

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BATI AKDENİZ BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM
KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVZA FİZYOGRAFİK
PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA DOĞMAZ

DENİZLİ, OCAK - 2018

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BATI AKDENİZ BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM
KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVZA FİZYOGRAFİK
PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA DOĞMAZ

DENİZLİ, OCAK - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mustafa DOĞMAZ tarafından hazırlanan “BATI AKDENİZ BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVZA FİZYOGRAFİK PARAMETRELERİ İLE BELİRLENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.01.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Abdullah Cem KOÇ



Üye
Doç. Dr. Ceyhun ÖZÇELİK
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
31/01/2018.. tarih ve ...05./15... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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.


MUSTAFA DOĞMAZ

ÖZET

**BATI AKDENİZ BÖLGESİ AKARSULARININ AKIM KARAKTERİSTİK-
LERİNİN HAVZA FİZYOGRAFİK PARAMETRELERİ İLE
BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUSTAFA DOĞMAZ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ABDULLAH CEM KOÇ)**

DENİZLİ, OCAK - 2018

Ortalama debi ve 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, bu durumda akım karakteristikleri komşu havzalardaki gözlemler kullanılarak tahmin edilir. Genellikle komşu havza ve debisi tahmin edilmek istenen havzanın alanlarının oranı bilgi transferinde kullanılır. Şüphesiz alan havzanın tüm karakteristik özelliklerini tek başına temsil edemez. Bu çalışma Batı Akdeniz akarsuları için uzun dönem ortalama debi ve en büyük anlık debi değerlerini hesaplayacak doğrusal ilişkileri bulmayı amaçlamaktadır. Doğrusal denklemler, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'nden elde edilen havza fizyografik parametrelerini ve arazi kullanım oranlarını içerir. Çalışma için Batı Akdeniz Bölgesinden 30 adet havza seçilmiştir ve hepsi 30 metrelik (1 açısız saniye) SRTM SYM'den sınırlandırılmıştır. Tez kapsamında tüm havzalar için hesaplanan havza fizyografik parametreleri alan, çevre, ortalama yükseklik, havza ağırlık merkezi ve havza çıkış noktası arası uzaklık, ortalama havza eğimi, Strahler çatallanma değeri, kot-rölyef oranı, havza dairesellik oranı, ortalama profil eğriliği, akarsu ana kol uzunluğu, akarsu ana kol kuş uçuşu uzunluk, akarsu kıvrımlılığı (sinüzoite), akarsu toplam kol uzunluğu, engebelilik (Ruggedness) indeksi, arazi kullanımını temsil etmek üzere yerleşim, tarım, orman, maki ve açık alan oranları kullanılmıştır. Son olarak dört ana yön (kuzey, doğu, güney ve batı) için bakı değerlerinden elde edilen oranlar kullanılmıştır. Akım karakteristikleri ile fizyografik parametreler ve arazi kullanım oranları arasındaki ilişkiler çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Regresyon analizinde önce parametrelerin kendi değerleri kullanılmış daha sonra doğrusallaştırma için küp köklerinin tersleri ile aynı analiz tekrar edilmiştir. Geriye Doğru Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemi ile regresyon modelleri elde edilmiştir. En iyi çoklu doğrusal regresyon modeli, determinasyon katsayısı, düzeltilmiş determinasyon katsayısı ve tahminin standart hatası değerleri kullanılarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Batı Akdeniz Havzası, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Havza Fizyografik Parametreleri, Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

ABSTRACT

DETERMINATION OF STREAM FLOW CHARACTERISTICS OF WESTERN MEDITERRANEAN REGION USING BASIN PHYSIOGRAPHIC PARAMETERS

MSC THESIS

MUSTAFA DOĞMAZ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CİVİL MÜHÜRERİNG

(SUPERVISOR:PROF. DR. ABDULLAH CEM KOÇ)

DENİZLİ, JANUARY 2018

The average and the maximum flow rates are two important flow characteristics used in the design of water structures. These values can be obtained from observations at stream gauging stations. However, in all streams there is no stream gauging station, this case, stream flow characteristics are estimated using observations in neighboring basins. Generally, the neighboring basin and its flow rate are used transferring information of the ratio of basin areas to be estimated. There is no doubt that the area cannot represent all the characteristics of the basin alone. The aim of this study is to find the linear relationships that will calculate the values of long-term average flow rate and the maximum instantaneous flow rate for the Western Mediterranean streams. Linear equations include basin physiographic parameters obtained from the Digital Elevation Model (DEM) and land use rates. For the study, 30 basins from the Western Mediterranean Region were selected and all were limited to 30 m (1 angular second) SRTM SYM. Within the scope of the thesis, settlement, agriculture, forest, scrub and open area ratios were used and the basin physiographic parameters calculated for all basins are taken as follows: area, environment, average altitude, distance between basin gravity center and basin exit point, average basin slope, Strahler bifurcation value, elevation-relief ratio, basin circularity ratio, average profile curvature, the length of the main stream, the straight length between the starting point of the main stream and pour point of the watershed, the sinuosity of the main stream, the total branch length of the stream, the Ruggedness index. Finally, the ratios obtained from the aspect values were used for the four main directions (north, east, south and west). The relations between stream characteristics, physiographic parameters and land use rates were investigated by multiple linear regression analysis. In the regression analysis, the own values of the parameters were used first, and then the same analysis was repeated with the inverse of the cube roots for linearization. The regression models were obtained by using the Backward Stepwise Multiple Linear Regression Method. The best multiple linear regression model was determined by using determination coefficient, adjusted determination coefficient and estimated standard error.

KEYWORDS: Western Mediterranean Basin, Geographical Information Systems, Basin Physiographic Parameters, Multiple Linear Regression Analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | v |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| SEMBOL LİSTESİ..... | viii |
| ÖNSÖZ..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1 Tezin Amacı..... | 1 |
| 1.2 Literatür Bilgisi | 2 |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM | 6 |
| 2.1 Seçilen Havzalar | 6 |
| 2.2 CBS Analizi | 6 |
| 2.2.1 SYM'nin Hazırlanması..... | 9 |
| 2.2.2 Çukursuz SYM Oluşturulması | 9 |
| 2.2.3 Akım Yönü | 10 |
| 2.2.4 Akım Toplama..... | 12 |
| 2.2.5 Havza Çıkış Noktası | 14 |
| 2.2.6 Havza Sınırlarının Çizilmesi | 17 |
| 2.2.7 Havzanın Diğer Tabakalardan Ayrılması | 19 |
| 2.3 Havza Fizyografik Parametrelerinin Belirlenmesi..... | 22 |
| 2.3.1 Havza Alanının Poligona Çevrilmesi | 23 |
| 2.3.2 Havza Alanı | 23 |
| 2.3.3 Havza Çevre Uzunluğu..... | 25 |
| 2.3.4 Havza Ağırlık Merkezinin Havza Çıkış Noktasına Uzaklığı | 26 |
| 2.3.5 Eğim (SLP)..... | 28 |
| 2.3.6 Bakı..... | 30 |
| 2.3.7 Ortalama Yükseklik ve Kot-Rölyef Oranı..... | 33 |
| 2.3.8 Akarsu Çatallanma Değeri..... | 34 |
| 2.3.9 Akarsu Ana Kol Uzunluğu | 37 |
| 2.3.10 Akarsu Ana Kol Kuş Uçuşu Uzunluğu..... | 39 |
| 2.3.11 Sinüzoite | 40 |
| 2.3.12 Toplam Kol Uzunluğu | 40 |
| 2.3.13 Eğrilik | 41 |
| 2.3.14 Havza Dairesellik Oranı..... | 42 |
| 2.3.15 Havza Engebelilik Göstergesi (Ruggedness Index)..... | 43 |
| 2.3.16 Arazi Kullanımı | 43 |
| 3. REGRESYON ANALİZİ..... | 47 |
| 3.1 GENEL BİLGİLER | 47 |
| 3.1.1 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler | 47 |
| 3.1.2 Regresyon Analizinin Amacı..... | 47 |
| 3.1.3 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Seçimi | 48 |
| 3.1.4 Regresyon Sonuçlarının Genellenebilirliği ve Gözlem Sayısı | 48 |
| 3.2 Çoklu Doğrusal Regresyon | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 Bağımsız Değişkenlerin Modelden Çıkarılması - Geriye Doğru Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon | 49 |
| 3.2.2 Regresyon Modelinin Performans Analizi | 50 |
| 3.2.2.1 Determinasyon (Belirlilik) Katsayısı (R^2) ve Düzeltilmiş Belirlilik Katsayısı (R^2_{adj})..... | 51 |
| 3.2.2.2 Tahminin Standart Hatası (SEE) | 51 |
| 4. BULGULAR | 53 |
| 4.1 Batı Akdeniz Havzalarının Fizyografik Parametreleri | 53 |
| 4.2 Regresyon Analizi Bulguları..... | 62 |
| 4.3 Alan ve Arazi Kullanım Oranları Kullanılarak Yapılan Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli | 67 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 69 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 70 |
| 7. EKLER..... | 73 |
| EK A. Saçılım Grafikleri..... | 73 |
| 8. ÖZGEÇMİŞ..... | 83 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1: Tez kapsamındaki havzaların genel yerleşim planı | 8 |
| Şekil 2.2: Tez kapsamındaki havzaların akım gözlem istasyonu numaraları ve akarsular | 8 |
| Şekil 2.3: Batı Akdeniz bölgesinin sayısal yükseklik modeli | 9 |
| Şekil 2.4: <i>Fill</i> komutunun parametreleri | 10 |
| Şekil 2.5: <i>Flow Direction</i> komutunun parametreleri | 11 |
| Şekil 2.6: Akım yönünü belirten kod numaraları | 11 |
| Şekil 2.7: Batı Akdeniz Bölgesi'nin akım yönleri haritası | 12 |
| Şekil 2.8: <i>Flow Accumulation</i> komutunun parametreleri | 13 |
| Şekil 2.9: Batı Akdeniz Bölgesi'nin bir bölümünün akım toplama haritası | 14 |
| Şekil 2.10: 802 numaralı akım gözlem istasyonunun bulunduğu yerin uydu görüntüsü | 16 |
| Şekil 2.11: 802 numaralı akım gözlem istasyonunun yeri | 17 |
| Şekil 2.12: <i>Snap Pour Point</i> komutunun parametreleri | 17 |
| Şekil 2.13: <i>Watershed</i> komutunun parametreleri | 18 |
| Şekil 2.14: 802 numaralı havzanın sınırları | 19 |
| Şekil 2.15: <i>Extract by Mask</i> komutunun parametreleri | 20 |
| Şekil 2.16: 802 nolu havzanın sayısal yükseklik modeli haritası | 20 |
| Şekil 2.17: 802 nolu havzanın akım yönü haritası | 21 |
| Şekil 2.18: 802 nolu havzanın akım toplama haritası | 21 |
| Şekil 2.19: <i>Raster to Polygon</i> komutunun parametreleri | 24 |
| Şekil 2.20: Havzanın poligona çevrilmesi | 24 |
| Şekil 2.21: Poligon formatındaki havza alanının hesap adımları | 25 |
| Şekil 2.22: Poligon formatındaki havza çevresinin hesap adımları | 26 |
| Şekil 2.23: Havza çıkış noktası ve ağırlık merkezinin koordinatlarının bulunması | 27 |
| Şekil 2.24: 3x3'lük raster hücresi modeli | 28 |
| Şekil 2.25: <i>Slope</i> komutunun parametreleri | 29 |
| Şekil 2.26: 802 nolu havzanın eğim haritası | 30 |
| Şekil 2.27: <i>Aspect</i> komutunun parametreleri | 31 |
| Şekil 2.28: <i>Int</i> komutunun parametreleri | 32 |
| Şekil 2.29: 802 nolu havzanın Bakı haritası | 32 |
| Şekil 2.30: 802 nolu havzanın sayısal yükseklik modelinin istatistikleri | 34 |
| Şekil 2.31: <i>Stream Order</i> komutunun parametreleri | 35 |
| Şekil 2.32: 802 nolu havzada <i>SetNull</i> işlemi | 36 |
| Şekil 2.33: 802 nolu havzanın Strahler çatallanma değerleri | 37 |
| Şekil 2.34: Raster tabakayı vektör formatına dönüştürme işleminin parametreleri | 38 |
| Şekil 2.35: 802 nolu havzanın vektör formatına çevrilmiş akarsuları | 38 |
| Şekil 2.36: 802 nolu havzanın kol uzunlukları | 39 |
| Şekil 2.37: 802 nolu havzanın akarsu ana kol kuş uçuşu uzunluğu | 40 |
| Şekil 2.38: <i>Curvature</i> komutunun parametreleri | 41 |

| | |
|---|----|
| Şekil 2.39: 802 nolu havzanın profil eğrilik (profile curvature) haritası | 42 |
| Şekil 2.40: Batı Akdeniz Bölgesi arazi kullanımı haritası | 44 |
| Şekil 2.41: 802 nolu havzanın arazi kullanımı haritası | 46 |
| Şekil 4.1: Q_{maks} için regresyon modellerinin performans göstergeleri..... | 65 |
| Şekil 4.2: Q_{ort} için regresyon modellerinin performans göstergeleri | 65 |
| Şekil 4.3: Q_{maks} için regresyon modellerinin performans göstergeleri..... | 67 |
| Şekil 4.4: Q_{ort} için regresyon modellerinin performans göstergeleri | 67 |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Tablo 2.1: Akım gözlem istasyonlarının DSİ ve EİE akım yıllıklarına göre bilgileri..... | 7 |
| Tablo 2.2: Havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranları..... | 22 |
| Tablo 2.3: Bakı açılarına göre yönler..... | 32 |
| Tablo 2.4: 802 nolu havzanın yönlere göre hücre sayıları..... | 33 |
| Tablo 2.5: 802 nolu havzanın ana yön hücre sayılarının toplam hücre sayısına oranı | 33 |
| Tablo 2.6: Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırması..... | 44 |
| Tablo 2.7: 802 no'lu havzanın arazi kullanım oranları | 46 |
| Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri..... | 54 |
| Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam) | 55 |
| Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam) | 56 |
| Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam) | 57 |
| Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin küp köklerinin tersleri | 58 |
| Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin küp köklerinin tersleri (Devam) | 59 |
| Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin küp köklerinin tersleri (Devam) | 60 |
| Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin küp köklerinin tersleri (Devam) | 61 |
| Tablo 4.3: Parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları | 62 |
| Tablo 4.4: Parametrelerin küpköklerinin terslerinin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları | 63 |
| Tablo 4.5: Parametrelerin orijinal değerleri ile yapılan regresyon analizinin sonuçları | 64 |
| Tablo 4.6: Parametrelerin küp köklerinin tersleri ile yapılan regresyon analizinin sonuçları | 66 |
| Tablo 4.7: Alan ve arazi kullanım oranları kullanılarak yapılan regresyon analizi sonuçları | 68 |
| Tablo EK A.1: Fizyografik Parametreler ve Arazi Kullanım Oranları ile Q_{maks} ve Q_{ort} arasındaki saçılım grafikleri | 73 |

SEMBOL LİSTESİ

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| A | : | Havza alanı (km ²) |
| P | : | Havza çevre uzunluğu (km) |
| GL | : | Havza ağırlık merkezinin havza çıkış noktasına uzaklığı |
| SLP | : | Eğim |
| ASP | : | Bakı |
| STH | : | Strahler çatallanma Değeri |
| ZMEAN | : | Ortalama yükseklik |
| E | : | Kot-Rölyef oranı |
| Rc | : | Havza dairesellik oranı |
| PRFC | : | Havza Ortalama Profil Eğriliği |
| MAINL | : | Akarsu Ana Kol Uzunluğu |
| STRL | : | Akarsu Ana Kol Kuş Uçuşu Uzunluk |
| SIN | : | Sinüzoite |
| TOTL | : | Akarsu Toplam Kol Uzunluğu |
| RGD | : | Engbelilik İndeksi |
| YR | : | Yerleşim Oranı |
| TR | : | Tarım Oranı |
| OR | : | Orman Oranı |
| MR | : | Maki Oranı |
| AR | : | Açık Alan Oranı |
| KR | : | Kuzey Oranı |
| BR | : | Batı Oranı |
| GR | : | Güney Oranı |
| DR | : | Doğu Oranı |
| A₀ | : | Çevresi havzanın çevre uzunluğuna eşit olan dairenin alanı |
| RSS₁ | : | Bir parametre çıkarıldıktan sonra kalan parametreler için hata kareleri toplamı |
| RSS₂ | : | Bütün değişkenler için hata kareleri toplamı |
| R² | : | Çoklu belirlilik katsayısı |
| R²_{adj} | : | Çoklu düzeltilmiş belirlilik katsayısı |
| SEE | : | Tahminin standart hatası |
| k | : | Değişken sayısı |
| n | : | Gözlem, veri sayısı |
| x | : | Örneklemedeki bağımsız değişkenler |
| p | : | Parametre sayısı |
| β_k | : | Çoklu doğrusal regresyon denkleminin katsayılar |
| ŷ_i | : | y değişkeninin modelden elde edilen değeri |

ÖNSÖZ

Bu tez Batı Akdeniz Bölgesi akarsuları için uzun dönem ortalama debi ve anlık maksimum debi değerlerini kestirebilmek amacıyla doğrusal denklemler elde etmek için hazırlanmıştır. Doğrusal denklemler, Sayısal Yükseklik Modelinden elde edilen havza fizyografik parametrelerini ve arazi kullanım oranlarını içermektedir. Bu çalışmanın hazırlanmasında katkıda bulunan tez danışmanım Prof. Dr. Abdullah Cem KOÇ'a ve sağladıkları katkılardan dolayı jüri üyeleri Doç. Dr. Ceyhun ÖZÇELİK'e ve Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ'a teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Havza çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bir havzanın CBS ortamında modellenmesi çalışmasına ilgili havzanın raster (mozaik) sayısal yükseklik modelinde (SYM) sınırlarının çizilmesi ve ana SYM paftasından ayrılması ile başlanır. Bu tezin amaçlarından birisi, ülkemizin 25 ana akarsu havzasından birisi olan 8 numaralı Batı Akdeniz havzasında bulunan ve Devlet Su İşleri (DSİ) ile kapatılan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen 30 adet akım gözlem istasyonunu besleyen havzaların, CBS kullanılarak, SYM'lerinin elde edilmesidir. Böylece hem bu tezde hem de diğer hidrolojik çalışmalarda kullanılacak bir havza kütüphanesi oluşturulması amaçlanmıştır. Tezin bir diğer amacı da sayısal yükseklik modelleri bulunan bu 30 adet havzanın fizyografik parametrelerinin ve arazi kullanım oranlarının elde edilmesidir. Havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranları ile havzanın en önemli akım karakteristiklerinden olan ortalama debi ve gözlenmiş en büyük debi (rasat süresince ortalama ve azami akım) arasında doğrusal ilişki kurularak; üzerinde akım gözlem istasyonu olmayan benzer havzalar için kullanılacak denklemler elde edilmiştir. Tez kapsamında her bir havzaya ait 18 adet fizyografik parametre ve 5 adet arazi kullanım oranı hesaplanarak doğrusal modellerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Tez kapsamında kullanılan havza fizyografik parametreleri ile arazi kullanım oranları, ortalama debi ve azami debinin tahmin edilmesinde literatürde de sıklıkla kullanılan parametreler arasından seçilmiştir.

Bölgesel ölçekteki jeomorfolojik çalışmalar fizyografi olarak adlandırılır. Fizyografik analiz, ele alınan yeryüzü bölgesinin fizyografik parametrelerinin büyüklük ve dağılım yönünden incelenmesidir. Fizyografik parametreler havzaların ayırt edici özelliklerindedir ve havza modellemelerinde diğer hidrolojik ve meteorolojik parametrelerle birlikte kullanılmalıdır.

Tezde esas olarak ArcGIS coğrafi bilgi sistemi programı havza fizyografik parametrelerini SYM'den elde etmek için kullanılmıştır. Bir havzanın fizyografik parametrelerini elde etmek isteyen araştırmacılar bölgenin sayısal yükseklik modelinden yola çıkarak şu işlem sırasını izlemelidirler:

Öncelikle ilgili havzayı içeren SYM paftalarını elde etmeleri 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 yetersizdir. Mevcut çalışmalar genellikle bir havza için gerçekleştirilmiştir. Bölgesel veya ülke çapında bir çalışma çok azdır. Bu tez kapsamında çok sayıda havza fizyografik parametreleri ile arazi kullanım yüzdeleri debi tahmin modellemesinde beraber kullanılmıştır.

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 elde edilmesi ve araştırmacıların kullanımına açılmasıyla gerçekleşmiştir. Havza çalışmalarında genellikle 90 m (30 açısız saniye) ve 30 m (1 açısız saniye) hücre büyüklüğü olan sayısal yükseklik modelleri kullanılmaktadır. 10 m hücre büyüklüğüne sahip SYM'ler yerleşim yerlerindeki küçük havzalar için modelleme çalışmalarında kullanılsa da daha büyük havzalar için fazla bilgisayar kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır. 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. Belli bir bölgedeki havzaların fizyografik parametrelerinin karşılaştırmasını amaçlayan yayınlara örnek olarak, Miliaris ve Iliopolou, 2004 verilebilir. Araştırmacılar 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.

Çalışmaların bazılarında 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 çatalanma 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 kullanmışlardır.

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 yüzeylelerinin 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 bölgelemesi 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 kot uzunluğu, maksimum, minimum ve ortalama kıtlar gibi fizyografik parametreleri kullanarak geoistatistik tekniklerle (Thiessen poligonları, ters mesafe ağırlıklı, Kriging) bölgeselleştirme çalışması yapmışlardır.

Ülkemizde de akarsu akımlarına fizyografik faktörlerin etkisini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Meşe 2012 yılındaki tez çalışmasında Ege Bölgesindeki 47 adet havzanın 30 adet fizyografik parametresi ile ortalama ve maksimum debiler arasında çoklu doğrusal regresyon analizi yapmıştır. 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 bakı 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 yararlanan 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, bakı ve yükseklik ile ilgili fizyografik parametreler HEC-GeoRAS programı ArcGIS ile beraber çalıştırılarak bulunmuştur.

Asfaha ve diğ. 2015'te Kuzey Etiyopya'da bulunan 11 adet havzada pik debi ile havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanımı arasındaki ilişkileri incelemişlerdir (Asfaha ve diğ., 2015).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında yararlanılan Sayısal Yükseklik Modelleri, Amerikan Uzay Ajansı (NASA) ve Amerikan Jeoloji Servisi (USGS) tarafından üretilen 1 açısız saniyelik SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) sayısal yükseklik modelleridir. Batı Akdeniz bölgesinin tamamını kapsamak amacıyla her biri 1 derece karelik alana sahip 8 adet sayısal yükseklik modeli paftası USGS'in "*Earthexplorer*" internet platformundan temin edilmiştir. 1 açısız saniyelik sayısal yükseklik modelleri Ekvator'da yaklaşık 30 m kenar uzunluğundaki kare şeklinde olup, Batı Akdeniz bölgesinde genişliği yaklaşık 24.5 m'ye inmektedir.

2.1 Seçilen Havzalar

Tez kapsamındaki havzalar; birçoğu kapanmış ve bir kısmı faaliyette bulunan, 20 yıl veya daha fazla ölçüm yapmış akım gözlem istasyonları arasından seçilmiştir. En az 20 yıllık gözlem süresinin ortalama debinin kararlı bir değere ulaşması için gerekli olduğu düşünülmüştür. Maksimum debi ise o akım gözlem istasyonunda gözlenmiş en büyük anlık debi değeridir. Bu tez kapsamında Batı Akdeniz Bölgesindeki DSİ ve EİE tarafından işletilmiş ve işletilmekte olan 30 adet akım gözlem istasyonu (AGI) incelenmiştir. Bu istasyonların modellemelerde kullanılmak üzere maksimum ve ortalama debileri de belirlenmiştir (Tablo 2.1). Tez kapsamında incelenen havzaların genel yerleşim planı Şekil 2.1'de ve akım gözlem istasyonu numaraları ile akarsuları içeren görünümü Şekil 2.2'de verilmiştir.

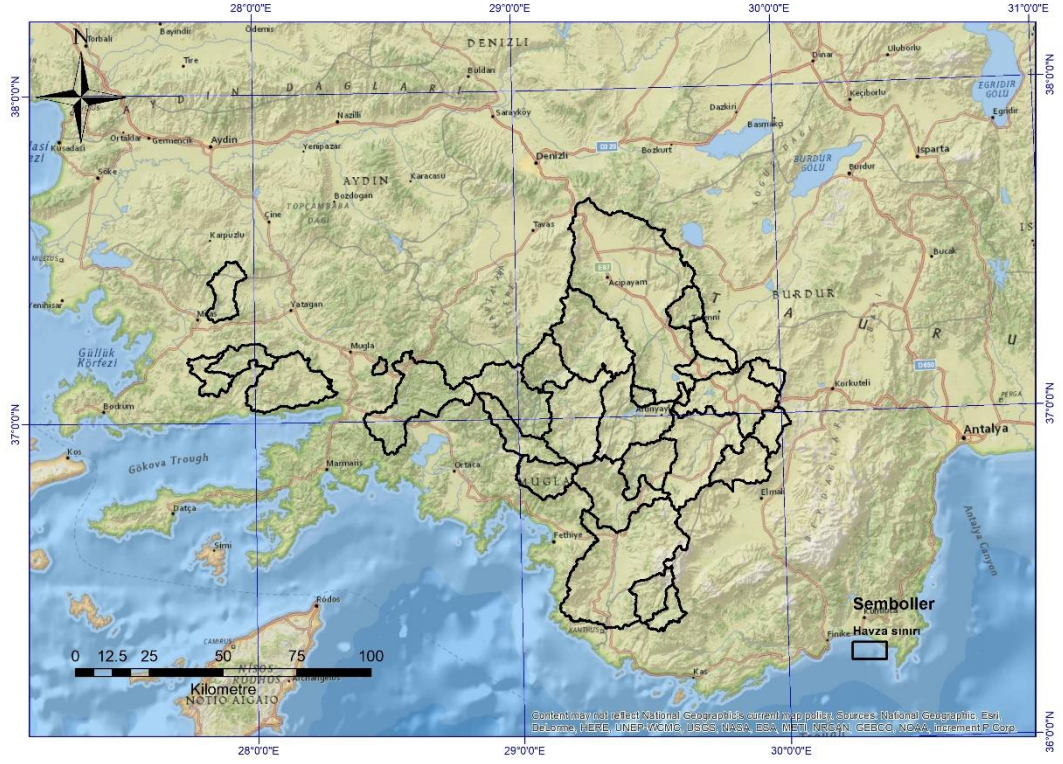
2.2 CBS Analizi

Her havzanın sınırlarının çizilmesi Sayısal Yükseklik Modelinden başlanarak aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan işlemlerle gerçekleştirilmiştir. Havza sınırlarının çizilmesi için sırasıyla, akışı sağlamak için sayısal yükseklik modelindeki çukur alanların doldurulması ("*fill*"), her bir hücrenin suyunu hangi komşu hücreye aktaracağını belirten akım yönü ("*flow direction*") ve her bir hücrenin su aldığı

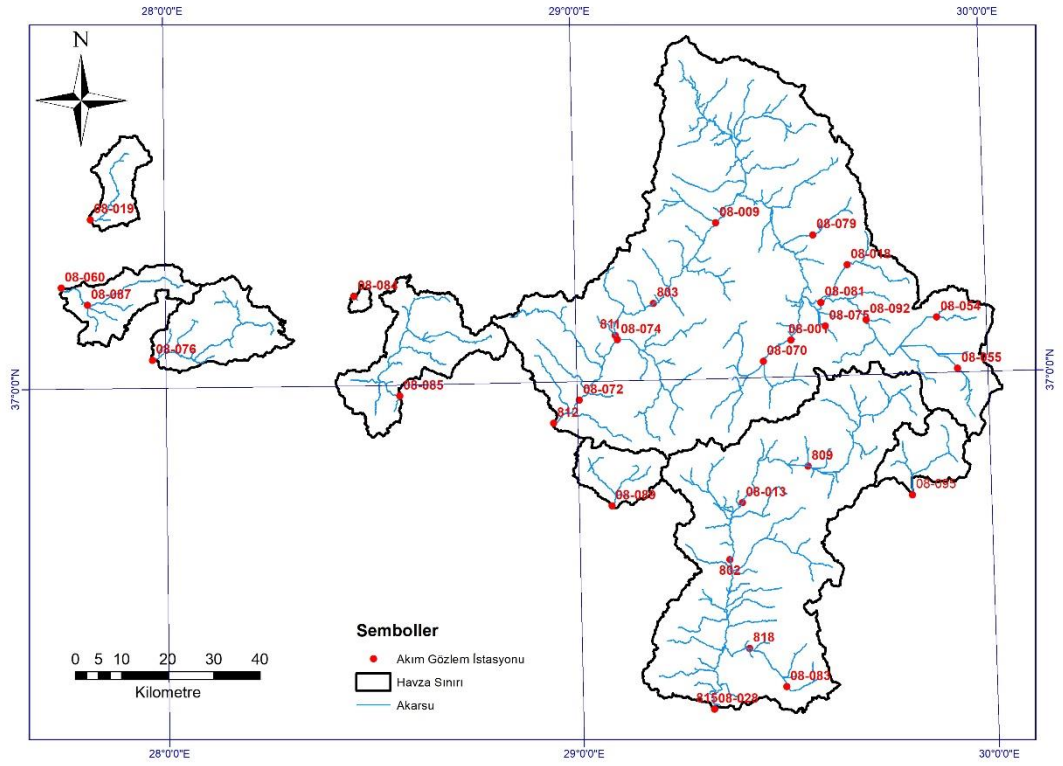
hücre sayısını belirten (*“flow accumulation”*) işlemleri yapılmıştır. Böylece tüm Batı Akdeniz bölgesindeki muhtemel drenaj noktaları belirlenmiştir. Daha sonra her bir akım gözlem istasyonunun yeri yani o havzanın çıkış noktası akım birikimi haritası (*“flow accumulation”*) üzerinde işaretlenmiştir. Böylece o noktaya suyunu ileten tüm noktalar bir sınır içerisinde alınarak havza sınırlandırılması (*“watershed delineation”*) işlemi tamamlanmıştır. Bu aşamadan sonra artık sınırları belli olan havzalar SYM'nin tamamından ayrılarak havzanın fizyografik parametreleri hesaplanmıştır. Havza fizyografik parametrelerinin hesaplanmasının aşamaları aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.1: Akım gözlem istasyonlarının DSİ ve EİE akım yıllıklarına göre bilgileri

| İstasyon No | İstasyon Adı | Akarsu | Koordinat | | Kot (m) | Alan (km ²) | Q _{maks} (m ³ /s) | Q _{ort} (m ³ /s) |
|-------------|----------------|--------------|-----------|-----------|---------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | Doğu | Kuzey | | | | |
| 802 | Kemer | Eşençay | 29°21'42" | 36°38'50" | 125 | 1194,4 | 595 | 31,2 |
| 803 | Alcı | Dalaman | 29°11'17" | 37°08'50" | 721 | 3240,4 | 213,44 | 16,6 |
| 809 | Kavaklıdere | Eşençay | 29°33'44" | 36°49'36" | 1115 | 546,8 | 193 | 3,67 |
| 811 | Suçatı | Dalaman | 29°06'05" | 37°05'34" | 589 | 3819,8 | 483 | 14,6 |
| 812 | Akköprü | Dalaman | 28°56'00" | 36°55'01" | 128 | 4622,3 | 1128 | 43,1 |
| 815 | Kınık | Eşençay | 29°18'45" | 36°22'11" | 8 | 2448 | 1315 | 37,8 |
| 818 | Kayadibi | Karaçay | 29°24'14" | 36°28'27" | 110 | 150,8 | 197 | 14 |
| 08-001 | Dirmil Köprüsü | Horzum | 29°31' | 37°05' | 978 | 508 | 200 | 4,574 |
| 08-009 | Çakır Köprüsü | Kireniş | 29°20' | 37°19' | 815 | 3280 | 180 | 9,528 |
| 08-013 | Örenköy | Seki | 29°23' | 36°45' | 190 | 807 | 420 | 18,3 |
| 08-018 | Ballık Boğazı | Ballık | 29°39' | 37°13' | 1091 | 126,2 | 62 | 0,573 |
| 08-019 | Kocakavak | Sarıçay | 27°50' | 37°20' | 66 | 145 | 220 | 1,302 |
| 08-028 | Yapılar | Eşençay | 29°19' | 36°22' | 9 | 2461 | 750 | 42,115 |
| 08-054 | Osmankalfalar | Kemer | 29°53' | 37°06' | 1412 | 86,6 | 13 | 0,113 |
| 08-055 | Kızılcaadağ | Geren Deresi | 29°56'21" | 37°00'27" | 1409 | 114,7 | 19,5 | 0,567 |
| 08-060 | Gökçeler | Hamzabey | 27°45' | 37°12' | 45 | 245 | 330 | 1,044 |
| 08-070 | Yapraklı | Horzum | 29°26' | 37°01' | 1018 | 459,2 | 190 | 3,817 |
| 08-072 | Meşebükü | Dalaman | 29°00' | 36°58' | 208 | 4301 | 760 | 29,04 |
| 08-074 | Sandalcık | Dalaman | 29°05' | 37°05' | 580 | 3932 | 490 | 17,7 |
| 08-075 | Hisarardı | Değirmendere | 29°36' | 37°06' | 960 | 20,56 | 10 | 0,056 |
| 08-076 | Günece | Kocaçay | 27°58' | 37°03' | 10 | 370,6 | 200 | 1,329 |
| 08-079 | Çamköy | Aksu | 29°35' | 37°16' | 95 | 117 | 100 | 0,397 |
| 08-081 | Sorkun | Aslanlı | 29°35' | 37°09' | 95 | 840,3 | 55 | 1,0 |
| 08-083 | Lengüme | Dargaz | 29°29' | 36°24' | 815 | 93,6 | 50 | 0,98 |
| 08-084 | Sodaköy | Değirmendere | 28°27' | 37°12' | 665 | 17,13 | 24 | 0,09 |
| 08-085 | Döğüşbelen | Namnam | 28°34' | 36°59' | 25 | 580 | 420 | 9,33 |
| 08-087 | Karadam | Değirmendere | 27°48' | 37°10' | 115 | 141 | 190 | 0,449 |
| 08-089 | Yanıklar | Kargı | 29°05' | 36°45' | 100 | 194 | 145 | 4,053 |
| 08-092 | Gökçeburun | Bayır Çayı | 29°43' | 37°06'05" | 1045 | 626 | 30 | 0,348 |
| 08-095 | Yılmaz | Mümür | 29°47' | 36°48' | 1070 | 196,2 | 19 | 0,513 |



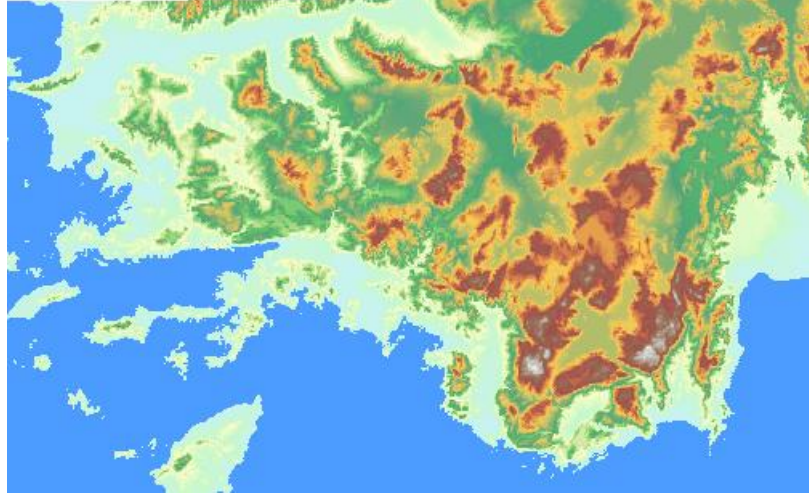
Şekil 2.1: Tez kapsamındaki havzaların genel yerleşim planı



Şekil 2.2: Tez kapsamındaki havzaların akım gözlem istasyonu numaraları ve akarsular

2.2.1 SYM'nin Hazırlanması

Amerikan Jeoloji Servisi (USGS) üzerinden elde edilen orijinali 1 derece karelik paftalar halinde bulunan SRTM Sayısal yükseklik modelleri incelenecek olan havzayı içine alacak sayıda birleştirilerek bir tabaka olarak ArcGIS projesine eklenmiştir (Şekil 2.3).



