

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EGE BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM KARAKTERİSTİKLERİNİN
HAVZA FİZYOGRAFİK PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mesut MEŞE**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Hidrolik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdullah Cem KOÇ

MAYIS 2012

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091131025 nolu öğrencisi Mesut MEŞE tarafından hazırlanan "EGE BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVZA FİZYOGRAFİK PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. A. Cem KOÇ (PAÜ) 
(Jüri Başkanı)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Erdal AKYOL (PAÜ) 

Jüri Üyesi : Yrd. Dr. Fatih DİKBAŞ (PAÜ) 

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20/06/2012 tarih ve 16/15... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza



Öğrenci Adı Soyadı : Mesut MEŞE

ÖNSÖZ

Bu çalışma Batı Anadolu akarsuları için uzun dönem ortalama debi ve en büyük anlık debi değerlerini hesaplayacak doğrusal ilişkileri bulmayı amaçlamaktadır. Doğrusal denklemler Sayısal Yükseklik Modeli'nden elde edilen havza fizyografik parametrelerini içerir. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıda bulunan tez danışmanım Doç. Dr. A. Cem KOÇ'a ve sağladıkları katkılardan dolayı jüri üyeleri Yrd. Dr. Fatih DİKBAŞ'a ve Yrd. Doç. Dr. Erdal AKYOL'a teşekkür ederim.

MAYIS 2012

Mesut MEŞE

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Bilgisi	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1 Seçilen Havzalar	5
2.2 Havza Fizyografik Parametreleri	8
2.2.1 SYM'nin Hazırlanması	9
2.2.2 Çukursuz DEM oluşturulması	10
2.2.3 Akım yönü	10
2.2.4 Akım toplama	11
2.2.5 Havza çıkış noktası	12
2.2.6 Çıkış noktasının raster formatına dönüştürülmesi	13
2.2.7 Havza sınırlandırılması	13
2.2.8 Havzanın poligona çevrilmesi	14
2.2.9 Tüm SYM'den ilgilenilen havzanın çıkarılması	15
2.2.10 Havza alanının hesabı	15
2.2.11 Havza çevresinin hesabı	17
2.2.12 Havzanın ağırlık merkezinin bulunması	17
2.2.13 Eğim	17
2.2.14 Bakı	18
2.2.15 Ortalama yükseklik, maksimum yükseklik, minimum yükseklik, kot-rölyef oranı	19
2.2.16 Bölgesel istatistikler	21
2.2.17 Akarsu çatallanma oranı (Stream Order)	21
2.2.18 Akarsu uzunluğu	22
2.2.19 Eğrilik (Curvature)	23
3. REGRESYON ANALİZİ	25
3.1 Parametrelerin (Katsayıların) Tahmini	25
3.2 Tek Değişkenli Regresyon Analizi	25
3.3 Çok Değişkenli Regresyon Analizi	26
3.4 Bağımsız Değişkenlerin Modelden Çıkarılması-Adım Adım Regresyon (Stepwise Regression)	27
3.5 Regresyon Modelinin Performans Analizi	27
3.5.1 Belirlilik katsayısı (R ²)	27
3.5.2 Hataların karelerinin toplamı	28
3.5.3 Tahminin standart hatası (SEE)	28

4. BULGULAR.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR.....	34
EKLER.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	72

KISALTMALAR

CBS:	Coğrafi Bilgi Sistemi
EİE:	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
SYM:	Sayısal Yükseklik Modeli
NASA:	National Aeronautics and Space Administration
METI:	Management and Engineering Technologies International
DSİ:	Devlet Su İşleri
SEE:	Standart Error of Estimate
AGİ:	Akım Gözlem İstasyonu

TABLO LİSTESİ

Tablolar

2.1 : Akım gözlem istasyonlarının bilgileri.....	6
2.1 : Akım gözlem istasyonlarının bilgileri (Devam).....	7
2.2 : Bakı değerlerine göre hücre yönleri.....	19
4.1 : Parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile Pearson Korelasyon katsayıları.....	30
4.2 : Parametrelerin kaldırıldığı adım numaraları ve en iyi modellerin katsayıları.....	31

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

2.1 : Tez kapsamındaki havzaların genel yerleşimi.	7
2.2 : Tez kapsamındaki havzaların detaylı görünümü.	8
2.3 : Sayısal yükseklik modeli.	9
2.4 : Arc Toolbox'ta fill komutu.	10
2.5 : Arc Toolbox'ta akım yönü belirlenmesi.	11
2.6 : ArcGIS'in akım yönlerini kodlaması.	11
2.7 : Akım Toplama değerleri 15000'den büyük olan hücreler.	12
2.8 : Havza çıkış noktasının belirlenmesi.	12
2.9 : Havza çıkış noktasının raster formatına dönüştürülmesi.	13
2.10 : Havzanın sınırlandırılması.	14
2.11 : Havzanın poligona çevrilmesi.	15
2.12 : Havzanın SYM'den çıkarılması.	16
2.13 : Havza alanının hesaplanması.	16
2.14 : 3x3'lük hücre modeli.	17
2.15 : Hücre eğimlerinin hesaplanması.	18
2.16 : Bakı.	19
2.17 : Raster tabakada istatistiklerin hesaplanması.	20
2.18 : Bölgesel istatistikler.	21
2.19 : ArcGIS'te çatallanma oranının belirlenmesi.	22
2.20 : Raster akarsuların vektöre çevrilmesi.	22
2.21 : Akarsu uzunluklarının hesaplanması.	23
2.22a : Eğrilik hesaplanması.	24
2.22b : Eğrilik hesaplanması.	24
4.1 : Q_{maks} için performans analizi.	32
4.2 : Q_{ort} için performans analizi.	32
A.1 : 04-013 numaralı havzanın haritası.	36
A.2 : 04-014 numaralı havzanın haritası.	37
A.3 : 04-016 ve 04-017 numaralı havzaların haritası.	38
A.4 : 04-019 numaralı havzanın haritası.	39
A.5 : 04-021 numaralı havzanın haritası.	40
A.6 : 04-024 ve 04-025 numaralı havzaların haritası.	41
A.7: 04-028 numaralı havzanın haritası.	42
A.8 : 04-029 numaralı havzanın haritası.	43
A.9 : 04-031 numaralı havzanın haritası.	44
A.10: 05-015 numaralı havzanın haritası.	45
A.11 : 05-018 numaralı havzanın haritası.	46
A.12 : 05-021 numaralı havzanın haritası.	47
A.13: 05-026 numaralı havzanın haritası.	48
A.14 : 05-028 ve 527 numaralı havzaların haritası.	49
A.15 : 05-031 numaralı havzanın haritası.	50
A.16: 06-001 numaralı havzanın haritası.	51
A.17 : 06-006 numaralı havzanın haritası.	52
A.18 : 06-009 numaralı havzanın haritası.	53
A.19 : 06-011 ve 06-012 numaralı havzaların haritası.	54
A.20 : 06-013 numaralı havzaların haritası.	55

A.21 : 07-003_049_052_073 numaralı havzaların haritası.....	56
A.22 : 07-030 numaralı havzanın haritası.....	57
A.23 : 07-035_079_701_733 numaralı havzaların haritası	58
A.24 : 07-037 numaralı havzanın haritası.....	59
A.25 : 07-061 numaralı havzanın haritası.....	60
A.26 : 407 numaralı havzanın haritası.....	61
A.27 : 408 numaralı havzanın haritası.....	62
A.28: 410 numaralı havzanın haritası.....	63
A.29 : 509 numaralı havzanın haritası.....	64
A.30 : 514 ve 515 numaralı numaralı havzaların haritası.....	65
A.31 : 522 numaralı havzanın haritası.....	66
A.32 : 524 numaralı havzanın haritası.....	67
A.33 : 525 numaralı havzanın haritası.....	68
A.34 : 725 numaralı havzanın haritası.....	69
A.35 : 728 numaralı havzanın haritası.....	70
A.36 : 732 numaralı havzanın haritası.....	71

SEMBOL LİSTESİ

- k: Değişken sayısı
n: Gözlem, veri sayısı
X: Örneklemdeki bağımsız değişkenler
 $\hat{\beta}$: Çoklu doğrusal regresyon denkleminin katsayıları
 \hat{Y}_i : Y değişkeninin modelden elde edilen değeri
p: Parametre sayısı
 R^2_{adj} : Düzeltilmiş çoklu belirlilik katsayısı
 R^2 : Çoklu belirlilik katsayısı

ÖZET

EGE BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVZA FİZYOĞRAFİK PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ

Ortalama debi ve gözlenmiş en büyük debi su yapılarının tasarımında kullanılan önemli iki akım karakteristiğidir. Bu değerler akım gözlem istasyonlarındaki gözlemlerden elde edilebilir. Ancak bütün akarsularda akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır, dolayısıyla akım karakteristikleri komşu havzalardaki gözlemler kullanılarak tahmin edilir. Genellikle sadece alan oranları bilgi transferinde kullanılır. Şüphesiz alan havzanın tüm karakteristik özelliklerini tek başıyla temsil edemez. Bu çalışma Batı Anadolu akarsuları için uzun dönem ortalama debi ve en büyük anlık debi değerlerini hesaplayacak doğrusal ilişkileri bulmayı amaçlamaktadır. Doğrusal denklemler, Sayısal Yükseklik Modeli'nden elde edilen havza fizyografik parametrelerini içerir. Çalışma için Batı Anadolu'dan 47 adet havza seçilmiştir ve hepsi 30 metrelik (1 açısız saniye) ASTER SYM'den sınırlandırılmıştır. Her havza için alan, çevre, yükseklik, eğim, kot-rölyef oranı, Strahler ve Shreve çatallanma miktarları, akarsu uzunluğu, sinüzoite, bakı ve eğrilik gibi 30 adet fizyografik parametre hesaplanmıştır. Akım karakteristikleri ve fizyografik parametreler arasındaki ilişkiler Geriye Doğru Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemi ile elde edilmiştir. Modellerin uyumlulukları determinasyon katsayısı, düzeltilmiş determinasyon katsayısı ve tahminin standart hatası ile değerlendirilmiştir. En büyük debi için determinasyon katsayısı 0.68 olan 14 parametrelilik ve ortalama debi için determinasyon katsayısı 0.814 olan 13 parametrelilik modeller en iyi performansı göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Fizyografik Parametre, Debi, Sayısal Yükseklik Modeli, Çoklu Doğrusal Regresyon

SUMMARY

DETERMINATION OF STREAM FLOW CHARACTERISTICS OF AEGEAN REGION WITH BASIN PHYSIOGRAPHIC PARAMETERS

Mean discharge and maximum observed discharge are two of the important stream flow values, which are used in the design of water structures. These values can be obtained from the observations of stream gauging stations. Whereas all streams has not got a gauging station. So stream flow characteristics are estimated by using the observations of neighbor basins. Usually just the ratio of area is used for transferring the information. Of course area can not represent the whole characteristics of the basin. This study that to find linear relationships to calculate the long term mean discharge and the maximum instantaneous discharge values for the Western Anatolian streams. Linear equations were derived that containing basin physiographic parameters which were obtained from the Digital Elevation Model (DEM). 47 watersheds from the Western Anatolia were selected for the study and they all delineated from the 30 meters (1 arc sec) ASTER DEM. For each watershed 30 physiographic parameters related to the area, perimeter, elevation, slope, elevation-relief ratio, Strahler order, Shreve magnitude, stream length, sinuosity, aspect and curvature were calculated. By using the Backward Stepwise Multiple Linear Regression method, relationship between the flow characteristics and physiographic parameters were obtained. Goodness of fit of the models was evaluated with determination coefficient, adjusted determination coefficient and standart error of estimate. The best model for the maksimum discharge has 14 parameters and determination coefficient of the model was calculated as 0.68 and for mean discharge has 13 parameters and determination coefficient of the model was calculated as 0.814.

Key Words: Western Anatolia, Physiographic Parameters, Discharge, Digital Elevation Model (DEM), Multiple Linear Regression

1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Havza araştırmalarında coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) yararlanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bir havzanın CBS ortamında modellenmesi demek o havzanın raster (mozaik) sayısal yükseklik modelinde (SYM) sınırlarının çizilmesi ve ana paftadan ayrılmasıdır. Bu tezin amaçlarından birisi, Ege Bölgesindeki 4, 5, 6 ve 7 numaralı havzalarda bulunan ve Devlet Su İşleri (DSİ) ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen bazı akım gözlem istasyonlarını besleyen havzaların, CBS kullanılarak, SYM'lerinin hazırlanmasıdır. Tez sonucunda Ege Bölgesindeki 47 adet akarsu havzasına ait SYM elde edildi. Böylece diğer araştırmacıların da hidrolojik çalışmalarında kullanabilecekleri bir SYM kütüphanesi oluşturuldu. Tezin diğer bir amacı da SYM'lerinden CBS programları yardımıyla hesaplanan bazı Havza Fizyografik Parametreleri ile havzanın akım karakteristiklerinden olan ortalama ve maksimum debi arasında ilişki kurularak üzerinde akım gözlem istasyonu olmayan benzer havzalarına ait akım parametrelerini hesaplamaktır. Böylece bölgedeki akım gözlem istasyonlarında karşılaşılmış en büyük anlık debiler (Q_{maks}) ve ortalama debiler (Q_{ort}) ile ilgili havzaların fizyografik parametreleri arasında çoklu doğrusal regresyon yöntemi ile ilişkiler belirlenerek aynı bölgede üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmayan bir havzanın debileri tahmin edilebilecektir. Burada her havzaya ait 30 adet fizyografik parametre bulunup kullanıldı. Tezde kullanılan fizyografik parametreler SYM'den elde edilebilecek ve Q_{maks} ile Q_{ort} 'un tahmin edilmesinde etkili olduğu düşünölenler arasından seçildi.

Bölgesel ölçekteki jeomorfolojik çalışmalar fizyografi olarak adlandırılır. Fizyografik analiz, ele alınan yeryüzü bölgesinin fizyografik parametrelerinin büyüklük ve dağılım yönünden incelenmesidir. Havzaların fizyografik parametreleri havzanın ayırt edici özelliklerindedir ve havza modellemelerinde diğer hidrolojik ve meteorolojik parametrelerle birlikte kullanılmalıdır. Havzaların SYM'lerinden yola çıkarak Ege Bölgesindeki DSİ ve EİE' ye bağlı akım gözlem istasyonlarını besleyen havzaların sınırları çizildi ve bunların havza fizyografik parametrelerinin belirlendi. Daha sonra elde edilen parametreler kullanılarak ortalama ve maksimum debi ile ilgili modellemeler yapıldı.

Tezde esas olarak ArcGIS ve onunla birlikte çalışın DEM Surface Tools programı havza fizyografik parametrelerini SYM'den elde etmek için kullanıldı.

Ölkemizde akarsu havzaları ile ilgili CBS ortamında çalışma yapmak isteyen araştırmacılar, ilgili havzanın SYM' sine ulaşmak için rutin bazı çalışmalarını gerçekleştirmek

durumundadırlar. Öncelikle internet üzerinden ilgili havzayı içeren SYM paftalarını indirmeleri ve eğer havza bu paftalardan bir tanesinin içinde kalmıyorsa birkaç paftayı birleştirmeleri gerekmektedir. Bundan sonra ilgilendikleri havzanın sınırlarını CBS programlarının yardımıyla çizmeleri gereklidir.

Literatürde de belirtildiği gibi ülkemizde SYM'leri kullanılarak havza fizyografik parametreleri ile ilgili yapılan çalışmalar sadece bir havza için gerçekleştirilmiştir. Bölgesel veya ülke çapında bir çalışma henüz yapılmamıştır. Çok sayıda havzanın fizyografik parametreleri ilk defa havza modellemelerinde hidrolojik parametrelerle beraber kullanıldı.

1.2. Literatür Bilgisi

Su kaynakları mühendisliğinde ve havza yönetiminde CBS'den yararlanılması 1970'li yıllara kadar gider. Ancak esas gelişme 2000 yılı Şubat ayında Uzay Mekiği Endeavour'un 11 günlük görevi sonucu Dünya'nın büyük bir kısmının (60° Kuzey ve 54° Güney paralelleri arası) SYM'nin hazırlanması ile gerçekleşmiştir. SYM'nin havza çalışmalarında en çok kullanılan hücre büyüklükleri 1 km (30 açısız saniye), 90 m (30 açısız saniye) ve 30 m (1 açısız saniye)'dir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 10 m hücre büyüklüğüne sahip SYM'leri ücretsiz olarak araştırmacıların kullanımına sunulmuştur. Ancak, ülkemizin de aralarında bulunduğu diğer ülkeler için şu anda hücre büyüklüğü 30 m ve daha büyük sayısal yükseklik haritalarına ücretsiz olarak erişilebilmektedir. Verilerin yanı sıra bunları işleyecek olan yazılımların da 2000 yılından sonra hem sayısı hem de yetenekleri artmıştır.

SYM'nin su kaynakları mühendisliğinde genel kullanım alanları ile ilgili çok sayıda kitap yazılmıştır. Johnson (2009) ve Lyon (2003) gibi yazarların kitaplarında su kaynaklarının belli başlı konularında CBS ve uzaktan algılama yöntemlerinin kullanımı ile ilgili teorik bilgi, örnek uygulamalar yardımıyla verilmektedir. Bu kitaplarda, SYM'den havzaların elde edilmesi ve havza fizyografik parametrelerinin hesaplanması hakkında kullanılan çeşitli yazılımlar da tanıtılmaktadır.

Tek bir havzada veya bölgesel ölçekte çok sayıda havzada yapılan jeomorfolojik çalışmalar sonucu elde edilen fizyografik parametrelerin kullanım alanları çok çeşitlidir. Bazı yayınlarda belli bir bölgedeki havzaların fizyografik parametrelerinin karşılaştırması amaçlanmıştır. Örneğin, Miliareisis ve Iliopulou, 2004'te İran'daki Zagros dağlık bölgesindeki dağların karakteristiklerini kümeleme ile sınıflandıran çalışmalarında bölgenin 1 km büyüklüğündeki SYM'den elde edilen yerel rölyef, ortalama eğim, hipsometrik integral gibi fizyografik parametreleri kullanmışlardır..

Bazı çalışmalarda yağış-akış ilişkisini belirlemeye çalışan modellere havza fizyografik parametreleri de eklenmiştir. Berger ve Entekhabi, 2001'de yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nin çeşitli bölgelerinden 10 adet havzanın ortalama yüzey eğimi, rölyef

oranı, drenaj yoğunluğu, ıslaklık indisi (wetness index) gibi fizyografik parametrelerinin akış oranı (akış/yağış) ile ilişkisini çoklu doğrusal regresyon ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmalarında 30 m hücre büyüklüğündeki SYM'den yararlanmışlardır.

Cheng vd. 2001'de Kanada Ontario'daki 322 akarsu havzasının Strahler çatallanma oranları ile alan, eğim, akarsu yoğunluğu vb. gibi 26 adet morfometrik parametre arasındaki ilişkiyi gösteren bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmalarında 30 m hücre büyüklüğüne sahip SYM'den morfometrik parametreleri ArcGIS programı yardımı ile elde etmişlerdir.

Sanborn ve Bledsoe 2006 yılındaki araştırmalarında A.B.D.'nin üç eyaletindeki akış karakteristiklerinin (kar erimesi, yağmur, karışık vb.) çoklu regresyon analiziyle belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada 150 adet akım gözlem istasyonunun ve onları besleyen havzaların akımla ilgili çeşitli verilerinin yanı sıra iklim ve havza fizyografik karakteristikleri de hesaba katılmıştır. Ortalama ve minimum havza kotları, drenaj yoğunluğu, ortalama havza eğimi, alan, ortalama bakı (aspect) gibi fizyografik parametreler dikkate alınmıştır.

Ülkemizde de akarsu pik debilerinin havza fizyografik parametreleri kullanılarak çoklu regresyon analiziyle incelenmesi çalışmaları mevcuttur. Topaloğlu 2002 yılında yaptığı araştırmada Seyhan Havzası'ndaki 13 akım gözlem istasyonundaki pik debileri; havza alanı, akarsu uzunluğu, Benso eğimi, Akarsu frekansı, havza çevre uzunluğu, havza uzunluğu, çatallanma oranı ve maksimum havza rölyefi gibi fizyografik parametreleri kullanarak tahmin etmeye yönelik çoklu regresyon çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada havza fizyografik parametrelerinin 1:100000 ölçekli haritadan ölçüldüğü belirtilmiştir, araştırmacılar çalışmalarında SYM ve CBS kullanmamışlardır.

Viviroli vd. 2009'da İsviçre'deki ölçüm yapılmayan orta büyüklükteki havzalarda taşkın tahmininde havza fizyografik parametrelerinden yararlanmışlardır. 140 adet havzanın verisi bu çalışmada kullanılmıştır. Bunlar, havzanın farklı yönlere bakan yüzeylerinin yüzdeleri, maksimum ve minimum kot, ortalama eğim, eğimi %3'ten küçük ve %15'ten büyük olan alanların yüzdeleri vb.'dir. Çalışmada bölgeselleştirme, en yakın komşu, Kriging ve regresyon yöntemleri ile yapılmıştır. Benzer bir çalışma Avusturya için Merz ve Blöschl tarafından 2005 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada akım gözlem istasyonu bulunan 575 adet havza dikkate alınarak SYM'lerinden elde edilen alan, kot ve akarsu ağı yoğunluğu gibi fizyografik parametreler kullanılarak Avusturya için taşkın frekans bölgeleme yapılmıştır. Bölgeleme işleminde Kriging ve çoklu regresyon kullanılmıştır.

Havza fizyografik parametreleri sadece taşkın araştırmalarında değil düşük akım çalışmalarında da kullanılmaktadır. Castiglioni vd. 2009'da yaptıkları çalışmada İtalya'daki 51 havzanın drenaj alanı, ana kol uzunluğu, maksimum, minimum ve ortalama kotlar gibi

fizyografik parametreleri kullanarak geoistatistik tekniklerle (Thiessen poligonları, inverse distance, Kriging) bölgeselleştirme çalışması yapmışlardır.

Ülkemizde de akarsu akımlarına fizyografik faktörlerin etkisini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Dengiz ve Göl 2010 yılında yaptıkları bir çalışmada Çankırı Uludere havzası akımlarının karakteristiklerini havza fizyografik parametreleri ve zemin özelliklerine bağlı olarak araştırmışlardır. Çalışmada SYM'den Micro Image CBS programı yardımıyla havza alanı, maksimum, minimum ve ortalama kotlar, çatallanma oranı, akım yoğunluğu, akarsu eğimi ve drenaj yoğunluğu değerleri bulunmuştur.

Reis vd. 2009'da CBS yardımıyla Kahramanmaraş yöresi Keklik Deresi yağış havzasında dere akımlarını etkileyen fizyografik etmenleri irdelemişlerdir. Bu amaçla arazi kullanma şekli, toprak tipi, yağış havzasının büyüklüğü ve şekli, ortalama yüksekliği, ortalama eğimi, genel bakışı ve drenaj durumu gibi faktörleri belirlemişlerdir.

Günok ve Pınar 2009'da CBS ile oluşturulan "SYM" sayesinde inceledikleri havzanın, belirli bölümlerinin yükselti, eğim ve baki özelliklerini ortaya koymuşlardır. Havza alanı ve karstik havza sınırı bu şekilde doğru biçimde belirlenmiştir

Havza fizyografik parametrelerinin belirlenmesinde SYM'leri, mozaik (raster) şeklinde olabileceği gibi Düzensiz Üçgen Ağı (Triangular Irregular Network – TIN) sistemi de kullanılmaktadır. CBS programları hem raster hem de TIN sistemindeki SYM'lerini işleyebilir ayrıca bunları birbirine dönüştürebilir. Ülkemizde taşkın araştırmalarında havza fizyografik parametrelerinden yararlanılan diğer bir çalışma da Akar ve Maktav tarafından 2008 yılında yapılmıştır. İstanbul Çiftlik Deresi havzası için yapılan taşkın haritalaması çalışmasında TIN sistemi ile verilen SYM kullanılmış eğim, baki ve yükseklik ile ilgili fizyografik parametreler HEC-GeoRAS programı ArcGIS ile beraber çalıştırılarak bulunmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez kapsamında kullanılan ve Batı Anadolu'yu kapsayan SYM paftaları, Amerikan Uzay Ajansı (NASA), Amerikan Jeoloji Servisi (USGS) ve Japon Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (METI) işbirliği olan ASTER Küresel Sayısal Yükseklik Modeli tarafından üretilmiş olup internet üzerinden ücretsiz olarak sağlandı. (www.jspacesystems.jp). Sayısal yükseklik verileri 1 açısal saniye (30 m) hücre büyüklüğüne sahiptir. Ekvatorda 30 x 30 metre olan hücrelerin genişliği diğer enlemlerde küçülerek $30 \times 30 \cos(\text{Enlem Derecesi})$ metrelik hücrelere dönüşmektedir. Elde edilen SYM üzerinde ArcGIS programı kullanılarak Bölüm 2.2'de belirtilen işlemler yapıldı.

2.1. Seçilen Havzalar

Tez kapsamındaki havzalar, kapanmış veya halen faaliyette bulunan, DSİ ve EİE'ye ait akım gözlem istasyonlarını besleyen, 20 yıldan fazla verisi olan ve alanı 2600 km^2 'den küçük olanlar arasından seçildi. Tezin amacı, üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmayan havzaların akım parametrelerini hesaplamaya yönelik olduğu için alanı 2600 km^2 'den büyük havzalar dikkate alınmadı. Çünkü büyük havzalar üzerinde genellikle akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Daha sonra istasyonları besleyen havzanın sınırları ülkemizin 1 açısal saniye hücre büyüklüğüne sahip SYM' inden ayrıldı.

Ege bölgesindeki 4 ana havzadan, DSİ ve EİE tarafından işletilmiş ve işletilmekte olan 47 adet akım gözlem istasyonu (AGI) bu tez kapsamında incelendi. Bu istasyonların modellemelerde kullanılmak üzere maksimum ve ortalama debileri de belirlendi (Tablo 2.1, Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).

Bu aşamadan sonra her akım gözlem istasyonu ayrı ayrı ele alındı. Öncelikle akım gözlem istasyonunun yeri akarsu üzerinde bir nokta olarak belirtildi. Bu işlem üzerinde hassasiyetle duruldu, çünkü CBS programları havza sınırlarını akım gözlem istasyonu noktasına göre belirlemektedir. DSİ ve EİE gibi kurumlar akım gözlem istasyonlarının koordinatlarını ve kotlarını 1/100000 veya 1/250000 gibi büyük ölçekli haritalardan vermektedirler. Yine havza alanları büyük ölçekli haritalardan hesaplanmaktadır. Dolayısıyla akım yıllıklarında bulunan havzanın yeri, kotu ve alanı ile ilgili bilgiler yaklaşıktır. Bu yaklaşık verilerin sadece bir tanesine bağlı olarak akım gözlem istasyonunun yerini SYM üzerinde belirtmek doğru değildir. Bu tez kapsamında akım gözlem istasyonlarının yerleri kurumlar tarafından verilen koordinat, kot ve alan değerleri birlikte değerlendirilerek, ayrıca akım gözlem istasyonunun

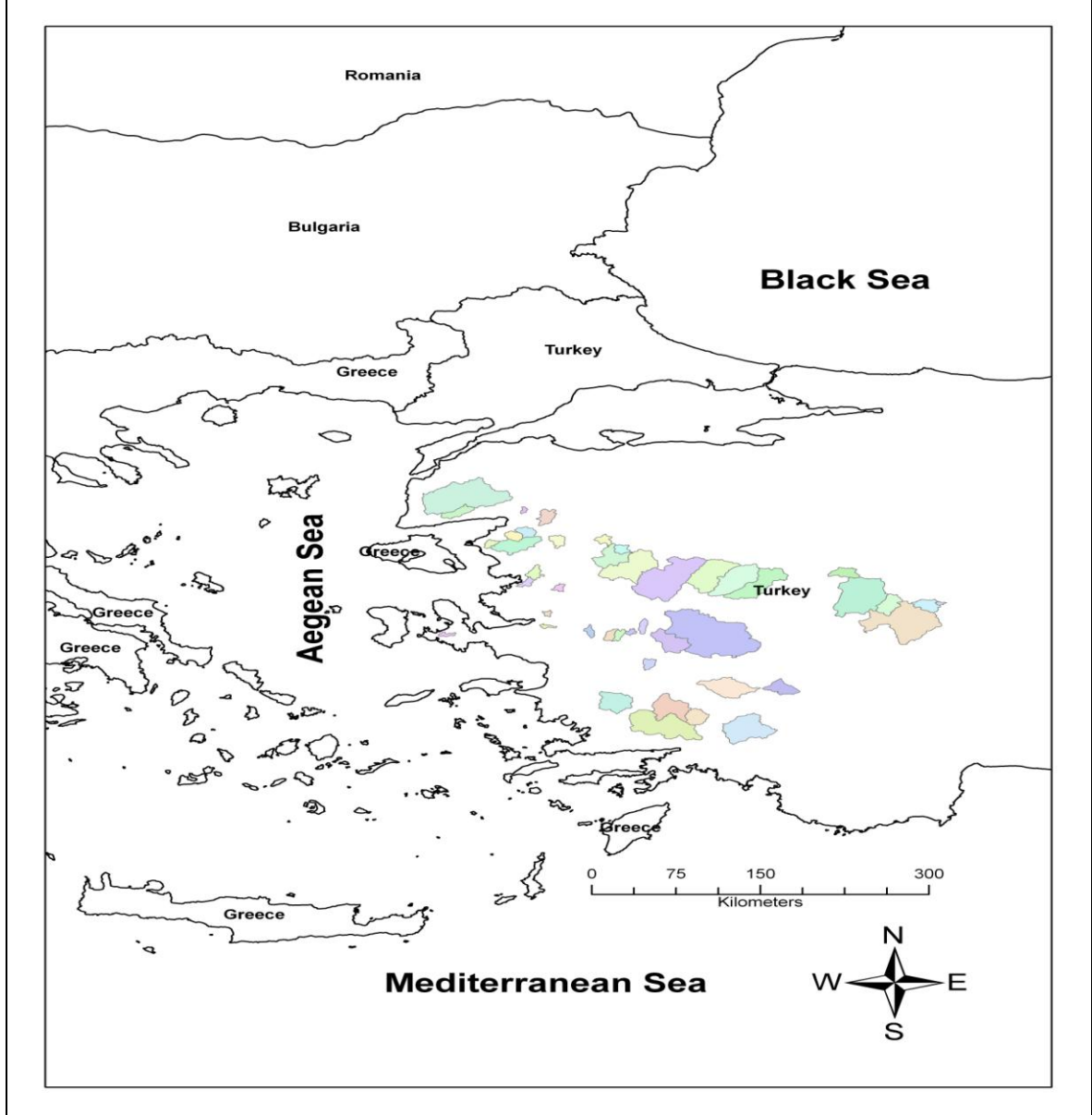
yeri hakkındaki açıklamalar da göz önüne alınarak gerekirse uydu fotoğraflarından yararlanılarak belirlendi. Havzaların detaylı haritaları EK A'da verildi.

