



**KTO KARATAY
ÜNİVERSİTESİ**

**T.C.
KTO Karatay Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI TEZLİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI**

**CBS YARDIMIYLA TÜRKİYE'DEKİ HAVZALARIN MORFOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Faruk ÇAY

KONYA

Temmuz,2018

CBS YARDIMIYLA TÜRKiYE'DEKİ HAVZALARIN MORFOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Faruk ÇAY

KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

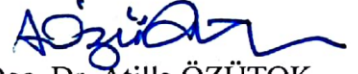
KONYA
Temmuz,2018

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



Prof.Dr.Hüseyin Bekir YILDIZ
Fen Bilimleri Enstitütüsü Müdür V.

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK
Anabilim Dalı Başkanı

Faruk ÇAY tarafından hazırlanan CBS YARDIMIYLA TÜRKİYE'DEKİ HAVZALARIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ başlıklı bu çalışma 04.07.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir





Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Üye: Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK

Üye: Doç. Dr. Fatih İŞCAN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

04.07.2018

FARUK ÇAY



ÖZET

CBS YARDIMIYLA TÜRKİYE'DEKİ HAVZALARIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÇAY, Faruk

Yüksek Lisans - İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Temmuz, 2018

Bu çalışmada Türkiye'deki Havzaların morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) etkin rolünün ortaya konması amaçlanmıştır. Böylece klasik yöntemlerle belirlenmesi zaman alıcı ve uğraştırıcı olan havzaya ait çevre, alan, eğim, bakı, yükseklik vb. özelliklerinin daha hızlı ve kolay bir şekilde temin edilebileceğine dair bir yaklaşım anlatılmaya çalışılmıştır. Çalışmada ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumunun (USGS) resmi internet sayfasından Türkiye'yi kapsayan Sayısal Yükseklik Verileri (SYM) indirilmiştir. Bu SYM verileri, ArcGIS 10.5 yazılımında kullanılarak havza sınırlarının tespiti için analizler yapılmıştır. Elde edilen havza sınırlarına göre Türkiye'deki havzaların temel morfolojik özellikleri, kapsamlı biçimde ortaya konmuştur. Çalışma Sonunda Türkiye'yi kapsayan büyük bir alanda analizler yapılmasına rağmen morfolojik özelliklerin hızlı ve kolay bir şekilde temin edilebileceği belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Sayısal Yükseklik Modeli, Morfolojik Özellikler, Havza Sınırları

ABSTRACT

DETERMINATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BASINS IN TURKEY WITH THE HELP OF GIS

ÇAY, Faruk

M.Sc Department of Civil Engineering

Advisor: Asist. Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

July,2018

It's aim to reveal the effective role of Geographical Information Systems (GIS) in determining the morphological characteristics of the basins in Turkey. It is time-consuming and challenging to determine the morphological characteristics of watersheds by classical methods. This study used in different method to determine the morphological characteristics of watersheds, so that it can be quickly and easily placed in the area where the basin morphological features can be found. In this study, digital elevation data covering Turkey is downloaded from the website of the United States Geological Survey Institute (USGS). This is analysis by using ArcGIS 10.5. As a result, comprehensive information on the morphological characteristics of the basins is presented. The reason for this choice is that it will contribute to the study of basins in Turkey in terms of resource allocation and to reveal basic basin characteristics.

Keywords: Geographic Information System, Digital Height Model, Morphological Features

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ hocama ve tez çalışmamda kaynak aramak için yardım talep ettiğim ve deneyimlerine başvurduğum, bu çalışma boyunca bana yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Vahdettin DEMİR hocama teşekkürlerimi sunarım.

Faruk ÇAY

Temmuz, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Coğrafi bilgi sistemi	10
3.1.2. Sayısal yükseklik modeli	12
3.1.3. ASTER GDEM verileri ve ArcGIS yazılımı	13
3.2. Metot	14
3.2.1. SYM'nin elde edilmesi	15
3.2.2. SYM'nin iyileştirilmesi	16
3.2.3. Su akış istikametinin bulunması	17
3.2.4. Havza sınırlarının tespiti	19
3.2.5. Akarsu drenaj ağının bulunması	24
3.2.6. Yükseklik analizi	25
3.2.7. Havzanın alansal dağılımının bulunması	26
3.2.8. Havza alanı ve çevre uzunluğu	26
3.2.9. Eğim analizi	28

3.2.10. Bakı analizi	28
3.2.11. Üç boyutlu havza modeli	29
4. UYGULAMA	30
4.1. Meriç Ergene Havzası	30
4.2. Marmara Havzası	33
4.3. Susurluk Havzası	37
4.4. Kuzey Ege Havzası	40
4.5. Gediz Havzası	43
4.6. Küçük Menderes Havzası	47
4.7. Büyük Menderes Havzası	50
4.8. Batı Akdeniz Havzası	53
4.9. Antalya Havzası	57
4.10. Burdur Havzası	60
4.11. Akarçay Havzası	63
4.12. Sakarya Havzası	66
4.13. Batı Karadeniz Havzası	69
4.14. Yeşilırmak Havzası	72
4.15. Kızılırmak Havzası	76
4.16. Konya Kapalı Havzası	79
4.17. Doğu Akdeniz Havzası	82
4.18. Seyhan Havzası	85
4.19. Asi Havzası	88
4.20. Ceyhan Havzası	91
4.21. Fırat Dicle Havzası	94
4.22. Doğu Karadeniz Havzası	98
4.23. Çoruh Havzası	101

4.24. Aras Havzası	104
4.25. Van Gölü Havzası	107
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ	116



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. ArcGIS yazılımında yönleri ifade eden değerler [26]	18
Çizelge 3.2. DSİ verilerine göre havza isimleri [42]	23
Çizelge 3.3. Havza alanları ve çevreleri	27
Çizelge 4.1. Türkiye'deki havzaların nitelikleri	110



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Vektör verilerin raster veri üzerinde görünüşü [37]	11
Şekil 3.2. Sayısal yükseklik modeli	12
Şekil 3.3. Çalışmanın ana işlem adımları	15
Şekil 3.4. ASTER GDEM verilerinin birleştirilmesi ile elde edilen SYM	16
Şekil 3.5. Tepe ve çukur hatalarının düzeltilmesi [29]	16
Şekil 3.6. Akış yönleri ve bu yönlere göre hücre değerleri [26]	17
Şekil 3.7. Su akış yönlerinin temsili olarak gösterilmesi	18
Şekil 3.8. ArcGIS yazılımında hücre sayısının azaltılması	20
Şekil 3.9. Tespit edilen sınırlar ile DSİ'ye ait havza sınırları kıyaslanması-I	21
Şekil 3.10. Tespit edilen sınırlar ile DSİ'ne ait havza sınırları kıyaslanması-II	22
Şekil 3.11. DSİ verilerine göre havzaların numaralandırılması [42]	23
Şekil 3.12. Su akış yönleri ve akış toplamı	24
Şekil 3.13. Histogramda minimum, maksimum ve ortalama yükseklik verileri	25
Şekil 3.14. Türkiye'nin üç boyutlu SYM modeli	29
Şekil 4.1. Meriç Ergene Havzası Yükseklik Haritası	30
Şekil 4.2. Meriç Ergene Havzası Yükselti Alanı	31
Şekil 4.3. Meriç Ergene Havzası Eğim Haritası	32
Şekil 4.4. Meriç Ergene Havzası Bakı Haritası	32
Şekil 4.5. Meriç Ergene Havzası Drenaj Ağı	33
Şekil 4.6. Marmara Havzası Yükseklik Haritası	34
Şekil 4.7. Marmara Havzası Yükselti Alanı	34
Şekil 4.8. Marmara Havzası Eğim Haritası	35
Şekil 4.9. Marmara Havzası Bakı Haritası	36
Şekil 4.10. Marmara Havzası Drenaj Ağı	36
Şekil 4.11. Susurluk Havzası Yükseklik Haritası	37
Şekil 4.12. Susurluk Havzası Yükselti Alanı	38
Şekil 4.13. Susurluk Havzası Eğim Haritası	39
Şekil 4.14. Susurluk Havzası Bakı Haritası	39
Şekil 4.15. Susurluk Havzası Drenaj Ağı	40
Şekil 4.16. Kuzey Ege Havzası Yükseklik Haritası	41
Şekil 4.17. Kuzey Ege Havzası Yükselti Alanı	41

Şekil 4.18. Kuzey Ege Havzası Eğim Haritası	42
Şekil 4.19. Kuzey Ege Havzası Bakı Haritası	42
Şekil 4.20. Kuzey Ege Havzası Drenaj Ağı	43
Şekil 4.21. Gediz Havzası Yükseklik Haritası	44
Şekil 4.22. Gediz Havzası Yükselti Alanı	44
Şekil 4.23. Gediz Havzası Eğim Haritası	45
Şekil 4.24. Gediz Havzası Bakı Haritası	46
Şekil 4.25. Gediz Havzası Drenaj Ağı	46
Şekil 4.26. Küçük Menderes Havzası Yükseklik Haritası	47
Şekil 4.27. Küçük Menderes Havzası Yükselti Alanı	48
Şekil 4.28. Küçük Menderes Havzası Eğim Haritası	48
Şekil 4.29. Küçük Menderes Havzası Bakı Haritası	49
Şekil 4.30. Küçük Menderes Havzası Drenaj Ağı	49
Şekil 4.31. Büyük Menderes Havzası Yükseklik Haritası	50
Şekil 4.32. Büyük Menderes Havzası Yükselti Alanı	51
Şekil 4.33. Büyük Menderes Havzası Eğim Haritası	51
Şekil 4.34. Büyük Menderes Havzası Bakı Haritası	52
Şekil 4.35. Büyük Menderes Havzası Drenaj Ağı	53
Şekil 4.36. Batı Akdeniz Havzası Yükseklik Haritası	54
Şekil 4.37. Batı Akdeniz Havzası Yükselti Alanı	54
Şekil 4.38. Batı Akdeniz Havzası Eğim Haritası	55
Şekil 4.39. Batı Akdeniz Havzası Bakı Haritası	56
Şekil 4.40. Batı Akdeniz Havzası Drenaj Ağı	56
Şekil 4.41. Antalya Havzası Yükseklik Haritası	57
Şekil 4.42. Antalya Havzası Yükselti Alanı	58
Şekil 4.43. Antalya Havzası Eğim Haritası	58
Şekil 4.44. Antalya Havzası Bakı Haritası	59
Şekil 4.45. Antalya Havzası Drenaj Ağı	59
Şekil 4.46. Burdur Havzası Yükseklik Haritası	60
Şekil 4.47. Burdur Havzası Yükselti Alanı	61
Şekil 4.48. Burdur Havzası Eğim Haritası	61
Şekil 4.49. Burdur Havzası Bakı Haritası	62
Şekil 4.50. Burdur Havzası Drenaj Ağı	63
Şekil 4.51. Akarçay Havzası Yükseklik Haritası	64
Şekil 4.52. Akarçay Havzası Yükselti Alanı	64

Şekil 4.53. Akarçay Havzası Eğim Haritası	65
Şekil 4.54. Akarçay Havzası Bakı Haritası	65
Şekil 4.55. Akarçay Havzası Drenaj Ağı	66
Şekil 4.56. Sakarya Havzası Yükseklik Haritası	67
Şekil 4.57. Sakarya Havzası Yükselti Alanı	67
Şekil 4.58. Sakarya Havzası Eğim Haritası	68
Şekil 4.59. Sakarya Havzası Bakı Haritası	68
Şekil 4.60. Sakarya Havzası Drenaj Ağı	69
Şekil 4.61. Batı Karadeniz Havzası Yükseklik Haritası	70
Şekil 4.62. Batı Karadeniz Havzası Yükselti Alanı	70
Şekil 4.63. Batı Karadeniz Havzası Eğim Haritası	71
Şekil 4.64. Batı Karadeniz Havzası Bakı Haritası	71
Şekil 4.65. Batı Karadeniz Havzası Drenaj Ağı	72
Şekil 4.66. Yeşilırmak Havzası Yükseklik Haritası	73
Şekil 4.67. Yeşilırmak Havzası Yükselti Alanı	74
Şekil 4.68. Yeşilırmak Havzası Eğim Haritası	74
Şekil 4.69. Yeşilırmak Havzası Bakı Haritası	75
Şekil 4.70. Yeşilırmak Havzası Drenaj Ağı	75
Şekil 4.71. Kızılırmak Havzası Yükseklik Haritası	76
Şekil 4.72. Kızılırmak Havzası Yükselti Alanı	77
Şekil 4.73. Kızılırmak Havzası Eğim Haritası	77
Şekil 4.74. Kızılırmak Havzası Bakı Haritası	78
Şekil 4.75. Kızılırmak Havzası Drenaj Ağı	78
Şekil 4.76. Konya Kapalı Havzası Yükseklik Haritası	79
Şekil 4.77. Konya Kapalı Havzası Yükselti Alanı	80
Şekil 4.78. Konya Kapalı Havzası Eğim Haritası	80
Şekil 4.79. Konya Kapalı Havzası Bakı Haritası	81
Şekil 4.80. Konya Kapalı Havzası Drenaj Ağı	81
Şekil 4.81. Doğu Akdeniz Havzası Yükseklik Haritası	82
Şekil 4.82. Doğu Akdeniz Havzası Yükselti Alanı	83
Şekil 4.83. Doğu Akdeniz Havzası Eğim Haritası	84
Şekil 4.84. Doğu Akdeniz Havzası Bakı Haritası	84
Şekil 4.85. Doğu Akdeniz Havzası Drenaj Ağı	85
Şekil 4.86. Seyhan Havzası Yükseklik Haritası	86
Şekil 4.87. Seyhan Havzası Yükselti Alanı	86

Şekil 4.88. Seyhan Havzası Eğim Haritası	87
Şekil 4.89. Seyhan Havzası Bakı Haritası	87
Şekil 4.90. Seyhan Havzası Drenaj Ağı	88
Şekil 4.91. Asi Havzası Yükseklik Haritası	89
Şekil 4.92. Asi Havzası Yükselti Alanı	89
Şekil 4.93. Asi Havzası Eğim Haritası	90
Şekil 4.94. Asi Havzası Bakı Haritası	90
Şekil 4.95. Asi Havzası Drenaj Ağı	91
Şekil 4.96. Ceyhan Havzası Yükseklik Haritası	92
Şekil 4.97. Ceyhan Havzası Yükselti Alanı	92
Şekil 4.98. Ceyhan Havzası Eğim Haritası	93
Şekil 4.99. Ceyhan Havzası Bakı Haritası	93
Şekil 4.100. Ceyhan Havzası Drenaj Ağı	94
Şekil 4.101. Fırat Dicle Havzası Yükseklik Haritası	95
Şekil 4.102. Fırat Dicle Havzası Yükselti Alanı	95
Şekil 4.103. Fırat Dicle Havzası Eğim Haritası	96
Şekil 4.104. Fırat Dicle Havzası Bakı Haritası	97
Şekil 4.105. Fırat-Dicle Havzası Drenaj Ağı	97
Şekil 4.106. Doğu Karadeniz Havzası Yükseklik Haritası	98
Şekil 4.107. Doğu Karadeniz Havzası Yükselti Alanı	99
Şekil 4.108. Doğu Karadeniz Havzası Eğim Haritası	99
Şekil 4.109. Doğu Karadeniz Havzası Bakı Haritası	100
Şekil 4.110. Doğu Karadeniz Havzası Drenaj Ağı	100
Şekil 4.111. Çoruh Havzası Yükseklik Haritası	101
Şekil 4.112. Çoruh Havzası Yükselti Alanı	101
Şekil 4.113. Çoruh Havzası Eğim Haritası	102
Şekil 4.114. Çoruh Havzası Bakı Haritası	103
Şekil 4.115. Çoruh Havzası Drenaj Ağı	103
Şekil 4.116. Aras Havzası Yükseklik Haritası	104
Şekil 4.117. Aras Havzası Yükselti Alanı	105
Şekil 4.118. Aras Havzası Eğim Haritası	105
Şekil 4.119. Aras Havzası Bakı Haritası	106
Şekil 4.120. Aras Havzası Drenaj Ağı	106
Şekil 4.121. Van Gölü Havzası Yükseklik Haritası	107
Şekil 4.122. Van Gölü Havzası Yükselti Alanı	108

Şekil 4.123. Van Gölü Havzası Eğim Haritası	108
Şekil 4.124. Van Gölü Havzası Bakı Haritası	109
Şekil 4.125. Van Gölü Havzası Drenaj Ağı	109



KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
ASTER	Gelişmiş Uzay Yolu Işıl Emisyon ve Yansıma Radyometresi (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CPU	Merkezi İşlem Birimi (Central Process Unit)
DSİ	Devlet Su İşleri
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
GDEM	Küresel Sayısal Yükseklik Modeli (Global Digital Elevation Model)
METI	Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan)
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
SRTM	Servis Aracı Radarla Topoğrafya Misyonu (Shuttle Shuttle Radar Topography Mission)
USGS	Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey)

1. GİRİŞ

Havza Arapça kökenli bir kelime olup Türk Dil Kurumu sözlüğünde; dağ ve tepelerle sınırlanmış, suları aynı denize, göle ya da ırmağa akan bölge, yer kabuğundaki kıvrımların çukur yeri veya kısaca bölge mıntıka gibi anlamlar taşımaktadır. Havzaların genel tanımını “sırtlardan geçen su ayırım çizgisinin sınırladığı, üzerinde toplanan suların tek bir noktadan çıkışa ulaştığı, içbükey topoğrafik yapıya sahip arazi parçaları” şeklinde ifade edilebilir [1, 2].

Canlı hayatının devamı, ekosistemin korunması ve sürdürülebilirliği, insanlığın kalkınması ve gelişmesi, sanayinin gelişmesi, medeniyetlerin sürdürülebilirliği gibi birçok faktör su kaynaklarına bağlıdır. Günümüzde kullanılabilir temiz su kaynaklarının azalması, su kirliliğinin oluşması, bazı bölgelerde su kıtlığının meydana gelmesi suyun geleceğini tehlikeye atmaya başlamıştır. Suyun, sınırsızca ve plansız kullanılması bu tehlikenin artmasına ve çözülmesi zor kalıcı sorunların oluşmasına sebep olacaktır. Bu durum su kaynaklarını yöneterek ve planlayarak kullanmayı zorunlu kılar [3].

Su kaynaklarında il sınırlarına göre oluşturulacak bir yönetim şekli, havzadaki hidrolik sistemin parça parça yönetilmesine sebep olacaktır. Bu şekildeki bir yönetim, su kaynaklarındaki sorunları ve sistem davranışını tam olarak tespit edemeyeceği gerekçesiyle kabul edilmemektedir. Sistemin doğal sınırları olan havza ölçeğinde bir yönetimle ancak su kaynaklarındaki sorunlar ve sistem davranışı ayrıntılı olarak incelenebilir [4, 5].

Çevre hakkında daha çok bilgiye sahip olmak havza yönetiminde daha doğru kararlar verebilmek ancak havzanın tüm özelliklerinin bilinmesiyle mümkündür. Havzanın karakteristik özelliklerinin ortaya konulması ile havza yönetimi ve planlama çalışmaları daha sağlıklı yürütülebilir.

Akarsu havzalarına ait hidrolojik özellikleri belirleyebilmek ve havzaları birbirleriyle kıyaslayabilmek için morfolojik özellikleri bilmek gerekir. Farklı fiziksel koşullar

sebebi ile her havzanın kendine özgü morfolojik özellikleri vardır. Havza üzerine düşen yağışın zamana bağlı olarak akışa geçebilmesi bu morfolojik özelliklere bağlıdır. Havza morfolojik özellikleri denilince bazı temel bileşenler ön plana çıkmaktadır. Havza alanı, çevresi, şekli, ortalama eğimi, ortalama yüksekliği, alansal dağılımı vb. gibi birçok morfolojik özellik sıralanabilir [6].

Günümüzde havzalara ait tüm verilerin toplanmasında, sayısal ortamda depolanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmaktadır. CBS, içeriğinde konum bilgisi bulunan verilerin bilgisayar ortamında depolanması, görüntülenmesi ve sorgulanması fonksiyonlarını yerine getiren araçların tümüdür. CBS ortamına veri aktarmada yakın zamana kadar klasik yöntem olarak adlandırılan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde eş yükselti eğrileri ile oluşturulan haritalar ve temsil ettikleri yükseklik değerleri, bilgisayar yardımıyla sayısal ortama aktarılmaktadır. Bu dosyalar tüm harita yüzeyini kapsayan grid noktalarına dönüştürülmektedir. Grid noktaları, eşit aralıklı kareler biçiminde ve buldukları koordinatın yükseklik değerlerini içeren yapılardır. Bu grid yapısı Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) olarak adlandırılmaktadır. Klasik yöntemle elde edilen SYM hem uzun bir zamanda elde edilmekte hem de istenen hassasiyet sağlanamamaktadır [7].

SYM, klasik yöntemden farklı olarak üzerinde uzaktan algılama sistemleri bulunan uydularla, insansız hava araçlarıyla ve daha birçok farklı yöntemle elde edilebilmektedir. Yüksek doğruluk oranlarına sahip bu SYM'leri kullanarak yapılan analizler, klasik yöntemle göre daha kısa sürmektedir ve daha doğru sonuçlar vermektedir.

Bu çalışmada uydular aracılığı ile elde edilen SYM kullanılarak Türkiye'deki havzaların morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Türkiye'yi kapsayan SYM modeli, Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumunun (USGS), internet sitesinden temin edilmiştir. ArcGIS yazılımında temin edilen SYM'ler kullanılarak analizler yapılmıştır ve Türkiye'deki tüm havzalara ait temel morfolojik özellikler ortaya konmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sayısal yükseklik modeline dayalı morfolojik analizler dünyanın birçok yerinde farklı amaçlarla, farklı disiplinlerdeki araştırmacılarla tarafından kullanılmıştır. Bu tez çalışması konusuyla alakalı daha önce yapılmış araştırmalar, araştırmının yapıldığı tarihe göre sıralanmış ve bu bölümde verilmiştir.

Basso ve arkadaşları çalışmalarında, İtalya'nın güneyinde bulunan Agri Havzası'nın çölleşmesiyle alakalı bozulma süreçlerine ilişkin üç yıllık araştırma sonuçlarını ortaya koymuşlardır. Farklı bozulma süreçlerini ve çölleşme risklerini arazi ölçeğinde değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri verileri ve türettikleri sonuçları CBS'ye entegre etmişlerdir. Bozulma olayının tepkilerini değerlendirecek etkili ve basit bir hesaplamanın yapısını oluşturmayı ve farklı bölgelerde de kullanılabilirliğini sağlamayı amaçlamışlardır [8].

Meriç, havza içi kullanılabilir yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi için klasik emniyetli verim yerine sürdürülebilirlik yaklaşımı ortaya koymuştur [4].

Graham, morfolojik analizlerde raster ve vektör veri analizleri yapabilen, görüntü işleme, grafik ve harita işleme gibi özellikleri bulunan CBS tabanlı GRASS programını kullanmıştır. Brezilya'nın Santa Rita şehrinde bulunan nehir havzalarını çalışma alanı olarak seçmiştir [9].

Ok ve Türker, ASTER uydu görüntülerini kullanarak Ankara il merkezini, Mogan ve Eymir göllerini kapsayan 3600 km²'lik bir alan için SYM oluşturmuşlardır. Oluşturdukları SYM'nin doğruluk analizlerini yapabilmek için 32 yer kontrol noktasıyla bölgenin 1963 km²'lik alanını kapsayan vektör referans veriden SYM üretmişlerdir. Uydu görüntüleri ve yer kontrol noktalarıyla ürettikleri SYM'leri kıyaslamışlardır. Ortaya çıkan sonuçları rapor haline getirmişlerdir [10].

Nişancı ve arkadaşları, çalışmalarında Galyan Vadisi'ne yönelik, farklı meslek gruplarının ihtiyacı olan konumsal veri tabanının oluşturulmasını amaçlamışlardır.

Çalışma alanı olarak Galyan Vadisi'ni seçmelerinin sebebi, vadinin içinde Trabzon iline gelecekte içme suyunu sağlayacak olan Atasu Baraj Projesi'nin bulunmasıdır. Yazarlar bu havzaya yönelik farklı meslek disiplinlerine altlık olacak konumsal analizleri CBS ortamında gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonucunda heyelana duyarlı alanlar, eğim grupları, çevresel kirlenmeye maruz kalabilecek risk bölgeleri gibi planlama için gerekli karar parametrelerini tespit etmişlerdir [11].

Susam ve Oğuz, arazilerin tarıma en uygun şekilde kullanılabilmesi için yapılabilecek planlama çalışmalarında topoğrafik özelliklerin önemli olduğuna değinmişlerdir. Tokat ilinde yapmış oldukları çalışmada, bölgenin eğim, bakı yükseklik değerlerini tespit etmişler ve bu verilere göre Tokat ilinde tarıma elverişli bölgeler hakkında bilgi vermişlerdir [12].

Erol, Türkiye'de arazi kullanım planlarının olmaması sebebiyle doğal kaynakların geleceğinin tehlikeye girebileceğinden bahsetmiştir. Çalışmasında arazi kullanım planlarının ve havza yaklaşımının birlikte değerlendirilmesi gerektiğinin önemini anlatmıştır [13].

Yuzhi, çalışmasında havza alanları ve havza sınıfları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmasını CBS ortamında 1:10000 ölçekli sayısal topoğrafik haritaları ArcGIS 9.0 yazılımında kullanarak gerçekleştirmiştir. Materyal olarak Çin'de bulunan Huan Shui Nehrini seçmiştir. Bölgede ayrıca eğim, bakı, yükseklik analizleri yapmıştır. Yaptığı araştırmanın birçok kişiye bol miktarda mekânsal bilgi sağlayacağını vurgulamıştır [14].

Öztürk, çalışmasında afet ve risk verilerinin bir bileşeni olan sel ve taşkın duyarlılığının, çok ölçekli karar analizine ve CBS'nin entegrasyonuna dayalı olarak belirlemek için bir model tasarlanmış ve programlama diliyle ArcGIS ortamı için bir CBS tabanlı çok ölçekli karar analizi arayüzü geliştirmiştir. Geliştirdiği arayüzü Güney Marmara Havzası örneğinde uygulamış ve sonuçları envanter verileriyle karşılaştırmıştır. Modelin doğru sonuçlar verdiğini tespit etmiştir [15].

Elibüyük ve Yılmaz, çalışmalarında çeşitli dönemlerde hazırlanan Türkiye'nin eğitim grupları ve yükselti basamaklarını ortaya koyan yayınların gelişen teknolojik verilerle yenilenmesi ve önceki verilerle kıyaslanmasını amaçlamışlardır. Türkiye genelindeki çalışmalarında, bazen önceki çalışmalara yakın sonuçlar elde etmişler bazen de öncekilerden farklı bulgulara ulaşmışlardır [16].

Wu ve arkadaşları, çalışmalarında hidrolojik karakteristikleri CBS ve SYM'ye dayalı akış toplamı metoduna göre ortaya koymuşlardır. Uygulama sahası olarak Moğolistan'da bulunan Xilamuren Çayırı'nı seçmişlerdir. Çalışmalarını, 1:50000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalarla oluşturulmuş SYM üzerinden ArcGIS 9.3 yazılımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir [17].

Ege, çalışmasında CBS ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak fay morfolojisini araştırmıştır. Çalışma alanı olarak Antakya ve Kahramanmaraş bölgesini seçmiştir. Analizler için 7 farklı tarihte oluşturulmuş SYM ve uydu görüntüleri kullanmıştır [18].

Karadağ, CBS Temelli Arc Hydro yazılımını kullanarak Kovada Gölü'nün alt havzalarının sınırlarını belirlemişlerdir. Kovada Gölü ve Eğirdir Gölü'nün tek bir alt havza sistemi içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır [3].

Pachri ve arkadaşları, Özbekistan'da su kıtlığı ve tuz üretim maliyeti sebebiyle Chirchik Havzası'nda su kaynakları yönetiminin kritik bir ihtiyaç haline geldiğini gözlemlemişlerdir. Daha iyi bir su yönetimiyle su tasarrufunun sağlanacağını belirtmişlerdir. Havzadaki su toplama alanını ortaya çıkarmak için uzaktan algılamayla elde edilen, çözünürlüğü 30 metre olan SYM kullanarak CBS tabanlı platformda analizler yapmışlar ve bunları rapor haline getirmişlerdir [19].

Hajam ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada Hindistan'da bulunan Vishav Drenaj Havzası'nın jeo-hidrolojik özelliklerini değerlendirmek için CBS teknikleri kullanarak morfolojik analizler yapmışlardır. Havza içerisindeki yeryüzünde su potansiyeli bulunan bölgelerinin jeo-morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için girişimde

bulunmuştur. Birinci merteye akışlarında akarsu segmentlerinin toplam sayısının ve uzunluğunun maksimum olduğunu ortaya çıkarmışlardır [20].

Raju ve Shetty, Neverathi Nehir Havzası'nın drenaj ağını ve morfolojik niteliklerini CBS teknolojileriyle ortaya koymuşlardır [21].

Bağdatlı ve Öztürk, yaptıkları çalışmada havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde CBS'nin etkin rolünü ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Materyal olarak Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinde bulunan Çorlu Deresi alt havzasını seçmişlerdir. Çalışmalarında 1:25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritaları CBS ortamına aktarmış ve bu haritalardan SYM oluşturmuşlardır. Elde edilen SYM'lerle, ArcGIS 10.2 yazılımının Spatial Analyst modülünü kullanarak havza karakteristik özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar CBS yardımıyla oluşturulacak SYM üzerinden morfolojik analizlerin hızlı ve kolay bir şekilde yapılabileceğini ortaya koymuşlardır [6].

Ghimire, çalışmasında Nepal'de bulunan Siwaliks bölgesinde 1. mertebeden havzaları sınıflandırmıştır. Havzada birbiriyle ilişkili morfolojik özellikleri tanımlamış ve analizler yapmıştır. Çalışmasında 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan üretilmiş SYM kullanmıştır. Siwaliks Bölgesi için 5 ayrı sınıf tanımlamış ve bu sınıfların alansal dağılım haritası üretmiştir. Bu sınıflandırmanın başka yerlerde de kullanılabileceğini ifade etmiştir [22].

Waikar ve Nilawar, CBS kullanarak bir drenaj havzasının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi hakkında örnek bir çalışma yapmışlardır. Çalışma alanı olarak Hindistan'ın Maharashtra eyaletinde bulunan Parphani şehrini seçmişlerdir. Çalışmalarında akış uzunluğu, akış düzeni, dairesellik oranı, hipsometrik eğrisi, dairesellik oranı gibi morfolojik özelliklerin belirlenmesine daha çok önem vermişlerdir [23].

Yılmaz ve arkadaşları, Çankırı-Şabanözü alt havzasında CBS yardımıyla havza karakteristik özelliklerine belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında ASTER modülü

bulunan bir uydunun ürettiği SYM'yi kullanmışlardır. Havzaya ait drenaj yoğunluğu, eğim yükseklik bakı vb. karakteristik özellikleri belirlemişlerdir [24].

Aparna ve arkadaşları, Hindistan'da yer alan Muvattapuzha Akarsu Havzası'nın morfolojik yönlerini ve Muvattapuzha'nın yeryüzü özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarını, CBS tabanlı ArcGIS yazılımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada SYM, diğer çalışmalardan farklı olarak 1:50000 ölçekli sayısal topoğrafik haritaların CBS ortamına aktarılmasıyla elde edilmiştir [25].

Aslan ve arkadaşları, çalışmalarında, Arc-Info yazılımını kullanarak SYM'den bazı havza karakteristiklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma alanı olarak, Bursa-Karacabey İnkaya Gölet Havzası'nı seçmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, hassas ve ayrıntılı SYM'ye sahip olduğunda, bir havza alanına yönelik akış yönleri ve drenaj ağı gösterimlerinin de ayrıntılı ve doğruluk oranının yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır [26].

Avcı ve Sunkar, çalışmalarında Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan, Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik özelliklerini analiz etmişlerdir. Elde ettikleri bulgularla bu akarsularda taşkın riskinin yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Sel ve taşkınlara yönelik yapılacak planlama çalışmalarında havza morfometrisinin dikkate alınması gerektiğini söylemişlerdir [27].

Nofal ve Abboud, Sudi Arabistan'ın batı sahilinde bulunan Wadi Khumal Havzası'nın morfolojik özelliklerini, uzaktan algılama ve CBS tekniklerini kullanarak belirlemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada Wadi Khumal Havzası'nda su tedarikini etkileyen bazı morfolojik parametreleri değerlendirmişlerdir [28].

Erdede, yüksek lisans tez çalışmasında Kızılırmak Havzası'nın morfolojik özelliklerini, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen ASTER GDEM verileriyle oluşturulmuş SYM üzerinden analizler yaparak belirlemiştir. Erdede bu çalışmasında Kızılırmak Havzası'nın morfolojik özelliklerine göre hidrolojik karakteristiklerinin belirlenmesini ve taşkın potansiyelinin değerlendirilmesini amaçlamıştır [29].

Yousefi ve arkadaşları, İran'daki Karoon Nehri'nde uzaktan algılama verilerini kullanarak menderes döngülerinde 1989 ile 2008 yılları arasında oluşan morfometrik değişimleri tespit etmişlerdir. Çalışmalarında 1989 ve 2008 yıllarının arazi kullanım haritalarını incelemişlerdir. Tüm menderes döngüleri için morfometrik parametreleri, ArcGIS 10.2 ve AutoCAD 2009'daki ölçüm araçları ile ölçmüşler ve değerlendirmişlerdir. Menderes türü akarsuların dinamiğinin ve hareketliliğinin iklim ile ilgili değişimin önemli göstergesi olduğunu vurgulamışlardır [30].

Ntajal ve arkadaşları, Batı Afrika'da bulunan Togo'da en yıkıcı afet olan taşkın üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Örnek olarak Lower Mono Havzası'ndaki topluluklar hemen hemen her sene taşkından etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmalarında Lower Mono Havzası'ndaki sel risklerini değerlendirmişler ve CBS tabanlı programda risk haritası üretmişlerdir. Sel felaket risklerinin azaltılması için erken uyarı sistemlerinin kurulmasına ve afet yardım kuruluşları arasındaki işbirliğinin sağlanmasına yönelik öneriler sunmuşlardır [31].

Öztürk ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, farklı çözünürlükteki SYM'ler ile CBS'de analizler yaparak konumsal verilerin kullanıldığı birçok çalışmada gerekli olan morfolojik özelliklerin kısa sürede elde edilebileceği ortaya koymaya çalışmışlardır. Sonuçların hem görüntü verisi olarak hem de öznitelik bilgisi olarak kullanılabileceği vurgulamışlardır. Araştırma alanı olarak Samsun ili Atakum ilçesini seçmişlerdir. Çalışmalarında ilçeye ait 1/100000 ve 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar ve 1/1000 ölçekli hâlihazır haritalara ait sayısal yükseklik verileri kullanmışlardır. Analizleri ArcGIS 9.2 yazılımında Spatial Analyst, 3-D Analyst ve Arc-Hydro modüllerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir [32].

Rai ve arkadaşları, herhangi bir nehir havzasının hidrolojik tepki davranışlarının incelenmesinde morfometrik değerlendirmenin uygulanabilir bir yöntem olup olmadığını araştırmıştır. Araştırmacılar ayrıntılı morfometrik değerlendirme için Hindistan'da bulunan Ganga Nehri'nin bir kolu olan Son Havzası'nı seçmişlerdir. Çalışmalarını CBS platformunda ve uzaktan algılama yöntemi ile elde edilen ASTER

GDEM verilerini kullanarak yapmışlardır. Bu verilerle Son Havzası'nın topoğrafik ve drenaj özelliklerinin belirlemek için analizler yapmışlardır [33].

Alemayehu ve arkadaşları, bütünleşmiş yöntemlerle büyük havzaların, havza karakteristik özelliklerinin ve hidrolik bağlantısının belirlenmesi için çalışmışlardır. Bu kapsamda Nil Nehrinin Etiyopya sınırları içerisinde kalan Baro-Akobo-Sobbat Alt havzasında, morfolojik özellikleri belirlemiştir [34].

Kabite ve Gessesse, Etiyopya'da bulunan Dhidhessa Nehir Havzası'nın hidrolojik özelliklerinin iyi bilinmediğini saptamışlardır. Bu bölgede CBS tabanlı ArcGIS 10.3 kullanarak morfolojik analizler yapmışlardır. Analizlerde "SRTM DEM" şeklinde adlandırılan 90 metre çözünürlüğündeki SYM modeli kullanmışlardır. Havzanın drenaj sıklığı, drenaj uzunluğu, havza eğimi ve yüksekliği vb. özelliklerini belirlemiştir [35].

Reis ve Dindaroğlu, çalışmalarında Bertiz Çayı Havzası'nda, dere akımları üzerinde etkili olan bazı toprak ve hidrolojik nitelikler ile farklı arazi kullanımları arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu kapsamda Bertiz Çayı Havzası'nın eğim, bakı, yükseklik ve toprak özelliklerini tespit etmişlerdir [36].

3. MATERYAL ve METOT

Klasik yöntemlerle belirlenmesi zaman alıcı ve uğraştırıcı olan havza morfolojik özelliklerinin, daha hızlı ve kolay bir şekilde temin edilebileceğine ilişkin yaklaşımları ortaya koymak için çalışma alanı olarak Türkiye seçilmiştir. İlgili alanda, SYM üzerinden yapılan analizlerle havzaların sınırları tespit edilmiş ve morfoloji özellikleri ortaya çıkartılmıştır.

3.1. Materyal

Bu bölümde havzaların sınırları tespit etmek ve morfoloji özellikleri belirlemek amacıyla materyal olarak kullanılan; bilgisayar sistemlerinden, yazılımlardan, SYM verilerinden bahsedilecektir.

3.1.1. Coğrafi bilgi sistemi

Geçmişte işlem kapasiteleri düşük olan bilgisayar teknolojileri bugün yerini yüksek kapasiteli ve birçok veriyi hızlı bir şekilde işleyebilen bilgisayar teknolojilerine bırakmıştır. Önceden sadece şehir düzeyinde bilgisayara veri aktarımı yapılabilirken, bugün ülkelerin ve tüm dünyayı kapsayan verilerin bilgisayara aktarımı mümkün hale gelmiştir. Topoğrafik haritaların günümüzde klasik yöntemlerle oluşturulması ve kullanılması işgücü ve zaman kaybına neden olmaktadır [37].

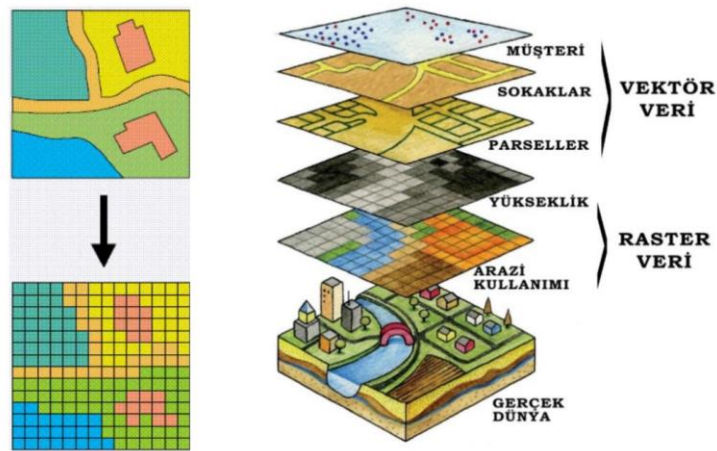
CBS, içeriğinde konum bilgisi bulunan verilerin bilgisayar ortamında depolanması, görüntülenmesi ve sorgulanması fonksiyonlarını yerine getiren araçların tümüdür. CBS'nin en büyük avantajı, grafik yapıdaki coğrafi verilerle tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verilerini birleştirerek aynı ortamda kullanıcıya sunulmasıdır. Coğrafi veriye erişimde büyük kolaylık sağlayan bu sistem, konumsal bilginin gerekli olduğu çalışma alanlarında etkili bir şekilde kullanılmaktadır [7].

CBS'de veri yapısı; mekânsal ve tanımlayıcı olarak iki şekilde incelenir. Mekânsal bilgi; bir bölgenin özelliklerini, yerini, şeklini ve diğer bölgelerle ilişkilerini belirler.

Coğrafi konum ve topografya verileri bu grupta yer alır. Tanımlayıcı bilgi ise, coğrafi varlıklara ait bilgilerin ve niteliklerin veri tabanında tutulmasıdır [38]. Bir başka deyişle CBS’de kullanılan mekânsal bilgilere ait verilerin özelliklerini ve detaylarını içeren veri yapısıdır.

CBS’de coğrafi varlıklar ve yeryüzüne ait veriler, vektör ve raster formatlarında iki farklı şekilde depolanırlar [7]. Vektörel veri formatında; poligon, çizgi ve noktalar x ve y koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Vektörel veri, coğrafi varlıkların kesin konumlarıyla beraber tanımlanmasında son derece etkili bir formattır. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların, örneğin; bitki örtüsü, toprak yapısı, jeolojik yapı ve yüzeydeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir format olarak bilinir. [37].

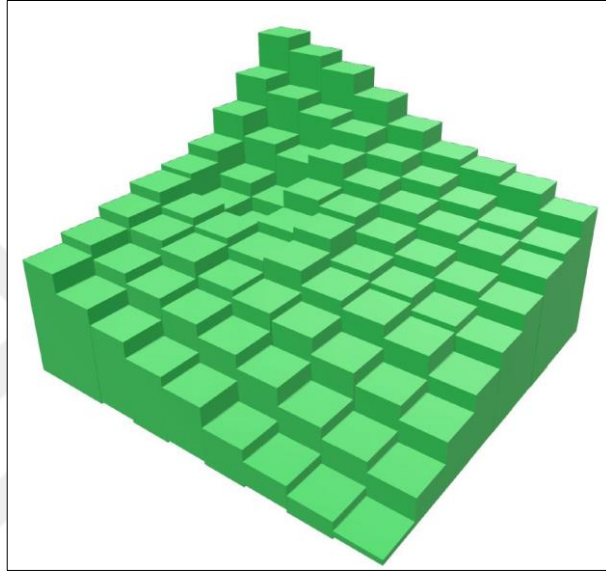
Raster veri; hücelere (pixel) bağlı olarak temsil edilen verilerdir. Birbirine komşu grid yapıdaki hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşurlar. Bu veri formatı; Paftaların, taranan haritaların, çekilen fotoğrafların sisteme aktarılması veya vektör verilerden dönüşüm işlemleri sonucunda oluşturulur (Şekil 3.1). Raster veriler vektör verilere oranla daha fazla veri depolama kapasitesine sahiptirler. Bazı konumsal analizler için raster verilerin kullanılması daha kolaydır. Ancak verilerin hassasiyeti raster verilerde hücre boyutuna bağlı olduğu için hassas çalışmalarda veri kayıplarına neden olabilir [37].



Şekil 3.1. Vektör verilerin raster veri üzerinde görünüşü [37]

3.1.2. Sayısal yükseklik modeli

Sayısal yükseklik modeli (SYM) topoğrafik arazi yüzeyini üç boyutlu olarak temsil eden raster veri özelliğine sahip bir modeldir (Şekil 3.2.). SYM fotogrametri, yersel yöntemler ve uydu görüntüleri gibi birçok farklı yöntemle oluşturulabilmektedir.



Şekil 3.2. Sayısal yükseklik modeli

Klasik yöntemde, topoğrafik haritalardaki eş yükselti eğrileri operatör tarafından sayısallaştırılarak stereo görüntülerden SYM elde edilmektedir [7]. Bunun için Harita Genel Komutanlığının ürettiği; 1/25.000, 1/50.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılabilir.

Başka bir klasik yöntemde ise teodolit ve mira kullanılarak SYM üretilmektedir. Arazide yatay ve düşey konumları önceden belirlenmiş olan poligonlara bağlı olarak birçok noktanın yatay ve düşey konumları belirlenir. CBS tabanlı yazılımlar kullanılarak koordinatları belli olan bu noktalardan SYM oluşturulur. Bu yöntemle çok detaylı SYM üretmek mümkündür [39]. Fakat Türkiye'yi kapsayacak kadar büyük bir alanda bu yöntemle çalışmak çok zaman alıcı ve uğraştırıcı olacaktır.

Günümüzde sayısal yükseklik modeli, uydular aracılığı ile de elde edilmektedir. Uydular aracılığı ile alınan görüntülerden araziye ilişkin çok değişik bilgilere sahip olunabilmekte ve bu verilerin elde edilmesi de son derece hızlı gerçekleşebilmektedir. Ancak bu görüntülerin uydu sadece bu bölgeden geçerken alınabilmesi ve de havanın o anki koşullarının uygun olması gerekliliği bu yöntemin dezavantajı olarak değerlendirilebilir. Buna ek olarak bazen ufak bir alanın bile, uydunun belirli çekim aralıklarına sahip olması nedeniyle bir paftadan daha fazla pafta görüntüsü alınarak birleştirilmesi gerekliliği yüksek maliyetlere sebep olabilmektedir. Ayrıca uydu görüntüsünden alınacak görüntünün çözünürlüğü de çalışmayı yapacak olan kişinin ihtiyaçları doğrultusunda olması gerekmektedir. Bazı durumlarda alınan fotoğraflardan istenen ayrıntılar elde edilememektedir [40].

3.1.3. ASTER GDEM verileri ve ArcGIS yazılımı

Uydulardaki yüksek çözünürlüğe sahip kızılötesi kameralarla bir bölgenin farklı açılardan fotoğrafları çekilir ve bu görüntülerle SYM üretilir. Farklı uydular tarafından, Dünya'daki karasal bölgelerin tamamında oluşturulmuş SYM'ler araştırmacılara sunulmuştur. Uyduların ürettiği SYM'ler birbirinden farklı çözünürlükte ve farklı zamanlarda oluşturulmuştur. Bu tez çalışmasında Terra uydusunun ürettiği ASTER GDEM verileri kullanılmıştır. Verilerin niteliği ve nasıl üretildiği hakkında bilgi bu bölümde detaylıca bahsedilmiştir.

Üzerine ASTER ile beraber beş farklı modül monte edilen Terra Uydusu 18 Aralık 1999 da Kaliforniya'nın Van Der Berg hava üssünden uzaya fırlatılmıştır. 24 Şubat 2000 tarihinde Terra Uydusu veri toplamaya başlamış ve 1 Aralık 2000 tarihinde uydunun topladığı veriler kullanıma açılmıştır. Uydu üzerindeki modüllerden en yüksek çözünürlüklü ve bindirmeli görüntü çekebilme özellikli olanı ASTER modülüdür. ASTER, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesinin (NASA) ve Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığının (METI) iş birliği ile üretilmiştir. ASTER içerisindeki algılayıcılar, toplam 14 bantta geniş bir açıyla 15m/pikselden 90m/piksele kadar görüntü çekebilmektedir. ASTER verileri kullanılarak arazi yüzeyi sıcaklığı, yansıma, parlaklık değişim oranı ve yükseklik haritaları üretilir [10].

Terra Uydusunun ASTER modülü ile Dünya'daki karasal bölgelerin tamamında görüntü elde edildikten sonra 17 Ekim 2011 tarihinde Küresel Sayısal Yükseklik Modeli (GDEM) yayınlanmıştır [10]. Bu veriler Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumunun (USGS) internet sitesinde kullanıcılara sunulmuştur. İnternet sitesinden 30 metre çözünürlüğündeki verilerin ücretsiz olarak indirilebilmesi sebebi ile bu veriler tercih edilmiştir.

Bu internet sitesinden temin edilen verilerle CBS tabanlı, farklı yazılımlar kullanarak çalışmak mümkündür. CBS tabanlı; GeoMedia, NetCAD, ArcGIS, AutoCAD MAP vb. gibi farklı yazılımlar mevcuttur. Bu çalışmada ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Yazılımı internetten indirebilmek için öğrenci lisansı alınmıştır (Lisans Kodu: EVA636847908).

ArcGIS, merkezi Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaleti olan ESRI şirketinin geliştirmiş olduğu CBS tabanlı bir yazılımdır. ArcGIS yazılımı ile coğrafi analizler, harita oluşturma, coğrafi bilgileri keşfetme ve paylaşma, veri güncelleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemleri yapılabilir [41].

3.2. Metot

Her havzayı kendi içinde değerlendirmek ve kapsamlı morfolojik analizler yapmak için öncelikle havza sınırları tespit edilmiştir. Tespit edilen sınırlara göre tüm havzalar ayrılmıştır. Her havza için yükseklik, eğim, bakı, drenaj ağı haritaları ve yükseklik-alan ilişkisi grafiği ayrı ayrı üretilmiştir.

Bu bölümde havzaların, sınırlarının tespit edilmesinden temel morfolojik özelliklerinin ortaya konulmasına kadar uygulanan işlem adımlarından bahsedilecektir. Şekil 3.3.'de çalışmanın ana işlem adımları verilmiştir.

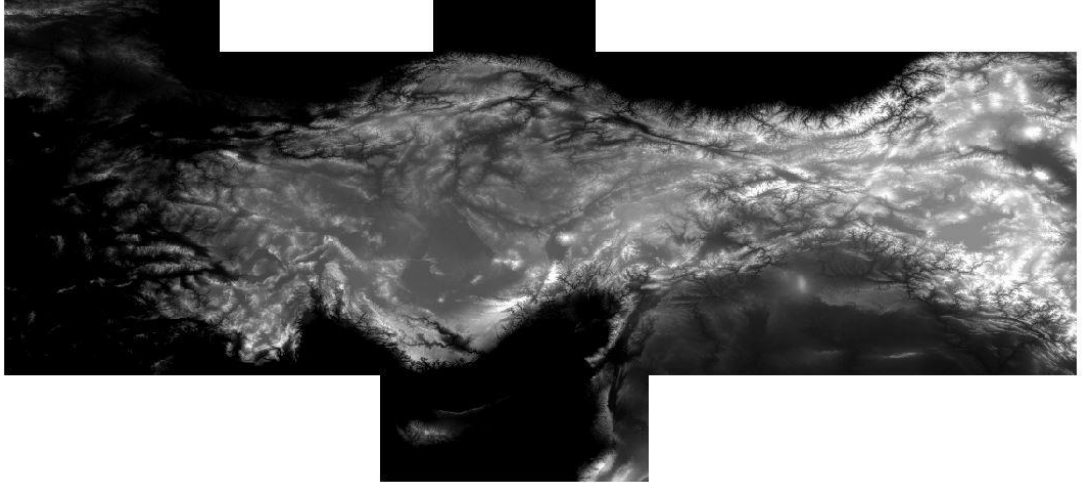


Şekil 3.3. Çalışmanın ana işlem adımları

3.2.1. SYM'nin elde edilmesi

Çalışmanın ilk adımında Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumunun (USGS), "www.earthexplorer.usgs.gov" adlı sitesinden veri indirebilmek amacıyla, mail adresiyle kayıt yapılmıştır. Daha sonra bu siteye ait ASTER GDEM verilerinden tüm Türkiye'yi kapsayan 138 adet SYM görüntü verisi (paftalar halinde) indirilmiştir. Bu SYM verilerindeki her bir hücre, bir kenarı 30 metre olan kare şeklindeki arazinin yükseltisini temsil etmektedir.

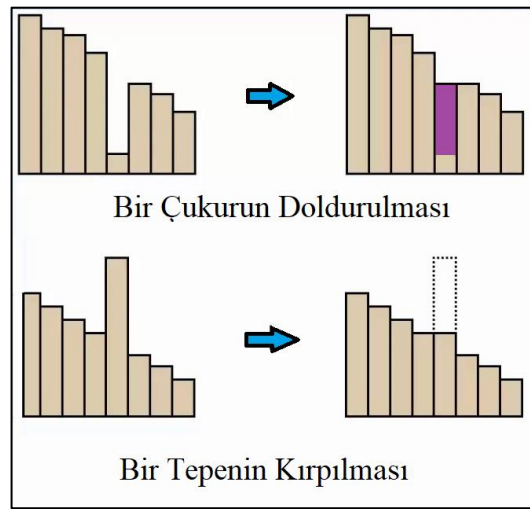
Birbirini tamamlayan parçalardan oluşan bu 138 adet SYM verisi birleştirilmiştir (Şekil 3.4.). Görüntü mozaığının birleştirilmesinde ArcGIS yazılımı üzerinde "Mosaic to New Raster" komutu kullanılmıştır.



