

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEREPAZARI İLÇESİNDE BULUNAN TERSANE VE
ERİKLİMANI HAVZALARININ BAZI KARAKTERİSTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE TAŞKIN TAHMİNİ**

Bünyamin ALBAYRAK

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Veli SÜME

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

JÜRİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU

RİZE - 2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEREPAZARI İLÇESİNDE BULUNAN TERSANE VE ERİKLİMANI
HAVZALARININ BAZI KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ VE TAŞKIN TAHMİNİ

Doç. Dr. Veli SÜME danışmanlığında, Bünyamin ALBAYRAK tarafından hazırlanan bu çalışma Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile oluşturulan jüri tarafından 14/11/2019 tarihinde İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

İmza

Başkan

: Doç. Dr. Veli SÜME

Üye

: Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Üye

: Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU

ÖNSÖZ

Atalarımın ve benim doğup büyüdüğümüz, esnaflık yaptığımız, benim ise hala Belediye’de inşaat mühendisi olarak hizmet vermeye devam ettiğim, Rize ili Derepazarı İlçesinde, “Derepazarı İlçesinde Tersane ve Eriklimanı Havzalarının Bazı Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Taşkın Tahmini” adlı bu tez çalışması, meydana gelebilecek taşkın durumlarında, oluşabilecek olumsuzluklara önlem alınabilmesine yardımcı olacaktır.

Bu Yüksek Lisans tezinin hazırlanmasındaki, tüm aşamalarda akademik bilgi ve tecrübelerinde yararlandığım ve benimle bilgi paylaşımında bulunan danışman hocam Doç. Dr. Veli SÜME’ye, havza karakteristiklerinin tespit edilip yorumlanması konusunda büyük desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Turan YÜKSEK’e ve tez bütünlüğünün sağlanmasında bana yol gösteren Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU’na, sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımnda bilimsel katkı sağlayan Prof. Dr. Bülent VEREP’e, her türlü bilgi ve veri birikimini paylaşan İnş. Müh. Kayhan SAKA’ya, Derepazarı Belediye Başkanlığı ile Rize İl Özel İdaresi personeline, özellikle özveride bulunan eşim ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bünyamin ALBAYRAK

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Derepazarı İlçesinde Bulunan Tersane ve Eriklimanı Havzalarının Bazı Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Taşkın Tahmini” başlıklı bu tezi, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 14/11/2019

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

DEREPAZARI İLÇESİNDE BULUNAN TERSANE VE ERİKLİMANI HAVZALARININ BAZI KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE TAŞKIN TAHMİNİ

Bünyamin ALBAYRAK

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Veli SÜME**

Dünyamızda küresel ısınma, meteorolojik verilerde de oransız değişimler meydana getirmektedir. Bununla birlikte bitki örtüsündeki değişim, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak çarpık kentleşme sonucunda afetlerin meydana gelme olasılığı artmaktadır. Bu durum tehlikeli alanların belirlenmesi, toplumsal etkilerin değerlendirilmesi ve yıkıcı güçlere karşı dayanıklı tasarımların yapılmasını ve böylelikle can ve mal kayıplarının azaltılması için mühendisleri yeni çözüm arayışlarına yönlendirmiştir. Bununla birlikte eldeki veriler ve mevcut parametrelerinin analizinin yapılarak doğru mühendislik çözümlerinin üretilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Rize ili Der pazarı ilçesinde bulunan Tersane ve Eriklimanı havzalarının bazı karakteristik özellikleri belirlenerek taşkın tahmini yapılmıştır. Sonuç olarak, her iki havzada da olası taşkın riski bulunduğu belirlenmiş ve bu risklere karşı alınabilecek önlemler ortaya konmuştur.

2019, 61 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Taşkın Tahmini, Havza Karakteristikleri, Arazi Bozulmaları, Afet Riski, Su Bilançosu

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME BASIN CHARACTERISTICS OF TERSANE AND ERİKLİMANI BASINS IN DEREPAZARI DISTRICT AND FLOOD ESTIMATION

Bünyamin ALBAYRAK

**Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Veli SÜME**

Global warming in our world creates disproportionate changes in meteorological data. Therefore, the change in vegetation, rapid population growth and consequently distorted urbanization increases the likelihood of disasters. This situation, has led engineers to search for new solutions to identify hazardous areas, assess social impacts and design durable to destructive forces, thereby reducing the loss of lives and property. Therefore, it is necessary to produce the right engineering solutions by analyzing the available data and available parameters. In this study, some characteristics of Tersane and Eriklimanı basins in Derepazari district of Rize province were determined and flood forecasted. As a result, the determined where possible flood risk in both basins and measures to be taken against these risks has been determined.

2019, 61 Pages

Key Words: Flood Forecasting, Basin Characteristics, Land Degradation, Disaster Risk, Water Situation

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışma Alanı.....	2
1.2.1. Derapazarı İlçesinin İklim ve Coğrafi Durumu.....	2
1.2.2. Jeolojik Özellikleri.....	5
1.2.3. Jeoteknik Amaçlı Arazi Çalışmaları ve Arazi Deneyleri.....	8
1.2.4. Derapazarı İlçesinin Mevcut Plan ve Yapılaşma Durumu.....	8
1.2.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler.....	9
1.3. Suyun Önemi, Dünyada ve Türkiye’de Mevcut Su Durumu.....	10
1.4. Hidrolojik Çevrim (Suyun Arz Üzerindeki Hareketi).....	14
1.5. Arazi Kullanımı ve Hidrolojik Etkileşim.....	15
1.5.1. Yağış-akış ilişkisi.....	16
1.5.2. Bazı Hidrolojik Terimler.....	18
1.5.3. Taşkın Yatağındaki Akımın Aşamaları.....	19
1.6. Alansal Morfometrik Parametreler.....	20
1.7. Literatür Özeti.....	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	32
2.1. Materyal.....	32
2.2. Yöntem.....	32
3. BULGULAR.....	34
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	49

5. ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	61



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Rize ili haritası.....	2
Şekil 2.	Rize ili Derepazarı ilçesi.....	3
Şekil 3.	Derepazarı ilçesi ve çevresinin 1/100000 ölçekli jeoloji haritası.....	6
Şekil 4.	Zemin dağılımları.....	7
Şekil 5.	İnceleme alanının çevre düzen planı.....	9
Şekil 6.	Derepazarı ilçe nüfus grafiği.....	10
Şekil 7.	Dünyadaki su sistemi.....	12
Şekil 8.	Türkiye'nin su tüketimi.....	13
Şekil 9.	Su döngüsü.....	14
Şekil 10.	Yağış – yüzey akımı.....	17
Şekil 11.	Doymuş ve doymamış bölge.....	18
Şekil 12.	Yer altı suyu bölgelerinin basınç değişimi.....	18
Şekil 13.	Eriklimanı havzası yükselti haritası.....	34
Şekil 14.	Tersane havzası yükselti haritası.....	35
Şekil 15.	Eriklimanı havzası eğim haritası.....	36
Şekil 16.	Tersane havzası eğim haritası.....	37
Şekil 17.	Eriklimanı havzası bakı haritası.....	38
Şekil 18.	Tersane havzası bakı haritası.....	39
Şekil 19.	Eriklimanı ve Tersane havzaları drenaj yoğunluğu haritası.....	40
Şekil 20.	Havzalarda meydana gelen değişimler.....	41
Şekil 21.	MTA tarafından belirlenen afet riski altında olan bölgeler.....	42
Şekil 22.	MTA verilerine göre afet riski altındaki bölgeler ve tespit edilen arazi bozulmaları.....	43
Şekil 23.	Rize ili yağış ve potansiyel evapotranspirasyon.....	45
Şekil 24.	Derepazarı ilçesi potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	46
Şekil 25.	Rize ili yağış ve akış grafiği.....	46
Şekil 26.	Derepazarı ilçesi yağış ve akış grafiği.....	47
Şekil 27.	Tersane ve Eriklimanı havzaları arazi sınıflandırması.....	47

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Bazı ÷lke ve kıtaların kullanılabilir su potansiyeli.....	12
Tablo 2.	DSİ tarafından dere ıslahında kullanılan taşkın debileri.....	32
Tablo 3.	Eriklimanı havzası yükseklik-alan dağılımı.....	34
Tablo 4.	Tersane havzası yükseklik-alan dağılımı.....	35
Tablo 5.	Eriklimanı havzası eğim ve alan dağılımı.....	36
Tablo 6.	Tersane havzası eğim ve alan dağılımı.....	37
Tablo 7.	Eriklimanı havzası bakı-alan dağılımı.....	38
Tablo 8.	Tersane havzası bakı-alan dağılımı.....	39
Tablo 9.	Alansal morfometrik parametreler.....	40
Tablo 10.	Tersane ve Eriklimanı havzaları arazi bozulmaları ve arazi değışim miktarları.....	41
Tablo 11.	Havzalarda meydana gelen değışimlerin oransal değeri.....	42
Tablo 12.	Gumbel istatistiksel yönetimine göre elde edilen yağış verileri.....	43
Tablo 13.	Hesaplanan taşkın debileri.....	43
Tablo 14.	Thornthwaite yöntemine göre rize ili su bilançosu.....	44
Tablo 15.	Thornthwaite yöntemine göre derepazarı ilçesi su bilançosu.....	45
Tablo 16.	Tersane ve Eriklimanı havzaları arazi sınıflandırması.....	48

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CH	Yüksek Plastikli Kil
CL	Düşük Plastikli Kil
Cm	Santi Metre
DHSVM	Dağıtılmış Hidroloji Toprak Bitki Örtüsü Modeli
Diğ.	Diğerleri
DSİ	Devlet Su İşleri
EP	Evapotranspirasyon
F	Form Faktörü
GC	Killi Çakıl
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GAPSIM	Sistem Dinamiği Similasyon Modeli
GE	Gerçek Evapotranspirasyon
GIS	Uzaktan Algılama
RTEÜ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
RS	Mekansal Bilgi Sistemi
GM	Plastik İri Taneli Çakıl
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
Ha	Hektar
HEC-GMS/RAS	Hidrolojik Analiz Yazılımı
I-f	Horton Yüzey Akışı
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Km	Kilometre
Km ²	Kilometre Kare
Km ³	Kilometreküp
m	Metre
mm	Mili Metre

MTA	Maden Tetkik Ve Arama
NEXRAD	Yeni Nesil Radarlara Dayalı Yağış Tahmini
NOAA	Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi
°C	Derece
Ort.	Ortalama
P	Havza Çevresi
Q ₅₀	Elli Yıllık Debi
Q ₁₀₀	Yüz Yıllık Debi
Q ₅₀₀	Beşyüz Yıllık Debi
Rc	Dairesellik Oranı
Re	Uzunlaşma Oranı
RTEÜ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
SC	Killi Kum
SDU	Süleyman Demirel Üniversitesi
SDWM	Sistem Dinamiği Havzası Modeli
SIMHYD	Kavramsal Günlük Yağmur Akım Modeli
SM	Siltli Kum
SWAT	Toprak ve Su Değerlendirme Aracı
TMH	Türkiye Mühendislik Haberleri
TNKA	Tarımsal Niteliği Korunacak Alan
TS 1500	Zemin Sınıflaması
TUFUAB	Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği
UA	Uzaktan Algılama
vb.	Ve Benzeri
WRSD	Su Kaynakları Sistem Dinamiği
ΣL	Toplam Akarsu Uzunluğu
ΣS	Toplam Segment Sayısı
Prof.	Profesör
Doc. Dr.	Doçent Doktor
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada küresel iklim değişikliğinin sonuçları değişik coğrafyalarda yoğun bir şekilde görülmektedir. Buna bağlı olarak, hidrolojik çevrim parametrelerinin değişmesi sonucu meteorolojik verilerde de önemli oranda sapmalar meydana gelmektedir. Türkiye, son zamanlarda bu etkileşimin sonuçlarının görüldüğü ülkelerdendir. Özellikle Türkiye'nin en fazla yağış alan, sel ve taşkın olaylarının yoğun bir şekilde yaşandığı bölgelerden biri de Doğu Karadeniz bölgesidir. Özellikle küresel iklim değişikliğine, bölgede yanlış arazi kullanımı ve bitki örtüsünün kontrolsüz tahribatıda eklendiğinde, heyelan, sel ve taşkın riski daha da artmakta, bunun sonucu olarak da, can ve mal kaybında büyük artışlar meydana gelmektedir.

Rize'de önceki yıllara göre heyelan, sel ve taşkınlar sıklıkla yaşanmakta, daha fazla can ve mal kaybı meydana gelmektedir. Der pazarı, Rize'ye en yakın ilçelerden biri olup, aynı iklim özelliklerine sahiptir. Gelecekte heyelan, sel ve taşkın olaylarının sıklıkla yaşanması olasıdır.

Yağış-akış süreci su döngüsünün en önemli bileşenlerindendir. Olası yağışlardan oluşabilecek akışın tahmini, taşkın yapılarının projelendirilmesinde önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle birçok fiziksel ve veri tabanlı yağış akış modelleri geliştirilmelidir.

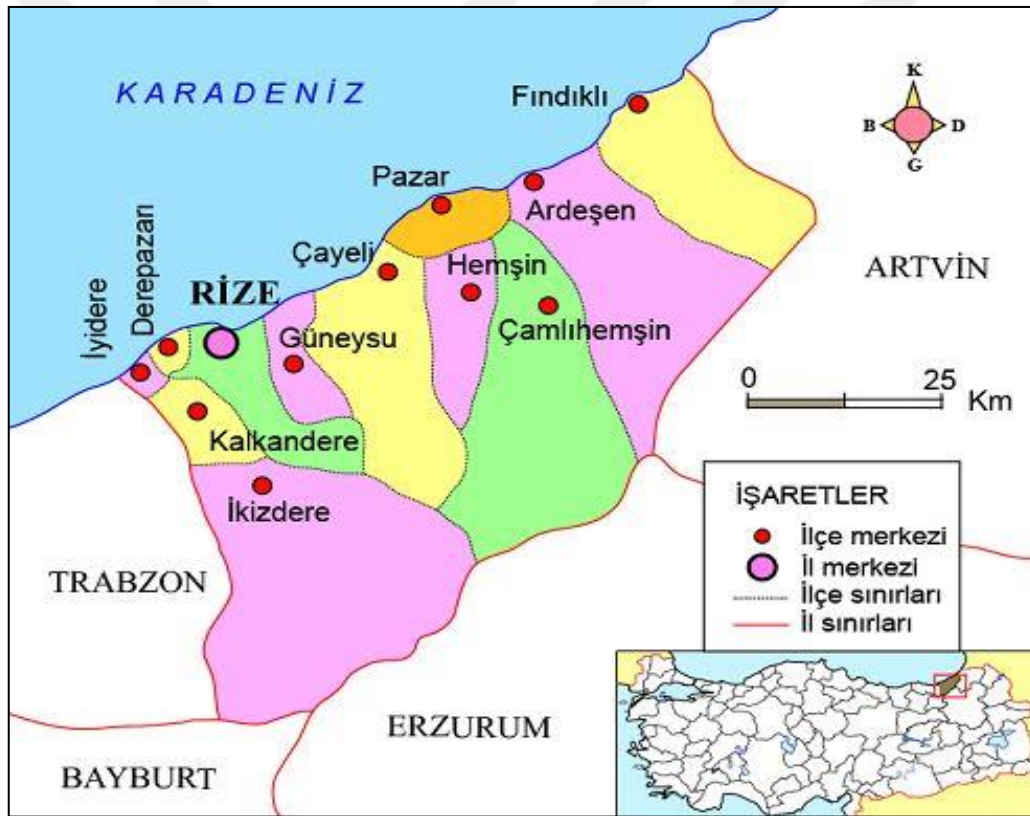
Yukarıdaki gerekçelerden dolayı Der pazarı ilçesinde veri analizleri yapılarak olası taşkın tahminleri ortaya konmalıdır.