Tablo 2.1: Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

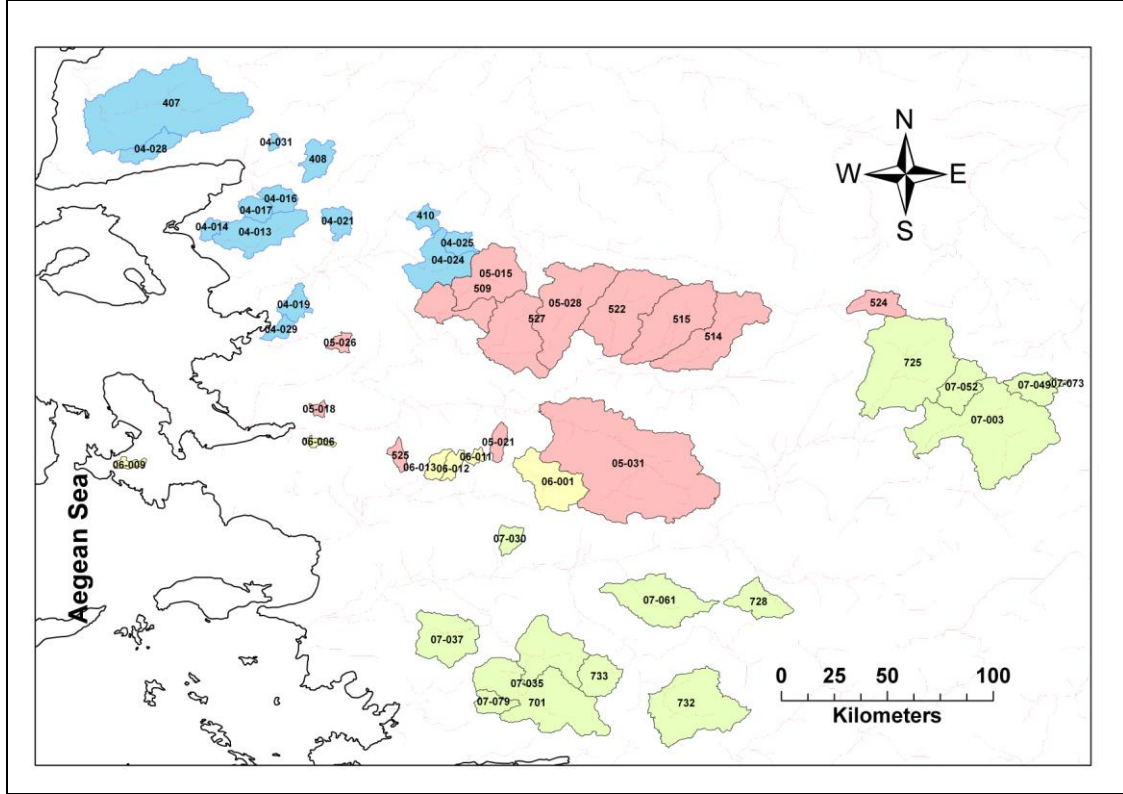
AGI NO	Doğu			Kuzey			Kot (m)	Alan (km ²)	Q _{maks} (m ³ /s)	Q _{ort} (m ³ /s)
	Dr	Dk	Sn	Dr	Dk	Sn				
04-013	26	49	0	39	13	0	24	426.0	400.0	2.71
04-014	26	44	0	39	14	0	8	65.80	140.0	0.17
04-016	27	0	0	39	27	0	87	126.70	130.0	0.85
04-017	26	59	0	39	26	0	83	112.40	282.0	0.78
04-019	27	9	38	39	1	31	36	117.0	47.0	0.37
04-021	27	20	0	39	15	0	100	118.9	175.0	1.2
04-024	27	41	0	39	10	0	150	486.90	120.0	1.41
04-025	27	51	0	39	11	0	226	96.80	83.0	0.44
04-028	26	26	0	39	35	0	234	173.30	440.0	1.54
04-029	27	0	0	38	50	0	5	67.70	28.0	0.21
04-031	27	4	0	39	37	0	80	25.93	62.0	0.28
407	26	19	40	39	49	54	20	1586.4	950.0	1.83
408	27	11	25	39	34	20	95	182.0	729.0	0.23
410	27	38	19	39	20	15	210	86.0	102.0	1.08
05-015	27	50	0	38	57	0	106	512.30	360.0	0.3
05-018	27	18	0	38	29	0	276	39.50	91.0	3.46
05-021	28	3	0	38	28	0	137	81.10	78.0	3.82
05-026	27	24	0	38	46	10	117	52.30	91.0	2.18
05-028	28	11	51	38	46	20	305	808.20	380.0	0.18
05-031	28	12	0	38	31	0	93	2513.0	270.0	0.09
509	27	46	9	38	53	25	77	901.6	433.0	0.44
514	28	42	0	38	41	58	345	689.6	860.0	0.45
515	28	33	18	38	43	24	376	739.6	1025.0	0.6
522	28	28	48	38	45	11	245	818.8	890.0	2.67
524	29	30	44	38	57	29	790	176.0	100.0	1.16
525	27	36	47	38	24	44	158	64.0	153.0	9.7
527	27	57	58	38	46	40	128	1430.5	1555.0	4.64
06-001	28	13	0	38	6	0	171	445.0	350.0	0.91
06-006	27	14	0	38	25	0	64	32.60	24.0	0.49
06-009	26	24	0	38	17	0	7	40.26	35.0	2.21
06-011	27	56	0	38	17	0	220	37.0	44.0	0.11
06-012	27	50	0	38	14	0	130	73.40	91.0	1.08
06-013	27	44	0	38	14	0	130	83.00	80.0	12
07-003	29	48	0	38	20	0	837	2015.0	230.0	0.989
07-030	28	3	0	37	54	0	177	96.60	170.0	0.732
07-035	28	8	0	37	30	0	112	1462.0	1000.0	2.95
07-037	27	56	0	37	36	0	73	441.10	570.0	2.57
07-049	30	12	30	38	35	32	1025	220.80	95.0	3.46
07-052	29	59	22	38	30	18	980	275.60	52.0	3.13
07-061	28	34	0	37	48	0	197	589.80	185.0	1.55
07-073	30	22	26	38	38	59	1238	18.84	19.0	0.721
07-079	28	6	0	37	18	0	355	123.0	110.0	4.65

Tablo 2.1 : (Devam) Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

AGI NO	Doğu			Kuzey			Kot (m)	Alan (km ²)	Q _{maks} (m ³ /s)	Q _{ort} (m ³ /s)
	Dr	Dk	Sn	Dr	Dk	Sn				
701	28	7	50	37	25	16	262	948.0	552.0	6.62
725	29	36	12	38	30	15	762	1277.6	56.30	2.99
728	29	8	11	37	49	6	237	256.0	50.60	2.19
732	28	43	28	37	20	8	409	854.8	1043.0	9.53
733	28	33	39	37	25	50	384	236.0	258.0	1.75



Şekil 2.1 : Tez kapsamındaki havzaların genel yerleşimi



Şekil 2.2 : Tez kapsamındaki havzaların detaylı görünümü

2.2. Havza Fizyografik Parametreleri

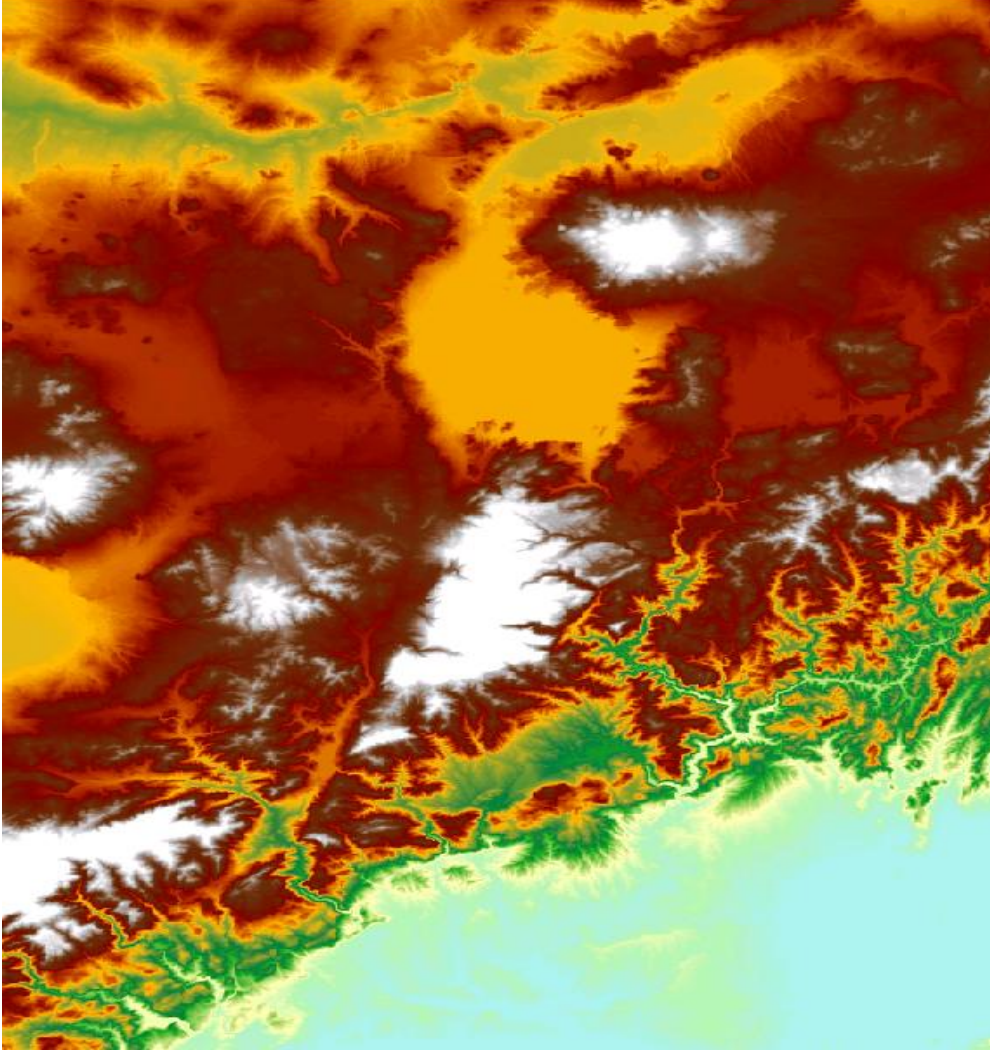
Tez kapsamında, her havza için SYM'lerinden çeşitli CBS programları kullanılarak, hesaplanan havza fizyografik parametreleri aşağıda detaylı olarak incelenecektir. Havza fizyografik parametreleri elde edilmeden önce havza sınırlarının belirlenmesi gerekir. Bu amaçla aşağıdaki işlemler bütün havzalar için yapıldı.

ArcGIS programı ile havza sınırlandırmasına temel teşkil etmek üzere SYM'deki boşlukların doldurulması (fill) işlemi ve akarsuların belirlenmesi (flow accumulation) işlemi yapıldı. Boşluk doldurma işlemi SYM'deki her hücrenin suyunu komşu hücrelere iletebilmesi için yüksekliğinin kontrol edilmesi ve gerekiyorsa düzeltilmesi işlemidir. Özellikle çok düz arazilerde veya etrafındaki her noktanın kotu kendisinden yüksek olan hücreler için gereklidir. Çok düz arazilerde SYM'nin kotlarının tam sayı olması yüzünden aslında aralarında çok az kot farkı bulunan bölgeleri temsil eden hücreler aynı kotta görünür. Dolayısıyla su akacak yer bulamaz. Bunu engellemek için düz arazilerin çıkış noktasına doğru ArcGIS programı tarafından bir eğim verilir. Daha sonra her hücre için akım yönü (flow direction) belirlendi. Bir hücrenin 8 adet komşusu bulunmaktadır. Akım yönü, ilgili hücrenin üzerinde bulunan suyu hangi komşu hücreye ileteceğinin belirlenmesidir. Daha sonra, her hücrenin membasındaki kaç adet hücreden su aldığını gösteren akım birikimi (flow accumulation) haritaları hazırlandı. Böylece arazi üzerinde akarsuların yerleri belirlendi. Bu aşamaya kadar yapılan işlemler mevcut SYM'nin tamamı içindir. Herhangi bir akım gözlem istasyonunu

besleyen havzanın sınırlarının çizilebilmesi için öncelikle akım gözlem istasyonu nokta olarak önceki adımda elde edilen akım birikimi haritası üzerinde işaretlendi. Böylece o noktaya suyunu ileten tüm noktalar bir sınır içerisine alınarak havza sınırlandırması (watershed delineation) işlemi tamamlandı. Bu aşamadan sonra artık sınırları belli olan havzalar SYM'nin diğer kısımlarından ayrılarak havzanın fizyografik parametreleri hesaplandı. Havza fizyografik parametrelerinin hesaplanmasının detaylı olarak incelenmesi aşağıda verildi.

2.2.1 SYM'nin hazırlanması

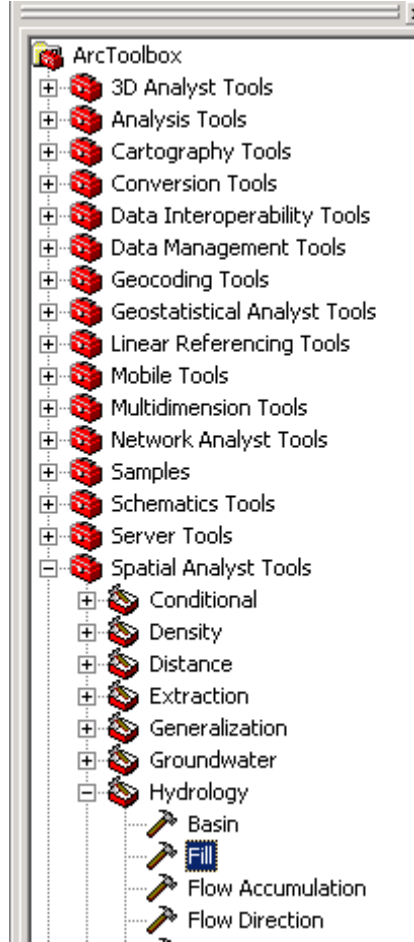
- Orijinali 1 derece karelik paftalar halinde bulunan ASTER Sayısal yükseklik modelleri incelenecek olan havzayı içine alacak sayıda birleştirilerek bir tabaka olarak ArcGIS projesine eklendi (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Sayısal yükseklik modeli

2.2.2 Çukursuz SYM oluşturulması

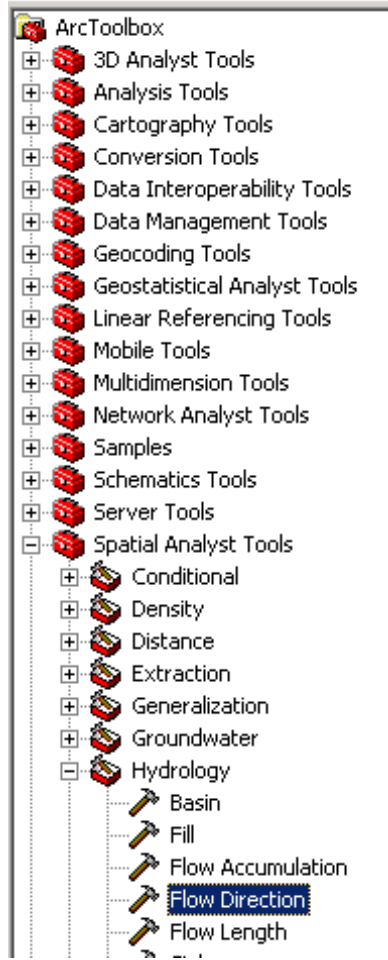
- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill komutu ile program tüm çukurları akışa imkan verecek şekilde doldurdu (Şekil 2.4).
- Bu komut çukurları doldurmanın yanı sıra akıma engel olan tümsekleri törpülemekte ve düz arazilere çok az eğim vermektedir.



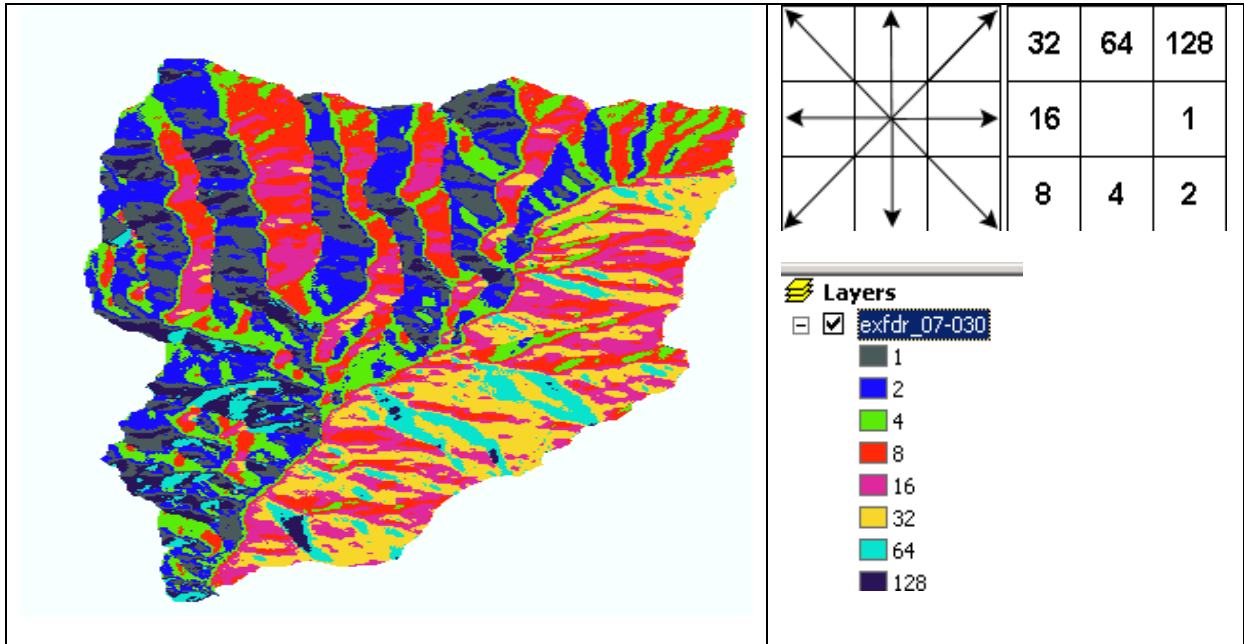
Şekil 2.4 : Arc Toolbox'ta fill komutu

2.2.3 Akım yönü

- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction (Şekil 2.5).
- Her hücrenin akım yönü belli bir kod ile belirlendi (Şekil 2.6).



Şekil 2.5 : ArcToolbox'da akım yönü belirlenmesi

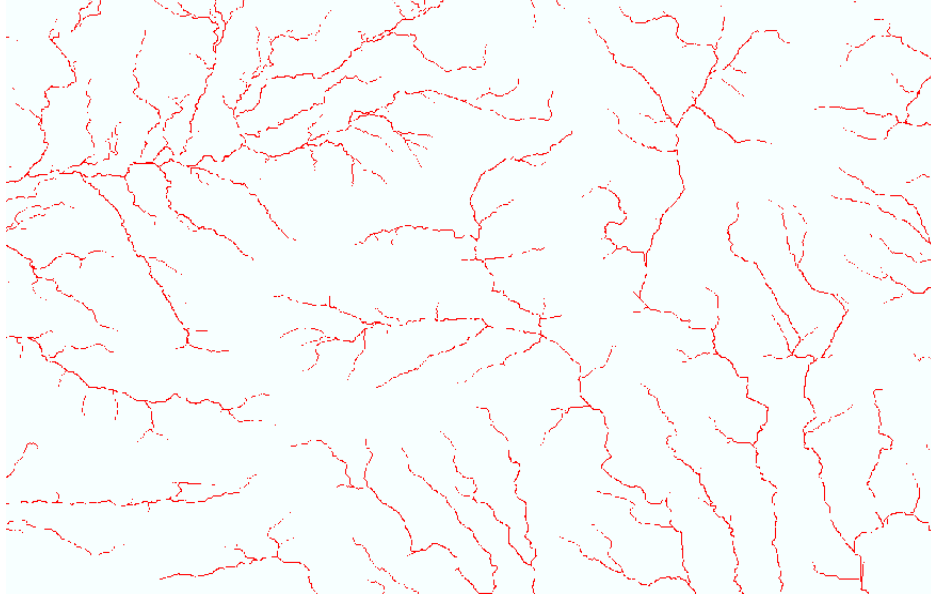


Şekil 2.6 : Arc GIS'in akım yönlerini kodlaması

2.2.4 Akım toplama

- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Accumulation (Şekil 2.7)

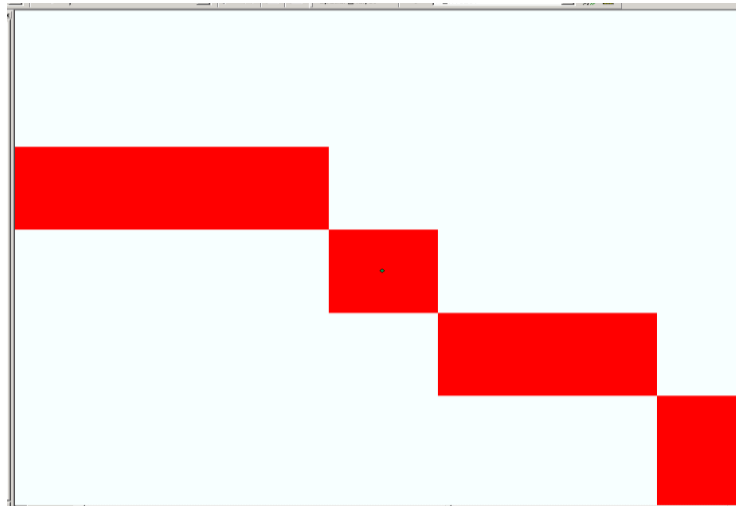
- Burada her hücrenin kaç tane hücreden su aldığı tespit edildi.
- Her hücrenin akım toplama değerleri hesaplandıktan sonra akarsular için bir eşik değeri belirlenir. Bu değer bölgeler arasında farklılık göstermektedir. Tezde eşik değeri 15000 olarak belirlendi. Bu değer yaklaşık 10 km²'lik bir alana karşılık gelmektedir.



Şekil 2.7 : Akım Toplama değerleri 15000'den büyük olan hücreler

2.2.5 Havza çıkış noktası

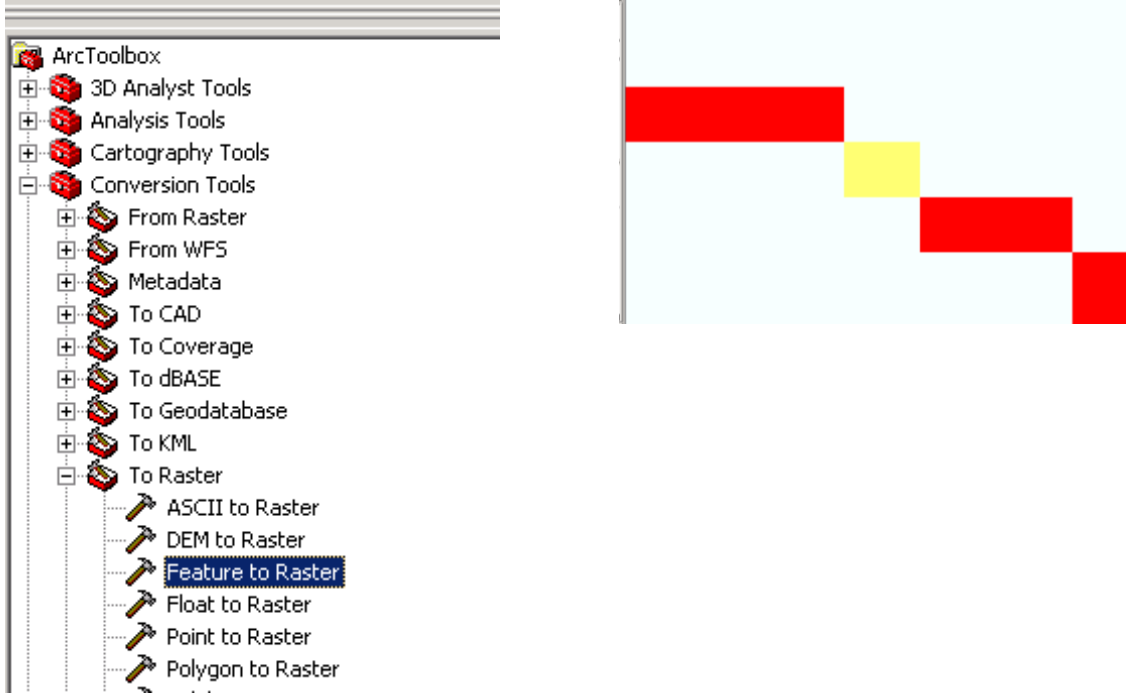
- Arc Catalog kullanılarak nokta vektör formatında bir shape dosyası oluşturuldu.
- Havzanın çıkış noktası, akım toplama (flow accumulation) işlemi sonucu oluşan hücrelerden uygun olanın üzerine konuldu (Şekil 2.8). Bu hücrenin kotu akım gözlem istasyonunun kotu (AGİ_KOT) olarak kabul edildi. Akım gözlem istasyonunun x (AGİ_X) ve y (AGİ_Y) koordinatları da bu noktanın koordinatı olarak alındı.



Şekil 2.8 : Havza çıkış noktasının belirlenmesi

2.2.6 Çıkış noktasının raster formatına dönüştürülmesi

- ArcGIS havzaları vektör formatındaki (shape) noktalardan üretilmediği için havza çıkış noktası raster formatına dönüştürüldü (Şekil 2.9).
- ArcToolbox > Conversion Tools > To Raster > Feature To Raster



Şekil 2.9 : Havza çıkış noktasının raster formatına dönüştürülmesi

2.2.7 Havza sınırlandırılması

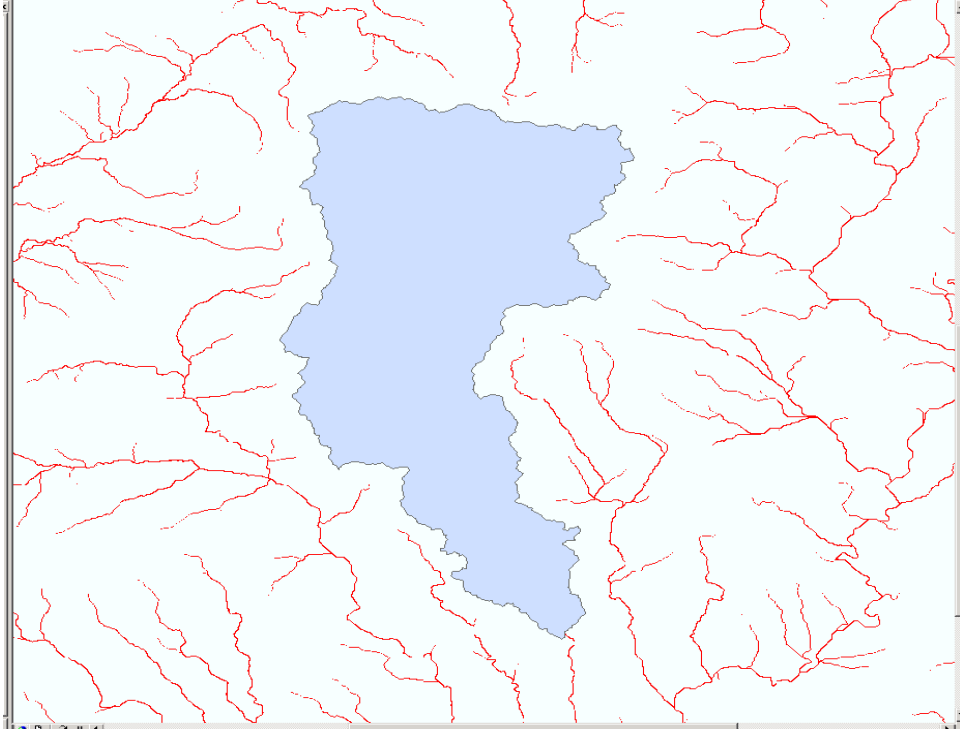
- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Watershed komutu çalıştırıldı. Akım yönü ve çıkış noktası tabakaları belirtilerek havza raster bir tabaka olarak oluşturuldu (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Havzanın sınırlandırılması

2.2.8 Havzanın poligona çevrilmesi

- Havzanın alanı, çevre uzunluğu ve ağırlık merkezinin koordinatlarını hesaplamak için havza vektör formatındaki poligona çevrildi (Şekil 2.11)
- ArcToolbox > Conversion Tools >From Raster > Raster To Polygon



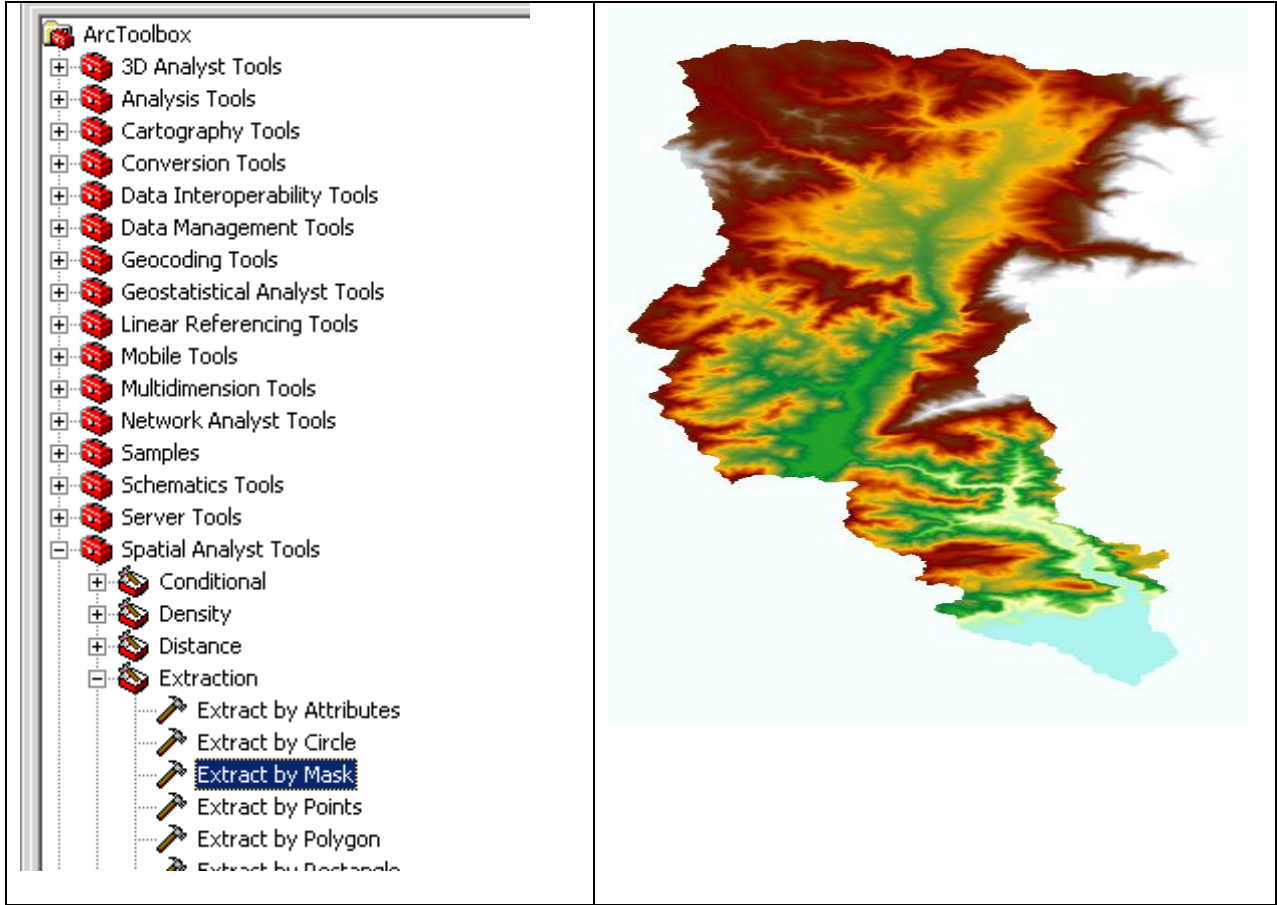
Şekil 2.11 : Havzanın poligona çevrilmesi

2.2.9 Tüm SYM'den ilgilenilen havzanın çıkarılması

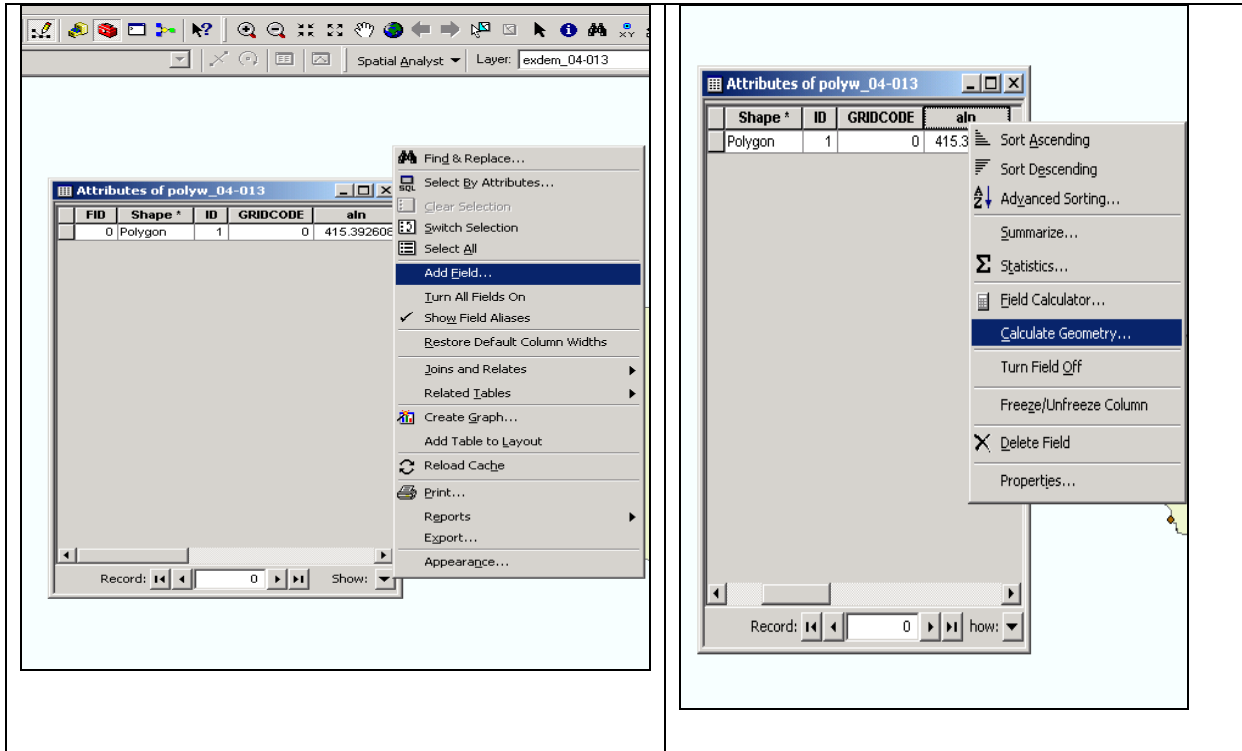
- Sadece ilgilendiğimiz kısım ile ilgili işlem yapmak için havza, doldurulmuş SYM, akım yönü ve akım toplama tabakalarından ayrıldı (Şekil 2.12).
- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask.