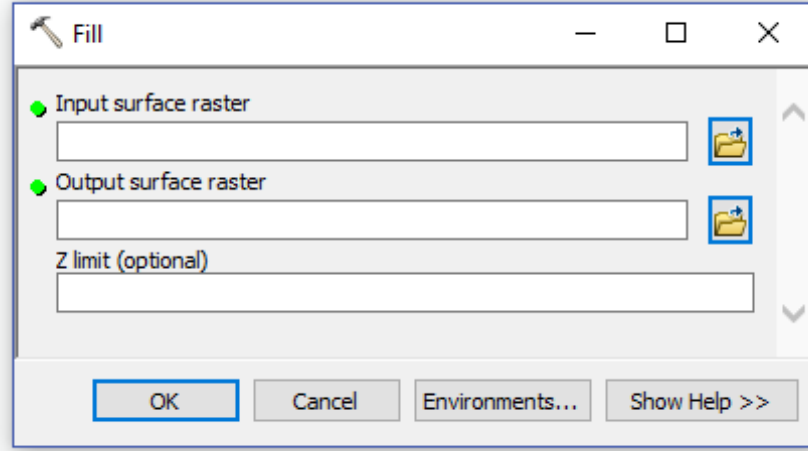
Şekil 2.3: Batı Akdeniz bölgesinin sayısal yükseklik modeli

2.2.2 Çukursuz SYM Oluşturulması

Sayısal Yükseklik Modelini oluşturan bir hücrenin sekiz tane komşu hücresi bulunmaktadır. Bir hücrede bulunan suyun komşu bir hücreye akabilmesi için kotunun o hücrenin kotuna eşit veya daha yüksek olması gereklidir. Doğada suyun çukur bölgelerde biriktikten sonra akışına devam etmesi ile gerçekleşen bu işlem ArcGIS'de sayısal yükseklik modelinde bulunan hücrenin kotunun program tarafından en yakın komşusunun kotuna eşit olacak şekilde arttırılmasıyla sağlanmaktadır.

Bu amaçla ArcToolbox'ın "*Spatial Analyst Tools*" araç kutusunun "*Hydrology*" bölümünün altında bulunan "*Fill*" komutu kullanılmaktadır. "*Fill*" komutunun "*Input surface raster*" bölümüne orijinal SYM dosyası ismi, "*Output surface raster*" bölümüne de doldurma işleminden sonraki SYM dosyası ismi

tanımlanır. İsteğe bağlı olarak doldurma yüksekliği “Z limit” ile kısıtlanabilir. Bu tez kapsamında doldurmada kısıtlama yapılmamıştır (Şekil 2.4).

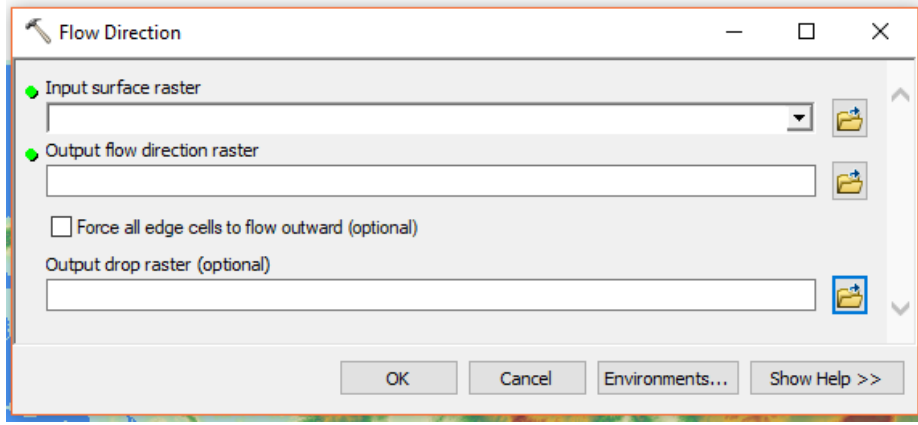


Şekil 2.4: Fill komutunun parametreleri

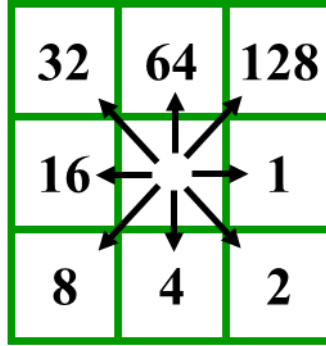
2.2.3 Akım Yönü

Sayısal Yükseklik Modelini oluşturan bir hücrede bulunan suyun kendisine komşu 8 hücreden hangisine akacağı ArcGIS programı tarafından tespit edilir. Bu amaçla ArcToolbox’ın “Spatial Analyst Tools” araç kutusunun “Hydrology” bölümünün altında bulunan “Flow Direction” komutu kullanılmaktadır. “Flow Direction” komutunun “Input surface raster” bölümüne “Fill” komutuyla elde edilen SYM dosyası ismi, “Output flow direction raster” bölümüne de akım yönü belirlenmesi işleminin sonucu oluşturulan dosyanın ismi tanımlanır. Burada kenar hücrelerdeki akımı dışarı doğru yönlendiren “Force all cells to flow outward” ve “Output drop raster” opsiyonel oldukları için kullanılmamıştır (Şekil 2.5).

Bir hücrenin suyunun hangi komşusuna iletileceği ArcGIS programı tarafından o hücreye verilen bir kod numarası ile belirtilmektedir (Şekil 2.6). Buna göre örneğin bir hücrede bulunan su batısındaki (solundaki) hücreye akacaksa o hücrenin akım yönü “flow direction” kodu 16 olmaktadır. Kod numaraları 2^0 ’dan başlayarak 2^7 ’ye kadar gitmektedir, yani 1 ile 128 arasındaki tam sayılardan oluşmaktadırlar.

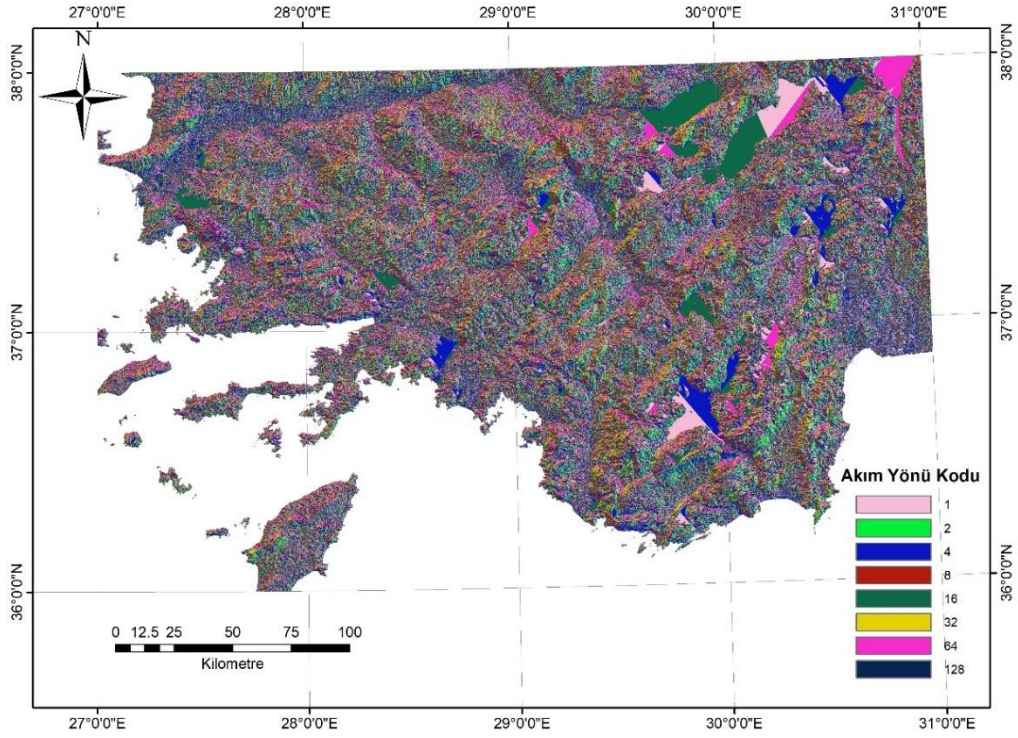


Şekil 2.5: *Flow Direction* komutunun parametreleri



Şekil 2.6: Akım yönünü belirten kod numaraları

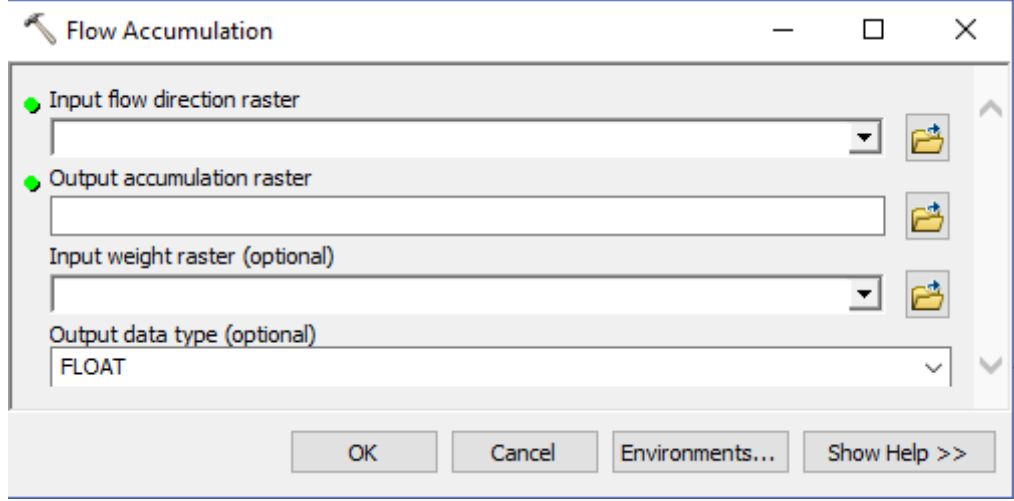
ArcGIS programı bir hücrede bulunan suyun hangi komşu hücreye akacağına eğimlere göre karar vermektedir. Program ilgili hücrenin tüm komşularıyla olan eğimlerini hesaplamakta ve en büyük eğim değerine sahip komşu hücreye akışı sağlamaktadır. Eğimler hesaplanırken hücrelerin kot farkları hücre merkezleri arasındaki mesafeye bölünmektedir. Düz alanlarda yani hücrenin tüm komşularıyla aynı kotta olması durumunda program en yakın düşük kotlu uzak komşu hücreleri bulmakta ve o hücreler ile olan kot farkını ve mesafeleri dikkate almaktadır. Şekil 2.7’de Batı Akdeniz Bölgesi’nin akım yönleri haritası görülmektedir. Şekil 2.7’de akım yönü aynı olan geniş alanlar gölleri ve diğer sulak alanları temsil etmektedir. Bu tez kapsamında incelenen havzaların tümü denize bağlantısı olan havzalar olup, kapalı havzalar dikkate alınmamıştır.



Şekil 2.7: Batı Akdeniz Bölgesi'nin akım yönleri haritası

2.2.4 Akım Toplama

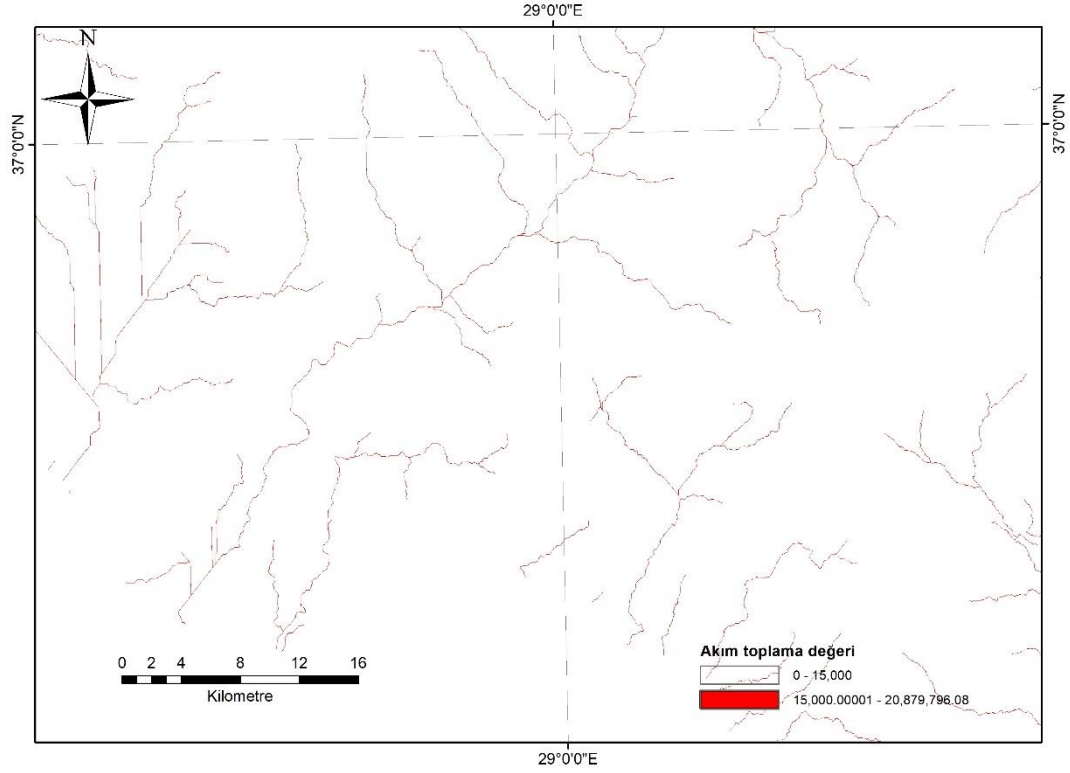
Bir hücrenin kaç tane hücreden su aldığı, yani kotu kendisinden yüksek kaç adet hücre tarafından beslendiği akım toplama işlemi ile belirlenir. ArcGIS programında akım toplama işlemi ArcToolbox'da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altındaki “*Hydrology*” bölümündeki “*Flow Accumulation*” komutuyla yapılmaktadır. Komutun çalışması için gerekli olan parametreler Şekil 2.8'de görülmektedir. “*Input flow direction raster*” bölümüne daha önce “*Flow Direction*” komutuyla elde edilen dosyanın, “*Output accumulation raster*” bölümüne de akım toplama işleminin sonucu oluşturulacak olan dosyanın ismi tanımlanır. İsteğe bağlı olarak her hücreye farklı bir ağırlık değeri verilebilmektedir bunun için “*Input Weight Raster*” bölümüne ağırlık değerlerini içeren tabaka tanımlanmalıdır. Akım toplama işlemi sonucu oluşacak tabakada hücre değerleri çok büyük olacağı için “*Output data type*” seçeneği tam sayı (“*integer*”) değil ondalık sayı (“*float*”) olarak seçilmelidir.



Şekil 2.8: *Flow Accumulation* komutunun parametreleri

Komut tüm hücelere sıfırdan başlayarak bir akım toplama değeri verir. Akım toplama değeri sıfır olan hücelere hiçbir komşu hücreden su almamakta kendi üzerlerine gelen yağmur suyunu komşu hücelere iletmektedir. Arazinin büyük bir kısmındaki hücelerin akım toplama değerlerinin küçük olduğu, ancak belli yerlerde bu değerlerin büyüdüğü görülmektedir. Akım toplama değeri büyük olan yerler arazideki akarsu yataklarına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla havzadaki akarsuları belirleyebilmek için akım toplama değeri belli bir sınırdan (eşikten) büyük olan hüceleri göz önüne almak diğerlerini silmek uygun olacaktır. Bir yerin akarsu yatağı olup olmaması o noktayı besleyen alanın büyüklüğü ile ilişkilidir. Bu tez kapsamında farklı eşik değerleri alınarak akarsular belirlenmiş ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır. Eşik değerinin küçük seçilmesi aslında akarsu yatağı olmayan yerlerin sanki akarsu gibi görülmesini ve gerçekte mevcut olmayan bazı akarsu kollarının oluşmasını sağlamaktadır. Aksine eşik değerinin olması gerekenden büyük seçilmesi de gerçekte olan akarsu kollarını ortadan kaldırmaktadır. Batı Akdeniz bölgesi için eşik değeri 15000 olarak belirlenmiştir.

Batı Akdeniz Bölgesinin bir kısmının akım toplama haritası eşik değeri 15000 olarak alınmış haliyle Şekil 2.9’da verilmiştir. Burada değeri 15000’den küçük olan hücelere renksiz, büyük olanlar ise kırmızı olarak renklendirilmiştir. Böylece akarsular gösterilmiş olup akarsu yatağı olmayan akım toplama hücelerin haritada görünmesi engellenmiştir. Havza sınırları çizildikten sonra eşik değerinden küçük akım toplama hüceleri tamamen silinecektir.



Şekil 2.9: Batı Akdeniz Bölgesi'nin bir bölümünün akım toplama haritası

2.2.5 Havza Çıkış Noktası

Havza, “üzerine yağın yağmur suyunu aynı çıkış noktasına ileten noktalar kümesi” olarak tanımlanırsa bir havzanın sınırlarını çizmek için önce onun çıkış noktasını belirlemek gereklidir. Nitekim ArcGIS programı da bir havzanın sınırlarını çizebilmek için akım yönü ve havza çıkış noktası verilerine ihtiyaç duymaktadır.

Bölüm 2.2.4'te açıklanan Akım Toplama “*Flow Accumulation*” ve eşik değerinden büyük hücrelerin gösterilmesi işlemlerinden sonra bölgedeki akarsular görünür hale gelmiştir. Havza çıkış noktası da bu görünen akım toplama hücrelerinden bir tanesinin üzerinde olacaktır. Havza çıkış noktası havza sınırlarını belirlemede çok önemli olduğu için bu işlem üzerinde hassasiyetle durulmalıdır. Bu tez kapsamında incelenen havzalar, DSİ ve EİE akım gözlem istasyonlarını besleyen alanlar olduğu için akım gözlem istasyonu yerleri havza çıkış noktası olarak belirlenecektir. DSİ ve EİE akım yıllıklarında, akım gözlem istasyonlarına ait; koordinatlar, yağış alanı, kot (rakım) ve yer (mekii) bilgileri bulunmaktadır. Akım

gözlem istasyonlarına ait verilen bu bilgilerin hepsinden yararlanarak istasyonunun yeri tespit edilmelidir. Öncelikle koordinatları verilen noktaya bakılır bu nokta genellikle sayısal yükseklik modelinden elde edilen akarsu üzerinde görünmez. Bu noktaya en yakın akım toplama hücresinin değerine bakılır. Akım toplama değeri o hücreyi besleyen hücrelerin sayısı olduğu için bir hücrenin alanıyla çarpılarak havzanın alanı elde edilir ve verilen alan ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan alan, akım yıllığında belirtilen alandan küçükse havza çıkış noktası mansaba doğru (akış aşağı), büyükse membaya doğru (akış yukarı) kaydırılmalıdır. Bu sırada sayısal yükseklik modelinde havza çıkış noktası olarak düşünülen akım toplama hücresinin bulunduğu yerin kotu da okunur. Akım gözlem yıllıklarında belirtilen alan ve kot verilerine en yakın değerleri veren akım toplama hücresi havza çıkış noktası olarak belirlenir. Ayrıca akım yıllıklarında verilen akım gözlem istasyonunun mevkiine ait tanım ile bölgenin uydu görüntüsü karşılaştırılarak akarsu kollarının şekline göre tespit edilen yerin doğru olup olmadığı da kontrol edilir.

Bu aşamada tez kapsamında incelenen Eşençay üzerinde bulunan 802 nolu Kemer akım gözlem istasyonunun akım toplama haritası üzerindeki yerinin belirlenmesi detaylı olarak açıklanacaktır.

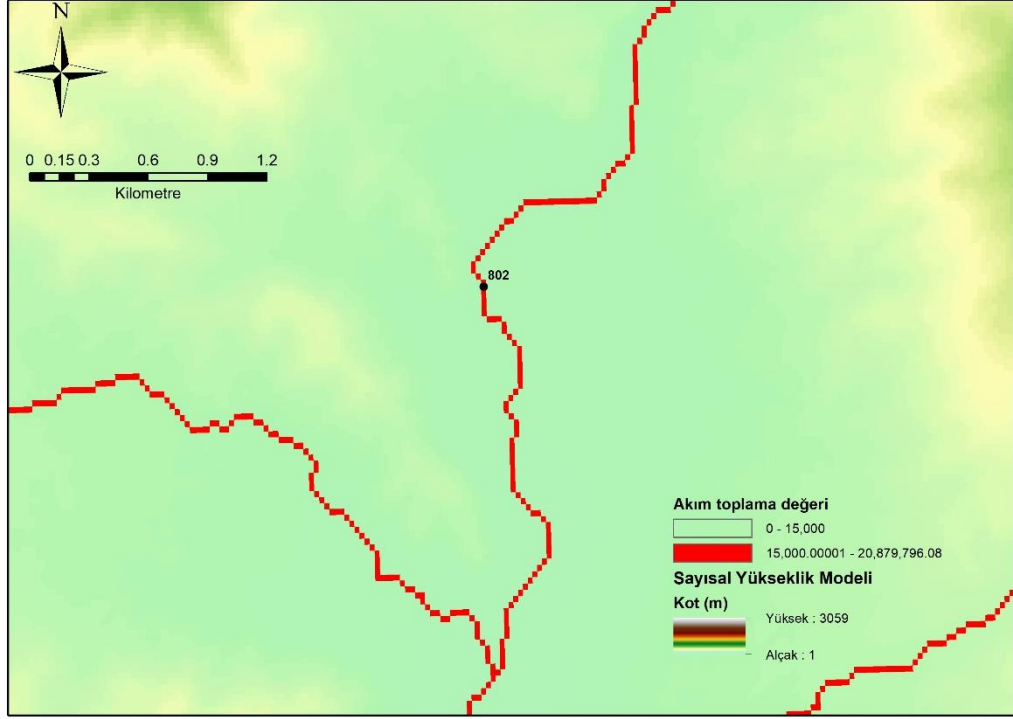
Kemer akım gözlem istasyonunun koordinatları 29°21'42'' Doğu, 36°38'50'' Kuzey olarak verilmiştir. Yağış alanı 1194.4 km² ve takribi rakımı 125 metredir. Yer tanımı ise "Fethiye'nin 23 km doğusunda Kemer bucağındaki köprü yakınındadır" şeklinde yapılmıştır. Koordinatı verilen noktada bir akım toplama hücresi bulunmaktadır. Bu hücrenin akım toplama değeri 1548288'dir. Bir akım toplama hücresinin eni 24.85 metre yüksekliği ise 30.51 metre dolayısıyla alanı da 758.1735 m²'dir. Alan ile akım toplama hücresi sayısı çarpıldığı zaman havza alanı yaklaşık 1173870932 m² yani yaklaşık 1174 km² olarak hesaplanmıştır. Bu hücrenin sayısal yükseklik modelindeki kotu ise 124 metredir. 1194.4 km² olarak verilen yağış alanına karşılık gelen akım toplama hücresi sayısı 1575365 tanedir. Bu sayıdaki akım toplama hücresine ulaşmak için akım aşağı yönde ilerlenince hem kot verilen değerler çok altına düşmekte hem de yan kollardan birisinin katılımıyla havza alanı çok artmaktadır. Bölgenin uydu görüntüsü incelendiği zaman (Şekil 2.10) Kemer Bucağı girişinde doğu yönüne dönen Eşençay'ın, bucağın içinde güney yönüne kıvrıldığı görülmektedir. Bu görüntü ile akım toplama haritasındaki akarsu kollarının şekli

(Şekil 2.11) karşılaştırıldığı zaman akım gözlem yıllığında verilen koordinata en yakın akım toplama hücresinin 802 nolu akım gözlem istasyonunu besleyen havzanın çıkış noktası olarak kabul edilmesi uygun görülmüştür.

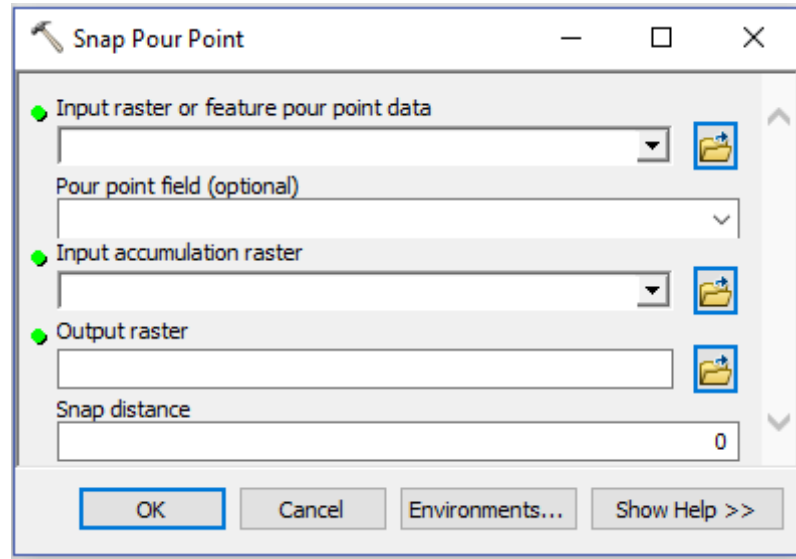


Şekil 2.10: 802 numaralı akım gözlem istasyonunun bulunduğu yerin uydu görüntüsü

Havzanın çıkış noktası Arc Catalog aracılığıyla oluşturulan nokta vektör formatında bir shape dosyasına kaydedildi. ArcGIS programındaki havza sınırlarını çizen “*Watershed*” fonksiyonu çıkış noktasını raster (hücre) formatında istediği için vektör formatında olan çıkış noktası Arc Toolbox’ta bulunan “*Spatial Analyst Tools*”, “*Hydrology*” menülerinin altındaki “*Snap Pour Point*” komutu ile raster formatına dönüştürülür (Şekil 2.12). Burada “*Input raster or feature pour point data*” kısmına nokta vektör formatındaki shape dosyası, “*Input accumulation raster*” kısmına “*flow accumulation*” işleminde elde edilen raster tabaka, “*Output raster*” kısmına ise bu işlem sonucu oluşacak raster tabakanın ismi yazılır. “*Snap Distance*” ise sıfır olarak alınmıştır.



Şekil 2.11: 802 numaralı akım gözlem istasyonunun yeri

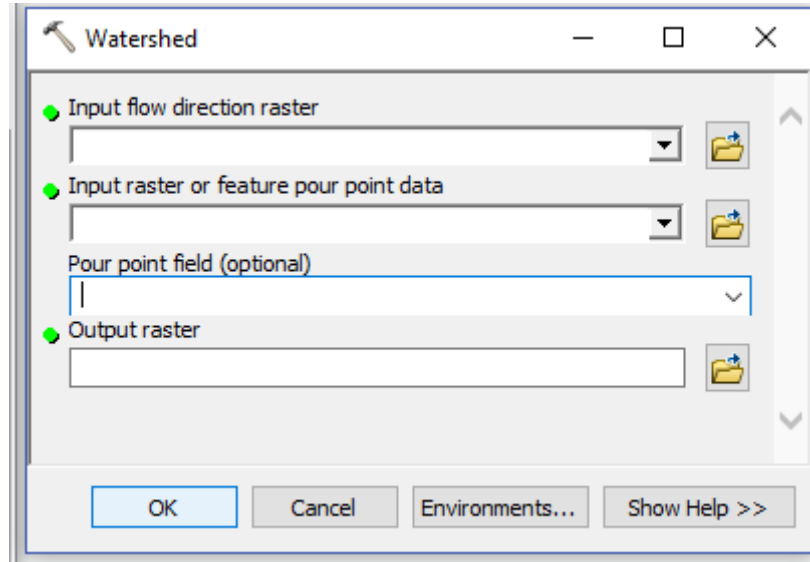


Şekil 2.12: *Snap Pour Point* komutunun parametreleri

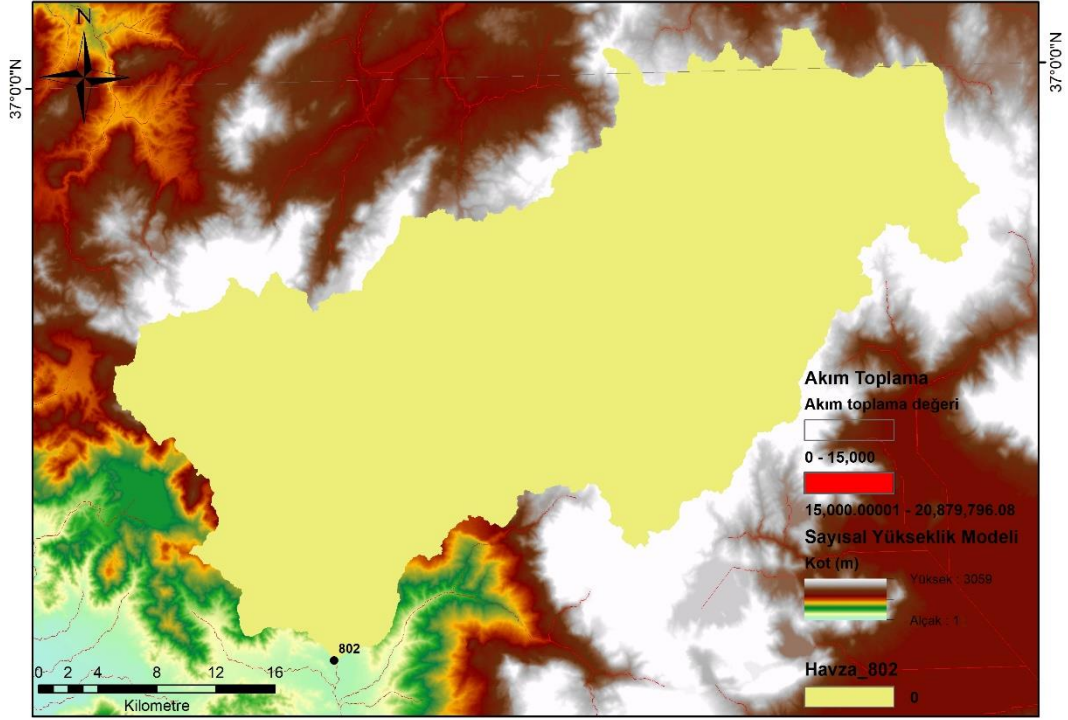
2.2.6 Havza Sınırlarının Çizilmesi

Bu aşamada havza sınırlarını çizmek için gerekli tabakalar oluşmuştur. ArcGIS programında havza sınırlandırması işlemi ArcToolbox'da bulunan "*Spatial*

Analyst Tools” altındaki *“Hydrology”* bölümündeki *“Watershed”* komutuyla yapılmaktadır. Havza sınırları çizildikten sonra bu havza başta sayısal yükseklik modeli olmak üzere diğer tabakalardan ayrılarak havzanın fizyografik parametrelerinin belirlenmesi mümkün olacaktır. Şekil 2.13’te *“Watershed”* komutu için gerekli parametreler görülmektedir. Akım yönü *“flow direction”* ve havza çıkış noktası *“pour point”* için raster formatındaki tabakalar gösterilmelidir. Komut çalıştıktan sonra *“Output Raster”* satırında belirtilen isimdeki raster tabakayı oluşturur. Bu tabakadaki tüm hücrelerin sayısal değeri program tarafından 0 olarak atanmaktadır. Hücrelerin sayısal değeri herhangi bir işlemde kullanılmadığı için programın verdiği değer değiştirilmemiştir. 802 numaralı akım gözlem istasyonunu besleyen havzanın sınırları (*“Watershed”* komutu çalıştıktan sonra elde edilen tabaka) Şekil 2.14’te gösterilmiştir.



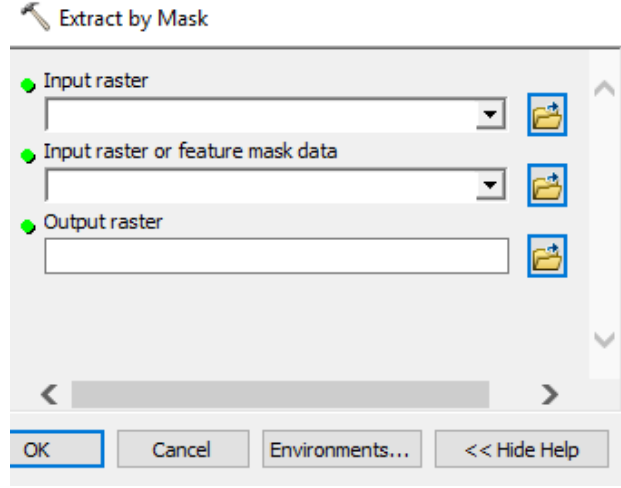
Şekil 2.13: *Watershed* komutunun parametreleri



Şekil 2.14: 802 numaralı havzanın sınırları

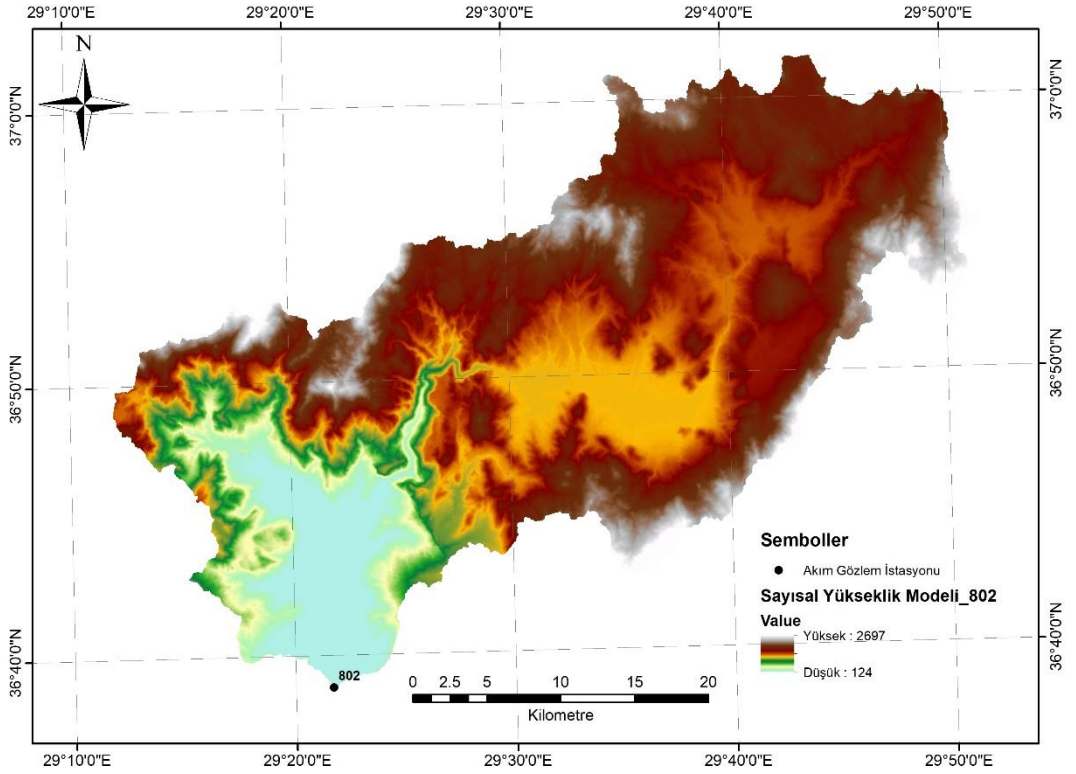
2.2.7 Havzanın Diğer Tabakalardan Ayrılması

Havza sınırlandırması işlemine temel teşkil eden sayısal yükseklik modeli ile akım yönü ve akım toplama tabakaları tüm Batı Akdeniz bölgesine aittir. Her bir havzanın fizyografik parametrelerini ayrı ayrı elde edebilmek için bu tabakalardan havzaları kesip çıkarmak gereklidir. Bu işlem ArcToolbox'da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altındaki “*Extraction*” bölümündeki “*Extract by Mask*” komutuyla yapılmaktadır. Şekil 2.15'te “*Extract by Mask*” komutunun parametreleri görülmektedir. “*Input raster*” satırına hücrelerin ayrılacağı temel tabaka belirtilmelidir. Bu satıra sırasıyla Batı Akdeniz bölgesinin Sayısal Yükseklik Modeli, akım yönü ve akım toplama tabakaları tanımlanmıştır. “*Input raster or feature mask data*” satırına ise “*watershed*” komutu ile elde edilen ve havza sınırlarını gösteren tabaka tanımlanacaktır. Program havza tabakasını şablon olarak kullanarak “*Input raster*” tabakasından kesim yaparak “*Output raster*” satırında isim verilen tabakayı oluşturacaktır.

