



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ERGENE NEHRİ: TEKİRDAĞ MURATLI –
KIRKLARELİ PEHLİVANKÖY ARASI
TAŞKIN AKIMI BELİRLENMESİ VE
HİDRODİNAMİK TAŞKIN ANALİZİ**

Hasan Buğrahan ÜNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Hasan Buğrahan ÜNAL tarafından hazırlanan “Ergene Nehri: Tekirdağ Muratlı – Kırklareli Pehlivan köy Arası Taşkın Akımı Belirlenmesi ve Hidrodinamik Taşkın Analizi” adlı tez çalışması 23/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy~~ ~~çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Ali İhsan MARTI

Üye

Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hasan Buğrahan ÜNAL

Tarih: 23.06.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERGENE NEHRİ: TEKİRDAĞ MURATLI – KIRKLARELİ PEHLİVANKÖY ARASI TAŞKIN AKIMI BELİRLENMESİ VE HİDRODİNAMİK TAŞKIN ANALİZİ

Hasan Buğrahan ÜNAL

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Ali İhsan MARTI

2022, 203 Sayfa

Jüri

Dr. Öğretim Üyesi Ali İhsan MARTI
Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Taşkınlar bol yağış veya kar erimeleri gibi sebeplerle oldukça tehlikeli boyutlara ulaşır, can ve mal kaybına, ekonomik zararlara sebep olan bir doğal afet türüdür ve karşı önlemlerle meşakkatli bir dizi basamağın bir araya geldiği kompleks çözümlere sahip olmuştur. Trakya’da Ergene Nehri, bölgenin en önemli kaynağı olmasının yanında topoğrafyasının sade olmasıyla taşkınlardan muzdarip bir haldedir. Tezde, suyun insan hayatına önemi ile su kaynakları yönetiminin Türkiye’deki gelişimine yer verilmiş, Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği ele alınmış, Ergene Nehri ve coğrafyası incelenmiştir. Ergene Nehri’nin Muratlı-Pehlivan köy arası 87 km’lik kısmında, nehir ve ana kollar güzergâhındaki yağış istasyonları verilerine Normal, Log-Normal, Üç Parametrelili Log-Normal, Gamma, Log-Pearson Tip III ve Gumbel Dağılımları uygulanmış, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekrarlanma sıklıkları hesap edilmiştir. Daha sonra Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi ile dağılımlar kontrol edilmiş ve genelde Log-Pearson Tip III Dağılımının en uygun dağılım olduğu sonucuna varılmıştır. Sentetik yöntemlerden Mockus Metodu ile Ergene Nehri’nde belirlenen akşarın ve 12 ana kolun Q500 ve Q1000 feyzan debileri Thiessen Poligonları yardımıyla da bulunmuştur. Sayısal yükseklik modeli 5 haritaya ayrılarak, AutoCAD Civil ile TIN haline dönüştürülmüş, projeksiyonu ArcGIS ile tanımlanmıştır. HEC-Geo-RAS’a aktarılan güzergâha, nehir ve kesitler gibi elemanlar tanımlanmıştır. Cowan Metodu ile Manning Pürüzlülük Katsayısı belirlenmiş, 18 sanat yapısı kanallar üzerinde tanımlanmıştır. HEC-RAS ile açık kanalda 2-boyutlu modelleme ve hidrodinamik tahkik yapılmış, taşkın haritalandırılması, kanaldaki su hızları, sanat yapılarının durumları ve boy profilleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yerleşkeler için; 16,21 km’lik sedde ve 2,9 km’lik taşkın kanalı imaline, Kaynarca Deresi’nin Lüleburgaz’ı içine alacak şekilde haritalandırılıp analizine, ulaşım için; D555 Karayolu güzergâhındaki küçük kollardan Pancarköy Çayı’nın haritalandırılıp analizine ve demiryolu için; 10,93 km’lik sedde imali ile 2,83 km’lik koruma/yükseltme önerilerine, 3 ana kol ve Ergene Nehrinde 25 km’lik güzergâhın yatak temizliğine mütalaa edilmiştir. Nehir bentleri, tabanları ve sanat yapılarına yönelik yorumlara değinilmiştir. Öneriler, ekonomik, rantabilite, çevresel, mekanik ve geoteknik durumlardan ayrı yorumlandığından, sadece planlama aşamasına örnek olabilecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Cowan Metodu, Ergene Nehri, HEC-Geo-RAS, HEC-RAS, Hidroloji, İstatistik, Mockus Metodu, taşkın.

ABSTRACT

MS THESIS

ERGENE RIVER: DETERMINATION OF FLOOD FLOW AND HYDRODYNAMIC FLOOD ANALYSIS BETWEEN TEKİRDAĞ MURATLI – KIRKLARELİ PEHLİVANKÖY

Hasan Buğrahan ÜNAL

Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering

Advisor: Assist. Prof. Dr. Ali İhsan MARTI

2022, 203 Pages

Jury

Assist. Prof. Dr. Ali İhsan MARTI
Assoc. Prof. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Assoc. Prof. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Floods are natural disasters that can reach dangerous levels due to heavy rainfall or snowmelt, causing loss of life and property with economic damages. They have complex solutions where a series of tedious steps come together with countermeasures. Although Ergene River in Thrace Region of Türkiye is the most important resource of the region, due to its plain topography, it has suffered from many flood disasters. In the thesis, the importance of water to human life and the development of water resources management in Türkiye are given, the Flood and Sediment Control Regulation is discussed and Ergene River with its geography is studied. Normal, Log-Normal, Three Parameter Log-Normal, Gamma, Log-Pearson Type III and Gumbel Distributions were applied to the precipitation data of the stations existing on the route of the river and its main branches in 87 km section of the Ergene River between Muratlı-Pehlivan köyü and 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 and 500 year flood recurrence frequencies were calculated. After checking the distributions with Kolmogorov-Smirnov Goodness-of-Fit Test, Log-Pearson Type III Distribution was determined as the most appropriate one. Q500-Q1000 flow rates of the axes and 12 main branches of the Ergene River were determined with Mockus Method, a synthetic method, and also by the aid of Thiessen Polygons. The digital elevation model was divided into 5 maps and converted into TIN with AutoCAD Civil where its projection was defined with ArcGIS. The elements such as rivers and sections were defined for the route transferred to HEC-Geo-RAS. The Manning roughness coefficient was determined by Cowan Method and 18 bridges were defined on the channels. 2-dimensional modeling and hydrodynamic investigations in the open channel were made with HEC-RAS; flood mapping, velocities in the channel, the state of the bridges, their longitudinal profiles were given. According to the obtained results, for settlements; the construction of a 16,21 km long embankment and a 2,9 km flood channel, the mapping and analysis of Kaynarca Stream including Lüleburgaz, for transportation; the mapping and analysis of the small branch Pancarköy Stream on the D555 Highway route, for railway; the 10,93 km boulevard and 2,83 km of protection/upgrade proposals, the bed cleaning of 3 main branches and 25 km of route in Ergene River have been considered. Interpretations on river banks, floors, bridges are mentioned. Since the suggestions were interpreted separately from economy, profitability, environmental, mechanical and geotechnical situations, the study has become an example only for the planning stage.

Keywords: Cowan Method, Ergene River, HEC-Geo-RAS, HEC-RAS, Hydrology, Statistics, Mockus Method, flood.

ÖNSÖZ

Ülkemiz, zaman zaman çeşitli afetlere maruz kalarak can kaybı yaşamakta, mali zarara uğramakta ve ekonomik olarak etkilenmektedir. Nehirlerimizin taşkın potansiyeli, çarpık kentleşme, dere yatağına evler yapma, bilinçsiz akarsu müdahaleleri gibi sebeplerle Türkiye, her geçen gün taşkın afetine karşı daha hazırlıksız konuma düşmektedir. Hâlbuki, önceden yapılan hesaplamalar ve alınan önlemler ile diğer bazı doğa olayları gibi taşkınlardan da zararları en düşük düzeyde tutacak şekilde korunulabilmektedir.

Taşkın haritalandırma işlemlerinin ele alındığı bu tez çalışması ile, konuyla ilgili araştırmacıların daha ileri seviyelerde gerçekleştirmeyi planlayacakları çalışmalarda fayda sağlanmasını ümit ediyorum.

Çalışmanın her aşamasında benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ali İhsan MARTI'ya ve Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde ve Hidrolik Anabilim Dalı'nda görev yapan kıymetli hocalarıma, tez yöresinde gerekli desteği bana sağlayan Devlet Su İşleri 11. Bölge Müdürlüğü; Planlama Şube Müdürlüğü, Havza Yönetimi, İzleme ve Tahsisler Şube Müdürlüğü, Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü, 113. Şube Müdürlüğü, 114. Şube Müdürlüğü ve mensubu olduğum Barajlar ve HES Şube Müdürlüğü'nün değerli çalışanlarına, Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü; Sanat Yapıları Başmühendisliği çalışanlarına ve değerli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürü de bir borç bilirim.

Hasan Buğrahan ÜNAL
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Suyun Yararları ve Sudan Faydalanma	4
1.2. Suyun Zararları ve Sudan Korunma	6
1.2.1. Taşkın.....	7
2. MEVZUAT VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	11
2.1. Türkiye’de Su Yapıları Tasarımı ve Su Kaynakları Yönetimi Tarihi	11
2.2. Mevzuat Araştırması.....	13
2.2.1. Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği	15
2.3. Devlet Su İşleri (DSİ)	17
2.4. Literatür Taraması.....	18
3. MATERYAL	20
3.1. Çalışma Alanı	20
3.2. Ergene Nehri	23
3.3. Ergene Nehrine Yönelik DSİ Çalışmaları	26
4. YÖNTEM	28
4.1. Hidroloji ve İstatistik	28
4.1.1. Thiessen Metodu.....	30
4.1.2. Olasılık dağılım fonksiyonları	32
4.1.3. Uygunluk testleri.....	40
4.2. Taşkın Akımı	42
4.2.1. Sentetik yöntemler	43
4.2.2. Mockus Metodu	48
4.3. Topoğrafya Teşkili.....	51
4.3.1. Datum ve projeksiyon	56
4.4. HEC-Geo-RAS	57

5. ANALİZ VE MODELLEME	59
5.1. Analiz.....	59
5.1.1. Hidrolojik analiz	59
5.1.2. Yağıştan oluşan taşkın akışı analizi	72
5.1.3. TIN / TIFF analizi.....	75
5.1.4. Nehir ve taşkın sahası modeli	80
5.2. Hidrodinamik Modelleme.....	85
5.2.1. HEC-RAS	87
5.2.2. Cowan Metodu.....	89
5.2.3. Cowan analizi	92
5.2.4. 2-Boyutlu modelleme	100
5.2.5. Sanat yapıları	104
6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	116
6.1. Analiz Sonuçları	116
6.1.1. İnanlı haritası analiz sonuçları	116
6.1.2. Kayabeyli haritası analiz sonuçları	124
6.1.3. Lüleburgaz haritası analiz sonuçları	133
6.1.4. Alpullu haritası analiz sonuçları	140
6.1.5. Pehlivanköy haritası analiz sonuçları	151
6.2. Analizlere Yönelik Önlemler	159
6.2.1. Olası taşkınlara yönelik önlemler	161
6.2.2. Ulaşım yollarına yönelik önlemler	180
6.2.3. Nehir bentlerine veya tabanlarına yönelik önlemler.....	185
6.2.4. Rüşbat temizliklerine yönelik önlemler	186
6.2.5. Sanat yapılarına yönelik önlemler	189
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	191
KAYNAKLAR	196
EKLER	199

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya’da su kullanımı, Türkiye’de su kullanımı (2012) ve Türkiye’nin 2023 hedefli su kullanımı oranları	2
Şekil 1.2. Edirne İli, Keşan-Uzunköprü ilçeleri arası yaşanan taşkın	7
Şekil 1.3. 2012 yılında Keşan Dört Yol’da yaşanan taşkın	10
Şekil 1.4. Meriç Nehri taşkını ile yıkılmak üzere olan bir ağaç (Enez yakınları)	10
Şekil 2.1. Kırkkavak Deresi’nde rüsubat kontrolü, yatak temizliği	16
Şekil 2.2. Q10 (kil) seddesi imalatı (Edirne İli, Keşan İlçesi dolayları).....	16
Şekil 3.1. Trakya.....	20
Şekil 3.2. Ergene Havzası.....	23
Şekil 3.3. Ergene Nehri.....	24
Şekil 3.4. Ergene Nehri kolları ve su topladığı alanlar (Turoğlu & Aykut, 2019)	25
Şekil 4.1. Thiessen Poligonları çizimi (Flood Manager E-learning, 2005)	31
Şekil 4.2. Normal Dağılım grafiği (Usul, 2008).....	34
Şekil 4.3. Hidrograf-hiyetograf arası bağıntılar ve grafiklerin parametreleri (Usul, 2008)	47
Şekil 4.4. Noktasal yağış yüksekliğinin (YADK), drenaj alanı ve zamanla ilişkisi (Ağralıoğlu, 2007)	50
Şekil 4.5. Taşkın analizinde (mavi çizgi); Ergene Nehri-İnanlı haritası	53
Şekil 4.6. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Kayabeyli haritası	54
Şekil 4.7. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Lüleburgaz haritası	54
Şekil 4.8. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Alpullu haritası ..	55
Şekil 4.9. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Pehlivanköy haritası.....	55
Şekil 4.10. HEC-Geo-RAS ara yüzü (RAS Mapper)	58
Şekil 5.1. Muratlı – Pehlivanköy arası Ergene Nehri ve bağlanan ana kolları.....	59
Şekil 5.2. İstasyonların yerleri	60
Şekil 5.3. Trakya’da Thiessen Poligonları.....	60
Şekil 5.4. Dağılıma muhatap istasyonlar (sarı imleçler) ve Thiessen Poligonları.....	61
Şekil 5.5. Trakya drenaj ağları ve drenaj alanları parçaları.....	72
Şekil 5.6. Yağış alanları.....	73

Şekil 5.7. Analizdeki aks noktaları	75
Şekil 5.8. Ergene Nehri; Muratlı-Pehlivanköy arası üçgen model haritası	76
Şekil 5.9. İnanlı haritasının TIN hali	76
Şekil 5.10. Kayabeyli haritasının TIN hali	77
Şekil 5.11. Lüleburgaz haritasının TIN hali	77
Şekil 5.12. Haritanın 3D facelerinden surface oluşturma (tabakalama) örneği: Kayabeyli haritası.....	78
Şekil 5.13. Haritanın yükselti modeline çevrilmesi örneği: İnanlı haritası	78
Şekil 5.14. Alpullu haritasının TIFF hali.....	79
Şekil 5.15. Pehlivanköy haritasının TIFF hali	79
Şekil 5.16. Oluşturulan 5 TIN haritasının, TIFF halinde gösterimi	80
Şekil 5.17. HEC-Geo-RAS'ta PRJ dosyası tanımlama	80
Şekil 5.18. HEC-Geo-RAS'ta TIN haritasına nehir tanımlama örneği; İnanlı haritası..	81
Şekil 5.19. Ergene Nehrine bağlanan ana kolların junction noktalarını (kırmızı nokta) oluşturma: Çorlu Çayı'nın Ergene Nehrine katılımı.....	82
Şekil 5.20. Terrain modelinde çizilen nehrin (mavi çizgi) bentlerine bank ataması (siyah noktalı gri çizgi) örneği: Alpullu haritası	83
Şekil 5.21. İnanlı haritası HEC-Geo-RAS analizi	83
Şekil 5.22. Kayabeyli haritası HEC-Geo-RAS analizi.....	84
Şekil 5.23. Lüleburgaz haritası HEC-Geo-RAS analizi	84
Şekil 5.24. Alpullu haritası HEC-Geo-RAS analizi	85
Şekil 5.25. Pehlivanköy haritası HEC-Geo-RAS analizi	85
Şekil 5.26. HEC-RAS programı ara yüzü.....	87
Şekil 5.27. D50 çap/elek analizi için Ergene Nehrinde numune alınan yerler.....	93
Şekil 5.28. D50 çap/elek analizinde numunenin çeyrekleme yöntemi ile birleştirilmesi sonrası laboratuvar hali örneği: Alpullu haritası.....	93
Şekil 5.29. D50 çap/elek analizi deneyinde numune ağırlığının ölçümü örneği	94
Şekil 5.30. D50 çap/elek analizi deneyinde kullanılan numunelerin etüve alınması	94
Şekil 5.31. D50 çap/elek analizi deneyi	94
Şekil 5.32. D50 çap/elek analizi deneyi sonucu örneği	95
Şekil 5.33. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: İnanlı civarı (Drone fotoğrafı).....	95
Şekil 5.34. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-4 / Karamusul civarı (Drone fotoğrafı)	95

Şekil 5.35. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Muratlı civarı	96
Şekil 5.36. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-6 / Ovacık civarı.....	96
Şekil 5.37. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-7 / Lüleburgaz yakınları	96
Şekil 5.38. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-9 / Durak civarı	97
Şekil 5.39. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-11 / Düğüncübaşı civarı	97
Şekil 5.40. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-12 / Alpullu civarı	97
Şekil 5.41. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-14 / Alpullu civarı	98
Şekil 5.42. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-15 / Hayrabolu-Babaeski İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı.....	98
Şekil 5.43. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-16 / Hayrabolu-Babaeski İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı.....	98
Şekil 5.44. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-17 / Hayrabolu-Pehlivanköy İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı.....	99
Şekil 5.45. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-18 / Pehlivanköy civarı	99
Şekil 5.46. HEC-RAS'ta 1-boyutlu model örneği: Lüleburgaz haritası.....	102
Şekil 5.47. HEC-RAS'ta 1-boyutlu model örneği (en kesitli): Alpullu haritası.....	103
Şekil 5.48. HEC-RAS'ta kanalda otomatik en kesitlerin oluşturulması örneği: Pehlivanköy haritası.....	103
Şekil 5.49. HEC-RAS programında akarsu kollarına kararlı akım tanımlama örneği: Kayabeyli haritası	104
Şekil 5.50. HEC-RAS programında akarsu kanalına Manning katsayısı tanımlama örneği: Pehlivanköy haritası/Kuleli Deresi.....	104
Şekil 5.51. Sanat yapılarının Ergene Nehri üzerindeki konumları	105
Şekil 5.52. Sanat Yapısı-1 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	107
Şekil 5.53. Sanat Yapısı-2 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	107
Şekil 5.54. Sanat Yapısı-3 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	108

Şekil 5.55. Sanat Yapısı-4 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	108
Şekil 5.56. Sanat Yapısı-5 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	109
Şekil 5.57. Sanat Yapısı-6 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	109
Şekil 5.58. Sanat Yapısı-7 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	110
Şekil 5.59. Sanat Yapısı-8 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	110
Şekil 5.60. Sanat Yapısı-9 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	111
Şekil 5.61. Sanat Yapısı-10 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	111
Şekil 5.62. Sanat Yapısı-11 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	112
Şekil 5.63. Sanat Yapısı-12 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	112
Şekil 5.64. Sanat Yapısı-13 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	113
Şekil 5.65. Sanat Yapısı-14 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	113
Şekil 5.66. Sanat Yapısı-15 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	114
Şekil 5.67. Sanat Yapısı-16 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	114
Şekil 5.68. Sanat Yapısı-17 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	115
Şekil 5.69. Sanat Yapısı-18 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması.....	115
Şekil 6.1. HEC-RAS'ta hidrodinamik taşkın analizi örmeği: Pehlivan köy haritası.....	116
Şekil 6.2. İnanlı haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri.....	116
Şekil 6.3. İnanlı haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu	117
Şekil 6.4. İnanlı haritasının 3D Q500 taşkın hızı	118
Şekil 6.5. İnanlı haritasının Q500 taşkın yayılımı	119
Şekil 6.6. İnanlı Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı	120
Şekil 6.7. Seyitler Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı	120
Şekil 6.8. Çorlu Çayı profili	121
Şekil 6.9. Yukarı Ergene Çayı profili	121
Şekil 6.10. İnanlı analiz haritasında Ergene Nehri profili	122
Şekil 6.11. Çorlu Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları	122
Şekil 6.12. Yukarı Ergene Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları	123
Şekil 6.13. İnanlı analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	123
Şekil 6.14. SY-1'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	124
Şekil 6.15. SY-2'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	124
Şekil 6.16. Kayabeyli haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri.....	125

Şekil 6.17. Kayabeyli haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu	125
Şekil 6.18. Kayabeyli haritasının 3D Q500 taşkın hızı	126
Şekil 6.19. Kayabeyli haritasının Q500 taşkın yayılımı	127
Şekil 6.20. Karamusul ve Kayabeyli yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı	128
Şekil 6.21. Ovacık Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı	128
Şekil 6.22. Yuvalı Deresi profili.....	129
Şekil 6.23. Sulucak Çayı profili.....	129
Şekil 6.24. Kayabeyli analiz haritasında Ergene Nehri profili	130
Şekil 6.25. Yuvalı Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	130
Şekil 6.26. Sulucak Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	131
Şekil 6.27. Kayabeyli analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	131
Şekil 6.28. SY-3'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	132
Şekil 6.29. SY-4'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	132
Şekil 6.30. SY-5'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	132
Şekil 6.31. SY-6'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	132
Şekil 6.32. Lüleburgaz haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri.....	133
Şekil 6.33. Lüleburgaz haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu.....	133
Şekil 6.34. Lüleburgaz haritasının 3D Q500 taşkın hızı.....	134
Şekil 6.35. Lüleburgaz haritasının Q500 taşkın yayılımı	135
Şekil 6.36. Eskibedir ve Müsellim yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı.....	135
Şekil 6.37. Durak Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı.....	136
Şekil 6.38. Kaynarca Deresi profili	136
Şekil 6.39. Hamam Dere profili.....	137
Şekil 6.40. Lüleburgaz analiz haritasında Ergene Nehri profili	137
Şekil 6.41. Kaynarca Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları	138
Şekil 6.42. Hamam Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	138
Şekil 6.43. Lüleburgaz analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	139
Şekil 6.44. SY-7'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	139
Şekil 6.45. SY-8'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	139
Şekil 6.46. SY-9'un Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	140
Şekil 6.47. SY-10'un Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	140

Şekil 6.48. Alpullu haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri.....	140
Şekil 6.49. Alpullu haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu.....	141
Şekil 6.50. Alpullu haritasının 3D Q500 taşkın hızı.....	142
Şekil 6.51. Alpullu haritasının Q500 taşkın yayılımı	142
Şekil 6.52. Alpullu, Sinanlı, Düğüncülü yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı.....	143
Şekil 6.53. Mandıra Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı	144
Şekil 6.54. Katranca Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı	144
Şekil 6.55. Üsküp Dere profili.....	145
Şekil 6.56. Ova Çayı profili.....	145
Şekil 6.57. Ana Çay profili.....	146
Şekil 6.58. Hayrabolu Deresi profili.....	146
Şekil 6.59. Alpullu analiz haritasında Ergene Nehri profili	147
Şekil 6.60. Üsküp Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	147
Şekil 6.61. Ova Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	148
Şekil 6.62. Ana Çay güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları	148
Şekil 6.63. Hayrabolu Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları....	149
Şekil 6.64. Alpullu analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	149
Şekil 6.65. SY-11'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	150
Şekil 6.66. SY-12'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	150
Şekil 6.67. SY-13'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	150
Şekil 6.68. SY-14'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	150
Şekil 6.69. SY-15'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	150
Şekil 6.70. SY-16'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	151
Şekil 6.71. Pehlivan köy haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri	151
Şekil 6.72. Pehlivan köy haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu.....	152
Şekil 6.73. Pehlivan köy haritasının 3D Q500 taşkın hızı.....	152
Şekil 6.74. Pehlivan köy haritasının Q500 taşkın yayılımı	153
Şekil 6.75. Kadriye, Yeşilpınar yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı	154
Şekil 6.76. Pehlivan köy, Akarca yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı	154
Şekil 6.77. Muhacirkadı, Sazlımalkoç yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı.....	155
Şekil 6.78. Kuleli Dere profili	155

Şekil 6.79. Ova Dere profili.....	156
Şekil 6.80. Pehlivan köy analiz haritasında Ergene Nehri profili	156
Şekil 6.81. Kuleli Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları	157
Şekil 6.82. Ova Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	157
Şekil 6.83. Pehlivan köy analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları.....	158
Şekil 6.84. SY-17'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	158
Şekil 6.85. SY-18'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu	158
Şekil 6.86. Tip kil seddesi	162
Şekil 6.87. Taşkın kanalı örneği; Kanal Edirne (Drone fotoğrafı)	163
Şekil 6.88. Taşkından koruma faydası olan baraj örneği: Naip köy Barajı.....	164
Şekil 6.89. Yukarı Ergene Çayı için düşünülen kanal (siyah çizgi)	166
Şekil 6.90. Olası İnanlı Seddesi (yeşil çizgi).....	167
Şekil 6.91. Olası Seyitler Seddesi (yeşil çizgi).....	167
Şekil 6.92. Olası Karamusul - Kayabeyli Seddeleri (yeşil çizgiler).....	169
Şekil 6.93. Olası Ovacık Seddesi (yeşil çizgi).....	169
Şekil 6.94. Olası Alpullu Seddesi (yeşil çizgi).....	174
Şekil 6.95. Olası Kadriye Seddesi (yeşil çizgi)	176
Şekil 6.96. Olası Akarca ve Pehlivan köy Seddeleri (yeşil çizgiler).....	176
Şekil 6.97. Olası Muhacirkadı Seddesi (yeşil çizgi).....	177
Şekil 6.98. Hayrabolu Deresi'nin Q500 ve Q1000 taşkınına karşı durumu	179
Şekil 6.99. Hayrabolu Deresi: HEC-Geo-RAS nehir çizimi	179
Şekil 6.100. D555 Karayolu için tedbirler (Ergene Nehri: mavi çizgi).....	180
Şekil 6.101. İnanlı haritası demiryolu koruma seddeleri (mor çizgiler / 1 ve 2 nolu)..	181
Şekil 6.102. Kayabeyli haritası demiryolu koruma seddesi (mor çizgi / 3 nolu) ve demiryolu koruması (sarı çizgi / 1 nolu).....	182
Şekil 6.103. Lüleburgaz haritası demiryolu koruması (sarı çizgi / 2 nolu)	183
Şekil 6.104. Alpullu haritası demiryolu koruma seddesi (mor çizgi / 4 nolu)	183
Şekil 6.105. Pehlivan köy haritası demiryolu koruma seddeleri (mor çizgiler / 5 ve 6 nolu).....	184
Şekil 6.106. Yargın örnekleri: Alpullu haritası	186
Şekil 6.107. HEC-Geo-RAS analizi sırasında, nehir çiziminde karşılaşılan yatak temizliğine ihtiyacı olan akarsu örneği.....	189

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya yüzeyindeki sular ve karaların kapladığı alanlar (Pidwirny, 2006) ..	1
Çizelge 1.2. Dünyadaki su rezervleri dağılımı (Url-1).....	1
Çizelge 1.3. Falkenmark Su Kıtlığı Skalası (Falkenmark ve ark., 1989).....	4
Çizelge 1.4. Türkiye Su Potansiyeli (Url-2).....	4
Çizelge 2.1. İstanbul’da Osmanlı Devleti’nin yaptığı su yapıları (Ağırlioğlu, 2007) ..	12
Çizelge 3.1. Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli İlleri, ilçe bazında 2021 nüfusları (TÜİK, 2022)	21
Çizelge 4.1. Pearson Tip III ve Log-Pearson Tip III için $\Gamma(\alpha)$ fonksiyonu (Hoggan, 1989).....	38
Çizelge 4.2. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi anlamlılık yüzdelerine göre aşılma değerleri (Kanji, 2006).....	41
Çizelge 4.3. Arazi kullanımına ve hidrolojik zemin gruplarına göre eğri numaraları, CN (Orta nem durumu için, CN (II)) (Ağırlioğlu, 2007)	44
Çizelge 4.4. Hidrolojik zemin grupları (Ağırlioğlu, 2007).....	45
Çizelge 4.5. Yağış öncesi nem durumunun tahmini için yağış limitleri (Ağırlioğlu, 2007).....	45
Çizelge 4.6. Akış eğri numaralarının düzeltilmiş değerleri (Ağırlioğlu, 2007).....	46
Çizelge 4.7. Ana kolların taşkın analizi için Ergene Nehri’ne bağlandığı harita parçaları	56
Çizelge 4.8. HEC-Geo-RAS programı katmanları	58
Çizelge 5.1. İstasyonların adları ve bulunduğu şehirler	61
Çizelge 5.2. İstasyonlara ait istatistiksel parametreler	62
Çizelge 5.3.(a) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Beyazköy, Çerkezköy, Çorlu, Dambaslar, Hayrabolu)	63
Çizelge 5.3.(b) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (İnanlı, Kurtdere, Muratlı, Saray, Alpullu).....	64
Çizelge 5.3.(c) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Babaeski, Kırklareli, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Pınarhisar)	65
Çizelge 5.3.(d) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Sarımsaklı, Vize, Hasköy, Havsa, Kırcaşalılı).....	66
Çizelge 5.4.(a) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Beyazköy, Çerkezköy, Çorlu, Dambaslar, Hayrabolu)	67

Çizelge 5.4.(b) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (İnanlı, Kurtdere, Muratlı, Saray, Alpullu).....	68
Çizelge 5.4.(c) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Babaeski, Kırklareli, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Pınarhisar)	69
Çizelge 5.4.(d) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Sarımsaklı, Vize, Hasköy, Havsa, Kırcaşalılı)	70
Çizelge 5.5. İstasyonlar için seçilen dağılımlar ve taşkın tekerrür debileri.....	71
Çizelge 5.6. Ergene Nehri'ne bağlanan ana kolların dâhil olduğu poligonlar	72
Çizelge 5.7. Ana kolların Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debileri	74
Çizelge 5.8. Trakya'daki istasyonlara ait plüvyograf katsayıları	74
Çizelge 5.9. Aks noktalarının Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debileri	75
Çizelge 5.10. DSİ Modifiye Cowan Yöntemine göre pürüzlülük parametreleri (n_1, n_2, n_3, n_4 ve m) değerleri.....	91
Çizelge 5.11. DSİ Modifiye Cowan Yöntemine göre n_0 değerleri.....	92
Çizelge 5.12. Analiz haritalarının Ergene Nehrinde ki km'leri, bağlanan kolları ve Cowan Metodu ile belirlenen Manning pürüzlülük katsayıları	100
Çizelge 5.13. Sanat yapılarının önem derecelendirmeleri ve buldukları analiz haritaları.....	105
Çizelge 5.14. Sanat yapılarının yerleri ve kullanım amaçları.....	106
Çizelge 6.1. Akarsuların (İnanlı haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları	124
Çizelge 6.2. Akarsuların (Kayabeyli haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları	132
Çizelge 6.3. Akarsuların (Lüleburgaz haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları	140
Çizelge 6.4. Akarsuların (Alpullu haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları	151
Çizelge 6.5. Akarsuların (Pehlivan köyü haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları	159
Çizelge 6.6. İnanlı haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları ..	165
Çizelge 6.7. Kayabeyli haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları	168
Çizelge 6.8.(a) Lüleburgaz haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları.....	170

Çizelge 6.8.(b) Lüleburgaz haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları.....	171
Çizelge 6.9.(a) Alpullu haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları	172
Çizelge 6.9.(b) Alpullu haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları	173
Çizelge 6.10.(a) Pehlivanköy haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları.....	175
Çizelge 6.10.(b) Pehlivanköy haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları.....	177
Çizelge 6.11. Yerleşkelere yönelik düşünülmüş taşkın koruma önlemleri	178
Çizelge 6.12. Ulaşım yollarına yönelik olası korumalar	184
Çizelge 6.13. Analize muhatap kanalların yatak temizliği durumu	188
Çizelge 6.14. Sanat yapıları taşkın durumları.....	190

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	: alan
cm	: santimetre
CN	: havza eğri numarası
CO ₂	: karbon dioksit
C _s , C _{sx}	: çarpıklık
D	: yağış süresi
g	: yer çekimi ivmesi
ha	: hektar
i	: sıra sayısı
km	: kilometre
km ²	: kilometrekare
km ³	: kilometreküp
m	: metre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp
mm	: milimetre
n	: Manning Katsayısı
N	: veri sayısı
p	: olma ihtimali
P	: yağış miktarı
P _e	: artık (etkin) yağış
q _p	: birim hidrograf pik debisi
Q	: debi
Q _{baz}	: baz akım
Q _{max}	: maksimum debi
Q _p	: pik debi
R	: hidrolik yarıçap
s	: saniye
s ²	: saniyekare
st	: saat
S	: harmonik eğim
t	: zaman
T _C	: toplanma süresi
T _L	: gecikme zamanı
T _P	: yükselme süresi
T _R	: alçalma süresi
u	: kanal en kesitine paralel akım hızı
v	: kanal en kesitine dik akım hızı
Var	: varyans
W	: etki / yağış yüzdesi
Y	: ortalama eğim
α	: biçim parametresi
α	: anlamlılık düzeyi
β	: ölçek parametresi
Γ	: gamma fonksiyonu
δ	: su kotu

Δ	: K – S test istatistiği
θ	: eşik parametresi
μ	: aritmetik ortalama
ξ	: yer parametresi
π	: pi sayısı
σ	: standart sapma
φ	: sızma indisi
χ	: Ki-kare Testi
%	: yüzde
&	: ve



Kısaltmalar

1B	: 1 Boyutlu
2D	: 2 Boyutlu
3D	: 3 Boyutlu
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
BTFA	: Bölgesel Taşkın Frekans Analizi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇEM	: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DMİ	: Devlet Meteoroloji İstasyonu
DSİ	: Devlet Su İşleri
DTM	: Digital Terrain Model (Dijital Arazi Modeli)
EİE	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
Geo	: Geometry (Geometri)
GIS	: Geographical Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemleri)
GUI	: Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
G3	: Gamma Tip III
HEC	: Hydrologic Engineering Center (Hidrolik Mühendislik Merkezi)
HES	: Hidroelektrik Santral
IAHS	: International Association of Hydrological Sciences (Uluslararası Hidrolojik Bilimler Birliği)
ICID	: International Commission on Irrigation and Drainage (Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu)
ICOLD	: International Commission on Large Dams (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu)
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
K-S	: Kolmogorov – Smirnov
LN	: Log-Normal
LN3	: Log-Normal Tip III
LP3	: Log-Pearson Tip III
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
MF	: Düzeltme Faktörü
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NRCS	: Natural Resources Conservation Service (Doğal Kaynakları Koruma Servisi)
NTFA	: Noktasal Taşkın Frekans Analizi
RAS	: River Analysis System (Nehir Analiz Sistemi)
PLV	: Plüvyograf Katsayısı
PRJ	: Projection (Projeksiyon)
P3	: Pearson Tip III
OÇKT	: Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi
SCS	: Soil Conservation Service (Toprak Koruma Servisi)
SUEN	: Su Enstitüsü
SY	: Sanat Yapısı
TAMBİS	: Taşkın, Arıza ve Müdahale Mekânsal Bilgi Sistemi
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TIFF	: Tagged Image File Format (Etiketli Görüntü Dosyası Formatı)

TIN	: Triangulation (Düzensiz Üçgen Ağı)
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
USACE	: United States Army Corps of Engineering (Birleşik Devletler Ordusu Mühendisler Birliği)
vb.	: ve benzeri
WEC	: World Energy Council (Dünya Enerji Konseyi)
WMO	: World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)
WWC	: World Water Council (Dünya Su Konseyi)
YADK	: Yağış Alan Dağılım Katsayısı
YGİ	: Yağış Gözlem İstasyonu
yy.	: Yüzyıl



1. GİRİŞ

İnsan hayatının devamlılığı için vazgeçilmez olan su, tarih boyunca insanlığın en temel ihtiyacı olmuştur. İnsanoğlu, var olma süreci boyunca, ilk önceliği hayat sıvısı olan suya ulaşmayı ve ondan yararlanmaya çalışmayı öncelik haline getirmiştir.

Dünya yüzeyinin büyük bir kısmı sularla çevrilidir. Dünya üzerindeki suların ve karaların dağılımı Çizelge 1.1.'de verilmektedir.

Çizelge 1.1. Dünya yüzeyindeki sular ve karaların kapladığı alanlar (Pidwirny, 2006)

DAĞILIM	YÜZDE ORANI	ALAN (km ²)
<i>Karalar</i>	% 29,2	148.940.000
<i>Denizler ve kıta içindeki sular</i>	% 70,8	361.132.000

Dünyadaki su rezervleri dağılımını gösteren Çizelge 1.2. incelendiğinde, Dünya'daki suların büyük bir kısmının tuzlu su kaynakları olan deniz ve okyanuslarda bulunduğu görülmektedir. Bu büyük orandan geriye kalan tatlı su kaynaklarının da yine büyük bir kısmı buzullarda, kalın buz kütleleri halinde bulunmaktadır. İnsanlık için geriye kullanılabilir tatlı su kaynağı bir hayli düşük kalmaktadır.

Çizelge 1.2. Dünyadaki su rezervleri dağılımı (Url-1)

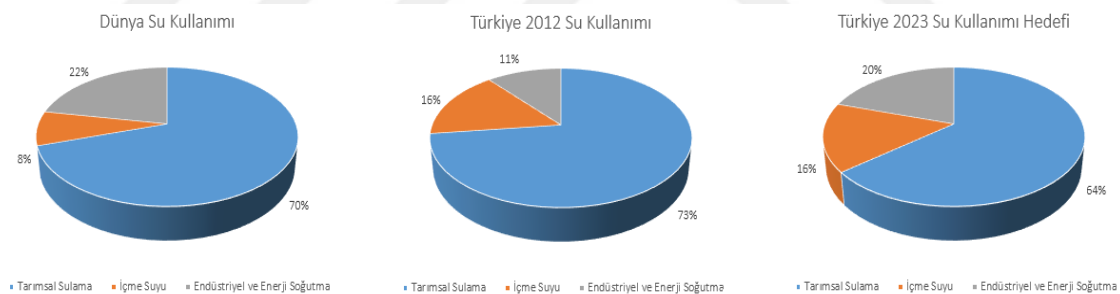
SU KAYNAĞI	SU KAYNAĞI TÜRÜ	MİKTAR (km ³)	%
Tuzlu su kaynakları	<i>Denizler ve Okyanuslar</i>	1.348.000.000	97,39
Tatlı su kaynakları	<i>Kutuplardaki buzullar</i>	27.820.000	2,01
	<i>Yeraltı suları</i>	8.062.000	0,58
	<i>Göller ve nehirler</i>	225.000	0,02
	<i>Atmosferdeki buhar</i>	13.000	0,0001
TOPLAM SU KAYNAKLARI		1.384.120.000	100

İçme suyu ve sulama suyu amaçlı kullanımı oldukça yaygınlaşan ve ucuz maliyetli yeraltı suları ve akiferlerin durumu kritik bir hal almaya başlamıştır. Ülkemizde 10 büyükşehir ve 26 il içme suyunu yeraltı sularından sağlamaktadır. Örneğin 2008 yılında kuraklık yaşanmasından dolayı normalde yerüstü su kaynaklarından içme suyu temin eden Bursa o yıl, bir kısım yeraltı suyu kaynaklarından

su ihtiyacını gidermiştir. Bu yıl içerisinde Bursa'daki yeraltı sularında 30 m düşüş yaşanmıştır. (Başaran, 2015)

Türkiye'de mevcut su varlığının %73'ü tarımsal amaçlı sulamalarda kullanılmaktadır. Tarımsal amaçlı sulamanın ABD'de su kaynaklarına oranı %33'tür. Batı Avrupa, su kaynaklarının %57'sini soğutma amaçlı enerji üretiminde ve sanayi sektöründe kullanmaktadır. Su kullanımının sektörel dağılımı, ülkelerin gelişmişlik düzeyini ortaya çıkaran bir bakış açısı da sunmaktadır. Az gelişmiş ülkeler veya gelişmekte olan ülkelerde tarımsal sulama amaçlı su kullanımı, ülkenin su kaynaklarına göre %70 düzeylerinde iken, gelişmiş ülkelerde tarım dışı su kullanımı, o ülkenin su kaynaklarına göre %65 düzeyindedir. (Aksungur & Firidin, 2008)

Şekil 1.1.'de Dünya'da su kullanımı, Türkiye'de su kullanımı (2012) ve Türkiye'nin 2023 su kullanımı hedefi verilmiştir (Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Komisyonu, 2018). Türkiye'de 2023 hedefiyle yapılan içme suyu yüzdesini aynı tutacak yatırımlar, tarımsal sulamayı arttırmasına ve geliştirmesine karşın, genel su kullanımı yüzdesini düşürecek yatırımlar, sanayi ve endüstriyel soğutmada kullanılan su oranını arttıracak türde yatırımlardır.



Şekil 1.1. Dünya'da su kullanımı, Türkiye'de su kullanımı (2012) ve Türkiye'nin 2023 hedefli su kullanımı oranları

İklim değişikliği, bugünkü su kaynaklarına en büyük tehdittir. Dünya'da su kaynakları üzerinde etkili olan hidrolojik su döngüsünün su miktarının değişmemesine karşılık, yağışların buharlaşma ve yeryüzüne geri dönme konumlarının farklı olması, yağışların zamanlarının değişmesi, yağış şeklinin değişmesi, yüzeysel akış ve yeraltı sularının beslenme miktarının değişmesi gibi sebepler sonucunda su kaynakları iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmektedir. İklim değişikliği neticesinde kuraklık ve sel gibi su kökenli ekstrem afetlerin riski artmakta, su kalitesi her geçen gün azalmakta,

gıda ve enerji güvenliği tehlike altına girmekte, mevsimler kaymakta ve buz kütlelerinde kayıplar yaşanmaktadır.

İklim değişikliğinin olumsuzluklarından kurtulmak için su iletim hatları ve su temininde kayıp ve kaçakların olabildiğince azaltılması, elden geldiğince yenilenebilir enerjilerin halka arz edilmesi ve fosil yakıtlarla enerji kazancının azaltılması, CO₂ emisyonu azaltılması, evsel atık suların arıtılmasının olabildiğince artırılması ve ülke sanayisinden çıkan atıklarda sıfır deşarj, sıfır deşarj sağlanmıyorsa derin deşarj ile su kaynaklarından ve verimli topraklardan uzak tutulması gibi önlemler alınmalıdır.

Önceden su kaynaklarına olan yaklaşımlar daha bölgesel ölçekli iken, son zamanlarda bu durumdan vazgeçilmiş ve su kaynaklarının kısıtlı olması nedeniyle alınabilecek maksimum verim ile su kaynakları yönetimine geçilmiştir. Bu bağlamda entegre su kaynakları yönetimi olarak adlandırılan bir yöntem ile ülkeler mevcut su politikalarına yön vermeye başlamışlardır.

Entegre su kaynakları yönetimi; sadece su kaynağına ve bölgenin tek bir sorununa odaklanmamaktadır. Aksi halde bir problemin önüne geçilirken, havzaya muhatap türlü problemleri ardında bırakmaktadır. Bu yönetim, suyu ve su kaynağını karşılaşılabilecek her türlü tehdide ve çevresel faktörlere karşı korumayı amaç edinir. Havzayı bir bütün olarak ele alan yöntem, sadece bölgesel nitelikte olmaktan çıkmış ve havzanın tamamı için sürdürülebilirliği ve tam performans kullanımını amaçlamaktadır. Su kaynaklarına yönelik bütüncül bir yaklaşımdır da denilebilir (Selek & Arslan, 2019). Örnek olarak eskiden bir gölet genelde tek bir amaca yönelik (taşkından koruma, içme suyu, sulama vb.) yapılmakta iken, daha sonraları bu amaçla başka su kaynaklarına ihtiyaç olan yerlerde sıkıntıların yaşandığı veya su kaynağından daha fazla verim alınacakken probleme bölgesel odaklanıldığı için su kaynağından tam verim alınmadığı görülmüştür. Nihayetinde entegre su kaynakları yönetimi ile bugün bir gölet birden çok amaç doğrultusunda (hem taşkından koruma hem sulama görevini yerine getirmek gibi) ve alınabilecek maksimum verim düşünülerek tasarlanmaktadır.

1989 yılında İsveçli su bilimci Malin Falkenmark tarafından geliştirilen Falkenmark Su Kıtlığı Skalası, yıllık su akışının insan kullanımı açısından sınıflandırılmasını temel alan bir orandır (Falkenmark ve ark., 1989). Çizelge 1.3.'te Falkenmark tarafından ülkelerin mevcut su durumları hakkında bilgi sahibi olunabilecek skala yer almaktadır. Skaladaki aralıklar yorumlanarak ülkelerin su kıtlığı çekip çekmediği ya da su kıtlığına yakınlığı/uzaklığı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Çizelge 1.4.'te Türkiye'nin su potansiyeli görülmektedir.

Çizelge 1.3. Falkenmark Su Kıtlığı Skalası (Falkenmark ve ark., 1989)

<i>Kişi başına düşen su miktarı (m³)</i>	<i>Kategori</i>
> 1.700	Su refahı
1.000 – 1.700	Su stresi
500 – 1.000	Kıtlık
< 500	Mutlak Kıtlık

Çizelge 1.4. Türkiye Su Potansiyeli (Url-2)

YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ	574	<i>mm/yıl</i>
TÜRKİYE’NİN YÜZÖLÇÜMÜ	783.577	<i>km²</i>
YILLIK YAĞIŞ MİKTARI	450	<i>milyar m³</i>
YÜZEY SUYU	<i>Yıllık yüzey akışı</i>	186 <i>milyar m³</i>
	<i>Kullanılabilir yüzey suyu</i>	94 <i>milyar m³</i>
YER ALTI SUYU	<i>Yıllık çekilebilir su miktarı</i>	18 <i>milyar m³</i>
	<i>Toplam kullanılabilir su (net)</i>	112 <i>milyar m³</i>
GELİŞME DURUMU	<i>Sulama Suyu</i>	44 <i>milyar m³</i>
	<i>İçme-Kullanma ve Sanayi Suyu</i>	13 <i>milyar m³</i>
	<i>Toplam Kullanılan Su</i>	57 <i>milyar m³</i>

Türkiye'nin su kaynakları ve nüfusu, Falkenmark Su Kıtlığı Skalasına göre yorumlandığı takdirde, kişi başına düşen miktarı; 2000 yılında 1.652 m³, 2009 yılında 1.544 m³, 2020 yılında ise 1.346 m³ olmuştur (Url-2). Bu değerler ışığında, Türkiye her ne kadar şu an su stresi çeken ülke kategorisine girse de yıllar geçtikçe su kıtlığı çeken ülkeler kategorisine yaklaşmaktadır.

Su, Dünya’da bir çevrim içerisinde ve hareket halindedir. Tek bir su damlasına odaklanıldığında, doğal yönleriyle bazı hareketlerinden ve bu hareketlerin incelenme yönlerinden bahsedilebilir. Suyun, yeryüzüne yağışı ile gökyüzüne buharlaşması arasındaki iletim, hidrolojik hareketi oluşturmaktadır. Hidrodinamik, suyun hareket halindeyken (taşkın, dalga vb.) incelenmesi, hidrolik ise sıvıların mekanik davranışlarını inceleyen bir mühendislik dalıdır.

1.1. Suyun Yararları ve Sudan Faydalanma

İnsanlar için su, tarih boyunca hep öncelikli halde bulunmuştur. İnsanlar ilk yerleşimlerini nehir ya da kıyı bölgelerine yaparak suya ilk elden ulaşmaya çalışmıştır.

Bu sayede insanların yerleşik hayatı seçmesiyle, su; insanlığın en eski ve en büyük uğraşlarından biri haline gelmiştir. İnsanlar medeniyetlerini geliştirmek amacıyla zamanla suyu biriktirmek için barajlar, ekinlerini sulamak için kanallar, ticaretlerini yapabilmek için limanlar inşa etmişlerdir.

Öncelikle balıkçılık yoluyla faydalanılan denizden, yüzmeye uygun ulaşım araçları imal edilerek suda ulaşım gerçekleştirilmiştir. Açık denizin dalgalarından deniz taşıtlarını korumak isteyen insanoğlu korunaklı limanlar ve barınaklar inşa ederek, kıyı yapılarını yapmaya başlamışlardır. Karayolu ticaretinden sonra keşfedilen deniz yolu ticareti, zamanla yeni rotaların oluşması ve kâşiflerin yolculukları ışığında daha da gelişen yeni ulaşım güzergâhlarıyla medeniyetin yadsınamaz bir parçası olmuştur.

Tatlı su kaynağı olan akarsular üstünde, insanların çeşitli ihtiyaçları doğrultusunda, set tarzı yapılar inşa edilmesiyle suyun bir hazne içerisinde depolanması ve halka arza hazır hale getirilmesi de insanlığın eski uğraşlarından biridir. Barajlar ve göletler ülke ekonomisine içme suyu, endüstri suyu ve sulama suyu olarak da katkı sağlamaktadır. Tatlı suyun yatağında akıp, tuzlu sulara dökülerek kaybını önlemektedir.

Dünyadaki baraj kalıntılarından en eskisi, M.Ö. 4000 yılında, 110 m uzunluğunda ve 12 m yüksekliğinde Nil Nehrinde yapılmış olup, sulama ve içme suyu ihtiyacı için kullanılmıştır. Çin’de ise M.Ö. 200 yılında yapıldığı düşünülen Tu-Kiang Barajı, bugün halen faal ve toplamda 200.000 ha’lık pirinç tarlalarını sulamaktadır. (Ağırlioğlu, 2007)

Su, aynı zamanda insanoğluna yenilenebilir enerji kaynağı olarak da hizmet etmektedir. Barajlarda gerekli düşü bulunursa, türbinler vasıtasıyla, suyun potansiyel enerjisi mekanik enerjiye, mekanik enerji de elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen enerji şalt sahalarında şebekeye verilmeden önce depolanır. Dalgalardan da enerji üretilebilir, yüzen cisimlerin dalgaların etkisinde periyodik olarak hareket etmesi sonucu, mekanik enerjiden yine elektrik enerjisine dönüş gerçekleştirilebilir.

İnsanların en eski su yapıları, tarımsal amaçlı sulamaya yönelik kanallardır. Tarımdan daha çok verim elde edebilmek ve değişken mevsimin tarıma karşı olumsuz etkisini en aza indirebilmek, iyi bir sulama ağı ile mümkündür. Kanallar ayrıca ulaşım amaçlı ya da ticari rotaları kısaltma amaçlı da yapılabilmektedir.

Endüstriyel olarak su iyi bir soğutucudur. Termik santrallerdeki soğutma suları sayesinde yakılan yakıttan, su yardımıyla buhar elde edilmekte ve bacalardan atılmadan önce birçok türbini çevirerek enerji üretmektedir. Bu işlemin bir benzeri de nükleer santrallerde, yeterince ısınan reaktörün, sular yardımıyla soğutulmasıyla da yapılabilir.

Çevresel amaçlarla, fabrikalardan çıkan kirletici atıkların, derin deşarj ile denizlere dökülmesiyle, kıyılar, akarsular ve verimli araziler bu kirleticilerden uzak tutularak, derin denizde olası kirliliğin ortadan kalkmasına vesile olmaktadır.

1.2. Suyun Zararları ve Sudan Korunma

Su, insanlar için vazgeçilmez olduğundan, yerleşik hayatın büyük bir kısmı akarsu ya da durgun su kütleleri kıyılarında bulunmaktadır. Suyla bu kadar yakın olmak insanoğluna zamanla suyun faydasının yanında zararlarının olduğunu da göstermiştir. İnsanlar zamanla suyun zararlarına karşı koymak için önlemler almaya çalışmış, bunun için çeşitli yöntemler ve yapılar geliştirmişlerdir.

Rüzgâr ile açık denizlerde oluşan dalgalar kıyıya yaklaştıklarında bazı dönüşümlere uğrayarak etkilerini büyütmede, kıyı çizgisini değiştirmekte veya kıyılardaki yapılara hasar vermektedirler. Dalgalar içine havayı da sıkıştırarak çarptıkları için önemli bir kuvvet açığa çıkarırlar. İnsanlar dalgaların zararlı etkilerini kısmen de olsa engelleyebilmek için dalgakıranları tasarlayıp, dalganın etkin yönüne ve cephesine karşı uygun dalgakıran dizilimi yaparlar.

Tsunamiler, deniz tabanında oluşan bir deprem, deniz tabanındaki bir volkan patlaması, karşı kıyıdaki büyük bir heyelan ya da denize meteor düşmesi yollarıyla oluşabilirler. Açık denizde iken dalga boyu çok uzun olmasına rağmen dalga yüksekliği oldukça düşüktür. Kıyıya yaklaştıkça dalga boyu ve dalga yüksekliği değerleri birbirlerinin yerini alır ve sonuç olarak kıyıya vurduğunda dalga yüksekliği oldukça yüksek dalga boyu ise daha kısa olarak kıyıda kilometrelerce ilerleyebilir. Tsunamiler önlenmesi oldukça güç, büyük can ve mal kaybına sebep olabilen çok güçlü doğal afetlerden biridir. Erken uyarı sistemleri ile tsunamiden kaynaklanan hasarların özellikle can kaybına neden olmamasına çalışılmaktadır.

Heyelanlar diğer bir deyişle toprak kaymaları, zeminin kütle halinde alttaki tabakadan ayrılarak, yamaçlardan aşağı doğru, yerçekimi etkisiyle kaymasıdır. Oldukça güçlü ve yıkımı büyük bu afet, temelde bol yağış sonucu, zeminin suya doymuş hale gelmesi ve kendini taşımayacak hale gelmesiyle oluşur.

Heyelanın oluşmasında ana kaya özelliği, tabakaların dizilişi ve topoğrafya etkili hususlardır. Eğimin fazla olduğu yerde bitki örtüsünü arttırmak, yamaçların doğal dengesini etkileyecek çalışmalar yapmamak gibi önlemler alınabilir. Kayan eğimli arazilerde yolları ya da yapıları koruyacak istinat duvarları yapılabilir veya zeminin

kayan yerlerine ankraj çakılabilir. Yağışların etkisini en aza indirebilmek için, sandık kazılarıyla hendekler açılıp, suyolları vasıtasıyla, zeminin suya doyması engellenebilir ve su drene edilebilir.

1.2.1. Taşkın

Şiddetli yağmurlar veya kar erimeleri neticesinde, nehir içerisinde akıntı halindeki sular bentlerini aşıp nehir yatağı dışına taşabilir. Bu duruma “**taşkın**” veya “**sel**” adı verilir. Su, kendisiyle beraber iri malzeme taşıyıp bentlerini aşarsa sel dediğimiz doğal afeti oluşturur. Taşkında ise iri malzeme taşınımı oldukça azdır (Şekil 1.2.). Taşkın daha çok, küçük boyutlu askı malzemesini kendisiyle beraber taşıyan su baskını gibidir.



Şekil 1.2. Edirne İli, Keşan-Uzunköprü ilçeleri arası yaşanan taşkın

Taşkınlar, Dünya'nın birçok yerinde hem mal hem can kaybına sebep olan doğal afet türlerinden biridir. Ülkemiz, tarihi boyunca farklı dönemlerde farklı bölgelerde hayli fazla taşkın yaşamış, büyük can ve mal kayıplarına maruz kalmıştır. İnşaat mühendisliği açısından gelişime açık, çok yönlü bir disiplin olan “Hidrolik” anabilim dalına taşkınlarla karşı tedbir almak yönünden büyük pay düşerken, afete maruz kalma ihtimali olan toplumunda bu konuda bilinçlenmesi gerekmektedir.

AFAD, Türkiye’de doğal afetlerle ve bu doğal afetlerden etkilenen bölgeler ve afetzedelerle ilgilenen çok önemli ve başarılı bir kurumdur. Doğal afetlere karşı toplumu bilinçlendirmek, halktan doğal afet sırasında gerekli yardımı sağlamak ve yardımcı eleman yetiştirmek, doğal afet sonrasında koordineli ve hızlı bir şekilde acil müdahaleye hazır olmak gibi görev ve sorumluluklara sahiptir.

AFAD’a göre taşkın öncesi alınması gerekli önlemler (Url-3);

- Her tip meteorolojik afet için, doğal afete maruz kalması muhtemel bölgelerde radar sistemleri ve uydularla erken uyarı birimleri teşkil edilmeli,
- Uyarı birimleri ile koordineli kurtarma birimleri oluşturulmalı,
- Bölgesel yayınlar, tehlike anında halka uyarılarda bulunmaya hazır olmalı,
- Yerel yönetimler dere yataklarına yerleşim yapılmaması konusunda titiz çalışmalı,
- Yerleşim yeri içinden geçen dere yatakları, nehirlerin birleşim ve denize dökülme noktaları düzenli olarak temizlenmeli, tıkanmalara mahal verilmemeli,
- Yerleşim yeri içinden geçen dereler ıslah edilmeli,
- Çevresel yeşil alanlar arttırılmalı,
- Çukur alanlardaki yapıların bodrum ve zemin katlarının su basma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu göz önüne alınarak, bu bölgelerde bodrum yapılmamalı, su basman kotu yüksek tutulmalı,
- Şehir içlerinde yeterince yağmur suyu kanalı bulunmalı ve düzenli olarak bakımları yapılmalı,
- Taşkın uyarı işaretleri ve uyarı sistemleri öğrenilmeli,
- Konutlar sele karşı sigortalanmalıdır.

AFAD’a göre taşkın sırasında yapılması gerekenler (Url-3);

- Pencere ve kapılar taşınabilir engellerle sabitlenmeli,
- Suyla sürüklenen enkaz önüne engel koyularak, olası zararı önlenmeli,
- Ağır hasarlı binalarda tüm kapı ve pencereler açılmalı, statik olarak suyun basınç kuvvetiyle hasarlı binanın yüzleşmesi önlenip, suyun akıp gitmesi sağlanmalı,
- Su yatağı ve çukur bölgeler hemen terk edilmeli,

- Karşıdan karşıya geçişler asla yapılmamalı,
- Selden kaçmak amaçlı sel sularına girilmemeli,
- Elektrik kaynaklarından uzak durulmalı,
- Sel suları kanalizasyonları da taşıdığından, sel suları ile irtibatın olabildiğince az tutulmalı,
- Sel olan bölgede kişisel motorlu araçlar kullanılmamalıdır.

AFAD'a göre taşkın sonrası yapılması gerekenler (Url-3);

- Sel, suların çekilmesi ile sonlanmayabilir, görevliler tarafından eve dönün uyarısı yapılmadan konutlardan uzak durulmalı,
- Konutlardaki hasarlar vakit geçirmeksizin yerel yönetimlere bildirilmeli,
- Sel sonrası en çok görülen ikincil afetler yangınlardır; gaz sızıntısı, bozuk elektrik aksamı gibi durumlarda yetkililere haber verilmeli,
- Konutlardaki sel suları boşaltılmalı,
- Sel sularına maruz kalmış yiyecekler tüketilmemelidir.

Taşkınlar, nehir kıyılarında can ve mal kaybına neden olurken yapıların yıkılmasına, deformasyona uğramasına sebep olmakta, tarihi yerleri tahrip etmekte, kültürel kazançlarımızı yok etmekte, ulaşım yollarını kapatıp, iletişimin önüne geçmekte ve afetzedelere yapılacak yardımları bir hayli geciktirmektedir. Taşkınlar, kendisiyle beraber taşıdığı sediment ve malzemelerle ekinlere ve sürülebilir toprakların verimliliğine de zarar vermektedir. Sonuç olarak taşkınlar, taşkın yaşanan bölgede can kayıplarının yanında, iyileştirilmesi güç maddi kayıplara da sebep olmaktadır.

Taşkınlar yaşanmadan önce, yağışlara veya akımlara odaklı istatistiksel analizler kullanılarak taşkın tekerrür debileri tahmin edilebilir. Bu tahminler neticesinde nehir kıyılarına, nehir kıyılarındaki yerleşim veya arazi kullanım durumlarına bağlı olarak, yaşanabilecek taşkınların zararını en aza indirebilecek şekilde önlemler alınabilir. Bu önlemleri almada göz önünde tutulması gereken en önemli parametre, taşkın oluşma ihtimali olan yerlerdeki topoğrafyadır. Topoğrafya göz önünde bulundurularak nehir bentlerine veya yatakları etrafına yapılabilecek taşkın koruma yapılarıyla afetin zararları azaltılacak ve bu afet sonucu oluşan can kayıplarının önüne geçilecektir.

Şekil 1.3. ile yatağını aşan nehir sularının yerleşim yerlerine etkisi ve Şekil 1.4. ile de taşkınların ormanlık alanlarda sebep olduğu tahrip görülmektedir.



Şekil 1.3. 2012 yılında Keşan Dörttyol' da yaşanan taşkın



Şekil 1.4. Meriç Nehri taşkını ile yıkılmak üzere olan bir ağaç (Enez yakınları)

2. MEVZUAT VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Şartname ve standartlar, herhangi bir imalatın planlanması, projelendirilmesi, tasarımı ve uygulamasında imalatı yapanlara yol gösteren, imalatın minimum kalitesini belirleyen yazılı ve bağlayıcı olan teknik prosedürlerin bütünüdür. Bu sayede imalatın nasıl olması gerektiği anlatılmakta, imalatın yapımı sonrası mevzu bahis olan olumsuzluklar ayrı ayrı değerlendirilmekte ve bu olumsuzluklara karşı önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Şartname ve standartlarda yer almayan ancak mevcut durumda yaşanması mümkün olan olumsuzluklara yönelik imalatlar, resmî gazetelerde yayımlanan genelgede belirtilen şekillerde gerçekleştirilir.

2.1. Türkiye’de Su Yapıları Tasarımı ve Su Kaynakları Yönetimi Tarihi

Tapınaklarında havuzlar inşa edip suyla dolduran Hititler’de, su kutsal sayılırdı. Tarihi tabletlerde su yapılarına zarar verenleri cezalandıran birtakım yasakların olduğu görülmektedir. Hitiler zamanındaki en önemli su yapılarından biri Hitit Kralı Tuthaliya (IV) zamanında inşa edilen Alaca Höyük Gölpınar Hitit Barajı’dır; taş dolgusunun talvegden yüksekliği 2 m, kret genişliği ise 15 m’dir. Dolgusunun alt kısmındaki taşları daha büyük olan barajın, temelinde özel tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Geçirimsizlik için dolgunun içinde kilden bir takviye yapılmış olan barajın sol ve sağ sahilinde bugün halen çalışmakta olan iki adet savağı bulunmaktadır. (Özsoy, 2017)

Anadolu’nun bilinen en eski barajı, Konya ilinin, Kadınhanı ve Ilgın ilçeleri arasındaki karayolu civarında yer alan Köylütolu Köyü’nde bulunmaktadır. Yine Hititler tarafından inşa edilen bu barajın mevsimsel yağışları topladığı düşünülmektedir. Mahmuthisar Deresi’nden taşan suları da içine alabilen barajın bugün sadece kalıntılarını bölgede görebilmekteyiz. (Bildirici, 2008)

Anadolu’nun tarihindeki ilk önemli su tesisleri Roma İmparatorluğunun sınırlarını en geniş tuttuğu dönemlerde ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu zamanlarda birçok su kemeri ve suyolu inşa edilmiştir. Kıyı şehirlerinde ise büyük havuzlar ile tersaneler yapılmış, limanlar geliştirilmiştir. Bizans Döneminde İstanbul’da yapılan ve suyu şehirlere getirdikten sonra depolamaya yarayan sarnıçlar, uzun yıllar boyunca yerel halk tarafından kullanılmıştır.

Osmanlı Döneminde İstanbul'un Avrupa yakasının su ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanan su yapıları Çizelge 2.1. ile verilmiştir.

Çizelge 2.1. İstanbul'da Osmanlı Devleti'nin yaptığı su yapıları (Ağıralıoğlu, 2007)

<i>Beslenen su sistemi</i>	<i>Bent Adı</i>	<i>Yüksekliği (m)</i>	<i>Kret Uzunluğu (m)</i>	<i>Yapılış tarihi</i>	<i>Türü</i>
KIRKÇEŞME	Topuz	8,60	65	1620	Kâgir, payandalı
	Büyük	12,15	58	1724	Kâgir, ağırlık
	Ayvat	13,45	66	1765	Kâgir, kemer
	Kirazlı	13	60	1818	Kâgir, ağırlık
TAKSİM	Topuzlu	16,00	81	1750	Kâgir, kemer, payandalı
	Valide	13,50	104	1796	Kâgir
	Yeni (II. Mahmud)	17	102	1839	Kâgir, kemer, payandalı

Osmanlı Döneminde su yapıları ve su kaynaklarının yönetimi vakıflar veya dönemin ileri gelen devlet adamları tarafından yürütülmüştür. Osmanlı uzun yıllar su yapıları ya da su kaynakları yönetimine tahsis edilmek üzere ödenek veya hazineden pay ayırmamıştır.

Osmanlı Dönemindeki en büyük sulama projesi ise Konya Ovası Sulaması projesidir. XIX. yüzyılda taşkınlardan muzdarip olan yöre halkı, idarecilere zaman zaman yaşanan büyük kuraklıkları da aktarmışlardır. Bunun sonucunda Beyşehir Gölünün, Konya Ovasına kadar taşan sularından yararlanma fikri, Bozkır ve Seydişehir arasındaki yöre halkının mazabataları (tutanak) sonucunda (1853, 1866 ve 1880 mazabataları ve layihalar (görüş yazısı)); 1898 - 1902 yılları arası Konya Valiliği yapmış Avlonyalı Ferid Paşa'nın sadrazamlığında, Konya Ovası Sulama Projesi gerçekleştirilmiştir. Anadolu - Osmanlı Demiryolu Şirketiyle imzalanan sözleşme, Sultan II. Abdülhamit tarafından da onaylanınca inşaat çalışmaları başlamıştır. 1908-1914 arası üç ana kanalla bu sulama hattı gerçekleştirilmiştir. (Muşmal, 2015)

Su İşlerinin örgütlü ve sürekli bir şekilde ele alınışıyla 1914 yılında Nafia Nezareti'nin yeniden yapılandırılması ile oluşturulan "Umur-u Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi"nin (Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü) kurulmasıyla başlar. 1925 yılında ise Umur-u Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi'ne bağlı "Sular Fen Heyeti Müdürlüğü" kurularak kimi illerde Su İşleri Müdürlükleri oluşturulmuş, ancak gözlem ve ödenek eksikliğinden yeterli büyüklükte çalışmalar yapılamamıştır. 1939 yılında Nafia

Vekaletine bağı olarak Su İşleri Reisliği kurulmuştur, su kaynaklarına yönelik etütler ve planlamalar yapılmaya başlanmıştır, ölçüm istasyonları kurulmuştur. (Url-4)

2.2. Mevzuat Araştırması

Türkiye Cumhuriyeti hukukunda kaynak olarak sayılabilecek, su kaynaklarını yönetmeye, düzenlemeye ve geliştirmeye yönelik, ilgili kurumların görev, yetki ve sorumlulukları dâhilinde birçok kanun veya genelge bulunmaktadır. Su kaynaklarına yönelik bazı yasal düzenlemeler aşağıda verilmiştir (Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Komisyonu, 2018);

- Köy Kanunu, sayı 442, 1924 (Madde 1, 6 ve 13); bu kanunla köy sınırları ve köylerin kullandığı su alanları belirlenmiş, köylerin mecburi işlerine kuyu açmak, köye su temini gibi konular eklenmiştir. Akarsu kenarlarına ağaçlandırma yapılması mecburi kılınmış ve dahası atık suların ayrı giderlere sahip olmasıyla evsel sulara karışması önlenmek istenmiştir.
- Sular Hakkında Kanun, 1926; suların tesis, isale ve idamesi yetkili yerel yönetimlere bırakılmıştır. Suyun sıhhat şartlarına uygunluğu istenmiş, içme sularına mutlak koruma alanları sağlanmıştır.
- Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, sayı 1593, 1930; sıtma hastalığını önleme amaçlı, metruk bataklıklar ve su birikintilerinin kurutulmasına karar verilmiş, suyun hastalık taşıyabileceği durumlar üzerinde durulup, sâri ve salgın hastalık hakkında önlemler alınması amaçlanmıştır.
- İller Bankası Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun (mülga), sayı 4759, 1945 (1933 yıl ve 2301 sayılı Belediyeler Kanunu yerine); iller bankası kurulmuş, bu sayede su işlerinin sermayesinin önü açılmıştır. Belediyelere ve su yapılarının yapılmasına danışmanlık hizmeti, görevlerinin arasına eklenmiştir.
- Devlet Su İşleri Umum (Genel) Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun, sayı 6200, 1953. (Bölüm 2.3.)
- Köy İçme Suyu Kanunu, sayı 7478, 1960; bu kanunla köylerin içme suyu kuyuları işleri yerel yönetimlere bırakılmıştır.
- Yeraltı Suları Hakkında Kanun, sayı 167, 1960. (Bölüm 2.3.)

- DSİ'ye Ankara, İstanbul ve Nüfusu 100.000'den Büyük Şehirlere İçme Suyu Temini Yetkisi veren Kanun, sayı 1053, 1968. (Bölüm 2.3.)
- Su Ürünleri Kanunu, sayı 1380, 1971; su ürünleri istihsalini bir nizamaya bağlama maksatlı kanundur. Ruhsatlar, istihsal yerlerinin sınırlandırılması ve su ürünlerini koruyacak tedbirlerden bahsedilmiştir.
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun, sayı 2560, 1981; sadece İstanbul için özerk bir yapıda teşkilatlanmış bir kurum olan İSKİ'nin görev ve sorumluluklarına değinilmiştir.
- Çevre Kanunu, sayı 2872, 1983; çevre düzenlenmesi ve kaliteli çevre standartları oluşturmak amaçlı bir kanundur. Ekolojik ve çevre kirliliği konularına değinilerek, su kirliliğine karşı önlemler ile liman sınırlarına değinilmiş ve deniz kirliliğine karşı önlemlerden bahsedilmiştir.
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun, sayı 3155 (Madde 2/c), 1985; su kaynaklarının teknolojik ve ekonomik gereklere göre kullanılmasını sağlamaya yöneliktir.
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun (mülga), sayı 3202 (Madde 2/d), 1985; kalkınma dâhilinde gerekli su kaynaklarını korumak ve geliştirmek, ihtiyaç düzeyde su kaynaklarını yönetmeye yönelik bir kanundur. Askeri garnizonların içme suyu ihtiyacını gidermeyi de amaçlamıştır.
- Kıyı Kanunu, sayı 3621, 1990; deniz, göl ve akarsu kıyılarının devamlılığına ve niteliğine yönelik bir kanundur. Sahil şeritlerine ait düzenlemelerden bahsedilmiş, kıyı imar planları ve kıyı koruma yapıları ile yavaşma yapılarına (iskele, rıhtım gibi) düzenlemeler getirmiştir.
- 3030 sayılı 1984 tarihli Kanunun yerine geçen Büyükşehir Belediyesi Kanunu, sayı 5216, 2004; büyükşehirlerdeki altyapı yatırımlarından bahsedilmiş ve su kaynakları yönetimine değinilmiştir.
- Belediye Kanunu, sayı 5393, 2005; son belediye kanunudur, daha önceki belediye kanunlarına düzenlemeler getirmiştir. Belediyelerin görevlerinden, su kaynaklarını nasıl kullanabileceğinden, evsel ve atık su şebekelerinden bahsetmiştir. Atık suların arıtmalarına değinilmiştir.

- İl Özel İdaresi Kanunu, sayı 5302, 2005; çevre düzenlenmesi, su ve kanalizasyon işleri, köylerin su kaynakları gibi konulara değinilmiştir.
- Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, sayı 5686, 2007; doğal mineral zengini suların aranmasına, çevre ile uyumlu jeotermal kaynakların kullanılmasına yönelik bir kanundur. Arama ve işletme ruhsatları ile sondaj ve kuyulara yönelik çalışmalardan bahsedilmiştir.
- Türkiye Su Enstitüsünün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 658, 2011; SUEN'in görev ve sorumluluklarına, su kaynakları stratejilerine ve iyileştirmelerine, sürdürülebilir su politikalarına değinilmiştir.
- Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün Kurulması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, sayı 645, 2011; çölleşme ve erozyonla mücadele amaçlı ve bu sorunlara uygun politikaları benimseyecek ÇEM kurulmuştur. Görev ve yetkileri belirlenmiştir.

2.2.1. Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği

Taşkınlara yönelik; 3 Mayıs 2019 tarihinde yayınlanan 30763 sayılı Resmî Gazetede, Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği, oluşabilecek taşkınlara yönelik mühendislik yapıları, akarsu yatakları ve etrafında yapılacak düzenlemeler, yapılacak müdahaleler ve alınacak önlemlere değinmektedir. Ayrıca taşkınlara daha da artan sedimentlerin birikmesi sonucu akarsu yataklarındaki rüşubatın kontrolü (Şekil 2.1.) ve zararlarıyla da ilgilenmektedir.

Akarsu yatakları mücavirlerinde imar plan çalışmaları, proje debisi ve hidrolik kesit onayı, akarsu yataklarından kum ve çakıl alınması konularına değinilmiştir. Akarsu yatakları ile taşkın kontrol tesislerine yapılan müdahaleler, bunlara ilişkin önlemler ve akarsu yataklarında ıslah öncesi yer teslimi gibi konulara da değinilmiştir.

Söz konusu yönetmelik, meskûn mahal içerisinde kalan akarsularda taşkın yapılarının Q500 debisi ve buna ilaveten hava payı veya Q1000 debisine göre tasarlanmasını, meskûn mahal dışında kalan akarsulardaki taşkın yapılarının ise Q10 debisi ve buna ilaveten hava payı veya Q50 debisine göre tasarlanmasını önermektedir. (Şekil 2.2.)



Şekil 2.1. Kırkkavak Deresi'nde rüsubat kontrolü, yatak temizliği



Şekil 2.2. Q10 (kil) seddesi imalatı (Edirne İli, Keşan İlçesi dolayları)

Bu yönetmeliğin hükümlerini ve uygulamadaki kontrolünü Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yürütmektedir.

2.3. Devlet Su İşleri (DSİ)

Su İşleri Teşkilatı, 1953 yılında yeniden düzenlenmiş; 1954'e gelindiğinde ise yürürlüğe giren 6200 sayılı kanun ile yetkileri arttırılmış, Bayındırlık Bakanlığına bağlı, katma bütçeli ve tüzel kişiliğe sahip Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü kurulmuştur.

Bugün, Türkiye'de 26 tane Bölge Müdürlüğüne sahip DSİ, su kaynakları yönetimi ve su kaynakları verimini marifetli bir şekilde gerçekleştirmektedir. Birçok bölgesel projeye sulama ve içme suyu ihtiyacını karşılarken, çevre ve taşkına yönelik düzenlemeleri ile de her an afete hazır durumdadır.

DSİ'nin görevleri;

- Devlet Su İşleri Umum (Genel) Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun, sayı 6200, 1953; bu kanunla devlet su işlerine su yapıları yapma ve su kaynakları yönetimi görevi verilmiştir. Vazifeleri şunlardır;
 - Baraj, gölet, regülatör gibi su yapıları inşası,
 - İsale hatları ve sulama hatları inşası,
 - Taşkın koruma yapıları inşası,
 - Akarsu yatak temizlikleri, nehir ıslahı ve drenaj işlemleri,
 - Hidroelektrik enerji üretimi,
 - Nehirlerin ve debilerinin izlenmesi.
- Yeraltı Suları Hakkında Kanun, sayı 167, 1960; bu kanun DSİ'ye bazı vazifeler vermektedir;
 - Yeraltı suyu etüt ve araştırmaları için kuyu açmak,
 - Yeraltı suyu tahsisi yapmak,
 - Yeraltı sularının korunması,
 - Arama, kullanma ve tahsis belgesi vermek.
- DSİ'ye Ankara, İstanbul ve Nüfusu 100.000'den Büyük Şehirlere İçme Suyu Temini Yetkisi veren Kanun, sayı 1053, 1968; bu kanunla DSİ'ye verilen vazifeler;
 - İçme Suyu Barajları ve isale hattı inşası,
 - Su tasfiyesi tesisleri inşası,
 - Su depoları imalatı.

Tüm bunlara ek olarak, 2 Kasım 2011 tarih ve 28103 sayılı Resmî Gazete ile DSİ'ye, kullanılmış suları tekrar kazanma amaçlı gerekli atık su arıtma tesisleri inşası,

hidroelektrik santrallerin su kullanım hakkının işletilip işletilmediğinin kontrolü, sınır aşan ve sınır oluşturan sularda ilgili görev alanları ile çalışmak, yeraltı ve yerüstü sularının kalitesi izlemek vazifeleri de verilmiştir.

Kuruluşu ile tevdi edilen görevlerinden taşkın kontrolü çalışmaları kapsamında; taşkınlara yönelik bilgilerin hızlıca elde edilmesi, tedbirlerin içeriği, boyutu ve zamanlaması gibi işlerin yürütülmesi çok büyük önem arz etmektedir. İhbarlar ve taşkınlara yönelik son durumlar için DSİ tarafından TAMBİS (Taşkın, Arıza, Müdahale, Mekânsal Bilgi Sistemi) uygulaması geliştirilmiştir. DSİ kendi personelini dahi bu uygulama ile aktif kılmakta ve bütünleşik olarak bölgedeki kontrolü sağlamaktadır.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, WWC (Dünya Su Konseyi), ICID (Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu), ICOLD (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu), WEC (Dünya Enerji Konseyi), IAHS (Uluslararası Hidrolojik Bilimler Birliği) ve WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) gibi birçok uluslararası kuruluşa üyedir.