2.2.10 Havza alanının hesabı

- Havzanın poligon formatındaki haritasının özellikler tablosu (attribute table) Add Field komutu ile alan isminde sütun eklendi.
- Calculate Geometry komutu ile alan (ALAN) hesaplatıldı (Şekil 2.13).



Şekil 2.12 : Havzanın SYM'den çıkarılması



Şekil 2.13 : Havza alanının hesaplanması

2.2.11 Havza çevresinin hesabı

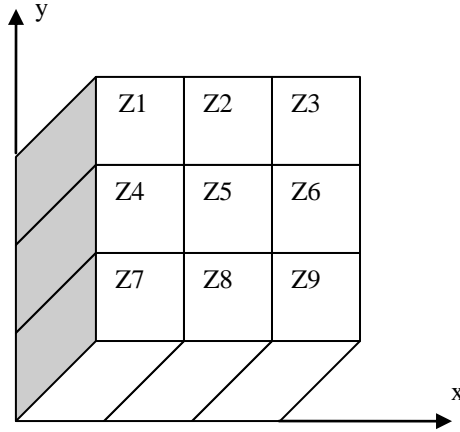
- Havzanın poligon formatındaki haritasının özellikler tablosu (attribute table) Add Field komutu ile çevre isminde sütun eklendi.
- Calculate Geometry komutu ile havzanın çevresi (ÇEVRE) hesaplatıldı.

2.2.12 Havzanın ağırlık merkezinin bulunması

- Havzanın poligon formatındaki haritasının özellikler tablosu (attribute table) Add Field komutu ile Gx ve Gy isminde iki adet sütun eklendi.
- Calculate Geometry komutu ile ağırlık merkezinin x (GX) ve y (GY) koordinatları ayrı ayrı hesaplatıldı.
- Havza ağırlık merkezi ile akım gözlem istasyonu arasındaki kuş uçuşu mesafe (G_AGİ) ölçüldü.

2.2.13 Eğim

Bir raster hücresinin eğim ve bakı değerleri Şekil 2.14'te gösterilen 3x3'lük hücre modelinin batı-doğu ve kuzey-güney yönündeki kot farkı değerleri ile hesaplandı. Eğimi hesaplanacak hücre 5 numaralı ve kotu Z5 olan hücredir. Bu çalışmada eğim ve bakı değerleri Horn metoduna göre hesaplandı. Doğu-Batı eğimi (G) ve Kuzey-Güney eğimi (H) ile gösterildi. Denklem 2.1 ve Denklem 2.2' de sırasıyla gösterildi.



Şekil 2.14 : 3x3'lük hücre modeli

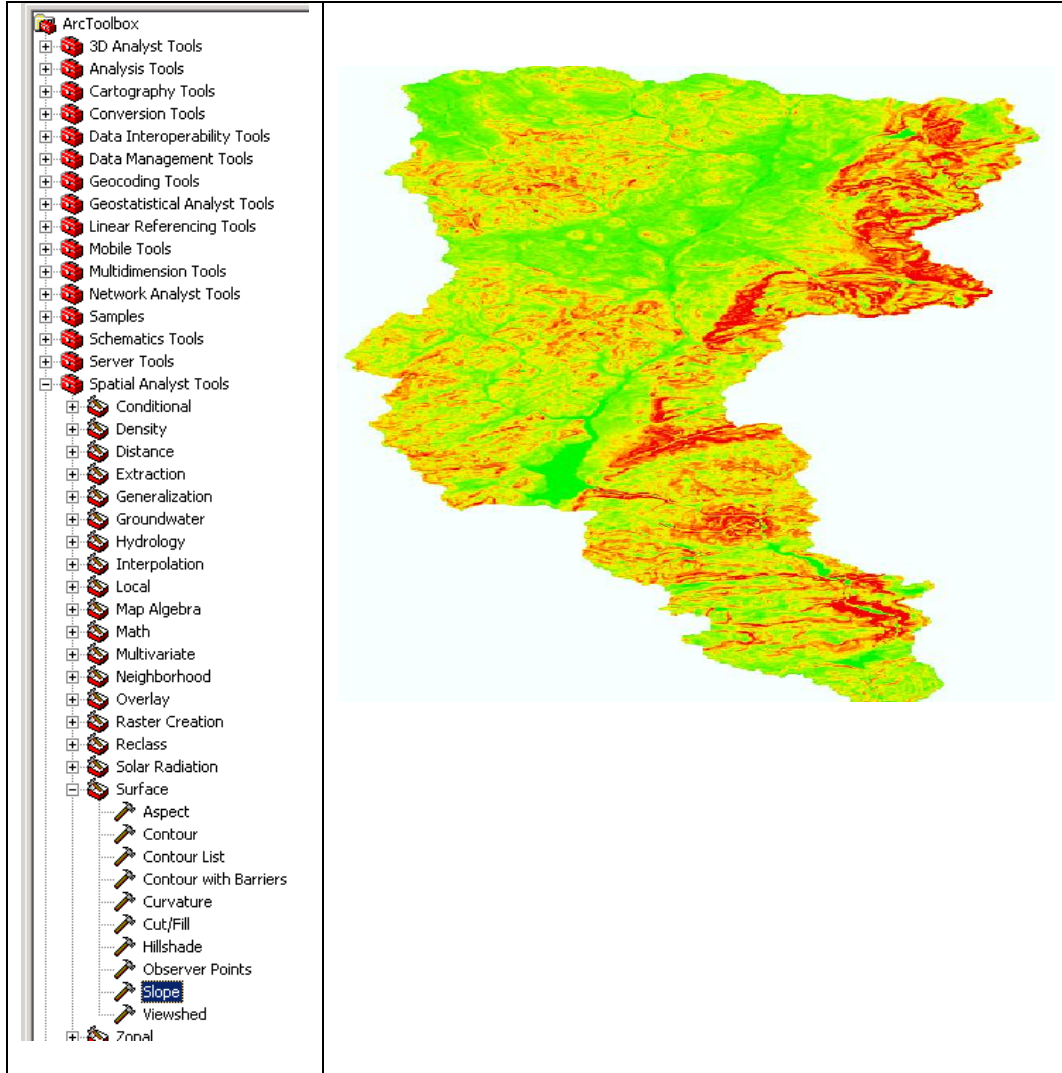
$$G = \frac{[(Z_3 + 2Z_6 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_4 + Z_7)]}{8\Delta x} \quad (2.1)$$

$$H = \frac{[(Z_1 + 2Z_2 + Z_3) - (Z_7 + 2Z_8 + Z_9)]}{8\Delta y} \quad (2.2)$$

Burada Z hücre yüksekliği, Δx hücre genişliği, Δy hücre yüksekliğini gösteriyor. Eğim Denklem 2.3'te gösterildiği gibi derece cinsinden hesaplandı.

$$\text{Eğim} = \frac{\pi \sqrt{G^2 + H^2}}{180} \quad (2.3)$$

- Eğim hesabında havzanın doldurulmuş (fill) SYM' si kullanıldı (Şekil 2.15).
- ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Slope komutları ile eğim (EĞİM) hesaplatıldı.



Şekil 2.15 : Hücre eğimlerinin hesaplanması

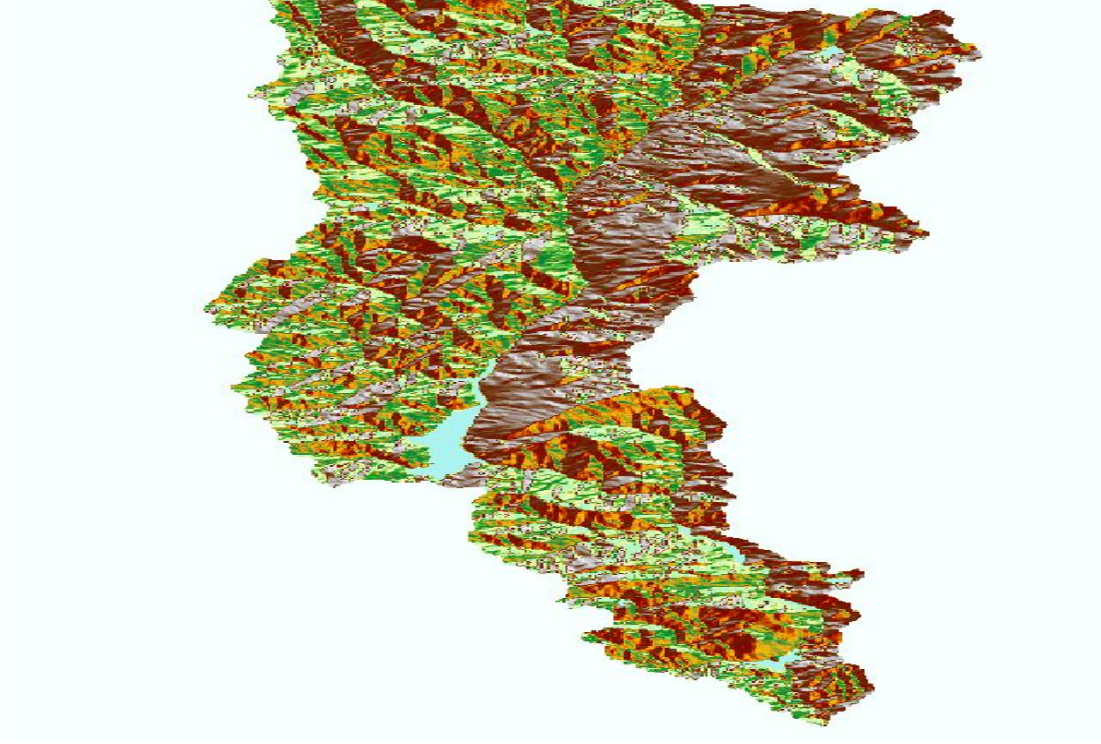
2.2.14 Bakı

Bakı hücrenin matematiksel yönüyle hesaplandı. Bakının matematiksel yönden derece cinsinden hesaplanması Denklem 2. 4'te gösterildi.

$$\text{Yön} = 2 \arctan \frac{-G}{\sqrt{H^2 + G^2} + H} \left(\frac{180}{\pi} \right) \quad (2.4)$$

EĞER Yön > 90° **İSE** Bakı = (450 – Yön) **DEĞİLSE** Bakı = (90 – Yön)

- Arc Toolbox > Spatial Analyst Tools > Surface Analysis > Aspect (Şekil 2.16)



Şekil 2.16 : Bakı

Bakı değerlerine göre bir hücrenin yönü Tablo 2.2'de verildi. ArcGIS Kuzey yönünü 0° olarak kabul etmekte ve saat yönünde artmaktadır. Bakı açıları tamsayıdır.

Tablo 2.2. Bakı değerlerine göre hücre yönleri

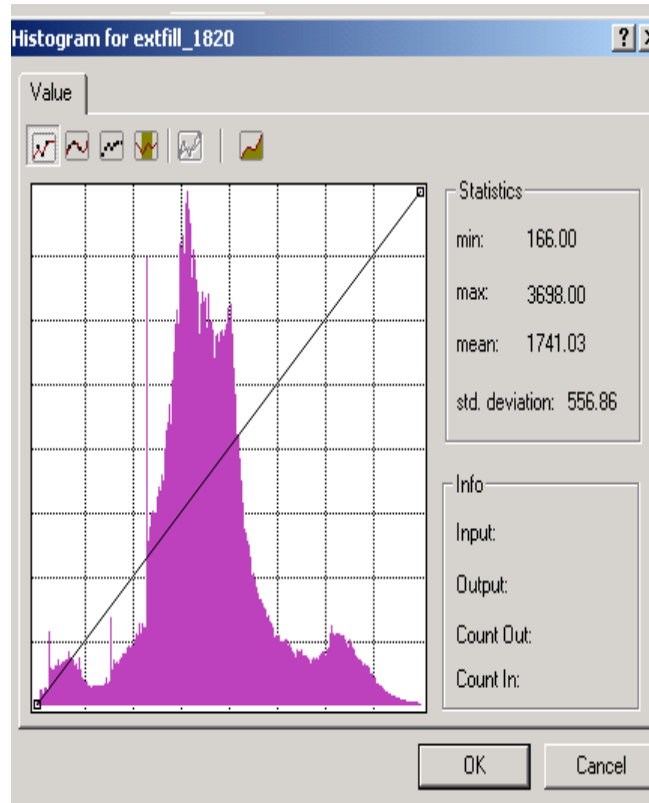
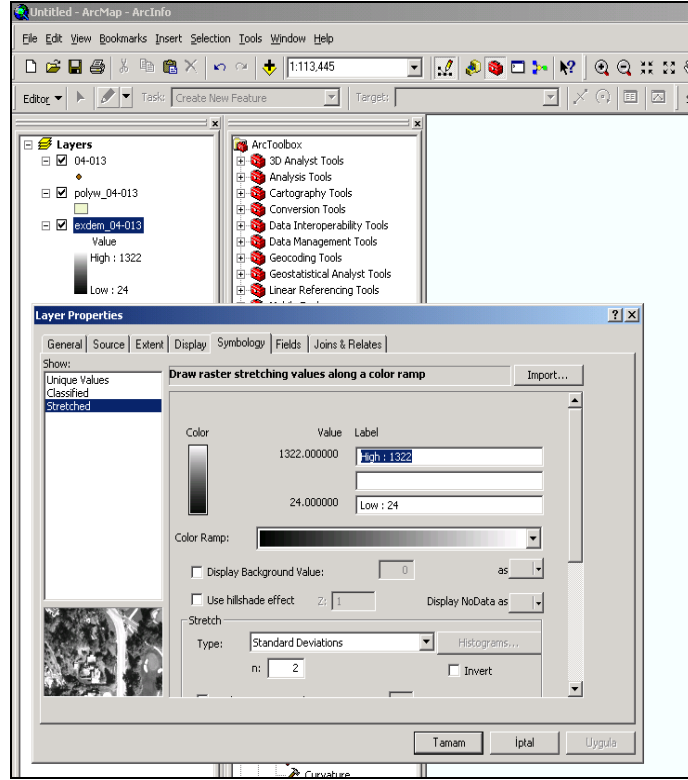
Bakı Açısı (Derece)	Yön	Kısaltma
-1	Düz	BAKI_DÜZ
338-22	Kuzey	BAKI_K
23-67	Kuzeydoğu	BAKI_KD
68-112	Doğu	BAKI_D
113-157	Güneydoğu	BAKI_GD
158-202	Güney	BAKI_G
203-247	Güneybatı	BAKI_GB
248-292	Batı	BAKI_B
293-337	Kuzeybatı	BAKI_KB

2.2.15 Ortalama yükseklik, maksimum yükseklik, minimum yükseklik, kot-rölyef oranı

Kot-rölyef oranı (E) topografyanın sayısal tanımlayıcısı olarak kullanıldı. Denklem 2.5'te tanımlanan kot-rölyef oranı hipsometrik oranın eşdeğeridir.

$$E = \frac{(\text{ortalama kot} - \text{minimum kot})}{(\text{maksimum kot} - \text{minimum kot})} \quad (2.5)$$

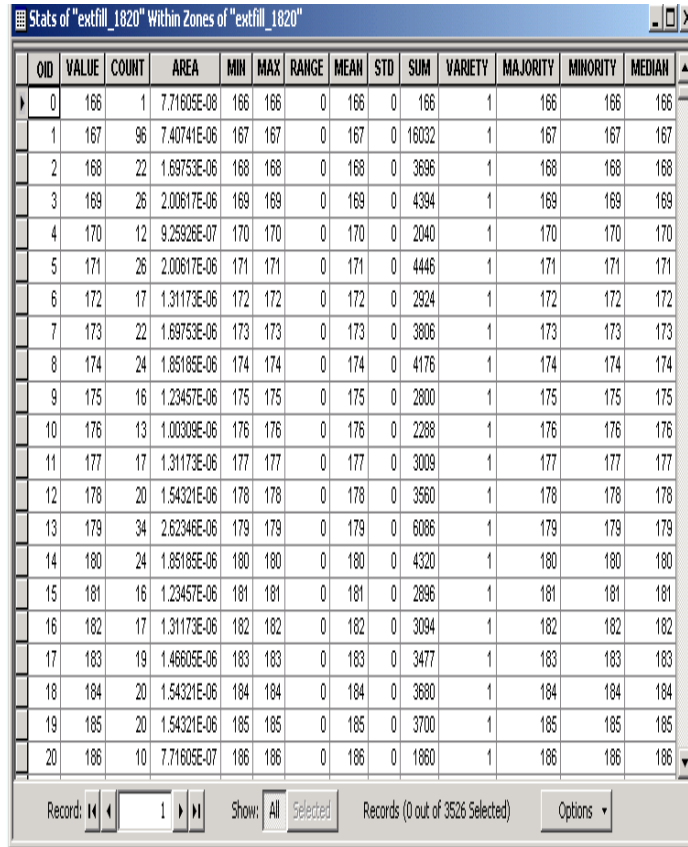
- ArcGIS'te bir raster tabakanın minimum, maksimum (H_MAX), ortalama (H_ORT) ve standart sapma değerleri Özellikler (Properties) penceresi Symbology sekmesinde bulunan Histograms komutuyla hesaplatıldı (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 : Raster tabakada istatistiklerin hesaplanması

2.2.16 Bölgesel istatistikler

- Spatial Analyst'in bir fonksiyonu olan Bölgesel İstatistikler (Zonal Statistics) ile bir raster tabakadaki hücrelerin değerlerini ve o değere sahip hücre sayılarını verir. Böylelikle o raster tabakanın istatistik parametreleri elde edilebilmektedir (Şekil 2.18).
- Zonal Statistics fonksiyonu tamsayı değerli raster tabakalar için kullanılabilir.
- Eğer Raster tabakadaki değerler ondalık sayı ise bunları tam sayıya çevirmek için şu komutlar kullanıldı: ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Math > Int



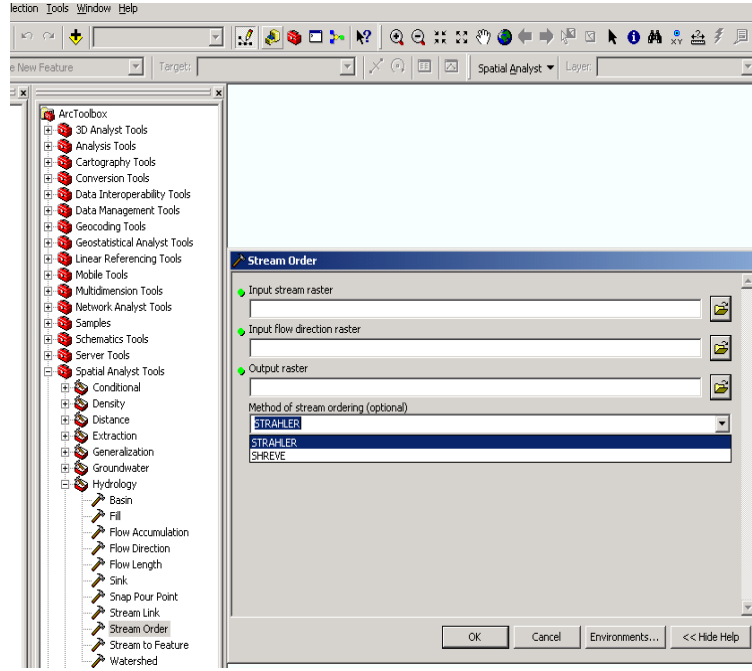
OID	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY	MAJORITY	MINORITY	MEDIAN
0	166	1	7.71605E-08	166	166	0	166	0	166	1	166	166	166
1	167	96	7.40741E-06	167	167	0	167	0	16032	1	167	167	167
2	168	22	1.69753E-06	168	168	0	168	0	3696	1	168	168	168
3	169	26	2.00617E-06	169	169	0	169	0	4394	1	169	169	169
4	170	12	9.25926E-07	170	170	0	170	0	2040	1	170	170	170
5	171	26	2.00617E-06	171	171	0	171	0	4446	1	171	171	171
6	172	17	1.31173E-06	172	172	0	172	0	2924	1	172	172	172
7	173	22	1.69753E-06	173	173	0	173	0	3806	1	173	173	173
8	174	24	1.85185E-06	174	174	0	174	0	4176	1	174	174	174
9	175	16	1.23457E-06	175	175	0	175	0	2800	1	175	175	175
10	176	13	1.00309E-06	176	176	0	176	0	2288	1	176	176	176
11	177	17	1.31173E-06	177	177	0	177	0	3009	1	177	177	177
12	178	20	1.54321E-06	178	178	0	178	0	3560	1	178	178	178
13	179	34	2.62346E-06	179	179	0	179	0	6086	1	179	179	179
14	180	24	1.85185E-06	180	180	0	180	0	4320	1	180	180	180
15	181	16	1.23457E-06	181	181	0	181	0	2896	1	181	181	181
16	182	17	1.31173E-06	182	182	0	182	0	3094	1	182	182	182
17	183	19	1.46605E-06	183	183	0	183	0	3477	1	183	183	183
18	184	20	1.54321E-06	184	184	0	184	0	3680	1	184	184	184
19	185	20	1.54321E-06	185	185	0	185	0	3700	1	185	185	185
20	186	10	7.71605E-07	186	186	0	186	0	1860	1	186	186	186

Şekil 2.18 : Bölgesel istatistikler

2.2.17 Akarsu çatallanma oranı (Stream Order)

Strahler ve Shreve çatallanma oranları akarsuların sıralanmasını temsil eden büyüklüktür.

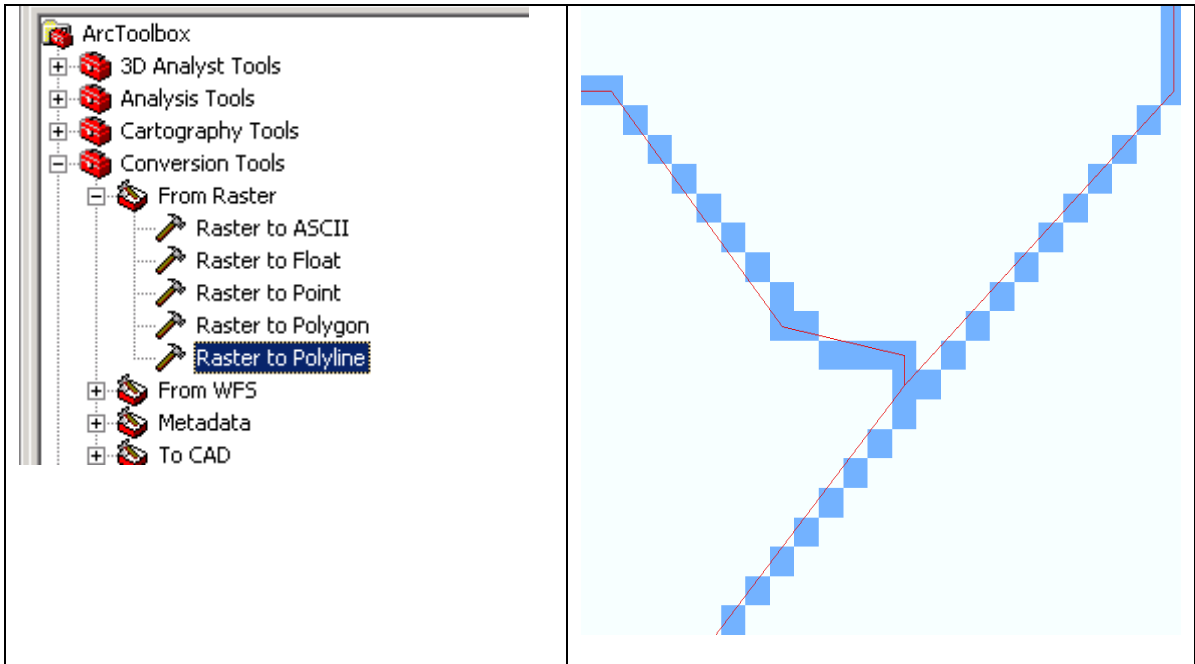
- ArcGIS'in ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Stream Order komutu ile çatallanma oranı Strahler (STR) ve Shreve'e (SHR) göre belirlendi (Şekil 2.19).
- Havzaları karşılaştırırken en büyük çatallanma değerleri kullanıldı.



Şekil 2.19 : ArcGIS'te çatallanma oranının belirlenmesi

2.2.18 Akarsu uzunluğu

- Raster formatında uzunluk hesaplanamadığı için akarsuları temsil eden akım toplama (flow accumulation) tablosundaki değeri 15000'in altında olan hücreler silinerek kalan hücreler ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster To Polyline komutu ile vektör formatına çevrildi (Şekil 2.20).



Şekil 2.20 : Raster akarsuların vektöre çevrilmesi

Oluşan vektör tabakanın özellikler tablosunda (attribute table) uzunluk isminde bir sütun (Field) oluşturularak “Calculate Geometry” komutu ile çizgi uzunlukları hesaplatıldı (Şekil 2.21).

FID	Shape *	ARCID	GRID_CODE	FROM_NODE	TO_NODE	uzunluk
0	Polyline	1	1	2	3	541.386283
1	Polyline	2	1	3	4	1155.877232
2	Polyline	3	1	5	9	812.178732
3	Polyline	4	1	9	1	1667.507977
4	Polyline	5	1	6	12	1114.120651
5	Polyline	6	1	10	13	1505.524921
6	Polyline	7	1	3	13	3075.393017
7	Polyline	8	1	11	12	1026.980885
8	Polyline	9	1	7	15	2082.921236
9	Polyline	10	1	15	16	39.059923
10	Polyline	11	1	16	17	30.922081
11	Polyline	12	1	15	17	69.982003
12	Polyline	13	1	17	19	826.91338
13	Polyline	14	1	19	20	39.059327
14	Polyline	15	1	20	21	30.922081
15	Polyline	16	1	19	21	69.981407
16	Polyline	17	1	14	16	2945.209829
17	Polyline	18	1	12	22	745.947905
18	Polyline	19	1	22	23	564.162215
19	Polyline	20	1	8	25	2103.936177
20	Polyline	21	1	18	25	592.428324

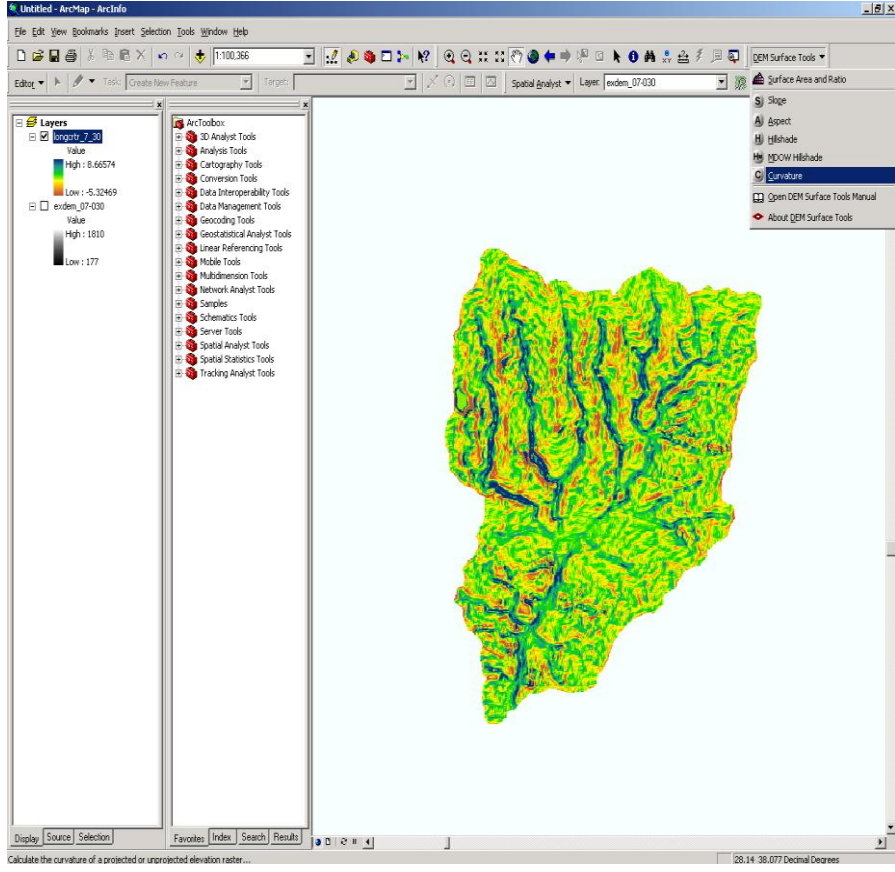
Şekil 2.21 : Akarsu uzunluklarının hesaplanması

Havza çıkış noktasından başlayarak farklı kol uzunlukları toplandı ve en uzun olanı ana kol (L_ANA KOL) olarak kabul edildi. Yine havza çıkış noktası ile ana kolun başlangıç noktası düz bir çizgi ile birleştirilerek bu uzunluk havza kuş uçuşu (L_KUŞ UÇ) mesafesi olarak kabul edildi. Ana kol uzunluğunun kuş uçuşu mesafeye oranı akarsuyun kıvrımlılığının bir ifadesi olan sinüzoite (SIN) olarak hesaplandı.