Bu çalışmada Der pazarı ilçesinde bulunan Tersane ve Eriklimanı havzalarına ait; yağış, sıcaklık, rüzgar vb. meteorolojik veriler, hidrolik veriler, havza alanı (A , km^2), havza Çevresi (P , km), havza Uzunluğu (l , km), toplam segment Sayısı (js), segment uzunluğu (μl , km), akarsu sıklığı (Frekansı), drenaj yoğunluğu (km/km^2), form faktörü (F), dairesellik Oranı (R_c), uzunlaşma oranı, yükseklik haritaları, eğim haritaları, baki haritaları, su bilançosu hesabı, yağış ve potansiyel evapotranspirasyon ilişkisi, arazi kullanımı, arazi bozulmaları, jeolojik ve jeoteknik özellikler, nüfus verileri, afet riski altındaki bölgeler ve derelerin mevcut durumlarına ait veriler değerlendirilerek İlçeye ait taşkın tahmini yapılmıştır.

1.2. Çalışma Alanı

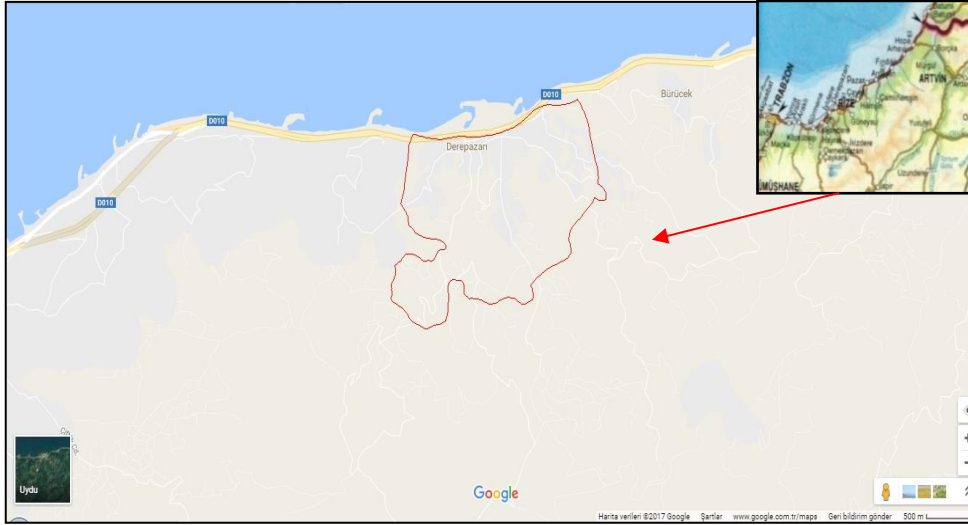
1.2.1. Derpazarı İlçesinin İklim ve Coğrafi Durumu

Rize Anadolu'nun kuzeydoğusunda, Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40°-22' ve 41° -28' doğu meridyenleri ile 40° -20' ve 41° -20' kuzey paralelleri arasında yer alır. Batıdan Trabzon'un Of, güneyden Erzurum'un İspir, Doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ve kuzeyden Karadeniz ile çevrili olan Rize'nin göller hariç yüzölçümü 3920 km² dir (Şekil 1).



Şekil 1. Rize ili haritası

Derepaşan ilçesi Rize iline bağlıdır. Derepaşan yüzölçümü 28 km² alan olup, alan olarak Türkiye'nin 938. en büyük ilçesidir. Derepaşan haritası konumu ise 41° 1' 26.3244" Kuzey ve 40° 25' 18.3936" Doğu GPS koordinatlarıdır. Derepaşan ilçesi bağlı olduğu Rize iline 8 kilometre mesafe uzaklıkta bir sahil ilçesidir.



Şekil 2. Rize ili Derepaşarı ilçesi

Uzun zaman içinde gerçekleşen gözlemler sonucunda inceleme yapılan yerin genel durumu hakkında fikir veren değerlendirmelere iklim denir. İklim aynı zamanda bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini gösterir ve bitki örtüsünde tayin eder.

Araştırma yapılan havzalara en yakın istasyon 400 metre rakımında olup Derepaşarı İlçesi Maltepe Köyünde 40° 59' 03.79''Kuzey, 40° 25' 52.86''Doğu GPS koordinatlarındadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait istasyon Mart 2015 yılından itibaren ölçüm yapmaktadır. Thornthwaite göre hazırlanan su bilançosunda değerlendirmeye 2015 yılı Mart ayı ile 2019 yılı Haziran ayı arasındaki veriler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bölgemiz coğrafi konumu, arazi şekilleri ve Derepaşarı havzasına ait istatistik yılı sınırlı olduğundan karşılaştırma yapabilmek için Rize ilinin 1928-2018 yılları arası istatistiksel verileride dikkat alınarak su bilançosu hesaplanmıştır.

İnceleme alanının içinde bulunduğu yörede Doğu Karadeniz iklimi etkili olmaktadır. Yazları sıcak, kışları soğuk geçen inceleme alanında yağış her mevsim görülmesine rağmen ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde daha yoğun olarak görülür.

Rize yöresinde Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Karadeniz ikliminin özelliği, yazları serin kışları ılıman ve her mevsim yağışlı olmasıdır. Bunda en büyük etken dağların kıyıya paralel uzanmasıdır. Rize'nin yıllık ortalama sıcaklığı 14 °C'dir. Rize'de bu güne kadar kaydedilen en düşük sıcaklık -7°C, en yüksek sıcaklık ise 38.2°C olarak tespit edilmiştir.

En soğuk ay ocak, en sıcak ay temmuzdur. Yıllık yağış miktarı 2250 mm. nin üzerinde olan Rize, Türkiye'nin en çok yağış alan ilidir. Rize'de yağış her mevsime dengeli olarak dağılmakta olup kurak mevsimi yoktur. İlde en az yağış ilkbaharda, en çok yağış sonbaharda görülür. Nem oranı her zaman %75'in üzerindedir.

Türkiye'nin tümünde olduğu gibi bu sahada Orta Kuşaktaki “batı rüzgârları” sistemine girer. Yaz ve kış dönemlerinde farklı hava kütleleri etkisinde kalır. Bu hava kütleleri bölgede yağış sıcaklık gibi tüm iklim elemanlarını önemli ölçüde kontrol eder.

Yaz durumu: Saha yaz başlarından itibaren Azor antisiklonunun kuzeye doğru genişlemesine bağlı olarak, güneyden kuzeye doğru ilerleyerek tropikal hava kütlesi etkisi altına girer. Bu dönem diğer aylara göre daha güneşli ve yağışsız geçmektedir. Atmosferin üst seviyelerinde beliren serin- soğuk hava kütlesi bazen zemindeki sıcak ve nemli hava kütlesiyle karşılaşarak kısa süreli yağışlar meydana getirir.

Kış durumu: sonbahar başlarından itibaren güneyden gelen tropikal hava ile kuzeyden ilerleyen polar hava kütlelerinin karşılaşması ile oluşan “planeter polar cephe” faaliyetlerinin etkisine giren saha soğuk ve sıcak cepheler birbirini takip eder. Kuzey batı Avrupa'dan sokulan polar cephe Trakya üzerinden Marmara ve Karadeniz'e doğru iki kola ayrılır. Bu cephenin etkili olduğu günlerde yağışlar meydana gelir. Sahanın sahil kuşağı yağmur yüksek alanlar ise kar şeklinde yağışlar alır. Kuzeye bakan yamaçlar boyunca alıkonulan bu hava kütlesi yağışların günlerce sürmesine neden olur. Bu faaliyetler yaz başına kadar devam eder.

Bağıl Nem ve Bulutluluk: Araştırma sahası ve çevresi ülkemizin nispi nem ve bulutluluğun en fazla olduğu alanlardan birdir. Sahada yer alan dağların 450-550 m'ye kadar yükselen yamaçlar boyunca yıl boyunca bulutluluk ve nem aynı kalmaktadır. Fakat sıcaklık durumu dikkate alındığında yazın bağıl nem en yüksek seviyeye çıkar. Özellikle frontal yağışların meydana geldiği dönemlerde nem ve bulutluluk en yüksek seviyelere ulaşır. Kıyıda bulutluluk yıllık ortalama onda 6 ila 7 arasında değişmektedir. Bağıl nem miktarı yıllık ortalama %70'in üzerindedir. Yaz döneminde bağıl nem %80 lere çıkar buna karşılık yükseldikçe sıcaklığın düşmesi ve havanın doyma noktasına ulaşmasının kolay olması sebebiyle bu oran %90'lara çıkmaktadır. Bağıl nem gece havanın soğumasına bağlı olarak %100'ü aşarak çiy olayının oluşmasını sağlar. Bu durum buharlaşmanın önemli ölçüde azalmasını sağlar.

“Belirli bir alanda ve uzun bir dönemde, pusulanın 8 veya 16 ana yönlerinin her birinden esen rüzgar frekanslarını gösteren diyagram. Bu diyagram, bir daire ile daire

etrafında, yönlere göre esen rüzgarların birikimleşmiş şeklinden oluşur. Rüzgar gülü, yer rüzgarları ile diğer meteorolojik olaylar arasındaki ilişkiyi göstermek veya yüksek atmosferde seçilmiş seviyelerde rüzgar hız dağılışını ortaya koymak amacıyla kullanılır. Rüzgar gülünün herkes tarafından anlaşılabilir şekilde temel amacı ise; bir yerin hakim rüzgarının hangi yönden olduğunun belirlenmesidir” (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Hava kütlelerinin karşılaşma sahasında bulunması, hemen deniz kıyısında yükselen havanın yağış bırakabilmesi, yıllık sıcaklık farkının fazla olmaması, fazla yükseltilerin var olması ve yükseldikçe yağışın artması, bağıl nem ve bulutluluğun fazla olması buharlaşmanın az olmasını sağlaması gibi nedenlerden ötürü bu vadilerde su varlığını korumuştur.

Bitki Örtüsü: İnceleme alanı Rize bölgesinin genel bitki örtüsü özelliklerini göstermektedir. Yörede mandalina, portakal, limon gibi Akdeniz bitkileri ve çay yetişmektedir. Ormanların da ise kayın, meşe, kestane, ıhlamur, ladin, kızılğaç ve orman gülü bulunmaktadır.

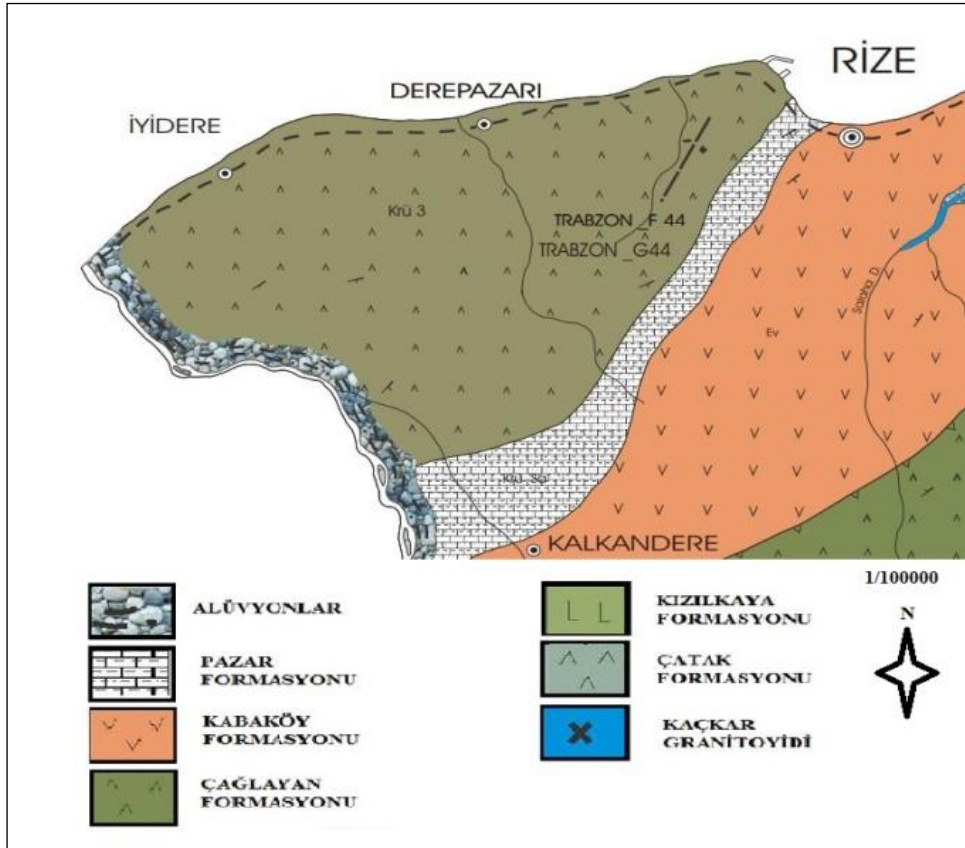
Orman altı bitki örtüsü de bölgede çok zengindir. Sayılamayacak kadar çok otsu ve odunsu bitki türü, orman gülü ile birlikte orman altı bitki örtüsünü oluşturur. Hakim tür; yörede "Komar" adıyla bilinen ve yakacak odun olarak istihsal edilen orman gülü (Rhododendron) dır. Bu yükseklik basamağı aynı zamanda kültür bitkilerinin de yayılış alanıdır.

Rüzgar: Sahada yerel ve genel basınç şartlarından dolayı farklı yönlerden rüzgâr esmektedir. Karaların farklı ısınıp soğumasıyla meydana gelen meltem rüzgârları yerel şartlar dâhilinde yıl boyunca etkilidir. Sahanın hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır.

1.2.2. Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanını oluşturan jeolojik birimler, üst seviyelerde Çağlayan Formasyonu Rezidüeli yer almaktadır. Volkanik, volkano-sedimanter istiflerden oluşan Çağlayan Formasyonunu temsil eden andezit, piroklastikler ve Erikliman dere ‘sinin taşımış olduğu ince- iri taneli sedimanlar ile blok boyutundaki çakılların oluşturduğu alüvyonlardır. MTA verilerine göre Der pazarı İlçesi ve çevresinin jeolojik haritası Şekil 3’de gösterilmiştir.

Havzalardaki jeolojik ve jeomorfolojik özellikler taşkını önemli ölçüde etkilemektedir. Havzalardaki zemin cinsleri, geçirgenlik ve aşınmaya karşı gösterdikleri direnç durumları ile havzanın şekli, yüksekliği ve eğim özellikleri, dağların uzanışı ve bakı özellikleri, drenaj şartları gibi daha birçok özellik, taşkına karşı duyarlılığının artmasına veya azalmasına neden olur.

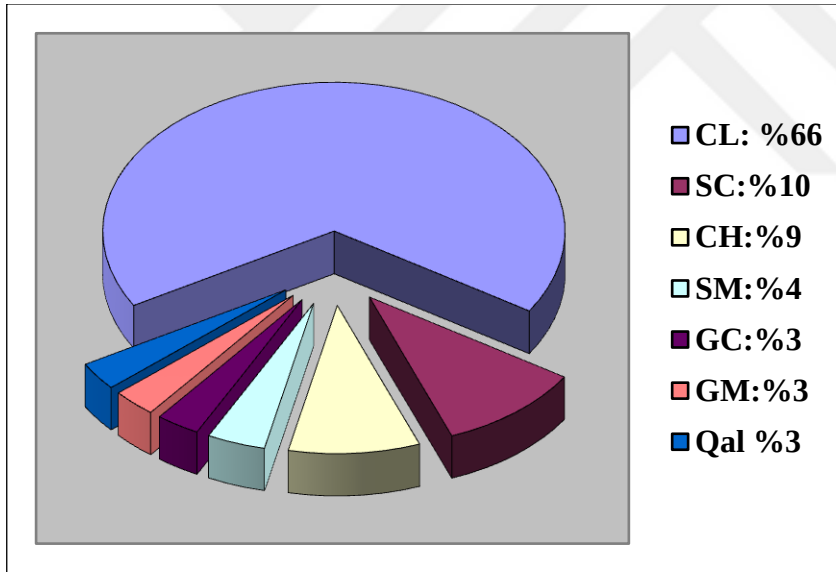


Şekil 3. Derpaşarı ilçesi ve çevresinin 1/100000 ölçekli jeoloji haritası (MTA alınmıştır)

Çağlayan Formasyonu (Krü 3): Asitik volkanikleri üzerleyen ikinci evreli bazik karakterli volkanit, volkanoklastik ve çökel kaya ardalanmasından oluşturmaktadır. Yakın civarda Sürmene- Kutlular, Çamburnu, Eskipazar, İyidere, Derpaşarı, Küçükdere ve Tekneciler dolaylarında yüzeylenen Çağlayan formasyonunun kalınlığı 200-600 m arasında değişmektedir.