2.4. Literatür Taraması

Özdemir (2008) çalışmasında Havran Çayı'nın çeşitli yineleme süreli tekrarlar sıklıklarının hesaplanmasında Gumbel ve Log-Pearson Tip III dağılımlarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda, taşkın analizlerinde tekrarlar sıklıklarına ait akım değerleri bulunmuş ve iki istatistiksel yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Dernek (2012) çalışmasında olası taşkından koruma maksadıyla sel kapanı, mahmuz, tersip bendi, brit, taşkın kanalı, sedde, anroşman, taş dolgu gibi imalatları açıklamış, taşkın debilerine yönelik hidrolojik veriler ve bu verilerle taşkın debisi hesaplama yöntemlerini anlatmıştır. Örnek olarak; Tekirdağ İli, Değirmenaltı mevkiinde bulunan Kayı Deresi taşkın önleme yapısı tasarımını ele almış, taşkın debilerini hesaplamış, Aquadyn© programı kullanarak Kayı Deresinin 2 boyutlu akım modellemesini yapmış ve sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Sönmez ve ark. (2017) çalışmasında farklı yağış akış modelleri kullanılarak karşılaştırmalarda bulunulmuştur. Akyazı ilçesine ait yağış verilerine Log-Pearson Tip III dağılımı uygulanmış ve 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 tekerrürlü gelmesi muhtemel debileri DSİ Sentetik ve Mockus gibi farklı tahmin metotlarıyla araştırılmıştır.

Kumanlıoğlu & Ersoy (2018) çalışmasında Kızıldere Deresinin çeşitli yineleme süreli taşkın akımları belirlenmiştir. Havzayı temsil eden Muradiye ve Üçpınar istasyonlarına, uygun Thiessen Poligonları çizilmiş ve yağış verilerine istatistiksel

analizler yapılarak en uygun dağılım belirlenmiştir. K-S Testi ile en uygun dağılımın Log-Pearson Tip III olduğu bulunmuştur. Mockus Yönteminden elde edilen birim hidrograf yöntemi kullanılmıştır.

Damçayırı (2018) çalışmasında, Kınıklı Deresi havzasında taşkın riskinin belirlenmesinde yağış verilerinden faydalanılmış ve yağıştan akışa geçerek taşkın risk haritaları üretilmiştir. Kınıklı Deresi havzasında Çorlu ve Tekirdağ yağış gözlem istasyonlarından alınan yağış verileri olasılık dağılım fonksiyonları ile irdelenmiş ve verilerin Gamma Dağılımına uyduğu savunulmuştur.

Çetiner (2019) çalışmasında, Ergene Havzası ve Ova Çayını oluşturan 632 km²'lik üst havza modellenmiştir. İstasyonların yağış verilerinin alansal dağılımları için 6 farklı olasılık hesap yöntemi kullanılmıştır. En uygun yöntemin K-S Testi olduğu belirlenmiştir. DSİ Sentetik ve Mockus yöntemlerine göre taşkın debileri hesaplanmış, DSİ Sentetik Metoda göre modellemede NetCAD GIS yazılımının Nethydro modülünden yararlanılmıştır.

Yılmaz ve ark. (2020) çalışmasında, Porsuk Çayı'ndaki Fidanlık Köprüsü'nün HEC-RAS ile taşkın analizleri yapılarak, mevcut köprü'nün taşkın anındaki güvenilirliği araştırılmıştır. Analiz sonucunda Fidanlık Köprüsü'nün Q50 ve Q100 yıllık taşkın debilerini güvenle karşılayabildiği ArcGIS ve HEC-Geo-RAS yardımıyla köprü geometrisine uygun olarak belirlenmiş, HEC-RAS programı yardımıyla test edilmiştir.

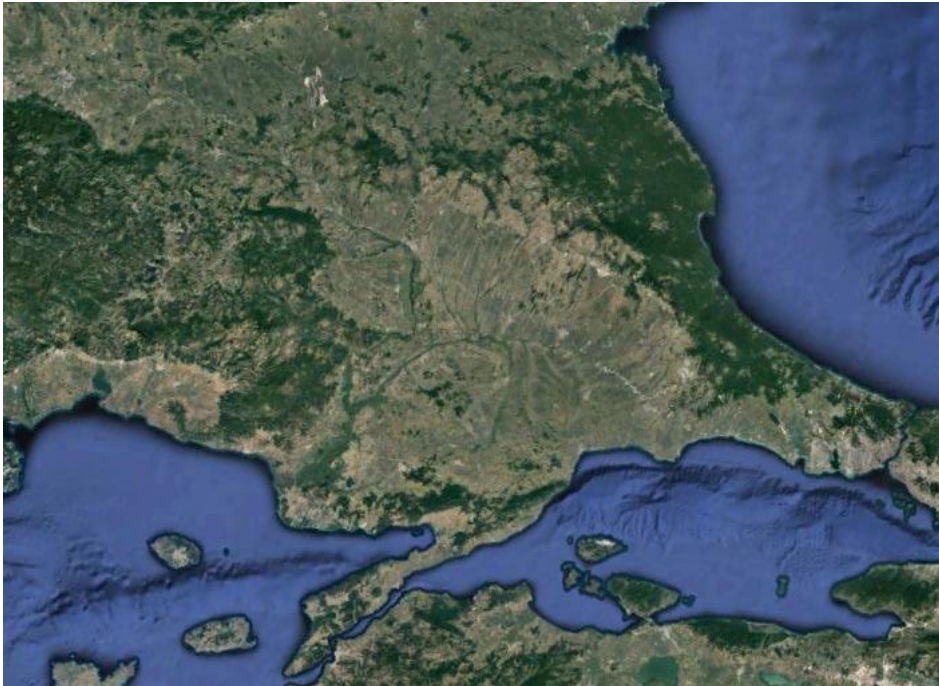
Balcı & Çimen (2020) çalışmasında, yağışlardaki düzensizlikler üzerinde durulmuş; ekstrem yağışların değerlendirilmesi ve taşkınların büyüklükleri ile meydana gelme frekanslarının tahmininde bulunulmuştur. Çeşitli tekrarlanma sürelerindeki yağış yüksekliklerinin tahmininde 6 olasılık dağılım fonksiyonu kullanılmış ve bu dağılımların sonuçlarının uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi ile kontrol edilmiştir.

3. MATERYAL

Ergene Nehri, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'dan geçmekte, ulaşım ağları, tarım çeşitliliği gibi birçok konuda doğrudan söz sahibi olmaktadır. Bir nevi bölge için can suyu konumundadır.

3.1. Çalışma Alanı

Coğrafi olarak, Şekil 3.1.'de gösterildiği üzere, Koca Balkan Dağları'nın güneyinde yer alan Avrupa toprakları Balkan Yarımadası veya Balkanlar olarak anılan bölgenin güneydoğusunda kalan, doğusunda Saroz Körfezi, Marmara Denizi ve Boğazlar, batısında Mesta Karasu Nehri ve Makedonya, kuzeyinde Rila ve Pirin Dağları ile sınırlanan coğrafi bölgeye “**Trakya**” denmektedir.



Şekil 3.1. Trakya

Bugün Trakya, ülkelerin sınır çizgileriyle üçe ayrılmıştır. Kuzey Trakya Bulgaristan'ın sınırları içerisinde kalmakta, Batı Trakya'dan Rodop Dağları ile, Doğu Trakya'dan ise Mutlu Deresi ile ayrılmaktadır. Meriç'in Türkiye'ye girişi ile Bulgaristan Trakya'sı son bulmaktadır. Batı Trakya, Yunanistan'ın sınırları içerisinde kalmakta, kuzeyinde Rodop Dağları ve Bulgaristan, doğusunda ise Meriç Nehri ile

Türkiye sınırlarında son bulup, Doğu Trakya'dan bu şekilde ayrılmaktadır. Doğu Trakya, Türkiye'nin Avrupa kıtasında kalan kısmının tamamını oluşturmaktadır. Karadeniz, Ege ve Marmara Denizlerine sınırı bulunan bir yarımadadır.

Trakya adı ilk olarak Homeros'un İlyada Destanı'nda geçmektedir; buradaki yöre halkından kavimler halinde yaşayan Traklar olarak bahsedilmiş, bölgeye de Trakya denilmiştir. Trakya, M.Ö. 4000 yılından M.S. 46 yılına kadar Trak kavimlerine ev sahipliği yapmıştır. Roma Döneminde, bölge Trakya adıyla anılmış, Egnatia Yolu adında bir yol güzergâhı oluşturulmuş ve bu yol Trakya'nın ulaşım yolu olmuştur. (Mansel, 1938)

Osmanlı Devleti'nin 1356 yılında Çimpe Kalesini alması ile Türkler ilk kez Trakya'da yer almaya başlamışlardır. Sazlıdere Savaşı (1363) neticesinde Edirne'nin I. Murat tarafından fethedilmesiyle, Edirne başkent olmuş ve devletin idare merkezi haline gelmiştir. İlk kez bu zamanda Ergene Nehri'nin böldüğü Rumeli topraklarında lojistik desteklerin ve nehirden geçiş ihtiyacının ortaya çıkmasıyla Cısr-i Ergene köprüsü inşa edilmiştir. Bu su yapısı, Osmanlı Devleti'nin Rumeli ve Ergene Nehri'ndeki ilk yapısı olmuştur.

Edirne İlinde, nüfus artış hızı oldukça düşüktür; özellikle ilçelerde genelde nüfus azalmakta ve göç verilmektedir. Kırklareli İli, ulaşım zorlukları, gelişme eksikliği gibi sebeplerden dolayı bir hayli hızlı miktarda göç vermektedir. Tekirdağ İli ise sosyokültürel olarak gelişmiş, büyükşehir olmuş, ulaşım imkânları deniz yollarıyla sağlanmış olmasından dolayı hızlı göç almaktadır. (Çizelge 3.1.)

Çizelge 3.1. Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli İlleri, ilçe bazında 2021 nüfusları (TÜİK, 2022)

TEKİRDAĞ İLÇELERİ		EDİRNE İLÇELERİ		KIRKLARELİ İLÇELERİ	
<i>Çerkezköy</i>	196.736	<i>Enez</i>	10.549	<i>Babaeski</i>	46.624
<i>Çorlu</i>	284.907	<i>Havsa</i>	18.302	<i>Demirköy</i>	8.871
<i>Ergene</i>	66.028	<i>İpsala</i>	26.628	<i>Kofçaz</i>	2.251
<i>Hayrabolu</i>	31.245	<i>Keşan</i>	83.860	<i>Lüleburgaz</i>	153.027
<i>Kapaklı</i>	130.813	<i>Lalapaşa</i>	6.358	Merkez	105.525
<i>Malkara</i>	51.616	<i>Meriç</i>	13.168	<i>Pehlivanköy</i>	3.445
<i>Marmara Ereğlisi</i>	28.336	Merkez	186.426	<i>Pınarhisar</i>	17.806
<i>Murath</i>	29.716	<i>Süloğlu</i>	6.890	<i>Vize</i>	28.814
<i>Saray</i>	50.394	<i>Uzunköprü</i>	59.934		
Süleymanpaşa	210.547				
<i>Şarköy</i>	33.062				

Doğu Trakya'nın güneyinde, Marmara Denizine sınırı olan Edirne'nin güneyinde ve Tekirdağ'ın güneyinde çoğunlukla Akdeniz iklimi yaşanmaktadır. Yazları sıcak, kışları ise ılıman ve yağışlıdır. Bu bölge, sahilleri sayesinde Marmara Denizi etkisiyle oldukça nemli bir bölgedir. Doğu Trakya'nın kuzeyinde ise Karadeniz iklimi hâkimdir. İç bölgelerde karasal iklim hüküm sürmektedir; yazları sıcak ve kurak iken, kışları soğuktur.

Demirköy ve Kırklareli'nin kuzeyi ormancılık olarak faal bölgelerdendir. Istranca Dağlarını kaplayan gür ormanlık örtüsü ve engebeli arazi tarıma izi vermediğinden bu bölgede ormancılık oldukça gelişmiştir. Orta ve Kuzey Edirne, Güney Kırklareli ve Kuzey Tekirdağ bitki örtüsü bakımından fakirdir, geneli baharda yeşeren yazın kuruyan bozkırla kaplıdır. Edirne'nin güneyinde, İpsala ve Keşan'da, Tekirdağ'ın güneyi sahil bölgelerinde ormanlık alanlar yer tutmakta, bitki örtüsü olarak maki yer almaktadır. Bölgenin yüksek yerlerinde meşelikler ve kimi yerlerde kızılçam ve karaağaç toplulukları bulunmaktadır.

Tarımsal olarak, geniş nehirlerin çevrelerinde oldukça yaygın bir şekilde pirinç tarımı yapılmaktadır. Pirinç tarımıyla beraber gübreçilik de oldukça gelişmiştir. Bölgede tahıl tarımı da oldukça yaygındır. Buğday, arpa, çavdar ve firik ekimi bölgenin iç kesimlerinde oldukça verim alınan bir tarım ürünüdür. Tekirdağ İlinde yaygın olarak ayçiçeği tarımı da yapılmaktadır. Karpuz ve mısır, iç bölgelerde yine kendine yer tutan tarım ürünlerindedir. Bölgenin güneyinde zeytin ve üzüm kendine yer edinmiş tarım ürünlerindedir. Bölgedeki büyükbaş hayvan besiciliği daha çok süt üretimine yöneliktir. Tarım ve hayvancılık açısından bu kadar önemli olan bu bölge için yaptığımız çalışma ayrıca büyük önem taşımaktadır.

Bölgedeki doğal göller coğrafi olarak ikiye ayrılabilir. İstanbul'da bulunan doğal göller; Büyükçekmece Gölü, Küçükçekmece Gölü ve Terkos Gölü bunlardandır. Diğer bir göl grubu ise Meriç Nehri civarında toplanmaktadır, bunlardan en büyüğü Gala Gölüdür.

Trakya'nın Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmı iki havzadan oluşmaktadır. Bu iki havzadan güney ve kuzey denizlerini çevreleyen Marmara Havzasının alt havzalarından biri Kuzey Marmara Alt Havzası, diğeri bölgenin iç kısımlarından batısına kadar uzanan Meriç-Ergene Havzasıdır.

Ergene Havzası, Şekil 3.2.'de gösterilen bölgede yer almakta, sularını bu bölgedeki ana kolları ve yan kolları ile toplamaktadır. Havzanın doğu-batı uzunluğu 160

km, kuzey-güney uzunluğu 140 km olup, havza toplam alanı 10.919 km²'dir. Meriç ile birleşmesi sonucu, devamında artık Meriç Havzası olarak adlandırılır.



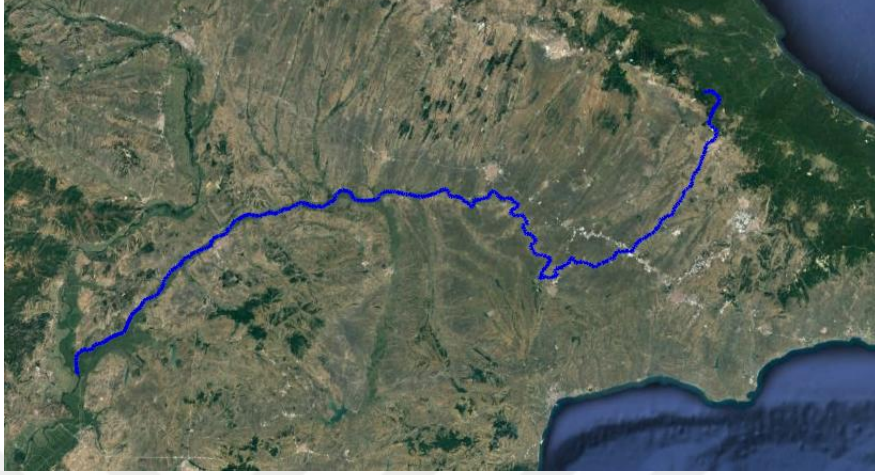
Şekil 3.2. Ergene Havzası

3.2. Ergene Nehri

Ergene Nehri, Meriç Nehri'nin bir kolu olup, bölgeden geçen en uzun nehirdir. Meriç'in boyu daha uzun olmasına karşın Meriç bir sınır nehridir. Kırklareli'ndeki Yıldız Dağları'nın güney yamaçları birçok irili ufaklı özlerle yağışları akışa geçirdikten sonra uzun dere kollarında toplanmaktadır. Bu dereler Ergene Nehri'nin kuzey kollarını oluşturmaktadır. Tekirdağ'daki kıyı dağlarının (Ganos Dağı, Koru Dağı vb.) kuzey yamaçları da yine Ergene Nehri'nin kuzeyi gibi özlerle su toplayarak derelere dönüşüp, Ergene Nehri'nin güney kollarını oluşturmaktadır.

Ergene Nehri, Şekil 3.3.'te gösterildiği üzere, Yıldız Dağları, Kırklareli İli, Saray İlçesi, Ayvacık Yerleşkesi'nden doğmakta ve ardından Meriç Nehri ile birleşerek son bulmaktadır. Taşıdığı suları Enez'de, Yunanistan-Türkiye sınırından Meriç Nehri ile dökmektedir. Ergene Nehri'nin, Tekirdağ İli, Muratlı İlçesi, İnanlı Yerleşkesi'nden önceki kısmı Ergene Çayı olarak anılmaktadır. Burada daha tam nehir özellikleri göstermemektedir, sularını toplamaktadır. İnanlı da İstanbul-Tekirdağ sınırından doğarak gelen Çorlu Çayı ile birleşerek Ergene Nehri olarak anılmaya başlar. Tekirdağ il sınırlarından çıktıktan sonra güzergâhı boyunca Kırklareli İli sınırları içerisinde

sırasıyla Lüleburgaz, Babaeski ve Pehlivan köy İlçelerinden geçmektedir. Edirne il sınırlarına Uzunköprü’de girip, Meriç İlçesi güneyinden devam ederek İpsala İlçesi’ne yakın bir konumda Meriç Nehri ile birleşmektedir.



Şekil 3.3. Ergene Nehri

Topladığı su ise, Meriç Nehri’nde taşınmaya devam eder, Edirne İli Enez İlçesi’nde, Dalyan Gölü yakınlarında Ege Deniz’ine dökülür.

Ergene Nehri’ne güneyden bağlanan (membadan mansaba doğru) ana dere kolları şunlardır;

- Çorlu Çayı (Çerkezköy, Kapaklı, Ergene ve Çorlu ilçe sınırlarından da su toplayarak, Tekirdağ İli, Muratlı İlçesi’nden bağlanmaktadır),
- Hamam Dere (Süleymanpaşa ve Muratlı ilçe sınırlarından da su toplayarak, Tekirdağ İli, Hayrabolu İlçesi’nden bağlanmaktadır),
- Ova Çayı (Süleymanpaşa İlçe sınırlarından da su toplayarak, Tekirdağ İli, Hayrabolu İlçesi’nden bağlanmaktadır),
- Hayrabolu Deresi (Süleymanpaşa ve Malkara ilçe sınırlarından da su toplayarak, Tekirdağ İli, Hayrabolu İlçesi’nden bağlanmaktadır),
- Beyköy Dere (Edirne İli, Uzunköprü İlçesi’nden, ilçe sınırlarından su toplayarak bağlanmaktadır),
- Fakara Dere (Keşan İlçe sınırlarından da su toplayarak, Edirne İli, İpsala İlçesi’nden bağlanmaktadır).

Ergene Nehri’ne kuzeyinden bağlanan (membadan mansaba doğru) ana dere kolları şunlardır;

Ergene Nehri'nde, doğduğu yerden Çerkezköy ve Çorlu'ya kadar olan kısmında, sularında herhangi bir kontamine madde rastlanmamasına karşın, nehir tamamı oldukça kirlili bir yapıdadır. Nehrin rengi ve kokusu, Çorlu Çayı'nın yadsınamaz etkisiyle bir hayli bozulmuştur ve sadece görünürde dahi kirliliği bellidir. Ergene Nehri ve Çorlu Çayı ile gelen ağır sanayi tesislerinin atıkları ve bu tesislerden salınan soğutma suları neticesinde, doğal yüzey sıcaklığını büyük ölçüde kaybetmiştir. Bu kirliliğe büyük bir etken de Malkara dolaylarındaki peynir fabrikalarındaki üretim sonucu, nehre deşarjı yapılan atıklardır. Nehir çevresinde bolca çeltik tarımı yapıldığından, araziler çeltiğin ihtiyaç duyduğu kilolarca ilaçlama işlemleri sonucunda bozulmuş ve kirlenmiştir. Nöbetleşe ekim bu arazilerde oldukça azdır. Nehir sadece akış hattında kirliliğe sebep olmamakta, yeraltı suları ve arazileri de kirletmektedir.

Ergene Nehri'nin büyük bir kısmında, Q10 seddesi varlığından bahsedilebilir. Bu kısımlardan tarihi değerleri olan taş kemer köprüler dolaylarında, Q10 seddeleri ile daha büyük sorun teşkil eden noktalarda Q50 seddeleri betonarme olarak inşa edilmiştir. Fakat Q500 seddeleri kimi noktalarda şehirleri kısmen korusa da güzergâh boyunca varlığından söz edilemez.

Meriç-Ergene Havzası Türkiye'nin kuzeybatısında, doğuda İstanbul il sınırı ile başlayıp, batıda Bulgaristan ve Yunanistan ülke sınırları ile biten alanı kapsayan Trakya Alt Bölgesi'nde yer almaktadır. Havzanın toprakları tamamıyla Trakya'da bulunmaktadır. Meriç-Ergene Havzası kuzeyde Kuzey Marmara Havzası ve Bulgaristan sınırı ile çevrilidir. Havza'nın batısındaki sınırlar da yine Türkiye-Bulgaristan ve Türkiye-Yunanistan arasındaki uluslararası sınırlardır. Türkiye'nin en çok şehirleşmiş ve sanayileşmiş ili İstanbul, Havza'nın doğu sınırını oluşturmaktadır. Havza'nın güneyinde Ege Denizi, güneydoğusunda Marmara Denizi ve kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır.

3.3. Ergene Nehrine Yönelik DSİ Çalışmaları

Harza Projesi, Türkiye ile Yunanistan arasında sınır teşkil eden Meriç Nehri'nin taşkınlarına yönelik her iki devletin de desteğiyle, 1953 yılında Amerikan "Harza" firmasına hazırlanmıştır. Bu proje içinde, Ergene Nehri ile Meriç Nehri'nin birleşerek teşkil ettikleri Karasaz ve Altınyazı ovaların da taşkın korumalar yapılarının düşünülmüştür. 1960'lı yıllarda DSİ 11. Bölge Müdürlüğüne, Meriç Nehri birleşiminden itibaren Ergene Nehri'ne 21 km uzunlukta yeni akarsu yatağı açılmış ve

İpsala Seddesi bitiminden başlayarak yatak boyunca devam eden yeni sedde yapılmıştır. Proje ile 6.600 ha arazide taşkın kontrolü sağlanmıştır. (Etüd ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü, 1983)

Harza Projesi'nde, Ergene Seddesi bitiminde Ergene Regülatörü düşünülmüşse de regülatörün göl sahasının, Uzunköprü İlçe Merkezi önlerine kadar geniş bir sahada tarım arazilerini sular altında bıraktığı tespit edildiğinden, rantabilitesi düşük çıkmış ve yapımı uygun görülmemiştir. (Etüd ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü, 1983)

Ergene Taşkın Projesi çalışmaları, DSİ 11. Bölge Müdürlüğü'nün kurulduğu 1960 yılından sonra Ergene ovalarının taşkından korunması için taşkın zararlarının fazla görüldüğü, Kırklareli İli Lüleburgaz İlçesi ile Ergene Nehrinin birleşiminden Meriç Nehrine döküldüğü yere kadar olan kısımda proje çalışmalarına başlanılmıştır. Ancak, çalışmalarda proje feyzan debilerinin büyük çıkması ve mansapta Meriç Nehri etkisi ile husule gelen kabarmalı su yüzü hattının sağlıklı tespit zorluğu nedenlerinden netice elde edilememiştir.

DSİ 11. Bölge Müdürlüğü, Etüd ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü (şu an ki Havza İzleme ve Tahsisler Şube Müdürlüğü) tarafından 1983 yılında Ergene Taşkın Projesi Planlama Raporu hazırlanmıştır. Raporun amacı, Edirne-İstanbul Yolu (E5) Ergene Nehri köprüsünden, Meriç Nehri kavşağına kadar uzanan Ergene Ovasının, Ergene Nehri taşkınlarından korunmasıdır. Bu raporda başlangıç proje planlaması ve arazi çalışmalarında Ergene Ovasının, Ergene Nehri ve yan kollarında seddeli yatak ıslahı ile korunması yanında ovaya açılan orta ve ufak yan dereler üzerine taşkın ve sulama gayeli alçak baraj ve göletler düşünülmüştür. DSİ Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı'nca rapor hacminin çok genişleyeceği ve planlama donelerinin temininde güçlük çıkacağı belirtilmesiyle alçak baraj ve göletlerden vazgeçilmiştir. Bu rapordaki proje çalışmaları sırasında "iki kesitli yataklarda su yüzü hesabı" metodu bulunarak geliştirilmiştir. Planlama raporu, anılan metodun ilk kullanılması özelliğini de taşımaktadır. (Etüd ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü, 1983)

DSİ 11. Bölge Müdürlüğünce 2018 yılından beri, 1983 Ergene Taşkın Projesi Planlama Raporu revize edilmektedir. Revize raporla daha detaylı bir şekilde kollarıyla beraber 1983 raporunu tazeleyerek, kollardaki gölet ve barajları dikkate alarak, interaktif olarak CBS programında taşkın korumalarını gösterecek şekilde düzenlenmesi düşünülmüştür.

4. YÖNTEM

4.1. Hidroloji ve İstatistik

Dünya yüzeyindeki sular, sıcaklık, nem, rüzgâr gibi etkilerle sıvı halden gaz hale geçip, diğer bir deyişle buharlaşıp atmosfere yükselerek su çevrimini başlatırlar. Buharlaşan su buharının bir ekosistem üzerinde hava kütlesi oluşturmasının ardından, soğuk bir hava tabakası ile karşılaşması, yükselip soğuması veya soğuk bir yerden geçmesiyle yoğuşmaya (ya da yoğunlaşma) uğrayarak artık kendini taşıyamayacak kadar soğuması sonucu sıvı ya da katı olarak yeryüzüne düşmesi yağışları oluşturmaktadır.

Yağışlar büyük bir yüzdeyle yüzeysel akışa geçmekte ve topoğrafik kot farklarından yararlanarak dereleri sonra çayları son olarak da nehirleri oluşturmaktadır. Yağışların yüzeysel akışa geçmeyen bir bölümü yer altı suyuna, yer altı akışına ve bitkiler tarafından tutulmaya uğrarlar. Yeraltı akışına geçen su, yeraltı su seviyesine bağlı olarak nehrin ilerleyen yerlerinde, tekrardan yüzeysel akışa geçebilir ya da yüzeysel akıştaki su yeraltı suyuna karışıp, zemin tabakaları içerisinde doğal bir şekilde bulunan akiferlere dolabilir.

Hidroloji uğraşları; ölçümlerin yapılması, verilerin toplanması, eksik verilerin tahmini, verilerin aynı kaynaktan gelip gelmediğinin araştırılması, verilerin işlenmesi, verilerin sonuçlarının artışa ya da azalışa neden olup olmadığının araştırılması, bu verilere göre modellerin oluşturulması, olasılık dağılımı yapılması ve tüm bunların sonucunda gerçeğe en yakın tahminlerin yapılmasından oluşmaktadır.

Kullanılacak verilerin yeterince uzun bir dönemi kapsamaları çalışmalar açısından önemlidir. Bu veriler rastgele gerçekleşen olaylar olduğundan doğru tahminler yapabilmek için verilerin uzun süreli kayıtlarının toplanması gerekmektedir.

Hidrolojide, eldeki örneklerden tahmin yapmak, varsayımlarda bulunmak, değerleri yorumlamak ve değerlendirmek istatistik sayesinde mümkündür. Eldeki yağış verileri bazı durumlarda sonuca ulaştıracak kadar uzun süreli veri içermemektedir. Bu durumda eldeki verileri kullanarak veri tahmini yapılabilir. Elde edilen veriler yardımıyla yapılan analizler sonucunda taşkın veya kuraklığa önlemler almak, su kaynaklarının doğru şekilde kullanılmasını planlamak, şehirleri ve yerleşkeleri şekillendirmek, insan hayatını kolaylaştırmakta ve birçok kaybın da önüne geçmektedir.

İstatistik bilimi, kendi sınıfındaki yöntemlere bahis olan olaylara ya da durumlara ilişkin, kullanılabilecek eldeki verilerin gözlem ya da deneyler yoluyla bilime uygun şekilde toplanması, uygun metotlarla işlenmesi, özetlenmesi, istenilen tasarıma uygun analizinin yapılması ve nihayetinde bulunan sonuçların yorumlanması ya da genelleştirilmesi için kullanılan yöntemlerin tümünü ifade etmektedir.

Verilerin kimi zaman uygun hale getirilebilmesi, kimi zaman anlaşılması, kimi zamanda ifade edilebilmesi amaçlı kullanılan bazı temel istatistik parametreleri vardır;

Aritmetik ortalama; eldeki verinin elemanları toplamının eleman sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir. Denklem 4.1.'de formüle edilmiştir.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.1.)$$

\bar{X} : aritmetik ortalama

n : veri sayısı

x_i : veri değeri

Ortanca değer ya da diğer adıyla medyan; eldeki verinin sıralı diziliminde, verilerin yarısını üstünde bulunduran diğer yarısını da altında bulunduran değerdir. Veri adedi eğer çiftse ortadaki iki sayının ortalaması alınarak bulunabilir.

Varyans; aritmetik ortalamanın gösterdiği merkezi değerine bu değer etrafındaki yayılım hakkında bilgi verir. Denklem 4.2.'de formüle edilmiştir.

$$Var(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \quad (4.2.)$$

$Var(x)$: verilerin varyansı

n : veri sayısı

x_i : veri değeri

\bar{X} : aritmetik ortalama

Standart sapma; varyansın karekökünün alınmasıyla elde edilir. Standart sapma, verilerin aritmetik ortalamadan farklarının karelerinin toplamının veri sayısından bir eksik değere bölümünün kareköküdür. Yani verilerin ortalamadan sapmalarının kareleri ortalamasının karekökü olarak tanımlanır. Denklem 4.3.'te formüle edilmiştir.

$$\sigma_x = \sqrt{Var(x)} \quad (4.3.)$$

σ_x : standart sapma

$Var(x)$: verilerin varyansı

Çarpıklık; bir serinin, ortalama etrafındaki değişimi hakkında bilgi verir. Değeri sıfıra eşit olduğu takdirde dağılım simetrik bir dağılıma sahiptir denilebilir. 0 değeri ile yorumlanır; > 0 olması sağa çarpık bir dağılım, < 0 olması ise sola çarpık bir dağılım olduğunu göstermektedir. Denklem 4.4.'te formüle edilmiştir.

$$C_s = \frac{\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (4.4.)$$

C_s : çarpıklık

μ_x : aritmetik ortalama

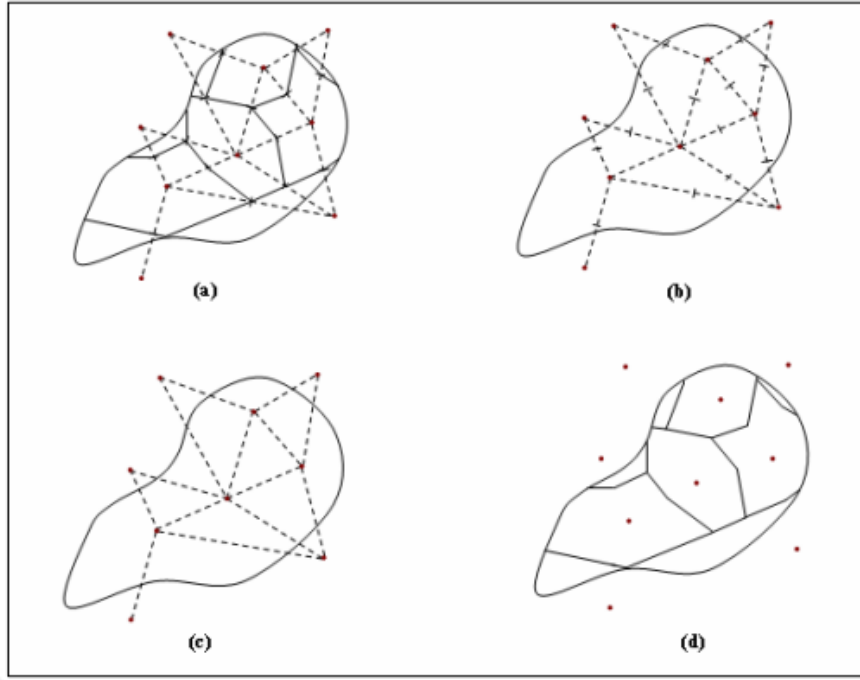
σ_x : standart sapma

Türkiye’de, Devlet Su İşleri (DSİ), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’ne ait yağış gözlem istasyonları (YGI) bulunmaktadır. Bu istasyonlardan yağış verileri düzenli bir şekilde kayıt altına alınmakta, hem akademik çalışmalarda hem de su kaynaklarından yararlanmada kullanılmaktadır.

4.1.1. Thiessen Metodu

Thiessen Poligonu Yöntemi; yakınsal harita oluşturma temeline dayanır. Uygulama alanı sadece hidrolojik, meteorolojik istasyonların verilerine yönelik olmayıp, biyolojide hücrelerin çoğalma ve anatomik yapılarına, enzimler ve vitaminlerin bulunma yerlerine, paleontolojide ve mineralojide çağlar öncesi dinazorların veya canlıların yaşam alanlarına, zeminlerdeki minerallerin dağılım ve sınıflandırmasında ya da bu örnekler gibi çoğu verinin yorumlanmasında ve tahmininde kullanılabilir. (Gençer ve ark., 2005)

Thiessen Poligonu Yöntemi için öncelikle nehre yakın bölgelerdeki meteorolojik istasyonlar işaretlenir. İstasyonlar, yakınlarındaki diğer belirlenen istasyonlar ile birleştirilir ve üçgenlerle donatılmış harita elde edilir. Daha sonra üçgenlerden oluşan haritadaki her üçgende her kenardan dik açıortaylar çıkartılarak, birleştirilir. En sonunda ilk çizilen üçgenler silindiğinde geriye kalan istasyonları çevreleyen çokgenler Thiessen Poligonları olarak adlandırılır (Şekil 4.1.). Bu yöntemin amacı, istasyonları yani elimizdeki verilerin temsil ettiği alanları göstererek, temelde alınan istasyon ölçümlerinin etkili olduğu alanı belirlemektir.



Şekil 4.1. Thiessen Poligonları çizimi (Flood Manager E-learning, 2005)

Anlık maksimum yağış verilerinin, her istasyonda yönettiği alan ölçülür ve toplam alan, çalışma yapılacak alana oranlanıp belirli bir etki yüzdesi bulunur (Denklem 4.1.);

$$W_i = \frac{A_i}{A} \quad (4.1.)$$

W_i : etki / yağış yüzdesi

A_i : istasyon poligonuna dâhil olan alan

A : toplam alan

Havza için ağırlıklı ortalama yağış, her istasyondan alınan yağışın o istasyonun poligonunun havzaya etki yüzdesiyle çarpılıp toplanmasıyla bulunmaktadır (Denklem 4.2.);

$$P = \sum_{i=1}^n P_i W_i \quad (4.2.)$$

P : havzanın aldığı yağış

n : istasyon sayısı

P_i : istasyonun yağışı

W_i : etki / yağış yüzdesi

4.1.2. Olasılık dağılım fonksiyonları

Bir veri dizisine olasılık dağılım uygulamak, istatistiğin iki amacından birini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu amaçlar, incelenen belirli bir olayın o yörede oluşma olasılığını veya belli bir sıklıkta görülecek olayın büyüklüğünü belirlemektir. Bu işlem büyük oranda olayın karakteristiklerine bağlı olduğundan, gözlenen olayların frekansını temsil etmede ya da dağılımın uyumunu tam anlamıyla yakalamak üzere pek çok olasılık dağılım fonksiyonu geliştirilmiştir. Bu dağılımları, verilere uygulayarak yorumlar ve dağılımlar arası karşılaştırmalar yapılabilmektedir.

Hidrolojik veriler; eğer ki değişken sonsuz küçük zaman aralıklarında dahi bir değere sahipse o değişken devamlı (sürekli), bazı zaman aralıklarında kayboluyorsa münferit olarak kabul edilir. Yağışlar, diğer çoğu hidrolojik değişkenler gibi devamlı iken, ölçümleri devamlı ya da münferit şekilde alınabilmektedir.

Herhangi bir veri serisine istatistiki parametrelerin uygulanabilmesi için bazı şartları bulundurması gerekmektedir (Usul, 2008);

- Rastgele olmaları; veri serisindeki gözlemlerin meydana gelme ihtimallerinin aynı olması,
- Bağımsız olmaları; bir değer oluşması, bir başka değere bağlı olmaması, etkilememesi,
- Homojen olmaları; değişkenin benzer şartlarda meydana gelmiş olması,
- İlgili olmaları; veri, problemle ilgili olmalı,
- Yeterli veri bulunması; gözlem süresiyle ilgilidir, örnekleminin rasat süresi ne kadar uzun ise o kadar iyidir.

4.1.2.1. Normal Dağılım

Normal Dağılım, 19.yy'da astronomi araştırmaları için kullanmaya başlayan ünlü Alman matematikçi Carl Friedrich Gauss tarafından tanımlanmıştır; bu nedenle çoğu kaynakta “Gauss Dağılımı” olarak da anılmaktadır. Bu dağılım “hataların doğal kanunu” veya bu dağılımın olasılık fonksiyonu için tanımlı olan grafiği, bir çana benzediğinden “çan eğrisi” isimlerini de taşımaktadır.

Rastgele ve birbirinden bağımsız birçok değişkeni tanımlamada kullanılan bu dağılım, pratikte karşılaşılan rastgele değişkenlerin büyük çoğunluğunun kümesine dâhil olan doğal olayların ölçülmüş verilerine karşı uygulanmaktadır. (Şen, 2002)

Hidrolojik veriler ise Normal Dağılıma tamamen uymamaktadırlar, nedeni dağılımda değişkenler eksi sonsuzdan artı sonsuza kadar değer alabilirken, hidrolojik verilerin çoğunda bu değer aralığının söz konusu olmamasıdır (Usul, 2008). Fakat dağılımın hidrolojide uygulaması oldukça fazladır. Çünkü normalde bu dağılıma uymayan veriler, bazı transformasyonlarla bu dağılıma uygun hale getirilebilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4.3.)$$

x : rastgele değişken

σ : standart sapma

π : pi sayısı

μ : aritmetik ortalama

Denklemler 4.3.'te gösterildiği üzere dağılımın iki değişkeni bulunmaktadır. Yani dağılımı; aritmetik ortalama (μ) ve standart sapma (σ) olmak üzere iki parametre temsil etmektedir. Dolayısıyla normal dağılım $N(\mu, \sigma)$ olarak veya uygulamalardaki örnekleme değerleri \bar{x} ve s kullanılarak, $N(\bar{x}, s)$ şeklinde gösterilebilir. (Usul, 2008)

İki parametrelili Normal Dağılım, basit bir dönüşüm ile parametre sayısı bire düşürülerek Denklem 4.4.'teki gibi gösterilebilir.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (4.4.)$$

z : standart değişken

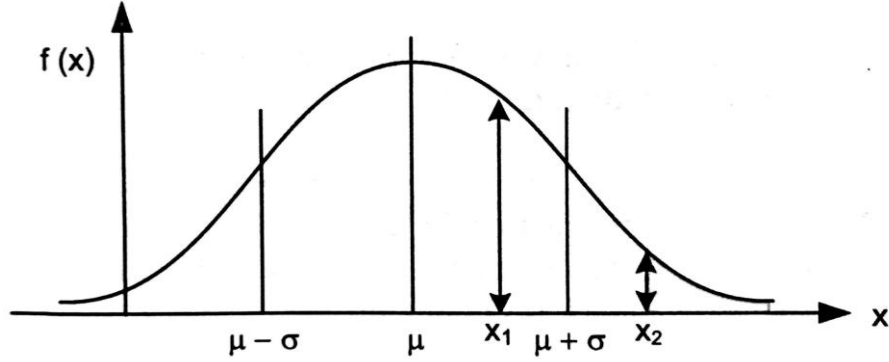
x : rastgele değişken

σ : standart sapma

μ : aritmetik ortalama

Dağılımın tek parametrelili hale dönüştürülmesine “standartlaştırma” denir ve tek parametre artık “standart birim” veya “normalize birim” olarak adlandırılır. Kısacası z ; ortalaması sıfır, standart sapması bir olan bir normal dağılıma sahip olur. (Usul, 2008)

Normal Dağılım Şekil 4.2.'de verildiği üzere, bir çan eğrisi grafiğine sahiptir. Eğrideki herhangi bir x_i değeri için ordinatta tanımlı $f(x_i)$, taşkınların olma ihtimalini göstermektedir. Eğrinin altındaki alan, verilerden gözlemlenmiş bütün değerlerin toplam olma ihtimalini vermekte, yani toplamı 1'e eşit olmaktadır.



Şekil 4.2. Normal Dağılım grafiği (Usul, 2008)

4.1.2.2. Log-Normal Dağılım

Hidroloji uygulamalarında kullanılan veriler, doğal süreçlerde elde edildiklerinden çoğu zaman sıfırdan farklıdır veya alt ya da üst sınırları olmadığından Normal Dağılıma uygunluk göstermezler. Bu durumda dahi, gerçekte bu değişkenler fonksiyonel olarak normal oldukları için, logaritmaları (10 ve/veya e tabanlı) normal dağılıma uymaktadır. Kısacası bu dağılımın logaritması Normal Dağılım gösteren rastgele değişkenler için anlamlı bir olasılık dağılımıdır. (Benjamin & Cornell, 1970)

Normal Dağılıma uymayan değişkenler Denklem 4.5.'te gösterildiği gibi e veya 10 tabanına göre logaritmaları alınarak, uygulama için anlamlı hale getirilebilirler.

$$y = \log x \text{ ve/veya } y = \ln x \quad (4.5.)$$

Dönüşümle beraber, dağılımın fonksiyonu Denklem 4.6.'da gösterilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad (4.6.)$$

x : rastgele değişken

y : $\ln x$

σ_y : y 'nin standart sapması

μ_y : y 'nin ortalaması

$x > 0$ şartı, Denklem 4.6.'da geçerlidir. Bu şart sayesinde, dağılım, sağ tarafa doğru çarpık ve sonsuza kadar giden bir grafiğe sahiptir. (Benjamin & Cornell, 1970)

Denklem 4.6.'da bulunan değişkenlerin formüle edilmesi, Denklem 4.7. ve Denklem 4.8.'de verilmektedir.

$$\mu_y = \ln \left[\frac{\mu_x}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{\mu_x} + 1}} \right] \quad (4.7.)$$

μ_y : y'nin ortalaması

μ_x : x'in ortalaması

σ_x : x'in standart sapması

$$\sigma_y = \left[\ln \left(\frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2} + 1 \right) \right]^{1/2} \quad (4.8.)$$

σ_y : y'nin standart sapması

σ_x : x'in standart sapması

μ_x : x'in ortalaması

4.1.2.3. Üç Parametrelili Log-Normal Dağılım

Bu dağılımın İki Parametrelili Log-Normal Dağılımdan farkı, dağılımın alt sınırını tanımlayan üçüncü bir parametreye sahip olmasıdır. “x” değişkeninin alt sınırının (φ) sıfırdan farklı olarak, dağılıma dâhil olmasıyla üç parametrelili olasılık yoğunluk fonksiyonu oluşmaktadır (Benjamin & Cornell, 1970). Denklem 4.9.'da Üç Parametrelili Log-Normal Dağılımın olasılık fonksiyonu verilmiştir.

$$f(x) = \frac{\exp \left[-\frac{1}{2\sigma_y^2} \left((\log x - \varphi) - \mu_y \right)^2 \right]}{(x - \varphi)\sigma_y \sqrt{2\pi}} \quad (4.9.)$$

σ_y : y'nin standart sapması

φ : fonksiyonun tanımlanmış alt sınırı

μ_y : y'nin ortalaması

Denklem 4.9.'da gösterilen y değişkenine bağlı parametreler, Log-Normal Dağılımdaki değişkenlerin aynıdır (Denklem 4.5., Denklem 4.7. ve Denklem 4.8.).

4.1.2.4. Gamma Dağılımı (Gamma Tip III Dağılımı)

Hidrolojik verilerin istatistiki değerlendirmelerinde kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Bu dağılım temelde, Log-Normal Dağılıma benzer olarak ele alınan değişkenin sadece pozitif değerleri için tanımlanmış pozitif çarpık bir dağılımdır. 2 veya 3 parametrelilik olarak gösterilebilmekle beraber Gamma Tip III fonksiyonu aynı zamanda Pearson Tip III fonksiyonu olarak da geçmektedir. (Damçayırı, 2018)

Gamma Dağılımına ait üç parametrelilik sürekli olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 4.10.'da verilmiştir.

$$f(x) = x^{\alpha-1} \frac{e^{-x/\theta}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (4.10.)$$

α : şekil parametresi

β : ölçek parametresi

θ : eşik / konum parametresi

$\Gamma(\alpha)$: gamma fonksiyonu

Γ , gamma fonksiyonu olup değerinden bir önceki değer faktöriyelili olan öz yinelemeli bir fonksiyon olarak Gamma Dağılımına ismini veren parametredir. Gamma fonksiyonu, tekerrür süreleri yardımıyla pratik olarak Çizelge 4.1. yardımıyla bulunabilir. Şekil parametresi pozitif yönde sonsuza giderken, çarpıklığı simetrik olur ve normal dağılıma dönüşür. Dağılımın, ortalama, varyans (varyanstan da standart sapmaya dönüş yapılabilir) ve çarpıklık değerleri ise sırasıyla Denklem 4.11., Denklem 4.12. ve Denklem 4.13'te gösterilmektedir.

$$\mu = \theta + \beta\alpha \quad (4.11.)$$

θ : eşik / konum parametresi

β : ölçek parametresi

α : şekil parametresi

$$Var(x) = \alpha\beta^2 \quad (4.12.)$$

α : şekil parametresi

β : ölçek parametresi

$$C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (4.13.)$$

α : şekil parametresi

4.1.2.5. Log-Pearson Tip III Dağılımı

Taşkın analizlerinde veya hidrolojide kullanılan bir diğer dağılım Log-Pearson Tip III dağılımıdır. Kullanımı Log-Normal Dağılıma benzer, verilerin değerlerinin 10 veya e tabanlı logaritmaları alınmaktadır ancak bu dağılım gamma ailesindedir (Damçayırı, 2018). Bu dağılımın, Denklem 4.14.'te gösterildiği gibi 3 parametresi bulunmaktadır. Yer parametresine odaklanıldığı takdirde;

- $\alpha > 0$ ve $\beta > 0$ için $x > \xi$ olur ξ alt sınırı oluşturur,
- $\beta < 0$ için ise $x < \xi$ olur ve ξ üst sınırı oluşturur.

$$f(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[-\beta(x-\xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad (4.14.)$$

β : ölçek parametresi

ξ : yer / konum parametresi

α : şekil / biçim parametresi

Γ : gama fonksiyonu

Gamma Dağılımına indirgenebilir. Sabit ortalama ve varyans için limit halinde, α sonsuza giderken çarpıklık sıfıra gider ve dağılım artık Normal Dağılıma dönüşmüş olur. Dahası $\alpha = 1$ ve $C_{sx} = 2$ için, İki Parametrelili Eksponansiyel Dağılım elde edilmektedir. (Damçayırı, 2018)

Denklem 4.14.'teki Gamma Fonksiyonu, yine Gamma Dağılımda olduğu gibi tekerrür süreleri yardımıyla pratik olarak Çizelge 4.1. yardımıyla bulunabilir.

Dağılımın ortalaması ve standart sapması; α biçim, β ölçek ve ξ yer parametresi ile bulunmuş ve sırasıyla Denklem 4.15. ve Denklem 4.16.'da verilmiştir.

$$\mu_x = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \quad (4.15.)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (4.16.)$$

α biçim parametresi, β ölçek parametresi ve ξ yer parametresi sırasıyla Denklem 4.17., Denklem 4.18. ve Denklem 4.19.'da verilmektedir.

$$\alpha = \frac{4}{C_{sx}^4} \quad (4.17.)$$

C_{sx} : çarpıklık

Çizelge 4.1. Pearson Tip III ve Log-Pearson Tip III için $\Gamma(\alpha)$ fonksiyonu (Hoggan, 1989)

Çarpıklık Katsayısı (G)	Tekerrür süresi (Tr) yıl									
	1,010	1,25	2	5	10	25	50	100	200	500
	Olma ihtimali (p)									
	99	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,2
-3,0	-4,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,667
-2,8	-3,973	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714	0,714
-2,6	-3,889	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769	0,769
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833	0,834
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,909
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,107
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,235
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,384
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,553
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,654	1,720
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	1,941
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,152
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,373
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,598
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	2,826
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,054
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,283
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,509
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	3,733
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	3,956
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,173
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	4,385
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	4,592
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	4,795
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	4,991
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454	5,203
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584	5,368
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718	5,547
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847	5,721
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	5,889

$$\beta = \frac{2}{\sigma_x C_{sx}} \quad (4.18.)$$

σ_x : standart sapma

$$\xi = \mu_x - \frac{\alpha}{\beta} = \mu_x - \frac{2\sigma_x}{C_{sx}} \quad (4.19.)$$

μ_x : ortalama

σ_x : standart sapma

C_{sx} : çarpıklık

Bu dağılım grafiğinde sol tarafından sınırlanmış olan çarpık bir dağılımdır, bu sebeple genel hidrolojik dağılım şekline benzemektedir. Çarpıklığı ise uç olaylara hassas olduğundan, rasat süreleri kısa olan gözlemler için uygun değildir. Çarpıklık değeri “0” olduğunda, Log-Normal Dağılıma dönüşmektedir.

4.1.2.6. Gumbel Dağılımı

Tekrarlanan örneklemelelerdeki en küçük veya en büyük değerlerin dağılımlarını göz önünde tutarak Gumbel uç (ekstrem) değerler teorisini öne sürmüştür (Gumbel, 1958). Onun kabulüne göre örnekleme kabul edilebilecek uç değerler yine aynı örneklemin minimum ve maksimum değerlerinin modellenmesiyle oluşur. Dağılım eklenik olasılık fonksiyonu Denklem 4.20.’de verilmiştir.

$$f(x) = \exp \left[- \exp \left(- \frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right] \quad (4.20.)$$

ξ : yer / konum parametresi

α : ölçek parametresi

Rasat süreleri uzun olduğu takdirde Gumbel Dağılımı parametreleri sabitleşmeye başlamaktadır (Usul, 2008). Ortalama, varyans ve çarpıklık katsayıları ise α ölçek parametresi ve ξ yer parametresi yardımıyla, sırasıyla Denklem 4.21., Denklem 4.22. ve Denklem 4.23.’te verilmiştir.

$$\mu_x = \xi + 0,5772\alpha \quad (4.21.)$$

$$\sigma_x = \frac{\pi^2 \alpha^2}{6} \approx 1,654\alpha^2 \quad (4.22.)$$

$$C_{sx} = 1,1396 \approx 1,14 \quad (4.23.)$$

4.1.3. Uygunluk testleri

Hidrolojik süreçlerde uygulanagelmış olasılık dağılım fonksiyonlarının, ihtimal sonuçları birbirlerinden farklı olmaktadır. Bu farklılıkta, elimizdeki en uygun ihtimalin seçilebilmesi için örneklemelelere uygulanabilecek uygunluk testleri bulunmaktadır. Uygunluk testleri ile ihtimallerden optimum değer seçilmekte ve tasarımda bu değer kullanılmaktadır.

Gözlemi yapılmış seri ile bu serinin uygulandığı birbirlerinden farklı olasılık dağılımlarıyla belirlenen olasılık yoğunluk fonksiyonlarının oluşturduğu toplumun birbiriyle olan uyumunu belirlemektedir. Kısaca, bulunan olasılık dağılım fonksiyonlarının örneklemeyi temsil edip etmediği ya da hangisinin daha gerçeğe yakın temsil ettiği belirlenmiş olur.

Ki-Kare (χ^2), Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi (OÇKT), en ünlü uygunluk testlerinden bazılarıdır.

4.1.3.1. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi

İlk olarak Kolmogorov tarafından önerilen bu test, daha sonraları Smirnov tarafından geliştirilmiştir. Denklem 4.24.'te Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi formüle edilmiştir.

Kendisi gibi bir uygunluk testi olan Ki-Kare Uygunluk Testine alternatif olarak gösterilebilir ve Ki-Kare Uygunluk Testinin aksine, frekans aralıklarının en az 5 olması gerektiğini söylemez ve testte bir alt sınır bulunmamaktadır. Bu yüzden kullanımı daha kolaydır. (Şen, 2002)

$$\Delta = \max |F(X_i) - F^*(X_i)| \quad (4.24.)$$

Denklem 4.24.'teki, $F^*(X_i)$ gözlenen düzenlenmiş örnek, Denklem 4.25. ile hesaplanan eklenik frekans dağılımının ordinatlarıdır.

$$F^*(X_i) = \frac{i}{N} \quad (4.25.)$$

$F(X_i)$ ise seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun aynı X_i 'lere karşı gelen ordinatlarıdır. Buna göre, Δ istatistiği teorik (ampirik) ve gözlenen eklenik dağılımların arasındaki farkların en büyüğüdür. Rastgele değişkenin dağılımından bağımsız Δ istatistiğinin dağılımı örnekteki eleman sayısına bağlıdır. N 'nin (eleman sayısı) çeşitli

değerleri için aşılma olasılığı α 'dır ve $\Delta\alpha$ değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Buna göre, hesaplanan Δ istatistiği okunan $\Delta\alpha$ değerinden küçükse dağılımın uygunluğu α anlamlılık düzeyinde kabul edilir, aksi durumda reddedilir. (Şen, 2002)

Çizelge 4.2. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi anlamlılık yüzdelere göre aşılma değerleri (Kanji, 2006)

<i>n</i>	<i>Önem derecesi α</i>				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,823
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,231	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
> 35	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Denklem 4.24. ve Denklem 4.25.'te değişken olarak verilen *i* (sıra sayısı), testin ilk adımında veriler küçükten büyüğe doğru sıralanırken, otomatikman oluşmaktadır.

Kolmogorov-Smirnov testi diğer yöntemlerin aksine ele alınan verilerin sınıflara ayrılmasını gerektirmediğinden, rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olarak kullanılmaktadır. Bu haliyle düşünüldüğünde diğer yöntemlere göre üstünlüğü bulunmaktadır.

4.2. Taşkın Akımı

Taşkınların oluşturacağı zararları önlemek manasıyla, taşkınların oluşması ihtimali göz önünde bulundurularak, tekerrür taşkın akımları bazı metotlar ile belirlenebilmektedir. Bu metotlar sadece taşkından korunmaya yönelik değil, su yapılarının tasarımının ilk adımı olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Bölgedeki akımın, oluşabileceği ihtimalleri göz önünde bulundurularak bazı tasarımlar buna göre şekillenmektedir. Örneğin bir barajın gövdesi, batardosu, dolusavağı ya da dipsavağı bu olasılık dâhilindeki tekerrür taşkın debilerine göre boyutlandırılmaktadır. Öyleyse, taşkın akımı bulunurken, gerçekten uzak kabuller ve ekonomik olarak fazla boyutlandırma gerekeceğinden, yapıların ya da çözümlerin bir hayli maliyetli olması durumunu öne çıkmaktadır.

Taşkını daha da anlamlı bir hale dönüştürebilmek için taşkın akımının belirlenmesinde ampirik (deney ve gözleme dayalı) ve ampirik olmayan (sentetik) bazı metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlardan deney yoluyla elde edilenler için öncelikle nehrin ya da derenin daha önceki kayıt altına alınmış debi verilerinin bulunması gerekmektedir. Devlet Su İşleri'nin akım gözlem istasyonları (AGİ) yardımıyla kayıt altına alınmış akarsu debileri, Noktasal ya da Bölgesel Taşkın Frekans Analizine konu olarak akarsuyun taşkın tekerrür debileri hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Noktasal Taşkın Frekans Analizi (NTFA); seçilen aks noktasındaki taşkın tekerrür debileri bulunurken, her zaman bu aks noktalarında AGİ'ler bulunmamaktadır, bu nedenle seçilen aksta herhangi bir veriye ulaşılamaz. Böyle durumlarda aynı deredeki memba ve mansap kısımlarındaki yakın noktalardan AGİ'lerin akım değerleri alınarak istatistiksel analizler yapılır ve seçilen aks noktasına göre ötelenir. Bu sayede tekerrürlü taşkın akımları bulunmuş olur.

Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA); seçilen aks noktasında taşkın tekerrür debileri bulunurken, her zaman bu aks noktalarında AGİ'ler bulunmamaktadır, bu nedenle seçilen aksta herhangi bir veriye ulaşılamaz. Böyle durumlarda benzer özellik gösteren aynı havzadaki bir başka deredeki veya komşu havzadaki bir dereye yer alan AGİ'lerin akım değerleri alınarak istatistiksel analizler yapılır ve seçilen aks noktasına göre ötelenir.

NTFA ve BTFA metotlarını kullanmanın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar önceden AGİ'lerin ölçmüş olduğu güzergâhlardaki nehrin membandaki dere kollarında herhangi bir baraj ya da suyun iletimine engel olabilecek

bir şey olmaması durumudur. Çünkü herhangi bir yere yapılacak baraj dolayısıyla daha evvel buradan geçecek olan debi, tam manası ile geçemeyecek, buradaki barajda biriken suyun, sulama, içme suyu veya endüstri suyu olarak kullanılması sebebiyle daha az miktarda su geçmesi gibi durumlarla karşı karşıya kalınacaktır. Bu gibi durumlarda herhangi derenin herhangi bir noktasında baraj bulunuyor ise buraya dolusavak ötelemesi yapılmalı ve barajın tam manası ile dolu halde iken sulama ya da benzeri içme suyu gibi işlevlerini tamamlaması durumunda bile dolusavaktan geçebilecek debi bulunmalıdır. Tabii ki bu, normal debisinden oldukça az miktarda olacaktır ve tahmin edilen dolusavak ötelemesi ile bulunan sonuç barajın geçireceği debi miktarı anlamına gelmektedir. Barajın topladığı sular ne olursa olsun artık dolusavak ötelemesi sonucuna göre yorumlanmaktadır. Baraj gibi membalar da bulunan suyu tutan yapılar veya suyun çevrim içinde olduğu yapıların yapılmasıyla, daha az debi geçişi olacak, bunun sonucu olarak, NTFA ile BTFA sonuçları gerçeğe uzak sonuçlar verecektir.

4.2.1. Sentetik yöntemler

Akarsuyun belli bir kesitinden geçen taşkını anlamlandıran debilerin zamanla değişimini gösteren grafiğe taşkın hidrografi denir. Taşkın hidrografi eğrisi ile zaman eksenini arasındaki alan, taşkın sırasında nehir en kesitinden geçen suyun hacmini vermektedir. Hiyetograf ise yağışın zaman içinde değişimini gösteren zarf eğrilerine sahip bir grafikdir. Çünkü yağış bölgeye göre değiştiği gibi başladığından itibaren sabit bir şiddetle de yağmamaktadır.

Sentetik metotlar ile yeteri kadar rasadı bulunmayan akarsu havzalarında veya ampirik metotların kullanılmasının gerçeğe yakın değerleri göstereceği düşünülmendiğinde uygulanan bir metottur. Bu yöntemler nispeten daha basit ve kullanışlı yöntemlerdir.

Sentetik metotlardaki ana etmen yağıştan akışa geçme işlemidir. Yağış değerleri bulunduktan sonra, deneysel çalışmalar yardımı ile çıkarılan numaralar, bu değerleri düzenlemede kullanılmaktadır. Bu numaraların zemine göre düzeltmeleri ve anlamlandırılmaları gerekmektedir. Yani genel itibariyle değerlendirilmesi havza için eğri numarası denilen yalnız bir parametre ile nitelendirilir ve bu eğri numarası akış yüksekliğini bulmada da yardımcı olmaktadır.

Havza eğri numarası; bölgedeki birim hidrograftan veya havzanın toprak ve bitki örtüsü ile sızma durumuna göre anlamlandırılmıştır, bu kıyas düzeneklerinde

gözlemleme yapılarak Çizelge 4.3.'ten elde edilir. Çizelge 4.3.'te bulunan zeminin yerleşke olarak konumundaki özelliklerine karşılık seçilen hidrolojik zemin gruplarının açıklamaları Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Arazi kullanımına ve hidrolojik zemin gruplarına göre eğri numaraları, CN (Orta nem durumu için, CN (II)) (Ağırlioğlu, 2007)

ARAZİ KULLANIM DURUMU	HİDROLOJİK ŞARTLAR	HİDROLOJİK ZEMİN GRUBU					
		A	B	C	D		
<i>Nadasa bırakılmış, düz sıralı veya çıplak arazi</i>		77	86	91	94		
<i>Mera veya çayır</i>	<i>Zayıf: yoğun bitki örtüsü % 25'ten az</i>	68	79	86	89		
	<i>Orta: yoğun bitki örtüsü % 25-50 arasında</i>	49	69	79	84		
	<i>İyi: yoğun bitki örtüsü % 50'den fazla</i>	39	61	74	80		
<i>Çalılık</i>	<i>Zayıf: yoğun bitki örtüsü % 25'ten az</i>	48	67	77	83		
	<i>Orta: yoğun bitki örtüsü % 25-50 arasında</i>	35	56	70	77		
	<i>İyi: yoğun bitki örtüsü % 50'den fazla</i>	30	48	65	73		
<i>Ağaçlık</i>	<i>Zayıf: yoğun bitki örtüsü % 25'ten az</i>	45	66	77	83		
	<i>Orta: yoğun bitki örtüsü % 25-50 arasında</i>	36	60	73	79		
	<i>İyi: yoğun bitki örtüsü % 50'den fazla</i>	25	55	70	77		
<i>Çiftlik arazileri</i>		59	74	82	86		
<i>Açık alanlar, çimler, parklar, golf sahaları ve mezarlıklar</i>	<i>İyi: alanın % 75'ten fazlası çimen kaplı</i>	39	61	74	80		
	<i>Orta: alanın % 50-75'i çimen kaplı</i>	49	69	79	84		
	<i>Zayıf: alanın % 50'den azı çimen kaplı</i>	68	79	86	89		
<i>Ticaret merkezleri</i>	Ortalama % 85'i geçirimsiz	89	92	94	95		
<i>Sanayi bölgeleri</i>	Ortalama % 72'si geçirimsiz	81	88	91	93		
<i>Yerleşim bölgeleri</i>	Alanı	Geçirimsizlik					
	<i>< 500 m²</i>	% 65		77	85	90	92
	<i>1000 m²</i>	% 38		61	75	83	87
	<i>1500 m²</i>	% 30		57	72	81	86
	<i>2000 m²</i>	% 25		54	70	80	85
	<i>4000 m²</i>	% 20		51	68	79	84
<i>Kaplamalı park alanları, çatılar, ara yollar</i>		98	98	98	98		
<i>Cadde ve yollar</i>	Kaplamalı, ızgaralı ve kanallı	98	98	98	98		
	Çakıl	76	85	89	91		
	Toprak	72	82	87	89		
	Kaplı ve açık hendekli	83	89	92	93		

Yağış öncesi zemin durumu ile tanımlanabilen, Çizelge 4.5.'te zeminin nem durumuna göre, 5 günlük toplam yağış limitleriyle, 3 farklı nem durumu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Hidrolojik zemin grupları (Ağırlioğlu, 2007)

Hidrolojik Zemin Grubu	İçerik / Özellik	Sızma hızı
<i>A Grubu</i>	Derin kumlu zeminler, derin bitki toprağı, agregalı siltler	> 0,76 cm/saat
<i>B Grubu</i>	Sığ bitki toprağı, kumlu lemler	0,38 – 0,76 cm/saat
<i>C Grubu</i>	Killi lemler, organik maddeli topraklar ve çok killi topraklar	0,127 – 0,38 cm/saat
<i>D Grubu</i>	Islak, ağır plastik killer, tuzlu topraklar	< 0,127 cm/saat

Çizelge 4.5. Yağış öncesi nem durumunun tahmini için yağış limitleri (Ağırlioğlu, 2007)

Yağış öncesi zeminin nem durumu	5 günlük toplam yağış (mm)	
	Kasım – Mart ayları	Nisan – Ekim ayları
I. Durum (kuru zemin)	13,0 den az	35,0 den az
II. Durum (orta nemli zemin)	13,0 – 28,0	35,0 – 53,0
III. Durum (doymun zemin)	28,0'den fazla	53,0'den fazla

Nem durumuna göre sınıflandırma yapılarak durum numaraları üzerinde belli bağlantılar kurulabilir. Deneysel çalışmalar ile anlamlandırılmış eğri numarası, orta nem durumunda zemini yorumlamaya yardımcı olurken, zeminin nem durumu değıştiğı takdirde düzeltmeye ihtiyaç duyulmaktadır (Ağırlioğlu, 2007). Denklem 4.26. ve Denklem 4.27. ile eğri numarasına ait dönüşümler verilmektedir.

$$CN(I) = \frac{4,2CN(II)}{[10 - 0,058CN(II)]} \quad (4.26.)$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{[10 + 0,13CN(II)]} \quad (4.27.)$$

Dönüşümlerle akış eğri numaralarının düzeltilerek hazırlanılmış değerleri ise Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Bu dönüşümlerdeki ve Denklem 4.26. ve 4.27.'deki nem durumları ise şunlardır;

- Kuru zemin durumu (I. durum – CN (I)),
- Orta nemli zemin durumu (II. durum – CN (II)),
- Doymun zemin (III. durum – CN (III)).

Çizelge 4.6. Akış eğri numaralarının düzeltilmiş değerleri (Ağırlioğlu, 2007)

<i>Orta nemli zemin (II. Durum)</i>	<i>Kuru zemin (I. Durum)</i>	<i>Doygun zemin (III. Durum)</i>	<i>Orta nemli zemin (II. Durum)</i>	<i>Kuru zemin (I. Durum)</i>	<i>Doygun zemin (III. Durum)</i>
100	100	100	50	31	70
95	87	99	45	27	65
90	78	98	40	23	60
85	70	97	35	19	55
80	63	94	30	15	50
75	57	91	25	12	45
70	51	87	20	9	39
65	45	83	15	7	33
60	40	79	10	4	26
55	35	75			

Taşkın debisi hesabı yapılırken birim hidrograf analizi yapılarak başlanır. Bir havzadaki akışa esas olarak, havza büyüklüğü kadar, havzanın gecikme süresi ve havzanın toplanma süresinde etki etmektedir. Gecikme süresi, yağıştan akışa geçerken; konuma odaklı yağış hiyetografinin ağırlık merkezi ile akış hidrografının pik debi zamanı arasındaki süredir. Denklem 4.28.'de NRCS (Natural Resource Conservation Service) tarafından önerilen gecikme zamanı formüle edilerek verilmiştir.

$$T_L = \left[\frac{L^{0,8} (2540 - 22,86CN(II))^{0,7}}{(1410CN^{0,7}Y^{0,5})} \right] \quad (4.28.)$$

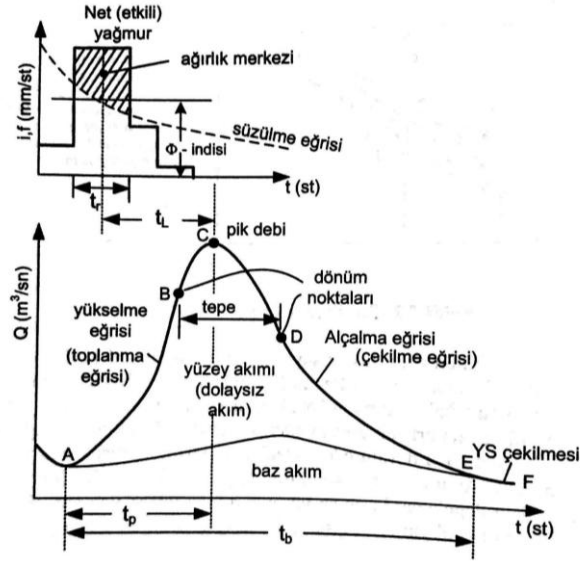
T_L : gecikme süresi (saat),

L : hidrolik uzunluk (m),

CN : eğri numarası,

Y : havzanın ortalama eğimi (%).

Bir akarsuyun herhangi bir kesitinden geçen debinin zamana göre fonksiyonu olarak çizilen grafiğe hidrograf denilmektedir. Bazı durumlarda hidrografın debi eksenini, su derinliği eksenini olarak da kullanılabilir. Hidrografın kendisini meydana getiren yağışın yüksekliğinin zamana bağlı gösterimi ise havzanın hiyetografını grafikleştirir. Havzanın yağış akış arası bağlantısının yorumlanması veya gecikme süresi gibi parametrelerin anlamlandırılması için Şekil 4.3.'te hidrograf ve hiyetograf gösterilmiş, ilgili bağlantılar ve parametreler verilmiştir. (Usul, 2008)



Şekil 4.3. Hidrograf-hiyetograf arası bağıntılar ve grafiklerin parametreleri (Usul, 2008)

Toplanma süresi; akarsuyun en yüksek noktasına düşen yağmur damlasının havzanın çıkışına kadar olan hareketinin süresidir. Gecikme süresi (saat cinsinden) ile arasındaki bağıntı Denklem 4.29. ile verilirken, harmonik eğim ile bağıntısı Denklem 4.30.'da verilmiştir.

$$T_c = \frac{5}{3} T_L \quad (4.29.)$$

T_L : gecikme süresi (saat).

$$T_c = 3,95 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad (4.30.)$$

L : nehir yatağı uzunluğu (m),

S : harmonik eğim.

Taşkını meydana getiren yağış süresi, toplanma süresi bazında ifade edilebilir. Denklem 4.31.'deki D ifadesi yağış süresini saat cinsinden göstermekte olup, kendisinden sonraki en büyük tam sayı değeri D değerini alır.

$$D = 2\sqrt{T_c} \quad (4.31.)$$

D : yağış süresi (saat),

T_c : toplanma zamanı (saat).

Sentetik metotlar, genelde birbirine benzerdirler ve çözüm yollarında aynı parametreleri görme şansı yüksektir. Bu metotlardan en önemli 4 tanesi şunlardır;

- Rasyonel Metot: Küçük havzalar için daha kullanışlıdır. Havzadaki su toplanma süresine eşit sürede üniform yağışın havzaya egemen olduğu kabul edilir.
- Mockus Metodu: Tezimizin 4.2.2. Bölümünde değinilmiştir.
- DSİ Sentetik Metot: Havza içerisindeki yağış değerleri değişkendir. Toplanma süresi 2 saatten fazla havzalarda kullanıma uygundur. Süperpoze edilebilir.
- Snyder Metodu: Havzadaki yağış değerleri değişkendir. Büyük havzalar için uygundur, ancak seçiminde herhangi bir kritere sahip değildir.

4.2.2. Mockus Metodu

Mockus Metodu yüzeysel akışın sentetik yollarla bulunmasını sağlayan bir önerme metodudur. Sıklıkla tercih edilmesinin sebebi hesabının pratik olması ve hesabında kullanılan üçgen birim hidrografın kolaylıkla çizilebilmesidir. Genelde küçük havzalar için tercih edilmektedir. Büyük alanlarda drenaj alanları tali parçalara ayrılarak her bir parça için çizilen hidrograflar gecikme zamanlarına göre süperpoze edilmektedir. Süperpozesiz Mockus yönteminde proje sağanak süresi boyunca (D) havzaya düşen yağışın sabit şiddette ve homojen olduğu kabul edilir. (Kumanlıoğlu & Ersoy, 2018)

Metodun kullanımı için hidrografın yükselme süresi (Denklem 4.32.), alçalma süresi (Denklem 4.33.) ve taban süresi (Denklem 4.34.) belirlenmelidir. Söz konusu parametreler Şekil 4.3.'te verilmiştir. Hidrograf grafiğinin; pik debiye çıkan eğrisinin apsisi yükselme zamanını, pik debiden düşen eğrisinin apsisi alçalma zamanını, bu iki zamanın birleşimi ise, tüm eğrinin apsisine denk gelen taban süresi olarak tanımlanır.

$$T_p = 0,5D + 0,6T_c \quad (4.32.)$$

D : yağış süresi (saat),

T_c : toplanma süresi (saat).

$$T_r = 1,67T_p \quad (4.33.)$$

T_p : yükselme süresi.

$$T_s = T_r + T_p \quad (4.34.)$$

T_r : alçalma süresi,

T_p : yükselme süresi.

Birim hidrografın birim alana göre pik debisi Şekil 4.3.'te gösterilmiş, Denklem 4.35.'te formüle edilmiştir.

$$q_p = 0,208 \frac{A}{T_p} \quad (4.35.)$$

q_p : taşkın hidrografının pik debisi ($m^3/s/mm$)

A : havza alanı (km^2)

T_p : yükselme süresi.

Harmonik eğim; nehrin 10 eşit parçaya bölünmesiyle elde edilen her parçanın başlangıç ve bitiş kotları yardımıyla kendi eğiminin dâhil olduğu ve nihayetinde tüm akarsuyu temsil edecek bir eğim ağının tanımıdır (Kumanlıoğlu & Ersoy, 2018). Harmonik eğim Denklem 4.36. ile formüle edilerek verilmiştir.

$$S = \left(\frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2 \quad (4.36.)$$

S : harmonik eğim,

S_i : kesitlerin eğimleri.

Harmonik eğim ve nehir yatağı uzunluğuna bağlı havzanın toplanma süresi Kirpich Formülü (Denklem 4.30.) ile elde edilebilir.

Birim hidrografın ordinatlarında yer alan değerlerin (Q), aynı hidrografın pik debisine (Q_p); hidrograf grafiğinin apsislerinde yer alan değerlerin (T) ise, aynı hidrografın pik debisine karşı gelen süreye (T_p) bölüldüğünde boyutsuz birim hidrograf elde edilmektedir (Kumanlıoğlu & Ersoy, 2018). Boyutsuz bir birim hidrograf olan; SCS metodu 1957 yılında Amerikan Toprak Muhafaza Servisi tarafından geliştirilmiştir.

SCS Yöntemi ile yağışın dolaysız akışı bulunabilmektedir. Bu yöntemde ilk olarak artık (etkin) yağış değeri (Denklem 4.37.) ve bu değerin de belirlenebilmesi için yağış başladıktan sonra maksimum tutulan suyun (Denklem 4.38.) değeri bulunmalıdır. Yağış başladıktan sonraki maksimum tutulan su, zemin cinsine ve nemine bağlıdır.

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (4.37.)$$

P_e : artık (etkin) yağış,

P : yağış yüksekliği,

S : yağış başladıktan sonraki maksimum tutulan su miktarı.

$$S = \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right) * 25.4 \quad (4.38.)$$

S : yağış başladıktan sonraki maksimum tutulan su miktarı,

CN : eğri numarası.

Denklem 4.37.'deki (yağış yüksekliği) $P < 0,2S$ eşitliği oluşursa; $Pe = 0$ olur.

Artık (etkin) yağışın anlamlı bir değer kazanmasıyla, maksimum taşkın debisi artık bulunabilmektedir (Denklem 4.39.).

$$Q_{\max} = (P_e * q_p) + Q_{\text{baz}} \quad (4.39.)$$

Q_{\max} : maksimum taşkın debisi (m^3/s),

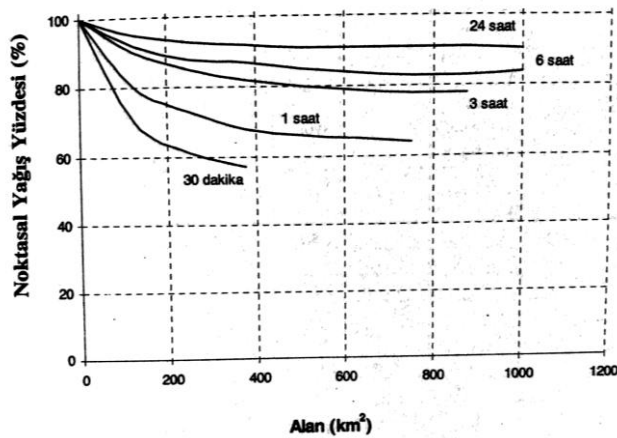
P_e : artık (etkin) yağış (mm),

q_p : birim hidrografın pik debisi ($\text{m}^3/\text{s}/\text{mm}$),

Q_{baz} : taban akımı (m^3/s).

Denklem 4.39. kullanılmadan önce tekerrür yağış değerleri, düzeltme amaçlı 3 değer ile çarpılarak gerçeğe yakın olan yeni değerini almaktadır. Bu üç değer;

- MF; düzeltme faktörü, değeri sabit ve 1,13'tür,
- PLV; plüvyograf katsayısı, yağış ölçümü yapan her istasyonda olmasa dahi, kimilerinde bulunan bir değerdir. Olmayan yerlerde kendisine en yakın veya en uygun PLV değeri kullanılır,
- YADK; yağış-alan dağılım katsayısı, Şekil 4.4. ile belirlenir. Yağışlar belli bir yerde, başlangıcından itibaren sabit bir şiddetle yağmazlar. Şekil 4.4. yağışın zaman içerisindeki değişimini de göstermektedir.