Şekil 3.4. ASTER GDEM verilerinin birleştirilmesi ile elde edilen SYM

3.2.2. SYM'nin iyileştirilmesi

SYM'lerde tepe olan yerler veya çukurlar analizlerde hata oluşmasına sebep olabilir. Herhangi bir yüzey bilgisi elde edilmeden önce SYM'deki tepe ve çukur hataları giderilmelidir. Aksi takdirde, suyun akış yönü hesaplanırken hatalı sonuçlar elde edilir. Şekil 3.5.'de komşu piksellere göre tepe yapmış bir piksel değerinin kırılması ve çukur pikselin doldurulması ile SYM'nin iyileştirilmesi gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Tepe ve çukur hatalarının düzeltilmesi [29]

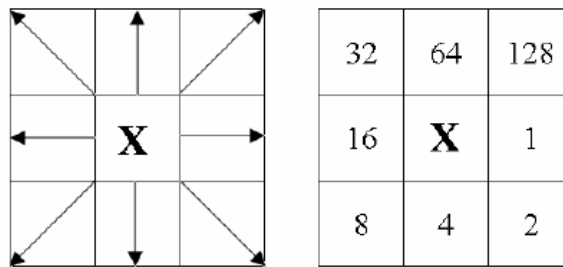
SYM birçok analizde kullanılan bir veri kaynağıdır. Bu analizlerin daha doğru gerçekleştirilmesi SYM'nin doğruluğu ve kalitesiyle ilişkilidir. Bu nedenle SYM üzerinde gerekli ön işlemler yapılarak SYM'nin iyileştirilmesi analiz sonuçlarının da doğruluğunu arttıracaktır [15]. ArcGIS yazılımında SYM'yi iyileştirmek için "Fill" komutu kullanılmıştır.

3.2.3. Su akış istikametinin bulunması

Bir yüzeyde akış istikameti en yüksekten en alçak yere doğru gerçekleşir. Tepelerde ise akış tepeden her yana doğru alçak yerlere gerçekleşir. Akan su önce daha büyük sulara ulaşır ve daha sonra denize dökülür. Bu kurallara göre akış yönü ve akış toplamı belirlenerek akarsu drenaj ağı, alanı ve havza sınırları elde edilebilir [15].

ArcGIS yazılımının, su akış istikametini bulmak için kullandığı çalışma prensibi incelenmiştir ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Sayısal yükseklik modelinde, grid yapıdaki hücrelerin her biri, temsil ettikleri alanın yükseklik değerini gösterirler. Hücrelerde akış, yükseklik değeri kendisinden düşük olan komşu hücrelerden sadece birine doğru olabilmektedir. Her bir hücreden komşu hücrelere akış için 8 olası yön vardır ve bu yönler aşağı, yukarı, sağa, sola, yukarı sağ, aşağı sağ, yukarı sol, ve aşağı sol olarak belirtilmiştir. Şekil 3.6.'da ve çizelge 3.1'de x hücresinden olası akış yönleri ve bu akış yönlerine göre, çalışılan ArcGIS yazılımında akış yönünü ifade eden değerler gösterilmiştir.

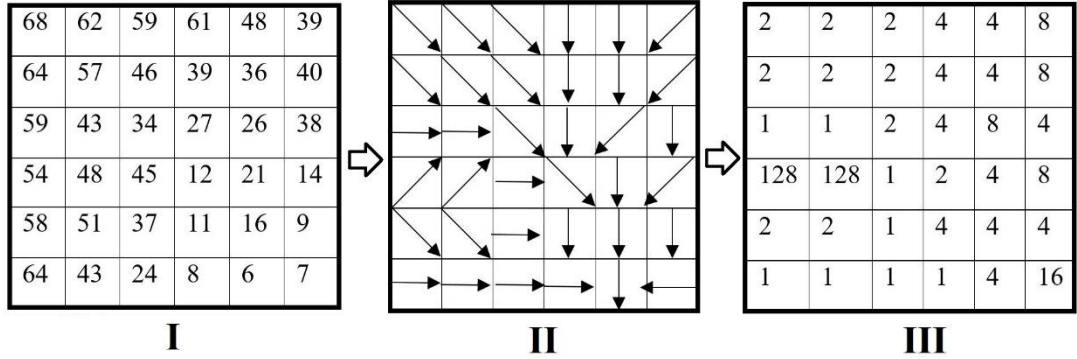


Şekil 3.6. Akış yönleri ve bu yönlere göre hücre değerleri [26]

Çizelge 3.1. ArcGIS yazılımında yönleri ifade eden değerler [26]

YÖN	ALACAĞI DEĞER
Sağ	1
Sol	16
Yukarı	64
Aşağı	4
Yukarı Sağ	128
Yukarı Sol	32
Aşağı Sağ	2
Aşağı Sol	8

Akış yönünün belirlenmesi için her bir hücrenin etrafındaki en düşük kotlu hücre belirlenir ve bu istikamette incelenen hücreye yön işareti yerleştirilir. Bu yön işaretleri yazılımda sayılarla temsil edilir. Şekil 3.6.'da akış yönlerinin ArcGIS yazılımı üzerinden hesaplanması temsili olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Su akış yönlerinin temsili olarak gösterilmesi

Şekil 3.7.'de gösterilen I numaralı tablo SYM modelini temsil etmektedir. II numaralı tablo bu model üzerinde hücrelerden hangi yönlere akışın olacağını göstermektedir. III numaralı tablo ise hücrelerdeki akış yönlerinin ArcGIS yazılımında sayılarla temsil edilmesini göstermektedir.

ArcGIS yazılımında “Flow Direction” komutu kullanılarak akış yönü bulunur. Havza Sınırlarını tespit etmek için uygulanacak olan “Basin” komutu için bu veri gereklidir.

3.2.4. Havza sınırlarının tespiti

ArcGIS yazılımında havza sınırlarının tespit etmek için akış yönleri kullanılır. Havza sınırlarını bulabilmek için sırasıyla aşağıdaki işlem adımları uygulanır;

- 1) ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill
- 2) ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction
- 3) ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Basin
- 4) ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon

Sayısal yükseklik modelinden itibaren havza sınırlarının bulunmasına kadar uygulanan işlem adımlarını özetleyecek olursak;

- SYM iyileştirilir.
- Akış yönleri bulunur.
- Su ayırım çizgilerine göre havza sınırlarının raster verisi bulunur.
- Raster veri, vektör veriye dönüştürülür.

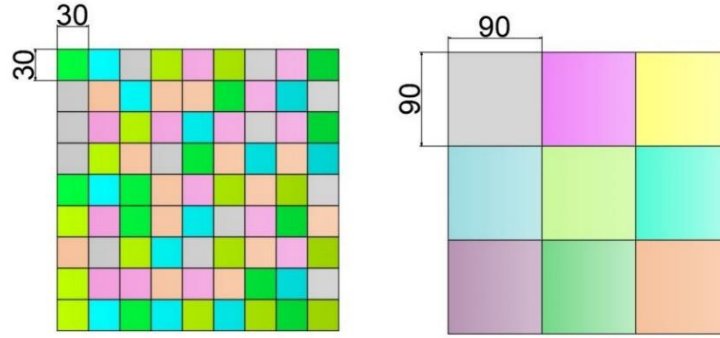
Türkiye’yi kapsayan sayısal yükseklik modeli üzerinde belirtilen işlem adımları sırasıyla uygulanmıştır. İşlemin üçüncü adımı olan “basin” komutunda yazılım hata vermiştir. Hata açıklaması incelendiğinde Türkiye’yi kapsayacak kadar büyük bir alan seçilmesinden dolayı bilgisayarın işlem gücünün (CPU) “basin” komutunda yetersiz kaldığı görülmüştür. Bilgisayarın işlem gücünün yetersiz kalmasından kaynaklanan bu hatayı gidermek maksadıyla bilgisayarın işlem yapacağı hücre sayısını azaltma yoluna gidilmiştir.

Türkiye’yi kapsayan SYM modeli, araziye temsil eden, bir kenarı 30 metre olan kare şeklindeki hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşturulmuştur. Çalışılan alanın büyüklüğünden dolayı ArcGIS yazılımı milyonlarca hücreyi tek tek analiz etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum bazı analizlerde hataya sebep olmaktadır. Yazılımda

bir hücreyle etrafındaki hücrelerin ortalaması alınarak daha büyük hücreler oluşturmak mümkündür. Bu şekilde hücre sayısı azaltılabilir.

Hücre sayısının azaltılması için ilk olarak SYM'deki 30 m * 30 m çözünürlüğündeki hücrelerden, etrafındaki hücrelerin ortalaması alınarak bir kenarı 60 metre olan yeni hücreler oluşturulmuştur. Yani SYM'yi oluşturan hücrelerin büyüklüğü 2 katına çıkarılmış ve hücre sayısı azaltılmıştır.

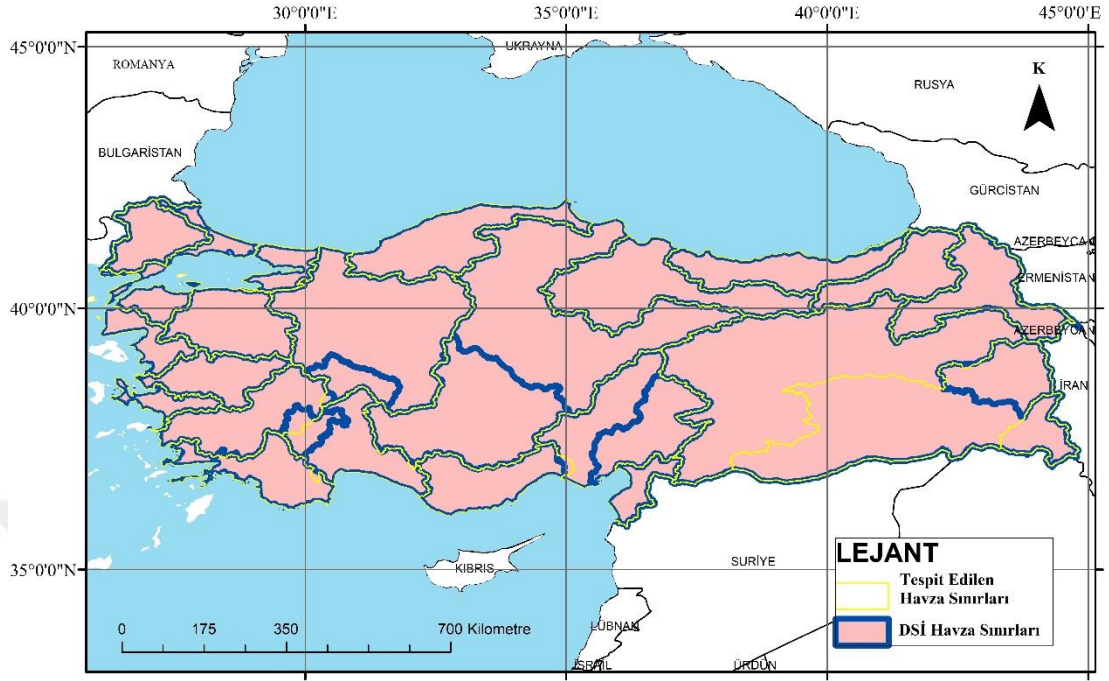
60 m * 60 m boyutundaki hücrelerden oluşan SYM üzerinde belirtilen analizler tekrarlanmıştır ve aynı hata kodu alınmıştır. Bunun üzerine hücrelerin büyüklüğünün 3 katına çıkarılmasına karar verilmiştir.



Şekil 3.8. ArcGIS yazılımında hücre sayısının azaltılması

Hücrelerin büyüklüğü 3 katına çıkartılarak 90 m * 90 m boyutunda hücreler oluşturulmuştur (Şekil 3.8.). Hücre sayısının 9' da 1 azalması sağlanmıştır. SYM üzerinde belirtilen işlem adımları tekrarlandığında havza sınırları sonucuna ulaşılmıştır. Hücre sayısının 9 kat azalması aynı zamanda analiz sürelerinin de kısalmasına sebep olmuştur.

90 m * 90 m boyutunda kare hücrelerden oluşan SYM üzerinden tespit edilen havza sınırlarıyla Devlet Su İşlerine (DSİ) ait havza sınırları, şekil 3.9.'da kıyaslanmıştır.



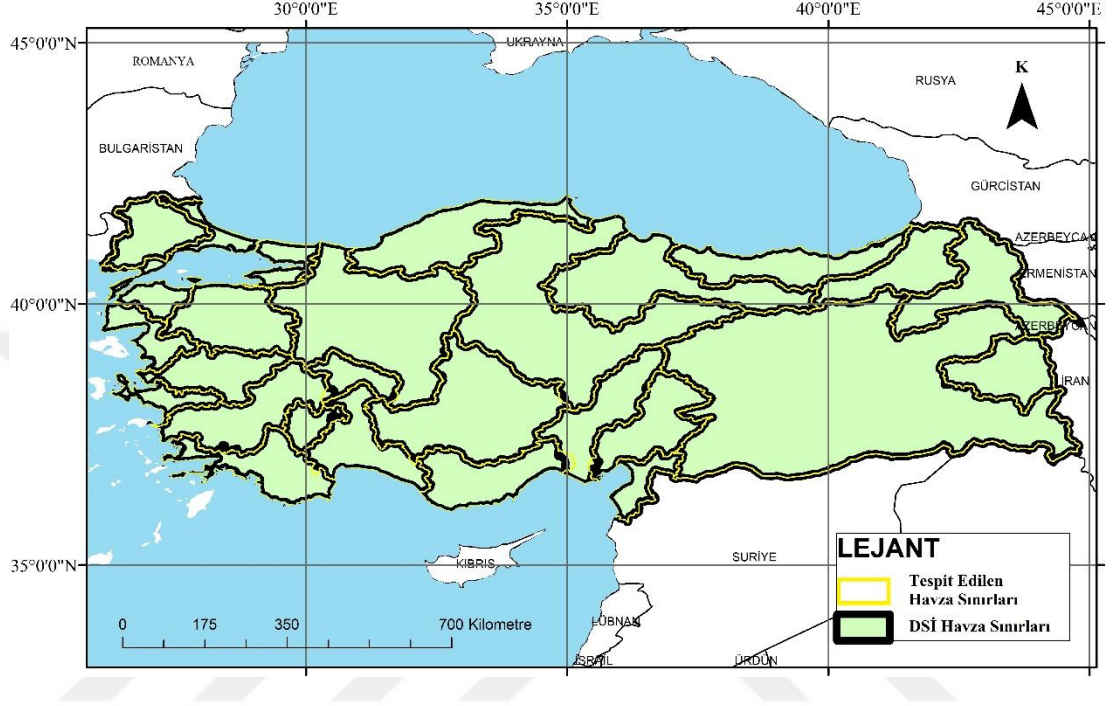
Şekil 3.9. Tespit edilen sınırlar ile DSİ'ye ait havza sınırları kıyaslanması-I

Kıyaslama sonucunda havza sınırlarının birbiri ile tam örtüşmediği görülmüştür. Antalya Burdur ve Isparta civarında, Van Gölü etrafında DSİ'ye ait sınırlar ile yazılımla tespit edilen sınırların farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca yazılımda; Konya ile Kızılırmak Havzası'nın ve Seyhan ile Ceyhan Havzası'nın arasındaki sınırların tespit edilemediği gözlemlenmiştir.

Oluşan hataların genel olarak göller civarında olması sebebiyle göllerin etrafındaki havza sınırları ayrıntılı olarak incelenmiştir. ArcGIS yazılımında, göllere ulaşıncaya sona ermesi gereken akarsu akışlarını devam ettiği gözlemlenmiştir. Yazılımın göllerle düz arazileri birbirinden ayıramadığı tespit edilmiştir. Göllerde sona ermeyen akarsu akışların komşu havzalara karıştığı ve yazılımın bu sebeple komşu havzaları bir bütün olarak gördüğü yorumu yapılmıştır.

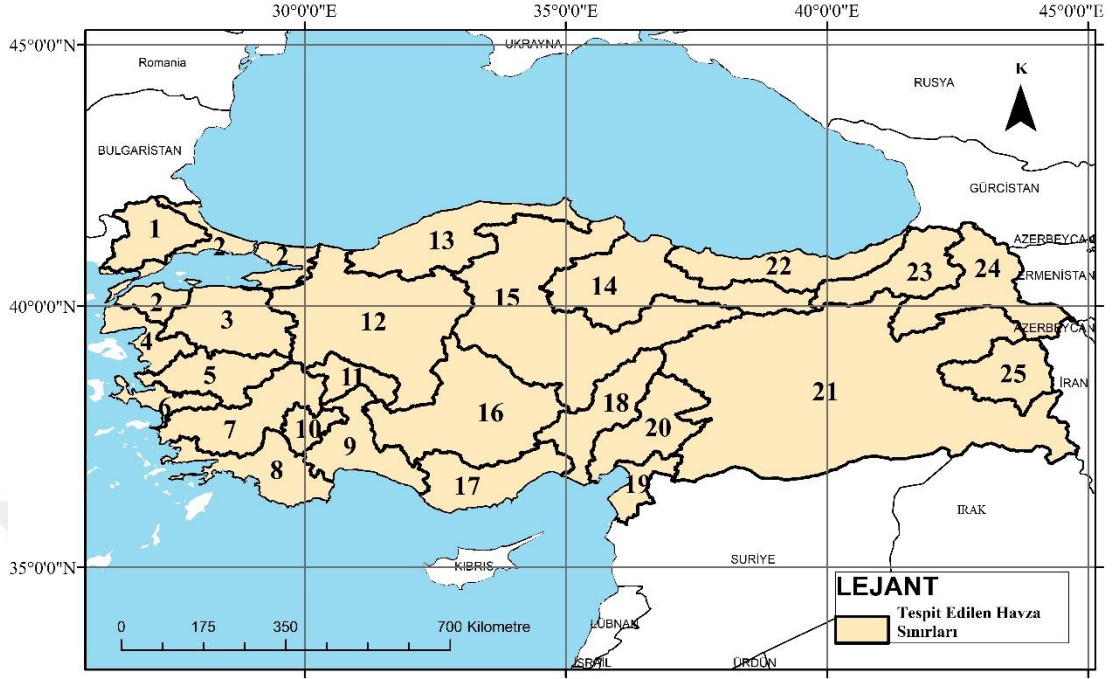
Havza Sınırlarındaki hataları gidermek amacıyla sayısal yükseklik modelinden Türkiye'deki tüm göller çıkarılmıştır. Böylece göllerde akarsu akışlarının sona ermesi sağlanmıştır. Sınırların tespiti için daha önceden belirtilen işlem adımları

tekrarlandığında DSİ havza sınırları haritasına çok yakın birbiri ile örtüşen havza sınırları elde edilmiştir. Şekil 3.10.'da bu kıyaslama gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Tespit edilen sınırlar ile DSİ'ne ait havza sınırları kıyaslanması-II

Türkiye'de bulunan tüm havzaların sınırlarını tespit ettikten sonra havzalar için ayrı ayrı morfolojik analizler yapılmaya başlanmıştır. Havzalar üzerinde çalışma yapan diğer araştırmacılara temel veriler sağlayacak olan bu çalışmada havzalar DSİ verilerine göre numaralandırılmış ve isimlendirilmiştir. Şekil 3.11.'de havza numaraları gösterilmiştir. Çizelge 3.2.'de havza isimlerine yer verilmiştir.



Şekil 3.11. DSİ verilerine göre havzaların numaralandırılması [42]

Çizelge 3.2. DSİ verilerine göre havza isimleri [42]

Havza No	Havza Adı	Havza No	Havza Adı
01	Meriç-Ergene Havzası	14	Yeşilırmak Havzası
02	Marmara Havzası	15	Kızılırmak Havzası
03	Susurluk Havzası	16	Konya Kapalı Havzası
04	Kuzey Ege Havzası	17	Doğu Akdeniz Havzası
05	Gediz Havzası	18	Seyhan Havzası
06	Küçük Menderes Havzası	19	Asi Havzası
07	Büyük Menderes Havzası	20	Ceyhan Havzası
08	Batı Akdeniz Havzası	21	Fırat - Dicle Havzası
09	Antalya Havzası	22	Doğu Karadeniz Havzası
10	Burdur Göller Havzası	23	Çoruh Havzası
11	Akarçay Havzası	24	Aras Havzası
12	Sakarya Havzası	25	Van Gölü Havzası
13	Batı Karadeniz Havzası		

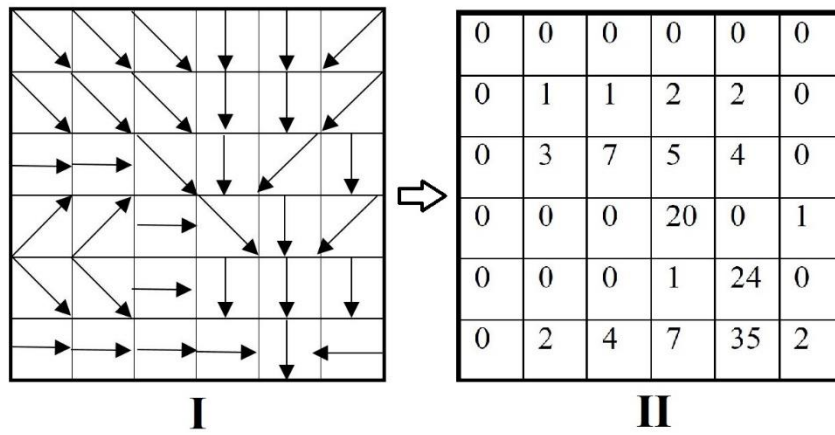
3.2.5. Akarsu drenaj ağının bulunması

Akarsu drenaj ağının belirlenmesinde akış yönleri ve akış toplamı kullanılır. Bu aşamaya kadar olan kısımda akış yönleri bulunmuştur. Drenaj ağı için öncelikle akış toplamı bulunmalıdır [24].

ArcGIS yazılımında akış toplamını hesaplamak için “Flow Accumulation” komutu uygulanır. Yazılımında, akış toplamı hesabının nasıl yapıldığı incelenmiştir ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Akış toplamının bulunmasında, hesaplanan su akış yönleri tablosu kullanılır (Şekil 3.12.). Akış toplamının bulunmasında aşağıdaki maddeler dikkate alınır.

- Her hücrede 1 birim su bulunduğu varsayımından hareket edilir.
- Bir hücreye etrafındaki hücrelerden sadece bir hücreden akış oluyorsa, hücrenin alacağı değer 1’dir.
- Bir hücreye, herhangi bir hücreden akış olmuyorsa hücrenin alacağı değer sıfırdır.
- Bir hücreye etrafındaki 2 hücreden akış oluyorsa, hücrenin alacağı değer 2’dir. Bu değer akış devam ediyorsa bir sonraki hücreye aktarılır.



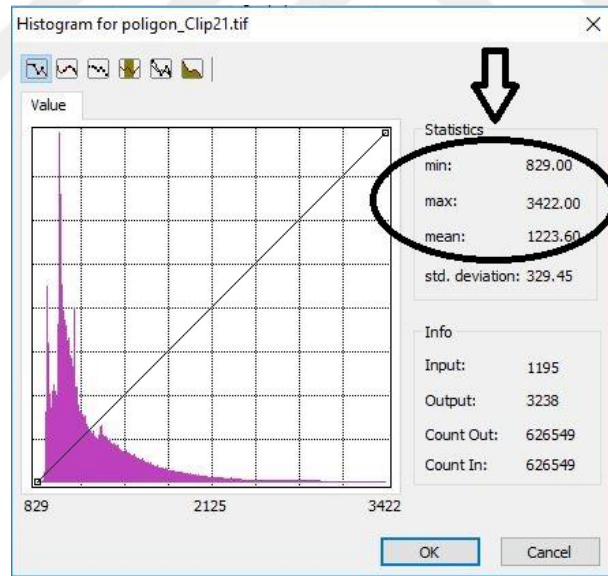
Şekil 3.12. Su akış yönleri ve akış toplamı

Şekil 3.12.'de I numaralı tabloda su akış yönleri gösterilmiştir. II numaralı tabloda bir hücreye kaç farklı hücreden akış varsa toplanmış ve sayısal değerler gösterilmiştir.

3.2.6. Yükseklik analizi

Düşük yükseklikteki alanlar aynı drenaj havzasındaki daha yüksek bölgelerden gelen yağışları toplar. Bu özellikten dolayı yağış toplanması ve birikim miktarı açısından yükseklik bilgisi son derece önemlidir [15].

ArcGIS yazılımında maksimum yükseklik, minimum yükseklik ve ortalama yükseklik değerleri SYM üzerinden hesaplanır. Yazılımdan yükseklik verilerini öğrenmek için havzaya ait SYM seçilip “Properties (özellikler)” penceresi açılır. Bu pencerede bulunan “Symbology” sekmesinden “Histograms” penceresi açılır. Hesaplanan yükseklik verileri bu pencereden okunur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Histogramda minimum, maksimum ve ortalama yükseklik verileri

Türkiye’deki tüm havzalar için ayrı ayrı yükseklik haritaları üretilmiştir. Her havzanın ortalama, minimum ve maksimum yükseklik değerleri, yükseklik haritalarıyla beraber tezin 4. bölümünde verilmiştir.

3.2.7. Havzanın alansal dağılımının bulunması

Yükseklik analizlerinin yapılmasıyla ve havza alanlarının hesaplanmasıyla, havzaların alansal dağılımını oluşturabilecek veriler elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak havzaların tamamında 200 metre yükseklik artışına göre arazi sınıflandırılmıştır. Aynı yükseklik artışı kullanılarak yapılan sınıflandırma ile havzaların birbiri ile kıyaslanabilmesi mümkün kılınmıştır.

Alansal dağılım grafiklerinden havzayı oluşturan arazilerin hangi yükseklikte daha fazla olduğu, ortalama yüksekliğin az veya çok olmasının sebepleri, havzaların alansal dağılımların kıyaslanması gibi birçok veri üretilebilir.

3.2.8. Havza alanı ve çevre uzunluğu

Havzaların alanını ve çevresini hesaplayabilmek için vektör veri dosyasından “Open Attribute Table” penceresi açılır. Bu pencereden mevcut tabloya “Add Field” komutu ile iki sütun daha eklenir. Eklenen sütunlar seçilerek “Calculate Geometry” komutu ile alan ve çevre hesaplanır.

Türkiye’deki havza sınırları belirlendikten sonra sadece sınırları içeren vektör veri dosyası, poligon formatında kaydedilmiştir ve yukarıdaki işlemler uygulandıktan sonra havzalara ait alan ve çevre bilgisine ulaşılmıştır. Tüm havzaların alan ve çevre verilerini gösteren çizelge 3.3. hazırlanmıştır.

Çizelge 3.3. Havza alanları ve çevreleri

No	Havzanın Adı	Alan (km ²)	Çevre (km)
01	Meriç-Ergene Havzası	14812	754.61
02	Marmara Havzası	23634	2650.47
03	Susurluk Havzası	24764	1081.46
04	Kuzey Ege Havzası	10201	926.81
05	Gediz Havzası	17519	1052.26
06	Küçük Menderes Havzası	7146	874.90
07	Büyük Menderes Havzası	26141	1333.04
08	Batı Akdeniz Havzası	20967	1586.51
09	Antalya Havzası	20323	1257.43
10	Burdur Havzası	6561	575.89
11	Akarçay Havzası	8702	708.62
12	Sakarya Havzası	63798	1986.22
13	Batı Karadeniz Havzası	29039	1491.08
14	Yeşilırmak Havzası	39616	1725.27
15	Kızılırmak Havzası	82510	2791.91
16	Konya Kapalı Havzası	50466	1648.85
17	Doğu Akdeniz Havzası	22194	1078.05
18	Seyhan Havzası	21310	1231.85
19	Asi Havzası	7878	711.91
20	Ceyhan Havzası	21672	1194.04
21	Fırat Dicle Havzası	176294	3559.41
22	Doğu Karadeniz Havzası	22924	1237.57
23	Çoruh Havzası	20252	1013.45
24	Aras Havzası	28002	1413.50
25	Van Gölü Havzası	17888	801.38

3.2.9. Eğim analizi

Eğim faktörü, havzanın morfolojik özellikleri içinde yer alır. Genel anlamda bir noktanın başka bir noktaya olan düşey mesafesinin yatay mesafesine oranı olarak tanımlanır. Çalışmalarda ve pek çok CBS yazılımında eğim % (yüzde) ile ifade edilir. ArcGIS yazılımında eğim hesaplamak için “Slope” komutu uygulanır.

Eğim faktörü özellikle taşkın ve heyelanların oluşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir. Bütün koşulların aynı olması şartıyla, eğimin fazla olduğu alanlarda yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara nispeten daha azdır. Bunun sonucunda da yağmur suları direkt akışa katılırlar ve bu da akım değerini fazlalaştırır.

3.2.10. Bakı analizi

Bakı (yöney, yönelim), düşey ile eğim yüzü arasındaki açıdır. Bir başka ifadeyle bakı topoğrafik eğim yüzünün hangi yöne baktığını belirtir ve bu nedenle kısaca eğim yönü olarak tanımlanır [29].

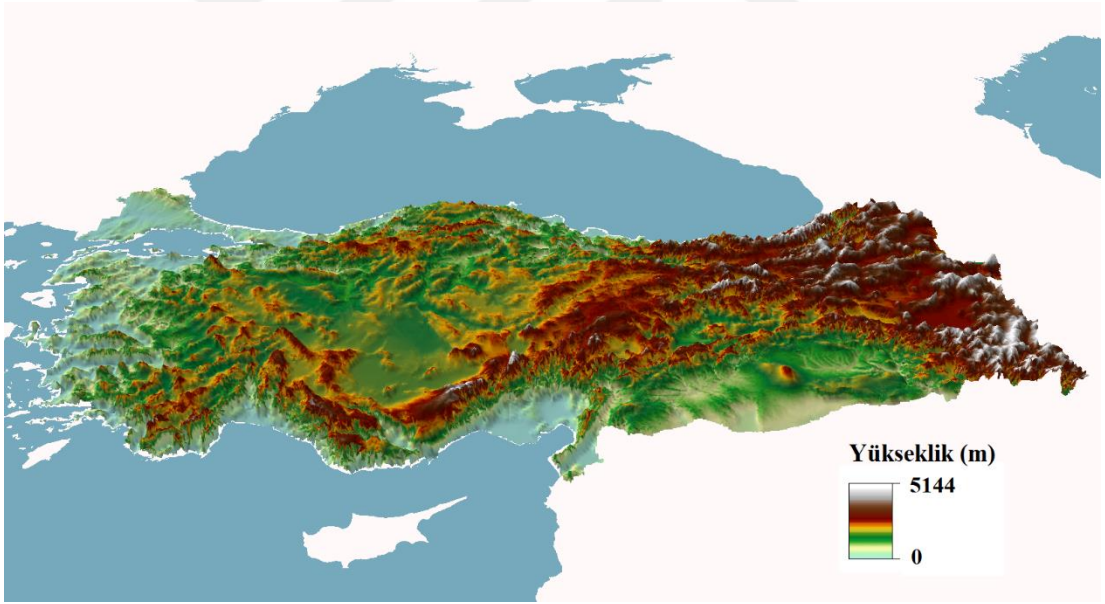
Bakı güneşten alınan ısı enerjisi miktarı ve müddetine bağlı olarak farklı sıcaklık etkileriyle, terleme ve buharlaşma ile oluşan su kaybına etki eden bir unsur olmakla birlikte kar erimesinde de başlıca faktördür. Bu açıdan taşkın araştırmalarında etkili olarak kullanılabilir bir unsurdur [29]. Türkiye kuzey yarım kürede yer alması nedeniyle, genel olarak güneye bakan yamaçlar, kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla güneş radyasyonu alırlar. Doğu ve batıya yamaçları güneye göre daha orta dereceli bir etkiye sahiptir. Ancak, doğu yamaçları sabah, batı yamaçları ise akşamları daha fazla güneş ışığı alırlar.

ArcGIS yazılımında SYM haritasından üretilen, 8 farklı yönden ve düz alanlardan oluşan havzalara ait bakı haritaları ArcGIS yazılımında “Aspect” komutu uygulanarak üretilmiştir

3.2.11. Üç boyutlu havza modeli

Havza çalışmalarında üç boyutlu arazi modellerinin ortaya konulması, havzanın konumsal durumu hakkında daha detaylı bilgi verir. Üç boyutlu model oluşturulacak çalışmalara bakış katması açısından son derece önemlidir. İki boyutlu yapılan çalışmalarda bazı detaylar görülemeyebilir. Üç boyutlu modellerin oluşturulmasıyla detaylar daha ayrıntılı incelenebilir.

Şekil 3.14.'deki üç boyutlu model ArcGIS yazılımında mevcut olan Arc-Scene modülüyle SYM üzerinden oluşturulmuştur ve renklendirilmiştir. Bu model sayesinde havzaların şekli, yüksekliği, drenaj ağları hakkında daha anlaşılır ve detaylı bilgi edinmek mümkündür.



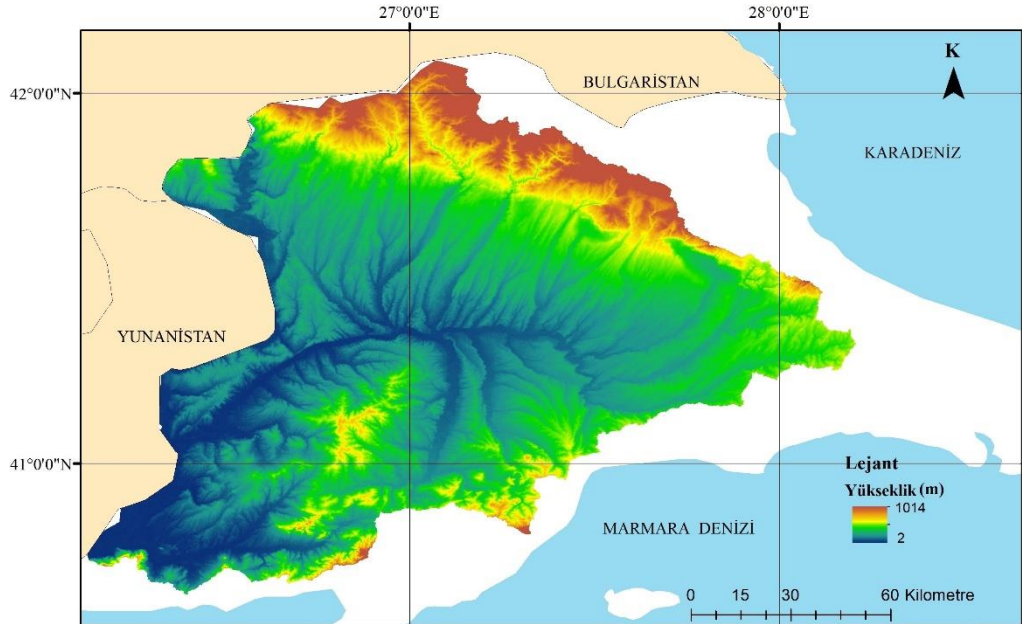
Şekil 3.14. Türkiye'nin üç boyutlu SYM modeli

4. UYGULAMA

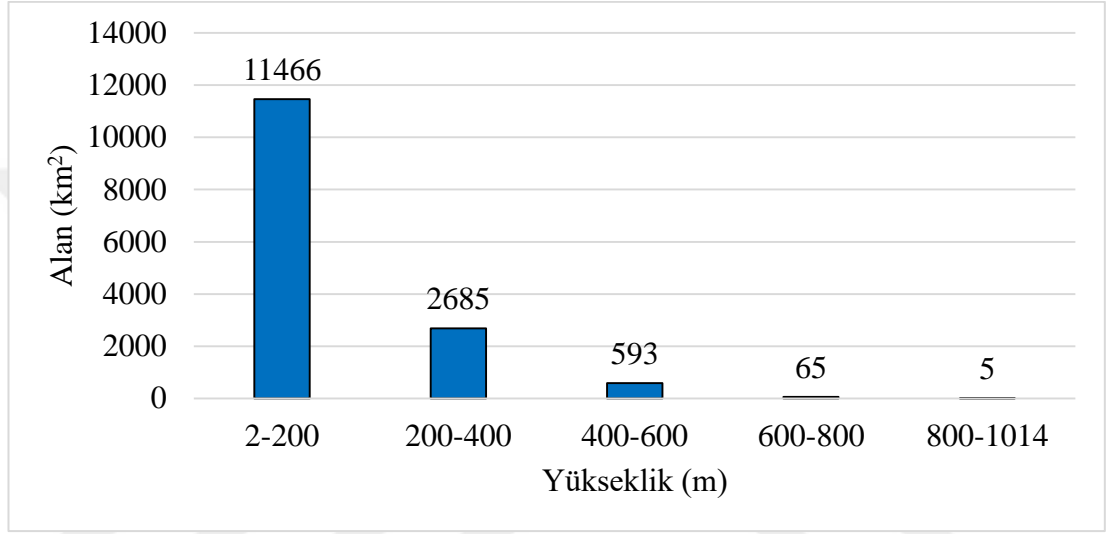
Materyal ve Metot bölümünde belirtilen işlem adımları uygulanarak Türkiye’deki tüm akarsu havzalarının morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu bölümde morfolojik analiz sonucu üretilen; yükseklik, eğim, bakı ve drenaj ağı haritaları, yükseklik - alan ilişkisini gösteren grafikler, DSI’nin yapmış olduğu havza numaralandırması ve isimlendirmesi dikkate alınarak sırasıyla verilmiştir.

4.1. Meriç Ergene Havzası

Meriç Ergene Havza’sının minimum yüksekliği 2 m, maksimum yüksekliği 1014 m ve ortalama yüksekliği 149 m olarak hesaplanmıştır. Diğer havzalarla kıyaslandığında ortalama yüksekliği en az olan havzadır. Havzanın Türkiye içinde kalan sınırları doğal sınırlardan oluşurken, Yunanistan ve Bulgaristan sınırları, idari sınırlardır. Havza, Edirne’nin tamamını, Kırklareli ve Tekirdağ illerinin büyük bir kısmını kapsamaktadır (Şekil 4.1.).



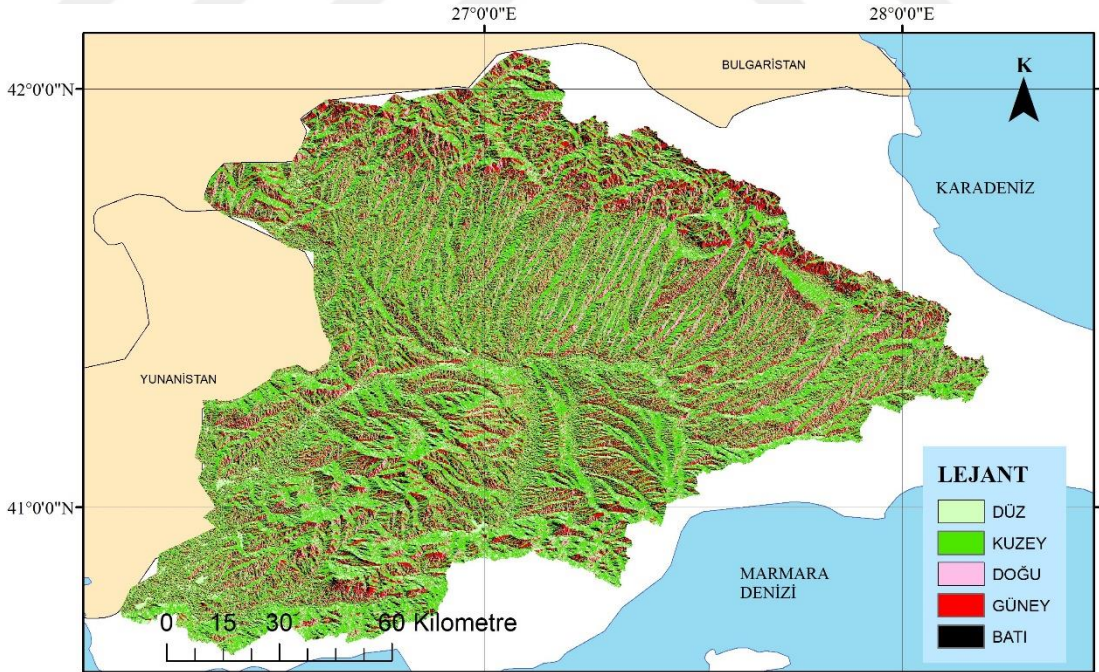
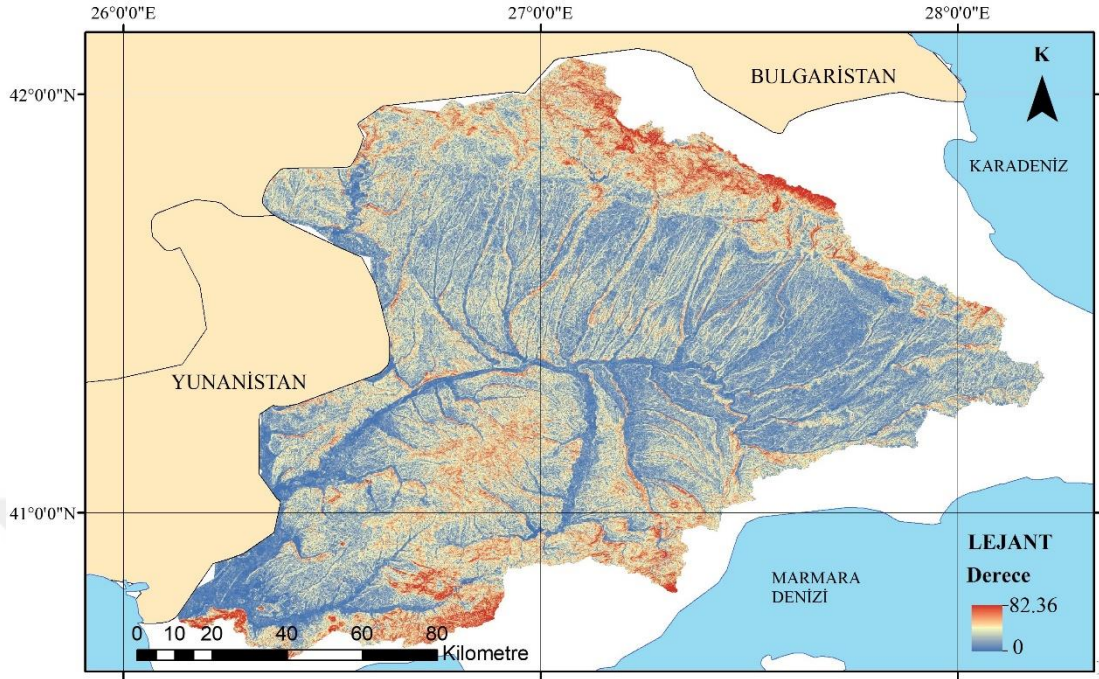
Yükselti alanı grafiğinden yüksekliğe göre alansal dağılım hakkında detaylı bilgi edinilebilir. Havzanın, yüksekliği 2 m'den 200 m'ye kadar olan alanı 11466 km²'dir. Bu alan tüm havzanın %77'sini oluşturmaktadır. Havzanın en düşük ve en yüksek kotları arasındaki fark 1012 m olmasına rağmen %77'lik alanın 200 metreyi geçmemesi, havzanın ortama yüksekliğinin 149 m olmasının sebebidir (Şekil 4.2.).

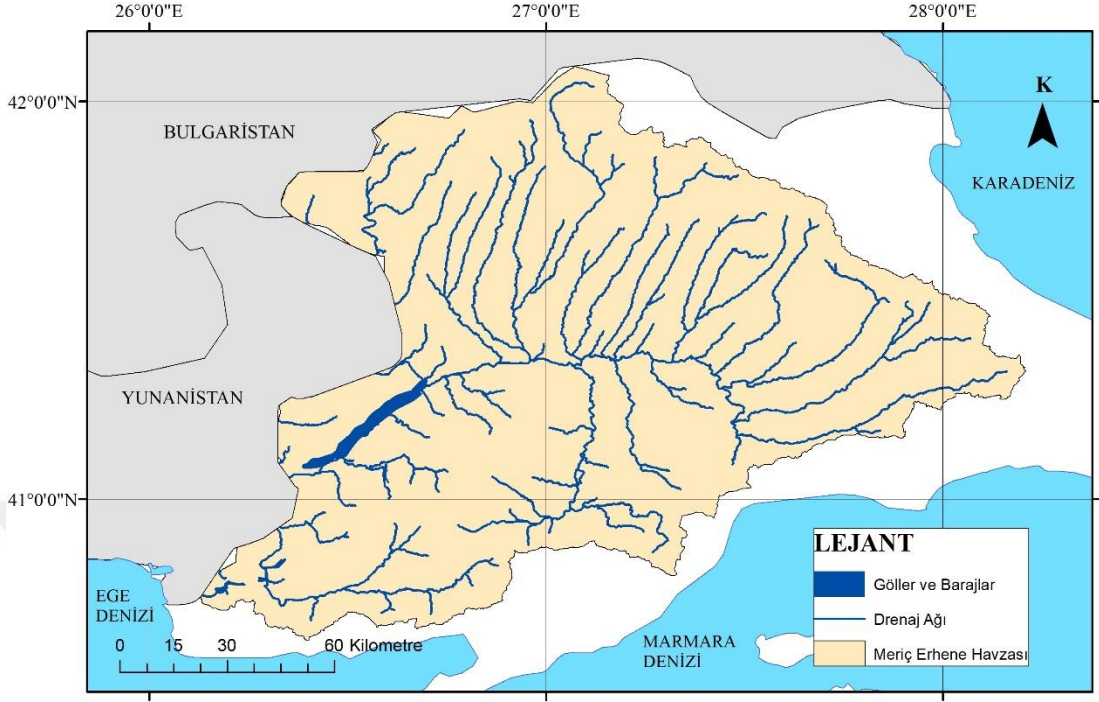


Şekil 4.2. Meriç Ergene Havzası Yükselti Alanı

Eğim haritası incelendiğinde havzanın genelinde koyu ve açık mavi tonlarının hâkim olduğu görülmektedir. Bu haritadan havzada genellikle eğimin az olduğu söylenebilmektedir (Şekil 4.3.). Ortalama eğim % 23.94 olarak hesaplanmıştır. Tüm havzalar içerisinde ortalama eğimi en düşük havza, Meriç-Ergene Havzası'dır.

Bakı haritası incelendiğinde havzanın kuzey kesiminde bulunan dağların yamaçlarının güneye ve kuzeye baktığı görülmektedir. Havzanın güneyinde bulunan dağlarda ise yamaçların güneydoğu – kuzeybatı doğrultusunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.). Havzanın sınır bölgelerinde yüksekliği daha fazladır. Bu bölgelerden akışa geçen yağış, havzanın orta kısmında bulunan ana akarsu koluna dâhil olacaktır (Şekil 4.5.).



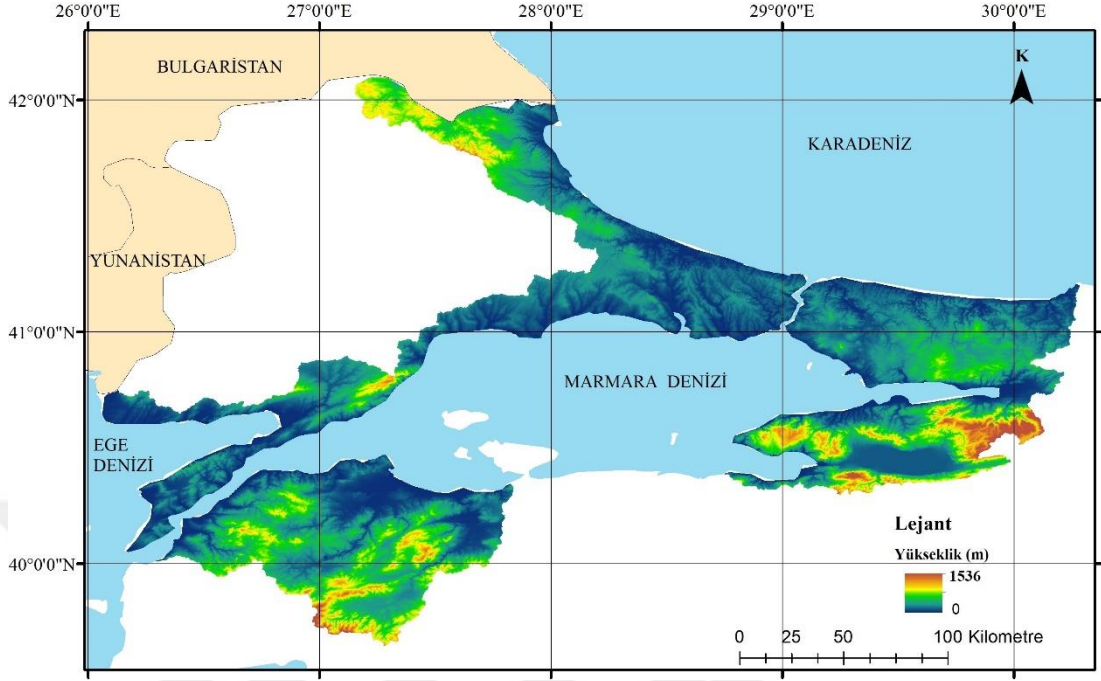


Şekil 4.5. Meriç Ergene Havzası Drenaj Ağı

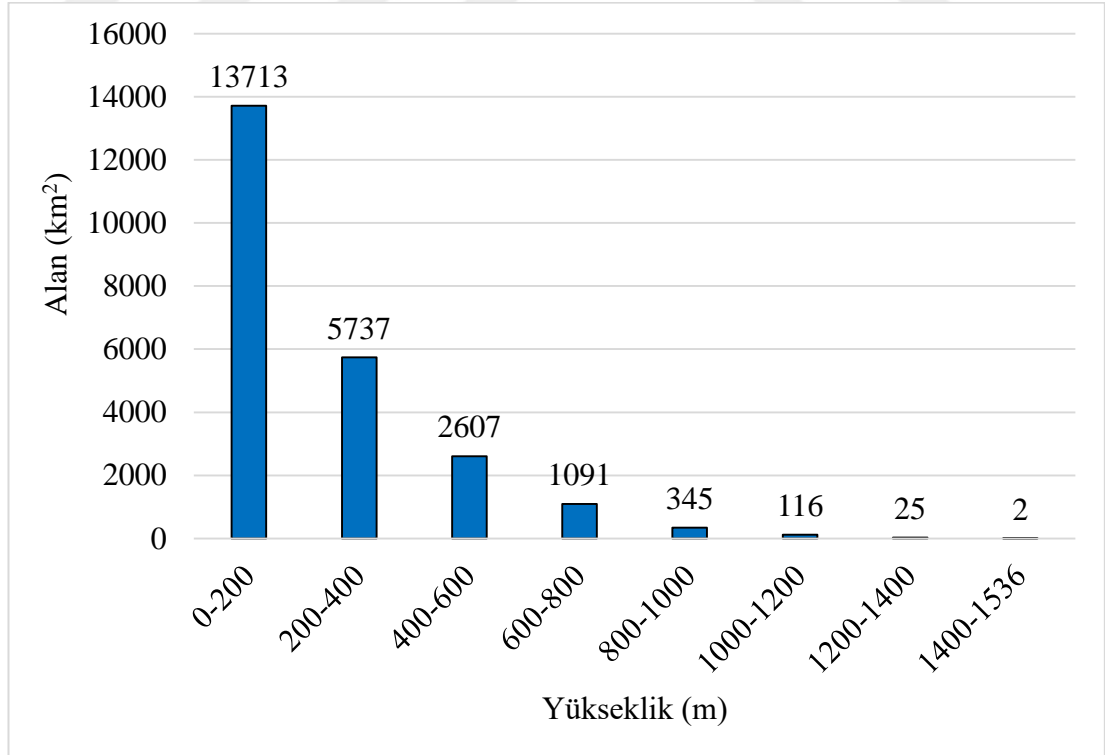
4.2. Marmara Havzası

Marmara Havzası'nın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 1536 m ve ortalama yüksekliği 228 m olarak hesaplanmıştır. Havza; İstanbul, Kocaeli Yalova ve Çanakkale illerinin tamamına yakını, Bursa'nın, Balıkesir'in, Tekirdağ'ın bir kısmını kapsamaktadır. Yükseklik haritasında mavi tonların ağırlıkta olması havza genelinde yüksekliğin az olduğunu göstermektedir (Şekil 4.6.).

Marmara Havzası'nın yüksekliği 0 m - 400 m arasındaki toplam alanı 19450 km²'dir ve bu alan tüm havanın %82'sini oluşturmaktadır. Ortalama yüksekliğin 228 m olması, yüksekliği az olan alanların çoğunlukta olmasından kaynaklanmaktadır. Havzanın 1000 m'den yüksek kesimlerinin, tüm alana oranı 0.006 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi oran oldukça düşüktür (Şekil 4.7).