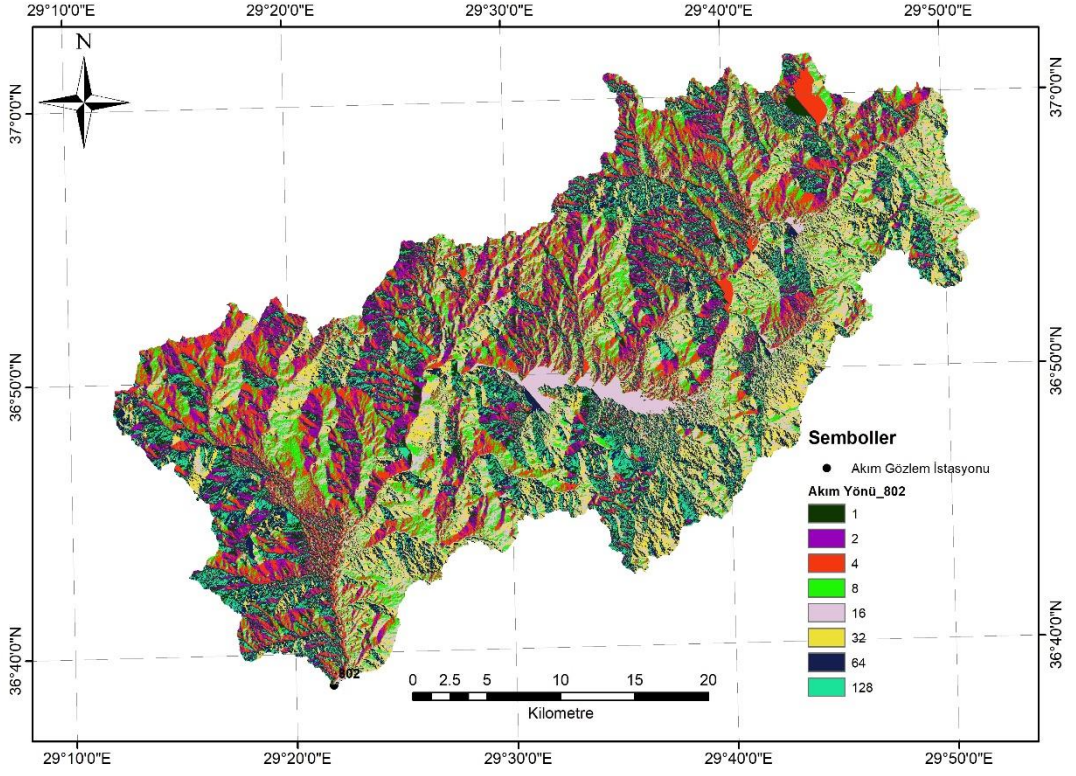


Şekil 2.15: *Extract by Mask* komutunun parametreleri

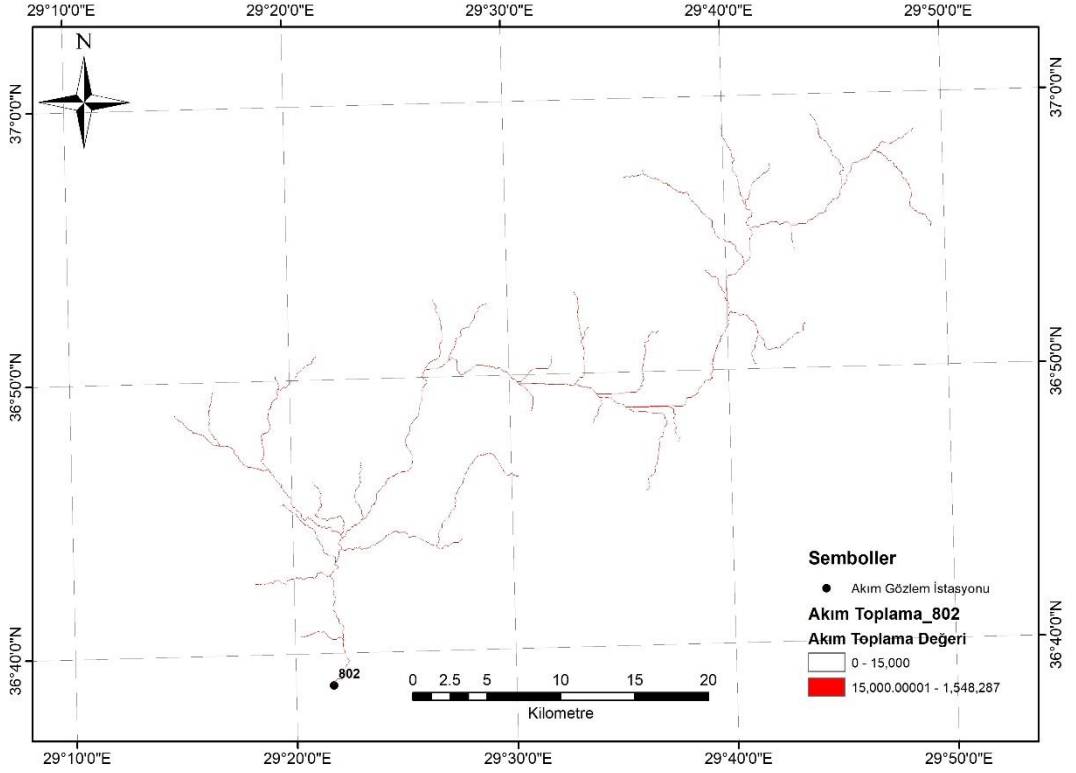
802 nolu havzanın sınırları kullanılarak sayısal yükseklik modeli, akım yönü ve akım toplama tabakalarından kesilerek elde edilen tabakalar sırasıyla Şekil 2.16, Şekil 2.17 ve Şekil 2.18’de gösterilmektedir. Akım toplama tabakasında eşik değeri 15000 olarak alınmıştır.



Şekil 2.16: 802 nolu havzanın sayısal yükseklik modeli haritası



Şekil 2.17: 802 nolu havzanın akım yönü haritası



Şekil 2.18: 802 nolu havzanın akım toplama haritası

2.3 Havza Fizyografik Parametrelerinin Belirlenmesi

Havza sınırları çizildikten ve bu sınırlar kullanılarak sayısal yükseklik modeli, akım yönü, akım toplama paftalarından havza çıkarıldıktan sonra havzanın fizyografik parametreleri belirlenebilir. Literatürde çok sayıda havza fizyografik parametresi ve diğer havza özellikleri debi ile ilişkilendirilmekle birlikte bu çalışmada 18 adet fizyografi parametre ve 5 adet arazi kullanım oranı göz önüne alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranları Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2: Havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranları

| Sıra No | Parametre Adı | Parametrenin Sembolü | Parametrenin Açıklaması |
|---------|---|----------------------|---|
| 1 | Alan | A | Havzanın kilometrekare cinsinden alanı |
| 2 | Çevre | P | Havzanın kilometre cinsinden kenar uzunluğu |
| 3 | Ortalama Yükseklik | ZMEAN | Havzanın sayısal yükseklik modelinden elde edilen ortalama kot değeri |
| 4 | Havza Ağırlık Merkezinin Havza Çıkış Noktasına Uzaklığı | GL | Havzanın ağırlık merkezi ile havza çıkış noktası arasındaki metre cinsinden uzaklık |
| 5 | Eğim | SLP | Havzanın çıkarılmış SYM’nin yüzde cinsinden ortalama eğim değeri |
| 6 | Kuzey Oranı | KR | Havzaya ait bakı haritasında 293°-67° arasında kalan hücre sayısının, tüm hücre sayısına bölünmesiyle bulunan oran |
| 7 | Doğu Oranı | DR | Havzaya ait bakı haritasında 23°-157° arasında kalan hücre sayısının, tüm hücre sayısına bölünmesiyle bulunan oran |
| 8 | Güney Oranı | GR | Havzaya ait bakı haritasında 113°-247° arasında kalan hücre sayısının, tüm hücre sayısına bölünmesiyle bulunan oran |
| 9 | Batı Oranı | BR | Havzaya ait bakı haritasında 203°-337° arasında kalan hücre sayısının, tüm hücre sayısına bölünmesiyle bulunan oran |
| 10 | Strahler Çatallanma Değeri | STH | Havzanın çıkarılmış akım toplama haritasından elde edilen Strahler çatallanma değeri |
| 11 | Kot-Rölyef Oranı | E | Havzaya ait ortalama kot değerinden minimum kot değerinin çıkarılmasıyla elde edilen değer, maksimum kot değerinden minimum kot değerinin çıkarılmasıyla elde edilen değere bölünmesiyle bulunan oran |
| 12 | Akarsu Ana Kol Uzunluğu | MAINL | Havza ana kolu, kilometre cinsinden havza çıkışından başlayarak membaya doğru en uzun olan akarsu |
| 13 | Akarsu Ana Kol Kuş Uçuşu Uzunluğu | STRL | Havza çıkış noktası ile ana kolun başlangıç noktası düz bir çizgi ile birleştirilmesiyle elde edilen kilometre cinsinden uzunluk |
| 14 | Sinüzoite | SIN | Sinüzoite akarsu, ana kol uzunluğunun akarsu ana kol kuş uçuşu uzunluğuna oranı |
| 15 | Akarsu Toplam Kol Uzunluğu | TOTL | Havza çıkış noktasından başlayarak tüm kol uzunluklarının kilometre cinsinden toplamı |

| Sıra No | Parametre Adı | Parametrenin Sembolü | Parametrenin Açıklaması |
|---------|-------------------------------|----------------------|--|
| 16 | Eğrilik | PRFC | Havzaya ait çıkarılmış SYM'nin ortalama profil eğriliği |
| 17 | Havza Dairesellik Oranı | Rc | Havza alanının, çevre uzunluğu havza çevre uzunluğuna eşit olan dairenin alanına bölünmesiyle elde edilen değer |
| 18 | Havza Engebellelik Göstergesi | RGD | Havzanın maksimum ve minimum kotları arasındaki farkın, havza alanının toplam kol uzunluğuna bölünmesiyle elde edilen değere oranı |
| 19 | Yerleşim Oranı | YR | Yerleşim yeri alanının tüm alana oranı |
| 20 | Tarım Oranı | TR | Tarım alanının tüm alana oranı |
| 21 | Orman Oranı | OR | Orman alanının tüm alana oranı |
| 22 | Maki Oranı | MR | Maki alanının tüm alana oranı |
| 23 | Açık Alan Oranı | AR | Açık arazi alanının tüm alana oranı |

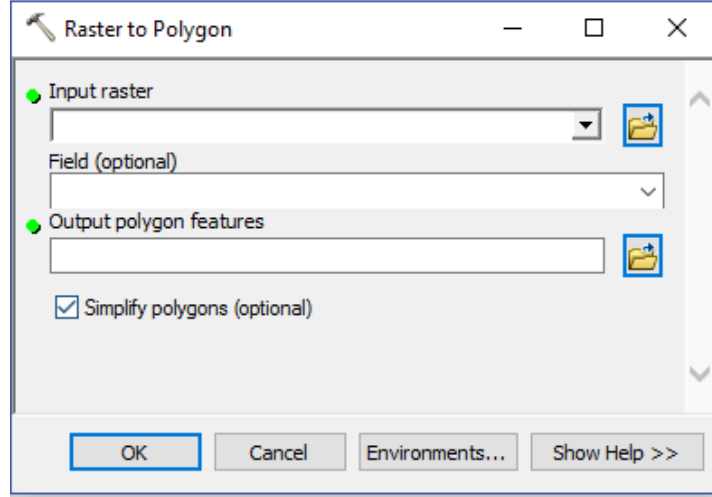
2.3.1 Havza Alanının Poligona Çevrilmesi

Havzanın alan, çevre uzunluğu ve ağırlık merkezi koordinatlarını ArcGIS programına hesaplatılmak için havza alanının vektör formatında polygon olarak tanımlanması gereklidir. Bu amaçla ArcToolbox'daki "*Conversion Tools*" altındaki "*From Raster*" bölümünde bulunan "*Raster To Polygon*" komutu çalıştırılır. "*Raster to Polygon*" komutunun parametreleri Şekil 2.19'da verilmiştir. Açılan penceredeki "*Input raster*" satırına daha önce "*Watershed*" komutu ile elde edilen ve havzanın raster formatındaki haritası olan dosya tanımlanmalıdır. Opsiyonel olan "*Field*" satırına program varsayılan olarak "*VALUE*" yazmaktadır. Bu değer değiştirilmeyebilir. "*Output polygon features*" satırına ise programın oluşturacağı shape formatındaki dosyanın ismi tanımlanmalıdır. Opsiyonel olan "*Simplify polygons*" seçeneği varsayılan olarak işaretli durumdadır, bu seçenek aktif bırakılırsa oluşturulacak poligonun kenarlarının raster hücrelerin kenar çizgileri değil bunlara yakın geçen ancak daha az girinti ve çıkıntısı olan çizgiler olması sağlanır.

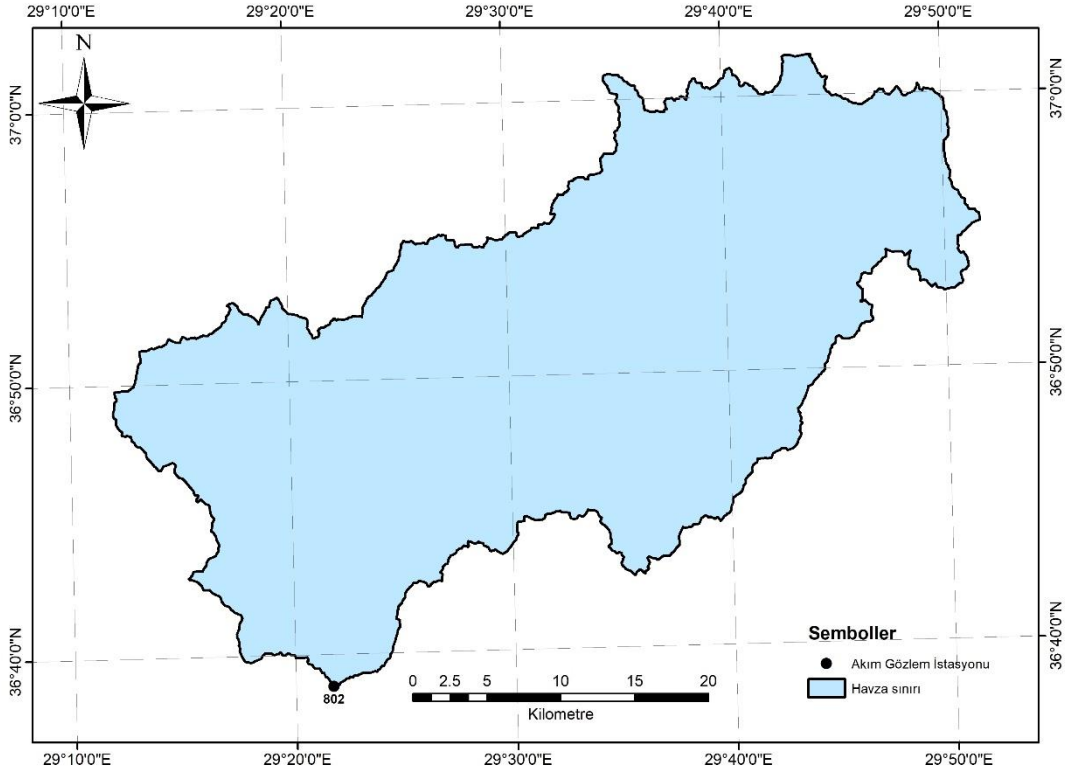
2.3.2 Havza Alanı

Alan, havzaların en çok kullanılan fizyografik parametresidir. Hem ortalama debi ile hem de en büyük debi ile güçlü ilişkisi bulunmaktadır. Bu yönüyle literatürdeki çalışmaların çoğunda da tercih edilmiştir. Bu çalışmada, havzaların alanları poligona çevrilmiş havza üzerinden ArcGIS programına hesaplatılmıştır. Bu

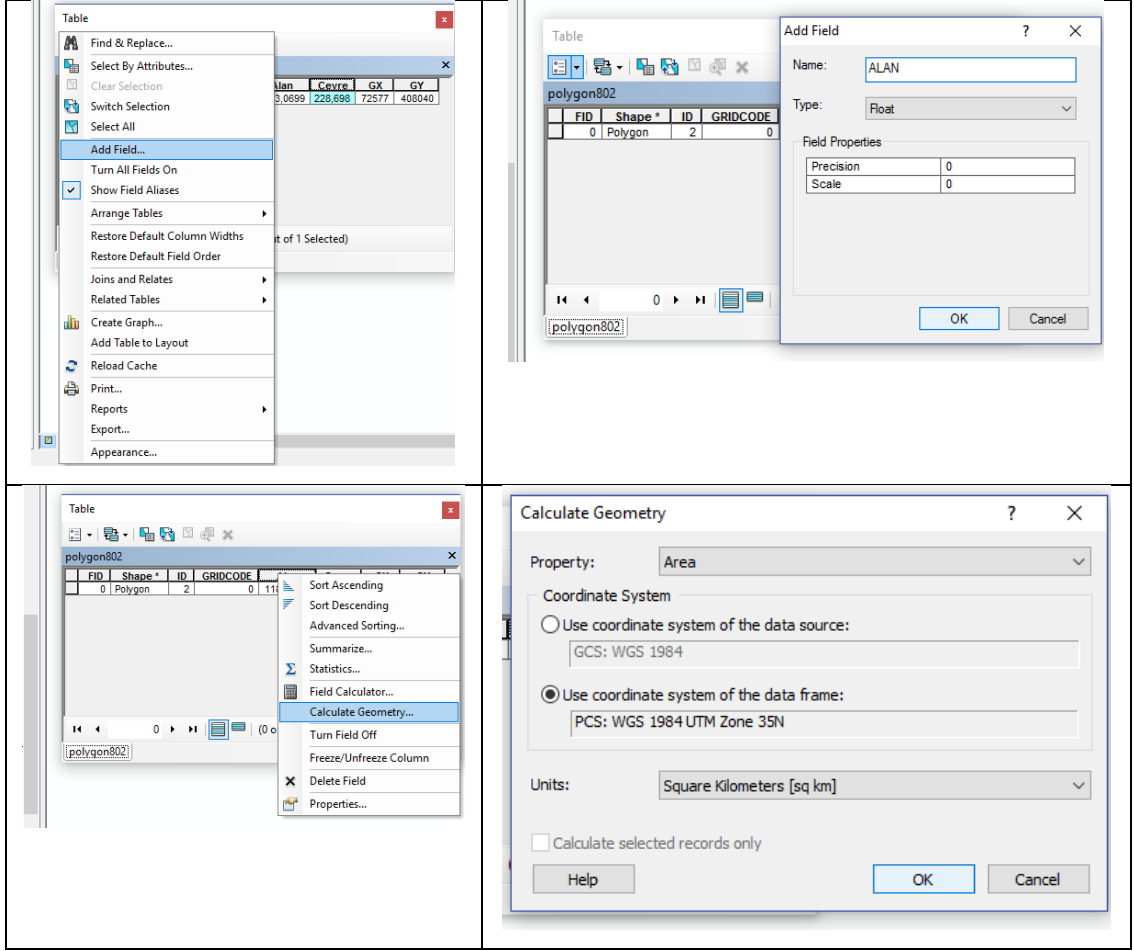
amaçla poligon formatındaki havza tabakasının “Öznitelik Tablosu”nda (“Attribute Table”) ALAN isimli ondalık sayı (float) tipinde bir Field oluşturularak “Calculate Geometry” komutunda “Property” satırında “Area” seçilerek poligon alanı hesaplatılır (Şekil 2.21). 802 numaralı havzanın alanı kilometrekare cinsinden 1183.0699 olarak bulunmuştur. Diğer havzalar için de benzer işlemler tekrarlanır.



Şekil 2.19: Raster to Polygon komutunun parametreleri



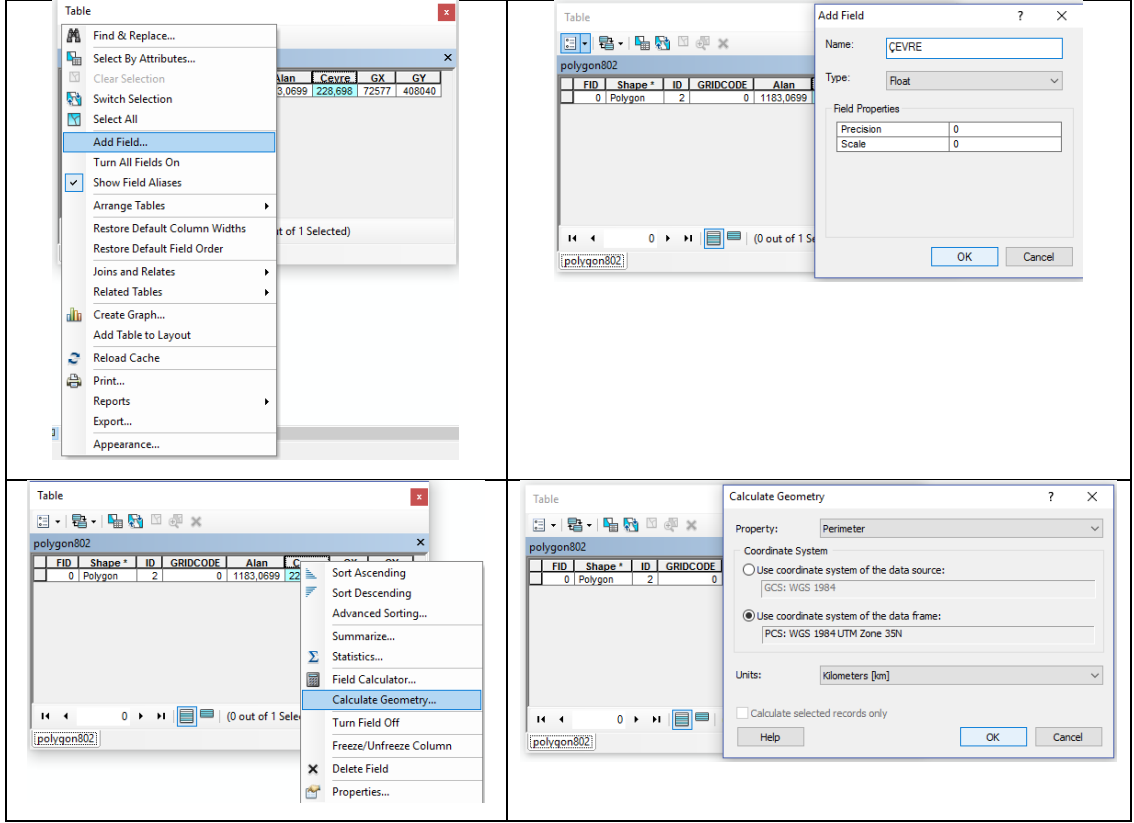
Şekil 2.20: Havzanın poligona çevrilmesi



Şekil 2.21: Poligon formatındaki havza alanının hesap adımları

2.3.3 Havza Çevre Uzunluğu

Çevre de alan gibi hem ortalama debi ile hem de en büyük debi ile güçlü ilişkisi bulunan ve bu yönüyle literatürdeki çalışmaların çoğunda tercih edilen havza fizyografik parametrelerinden bir tanesidir. Çevre hesabında Alan hesabındaki işlemler aynen tekrar edilir. Öznitelik Tablosunda oluşturulan ÇEVRE isimli ondalık sayı (float) tipindeki Field'ın "Calculate Geometry" penceresinde "Property" satırında "Perimeter" seçilerek poligonun çevresi hesaplatılır (Şekil 2.22). 802 numaralı havzanın çevresi kilometre cinsinden 228.698 olarak bulunmuştur. Diğer havzalar için de benzer işlemler tekrarlanır.

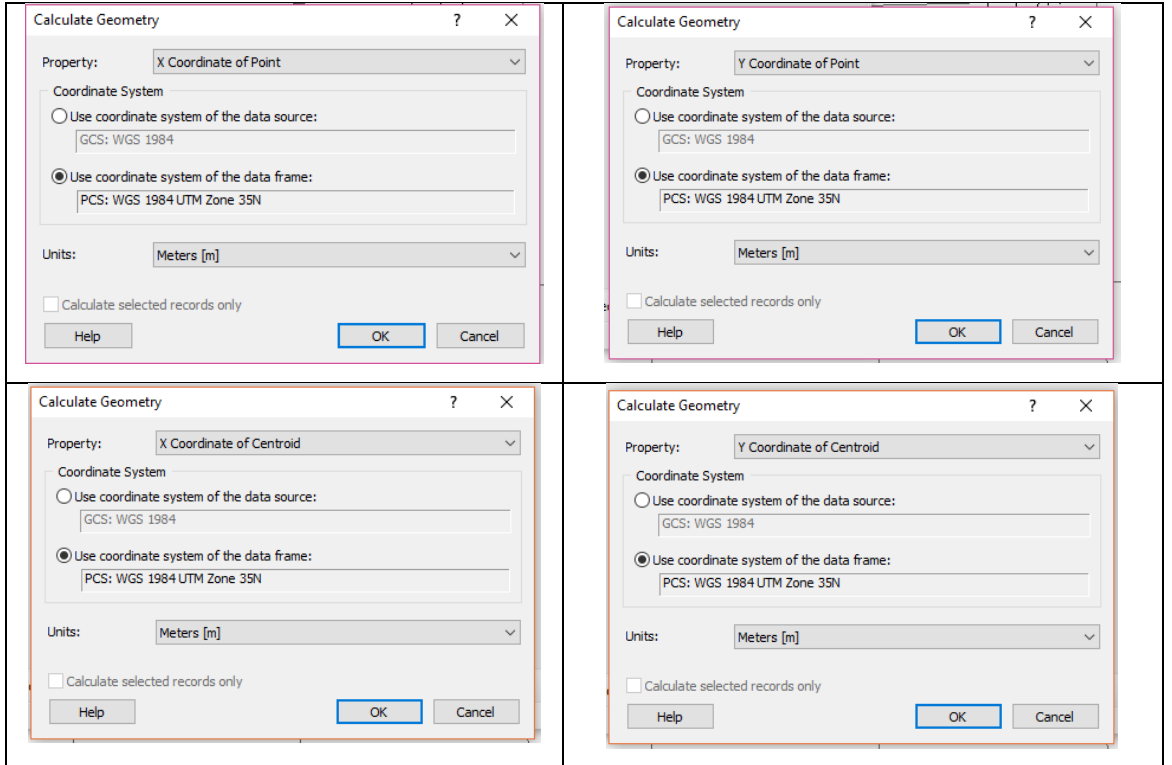


Şekil 2.22: Poligon formatındaki havza çevresinin hesap adımları

2.3.4 Havza Ağırlık Merkezinin Havza Çıkış Noktasına Uzaklığı

Havza ağırlık merkezinin havza çıkış noktasına olan uzaklığını hesaplayabilmek için öncelikle bu iki noktanın koordinatlarının uzunluk (metre) cinsinden belirlenmesi gereklidir. Havza çıkış noktası daha önce vektör formatında nokta olarak oluşturulmuştur. Bu tabakanın Öz nitelik Tablosunda “Add Field” komutu ile X ve Y isimli uzun tamsayı (Long Integer) tipinde iki Field oluşturulur. ArcGIS programı nokta formatındaki tabakaların x ve y koordinatlarını “Calculate Geometry” penceresindeki sırasıyla “X Coordinate of Point” ve “Y Coordinate of Point” komutları ile hesaplamaktadır. Koordinat değerlerini metre cinsinden bulmak için “Units” satırında birim olarak “Meters [m]” seçilmelidir. Ayrıca koordinat sistemi de Coğrafi (GCS) değil Projeksiyonlu (PCS) olmalıdır. 802 nolu havzanın bu şekilde hesaplanan x ve y koordinat değerleri sırasıyla 711.115 m ve 4.058.378 m’dir.

Havza ağırlık merkezinin koordinatları için poligon formatındaki havza tabakasının Öznitelik Tablosunda GX ve GY isimli uzun tamsayı (“*Long Integer*”) tipinde iki yeni sütun (“*Field*”) oluşturulur. ArcGIS programı poligon formatındaki tabakaların ağırlık merkezinin x ve y koordinatlarını “*Calculate Geometry*” penceresindeki sırasıyla “*X Coordinate of Centroid*” ve “*Y Coordinate of Centroid*” komutları ile hesaplamaktadır. Koordinat değerlerini metre cinsinden bulmak için “*Units*” satırında birim olarak “*Meters [m]*” seçilmelidir. Ayrıca koordinat sistemi de Coğrafi (GCS) değil Projeksiyonlu (PCS) olmalıdır. 802 nolu havzanın bu şekilde hesaplanan ağırlık merkezinin x ve y koordinat değerleri sırasıyla 725.771 m ve 4.080.400 m’dir.

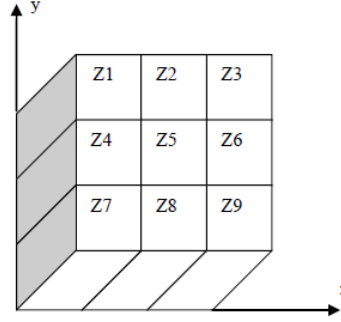


Şekil 2.23: Havza çıkış noktası ve ağırlık merkezinin koordinatlarının bulunması

Bu aşamada problem düzlemde koordinatı belli iki nokta arasındaki uzaklığı bulma problemine dönüşmüştür. (711.115, 4.058.378) ve (725.771, 4.080.400) noktaları arasındaki mesafe 26.453 m olarak hesaplanmıştır.

2.3.5 Eğim

ArcGIS programında bir raster hücresinin eğimi Horn metoduna göre Şekil 2.24'te gösterilen 3x3'lük hücre modelinin Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yönündeki kot farkı değerleri ile hesaplanmaktadır. Eğimi hesaplanacak hücre 5 numaralı ve kotu Z5 olan hücredir. Doğu-Batı eğimi (G) ve Kuzey-Güney eğimi (H) Denklem (2.1) ve Denklem (2.2)'de sırasıyla gösterilmektedir.



Şekil 2.24: 3x3'lük raster hücresi modeli

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

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

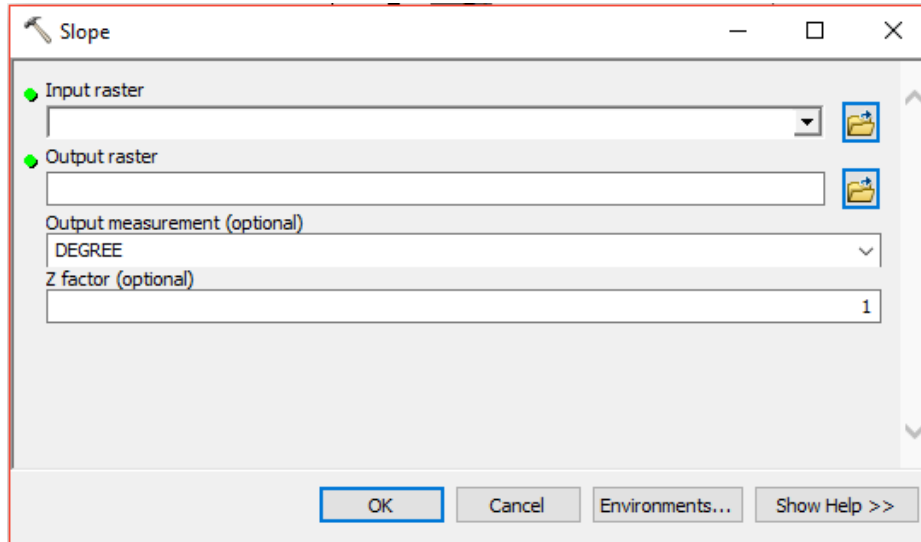
Burada, Z metre cinsinden raster hücresinin kot değeri, Δx hücre genişliği, Δy hücre ise yüksekliğidir. Eğim derece cinsinden Denklem 2.3'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

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

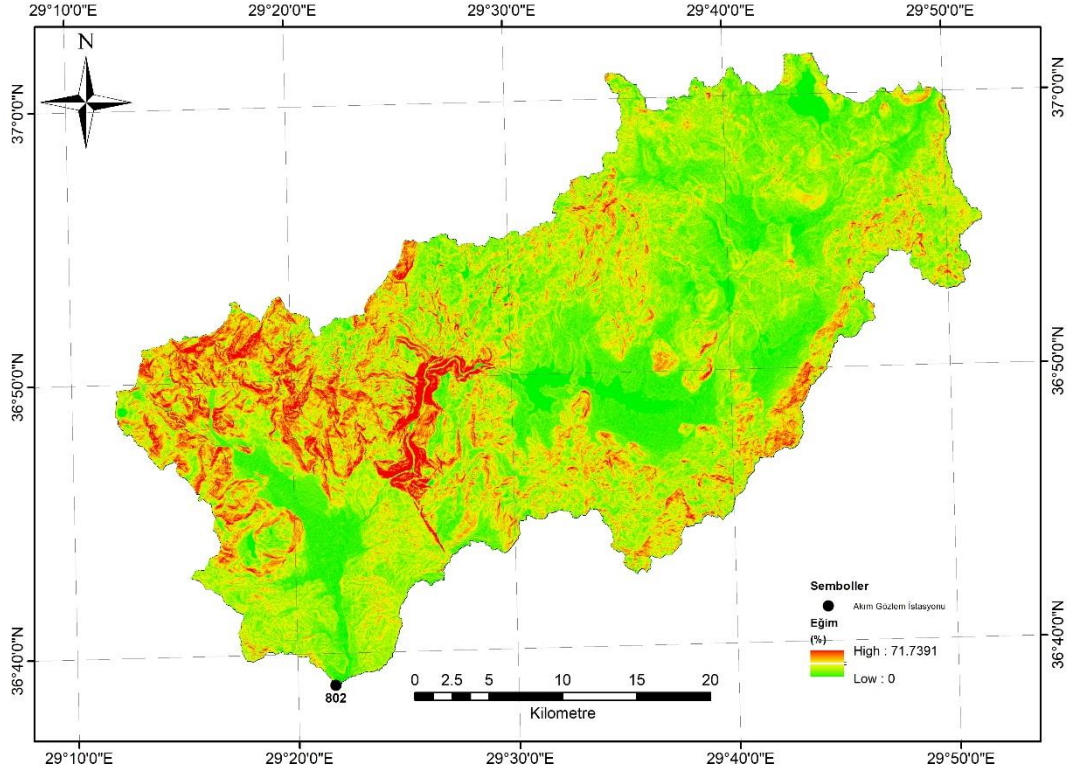
ArcGIS programında Eğim ArcToolbox'da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altında bulunan “*Surface*” bölümündeki “*Slope*” komutu ile hesaplanmaktadır. “*Slope*” komutunun parametreleri Şekil 2.25'te verilmiştir.

