



**CBS YARDIMIYLA ORMAN YOLU VE SANAT YAPILARININ
TAŞKIN RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(ARTVİN TÜTÜNCÜLER ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)**

Selim DEMİR

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ali KARAMAN**

2019

Artvin

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**CBS YARDIMIYLA ORMAN YOLU VE SANAT YAPILARININ
TAŞKIN RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(ARTVİN TÛTÛNCÛLER ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)**

YÛKSEK LİSANS TEZİ

Selim DEMİR

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ali KARAMAN**

Artvin 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi Tezi olarak sunduğum CBS Yardımıyla Orman Yolu Ve Sanat Yapılarının Taşkın Riski Açısından Değerlendirilmesi (Artvin Tütüncüler Orman İşletme şefliği rneği)” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ali KARAMAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örneklere kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 31 / 05 / 2019

Selim DEMİR

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

CBS YARDIMIYLA ORMAN YOLU VE SANAT YAPILARININ
TAŞKIN RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(ARTVİN TÜTÜNCÜLER ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)

Selim DEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 / 05 / 2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 16 / 07 / 2019

Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Ali KARAMAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Selçuk GÜMÜŞ

Jüri Üyesi : Dr.Öğr.Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../.....

.....

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"CBS Yardımıyla Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Taşkın Riski Açısından Değerlendirilmesi (Artvin Tütüncüler Orman İşletme Şefliği Örneği)" başlıklı bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Ali KARAMAN' a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgi ve eleştirileri ile bana yol göstererek yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ' e ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU' na teşekkür ederim

Arazi çalışmalarında ve veri toplamada yardımlarını esirgemeyen Arş Gör. Mustafa ACAR'a, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUMAN'a, Orman Yüksek Mühendisi Oyanur SATIR'a, elde edilen verilerinin analiz edilmesinde bilgilerinden faydalandığım DSİ İnşaat Mühendisi Soner TUĞLU' ya minnetlerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında moral ve desteğini esirgemeyen sevgili eşim Elif KESKİN DEMİR' e ve babam Osman DEMİR' e teşekkür ederim

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Selim DEMİR
Artvin - 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ	I
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Çalışması	3
1.2 Orman Yolları	4
1.3 Orman Yolu Sanat Yapıları	9
1.3.1 Büzler	10
1.3.2 Menfezler	12
1.3.3 Kasisler.....	13
1.3.4 Köprüler	14
1.4 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Planlanmasında CBS Kullanımı	15
1.5 Taşkın Modelleme	16
1.6 Hec-RAS Hidrolik Modeli	17
1.7 Manning Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi	21
2 MATERYAL VE YÖNTEM	25
2.1 Materyal	25
2.2 Yöntem	30
2.2.1 Arazi Verilerinin Alınma Yöntemi	30
2.2.2 Verilerin Değerlendirilme Yöntemi	30
2.2.3 Hidrolik Model Oluşturma	31
2.2.4 Hidrolik Model Taşkın Analizi	38
3 BULGULAR VE TARTIŞMA	41
3.1 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Çalışma Alanında Dağılımı	41
3.2 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Arazi Eğimine Göre Dağılımı.....	44

3.3	Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Bakıya Göre Dağılımı	46
3.4	Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Yükseltiye Göre Dağılımı.....	46
3.5	Orman Yolu ve Sanat Yapıları Hidrolik Modeli	47
3.6	Pürüzlülük Katsayılarının Hesaplanması	49
3.7	Su Yüzeyi Profillerinin Oluşturulması	50
3.8	Orman Yolu ve Sanat Yapıları İçin Taşkın Analizi	52
4	SONUÇ VE ÖNERİLER	59
	KAYNAKLAR.....	63
	ÖZGEÇMİŞ.....	66



ÖZET

CBS YARDIMIYLA ORMAN YOLU VE SANAT YAPILARININ TAŞKIN RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ (ARTVIN TÜTÜNCÜLER ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; Artvin ili Tütüncüler Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki alanda mevcut orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sayısal arazi modelinin hazırlanması ile mevcut orman yolu ve sanat yapılarının; sulu dere ve kuru derelerdeki dağılımı, arazi eğim sınıflarına göre dağılımı, kuzeyli ve güneyli bakılara göre dağılımı, yükseklik kademelerine göre dağılımı incelenmiştir.

Oluşturulan altlık veriler kullanılarak taşkın modellemede kullanılan Hec-RAS yazılımı ile Tütüncüler OİŞ nin hidrolik modeli oluşturulmuştur. Modelde öncelikle mevcut dere ve yol güzergahları tanımlanıp en kesit profilleri oluşturulmuştur. Arazinin pürüzlülük durumuna göre hesaplanan manning katsayısı, kararlı akım değerleri, 50 yıllık debi ve bazı hidrolojik değerler ile mevcut sanat yapılarının boyutları modele tanıtılarak analizler yapılmış ve su yüzeyi profilleri oluşturulmuştur.

Hec-RAS yazılımı ile oluşturulan taşkın modeli çalıştırılarak mevcut orman yolu ve üzerindeki sanat yapılarının taşkın riski açısından yeterli olup olmadığı analiz edilmiştir. Taşkın analizi sonucunda; Birinci bölgede 18 adet sanat yapısının yeterli, 8 adedinin yetersiz olduğu, ikinci bölgede 17 adet sanat yapısının tümünün yeterli olduğu, üçüncü bölgede 6 adet sanat yapısının tümünün yeterli olduğu ve dördüncü bölgede 9 adet sanat yapısının yeterli, 1 adedinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca oluşturulan su yüzeyi profillerine göre sanat yapılarının yeniden planlanması için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, HEC- RAS, Taşkın Modelleme, Manning Katsayısı, Su Yüzeyi Profili, Orman Yolu Hidrolik Kesiti.

SUMMARY

ASSESSMENT OF FOREST ROADS AND ART STRUCTURES IN TERMS OF FLOOD RISK WITH THE HELP OF GIS (A CASE STUDY FROM TUTUNCULER FOREST ENTERPRISE, ARTVİN)

In this study prepared as a master thesis; The existing forest road and art structures in the area within the boundaries of Artvin Province Tobacco Forest Management Directorate were evaluated in terms of flood risk.

With the preparation of digital terrain model, the existing forest road and art structures; The distribution in the irrigated streams and dry streams, the distribution according to land slope classes, the distribution according to the northern and southern views, the distribution according to height levels were examined.

The hydraulic model of Tütüncüler OİŞ was created with the Hec-RAS software used in flood modeling using the base data. In the model, the existing creek and road routes were first defined and cross-sectional profiles were formed. Manning coefficient, stable flow values, 50 years flow rate and some hydrological values calculated according to the roughness of the land and the dimensions of the existing art structures were introduced to the model and analyzes were made and water surface profiles were formed.

The hydraulic model of Tütüncüler OİŞ was created with the Hec-RAS software used in flood modeling using the base data. In the model, the existing creek and road routes were first defined and cross-sectional profiles were formed. Manning coefficient, stable flow values, 50 years flow rate and some hydrological values calculated according to the roughness of the land and the dimensions of the existing art structures were introduced to the model and analyzes were made and water surface profiles were formed.

Keywords: Geographical Information Systems, Forest Roads, Art Structures, Manning Coefficient, HEC-RAS, Flood Modeling

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye’de Orman Yolu Tipleri ve Geometrik Standartları	6
Tablo 3. Pürüzlülük Katsayısı Hesap Tablosu (Modifiye Cowan Metodu)	24
Tablo 3. Tütüncüler OİŞ mevcut orman yolu ve sanat yapıları dağılımı	41
Tablo 4. Tütüncüler OİŞ sanat yapılarının sulu dere ve kuru derelere göre dağılımı	43
Tablo 5. Bakılara göre mevcut yolların dağılımı	46
Tablo 6. Tütüncüler OİŞ alanları için hesaplanan Manning Pürzlülük Katsayıları ...	50
Tablo 7. Tütüncüler OİŞ Mevcut Sanat Yapılarının Hec- RAS Analiz Sonuçları.....	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Vadi, yamaç ve sırtlarda düzenlenmiş orman yolu	5
Şekil 2. Standart Orman Yolu enine kesiti, hendek ve şev oranları	7
Şekil 3. Üst yapısı tamamlanmış standart orman yolu enine kesitinde alt yapı ve üst yapı elemanları	8
Şekil 4. Orman yollarında kullanılan dairesel kesitli hazır beton büz	11
Şekil 5. Sepet kulpu yerinde dökme büz kesiti	11
Şekil 6. Akan suyun debisine göre biçimlendirilen tek gözlü veya çok gözlü kutu menfez kesiti ve görünüşü	12
Şekil 7. Orman yollarında uygulanan büzlü ya da büzsüz kasis örneği.....	13
Şekil 8. Orman içi dere geçişlerinde kullanılan köprü	14
Şekil 9. Hec-RAS yazılımı ile SYM'den akarsu üretimi	18
Şekil 10. SYM'deki yüksekliklerden akış yönünün oluşturulması	19
Şekil 11. Her grid'ten geçen akış birikintisi ve kritik akış seviyesi.....	19
Şekil 12. Orman Yollarında Hec-RAS yazılımı ile en kesitlerin oluşturulması.....	20
Şekil 13. Çalışma Alanı Olan Tütüncüler Orman İşletme Şefliğinin Sayısal Yükseklik Modeli ve Konumu	26
Şekil 14. Tütüncüler OİŞ mevcut orman yollarının orman fonksiyonlarına göre dağılımı.....	29
Şekil 15. TIN oluşumu ekran görüntüsü	31
Şekil 16. Sulu Dere Ve Kuru Derelerde Akarsu Modeli Hec-RAS Verileri.....	32
Şekil 17. Orman Yolu Modeli Hec- RAS verileri	33
Şekil 23. Hec-RAS yazılımı ile eğim ve manning katsayısı giriş ekran görüntüsü ...	34
Şekil 19. Culvert Data menüsü büz sanat yapısı veri giriş ekran görüntüsü.....	35
Şekil 20. Hec-RAS ile Oluşturulan daire kesitli Büz görüntüsü.....	36
Şekil 21. Hec-RAS ile Oluşturulan kutu Menfez görüntüsü.....	37
Şekil 22. Hec-RAS ile Boyutlandırması Yapılan Köprü görüntüsü.....	38
Şekil 23. Hec-RAS Steady Flow menüsü veri giriş ekran görüntüsü	39
Şekil 24. Hec-RAS Geometric Data modülü tüm kesitler ekran görüntüsü	39
Şekil 25. Hec-RAS Geometric Data View Özet Çıktı Tabloları modülü ekran görüntüsü	40

Şekil 26. Tütüncüle OİŞ alanı ve oluşturulan alt bölgeleri	42
Şekil 27. Tütüncüler OİŞ sınırları içindeki orman yolu ve sanat yapıları dağılımı ...	43
Şekil 28. Tütüncüler OİŞ'ne ait eğim haritası.....	44
Şekil 29. Tütüncüler OİŞ'ne ait bakı haritası.....	45
Şekil 30. Tütüncüler OİŞ'ne ait yükseklik haritası	47
Şekil 31. Tütüncüler OİŞ'ne ait çalışma alanı I. bölge kesiti.....	48
Şekil 32. Tütüncüler OİŞ orman yolu ve sanat yapıları için oluşturulan hidrolik kesitler	49
Şekil 33. Tütüncüler OİŞ Birinci alt bölge su yüzeyi profili	51
Şekil 34. Tütüncüler OİŞ Birinci alt bölge hidrolik en kesiti (5+968 km)	51
Şekil 35. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 11+400)	52
Şekil 36. Analizi yapılan Menfez görüntüsü (Km: 24+640).....	53
Şekil 37. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 26+350)	53
Şekil 38. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 1+670)	54
Şekil 39. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 2+700)	55
Şekil 40. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 10+600)	55
Şekil 41. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 1+000)	56
Şekil 42. Analizi yapılan (Köprü) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 18+120)	56
Şekil 43. Analizi yapılan mevcut sanat yapılarının pozitif ve negatif durumları.....	58
Şekil 44. Sanat Yapılarının Sulu ve Kuru Derelere Göre Dağılımı.....	59
Şekil 45. Mevcut Sanat Yapılarının Yeterlilik Durumu.....	60

KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information Systems, GIS)
DEM	Dijital yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ESRI	Çevresel Sistem Araştırma Enstitüsü (Environmental System Research Institute)
GPS	Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Position System)
Ha, ha	Hektar (10000 m ² lik alan)
HEC	Hidrolojik Mühendislik Merkezi (Hydrologic Engineering Center)
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	Düzensiz Üçgen Ağı (Triangular Irregular Network)

1 GİRİŞ

Taşkınlar dünyadaki birçok ülkede insanların ekonomik ve sosyal hayatlarına etki eden önemli doğal afetlerdendir. Akan suyun, doğal ve yapay su yataklarının kapasitesini aşması sonucunda su baskınları, seller ve taşkınlar meydana gelir. Şiddetli yağış veya karların erimesinden doğan ve akarsu yatağında taşma gösteren su akışına taşkın denir (Özalp, 2009).

Ormanlar, mal ve hizmet üretimi ile toplum ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik fonksiyonları olan yenilenebilir doğal kaynaklardır. Ormanlardan ve ormanların her türlü hizmetlerinden yararlanmanın planlanması ve düzenlenmesinde vazgeçilmez temel alt yapı tesisleri orman yollarıdır (Karaman, 2001).

Ormancılıkta teknik ve ekonomik faaliyetlerin devamlılığı için gerekli en temel alt yapı olan orman yollarının yapımı, planlaması doğadaki ekolojik yapı üzerinde fiziksel değişiklikler oluşturacağı için ve orman yolu inşaatı ise geriye dönüşümü olmayan teknik bir faaliyet olduğundan, sonuçları itibariyle çok önemlidir. Orman yollarının ham olarak inşa edilmesinin yüksek maliyete neden olması ile birlikte bunu tamamlayan menfez, büz, kasis, köprü gibi sanat yapıları da bu maliyeti yaklaşık iki katına çıkarabilen yapılması gerekli ve zorunlu ek yapılardandır. Buna sürdürülebilir bir orman yolu için gerekli büyük onarım, tamir-bakım gibi yapım sonrası yıllık çalışmalar da eklendiğinde orman yollarının sadece bir yol yapısından ibaret olmadığı anlaşılmaktadır (Acar, 2005)

Ormanlar yaşayan bir sistem olduklarından doğal faktörlerden direkt etkilenirler. Arazinin topoğrafik yapısı ve konumu bu faktörleri etkileyen önemli bir etken olarak ortaya çıkar (Çalışkan, Karaman ve H. Acar, 2004).

Ormanların ve orman alanlarının yararlanıcılar ve tehdit edici unsurların etkisiyle azalmasını önlemek, mevcut ormanlardan yararlanırken zayıfları en aza indirmek, doğal dengesine uygun ve kendi bünyesine zarar vermeyen düzenlemeler yapmak aklın, vicdanın, bilimin ve teknolojinin bir gereğidir (Karaman, 2001).

Orman yolları yağmurlar sonucunda oluşan yüzey sularından, yer altı sularından ve dere geçişlerinde dere havzasından gelen sulardan etkilenmekte, kontrolsüz bırakılan bu sular alt yapı ve üst yapı malzemesinin tahribine neden olmaktadır. Yatırım maliyeti yüksek olan orman yollarının tam ve rasyonel olarak görevini yerine getirebilmesi, suların olumsuz etkilerinin bertaraf edilmesine bağlıdır.

Bir orman yolunun akarsu ile kesiştiği veya yüzey drenajı sebebiyle biriken suyun yol altından yolun diğer tarafına geçirilmesi gerektiği durumlarda, akarsuyun belli bir dönemde (genellikle 50 yıllık debi) en büyük taşkın getirebileceği suyun ve gelen rüsubi malzemenin yola zarar vermeyecek biçimde yolun altından geçirilmesi için en uygun boyutta ve konumda yerleştirilecek sanat yapısının seçilmesi gerekmektedir (Bayoğlu ve Hasdemir, 1991).

Yol güzergâhının akarsu ile kesiştiği yerlerde inşa edilecek büz, menfez ve köprülere ait yapı tipi ve boyutlarının tespiti, bu tesislerin ve dolayısıyla yolun güvenliği ve ekonomikliği açısından büyük önem taşımaktadır (Bayoğlu, 1994).

Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de taşkınların sebep olduğu zararları azaltabilmek için bölge taşkın planları, meteorolojik ve hidrolojik gözlem çalışmaları, taşkın yıllıkları ve taşkın etütleri gibi taşkın zararlarını azaltma çalışmaları yapılmaktadır. Ormancılık faaliyetlerinde de orman yolları ve sanat yapılarını taşkın zararlarından korumak ve taşkın riskinin azaltılması için risk değerlendirilmesi yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmada, Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne (OİM) bağlı Tütüncüler Orman İşletme Şefliği (OİŞ) sınırları içindeki mevcut orman yolları ile genellikle büz ve menfez şeklinde yapılmış sanat yapılarının taşkın risk analizleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Arazi çalışmaları ve büro çalışmalarından elde edilen veriler, konu ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar, CBS, ArcGIS ve Hec-RAS yazılımlarından yararlanılarak hidrolik modelleme yapılmış, hidrolik kesitler alınıp su yüzeyi profilleri oluşturulmuş, taşkın modellemesi ile risk analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir.

1.1 Literatür Çalışması

Gümüş (1997), “Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar” isimli yüksek lisans tez çalışmasında, planlama işlemlerinden, yol geçkilerini etkileyen arazi yapısı ile çeşitli sosyal faktörlerin dijital ortamda hamlanan sayısal haritalar kullanılarak değerlendirmesi, oluşturulan CBS veritabanı sorguları ile mevcut ve yeniden tasarlanan yol ağı planlamasına ait çeşitli verilerin elde edilmesi ve bu verilerin karşılaştırılması ile en uygun yol ağı belirlenmiştir. Böylelikle orman amenajman planı verilerinden hızlı ve etkili bir şekilde faydalanma amaçlanmıştır.

Özalp (2009), “Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi” isimli yüksek lisans tezi çalışmasında, Taşkın risk analizini yapmış ve risk alanlarını belirleyerek gelecekte kentsel planlamaya yardımcı olacak bilimsel bulgulara sahip olmuştur. Ayrıca CBS kullanımı ile planlama ve risk analizinde daha doğru ve gerçeğe yakın sonucun elde edilmesinde tavsiyelerde bulunulmuştur. İncelen diğer çalışmalarda da Coğrafi Bilgi Sistemlerinin zaman ve emek kaybını önlemek ve doğru sonuçlar elde edebilmek için tercih edildiği tespit edilmiştir.

Döner (2010), “Orman Yolu Hidrolik Sanat Yapılarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımı İle Tespiti ve Boyutlandırılması” isimli yüksek lisans tezi çalışmasında, orman yolları sanat yapılarının yerlerinin tespitinde etkili olan faktörlerin sayısal olarak tanımlanması ve değerlendirilmesi üzerine araştırmalar yapmıştır. Böylece topoğrafik durum ve orman yolları ile sanat yapılarına ilişkin veriler elde edilerek sanat yapılarının tespiti ve boyutlandırılması amaçlanmıştır.

Satır (2011), “Dağlık Arazide Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanarak Çevreye Duyarlı Orman Yolu Güzergahının Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezi çalışmasında, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanarak ormancılık faaliyetlerinin fonksiyonel ihtiyaçlarının giderilmesi, çevreye zarar verilmemesi ve çalışma alanının tümünde etkili olunabilmesi, orman yol güzergâh seçimindeki pratikliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Tüfekçioğlu (2016), “Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) Yüzey Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması” isimli çalışmasında, yüzey toprak erozyonu seviyesinin “RUSLE” analiz modeli ile tahmin edilmesi ve çalışma alanı içerisindeki alansal oranının gösterilmesi bu çalışma ile hedeflenmiştir.

1.2 Orman Yolları

Orman yolu, ormanların işletilmesini sağlayan, tekerlekli araçların tüm yıl boyunca taşıma yapmasına yönelik, ormanın i ve dış bağlantısını sağlayan tek şeritli yol şeklinde tanımlanabilmektedir (Erdaş 1997).

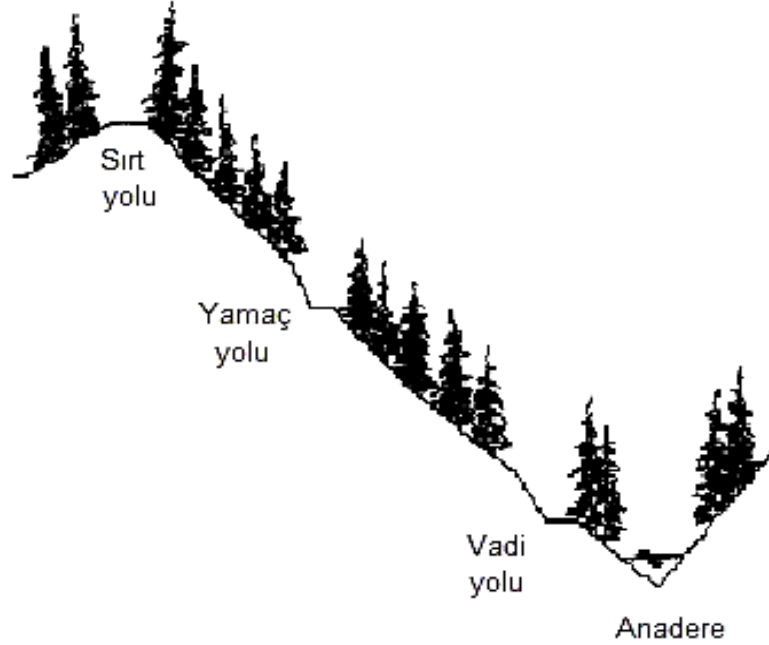
Genelde dağlık arazideki canlı bir varlık üzerinde planlaması yapılan ve inşa edilen orman yolları tüm ormancılık faaliyetleri için önemli olan temel alt yapıdır. Ayrıca ekolojik açıdan olumsuz sonuçlar doğurabilecek bir yapıdır. Orman yollarının bu olumsuz sonuçları en aza indirerek ormancılık faaliyetlerindeki görevlerini yerine getirmesi bu yapı ile mümkün kılacaktır (Acar, 2005).

Sistemli bir biçimde ormanın her bölgesine ulaşarak ormanın rasyonel bir şekilde işletmeye açılmasını sağlayan orman yollarının görevleri aşağdaki şekilde özetlenebilir (Karaman 2001, Acar 2005, Erdaş 1997):

- Orman ürünlerini ekonomik olarak taşımak,
- Ormanın içerisinde dikim, ekim ve doğal gençleştirme gibi silvikültürel etkinliklerin zamanında gerçekleştirilebilmesi için ulaşımın sağlanması,
- Orman varlığının ekolojik ve biyolojik durumunun incelenmesi
- Yapılacak ormancılık uygulamalarının planlanması,
- Bilimsel araştırmaların yapılması için orman içine ulaşım
- Ormanların kontrollü ve devamlı korunmasını sağlayacak personel ve malzemenin nakliyesi,
- Ormanda çıkan yangınların ve böcek zararlarının devamlı kontrol edilmesi için ulaşımın sağlanması,
- Personel ve malzemenin orman içine taşınması,

- Orman işçilerinin denetimi için orman içine ulaşımın gerçekleştirilmesi,
- Av ve Yaban Hayvanı Üretim Yeri ve İstasyonlarına ulaşım,
- Orman içi balık üretim çiftliklerine ulaşımı
- Dağınık orman içi köyler arasından ulaşım sorununun çözülmesi,
- Orman içi turistik yerlerin ulaşımına açılması,
- Yurt savunmasına ulaşım ve hizmet açısından katkıda bulunması
- Rekreatyoneel amaçlı yol kullanımı
- Özel amaçlı kullanımlar

Sürdürülebilir ormancılığın temel bir ögesi olan orman yollarının arazide konumları dikkate alındığında Şekil 1’de de görüldüğü üzere dere boyunca ilerleyen vadi yolu, sırtlar boyunca ilerleyen sırt yolu ve dere ile sırt arasında bağlantı sağlayan yamaç yolları şeklinde düzenlenmiş olduğu görülür (Karaman 2001, Erdaş 1997).



Şekil 1. Vadi, yamaç ve sırtlarda düzenlenmiş orman yolu

Vadi yolu, vadilerin her iki tarafını da işletmeye açması gerektiği için vadi tabanından fazla yüksekte geçirmeyecek şekilde planlanır. Vadi tabanına yakın geçmesi yolun sürekli su baskınları ve taşkına maruz kalarak bozulmalarla karşı karşıya kalır, bu

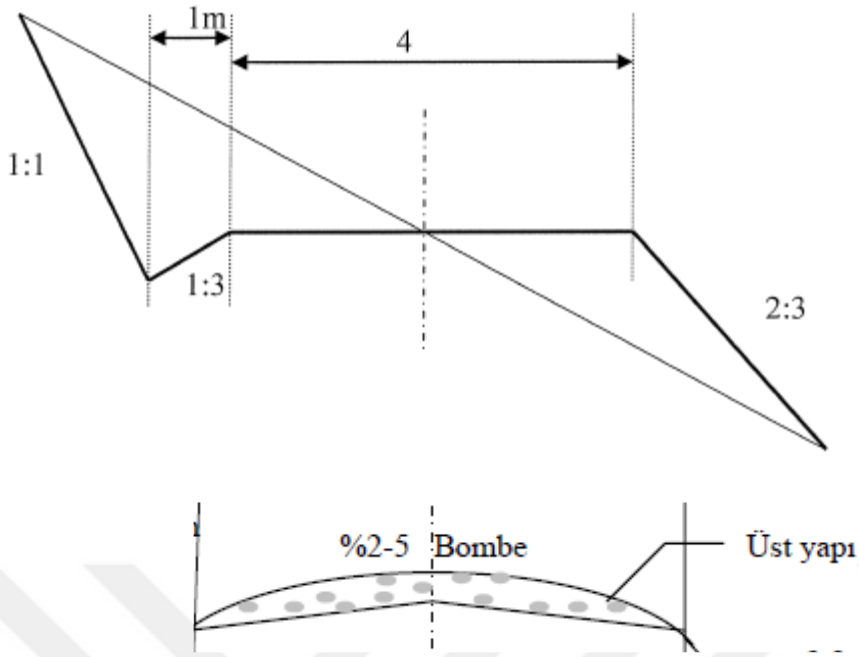
durum bakım masraflarının artmasına sebep olur. Vadi yolu en yüksek su seviyesinden 3-5 m daha yükseklikte planlamak gereklidir (Karaman 2001, Erdaş 1997).

Genellikle sağlam ve kuru zeminlere sahip sırtlarda ve sırtlara yakın yerlerde planlanan, sanat yapısı gerektirmeyen yollar sırt yollarıdır. Vadi tabanı ile sırtlar arasında planlanan yollar yamaç yollarıdır. Yapım aşamasında yolun altında kalan meşcerenin tahrip edilmesi, dikili ağaçlardaki yaralanmalar böcek tahribatı için zemin oluşturması, yapım ve bakım masraflarının yüksek olması gibi nedenlerle mümkün olduğu kadar yamaç yollarından kaçınmak gerekir (Karaman 2001, Erdaş 1997).

Orman yollarının geometrik standartları dikkate alındığında uygulamadaki tipleri ve standartları Tablo 1’de verilmiştir. Bunlardan ülkemizde mevcut orman yollarının büyük çoğunluğunu oluşturan standart B tipi tali orman yolunun en kesiti Şekil 2’de gösterilmiştir (OGM,2008, Acar 200, Karaman 2001, Erdaş 1997).