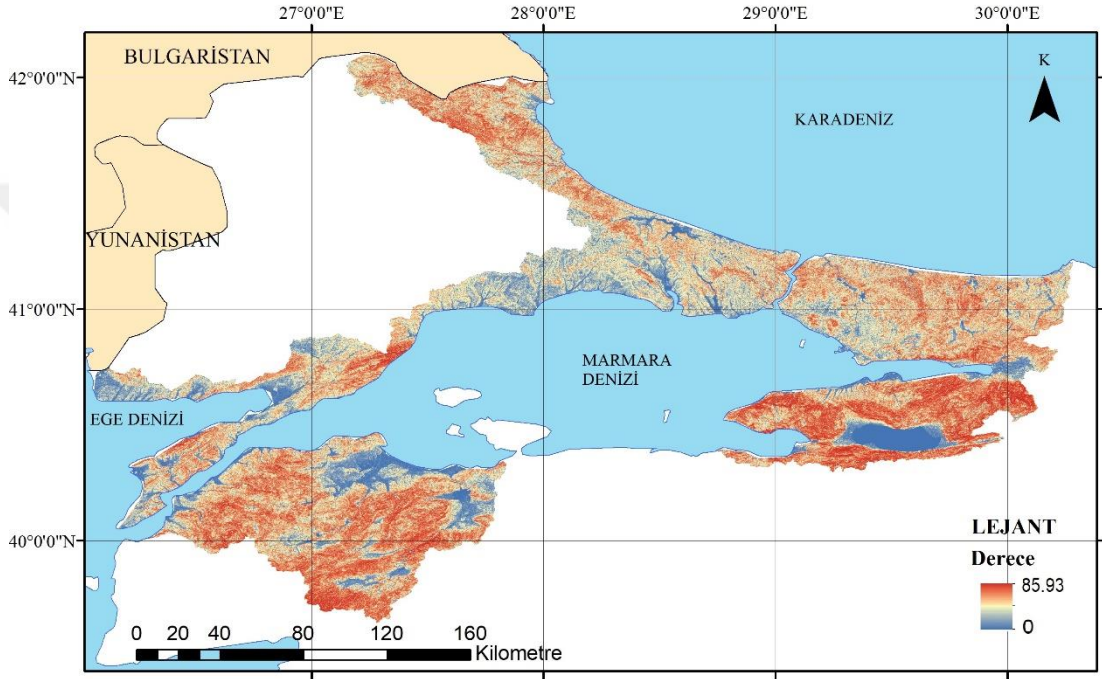


Şekil 4.6. Marmara Havzası Yükseklik Haritası



Şekil 4.7. Marmara Havzası Yükselti Alanı

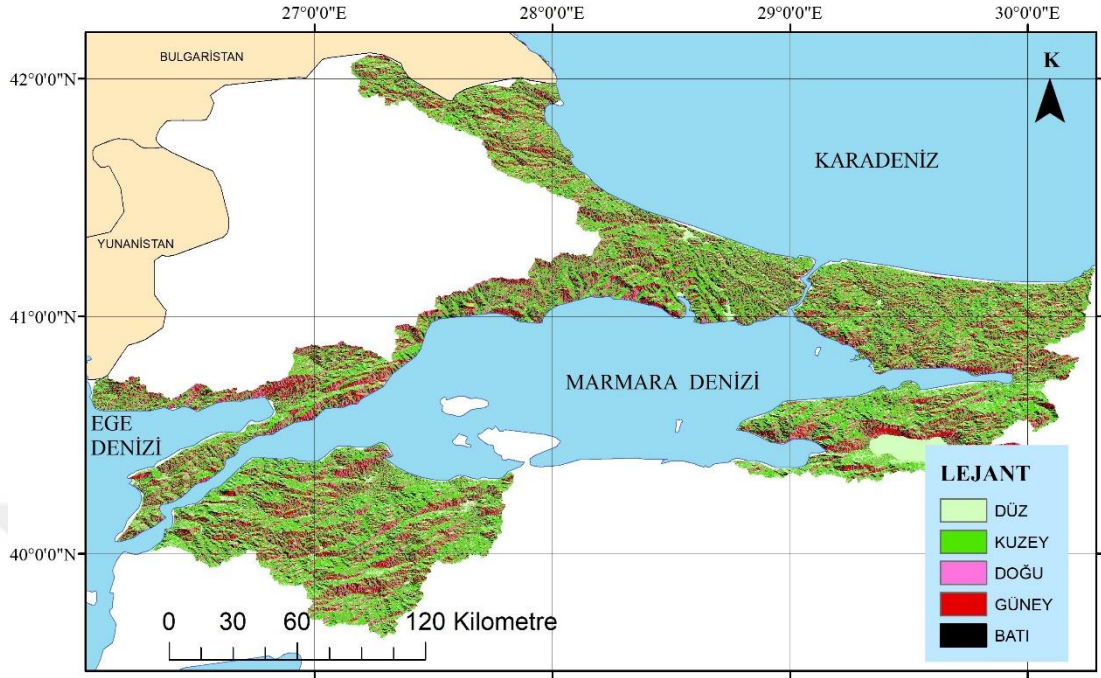
Eğim haritası incelendiğinde havzanın genelinde mavi tonların az olduğu ve açık kahverengi tonların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Bu durum havzada düz alanların az olduğunu, havzanın genelde eğimli alanlardan oluştuğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.8.). Ortalama eğim değeri % 43.42'dir.



Şekil 4.8. Marmara Havzası Eğim Haritası

Bakı haritasından Marmara Havzası'nın genelinde, dağların yamaçlarının kuzey ve güney yönlerine baktığı görülmüştür. Havzayı oluşturan arazi genellikle eğimli olduğu için düz yüzeyleri temsil eden renk, bakı haritasında oldukça azdır (Şekil 4.9.).

Drenaj ağı haritasından bir yağış durumunda oluşacak su akışının Karadeniz'e ve Marmara Denizi'ne döküleceği anlaşılmaktadır. Drenaj ağı birbirinden bağımsız ana drenaj kollarından oluşmaktadır (Şekil 4.10.).



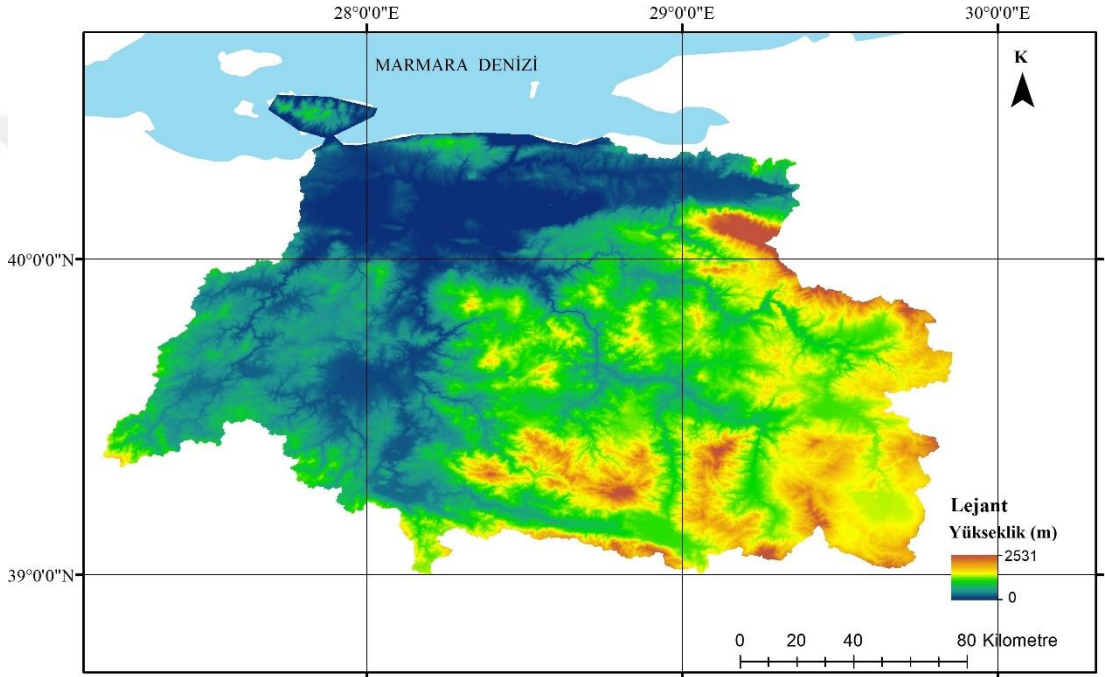
Şekil 4.9. Marmara Havzası Bakı Haritası



Şekil 4.10. Marmara Havzası Drenaj Ağı

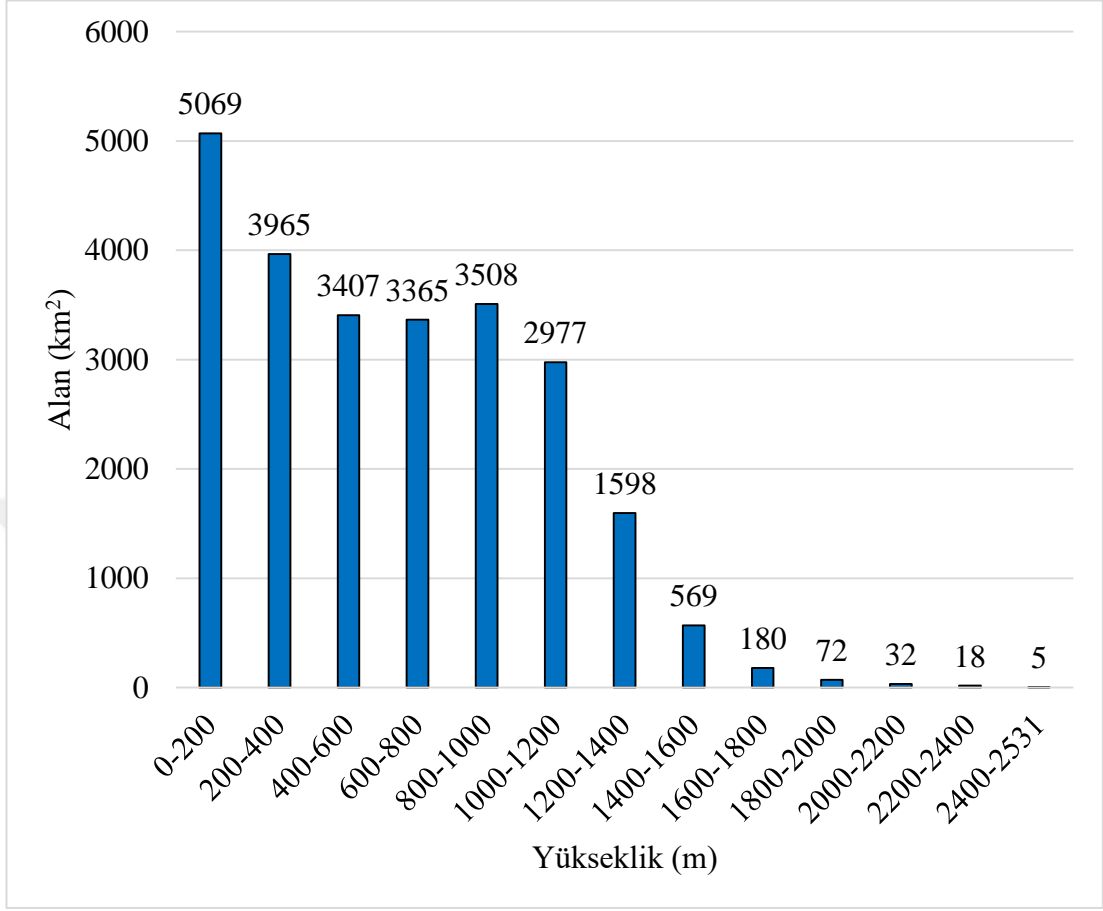
4.3. Susurluk Havzası

Susurluk Havzası'nın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 2531 m ve ortalama yüksekliği 627 m olarak hesaplanmıştır. Susurluk Havzası Bursa, Balıkesir ve Kütahya'yı kapsamaktadır. Havzanın doğu ve güney sınırlarında yükseklik fazladır. Şekil 4.11.'de Susurluk Havzası'na ait yükseklik haritası verilmiştir.



Şekil 4.11. Susurluk Havzası Yükseklik Haritası

Susurluk Havzası'nda yüksekliği 0 m'den 2531 m'ye kadar çıkan alanlar, 200'er metre yükseklik artışına göre sınıflandırılmıştır. Yüksekliği 400 m ile 1000 m arasında olan alanların dağılımı birbirine yakındır. Toplam 10280 km²'lik bu alanlar tüm havzanın %42'sini oluşturur. 1400 m' yükseklikten sonra 2531 m'ye kadar toplam 876 km²'lik alan tüm havzanın yalnızca %3'ünü oluşturur. Maksimum yükseklik 2531 m olmasına rağmen havzanın geneli 1400 m'den daha düşük yüksekliğe sahiptir (Şekil 4.12.).

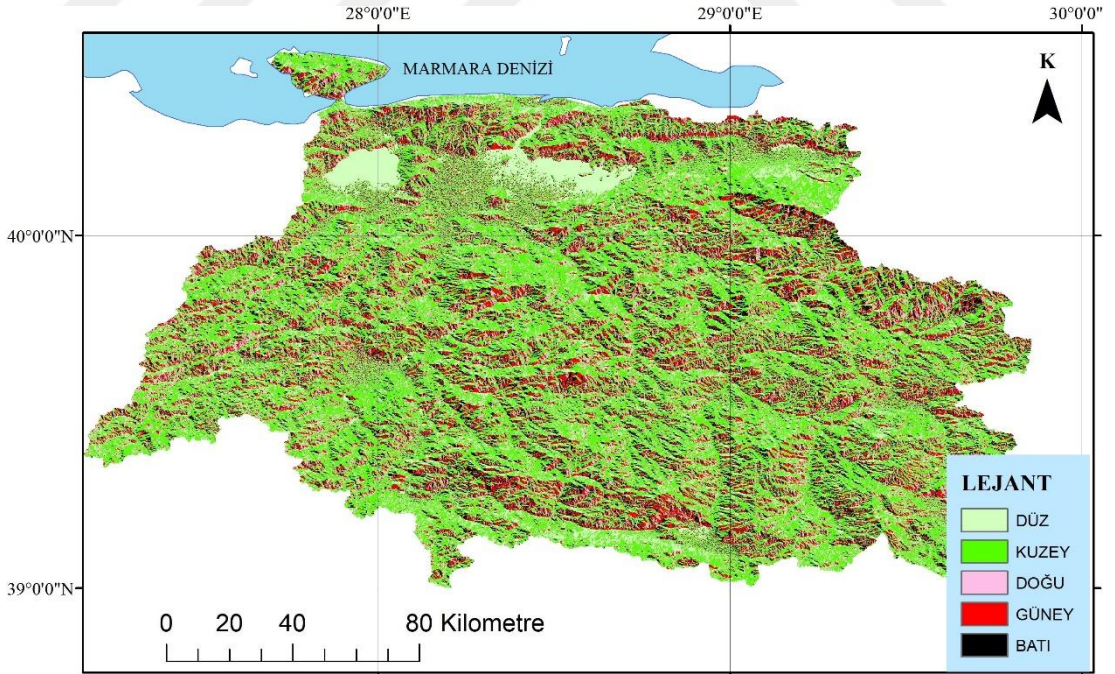
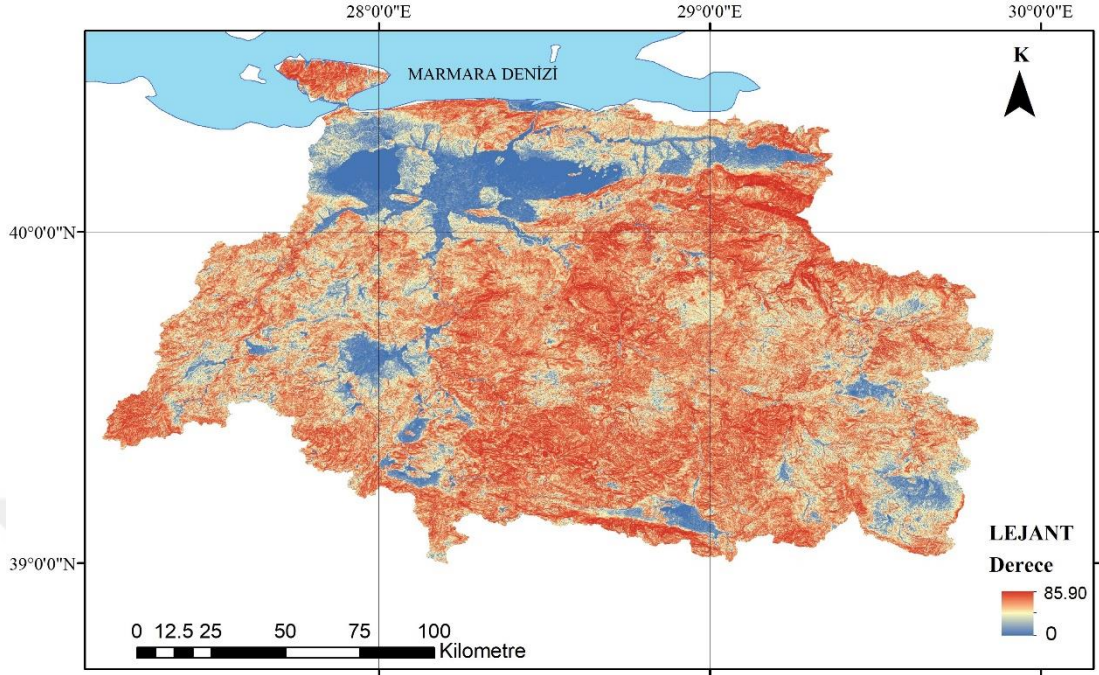


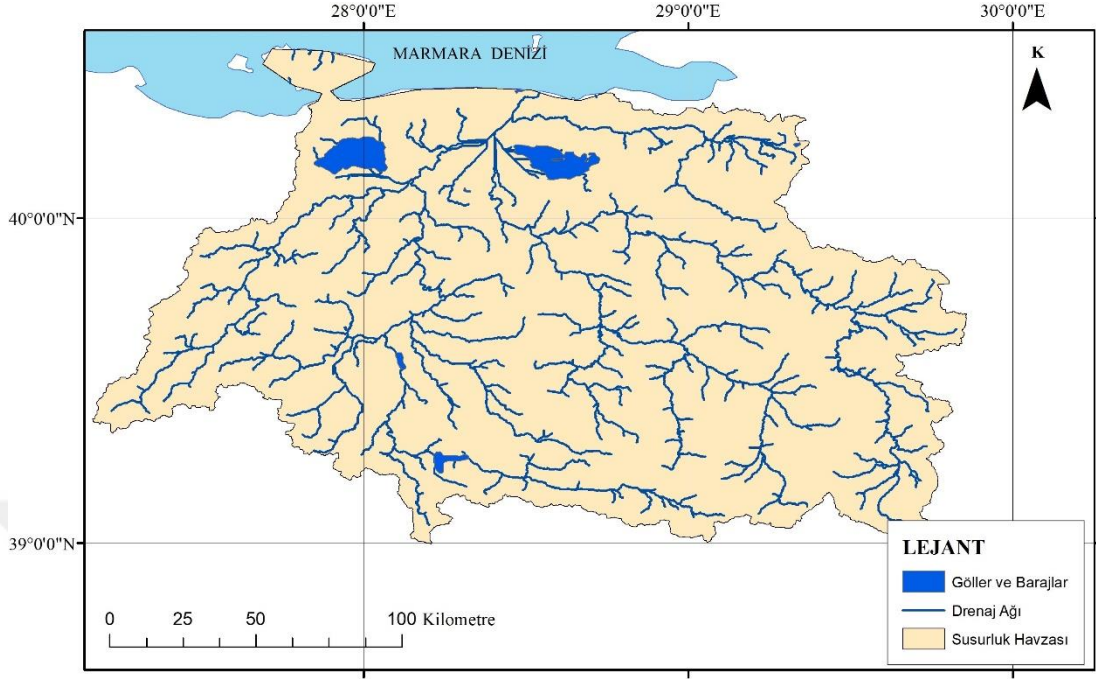
Şekil 4.12. Susurluk Havzası Yükselti Alanı

Susurluk Havzası'nda minimum eğim % 0, maksimum eğim % 85.90 ve ortalama eğim % 45.83'dir. Eğim haritası incelendiğinde havza genelinde kahverengi tonlarının çoğunlukta olduğu görülür. Mavi renkle gösterilen eğimin olmadığı düz araziler ise azdır ve seyrek bir şekilde dağılmıştır (Şekil 4.13.).

Bakı haritası incelendiğinde havzadaki dağların genelde doğu-batı doğrultusunda olduğu, dağların yamaçlarının kuzeye ve güneye baktığı görülmüştür. Marmara Denizi'ne yakın kesimlerde düz arazilerin de olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.14.).

Susurluk Havzası'nda drenaj açısından Marmara Denizi'ne tek bir çıkış noktası bulunmaktadır. Havzanın güneyindeki yüksek kesimlerden Marmara Deniz'ine doğru toplanan yağışlar bu noktadan denize dökülmektedir (Şekil 4.15.).





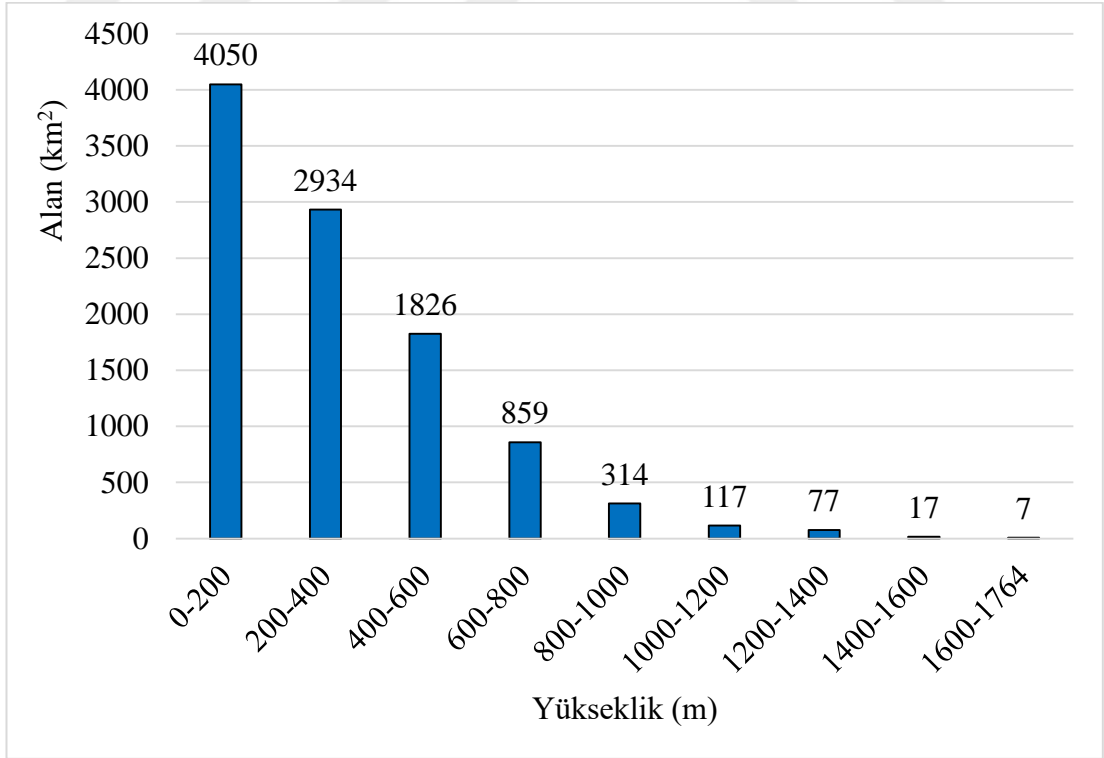
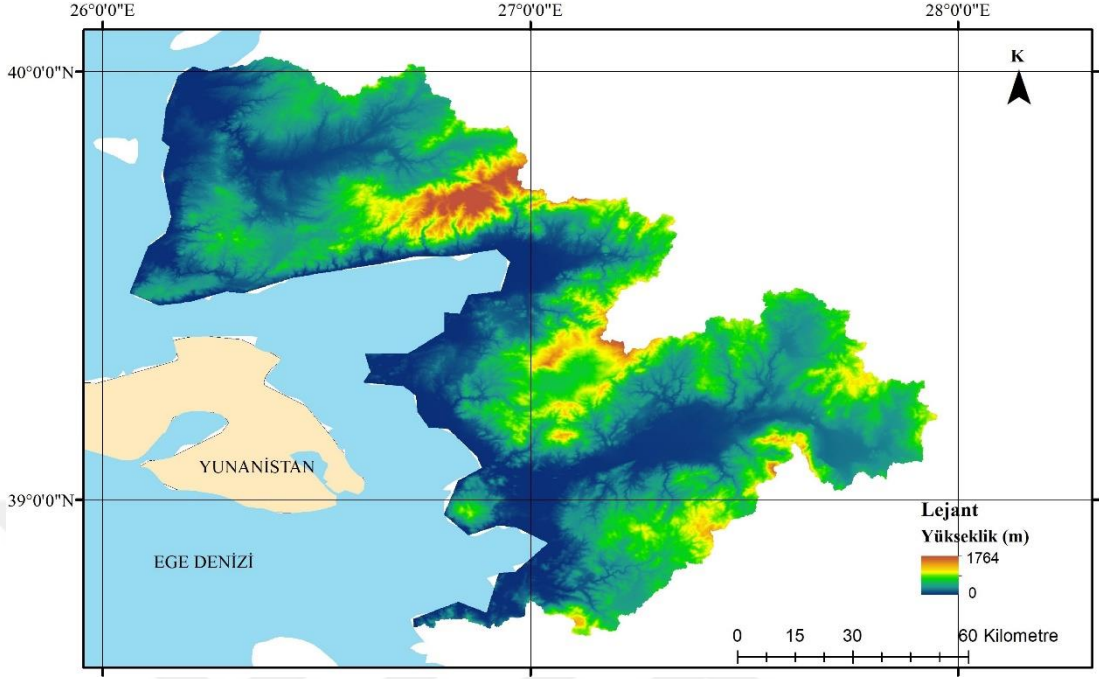
Şekil 4.15. Susurluk Havzası Drenaj Ağı

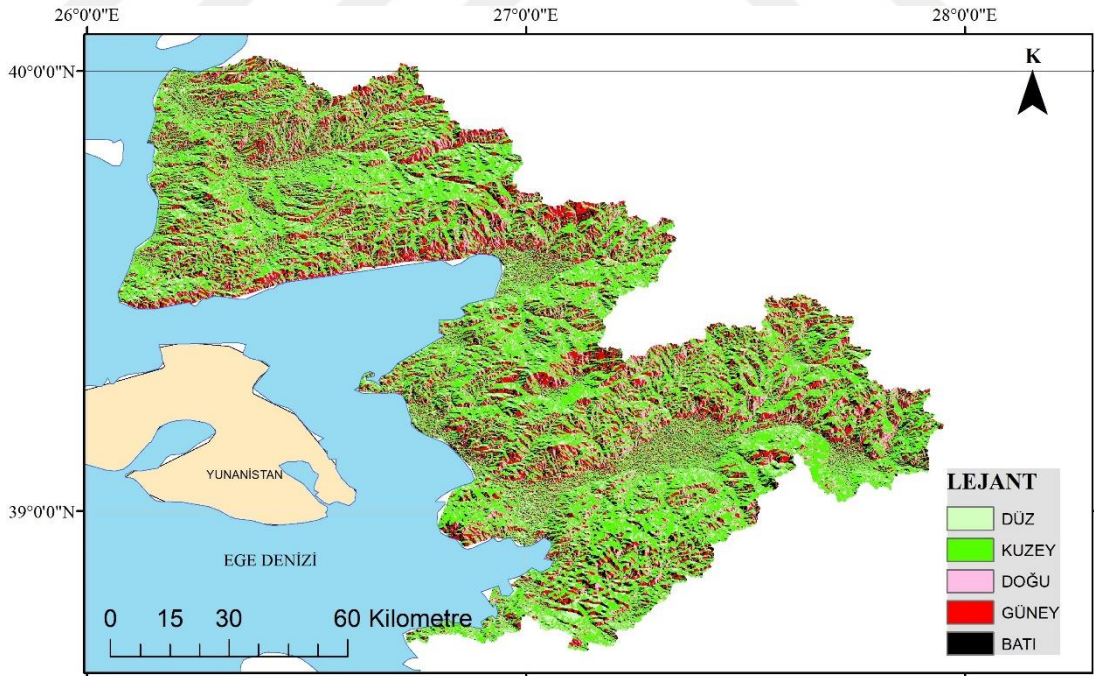
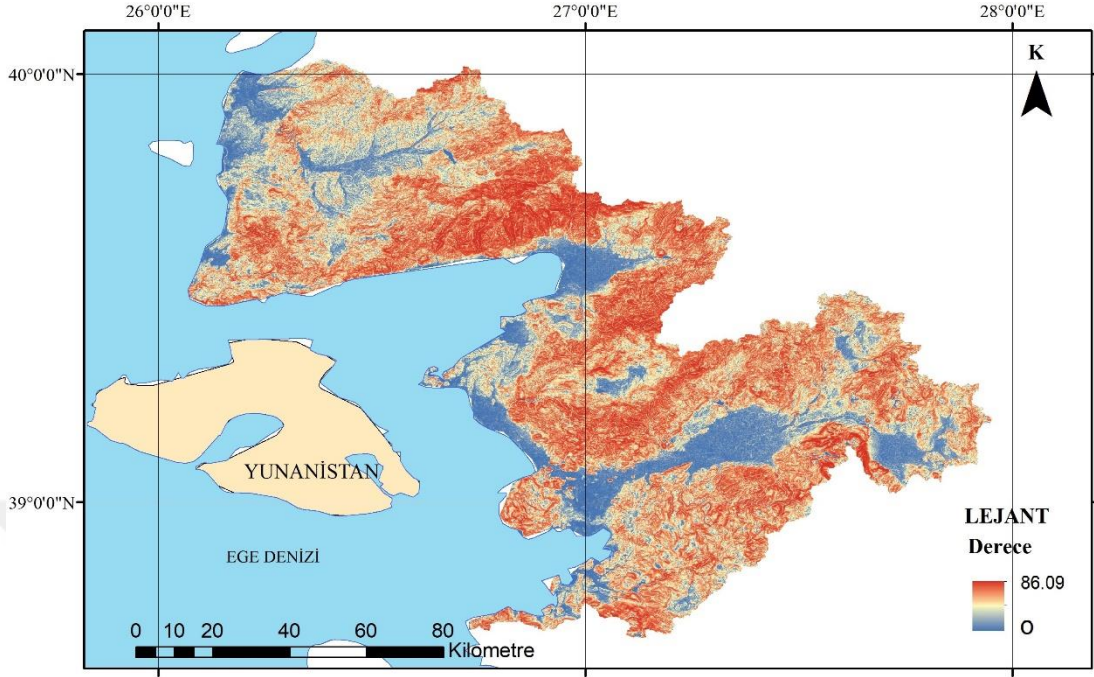
4.4. Kuzey Ege Havzası

Havzanın maksimum yüksekliği 1764 m ve ortalama yüksekliği 317 m olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.16.'da Kuzey Ege Havzası'na ait yükseklik haritası verilmiştir. Çanakkale, Balıkesir ve İzmir'in bir kısmı bu havzanın içerisindedir. Havza, deniz kenarında olması sebebiyle genelde yüksekliği fazla olmayan bölgelerden oluşmuştur.

Havzada 1000 m ile 1764 m yükseklik arasındaki alanlar 218 km²'dir ve tüm alanın yalnızca %2'lik kısmını oluşturmaktadır. Grafikten havzadaki alanların büyük bir çoğunluğunun 1000 m'den daha düşük yükseklikte olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.17.).

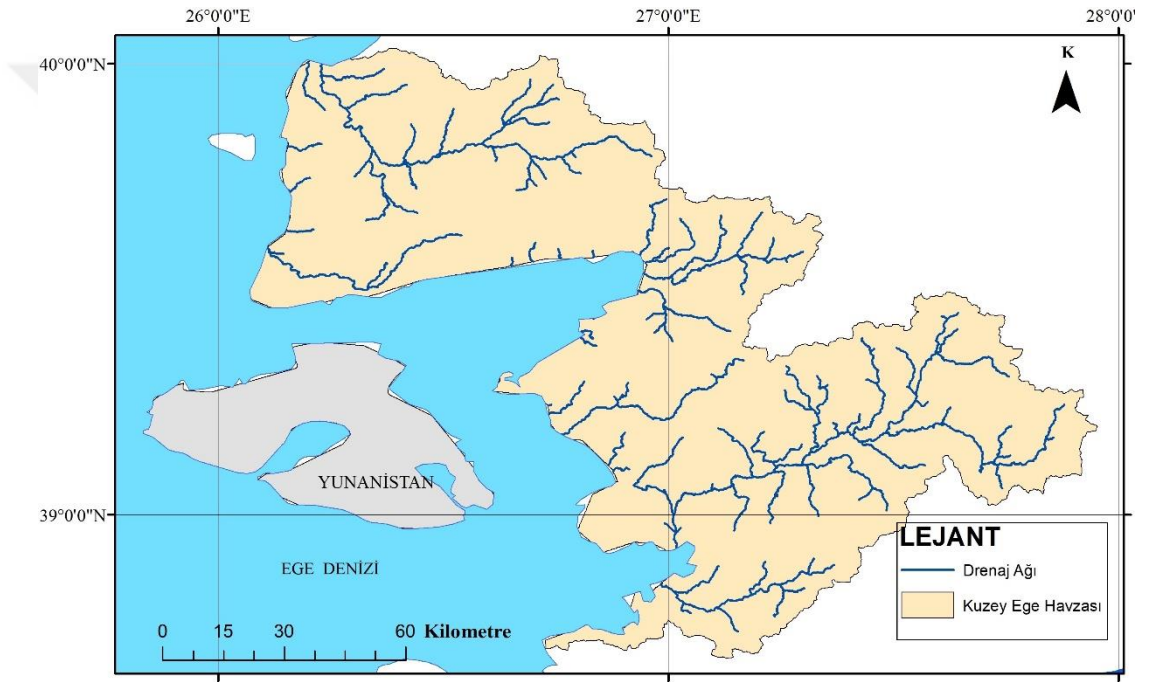
Eğim Haritası incelendiğinde, havza içerisinde dağların kıyıya dik doğrultuda olması sebebiyle düz alanları temsil eden mavi rengin iç kesimlere kadar ulaştığı görülür. Havzada maksimum eğim % 86.09 ve ortalama eğim % 45.15'dir (Şekil 4.18.).





Kuzey Ege Havzası Bakı Haritası incelendiğinde havza içerisindeki dağların doğu-batı yönünde uzanması sebebiyle dağların yamaçlarının güney ve kuzey yönlerine baktığı tespit edilmiştir (Şekil 4.19.).

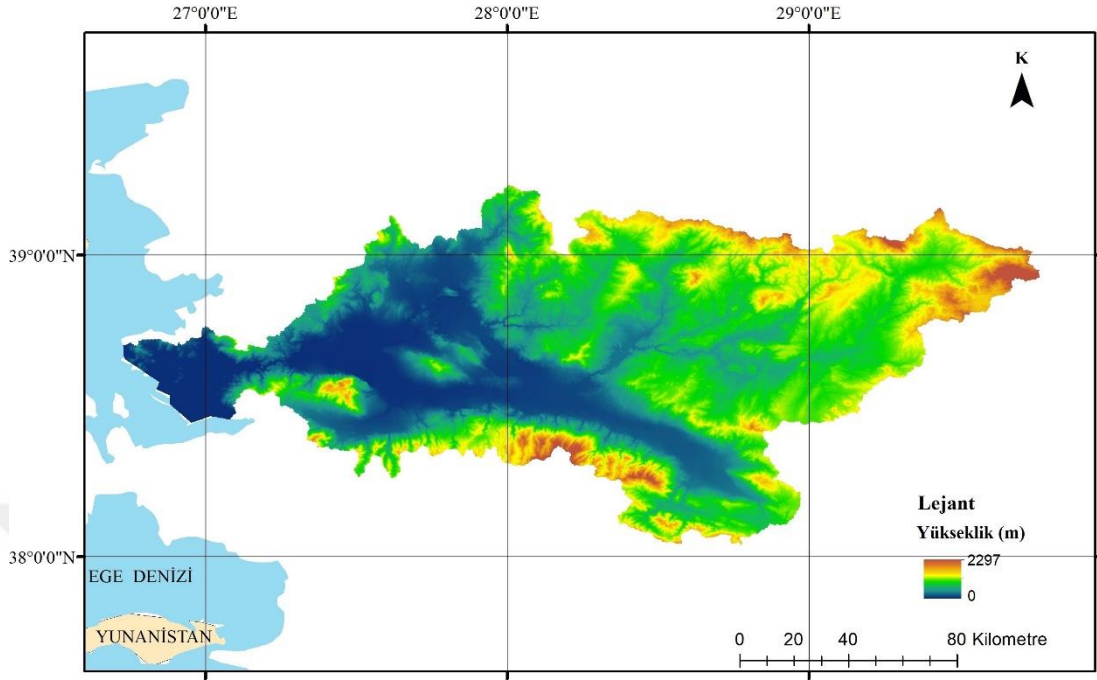
Kuzey Ege Havzası'nın yüksek kesimlerinden toplanan yağış farklı noktalardan Ege Denizi'ne dökülmektedir. Tek bir drenaj sistemi yoktur. Havzada yağışı toplayan birkaç farklı ana akarsu kolu mevcuttur (Şekil 4.20.).



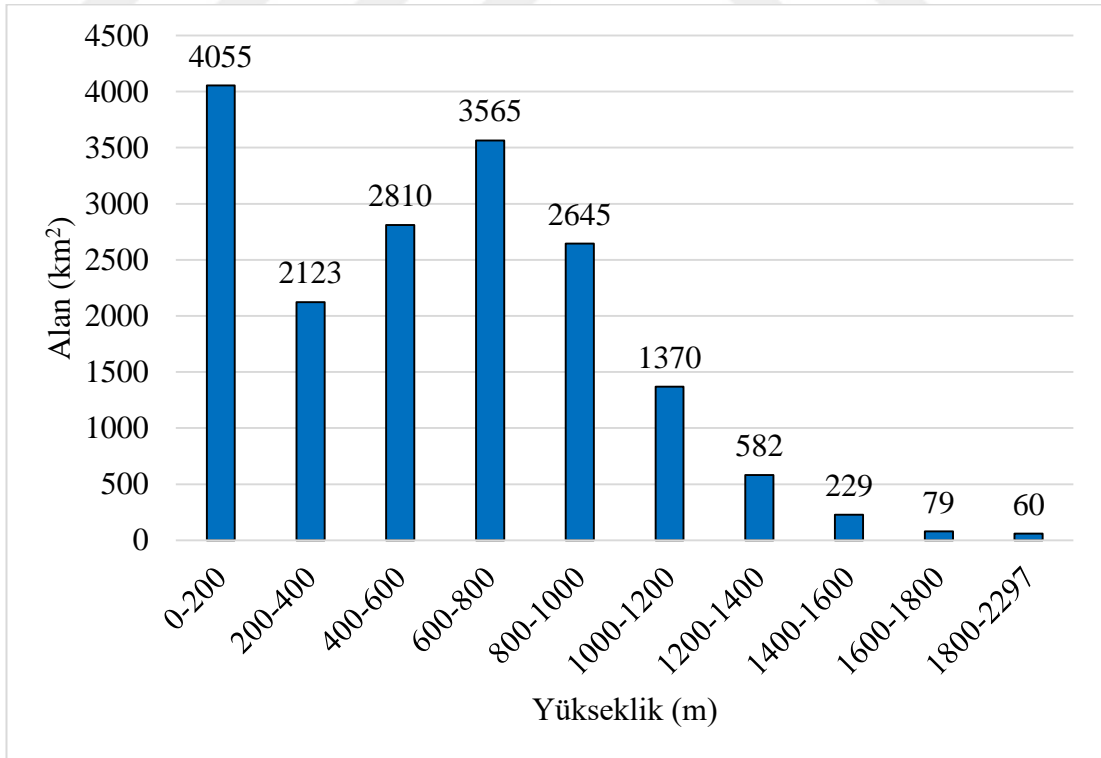
Şekil 4.20. Kuzey Ege Havzası Drenaj Ağı

4.5. Gediz Havzası

Şekil 4.21.'de Gediz Havzası'nın yükseklik haritası verilmiştir. Bu havza, Manisa'nın tamamına yakını, İzmir, Kütahya ve Uşak illerinin bir kısmını kapsamaktadır. Havzanın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 2297 m ve ortalama yüksekliği 578 m'dir.



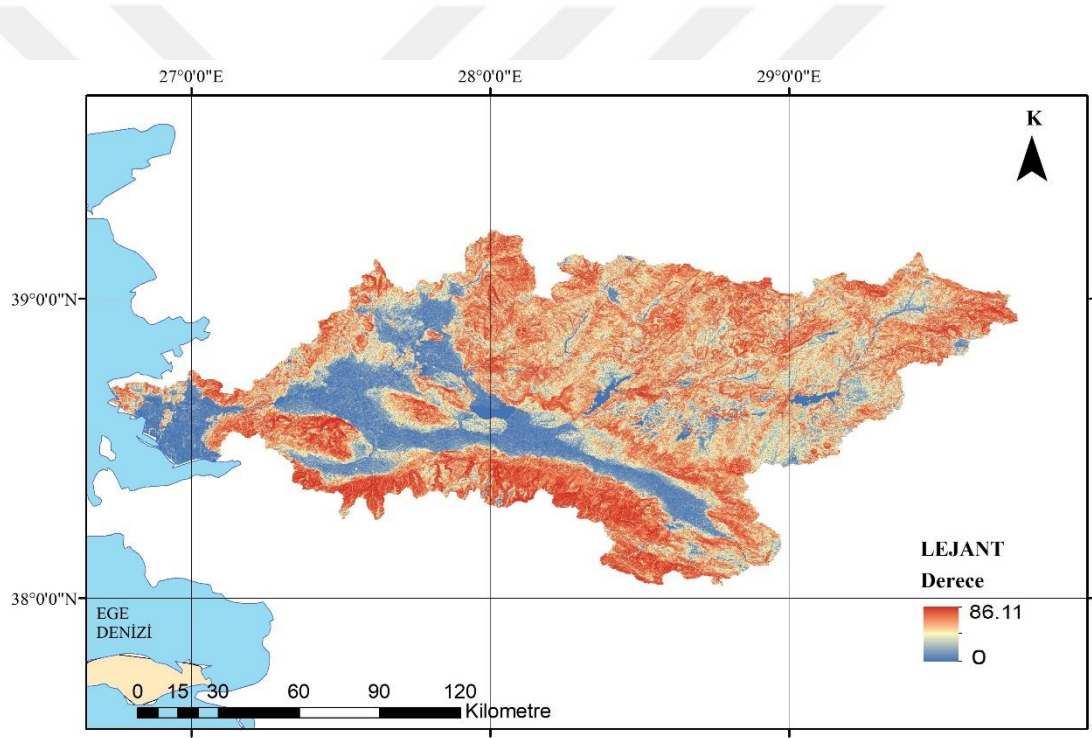
Şekil 4.21. Gediz Havzası Yükseklik Haritası



Şekil 4.22. Gediz Havzası Yükselti Alan

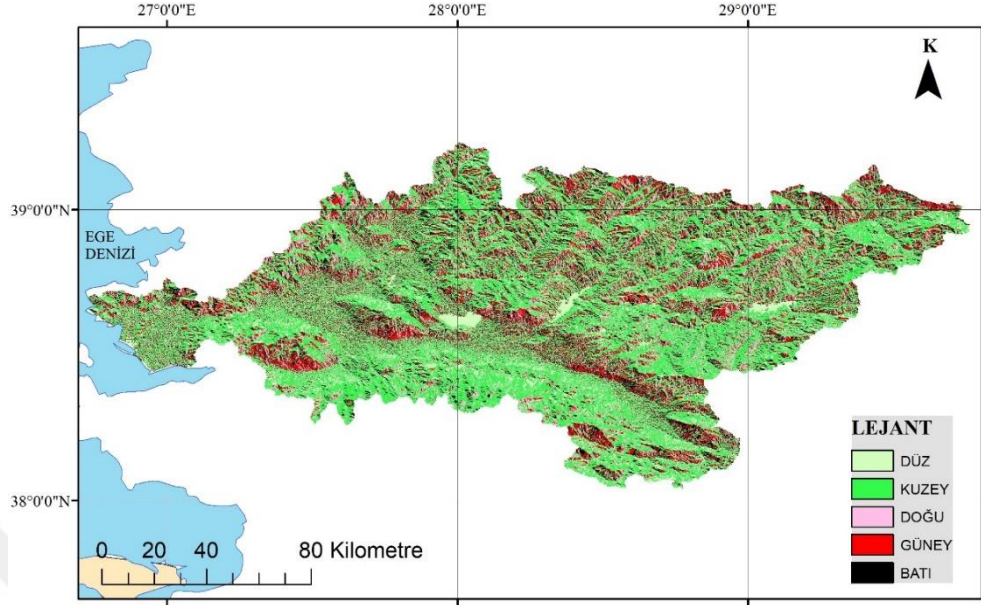
Alansal dağılım grafiğine bakıldığında yüksekliği 200 m ile 1200 m arasında olan alanların toplamının 12513 km² olduğu, bu alanın tüm alana oranı %71 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.22.)

Gediz Havzası'nın minimum eğimi % 0, maksimum eğimi % 86.11 ve ortama eğimi % 45.43'dir. Eğim haritası incelendiğinde havzanın güney sınırına yakın kısımlarının koyu kahverengi olduğu görülür. Bu kısımlarda eğim fazladır. Düz alanlar haricinde havzanın diğer kısımlarında, açık kahverengi tonlarının havzayı kapsaması, bu alanlarda eğimin ortalama eğime yakın olduğunu göstermektedir (Şekil 4.23.)



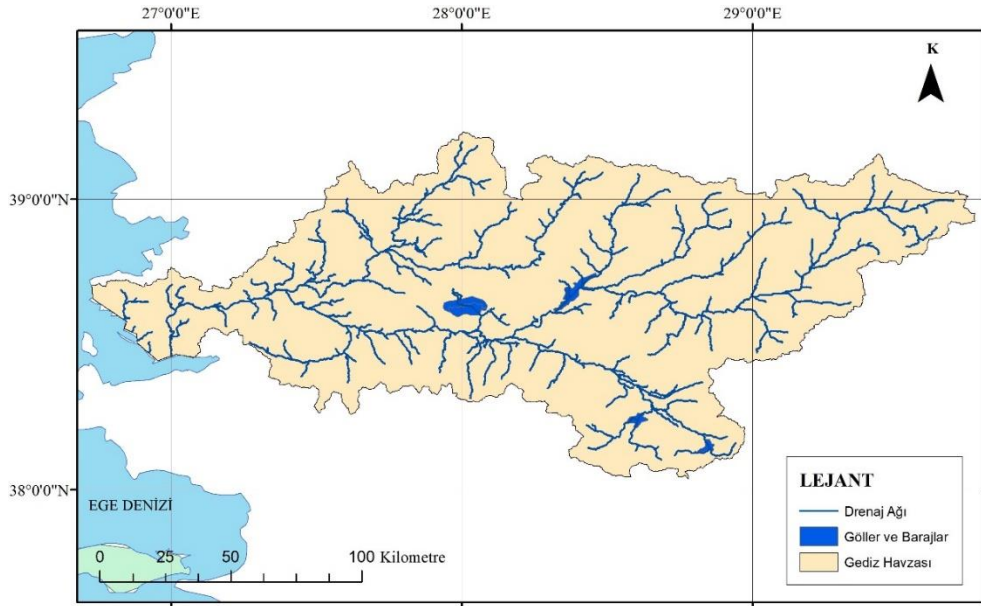
Şekil 4.23. Gediz Havzası Eğim Haritası

Bakı haritası incelendiğinde havzanın güney kısmında yer alan dağlarda, yamaçların kuzey – güney doğrultusunda olduğu, havzanın kuzeyinde yer alan dağlarda ise yamaçların güneydoğu-kuzeybatı yönlerine baktığı saptanmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Gediz Havzası Bakı Haritası

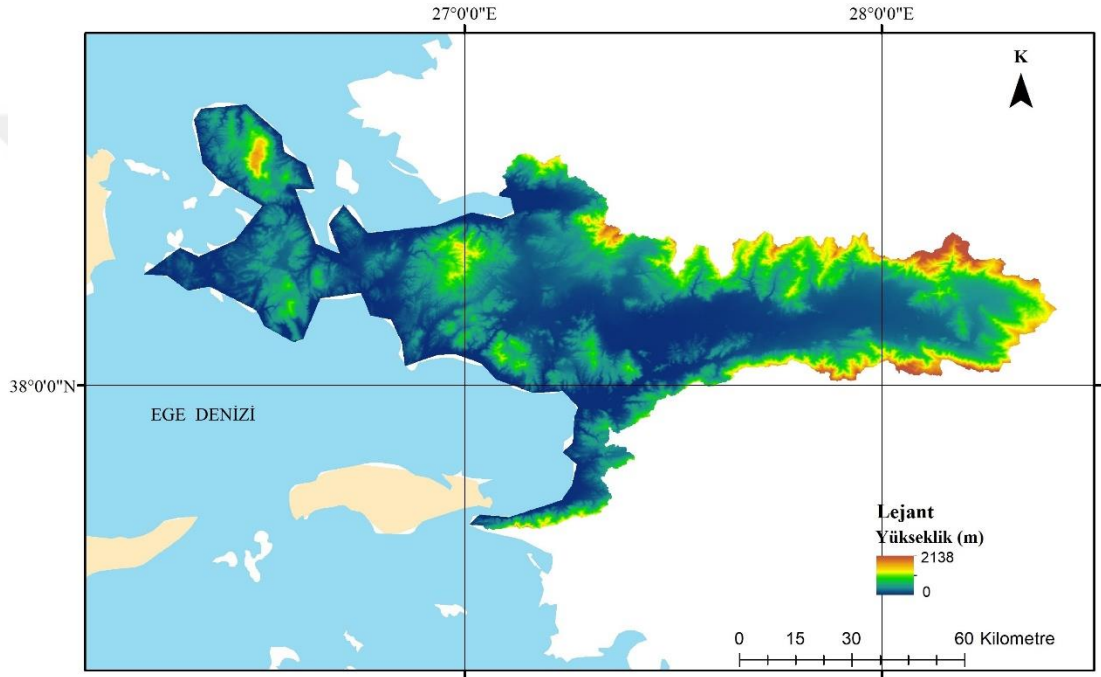
Havzada yağış tek bir akarsu kolundan denize dökülmektedir. Havzanın yüksek kesimlerinden itibaren drenaj kolları birleşerek bir bütün halinde drenaj sistemi meydana getirmektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Gediz Havzası Drenaj Ağı

4.6. Küçük Menderes Havzası

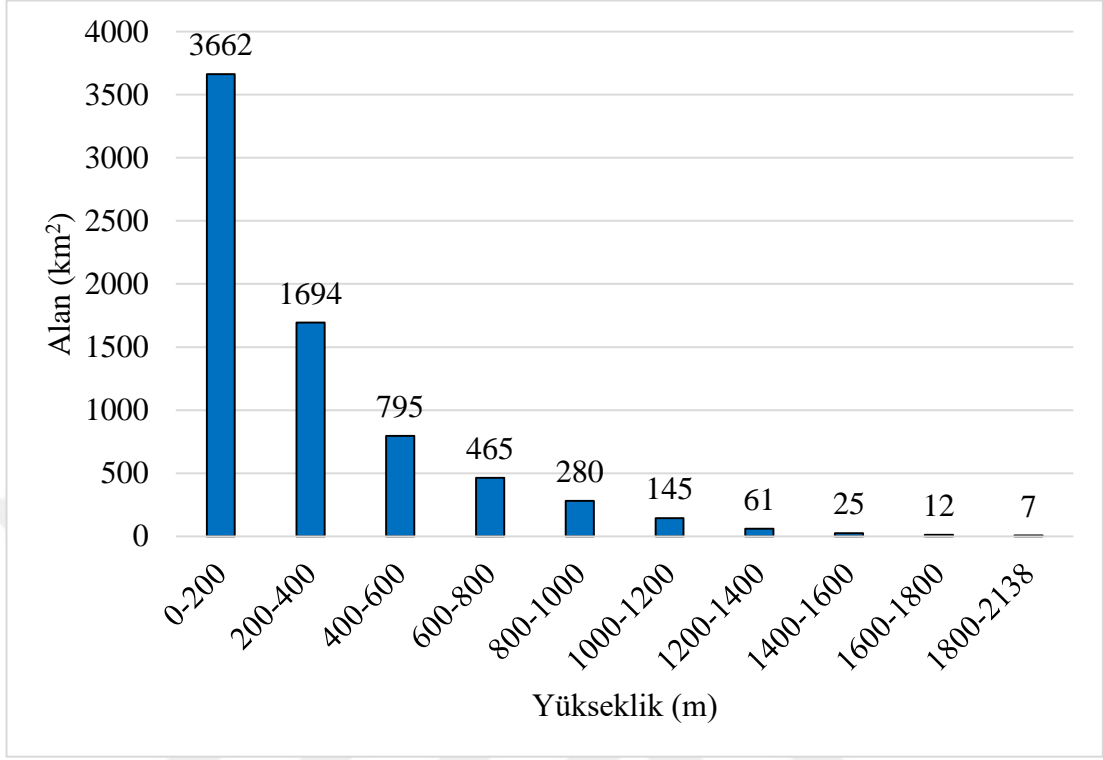
Küçük Menderes Havzası'nın ortalama yüksekliği 289 m, minimum yüksekliği 0 m, ve maksimum yüksekliği 2138 m'dir. Havza İzmir'in çoğunluğunu kapsamaktadır. Yükseklik haritasında genelde düşük yükseklik değerlerini temsil eden mavinin tonları hâkimdir (Şekil 4.26.)