Formasyonun alt kesimlerini andezit, üst kesimini ise piroklastikler oluşturur. Birimler, gözlemlenen seviyelerde ve üst kesimlerde 15 m. ye kadar günlenmenin etkisiyle rezidüel zemin özelliği göstermektedir. Bazı kesimlerde ise andezitler masif sağlam kaya olarak gözlenmektedir.

Havza alanlarının bir kısmında içeren çalışma alanında açılan Araştırma Çukurlarında ve yapılan sondajlardan alınan numunelerin tamamı Çağlayan Formasyonunun Rezidüeli olarak değerlendirilmiştir. Çağlayan Formasyonu arazide mostralarda, andezit ve tüf-tüfit şeklinde gözlenmiştir. Ancak yapılan laboratuvar analiz sonuçları, bu birimlerin ayrıışmış kısımlarına rastlanıldığını kanıtlamaktadır. Yapılan laboratuvar değerlendirmelerine göre, inceleme alanındaki zeminlerin, %3'ünün iri taneli; %97'sinin ince taneli olduğunu, TS 1500'e göre yapılan birleşik zemin sınıflaması, numunelerin %66'sinin düşük plastisiteli kil (CL), %10'unun killi kum (SC), %9 'inin yüksek plastisiteli kil (CH), % 4 'inin siltli kum (SM), %3 'ünün killi çakıl (GC), %3 'ün plastik, iri taneli çakıl (GM),) olduğunu göstermektedir. İnceleme alanında su muhtevaları %10-58 arasında, likit limit değerleri %33-70 arasında, plastisite indeks değerleri ise %10-39 arasında değişim göstermektedir ve zemin dağılımları Şekil 4'de gösterilmiştir (Özdoğan 2017).



Şekil 4. Zemin dağılımları

Alüvyonlar inceleme alanında yeralan Erikliman Dere 'sinin taşımış olduğu ince-iri taneli sedimanlar ile blok boyutundaki çakılların oluşturduğu alüvyonlardır. Alüvyonlar bölgedeki en genç birimdir.

1.2.3. Jeoteknik Amaçlı Arazi Çalışmaları ve Arazi Deneyleri

Derepazarı İlçesinde Derepazarı Belediye Başkanlığı tarafından İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu hazırlanmıştır. Bu Jeolojik-Jeoteknik Etüt raporunda jeoteknik etüt amaçlı, derinlikleri 7,00 ile 15,00 m arasında değişen toplam 605 m lik 55 adet sondaj yapılmıştır. Derepazarı İlçesinde yapılan jeoteknik sondajlar zeminlerin litolojik özelliklerini, düşey doğrultudaki değişimlerini ve yeraltı suyu durumu ile mühendislik parametreleri gibi bilgileri belirleme amacına yönelik yapılmıştır. Derepazarı İlçesinde Tersane havzasının tamamını ve Eriklimanı havzasının bir kısmını kapsayan sondaj çalışmaları yapılmıştır (Y.Özdoğan 2017).

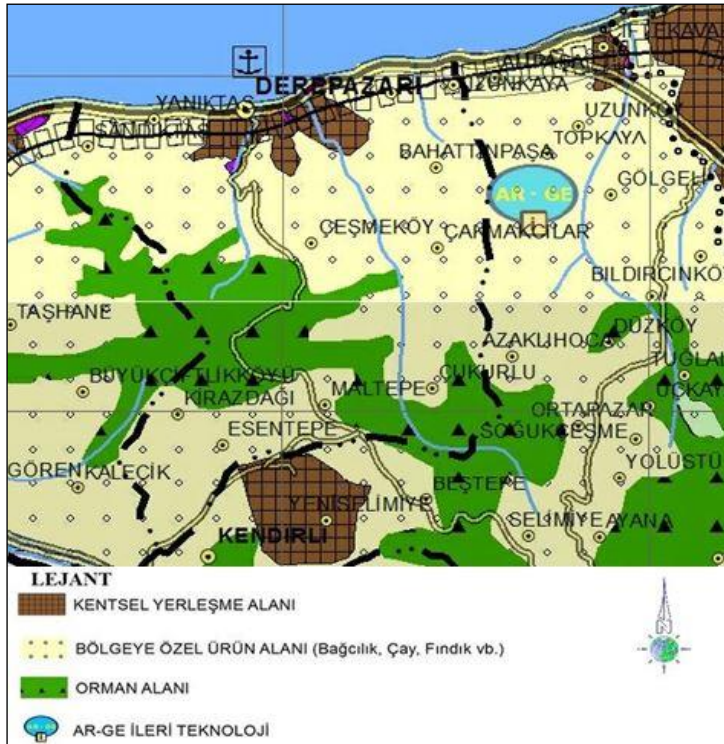
1.2.4. Derpazarı İlçesinin Mevcut Plan ve Yapılaşma Durumu

Tersane ve Eriklimanı Dereleri havzalarını da kapsayan 05.10.2018 ve 07.11.2018 tarihlerinde onaylanan "Ordu - Trabzon - Rize - Giresun - Gümüşhane - Artvin Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli F-44 ve G44 pafta numaralı Çevre Düzeni Planı bulunmaktadır.

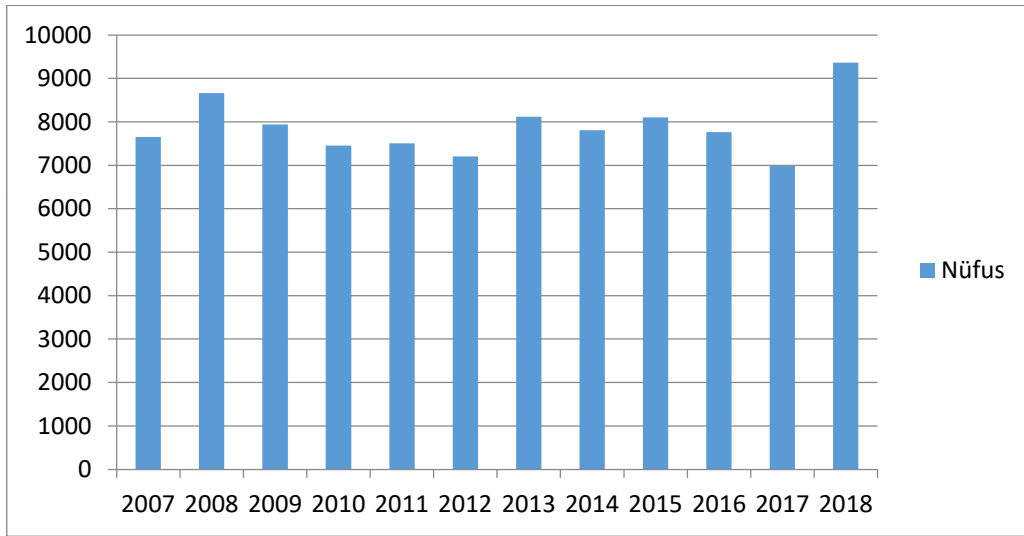
İnceleme alanı, 1/100000 ölçekli Çevre Düzeni Planında Bölgeye Özel Ürün Alanı (Bağcılık, Çay, Fındık vb.), Kentsel Yerleşme Alanı ve orman alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 5).

Derepazarı Belediyesi 1/1000 ölçekli uygulama imar planında konut, sanayi, işyeri ve tarımsal niteliği korunacak alan (TNKA) olarak belirlenmiştir. Konut alanları (A-5:A-6) 5 ve 6 katlı olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanında ilçe merkezinde sık ve çok katlı apartman türü yapılaşma yoğunlukta iken inceleme alanı dışına doğru köy ve mahallelerde daha seyrek ve daha düşük katlı yapılar bulunmaktadır.



veren 5 adet restoran, kadın sanat merkezi ve sahil yolu üzerinde bir adet petrol istasyonu bulunmaktadır. Mahallelerde toplamda yaklaşık olarak 1750 adet konut bulunmaktadır. İlçe nüfusu 2018 yılı nüfus sayım verilerine göre 9365'dir (Şekil 6). Nüfus sayım istatistiklerine göre son yılda artan bir nüfus tespit edilmiştir. Yaz aylarında çay hasatının başlaması ve okulların tatil dönemine girmesiyle ilçe nüfusunun arttığı gözlenmektedir.



Şekil 6. Derepaşarı ilçe nüfus grafiği (Derepaşarı ilçe nüfus müdürlüğü verilerine göre hazırlanmıştır.)

1.3. Suyun Önemi, Dünyada ve Türkiye’de Mevcut Su Durumu

Su, hava, toprak, besin maddeleri ve güneş enerjisi, canlı organizmaların gelişmesi için son derece gerekli bileşenlerdir. Antik çağlardan beri su en değerli doğal kaynak olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bilim ışığında su hakkında söylenenler; “Suda yaşam oluştu” “Susuz yaşam yok.” Bu değerlendirmelerin tümü, suyun canlı organizmaların doğası ve yaşam dengesi için çok önemli olduğunu gösteriyor.

Su her zaman doğanın etrafında görünür veya görünmez formlardadır. Su canlı organizmaların temel elementidir ve canlı organizmaların en büyük oranları olarak mevcuttur. Örneğin, insan vücudunda toplam vücudun% 65'i, kanın% 80-90'ı, kas dokusunun %75'i ve sebzelerin taze ağırlığının %60-86'sı sudan yapılır.

Su beslenmede etkilidir. Artan nüfusun yarattığı beslenme sorunları ve tarım alanlarının azaltılması “Sulu Tarım Uygulaması” yöntemi kullanılarak çözülmeye çalışılmaktadır.

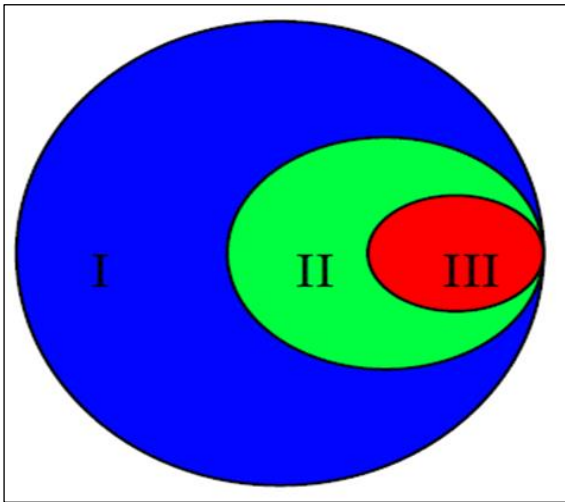
Su, tarım alanında olduğu gibi üretim alanında da vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir.

Su, toprak oluşumunda önemli fonksiyonlara sahiptir. Bu nedenle sadece organik doğa için değil, inorganik doğa için de önemlidir (Çepel ve Ergün, 2003).

Sürdürülebilir kalkınma için en önemli kaynaklardan biridir. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19. yüzyıla kıyasla 3 kat artarken, su kaynaklarının kullanımı 6 kat arttı. Önümüzdeki yılların artan su talebine şahit olması bekleniyor. Bazı tahminler, 2025 yılına kadar 3 milyardan fazla insanın su kıtlığıyla karşı karşıya kalacağını belirtmektedir (WSSD, 2002 Codur ve diğerleri, 2007).

Dünyada 1400 milyon km³ su kalmıştır ve toplam suyun% 97,5'i okyanusların ve denizlerin tuzlu suyudur. İçilebilir suyun geri kalanı Antarktika ve Grönland'daki büyük buzullarda ve yeraltı suyu olarak depolanır. Kolayca ulaşılabilen, toplamın% 0,26'sı olan yumuşak ve içilebilir su, göller ve akarsular gibi yüzey suyu olarak bulunur (Şekil 7).

Dünyada yüksek oranda su tüketimi ve ihtiyacı arttıkça, su kaynakları tüketilmekte ve kirlenmektedir. Bu durumu etkileyen birçok sosyal-ekonomik faktör vardır. Doğal su kaynakları, nüfusun hızlı bir şekilde artmasından, kentleşmeden ve sanayileşmeden, tarım alanlarının kötüye kullanılması ve kullanılmasının, ormansızlaştırmanın yanı sıra idari ve yönetsel eksikliklerin ve başarısızlıkların etkisinde kalmaktadır.



Şekil 7. Dünyadaki su sistemi (I: Dünyadaki toplam su % 97,5'i tuzlu sudur, II: Toplam suyun% 2,5'i tatlı sudur yüzey sularında ve yer altı sularında bulunur, III:% 0,01, buzulda ve yer altında bulunmayan suyu gösterir.)

Dünya suyunun nerede olduğuna dair ayrıntılı bir açıklama için aşağıdaki veri tablosuna bakın. Dünyadaki toplam 326 milyon kilometrekare sudaki toplam su ihtiyacının% 96'nın üzerinde olduğuna dikkat edin. Ve toplam tatlı suyun yüzde 68'inden fazlası buz ve buzulların içinde kalmış. Tatlı suyun yüzde 30'u toprağa aittir. Akarsu gibi yüzey suyu kaynakları sadece yaklaşık 300 kilometreküp (toplam suyun yüzde 1'i 10,000'i kadarı) oluşturur (Gleick, 1996).

Su ihtiyacı artan nüfus, sanayileşme ve diğer faktörlerle artar, böylece su ihtiyacı çarpılır. Öte yandan, Türkiye'deki su kaynaklarının kirliliği ve bunun yararlılığı artmaktadır.

Türkiye, ülkelere sahip yüksek sayıdaki akarsulardan biri olarak sayılmaktadır. Ancak hızla gelişmekte olan ülkemizde, akarsularımızda, göllerde, denizlerde ve diğer su kaynaklarında kirlenmenin önemi, büyüyen şehirlerde ve sanayide içilebilir su ihtiyacı olduğu düşünüldüğünde artmaktadır. Kişi başı kullanılabilir suyumuz yaklaşık 1735 m³'tür ve suyun potansiyeli yaklaşık 3690m³'tür. Türkiye'nin kişi başına ve diğer ülkelerin ve dünya ortalamasının kullanım suyu karşılaştırıldığında, ülkemizin yeterli miktarda su kullanamayan ülkelere biri olduğu görülmektedir (Tablo 1).

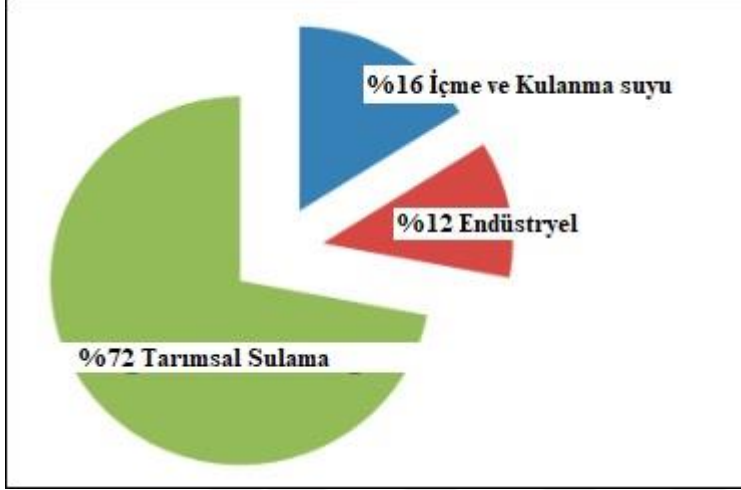
Tablo 1. Bazı ülke ve kıtaların kullanılabilir su potansiyeli (DPT, 2001)

N	Bazı ülke ve kıtaların ortalaması	Kişi başı su (yıl/m3)
1	Günay Amerika Ortalama	23.000
2	Dünya Ortalama	7.600
3	Afrika Ortalama	7.000
4	Avrupa Ortalama	5.000
5	Asya Ortalama	3.000
6	Irak	2.020
7	Türkiye	1.735
8	Lübnan	1.300
9	Suriye	1.200

Bir ülkenin su zengini kabul edilebilmesi için, kişi başına düşen su miktarının yıllık 10000 m³ civarında olması gerekir. Buna göre ülkemiz su zengini bir ülke değildir (Yüksek 2004).