Tablo 1. Türkiye’de Orman Yolu Tipleri ve Geometrik Standartları

Yol Elemanı	birim	ANA ORMAN YOLU	TALİ ORMAN YOLU				Traktör Yolu
			A tipi	B tipi			
				SBT	NBT	EBT	
Platform genişliği	m	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Azami eğim	%	8	10	9	12	12	20
Kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Hendek genişliği	m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	
Üst yapı genişliği	m	6	5	4	3	3	

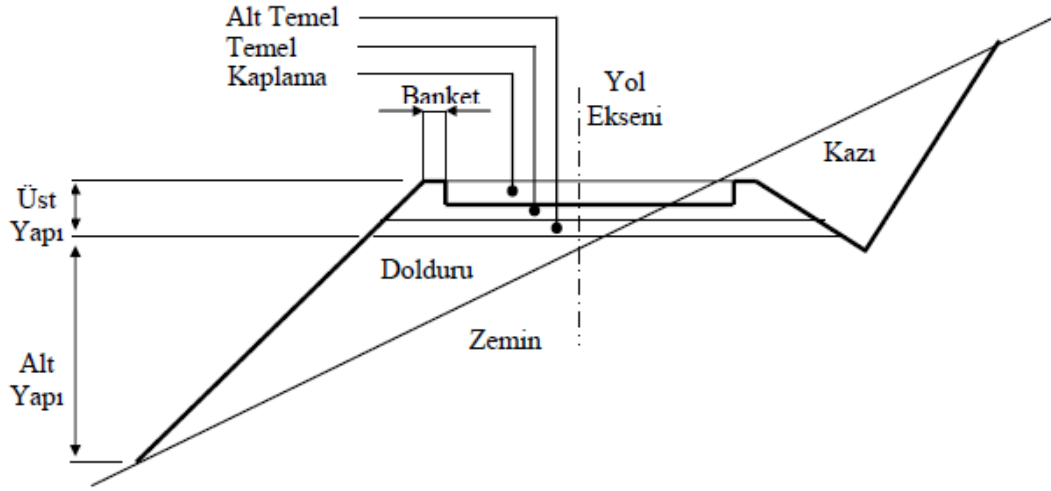


Şekil 2. Standart Orman Yolu enine kesiti, hendek ve şev oranları

Orman yollarının yukarıda sayılan çok önemli görevleri yanında olumsuz etkileri de vardır. Doğru ve özenli bir şekilde seçilmeyen orman yolu güzergâhında bu olumsuzluklar daha da yüksek düzeydedir. Yol yapımı ile ormanlık alanın açılması, kazılan materyalin yamaçtan akması sonucu tahribat yapması, yamaçlarda destek doku tahrip edilerek heyelanlara sebep olunması, yüzeysel akış ve erozyonun tetiklenmesi, orman ekosistemindeki olumsuz değişim, yol yapım ve işletme masraflarıyla ulusal ekonomiye borç yüklenmesi şeklindeki olumsuzluklar ilk akla gelenlerdir.

Yapımı tamamlanmış bir orman yolu (Şekil 3) biri altyapı diğeri ise üstyapı olarak iki ana unsurdan oluşmaktadır Bunlardan altyapı kazı ve dolgularla sanat yapılarından üstyapı ise doğrudan doğruya trafik yüküne maruz bulunan temel ve alt temel tabakalarından oluşmaktadır (Bayoğlu 1997, Erdaş 1997).

Bir orman yolunun taşımacılıktaki rolü büyük değilse, bu yol üst yapıya sahip değilse ham yol veya toprak yol şeklinde değerlendirilir. Toprak yol erozyona neden olduğundan eğimi az olmalıdır. Suların akıtılması için yol aksından her iki yana doğru bombe verilmelidir ve yol kenar hendeği kesinlikle yapılmalıdır. Toprak yol yapıldıktan en erken bir sene sonra kullanılmalıdır ve yeterli oturma sağlanıncaya kadar nakliyat yapılmamalıdır. Taşımanın kuru periyotlarda yapılması zorunluluğu, toprak yolların olumsuz yönüdür.



Şekil 3. Üst yapısı tamamlanmış standart orman yolu enine kesitinde alt yapı ve üst yapı elemanları

Bir yoldaki üst ve alt yapı, iklim koşullarından oldukça etkilenen yeryüzünün üst yüzeyindeki çok ince bir tabakayı teşkil eder. Orman yollarında üst yapı olarak Şekil 3’ de gösterilen tabakaların ne kadar kalınlığa sahip olması, ne tür malzemelerden teşkil edilmesi gerektiğini ve nasıl boyutlandırılması gerektiği bir yolun üst yapısının en hassas noktasıdır. Üst yapının boyutlandırılmasındaki kasıt, üst yapının malzeme türü, yol trafiği, bölgesel şartlar ve zemin gibi faktörler değerlendirilerek aynı değerdeki alternatiflerin ortaya konulması ve en uygun olanının tercih edilmesidir.

Alt yapı ve üst yapı tabakaları yapım tarzı ve şekli bakımından birbirinden farklı oldukları gibi, yapım sırası ve dolayısıyla zaman bakımından da biri diğerini takip etmek durumundadır. Gerçekte orman yolları kısa sürede üretime hizmet edebilmeleri için çok zaman altyapının tamamlanması ile trafiğe açılmakta, üst yapı daha sonra gerçekleştirilmektedir (Bayoğlu, 1997).

Orman yolu yapımından önce planlamalarının en uygun biçimde yapılması gerekir. Orman yolu ve sanat yapılarının planlanması ekonomik ve çevresel yönden çok önemlidir. Planlaması yanlış yapılan yollar ekonomik olmadığı gibi çevreye verdikleri tahribat da büyük olmaktadır (Anonim, 2005; Ryan ve Ark., 2004).

1.3 Orman Yolu Sanat Yapıları

Orman yolunun ömrü veya faydalı kullanım süresini olumsuz yönde etkileyen en büyük etmen sudur. Zira yollarda alt yapıyı oluşturan malzemeler suların ve donların etkisine karşı çok hassastır, bu üstyapı malzemeleri için de kısmen geçerlidir ve su her şeyden önce zeminlerin taşıma gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. Yol tabanından en üst tabaka olan kaplamaya kadar kuru olan, yüzey ve taban sularının uzaklaştırıldığı yol, ideal bir orman yoludur. Çok rutubetli ve gevşek zeminler üzerinde inşa edilen bir yolda trafiğin etkisi ile taban suyu yukarı tabakalara doğru çıkmakta, ayrıca donların da etkisi buna eklenince gidiş gelişi etkileyecek ölçüde bozulmalar meydana gelmektedir. Suların bu zararlı etkilerini önlemek için gerek yüzeysel, gerekse yeraltı sularının en kısa yoldan ve süratle yol gövdesinden uzaklaştırılması gerekmektedir (Bayoğlu, 1997).

Orman yollarına zarar veren yer altı ve yer üstü sularının yol gövdesinden uzaklaştırılması amacıyla inşa edilen, kayma ve heyelanları önlemek ve yüzeysel ve derin drenajı sağlamak, yollar üzerindeki dere ve akarsuyu geçmek için yapılan köprü, menfez, kasis, anroşman ve pere gibi yapılara 'Sanat Yapıları' adı verilmektedir (Bayoğlu, 1997).

Orman yollarını geçmek ve bu yolları yağmur ve kar sularının zararlı etkilerinden korumak, kazı ve dolduru sevi çöküntülerini önleyerek hammadde nakliyatını kesintisiz bir şekilde gerçekleştirmek için güzergah boyunca inşa edilen her tip köprü, büz, menfez, istinat duvarı, drenaj hendeği, kanal ve kasis gibi tesislerin hepsine birden 'Sanat Yapıları' ya da 'Hidrolik Yapılar' adı verilir (Özçelik, 1982).

Sanat yapıları bilgi ustalık isteyen ve inceleme gerektiren masraflı tesislerdir. Devamlı bakıma ihtiyaç gösterirler. Çevrenin akarsuları, arazi yapısı, eğimi ve özellikle yağış miktarı yapıyı önemli biçimde etkilemektedir (Özçelik, 1982).

Sanat yapılarının var olmadığı orman yolları iklim koşulları, yağış v.b. dış etkenlere maruz kalmakta buda yol üst yapısında kısa sürelerde bozulmasına neden olmaktadır. Yüksek fayda ile kullanılmak istenen orman yollarında sanat yapılarının yapılması zorunludur.

Özellikle yağmur, kar vb. biçiminde düşen yağışın gerek yerleşim birimlerinde, gerekse açık alanda belli mecralara kanalize edilmesi ve böylece suyun belli yapılardan geçirilmesi hem yapının güvenliği hem de suyun akışının kontrol altına alınması bakımından gereklidir (Erdaş, 1997).

Suları belirli bir şekilde akıtmak ve böylece çevrede çeşitli öğelerin fonksiyonlarını yerine getirmesini sağlamak amacıyla yapılan ve suların akışını düzenleyen hidrolik sanat yapıları içinde en önemlileri büzler, menfezler ve kasislerdir (Erdaş, 1997).

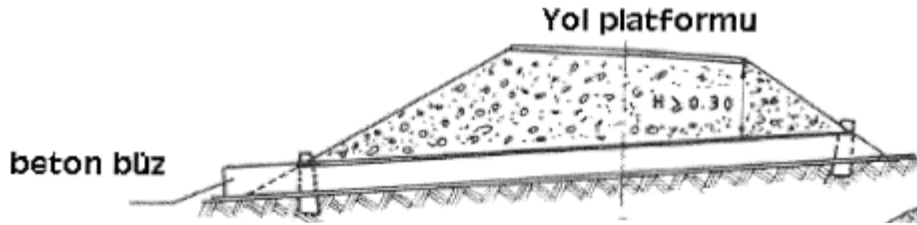
1.3.1 Büzler

Orman yolu yapımında küçük hidrolik sanat yapılarından olan büzler; suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akışını sağlayan beton ya da plastik malzemeden ekseriya daire kesitinde imal edilen ufak, yeraltı su kanallarıdır. Kullanılacakları yerin özelliklerine göre dairesel kesitli hazır büz veya yerinde dökme sepet kulplu büz şeklinde olabilir. Bu yapılar çoğunlukla derelerin veya dereciklerin suyunu tahliye için kullanılır. Orman yolu yapımında $\emptyset = 0.60$ m.'den küçük büzler tercih edilmez. Orman yolu yapımında büzün konulduğu yerler şöyledir; (Bayoğlu 1997, Erdaş 1997, Karaman 2001).

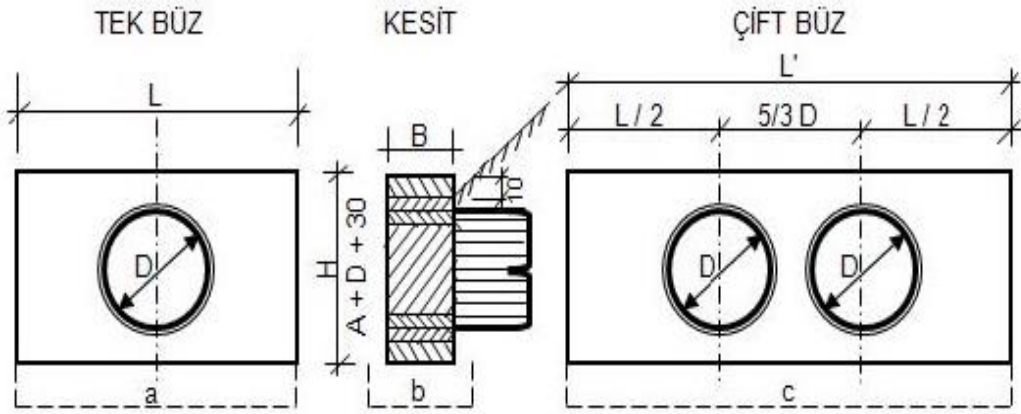
- Yolların küçük dereleri kestiği yerler,
- Kenar hendeklerinde biriken suyun belirli mesafelerle yolun diğer tarafına aktarılması için (en çok 200 – 300 m.'de bir),
- Yolların birbiri ile kesiştiği yerler ve kavşak noktaları,
- Ters eğimlerin başlangıçları (normal eğimle ters eğimin kesiştiği yerler),
- Drenaj işlevi,
- Dolgusu uzun mesafe devam eden yollarda çeşitli aralıklarla (normal dolgularda 200 m.'de, bataklık arazide ve dolgu olarak geçilen güzergahta sık aralıklarla ortalama 50 m.'de bir).

Ülkemizde orman yolları dolgu altında kullanılan dairesel kesitli büzlerin boyları 1 m. İç çapları da 0.60 ve 0.80 m.'dir (Şekil 4). Daire kesitli büzlerin yerlerine yerleştirilmesinde büzlerin eğiminin % 2'den az ve % 15'ten fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Orman yolunda büzün yerleştirilmesinde tek bir eğim uygulanmalıdır.

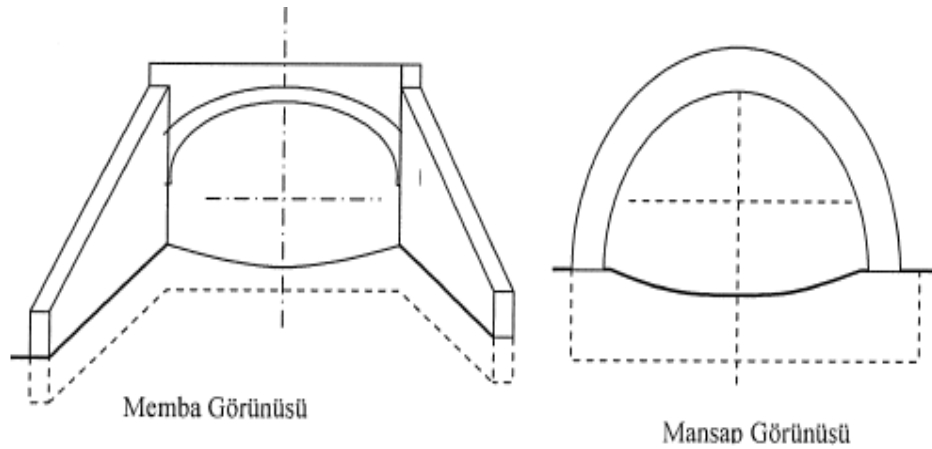
Büz döşeme işlemi tek sıra şeklinde olabileceği gibi çok sıralı olarak da yapılabilir (Şekil 4). Çapları 0,80 cm' den daha büyük olan büzler demirli beton şeklinde imal edilirler ve orman yolları için söz konusu olmamaktadır. Ayrıca 0,60 m'den küçük iç çaplı olanların tıkanmaları halinde açılması güçlük gösterdiği için bunların da orman yollarında kullanılması sakıncalı olmaktadır (Bayoğlu 1997,. Özçelik 1982).



Şekil 4. Orman yollarında kullanılan dairesel kesitli hazır beton büz



Orman yollarında özel kesitteki sepet kulpu yerinde dökme büzler dolduru yüksekliklerinin fazla olması (3 m'den yukarı) sebebiyle yuvarlak büzlerin kullanılması mümkün olmayan yerlerde söz konusu olur (Şekil 5) (Hasdemir, 1991).



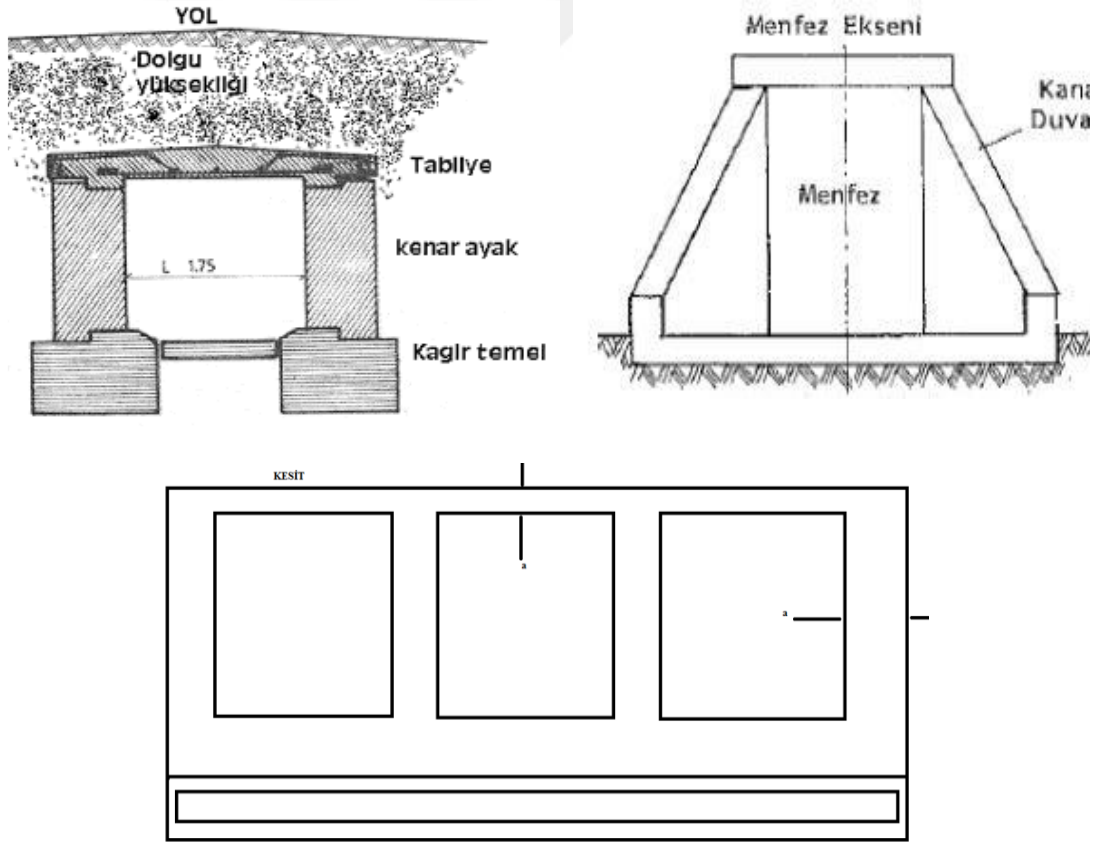
Şekil 5. Sepet kulpu yerinde dökme büz kesiti

1.3.2 Menfezler

Büzlerin yeterli gelmediği hallerde, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akıtılmalarını sağlayan ve genellikle toprak altına yapılan tesislerdir (Şekil 6). Menfezleri, akıttığı suyun debisine, açıklık mesafesine ve yollarda yaptığı göreve bakılarak küçük menfezler ve büyük menfezler olmak üzere başlıca iki kısma ayrılmaktadır (OGM, 2008).

Orman yollarında sanat yapılarının açıklıkları 6 m'den küçük olanlar menfez ve 6 m'den büyük olanlar da köprü olarak isimlendirilir. Açıklıkları ve tiplerine göre menfezler küçük ve büyük olmak üzere ikiye ayrılırlar (Bayoğlu, 1997).

Menfezler, büzler gibi yol eksenine dik ya da vev biçimde yapılır. Orman İşletmelerinde yapılacak 6,0 m açıklıktaki menfezler, genellikle köprülere çok yakın yapılar olduğundan menfez açıklığının orman yollarında 3,0 m olarak belirlemenin daha uygun olacağı düşünülmektedir. (Özçelik, 1982).



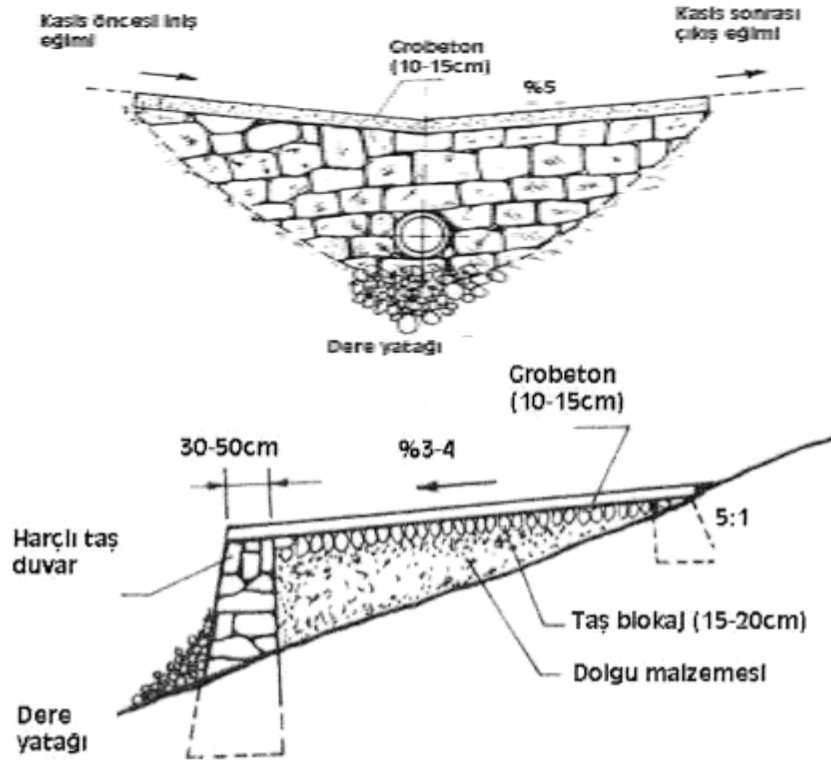
Şekil 6. Akan suyun debisine göre biçimlendirilen tek gözlü veya çok gözlü kutu menfez kesiti ve görünüşü

Küçük menfezler, eğimi yüksek orman yollarında dar açıklıklarla yağmur sularını toplamak için üste (yüzeye) yakın olarak yapılır. Bunlar yapım bakımından üstü açık ahşap ve taş menfezler ya da beton elemanlı üstü kapalı olmak üzere iki biçimde düzenlenir. Eğer, su akımı ile önemli miktarda sürüklenme materyali geliyorsa ya menfeze, bunları geçirecek kadar bir kesit verilir ya da bu sürüntü materyalin meydana getirilebileceği zararları önlemek için tedbir alınır (Erdaş, 1997).

1.3.3 Kasisler

Orman yolu inşasında yaygın olarak kullanılan maliyeti düşük ve yapımı kolay olan sanat yapılarından biri de kasislerdir. Kasisler geniş yataklı olan, zaman zaman taşkın şeklinde su geçen, sürekli su bulunmayan ve taşkın zamanlarında fazlaca rüsubat getiren yerlerde inşa edilirler (Bayoğlu, 1997).

Dere eğiminin yüksek olduğu yerlerde taşınan malzeme fazla, geçen su miktarı az ise de büzsüz kasisler kullanılır. Taşkın anlarında yüksek debili su, diğer zamanlarda ise sürekli su geçen dere geçişlerinde köprü yapımından kaçınmak için büzlü kasisler kullanılmaktadır (Şekil 7) (Karaman, 2013).



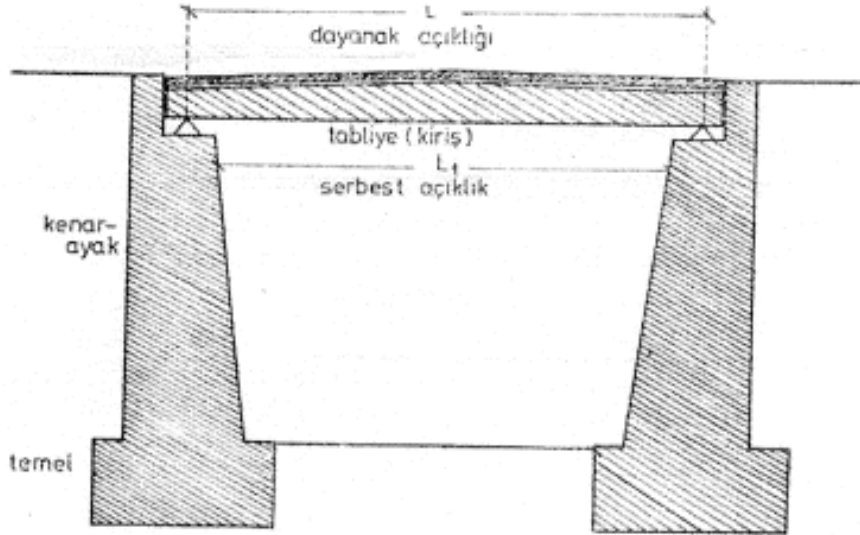
Şekil 7. Orman yollarında uygulanan büzlü ya da büzsüz kasis örneği

1.3.4 Köprüler

Dağlık orman bölgelerinde yol ağlarının planlanmasında dere geçişleri birinci dereceden noktaları teşkil eder. Derelerin geçilmesi bu nedenle teknik bilgi, organizasyon ve sorumluluk ister. Yeteri kadar açıklık içeren bir köprü büyük parasal gider gerektirir ve doğaya karşı sert bir girişimdir. Bazı hallerde trafik yoğunluğu çok düşük olan orman yollarında köprüler yol yapım giderlerine orantılı olarak ekonomik bir çözüm değildir (Erdaş, 1997).

Orman yollarında küçük mecraların kat edildiği yerlerde çoğunlukla yuvarlak kesitli hazır beton, sepet kulpu yerinde dökme büz veya beton, ahşap ve taş tabliyeli küçük menfez yeterli olmaktadır. Fakat dere yataklarının büyüdüğü ve debinin yüksek olduğu derelerin geçilmesinde iki veya daha fazla büzle geçilmesi veya küçük menfezlerin yapımı da maliyeti yüksek olmaktadır. (Bayoğlu, 1997).

Bu ve buna benzer yerlerde geçişlerin köprülerle sağlanması gerekmektedir. Orman yollarında inşa edilen hidrolik sanat yapılarından dayanak açıklığı 6,0m'den büyük olanlar köprü olarak isimlendirilirler (Bayoğlu, 1997). 292 sayılı tebliğde verilen ve orman yollarında inşa edilen köprü tip kesit örneği Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 8. Orman içi dere geçişlerinde kullanılan köprü

1.4 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Planlanmasında CBS Kullanımı

CBS araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini artırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla coğrafi varlıklara ilişkin grafik ve öznitelik verilerinin çeşitli kaynaklardan toplanması, bilgisayar ortamına aktarılması, işlenmesi, analizi ve sunulması fonksiyonlarını bütünleşik olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinin oluşmuş bir bütündür.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tanımında yer alan ve temel fonksiyonlarından olan veri toplama, depolama ve işleme fonksiyonları, coğrafi veri tabanının oluşturulmasına yönelik faaliyetlerdir. Bu fonksiyonlar kullanılarak, grafik ve öznitelik veriler bilgisayar ortamına aktarılarak gerekli düzeltmeler yapıp koordinat ve projeksiyon dönüşümleri yapılmaktadır. Toplanan bu veriler yapılandırıldıktan sonra aralarındaki mantıksal ve topolojik ilişkiler kurularak coğrafi veri oluşturulmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarının kullanımına 1980'li yılların başında başlanmıştır. Bu anlamda, öncelikle, çeşitli kaynaklardan, değişik format ve standartta, çeşitli kurumlar tarafından toplanan grafik verilerin bir araya getirilmesi ile ülke düzeyinde belirli standartların oturtulması ve böylece veri güncelleme işlemleri ve kullanımlarının sağlanması için çok yoğun emek, para ve zaman harcanmıştır. Daha sonra veri tabanının bir bölümü haline getirilen bu grafik veriler grafik olmayan öznitelik veriler ile entegre edilerek çok çeşitli amaçlara hizmet etmeleri için CBS uygulamaları haline getirilerek bilgi sistemlerinin yoğun kullanımı sağlanmıştır.

CBS' nin orman yollarının planlanmasında kullanılması 1990'lı yılların başlarına dayanmaktadır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılacak değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. Sayısal arazi modellerinin gündeme gelmesi ile kazı ve dolduru hacimlerinin hesaplanması, belirlenen noktalar arasındaki en kısa mesafenin belirlenmesi vb. birçok analizin yapılması mümkün olmuştur (Gümüş, 1997).

