 4.1. Çalışma alanı topografik haritasından bir bölüm..... | 17 |
| Şekil 4.2. Çalışma alanı sayısal topografik haritası | 17 |
| Şekil 4.3. Çalışma alanı raster haritası | 18 |
| Şekil 4.4. Çalışma alanı eğim haritası | 19 |
| Şekil 4.5. Çalışma alanı üç boyutlu sayısal yükseklik haritası (farklı açıdan görünüm)..... | 21 |
| Şekil 4.6. Üç boyutlu sayısal yükseklik haritası (kuşbakışı görünüm)..... | 21 |
| Şekil 4.7. Sayısal yükseklik haritasından yükseklik bilgilerinin görülmesi | 22 |
| Şekil 4.8. Çalışma alanı su akış yönleri haritası | 23 |
| Şekil 4.9. Çalışma alanı drenaj ağı ve su yolları dereceleri | 23 |
| Şekil 4.10. Çakıştırılan drenaj ağı ve üç boyutlu sayısal yükseklik haritası..... | 24 |
| Şekil 4.11. Seçilen gölet yerleri..... | 25 |
| Şekil 4.12. Kimi kriterlere uygun gölet yeri ve havzaları haritası..... | 25 |
| Şekil 4.13. Farklı bent yüksekliklerinde oluşturulan göletler..... | 27 |
| Şekil 4.14. Göl aynası haritasının SYH üzerinde görünümü..... | 28 |
| Şekil 4.15. SYH ve Göl aynası haritasının Google Earth'de görünümü..... | 28 |
| Şekil 4.16. Bir numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 31 |
| Şekil 4.17. İki numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 31 |
| Şekil 4.18. Üç numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 32 |
| Şekil 4.19. Dört numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 32 |
| Şekil 4.20. Beş numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 33 |
| Şekil 4.21. Altı numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 33 |
| Şekil 4.22. Yedi numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 34 |
| Şekil 4.23. Sekiz numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 34 |
| Şekil 4.24. Dokuz numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 35 |
| Şekil 4.25. On numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 35 |
| Şekil 4.26. Onbir numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 36 |
| Şekil 4.27. Oniki numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 36 |
| Şekil 4.28. Onüç numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği | 37 |
| Şekil 4.29. Bir numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 38 |
| Şekil 4.30. İki numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 38 |
| Şekil 4.31. Üç numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 39 |
| Şekil 4.32. Dört numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 39 |
| Şekil 4.33. Beş numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 40 |
| Şekil 4.34. Altı numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 40 |
| Şekil 4.35. Yedi numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 41 |
| Şekil 4.36. Sekiz numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 41 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.37. Dokuz numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 42 |
| Şekil 4.38. On numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 42 |
| Şekil 4.39. Onbir numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 43 |
| Şekil 4.40. Oniki numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 43 |
| Şekil 4.41. Onüç numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği | 44 |

1. GİRİŞ

Su hayatın başlangıç noktasıdır. Suyun bol bulunduğu bölgeler, bitkisel ve hayvansal yaşamın en aktif olduğu yerlerdir. Dicle-Fırat ve Nil etrafında kurulan Sümer ve Mısır medeniyetleri dikkate alınır, tarih boyunca göçebe toplumlar medeniyetlerini su kaynaklarının etrafında kurarak yerleşik toplumlar haline gelmişlerdir (Kanber, 1997).

Bugün hızla artan dünya nüfusu, gelişen endüstri ve yeni tarım alanlarının sulamaya açılması gibi nedenlerle, içme ve kullanma suyu ihtiyacı her geçen gün hızla artarken, aynı hızda bozulan doğal denge, toprak ve su kaynaklarının korunarak geliştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması konusunda önemini artırmıştır.

Ülkemizde Karadeniz sahil şeridinin küçük bir kısmı hariç, yağışların genellikle kış ve ilkbaharda olması, yazların kurak geçmesi nedeniyle tarım alanlarımızda sulama zorunluluğu doğmaktadır. Sulama yapabilmek için öncelikle sulama suyunun temini ve sürekliliği gerekmektedir.

Tarımda kullanılan başlıca su kaynakları akarsular ve yeraltı sularıdır. Ülkemizdeki, akarsuların debileri yaz aylarında oldukça azaldığından, akarsular doğrudan sulamada kullanılamamaktadır. Yeraltı suları ise aşırı kullanımdan dolayı hızla azalmakta ve ihtiyacı karşılayamamaktadır (Kasap, 1988).

Yağışların genellikle kış ve ilkbahar aylarında düşmesi ve eriyen karlarla birlikte ilkbahar aylarında coşan derelerden boşa akıp giden ve hiçbir şekilde yararlanılamayan suları, depolamak amacıyla gölet yapımı son yıllarda büyük önem kazanmıştır.

Gölet yapımının hızlandırılması ile yağış sularını tarımsal üretimin hizmetine sunabilmek iklim kaynaklı su darboğazını aşmanın en geçerli yoludur. Kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde son derece önemli olan göletlerin yapımında, yeni bilgi ve teknolojilerin takibi ve kullanımı mutlaka değerlendirilmelidir (Demirbaş, 1988).

Basit ve ekonomik su depolama yapıları olan göletler, tarımsal sulama ve hayvanlara içme suyu sağlamak amacıyla inşa edildiği gibi aynı zamanda, köylere içme suyu temini, taşkın kontrolü, tatlı su balıkçılığı ve dinlenme yerlerinin oluşması gibi amaçlara da hizmet etmektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün yapmış olduğu ön etütlere göre ülkemizde 10.000 adet gölet tesisinin yapılabilirliği ortaya konulmuştur (Kasap, 1988).

Türkiye'nin birçok bölgesinde olduğu gibi Hatay bölgesinde de yağışlar düzensizdir. Genellikle kış aylarında yağın yağmurlar kimi zaman taşkınlara neden olurken, suya ihtiyacın en fazla olduğu yaz aylarında ise yağış bazı bölgelerde çok az bazı bölgelerde hiç olmamaktadır. Hatay'da yağışın mevsimlere göre dağılımı; ilkbahar aylarında 312,3 mm, yaz aylarında 47,5 mm sonbahar aylarında 209,3 mm, kış aylarında ise 604,2 mm'dir. Hatay'da yıllık ortalama yağış miktarı 1.173,4 mm ile Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katıdır (Anonim, 1998).

Yağmur sularının gölet yapılarak depolanması açısından, Hatay'ın yüksek yağış alması yanında, gölet inşasına olanak veren topografya'ya sahip olmasının da, önemli avantajları vardır. Hatay'da topografik ve hidrolojik bakımdan gölet yapımına uygun drenaj havzalarının çokluğu, güvenli, ekonomik ve çevresel kriterlere uygun gölet yerlerinin seçimini de kolaylaştırmaktadır.

Gölet için uygun bir yerin belirlenmesi çok sayıda faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin her birinin ayrıntılı olarak etüt ve analizine ihtiyaç vardır.

Son yıllarda, bilgisayar teknolojisinde ki hızlı gelişmeler ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yaygın kullanımı ile gölet yerlerinin belirlenmesi çalışmalarında, gerekli etüt ve analizlerin yapılması hız kazanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kısaca yeryüzünde konumsal verinin toplanması, denetimi, birleştirilmesi, işlenmesi, analizi ve sunumu sistemidir (Yomralıoğlu, 2002).

CBS ile su kaynakları ve hidroloji üzerine yapılan çalışmalarda havzaların eğim, drenaj ağı, drenaj ağı dereceleri haritalanabildiği gibi havzalara ait hidrolojik ve fiziksel özellikler ayrıntılı olarak belirlenebilmekte ve analiz edilebilmektedir. Bu analizler, CBS ile doğru ve hızlı bir şekilde yapılabildiğinden bu çalışmada MKÜ Tayfur Sökmen Yerleşkesi yeşil alanlarının sulama suyu ihtiyacını karşılayabilecek uygun gölet yerlerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sisteminden yararlanılmıştır.

Gölet yerlerinin belirlenmesi için, 1:25000 ölçekli topografik, toprak, arazi kullanımı ve bitki örtüsü haritaları CBS ile sayısallaştırılarak oluşturulan veri tabanlarından, gerekli etüt ve analizler yapılabilmektedir. Bu veri tabanlarından yapılması planlanan göletlerin, yerleşim alanları için güvenli, önemli tarımsal üretim alanların dışında, pompaj gerektirmeyen yükseklikte ve ihtiyaç duyulan su miktarını depolayabilir alanların sorgulaması yapılabilmektedir.

CBS ile sorgulama sonucu belirtilen kriterlere göre en uygun gölet yeri haritalandığı gibi, depolanabilir su miktarı, göl aynası alanı, alan-kot ilişkisi de hesaplanabilmektedir (İrvem, 2002).

Alahan Köyü civarında bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi yerleşkesi her geçen yıl gelişmektedir. Bu gelişmeyle birlikte su ihtiyacı da büyük ölçüde artmaktadır. Yerleşkenin, yeraltı kuyularından karşılanan su ihtiyacı yağışın olmadığı yaz aylarında artan sulama, içme ve kullanım suyu ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede değildir.

MKÜ yerleşkesinde mevcut içme suyu, ovidan dört ayrı kuyudan yapılan pompajla sağlanmaktadır ancak kaynakların yetersizliği nedeniyle bu sular, sulamaya alınmamaktadır. İçme suyundan sulamaya verilse bile, pompaj maliyeti yüksek olmaktadır. MKÜ yerleşkesi için topografyanın uygunluğu ve işletme maliyetinin düşük olması nedeniyle su ihtiyacını karşılamada gölet yapımı en ekonomik yöntem olarak görülmektedir. Bu nedenle, MKÜ Tayfur Sökmen yerleşkesinin mevcut ve gelecekteki su ihtiyacının karşılanması için topografik, hidrolojik ve diğer kriterler açısından su depolanabilir alanların belirlenerek, bu alanlarda göletlerin projelendirilmesi gereklidir. Böylece, su kaynaklarının daha akılcı ve ekonomik kullanımının yanında hali hazırda aşırı kullanılan yeraltı suyuna talepte azaltılmış olacaktır.

Bu çalışma ile MKÜ Tayfur Sökmen yerleşkesinin mevcut ve gelecekteki su ihtiyacının karşılanabilmesi için ekonomik, hidrolojik ve çevresel faktörleri dikkate alan CBS veri tabanının oluşturulması, bu veri tabanından yararlanılarak uygun gölet yerlerinin belirlenmesi ve haritalanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Guptill (1989), su depolama alanlarının seçilmesinde çok sayıda faktörün etkisi olduğundan geniş bir veri tabanına ihtiyaç duyulduğunu ifade ederek, CBS ile bu veri tabanlarının kolayca oluşturulup, sorgulanabileceğini ve karar vericiler için kısa sürede ve en ekonomik şekilde gerekli bilgilerin sağlanabildiğini açıklamıştır.

Moore ve ark. (1991) CBS teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak geliştirilen, sayısal yükseklik haritalarının uygulama alanının giderek arttığını, hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda kullanımının yaygınlaştığını ifade etmişlerdir.

Tribe (1992), Havza topografik verilerinin, SYH kullanımı ile klasik tekniklere göre daha hızlı ve doğru şekilde elde dilediğini, SYH'nin kullanımının klasik tekniklere göre en önemli avantajının, su akış yönleri, drenaj ağı ve eğim bilgilerini veren yeni veri tabanlarının üretilmesi olarak açıklamıştır.

Chorowicz ve ark. (1992), Sayısal yükseklik haritası ile bir havzanın hidrolojik özelliklerini belirleyen parametrelerinin detaylı ve gerçeğe yakın olarak belirlenmesinin, SYH'nin kalitesine ve çözünürlüğünün yüksekliğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Akyürek (1995), ESRI tarafından geliştirilen ARC/INFO olarak bilinen Coğrafi Bilgi Sistemi paket programı kullanarak seçilen iki havzanın karakteristik özelliklerini yansıtan hidrolojik parametrelerin tahminini yapmıştır. Bu yolla bulunan havza parametrelerini daha önceden bulunan değerlerle karşılaştırarak CBS'nin hidrolojik çalışmalar için gerekli olan havza karakteristiklerinin elde edilerek depolanıp sorgulanabilmesinde kullanım kolaylığı sağladığını ve görsel analiz açısından ideal bir araç olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Tarboton ve ark. (1996), Topografik haritadan elde edilen sayısal yükseklik haritasının çok geniş kullanım alanı olduğunu bildirmişler, sayısal yükseklik haritasını kullanarak havzalarda su akış yönlerini belirlemişler ve havza drenaj ağını haritalamışlardır.

Gismalle ve Bruen (1996), Tanzanya'da yaptıkları çalışmada su depolanabilir alanlar ve hidro-elektrik santralleri için uygun alanları başarılı bir şekilde CBS ile analiz etmiş ve hidro-elektrik potansiyeli yüksek alanları haritalamışlardır.

Garbrecht ve Martz (1999), Sayısal yükseklik modelini topografyanın sayısal ifadesi olarak tanımlamışlar, topografik haritaların sayısallaştırılmasıyla elde edilebilen

sayısal yükseklik haritalarının, hidrolojik çalışmalarında kullanım alanlarına dikkat çekerek, sayısal yükseklik haritası ile yapılacak sorgulamalar sonucunda istenilen verilere ekonomik, hızlı ve kolayca ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

Ahamed ve ark. (2002), CBS kullanarak, Hindistan'ın Karnataka bölgesinde yaptıkları çalışmada sayısal yükseklik haritasından alt havzalarda su akış yönlerinin, eğimin ve su depolama alanlarının etkin bir şekilde belirlenebildiğini açıklamışlardır. CBS sorgulaması sonucu çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan gölet alanlarının, arazi çalışmalarından elde edilen verilerle kıyaslamışlar ve sonuçların mükemmel bir uyum gösterdiğini ifade etmişlerdir.

İrvem (2002), Seyhan havzasında yapmış olduğu çalışmada ILWIS CBS paket programını kullanarak oluşturduğu sayısal yükseklik haritasından, Körkün alt havzasında yapılabilecek baraj yerini belirlemiş ve su toplama alanını haritalamıştır.

Baban ve Wan-Yusof (2003), Malezya Langkawi adasında yapmış oldukları çalışmada gölet alanlarını CBS ile haritalamışlardır. Haritalama işleminde, topografik, hidrolojik, arazi kullanımı, bitki örtüsü ve yerleşim alanlarını veren verilerden faydalanmışlardır.

Sharifi ve Retsios (2003), Kolombiya'nın Kordillera bölgesinde yaptıkları çalışmada, CBS'de çoklu kriter karar analizi yöntemini kullanarak evsel atıklar için en uygun alanları teknik ve sosyo-ekonomik açıdan belirlemişlerdir.

De Winnaar ve ark. (2007), Güney Afrika'nın Thukela havzasında yüzey akış potansiyelini, CBS ve SCS eğri numarası yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Yüzey akış potansiyelinin yüksek olduğu yerlerde, su depolama potansiyelinin de yüksek olacağını ifade etmişlerdir. Thukela havzasında bulunan Potshini alt havzası toplam alanının %17'sinde yüzey akış potansiyelinin çok yüksek olduğunu belirterek, su depolamada bu alanların uygun olacağını ve su depolama yerlerinin belirlenmesinde, öncelikle yüzey akış potansiyelinin belirlenmesinin uygun bir ön çalışma olacağını vurgulamışlardır.

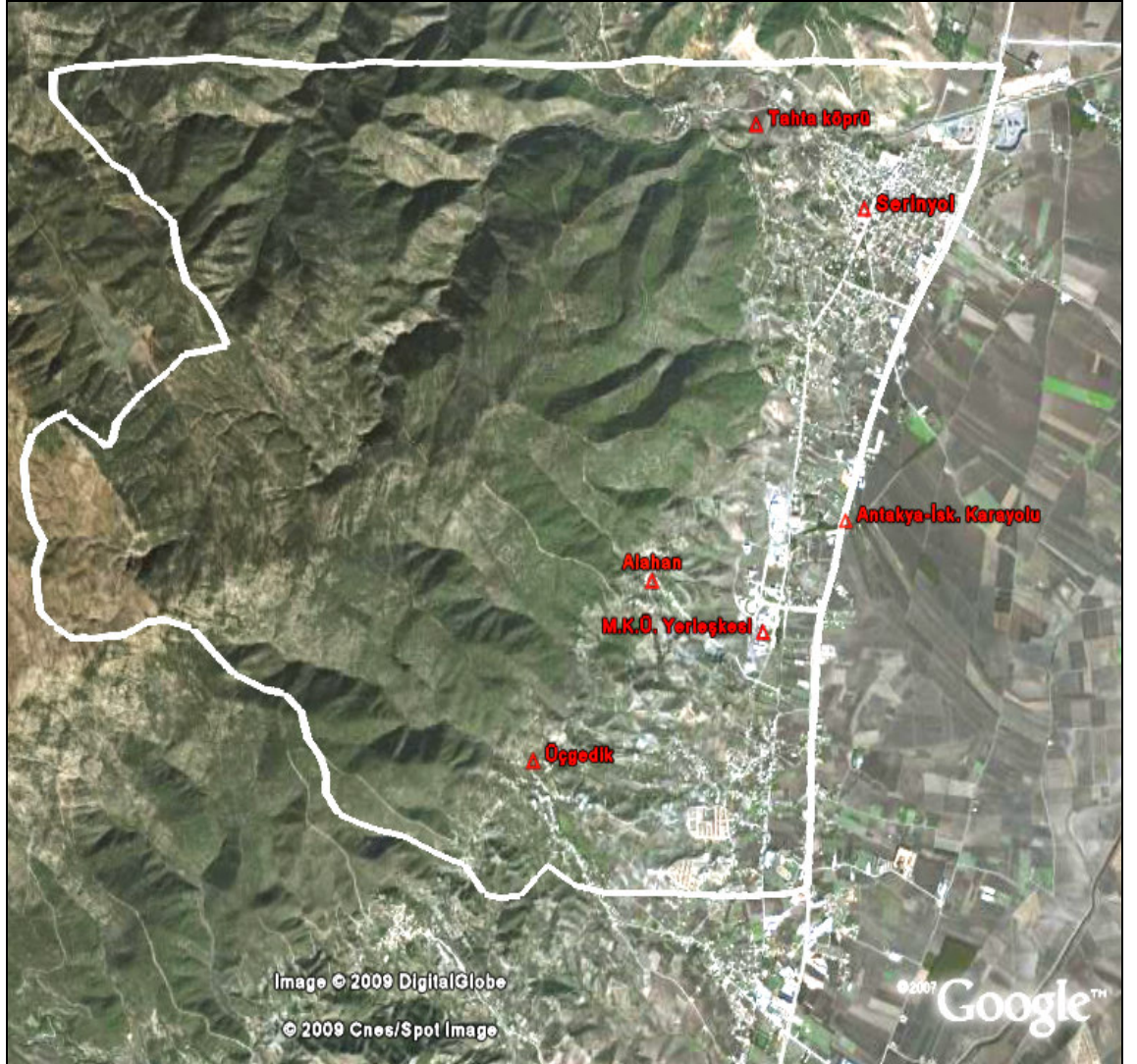
Ülkemizde CBS kullanılarak uygun gölet yerlerinin belirlenmesine yönelik şu ana kadar yapılan bir çalışma bulunamamıştır. Bu çalışmanın yapılmasıyla oluşturulacak veri tabanı ve çalışmada kullanılan yöntem ve bilgiler gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Bu çalışma, Hatay Merkez ilçeye bağlı Serinyol beldesi, Alahan ve Zülüflühan Köyleri sınırları içerisinde yer alan MKÜ Tayfur Sökmen Yerleşkesinin batısında bulunan 54,04 km² 'lik dağlık bölgede yürütülmüştür. Araştırma alanı konumu ve sınırları Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanı

3.1.2. MKÜ Yerleşkesi Arazi Kullanım Durumu

Sulama yapılacak arazilerin tümü Mustafa Kemal Üniversitesinin mülkiyetindedir. Arazi varlığı ve halihazır kullanıma durumuna ait bilgiler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. MKÜ yerleşkesi arazi varlığı ve kullanım durumu

| Arazi Kullanım Durumu | Alan (da) | Oran (%) |
|--|-----------|----------|
| Kampüs Yerleşim Alanları (Bina, Yol vb.) | 350 | 26 |
| Ağaçlandırılmış Alanlar | 500 | 37 |
| Çimlendirilmiş Alanlar | 150 | 11 |
| Boş Alanlar | 350 | 26 |
| Toplam Kampüs Alanı | 1.350 | 100 |

Yerleşkede bina yol vb. gibi yerleşim alanları dışında kalan 1.000 dekar arazi yeşil alan olarak görülmektedir. Bu alanda kısmen sulama yapılabilmektedir.

3.1.3. Topografya

Çalışma alanı dağlık bir bölgedir. Eğim % 5 ile %90 arasında değişmekte olup çalışma alanının ortalama eğimi %25’dir. MKÜ yerleşkesinde ise, 1:25000 ölçekli topografik harita bilgilerine göre eğim %1-40 arasında değişmektedir. Ağaçlandırma alanlarında %2’den %40’a kadar çok değişik eğimler vardır. Yer yer %50’lik eğimlere rastlanmaktadır. Ağaçlandırma alanlarında dikimler genelde sırasız yapılmakla birlikte teraslamalarla eğim sorunu aşılmıştır. Ancak çimlendirme alanlarında eğim % 2-6 arasında değişmektedir.