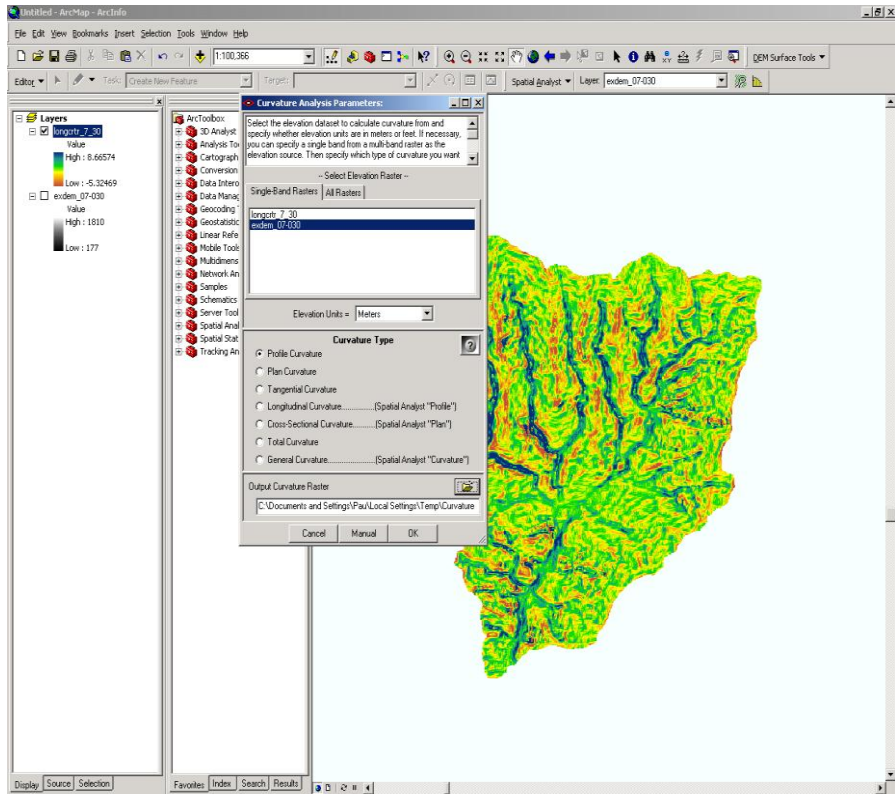
2.2.19 Eğrilik (Curvature)

Eğrilik, eğimin değişimi veya yüksekliğin ikinci türevi olarak tanımlanır. Bu çalışmada havzaların profil (profile curvature) ve boyuna (Longitudinal curvature) eğrilikleri hesaplandı. Regresyon analizinde eğriliklerin en büyük değerleri (PROF_MAX) ve (LONG_MAX), en küçük değerleri (PROF_MİN) ve (LONG_MİN) kullanıldı.

Eğrilikler ArcGIS içinde çalışan “Dem Surface Tools” isimli program ile hesaplatıldı (Şekil 2.22a, 2.22b)



Şekil 2.22a : Eğrilik hesaplanması



Şekil 2.22b : Eğrilik hesaplanması

3. REGRESYON ANALİZİ

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen “korelasyon analizi” ile değişkenlerden birisi belirli bir birim değiştiğinde diğerinin nasıl bir değişim gösterdiğini inceleyen “regresyon analizi” bilimsel araştırmalarda çok kullanılan istatistiksel yöntemlerdir.

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili tahminler ya da kestirimler yapabilmek amacıyla yapılır. Bu analiz tekniğinde iki (basit regresyon) veya daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişki açıklamak için matematiksel bir model kullanılır ve bu model regresyon modeli olarak adlandırılır. Regresyon analizi esas olarak değişkenler arasında ilişkinin niteliğini saptamayı amaçlar. Her tahmin değişkeninin kriter değişkenindeki toplam değişmeye olan katkısının saptanması ve dolayısıyla tahmin değişkenlerinin doğrusal kombinasyonunun değerinden hareketle kriter değerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır (www.frekans.com.tr/tr_analizler.html).

Bağımlı değişken, regresyon modelinde açıklanan ya da tahmin edilen değişkendir. Bu değişkenin bağımsız değişken ile ilişkili olduğu varsayılır. Bağımsız değişken, regresyon modelinde açıklayıcı değişken olup; bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır.

3.1 Parametrelerin (Katsayıların) Tahmini

Bir regresyon modeli oluşturulurken genelde en küçük kareler ve en büyük olasılık (maximum likelihood) teknikleri olarak bilinen iki yaklaşımdan birisi kullanılır. Eğer hata teriminin normal dağılım göstermesi şeklinde bir varsayım varsa en büyük olasılık, hata teriminin dağılışı ile ilgili herhangi bir varsayım söz konusu değilse en küçük kareler tekniği kullanılarak parametreler tahmin edilir.

3.2 Tek Değişkenli Regresyon Analizi

Tek değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen analiz tekniğidir. Bu analizle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal (lineer) ilişkiyi temsil eden bir doğru denklemi formüle edilmektedir. Korelasyon analizinde olduğu gibi, regresyon analizinde üzerinde durulan ilişki, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkidir. $Y=\alpha+\beta X+\epsilon$ şeklinde bir bağımlı ve bir de bağımsız değişken içeren bir

modeldir. Burada Y; bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır. X; bağımsız (sebebe) değişkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır. α ; sabit olup $X=0$ olduğunda Y'nin aldığı değerdir. β ise regresyon katsayısı olup, X'in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder. ϵ ; tesadüfî hata terimi olup ortalaması sıfır, varyansı σ^2 olup normal dağılım gösterdiği varsayılır. Yani, σ^2 , X'in bir fonksiyonu değildir. Bu varsayım parametre tahminleri için değil katsayıların önem kontrolleri için gereklidir. Regresyon analizi sonuçlarının yorumlanmasında birçok araştırmacı ve öğrenci tarafından ciddi hatalar yapılmaktadır. En yaygın hata, regresyon analizi sonuçlarının yorumlanmasında, x bağımsız değişkeninin y bağımlı değişkenine sebebe olduğu şeklindeki yorumdur. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendirdeki değişimi açıklıyor olması sebepselliği gerekli kılmaz. Başka bir ifade ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında (pozitif ve negatif) bir ilişkinin olması her zaman bağımsız değişken(lerin) bağımlı değişkenin sebebi olduğu sonucunu doğurmayacaktır. İki değişken arasında bir ilişkinin olabilmesi için sebepsellik şart değildir. İlişkinin sebebi belki de iki değişkenin üçüncü bir değişkenle olan ilişkilerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi, söz konusu ilişki tamamen tesadüfî olarak da ortaya çıkmış olabilir. Sebepsellik ile ilişkiselliğin aynı şeyler olmadığı unutulmamalıdır. Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkinin yapısı ve derecesi ile ilgilenmektedir.

3.3 Çok Değişkenli Regresyon Analizi

Bir olayı etkileyen birden fazla faktör varsa sebebe-sonuç ilişkisinin araştırılması çoklu regresyon analiziyle mümkündür. Bu tür çalışmalarda amaç; bağımlı değişkene etki eden birden çok bağımsız değişkenin etkisinin nasıl olduğunu incelemek ya da sadece aralarındaki karmaşık yapıyı tanımlamak olabildiği gibi, bağımsız değişkenlerden hangisi ya da hangilerinin bağımlı değişkeni diğer değişkenlere nazaran daha çok etkilediğini bulmak ya da bağımsız değişkenler yardımıyla bağımlı değişkeni tahmin etmek şeklinde de olabilmektedir. Çoklu regresyon modelinde; bir bağımlı ve bağımlı değişkeni etkileyen birden fazla bağımsız değişken yer almaktadır (Biçkici, 2007). Gözlem sayısı her değişken için n olduğunda doğrusal ilişki,

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{i1} + \hat{\beta}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ik} + e_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

şeklinde gösterilebilir. Bu denklemde k değişken sayısı, n ise gözlem sayısını ifade eder. $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ çoklu doğrusal regresyon denkleminin katsayılarıdır ve normal dağılıma sahip rastgele değişkenlerdir. $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$ değerleri örneklemden bağımsız değişkenlerdir. \hat{Y}_i ise Y değişkeninin modelden elde edilen değeridir.

3.4 Bağımsız Değişkenlerin Modelden Çıkarılması-Adım Adım Regresyon

Bu çalışmada adım adım regresyon modeli kullanıldı. Model kurma yöntemlerinden biri olan Adım Adım Regresyon yöntemi, modelde bulunması anlamlı olan bağımsız değişkenleri, her adımda yeni bir değişken seçerek ve/veya daha önce seçilmiş bir değişkeni modelden atarak belirlemektedir. Yöntem uygulandığında, bağımlı değişkeni en çok etkileyen (modelde bulunması anlamlı) ve aynı zamanda aralarında kuvvetli ilişkiler bulunmayan bağımsız değişkenler belirlenmiş olmaktadır. Bu yüzden, modelde bulunması düşünülen tüm bağımsız değişkenler ile kurulan modelde çoklu doğrusal bağlantı saptanmışsa, bu duruma neden olan bağımsız değişkenlerin elenmesi için kullanılabilecek bir yöntem olmaktadır.

Adım adım regresyon analizinde iki tür yaklaşım bulunuyor; bunlar ileri doğru adım adım regresyon ve geriye doğru adım adım regresyondur. Bu çalışmada geriye doğru adım adım regresyon modelini kullanıldı.

Geriye doğru adım adım regresyonda başlangıçta bütün bağımsız değişkenler ele alınır ve bir regresyon analizi yapılır. Bütün değişkenler için Denklem 3.2 kullanılarak hata kareleri toplamı bulunur (RSS_2). Daha sonra bir parametre çıkarılır ve geriye kalan parametreler için hata kareleri toplamı bulunur (RSS_1). Bu bulunan değerler Denklem 3.1'de yerine konulup o çıkarılan parametrenin F değeri bulunur. Daha sonra bu çıkarılan parametre tekrar hesaba katılır ve başka bir parametre çıkarılıp aynı yöntemle onun için de F değeri bulunur.

Bu şekilde tek tek bütün parametreler çıkarılır ve bulunan F değerleri karşılaştırılır; en küçük F değerine sahip parametre regresyondan çıkartılır. Bu parametre çıkarıldıktan sonra aynı işleme en baştan geriye kalan parametrelerle devam edilir.

$$F = \frac{\frac{RSS_1 - RSS_2}{p_2 - p_1}}{\frac{RSS_2}{n - p_2}} \quad (3.1)$$

Burada p_1 ve p_2 parametre sayısı, n ise veri sayısını ifade eder.

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_{i,1} - b_2 x_{i,2} - b_3 x_{i,3} - \dots - b_k x_{i,k})^2 \quad (3.2)$$

3.5 Regresyon Modelinin Performans Analizi

3.5.1 Belirlilik katsayısı (R^2)

Parametreleri tahmin ettikten ve en küçük kareler doğrusunu belirledikten sonra bu doğrunun x ve y ' nin gözlemlerine ne kadar iyi uyduğunu bilmemiz gerekir. Yani gözlemlerin regresyon

doğrusu etrafındaki dağılımlarını ölçmemiz gerekir. Gözlemler, doğruya ne kadar yakınsa, y' deki değişimin bağımsız değişkendeki değişmelerle açıklanması o kadar iyidir.

Bu uyum iyiliğinin bir ölçüsü, bağımlı değişkendeki toplam değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken x tarafından açıklanabildiğini gösteren korelasyon katsayısının karesi olan belirlilik katsayısı (R^2) dır. Denklem 3.3 yardımıyla belirlilik katsayısı hesaplanabilir:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.3)$$

Burada \bar{y} gözlenen değerlerin ortalaması, n veri sayısı, y_i gözlenen değerler, \hat{y}_i modelden elde edilen sonuçlardır.

R^2 kullanımı çoklu modellerde uygun olmamaktadır. Çoklu modellerde, modele yeni bir değişken ilave edildiğinde R^2 değeri her zaman artmaktadır. Bu nedenle düzeltilmiş çoklu belirlilik (R^2_{adj}) katsayısı kullanılmaktadır (Denklem 3.4).

$$R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p-1} \quad (3.4)$$

Burada R^2 çoklu belirlilik katsayısı, n örnek olarak seçilen gözlem sayısı ve p ise modeldeki değişken sayısıdır.

R^2 ile R_{adj} 0 ile 1 arasında değerler alır. 1'e yakın değerler olması regresyon modelinin uygun olduğunu göstermektedir.

3.5.2 Hataların karelerinin toplamı

Regresyon doğrusu ile noktalar arasındaki farkların karelerinin toplamıdır. Doğrunun veriye ne kadar uyduğunu göstermekte bir ölçüt olarak kullanılır (Denklem 3.5).

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.5)$$

3.5.3 Tahminin standart hatası (SEE)

Eğer hata değişkeninin standart sapması küçük ise hatalar da sifıra yaklaşır. Model veriye uymaktadır. Bu nedenle, hata değişkeninin standart sapması değeri doğrusal model kullanmanın uygunluğunun bir göstergesi olarak kullanılabilir. Hata değişkeninin standart sapmasının tahmincisi SEE 'dir (Denklem 3.6).

$$SEE = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \quad (3.6)$$

4.BULGULAR

Havza fizyografik parametreleri Bölüm 2'de belirtilen yöntemlere göre hesaplandı ve regresyon analizi için bir veri tabanı elde edildi. Parametre değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ile Q_{maks} ve Q_{ort} ile Pearson korelasyon katsayıları Tablo 4.1'de gösterildi.

Geriye Doğru Adım Adım Regresyon'da başlangıçta tüm değişkenler model denkleme dahil edildi ve bu denklem Model 1 olarak adlandırıldı. Eleme işlemi sırasında parametreler F değerine göre silindi. Parametrelerin silindikleri adım numarası Tablo 4.2'de gösterildi.

Performans analizinin göstergeleri olan (R^2 , R^2_{adj} ve SEE) Geriye Doğru Adım Adım Regresyon işleminin her aşamasında hesaplanmıştır. Şekil 4.1'de Q_{maks} için ve Şekil 4.2'de Q_{ort} için performans parametrelerinin modellere göre değişimi gösterilmiştir. En iyi modelin seçiminde determinasyon katsayısının (R^2), düzeltilmiş determinasyon katsayısı (R^2_{adj}) ve tahminin standart hatasının (SEE) yanında daha az etkili olduğu görülmüştür. Q_{maks} için 14 parametrelili olan Model 17 ve Q_{ort} için 13 parametrelili olan Model 18 en iyi modeller olarak seçilmiştir.

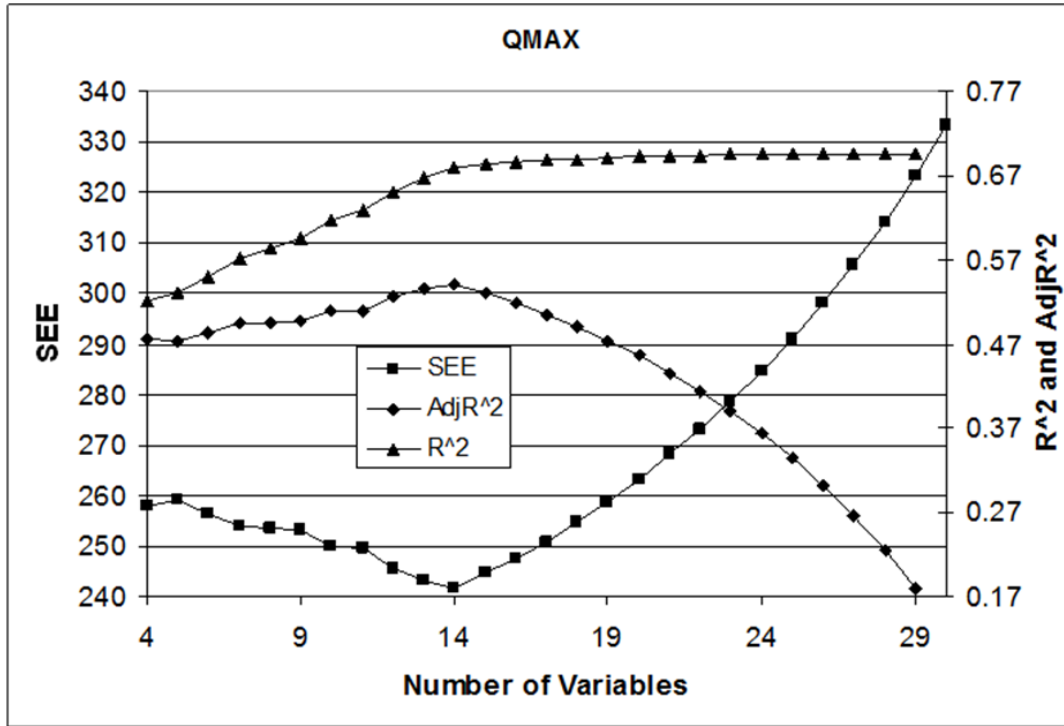
Tanımlayıcı istatistikler, geriye doğru adım adım regresyon ve model performans analizi SigmaPlot® programı kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 4.1 : Parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile Pearson korelasyon katsayıları

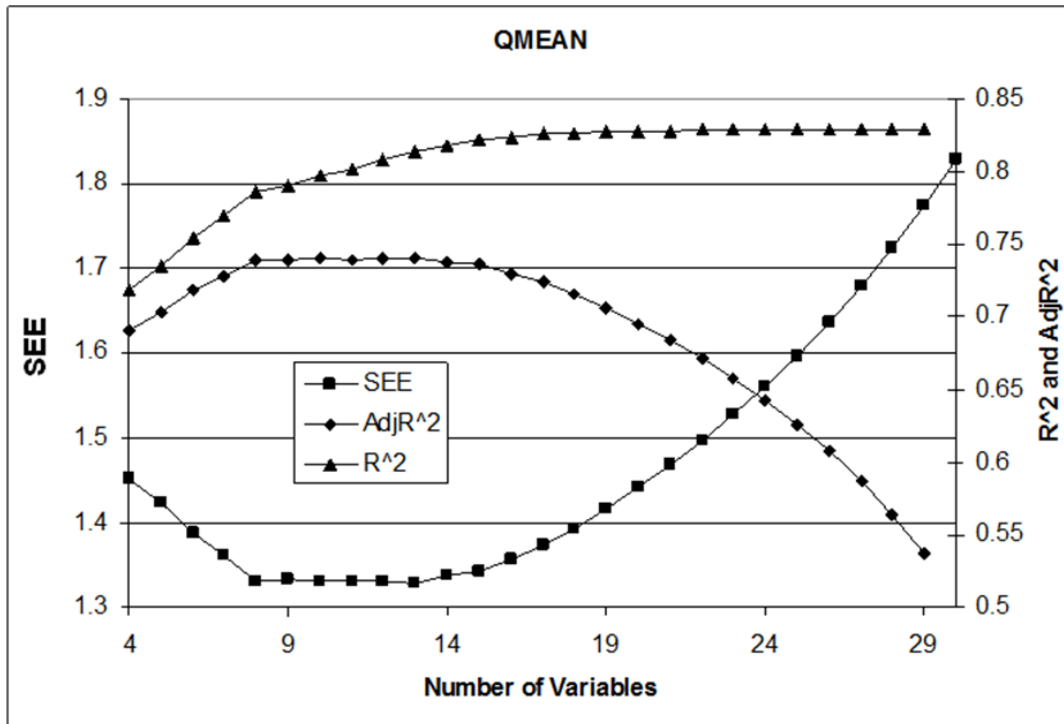
Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Maks.	Min.	Pearson Korelasyon Katsayıları	
					Q_{maks}	Q_{ort}
ALAN	470.25	573.826	2429.717	18.863	0.550	0.711
ÇEVRE	103.233	72.549	294.112	24.288	0.604	0.726
AGİ_KOT	258.574	290.151	1241	4	-0.135	-0.067
GX	593548.6	87316.8	796249.3	453259.5	0.016	0.082
GY	4276209.2	76316.1	4405844.6	4125972.2	-0.017	-0.246
AGİ_X	586606.9	85911.6	792953.6	441659.6	-0.034	0.037
AGİ_Y	4273180.3	72721.7	4410948.7	4128090.51	-0.037	-0.227
G_AGİ	13428.83	8747.058	40841.835	3419.948	0.549	0.549
EĞİM	11.377	3.56	20.99	5.13	-0.153	-0.150
H_MAX	1481.234	514.126	2516	424	0.202	0.430
H_ORT	684.745	332.53	1441.16	93.66	-0.024	0.052
BAKI_DÜZ	1.813	1.665	6.423	0.0602	-0.012	0.169
BAKI_K	12.957	4.579	23.5	3.318	0.322	0.325
BAKI_KD	9.522	2.535	14.921	1.912	0.283	0.411
BAKI_D	8.797	2.722	17.911	3.718	0.012	0.068
BAKI_GD	12.434	3.783	23.302	4.506	-0.155	-0.131
BAKI_G	15.491	5.426	38.024	2.357	-0.153	-0.197
BAKI_GB	13.255	2.49	18.961	8.154	-0.257	-0.306
BAKI_B	11.88	2.73	17.869	4.743	-0.195	-0.269
BAKI_KB	13.851	3.066	21.958	6.976	0.124	0.006
E	0.351	0.0892	0.584	0.132	-0.129	-0.340
STR	8.362	1.051	10	6	0.611	0.634
SHR	83001.9	103231.6	427637	3803	0.543	0.705
L_ANA KOL	32.319	25.552	113.487	3.12	0.633	0.670
L_KUŞ UÇ	23.237	17.328	68.5	2.2	0.608	0.694
SIN	1.38	0.241	2.056	1.072	0.166	0.077
PROF_MIN	-2.567	1.422	-0.56	-5.62	-0.228	-0.408
PROF_MAX	2.815	1.458	6.51	0.47	0.285	0.465
LONG_MIN	-6.359	4.626	1.83	-22.49	-0.163	-0.354
LONG_MAX	7.343	5.313	28.01	0.83	0.171	0.339
QMAX	318.913	356.744	1555	19	1.000	0.729
QORT	2.2	2.612	12	0.09	0.729	1.000

Tablo 4.2 : Parametrelerin kaldırıldığı adım numaraları ve en iyi modellerin katsayıları

Parametre	Q _{maks} için kaldırıldığı adım sayısı	Q _{maks} için en iyi modelin katsayıları	Q _{ort} için kaldırıldığı adım sayısı	Q _{ort} için en iyi modelin katsayıları
Sabit		1228.682		-0.784
Alan		-0.427	15	
Çevre	12		17	
Agi_Kot	3		8	
GX	4		2	
GY	26	0.0174	3	
Agi_X	8		26	-1.7E-05
Agi_Y	25	-0.0174	6	
G_Agi		-0.0712		-0.00031
Eğim	7		24	-0.171
H_MAX	20	0.454	25	0.00334
H_ORT	21	-0.713	15	
BAKI_DÜZ	15		9	
BAKI_K	16		22	0.145
BAKI_KD	1		18	0.15
BAKI_D	23	-30.34	1	
BAKI_GD	10		21	0.2
BAKI_G	24	-12.47	10	
BAKI_GB	18	-20.078	20	0.221
BAKI_B	9		7	
BAKI_KB	2		11	
HİPS_INT	22	1136.016	4	
STR	11		12	
SHR	6		19	7.1E-06
L_ANA KOL		39.961	14	
L_KUŞ UÇ	13			0.169
SIN		-487.317	5	
PROF_MIN	5		23	0.607
PROF_MAX	17	84.283		1.604
LONG_MIN	19	38.847	13	
LONG_MAX	14			-0.32



Şekil 4.1 : Q_{maks} için performans analizi



Şekil 4.2 : Q_{ort} için performans analizi

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Batı Anadolu bölgesinin anlık maksimum debi (Q_{maks}) ve ortalama debi (Q_{ort}) değerleri için çeşitli doğrusal modeller incelenmiştir. Analizde havzaların sayısal yükseklik modellerinden elde edilen 30 fizyografik parametre kullanılmıştır. Doğrusal modeller geriye doğru adım adım regresyon analizi ile sistematik olarak oluşturulmuştur. Modeller başarılıdır ancak geliştirilmeleri gerekmektedir. Modellerde kullanılan havza fizyografik parametrelerinin sayıları azaltılmalıdır. Yüksek korelasyonlu 2 veya daha fazla parametrenin aynı regresyon modelinde kullanılması çoklu bağlantıya (collinearity) yol açmaktadır. Çoklu bağlantı olayı model veya verilerdeki küçük değişikliklerin katsayı tahminlerinde hatalı olarak büyük değişikliklere yol açmasıdır. Tüm olası regresyon modelleri de başka bir yöntem olarak denenebilir. Ancak otuz parametre için bir milyardan fazla alternatif vardır (2^n-1). Dolayısıyla bu teknik bazı parametreler elendikten sonra uygulanmalıdır. En uygun modelin elde edilebilmesi için gelecekte yapılacak çalışmalarda doğrusal olmayan regresyon veya yapay sinir ağları gibi modelleme teknikleri de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

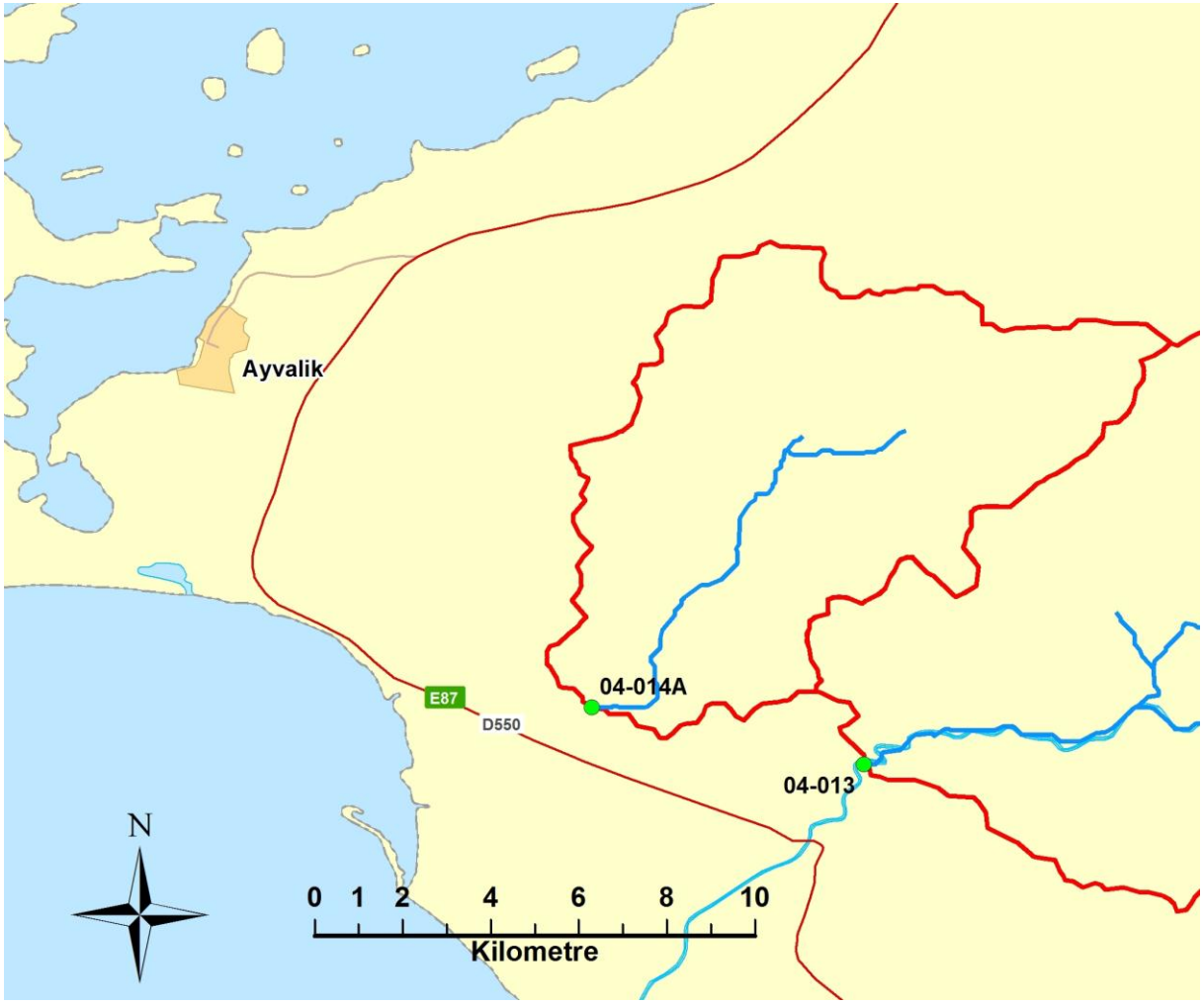
- Akar, İrfan. ve Maktav, D.**, 2008: Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS), 13-15 Ekim 2008 Kayseri, Türkiye.
- Berger, K. P. and Entekhabi, D.**, 2001: Basin Hydrologic Response Relations to Distributed Physiographic Descriptors and Climate, *Journal of Hydrology*, 247, 169-182.
- Biçkici, R.**, 2007, "Çok Değişkenli Varyans Analizi ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinin Uygulamalı Olarak Karşılaştırılması", Yüksek lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Castiglioni, S., Castellarin, A. and Montanari A.**, 2009: Prediction of Low-Flow Indices in Ungauged Basins Through Physiographical Space-Based Interpolation, *Journal of Hydrology*, 378, 272-280.
- Cheng, Q., Russell, H., Sharpe, D., Kenny, F. and Qin, P.**, 2001: GIS-Based Statistical and Fractal/Multifractal Analysis of Surface Stream Patterns in the Oak Ridges Moraine, *Computers & Geosciences*, 27, 513-526.
- Dengiz, O. and Göl, C.**, 2010: Effect Of Physiographic Factors And Some Hydro-Physical Soil Properties On River Follow In Uludere Cathment, Ohrid, Republic of Macedonia-27
- Günok, P. ve Pınar, A.**, 2009: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Metodolojisinin Sorgun Çayı Havzası Fiziki Coğrafyasına Uygulanması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22,203-217
- Johnson, L. E.**, 2009: *Geographic Information Systems in Water Resources Engineering*, CRC Pres, Boca Raton.
- Lyon, J. G.**, 2003: *GIS for Water Resources and Water Management*, Taylor and Francis, London.
- Merz, R. and Blöschl, G.**, 2005: Flood Frequency Regionalization – Spatial Proximity vs. Catchment Attributes, *Journal of Hydrology*, 302, 283-306.
- Miliaresis, G. and Iliopoulou, P.**, 2004: Clustering of Zagros Ranges From the Globe DEM Representation, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5, 17-28.
- Reis, M., Karademir, N. ve Oğuz, H.**, 2009 Kahramanmaraş yöresi Keklik Deresi yağış havzasında dere akımlarını etkileyen fizyografik etmenlerin irdelenmesi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, 5-7 Kasım 2009, Bartın Üniversitesi.
- Sanborn, S. C. and Bledsoe, B. P.**, 2006: Predicting Streamflow Regime Metrics for Ungauged Streams in Colorado, Washington and Oregon, *Journal of Hydrology*, 325, 241-261.