ArcGIS programı; ESRI (Environmental System Research Institute) Çevresel Sistem Araştırma Enstitüsü tarafından üretilen Coğrafi Bilgi Sistemleri çalışmaları için, masaüstü, server, web kullanıcıları ile arazi çalışanları için ölçeklendirilebilir bir yapı

sunan bir yazılımdır. Bu yazılım ile toplanan verilerin vektör ve raster olarak görüntülenmesi, veri işleme, güncelleme, sorgulama ve istatistik analizler yapılabilmektedir.

ArcGIS 10.4.1 ; Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen Arcmap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile haritalama, veri yönetimi ve görüntüleme işlemleri ve coğrafi analizler gerçekleştirilebilen yazılımdır (Anonim, 20010).

ArcGIS Spatial Analyst büyük ölçüde güçlü mekânsal modelleme ve hücre bazlı raster verileri oluşturmayı, haritalamayı, sorgulamayı sağlayan bir yazılımdır. ArcGIS Spatial Analyst ayrıca entegre bir vector-raster analizi yapılmasını sağlar. ArcGIS Spatial Analyst kullanarak, veriler hakkında bilgi türetilebilir, mekânsal ilişkiler tanımlanabilir, uygun alanlar bulunabilir, bir noktadan diğer bir noktaya geçişte birikmiş tutarlar hesaplanabilirler. 3D Analyst™ etkin bir yüzey veri görüntülenmesine ve analizine imkân verir. 3D Analyst kullanarak, birçok bakı noktasından yüzey görüntülenebilir, yüzey sorgulanabilir, seçitli konumlardan yüzeyde ne görülebildiği saptanabilir, raster ve vector veri üzerinde yüzeyi kapsayan gerçekçi bir perspektif imajı oluşturulabilir (Anonim, 2010).

1.5 Taşkın Modelleme

Yeryüzünde birçok ülkede, farklı zamanda ve farklı hayatı olumsuz etkileyen doğal afetlerden birisi de taşkınlardır. Serbest akan suların her zamanki akışından farklı olarak zararsız şekilde geçmesi istenen yatakların kapasitesini aşması ve etrafına zarar vermeye başlaması ile taşkınlardan söz edilmektedir. Oluşumunda bir çok etmen vardır. Bu etmenlerden müdahale edilebilir olanları üzerinde planlama ve modellemelerle zararları azaltılabilir.

Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de taşkınlardan sebep olduğu zararları azaltabilmek için bölge taşkın planları, meteorolojik ve hidrolojik gözlem çalışmaları, taşkın yıllıkları ve taşkın etütleri gibi taşkın zararlarını azaltma çalışmaları yapılmaktadır.

Taşkın modelleme çalışmalarında farklı teknikler uygulanmış ve yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlardan biri de Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi tarafından geliştirilen ve ülkemizde DSİ tarafından kullanılmakta olan Hec-RAS isimli hidrolik modeldir.

1.6 Hec-RAS Hidrolik Modeli

Hec- RAS programı; Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi tarafından üretilen nehir ağlarında su yüzeyi profillerinin çıkarılması için Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (Hec-RAS) isimli hidrolik bir modeldir (Anonim, 2010). Bu yazılım ile sayısal arazi modeli, veri olarak kullanılarak bir drenaj sisteminin şekli belirlenir. Sayısal Arazi Modelindeki her bir grid için bu gride gelen üst kotların ve bu gridin katıldığı alt kotların tanımlanması ile akışa geçen su yolu tanımlanır.

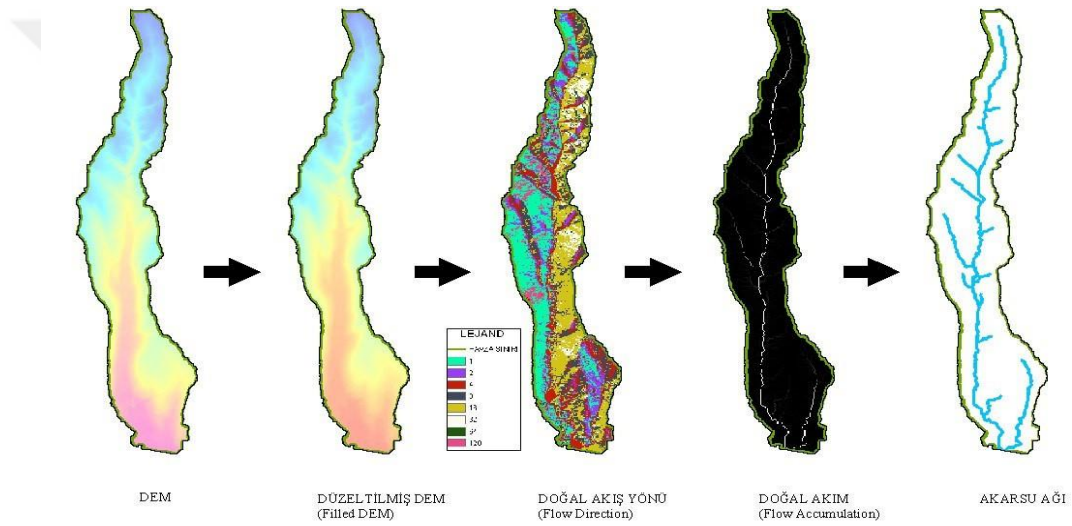
Yüzey hidrolik analizi Hydrology Modeling modülü ile yapılır. Bir yüzeyin şekli suyun bu yüzeyde nasıl hareket edeceğini belirler ve yüzeyin fiziksel karakteristiğinin tanımlanmasını sağlar. Bu yazılım ile sayısal arazi modeli veri olarak kullanılarak bir drenaj sisteminin şekli belirlenir ve bu sistemi sayılarla ifade etme imkanı verir. Sayısal Arazi Modelindeki her bir grid için bu gride gelen üst kotların ve bu gridin katıldığı alt kotların tanımlanması ile akışa geçen su yolu bilgisi tanımlanır. Böylece hidrolik modellemeye esas teşkil eden su bölümü çizgileri ve analizde olması gereken tüm su mecraları tanımlanmış olur. Suyun hareketinin modellenebilmesi için öncelikle suyun nereden gelip nereye gideceğinin belirlenmesi gerekmektedir (URL-1).

Modelin sahip olduğu özellikler arasında veri depolama ve yönetimi, görsel ve yazılı raporlar verebilme ve analiz sonuçlarının farklı amaçlar için taşınabilmesi yer almaktadır. Ayrıca model iyi bir görsel kullanıcı ara yüzüne sahip olarak tasarlanmıştır.

Hec- RAS su yolu ağı veya tek bir nehir kolu için hem düzgün değişen karlı akımlar hem de düzensiz değişen kararsız akım analizlerini gerçekleştirebilen bir yazılımdır. Model ayrıca kritik altı, kritik üstü ve karışık akım rejimlerine göre su yüzeyi profillerini çıkarabilmektedir. Bu analizleri gerçekleştirirken tek boyutlu enerji denklemleri veya momentum denklemlerini de kullanılabilir.

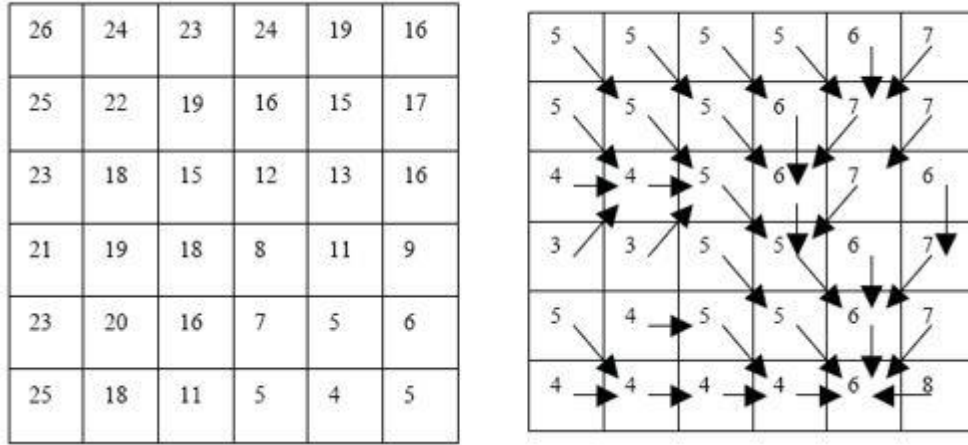
Enerji denklemlerinde aşınma katsayıları kullanılarak enerji kayıpları hesaplanmaktadır. Hec-RAS modeli için gerekli coğrafi veriler CBS teknolojileri kullanarak hazırlanmaktadır. Bu şekilde veri girişi daha hızlı ve daha hatasız olarak gerçekleştirilmektedir. Environmental System Research Institute (ESRI) ile HEC tarafından ortaklaşa geliştirilen Hec-geoRAS alt programı ArcView programı altında çalışmakta ve Hec-RAS için geometrik veri üretebilmektedir.

Doğal akış yönleri belirlendikten sonra diğer önemli bir aşama olan akış birikintileri hesaplanır. Akış birikintisinin belirlenmesi Şekil 9’ de gösterilmiştir (Özalp, 2009).



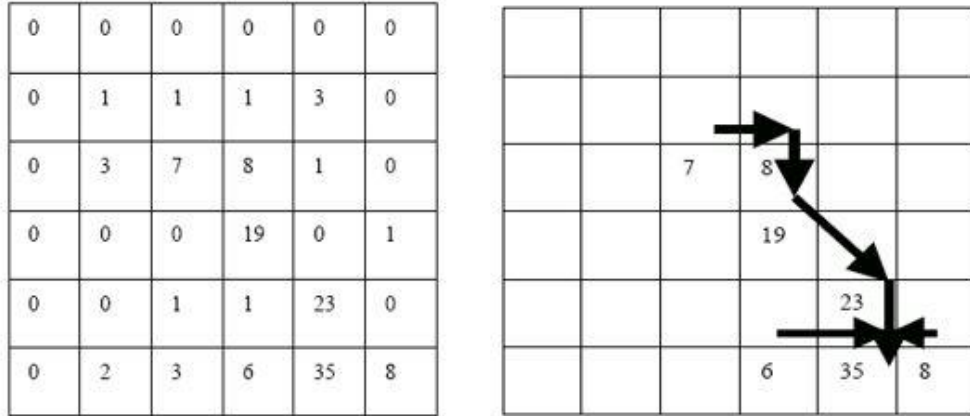
Şekil 9. Hec-RAS yazılımı ile SYM’den akarsu üretimi

Başlangıçta SYM’deki her bir hücrenin değeri sıfırlanır. Her bir hücreden başlayarak biri diğerine ilave edilerek yağmur düşüşünün bir kısmı ya da tamamının akış yönünü takiben akarsu aşağısındaki hücrelere transfer edilir (geçiş yapılır). Akarsu kanallarının simülasyonu için gereken sadece bir hücre boyunca geçen birikmiş su, kritik değere ulaştığında bir akarsu kanalının başladığı varsayılır (Şekil 10). Böylece, küçük alt kanallar ihmal edilmiş olur ve diğer kanallar sadece akış belirli bir yükseklikteki hacme ulaştığı zaman görünür. Şekil 10’ daki kanalların eşik değeri 6 birim hacim olarak başlar ve daha büyük hacim değerlerinin oluşturduğu pikseller birleştirilerek kanalların çizimi yapılır.



Şekil 10. SYM'deki yüksekliklerden akış yönünün oluşturulması

Akarsu drenaj ağını çizmek için, eşik değer ve üzerindeki değerlere sahip piksellerin akış hareketleri oklarla birleştirilir (Şekil 11). Dizinin kenarında bulunan sıfırlar, alan dışına akan su kanalları olarak yorumlanır. Çünkü doğal sistemlerde küçük miktarlardaki sular genellikle kanal içinde değil arazi üzerinde akar. Hücreler boyunca akarsu ağına akan suyun toplanması (birikmesi) beklenir. Böylece kanallar sadece belirli bir eşik değer hacmine ulaştığı zaman çizilmeye başlanır.



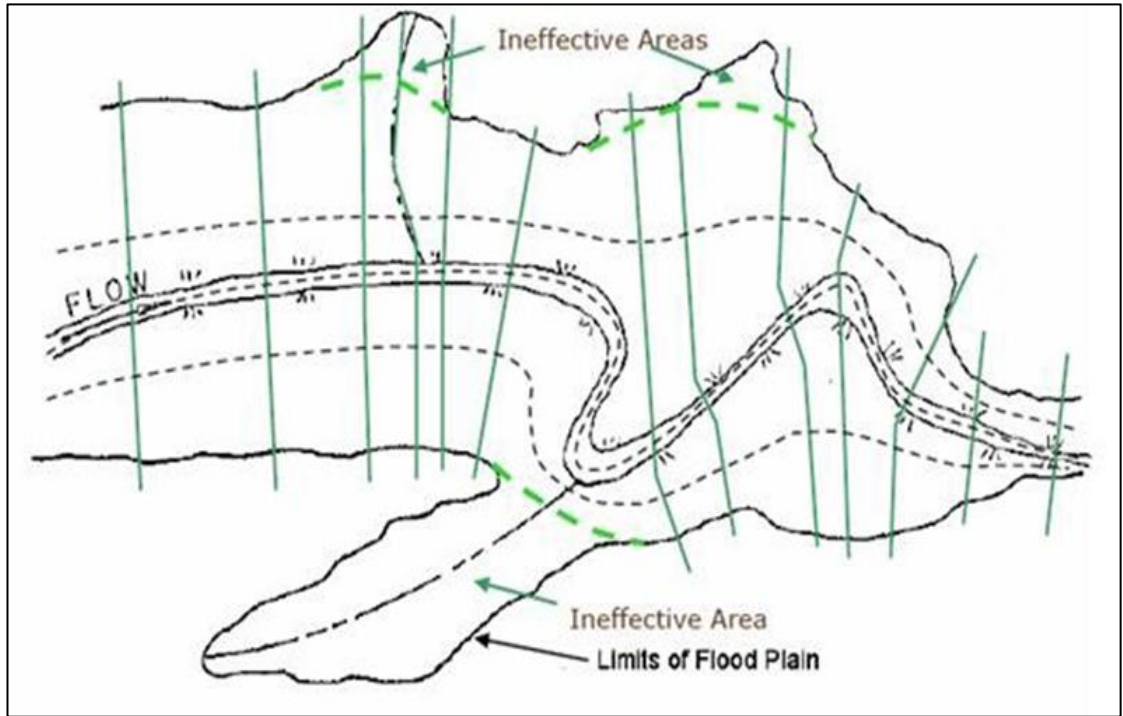
Şekil 11. Her grid'ten geçen akış birikintisi ve kritik akış seviyesi

Grafik bir çizim fonksiyonu kullanılarak SYM'den akarsu ağlarının sınırları çizilir. Örneğin, akış birikintisi her bir hücrenin içine akan aşağı eğimli hücrelerin sayısıdır. Bir fonksiyonla akış birikintisinin sonuçlarına eşik değer uygulanarak bir grid cebiri kullanılır ve akarsu ağının hatları belirlenir. Akarsu kanallarının derecelendirilmesi, akarsu ağındaki linklere (bağlantılara, segmentlere) belirli sayısal değerlerin atanması ile yapılır. Bu atama, alt kanallara dayanan akarsuların hiyerarşik sınıflandırılması ve

belirlenmesi için belirli bir metot kullanılarak yapılır. Akarsuların kollarının sıralanması akarsuların karakteristiklerini göstermiş olur (Anonim 2000).

Akarsu derecesi; en küçük koldan başlayıp kolların birleştiği noktalarda 1 artırarak yapılan hesaba göre havzada hesaplanan en yüksek değer akarsuyun derecesi olur. En yukarıda akarsu birikimi yoğunlaşmasına hiç sahip olamayan suyun direk yüzey akışı, birinci derece akarsularına karışır. Birinci derece akış, en yüksek atama sayısı ile en yüksek hiyerarşik seviye akarsuyudur. Akarsu drenaj ağının en dış bağlantıları daima en düşük derece 1'e atanır (Anonim 2000).

Orman yolları ile çakışan derelerin, ana ve yan kolların en ve boy kesitleri topografik yapının özelliklerine göre gerekli sıklıkta atılarak kesit profilleri Hec-RAS ile oluşturulmaktadır. Güzergah boyunca tanımlanan en kesitlerin ana ve yan kollardaki iletim kapasitesini gösterecek şekilde belirlenmesi gerekmekte ve yayılmış akımın geçebileceği tüm alanı tarayacak şekilde alınması gerekmektedir. En kesitlerin talveg hattını dik kesecek şekilde belirlenmelidir. Hec-RAS yazılımı ile oluşturulan tip en kesitler Şekil 12'de gösterilmiştir. (Ardıçoğlu, 2017)



Şekil 12. Orman Yollarında Hec-RAS yazılımı ile en kesitlerin oluşturulması

1.7 Manning Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi

Hec-RAS yazılımı ile su yüzü profillerinin doğru bir şekilde elde edilebilmesi için yüzey pürüzlülük durumu yani Manning katsayısının (n) belirlenmesi çok önemlidir. Manning değeri oldukça değişken bir parametre olduğundan birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler; yüzey pürüzlülüğü, bitki örtüsü özelliği, kanal düzensizliği, yatay eğim, menderesleşme, oyulma ve yığılmalar, engeller, kanal şekli ve ölçüsü, debi, mevsimsel değişimler, sıcaklık, askı ve sürüntü maddeleridir (Ardıçoğlu, 2017).

Bir en kesite ait su yüzü bilgisi olması halinde (n) değeri kalibre edilebilir. Böyle bir bilgi yoksa (n) değeri için benzer akım şartları veya deneysel çalışmalar ile elde edilmiş değer kullanılabilir. Farklı kanal özellikleri için Manning n değerinin belirlenmesi amacıyla birçok kaynak vardır. Akarsular ve taşkın kanallarında (n) değeri için en geniş bilgi Chow' un Açık Kanal Hidroliği (1959) kitabında verilmiştir. Kitapta daha geniş ve resimlerle sunulmuş akarsulara ait n değerleri ile model kalibre edilebilir (Ardıçoğlu, 2017).

İrlandalı mühendis Robert Manning tarafından 1889 yılında ortaya konulan formül aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Chow, V.T., 1959):

$$V = (1/n)R^{2/3}J^{1/2} \quad (1)$$

$$R = A/P \quad (2)$$

Burada V hızı, R hidrolik yarıçapını, A ıslak alanı, P ıslak çevreyi, J kanal taban eğimini, n Manning pürüzlülük katsayısını simgelemektedir.

Manning katsayısı (n) değeri çeşitli yöntemlerle elde edilebilir. Türkiye'de DSİ tarafından kullanılan modifiye Cowan yöntemi Tablo 2'de verilmiş ve devamında gerekli parametreler açıklanmıştır (DSİ, 2016). Buna göre n hesabı;

$$n = m. (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (3)$$

formülü ile yapılmaktadır. Burada; n Manning Katsayısını, m Akarsu Kıvrımını, n_b Malzeme Cinsini, n₁ Şev Durumunu, n₂ Kesit Değişimini, n₃ Yapılar veya Engelleri, n₄ Bitki Örtüsünü simgelemektedir.

“n_b” (yataktaki malzeme cinsi) parametresi belirlenirken;

- Yataktaki malzeme cinsi, elek analizi sonucu veya gözlemsel olarak belirlenebilir.
- İri bloklu yataklardaki elek analizi, iri blokların ihmal edilmesi suretiyle yanlış yorumlanabileceğinden, bu durumdaki dere yataklarında elek analizi tavsiye edilmemektedir.
- Dane çapı değerleri yataktaki dane çapının medyan değerine göre belirlenmelidir.
- Dere yatağı boyunca aşırı farklılıklar olması durumunda pürüzlülük değeri, dere yatağı bölümlere ayrılarak (mamba kesimi, orta kesim, mansap kesimi, km: 0+000 – km: 2+200arası, ... mevki kesimi vb.) belirlenmeli ve bu değişim noktaları 1/25000 ölçekli harita üzerinde işaretlenmelidir.
- Projelendirilecek ıslahlı durumlar için değerlendirme yapılırken, ıslahlı kanalda sürekli bakım (rüsubat, iri blok, ot, ağaç temizliği, tesis onarımı vb.) yapıp yapılmayacağına göre değerlendirme **yapılmalıdır [16]**.
- Belirlenen her kesim için dere yatağından örnek fotoğraf çekilmeli ve arşivlenmelidir.
- Medyan dane çapı; D50: malzemelerin % 50 sini geçiren çap

“n1” (kanal şev durumu) parametresi belirlenirken;

- Kanal şev durumu doğal durum veya projelendirilecek ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- Projelendirilecek ıslahlı durumlar için değerlendirme yapılırken, ıslahlı kanalda sürekli bakım (rüsubat, iri blok, ot, ağaç temizliği, tesis onarımı vb.) yapıp yapılmayacağına göre değerlendirme yapılmalıdır.
- Sağ ve sol sahilde farklılık var ise tablodan seçilen değerler her sahil için ayrı ayrı belirlenmeli ve daha sonra sonuçlar toplanarak ortalaması alınmalıdır.
- Şevlerde ağaç olması halinde bu durum n1 katsayısı belirlenirken dikkate alınacaktır. Yatak tabanındaki ağaçlar burada dikkate alınmayacak olup “n4” parametresinde dikkate alınacaktır.

“n2” (kanal kesit değişimi) parametresi belirlenirken;

- İslah edilmiş kesitlerde genellikle “0” değeri alınır.

- Doğal kesitlerde yatağa göre değerlendirme yapılmalıdır.

“n3” (kanaldaki engeller) parametresi belirlenirken;

- Birikinti, tümsek, düşü, brit, bent, şüt, kaya, köprü ayağı, çok gözlü menfez gibi akışı etkileyen engeller dikkate alınmalıdır.
- Yatak tabanındaki ağaçlar burada dikkate alınmayacak olup “n4” parametresinde dikkate alınacaktır.
- Yataktaki engeller doğal durum veya projelendirilecek ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- Projelendirilecek ıslahlı durumlar için değerlendirme yapılırken, ıslahlı kanalda sürekli bakım (rüsubat, iri blok, ot, ağaç temizliği, tesis onarımı vb.) yapıp yapılmayacağına göre değerlendirme yapılmalıdır.

“n4” (kanal bitki örtüsü) parametresi belirlenirken;

- Yatak tabanındaki ağaçlar dikkate alınacaktır.
- Yataktaki ağaçlar doğal durum veya projelendirilecek ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- Projelendirilecek ıslahlı durumlar için değerlendirme yapılırken, ıslahlı kanalda sürekli bakım (rüsubat, iri blok, ot, ağaç temizliği, tesis onarımı vb.) yapıp yapılmayacağına göre değerlendirme yapılmalıdır.

“m” (Akarsu kıvrım) parametresi belirlenirken;

- Pürüzlülük katsayısı belirlenecek güzergah uzunluğu, güzergahın başlangıç ile bitişi arasındaki kuş uçuşu uzunluğa bölünür. Çıkan değerden gerekli m değeri hesaplanır.

Tablo 2. Pürüzlülük Katsayısı Hesap Tablosu (Modifiye Cowan Metodu)

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Medyan dane çapı (mm)	--	nb	0.012-0.018
	Kaya		--		--
	Sert Toprak		--		0.025-0.032
	İri kum		1-2		0.026-0.035
	İnce çakıl		--		--
	Çakıl		2-64		0.028-0.035
	İri Çakıl		--		--
	İri Taş		64-256		0.030-0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040-0.070
Kanal şev durumu	Pürüzsüz			n1	0.000
		Beton duvar			0,003
	Önemsiz	Taş duvar			0.005
		İstifli taş tahkimat			0,008
	Orta	Ağaçsız kaya/ toprak yamaç			0.010
		İstifsiz taş tahkimat			0,015
	Şiddetli	Ağaçlı yamaç			0.020
Kanal kesit değişimi	Aşamalı			n2	0.000
	Ara Sıra Değişen				0.005
	Sık Değişen				0.010-0.015
Kanaldeki engeller	İhmal Edilebilir	Engel/Kesit alanı x100	<%5	n3	0.000
	Önemsiz		%5-15		0.010-0.015
	Kayda Değer		%15-50		0.020-0.030
	Şiddetli		>%50		0.040-0.060
Kanal bitki örtüsü	Düşük			n4	0.005-0.010
	Orta				0.010-0.025
	Yüksek				0.025-0.050
	Çok Yüksek				0.050-0.100
Kanal kıvrımı	Önemsiz	Dere uzunluğu / kuş uçuşu uzunluk	1-1,2	m	1.000
	Kayda Değer		1,2-1,5		1.150
	Şiddetli		>1,5		1.300

2 MATERYAL VE YÖNTEM

Orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından değerlendirilmesine yönelik bu çalışma Artvin ili Tütüncüler Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki alanda yapılmıştır. Daha önce bu bölgede Satır, O. (2010) ve Acar, M. (2018) tez çalışmaları yapılmış, bölgeye ait orman yolu ve sanat yapıları vb. alımları yapıldığından taşkın risk değerlendirmesi de Tütüncüler Orman İşletme Şefliğindeki orman yolu ve sanat yapılarında yapılmıştır.

2.1 Materyal

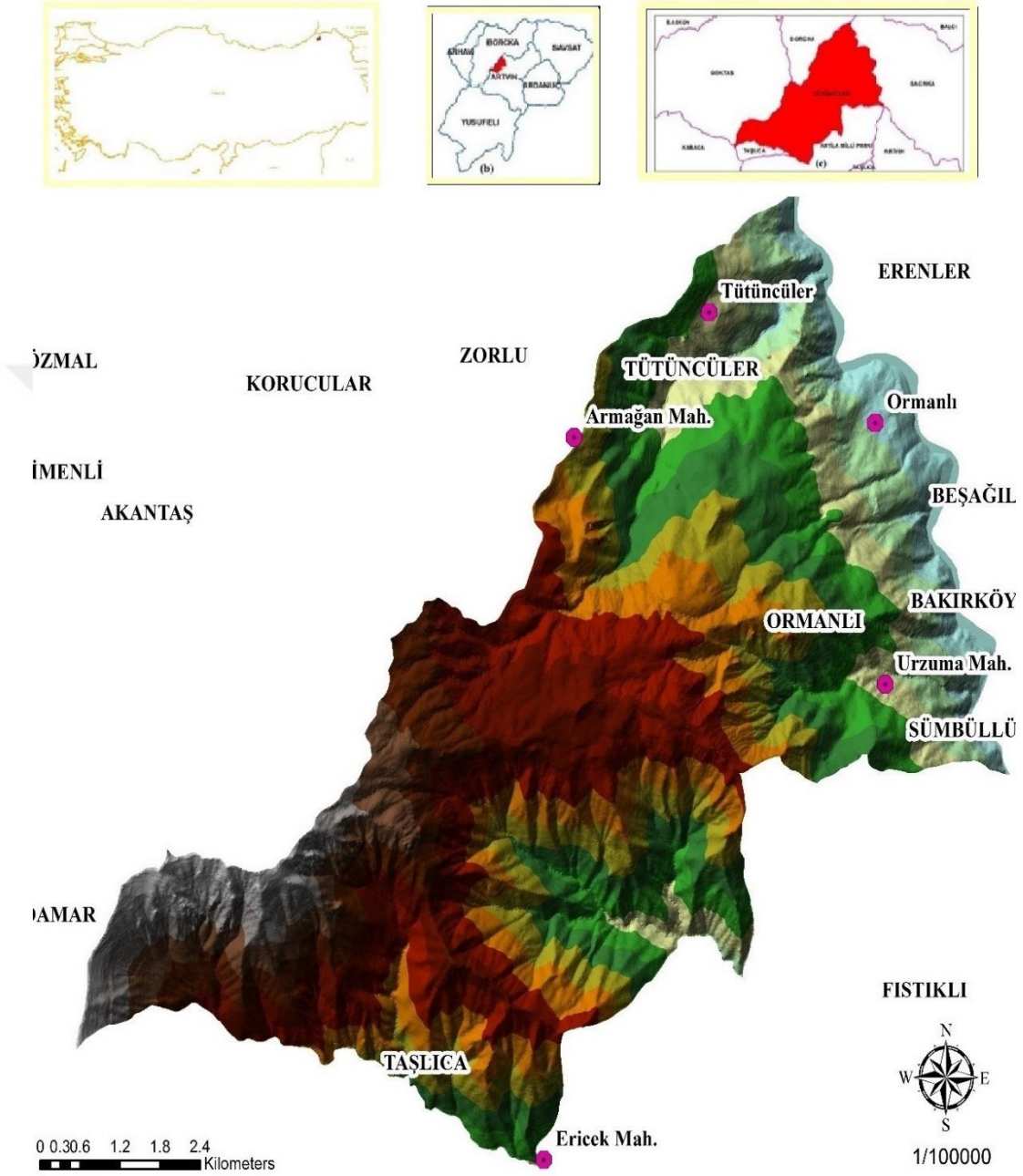
Çalışmanın yapıldığı alan Artvin Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne (OİM) bağlı Tütüncüler Orman İşletme Şefliği (OİŞ) sınırları içerisinde olup alanın konumu Şekil 13' te gösterilmiştir.

