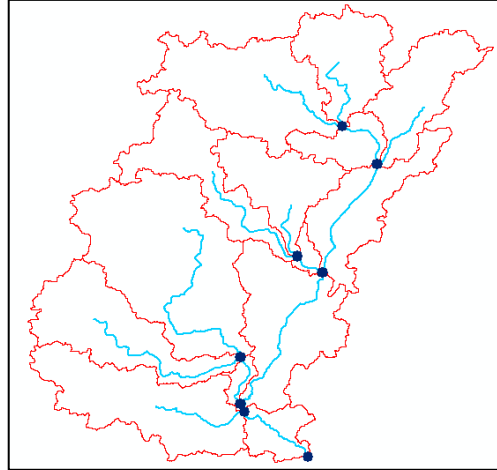


T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĐI
Devlet Su İŞleri Genel M¼d¼rl¼Đ¼
Teknoloji Dairesi Başkanlığı



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE HİDROLOJİ UYGULAMALARI



Nesibe G¼lŐah G¼REŐCİ – Kemal SEYREK – Ahmet Hamdi SARGIN

CBS Őube M¼d¼rl¼Đ¼
2012

	Sayfa
İçindekiler.....	i
Önsöz.....	iii
Giriş.....	iv
Kapsam.....	v
1. ARCHYDRO İLE SU TOPLAMA ALANLARININ BELİRLENMESİ	
1.1 Giriş.....	1
1.2 Sayısal Yükseklik Modeli.....	2
1.3 Arazi Verilerini Ön İşleme.....	2
1.3.1 DEM yenileme.....	2
1.3.2 Boşlukları doldurma.....	4
1.3.3 Akım yönü belirleme	6
1.3.4 Kümülatif akım hesaplama.....	8
1.3.5 Nehir tanımlama.....	10
1.3.6 Nehir bölümlenme.....	11
1.3.7 Su toplama alanı oluşturma.....	13
1.3.8 Su toplama alanını poligonlama.....	14
1.3.9 Drenaj çizgilerini belirleme.....	15
1.3.10 Bitişik su toplama alanı belirleme.....	16
1.3.11 Drenaj noktası belirleme.....	17
1.4 Su Toplama Alanı İşlemleri.....	18
1.4.1 Herhangi bir noktanın su toplama alanını belirleme.....	18
EK - 1 Porsuk Çayı Su Toplama Alanı.....	21
EK - 2 Yeni Bir Depolama Tesisi İçin Su Toplama Alanı.....	39
EK - 3 Beylikahir Gölü Su Toplama Alanı.....	42

2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE THIESSEN POLİGON METODU KULLANARAK DRENAJ ALANINA DÜŞEN YAĞIŞIN HESAPLANMASI	
2.1 Giriş.....	44
2.2 Bahçelik Barajı Örneği.....	44
3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPOLAMA TESİSİ REZERVUAR HACMİNİN HESAPLANMASI	
3.1 Giriş.....	54
3.2 Bahçelik Barajı Örneği.....	54
4. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPOLAMA TESİSİ REZERVUARINA AİT KOT-ALAN-HACİM GRAFİĞİ İÇİN VERİ HAZIRLANMASI	
4.1 Giriş.....	62
4.2 Bahçelik Barajı Örneği.....	62
5. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DRENAJ ALANINA AİT KOT-ALAN GRAFİĞİ İÇİN VERİ HAZIRLANMASI	
5.1 Giriş.....	68
5.2 Bahçelik Barajı Örneği.....	68
6. KAYNAKLAR.....	76

ÖNSÖZ

Su kaynaklarının geliştirilmesi, ekonomik kalkınma ve sosyal hayata doğrudan katkı yapmaktadır. Bu çerçevede, ekonomik ve sosyal aktivitelerin sürmesi ve gelişmesi yeterli miktar ve kalitede su kaynağına sahip olmaya bağlıdır. Nüfus artışına paralel olarak içme-kullanma, sanayi ve sulama suyu ile enerji talebi gittikçe artmaktadır. Bu da su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini gerekli kılmaktadır.

Dolayısıyla, günümüzde su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi en önemli gündem maddelerinden birini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, mevcut su kaynaklarından daha etkin yararlanılabilmesi ve çevresel problemlerin azaltılabilmesi bakımından "Entegre Havza Yönetimi" tüm dünyada önem kazanmıştır.

Ülkemiz su kaynaklarının geliştirilmesinden sorumlu olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) ana hedefi "su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması"dır. DSİ, bu hedefe ulaşmak için çalışmalarında gelişen teknolojileri kullanmaktadır.

Teknolojinin temeli olan bilgi, sistematik bir şekilde kullanıldığı ve yönetildiği takdirde daha da faydalı olmaktadır. Bilginin "etkin" bir biçimde yönetilmesi için tasarlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), karar verme aşamasında etkin rol oynamaktadır.

Su kaynaklarının planlamasına temel teşkil eden su toplama havzalarının belirlenmesinde CBS kullanımı büyük önem arz etmektedir. Farklı mühendislik disiplinlerinin bir araya gelerek üretim yapması çalışmalarımızda verimliliği daha da arttırmaktadır. Bu da CBS sayesinde olmaktadır.

Bu kapsamda Teknoloji Dairesi Başkanlığı tarafından gerçekleştirilen bu çalışmanın çalışanlarımıza faydalı olmasını ve bu tür çalışmaların devam etmesini temenni ederim.


Akif ÖZKALDI
Genel Müdür

GİRİŞ

Su, insanoğlunun hayatını sürdürebilmesi ve çevrenin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için temel bir ihtiyaç maddesidir. Artan nüfus, gelişen sanayi ve iklim değişikliği sınırlı miktarda olan su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Günümüzde su kaynaklarına yönelik baskıların daha karmaşık hale gelmesi, alternatif çözümler üretilmesi konusunda teknoloji kullanımını gerektirmektedir. “Sistemi tanıımıyorsan yönetemezsin” prensibinden hareketle havza bazında yönetilen su kaynakları için nehir havzasının belirlenmesi sistemi tanımaya yönelik ilk adımı oluşturmaktadır. İlk bölümde zamana ve mekâna ait verilerin yönetimi gerçekleştiren CBS’nin önemli bir bileşeni olan ArcHydro kullanılarak su toplama havzalarının belirlenmesine çalışılmıştır. Hidrolojik verileri içeren zaman serilerinin yönetiminde büyük kolaylık sağlayan ArcHydro ile zamana bağlı veriler mekânsal özelliklerle ilişkilendirilerek yeryüzünde suyun hareketini belirlemek mümkün olmaktadır.

Noktasal yağış değerlerinden alansal yağış değerlerinin hesaplanması için kullanılan Thiessen Poligon Metodu ikinci bölümünde yer almaktadır.

Üçüncü bölümde belirlenen su kotlarına göre depolama tesislerinin rezervuar hacimleri belirlenmiş ve kot-alan-hacim grafiği için veri hazırlanması ise dördüncü bölümde yer almaktadır. Son bölümde meteorolojik istasyonların havzayı ne ölçüde temsil ettiğini ortaya koyan kot-alan grafiği için veri sağlanmıştır.

Ülkemiz su kaynaklarının yönetiminde söz sahibi olan DSİ’nin diğer bir özelliği de eğitici bir kurum olmasıdır. Bu nedenle çalışanlarımızın bilgi ve birikimlerini gelecek nesillere aktarması DSİ’nin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmayı hazırlayarak Ülkemizin su kaynakları yönetiminde gelecekte söz sahibi olacak gençlerimize destek olmayı amaç edinen Nesibe Gülşah Güreşçi, Kemal Seyrek ve Ahmet Hamdi Sargın’a teşekkür ederim.



M. Fatih Mumcu
Daire Başkanı

KAPSAM

Dünyadaki hızlı nüfus artışına, kentleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak su kullanımı gün geçtikçe artmasına rağmen kullanılabilir su kaynakları potansiyeli sabit bulunmaktadır. Diğer taraftan, tarımsal faaliyetlerin genişlemesi, sanayileşme, kentleşme ile küresel ısınma ve iklim değişikliği mevcut su kaynakları üzerinde büyük bir baskı yaratmaktadır. Dolayısıyla, günümüzde su kaynakları yönetimi çözümlenmesi gereken en önemli problemlerden birini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, mevcut su kaynaklarından daha etkin yararlanılabilmesi ve çevresel problemlerin azaltılabilmesi bakımından “Entegre Havza Yönetimi” tüm dünyada önem kazanmaktadır.

“Entegre Havza Yöntemini” gerçekleştirebilmek için ise havza ve alt-havza alanlarının ülke bazında sistematik olarak tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalar neticesinde 25 temel havza tespit edilmiş olup su kaynakları planlaması ve yönetimi söz konusu bu 25 temel havza üzerinden yapılmaktadır. Alt havzalar ise hazırlanan projeler kapsamında genelde ele alınmakta ve proje ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmektedir. Bu nedenle ülke geneline kapsayan sistematik bir havza ve alt-havza çalışmasının yapılmasına ve havza sınırlarının mevcut güncel haritalar ile yeni teknolojik gelişmelerinde kullanılarak yeninden gözden geçirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Geçmişte havza sınırlarının bulunmasında yoğun olarak kağıt ortamdaki topoğrafik haritalar kullanılmış olup topoğrafik haritalar üzerinden eşyükselti eğrileri ile tepe noktaları takip edilerek su ayırım çizgileri çizilmiş ve havza sınırları ile alt-havza sınırları belirlenmiştir. Hazırlanan havza veya alt-havza sınırlarına ait alanlar ise planimetre ile ölçülmüştür. Son yıllarda ise özellikle Bilgi Teknolojilerinde meydana gelişmelere bağlı olarak Coğrafi Bilgi Sistemi söz konusu işlemlerin yapılmasında yoğun olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak havza ve alt-havza alanlarının tespit edilmesine yönelik hem teorik bilgiler hem de en çok kullanılan yazılımlardan biri olan ArcHydro uygulaması ilk bölümde yer almaktadır.

Bu çalışmada Porsuk Nehri su toplama alanının belirlenmesi, Bahçelik Barajı drenaj alanına düşen ortalama yıllık toplam yağış miktarının hesaplanması, maksimum su kotluna göre aktif hacmin belirlenmesi, rezervuara ait kot-alan-hacim grafiği ve drenaj alanı kot-alan grafiği için veri hazırlanması ArcGIS 10 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Konular makale niteliğinden ziyade uygulama yapan mühendislere ışık tutması açısından ders notları şeklinde açıklanmıştır.

1. ARCHYDRO İLE SU TOPLAMA ALANLARININ BELİRLENMESİ

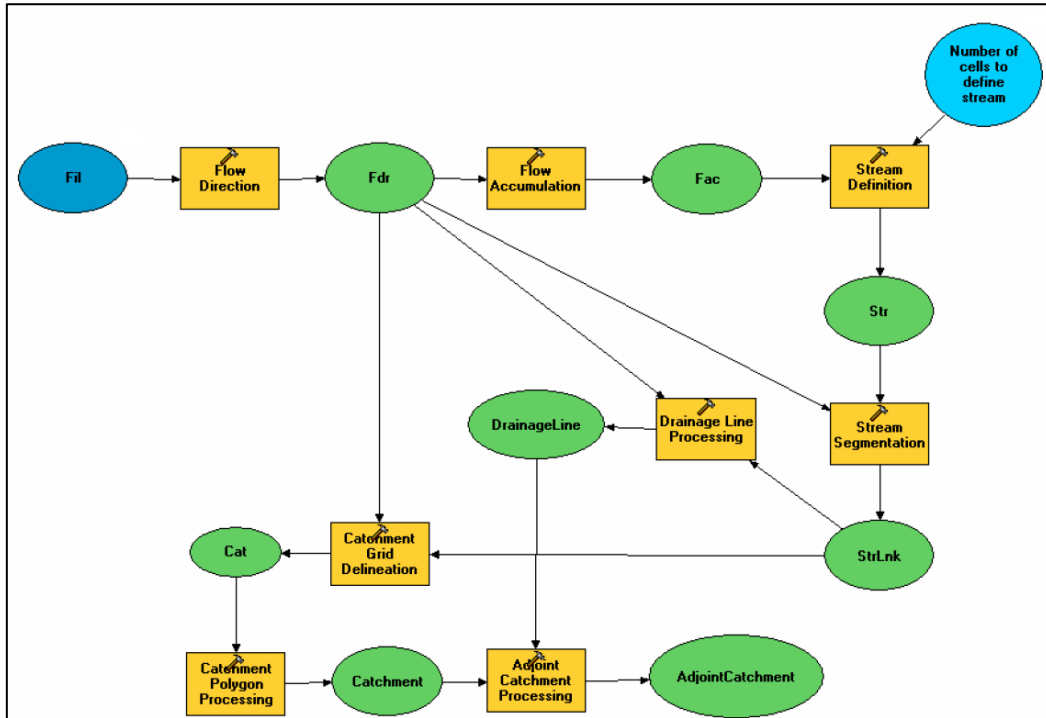
1.1 Giriş

Yağışlardan kaynaklanan yüzeysuyu akımını toplayan saha olarak tanımlanan “su toplama alanı”nın tespit edilmesi özellikle;

- Baraj ve gölet gibi su yapılarının planlamasında su yapısının aks yerinin ve kret yüksekliğinin tayin edilmesinde,
- Akarsu üzerinde kurulacak olan herhangi bir akım gözlem istasyonundan geçebilecek su miktarının hesaplanmasında istasyon yerinin belirlenmesinde,
- Yapılacak herhangi bir taşkın önleme tesisinin boyutlandırılmasında önem arz etmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak havza sınırlarının belirlenmesi; arazi verilerini ön işleme ve su toplama alanı işlemi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmektedir.

Arazi Verilerini Ön İşleme’de (ArchHydro Terrain Preprocessing) yer alan bütün adımlar aşağıda yer aldığı şekilde sırası ile yapılmalıdır. Bu işlemlerin tamamı Su Toplama Alanı İşlemleri (Watershed Processing) fonksiyonundan önce tamamlanmalıdır. Aşağıdaki Çizelge 1’de verileri işlemede izlenecek adımlar görülmektedir. Sarı alanlar işlemi, yeşil alanlar ise işlemlerden elde edilen çıktıları göstermektedir. Çizelgeden de görüleceği gibi bir işlemin çıktısı bir sonraki işlem için girdi olmaktadır. Akım Yönü çıktısı olan “Fdr” katmanı ise Nehir Bölümlenme, Drenaj Çizgilerini Belirleme ve Su Toplama Alanı Oluşturma için girdi olduğu görülmektedir.



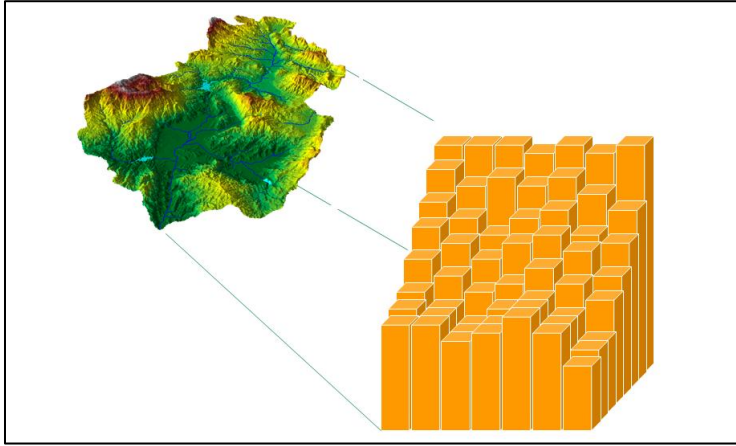
Çizelge 1. Arazi verileri ön işleme işlem sırası

Arazi verilerini ön işleme tabi tutmadan önce kullanılacak veriler, çalışma dizinin belirlenmesi ve ArcMap'e veri yükleme ile ilgili olarak kısa bilgi verilecektir. Son olarak nehir, depolama tesisi ve göl için su toplama alanlarının belirlenmesine yönelik uygulamalar gerçekleştirilecektir.

1.2 Sayısal Yükseklik Modeli – SYM (Digital Elevation Model - DEM)

Bir sayısal yükseklik modeli (DEM) yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini 3 boyutlu gösteren bir yapıdır. Bu model, 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Sayısal yükseklik modeli, raster veri özelliğinde olup bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Kısaca, her bir pikselin yükseklik (kot) değerine sahip olan sürekli yüzeylere dönüştürülmesidir.

Şekil 1'de DEM'in hüresel boyutu ile yükseklik değerlerine sahip piksel dağılımı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi her bir piksel sahip olduğu yükseklik değerine bağlı olarak temsil edilmektedir.



Şekil 1. DEM'in hüresel boyutu

DEM verisi sayısal ortama aktarılmış münhanilerden veya uydu görüntülerinden elde edilir. Uydu görüntüleri ve münhanilerden elde edilen DEM verileri arasındaki fark, çözünürlük farkıdır. Bu çalışmada SRTM veri seti kullanılmıştır.

1.3 Arazi Verilerini Ön İşleme (ArcHydro Terrain Preprocessing)

” DEM yenileme” ve “boşlukları doldurma” başlangıçtaki DEM verisinin kalitesine bağlı olarak gerekli olmayabilir. Programın raster veriden üreteceği “drainage line” ile gerçek nehir ağı örtüşmeyebilir. Bunun için mevcut nehir ağı verileri güvenli ise işleme başlamadan önce “burn stream slope” komutu ile nehir ağının bulunduğu yerlerde yükseklik değeri azaltılır.

1.3.1 DEM yenileme (DEM Reconditioning)

Bu fonksiyon AGREE metodu kullanarak DEM verilerini yeniden düzenlemektedir. DEM yenileme, raster veri olan yükseklik değerlerinin vektör veri olan nehir ağı ile daha uyumlu

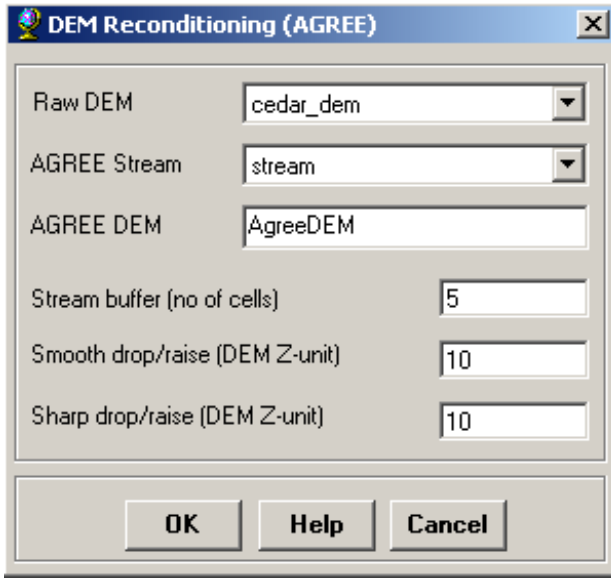
olmasını sağlar. Bu da nehir ağı verilerinin, DEM verilerinden daha güvenilir ve doğru olması gerçeğini açığa çıkarır.

Bir SYM verisine bu fonksiyonu uygulamanın temel amacı, doğruluğu yüksek nehir ağı verilerini dikkate alarak daha yüksek doğruluklu bir SYM elde etmektir. Yapılacak çalışmalarda, kullanılacak olan raster verinin (SYM) doğruluğu ne kadar yüksek olursa sonuç ürünü olan su toplama havzaları da o derecede sağlıklı olacaktır.

Nehir ağı verileri, nehre ait yükseklik değerlerini de içermelidir. Fonksiyonun girdi olarak DEM ham verisine ve nehir ağı gibi bir feature class'a ihtiyaç vardır.

➤ *Terrain Preprocessing* → *DEM Manipulation* → *DEM Reconditioning* seçilir.

Raw DEM için çalışılacak orijinal DEM dosyası ve AGREE stream için nehir ağı dosyası seçilir. Agree parametreleri şekilde görüldüğü gibi girilir. Program tarafından 1000 olarak varsayılan *Sharp drop/raise* parametresi değiştirilir. AgreeDEM ise çıktı dosyası olup bu dosya elde edilecek su toplama alanının DEM verisidir.



OK düğmesine basılır. İşlem 2-3 dakika sürebilir ve başarı ile tamamlandığında mesaj kutusunda "...processing successfully completed" ifadesi yer alır.

Stream buffer, Smooth drop/raise ve Sharp drop/raise fonksiyonları seçeneğe bağlıdır. Program tarafından varsayılan değerler kabul edilir veya aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir.

- **Stream buffer:** Yüzey yenilemesinin gerçekleşeceği alansal yayılımı kontrol eder ve yenilemenin yapılacağı hücre sayısı girilir. Yaklaşık olarak raster veri ile vektör veri arasındaki hata ölçeğine eşittir. Hata ölçeği original DEM'den elde edilen nehir yatağı ile vektör veri olan nehir ağlarının karşılaştırılması ile hesaplanır. Örneğin 500 metrelik alanda yüzey yenilemesi yapılacak ve bu yüzeyin grid boyutu 100 metre ise bu hane hücre sayısı 5 olarak girilir.

- **Smooth drop/raise:** Yükseklik değerleri düşürülen/arttırılan vektörlere karşılık gelen mesafe için kullanılır. Girilen sayı pozitif ise değeri düşey ölçekte düşürmeyi veya sayı negatif ise arttırmayı belirtir. Bu değer buffer bölge sınırı ile düşürülen/arttırılan vektör arasında yer alan buffer bölge için DEM dosyasındaki değerlerden enterpolasyon yaparak buffer bölgesindeki değerlerin hesaplamasında kullanılır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır;

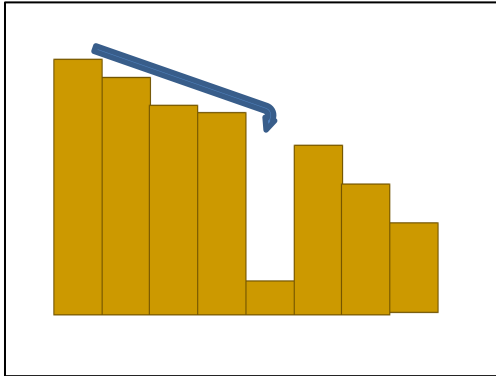
Smooth drop/raise mesafesi = tampon bölge içindeki ortalama yüzey eğimi * tampon bölge genişliği * etki faktörü

Etki faktörü, buffer bölgesindeki bozunmanın büyüklüğünü ifade etmektedir. "0" ise veriler aynen kalmakta ve tampon bölgedeki eğim orijinal eğime çok yakın olmaktadır. Faktörün "0,5" olması halinde tampon bölge içindeki eğimin iki kat arttırılacağını belirtir. Bu formülden elde edilen değer, yükseklik değerlerinin düşürüleceği/arttırılacağı miktar hakkında yaklaşık bilgi vermektedir.

- **Sharp drop/raise:** Bu fonksiyon, bir önceki işlem gerçekleştirildikten sonra yükseklik değerleri düşürülen/arttırılan vektörlere karşılık gelen hücreleri kontrol etmektedir. Girilen sayı pozitif ise değeri düşey ölçekte düşürmeyi veya sayı negatif ise arttırmayı belirtir. Gerekli olduğunda kanal kazmak veya duvar inşaa etmek ile eşdeğerdir.

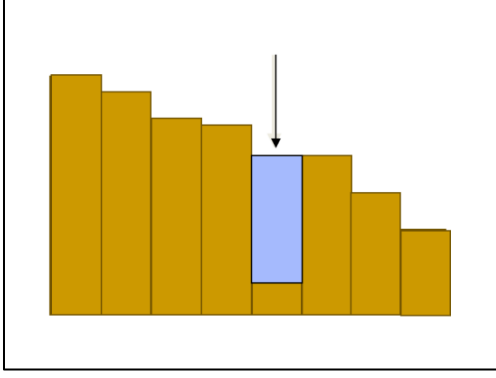
1.3.2 Boşlukları doldurma (*Fill Sinks*)

Bu fonksiyon DEM'de yer alan boşluk hatalarının giderilmesi için kullanılır. Bir hücre daha fazla yükseklik değerine sahip olan hücreler ile çevrildiği takdirde su, yükseklik değeri az olan bu hücreye doğru akacaktır (Şekil 3).



Şekil 3. DEM'de oluşabilen boşluk

DEM'de yer alan boşluklar doldurulmadığı takdirde yüzey akışı oluşamaz. Bu nedenle boşlukların doldurulması gereklidir. Fonksiyon bu problemi ortadan kaldırmak için yükseklik değerlerini yeniden düzenler (Şekil 4).

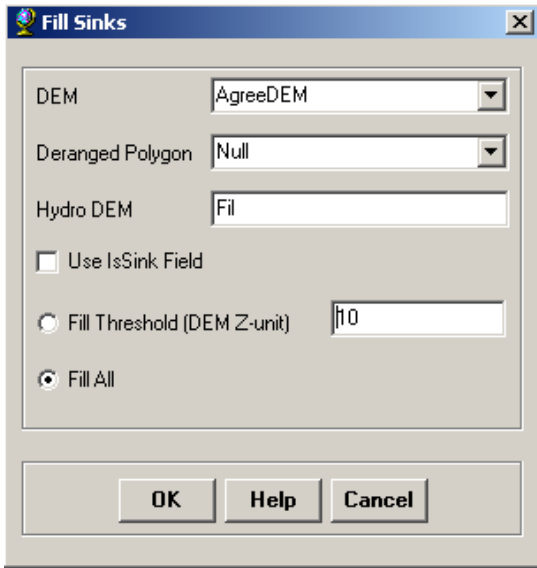


Şekil 4. Boşlukların doldurulması

- *Terrain Preprocessing* → *Data Manipulation* → *Fill Sinks* seçilir.

Orijinal DEM dosyası için yenileme yapıldı ise bir önceki işlemin çıktı dosyası bu işlemin girdi dosyasıdır. Bu işlemde Hydro DEM hanesinde yer alan “Fil” katmanı çıktıdır.

- **Fill All:** Bu seçenek işaretlenerek bütün boşluklar doldurulur.



Deranged Polygon, Use IsSink Field ve Fill Threshold fonksiyonları seçeneğe bağlıdır. Program tarafından varsayılan değerler kabul edilir veya aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir.

Seçenekler:

- **Deranged Polygon:** Bu özellik doldurulmayacak boşluklar var ise bu tür boşlukları tanımlamak için kullanılır.
- **Use IsSink Field:** Deranged Polygon kullanılacak ise seçilir. Doldurulmayacak boşlukları tanımlamak için bu seçenek işaretlenir.

- **Fill Threshold:** Doldurulmayacak boşluklar için kullanılır. Bu haneye girilen eşik değerden daha az derin olan boşluklar doldurulmaz. Seçilmek istenildiği takdirde işaretlenmelidir.

OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra bu katman haritaya eklenir.

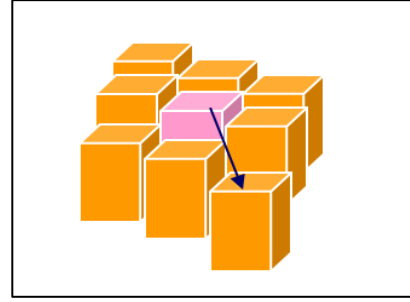
1.3.3 Akım yönü belirleme (Flow Direction)

Bu fonksiyon verilen grid sistemi için akım yönünü hesaplamaktadır. Hücrede yer alan değer, bu hücreye komşu 8 hücreden yükseklik değeri en az olana doğru su akım yönünü göstermektedir.

Şekil 5a'da görüldüğü gibi her bir griddede yükseklik değeri yer almaktadır. Su akışı en düşük yükseklik değerine sahip gride doğru olacaktır (Şekil 5b).

77	66	59
63	54	47
68	65	32

(a)



(b)

Şekil 5. Su akış yönü

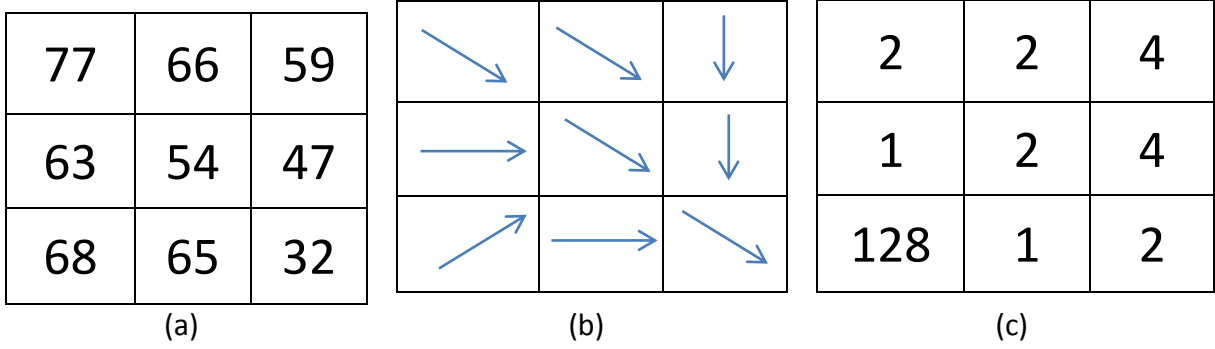
Akış yönünü bilgisayar ortamında ifade etmek için “8 yönlü akım modeli” kullanılmaktadır. Gridin akım yönünü göstermek için Şekil 6'da yönlerle bağlı olarak gösterilen rakamsal değerler kullanılmaktadır. Örneğin bir hücreden akımın doğu yönünde olduğunu belirtmek için 1, kuzeybatı yönünde olduğunu belirtmek için 32, güneydoğu yönünde olduğunu belirtmek için 2 kullanılır.

32	64	128
16	↗ ↘ ↙ ↚ ↖ ↗ ↘ ↙ ↚ ↖	1
8	4	2

KB	Kuzey	KD
Batı		Doğu
GB	Güney	GD

Şekil 6. Akım yönleri

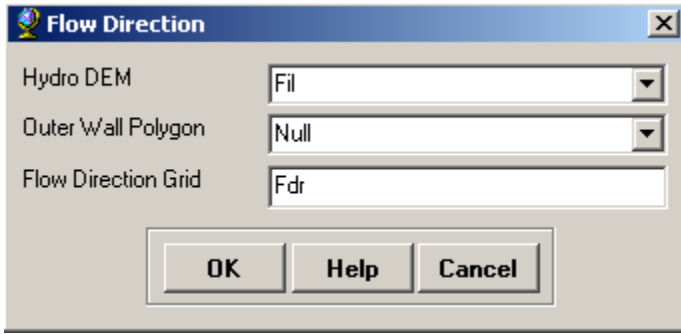
Aşağıdaki Şekil 7a’da hücelere ait yükseklik değerleri, Şekil 7b’de akım yönleri ve Şekil 7c’de ise bu yönlerin ArcHydro programında kullanılacak olan veri tablosu görülmektedir.



Şekil 7. Akım yönünün matematiksel ifadesi

➤ *Terrain Preprocessing* → *Flow Direction* seçilir.

Hydro DEM için girdi dosyasının bir önceki işlemin çıktı dosyası olan “Fil” olduğu teyit edilir. Bu işlemde “Fdr” katmanı çıktıdır.

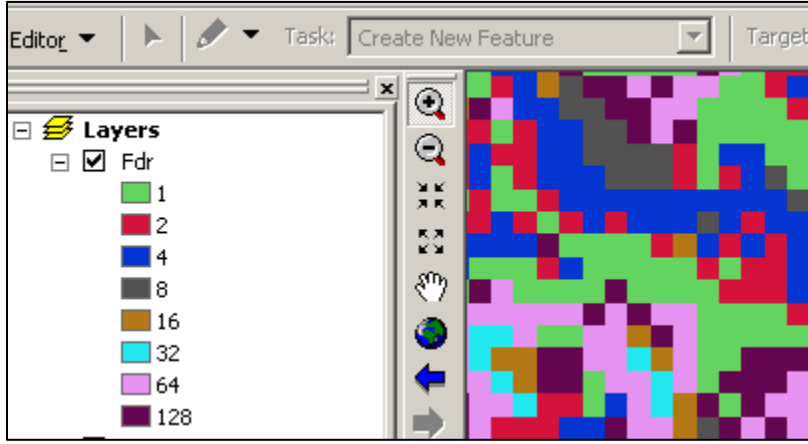


Outer Wall Polygon fonksiyonu seçeneğe bağlıdır. Program tarafından varsayılan değer olan “Null” ifadesi ile boş bırakılır veya aşağıda belirtildiği gibi belirlenir.

Seçenek:

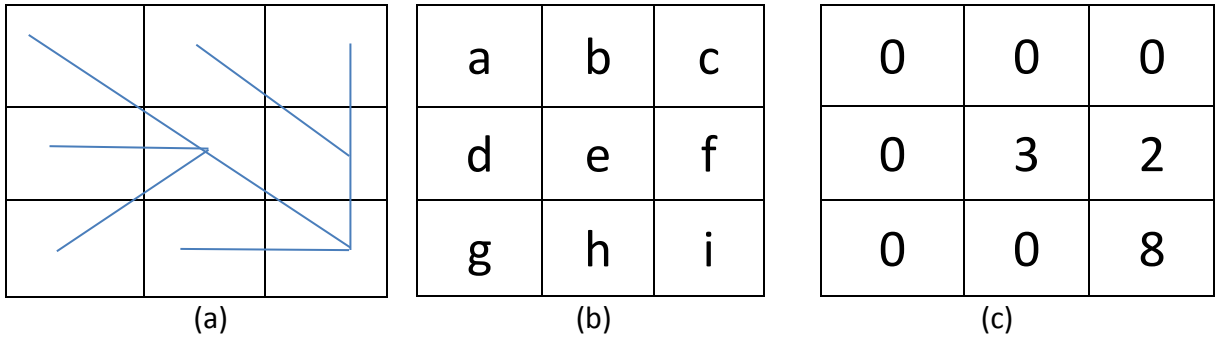
- **Outer Wall Polygon:** Çalışılan veri içerisinde sadece belirli bir kısmın çalışılması istenildiği takdirde çalışılacak alan poligon olarak tanımlanıp bu poligon sınırları içerisindeki kısmı Flow Direction Grid katmanından seçerek işleme tabi tutulur. Poligon alanı dışındaki alan işlem dışı bırakılır.

OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra bu katman haritaya eklenir. Katman büyütüldüğünde hücrelerin akım yönüne bağlı olarak farklı değerlere ve renklere sahip olduğu görülür. Renk tonları “8 yönlü akım modeli”ne göre akım yönlerini ifade etmektedir.



1.3.4 Kümülatif akım hesaplama (*Flow Accumulation*)

Bir hücrenin su toplama alanında yer alan hücre sayısını hesaplar. Böylece su toplama alanı ve nehir kolları belirlenmeye başlar.

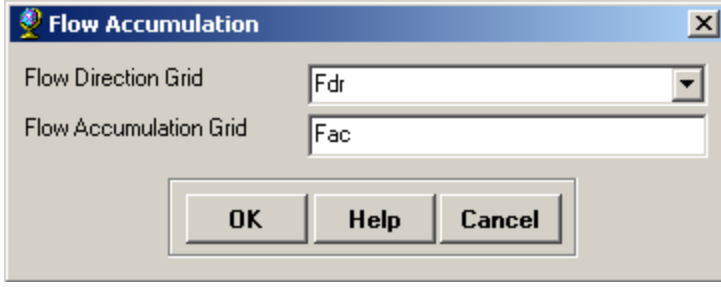


Şekil 8. Kümülatif akım yönü

Şekil 8a'da akım yönüne bağlı olarak hücreler arası akım ilişkileri görülmektedir. a,b,c,d,g ve h hücrelerine (Şekil 8b) doğru akım oluşmayacağından bu hücrelere 0 girilir. e hüresine 3 hücreden, f hüresine ise 2 hücreden akış olmaktadır. i hüresine ise en düşük yükseklik değerine sahip olduğundan 8 hücreden akış gerçekleşmektedir. Böylece her bir hücrenin su toplama alanında kalan hücre sayısı belirlenir (Şekil 8c).

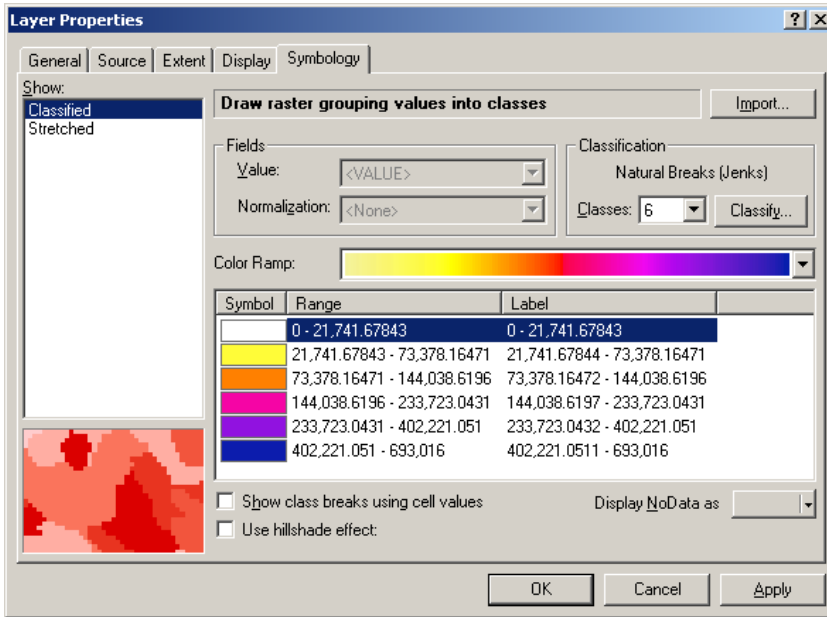
➤ *Terrain Preprocessing* → *Flow Accumulation* seçilir.

Flow Direction Grid için girdi dosyasının bir önceki işlemin çıktı dosyası olan "Fdr" olduğu teyit edilir. Bu işlemde "Fac" katmanı çıktıdır.