Türkiye su kaynakları açısından sorunlu bölgelerden birinin ortasına yerleştirilmiştir. Mevcut su kaynaklarının bir takım tehdit altında olduğu gibi, 2030'dan 2080'e kadar mevcut su kaynaklarının hızla tükenmekte olan su tüketiminin artması ve

küresel iklim değışikliğinin tüm dünyayı tehdit etmesi nedeniyle ciddi sorunlar olacağı açıktır. Bilimsel araştırmalarda artan su ihtiyacının ve yağış miktarının azalmasının gelecekte su ile ilgili olası sorunların işareti olabileceği gösterilmiştir (Kadioğlu, 2005). Ülkemizdeki su kullanımı şekil 8’de özetlenebilir.



şekil 8. Türkiye'nin su tüketimi (T.C. COB, 2004a)

1.4. Hidrolojik Çevrim (Suyun Arz Üzerindeki Hareketi)

Kavramsal olarak havza ifadesi, yağmur, kar veya çiy gibi herhangi bir biçimde su yakalayan ve onu nehir, akarsu, göl veya yeraltı suyu gibi ortak bir su kütlesine akıtan bir toprak alanıdır (DeBarry, 2004). Bir havzanın sınırı, esas olarak, su havzasını çevreleyen tepeleri olan su ayırıcı hatları tarafından tanımlanmaktadır (Özhan, 2004). Su havzalarının formları, su kaynağı, topoğrafya ve jeolojinin özelliklerine göre farklılaşmaktadır. şekil 9’da su döngüsü gösterilmektedir.



Şekil 9. Su döngüsü (U.S. Geological Survey)

Bir havzanın fiziksel bileşenleri arasında özellikle iklim koşulları (yağış, sıcaklık vb.), arazi kullanım şekilleri, toprak özellikleri, jeolojik oluşumlar ve su kaynağı özellikleri sayılabilir. Yağışlar çoğunlukla yağış veya kar biçimindedir. Bir su havzasının arazi kullanım bileşenleri ya tarım, orman ve mera gibi bitki örtüsü ya da kent ve köy gibi bir yerleşim yeri ya da uç bir endüstridir. Toprak özellikleri temel olarak havzanın jeolojik formasyonları tarafından tanımlanmaktadır. Akarsu, gölet ve yeraltı suyu, havzadaki su kütlelerinin formlarıdır.

Atmosfer, toprak ve okyanus arasındaki etkileşim hidrolojik döngüyü üretir. Su havzası hidrolojik süreçleri çökeltme, kesişme, evapotranspirasyon, karasal akış, infiltrasyon, yeraltı suyu akışı, yeraltı suyu akışı ve akış akışıdır. Yağış, kar ve çiy formundaki çökeltme, önce bitki örtüsü veya toprak yüzeyi ile temas kurar. Kara yüzeyindeki doğrudan çökeltme, çöküş olarak adlandırılır (Raudkivi, 1979). Bitki örtüsündeki çökeltme ya yapraklardan buharlaşır ya da en sonunda kara yüzeyine ulaşır. Kara yüzeyinde yağışlar infiltre olabilir, buharlaşabilir veya karada akabilir. Toprağa sızma, toprak doyuruluncaya kadar sürer ve bu da karasal akıma yol açar. Topoğrafya, toprak ve arazi örtüsü özellikleri, infiltrasyon ve karasal akış süreçlerini kontrol eden kilit faktörlerdir. Karasal akış, ya akarsu, akarsu, su birikintisi ya da deniz gibi bir yüzey su kütlelerine ulaşabilir ya da doymamış toprağa sızabilir. Bitki örtüsü toprak suyunun bir kısmını alır ve onu terleme yoluyla atmosfere aktarır. Toprak suyu da doğrudan

atmosfere buharlaşabilir. Toprak yüzeyinden ve kanopi yüzeyinden vejetasyon transpirasyonu ile birlikte buharlaşma, evapotranspirasyon olarak bilinir. Dikey ve yatay yönlerde akan toprak suyu, nihayetinde akarsu, gölet ve yeraltı suyu gibi su kaynaklarına katkıda bulunur (Chow vd. 1988).

1.5. Arazi Kullanımı ve Hidrolojik Etkileşim

Arazi kullanımı, havzadaki hidrolojik süreçleri etkileyen en önemli fiziksel bileşenlerden biridir. Bir havzadaki olası arazi kullanım türleri genellikle orman, tarım, mera, yerleşim yeridir. Bu arazi kullanım türleri, kesişme, evapotranspirasyon, infiltrasyon, karasal akış, yeraltı akışı ve bunun sonucunda akış kanalı akışı ve yeraltı suyu akışının özelliklerini belirlemektedir.

Arazi örtüsü bitki örtüsü, çıplak yüzey veya geçirimsiz yüzey şeklinde olabilir. Ormanlar, tarımsal ürünler, meralar bitki örtüsünün örnekleridir, kentsel ve köy yerleşimleri veya endüstriyel yapılar ise geçirimsiz yüzey örnekleridir. Ayrıca, bitki örtüsü arasında, orman açık alanları gibi bitki örtüsünün bozulmasının bir sonucu olarak oluşmuş olabilecek çıplak yüzeyler de bulunabilir. Tarımsal ürünler ve meralar, yağışların bir kısmını yaprakları ve sapları ile keser ve büyüyen mevsimlerde evapotranspirasyon süreçlerine katkıda bulunur. Yaprak dökmeyen iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanlar tüm yıl boyunca çökmeyi durdurur. Bu nedenle, yakalanan yağışların ve terlemenin buharlaşmasıyla atmosfere su kaybına katkıda bulunurlar. Ancak, toprağın gölgelikleriyle gölgelenerek toprak su buharlaşmasını azaltırlar. Öte yandan yaprak döken alanların ve geniş yapraklı ormanların, diğer yandan da müdahale, buharlaşma ve terleme süreçleri üzerinde mevsimsel etkileri vardır. Bu bakımdan yaprak döken ormanlar tarımsal ürünlere ve meralara benzer.

Bitki örtüsünün örtülenmesi, hem yağışların etki hızını kanopilerle azaltarak hem de kök sistemleri aracılığıyla toprağın gözenekliliğini artırarak toprağa su sızmasını destekler. Yavaşlatılmış çökme, toprağın hızlı doymasını geciktiren aralıklarla kara yüzeyine ulaşır. Artan infiltrasyon, karasal akışı ve dolayısıyla akış kanalı akışını azaltır. Öte yandan sert yüzey, çökelmenin doğrudan yakalanmadan veya yavaşlatılmadan ulaştığı çıplak bir yüzeydir. Geçirimsiz yüzeyden gelen buharlaşma, açık su kaynağından gelen buharlaşma gibidir. Sızma neredeyse oluşmadığından, kara akışı hızla başlar, bu da bir su kaynağı veya su birikintisi gibi bir su kaynağına yol açar.

Bu nedenle kentsel ya da köy yerleşimleri ve sanayi bölgeleri, hızlı akım akışı yoğunlaşması için önemli riskler taşımaktadır. Akış akışı nehirlerle ve denizlere akar.

Arazi kullanımının hidrolojik çevrim içindeki önemli rolü, su kaynakları tahmini, su havzası hidrolojik modelleme çalışmaları, yağış-akış ve akarsu kanal çalışmaları gibi su kaynakları problemlerinde önemli bir bileşen haline getirmektedir. Geçtiğimiz on yıl boyunca Uzaktan Algılama (SC) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) teknikleri mevcut arazi kullanımının ve arazi kullanımındaki değişimin mekansal ve zamansal analizine yardımcı olabilecek önemli araçlar geliştirmiştir. GIS ve RS ayrıca, havzaların mekansal tanımlanması ve analizi ve hidrolojik modellerin geliştirilmesi için geniş bir ek araç haline gelmiştir.

1.5.1. Yağış-akış ilişkisi

İlk aşama olarak meydana gelen yağışın oluşturduğu taşkın debisi ve hidrografını bulmak gerekmektedir. Yağış meydana geldiği anda ilk olarak bitki örtüsü veya diğer katmanlar tarafından su tutulur ve hemen yağışın akışa geçmesine izin vermez. Yağış yüzeye ulaştığında ilk olarak toprağa sızmaya çalışır. Ayrıca yağışın bir bölümü de göl, bataklık gibi yüzeyler tarafından yüzey depolaması olarak hapsedilir. Yağışın küçük bir bölümü çıplak yüzeylerden buharlaşırken bir kısmı da bitki örtüsü tarafından buharlaşma yoluyla kaybolur. Toprağa sızan suyun bir kısmı yeraltı suyu beslemesiyle ana kanalı besler bir kısmı ise akifer veya derinlerde su deposu olarak saklanır. Yağıştan doğrudan akışa dönüşen kısım yukarıda anlatılan aşamalardan kalan kısım olup taşkın debisini oluşturur.

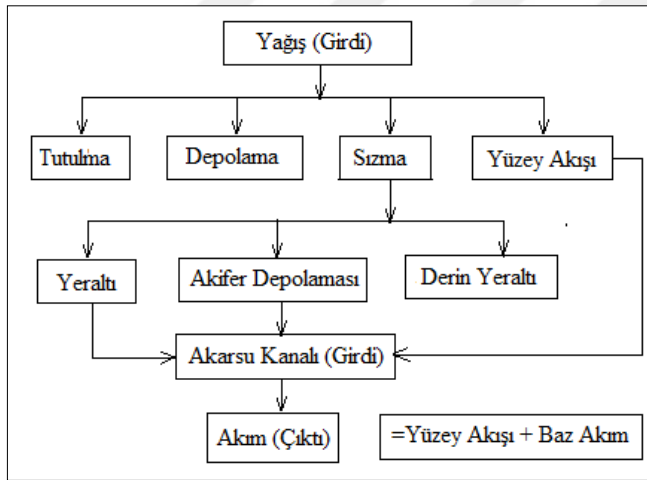
Yağışın şiddeti arttıkça toprağın su tutma kapasitesi azalır ve su toprak yüzeyinin üstünde akışa geçer. Bu tip akışa Horton yüzey akışı denir. Horton yüzey akışı basitçe “ $I-f$ ” olarak formüle edilir. Burada I yağış şiddeti (cm/saat) ve f ise sızma kapasitesi (cm/saat) olarak gösterilmektedir. Yağışın şiddeti toprağın sızma kapasitesinden azsa yağışın tamamı toprak tarafından emilir (Mujumdar ve Kumar, 2012).

Toprak neme yağıştan önce doymuşsa Horton yüzey akışı meydana gelir. Doymuş yüzey akışı ise genellikle yüzey altı akımlarla toprağın alttan neme doymasından meydana gelen akımlar olarak tanımlanır. Doymuş yüzey akışı genellikle vadilerde ve nehirlerin kenarlarında olur. Doğrudan akım olarak adlandırılan akım ise toprağın içindeki çatlaklardan, hayvanların yuvalarından vb., gibi küçük yerlerden direk olarak

akarsu kanalına gelen akımlara denir. Her üç akım türü, Horton, doymuş yüzey akımı ve doğrudan akım, şiddetli bir yağış esnasında ortaya çıkabilir.

Doğrudan yüzey akışına geçen yağış; depolanma, sızma, bitki örtüsü tarafından tutulan ve buharlaşma gibi kayıplardan arındırılmış yağış olarak tanımlanır. Doğrudan akım, artan yağış tarafından meydana gelen yüzeyde Horton yüzey akımı şeklinde oluşan akımdır. Taşkın çalışmalarında doğrudan akımın hidrografının gözlenen toplam akım hidrografından elde edilmesi önemlidir. Doğrudan akımın toplam akım hidrografından nasıl elde edildiğine bu tez kapsamında değinilmeyecektir.

Şekil 10'da bir alt havzaya yağan yağışın ne gibi aşamalardan geçip yüzey akımına dönüştüğü gösterilmektedir. Yağan yağış havzada farklı formlarda ve katmanlara dağılmaktadır. Havzayı bir operatör olarak düşünürsek girdi yağış ve çıktı ise yüzey akışı olmaktadır. Toprağın sızma özelliği yüzey akışına geçecek olan miktarı etkilemektedir. Bu sebepten ötürü taşkın çalışmalarında yapılacak olan hidrolojik çalışmalarda toprağın su tutma ve sızma özelliklerinin iyi belirlenmesi önemlidir.



Şekil 10. Yağış – Yüzey akımı

1.5.2. Bazı Hidrolojik Terimler

İnterepsiyon: Meydana gelen yağışların bir bölümünün bitkilerin toprak üstü kısımları tarafından tutularak atmosfere gönderilmesi olayıdır.

İnfilitrasyon: Yağış veya yağmur suyunun toprak içerisine girmesidir.

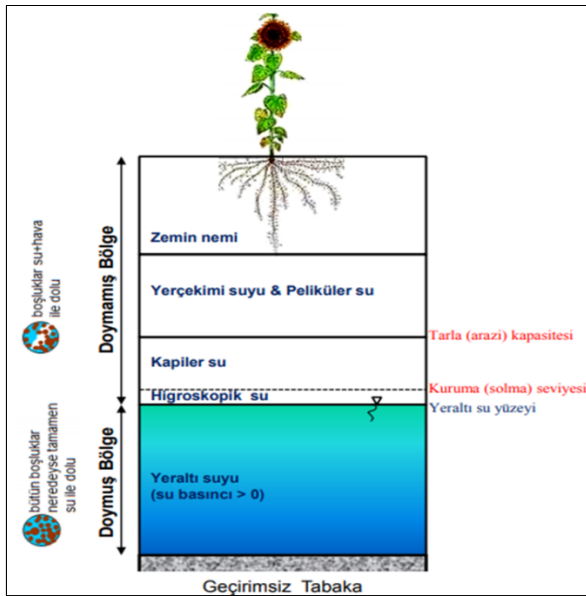
Perkolasyon: Toprak içerisine giren suyun toprak kesitinde sızması, vertical ve horizontal olarak hareket etmesi olayıdır.

Yeraltı/Taban Suyu: Toprağa sızan suyun geçirimsiz bir tabaka veya ana kaya üzerinde birikmesiyle oluşan sudur.

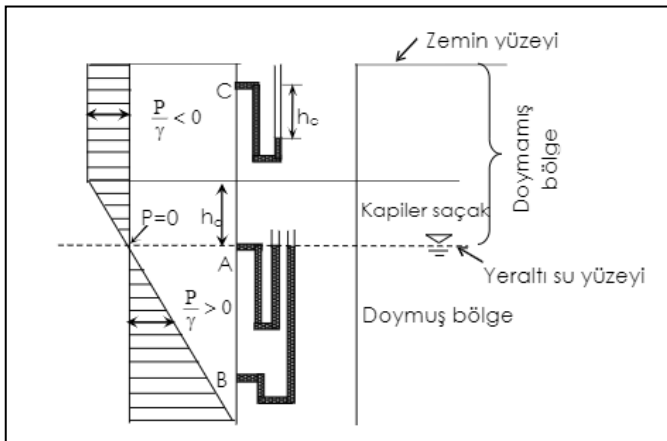
Durgun Su: Su hareketinin ihmal edilebilir düzeyde olduğu toprakğın içerisinde geçirimsiz bir tabakada haps olan sudur.

Doymamış Bölge Akışı: Yağışlı mevsimlerde toprağa giren su toprak suyu bölgesinde tutulup toprak yeterli nem düzeyine eriştikten sonra perkolasyonla aşağıya doğru hareket edip yeraltı suyuna katılır.

Doymuş Bölge Akışı: Boşlukları tamamen su ile doymuş olan bölgeye denir.



Şekil 11. Doymuş ve doymamamış bölge



Şekil 12. Yer altı suyu bölgelerinin basınç değişimi

- Kapiler bölgenin altında danelerin etrafında ince bir tabaka şeklinde higroskopik su bulunur. Bitkiler higroskopik suyu kullanamazlar.