3.1.4. Araştırma Alanı İklim ve Su Kaynakları

Çalışma alanı Doğu Akdeniz iklim bölgesinde yer almakta olup, kış ayları ılık ve yağışlı, yaz ayları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Yörede yağışlar daha çok ilkbahar aylarında, özellikle Nisan ve Mayıs aylarında düşmektedir. Çalışma alanına en yakın Devlet Meteoroloji İstasyonu (DMİ) Serinyol belde merkezindedir. Bu istasyonda sadece sıcaklık ve yağış verileri mevcut olduğundan buharlaşma verileri Antakya DMİ’den alınmıştır. Değerler çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Serinyol DMİ yağış ve sıcaklık, Antakya DMİ buharlaşma verileri

| Aylar | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıllık |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Yağış (mm) | 128,7 | 139,2 | 112,1 | 34,3 | 41,4 | 7,9 | 0,5 | 0,7 | 3,3 | 39,0 | 119,7 | 134,3 | 761,1 |
| Sıcak. (°C) | 8,0 | 9,6 | 13,0 | 17,1 | 20,9 | 24,5 | 26,8 | 27,3 | 25,5 | 20,6 | 13,0 | 9,4 | 17,7 |
| Buh. (mm) | 50,0 | 61,6 | 94,7 | 125,8 | 164,6 | 203,3 | 236,1 | 231,7 | 198,3 | 142,0 | 81,3 | 46,0 | 1555,6 |

MKÜ yerleşkesinde su ihtiyacı, yeraltı suyundan pompajla sağlanmaktadır. Bu kuyulara ait bilgiler Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Kuyuların dışında kayda alınamayacak derecede küçük debilere sahip 3 yeraltı su kaynağı vardır. Bunların toplam debileri yaklaşık 10 lt/sn civarında olup, kullanım ihtiyacını ancak karşılayabilmekte, sulama ihtiyacını karşılayamamaktadır.

Çizelge 3.3. Çalışma alanı yeraltı su kaynakları ve özellikleri

| Kuyu Adı ve Yeri | Derinlik (m) | Kuyunun Maksimum Su Verimi (lt/sn) | 24 Saat Çalıştırıldığında Su Verimi(m ³ /gün) |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------|---|
| SK.1-1000 (Ovadaki Kuyu) | 122 | 10,0 | 864 |
| SK.2-1000 (Kampüsteki Kuyu) | 138 | 7,5 | 648 |
| SK.1-500 (Hastane Yolunda) | 90 | 5,8 (Çalıştırılmıyor) | 0 |
| SK.2-500 (Hastane Girişinde) | 76 | 6,8 | 587 |
| Toplam | | 24,3 | 2.099 |

3.1.5. Toprak Özellikleri ve Sınıfı

Çalışma alanında kireçsiz kahverengi orman toprağı hakimdir. Düz yerlerde orta-derin, eğim arttıkça azalan derinliğe sahip, genelde serpantin ana kayaçlı kumlu kil bünye göstermektedir. Drenaj problemi yoktur. Tuzluluk ve alkalilik mevcut değildir. Araziler 2., 3. ve 4. sınıf tarım arazileridir, çalışma alanı toprak özelliklerini gösteren harita Şekil 3.2.’de verilmiştir (Anonim, 1998).

3.1.6. CBS Paket Programı

Bu çalışmada, Integrated Land and Water Information System (ILWIS 3.4) Coğrafi Bilgi Paket Programı kullanılmıştır.

3.1.7. Harita Bilgileri

Çalışma alanına ait, 1:25000 ve 1:5000 ölçekli topografik haritalar ile çeşitli arazi kullanımı ve bitki örtüsü ile ilgili verileri içeren DSİ ve KHGM'e ait harita bilgileri kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi

MKÜ yerleşkesi sulama suyu ihtiyacı buharlaşma kabı (A Class Pan) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu yöntemde buharlaşma verileri, rüzgar hızı ve oransal nem değerlerine göre belirlenen katsayı ile çarpılarak, kıyas bitki su tüketimi hesaplanabilmektedir (Kanber, 1997). Hesaplama kullanılan denklem aşağıda verilmiştir.

$$Et_o = K_p * E_p \quad (3.1)$$

Burada;

Et_o = Kıyas bitki su tüketimi (mm),

K_p = Buharlaşma kabı katsayısı,

E_p = Buharlaşma miktarı (mm/gün).

3.2.2. Gölet Yerlerinin Belirlenmesi

Gölet yerlerinin belirlenmesinde; öncelikle, çalışma alanı sınırları 1/25000 ölçekli topografik haritadan belirlenmiş ve aynı harita sayısallaştırılarak, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Coğrafi bilgi paket programı ILWIS 3.4 kullanılarak, her bir eşyüksekti eğrisinin yükseklik bilgileri tanımlanmıştır. Çalışmada harita bilgilerinin hassasiyetini artırmak amacıyla 4X4 m boyutlarında hücrelerden (piksel) oluşan, Sayısal Yükseklik Haritası (SYH) oluşturulmuş, oluşturulan bu haritada, her bir hücre,

arazi kot değerlerini içermektedir. Bu değerler kullanılarak da çalışma alanı üç boyutlu olarak gösterilmiştir.

ILWIS 3.4’de SYH ile drenaj ağı su yönleri ve akarsu dereceleri belirlenmiştir. Bu haritalar üç boyutlu harita ile çakıştırılarak topografik açıdan uygun gölet yerleri görsel olarak seçildikten sonra aşağıdaki kriterler dikkate alınarak uygunlukları irdelenmiştir.

Topografik açıdan; Bent yeri topografyanın mümkün olan en dar yeri seçilmiştir. Su toplama havzasından gelen suyun tamamına yakını depolayabilecek bir rezervuara sahip olup, olmadığına bakılmıştır. Gl yerinde yamaçların çok dik veya aşırı derecede az olmadığı, suyun çok sığ olmayacağı alanlar seçilmiştir. Seçilen gölet yerlerinde uygun dolu savak yeri bulunmasına dikkat edilmiştir.

Jeolojik açıdan; Bölgede yapılmış zemin etüt raporları dikkate alınarak jeolojik açıdan uygun yerler seçilmiştir.

Güvenlik açısından; Olası bir taşkın sonucunda can ve mal güvenliğini tehdit etmeyen yerler seçilmiştir.

evre açısından; Gölet yerinin, yerleşim alanları ile değerli ormanlık ve tarım alanlarının dışında, mümkün olduğu kadar taşkın tehdidi oluşturmayan yerler olmasına dikkat edilmiştir.

Ekonomik açıdan; Uygun kazı-dolgu oranını sağlayacak, gölet mansabındaki araziler cazibe ile sulanabilecek şekilde seçilmiştir. Su iletim masrafının azalması açısından MK yerleşkesinde sulama yapılacak alanlara yakın olan yerler seçilmiştir.

3.2.3. Depolanabilir Su Miktarlarının Belirlenmesi

Çalışma alanında gölet yerleri belirlenirken depolanabilecek su miktarı bir kriter olarak gözönüne alındığından, seçilen gölet yerlerinin havza sınırları belirlenmiştir. ILWIS 3.4’ de oluşturulan bent yüksekliklerine göre depolanabilir su miktarları kotlara göre belirlenmiştir. Bent yksekligi topografyanın imkan verdiği en yüksek değerlere göre alınmıştır. Her gölet için hacim-kot ilişkisi grafiklenmiş ve farklı bent yüksekliklerine göre depolanabilir su miktarları bu grafikler yardımıyla bulunmuştur. Ayrıca, depolanan su miktarlarına göre gl aynası alanları CBS ile hesaplanmış ve bu alanlar haritada gösterilmiştir.

3.2.4. Seçilen Göletlerin Özelliklerinin Belirlenmesi

Seçilen göletlerin drenaj havzası sınırları SYM kullanılarak, CBS (ILWIS 3.4) programı ile belirlenmiştir. Program UTM koordinat sisteminde oluşturulan sayısal yükseklik haritasından havza özelliklerini sorgulayabilmektedir. Bu özellikler; havza çevre uzunluğu, havza alanı, üst havzaların toplam alanı, su yolu uzunluğu, drenaj yoğunluğu, en uzun su yolu uzunluğu ve havza su çıkış kotu olarak sıralanabilir.

3.2.5. Göletlerin Drenaj Havzalarının Su Verimleri

Havzaların su verimi hesaplamalarında genellikle, uzun yıllık akış ölçümleri, benzer havza yöntemi veya ampirik formüllere dayalı yöntemler kullanılmaktadır.

Çalışma sınırları içerisinde gölet yapılması düşünülen yerlerde daimi akış ölçümleri yoktur. Seçilen ve daimi akışa sahip olmayan yerlerdeki göletlerden sadece yağışlarından kaynaklanan sulardan yararlanılması düşünülmüştür. Akış kayıtları ya da daimi akışı olmayan alt havzaların su verimi hesaplamalarında ampirik yöntem kullanılmıştır.

Ampirik yöntem ile havza su veriminin hesaplanmasında en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi M. TURC yöntemidir. Bu çalışmada, yıllık ortalama yağış değerleri M.TURC yönteminde kullanılarak, seçilen göletlerin havza su verimi hesaplanmıştır. Hesaplamalarda çalışma alanına en yakın yağış istasyonu olması sebebiyle DMİ Serinyol istasyonu yağış verileri kullanılmıştır.

M. TURC dünyanın bütün iklimlerinde mevcut 254 havza üzerinde yaptığı gözlemlere dayanarak akım açığı formülünü aşağıdaki şekilde ifade etmiştir (Türkyılmaz, 1996).

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}} \quad (3.2)$$

$$L = A + 25T + 0.05T^3 \quad (3.3)$$

Burada;

D = Havzadaki yıllık ortalama kayıp (mm)

P = Havzadaki yıllık ortalama yağış (mm)

T = Havzadaki yıllık ortalama sıcaklık (°C)

L = Sıcaklığa bağlı parametre

A = Katsayı (0-300)

A katsayıları ortalama akım ve sıcaklık derecelerine göre hesaplanarak, Türkiye'nin 26 ana havzası için belirlenmiştir. Uygulamada minimum 0, maksimum 300 olarak alınmaktadır. Asi havzası için A katsayısı, 104,2 olarak hesaplanmıştır (Türkyılmaz, 1996). Bu değer havzaların su verimi hesaplamalarında kullanılmıştır.

Bu yöntemde sıcaklığın her 100 metrede 0,5 °C azaldığı varsayılır. Yağış istasyonu kotu referans alınarak, havza ortalama kotuna göre sıcaklık düzeltmesinin yapılması gereklidir. Havza ortalama kotu aşağıdaki basit eşitlikle hesaplanabilmektedir (Tülücü, 2000).

$$H_{ort} = \frac{H_1 + H_2}{2} \quad (3.4)$$

Burada;

H_{ort} = Havzanın ortalama kotu (m)

H_1 = Havzanın en yüksek kotu (m)

H_2 = Havzanın su çıkış kotudur (m)

M. TURC yönteminde %50, %80 ve %90 olasılıklara göre hesaplanan yağış değeri kullanıldığında, bu olasılıklara göre beklenen akım veya hacim değerleri bulunmuş olur (Dalgün, 1991).

$$\%90 \text{ olası yağış: } P_{90} = \bar{X} - 1,28(S_{n-1}) \quad (3.5)$$

$$\%80 \text{ olası yağış: } P_{80} = \bar{X} - 0,845(S_{n-1}) \quad (3.6)$$

$$\%50 \text{ olası yağış: } P_{50} = \bar{X} \quad (3.7)$$

Burada;

\bar{X} : Havzayı temsil eden istasyonun yıllık ortalama yağışı

(S_{n-1}) : Standart sapma

$T=1/P$ olduğundan %90 için $1/0,90=1,1$ yılda gelmesi beklenen yağış miktarı,

$T=1/P$ olduğundan %80 için $1/0,80=1,25$ yılda gelmesi beklenen yağış miktarı,

$T=1/P$ olduğundan %50 için $1/0,50=2$ yılda gelmesi beklenen yağış miktarı.

M. TURC yönteminde akım derinliği aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir,

$$h \text{ (mm)} = P \text{ (mm)} - D \text{ (mm)} \quad (3.8)$$

Burada,

h = Yıllık akım derinliği (mm)

D = Havzadaki yıllık ortalama kayıp (mm)

P = Havzadaki yıllık ortalama yağış (mm)

Havza su verimi ise akım derinliğinin toplam havza alanın ile çarpımı sonucu bulunur.

$$V \text{ (m}^3\text{/yıl)} = A \text{ (km}^2\text{)} \times h \text{ (mm)} \times 10^3 \quad (3.9)$$

Burada;

V = Havza su verimi (m³/yıl)

A = Alan (km²)

h = Akım derinliği (mm)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, öncelikle MKÜ yerleşkesinin mevcut su kaynakları değerlendirilmiş, bu kaynaklardan karşılanamayan toplam sulama suyu ihtiyacı arazi kullanımına bağlı olarak bitki su tüketimine göre hesaplanmıştır. Gerekli sulama suyu ihtiyacını karşılayacak göletlerin belirlenmesi amacıyla çeşitli harita bilgileri ILWIS 3.4 programına aktarılarak, Coğrafi Bilgi Sistemi ile çalışma alanı sayısal yükseklik haritası hazırlanmıştır. Bu haritadan uygun gölet yerleri topografik açıdan görsel olarak belirlenmiştir. Belirlenen gölet yerleri yöntem kısmında açıklanan kriterlere göre değerlendirilmiş ve uygun yerler belirlenmiştir. Bu yerlerde gölet yapılması durumunda göletlere ait özellikler ve sonuçlar tartışılmıştır.

4.1. MKÜ Yerleşkesi Su İhtiyacı

Buharlaştırma kabı yöntemi ile yapılan kıyas bitki su tüketimi hesabında, çalışma alanı için Serinyol ve Antakya DMİ verilerine göre, ortalama rüzgar hızı 500 km/gün ve oransal nem %69 olarak alınmıştır. Rüzgara karşı bitki örtüsü mesafesi, çalışma alanındaki bitki örtüsü varlığı dikkate alınarak 1 m olduğu varsayılmıştır. Bu değerlere göre buharlaştırma kabı katsayısı 0,50 olarak belirlenmiş, bu katsayı sulama mevsimi (Mayıs- Ekim) dikkate alınarak buharlaştırma miktarı (1176 mm) ile çarpılarak (Denklem 3.1) kıyas bitki su tüketimi, dolayısıyla ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı 1.000 dekar alan için 588.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplamanın sonucu, MKÜ yerleşkesindeki sulamalardan sorumlu teknik personelin bildirdiği 600.000 m³ su ihtiyacına oldukça yakın bir değerdir.

MKÜ yerleşkesi su varlığı yeraltı ve yerüstü kaynaklarına dayanılarak 76.000 m³ olarak, mevcut su kaynaklarına göre karşılanması gereken su miktarı ise 512.000 m³ olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. MKÜ yerleşkesinde ihtiyaç duyulan su miktarı

| Su Kaynağı | Debi (lt/sn) | Su Miktarı (m ³ /gün) | Su Hacmi (m ³) |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------|
| Yeraltı Kaynağı | 2 | 172,8 | 26.000 |
| Yerüstü Kaynağı | 10 | 864,0 | 50.000 |
| Toplam Su Varlığı | | | 76.000 |
| Sulama Suyu İhtiyacı | | | 588.000 |
| İhtiyaç Duyulan Su Miktarı | | | 512.000 |

4.2. Topografyanın CBS ile Sayısallaştırılması Sonucu Elde Edilen Haritalar

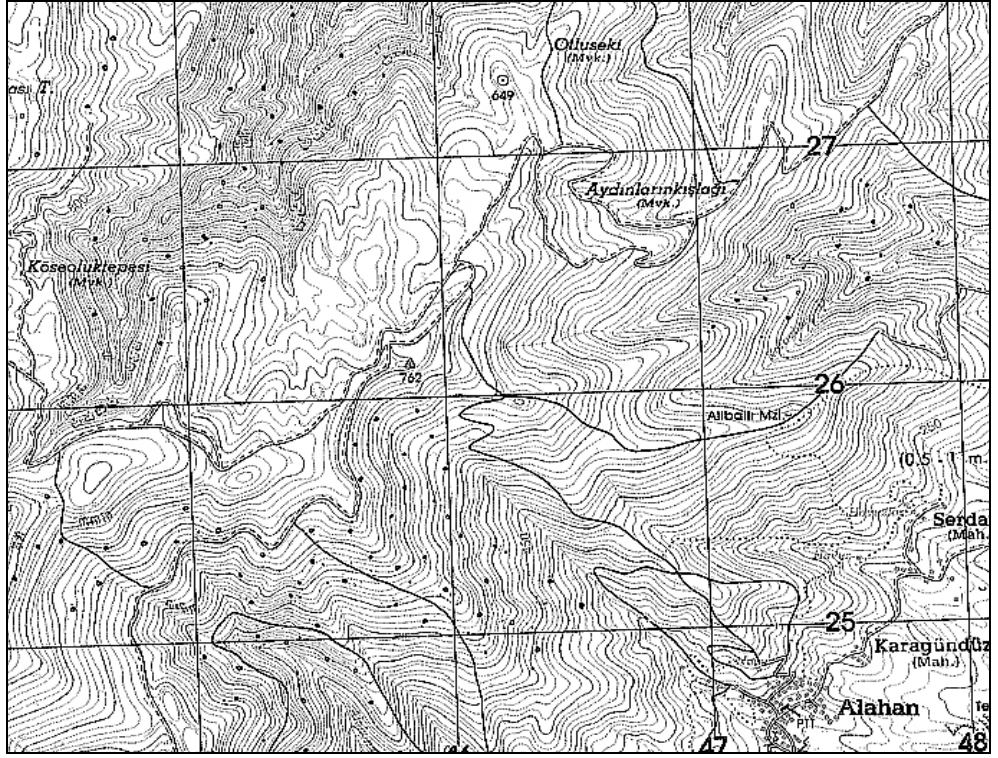
4.2.1. Sayısal Topografik, Raster ve Eğim Haritası

Uygun gölet yerlerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada öncelikle çalışma alanına ait 1:25000 ölçekli topografik harita, ILWIS 3.4 programına aktarılarak sayısallaştırılmıştır. Genelde klasik olarak yapılan sayısallaştırma işlemleri ILWIS 3.4 ile doğrudan bilgisayar ekranında yapılmıştır. Bu amaçla, sayısallaştırılacak topografik harita, öncelikle tarayıcıda taranarak görüntü dosyası haline dönüştürülmüş daha sonra yazılım yardımıyla ekrana aktarılan görüntü arka planda bir katman, sayısallaştırılan eş yükseklik eğrileri de görüntü üzerinde yeni bir katman olarak doğrudan ekranda görülebilmektedir. Bu şekilde yapılan sayısallaştırmada görüntü istenilen derecede büyütülerek, sayısallaştırma işlemi hassas ve hızlı bir şekilde yapılmıştır.

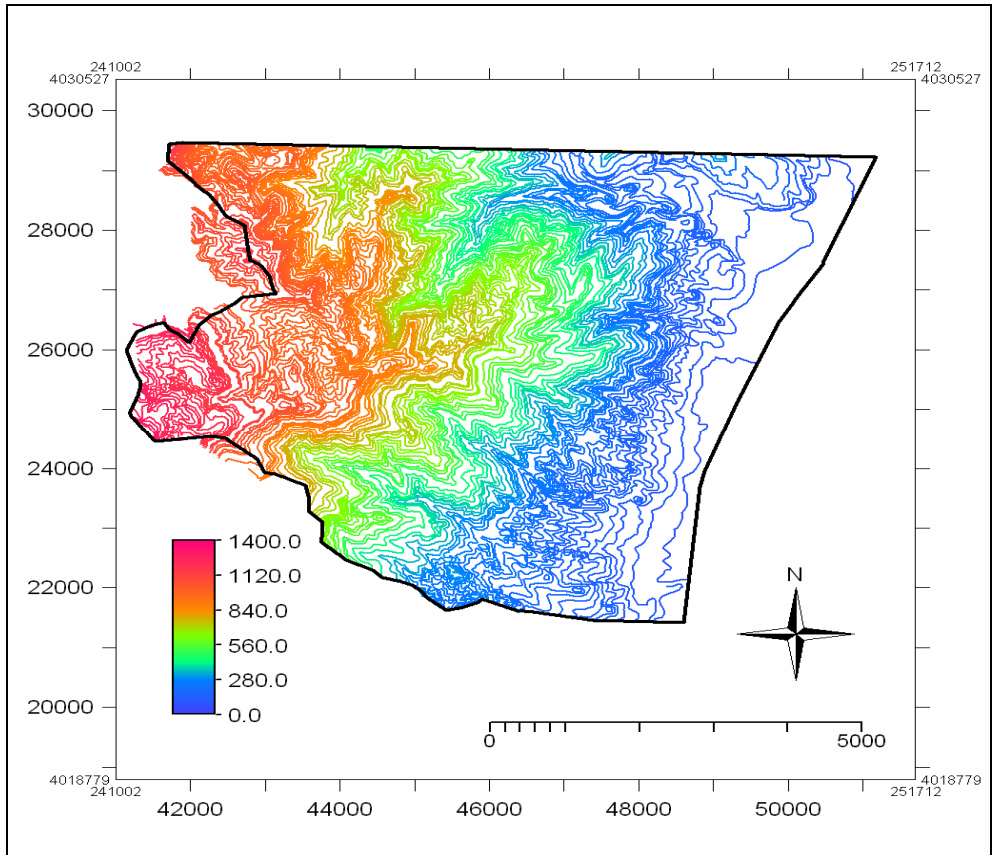
Topografik harita koordinat değerleri ILWIS 3.4'de koordinat dönüşümü menüsü ile sayısal topografik haritaya aktarılmıştır. Dönüşüm için görüntü üzerindeki koordinatı bilinen referans noktaları ile harita üzerinde bunlara karşılık gelen yer noktalarının koordinat değerleri esas alınmıştır. Sayısallaştırılan topografik haritadaki referans noktaların, dönüşüm sonrası koordinatları ile gerçek değerleri karşılaştırılarak konum hatası olup olmadığı incelenmiş herhangi bir hatanın olmadığı görülmüştür.