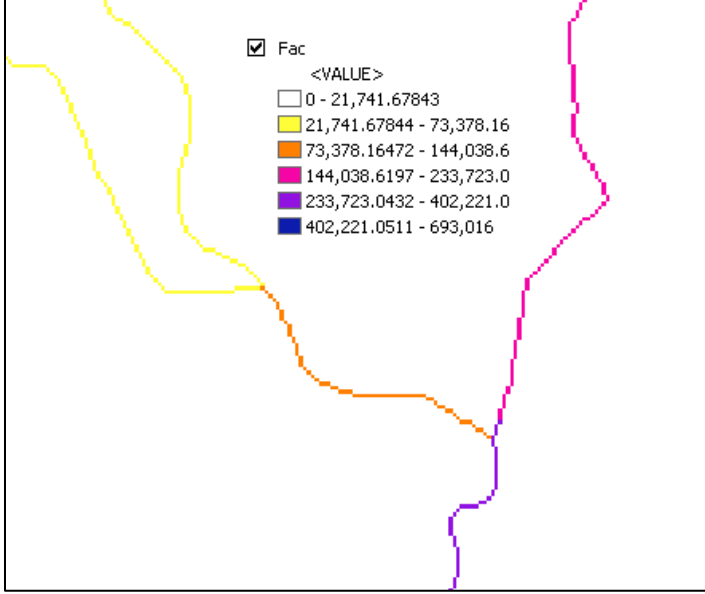



OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra bu katman haritaya eklenir.

Menba-mansap ilişkisini daha rahat gözlemleyebilmek için sembolojiden sınıflandırma yapılır.



Haritada, menbadan mansaba doğru renk tonunun açık renkten koyu renge doğru su toplama alanı büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği gözlenir.

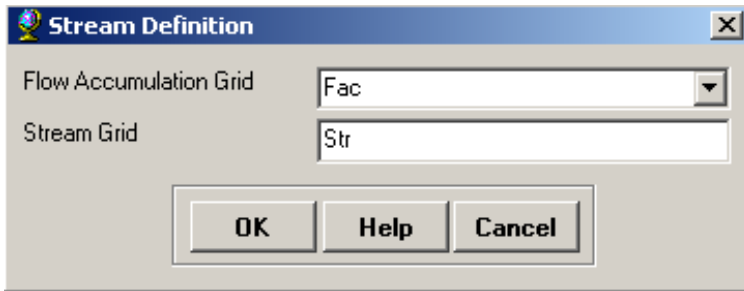


Ayrıca, Fac grid üzerinde nehir ağında herhangi bir noktaya  düğmesini kullanarak tıkladığımızda, bu noktaya ait toplam Fac gridi sayısı ile bir hücre alanının çarpımını bu hücrenin su toplama alanını vermektedir.

1.3.5 Nehir tanımlama (*Stream Definition*)

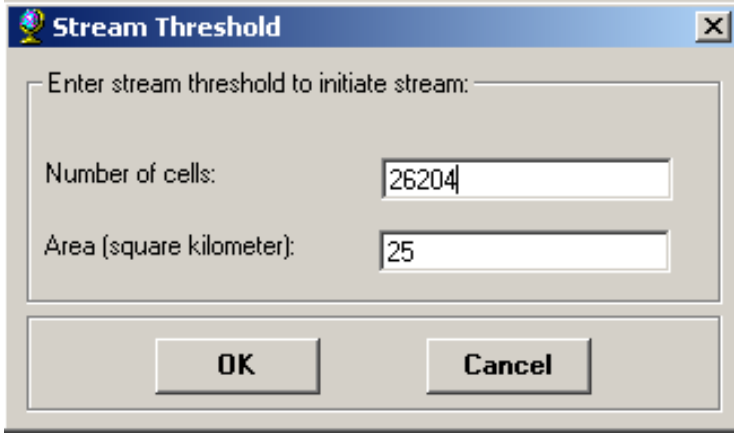
➤ *Terrain Preprocessing* → *Stream Definition* seçilir.

Flow Accumulation Grid için girdi dosyasının bir önceki işlemin çıktı dosyası olan “Fac” olduğunu teyit edilir. Bu işlemde “Str” katmanı çıktıdır

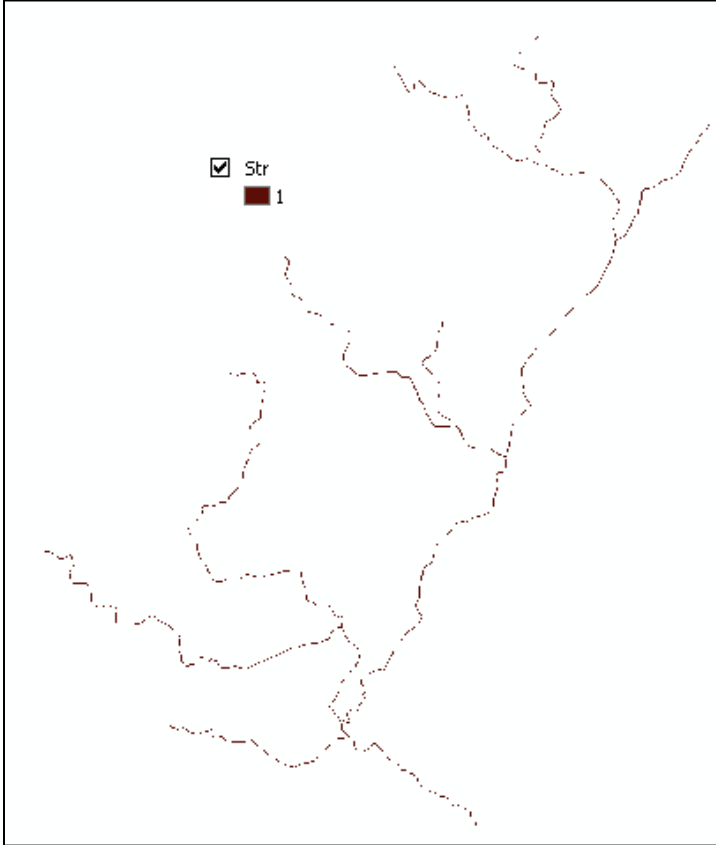


Su toplama alanı için eşik olarak varsayılan değer ekranda gözüktür. Bu değer maksimum kümülatif akımın % 1'ini temsil etmektedir. Bir dere alanı üretmek için eşik su toplama alanı, toplam hücre sayısı ile bir hücre alanının çarpımına eşittir. Daha küçük eşik değer daha yoğun nehir ağına ve daha fazla sayıdaki su toplama alanına karşılık gelmektedir.

Aşağıdaki örnekte eşik değer alan 25 km² olarak alınmıştır. Number of cells veya Area 'dan herhangi birisi girildiğinde program diğerini otomatik olarak düzenlemektedir.



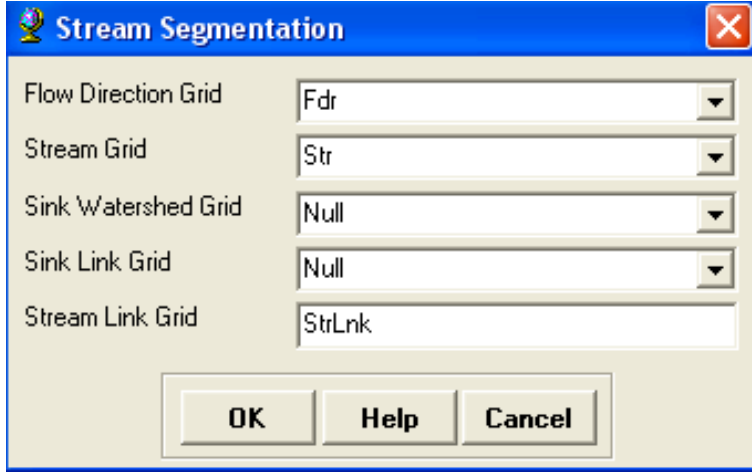
OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra Str katmanı haritaya eklenir. Str grid katmanında nehirin yer aldığı bütün hücreler “1” değerini içermektedir. “1” değerine sahip hücreler aşağıdaki şekilde görünür.



1.3.6 Nehir bölümeleme (*Stream Segmentation*)

Kendine özgü tanımlama numarasına sahip nehir bölümlerinin grid sistemini oluşturur. Belirli bir bölümdeki bütün hücreler aynı grid koduna sahiptir ve bu kodlar o bölüme özgüdür.

➤ *Terrain Preprocessing* → *Stream Segmentation* seçilir.



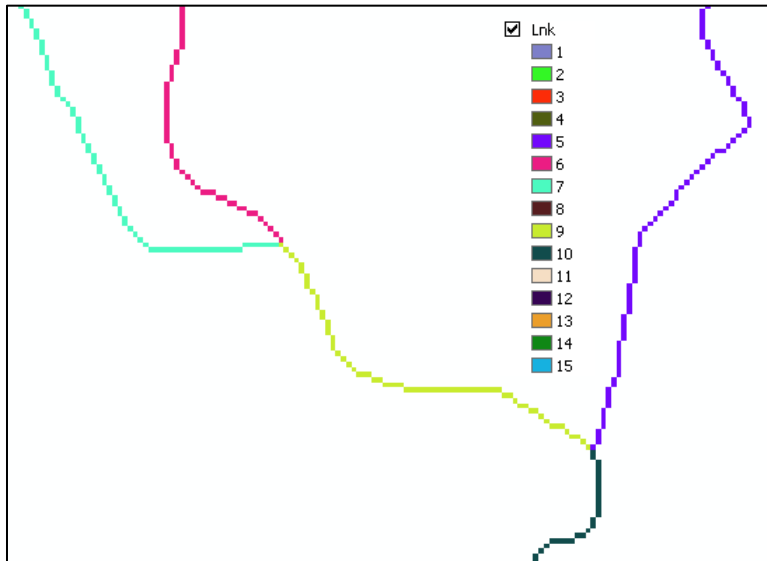
Sink Watershed Grid ve Sink Line Grid fonksiyonları seçeneğe bağlıdır. Program tarafından varsayılan değer olan "Null" ifadesi ile boş bırakılır veya aşağıda belirtildiği gibi belirlenir.

Seçenekler;

- **Sink Watershed Grid:** Nehir çizgilerinin üretilmediği boşlukların su toplama alanını belirlemek için kullanılır.
- **Sink Line Grid:** Nehir çizgilerinin üretilmediği alanları belirlemek için kullanılır.

Flow Direction Grid için Fdr ve Stream Grid için Str katmanları girdi, StrLnk katmanı ise çıktıdır.

OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra StrLnk katmanı aşağıdaki şekilde haritaya eklenir. Örnekte nehir ağının yoğunluğuna bağlı olarak 15 farklı bölüme yapılarak 15 su toplama alanı elde edilmiştir.

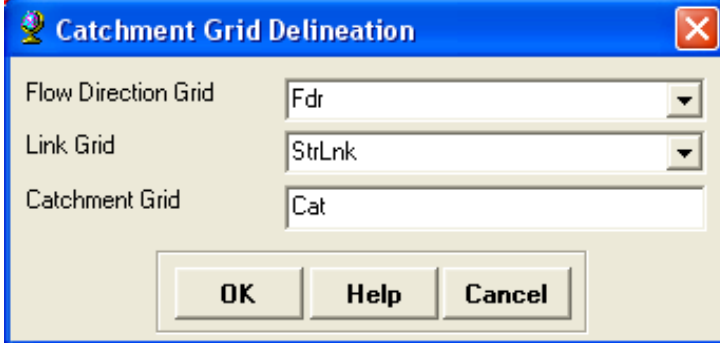


Her bir nehir çizgisinin ayrı değere sahip olduğuna dikkat edilmelidir.

1.3.7 Su toplama alanı oluşturma (Catchment Grid Delineation)

Bu fonksiyon, her bir hücre için hücrenin ait olduğu alt su toplama alanını gösteren değere (grid kodu) sahip bir grid sistemi meydana getirir. Bu değer 3.6 bölümünde yer alan nehir bölümlenmesinde tanımlanan alanın sahip olduğu değere karşılık gelir.

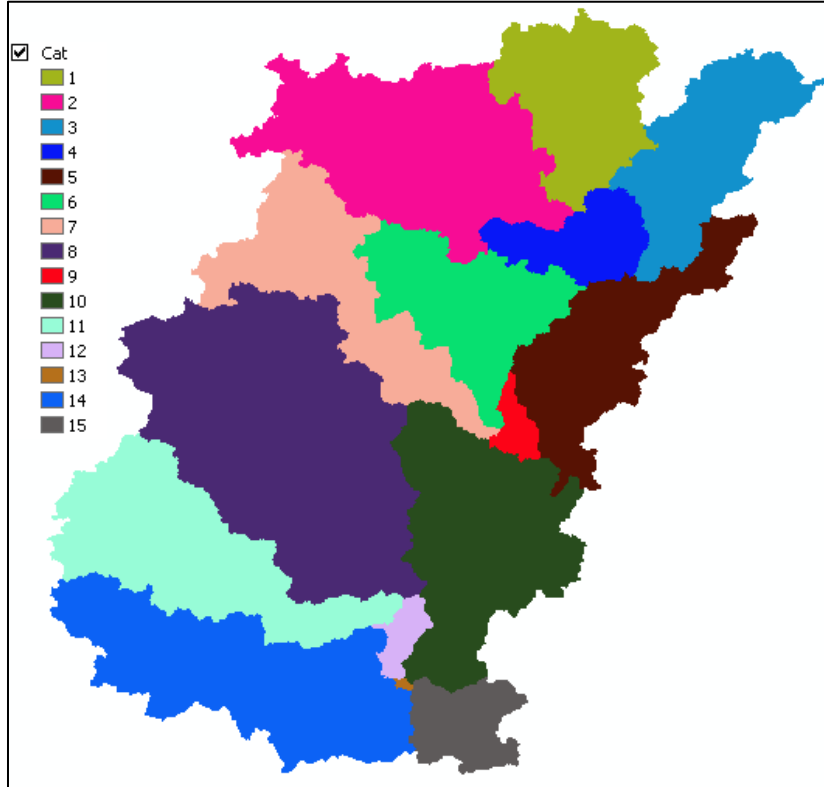
➤ *Terrain Preprocessing* → *Catchment Grid Delineation* seçilir.



Flow Direction Grid için Fdr ve Link Grid için StrLnk katmanları girdi, Cat katmanı ise çıktıdır.

OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra Cat katmanı haritaya eklenir.

Özellikler seçeneğinden semboloji ile renklendirme yapıldığında aşağıdaki görüntü elde edilir.



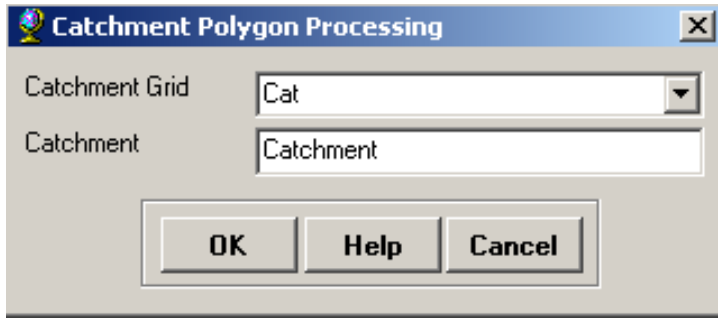
1.3.8 Su toplama alanını poligonlama (Catchment Polygon Processing)

Bu aşamadan itibaren gerçekleştirilecek 3 fonksiyon Catchment Polygon Processing, Drainage Line Processing ve Adjoint Catchment Processing raster verileri vektör veri formatına dönüştürmektedir.

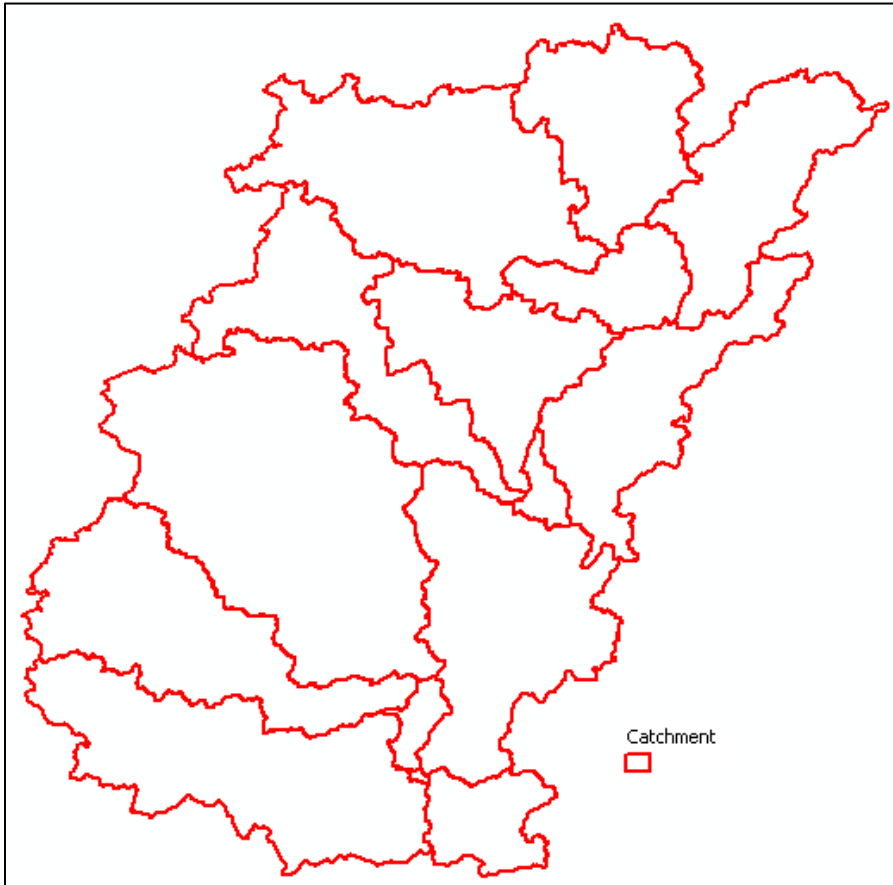
➤ *Terrain Preprocessing* → *Catchment Polygon Processing* seçilir.

Bu fonksiyon 3.7 bölümünde elde edilen su toplama alan gridini, poligon özelliğine dönüştürmektedir.

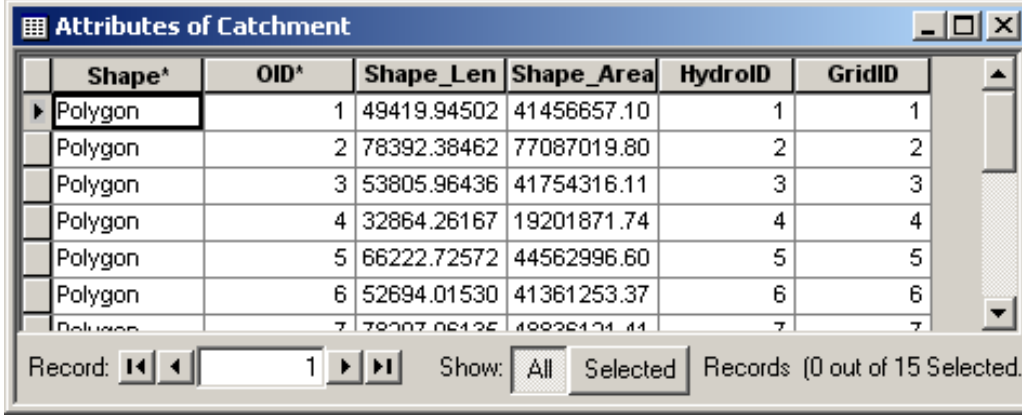
CatchmentGrid için gridinin Cat ve Catchment çıktısının ise Catchment olduğunu teyit edilir.



OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra poligon özellikteki vektör veri Catchment katmanı haritaya eklenir.



Bu katmanın öz nitelik tablosu açıldığında her bir su toplama alanının kendine özgü HydroID'ye sahip olduğu görülür. Ayrıca her bir su toplama alanı için uzunluk ve alan bilgileri de otomatik olarak hesaplanmaktadır.



Shape*	OID*	Shape_Len	Shape_Area	HydroID	GridID
Polygon	1	49419.94502	41456657.10	1	1
Polygon	2	78392.38462	77087019.80	2	2
Polygon	3	53805.96436	41754316.11	3	3
Polygon	4	32864.26167	19201871.74	4	4
Polygon	5	66222.72572	44562996.60	5	5
Polygon	6	52694.01530	41361253.37	6	6
Polygon	7	78392.38462	49826121.44	7	7

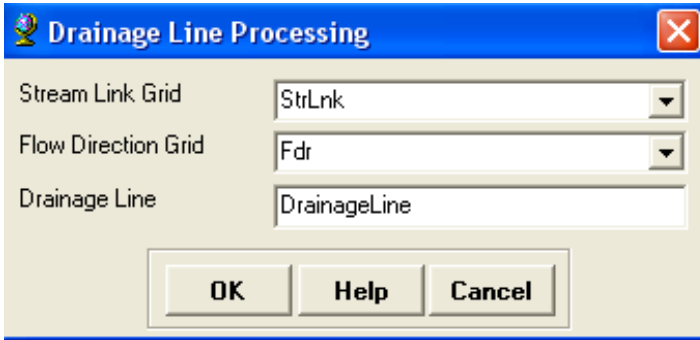
Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 15 Selected)

1.3.9 Drenaj çizgilerini belirleme (*Drainage Line Processing*)

6. adımda elde edilen Stream Link gridini Drainage Line şekline dönüştürür. Drainage Line'de yer alan her bir çizgi, bu çizgiye ait su toplama alanının tanımlayıcısını içermektedir.

➤ *Terrain Preprocessing* → *Drainage Line Processing* seçilir.

StreamLink Grid ve Flow Direction Grid girdi dosyaları olup StrLnk ve Fdr katmanları kullanılır. Drainage Line ise çıktı dosyasıdır.



Drainage Line Processing

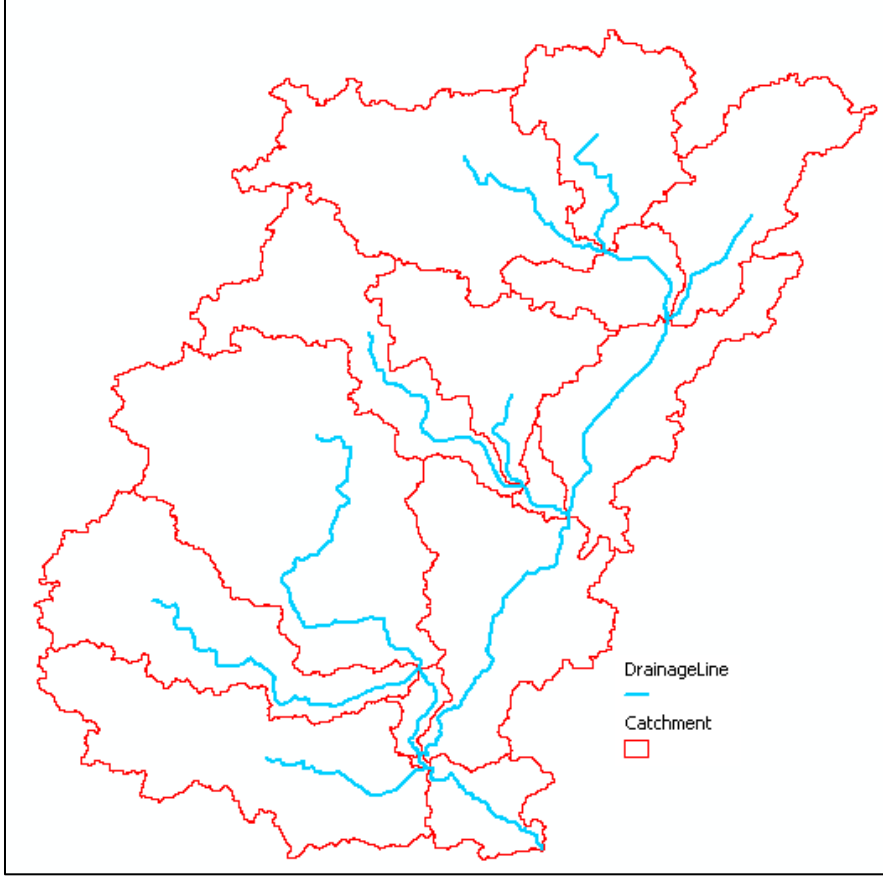
Stream Link Grid: StrLnk

Flow Direction Grid: Fdr

Drainage Line: DrainageLine

OK Help Cancel

OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra poligon özellikteki vektör veri Drainage Line katmanı haritaya eklenir.

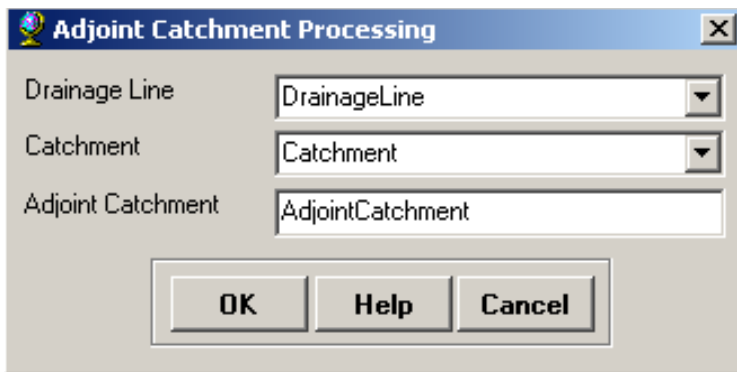


1.3.10 Bitişik su toplama alanı belirleme (*Adjoint Catchment Processing*)

Bu fonksiyon Catchment katmanını kullanarak akım yönünde birbirleri ile ilişkili olan su toplama alanlarını bir araya getirir. Ana su toplama alanı olmayan her bir su toplama alanı için menba alanını ana su toplama alanının girdi noktasına drene eden bir poligon inşa edilir ve depolanır.

- *Terrain Preprocessing* → *Adjoint Catchment Processing* seçilir.

Drainage Line ve Catchment girdi dosyaları olup Adjoint Catchment ise çıktı dosyasıdır.



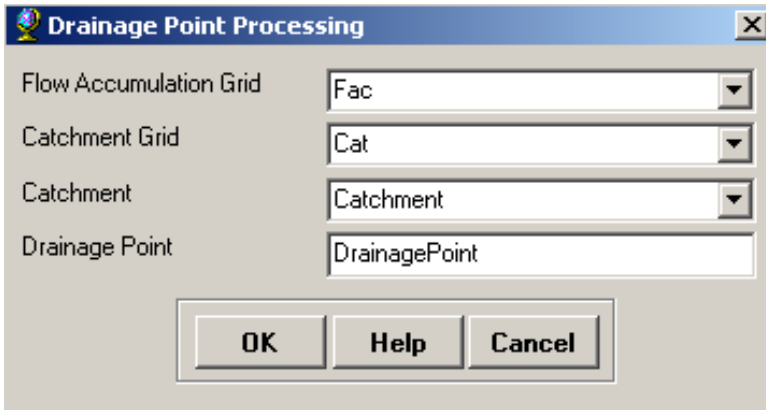
OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra poligon özellikteki vektör veri Adjoint Catchment katmanı haritaya eklenir.

1.3.11 Drenaj noktası belirleme (*Drainage Point Processing*)

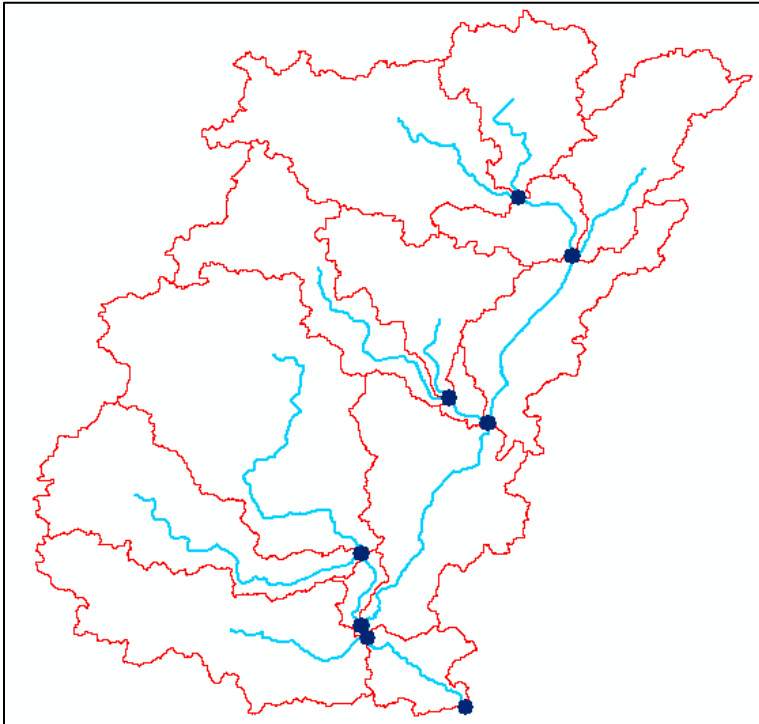
Belirlenen su toplama alanları için drenaj noktalarını tayin eder.

➤ *Terrain Preprocessing* → *Drainage Point Processing* seçilir.

Flow Accumulation Grid, Catchment Grid ve Catchment girdi dosyalarıdır. Drainage Point ise çıktı dosyasıdır.



OK düğmesine basılır. İşlemin başarı ile tamamlanmasından sonra poligon özellikteki vektör veri Drainage Point katmanı haritaya eklenir.

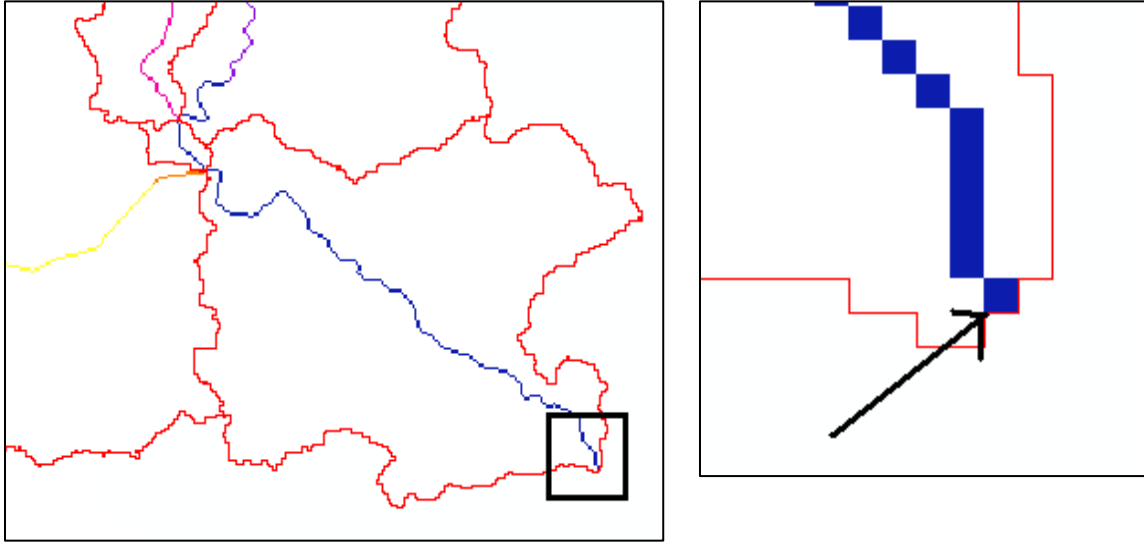



1.4 Su Toplama Alanı İşlemleri (Watershed Processing)

1.4.1 Herhangi bir noktanın su toplama alanını belirleme (Batch Watershed Delineation)

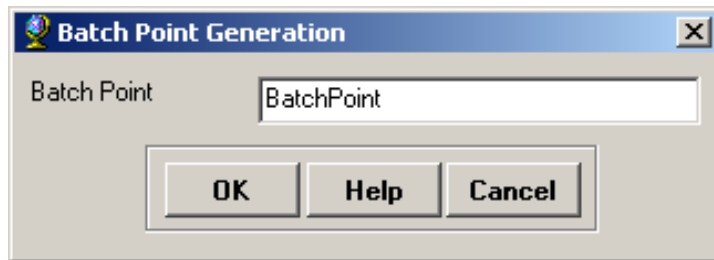
Girilen bir noktanın (Batch Point) menbasında yer alan su toplama alanını belirler.

Flow Accumulation, Catchment and DrainageLine veri setleri ekranda olmalıdır. Su toplama alanının boşalım kesimi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi büyütülerek tek bir hücre belirlenir. Burada amaç su toplama alanındaki suyu drene eden noktayı tayin etmektir.



Boşalım noktası belirlenerek Batch Point Generation  tuşuna basıldığında bu noktaya ait özellik tablosu oluşturulur.

Nokta oluşturmada dosya adının BatchPoint olduğu teyit edilir.



OK tuşuna basıldığında belirtilen lokasyonda bir nokta oluşturulur. Aşağıdaki tablo ekrana gelir ve bu noktaya ait bilgiler aşağıdaki şekilde girilir;

Batch Point Generation

Point Definition

Name: Outlet

Description: Cedar Creek Outlet

BatchDone: 0

SnapOn: 1

Type: Outlet

OK Cancel

Seçenekler;

- **Name :** Noktayı tanımlamak için kullanıcı tarafından girilir.
- **Description :** Noktayı tanımlamak için kullanıcı tarafından girilir.
- **BatchDone :** “0” seçilirse girilen noktayı dikkate alarak alan belirlemesi yapılır. Bu değer “1” girilirse alan belirlemede bu nokta dikkate alınmaz.
- **SnapOn :** “1” ise bu fonksiyon işleme dahil edilir. Girilen nokta, drenaj çizgisine yeterli derecede yakın ise (yaklaşık 5 hücre mesafede) su toplama alanının drenaj çizgisini yakalar. “0” ise drenaj çizgisini yakalamadan belirlenen nokta için su toplama alanını tayin eder.
- **Type :** “0” değeri bu noktanın boşalım noktası (Outlet) olduğunu “1” ise beslenme noktası (Inlet) olduğunu ifade eder.

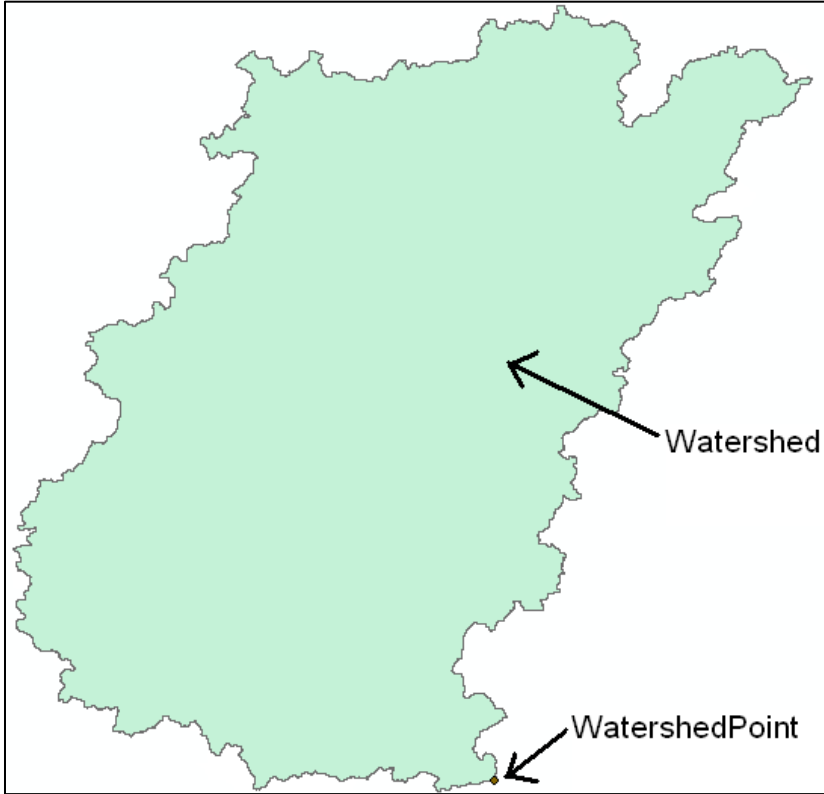
Bu işlemlerden sonra

➤ *Watershed Processing* → *Batch Watershed Delineation* seçilir.

Alanlara ait veriler daha önceki işlemlerden elde edilen çıktılar kullanılarak aşağıda gösterildiği gibi girilir. Watershed ve Watershed Point çıktı dosyalarıdır.



OK tuşuna basıldığında 1 nokta için işlem yapıldığını gösteren mesaj ekrana gelir.



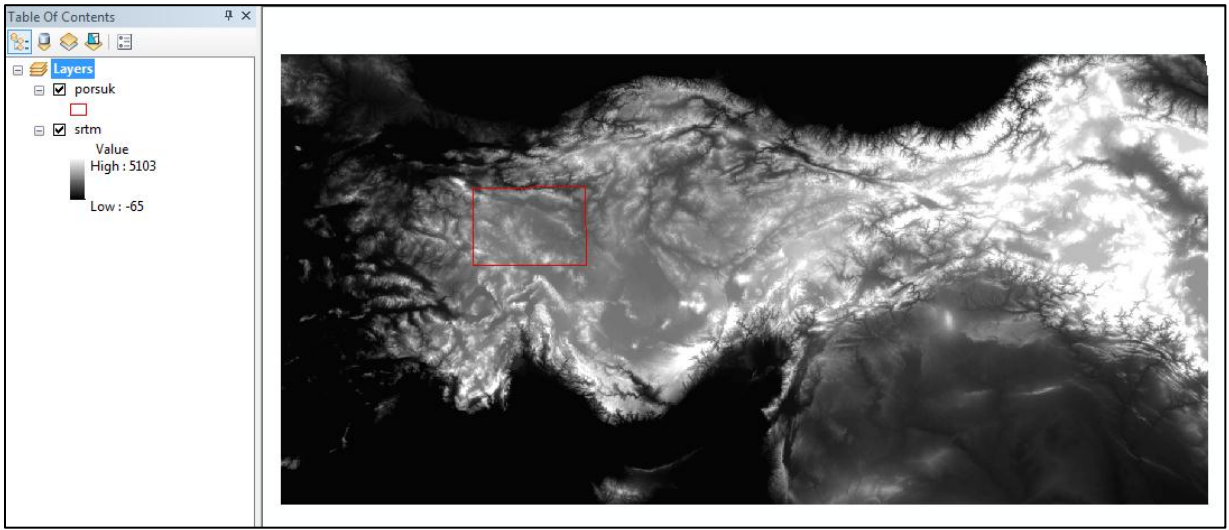
Çıktı yukarıda görüldüğü gibi ekrana gelir. Bu çıktı, DEM ve diğer elde edilen verilerle uyumlu olacaktır.