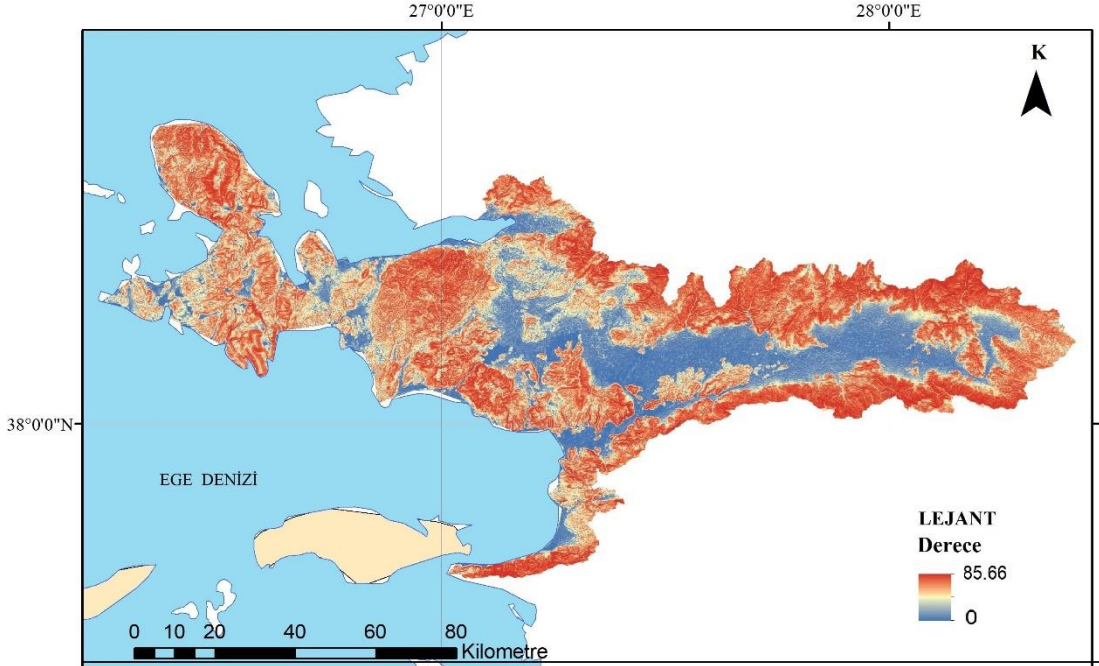
Şekil 4.26. Küçük Menderes Havzası Yükseklik Haritası

Havzanın yüksekliğe göre alansal dağılımını gösteren grafik incelendiğinde, yükseklik arttıkça alanların küçüldüğü görülmektedir. Yüksekliği 0 m ile 400 m arasındaki toplam alan 4692 km²'dir ve bu alan tüm havzanın %75'ini oluşturur (Şekil 4.27.)

Havzaya ait eğim haritası incelendiğinde, eğimin az olduğu düz alanları temsil eden mavi rengin havzanın iç kesimlere kadar ulaştığı görülmektedir. Eğimin arttığı kahverengi tonlarının doğu-batı istikametinde ve havza sınırlarına yakın bölgelerde olduğu açıkça anlaşılmaktadır (Şekil 4.28.).

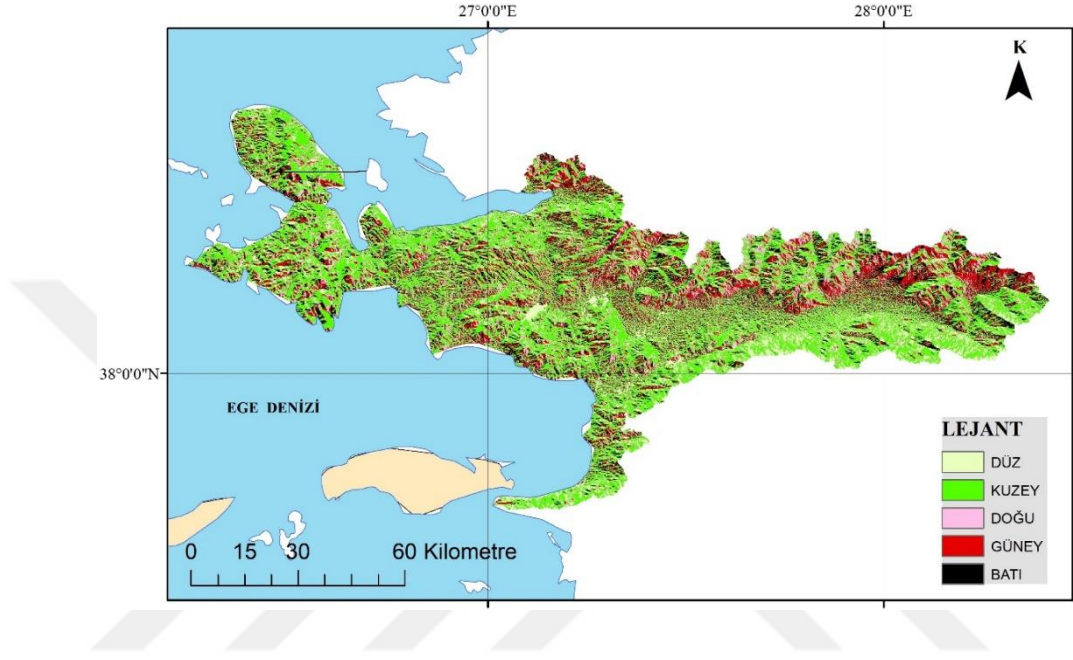


Şekil 4.27. Küçük Menderes Havzası Yükselti Alanı

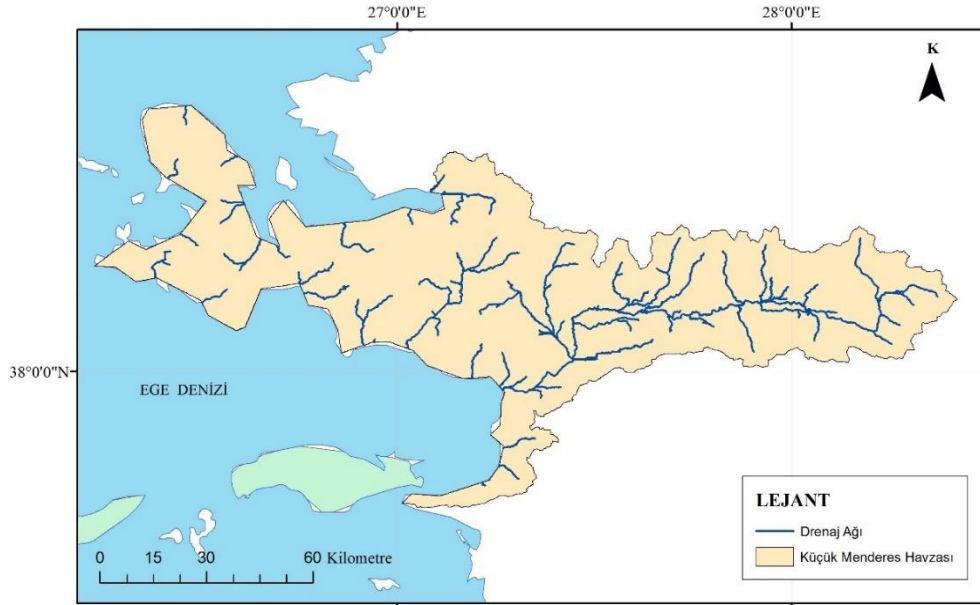


Şekil 4.28. Küçük Menderes Havzası Eğim Haritası

Havzanın içerisindeki dağlar doğu-batı istikametinde uzandığı için dağların yamaçları genelde kuzeye ve güneye bakmaktadır. Bakı haritasından bu havzada düz arazilerin az olduğu da anlaşılmaktadır (Şekil 4.29.).



Şekil 4.29. Küçük Menderes Havzası Bakı Haritası

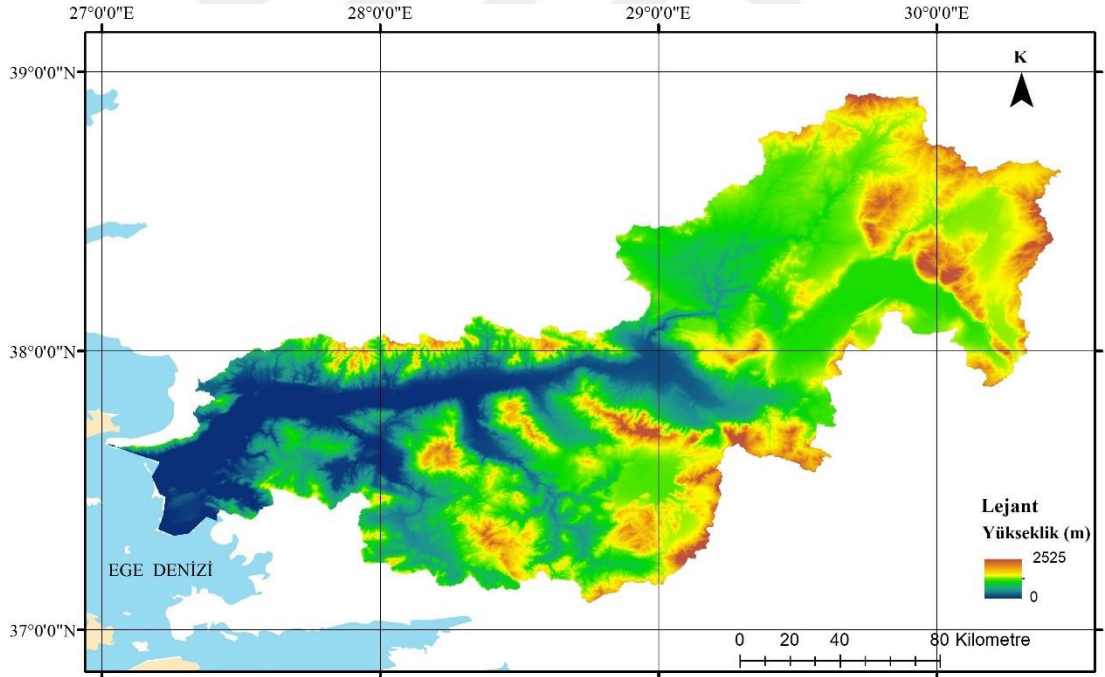


Şekil 4.30. Küçük Menderes Havzası Drenaj Ağı

Havzanın iç kısımlarından toplanan yağış tek bir ana akarsu koluyla Ege Denizi'ne dökülmektedir. Havzanın Ege Denizi'ne doğru oluşturduğu yarımada birbirinden bağımsız drenaj sistemleri vardır (Şekil 4.30.).

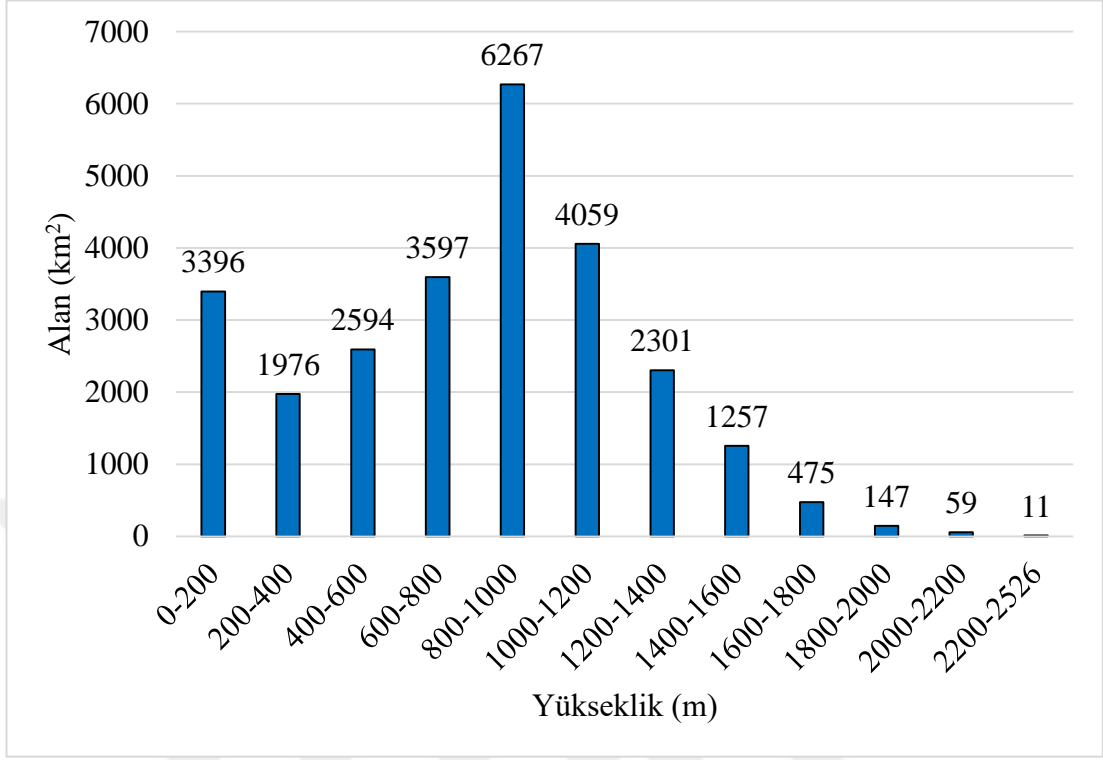
4.7. Büyük Menderes Havzası

Büyük Menderes Havza'sının en alçak yeri 0 m, en yüksek yeri 2525 m, ve ortalama yüksekliği 797 m olarak hesaplanmıştır. Havza, Aydın ve Denizli'nin çoğunluğunu Muğla, Uşak ve Afyonkarahisar'ın bir kısmını kapsamaktadır. Şekil 4.31.'de verilen yükseklik haritası incelendiğinde açık yeşil tonlarının havza geneline hakim olduğu anlaşılmaktadır. Düşük yükseklikteki alanları gösteren mavi tonların havza içerisine dar bir alandan havza iç kısımlarına kadar uzandığı görülmektedir.

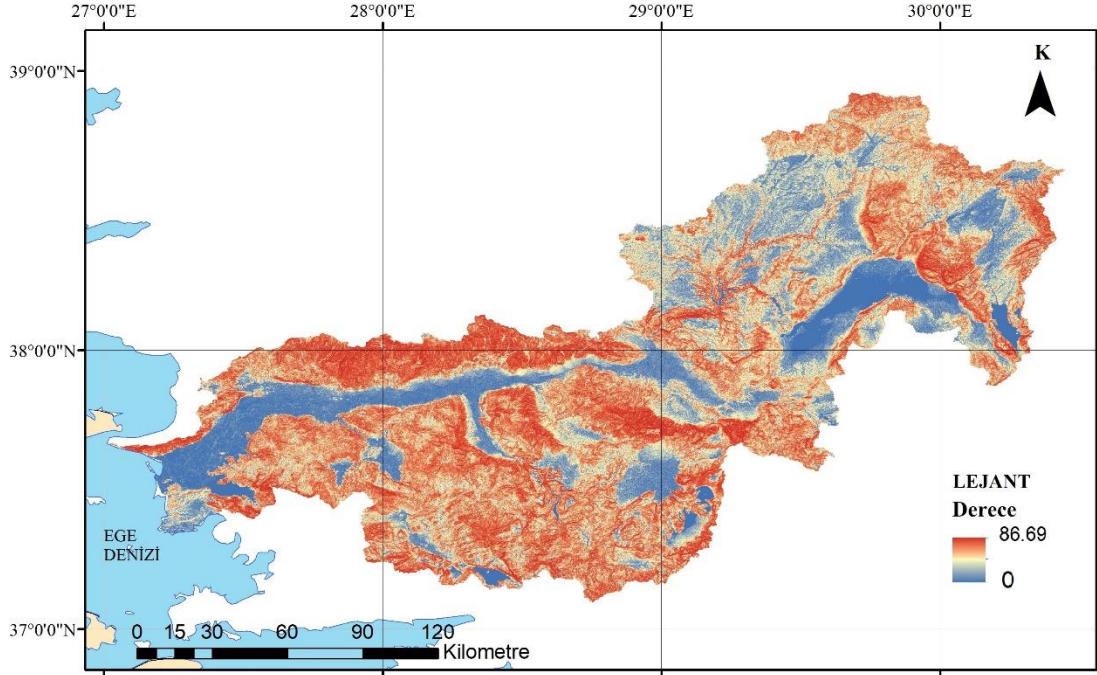


Şekil 4.31. Büyük Menderes Havzası Yükseklik Haritası

Havzada 6267 km²'lik en fazla alanın 800 m -1000 m arasında olduğu görülmektedir. Grafikten yüksekliği 400 m'ye kadar olan alanların oranının diğer havzalara göre daha az olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4. 32).



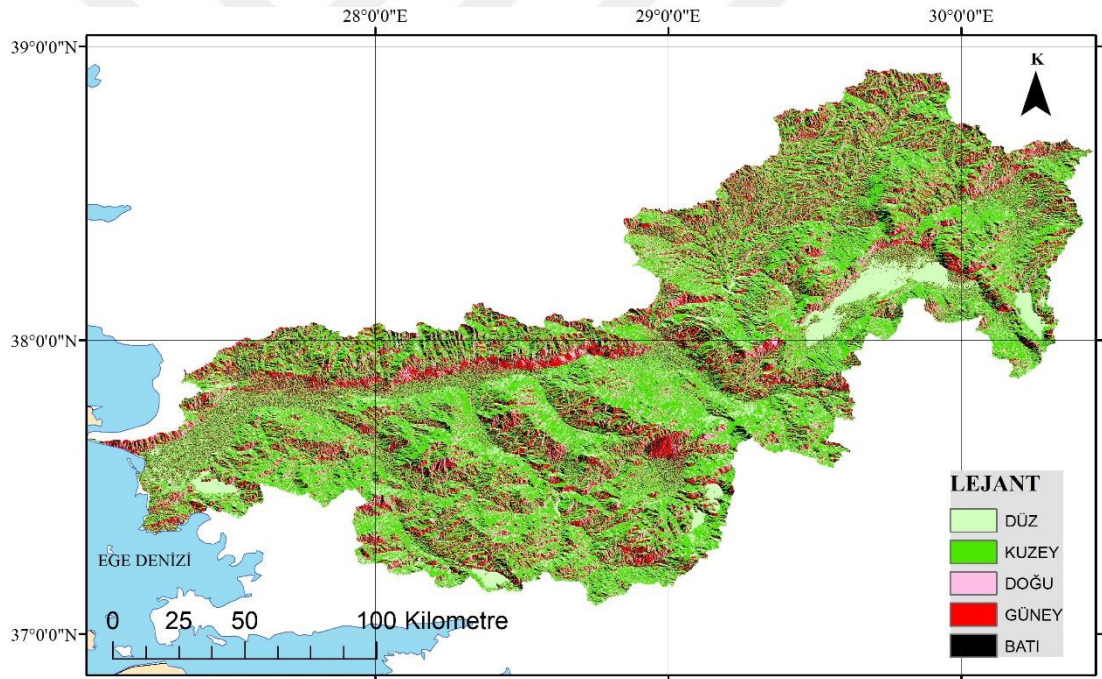
Şekil 4.32. Büyük Menderes Havzası Yükselti Alanı



Şekil 4.33. Büyük Menderes Havzası Eğim Haritası

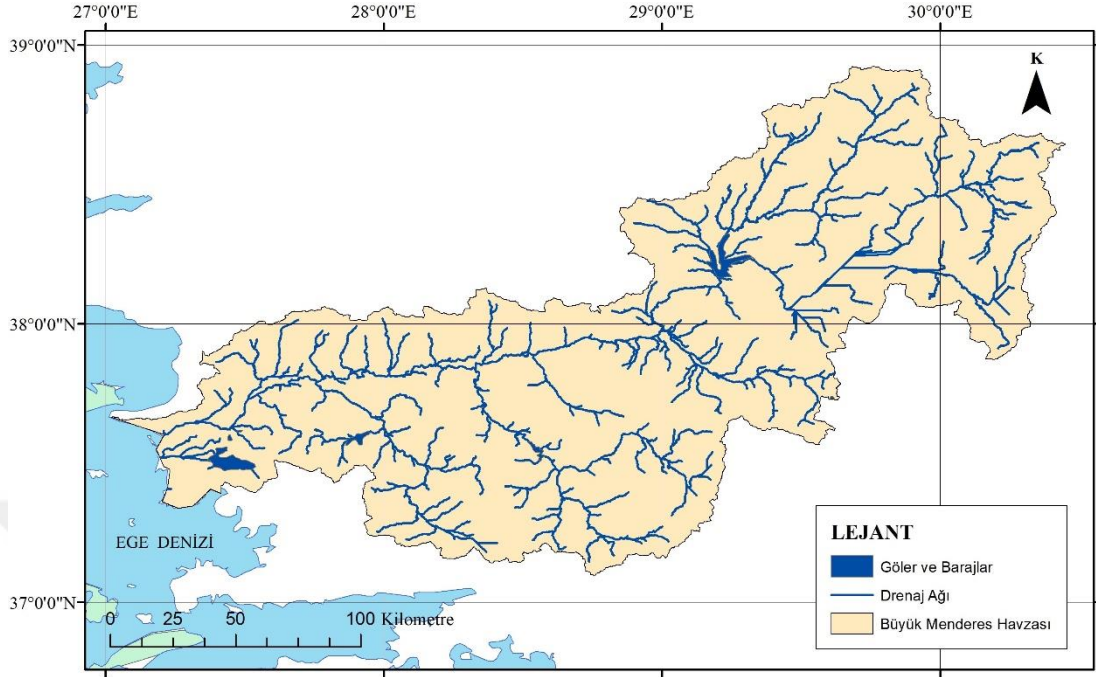
Büyük Menderes Havzası'nın maksimum eğimi % 86.69, minimum eğimi % 0 ve ortalama eğimi % 44.79'dur. Havzada yüksek kesimleri temsil eden kahverengi tonlarla, alçak kesimleri temsil eden mavi tonların kaplamış olduğu alan birbirine yakındır (Şekil 4.33.).

Bakı haritasından havzanın kuzeyindeki dağların doğu- batı doğrultusunda olduğu ve dağların yamaçlarının kuzey- güney yönlerine baktığı söylenebilmektedir. Havzanın güneyinde bulunan dağların güneydoğu- kuzeybatı istikametinde olduğu ve bu bölgedeki dağların yamaçlarının kuzeydoğu-güneybatı yönlerine baktığı görülmektedir (Şekil 4.34.).



Şekil 4.34. Büyük Menderes Havzası Bakı Haritası

Havza içerisindeki ana akarsu kolu sayesinde drenaj tek bir noktadan denize ulaşmaktadır. Akışa geçen yağış, havzanın doğusundaki drenaj sisteminden toparlanmaya başlayarak batıdaki Ege Denizi'ne doğru ilerler (Şekil 4.35.).

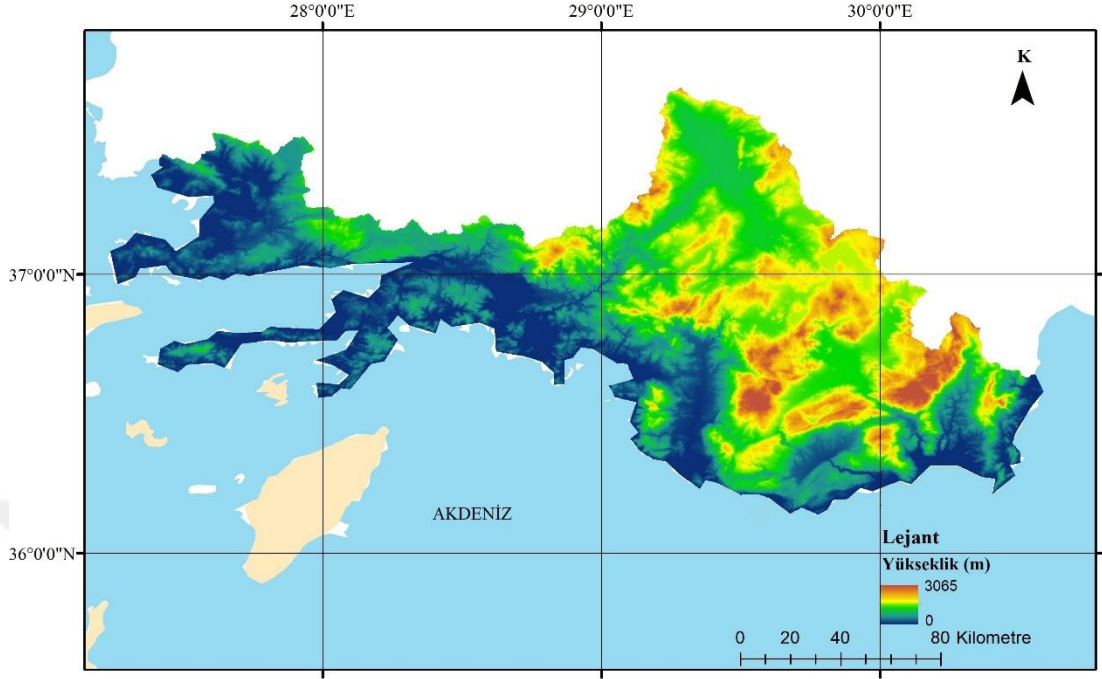


Şekil 4.35. Büyük Menderes Havzası Drenaj Ağı

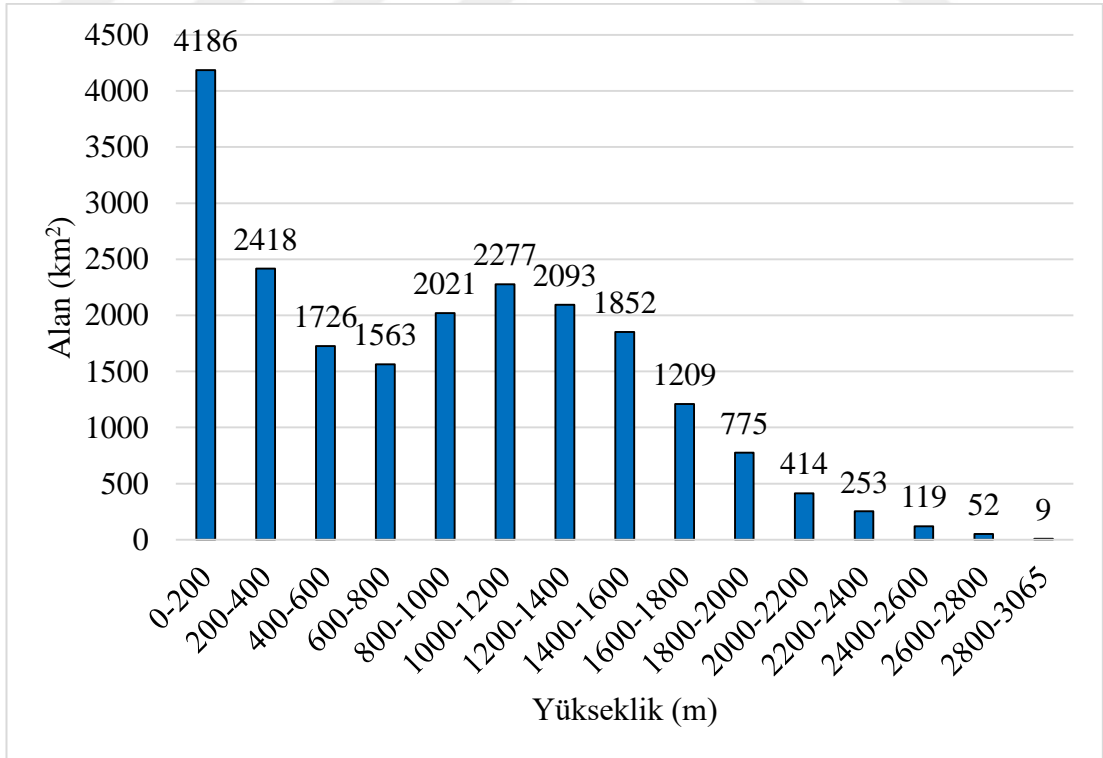
4.8. Batı Akdeniz Havzası

Batı Akdeniz Havzası'nın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 3065 m, ve ortalama yüksekliği 870 m olarak hesaplanmıştır. Bu havza Muğla'nın çoğunluğunu Denizli'nin ve Antalya'nın bir kısmını kapsamaktadır. Yükseklik haritası incelendiğinde düşük yükseklikleri gösteren mavi tonlarla, orta yükseklikteki alaları gösteren yeşil tonların havzayı kapsadığı, havzanın yüksek kesimlerini gösteren kahverengi tonların azınlıkta olduğu görülmektedir (Şekil 4.36.).

Alansal dağılıma bakıldığında havzanın yüksekliğe göre her 200 m'de bir sınıflandırılarak 15 parçaya ayrıldığı görülmektedir. Bu parçalanmış alanlardan en büyük payı 0 m – 200 m arasındaki yükseklik almıştır. 2000 m ile 3065 m arasında çok fazla yükseklik farkı bulunmasına rağmen 1622 km²'lik bu alan havzanın sadece %5'lik kısmına denk gelir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.36. Batı Akdeniz Havzası Yükseklik Haritası

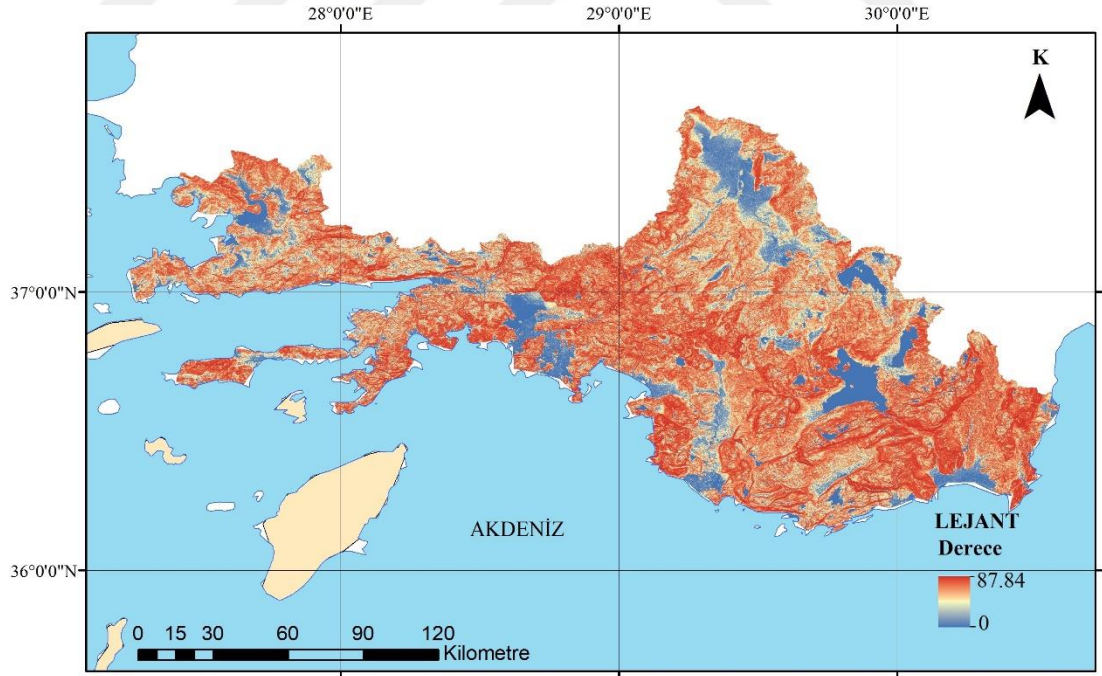


Şekil 4.37. Batı Akdeniz Havzası Yükselti Alanı

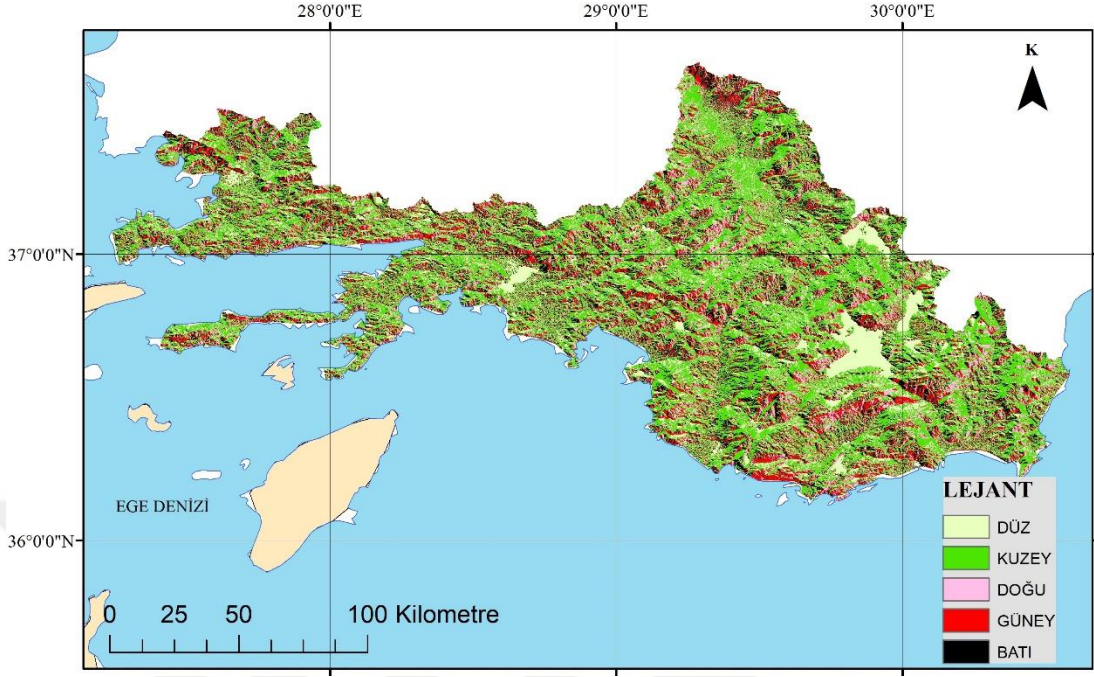
Batı Akdeniz Havzası'nın en düşük eğimi %0, en yüksek eğimi % 87.84 ve ortalama eğimi % 54.33 olarak hesaplanmıştır. Ege bölgesindeki diğer havzalarla kıyaslandığı zaman Batı Akdeniz Havzası'nın ortalama eğimi daha fazladır. Eğim haritası incelendiğinde havza genelinin eğimli arazilerden oluştuğu, yer yer eğimin düşük olduğu arazilerin de havzada bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.38.).

Havzanın denize yakın kısımlarında dağların yamaçlarının güney - kuzey yönlerine baktığı, iç kesimlerde ise tüm yönlerde bakının olduğu anlaşılmaktadır. İç kesimlerde bazı bölgelerde düz araziler de mevcuttur (Şekil 4.39.).

Drenaj ağı haritası incelendiğinde yağışı denize ulaştıran birbiri ile bağlantısı olmayan, drenaj sistemlerinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum birden çok alt havzanın olduğunu göstermektedir. Tek bir noktadan denize ulaşan her bir drenaj sistemi kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmelidir (Şekil 4.40.).

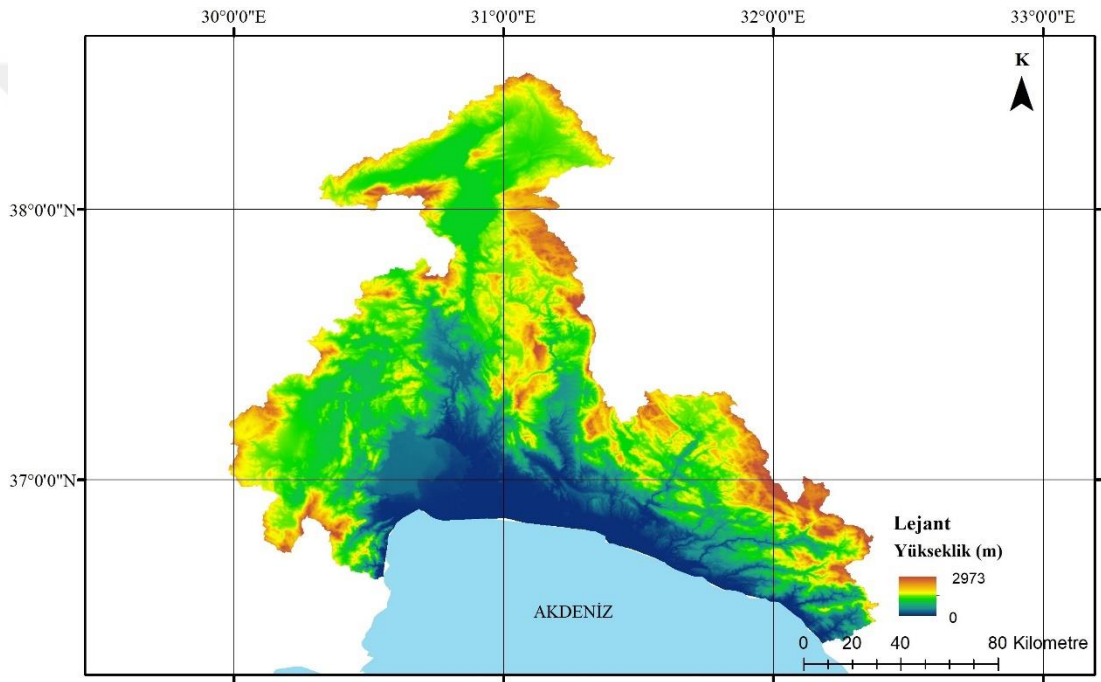


Şekil 4.38. Batı Akdeniz Havzası Eğim Haritası



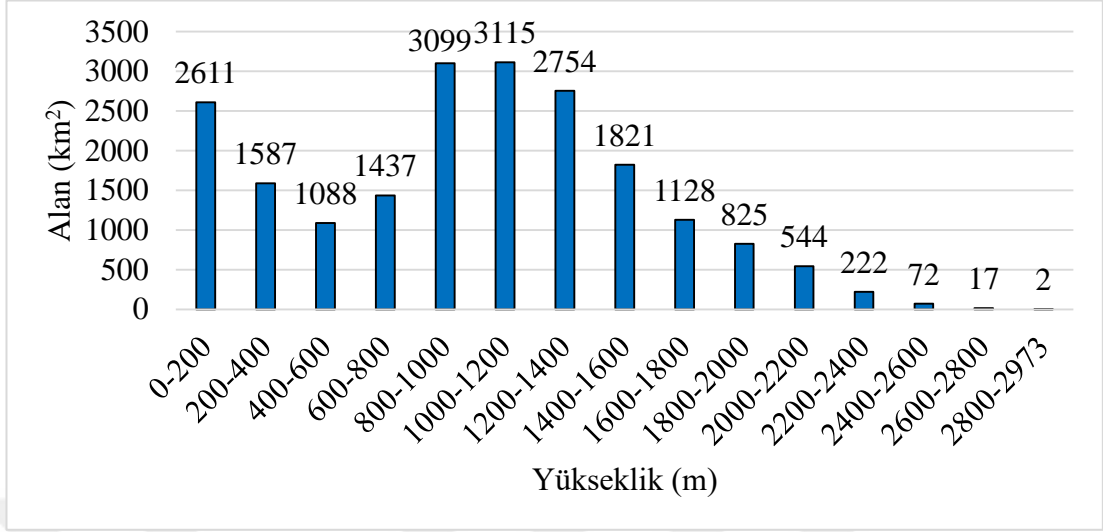
4.9. Antalya Havzası

Antalya Havzası'nın yükseklik haritası incelendiğinde denize yakın kısımlarda yüksekliğin düşük olduğu, yüksekliğin iç kesimlere doğru arttığı anlaşılmaktadır. Havza, Antalya ve Isparta illerinin çoğunluğunu kapsamaktadır. Havzada minimum yükseklik 0 m, maksimum yükseklik 2973 m ve ortalama yükseklik değeri 990 m'dir. Bu havzaya ait yükseklik haritası Şekil 4.41.'de verilmiştir.



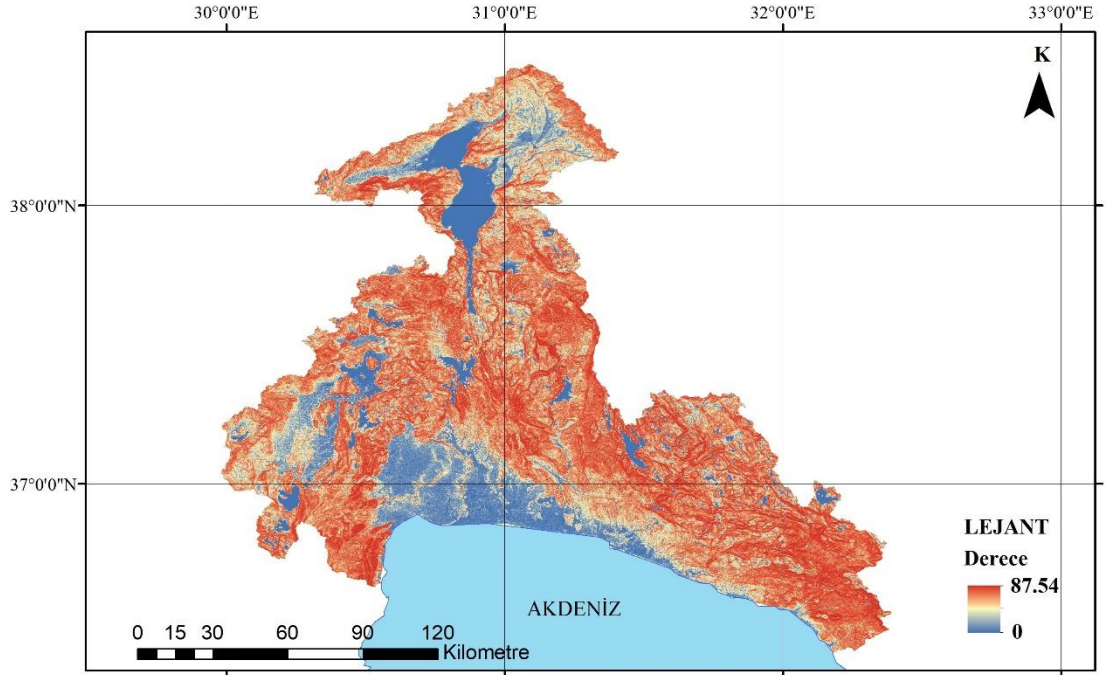
Şekil 4.41. Antalya Havzası Yükseklik Haritası

Antalya Havzası'nda alansal dağılıma bakıldığında en fazla alanın 800 m ile 1400 m arasında olduğu anlaşılmaktadır. Toplam 8968 km²'lik bu alan tüm havzanın %44'ünü oluşturmaktadır. Ortalama yükseklik değerinin 990 m olmasında bu oran etkilidir. 2000 m – 2973 m yükseklik arasındaki toplam alan 857 km²'dir ve havzanın yalnızca %4'üne denk gelir (Şekil 4.42.).



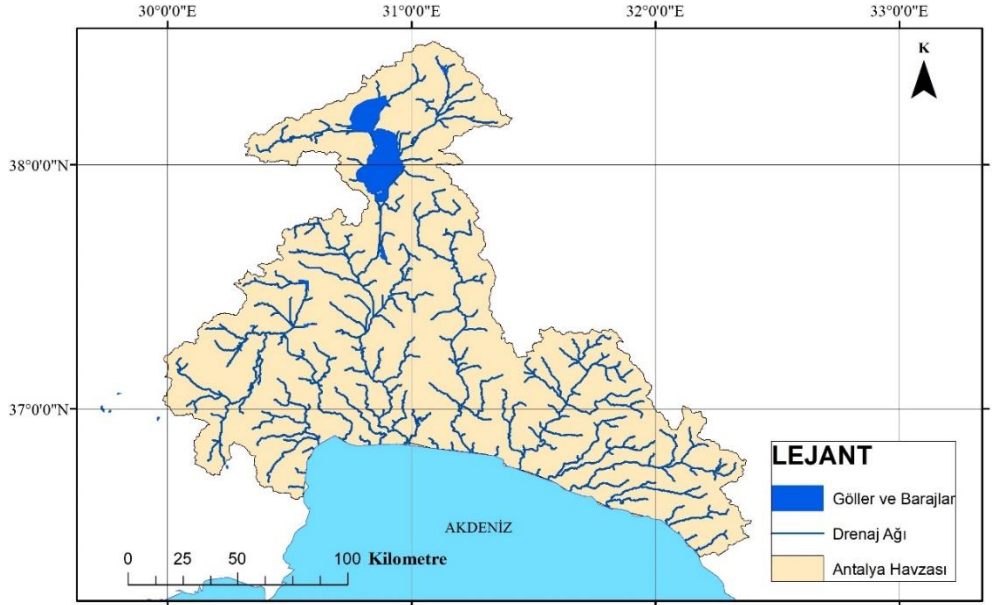
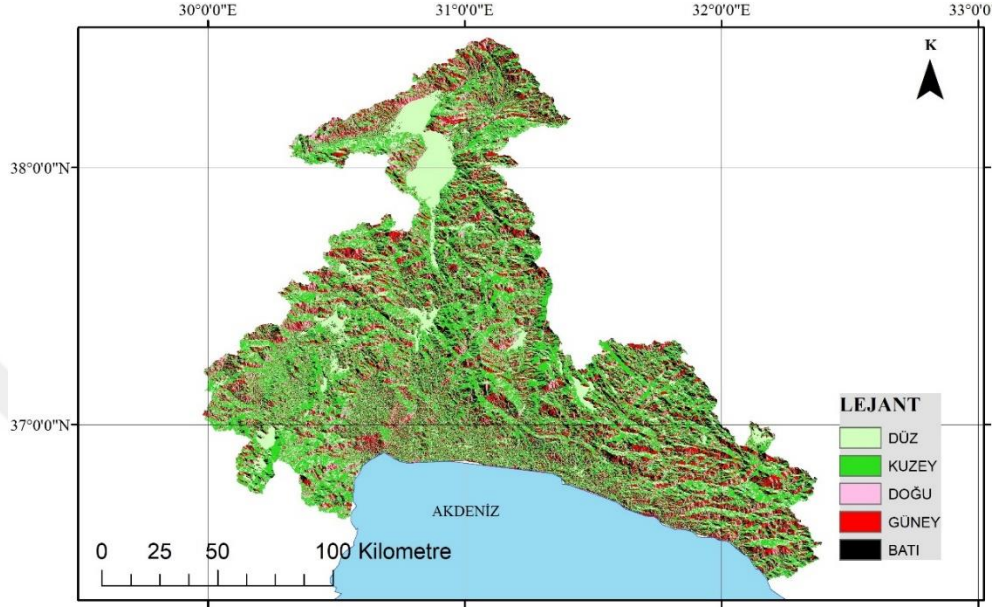
Şekil 4.42. Antalya Havzası Yükselti Alanı

Havzanın maksimum eğimi % 87.54 ve ortalama eğimi % 52.54'dür. Eğim haritasına bakıldığında havza genelinin eğim derecesi yüksek alanlardan oluştuğu görülmektedir. Eğim haritası şekil 4.43.'de verilmiştir.



Şekil 4.43. Antalya Havzası Eğim Haritası

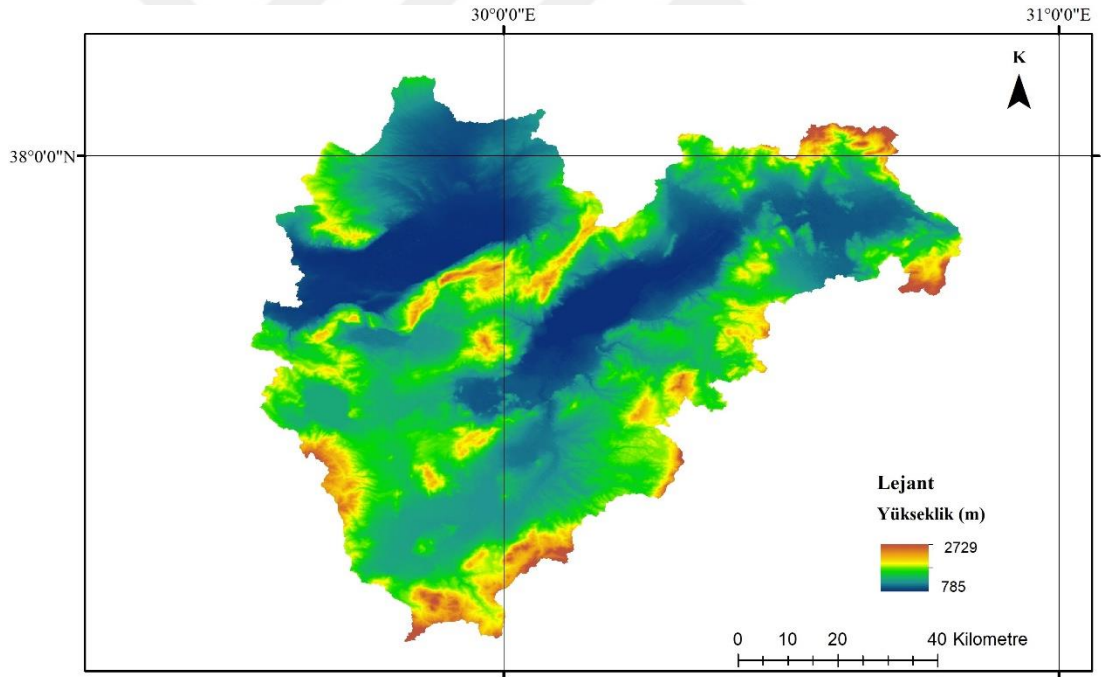
Bakı haritasından denize yakın kısımlarda dağların kıyıya paralel doğrultuda uzandığı ve bakının kuzeydoğu-güneybatı yönlerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.44.).



Birbirinden bağımsız ana akarsu kollarından oluşan drenaj sistemiyle yağış birçok noktadan denize dökülmektedir. Bu durum havzanın birçok alt havzadan oluştuğunu göstermektedir. Her bir drenaj sistemi kendi içinde değerlendirilmelidir (Şekil 4.45.).