Şekil 4.4. Noktasal yağış yüksekliğinin (YADK), drenaj alanı ve zamanla ilişkisi (Ağırlioğlu, 2007)

500 veya 1000 yıllık taşkın debisi ise Denklem 4.40. ile bulunmaktadır.

$$Q_{Tx} = Q_{10} + ZT * Q_{100} - Q_{10} \quad (4.40.)$$

Denklem 5.15.'teki ZT parametresi ise Denklem 4.41. ile hesaplanmaktadır.

$$ZT = 0.99 * \text{Log}T - 0.98 \quad (4.41.)$$

4.3. Topoğrafya Teşkili

Harita oluşturmak, yeryüzünün parçalarını belirli oranlarla küçültülmüş şekilde bir düzlem üzerine aktarmaktır. Jeomorfoloji, nüfus, trafik, havza vb. birçok alanda harita çizilebilmektedir. En basit biçimiyle haritalar iki boyutlu yapılardır, fakat üç boyutlu olarak da kürelere yansıtılabilir.

Hala mevcut olan mağara resimleri, taşlar üzerindeki gravürler Dünya'da haritacılığın çok eski bir uğraş olduğunu göstermektedir. Önceleri savaşlar sebebiyle bir uğraş haline gelen haritalar ve haritacılık daha sonra kendine siyasi ve politik olgular başta olmak üzere birçok sekmede yer bulmuştur.

İnşaat mühendisliği açısından haritalama, herhangi bir yapı veya yapıya etkili kuvvetin yerini, kotunu ve bu ilişkideki detayları hesaplamak ve göstermekte kullanılır.

Belirli ölçüm metotlarıyla coğrafya üzerinden alınan noktaların veri olarak işlenmesinin ardından, bu noktalar haritalara dönüştürülmektedir. Önce kâğıda alınan noktalar ardından eş yükselti eğrileriyle birleştirilerek bize o coğrafyanın koordinatını ve kotunu vermektedir. Elde edilen haritalar ile nehir yatakları daha kolay modellenip, üzerinde çalışma yapmaya daha uygun hale gelmektedir.

Bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), bu verileri yönetmek, analiz etmek ve görselleştirmek için yazılım araçlarıyla birleştirilmiş coğrafi verileri (yani, konumun ilgili olduğu olayların açıklamalarını) içeren bir veri tabanı türüdür.

İngilizcesi "Geographic Information System" (GIS) olan CBS, coğrafi konumun "anahtar indeks değişkeni" olarak kullanılması yoluyla, daha önce ilişkisiz bilgileri ilişkilendirme yeteneği sağlar. Dünya'nın uzay-zaman düzleminde bulunan konumları ve kapsadıkları; x (boylam), y (enlem) ve z (yükseklik) koordinatlarıyla kaydedilebilir.

Günümüzde yeryüzünün araştırılması ve öğrenilmesi amacıyla kullanılan oldukça hızlı ve doğru bilgilerin elde edilebildiği yazılımlar ve sistemler mevcuttur. Son derece karmaşık yapılara sahip bu sistemlerden periyodik olarak yeryüzüne ilişkin ve milyonlarla ifade edilebilecek veriler elde edilmektedir. Bu veri organizasyonunu

sağlayacak sistem ise CBS'dir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, var olan verilerin ilişkilendirilmesinde, yeni verilerin üretilmesinde, depolanmasında, işlenmesinde ve yayınlanmasında sağladığı kolaylıklar nedeniyle son 10-15 yıl içinde hızla gelişmiş ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

Coğrafik varlıklar, belli bir konumu ve biçimi olan bütün nesnelere dir. Coğrafik varlık terimi sadece fiziki varlıkları değil, aynı zamanda soyut nesnelere (nüfus yoğunluğu, toprak özelliği vb.) de kapsar. Coğrafik varlıklara ait bütün özelliklerin derlenmesi depolanması ve varlığın bütünüyle tanımlanması oldukça güç bir işlemdir. Önemli olan, varlığa ait ayrıntılı bilginin yararlanılabilir bir bilgi sistemi şekline getirilebilmesidir. (Yıldırım, 1994)

Vektör yapıda depolanan coğrafik varlıklar, nokta, çizgi veya poligon şeklinde gruplanırlar ve nokta, çizgi ve poligonun çevresini tanımlayan koordinatlar olarak saklanırlar. Raster yapıda ise, bütün detaylar birer alan olarak ele alınır ve grafik veri olarak bu alanları oluşturan piksellerin renk veya ton değerleri saklanır.

CBS programlarında hiyerarşik olarak istenilen haritaları elde etme basamakları şunlardır;

1. Veri girişi
2. Veri yönetimi; veri arşivleme ve düzeltme
3. Veri işleme ve veri analizi
4. Veri çıkışı

HEC-RAS programında 2D hidrodinamik analiz yapmak için akarsu ağlarının ve bu ağlara yakın yerleşkelerin kotlarıyla haritasının elde edilmesi yeterli olmamaktadır. HEC-RAS programı kendi CBS sistemi olan HEC-Geo-RAS'ı kullanmaktadır. HEC-Geo-RAS'ın haritaları okuması, haritanın TIFF veya TIN dönüşümü halinde mümkündür. Bu amaçla HEC-RAS'ın söz konusu haritayı tanımlayabilmesi için bir dizi dönüşümler yapmak şarttır.

Üçgenleme veya üçgen model oluşturma işlemi kotlara sahip noktalardan sayısal arazi modeli oluşturmaya yarayan yöntemlerden birisidir ve en çok kullanılanıdır. Üçgenleme ne kadar eşit açılı ve eşit kenar uzunluklu olursa model de o kadar doğruya yakın değerleri verir.

Fakat geniş Ergene Nehri coğrafyası tek başına hidrodinamik analizde çok noktalı haritaya sahip olduğundan, harita sisteminin dönüşümü ve HEC-RAS analizi zor olacağından, taşkın haritası parçalanmıştır. Bu parçalama işlemi ile karışık nehir kolları

ve geniş çaplı inceleme yerine, beş harita kullanılarak daha detaylı ve hızlı analiz yapılması sağlanmıştır.

Ergene Nehri taşkın analizindeki ilk durak olan Tekirdağ İli Muratlı İlçesinin İnanlı Yerleşkesi Şekil 4.5.'te gösterilmiştir. Nehrin İnanlı kısmında güneyden Muratlı İlçesi dolaylarından gelen Çorlu Çayı, yine İnanlı kısmında doğudan Ergene İlçesi dolaylarından gelen Yukarı Ergene Çayı ile birleşmekte ve Ergene Nehri başlamaktadır.



Şekil 4.5. Taşkın analizinde (mavi çizgi); Ergene Nehri-İnanlı haritası

Ergene Nehri taşkın analizinde ikinci durak olan Kırklareli İli Lüleburgaz İlçesinin Kayabeyli Yerleşkesi Şekil 4.6.'da gösterilmiştir. Nehrin Çiftlikköy kısmında doğudan Saray İlçesi dolaylarından gelen Yuvalı Deresinin, Kayabeyli'nin mansap kısmında ise kuzeydoğudan Vize İlçesi dolaylarından gelen Sulucak Çayı'nın nehre akış noktaları gösterilmiştir.

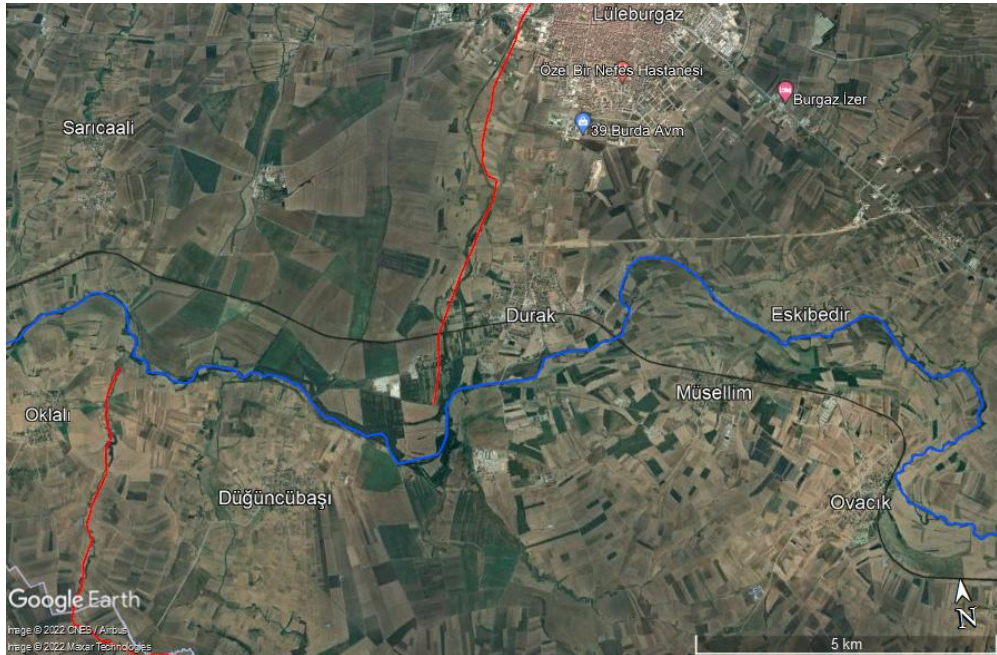
Ergene Nehri taşkın analizinde üçüncü durak olan Kırklareli İli Lüleburgaz İlçesi Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. Nehrin Durak Yerleşkesi'nde kuzeyden Pınarhisar İlçesi dolaylarından gelen Kaynarca Deresi ile Oklalı ve Dügüncübaşı arası güneydoğudan Muratlı İlçesi dolaylarından gelen Hamam Dere, nehre mansaplanmaktadır.

Ergene Nehri taşkın analizinde dördüncü harita olan Kırklareli İli Babaeski İlçesine bağlı Alpullu Beldesi Şekil 4.8.'de gösterilmiştir. Nehrin Alpullu kısmının membaında kuzeyden Kırklareli İli Merkez İlçesi dolaylarından gelen Üsküp Dere ile

Sinanlı'nın güneydoğusundan Dambaslar Yerleşkesi dolaylarından gelen Ova Çayı haritalandırılmıştır. Nehrin Alpulu kısmının mansabında, kuzeyden Babaeski İlçesi dolaylarından gelen Anaçay ile güneyden Malkara İlçesi dolaylarından gelen Hayrabolu Deresinin nehrine Mandıra kısmından mansaplandığı gösterilmiştir.

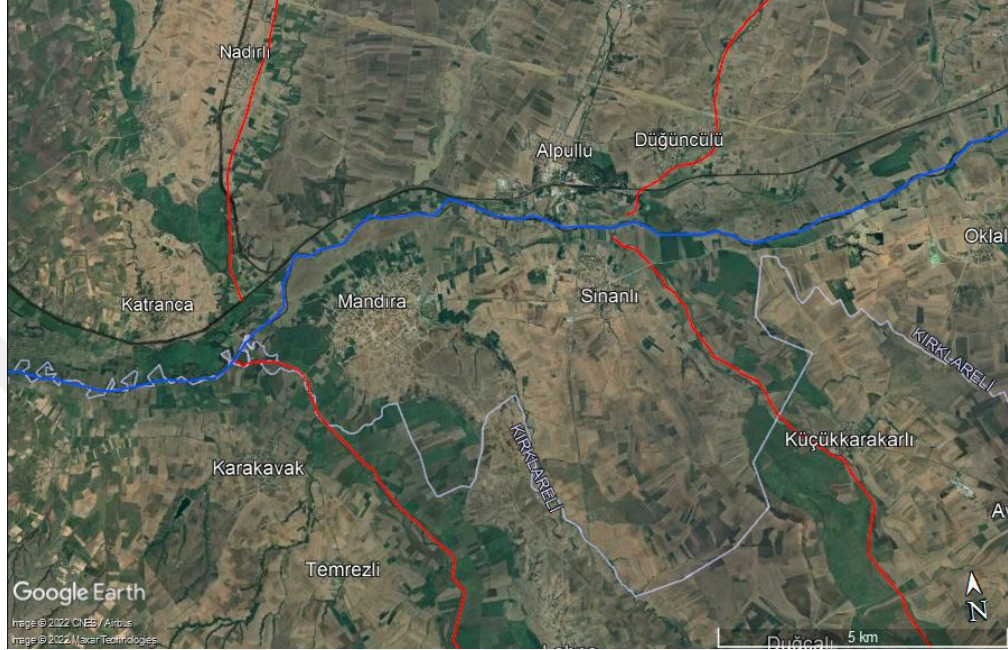


Şekil 4.6. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Kayabeyli haritası

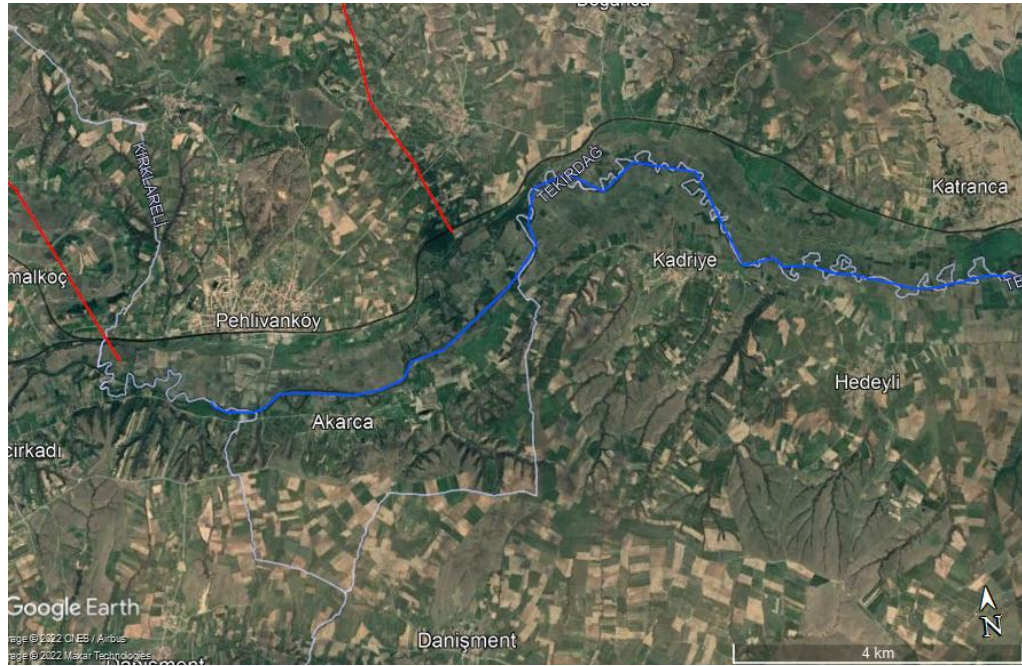


Şekil 4.7. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Lüleburgaz haritası

Ergene Nehri taşkın analizinde beşinci harita olan Kırklareli İli Pehlivanköy İlçesi Şekil 4.9.'da gösterilmiştir. Nehrin Pehlivanköy membaında kuzeyden Havsa İlçesi dolaylarından gelen Kuleli Dere ile Pehlivanköy mansabında kuzeyden Kırçasalih Yerleşkesi dolaylarından gelen Ova Dere gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Alpullu haritası



Şekil 4.9. Taşkın analizinde (mavi çizgi) kullanılacak Ergene Nehri-Pehlivanköy haritası

Ana kolların Ergene Nehri'ne hangi haritalardan bağlandığı, Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Ana kolların taşkın analizi için Ergene Nehri'ne bağlandığı harita parçaları

Ana Kollar	Taşkın analizinde, nehirle birleştiği harita parçası
<i>Yukarı Ergene Çayı</i>	İnanlı haritası
<i>Çorlu Çayı</i>	İnanlı haritası
<i>Yuvalı Dere</i>	Kayabeyli haritası
<i>Sulucak Çayı</i>	Kayabeyli haritası
<i>Kaynarca Deresi</i>	Lüleburgaz haritası
<i>Hamam Dere</i>	Lüleburgaz haritası
<i>Üsküp Dere</i>	Alpullu haritası
<i>Ova Çayı</i>	Alpullu haritası
<i>Ana Çay</i>	Alpullu haritası
<i>Hayrabolu Deresi</i>	Alpullu haritası
<i>Kuleli Dere</i>	Pehlivanköy haritası
<i>Ova Dere</i>	Pehlivanköy haritası

4.3.1. Datum ve projeksiyon

Datum herhangi bir noktanın yatay ve dikey konumunu tanımlamak için referans alınan başlangıç yüzeyidir; yatay datum koordinatları dikkate alıp referansı buna göre göstermeye yarayarak uzaklık hakkında fikir sahibi olmamızı sağlarken; dikey datum ise yükseklikleri dikkate alıp referans göstermeye yarayarak kotlar hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır.

Haritalardaki bozulmaların etkisini azaltmak için zamanla farklı kişiler tarafından çeşitli çizim yüzeyleri geliştirilmiştir ve bu çizim yüzeylerine projeksiyon denmiştir. Kimi projeksiyonlar, açılarının bozulmasının önüne geçerken kimi projeksiyonlar uzunluklarının bozulmasının önüne geçmeye yönelik ortaya atılmıştır. (Url-5)

Flaman coğrafyacı Gerardus Mercator tarafından geliştirilen Mercator Projeksiyonu, daha doğru projeksiyonların formüle edildiği 20. yüzyılın sonlarına kadar dünya haritaları için dünyanın standart iki boyutlu projeksiyonu olarak yaygın olarak

kullanılmıştır. Mercator aynı zamanda atlas kavramını bir harita koleksiyonu olarak kullanan ve popülerleştiren ilk kişidir.

Harita projeksiyonlarının ana amacı, yerküre yüzeyine tanımlanmış bir referans yüzey oluşturup, üzerinde belirli bir koordinat sistemine göre tanımlı noktaları düzlem üstünde veya düzleme açılabilen yüzeylere belirli matematiksel bağıntılara göre aktarmaktır. Yer küreyi referans olarak haritalamanın amacına ve ölçeğine göre küre ya da dönel elipsoid kullanılabilir. Her iki yaklaşımda da orijinal yüzeyin, düzlemdeki haline deforme olmadan aktarılması mümkün değildir ve noktalar deformatsiyonsuz iz düşürülemez. Ancak orijinal yüzeydeki birtakım büyüklükler (uzunluk, alan, doğrultu) korunarak aktarılabilir. Projeksiyonda yapılan yüzeyin deforme uğrayan elemanlarının ve deforme miktarının bilinmesi, orijinal değerden farklılığı açısından önemlidir. (Uçar ve ark., 2011)

Taşkın haritasının oluşturulabilmesi ve haritalandırma işlemlerinde yerleşim yerleri ile taşkın sularının sınırlarının model oluşturulabilmesi için eldeki harita için PRJ dosyası oluşturularak, haritaya uygun bir projeksiyon tanımlanmalıdır.

4.4. HEC-Geo-RAS

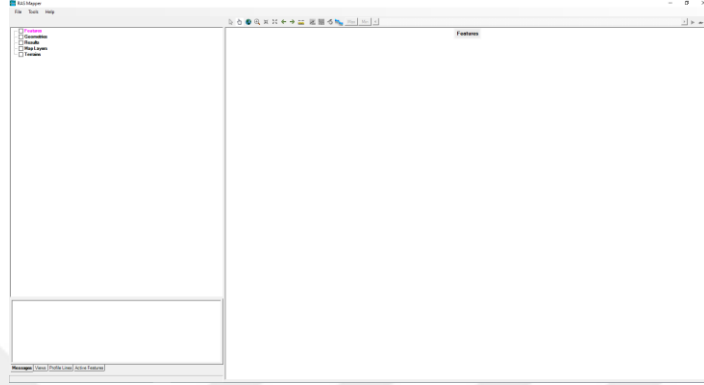
HEC-RAS uzantısı olan HEC-Geo-RAS, programın kendi içerisinde bir CBS yazılımıdır. HEC-RAS programında bir ara yüz olarak açılan HEC-Geo-RAS sayesinde 2-Boyutlu Hidrolik Tahkik yapıлып, taşkın arazileri haritalandırılabilir.

HEC-Geo-RAS, bir grafik kullanıcı arabirimi (GUI) kullanarak GIS programlarından elde edilmiş coğrafi verileri işlemek için bir dizi prosedür, araç ve yardımcı program koludur. Ara yüzü (Şekil 4.10.), oluşturulan kanalın HEC-RAS'a aktarılacak üzere geometrik verilerin hazırlanmasına izin verir ve HEC-RAS'tan dışa aktarılan simülasyon sonuçlarının işlenmesini sağlar.

İçe aktarma dosyasını oluşturmak için, nehir sisteminin TIN formatında mevcut dijital arazi modeline (DTM) sahip olması gerekir. HEC-RAS, TIN formatındaki arazi üzerine HEC-Geo-RAS yardımıyla çizilen kanal elemanlarının (nehir, levee vb.) geometrisini hidrolik tahkik yapmak üzere kullanır. Oluşturulan çizgi temasları, taşkın debisinin geçeceği kesitlerin belirlenmesi, kanal güzergâhı sanat yapılarının modellenmesi ve taşkın boyutunun arazide değerlendirilmesine yardımcı olur.

HEC-RAS'ta yapılan hidrolik analiz sonuçları HEC-Geo-RAS'a dışa aktarma işlemiyle, simülasyonun son halini işleyebilir. Su yüzü profilleri, hız verileri, taşkın

yatağı haritalaması, taşkın hasarı, akarsu yatağının haritalandırılması, ekosistem restorasyonu ve taşkınlar için uyarı bölgeleri hazırlanabilir. Analizin tüm sonuçlarının CBS formatı yine HEC-Geo-RAS tarafından işlenebilir. Ara yüzü RAS Mapper olarak da bilinir. Program ara yüzündeki katmanların açıklaması Çizelge 7.1.’de gösterilmiştir.



Şekil 4.10. HEC-Geo-RAS ara yüzü (RAS Mapper)

Çizelge 4.8. HEC-Geo-RAS programı katmanları

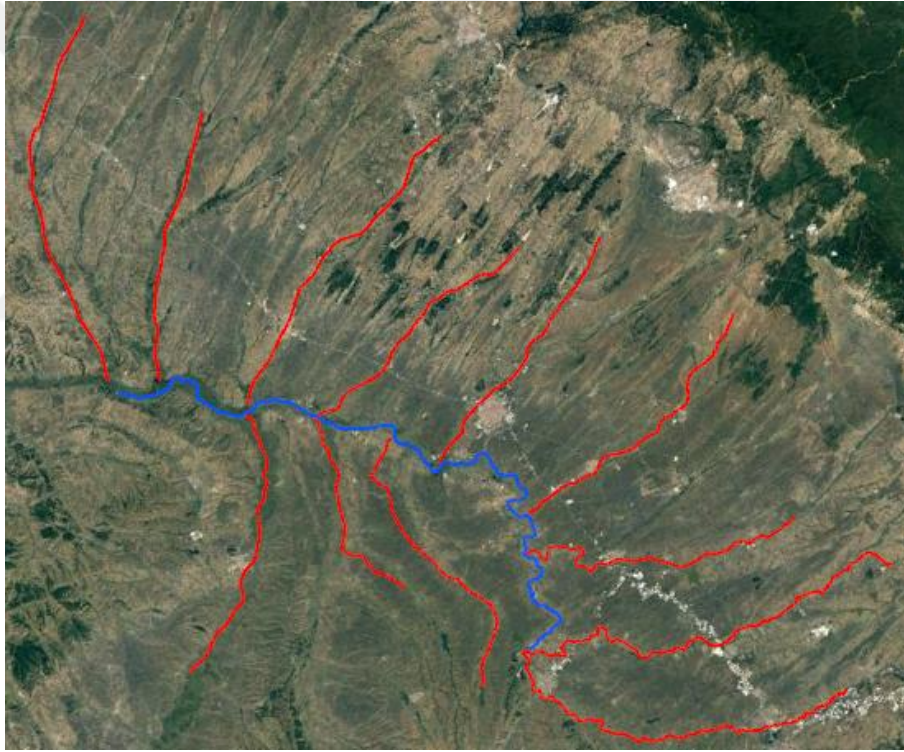
Katmanlar	Özellikleri	Açıklaması
<i>Terrains</i>	<ul style="list-style-type: none"> TIN PRJ 	Arazi tanımlar, uygun modele oturması sağlar. Hazır TIN ve PRJ dosyası ile araziyi oluşturur.
<i>Features</i>	<ul style="list-style-type: none"> Toolbar Catalog 	GIS programları olmadan, Terrain (arazi modeli) oluşturur. TIN modelini kendisi oluşturabilir.
<i>Results</i>	<ul style="list-style-type: none"> Depth Velocity 	Sonuçları gösterebilir. Hız - su derinliği analiz sonuçlarını haritalandırır.
<i>Geometries</i>	<ul style="list-style-type: none"> Rivers Manning's "n" Bridges/Culverts Dams Pump Stations Junctions Bank Lines Cross Sections 	Terrain oluşturduktan sonra, nehir çizimi ve tanımlama, Manning katsayısı, bank tanımlama, birleşim noktaları ve en kesit atama yapar. Köprü, baraj, menfez, viyadük, nehir bent yapıları ve pompa istasyonları gösterimi sağlar.
<i>Event Conditions</i>	<ul style="list-style-type: none"> Subcritical Supercritical Mixed 	Analizin sınır koşulları ve olayın olma koşullarını belirler.
<i>Map Layers</i>	<ul style="list-style-type: none"> Google Hybrid Google Satellite 	Terrain'de analizin uydu görüntüleri vasıtasıyla uygun şekilde haritalandırılmasını sağlar.

5. ANALİZ VE MODELLEME

5.1. Analiz

5.1.1. Hidrolojik analiz

Tekirdağ İli Muratlı İlçesi mansabı ve Kırklareli İli Pehlivanköy İlçesi membar olan Ergene Nehri ile nehre bağlanan ana kolları Şekil 5.1.'de gösterilmiştir. Söz konusu nehir bölümüne etkili istasyonların belirlenmesi bu şekil sayesinde yapılmıştır. İstasyonlar belirlenirken, barajların olduğu alanlar ihmal edilmiş ve hesaplamalara katılmamıştır.



Şekil 5.1. Muratlı – Pehlivanköy arası Ergene Nehri ve bağlanan ana kolları

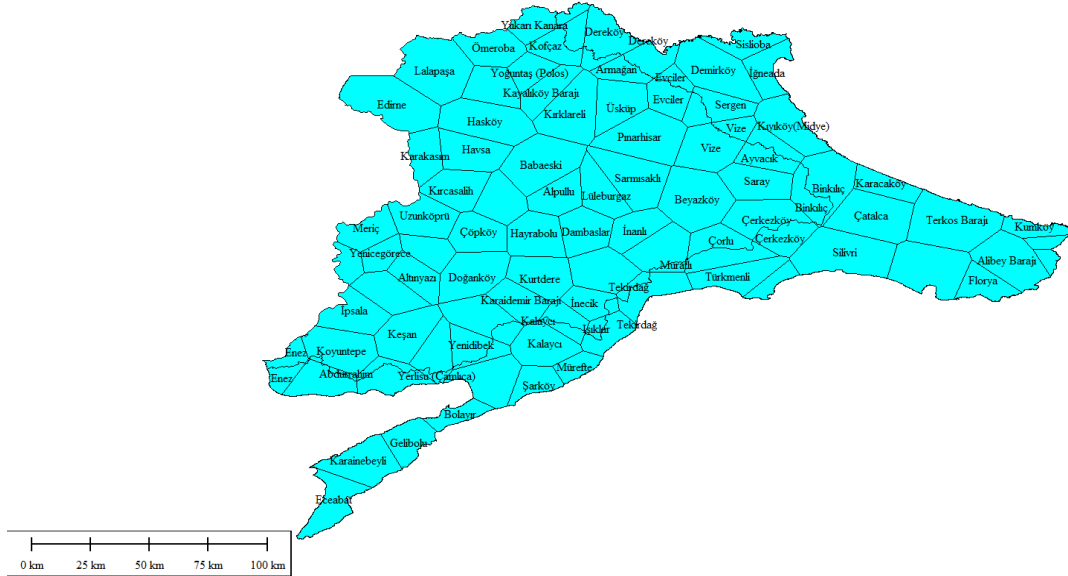
Global Mapper programı, bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılım paketidir. Global Mapper ile hem vektör hem tarama hem de yükseklik verileri işlenebilir, dönüştürülebilir, görüntülenebilir ve diğer tüm CBS özellikleri gerçekleştirilebilir.

Trakya'daki tüm yağış istasyonlarının konumları MGM'den alınarak evrensel grid halinde, Google Earth programında yer imleci olarak kaydedilmiştir ve Şekil 5.2.'de gösterilmiştir. Ardından ihtiyaç olan yağış istasyonlarının ve yağış alanlarının

belirlenebilmesi için bu harita modeli Global Mapper programına aktarılmış, bütün bir şekilde coğrafyanın Thiessen Poligonları oluşturulmuştur. Coğrafyanın Thiessen Poligonları Şekil 5.3.'te görülmektedir.



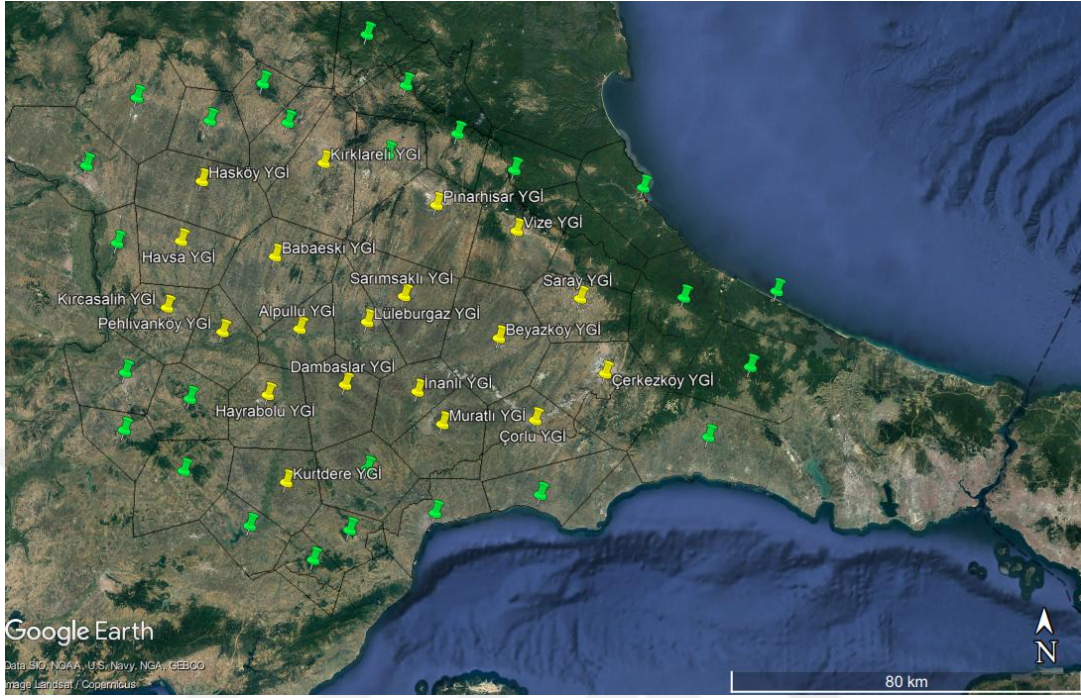
Şekil 5.2. İstasyonların yerleri



Şekil 5.3. Trakya'da Thiessen Poligonları

Thiessen Poligonları olarak elde edilen haritalama işlemine, Ergene Nehri Tekirdağ İli Muratlı İlçesi ve Kırklareli İli Pehlivanlı İlçesi arası güzergâhı ve bu

güzergâha bağlanan ana kolları çakıştırılmış ve olasılık dağılım fonksiyonlarına muhatap istasyonlar, Şekil 5.4.'te gösterildiği gibi belirlenmiştir.



Şekil 5.4. Dağılıma muhatap istasyonlar (sarı imleçler) ve Thiessen Poligonları

Olasılık dağılım fonksiyonlarının uygulandığı istasyon adları ve bulunduğu şehirler Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Dağılımları uygulamak için gerekli olan istasyonlara ait istatistiksel parametreler Çizelge 5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. İstasyonların adları ve bulunduğu şehirler

TEKİRDAĞ	KIRKLARELİ	EDİRNE
Beyazköy YGİ	Alpullu YGİ	Hasköy YGİ
Çerkezköy YGİ	Babaeski YGİ	Havsa YGİ
Çorlu YGİ	Kırklareli YGİ	Kırçasalılı YGİ
Dambaslar YGİ	Lüleburgaz YGİ	
Hayrabolu YGİ	Pehlivanlı YGİ	
İnanlı YGİ	Pınarhisar YGİ	
Kurtdere YGİ	Sarımsaklı YGİ	
Muratlı YGİ	Vize YGİ	
Saray YGİ		

Çizelge 5.2. İstasyonlara ait istatistiksel parametreler

İstasyonlar	Lineer Çarpıklık Katsayısı	Logaritmik Çarpıklık Katsayısı	Lineer Ortalama	Lineer Standart Sapma	Logaritmik Ortalama	Logaritmik Standart Sapma
<i>ÇERKEZKÖY</i>	3,03557	1,20904	47,91429	25,34467	1,64219	0,17148
<i>ÇORLU</i>	1,62414	0,73062	45,58889	17,10104	1,63390	0,14286
<i>HAYRABOLU</i>	0,75681	0,13939	46,91282	14,61782	1,65156	0,13206
<i>MURATLI</i>	1,01152	0,52356	44,15217	13,98239	1,62602	0,12847
<i>SARAY</i>	2,31040	1,05193	56,76667	34,63106	1,70029	0,20522
<i>DAMBASLAR</i>	2,50933	0,87752	51,44194	28,03362	1,66672	0,18846
<i>BEYAZKÖY</i>	1,78572	0,47158	44,14643	19,76994	1,61026	0,16948
<i>İNANLI</i>	0,98191	0,51369	39,60000	9,50308	1,58741	0,09973
<i>KURTDERE</i>	1,85696	0,54220	49,25306	20,35081	1,66260	0,15756
<i>VİZE</i>	2,10799	0,99808	48,99667	24,48539	1,65156	0,17511
<i>KIRKLARELİ</i>	1,40486	0,44641	51,57222	21,41436	1,68052	0,16359
<i>PINARHİSAR</i>	2,24428	0,91413	48,24187	19,35888	1,65721	0,14430
<i>PEHLİVANKÖY</i>	1,16028	0,55050	51,23784	17,52859	1,68758	0,13685
<i>LÜLEBURGAZ</i>	1,01065	0,26135	51,06528	20,25451	1,67720	0,16305
<i>BABAESKİ</i>	1,55121	0,35312	47,90930	15,93829	1,65978	0,13304
<i>ALPULLU</i>	1,32220	0,56433	46,15227	16,16050	1,64156	0,13811
<i>SARIMSAKLI</i>	1,22848	0,30456	42,22105	12,35391	1,60903	0,11973
<i>HASKÖY</i>	1,84977	0,97561	51,02174	24,80431	1,67026	0,17430
<i>HAVSA</i>	1,58235	0,74018	49,28000	22,77650	1,65663	0,17428
<i>KIRCASALIH</i>	1,12575	0,44643	47,62273	13,51052	1,66257	0,11583

Gerekli istasyonlara uygulanmış dağılımlar ve taşkın tekerrür debileri sonuçları Çizelge 5.3.(a), Çizelge 5.3.(b), Çizelge 5.3.(c) ve Çizelge 5.3.(d)'te verilmektedir. (Çerkezköy istasyonu G3 Dağılımı; $-3 > Cs > 3$ şartını sağlamamaktadır, bu yüzden dolayı Çizelge 5.3.(a)'da herhangi bir değere sahip olmadığı gösterilmiştir.)

İstasyonların dağılımlarına Kolmogorov – Smirnov Uygunluk Testi uygulanmış ve çeşitli anlamlılık oranlarına göre uygunlukları Çizelge 5.4.(a), Çizelge 5.4.(b), Çizelge 5.4.(c) ve Çizelge 5.4.(d)'te verilmiştir.

Çizelge 5.3.(a) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Beyazköy, Çerkezköy, Çorlu, Dambaslar, Hayrabolu)

İSTASYON	Dağılım	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
TEKİRDAĞ / BEYAZKÖY	Normal	44,15	60,78	69,48	78,77	84,75	90,14	95,05	100,99
	LN2	40,29	57,74	69,69	85,18	96,95	108,93	121,15	137,73
	LN3	39,81	56,95	69,21	85,61	98,41	111,71	125,51	144,61
	G3 (P3)	38,61	56,91	70,22	87,46	100,36	113,17	125,91	138,66
	LP3	39,54	55,92	68,26	85,61	99,89	115,36	132,20	151,49
	Gumbel	41,03	60,19	72,88	88,90	100,79	112,60	124,36	139,87
TEKİRDAĞ / ÇERKEZKÖY	Normal	47,91	69,24	80,40	92,30	99,97	106,88	113,18	120,78
	LN2	42,35	64,33	80,05	101,07	117,47	134,50	152,18	176,63
	LN3	41,00	61,05	77,27	101,05	121,06	143,09	167,17	202,37
	G3 (P3)	-	-	-	-	-	-	-	-
	LP3	40,60	58,55	74,47	100,09	123,92	152,46	186,76	228,79
	Gumbel	44,07	70,07	87,29	109,04	125,18	141,20	157,16	178,21
TEKİRDAĞ / ÇORLU	Normal	45,59	59,98	67,51	75,53	80,71	85,37	89,62	94,75
	LN2	42,68	57,93	67,96	80,58	89,93	99,28	108,65	121,15
	LN3	42,03	56,99	67,48	81,30	91,96	102,92	114,20	129,67
	G3 (P3)	41,19	57,93	68,30	82,64	93,27	103,76	114,15	124,54
	LP3	41,36	55,76	66,75	82,42	95,45	109,71	125,38	143,28
	Gumbel	42,87	59,20	70,01	83,66	93,80	103,85	113,87	127,10
TEKİRDAĞ / DAMBASLAR	Normal	51,44	75,04	87,37	100,53	109,02	116,66	123,63	132,04
	LN2	45,17	69,38	86,83	110,32	128,73	147,93	167,93	195,69
	LN3	44,27	67,39	85,25	110,55	131,24	153,33	177,42	211,62
	G3 (P3)	41,33	65,91	86,45	114,87	136,95	159,35	182,03	204,71
	LP3	43,60	64,88	82,97	111,16	136,64	166,41	201,32	243,55
	Gumbel	47,16	75,63	94,48	118,30	135,97	153,51	170,99	194,04
TEKİRDAĞ / HAYRABOLU	Normal	46,91	59,22	65,65	72,51	76,93	80,92	84,55	88,94
	LN2	44,79	57,87	66,16	76,33	83,69	90,93	98,08	107,46
	LN3	45,24	58,29	66,21	75,62	82,26	88,65	94,85	102,83
	G3 (P3)	45,08	58,38	66,42	75,88	82,48	88,75	94,77	100,78
	LP3	44,51	57,76	66,47	77,45	85,61	93,81	102,10	111,11
	Gumbel	44,65	59,19	68,83	80,99	90,02	98,98	107,91	119,69

Çizelge 5.3.(b) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (İnanlı, Kurtdere, Muratlı, Saray, Alpullu)

İSTASYON	Dağılım	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
TEKİRDAĞ / İNANLI	<i>Normal</i>	39,60	47,60	51,78	56,24	59,12	61,71	64,07	66,92
	<i>LN2</i>	38,51	46,99	52,15	58,28	62,60	66,77	70,82	76,03
	<i>LN3</i>	38,44	46,93	52,15	58,39	62,82	67,12	71,30	76,71
	<i>G3 (P3)</i>	38,07	46,82	52,33	58,97	63,68	68,21	72,60	77,00
	<i>LP3</i>	37,92	46,55	52,41	60,02	65,85	71,82	77,97	84,65
	<i>Gumbel</i>	38,36	50,27	58,16	68,12	75,51	82,85	90,16	99,81
TEKİRDAĞ / KURTDERE	<i>Normal</i>	49,25	66,38	75,33	84,89	91,05	96,60	101,66	107,76
	<i>LN2</i>	45,52	63,58	75,72	91,23	102,88	114,64	126,53	142,53
	<i>LN3</i>	44,70	62,27	74,94	92,00	105,37	119,32	133,85	154,03
	<i>G3 (P3)</i>	43,38	62,15	75,98	94,04	107,59	121,09	134,53	147,97
	<i>LP3</i>	44,51	61,57	74,37	92,36	107,13	123,14	140,53	160,39
	<i>Gumbel</i>	46,06	65,97	79,14	95,79	108,14	120,40	132,62	148,73
TEKİRDAĞ / MURATLI	<i>Normal</i>	44,15	55,92	62,07	68,64	72,87	76,68	80,16	84,35
	<i>LN2</i>	42,09	54,60	62,56	72,33	79,42	86,41	93,31	102,38
	<i>LN3</i>	42,16	54,67	62,57	72,23	79,22	86,08	92,83	101,69
	<i>G3 (P3)</i>	41,83	54,73	62,89	72,76	79,76	86,51	93,08	99,64
	<i>LP3</i>	41,20	53,65	62,54	74,52	84,02	94,01	104,58	116,34
	<i>Gumbel</i>	42,06	56,72	66,42	78,69	87,78	96,81	105,81	117,68
TEKİRDAĞ / SARAY	<i>Normal</i>	56,77	85,91	101,15	117,41	127,89	137,33	145,94	156,33
	<i>LN2</i>	48,46	77,80	99,65	129,77	153,85	179,35	145,94	244,18
	<i>LN3</i>	48,26	77,36	99,29	129,81	154,40	180,57	208,35	244,18
	<i>G3 (P3)</i>	44,92	75,92	100,84	134,65	160,65	186,91	213,37	239,84
	<i>LP3</i>	46,23	71,53	94,49	132,44	168,48	212,52	266,36	333,85
	<i>Gumbel</i>	51,57	87,70	111,62	141,84	164,26	186,52	208,69	237,94
KIRKLARELİ / ALPULLU	<i>Normal</i>	46,15	59,75	66,86	74,45	79,34	83,75	87,77	92,61
	<i>LN2</i>	43,56	57,99	67,35	79,01	87,58	96,09	104,57	115,80
	<i>LN3</i>	43,24	57,60	67,20	79,42	88,57	97,78	107,08	119,56
	<i>G3 (P3)</i>	42,70	57,72	67,78	80,29	89,38	98,26	106,97	115,68
	<i>LP3</i>	42,53	56,55	66,79	80,90	92,26	104,39	117,39	132,02
	<i>Gumbel</i>	43,63	59,56	70,11	83,43	93,32	103,13	112,91	125,81

Çizelge 5.3.(c) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Babaeski, Kırklareli, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Pınarhisar)

İSTASYON	Dağılım	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
KIRKLARELİ / BABAESKİ	<i>Normal</i>	47,91	61,32	68,34	75,82	80,64	84,99	88,95	93,73
	<i>LN2</i>	45,46	59,71	68,86	80,17	88,43	96,60	104,70	115,39
	<i>LN3</i>	44,71	58,73	68,43	81,08	90,75	100,64	110,76	124,55
	<i>G3 (P3)</i>	43,97	58,78	69,12	82,25	91,95	101,46	110,88	120,30
	<i>LP3</i>	44,87	58,73	68,31	80,90	90,67	100,75	111,25	122,85
	<i>Gumbel</i>	45,43	61,16	71,58	84,75	94,52	104,21	113,87	126,61
KIRKLARELİ / KIRKLARELİ MERKEZ	<i>Normal</i>	50,90	66,60	74,81	83,56	89,22	94,30	98,95	104,54
	<i>LN2</i>	47,79	64,44	75,33	89,00	99,10	109,17	119,24	132,64
	<i>LN3</i>	46,98	63,29	74,75	89,89	101,58	113,62	126,03	143,06
	<i>G3 (P3)</i>	46,02	63,34	75,65	91,42	103,13	114,69	126,15	137,62
	<i>LP3</i>	46,76	62,70	74,35	90,37	103,28	117,05	131,81	148,43
	<i>Gumbel</i>	47,96	66,04	78,01	93,14	104,36	115,50	126,60	141,24
KIRKLARELİ / LÜLEBURGAZ	<i>Normal</i>	51,07	68,11	77,02	86,53	92,66	98,19	103,22	109,30
	<i>LN2</i>	47,47	65,48	77,47	92,70	104,07	115,50	127,02	142,45
	<i>LN3</i>	48,06	66,18	77,72	91,91	102,22	112,37	122,41	135,61
	<i>G3 (P3)</i>	47,71	66,39	78,21	92,49	102,65	112,41	121,92	131,42
	<i>LP3</i>	46,79	64,85	77,65	94,78	108,25	122,31	137,09	153,66
	<i>Gumbel</i>	47,85	67,18	79,99	96,16	108,16	120,07	131,94	147,60
KIRKLARELİ / PEHLIVANKÖY	<i>Normal</i>	51,24	65,99	73,70	81,93	87,24	92,02	96,37	101,63
	<i>LN2</i>	48,48	64,14	74,25	86,81	96,01	105,12	114,18	126,17
	<i>LN3</i>	48,39	64,04	74,22	86,93	96,29	105,60	114,89	127,22
	<i>G3 (P3)</i>	47,92	64,16	74,73	87,67	96,98	106,00	114,81	123,62
	<i>LP3</i>	47,33	62,75	73,96	89,33	101,67	114,80	128,84	144,60
	<i>Gumbel</i>	48,53	66,05	77,65	92,31	103,18	113,97	124,73	138,91
KIRKLARELİ / PINARHİSAR	<i>Normal</i>	48,24	64,53	73,05	82,14	88,00	93,28	98,09	103,90
	<i>LN2</i>	44,77	61,98	73,46	88,08	99,01	110,00	121,09	135,98
	<i>LN3</i>	43,45	59,67	71,95	89,07	102,91	117,67	133,36	155,62
	<i>G3 (P3)</i>	41,76	59,19	73,01	91,67	105,97	120,38	134,99	149,60
	<i>LP3</i>	43,20	58,61	70,87	88,90	104,37	121,68	141,18	163,79
	<i>Gumbel</i>	45,16	63,60	75,81	91,24	102,68	114,04	125,36	140,30

Çizelge 5.3.(d) İstasyonlara uygulanmış olasılık dağılımlarının sonuçları (Sarımsaklı, Vize, Hasköy, Havsa, Kırçasalih)

İSTASYON	Dağılım	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
KIRKLARELİ / SARIMSAKLI	<i>Normal</i>	42,22	52,63	58,04	63,84	67,60	70,98	74,10	77,80
	<i>LN2</i>	40,56	51,55	58,52	66,96	73,01	78,90	84,75	92,38
	<i>LN3</i>	40,15	51,15	58,37	67,60	74,28	81,05	87,77	96,83
	<i>G3 (P3)</i>	39,76	51,25	58,78	68,10	74,79	81,35	87,73	94,16
	<i>LP3</i>	40,07	51,06	58,33	67,71	74,80	82,05	89,42	97,39
	<i>Gumbel</i>	40,31	52,63	60,80	71,08	78,72	86,34	93,86	103,90
KIRKLARELİ / VİZE	<i>Normal</i>	49,00	69,60	80,38	91,87	99,28	105,96	112,05	119,39
	<i>LN2</i>	43,83	65,21	80,27	100,19	115,58	131,46	147,83	170,33
	<i>LN3</i>	43,20	64,04	79,45	100,58	117,42	135,18	153,89	180,15
	<i>G3 (P3)</i>	41,16	63,46	80,66	103,62	121,09	138,61	156,21	173,80
	<i>LP3</i>	41,97	60,86	76,95	102,15	124,90	151,54	182,91	220,77
	<i>Gumbel</i>	45,26	70,21	86,73	107,60	123,08	138,45	153,76	173,97
EDİRNE / HASKÖY	<i>Normal</i>	51,02	71,90	82,81	94,46	101,96	108,73	114,89	122,33
	<i>LN2</i>	45,89	67,61	82,80	102,80	118,17	133,98	150,24	172,50
	<i>LN3</i>	45,59	67,12	82,49	103,03	119,05	135,68	152,93	176,77
	<i>G3 (P3)</i>	43,88	66,77	83,62	105,59	122,07	138,48	154,82	171,17
	<i>LP3</i>	43,89	63,51	80,13	106,00	129,26	156,40	188,21	226,50
	<i>Gumbel</i>	47,31	73,32	90,53	112,29	128,42	144,44	160,40	181,46
EDİRNE / HAVSA	<i>Normal</i>	49,28	68,45	78,47	89,16	96,06	102,27	107,93	114,76
	<i>LN2</i>	44,73	64,78	78,62	96,66	110,43	124,50	138,90	158,50
	<i>LN3</i>	44,78	64,86	78,66	96,61	110,28	124,23	138,48	157,84
	<i>G3 (P3)</i>	43,55	64,71	79,57	98,48	112,46	126,21	139,84	153,46
	<i>LP3</i>	43,18	62,17	77,47	100,29	121,68	142,39	167,71	197,54
	<i>Gumbel</i>	45,91	70,20	86,29	106,61	121,68	136,64	151,55	171,22
EDİRNE / KIRCASALİH	<i>Normal</i>	47,62	58,99	64,94	71,28	75,37	79,05	82,41	86,47
	<i>LN2</i>	45,81	57,90	65,44	74,58	81,13	87,52	93,79	101,95
	<i>LN3</i>	45,53	57,60	65,37	75,00	82,04	89,00	95,91	105,04
	<i>G3 (P3)</i>	45,14	57,64	65,74	75,61	82,69	89,55	96,22	102,90
	<i>LP3</i>	45,08	57,10	65,38	76,20	84,56	93,17	102,11	111,92
	<i>Gumbel</i>	45,61	59,85	69,28	81,19	90,02	98,79	107,53	119,06

Çizelge 5.4.(a) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Beyazköy, Çerkezköy, Çorlu, Dambaslar, Hayrabolu)

İSTASYON	Dağılım	TP	AP	Δ	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
TEKİRDAĞ / BEYAZKÖY	<i>Normal</i>	0,541	0,719	0,178	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,676	0,772	0,095	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,690	0,772	0,082	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,670	0,772	0,102	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,668	0,754	0,087	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,649	0,772	0,123	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / ÇERKEZKÖY	<i>Normal</i>	0,569	0,655	0,224	Ret	Ret	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,522	0,655	0,134	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,593	0,276	0,131	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>LP3</i>	0,397	0,276	0,121	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,491	0,655	0,164	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / ÇORLU	<i>Normal</i>	0,803	0,013	0,185	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,548	0,630	0,082	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,568	0,630	0,062	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,564	0,630	0,066	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,576	0,630	0,054	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,131	0,041	0,090	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / DAMBASLAR	<i>Normal</i>	0,516	0,625	0,141	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,850	0,063	0,087	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,758	0,188	0,054	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,039	0,156	0,117	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,238	0,281	0,044	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,208	0,063	0,145	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / HAYRABOLU	<i>Normal</i>	0,711	0,425	0,136	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,681	0,425	0,106	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,687	0,425	0,112	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,324	0,425	0,101	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,336	0,425	0,089	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,335	0,425	0,090	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Çizelge 5.4.(b) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (İnanlı, Kurtdere, Muratlı, Saray, Alpullu)

İSTASYON	Dağılım	TP	AP	Δ	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
TEKİRDAĞ / İNANLI	<i>Normal</i>	0,779	0,333	0,112	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,771	0,333	0,105	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,771	0,333	0,105	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,546	0,444	0,101	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,556	0,444	0,111	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,534	0,444	0,089	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / KURTDERE	<i>Normal</i>	0,529	0,640	0,169	Ret	Ret	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,549	0,640	0,091	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,571	0,640	0,069	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,590	0,660	0,070	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,566	0,640	0,074	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,534	0,640	0,106	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / MURATLI	<i>Normal</i>	0,527	0,625	0,152	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,534	0,625	0,091	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,532	0,625	0,093	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,532	0,625	0,093	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,554	0,625	0,071	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,530	0,625	0,095	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
TEKİRDAĞ / SARAY	<i>Normal</i>	0,538	0,720	0,258	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,570	0,720	0,150	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,574	0,720	0,146	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,583	0,720	0,137	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,600	0,720	0,120	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,521	0,720	0,199	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / ALPULLU	<i>Normal</i>	0,671	0,822	0,151	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,724	0,822	0,099	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,731	0,822	0,091	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,712	0,822	0,111	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,738	0,822	0,085	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,706	0,822	0,116	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Çizelge 5.4.(c) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Babaeski, Kırklareli, Lüleburgaz, Pehlivan köy, Pınarhisar)

İSTASYON	Dağılım	TP	AP	Δ	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
KIRKLARELİ / BABAESKİ	<i>Normal</i>	0,621	0,750	0,129	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,678	0,750	0,072	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,545	0,477	0,068	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,513	0,432	0,081	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,681	0,750	0,069	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,665	0,750	0,085	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / KIRKLARELİ MERKEZ	<i>Normal</i>	0,581	0,548	0,129	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,539	0,521	0,060	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,537	0,521	0,058	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,661	0,712	0,052	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,482	0,521	0,038	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,129	0,055	0,074	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / LÜLEBURGAZ	<i>Normal</i>	0,558	0,589	0,147	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,514	0,589	0,075	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,501	0,589	0,088	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,585	0,685	0,100	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,615	0,685	0,070	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,599	0,685	0,086	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / PEHLIVANKÖY	<i>Normal</i>	0,639	0,500	0,139	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,617	0,474	0,091	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,616	0,474	0,090	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,395	0,474	0,079	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,240	0,316	0,076	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,419	0,500	0,081	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / PINARHİSAR	<i>Normal</i>	0,858	0,013	0,129	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,896	0,013	0,090	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,651	0,289	0,060	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,980	0,118	0,862	Ret	Ret	Ret	Ret	Ret
	<i>LP3</i>	0,345	0,289	0,056	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,128	0,013	0,115	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Çizelge 5.4.(d) İstasyonlara uygulanan dağılımların uygunluk testleri sonuçları (Sarımsaklı, Vize, Hasköy, Havsa, Kırçasalılıh)

İSTASYON	Dağılım	TP	AP	Δ	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
KIRKLARELİ / SARIMSAKLI	<i>Normal</i>	0,605	0,718	0,113	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,657	0,718	0,061	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,627	0,308	0,065	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,384	0,308	0,077	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,380	0,308	0,073	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,381	0,308	0,073	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
KIRKLARELİ / VİZE	<i>Normal</i>	0,502	0,710	0,211	Ret	Ret	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,592	0,710	0,118	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,607	0,710	0,103	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,380	0,258	0,122	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,358	0,258	0,100	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,556	0,710	0,154	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
EDİRNE / HASKÖY	<i>Normal</i>	0,536	0,708	0,244	Ret	Ret	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,553	0,708	0,155	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,560	0,708	0,149	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,564	0,708	0,144	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,586	0,708	0,122	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,522	0,708	0,186	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
EDİRNE / HAVSA	<i>Normal</i>	0,620	0,571	0,192	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,551	0,571	0,122	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,551	0,571	0,123	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,471	0,571	0,100	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,479	0,571	0,092	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,440	0,571	0,131	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
EDİRNE / KIRCASALILIH	<i>Normal</i>	0,564	0,462	0,102	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN2</i>	0,603	0,462	0,141	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LN3</i>	0,569	0,462	0,107	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>G3 (P3)</i>	0,562	0,462	0,100	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>LP3</i>	0,571	0,462	0,110	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
	<i>Gumbel</i>	0,597	0,462	0,135	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Çizelge 5.4.(a), Çizelge 5.4.(b), Çizelge 5.4.(c) ve Çizelge 5.4.(d)'teki anlamlılık düzeylerinin hepsinde kabul edilmiş olan ve Δ parametresi en düşük olan dağılım tüm istasyonlar için seçilmiştir. İstasyonların hepsi için seçilen dağılımlar ve taşkın tekerrür debileri Çizelge 5.5.'te verilmektedir.

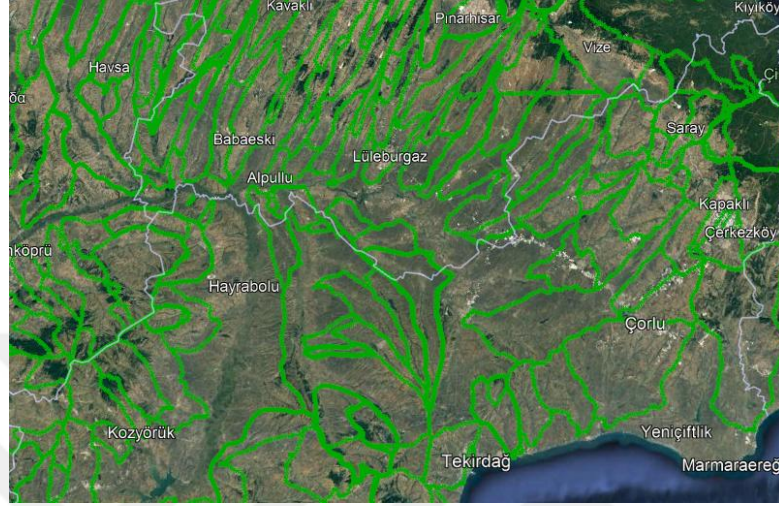
Çizelge 5.5. İstasyonlar için seçilen dağılımlar ve taşkın tekerrür debileri

İSTASYON	Dağılım	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
BEYAZKÖY	LN3	39,81	56,95	69,21	85,61	98,41	111,71	125,51	144,61
ÇERKEZKÖY	LP3	40,60	58,55	74,47	100,09	123,92	152,46	186,76	228,79
ÇORLU	LP3	41,36	55,76	66,75	82,42	95,45	109,71	125,38	143,28
DAMBASLAR	LP3	43,60	64,88	82,97	111,16	136,64	166,41	201,32	243,55
HAYRABOLU	LP3	44,51	57,76	66,47	77,45	85,61	93,81	102,10	111,11
İNANLI	Gumbel	38,36	50,27	58,16	68,12	75,51	82,85	90,16	99,81
KURTDERE	LN3	44,70	62,27	74,94	92,00	105,37	119,32	133,85	154,03
MURATLI	LP3	41,20	53,65	62,54	74,52	84,02	94,01	104,58	116,34
SARAY	LP3	51,57	87,70	111,62	141,84	164,26	186,52	208,69	237,94
ALPULLU	LP3	42,53	56,55	66,79	80,90	92,26	104,39	117,39	132,02
BABAESKİ	LN3	44,71	58,73	68,43	81,08	90,75	100,64	110,76	124,55
KIRKLARELİ	LP3	46,60	65,07	78,78	97,80	113,29	129,92	147,88	168,33
LÜLEBURGAZ	LP3	46,79	64,85	77,65	94,78	108,16	120,07	131,94	147,60
PEHLİVANKÖY	LP3	47,33	62,75	73,96	89,33	101,67	114,80	128,84	144,60
PINARHİSAR	LP3	43,20	58,61	70,87	88,90	104,37	121,68	141,18	163,79
SARIMSAKLI	LN2	40,52	51,58	58,51	66,94	73,00	78,93	84,76	92,38
VİZE	LP3	41,97	60,86	76,95	102,15	124,90	151,54	182,91	220,77
HASKÖY	LP3	43,89	63,51	80,13	106,00	129,26	156,40	188,21	226,50
HAVSA	LP3	43,18	62,17	77,47	100,29	120,05	142,39	167,71	197,54
KIRCASALIH	G3 (P3)	43,25	50,80	54,83	59,18	62,01	64,59	66,96	69,33

20 ilgili istasyona uygulanan dağılımlar ve uygunluk testleri neticesinde, ekseriyetle (14 tane) Log-Pearson Tip III Dağılımının bölge için en uygun dağılım olduğu sonucu çıkarılmıştır. LP3 kabulü yapılmayan istasyonlarda dahi, Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi sonucunda ret almamıştır.

5.1.2. Yağıştan oluşan taşkın akışı analizi

Nehrin ve kollarının yağış alanlarını bulabilmek için ilk olarak Şekil 5.5.'te gösterildiği gibi drenaj ağları çizilmiştir.



Şekil 5.5. Trakya drenaj ağları ve drenaj alanları parçaları

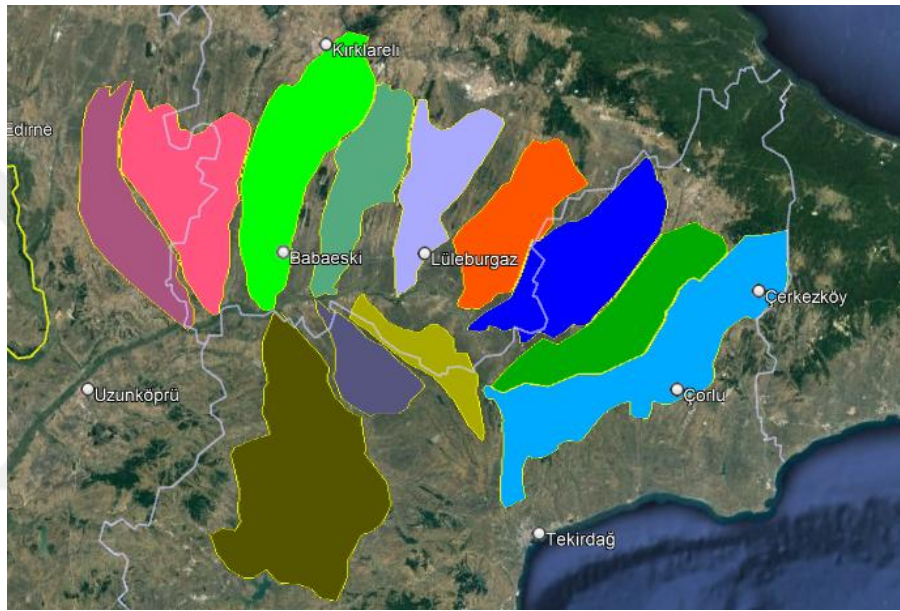
Ergene Nehri'ne Muratlı-Pehlivanköy arası bağlanan kollar, bu kollara etkili mansaptan membaa doğru sıralanmış Thiessen poligonları ve birleştikleri harita güzergâhları Çizelge 5.6.'da verilmektedir.

Çizelge 5.6. Ergene Nehri'ne bağlanan ana kolların dâhil olduğu poligonlar

Ana Kollar	Thiessen Poligonları
<i>Yukarı Ergene Çayı</i>	Saray, Çerkezköy, Beyazköy, Çorlu, Muratlı
<i>Çorlu Çayı</i>	Çerkezköy, Çorlu, Muratlı
<i>Yuvalı Dere</i>	Saray, Beyazköy, İnanlı
<i>Sulucak Çayı</i>	Vize, Pınarhisar, Beyazköy Sarımsaklı
<i>Kaynarca Deresi</i>	Pınarhisar, Sarımsaklı, Lüleburgaz
<i>Hamam Dere</i>	Muratlı, İnanlı, Dambaslar, Lüleburgaz, Alpullu
<i>Üsküp Dere</i>	Pınarhisar, Kırklareli, Sarımsaklı, Babaeski, Lüleburgaz, Alpullu
<i>Ova Çayı</i>	Dambaslar, Alpullu
<i>Ana Çay</i>	Kırklareli, Babaeski, Alpullu
<i>Hayrabolu Deresi</i>	Kurtdere, Hayrabolu, Alpullu
<i>Kuleli Dere</i>	Hasköy, Havsa, Babaeski, Pehlivanköy
<i>Ova Dere</i>	Hasköy, Havsa, Kırçasalih, Pehlivanköy

Nehrin kollarının yağış alanları Şekil 5.6.'da verilmiştir. Nehrin kollarının yağış alanları belirlenirken, nehrin barajlar veya göletler tarafından kesilen kısımlarından itibaren, bu yağış alanına dâhil edilmemiştir. Barajlarda ve göletlerin dolusavaklarında, dolusavak ötelemesi yapılmadığından bu alanlar ihmal edilmiş ve dolusavaklar hiç debi geçirmiyormuş gibi düşünülmüştür.

Yağış alanları çizilirken, nehre direkt olarak bağlanan küçük kollar belirtilmemiş, bu kollar doğrudan Ergene Nehri'ne bağlandığından kollar üzerinde herhangi bir etkileri bulunmamaktadır.



Şekil 5.6. Yağış alanları

Hidrodinamik analize gelindiğinde, taşkın sahası olarak kabul edilen Muratlı-Pehlivanköy arası Ergene Nehrinde hali hazırda belli konumlarda kil veya beton olarak teşkil edilmiş Q10 ve Q50 seddeleri mevcuttur. Tarımsal koruması kısmen gerçekleştirilmiş Muratlı-Pehlivanköy arası Ergene Nehri taşkın analizinde sadece yerleşke bazında korumaya muhatap olarak düşünülmüştür ve sadece Q500 ile Q1000 taşkın tekerrür debileri hesaplanmıştır.

Analizin nehir üzerindeki kısmına başlanmadan önce kolların debileri bulunmuştur. Muratlı-Pehlivanköy arası Ergene Nehri'ne bağlanan ana kolların Q500 ve Q1000 değerleri Çizelge 5.7.'de verilmiştir. Taşkın tekerrür debileri bulunurken, Q_{baz} akım yani yüzey altı akışı, gerçekte çok küçük değerler geldiği düşünülerek ihmal edilmiştir. Hesaplamalarda tüm kollar için Q_{baz} değeri sıfır olarak alınmıştır.

Çizelge 5.7. Ana kolların Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debileri

Ana Kollar	PLV'si kullanılan istasyon	Q500	Q1000
<i>Yukarı Ergene Çayı</i>	Çorlu DMİ	842,15	966,03
<i>Çorlu Çayı</i>	Çorlu DMİ	700,59	795,62
<i>Yuvalı Dere</i>	Lüleburgaz DMİ	862,67	971,25
<i>Sulucak Çayı</i>	Lüleburgaz DMİ	290,53	326,69
<i>Kaynarca Deresi</i>	Lüleburgaz DMİ	433,26	484,84
<i>Hamam Dere</i>	Lüleburgaz DMİ	154,69	173,39
<i>Üsküp Dere</i>	Kırklareli DMİ	241,37	280,16
<i>Ova Çayı</i>	Malkara DMİ	544,56	612,13
<i>Ana Çay</i>	Kırklareli DMİ	431,71	483,46
<i>Hayrabolu Deresi</i>	Malkara DMİ	804,38	875,88
<i>Kuleli Dere</i>	Uzunköprü DMİ	713,00	801,56
<i>Ova Dere</i>	Uzunköprü DMİ	404,86	452,21

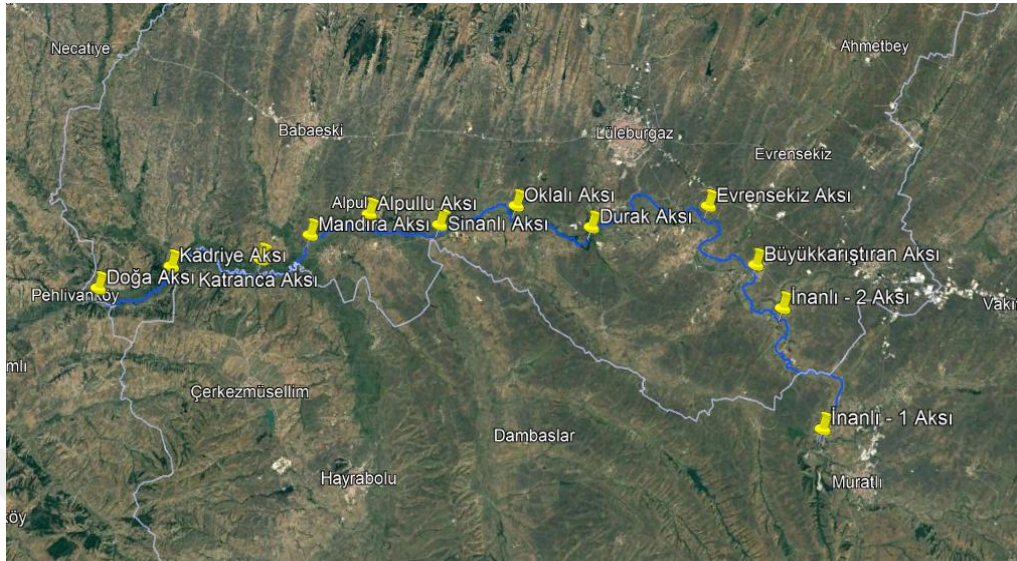
Çizelge 5.7. ile kolların debileri bulunurken yararlanılan PLV değerlerinin, hangi istasyonlardan alındığı de verilmiştir. Kollara PLV değerleri seçilirken, PLV değerine sahip Çizelge 5.8.'de gösterilen meteorolojik yağış istasyonlarının, yağış alanına kuş uçuşu mesafesi, enlem ve kot olarak yakınlığı ya da uzaklığı gibi birçok etmen bir arada düşünülerek hareket edilmiştir.

Çizelge 5.8. Trakya'daki istasyonlara ait plüvyograf katsayıları

<i>PLV olan istasyonlar</i>	<i>T</i>						
	2	4	6	8	12	18	24
<i>PLV (ÇORLU DMİ)</i>	0,62	0,71	0,77	0,82	0,86	0,94	1,00
<i>PLV (EDİRNE DMİ)</i>	0,57	0,65	0,71	0,75	0,83	0,92	1,00
<i>PLV (İPSALA DMİ)</i>	0,60	0,68	0,72	0,74	0,82	0,91	1,00
<i>PLV (KIRKLARELİ DMİ)</i>	0,65	0,74	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
<i>PLV (LÜLEBURGAZ DMİ)</i>	0,59	0,69	0,77	0,81	0,87	0,94	1,00
<i>PLV (MALKARA DMİ)</i>	0,60	0,73	0,79	0,83	0,90	0,95	1,00
<i>PLV (TEKİRDAĞ DMİ)</i>	0,65	0,76	0,82	0,86	0,90	0,95	1,00
<i>PLV (UZUNKÖPRÜ DMİ)</i>	0,68	0,75	0,80	0,83	0,90	0,95	1,00

Muratlı-Pehlivanköy arası Ergene Nehri taşkın akımı Mockus Metoduna göre belirlenirken, nehre her katılan yeni ana kollarla beraber yeniden nehir üzerinde aks atılıp, bu noktalarda akım hesaplaması yapılmıştır. Nehir'deki akım hesabını teşkil eden

aks noktaları Şekil 5.7.'de verilmiştir. Bu noktalarda süperpoze işlemi de yapılarak, bulunan Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debileri ise Çizelge 5.9.'da görülmektedir.



Şekil 5.7. Analizdeki aks noktaları

Çizelge 5.9. Aks noktalarının Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debileri

AKS NOKTALARI	PLV'si kullanılan istasyon	Q500	Q1000
<i>İnanlı - 1 Aksı</i>	Çorlu DMİ	1051,69	1348,97
<i>İnanlı - 2 Aksı</i>	Çorlu DMİ	1356,80	1522,42
<i>Büyükkarıştıran Aksı</i>	Lüleburgaz DMİ	1544,48	1756,69
<i>Evrensekiz Aksı</i>	Lüleburgaz DMİ	1599,37	1864,84
<i>Durak Aksı</i>	Lüleburgaz DMİ	1694,64	1924,78
<i>Oklalı Aksı</i>	Lüleburgaz DMİ	1800,04	2010,05
<i>Sinanlı Aksı</i>	Kırklareli DMİ	1886,85	2132,91
<i>Alpül Aksı</i>	Kırklareli DMİ	1937,54	2188,54
<i>Mandıra Aksı</i>	Malkara DMİ	1997,11	2209,63
<i>Katranca Aksı</i>	Malkara DMİ	2077,46	2283,71
<i>Kadriye Aksı</i>	Uzunköprü DMİ	2336,84	2569,10
<i>Doğa Aksı</i>	Uzunköprü DMİ	2949,53	3476,16

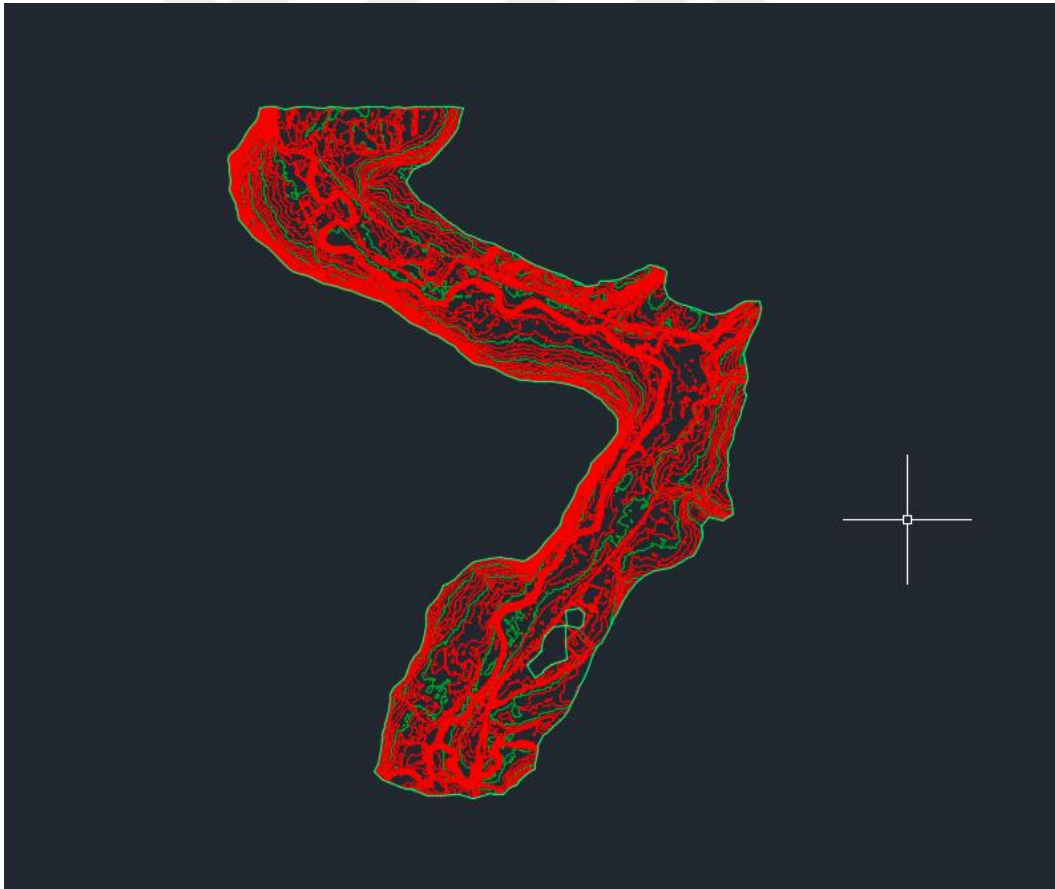
5.1.3. TIN / TIFF analizi

Kotlu noktalardan oluşan haritanın, NetCAD programı kullanılarak üçgen modeli çıkarılmıştır. Şekil 5.8.'de gösterildiği üzere ana kolların Ergene Nehrine sadece bağlanan kısımları haritalandırılmıştır.

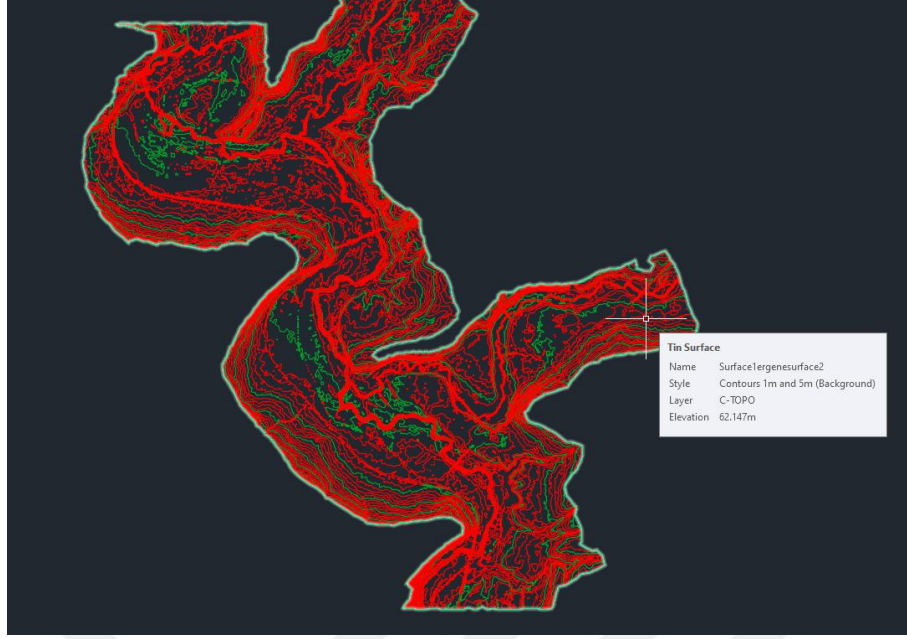


Şekil 5.8. Ergene Nehri; Muratlı-Pehlivan köyü arası üçgen model haritası

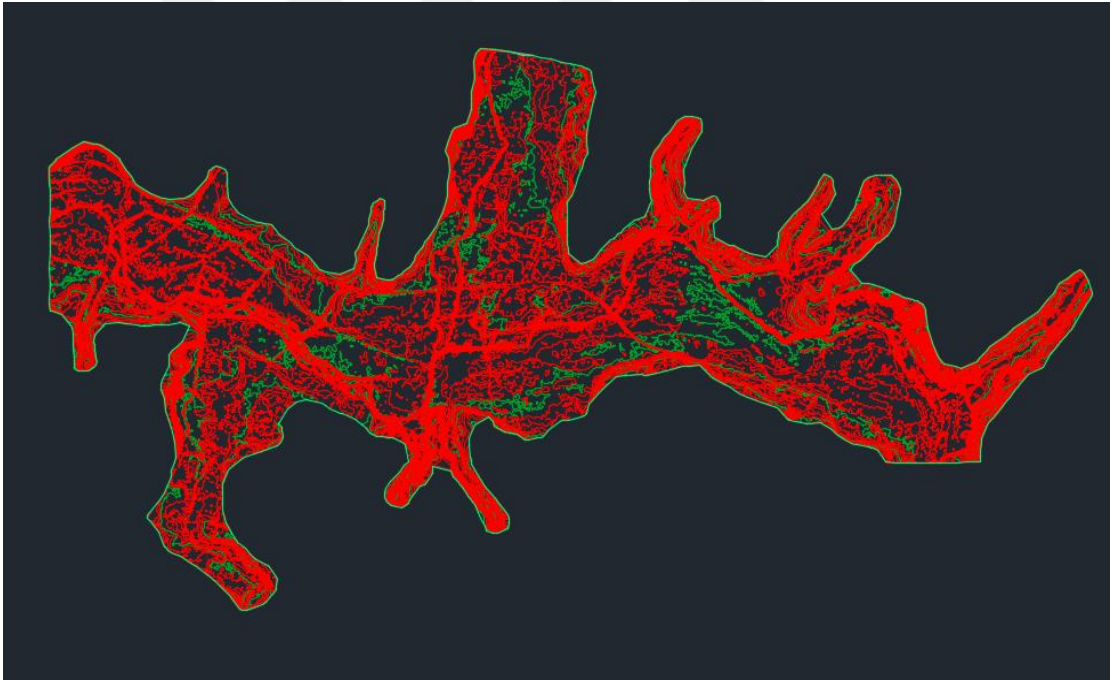
Haritada üçgen model oluşumundan önce bulunan kotlar, çizgiler, eğriler ihmal edilerek sadece 3D Face'lerin seçimi ile AutoCAD Civil 2016 programında TIFF veya TIN dosyasına dönüştürülmüştür. (Şekil 5.9., 5.10. ve 5.11.)