EK – 1 Porsuk Çayı Su Toplama Alanı

SAYISAL VERİ

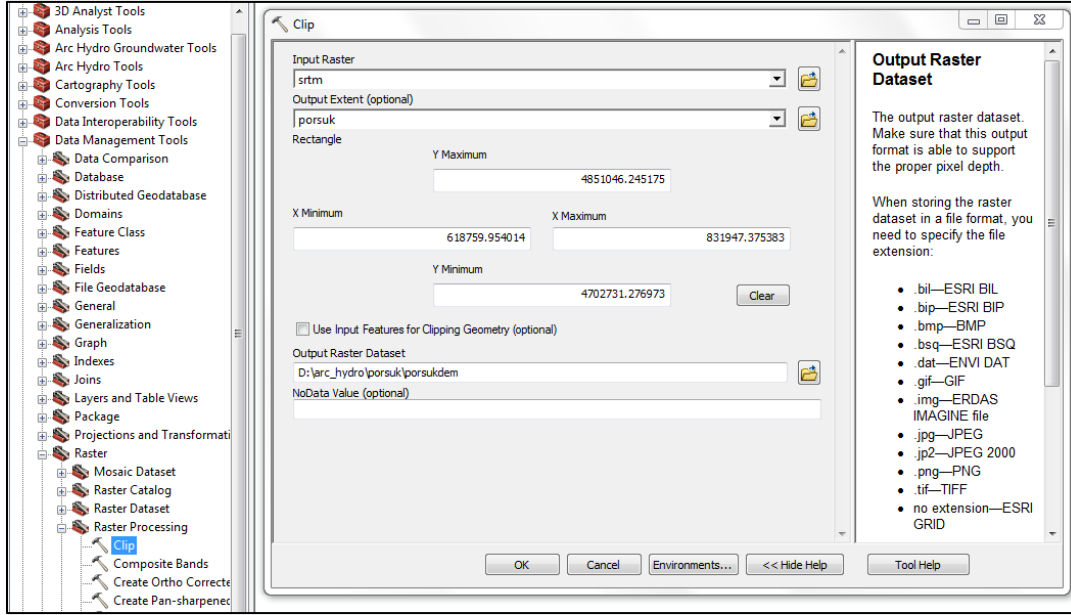
Bu çalışma kapsamında, SRTM uydu görüntülerinden elde edilen Sayısal Arazi Modeli (DEM) kullanılarak Porsuk Çayı'na ait su toplama alanı belirlenmiştir.

DEM olarak SRTM90 uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Porsuk Çayı'nın yer aldığı lokasyon yaklaşık olarak belirlendikten sonra Türkiye SRTM DEM verilerinden çalışma alanını belirlemek amacı ile poligon katmanı oluşturulmuştur. Bu katman Şekil 1'de kırmızı renkli çerçeve olarak görülmektedir.



Şekil 1. SRTM uydu görüntüsü

ArcTool menüsünden, Data Management Tools/Raster/Raster Processing/Clip seçilerek (Şekil 2) bütün Türkiye görüntüsünden sadece kırmızı çerçeve içerisindeki alan çalışma için belirlenir.

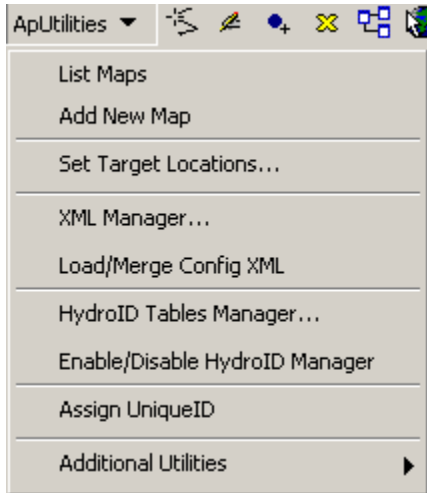


Şekil 2. ArcTool menüsü

ÇALIŞMA DİZİNİNİN BELİRLENMESİ

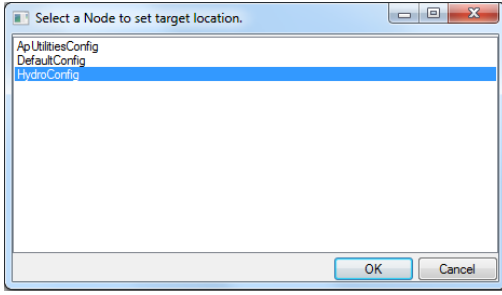
Arc Hydro Tool ile oluşturulacak bütün vektör veriler yeni bir geodatabase’de depolanır. Yeni raster veriler, dataseti veya Data Frame ile aynı isimli alt dizinde program tarafından otomatik olarak depolanır. Depolama yeri için yeni bir dizin seçilmek istenirse aşağıdaki yol izlenir;

- *ApUtilities* → *Set Target Locations* seçilir (Şekil 3).



Şekil 3. Alt dizin yeri belirlemede ilk adım

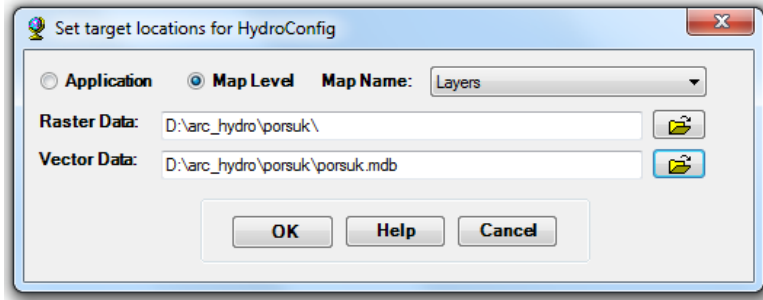
Açılan menüden HydroConfig seçilerek OK tuşuna basılır (Şekil 4).



Şekil 4. Alt dizin yeri belirlemede ikinci adım

Burada raster ve vektör verilerin depolanacağı dizinler belirlenir. Raster veriler için dizin adı verilirken vektör veriler için ise yeni bir geodatabase oluşturulur ve bu oluşturulan geodatabase seçilir.

Şekil 5'den görüleceği gibi raster veriler porsuk isimli alt dizinde depolanacak iken vektör veriler ise oluşturulan porsuk isimli geodatabase'de depolanacaktır.



Şekil 5. Alt dizinin belirlenmesi

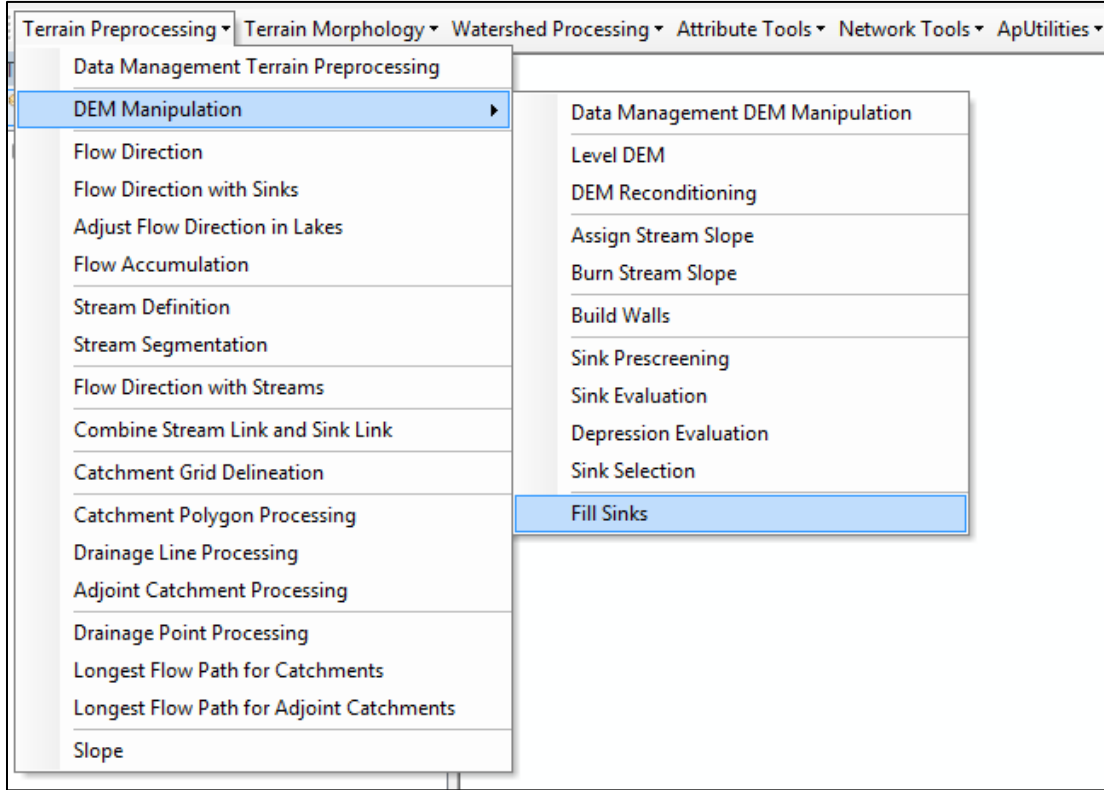
ARCMAP'E VERİ YÜKLEME



Add düğmesine basılarak, diyalog kutusundan verilerin yer aldığı konuma gidilir ve raster veri olan DEM dosyası ile vektör veri olan nehir ağları katmanı eklenir.

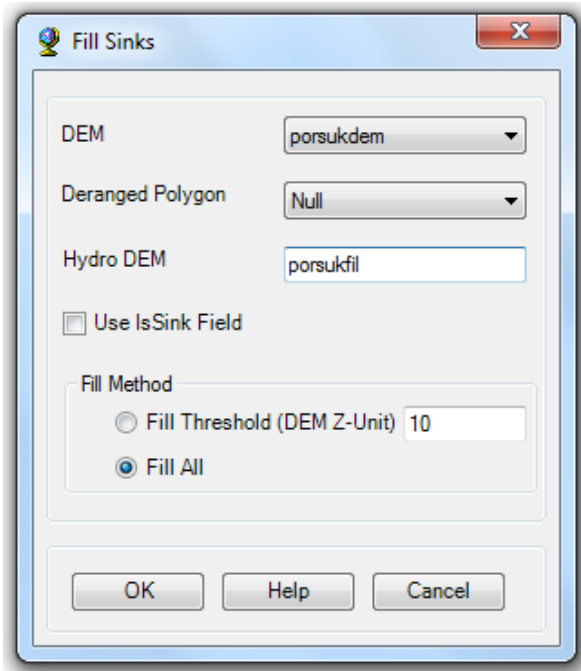
ARAZİ VERİLERİNİ İŞLEME

ArcHydro Tool/Terrain Preprocessing/DEM Manipulation/Fill Sink ile boşluk doldurma seçilir (Şekil 6).



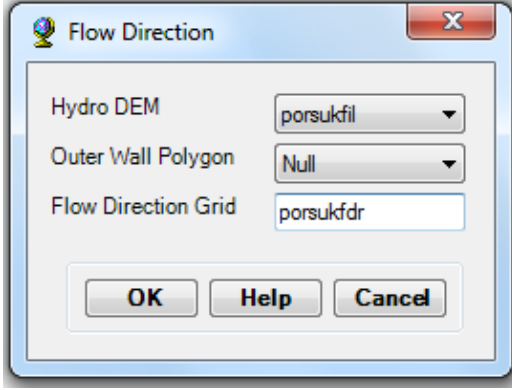
Şekil 6. Boşlukların doldurulması

Verilerimizi yenileme için sağlıklı bir akarsu verimiz olmadığından DEM Yenileme işlemi yapılmamıştır. DEM verisi olarak SRTM görüntüsünden Clip ile seçtiğimiz “porsukdem” katmanı kullanılmıştır. Bu katman içindeki bütün boşlukların doldurulması istendiğinden “Fill All” seçeneği işaretlenmiştir. Bu işlemin çıktısı ise “porsukfil” katmanıdır.



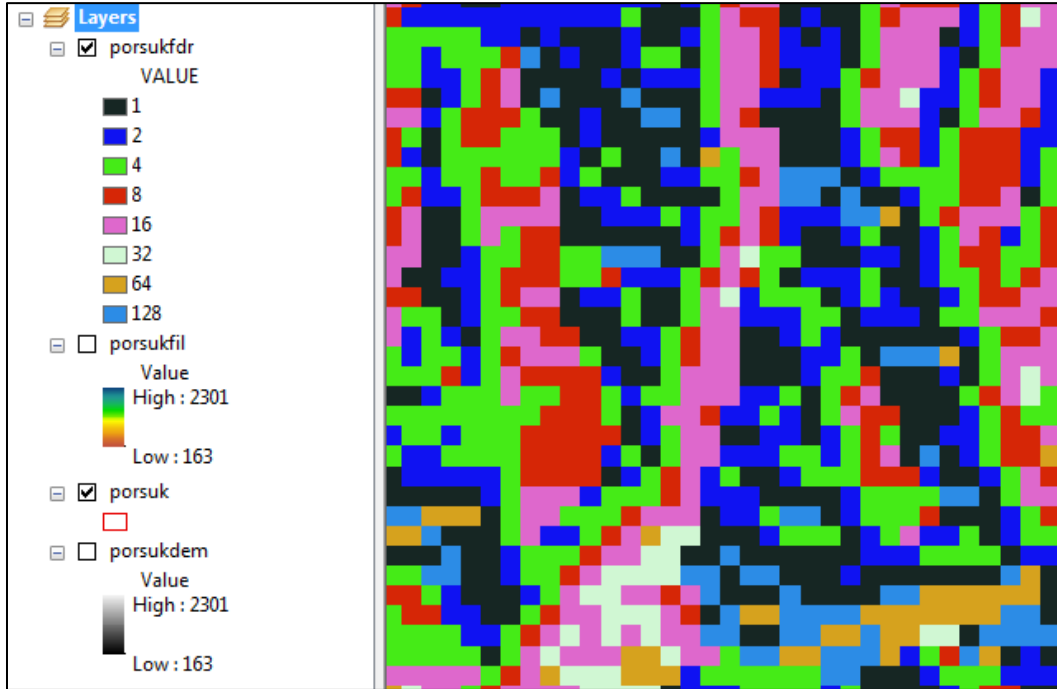
Şekil 7. Boşlukların doldurulması seçenekleri

“porsukfil” katmanı akım yönünün belirlenmesinde girdi olarak kullanılarak “porsukfdr” katmanı elde edilmiştir (Şekil 8). Daha önceden hazırlanan “porsukdem” katmanının tamamında çalışılacağından “Outer Wall Polygon” seçeneği boş bırakılmıştır.



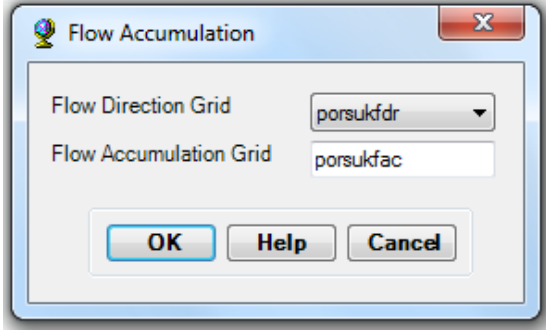
Şekil 8. Akım yönünün belirlenmesi

Program tarafından 8 yönlü akım modeline bağlı olarak hesaplanan akım yönleri piksel bazında farklı renklerde gözükmektedir. Her bir renk farklı akım yönünü ifade etmektedir (Şekil 9).



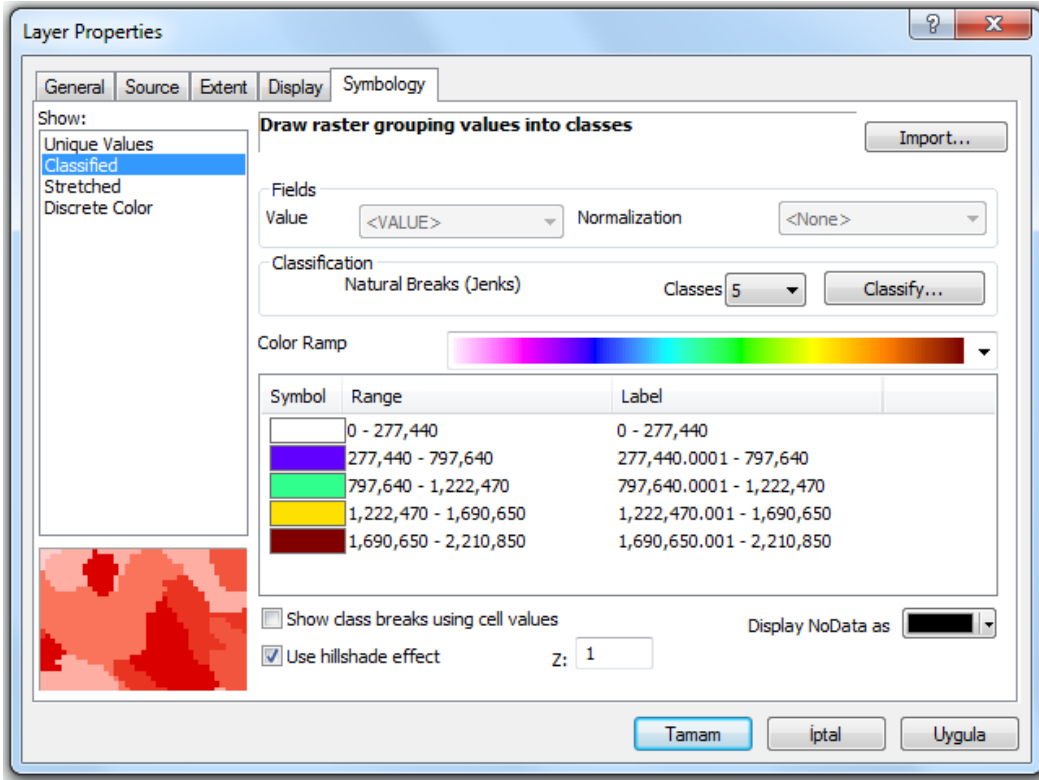
Şekil 9. Akım yönleri

“porsukfdr” katmanı kümülatif akım yönünün belirlenmesinde girdi olarak kullanılarak “porsukfac” katmanı elde edilmiştir (Şekil 10).

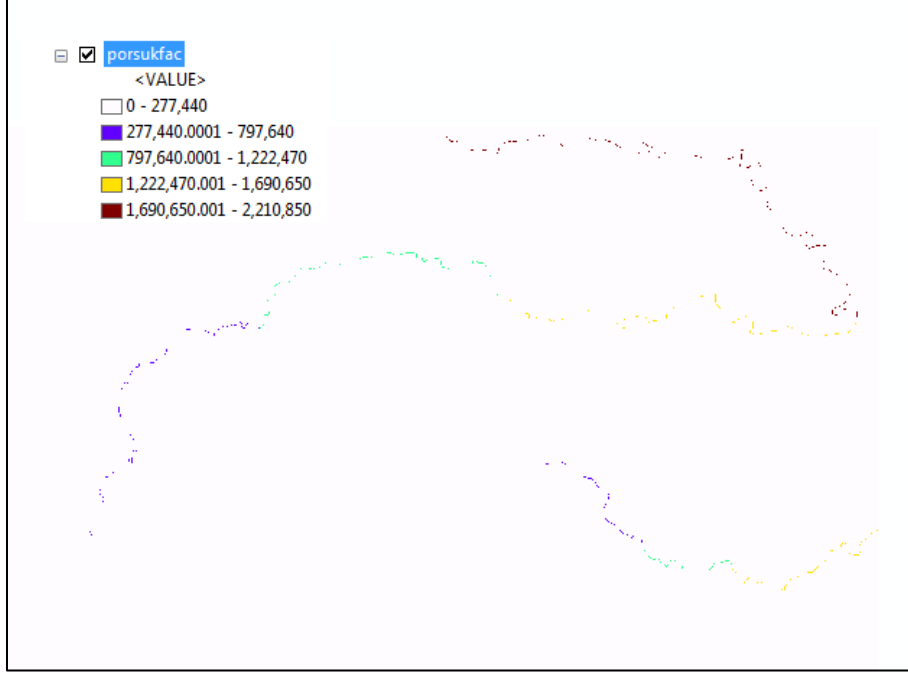


Şekil 10. Kümülatif akım yönü


Ede edilen katman için Layer Properties/Symbology (Şekil 11) kullanılarak akarsu ağının akım yoğunluğuna bağlı olarak renklendirilmesi elde edilir (Şekil 12).

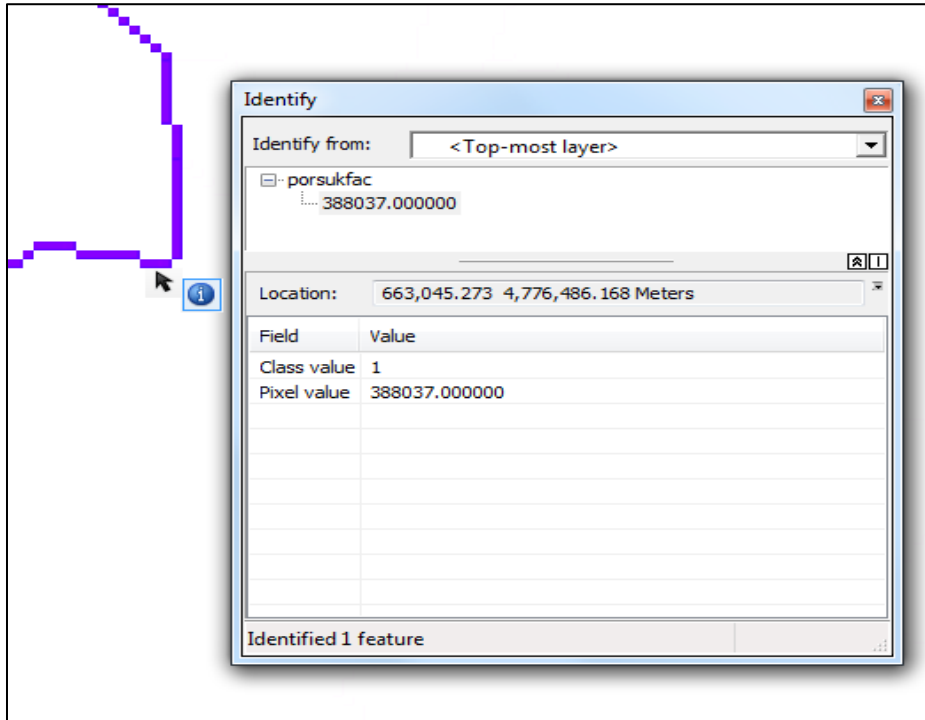


Şekil 11. Akarsu ağı için semboloji



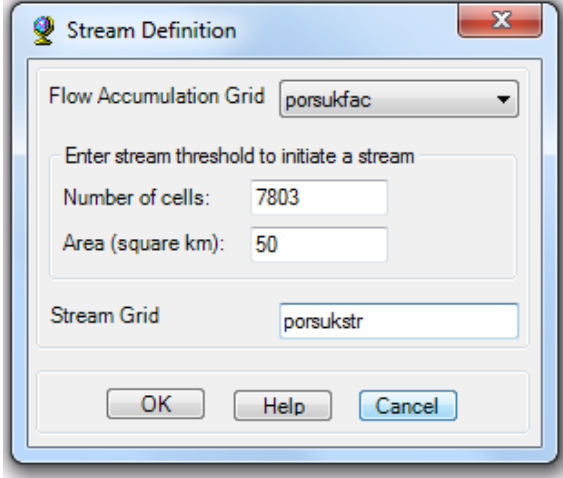
Şekil 12. Akarsu ağının akım yoğunluğuna bağlı olarak renklendirilmesi

“porsukfac” katmanı üzerinde  tuşu ile herhangi bir noktaya bastığımızda o noktanın su toplama alanında kalan toplam hücre sayısı elde edilir. Bu örnekte seçilen nokta için hücre sayısı 388.037 belirlenmiştir (Şekil 13) . Ayrıca hücreler 80,047 m ölçülerinde çözünürlüğe (hücre genişliğine-piksel boyutuna) sahip SRTM90 uydu görüntüsü kullanıldığından bu noktanın su toplama alanı $80,047 \times 80,047 \times 388.037 = 2.486 \text{ km}^2$ 'dir.



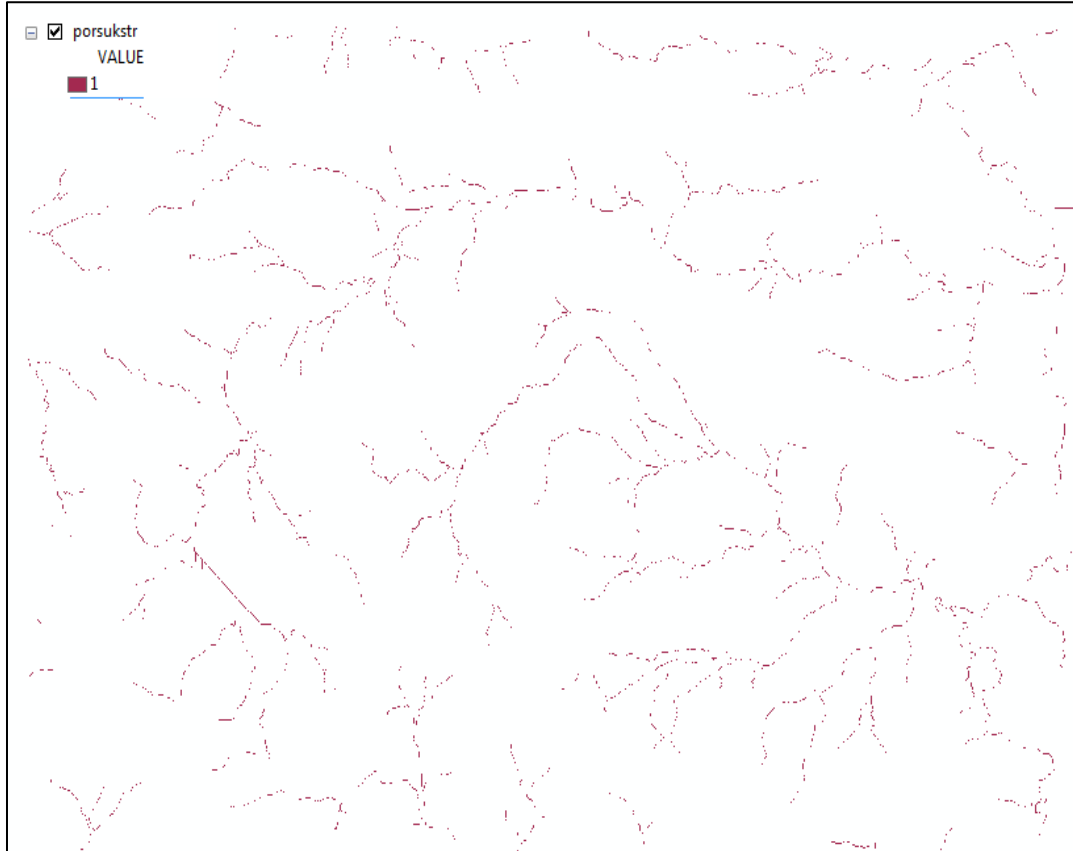
Şekil 13. Su toplama alanı hesabı

“porsukfac” katmanı nehrin tanımlanmasında (nehir çizgilerinin belirlenmesinde) girdi olarak kullanılarak (Şekil 14) “porsukstr” katmanı elde edilmiştir (Şekil 15).



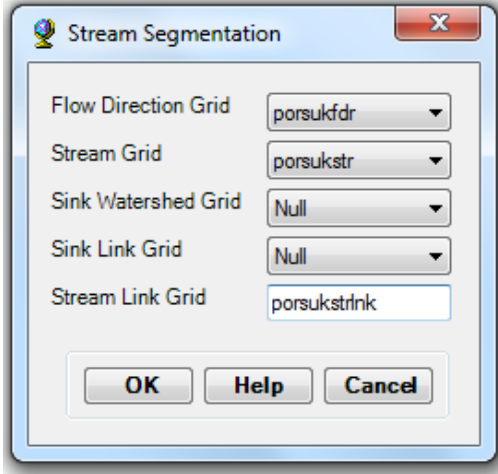
Şekil 14. Nehir tanımlama

Bu örnekte minimum su toplama alanı büyüklüğü akarsu ağının yoğunluğuna bağlı olarak 50 km² seçilmiştir. Bundan sonraki işlemlerde de en küçük su toplama alanı 50 km² olarak dikkate alınarak işlem yapılacaktır. Program hücre sayısını ise otomatik olarak belirlemektedir (Şekil 14).



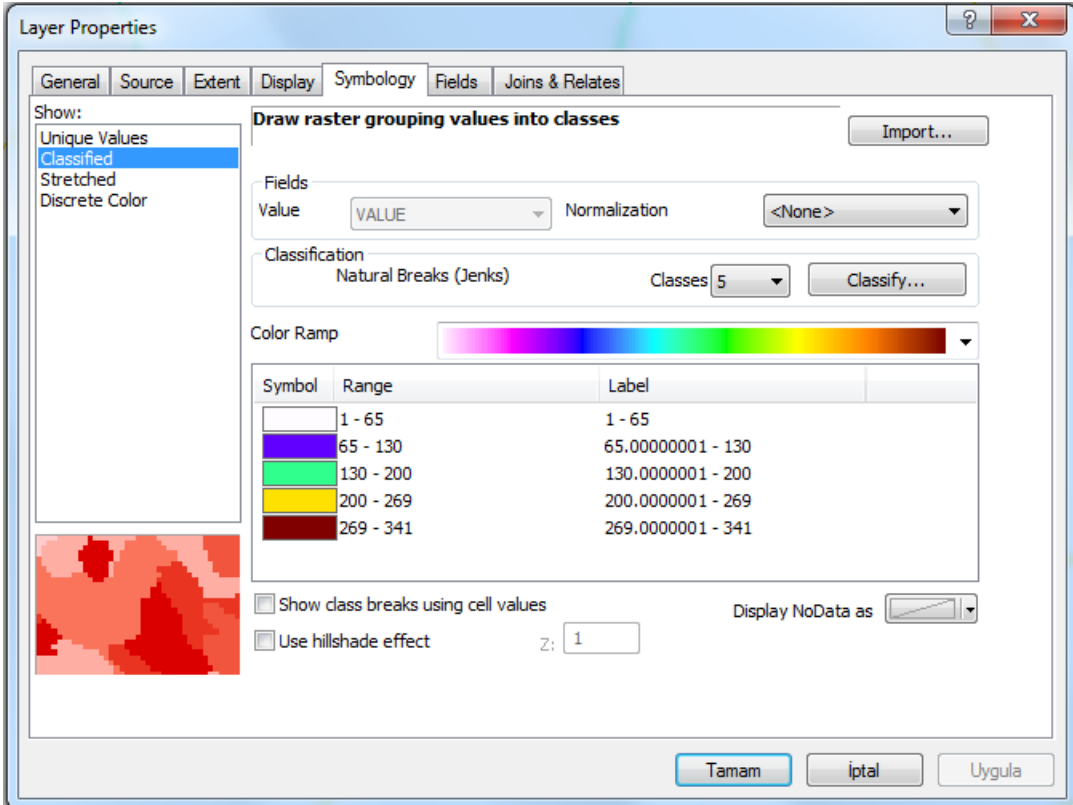
Şekil 15. Nehir tanımlama katmanı çıktısı

“porsukfdr” ve “porsukstr” katmanlarında aynı nehir çizgisi üzerindeki hücrelere aynı kod verilerek nehrin bölümlenmesi olan “porsukstrlnk” katmanı elde edilmiştir (Şekil 16). “porsukstr” katmanında görüleceği gibi bütün alanda nehir çizgileri üretilebildiği için “Sink Watershed Grid” ve “Sink Link Grid” seçenekleri boş olarak seçilmiştir.

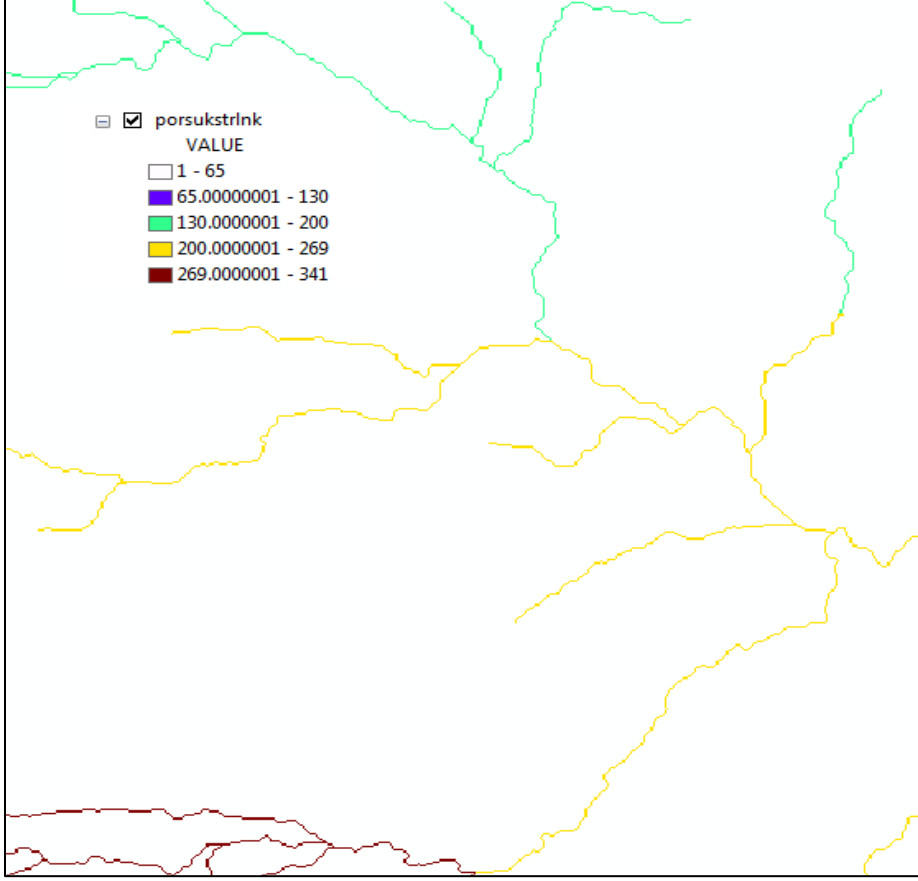


Şekil 16. Nehir bölümlenme

Elde edilen katman için Layer Properties/Symbology (Şekil 17) kullanılarak nehir kollarının renklendirilmesi elde edilir (Şekil 18). Burada eşik değeri olarak belirlenen 50 km²lik alan göre 341 adet su toplama alanı oluşturulmuştur.

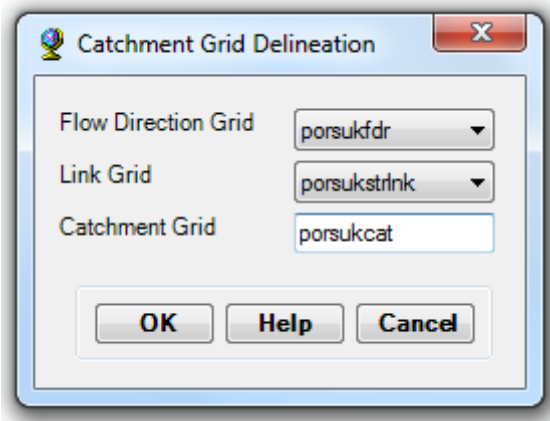


Şekil 17. Nehir bölümlenme için semboloji

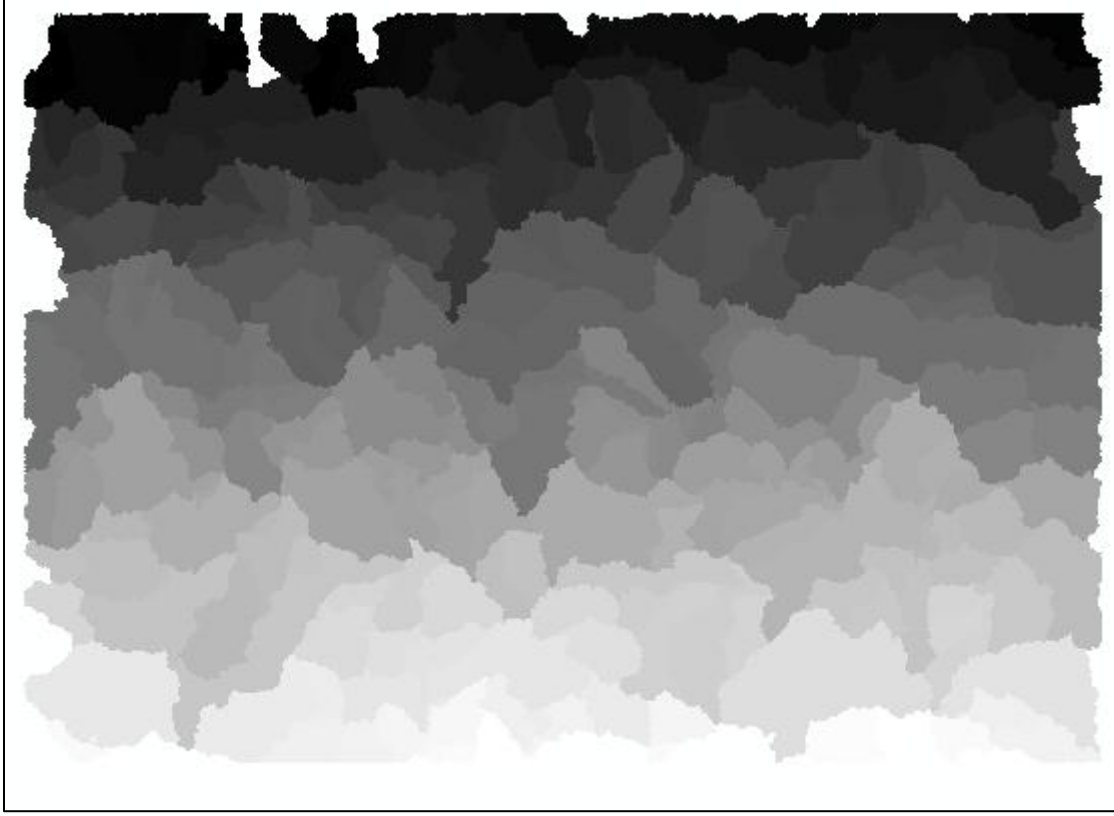


Şekil 18. Nehir bölümlenmeye bağlı olarak nehir kollarının renklendirilmesi

“porsukfdr” ve “porsukstrlnk” katmanları kullanılarak her bir hücrenin yer aldığı su toplama alanına kod verilen “porsukcat” katmanı elde edilmiştir (Şekil 19). Şekil 20’de görüleceği gibi 341 adet su toplama alanı raster veri olarak belirlenmiştir.