“*Input raster*” satırına havzanın çıkarılmış (“*extract by mask*” komutuyla elde edilen) sayısal yükseklik modeli tabakası tanımlanacaktır. “*Output raster*”

satırına elde edilecek eğim tabakası için isim verilecektir. “*Output measurement*” satırında eğimin derece cinsinden hesaplanması isteniyorsa “*DEGREE*”, yüzde cinsinden hesaplanması isteniyorsa “*PERCENT-RICE*” seçeneği seçilmelidir. “*Z factor*” satırına ise sayısal yükseklik modelinin x ve y koordinatlarının birimi ile yükseklik birimi arasındaki oran tanımlanmalıdır. Eğer sayısal yükseklik modelinin x, y koordinat değerleri ve yükseklik değeri metre ise “*Z factor*” varsayılan değer olan 1 olarak bırakılır. Ancak bu tez kapsamında kullandığımız sayısal yükseklik modelinin x ve y koordinatları derece cinsinden yükseklikler ise metre cinsinden olduğu için metre/derECE oranı “*Z factor*” satırına girilmelidir. Dünyanın çevresi 40000 km ve 360 derecedir, yani 1 derecenin uzunluğu yaklaşık 111 kilometredir. Böylece *Z factor* değeri $1/111111 = 0.000009$ olarak bulunur. 802 nolu havzanın yüzde cinsinden hesaplanan eğim haritası Şekil 2.26’da verilmiştir.



Şekil 2.25: Slope komutunun parametreleri



Şekil 2.26: 802 nolu havzanın eğim haritası

2.3.6 Bakı

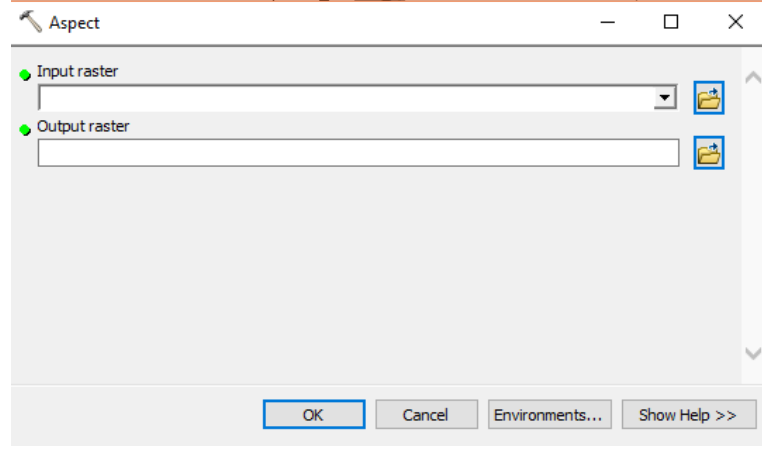
Bakı, kelime anlamı olarak bir dağ yamacının baktığı yön anlamına gelmektedir. Ülkemizde dağların güneye bakan yamaçları güneşten daha fazla ve daha dik ışın almaktadır. Bu nedenle güneye bakan yamaçlar daha çok ısınır ve bu durum kar erime hızını etkilemektedir. Akışa geçen su miktarının artması maksimum debi ve ortalama debi ile doğrudan ilgilidir. Bakının matematiksel yönden derece cinsinden hesaplanması Denklem 2.4'te verilmiştir.

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

$$\text{EĞER } Yön > 90^\circ \text{ İSE } Bakı = (450 - Yön) \text{ DEĞİLSE } Bakı = (90 - Yön) \quad (2.5)$$

Bu şekilde hesaplanan bakı açısı değerlerine göre Kuzey yönü 0° olmakta ve Doğuya doğru (saat yönünde) artmaktadır. Yatay olan hücrelerin Bakı açısı değerleri ArcGIS programı tarafından -1 olarak tanımlanmaktadır. ArcGIS programında Bakı

ArcToolbox’da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altındaki “*Surface*” bölümündeki “*Aspect*” komutu ile hesaplanmaktadır. “*Aspect*” komutunun parametreleri Şekil 2.27’de verilmiştir.



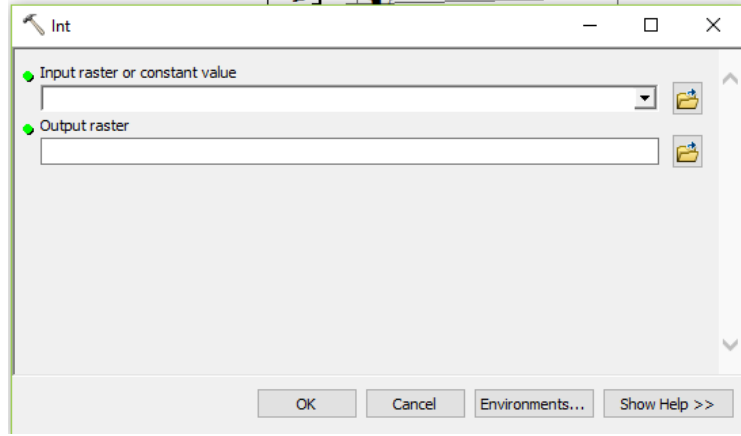
Şekil 2.27: Aspect komutunun parametreleri

“*Input raster*” satırına havzanın sınırlandırılmış (“*extract by mask*” komutuyla elde edilen) sayısal yükseklik modeli tabakası tanımlanacaktır. “*Output raster*” satırına elde edilecek bakı tabakası için isim verilecektir.

Bu şekilde hesaplanan bakı açıları ondalık sayılar olup yönlere göre gruplandırma yapabilmek amacıyla tamsayıya dönüştürülmüştür. Bir raster tabakanın hücreleri ondalık sayı formatındaysa hücrelerin aldığı değerler “sürekli değişken” olarak kabul edilmekte ve belli bir değere eşit eleman sayısı 0 olarak alınmaktadır. Dolayısıyla bakı tabakasının raster hücrelerinin değerleri önce tamsayıya çevrilerek “kesikli değişken” haline getirilmekte ve sayılabilir olmaları sağlanmaktadır. Bu amaçla ArcToolbox’da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altındaki “*Math*” bölümündeki “*Int*” komutu kullanılmıştır. “*Int*” komutunun parametreleri Şekil 2.28’de verilmiştir.

Tamsayıya dönüştürülmüş bakı açısı değerlerine göre hücrelerin yönleri Tablo 2.3’te verilmiştir.

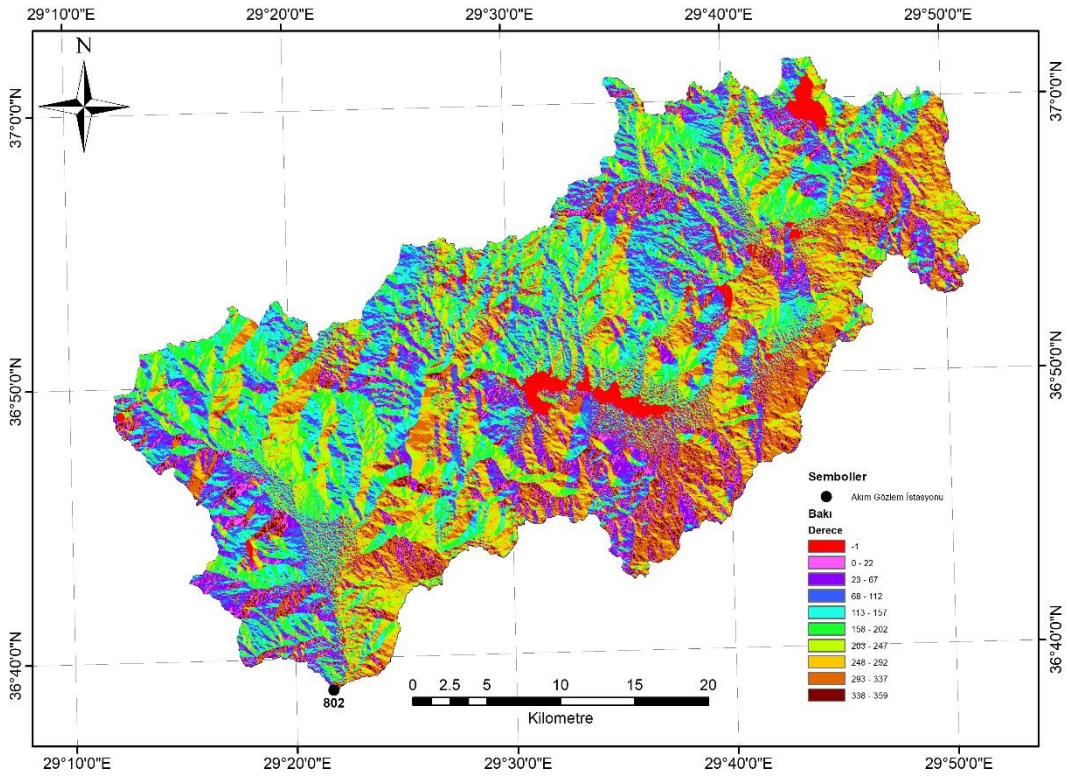
802 nolu havzanın bakı haritası Tablo 2.3’teki açı değerlerine göre sınıflandırılmış olarak Şekil 2.29’da verilmiştir.



Şekil 2.28: Int komutunun parametreleri

Tablo 2.3: Bakı açlarına göre yönler

| Bakı Açısı (Derece) | Yön |
|---------------------|-------------|
| -1 | Düz (Yatay) |
| 338-22 | Kuzey |
| 23-67 | Kuzey Doğu |
| 68-112 | Doğu |
| 113-157 | Güneydoğu |
| 158-202 | Güney |
| 203-247 | Güney Batı |
| 248-292 | Batı |
| 293-337 | Kuzey Batı |



Şekil 2.29: 802 nolu havzanın Bakı haritası

Bakı haritasının veri tabanında her bir açı değerine karşılık kaç adet hücrenin bulunduğu yer almaktadır. Bu veri tabanı açılarak her bir yöne karşılık gelen hücre sayıları toplanır. 802 nolu havza için yönlere göre hücre sayıları ve havzanın toplam hücre sayısı Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2.4: 802 nolu havzanın yönlere göre hücre sayıları

| Yön | Hücre Sayısı |
|---------------------|---------------------|
| Düz (Yatay) | 35537 |
| Kuzey (338-22) | 178167 |
| Kuzeydoğu (23-67) | 154031 |
| Doğu (68-112) | 160186 |
| Güneydoğu (113-157) | 209714 |
| Güney (158-202) | 228425 |
| Güneybatı /203-247) | 198441 |
| Batı (248-292) | 181483 |
| Kuzeybatı (293-337) | 202304 |
| Toplam | 1548288 |

Tez kapsamında havzanın ana yönlere bakan hücre sayılarının yüzdeleri havza fizyografik parametreleri olarak alınmıştır. Bu amaçla kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine (ara yönler de dâhil) bakan hücrelerin sayıları toplanarak toplan hücre sayısına bölünmüştür. 802 nolu havzanın ana yönler için hücre sayısı yüzdeleri Tablo 2.5’te verilmiştir.

Tablo 2.5: 802 nolu havzanın ana yön hücre sayılarının toplam hücre sayısına oranı

| Yön | Hücre Sayısı | Oran |
|------------|---------------------|-------------|
| Kuzey | 534502 | 0,35 |
| Doğu | 523931 | 0,34 |
| Güney | 636580 | 0,41 |
| Batı | 582228 | 0,38 |

2.3.7 Ortalama Yükseklik ve Kot-Rölyef Oranı

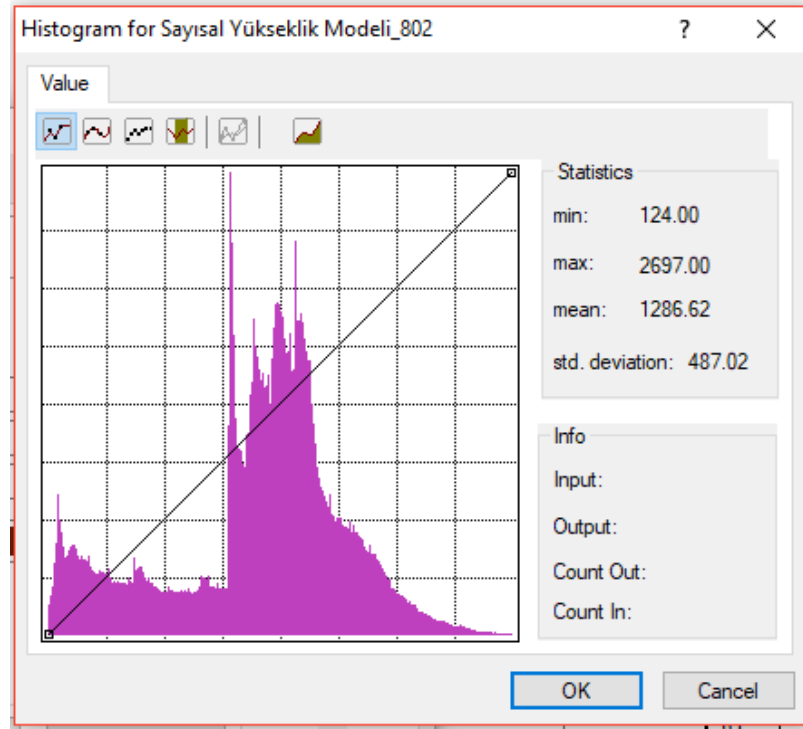
Havzaya ait önemli yükseklik değerleri olan en büyük yükseklik (Z_{maks}), ortalama yükseklik (Z_{mean}) ve en küçük yükseklik yani havza çıkış kotu (Z_{min}) değerleri; ilgili havzanın sınırlandırılarak çıkarılmış (“*extract by mask*” komutuyla elde edilen) sayısal yükseklik modelinden elde edilir. ArcGIS programı raster tabakaların hücre değerlerinin temel istatistik bilgilerini “*Tabaka Özellikleri*” (“*Layer Properties*”) bölümünde bulunan “*Symbology*” sekmesi altındaki “*Histogram*” komutuyla açılan pencerede göstermektedir (Şekil 2.30). Buna göre

802 nolu havza için $Z_{maks} = 2697$ m, $Z_{mean} = 1286,62$ m ve $Z_{min} = 124$ m olarak bulunmuştur.

Hipsometrik integral havzanın erozyon ve yığılma durumunu gösteren ve akarsuyun yaşına göre değişen bir parametredir. Havza topografyasının önemli sayısal tanımlayıcılarından ve geomorfolojik parametrelerinden olan hipsometrik integrali elde etmenin birkaç yolu bulunmaktadır. Bunlardan birisi de Kot - Rölyef oranını (E) (Denklem 2.6) hipsometrik integralin eşdeğeri olarak kabul etmektir.

$$E = \frac{(\text{Ortalama kot} - \text{Minimum Kot})}{(\text{Maksimum Kot} - \text{Minimum Kot})} = \frac{Z_{mean} - Z_{min}}{Z_{maks} - Z_{min}} \quad (2.6)$$

Buna göre 802 nolu havzanın kot-rölyef oranı $E = 0,4519$ olarak bulundu.

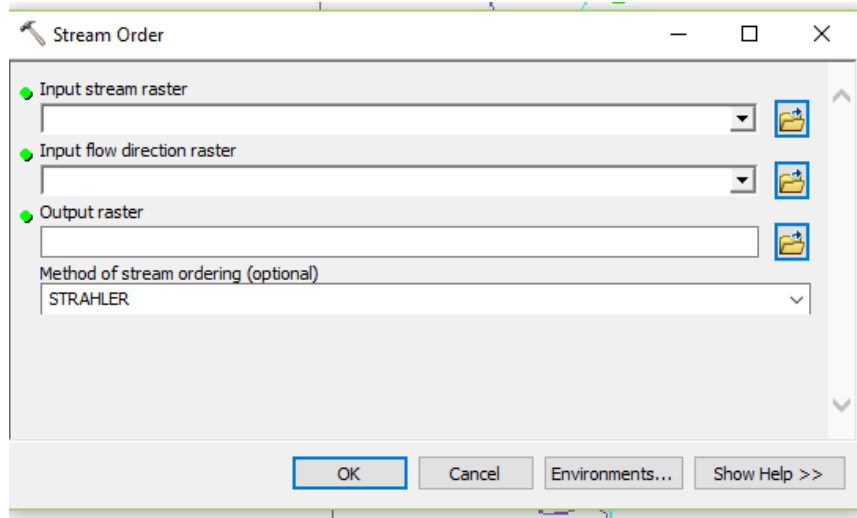


Şekil 2.30: 802 nolu havzanın sayısal yükseklik modelinin istatistikleri

2.3.8 Akarsu Çatallanma Değeri

Akarsu çatallanma değeri özellikle maksimum debiyi etkileyen geomorfolojik bir parametredir. Literatürde akarsu çatallanmasını ifade etmek üzere Horton, Strahler ve Shreve gibi farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu tez kapsamında Strahler

Çatallanma değerleri göz önüne alınmıştır. Strahler'e göre yan kolu olmayan en küçük dereler birinci derece, iki derenin birleşmesinden sonra ikinci derece ve ikinci derecedeki derelerin birleşmesinden sonra üçüncü derecedeki dereler oluşur. Bu işlem akarsu ana kolunun sonuna kadar devam eder. Elde edilen en yüksek değer Strahler çatallanma değerini verir. ArcGIS programında Strahler çatallanma değeri ArcToolbox'da bulunan "*Spatial Analyst Tools*" altındaki "*Hydrology*" bölümünün "*Stream Order*" komutu ile hesaplanmaktadır. "*Stream Order*" komutunun parametreleri Şekil 2.31'de görülmektedir.

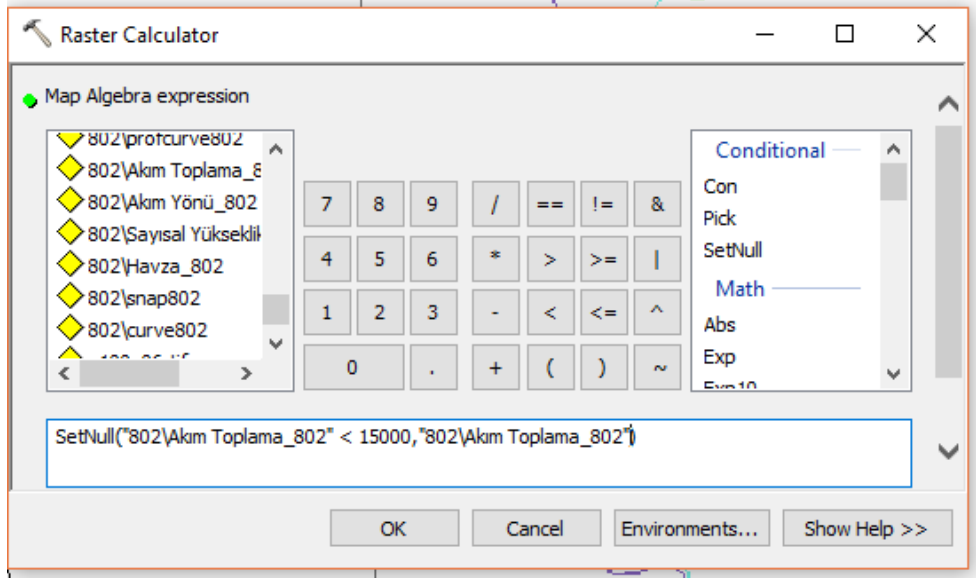


Şekil 2.31: *Stream Order* komutunun parametreleri

"*Input stream raster*" satırına havzanın sınırlandırılarak çıkarılmış ("*extract by mask*" komutuyla elde edilen) akım toplama ("*flow accumulation*") tabakasındaki eşik değerinden küçük hücreler silinerek elde edilen harita tanımlanacaktır. Eşik değerinden küçük hücreleri silmek için ArcToolbox'daki "*Spatial Analyst Tools*"'da bulunan "*Map Algebra*"nın altındaki "*Raster Calculator*" komutu kullanılır. "*Raster Calculator*" genel olarak raster tabakaların hücreleri arasında çeşitli matematiksel işlemleri yapmak için kullanılmaktadır. "*Raster Calculator*"da bulunan "*SetNull*" komutu ile raster tabaka üzerindeki belli koşulları sağlayan hücreler silinebilmektedir. 802 nolu havzanın akım toplama raster tabakasındaki değeri 15000'den küçük olan hücrelerin silinmesi işlemini yapan "*Raster Calculator*" penceresi Şekil 2.32'de gösterilmiştir.

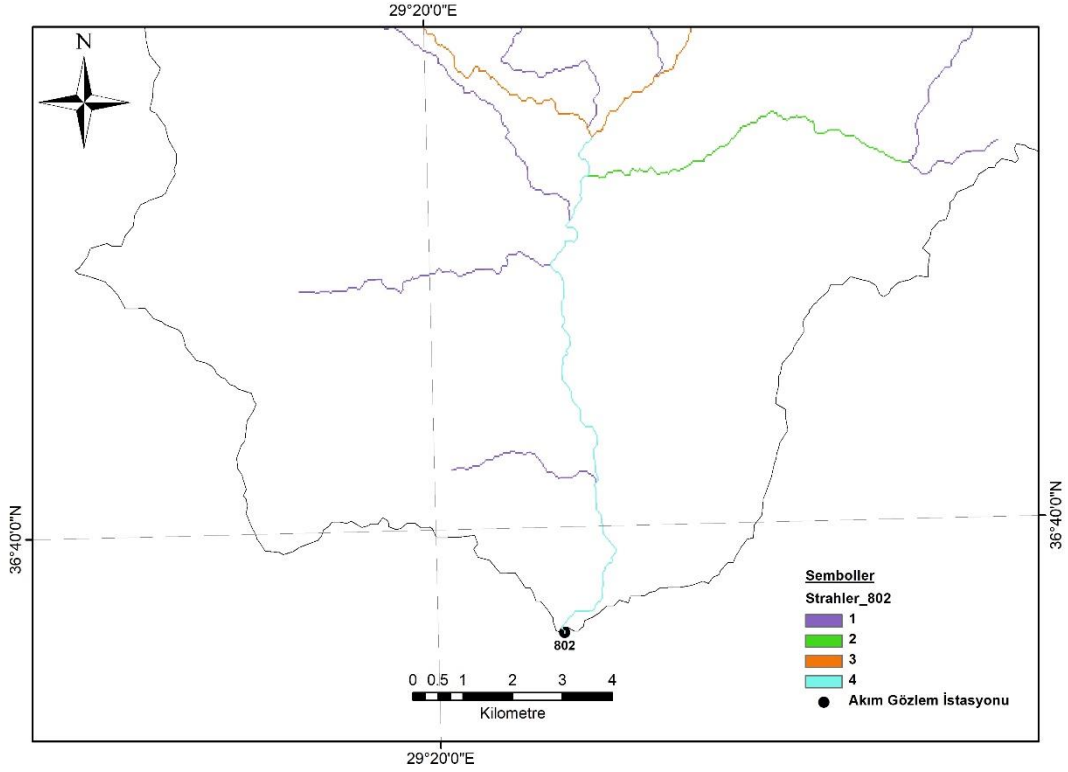
“*Raster Calculator*”ın “*SetNull*” komutu çalıştıktan sonra ürettiği akım toplama haritası görünüş olarak eşik değerinin altındaki hücreler gösterilmeyen harita ile aynıdır ancak bu haritada görünmeyen alanlar boştur.

“*Stream Order*” komutunun diğer bir parametresi de “*Input flow direction raster*” dır. Burada havzanın sınırlandırılmasından sonra “*Extract by mask*” komutu ile kesilen akım yönü (“*Flow direction*”) haritası tanımlanacaktır. “*Output raster*” satırında ise “*Stream Order*” komutu çalıştıktan sonra programın üreteceği raster tabakaya isim verilmektedir. Son olarak “*Method of stream ordering*” satırında ise ArcGIS programının varsayılanı olarak “*Strahler*” veya diğer alternatif olan “*Shreve*” seçenekleri bulunmaktadır. Bu tez kapsamında Strahler çatallanma değerleri hesaplanacaktır.



Şekil 2.32: 802 nolu havzada *SetNull* işlemi

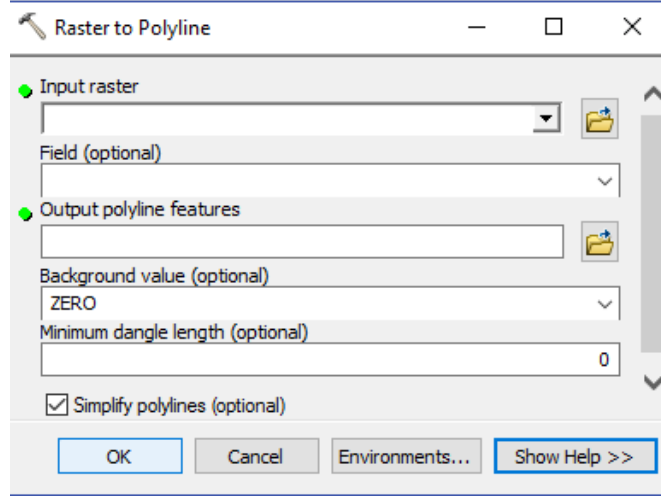
802 nolu havzanın maksimum Strahler çatallanma değeri 4 olarak elde edilmiştir. “*Stream Order*” komutunun çalışması sonucu üretilen raster haritanın 802 nolu havzanın aşağı kısmına ait görüntüsü Şekil 2.33’te verilmiştir.



Şekil 2.33: 802 nolu havzanın Strahler çatallanma değerleri

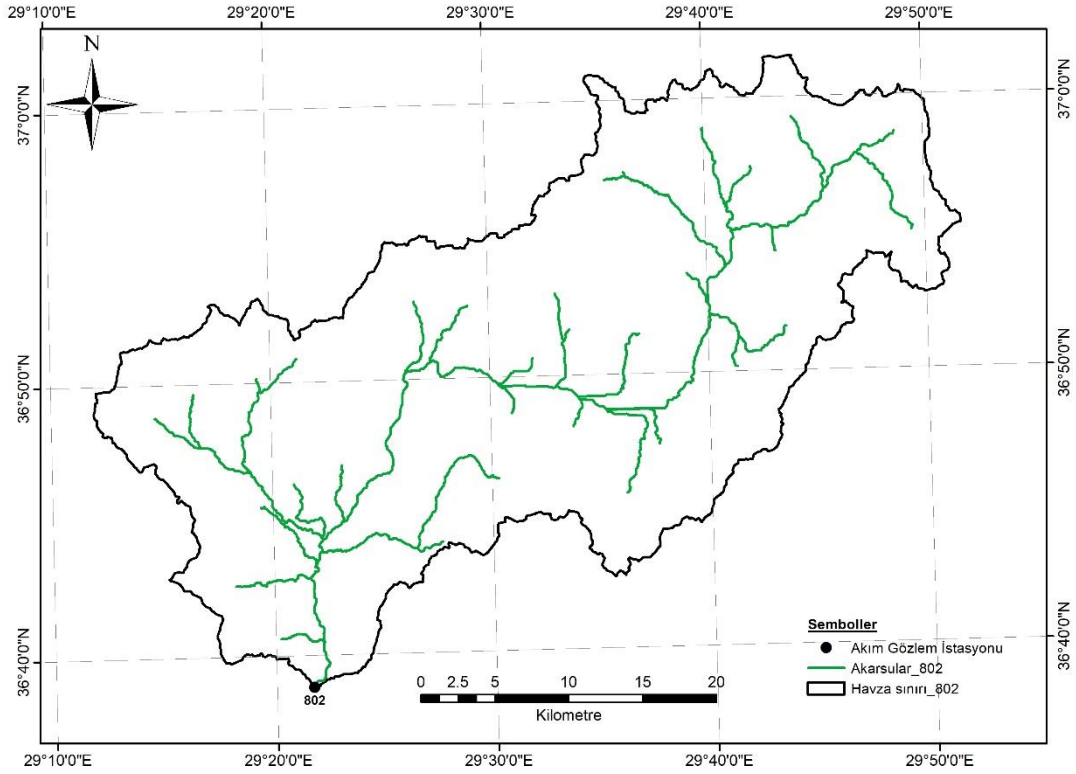
2.3.9 Akarsu Ana Kol Uzunluğu

Havza ana kolu, havza çıkışından başlayarak membaya doğru en uzun olan akarsudur. Havzanın önemli fizyografik parametrelerinden olan ana kol uzunluğunu belirlemek için öncelikle havzanın akım toplama (*“flow accumulation”*) tabakasının değeri 15000’den küçük olan hücrelerinin silinmesiyle elde edilen raster formatındaki akarsu tabakasının vektör olarak çizgi formatına (polyline) çevrilmesi gerekmektedir. Raster hücrelerde uzunluk hesaplaması yapılamadığı için akarsuların vektör bir tabakada bulunması gereklidir. Bu dönüştürme işlemi ArcToolbox’da bulunan *“Conversion Tools”* altındaki *“From Raster”* bölümünün *“Raster to Polyline”* komutu ile yapılmaktadır. Dönüştürme işleminin parametreleri Şekil 2.34’te görülmektedir.



Şekil 2.34: Raster tabakayı vektör formatına dönüştürme işleminin parametreleri

“*Input raster*” satırına havzanın akım toplama tabakasındaki 15000’den küçük olan hücrelerin silinmesi sonucu elde edilen raster tabaka tanımlanacaktır. “*Output polyline features*” bölümüne dönüştürme işleminin sonunda elde edilecek olan çizgi (polyline) formatındaki tabakanın ismi yazılır. Opsiyonel seçeneklerde bir değişiklik yapılmamıştır. 802 nolu havzanın çizgi formatındaki akarsularını gösteren harita Şekil 2.35’te verilmiştir.

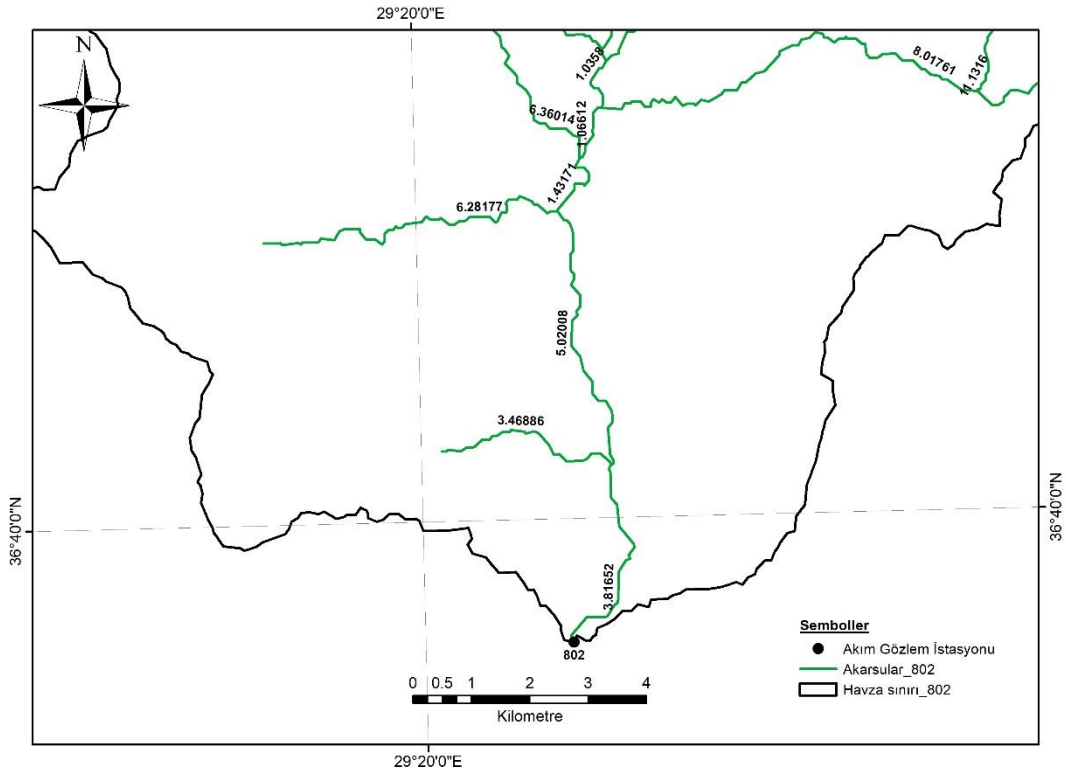


Şekil 2.35: 802 nolu havzanın vektör formatına çevrilmiş akarsuları

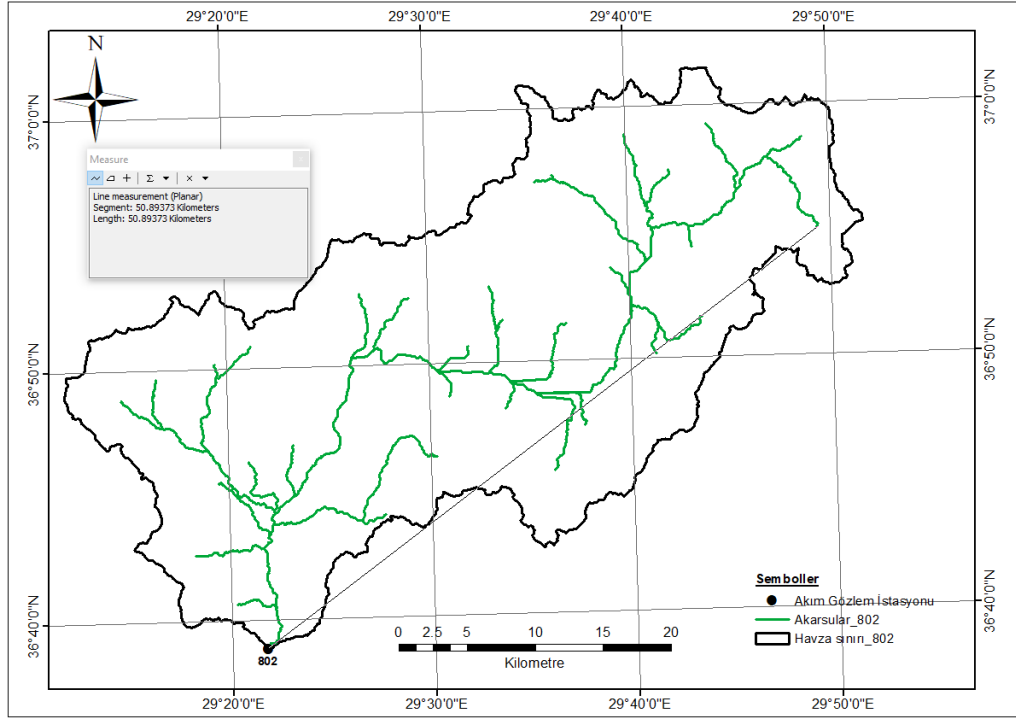
Akarsular vektör formatına çevrildikten sonra oluşan haritanın öznelikler tablosunda (attribute table) Uzunluk isimli ondalık sayı (float) formatında bir sütun (field) oluşturularak “*Calculate Geometry*” komutu ile çizgi uzunlukları hesaplatılmıştır. Daha sonra havza çıkış noktasından başlayarak membaya doğru farklı kol uzunlukları toplanır ve en uzun olanı ana kol olarak seçilmiştir. 802 nolu havzanın bir bölümünün kol uzunlukları Şekil 2.36’da verilmiştir. Buna göre 802 nolu havzanın ana kol uzunluğu 82,4584 km olarak hesaplanmıştır.

2.3.10 Akarsu Ana Kol Kuş Uçuşu Uzunluğu

Kuş uçuşu uzunluk, iki noktanın düz bir çizgi ile birleştirilmesi sonucu bulunan uzunluktur. Havza çıkış noktası ile ana kolun başlangıç noktası düz bir çizgi ile birleştirilerek akarsu kuş uçuşu uzunluğu (STRL) elde edilir. Bu uzunluk ArcGIS programının uzunluk ve alan ölçümlerinde kullanılan “*Measure*” aracı kullanılarak belirlenmiştir. 802 nolu havza için akarsu kuş uçuşu uzunluğu (STRL) 50,89373 km olarak ölçülmüştür (Şekil 2.37).



Şekil 2.36: 802 nolu havzanın kol uzunlukları



Şekil 2.37: 802 nolu havzanın akarsu ana kol kuş uçuşu uzunluğu

2.3.11 Sinüzoite

Sinüzoite (SIN), akarsu kıvrımlılığının bir ölçüsü olup, ana kol uzunluğunun (MAINL), akarsu ana kol kuş uçuşu uzunluğuna (STRL) oranıdır. 802 nolu havza için sinüzoite 1,62 olarak hesaplanmıştır.