Taranmış topografik haritanın çalışma alanı içerisinde bir bölümü Şekil 4.1'de görülmektedir. Bu haritada eşyüksekti eğrileri 10 m'de bir geçmektedir.

Sayısallaştırmada bu görüntü kullanılarak aynı şekilde, her 10 m'de bir eşyüksektiler sayısal hale getirilmiş ve koordinat dönüşümü yukarıda anlatıldığı gibi yapılarak çalışma alanı sayısal topografik haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Çalışma alanı topografik haritasından bir bölüm



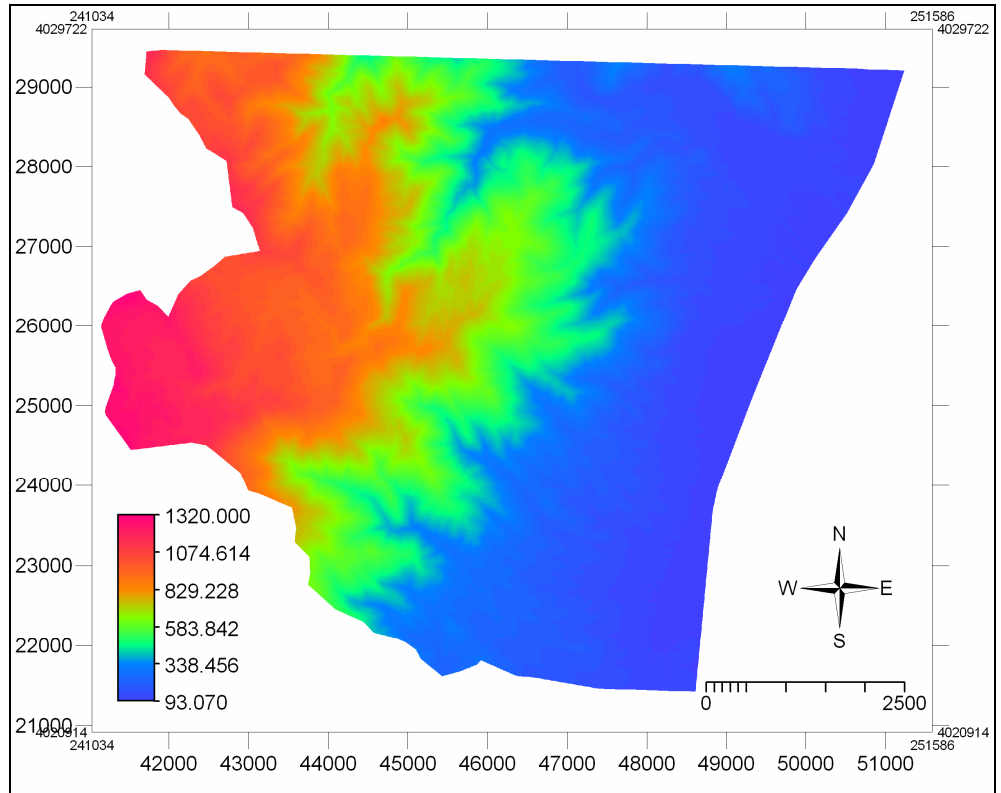
Şekil 4.2. Çalışma alanı sayısal topografik haritası

Uygun gölet yerlerinin değerlendirilmesinde gölet su çıkış kotunun çalışma alanı raster haritası yardımıyla bilinmesi, suyun MKÜ yerleşkesine iletilmesinde, pompaj gerektirip gerektirmeyeceği, çok yüksek kotlarda suyun iletiminde basınca dayanıklı boruların kullanıp kullanılmayacağı konusunda bilgi vermesi açısından önemlidir.

Bu amaçla, çalışma alanı sayısal topografik haritası, ILWIS 3.4 programında giriş harita (input map) olarak tanıtılmış ve segment interpolasyon seçeneği ile eşyüksekti eğrileri arasında interpolasyon yaptırılmıştır. Çıktı haritası, 4 X 4 m piksel boyutuna sahip bir hücre tanımlı (raster) harita olmuştur. Bu hücre tanımlı harita Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

İnterpolasyon sonucunda geliştirilen hücre tanımlı haritada çalışma alanı sınırları içerisinde en düşük kotun 93 m en yüksek kotun 1320 m olduğu hesaplanmıştır.

Alanın büyük kısmında kot farkının hızla yükselmesi, buralara inşaa edilecek göletlerden suyun, MKÜ yerleşkesine iletiminde yüksek basınca dayanıklı daha pahalı boruların kullanılmasını gerektirecektir. Bu kriterle dikkate alınarak, gölet yeri olarak MKÜ yerleşkesine daha yakın ve kot farkının düşük olduğu yerlerin seçilmesinin ekonomik açıdan daha uygun olacağı düşünülmüştür.



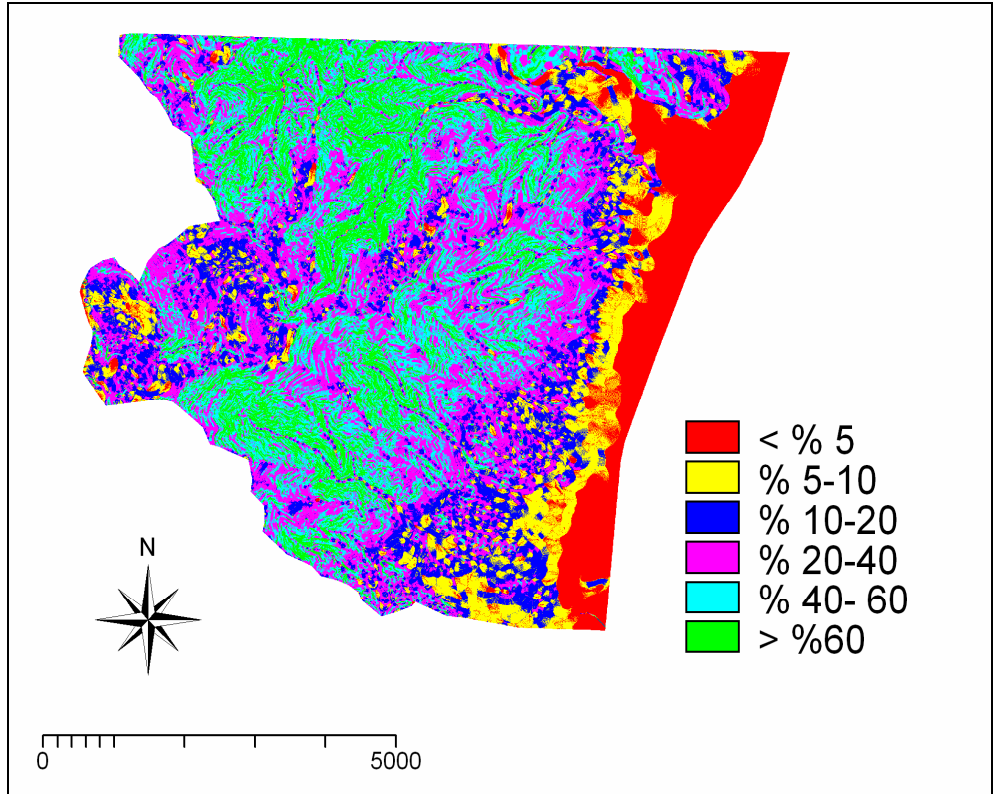
Şekil 4.3. Çalışma alanı raster haritası

CBS ile raster harita üzerinde seçilecek iki nokta arasındaki eğim doğrudan sorgulanabilmektedir. ILWIS 3.4 ile eğim sorgulaması yüzde (%) ve derece (°) olarak yapılabilmektedir.

Çalışma alanı raster haritası kullanılarak ILWIS 3.4 programı ile yapılan yüzde eğim sorgulaması sonucu, eğim yüzdelerini ve alanların dağılımı gösteren çalışma alanı eğim haritası Şekil 4.4’de verilmiştir.

Eğim haritasından, MKÜ yerleşkesine yakın alanlarda eğimin %5’den küçük olduğu, doğudan batıya doğru eğimin yüzdesinin arttığı, bazı alanlarda eğimin %60’dan fazla olduğu görülmektedir.

Eğim haritası bilgileri kullanılarak, ILWIS 3.4 istatistik komutu ile yapılan sorgulama sonucu farklı eğimlere sahip alanlar ve yüzde dağılımları hesaplanmış Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çalışma alanının 6,75 km²’sinde yani toplam alanın yüzde 12,5’inde eğim %5’den küçüktür. %14,4 alanda ise eğim yüzde 60’dan büyüktür. Bu sonuçlardan anlaşıldığı gibi çalışma alanı genelde yüksek eğime sahiptir.



Şekil 4.4. Çalışma alanı eğim haritası

Çizelge 4.2. Çalışma alanı eğim yüzdesi ve alan dağılımı

| Eğim (%) | Alan (km ²) | Alan (%) |
|----------|-------------------------|----------|
| < 5 | 6,75 | 12,5 |
| 5-10 | 5,54 | 10,2 |
| 10-20 | 7,52 | 13,9 |
| 20-40 | 15,29 | 28,3 |
| 40-60 | 11,20 | 20,7 |
| >60 | 7,74 | 14,4 |
| Toplam | 54,04 | 100,0 |

4.2.2. Sayısal Yükseklik Haritası

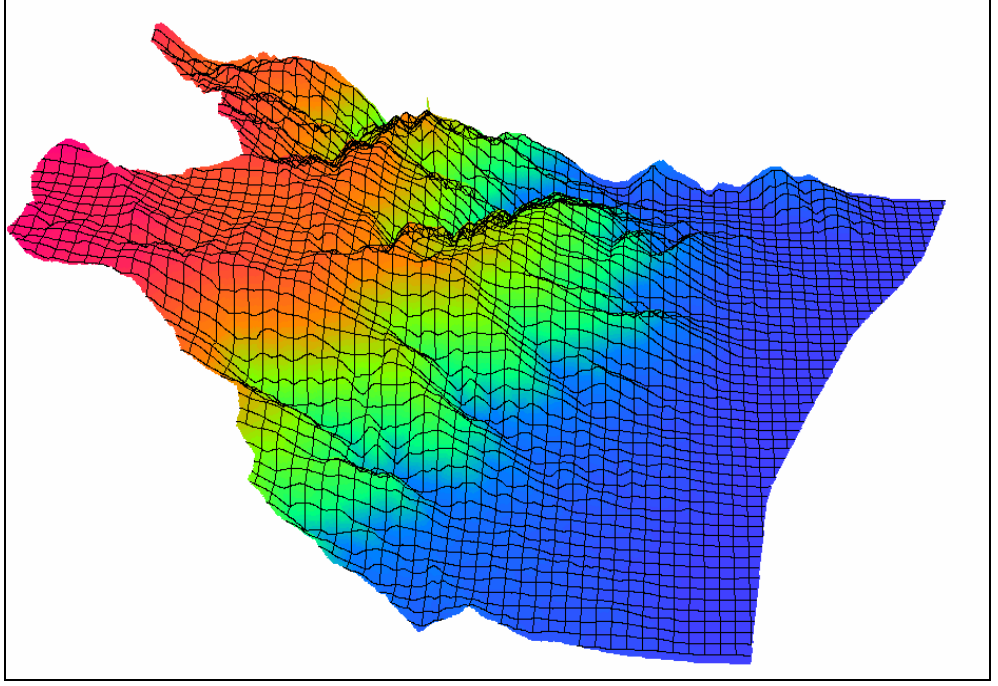
CBS ile yüzeye ait her türlü matematiksel ve mantıksal işlemlerin yapılmasına olanak sağlayan, araziye istenilen ölçekte, istenilen açıdan ve uzaklıktan bakma imkanı sağlayan haritalara sayısal yükseklik haritası denmektedir. Sayısal yükseklik modeli de denilen bu haritalarla yüzey ile ilgili görsel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

Bu çalışma için gerekli sayısal yükseklik haritası, hücre tabanlı sayısal topografik harita bilgilerinin ILWIS 3.4 de kullanılması ile oluşturulmuştur.

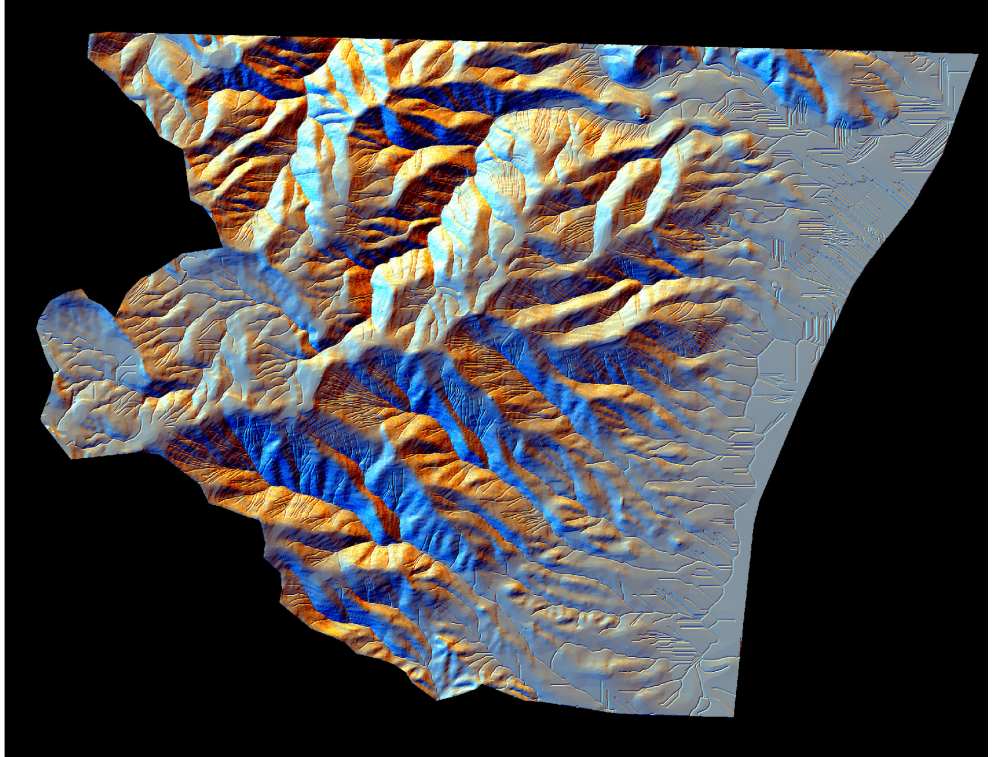
Bu harita, CBS'de arazi yüzeyinin üç boyutlu görselleştirilmesinde, arazide herhangi bir noktada yüksekliğin bulunmasında, arazi yüzeyinin eğim ve bakışının bulunmasında, mevcut su akış yollarının çıkarılmasında kullanılabilmektedir.

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

Çalışma alanı üç boyutlu sayısal haritalar farklı açıdan Şekil 4.5 ve kuşbakışı görünümü ise Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

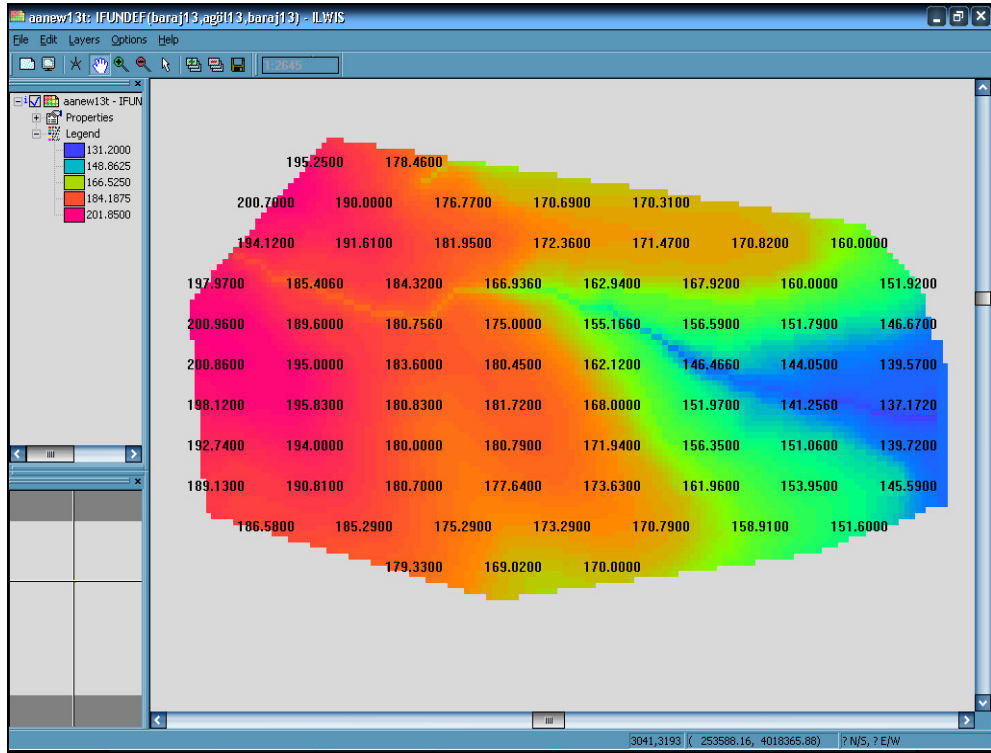


Şekil 4.5. Çalışma alanı üç boyutlu sayısal yükseklik haritası (farklı açıdan görünüm)



Şekil 4.6. Üç boyutlu sayısal yükseklik haritası (kuşbakışı görünüm)

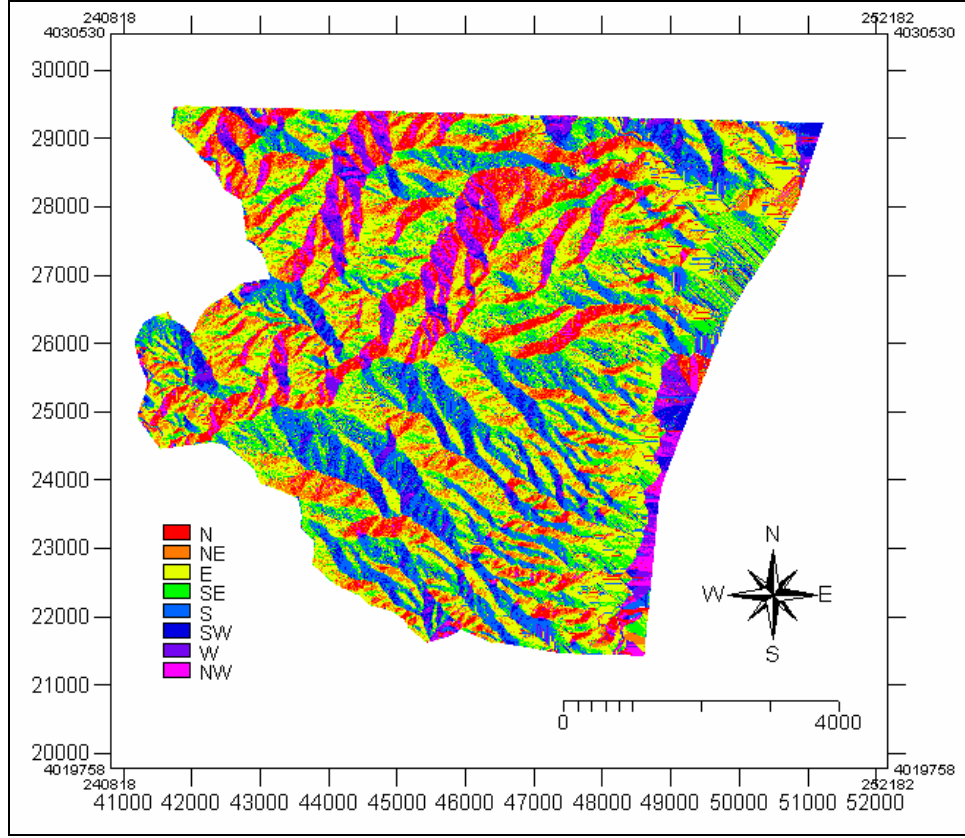
Hazırlanan sayısal yükseklik haritası, topografik açıdan, kriterlere uyan gölet yerlerinin belirlenmesinde temel harita olarak kullanılmıştır. Her hücrenin yükseklik bilgilerini veren bu haritadan gölet bent yerinin tespiti görsel olarak yapılarak, bent yüksekliğine karar verilmiştir. Yükseklik bilgilerini gösteren örnek bir harita Şekil 4.7'de verilmiştir.