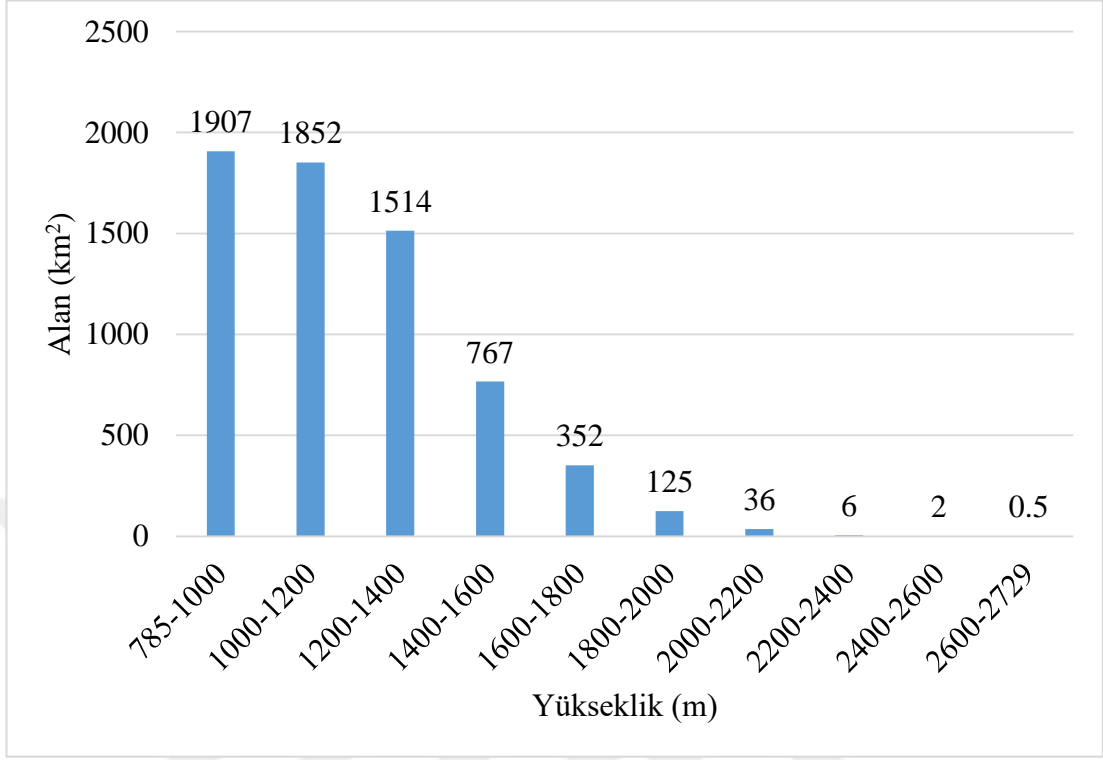
4.10. Burdur Havzası

Burdur Havzası'nın en düşük yükseklikteki alanlarında göller bulunmaktadır. Havzanın geri kalan kısımlarına yükseklik haritasında yeşil rengin tonları hâkimdir. Havzanın minimum yüksekliği 785 m, maksimum yüksekliği 2729 m ve ortalama yüksekliği 1186 m'dir. Burdur'un tamamına yakını, Afyonkarahisar ve Denizli'nin bir kısmı bu havza içerisindedir

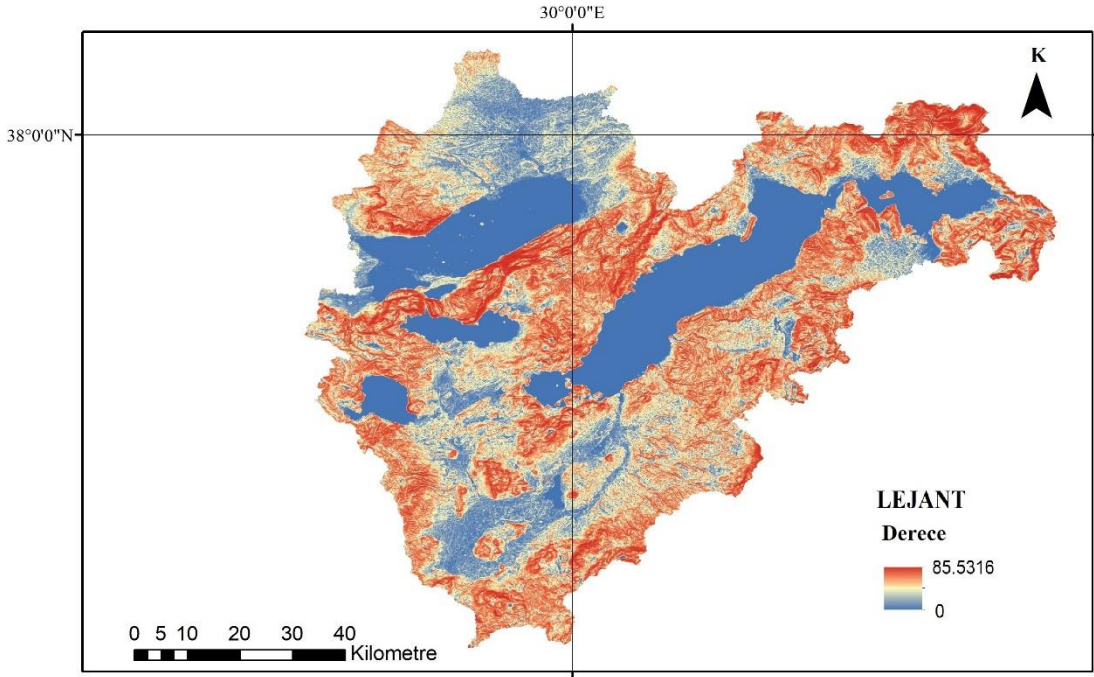


Şekil 4.46. Burdur Havzası Yükseklik Haritası

Yükseklik – alan ilişkisi incelendiğinde Burdur Havzası'nda yükseklik aralığı arttıkça bu aralığa karşılık gelen alan azalmaktadır. 1800m - 2729 m yükseklik arasındaki 169.5 km²'lik alan tüm havzanın sadece % 2'sine karşılık gelmektedir (Şekil 4.47.).



Şekil 4.47. Burdur Havzası Yükselti Alanı

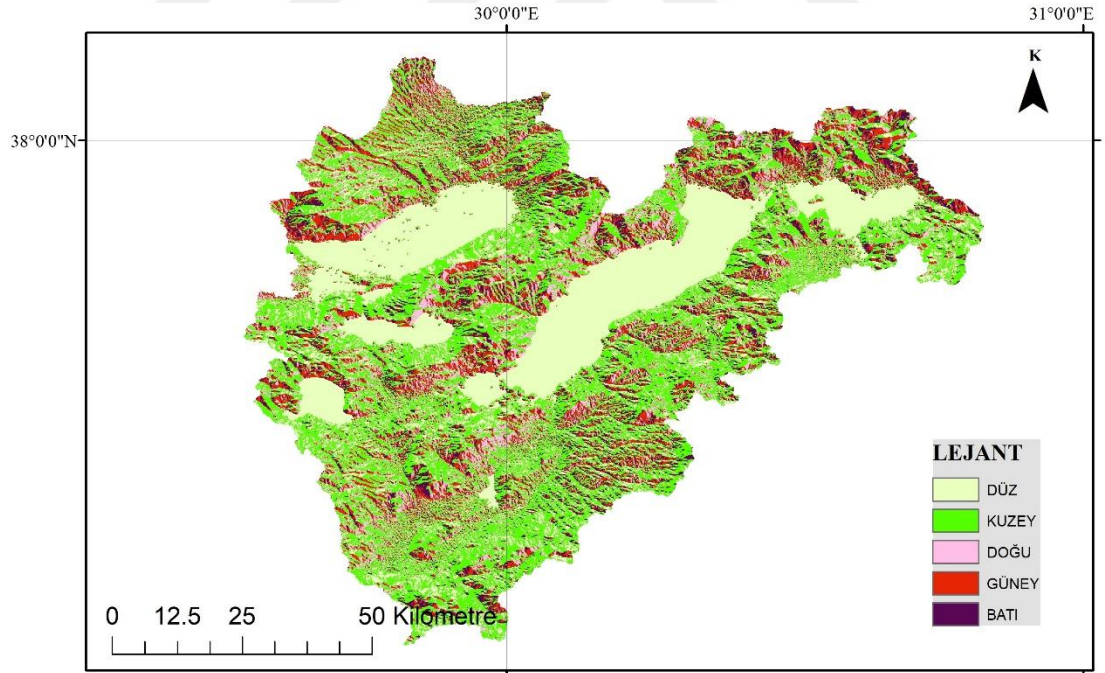


Şekil 4.48. Burdur Havzası Eğim Haritası

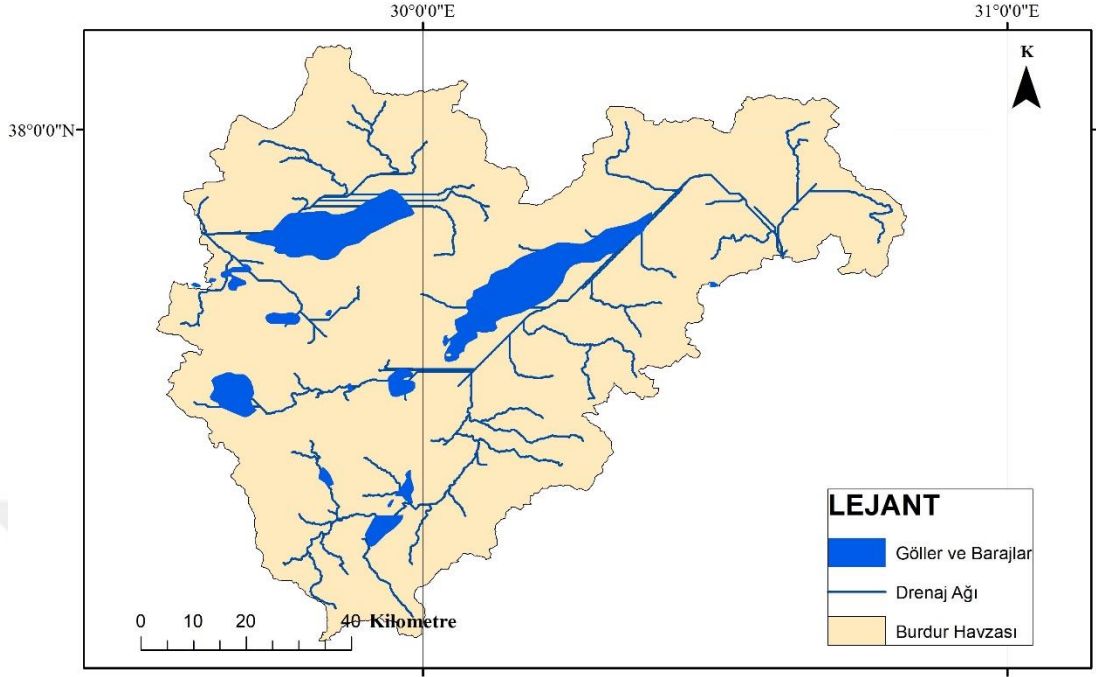
Burdur Havzası'nın maksimum eğimi % 85.53 ve ortalama eğimi % 38.28 olarak hesaplanmıştır. Havza İçerisinde bulunan göller ve düz yüzeyler eğimin % 0 olduğunu gösteren mavi renkle temsil edilmiştir. Koyu kahverengi tonlarının olduğu bölgelerde eğimin fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.48.).

Burdur Havzası'nda bakı, havzanın her bölgesi için farklı bir yöndedir. Bu sebeple havza geneli için herhangi bir yön belirtmek uygun değildir. Bakı haritasından göllerin olduğu bölgelerin düz araziyle temsil edildiği görülebilir (Şekil 4.49.).

Drenaj Ağına bakıldığında yağışın göllere ulaştığı görülmektedir. Bu özelliği ile Burdur Havzası kapalı bir havzadır. Havzanın küçük bir alana sahip olması nedeniyle drenajı oluşturan akarsu kolları diğer havzalara göre daha az miktardadır. Yağış havza sınırına yakın kısımlardan iç kısma doğru toplanmaktadır (Şekil 4.50.).



Şekil 4.49. Burdur Havzası Bakı Haritası



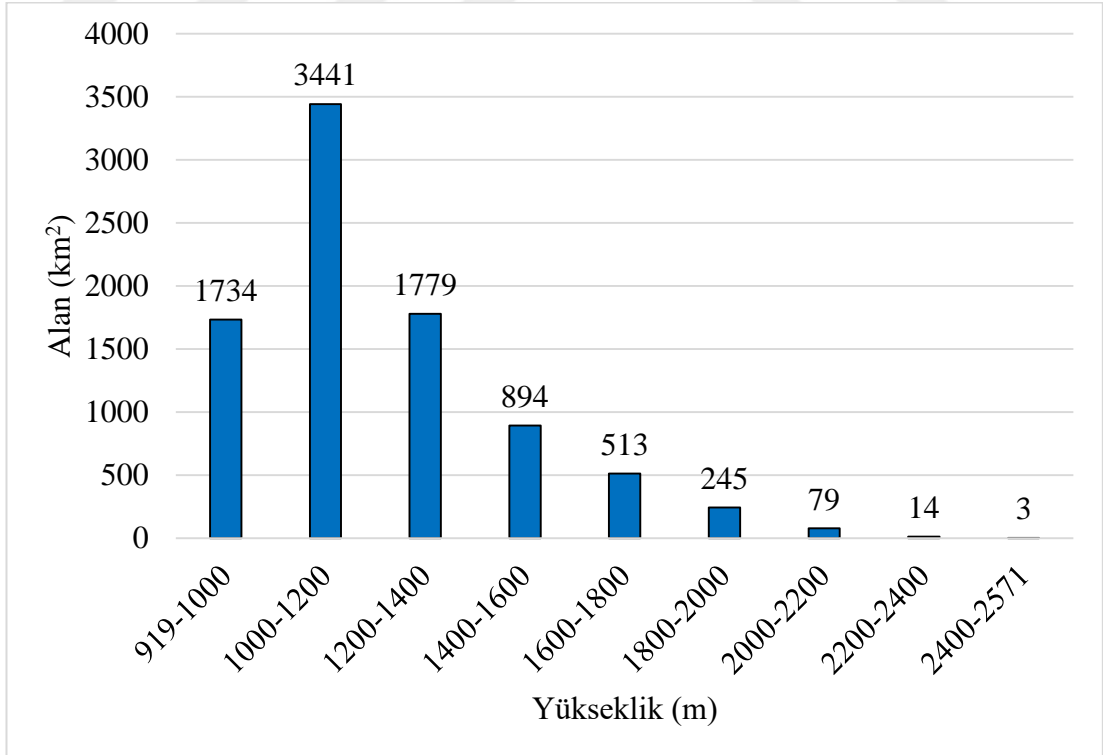
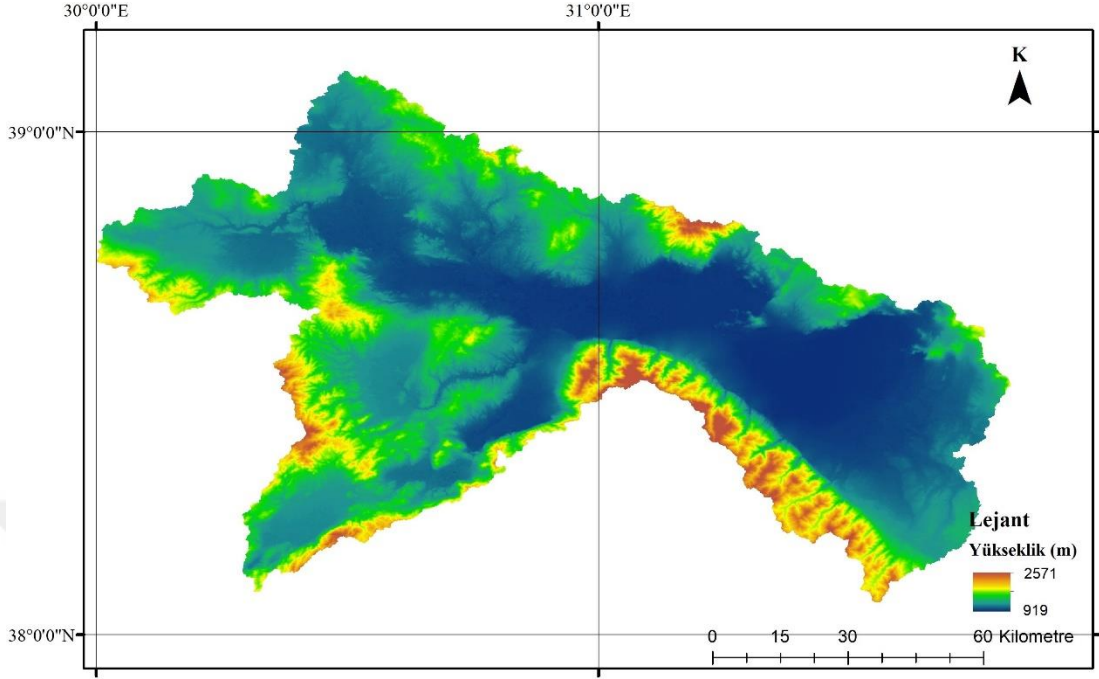
Şekil 4.50. Burdur Havzası Drenaj Ağı

4.11. Akarçay Havzası

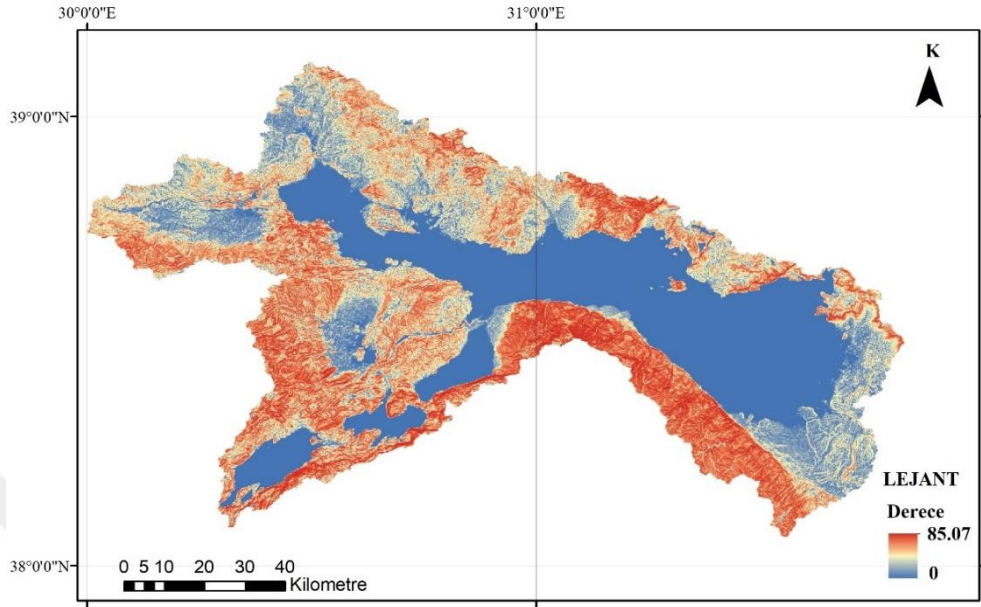
Havzanın minimum yüksekliği 919 m, maksimum yüksekliği 2571 m ve ortalama yüksekliği 1220 m olarak hesaplanmıştır. Havza, Afyon'dan ve Konya'nın bir kısmından oluşmaktadır (Şekil 4.51.).

Akarçay Havzası'nın yüksekliği 919 m – 1400 m arasında olan alanların toplamı tüm havzanın %80'ine karşılık gelmektedir. Bu oran ortalama yüksekliğin 1220 m olmasında etkilidir (Şekil 4.52.).

Eğim Haritasında eğimin % 0 olduğu düz alanları gösteren mavi tonların çok olmasının sebebi havza içerisinde bulunan göller ve barajlardır. Havzanın güney kesiminde eğim daha fazladır. (Şekil 4.53.).

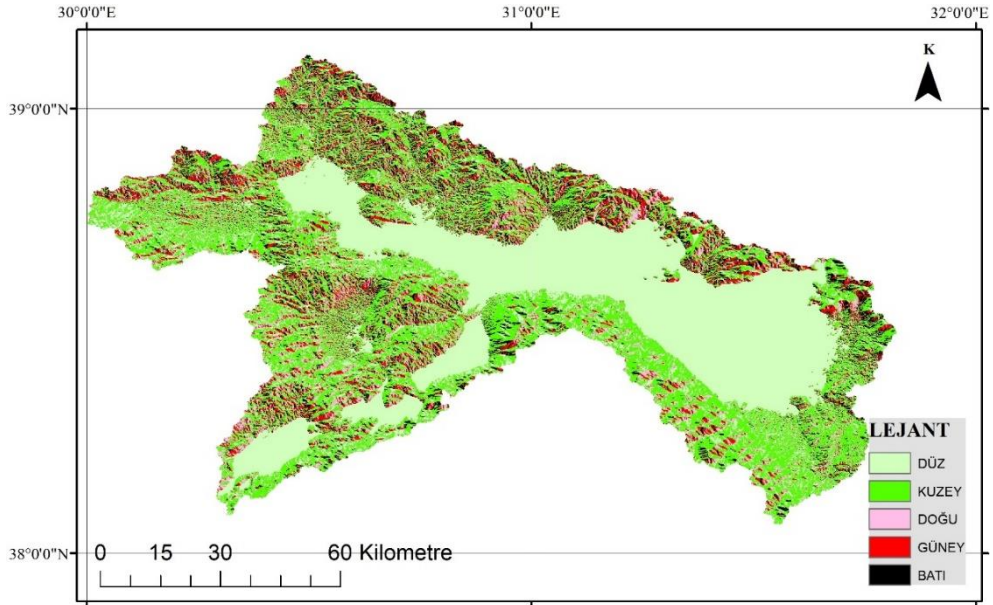


Şekil 4.52. Akarçay Havzası Yükselti Alanı



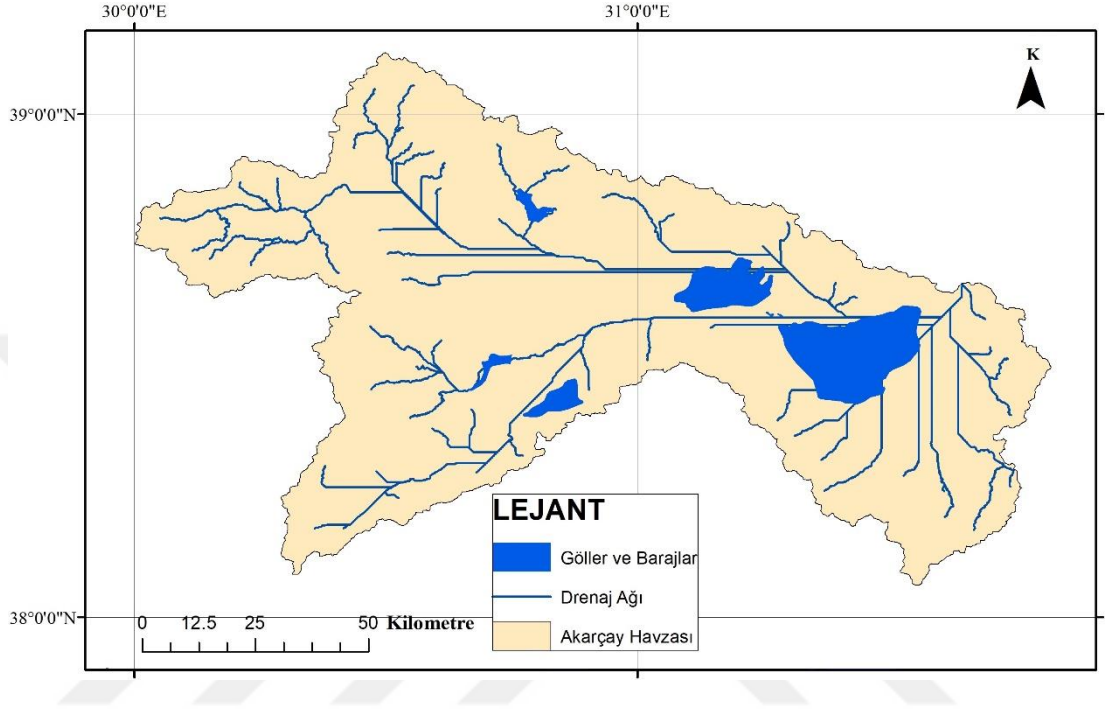
Şekil 4.53. Akarçay Havzası Eğim Haritası

Akarçay Havzası'nda bakının kuzey – güney doğrultusunda olduğu anlaşılmaktadır. Havzanın iç kesimlerinde düz yüzeyler büyük bir yer kaplamaktadır (Şekil 4.54.).



Şekil 4.54. Akarçay Havzası Bakı Haritası

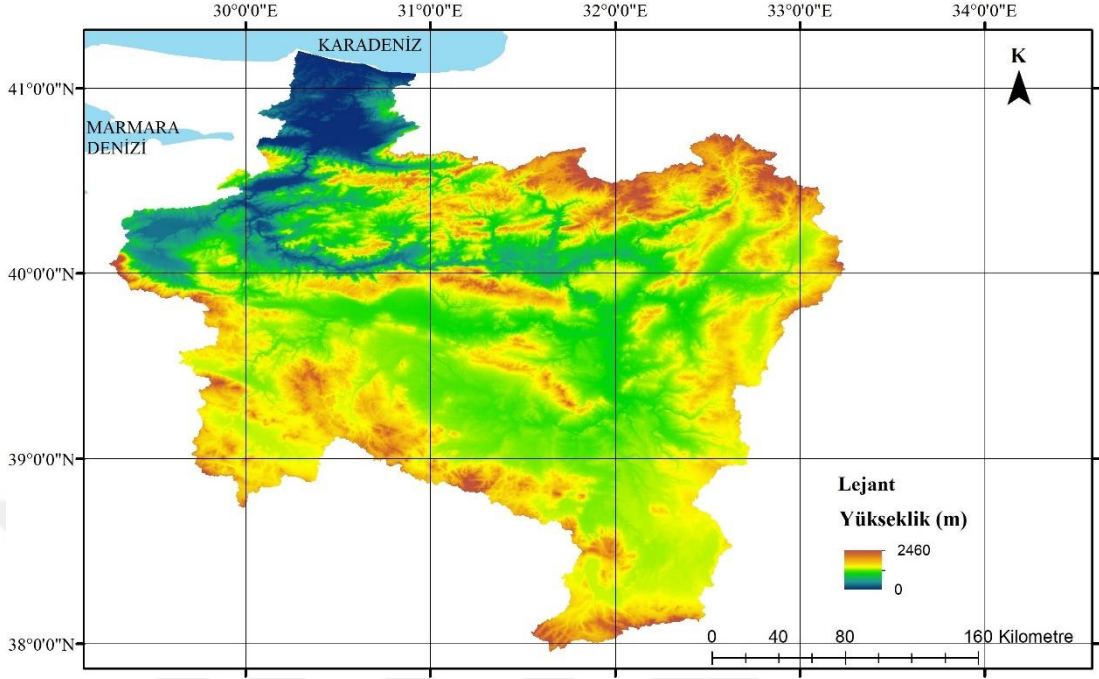
Drenaj ağına bakıldığında akışın yüksek kesimlerinden göllere doğru gerçekleşeceği bu sebeple Akarçay Havzası'nın kapalı bir havza olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.55.).



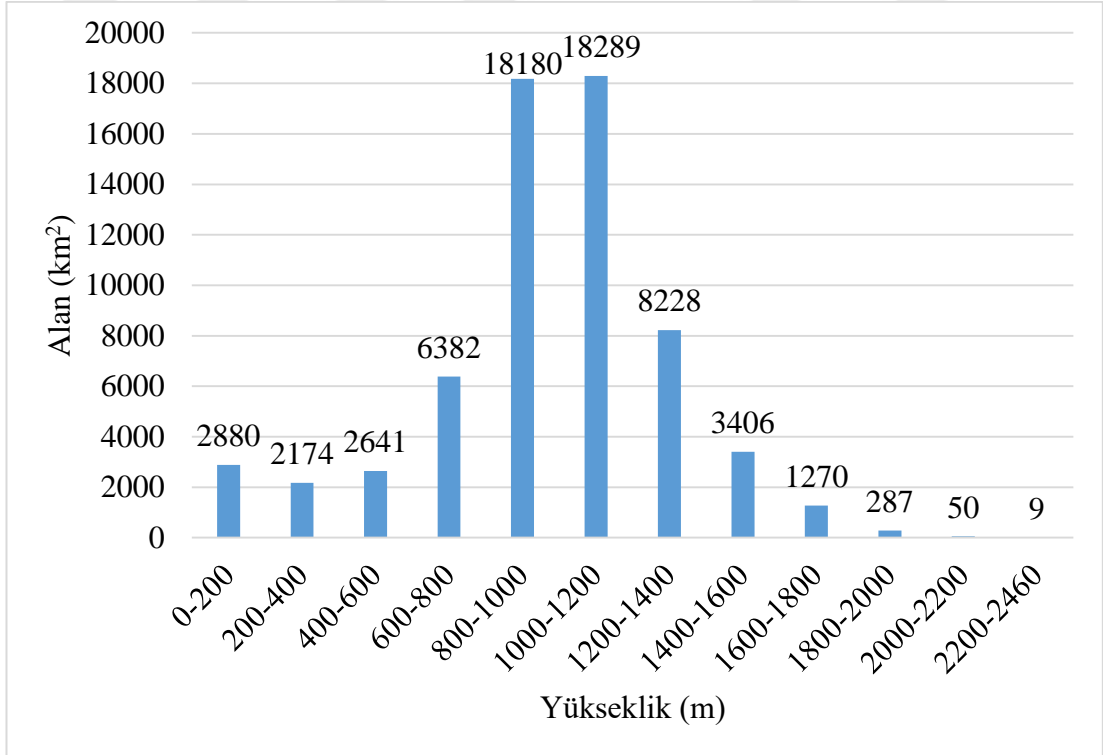
4.12. Sakarya Havzası

Sakarya Havzası; Eskişehir, Bilecik ve Sakarya'nın tamamını, Ankara'nın büyük bir kısmını, Konya, Kütahya Afyonkarahisar ve Bolu'nun bir bölümünü kapsamaktadır. Havzanın en alçak yeri 0 m, en yüksek yeri 2460 m ve ortalama yüksekliği 966 m'dir. Havzanın Karadeniz'e yakın olan kısımlarında yükseklik ortalamasının altındadır. İç kısımlara gidildikçe yükseklik artmaktadır (Şekil 4.56.).

Sakarya Havzası'nın alan – yükseklik ilişkisi incelendiğinde yüksekliği 800 m ile 1200 m arasında olan alanların toplamı 36469 km²'dir. Bu toplam alan tüm havzanın %57'sini oluşturur (Şekil 4.57.).

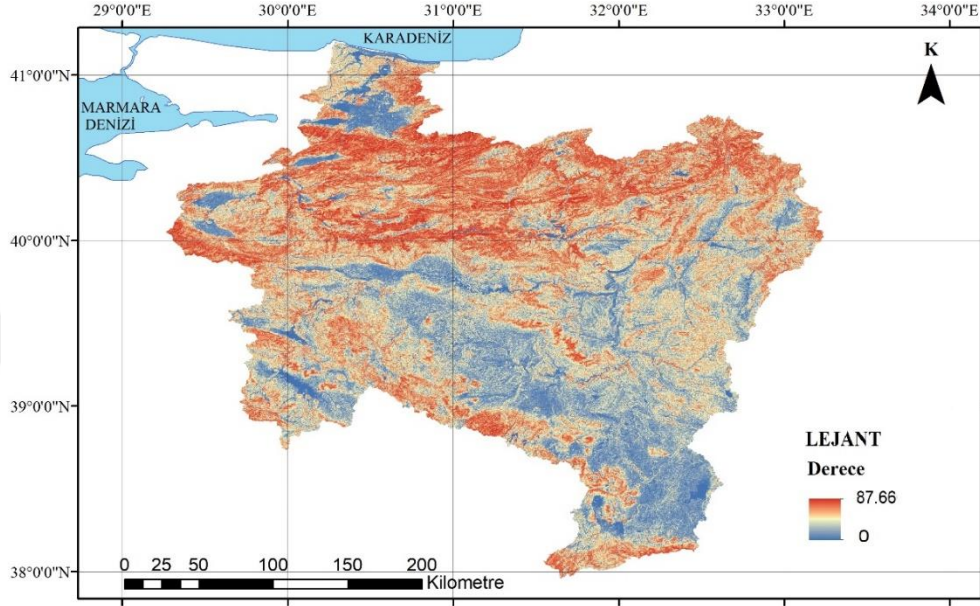


Şekil 4.56. Sakarya Havzası Yükseklik Haritası

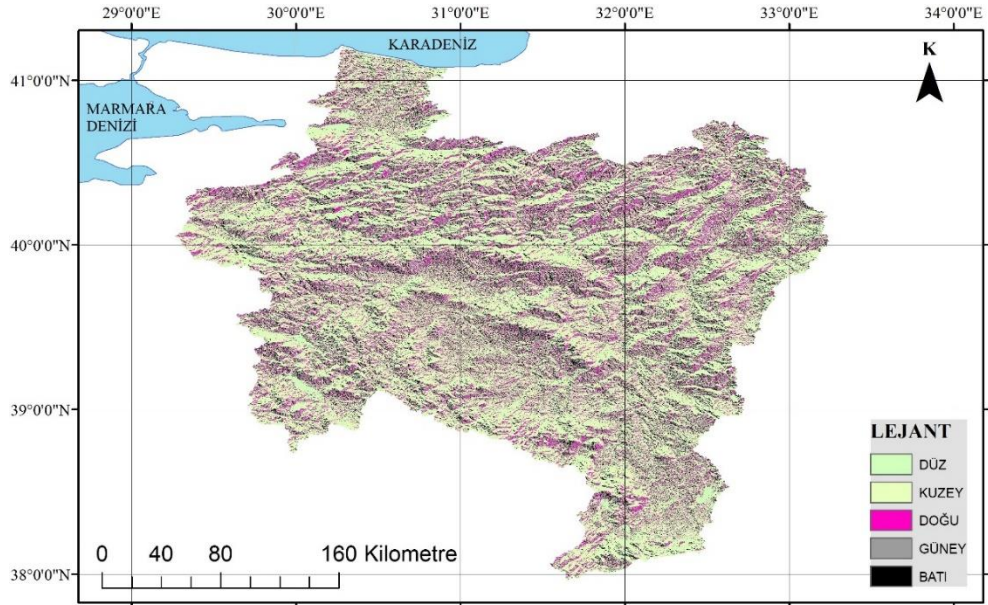


Şekil 4.57. Sakarya Havzası Yükselti Alanı

Sakarya Havzası'nda minimum eğim % 0, maksimum eğim % 87.66 ortalama eğim % 40.87'dir. Havzanın kuzey kesiminde Karadeniz'e paralel uzanan dağlar, Eğim haritasında eğimin fazla olduğu kahverengi tonlarıyla temsil edilmiştir (Şekil 4.58.).



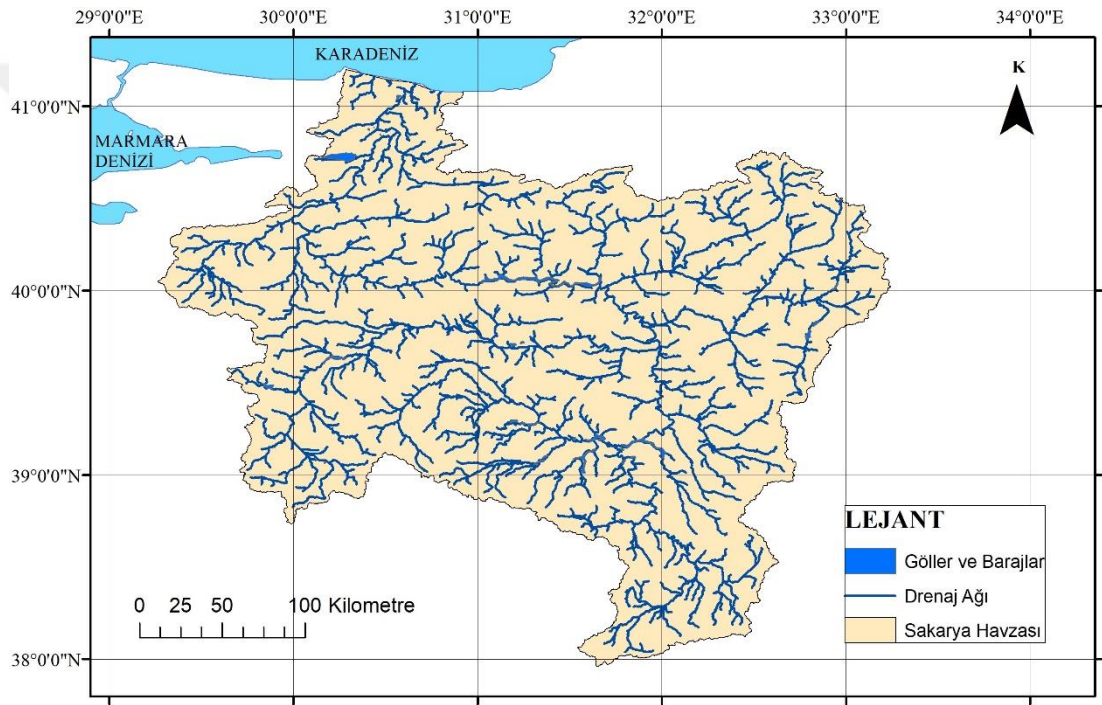
Şekil 4.58. Sakarya Havzası Eğim Haritası



Şekil 4.59. Sakarya Havzası Bakı Haritası

Sakarya havasının doğusunda bulunan dağların yamaçları güneydoğu – kuzeybatı yönlerine bakmaktadır. Havzanın batı kesimindeki dağların yamaçları ise kuzeydoğu – güney batı istikametindedir. (Şekil 4.59.).

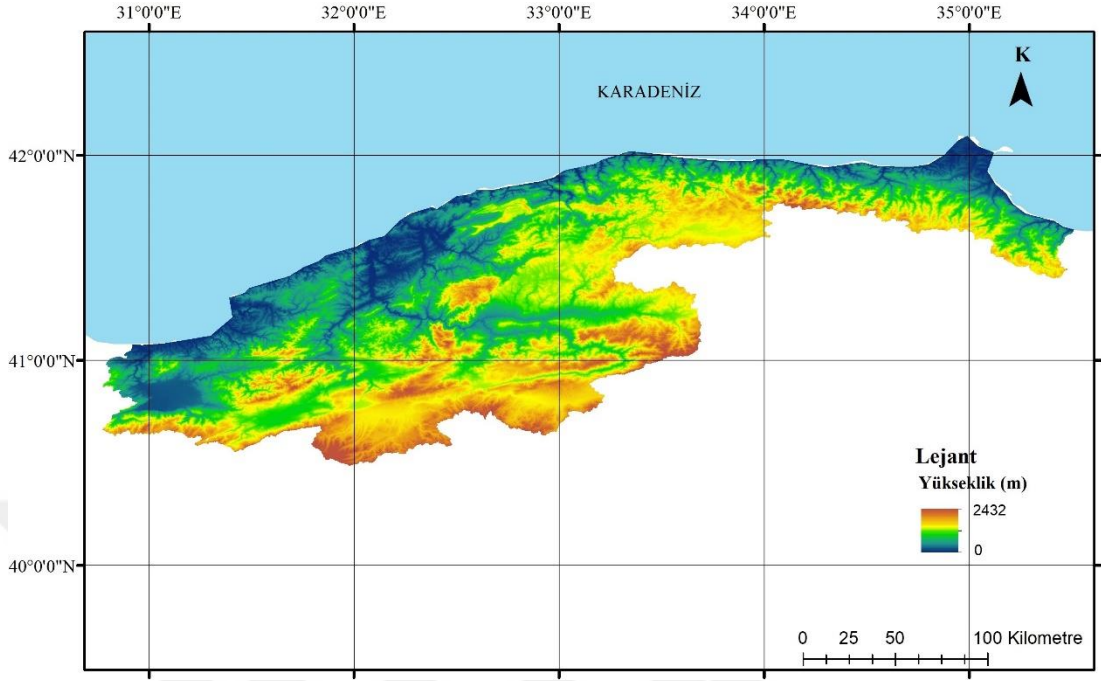
Drenaj sistemi birbirine bağlı bir şekilde bütündür. Karadeniz kısmında ana drenaj sisteminden bağımsız drenaj kolları mevcuttur. Havzanın güney kesimlerinden itibaren toplanan yağış kuzeydeki Karadeniz’e ulaştırılır (Şekil 4.60.).



Şekil 4.60. Sakarya Havzası Drenaj Ağı

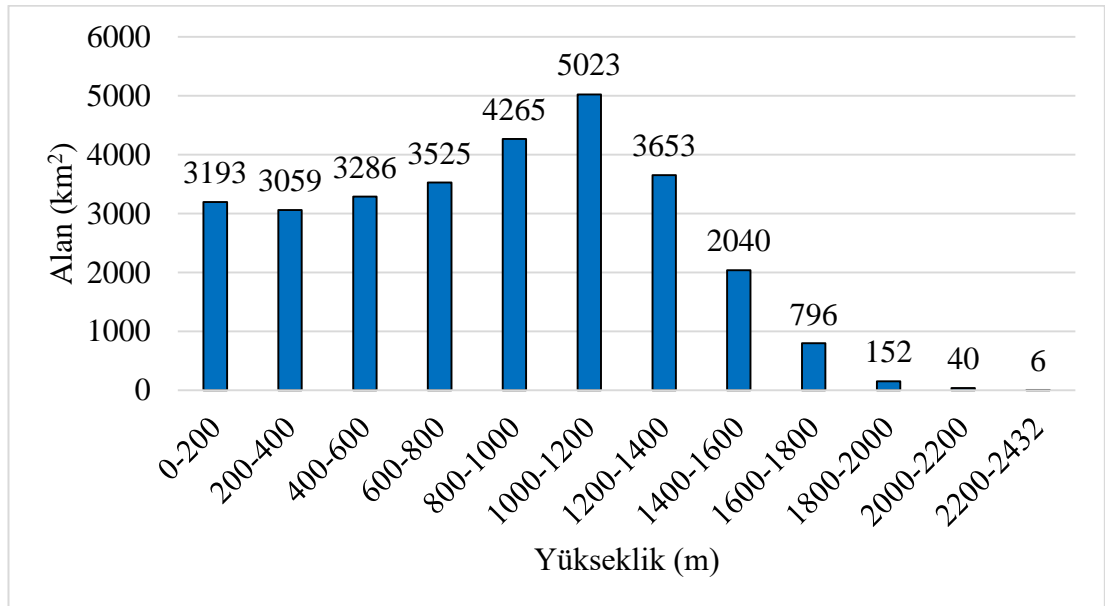
4.13. Batı Karadeniz Havzası

Batı Karadeniz Havzası; Düzce, Zonguldak, Bartın ve Karabük illerinin tamamını, Sinop, Kastamonu, Çankırı ve Bolu'nun bir kısmını kapsamaktadır. Havzanın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 2432 m ve ortalama yüksekliği 834 m'dir. Yükseklik haritası incelendiğinde deniz kıyısından havzanın iç kısımlarına doğru ilerledikçe yüksekliğin birden arttığı görülür (Şekil 4.61.).



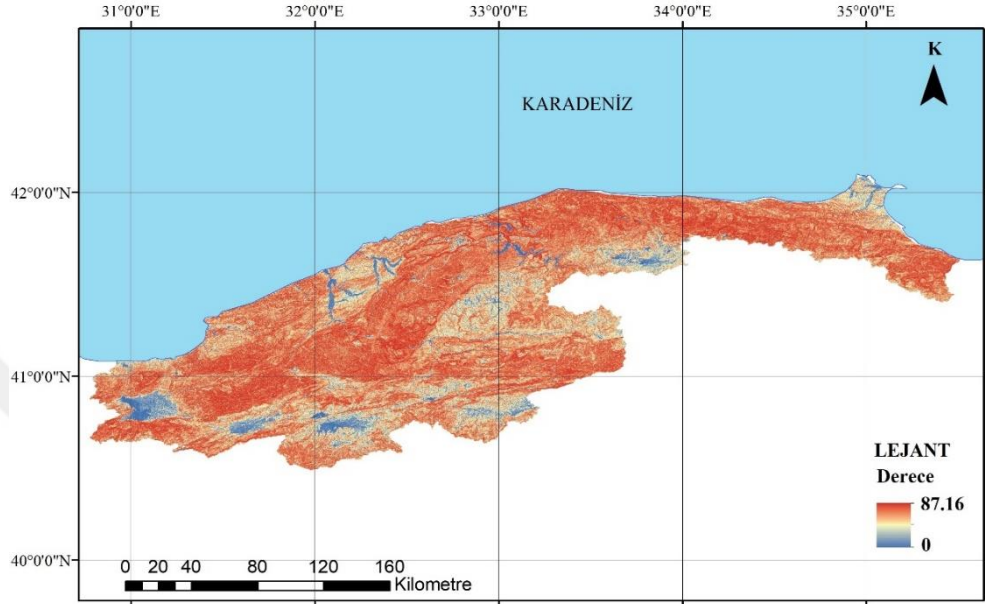
Şekil 4.61. Batı Karadeniz Havzası Yükseklik Haritası

Yüksekliği 0 m – 800 m arasında olan alanlar birbirine yakındır ve yüksekliğe göre birbirine eşit sayılabilecek bir dağılım söz konusudur (Şekil 4.62.).

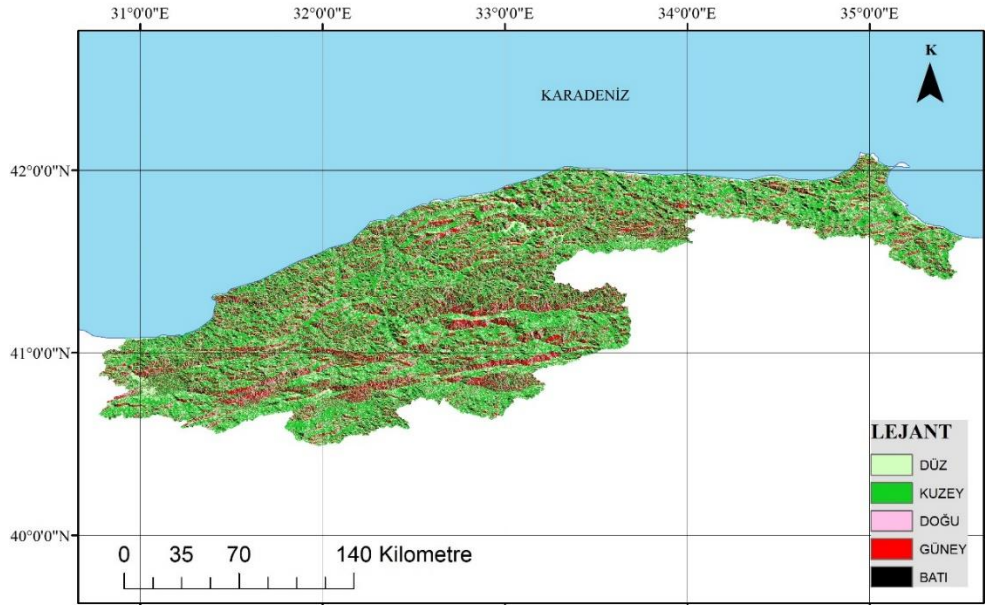


Şekil 4.62. Batı Karadeniz Havzası Yükselti Alanı

Eğim haritasına, eğimin fazla olduğu alanları temsil eden kahverengi tonlar hâkimdir. Yer yer düz araziye temsil eden mavi tonlar az da olsa bulunmaktadır (Şekil 4.63.).



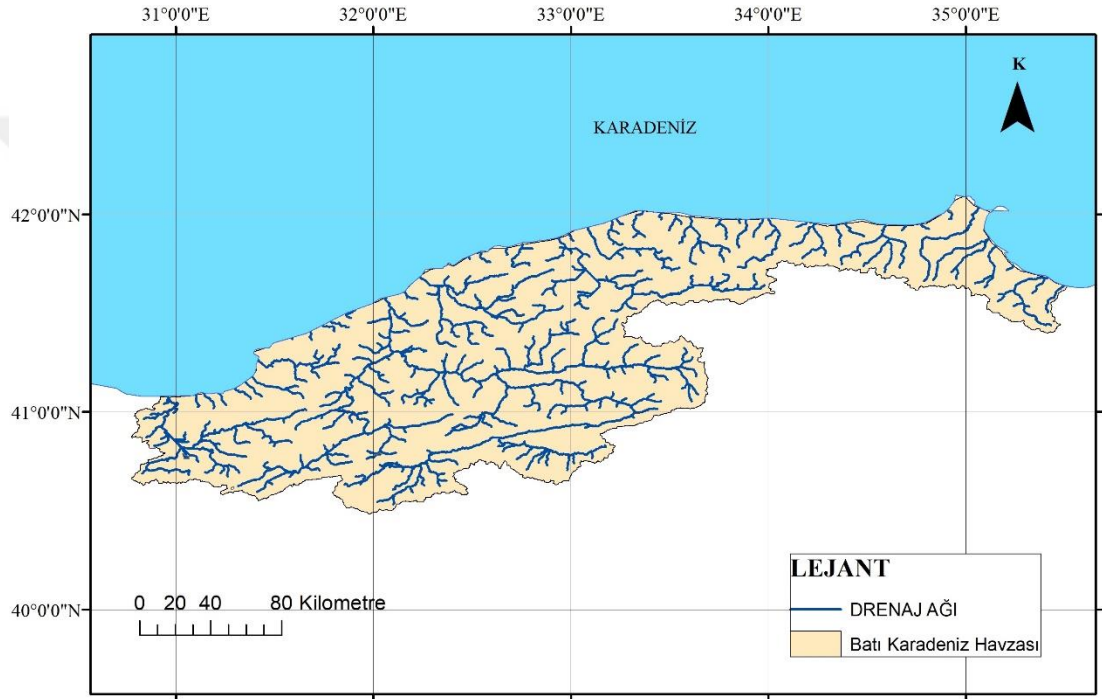
Şekil 4.63. Batı Karadeniz Havzası Eğim Haritası



Şekil 4.64. Batı Karadeniz Havzası Bakı Haritası

Dağların doğu-batı doğrultusunda uzanması sonucu, Batı Karadeniz Havzası'nda bakı, kuzey ve güney doğrultudadır. Bölgede düz arazi çok az mevcuttur (Şekil 4.64.).

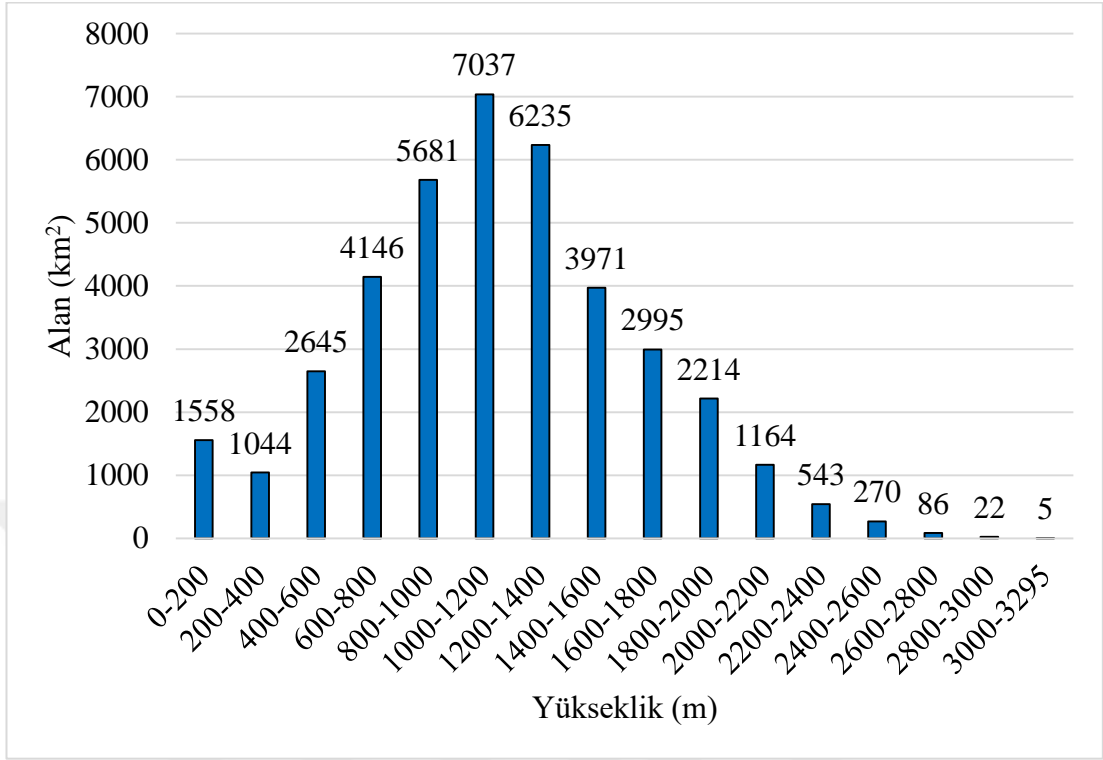
Havzada çok sayıda akışı doğrudan denize dökülen akarsu kolu mevcuttur. İç kesimlerdeki drenaj sistemi bir bütün halindedir (Şekil 4.65.).