Tütüncüler OİŞ coğrafi olarak $41^{\circ}10'55''$ - $41^{\circ}17'40''$ kuzey enlemleri ve $41^{\circ}37'06''$ - $41^{\circ}47'12''$ doğu boylamları arasında olup, 1/25000 ölçekli F47a3, F47b4, F47c1, F47d1 ve F47d2 paftaları içerisinde kalmaktadır.

Orman yollarının inşa aşamasında ve işletme süresince ihtiyaç duyulan bakım ve onarım maliyetinin minimum düzeylerde olması için, oturtulacakları zeminin karakteristiklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Tütüncüler OİŞ' nin arazi yapısı volkanik sahre ara tabakalı kretase, eosen ve paleosen gişinden oluşmaktadır. Çalışma bölgesi riyolit, dasit ve riyodasitlerden oluşmaktadır (Anonim, 2010).

Tütüncüler OİŞ' indeki arazi yapısı dağlık, yüksek eğimli, kendi içinde çok sayıda dere barındıran kırıntılı yüzeye sahip görünümündedir. Küçük alanlarda dahi birden çok bakıya rastlamak mümkün olmakla birlikte Kuzeybatı ve Güneybatı bakıları ağırlıklıdır. Bölgedeki en yüksek kot, doğu sınırı üzerindeki 2844 m yüksekliğindeki isimsiz tepe, en alçak kot ise kuzeydoğu sınırında bulunan Borçka Barajının rezervuar su seviyesidir.

Tütüncüler OİŞ, Doğu Karadeniz bölgesinin iç kısmında yer almakta ve karadeniz iklim kuşağı özelliklerini taşımaktadır. Yıl boyunca ve bol yağış alan bir bölgede yer almaktadır. Orman alanı en alçak kottan en yüksek kota kadar yayılım göstermektedir.



Şekil 13. Çalışma Alanı Olan Tütüncüler Orman İşletme Şefliğinin Sayısal Yükseklik Modeli ve Konumu

a: Türkiye haritasında

b: Artvin OBM'nde

c: Artvin OİM'nde

Tütüncüler OİŞ'nin genel alanı 7206,50 hektar, ormanlık alan miktarı 5749,20 ha dır. Ormanlık alanın 4042,20 ha'ı normal kuru, 1707,00 ha'ı ise bozuk korudur. Açıklık alan miktarı ise 1457,30 ha dır. Tütüncüler OİŞ sınırları içerisinde içinde iki adet köy bulunmaktadır (Satır, 2010). Ormanlarında genellikle Gürgen, Akçaağaç, Ladin, Kayın, Göknar, Meşe, Kızılağaç, Kestane, Kavak, Sarıçam, Ihlamur gibi iğne yapraklı ve geniş yapraklı türler mevcuttur. (Anonim, 2010).

Tütüncüler OİŞ sınırları içindeki mevcut orman yolları tipik en kesiti yukarıda Şekil 2 ve 3'de gösterilmiş olan B tipi tali orman yoludur. Su akıtıcı sanat yapıları ise çoğunlukla büz, bazı yerlerde menfezdır (Şekil 5-6).

Çalışma alanında mevcut orman yollarının iz ölçümü ve var olan sanat yapılarının konum tespitleri Magellan Explorist 610 GPS ile 2017 yılı yaz aylarında AÇÜ Araş.Gör. Mustafa Acar tarafından yapılmıştır (Acar, M. 2018).

GPS koordinat sistemi projeksiyon ve datum parametreleri altlık haritalarına uygun olacak şekilde ayarlanarak alım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Böylelikle arazi çalışmalarından elde edilen verilerin dönüşüm ve ofis işlemleri kısaltılarak zaman ve iş gücünden tasarruf edilmiştir.

Tütüncüler OİŞ CBS altlık verilerin oluşturulması için alınan belgeler ve alındığı birimler aşağıda listelenmiştir:

- 1/25000 ölçekli Topoğrafik Harita Paftaları (Artvin F 47-a3, F 47-b4, F 47-c1, F 47-d1 ve F 47-d2): DSİ Genel Müdürlüğünden.
- 1/25000 ölçekli Amenajman Planı ve meşcere haritaları: Artvin OBM'nden
- 1/5000 ölçekli Ortofoler: DSİ Genel Müdürlüğünden
- Mevcut Orman Yol Ağı Planı ve Tadilat Projeleri: OBM
- Baraj rezervuar kotları ve yerleri: Artvin DSİ Çoruh Projeleri 26. Bölge Müdürlüğünden
- Orman Yollarının Yapım işleri ile ilgili 202 ve 292 sayılı tebliğler: OGM'nden.

Coğrafi Bilgi Sistemleri veri tabanı oluşturmak amacı ile ilk olarak mevcut haritalar, 2015 yılında çekimi tamamlanan Ortofoto görüntüleri ve araziden GPS ile alınan

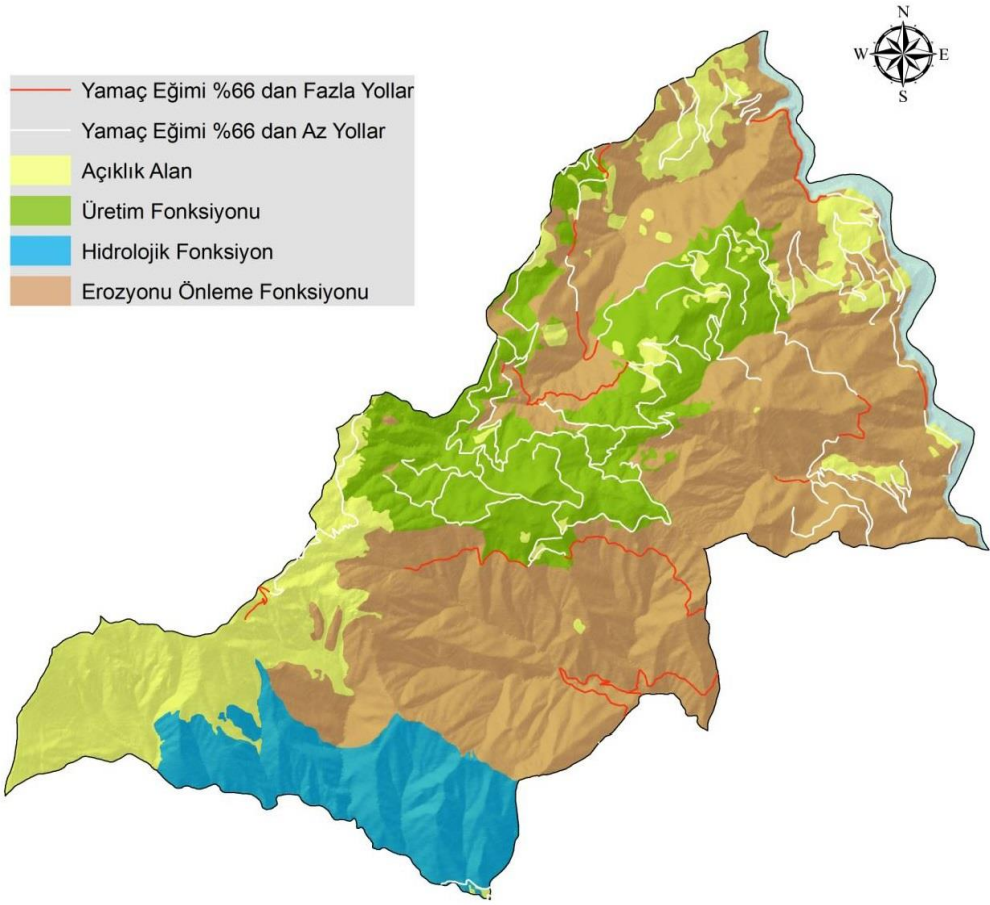
orman yolu ve sanat yapısı verileri ArcGIS programında ilişkilendirilmiştir. Arazide mevcut olan yollar, orman yolları haritasından kontrol edilerek GPS ile alınan veriler ArcGIS programı yardımı ile sayısal hale getirilmiştir.

Çalışma bölgesine ait ortofotolar arazilerin mevcut kullanım durumunu, mevcut ormanların fonksiyonlarını, orman yolu ve sanat yapılarının konumlarının çalışma öncesi tespit edilmesi ve çalışmanın planlanmasında kullanılmıştır. ArcGIS programı ile altlık verilerden üretilen eğim ve bakı haritalarını oluşturabilmek amacı ile eş yükseltilerden yararlanılarak önce surface daha sonra da tin verisi oluşturularak sayısal arazi modeli elde edilmiştir. ArcGIS yazılımı sayesinde yol uzunlukları, güzergah üzerinde bulunan sanat yapıları model üzerine işlenerek analiz yapılabilecek hale getirilmiştir.

Bu çalışmada yazılım olarak; Arazide toplanan verilerin işlenmesi için NetCad 7.6, AutoCAD 2015, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) analizleri için Esri ArcGIS 10.4.1, Hec- RAS ve Hec-geoRAS uygulamalarından yararlanılmıştır. Arazinin modellenmesi ve üç boyutlu analizinin yapılabilmesi için ArcGIS Spatial Analyst, ArcGIS 3D Analyst yazılımlarından yararlanılmıştır. Taşkın modelleme için Hec- RAS yazılım programı kullanılmıştır.

CBS yazılımlarının kullanımı için özellikli, hızlı ve ekran kartı yüksek teknoloji bilgisayar ve donanımların kullanımı hızlı ve doğru sonuç almada etkili olmaktadır. Bu yüzden ofis çalışmalarında; Intel Xeon işlemcili, 24 Gb Ram'li, NVIDIA Quadro K2000 ekran kartlı ve Windows 10 Pro 64 bit işletim sistemli bir iş istasyonu bilgisayar kullanılmıştır.

Taşkın riski modellenmesi yapılabilmesi için gerekli olan parametreler çalışma alanı Tütüncüler OIŞ sınırları içerisinde bulunan ağaç türleri, toprak yapısı, havza içerisinde bulunan yağış rejimleri gibi bilgiler ışığında elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülük durumu yani Manning katsayısının (n) Cowan metoduna göre belirlenmesinde arazinin topografik yapısı, bitki örtüsü, ormanla kaplı alan durumları vb. özellikleri 2011 yılında aynı yörede Orm.Y.Müh. Oyanur Satır tarafından yapılan bilimsel çalışmada ortaya konulan ve Şekil 14' te gösterilen yüzey özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır (Satır 2011).



Şekil 14. Tütüncüler OİŞ mevcut orman yollarının orman fonksiyonlarına göre dağılımı

Tütüncüler OİŞ sınırları içindeki derelere ait debi girişleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanıp tablolar halinde verilen taşkın raporlarından alınmış (DSİ, 200?) ve yöreye ait 50 yıllık yineleme zamanlı debi değerleri aşağıda verilmiştir:

Kullanılan Akım Gözlem İstasyonu Numarası: E23a039, Yineleme Zamanı: 50 Yıl

Toplam Yağış Alanı: 297,7 km² ve 50 yıllık Taşkın Debisi: 153,31 m³/s

Tütüncüler - Bostovan (Tütüncüler) Deresi Yağış Alanı: 16,98 km² ve 50 yıllık Taşkın Debisi: 22,72 m³/s

Tesise ait yağış alanları için seçilen Baz Akım (m³/s) 2,45

Tütüncüler ana kol (Bostovan Deresi) haricindeki yan kollarda Akım Gözlem İstasyonu verileri olmadığı için buralardaki debi değerleri yine 50 yıllık taşkın verileri dikkate alınarak enterpolasyonla hesaplanmıştır.

Tütüncüler OİŞ sınırları içindeki orman yolları ve sanat yapılarının taşkın riski açısından analiz edilmesi için gerekli olan tüm parametreler elde edilmiş ve taşkın risk değerlendirmesine hazır hale getirilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Arazi Verilerinin Alınma Yöntemi

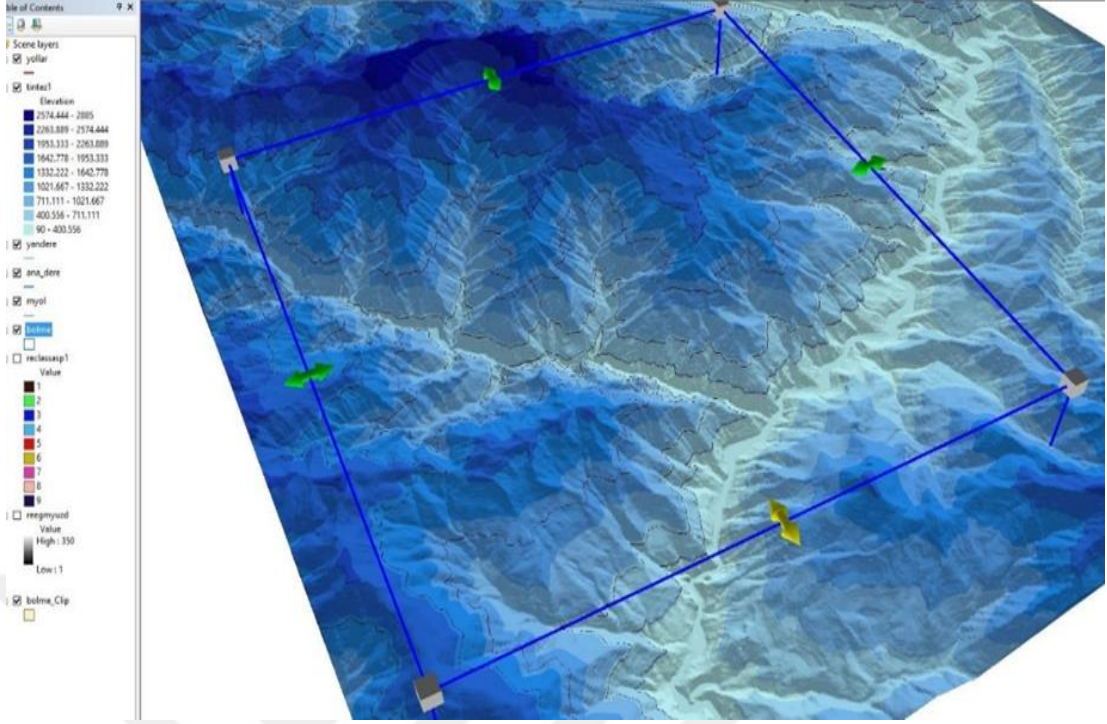
Arazi çalışmasında; Tütüncüler OİŞ sınırları içerisindeki mevcut orman yolları gezilmiş ve GPS yardımıyla iz kaydı yapılarak mevcut yolların koordinat ve uzunluk bilgileri kaydedilmiştir. Ayrıca mevcut yolların ihtiyacı olan sanat yapısı, üst yapı, hendek gibi analizi gereken tüm yapılar için bunların arazideki başlangıç ve bitiş yerlerinde, mevcut sanat yapılarının ise uygulama noktasında GPS ile nokta kaydı yapılarak koordinatlı olarak yerleri tespit edilmiştir (Acar, M. 2018)

Arazide toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve verilerin birleştirilmesi ile mevcut yolların çizimi NetCAD yazılımı ile tamamlanmıştır. ArcGIS programı yardımıyla CBS veri tabanı oluşturulmuş ve oluşturulan veri tabanına arazide alınan noktalar girilerek, mevcut yolların taşkın risk değerlendirmesi yapılacak güzergahları seçilmiştir.

2.2.2 Verilerin Değerlendirilme Yöntemi

Bilgisayar ortamında araziye temsil eden sayısal yükseklik modeli (SYM diğer adı DEM) oluşturulması için ArcGIS yazılımında Triangular Irregular Network (TIN) Modülü kullanılmıştır (Şekil 15).

DSİ Genel Müdürlüğünden elde edilen 1/5000 ölçekli Ortofoto Topoğrafik haritalardan elde edilerek sayısal hale getirilen eş yükselti eğrilerinin de yazılıma dâhil edilmesinden sonra bu yükseklik değerleri “TIN Management” aracı sayesinde “Create TIN” sekmesi kullanılarak araziye ait yükseklik değerleri ile kuzey-doğu koordinat değerleri entegre edilmiştir. Bunun sonucunda yükseklik katmanlarını gösteren SYM (DEM) haritası oluşturulmuştur.



Şekil 15. TIN oluşumu ekran görüntüsü

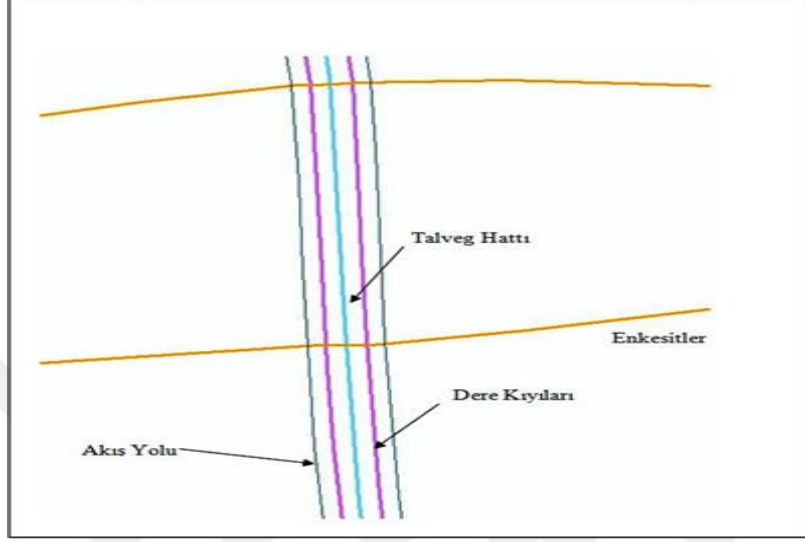
Oluşturulan TIN modelinin, Hec-RAS yazılımında kullanılmak üzere su yüzeyi profillerinin piksellerle gösterilmesi için tiff formatlı raster verisi haline getirilmesi için ArcGIS programı kullanılmış ve Export raster sekmesi ile Tin verisi Raster haline getirilmiştir. Raster verisi haline gelen DEM haritası üzerine Hec- RAS yazılımının Rasmapper modülü ile orman yolları, derelerin ana ve yan kolları işlenmiş ve Hec-RAS yazılımı ile hidrolik model çalışmasına geçilmiştir.

2.2.3 Hidrolik Model Oluşturma

Taşkın analizinin yapılması için öncelikle hidrolik modelin oluşturulması gerekmektedir. Hec-RAS yazılımı ile hidrolik model oluşumu 5 ana başlıktan oluşmaktadır;

- Yeni projeyi oluşturma,
- Geometrik veriyi girme,
- Akım verisi ve sınır şartlarının girilmesi,
- Hidrolik hesaplama ve analiz,
- Sonuçların incelenmesi ve çıktıların alınması.

Hec-RAS yazılımına girilecek olan veriler taşkın analizi yapmada kullanılacaktır. Talveg hattı, dere kıyı çizgileri, havza alanları, arazi kullanım planı, büz, menfezler ve köprüler, detay yapılar, su toplanan bölgeler, akışın olduğu diğer bölgeler gibi bilgilerin bu programa işlenmesi gerekmektedir. Akarsu modeli için oluşturulması gereken kesit şekli Şekil 16’ de gösterilmiştir.

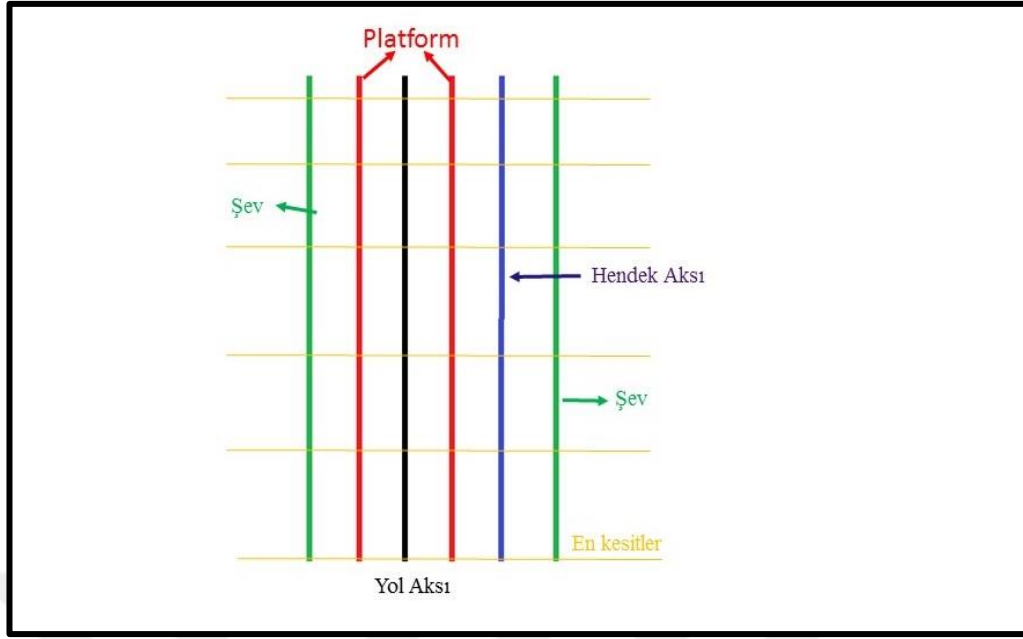


Şekil 16. Sulu Dere Ve Kuru Derelerde Akarsu Modeli Hec-RAS Verileri

Dere bilgilerinin girilmesine talveg hattından başlanmalıdır. Dere akış yolları ise hesaplamalarda dere yatağındaki suyun yönünün belirlenmesinde kullanılır.

Taşkın analizi yapılırken en önemli adımlardan biri de tanımlanacak olan en kesit noktalarıdır. Bu en kesitler uzun olmalı ve akış yönünün solundan sağına doğru dereyi dik kesecek şekilde alınmalıdır. Taşkın analizi yapılırken çizilen en kesit noktalarının birleştirilmesi söz konusu olmakta, iki en kesit arasındaki su basma yükseklikleri birleştirilerek taşkın haritalaması yapılmaktadır.

Dere bilgilerinin girilmesine benzer şekilde orman yollarının kenar hendeğinden akan su taşkınlarına karşı durumunu analiz etmek için orman yolu ve sanat yapısı modelinin oluşturulması gerekmektedir. Bunun için yol kenar hendeğinin talveg hattı bir dere akışının talveg hattı olarak kabul edilmiş, kenar hattın bir tarafında orman yolunun orta eksenini diğer tarafında yukarı yamaç kabul edilmiş ve orman yolu kesit modeli oluşturulmuştur (Şekil 17).



Şekil 17. Orman Yolu Modeli Hec- RAS verileri

Hec- RAS yazılımında akarsu modellemede olduğu gibi orman yolu için öncelikle yeni bir proje dosyası oluşturulmalıdır. Proje dosyasına altlık olması için çalışma alanında yapılan harita çalışmaları AcGIS programı ile elde edilen TIN verisi üzerine işlenmiştir. Böylece bu noktalardan alınan en kesitler ile profil kotları TIN dosyasından alınmış ve proje geometrik veri girişi için hazır hale getirilmiş olacaktır. Proje dosyası oluşturulduktan sonra geometrik veri girişi yapılacaktır.

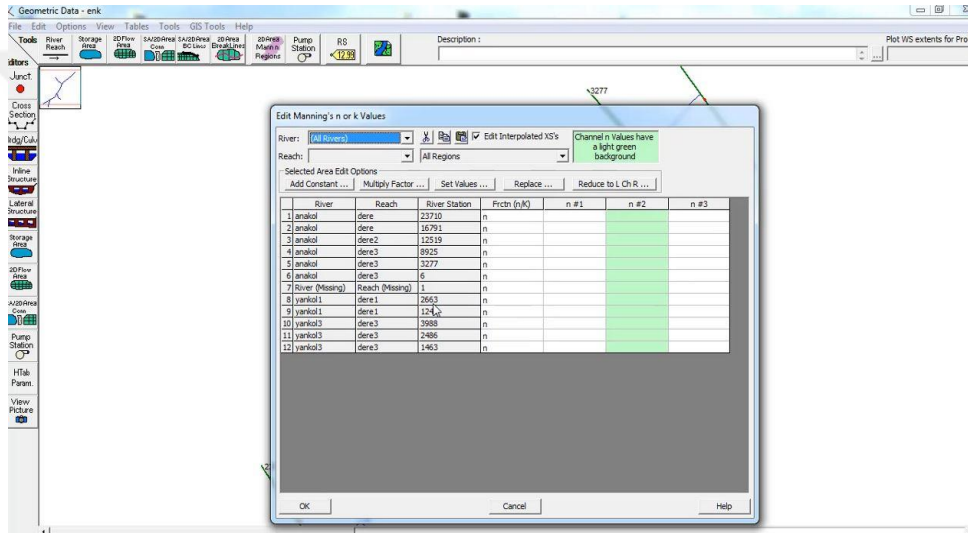
Geometrik veri girişi;

- Öncelikle yol güzergahı, yol aksı kabul edilerek yol aksı çizilir,
- Dere akış yönü dikkate alınarak yolun önce sol platform çizgisi daha sonra da sağ platform çizgisi çizilir,
- Yol kenarı hendek yapısı hangi tarafta ise hendek aksı çizilir,
- Yolun her iki tarafının şev tarama sınırları çizildikten sonra en kesit genişliğinin sınır tanımları yapılır,
- En son olarak istenirse otomatik olarak NETCAD ya da AUTOCAD yazılımları ile veya manuel olarak elle istenen yerlere, istenen uzunluk ve sıklıkta en kesit atılır.

En kesit oluşturma işlemi sonrasında analiz yapılacak bölgenin özelliklerine göre manning pürüzlülük katsayısı (n) değerleri Hec-RAS yazılımı Cross Section komutu

kullanılarak Şekil 22’ de gösterilen Manning’s Value sekmesine girilmektedir. Pürüzlülük katsayısı her kesit için ayrı ayrı girilebileceği gibi bir güzergah üzerindeki tüm kesitler için tek seferde de girilebilir.

Yüzey hidrolik analizi Hydrology Modeling modülü ile yapılır. Sayısal Arazi Modelindeki her bir grid için bu gride gelen üst kotların ve bu gridin katıldığı alt kotların tanımlanması yapılarak akışa geçen su yolu belirlenir. Böylece hidrolik modellemeye esas teşkil eden su bölümü çizgileri ve su mecraları tanımlanmış olur. Bu yazılım ile sayısal arazi modeli, veri olarak kullanılarak su akıtma sisteminin şekli belirlenir.