Şekil 5.9. İnanlı haritasının TIN hali

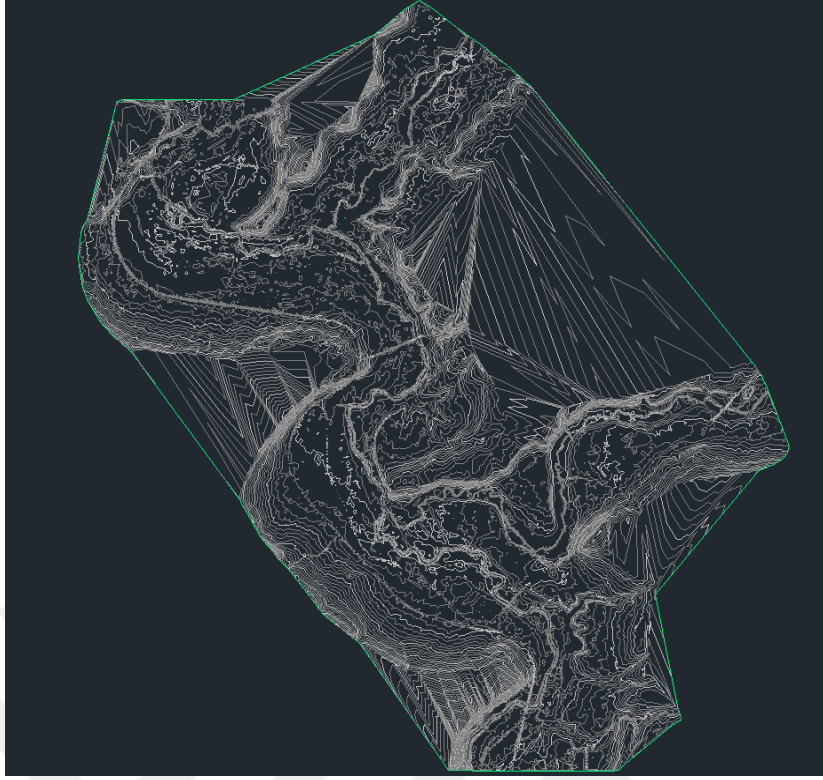


Şekil 5.10. Kayabeyli haritasının TIN hali



Şekil 5.11. Lüleburgaz haritasının TIN hali

Dönüşüm basamaklarında, haritanın AutoCAD Civil 2016 programında analizi kısmında, tabaka ve surface oluşumları yükselti modeliyle beraber örnek teşkil etmesi bakımından Şekil 5.12. ve Şekil 5.13.'te gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Haritanın 3D facelerinden surface oluşturma (tabakalama) örneği: Kayabeyli haritası

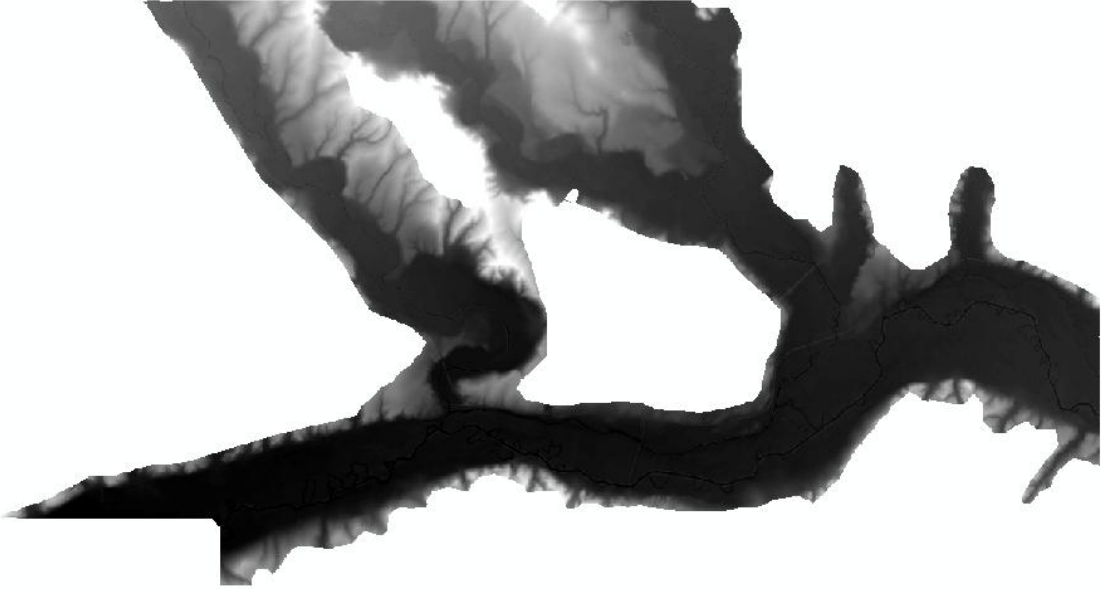


Şekil 5.13. Haritanın yükselti modeline çevrilmesi örneği: İnanlı haritası

Oluşturulan TIN dosyalarının, TIFF halinde ArcGIS 10.3 programında görünümü ise Şekil 5.14. ve 5.15.'te verilmiştir.



Şekil 5.14. Alpullu haritasının TIFF hali



Şekil 5.15. Pehlivan köy haritasının TIFF hali

Analize muhatap tüm harita kısımlarının tek bir TIFF dosyası halinde ArcGIS 10.3 programında gösterimi ise Şekil 5.16.'da görülmektedir.

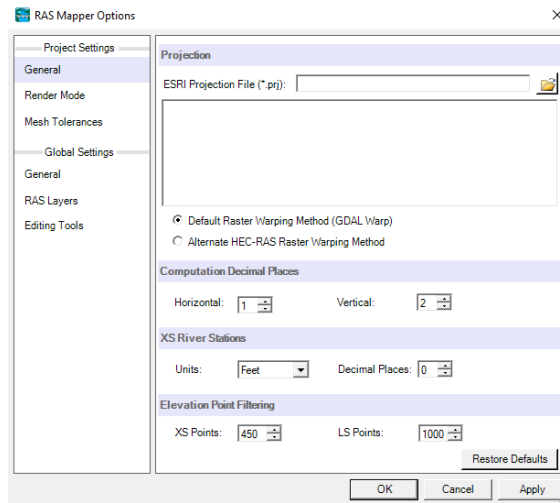


Şekil 5.16. Oluşturulan 5 TIN haritasının, TIFF halinde gösterimi

Taşkın haritalandırılması amaçlı, uygun şekilde uydudan araziyi düzleme oturtmak için Google Hybrid’te oluşturulan haritalara bir de projeksiyon atanmıştır. Projeksiyon anlamlandırma işlemi ArcGIS programında yapılmıştır.

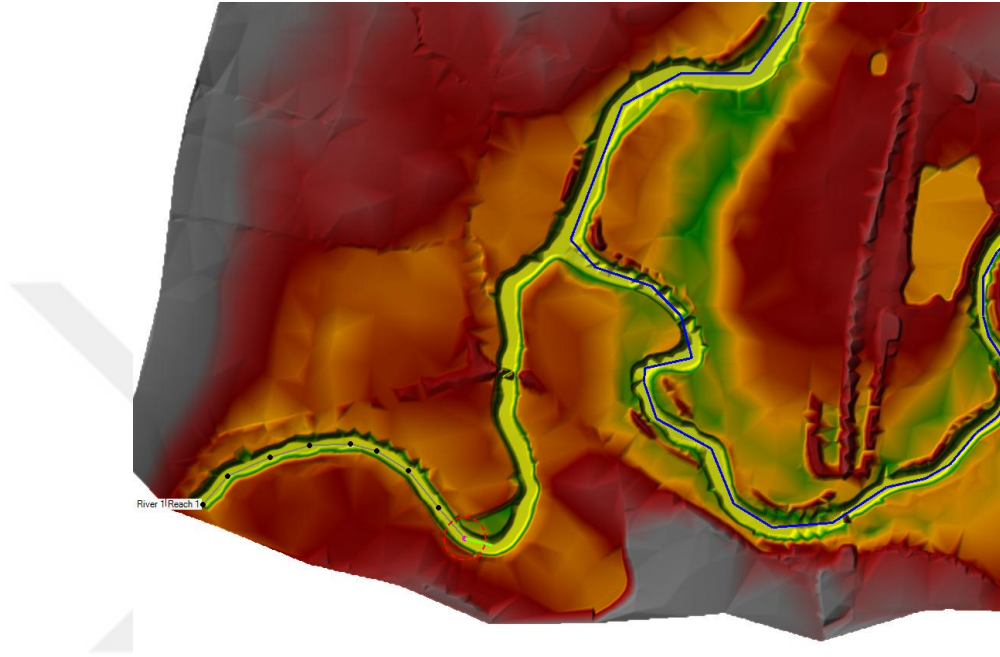
5.1.4. Nehir ve taşkın sahası modeli

TIFF / TIN halinde olan taşkına muhatap arazi haritası yani sayısal yükseklik modelinin tabakası, HEC-Geo-RAS’ta açılmadan önce haritanın doğru koordinatları gösterebilmesi açısından uygun PRJ dosyası HEC-Geo-RAS’a tanımlanmıştır. Şekil 5.17.’de bu uygulama gösterilmiştir. 5 haritanın analizine de söz konusu PRJ formatı tanımlanarak başlanmıştır. (Saha modeli, HEC-Geo-RAS 10.8.’de oluşturulmuştur)



Şekil 5.17. HEC-Geo-RAS’ta PRJ dosyası tanımlama

Projeksiyon işleminin tanımlanmasının ardından artık nehir çizilebilir bir format haline dönüşen harita ile çalışma yapabilmek mümkündür. Ana kolların hepsi kendi tekerrür taşkın debileri ile oluşturulan uygun haritaya çizilmiştir. Şekil 5.18.'de HEC-Geo-RAS ile TIN dosyası halinde var olan analiz haritalarına söz konusu nehir tanımlama işleminin bir örneği gösterilmiştir.

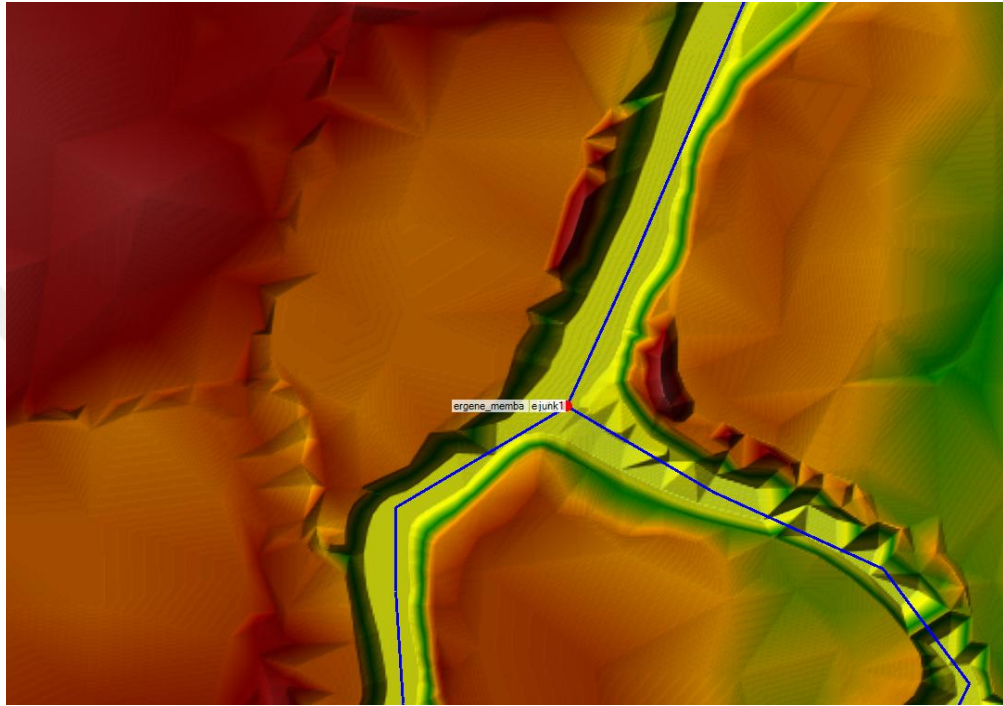


Şekil 5.18. HEC-Geo-RAS'ta TIN haritasına nehir tanımlama örneği; İnanlı haritası

Ergene Nehri, Muratlı-Pehlivan köyü arasında model içerisinde ana kollar dışında kalan yan kollar varsa, yan kolların hidrolojik katkısı modele dâhil edilmiş ancak nehir çizimlerinde bu küçük yan kollar dâhil edilmemiştir. HEC-Geo-RAS'ta nehir çizimine alınmayan ama hesaplamalara, poligonlara ve yağış alanlarına dâhil edilip, taşkın debisi hesabına katılan yan kollar mabdan mansaba doğru şunlardır;

- Batak Deresi,
- Evrensekiz Deresi,
- Pancarköy Çayı,
- Kırmazmak Deresi,
- Tuğlagölü Deresi,
- Babaeski Deresi,
- Lüleburgaz Deresi,
- Kırkkavak (Değirmen) Deresi.

Ergene Nehrine HEC-Geo-RAS 10.8 kullanılarak terrain yani arazi modeli oluşturulmuş ardından Muratlı-Pehlivanköy arası Ergene Nehri ve bu kısımlarda bağlanan ana kolları çizilmiştir. Bahse konu ana kolların Ergene Nehrine kanal yatağında birleşmesi ise junktion noktaları oluşturularak kanal ağı tanımlanmıştır, Şekil 5.19.'da bir örneği gösterilmiştir.



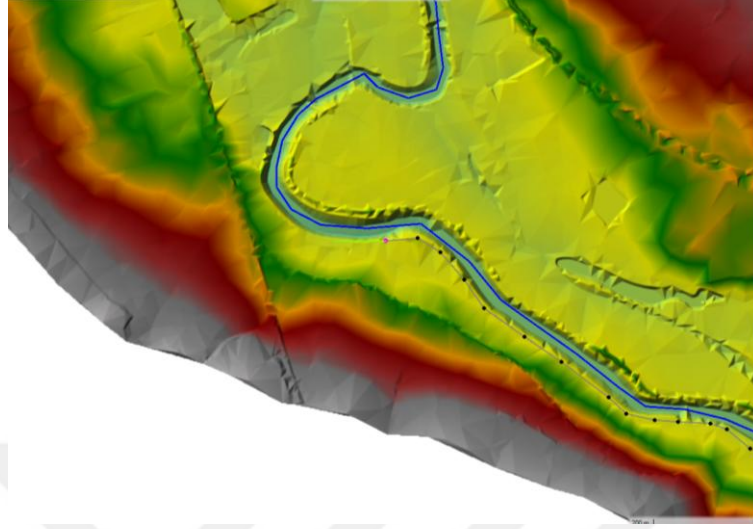
Şekil 5.19. Ergene Nehrine bağlanan ana kolların junktion noktalarını (kırmızı nokta) oluşturma: Çorlu Çayı'nın Ergene Nehrine katılımı

Junktion yani birleşme noktaları ile Ergene Nehri hidrolik tahkikinde bağlanan kollardan hemen önceki ve hemen sonraki taşkın akımlarının, ana kolların katılması ile şekillenmesine ortam hazırlanmıştır.

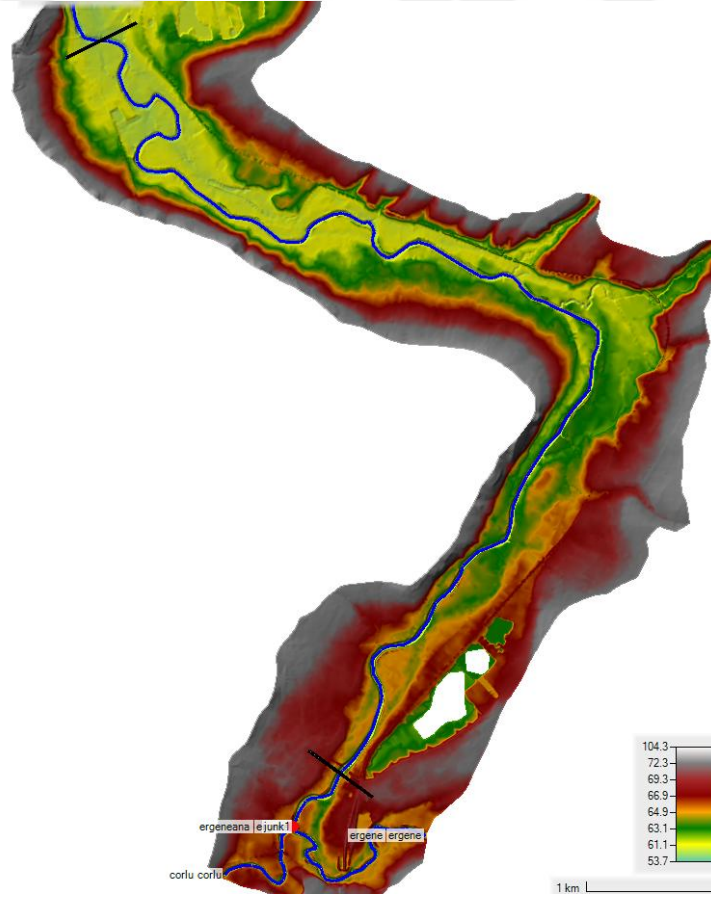
Junktion ve nehir çizimi bitince, nehrin analizine başlanmadan önce levee (bank) atılması yapılmıştır. Bu bank ataması işlemi ile nehrin yamaçları belirlenmiş olup, analiz kısmında iken HEC-RAS programı terrain modelinin kot olarak en altından üstüne doğru araziye taşkın suları ile dolduracağından, öncelikle bentlerine kadar nehir yatağını doldurup sonra araziye taşması sağlanmış olur. Şekil 5.20.'de bir örneği gösterilmiştir.

HEC-Geo-RAS programı yardımıyla oluşturulan arazi ve üzerindeki kanallar (nehir kolları) her analiz haritası için oluşturulmuştur. Şekil 5.21.'de İnanlı haritası,

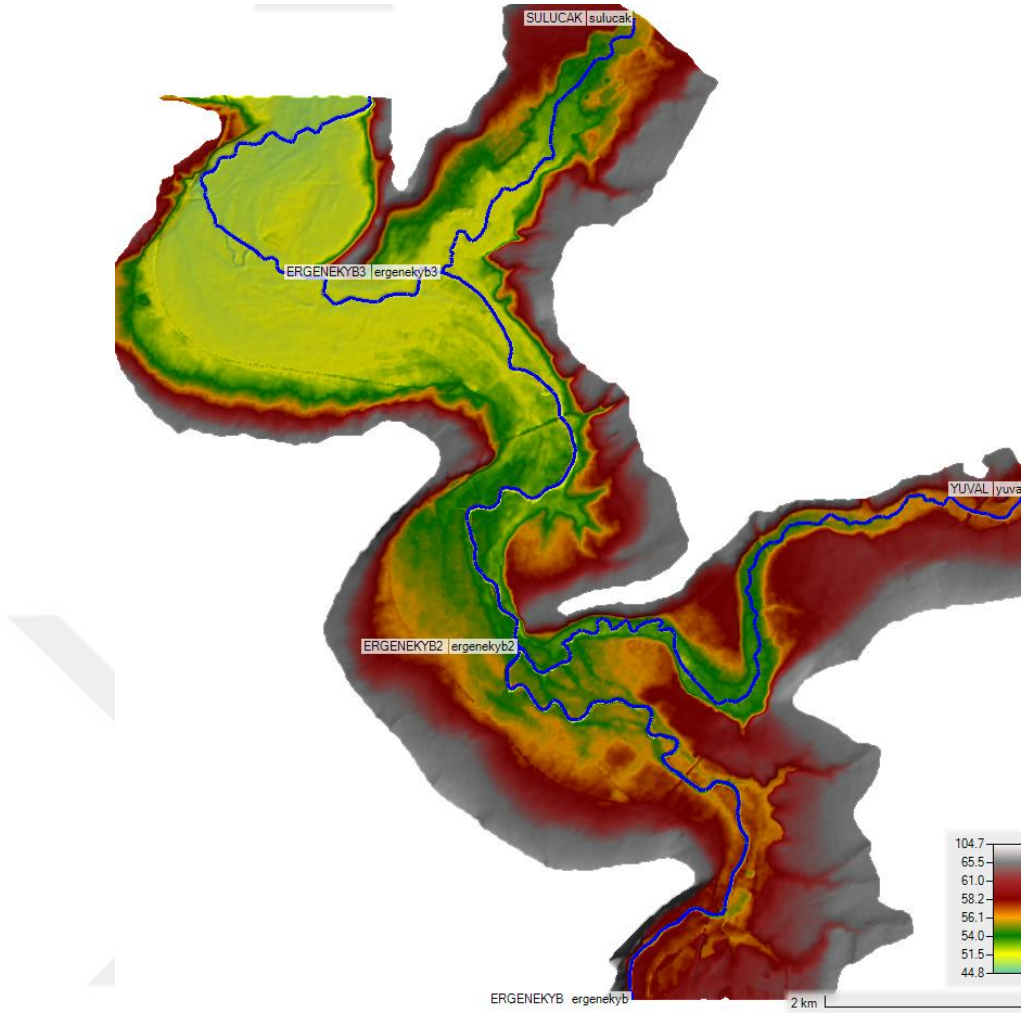
Şekil 5.22.'de Kayabeyli haritası, Şekil 5.23.'te Lüleburgaz haritası, Şekil 5.24.'te Alpulu haritası, Şekil 5.25.'te Pehlivan köy haritası gösterilmiştir.



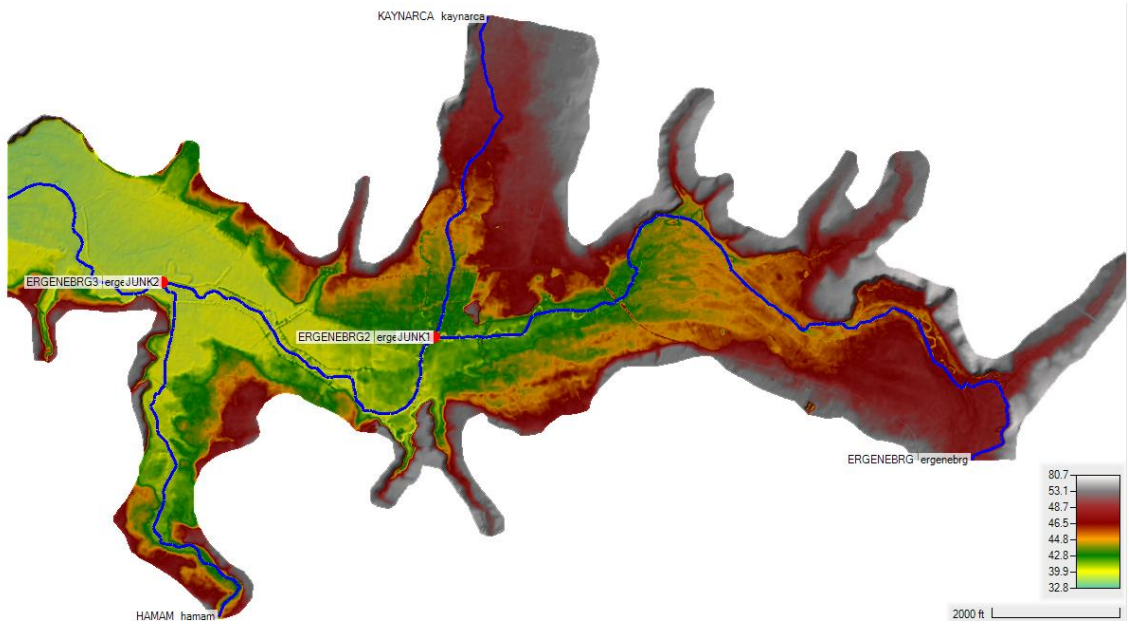
Şekil 5.20. Terrain modelinde çizilen nehrin (mavi çizgi) bentlerine bank ataması (siyah noktalı gri çizgi) örneği: Alpulu haritası



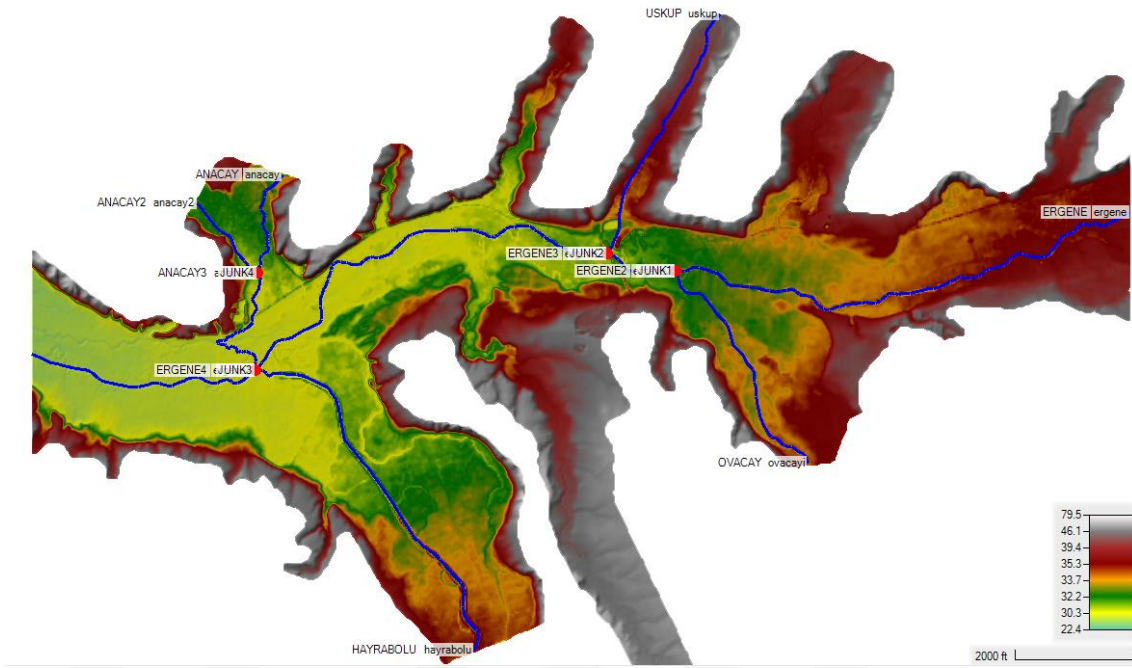
Şekil 5.21. İnanlı haritası HEC-Geo-RAS analizi



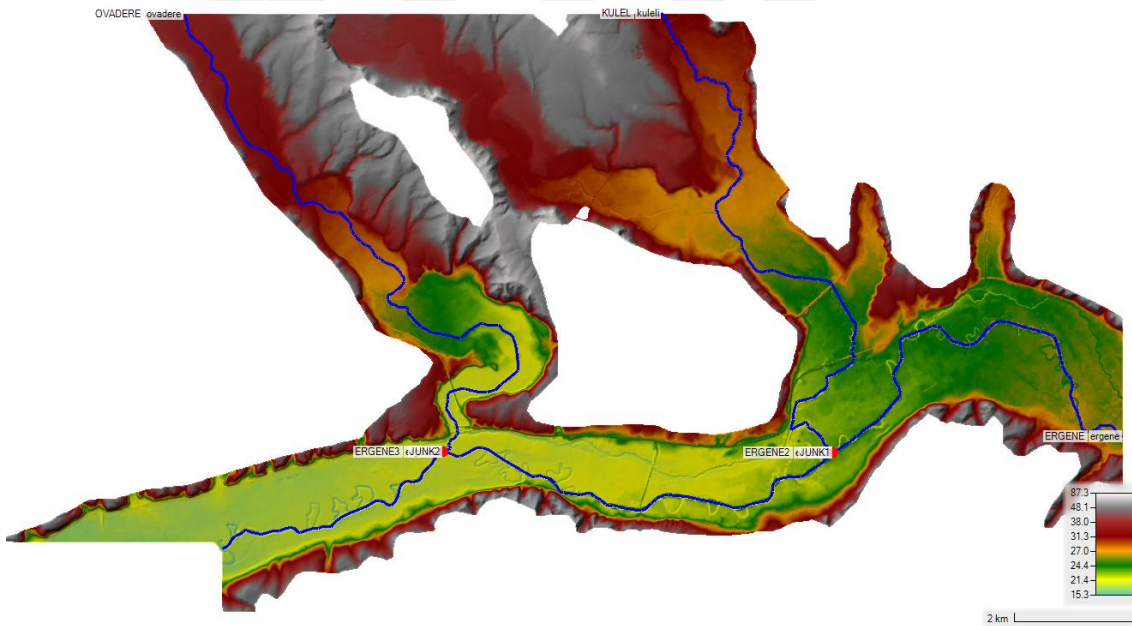
Şekil 5.22. Kayabeyli haritası HEC-Geo-RAS analizi



Şekil 5.23. Lüleburgaz haritası HEC-Geo-RAS analizi



Şekil 5.24. Alpullu haritası HEC-Geo-RAS analizi



Şekil 5.25. Pehlivan köyü haritası HEC-Geo-RAS analizi

5.2. Hidrodinamik Modelleme

Akışkanlar dinamiği, akışkanların (sıvı ve gaz) akışını anlamlandıran akışkanlar mekaniğinin bir alt disiplini. Aerodinamik (hareket halindeki hava ve diğer gazların incelenmesi) ve hidrodinamik (hareket halindeki sıvıların incelenmesi) olarak iki büyük

alt disiplini vardır. Akışkanlar dinamiği, boru hatları boyunca taşınan akışkanın akış hızının belirlenmesi, açık kanaldaki akışın tahmin edilmesi ya da modellenmesi dâhil olmak üzere oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Hidrodinamik, yağış veya akış ölçeğinde üreyen pratik sorunları çözmek için kullanılan ampirik ve yarı ampirik yasaları kapsayan sistematik bir yapı sunar.

En kesitin tamamen dolu olarak aktığı ve atmosferle temasta olan hiçbir akışkan parçasını bulunmadığı akımlara basınçlı akım (cebri akış) denir. Boru içerisinde sıvının sahip olduğu mutlak basınç, atmosfer basıncından büyükse boru basınçla akmaktadır. Sıvının kısmi olarak iletildiği kapalı akış yolları ise serbest yüzeye sahip olmaları nedeniyle kanal olarak adlandırılırlar ve boru hidrolüğü sınıfına girmezler.

Açık kanal hidrolüğini, boru hidrolüğünden ayıran en önemli nokta ise, akışkanın sistem içerisindeki harekete başlama dürtüsü farklılığıdır. Akışkanı harekete geçiren kuvvet basınç kuvveti ise boru hidrolüğü durumu mevcuttur. Açık kanallarda böyle bir basınç kuvvetinden bahsetmek olanaksızdır, çünkü açık kanal akımlarında basınç dağılımı hidrostatiktir.

Açık kanallardaki akışları sınıflandırma amaçlı kullanılan tanımlamalarda zaman (t) ve kanal boyunca meydana gelen uzaklık (x) göz önüne alınarak yapılmaktadır. Bu tanımlamalar;

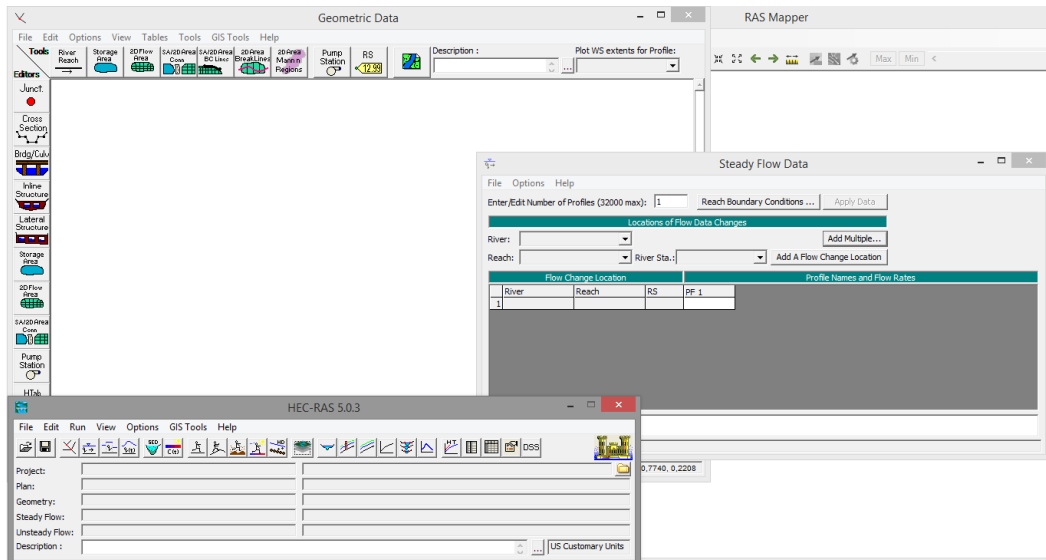
- Kararlı (düzenli) akım: Akımın herhangi bir noktasında bulunan hız vektörü hep aynı şiddette ve yönde ise yani zamandan bağımsızsa diğer bir deyişle taşkın derinliğinin zamanla değişmediği belli aralıklarla sabit kalan akımlardır. Permanan akım da denilmektedir,
- Kararsız (düzensiz) akım: Akımın herhangi bir noktasında bulunan hız vektörü hep aynı şiddette ve yönde değilse yani zamana bağımlıysa diğer bir deyişle taşkın derinliğinin zamanla değiştiği akımlardır,
- Üniiform akım: Akımın herhangi bir zamanında bulunan hız vektörü hep aynı şiddette ve yönde ise yani konumdan bağımsızsa diğer bir deyişle taşkın derinliğinin akımın konumuna göre değişmediği belli aralıklarla sabit kalan akımlardır ($dy / dx = 0$),
- Üniiform olmayan akım: Akımın herhangi bir zamanında bulunan hız vektörü hep aynı şiddette ve yönde değilse yani konuma bağımlıysa diğer bir deyişle taşkın derinliğinin akımın konumuna göre değiştiği akımlardır ($dy / dx \neq 0$),

- Ani (hızlı) değişken akım: Üniorm olmayan kanal akımlarında, kanal güzergâhınca çok kısa mesafelerde taşkın derinliği değişiyorsa akım, hızlı değişen akımdır ($dy/dx = I$),
- Tedrici (yavaş) değişken akım: Üniorm olmayan kanal akımlarında, kanal güzergâhınca taşkın derinliğinin yavaş değişimi söz konusuysa akım, tedrici değişen akımdır ($dy/dx \ll I$).

Hidrolik tahkik; arazi yapısı, dere yatağına dik olarak alınan en kesitler yoluyla tanımlanmaktadır. Kesitlerin alınma sıklığı arazi koşulları ve nehirlerin kıvrımlaşması tarafından belirlenmektedir. Etken faktörlerden bahsedildiğinde, akarsu yatağındaki kesitler ve eğimlerdeki değişimler, sürtünme için belirlenen katsayılardaki değişimler, sanat yapıları ve boyutları, ana kol-yan kol etkileşimi ve birleşimleri olarak sıralanabilir.

5.2.1. HEC-RAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) hidrolik mühendisliğinde kullanılabilir en önemli programlardan biridir (Şekil 5.26.). USACE (United States Army Corps of Engineers) tarafından geliştirilen bu program; açık kanal ve taşkın analizinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu program sediment analizi, su kirliliği, baraj, sel kapanı, sedde, iletim kanalı, pompa istasyonu gibi modellerde de yapılabilmektedir.



Şekil 5.26. HEC-RAS programı ara yüzü

Hidrolojik Mühendislik Merkezi – Nehir Analiz Sistemi olan HEC-RAS, nehir akış analizinde ve taşkın yatağının saptanmasında hidrolik mühendislerine yardım etmek için tasarlanmış, 1-boyutlu ve 2-boyutlu akımları hidrodinamik olarak modelleyen bir yazılımdır. Kararlı ve kararsız tedrici değişen akım rejimlerinde hesap yapma olanağı sağlamaktadır. HEC-RAS, tek bir nehir uzanımında olduğu gibi, kollara ayrılmış bir sistem veya bütün bir kanal ağını da modelleyebilmektedir. Kritik altı, kritik üstü akımlar ile her ikisinin bulunduğu akım rejimlerini hesaplayabilmektedir.

HEC-RAS programı, doğal yatağındaki akarsular ya da ıslah sonucu inşa edilmiş veya doğrudan su kanaletlerinin dâhil olduğu açık kanallardaki akımların hidrolik tahkikinin, oldukça gelişmiş, görselleştirilmiş ve grafikleştirilmiş halde kapsamlı bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır. Ayrıca, akımların su yüzü profili hesaplamaları, akarsulardaki sediment taşınımı, taban hesaplamaları, su kalitesi kontrolü gibi birçok hidrolik hesabı da yapılabilmektedir.

Su kaynaklarının daha verimli yönetilmesini sağlayan, barajlarda kullanımı da oldukça yaygın olan HEC-RAS, dolusavakların çalışması veya işletme faaliyetlerinin yanı sıra aynı zamanda barajların rezervuarının kapladığı alan ile haznedeki suyun birikiminin haritalaştırılması konularında da kullanılan bir programdır.

Ayrıca, pompa istasyonları ve bu istasyonların konumlarından itibaren suyun enerji çizgisini oldukça mahir bir şekilde gösterip, yorumlanmasına da yardımcı olmaktadır.

En büyük işlevlerinden biri de kanal boyunca akımın karşısına çıkan sanat yapılarının (köprü, menfez vb.) hidrolik tahkikinde de kullanılmasıdır. Bu sanat yapılarının hidrolik tahkiki sonucu, köprüye gelen taşkın kuvvete dönüştürülüp, taşkın karşısında sanat yapılarının statik durumlarının da incelenmesine mahal veren kuvvetleri tanıtmaktadır.

HEC-RAS, Manning Denklemi yardımıyla açık kanal modellemesi yapabilmektedir. Manning Denklemi, kendi akımına sahip ve yatağını tamamen kapatmayan bir kanalda akışkanın ortalama hızını yani akışını tahmin etmekte başarılı bir denklemdir. 1890'lı yıllarda İrlandalı Mühendis Robert Manning tarafından geliştirilmiştir. (Denklemler 5.1.)

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (5.1.)$$

V : akım hızı

n : Manning pürüzlülük katsayısı

R : hidrolik yarıçap

S : kanal eğimi

Kararlı akım kullanılan tasarımlarda, enerji denkleminin çözümü, temel sayısal yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Kararlı akım modülünde, model 1-boyutlu Manning Denklemine kullanılmaktadır. Sürtünme, enerji kayıplarına neden olduğundan, kararlı akım modeli içerisinde sürtünme kayıpları akıma etkin değerlendirilmektedir. Su yüzeyi profilinin hızlı şekilde değiştiği yerlerde program, momentum denklemini kullanıp görselleştirmektedir. Bu denklemlerin kullanımıyla program, hidrolik sıçrama, köprülerin hidroliği ve akarsu profilinin değerlendirilmesi gibi birçok ana hidrolik problemini komplike çözebilmektedir. Her bir yerdeki seviyeyi belirlemek için standart adım yöntemi iterasyonla uygulanmaktadır.

Kararsız akım kullanılan tasarımlarda ise su seviyelerinin ve hızlarının değişimini belirlemek için model, 1 - boyutlu Saint Venant Denklemleri ile çözüme yönelmektedir. Kararsız akım modeli ile belirlenen herhangi bir kesitteki taşkın derinliğinin ile alanı ve kesitteki su hızının zamana bağlı değişimi ile taşkın pik dalgasının belirlenen herhangi bir kontrol noktasına ne kadar zamanda ulaşacağı bilgisini sağlamaktadır.

Yapılan hidrolik modellerde memba sınır şartı olarak, hidroloji çalışmalarında hesaplanan farklı tekerrür periyodundaki taşkın debileri kullanılmıştır. Mansap sınır şartı olarak, çalışma yapılan derenin mansabında bilinen bir su seviyesi varsa su seviyesi, yoksa kritik eğim kullanılmıştır.

5.2.2. Cowan Metodu

Manning pürüzlülüğü kanal akışında hız denklemi olarak kullanılan Manning Denklemine adını veren bir katsayıdır. Bu pürüzlülük değeri akışın muhatap kaldığı çevreyle alakalı birkaç görüşten meydana gelmektedir. Manning pürüzlülük katsayısına etki eden çevresel faktörler şunlardır;

- Yüzeyin pürüzlülüğü; ıslak çevreyi oluşturan kanal yatak malzemesinin danelerinin boyut ve şeklini ifade eder. Genel itibariyle kanal içindeki akımı yavaşlatıcı cinsten bir etmendir. İnce daneli malzemelerde n katsayısı daha düşük bir değer alırken, iri daneli malzemelerde n katsayısı daha yüksek bir değer almaktadır,

- Bitki örtüsü; açık kanal akışındaki pürüzlülüğün belirlenmesinde önemli etmenlerden biri de kanal içi bitki örtüsü varlığıdır. Rüşbat temizliği yapılsa dahi zamanla kanal içi çeperlerde oluşan çeşitli bitkilerin gelişimi, akımın hareketine engel oluşturucu etkiye sahip olmaktadır, yani n pürüzlülük katsayısını arttırmaktadır. Aynı kesitten akan aynı debi, yaz ve kış aylarında bitki örtüsü varlığı nedeniyle, farklı derinlik ve farklı hızlarda geçmektedir. Yani n katsayısı, aynı kesit için farklı ay veya mevsimlerde farklı değerler almaktadır,
- Kanal düzensizliği; kanal boyunca kesit, boyut ve şekildeki değişimleri ve ıslak çevrenin sürekli değişkenlik içinde olmasıdır. Kanallarda bu tip düzensizlikler, yatakta oluşmuş kum yığınlarını, tümsekleri, çukurları ve boşlukları içermektedir. Pürüzlülüğü arttırmaktadır,
- Kanal eğriliği; kanal ekseninin akım doğrultusunda eğriliği anlamına gelmektedir. Kanal eksenindeki bu kıvrımlar sürüntü malzemesi birikimine neden olur ve pürüzlülüğü artırır,
- Birikim ve aşınma; kanal yatağında biriken alüvyon malzeme pürüzlülüğü azaltarak, n katsayısını düşürmekte ve nehri düzenli bir hale getirmektedir. Aşınma durumunda ise n katsayısı artmaktadır.
- Engeller; kanal yatağında biriken kütükler, kanal boyunca sıralanmış köprülerin ayakları veya benzer akışa engel teşkil edebilecek engeller ile n katsayısını artırır.

Pürüzlülük değerinin doğru bir şekilde tespiti, taşkın tekerrür debilerinin tespiti kadar önemlidir. Çünkü n değeri direkt olarak denklemin diğer parametreleri gibi ölçüm yolu ile belirlenememektedir. Bu değer daha çok tasarımı yapan mühendisin tecrübesi ve yorum yeteneği ile şekillenen bir bilinmeyenler kümesinden oluşmaktadır.

Pürüzlülük değerinin; kanal şevi düzensizliği, kanal en kesiti, kanaldaki engeller, kanal üstü bitki örtüsü ve akarsuyun kıvrımlarına göre yorumlanabilmesini sağlama amaçlı DSİ tarafından Türkiye nehirlerinde uygunluğu kıstasa tutulan Modifiye Cowan Yöntemini gerçekleştirmeye konu değerler Çizelge 5.10.'da verilmektedir.

Çizelge 5.10.'da yer alan engellerin etkileri bölümünde, engellerin kanaldaki etkili pürüzlülük değeri bulunurken, kıstas oluşturan eğimi (%) bulurken; “engel / kesit alanı x 100” bağıntısından yola çıkılır. Yine aynı çizelgedeki kanal kıvrımı bölümünde

yer alan kıstas değerleri bulunurken nehir uzunluğunun kuş uçuşu nehir uzunluğuna oranlanması ile pürüzlülük değeri bulunur.

Çizelge 5.10. DSİ Modifiye Cowan Yöntemine göre pürüzlülük parametreleri (n_1, n_2, n_3, n_4 ve m) değerleri

Manning Katsayısını etkileyen faktörler	Hassaslık dereceleri		Gösterimleri	Değerler
Düzensizlik derecesi (Kanal şev durumu)	<i>Pürüzsüz</i>	<i>Beton duvar</i>	n_1	0,000
		<i>Taş duvar</i>		0,003
	<i>Önemsiz</i>	<i>İstifli taş tahkimat</i>		0,005
		<i>Toprak yamaç</i>		0,008
	<i>Orta</i>	<i>İstifsiz taş tahkimat</i>		0,010
		<i>Ağaçlı yamaç</i>		0,015
<i>Şiddetli</i>		0,020		
Kanal yarıçapındaki değişimler	<i>Aşamalı</i>		n_2	0,000
	<i>Ara sıra değişen</i>			0,005
	<i>Sık değişen</i>			0,010 – 0,016
Engellerin etkileri	<i>İhmal edilebilir</i>	< %5	n_3	0,000
	<i>Önemsiz</i>	%5-15		0,010 – 0,015
	<i>Kayda değer</i>	%15-50		0,020 – 0,030
	<i>Şiddetli</i>	> %50		0,040 – 0,060
Bitki örtüsü	<i>Düşük</i>		n_4	0,005 – 0,010
	<i>Orta</i>			0,010 – 0,025
	<i>Yüksek</i>			0,025 – 0,050
	<i>Çok yüksek</i>			0,050 – 0,100
Kıvrım derecesi	<i>Önemsiz</i>	1 – 1,2	m	1,000
	<i>Kayda değer</i>	1,2 – 1,5		1,150
	<i>Şiddetli</i>	> 1,5		1,300

Pürüzlülük değerinin gözlem yoluyla ölçülemeyen tek parametresi olan medyan çap değeri, laboratuvar ortamında deneyi yapıldıktan sonra, sonucunun yorumlanması ile ya da kanal çeperini oluşturan materyalin belirlenmesi ile de belirlenebilir. Çizelge 5.11’de DSİ Modifiye Cowan Yöntemine göre alabileceği değerler verilmektedir.

Çizelge 5.11. DSİ Modifiye Cowan Yöntemine göre n_0 değerleri

Dere yatağı	D50 elek analizi verileri	n_0 değerleri
<i>Kum</i>	0,2	0,012
	0,3	0,017
	0,4	0,020
	0,5	0,022
	0,6	0,023
	0,8	0,025
	1,0	0,026
<i>Beton</i>	--	0,012 – 0,018
<i>Kaya</i>	--	--
<i>Toprak</i>	--	0,025 – 0,032
<i>İri daneli kum</i>	1 - 2	0,026 – 0,035
<i>İnce daneli çakıl</i>	--	--
<i>Çakıl</i>	2 - 64	0,028 – 0,035
<i>İri daneli çakıl</i>	--	--
<i>Kaba çakıl</i>	64 - 256	0,030 – 0,050
<i>İri kaya</i>	> 256	0,040 – 0,070

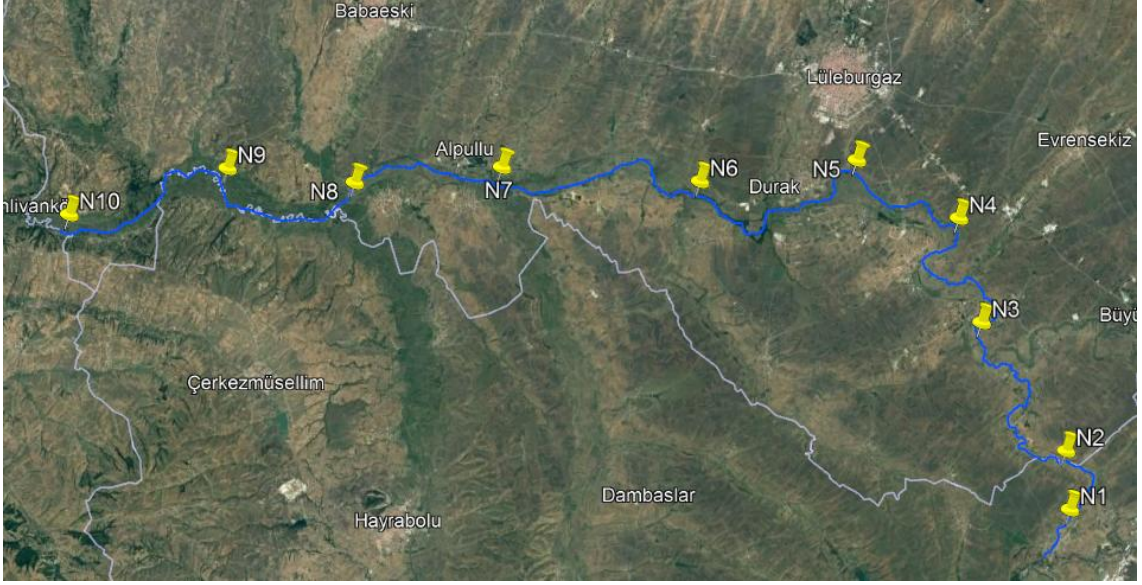
Pürüzlülük parametreleri belirlendikten sonra, Manning Denkleminde kullanılan Manning pürüzlülük katsayısı “ n ” Denklem 5.2.’de verilen bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m \quad (5.2.)$$

- n_0 : D50 çap analizi sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi
 n_1 : Kanal şev durumu / düzensizliği sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi
 n_2 : Kanal yarıçapındaki değişim sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi
 n_3 : Kanal güzergâhınca çıkan engeller sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi
 n_4 : Kanal içi bitki örtüsü sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi
 m : Nehir boyunca kanalın kıvrımlılığı sonucu belirlenen pürüzlülük parametresi

5.2.3. Cowan analizi

D50 çap analizi sonucu karar verilen n_0 değerini belirlerken nehir boyunca uygun görülen ve Şekil 5.27.’de gösterilen yerlerden üçer numune alınarak elek analizine tabi tutulmuştur. Her analiz haritası için 2 tane numune alma noktası seçilmiştir. Her haritanın numuneleri çeyrekleme yöntemi ile birleştirilmiştir.



Şekil 5.27. D50 çap/elek analizi için Ergene Nehrinde numune alınan yerler

Belirlenen kesitlerden elek analizi için gerekli numunelerin çeyrekleme yöntemi ile birleştirilmesi sonrası laboratuvar ortamındaki hali örneği Şekil 5.28.'de, numunelerin ağırlıklarının ölçümü örneği Şekil 5.29.'da, numunelerin laboratuvar ortamında etüvde kurutulması örneği Şekil 5.30.'da ve nihayetinde elek analizine tabi tutulması örneği Şekil 5.31.'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen medyan çaplarının bir örneği de Şekil 5.32.'de verilmiştir.



Şekil 5.28. D50 çap/elek analizinde numunenin çeyrekleme yöntemi ile birleştirilmesi sonrası laboratuvar hali örneği: Alpullu haritası



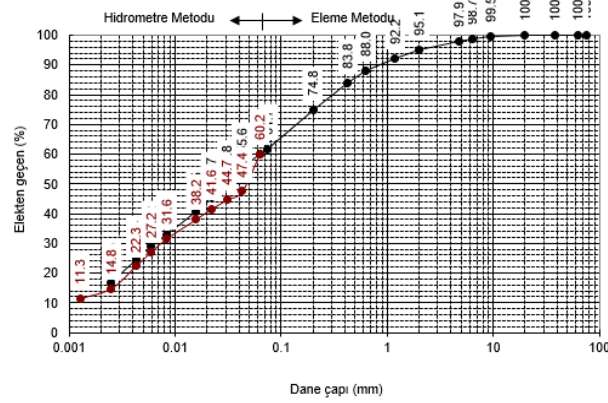
Şekil 5.29. D50 çap/elek analizi deneyinde numune ağırlığının ölçümü örneği



Şekil 5.30. D50 çap/elek analizi deneyinde kullanılan numunelerin etüve alınması



Şekil 5.31. D50 çap/elek analizi deneyi



Şekil 5.32. D50 çap/elek analizi deneyi sonucu örneği

Cowan Metodunun gözlemsel olarak belirlenen kanal şevi düzensizliği, kanal kesiti, kanaldaki engeller, kanal üstü bitki örtüsü ve akarsuyun kıvrımları parametreleri; arazinin uygun şekilde baştan sona 5 km'de bir gezilerek her harita için farklı farklı gözlemlenmiştir. Söz konusu nehrin pürüzlülük manasında yorumlanması için yapılan arazi tarama işlemlerinin örnekleri Şekil 5.33.-5.45. arasında gösterilmiştir.



Şekil 5.33. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: İnanlı civarı (Drone fotoğrafı)



Şekil 5.34. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-4 / Karamusul civarı (Drone fotoğrafı)



Şekil 5.35. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Muratlı civarı



Şekil 5.36. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-6 / Ovacık civarı



Şekil 5.37. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-7 / Lüleburgaz yakınları



Şekil 5.38. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-9 / Durak civarı



Şekil 5.39. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-11 / Dügüncübaşı civarı



Şekil 5.40. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-12 / Alpullu civarı



Şekil 5.41. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-14 / Alpullu civarı



Şekil 5.42. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-15 / Hayrabolu-Babaeski İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı



Şekil 5.43. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-16 / Hayrabolu-Babaeski İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı



Şekil 5.44. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-17 / Hayrabolu-Pehlivanköy İlçe, Tekirdağ-Kırklareli İl Sınırı



Şekil 5.45. Ergene Nehri Manning pürüzlülüğü için yapılan arazi tarama işlemi: Sanat Yapısı-18 / Pehlivanköy civarı

Mühendislik tecrübesi ve elek analizi sonuçlarına göre Cowan Metodu ile hidrolik modelleme çalışması yapılan derelerde Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenmiştir. Cowan Metodu ile 5 farklı analiz haritası modeli için 5 farklı Manning pürüzlülük katsayısı belirlenmiştir. Manning pürüzlülük katsayılarının 5 farklı analiz haritası ve bu analiz haritalarında bağlanan ana kolları ile değerleri Çizelge 8.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. Analiz haritalarının Ergene Nehrinde ki km'leri, bağlanan kolları ve Cowan Metodu ile belirlenen Manning pürüzlülük katsayıları

Analiz haritası (TIN / TIFF)	Ergene Nehri başı (km)	Ergene Nehri sonu (km)	Bağlanan ana kollar	Manning pürüzlülük katsayısı (n)
<i>İnanlı Haritası</i>	00+000,0	11+250,9	Yukarı Ergene Çayı Çorlu Çayı	0,044
<i>Kayabeyli Haritası</i>	11+250,9	27+478,4	Yuvalı Dere Sulucak Çayı	0,042
<i>Lüleburgaz Haritası</i>	27+478,4	50+310,0	Kaynarca Dere Hamam Dere	0,044
<i>Alpullu Haritası</i>	50+310,0	69+709,4	Üsküp Dere Ova Çayı Ana Çay Hayrabolu Deresi	0,049
<i>Pehlivanköy Haritası</i>	69+709,4	87+055,6	Kuleli Dere Ova Dere	0,043

5.2.4. 2-Boyutlu modelleme

Taşkın oluşturacağı su derinliği haritaları ve yerleşkelerin taşkın tehlike haritalarının oluşturulması için en uygun yöntemin Bütünleşik 1 Boyutlu-2 Boyutlu Hidrolik/Hidrodinamik Modelleme tekniği olmasıyla beraber, 1-Boyutlu Hidrolik Model suyun kanal içindeki hareketini gözlemlemek (hız, alan vb.) ve sanat yapılarının durumlarını inceleyebilmek için verimli bir modelleme aracıdır. Akımın sürdüğü kanaldan taşan suların arazide yayılımı için 1-boyutlu modelin kullanılması yerleşkelerin olduğu bölgelerde yeterince hassas sonuç vermemektedir. Bu amaçla bütünleşik modellemede 1-boyutlu çalışmalar yapılırken kanal içinden geçecek maksimum su miktarına kadar değerlendirmeler yapılmaktadır. Açık kanaldan taşan suların gösterimi için ise 2-Boyutlu Hidrolik Modelleme tekniği ile değerlendirilmesi daha doğrudur.

2-Boyutlu Hidrolik Modelleme; hidrolik modelleme yaklaşımları değerlendirildiğinde yerleşim yerlerindeki taşkınların modellenmesi için 2-boyutlu modelin en uygun model olduğu söylenebilir. 1-boyutlu model kesitler arası çalışıp var olmayan kısımları enterpole ederken 2-boyutlu modeller piksel bazında gridler üzerinde çalışarak bütün araziye hesap dâhilinde incelemektedirler. Taşkın yayılım alanlarında enine doğrultuda yayılım, boyuna doğrultuya oranla daha yavaş ilerlemekte ve bu

yöndeki hız ve akış yükseklikleri doğru olarak modelleyebilmek için 2-boyutlu modellemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür modelleme, engellerin sıklıkla olduğu yerleşim yerlerinde daha da fazla önem arz etmektedir. Bir boyutlu modelin dere güzergâhı boyunca yaptığı hesaplar, 2-boyutlu modelde, x ve y koordinatlarının ikisi de kullanılarak yapılmakta ve taşkın sahalarının yayılımı tespit edilmektedir.

HEC-RAS'ın 2-boyutlu çözümlerinde süreklilik ve momentumun korunumu dikkate alınarak nümerik çözüm yapılmaktadır. Model çalışırken x ve y yönlerindeki momentum denklemleri çözülmektedir. Bu denklemler süreklilik denklemi (Denklem 5.3.), x yönünde momentum denklemi (Denklem 5.4.) ve y yönünde momentum denklemi (Denklem 5.5.);

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} + u \frac{\partial h u}{\partial x} + v \frac{\partial h v}{\partial y} = 0 \quad (5.3.)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \delta}{\partial x} + g \frac{u|u|}{C^2 h} + au|u| = 0 \quad (5.4.)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \delta}{\partial x} + g \frac{v|v|}{C^2 h} + av|v| = 0 \quad (5.5.)$$

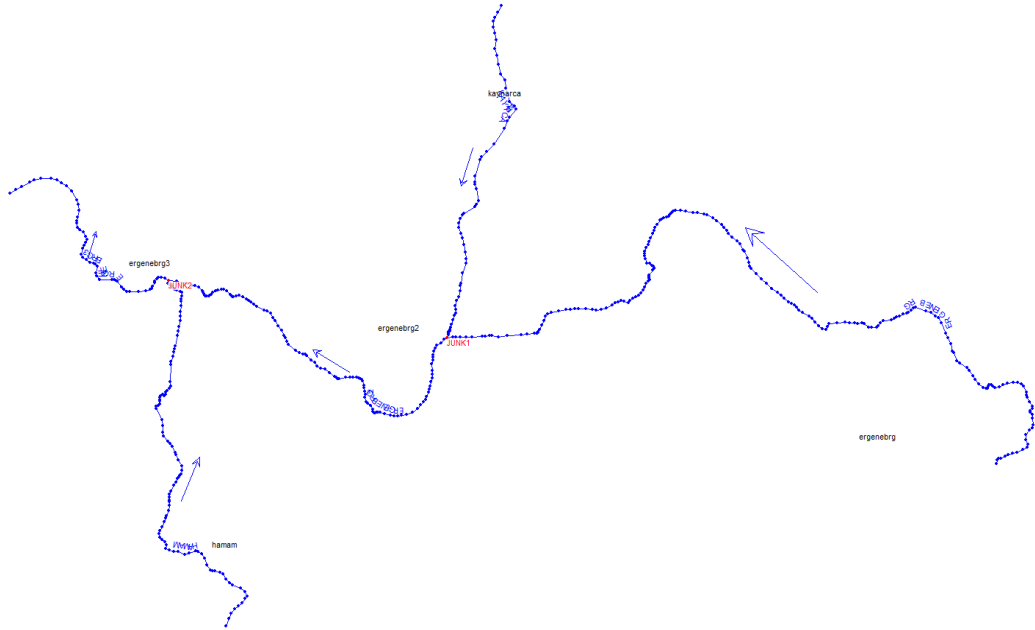
Söz konusu denklemlerdeki ifadeler;

- δ : su kotu (m)
- t : zaman (s)
- h : su derinliği (m)
- u : su hızı (m/s)
- v : su hızı (m/s)
- g : yer çekimi ivmesi (m/s²)

Bir ve iki boyutlu hidrodinamik modeller değerlendirildiğinde, 1-boyutlu modellerde ana kanal ve taşkın alanı, aralıklı en kesitlerden oluşan tek bir kanal olarak temsil edilmektedir. 1-boyutlu modellerin kullanımı genellikle, akış yönünün bilindiği kanallar veya basitçe bağlı (dendritik) kanal sistemleri ile sınırlıdır. Bu sınırlamalar nedeniyle 1-boyutlu modeller, tam 2-boyutlu veya 1 ve 2-boyutlu entegre modeller ile desteklenmektedir. İki boyutlu modellerde çalışma alanı bilgisi, 2-boyutlu bir yüzeye, grid veya ağ (mesh) elemanları ile projekte edilmektedir. Grid elemanları üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen, yedigen ve sekizgen olarak tanımlanabilmektedir. Akışın modellenmesi her bir grid elemanında, 2-boyutlu Saint-Venant denklemlerinin nümerik olarak çözülmesi ile gerçekleştirilmektedir. Yerleşim yerlerindeki taşkınların

modellenmesi için 2-boyutlu modellerin daha uygun model türü olduğu söylenebilir. Bir ve iki boyutlu entegre modellerde ana kanal ve ana kanal üzerinde bulunan hidrolik yapılar (menfezler, köprüler, savaklar vb.) 1-boyutlu modelde tanımlanmakta, kapasiteleri tayin edilmekte ve 2-boyutlu modele dinamik olarak bağlanarak taşkın modellemesi gerçekleştirilmektedir. Bu şekildeki entegre yöntemin seçimleriyle, hem 1-boyutlu hem de tam 2-boyutlu modelden en iyi şekilde yararlanarak, bir hidrolik sistemin daha kapsamlı, verimli ve doğru bir şekilde sunumu sağlanmaktadır.

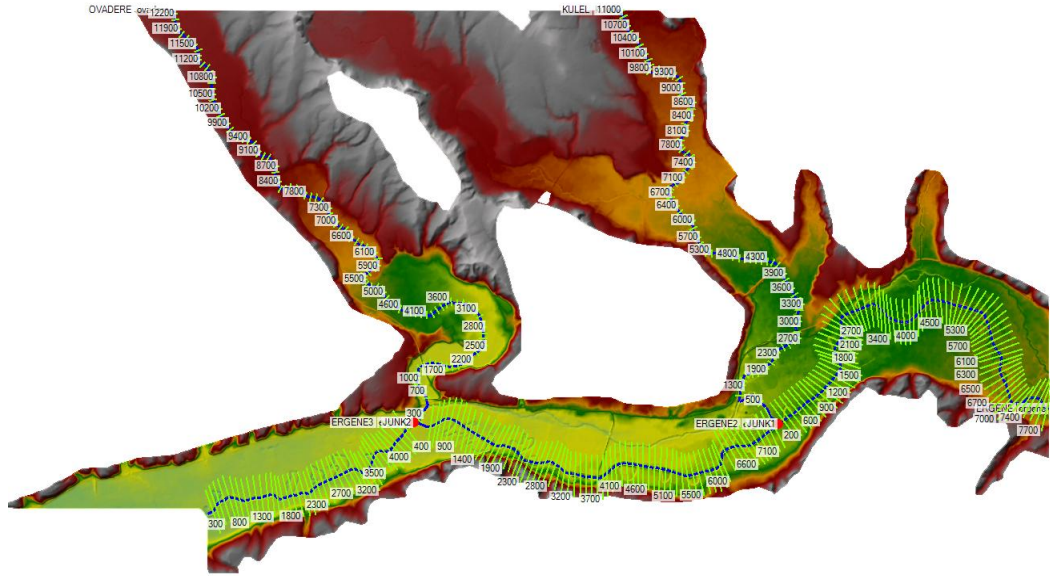
HEC-RAS 5.0.7’de analizine başlanmış olan taşkın coğrafyası, HEC-RAS 6.0’a alınarak, hızlı kanal en kesitleri oluşturulmuş ve nehre eş aralıklarla atanmıştır. Bu en kesitler ile hidrolik tahkikin en önemli kısmı olan, taşkın debisinin oturacağı alan hakkında bilgi sahibi olunmuştur. HEC-Geo-RAS kısmında 2-boyutlu modelin oluşturulması sonucu çizilen nehirler, 1-boyutlu modelde tanımlanmış olup, örnekleri Şekil 5.46.’da ve Şekil 5.47.’de (en kesitli 1B) gösterilmiş, en kesitlerin kanalda gösterimi ve tanımlanmasının bir örneği ise şekil 5.48.’de verilmiştir.



Şekil 5.46. HEC-RAS’ta 1-boyutlu model örneği: Lüleburgaz haritası

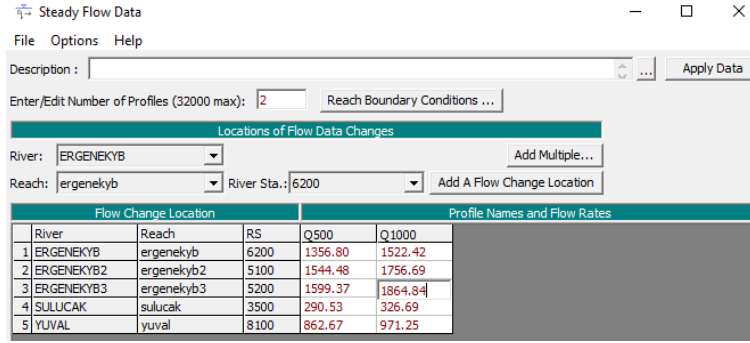


Şekil 5.47. HEC-RAS'ta 1-boyutlu model örneği (en kesitli): Alpullu haritası



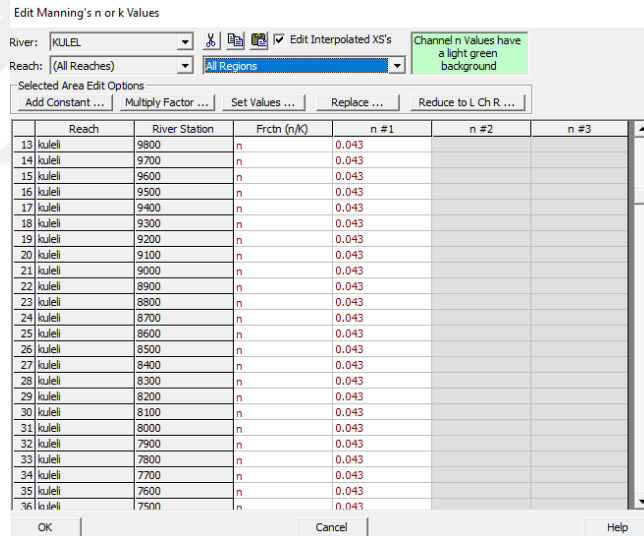
Şekil 5.48. HEC-RAS'ta kanalda otomatik en kesitlerin oluşturulması örneği: Pehlivan köyü haritası

Kararlı akımda kullanılan ana kolların ve belirlenmiş Ergene Nehri kesitlerinin taşkın tekerrür debileri ise HEC-RAS programında steady flow sekmesinden kanalın HEC-Geo-RAS aşamasında junctionlar ile parçalanmış kısımlarına uygun şekilde verilmiştir. Hesaplanan değerler sonucu; ana kolların taşkın tekerrür debileri Çizelge 5.7.'den, Ergene Nehrinin taşkın tekerrür debileri Çizelge 5.9.'dan alınmıştır. Şekil 5.49.'da bu uygulamanın bir örneği verilmiştir.



Şekil 5.49. HEC-RAS programında akarsu kollarına kararlı akım tanımlama örneği: Kayabeyli haritası

Cowan analizi sonucu elde edilen Manning katsayısı kabulü kanala tanımlanmıştır. Bir tek Ergene Nehri üzerine Manning katsayısı çalışılmış olup, ana kolların Manning katsayıları, buldukları analiz haritasındaki Ergene Nehri için belirlenen değer olarak kabul edilmiştir. Şekil 5.50.'de bu işlemin bir örneği gösterilmiştir.

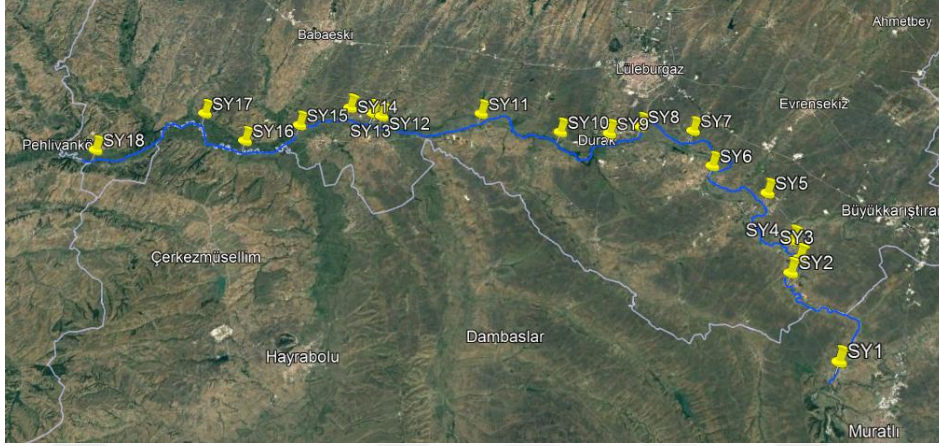


Şekil 5.50. HEC-RAS programında akarsu kanalına Manning katsayısı tanımlama örneği: Pehlivan köy haritası/Kuleli Deresi

5.2.5. Sanat yapıları

Sanat yapıları, tüm analiz haritası için kendi içinde olmak üzere, mabadan mansaba doğru artan şekilde numaralandırılmıştır (Şekil 5.51.). Ayrıca kullanım amacı, taşkın anında sanat yapılarının kullanılabilirliği, taşkın anında mahsur kalan insanların tahliyesi veya bu insanlara yardımın ulaşabilmesi gibi konular değerlendirilerek sanat

yapılarına yüksek, orta ve düşük şeklinde önem derecesi tanımlanmıştır (Çizelge 5.13.). Sanat yapılarının bulunduğu konum, yerleşke ve tipi de Çizelge 5.14.'te verilmiştir.



Şekil 5.51. Sanat yapılarının Ergene Nehri üzerindeki konumları

Çizelge 5.13. Sanat yapılarının önem derecelendirmeleri ve buldukları analiz haritaları

Sanat yapısı no	Önem durumu	Bulunduğu analiz haritası	Sanat yapısı no	Önem durumu	Bulunduğu analiz haritası
SY-1	Yüksek	İnanlı haritası	SY-10	Yüksek	Lüleburgaz haritası
SY-2	Düşük	İnanlı haritası	SY-11	Orta	Alpullu haritası
SY-3	Yüksek	Kayabeyli haritası	SY-12	Düşük	Alpullu haritası
SY-4	Düşük	Kayabeyli haritası	SY-13	Yüksek	Alpullu haritası
SY-5	Yüksek	Kayabeyli haritası	SY-14	Düşük	Alpullu haritası
SY-6	Yüksek	Kayabeyli haritası	SY-15	Yüksek	Alpullu haritası
SY-7	Düşük	Lüleburgaz haritası	SY-16	Orta	Alpullu haritası
SY-8	Yüksek	Lüleburgaz haritası	SY-17	Yüksek	Pehlivan köy haritası
SY-9	Orta	Lüleburgaz haritası	SY-18	Yüksek	Pehlivan köy haritası

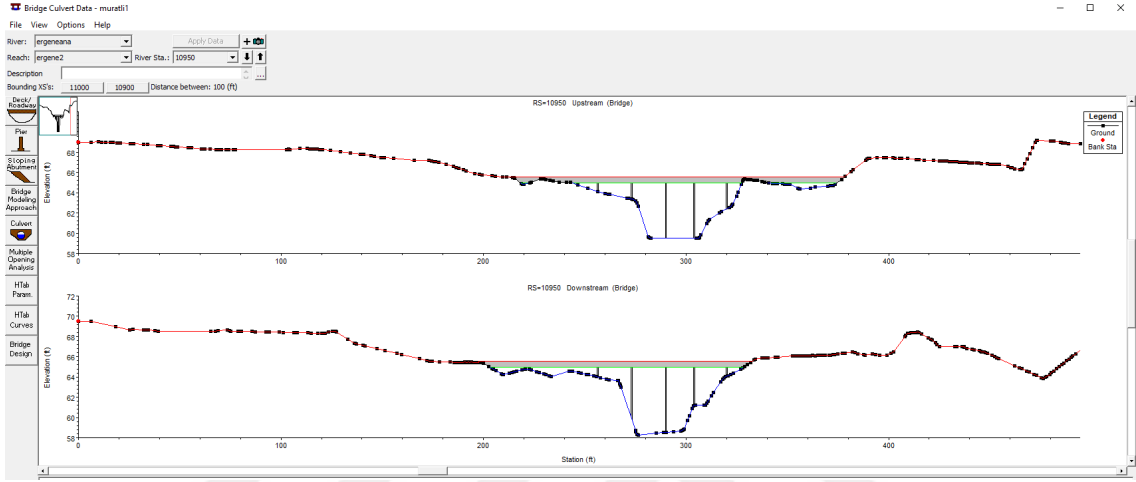
Sanat yapılarının modellenmesinde, akarsu yatağında belirlenen kesitler, sanat yapısının hemen öncesinde (mamba kısmı) ve hemen sonrasında (mansap kısmı) alınmakta, böylece sanat yapılarının gerçeğe uygun olarak tahkiki yapılabilmektedir.

Sanat yapıları, gerekli ayak ölçümleri sonucu ya da Karayolları Genel Müdürlüğüne başvurularak ayak planları, döşeme yükseklikleri gibi parametrelerin elde edilmesi sonucunda, HEC-RAS programının Geometry Data kısmındaki Bridges bölümünden mevcut en kesitlere çizilerek kanal güzergâhına tanımlanmıştır. Bu tanımlama işlemi x, y ve h olarak bilinen üç koordinata göre yapılmıştır.