- Doymamış bölgede yerçekimi suyu bölgesinin üst sınırı ise arazi kapasitesi olarak bilinir. Kapiler bölgedeki su ise bitki kökleri tarafından osmos ile çekilebilir.

Toprak Analizi: Toprak analizi sırasında toprak tipi, nem, gözeneklilik ve hidrolik iletkenlik parametreleri ölçülecektir. Bozulan toprak örnekleri mühürlü plastik torbalara alınacak, bu bozulmuş toprak örnekleri, toprak tipi ve nem analizi sırasında kullanılacaktır. Bozulmamış toprak örnekleri demir silindirlerle alınacak ve örtülecektir. Bu bozulmamış toprak numuneleri toprak porozitesi ve hidrolik iletkenlik analizi sırasında kullanılacaktır.

1.5.3. Taşkın Yatağındaki Akımın Aşamaları

Taşkın yatakları genellikle bir ana kanal ve bir veya iki tane komşu taşkın yatağından oluşur. Taşkın dalgası ana kanaldaki bankın yüksekliğini aştığı anda ana kanaldaki sular hemen düşük kotta bulunan taşkın sahalarına doğru yayılmaya başlar. Taşkın yatağı hem bir depolama olarak davranır hem de suların yayılmasına aracılık eder. Taşkın kavramı akışkanlar dinamiğinde karmaşık birleşik kanallarda ve karmaşık geometride gerçekleşen uzun ve düşük salınımlı dalgalar olarak geçer. Taşkın dalgasının büyüklüğü taşkın yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleşebilmesi için önemlidir zira büyük havzalarda taşkın dalgası 10^3 km uzunluğunda ve 10 m derinliğinde olabilir. Taşkın dalgası mansaba dalga olarak iletilir, c (celerity,ing) ve akarsuyun yatağında meydana gelen sürtünme kayıpları nedeniyle azalır.

Taşkın incelenmesi yataktaki suyun davranışı açık kanal hidroliği prensiplerine bağlı kalınarak incelenir. Hidrolik modellemenin temelini teşkil eden bu kesimde bir çok varsayım ve basitleştirme kullanılsa da sonuçların arzu edilen hassasiyet ve doğrulukta elde edilebilmesi açık kanal hidroliği kurallarının iyi uygulanması neticesinde olur.

Açık kanallarda akım sınıflandırılması ise (Yanmaz, 2012):

- a) Laminar akım ($Re \leq 500$)
- b) Türbülanslı akım ($Re \geq 12500$)

1-) Zamanla değişmeyen akım

-Üniform akım

-Üniform olmayan akım

-Yavaş değişken akım

-Ani değişken akım

2-) Zamanla değişen akım

-Üniform akım

-Üniform olmayan akım

-Zamanla yavaş değişen akım

-Zamanla ani değişen akım

1.6.Alansal Morfometrik Parametreler

Bu parametreler, havza karakteristiklerini belli eden önemli parametrelerdir. Havzaların alanları, havzaların harmonik eğimleri, havzaların uzunlukları, havzaların çevreleri, form faktörleri, dairesellik oranları, uzama oranları, tekstür oranları, akarsu sıklıkları, drenaj yoğunlukları parametreleri incelenmiştir.

Havza Alanı: Havzanın alanı su toplanma zamanını önemli derecede etkileyen bir veridir. Havzanın alanı ne kadar büyükse su toplanma zamanı da o kadar uzamaktadır.

Havza Çevresi: Havzanın sınırları olarak belirlenen çizginin çevresinin uzunluğunda denir.

Havza Uzunluğu: Bu çalışmada, Tersane ve Erikli manı havzalarının, havzalarda en uzun drenaj çizgisine paralel olarak çizilen çizgi uzunluğu ölçülerek bulunmuştur.

Drenaj Yoğunluğu: Havzanın akarsular tarafından parçalanmışlık oranını gösteren bir parametre olan drenaj yoğunluğu, toplam akarsu uzunluğunun (ΣL) havza alanına (A) bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1932). Çalışmalar, Drenaj Yoğunluğunun arazinin jeolojik yapısından etkilenen bir hidrolojik olay olduğunu göstermektedir (Christofolletti and Oka-Fiori, 1980). Çok düşük değerler alması havza toprak yapısının iyi bir sızma oranına sahip olduğu, sık ormanlık alanların olduğu ve yüzey akışı toplanma zamanının da bunlara bağlı olarak uzun olacağını ifade edebilmektedir. Drenaj yoğunluğu yüksek havzalarda konsantrasyon zamanı da daha kısa olmaktadır.

Akarsu Sıklığı: Akarsu sıklığı (Horton, 1945), havza alanında bulunan akarsu kolları sayısı toplamının Havza alanına bölünmesi ile elde edilmekte olup, birim alana düşen akarsu kolu sayısını ifade etmektedir. Akarsu sıklığının yüksek olması, zeminin geçirgen olmadığı ve düşük rölöf yapısının hakim olduğunu ifade etmektedir.

Havza Şekli /Form Faktörü (Form Factor): Havza şekli (Horton, 1932) konsantrasyon zamanını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Form faktör değerinin düşükdeğerler aldığı yani 0'a yaklaştığı havzalar dar ve uzun havzalarolarak nitelendirilmektedir. Dar ve uzun şekle sahip havzalarda toplanma süresi daha uzun olacağı için daha düşük akımlar oluşmaktadır. Yüksek form faktör değerine sahip yani 1'eyaklaşan havzalar ise daha kısa veya orta uzunlukta, yanidaireselliğe yaklaşan havzalar olarak nitelendirilir. Dairesele yakın olan havzalarda toplanma zamanı da kısa olacağından, kısa sürede yüksek akımlar oluşacaktır.

Dairesellik Oranı (Circularity Ratio): Dairesellik oranı (Miller, 1960), havza uzama oranı ile birlikte havzanın şeklini anlayabildiğimiz önemli alansal morfometrik parametrelerdendir. Havza alanının, havzanın çevre uzunluğuna eşit çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlanması ileelde edilir. Havza alanının aynı dairesellikte olup olmadığını gösteren bir orandır. Değer 1'e yaklaştıkça dairesellik artar.

Uzama/Uzunlaşma Oranı (Elongation Ratio): Havza alanına eşit alana sahip dairenin çapının, havzanın maksimum uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanır. Uzama Oranı (Schumm, 1956) değerinin düşük olması yani 0'a yaklaşmasıhavzanın daha uzun bir şekle sahip olduğunu, 1'e yaklaşması isedaha dairesel bir şekle sahip olduğunu ifade eder.

1.7. Literatür Özeti

Rize ilindeki en önemli çevre sorunlarından biri arazinin plansız ve yanlış kullanılmasıdır. Arazinin hatalı kullanımı sonucu bir yandan arazi tahripolmakta, diğer yandan araziden elde edilen ekonomik kazanç azalmaktadır. Arazi bozulmasının bir diğer önemli sonucu ilde meydana gelen ve ölümle sonuçlanan sel-heyelanolaylarının artmasıdır (Yükek, 2017).

Doğal taşkın alanları olan akarsu yatakları asırlardır medeniyetlerin kurulduğu ve geliştiği alanlar niteliğindedir. Taşkın yataklarında kalan bölgelerin ve akarsu çevrelerinin verimli ve zengin biyoçeşitliliğe sahip olması, bu bölgelere yerleşimin ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Gelişmekte olan birçok ülkede artan nüfus baskısı ve ekonomik gelişmeler taşkın yataklarındaki yapılaşmayı ve endüstrileşmeyi arttırmakta, havzanın doğal yapısının bozulmasıyla taşkına daha hassas bölgeler meydana getirmektedir. İyi planlanmış havza yönetimi, kötü mekansal

uygulamalar, yetersiz mevzuat ve akarsu yataklarına yapılan müdahaleler doğal bir olay olan taşkının büyük hasarlar vermesine neden olmaktadır (Girayhan, 2015).

Su havzalarının sürdürülebilir yönetimi, su kaynaklarının korunması için gereklidir. Bir havzadaki suyun kaderini ve suyun taşınmasını yöneten hidrolojik süreçlerin analizi ve modellenmesi, bir havza sürdürülebilirliğinin sağlanması için temeldir. Hesaplama metotları ve donanımlarındaki hızlı gelişimin bir sonucu olarak, bir havza içinde meydana gelen hidrolojik süreçleri simüle edebilen matematiksel modeller ve bunların karşılıklı etkileşimi bu amacı gerçekleştirmek için değerli araçlar haline gelmiştir (Singh ve Frevert, 2006).

Son on yılda, arazi kullanımı ve hidrolojik süreçler arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Bunların çoğu, havza hidrolojisi üzerindeki arazi kullanım etkisine odaklanıyor. Bu çalışmalardan bazıları, mevcut arazi kullanımının etkisini değerlendirirken, diğerleri arazi kullanım değişikliğinin havza hidrolojisine etkisini araştırmaktadır. Bu bölümde, en ilgili çalışmalar kısaca açıklanmıştır. Bu çalışmalar genel olarak iki gruba ayrılabilir: arazi kullanımının arazi gözlemleri yoluyla havza hidrolojisi üzerindeki etkisini ve sayısal modelleme çalışmalarını içerenler.

Beighly ve Moglen (2002), kentleşmenin ABD'nin kentleşmiş havzalarındaki yıllık maksimum deşarjlar üzerindeki etkisini değerlendirdiler. Kentleşmiş havzaların yıllık maksimum deşarjlarda artışa neden olduğunu gözlemlediler.

Özhan (1977), Yüksek (2001) ve Yüksek (2011), yaptıkları çalışmalarda ormanların; jeolojik olarak heyelana uygun yamaçlar üzerinde statik dengenin oluşmasına katkı sağladığını, yamacın hidrolik ve hidrolojik yapısının koruyarak suyun yamaç üzerinde heyelan oluşturma olasılığını azalttığını, orman altında oluşan ölü örtü kendi ağırlığının yaklaşık 10 katı kadar suyu tutarak suyun yüzeysel akışa geçmesini engellemekte veya pik akım oluşturma süresini uzattığını, orman ölü örtüsünün, oluşturduğu bol miktardaki organik madde sayesinde topraklardaki suya dayanıklı agregat sayısını arttığını, toprak koruma yeteneği yüksek olan bitki örtüsünün tahrip edilerek toprak koruyucu yeteneği daha az olan türlerin alana getirilmesi sonucunda heyelan olma olasılığı riskinin arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalardan havzalardaki arazi kullanım değişikliklerinin evapotranspirasyon üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Yüksek (2017), Rize ili Fırtına havzasında yaptığı çalışmada Fırtına havzasına arazi kullanım ve yönetim planı uygulamaya geçirilmeli, vadi içindeki arazi tahribatları

engellenmeli, selheyelan riski yüksek alanlarda toprak koruma önlemleri alınması gerektiğini belirtmiştir.

Bazı yayınlanmış çalışmalar arazi kullanım değişikliğinin havza hidrolojisi üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Örneğin, Costa vd. (2003), Güneydoğu Amazon'da akarsu deşarjı üzerine 1949 ve 1998 yılları arasında arazi kullanım değişiminin etkisini incelemiştir. Tarım arazileri ve mera havzasındaki tarımsal alanların oranı %30'dan %49'a çıkmıştır. Bu artış, yıllık ortalama deşarjın %24'üne ve ortalama yıllık evapotranspirasyonun %3.4'lük azalmasına yol açtı.

Wissmar vd. (2004), 1991 ve 1998 yılları arasında ABD'de bir ormandaki ağaçların azalması ve geçirimsiz yüzey artışının, bir akarsu deşarj oranlarına etkisini incelemiştir. Ormanların bir bölümünü kaybeden kent havzalarındaki daha büyük deşarj oranlarına dikkat çekmişlerdir (%3-24 arasında değişmektedir).) ve kazanılmış (%4-27 arasında) geçirimsiz yüzeyler. Ayrıca, orman alanlarının bir kısmını kaybeden kırsal alanlarda (%4-14 arası) deşarj oranları artmış ve geçirimsiz yüzeyler (%38-60) artış kazanmıştır.

Wei vd. (2005), Çin ormanlarının hidrolojisi üzerindeki berrak kesme ve ağaçlandırma gibi orman uygulamalarının etkisini incelemiştir. Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca Çin'in yağış kesintisi, akış akışı, kök akışı, bitki su tüketimi ve orman yönetimi uygulamalarının etkileri gibi ölçümlerin önemli bulgularını gözden geçirdiler. Meşe kaplamasının %90'dan %60'a düşürülmesi, yağış kesintisini %20'den %15.2'ye düşürmüştür. Köknar sapı %1'den az iken meşe gövdesi %15.5 idi. Evapotranspirasyon %40 ila %90 aralığındaydı. Orman hasadı küçük havzalarda %50, büyük havzalarda %100 artmıştır.

Yue ve Hashino (2005), 1953 ile 1994 arasındaki dönemde Japonya'daki akarsu akımının ormanların büyümesine olan etkisini incelemişlerdir. Yıllık maksimum günlük akışın, yıllık minimum beş günlük akışın ve yıllık toplam akışın 55.8, 75.8 ve sırasıyla %39.6. Ancak yıllık yağış ve sıcaklık artmadı. Bu sonuçlar, orman rejiminin akış rejimlerindeki azalmadan sorumlu olduğunu göstermektedir.

Zhang ve Schilling (2006), arazi kullanım değişiminin 1940'lardan beri Mississippi Nehri'nde akış akışı ve bazaltına etkisini incelemiştir. Uzun ömürlü bitki örtüsünün soya fasulyesi gibi mevsimsel ürünlere dönüştürülmesinin, evapotranspirasyonu azalttığını, yeraltı suyunun yeniden akışını arttırdığını ve böylece bazalt ve akış akışını arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Molina vd. (2007), yoğun yağışlara arazi kullanım türlerinin yüzey akış tepkilerini analiz etmek için bir yağmur simülatörü kullanmıştır. Bozuk ve terk edilmiş araziler yüzey akışını birkaç dakika içinde meydana getirirken, yüzey akışları ekilebilir ve meralar için nadirdir.

Buytaert vd. (2007), Güney Ekvador'da iki havzada ağaçlandırma ve ekimin etkisini araştırmış ve sonuçları doğal çayır havzalarıyla karşılaştırmıştır. Su verimi ağaçlandırılmış havzada % 50 azalırken, ekili havzadan elde edilen su verimi doğal çayır havzalarına benzerdi. Bununla birlikte, ekili havzada, doğal çayırılık havzalarına kıyasla daha hızlı akış ve baz kaybı ortaya çıkmışlardır.

Chaves vd. (2008), Amazon Bölgesi'nin ovalarında orman temizleme ve sığır meralarına dönüşümün etkilerini incelemiştir. Orman havzaları için, akıntı, yeraltı suyu ve toprak suları, sırasıyla, akış akımının sırasıyla %57, %24 ve %19'udur. Çayırılar, yeraltı suları ve toprak suları, mera havzaları için sırasıyla %60, %35 ve %5 oranında aktığını tespit etmişlerdir.

Son zamanlarda, bir dizi çalışma arazi kullanımının havza hidrolojisine etkisini değerlendirmek için sayısal modeller geliştirmiştir. Bu hidrolojik modeller, kümelenmiş, yarı dağıtılmış ve tamamen dağıtılmış uzaysal yığılma seviyelerine göre farklılık gösterir. Hidrolojik modeller, basit, yarı entegre ve tam entegre gibi karmaşıklıklarına göre de değişir.

Sun vd. (1998), Karvonen vd. (1999) ve Liu vd. (2006) gerçek arazi kullanımının havza hidrolojisine etkisini araştırmak için basit hidrolojik modeller kullanmıştır. Bu basit hidrolojik modeller genellikle toplu veya yarı dağıtılmışlardır.