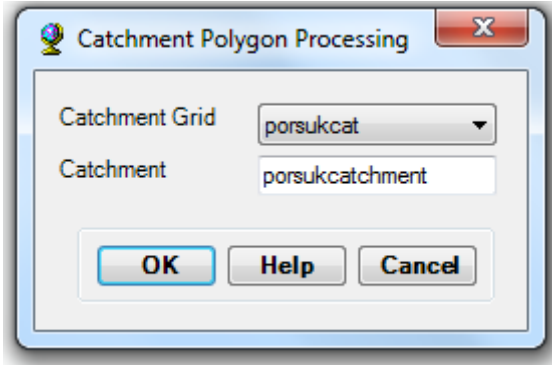
Şekil 19. Su toplama alanı belirleme



Şekil 20. Su toplama alanı

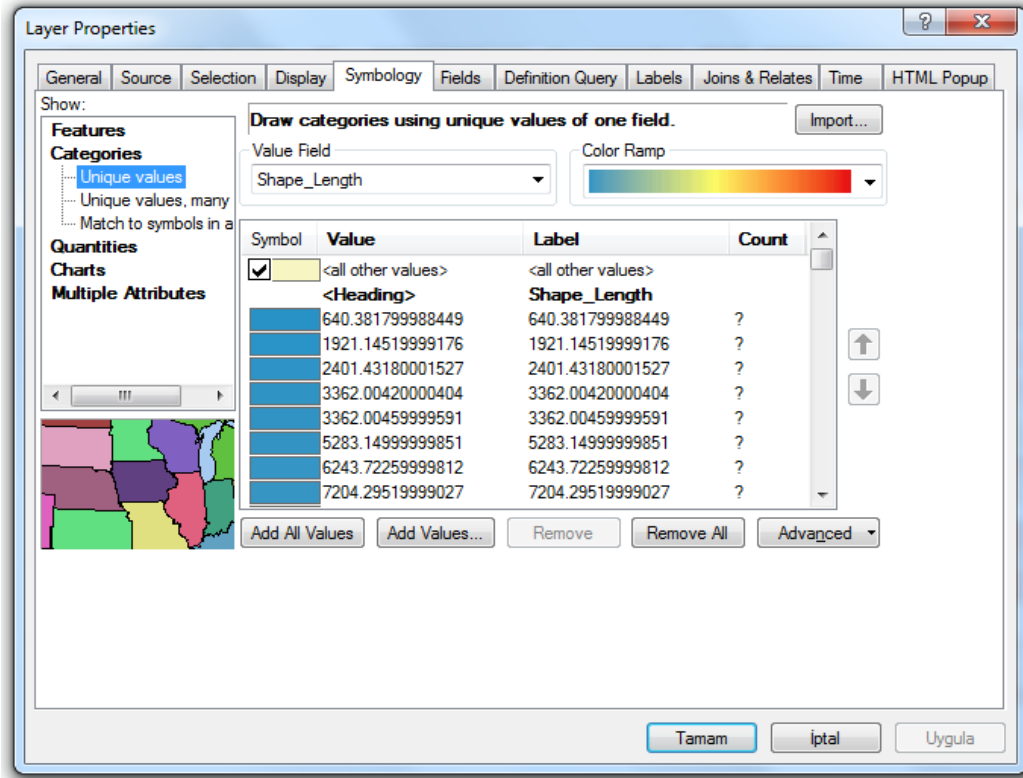
Bu aşamadan itibaren raster veriler vektör veriye dönüştürülmektedir.

“porsukcat” katmanı kullanılarak bu katmandaki raster veriler “porsukcatchment” katmanında vektör veri haline getirilmiştir (Şekil 21).

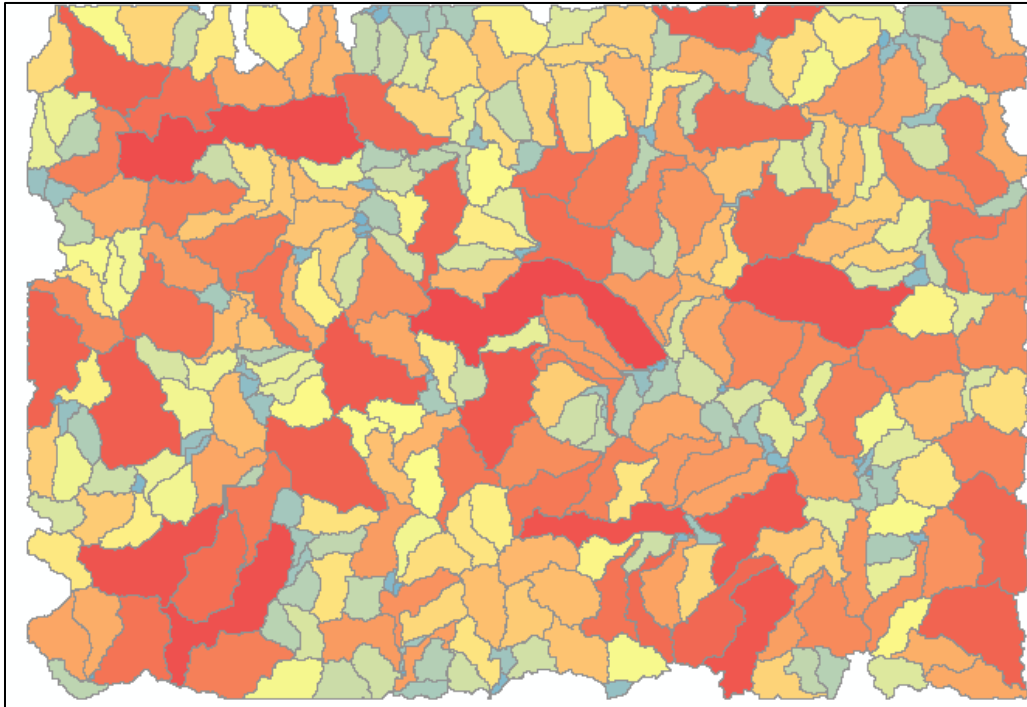


Şekil 21. Su toplama alanı vektör veri elde etme

Elde edilen katman için Layer Properties/Symbology (Şekil 22) kullanılarak su toplama alanının renklendirilmesi elde edilir (Şekil 23).

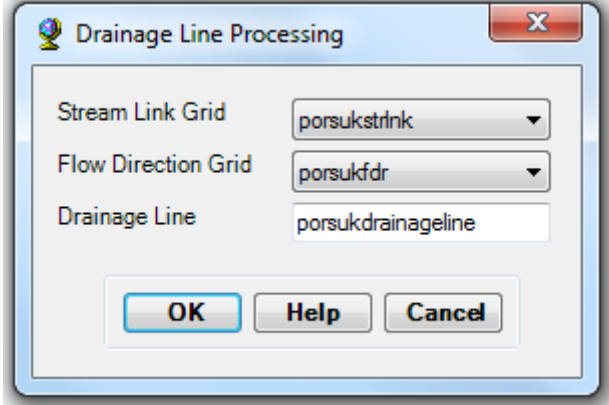


Şekil 22. Su toplama alanları için semboloji



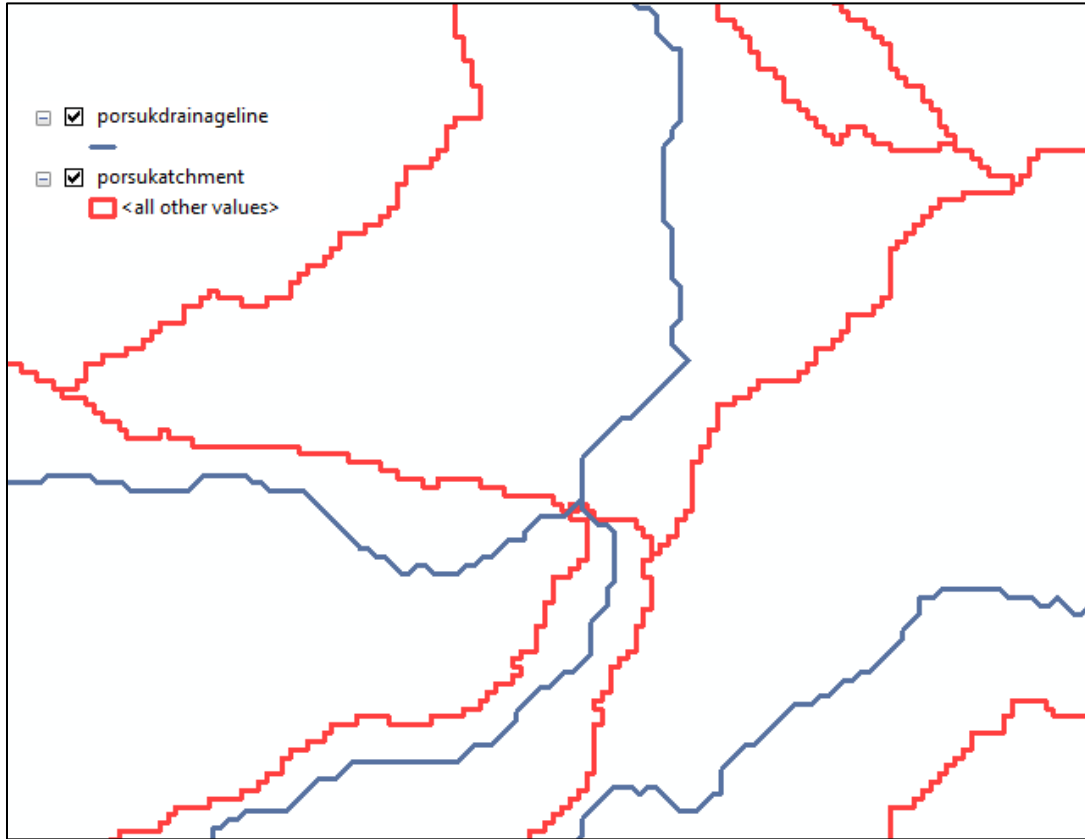
Şekil 23. Su toplama alanları

“porsukstrlnk” ve “porsukfdr” katmanları kullanılarak her bir su toplama alanındaki nehir çizgileri “porsukdrainageline” katmanında vektör veri olarak belirlenir (Şekil 24).



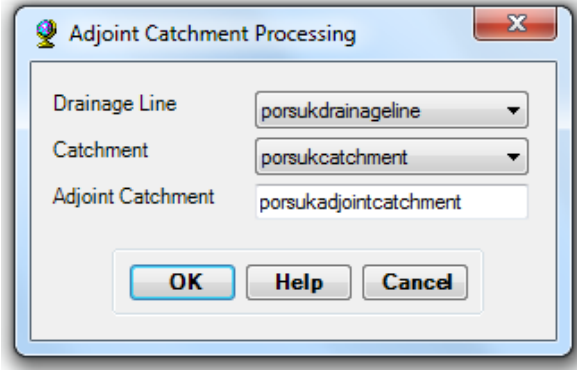
Şekil 24. Nehir çizgilerinin belirlenmesi

Şekil 25’de her bir su toplama alanı ve bu alanda yer alan drenaj çizgileri gözükmemektedir.

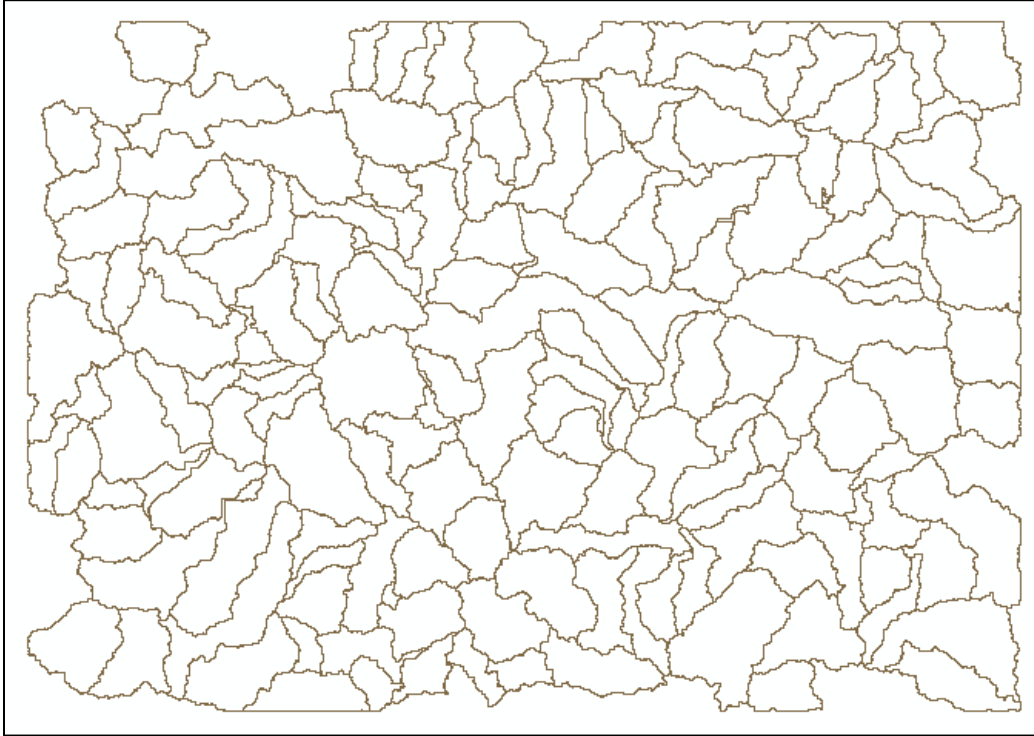


Şekil 25. Drenaj çizgileri ile su toplama alan sınırları

“porsukdrainageline” ve “porsukcatchment” katmanları kullanılarak bitişik su toplama alanları “porsukadjointcatchment” katmanında (Şekil 26) bir araya getirilir (Şekil 27).



Şekil 26. Bitişik su toplama alanları belirleme

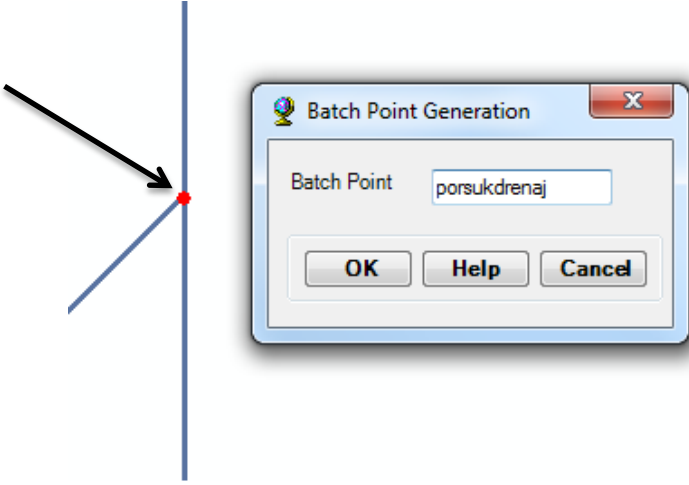


Şekil 27. Bitişik su toplama alanları

Bu aşamadan itibaren bir noktaya ait su toplama alanı belirlenecektir.

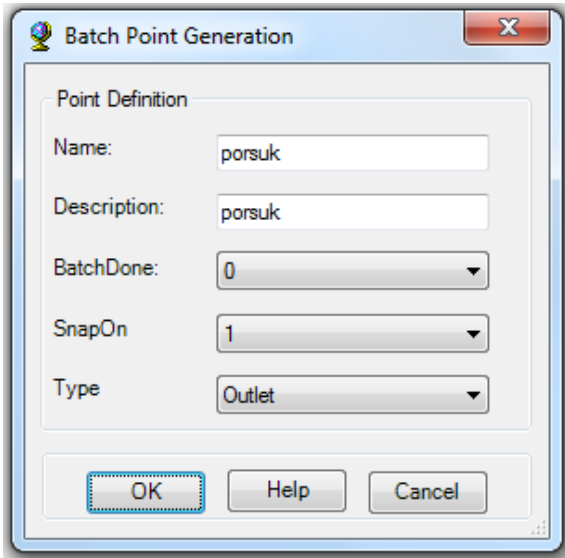
Çalışmada Porsuk Çayı'nın Sakarya nehri ile birleşme noktası seçilerek bu nokta "porsukdrenaj" olarak adlandırılmıştır (Şekil 28).

SU TOPLAMA ALANI İŞLEMLERİ



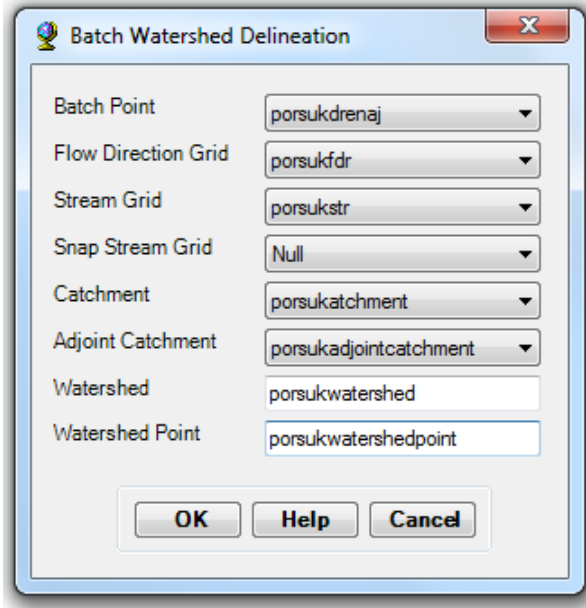
Şekil 28. Drenaj noktası seçimi

Girilen nokta dikkate alınacağından "Batchdone" 0, girilen nokta tam drenaj çizgisi üzerinde değilse bu çizgiyi yakalaması için "Snapon" 1 ve girilen nokta su toplama alanının boşalım noktası olduğu için "Type" outlet olarak girilir (Şekil 29).

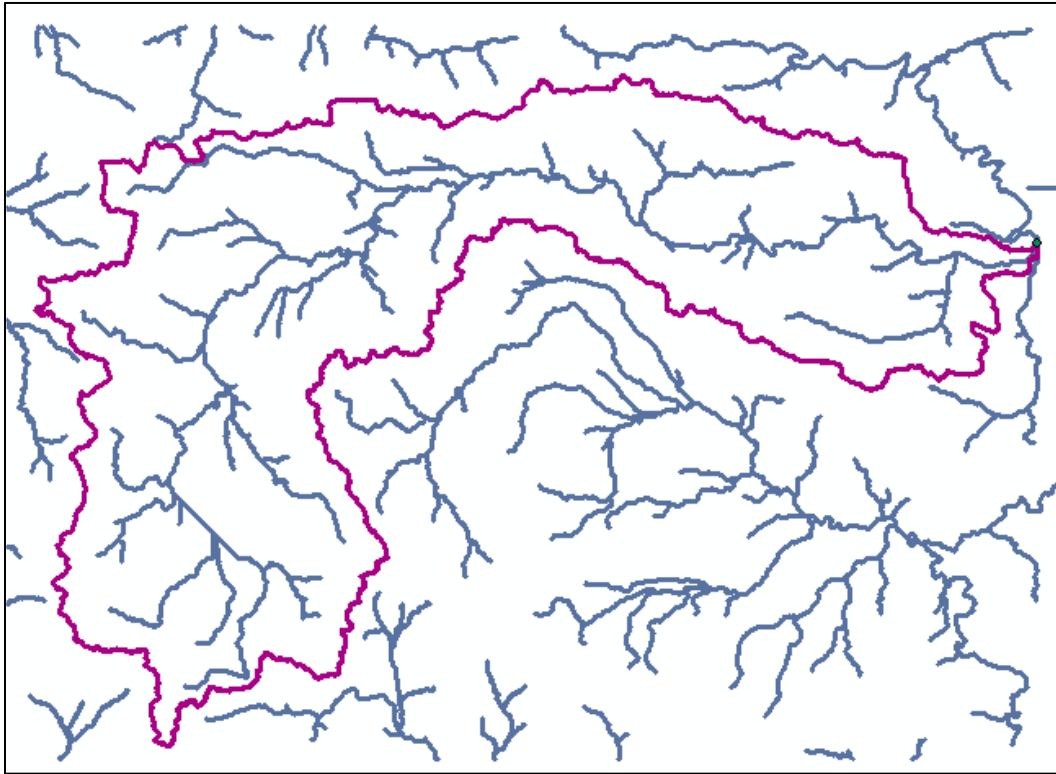


Şekil 29. Drenaj noktası tanımı

Girilen noktanın su toplama alanını belirlemek için yukarıda yapılan işlemlerden elde edilen katmanlar Şekil 30'daki menüye girdi olarak girilir. Bu işlemde çalışma başında oluşturduğumuz poligon katmanı çerçevesinde Porsuk Çayı'nın Sakarya Nehri ile birleşim noktasına ait su toplama alanı elde edilir (Şekil 31).

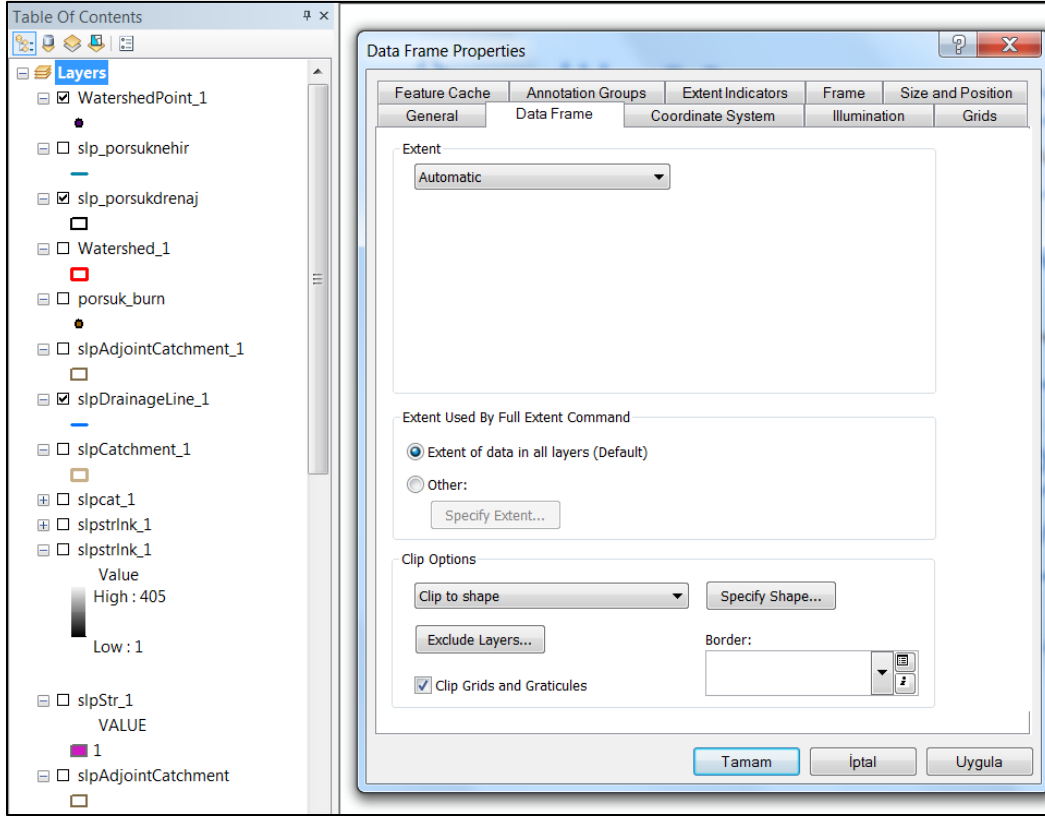


Şekil 30. Girilen noktaya ait su toplama alanı katmanları



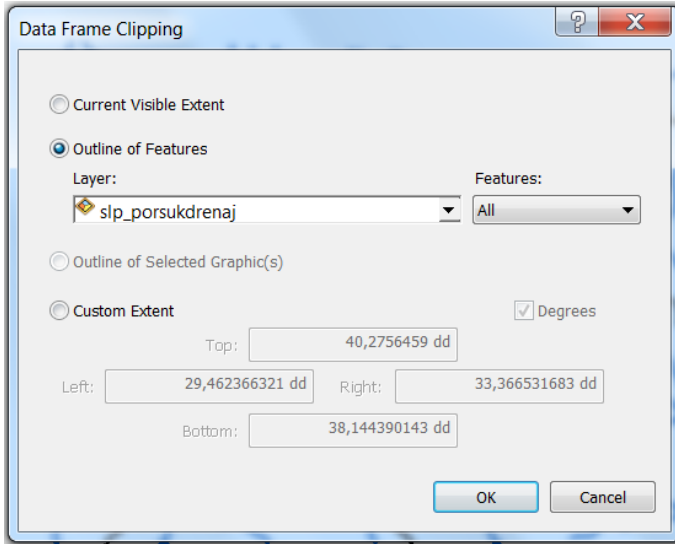
Şekil 31. Su toplama alanı

Sadece seçilen noktanın su toplama alanının görüntülenebilmesi "Layers" üzerine iki kere basılarak "Data Frame" seçilir. "Clip Options" bölümünde "clip to shape" seçeneği tercih edilerek "specify shape" basılır (Şekil 32).



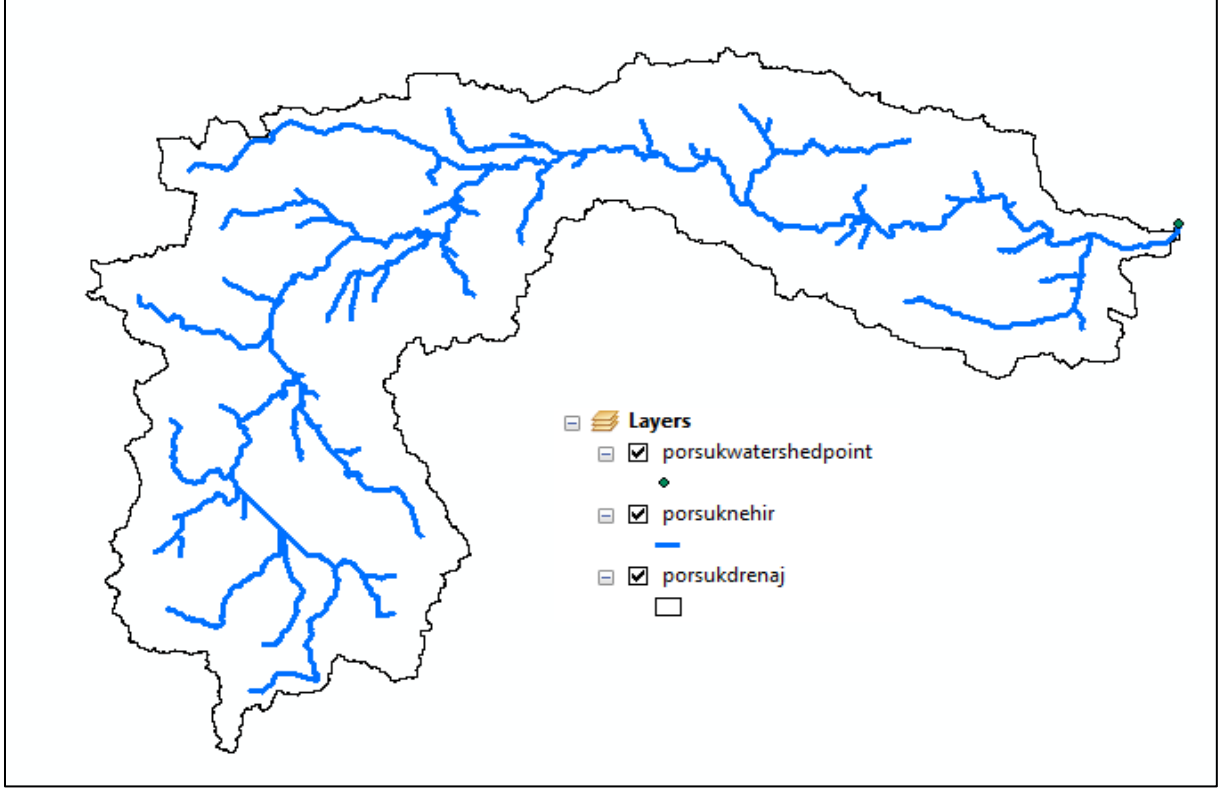
Şekil 32. Seçilen noktaya ait su toplama alanının görüntülenmesi

Burada “Outline of features” ile layers bölümünden drenaj sınırını içeren katman seçilerek “OK” tuşuna basılır (Şekil 33).



Şekil 33. Seçilen nokta için çerçeve belirlenmesi


Belirtilen noktada su toplama alanının büyüklüğü 10.834,84 km² olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmalar mxd dosyası olarak kaydedilir.

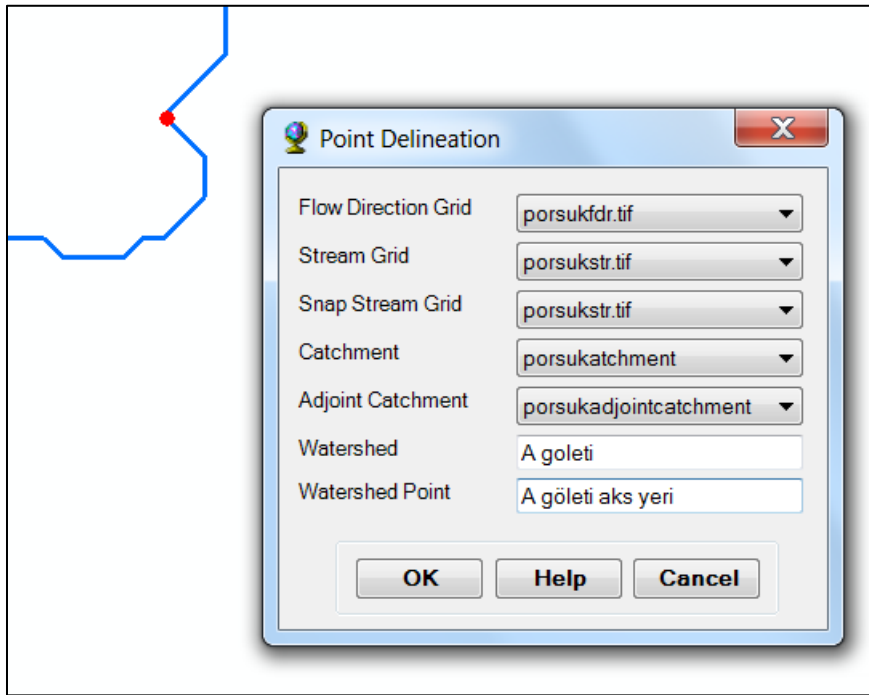


Şekil 34. Porsuk Çayı su toplama alanı

EK - 2 YENİ BİR DEPOLAMA TESİSİ İÇİN SU TOPLAMA ALANI

Porsuk Çayı su toplama havzasında yeni bir yüzey suyu depolama tesisi yapılacağı zaman daha önceden oluşturulan mxd dosyası çağrılır.

Point delineation  tuşu ile yeni depolama tesisi inşa edilmesi tasarlanan yer, drenaj çizgileri üzerinde işaretlenir. Karşımıza gelen "point delineation" kutusunda daha önce hesaplanmış olan "porsukfdr", "porsukstr", "porsukcatchment" ve " porsukadjointcatchment" katmanları kullanılır. Yeni oluşturulacak su toplama alanına çalışmamızda "A göleti" ismi verilmiştir (Şekil 35).



Şekil 35. Yeni bir su toplama alanı belirleme

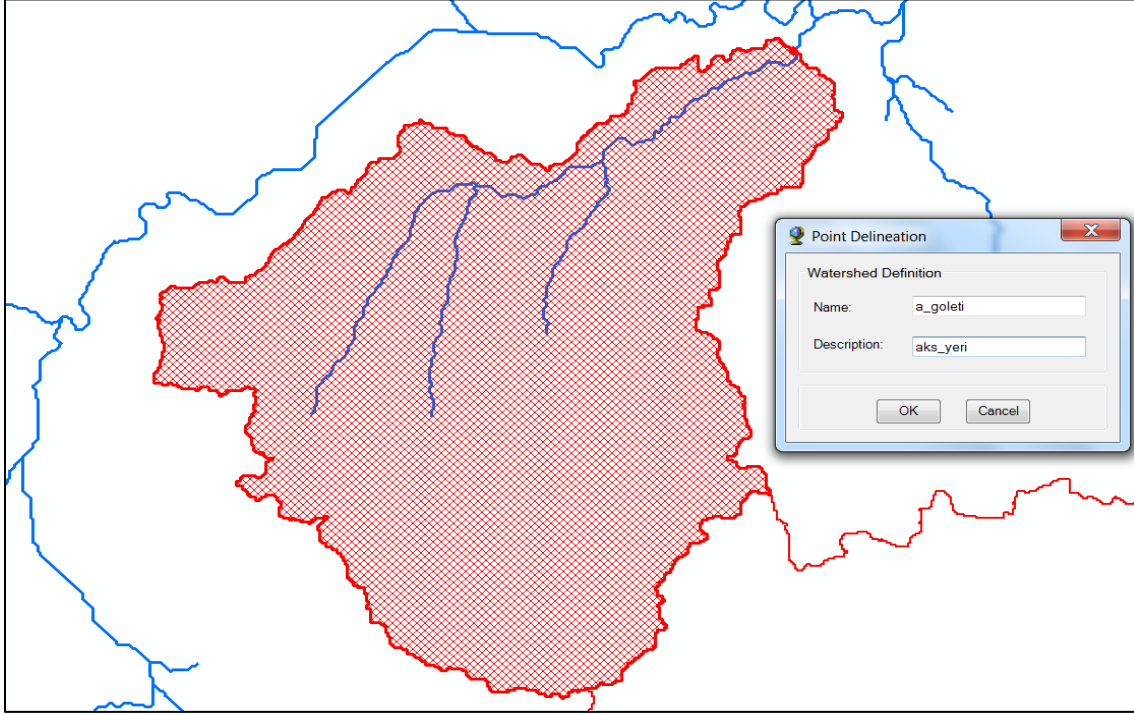
Burada OK tuşuna bastıktan sonra tasarlanan su yapısı için su toplama alanı belirlenir (Şekil 36) ve isim verilerek alan kayıt edilir

Yapılan değişiklikler istenildiği takdirde mxd dosyasında kayıt edilir. mxd dosyasını ilk açığımızda point delineation için katmanları bir kez tanıtmamız yeterlidir. Bu dosya açık

kaldığı sürece sadece point delineation  tuşu ile istenilen nokta için su toplama alanı belirlenebilir.

Buna benzer şekilde 5 farklı lokasyonda su depolama tesisleri (A, B, C, D ve E göletleri) için su toplama alanları belirlenmiştir. Belirlenen alanlara ait su toplama alanının büyüklüğü tablo

içerisinde “shape area” sütununa m² olarak program tarafından otomatik olarak yazılmaktadır (Tablo 1).

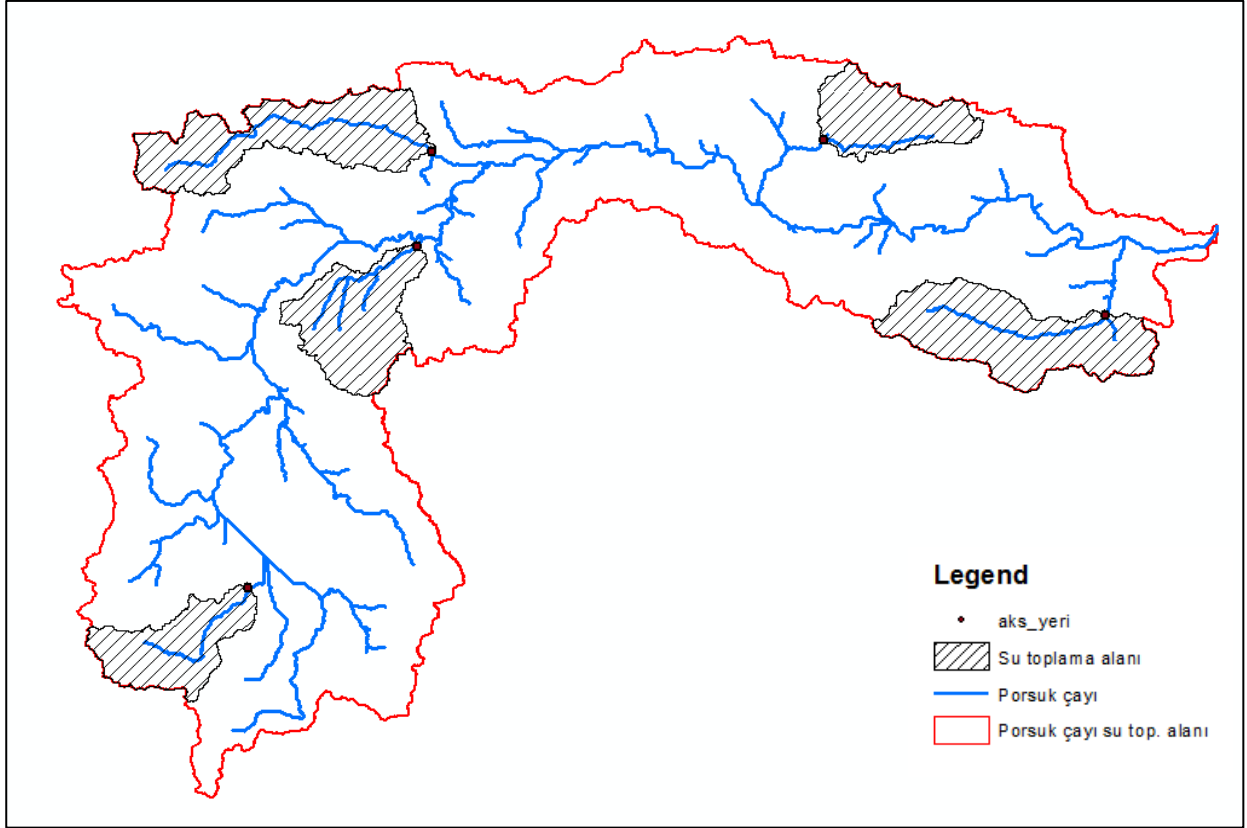


Şekil 36. A göleti için su toplama alanı

Tablo 1. Göletlere ait su toplama alanının büyüklüğü

	Shape *	OID *	Shape_Length	Shape_Area	HydroID	Name
▶	Polygon	3	135600,8468	388392582,048336	-281	A_goleti
	Polygon	5	117830,2499	287831108,307314	-281	B_goleti
	Polygon	7	218050,0014	533756262,903036	-281	C_goleti
	Polygon	8	128876,8358	304836980,276262	-281	D_goleti
	Polygon	9	174504,0384	548577129,578902	-281	E_goleti

Yapılan çalışmaların Porsuk Çayı su toplama alanı içindeki görüntüsü Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. Su toplama alanları

EK – 3 BEYLİKAHİR GÖLÜ SU TOPLAMA ALANI

Herhangi bir noktanın (nehirin denize boşalma noktası, bir akarsu kolunun başka bir akarsu kolu ile birleşim noktası veya baraj-gölet gibi depolama tesisi) su toplama alanının belirlenmesine benzer şekilde göl gibi alansal su kaynağının su toplama alanının da tespit edilmesi mümkündür.