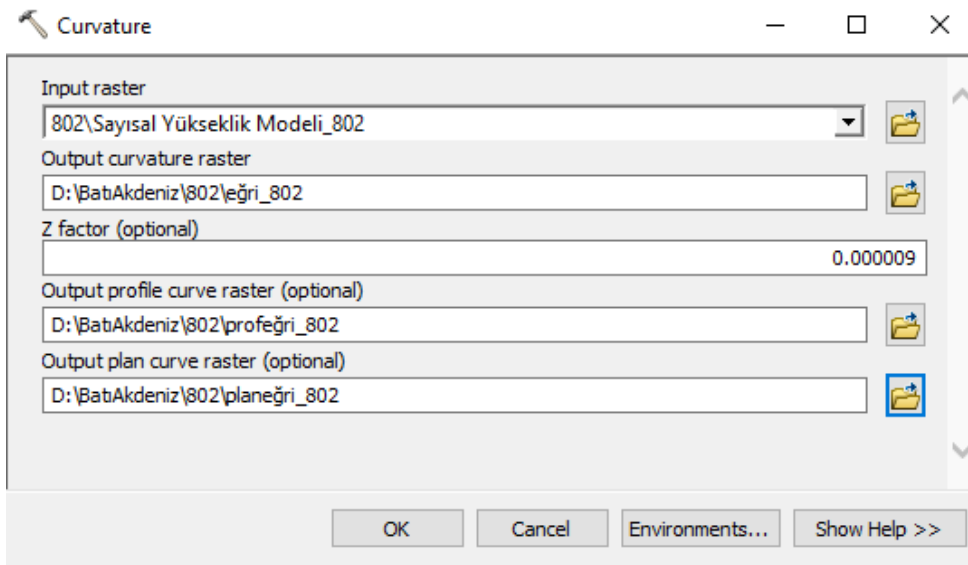
2.3.12 Toplam Kol Uzunluğu

Toplam kol uzunluğu (TOTL), havza çıkış noktasından başlayarak tüm kol uzunluklarının toplanmasıyla bulunur. 802 nolu havza için toplam kol uzunluğu 266,2807 km olarak bulunmuştur.

2.3.13 Eğrilik

Eğrilik, eğimin birinci, yüksekliğin ikinci türevi olarak tanımlanır. Tez kapsamında, havzaların ortalama profil eğrilikleri (“*profile curvature*”) hesaplanmıştır.

ArcGIS programında “*Profile Curvature*” ArcToolbox’da bulunan “*Spatial Analyst Tools*” altında bulunan “*Surface*” bölümündeki “*Curvature*” komutu ile hesaplanmaktadır. Curvature komutunun parametreleri Şekil 2.38’de verilmiştir.

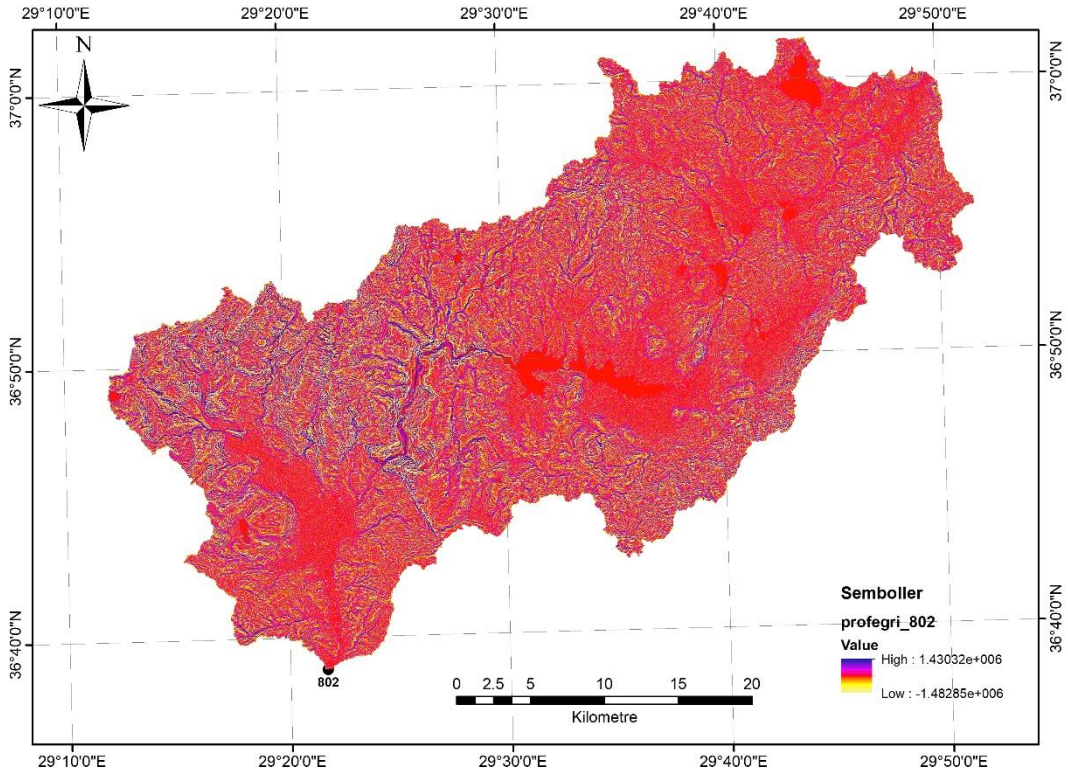


Şekil 2.38: Curvature komutunun parametreleri

“*Input raster*” satırına havzanın çıkarılmış (“*extract by mask*” komutuyla elde edilen) sayısal yükseklik modeli tabakası tanımlanacaktır. “*Output raster*” satırına elde edilecek eğrilik tabakası için isim verilecektir. “*Z factor*” satırına ise sayısal yükseklik modelinin x ve y koordinatlarının birimi ile yükseklik birimi arasındaki oran tanımlanmalıdır. Eğer sayısal yükseklik modelinin x, y koordinat değerleri ve yükseklik değeri metre ise “*Z factor*” varsayılan değer olan 1 olarak bırakılır. Ancak bu tez kapsamında kullandığımız sayısal yükseklik modelinin x ve y koordinatları derece cinsinden yükseklikler ise metre cinsinden olduğu için metre/derce oranı “*Z factor*” olarak girilmelidir. “*Z factor*” değerinin elde edilmesi Bölüm 2.3.5’te verilmiştir. ArcGIS programı iki farklı eğrilik hesaplamaktadır. Seçimlik olarak “*plan curvature*” veya “*profile curvature*” tek tek veya her ikisi birden oluşturulabilir. “*Plan curvature*” yüzeyin eğim doğrultusundaki, “*profile*

curvature” ise yüzeyin eğime dik doğrultudaki eğriliğidir. Bu tez kapsamında arazinin eğriliğini temsil etmek üzere “*profile curvature*” tabakası oluşturulmuştur.

Ortalama “*profile curvature*” değerini bulmak için oluşturulan “*profile curvature*” tabakasının “*Symbology*” bölümünde bulunan “*Stretched*” sekmesindeki “*Histograms*” açılarak ortalama “*profile curvature*” değeri bulunur. 802 nolu havzanın (*profile curvature*) haritası Şekil 2.39’da gösterilmiştir, havzanın ortalama profil eğrilik değeri 1384,65 olarak bulunmuştur.



Şekil 2.39: 802 nolu havzanın profil eğrilik (profile curvature) haritası

2.3.14 Havza Dairesellik Oranı

Literatürde havza dairesellik oranı olarak çeşitli formüller önerilmiştir. Bu tez kapsamında 1 adet dairesellik oranı kullanılmıştır. Bu dairesellik oranı 1953 yılında Miller tarafından önerilen dairesellik oranıdır (Denklem 2.6).

$$R_c = \frac{A}{A_0} \quad (2.6)$$

Burada R_c , havzanın boyutsuz dairesellik oranı; A , havza alanı (km^2); A_0 , çevresi havzanın çevre uzunluğuna eşit olan dairenin alanıdır (km^2) (Denklem 2.7).

$$A_0 = \frac{P^2}{4\pi} \quad (2.7)$$

Burada P , havzanın çevre uzunluğudur (km). R_c değerleri daima 1'den küçüktür. 802 nolu havza için R_c değeri 0.2842 olarak hesaplanmıştır.

2.3.15 Havza Engebililik Göstergesi (Ruggedness Index)

Havza engebililik göstergesi, havzanın maksimum ve minimum kotları arasındaki farkın, drenaj yoğunluğuna bölünmesiyle bulunmaktadır (Denklem 2.8).

$$\text{RGD} = (Z_{\text{MAKS}} - Z_{\text{MIN}}) / \text{DD} \quad (2.8)$$

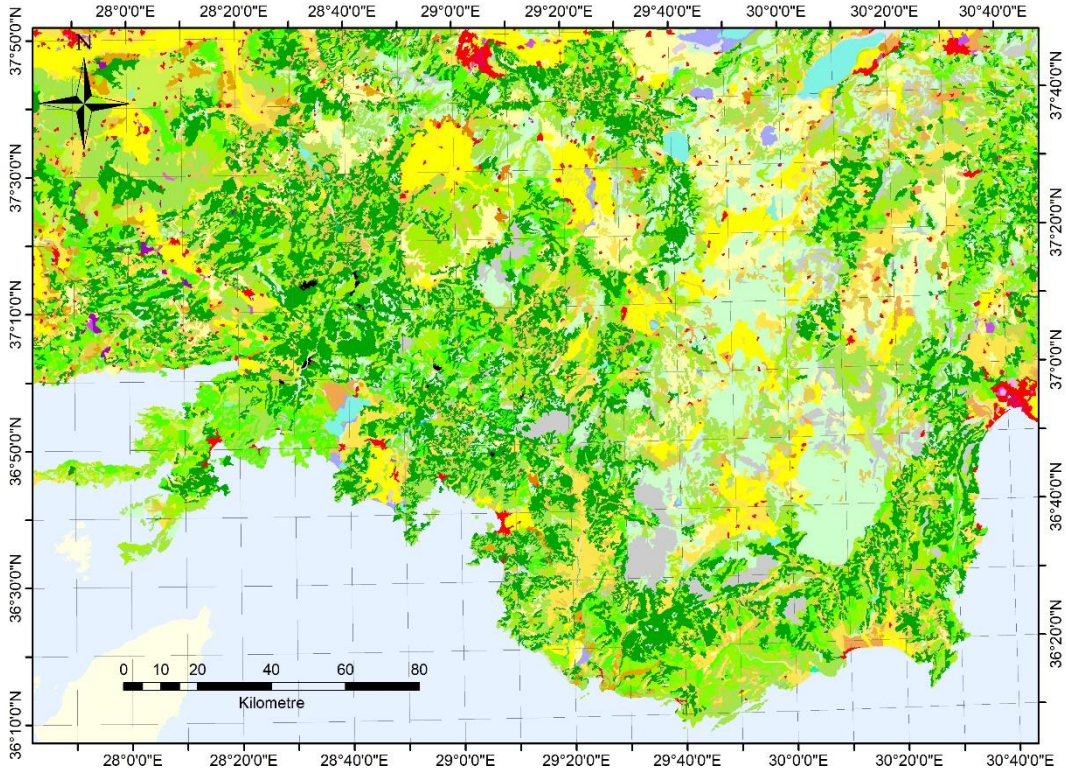
Havza drenaj yoğunluğu (DD), havza alanının (A), toplam kol uzunluğuna (TOTL), bölünmesi ile bulunmaktadır ($\text{DD} = A / \text{TOTL}$). 802 nolu havza için drenaj yoğunluğu 0,2251 ve engebililik göstergesi 0,5791 olarak bulundu.

2.3.16 Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı, fiziksel ve beşeri etmenlerden etkilenen ve aynı zamanda bu etmenleri etkileyen, ortalama ve maksimum debiler üzerinde etkili bir parametredir. Tez kapsamında, CORINE Projesiyle Avrupa Kıtası için elde edilen 2006 yılına ait arazi kullanımı verileri projeye eklenmiştir (Şekil 2.40).

CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına göre (Tablo 2.6) uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretilen arazi örtüsü/kullanımının verisidir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017). CORINE, çevre ile ilgili öncelikli konularda (hava, su, toprak, arazi örtüsü, kıyı erozyonu, biyotoplar) Avrupa Birliği için bilgi toplamayı amaçlayan 1985 yılında başlatılmış bir programdır. 1994 yılından itibaren Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) (European Environment Agency -

EEA) CORINE’i kendi programına dâhil etmiştir. AÇA, Türkiye’nin de içinde bulunduğu 39 ülkede bu projeyi gerçekleştirmektedir.



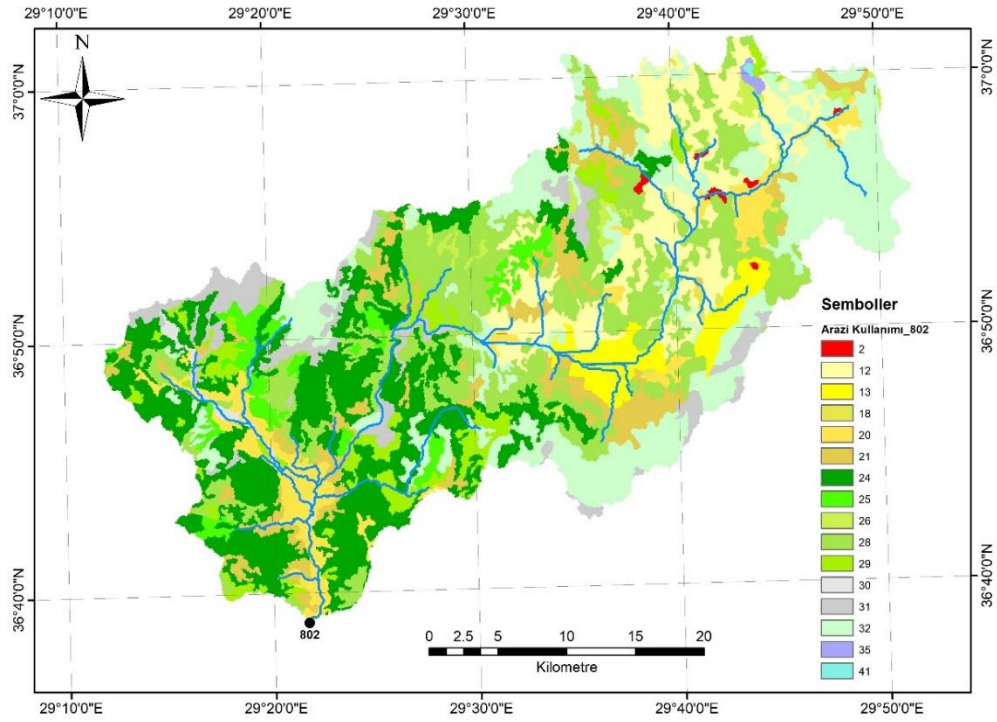
Şekil 2.40: Batı Akdeniz Bölgesi arazi kullanımı haritası

CORINE programının amacı AÇA'nın belirlediği kriterler ve sınıflandırma sistemi (Tablo 2.5) doğrultusunda AÇA'ya üye tüm ülkelerde, arazideki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi, çevre ile ilgili politikaların oluşturulması, aynı temel verilerin yönetilmesi ve standart bir veri tabanının oluşturulmasıdır. AÇA kriterleri ve sınıflama birimlerine göre (44 sınıf), uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi örtüsü/ arazi kullanımındaki değişiklikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespit edilmektedir. Her havzanın arazi kullanımı haritaları, havza sınırlarından arazi kullanımı haritasından kesilerek elde edilmiştir. 802 nolu havzanın arazi kullanım haritası Şekil 2.41'de verilmiştir.

Tablo 2.6: Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırması

| KOD | ETİKET-1 | ETİKET-2 | ETİKET-3 |
|-----|----------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Yapay Yüzeyler | Şehir Yapısı | Sürekli Şehir Yapısı |
| 2 | Yapay Yüzeyler | Şehir Yapısı | Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı |
| 3 | Yapay Yüzeyler | Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri | Endüstriyel ve Ticari Birimler |

| KOD | ETİKET-1 | ETİKET-2 | ETİKET-3 |
|-----|-----------------------------|---|--|
| 4 | Yapay Yüzeyle | Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri | Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar |
| 5 | Yapay Yüzeyle | Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri | Limanlar |
| 6 | Yapay Yüzeyle | Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri | Havaalanları |
| 7 | Yapay Yüzeyle | Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları | Maden Çıkarm Sahaları |
| 8 | Yapay Yüzeyle | Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları | Boşaltım Sahaları |
| 9 | Yapay Yüzeyle | Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları | İnşaat Sahaları |
| 10 | Yapay Yüzeyle | Yapay, Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar | Yeşil Şehir Alanları |
| 11 | Yapay Yüzeyle | Yapay, Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar | Spor ve eğlence Alanları |
| 12 | Tarımsal Alanlar | Ekilebilir Alan | Sulanmayan Ekilebilir Alan |
| 13 | Tarımsal Alanlar | Ekilebilir Alan | Sürekli Sulanan Alanlar |
| 14 | Tarımsal Alanlar | Ekilebilir Alan | Pirinç Tarlaları |
| 15 | Tarımsal Alanlar | Sürekli Ürünler | Üzüm Bağları |
| 16 | Tarımsal Alanlar | Sürekli Ürünler | Meyve Bahçeleri |
| 17 | Tarımsal Alanlar | Sürekli Ürünler | Zeytinlikler |
| 18 | Tarımsal Alanlar | Meralar | Mera Alanları |
| 19 | Tarımsal Alanlar | Karışık Tarımsal Alanlar | Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Sentetik Ürünler |
| 20 | Tarımsal Alanlar | Karışık Tarımsal Alanlar | Karışık Tarım Alanları |
| 21 | Tarımsal Alanlar | Karışık Tarımsal Alanlar | Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları |
| 22 | Tarımsal Alanlar | Karışık Tarımsal Alanlar | Ormanla Karışık Tarım Alanları |
| 23 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Ormanlar | Geniş Yapraklı Ormanlar |
| 24 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Ormanlar | İğne Yapraklı Ormanlar |
| 25 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Ormanlar | Karışık Ormanlar |
| 26 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Maki ve Otsu Bitkiler | Doğal Çayırliklar |
| 27 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Maki ve Otsu Bitkiler | Fundalıklar |
| 28 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Maki ve Otsu Bitkiler | Sklerofil Bitki Örtüsü |
| 29 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Maki ve Otsu Bitkiler | Bitki Değişim Alanları |
| 30 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar | Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar |
| 31 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar | Çıplak Kayalıklar |
| 32 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar | Seyrek Bitki Alanları |
| 33 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar | Yanmış Alanlar |
| 34 | Orman ve Yarı Doğal Alanlar | Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar | Buzul ve Kalıcı Kar |
| 35 | Sulak Alanlar | Karasal Bataklıklar | Karasal Bataklıklar |
| 36 | Sulak Alanlar | Karasal Bataklıklar | Turbalıklar |
| 37 | Sulak Alanlar | Denize Yakın Islak Alanlar | Tuz Bataklığı |
| 38 | Sulak Alanlar | Denize Yakın Islak Alanlar | Tuzlalar |
| 39 | Sulak Alanlar | Denize Yakın Islak Alanlar | Gelgit Olayı ile Oluşan Düzlükler |
| 40 | Su Yapıları | Karasal/İç Sular | Su Yolları |
| 41 | Su Yapıları | Karasal/İç Sular | Su Kütleleri |
| 42 | Su Yapıları | Deniz Suları | Kıyı Lagünleri |
| 43 | Su Yapıları | Deniz Suları | Nehir Ağzıları, Deltalar |
| 44 | Su Yapıları | Deniz Suları | Deniz ve Okyanus |



Şekil 2.41: 802 nolu havzanın arazi kullanımı haritası

Bu tez kapsamında, yerleşim, tarım, orman, maki ve açık alanların toplam havza alanı içerisindeki oranları, ortalama ve maksimum debiyi etkileyen arazi kullanım parametreleri olarak göz önüne alınmıştır. Yerleşim arazi kullanım türü için Tablo 2.6’da verilen sınıflandırmaya göre kod numarası 1-6 arası alınmıştır. Benzer şekilde tarım arazi kullanımı için 12-22 arası kodlar, orman arazi kullanımı için 23-25 arası kodlar, maki arazi kullanımı için 26-29 arası kodlar ve açık alanlar arazi kullanımı için 31-33 arası kodlar kullanılmıştır. Bunların dışındaki arazi kullanımlarının havza alanlarında fazla yer kaplamadığı görülmüş ve debi üzerinde etkileri olmadığı varsayılmıştır. Hücresel (raster) bir tabaka olan arazi kullanımı haritasında ilgili kod numaralarına sahip hücre sayıları belirlenerek havzanın toplam hücre sayısına bölünmüş ve arazi kullanım oranları elde edilmiştir. 802 nolu havza arazi kullanımı haritasında toplam 118255 adet hücre bulunmaktadır, buna göre hesaplanan arazi kullanım oranları Tablo 2.7’de verilmiştir.

Tablo 2.7: 802 no’lu havzanın arazi kullanım oranları

| Arazi Kullanım Türü | Hücre Sayısı | Arazi Kullanım Oranı (%) |
|---------------------|--------------|--------------------------|
| Yerleşim | 300 | 0,25 |
| Tarım | 32664 | 27,62 |
| Orman | 26134 | 22,10 |
| Maki | 29441 | 24,90 |
| Açık | 28735 | 24,30 |

3. REGRESYON ANALİZİ

3.1 GENEL BİLGİLER

3.1.1 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Birçok çalışma bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki ile ilgilenir. Genellikle bağımlı değişkenler (y), bağımsız değişken(ler) ise (x) ile gösterilir. Bu tez kapsamında bağımlı değişkenler, ortalama debi ve anlık maksimum debilerdir. Bağımsız değişkenler ise Bölüm 2’de elde edilme yöntemleri açıklanan havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranlarından oluşmaktadır.

3.1.2 Regresyon Analizinin Amacı

Bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler), arasındaki ilişkiyi matematiksel modellerle açıklayarak bağıntılar bulmak ve bağımsız değişken(ler) ile bağımlı değişkeni tahmin etmek, regresyon analizinin amaçlarındandır. Diğer bir amaç ise bağımsız değişkenlerden hangilerinin bağımlı değişkeni daha çok etkilediğini belirlemektir. Regresyon ile korelasyon analizleri arasında her ne kadar yakın bir ilişki varsa da bu kavramlar farklı olup sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. Korelasyon analizinde amaç, iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini sayısal olarak kestirmektir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin her zaman doğrusal olması beklenmemelidir. Bu tez kapsamında olduğu gibi bir bağımlı değişkeni etkileyen birden çok bağımsız değişken söz konusu ise bu durumda çoklu doğrusal regresyon modeline başvurulması gerekmektedir. Çoklu doğrusal regresyon analizi ile bir bağımlı değişken ile birden çok bağımsız değişken arasındaki ilişki matematiksel modellerle açıklanır.

İki ya da daha fazla değişken arasında güçlü bir ilişkinin varlığı, bu durumunun kesinlikle bir neden-sonuç ilişkisi olacağı anlamı taşımaz. Yardımcı bir yöntem olarak, değişkenler arasındaki ilişki, ancak kuramsal bir temele dayandırıldığı takdirde, bu ilişkiyi bir neden-sonuç ilişkisi olarak açıklamak için regresyon analizi kullanılabilir.

3.1.3 Bağımlı ve Bağımsız Değişkenlerin Seçimi

Regresyon analizindeki en önemli konulardan biri bağımlı ve bağımsız değişken(ler)in tespit edilmesi işlemidir. Bu değişkenlerin belirlenmesi kavramsal ve teorik esaslarca, ayrıca araştırmacıların bilgi birikimleri de ortaya konularak belirlenir.

Bağımsız değişkenlerin seçiminde dikkat edilecek bir diğer önemli husus belirleme hatasıdır ve bu durum modele ilgisiz değişkenlerin alınıp, ilgili değişkenlerin model dışında tutulmasıdır. İlgili değişkenlerin model dışında tutulması sonuçların yorumlanması aşamasında olumsuz bir durum ortaya koymaktadır. Modelde kullanılan ilgisiz bir değişkenle, modele alınmayan ilgili bir değişken arasında ilişki yok ise bu durum çözümlemenin kestirim doğruluğunu azaltırken, bu değişkenler arasındaki yüksek bir ilişkinin varlığı da sonuçlar üzerinde korelasyon derecesine göre artış gösterir. Bu nedenden dolayı değişkenlerin tespiti model üzerinde önemli bir rol oynamaktadır ve bu aşamada özenle seçim yapılması gerekmektedir.

3.1.4 Regresyon Sonuçlarının Genellenebilirliği ve Gözlem Sayısı

Regresyon sonuçlarının genellenebilmesi için bağımsız değişken başına en az beş gözlem yapılmalıdır. Bu sayının beşin altına düşmesi durumunda genelleme yapmak mümkün olmayacaktır. Gözlem sayısı konusunda çeşitli formüller geliştirilmiş olmakla beraber, gözlem sayısının bağımsız değişken başına otuzdan fazla olması gerekmektedir. Bu tez kapsamında regresyon analizinde toplam 30 adet gözlem kullanılmıştır. Gözlem süresi kısıtlarımız dolayısıyla havzadaki her akım gözlem istasyonunun verileri regresyon analizine dâhil edilmemiştir. Her bir

bağımsız değişken için 30 adet gözlem kullanılması durumunda havzadaki tüm akım gözlem istasyonları bile yetersiz kalacaktır.

3.2 Çoklu Doğrusal Regresyon

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 Denklem 3.1’de verilmiştir.

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 x_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k x_{ik} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3.1)$$

Burada k, değişken sayısı ve n, gözlem sayısıdır. $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ çoklu doğrusal regresyon denkleminin katsayılarıdır ve normal dağılıma sahip rastgele değişkenlerdir. $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ değerleri örneklemdaki bağımsız değişkenlerdir. \hat{y}_i ise y değişkeninin modelden elde edilen değeridir.

3.2.1 Bağımsız Değişkenlerin Modelden Çıkarılması - Geriye Doğru Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon

Bu çalışmada geriye doğru adım adım çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır. Model kurma yöntemlerinden biri olan Adım Adım Regresyon yöntemi, modelde bulunması anlamlı olan bağımsız değişkenleri, her adımda yeni bir değişken ekleyerek 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 kullanılabilir bir yöntem olmaktadır.

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

Geriye doğru adım adım regresyonda başlangıçta bütün bağımsız değişkenler bir arada değerlendirilir ve bir regresyon analizi yapılır. Bütün bağımsız değişkenler için Denklem 3.3 kullanılarak hata kareleri toplamı bulunur (RSS_2). Daha sonra bir bağımsız değişken çıkarılır ve geriye kalan parametreler için hata kareleri toplamı bulunur (RSS_1). Bu bulunan değerler Denklem 3.2’de yerine konulup çıkarılan parametrenin F değeri hesaplanır. Daha sonra bu çıkarılan parametre tekrar hesaba katılır ve başka bir parametre çıkarılıp aynı yöntemle bu durum için de F değeri hesaplanır.

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

$$F = \frac{\frac{RSS_1 - RSS_2}{p_2 - p_1}}{\frac{RSS_2}{n - p_2}} \quad (3.2)$$

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

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_{i,1} - b_2 x_{i,2} - b_3 x_{i,3} - \dots - b_k x_{i,k})^2 \quad (3.3)$$

Yüksek korelasyonlu 2 veya daha fazla parametrenin aynı regresyon modelinde kullanılması çoklu bağlantıya (collinearite) yol açmaktadır. Çoklu bağlantı olayı model veya verilerdeki küçük değişikliklerin katsayı tahminlerinde hatalı olarak büyük değişikliklere yol açmasıdır. Bu çalışmada çoklu bağlantılar göz önüne alınmamıştır.

3.2.2 Regresyon Modelinin Performans Analizi

Bu çalışmada elde edilen regresyon modellerinin performansı için 3 farklı gösterge kullanılmıştır. Bunlar Determinasyon (belirlilik) katsayısı, düzeltilmiş determinasyon katsayısı ve tahminin standart hatasıdır.

3.2.2.1 Determinasyon (Belirlilik) Katsayısı (R^2) ve Düzeltilmiş Belirlilik Katsayısı (R^2_{adj})

Parametreler tahmin edildikten ve en küçük kareler doğrusu belirlendikten sonra bu doğrunun x ve y 'nin gözlem değerlerini ne kadar iyi tahmin ettiği bulunmalıdır. Yani gözlemlerin, regresyon doğrusu etrafındaki dağılımları hesaplanmalıdır. Gözlemler doğruya ne kadar yakınsa, y 'deki değişimin bağımsız değişkendeki değişimleri izah etmesi de o kadar başarılıdır. Bu başarının bir ölçüsü, bağımlı değişkendeki toplam değişimin (varyansın) yüzde kaçının bağımsız değişken(ler) x tarafından açıklanabildiğini gösteren korelasyon katsayısının karesi olan determinasyon (belirlilik) katsayısı (R^2)'dir. Denklem 3.4 yardımıyla belirlilik katsayısı hesaplanabilir.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.4)$$

Burada 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 3.5).

$$R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p-1} \quad (3.5)$$

Burada R^2 , çoklu belirlilik katsayısı; n , örnek olarak seçilen gözlem sayısı ve p ise modeldeki değişken sayısıdır. R^2 ile R^2_{adj} , 0 ile 1 arasında değerler alır. 1'e yakın değerler olması regresyon modelinin uygun olduğunu göstermektedir.

3.2.2.2 Tahminin Standart Hatası (SEE)

Tahminin standart hatasını elde edebilmek için öncelikle hataların kareleri toplamı (SSE) hesaplanmalıdır. SSE regresyon doğrusu ile noktalar arasındaki farkların karelerinin toplamıdır (Denklem 3.6).

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.6)$$

Regresyon doğrusunun veriye ne kadar uyduğunu göstermekte bir ölçüt olarak kullanılır. 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 (Denklemler 3.7)

$$SEE = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \quad (3.7)$$

4. BULGULAR

4.1 Batı Akdeniz Havzalarının Fizyografik Parametreleri

Havza fizyografik parametrelerinin elde edilme yöntemleri Bölüm 2’de detaylı olarak açıklanmış ve 802 nolu havza için elde edilen sonuçlar verilmiştir. Tablo 4.1’de tüm havzalar için elde edilen fizyografik parametre değerleri görülmektedir.

Fizyografik parametre değerleri ile ortalama ve maksimum debi değerleri arasındaki ilişkilere bakıldığı zaman bunun genellikle doğrusal olmadığı görülmektedir. Bu durumda fizyografik parametreler ile debiler arasında doğrusal regresyon analizi yapıldığı zaman elde edilecek modellerin başarısı sınırlı kalacaktır. Bu durumda doğrusal olmayan regresyon analizi yapılabileceği gibi değerleri doğrusallaştırma yöntemleri de kullanılabilir.