Sun vd. (1998) orman yönetiminin hidrolojik etkilerini değerlendiren bir model olan FLATWOODS geliştirmiştir. Bu modeli ABD'de üç hasat uygulaması (selvi sulak alan hasadı, çam tepesi hasadı ve sulak alan + ekim hasadı) ve üç iklim yılı (kuru, ıslak ve normal) altında düz odun alanlarına uyguladılar. Simülasyonlar, herhangi bir iklim yılı altında, sulak alanların en fazla arttığı yayla arazilerinin çoğaldığını gösterdi. Normal ve yağışlı yıllar boyunca, akarsu çam arazisi için en az hasat ve kuru yıl altında artmıştır, akarsu, selvi sulak alanlarındaki hasat için en az artmıştır. Benzer bir cevap, yeraltı suyu tablosunun yükselmesiyle birlikte, çam yaylalarının hasat edilmesinin en az bir iklim yılı altında gerçekleşmesi dışında da gözlemlenmiştir. Evapotranspirasyon azaltımı, ıslak yıl hariç, sulak alan + engebeli hasat için en fazla gerçekleşirken, herhangi bir iklim yılı altında en yüksek yayla hasadı gerçekleşmiştir.

Karvonen vd. (1999), yağış-akış süreçlerinde arazi kullanım etkisini tahmin eden basit bir hidrolojik model geliştirmiştir. Modelleri, benzer arazi kullanımı, toprak, eğim ve bitki örtüsü özelliklerine sahip alanları toplayan hidrolojik olarak benzer birimlere havzanın alt bölümlerine dayanmaktadır. Finlandiya'da günlük nehir akışını hedefleyen bir havza için modellerini test ettiler ve kalibre ettiler. Belirleme katsayısı, sırasıyla iki ve üç yıllık kalibrasyon periyotları için 0.74 ve 0.70 idi.

Benzer şekilde, Liu vd. (2006) Lüksemburg'daki bir nehir havzasına ıslak tabanlı fiziksel-kavramsal hidrolojik model WetSpa uygulamıştır. Kentsel, orman, mera ve tarım gibi arazi kullanım türlerinden fırtına kaçağı katkılarını simüle ettiler. Kentsel, tarım ve mera alanlarındaki yüzey akışları toplam fırtına akımının sırasıyla %39.1, %11.6 ve %9.0'uydu; orman, mera ve tarım sektörleri arasındaki akışlar ise sırasıyla %16,7, %8,8 ve %7,5 idi. Su yüzeylerinden ve orman alanlarından gelen yüzey akışları, toplam fırtına akışının %7,2'sidir.

Kim vd. (2005), Güney Kore'de arazi kullanımındaki değişimin akım akışı üzerindeki etkisini analiz etmek için kavramsal bir grid tabanlı hidrolojik model geliştirmiştir. Bu nedenle 1986, 1994 ve 2002 yıllarına ait üç Landsat TM uydu görüntüsü kullanmışlardır. Kentsel alanlardaki artış %5.4 iken, çeltik tarlalarındaki ve ormandaki düşüş sırasıyla %4,6 ve %3,4'tür. Simülasyonun sonuçlarına göre, kentsel alan, çeltik tarlaları ve ormanlar için, ikinci nesil üretim değişim oranları sırasıyla %14.3, %-9.8 ve %-6.7'dir.

Siriwardena vd. (2006), ormanların otlak ve ekim alanlarına dönüşümünün Avustralya'daki büyük bir nehir havzasında meydana gelme etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla basit bir kavramsal günlük yağmur akıntısı modeli SIMHYD kullandılar. Simülasyon sonuçlarına göre, ormanın otlak ve ekim alanlarına dönüşmesi, akışta %40 artış sağladığını tespit etmişlerdir.

Wang vd. (2008) üç farklı arazi kullanımı ve iklim değişikliği senaryosunu analiz etmek için Toprak ve Su Değerlendirme Aracı (SWAT) modelini kullanmıştır. Mevcut meraların orman arazisine dönüştürülmesini öngören ilk senaryonun sonuçlarına göre, yıllık ortalama akış miktarı 6.9 mm (%2.3) azalmıştır. İkinci senaryo, mevcut meraların %25'inin orman arazisine kaydırılacağını varsaydı. Ortalama yıllık kış akışı 0.2 mm (%0.01) azaldı. Üçüncü senaryo, şu andaki ormanlık arazinin otlak alana dönüştürüleceğini ve bunun da akım akışında %3.4'lük bir artışa yol açacağını bulgusuna ulaşmıştır.

Vanshaar vd. (2002), Dağılmış Hidroloji-Toprak Bitki Örtüsü Modeli'ni (DHSVM) kullanarak Columbia nehri havzasının dört havzasında bir çalışma yürütmüştür. 1900-1990 yılları arasında toprak örtüsü değişimlerinin hidrolojik etkilerini simüle etmişlerdir. Bu dönemde ağaçlandırma, yangınlar ve otlatma sonucu bitki örtüsü gençleştiğini tespit etmişlerdir. Yaprak döken ağaçların 90 yıl sonunda ortadan kaybolduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yaprak alan indeksinin bir havza hariç 90 yıl içinde arttığını tespit etmişlerdir.

Havza yönetiminde sistem dinamiği yaklaşımını benimseyen çalışmalar, iklim, yüzey suyu, yeraltı suyu, toprak, popülasyon, su yaşamı vb. gibi havza değişkenlerinde davranış modellerine neden olan sistem yapısını anlamayı amaçlamaktadır. Politika ve sosyo-ekonomik için senaryo analizi çok uygundur. Öte yandan, bazı sistemik problemlerin modellenmesi ve simülasyonu, özellikle sistemin yapısının birkaç unsurunun mekansal temsilini gerektirir. Hidrodinamik ile ilgili arazi kullanımı değişikliği, mekansal dinamik modelleme yaklaşımının mekansal olmayan, basitleştirilmiş dinamik sistemler modeline kıyasla daha kullanışlı olabileceği tipik bir örnektir.

Bu bölüm, su kaynakları yönetimine sistem dinamiği yaklaşımı kullanımı ile ilgili son literatürlerden bazılarını gözden geçirmektedir. Örneğin, Saysel ve Barlas (2001), sulanan arazilerde dinamik bir tuz birikimi modeli geliştirmiştir. Dört ana alt süreci birleştiren kök bölgesi salinizasyonunusimüle ettiler; sulama, drenaj, yeraltı suyu deşarjı ve yeraltı suyu girişi. Çalışma, sürekli sulama uygulamaları kapsamında alçak alanlarda uzun süreli tuz birikimi süreçlerini öngörmüştür. Onların senaryosu, sulanan alanların yıllık olarak arttığını varsayıyordu. Simülasyon süresi, 1998'den 2030'a kadar 32 yıldan oluşuyordu. Kökzon tuzluluğunu kritik seviyelere çıkaracak koşulları ve bu birikimi önleme stratejilerini araştırdılar. Drenaj suyunun sulama suyu kaynaklarına karıştırılmasının yüksek olduğu durumlarda, rootzone tuzluluğu hızla alarm seviyelerine ulaşır. Bu nedenle, tuzluluk seviyesini kontrol etmek için drenajı artırmanın tipik stratejisi, tarım için felaket bir sonuç olan benzeri görülmemiş, artan tuzluluk seviyeleri verir. Model, tarımsal kalkınmada farklı coğrafi ortamlarda havza genelinde tuzlanma sürecini temsil etmek için inşa edilmiştir.

Önceki çalışma, Saysel vd. (2002) tarafından yapılan daha kapsamlı bir çalışmanın parçasıydı. Politika analizi için deneysel bir platform olarak bir sistem dinamiği simülasyon modeli (GAPSIM) geliştirdiler. Güneydoğu Anadolu Projesi'nin

(GAP) olası uzun vadeli çevresel sorunlarını analiz ettiler. Bu problemler su kaynakları, arazi kullanımı, arazi bozulması, tarımsal kirlilik ve demografi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Simonovic (2002), bir sistem dinamiği yaklaşımı kullanarak küresel dünya su kaynakları için bir model geliştirmiştir. Su kaynakları sektörü (miktar ve kalite) endüstriyel büyümeyi sağlayan beş sektörle bütünleştirilmiştir: nüfus; tarım; ekonomi; yenilenemez kaynaklar ve kalıcı kirlilik. World3 modelinin son sürümüne dayanan bir WorldWater modelini geliştirdi. WorldWater ile dünya su dinamikleri simülasyonlarına göre, dünya su kaynakları ile dünyanın gelecekteki endüstriyel büyümesi arasında güçlü bir ilişki var olduğunu, ayrıca, su kirliliğinin küresel düzeyde gelecekteki en önemli su sorunu olduğunu gösterdi.

Stave (2002), LasVegas, Nevada'da su yönetimi örneğini kullanarak stratejik düzeyde bir sistem dinamiği modeli oluşturma sürecini göstermiştir. Modelin amacı, LasVegas'taki suyun korunma değerini kamuoyu ile paylaşmaktır. Politikaların sistemdeki su arzı ve talebine etkisi sistemin yapısı nedeniyle kolay değildi. Çoklu geri bildirim ilişkileri, konut dışı su kullanımının azaltılmasının, su talebi üzerinde aynı miktarda iç su kullanımını azaltmaktan çok daha büyük bir etkiye sahip olduğu konusunda biraz sezgisel sonuçlara yol açmıştır. Model çıktısı bu etkiyi açıkça göstermiştir. Yazar, modelin araştırma atölyelerinde kullanımını açıkladı ve bu tür etkileşimli modelin sistemin yapısına paydaş ilgisini teşvik etme, katılımcı ilgiyi daha derinden etkileme ve yönetim kararları için temeli temel alan anlayışı oluşturma potansiyelini tartıştı.

Çalışma alanındaki su kaynakları sisteminin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için, Xu vd. (2002), Sarı Nehir havzasındaki su kaynakları sistemi için bir model geliştirmek amacıyla nesne yönelimli bir sistem dinamiği yaklaşımı kullanmıştır. Modellerine Su Kaynakları Sistem Dinamiği (WRSD) modeli denir. Amaçları, bir su kaynağı sistemini simüle etmek ve çalışma alanındaki su talebini ve arzını etkileyen ana unsurların dinamik karakterini yakalamaktır. Farklı senaryo analizlerinin projeksiyon sonuçlarını elde ettiler.

Simonovic ve Rajasekaram (2004), CanadaWater, insan faaliyetleri, çevresel değişim, ekosistem bütünlüğü ve sosyal ve ekonomik faktörler arasındaki farklı geri bildirimlerin yoğun bir şekilde incelenmesine izin veren bir sistem dinamiği modeli geliştirmiştir.

Aşağıdakileri içeren önemli su konularını ele almak için bu modeli geliştirdiler:

- a) İklim değışkenliğı ve değışimi (taşkınlar ve kuraklıklar)
- b) Toplu su ihracatı,
- c) Su kirliliğı,
- d) Kentsel su yönetimi,
- e) Kurumsal düzenlemeler,
- f) Su temini ve drenajı için yapılanma altyapısı.

CanadaWater modelinin kullanılması, ulusal öncelikli su ile ilgili sorunların belirlenmesine yardımcı olmak ve politika yapıcılarının Kanada'daki "sorunlu" sular için çeşitli sürdürülebilir çözümleri değerlendirmelerine yardımcı olmak üzere planlandı.

Güneralp ve Barlas (2003), olta balıkçılığının büyük bir ticari aktivite olduğu ve yüksek besin yükü olduğu, sık bir tatlı su gölünün dinamik bir ekosistem modellemesi gerçekleştirmiştir. Bu açıdan ekosistem için potansiyel sürdürülebilir yönetim politikalarını analiz ettiler. Sonuçlarına göre, ötrofikasyon yakın gelecekte alg çiçeklerine yol açacak düzeyde değildi. Ancak, nüfus artışı halkın refahı için ana tehditti. Onların farklı senaryo uygulamaları, 1986 yılında kerevit popülasyonu bir mantar hastalığı nedeniyle çökmediyse, alg baskınlığı ile gölün ötrofik olabileceğini göstermiştir. Kerevitlerin toparlanma senaryosu, kerevit toplanmasında sosyal koşulların iyileşmesine yol açan artışı göstermiştir. Tarımsal tekniklerin geliştirilmesine dayanan alternatif politikalarından yalnızca biri daha iyi sosyal koşullara yol açmıştır.

Tidwell vd. (2004) Kuzey-Merkez New Mexico'da üçlü bir bölge için topluluk temelli su planlamasına yardımcı olmak için sistem dinamiğı modellemesi kullandı. Planlama bölgesi, daha büyük Albuquerque metropol bölgesini içeren Rio Grande'ye yaklaşık ~ 165 km uzaklıkta bulunmaktadır. Zorlukları, kentsel gelişme, sulanan tarım, nehir / rezervuar buharlaşması ve nehir kenarı / nehir içi kullanımların yarattığı talepler arasında oldukça değışken bir su kaynağını dengelemektir. Modelin üçüncü amacı, halkı su planlama sürecine dahil etmektir. İlk modelleme amacı, maliyet ve su tasarrufu açısından alternatif su yönetimi stratejilerini araştırmak için nicel bir platform oluşturmaktır. 24 koruma alternatifi ve "eylemsizlik" alternatifi içeren bir sistem dinamiğı modeli geliştirdiler. Modeli geliştirmeleri için bir başka sebep de halkı bölgesel su sisteminin karmaşıklığı konusunda eğitmektir. Bu model en üst düzeyde su bütçesinin temel unsurlarını etkili bir şekilde aktardı.

Fernandez ve Selma (2004), tüm sistemi yönlendiren temel sosyo ekonomik ve çevresel faktörleri analiz etmek için geliştirilen dinamik bir model geliştirmiştir.

Dinamik modeli olan Yeni Sulanan Topraklar beş sektörü içeriyordu: Sulanan Topraklar, karlılık, kullanılabilir alan, su kaynakları ve kirlilik. Su tüketimi ile ilgili çevresel etkileri, akifer seviyelerine, su kaynaklarından gelen doğal çıkışlara, piezometrik seviyelere ve akifer suyu tuzluluğuna göre simüle ettiler. Senaryolarının araştırılması, su kaynaklarındaki artışa dayanan mevcut politikaların su açığı sorununu ortadan kaldırmadığını, çünkü sistemin geri besleme döngülerinin sulanan arazide daha fazla artışa ve su açığının devam etmesine yol açtığını göstermiştir. Sulanan alanların toplam alanı, sistemin gerçek itici faktörüdür. Bu nedenle, su eksikliği sorununu azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan herhangi bir politika, sulanan alanların istikrara kavuşmasına dayanmalıdır.

Ahmad ve Simonovic (2004), geri bildirime dayalı zamansal ve mekansal dinamik süreçleri modellemek için mekansal sistem dinamikleri olarak adlandırılan yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yeni yaklaşımı GIS yardımı ile desteklediler. Bu yaklaşımı Kanada'da bir nehir havzasında taşkın yönetimi için uyguladılar. Birleştğinde model, hazne büyüklüğünün ve kırılmanın etkilerini analiz edebilmiş, model ayrıca, farklı büyüklükteki taşkınların zararlarını ve etkilerini de hesaplayabilmiştir.

Elshorbagy vd. (2005), yeniden yapılandırılmış havzalardan birini simüle etmek ve ortak havza işlevlerini sağlama yeteneğini değerlendirmek için bir sistem dinamiği havzası modeli (SDWM) geliştirmiştir. İlk sonuçları, su havzası simülasyonunda ve farklı senaryoların test edilmesinde sistem dinamiği yaklaşımının potansiyeline işaret ediyordu. Test edilen ıslah stratejileri, belirli bir hidrolojik koşullar aralığında tatmin edici görünmektedir. Bununla birlikte, geri kazanım stratejileri ile ilgili karar desteği için elde edilen sonuçlara dayanmadan önce, SDWM'nin daha fazla doğrulanması gerekmektedir.

Birçok araştırmacı, bir havzanın fiziksel ve sosyal bileşenlerinin akarsu, gölet ve yeraltı suyu gibi su kaynakları üzerindeki etkisini analiz etmeye çalışmıştır. Bu etkileri belirlemek için havza sistemine odaklandıkları analizleri için ise farklı araçlar seçmişlerdir. Bazıları kavramsal yaklaşımları tercih ederken, diğerleri deterministik modeller oluşturdu. Bu çalışmaların mekansal ve zamansal toplanma seviyeleri farklılık gösterse de, çoğu basitleştirilmiş ve toplanmış modellere yoğunlaşmıştır.