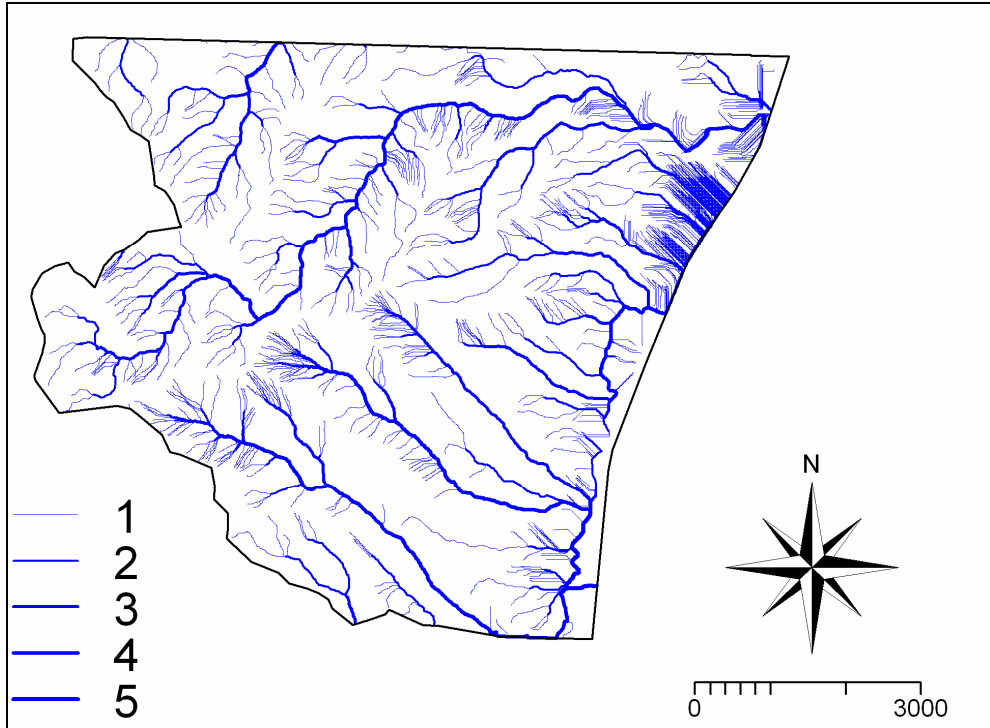
Şekil 4.7. Sayısal yükseklik haritasından yükseklik bilgilerinin görülmesi

4.2.3. Su Akış Yönleri ve Drenaj Ağı Haritası

Gölet yerinin tam olarak belirlenmesinde, çalışma alanı su akış yollarının da bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, sayısal yükseklik haritası kullanılarak önce çalışma alanı topografik eğim haritaları geliştirilmiş, bu haritalar kullanılarak su akış yönleri belirlenmiştir (Şekil 4.8). Oluşturulan su akış yönleri ve su akümülyasyon haritaları sayısal yükseklik haritası ile karşılaştırılarak, çalışma alanı için su akış yollarını veren drenaj ağı haritası çıkarılmıştır. Aynı zamanda ILWIS 3.4'de drenaj ağı haritasından su yolları Strahler yöntemine göre 1 ile 5 arasında derecelendirilmiştir (Şekil 4.9).

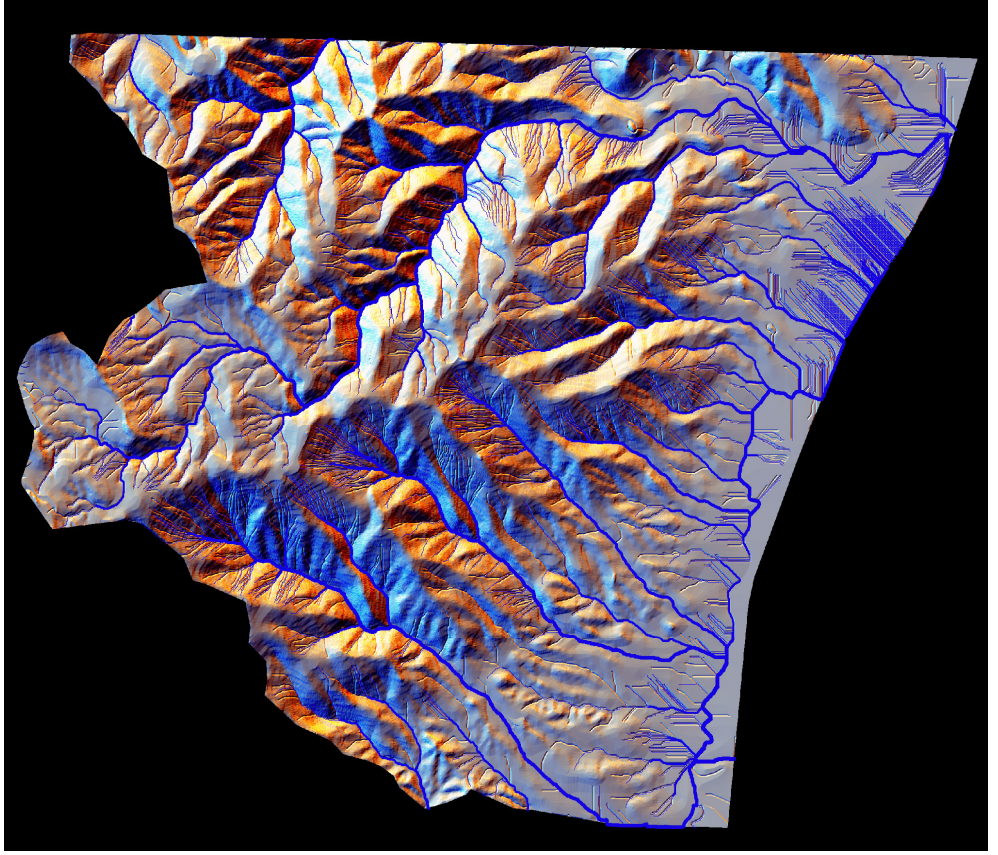


Şekil 4.8. Çalışma alanı su akış yönleri haritası



Şekil 4.9. Çalışma alanı drenaj ağı ve su yolları dereceleri

Şekil 4.10’da drenaj ağı haritası, sayısal yükseklik haritası ile çakıştırılarak üç boyutlu olarak gösterilmiştir.

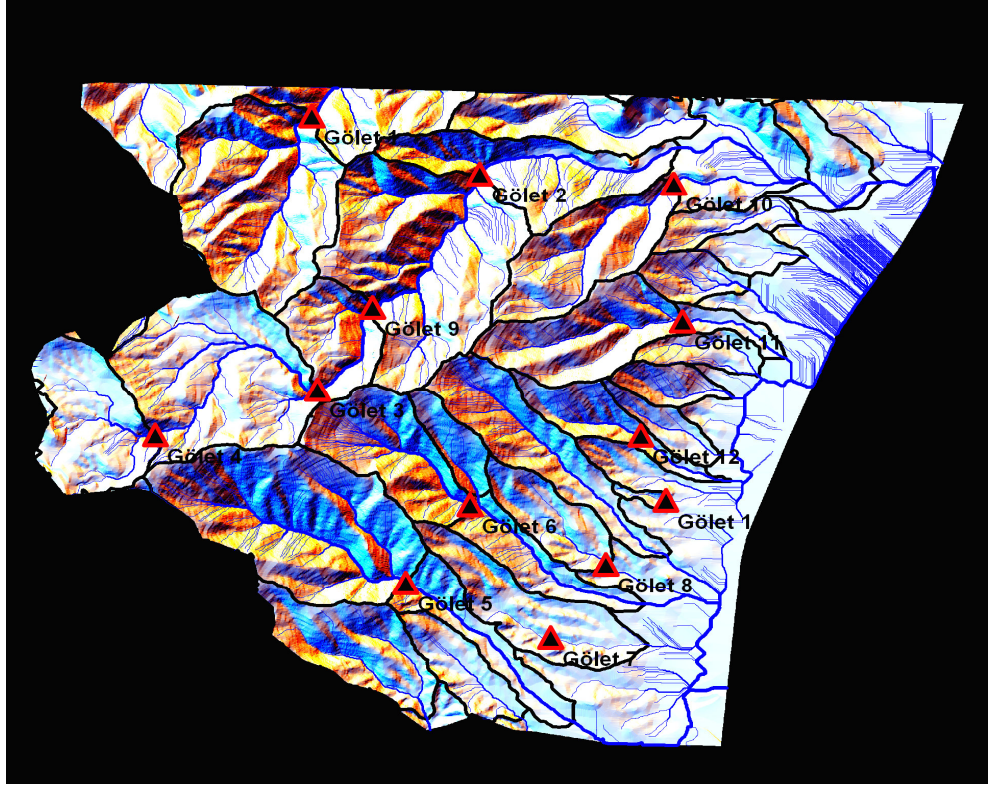


Şekil 4.10. Çakıştırılan drenaj ağı ve üç boyutlu sayısal yükseklik haritası

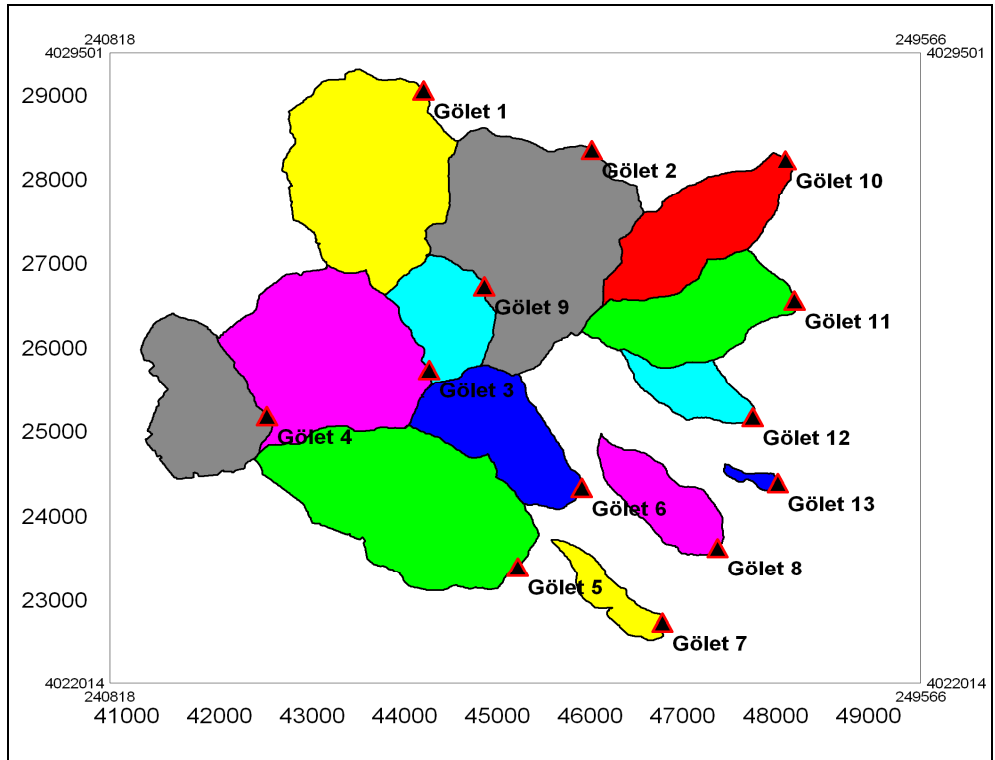
4.2.4. Gölet Havzaları Haritası

Topografik açıdan, kazı-dolgu miktarının uygun olması, bent uzunluğunun kısa ve yerleşim bölgesi dışında olması açısından kriterlere uyan, 13 adet gölet yeri sayısal yükseklik haritasında noktasal olarak tanımlanmış ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Bu göletlerin alt havzaları ILWIS 3.4’de havza tanımla menüsüyle haritalanmıştır (Şekil 4.12.).

Tanımlanan gölet havzalarına ait özelliklerden, havza çevre uzunluğu (m), havza alanı (km^2), üst havzaların alanı (km^2), toplam suyolu uzunluğu (m), drenaj yoğunluğu (m/km^2), en uzun suyolu uzunluğu (m) ve havza su çıkış kotu (m) hesaplatılarak Çizelge 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Seçilen gölet yerleri



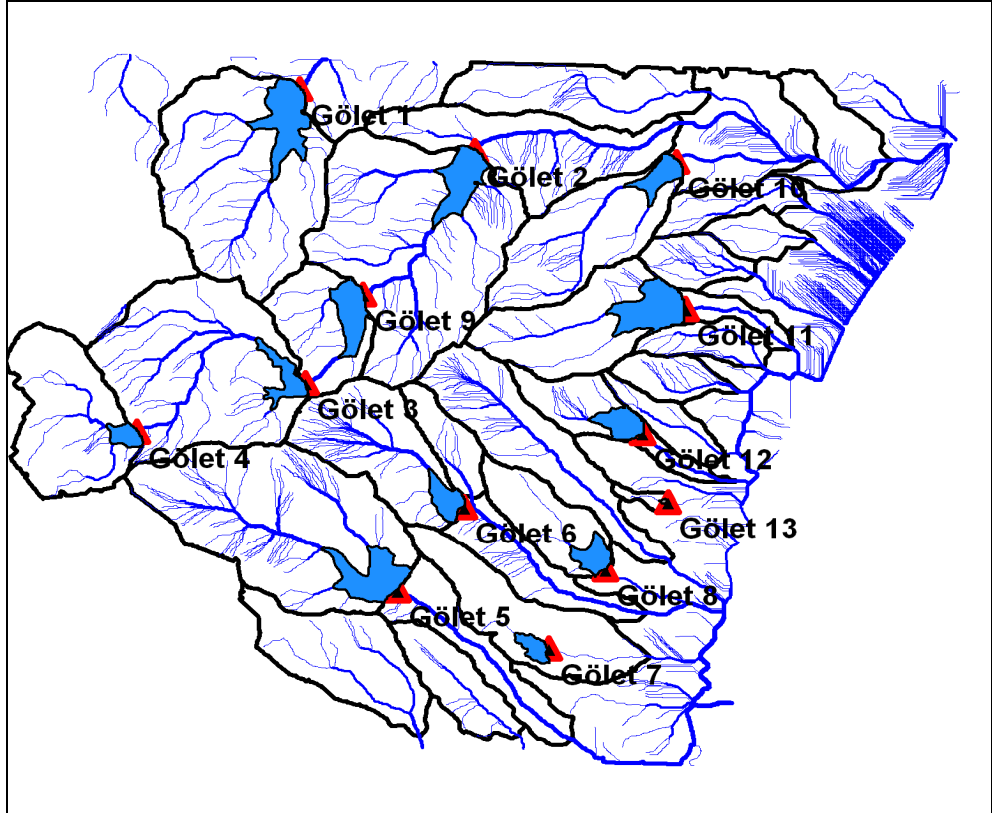
Şekil 4.12. Tanımlanan kriterlere uygun gölet yeri ve havzaları haritası

Çizelge 4.3. Gölet havzaları özellikleri

| Gölet No | Havza Çevre Uzunluğu (m) | Havza Alanı (km ²) | Üst Havzaların Alanı (km ²) | Toplam Su Yolu Uzunluğu (m) | Drenaj Yoğunluğu (m/km ²) | En Uzun Su Yolu Uzunluğu (m) | Havza Su Çıkış Kotu (m) | Havzanın Koordinatı (UTM) |
|----------|--------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 7.881,78 | 3,48 | 3,48 | 18.927,1 | 5.429,3 | 2.820,0 | 580 | 243610,25 N 4027961,55 E |
| 2 | 9.241,65 | 4,10 | 10,31 | 30.525,2 | 7.435,2 | 3.238,3 | 301 | 245300,79 N 4027130,57 E |
| 3 | 7.848,01 | 3,28 | 5,09 | 21.533,9 | 6.547,3 | 3.228,2 | 855 | 243154,95N 4025865,55 E |
| 4 | 6.032,92 | 1,80 | 1,80 | 8.093,3 | 4.492,6 | 1.729,7 | 1.075 | 241875,45N 4025421,55 E |
| 5 | 8.386,33 | 3,75 | 3,75 | 31.402,3 | 8.363,8 | 3.477,0 | 321 | 244106,45N 4024093,55 E |
| 6 | 5.888,28 | 1,63 | 1,63 | 17.435,0 | 10.699,8 | 2.248,8 | 317 | 244979,45N 4024933,55 E |
| 7 | 4.454,09 | 7,93 | 7,93 | 3.774,1 | 4.756,8 | 1.625,6 | 180 | 245769,26N 4022385,55 E |
| 8 | 4.485,49 | 9,26 | 9,26 | 2.299,1 | 2.480,7 | 1.571,2 | 147 | 246740,45N 4024261,55 E |
| 9 | 4.465,75 | 1,11 | 6,20 | 5.395,6 | 4.840,2 | 1.354,4 | 612 | 244460,85N 4026313,55 E |
| 10 | 6.351,38 | 1,77 | 1,77 | 11.246,5 | 6.350,4 | 3.139,4 | 182 | 247139,12N 4027379,55 E |
| 11 | 6.049,05 | 1,70 | 1,70 | 8.293,7 | 4.876,9 | 2.461,4 | 161 | 247139,58N 4026459,55 E |
| 12 | 3.201,00 | 4,61 | 4,61 | 4.560,6 | 9.886,0 | 1.301,0 | 101 | 248002,45N 4025797,55 E |
| 13 | 1.569,46 | 0,82 | 0,82 | 470,0 | 5.676,2 | 470,0 | 133 | 247762,62N 4024457,55 E |

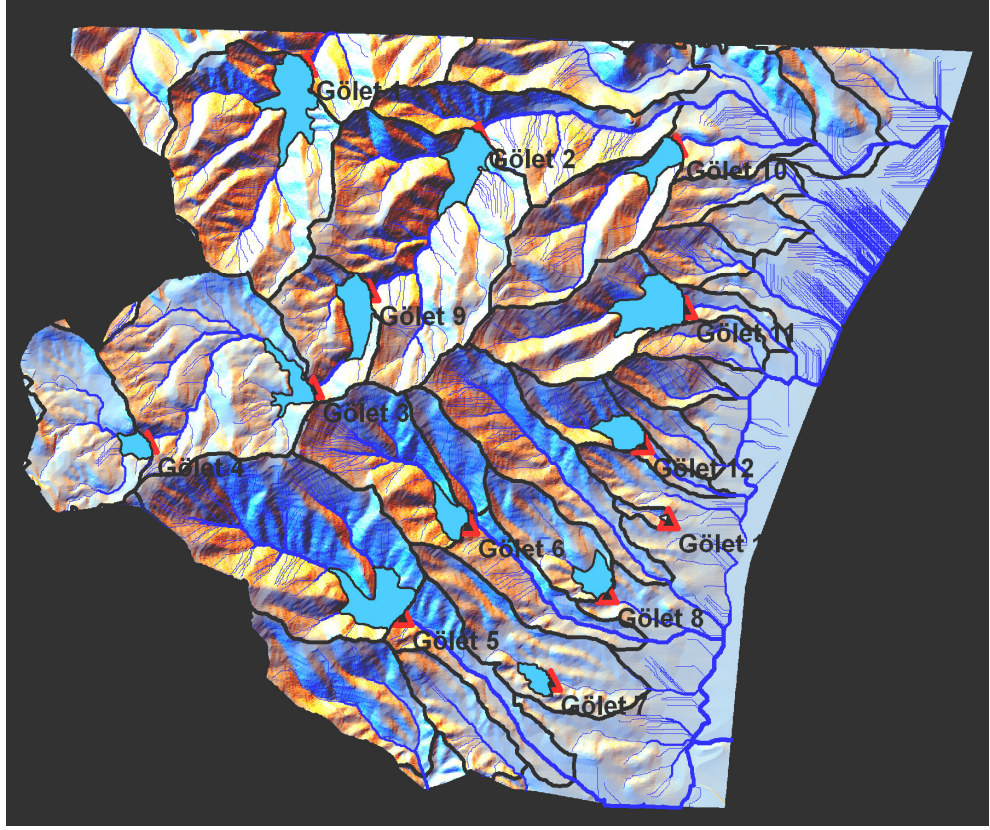
4.2.5. Gölet Aynası Haritası

Topografyanın elverdiği kot yüksekliklerinde bentler oluşturulmuş ve ILWIS 3.4’de, doğru (True) ve yanlış (False) döngüsüyle iterasyon yapılarak su dolacak alanlar doğru, diğer alanlar yanlış olarak tanımlanmıştır. Oluşan göletler ve gölet aynaları haritası Şekil 4.13’de verilmiştir.

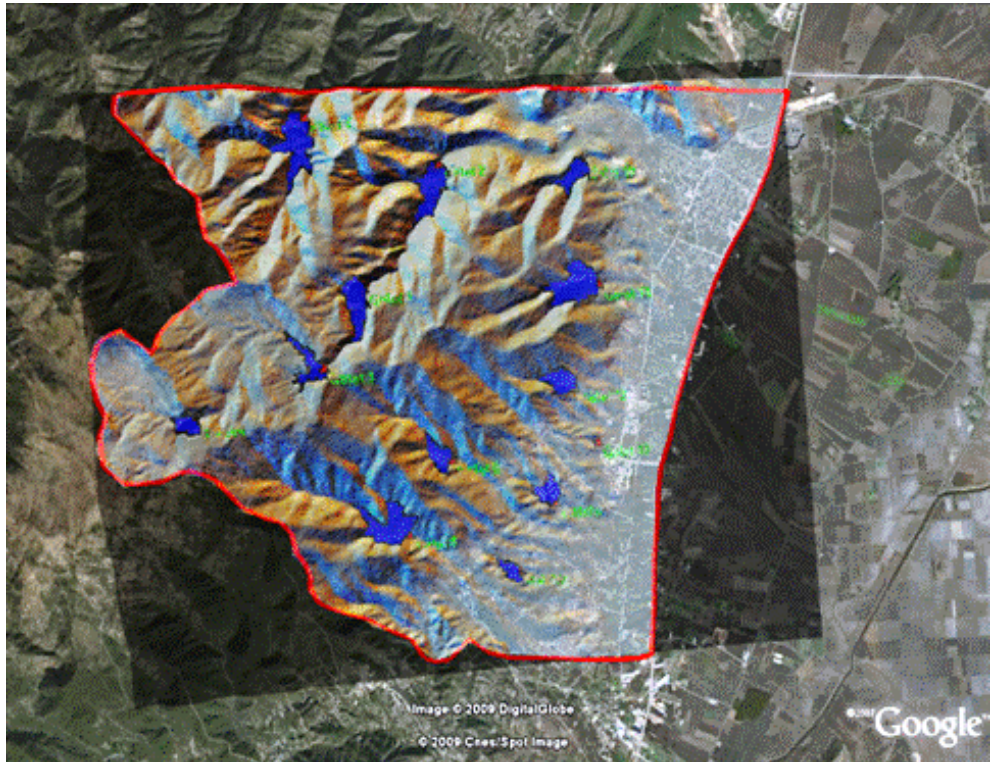


Şekil 4.13. Farklı bent yüksekliklerinde oluşturulan göletler

Sayısal yükseklik haritası ile göl aynası haritası karşılaştırılarak elde edilen harita Şekil 4.14’de görülmektedir. Bu harita Google Earth’den alınan gerçek görüntü ile kontrol amacıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 4.15). Karşılaştırma sonucunda gerçek harita ile gölet yerlerinde herhangi bir yapının veya topografik değişimin (kazı-dolgu) olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan kontrolde yüzeyde herhangi bir değişimin olmadığı gölet yerlerinin çukur alanlara denk geldiği ve Sayısal yükseklik haritasında yapılan koordinat dönüşümünün gerçek görüntüdeki koordinat değerleri ile aynı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.14. Göl aynası haritasının SYH üzerinde görünümü



Şekil 4.15. SYH ve göl aynası haritasının Google Earth'de görünümü

4.3. Göletlerin Drenaj Havzaları ve Su Verimleri

Seçilen göletlerin havza su verimi hesaplaması M. TURC yöntemine göre yapılmıştır. Öncelikle, her 100 metrede sıcaklığın 0,5 °C azalacağı varsayımı yapılarak, Sıcaklık düzeltilmesi yapılmış, daha sonra yöntem kısmında açıklanan denklemler kullanılarak havza su verimleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.4’ de bir numaralı gölet için yapılan hesaplamalar verilmiştir.