Yağışlardan kaynaklanan suların nehirleri besleyerek nehir havzalarını meydana getirdiği gibi bu tür suların gölleri beslediği alanlar göl su toplama alanı olarak ifade edilmektedir. Ülkemizde Konya Kapalı Havzası, Burdur Göller Havzası ve Van Kapalı Havzası nehir havzası karakterinde olmayıp göl havzası özeliğindedir.

Bu örnekte Porsuk Çayı su toplama alanında bulunan Beylikahir Gölü su toplama alanı tespit edilmiştir.

VERİ

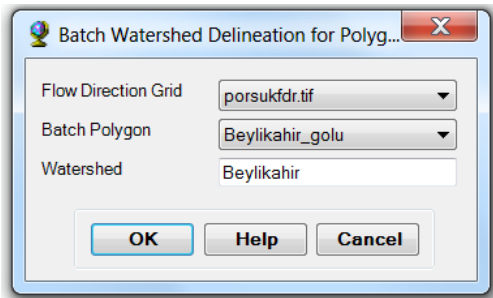
Porsuk Çayı su toplama alanında “akım yönü”nü belirleyen “porsukfdr” katmanı girdi olarak kullanılmıştır. Ayrıca göl alanının belirlenmesi için ArcCatalog’da porsuk.mdb içerisinde poligon oluşturularak mevcut göl alanı sayısal hale getirilir ve göl alanı bu poligon ile temsil edilir.

SU TOPLAMA ALANI İŞLEMLERİ

ArchHydro menüsünden

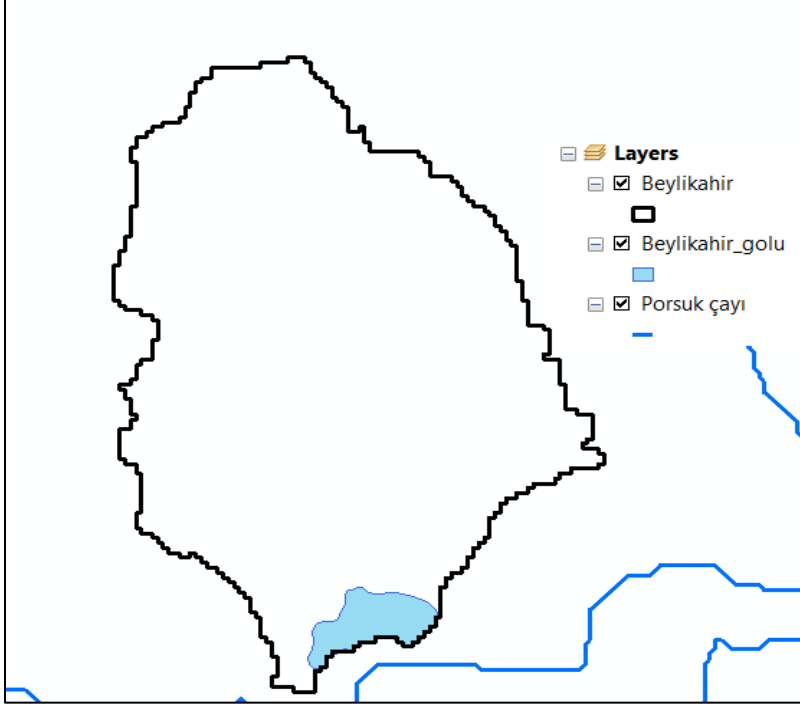
- *Watershed Processing* → *Batch Watershed Delineation for Polygons* seçilir.

Akım yönünü içeren “porsukfdr” katmanı ile poligon özellikteki göl alanı katmanı olan “Beylikahir_golu” katmanı girdi olarak kullanılmıştır (Şekil 38). Elde edilecek su toplama alanı ise “Beylikahir” katmanı olarak kayıt edilecektir.

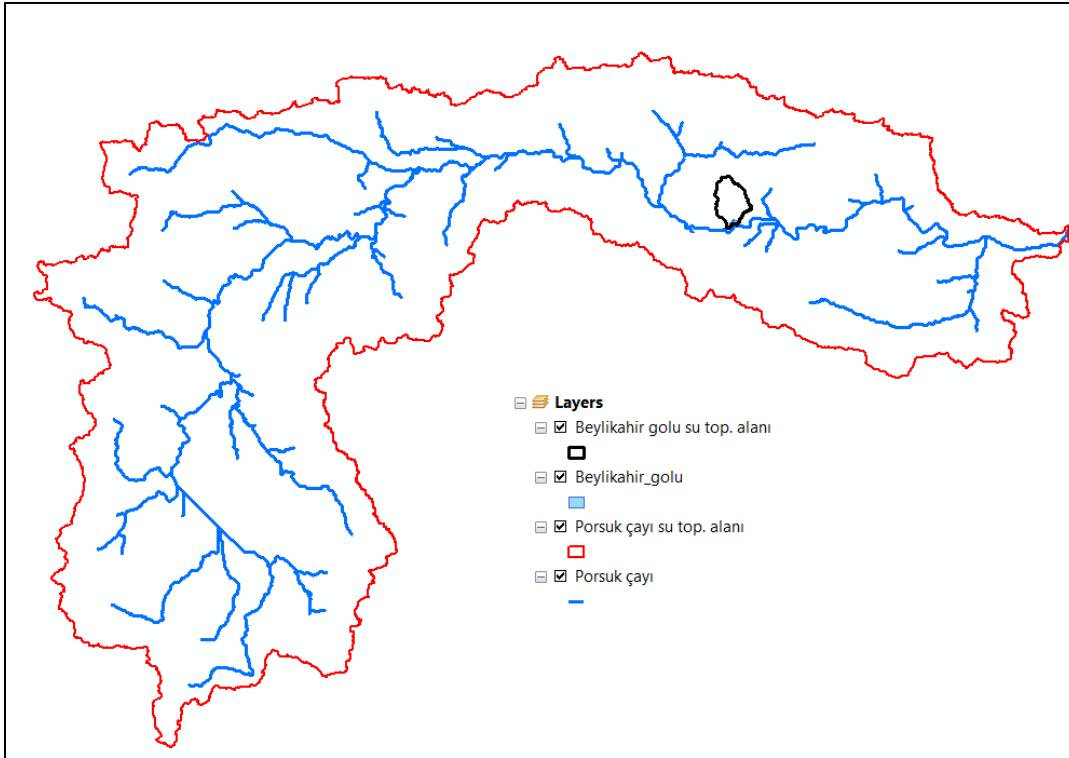


Şekil 38. Su toplama alanı için gölün tanımlanması

Elde edilen su toplama alanı Şekil 39’da ve bu alanın Porsuk Çayı havzasındaki yeri Şekil 40’da verilmiştir.



Şekil 39. Beylikahir gölü ve su toplama alanı



Şekil 40. Beylikahir gölü ve su toplama alanının Porsuk Çayı havzasındaki yeri

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE THIESSEN POLİGON METODU KULLANARAK DRENAJ ALANINA DÜŞEN YAĞIŞIN HESAPLANMASI

2.1 Giriş

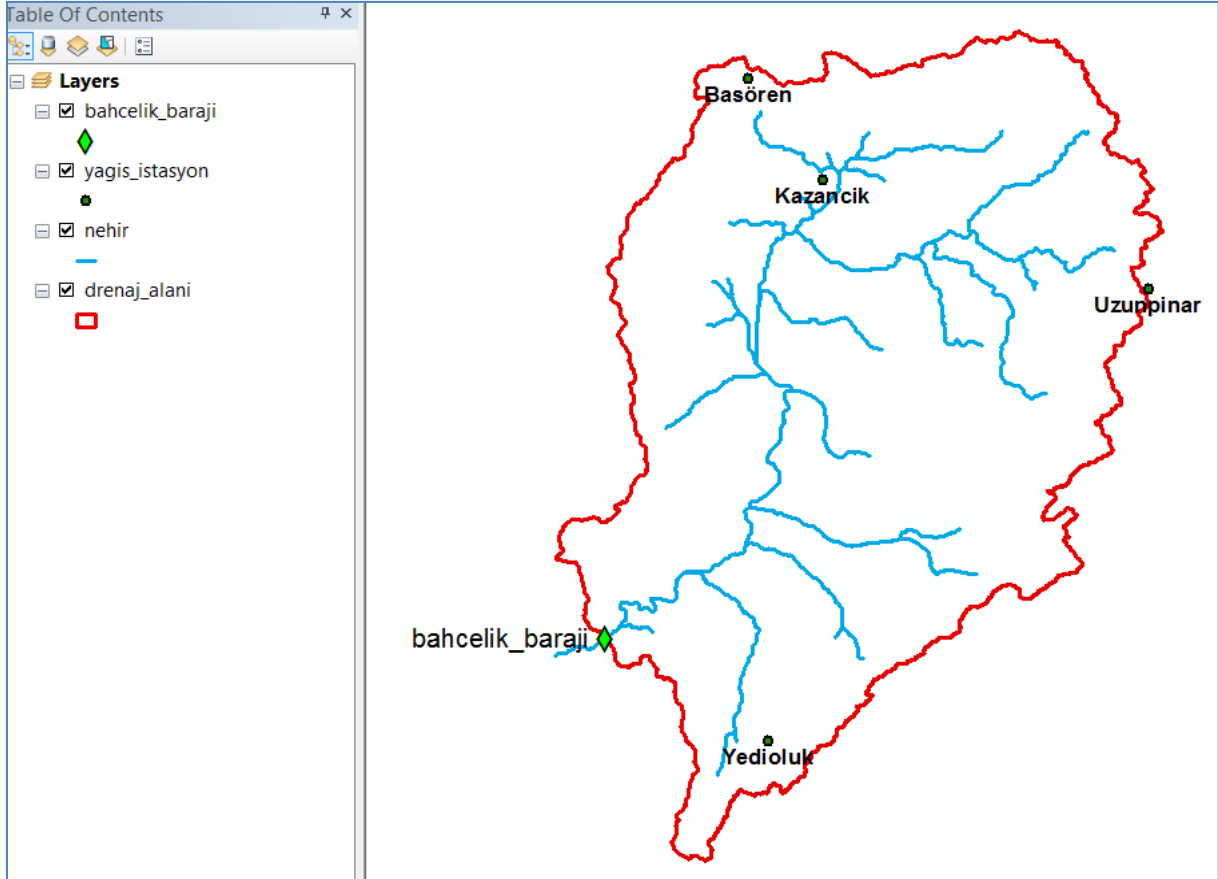
Suyun ana kaynağı olan yağış verileri yağış istasyonlarında ölçüldüğünden belirli bir alanı değil, ölçüm noktasını temsil etmektedirler. Oysa çalışmalarda yağışın alansal dağılımının bilinmesi gereklidir. Bu çalışma herhangi bir drenaj alanında ortalama alansal yağışın hesabı için geliştirilmiş olan Thiessen Metodu'nun ArcGIS 10 ile bir uygulamasını açıklamaktadır.

Thiessen Metodunda yağış istasyonlarının etki poligonları vardır. Bu etki poligonları geometrik olarak tanımlanır ve istasyonun o poligon içindeki yağış miktarı homojen kabul edilir.

Birbirine yakın istasyonlardan oluşturulan üçgenlerin kenar orta dikmeleri çizilerek yağış istasyonlarının etki poligonları bulunur. Bir istasyonun drenaj alanı içindeki etki poligon alanının, toplam drenaj alanına oranı o istasyonun etki ağırlığını vermektedir. Elde edilen etki ağırlığının ise istasyona ait yağış değeri ile çarpımı, o etki poligonuna düşen toplam yağış değerini belirtir.

2.2 Bahçelik Barajı Örneği

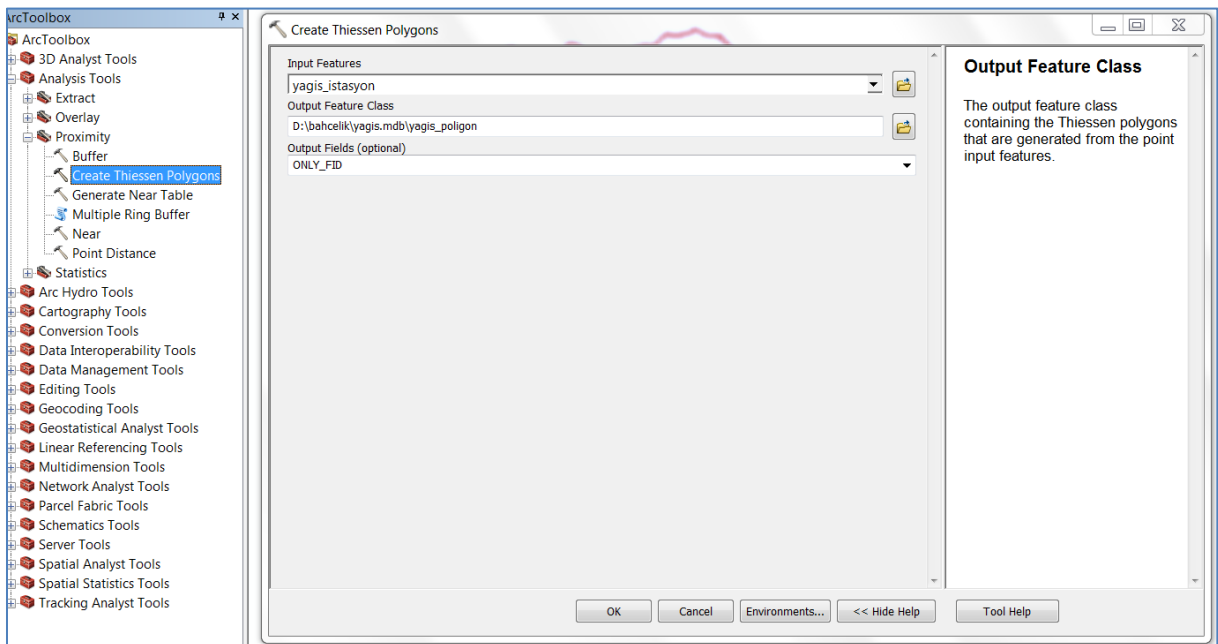
Bu çalışmada üretilecek katmanları bir geodatabase'de saklamak için "yagis.mdb" isimli bir personal geodatabase oluşturulur. Add data komutu ile yağış istasyonları ile ilgili bilgilerin yer aldığı "yagis_istasyon" katmanı ile havza sınırını belirten "drenaj_alani" katmanı zorunlu olarak ArcMap'e çağrılır. Buraya barajın aks yeri ve drenaj alanı içindeki nehirleri de ilave edebiliriz.



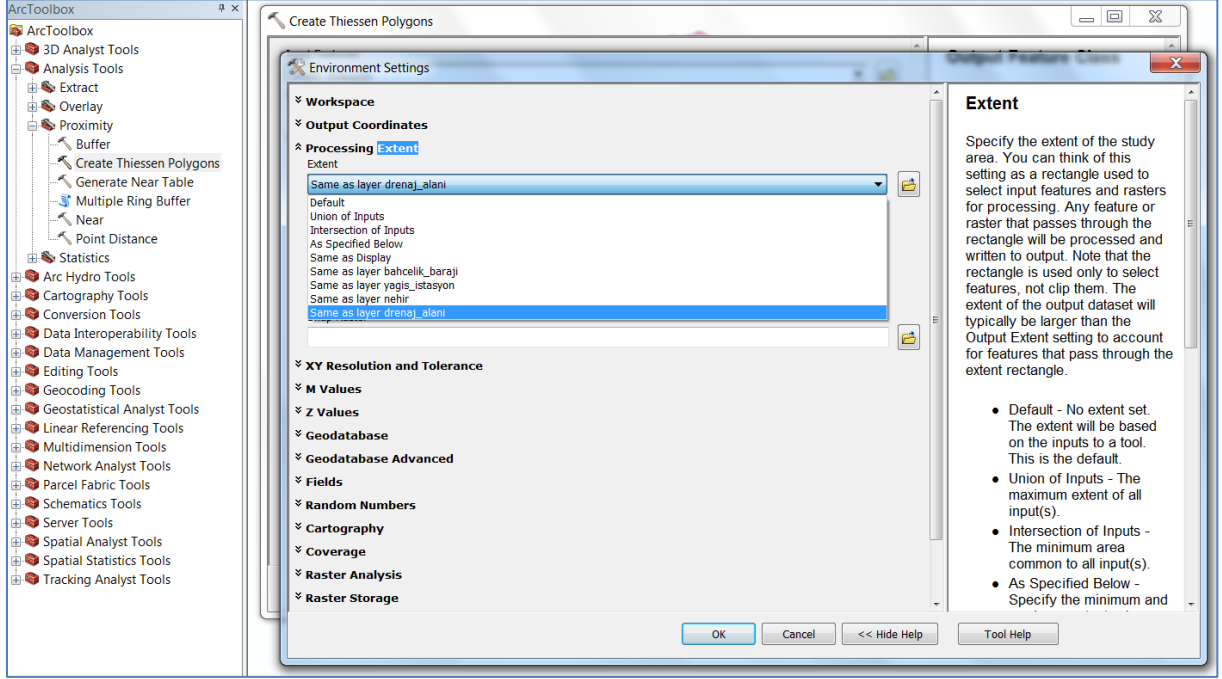
ArcToolbox menüsünden;

Analyst Tools → Proximity → Create Thiessen Polygon komutu seçilir.

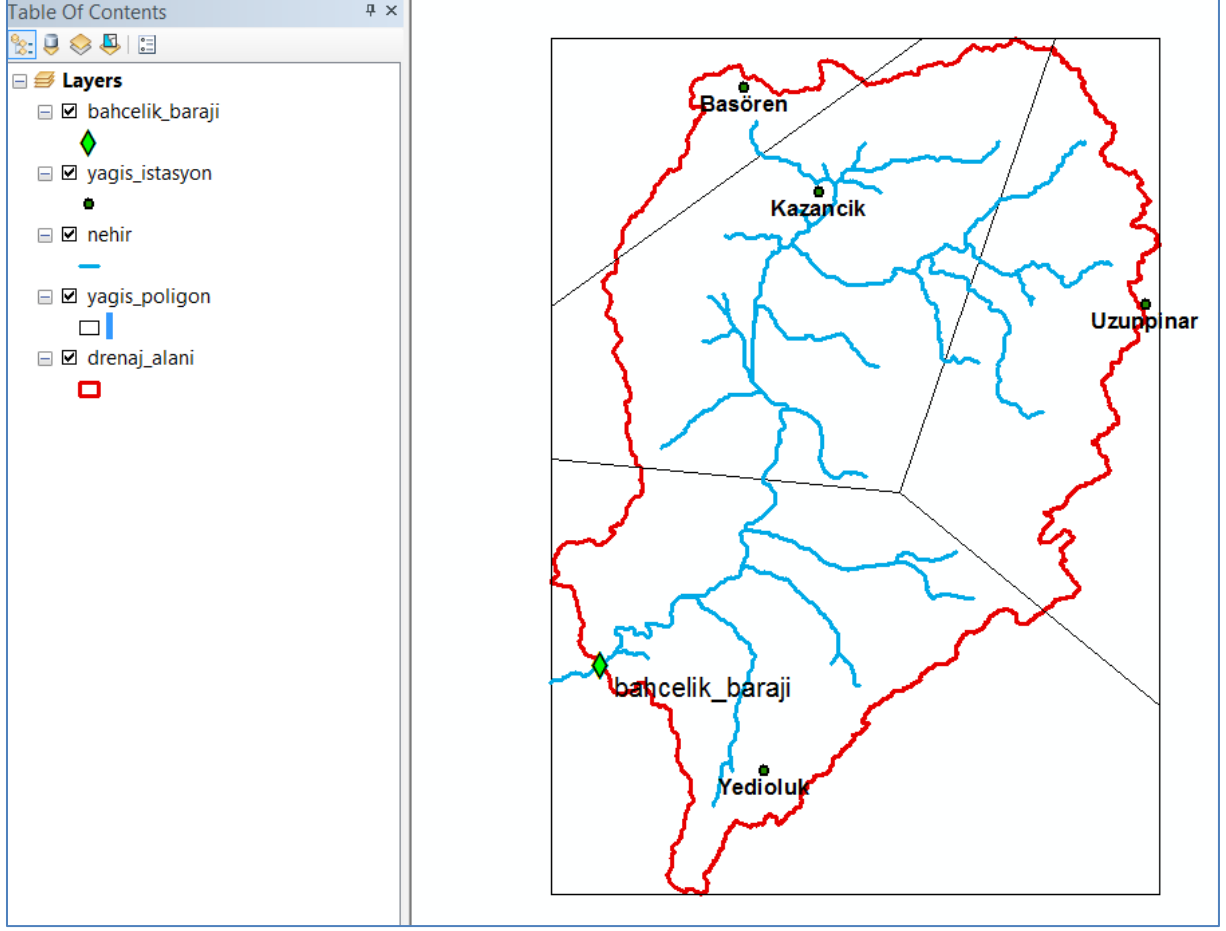
Input Feature olarak “yagis_istasyon” katmanı kullanılır. Çıktı dosyamız ise “yagis_poligon” ismi ile kayıtlı edilecektir.



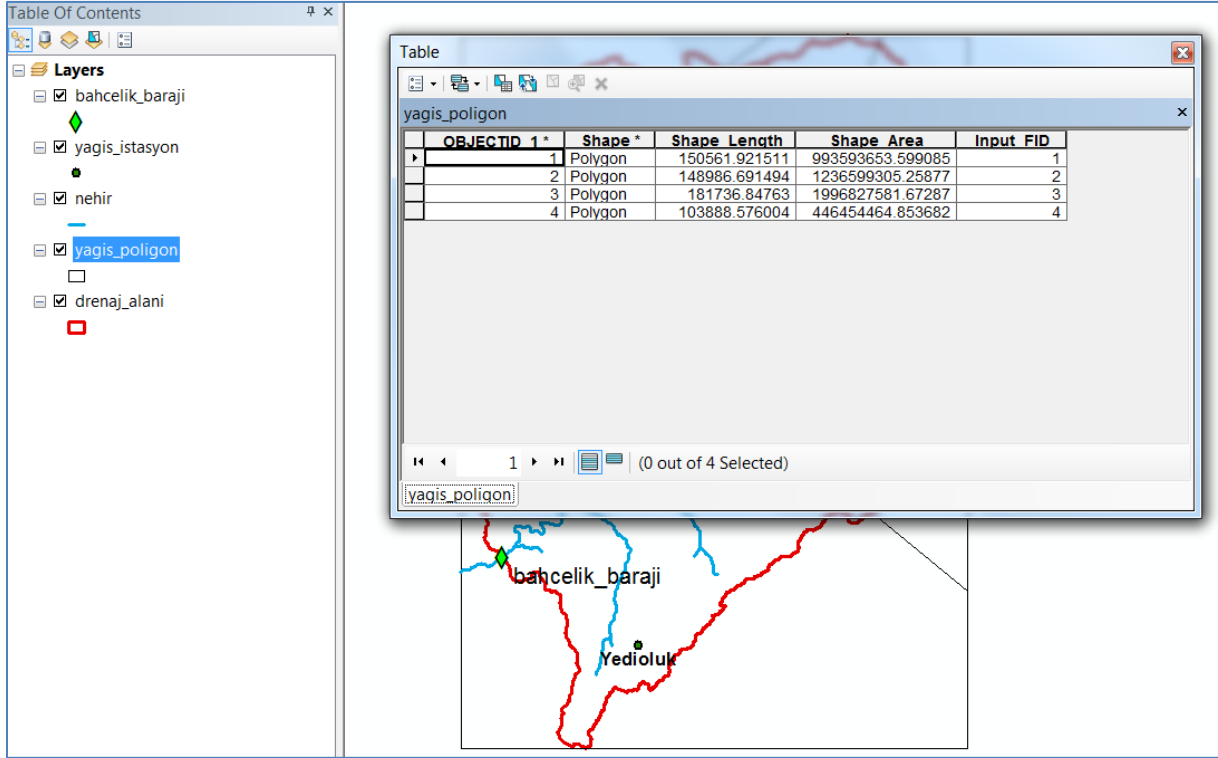
İşlemi tamamlamadan önce yağış istasyonlarının temsil ettiği poligonları drenaj alanı çerçevesinde belirlemek için “Environment Settings” seçeneğinde “Processing Extent” menüsünden sınır olarak “drenaj_alani” katmanı seçilir.



Elde edilen poligonlar aşağıda görülmektedir.



“yagis_poligon” katmanının tablosunda ise her bir poligonun alanı hesaplanmıştır. Hesaplama drenaj alanının en uç köşe koordinatları dikkate alındığından alanlar drenaj alanı dışına taşmıştır.

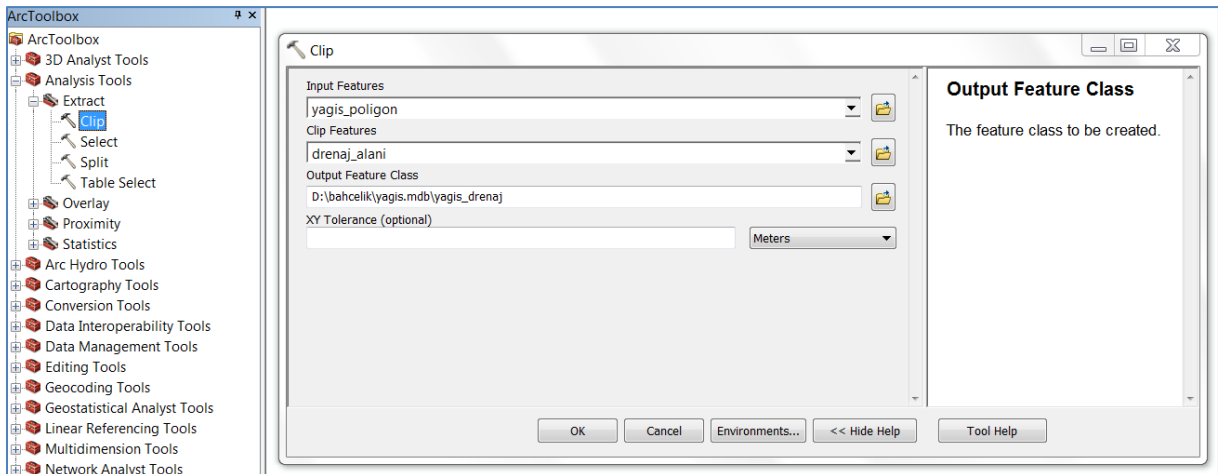


Poligon alanlarının sadece drenaj alanı içinde kalan kısmını hesaplamak gereklidir.

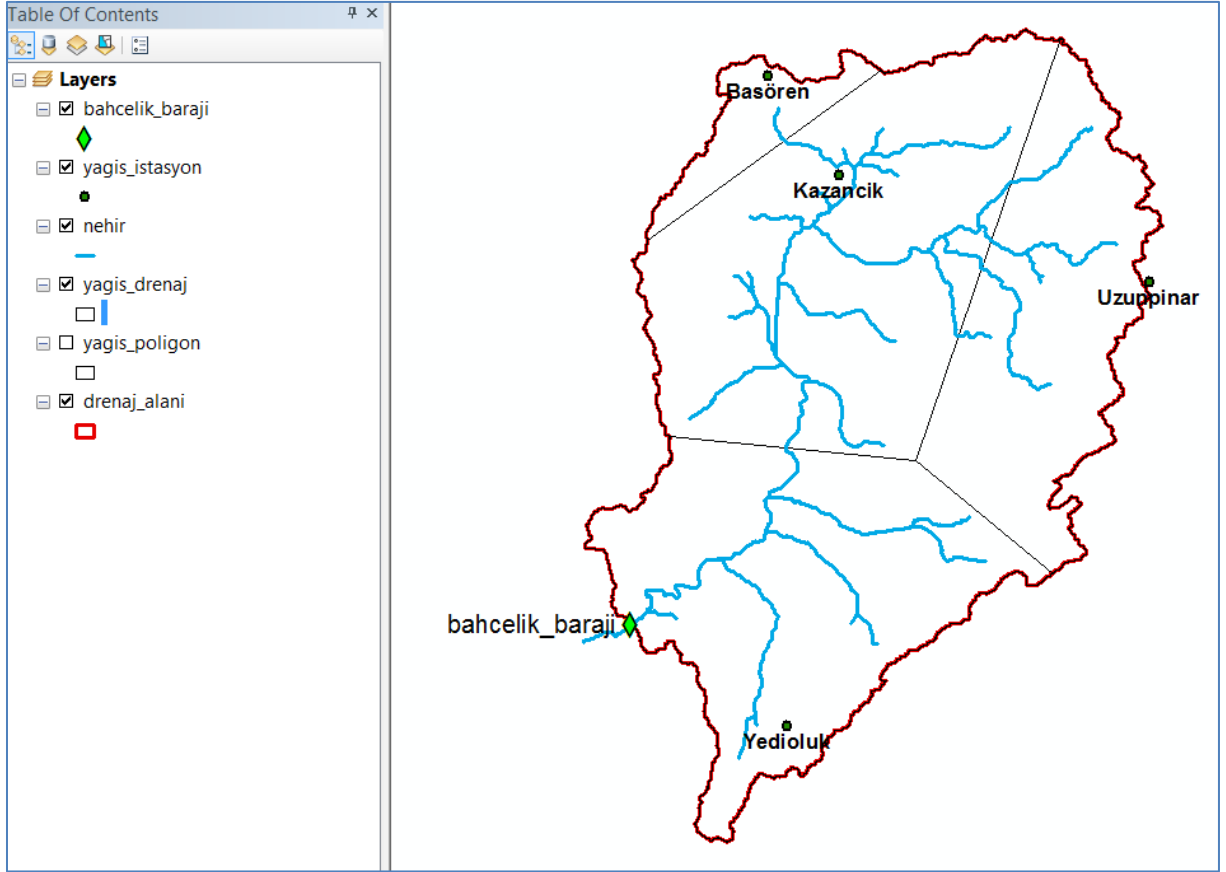
ArcToolbox menüsünden;

Analyst Tools → Extract → Clip komutu seçilir.

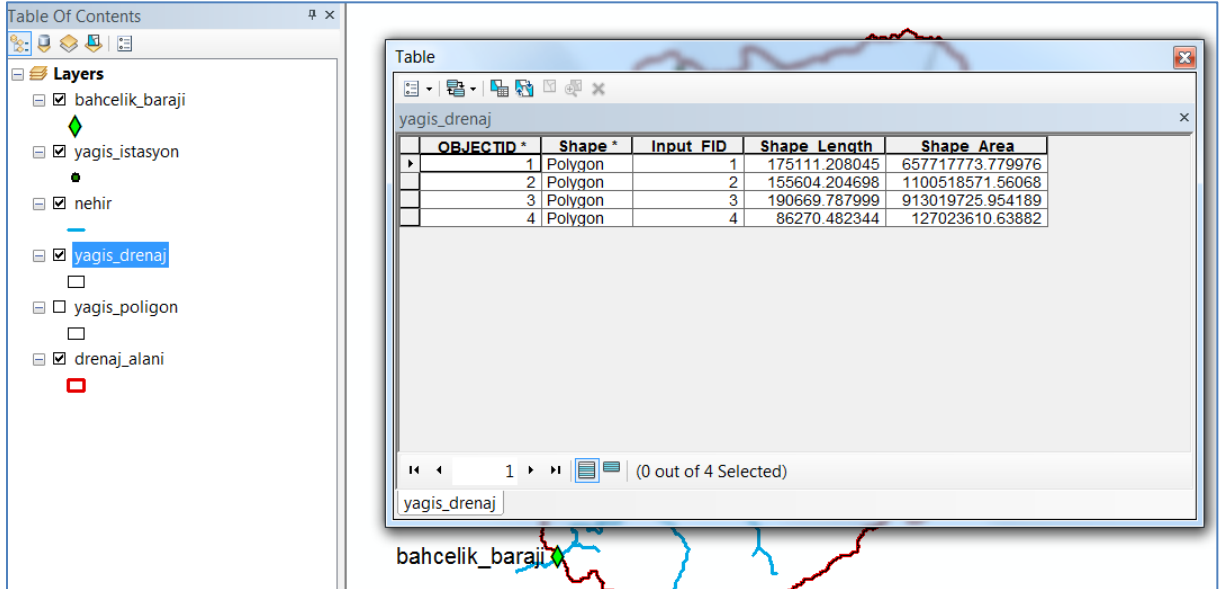
Input Feature olarak “yagis_poligon” katmanı kullanılır. Clip Features seçeneğinde “drenaj_alani” katmanı kullanılacaktır. Çıktı dosyamız ise “yagis_drenaj” ismi ile kayıt edilecektir.



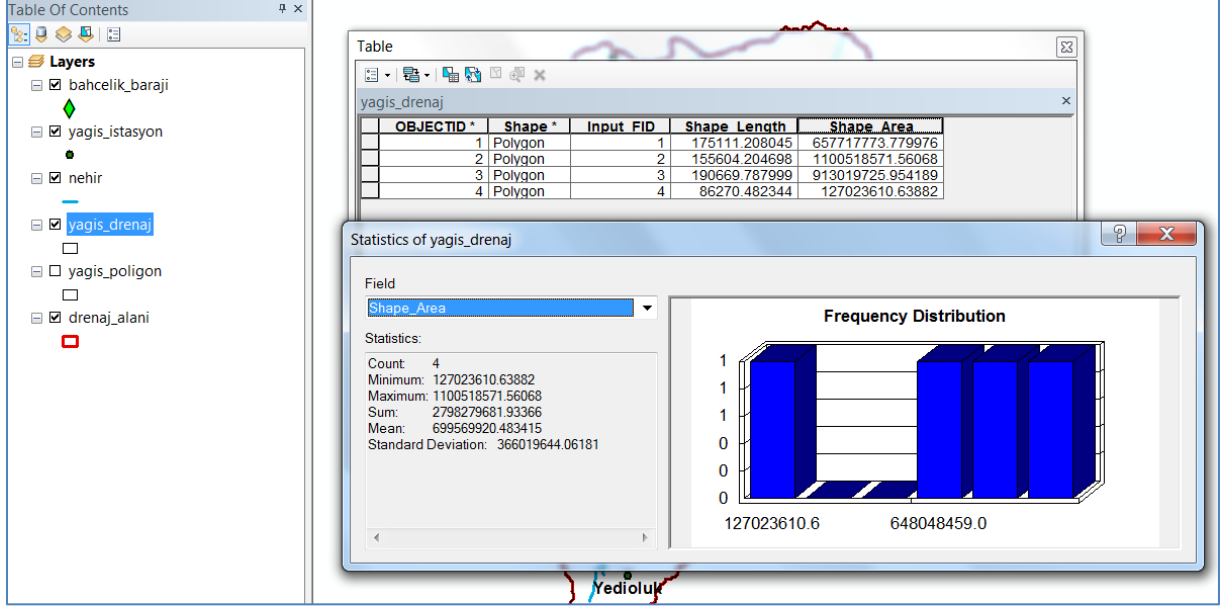
Elde edilen drenaj alanı sınırları içerisindeki poligonlar aşağıda görülmektedir.



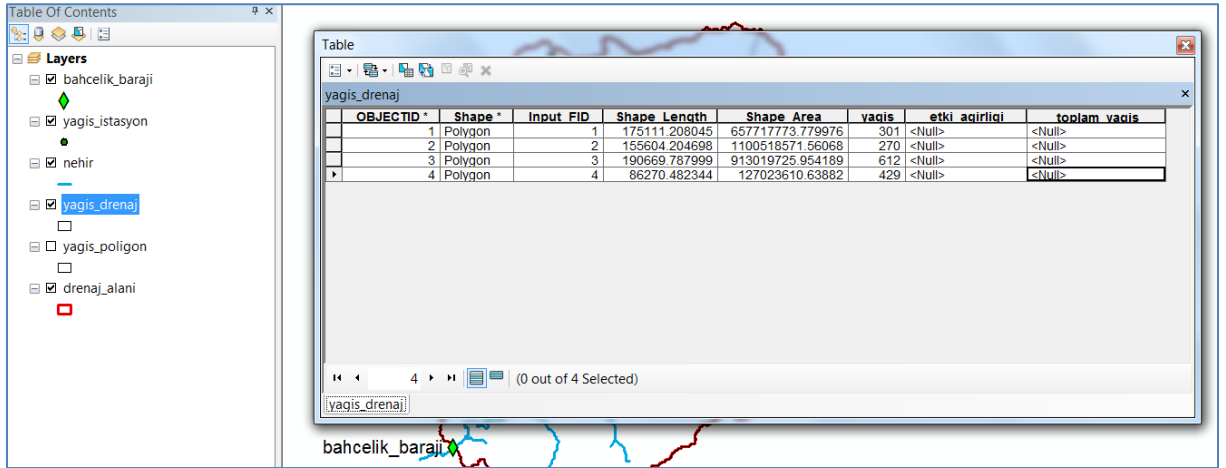
“yagis_drenaj” katmanının tablosunda ise drenaj alanı içerisinde yer alan her bir poligonun alanı yer almaktadır.