Bu iki sistemin hem mekânsal hem de zamansal dinamikleri göz önüne alınarak, arazi kullanım sisteminin su kaynakları sistemi üzerindeki etkisini araştıran az sayıda

Çalışma yapılmıştır. Çoğunlukla, arazi kullanımı ve su kaynakları sistemleri arasında mekansal ve zamansal çözünürlük tutarlılığı sağlanamamıştır.

Karabulut (2002), ABD’ de batı bölgesinde St. Lois ile St. Charles şehirleri arasında yer alan Missouri Nehri’nde yaşanmış taşkınları incelediği çalışmada, 1988 taşkın öncesi ve 1993 taşkın zamanı Landsat TM verilerini kullanmıştır. Aritmetik işlem, gri ton ve kontrolsüz sınıflama teknikleriyle görüntüler işlenerek, sel felaketine maruz alanlar tespit edilmiştir. Çalışmada kızıl ötesi bandına ait verilerin kara ve su kütlesi ayırımında en doğru sonuçları verdiğini göstermiştir. Ayrıca, bu teknikle, taşkınların izlenme ve incelenmesinin mümkün olacağını ifade edilmiştir.

Batur ve Maktav (2012), yapmış oldukları çalışmada, Meriç Nehri’nde 16 şubat 2010 tarihinde meydana gelen taşkını optik uydu görüntülerini kullanarak incelemişlerdir. Taşkın öncesi, taşkın zamanı ve taşkın sonrasını kapsayan görüntüler kullanılarak taşkından etkilenen alanlar belirlenmiştir. Bu görüntüler yardımıyla taşkın ve arazi örtüsü haritaları oluşturulmuş ve çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Taşkın öncesi, taşkın anı ve sonrasına ait uydu görüntülerine kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. DSİ’nin yersel çalışmaları ile birlikte bulunan sonuçlar ile tarım alanı verileri ilekarşılaştırılmıştır. Tşkından etkilenen tarım alanının, DSİ verileri ile karşılaştırılması sonucunda %91 gibi yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğu belirlenmiş ve optik uydu görüntülerinin taşkın çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Özdemir (2007), de tamamladığı doktora tezi çalışmasında Balıkesir ilinde bulunan Havran ayı havzasında meydana gelen taşkın ve heyelanlara ait risk analizini, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yöntemlerinden faydalanarak gerçekleştirmiştir. Havza ölçeğindeki risk yönetimi çalışmalarına temel oluşturacak bu çalışmada, havzadaki taşkın ve heyelanların farklı senaryolara göre ortaya çıkardığı riskler üzerinde durmuştur. Öncelikle sahanın tanınması ve risk analizi çalışmasına yön vermesi bakımından havzanın genel fiziki özellikleri ele almıştır.Daha sonra riskin ortaya çıkmasında temel olan havzadaki doğal ve beşeri faktörler üzerinde durmuştur.Son olarak da doğal faktörlerin değişik senaryolarına göre risk analizi çalışmalarını yürütmüştür.çalışma kapsamında, CBS tabanlı sayısal verileri ve UA verilerini temel altlık olarak kullanmış olup, bunların yanında birçok sözel ve istatistiksel veri ile arazi çalışmalarını coğrafi perspektifte değerlendirmiştir.Sonucunda

ise Havran Çayı Havza alanının olası taşkın ve heyelanlar karşısındaki etki alanları ve özelliklerini ortaya koymuştur.

French vd. (2006), Güney Kaliforniya'nın Antilop vadisindeki Rosamond Gölü taşkını belirlemek için eşik yağış uygunluğunu test ettikleri bir çalışmada; toprak tipi, bitki cinsi ve yoğunluğuna dayalı, yükselti sınırını belirlemek ve havza sınırlarını çizmek için Uzaktan Algılama verilerini kullanmışlardır. NOAA uydularından elde edilen iklim verileri ile Landsat 4 ve 5 TM uydu görüntüleri, kış yağışları ile taşkın arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanmışlardır. Daha sonra, eşik yağış, uydu görüntülerinin elde edildiği zamansal çözünürlük içinde meydana gelen yağışlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada geliştirilen yaklaşımın, taşkın sıklığı ve süresini tahminlemede kullanılabileceği gösterilmiştir.

Jain vd. (2006), yaptıkları çalışmada her yıl taşan ve Hindistan'ın kuzey doğusundaki Myanmar ve Bangladeş ile sınırı olan Assam eyaletinden geçen Brahmaputra Nehri'nin taşmasından etkilenen alanların haritalanmasında NOAA-AVHRR uydu görüntülerinden sağlanan verileri kullanmışlardır. Çalışmada, arazi ve suyun spektral özelliklerine dayalı bir su tespit yöntemi kullanmışlardır. Bulutsuz günler için oluşturulan taşkınların maksimum alansal genişliğiyle ilgili haritaların, taşkın zararı hakkında oldukça öğretici olduğu ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda; alanın yaklaşık % 25-30'unun taşkından etkilendiği belirlenmiştir.

Knebl vd. (2005), Amerika'nın Texas eyaletinde San Antonio Nehir havzasında test edilen bölgesel ölçekli bir taşkın modelini kullandıkları çalışmalarında; yeni nesil radarlara dayalı yağış tahmini (NEXRAD), CBS ve hidrolojik modeli (HEC-HMS/RAS) birlikte kullanmışlardır. Taşkından birkaç gün sonraya ait Landsat TM görüntüleri kullanılarak, taşkından etkilenen ve etkilenmeyen alanları belirlenmiştir. Geliştirilen modeli şehir ülke ve bölge ölçekli taşkın çalışmalarında kullanılabileceği ortaya çıkartılmıştır.

Şorman ve Doğanoglu (2001), 20 – 21 Mayıs 1998 tarihlerinde Batı Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen taşkından etkilenen alanların belirlenmesinde, UA ve coğrafi bilgi sistemini (CBS) kullanmışlardır. Çalışmada 7 Mayıs 1998 (taşkın öncesi) ve 25 Mayıs 1998 (taşkın sonrası) iki adaet NOAA-AVHRR-14 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden yararlanılarak sonuçlar değerlendirilmiş ve taşkın bölgeleri belirlenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Rize Meteoroloji istasyonundan Rize il geneline ait 1928-2018 yılları arası yağış ve sıcaklık verileri ile Derepazarı ilçesinde Maltepe Köyündeki ölçüm istasyonundan 2014-2019 yılı Haziran ayına kadar olan yağış ve sıcaklık verileri, Rize İl Özel İdaresinden Derepazarı ilçesine ait halihazır haritaları, Derepazarı Belediye Başkanlığı Fen İşleri Müdürlüğünden ilçeye ait 2017 yılında İmar Planı esaslı yapılan Jeolojik ve Jeoteknik raporlar ve bunlara ait veriler ile imar planları ve halihazır haritaları, Rize Afet İl Müdürlüğünden afet riski altındaki bölgelere ait haritalar, Rize DSİ 224. Şube Müdürlüğünden akarsu enkesitleri ve dere ıslahı çalışmalarında Mockus yönetimiyle hesaplanan taşkın debileri (Tablo 2) elde edildi.

Tablo 2. DSİ tarafından dere ıslahında kullanılan taşkın debileri

Debiler	Tersane	Eriklimanı
Q100 (m3/sn)	65,20	109,90
Q500 (m3/sn)	88,38	148,60

2.2. Yöntem

Araştırma konusu havzalar ait bazı havza karakteristik özellikleri; havza Alanı (A, km²), havza çevresi (P, km), havza uzunluğu (l, km), toplam segment sayısı (ΣS), segment uzunluğu (ΣL, km), akarsu sıklığı (Frekans), drenaj yoğunluğu (km/ km²), form faktörü (F), dairesellik oranı (Rc), uzunlaşma oranı, yükseklik haritaları, eğim haritaları, bakı haritaları, arazi kullanım haritası, arazi değişimleri ve arzi kullanımlarının alansal büyüklüklerinin değişimi, Arc-Gis, Autocad, Netcad ve Google Earth programları yardımıyla oluşturuldu. Daha sonra imar planlarına esas hazırlanan jeolojik ve jeoteknik etüd raporları irdelenerek, incelenen havzalara isabet eden jeolojik ve jeoteknik veri çıkarımları yapıldı. Rize İl Afet Müdürlüğünden alınan afet riski altındaki bölgeler ile arazilerde meydana gelen değişim haritaları birleştirildi.

Derepazarı Maltepe Köyünde bulunan istasyona ait 2014-2019 Haziran ayına kadar olan yıllık maksimum yağış verileri kullanılarak, 2 saat süreli yağış dikkate alınmak suretiyle, Gumbel istatistiksel yöntemi kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık

yağış verileri oluşturuldu ve bu veriler Mockus yöntemi kullanılarak Tersane ve Eriklimanı derelerine ait taşkın debileri hesaplandı.

Meterolojik verilere göre Thornwaite yöntemi kullanılarak Rize il geneli ile Derepazarı ilçesi su bilançosu hesaplandı.

Ayrıca, Tersane ve Eriklimanı derelerinde taşkın riski oluşturabilecek, menfez durumları, rusubat birikimi, köprü ayakları civarındaki daralma ve buna bağlı olarak oyulma ve dolma problemleri, dere yatağında yapay olarak oluşturulan kurp vb. konular yerinde gözlemlenerek incelenmiştir.

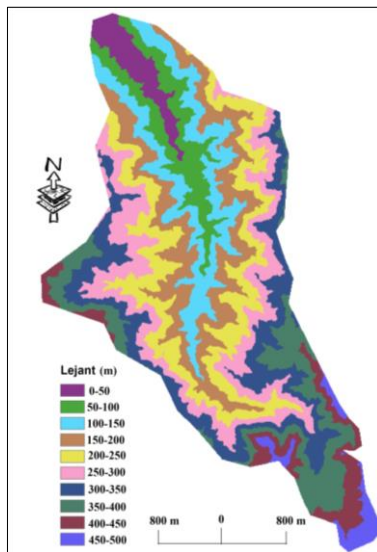


3. BULGULAR

Eriklimanı ve Tersane havzalarında arazi çoğunluğu %15.39 oranla 200-250 metre yüksekliğindedir. Eriklimanı havzasında yükselti 0-500 metre arasında değişmekte, Tersane havzasında ise 0-450 metre arasında değişmektedir. Havzaların yükseklik değerleri Şekil 3 ve 4'de harita çıktısı olarak verilmiştir. Havza yükseklik dağılımları ise Tablo 3 ve 4'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Eriklimanı havzası yükseklik-alan dağılımı

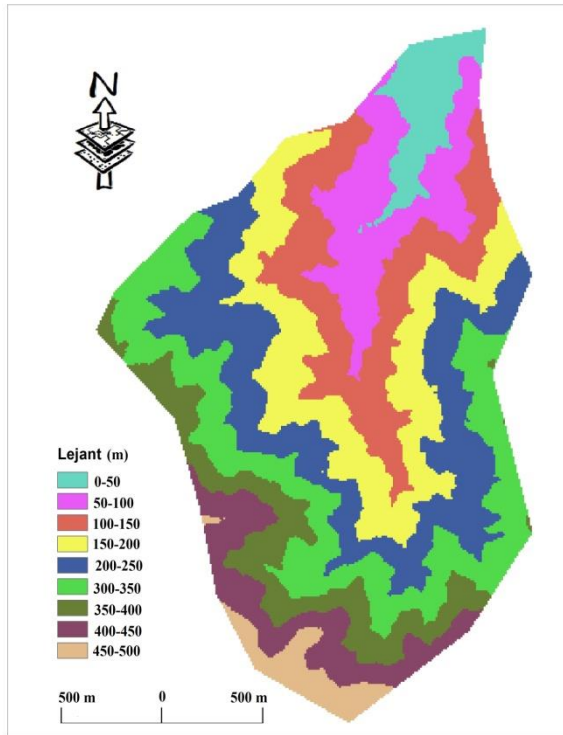
Arazi kotu (m)	Toplam arazi (m ²)	Tüm havzaya oranı (%)
0-50	57480	3.82
50-100	111890	7.45
100-150	173320	11.53
150-200	216300	14.39
200-250	231340	15.39
250-300	225860	15.03
300-350	209640	13.95
350-400	158690	10.56
400-450	81160	5.40
450-500	37070	2.47
TOPLAM	1502750	100.00



Şekil 13. Eriklimanı Havzası Yükselti Haritası

Tablo 4. Tersane havzası yükseklik-alan dağılımı

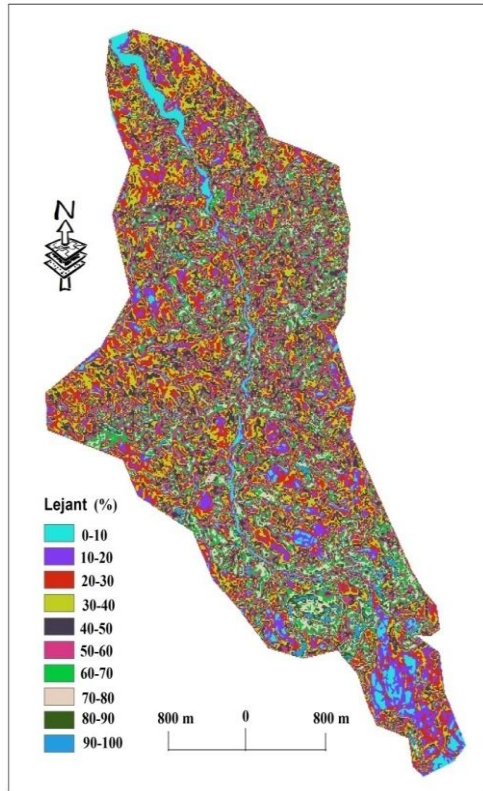
Arazi Kotu (m)	Toplam Arazi (m ²)	Tüm Havzaya Oranı (%)
0-50	22850	4.86
50-100	48500	10.32
100-150	65120	13.86
150-200	74830	15.92
200-250	88770	18.89
250-300	80600	17.15
300-350	42790	9.11
350-400	32060	6.82
400-450	14400	3.06
TOPLAM	469920	100.00

**Şeki 14.** Tersane Havzası Yükselti Haritası

Havzalar genel olarak engebeli yapıdadır. Havzalardaki eğim dağılımı ağırlıklı olarak % 30-40 arasında değişmektedir. Her iki havzada da arazilerin çoğunluğu %30-40 eğim gurubundadır. Tablo 5 ve 6'da havzalara ilişkin eğim dağılımları görülmekte, Şekil 15 ve 16'da ise havzalara ait yükseklik haritaları gösterilmektedir.