Çizelge 4.4. Bir numaralı gölet için havza su verimi hesabı

| | |
|--|--------------|
| A Katsayısı (Asi Havzası İçin) | 104,20 |
| Havza Alanı (km ²) | 3,48 |
| Havza Minimum Kotu (m) | 584,00 |
| Havza Maximum Kotu (m) | 1.150,00 |
| Havza Ortalama Kotu (m) | 865,00 |
| Havza Ortalama Enlemi | 36° 19’ 52’’ |
| Ortalama Yıllık Yağış Miktarı (P) mm | 761,10 |
| Havzayı Temsil Eden Yağış İstasyonu (DMİ) | Serinyol |
| Havzayı Temsil Eden İstasyon Sıcaklığı (T) °C | 17,70 |
| Havza Kotuna Göre Düzeltile Sıcaklık (Tdüz.) °C | 14,20 |
| $L=A+25T+0,05T^3$ | 602,36 |
| $D=P/[0.9+(P^2/L^2)]^{0.5}$ | 481,70 |
| P-D | 279,40 |
| Su Verimi (%50 Olasılık)= (P-D)*Alan (m ³) | 972.310,00 |
| Su Verimi (%80 Olasılık)= (P-D)*Alan (m ³) | 586.316,00 |
| Su Verimi (%90 Olasılık) = (P-D)* Alan (m ³) | 414.470,00 |

Serinyol DMİ Yağış verileri kullanılarak yağışlar %50, %80 ve %90 olma olasılıklarına göre hesaplanmış, hesaplama sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Olası yağış miktarları

| Yıllık Toplam Yağış (mm) | Standart Sapma (S _{n-1}) | Olası Yağışlar (mm) | | |
|--------------------------|------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| | | %50 | %80 | %90 |
| 761,2 | 182,2 | 761,1 | 607,1 | 527,8 |

Olası yağış miktarlarına göre hesaplanan havza su verimi değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Gölet havzalarının farklı olasılıklara göre su verimleri

| Gölet No | Düzeltilen Ortalama Sıcaklık (°C) | Alan (km ²) | Farklı Olasılıklarda Havza Su Verimi (m ³) | | |
|----------|-----------------------------------|-------------------------|--|-----------|---------|
| | | | %50 | %80 | %90 |
| 1 | 14,2 | 3,480 | 972.309 | 586.316 | 414.470 |
| 2 | 15,7 | 10,300 | 2.450.193 | 1.419.676 | 974.901 |
| 3 | 13,5 | 5,080 | 1.520.507 | 933.065 | 667.895 |
| 4 | 12,8 | 1,800 | 574.977 | 358.822 | 259.945 |
| 5 | 15,3 | 3,750 | 932.860 | 546.487 | 378.316 |
| 6 | 15,7 | 1,620 | 385.370 | 223.288 | 153.334 |
| 7 | 17,1 | 0,450 | 90.548 | 50.366 | 33.537 |
| 8 | 17,2 | 0,920 | 182.801 | 101.367 | 67.336 |
| 9 | 14,9 | 6,190 | 1.608.112 | 952.228 | 664.365 |
| 10 | 16,8 | 1,770 | 369.701 | 207.518 | 139.150 |
| 11 | 16,6 | 1,700 | 363.862 | 205.459 | 138.396 |
| 12 | 17,3 | 0,650 | 127.521 | 70.495 | 46.715 |
| 13 | 17,6 | 0,087 | 16.420 | 8.992 | 5.914 |

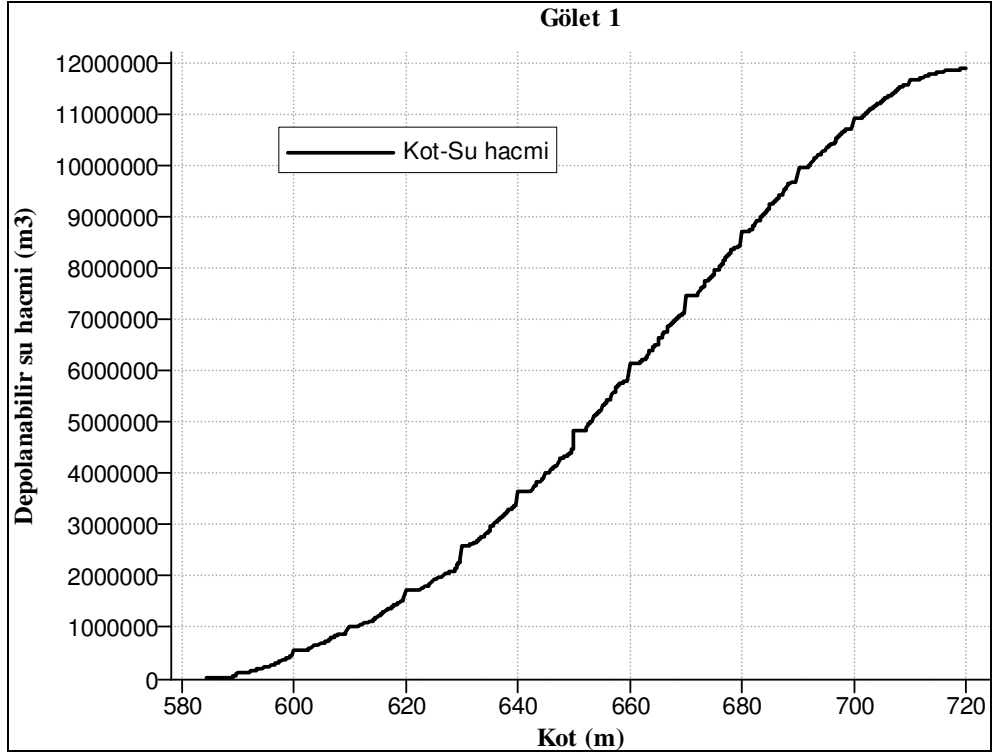
4.4. Göletlerin Depolanabilir Su Hacmi – Kot Grafikleri

Topografya, çevre ve jeoloji açısından uygun gölet yerlerine yapılacak bentler sonucunda, bent yüksekliğine bağlı depolanabilir su hacimleri hesaplanmış ve ILWIS 3.4 grafik menüsünden depolanabilir su hacmi-kot grafikleri çizilmiştir.

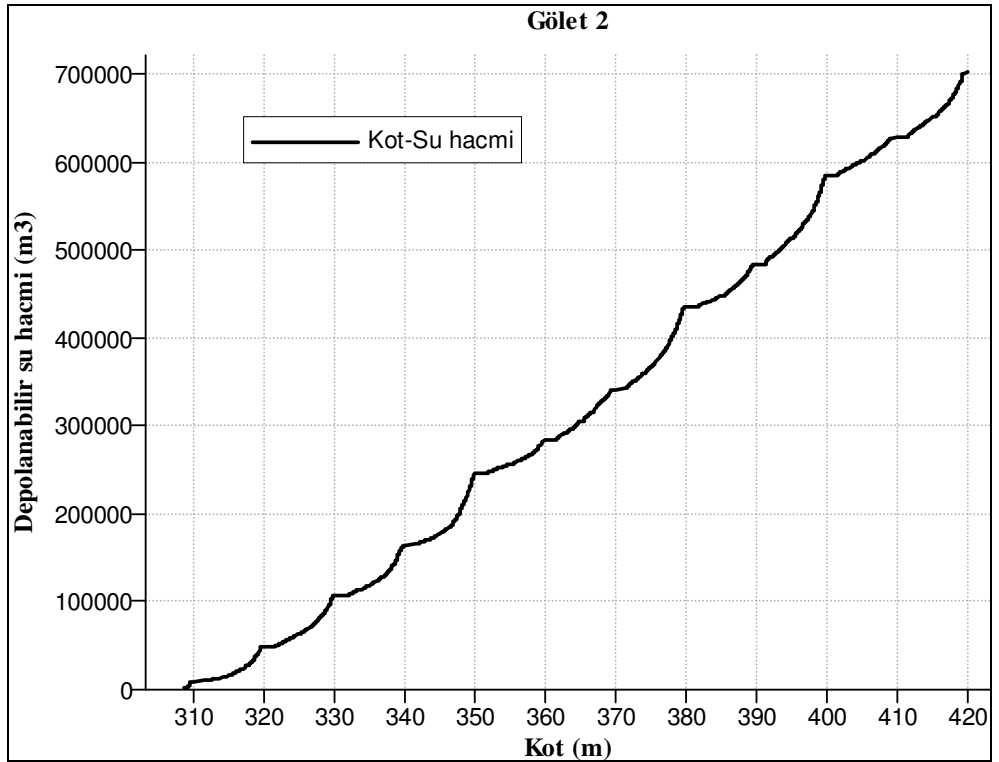
Gölet bent yüksekliğinin belirlenmesinde topografyanın elverdiği en yüksek değerler seçilmiştir. Örneğin, bir nolu gölet için havza su çıkış kotu 584 m den başlayarak 720 metreye kadar hesaplama yaptırılmış ve grafik çizdirilmiştir. Grafikten 136 m bent yüksekliğinde depolanabilir su miktarının 12×10^6 m³ olacağı öngörülse, bu durumda gölet bentinin çok uzun olması ve havza su veriminin, bu kadar su için yeterli olmaması nedeniyle bir nolu gölette 12×10^6 m³ suyun depolanamayacağını göstermektedir.

Hesaplamalar sonucundan bent yüksekliğinin 19 m olması durumunda depolanabilir su miktarı $604\,384$ m³ olmaktadır, ihtiyaç duyulan su miktarı $600\,000$ m³ olması ve gölet havza su veriminin bu miktarı karşılayabilmesi nedeniyle, bent yüksekliğinin 19 metre olmasına karar verilmiştir.

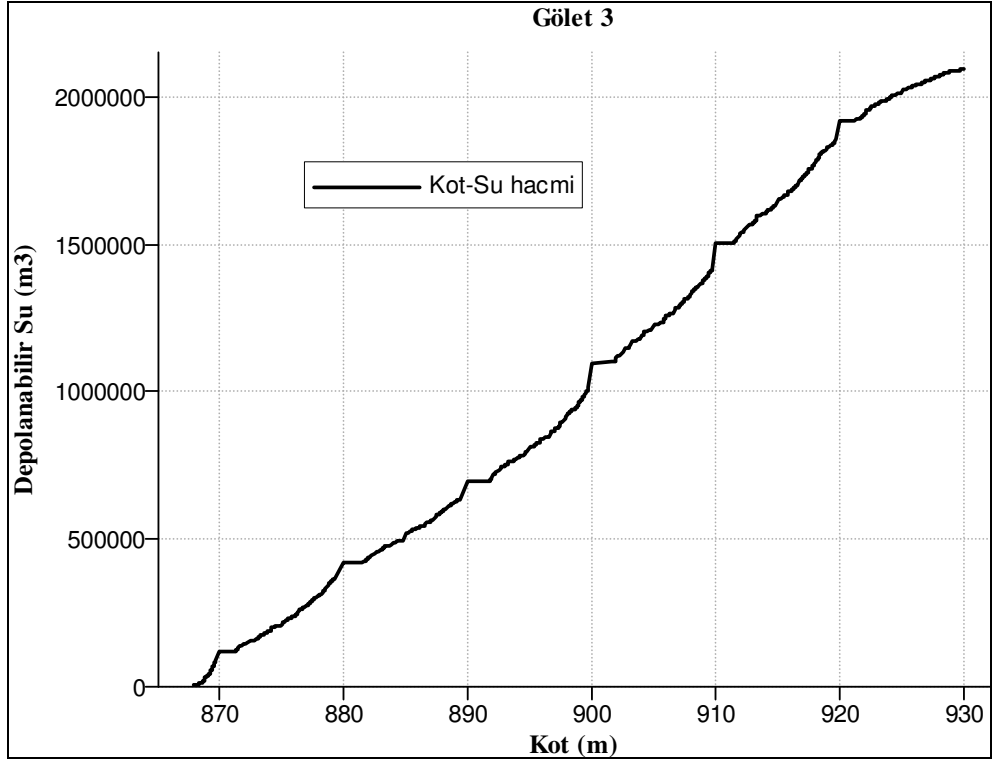
Göletlerin depolanabilir su hacmi-kot grafikleri gölet numaralarına göre Şekil 4.16'dan Şekil 4.28'e kadar verilmiştir.



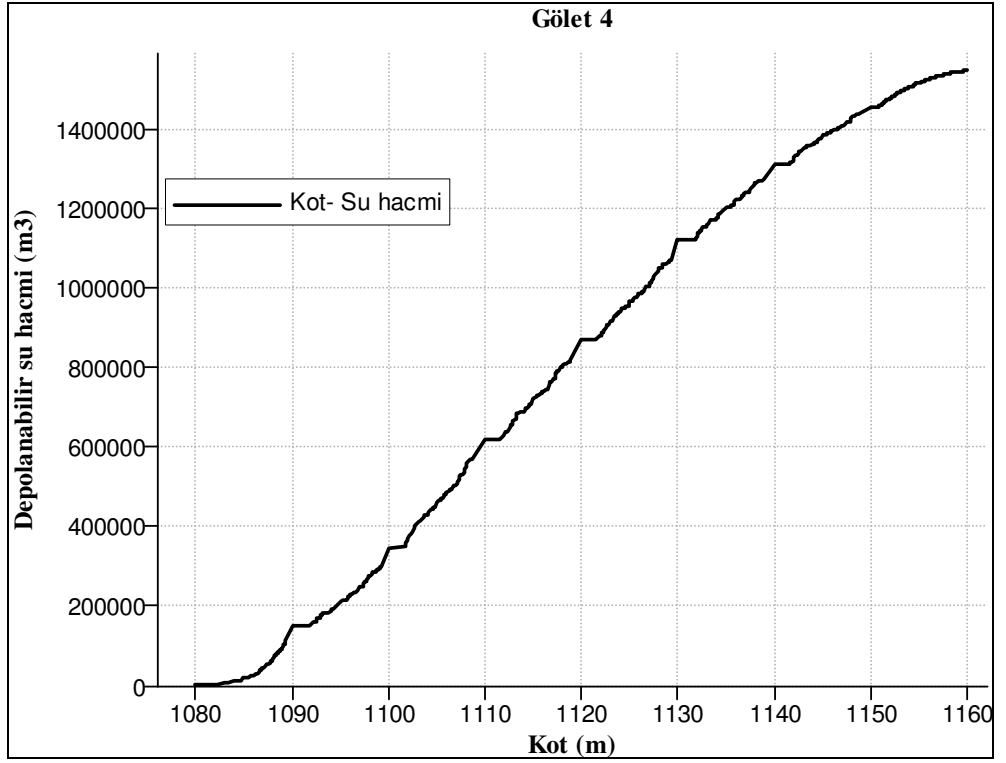
Şekil 4.16. Bir numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



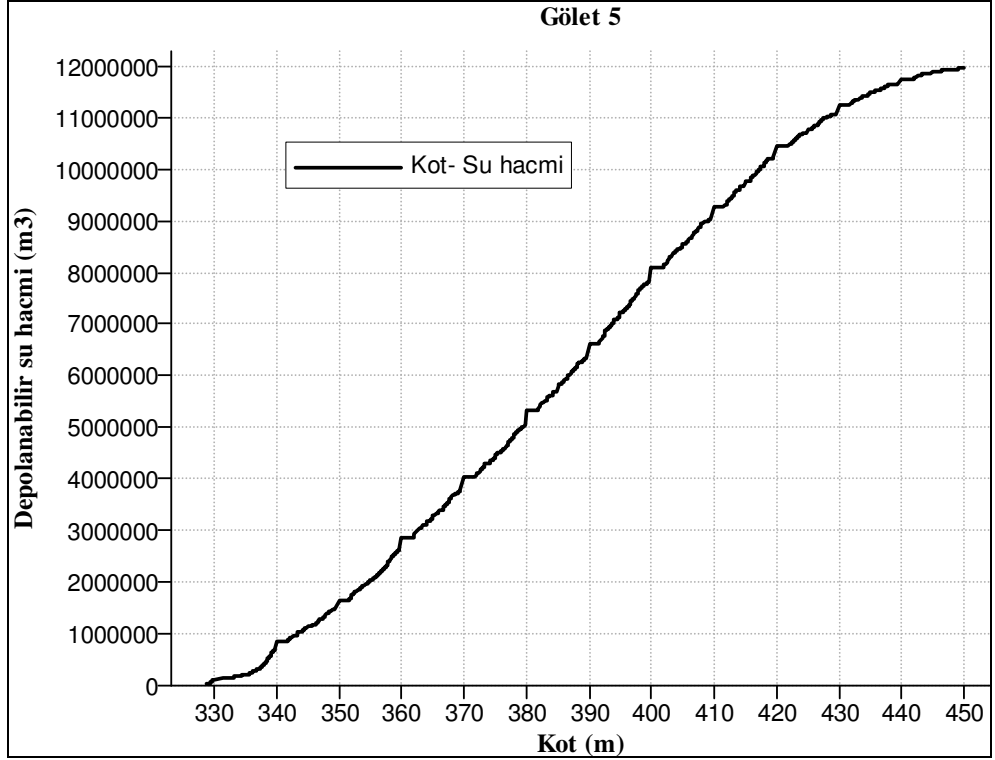
Şekil 4.17. İki numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



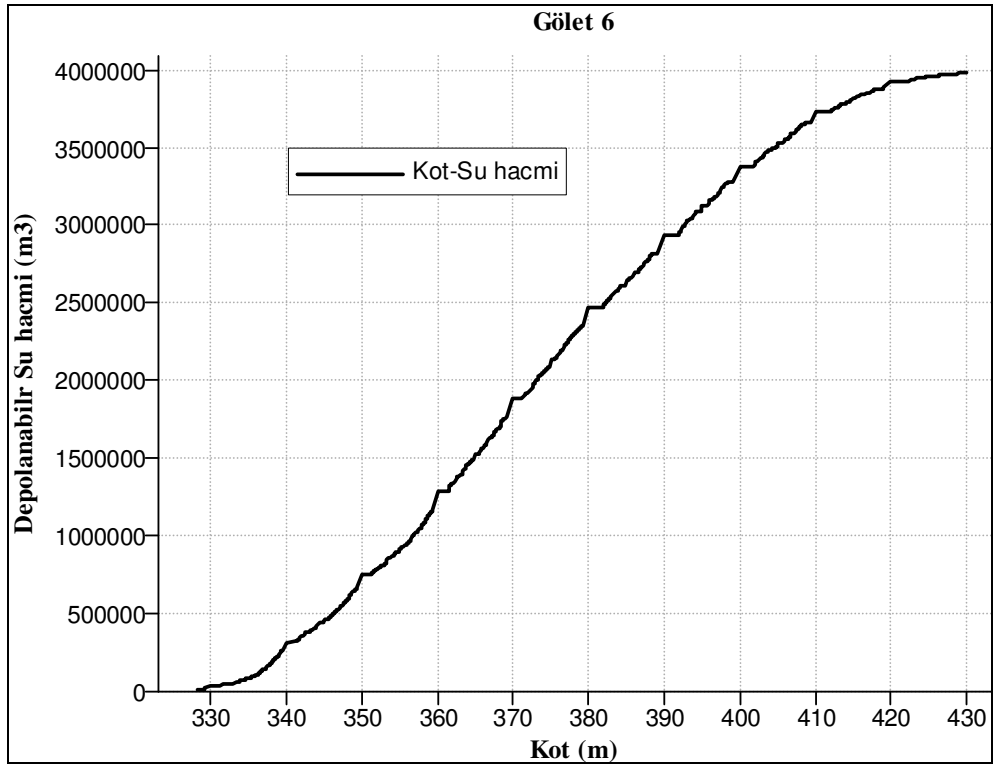
Şekil 4.18. Üç numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