- Topaloğlu, F.**, 2002: Estimation of Instantaneous Peak Flows in Seyhan River Basin Using Regional Regression Procedures, Turk J Agric For, 26, 47-55
- Viviroli, D., Mittelbach, H., Gurtz, J. and Weingartner, R.**, 2009: Continuous Simulation for Flood Estimation in Ungauged Mezoscale Catchments of Switzerland – Part II: Parameter Regionalization and Flood Estimation Results, Journal of Hydrology, 377, 208-225.

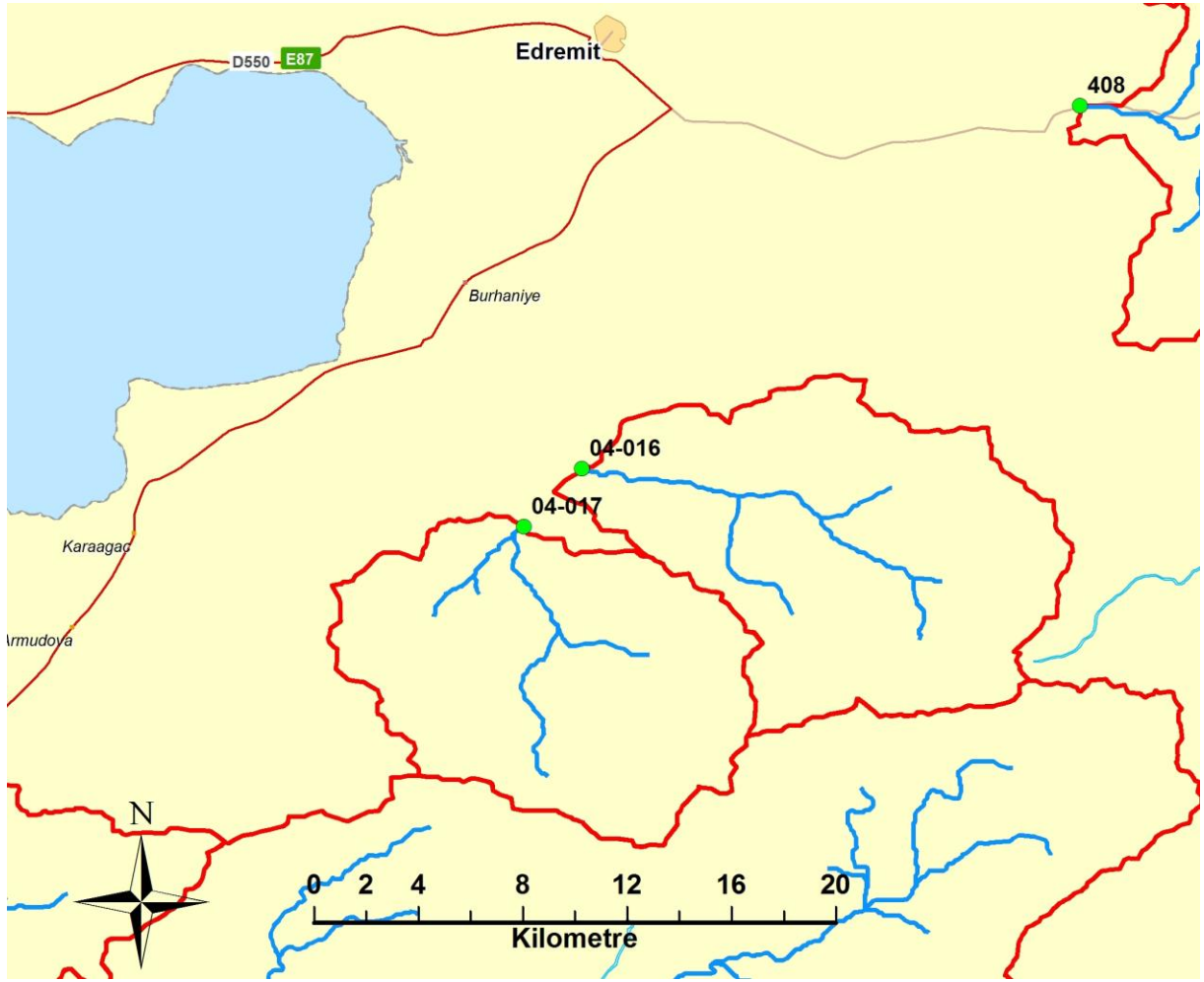
EKLER



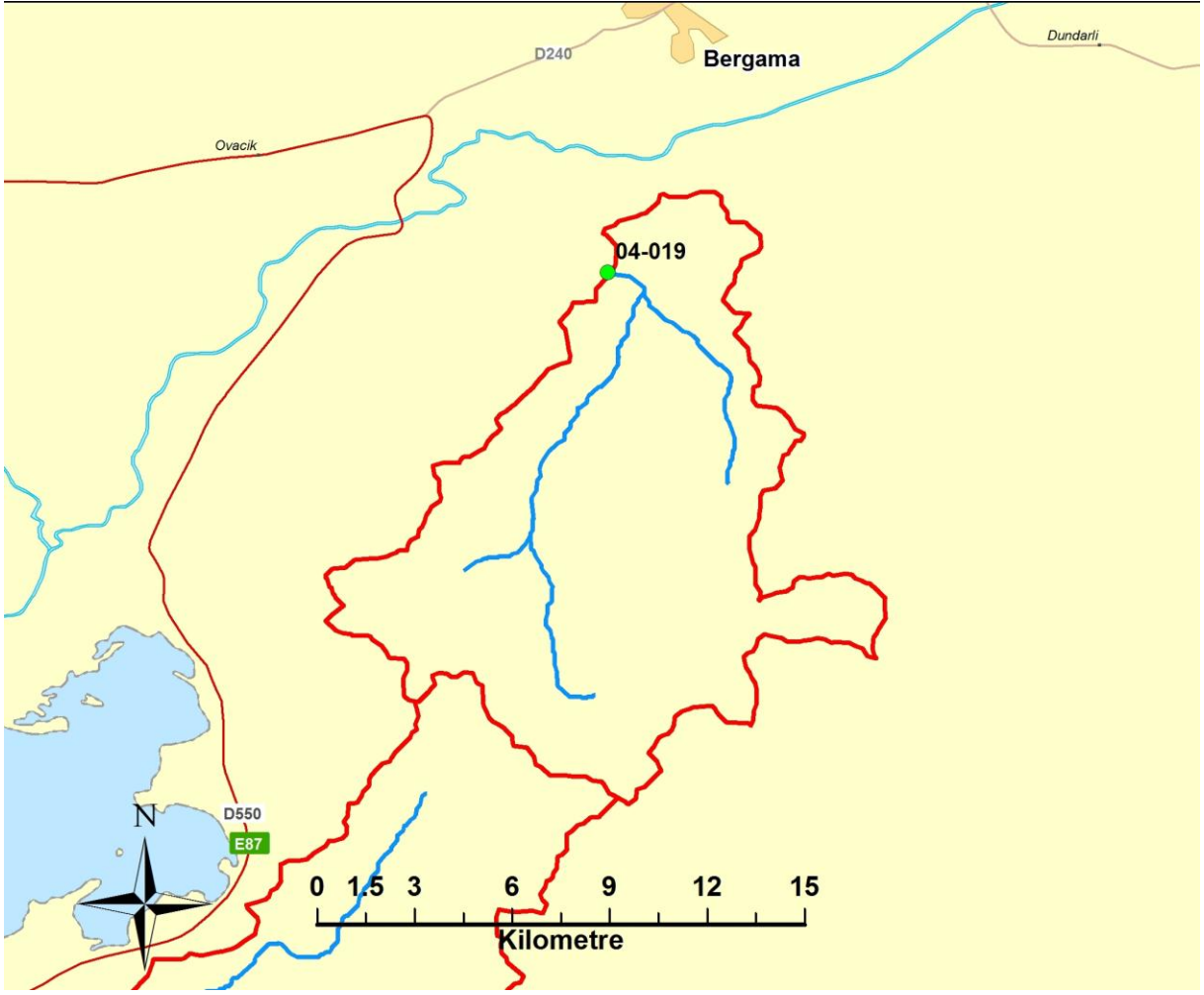
Şekil A.1 : 04-013 numaralı havzanın haritası



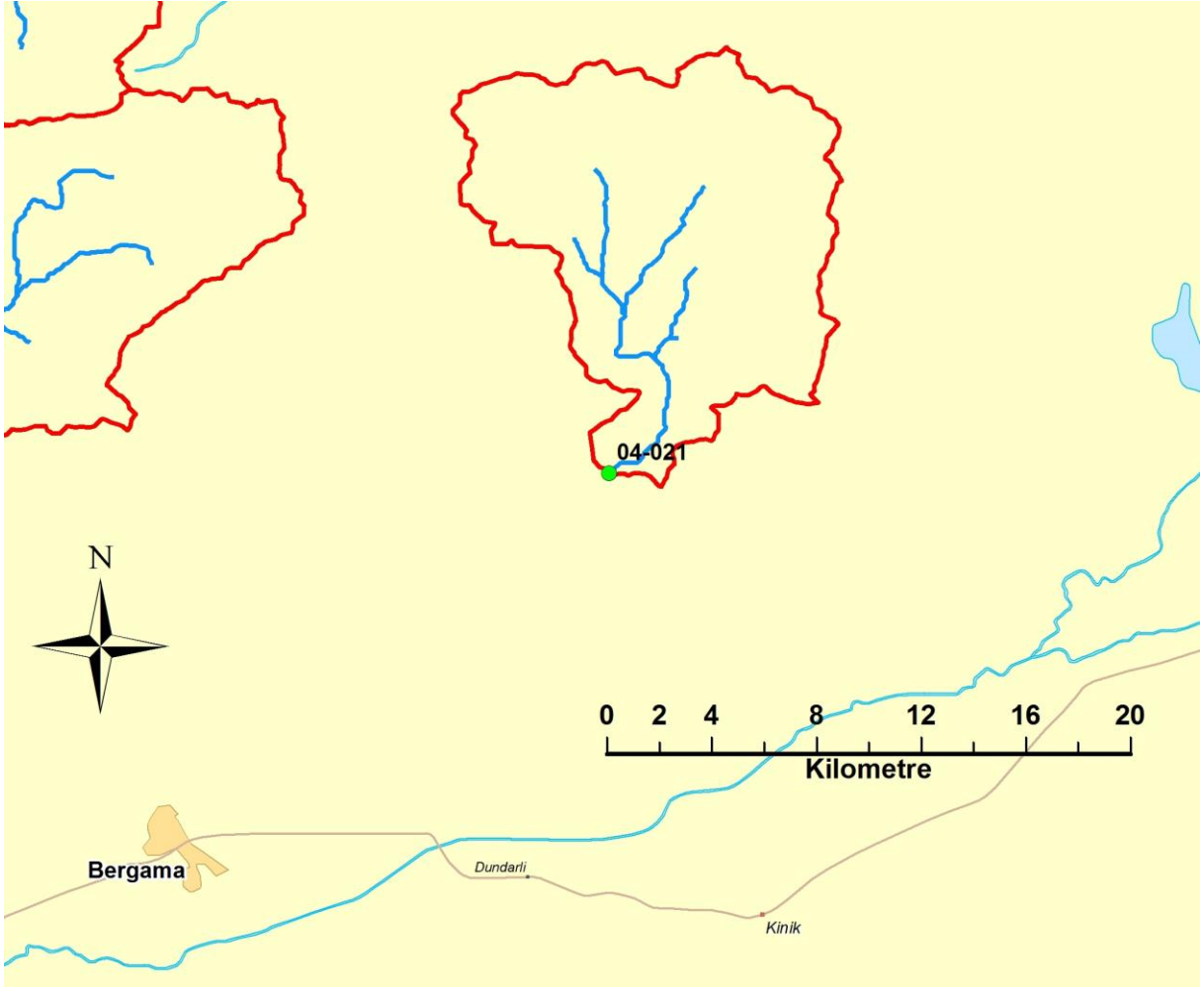
Şekil A.2 : 04-014 numaralı havzanın haritası



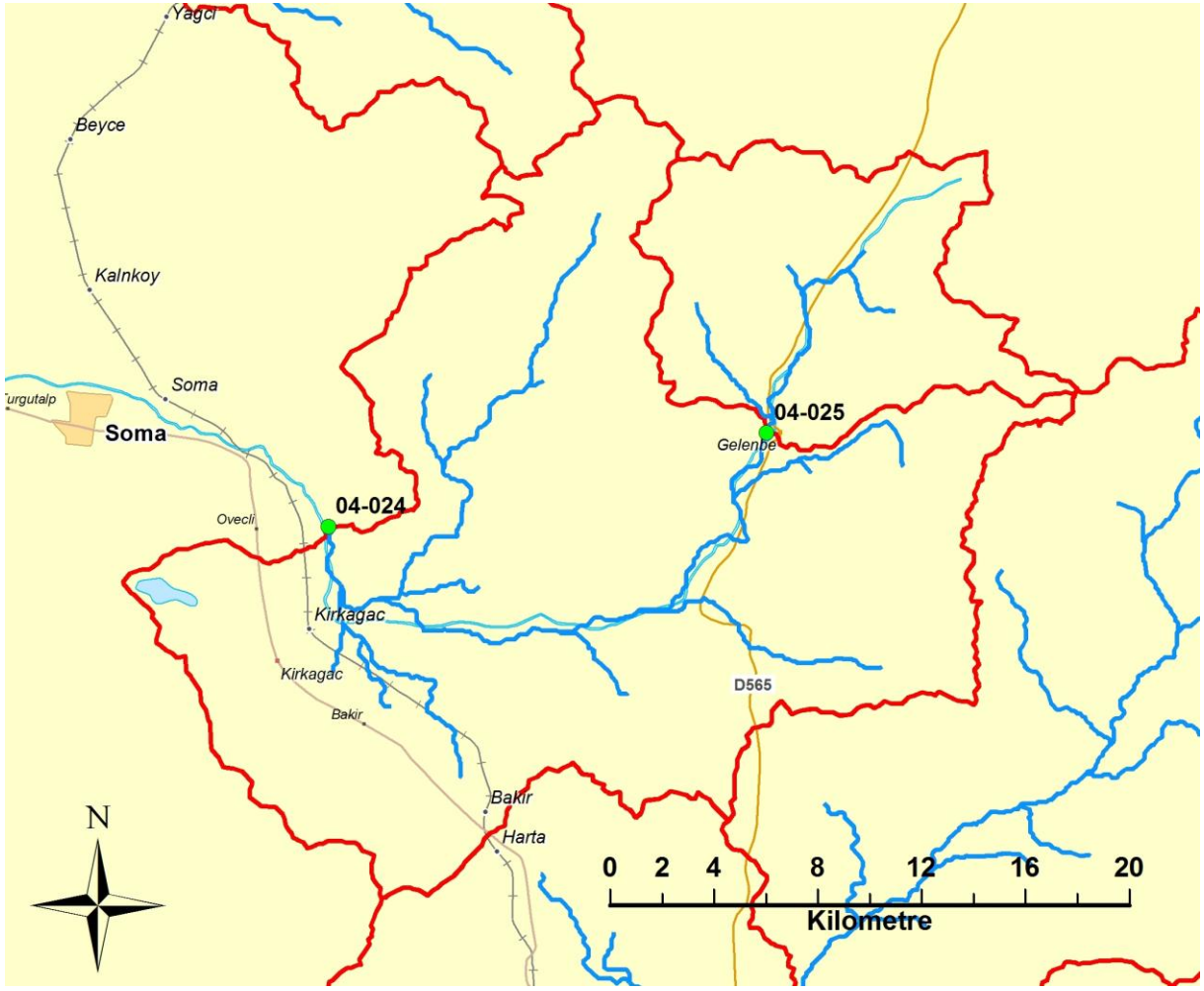
Şekil A.3 : 04-016 ve 04-017 numaralı havzaların haritası



Şekil A.4 : 04-019 numaralı havzanın haritası



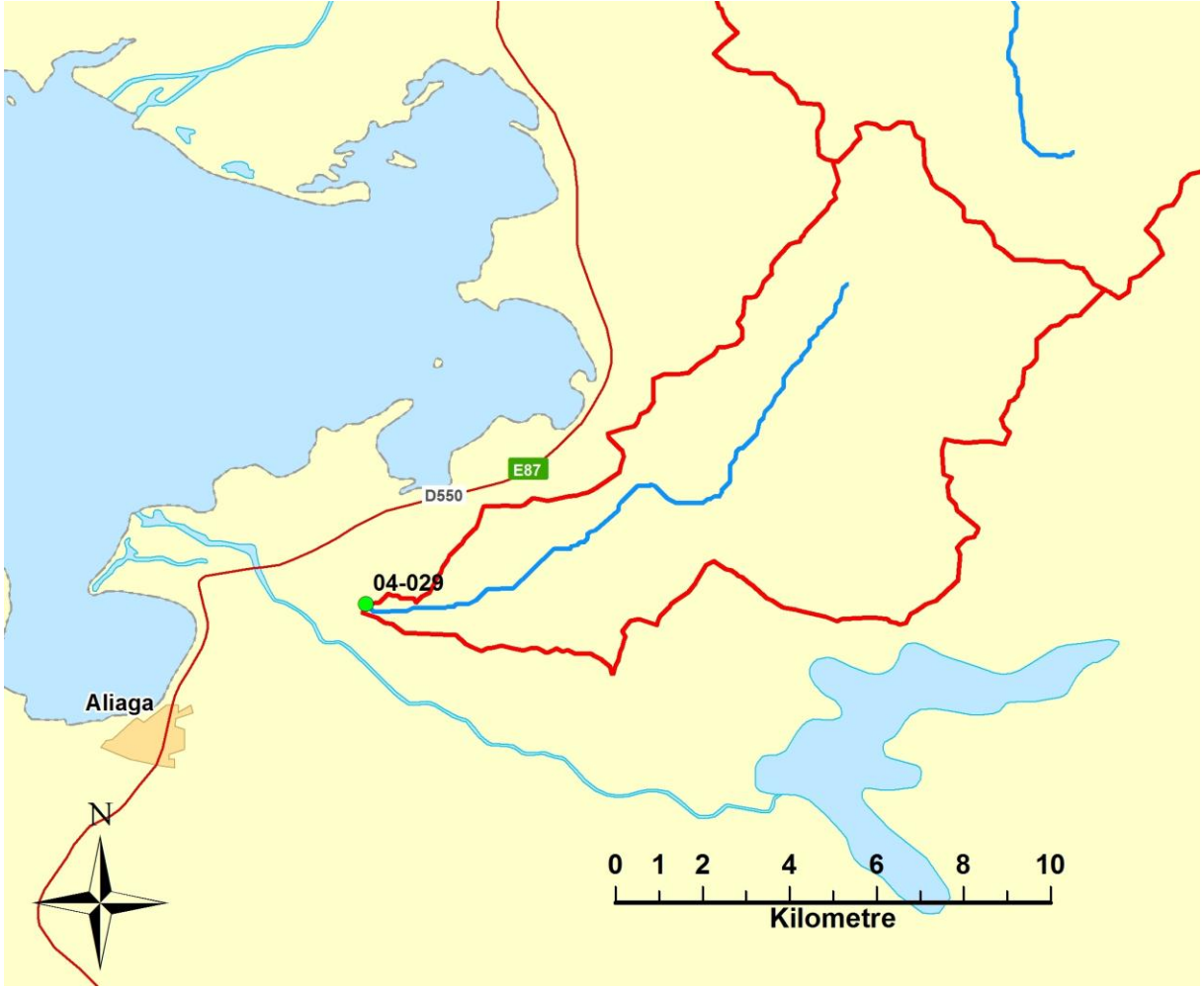
Şekil A.5 : 04-021 numaralı havzanın haritası



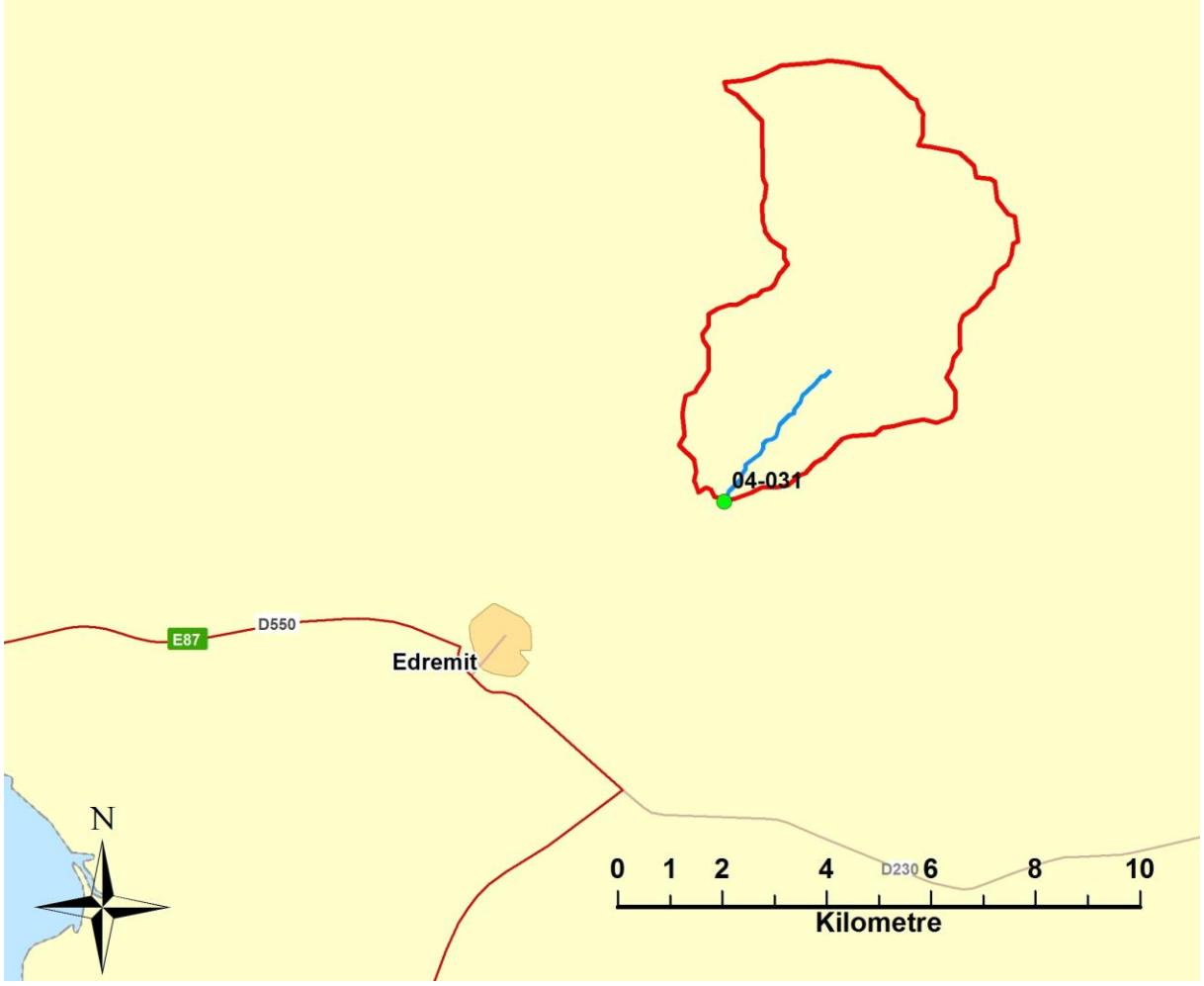
Şekil A.6 : 04-024 ve 04-025 numaralı havzaların haritası



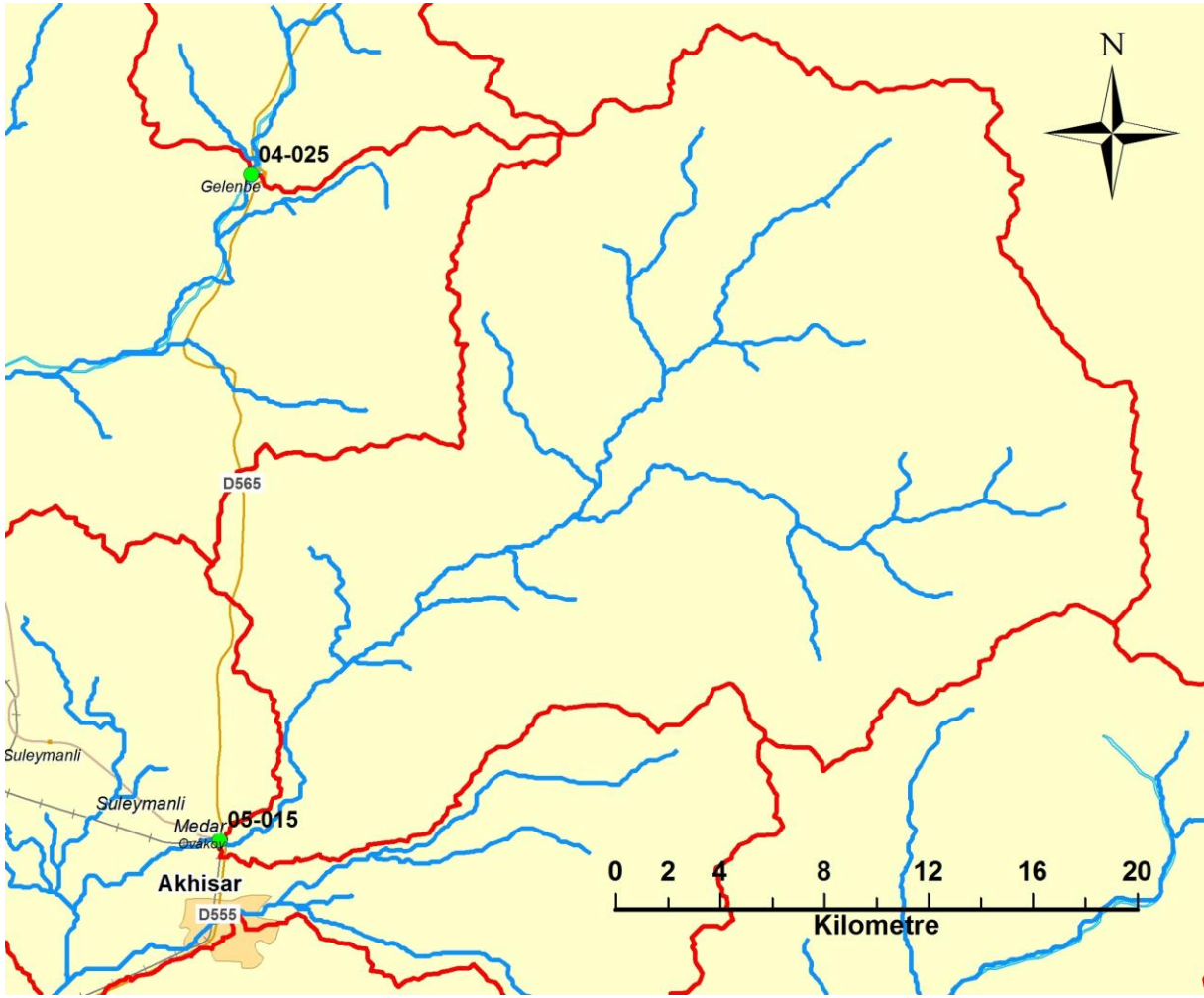
Şekil A.7: 04-028 numaralı havzanın haritası



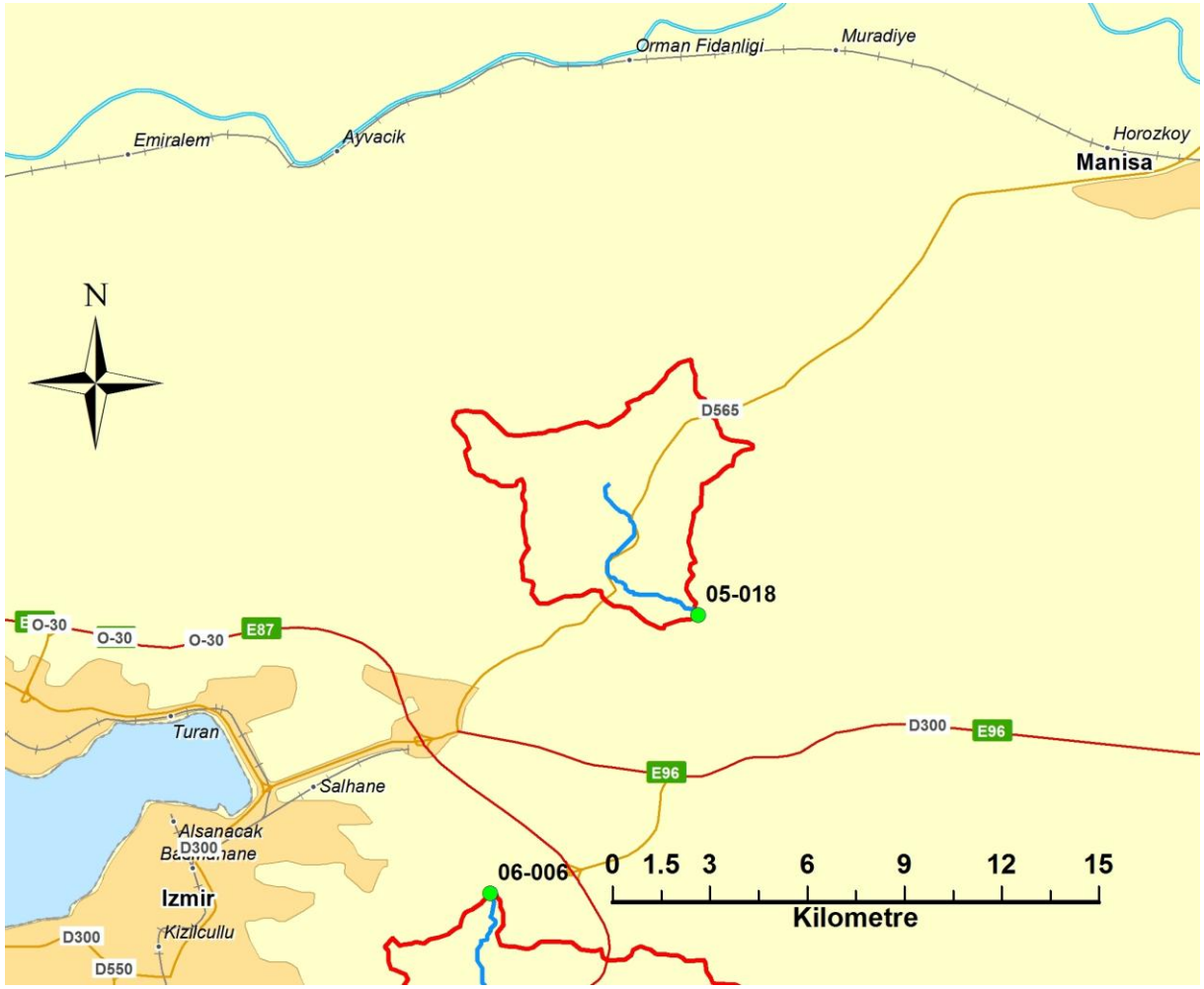
Şekil A.8 : 04-029 numaralı havzanın haritası