Üs Dönüşüm Merdivenine (Power Transformation Ladder) göre doğrusallaştırma yöntemleri arasında parametrelerin değerlerinin küp köklerinin ve/veya küp köklerinin terslerinin alınması da bulunmaktadır (Peck ve diğ., 2012). Bu tez kapsamında havza fizyografik parametreleri ve debilerin küp köklerinin tersleri doğrusallaştırma yöntemi olarak kullanılmıştır, böylece elde edilen değerler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri

| Parametre | Havza Alanı | Havza Çevre Uzunluğu | Ortalama Yükseklik | Havza Ağırlık Merkezi ve Havza Çıkış Noktası Arası Mesafe | Ortalama Havza Eğimi | Strahler Çatallanma Değeri |
|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Akım | (km ²) | (km) | (m) | (m) | (%) | |
| Gözlem İstasyonu No | A | P | ZMEAN | GL | SLP | STH |
| 802 | 1183,070 | 228,698 | 1286,22 | 26453 | 13,08 | 4 |
| 803 | 3700,500 | 425,416 | 1296,35 | 30520 | 9,48 | 5 |
| 809 | 546,481 | 150,411 | 1538,45 | 13102 | 10,3 | 3 |
| 811 | 3899,220 | 459,682 | 1290,37 | 38929 | 9,74 | 5 |
| 812 | 4974,900 | 470,799 | 1261,57 | 50946 | 11,15 | 5 |
| 815 | 2465,570 | 349,924 | 1081,71 | 38295 | 13,18 | 4 |
| 818 | 242,725 | 82,204 | 1335,81 | 10349 | 14,11 | 3 |
| 08-001 | 505,455 | 128,622 | 1429,78 | 11933 | 12,42 | 3 |
| 08-009 | 3167,260 | 413,232 | 1295,86 | 20264 | 8,96 | 5 |
| 08-013 | 797,258 | 186,551 | 1481,29 | 24022 | 11,73 | 3 |
| 08-018 | 129,709 | 65,015 | 1391,08 | 6596 | 7,49 | 2 |
| 08-019 | 155,796 | 69,134 | 578,42 | 10074 | 10,62 | 2 |
| 08-028 | 2465,570 | 349,986 | 1081,71 | 38325 | 13,18 | 4 |
| 08-054 | 77,864 | 46,865 | 1699,52 | 6210 | 7,17 | 2 |
| 08-055 | 115,736 | 58,688 | 1623,44 | 6824 | 7,98 | 2 |
| 08-060 | 255,524 | 108,925 | 537,23 | 13676 | 13,18 | 3 |
| 08-070 | 461,688 | 131,223 | 1447,08 | 5274 | 12,49 | 3 |
| 08-072 | 4764,910 | 463,534 | 1273,9 | 45450 | 10,83 | 5 |
| 08-074 | 4390,960 | 435,480 | 1285,93 | 35242 | 10,22 | 5 |
| 08-075 | 19,258 | 24,962 | 1417,95 | 4387 | 11,46 | 1 |
| 08-076 | 375,672 | 105,067 | 751,68 | 15540 | 12,05 | 3 |
| 08-079 | 117,759 | 52,960 | 1495,65 | 7946 | 12,46 | 2 |
| 08-081 | 710,297 | 187,530 | 1508,22 | 23601 | 7,99 | 3 |
| 08-083 | 88,092 | 58,943 | 1352,41 | 5061 | 13,23 | 2 |
| 08-084 | 18,461 | 20,282 | 872,24 | 1739 | 11,99 | 1 |
| 08-085 | 496,467 | 163,312 | 679,48 | 9916 | 14,33 | 3 |
| 08-087 | 143,732 | 76,220 | 703,93 | 12929 | 15,96 | 2 |
| 08-089 | 195,382 | 71,544 | 861,58 | 7464 | 17,84 | 3 |
| 08-092 | 617,372 | 162,136 | 1547,98 | 15358 | 7,92 | 3 |
| 08-095 | 217,812 | 88,090 | 1769,4 | 9667 | 14,01 | 3 |

Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam)

| Parametre | Kot-Rölyef Oranı | Havza Dairesellik Oranı | Ortalama Profil Eğriliği | Akarsu Ana Kol Uzunluğu | Ana Kol Kuş Uçuşu Uzunluk | Akarsu Kıvrımlılığı (Sinüzoite) |
|--------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | E | Rc | PRFC | MAINL | STRL | SIN |
| 802 | 0,4517 | 0,2842 | 1384,65 | 82,458 | 50,894 | 1,6202 |
| 803 | 0,3076 | 0,2569 | 1036,43 | 135,773 | 74,055 | 1,8334 |
| 809 | 0,2583 | 0,3035 | 1185,06 | 42,072 | 25,837 | 1,6283 |
| 811 | 0,3198 | 0,2319 | 1050,94 | 150,376 | 80,102 | 1,8773 |
| 812 | 0,4625 | 0,2820 | 1164,25 | 177,954 | 91,459 | 1,9457 |
| 815 | 0,3568 | 0,2530 | 1330,22 | 123,685 | 77,033 | 1,6056 |
| 818 | 0,4150 | 0,4514 | 970,03 | 25,033 | 14,009 | 1,7870 |
| 08-001 | 0,3098 | 0,3839 | 1332,65 | 30,517 | 14,875 | 2,0515 |
| 08-009 | 0,2715 | 0,2331 | 1028,54 | 109,769 | 70,330 | 1,5608 |
| 08-013 | 0,5120 | 0,2879 | 1377,36 | 66,507 | 42,073 | 1,5807 |
| 08-018 | 0,2560 | 0,3856 | 825,23 | 18,820 | 13,951 | 1,3490 |
| 08-019 | 0,3928 | 0,4096 | 970,27 | 23,139 | 16,485 | 1,4036 |
| 08-028 | 0,3568 | 0,2529 | 1330,22 | 127,332 | 77,059 | 1,6524 |
| 08-054 | 0,3925 | 0,4455 | 999,97 | 11,284 | 8,626 | 1,3082 |
| 08-055 | 0,1789 | 0,4223 | 791,58 | 12,963 | 11,352 | 1,1419 |
| 08-060 | 0,3954 | 0,2706 | 1229,37 | 36,789 | 26,377 | 1,3947 |
| 08-070 | 0,2915 | 0,3369 | 1353,72 | 22,399 | 9,226 | 2,4278 |
| 08-072 | 0,4436 | 0,2787 | 1141,73 | 169,098 | 85,944 | 1,9675 |
| 08-074 | 0,3174 | 0,2910 | 1113,84 | 151,636 | 79,436 | 1,9089 |
| 08-075 | 0,4030 | 0,3884 | 625,59 | 4,866 | 4,328 | 1,1241 |
| 08-076 | 0,5405 | 0,4276 | 1391,13 | 37,905 | 18,017 | 2,1039 |
| 08-079 | 0,5262 | 0,5276 | 1178,3 | 13,756 | 11,626 | 1,1832 |
| 08-081 | 0,3396 | 0,2538 | 985,37 | 55,910 | 41,764 | 1,3387 |
| 08-083 | 0,3516 | 0,3186 | 992,11 | 11,825 | 7,801 | 1,5159 |
| 08-084 | 0,1880 | 0,5640 | 707,15 | 1,176 | 1,176 | 1,0000 |
| 08-085 | 0,2862 | 0,2339 | 1572,88 | 45,131 | 23,570 | 1,9148 |
| 08-087 | 0,4597 | 0,3109 | 1083 | 27,008 | 21,115 | 1,2791 |
| 08-089 | 0,3686 | 0,4797 | 1775,64 | 15,920 | 10,569 | 1,5063 |
| 08-092 | 0,3281 | 0,2951 | 979,37 | 40,433 | 31,807 | 1,2712 |
| 08-095 | 0,4417 | 0,3527 | 913,94 | 21,738 | 16,139 | 1,3469 |

Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam)

| Parametre | Akarsu Toplam Kol Uzunluğu (km) | Engebelilik (Ruggedness) İndeksi | Yerleşim Oranı | Tarım Oranı | Orman Oranı | Maki Oranı |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | TOTL | RGD | YR | TR | OR | MR |
| 802 | 266,2807 | 0,5791 | 0,0025 | 0,2762 | 0,2210 | 0,2490 |
| 803 | 814,5738 | 0,4075 | 0,0090 | 0,3427 | 0,1938 | 0,2414 |
| 809 | 120,1781 | 0,3435 | 0,0055 | 0,3865 | 0,0240 | 0,2398 |
| 811 | 859,8841 | 0,4175 | 0,0086 | 0,3334 | 0,2018 | 0,2410 |
| 812 | 1099,3450 | 0,5412 | 0,0069 | 0,2882 | 0,2574 | 0,2388 |
| 815 | 573,4035 | 0,6921 | 0,0016 | 0,2807 | 0,2856 | 0,2280 |
| 818 | 45,4587 | 0,5315 | 0,0000 | 0,1715 | 0,4822 | 0,1690 |
| 08-001 | 96,4580 | 0,2716 | 0,0035 | 0,2600 | 0,3497 | 0,2284 |
| 08-009 | 696,8201 | 0,3872 | 0,0105 | 0,3578 | 0,1653 | 0,2444 |
| 08-013 | 169,8418 | 0,5307 | 0,0038 | 0,3243 | 0,1008 | 0,2849 |
| 08-018 | 26,9302 | 0,2433 | 0,0094 | 0,4489 | 0,0362 | 0,0376 |
| 08-019 | 28,6828 | 0,2397 | 0,0183 | 0,1397 | 0,3177 | 0,5083 |
| 08-028 | 573,4344 | 0,6921 | 0,0016 | 0,2807 | 0,2856 | 0,2280 |
| 08-054 | 15,4800 | 0,1396 | 0,0000 | 0,4713 | 0,0000 | 0,0890 |
| 08-055 | 20,3870 | 0,1964 | 0,0000 | 0,2782 | 0,0009 | 0,3424 |
| 08-060 | 61,8709 | 0,3039 | 0,0218 | 0,2340 | 0,5158 | 0,1396 |
| 08-070 | 86,8191 | 0,2561 | 0,0038 | 0,2655 | 0,3409 | 0,2170 |
| 08-072 | 1054,9009 | 0,5189 | 0,0072 | 0,2957 | 0,2459 | 0,2409 |
| 08-074 | 967,4503 | 0,4171 | 0,0078 | 0,3187 | 0,2234 | 0,2368 |
| 08-075 | 4,8658 | 0,2865 | 0,0145 | 0,3687 | 0,0000 | 0,4480 |
| 08-076 | 84,3994 | 0,3004 | 0,0094 | 0,3748 | 0,4042 | 0,1460 |
| 08-079 | 17,7998 | 0,1363 | 0,0000 | 0,0082 | 0,4783 | 0,3595 |
| 08-081 | 144,2356 | 0,3290 | 0,0052 | 0,3779 | 0,0065 | 0,2204 |
| 08-083 | 13,9375 | 0,2058 | 0,0000 | 0,1412 | 0,6597 | 0,1213 |
| 08-084 | 1,1763 | 0,0573 | 0,0000 | 0,1855 | 0,6874 | 0,1157 |
| 08-085 | 115,8663 | 0,5256 | 0,0007 | 0,0511 | 0,5806 | 0,2304 |
| 08-087 | 35,2943 | 0,3146 | 0,0002 | 0,1470 | 0,5764 | 0,1584 |
| 08-089 | 40,9307 | 0,4345 | 0,0000 | 0,1321 | 0,5415 | 0,1546 |
| 08-092 | 117,9101 | 0,2928 | 0,0060 | 0,3898 | 0,0075 | 0,2088 |
| 08-095 | 41,9699 | 0,2829 | 0,0000 | 0,0876 | 0,0000 | 0,4715 |

Tablo 4.1: Havza fizyografik parametrelerinin değerleri (Devam)

| Parametre | Açık Alan Oranı | Kuzey Oranı | Doğu Oranı | Güney Oranı | Batı Oranı | Maksimum Debi | Ortalama Debi |
|--------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------|---------------------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | AR | KR | DR | GR | BR | QMAKS | QORT |
| | | | | | | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| 802 | 0,2430 | 0,3452 | 0,3384 | 0,4112 | 0,3760 | 595,000 | 31,200 |
| 803 | 0,2027 | 0,3493 | 0,3425 | 0,3888 | 0,3452 | 213,440 | 16,600 |
| 809 | 0,3398 | 0,4122 | 0,3157 | 0,3349 | 0,3985 | 193,000 | 3,670 |
| 811 | 0,2054 | 0,3468 | 0,3422 | 0,3933 | 0,3455 | 483,000 | 14,600 |
| 812 | 0,2008 | 0,3566 | 0,3387 | 0,3929 | 0,3509 | 1128,000 | 43,100 |
| 815 | 0,1953 | 0,3536 | 0,3061 | 0,4106 | 0,3996 | 1315,000 | 37,800 |
| 818 | 0,1666 | 0,3200 | 0,2625 | 0,4530 | 0,4090 | 197,000 | 14,000 |
| 08-001 | 0,1411 | 0,3775 | 0,3668 | 0,3848 | 0,3476 | 200,000 | 4,574 |
| 08-009 | 0,2100 | 0,3465 | 0,3348 | 0,3845 | 0,3480 | 180,000 | 9,528 |
| 08-013 | 0,2832 | 0,3682 | 0,3338 | 0,3740 | 0,3866 | 420,000 | 18,300 |
| 08-018 | 0,4678 | 0,3939 | 0,2999 | 0,3992 | 0,3826 | 62,000 | 0,573 |
| 08-019 | 0,0000 | 0,3513 | 0,2693 | 0,4128 | 0,4469 | 220,000 | 1,302 |
| 08-028 | 0,1953 | 0,3536 | 0,3061 | 0,4106 | 0,3996 | 750,000 | 42,115 |
| 08-054 | 0,4397 | 0,2967 | 0,2225 | 0,4076 | 0,4512 | 13,000 | 0,113 |
| 08-055 | 0,2670 | 0,4402 | 0,3479 | 0,2684 | 0,3661 | 19,500 | 0,567 |
| 08-060 | 0,0563 | 0,4132 | 0,2582 | 0,4088 | 0,3791 | 330,000 | 1,044 |
| 08-070 | 0,1547 | 0,3758 | 0,3575 | 0,3835 | 0,3580 | 190,000 | 3,817 |
| 08-072 | 0,2022 | 0,3550 | 0,3389 | 0,3923 | 0,3507 | 760,000 | 29,038 |
| 08-074 | 0,2046 | 0,3522 | 0,3372 | 0,3922 | 0,3509 | 490,000 | 17,701 |
| 08-075 | 0,1688 | 0,4899 | 0,4759 | 0,2381 | 0,3274 | 10,000 | 0,056 |
| 08-076 | 0,0604 | 0,3494 | 0,3259 | 0,4380 | 0,3251 | 200,000 | 1,329 |
| 08-079 | 0,1484 | 0,2878 | 0,3635 | 0,4683 | 0,3790 | 100,000 | 0,397 |
| 08-081 | 0,3845 | 0,3391 | 0,2681 | 0,3181 | 0,3562 | 55,000 | 1,000 |
| 08-083 | 0,0779 | 0,3790 | 0,2594 | 0,3933 | 0,4001 | 50,000 | 0,980 |
| 08-084 | 0,0114 | 0,3706 | 0,1687 | 0,4084 | 0,3960 | 24,000 | 0,090 |
| 08-085 | 0,1180 | 0,3856 | 0,3006 | 0,4058 | 0,3804 | 420,000 | 9,330 |
| 08-087 | 0,0936 | 0,3990 | 0,2115 | 0,4410 | 0,4030 | 190,000 | 0,449 |
| 08-089 | 0,1689 | 0,3008 | 0,2551 | 0,5228 | 0,3784 | 145,000 | 4,053 |
| 08-092 | 0,3819 | 0,3408 | 0,2811 | 0,2989 | 0,3339 | 30,000 | 0,348 |
| 08-095 | 0,4409 | 0,3177 | 0,3663 | 0,4399 | 0,3294 | 19,000 | 0,513 |

Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin kúp köklerinin tersleri

| Parametre | Havza Alanı | Havza Çevre Uzunluğu | Ortalama Yükseklik | Havza Ağırlık Merkezi ve Havza Çıkış Noktası Arası Mesafe | Ortalama Havza Eğimi | Strahler Çatallanma Değeri |
|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Akım | (km ²) | (km) | (m) | (m) | (%) | |
| Gözlem İstasyon No | A | P | ZMEAN | GL | SLP | STH |
| 802 | 0,0946 | 0,1635 | 0,0920 | 0,0336 | 0,4244 | 0,6300 |
| 803 | 0,0647 | 0,1330 | 0,0917 | 0,0320 | 0,4725 | 0,5848 |
| 809 | 0,1223 | 0,1880 | 0,0866 | 0,0424 | 0,4596 | 0,6934 |
| 811 | 0,0635 | 0,1296 | 0,0919 | 0,0295 | 0,4683 | 0,5848 |
| 812 | 0,0586 | 0,1285 | 0,0925 | 0,0270 | 0,4476 | 0,5848 |
| 815 | 0,0740 | 0,1419 | 0,0974 | 0,0297 | 0,4233 | 0,6300 |
| 818 | 0,1603 | 0,2300 | 0,0908 | 0,0459 | 0,4138 | 0,6934 |
| 08-001 | 0,1255 | 0,1981 | 0,0888 | 0,0438 | 0,4318 | 0,6934 |
| 08-009 | 0,0681 | 0,1343 | 0,0917 | 0,0367 | 0,4815 | 0,5848 |
| 08-013 | 0,1078 | 0,1750 | 0,0877 | 0,0347 | 0,4401 | 0,6934 |
| 08-018 | 0,1975 | 0,2487 | 0,0896 | 0,0533 | 0,5111 | 0,7937 |
| 08-019 | 0,1858 | 0,2437 | 0,1200 | 0,0463 | 0,4549 | 0,7937 |
| 08-028 | 0,0740 | 0,1419 | 0,0974 | 0,0297 | 0,4233 | 0,6300 |
| 08-054 | 0,2342 | 0,2774 | 0,0838 | 0,0544 | 0,5186 | 0,7937 |
| 08-055 | 0,2052 | 0,2573 | 0,0851 | 0,0527 | 0,5004 | 0,7937 |
| 08-060 | 0,1576 | 0,2094 | 0,1230 | 0,0418 | 0,4233 | 0,6934 |
| 08-070 | 0,1294 | 0,1968 | 0,0884 | 0,0575 | 0,4310 | 0,6934 |
| 08-072 | 0,0594 | 0,1292 | 0,0922 | 0,0280 | 0,4520 | 0,5848 |
| 08-074 | 0,0611 | 0,1319 | 0,0920 | 0,0305 | 0,4608 | 0,5848 |
| 08-075 | 0,3731 | 0,3422 | 0,0890 | 0,0611 | 0,4435 | 1,0000 |
| 08-076 | 0,1386 | 0,2119 | 0,1100 | 0,0401 | 0,4362 | 0,6934 |
| 08-079 | 0,2040 | 0,2663 | 0,0874 | 0,0501 | 0,4313 | 0,7937 |
| 08-081 | 0,1121 | 0,1747 | 0,0872 | 0,0349 | 0,5002 | 0,6934 |
| 08-083 | 0,2247 | 0,2570 | 0,0904 | 0,0582 | 0,4228 | 0,7937 |
| 08-084 | 0,3784 | 0,3667 | 0,1047 | 0,0832 | 0,4369 | 1,0000 |
| 08-085 | 0,1263 | 0,1829 | 0,1137 | 0,0465 | 0,4117 | 0,6934 |
| 08-087 | 0,1909 | 0,2359 | 0,1124 | 0,0426 | 0,3972 | 0,7937 |
| 08-089 | 0,1723 | 0,2409 | 0,1051 | 0,0512 | 0,3827 | 0,6934 |
| 08-092 | 0,1174 | 0,1834 | 0,0864 | 0,0402 | 0,5017 | 0,6934 |
| 08-095 | 0,1662 | 0,2247 | 0,0827 | 0,0469 | 0,4148 | 0,6934 |

Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin kúp köklerinin tersleri (Devam)

| Parametre | Kot-Rölyef Oranı | Havza Dairesellik Oranı | Ortalama Profil Eğriliği | Ana Kol Uzunluğu | Kuş Uçuşu Uzunluk | Sinüzoite |
|--------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|-----------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | E | Rc | PRFC | (km) MAINL | (km) STRL | SIN |
| 802 | 1,3033 | 1,5209 | 0,0897 | 0,2297 | 0,2698 | 0,8514 |
| 803 | 1,4814 | 1,5730 | 0,0988 | 0,1946 | 0,2381 | 0,8170 |
| 809 | 1,5702 | 1,4880 | 0,0945 | 0,2875 | 0,3383 | 0,8500 |
| 811 | 1,4623 | 1,6277 | 0,0984 | 0,1881 | 0,2320 | 0,8106 |
| 812 | 1,2931 | 1,5248 | 0,0951 | 0,1778 | 0,2220 | 0,8010 |
| 815 | 1,4100 | 1,5810 | 0,0909 | 0,2007 | 0,2350 | 0,8540 |
| 818 | 1,3406 | 1,3036 | 0,1010 | 0,3418 | 0,4148 | 0,8241 |
| 08-001 | 1,4780 | 1,3759 | 0,0909 | 0,3200 | 0,4066 | 0,7870 |
| 08-009 | 1,5443 | 1,6249 | 0,0991 | 0,2089 | 0,2423 | 0,8621 |
| 08-013 | 1,2500 | 1,5145 | 0,0899 | 0,2468 | 0,2875 | 0,8584 |
| 08-018 | 1,5748 | 1,3739 | 0,1066 | 0,3760 | 0,4154 | 0,9050 |
| 08-019 | 1,3655 | 1,3465 | 0,1010 | 0,3509 | 0,3929 | 0,8931 |
| 08-028 | 1,4100 | 1,5812 | 0,0909 | 0,1988 | 0,2350 | 0,8459 |
| 08-054 | 1,3658 | 1,3093 | 0,1000 | 0,4458 | 0,4876 | 0,9143 |
| 08-055 | 1,7748 | 1,3329 | 0,1081 | 0,4257 | 0,4449 | 0,9567 |
| 08-060 | 1,3624 | 1,5460 | 0,0933 | 0,3007 | 0,3359 | 0,8950 |
| 08-070 | 1,5081 | 1,4371 | 0,0904 | 0,3548 | 0,4768 | 0,7440 |
| 08-072 | 1,3112 | 1,5310 | 0,0957 | 0,1808 | 0,2266 | 0,7980 |
| 08-074 | 1,4659 | 1,5091 | 0,0965 | 0,1875 | 0,2326 | 0,8061 |
| 08-075 | 1,3539 | 1,3706 | 0,1169 | 0,5901 | 0,6136 | 0,9617 |
| 08-076 | 1,2276 | 1,3273 | 0,0896 | 0,2977 | 0,3815 | 0,7804 |
| 08-079 | 1,2386 | 1,2376 | 0,0947 | 0,4174 | 0,4414 | 0,9455 |
| 08-081 | 1,4333 | 1,5794 | 0,1005 | 0,2615 | 0,2882 | 0,9073 |
| 08-083 | 1,4169 | 1,4641 | 0,1003 | 0,4389 | 0,5042 | 0,8705 |
| 08-084 | 1,7455 | 1,2104 | 0,1122 | 0,9473 | 0,9473 | 1,0000 |
| 08-085 | 1,5175 | 1,6230 | 0,0860 | 0,2809 | 0,3488 | 0,8053 |
| 08-087 | 1,2957 | 1,4761 | 0,0974 | 0,3333 | 0,3618 | 0,9212 |
| 08-089 | 1,3946 | 1,2775 | 0,0826 | 0,3975 | 0,4557 | 0,8724 |
| 08-092 | 1,4499 | 1,5020 | 0,1007 | 0,2914 | 0,3156 | 0,9231 |
| 08-095 | 1,3131 | 1,4153 | 0,1030 | 0,3583 | 0,3957 | 0,9055 |

Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin kúp köklerinin tersleri (Devam)

| Parametre | Toplam Kol Uzunluğu (km) | Engebelilik (Ruggedness) İndeksi | Yerleşim Oranı | Tarım Oranı | Orman Oranı | Maki Oranı |
|---------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | TOTL | RGD | YR | TR | OR | MR |
| 802 | 0,1554 | 1,1997 | 7,3322 | 1,5355 | 1,6540 | 1,5896 |
| 803 | 0,1071 | 1,3489 | 4,7997 | 1,4290 | 1,7279 | 1,6061 |
| 809 | 0,2026 | 1,4279 | 5,6674 | 1,3728 | 3,4656 | 1,6095 |
| 811 | 0,1052 | 1,3380 | 4,8844 | 1,4422 | 1,7048 | 1,6070 |
| 812 | 0,0969 | 1,2271 | 5,2642 | 1,5139 | 1,5720 | 1,6118 |
| 815 | 0,1204 | 1,1305 | 8,5668 | 1,5273 | 1,5184 | 1,6368 |
| 818 | 0,2802 | 1,2345 | 21,5443 | 1,8000 | 1,2752 | 1,8086 |
| 08-001 | 0,2180 | 1,5442 | 6,5969 | 1,5667 | 1,4194 | 1,6359 |
| 08-009 | 0,1128 | 1,3720 | 4,5713 | 1,4086 | 1,8221 | 1,5995 |
| 08-013 | 0,1806 | 1,2352 | 6,4281 | 1,4555 | 2,1484 | 1,5197 |
| 08-018 | 0,3336 | 1,6018 | 4,7371 | 1,3060 | 3,0218 | 2,9842 |
| 08-019 | 0,3267 | 1,6098 | 3,7962 | 1,9273 | 1,4656 | 1,2530 |
| 08-028 | 0,1204 | 1,1305 | 8,5668 | 1,5273 | 1,5184 | 1,6368 |
| 08-054 | 0,4012 | 1,9279 | 21,5443 | 1,2850 | 21,5443 | 2,2396 |
| 08-055 | 0,3661 | 1,7203 | 21,5443 | 1,5319 | 10,4945 | 1,4293 |
| 08-060 | 0,2528 | 1,4874 | 3,5804 | 1,6228 | 1,2469 | 1,9277 |
| 08-070 | 0,2258 | 1,5747 | 6,4010 | 1,5560 | 1,4314 | 1,6641 |
| 08-072 | 0,0982 | 1,2444 | 5,1890 | 1,5010 | 1,5963 | 1,6072 |
| 08-074 | 0,1011 | 1,3384 | 5,0496 | 1,4639 | 1,6480 | 1,6163 |
| 08-075 | 0,5901 | 1,5169 | 4,1009 | 1,3946 | 21,5443 | 1,3069 |
| 08-076 | 0,2280 | 1,4932 | 4,7446 | 1,3869 | 1,3525 | 1,8990 |
| 08-079 | 0,3830 | 1,9429 | 21,5443 | 4,9676 | 1,2787 | 1,4063 |
| 08-081 | 0,1907 | 1,4486 | 5,7723 | 1,3832 | 5,3556 | 1,6556 |
| 08-083 | 0,4155 | 1,6937 | 21,5443 | 1,9205 | 1,1488 | 2,0202 |
| 08-084 | 0,9473 | 2,5932 | 21,5443 | 1,7534 | 1,1331 | 2,0520 |
| 08-085 | 0,2051 | 1,2391 | 11,4591 | 2,6949 | 1,1987 | 1,6311 |
| 08-087 | 0,3049 | 1,4704 | 16,8628 | 1,8947 | 1,2016 | 1,8484 |
| 08-089 | 0,2902 | 1,3203 | 21,5443 | 1,9637 | 1,2269 | 1,8632 |
| 08-092 | 0,2039 | 1,5060 | 5,5087 | 1,3689 | 5,1001 | 1,6856 |
| 08-095 | 0,2878 | 1,5234 | 27,9156 | 2,2519 | 21,5443 | 1,2848 |

Tablo 4.2: Havza fizyografik parametrelerinin küp köklerinin tersleri (Devam)

| Parametre | Açık Alan Oranı | Kuzey Oranı | Doğu Oranı | Güney Oranı | Batı Oranı | Maksimum Debi | Ortalama Debi |
|--------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------|---------------|
| Akım Gözlem İstasyonu No | AR | KR | DR | GR | BR | QMAKS | QORT |
| 802 | 1,6025 | 1,4255 | 1,4350 | 1,3448 | 1,3854 | 0,1189 | 0,3176 |
| 803 | 1,7023 | 1,4199 | 1,4293 | 1,3702 | 1,4255 | 0,1673 | 0,3920 |
| 809 | 1,4331 | 1,3436 | 1,4687 | 1,4399 | 1,3590 | 0,1730 | 0,6483 |
| 811 | 1,6948 | 1,4233 | 1,4297 | 1,3649 | 1,4251 | 0,1275 | 0,4091 |
| 812 | 1,7078 | 1,4102 | 1,4345 | 1,3654 | 1,4178 | 0,0961 | 0,2852 |
| 815 | 1,7235 | 1,4141 | 1,4837 | 1,3455 | 1,3576 | 0,0913 | 0,2980 |
| 818 | 1,8175 | 1,4621 | 1,5618 | 1,3021 | 1,3472 | 0,1719 | 0,4149 |
| 08-001 | 1,9206 | 1,3836 | 1,3970 | 1,3749 | 1,4223 | 0,1710 | 0,6024 |
| 08-009 | 1,6824 | 1,4237 | 1,4402 | 1,3752 | 1,4216 | 0,1771 | 0,4717 |
| 08-013 | 1,5227 | 1,3952 | 1,4416 | 1,3880 | 1,3727 | 0,1335 | 0,3795 |
| 08-018 | 1,2882 | 1,3641 | 1,4940 | 1,3581 | 1,3775 | 0,2527 | 1,2040 |
| 08-019 | 21,5443 | 1,4172 | 1,5485 | 1,3431 | 1,3080 | 0,1657 | 0,9158 |
| 08-028 | 1,7235 | 1,4141 | 1,4837 | 1,3455 | 1,3576 | 0,1101 | 0,2874 |
| 08-054 | 1,3151 | 1,4994 | 1,6502 | 1,3487 | 1,3038 | 0,4253 | 2,0684 |
| 08-055 | 1,5530 | 1,3145 | 1,4218 | 1,5502 | 1,3979 | 0,3715 | 1,2082 |
| 08-060 | 2,6088 | 1,3426 | 1,5704 | 1,3474 | 1,3818 | 0,1447 | 0,9857 |
| 08-070 | 1,8627 | 1,3857 | 1,4090 | 1,3764 | 1,4084 | 0,1739 | 0,6399 |
| 08-072 | 1,7037 | 1,4122 | 1,4343 | 1,3660 | 1,4180 | 0,1096 | 0,3253 |
| 08-074 | 1,6972 | 1,4160 | 1,4368 | 1,3662 | 1,4177 | 0,1268 | 0,3837 |
| 08-075 | 1,8093 | 1,2685 | 1,2809 | 1,6135 | 1,4509 | 0,4642 | 2,6138 |
| 08-076 | 2,5482 | 1,4198 | 1,4531 | 1,3168 | 1,4543 | 0,1710 | 0,9095 |
| 08-079 | 1,8889 | 1,5146 | 1,4012 | 1,2877 | 1,3818 | 0,2154 | 1,3606 |
| 08-081 | 1,3752 | 1,4341 | 1,5509 | 1,4650 | 1,4107 | 0,2630 | 1,0000 |
| 08-083 | 2,3418 | 1,3818 | 1,5679 | 1,3649 | 1,3571 | 0,2714 | 1,0068 |
| 08-084 | 4,4488 | 1,3922 | 1,8098 | 1,3479 | 1,3617 | 0,3467 | 2,2314 |
| 08-085 | 2,0387 | 1,3740 | 1,4929 | 1,3507 | 1,3802 | 0,1335 | 0,4750 |
| 08-087 | 2,2022 | 1,3584 | 1,6785 | 1,3137 | 1,3538 | 0,1739 | 1,3059 |
| 08-089 | 1,8089 | 1,4925 | 1,5767 | 1,2413 | 1,3826 | 0,1903 | 0,6272 |
| 08-092 | 1,3783 | 1,4317 | 1,5266 | 1,4956 | 1,4414 | 0,3218 | 1,4217 |
| 08-095 | 1,3139 | 1,4656 | 1,3976 | 1,3149 | 1,4479 | 0,3748 | 1,2492 |

4.2 Regresyon Analizi Bulguları

Parametre değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri, Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları Tablo 4.3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları

| Parametre | Ortalama | Standart Sapma | Maks. | Min. | Pearson Korelasyon Katsayısı | |
|-----------|----------|----------------|----------|----------|------------------------------|-----------|
| | | | | | Q_{maks} | Q_{ort} |
| A | 1243.35 | 1617.079 | 4974.9 | 18.4613 | 0.68 | 0.73 |
| P | 187.8478 | 152.8426 | 470.799 | 20.2819 | 0.70 | 0.76 |
| ZMEAN | 1239.208 | 336.7142 | 1769.4 | 537.23 | -0.22 | -0.04 |
| GL | 18203.06 | 13719.49 | 50946.35 | 1739.032 | 0.83 | 0.86 |
| SLP | 11.55167 | 2.551805 | 17.84 | 7.17 | 0.18 | 0.12 |
| STH | 3.133333 | 1.195778 | 5 | 1 | 0.64 | 0.70 |
| E | 0.364105 | 0.091985 | 0.540524 | 0.17887 | 0.23 | 0.21 |
| Rc | 0.34045 | 0.091513 | 0.563969 | 0.231885 | -0.50 | -0.49 |
| PRFC | 1127.351 | 251.929 | 1775.64 | 625.59 | 0.41 | 0.33 |
| MAINL | 59.7757 | 55.18108 | 177.9536 | 1.17627 | 0.77 | 0.82 |
| STRL | 35.23453 | 29.42095 | 91.45877 | 1.17627 | 0.77 | 0.82 |
| SIN | 1.587622 | 0.338247 | 2.427791 | 1 | 0.43 | 0.41 |
| TOTL | 273.2195 | 360.2482 | 1099.345 | 1.17627 | 0.69 | 0.74 |
| RGD | 0.362486 | 0.159839 | 0.692149 | 0.057344 | 0.80 | 0.86 |
| YR | 0.005253 | 0.005684 | 0.021787 | 0 | 0.02 | -0.09 |
| TR | 0.267263 | 0.11627 | 0.471315 | 0.008158 | 0.03 | 0.10 |
| OR | 0.273018 | 0.217419 | 0.687399 | 0 | 0.07 | -0.03 |
| MR | 0.234633 | 0.106423 | 0.508273 | 0.037628 | 0.00 | 0.01 |
| AR | 0.20768 | 0.123939 | 0.467808 | 0 | -0.14 | -0.02 |
| KR | 0.362252 | 0.041983 | 0.489869 | 0.287834 | -0.08 | -0.16 |
| DR | 0.309834 | 0.058584 | 0.475861 | 0.168692 | 0.13 | 0.18 |
| GR | 0.39253 | 0.056585 | 0.522786 | 0.238069 | 0.16 | 0.13 |
| BR | 0.373367 | 0.032247 | 0.451158 | 0.32514 | 0.02 | -0.01 |
| QMAKS | 300.0647 | 328.3792 | 1315 | 10 | 1.00 | 0.91 |
| QORT | 10.2729 | 13.51229 | 43.1 | 0.056 | 0.91 | 1.00 |

Parametrelerden bazıları ile maksimum ve ortalama debi arasındaki Pearson korelasyon katsayısı değerlerinin düşük olması ilişkinin çoğunlukla doğrusal olmadığını göstermektedir. Tez kapsamında doğrusal regresyon analizi yapılacağı için parametrelerin değerlerini doğrusallaştırma işlemi yapılmıştır. Bu amaçla literatürde önerilen doğrusallaştırma işlemlerinden küp köklerin tersi kullanılmıştır. Böylece elde edilen değerler için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler, Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4: Parametrelerin küpköklerinin terslerinin tanımlayıcı istatistikleri ve Q_{maks} ve Q_{ort} ile aralarındaki Pearson korelasyon katsayıları

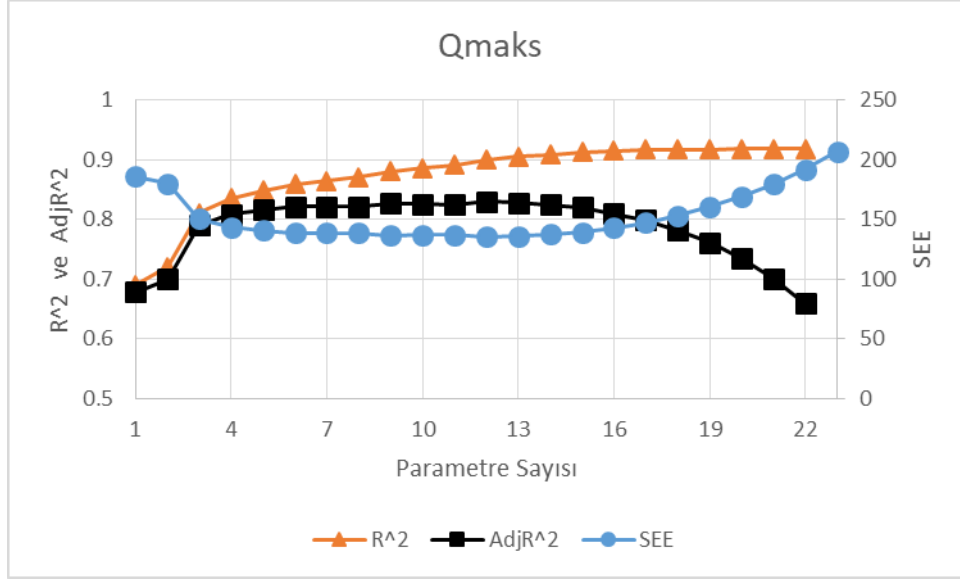
| Parametre | Ortalama | Standart Sapma | Maks. | Min. | Pearson Korelasyon Katsayısı | |
|-----------|----------|----------------|----------|----------|------------------------------|-----------|
| | | | | | Q_{maks} | Q_{ort} |
| A | 0.148258 | 0.081774 | 0.378366 | 0.058579 | 0.76 | 0.89 |
| P | 0.204824 | 0.062084 | 0.366688 | 0.128545 | 0.75 | 0.86 |
| ZMEAN | 0.095058 | 0.010885 | 0.123012 | 0.082678 | -0.35 | -0.05 |
| GL | 0.043478 | 0.012387 | 0.083157 | 0.026975 | 0.68 | 0.75 |
| SLP | 0.447253 | 0.034449 | 0.518593 | 0.382709 | 0.37 | 0.23 |
| STH | 0.709165 | 0.107287 | 1.0 | 0.584804 | 0.73 | 0.88 |
| E | 1.421944 | 0.13275 | 1.77482 | 1.227614 | 0.27 | 0.15 |
| Rc | 1.452819 | 0.12165 | 1.627705 | 1.210361 | -0.52 | -0.58 |
| PRFC | 0.097154 | 0.007524 | 0.116924 | 0.082581 | 0.73 | 0.71 |
| MAINL | 0.327706 | 0.153302 | 0.947322 | 0.177786 | 0.69 | 0.81 |
| STRL | 0.372935 | 0.148573 | 0.947322 | 0.221952 | 0.65 | 0.76 |
| SIN | 0.865569 | 0.061479 | 1.0 | 0.74404 | 0.71 | 0.78 |
| TOTL | 0.261722 | 0.174922 | 0.947322 | 0.096892 | 0.69 | 0.83 |
| RGD | 1.481362 | 0.29509 | 2.593209 | 1.13049 | 0.63 | 0.76 |
| YR | 10.62018 | 7.700138 | 27.91556 | 3.580436 | 0.47 | 0.35 |
| TR | 1.725095 | 0.684382 | 4.967568 | 1.28498 | -0.01 | 0.11 |
| OR | 4.145317 | 6.191462 | 21.54435 | 1.133088 | 0.81 | 0.64 |
| MR | 1.707869 | 0.328378 | 2.984207 | 1.253047 | 0.10 | 0.18 |
| AR | 2.508593 | 3.643714 | 21.54435 | 1.288183 | -0.07 | 0.06 |
| KR | 1.406677 | 0.052498 | 1.514558 | 1.268547 | -0.13 | -0.20 |
| DR | 1.490212 | 0.102265 | 1.809819 | 1.280875 | 0.12 | 0.28 |
| GR | 1.372804 | 0.075027 | 1.613488 | 1.241343 | 0.50 | 0.38 |
| BR | 1.390911 | 0.039174 | 1.454264 | 1.303838 | 0.07 | -0.05 |
| QMAKS | 0.207797 | 0.102133 | 0.464159 | 0.091276 | 1.00 | 0.89 |
| QORT | 0.881282 | 0.609321 | 2.61379 | 0.285216 | 0.89 | 1.00 |

Parametrelerin orijinal değerleri kullanılarak yapılan geriye doğru adım adım regresyon analizinde başlangıçta tüm değişkenler model denkleme dâhil edilmiştir. Eleme işlemi sırasında parametreler Denklem 3.2’de verilen F değerine göre silinerek bir parametrelili modele kadar eleme işlemi devam ettirilmiştir. Bu tez kapsamında geriye doğru adım adım regresyon analizi ve model performans parametreleri SigmaPlot® programı kullanılarak elde edilmiştir. Parametrelerin orijinal değerleri kullanılarak yapılan regresyon analizinin sonuçları Tablo 4.5’te verilmektedir. Burada parametrelerin geriye doğru adım adım regresyon analizinde silindikleri adımların numaraları ve en iyi modelin katsayıları hem Q_{maks} için hem de Q_{ort} ile olan ilişkileri için verilmektedir.