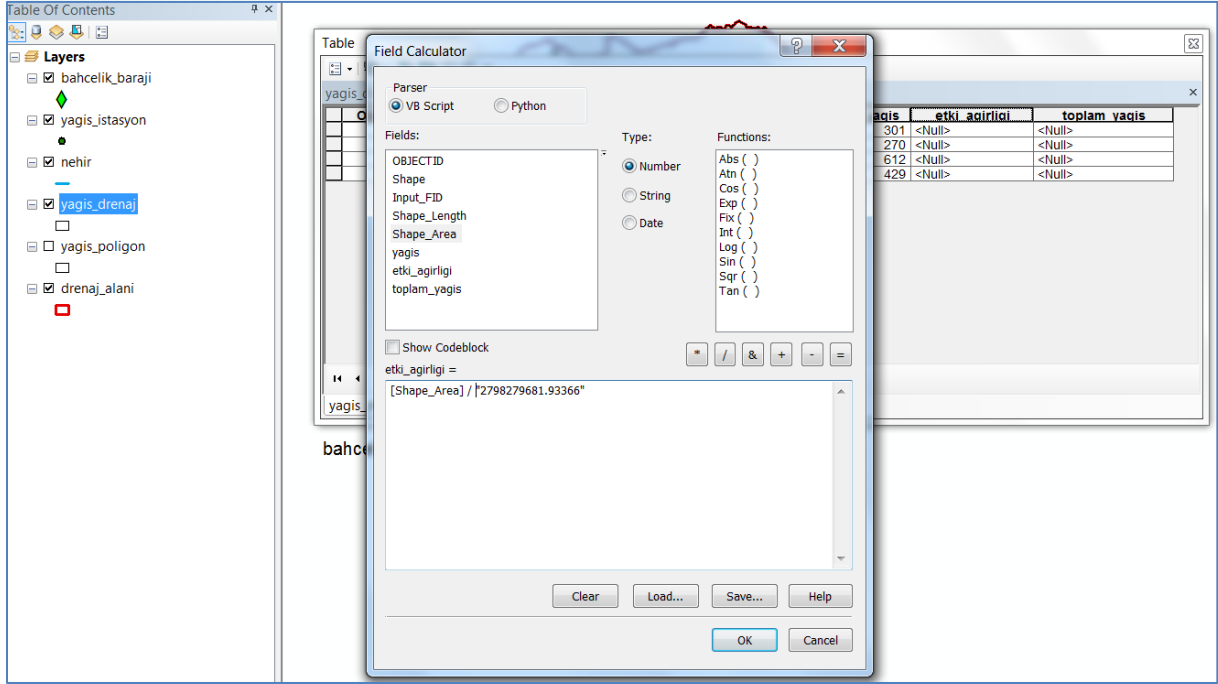
“yagis_drenaj” katmanının tablosunda mouse ile “Shape_Area” sütunu üzerine gelip sağ tuşa basınca “Statistics” komutunda drenaj alanının toplamını Sum satırında görebiliriz. Bu örnekte drenaj alanı 2798279681,93366 m²dir.



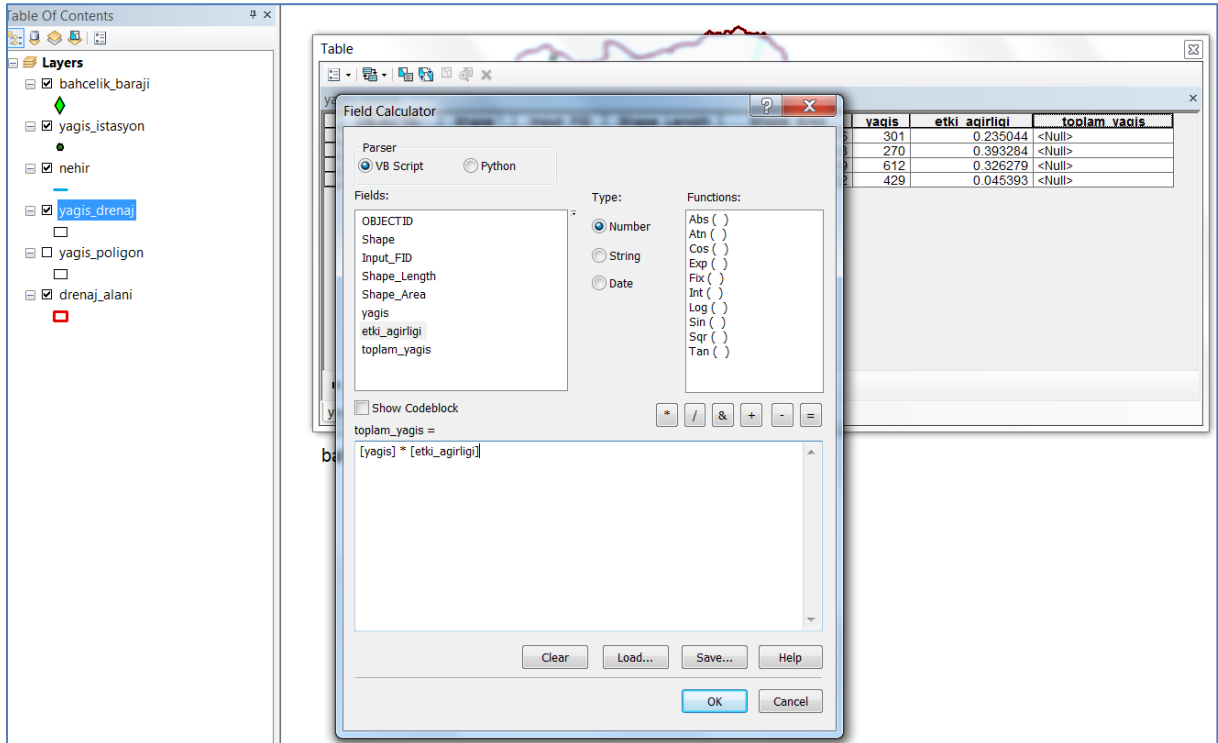
Yağış miktarını hesaplamak için “yagis_drenaj” katmanına ait tabloya “yagis”, “etki_agirligi” ve “toplam_yagis” sütunları ilave edilir. Her istasyonun ortalama yıllık yağış değerleri girilir.



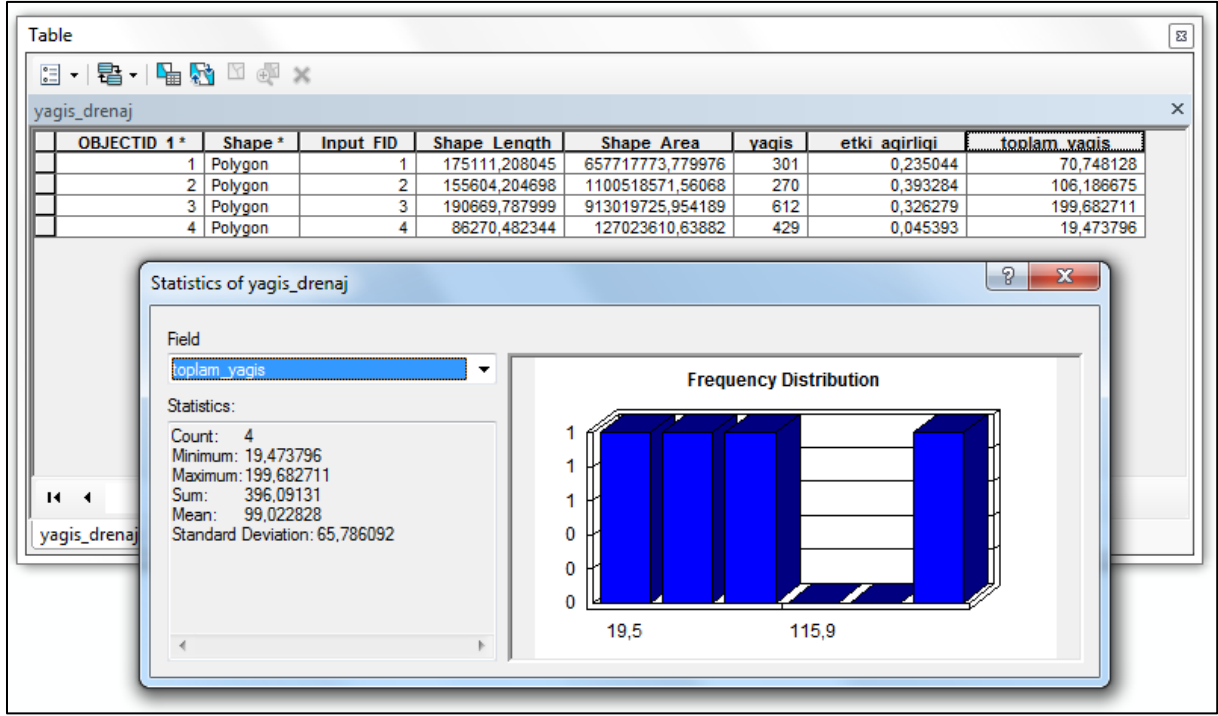
Etki ağırlığı istasyonun temsil ettiği alanın toplam drenaj alanına bölümüdür. Bunun için “etki_agirligi” sütunu üzerinde sağ tuş ile “Field Calculator” seçilir. Buraya [Shape Area] / 2798279681,93366 (toplam drenaj alanı) yazılır. Böylece her bir istasyonun etki ağırlığı hesaplanır.



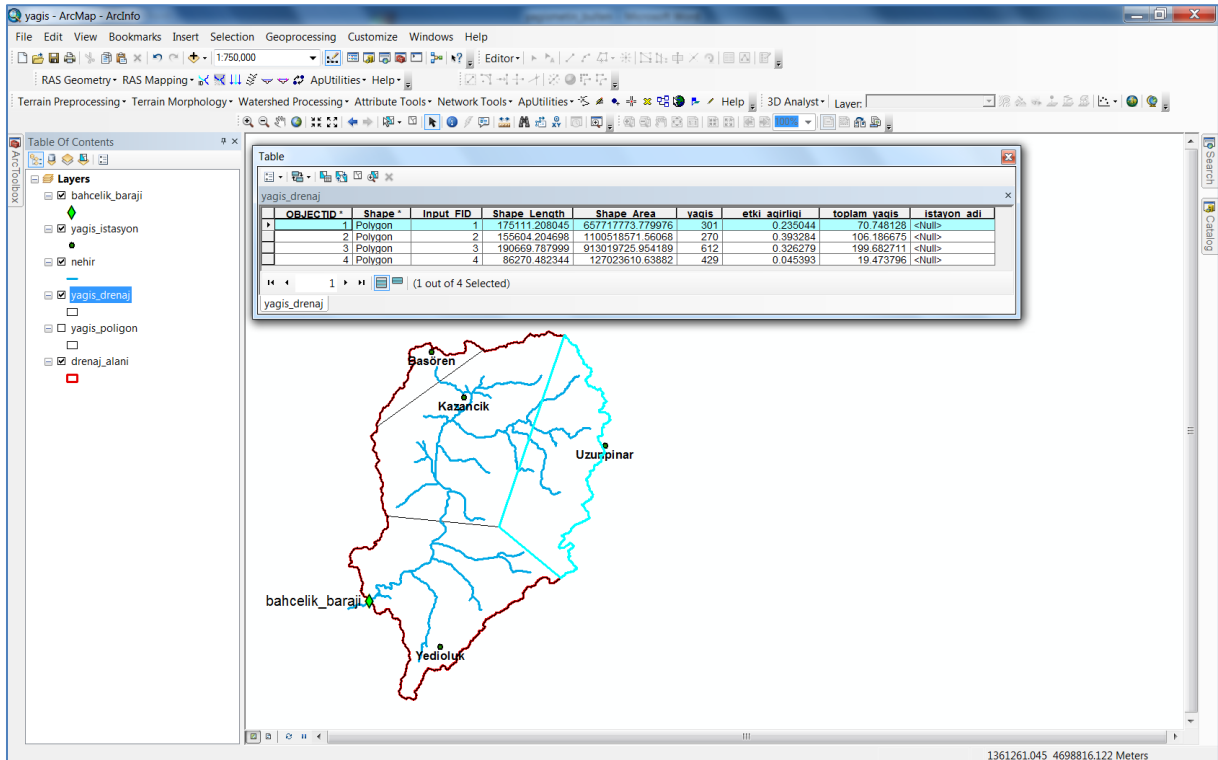
Her bir yağış istasyonunun temsil ettiği alana düşen yağışı bulmak için ise “toplam_yagis” sütunu üzerinde sağ tuş ile “Field Calculator” seçilir. Buraya [yagis] * [etki_agirligi] yazılır. Böylece her bir yağış istasyonunun temsil ettiği alana düşen yağış miktarı hesaplanır.



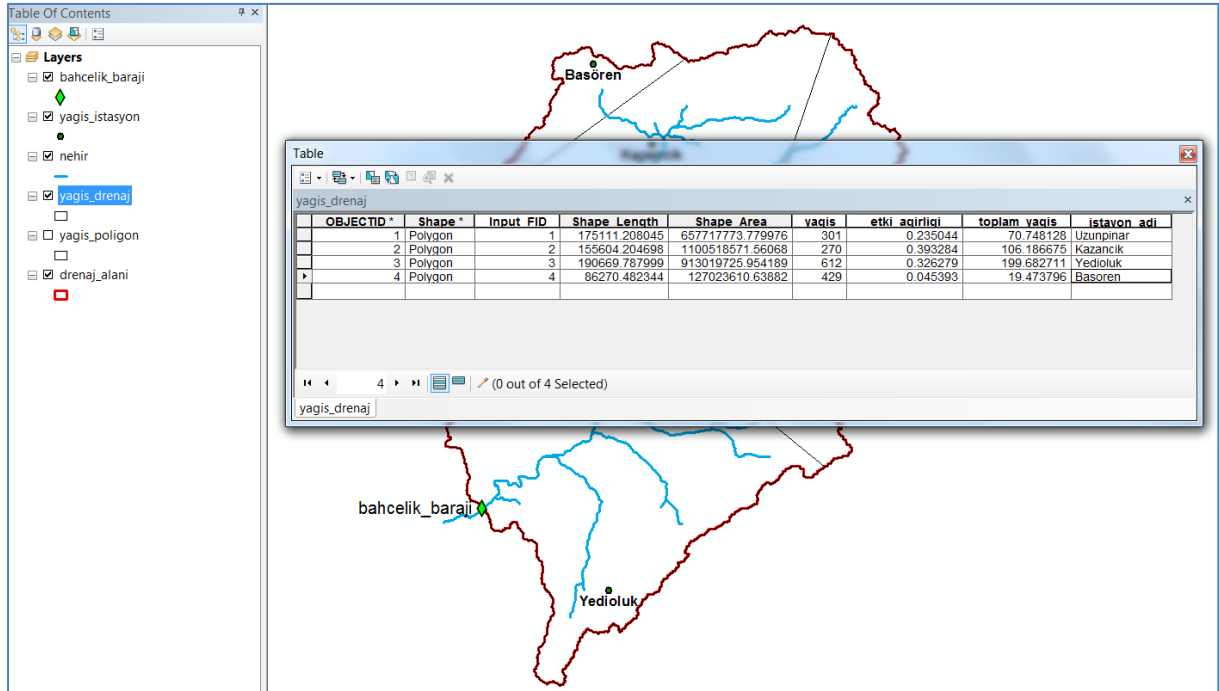
Bahcelik Barajı drenaj alanına düşen yıllık toplam ortalama yağış miktarını “yagis_drenaj” katmanının tablosunda mouse ile “toplam_yagis” sütunu üzerine gelip sağ tuşa basınca “Statistics” seçeneğinde Sum satırında görebiliriz. Bu örnekte yıllık toplam ortalama yağış miktarı 396 mm’dir.



Her bir istasyon için alansak yağış değerlerini belirlemek için “yagis_drenaj” katmanına “istasyon_adi” sütunu ilave edilir. Satırlar seçilerek ekranda izlenir. Örnekte “OBJECTID” sütununda 1 olan değer Uzunpınar istasyonudur.



Böylece her bir “OBJECTID” değeri için istasyon adı belirlenerek ilave edilir.



3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPOLAMA TESİSİ REZERVUAR HACMİNİN HESAPLANMASI

3.1 Giriş

Ülkemiz gibi yağış rejiminin zaman ve mekan olarak düzgün olmadığı yerlerde depolama tesislerinin inşası su kaynakları yönetimi açısından önemlidir. Bu nedenle, akarsu debilerinin bol olduğu, ay, mevsim yada yıllardan, suların kıt olduğu, ay, mevsim yada yıllara suyun aktarılması gerekir. Bu da depolama tesislerinin inşası ile gerçekleştirilir.

Öncelikle akarsuyun akım değerleri ve ihtiyaç duyulan su miktarı bir arada değerlendirilerek su ihtiyaçlarının en ekonomik bir şekilde karşılanabilmesi için çeşitli yöntemler kullanılarak maksimum su kotu ve su kotuna bağlı olarak depolanacak su hacmi belirlenir.

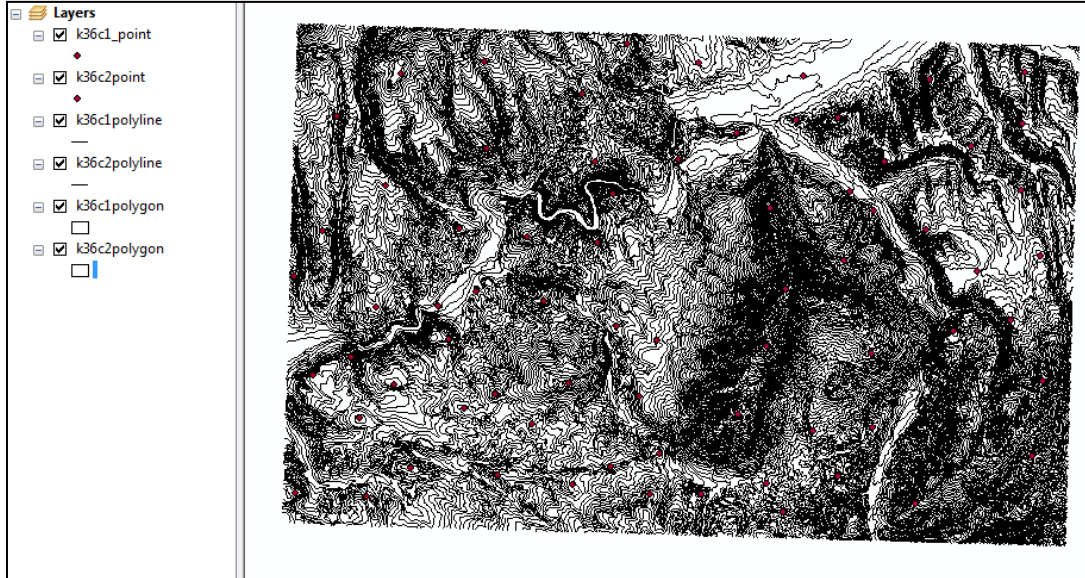
Bu çalışmada belirlenen su kotuna bağlı olarak rezervuar hacmi hesaplanmıştır.

3.2 Bahçelik Barajı Örneği

3.2.1 Rezervuar hacminin hesaplanması

Örnekte 1/25000 ölçekli harita münhanilerinden elde edilen raster veri kullanılmıştır. Raster veriyi üretmek için Bahçelik Barajı göl alanının yer aldığı k36c1 ve k36c2 paftaları gereklidir.

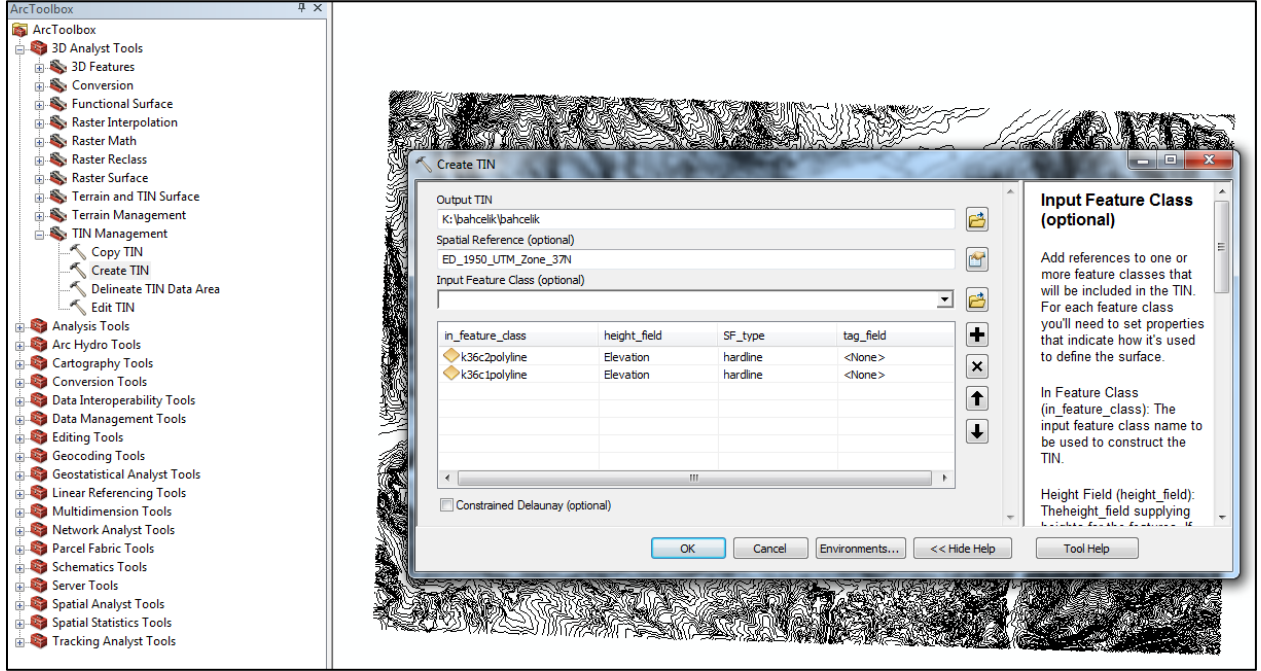
Add data komutu ile çalışma alanının yer aldığı k36c1 ve k36c2 paftalarına ait eş yükseklik eğrileri ArcMap'e çağrılır.



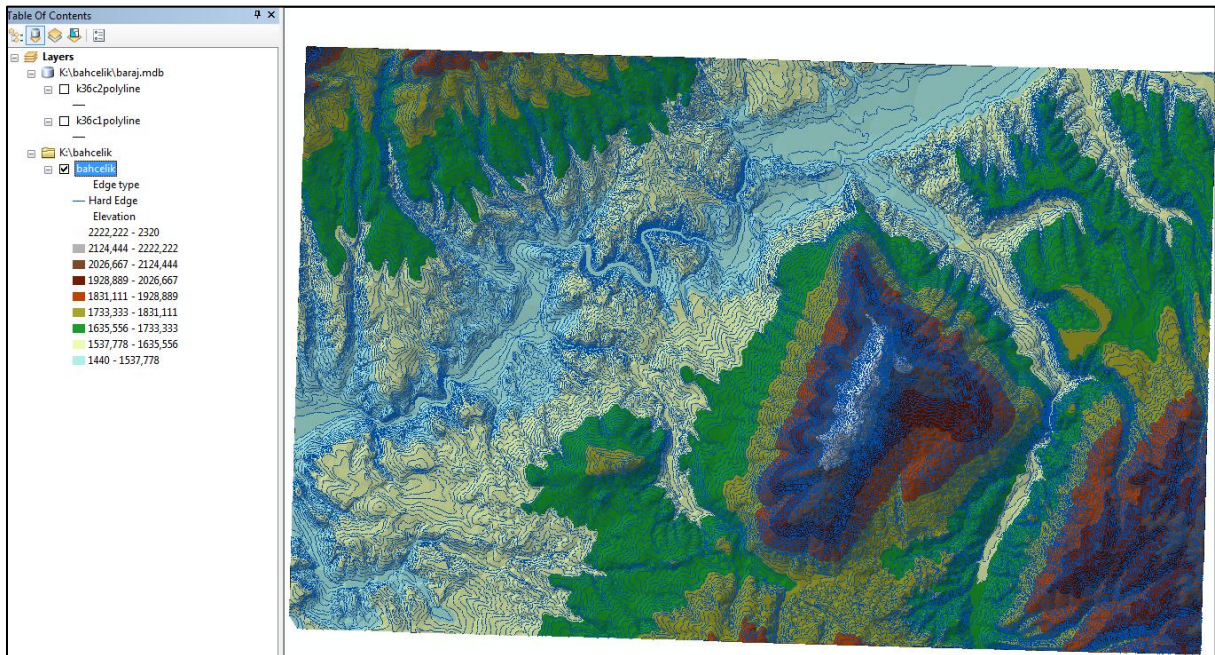
ArcToolbox menüsünden;

3D Analyst Tools → TIN Management → Create TIN komutu seçilir.

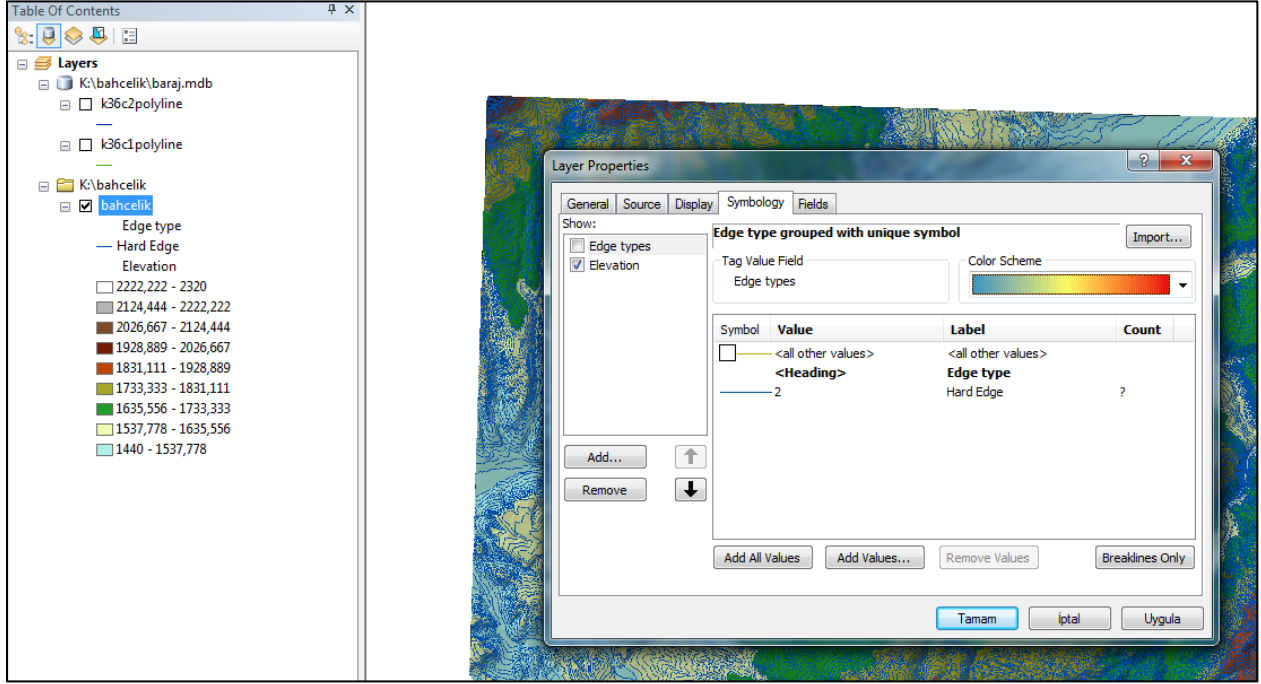
Çıktı dosyamızın (bahcelik) kayıt edileceği klasör Output TIN hanesinde belirtilir. Spatial Reference için eş yükseklik eğrileri katmanından projeksiyon tanımı yapılır. Input Feature Class seçeneğinde ise dana önce ArcMap'e çağırdığımız katmanlar kullanılır. "height field" hanesinde paftalara ait tablodan yükseklik değerlerinin yer aldığı sütun, "SF_type" hanesinde ise hardline seçenekleri tercih edilir.



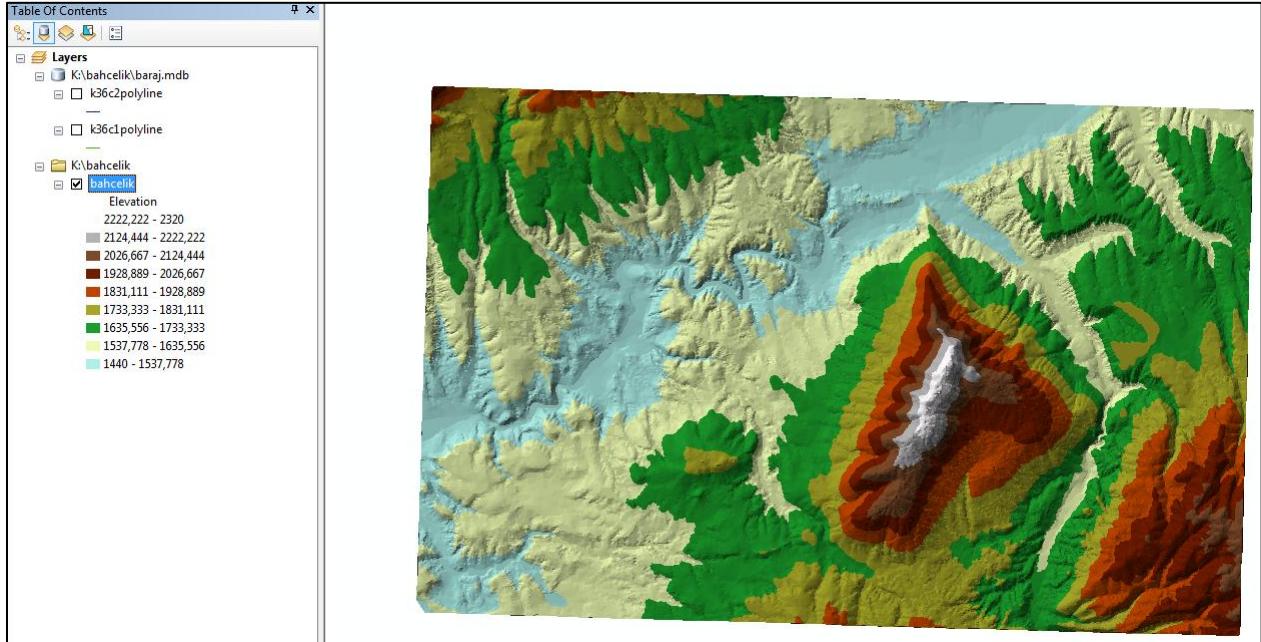
Elde edilen TIN aşağıda görülmektedir. Çalışma alanında minimum arazi kotunun 1440 metre, maksimum yüksekliğin ise 2320 metre olduğu görülmektedir.



Bu bahçelil isimli TIN katmanında sağ tuş ile “Layer Properties” üzerinde gelip “Symbology” menüsünden “Edge types” kutusundaki çizik kaldırılınca TIN üzerindeki münhaniler gözükmeyecektir.



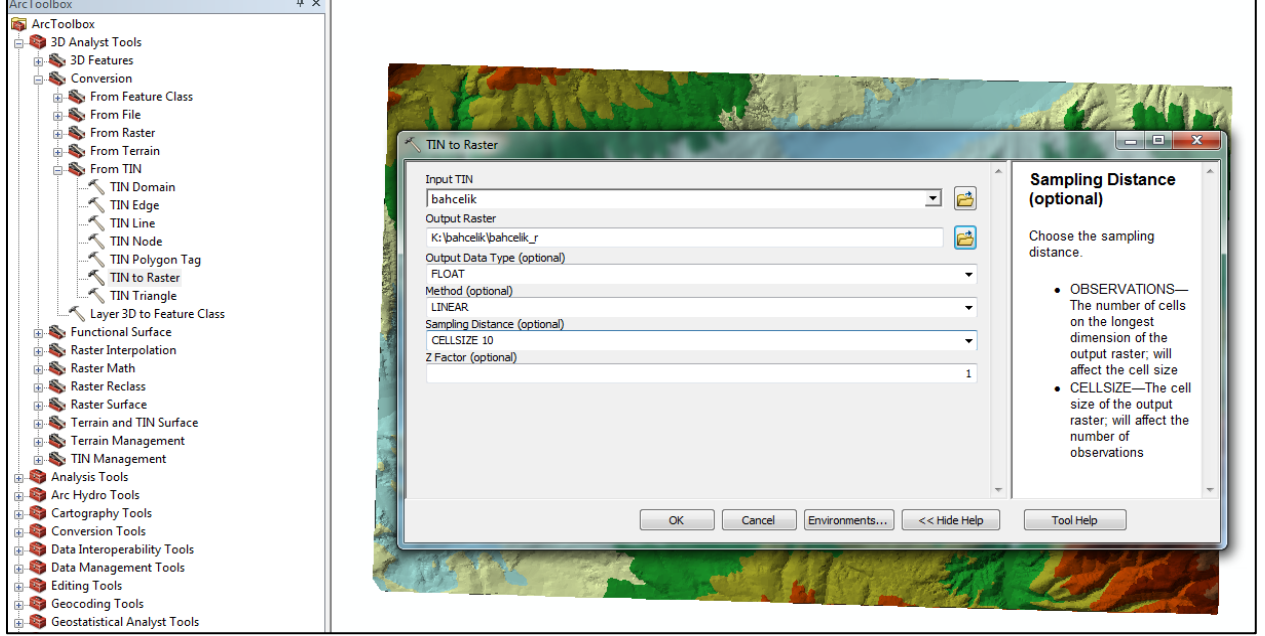
Elde edilen TIN aşağıda görülmektedir.



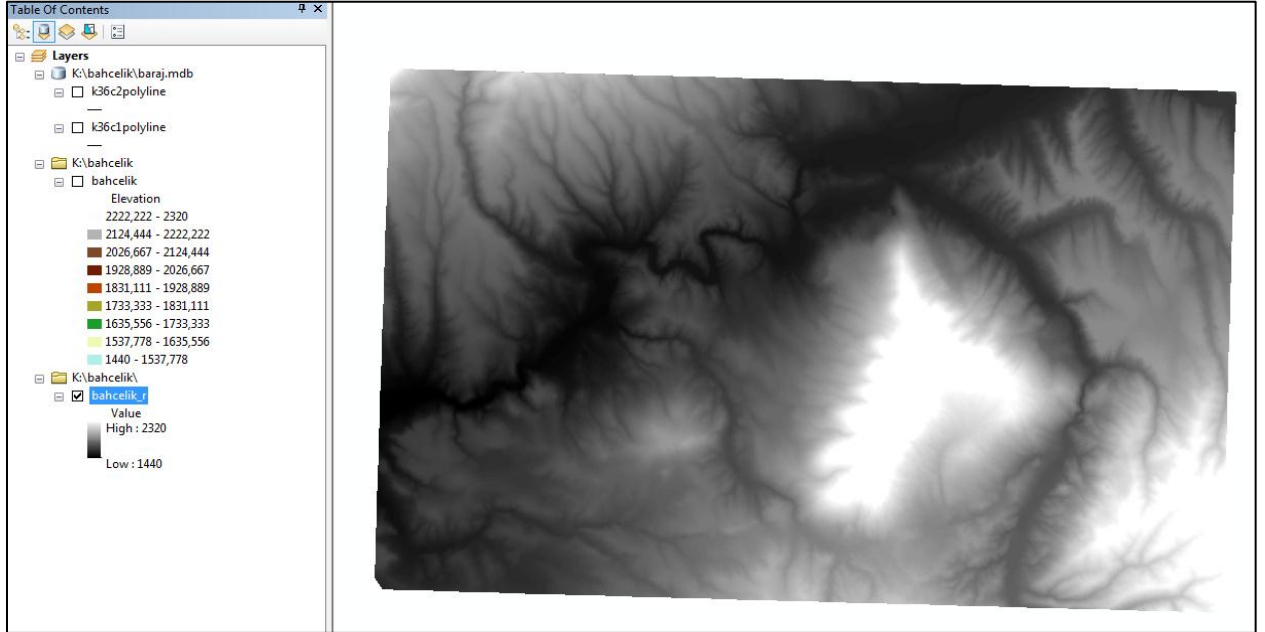
ArcToolbox menüsünden;

3D Analyst Tools → Conversion → From TIN → TIN to Raster komutu seçilir.

Input TIN seçeneğinde elde ettiğimiz bahçelik dosyası girdi olarak kullanılır. Çıktı dosyamızın (bahçelik_r) kayıt edileceği klasör Output Raster hanesinde belirtilir. “Sampling Distance” hanesine çalışmada hassasiyeti arttırmak için CELLSIZE 10 girilir. Burada elde edilecek raster tabakasında hücre boyutları 10 metre x 10 metre olacaktır.



Elde edilen Raster aşağıda görülmektedir.