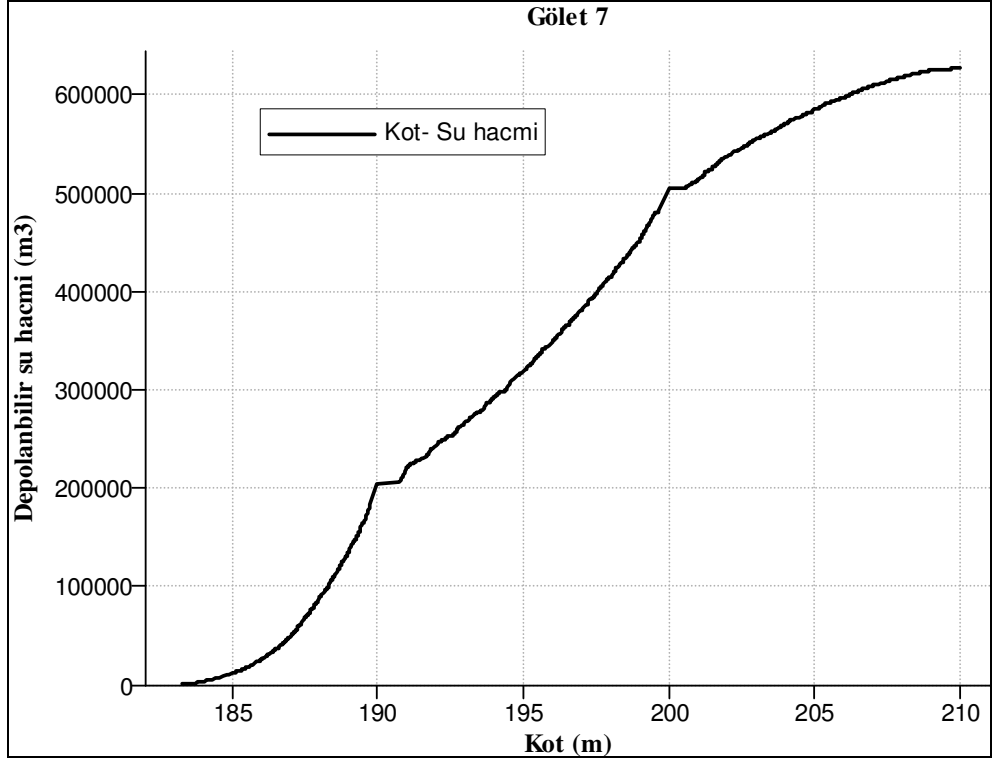
Şekil 4.19. Dört numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



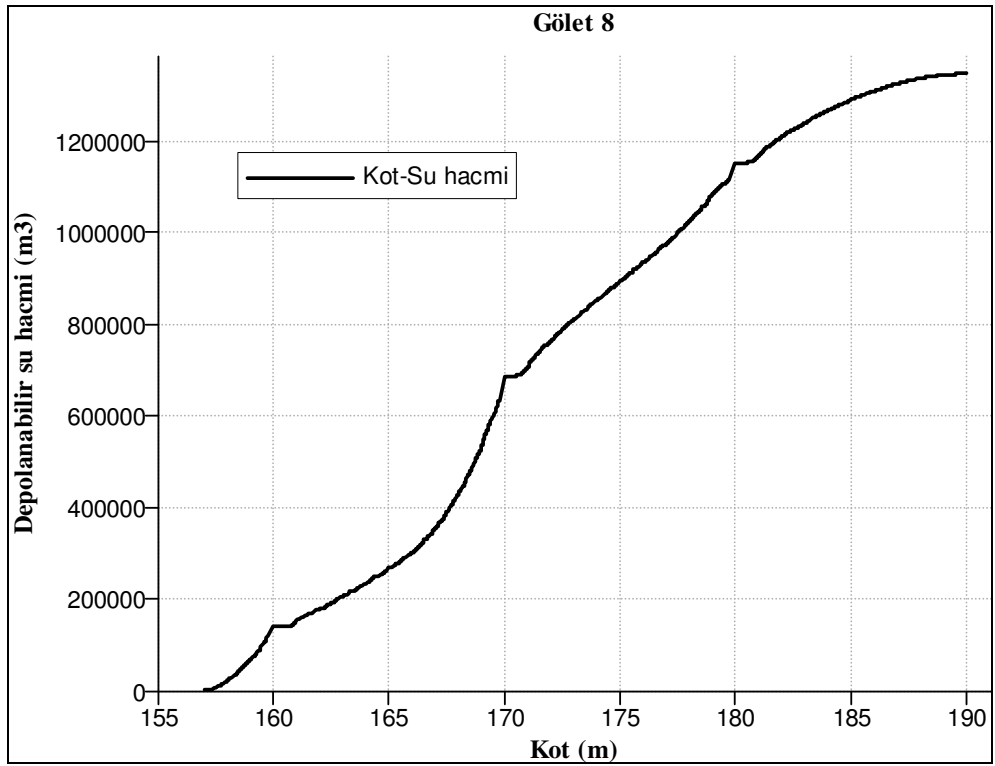
Şekil 4.20. Beş numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



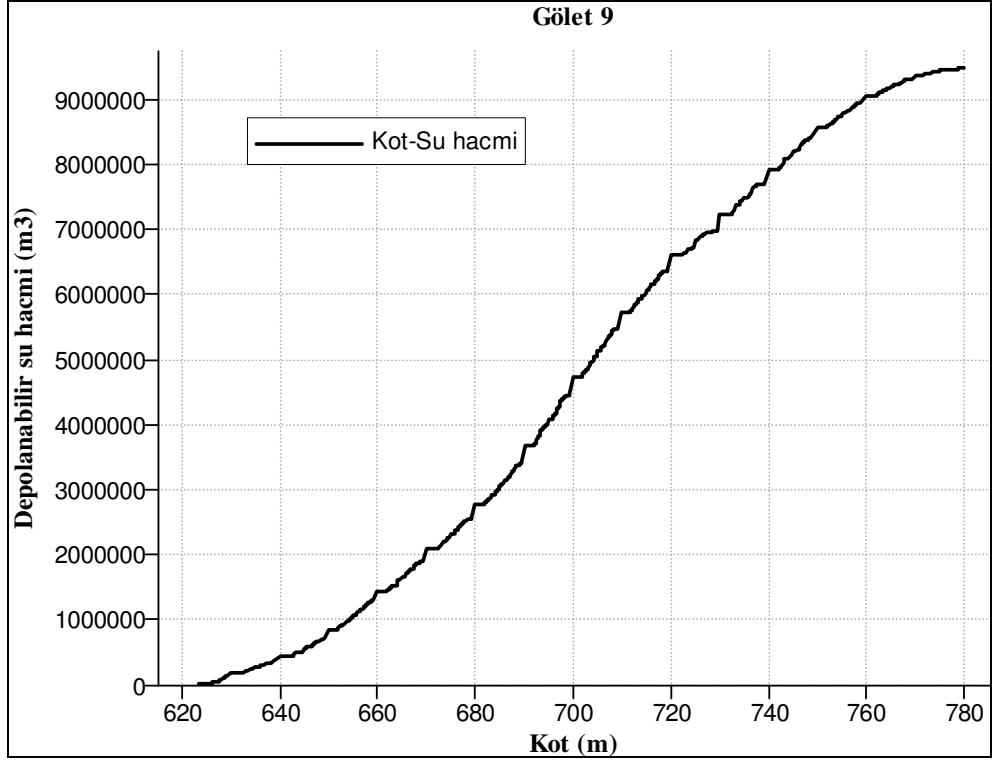
Şekil 4.21. Altı numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



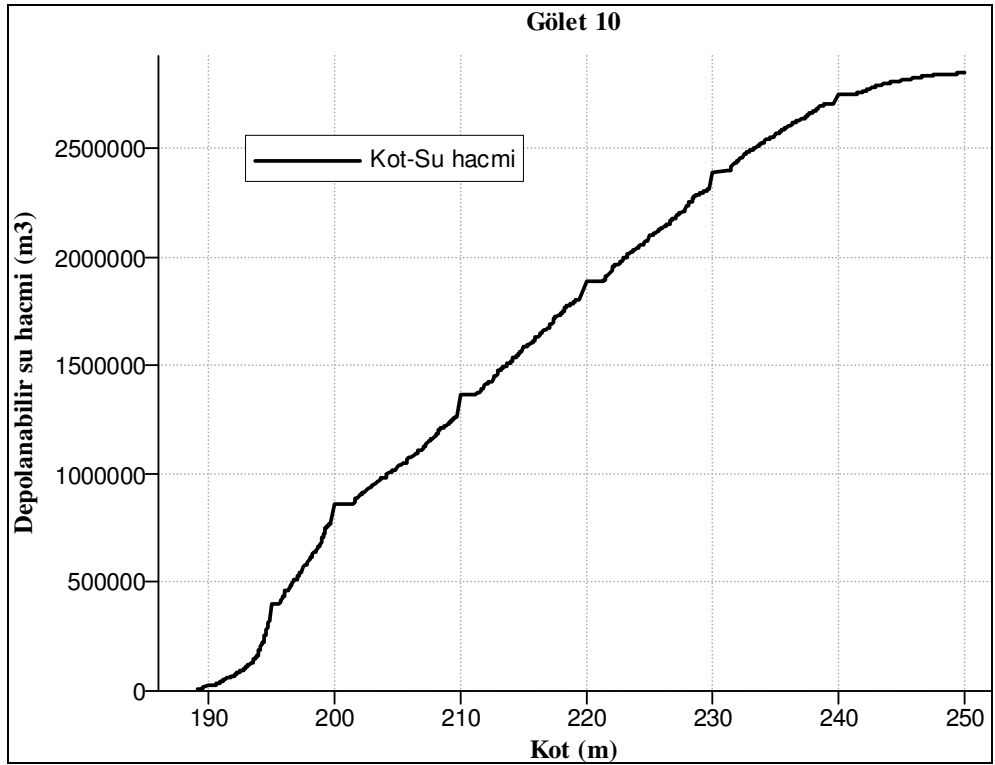
Şekil 4.22. Yedi numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



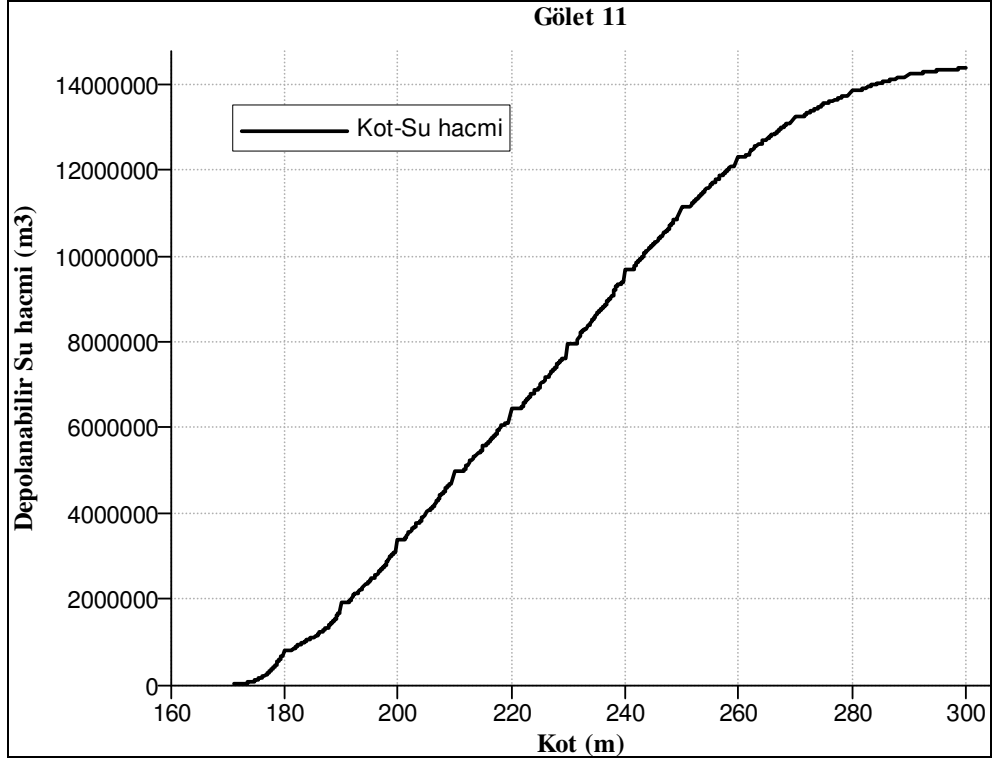
Şekil 4.23. Sekiz numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



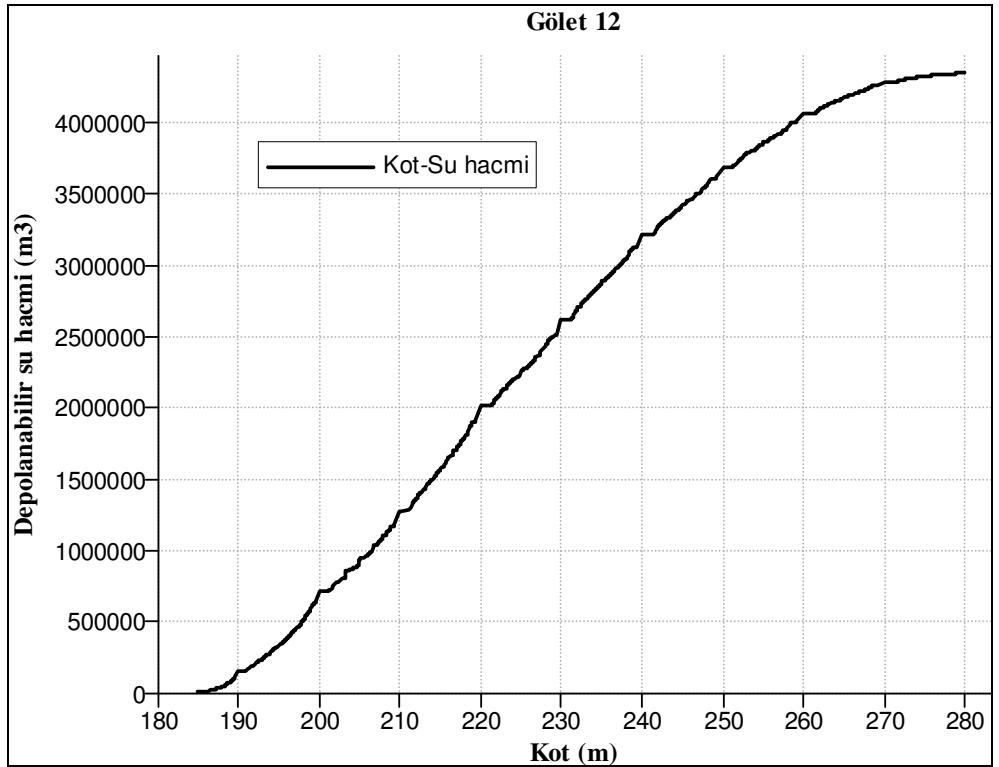
Şekil 4.24. Dokuz numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



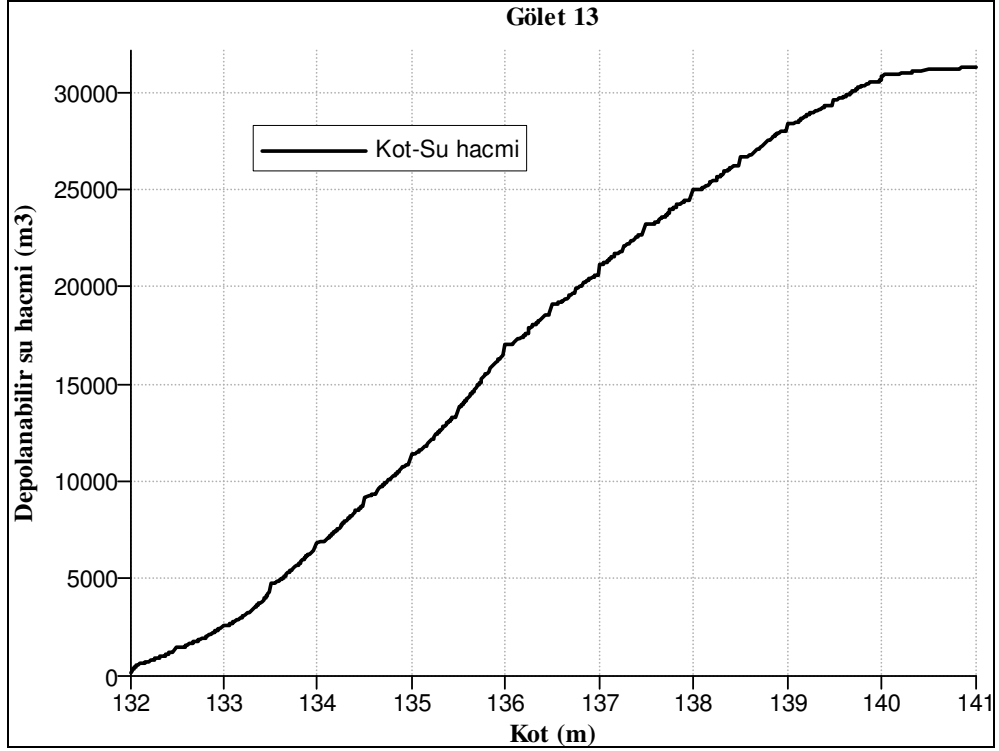
Şekil 4.25. On numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



Şekil 4.26. Onbir numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



Şekil 4.27. Oniki numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği



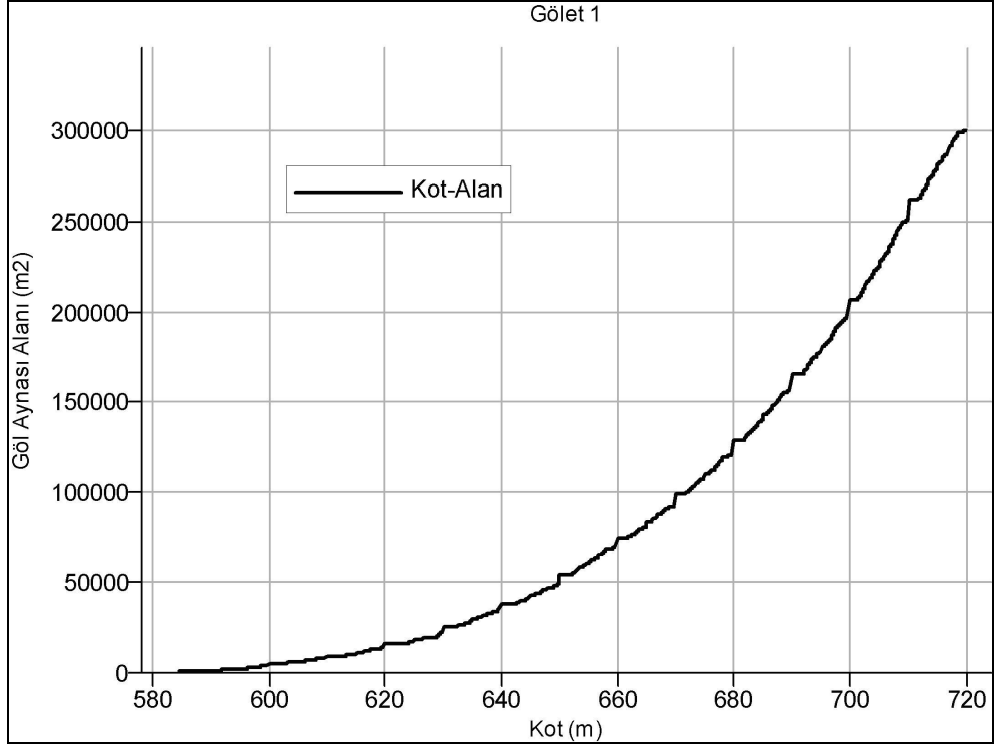
Şekil 4.28. Onüç numaralı göletin depolanabilir su hacmi-kot grafiği

4.5. Göletlerin Göl Aynası Alanı –Kot Grafikleri

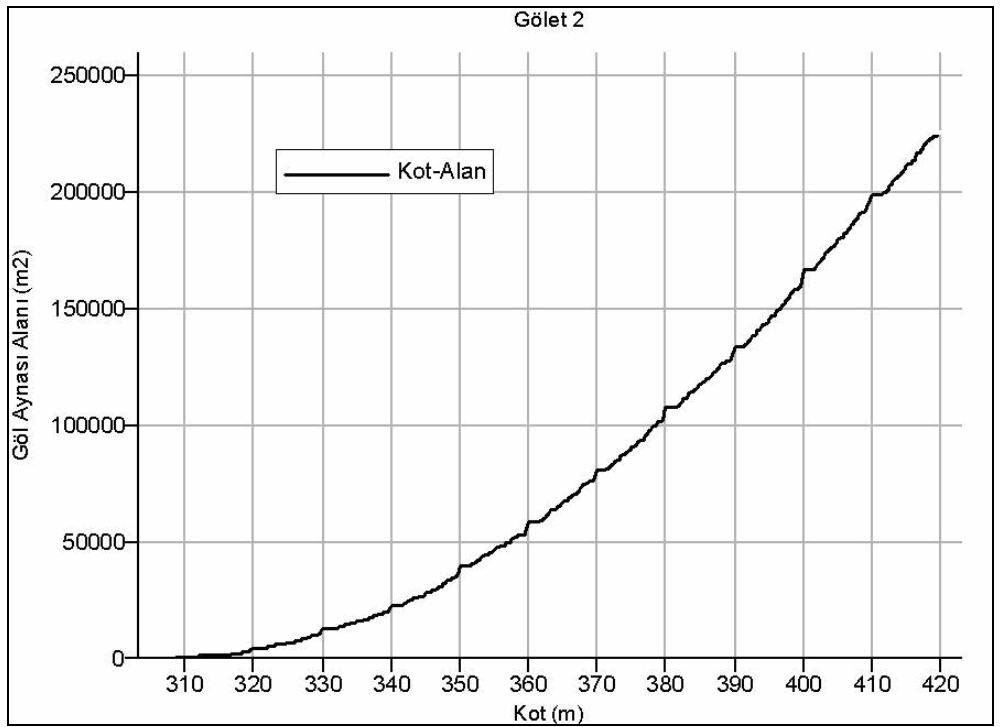
Göl aynası alanı, gölette depolanan suyun yüzeyde kapladığı alanı ifade etmektedir. CBS ile göl aynası alanının bilinmesi ile ne kadar alanın sular altında kalacağı, bu alanların yerleşim, tarımsal ve tarihi yerlere etkisi kolaylıkla görülebilmekte ve görsel olarak değerlendirilebilmektedir.

ILWIS 3.4 paket programı ile yapılan hesaplanmalarda bent yüksekliğine göre, gölette depolanabilir su miktarının oluşturacağı göl aynası alanları da hesaplanarak grafiklenmiştir.