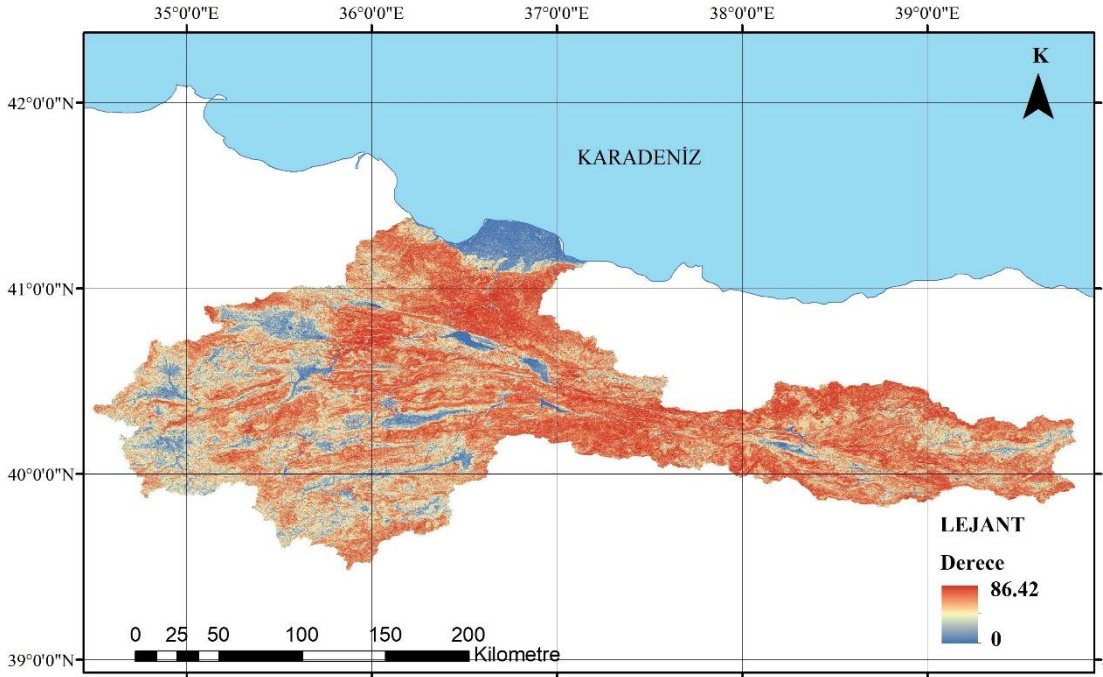
Şekil 4.65. Batı Karadeniz Havzası Drenaj Ağı

4.14. Yeşilirmak Havzası

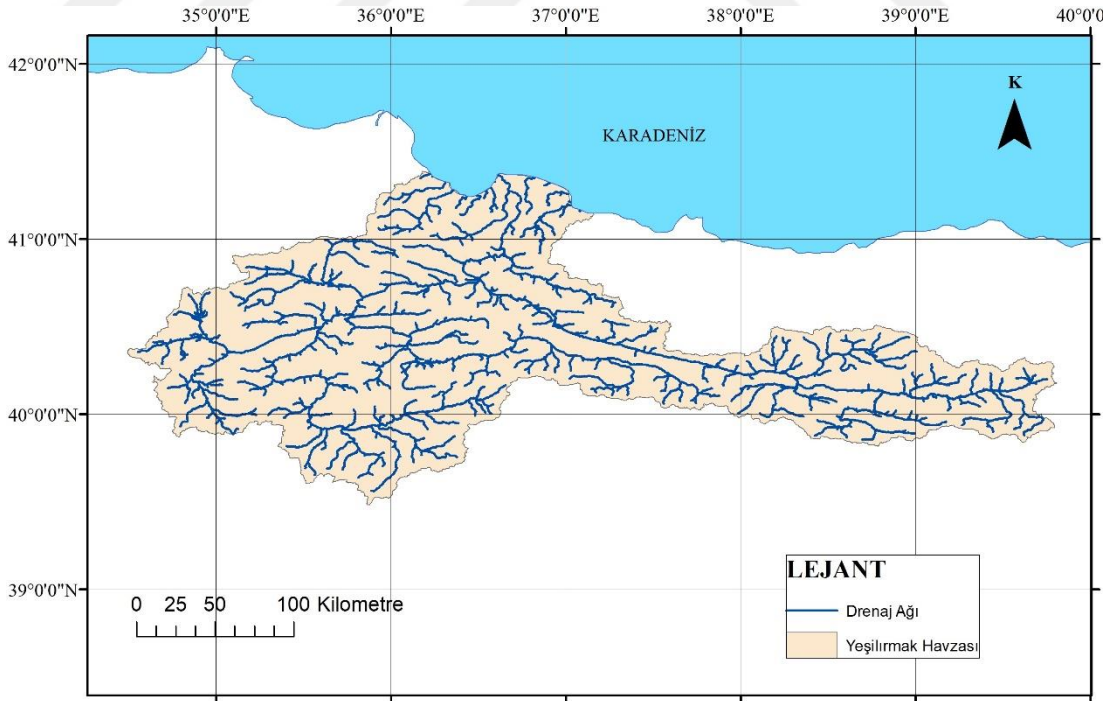
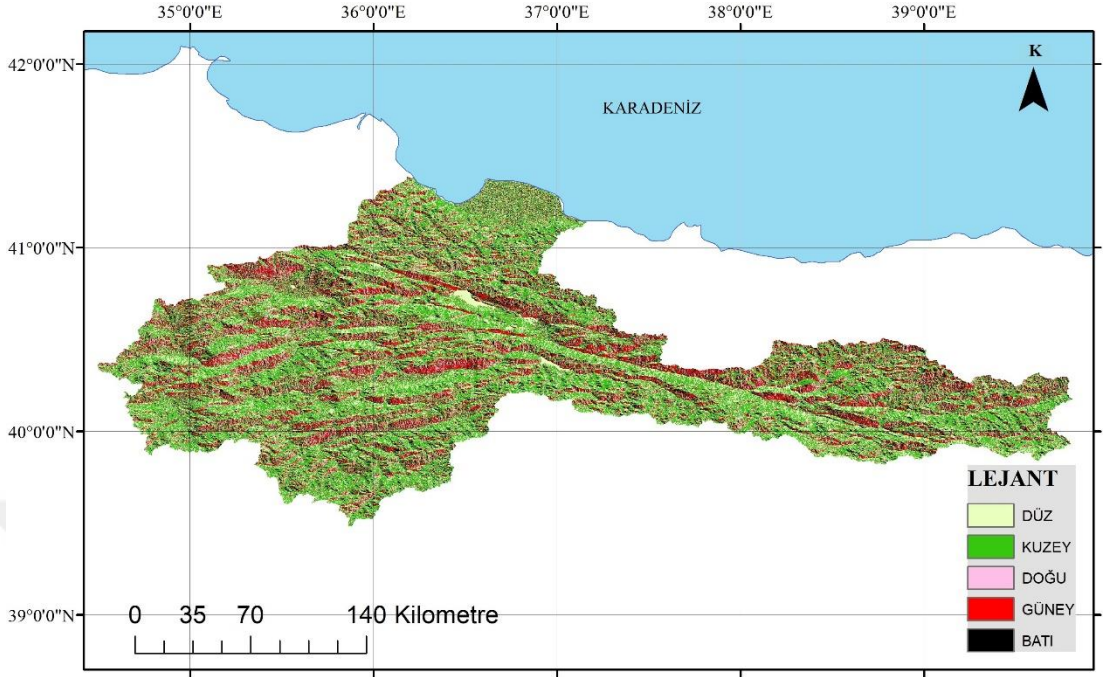
Yeşilirmak Havzası'nın içerisinde; Samsun, Amasya, Çorum, Yozgat, Sivas, Erzincan Giresun, Gümüşhane illerinin bir kısmı ve Tokat ilinin tamamı bulunmaktadır. Havzanın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 3295 m, ve ortalama yüksekliği 1147 m'dir. Şekil 4.66.'da Yeşilirmak Havzası'nın yükseklik haritası verilmiştir. Bu harita incelendiğinde havzanın batısından doğusuna yüksekliğin arttığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.67. Yeşilırmak Havzası Yükselti Alanı

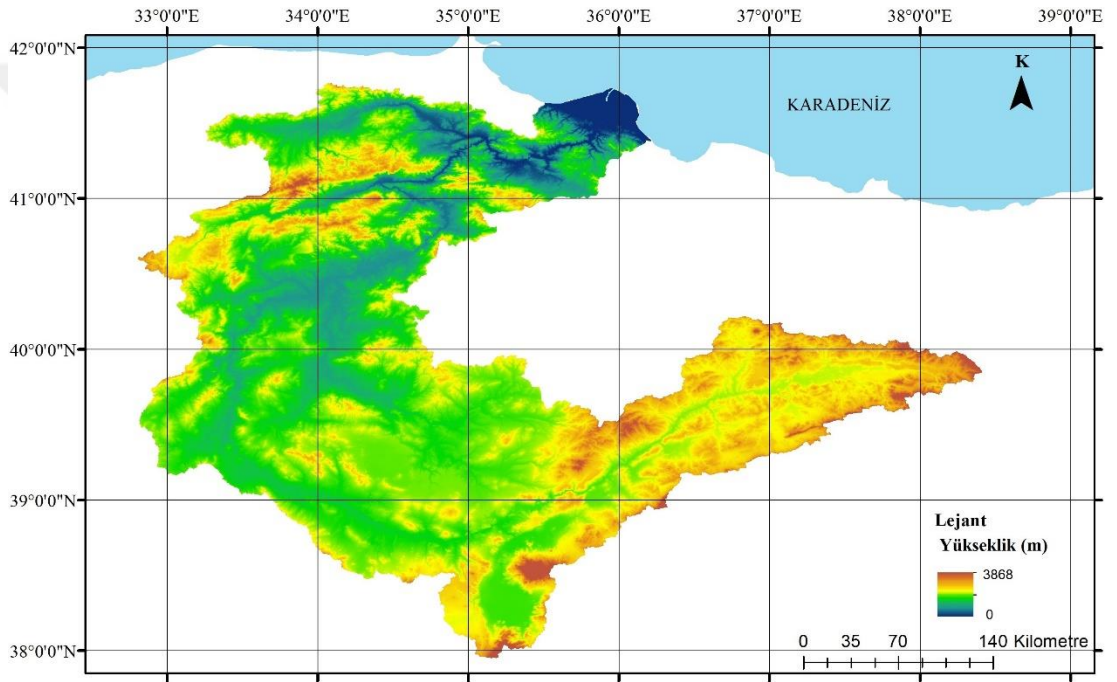


Şekil 4.68. Yeşilırmak Havzası Eğim Haritası



4.15. Kızılırmak Havzası

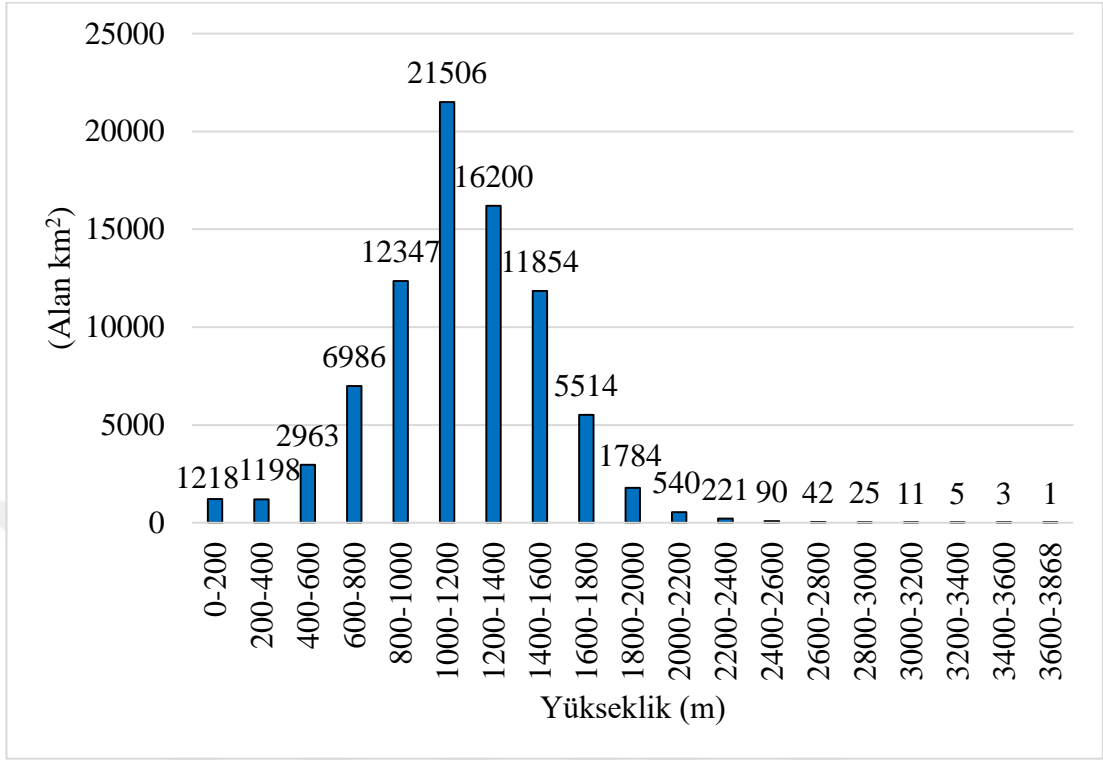
Kızılırmak Havzası'nın içerisinde Kırıkkale ve Kırşehir'in tamamı, Samsun, Sinop, Kastamonu, Çankırı, Ankara, Yozgat, Nevşehir, Kayseri ve Sivas'ın bir kısmı bulunmaktadır. Havzanın minimum yüksekliği 0 m, maksimum yüksekliği 3868 m ve ortalama yüksekliği 1154 m olarak hesaplanmıştır. Yükseklik haritasına bakıldığında havzanın doğusunun daha yüksek alanlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.71.).



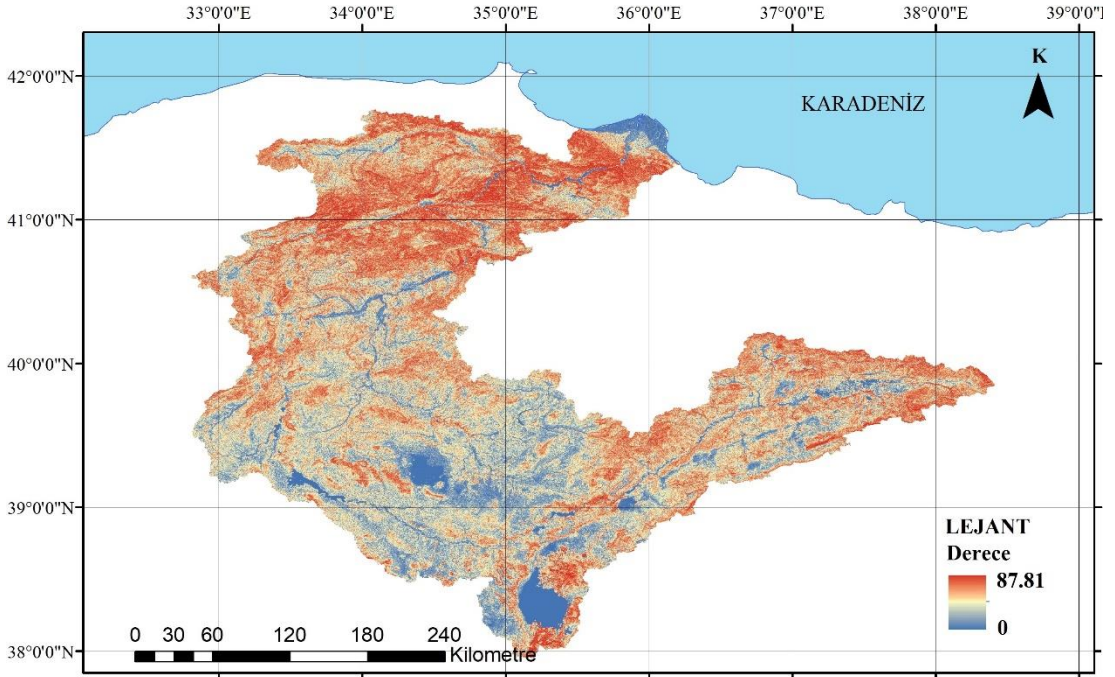
Şekil 4.71. Kızılırmak Havzası Yükseklik Haritası

Havzanın alansal dağılımına bakıldığı zaman yüksekliği 800 m'den 1600 m'ye kadar olan alanların toplamı 61907 km²'dir ve bu alanlar tüm havzanın %75'ine denk gelmektedir (Şekil 4.72.).

Havzanın maksimum eğimi % 87.81 ve ortalama eğimi % 43.56 olarak hesaplanmıştır. Eğim Haritasından eğimin fazla olduğu alanların havzanın kuzey kesiminde Karadeniz'e yakın olduğu kısımlarda olduğu görülür (Şekil 4.73.).

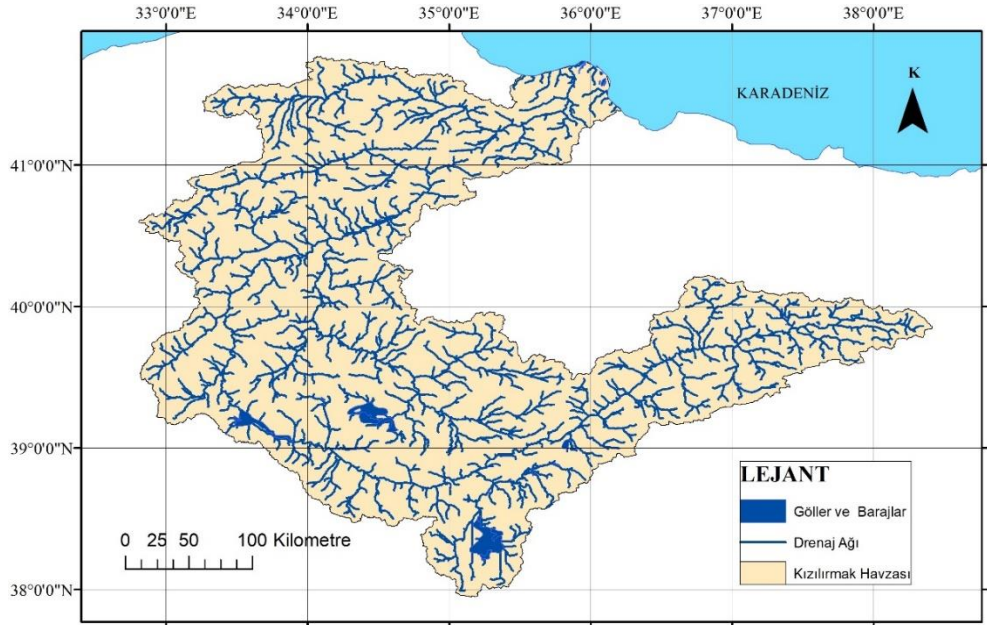
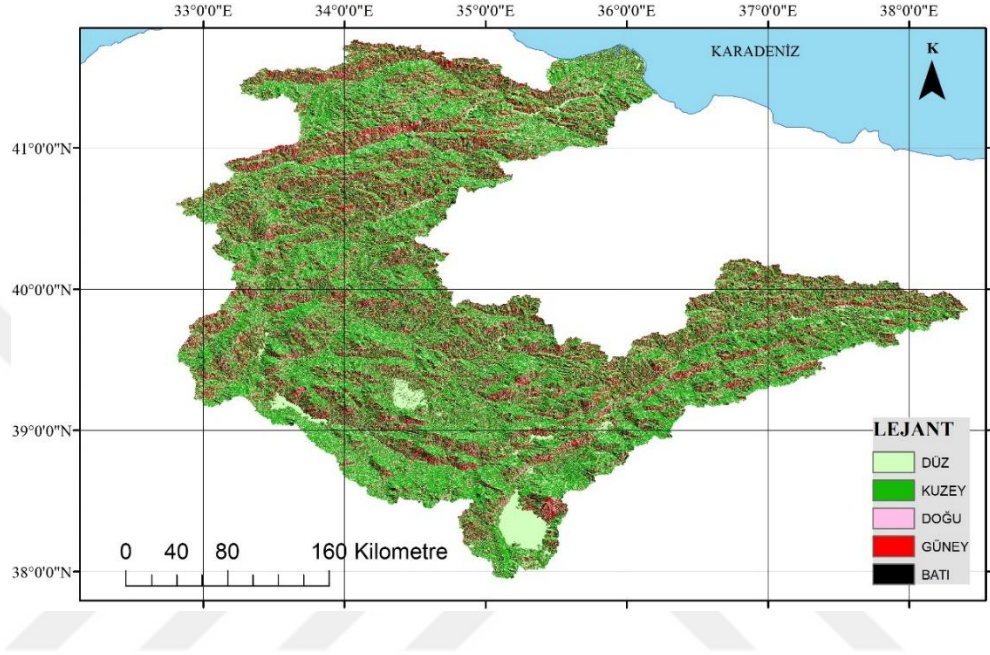


Şekil 4.72. Kızılırmak Havzası Yükselti Alanı



Şekil 4.73. Kızılırmak Havzası Eğim Haritası

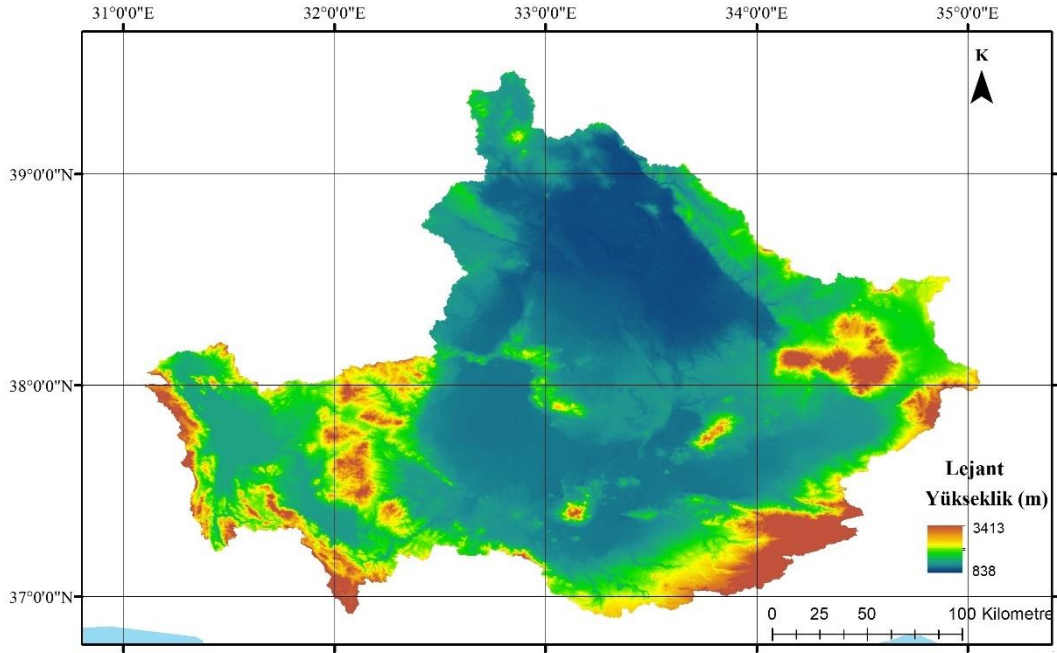
Eğimin fazla olduğu kuzey kesimlerde bakının kuzeybatı-güneydoğu yönlerinde olduğu, havzanın Konya Kapalı Havzası'na yakın kısımlarında ise bakının güneybatı-kuzeydoğu yönlerinde olduğu görülür (Şekil 4.74.).



Kızılırmak Havzası'nın drenaj ağı bir bütünlük içerisinde. Havzada toplanan yağış ana akarsu kolu ile Karadeniz'e dökülmektedir. Daha küçük drenaj ağları, kendinden büyük drenaj ağlarına dik olarak birleşmektedir (Şekil 4.75.).

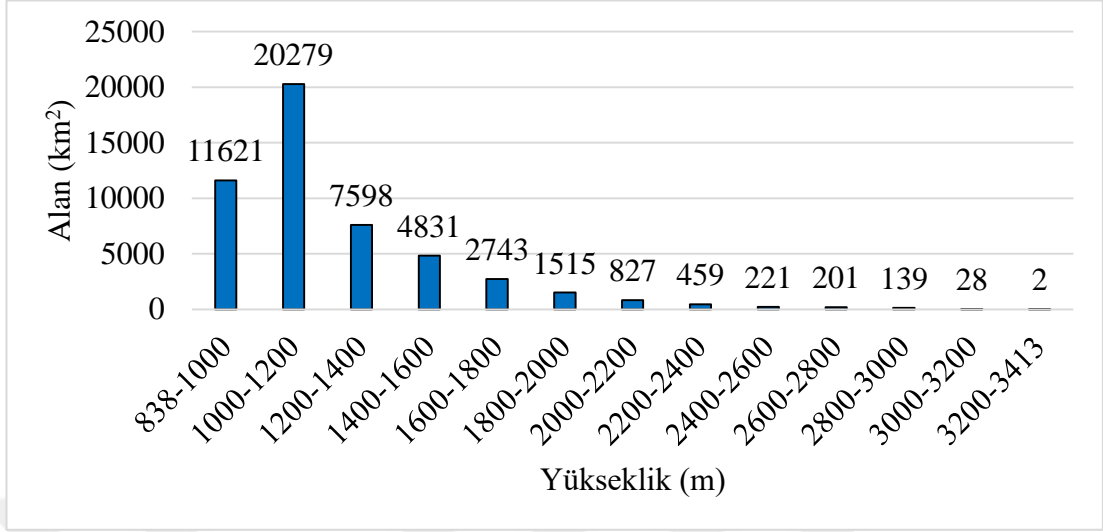
4.16. Konya Kapalı Havzası

Konya Kapalı Havzası'nın minimum yüksekliği 838 m, maksimum yüksekliği 3413 m ve ortalama yüksekliğinin 1224 m'dir. Havzada; Isparta, Konya, Ankara, Aksaray, Niğde ve Karaman illerinin bir kısmı bulunmaktadır. Yükseklik haritası incelendiği zaman havzanın büyük bir bölümünde yüksekliğin aynı olduğu ve havzada yüksek kesimlerin havza sınırlarında yoğunlaştığı görülür (Şekil 4.76.).



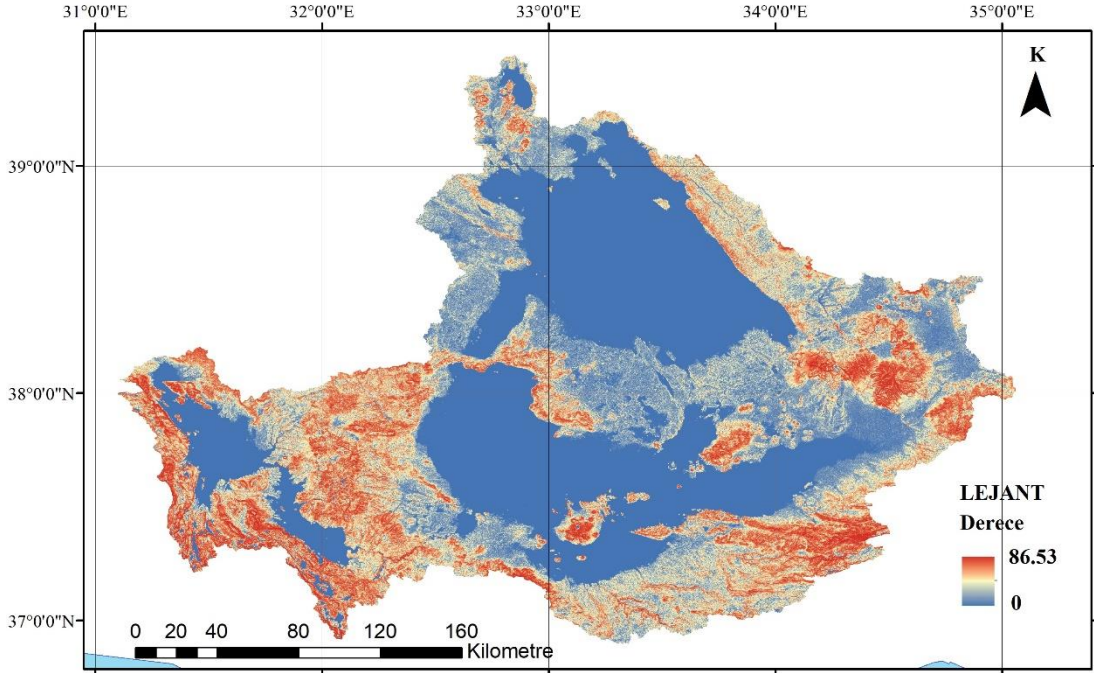
Şekil 4.76. Konya Kapalı Havzası Yükseklik Haritası

Havzanın alan – yükseklik ilişkisi incelendiğinde, yüksekliği 838 m ile 1200 m arasında olan alanların toplamı 31900 km² olarak hesaplanır. Bu alan tüm havzanın %63'ünü oluşturur (Şekil 4.77.).



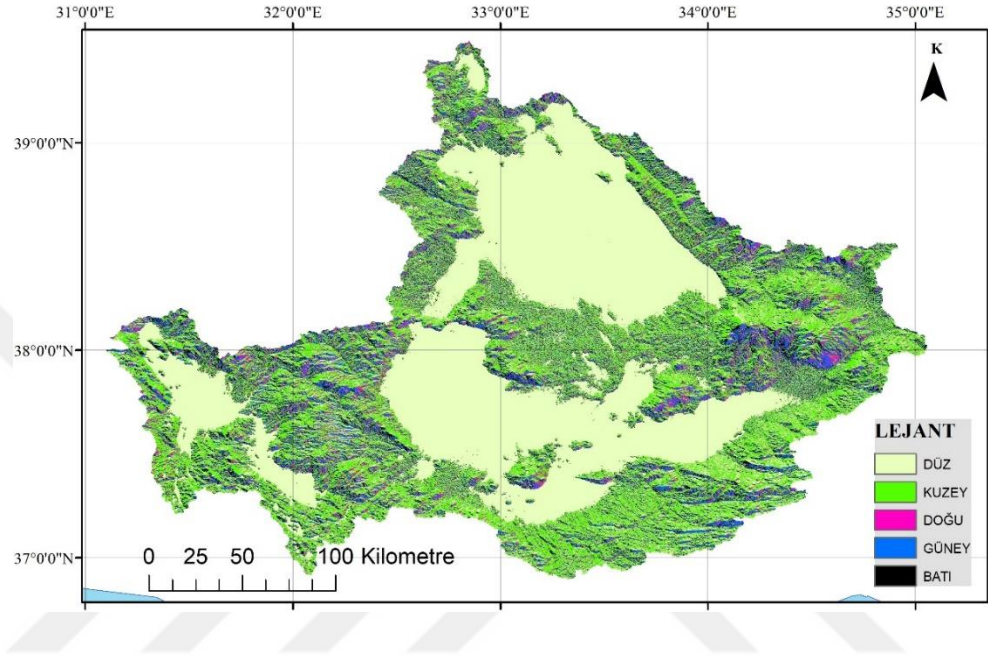
Şekil 4.77. Konya Kapalı Havzası Yükselti Alanı

Havzanın eğimi incelendiğinde büyük bir bölgede düz alanların olduğu görülür. Havzada maksimum eğim % 86.53 ve ortalama eğim % 24.17 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.78.).

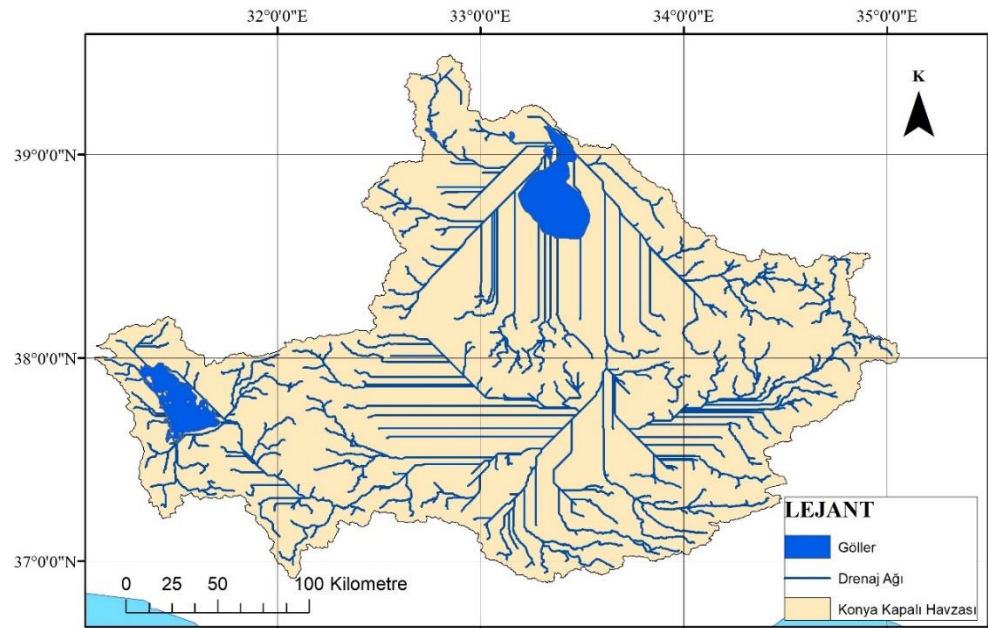


Şekil 4.78. Konya Kapalı Havzası Eğim Haritası

Bakı Haritasına bakıldığı zaman havzada düz alanların çoğunlukta olduğu görülür. Havzanın geneli için bakı yönü belirtmek uygun değildir. Havza içerisinde her yönde bakı mevcuttur (Şekil 4.79.).



Şekil 4.79. Konya Kapalı Havzası Bakı Haritası

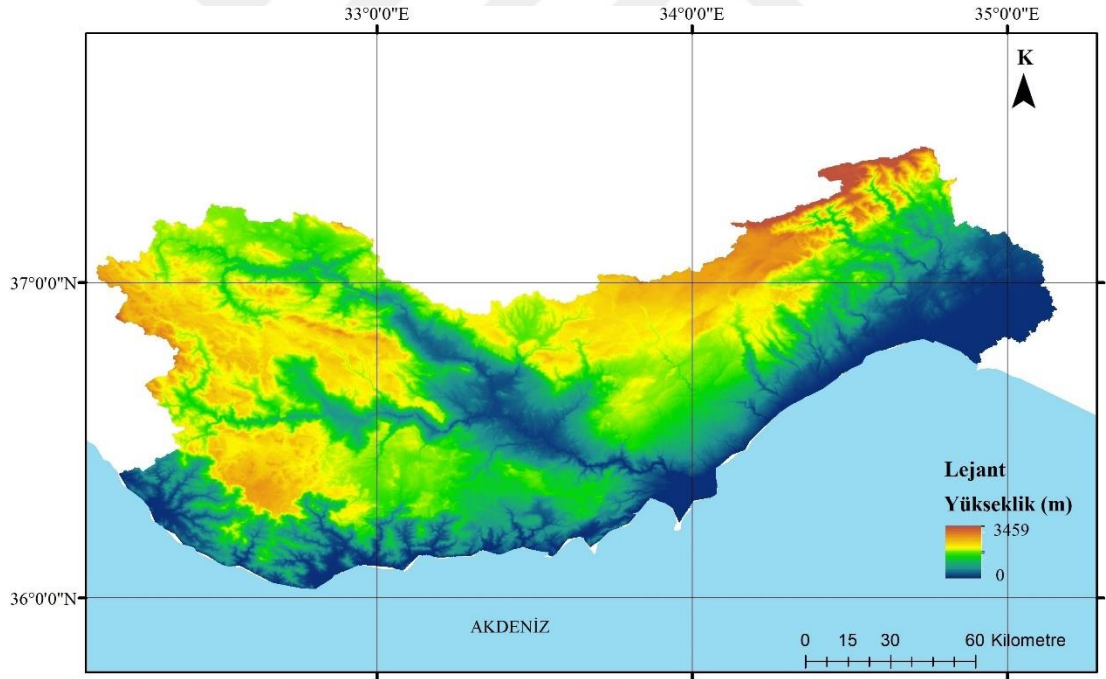


Şekil 4.80. Konya Kapalı Havzası Drenaj Ağı

Drenaj ağında düz çizgilerin olduğu görülmektedir. Kullanılan ArcGIS yazılımında eğimin olmadığı arazilerde akış düz olarak devam ettiği için bu çizgiler oluşmuştur. Havza, yeryüzüne düşüp akışa geçen yağışın göllere dökülmesi sebebi ile kapalı bir havzadır (Şekil 4.80.).

4.17. Doğu Akdeniz Havzası

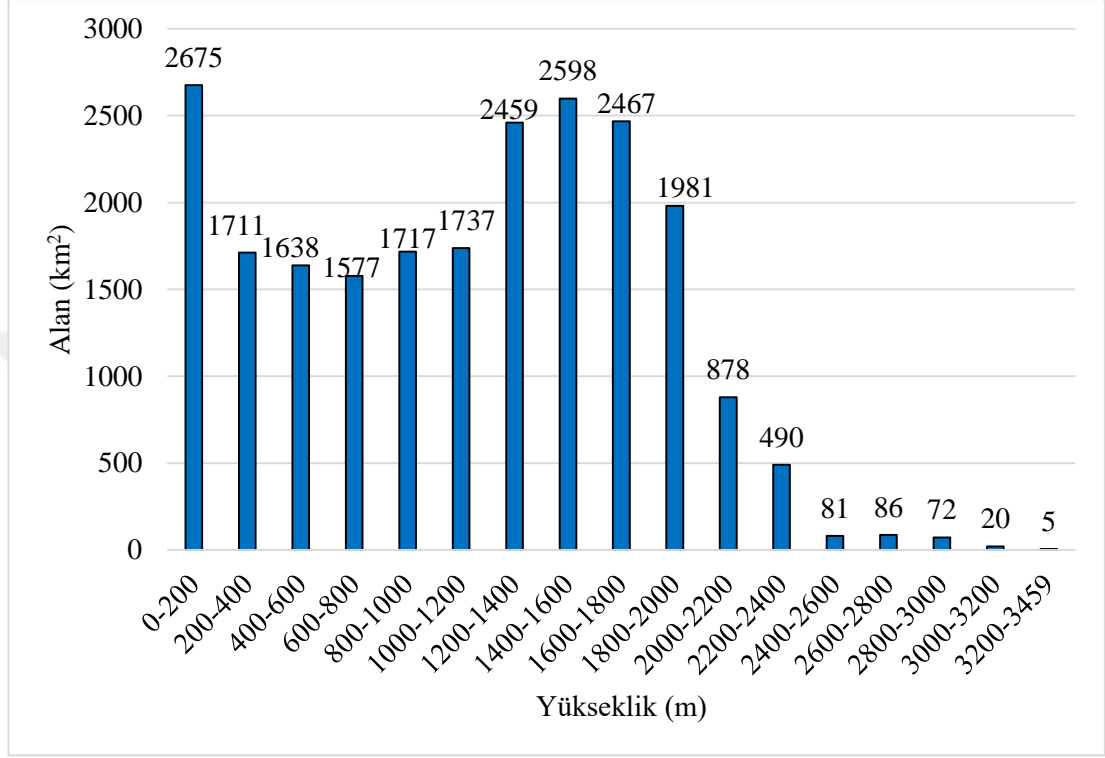
Doğu Akdeniz Havzası'nın maksimum yüksekliği 3459 m ve ortalama yüksekliği 1119 m'dir. Karadeniz'e kıyısı olan havzalarla kıyaslandığı zaman bu havzada deniz kıyısından içeriye doğru gidildikçe yüksekliğin kademeli olarak değiştiği anlaşılmaktadır. Havzanın büyük bir kısmı Mersin'den, geriye kalan kısmı ise Antalya Karaman ve Konya'nın küçük bir bölümünden oluşmaktadır (Şekil 4.81.).



Şekil 4.81. Doğu Akdeniz Havzası Yükseklik Haritası

Havzanın alansal dağılımına bakıldığında yüksekliği 1200 m'den 2000 m'ye kadar olan alanların toplamı 9505 km² olarak bulunur. Bu toplam alan tüm havzanın

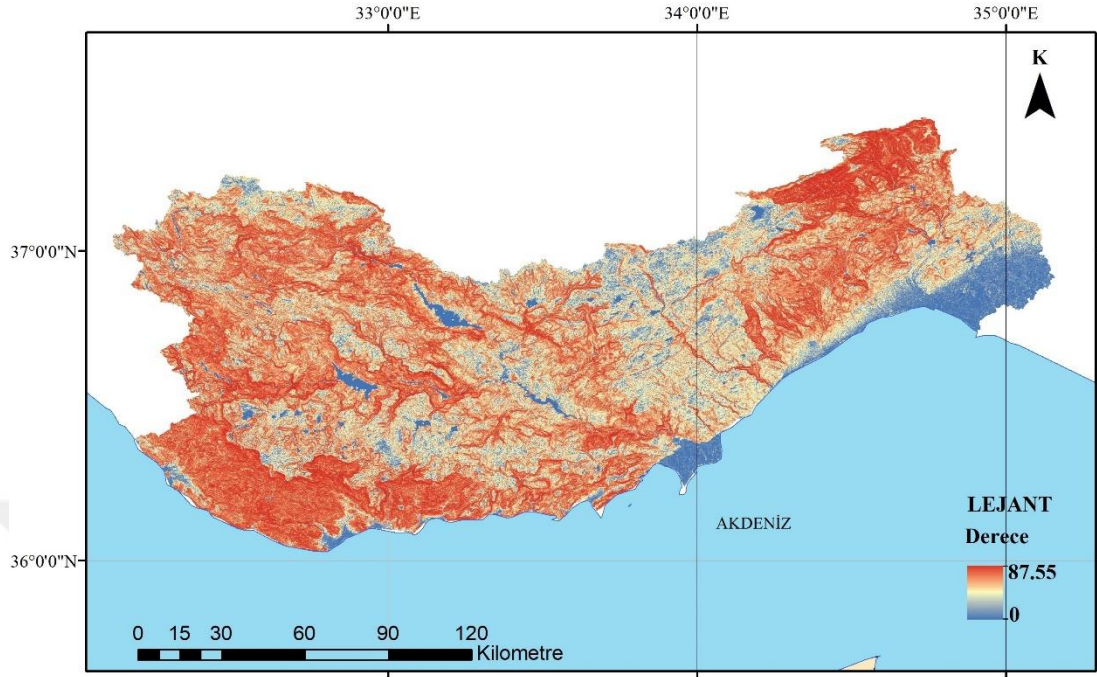
%43'üne denk gelmektedir. Havzanın denize kıyısı olmasına rağmen ortalama yüksekliğinin bin metrenin üzerinde olmasında %43'lük dilim etkilidir (Şekil 4.82.).



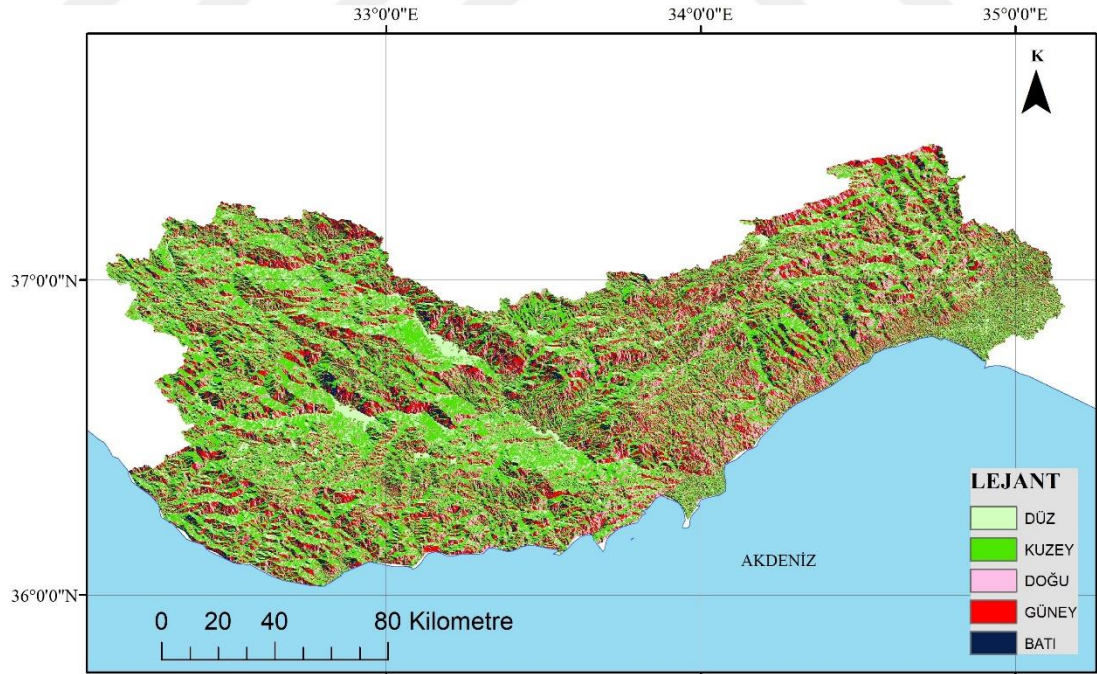
Şekil 4.82. Doğu Akdeniz Havzası Yükselti Alanı

Eğim haritasına bakıldığında, çok eğimli alanları temsil eden kahverengi tonların havzaya hâkim olduğu görülmektedir. Havzanın doğusundaki eğimin olmadığı düz araziler, haritada mavi tonlarla gösterilmiştir. Maksimum eğim % 87.55 ve ortalama eğim % 53.25 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.83.).

Bakı haritası incelendiğinde dağların doğrultusunun denize paralel olduğu ve dağların yamaçlarının denize doğru baktığı görülmektedir (Şekil 4.84.).



Şekil 4.83. Doğu Akdeniz Havzası Eğim Haritası



Şekil 4.84. Doğu Akdeniz Havzası Bakı Haritası

Drenaj ağı incelendiğinde akışın birçok noktadan Akdeniz'e ulaştığı görülmektedir. Havzanın kuzeybatısındaki drenaj sisteminde akışın tek bir noktadan denize döküldüğü anlaşılmaktadır (Şekil 4.85.).

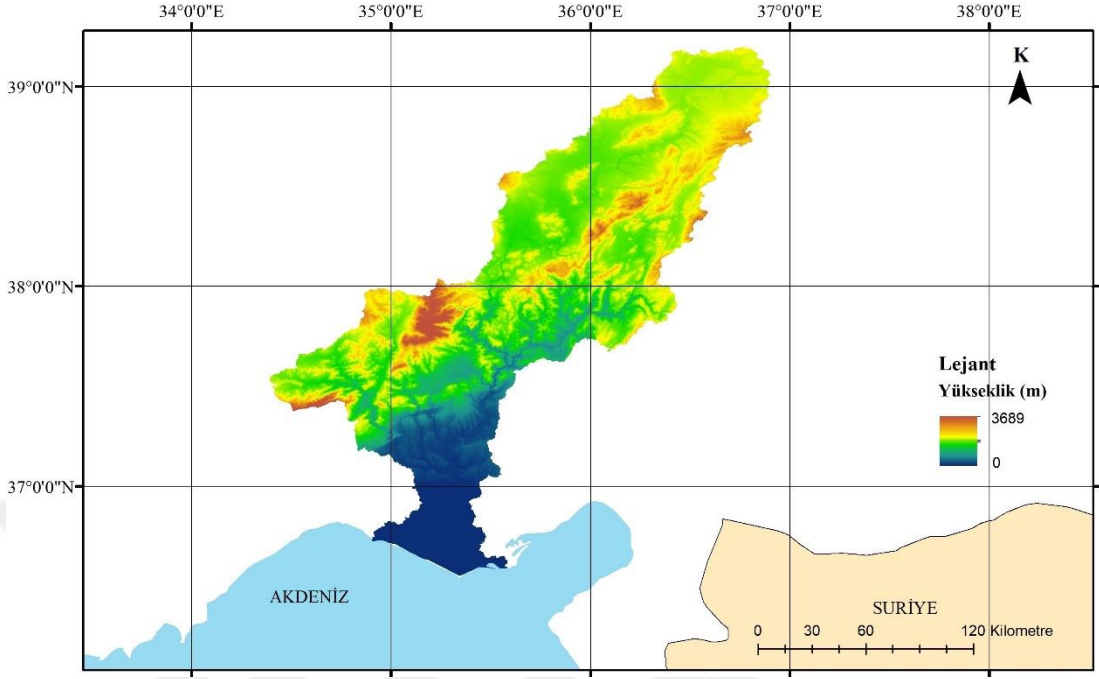


Şekil 4.85. Doğu Akdeniz Havzası Drenaj Ağı

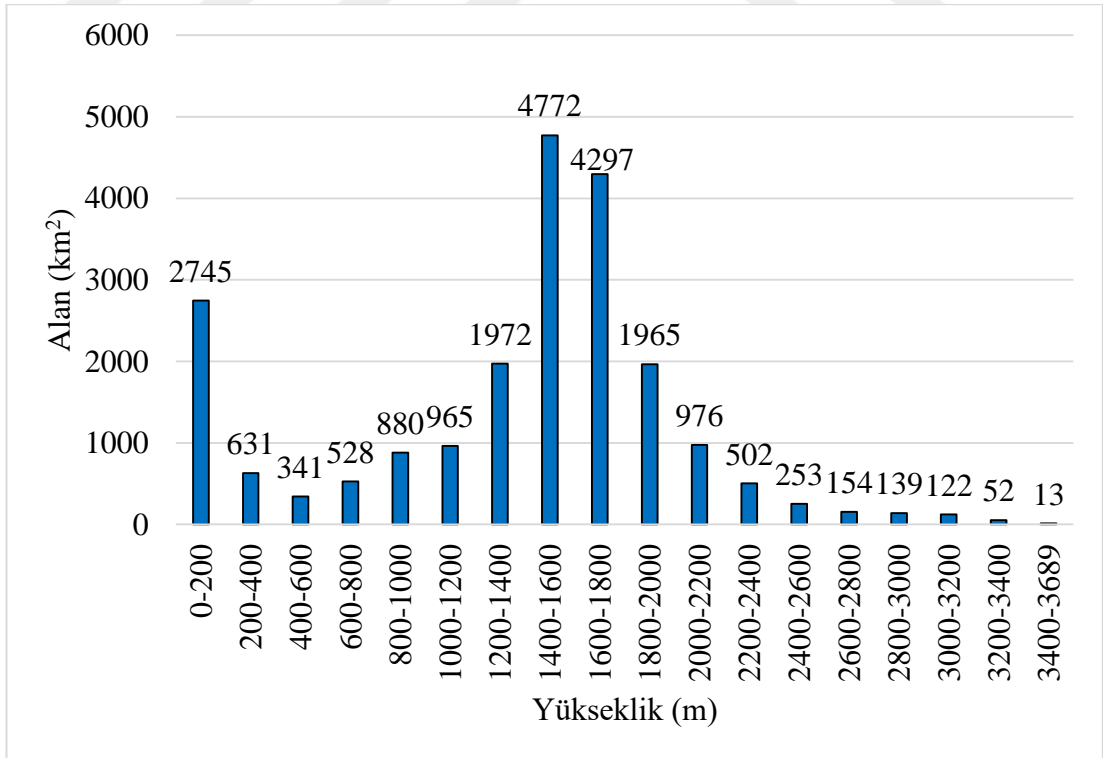
4.18. Seyhan Havzası

Şekil 4.87.'de Seyhan Havzası'nın yükseklik haritası gösterilmiştir. Bu havzada maksimum yükseklik 3689 m ve ortalama yükseklik 1353 m'dir. Yükseklik haritasına bakıldığında güneyden kuzeye doğru yüksekliğin arttığı görülür. Havza içerisinde Adana, Kayseri ve Niğde'nin bir kısmı bulunmaktadır.

Alan-yükseklik ilişkisi incelendiğinde alanların büyük bir kısmının 1200 m ile 2000 m arasında yoğunlaştığı görülür. Bu yükseklik aralığındaki alanın tüm havzaya oranı %61'dir (Şekil 4.87.).