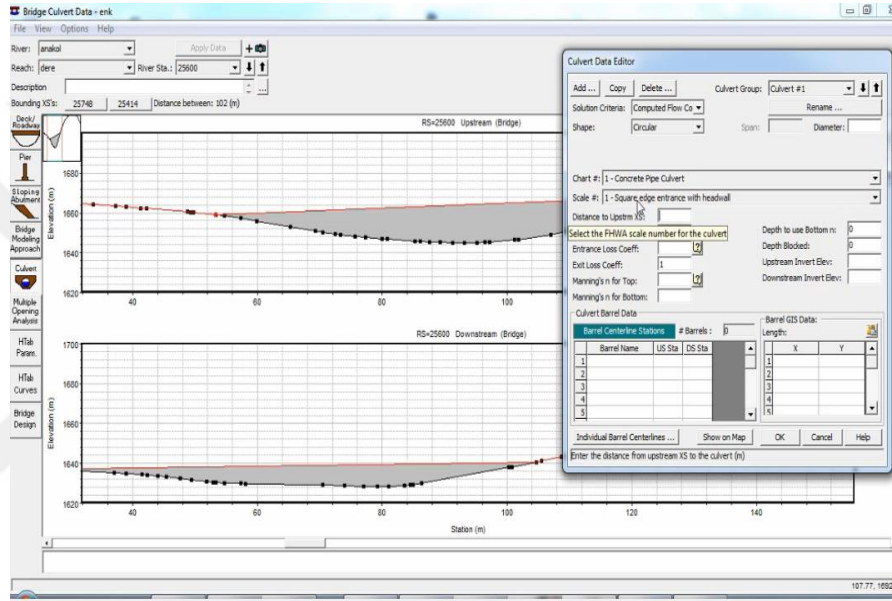
Şekil 18. Hec-RAS yazılımı ile eğim ve manning katsayısı giriş ekran görüntüsü

Tablo 2’ de gösterilen manning katsayısı hesap parametreleri her çalışma bölgesi için ayrı ayrı değerlendirilmiş, bölgesinin taşımış olduğu özellikler dikkate alınarak seçilmiş, her çalışma bölgesi için ve her bölgede su akışının meydana geldiği dere ve hendek yapıları için ayrı ayrı pürüzlülük katsayısı hesaplanmıştır.

Hesaplamalar yapılırken hendek yapıları için rusubat ve sediment miktarları sıfır kabul edilmiştir. Pürüzlülük katsayısı girişlerinden sonra kararlı akım, karasız akım ve debi girişleri her ana ve yan kollar için tek tek yapılmaktadır. Bu çalışmada hidrolik model kararlı akım ile analiz edileceği için derelere ait debi girişleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan taşkın raporlarından alınarak yapılmıştır.

Debi değerleri Hec-RAS yazılımı Geometric Data modülünden Steady Flow Data (Sabit Akış Verisi) sekmesinden girilmektedir.

Çalışma alanında örnek alt havzalar ve bunların yollar ile kesiştikleri noktalarda, kuru dere ve sulu dere geçişleri, eğim sınıfı ve bakı durumu farklı bölgeler örnek alan olarak seçilmiştir. Bu örnek alanlarda; havzanın alanı hesap edildikten sonra ve arazi durumuna göre hidrolik karakteristikler Hec-RAS yazılımı Bridge/Culvert komutu ile yapılmaktadır. Dairesel kesitli büz yapılarının Hec-RAS yazılımı Culvert Data modülü ile geometrik veri girişi Şekil 19' te gösterilmiştir.



Şekil 19. Culvert Data menüsü büz sanat yapısı veri giriş ekran görüntüsü

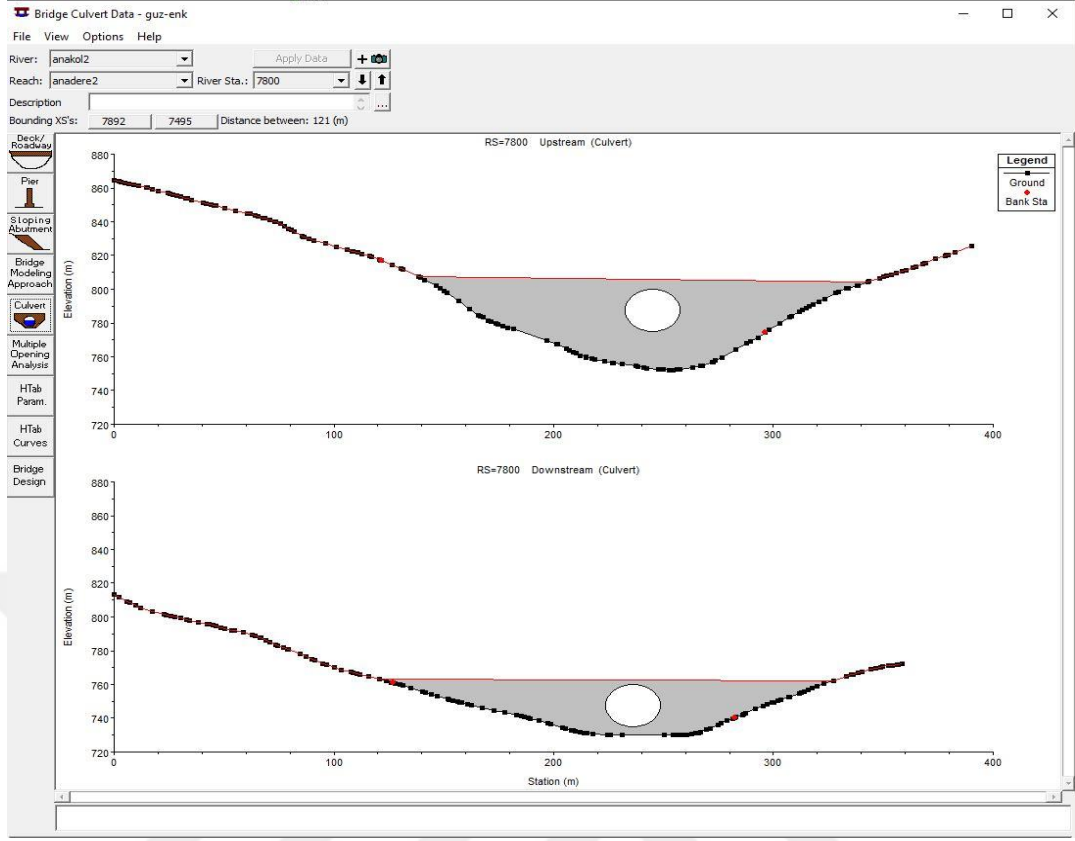
Dairesel kesitli büzlerde Hec-RAS yazılımı Culvert Data modülü ile geometrik veri girişi işlemi; Culvert Data modülünden culvert editör sekmesi seçilir,

Culvert modülünden add culvert sekmesi seçilerek dairesel büz genişliği, üst giriş kotu ve alt çıkış kotları arazi en kesitinden okunarak girilir,

Büzden geçecek suyun debi miktarı ve cowan büz pürüzlülük katsayısı girilir,

Oluşturulan dairesel büz kesiti geometrik data modülü açılarak kontrol edilir ve culvert (büz) modeli çalıştırılır.

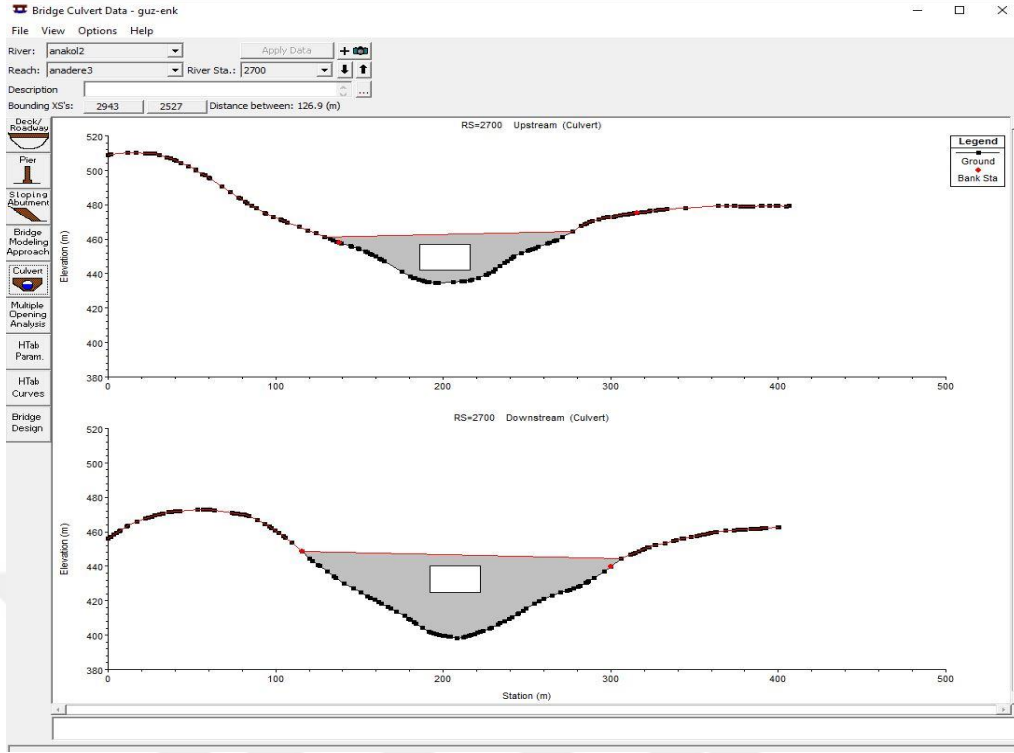
Analiz sonucu hata meydana gelmesi durumunda program hata bildirimini yapmakta ve büz verilerinin kontrol edilmesini istemektedir.



Şekil 20. Hec-RAS ile Oluşturulan daire kesitli Büz görüntüsü

Kutu menfezlerin Hec-RAS Culvert Data modülü ile geometrik veri giriş işlemi;

- Culvert Data modülünden culvert editör sekmesi seçilir,
- Culvert modülünden add culvert box sekmesi seçilerek kutu menfez genişliği, yüksekliği, boyu, üst giriş kotu ve alt çıkış kotları girilir,
- Menfez boyutları oluşturulduktan sonra bank station sekmesi verileri arazi kesitinden okunarak girilir,
- Menfezden geçecek olan su debisi ve menfeze ait cowan pürüzlülük katsayısı girilir,
- Oluşturulan menfez geometri data modülü açılarak kontrol edilir ve menfez modeli çalıştırılır. Analiz sonucu hata olursa program error hata bildirimini yapar ve menfez verilerinin kontrol edilmesini ister.



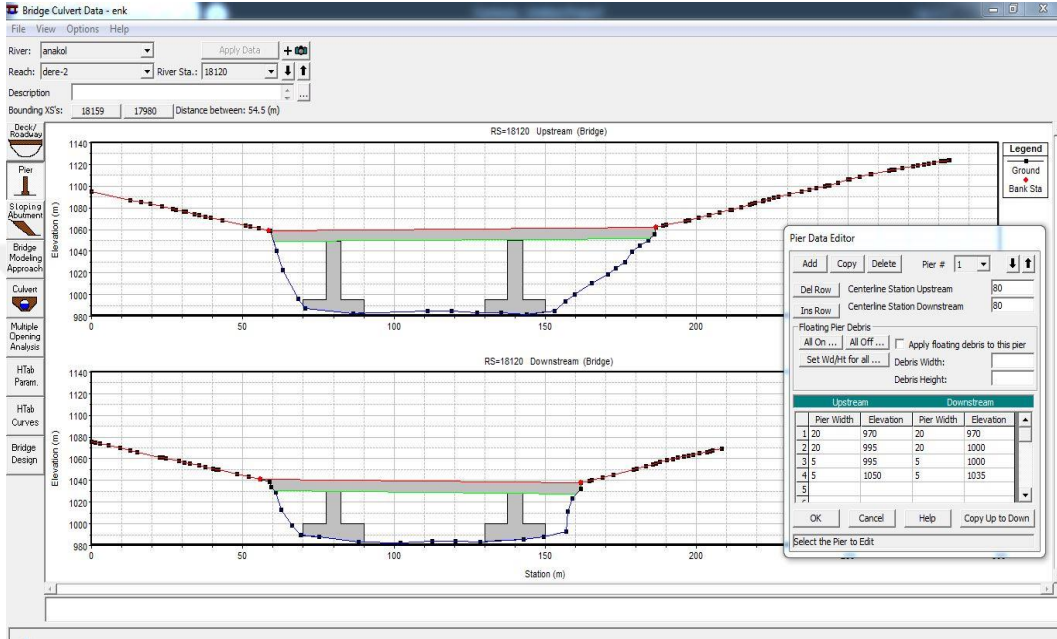
Şekil 21. Hec-RAS ile Oluşturulan kutu Menfez görüntüsü

Ayrıca arazide mevcut olmamasına rağmen kesitler üzerinden uygun görülen yerlerde iki adet köprü boyutlandırması yapılarak risk analizleri yapılmıştır.

Köprü yapısının Hec-RAS yazılımı Bridge Culvert Data modülü ile geometrik veri giriş işlemi;

- Bridge Culvert Data modülünden Add Bridge Data sekmesi seçilir,
- Köprü planlanacak kesit km'si 18+120 girilir.
- Seçilen en kesit üzerine köprü ayaklarını eklemek için Pier sekmesi seçilerek Add pier menüsünden köprü ayak genişliği ve yüksekliği girilir,
- Köprü veya menfezlerin boyutlandırılmasında akarsuyun hesap periyodu içindeki en yüksek su seviyesine ek olarak, ağaç ve büyük kütük getiren akarsulardaki köprü ve tabliyeli menfezlerde üstyapının en alt kısmı ile en yüksek su seviyesi arasındaki hava payı farkı 1,5 m, ağaç ve kütük getirmeyen akarsularda 1m ve diğer menfezlerde 0,5 m'den az olmamalıdır (Bayoğlu ve Hasdemir, 1991).
- Köprü ayakları oluşturulduktan sonra bank station sekmesi verileri arazi kesitinden okunarak girilir ve köprü üst bağlantısı oluşturulur.

- Oluşturulan köprü geometric data modülü açılarak kontrol edilir ve köprü modeli çalıştırılır. Analiz sonucu hata olursa program error hata bildirimi yapar ve köprü verilerinin kontrol edilmesini ister.
- 18+120 km' de çalıştırılan köprü modeli hatasız çalışmış ve Şekil 22' de gösterilen köprü sanat yapısı boyutlandırılmıştır.



Şekil 22. Hec-RAS ile Boyutlandırması Yapılan Köprü görüntüsü

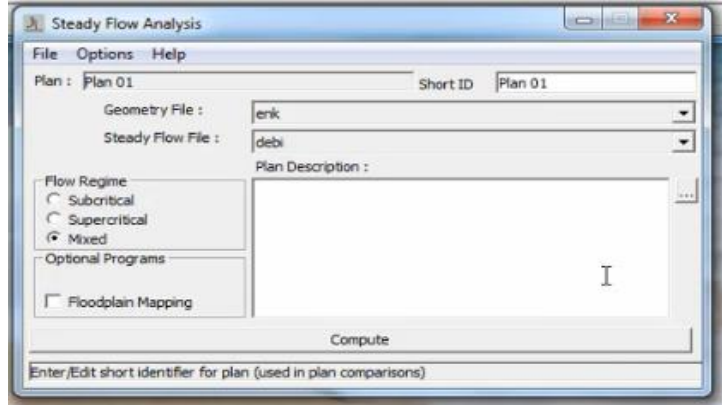
2.2.4 Hidrolik Model Taşkın Analizi

Orman yolları üzerinde bulunan sanat yapılarının tamamının boyutlandırmaları ve hidrolik modellemeleri yapıldıktan sonra projeye uygun yapı olup yapılmadığının ve taşkın riski olup olmadığının anlaşılması için gerekli taşkın analizlerin yapılması gerekmektedir.

Orman yolu ve sanat yapıları Hec-RAS yazılımı ile boyutlandırılıp hidrolik modellemeleri yapıldıktan sonra Hidrolik taşkın analizi şu adımlar takip edilerek sonuçlandırılır;

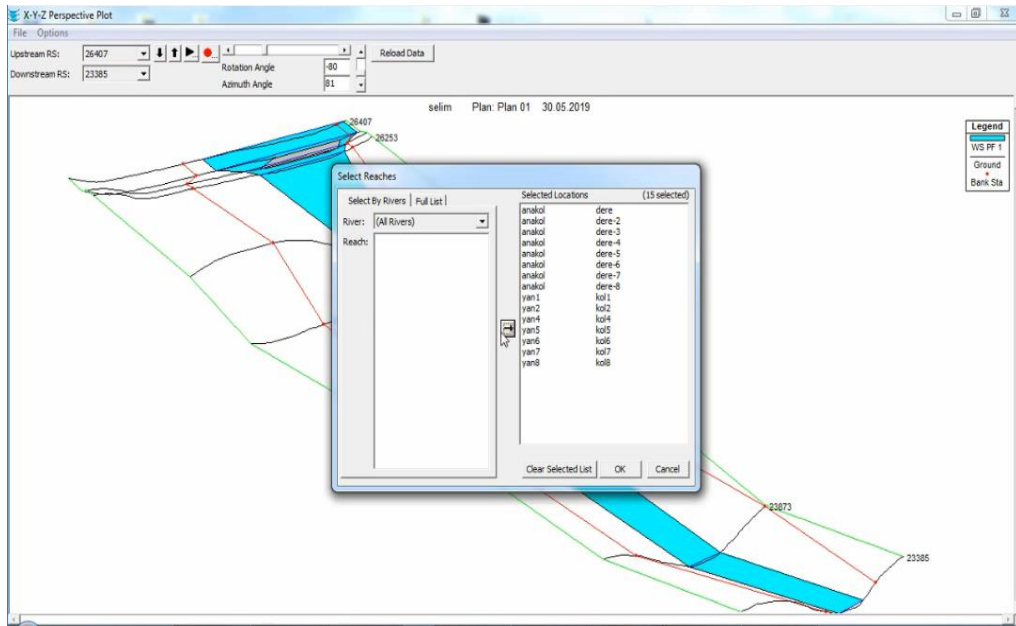
- Her sanat yapısı için Cowan manning pürüzlülük katsayısı (n) ve Tütüncüler ana kol (Bostovan Deresi) haricindeki yan kollardaki debi değerleri 50 yıllık taşkın verileri dikkate alınarak hesaplanmış veri girişleri her ana ve yan kollar için tek

tek girildikten sonra kararlı akım değerleri Steady Flow sekmesinden girilmiş Şekil 23' da gösterilmiştir.



Şekil 23. Hec-RAS Steady Flow menüsü veri giriş ekran görüntüsü

- Bütün veri girişleri tamamlandıktan sonra hidrolik model taşkın analizi Hec-RAS yazılımı RUN sekmesi ile yapılmaktadır.
- Analiz çalıştırılıp hatasız çalıştıktan sonra analiz sonuçları View 3D Multiple Cross Section Plot sekmesi tıklanır,
- Hangi analiz sonucu görülmek isteniyorsa Options kısmından reach and road dere ya da yol görülmek isteniyorsa seçilir,
- Bütün analiz sonuçlarının görülmesi için Geometric Data modülü All Section sekmesi seçilmiş ve Şekil 24' da gösterilmiştir.



Şekil 24. Hec-RAS Geometric Data modülü tüm kesitler ekran görüntüsü

- Analiz sonuçları şekil olarak görülebildiği gibi tablo verisi olarak da alınabilmektedir. Bu işlem için Geometric Data modülü View Summary Output Tables By Profil sekmesi seçilmiş ve Şekil 31’ de gösterilmiştir.

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch E (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
yan8	kol8	3525	PF 1	1000.00	670.53	676.90	676.90	678.83	0.013610	6.15	162.64	42.30	1.00
yan8	kol8	1267	PF 1	1000.00	609.21	611.46	615.89	667.60	1.343225	33.15	30.17	19.94	8.81
yan8	kol8	850	PF 1	1000.00	563.13	566.07	569.23	586.49	0.380904	20.01	49.97	27.62	4.75
yan8	kol8	548	PF 1	1000.00	525.50	531.46	531.46	533.33	0.013686	6.05	165.31	44.74	1.00
yan7	kol7	1470	PF 1	1000.00	690.74	695.82	695.82	696.89	0.009707	4.73	235.39	111.71	0.84
yan7	kol7	1253	PF 1	1000.00	672.37	674.14	676.42	693.06	0.653213	19.26	51.91	46.55	5.82
yan7	kol7	1099	PF 1	1000.00	659.45	661.52	663.50	671.59	0.271041	14.06	71.15	53.18	3.87
yan7	kol7	862	PF 1	1000.00	633.88	636.06	638.24	650.32	0.309248	16.72	59.80	37.14	4.21
yan7	kol7	563	PF 1	1000.00	586.46	588.60	591.92	612.96	0.523186	21.85	45.76	28.42	5.50
yan7	kol7	335	PF 1	1000.00	556.69	559.06	562.40	579.17	0.414941	19.86	50.35	29.49	4.85
yan6	kol6	2796	PF 1	1000.00	959.17	963.57	963.57	965.04	0.014295	5.38	185.88	63.66	1.01
yan6	kol6	2410	PF 1	1000.00	924.91	926.72	929.71	956.81	0.889306	24.30	41.16	35.45	7.20
yan6	kol6	1909	PF 1	1000.00	857.12	859.98	862.72	875.54	0.304325	17.47	57.24	33.07	4.24
yan6	kol6	1067	PF 1	1000.00	742.13	746.92	746.92	748.45	0.014043	5.52	186.31	62.27	1.00
yan6	kol6	474	PF 1	1000.00	665.82	672.88	672.88	675.43	0.015006	7.08	141.29	27.90	1.00
yan5	kol5	7135	PF 1	1000.00	1354.28	1359.24	1359.24	1360.72	0.014241	5.39	185.63	63.14	1.00
yan5	kol5	6977	PF 1	1000.00	1339.61	1341.47	1343.75	1357.28	0.508482	17.61	55.79	48.27	5.18
yan5	kol5	6826	PF 1	1000.00	1331.09	1333.43	1335.42	1342.13	0.178734	13.06	76.56	46.19	3.24
yan5	kol5	6452	PF 1	1000.00	1312.55	1315.80	1318.02	1324.76	0.130962	13.26	75.41	34.65	2.87
yan5	kol5	5913	PF 1	1000.00	1293.52	1296.81	1298.75	1304.17	0.114801	12.02	83.21	40.39	2.67
yan5	kol5	5489	PF 1	1000.00	1270.65	1273.44	1276.07	1285.21	0.184120	15.19	65.82	30.69	3.31
yan5	kol5	5052	PF 1	1000.00	1240.85	1242.73	1244.56	1252.75	0.325374	14.02	71.33	61.14	4.14
yan5	kol5	4561	PF 1	1000.00	1178.81	1180.77	1183.13	1196.25	0.433834	17.43	57.38	43.92	4.87
yan5	kol5	4081	PF 1	1000.00	1127.70	1129.70	1131.91	1141.95	0.310627	15.50	64.51	45.78	4.17
yan5	kol5	3557	PF 1	1000.00	1083.92	1087.23	1089.92	1100.37	0.220293	16.05	62.30	31.84	3.66
yan5	kol5	3113	PF 1	1000.00	1031.49	1036.83	1036.83	1038.55	0.013922	5.80	172.43	50.98	1.01
yan5	kol5	2930	PF 1	1000.00	999.42	1005.64	1005.64	1007.59	0.013648	6.19	161.66	41.81	1.00
yan5	kol5	2539	PF 1	1000.00	960.95	962.60	965.42	998.75	1.500455	26.64	37.67	40.24	8.63
yan5	kol5	2177	PF 1	1000.00	891.33	893.74	896.60	912.49	0.435100	19.18	52.15	33.92	4.94
yan5	kol5	1766	PF 1	1000.00	851.14	853.18	855.21	864.29	0.313233	14.76	67.74	52.17	4.14
yan5	kol5	1377	PF 1	1000.00	834.44	837.79	839.49	843.82	0.096752	10.88	91.93	46.00	2.46
yan5	kol5	1078	PF 1	1000.00	796.11	797.71	800.17	821.69	0.960747	21.69	46.11	46.22	6.93
yan5	kol5	608	PF 1	1000.00	730.32	733.10	735.30	745.43	0.311595	15.55	64.33	45.47	4.17
yan5	kol5	248	PF 1	1000.00	677.12	678.96	681.05	696.53	0.651406	19.03	55.38	58.36	5.80

Şekil 25. Hec-RAS Geometric Data View Özet Çıktı Tabloları modülü ekran görüntüsü

3 BULGULAR VE TARTIŞMA

Orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından değerlendirilmesine yönelik yapılan bu çalışmada; Tütüncüler OİŞ sınırları içerisindeki alanda mevcut orman yolları, kuru dere, sulu dere ve yol üzerinde yapılmış sanat yapıları arazide tespit edilerek sayısal arazi modeli üzerine işlenmiş, bunların çalışma alanı alt bölgelerine dağılımları, yamaç eğimi, bakı ve yükseltiye göre dağılımları irdelenmiş, Hec-RAS yazılımı ile mevcut sanat yapılarının her birine ait hidrolik kesitler alınıp hidrolik model oluşturulmuş ve taşkın analizleri yapılarak bu tesislerin yeterlilik durumu incelenmiştir.

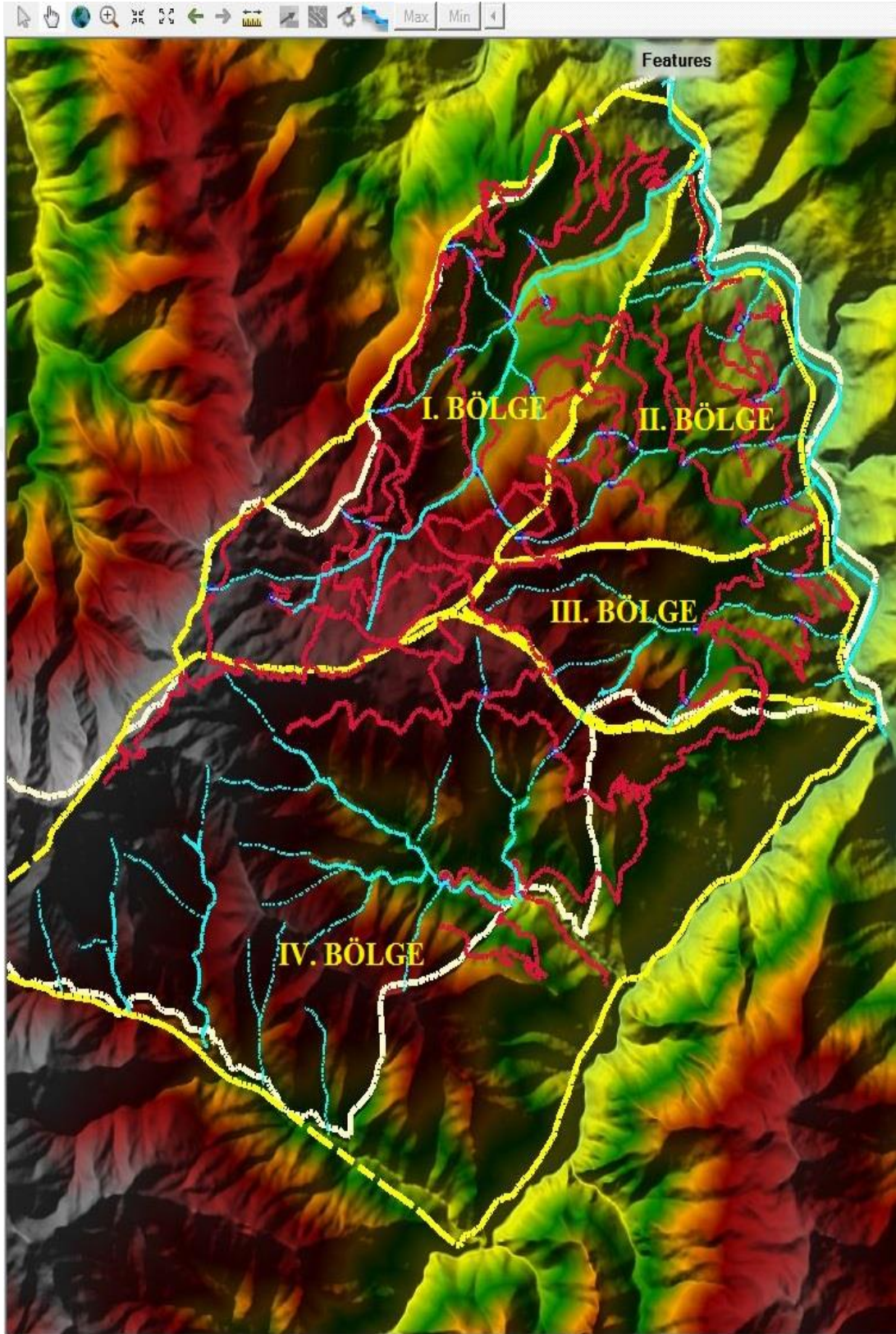
3.1 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Çalışma Alanında Dağılımı

Tütüncüler OİŞ sınırları içerisindeki mevcut orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından değerlendirilmesi çalışma alanını alt bölgelere ayrılarak yapılmıştır. Alt bölgelere ayırma işleminde Manning katsayısı hesabında yer alan ve yukarıda Tablo 3’de verilen arazinin pürüzlülük faktörleri etkili olmuştur. Ayrıca arazi eğimi, orman yollarının yöredeki dağılımı, hesaplanabilen debi ve akım katsayısı da dikkate alınarak ve Şekil 15 den yararlanılarak dört alt bölge oluşturulmuş, Hec-RAS uygulaması Rasmapper modülü ile oluşturulan bu bölgeler Şekil 26 de gösterilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde belirlenen birinci bölgede 57+032.25 km ana kol ve yan kol (hendek), ikinci bölgede 33+981.27 km ana kol ve yan kol (hendek), üçüncü bölgede 25+545.93 km ana kol ve yan kol (hendek), dördüncü bölgede 36+573.15 km ana kol ve yan kol (hendek) olmak üzere toplam 153+132.60 km yol güzergahında çeşitli tip ve boyutlarda 59 adet hidrolik sanat yapısı mevcut olup Tablo 3’de verilmiştir.