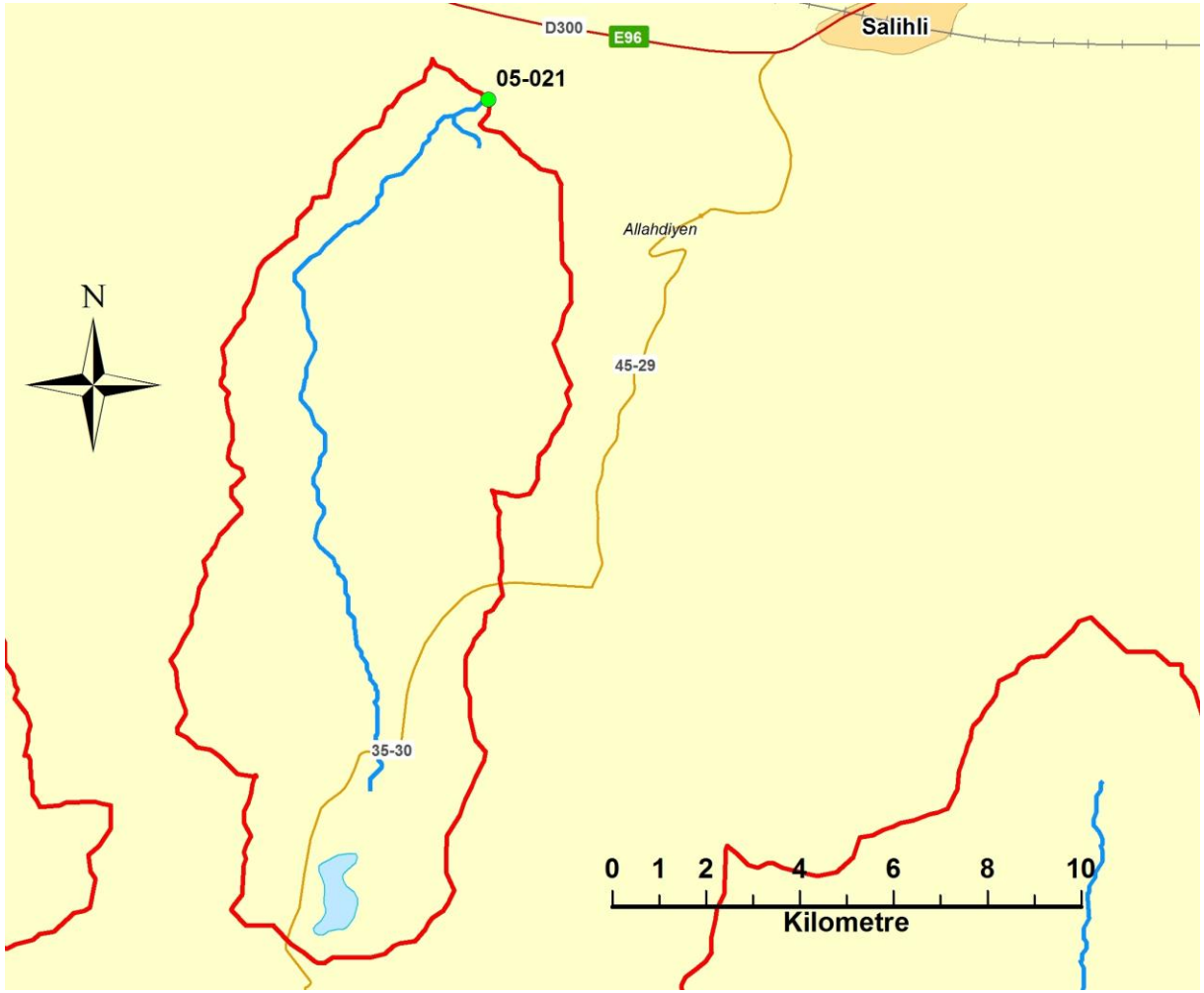
Şekil A.9 : 04-031 numaralı havzanın haritası



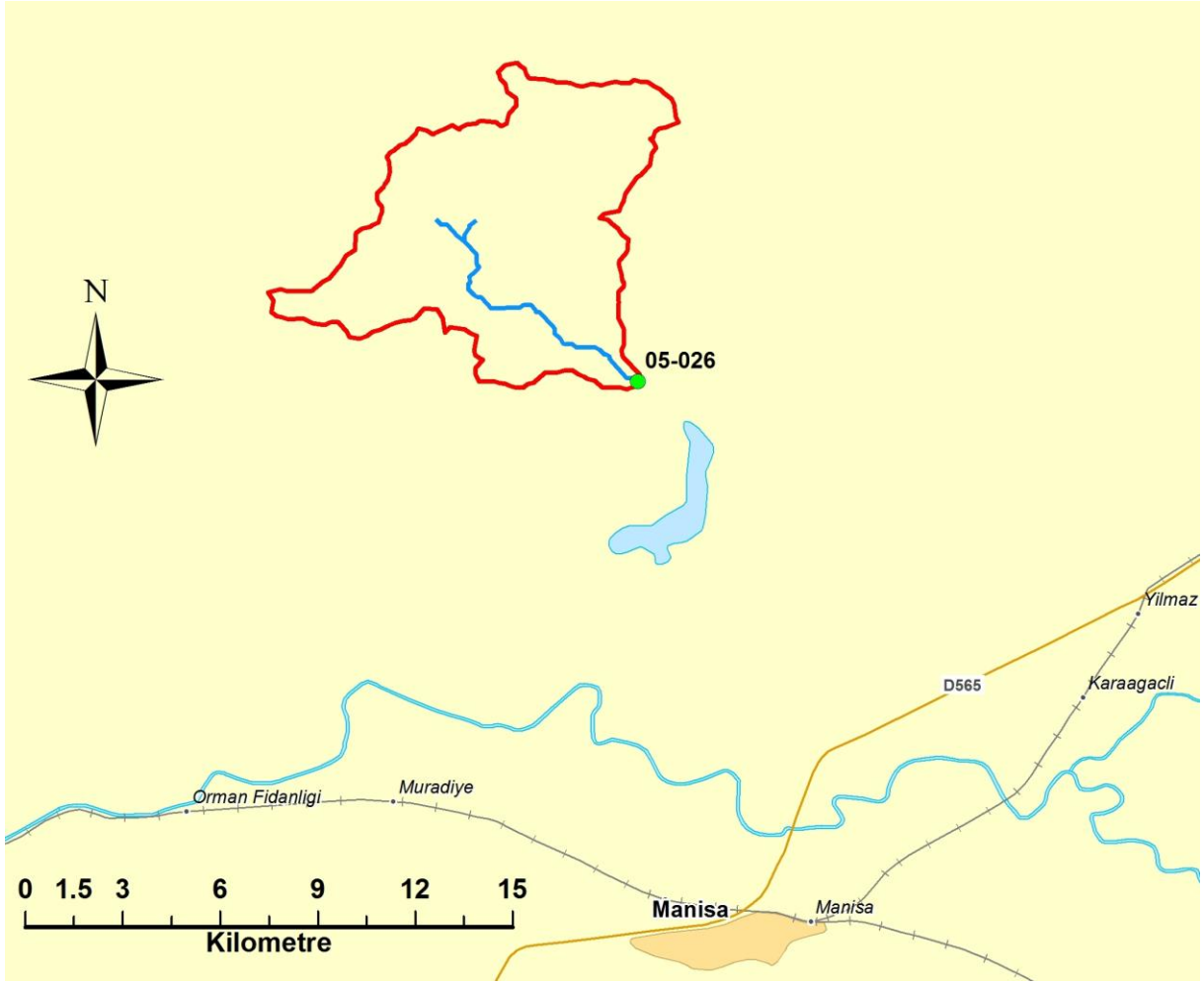
Şekil A.10: 05-015 numaralı havzanın haritası



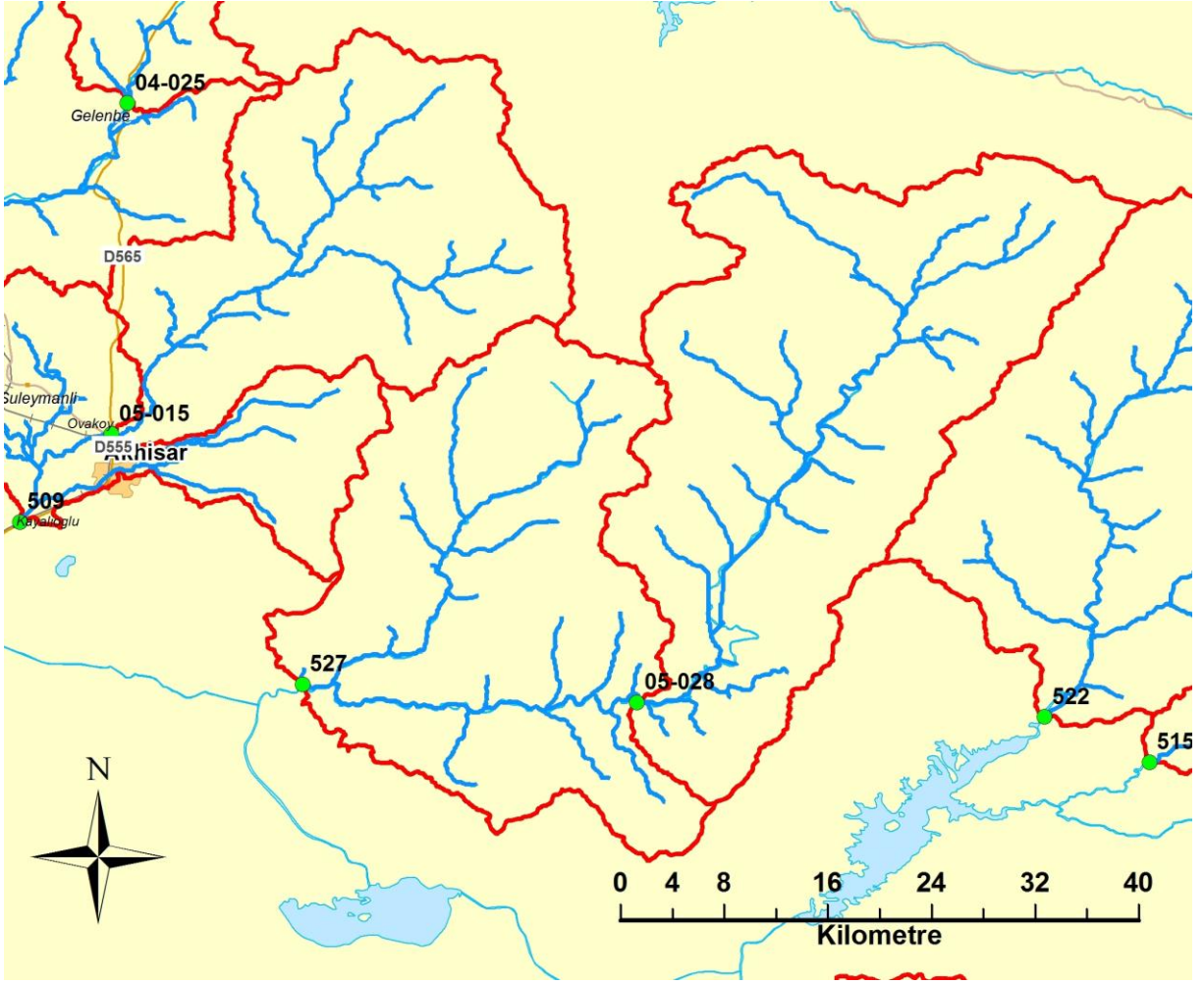
Şekil A.11 : 05-018 numaralı havzanın haritası



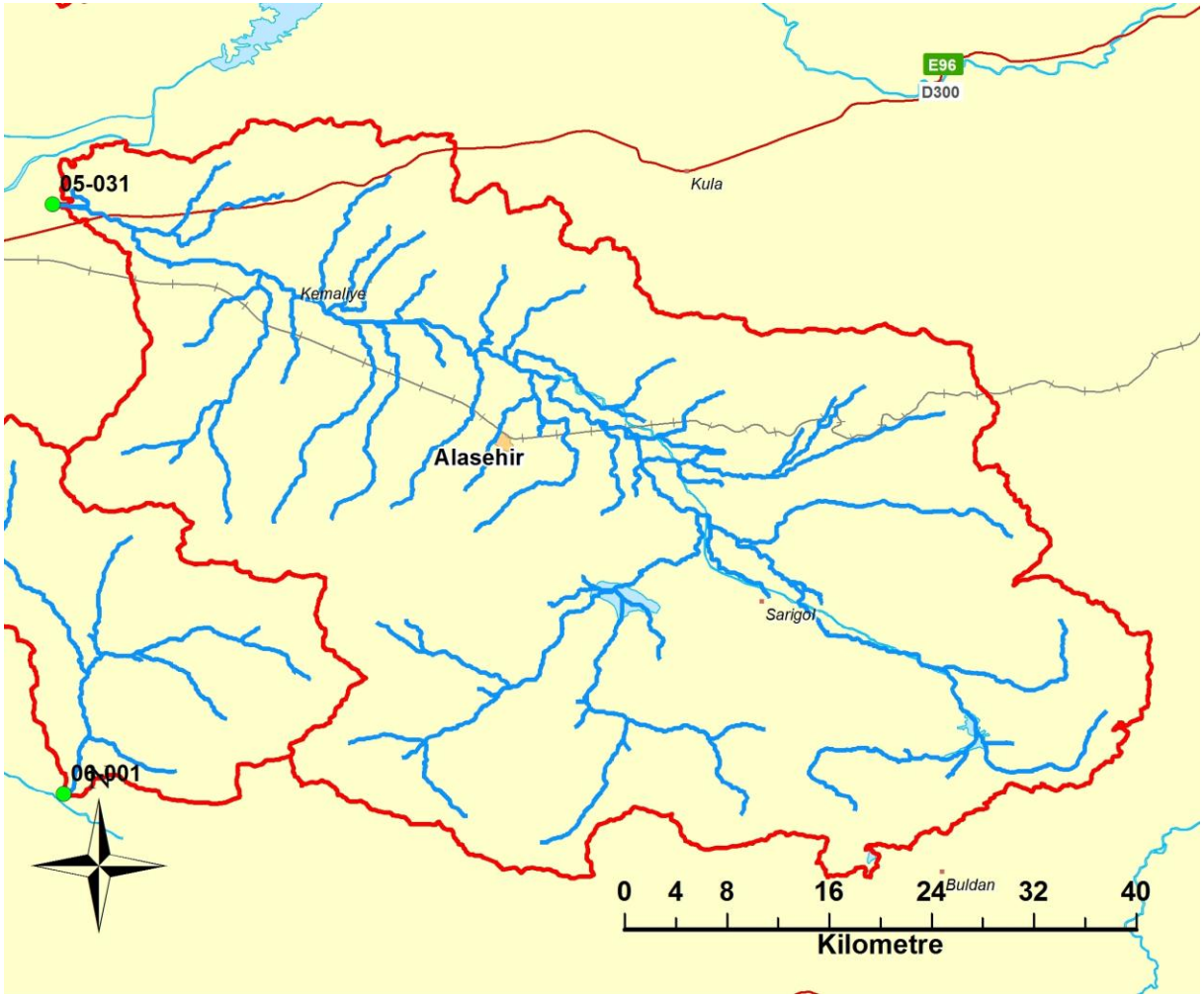
Şekil A.12 : 05-021 numaralı havzanın haritası



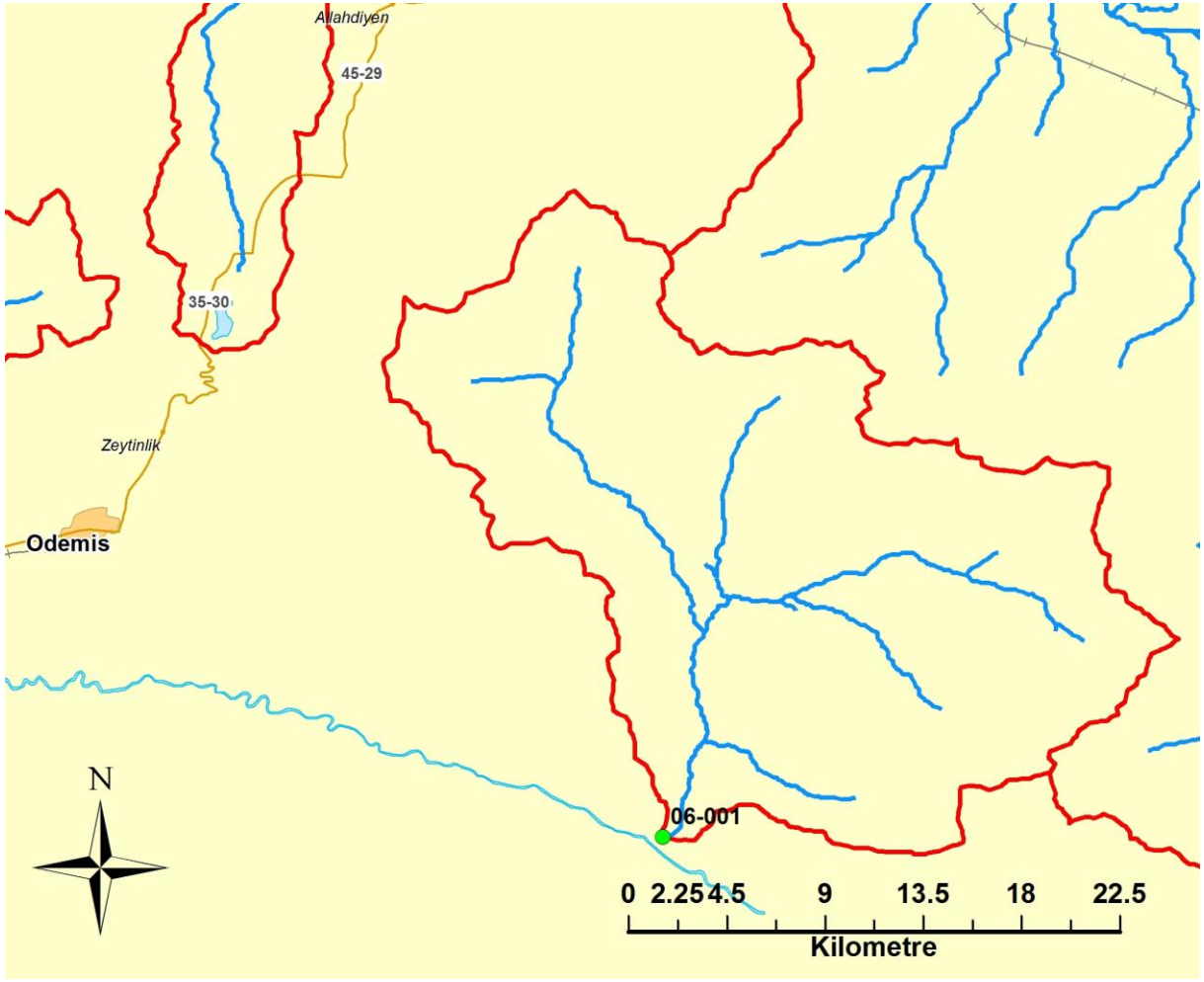
Şekil A.13: 05-026 numaralı havzanın haritası



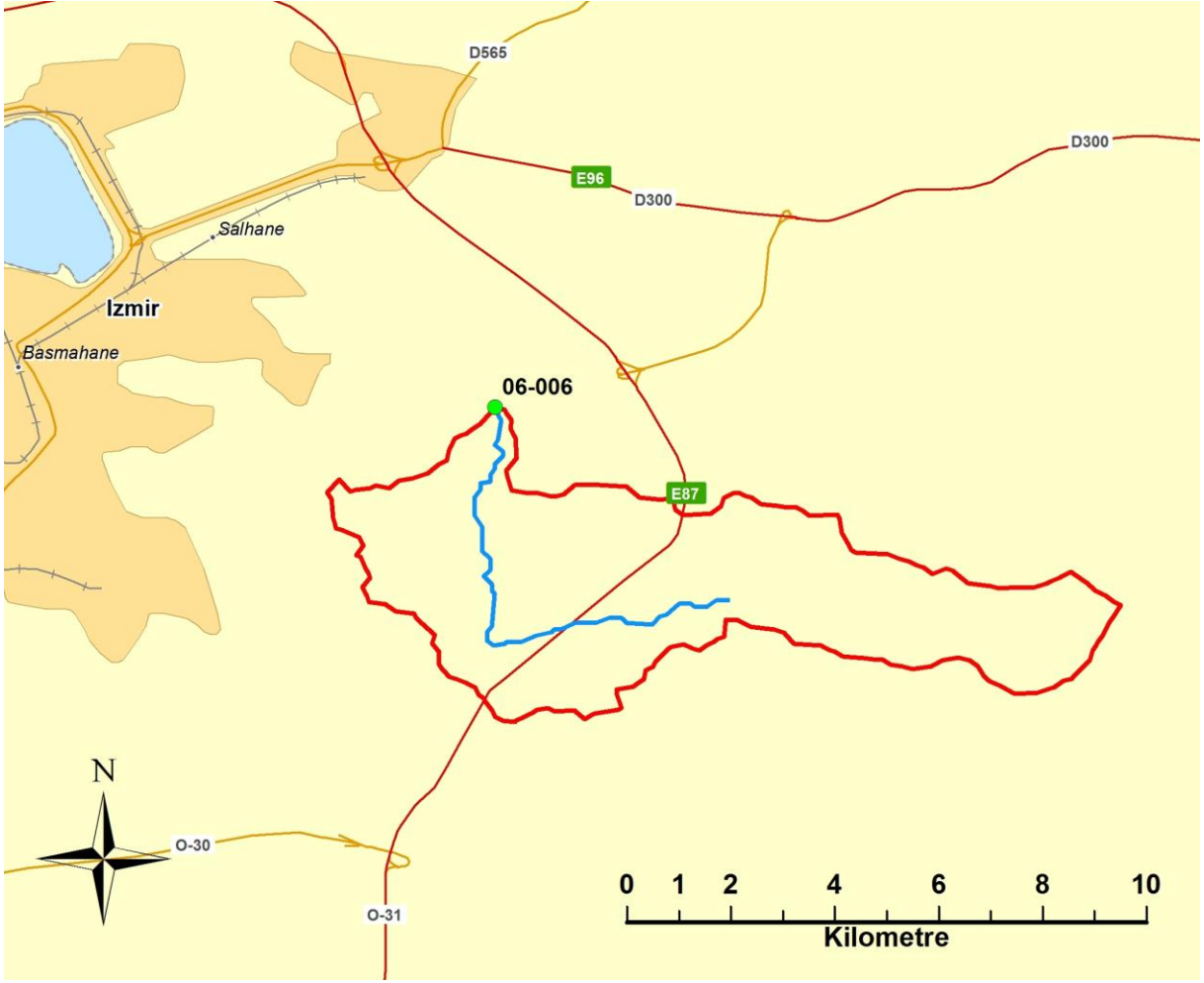
Şekil A.14 : 05-028 ve 527 numaralı havzaların haritası



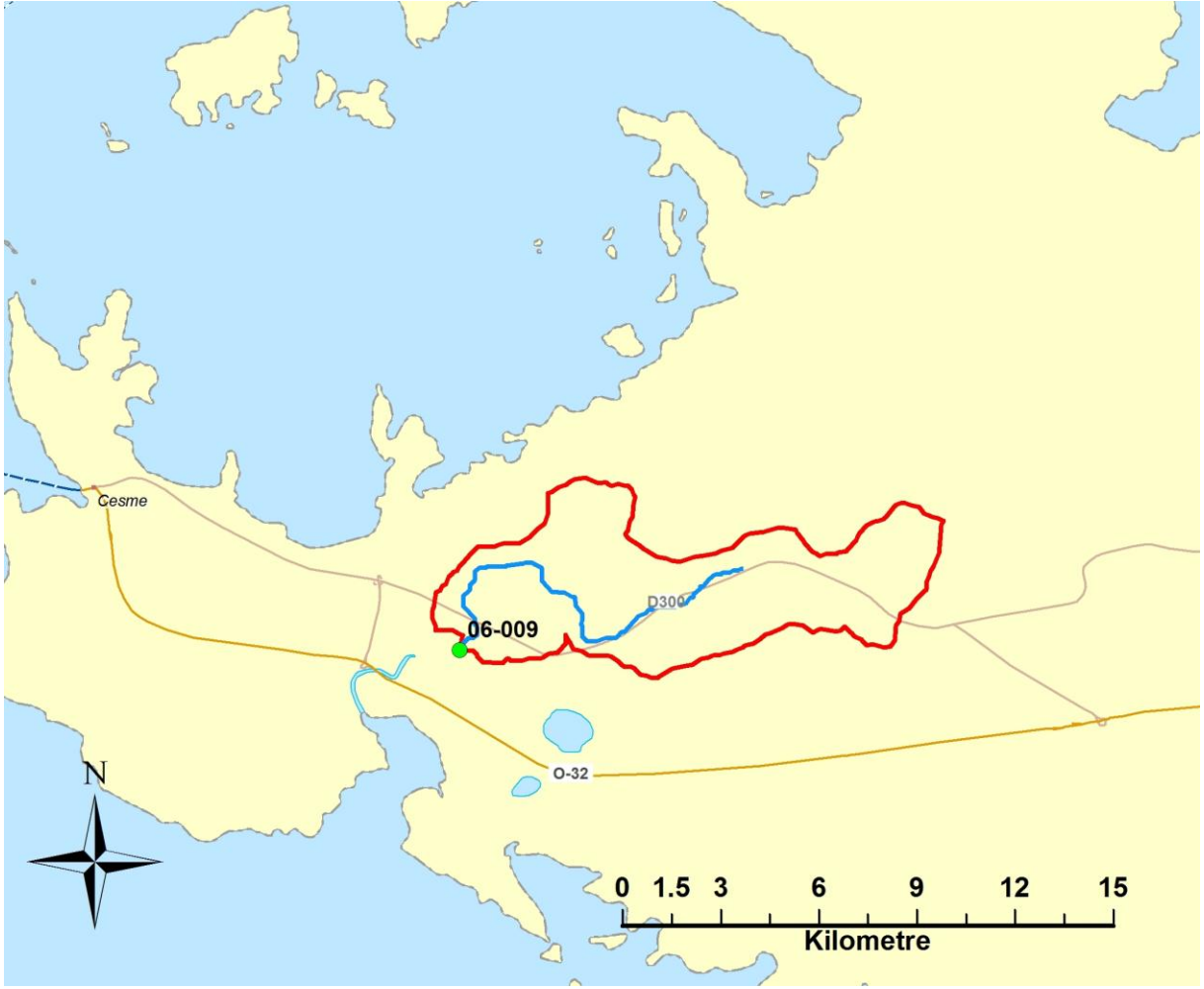
Şekil A.15 : 05-031 numaralı havzanın haritası



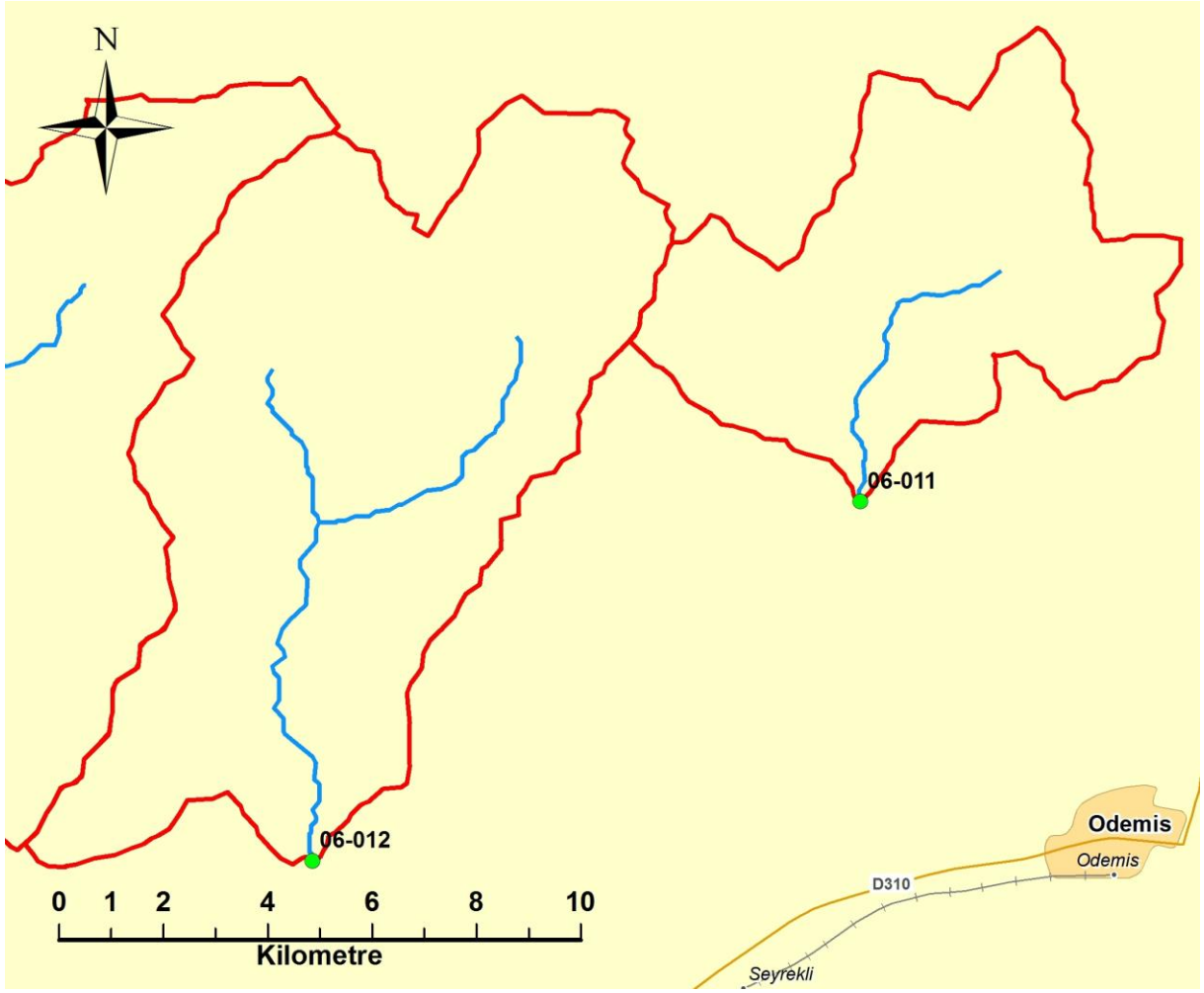
Şekil A.16: 06-001 numaralı havzanın haritası