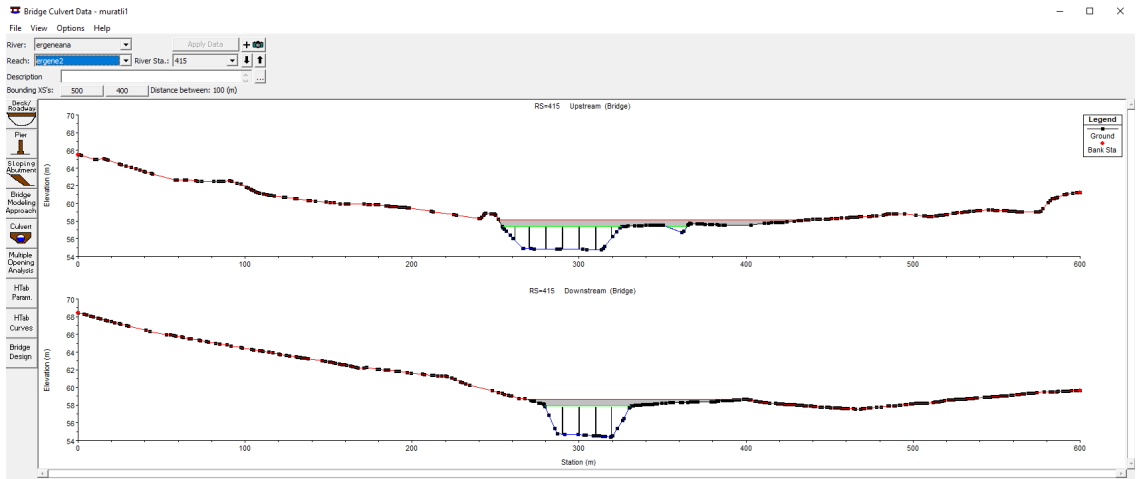
Çizelge 5.14. Sanat yapılarının yerleri ve kullanım amaçları

Sanat yapısı no	Nehirdeki konum (km)	Tip	Yapının kullanım amacı	Konum / Yerleşke
SY-1	00+675,5	Karayolu	Köyleri birbirine bağlayan köprü	İnanlı / Muratlı
SY-2	11+230,9	Karayolu	Tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Seyitler / Lüleburgaz
SY-3	12+704,3	Demiryolu	Demiryolu taşımacılığı	Yerleşke dışı / Lüleburgaz
SY-4	14+678,8	Karayolu	Tren garını köylere bağlayan köprü	Yerleşke dışı / Lüleburgaz
SY-5	21+115,4	Karayolu	Köyleri birbirine bağlayan köprü	Karamusul / Lüleburgaz
SY-6	26+150,4	Karayolu	Köyleri, ilçeler arası yola bağlayan köprü	Ovacık / Lüleburgaz
SY-7	32+795,7	Karayolu	Tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Eskibedir / Lüleburgaz
SY-8	38+159,3	Demiryolu	Demiryolu taşımacılığı	Durak / Lüleburgaz
SY-9	40+503,3	Karayolu	Köyleri birbirine ve ilçeye bağlayan köprü	Durak / Lüleburgaz
SY-10	45+278,8	Karayolu	Köyleri, Devlet Üreme Çiftliği ve ilçeye bağlayan köprü	Yerleşke dışı / Lüleburgaz
SY-11	52+681,0	Karayolu	Tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Yerleşke dışı / Lüleburgaz
SY-12	59+881,3	Karayolu	Köyler ile beldeyi bağlayan köprü	Alpullu / Babaeski
SY-13	60+612,6	Karayolu	İlleri birbirine bağlayan viyadük (Edirne – Tekirdağ Yolu)	Alpullu / Babaeski
SY-14	62+310,3	Karayolu	Tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Yerleşke dışı / Babaeski
SY-15	66+432,9	Karayolu	Köyler ile beldeyi bağlayan köprü	Mandıra / Babaeski
SY-16	68+582,4	Karayolu	Köyleri birbirine bağlayan aynı zamanda tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Yerleşke dışı / Hayrabolu – Babaeski arası İlçe ve İl sınırı
SY-17	75+037,9	Karayolu	Köyleri birbirine bağlayan aynı zamanda tarımsal kullanım amaçlı geçiş	Yerleşke dışı / Hayrabolu – Pehlivanköy arası İlçe ve İl sınırı
SY-18	83+948,6	Karayolu	Köyleri ilçeye bağlayan tarihi kemerli taş köprü	Akarca / Pehlivanköy

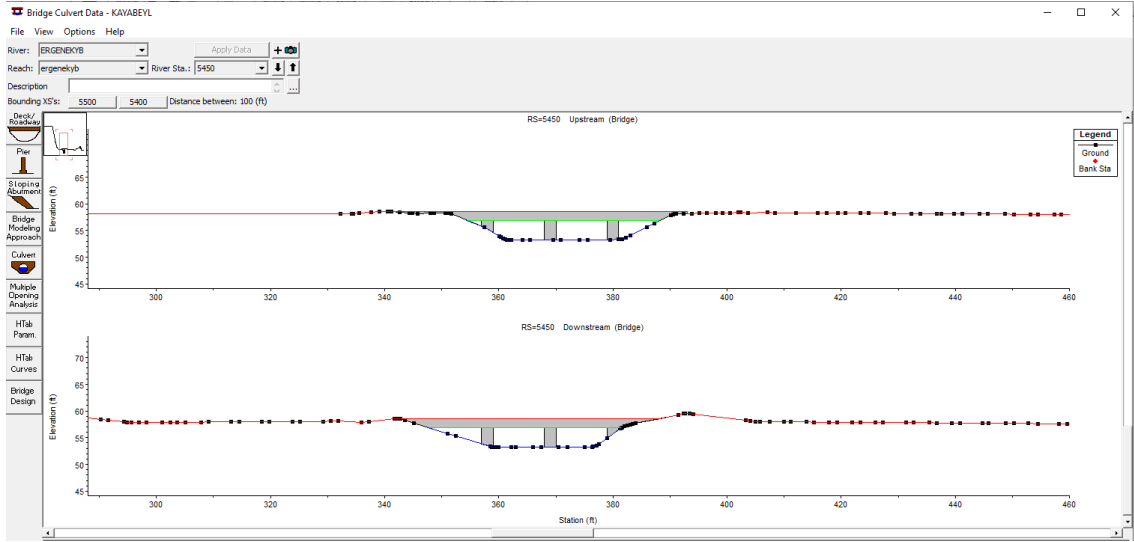
Ulaşımı engelleyen bir yatağa sahip olan Ergene Nehri üzerinde hali hazırdaki sanat yapılarının (köprü, viyadük vb.) nehir üzerine mevcut konumlarında boyutlandırılması sonucu, HEC-RAS 6.0. programındaki nehir en kesitlerinde, yapıların bulunduğu konumun hemen önceki (membra) ve sonraki kesitlerden (mansap) görünüşleri sırasıyla Şekil 5.52-5.69. arasında verilmiştir. (Akarca Tarihi Taş Köprüsü boyutları Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.)



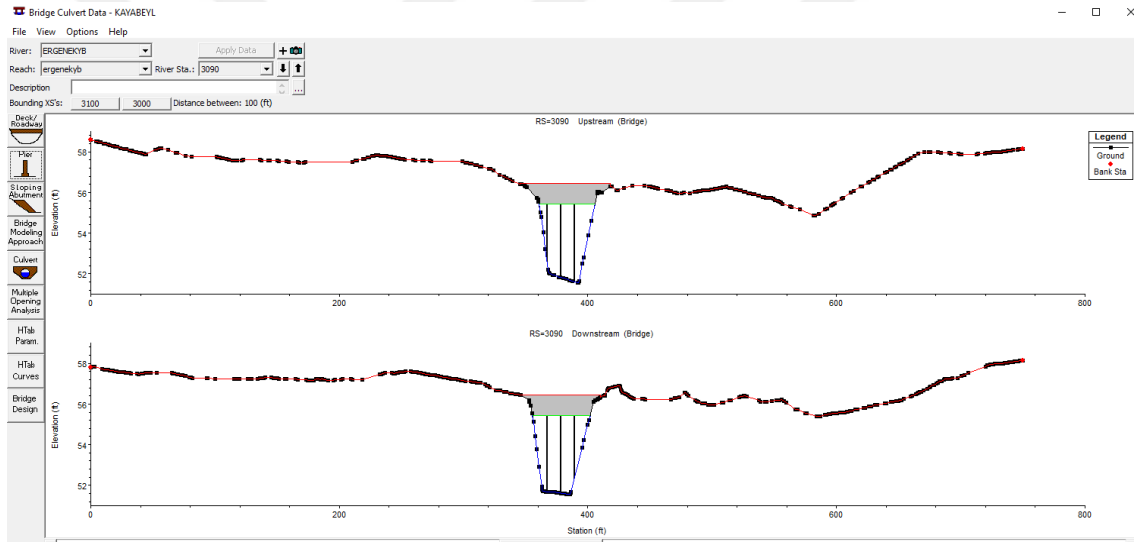
Şekil 5.52. Sanat Yapısı-1 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



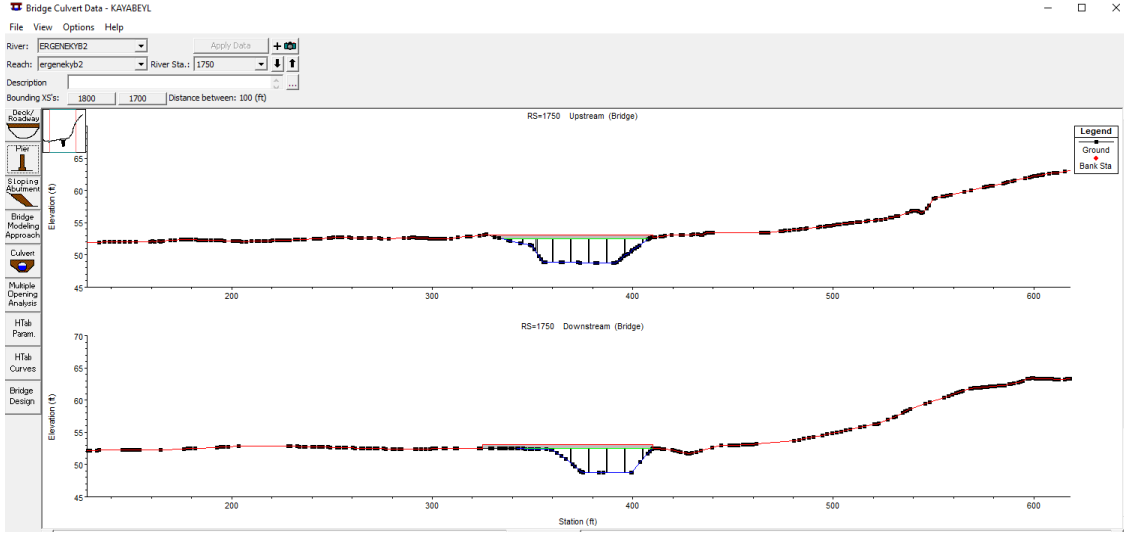
Şekil 5.53. Sanat Yapısı-2 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



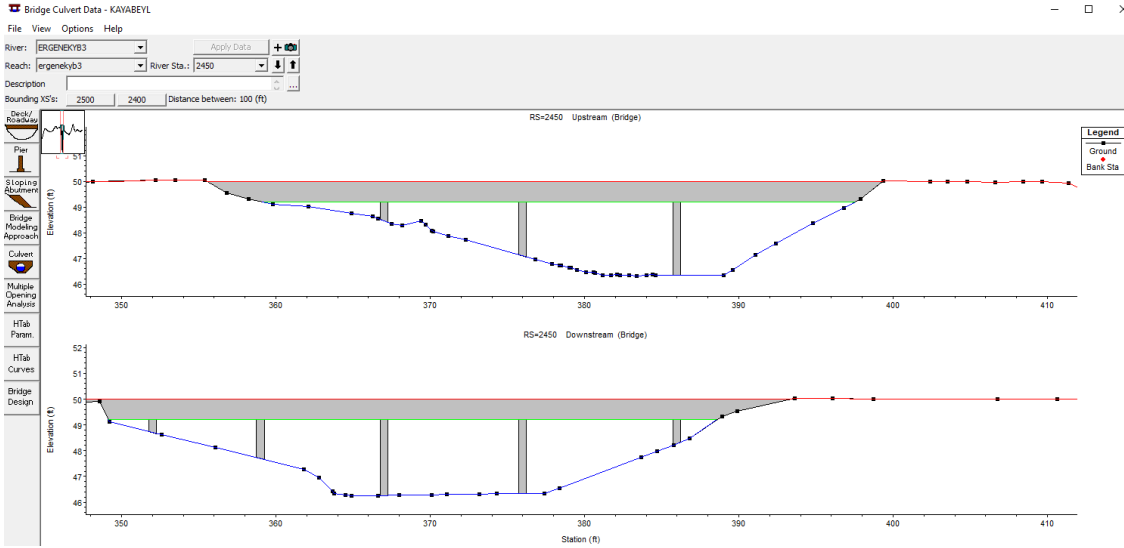
Şekil 5.54. Sanat Yapısı-3 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



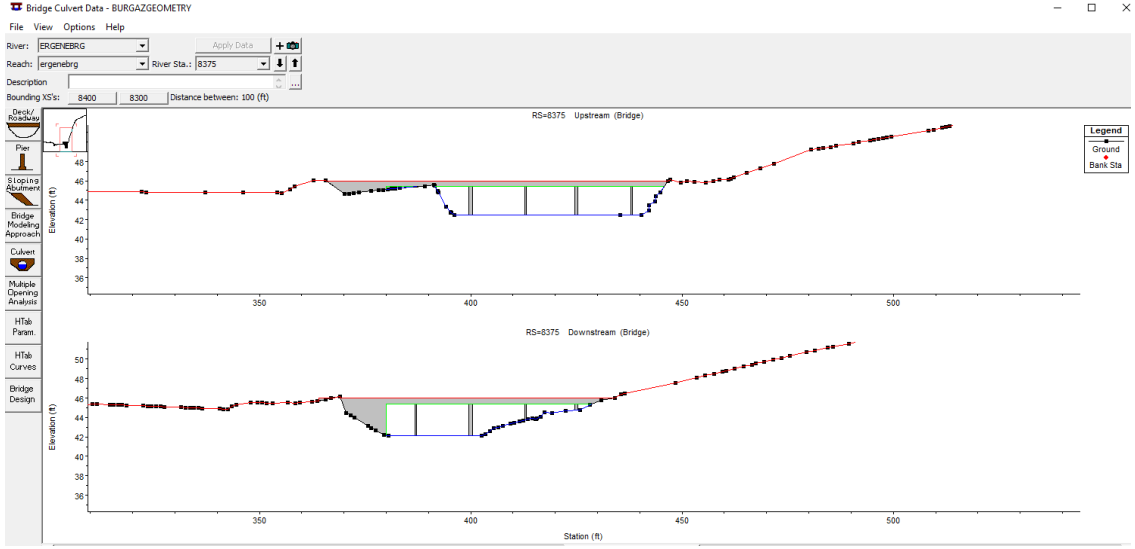
Şekil 5.55. Sanat Yapısı-4 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



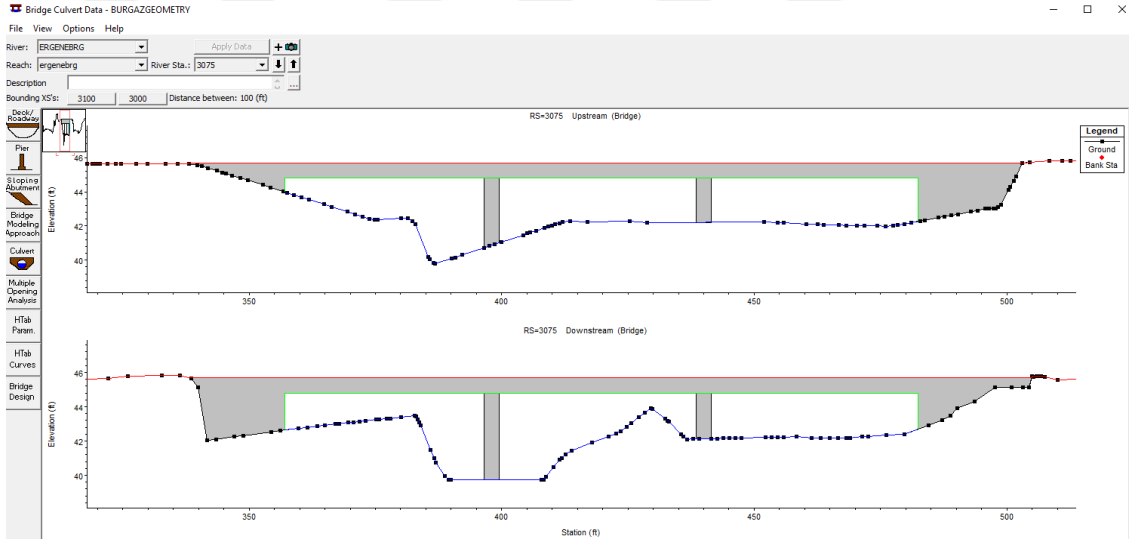
Şekil 5.56. Sanat Yapısı-5 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



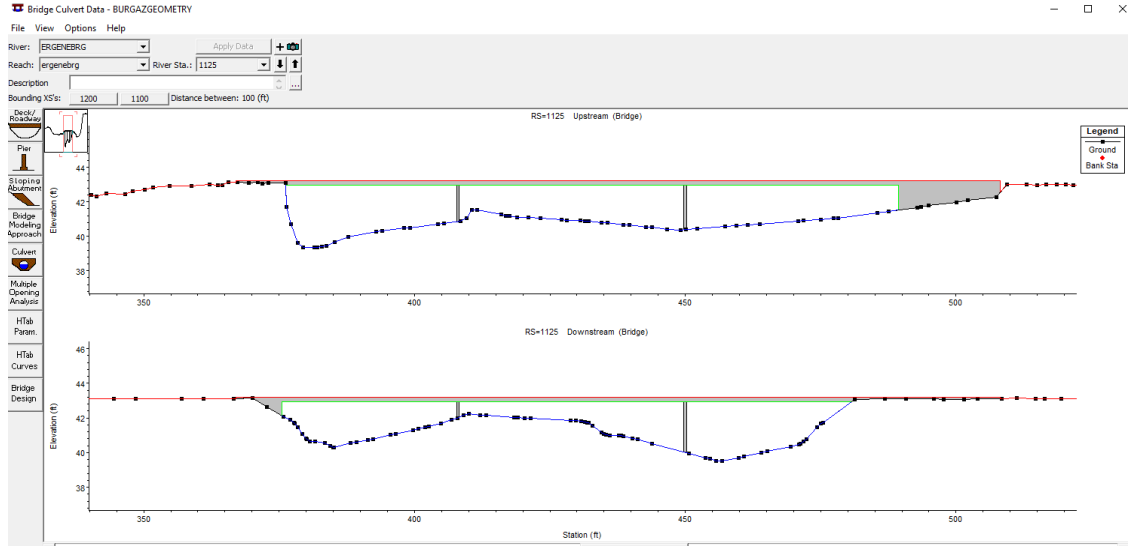
Şekil 5.57. Sanat Yapısı-6 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



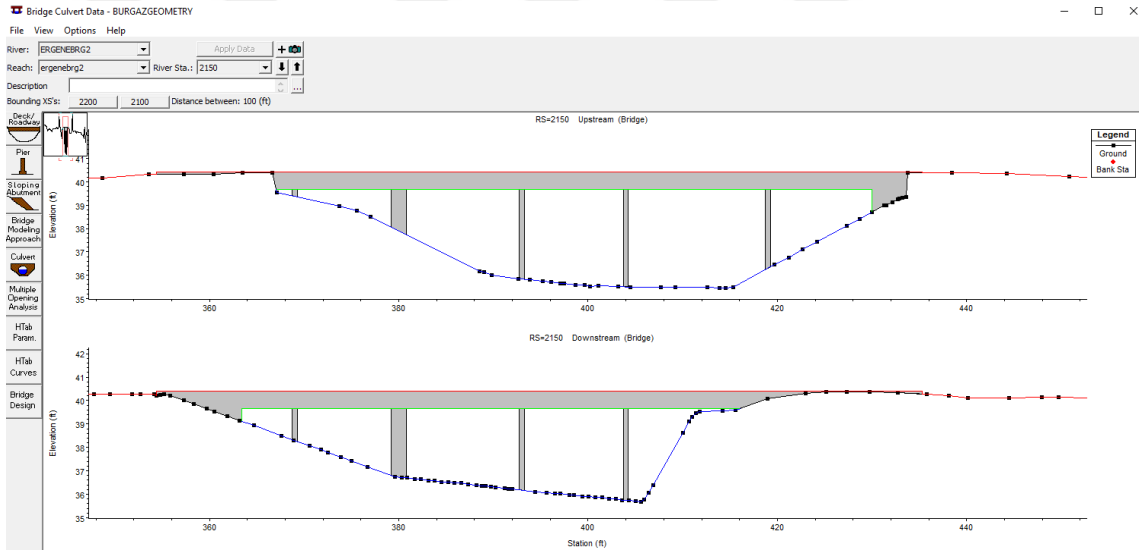
Şekil 5.58. Sanat Yapısı-7 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



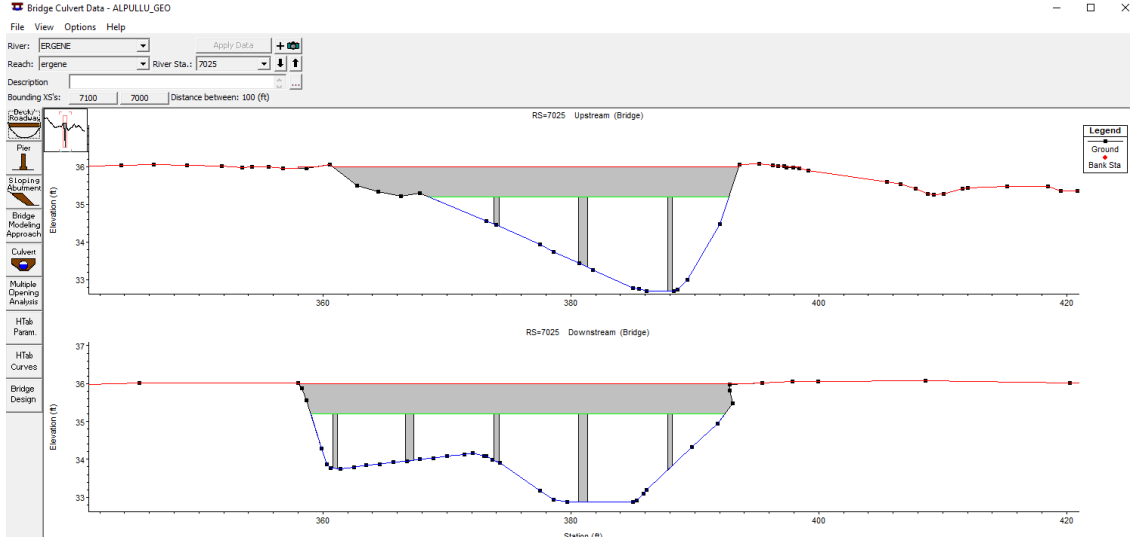
Şekil 5.59. Sanat Yapısı-8 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



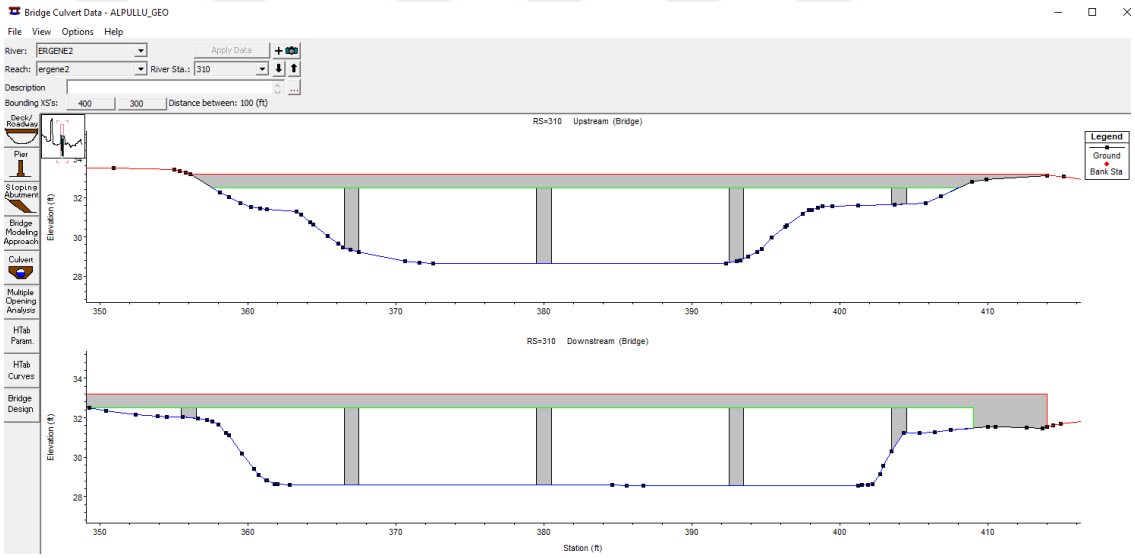
Şekil 5.60. Sanat Yapısı-9 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



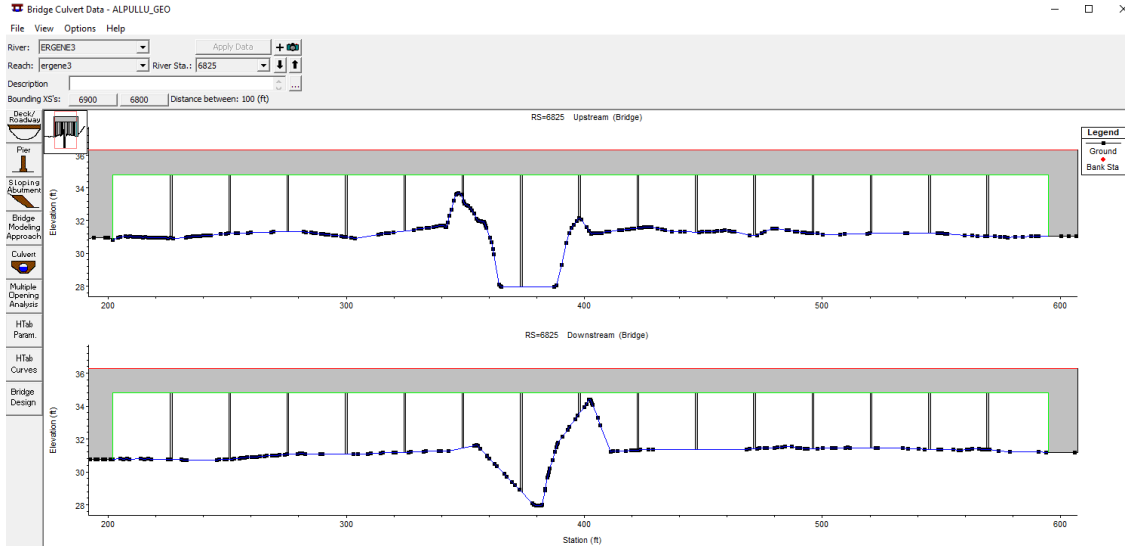
Şekil 5.61. Sanat Yapısı-10 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



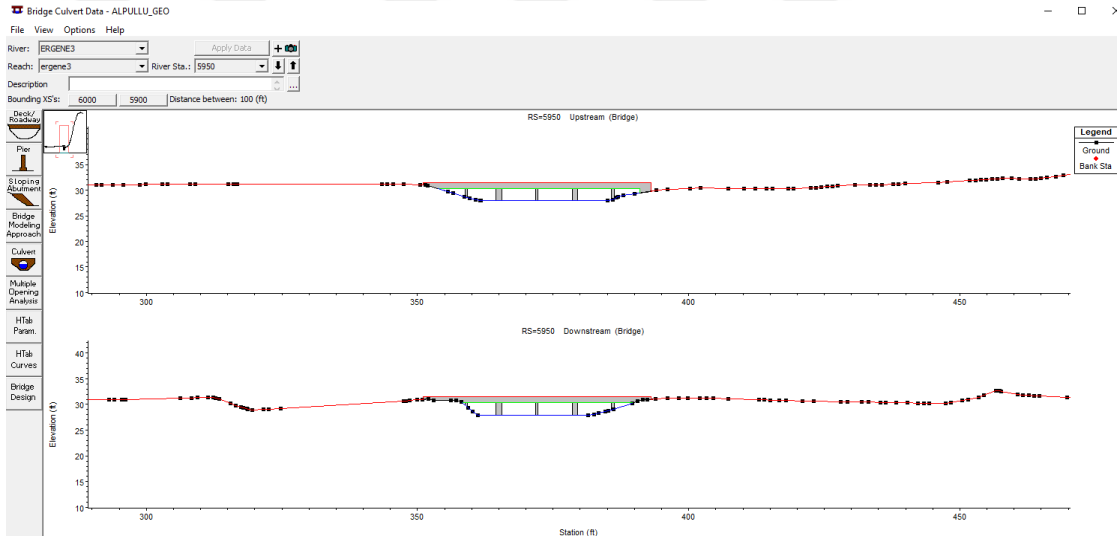
Şekil 5.62. Sanat Yapısı-11 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



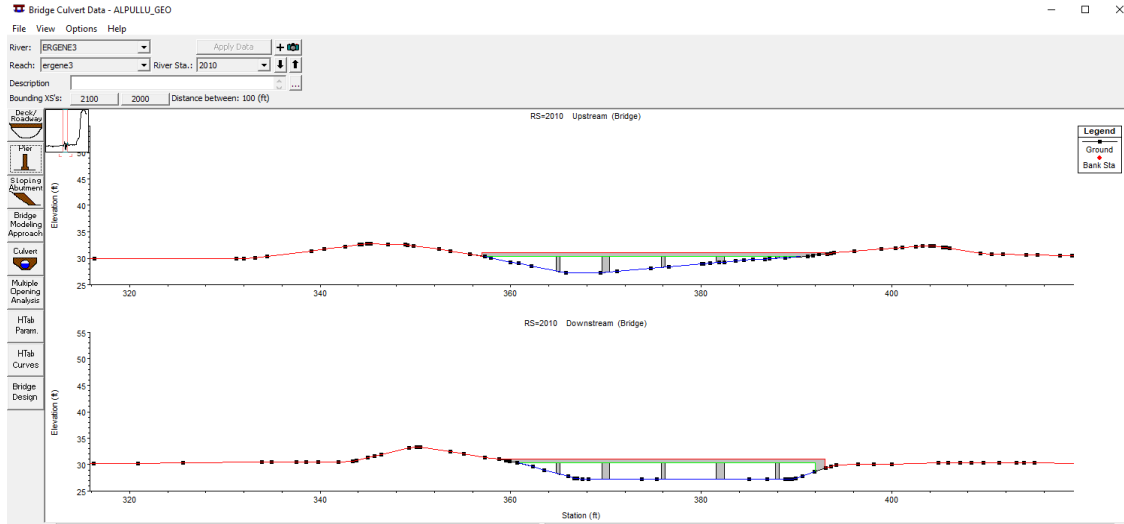
Şekil 5.63. Sanat Yapısı-12 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



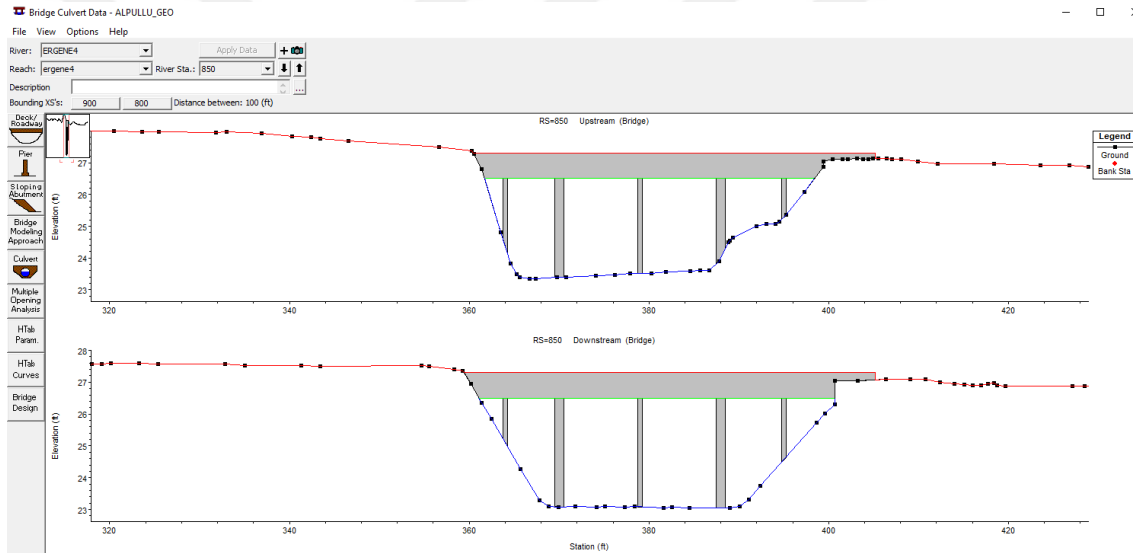
Şekil 5.64. Sanat Yapısı-13 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



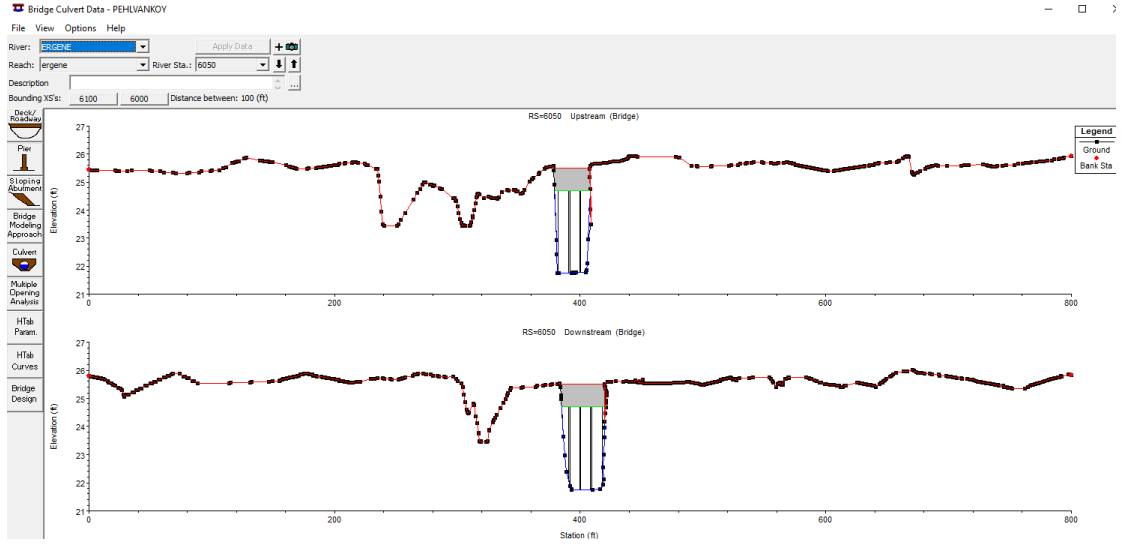
Şekil 5.65. Sanat Yapısı-14 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



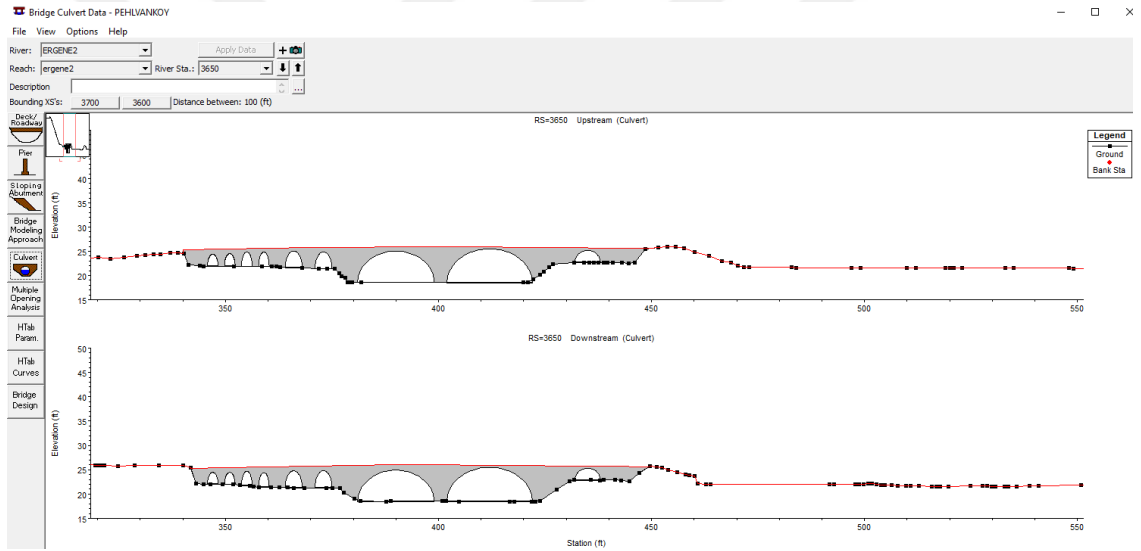
Şekil 5.66. Sanat Yapısı-15 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



Şekil 5.67. Sanat Yapısı-16 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



Şekil 5.68. Sanat Yapısı-17 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması



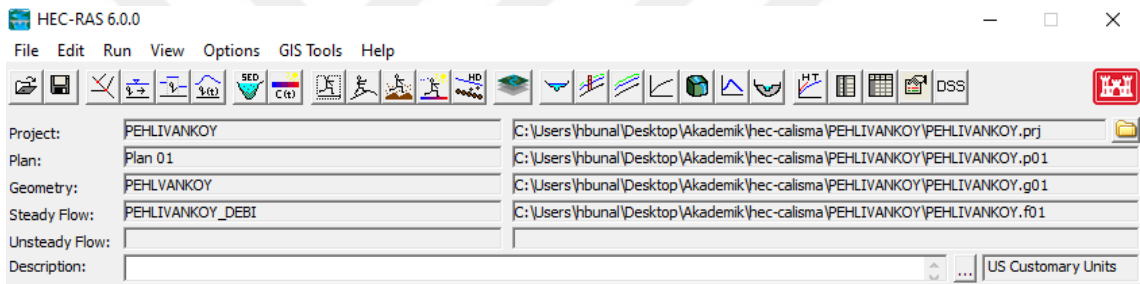
Şekil 5.69. Sanat Yapısı-18 konum kesitinin HEC-RAS'ta boyutlandırılması

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Taşkınlar tarımsal alanlara yönelik değil meskûn mahaller dikkate alınarak hesaplanmıştır. Olası sonuçlar ve öneriler bu hesaplamalar doğrultusunda şekillenmiştir. Meskûn mahal analizinde, 30763 sayılı Resmî Gazetede ki “Taşkın ve Rûsubat Kontrolü Yönetmeliği” göz önünde bulundurularak Q500 ve Q1000 tahkiki kullanılmıştır.

6.1. Analiz Sonuçları

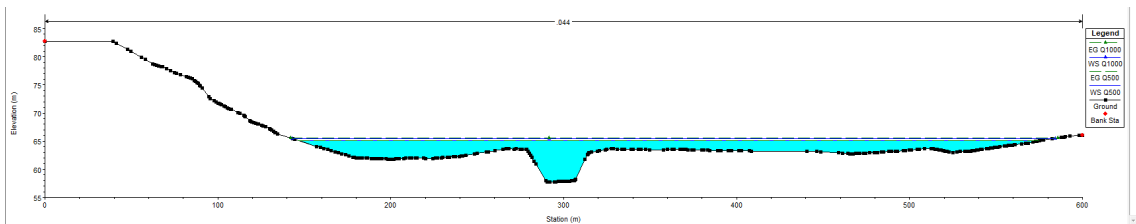
HEC-RAS programı ile her haritada, her harita için oluşturulan ya da hesaplanan plan, geometri ve akış verilerinin projesine tanımlanmasıyla, analizi yapılmıştır. Şekil 6.1.’de HEC-RAS analiz ara yüzünün bir örneği gösterilmiştir.



Şekil 6.1. HEC-RAS’ta hidrodinamik taşkın analizi örneği: Pehlivan köy haritası

6.1.1. İnanlı haritası analiz sonuçları

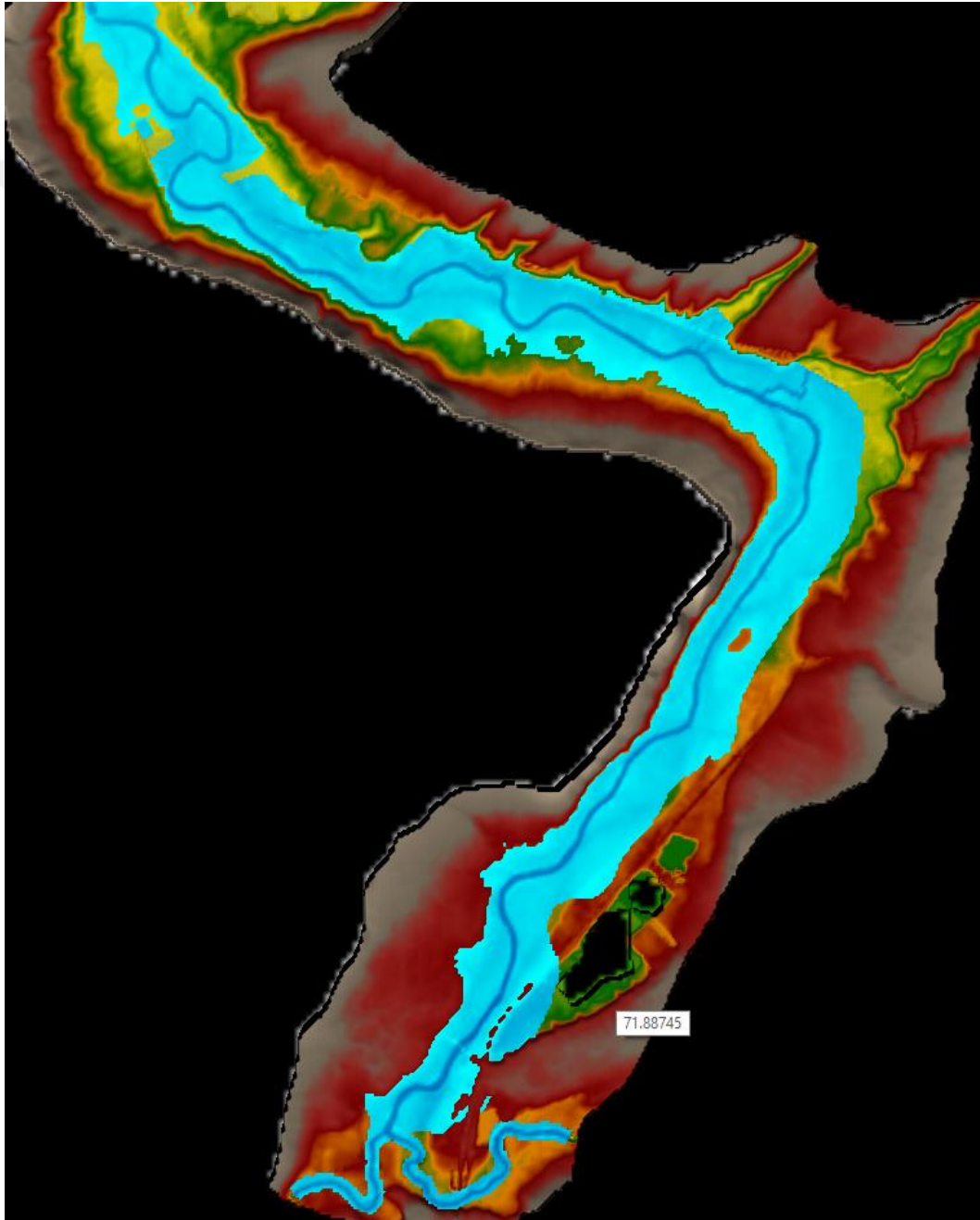
Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin arazi modeli üzerinden İnanlı haritası için Ergene Nehri tip en kesitinden oluşturdukları konuma odaklı su derinlikleri Şekil 6.2.’de verilmiştir.



Şekil 6.2. İnanlı haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri

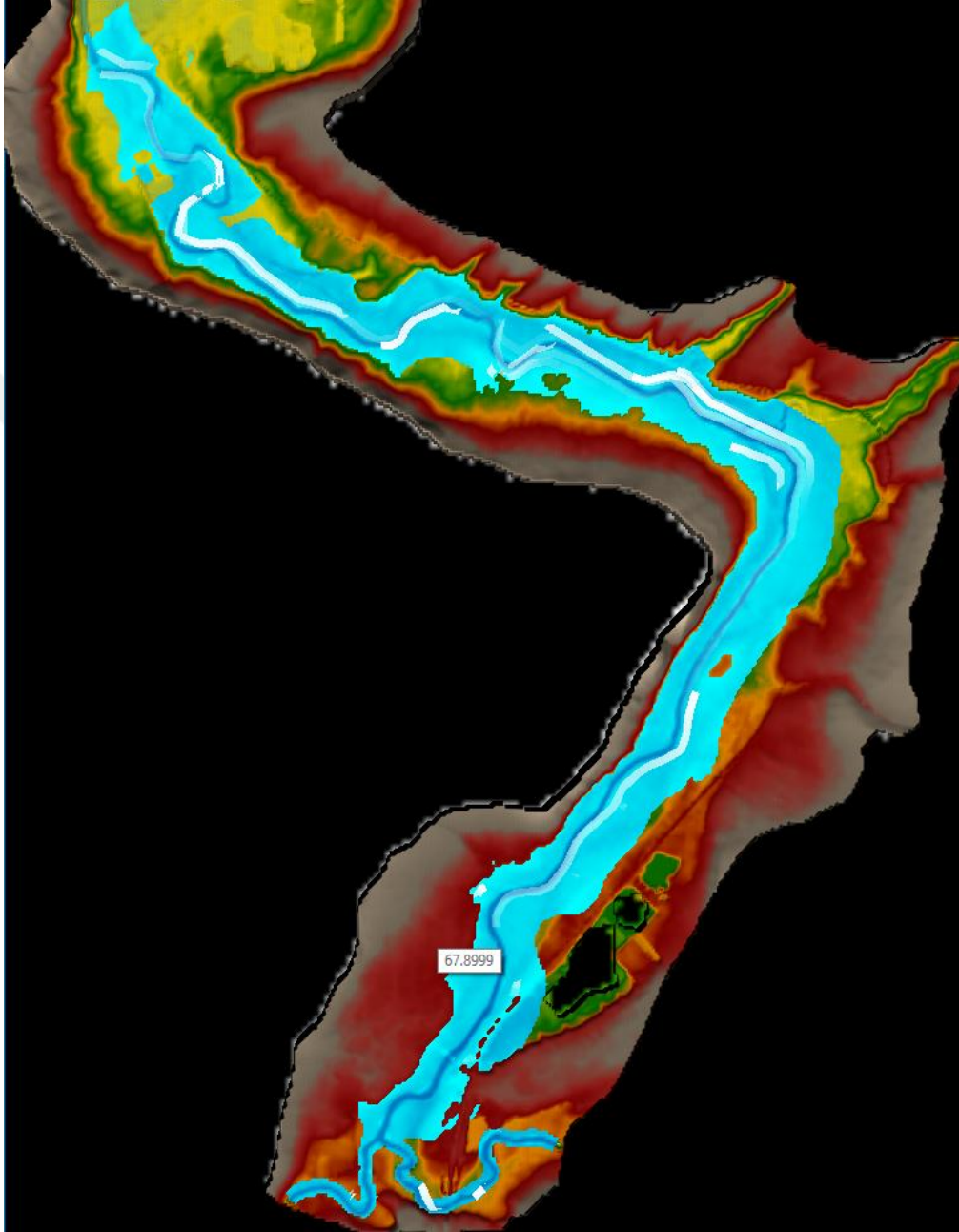
Şekil 6.2.'de görüldüğü üzere Q500 ve Q1000 taşkın tahkikleri arası su derinliği farkı 43 cm olarak hesap edilmiştir. İmalat, Q500 yüksekliği ve 10 cm ya da 15 cm hava payı veya Q1000 yüksekliğinden birini tasarım kriteri olarak alacağından, herhangi bir ekonomik analize ihtiyaç duyulmadan, Q500 değeri ile bölgenin taşkın akımı analizi yapılmasına karar verilmiştir.

Şekil 6.3. ile İnanlı haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı gösterilmiştir.



Şekil 6.3. İnanlı haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu

Şekil 6.4. ile İnanlı haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı hızları gösterilmiştir. Taşkın bu haritada nehirle aynı doğrultuda oldukça yüksek hıza sahip olduğu mütalaa edilmiştir.



Şekil 6.4. İnanlı haritasının 3D Q500 taşkın hızı

Şekil 6.5. ile İnanlı haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının görselleştirilmesi sonucu elde edilen taşkın haritası, HEC-Geo-RAS programında Google Hybrid ile açılarak taşkın yerleşkelere yakınlığı görülmüştür.



Şekil 6.5. İnanlı haritasının Q500 taşkın yayılımı

Şekil 6.6.'dan görüldüğü üzere İnanlı Yerleşkesi'nin Ergene Nehrine kıyısı olan tüm bölümü ile yerleşkenin büyük bölümü taşkın suları altında kalmıştır.

Şekil 6.7.'den görüldüğü üzere Seyitler Yerleşkesi'nin neredeyse tamamı Ergene Nehri taşkın suları altında kalmıştır.

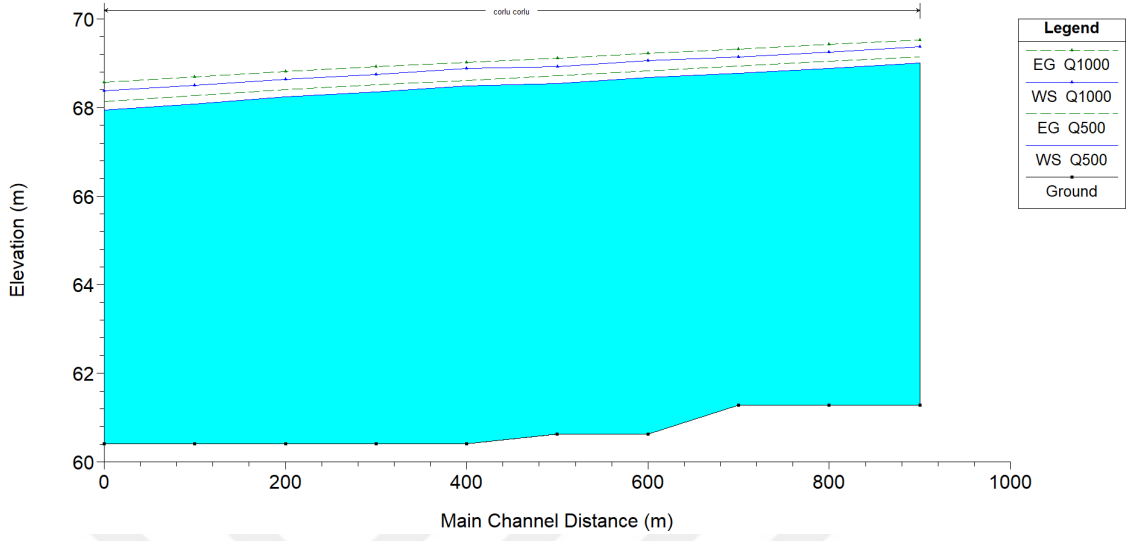


Şekil 6.6. İnanlı Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

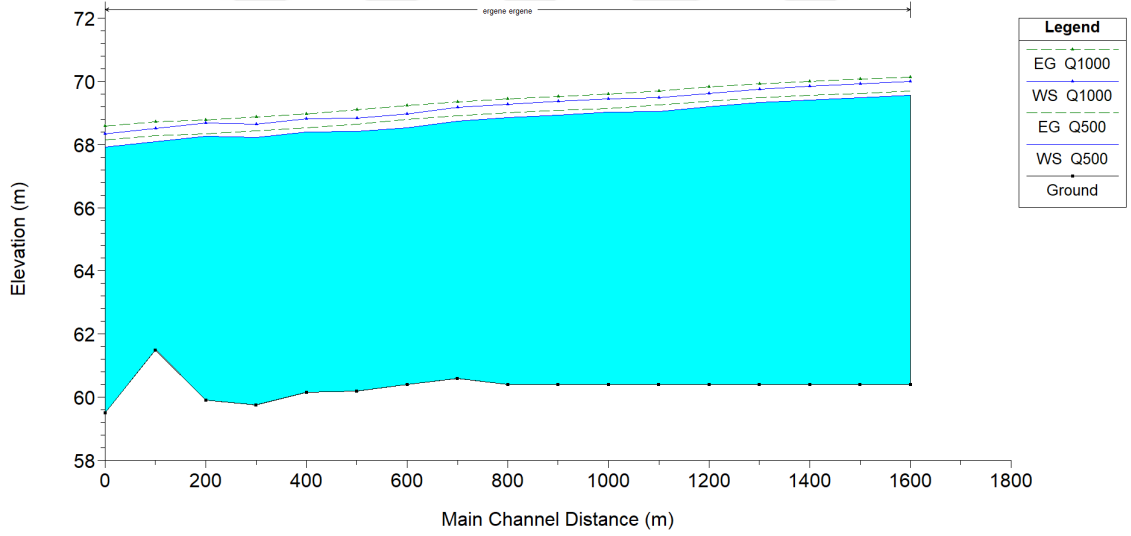


Şekil 6.7. Seyitler Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

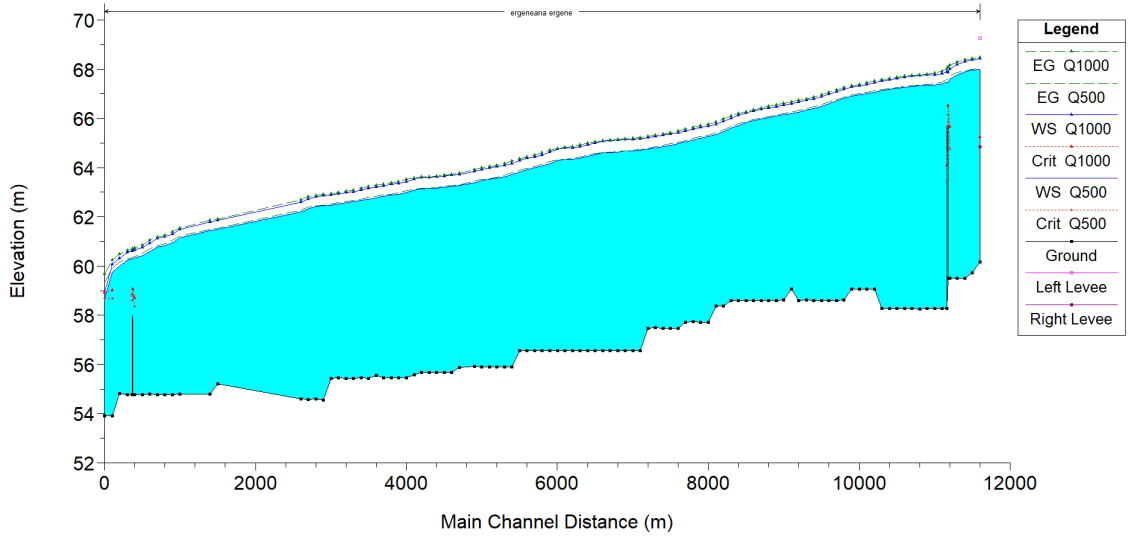
Çorlu Çayı, Yukarı Ergene Çayı ve İnanlı analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri profilleri sırasıyla Şekil 6.8., 6.9. ve 6.10.'da verilmiştir.



Şekil 6.8. Çorlu Çayı profili

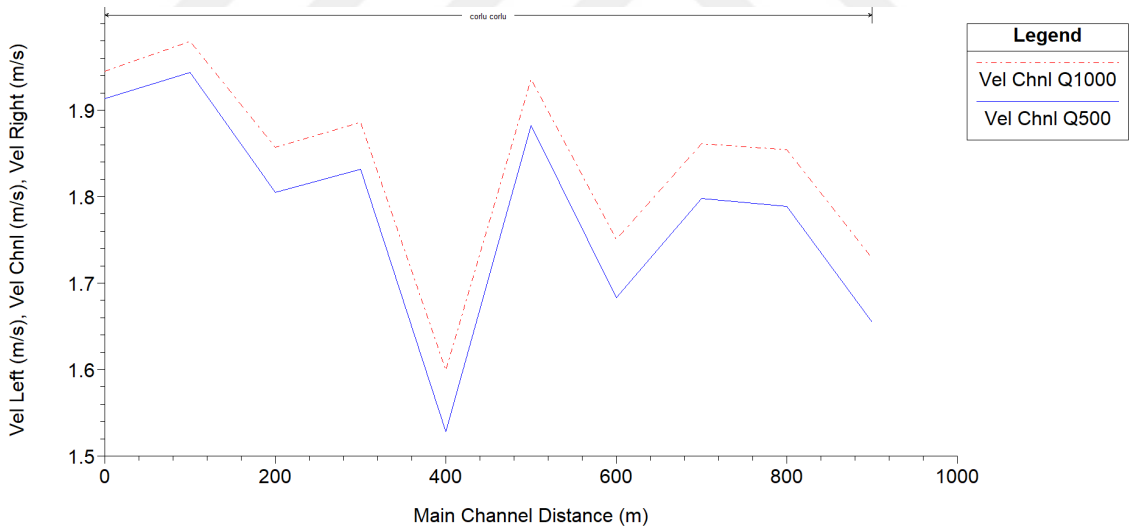


Şekil 6.9. Yukarı Ergene Çayı profili

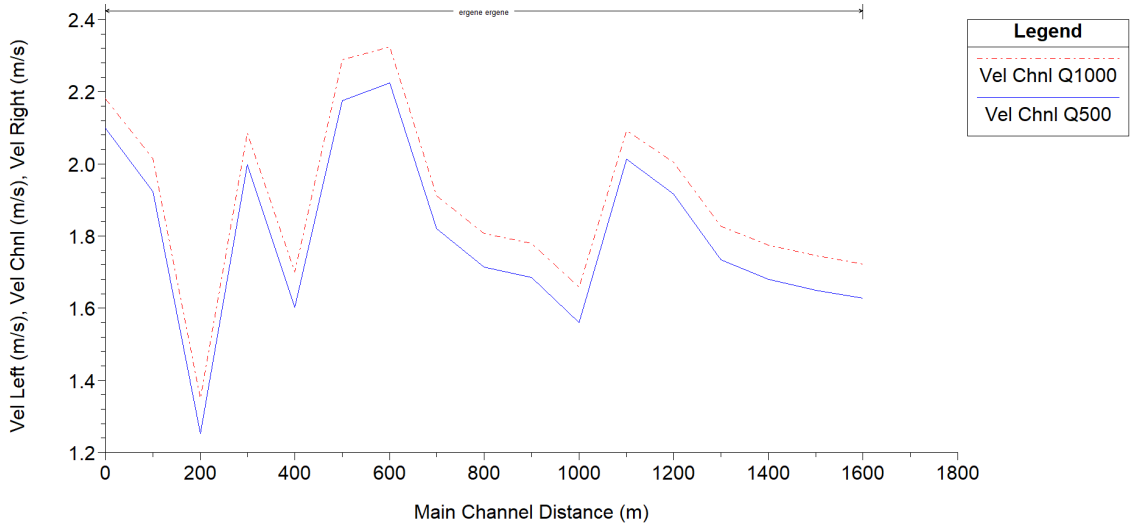


Şekil 6.10. İnanlı analiz haritasında Ergene Nehri profili

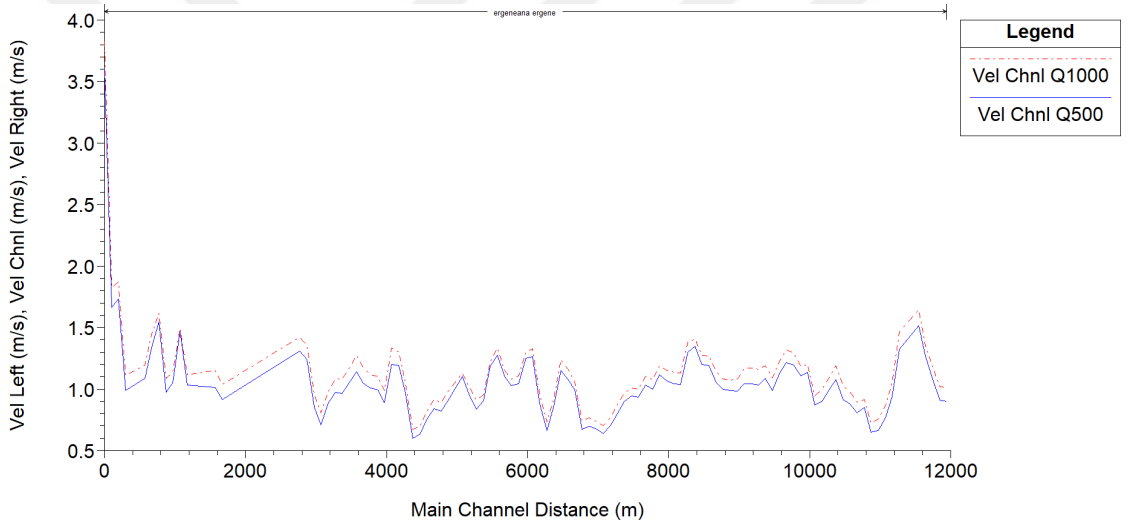
Çorlu Çayı, Yukarı Ergene Çayı ve İnanlı analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları sırasıyla Şekil 6.11., 6.12. ve 6.13.'de verilmiştir.



Şekil 6.11. Çorlu Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

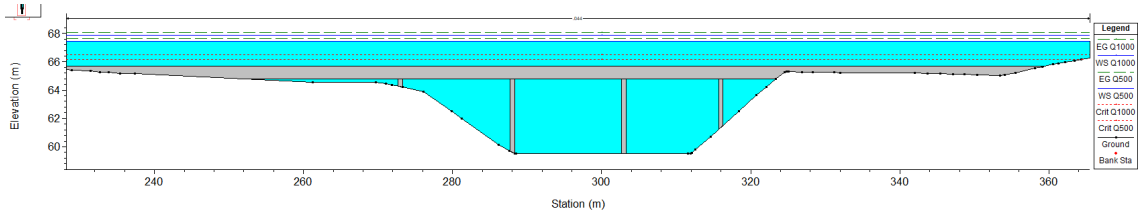


Şekil 6.12. Yukarı Ergene Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

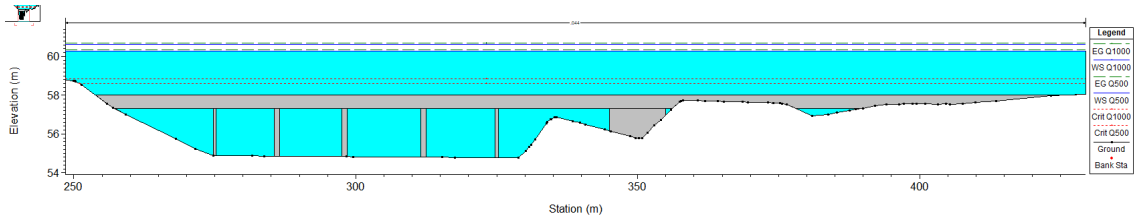


Şekil 6.13. İnanlı analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

Şekil 6.10.'dan görüldüğü üzere SY-1; Ergene Nehrinde bir kabarmaya mahal vermektedir. Şekil 6.14.'de SY-1'in, Şekil 6.15.'te SY-2'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumları gösterilmiştir. Her iki yapı da taşkın suları altında kalmaktadır.



Şekil 6.14. SY-1'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.15. SY-2'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu

Akarsuların Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları ise Çizelge 6.1.'de verilmiştir.

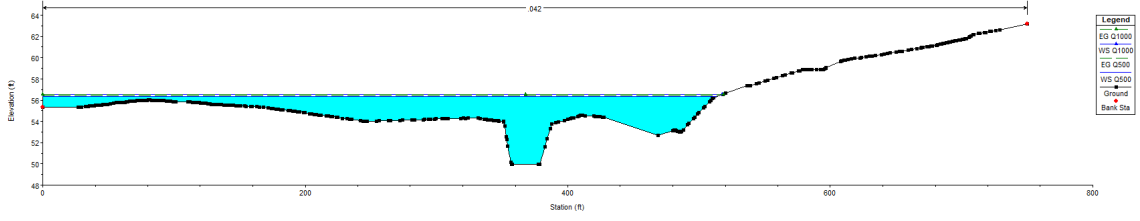
Çizelge 6.1. Akarsuların (İnanlı haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları

Akarsular (İnanlı haritası için)	Q500 taşkın hızı (m/s)	Q1000 taşkın hızı (m/s)
Çorlu Çayı	1,81	1,82
Yukarı Ergene Çayı	1,78	1,79
Ergene Nehri	1,4	1,4

6.1.2. Kayabeyli haritası analiz sonuçları

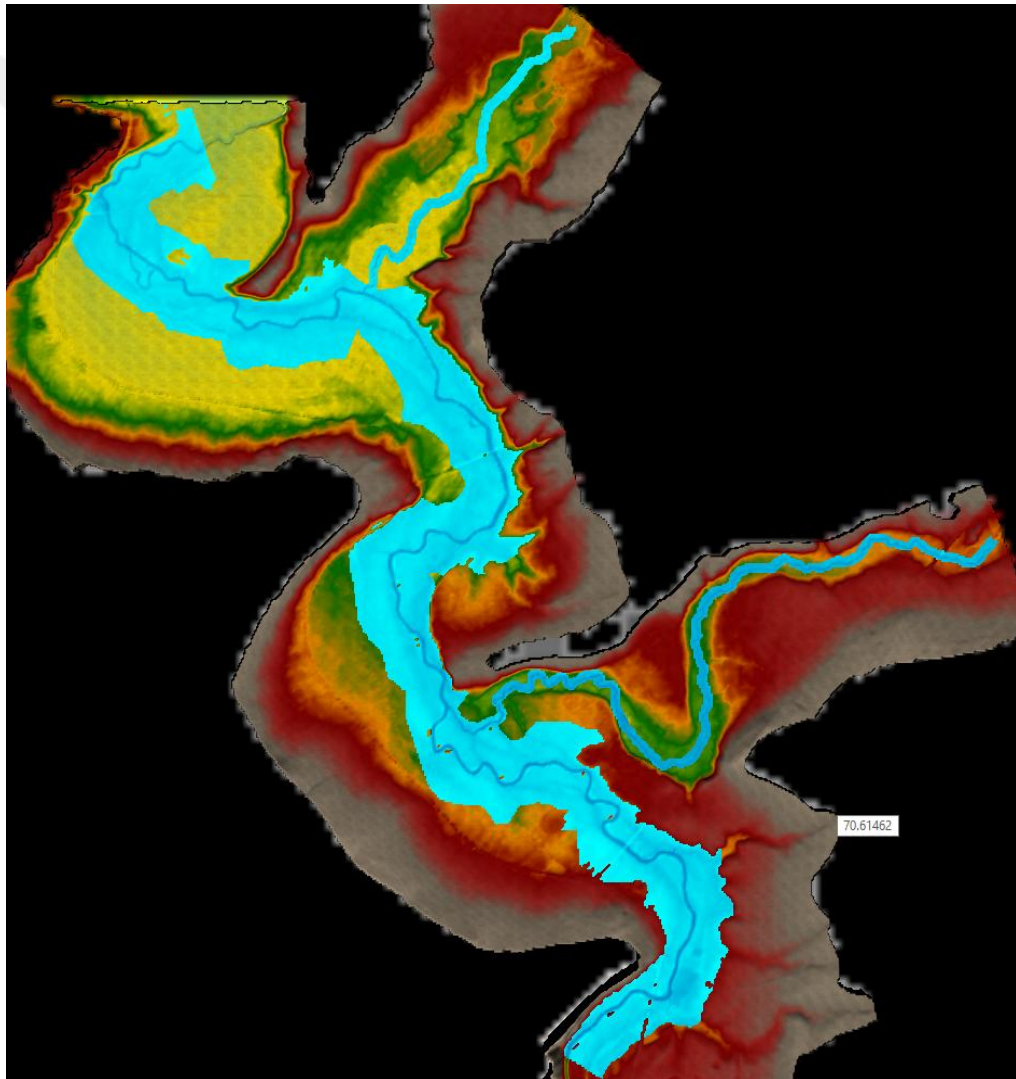
Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin arazi modeli üzerinden Kayabeyli haritası için Ergene Nehri tip en kesitinden oluşturdukları konuma odaklı su derinlikleri Şekil 6.16.'da verilmiştir.

Şekil 6.16.'da görüldüğü üzere Q500 ve Q1000 taşkın tahkikleri arası su derinliği farkı 17 cm olarak hesap edilmiştir. İmalat, Q500 yüksekliği ve 10 cm hava payı veya Q1000 yüksekliğinden birisini tasarım kriteri olarak alacağından, herhangi bir ekonomik analize ihtiyaç duyulmadan, Q500 değeri ile bölgenin taşkın akımı analizi yapılmasına karar verilmiştir.



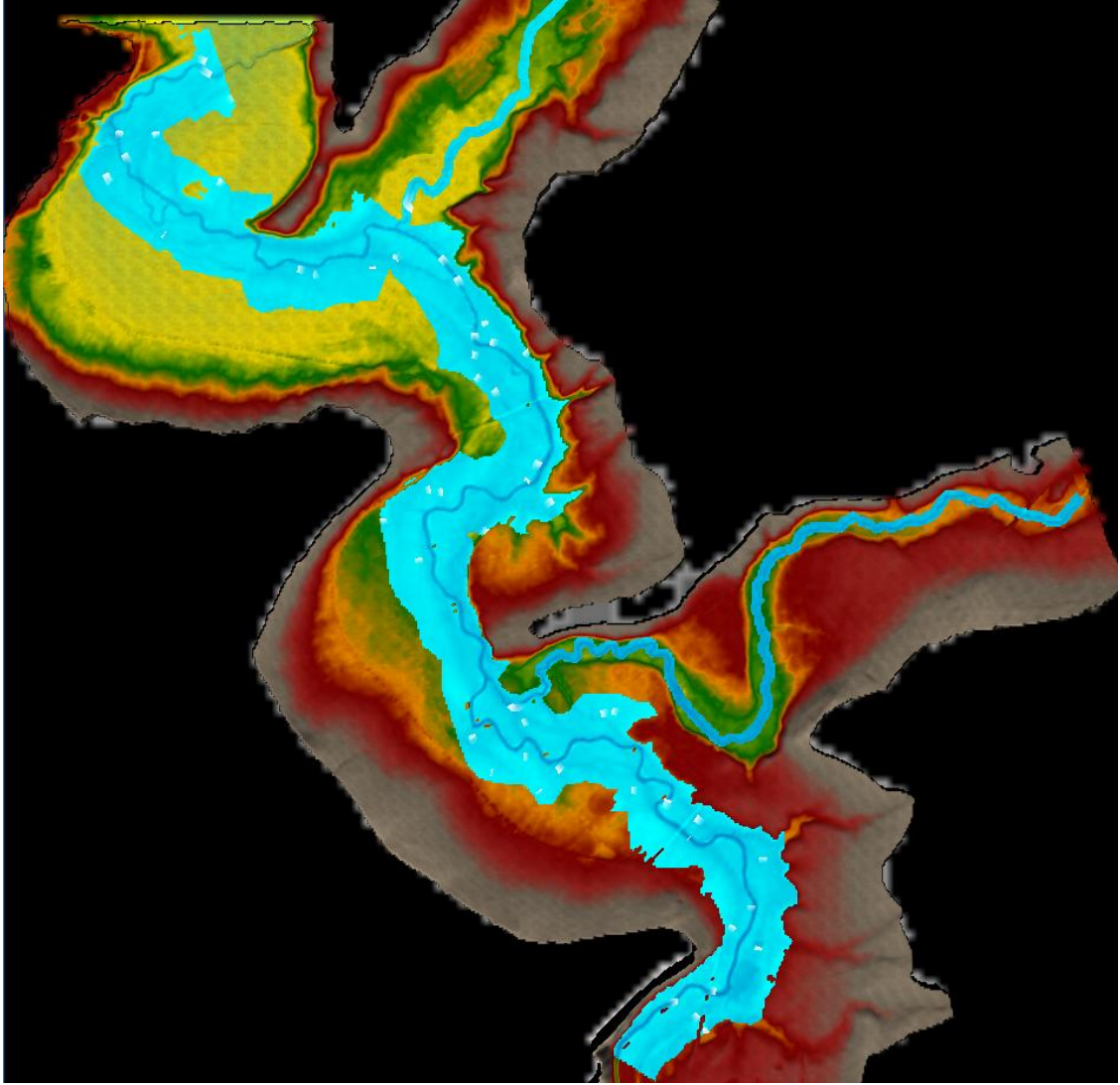
Şekil 6.16. Kayabeyli haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri

Şekil 6.17. ile Kayabeyli haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı gösterilmiştir.



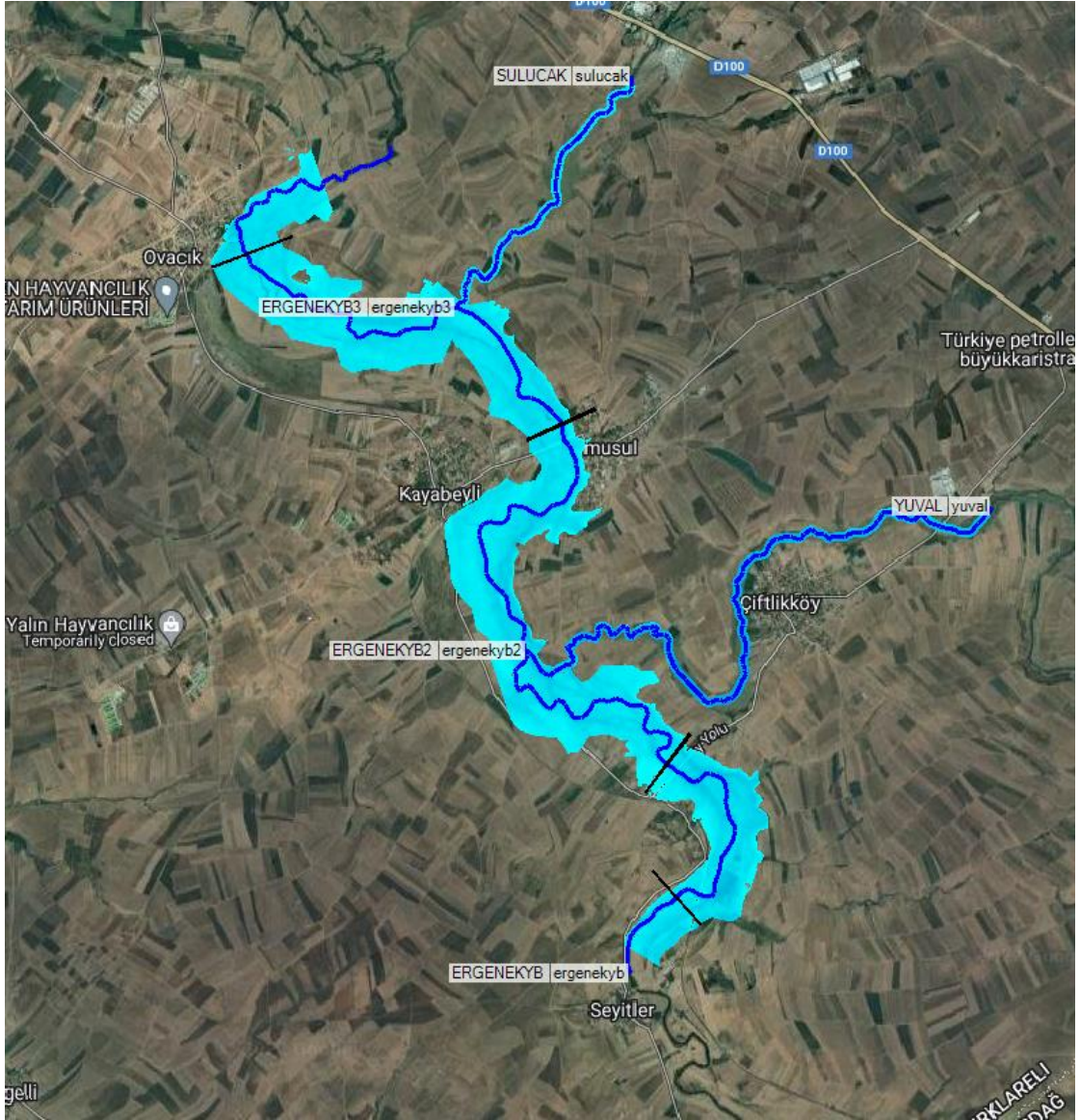
Şekil 6.17. Kayabeyli haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu

Şekil 6.18. ile Kayabeyli haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı hızları gösterilmiştir. Taşkın bu harita için nehirle aynı doğrultuda yavaş bir akışa sahip olduğu mütalaa edilmiştir.



Şekil 6.18. Kayabeyli haritasının 3D Q500 taşkın hızı

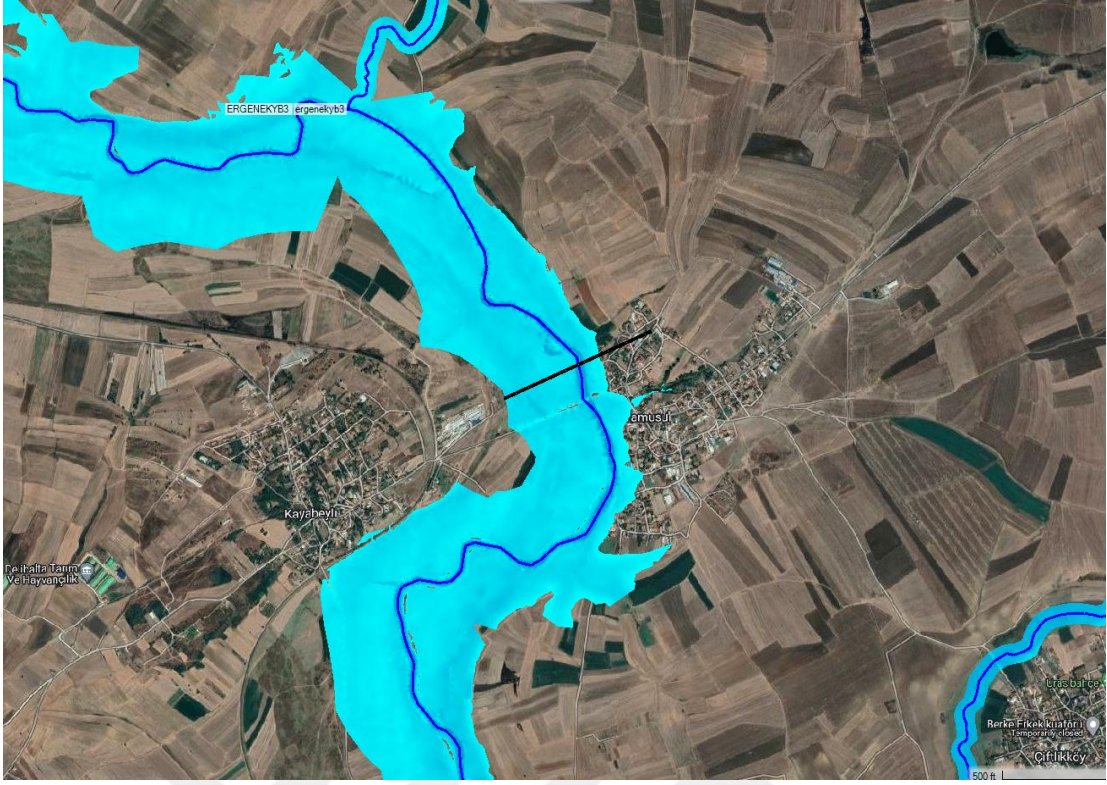
Şekil 6.19. ile Kayabeyli haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımını görselleştirilmesi sonucu elde edilen taşkın haritası, HEC-Geo-RAS programında Google Hybrid ile açılarak taşkın yerleşkelere yakınlığı görülmüştür.