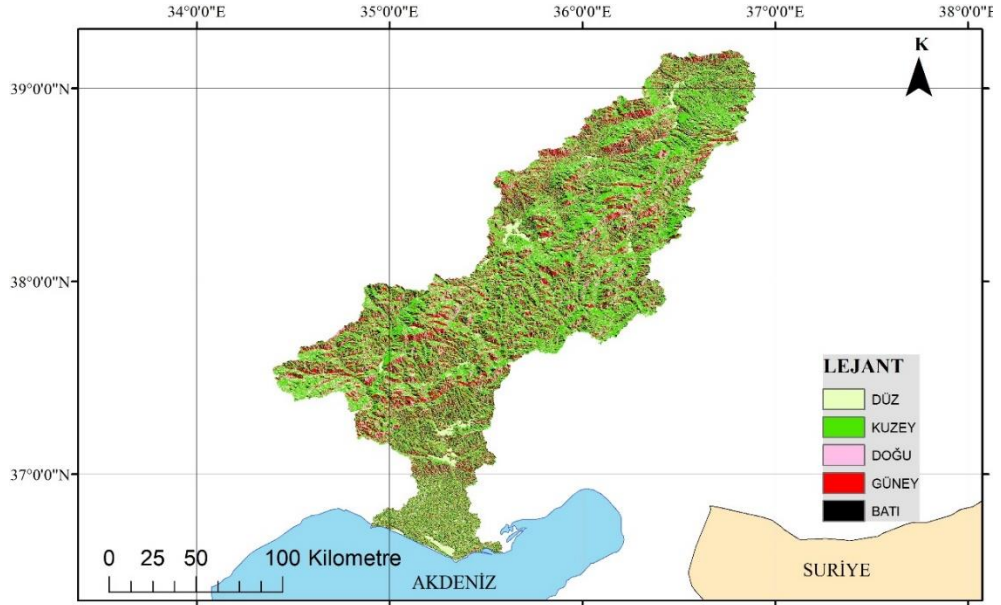
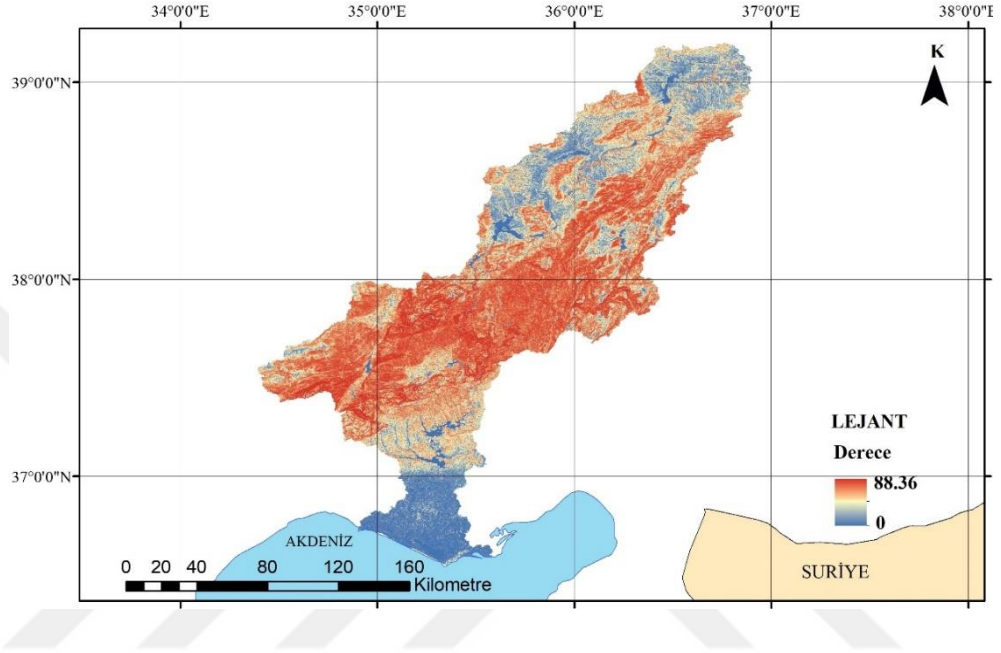


Şekil 4.86. Seyhan Havzası Yükseklik Haritası



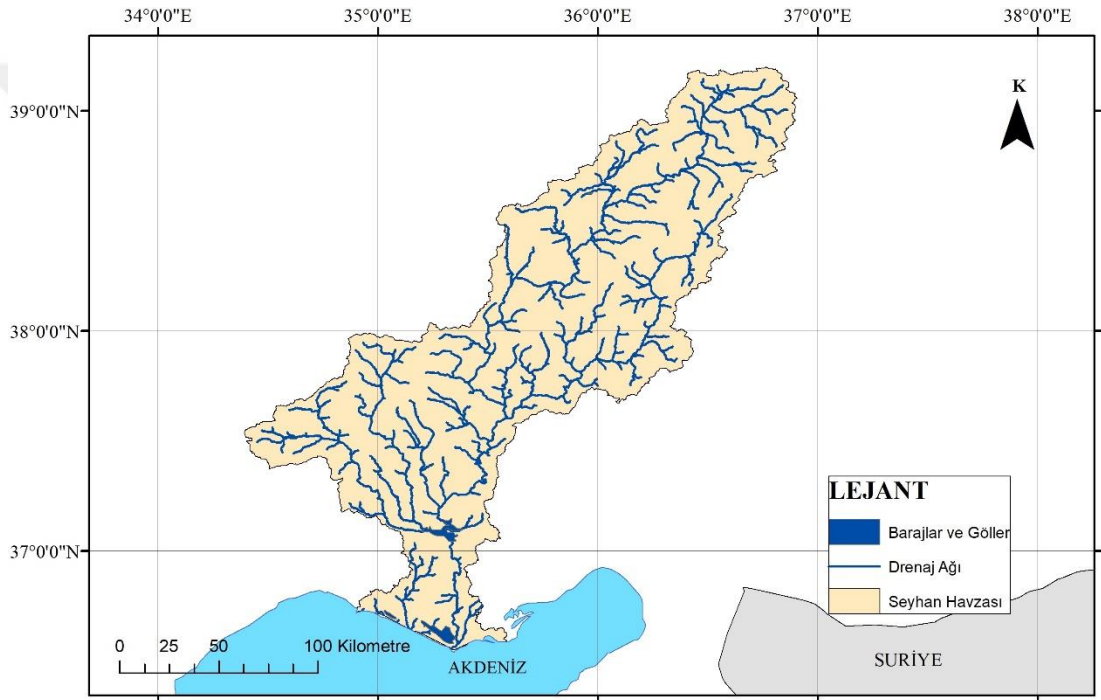
Şekil 4.87. Seyhan Havzası Yükselti Alanı

Eğim haritasından havzanın kuzeyinde eğimin az, orta kısımlarında eğimin çok olduğu ve Akdeniz kıyısındaki alanlarda eğimin yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Maksimum eğim % 88.36'dır. Ortalama eğim % 49.84'dür (Şekil 4.88.).



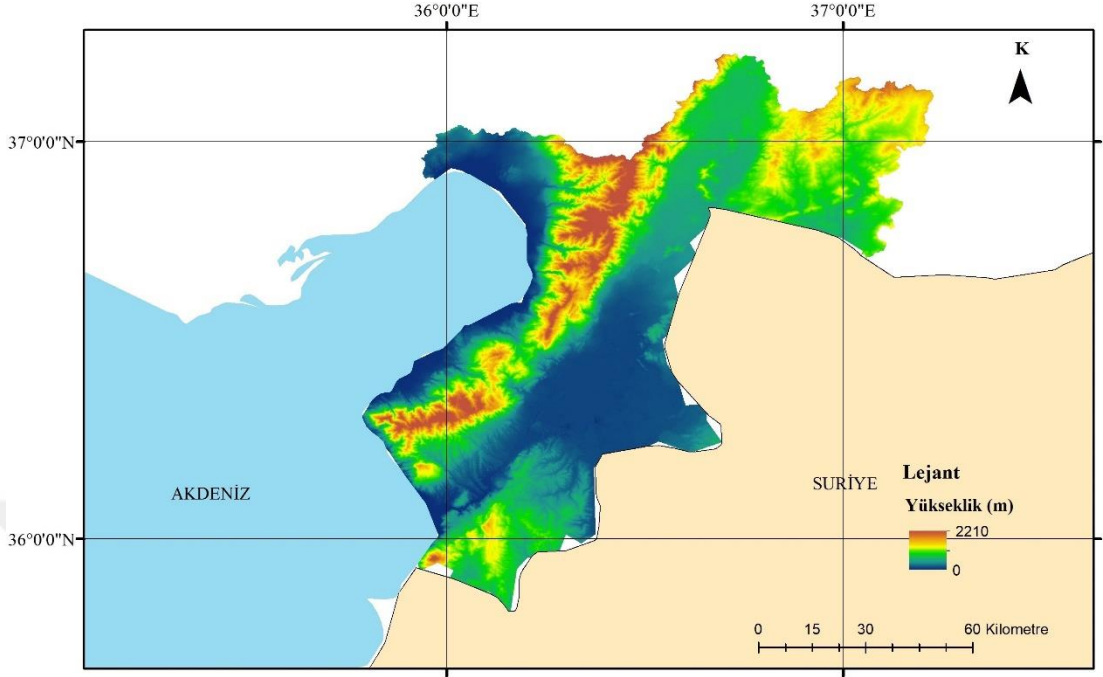
Bakı haritasından Seyhan Havzası'nda bakının güneydoğu- kuzeybatı istikametinde olduğu anlaşılmaktadır. Arazi engebeli olduğu için düz arazilerin oldukça az olduğu haritadan görülmektedir (Şekil 4.89.).

Seyhan Havzası'nın drenaj sistemi bir bütün halindedir ve akış tek bir noktadan denize ulaşır. Havzada yağış kuzeydoğu-güneybatı istikametindeki ana akarsu kolunda toplanmaktadır. (Şekil 4.90.).



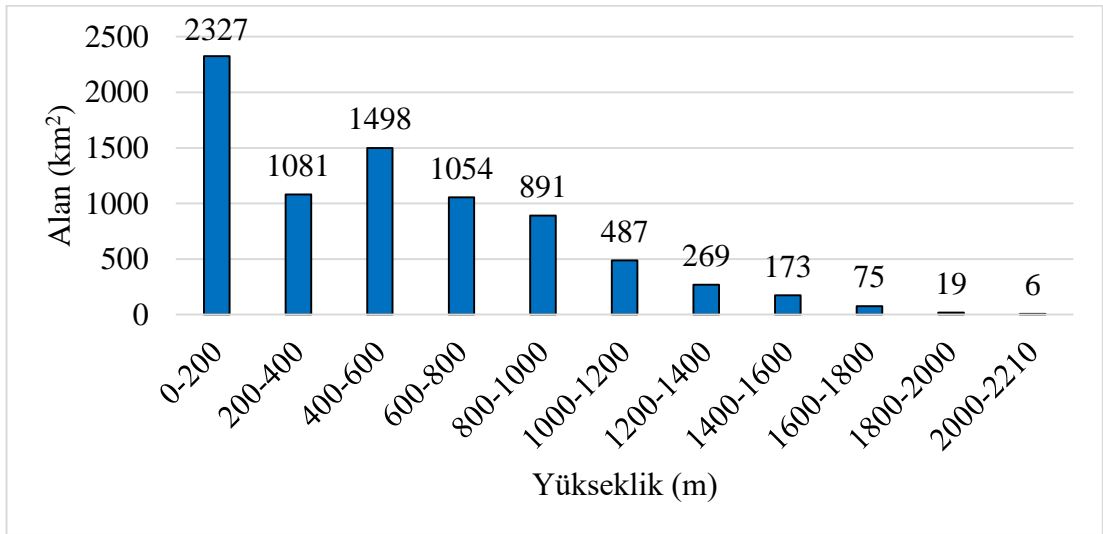
4.19. Asi Havzası

Asi Havzası'nın içerisinde Hatay'ın tamamı Gaziantep ve Kilis'in bir kısmı bulunmaktadır. Havzada maksimum yükseklik 2210 m ve ortalama yükseklik 523 m'dir. Yükseklik haritasına bakıldığında dağların kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda olduğu, havzanın büyük bir kısmında yüksekliğin fazla olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.91.).



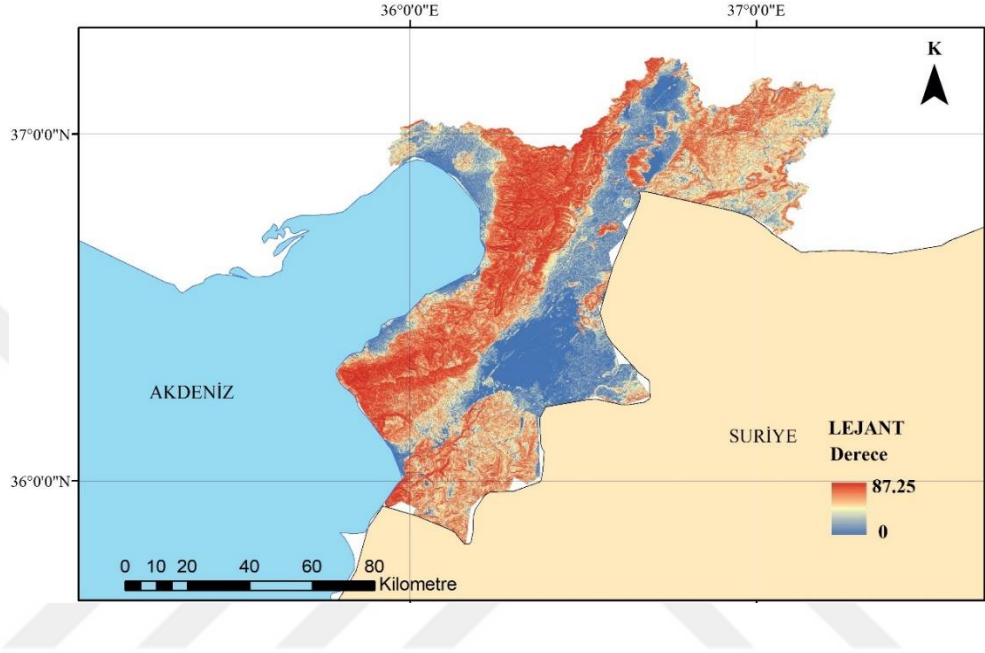
Şekil 4.91. Asi Havzası Yükseklik Haritası

Asi Havzası'nın alansal dağılımı incelendiğinde, alanların yüksekliğe göre 11 sınıfa ayrıldığı görülmektedir. En fazla alansal dağılım 0 m – 200 m arasında olmuştur. 2327 km²'lik bu alan tek başına havzanın % 30'unu oluşturur (Şekil 4.92.).

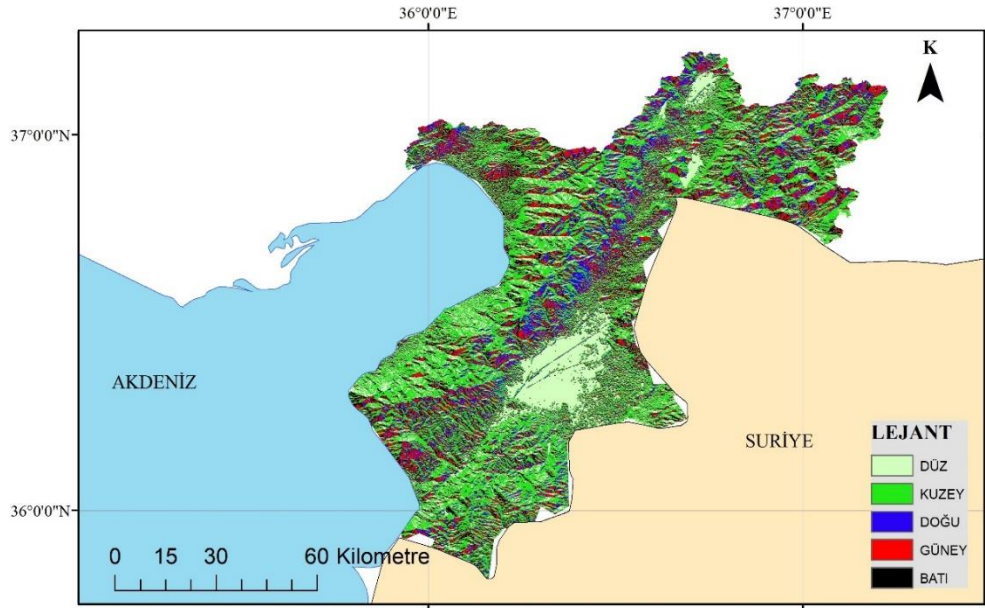


Şekil 4.92. Asi Havzası Yükselti Alanı

Havzanın maksimum eğimi % 87.25 ve ortalama eğimi % 44.40'dır. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda dağların olması sebebi ile bu bölgede eğim fazladır. Bu dağlarla Suriye sınırı arasında kalan alanda düz araziler mevcuttur (Şekil 4.93.).



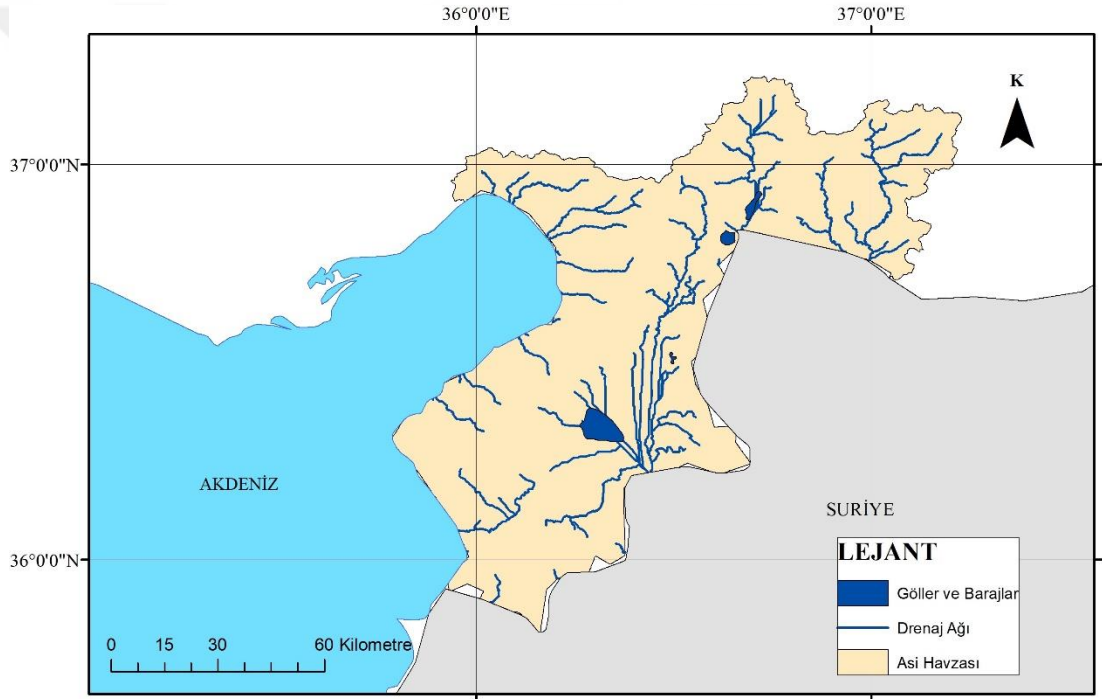
Şekil 4.93. Ası Havzası Eğim Haritası



Şekil 4.94. Ası Havzası Bakı Haritası

Dağların kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda olması sebebi ile havzanın bakışı güneydoğu ve kuzeybatı yönlerindedir. Yer yer düz arazileri temsil eden açık yeşil rengi haritada görülmektedir (Şekil 4.94.).

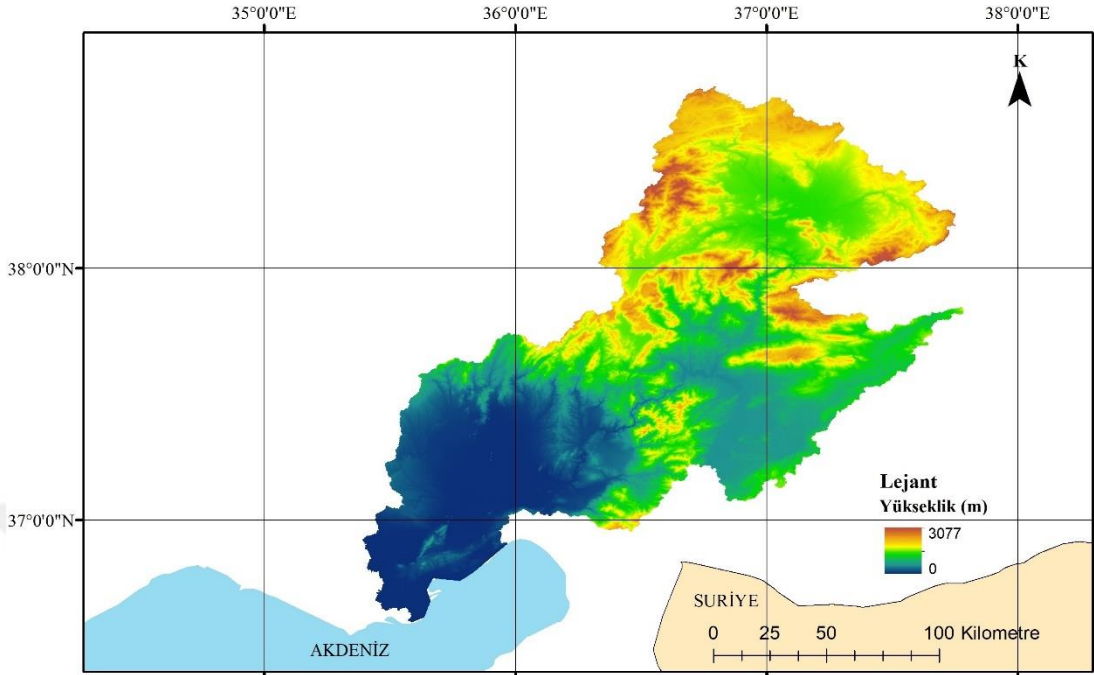
Asi Havzası'nın içerisinde akışı Amik Gölü'ne dökülen kapalı drenaj ağı mevcuttur. Havzanın Akdeniz'e yakın olan kısımlarında ayrı ayrı kollardan denize doğru akış gerçekleşmektedir. (Şekil 4.95.).



Şekil 4.95. Asi Havzası Drenaj Ağı

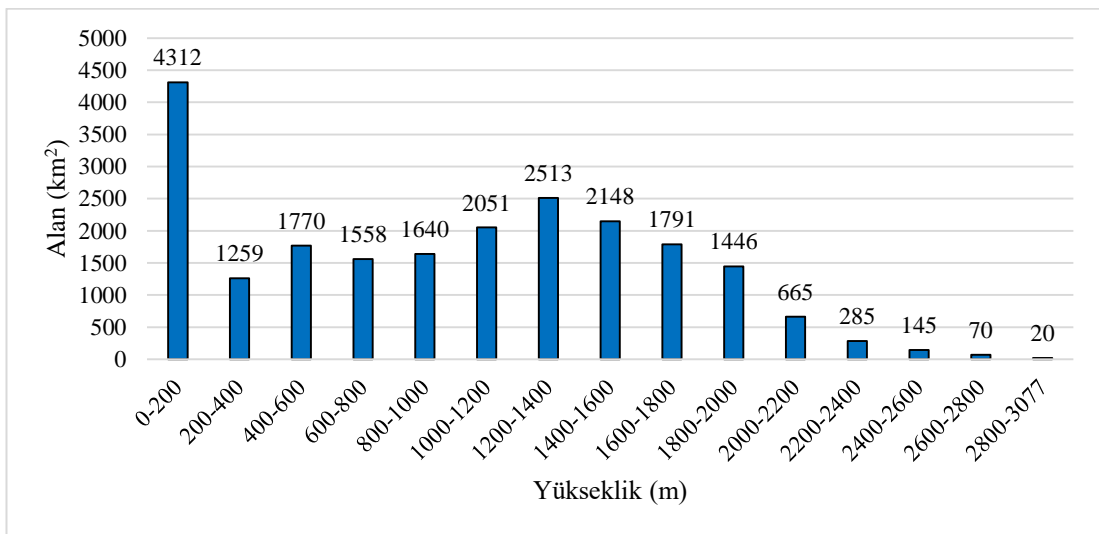
4.20. Ceyhan Havzası

Ceyhan Havzası'nın maksimum yüksekliği 3077 m ve ortalama yüksekliği 986 m olarak hesaplanmıştır. Havzanın büyük bir çoğunluğu Kahramanmaraş'tan bir kısmı Osmaniye ve Adana'dan oluşmaktadır. Havza içerisinde Akdeniz'den kuzeydoğuya gidildikçe yükseklik artmaktadır (Şekil 4.57.).



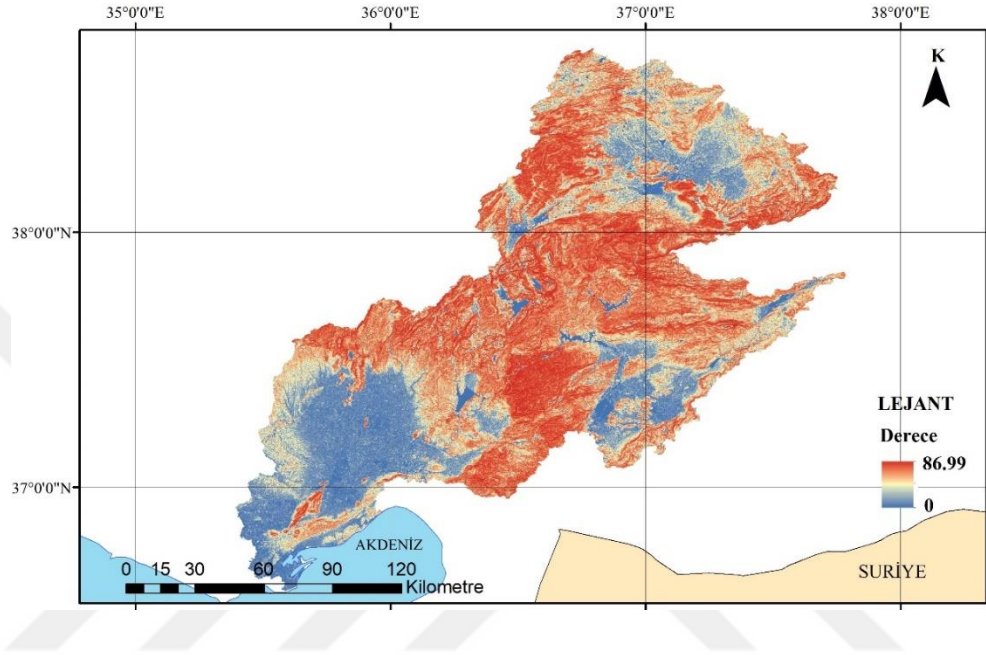
Şekil 4.96. Ceyhan Havzası Yükseklik Haritası

Havzada yüksekliği 0 m’den başlayan 3077 m’ye kadar devam eden alanlar 200’er metre yükseklik artışına göre 15 sınıfa ayrılmıştır. Alanı 4312 km², yüksekliği 0 m - 200 m arasında olan arazi tüm havzanın % 20’sini oluşturur (Şekil 4.97.).

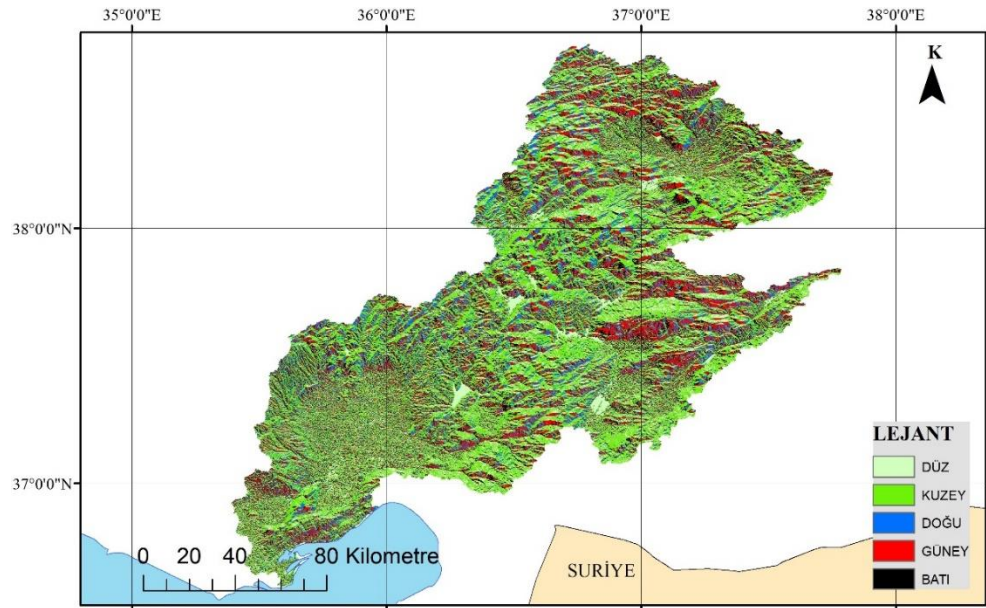


Şekil 4.97. Ceyhan Havzası Yükselti Alanı

Ceyhan Havzası'nın Akdeniz'e yakın kısımlarında düz arazilerin bulunduğu, iç kesimlerinde ise eğimin fazla olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.98).

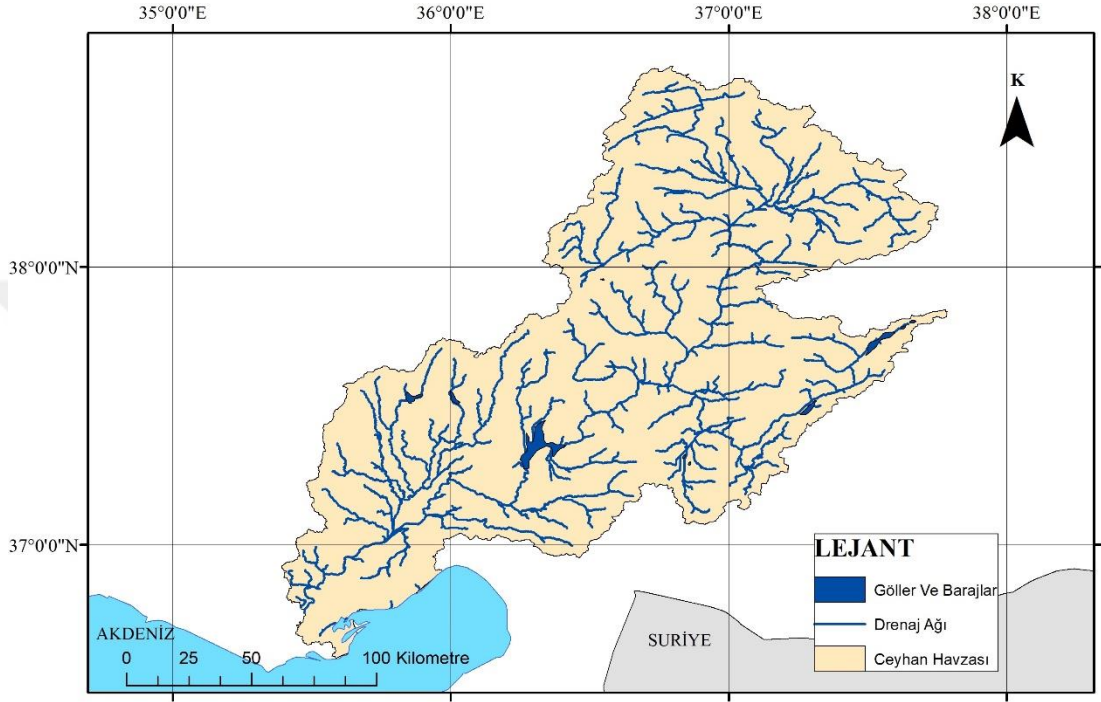


Şekil 4.98. Ceyhan Havzası Eğim Haritası



Şekil 4.99. Ceyhan Havzası Bakı Haritası

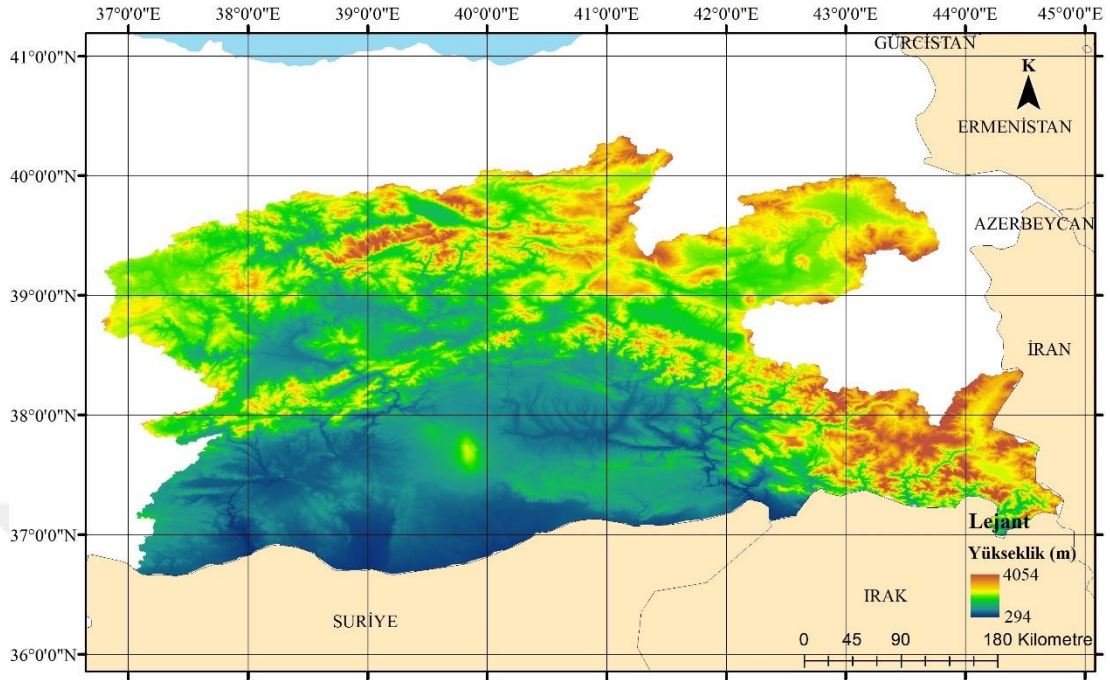
Ceyhan Havzası'nın genel olarak bakışı güneybatı-kuzeydoğu yönlerindedir (Şekil 4.99.). Havzada drenaj sistemi bir bütün halindedir. Akış bir noktadan denize ulaşmaktadır (Şekil 4.100.).



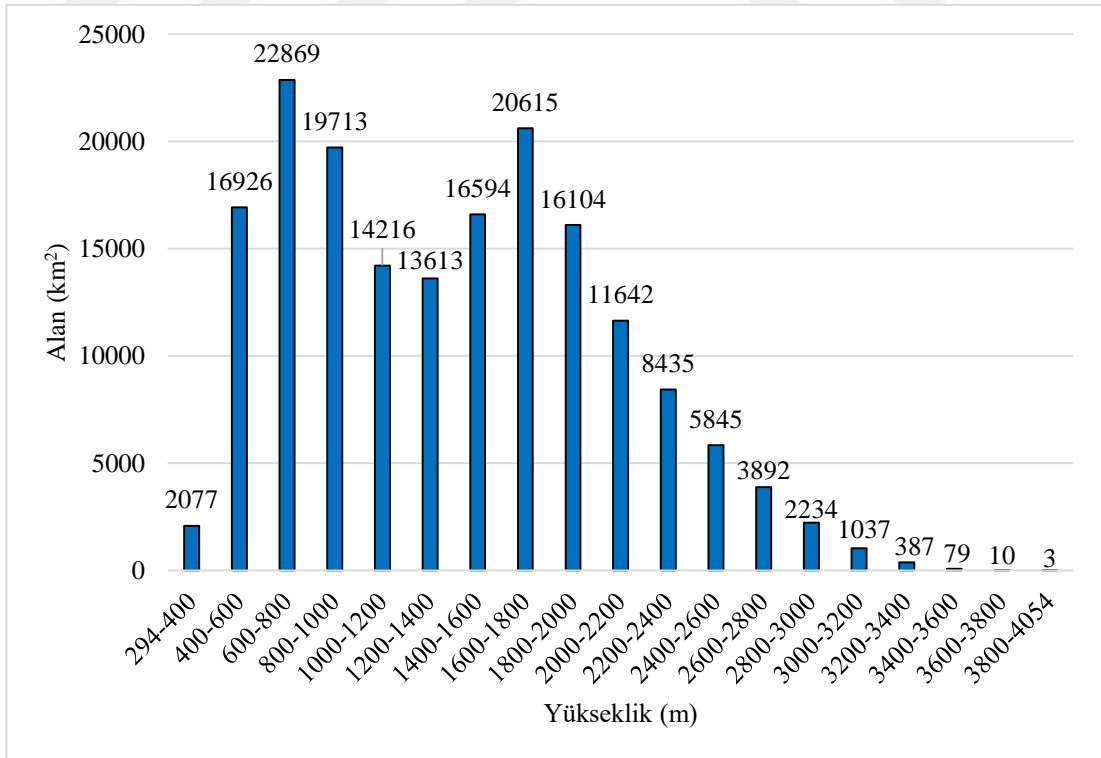
Şekil 4.100. Ceyhan Havzası Drenaj Ağı

4.21. Fırat Dicle Havzası

Fırat-Dicle Havzası'nın minimum yüksekliği 294 m, maksimum yüksekliği 4054 m ve ortalama yüksekliği 1405 m'dir. Havzanın içerisinde Hakkâri, Şırnak, Mardin Batman Siirt, Van, Muş Ağrı, Erzurum, Erzincan, Sivas Malatya, Elazığ, Tunceli, Bingöl, Adıyaman, Gaziantep ve Kilis illeri bulunmaktadır. Havzanın Türkiye içerisindeki sınırlar doğal sınırlardan oluşurken, Suriye ve Irak sınırları idari sınırlardır. Şekil 4.101.'e bakıldığında havzanın en yüksek kesimlerinin Hakkâri ve çevresinde olduğu görülür. Suriye sınırı boyunca havzanın yüksekliği yaklaşık olarak eşittir.



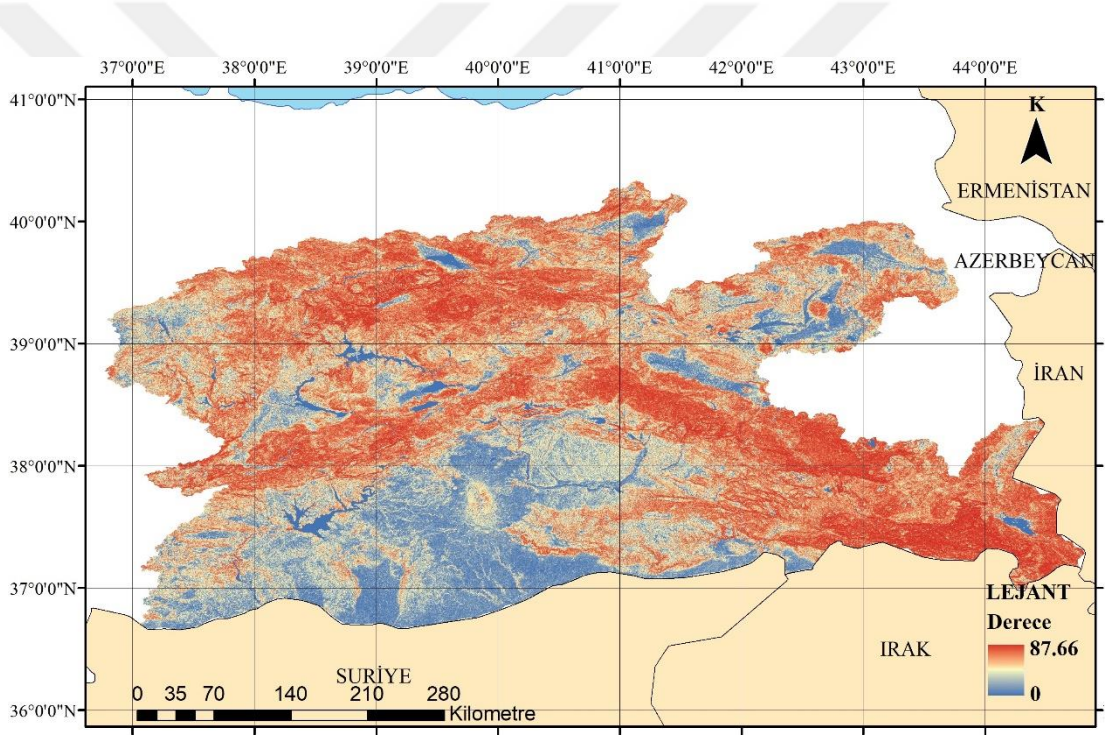
Şekil 4.101. Fırat Dicle Havzası Yükseklik Haritası



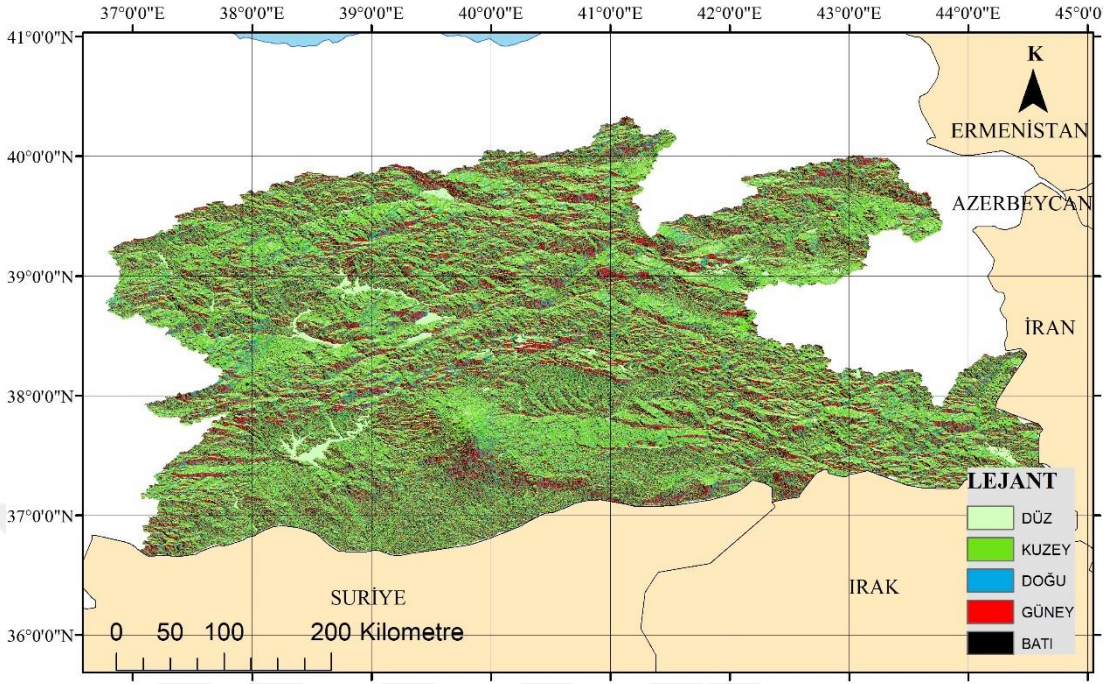
Şekil 4.102. Fırat Dicle Havzası Yükselti Alanı

Yüksekliği 4054 metreye kadar çıkan alanlar 200 metre yükseklik artışına göre 19 sınıfa ayrılmıştır. 3000 m ile 4054 m arasında yükseklik farkı fazla olmasına rağmen bu yüksekliğe karşılık gelen 1516 km²'lik alan tüm havzanın yalnızca % 0.8'ini oluşturur (Şekil 4.102.).

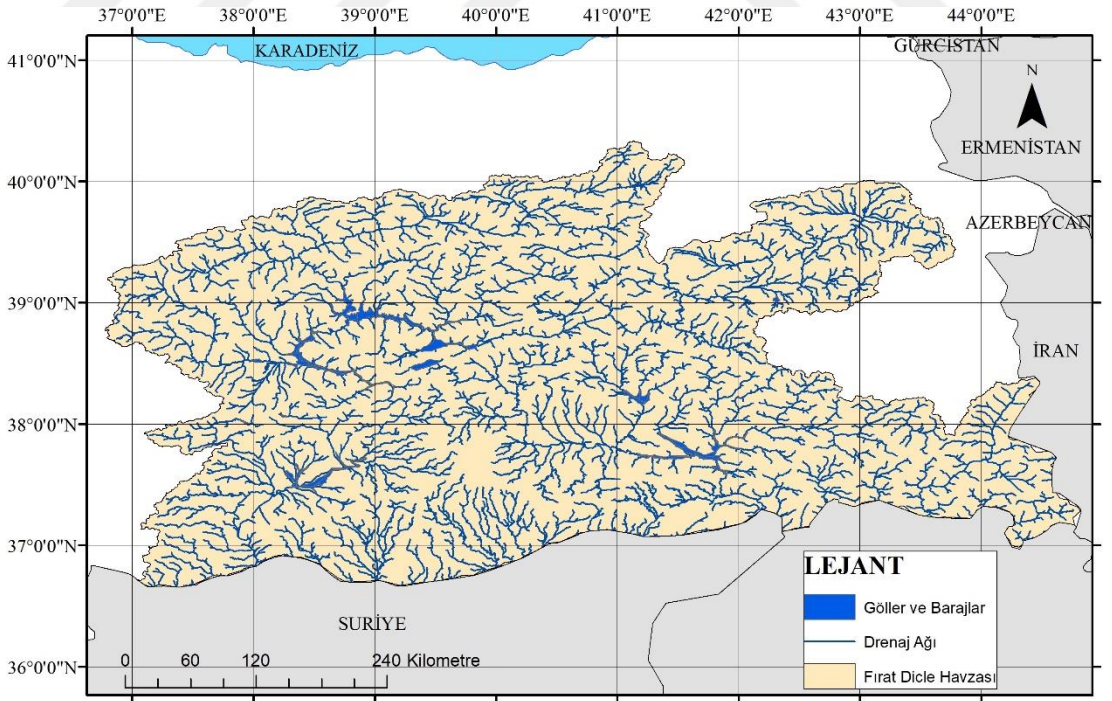
Eğim haritası incelendiğinde en fazla eğimin havzanın doğusunda, Hakkâri ve çevresinde, olduğu anlaşılır. Eğimin en az olduğu alanlar ise genelde Suriye sınırına yakın kısımlardadır. Maksimum eğim % 87.66 ve ortalama eğim % 48.19 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.103.).



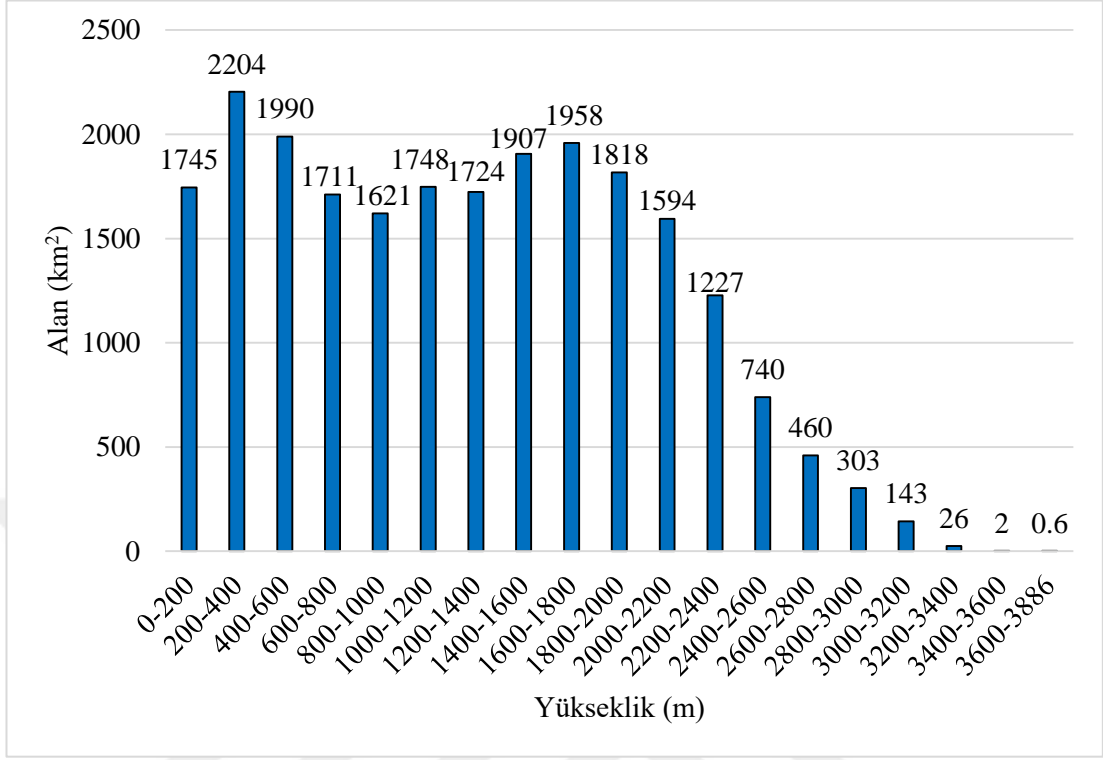
Havzanın genelinde bakının kuzey- güney yönlerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.104.). Alanın büyüklüğü sebebi ile havzada birçok akarsu kolundan oluşan birçok drenaj sistemi vardır. Havzanın Suriye ve Irak'la olan idari sınırı sebebi drenaj sisteminin sadece Türkiye tarafındaki kısmı incelenmiştir. İdari sınırlar nedeniyle drenaj ağı bir bütün olarak incelenememektedir (Şekil 4.105.).