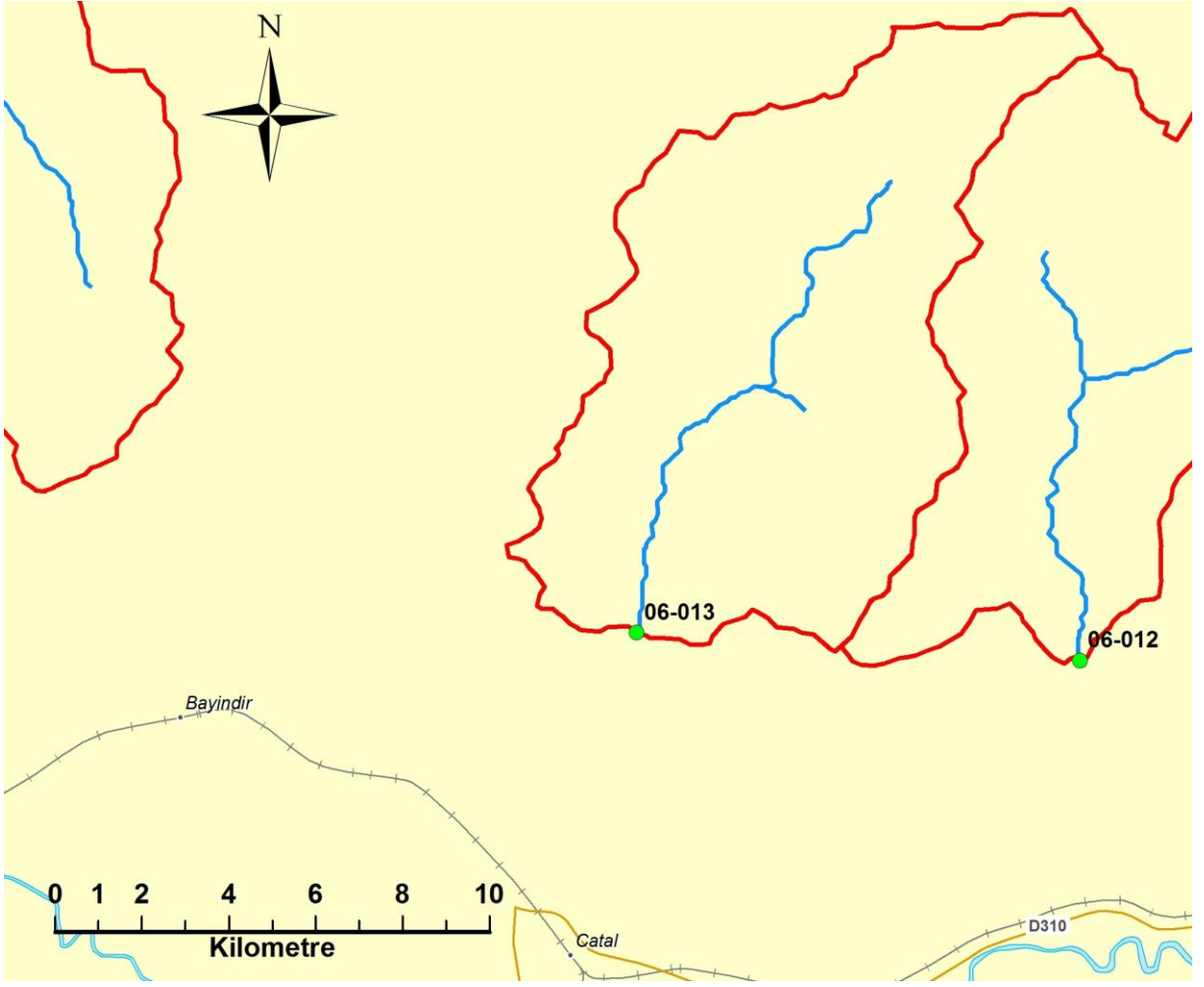
Şekil A.17 : 06-026 numaralı havzanın haritası



Şekil A.18 : 06-009 numaralı havzanın haritası



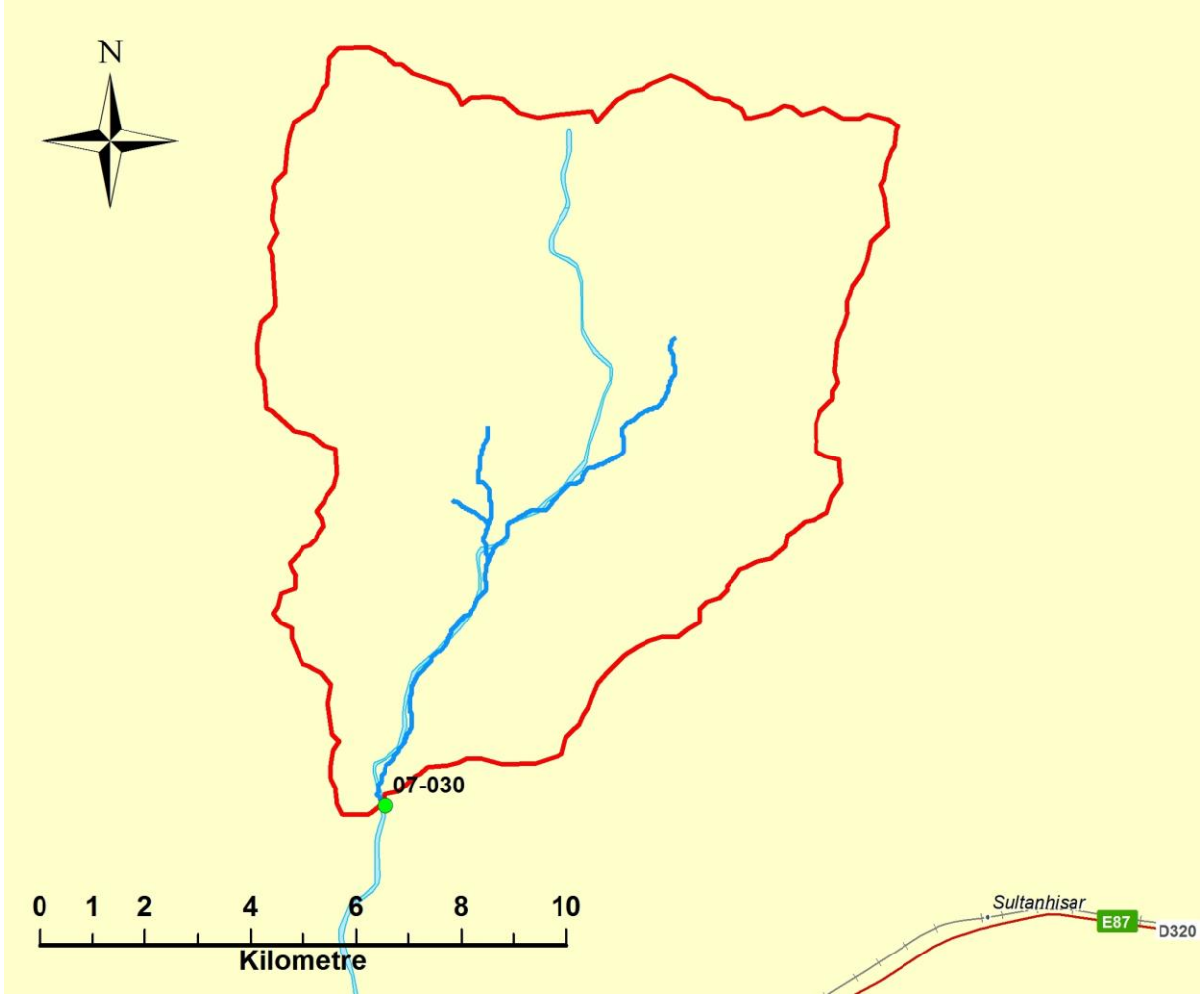
Şekil A.19 : 06-011 ve 06-012 numaralı havzaların haritası



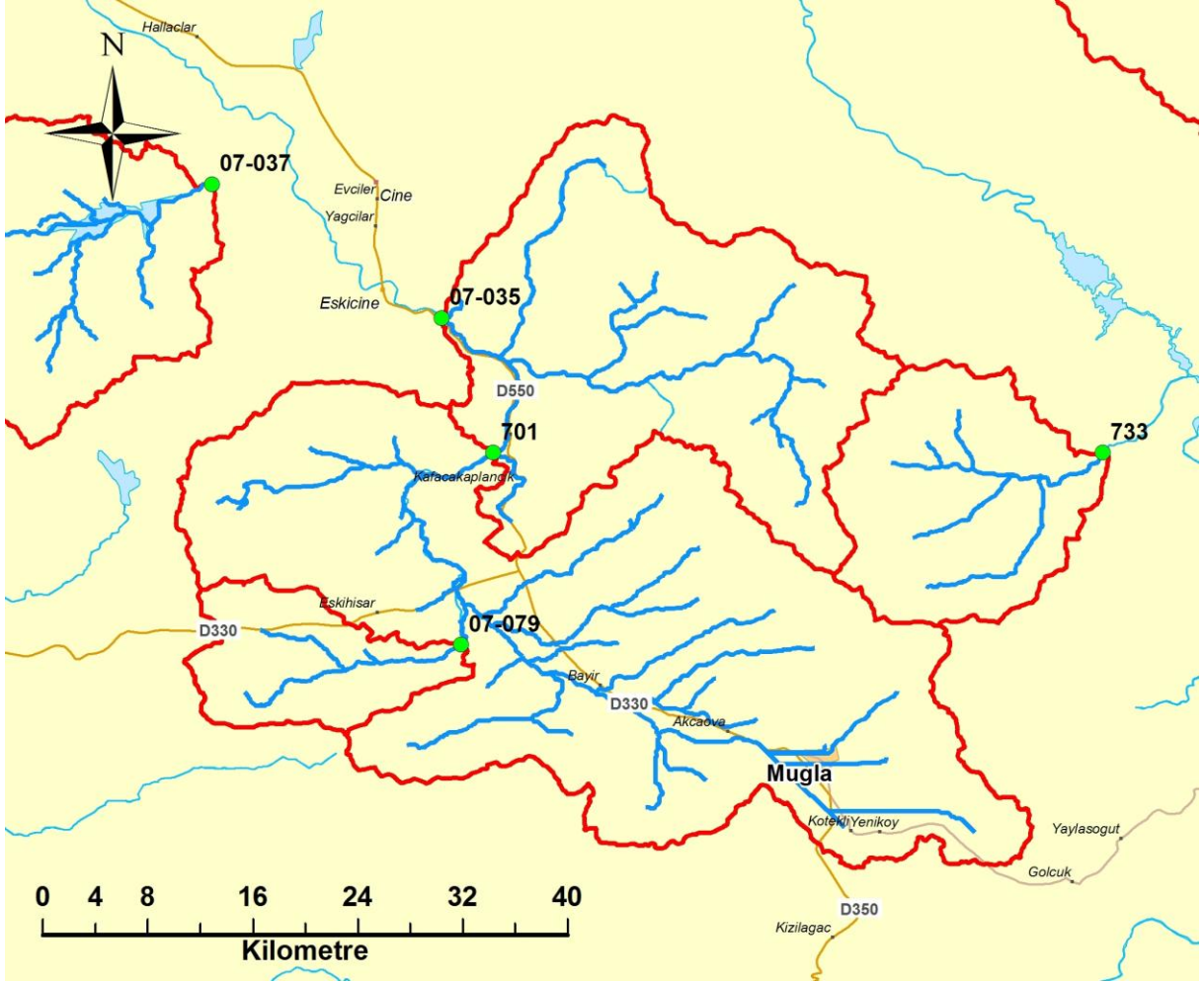
Şekil A.20 : 06-013 numaralı havzaların haritası



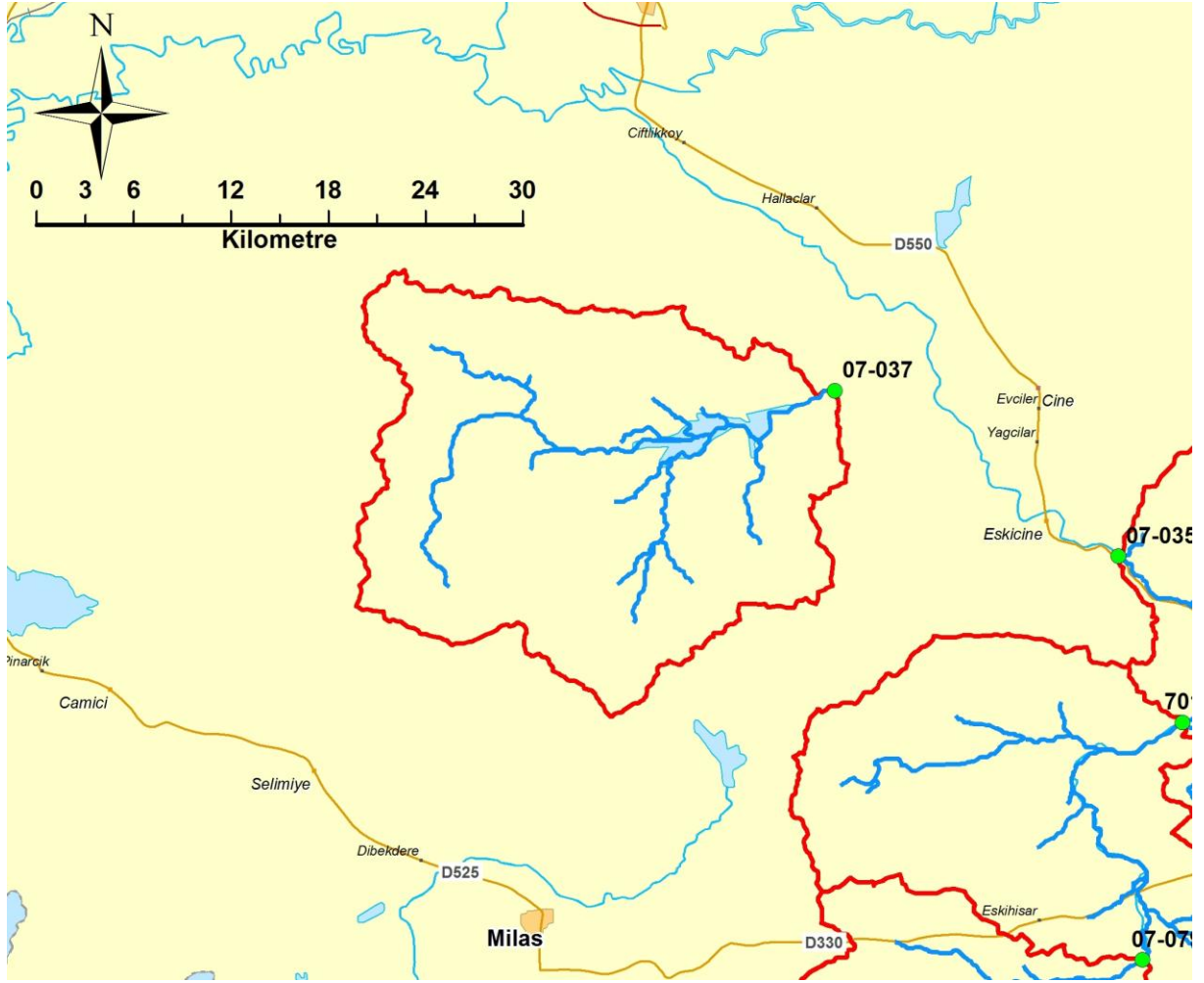
Şekil A.21 : 07-003_049_052_073 numaralı havzaların haritası



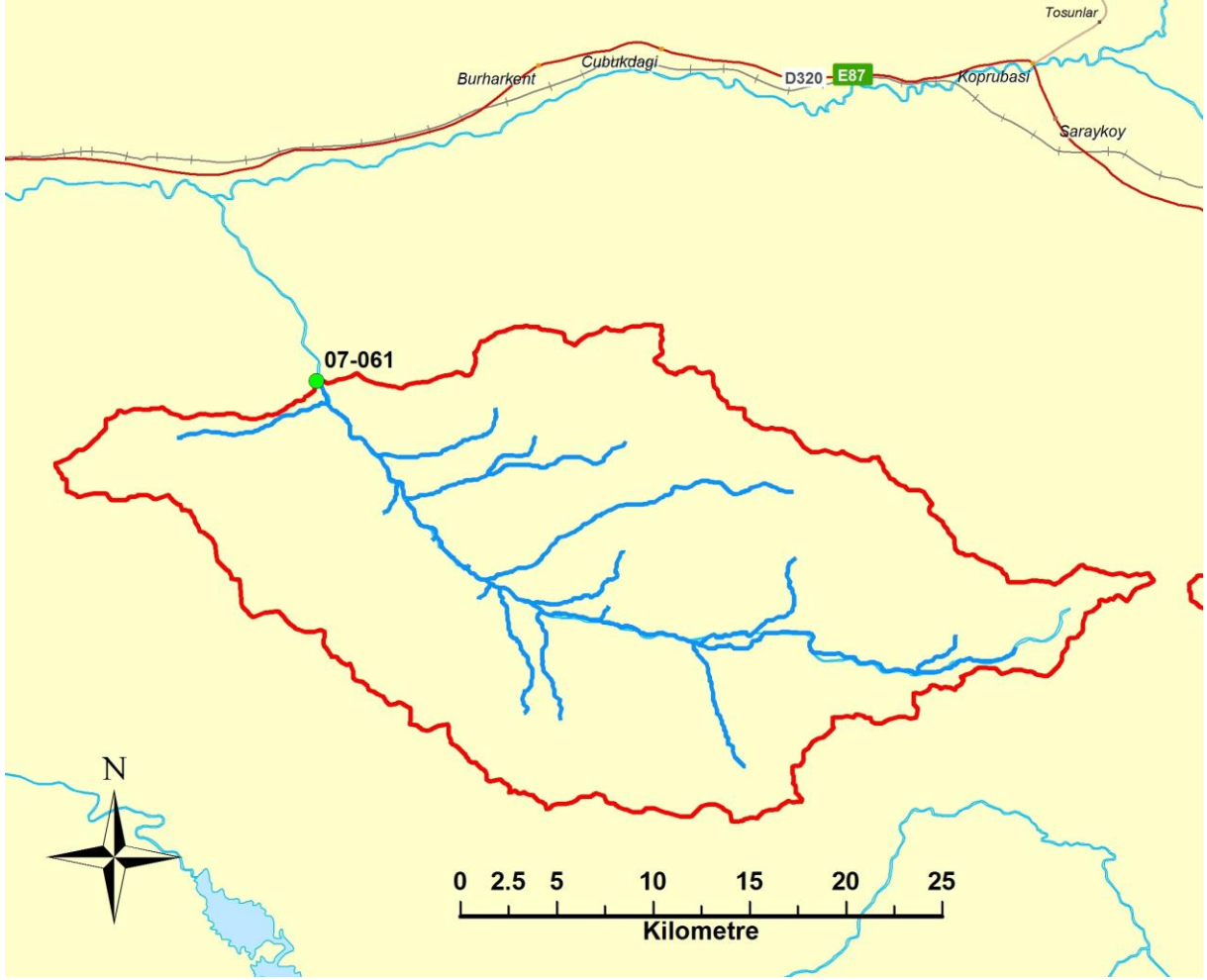
Şekil A.22 : 07-030 numaralı havzanın haritası



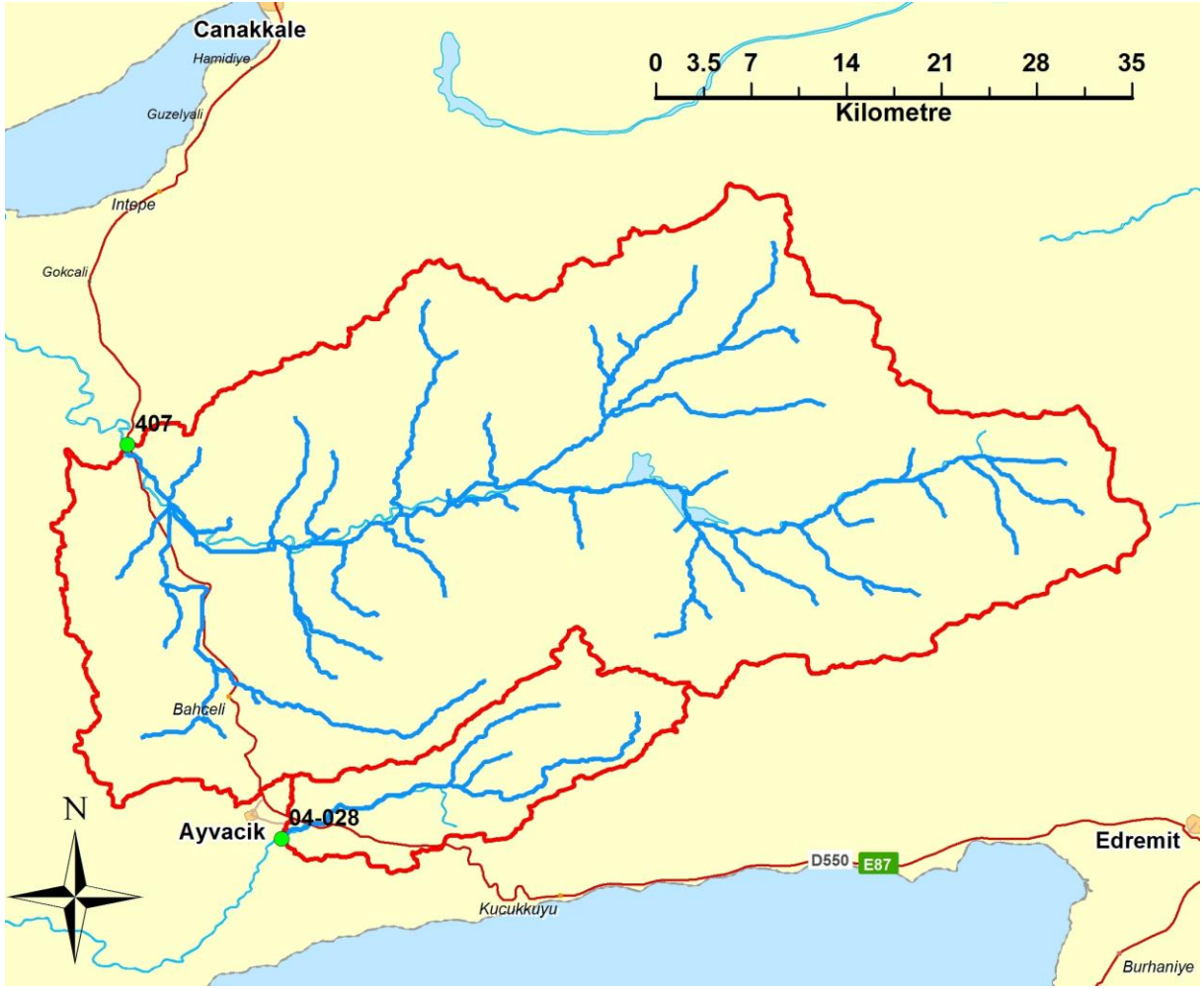
Şekil A.23 : 07-035_079_701_733 numaralı havzaların haritası



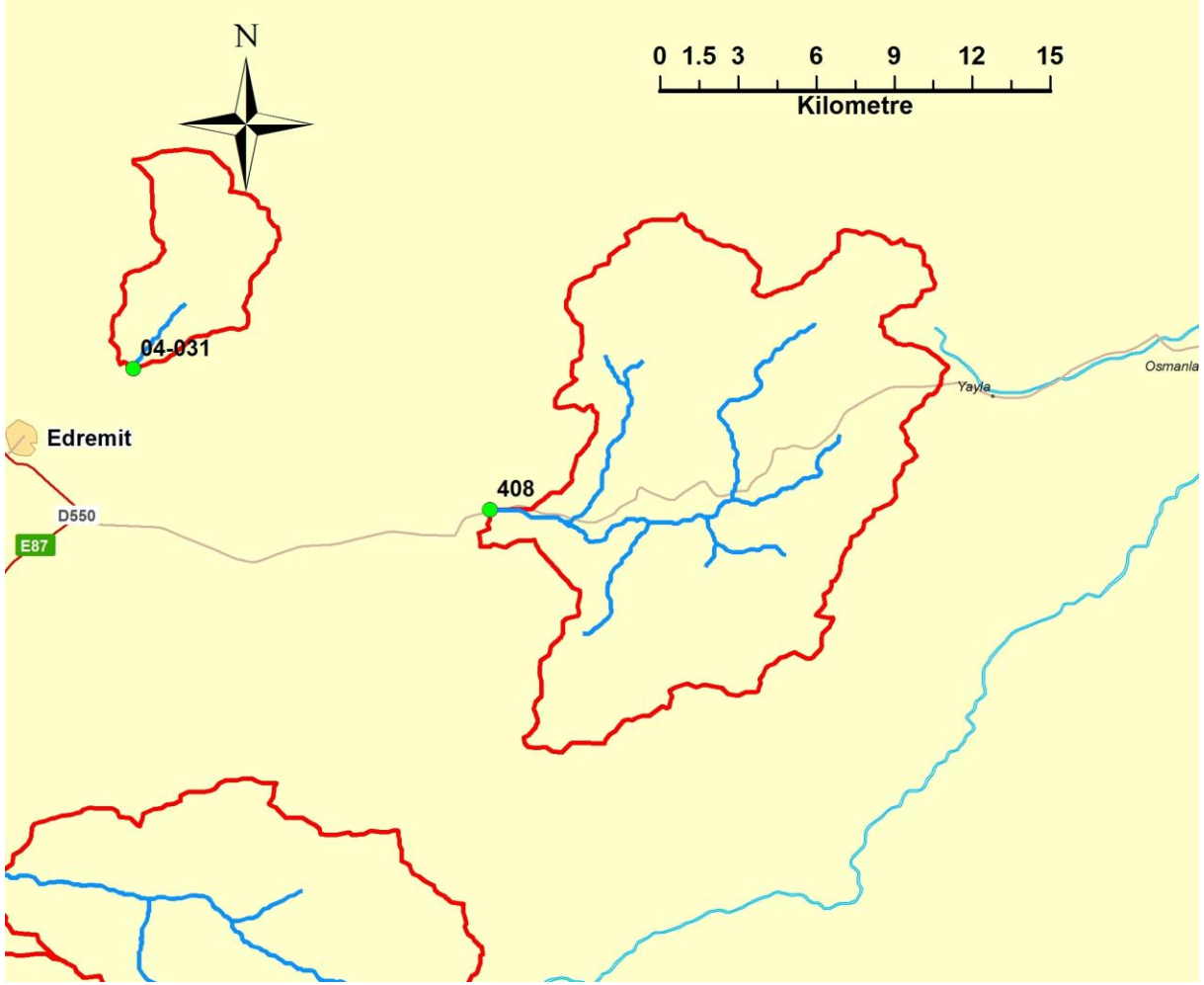
Şekil A.24 : 07-037 numaralı havzanın haritası



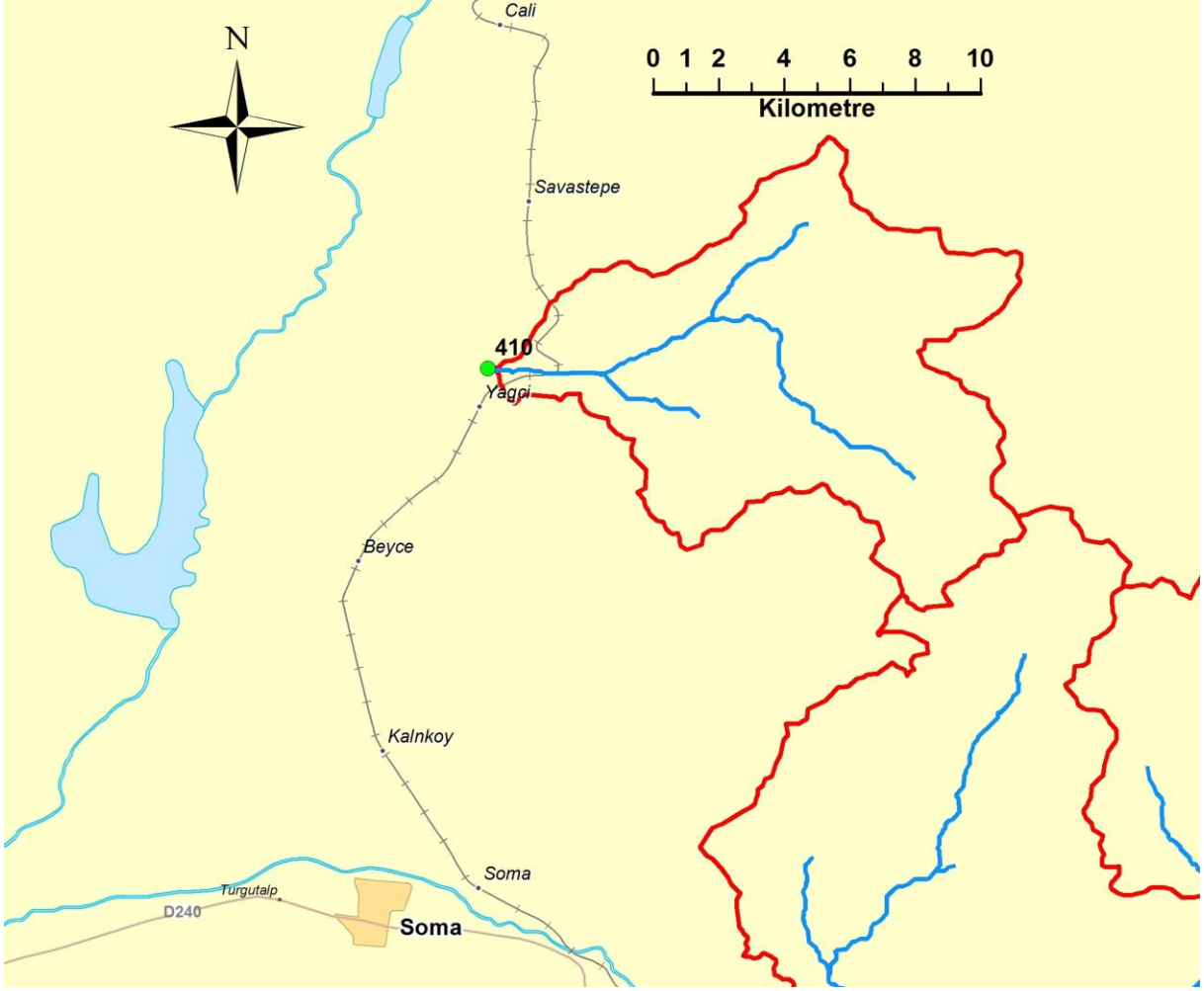
Şekil A.25 : 07-061 numaralı havzanın haritası