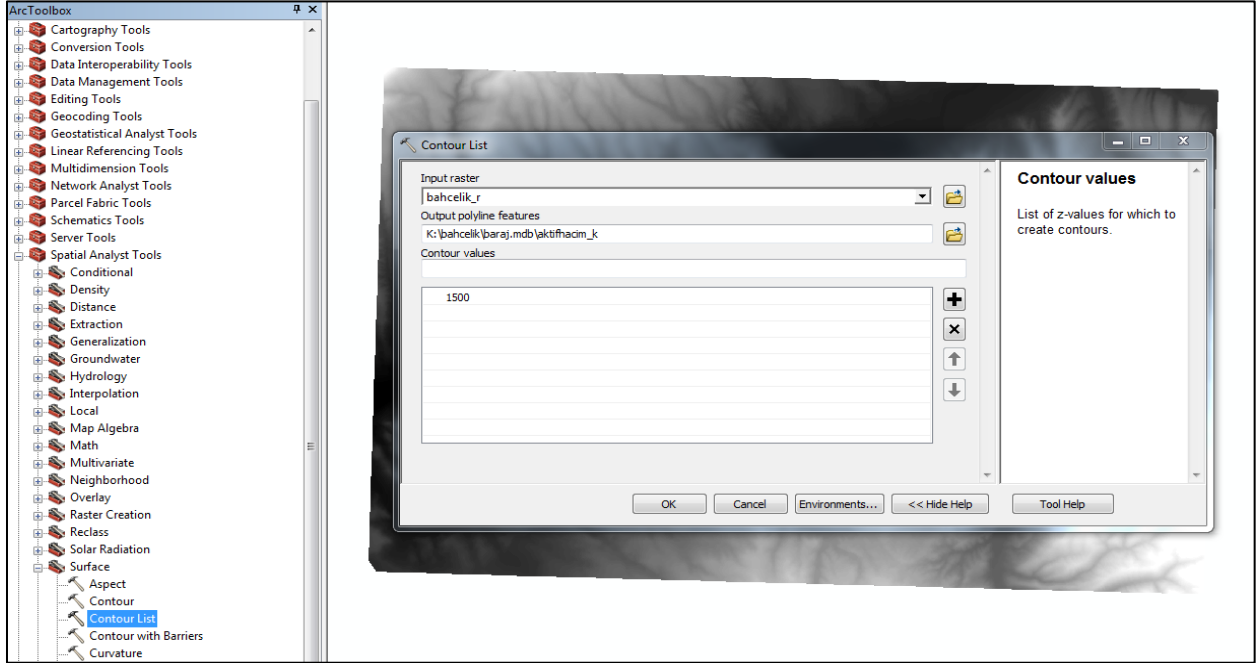


ArcToolbox menüsünden;

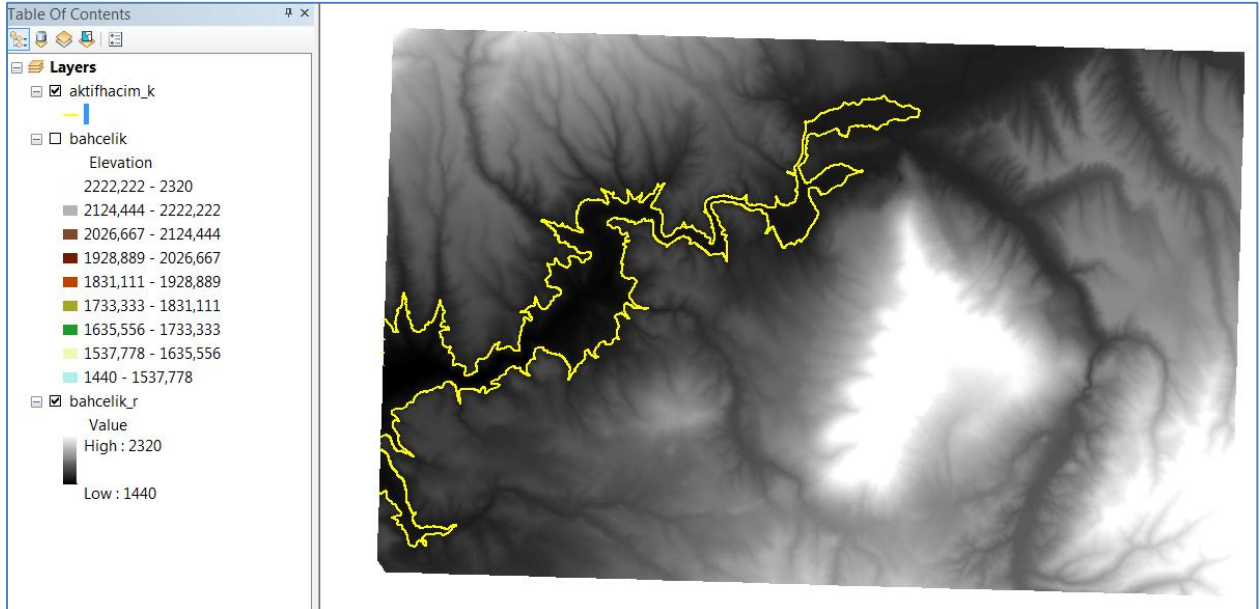
Spatial Analyst Tools → Surface → Contour List komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde elde ettiğimiz “bahçelik_r” dosyası girdi olarak kullanılır. Çıktı dosyasının “aktifhacim_k” kayıt edileceği klasör Output Polyline Feature hanesinde belirtilir.

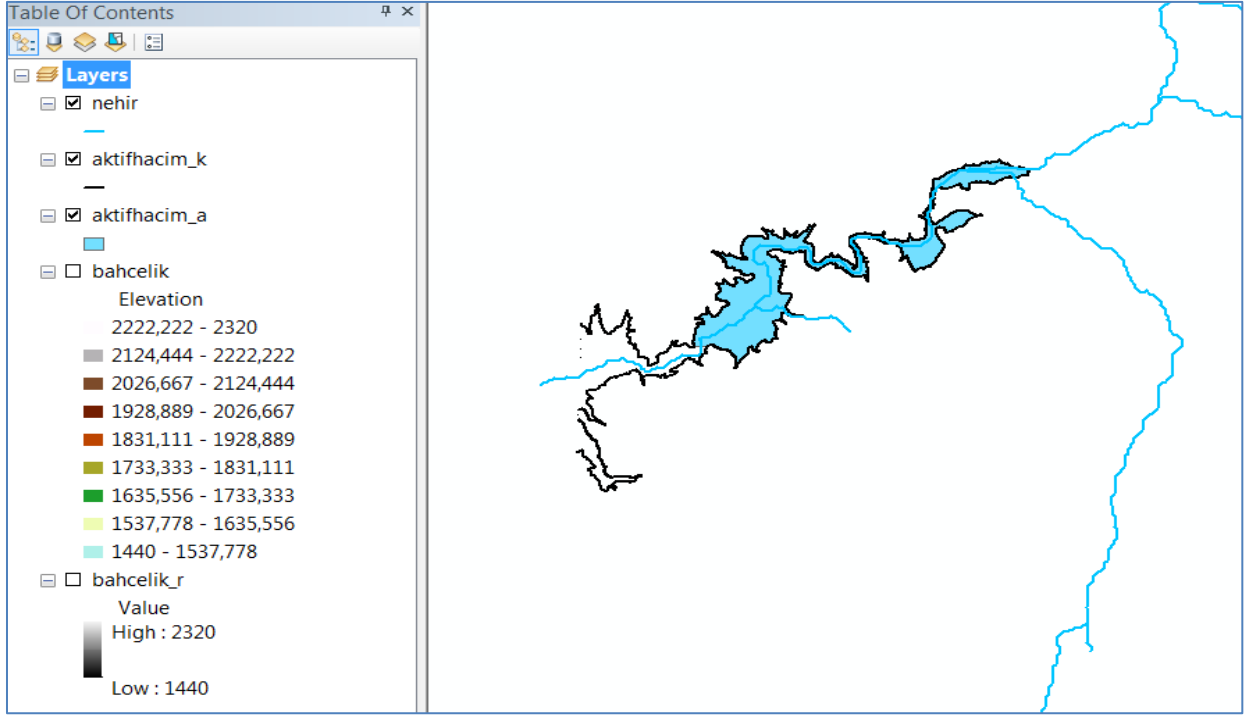
Çıktı dosyası vektör özelliğinde olduğundan bu işlemden önce personal geodatabase oluşturulur (baraj.mdb). Barajın maksimum su kotu 1500 metre olduğuna göre Contour values olarak 1500 girilir.



Elde edilen maksimum su kotu aşağıda görülmektedir.



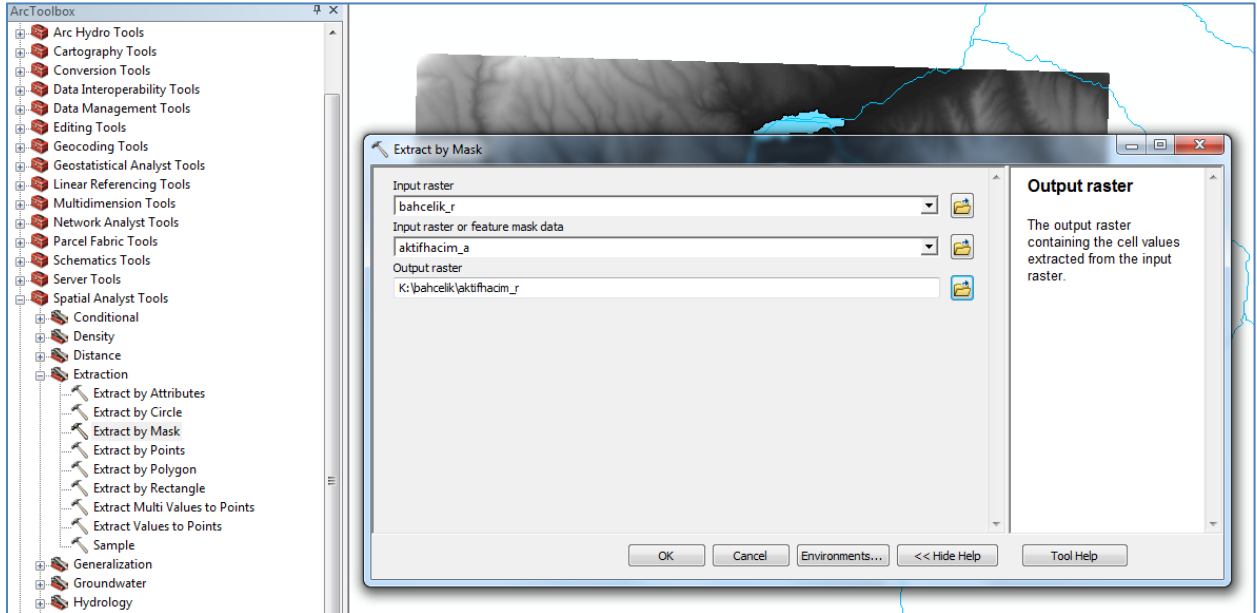
Aktif hacim alanını çizmek için "aktifhacim_a" isminde poligon özelliğinde bir feature class oluşturulur. Aks yeri belirlendikten sonra line özelliğindeki su kotu üzerinden trace komutu ile gidilerek aks yerinde çizgiler kapatılır ve baraj göl alanını gösteren poligon elde edilir.



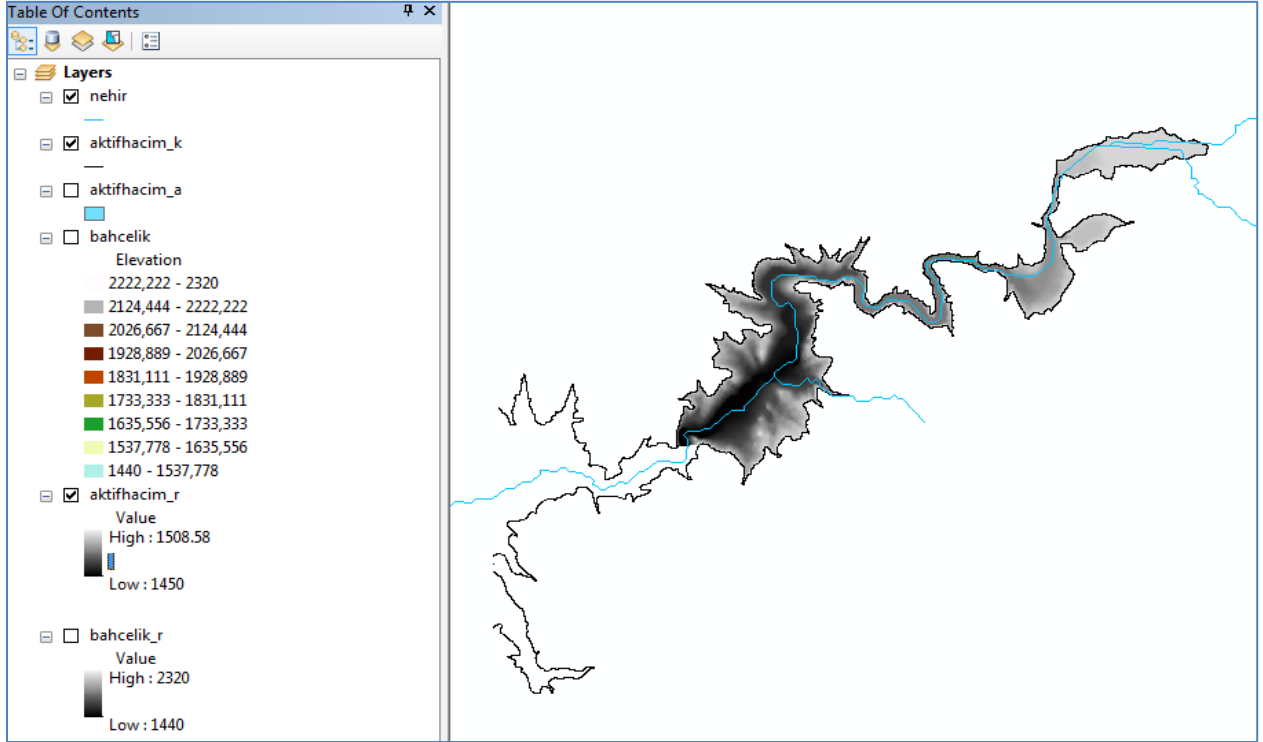
ArcToolbox menüsünden;

Spatial Analyst Tools → Extraction → Extract by Mask komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde “bahçelik_r” dosyası girdi olarak kullanılır. Bu rasterdan aktif hacmin kapladığı göl alanını kesmek için feature mask data hanesine “akifhacim_a” poligonu girilir. Output raster hanesinde ise çıktı dosyası “aktifhacim_r” olacaktır.



Elde edilen aktif hacim göl alanı aşağıda görülmektedir.

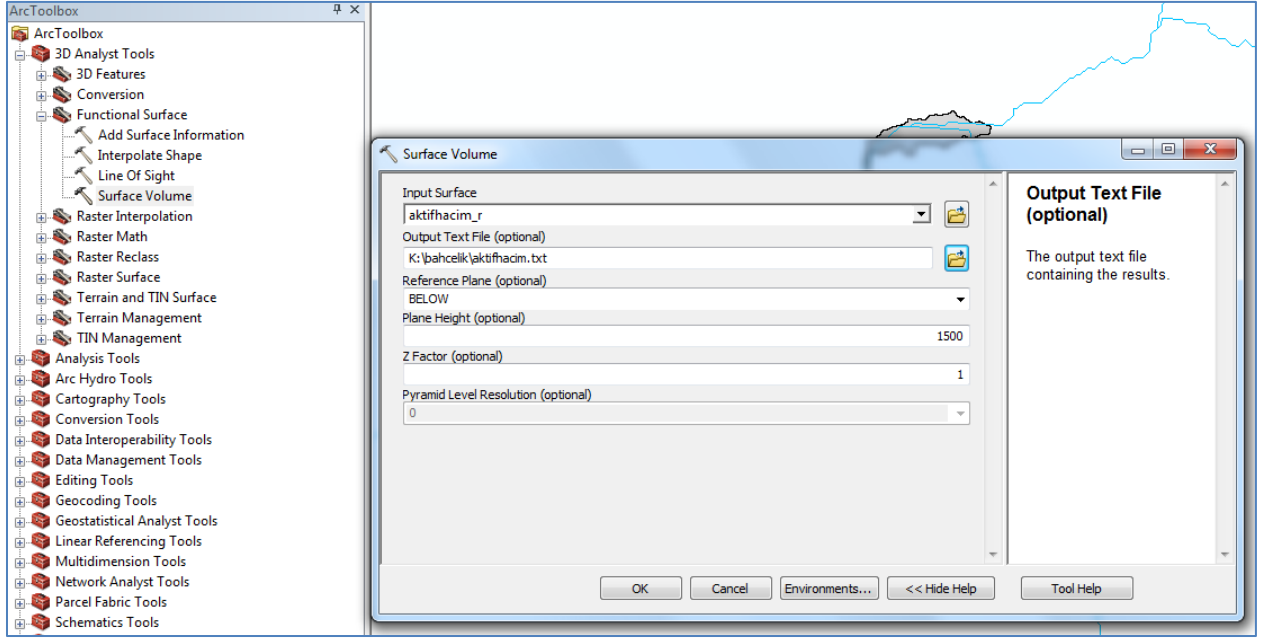


Maksimum su seviyesinin altında kalan hacmi bulmak için

ArcToolbox menüsünden;

3D Analyst Tools → Functional Surface → Surface Volume komutu seçilir.

Input surface seçeneğinde “aktifhacim_r” dosyası girdi olarak kullanılır. Output text file hanesinde çıktı dosyası “aktifhacim.txt” olacaktır. 1500 metre kotunun altında kalan maksimum hacmi hesaplayacağımız için “Reference Plane” hanesinde “BELOW” seçilir. “Plane Height” hanesine ise maksimum su kotu olan 1500 metre girilir.



Çıktı dosyasının içeriği aşağıda görülmektedir.

Dataset, Plane_Height, Reference, Z_Factor, Area_2D, Area_3D, **Volume**

K:\bahcelik\aktifhacim_r, 1500.00, BELOW, 1.000000, 11802956.963396, 11924473.399534,
212157654.89807

Böylece aktif hacim yaklaşık 212 milyon m³ olarak hesaplanmıştır.

4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPOLAMA TESİSİ REZERVUARINA AİT KOT-ALAN-HACİM GRAFİĞİ İÇİN VERİ HAZIRLANMASI

4.1 Giriş

Kot-alan-hacim grafikleri su seviyesine bağlı olarak rezervuar alanındaki ve hacmindeki değişimlere ilişkin verileri ortaya çıkarmaktadır. Bu grafikler, rezervuarların yıllık işletme programlarının hazırlanmasında önem arz etmektedirler.

4.2 Bahçelik Barajı Örneği

Bölüm 3’de Bahçelik Barajı göl alanının yer aldığı k36c1 ve k36c2 paftaları ndan üretilen raster veri kullanılmıştır.

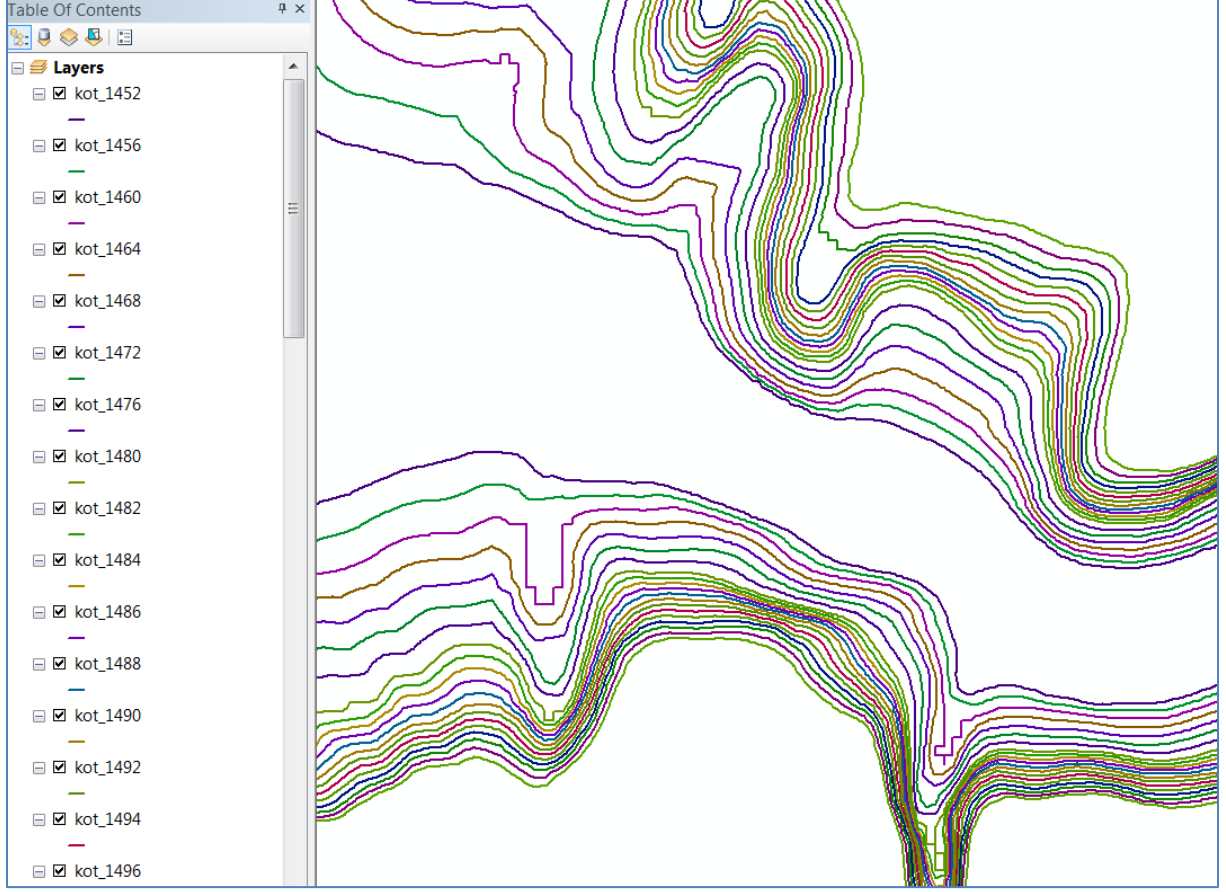
Kot-Alan-Hacim grafiği için 1452 m. kotundan 1504 m. kotuna kadar çeşitli aralıklarda 20 farklı kot değeri için alan ve hacim hesabı yapılmıştır.

Konturları çizmek için;

ArcToolbox menüsünden;

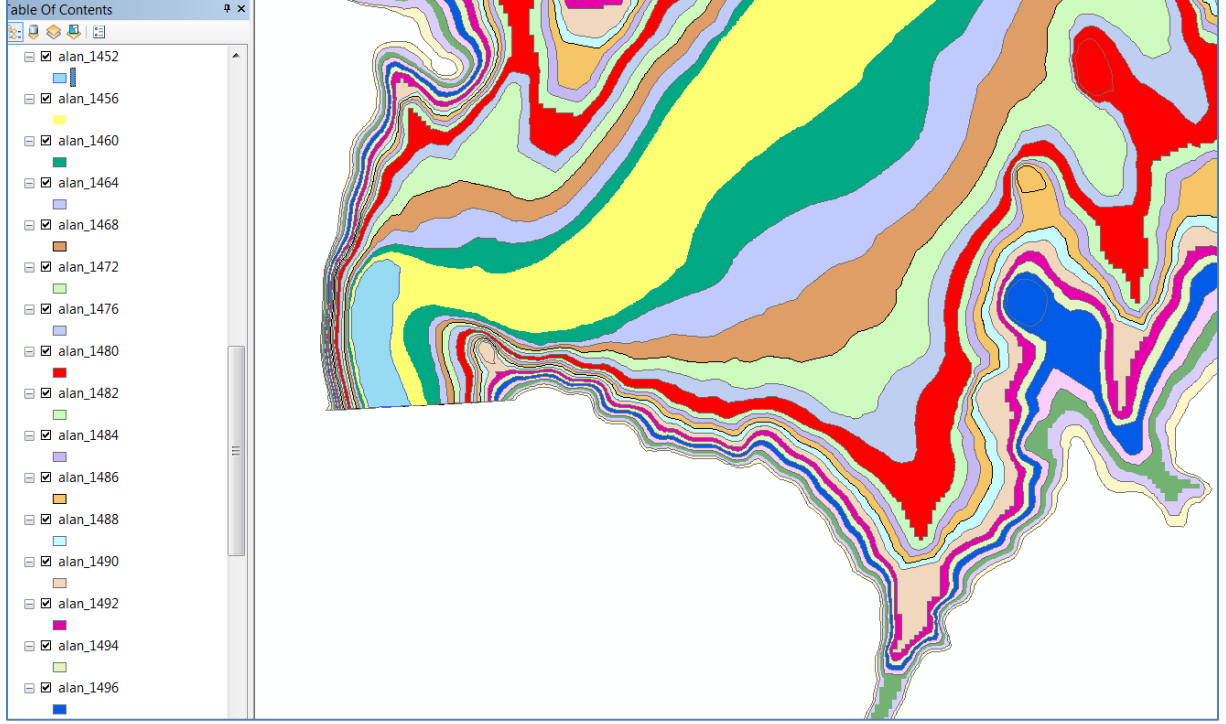
Spatial Analyst Tools → Surface → Contour List komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde “bahçelik_r” dosyası girdi olarak kullanılır. Çıktı dosyası için belirlenen aralıklarda kot_1452 olacak şekilde işlem yapılır (Bölüm 3’de açıklanan aktif hacim kotunun belirlendiği yol takip edilir). Elde edilen konturlar aşağıda görülmektedir.



Konturlardan alan elde etmek için;

Belirlenen kotlardaki alanı çizmek için 20 adet "alan_1452" gibi poligon özelliğinde feature class oluşturulur. Aks yeri belirlendikten sonra line özelliğindeki su kotu üzerinden trace komutu ile gidilerek aks yerinde çizgiler kapatılır ve belirlenen kotlar için baraj göl alanını gösteren poligon elde edilir (Bölüm 3'de açıklanan aktif hacim kotundan alanın belirlendiği yol takip edilir). Poigonların farklı renklendirilmesi halinde aks yerinde aşağıdaki görüntü elde edilir.

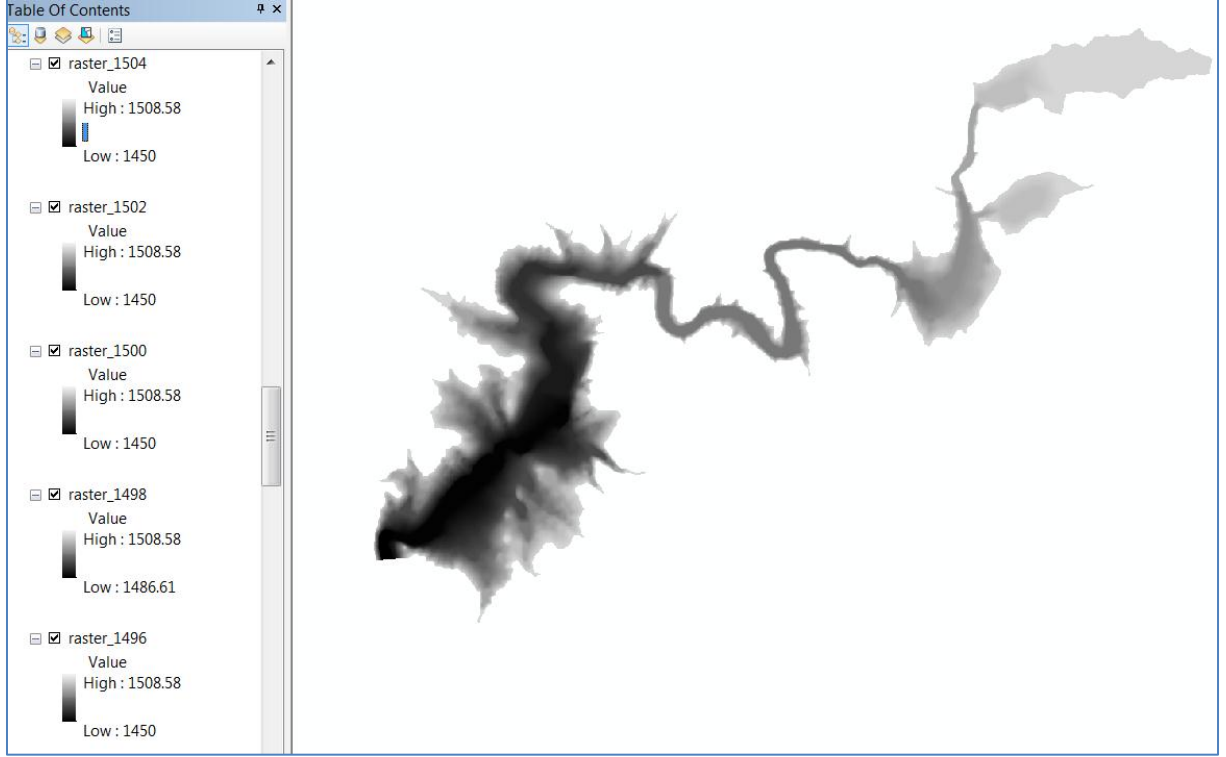


Göl alanlarını 3 boyutlu olarak raster veri setinden belirlemek için;

ArcToolbox menüsünden;

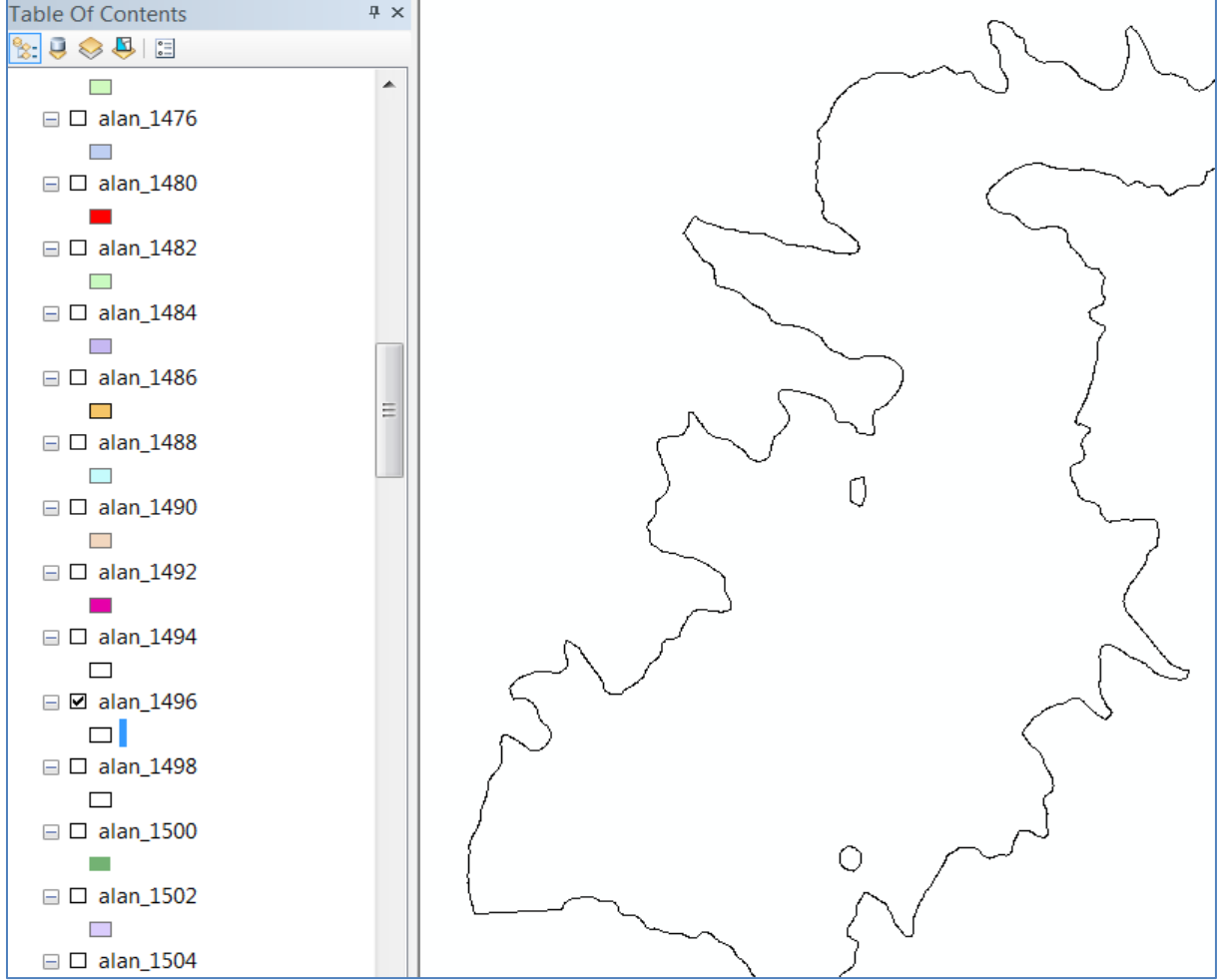
Spatial Analyst Tools → Extraction → Extract by Mask komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde “bahçelik_r” dosyası girdi olarak kullanılır. Bu rasterdan belirlenen kotlardaki göl alanını kesmek için feature mask data hanesine elde edilen poligon adları girilir. Çıktı dosyası “raster_1452” gibi olacaktır (Bölüm 3’de açıklanan raster veri setinden aktif hacim alanının kesildiği yol takip edilir). Elde edilen sayısal yükseklik modelleri aşağıda görülmektedir.



Yukarıdaki şekilde 1496 metreden geçen su kotunu kestiğimizde raster veride maksimum değerin 1508,58 metre olduğu ve istenilen değeri 12,58 metre aştığı görülmektedir. 1496 metre kotunu temsil eden alan vektör özelliğindedir. Dolayısıyla raster veriden vektör veriyi keserken, vektör veri piksellerden oluşan raster veri üzerine getirilir. Vektör çizginin yüksek kot değerine sahip piksele teması halinde bu değer dikkate alınır. Ancak bir sonraki aşamada göl hacmi hesaplanırken 1496 metre su kotunun altında kalan hacim hesaplanacağından otomatik olarak 1496 metre üzerinde kalan değerler hesaba katılmayacaktır.

Ayrıca 1496 metre su kotuna göre alan çevirdiğimizde göl alanında iki ada olduğu aşağıdaki şekilde görülmektedir. Bu adaların kot değerleri 1496 metreden fazladır. Hacim hesabında bu adaların kapladığı alan dikkate alınmayacaktır.



Belirlenen su seviyesinin altında kalan hacmi bulmak için;

ArcToolbox menüsünden;

3D Analyst Tools → Functional Surface → Surface Volume komutu seçilir.

Input surface seçeneğinde “raster_1452” gibi elde edilen raster dosyalar girdi olarak kullanılır. Output text file hanesinde çıktı dosyası “hacim_1452.txt” olacaktır. 1452 metre kotunun altında kalan maksimum hacmi hesaplayacağımız için “Reference Plane” hanesinde “BELOW” seçilir. “Plane Height” hanesine ise maksimum su kotu olan 1452 metre girilir (Bölüm 3’de açıklanan aktif hacmin belirlendiği yol takip edilir).

Konturları çizmek, konturlardan alan elde etmek, göl alanlarını 3 boyutlu olarak raster veri setinden kesmek ve belirlenen su seviyesinin altında kalan hacmi bulmak için yukarıdaki işlemler 1452 m ile 1504 m arasında belirlenen 20 farklı kot için tekrar edilmelidir. Belirlenen kotlar için elde edilen alan ve hacim değerleri ve grafiği aşağıda görülmektedir.

Kot (m)	Alan (m²)	Hacim (m³)
1452	25,004.75	43,892.47
1456	564,231.49	685,167.21
1460	1,183,323.19	4,055,884.02
1464	1,695,391.32	10,064,733.85
1468	2,443,098.88	18,696,695.56
1472	3,193,946.73	30,421,536.44
1476	3,663,065.96	44,502,378.05
1480	4,761,778.30	60,712,196.61
1482	5,187,183.69	70,962,403.59
1484	5,559,541.81	82,165,529.35
1486	6,145,672.92	94,292,446.66
1488	6,576,452.17	107,393,508.50
1490	7,322,268.72	121,678,795.56
1492	7,830,949.09	137,361,744.43
1494	8,259,599.62	153,920,834.20
1496	9,061,433.38	171,704,445.60
1498	9,753,917.61	191,318,145.41
1500	11,802,956.96	212,157,654.90
1502	11,811,976.50	235,783,248.48
1504	11,812,184.45	259,409,993.46

5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DRENAJ ALANINA AİT KOT-ALAN GRAFİĞİ İÇİN VERİ HAZIRLANMASI

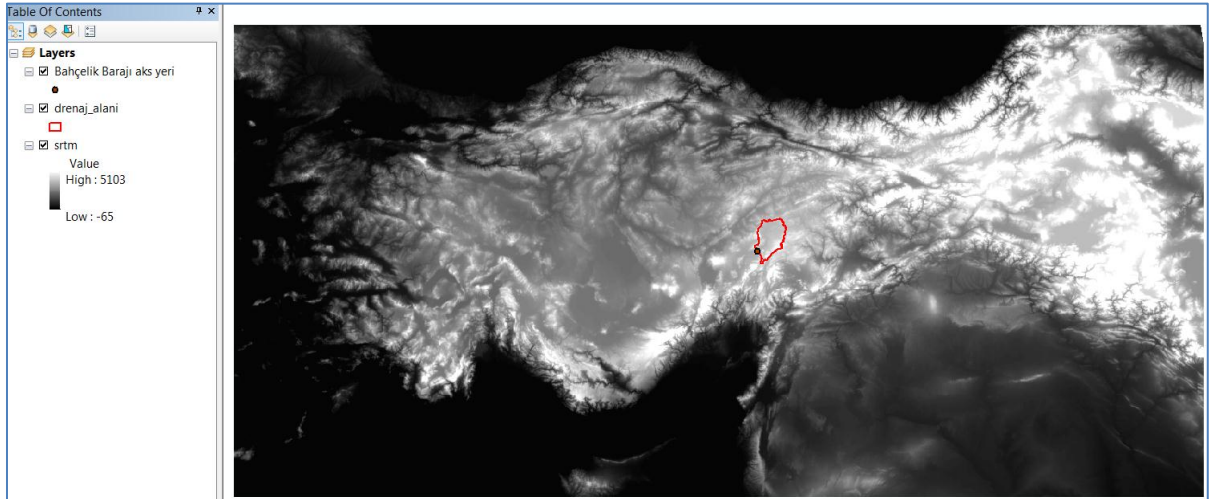
5.1 Giriş

Kot-alan grafikleri, drenaj alanında belirlenen yükseklik aralıklarına ait alanları yüzde olarak vermektedir. Bu grafikler hidrolojide genellikle iki amaç için kullanılmaktadır. Kar erimesi ile meydana gelebilecek su miktarının hesaplanması ilk amacı oluşturmaktadır. Burada kar ile kaplı alanın alt sınırı belirlenerek drenaj alanında kar ile kaplı alanın büyüklüğü hesaplanmaktadır.