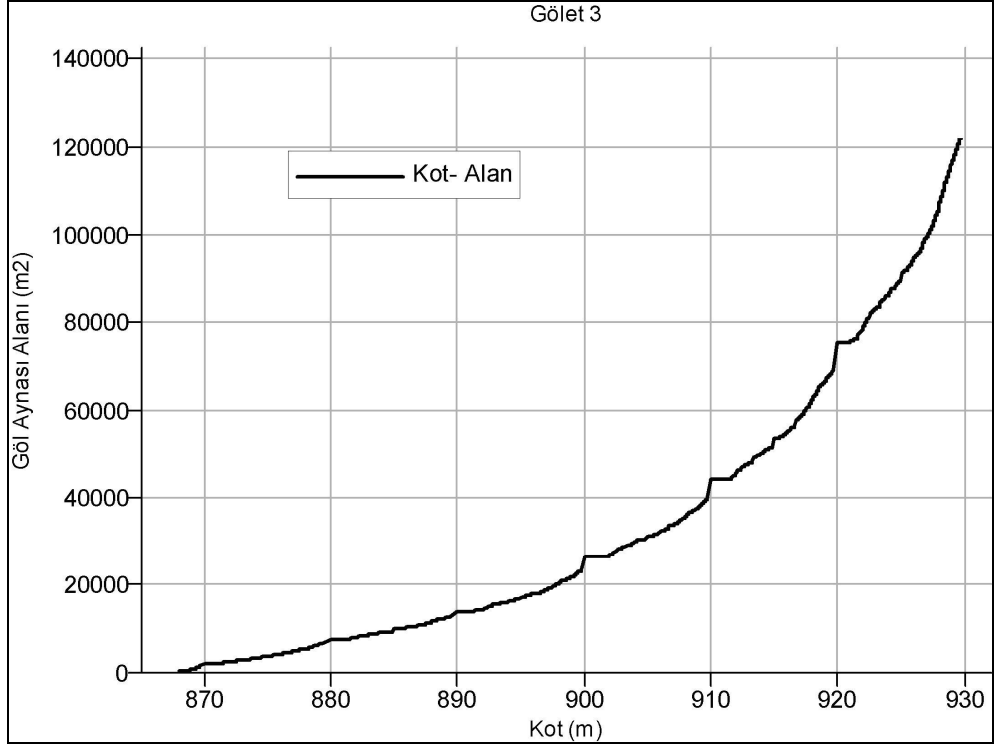
Farklı kot yüksekliklerine bağlı olarak, gölet rezarvuarında depolanan suyun oluşturduğu gölet aynası alanı (Kot-Alan) grafikleri, Şekil 4.29 ile Şekil 4.41 arasında verilmiştir.



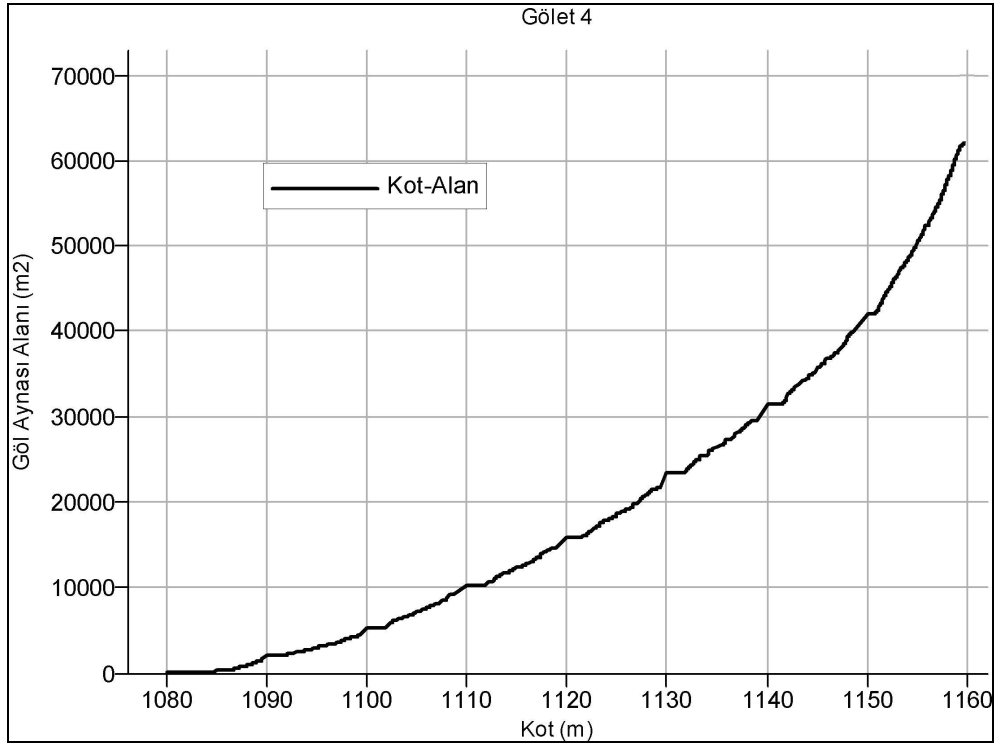
Şekil 4.29. Bir numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



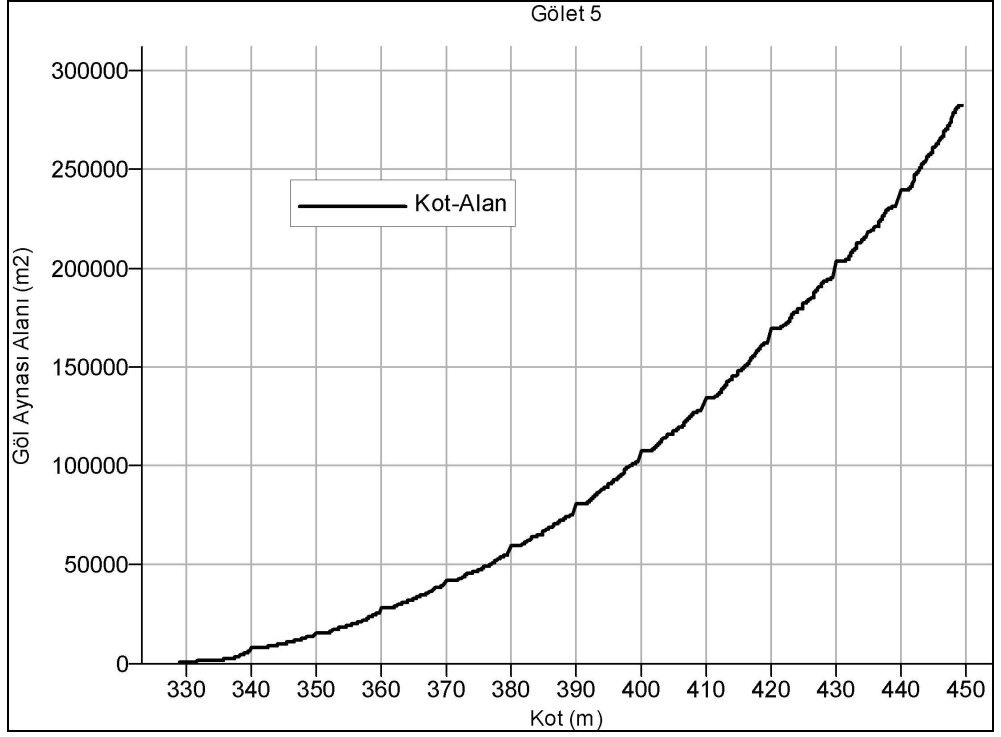
Şekil 4.30. İki numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



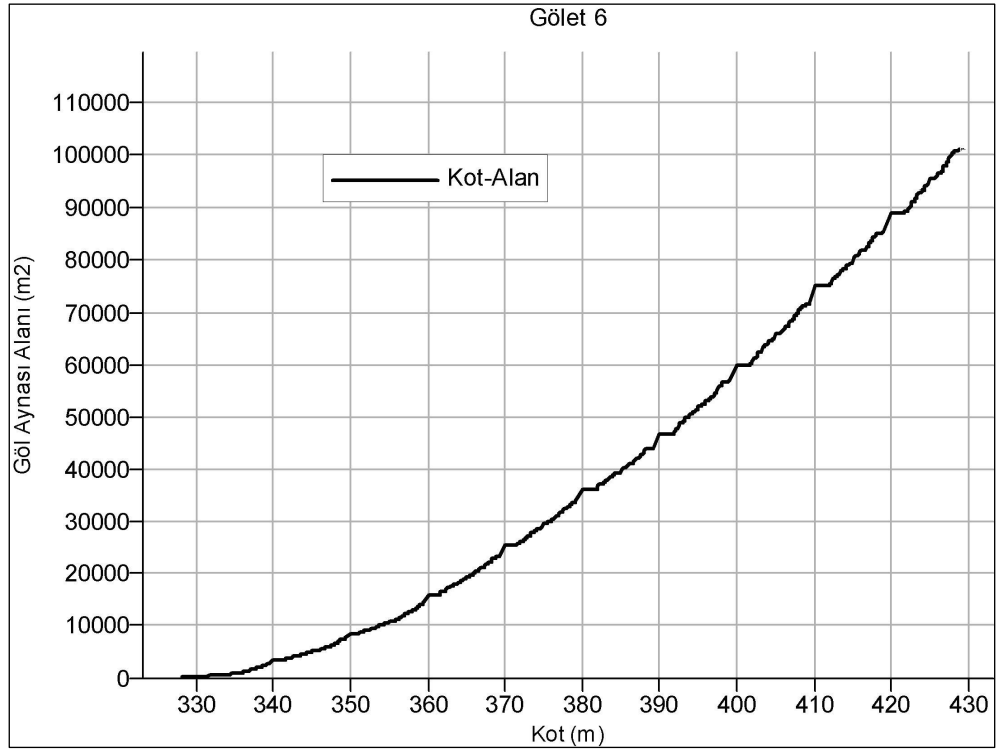
Şekil 4. 31. Üç numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



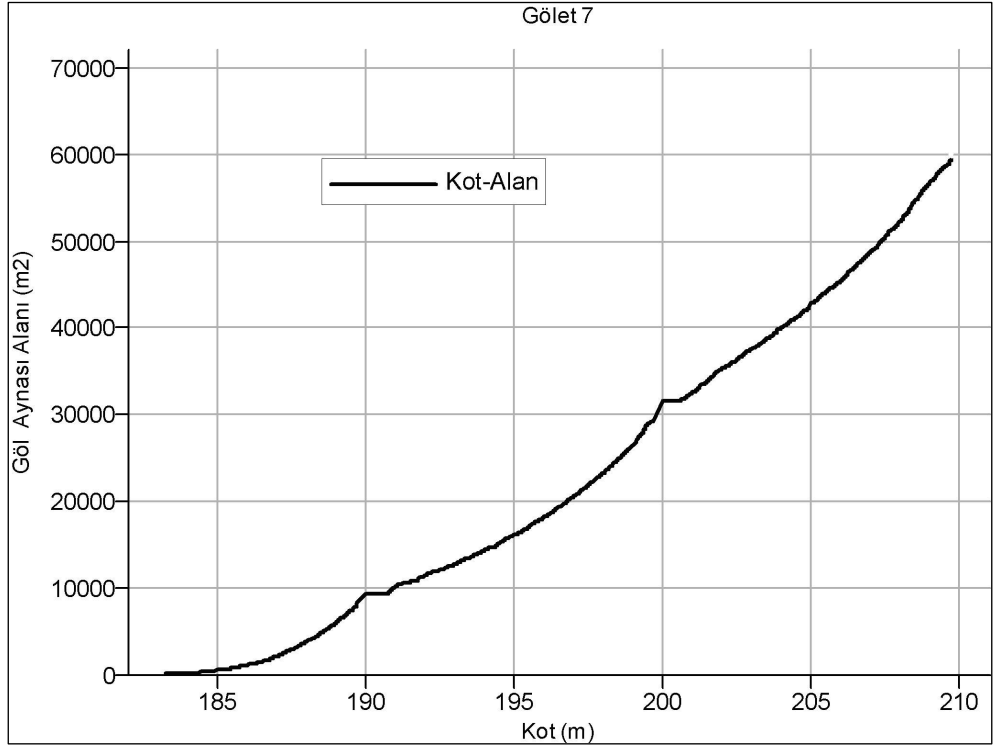
Şekil 4.32. Dört numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



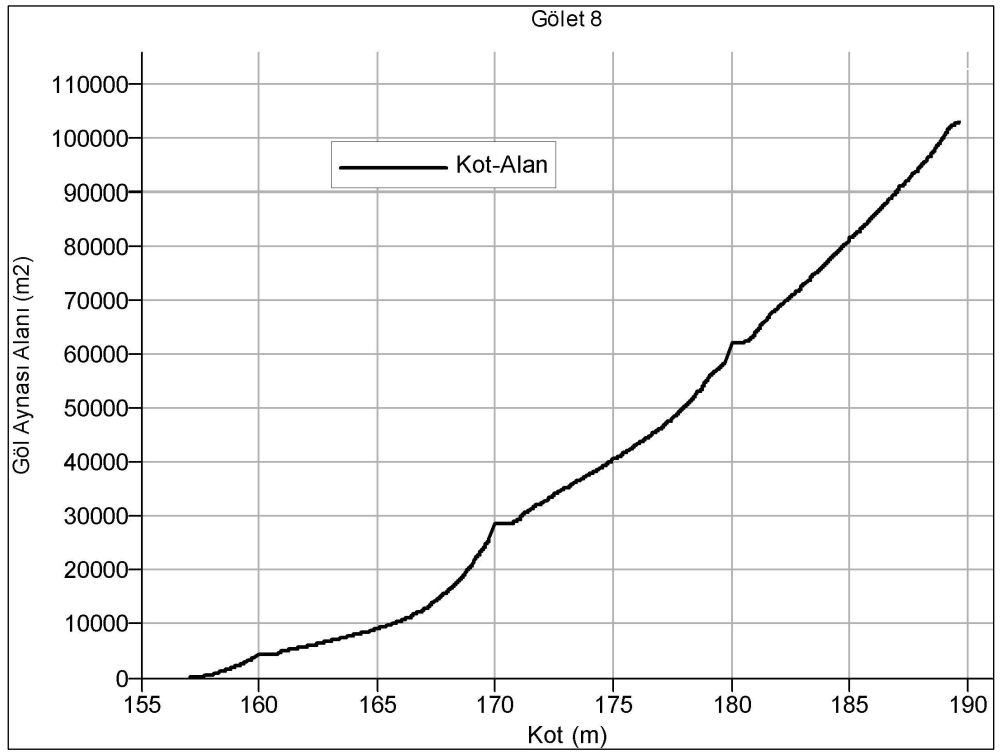
Şekil 4.33. Beş numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



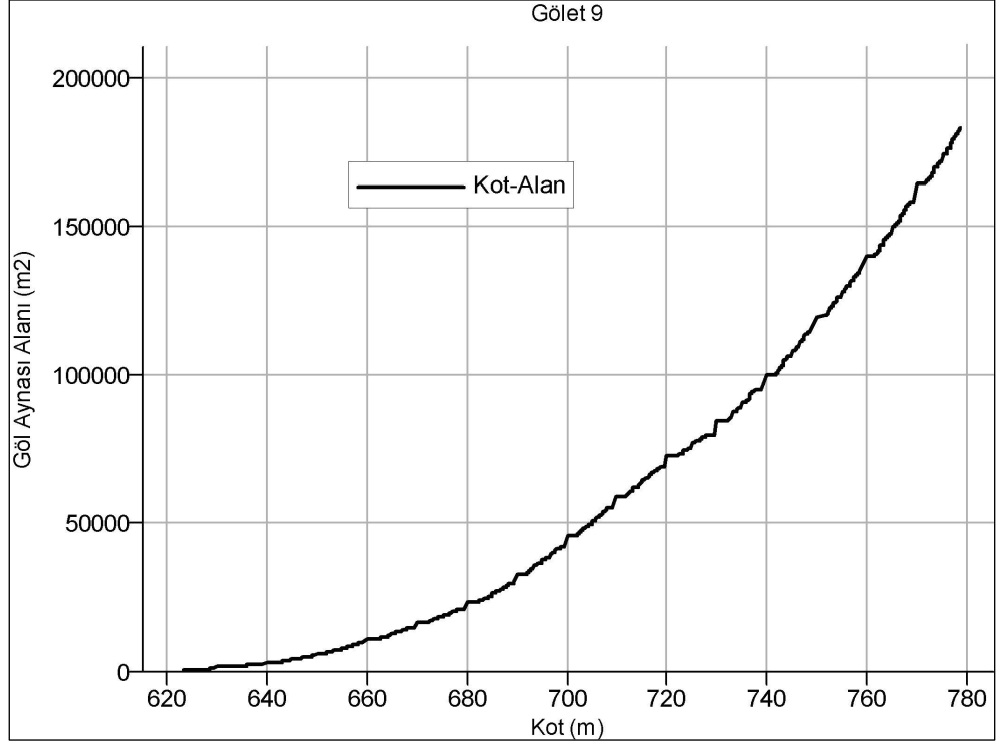
Şekil 4.34. Altı numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



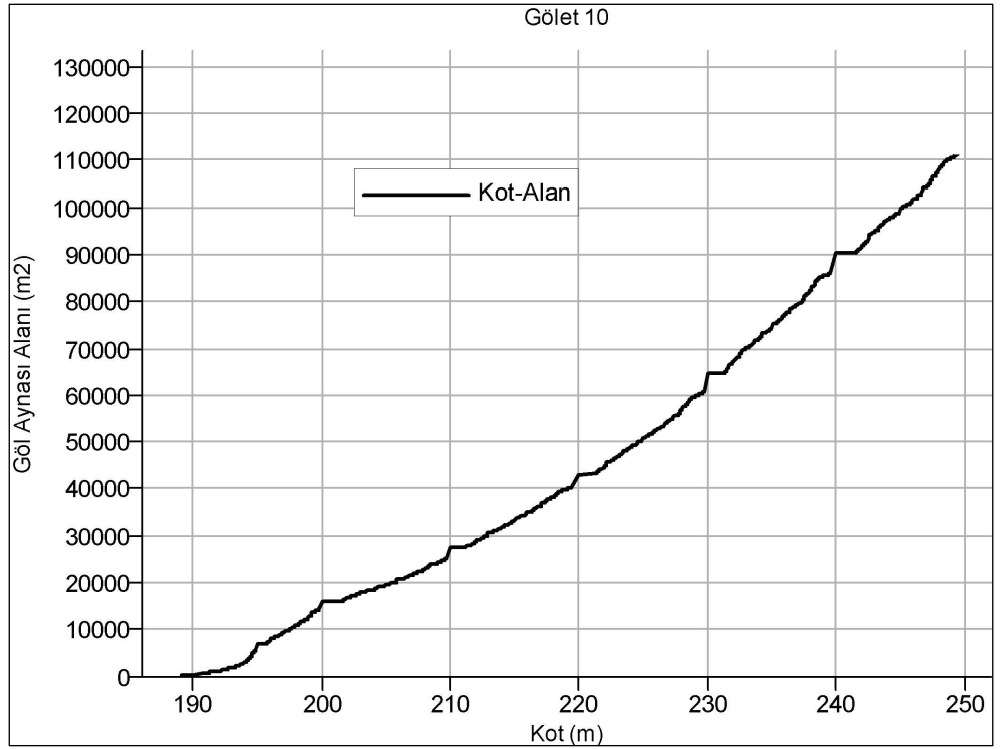
Şekil 4.35. Yedi numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



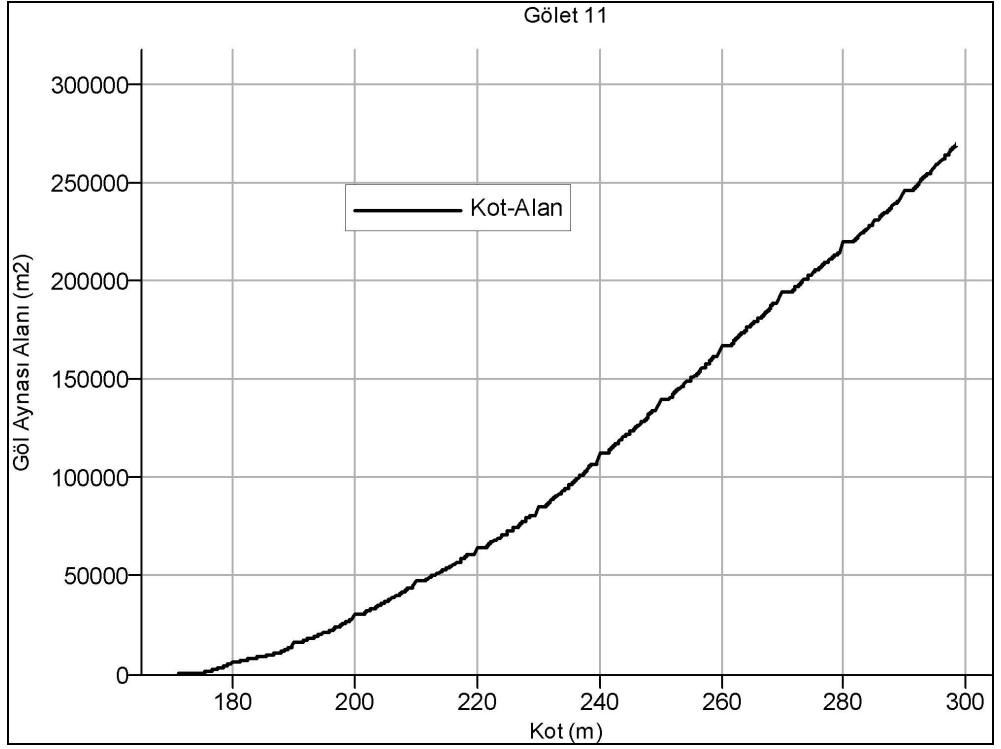
Şekil 4.36. Sekiz numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