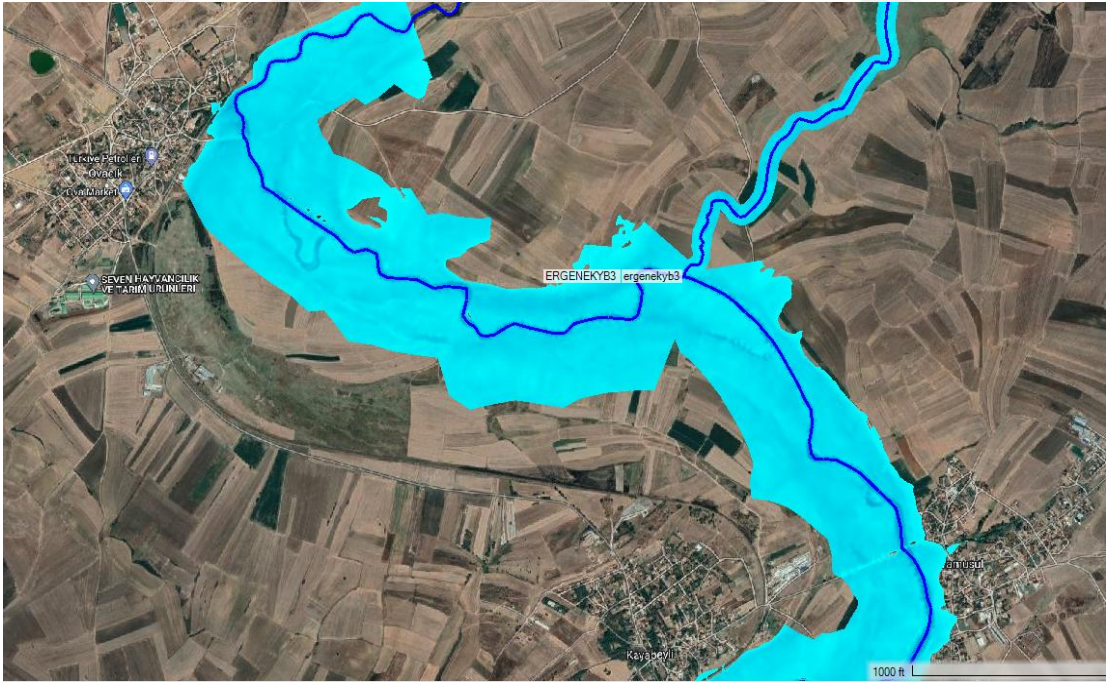
Şekil 6.19. Kayabeyli haritasının Q500 taşkın yayılımı

Şekil 6.20.'den görüldüğü üzere Karamusul Yerleşkesi'nin Ergene Nehrine kıyısı olan tüm bölümü ile yerleşkenin büyük bölümü taşkın suları altında kalmıştır. Kayabeyli Yerleşkesi içine ise taşkın suları varmamış ancak yerleşkenin etrafını çevreleyen yollar yer yer sular altında kalmaktadır.

Şekil 6.21.'den görüldüğü üzere Ovacık Yerleşkesi'nin içine taşkın suları dolmadığı halde Ergene Nehrine yakın yollar ve birkaç ev bahçesi taşkın suları altında kalmıştır.

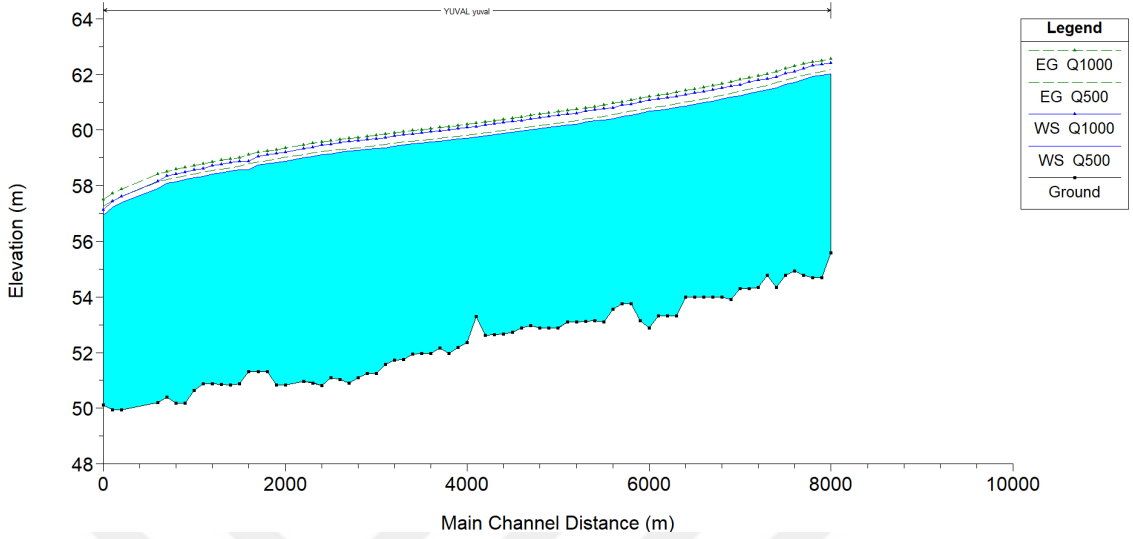


Şekil 6.20. Karamusul ve Kayabeyli yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı

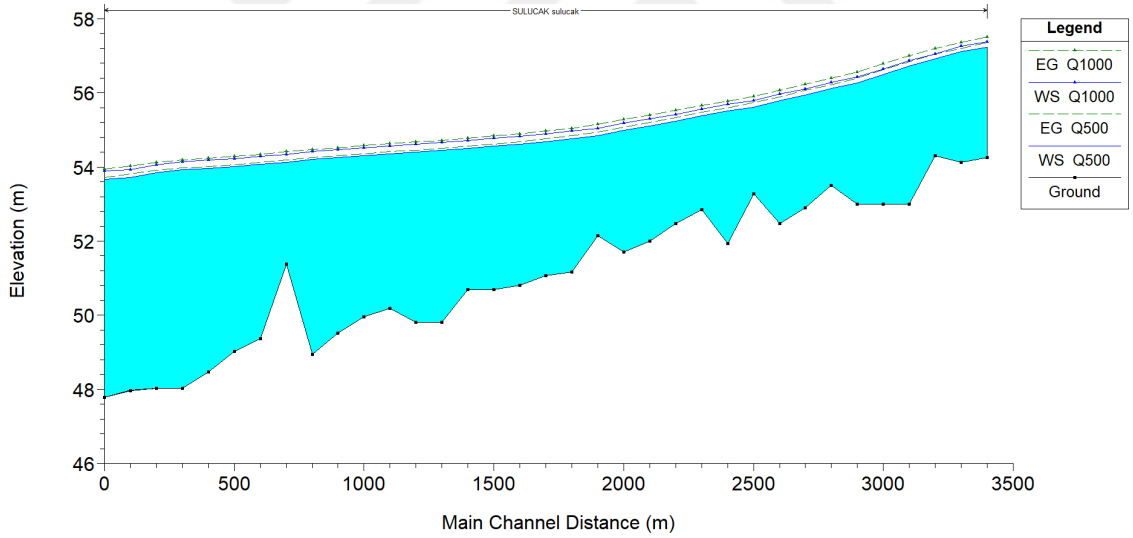


Şekil 6.21. Ovacık Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

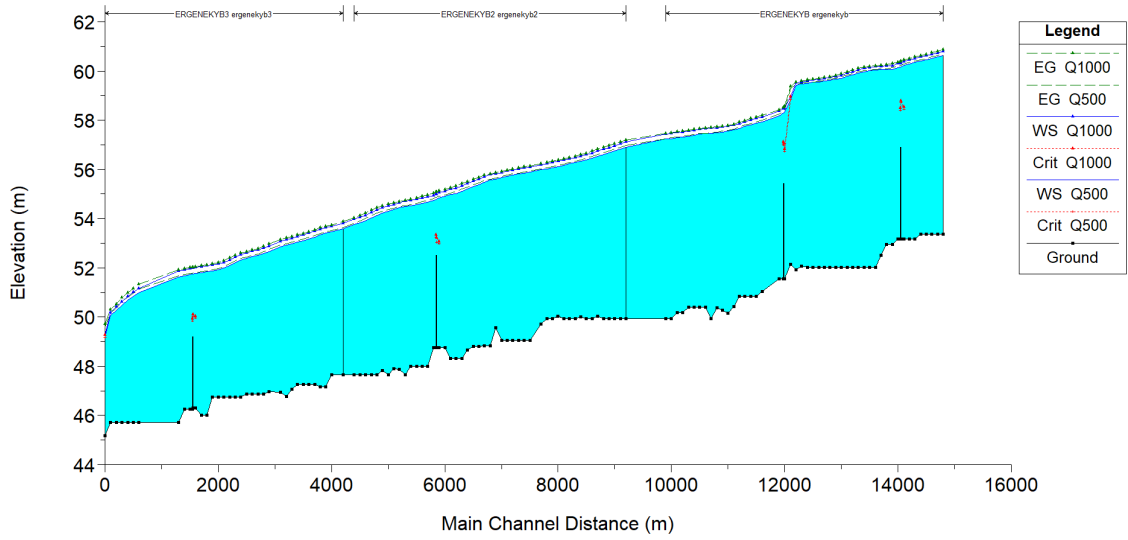
Yuvalı Deresi, Sulucak Çayı ve Kayabeyli analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri profilleri sırasıyla Şekil 6.22., 6.23. ve 6.24.'te verilmiştir.



Şekil 6.22. Yuvalı Deresi profili

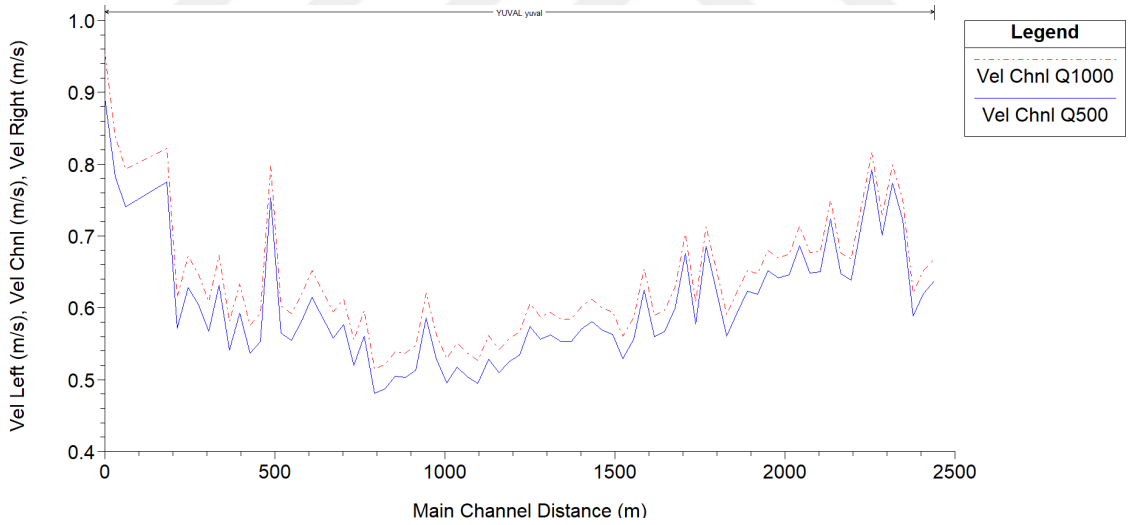


Şekil 6.23. Sulucak Çayı profili

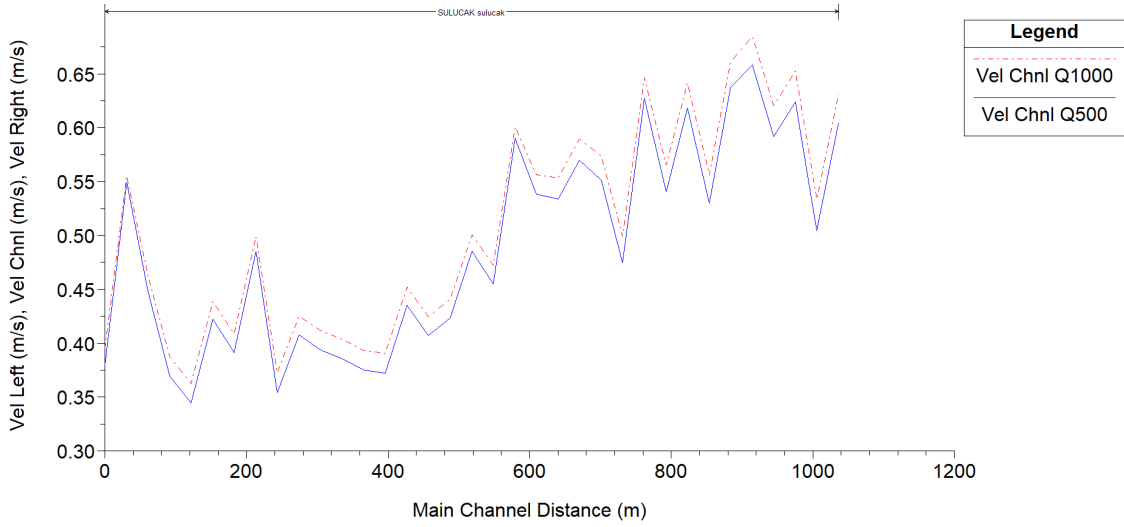


Şekil 6.24. Kayabeyli analiz haritasında Ergene Nehri profili

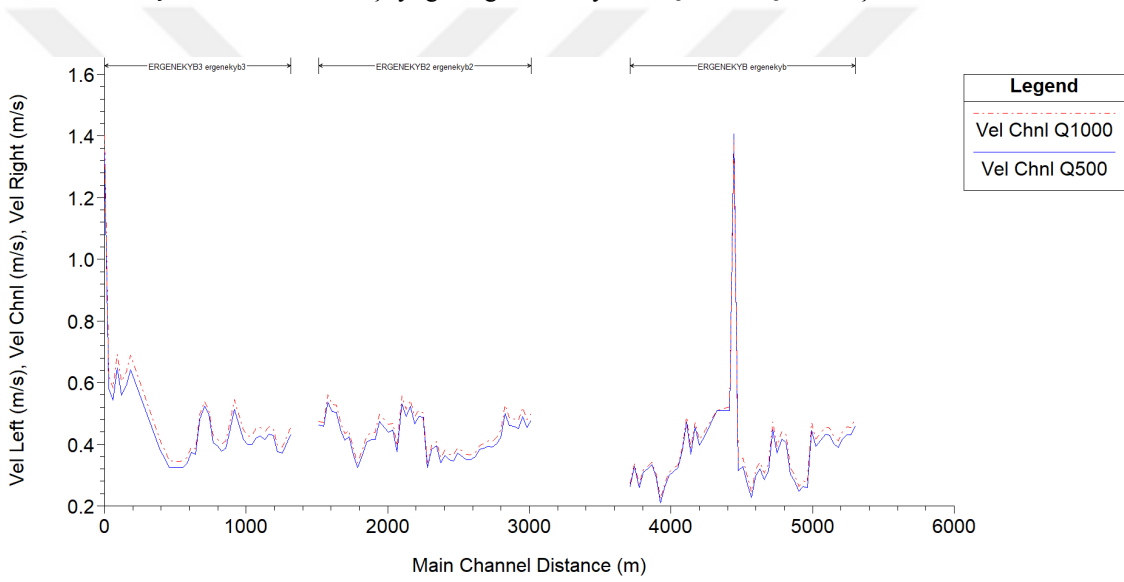
Yuvalı Deresi, Sulucak Çayı ve Kayabeyli analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları sırasıyla Şekil 6.25., 6.26. ve 6.27.'de verilmiştir.



Şekil 6.25. Yuvalı Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

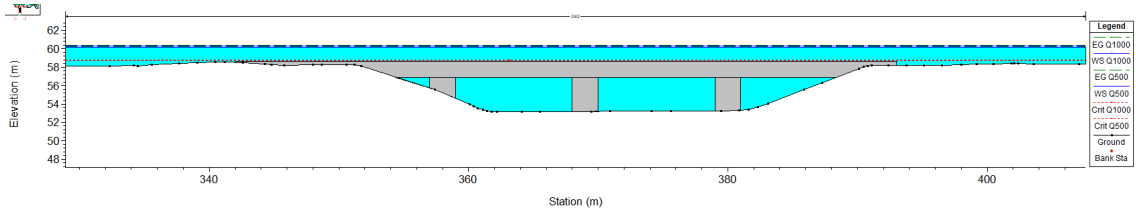


Şekil 6.26. Sulucak Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

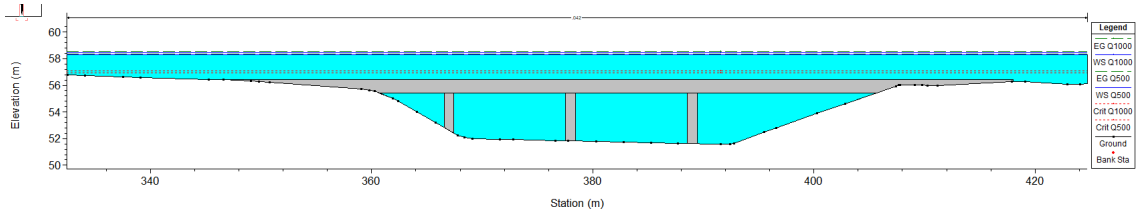


Şekil 6.27. Kayabeyli analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

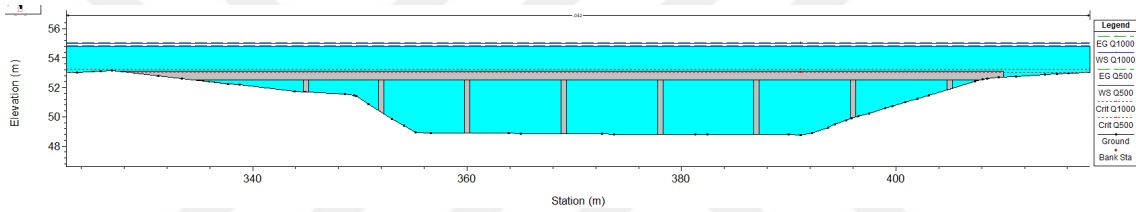
Şekil 6.24.'ten görüldüğü üzere SY-4, Ergene Nehrinde büyük bir kabarmaya, SY-5 ve SY-6 ise nispeten birer kabarmaya mahal vermektedir. Şekil 6.28.'de SY-3'ün, Şekil 6.29.'da SY-4'ün, Şekil 6.30'da SY-5'in, Şekil 6.31.'de ise SY-6'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumları gösterilmiştir. Dört sanat yapısı da taşkın suları altında kalmaktadır.



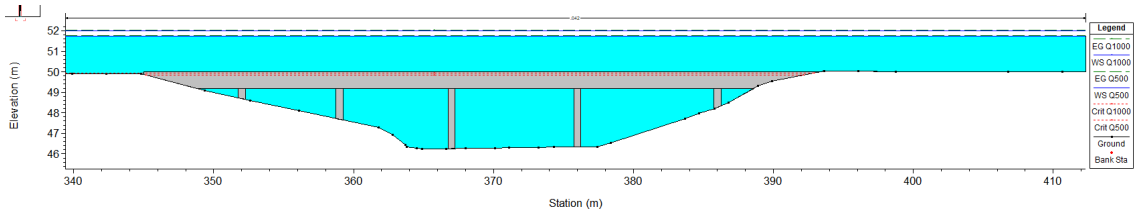
Şekil 6.28. SY-3'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.29. SY-4'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.30. SY-5'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.31. SY-6'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu

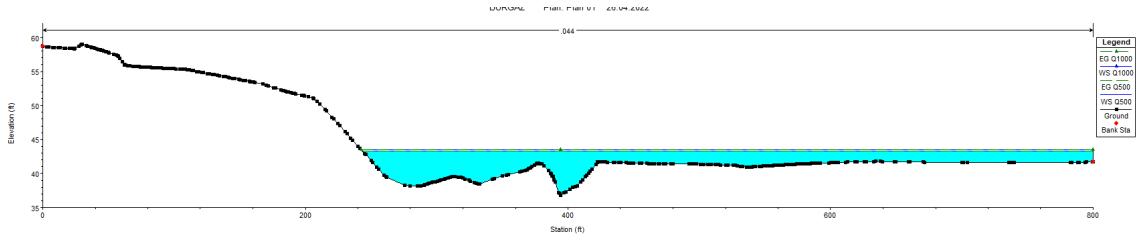
Akarsuların Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları ise Çizelge 6.2.'de verilmiştir.

Çizelge 6.2. Akarsuların (Kayabeyli haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları

<i>Akarsular (Kayabeyli haritası için)</i>	<i>Q500 taşkın hızı (m/s)</i>	<i>Q1000 taşkın hızı (m/s)</i>
Yuvalı Deresi	1,8	1,83
Sulucak Çayı	1,37	1,41
Ergene Nehri	1,07	1,08

6.1.3. Lüleburgaz haritası analiz sonuçları

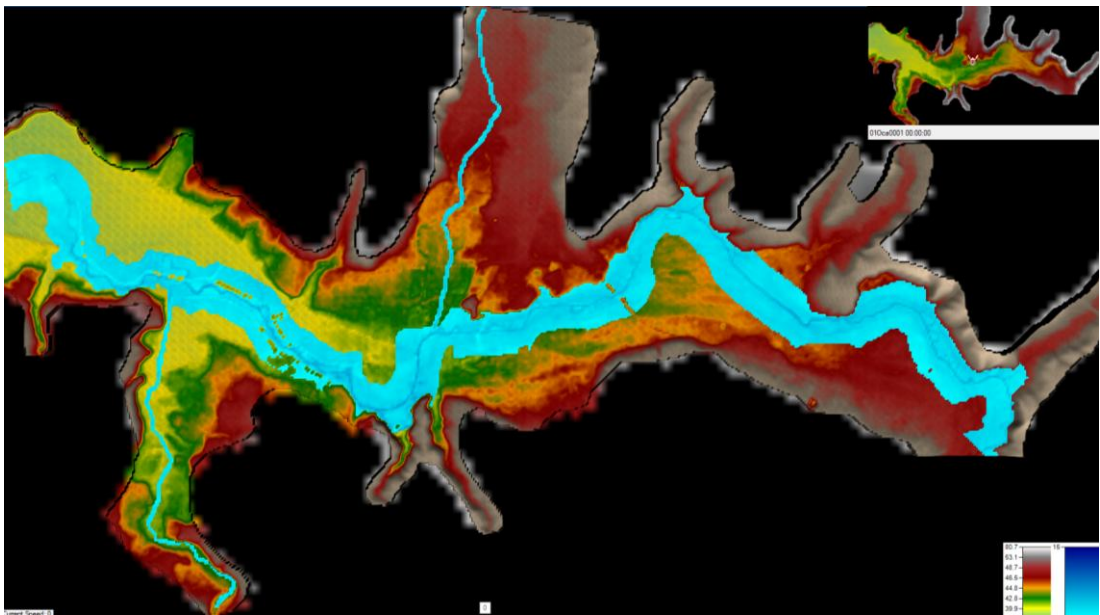
Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin arazi modeli üzerinden Lüleburgaz haritası için Ergene Nehri tip en kesitinden oluşturdukları konuma odaklı su derinlikleri Şekil 6.32.'de verilmiştir.



Şekil 6.32. Lüleburgaz haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri

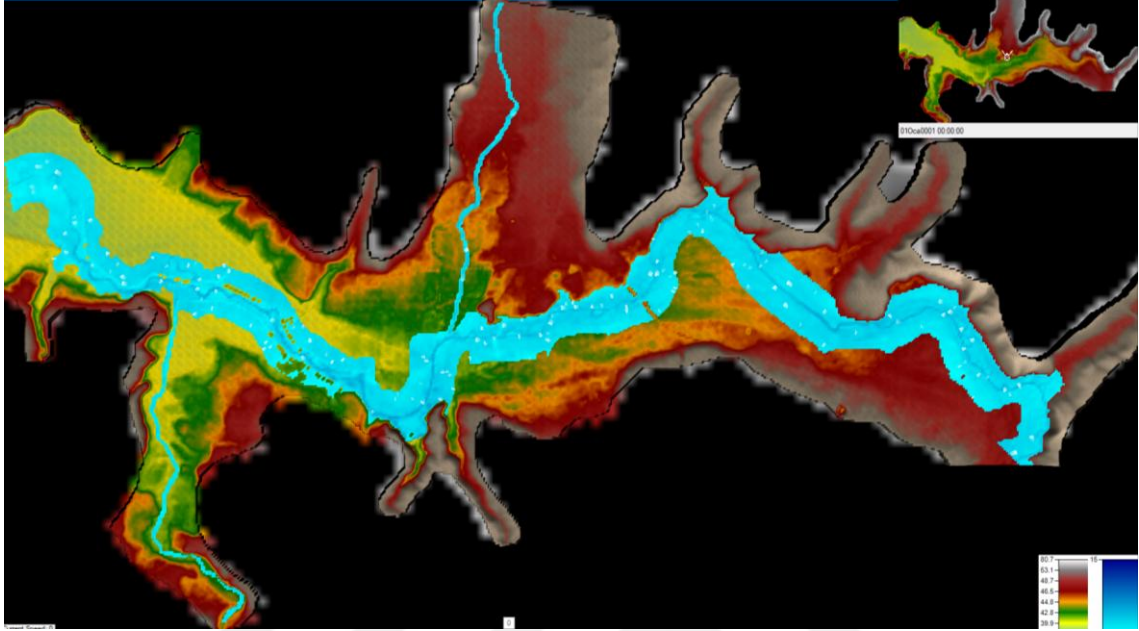
Şekil 6.32.'de görüldüğü üzere Q500 ve Q1000 taşkın tahkikleri arası su derinliği farkı 19 cm olarak hesap edilmiştir. İmalat, Q500 yüksekliği ve 10 cm hava payı veya Q1000 yüksekliğinden birini tasarım kriteri olarak alacağından, herhangi bir ekonomik analize ihtiyaç duyulmadan, Q500 değeri ile bölgenin taşkın akımı analizi yapılmasına karar verilmiştir.

Şekil 6.33. ile Lüleburgaz haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı gösterilmiştir.



Şekil 6.33. Lüleburgaz haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu

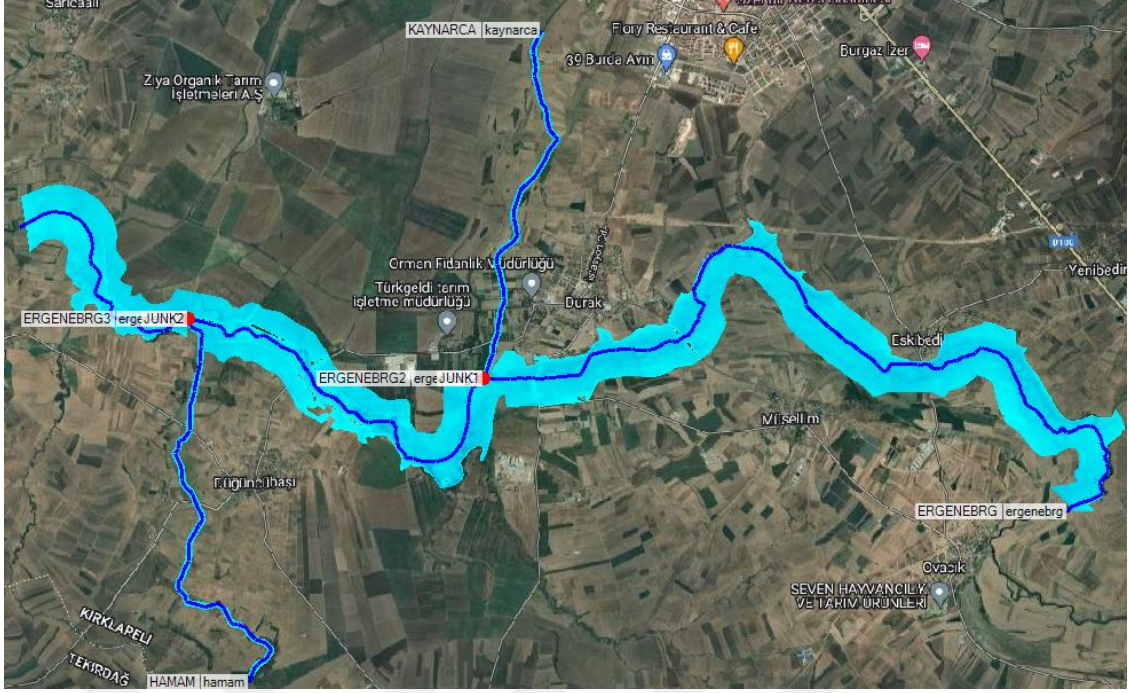
Şekil 6.34. ile Lüleburgaz haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı hızları gösterilmiştir. Taşkın bu harita için nehirle aynı doğrultuda yavaş bir akışa sahip olduğu mütalaa edilmiştir.



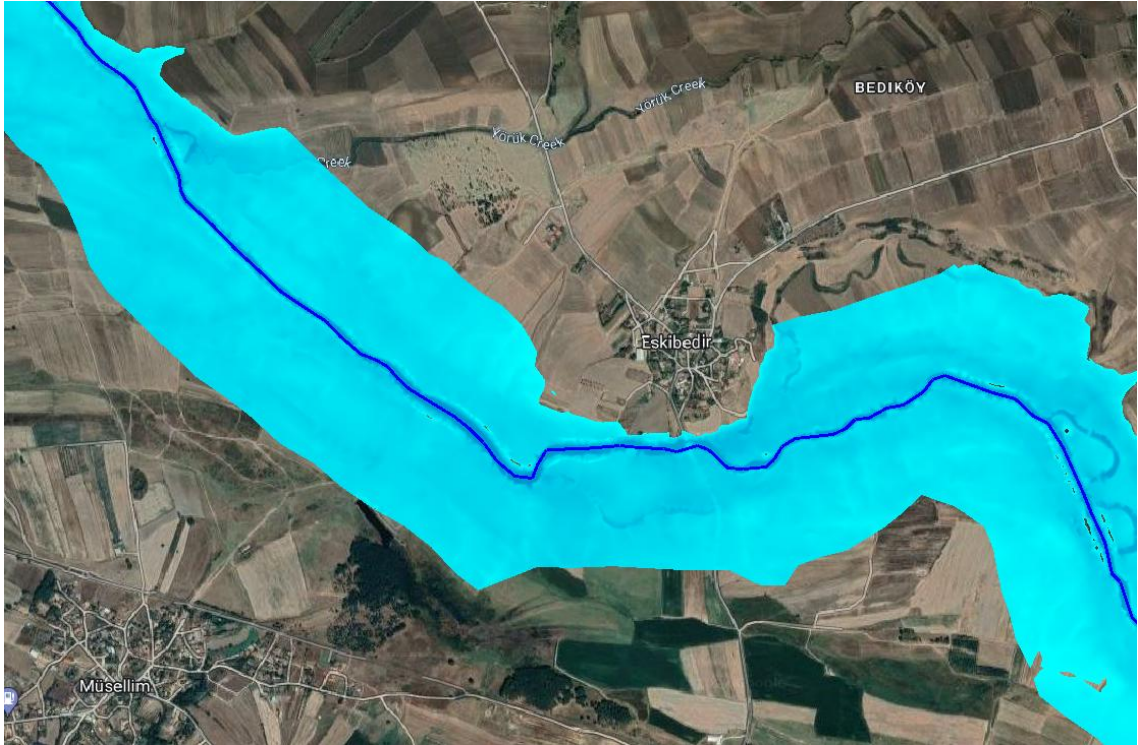
Şekil 6.34. Lüleburgaz haritasının 3D Q500 taşkın hızı

Şekil 6.35. ile Lüleburgaz haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının görselleştirilmesi sonucu elde edilen taşkın haritası, HEC-Geo-RAS programında Google Hybrid ile açılarak taşkın yerleşkelere yakınlığı görülmüştür.

Şekil 6.36.'dan görüldüğü üzere Eskibedir Yerleşkesi'nin Ergene Nehrine kıyısı olan bölümü taşkın suları altında kalmamakta, ancak bağlantı yolları taşkın suları altında kalmaktadır. Müsellim Yerleşkesi'ne ise taşkın suları varmamıştır.

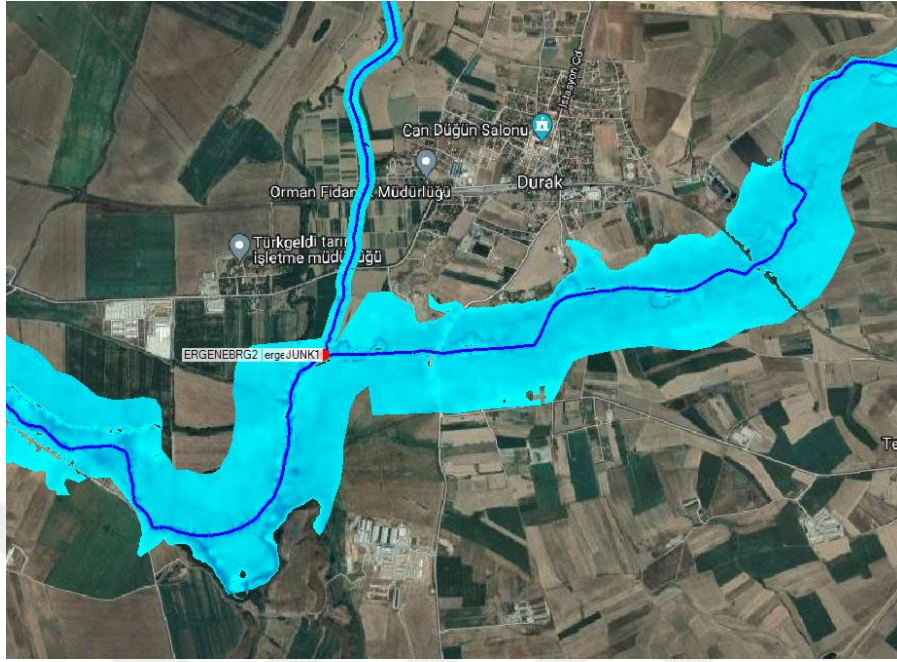


Şekil 6.35. Lüleburgaz haritasının Q500 taşkın yayılımı



Şekil 6.36. Eskibedir ve Muselim yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı

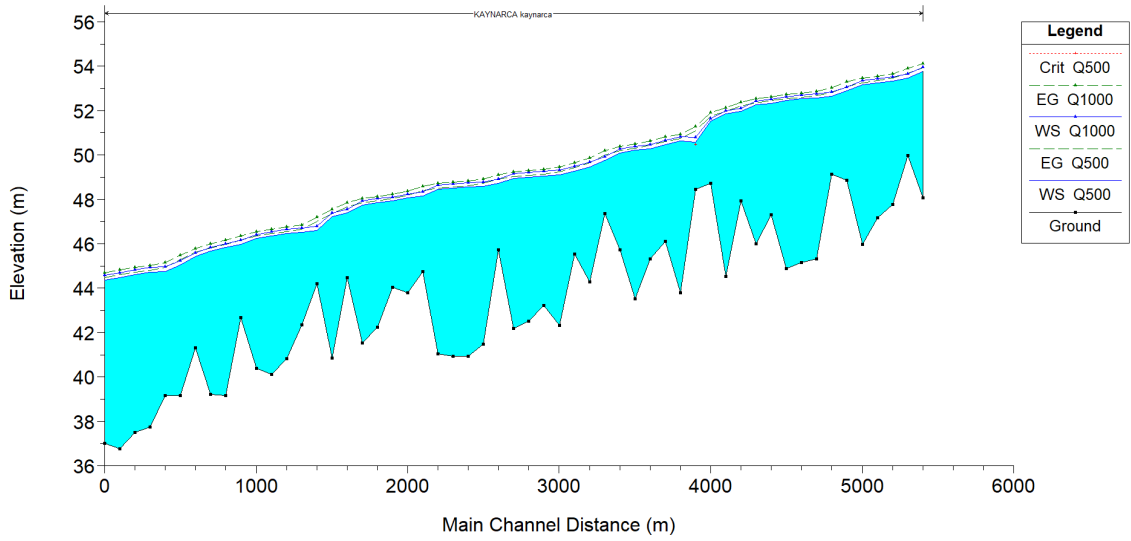
Şekil 6.37.'den görüldüğü üzere Durak Yerleşkesi'nin içine taşkın suları dolmadığı halde Ergene Nehrine yakın yollar taşkın suları altında kalmaktadır.



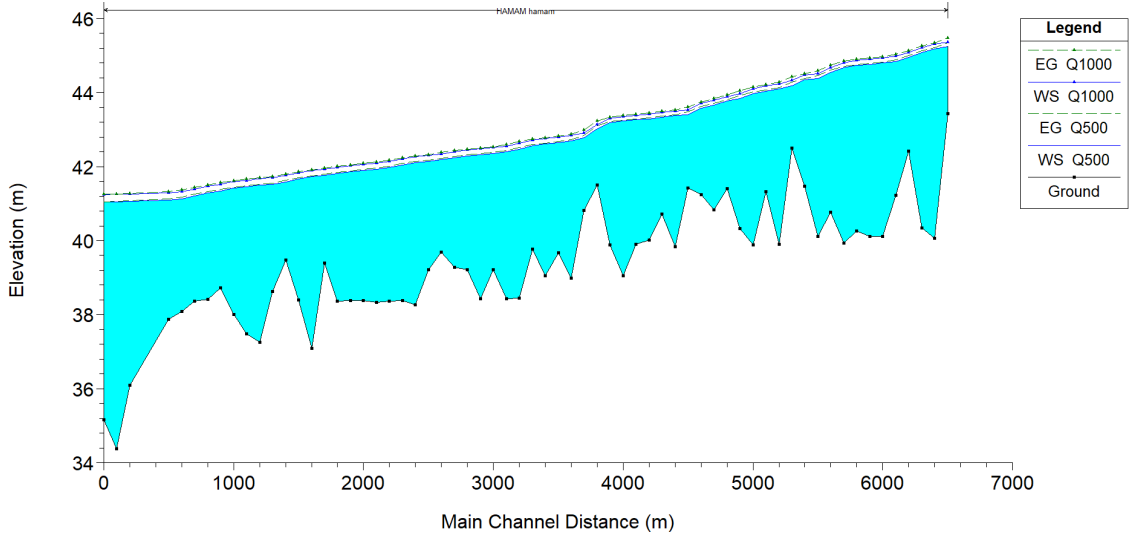
Şekil 6.37. Durak Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

Lüleburgaz haritası boyunca Q500 taşkın sularının yüksekliği karşısında, sular altında kalan herhangi bir yerleşke (Yenibedir, Dügüncübaşı, Oklalı) bulunmamaktadır.

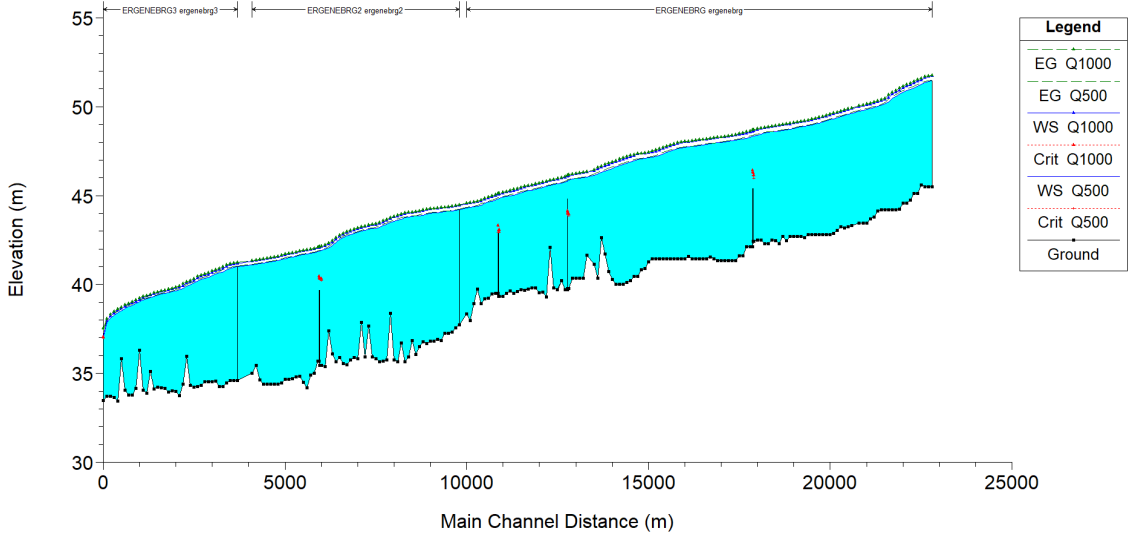
Kaynarca Deresi, Hamam Dere ve Lüleburgaz analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri profilleri sırasıyla Şekil 6.38., 6.39. ve 6.40.'da verilmiştir.



Şekil 6.38. Kaynarca Deresi profili

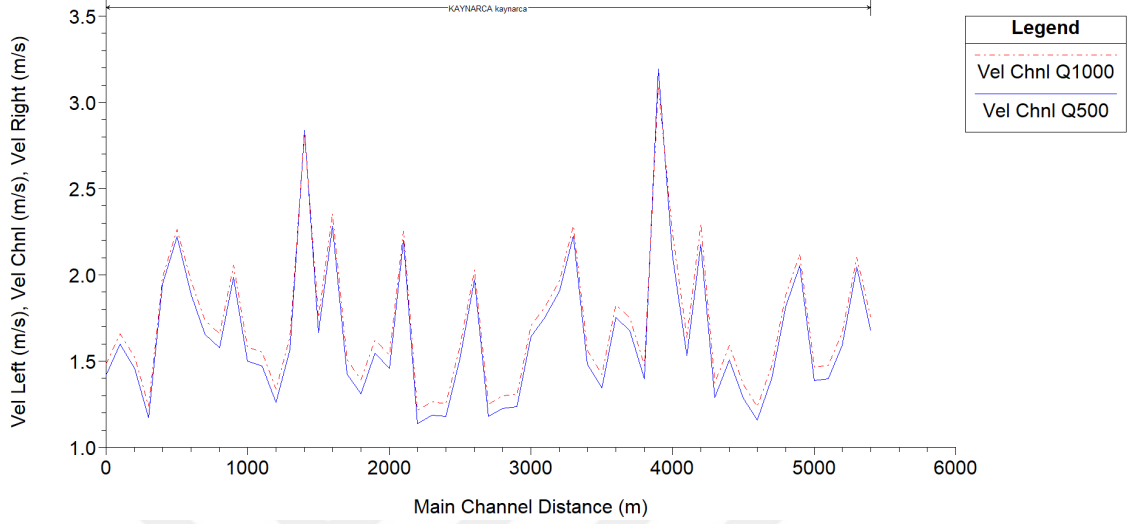


Şekil 6.39. Hamam Dere profili

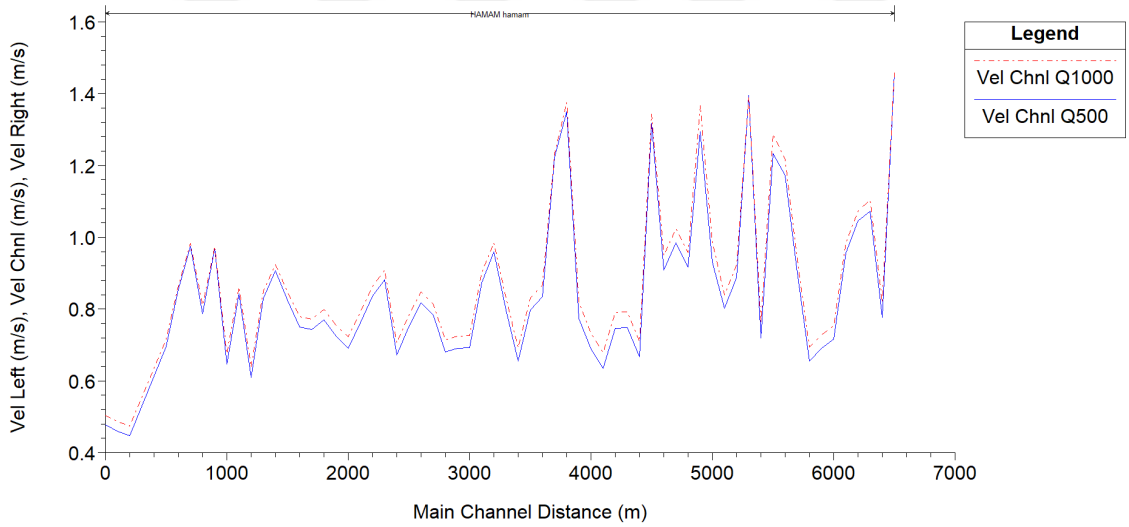


Şekil 6.40. Lüleburgaz analiz haritasında Ergene Nehri profili

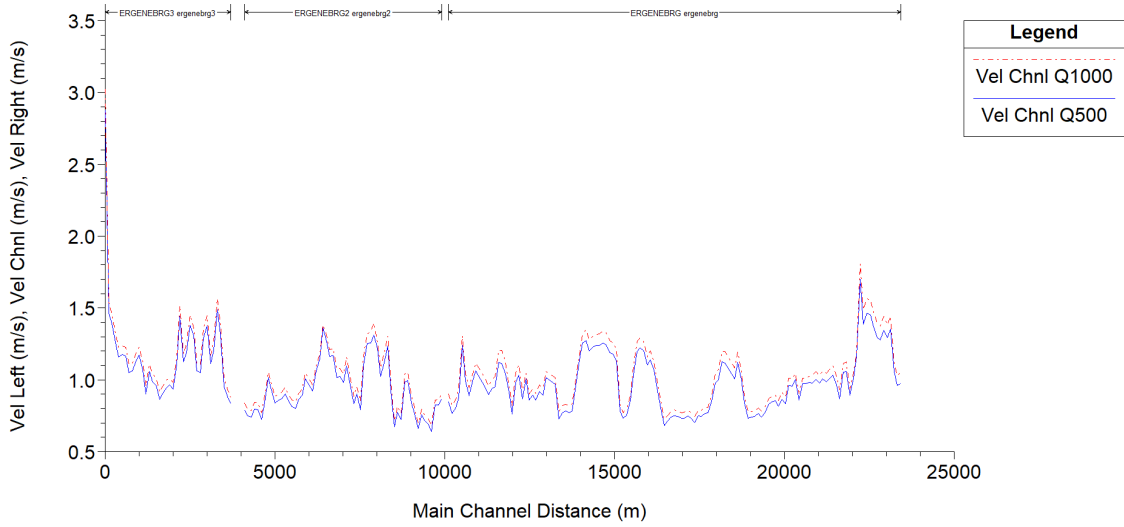
Kaynarca Deresi, Hamam Dere ve Lüleburgaz analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları sırasıyla Şekil 6.41., 6.42. ve 6.43.'te verilmiştir.



Şekil 6.41. Kaynarca Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

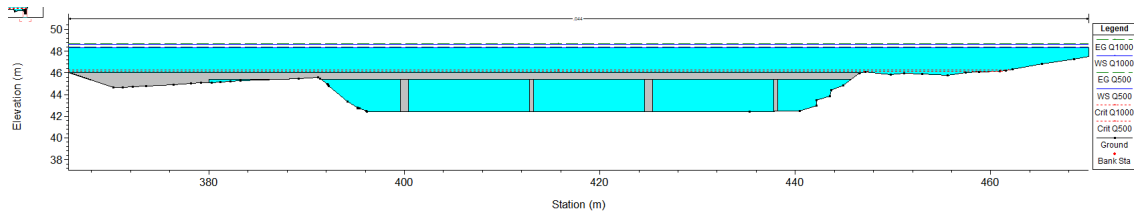


Şekil 6.42. Hamam Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

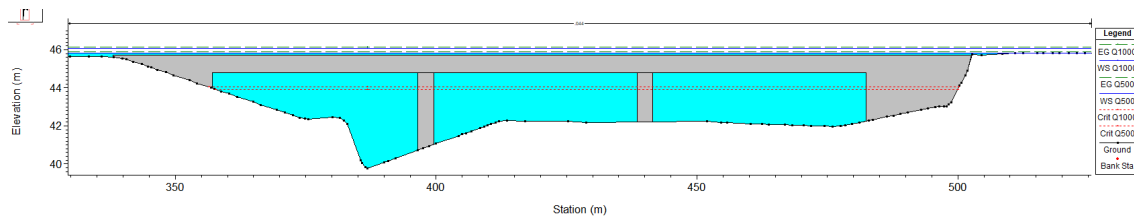


Şekil 6.43. Lüleburgaz analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

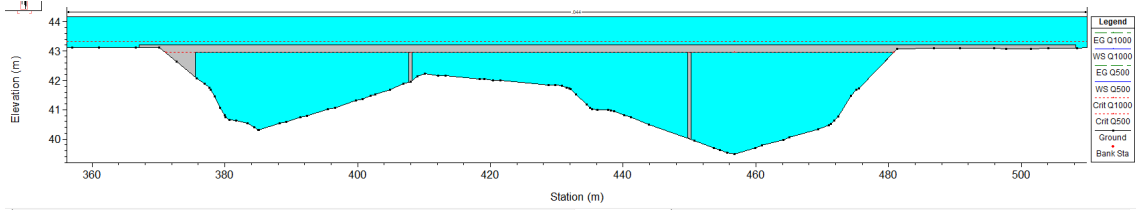
Şekil 6.39.'dan görüldüğü üzere SY-10; Ergene Nehrinde büyük bir kabarmaya mahal vermektedir. Şekil 6.44.'de SY-7'nin, Şekil 6.45.'de SY-8'in, Şekil 6.46'da SY-9'un, Şekil 6.47.'de ise SY-10'un Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumları gösterilmiştir. Üç sanat yapısı taşkın suları altında kalmış, SY-8 de ise taşkın suları döşemeye kadar gelmiştir.



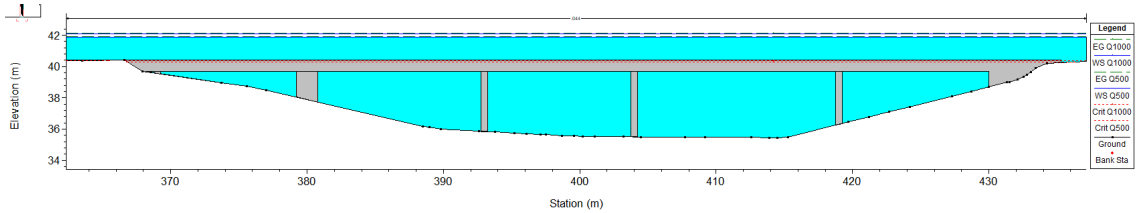
Şekil 6.44. SY-7'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.45. SY-8'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.46. SY-9'un Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.47. SY-10'un Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu

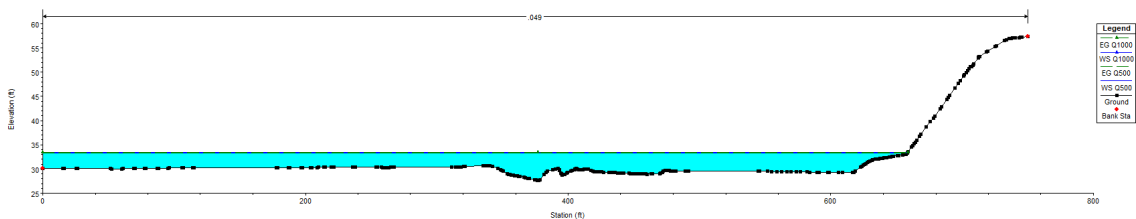
Akarsuların Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları ise Çizelge 6.3.'te verilmiştir.

Çizelge 6.3. Akarsuların (Lüleburgaz haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları

Akarsular (Lüleburgaz haritası için)	Q500 taşkın hızı (m/s)	Q1000 taşkın hızı (m/s)
Kaynarca Deresi	2,15	2,18
Hamam Dere	1,14	1,14
Ergene Nehri	1,09	1,09

6.1.4. Alpullu haritası analiz sonuçları

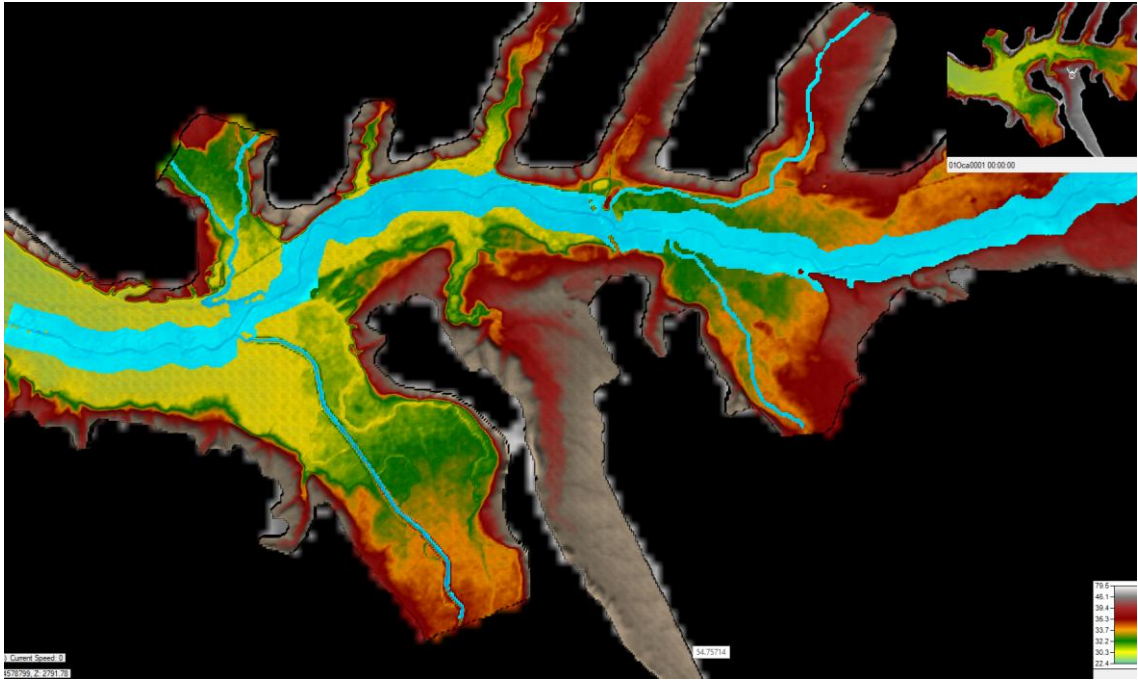
Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin arazi modeli üzerinden Alpullu haritası için Ergene Nehri tip en kesitinden oluşturdukları konuma odaklı su derinlikleri Şekil 6.48.'de verilmiştir.



Şekil 6.48. Alpullu haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri

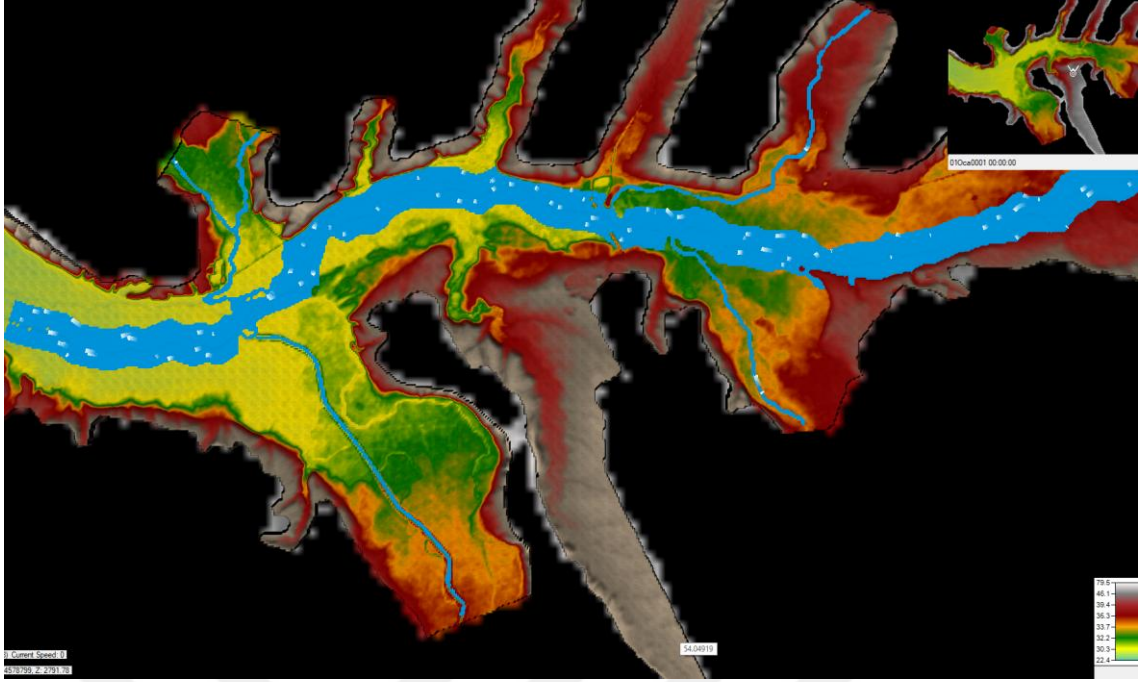
Şekil 6.48.'de görüldüğü üzere Q500 ve Q1000 taşkın tahkikleri arası su derinliği farkı 17 cm olarak hesap edilmiştir. İmalat, Q500 yüksekliği ve 10 cm hava payı veya Q1000 yüksekliğinden birini tasarım kriteri olarak alacağından, herhangi bir ekonomik analize ihtiyaç duyulmadan, Q500 değeri ile bölgenin taşkın akımı analizi yapılmasına karar verilmiştir.

Şekil 6.49. ile Alpullu haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı gösterilmiştir.



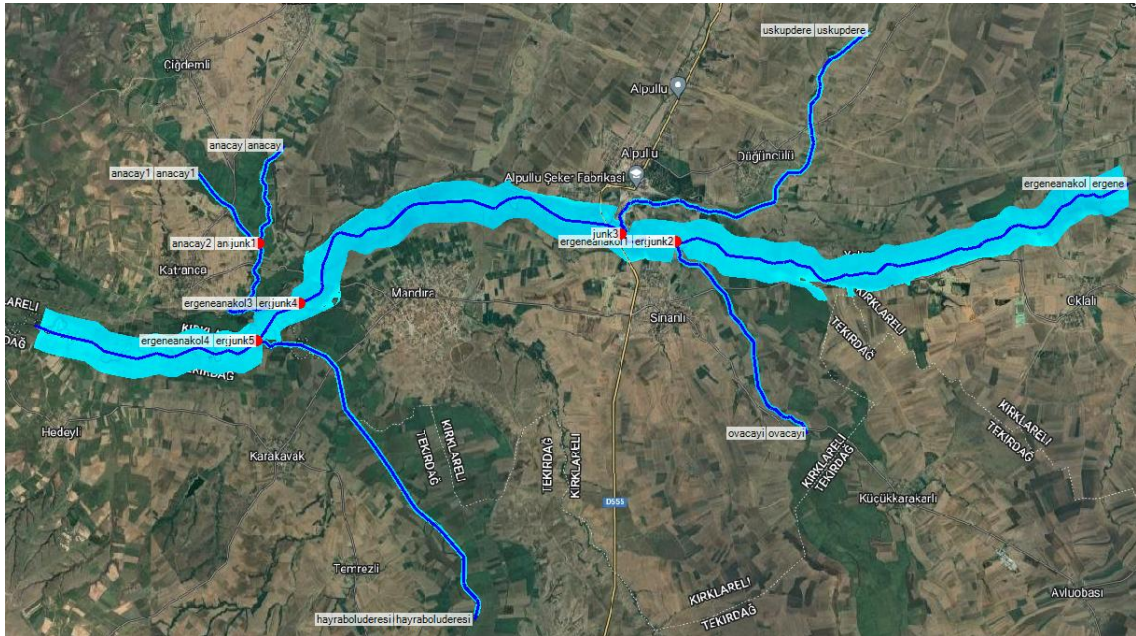
Şekil 6.49. Alpullu haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu

Şekil 6.50. ile Alpullu haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının hızı gösterilmiştir. Taşkın bu harita için nehirle aynı doğrultuda yavaş bir akışa sahip olduğu mütalaa edilmiştir.



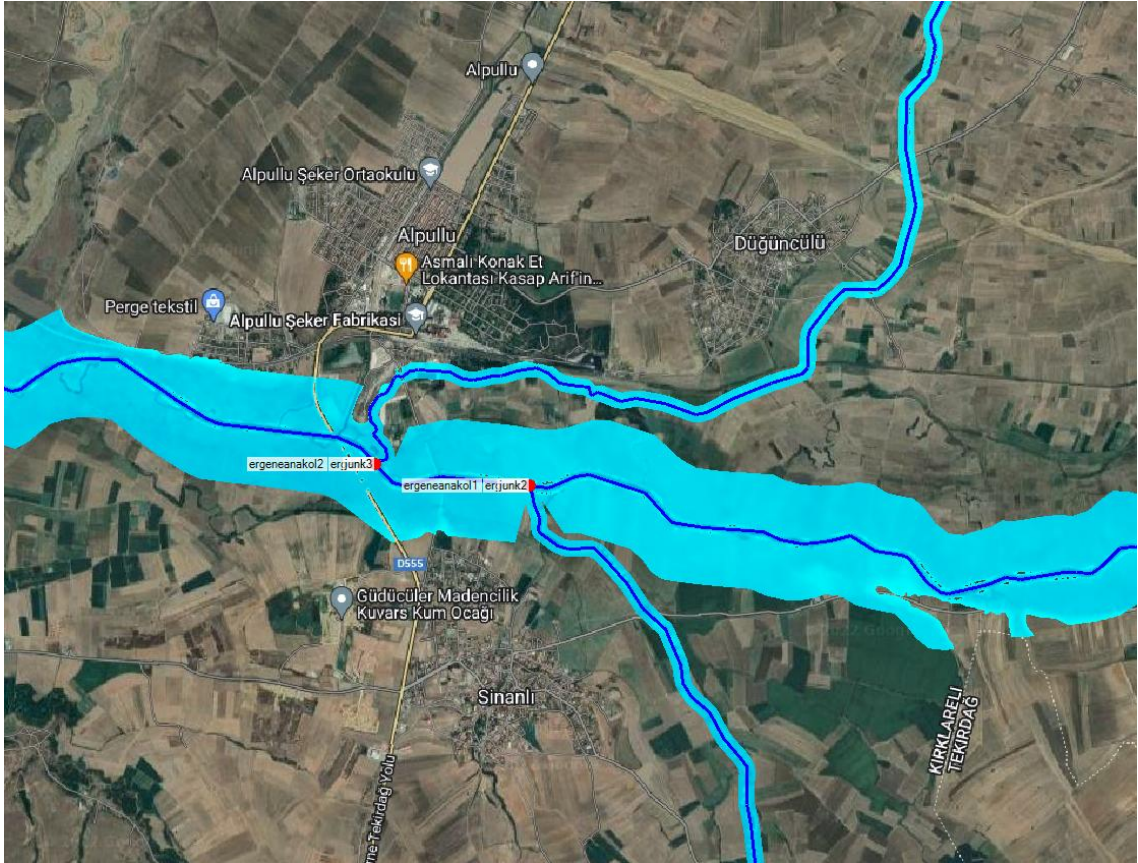
Şekil 6.50. Alpullu haritasının 3D Q500 taşkın hızı

Şekil 6.51. ile Alpullu haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının görselleştirilmesi sonucu elde edilen taşkın haritası, HEC-Geo-RAS programında Google Hybrid ile açılarak taşkın yerleşkelere yakınlığı görülmüştür.



Şekil 6.51. Alpullu haritasının Q500 taşkın yayılımı

Şekil 6.52.'den görüldüğü üzere Sinanlı ve Alpullu yerleşkelerinin Ergene Nehrine kıyısı olan bölümleri taşkın suları altında kalmamış, ancak bağlantı yolları, ulaşım ve yerleşke etrafı yollar kimi yerlerde taşkın suları altında kalmıştır. Düğüncülü Yerleşkesi'ne ise taşkın suları hiç uğramamıştır.

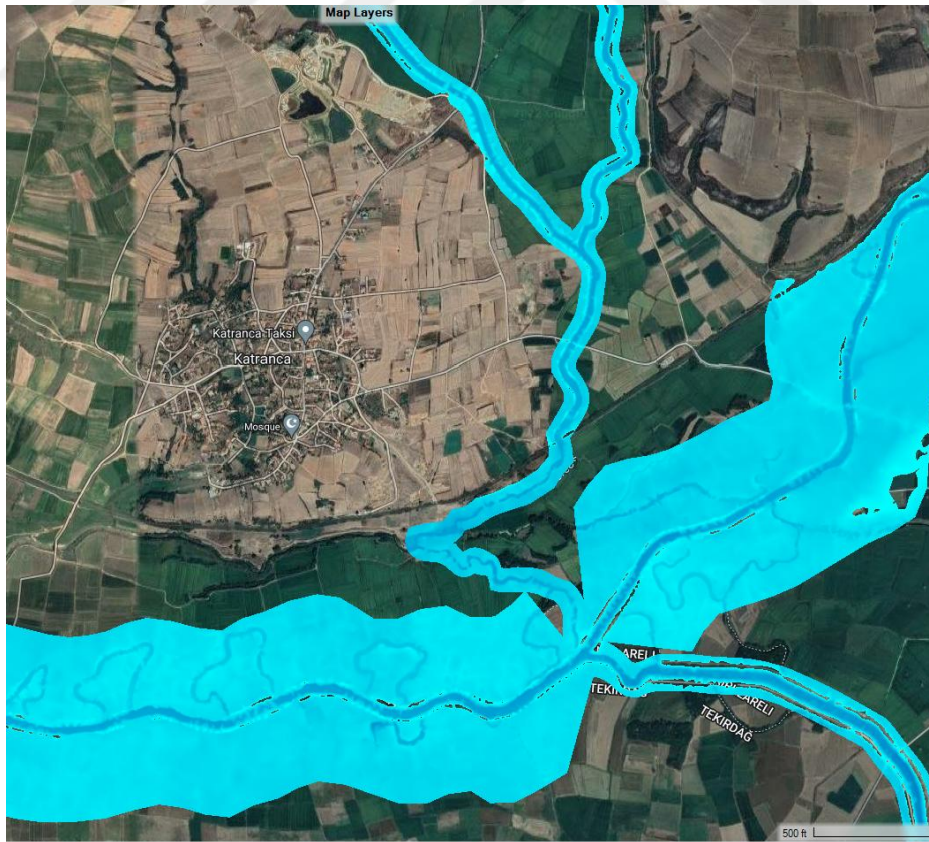


Şekil 6.52. Alpullu, Sinanlı, Düğüncülü yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı

Şekil 6.53.'ten görüldüğü üzere Mandıra Yerleşkesi ve Şekil 6.54.'ten görüldüğü üzere Katranca Yerleşkesi taşkın suları altında kalmamıştır.

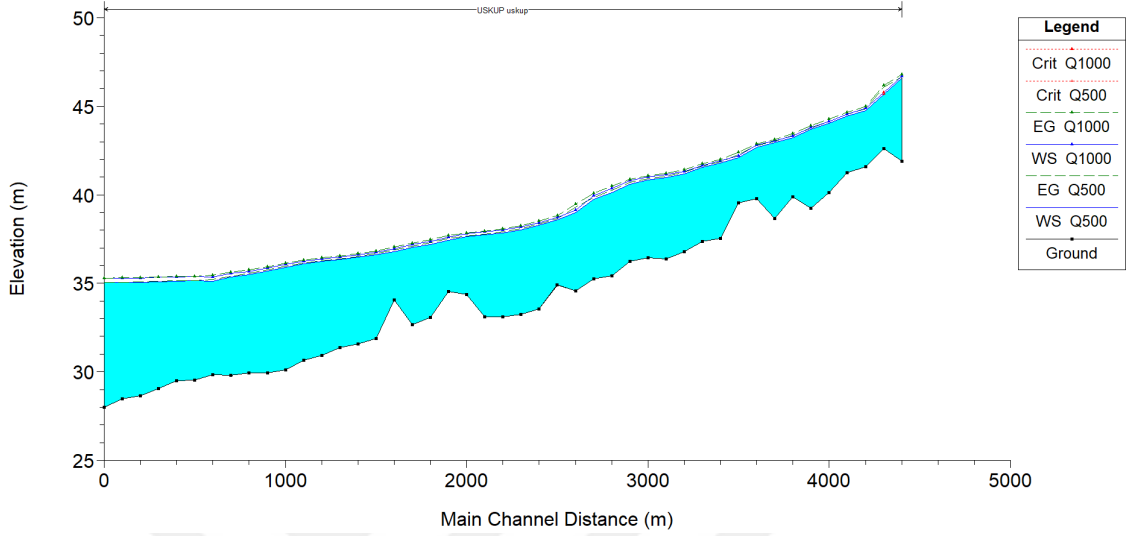


Şekil 6.53. Mandıra Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

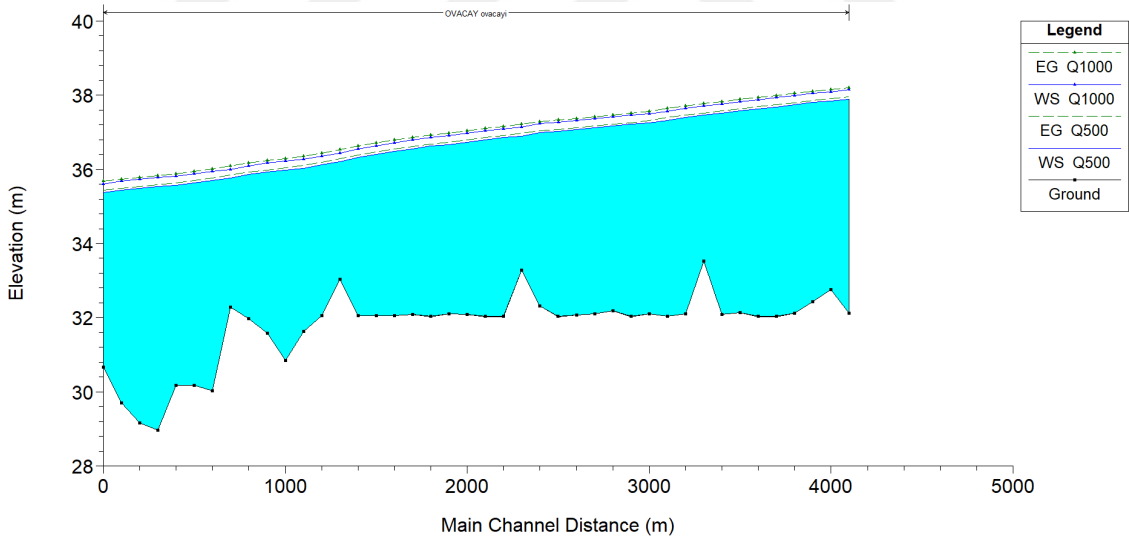


Şekil 6.54. Katranca Yerleşkesi ve Q500 taşkın akımı

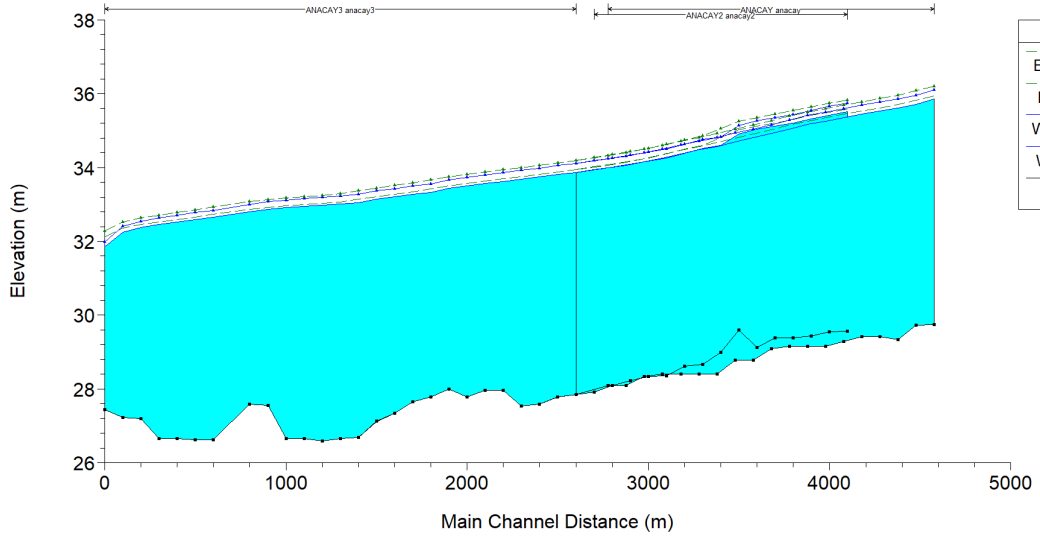
Üsküp Dere, Ova Çayı, Ana Çay, Hayrabolu Deresi ve Alpullu analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri profilleri sırasıyla Şekil 6.55., 6.56., 6.57., 6.58. ve 6.59.'da verilmiştir.