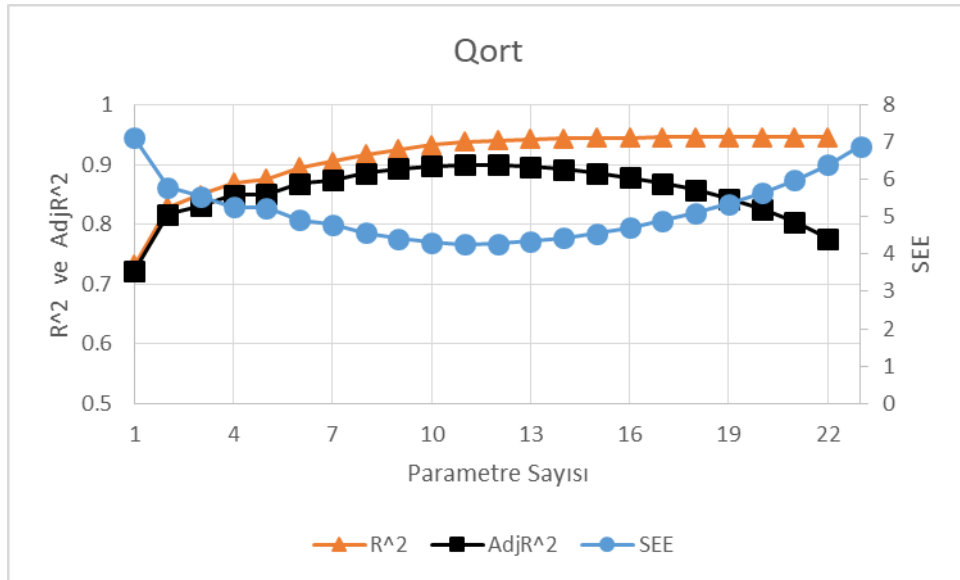
Tablo 4.5: Parametrelerin orijinal değerleri ile yapılan regresyon analizinin sonuçları

| Para- metre | Q _{maks} | | | Q _{ort} | | |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Kaldırılan adım numarası | En iyi modelin katsayıları | En uygun modelin katsayıları | Kaldırılan adım numarası | En iyi modelin katsayıları | En uygun modelin katsayıları |
| Sabit | | -1004.051 | -104,370 | | -48,173 | -25.084 |
| A | 22 | -2.643 | -2,185 | 14 | -0,0418 | |
| P | 1 | | | 21 | -0,204 | -0.135 |
| ZMEAN | 2 | | | 19 | 0,0118 | 0.00916 |
| GL | | 0.0392 | 0,0225 | 4 | | |
| SLP | 16 | -51.670 | | 7 | | |
| STH | 7 | | | 9 | | |
| E | 4 | | | 16 | -21,783 | |
| Rc | 9 | 0.245 | | 15 | 25,997 | |
| PRFC | 17 | 0.245 | | 8 | | |
| MAINL | 18 | -15,202 | | 11 | | |
| STRL | 10 | | | 20 | 1,033 | 0.519 |
| SIN | 12 | 153,054 | | 17 | 12,904 | |
| TOTL | 21 | 13,165 | 9,677 | 22 | 0,210 | 0.0314 |
| RGD | 19 | 733,829 | | | 34,671 | 52.085 |
| YR | 6 | | | 2 | | |
| TR | 8 | | | 12 | | |
| OR | 20 | 965,822 | 248.270 | 18 | 14,540 | 13.486 |
| MR | 15 | 801,938 | | 13 | 10,401 | |
| AR | 13 | 792,725 | | 6 | | |
| KR | 14 | 1059,114 | | 5 | | |
| DR | 3 | | | 3 | | |
| GR | 5 | | | 1 | | |
| BR | 11 | | | 10 | | |

Performans analizinin göstergeleri olan (R^2 , R^2_{adj} ve SEE) Geriye Doğru Adım Adım Regresyon işleminin her aşamasında hesaplanmıştır. Şekil 4.1’de parametrelerin orijinal değerleriyle Q_{maks} için yapılan regresyon modellerinin performans parametrelerinin modellere göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.2’de ise parametrelerin orijinal değerleriyle Q_{ort} için yapılan regresyon modellerinin performans parametrelerinin modellere göre değişimi gösterilmiştir. Q_{maks} için 13 parametrelili ve Q_{ort} için 11 parametrelili olan modeller en iyi modeller olarak belirlenmiştir. Ancak parametre sayısı çok daha fazla azaltıldığı halde model performansının o kadar azalmadığı tespit edilerek kullanımı daha kolay olan Q_{maks} için 4 parametrelili ve Q_{ort} için 6 parametrelili olan modeller en uygun modeller olarak seçilmiştir.



Şekil 4.1: Q_{maks} için regresyon modellerinin performans göstergeleri



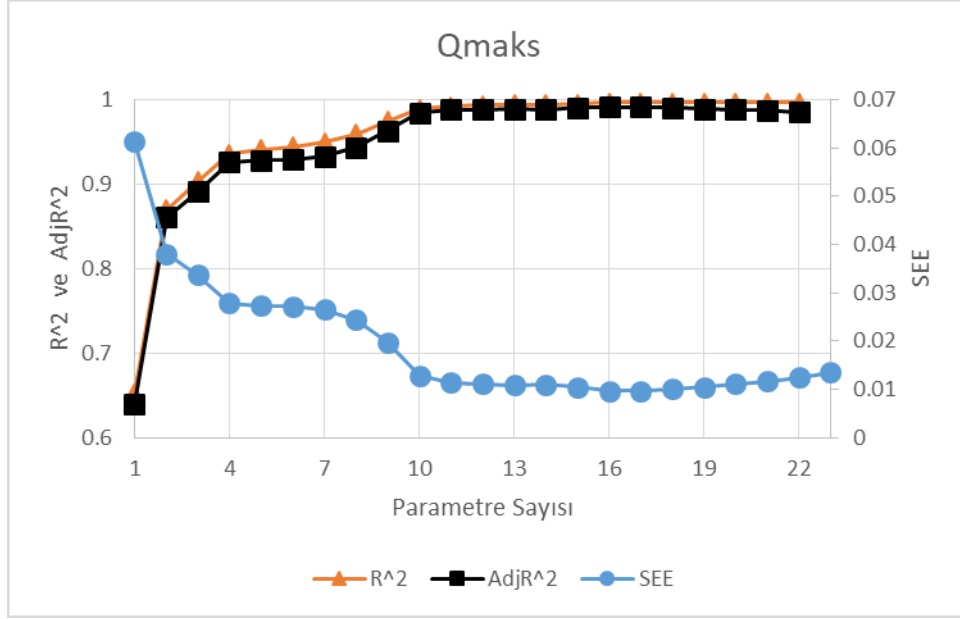
Şekil 4.2: Q_{ort} için regresyon modellerinin performans göstergeleri

Benzer işlemler parametrelerin küp köklerinin tersleri alınarak elde edilen değerler için de yapılmıştır. Tablo 4.6'da parametrelerin değerlerinin küp köklerinin tersleri kullanılarak yapılan regresyon analizinin sonuçları görülmektedir. Parametrelerin silindikleri adım numarası ve en iyi modelin katsayıları Tablo 4.6'da verilmektedir. Şekil 4.3'te Q_{maks} için ve Şekil 4.4'te ise Q_{ort} için performans parametrelerinin modellere göre değişimi gösterilmiştir. Buna göre Q_{maks} için 16 parametrelili ve Q_{ort} için 19 parametrelili olan modeller en iyi modeller olarak seçilmiştir.

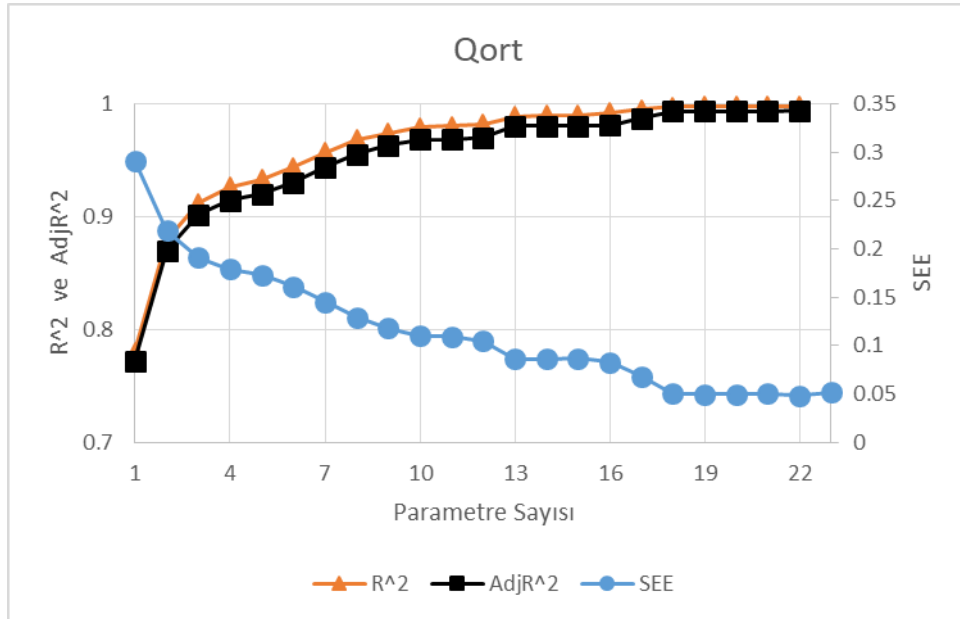
Tablo 4.6: Parametrelerin küp köklerinin tersleri ile yapılan regresyon analizinin sonuçları

| Para- metre | Q _{maks} | | | Q _{ort} | | |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Kaldırılan adım numarası | En iyi modelin katsayıları | En uygun modelin katsayıları | Kaldırılan adım numarası | En iyi modelin katsayıları | En uygun modelin katsayıları |
| Sabit | | -3,094 | -2.696 | | -15,687 | -8.436 |
| A | 3 | | | 2 | | |
| P | 8 | 0,365 | | | 5,536 | |
| ZMEAN | 5 | | | | 15,771 | 12.294 |
| GL | 22 | 5,849 | 6.017 | | 46,404 | |
| SLP | 11 | -0,719 | | | -11,967 | |
| STH | 18 | 0,258 | 0.571 | | 6,320 | 3.570 |
| E | 9 | 0,101 | | 5 | -0,285 | |
| Rc | 1 | | | 4 | | |
| PRFC | 4 | | | | 25,196 | 13.957 |
| MAINL | 10 | -0,641 | | | 22,184 | |
| STRL | 15 | -0,645 | -0.460 | | -24,343 | |
| SIN | 2 | | | | -8,318 | |
| TOTL | 13 | 0,588 | | | -6,277 | |
| RGD | 14 | 0,117 | | | 2,042 | 0.536 |
| YR | 19 | 0,00185 | 0.00306 | | -0,0132 | -0.0195 |
| TR | 16 | -0,0367 | -0.0343 | | -0,205 | |
| OR | | 0,00578 | 0.00474 | | 0,0248 | 0.0388 |
| MR | 12 | 0,0350 | | | 0,381 | |
| AR | 6 | | | | -0,0339 | -0.0405 |
| KR | 20 | 0,930 | 0.728 | | 7,705 | 2.570 |
| DR | 7 | | | 1 | | |
| GR | 21 | 0,692 | 0.462 | | 5,359 | |
| BR | 17 | 0,570 | 0.545 | 3 | | |

Ancak parametrelerin normal değerlerinde olduğu gibi yine parametre sayısı azaltıldığı halde model performansının çok azalmadığı görülen, Q_{maks} için 9 parametrelili ve Q_{ort} için 8 parametrelili olan modeller en uygun modeller olarak seçilmiştir.



Şekil 4.3: Q_{maks} için regresyon modellerinin performans göstergeleri



Şekil 4.4: Q_{ort} için regresyon modellerinin performans göstergeleri

4.3 Alan ve Arazi Kullanım Oranları Kullanılarak Yapılan Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli

Regresyon analizi kapsamında yapılan çalışmalardan bir diğeri, havza fizyografik parametrelerinden alan ve arazi kullanım oranlarını göz önüne alarak elde

edilmiş olan çoklu doğrusal regresyon modelidir. Alan ve arazi kullanım oranlarının orijinal değerleri ve küp köklerinin tersleri kullanılarak elde edilen doğrusal regresyon modellerinin katsayıları ile modellerin performans göstergeleri, Q_{maks} ve Q_{ort} için Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Alan ve arazi kullanım oranları kullanılarak yapılan regresyon analizi sonuçları

| Parametre | Q_{maks} | | Q_{ort} | |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | Orijinal değerler | Küp köklerin tersi | Orijinal değerler | Küp köklerin tersi |
| Sabit | -143,302 | 0,0711 | -40,168 | -0,463 |
| A | 0,145 | 0,619 | 0,00629 | 5,867 |
| YR | -6707,294 | 0,000930 | -671,008 | -0,0168 |
| TR | 301,043 | -0,00975 | 55,278 | 0,110 |
| OR | 430,392 | 0,00910 | 44,870 | 0,0368 |
| MR | 403,112 | 0,0107 | 55,452 | 0,190 |
| AR | 29,499 | -0,00164 | 29,427 | -0,00586 |
| Performans Göstergesi | | | | |
| R^2 | 0,503 | 0,864 | 0,595 | 0,898 |
| R^2_{adj} | 0,373 | 0,829 | 0,489 | 0,871 |
| SEE | 259,974 | 0,042 | 9,655 | 0,219 |

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Batı Akdeniz bölgesinin, anlık maksimum debi (Q_{maks}) ve ortalama debi (Q_{ort}) değerlerini, havza fizyografik parametreleri ve arazi kullanım oranları ile tahmin edebilmek için çeşitli doğrusal modeller incelenmiştir. Analizde 30 adet akım gözlem istasyonunu besleyen havzaların sayısal yükseklik modellerinden elde edilen 18 adet fizyografik parametresi ve 5 adet arazi kullanım oranı kullanılmıştır. Doğrusal modeller, geriye doğru adım adım regresyon analizi ile sistematik olarak oluşturulmuştur. Akım değerleri ile fizyografik parametreler ve arazi kullanım oranları arasında genellikle doğrusal olmayan bir ilişki bulunmaktadır. Ancak tez kapsamında doğrusal regresyon analizi yapıldığı için literatürde doğrusallaştırma yöntemlerinden birisi olarak önerilen “*parametrelerin orijinal değerlerinin küp köklerin tersinin alınması*” yöntemi doğrusallaştırma amacıyla uygulanmıştır. Bu yöntemin regresyon modellerinin başarısını gözle görülür bir şekilde arttırdığı görülmüştür.

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. Çünkü parametre sayısı farklı modelleri birbiriyle karşılaştırırken düzeltilmiş determinasyon katsayıları kullanılmalıdır. İleriki çalışmalarda bunlar dışında başka karşılaştırma kriterlerinden de yararlanılabilir.

Yalnızca Alan ve arazi kullanım oranlarının kullanıldığı regresyon modellerinin başarısı fizyografik parametrelerin dahil olduğu modellerden daha az olmuştur. Ancak Alan ve arazi kullanım oranı değerlerinin küp köklerinin tersleri alınarak oluşturulan doğrusal regresyon modeli 0.86’den daha yüksek determinasyon katsayısına sahiptir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda çoklu doğrusal bağlantıya yol açan değişkenlerin belirlenerek bunların elenmesi yoluna gidilebilir. Ayrıca doğrusal olmayan regresyon veya yapay sinir ağları gibi modelleme teknikleri de kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

Akar, İ. ve Maktav, D., “Taşkın araştırmalarında çok kriterli karar verme analizi ve hidrolojik modellemelerin uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile karşılaştırılması”, Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS), 13-15 Ekim 2008, Kayseri, Türkiye, (2008).

Alpar, R., *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemlere giriş 1*, Ankara: Nobel Yayınevi, 2003.

Berger, K. P. and Entekhabi, D., “Basin hydrologic response relations to distributed physiographic descriptors and climate”, *Journal of Hydrology*, 247, 169-182, (2001).

Biçkici, R., “Çok Değişkenli Varyans Analizi ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinin Uygulamalı Olarak Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı*, Erzurum, (2007).

Castiglioni, S., Castellarin, A. and Montanari A., “Prediction of low-flow indices in ungauged basins through physiographical space-based interpolation”, *Journal of Hydrology*, 378, 272-280, (2009).

Cheng, Q., Russell, H., Sharpe, D., Kenny, F. and Qin, P., “GIS-based statistical and fractal/multifractal analysis of surface stream patterns in the Oak Ridges Moraine”, *Computers & Geosciences*, 27, 513-526, (2001).

Dengiz, O. and Göl, C., “Effect of physiographic factors and some hydro-physical soil properties on river flow in Uludere catchment”, BALWOIS, 27-31 May 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, (2008).

Günok, P. ve Pınar, A., “Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) metodolojisinin Sorgun çayı havzası fiziki coğrafyasına uygulanması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 203-217, (2009).

Johnson, L. E., *Geographic Information Systems in Water Resources Engineering*, Boca Raton: CRC Press, (2009).

Lyon, J. G., *GIS for Water Resources and Watershed Management*, London: Taylor & Francis, (2003).

Merz, R. and Blöschl, G., “Flood frequency regionalization-spatial proximity vs. catchment attributes”, *Journal of Hydrology*, 302, 283- 306, (2005).

Meşe, M., “Ege Bölgesi Akarsularının Akım Karakteristiklerinin Havza Fizyografik Parametreleri ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2012).

Miliaresis, G. and Illipoulou, P., “Clustering of Zagros ranges from the globe DEM representation”, *Int J Appl Earth Obs Geoinf*, 5, 17-28, (2004).

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, “Corine Projesi [online]”, (10 Ekim 2017), <http://corine.ormansu.gov.tr/corineportal/index.html>, (2017).

Peck, R., Olsen, C., Devore, J., *Introduction to Statistics & Data Analysis*, Boston: Brooks/Cole, (2012).

Reis, M., Karademir, N. ve Oğuz, H., “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, (2009).

Sanborn, S. C. and Bledsoe, B. P., “Predicting streamflow regime metrics for ungauged streams in Colorado, Washington and Oregon”, *Journal of Hydrology*, 325, 241-261, (2006).

Topaloğlu, F., “Estimation of instantaneous peak flows in Seyhan river basin using regional regression procedures”, *Turk J Agric For*, 26, 47-55, (2002).

Viviroli, D., Mittelbach, H., Gurtz, J. and Weingartner, R., “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, (2009).

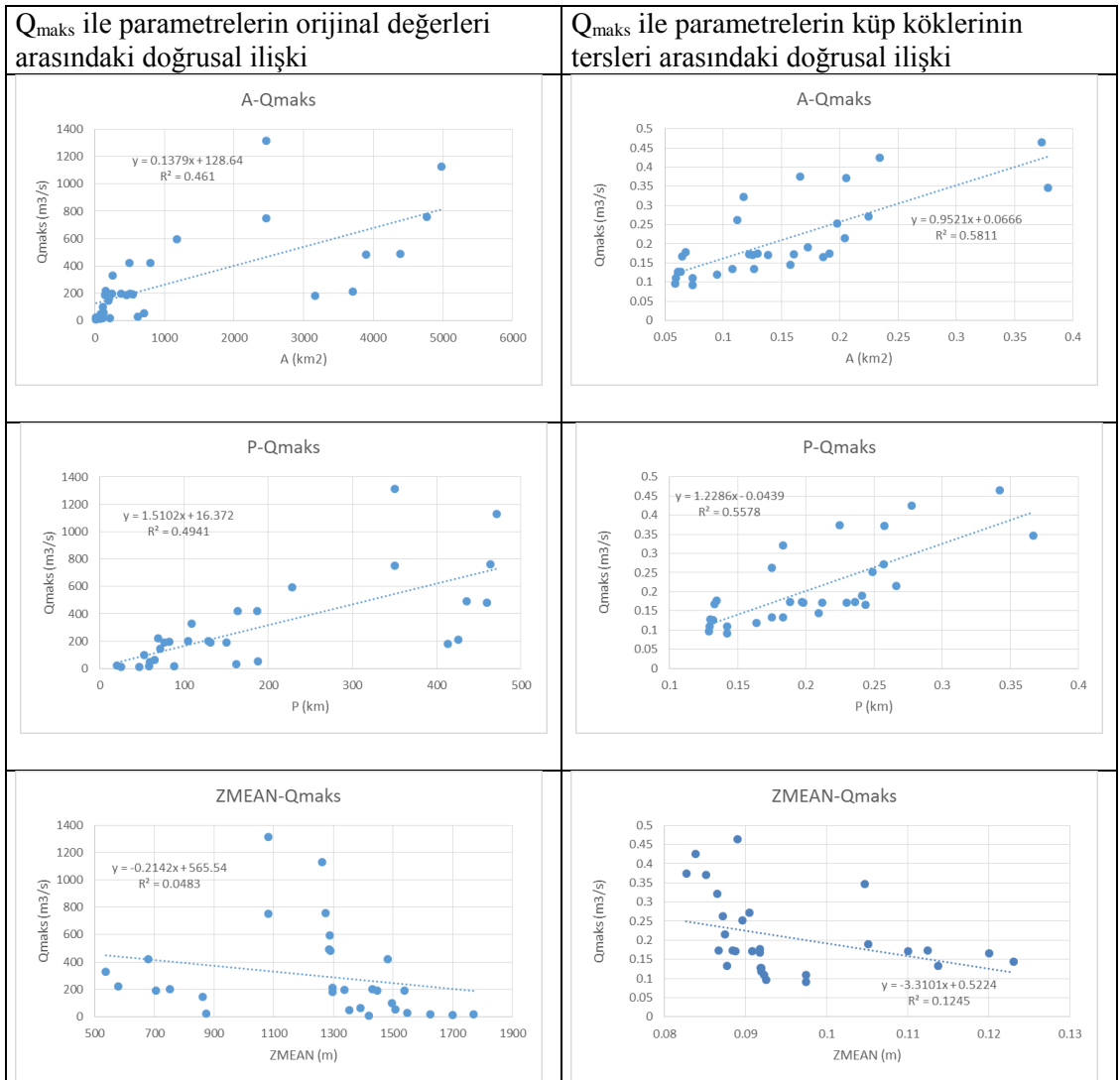
EKLER

7. EKLER

EK A. Saçılım Grafikleri

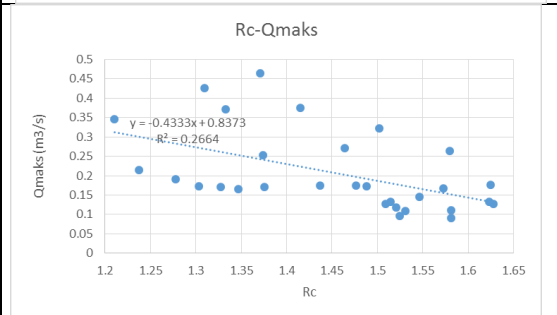
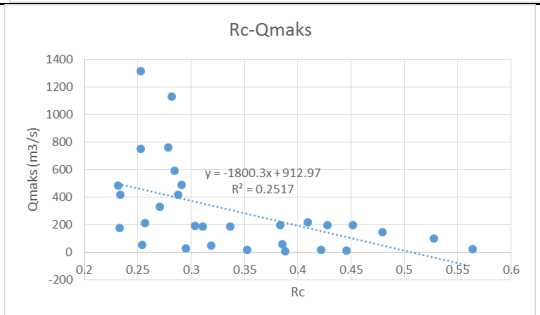
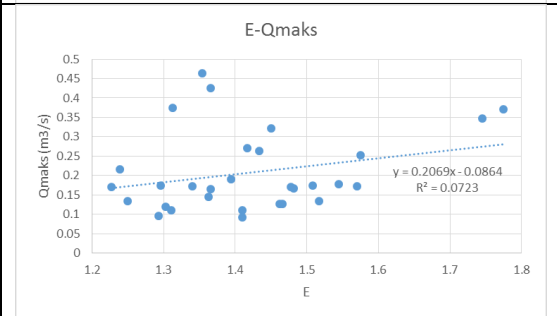
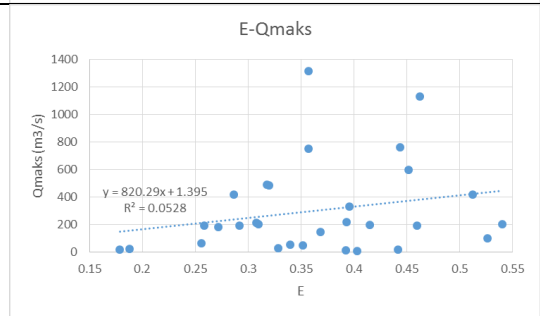
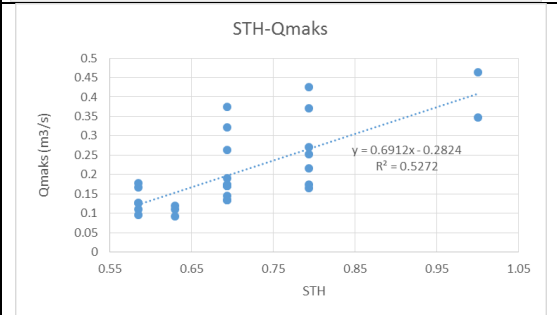
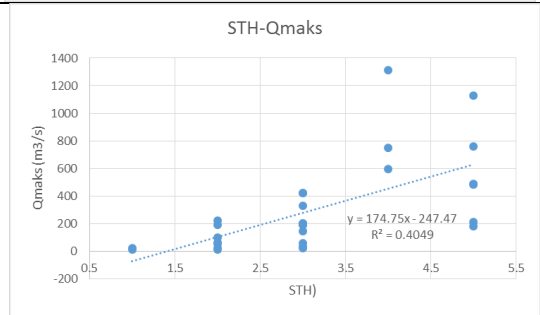
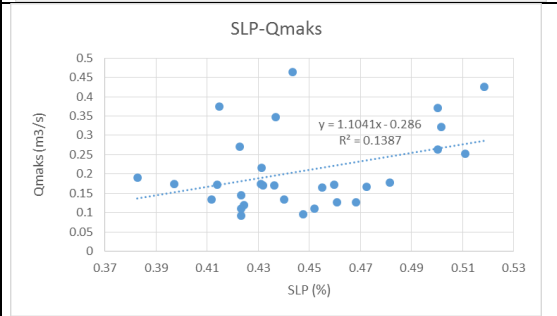
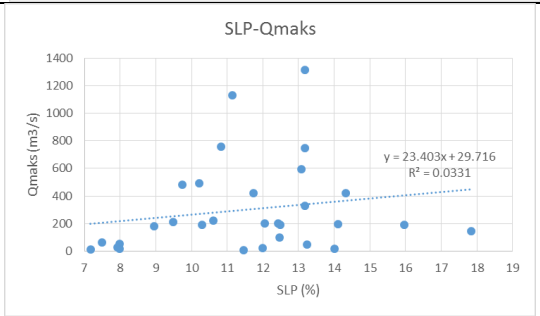
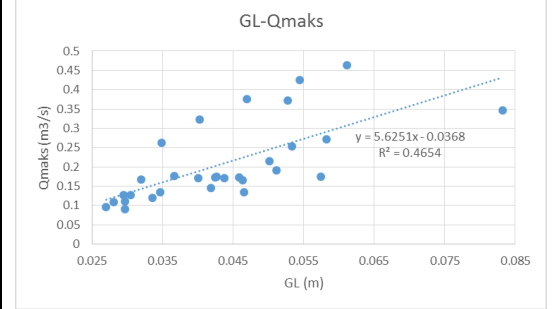
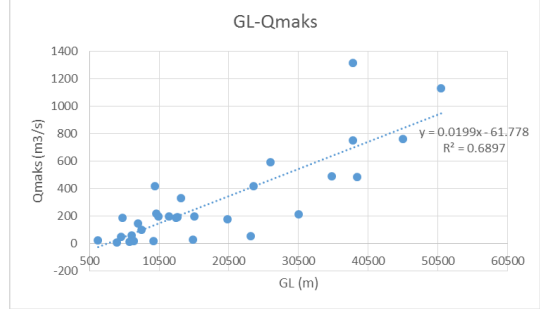
Tez kapsamında kullanılan Fizyografik Parametreler ve Arazi Kullanım Oranlarının, en büyük debi (Q_{maks}) ve ortalama debi (Q_{ort}) değerleri ile ilişkilerini göstermek amacıyla saçılım grafikleri çizilmiştir. Grafikler üzerinde ayrıca basit doğrusal regresyon denklemi ve determinasyon katsayısı değerleri de verilmiştir.

Tablo EK A.1: Fizyografik Parametreler ve Arazi Kullanım Oranları ile Q_{maks} ve Q_{ort} arasındaki saçılım grafikleri



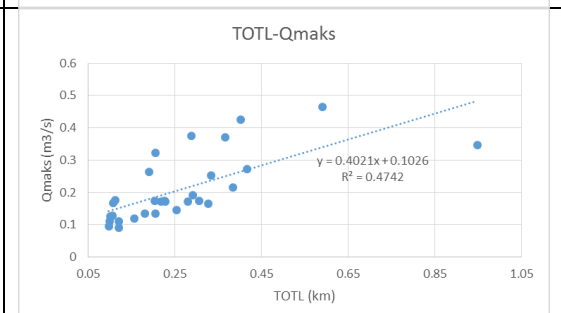
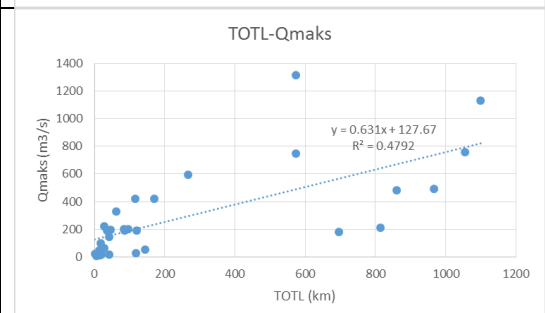
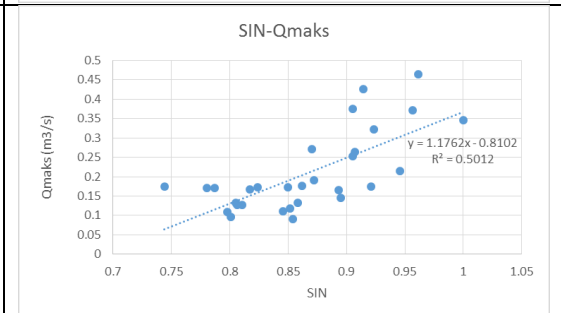
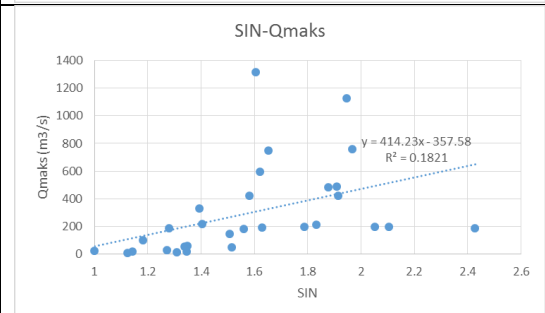
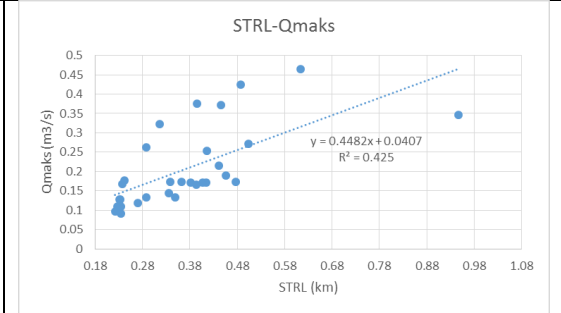
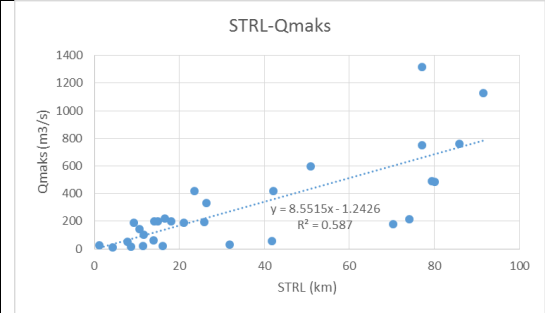
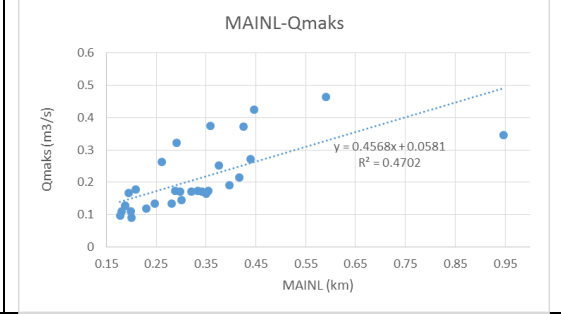
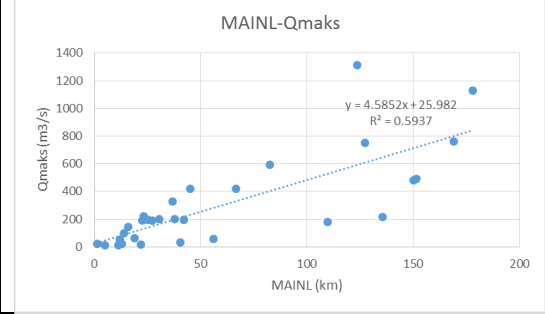
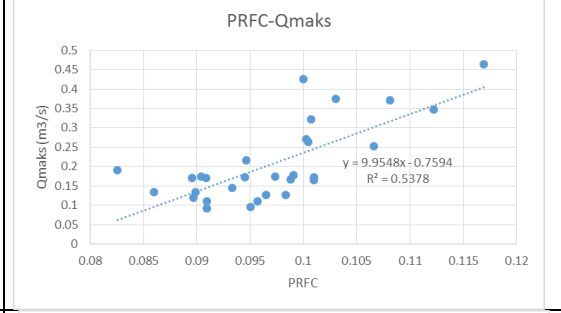
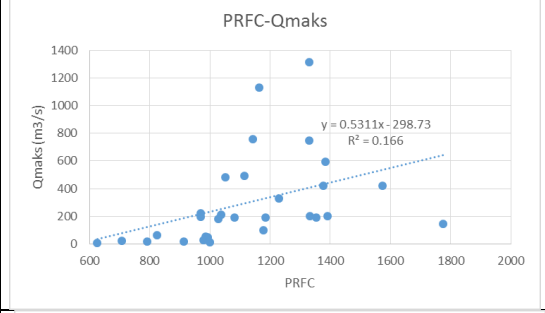
Q_{maks} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{maks} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