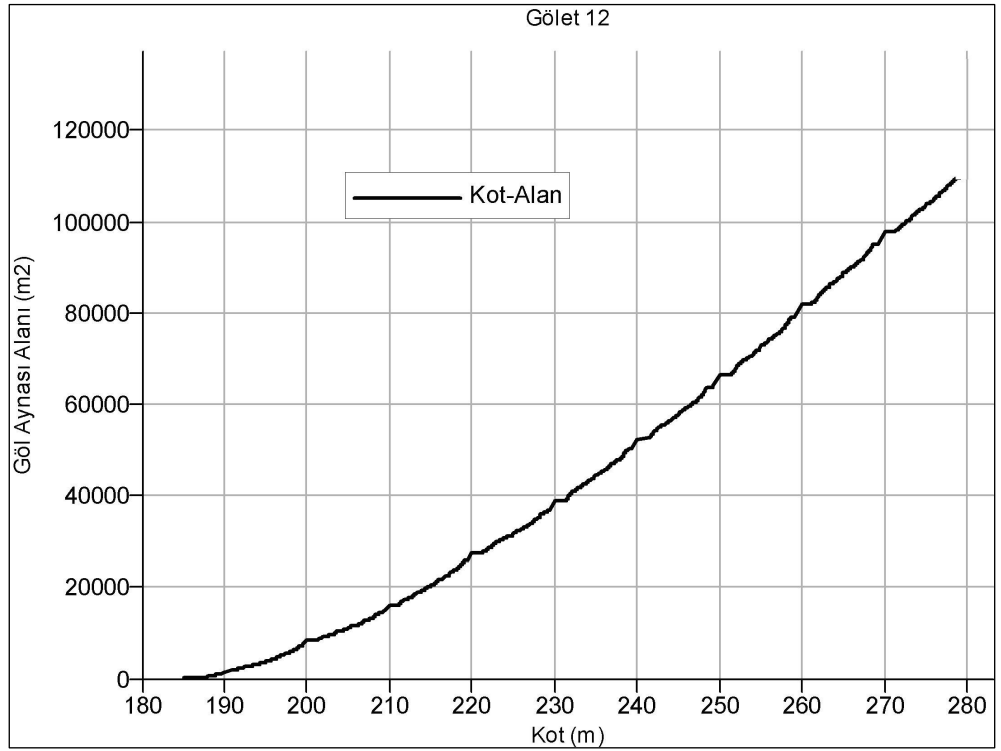
Şekil 4.37. Dokuz numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



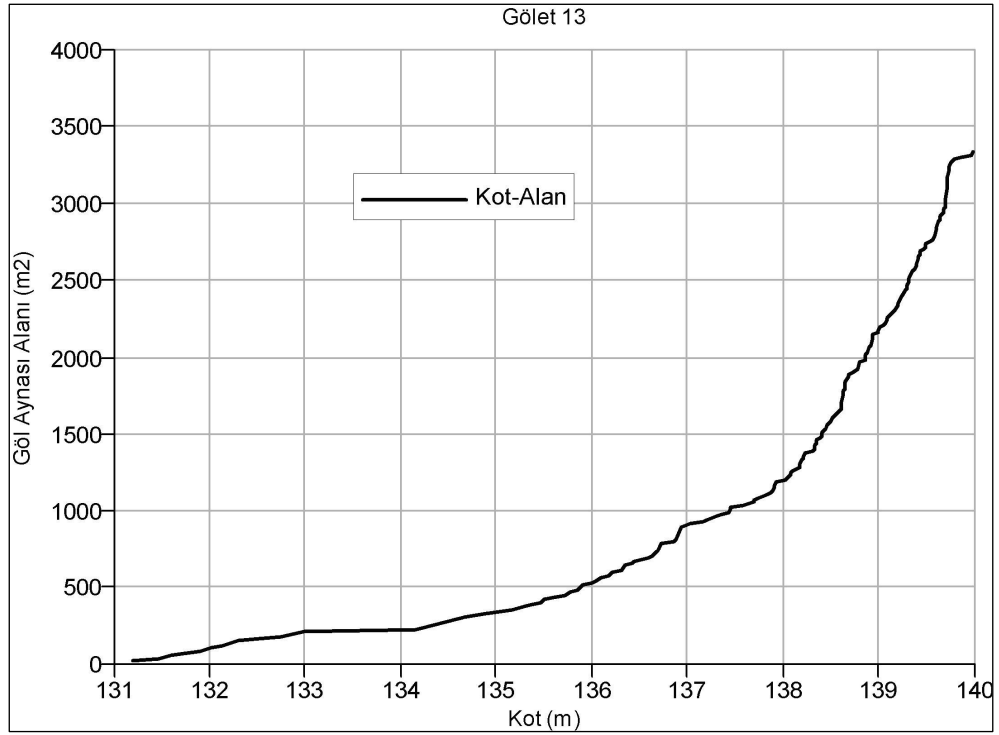
Şekil 4.38. On numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



Şekil 4.39. Onbir numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



Şekil 4.40. Oniki numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği



Şekil 4.41. Onüç numaralı göletin göl aynası alanı-kot grafiği

4.6. Göletlerin Hidrolojik Özellikleri

Uygun gölet yerlerinin değerlendirilmesi amacıyla, göletlerin ve gölet havzalarının hidrolojik özellikleri, ILWIS 3.4 ile hazırlanan konumsal harita verileri ve M.TURC yöntemi hesaplama sonuçlarından belirlenmiştir.

Sayısal yükseklik haritası sorgulama sonuçlarından, göletlerin MKÜ yerleşkesine uzaklığı, havza su çıkış kotu ve havza alanları, depolanabilir su hacmi – kot ve göl aynası alanı- kot grafiklerinden, farklı bent yüksekliklerine göre depolanabilir su miktarları ve göl aynası alanları belirlenmiştir.

Belirlenen hidrolojik özellikler, Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu bilgilere göre gerekli su ihtiyacını % 80 olasılıkla karşılayabilecek 5 gölet yeri tespit edilmiş, iki nolu göletin, üst havzalarında dahil olması nedeniyle, en yüksek su verimine sahip olduğu görülmüştür. En uzak gölet, MKÜ’ye uzaklığı 6 km olan bir nolu gölet, en yakın olanı 20 metre olarak yerleşkedeki kütüphane arkasında belirlenen 13 nolu gölet olmuştur.

Göletler için belli kriterler dikkate alınarak ayrıca olumlu (+), olumsuz (-) şeklinde uygunluk analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.7. Göletlerin hidrolojik özellikleri

| Göl No | Havza Alanı (km ²) | Su Verimi | | MKÜ Yerleş. Uzaklık (m) | Hav. Su Çıkış Kotu (m) | Bent Yük. (m) | Depolanın Su Miktarı (m ³) | Göl Aynası Alanı (m ²) |
|--------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------|--|------------------------------------|
| | | %50 (m ³) | %80 (m ³) | | | | | |
| 1 | 3,480 | 972.309 | 586.316 | 6.000 | 584 | 19 | 604.384 | 4.880 |
| 2 | 10,300 | 2.450.193 | 1.419.676 | 4.300 | 308 | 35 | 169.650 | 25.088 |
| 3 | 5,080 | 1.520.507 | 933.065 | 4.100 | 868 | 20 | 595.897 | 11.520 |
| 4 | 1,800 | 574.977 | 358.822 | 5.700 | 1.080 | 22 | 368.301 | 5.568 |
| 5 | 3,750 | 932.860 | 546.487 | 3.200 | 329 | 10 | 567.595 | 4.960 |
| 6 | 1,620 | 385.370 | 223.288 | 2.250 | 328 | 11 | 229.670 | 2.432 |
| 7 | 0,450 | 90.548 | 50.366 | 2.260 | 183 | 5 | 87.628 | 3.744 |
| 8 | 0,920 | 182.801 | 101.367 | 1.200 | 157 | 5 | 177.991 | 5.840 |
| 9 | 6,190 | 1.608.112 | 952.228 | 4.000 | 623 | 23 | 583.901 | 4.064 |
| 10 | 1,770 | 369.701 | 207.518 | 3.700 | 189 | 6 | 394.848 | 7.008 |
| 11 | 1,700 | 363.862 | 205.459 | 2.000 | 171 | 7 | 385.081 | 3.104 |
| 12 | 0,650 | 127.521 | 70.495 | 650 | 185 | 5 | 144.821 | 1.584 |
| 13 | 0,087 | 16.420 | 8.992 | 20 | 132 | 4 | 16.974 | 2.619 |

4.7. Göletlerin Uygunluğunun Analizi

Göletlerin uygunluğunun analizinde kimi varsayımların yapılması ihtiyacı doğmuştur. Göletlerin yapılabilirliği ve ekonomik olması açısından yapılan bu varsayımlar; göletlerin yerleşim alanı dışında olması ve tehdit oluşturmaması, çalışma alanı için uygun bent yüksekliğinin 0-15 m olması, MKÜ yerleşkesinden uzaklığın en fazla 3.500 m olması, ihtiyaç duyulan suyun depolanabilir miktarı yaklaşık 600.000 m³ olmasıdır. Bu varsayımlara göre değerlendirilen göletler (+) ve (-) olarak değerlendirilmiş, analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Göletlerin uygunluk analizi

| Gölet No | Topografik | Jeolojik | Çevre | Su İhtiyacını Karşılama | | Bent Yüksekliği (15m) | Yakınlık (3500 m) |
|----------|------------|----------|-------|-------------------------|-----|-----------------------|-------------------|
| | | | | %50 | %80 | | |
| 1 | + | + | + | + | + | - | - |
| 2 | - | + | + | + | + | - | - |
| 3 | + | + | + | + | + | - | - |
| 4 | + | + | + | + | - | - | - |
| 5 | + | + | + | + | + | + | + |
| 6 | + | + | + | - | - | + | + |
| 7 | + | + | + | - | - | + | + |
| 8 | + | + | + | - | - | + | + |
| 9 | + | + | + | + | + | - | - |
| 10 | + | + | + | - | - | + | - |
| 11 | + | + | + | - | - | + | + |
| 12 | + | + | + | - | - | + | + |
| 13 | + | + | + | - | - | + | + |

Topografik açıdan görsel olarak uygun görülen 2 numaralı göletin yapılan hesaplamalar sonucunda su depolayabilecek uygun bir rezarvuara sahip olmadığı görülmüştür. Diğerleri topografik açıdan uygundur. Jeolojik ve çevre açısından tüm gölet yerleri uygun bulunmuştur.

Su ihtiyacını karşılama açısından 1, 2, 3, 5 ve 9 numaralı göletler %50 ve %80 olasılıkta uygundur. 4 numaralı gölet ise yalnızca %50 olasılık için uygundur. Yakınlık açısından 5, 6, 7, 8, 11, 12 ve 13 numaralı göletler uygundur. Tüm bu analiz sonuçlarından aranan tüm kriterleri karşılayabilen 5 numaralı gölettir. Her gölet için ayrı değerlendirme yapılacak olursa;

Gölet No 1: Su verimi, MKÜ yerleşkesinde sulanan alanlar için gerekli yaklaşık 600.000 m^3 suyu %80 olasılıkta karşılamaktadır. Buna rağmen bent yüksekliğinin 19 m olması ve MKÜ yerleşkesine 6.000 m uzaklıkta bulunması nedeniyle suyun iletimi açısından ekonomik gözükmemektedir.

Gölet No 2: Üst havzalardan gelen sularında toplanabildiği bir alt havza olduğu için, en büyük su toplama havza alanına sahiptir ($10,3 \text{ km}^2$). Bu göletin havzasının su verimide en yüksek ($2.450.193 \text{ m}^3$) olmasına rağmen uygun bir rezarvuvar alanına sahip

olmaması nedeni ile (35 m'lik bent yüksekliğinde bile ancak 169.650 m³ su depolayabilmektedir) topografik açıdan uygun değildir. Bu gölet yeri aynı zamanda yerleşkeye uzaktır (4300 m). Uzak olması nedeniyle su iletimi için yapılacak yatırım yüksek olacaktır.

Gölet No 3: Su verimi açısından uygun fakat bent yüksekliğinin 15 m' den (20>15) yüksek ve yerleşkeye uzaklığının (4.100 m) fazla olmasından ekonomik değildir.

Gölet No 4: Yerleşkeye 5.700 m uzaklıkta olması, bent yüksekliğinin 22 m olması ve 368.301 m³ su depolayabilmesi nedeniyle ekonomik değildir.

Gölet No 5: Su veriminin ihtiyacı karşılaması, yerleşkeye yakınlığı, bent yüksekliğinin uygunluğu, ihtiyacı karşılayabilecek kadar su depolayabilmesi açısından en uygun gölettir.

Gölet No 6: Su toplam havza alanı küçük olduğundan, havza su verimi yetersizdir. Yerleşkeye uzak olduğu için (2.25 km) ekonomik değildir.

Gölet No 7: Su toplama havzası alanı en küçük olan göletlerden biridir, dolayısıyla havza su verimi düşüktür. Yerleşkeye uzak olduğu için (2.26 km) ekonomik değildir.

Gölet No 8: Havza su verimi düşüktür.

Gölet No 9: Yerleşkeye uzaklığına (4.000 m) ve bent yüksekliğinin (23 m) fazlalığına rağmen havza alanının büyüklüğü, su verimi ve depolanabilir su miktarının uygunluğu ekonomik kriterler üzerine daha fazla (Yarar-Maliyet) düşünmeyi gerektirmektedir.

Göletler No 10: % 50 olasılıkla su ihtiyacının yarisından fazlasını karşılayabilecek bir gölettir, fakat yerleşkeye uzaklığı (3.7 km) açısından yatırım maliyeti yüksektir.

Gölet No 11: 10 nolu gölet ile yaklaşık olarak aynı su verimine sahiptir, yerleşkeye uzaklığı 2 km olması nedeniyle yapımı gölet 10'a göre daha ekonomiktir.

Gölet No 12: Yerleşkeye uzaklığı 650 metre olması su çıkış kotunun düşük olması gibi avantajlara sahip olmasına rağmen su verimi yeterli değildir.

Gölet No 13: MKÜ kütüphanesinin batısında 30 metre uzaklıkta olan bu gölet yerinin yapımı ekonomik olacağından, yeşil alanlar için yazın kritik dönemlerde sulama suyunun kısmen teminini sağlaması açısından yapılmasında yarar vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, MKU çevreinde uygun gölet yerlerinin belirlenmesinde, CBS etkin bir şekilde kullanılmıştır. Çalışma alanı arazi yüzeyinin sayısal hale dönüştürülmesiyle araziye bir üst bakış elde edilmiş, yüzeye ait her türlü matematiksel ve mantıksal işlemler CBS ile yapılarak, araziye istenilen ölçekte, istenilen açıdan ve uzaklıktan bakma imkanı sağlanmıştır. Böylece, yüzey analizleri gerçek arazi üzerindeymiş gibi kolay ve ekonomik bir şekilde yapıp yorumlanabilmiştir.

Geliştirilen harita bilgilerinden, gölet ve gölet havzalarının hidrolojik özellikleri hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmiş, yapılan bazı varsayımlara göre de göletler için uygunluk analizi yapılabilmektedir. Yapılan analizler sonucu çalışma alanı sınırları içerisinde 13 adet uygun gölet yeri belirlenmiş, bu yerlerin, topografik, jeolojik, çevre, su ihtiyacını karşılama, bent yüksekliği (15 m) ve yakınlık (<3500 m) gibi özelliklerinin değerlendirilmesi sonucu en uygun gölet yerinin 5 numaralı gölet olduğu belirlenmiştir.

MKÜ kütüphanesinden, 30 metre uzaklıkta bulunan 13 nolu göletin, kritik dönemlerde, yeşil alanların su ihtiyacının bir kısmını karşılayabilmesi açısından yapımı düşünülebilir.

MKÜ yerleşkesi yeşil alanlarına sulama suyu temini ve peyzaj düzenlemeleri için gerekli alt yapı çalışmasının bir başlangıcı olan bu çalışma ile belirlenen gölet yerlerinin ayrıntılı olarak jeolojik, zemin etüdü ve ekonomik açıdan analiz edilerek gerekli değerlendirmeler ayrıca yapılmalıdır.

İhtiyaç duyulan su birden fazla gölet yapılmasıyla karşılanacağı gibi havzalar arası su transferi yapılarak, toplam su ihtiyacı karşılanabilir.

Gölet yerlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde, CBS ile konum verileri bilgisayar aracılığıyla haritaya dönüştürülmüş, mevcut verilerden drenaj ağı, su akış yönleri gibi yeni veri tabanları üretilebilmiş, bir alanın gölet olarak değerlendirilmesinde konumsal olaylar görsel olarak anlaşılır hale getirilmiştir. Bu özelliklerinden dolayı CBS'nin ülkemizdeki tüm kurum ve kuruluşlarca kullanımının yaygınlaştırılması, sadece hidrolojik çalışmalarda değil diğer disiplinlerde de kullanılması teşvik edilmelidir.

CBS ile birlikte uzaktan algılama tekniklerinin de kullanılmasıyla, uygun su depolama yerlerinin belirlenmesinde daha detaylı bilgiler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ahamed T.R.N., Gopal Rao, K. and Murthy, J.S.R., 2002. Automatic extraction of tank outlets in a sub-watershed using digital elevation models, **Agricultural water management**, vol. 57, 1-10.
- Akyürek, Z., Küpçü, O., Usul, N., Çelenk, E., 1995. Havza parametrelerinin tahmininde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı. **Türkiye 2. ARC/INFO ve ERDAS kullanıcıları grubu toplantısı bildirileri**, 19-20 Haziran 1995, ODTÜ, Ankara.
- Anonim, 1998. **Hatay ili arazi varlığı**, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü yayınları, il rapor no: 31, Ankara.
- Baban, S.M.J. and Wan-Yusof, K., 2003. modelling optimum sites for locating resevoirs in tropical environments. **Water resources management**, vol. 17, 1-17.
- Chorowicz, J., Ichoku, C., Riazonoff, S., Kim, Y. J., Cervelle, B., 1992. A combined algorithm for automated network extraction. **Water Resources Res.** 28 (5):1293-1302.
- Dalgün, N., 1991. **Ankara Haymana Soğulca göleti mühendislik hidrolojisi proje raporu**, .T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı, Ankara.
- De Winnaar G., Jewitt G.P.W., Horan M., 2007. AGIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa. **Physics and Chemistry of the Earth** Vol.32: 1058-1067.
- Demirbaş, S. 1988. **Şevlerin dengesi**, T.C. tarım orman köyişleri bakanlığı, Köy hizmetleri genel müd. Yayınları, 432s, Ankara.
- Garbrecht, J.and Martz, L.V., 1999. digital elevation mosel issues in water resources modelling. **19th ESRI International user conference**, Env. Sys. Research Institute, San Diego, California, July 26-30 1999.
- Gismalle, Y. A., and M. Bruen, 1996. Use of GIS in reconnaissance studies for small-scale hydropower development in a developing country a case study from Tanzania. **Hydrology and water resources management, Proceedings of the Vienna conference**, IAHS Publ. No: 235, 307-312.
- Guptill, S. C., 1989. Evaluating geographic information systems technology. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, 55: 1583 – 1587.
- İrvem, A., 2002. The Use of GIS in hydrological studies: Applications in part of Seyhan River basin. **Proceedings of the kick-off workshop for the research project on the impact of climate change on agricultural production system in arid areas (ICCAP)**, Çukurova Üniversitesi, 4-5 Haziran, Adana.
- Kanber, R., 1997. **Sulama**, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi genel yayın no: 174, ders kitapları yayın no: 52. 530s, Adana.
- Kasap, R., 1988. **Gölet temel ve gövdelerinin projelendirilmesi**. T.C. Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 528s, Ankara.
- Moore, I.D., Grayson, R.B., Lodson, A.R., 1991. Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications. **Hydrol. Processes**, 5 (1): 3-30.
- Sharifi, M. A, and Retsios, V. 2003. Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis, **III. International conference on**

- decision support for telecommunications and information society**, 4-6 September 2003. Warsaw, Poland.
- Tarboton D. G., Bras R. L., Rodriguez-Iturbe, I., 1996. On the extraction of channel networks from digital elevation data, **Hydrol. Processes**, Vol. 5, 81-100.
- Tülücü, K., 2002. **Su kaynaklarının planlanması**, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi genel yayın no: 175, Ders kitapları yayın no: A-53, 341s, Adana.
- Türkyılmaz, Y., 1996. **Rezervuar hidrolojisi seminer notları**. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı, 99s, Ankara.
- Tribe, A. 1992. Automated Recognition of valley heads from digital elevation models. **Earth surface processes and landforms**, 16(1):33-49.
- Yomralıoğlu, T., 2002. **Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, 2. Baskı, 479s, İstanbul.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde beni yönlendiren ve tezimin her aşamasında engin bilgi ve tecrübeleri ile desteğini gördüğüm sayın danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet İRVEM'e teşekkür eder saygılarımı sunarım.

1990 yılından sonra bende tekrar bir şeyler öğrenme isteği uyandıran, öğrencilik heyecanını tekrar yaşatan ve tez çalışmamda da emeği geçen Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Sermet ÖNDER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda emeği geçen Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine, Hatay İl Özel İdaresi çalışanlarına özellikle Ziraat Yüksek Mühendisi Mahmut UÇAR ve M. Hanifi TOLU' ya teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca beni büyük sabır ve özveri ile destekleyen sevgili eşim Peka TAŞKIN'a ve aileme teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1968 Tarsus'ta doğdum. İlk, orta, ve lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1985 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik (Tarımsal Yapılar ve Sulama) bölümünü kazanarak bu bölümden 1990 yılında mezun oldum. 1999 yılından beri TRT Çukurova Müdürlüğünde Şefteknisyen olarak çalışmaktayım.

Evli ve iki çocuk babasıyım.