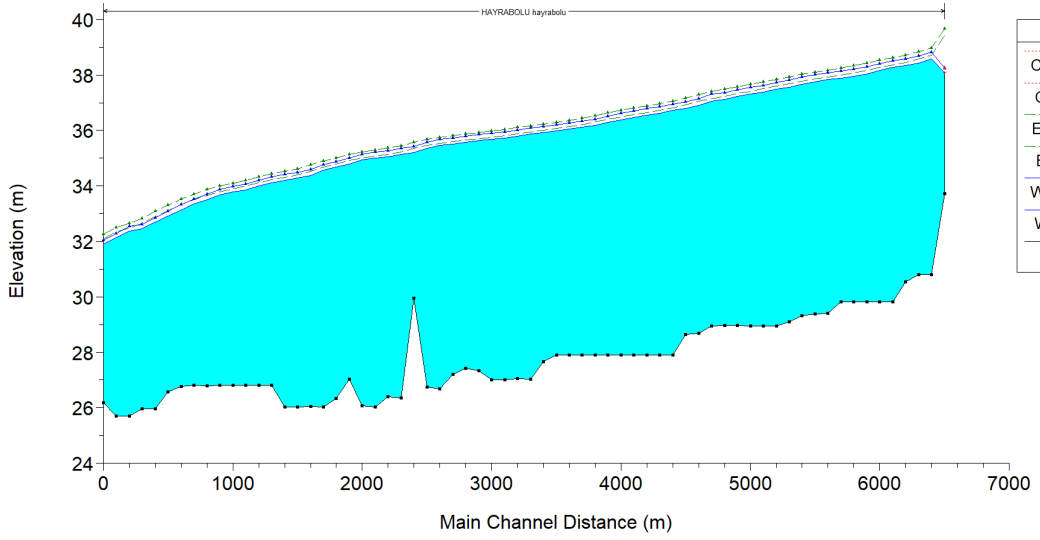
Şekil 6.55. Üsküp Dere profili



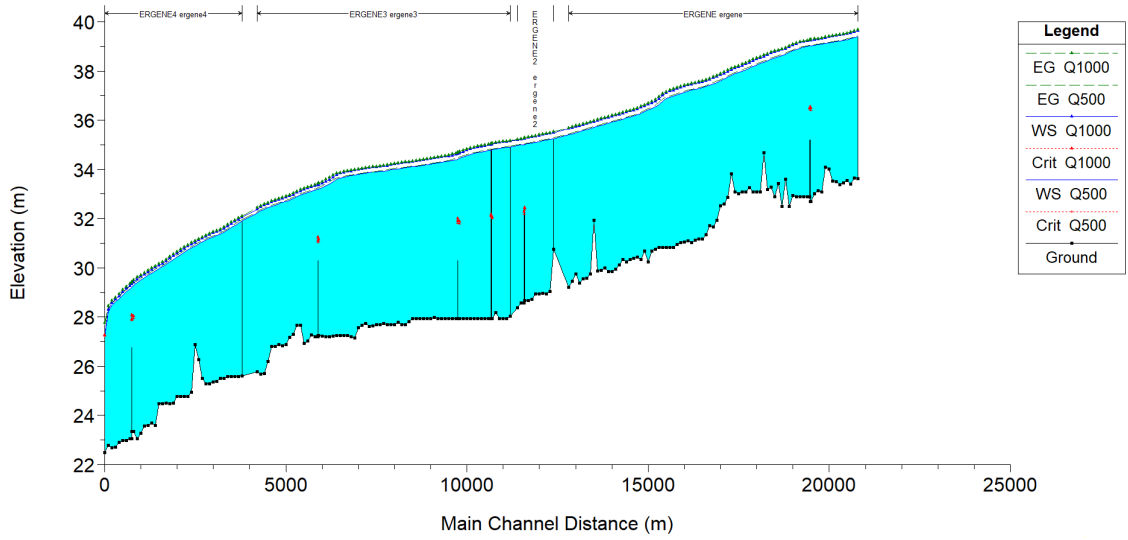
Şekil 6.56. Ova Çayı profili



Şekil 6.57. Ana Çay profili

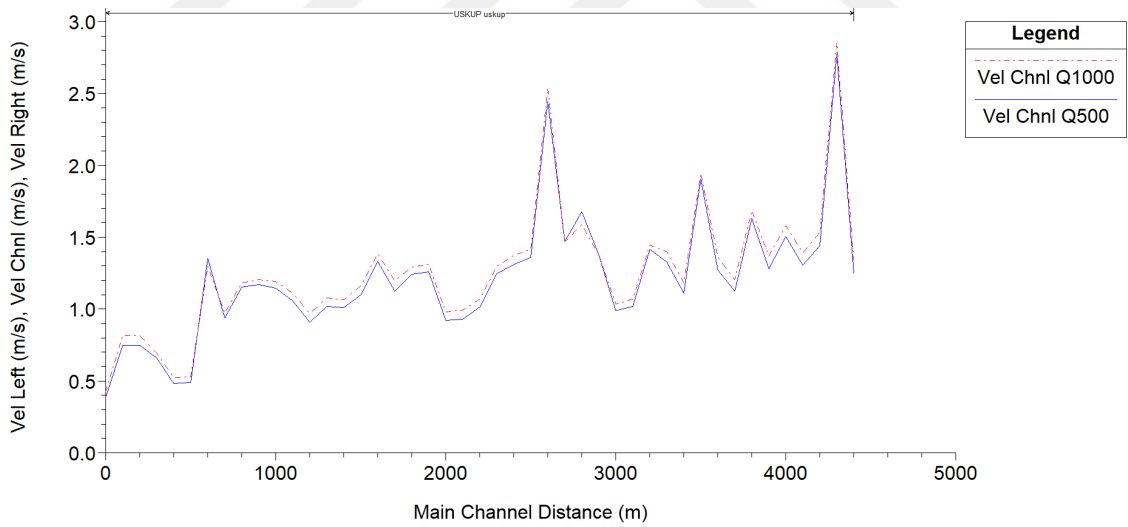


Şekil 6.58. Hayrabolu Deresi profili

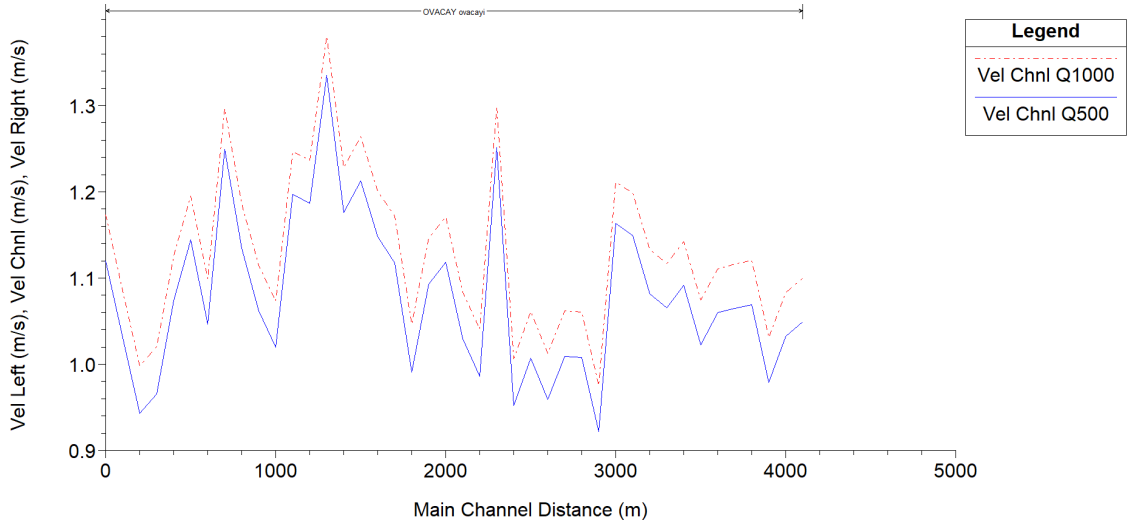


Şekil 6.59. Alpullu analiz haritasında Ergene Nehri profili

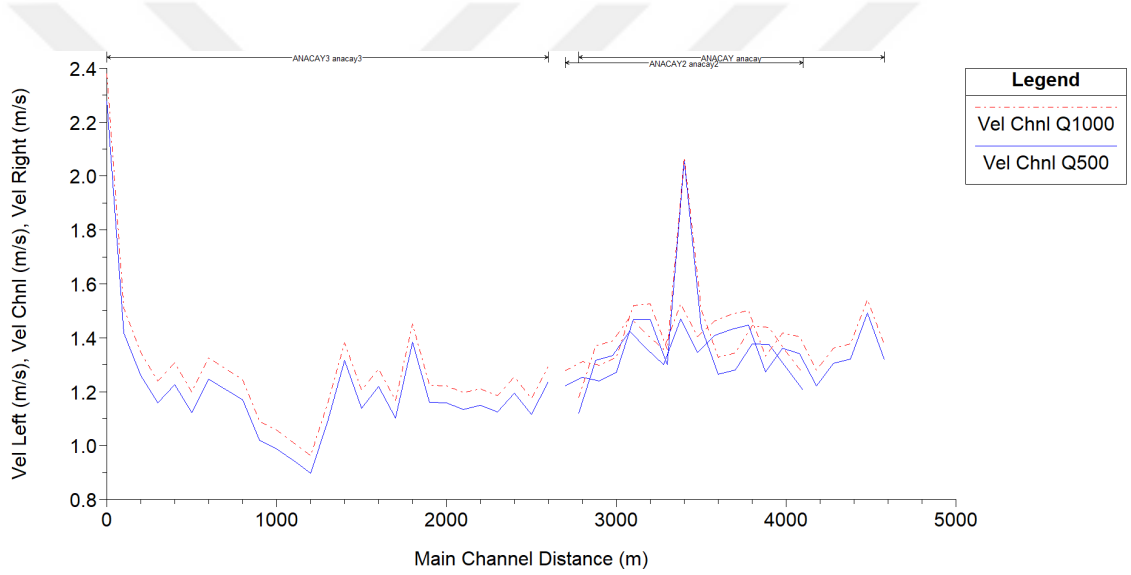
Üsküp Dere, Ova Çayı, Ana Çay, Hayrabolu Deresi ve Alpullu analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları sırasıyla Şekil 6.60., 6.61., 6.62., 6.63. ve 6.64.'te verilmiştir.



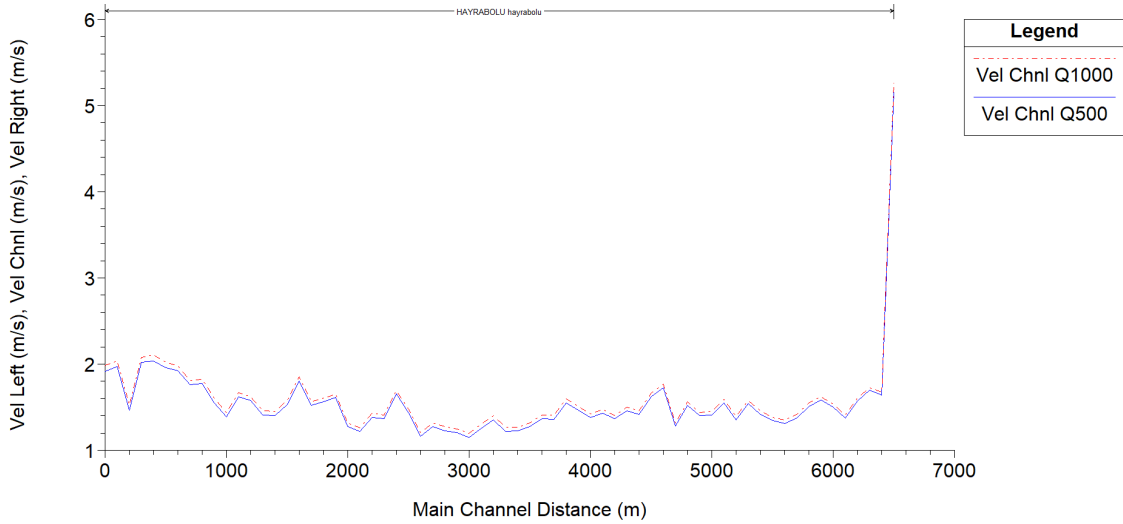
Şekil 6.60. Üsküp Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları



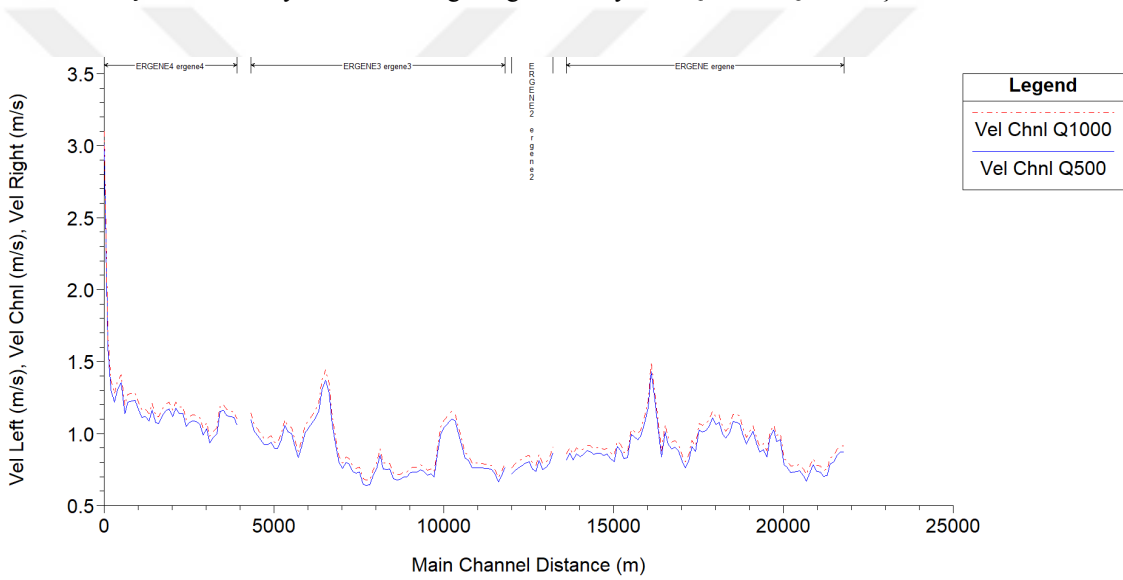
Şekil 6.61. Ova Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları



Şekil 6.62. Ana Çayı güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

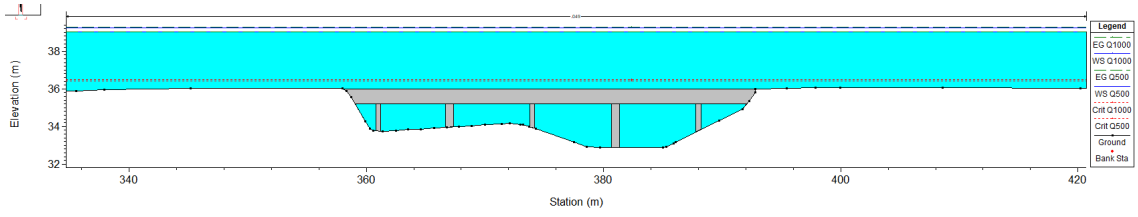


Şekil 6.63. Hayrabolu Deresi güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

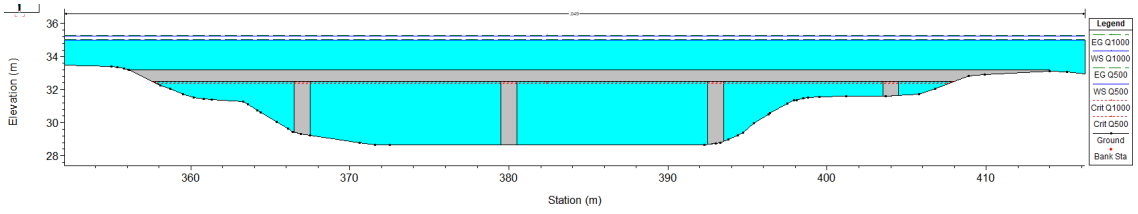


Şekil 6.64. Alpullu analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

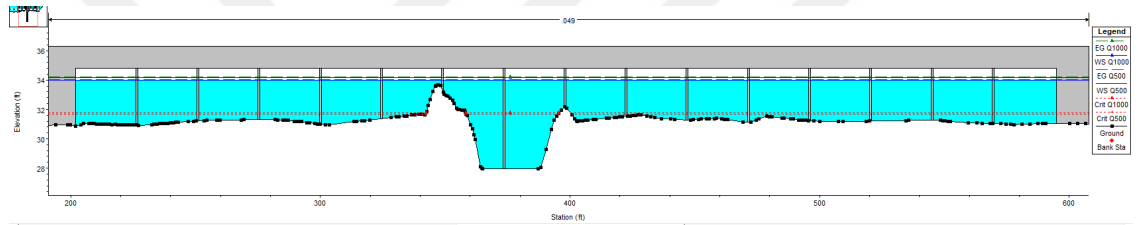
Şekil 6.59.'dan görüldüğü üzere SY-15; Ergene Nehrinde büyük bir kabarmaya, SY-11 ve SY-16 ise nispeten birer kabarmaya mahal vermektedir. Şekil 6.65.'te SY-11'in, Şekil 6.66.'da SY-12'nin, Şekil 6.67'de SY-13'ün, Şekil 6.68.'de ise SY-14'ün, Şekil 6.69'da SY-15'in, Şekil 6.70'de SY-16'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumları gösterilmiştir. Beş sanat yapısı da taşkın suları altında kalırken, SY – 13 taşkını döşemesinin altından geçirmektedir.



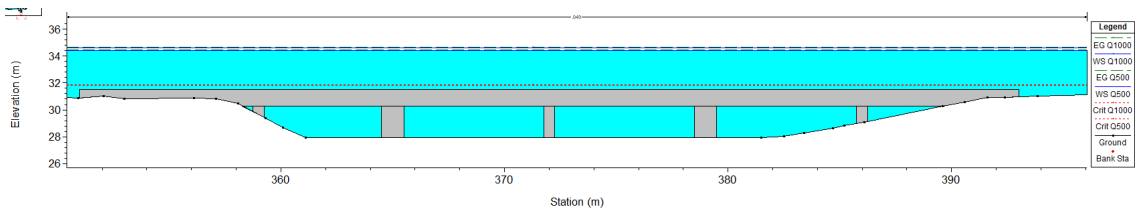
Şekil 6.65. SY-11'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



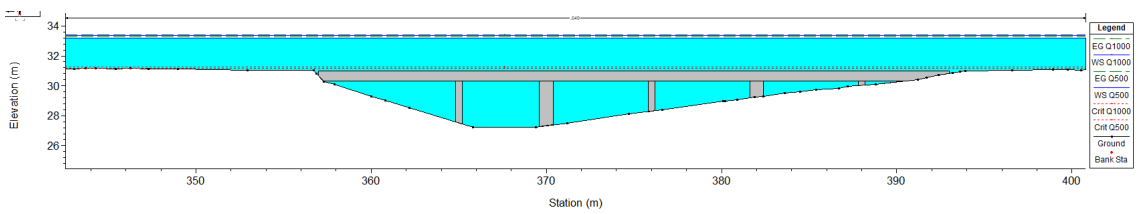
Şekil 6.66. SY-12'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



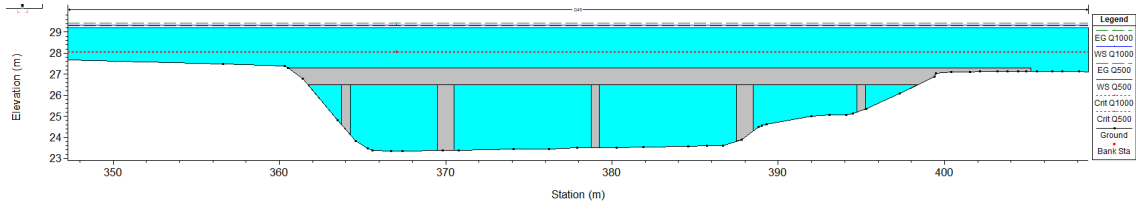
Şekil 6.67. SY-13'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.68. SY-14'ün Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.69. SY-15'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.70. SY-16'nın Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu

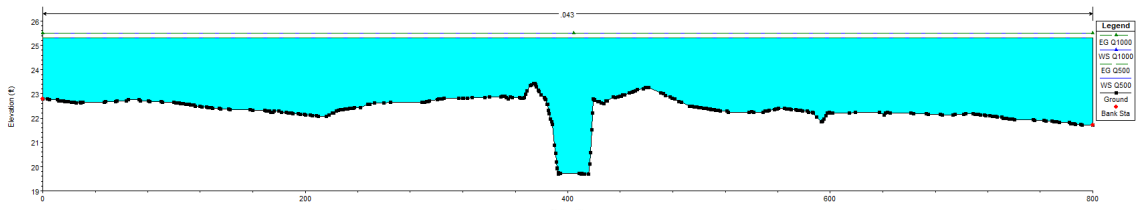
Akarsuların Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları ise Çizelge 6.4.'te verilmiştir.

Çizelge 6.4. Akarsuların (Alpullu haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları

Akarsular (Alpullu haritası için)	Q500 taşkın hızı (m/s)	Q1000 taşkın hızı (m/s)
Üsküp Dere	1,56	1,6
Ova Çayı	1,28	1,33
Ana Çay	1,47	1,48
Hayrabolu Deresi	1,7	1,73
Ergene Nehri	1,08	1,08

6.1.5. Pehlivan köy haritası analiz sonuçları

Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin arazi modeli üzerinden Pehlivan köy haritası için Ergene Nehri tip en kesitinden oluşturdukları konuma odaklı su derinlikleri Şekil 6.71.'de verilmiştir.

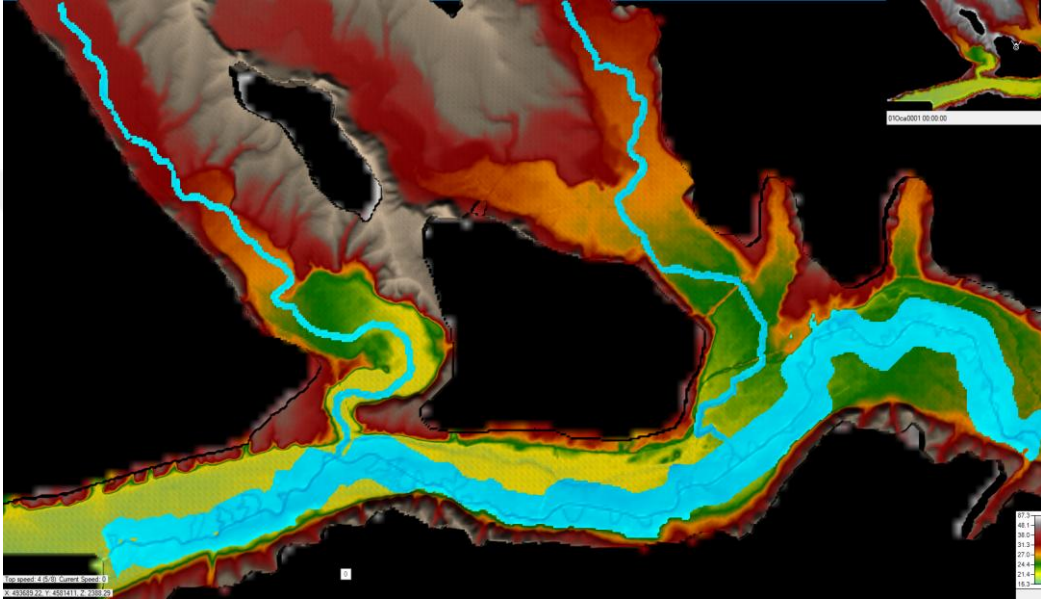


Şekil 6.71. Pehlivan köy haritası için Ergene Nehri tip en kesitinde Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerinin oluşturdukları su derinlikleri

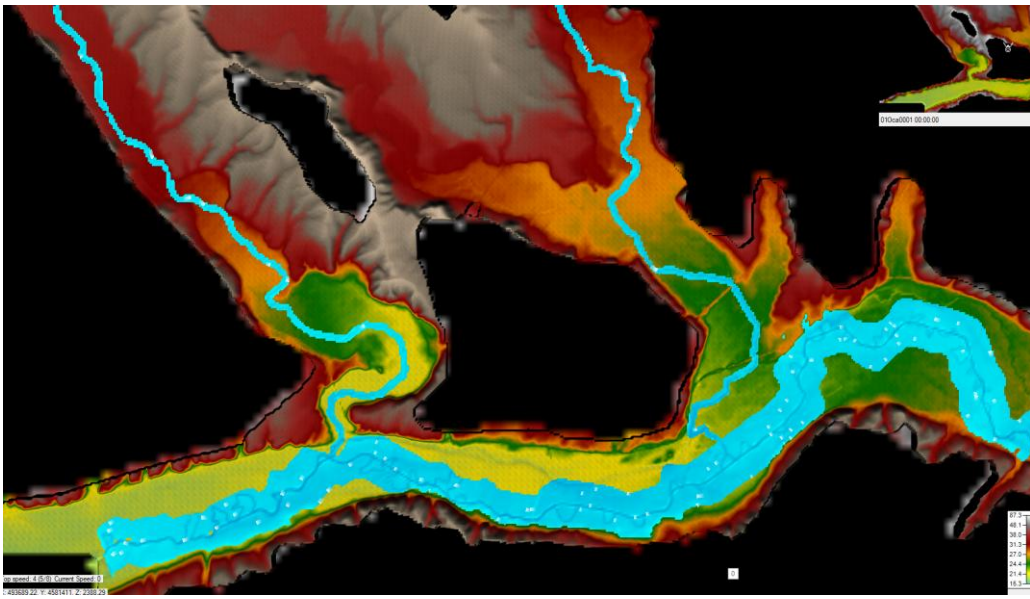
Şekil 6.71.'de görüldüğü üzere Q500 ve Q1000 taşkın tahkikleri arası su derinliği farkı 19 cm olarak hesap edilmiştir. İmalat, Q500 yüksekliği ve 10 cm ya da 15 cm hava payı veya Q1000 yüksekliğinden birini tasarım kriteri olarak alacağından,

herhangi bir ekonomik analize ihtiyaç duyulmadan, Q500 değeri ile blgenin taşkın akımı analizi yapılmasına karar verilmiştir.

şekil 6.72. ile Pehlivanıky haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımı gsterilmiştir. şekil 6.73. ile Pehlivanıky haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının hızı gsterilmiştir. Taşkının bu harita için nehirle aynı doğrultuda oldukça yksek hıza sahip olduğu mtala edilmiştir.

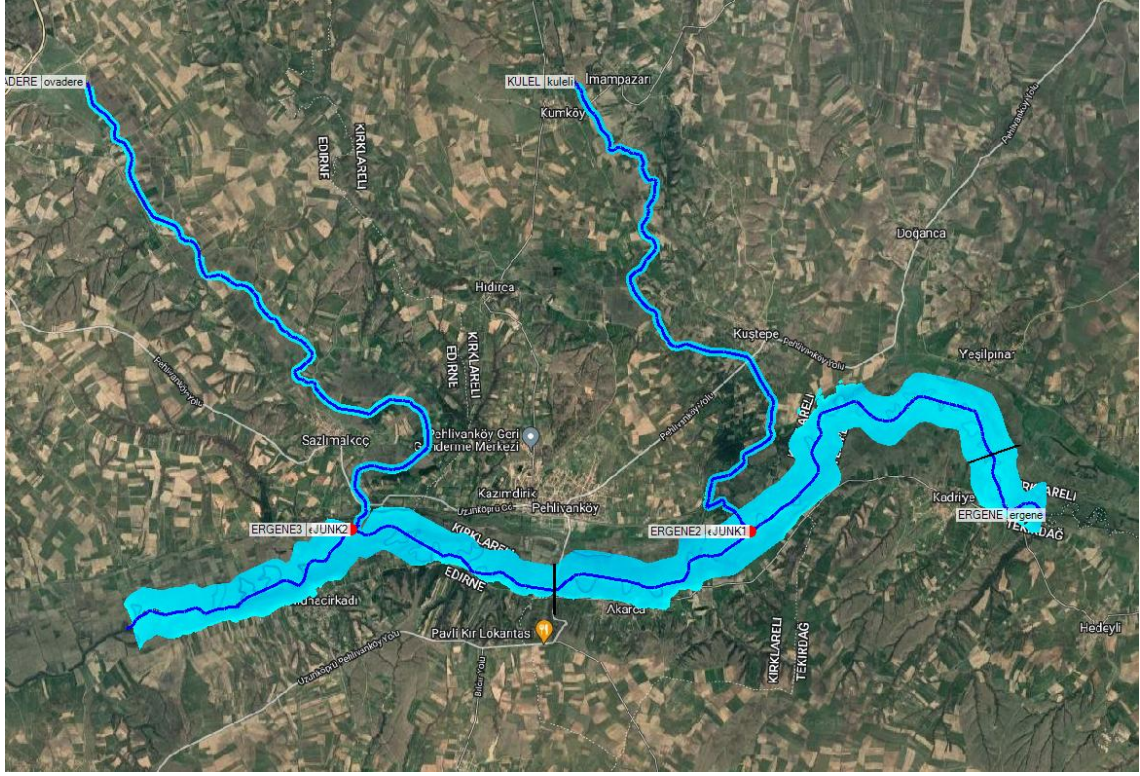


şekil 6.72. Pehlivanıky haritasının 3D Q500 taşkın analizi sonucu



şekil 6.73. Pehlivanıky haritasının 3D Q500 taşkın hızı

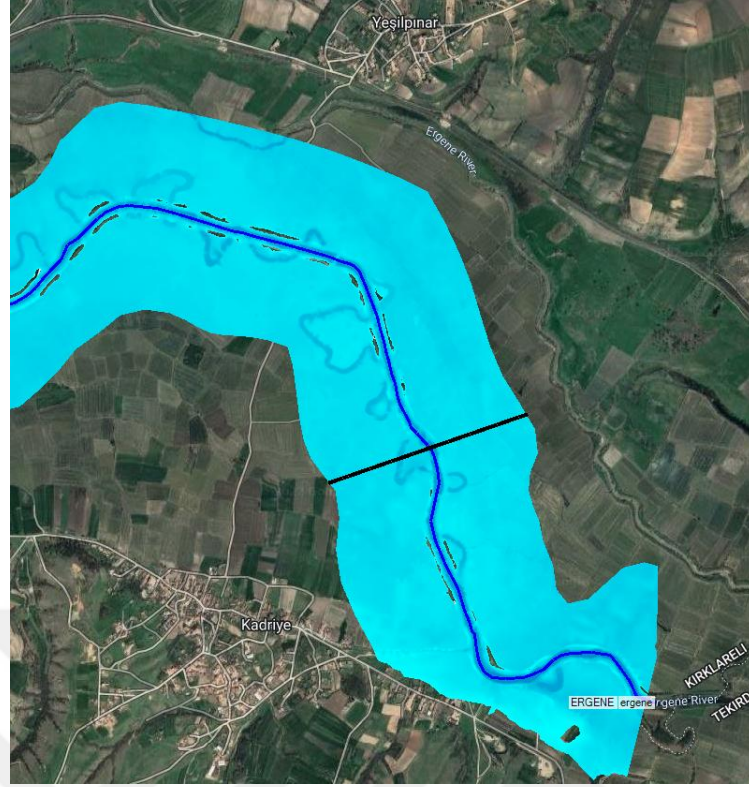
Şekil 6.74. ile İnanlı haritası üzerinde Q500 kararlı akımı ile taşkın analizinin HEC-RAS programında 3D taşkın yayılımının görselleştirilmesi sonucu elde edilen taşkın haritası, HEC-Geo-RAS programında Google Hybrid ile açılarak taşkın yerleşkelere yakınlığı görülmüştür.



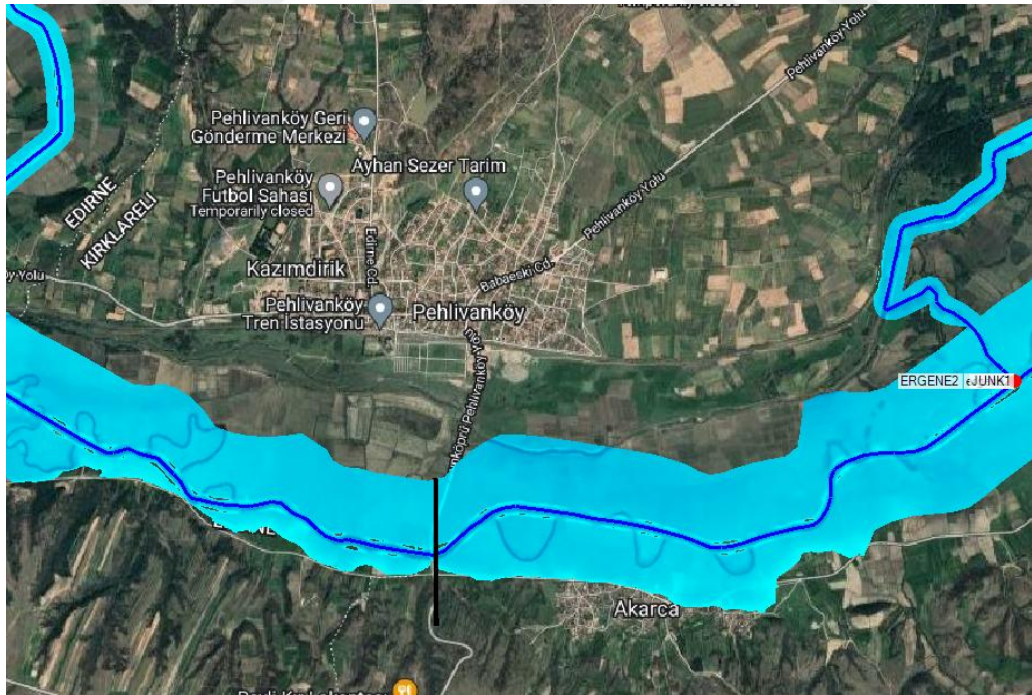
Şekil 6.74. Pehlivan köy haritasının Q500 taşkın yayılımı

Şekil 6.75.'ten görüldüğü üzere Kadriye Yerleşkesi'nin Ergene Nehrine kıyısı olan bölümü ile yerleşkenin büyük bölümü yer yer taşkın suları altında kalmıştır. Yeşilpınar Yerleşkesi ise sel sularına maruz kalmamıştır.

Şekil 6.76.'dan görüldüğü üzere Pehlivan köy Yerleşkesi'nde herhangi bir taşkın durumu gözlenmezken, Akarca Yerleşkesi'nin neredeyse tamamı Ergene Nehri taşkın suları altında kalmıştır.



Şekil 6.75. Kadriye, Yeşilpınar yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı



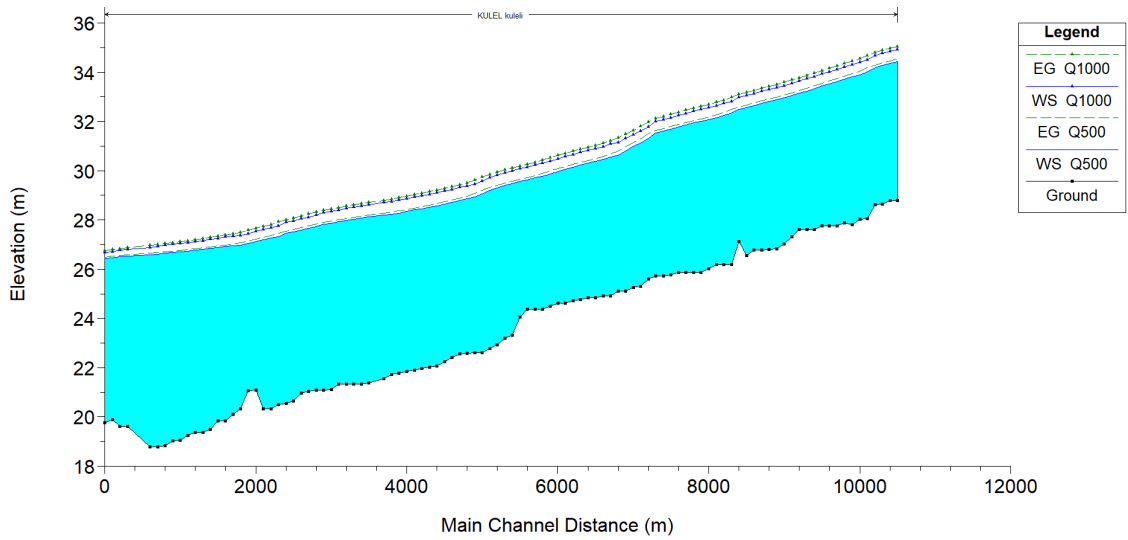
Şekil 6.76. Pehlivan köyü, Akarca yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı

Şekil 6.77.'den görüldüğü üzere Sazlımalkoç Yerleşkesi'nde herhangi bir taşkın durumu gözlenmezken, Muhacirkadı Yerleşkesi'nin Ergene Nehrine kıyısı olan bölümü taşkın suları altında kalmıştır.

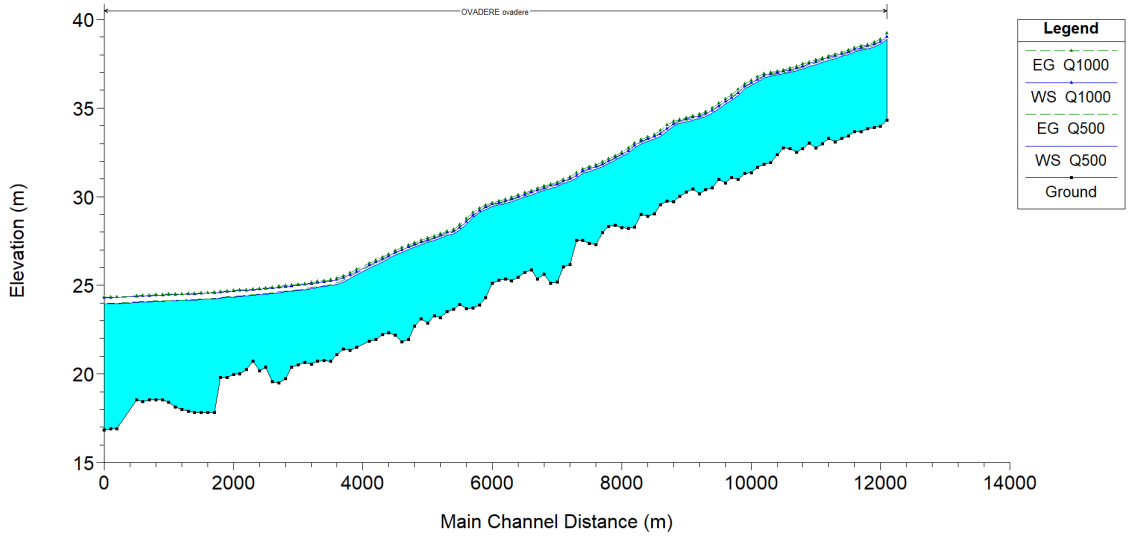


Şekil 6.77. Muhacirkadı, Sazlımalkoç yerleşkeleri ve Q500 taşkın akımı

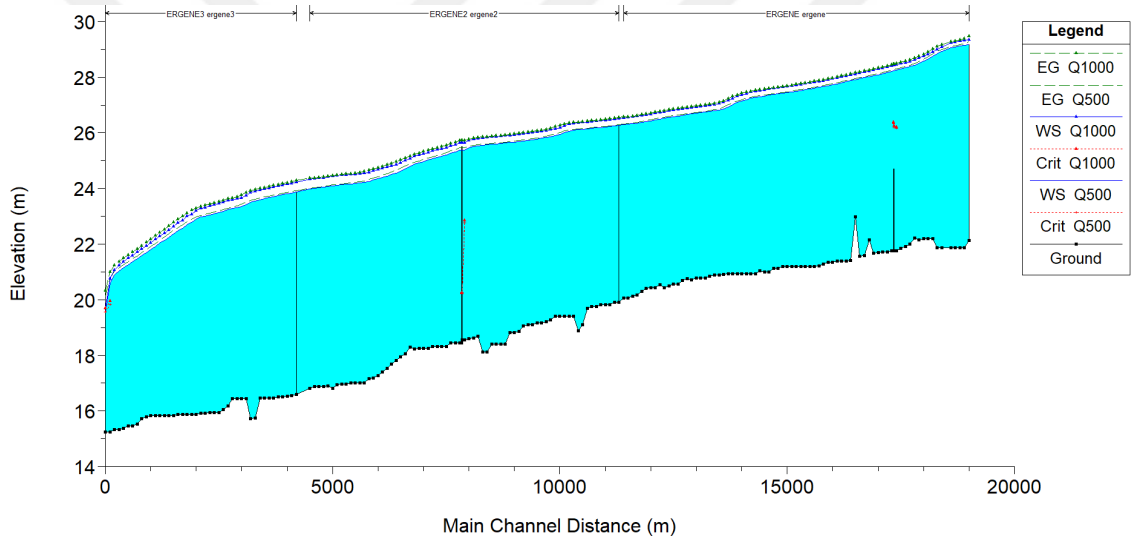
Kuleli Dere, Ova Dere ve Pehlivan köy analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri profilleri sırasıyla Şekil 6.78., 6.79. ve 6.80.'de verilmiştir.



Şekil 6.78. Kuleli Dere profili

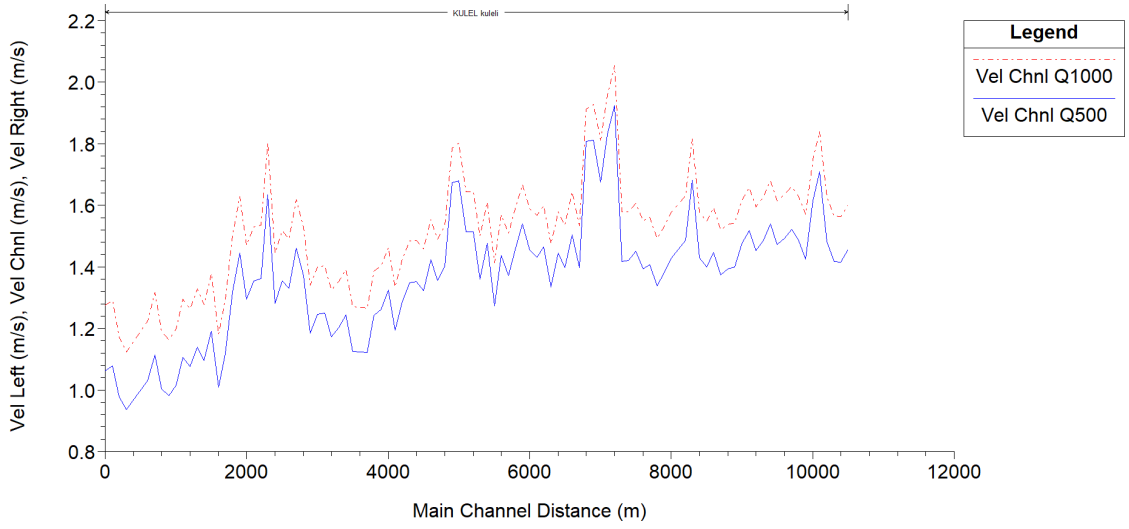


Şekil 6.79. Ova Dere profili

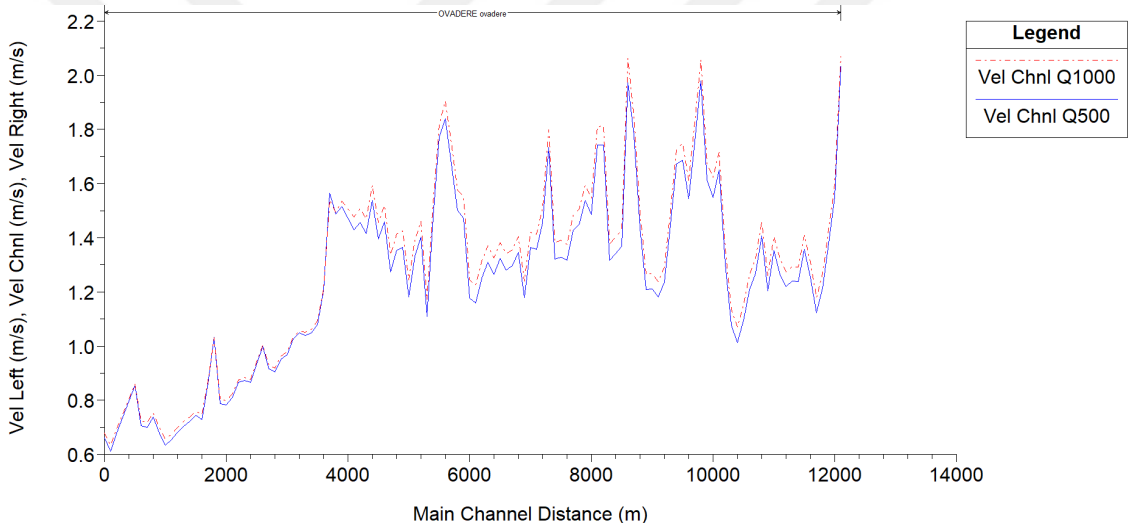


Şekil 6.80. Pehlivan köy analiz haritasında Ergene Nehri profili

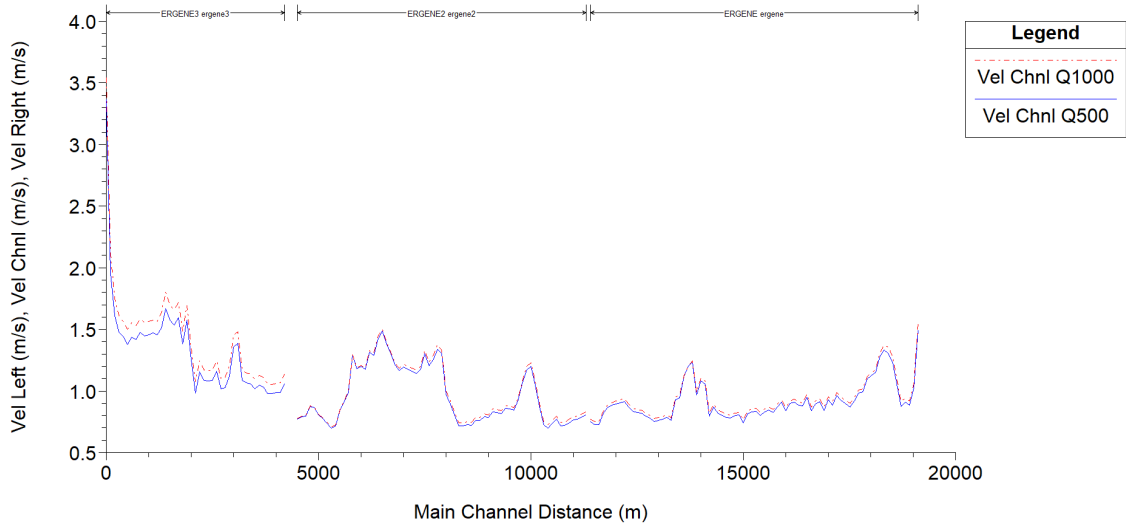
Kuleli Dere, Ova Dere ve Pehlivan köy analiz haritası içerisinde kalan Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları sırasıyla Şekil 6.81., 6.82. ve 6.83.'te verilmiştir.



Şekil 6.81. Kuleli Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

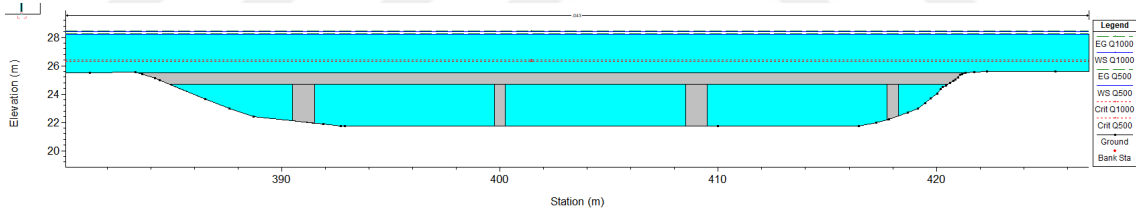


Şekil 6.82. Ova Dere güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

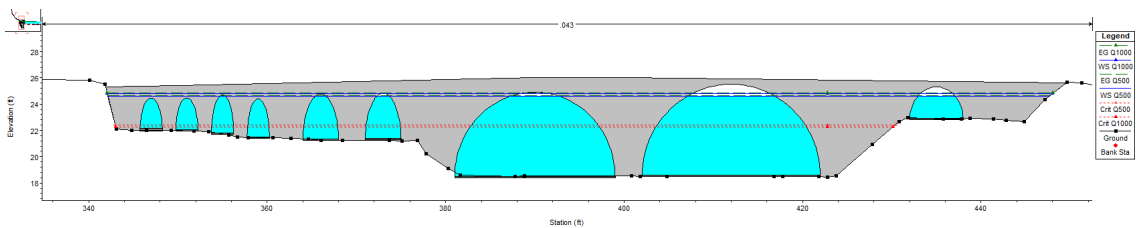


Şekil 6.83. Pehlivan köy analiz haritasında Ergene Nehri güzergâhları boyunca Q500 ve Q1000 taşkın hızları

Şekil 6.79.'dan görüldüğü üzere SY-17; Ergene Nehrinde bir kabarmaya mahal vermektedir. Şekil 6.84.'te SY-17'nin, Şekil 6.85.'te SY-18'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumları gösterilmiştir. SY-17 taşkın suları altında kalırken, SY-18 taşkın sularını döşemesinin altından geçirmektedir.



Şekil 6.84. SY-17'nin Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu



Şekil 6.85. SY-18'in Q500 ve Q1000 taşkın tekerrür debilerine karşı durumu

Akarsuların Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları ise Çizelge 6.5.'te verilmiştir.

Çizelge 6.5. Akarsuların (Pehlivan köy haritası için) Q500 ve Q1000 ortalama taşkın hızları

<i>Akarsular (Pehlivan köy haritası için)</i>	<i>Q500 taşkın hızı (m/s)</i>	<i>Q1000 taşkın hızı (m/s)</i>
Kuleli Dere	1,55	1,59
Ova Dere	1,64	1,66
Ergene Nehri	1,09	1,1

6.2. Analizlere Yönelik Önlemler

Analizlerde yapılan kabuller şunlardır;

- Taşkın debileri hesap edilirken, barajların ve göletlerin olduğu yağış alanları hesaba dâhil edilmemiştir. Bu bölgelere yağın yağışların tamamının baraj veya gölet rezervuarlarında tutulduğu ve kullanıldığı düşünülmüştür. Bu kabul, mevcut gölet ve barajların kullanımına ve su tutma durumlarına göre alınmıştır,
- Taşkın debileri hesap edilirken, barajların ve göletlerin dolusavaklarında öteleme yapılmamış, dolusavaklarından hiç debi geçmiyormuş gibi düşünülmüştür. Bu kabul, mevcut gölet ve barajların kullanımına ve su tutma durumlarına göre alınmıştır,
- Q_{baz} akım değeri, yani taban altı akışı hiç yokmuş gibi düşünülmüştür. Bölgenin hâkim bazı noktalarında hesaplamalar yapılmış, DSİ görüşleri alınmış ve sonuç olarak geçen debi miktarının çok küçük olduğu ve sonuca etkisinin zayıf olduğu ortaya çıkmıştır,
- Taşkın debileri hesap edilirken, Ergene Nehri ana kollarının, Thiessen Poligonları çizildikten sonra, kolların bazı noktalarda %5'in altında dâhil olduğu istasyonlar hesaplamalara katılmamıştır. Bu %5'lik fark diğer istasyonlara, büyüklükleri oranında dağıtılmış, bu dağıtım kimi kollarda debiyi az miktarda arttırmış kimi kollarda ise debiyi az miktarda azaltmıştır. Bu bağlamda sonuca etkisinin zayıf olduğu düşünülmüştür,
- Haritalandırma işlemlerinde, Ergene Nehri'nin ana kollarının tamamı haritalandırılmamıştır. Ergene Nehri'nin ana kollarının sadece nehre bağlanan kısımları ve bu kısımlara yakın noktalar haritalandırılmıştır. Haritalandırma işlemleri sırasında TIN ve TIFF analizinde zorluklar yaşanacağı görülmüş ve bu kısıtlama bundan dolayı yapılmıştır,

- Haritalandırma işlemlerinde, sayısal yükseklik haritası 5'e bölünerek analizler yapılmış olup, analizlerden sonra elde edilen sonuçlar bu parçalamaya göre verilmiştir. Parçalama işlemi harita boyutlarının çok yer kaplaması ve analizde yaşanan zorlukların önüne geçmek amacıyla yapılmıştır,
- Sanat yapılarının önem derecelerine bağlandıkları yollar ve güzergâhlar dâhilinde kullanım durumlarına göre karar verilmiştir,
- Hidrodinamik analiz yapılırken, ana kollar dışındaki Ergene Nehri'ne bağlanan küçük dereler taşkın debisi hesaplamalarına katılmış, ancak HEC-Geo-RAS ve HEC-RAS'ta gösterilmemiştir. Bu derelerin debiye etkisi, aks noktalarının hesaplamasında dâhil edilmiştir. Analizde gösterilmeme sebebi, HEC-RAS'ın kollarının tamamının çizimiyle en kesitlerin birbirlerine çakışması sonucu çıkması kuvvetle ihtimal analiz hatalarıdır,
- Hidrodinamik analiz kısmında, ana kollar üzerindeki sanat yapıları çizilmemiş, buradaki kabarmalar dikkate alınmamıştır. Analiz dosyalarının boyutları çok büyük olduğundan, işlemlerin sekteye uğraması önlenmiş ve sadece Ergene Nehri'ne odaklanılmıştır,
- SY-18'in ölçümleri HEC-RAS ile modellenmeden önce Karayolları 1. Bölge Müdürlüğünden alınmıştır. 1 tane boşaltma gözü çiziminde zorlanıldığından, bu boşaltma gözü kadar alan büyük kemerden bırakılarak çözüme gidilmiştir,
- Genel projelendirme kriterlerinde, mansaptan membaya doğru proje km'leri verilirken, analizin karışıklığından kurtulmak amaçlı, mebadan mansaba doğru proje km'leri verilmiştir. Böylece çoklu haritalandırma yüzünden oluşacak karışıklıklar önlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre bölgeye öneriler yapılırken şunlar göze alınmıştır;

- Sedde önerilerinde maliyet analizi yapılmamış, meskenlerin imara açık yerleri göz önünde bulundurulmamıştır. Google Earth üzerinden görülen mevcut yapılar korunmaya çalışılmıştır,
- Taşkın kanalı önerilerinde sadece topoğrafik olarak sürekli kot azalması olan güzergâhlar seçilmiştir, maliyet analizi yapılmamıştır,

- Ana kolların etkilediği taşkın haritalandırmaları, sanat yapılarından bağımsız olduğundan gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır. Ana kollara taşkın önerileri, sadece kesitlere yöneliktir,
- Ana kollardaki haritalandırma işlemleri tam yapılmadığından, sadece mevzu haritalar üzerinden taşkın önerilerinde bulunulmuştur.

Tüm öneriler, maliyet analizi olmadan yapılmıştır. Sadece taşkın üzerinde durulan haritalandırma işlemlerine göre karar verilen öneriler, diğer disiplinlerin (jeoloji, çevre vb.) etkileri düşünülmeden yapılmıştır. Bu yönden projelendirme kriteri olarak sayılamazlar, daha çok planlama aşamasına görüş oluşturabilecek niteliktedirler.

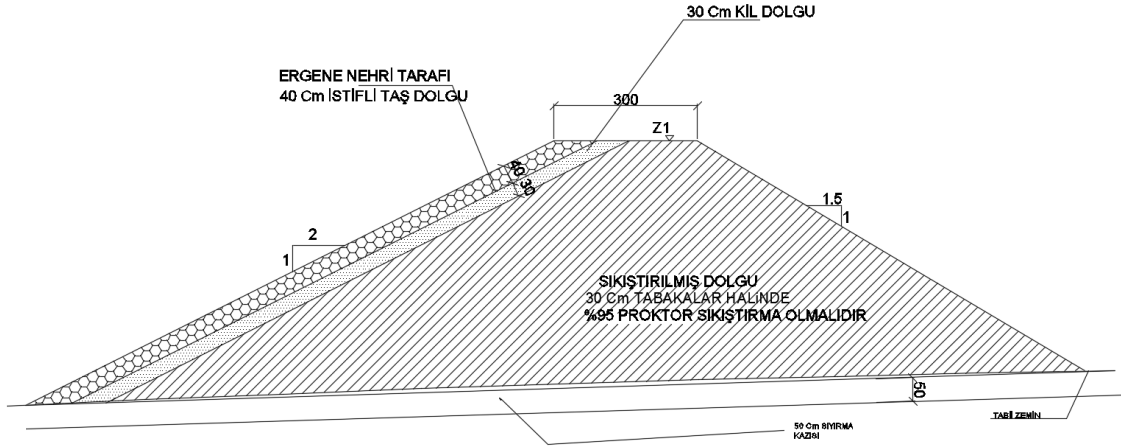
6.2.1. Olası taşkınlara yönelik önlemler

Taşkınlara maruz kalan bölgeler bulunmuşken, onların uygun tavsiyeler ile taşkından minimum hasarla çıkması amaçlanmıştır. Taşkın sahaları tespiti yapıldıktan sonra, bölgede uygun taşkından koruma yapılarının seçimi daha da önemli bir konu olarak yerini almıştır. Taşkına yönelik tedbir yapılarının bazıları şunlardır;

- Sedde,
- Sel kapanı,
- Taşkın kanalı,
- Baraj,
- Taşkın geciktirme havuzları.

Taşkın debisi bulunduktan sonra, kanalın doğal topoğrafyasının, içindeki nehir sularını taşırmadan taşıyabileceği belirli bir kesit alanı bulunmaktadır. Eğer debi, kanalın müsaade ettiği alandan daha fazlasına sahipse, o zaman taşkın sularının araziye yayılmaması amacıyla seddeler inşa edilebilir. Seddeler nehir en kesitine dik olarak uygun görüldüğü güzergâhlar boyunca, sol sahil, sağ sahil veya her iki sahile birden inşa edilir. DSİ tarafından kabul gören tip sedde, Şekil 6.86.'da verilmiştir.

Şekil 6.86.'da görüldüğü üzere, seddenin nehir tarafında ki kil katmanı ile sel sularının dolguya zararı en aza indirilmiştir. Sıkıştırılmış dolgu, nehir tarafında ve arazi tarafında farklı eğimlere sahiptir. Bunun esas sebebi, tam dolu kesitte su kuvveti karşısında kayma gerilmesine maruz kalacak dolguda eğimin azaltılması ile seddenin herhangi bir zarara uğramadan ayakta kalmasını sağlayacak şekilde boyutlandırılmasıdır.



Şekil 6.86. Tip kil seddesi

Seddenin arazi tarafındaki eğimin daha dik olmasının sebebi ise, dolgunun bu yüzünde herhangi bir yüke maruz kalmaması ve sedde imaline gidecek kamulaştırma bedeli ile verimli arazilerin kaybının önlenmesidir.

Sedde topoğrafyanın teşkiline göre, teraslama yapılarak nehirden daha üst noktalarda da imal edilebilir. Akarsu kıyılarında olmayan bu tür seddelere yüksek kıyılardaki seddeler de denebilir. Yüksek kıyılardaki seddelerle cep ovaları oluşturularak tarım alanlarında kayıplar verilmeden de taşkından koruma yapılabilir. Cep ovalarının gerisindeki seddeler, meskûn mahal koruması sağlayarak oluşan kamulaştırma veya dolgu yüksekliği gibi fazla maliyetlerin önüne geçip, verimli tarım arazilerinin dere yataklarında kalmasının da önüne geçmektedir.

Seddeler üzerinde yollar veya arazi kıyılarında banketler halinde de tasarıma uygun olarak teşkil edilen kompleks yapılara da dönüşebilirler. Arazi kısımlarında yağın suların dolgu gövdesine veya temeline olası etkisini kırma amaçlı drene olmasını sağlayacak şekilde, topuk drenlerine sahiptirler.

Sel kapanları, taşkınlara yönelik hesaplamalar dâhilinde daha ekonomik olarak topoğrafyası uygun görülen yerlerde, taşkın sularını kendi rezervuarında toplayarak feyez an piklerinin kırılmasını ve mansaba doğal nehrin akışına uygun veya taşkın koruma yapılarının doğru bir şekilde kaldıracağı kadar planlanan miktarda su bırakmak suretiyle belirli bir sürede meydana gelen taşkın akımını uzun sürelere yayarak taşkın debilerini ayarlayan baraj benzeri yapılardır.

Sel kapanlarının elemanları olarak teşkil edilen dipsavağı, bazen sayıca fazla veya farklı kotlarda rezervuarın boşalmasını sağlayacak şekilde tasarlanabilir.

Mühürlenmeyen veya tıkaç betonu ile kapatılmayan dipsavaklar, sürekli olarak çalışır vaziyette ve izin verilen suyun boşalmasını sağlayacak şekilde tasarlanırlar.

Sel kapanlarının rezervuarları da barajlar gibi büyük kütleler halinde suları tutabileceğinden, mansaba olası taşmaları engellemek amaçlı, tahliye savaklarına sahip olurlar. Tahliye savakları, dolusavak benzeri hareket ederek, rezervuarda dipsavakların boşaltımının sağlanmasında eksiklikler olduğu takdirde ve su uygun kota ulaştığında kontrolsüz olarak çalışırlar. Tahliye savakları herhangi bir tür kapağa sahip olmazlar.

Nehrin, yerleşim yerlerinin içinden geçerken büyük taşkın debilerine maruz kaldığı tespiti yapılırsa, uygun noktalardan bir veya birden fazla taşkın kanalı ile kesitin düzeltildiği veya yerleşim yerlerinin uzağına ulaştığında taşkın kanalları vasıtasıyla doğal akışına kavuşması amacıyla yeniden ana akarsu kanalına bağlanabilirler. (Şekil 6.87.'de Karaağaç ve Edirne'yi taşkın sularından koruma amaçlı inşa edilen Kanal Edirne örneği gösterilmektedir.)



Şekil 6.87. Taşkın kanalı örneği; Kanal Edirne (Drone fotoğrafı)

Taşkın kanalları, genelde mevsimsel çalışma şartlarına bağlı olarak, taşkına yönelik kanallardır. Bunlar, taşkın mevsimleri dışında genelde kuru dereler olarak gözükmürler. Belirli kotlarda çalışmaya başlar ve içinden suyu kontrolsüz olarak alırlar. Bu kanalların ana amacı su doğal kanalında yükselmeye başlayınca, gereğinden fazla gelen taşkın sularının içinden geçişine izin vermektir.

Topoğrafik olarak suyun akışını keserek, dolusavağı ve dipsavağı olan bent yapılarına baraj denilmektedir. Barajlar veya göletler, taşkın akımına maruz kalan yerleşkelere yönelik gerekli görüldüğü takdirde, diğer amaçlar içinde uygunsa teşkil edilebilirler. Şekil 6.88.'de taşkından koruma göleti örneği verilmiştir.



Şekil 6.88. Taşkından koruma faydası olan baraj örneği: Naipköy Barajı

Taşkın geciktirme havuzlarının imalatını gerçekleştirmek uygun topoğrafya şartlarının bulunma güçlüğü bakımından zor bir durumdur. Kanal yakınında hazne biçimli bir çökelti veya kanalın yakınlara kapakla girişi mümkün kılacak bir havuz bulunursa ancak o takdirde düşünülen bir yapı şeklidir. Nehrin taşkın sularına maruz kalması sonucu, kontrollü bir biçimde açılarak gelen fazla suların akışına müsaade etmeyip, içinde hapsederek, nehir doğal debisine ulaşınca biriktirdiği suları geri doğal akışına salan yapılardır.

Çalışma alanının karşılaştığı taşkın dalgası, yörenin doğal nehir kanallarına uygulanmasıyla elde edilen taşkın haritalarından yola çıkılarak, analiz edilen haritalara ayrılmış yerleşkeler ve taşkına karşı durumları Çizelge 6.6.'da İnanlı haritası için, Çizelge 6.7.'de Kayabeyli haritası için, Çizelge 6.8.(a) ve Çizelge 6.8.(b)'de Lüleburgaz haritası için, Çizelge 6.9.(a) ve Çizelge 6.9.(b)'de Alpullu haritası için, Çizelge 6.10.'da Pehlivan köy haritası için detaylıca verilmiştir.

Çizelge 6.6. İnanlı haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkıma karşı durumları

Yerleşke	Ergene Nehri'ne yakınlığı	Q500 taşkın sonucu durumu	Taşkına yönelik öneriler
İNANLI	Muratlı İlçesi batısından gelen Çorlu Çayı ve yine Muratlı İlçesi kuzeyinden gelen Yukarı Ergene Çayı, tam bu yerleşkenin membainde birleşip Ergene Nehrini oluşturmaktadır. İnanlı Yerleşkesi nehrin, 0+500,00 – 0+600,00 güzergâhları arasında sol sahilde kalmaktadır. (Şekil 6.5.)	İnanlı Yerleşkesi'nin kuzeydoğu köy iç yolları ve kuzeydoğu köy sınırını oluşturan meskûn mahallî taşkın suları altında kalmıştır. Güneydoğusunda ise SY-1'in nehirde bıraktığı kabarmanın etkisiyle beraber köy iç yolları, köy iç yolları etrafındaki meskûn mahal taşkın sularıyla dolup, köy meydanına kadar ulaşmıştır. (Şekil 6.6.)	Nehrin sağ sahil yakınlarında herhangi bir yerleşke bulunmadığından sadece sol sahiline uygun topoğrafik şartlar arasında sedde yapımı uygun görülmüştür. (Şekil 6.90.) Yukarı Ergene Çayı'nın doğal yatağının ıslah edilip, yeni güzergâhıyla kanal içerisinde akışı ile bölge yine taşkından arındırılabilir. (Şekil 6.89.)
BALLIHOCA	Ergene Nehri 3+220,00 km'leri civarı 1 km doğusunda yer alan yerleşke, nehrin sağ sahilinde kalmaktadır. (Şekil 6.5.)	Ballıhoca Yerleşkesi, köy içi yolları, meskûn mahallî ya da bağlantı yolları taşkın suları altında kalmamaktadır. (Şekil 6.6.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
SEYİTLER	Ergene Nehri 11+200,00 km'leri güzergâhında, nehrin hemen sol sahilinde yer almaktadır. (Şekil 6.5.)	Yerleşkenin Ergene Nehrine bakan yerleşimlerinden, doğusundaki meskûn mahal ve köy içi yolları sular altında kalırken, SY-2'den sonraki kuzey bölümü sulardan etkilenmemektedir. Nehrin sağ sahilindeki yerleşke önüne kadar suları almakta ayrıca yerleşkenin güneyinde ama meskûn mahallîne uzak mezarlığında yine sular altında kalmaktadır. (Şekil 6.7.)	Nehrin sol sahiline yerleşke boyunca SY-2'nin membainde kadar sedde yapılarak yerleşke taşkından korunabilir, ancak sağ sahildeki çiftlik için sedde yapımı sol sahili de riske atacağından, buradaki yerleşkenin taşınması elzemdir. Köyün mezarlığı için ise yine uygun kotlarda sol sahile sedde çekilebilir. (Şekil 6.91.)

Çizelge 6.6. ile açıklanan ve Şekil 6.89. ile gösterilen 2,9 km uzunluktaki taşkın kanalının, İnanlı Yerleşkesi'ne gelen taşkın suları yükünü bir nebze olsun azaltacağı düşünülmüştür. Fakat sedde yapımı ve kanal yapımı arasında ekonomik analiz yapılarak

bu kanalın olası inşasının uygunluğu tespit edilmemiştir. Uygun kotlarla, kazı maliyeti en azda tutulacak şekilde düşünülen bu güzergâh, Yukarı Ergene Çayı'nı, Ballıhoca ve İnanlı'dan uzak tutacak şekilde oluşturulmuştur. Önerilmiş taşkın kanalı, tren yolu güzergâhından geçtiğinden buradaki raylı ulaşımın sekteye uğramadan devamlılığı düşünülmüş olarak oluşturulmalıdır.



Şekil 6.89. Yukarı Ergene Çayı için düşünülen kanal (siyah çizgi)

Şekil 6.90.'da gösterilen sedde, 1,79 km uzunluğunda ve 68 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).

Şekil 6.91.'de gösterilen sedde, 980 m uzunluğunda ve 60 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).



Şekil 6.90. Olası Inanlı Seddesi (yeşil çizgi)

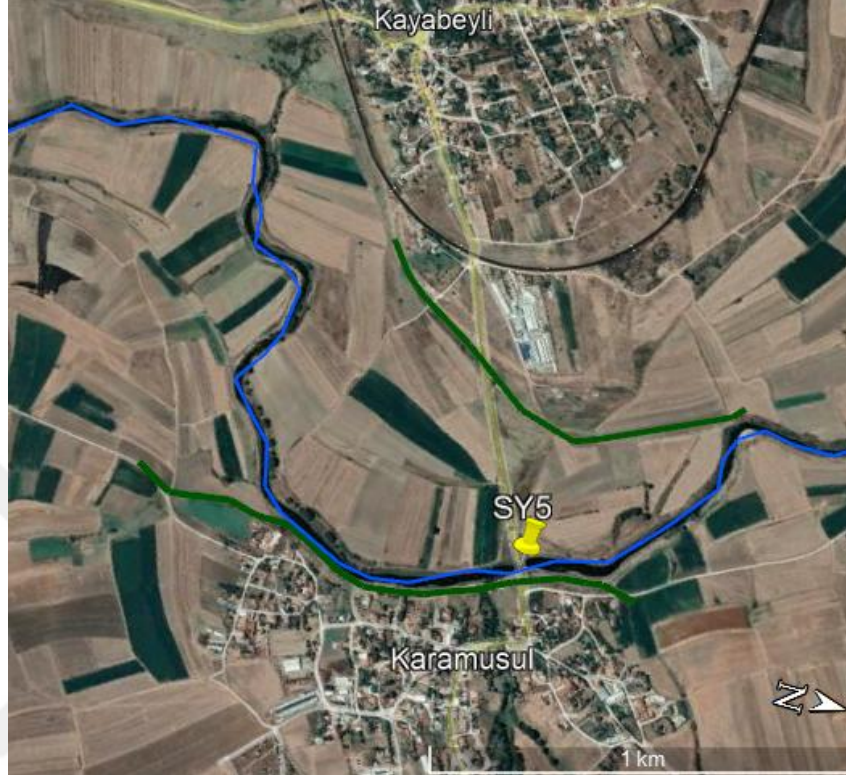


Şekil 6.91. Olası Seyitler Seddesi (yeşil çizgi)

Çizelge 6.7. Kayabeyli haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

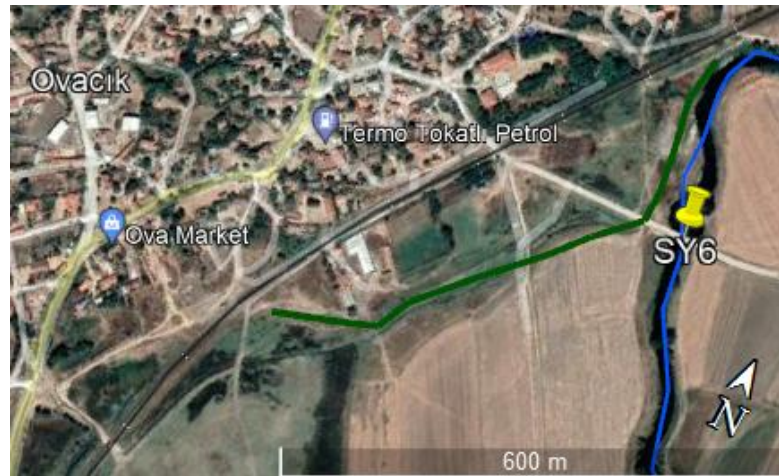
Yerleşke	Ergene Nehri'ne yakınlığı	Q500 taşkın sonucu durumu	Taşkına yönelik öneriler
ÇİFTLİKKÖY	Ergene Nehri'nin 13+720,00 güzergâhı, güneybatısında ve 2 – 3 km mesafededir. Yerleşke kuzeyi, batısı ve güneyi boyunca Yuvalı Dere'ce çevrelenmiş konumdadır. (Şekil 6.19.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallî, köy içi yolları ve bağlantı yollarına gelmemektedir. Yuvalı Dere'de oluşması muhtemel taşkın bağlantı yollarını, köy içi yolları ya da meskûn mahallî sular altında bırakmamaktadır. (Şekil 6.19.)	Ergene Nehri ve Yuvalı Dere için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
KAYABEYLİ	Ergene Nehri 20+520,00 km'leri civarı, 300 - 400 m doğusundan başlayıp uzaklaşarak kuzeyini dolandığı yerleşke, nehrin sol sahilinde kalmaktadır. (Şekil 6.19.)	Yerleşkenin meskûn mahallîni ve köy içi bağlantı yollarını sular altında bırakmamaktadır. Fakat güneyindeki bağlantı yolunun olduğu noktada taşkın suları tahribine yer yer maruz kalmıştır. (Şekil 6.20.)	Herhangi bir taşkın koruma yapısına muhatap zarara maruz kalmasa da Karamusul'da olası sedde inşası sonucu meskûn mahallîn sular altında kalma ihtimali mevcut olduğundan güneyi ve batısı boyunca sedde imali gerekmektedir. (Şekil 6.92.)
KARAMUSUL	Ergene Nehri 20+600,00 km'leri civarı, yakın bir şekilde güney kıyısından batı kıyısına kadar SY-3 ile Kayabeyli'ye bağlanan yerleşke, nehrin sağ sahilinde kalmaktadır. (Şekil 6.19.)	Yerleşkenin Ergene Nehrine bakan yerleşimleri tamamen, meskûn mahallî, köy meydanı ve köy içi yolları sular altında kalmaktadır. (Şekil 6.19.)	Ergene Nehri'nin mevzu güzergâhı boyunca sağ sahiline sedde yapılarak taşkından yerleşke korunabilir. (Şekil 6.92.)
OVACIK	Ergene Nehri 25+390,00 km'leri civarı, nehrin sol sahilinde kalan yerleşkenin kuzeyi; nehre kıyıdaşken, güneyi 300 m mesafededir. (Şekil 6.19.)	Yerleşkenin ekseriyetinin tren yolunun batısında konuşlanması nedeniyle sel sularından korunmaktadır. Fakat tren yolunun doğusunda az miktarda bulunan yerleşke sular altında kalmaktadır. (Şekil 6.21.)	Yerleşkenin demiryolu doğusuna düşen kısmıyla demiryolu birlikte koruma altına alınması gerekmektedir. (Şekil 6.93.)

Şekil 6.92.'de gösterilen Karamusul Seddesi (1,31 km) ve Kayabeyli Seddesi (1,12 km) 53 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).



Şekil 6.92. Olası Karamusul - Kayabeyli Seddeleri (yeşil çizgiler)

Şekil 6.93.'te gösterilen sedde, 680 m uzunluğunda ve 52 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).



Şekil 6.93. Olası Ovacık Seddesi (yeşil çizgi)

Çizelge 6.8.(a) Lüleburgaz haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

<i>Yerleşke</i>	<i>Ergene Nehri'ne yakınlığı</i>	<i>Q500 taşkın sonucu durumu</i>	<i>Taşkına yönelik öneriler</i>
YENİBEDİR	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 30+390,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 1,5 km mesafede kalmaktadır. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
ESKİBEDİR	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 31+740,00 km'sinde sağ sahilinde 150 – 200 m mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-7'nin membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.36.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
MÜSELLİM	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 32+980,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 1 km mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.36.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
LÜLEBURGAZ	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 35+420,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 2 km mesafede yer almaktadır. Kaynarca Dere, yerleşkenin batısından, meskûn mahallin içinden geçmektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, ilçe içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Haritalandırma işlemi, Ergene Nehri ana kollarının sadece birleşim noktalarına yakın yerlerde çıkartılmıştır. Çıkarılan haritalandırma bölümlerinde Kaynarca Dere için herhangi bir taşkın söz konusu değildir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur. Kaynarca Dere'nin tamamının, yeniden Lüleburgaz'a yönelik haritalandırılması yapıp, sonuca göre taşkın korumaya ihtiyacı araştırılmalıdır.

Lüleburgaz İlçesi'nden geçerek Ergene Nehri'ne bağlanan ana kollardan biri olan Kaynarca Dere'nin, olası Q500 taşkın durumu hesaplanarak analiz edilmiştir. Fakat Kaynarca Dere'nin haritalandırma işlemi sırasında, sadece Ergene Nehri'ne bağlanan kısmı ile ona yakın mansap kısmı dikkate alındığından, taşkın haritalandırması analizleri sonucunda, Lüleburgaz İlçesi'nin Kaynarca Dere'nin kolu olan ve ilçe içinden

geçen Lüleburgaz Deresi'nin Q500 taşkınından etkilenip etkilenmediği bilinmemektedir. Çizelge 6.8.(a)'da görüldüğü üzere, Kaynarca Dere'nin Lüleburgaz içerisinde taşkın analizinin yapılması ve haritalandırılması gerekmektedir.

Çizelge 6.8.(b) Lüleburgaz haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

<i>Yerleşke</i>	<i>Ergene Nehri'ne yakınlığı</i>	<i>Q500 taşkın sonucu durumu</i>	<i>Taşkına yönelik öneriler</i>
DURAK	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 38+520,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 500 m mesafede yer almaktadır. Kaynarca Dere, yerleşkenin batısından, meskûn mahallin dışından geçmektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Kaynarca Dere taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.37.)	Ergene Nehri ve Kaynarca Dere için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
DÜĞÜNCÜBAŞI	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 44+130,00 km'sinde sol sahilinde 1,2 km mesafede yer almaktadır. Hamam Dere, yerleşkenin doğusundan, meskûn mahallin dışından geçmektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Hamam Dere taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-10'un membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri ve Hamam Dere için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
SARICAALİ	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 49+130,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 1,5 km mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.35.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.

Lüleburgaz haritası içerisinde bulunan yerleşkeler Ergene Nehri kıyılarına kurulmadıklarından olası Q500 taşkınlarından etkilenmemektedirler.

Çizelge 6.9.(a) Alpullu haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

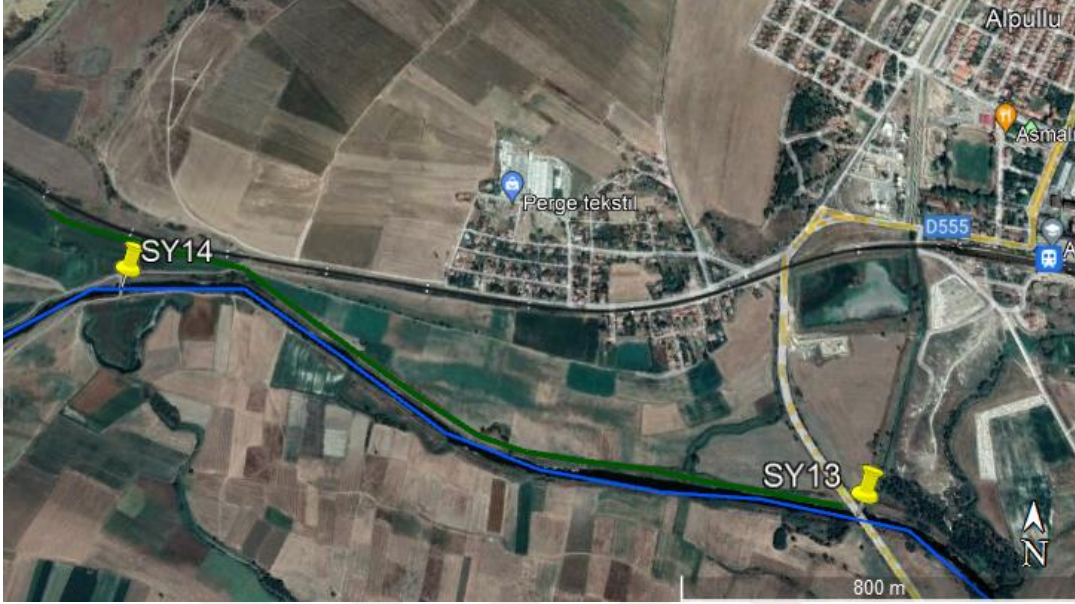
<i>Yerleşke</i>	<i>Ergene Nehri'ne yakınlığı</i>	<i>Q500 taşkın sonucu durumu</i>	<i>Taşkına yönelik öneriler</i>
OKLALI	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 50+930,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 1,1 km mesafede kalmaktadır. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-11'in membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
DÜĞÜNCÜLÜ	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 56+570,00 km'sinde sağ sahilinde 1,1 km mesafede yer almaktadır. Üsküp Dere, yerleşkenin 300 m doğusundan güneyine, meskûn mahallîn dışından geçmektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri ve Üsküp Dere'nin taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.52.)	Ergene Nehri ve Üsküp Dere için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
SINANLI	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 58+160,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 450 m mesafede yer almaktadır. Ova Çayı, yerleşkenin 550 m doğusundan, meskûn mahallîn dışından geçmektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne ve köy içi yollarına gelmemektedir lakin bağlantı yollarına gelmektedir. Ova Çayı taşkın suları yerleşkenin meskûn mahallîne, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.52.)	Ergene Nehri ve Ova Çayı için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
ALPULLU	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 59+230,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 650 m mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin demiryolu güneybatısındaki meskûn mahallîne, belde içi yolları veya bağlantı yollarına gelmektedir. (Şekil 6.52.)	Ergene Nehri için yerleşke güneybatısında demiryolunu içine alacak şekilde sedde yapılmalıdır. (Şekil 6.94.)