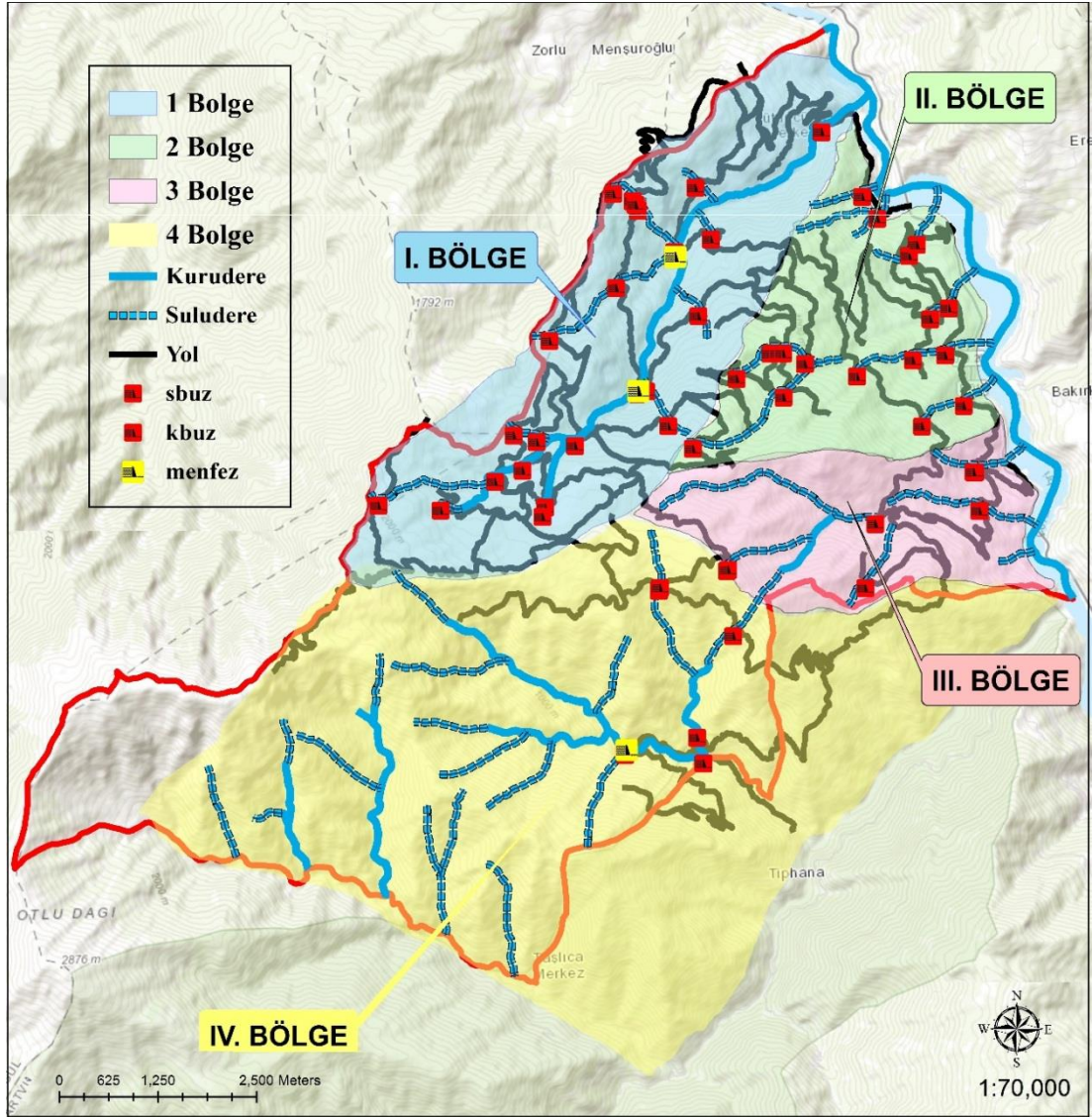
Tablo 3. Tütüncüler OİŞ mevcut orman yolu ve sanat yapıları dağılımı

	I. Bölge	II. Bölge	III. Bölge	IV. Bölge	Toplam
Orman yolu (km)	57+032.25	33+981.27	25+545.93	36+573.15	153+132.60
Sanat yapısı (adet)	26	17	6	10	59



Şekil 26. Tütüncüle OİŞ alanı ve oluşturulan alt bölgeleri

GPS ile araziden konumları alınarak sayısal arazi modeli üzerine işlenen mevcut orman yolu ve sanat yapılarının dağılımı Tablo 4 de verilmiş ve Şekil 27' de gösterilmiştir.

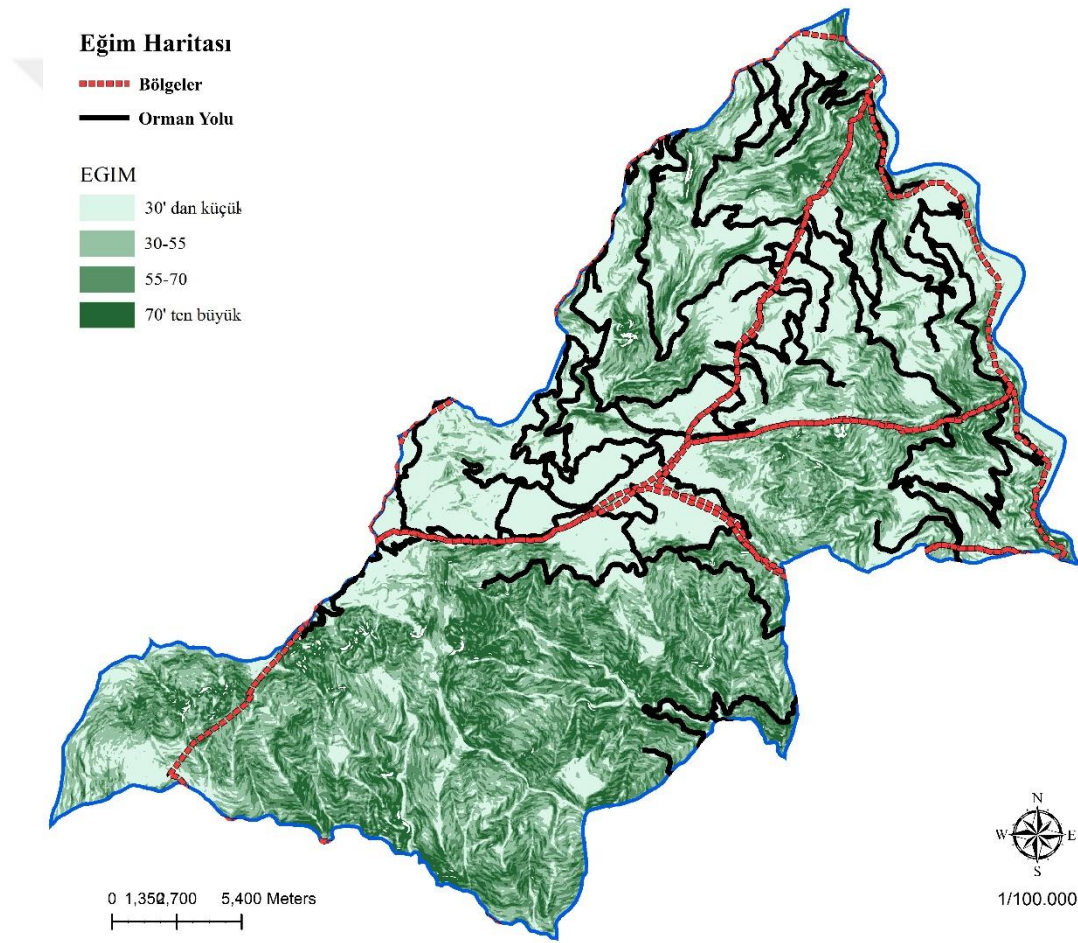


Şekil 27. Tütüncüler OİŞ sınırları içindeki orman yolu ve sanat yapıları dağılımı

Tablo 4. Tütüncüler OİŞ sanat yapılarının sulu dere ve kuru derelere göre dağılımı

	I. Bölge	II. Bölge	III. Bölge	IV. Bölge	Toplam
Sulu Dere	12	10	2	8	32
Kuru Dere	4	4	2	2	12
	16	14	4	10	44

Çalışma alanı içerisinde belirlenen birinci bölgede sulu dere üzerinde 12 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı olmak üzere 16 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. İkinci bölgede sulu dere üzerinde 10 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı olmak üzere 14 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Üçüncü bölgede sulu dere üzerinde 2 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 2 adet sanat yapısı olmak üzere 4 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Dördüncü bölgede sulu dere üzerinde 8 adet sanat yapısı ve kuru dere üzerinde 2 adet olmak üzere toplam 59 adet sanat yapısının ve orman yolu kesişimi üzerinde 24 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır (Şekil 27).



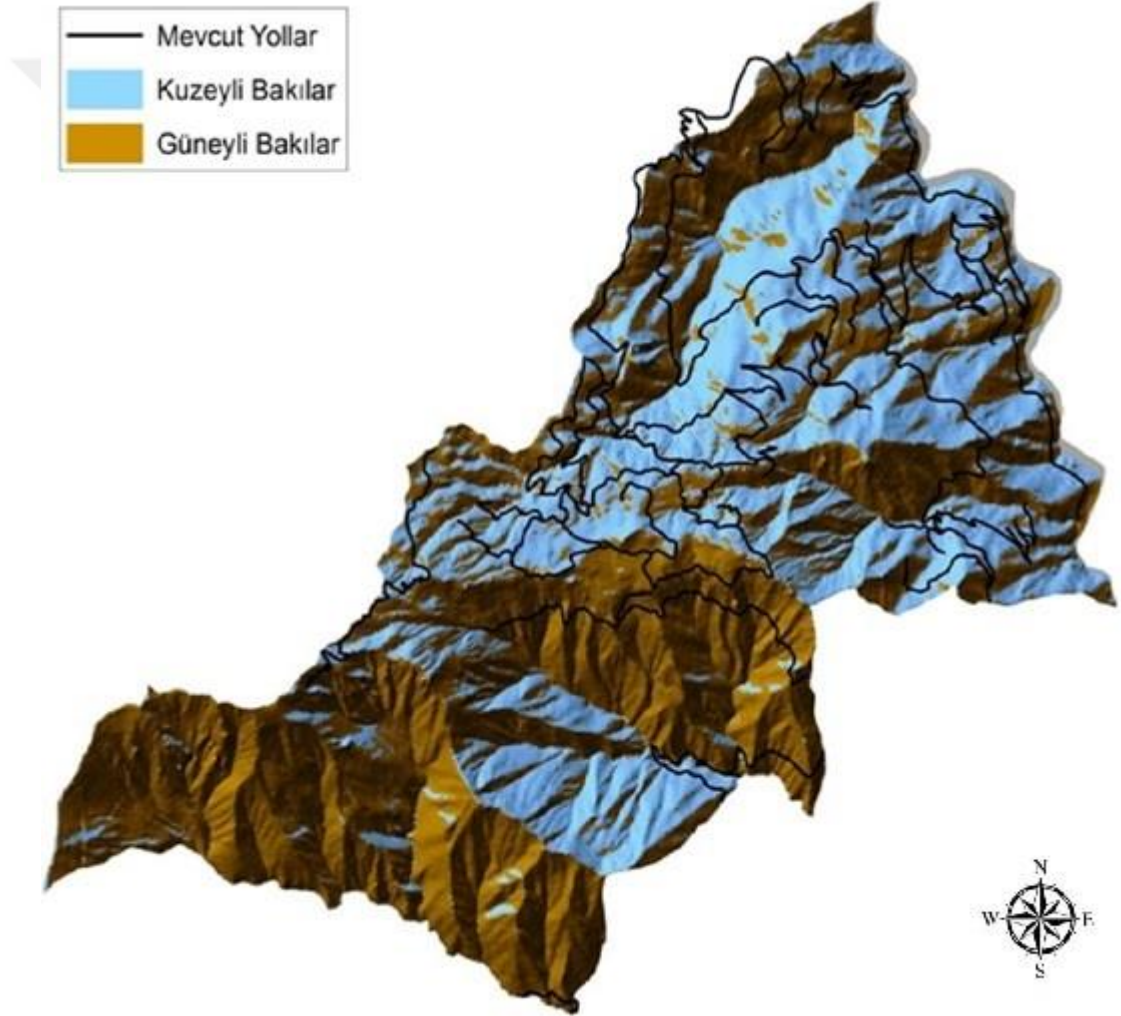
Şekil 28. Tütüncüler OİŞ' ne ait eğim haritası

3.2 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Arazi Eğimine Göre Dağılımı

Tütüncüler OİŞ' deki çalışma bölgelerindeki mevcut orman yollarını, kuru ve sulu dereleri ve bu yollar üzerinde yapılmış sanat yapılarını arazide tespit ederek sayısal

arazi modeli üzerine işlendikten model üzerindeki her bir eğim sınıfına denk gelen orman yolu uzunlukları ile sanat yapısı sayısı tespit edilmiştir.

Orman yolu planlamasında maliyeti arttıran unsurlardan biri de yamaç eğimidir. Yamaç eğiminin artması ya da azalması durumunda kazı ve dolgu hacimlerinde değişiklik olmakta ve dolayısıyla maliyet artıp azaltılmaktadır. Tütüncüler OİŞ' ne ait eğim haritası sayısal yükseklik modeli kullanılarak oluşturulmuş, eğim sınıfları için; %30' dan az, %30-%55, %55-%70 ve %70' ten fazla gruplandırma yapılarak Şekil 28' de gösterilmiştir.



Şekil 29. Tütüncüler OİŞ'ne ait bakı haritası

3.3 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Bakıya Göre Dağılımı

Tütüncüler OİŞ’ deki çalışma bölgelerindeki mevcut orman yollarını, kuru ve sulu dereleri ve bu yollar üzerinde yapılmış sanat yapılarının kuzeyli ve güneyli bakılara dağılımı Şekil 29’ te gösterilmiştir.

Değerlendirme ve analiz aşamalarında kullanılan çalışma alanına ait bakı haritası ArcGIS yazılımı bakı (Aspect) modülü kullanılarak oluşturulmuş ve 0-360 derece arasında bakı değerleri içeren yeni bir katman elde edilmiştir.

Tütüncüler OİŞ’ ine ait bakı haritası kuzeyli ve güneyli bakıları yansıtmaktadır.

Yol yapım işlerinde güney bakılar (güneşli bakılar) tercih edilmektedir. Tütüncüler OİŞ’ inde bulunan bakı özellikleri, Güney-Güneybatı-Kuzeybatı ile Doğu olarak yoğunluk göstermektedir. Çalışma alanındaki yolların %52.32’ sinin, sanat yapılarının 31 adedinin kuzeyli bakılarda, yolların %47.61’ inin, sanat yapılarının 28 adedinin güneyli bakılarda olduğu tespit edilmiş ve Tablo 9’ da verilmiştir.

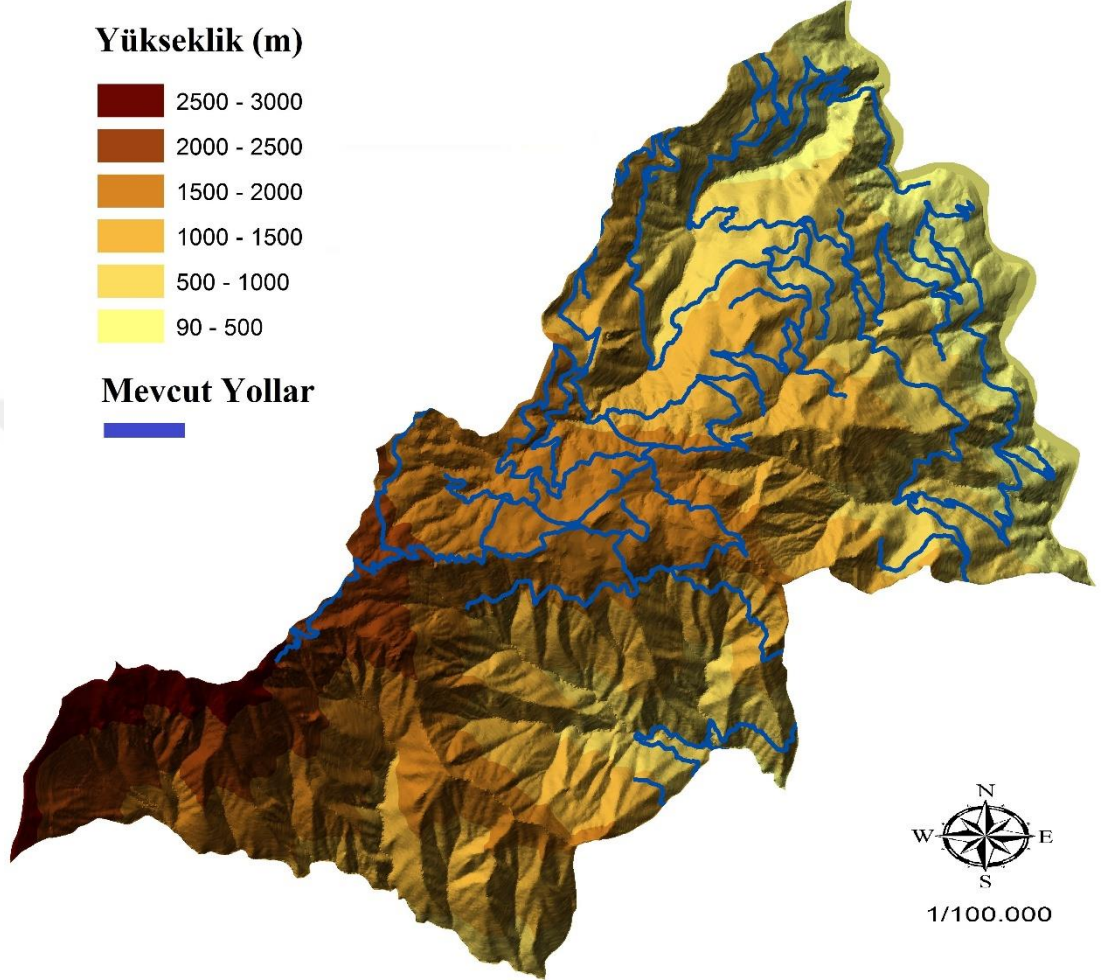
Tablo 5. Bakılara göre mevcut yolların dağılımı

Bakılar	Yol Miktarı	Sanat Yapısı	Yol Miktarı (%)
Kuzeyli Bakılar	80231,89	31	% 52,39
Güneyli Bakılar	72900,71	28	% 47,61
Toplam	153132,60	59	% 100

3.4 Orman Yolu ve Sanat Yapılarının Yükseltiye Göre Dağılımı

Çalışma alanı içerisinde belirlenen bölgelerdeki mevcut orman yollarını, kuru ve sulu dereleri ve bu yollar üzerinde yapılmış sanat yapılarını her bir eğim sınıfına ve kuzeyli ve güneyli bakılara göre değerlendirdikten sonra yükseklik bakımından incelenmiş ve Şekil 30’ da gösterilmiştir. Tütüncüler OİŞ 150 m yükseklikten 2840 m yüksekliğe kadar artış göstermektedir. Yüksekliğin 1000 m’ den az olduğu yollarda 24 adet sanat yapısının, 1000-1500 arasında olduğu yollarda 23 adet sanat yapısının, 1500-2000 arasında olduğu yollarda 12 adet sanat yapısının ve 2000 m’ den fazla olduğu yollarda hiç olmadığı tespit edilmiştir.

Bu sebeple yükseklik arttıkça sanat yapısı adedi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak alt kotlarda su toplama havzası büyüdüğü için sanat yapısı ihtiyacının arttığı tespit edilmiştir.



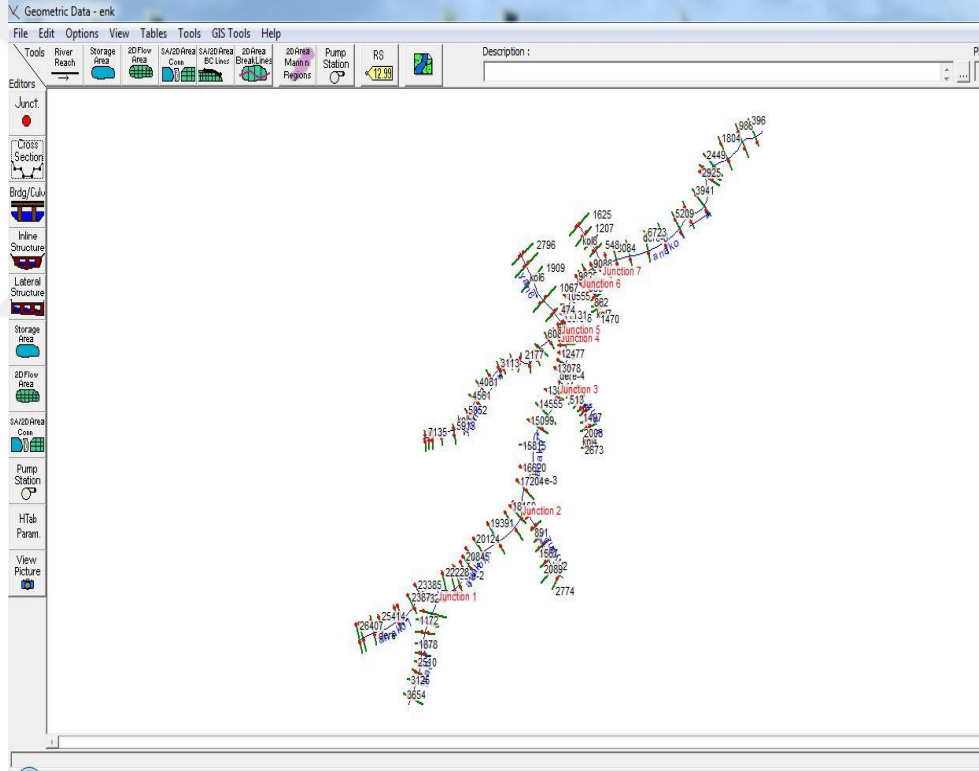
Şekil 30. Tütüncüler OİŞ'ne ait yükseklik haritası

3.5 Orman Yolu ve Sanat Yapıları Hidrolik Modeli

Tütüncüler Orman İşletme Şefliği irili ufaklı birçok dereyi içerisinde bulunduran bir yapıya sahiptir. Araştırma alanındaki tüm yolların ve hidrolik sanat yapılarının kuru ve sulu dere birleşimlerine, eğime, bakıya ve yükseltiye göre dağılımlarını inceledikten sonra belirlenen çalışma bölgelerinin analiz edilmesi için hidrolik modelin oluşturulması gerekmektedir. Hidrolik model çalışması Hec-RAS yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

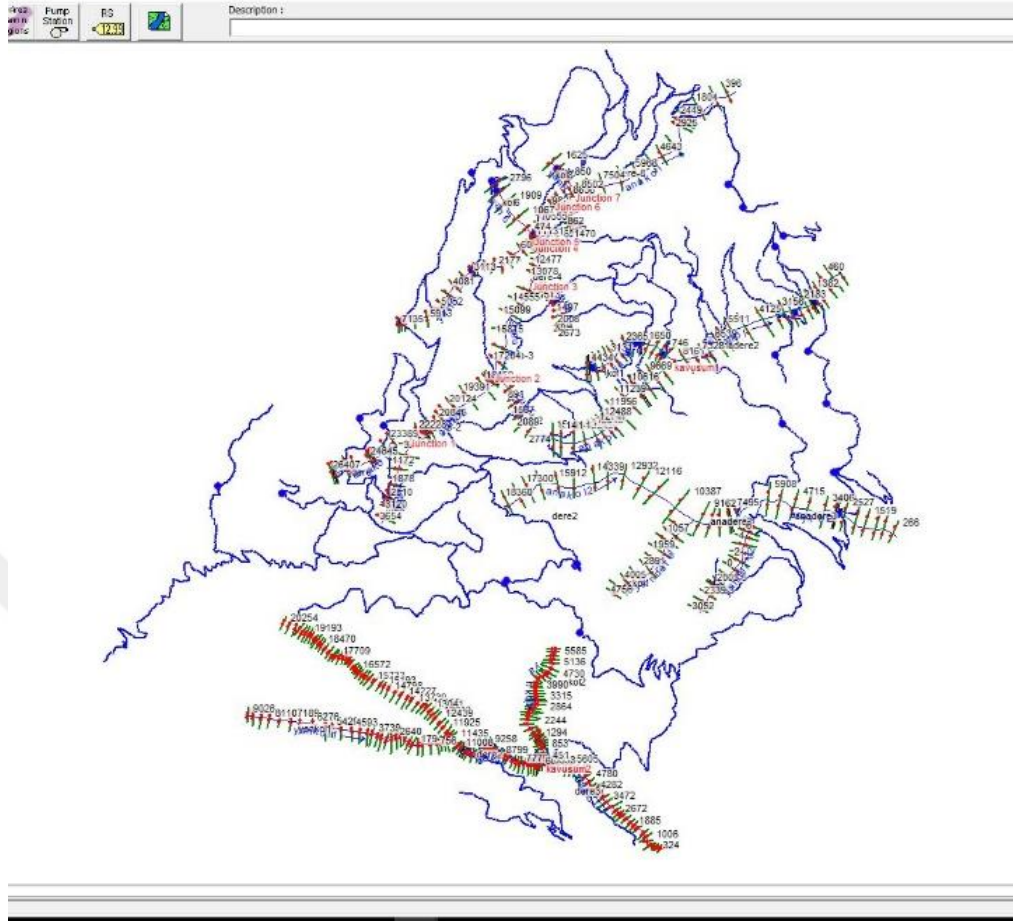
Hec-RAS yazılımını en kesit alma işlemi; model tanıtımında bahsedilen metot ile orman yolu ve sanat yapısı hidrolik kesitlerine uyarlanmıştır.