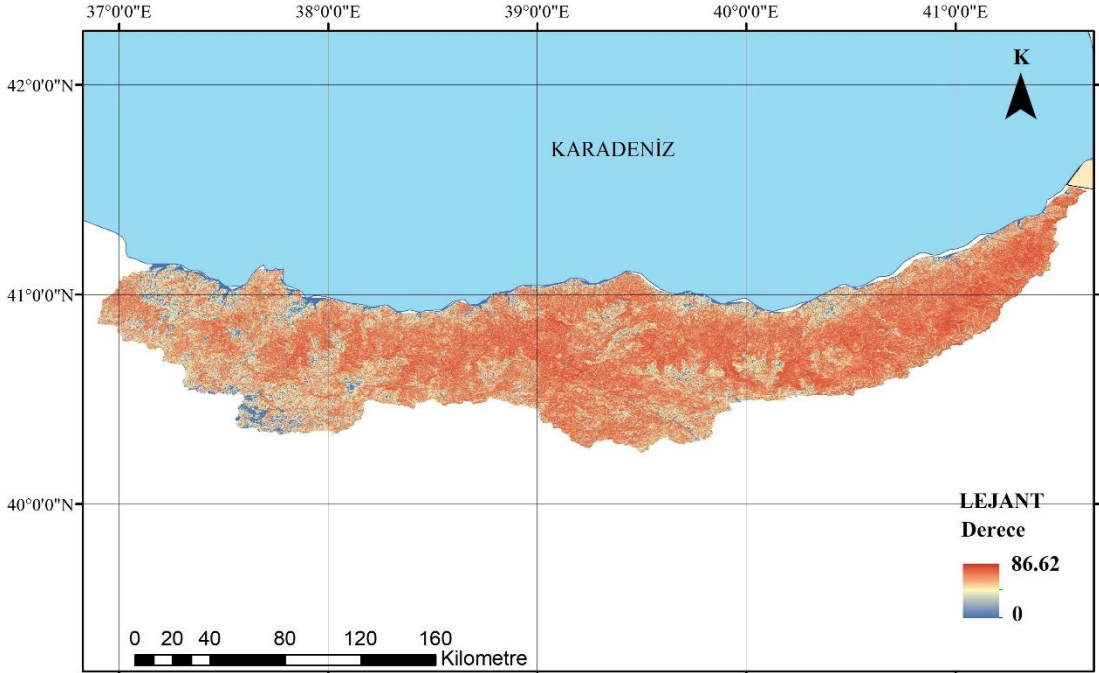
Şekil 4.104. Fırat Dicle Havzası Bakı Haritası



Şekil 4.105. Fırat-Dicle Havzası Drenaj Ağı



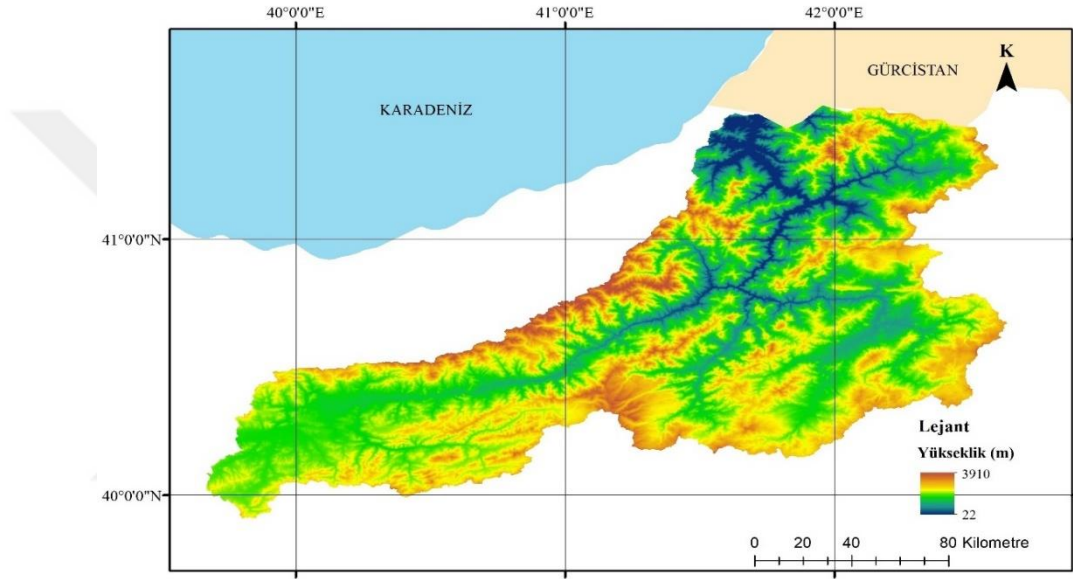
Şekil 4.107. Doğu Karadeniz Havzası Yükselti Alanı



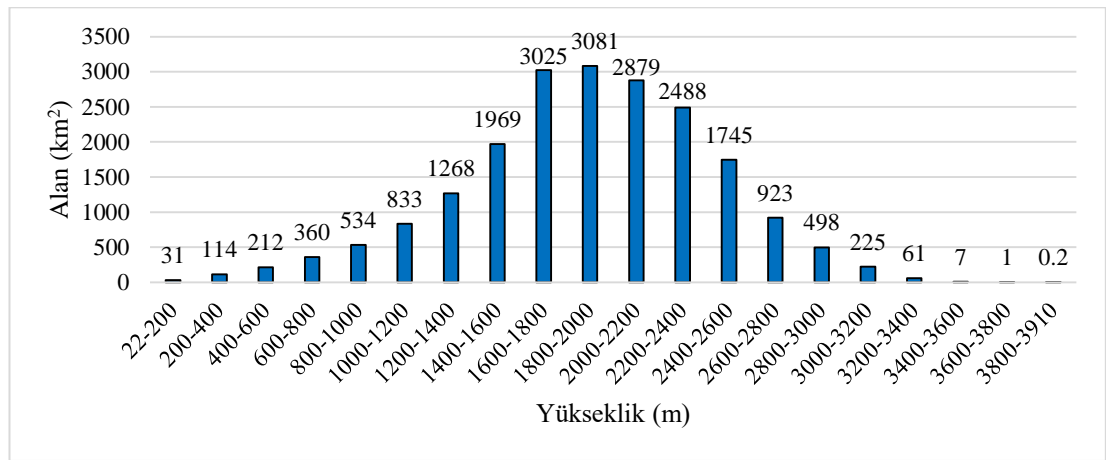
Şekil 4.108. Doğu Karadeniz Havzası Eğim Haritası

4.23. Çoruh Havzası

Çoruh Havzası'nın minimum yüksekliği 22 m, maksimum yüksekliği 3910 m, ortalama yüksekliği 1895 m'dir. Havza; Artvin, Bayburt ve Erzurum'un bir kısmından oluşmaktadır. Yükseklik haritasından havzanın Karadeniz'e yakın olan kısımlarında yüksekliğin daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.111.).



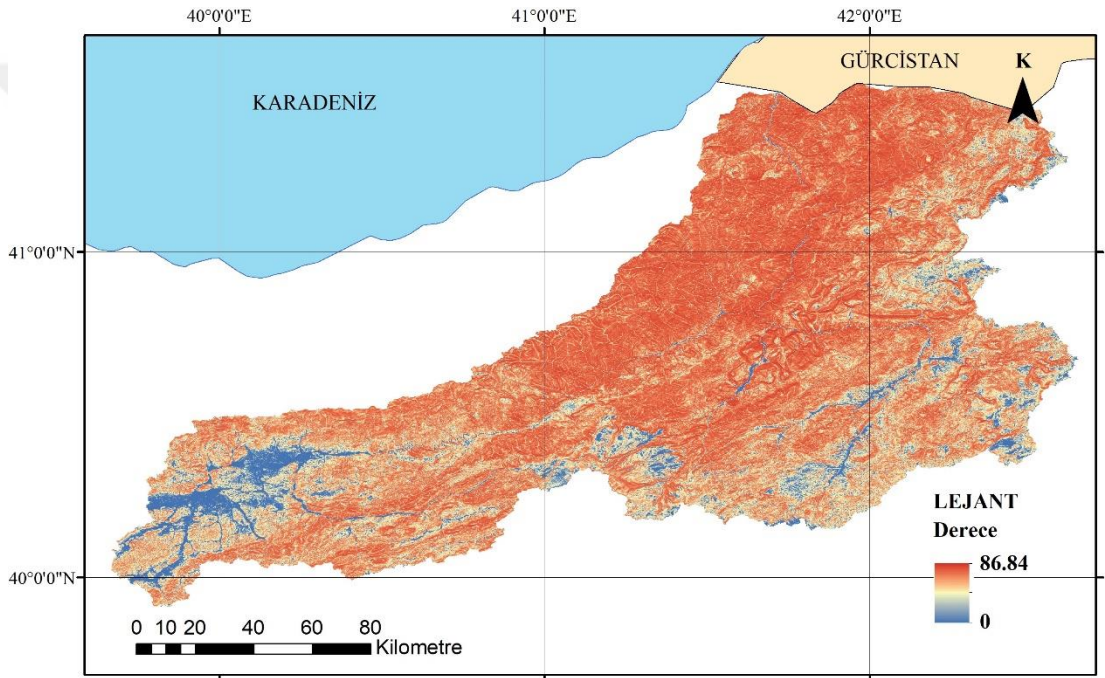
Şekil 4.111. Çoruh Havzası Yükseklik Haritası



Şekil 4.112. Çoruh Havzası Yükselti Alanı

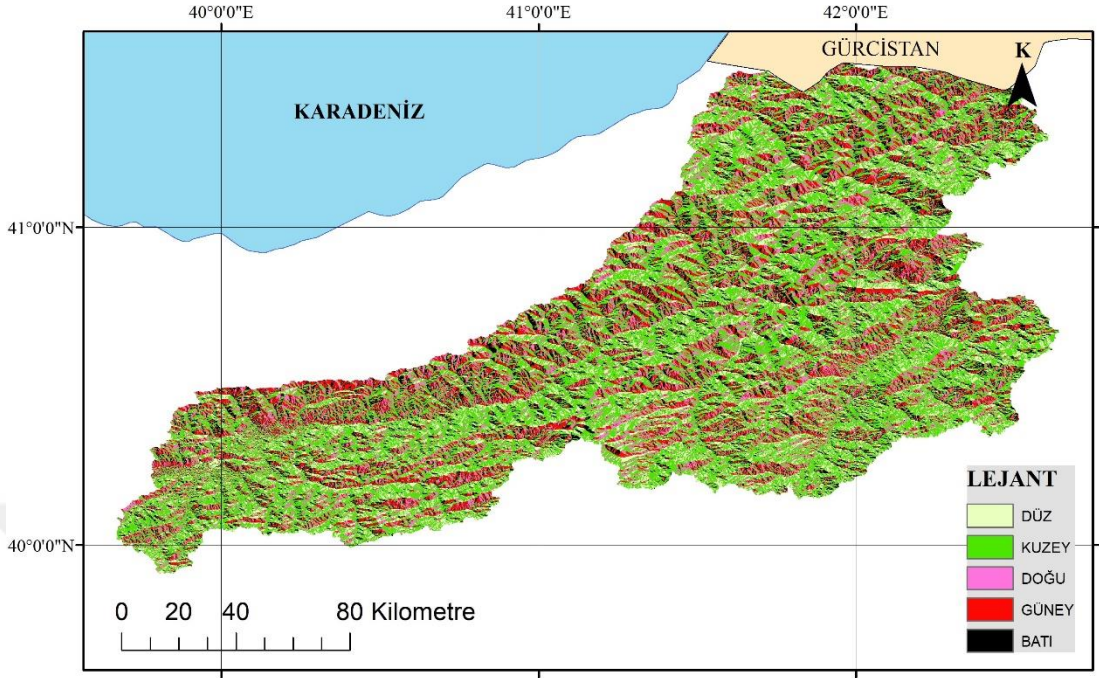
Yüksekliği 1400 m'ye kadar olan kısım, havzanın %17'sini oluşturmaktadır. Yükseklik alan ilişkisinden havzanın yüksekliği fazla alanlardan oluştuğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.112.).

Havzanın maksimum eğimi % 86.84, ortalama eğimi % 66.95'dir. Havza geneli eğimin çok olduğu arazilerden oluşmaktadır. Güney kesimlerde dağların arasında kalan vadi şeklinde düzlükler mevcuttur (Şekil 4.113.).

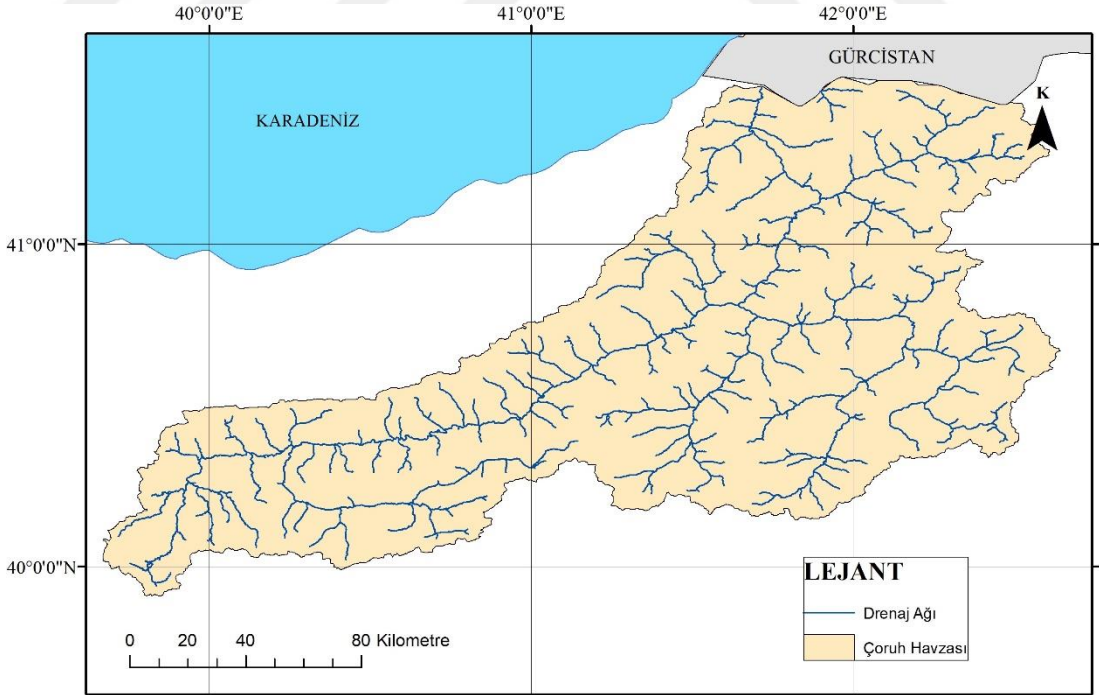


Şekil 4.113. Çoruh Havzası Eğim Haritası

Çoruh Havzası'nın genelinde dağların yamaçları, kuzeybatı-güneydoğu yönlerine bakmaktadır. Şekil 4.114.'de bakı yönleri açıkça tespit edilebilmektedir. Havza içerisinde yağıştan oluşan akım kuzeydoğu-güneybatı istikametindeki ana akarsu koluyla toplanmaktadır (Şekil 4.115.).



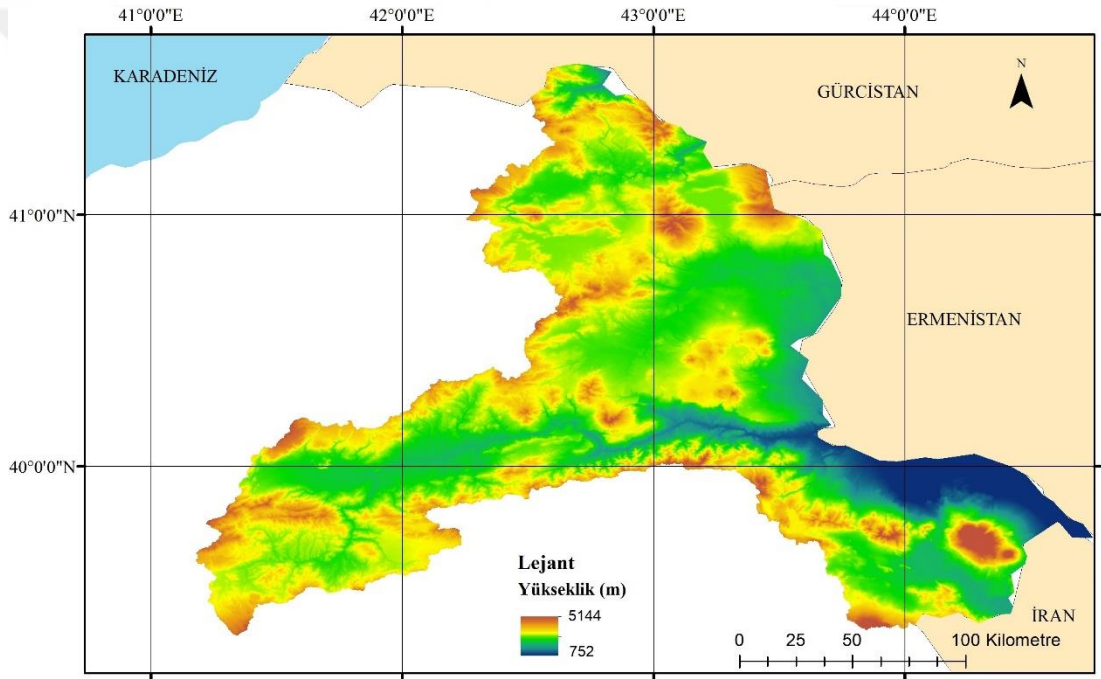
Şekil 4.114. Çoruh Havzası Bakı Haritası



Şekil 4.115. Çoruh Havzası Drenaj Ağı

4.24. Aras Havzası

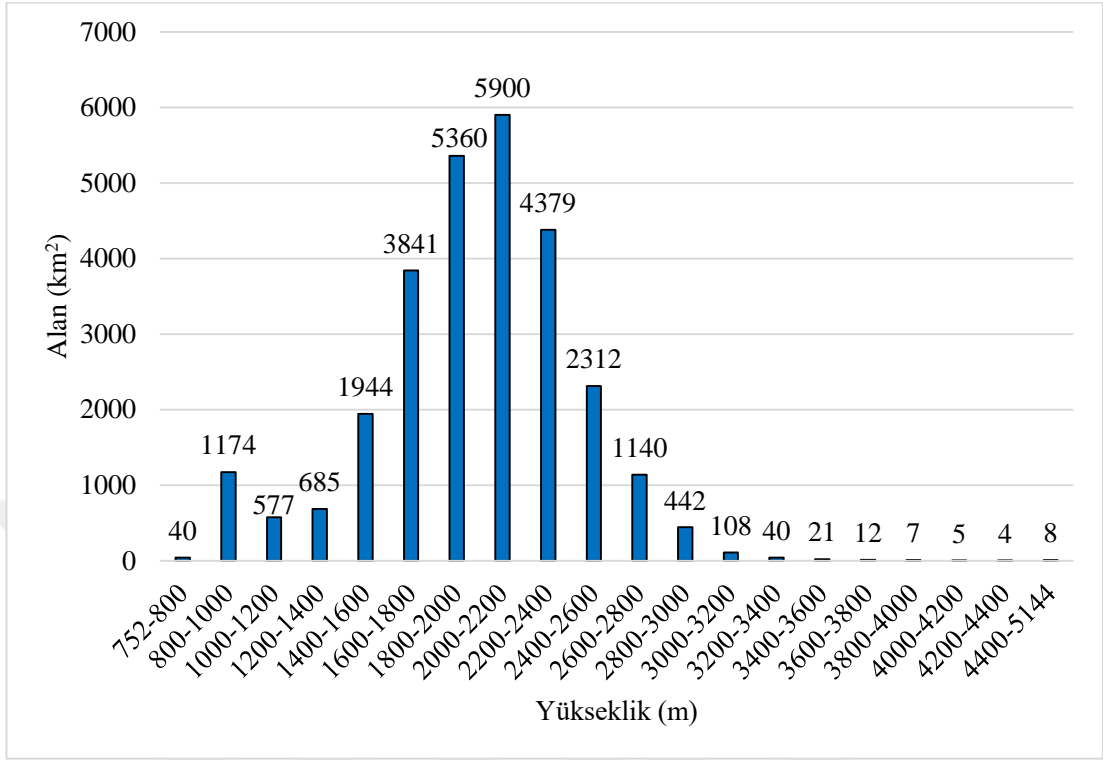
Aras Havzası'nın minimum yüksekliği 752 m, maksimum yüksekliği 5144 m ve ortalama yüksekliği 1983 m'dir. Bu havza diğer havzalara göre maksimum yüksekliğin en fazla olduğu havzadır. Ardahan, Kars ve Iğdır'ın tamamı Ağrı, Erzurum'un bir kısmı bu havzanın içerisinde. Havzanın Türkiye içerisindeki sınırları doğal sınırlardan oluşurken Gürcistan, Ermenistan ve İran'la olan sınırlar idari sınırlardır (Şekil 4.116.).



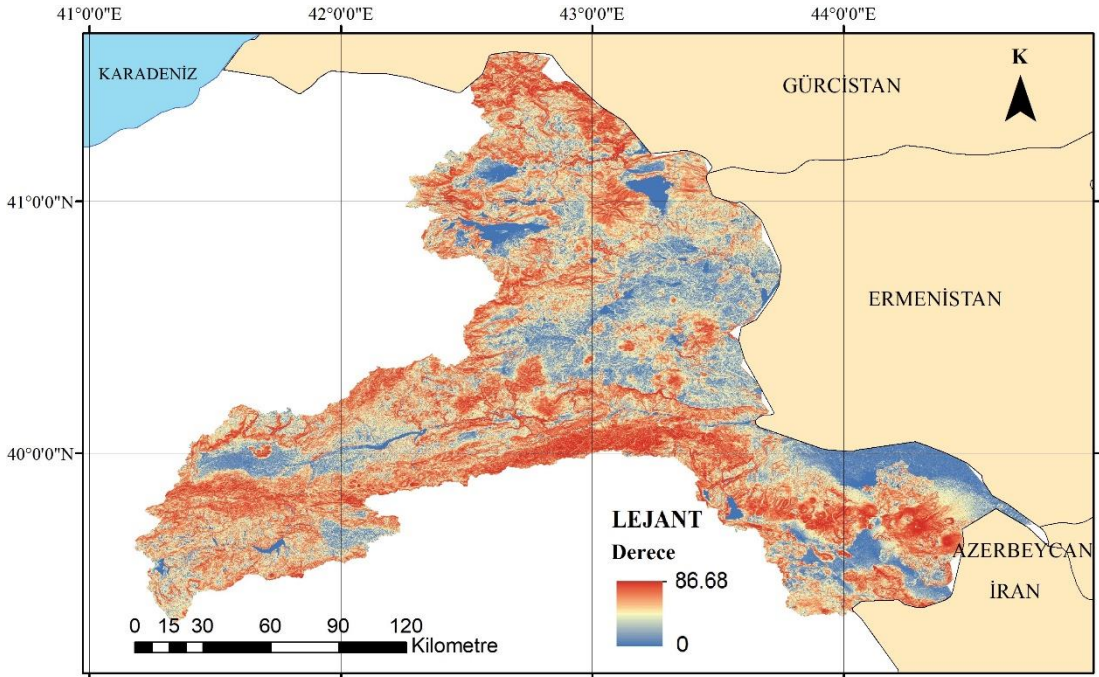
Şekil 4.116. Aras Havzası Yükseklik Haritası

Havzanın büyük bir kısmının yüksekliğinin 1400 m ile 2600 m arasında olduğu açıkça bellidir. Bu yükseklik aralığındaki toplam alan 23736 km² ile tüm havzanın %85'ini oluşturur (Şekil 4.117.).

Eğimin maksimum değeri % 86.68 ve ortalama eğim değeri % 44.38'dir. Eğim haritasında eğimin yüksek olduğu kahverengi tonlarla eğimin düşük olduğu mavi tonlar yaklaşık olarak birbirine eşittir (Şekil 4.118.).

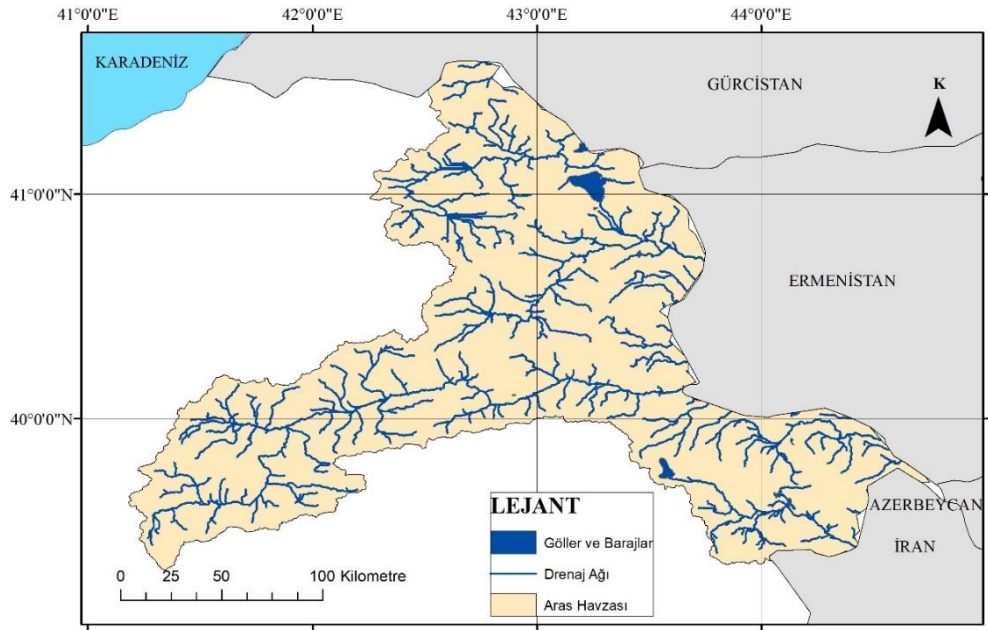
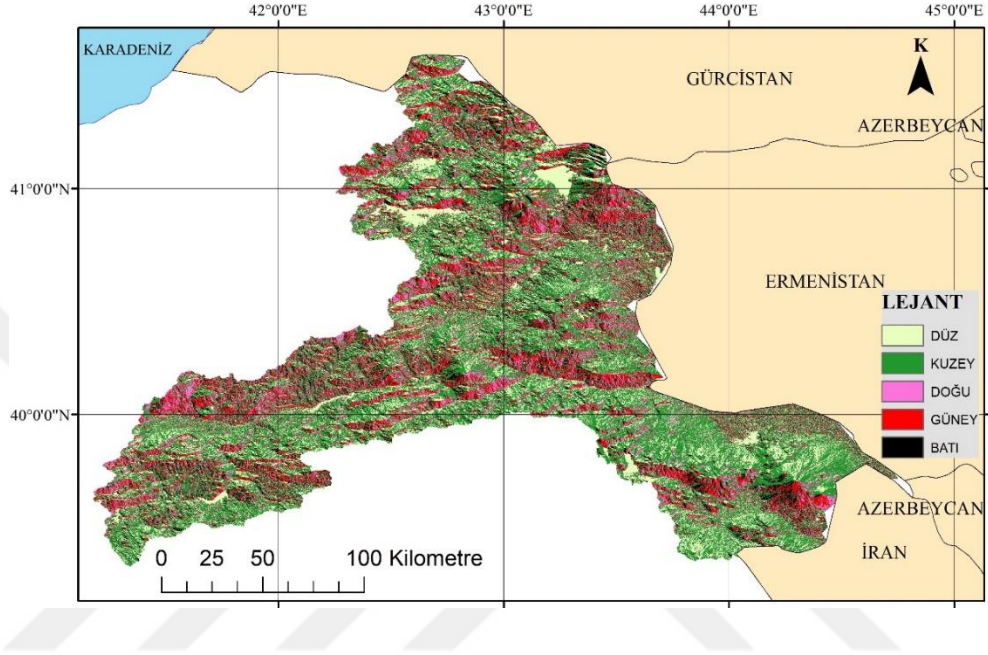


Şekil 4.117. Aras Havzası Yükselti Alanı



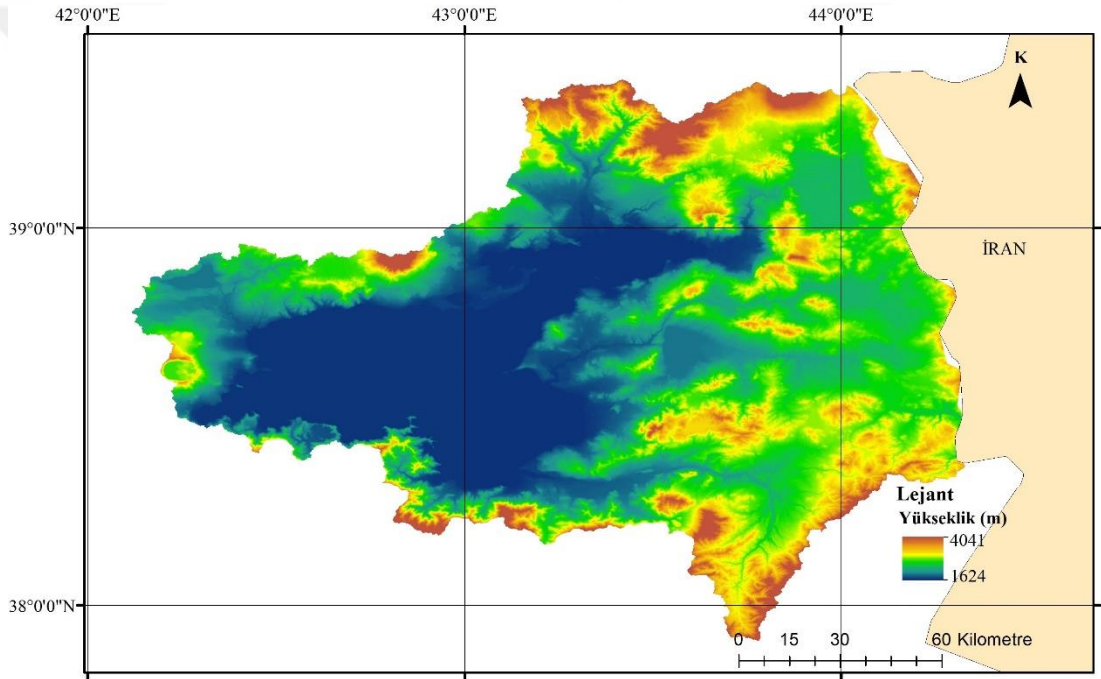
Şekil 4.118. Aras Havzası Eğim Haritası

Aras Havzası'nın genelinde dağların yamaçları, güney ve kuzey yönlerine bakmaktadır (Şekil 4.119.). Havzanın bir kısmı idari sınırlardan oluştuğu için drenaj ağı bir bütün olarak incelenememektedir. (Şekil 4.120.).



4.25. Van Gölü Havzası

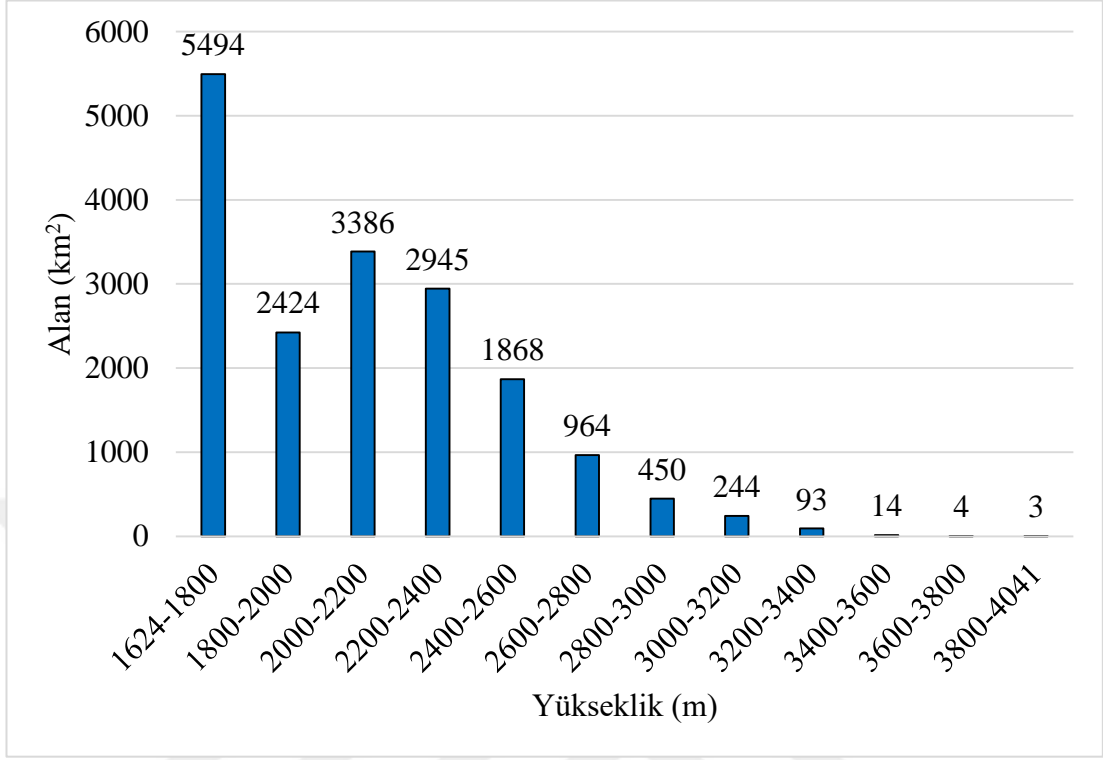
Yükseklik haritasından havzanın en düşük yükseklikteki alanın Van Gölü ve etrafı olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin İran'la olan sınırı aynı zamanda havzanın sınırı olmuştur fakat doğal havza sınırı değildir. Havza içerisinde Van ve Bitlis'in bir kısmı bulunmaktadır. En düşük yükseklik 1624 m, en fazla yükseklik 4041 m ve ortalama yükseklik 2085 m olarak hesaplanmıştır. Bu havza, tüm havzalar içerisinde ortalama yüksekliğin en fazla olduğu havzadır (Şekil 4.121.).



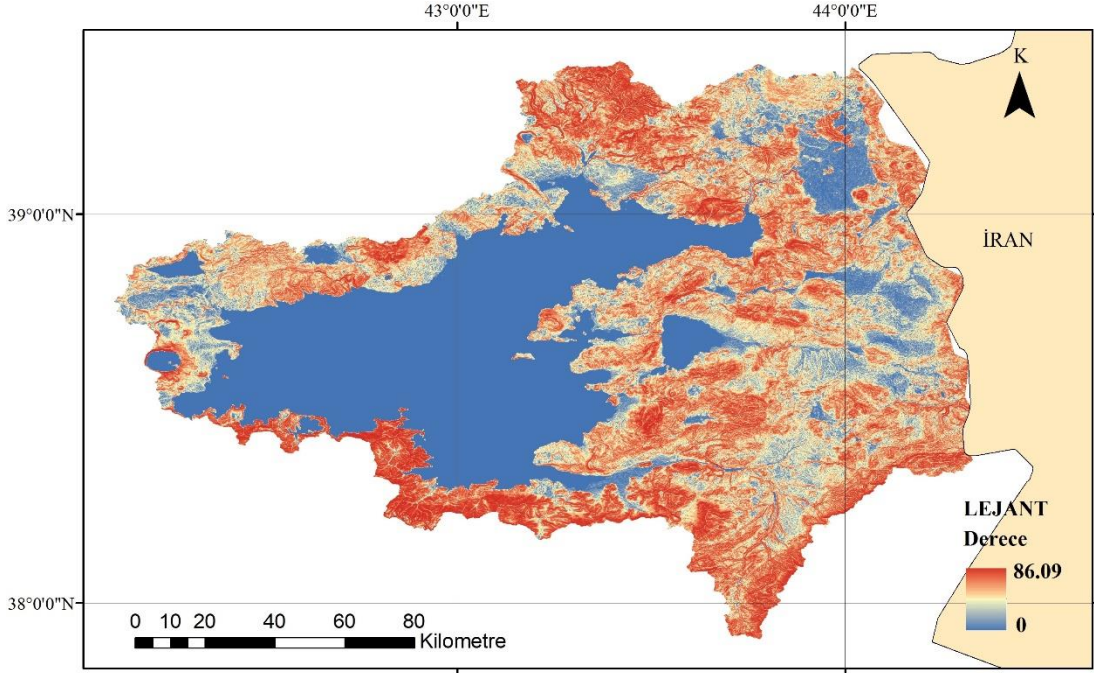
Şekil 4.121. Van Gölü Havzası Yükseklik Haritası

Havzayı oluşturan alanın yüksekliğe göre dağılımı incelendiğinde, yüksekliği 1624 m'den 1800 m'ye kadar olan 5494 km²'lik alanın tek başına havzanın %30'unu oluşturduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.122.).

Havzanın maksimum eğimi % 86.09, ortalama eğimi % 35.05'dir. Eğim haritasında Van Gölü ve civarında eğimin olmadığı ve havza içerisinde yer yer düz alanların olduğu anlaşılır (Şekil 4.123.).

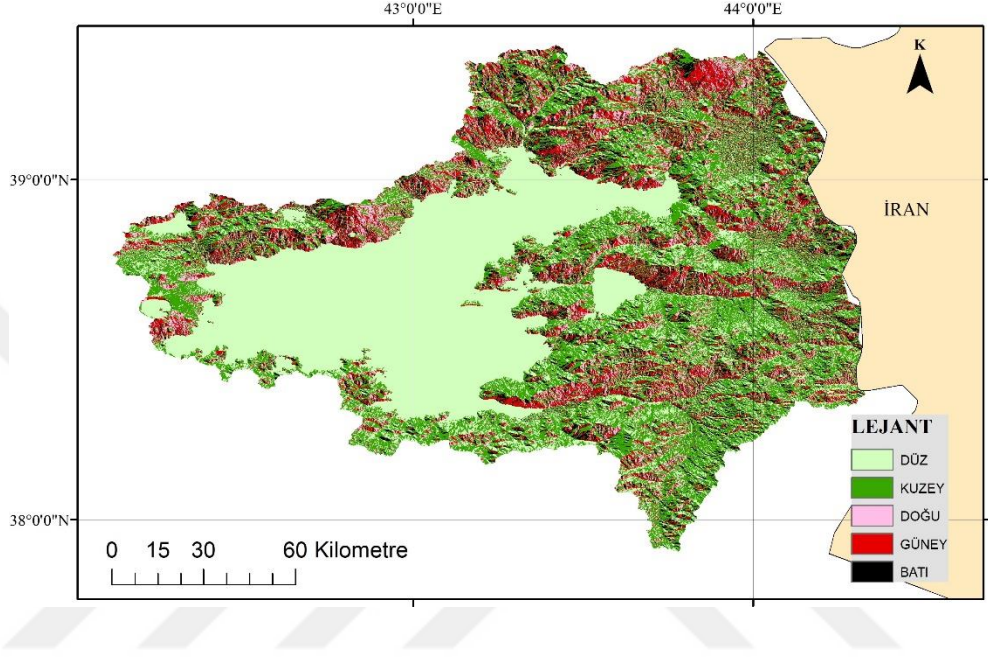


Şekil 4.122. Van Gölü Havzası Yükselti Alanı

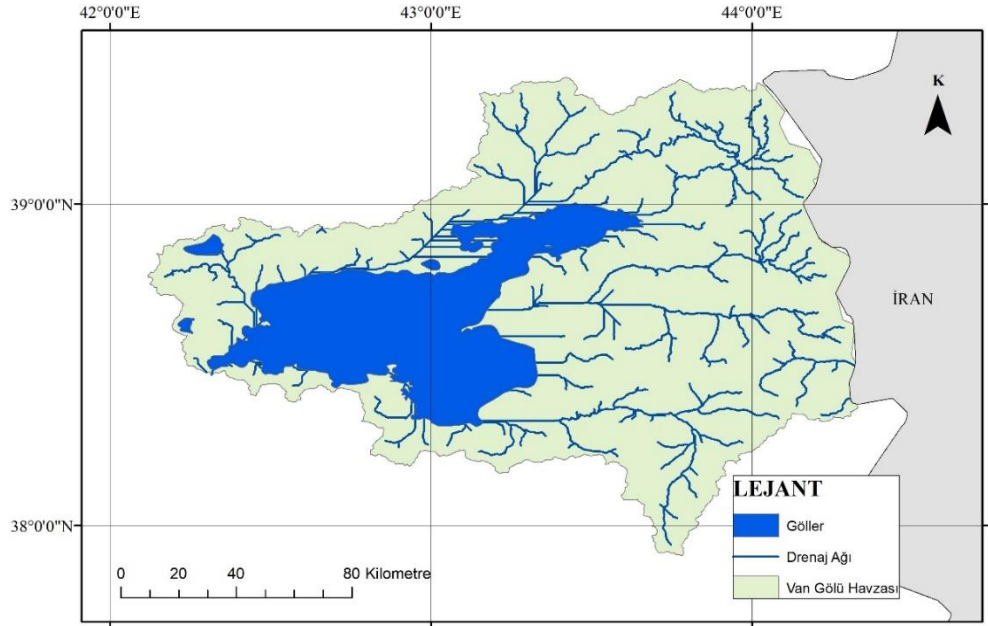


Şekil 4.123. Van Gölü Havzası Eğim Haritası

Havza içerisindeki dağların yamaçları, genelde güney ve kuzey yönlerine bakmaktadır (Şekil 4.124.). Van Gölü Havzası kapalı bir havzadır. Yüksek kesimlerden akışa geçen yağış Van Gölü'nde toplanmaktadır (Şekil 4.125.).



Şekil 4.124. Van Gölü Havzası Bakı Haritası



Şekil 4.125. Van Gölü Havzası Drenaj Ağı

Son olarak Van Gölü Havzası'na ait verilerin anlatılmasıyla, tüm havzalara ait morfolojik özellikler hakkında kapsamlı bir bilgi ortaya konmuştur. Havzalar birbirleri ile kıyaslandığı zaman en yüksek ve en düşük değerleriyle bazı havzalar ön plana çıkmaktadır.

Kıyaslama sonucu en büyük alana ve çevreye sahip olan havzanın, Fırat-Dicle Havzası olduğu, en fazla yüksekliğe sahip havzanın Aras Havzası olduğu, en fazla eğime sahip havzanın Seyhan Havzası olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Meriç-Ergene Havzası'nın en düşük ortalama eğime ve yüksekliğe sahip olduğu bulunmuştur. Van Gölü Havzası'nın ise maksimum ortalama yüksekliğe sahip olduğu anlaşılmıştır. Ortalama eğimin en fazla olduğu havzanın ise Doğu Karadeniz Havzası olduğu ortaya çıkmıştır. Bu veriler çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Türkiye'deki havzaların nitelikleri

Havza Adı	Havza Niteliği	Havza Unvanı
Fırat-Dicle Havzası	Alanı: 176293 km ²	En Büyük Alan
Fırat-Dicle Havzası	Çevresi: 3559 km	En Uzun Çevre
Meriç-Ergene Havzası	Ortalama Eğim: %23.94	En Düşük Ortalama Eğim
Doğu Karadeniz Havzası	Ortalama Eğim: %69.50	En Yüksek Ortalama Eğim
Meriç-Ergene Havzası	Ortalama Yükseklik: 149 m	En Az Ortalama Yükseklik
Van Gölü Havzası	Ortalama Yükseklik: 2085 m	En fazla Ortalama Yükseklik
Seyhan Havzası	Maksimum Eğim: %88.37	Havzalar Arasında En Fazla Eğim
Aras Havzası	Maksimum Yükseklik: 5144m	Havzalar Arasında En Fazla Yükseklik

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Havza çalışmalarında, kapsamlı sayısal topoğrafik haritaların ücretinin çok olması ve sayısallaştırma işlemlerinin zorluğu nedeniyle klasik yöntemlerle büyük alanları incelemek uğraştırıcı ve zaman alıcıdır. Günümüzde havza ölçeğindeki çalışmalarda, doğruluk oranı daha yüksek, uzaktan algılama ile elde edilen sayısal topoğrafik haritalar kullanılmaktadır. SYM olarak tabir edilen bu haritalarla büyük ölçekteki alanlarda çalışmak daha kolay pratiktir.

Türkiye'deki havzaların temel morfolojik özelliklerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada uzaktan algılamayla oluşturulmuş SYM kullanılmıştır. Gerekli işlem adımları uygulanarak önce havza sınırları tespit edilmiş ardından bu sınırlara göre tüm havzalarda eğim, bakı, yükseklik, alansal dağılım ve drenaj ağı verileri oluşturulmuştur. Tez metninde sırasıyla bu veriler yorumlarıyla beraber verilmiştir. Oluşturulan bu veriler birçok sektörde farklı amaçlarla kullanılabilir. Aşağıda morfolojik özelliklerin farklı amaçlarla kullanılması örneklendirilmiştir.

Havza morfolojik özellikleri, birçok hidrolojik verinin üretilmesi için gereklidir. Morfolojik özelliklerden biri olan havza alanı kullanılarak, özgül debi ve akış yüksekliği hesabı yapılır. Drenaj ağı verisi kullanılarak akarsu çatallanma oranı bulunur. Gravelius katsayısı hesaplanır. Akarsu ve drenaj yoğunluğunu hesaplamak için hem havza alanı hem de drenaj ağı verisi gereklidir.

Bir havzaya ait bakı ve ısı verileri beraber kullanılarak, kış mevsimi boyunca yağın karın erimesiyle oluşacak akış hesaplanabilir. Bu şekilde oluşan yağış, baraj gölü, su alma yapısı gibi biriktirme haznelerinin işletilmesi bakımından önemlidir. İlkbaharda herhangi bir günde eriyecek karların meydana getireceği akışın bilinmesi ise taşkın hesabı açısından önemlidir.

Morfolojik özelliklerden drenaj ağı ve yükseklik verileri, biriktirme haznelerinin yer seçiminde etkilidir. Biriktirme haznelerinin bulunduğu bölgelerdeki yıllık yağış verileri ve bu bahsedilen morfolojik özellikler bir arada kullanılarak; akışa geçecek

olan yağışın, hazneye kaç farklı noktadan ulaşacağını hesaplanması mümkündür. Ayrıca yağışın ne kadar sürede hazneye ulaşacağını ve hazneye gelecek olan yağış debisini hesaplamak ta mümkündür.

Eğimin arttığı arazilerde akış hızı da artar. Araziden akışın geçiş süresi kısalır. Bu durum taşkın debisini artırır. Dolayısıyla taşkın hesabı için gereken bir başka morfolojik özellik de eğim haritalarıdır.

Temel morfolojik özelliklerin kullanılmasıyla daha birçok veri üretilebilir. Elde edilen bu veriler akarsu havzaları kapsamında çalışma yapan araştırmacılar için temel bir kaynak niteliğindedir. Tüm havzalara ait verilerin CBS ortamında saklanması ve araştırmacılara sunulması halinde, araştırmacılar havzaların temel morfolojik özelliklerini kolay bir şekilde temin edebilecek ve bu verilere ulaşmak için tekrar aynı analizleri yapmak zorunda kalmayacaktır.

Çalışma sonunda Türkiye'yi kapsayan büyük bir alanda analizler yapılmasına rağmen morfolojik özelliklerin hızlı ve kolay bir şekilde temin edilebileceği belirtilmiştir. Bu kapsamda CBS yardımıyla Türkiye'deki havzaların morfolojik özellikleri belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] “Havzanın Tanımı” erişim adresi: <https://www.internationalrivers.org/river-basin-basics>, erişim tarihi: 21 Nisan 2018.
- [2] “Havzanın Türk Dil Kurumundaki anlamı” erişim adresi: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime=HAVZA, erişim tarihi: 4 Kasım 2017.
- [3] Karadağ, A.A., Kovada Gölü Alt Havza Sınırlarının Belirlenmesi, Ormancılık Dergisi, 8(1), 58–76, 2012.
- [4] Meriç, B.T., Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 28(1), 27–38, 2004.
- [5] “Ulusal Havza Yönetim Stratejisi” erişim adresi: http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/havza_yeni/Genel_bilgiler/ulusal_havza_yonetim_stratejisi.aspx?sflang=tr, erişim tarihi: 16 Kasım 2017.
- [6] Bağdatlı, M.C., Öztürk B., Havza Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Etkin Rolü, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(1), 11–19, 2014.
- [7] Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, *Akademi Kitabevi*, İstanbul, 2005.
- [8] Basso, F., Bove E., Evaluating Environmental Sensitivity at the Basin Scale Through the use of Geographic Information Systems and Remotely Sensed Data: an Example Covering the Agri Basin (Southern Italy), *Catena*, 40(1), 19–35, 2000.
- [9] Grohmann, C.H., Morphometric Analysis in Geographic Information Systems: Applications of Free Software GRASS and R, *Computers and Geosciences*, 30(9-10), 1055–1067, 2004.
- [10] Ok, A.Ö., Türker M., Stero Aster Uydu Görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli Oluşturma ve Doğruluk Analizleri, Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 27-29, İzmir, Türkiye, Nisan 2005.
- [11] Yıldırım, V., Recep, N., Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Trabzon, Türkiye, Kasım 2007.
- [12] Susam, T., Oğuz, İ., CBS ile Tokat İli Arazi Varlığının Eğitim ve Bakı Özelliklerinin Tespiti ve Tarımsal Açından İrdelenmesi, *GOÜ-Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 67–74, 2006.
- [13] Erol, A., Türkiye ’ de Arazi Kullanımı ve Havza Yaklaşımı, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1), 21–25, 2007.
- [14] Wang, Y., Yang C., Analysis of Physiognomy Morphological Characteristics Based on 1 : 10000 DEM of Huangshui River Basin, SECS International Colloquium on Computing Communication Control and Management, 4, 45-49, Sanya, China Ağustos 2009.
- [15] Öztürk D., 2009, CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi, *Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- [16] Elibüyük , M., Yılmaz, E., Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları, İstanbul Üniversitesi-Coğrafi Bilimler Dergisi, 8(1), 27–55, 2010.
- [17] Wu, J., Guo, K., Wang, M., Xu, B., Research and Extraction of the Hydrological Characteristics Based on GIS and DEM, IEEE 2nd International Conference on Computing Control and Industrial Engineering, 371–374, Wuhan, China, Ağustos, 2011.
- [18] Ege, I., Determination of Fault Morphology of Antakya-Kahramanmaraş Depression Area by Using Methods of Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS), Procedia , 19, 702–708, 2011.
- [19] Pachri, H., Mitani, Y., Ikemi, H., Djameluddin, I., Morita , A., Development of Water Management Modeling by using GIS in Chirchik River Basin, Uzbekistan, Procedia Earth and Planetary Science., 6, 169–176, 2013.
- [20] Rafiq, H., Aadil, H., Samiullah, B., Application of Morphometric Analysis for Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology –A Case Study of Vishav Drainage Basin, Journal of Waste Water Treatment & Analysis, 4(3), 2013.
- [21] Raju, K. Shetty A., Morphometric Analysis of Asna River Basin Using GIS, National conference on sustainable water resources planning, management and impact of climate change, 2(3), 13–20, Hyderabad, İndia, Nisan 2013.
- [22] Ghimire, M., Multivariate Morphological Characteristics and Classification of First-Order Basins in the Siwaliks, Geomorphology, 204, 192–207, 2014.
- [23] Waikar, M.L., Nilawar A.P., Morphometric Analysis of a Drainage Basin Using Geographical Information System : A Case study, International Journal of Multidisciplinary and Current Research, 2, 179–184, 2014.
- [24] Yılmaz, M.U., Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi, VII-Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, İstanbul, Türkiye, Mayıs, 2015.
- [25] Aparna, P., Shimna, P., Drissia, T. K., Quantitative Analysis of Geomorphology and Flow Pattern Analysis of Muvattupuzha River Basin Using Geographic Information System, 4, 609–616, 2015.
- [26] Aslan Akkaya, Ş.T., Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi : Bursa Karacabey İnkaya Göleti Havzası Örneği, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 2004.
- [27] Avcı, V., Sunkar, M., Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri, İstanbul Üniversitesi-Coğrafya Dergisi, 30, 91–119, 2015.
- [28] Abboud, I.A., Nofal R.A., Journal of African Earth Sciences Morphometric analysis of Wadi Khumal Basin, Journal of African Earth Sciences, 126, 58–74, 2017.
- [29] Erdede, B., 2016, Kızılırmak Havzasının Taşkın Potansiyelinin Jeomorfometrik Analizler ile Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.*
- [30] Youse, S., Reza, H., Hooke, J., Navratil, O., Kidová, A., Changes in Morphometric Meander Parameters Identified on the Karoon River-Iran-Using Remote Sensing Data, Geomorphology, 271, 55–64, 2016.

- [31] Ntajal, J., Lamptey, B.L., Flood Disaster Risk of Mapping in the Lower Mono River Basin in Togo, *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(10), 1553–1563, 2016.
- [32] Öztürk, D., Maraş, E., Şişman, A., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Sayısal Yükseklik Modelinden Topoğrafik ve Morfolojik Özelliklerin Üretilmesi, 37–46, 2016.
- [33] Rai, P.K., Mishra V.N., A study of Morphometric Evaluation of the Son basin-India Using Geospatial Approach, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 7, 9-20, 2017.
- [34] Alemayehu, T., Kebede, T., Liu, L., Basin Characterization and Determination of Hydraulic Connectivity of Mega Basins Using Integrated Methods, *Journal of African Earth Sciences*, 137, 32–45, 2018.
- [35] Kabite, G., Gessesse, B., Hydro Geomorphological Characterization of Dhidhessa River Basin-Ethiopia, *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 175–183, 2018.
- [36] Reis, A., Dindaroğlu, T., Havza Ölçeğinde Bazı Ekohidrolojik Karakteristikler ile Arazi Kullanım İlişkilerinin Araştırılması: Bertiz Çayı Yağış Havzası Örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 2(1), 68–82, 2018.
- [37] Töreyan, G., Özdemir İ., Kurt, T., ArcGIS 10 - Uygulama Dokümanı, *İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.*, Ankara, 2010.
- [38] “ArcGIS Nedir, ArcGIS Spatial Analyst nedir ?” erişim adresi: <https://birimler.dpu.edu.tr/app/views/panel/ckfinder/userfiles/2/files/.../arcgis.pdf> erişim tarihi: 16 Kasım 2017.
- [39] “SYM Üretimi” erişim adresi: <http://www.academia.edu/9622506>, erişim tarihi: 11 Mayıs 2018.
- [40] Yanina, M., Angillieri, E., Fernández, O.M., Morphometric Analysis of River Basins Using GIS and Remote Sensing of an Andean Section of Route 150-Argentina-A Comparison Between Manual and Automated Delineation of Basins, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 34(2), 150–156, 2017.
- [41] Ok, A.Ö., Türker M., Stero Aster Uydu Görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli Oluşturma ve Doğruluk Analizleri, *Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 27-29, İzmir, Türkiye, Nisan 2005.
- [42] “DSİ Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikler” erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/dsi-resmi-istatistikler/resmi-i-statistikler-2015/2015-yılı-verileri>, erişim tarihi: 11 Mayıs 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı Adı :ÇAY, Faruk
Uyruğu :T.C
Doğum Tarihi ve Yeri :07.04.1994 Konya
Medeni Hali :Bekar
Telefon :+905427106471
e - mail :farukcay@outlook.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	:Süleyman Demirel Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2016
Y. Lisans	:KTO Karatay Üniversitesi	Devam Ediyor

Yabancı Dil

İngilizce