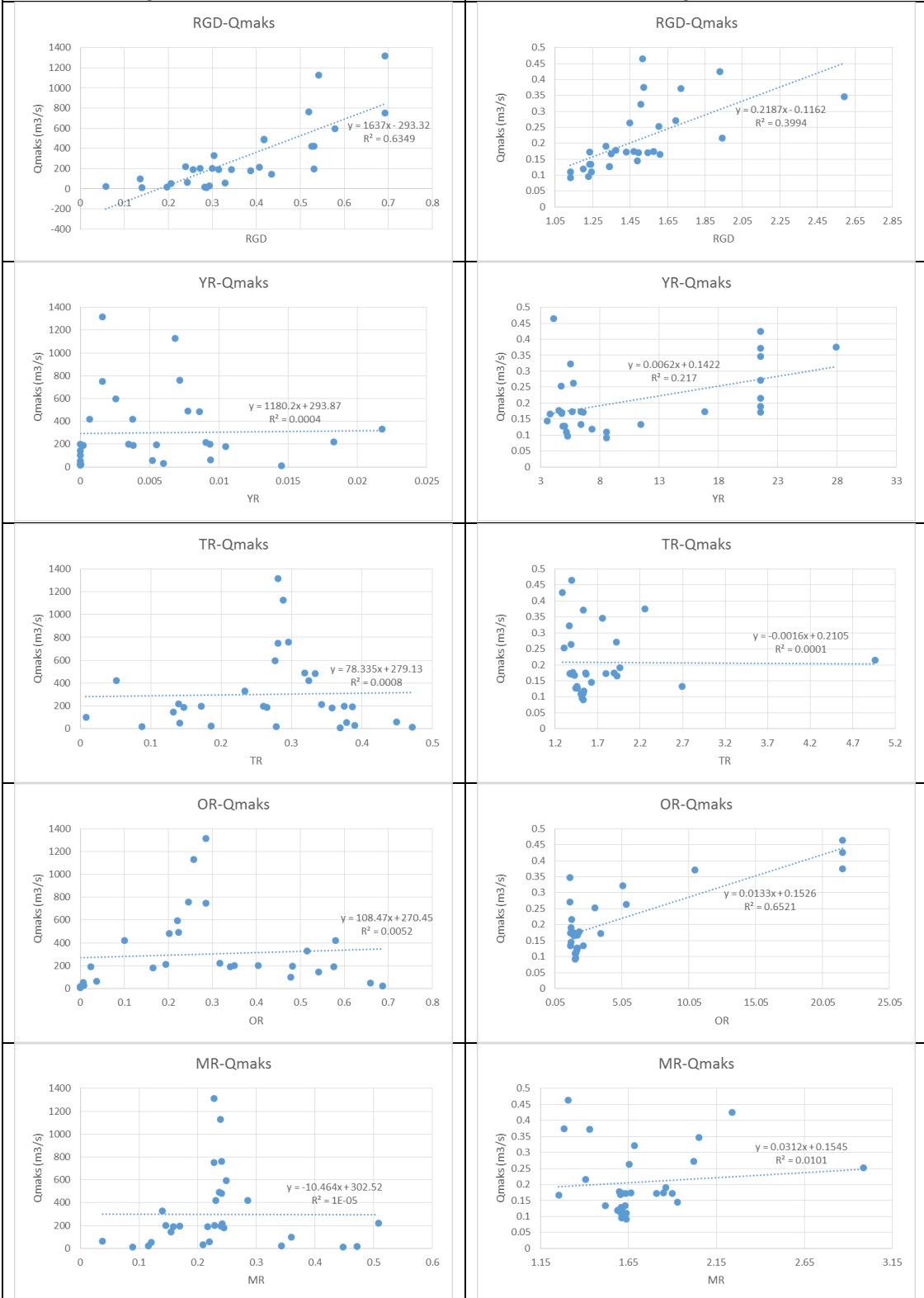
Q_{maks} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{maks} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



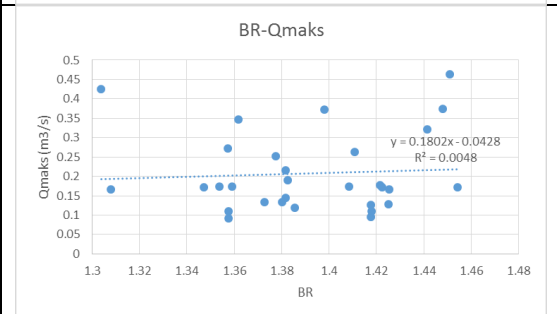
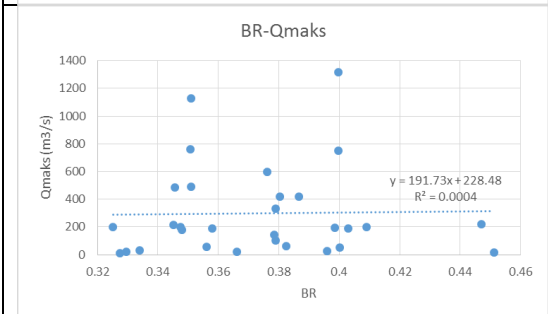
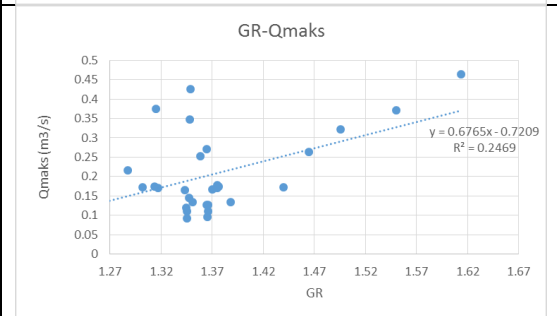
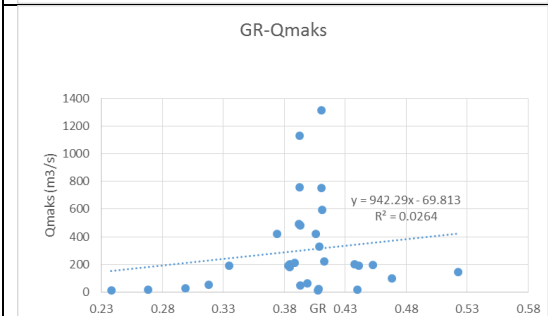
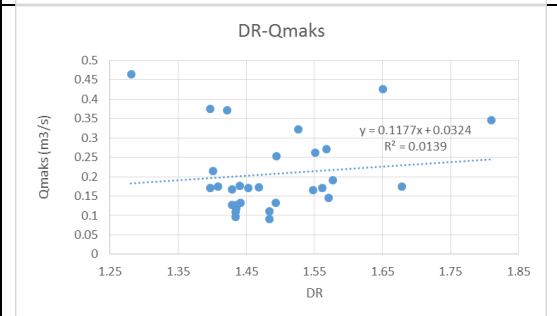
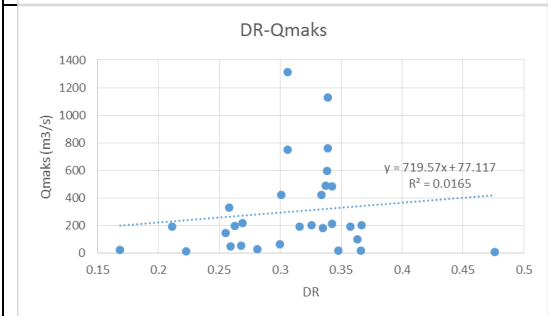
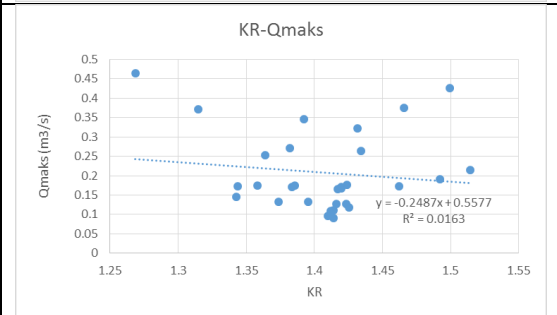
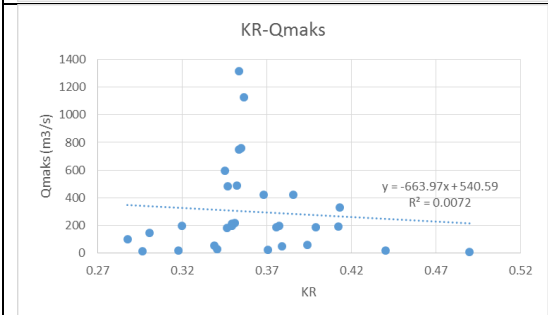
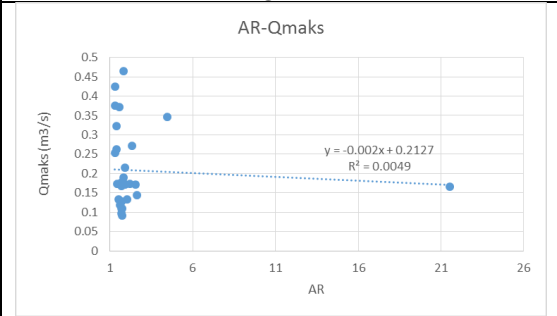
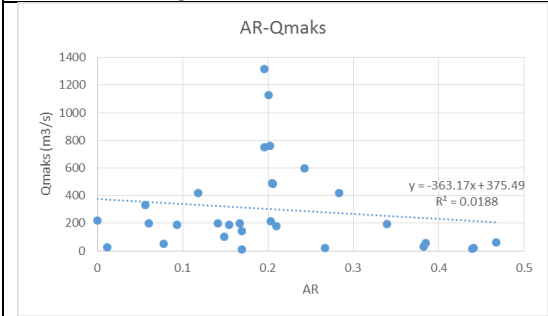
Q_{maks} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{maks} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



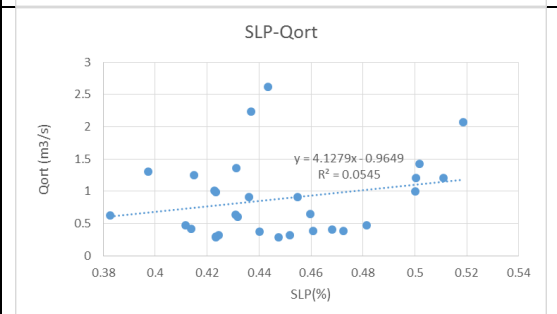
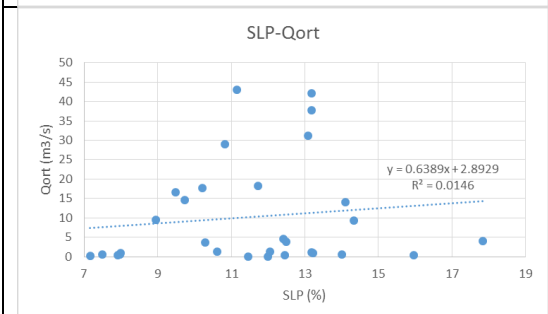
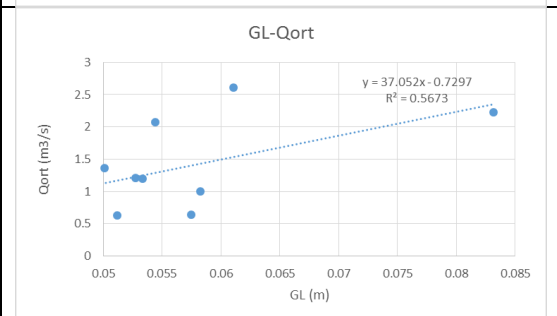
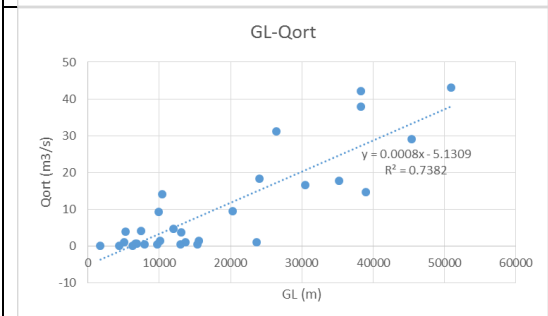
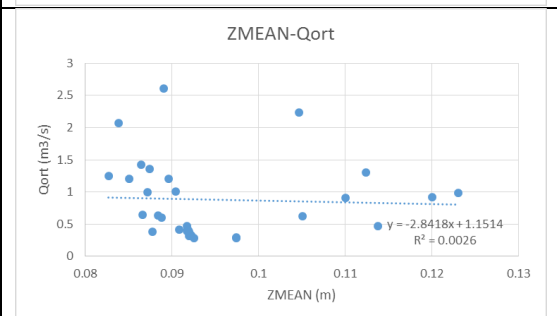
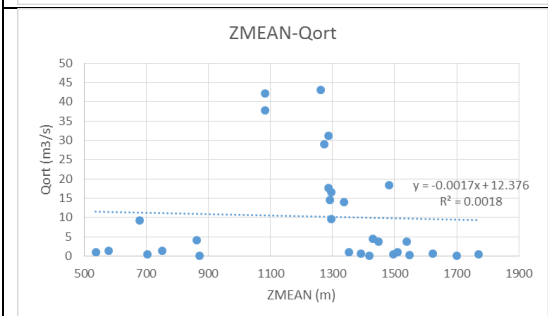
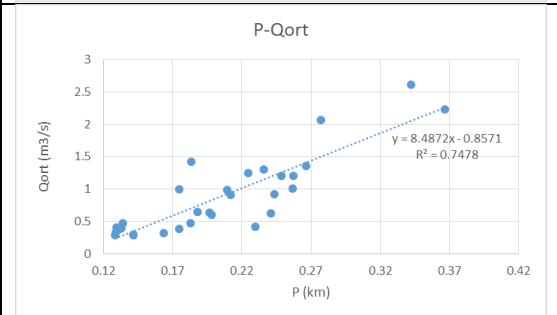
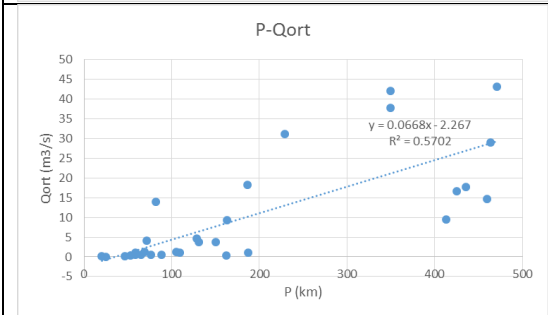
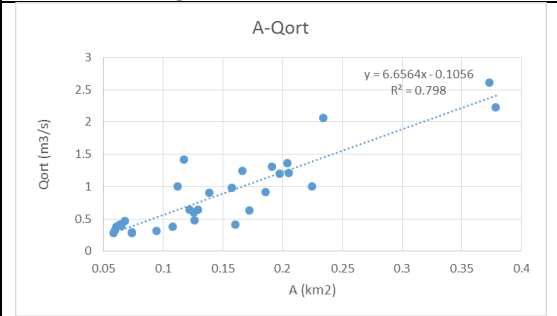
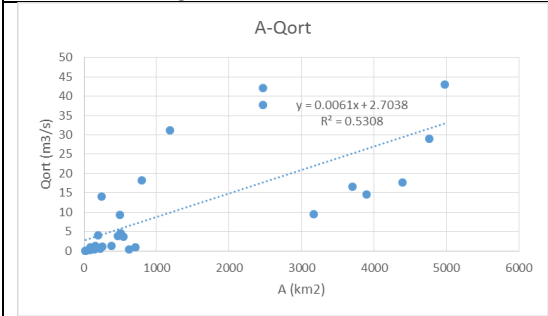
Q_{maks} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{maks} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



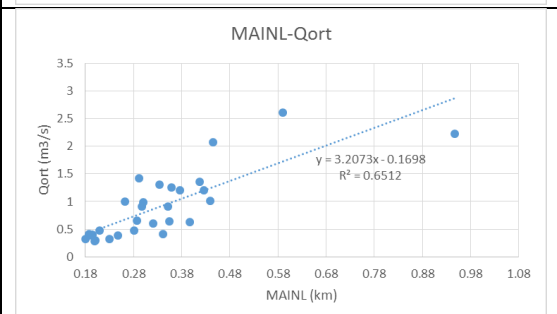
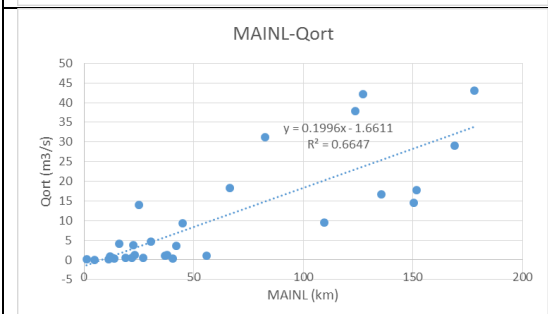
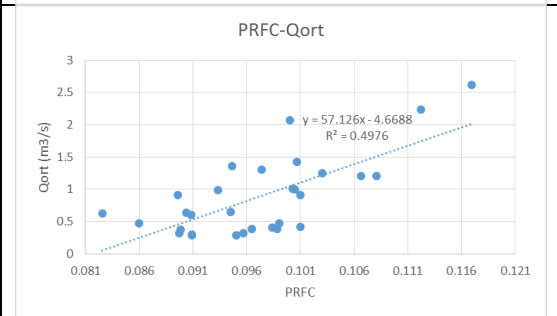
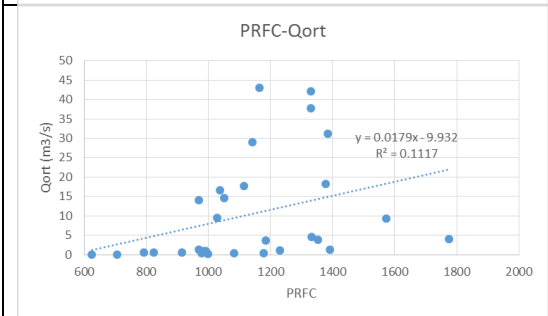
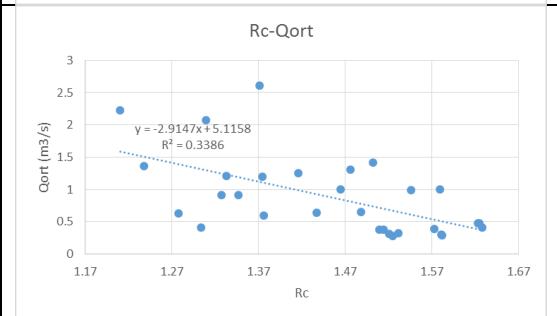
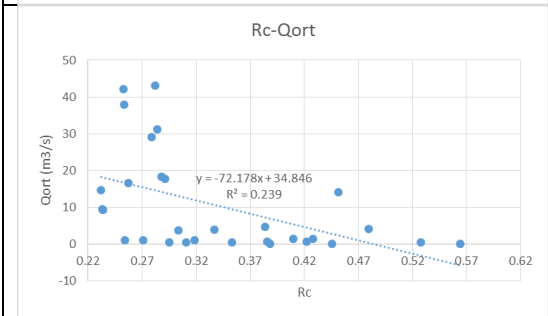
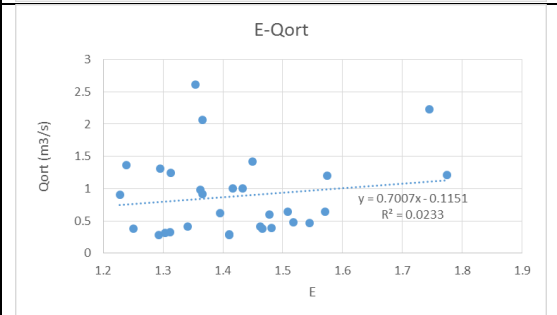
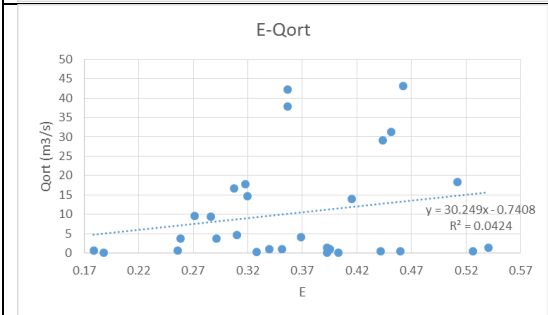
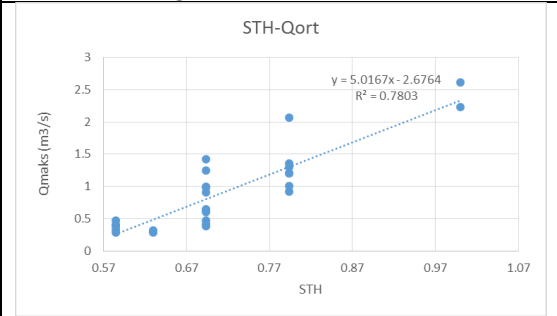
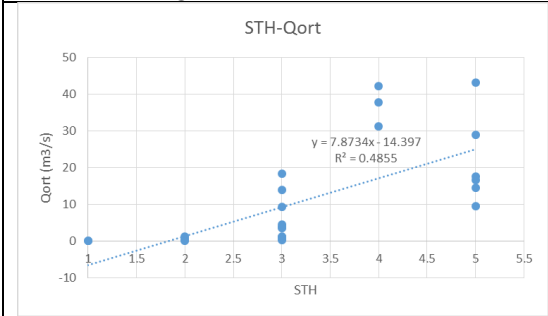
Q_{ort} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{ort} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



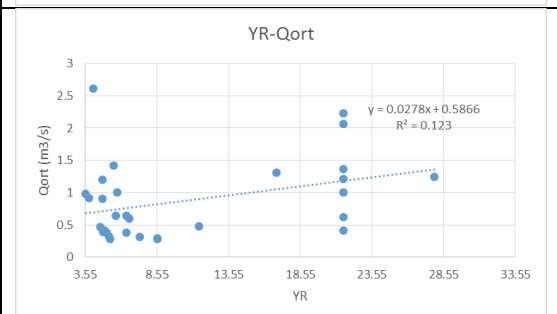
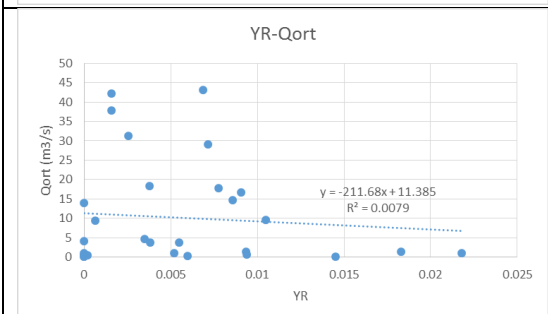
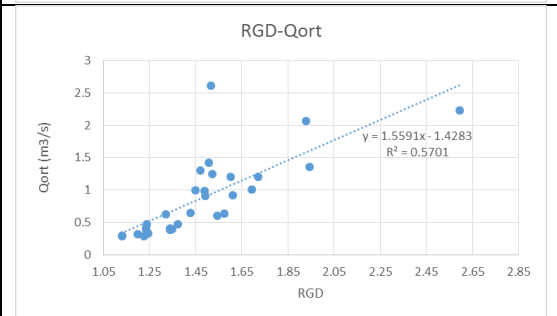
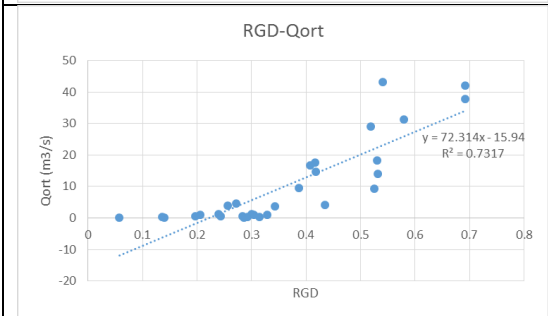
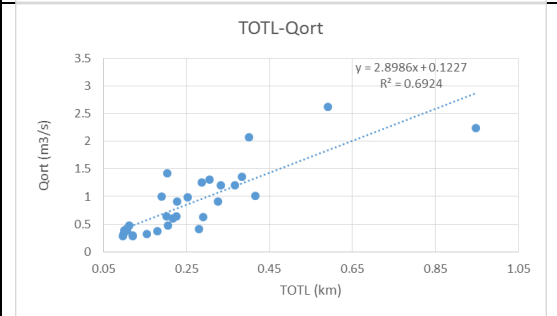
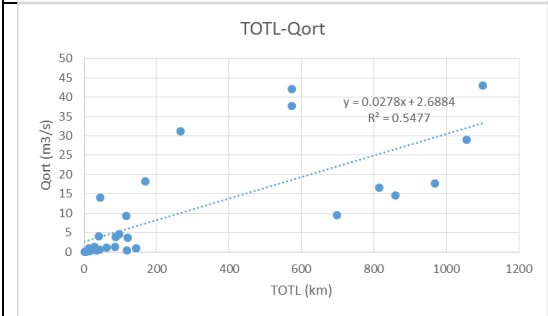
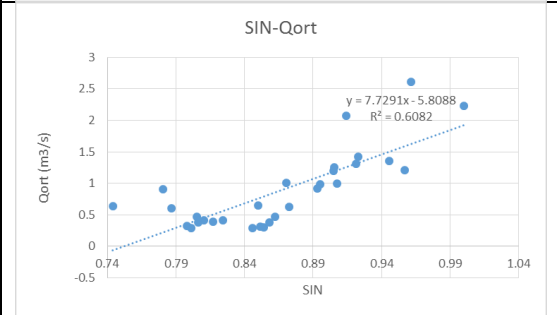
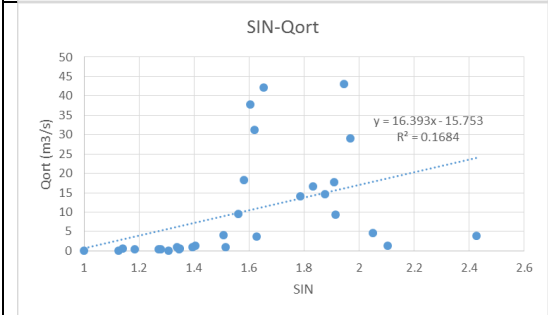
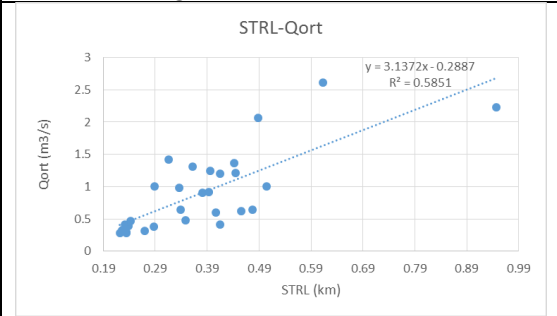
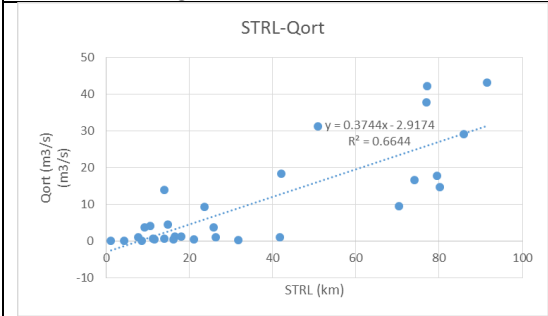
Q_{ort} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{ort} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



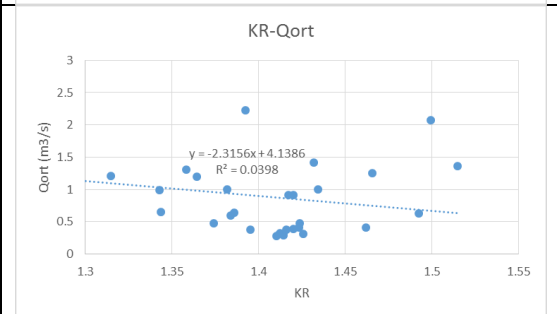
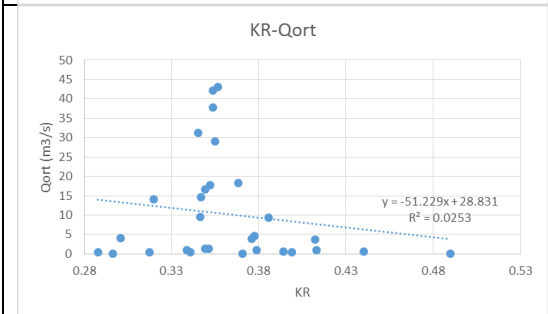
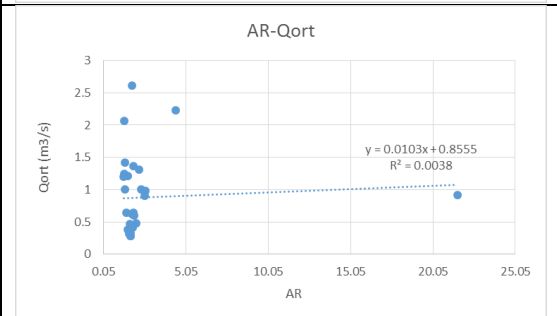
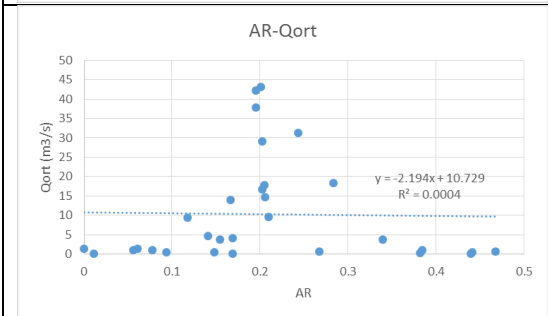
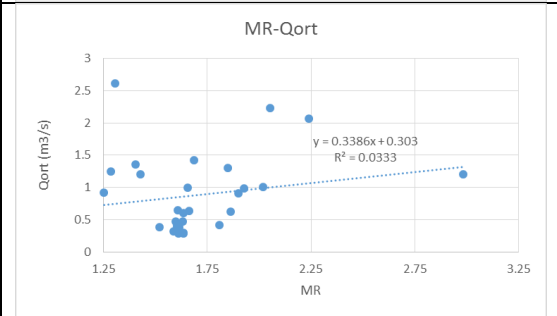
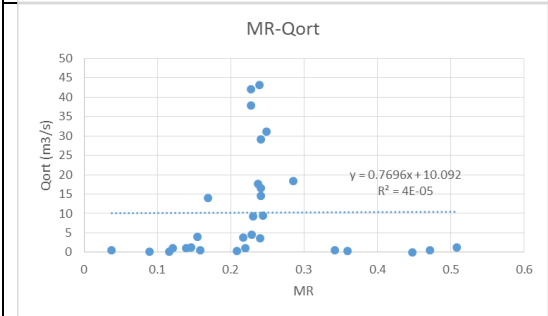
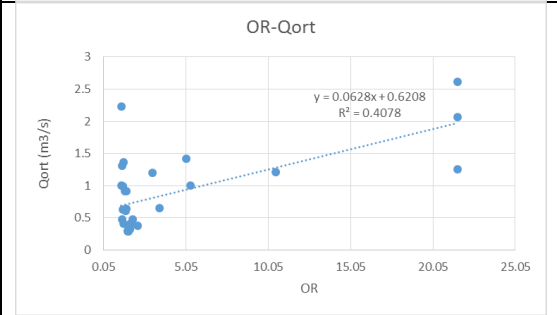
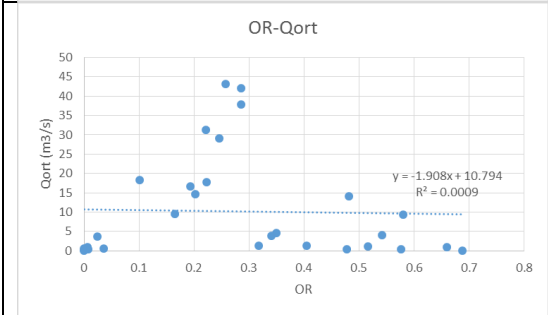
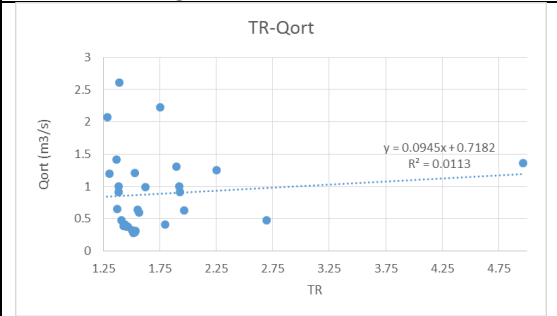
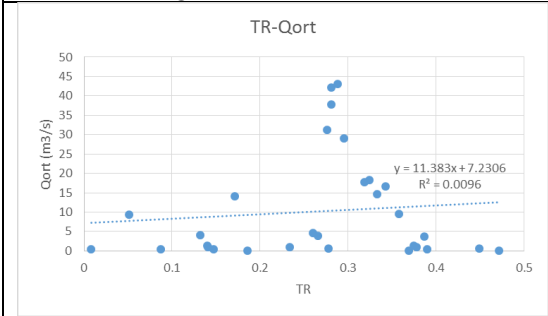
Q_{ort} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

Q_{ort} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki

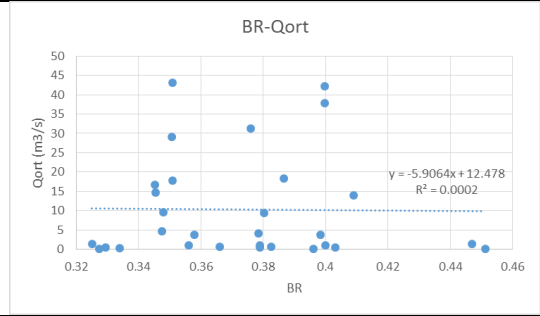
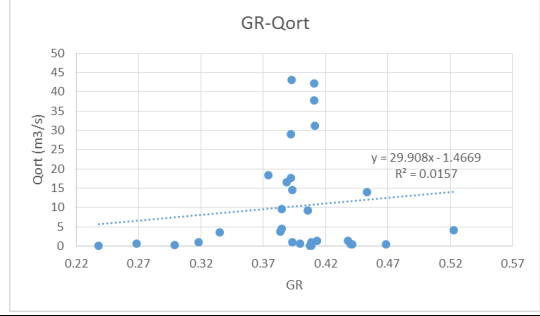
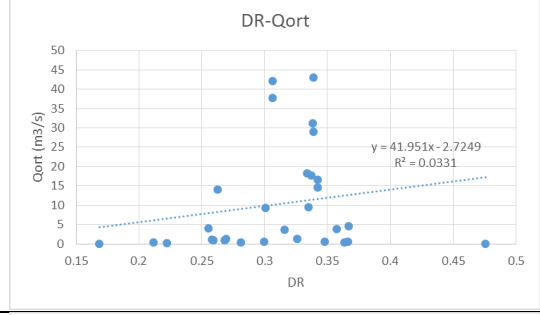


Q_{ort} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki

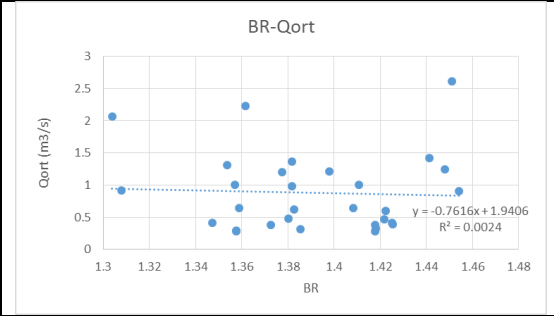
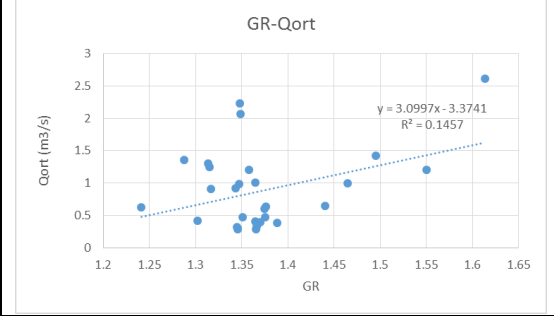
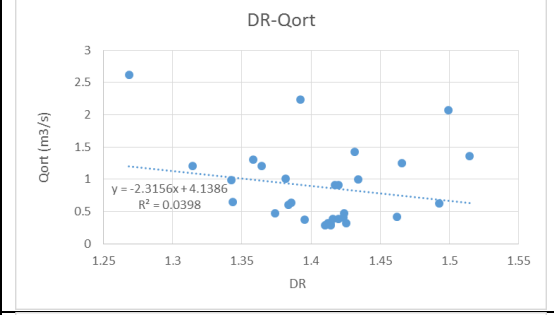
Q_{ort} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



Q_{ort} ile parametrelerin orijinal değerleri arasındaki doğrusal ilişki



Q_{ort} ile parametrelerin küp köklerinin tersleri arasındaki doğrusal ilişki



8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa DOĞMAZ

Doğum Yeri ve Tarihi : 20.11.1988 AFC Hamburg

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : mustafadogmaz@hotmail.com

İletişim Adresi : Dokuzkavaklar Mahallesi 2049/3 Sokak No:19

Kat 2 Pamukkale/DENİZLİ