Geometrik veri giriş adımları takip edilerek mevcut sulu dere ve kuru dere aksları işlenmiş daha sonra hidrolik enkesit sınırları belirtilmiştir. Kesit ekleme işlemi güzergah akış yönünün solundan sağına doğru çizgi çizilerek eklenmektedir. Böylece arazinin hali hazır durumuna en yakın model elde edilmeye çalışılmıştır. Bu işlem sırasında kesit sıklıkları kontrol edilerek gerekli görülen kısımlarda sıklaştırma veya seyreltmeler yapılmıştır. Arazi eğimi bu aşamada çok önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmakta ve en kesit düzeltmeleri eğim dikkate alınarak yapılmaktadır. Çalışma alanı içindeki I. Bölgede alınan kesit örneği Şekil 31’ de gösterilmiştir.



Şekil 31. Tütüncüler OİŞ’ne ait çalışma alanı I. bölge kesiti

Geometrik veri girişi her bölge için ayrı ayrı yapılarak ikinci, üçüncü ve dördüncü bölgeye ait en kesit alımı yapılmış, bütün çalışma bölgelerinde dereler için uygulanan işlem yollar içinde tekrar edilerek enkesit giriş işlemi tamamlanmış ve alınan kesitler Şekil 32’ de gösterilmiştir..



Şekil 32. Tütüncüler OİŞ orman yolu ve sanat yapıları için oluşturulan hidrolik kesitler

3.6 Pürüzlülük Katsayılarının Hesaplanması

Yukarıda Tablo 3’ de gösterilen Manning katsayısı hesap parametreleri her çalışma bölgesi için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca Şekil 15 de gösterilen çalışma bölgesinin orman fonksiyonlarına göre dağılımı da dikkate alınarak her çalışma bölgesinde dere ve orman yolu kenar hendeği için manning pürüzlülük katsayısı (n) hesaplanmış ve Tablo 6’ de verilmiştir.

Pürüzlülük katsayısı her bölgede bulunan ve su akışının meydana geldiği dere ve hendek yapıları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken hendek yapıları için rusubat ve sediment miktarları sıfır kabul edilmiştir.

Pürüzlülük katsayısı girişlerinden sonra kararlı akım, karasız akım ve debi girişleri her ana ve yan kollar için tek tek yapılmış, gerelere ait debi girişleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan taşkın raporlarından alınarak yapılmıştır.

Tablo 6. Tütüncüler OİŞ alanları için hesaplanan Manning Pürüzlülük Katsayıları

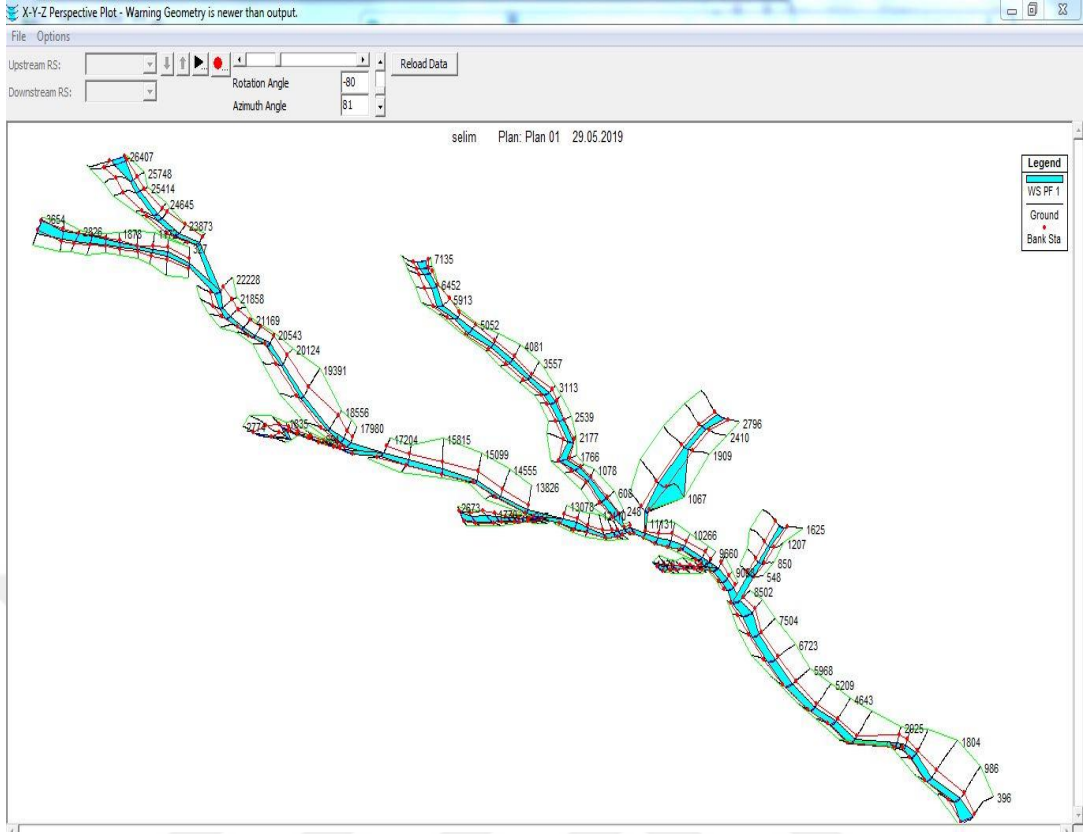
S.No	parametre	I. Bölge		II. Bölge		III. Bölge		Diğer Bölgeler	
		Dere	Hendek	Dere	Hendek	Dere	Hendek	Dere	Hendek
1	m	1,3	1	1,3	1	1,3	1	1,3	1
2	nb	0,041	0,027	0,041	0,027	0,041	0,027	0,041	0,027
3	n1	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
4	n2	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
5	n3	0,03	0,012	0,03	0,012	0,03	0,012	0,03	0,012
6	n4	0,063	0,063	0,07	0,07	0,059	0,059	0,045	0,045
7	(n)	0,2145	0,133	0,2236	0,14	0,2093	0,129	0,1911	0,115

Hec-RAS yazılımı Cross Section komutu kullanılarak Manning's Value sekmesine I. Bölge dere kesitleri için 0.2145, hendek kesitleri için 0.133 pürüzlülük katsayısı girilmiştir. Pürüzlülük katsayısı her kesit için ayrı ayrı girilebildiği gibi bir güzergah üzerindeki tüm kesitler için tek seferde de girilebilir.

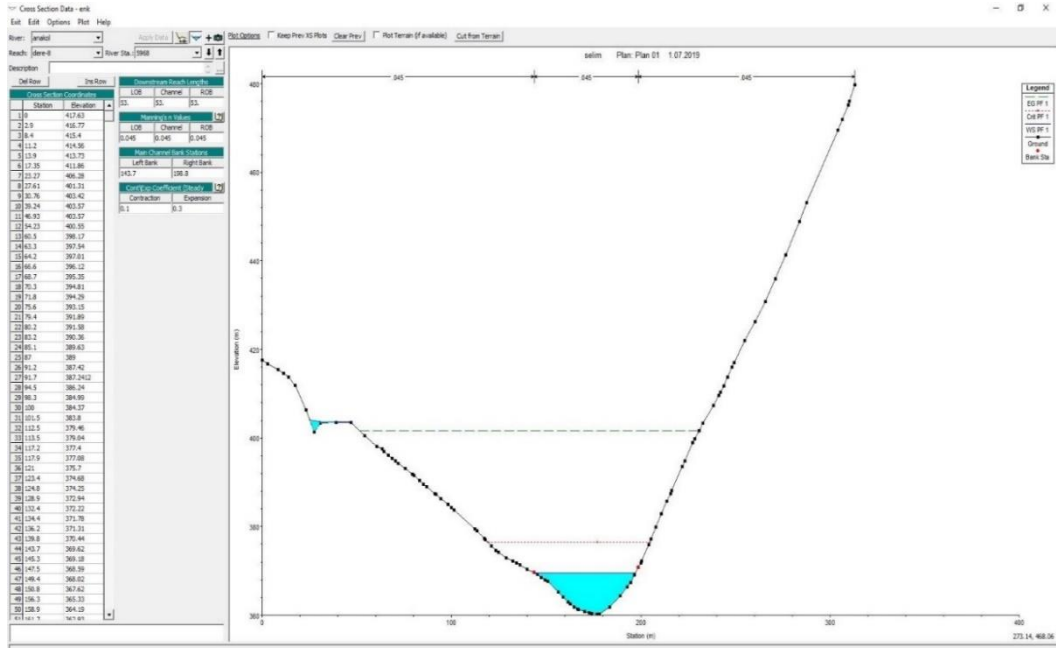
3.7 Su Yüzeyi Profillerinin Oluşturulması

Her ana kol için debi değeri yan kol birleşimlerinde yan koldan gelen debi değeri eklenerek girilmekte ve su yüzeyi profili Şekil 33' de gösterildiği gibi elde edilmektedir.

Hem derelerde hem de yollarda elde edilen kesitlerden I. bölge 5+968 km' deki görünüm Şekil 34' te gösterilmiştir. Bu yazılım ile sayısal arazi modeli üzerinde oluşturulan kesitler ve bölgeye özgü parametreler ile hesaplanan (n) manning pürüzlülük katsayısı, 50 yıllık debi değerleri ve sanat yapısı karakteristiklerinin girilmesi ile kararlı akım dikkate alınarak elde edilen su yüzeyi profilleri oluşturulmuştur.



Şekil 33. Tütüncüler OİŞ Birinci alt bölge su yüzeyi profili



Şekil 34. Tütüncüler OİŞ Birinci alt bölge hidrolik en kesiti (5+968 km)

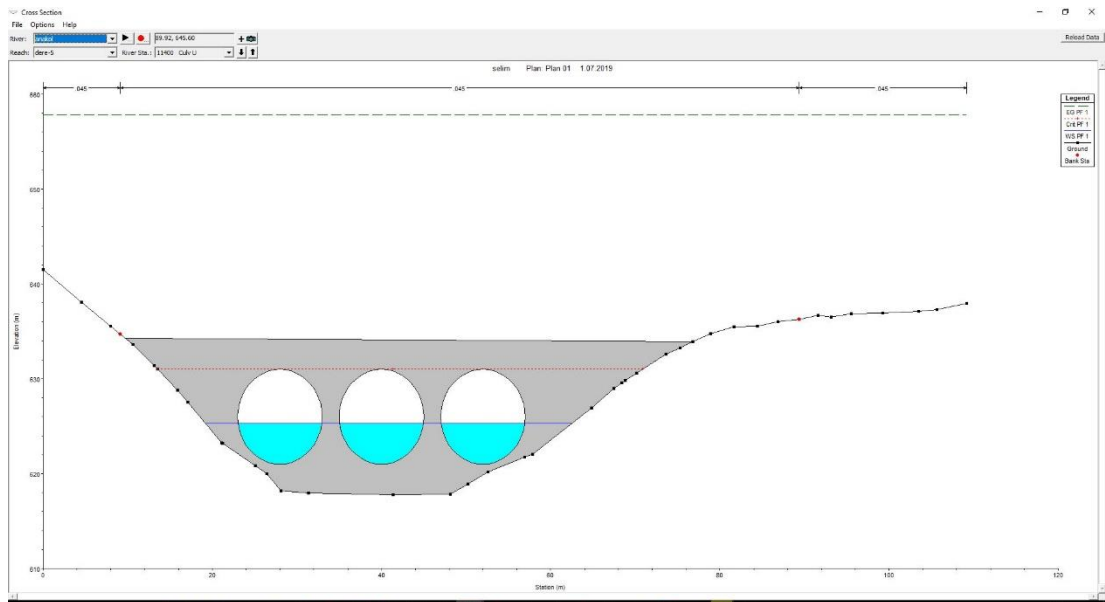
3.8 Orman Yolu ve Sanat Yapıları İçin Taşkın Analizi

Tütücüler OİŞ sınırları içerisinde mevcut orman yolları ve sanat yapılarının Hec-RAS yazılımı ile enkesitler oluşturulup, orman yolu ve sanat yapıları boyutlandırılıp gerekli parametreler girildikten sonra su yüzeyi profilleri oluşturularak hidrolik taşkın modeli taşkın analizi yapılmıştır.

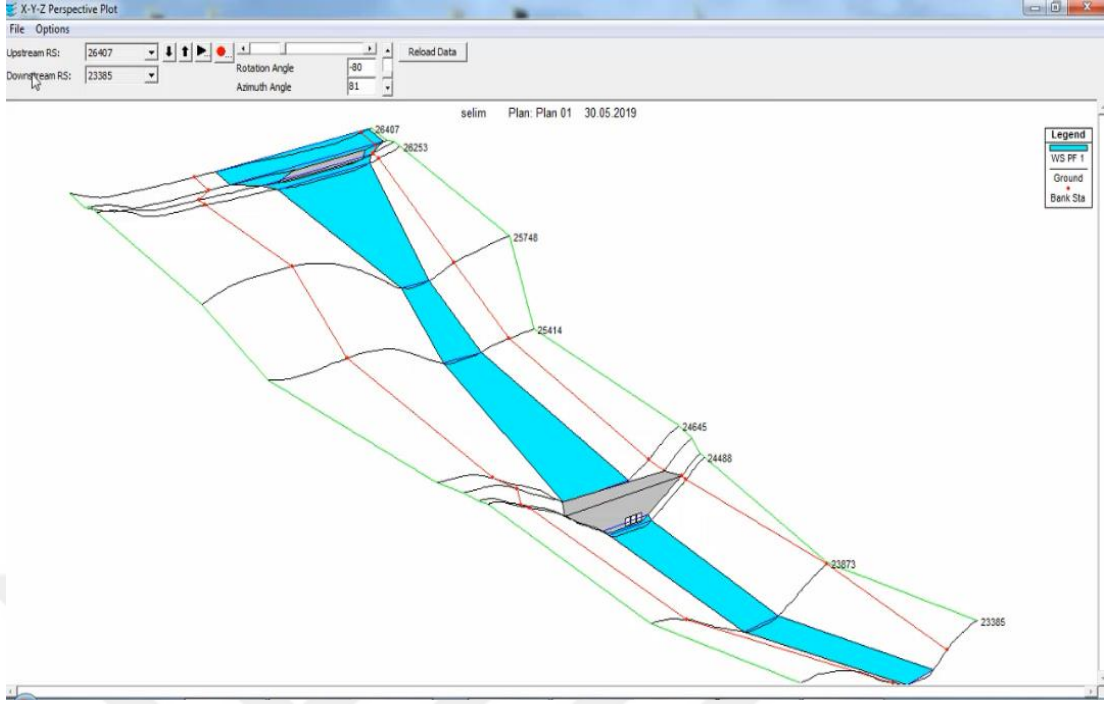
Özellikleri farklı olan dört bölge için ayrı ayrı hesaplanan pürüzlülük manning katsayısı, kararlı akım değerleri, debi ve hidrolojik değerler ile mevcut büz ve menfezlerin boyutları Hec-RAS yazılımında modele girdi olarak verilip orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından yeterli olup olmadığı analiz edilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde belirlenen birinci bölgede sulu dere üzerinde 12 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı olmak üzere 16 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır.

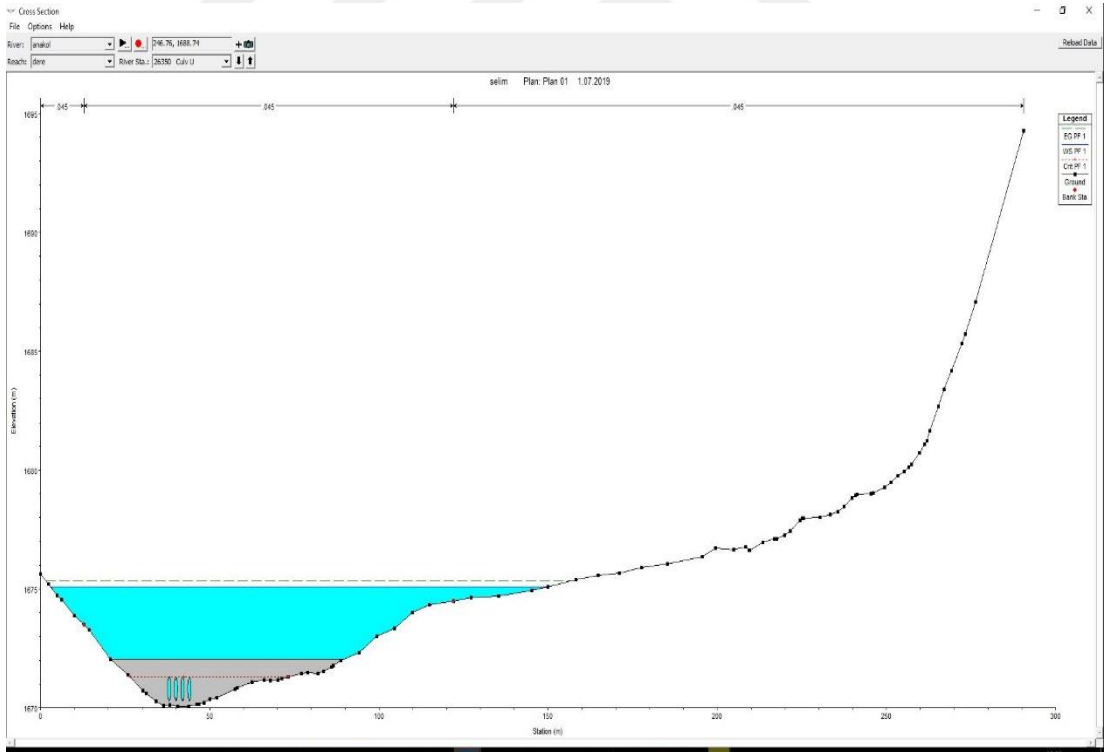
Analiz sonuçlarında birinci bölgede 18 adet sanat yapısının yeterli, 8 adedinin yetersiz olduğu tespit edilmiş ve Tablo 7' de verilmiştir. Birinci bölgede yeterli bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 11+400 km' de bulunan büz boyutları girilmiş ve çalıştırılan büz modeli hatasız çalışmış ve Şekil 35' de gösterilmiştir.



Şekil 35. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 11+400)



Şekil 36. Analizi yapılan Menfez görüntüsü (Km: 24+640)

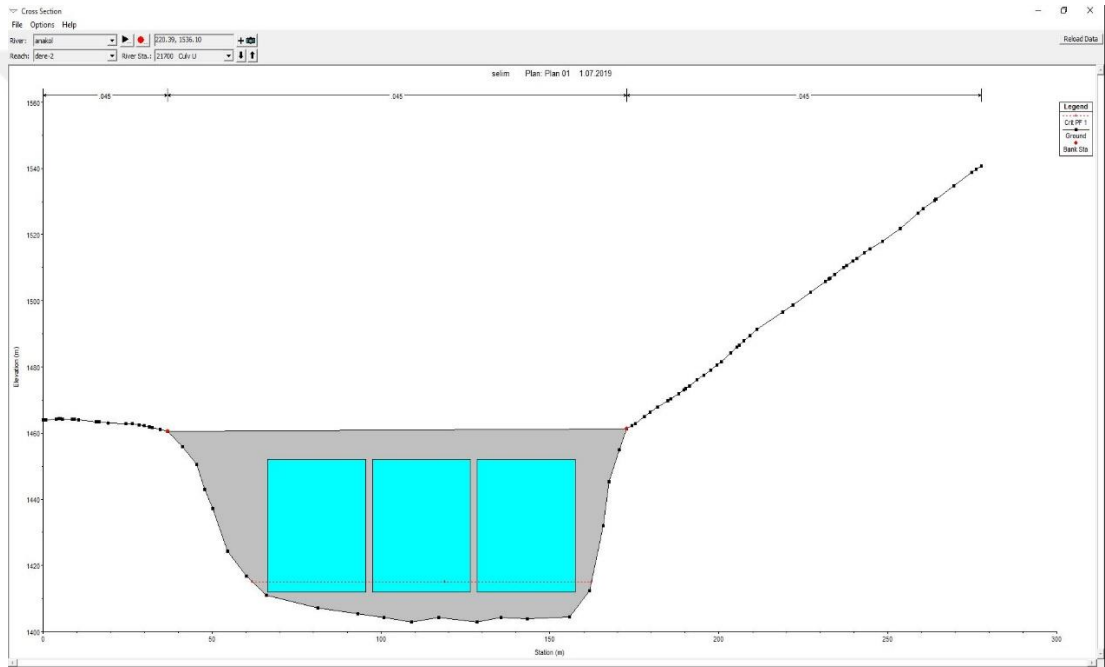


Şekil 37. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 26+350)

Birinci bölgede yeterli bulunan kutu menfez örnek olarak; 24+640 km' de bulunan menfez boyutları modele girilerek çalıştırılan menfez modeli hatasız çalışmış ve Şekil 36' de gösterilmiştir.

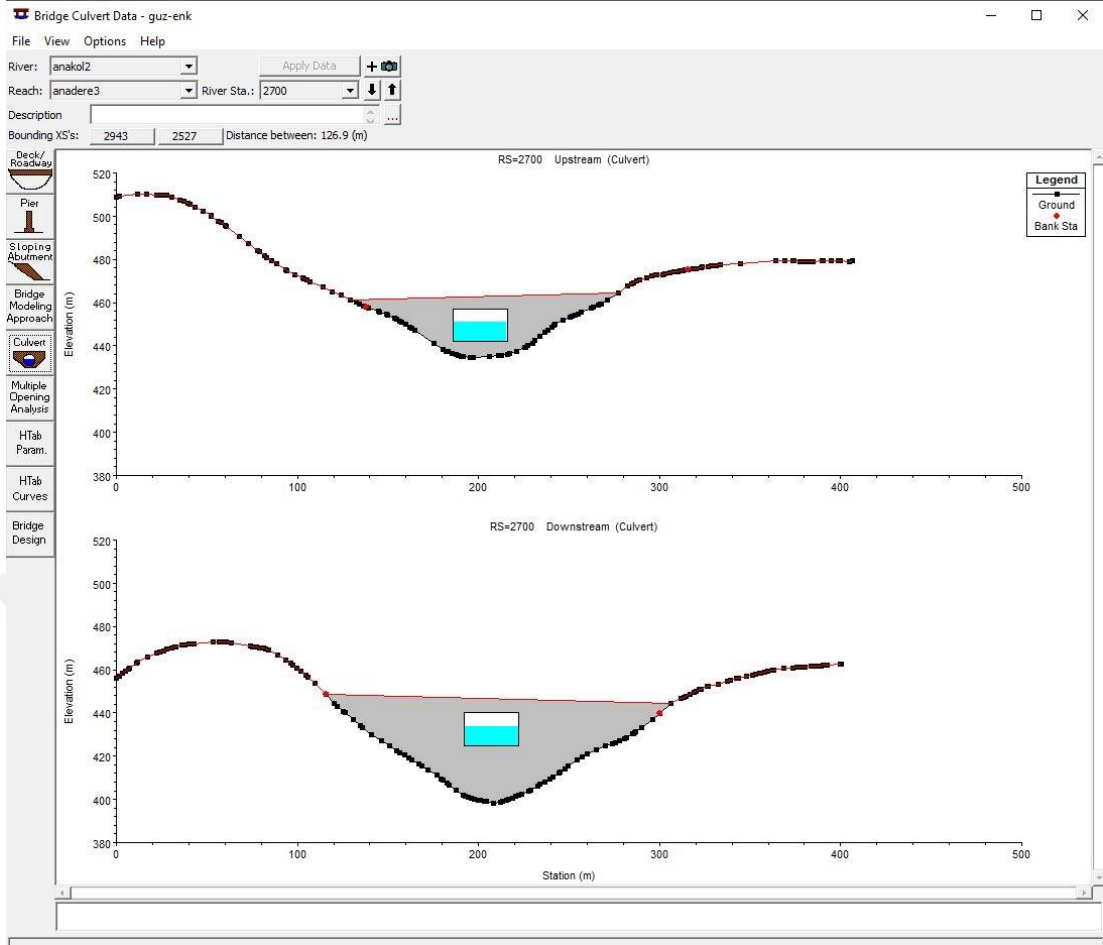
Birinci bölgede yetersiz bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 26+350 km' de bulunan büz boyutlandırılmış çalıştırılan büz modeli hatasız çalışmış ve Şekil 37' de gösterilmiştir.

İkinci bölgede sulu dere üzerinde 10 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı ve yol üzerinde 3 adet sanat yapısı olmak üzere 17 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarında ikinci bölgede 17 adet sanat yapısının tümünün yeterli olduğu tespit edilmiş ve Tablo 7' de verilmiştir. İkinci bölgede yeterli bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 1+670 km' de bulunan menfez sanat yapısı boyutlandırılmış çalıştırılan menfez modeli hatasız çalışmış ve Şekil 38' de gösterilmiştir.

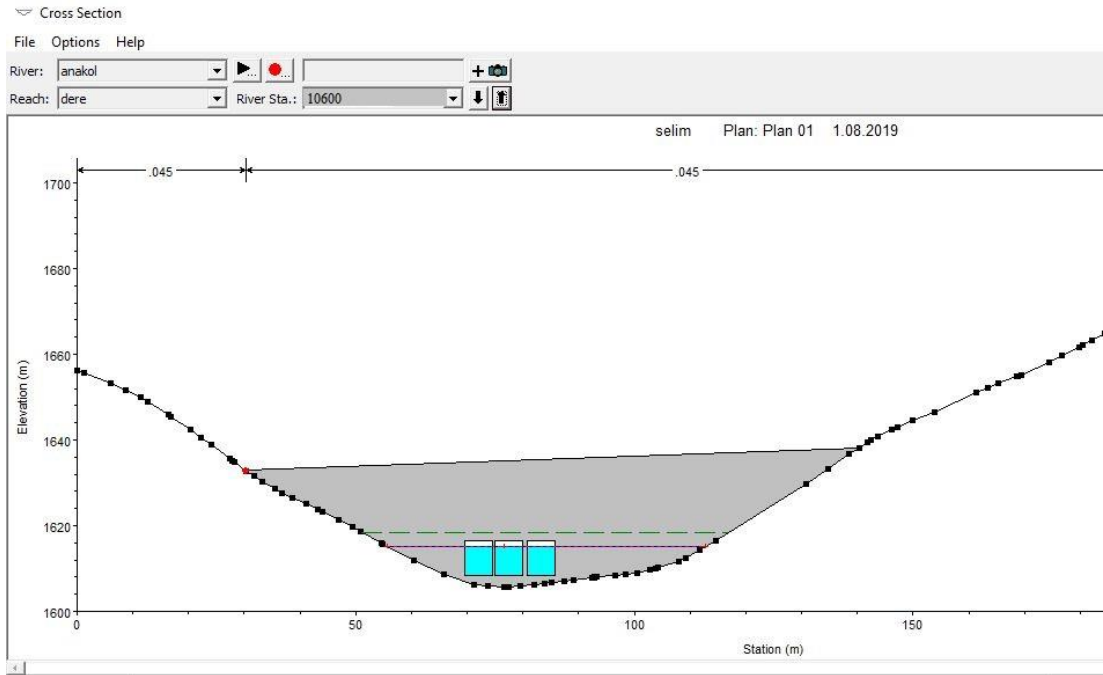


Şekil 38. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 1+670)

Üçüncü bölgede sulu dere üzerinde 2 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 2 adet sanat yapısı ve yol üzerinde 2 adet sanat yapısı olmak üzere 6 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarında üçüncü bölgede 6 adet sanat yapısının tümünün yeterli olduğu tespit edilmiş ve Tablo 7' de verilmiştir. Üçüncü bölgede yeterli bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 2+700 km' de bulunan menfez sanat yapısı boyutlandırılmış çalıştırılan büz modeli hatasız çalışmış ve Şekil 39' de gösterilmiştir.