Çizelge 6.9.(a)'dan görüldüğü üzere Alpullu Beldesi'nin Üsküp Dere Q500 taşkın analizi, Üsküp Dere'deki sanat yapılarını da dikkate alarak yeniden haritalandırılmalı ve analiz yapılmalıdır. Bu işlem yapılmadan sedde yerleri ve olası güzergâhlar tam olarak belirlenemez.

Çizelge 6.9.(b) Alpullu haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

Yerleşke	Ergene Nehri'ne yakınlığı	Q500 taşkın sonucu durumu	Taşkına yönelik öneriler
MANDIRA	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 64+960,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 1 km mesafede kalmaktadır Hayrabolu Deresi, yerleşkenin 1 km batısından, meskûn mahallin dışından geçmektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Hayrabolu Deresi taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-15'in membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.53.)	Ergene Nehri ve Hayrabolu Deresi için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
KATRANCA	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 68+110,00 km'sinde sağ sahilinde 1 km mesafede yer almaktadır. Ana Çay, yerleşkenin 1,4 km doğusundan, meskûn mahallin dışından geçmektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Ana Çay taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-16'nın membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.54.)	Ergene Nehri ve Ana Çay için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
HEDEYLİ	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 69+630,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 1,4 km mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.51.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.

Şekil 6.94.'te gösterilen sedde, 1,88 km uzunlukta ve 32 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır). Bu sedde ile demiryolu da taşkından korunmuş olacaktır.



Şekil 6.94. Olası Alpullu Seddesi (yeşil çizgi)

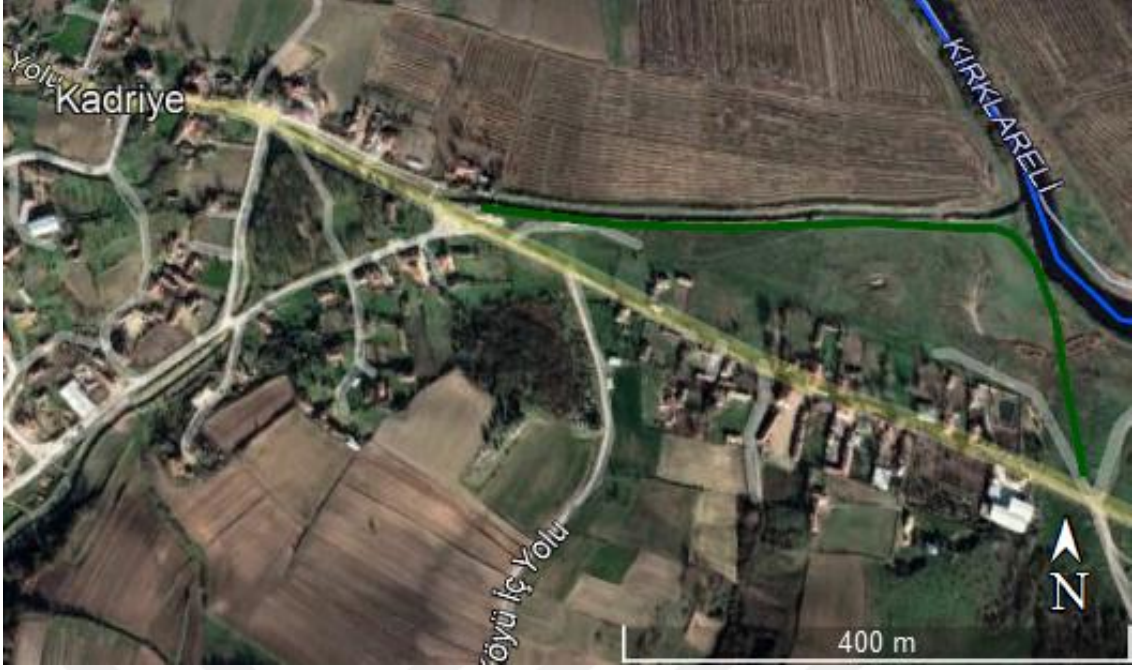
Alpullu Beldesi, sanat yapılarının da çok komplike yerleştiği akarsu kavşağı olarak ana kolların birleştiği bir konumda bulunduğundan, Üsküp Dere'nin de sanat yapıları ile tekrardan çözümlenmelidir. Beldenin batısı SY-14'ün membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmektedir.

Çizelge 6.10.(a) Pehlivan köy haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

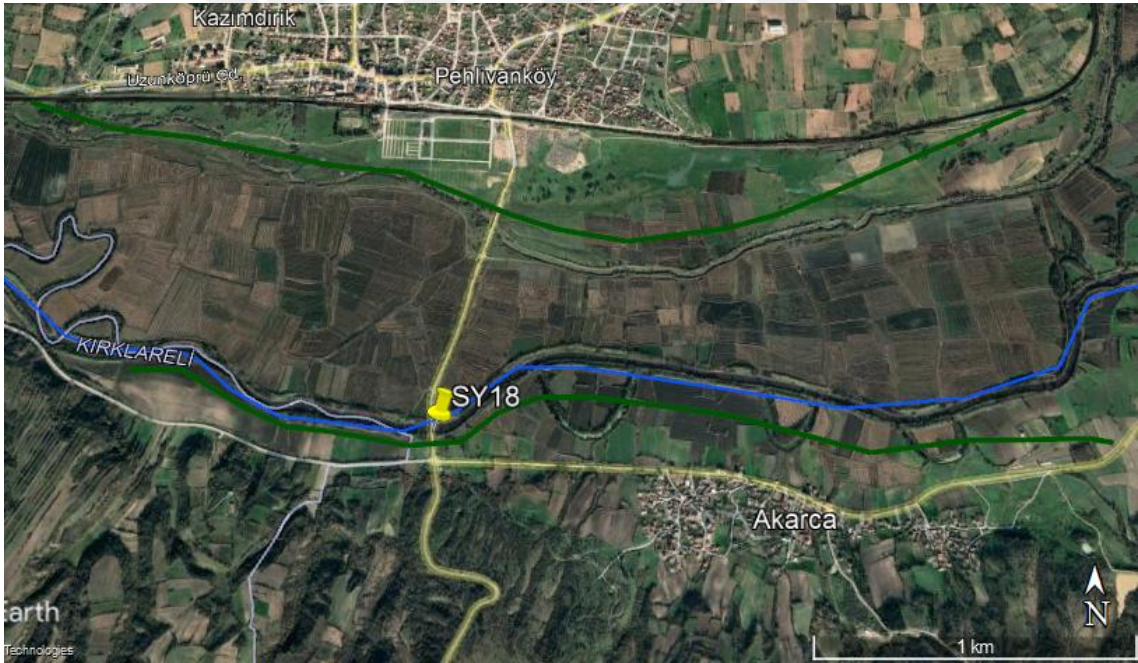
<i>Yerleşke</i>	<i>Ergene Nehri'ne yakınlığı</i>	<i>Q500 taşkın sonucu durumu</i>	<i>Taşkına yönelik öneriler</i>
KADRIYE	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 71+760,00 km'sinin kuzeyinde kalmaktadır. Nehrin sol sahilinde, 650 m mesafede kalmaktadır. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin doğusundaki meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmektedir. (Şekil 6.75.)	Ergene Nehrine yönelik doğusunda sedde yapılarak meskûn mahal taşkın sularından korunabilir. (Şekil 6.95.)
YEŞİL PINAR	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 73+760,00 km'sinde sağ sahilinde 700 m mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. SY-17'nin membaında oluşturduğu kabarmadan etkilenmemektedir. (Şekil 6.75.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
AKARCA	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 81+090,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin kıyısında, sol sahilinde yer almaktadır. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin kuzeyindeki Muhacirkadı bağlantı yolunun nehre bakan kısmındaki meskûn mahalline ve köy içi yollarına gelmektedir. (Şekil 6.76.)	Ergene Nehri için Muhacirkadı bağlantı yolunun kuzeyine sedde yapılabilir. Bu şekilde yerleşkede taşkından korunmuş olacaktır. (Şekil 6.96.)
PEHLIVANKÖY	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 82+190,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 1,15 km mesafede yer almaktadır. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, belde içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. Akarca Yerleşkesi için yapılması düşünülen sedde ile taşkın suları altında kalma ihtimali bulunmaktadır. (Şekil 6.76.)	Ergene Nehri için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur. Akarca Seddesi'ne karşı bir sedde yapımı uygun bulunmuştur. (Şekil 6.96.)

Şekil 6.95.'te gösterilen sedde, 680 m uzunluğunda ve 28 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).

Şekil 6.96.'da gösterilen Akarca Seddesi (3,39 km) ve Pehlivan köy Seddesi (3,80 km) 24 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).



Şekil 6.95. Olası Kadriye Seddesi (yeşil çizgi)



Şekil 6.96. Olası Akarca ve Pehlivanköy Seddeleri (yeşil çizgiler)

Çizelge 6.10.(b) Pehlivan köy haritasındaki yerleşkelerin olası Q500 taşkınına karşı durumları

Yerleşke	Ergene Nehri'ne yakınlığı	Q500 taşkın sonucu durumu	Taşkına yönelik öneriler
SAZLIMALKOÇ	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 85+770,00 km'sini güneyine almaktadır. Nehrin sağ sahilinde, 1,6 km mesafede kalmaktadır. Ova Dere, yerleşkenin 300 m doğusundan, meskûn mahallin dışından geçmektedir. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri ve Ova Dere taşkın suları yerleşkenin meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmemektedir. (Şekil 6.77.)	Ergene Nehri ve Ova Dere için herhangi bir taşkın koruma önlemine gerek yoktur.
MUHACIRKADI	Yerleşke, Ergene Nehri'nin 86+960,00 km'sini kuzeyine almaktadır. Nehrin sol sahilinde, 300 m mesafede kalmaktadır. (Şekil 6.74.)	Ergene Nehri taşkın suları yerleşkenin kuzey ve batı meskûn mahalline, köy içi yolları veya bağlantı yollarına gelmektedir. (Şekil 6.77.)	Ergene Nehri için yerleşkenin kuzey ve batısını korumaya alacak şekilde sedde yapılabilir. (Şekil 6.97.)

Şekil 6.97.'de gösterilen sedde, 580 m uzunluğunda ve 20 m kotlarında düşünülmüştür (kotu, jeolojik ve çevresel faktörler ile daha da detaylandırılmalıdır).



Şekil 6.97. Olası Muhacirkadı Seddesi (yeşil çizgi)

Taşkın analizi haritalandırması içerisindeki yerleşkelere, taşkın akımının tekrarlı analizleri yapılarak elde edilen sedde tarzı taşkın koruma önlemleri, Çizelge 6.11.'de verilmiştir. Çizelge 6.11 ile gösterilen seddeler, topoğrafyada yapılmış gibi düşünülüp, programlarda yeniden analiz ettirilerek elde edilmiş güzergâhlara sahiptir.

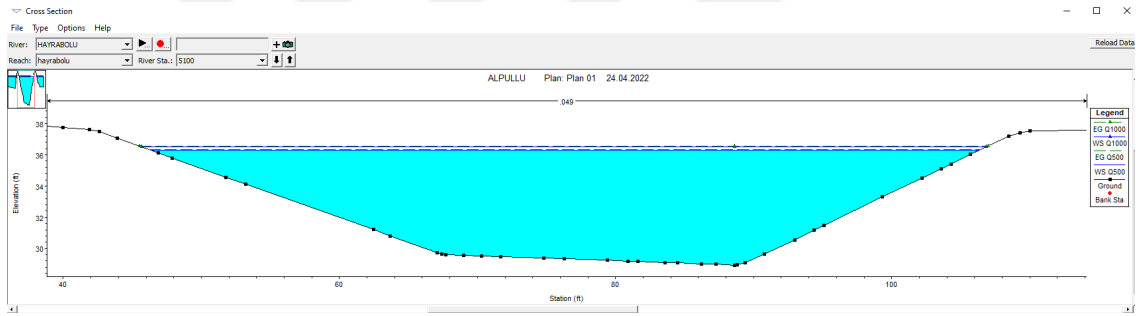
Çizelge 6.11. Yerleşkelere yönelik düşünülmüş taşkın koruma önlemleri

<i>Analiz haritası</i>	<i>Yerleşke</i>	<i>Taşkın koruma önlemleri</i>
İNANLI HARİTASI	İNANLI	Ergene Nehri kıyı seddesi & Yukarı Ergene Çayı taşkın kanalı
	BALLIHOCA	--
	SEYİTLER	Ergene Nehri kıyı seddesi
KAYABEYLİ HARİTASI	ÇİFTLİKKÖY	--
	KAYABEYLİ	Ergene Nehri cep ovası seddesi
	KARAMUSUL	Ergene Nehri kıyı seddesi
	OVACIK	Ergene Nehri cep ovası seddesi
LÜLEBURGAZ HARİTASI	YENİBEDİR	--
	ESKİBEDİR	--
	MÜSELLİM	--
	LÜLEBURGAZ	Ergene Nehri için herhangi bir korumaya gerek yoktur & Kaynarca Dere yeniden haritalandırılıp analiz edilmelidir.
	DURAK	--
	DÜĞÜNCÜBAŞI	--
	SARICAALİ	--
ALPULLU HARİTASI	OKLALI	--
	DÜĞÜNCÜLÜ	--
	SİNANLI	--
	ALPULLU	Ergene Nehri kıyı seddesi
	MANDIRA	--
	KATRANCA	--
	HEDEYLİ	--
PEHLİVANKÖY HARİTASI	KADRİYE	Ergene Nehri cep ovası seddesi
	YEŞİLPINAR	--
	AKARCA	Ergene Nehri kıyı seddesi
	PEHLİVANKÖY	Ergene Nehri cep ovası seddesi
	SAZLIMALKOÇ	--
	MUHACİRKADI	Ergene Nehri kıyı seddesi

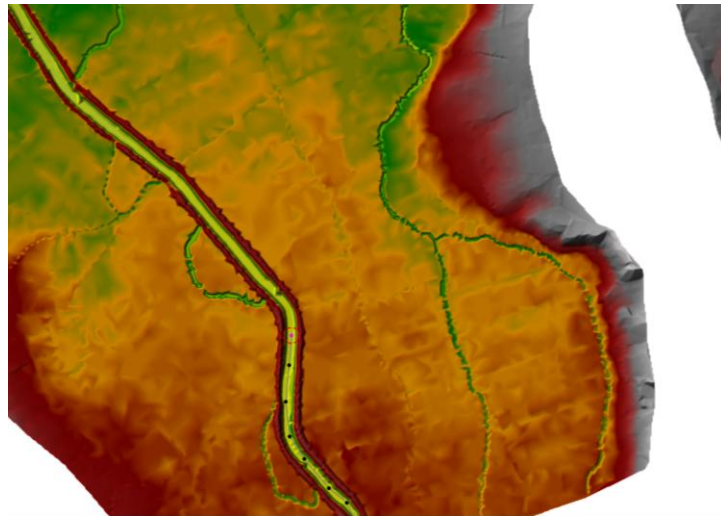
Taşkından koruma amaçlı genel itibari ile sedde seçilmesinin sebepleri şunlardır;

- Bölge topoğrafik olarak oldukça sade olduğundan ve engebeden uzak geniş yataklı Ergene Nehri üzerinde sel kapanı veya taşkından koruma barajı rezervuarları oldukça büyük olduğundan gövde dolguları hacminin oldukça fazla çıkması,
- Geciktirme havuzları için olası topoğrafik bölgelerin bulunmaması,
- Taşkın koruma kanalı teşkilinin olması durumunda, kanalın oldukça uzun çıkmasıdır.

Hayrabolu Deresi, Ergene Nehri ana kollarından taşkın koruması gerçekleştirilmiş bir deredir. Taşkına konu olmaması, kesitlerinin düzeninden bellidir. İyi çalışılmış ve imalatı gerçekleştirilmiş sedde ve taşkına karşı durumu Şekil 6.98.'de, nehir çiziminde HEC-Geo-RAS'ta ki gösterimi ise Şekil 6.99.'da gösterilmiştir. Hayrabolu Deresi, taşkından koruma çalışmalarına ışık tutabilecek iyi bir örnektir. Seddenin güzergâhı ve yaptığı koruma Şekil 6.98 ve 6.99.'da açıklanmıştır.



Şekil 6.98. Hayrabolu Deresi'nin Q500 ve Q1000 taşkınına karşı durumu



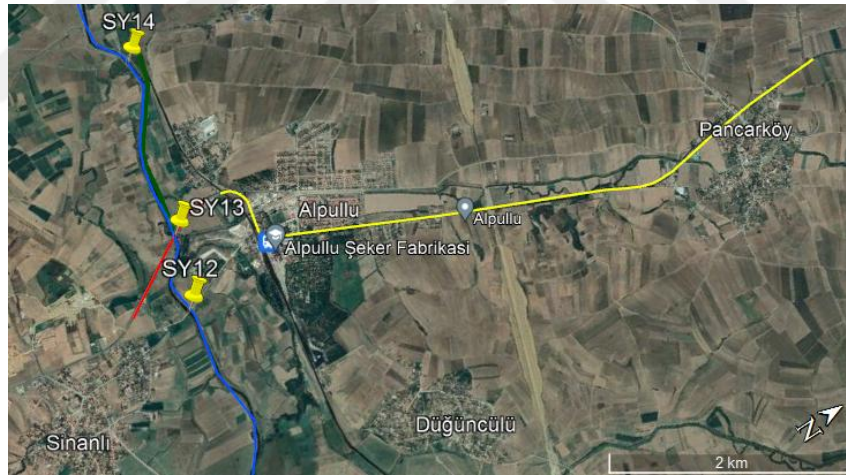
Şekil 6.99. Hayrabolu Deresi: HEC-Geo-RAS nehir çizimi

6.2.2. Ulaşım yollarına yönelik önlemler

Bağlantı yolları dikkate alındığında taşkın sularının sürekli olmayacağı ve olduğu durumlarda bu yollara yönelik geçiş yasakları tedbirleri alınacağından ulaşım yollarına özel Q500 taşkın ya da Q1000 taşkınına göre önlemler alınmasına gerek yoktur.

Tekirdağ-Kırklareli İl Yolu olan, D555 Karayolu her halükârda taşkın sularından korunup, üzerindeki ulaşımın sürekliliği sağlanmalıdır. Bu manada sürekli olarak nehrin sol ve sağ sahilini birbirine bağlamalı, olası büyük taşkınlarda ulaşımı aksatmamalıdır. Bu yol aynı zamanda Trakya'nın tek şeker fabrikasına ulaşımı sağladığından ekonomik olarak göz önünde tutulması gereken bir yoldur.

Yolun Alpullu tarafında HEC-Geo-RAS'ta analizi yapılmayan, ancak taşkın hesaplamalarına katılan Pancarköy Çayı, yeniden analiz edilip haritalandırılarak yola olan etkisi incelenmelidir. Şekil 6.100.'de görüldüğü üzere D555 Karayolu'nda, sarı çizgili kısımlar için Pancarköy Çayı analizi yapılmalı, kırmızı çizgili kısımlar için önlemler alınıp yol yükseltilmeli veya seddeler yapılmalıdır.

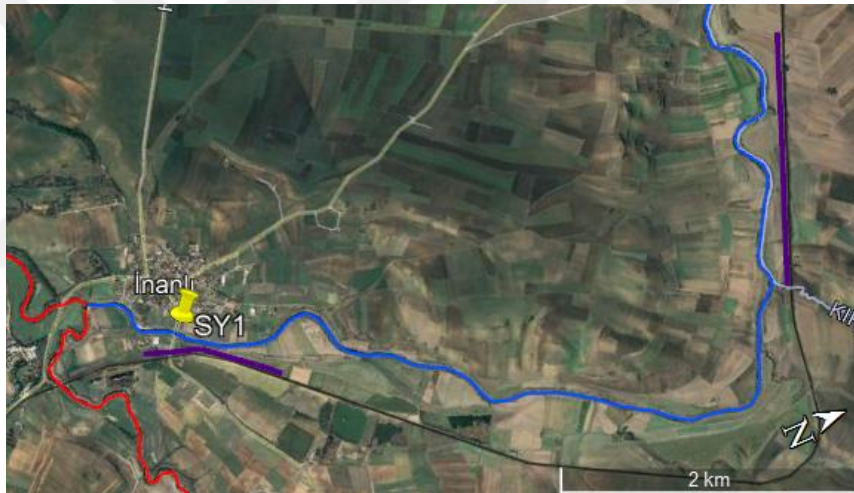


Şekil 6.100. D555 Karayolu için tedbirler (Ergene Nehri: mavi çizgi)

Ergene Nehri üzerinden viyadükle geçiş sağlayan D555 Karayolu'ndaki SY-13'ün Q500 taşkınına göre durumu Şekil 6.67'de verilmiştir. Sanat yapısı, kesitten görüldüğü üzere nehrde güvenle su akışını sağlayıp, taşkından etkilenmediğinden bu kısımda bir önleme gerek yoktur.

Demiryolu ulaşımının hiçbir zaman sekteye uğramaması için herhangi bir taşkına maruz kalınması durumunda, güzergâhın değişimi veya farklı bağlantılar kullanılma ihtimali düşük olduğundan taşkına karşı direk koruma sağlanmalıdır.

İnanlı haritasındaki Q500 taşkınına muhatap 2 farklı güzergâhta demiryolu koruma seddesi yapılması düşünülmüştür. Şekil 6.101’de gösterilen 1 nolu demiryolu koruma seddesi 960 m uzunluğunda olup kotu gerekli mekanik, jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir. 1 nolu koruma seddesi, Şekil 6.90’da verilen olası İnanlı Seddesi imali sonrası daha da gerekli hale gelecektir. Ballıhoca mevkiinde Şekil 6.89.’da verilmiş olan Yukarı Ergene Çayı için taşkın kanalı imali sonrası güzergâhta yeni sanat yapısı ve koruma seddesi imali olabileceği göz önüne alınmalıdır. 2 nolu demiryolu koruma seddesi 1,70 km uzunluğunda olup kotu gerekli mekanik, jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir. Seyitler Yerleşkesi için Şekil 6.91.’de imali uygun görülmüş Seyitler Seddesi teşkil edildikten sonra bu güzergâhtaki demiryolu içinde koruma seddesi gerektiği mütalaa edilmiştir.



Şekil 6.101. İnanlı haritası demiryolu koruma seddeleri (mor çizgiler / 1 ve 2 nolu)

Kayabeyli haritasındaki Q500 taşkınına muhatap 2 farklı güzergâhta demiryolu koruması yapılması düşünülmüştür. Şekil 6.28.’de gösterildiği üzere taşkın suları SY-3’ün tabliyesinin üstüne çıkmaktadır. SY – 3 için ya nehir tabanında kesit düzenlemesi yapıp, temelleri iyileştirilmeli ve taşkın sularının güvenle geçişi sağlanmalıdır ya da Şekil 6.102’de gösterildiği üzere 1,22 km boyunca demiryoluna koruma sağlanmalıdır. Bu koruma demiryolunun yükseltilmesi olabilir. Şekil 6.102’de gösterilen 3 nolu demiryolu koruma seddesi (580 m) ise, demiryolunu koruyan Şekil 6.92 de gösterilen Kayabeyli Seddesi’nin, membaında daha da devam ettirilerek, demiryolunun sular altında kalan kısmını da koruma altına alması mütalaa edilmiştir. Kotu gerekli mekanik,

jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir. Şekil 6.93.'de gösterilen olası Ovacık Seddesi imali ile nehrin bu kısmında taşkın etkilenen demiryoluna, koruma sağlanmıştır.



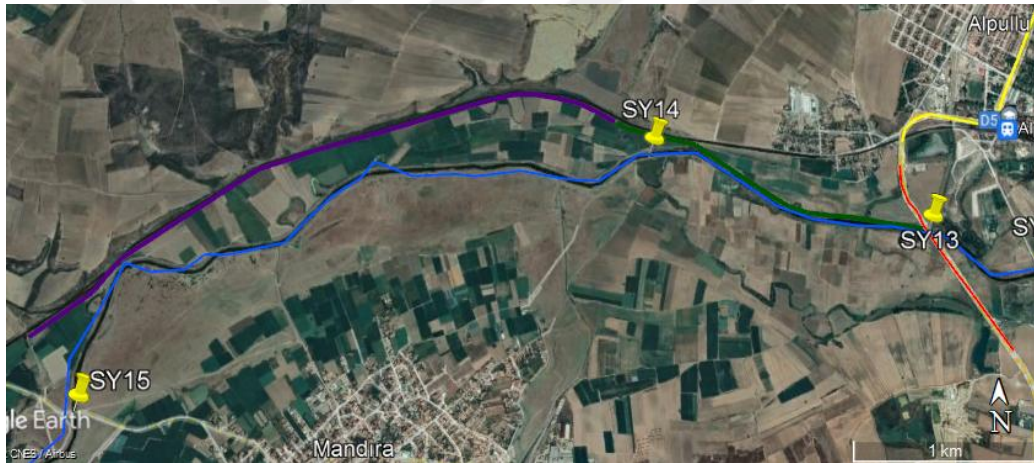
Şekil 6.102. Kayabeyli haritası demiryolu koruma seddesi (mor çizgi / 3 nolu) ve demiryolu koruması (sarı çizgi / 1 nolu)

Lüleburgaz haritasındaki Q500 taşkınına muhatap SY-8'in de dâhil olduğu güzergâh boyunca demiryolu koruması yapılması düşünülmüştür. Şekil 6.45.'te gösterildiği üzere taşkın suları SY-8'in tabliyesinin kotuna kadar çıkmaktadır. SY-8 için ya nehir tabanında kesit düzenlemesi yapıp, temelleri iyileştirilmeli ve taşkın sularının güvenle geçişi sağlanmalıdır ya da Şekil 6.103'te gösterildiği üzere 1,61 km boyunca demiryoluna koruma sağlanmalıdır. Bu koruma demiryolunun yükseltilmesi olabilir. SY-8'in taşkınla ilişkisi çok çaba sarf etmeden, kesit düzenlemesi ile giderilebilir seviyededir.

Alpullu haritasındaki Q500 taşkınına muhatap güzergâhta demiryolu koruma seddesi yapılması düşünülmüştür. 4 nolu demiryolu koruma seddesi (3,74 km), demiryolunu koruyan Şekil 6.94.'te gösterilen Alpullu Seddesi'nin, mansabında daha da devam ettirilerek, demiryolunun sular altında kalan kısmını da koruma altına alması mütalaa edilmiştir. Şekil 6.104.'te bu koruma gösterilmiştir, kotu gerekli mekanik, jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir



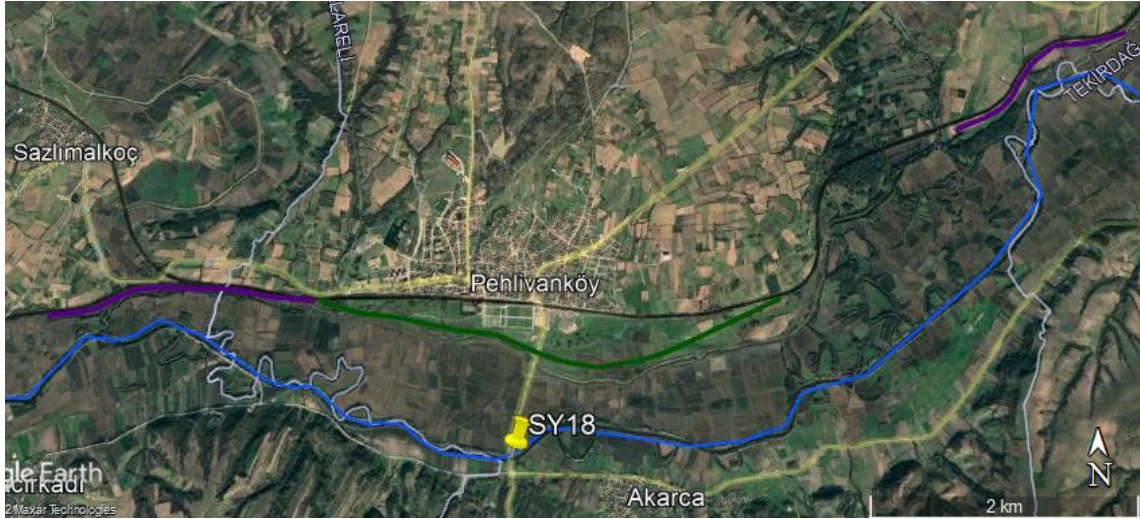
Şekil 6.103. Lüleburgaz haritası demiryolu koruması (sarı çizgi / 2 nolu)



Şekil 6.104. Alpullu haritası demiryolu koruma seddesi (mor çizgi / 4 nolu)

Pehlivanköy haritasındaki Q500 taşkınına muhatap 2 farklı güzergâhta demiryolu koruma seddesi yapılması düşünülmüştür. 5 nolu demiryolu koruma seddesi 1,81 km uzunluğunda, kotu gerekli mekanik, jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir, Şekil 6.105'te verilmiştir. 6 nolu demiryolu koruma seddesi 2,14 km uzunluğunda, kotu gerekli mekanik, jeolojik, çevresel ve raylı sistem etkileri dâhil edilerek belirlenmelidir. Demiryolunu koruyan Şekil 6.96.'da gösterilen Pehlivanköy Seddesi'nin, mansabında daha da devam ettirilerek, demiryolunun sular altında kalan kısmını da koruma altına alması mütalaa edilmiştir.

5 harita için olası ulaşım yolları korumaları Çizelge 6.12. ile verilmiştir. Sedde kotları tam olarak belirlenememiş ama olası güzergâhların uzunlukları verilmiştir.



Şekil 6.105. Pehlivanköy haritası demiryolu koruma seddeleri (mor çizgiler / 5 ve 6 nolu)

Çizelge 6.12. Ulaşım yollarına yönelik olası korumalar

ANALİZ HARİTASI	KORUMA TİPLERİ	EK DURUMLAR
İNANLI HARİTASI	1 nolu demiryolu koruma seddesi (960 m)	Seyitler Seddesi, demiryoluna koruma sağlamaktadır. Olası taşkın kanalı imali sonrası bu noktada SY yapılmalı ve taşkın koruma seddesi ihtiyacı araştırılmalıdır.
	2 nolu demiryolu koruma seddesi (1,70 km)	
	Yeni sanat yapısı (taşkın kanalı üstüne)	
KAYABEYLİ HARİTASI	1 nolu demiryolu yükseltilmesi veya korunması (1,22 km)	SY-3'ün olduğu nehir kesitinde düzenlemeler yapılmalıdır. Ovacık Seddesi, demiryoluna koruma sağlamaktadır.
	3 nolu demiryolu koruma seddesi (580 m)	
LÜLEBURGAZ HARİTASI	2 nolu demiryolu yükseltilmesi veya korunması (1,61 km)	SY-8'in olduğu nehir kesitinde düzenlemeler yapılmalıdır.
ALPULLU HARİTASI	4 nolu demiryolu koruma seddesi (3,74 km)	Alpullu Seddesi, demiryoluna koruma sağlamaktadır. D555 Karayolu'nun Alpullu Yerleşkesi içerisinde taşkın durumu için Pancarköy Çayı analizi yapılmalıdır.
	D555 Karayolu yükseltilmesi veya korunması (1,20 km)	
PEHLİVANKÖY HARİTASI	5 nolu demiryolu koruma seddesi (1,81 km)	Pehlivanköy Seddesi, demiryoluna koruma sağlamaktadır.
	6 nolu demiryolu koruma seddesi (2,14 km)	

6.2.3. Nehir bentlerine veya tabanlarına yönelik önlemler

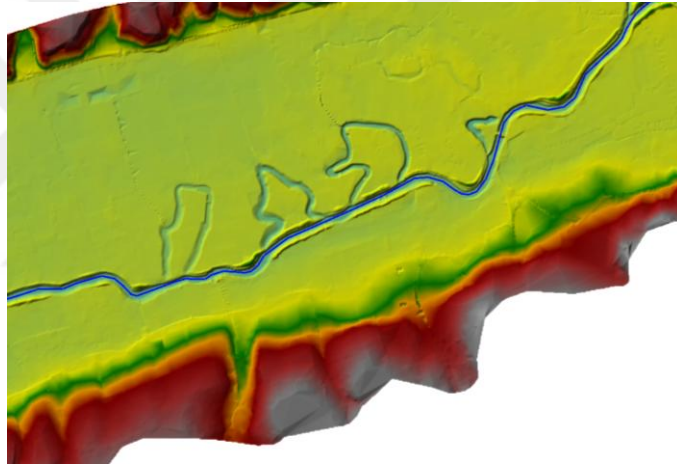
Taşkınların nehir bentlerine veya yataklarına olan zararları ise aşağıda anlatılan yapılarla giderilebilir;

- Anroşman: Genel itibari ile nehir tabanlarına tapılan, koruma dolguları olarak bilinirler. Talvegi yükseltmeden, yataklarda oluşan aşınmaların önüne geçen anroşmanlar, birçok su yapısının birer elemanı olarak da karşımıza çıkar. Barajlarda dolusavak önlerine, dipsavakların çıkış noktalarına veya nehirden kanallara alınan suların çevrim içinde olduğu noktalara uygulanması bu yapının birer örneğini oluşturur.
- Çalı demetleri: Küçük çaplı taraçalama işlemleri ile doğal örtüyü sağlama amaçlı, bentlere yapılır. Büyük birikintileri ve aşınmaları önler ama işçilik olarak oldukça zor imalatlardan birisidir.
- Batırma salları: Çalı demetlerinin birleştirilerek tablalı şilteler halinde nehir tabanlarına yerleştirilmesi ile oluşturulur.
- Kaplama: Nehir en kesitine kaplama yapılarak aşınmaların önüne geçilebilir. Önem derecesine göre akarsularda; istinaflı veya istinafsız ya da harçlı pereli olarak imal edilebilir.
- Tel kafesler: Şev diplerine imal edilen bu yapılar, anroşmanlar ile beraber daha iyi iş görürler.
- Akarsu kavşak düzenlemeleri: İki nehrin birleşimi veya büyük ana dereye yan kolların bağlandığı yerlerdeki suların çalkantısı ile tahrip olmuş kanal bentlerinin düzenlenerek bağlantı noktalarının taşkına mahal vermeden düzenlenerek imal edilmesidir.
- Yargınlar: Topoğrafyanın müsaade ettiği alandan akışını gerçekleştirecek şekilde doğal yatağına sahip kanallar, zamanla nehrin içinde ve dışında biriktirme ve aşındırma yaparak yataklarını değiştirebilir veya olduğundan daha dönemeçli yollara suyu bekleterek itebilir. Bu gibi durumlar söz konusu olduğunda, yargınlar ile bu dönemeçler, biriktirme ve aşındırma durumlarından kurtarılarak, kanal, dönemeçlere alınmadan yargınların inşası ile dönemecin membaı dönemecin mansabına bağlanabilir.

Yapılan analizler, akarsuyun bentlerine yönelik yol gösterici olamazlar. Ancak akarsu kavşaklarının düzenlenmesi ve yargınlar gibi konular, haritalandırma işlemleri sonrası görülüp yorumlanabilir.

İnanlı haritasındaki Çorlu Çayı ve Yukarı Ergene Çayı'nın birleşip, Ergene Nehri oluşturmasıyla İnanlı'da yaşanan taşkın Şekil 6.6. ile verilmiştir. Bu taşkına yönelik Şekil 6.89.'da önerilen kanal, Şekil 6.90.'da ise önerilen sedde verilmiştir. Bu noktada, İnanlı membaındaki akarsu kavşağının düzenlenmesi de taşkını önleyici bir etmen olarak mütalaa edilmiştir.

Bölgede Ergene Nehri güzergâhına yönelik önceden oluşan dönemeçler yargınlar ile aşılmış ve bu dönemeçler tarım arazisi olarak ekonomiye kazandırılmıştır. Şekil 6.106.'da nehir güzergâhı boyunca çokça karşılaşılan yargınların bir örneği gösterilmiştir.



Şekil 6.106. Yargın örnekleri: Alpullu haritası

6.2.4. Rüşubat temizliklerine yönelik önlemler

Akarsu yatağının kumlarla dolması, zamanla en kesit alanını daraltacağından ve bu nedenle debinin geçişine izin vermeyeceğinden taşkınlara sebebiyet verebilir. Yatakları veya akarsuların dinlendiği baraj – regülatör tarzı yapılar sedimentle dolduğunda, nehirlere yatak temizliği ya da diğer bir deyişle rüşubat temizliği yapmak gereklidir. Bu temizlikler belirli aralıklarla yapılarak debinin en kesitten geçmesi rahatlatılır ve olası taşkın durumunda yataktaki malzemelerin araziye dağılması önlenmiş olur.

Yatak temizliklerinin daha kontrollü yapılması ve akarsuyun sadece belirli kısımlarında sedimentlerin çökeltilmesi amacıyla bazı yapılar nehirlere teşkil edilebilir ve bunlar;

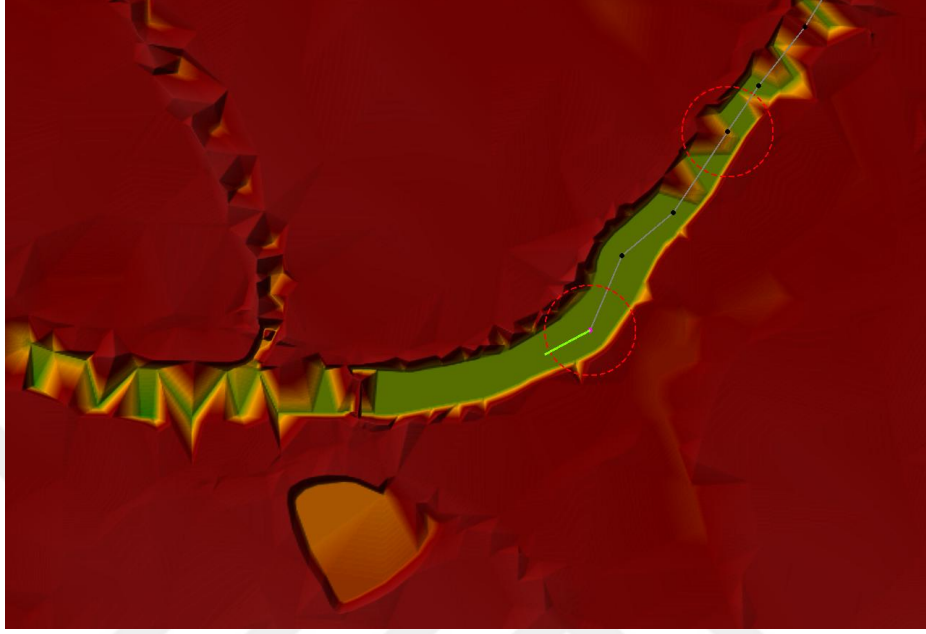
- Brit: Eğimleri fazla ve hızlı akan nehirlerde tabanlarda oyulmaların önleme amaçlı yapılıır. Özellikle siltli nehir yataklarında, kayma mukavemeti zayıf zeminlerde işe yarayan çözümler sunmaktadır.
- Taban düşüsü: Düşüler yardımıyla, kademeli olarak tabanları var olan veya düzenlenen kanalların akışı düzenlenip, sedimentlerin belirli oranlarda tutulması sağlanmaktadır.
- Taban eşiği: Taban eşikleri daha çok akarsu yatağında oluşacak kot düşüsünü engelleyecek şekilde düzenlenirler. Proje kotundan daha aşağıda, normal dere talveginden daha yukarıda imal edilirler. Zamanla nehrin tabanını düzenleyip, kotlarına kavuşması sağlanmış olur.
- Tersip bendi: Fazla sürüntü maddesi taşıyan akarsularda genelde doğdukları yerlere yakın inşa edilirler. Sürüntü maddesine göre ihtiyaç olabileceği gibi, akarsu eğimlerini düzenlemek maksadıyla da imal edilebilirler. Zamanla sürüklenme gücü azalacağından mansabındaki kanalların yamaçlarındaki oyulmaları da önlemeye başlarlar. Gövdesinde barbakanlar bulunurken, dipsavağa ve dolusavağa sahiptirler.
- Islah sekisi: Daha çok geniş nehirlerin eğimleri dik olan üst kollarına inşa edilirler. Birikmiş sedimentin mansaba dökülmesini önlemek en büyük amaçlarıdır. Dolusavakları vasıtasıyla sedimentten olabildiğince arındırılmış kesitten su geçişine izin verirler.
- Mahmuzlar: Geniş kesitleri olan nehirlere, birikim ve aşınmaların şekillenme durumuna göre yerleştirilebilirler. Özellikle nehirlerin döküldüğü kısımlarda, yatakların dolmasını önleme veya limanların içinin kumla dolmasını önleme amaçlı imal edilebilirler.

Analiz sonuçlarından, Ergene Nehri kısımlarının ve ana kollarının boy profiline bakılarak, yatak/rüsubat temizliği ihtiyacı üzerinde durulmuştur. Çizelge 6.13. ile kanallardaki yatak temizliği üzerinde durulmuştur. Ana kolların yatak temizliği durumu sadece haritalandırılan kısımlar için geçerlidir. Küçük kollar ve HEC-Geo-RAS'ta çizilmeyen kollar da ayrı ayrı incelenip, yatak temizliği durumları değerlendirilmelidir.

Çizelge 6.13. Analize muhatap kanalların yatak temizliği durumu

<i>Analiz haritası</i>	<i>Kanal</i>	<i>Yatak temizliği ihtiyacı</i>
İNANLI HARİTASI	<i>Çorlu Çayı</i>	Şekil 6.8. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Oldukça fazla sanayi tesisi ve atığın bulunduğu bu kol, kirlilik önleme amaçlı çoğu kesitinde düzeltmelere önceden gitmiştir.
	<i>Yukarı Ergene Çayı</i>	Şekil 6.9. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Ergene'ye bağlandığı noktada yatak doluluğu başlamıştır.
	<i>Ergene Nehri</i> (0+000,0 – 11+250,9)	Şekil 6.10. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Kademeli inişe veya tekdüze eğime sahip olmadığında yatağı kimi yerlerde dolmaya başlamıştır.
KAYABEYLİ HARİTASI	<i>Yuvalı Dere</i>	Şekil 6.22. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Kademeli inişe veya tekdüze eğime sahip olmadığında yatağı kimi yerlerde dolmaya başlamıştır.
	<i>Sulucak Çayı</i>	Şekil 6.23. ile yatak temizliğine ihtiyaç olduğu görülmüştür.
	<i>Ergene Nehri</i> (11+250,9 – 27+478,4)	Şekil 6.24. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Kademeli inişe veya tekdüze eğime sahip olmadığında yatağı kimi yerlerde dolmaya başlamıştır.
LÜLEBURGAZ HARİTASI	<i>Kaynarca Deresi</i>	Şekil 6.38. ile yatak temizliğine ihtiyaç olduğu görülmüştür.
	<i>Hamam Dere</i>	Şekil 6.39. ile yatak temizliğine ihtiyaç olduğu görülmüştür.
	<i>Ergene Nehri</i> (27+478,4 – 50+310,0)	Şekil 6.40. ile yatak temizliğine güzergâhın 35'inci km'lerinden itibaren ihtiyaç olduğu görülmüştür. SY-7 hariç diğer sanat yapılarının membaında sediment biriktirmiştir.
ALPULLU HARİTASI	<i>Üsküp Dere</i>	Şekil 6.55. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Fakat yer yer kum yığınları dere güzergâhında mevcuttur.
	<i>Ova Çayı</i>	Şekil 6.56. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Fakat yer yer kum yığınları dere güzergâhında mevcuttur.
	<i>Ana Çay</i>	Şekil 6.57. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Fakat yer yer akarsu tabanında oyulmalar gözlenmiştir.
	<i>Hayrabolu Deresi</i>	Şekil 6.58. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür.
	<i>Ergene Nehri</i> (50+310,0 – 69+709,4)	Şekil 6.59. ile SY-12 membaı ile SY-15 mansabı analiz haritası içerisindeki bölümlerde yatak temizliğine ihtiyaç olduğu görülmüştür.
PEHLİVANKÖY HARİTASI	<i>Kuleli Dere</i>	Şekil 6.78. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür.
	<i>Ova Dere</i>	Şekil 6.79. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Akarsu tabanında yer yer küçük çaplı yığılma ve oyulmalar başlamıştır.
	<i>Ergene Nehri</i> (69+709,4 – 87+055,6)	Şekil 6.80. ile yatak temizliğine ihtiyaç olmadığı görülmüştür.

Yatak temizliğinin nehre olan etkilerinin gösterilmesi için HEC-Geo-RAS'ta nehir çizimi sırasında görülen sediment birikim kümelerinin karşılaşıldığı güzergâhlara Şekil 6.107.'de bir örnek verilmiştir.



Şekil 6.107. HEC-Geo-RAS analizi sırasında, nehir çiziminde karşılaşılan yatak temizliğine ihtiyacı olan akarsu örneği

Brit, taban düşüsü, taban eşiği, tersip bendi, ıslah sekisi gibi yapılar daha çok nehirlerin membına yakın noktalara, üst kollara yapılarak ana nehir üstündeki yükü azaltmada kullanılır. Bu sebeple yapılan analizlerden bu yapıların gerekliliği anlaşılabilir. Mahmuzlar çok geniş nehirlerde ya da mansap şartı olarak nehirlerin denize döküldükleri yerlerde teşkil edileceğinden analiz sonucunda gerekli olup olmadıkları bilgisine ulaşılamaz.

Taşkınlar ile ağaçların yerlerinden kopup dar kesitleri tıkaması, köprü ayaklarına zarar vermesi veya köprü ayakları arası veya menfez boşluklarını tıkaması bir başka taşkın oluşturan durumdur. Sel tırmıkları ile ağaçlık olan noktalarda, bu ağaç kütüklerinin olası tıkanmalara sebep vermesi engellenebilir.

6.2.5. Sanat yapılarına yönelik önlemler

Sanat yapılarının durumu ve önlemleri Çizelge 6.14.'te verilmiştir.

Sanat yapılarında önlemlere karar verilirken şunlar dikkate alınmıştır;

- D555 Karayolu, ulaşımı aksatmaması gereken bir viyadük olarak dikkate alınmıştır. SY-13 taşkın sularını güvenle geçirmektedir.
- Demiryolu ulaşımı sağlayan 2 köprünün, ulaşımı aksatmayacak şekilde taşkın sorunlarına çözüm bulunmalıdır.
- Orta ve düşük önem derecesine sahip köprülerde herhangi bir önleme gerek olmadığı düşünülmüştür. Bu köprülere, yakın önem derecesi yüksek köprüler ile ulaşım sağlanabilir. Yüksek önem derecesine sahip köprüler için öncelikle yatak temizliği, kesit düzenlenmesi yapılmalıdır.
- SY-18'in diğer köprülerin yanında ayrı bir önemi vardır. 17 yy'dan kalmış ata mirası bu köprü, taşkın sularını güvenle geçirmektedir.

Çizelge 6.14. Sanat yapıları taşkın durumları

<i>SY no</i>	<i>Durumu</i>	<i>Önlem</i>
SY-1	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.14.)	Yukarı Ergene Çayı kanalı sonrası yeniden analiz yapılmalıdır.
SY-2	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.15.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-3	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.28.)	Demiryolu ulaşımı sağlamaktadır, kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-4	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.29.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-5	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.30.)	Nehirde kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-6	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.31.)	Nehirde kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-7	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.44.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-8	Taşkın, tabliyesindedir. (Şekil 6.45.)	Demiryolu ulaşımı sağlamaktadır, az da olsa kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-9	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.46.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-10	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.47.)	Nehirde kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-11	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.65.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-12	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.66.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-13	Taşkın sularını güvenle geçirir. (Şekil 6.67.)	D555 viyadüğü mevcuttur, herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-14	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.68.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-15	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.69.)	Nehirde kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-16	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.70.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.
SY-17	Taşkın suları altında kalmıştır. (Şekil 6.84.)	Nehirde kesit düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
SY-18	Taşkın sularını güvenle geçirir. (Şekil 6.85.)	Herhangi bir önleme gerek yoktur.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Taşkınların olumsuz boyutları kaçınılmaz değildir. İhtimaller dâhilinde karşılaşılabilecek debiler ile bu debiler dikkate alınarak hazırlanan tasarımlar taşkınları durdurabilir veya taşkından etkilenilmemesi istenilen bölgeleri afetten uzak tutabilir.

Türkiye’de su yapıları tasarımı tarihi, mevzuat araştırması ile su kaynakları ve su kaynaklarına yönelik tasarımların düzeni, Ergene Nehri’nin Trakya için önemi ve nehre yönelik DSİ tarafından yürütülmüş işlemlere bu tez çalışmasında değinilmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, taşkınları, 30763 sayılı Resmî Gazetede Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği ile açıklanan önlemler ve hesap detayları dikkate alınarak DSİ kontrolünde durdurulmasını uygun bulmaktadır. Kısaca yönetmelik, yerleşkelerin taşkından korunma tasarımı için Q1000 veya Q500’ün ve buna ilaveten hava payının, tarım arazilerinin taşkından korunma tasarımı için ise Q50 veya Q10’un ve buna ilaveten hava payının dikkate alınmasını istemektedir.

Ergene Nehri’nin bazı kısımlarında tarım arazilerinin taşkından korunma seddeleri imali yapılmış veya taşkından korunma önlemleri dikkate alınarak nehir güzergâhınca yapılan yargınlar ile yatak değişikliğine gidilmiştir. Bu kısmi korunma da dikkate alınarak Ergene Nehri için tarım arazilerinin taşkından korunma tasarımlarının güzergâh boyunca takibi yapılarak ihtiyacın az olduğu, ancak yerleşkelerin tehdit altında olduğu mütalaa edilmiştir.

Ergene Nehri güzergâhları boyunca belirlenen yağış gözlem istasyonları verileri, istatistik parametreleriyle uyumlu olasılık dağılımlarına tabi tutulmuştur. Bunun sonucunda istasyonların %70’inde Log-Pearson Tip III olasılık dağılımı, Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi ile uygun bulunmuş ve tasarımda kullanılmak üzere tekerrürlü yağış sonuçları belirlenmiştir. Yağış verilerinin fazla olduğu (genelde 55 yıl-80 yıl arası) istasyonlarda Log-Pearson Tip III dağılımının uygun çıktığı gözlenmiştir.

Çözümde kolaylık sağlaması bakımından dolusavak ötelemesi yapılmadan analiz edilen çalışma, kollarındaki tüm baraj ve göletlere yeniden dolusavak ötelemeleri yapılarak tekrarlanabilir. DSİ 11. Bölge Müdürlüğü tarafından Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerine, çoğu Ergene Nehri kollarında yer almak üzere 15’i aşkın gölet yapım işi devam ederken, hali hazır 35’i aşkın projesi hazır gölet ve baraj, planlaması bitmiş 10’u aşkın gölet ve baraj, planlama aşamasında ise 60’ı aşkın olası gölet ve baraj bulunmaktadır. Bu nedenle, her geçen yıl bu planlı projelerin kısım kısım gerçekleşmesi

sebebiyle, nehrin taşkın haritalandırması belirli periyotlarla tekrar edilerek güncel su kaynakları yapıları düşünülerek revize edilmelidir.

Çözümünde oldukça komplike elemanları ve yöntemleri barındıran taşkın debilerinin hesaplanması, su kaynaklarına yönelik tasarımlar dikkate alınırken en önemli basamağı oluşturmaktadır. Mockus Metodu, sentetik yöntemlerden önemli bir metot olarak, yağıştan akışa geçerek debinin elde edilebilmesini sağlayan bir metottur. Verilerin tasarıma etkilerini yüzde cinsinden belirten Thiessen Metodu ile üçgenlere ayrılan güzergâhta, her istasyon Ergene Nehri'ne etkisi oranında temsil edilmiştir.

Diğer sentetik yöntemlerden olan DSİ Sentetik ve Snyder Metodu, Mockus Metodu ile tekrardan debi hesapları yapılarak yeniden oluşturulabilir, bu durumda bir kıyas düzeneği de oluşacağından taşkın debilerinin nihai seçimi bu kıyastan sonra elde edilebilir. Fakat çalışma çok daha fazla uzayacağından bu hesaplama yöntemi tercih edilmemiş, analiz bir tek Mockus Metodu debi sonuçlarına göre oluşturulmuştur.

Taşkın debileri hesaplamaları dâhilinde Ergene Nehri için seçilen Mockus Metodu süperpoze edilerek farklı güzergâhlar dâhilinde belirlenen akslar için debi hesapları yeniden, her defasında önceki akslar dikkate alınarak tekrarlanmıştır.

Taşkın debisi belirlenirken her basamak oldukça detaylı bir şekilde işlenmiş, ardından bir sonraki aşamaya geçilmiştir. Taşkından koruma tasarımında kullanılacak debilerin gerçek ihtimalinden yüksek çıkması gereksiz masrafi arttırırken, düşük çıkması ise olası taşkınlara yönelik korumayı sağlamayacaktır.

Q_{baz} , yeraltı akışı bölgede oldukça düşük değerler alırken, nehrin devamında Uzunköprü'den sonra oldukça önemli hal almaktadır yani Ergene Nehri, Gala Gölü ve etrafındaki volkanik kökenli araziye ulaştığında Q_{baz} 'ın değeri bir hayli artmaktadır. Çalışmada Pehlivanköy ilçesi son aks noktası olduğundan, Q_{baz} dikkate alınmamıştır.

Ergene Nehri'nin bu tezde çalıştığımız Muratlı-Pehlivanköy arasında kalan kısmı boyunca bağlanan tüm ana kollar için olasılık dağılımları ve Mockus Metodu ile taşkın debisi hesaplamaları yapılmıştır.

Ergene Nehri'nin güzergâhı ve yerleşim yerleri ile ilişkisinin belirlenmesi amaçlı, bölgenin ilgili kısmının sayısal yükseklik modeli çıkarılmıştır. Oluşan harita büyüklüğünün çok olması ile programlardaki analizleri etkilememesi ve yorum kolaylığı bakımından 5 ayrı haritaya bölünmüştür. Uygun projeksiyonu tanımlanan haritalar, HEC-Geo-RAS'ın analiz edebilmesi amaçlı TIN haline dönüştürülmüştür.

HEC-Geo-RAS'ta açılan sayısal yükseklik modeline uygun nehir elemanlarının tanıtımı haritalar üzerinde yapılmıştır. Nehir güzergâhı oluşturulup, bentleri ile taşma

sınırları en kesitler atanarak belirlenmiş, nehrin taşkından önceki 2-boyutlu hidrodinamik modeli oluşturulmuştur.

Cowan Metodu ile elek analizi deneyi ve nehre uygun yorumlamalar ile Manning katsayısı her harita için farklı farklı belirlenmiştir. HEC-RAS programında HEC-Geo-RAS ile oluşturulan sayısal yükseklik modellerine Manning pürüzlülük katsayıları ve taşkın debisi hesapları sonucu elde edilen uygun değerler girilmiştir. Sanat yapılarının, Ergene Nehri sayısal yükseklik modeli haritalarına uygun konumlarda tanımlanmasıyla nihayet elde edilen taşkın sahası, kararlı akım ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları ile taşkın haritalandırması ve bu haritalandırma işlemi ile görülen su derinlikleri sonucu taşkından koruma tasarımları belirlenmiştir.

Bunun yanında Küçükkarakarlı, Nadırlı, Pancarköy, Karakavak, Çiğdemli ve Doğanca yerleşkeleri Ergene Nehri taşkından etkilenmemektedir. Analiz haritaları, uydu görüntülerine yansıtılınca taşkından etkilenmedikleri görülmüştür ama Ergene Nehri kıyı yerleşkelerinden olmayıp yakın noktalarda bulduklarından taşkın haritalandırmasında değinilmemiştir.

Lüleburgaz Deresi ve Pancarköy Deresi yan kol olduklarından analize alınmamış ama debileri Ergene Nehri içerisinde alındığından, analiz sonuçlarına göre bu derelerin yerleşkelere etkileri tam olarak görülmeyip (yan kollarda haritalandırma yapılmadığından) dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır. Bu iki derenin şehir içerisindeki taşkın durumu ve ulaşım yollarına etkilerinin görülmesi bakımından, Lüleburgaz ve Alpullu için detaylı şehir içi haritalandırılması yapılarak taşkın analizine sokulması şarttır. Lüleburgaz Deresi üzerine DSİ 11. Bölge Müdürlüğü tarafından sel kapanı yapımı gündeme gelmektedir. Bu gibi su yapıları kolları doldurunca analizler tekrarlanmalıdır.

Taşkınlara yönelik yerleşkelerde koruma sağlayacak seddeler haritalarda gösterilmiştir. Sürekli ulaşım sağlayacak iller arası yol olan D555 Karayolu ile demiryolları koruma amaçlı taşkın seddeleri ile birlikte düşünülerek kimi yerlerde uzatmalara kimi yerlerde ise yeni seddelere ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Nehir bentleri veya tabanlara yönelik önerilerden bahsedilse de uygulamada bu tip önlemler taşkın modelinden değil çalışma alanında birebir gözlemlerden çıkarılmaktadır. Rüsubat temizliklerine yönelik Ergene Nehri güzergâhı boyunca ihtiyaçlar ve sanat yapılarının hidrolik tahkikine yer verilmiştir. 3 sanat yapısı (büyük demiryolu köprüsü, viyadük ve Akarca Tarihi Taş Köprüsü) dışındaki geri kalan 15 sanat yapısının tamamı taşkın suları altında kalmıştır. Rüsubat temizlikleri belirlenen

güzergâhlar boyunca gerçekleştirildikten sonra hidrolik tahkik yinelenmelidir. Kesit düzenlemesi yapılması önerilen sanat yapılarında hidrolik tahkik yinelenmelidir. Demiryolu ulaşımı sağlayan sanat yapılarının tahkikleri daha detaylandırılıp, alınacak önlemler arttırılabilir.

Nehrin tüm kollarıyla en üst kotlarına kadar araştırma gerçekleştirildiği takdirde nehir bentleri veya tabanlarına yönelik yapılar ve rüsubat toplanmasını önleyen yapılar göz önüne alınabilir. Çalışmada incelenen nehir yatağı oldukça geniş olduğundan, çalışmada bent ve tabanlara yönelik yapıların yapılması hem ekonomik olmayacağı hem de taşkınlı arttıracığı ihtimalleri göz önüne alınarak gerekli bulunmamıştır.

Çalışmamız jeoloji, çevre, ziraat, mekanik vb. mühendislik dallarının da katılımıyla hazırlanmadığından sadece planlama aşamalarına fikir verebilecek ölçüdedir.

Sedde güzergâhları ve kotları seçilirken, sadece taşkın haritalandırmaları göz önünde tutulmuştur. Jeolojik faktörler (olası oturma bölgeleri) ve çevresel etkiler göz önüne alınmamıştır. Cep ovaları veya kıyı seddeleri olarak teşkil edilmiş taşkın koruma seddelerinin güzergâhları uygun yükseklikte iki eş kot arasında çizilmiştir. Cep ovaları oluşturulurken herhangi bir tarımsal ekonomik etmen üzerinde durulmamıştır. Bu bölgede olası bir sedde imalinde, güzergâhlar için tarımsal ekonomi, jeolojik ve çevresel etkiler göz önüne alınarak kotlar belirlenmelidir.

Olası sedde imalatında kullanılmak üzere bölgede kaya cinsi II (a) grubu malzeme ocakları genelde kuzey dağlık bölgelerde bulunmakla birlikte Trakya'nın güneyine inildikçe bulunma oranı azalır; kil cinsi I (b) grubu geçirimsiz malzeme ocakları güney ovalık bölgelerde kömür bantları altına saklanmıştır. Kuzey Trakya'da geçirimsiz malzeme bir ihtiyaçtır ve görülme oranı azdır. Geçirimli malzeme olarak bilinen, filtre malzemeler ise (kum, çakıl vb.) dere yataklarıyla taşınan malzemeler olduğundan, su yapılarının kendilerini ve içerisindeki geçirimsiz malzemelerin sürüklenmesini önleyen drenaj kanalları halinde tasarlanıp imal edilirler. Bu malzemelerin çalışma alanında bulunmaması nedeniyle başka bölgelerden ihtiyaca göre getirilmesi uygun olacaktır.

Araştırmaya konu olan bölgenin korunma ihtiyacı için sadece kararlı akım temel alınmıştır. Kararsız akım ile Q50 ile Q10 taşkın durumları dikkate alınarak yapılması düşünülen olası seddelerin mesafeleri, güzergâhları değişebilir. Bu ekonomik analizi beraberinde getiren bir durumdur. Bölgenin ekonomik analizlerde oldukça yer edinen ve analizlere etkisi oldukça fazla olan pirinç tarımı göz önüne alınmalı, önce sulama

alanları tamamen çıkarılmalı ve pirinç tarımı sağlayacak gölet ve barajlar bölgede inşa edilmelidir.

Ergene Nehri üzerinde hidrolik tahkikleri yapılmış sanat yapılarının, statik tahkikleri de yapılarak yeni çözüm önerileri üretilebilir. Gerekirse yeni güzergâhlar, yeni köprüler teşkil edilebilir.

Çalışma alanı oldukça büyük olmasından dolayı ana kolların dışında kalan yan kollar hesaplamalara dâhil edilmiş, HEC-Geo-RAS'ta çizimlere dâhil edilmemiştir. Bu denli yatağı büyük nehirlerin çizimlerinde, en kesitlerin çakışması durumu söz konusu olduğundan haritalar daha ayrıntılı biçimde bölünerek tüm kollar ve drenaj ağlarıyla gösterilebilir.



KAYNAKLAR

- Ağralıoğlu, N., 2007, Baraj Planlama ve Tasarımı - Cilt 1, *Su Vakfı*, İstanbul.
- Aksungur, N., & Firidin, Ş., 2008, Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik, *Sumae Yunus Araştırma Bülteni*.
- Balcı, İ., & Çimen, M., 2020, Antalya Bölgesinde Gözlenmiş Yıllık Maksimum Yağışların İstatistiksel Analizi, *Su Vakfı Yayınları*.
- Başaran, Y., 2015, Türkiye'de Deniz Suyundan İçme Suyu Üretiminin Maliyet Değerlendirmesi, Uzmanlık Tezi, *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı*, Ankara.
- Benjamin, J., & Cornell, C., 1970, Probability Statistics and Decision for Civil Engineers, *McGraw Hill*, New York.
- Bildirici, M., 2008, Hitit Öncesi ve Hititler Dönemi Tarihi Su Yapıları, *Beşinci Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları Tarihi Su Yapıları Konferansı* (s. 21-28), Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir.
- Çetiner, H., 2019, Ergene Havzasının Taudem Algoritmasına Göre Modellenmesi ve Ova Çay'ın DSİ Sentetik ve Mockus Yöntemlerine Göre Taşkın Debilerinin Hesaplanarak Sonuçlarının Karşılaştırılması, Ankara.
- Damçayırı, D., 2018, Kınıklı Deresinin Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması, Doktora Tezi, *T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Dernek, E., 2012, Taşkın Yapıları Tasarımı ve Kayı Deresi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Etüd ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü, 1983, Ergene Taşkın Projesi Planlama Raporu, DSİ 11. Bölge Müdürlüğü, Edirne.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J. & Windstrand, C., 1989, Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches, *Natural Resources Forum* 13 (4), 258-267.
- Flood Manager E-learning, 2005, Thiessen Polygon Method, Hamburg University of Technology, http://daad.wb.tu-harburg.de/fileadmin/BackUsersResources/Hydrology/8-HydrologicalModeling/additional_info/Thiessen_polygon_Method.pdf
- Gençer, M., Özcan, H., Uğurlu, A., Kesim, A., Kacar, M. & Aydın, B., 2005, Hidrometeoroloji, *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Gumbel, E., 1958, Statistics of Extremes, *Columbia University Press*, New York.
- Hoggan, D., 1989, Computer - Assisted Floodplain Hydrology & Hydraulics, *McGraw - Hill*, New York.
- Kanji, G., 2006, 100 Statistical Tests, *SAGE Publications Ltd.*, New Delhi.

- Kumanlıoğlu, A., & Ersoy, S., 2018, Akım Gözlemi Olmayan Havzalarda Taşkın Akımlarının Belirlenmesi: Kızıldere Havzası, *Dokuz Eylöl Üniversitesi - Mühendislik Faköltesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 20, Sayı 60, 890-904.
- Mansel, D., 1938, Trakyanın Kólütür ve Tarihi, Edirne ve Yöresi Eski Eserleri Sevenler Kurumu Yayınları Sayı: 5, *Resimli Ay Matbaası T. L. şirketi*, İstanbul.
- Muşmal, D., 2015, Konya Ovası Sulama Projesi Fikrinin Ortaya Çıkışı ve Projeye İlgili İlk Çalışma, *The Journal of Academic Social Science Studies Number: 33*, 11-28.
- Özdemir, H., 2008, Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (1), 41-52.
- Özsoy, S., 2017, Hitit Döneminde İnşa Edilen Su Yapılarının Bilimin Tarihsel Gelişimi Açısından Değerlendirilmesi, *Mavi Atlas*, 489-501.
- Pidwirny, M., 2006, Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition, UBC Unit of Biology & Physical Geography, [http://www.physicalgeography.net/.](http://www.physicalgeography.net/)
- Selek, Z., & Arslan, C., 2019, Entegre Su Kaynakları Yönetiminde WEAP Modelinin Kullanılması: Burdur Gölü Havzası Örneği, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 55.
- Sönmez, O., Hırca, T. & Demir, F., 2017, Akım ölçümü olmayan nehirlerde farklı yağış akış modelleri ile tekerrürlü taşkın debisi hesabı: Mudurnu Çayı örneği, *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering Innovative Technologies in Engineering*, (s. 1091-1100), Bakü - Azerbaycan.
- Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Komisyonu, 2018, *T.C. Kalkınma Bakanlığı; On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği, Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/SuKaynaklariYonetimi_ve_GuvenligiOzellhtisasKomi syonuRaporu.pdf
- şen, Z., 2002, İstatistik Veri İşleme Yöntemleri, *Su Vakfı Yayınları*, İstanbul.
- Turoğlu, H., & Aykut, T., 2019, Ergene Nehri Havzası İçin Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (2), 3.
- TÜİK, 2022, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, <https://data.tuik.gov.tr/>: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-45500>
- Uçar, D., İpbüker, C. & Bildirici, Ö., 2011, Matematiksel Kartografya, *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. şti.*, Konya.

Url-1: <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2013/03/KENTSEL-VE-BIREYSEL-SU-TASARRUFU1.pdf>

Url-2: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>

Url-3: <https://www.afad.gov.tr/afadem/sel#>

Url-4: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/692>

Url-5: https://obs.hkmo.org.tr/show-media/resimler/ekler/13ce968144ddebek_ek.pdf

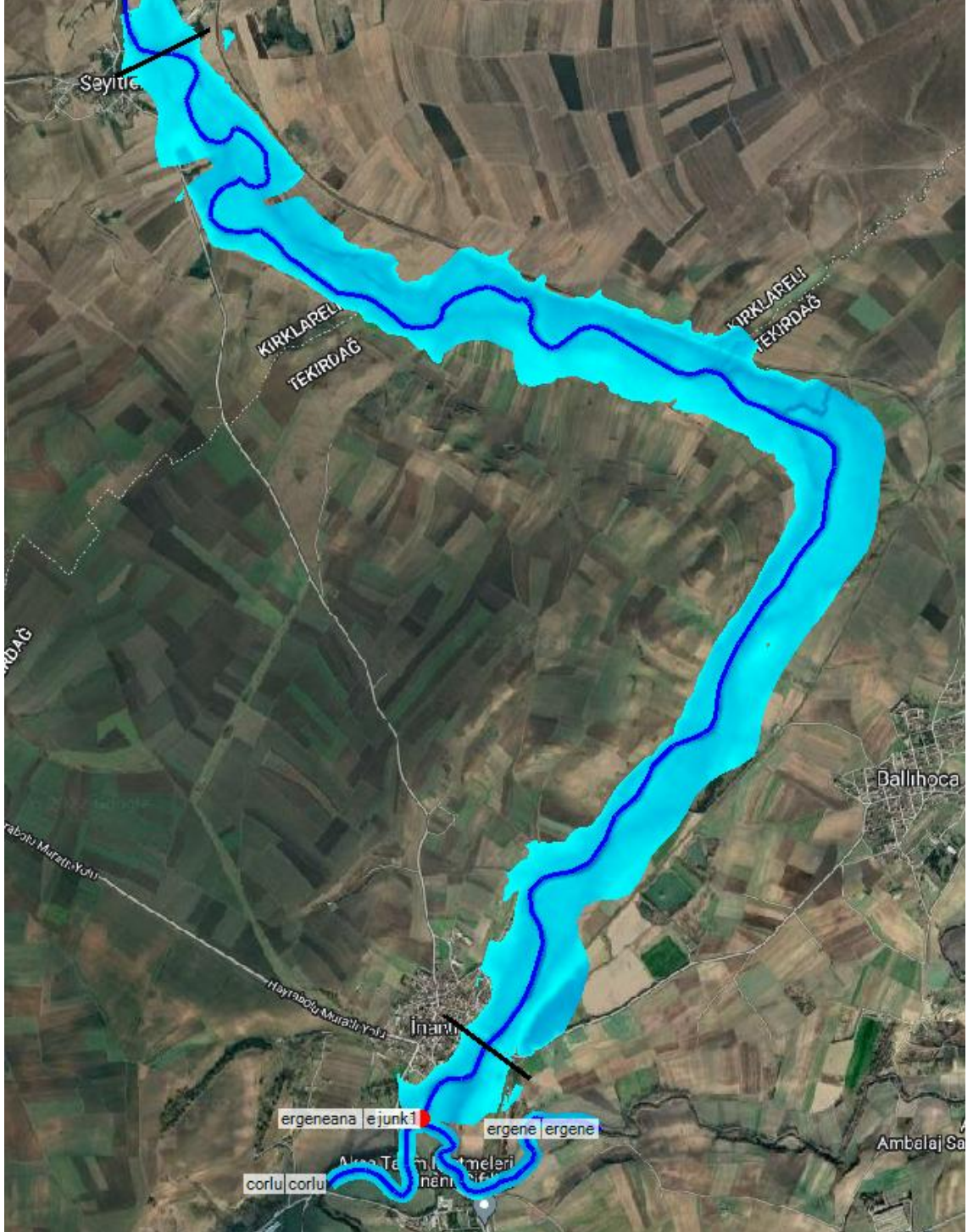
Uşul, N., 2008, Mühendislik Hidrolojisi, *ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları*, Ankara.

Yıldırım, H., 1994, Coğrafi Bilgi Sistemleri, *MAM Uzay Teknolojileri Bölümü, MAM-Tn 04*, Marmara Araştırma Merkezi.

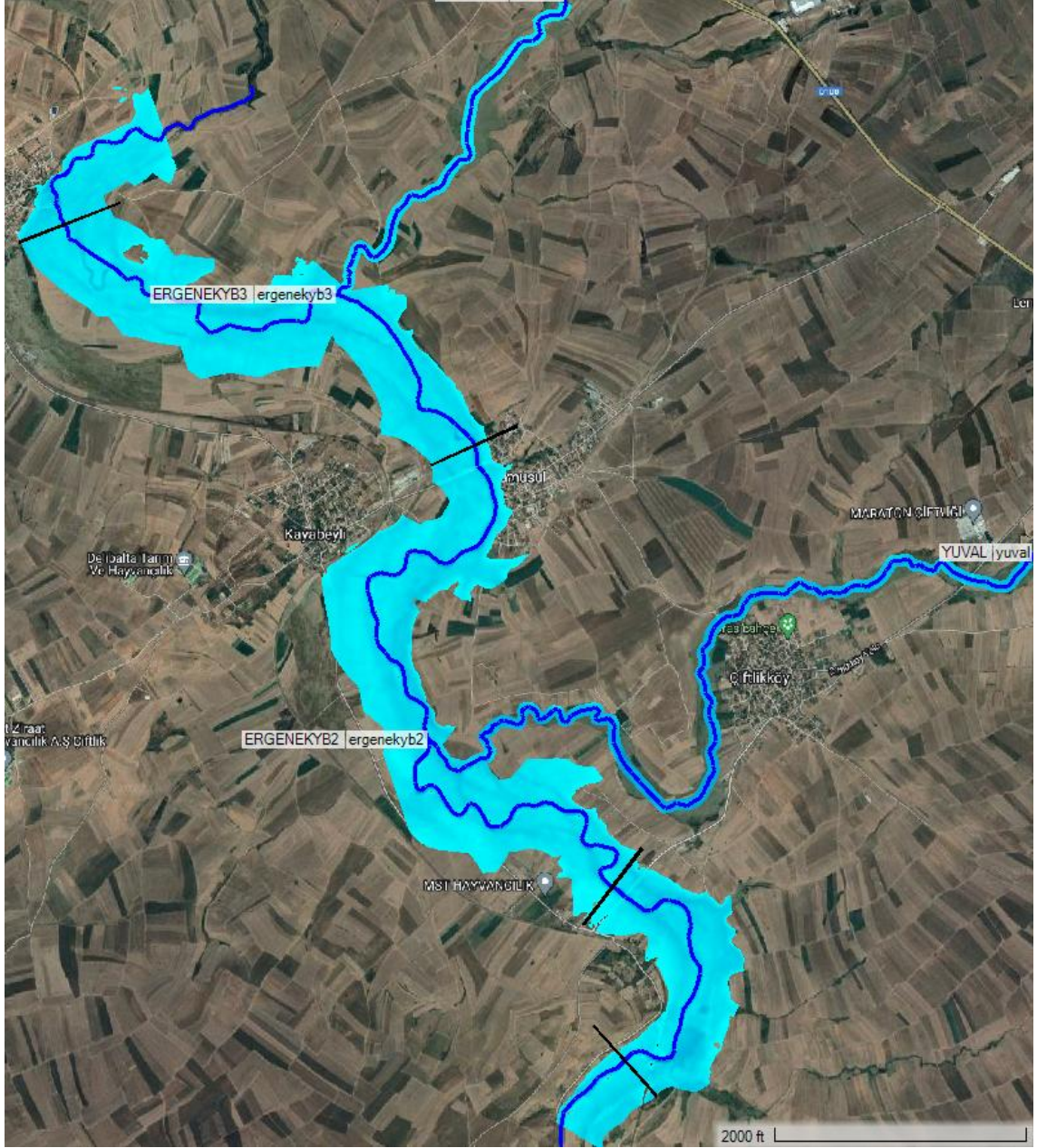
Yılmaz, N., Bozkurt, H. & Bayazıt, Y., 2020, Akarsu Köprülerinin HEC-RAS Programı ile Hidrolik Analizi: Fidanlık Köprüsü Örneği, *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 896-910.

EKLER

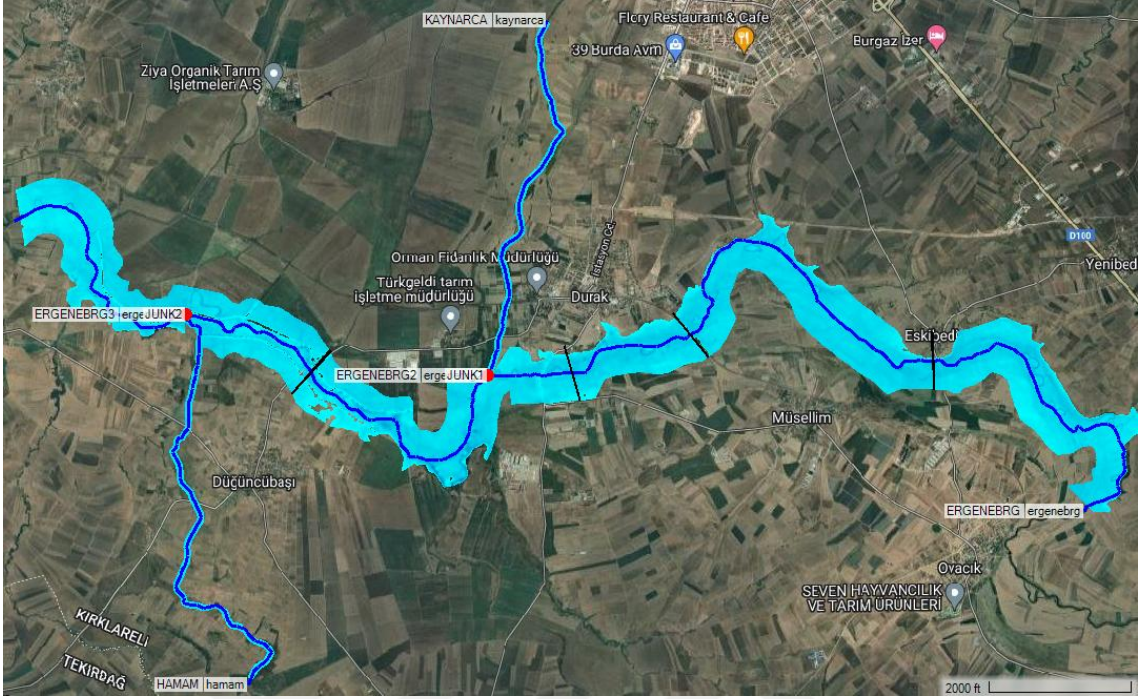
EK-1 İnanlı analiz haritasında Q1000 taşkın analiz haritasının HEC-Geo-RAS'ta gösterimi.



EK-2 Kayabeyli analiz haritasında Q1000 taşkın analiz haritasının HEC-Geo-RAS'ta gösterimi.



EK-3 Lüleburgaz analiz haritasında Q1000 taşkın analiz haritasının HEC-Geo-RAS'ta gösterimi.



EK-4 Alpullu analiz haritasında Q1000 taşkın analiz haritasının HEC-Geo-RAS'ta gösterimi.