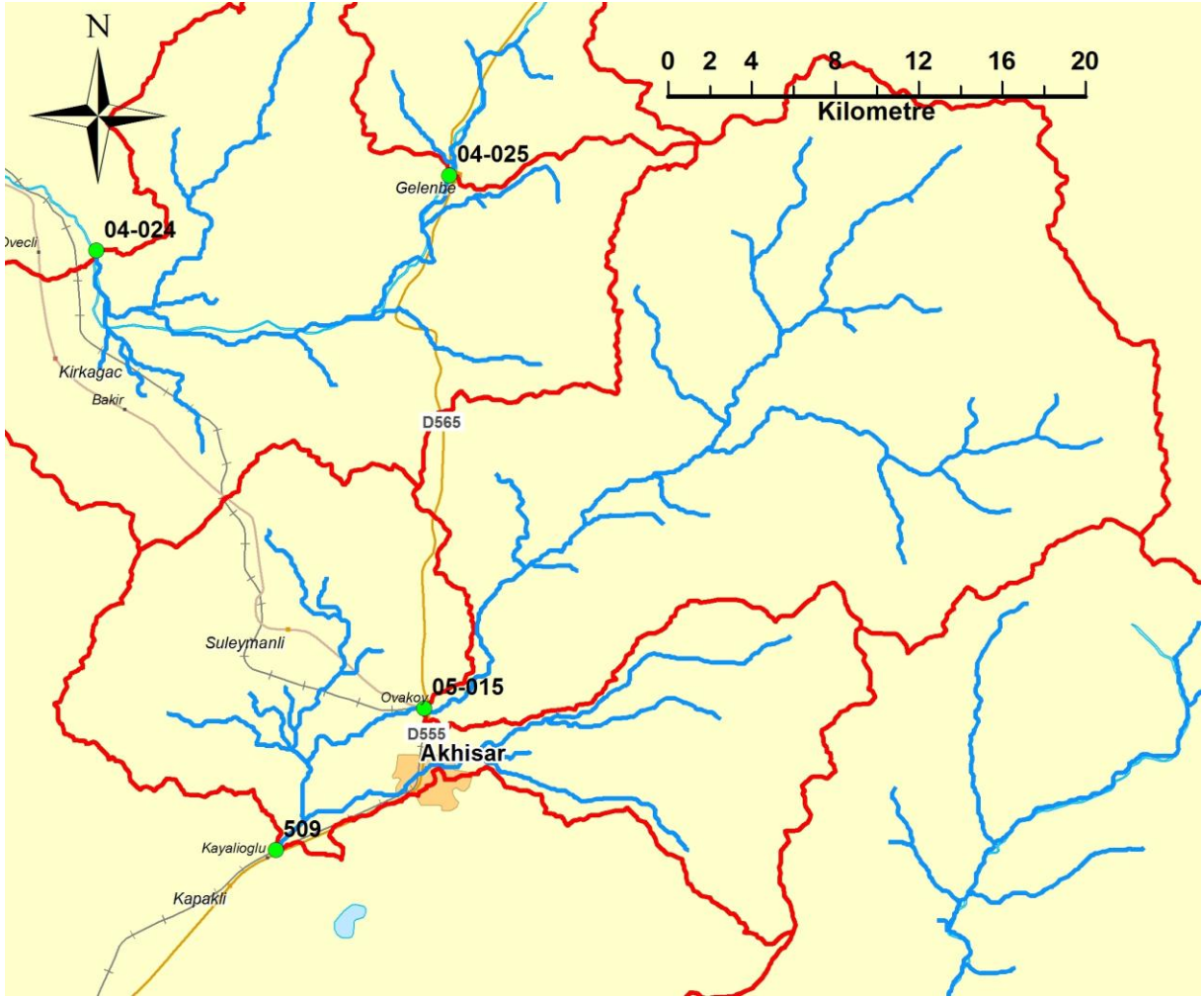
Şekil A.26 : 407 numaralı havzanın haritası



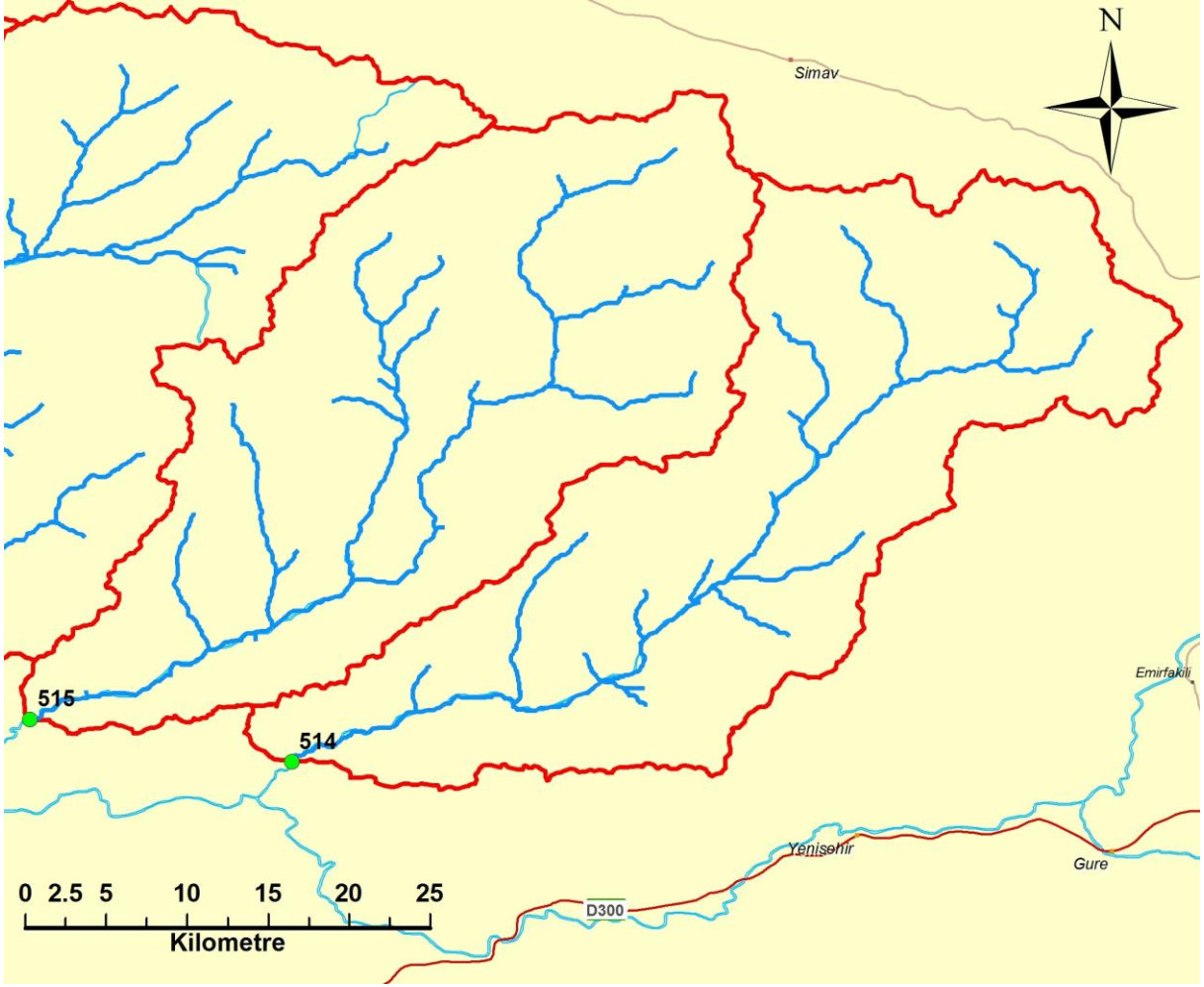
Şekil A.27 : 408 numaralı havzanın haritası



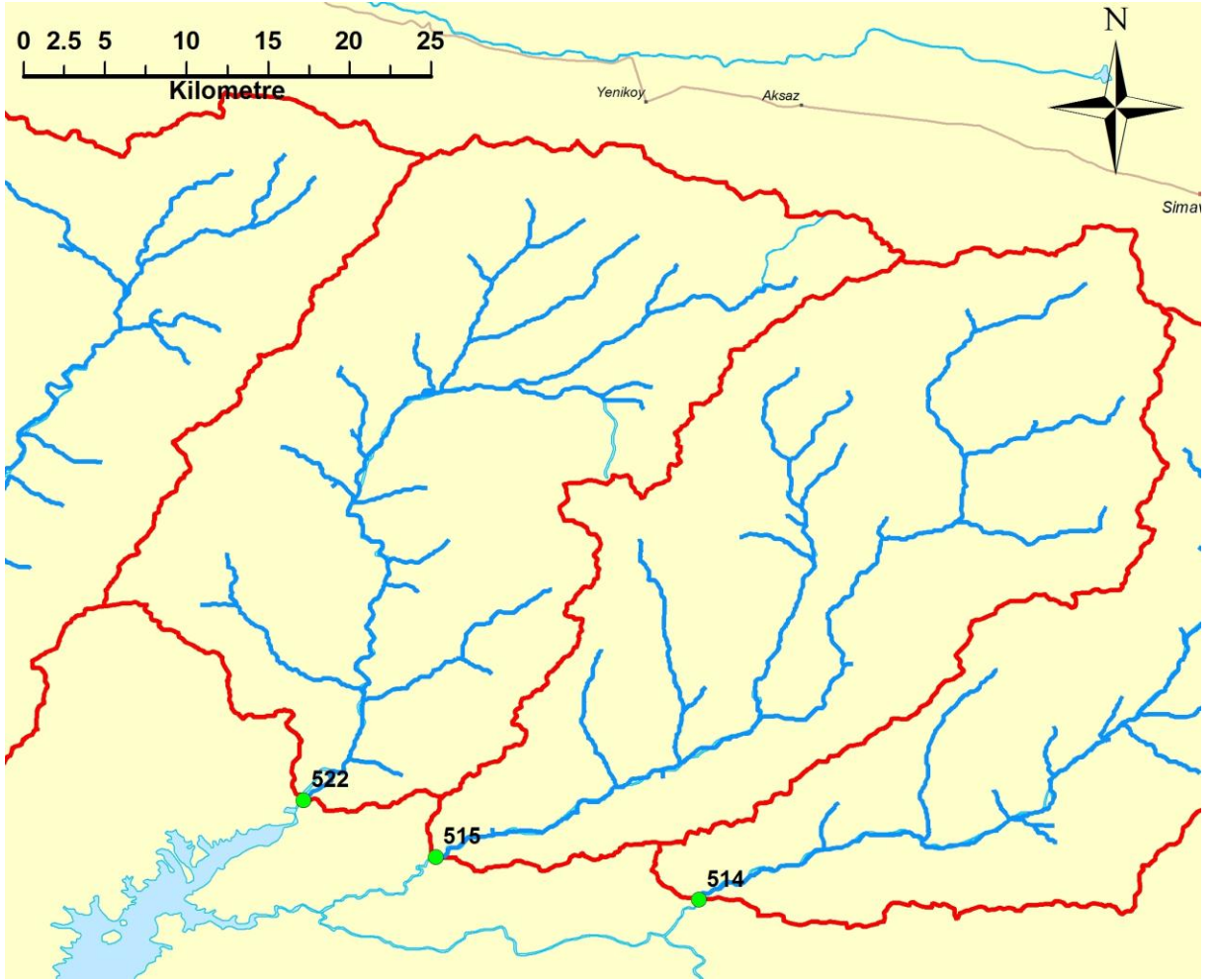
Şekil A.28: 410 numaralı havzanın haritası



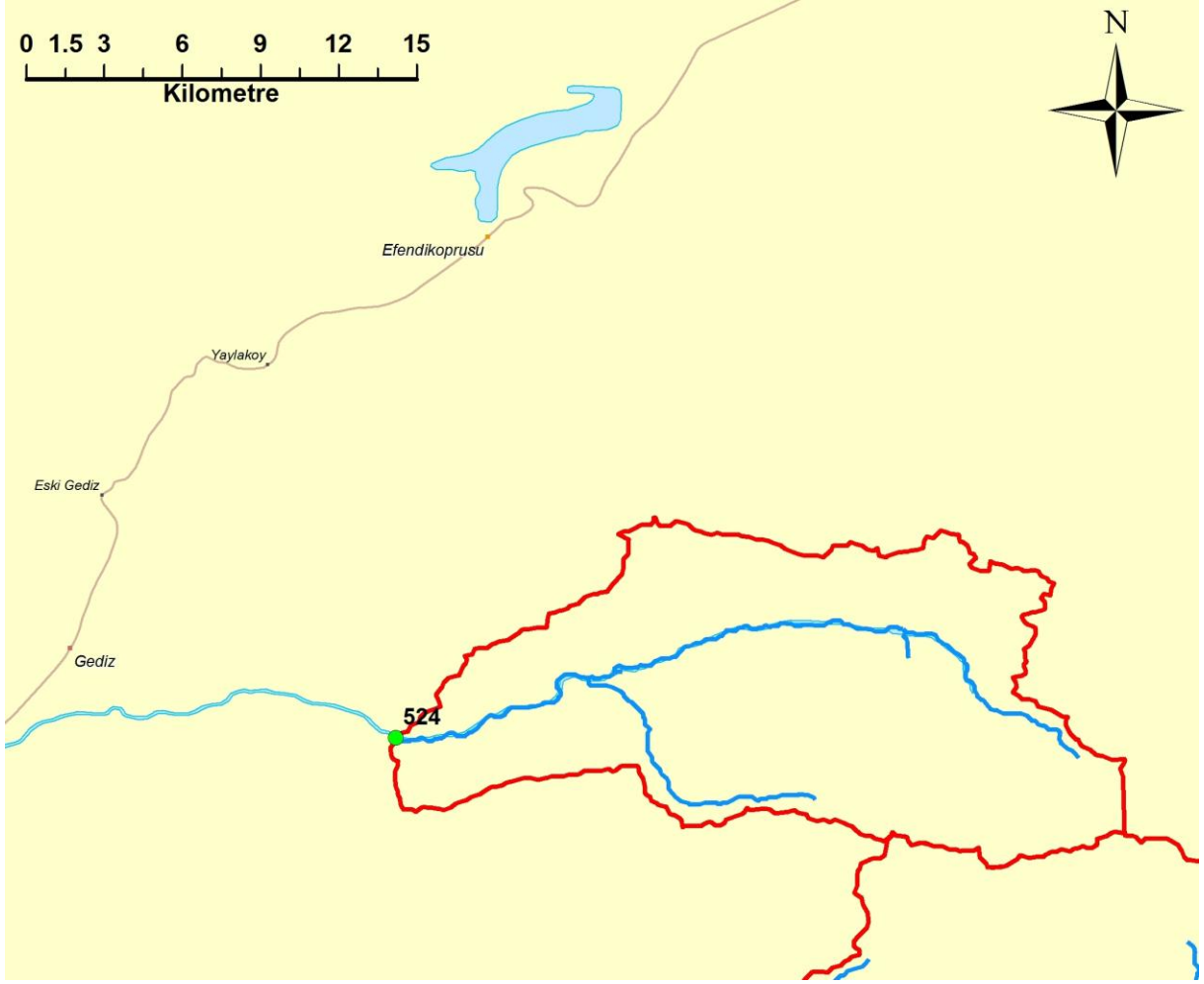
Şekil A.29 : 509 numaralı havzanın haritası



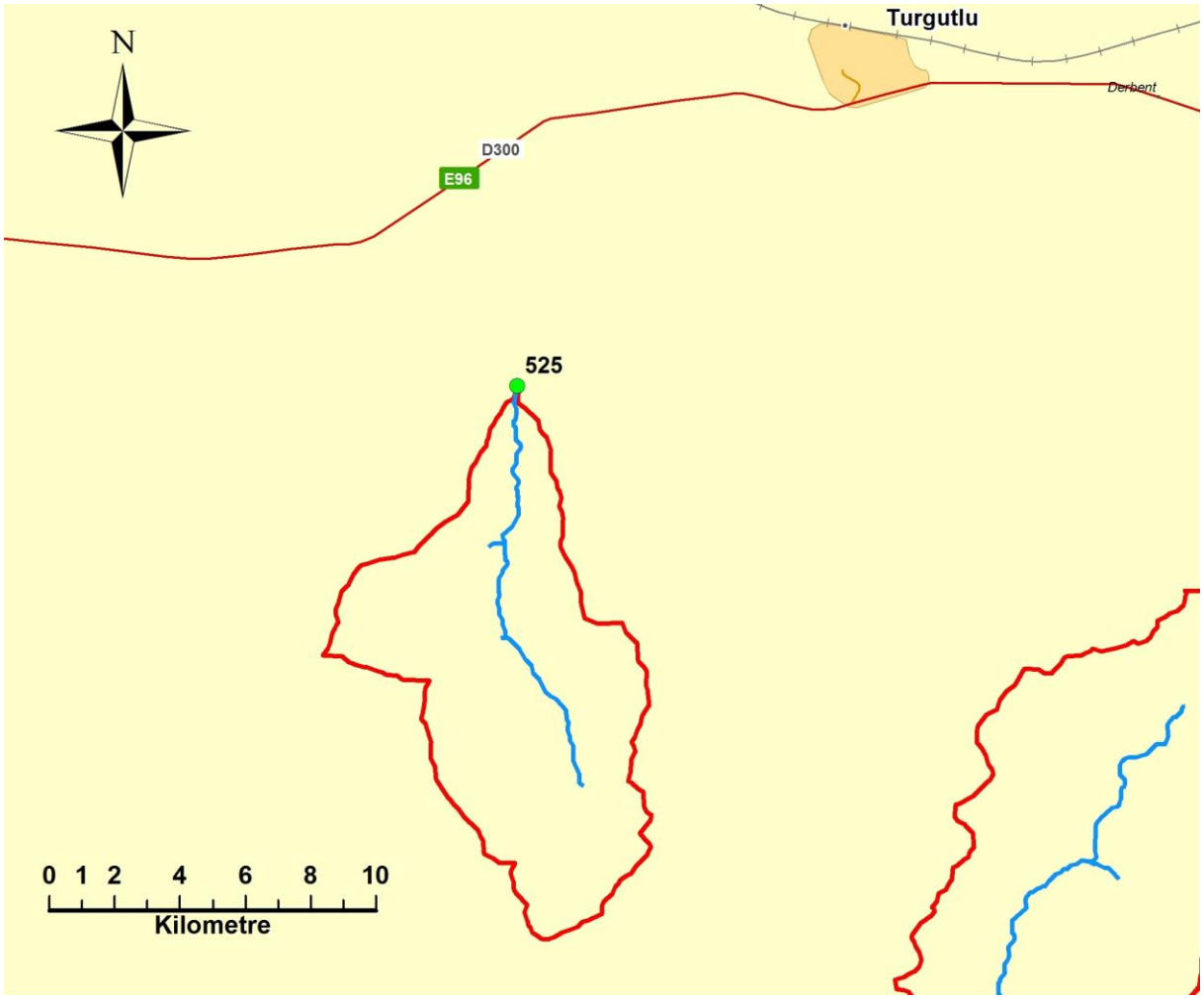
Şekil A.30 : 514 ve 515 numaralı numaralı havzaların haritası



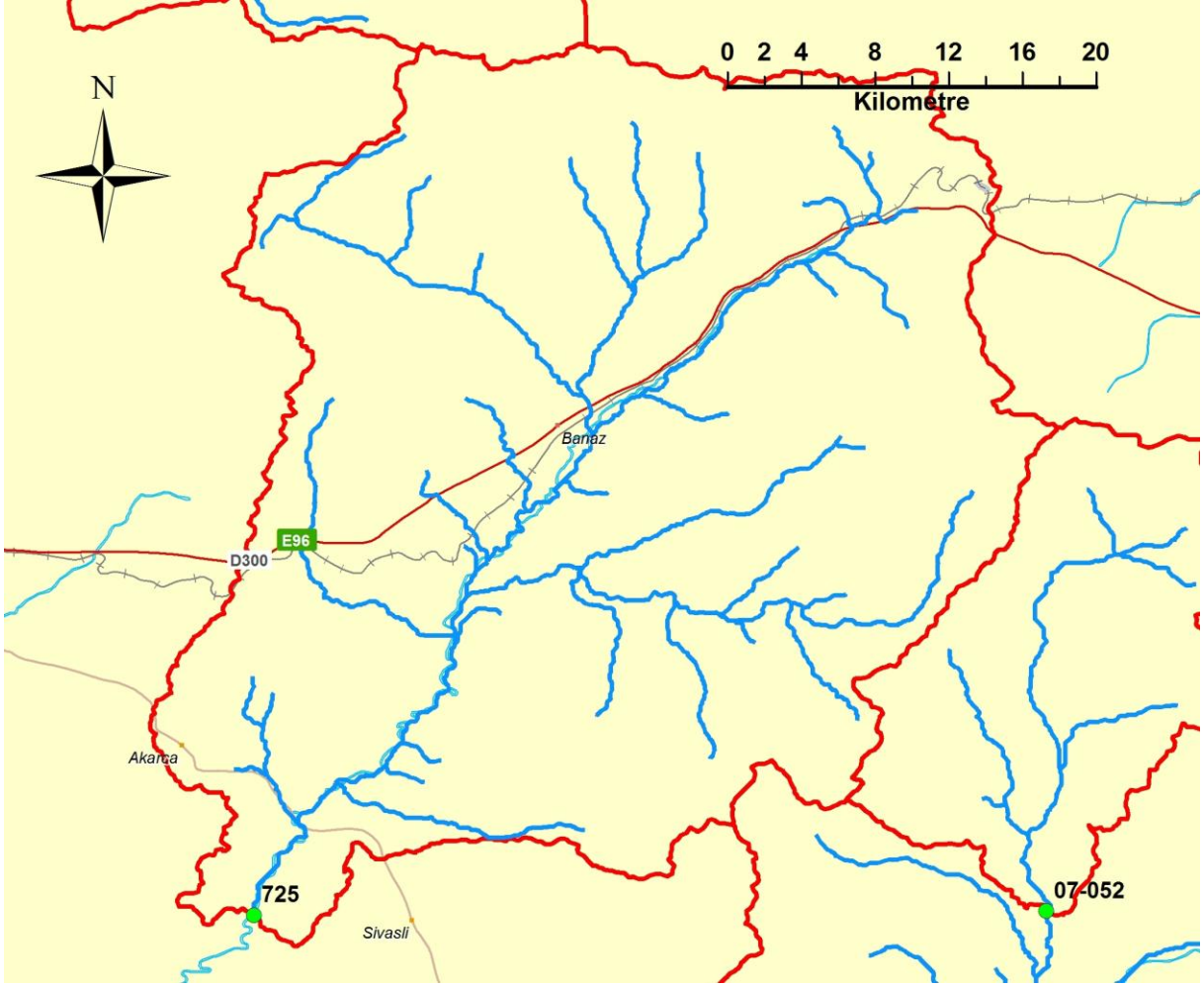
Şekil A.31 : 522 numaralı havzanın haritası



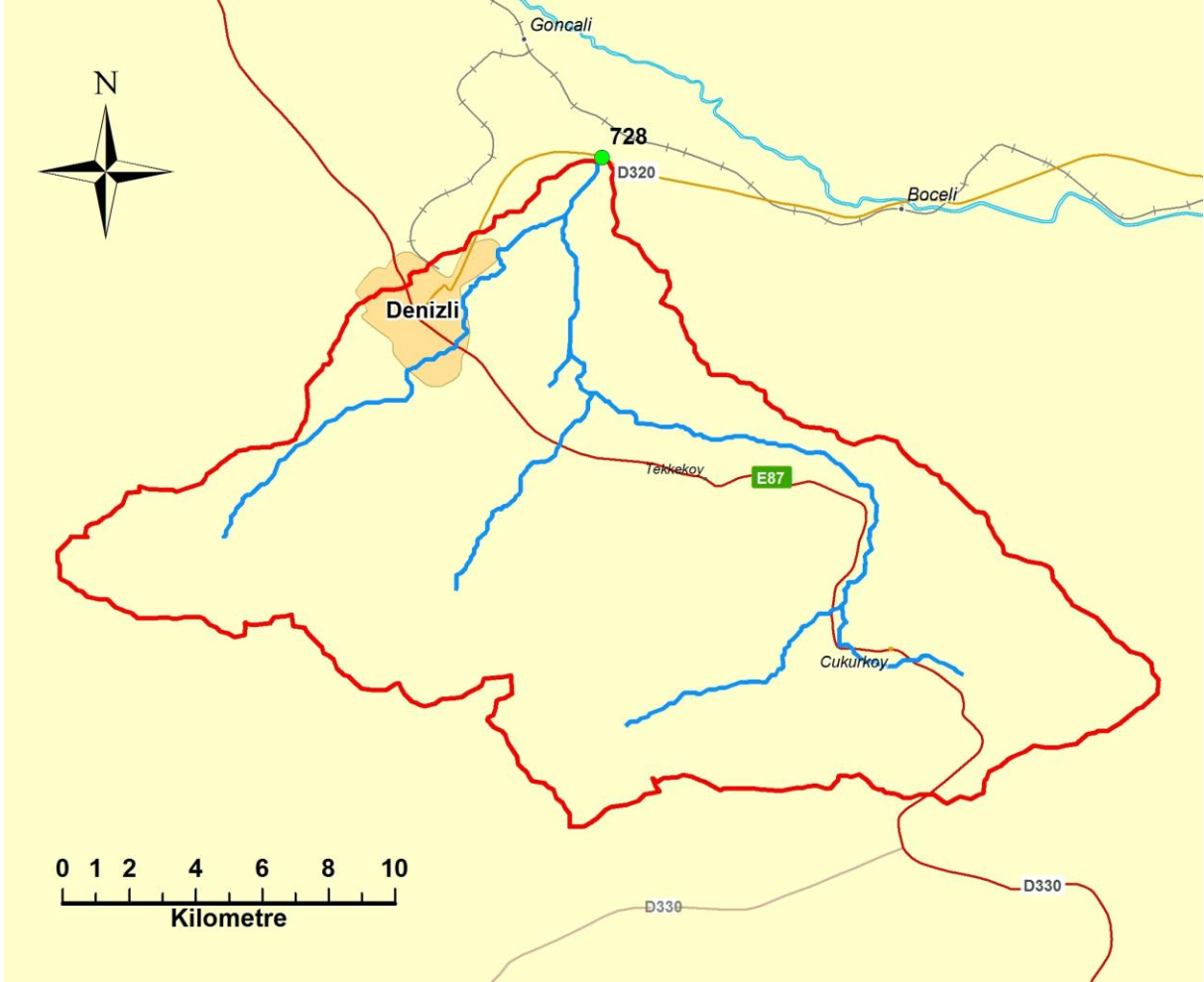
Şekil A.32 : 524 numaralı havzanın haritası



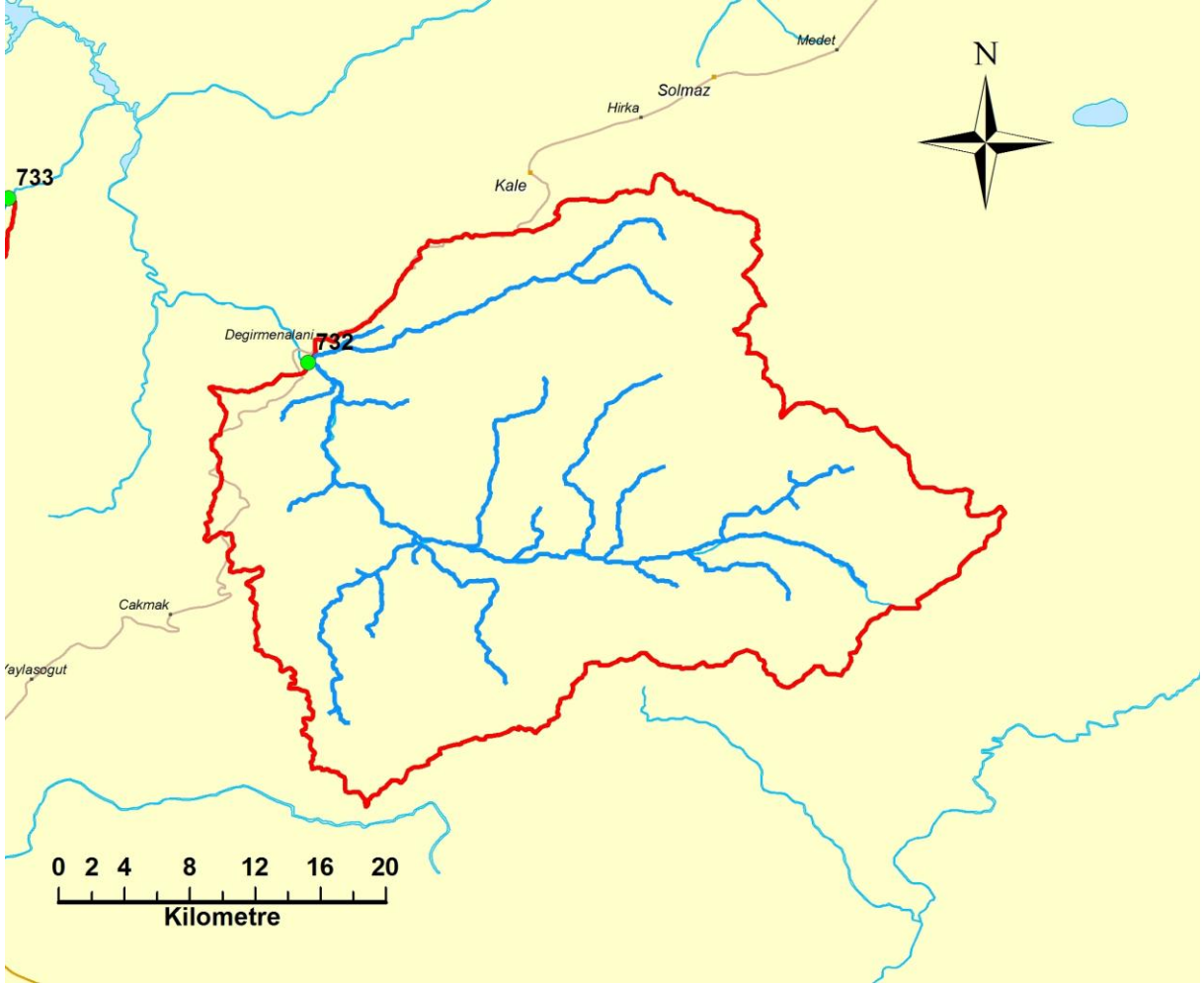
Şekil A.33 : 525 numaralı havzanın haritası



Şekil A.34 : 725 numaralı havzanın haritası



Şekil A.35 : 728 numaralı havzanın haritası



Şekil A.36 : 732 numaralı havzanın haritası

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Mesut MEŞE

Doğum Yeri ve Tarihi: Mardin 06/09/1984

Adres: Altıntop mah. Çaybaşı Cad. No:4 MERKEZ / DENİZLİ

Lisans Üniversite: Pamukkale Üniversitesi