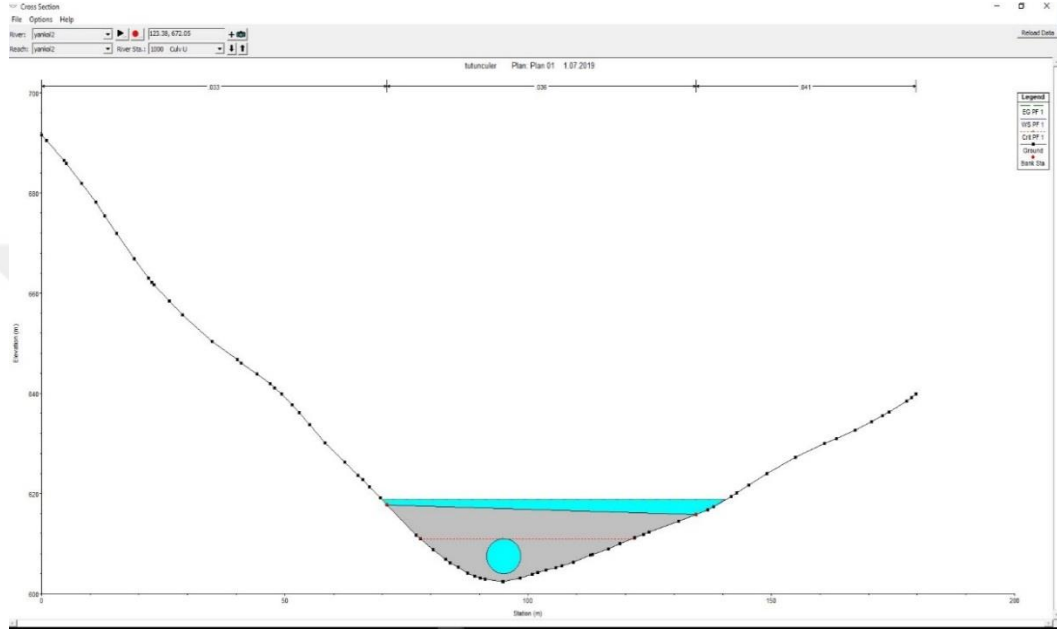


Şekil 39. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 2+700)

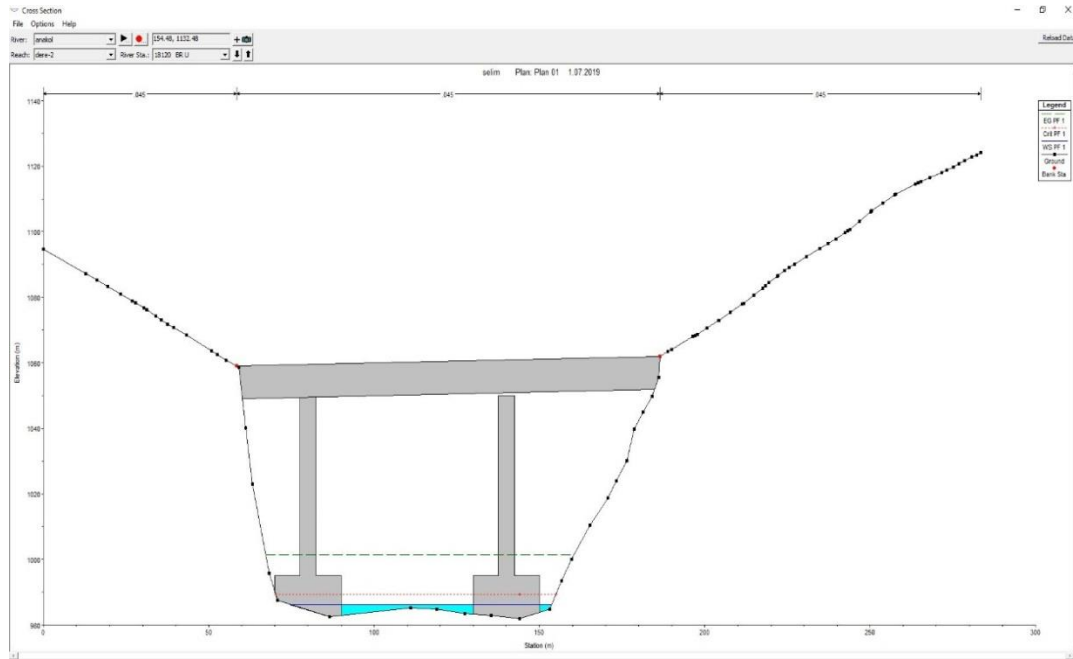


Şekil 40. Analizi yapılan (Menfez) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 10+600)

Dördüncü bölgede sulu dere üzerinde 8 adet sanat yapısı ve yol üzerinde 2 adet olmak üzere toplam 10 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarında dördüncü bölgede 9 adet sanat yapısının yeterli, 1 adedinin yetersiz olduğu tespit edilmiş ve Tablo 7’ de verilmiştir. Dördüncü bölgede yeterli bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 10+600 km’ de bulunan menfez sanat yapısı boyutlandırılmış çalıştırılan büz modeli hatasız çalışmış ve Şekil 40’ de gösterilmiştir.



Şekil 41. Analizi yapılan (Büz) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 1+000)



Şekil 42. Analizi yapılan (Köprü) Sanat Yapısı görüntüsü (Km: 18+120)

Dördüncü bölgede yetersiz bulunan sanat yapılarına örnek olarak; 1+000 km' de bulunan büz sanat yapısı boyutlandırılmış çalıştırılan büz modeli hatasız çalışmış ve Şekil 41' de gösterilmiştir.

Ayrıca arazide mevcut olmamasına rağmen kesitler üzerinden uygun görülen birinci bölge 18+120 km' de köprü boyutlandırması yapılarak risk analizi yapılmış yeterli olduğu tespit edilerek Şekil 42' de gösterilmiştir.

Tablo 7. Tütüncüler OİŞ Mevcut Sanat Yapılarının Hec- RAS Analiz Sonuçları

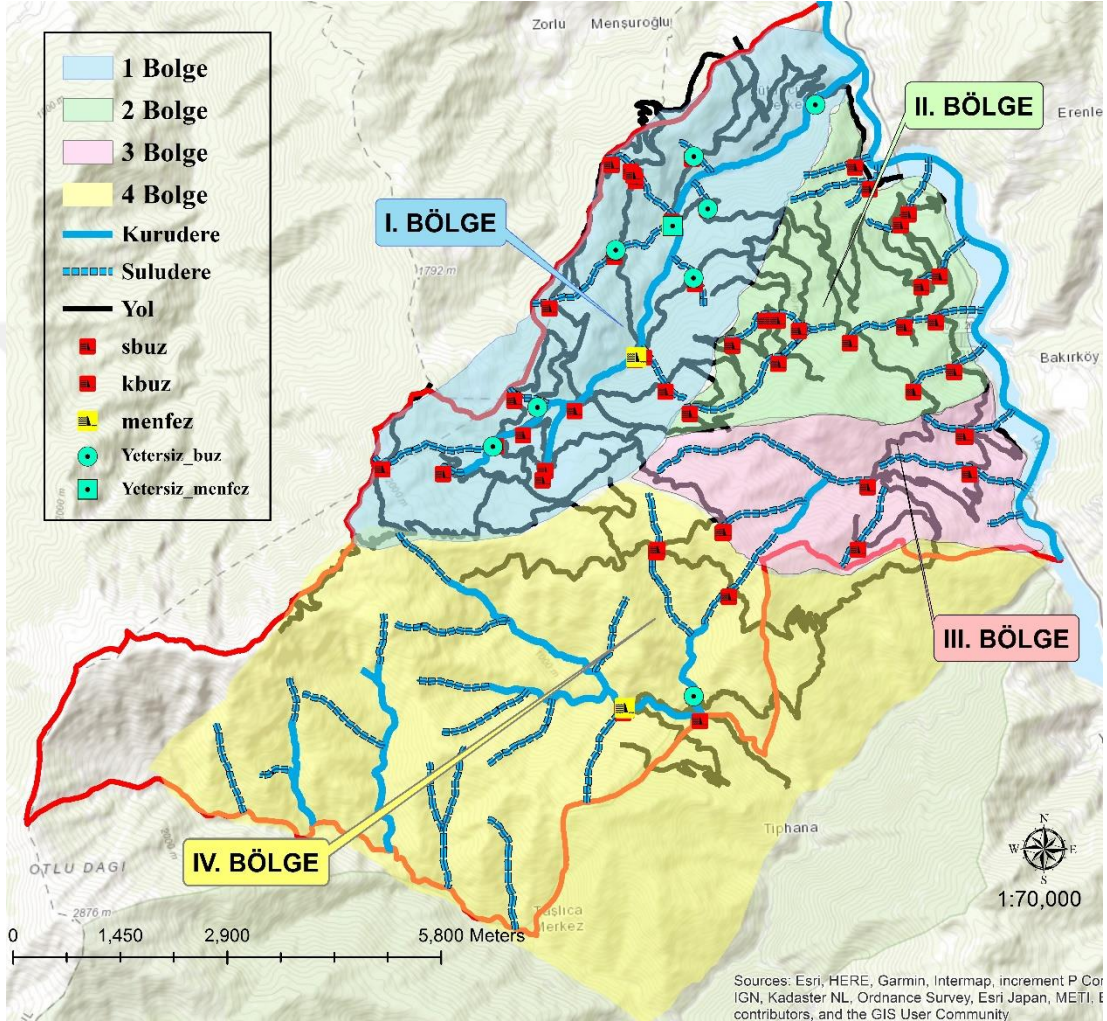
Sınıflandırma Kriteri	Sınıflandırma Değerleri	Orman Yolu Uzunluğu (km)	Toplam Sanat yapısı (Adet)		Bölgelere göre sanat Yapısı (Adet)							
					I.bölge		II.bölge		III.bölge		IV.bölge	
			Pozitif P+	Negatif N-	P +	N -	P +	N -	P +	N -	P +	N -
Dere ve orman yolu	sulu dere	-	27	5	8	4	10		2		7	1
	yol kesişimi	-	10	2	2	2	4		2		2	
	orman yolu	-	13	2	8	2	3		2			
Toplam		-	50	9	18	8	17		6		9	1
Arazi Eğimi (%)	% 30 dan az	-	25	4	7	4	12		3		3	
	% 30-55	-	10	3	3	3	4		2		1	
	% 55-70	-	14	1	8	1	1		1		4	
	% 70 ten fazla	-	1	1							1	1
Toplam		153+133	50	9	18	8	17		6		9	1
Yamaç yönü (Bakı)	Kuzeyli Bakılar	80+232	29	2	8	2	12		4		5	
	Güneyli Bakılar	72+901	21	7	10	6	5		2		4	1
Toplam		153+133	50	9	18	8	17		6		9	1
Yükseklik Kademeleri	1000 m den az	-	21	3	3	2	9		3		6	1
	1000-1500 m	-	19	4	7	4	7		2		3	
	1500-2000 m	-	10	2	8	2	1		1			
	2000 mden fazla	-	0	0								
Toplam			50	9	18	8	17		6		9	1
Toplam				59	26	17	6	10				

Pozitif, P + : Yeterli, Sanat yapısı yeterli, taşkın oluşmamakta

Negatif, N - : Yetersiz, Sanat yapısı yetersiz, taşkın oluşma riski var.

Çalışma alanı içerisinde belirlenen bölgelerde 57+032.25 km ana kol ve yan kol, ikinci bölgede 33+981.27 km ana kol ve yan kol, üçüncü bölgede 25+545.93 km ana kol ve

yan kol, dördüncü bölgede 36+573.15 km ana kol ve yan kol, olmak üzere toplam 153+132.60 km yol güzergahında çeşitli tip ve boyutlarda 59 adet hidrolik sanat yapısının analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiş ve Şekil 43 de gösterilmiştir.

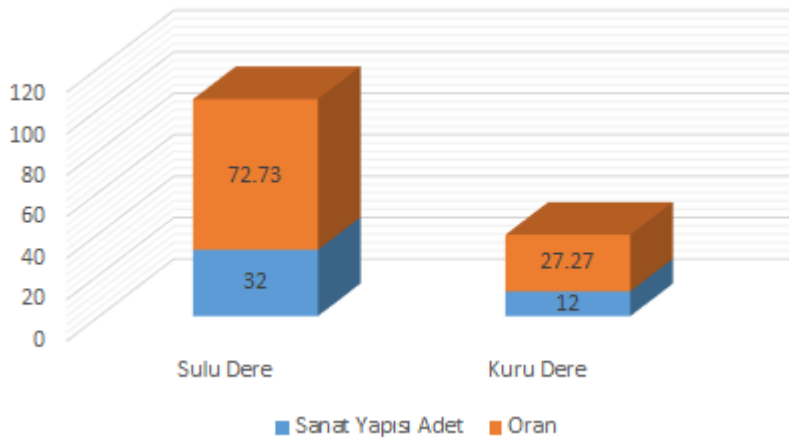


Şekil 43. Analizi yapılan mevcut sanat yapılarının pozitif ve negatif durumları

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman yolları, orman alanlarına ulaşımın sağlanması ve kaynaklarından maksimum şekilde faydalanılması yönüyle çok önemlidir. Orman yolu ve sanat yapılarının taşkın riski açısından değerlendirilmesine yönelik yapılan bu çalışmada; Tütüçüler OİŞ sınırları içerisindeki alanda mevcut orman yollarını, kuru ve sulu dereleri ve bu yollar üzerinde yapılmış sanat yapıları arazide tespit edilip sayısal arazi modeli üzerine işlenerek irdelenmiştir.

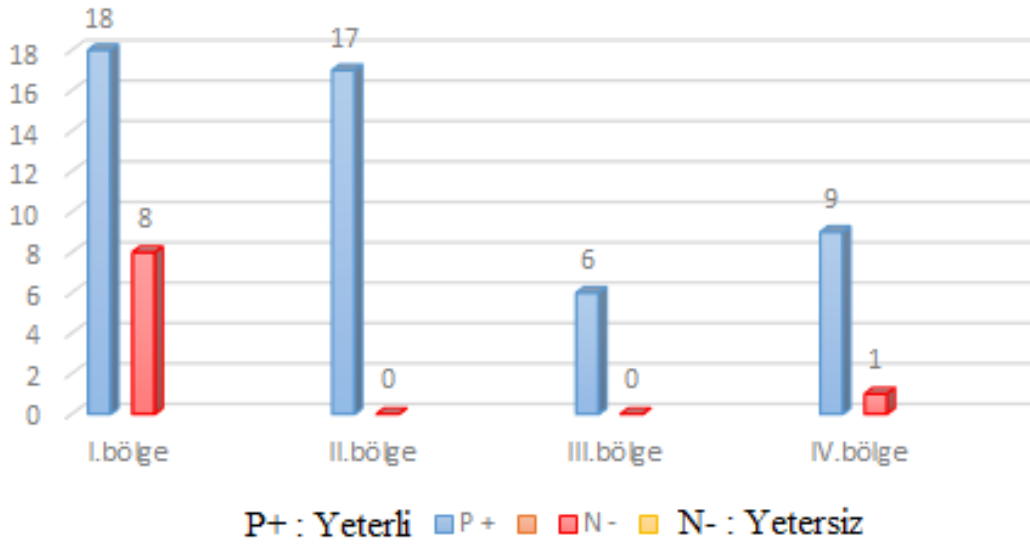
Çalışma alanı içerisinde belirlenen birinci bölgede sulu dere üzerinde 12 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı olmak üzere 16 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. İkinci bölgede sulu dere üzerinde 10 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 4 adet sanat yapısı olmak üzere 14 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Üçüncü bölgede sulu dere üzerinde 2 adet sanat yapısı, kuru dere üzerinde 2 adet sanat yapısı olmak üzere 4 adet sanat yapısının analizi yapılmıştır. Dördüncü bölgede sulu dere üzerinde 8 adet sanat yapısı ve kuru dere üzerinde 2 adet olmak üzere toplam 44 adet sanat yapısının sulu ve kuru dere dağılımları Şekil 44’ de grafik olarak gösterilmiştir. Mevcut sanat yapılarının %72.73’ ünün sulu dere üzerinde olduğu, %27.27’ sinin kuru dere üzerinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 44. Sanat Yapılarının Sulu ve Kuru Derelere Göre Dağılımı

Çalışma alanı içerisinde belirlenen birinci bölgede 57+032.25 km ana kol ve yan kol (hendek), ikinci bölgede 33+981.27 km ana kol ve yan kol (hendek), üçüncü bölgede 25+545.93 km ana kol ve yan kol (hendek), dördüncü bölgede 36+573.15 km ana kol ve yan kol (hendek) olmak üzere toplam 153+132.60 km yol güzergahında çeşitli tip ve boyutlarda 59 adet hidrolik sanat yapısının kullanıldığı tespit edilmiş ve tablo 5’te verilmiştir. Mevcut sanat yapılarından 26 adedinin I. bölge, 17 adedinin II. bölge, 6 adedinin III. Bölge ve 10 adedinin IV. bölge sınırları içinde analizleri yapılmıştır.

Yapılan analizler neticesinde I. bölgedeki 26 adet sanat yapısından 18 adedinin yeterli, 8 adedinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. II. bölgedeki 17 adet sanat yapısının hepsinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. III. bölgedeki 6 adet sanat yapısının hepsinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. IV. bölgedeki 10 adet sanat yapısından 9 adedinin yeterli, 1 adedinin yetersiz olduğu tespit edilerek Şekil 45’ da grafik olarak gösterilmiş ve sonuçları Tablo 7’ de sunulmuştur.



Şekil 45. Mevcut Sanat Yapılarının Yeterlilik Durumu

Orman yol ağı planlarının yapımı ve yolların inşasında, yamaç eğimi oranları arttıkça yol yapımı zorlaşmakta ve eğiminin artması ile birlikte kazı ve dolgu miktarları artmaktadır. Çalışma alanının %67’sinin yamaç eğiminin % 46 dan fazla olduğu belirlenmiştir. Bu alanlarda planlanacak ya da yapılacak yol ve sanat yapılarının boyutlandırılmalarının doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Orman yolu ve sanat yapılarının planlanmasında güneyli bakılar kuzeyli bakılara göre daha fazla tercih edilmektedir. Kuzeyli bakılarda heyelan, yüzeysel akış, şev akması

ve yıkılması gibi toprak hareketleri daha fazla olduğundan yamaçların stabil halde kalması daha güçtür. Güneyli bakılarda yola gelen su miktarı daha erken kurumakta ve yol bozulmaları daha az olmaktadır. Çalışma alanının %48 güneyli bakılarda ve mevcut yolların da %52'sinin kuzeyli bakılarda olduğu tespit edilmiştir.

Tütüncüler OİŞ 150m yükseklikten 2840m yüksekliğe kadar artış göstermektedir. Yüksekliğin 1000 m' den az olduğu yollarda 24 adet sanat yapısının, 1000-1500 arasında olduğu yollarda 23 adet sanat yapısının, 1500-2000 arasında olduğu yollarda 12 adet sanat yapısının ve 2000 m' den fazla olduğu yollarda hiç olmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple yükseklik arttıkça sanat yapısı adedi azalmaktadır. Bunun sonucu olarak alt kotlarda su toplama havzası büyüdüğü için sanat yapısı ihtiyacının arttığı tespit edilmiştir.

Tütüncüler OİŞ' nin orman varlığı 7206,5 ha 'dır. Bu alan içerisinde bulunan yolların tamamı ormancılık amaçlı kullanılmaktadır (Acar M, 2018). Çalışma alanı içerisinde yapılan bu tez çalışmasında mevcut orman yolları ve sanat yapıları taşkın riski açısından incelenmiştir. Araştırma neticesinde mevcut ve planlanan olmak üzere 59 adet sanat yapısı tespit edilmiştir (Acar M, 2018).

2018 Yılında OBM tarafından yapılan planlamaya ek olarak yapılan analiz sonucunda belli km'lerde sanat yapılarının eklenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Orman yol ağlarının yapımında sanat yapılarının yoğun bir şekilde kullanılması menfez ve köprü birim fiyatlarının yüksek olması sebebiyle çok tercih edilmemeleri bir gerçektir

Bu çalışmamız ile orman yolu ve sanat yapılarının yanlış planlamasından meydana gelecek olumsuz etkilerin, yol ve yol güzergahları ile ilgili problemlerin, çalışma alanındaki sanat yapılarının taşkın riski açısından incelenmesi gibi konular irdelenerek, CBS yardımıyla arazi çalışmaları neticesinde toplanan veriler ışığında bilgisayar ortamında hazırlanan sayısal altlıklar, sayısal yükseklik modelleri ile boyutlandırılan sanat yapılarının analizleri yapılarak mevcut güzergahlarda taşkın riski analizleri yapılmıştır.

Yapılan bu analiz çalışması ile aşağıda belirtilen öneriler sunulmuştur;

Çalışma alanında bulunan ve kullanıldığı yer için uygun olmayan, yol kotundan daha yüksek yapılan drenaj yapılarının (menfez) değiştirilmesi veya dolgu yapılması şartıyla yolun kotunun yükseltilmesi gerekmektedir.

Kenar hendeklerinde biriken suyun yolun diğer tarafına akıtılması amacıyla yapılan sanat yapılarının mutlaka yol güzergahına 30°-45° açıyla yapılmalıdır.

Dere ile yolun kesiştiği yerlerde ise derenin yola geliş açısına bağlı olarak drenaj tesisi mümkün mertebe yola dik olarak yerleştirilmelidir.

Özellikle çalışma alanımız gibi olan yağışlı bölgelerde, orman yollarında bulunan büz veya kutu menfez gibi drenaj yapılarının giriş ve çıkış bölümlerinde 1,5 m boyunda baş duvarlar yapılmalı ve böylece yapı suyun yıkıcı etkisinden korunmalıdır.

Üretim çalışmaları başlamadan önce veya üretim çalışmaları bittikten sonra hidrolik sanat yapılarının giriş ve çıkış ağızları temizlenmelidir.

Orman yolu ve sanat yapılarının planlama çalışmalarında daha hızlı ve doğru kararlar verilebilmesi için CBS'nin daha etkin kullanılması gerekmektedir.

Çalışma alanının analizleri sonucunda drenaj yapılarında gözlemlenen bir diğer problem; bazı drenaj yapılarının yapım kotlarının üzerinde yapıldıkları yol kotundan daha yüksek olmasıdır. Bu yükseklik bazı drenaj yapılarında 40 cm' e kadar çıktığı görülmüştür. Sanat yapılarının yol kotundan yüksek olmasının zararlarından biri de yüklü ağır kamyonların yol üzerindeki hareketleri boyunca bu yapıların üzerine çıkmak zorunda kalmaları sonucu yapıya zarar vermeleridir. Böylece hem yapının beton üst kısmı zarar görmekte hem de araçların sürüş emniyeti tehlikeye girmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar M, 2018. Uygulanabilir Bölmeden Çıkarma Tekniklerine Göre Orman Yol Ağının Düzenlenmesi (Artvin Tütüncüler Orman İşletme Şefliği Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin. 56.
- Acar, H.H., 2005. Orman Yolları, Ders Notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No: 82, 183s, Trabzon.
- Akay, A.E., 2000. GIS Analysis for Preliminary Timber Harvesting Systems in the Pacific Northwest, Unpublished Study, College of Forestry, Oregon State University, Corvallis, Oregon. USA. 15 p.
- Anonim, 1992b. Cell-based Modelling with Grid, Arc/Info User's Guide, Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc., USA.
- Anonim, 2000. Hydrologic Engineering Center HEC-GEORAS Users Manual, U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Davis, California.
- Anonim, 2001. Hydrologic Engineering Center HEC- RAS River Analysis System Users Manual, U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Davis, California.
- Anonim, 2010. ARCIS 10 Uygulama Dökümanı, İşlem Grubu Eğitim Dokümanları
- Anonim, 2010. Tütüncüler Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2010-2029). Çevre ve Orman Bakanlığı, OGM, Ankara.
- Ardıçoğlu M, 2017. Açık Kanal Akımları ve HEC- RAS Uygulamaları, Kayseri. 21-24
- Bayoğlu, S., 1997. Orman Transport Tesis Ve Taşıtları, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul. 975, 404-430, 9.
- Bayoğlu, S.; Hasdemir, M. 1991. Orman Yollarında Tesis Edilen Küçük Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul. Seri B, Cilt 41, Sayı 3-4,
- Çalışkan E., Karaman A. ve Acar H., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı İle Orman Yolu Sanat Yapıları Haritasının Oluşturulması Tekniği (Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği Örneği).
- Demir, M., 2002. Bolu Mıntıkasında Orman Yol Şebeke ve Nakliyat Planlarının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Döner, O., 2010. Orman Yolu Hidrolik Sanat Yapılarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımı İle Tespiti Ve Boyutlandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- DSİ, 2016. Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu, Ankara. 3-6
- DSİ, 2018. Taşkın Kontrol Duvarları Genel Teknik Şartnamesi. 19-20.
- Erdaş, O., 1997. Orman Yolları, Cilt I-II, K.T.Ü. Basımevi, Genel Yayın No: 187, Fakülte Yayın No: 25, Trabzon.
- Gümüş, S., 1997. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yararlanma İmkanları Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,
- Hasdemir, M., 1991, Orman Yollarında Tesis Edilen Küçük Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi Ve Boyutlandırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B (3-4), İstanbul.
- Karaman, A., 2001. Odun Hammaddesinin Kesim ve Nakliyatı, Ders Notu, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi, Yayın No: 4, 263s, Artvin.
- OGM, 2008. 292 Sayılı Tebliğ, Orman Yolları Planlanması, Yapımı ve Bakımı, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü İnşaat İkmal Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2008. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışma Esas ve Usulleri Hakkında Tamim, Tamim No: 6550, Ankara.
- OGM, 2011. 2010 Yılı Yatırım İzleme Ve Değerlendirme Raporu, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Özçelik, N., 1982, Orman yolu sanat yapıları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:323, İstanbul. sayfa
- Özdemir, H., 2007. Taşkınların haritalanmasında Hec-Georas ve Hec- RAS'ın kullanımı: Havran çayı örneği (Balıkesir). TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
- Öztürk T., Şentürk N. ve Akgül M., 2008. İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı, İstanbul.
- Satır, O., 2010. Dağlık Arazide Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanarak Çevreye Duyarlı Orman Yolu Güzergahının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin. 52-56, ne demek 66.
- Seçkin, Ö.B., 1982. Orman Yol Şebekesi Ve Yol Aralığı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 2, s. 59-68, İstanbul.

Seçkin, Ö.B., 1982. Orman Yolları Genel Planlama Esasları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 32, Sayı 1, s. 85, İstanbul.

Seçkin, Ö.B., 1984. Türkiye'de Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüd Aplikasyonu, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 1, s. 112-125, İstanbul.

Shiba, M., Ziesak, M., ve Loffler, H., 1990. Use of Modern Information Technology in Planmng Forest Road Access, Forstarchiv. 61, 1, 16-21

Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., 2016. Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) Yüzey Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi Ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması, , Artvin.

URL-1. <http://kellylab.berkeley.edu/docts/HydrologyAnalysis.pdf>, alındığı tarih 21.09.2005. Hydrology Modelling Sample Extensions.

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Selim Demir
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 1983- İspir
Medeni hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0466 238 25 02-06
Faks : 0466 238 24 37
e-posta : selimcbs@gmail.com

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

OMÜ – Mühendislik Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

31.08.2007