Diğeri ise havzada yer alan yağış istasyonlarının yükseklik olarak havzayı temsil edip etmediğinin belirlenmesidir. Bunun için yağış istasyonları kot-alan grafiği üzerine işaretlenerek yağış değerlerinin havzayı temsil edip etmediğine karar verilir. Yağış değerlerinin drenaj alanını temsil etmediği takdirde, değerler arası korelasyon katsayıları, istasyonların kotları göz önünde bulundurularak incelendiğinde yağış-yükseklik ilişkisi incelenir. Bu ilişki varlığı gözlemlenirse yağışın yüksekliğe göre dağılımı yapılmalıdır.

5.2 Bahçelik Barajı Örneği

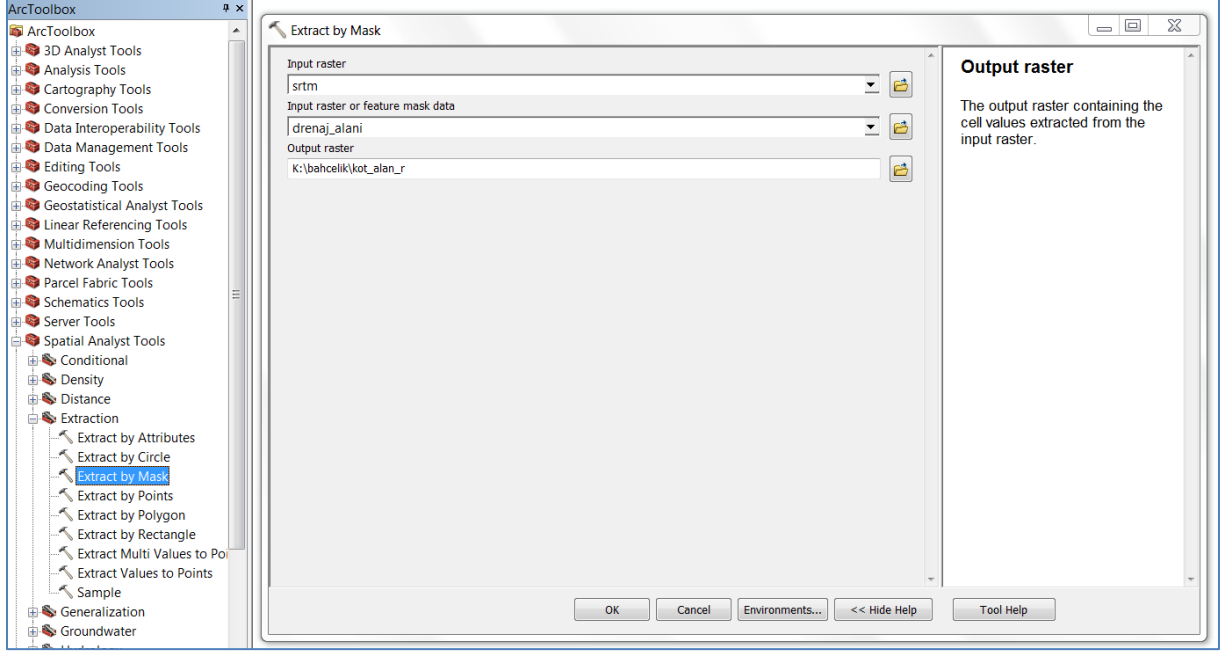
Herhangi bir drenaj alanına ait kot-alan grafiğinin CBS ile elde edilmesi için sadece drenaj alanına ait sayısal yükseklik modeli (DEM) gereklidir. Bu çalışmada SRTM veri seti kullanılmıştır. Bahçelik Barajı drenaj alanını SRTM görüntüsünden kesmek gerekir.



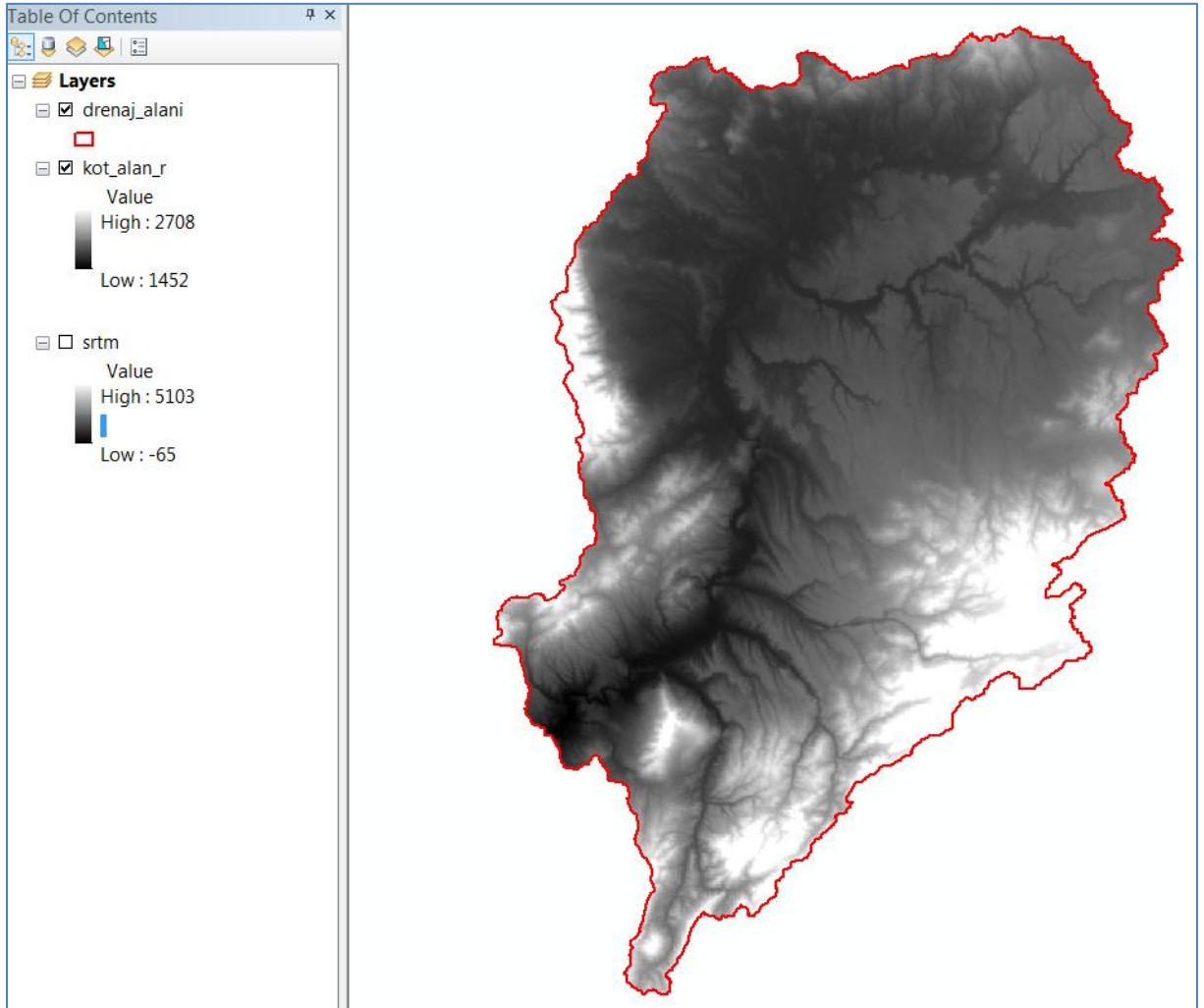
ArcToolbox menüsünden;

Spatial Analyst Tools → Extraction → Extract by Mask komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde “SRTM” veri seti girdi olarak kullanılır. Bu rasterden barajın drenaj alanının temsil eden alanı kesmek için feature mask data hanesine “drenaj_alani” katmanı girilir. Output raster hanesinde ise çıktı dosyası “kot_alan_r” raster katmanı olacaktır.



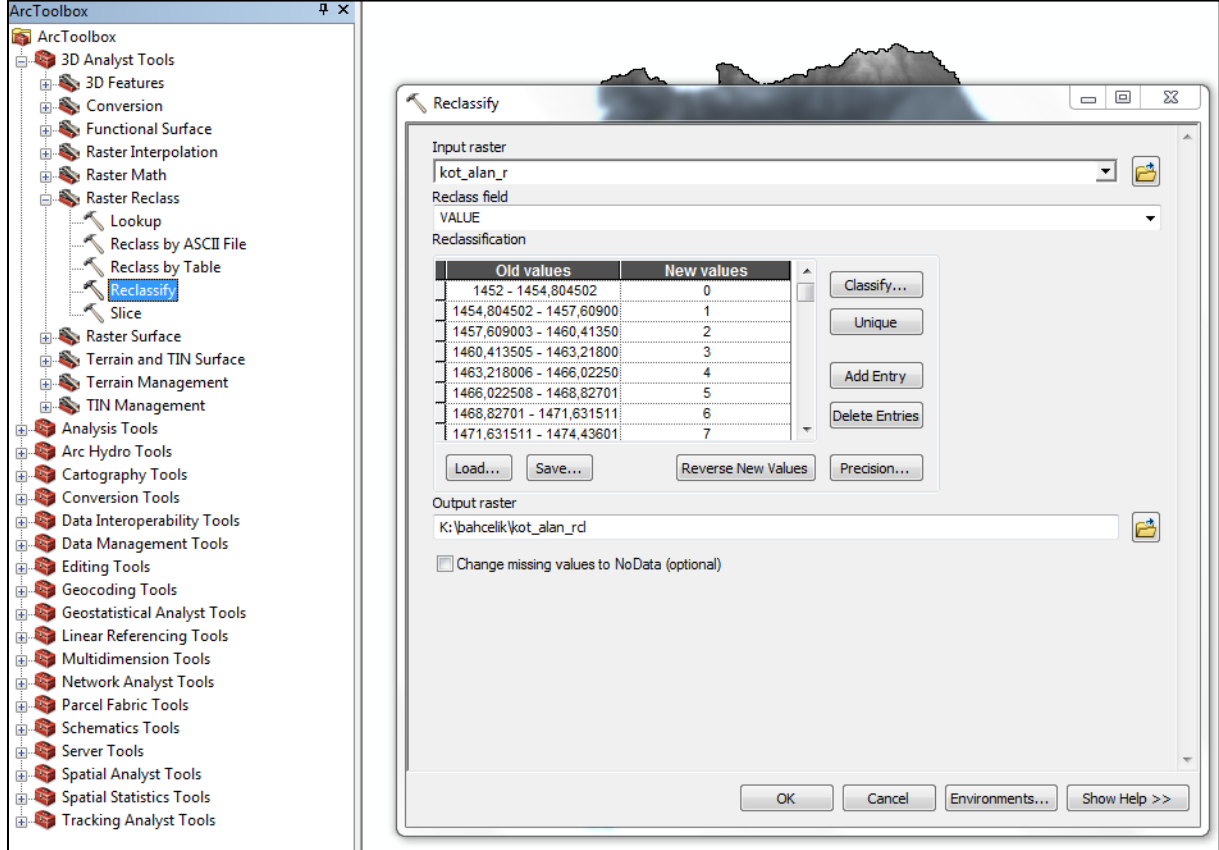
Elde edilen drenaj alanına ait sayısal yükseklik modeli aşağıda görülmektedir.



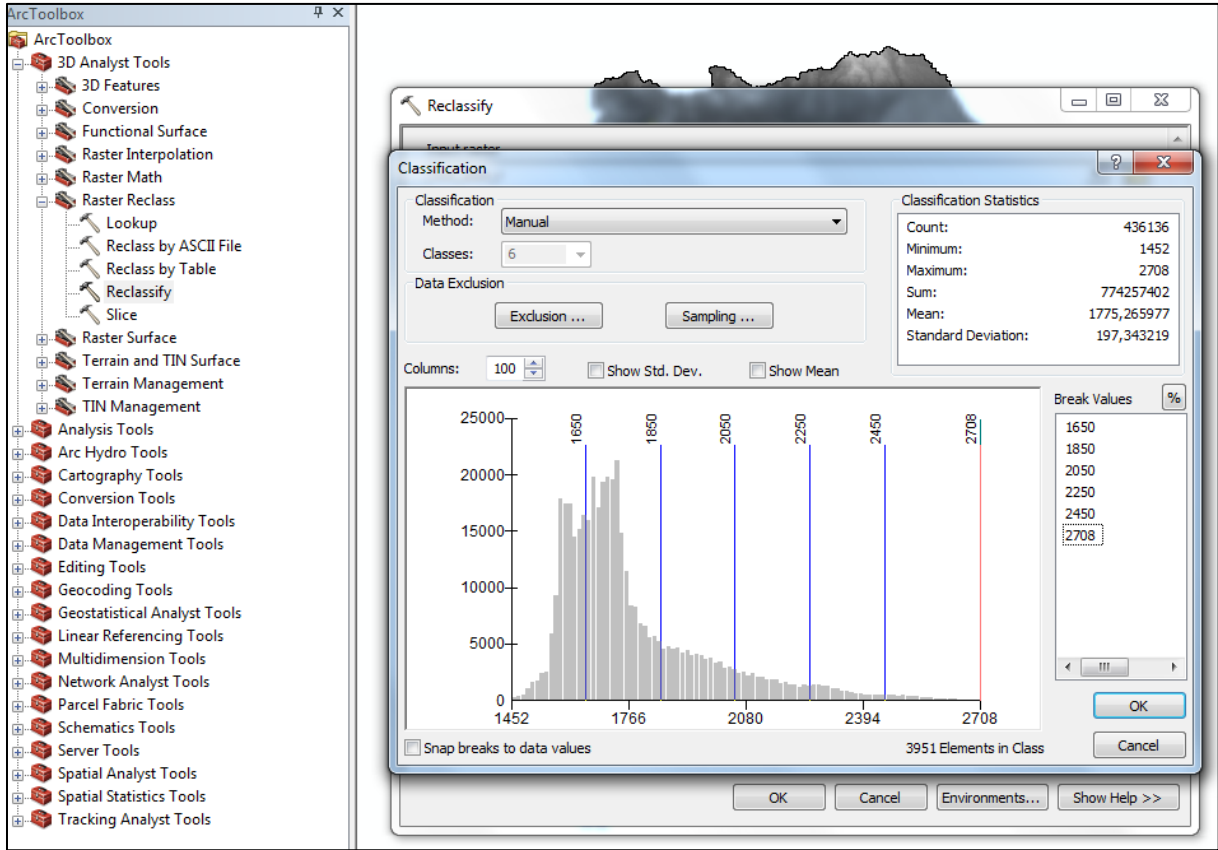
ArcToolbox menüsünden;

3D Analyst Tools → Raster Reclass → Reclassify komutu seçilir.

Input raster seçeneğinde “kot_alan_r” dosyası girdi olarak kullanılır. “Old values” hanesine rasterdaki mevcut değerler gelecektir. Amaç belirlenen yükseklik aralıklarındaki alan büyüklüğünü bulmaktır. Classify tuşuna basarak aralıklar belirlenir. Output raster hanesinde ise çıktı dosyası “kot_alan_rcl” olacaktır.

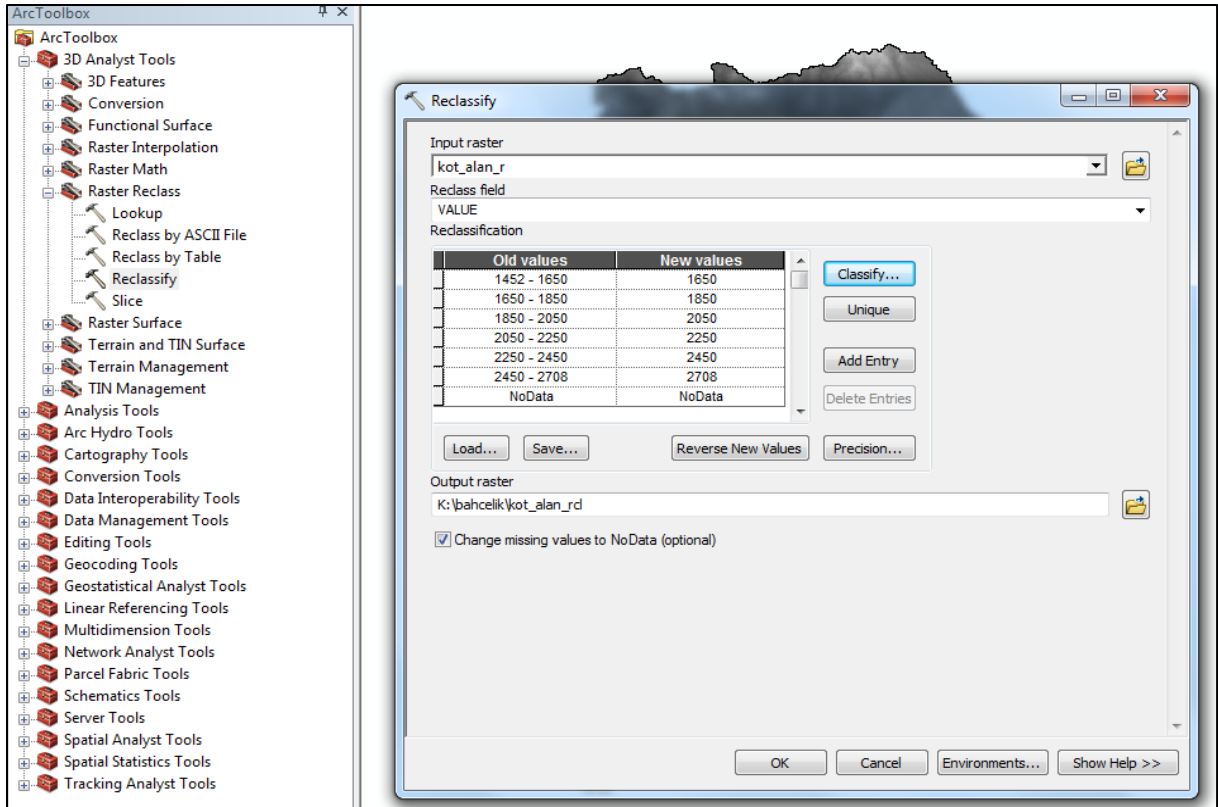


“Method” seçeneğinden aralıkları belirlemede kullanılacak metotlar seçilebilir veya “Classes” seçeneği ile aralık sayısı belirlenerek “Break Values” hanelerine ise bu değerler girilir. Örnekte 1452 metre ile 2708 metre arasında 6 aralığın yeterli olacağı düşüncesi ile minimum ve maksimum seviye arası 6’ya bölünmüştür. Bu nedenle değerler 200’er metre artışı olarak girilmiştir.

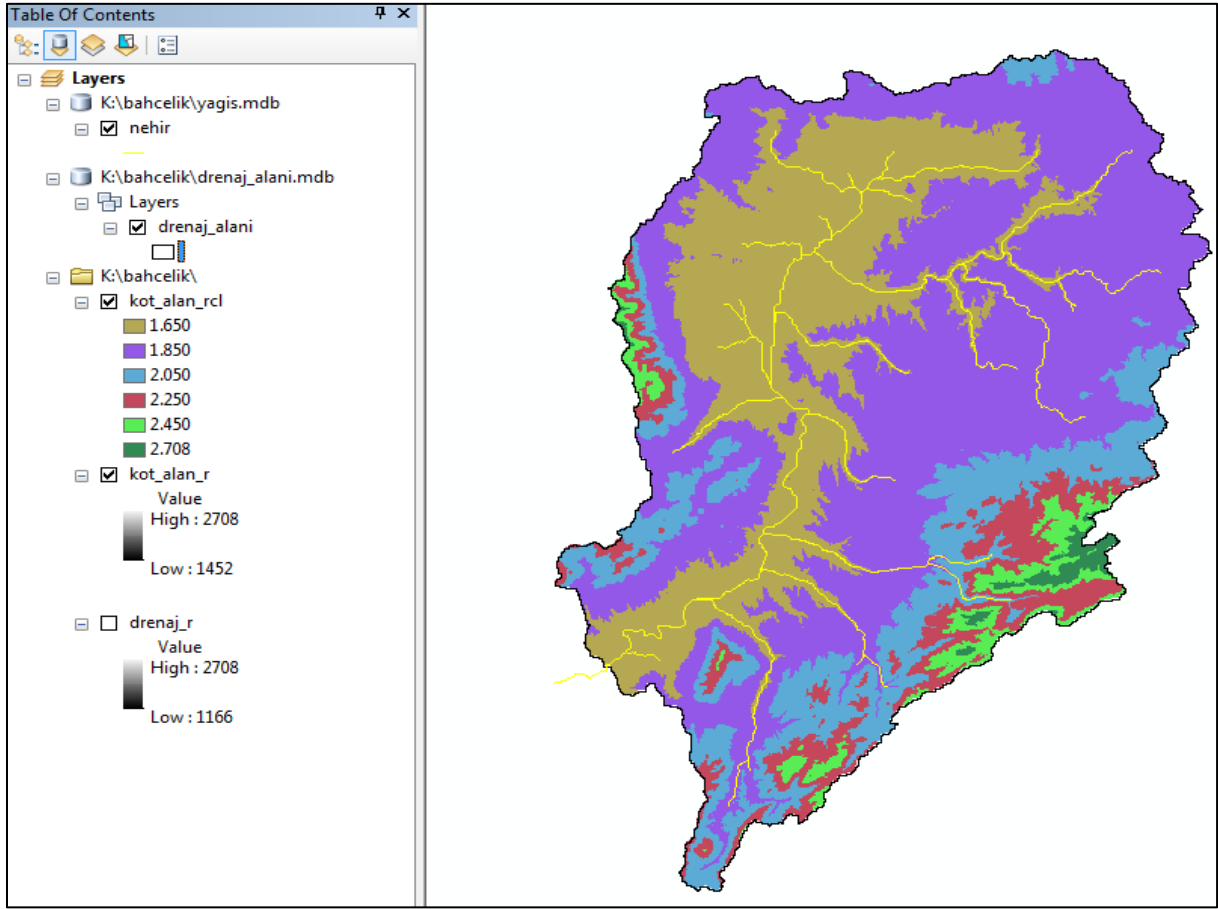


OK tuşuna basılır.

“New values” hanesine bölünen aralıkların üst kotları girilir.



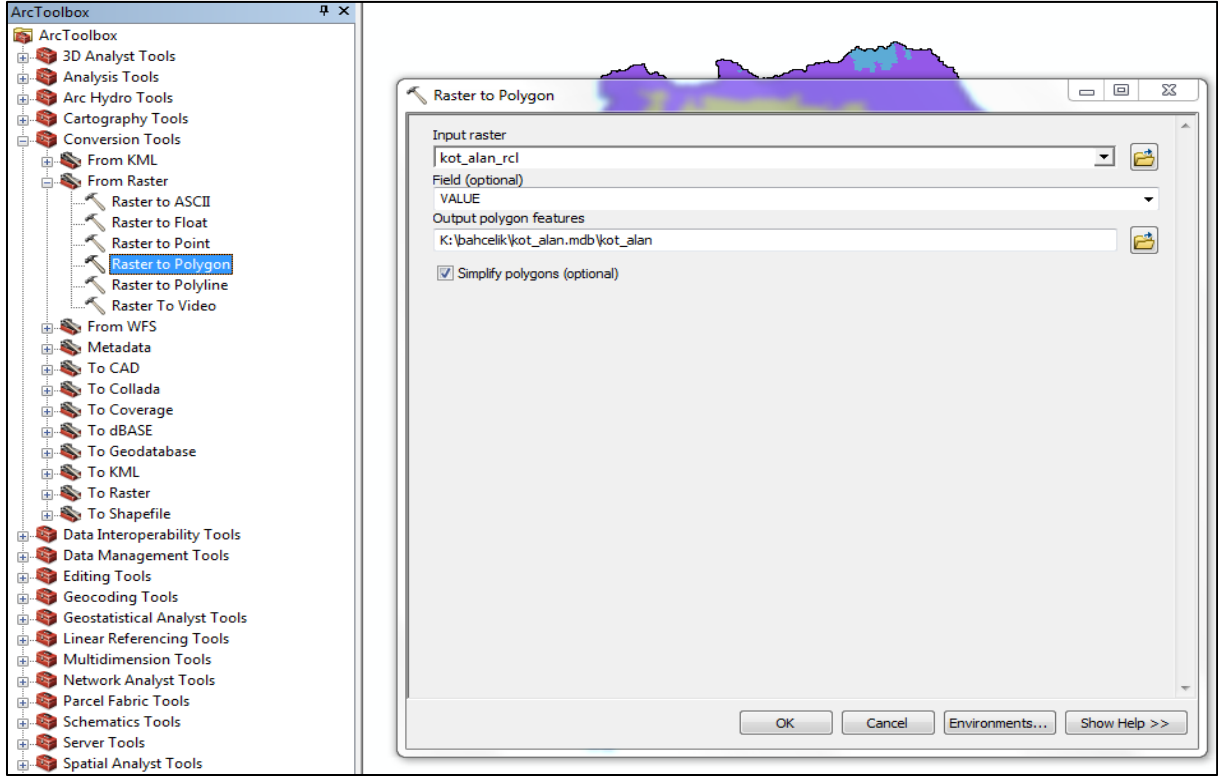
Elde edilen çıktı aşağıda görülmektedir.



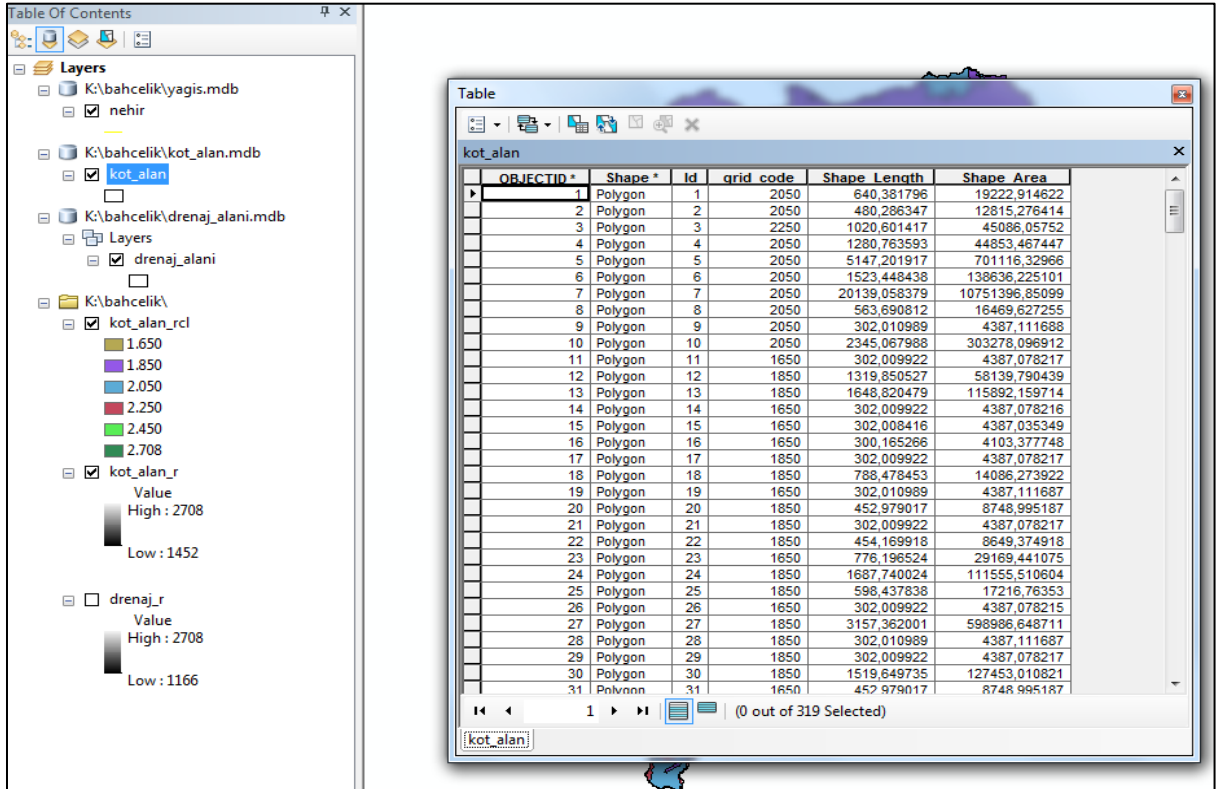
ArcToolbox menüsünden;

Conversion Tools → From Raster → Raster to Polygon komutu seçilir.

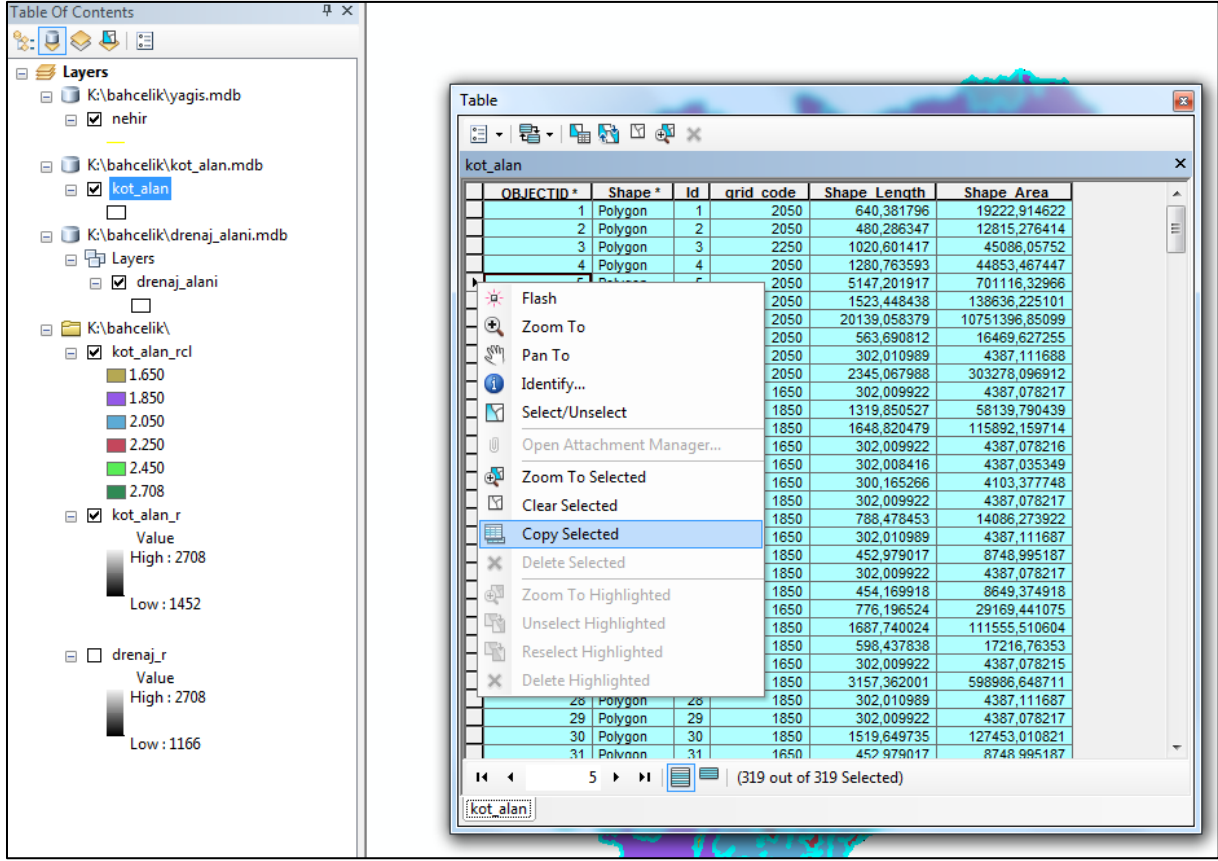
Input raster seçeneğinde “kot_alan_rcl” dosyası girdi olarak kullanılır. Output raster hanesinde ise çıktı dosyası “kot_alan” olacaktır. Bu işlemde raster katman poligon vektör hale getirilir. Bunun için öncelikle “kot_alan.mdb” oluşturulur.



Elde edilen “kot_alan” katmanının tablosu aşağıda görülmektedir.



Bu tablodaki değerler seçilerek “Copy Selected” tuşu ile kopyalanır.

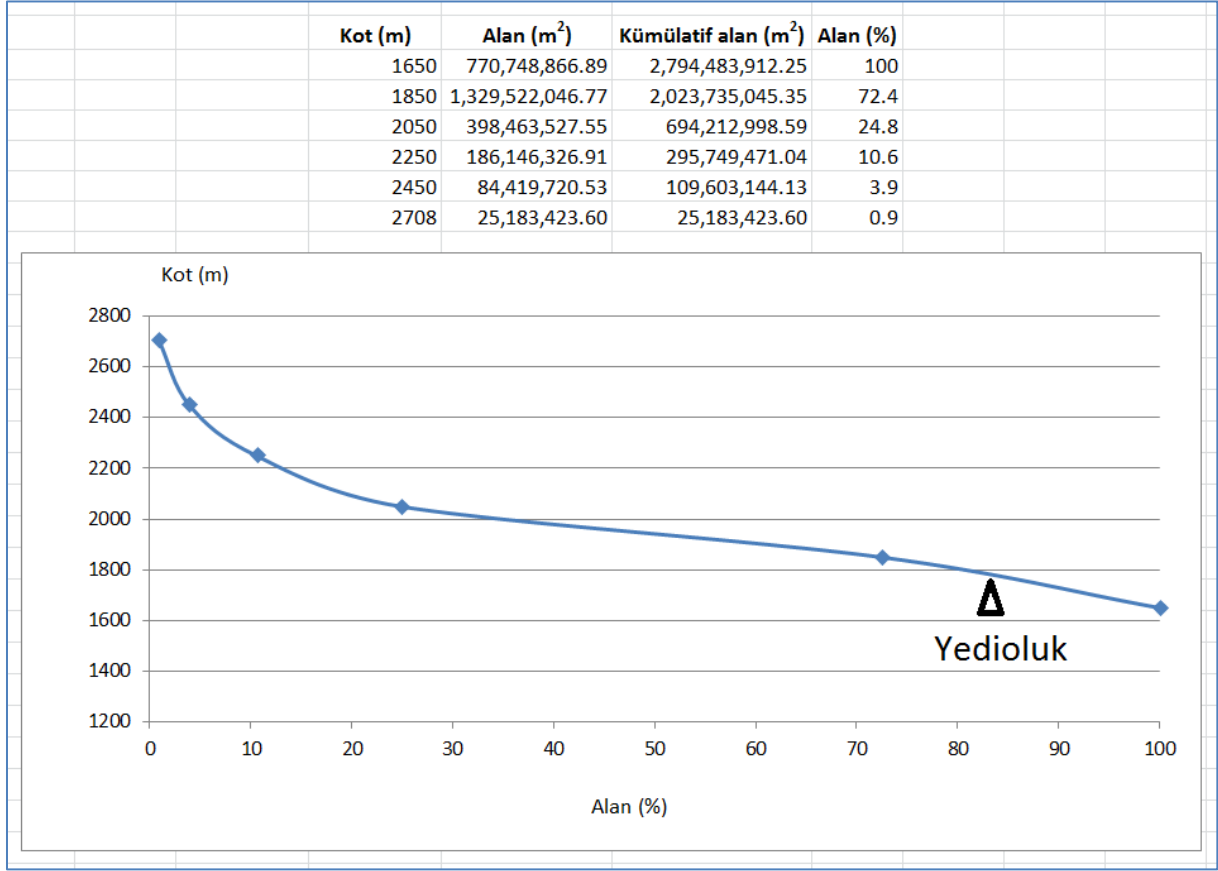


Excel dosyaya değerler yapıştırıldıktan sonra her bir kot aralığına karşı belirlenen alanlar toplanır. Kümülatif değerler belirlendikten sonra alan yüzdeleri hesaplanarak kot değerlerine karşı grafiğe çizilir.

Bahçelik Barajı su toplama alanında 3 adet yağış istasyonu yer almaktadır. İki istasyon kapatıldığı için havza sınırına çok yakın olan Uzunpınar istasyonu değerlendirmeye alınmıştır. Bu istasyonlara ait veriler aşağıda verilmiştir;

İstasyon adı	Kot (m)	Yıllık ortalama yağış (mm)	İstasyon açılış tarihi	İstasyon kapanış tarihi
Başören	1670	429	1966	
Kazancık	1050	270	1962	1973
Yedioluk	1790	612	1966	1973
Uzunpınar	1740	301	1959	

Havzada en yüksek kotta olan Yedioluk istasyonudur. Bu istasyon kot-alan grafiğine işlendiği takdirde havzanın yaklaşık % 85'inin yağış istasyonlarınca temsil edilmediği görölmektedir.



6. KAYNAKLAR

Ataol M., 2010, Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri.

Bakış R. ve Bilgin M., 2004, Baraj Hazne İşletme Çalışmalarında Yeni Kriterler.

ESRI, Maidment D. (Ed.), 2002, Arc Hydro GIS for Water Resources.

ESRI, 2010, Arc GIS Desktop Help.

Hellweger F., 1997, AGREE - DEM Surface Reconditioning System.

H.Ü., 1985, Genel Hidrojeoloji Laboratuvarı Ders Notları.

Merwade V., 2010, Watershed and Stream Network Delineation.

Sargın A.H., 1991, Sarımsaklı Ovası Yeraltısuyu Akımı Sonlu Farklar Modeli.

Tarboton D., Maidment D., ve Robayo O., 2003, GIS in Water Resources - Watershed Delineation from Digital Elevation Models.

Turunçoğlu U. ve Şen Z., 1999, Yağış Ağırlıklı Alansal Ortalama Yöntemi.