Tablo 5. Eriklimanı havzası eğim ve alan dağılımı

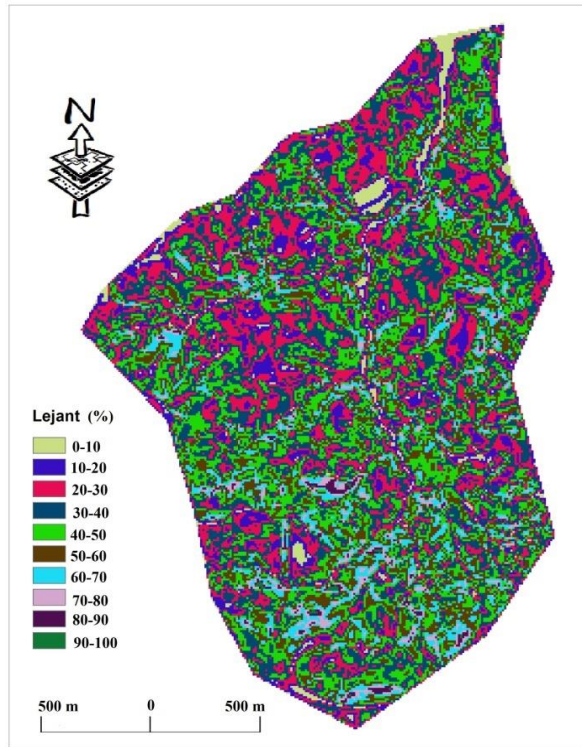
Eğim sınıfı (%)	Toplam Arazi (m ²)	Tüm Havzaya Oranı (%)
0-10	60690	4.04
10-20	149530	9.95
20-30	241410	16.06
30-40	283810	18.89
40-50	266010	17.70
50-60	215050	14.31
60-70	148650	9.89
70-80	85550	5.69
80-90	34790	2.32
90-100	17260	1.15
TOPLAM	1502750	100.00



Şekil 15. Eriklimanı havzası eğim haritası

Tablo 6. Tersane havzası eğim ve alan dağılımı

Eğim sınıfı (%)	Toplam Arazi (m ²)	Tüm Havzaya Oranı (%)
0-10	11860	2.52
10-20	42030	8.94
20-30	93720	19.94
30-40	115680	24.62
40-50	96500	20.54
50-60	62120	13.22
60-70	32090	6.83
70-80	11250	2.39
80-90	3620	0.77
90-100	1050	0.22
TOPLAM	469920	100.00

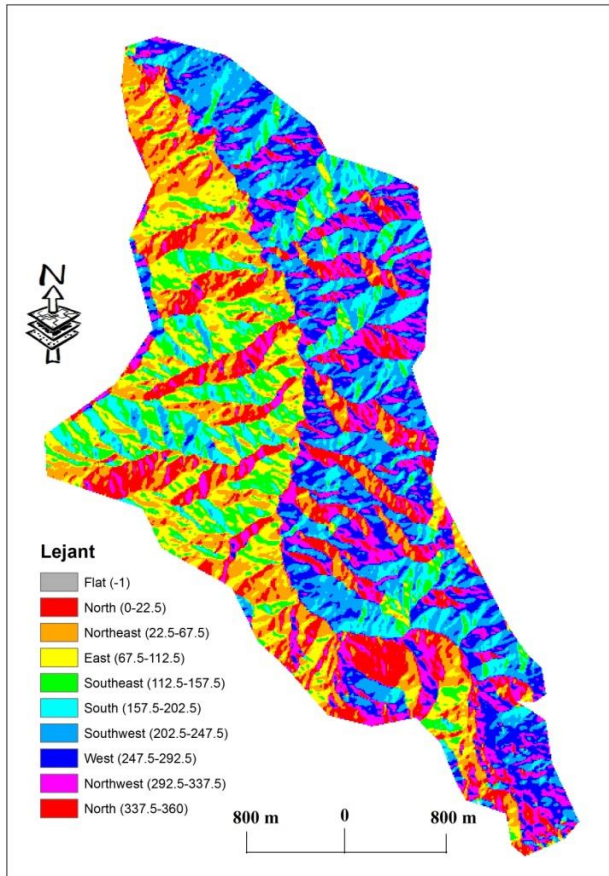
**Şekil 16.** Tersane havzası eğim haritası

Eriklimanı havzasında hakim bakı %14.46 oranla güneybatı yönü iken, Tersane havzasında ise %19.00 oranla kuzeydoğu yönü hakim bakıdır. Arazilerin alansal dağılımlarında bakı yön dağılımı ile aydı orandadır. Havzaların bakı haritası Şekil 16 ve

17’de, bakı yönlerinin dağılımlarına göre alansal dilimler Tablo 6 ve 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Eriklimanı havzası bakı-alan dağılımı

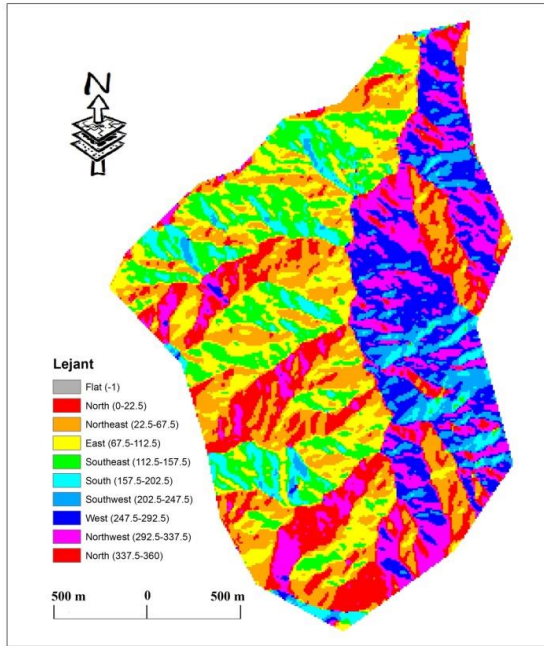
Bakı	Toplam Arazi (m ²)	Tüm Havzaya Oranı (%)
Kuzey	212080	14.11
Kuzeydoğu	203180	13.52
Kuzey Batı	186980	12.44
Doğu	177470	11.81
Güneydoğu	142270	9.47
Güney	156730	10.43
Güneybatı	217370	14.46
Batı	206620	13.75
TOPLAM	1502750	100.00



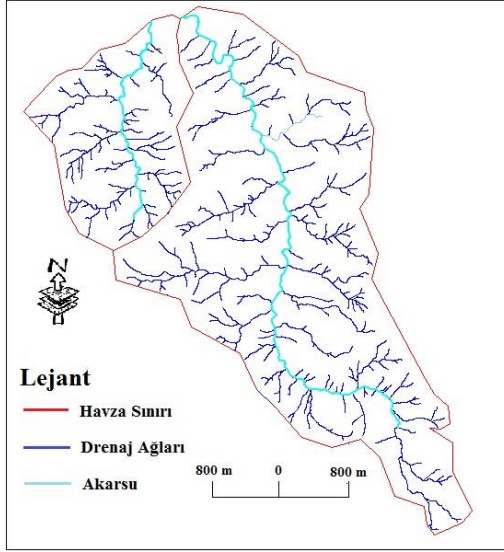
Şekil 17. Eriklimanı havzası bakı haritası

Tablo 8. Tersane havzası bakı-alan dağılımı

Bakı	Toplam Arazi (m ²)	Tüm Havzaya Oranı (%)
Kuzey	71870	15.30
Kuzeydoğu	89300	19.00
Kuzey Batı	64390	13.70
Doğu	72380	15.40
Güneydoğu	59600	12.68
Güney	27550	5.86
Güneybatı	26100	5.55
Batı	58730	12.50
TOPLAM	469920	100.00

**Şekil 18.** Tersane havzası bakı haritası

Tersane havzasında drenaj yoğunluğu 4.52 iken, Eriklimanı havzasında drenaj yoğunluğu 3.53 olarak tespit edilmiştir. Tersane havzasında frekans 31.22 iken Eriklimanı havzasında 19.75 dir. Tersane havzasının drenaj yoğunluğu 4.52 iken, Eriklimanı havzasının drenaj yoğunluğu 3.53'dır (Şekil 19, Tablo 9). Tersane havzasının dairesellik oranı 0.74 iken, Eriklimanı havsanın dairesellik oranı 0.46'dır (Tablo 9).



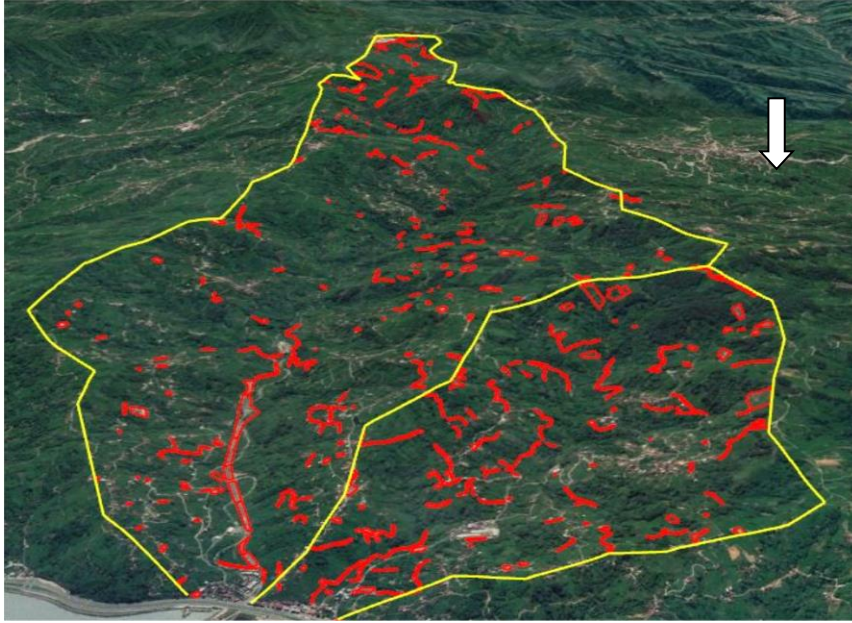
Şekil 19. Eriklimanı ve Tersane havzaları drenaj yoğunluğu haritası

Tablo 9. Alansal morfometrik parametreler

Parametre	Formül	Tersane Havzası Değerleri	Eriklimanı Havzası Değerleri
Havza Alanı (A, km ²)	-	4.42	14.94
Havza Çevresi (P, km)	-	8.66	20.15
Havza Uzunluğu (l, km)	-	4.43	10.51
Toplam Segment Sayısı (ΣS)	-	138	295
Segment Uzunluğu (ΣL, km)	-	19.98	52.75
Akarsu Sıklığı (Frekansı)	$\Sigma S/A$	31.22	19.75
Drenaj Yoğunluğu (km/ km ²)	$\Sigma L/A$	4.52	3.53
Form Faktörü (F)	$F=A/l^2$	0.22	0.13
Dairesellik Oranı (Rc)	$Rc = 12.57*(A/P^2)$	0.74	0.46
Uzunlaşma Oranı	$Re=2 * (A / \pi)^{1/2} / P$	0.24	0.21

Eriklimanı Deresi sağ ve sol sahilinde yer alan alüvyonlarında yer altısuyu seviyesi -2 m olarak belirlenmiştir (Özdoğan, 2017).

Havzalarda meydana gelen değişimler incelendiğinde ise Tersane havzasında, dikili tarım arazileri büyüklüğünün 7.66 ha azaldığı, marjinal tarım arazlerinin 6.82 ha azaldığı, yerleşim yerleri büyüklüğünün ise 14.48 ha arttığı tespit edilmiştir. Eriklimanı havzasında ise, dikili tarım arazileri büyüklüğünün 17.48 ha azaldığı, marjinal tarım arazlerinin 11.21 ha azaldığı, yerleşim yerleri büyüklüğünün ise 28.69 ha arttığı tespit edilmiştir. Alansal büyüklükleri Tablo 10’ de gösterilmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Havzalarda meydana gelen değişimler

Tablo 10. Tersane ve Eriklimanı Havzaları Arazi Bozulmaları ve Arazi Değişim Miktarları (1984-2019)

Bozulma Sınıfları	Havzalar	
	Tersane	Eriklimanı
Marjinal Tarım Arazisinden Dikili Tarım Arazisine (ha)	6.79	8.08
Dikili Tarım Arazisinden Yerleşim Alanına (ha)	14.45	25.56
Marjinal Tarım Arzisinden Yerleşim Alanına (ha)	0.03	3.13
Yerleşim Yeri (ha)	+14.48	+28.69
Dikili Tarım Arazisi (ha)	-7.66	-17.48
Marjinal Tarım Arzisi (ha)	-6.82	-11,21

Havzalarda meydana gelen yüzedelik değişim oranları ise Tersane havzasında yerleşim yerleri toplam alanı %27.94 oranında artmıştır. Dikili tarım arazisi toplam alanı %4.09 oranında azalmıştır. Marjinal tarım arazisi %3.46 oranında azalmıştır. Eriklimanı Havzasında ise yerleşim yerleri toplam alanı %15.84 oranında artmıştır. Dikili tarım arazisi toplam alanı %2.32 oranında azalmıştır. Marjinal tarım arazisi %2.16 oranında azalmıştır (Tablo 11).

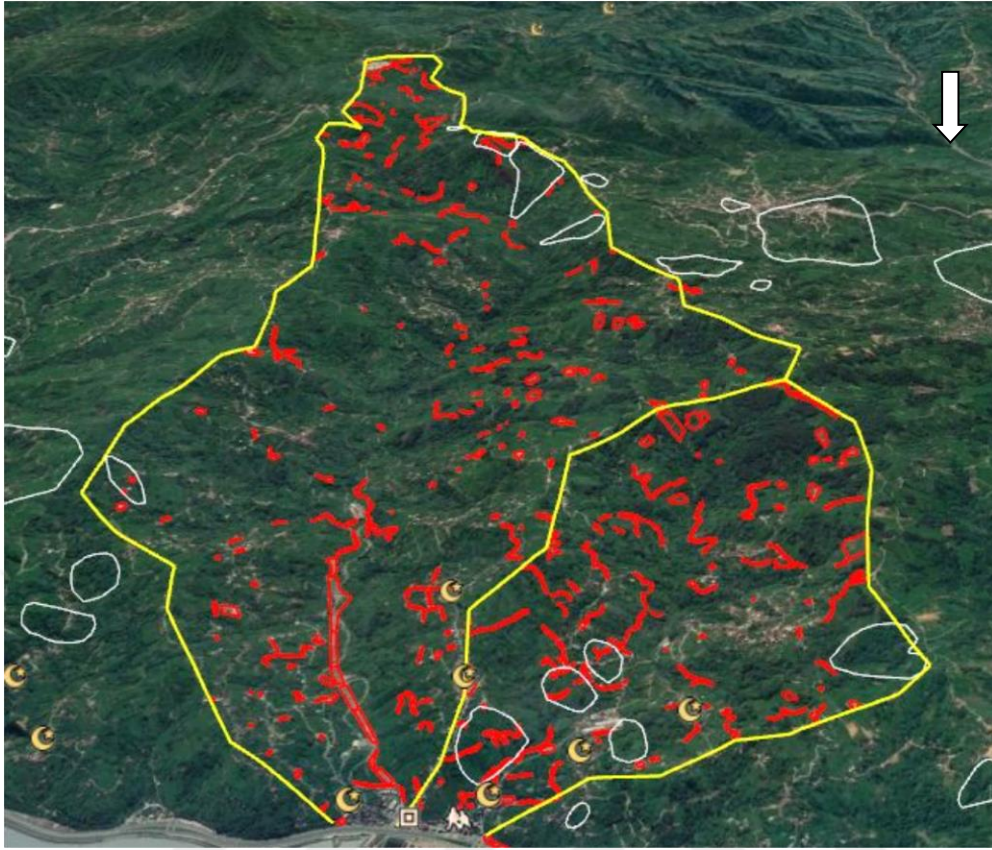
Tablo 11. Havzalarda Meydan Gelen Değişimlerin Oransal Değerleri

Bozulma Sınıfları	Havzalar	
	Tersane	Eriklimanı
Yerleşim Yeri (%)	+% 27.94	+% 15.84
Dikili Tarım Arazisi (%)	-% 4.09	- % 2.32
Marjinal Tarım Arazisi (%)	-% 3.46	-% 2.16

MTA (Maden Tetkik ve Genel Arama Müdürlüğü) tarafından hazırlanan Afet Riski Altındaki bölgeler, Rize İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünden alınan Google Earth üzerinde gösterilen yerler Şekil 21’ de gösterilmiştir. Afet riski altındaki bölgeler ile arazilerde meydana gelen bozulmaları Şekil 22’ de gösterilmiştir.



Şekil 21. MTA Tarafından Belirtilen Afet Riski Altında Olan Bölgeler



Şekil 22. MTA verilerine göre Afet riski altındaki bölgeler ve tespit edilen arazi bozulmaları.

Gumbel istatistiksel yöntemi kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tek seferlik maksimum yağış verileri Tablo 12’de sunulmuştur. Araştırma alanında en yüksek debi oluşumu 96.83 m³/sn ile (Q_{100}) değeri Eriklimanı’nda gösterilmiştir (Tablo 13). İlgili değerlerden de görüleceğ, üzere Eriklimanı’nda olması muhtemel 100 yıllık debi tersane havzasının iki katından daha fazladır.

Tablo 12. Gumbel İstatistiksel Yöntemine Göre Elde Edilen Yağış Verileri

Yıl	2	5	10	25	50	100
Yağış (mm)	104.07	129.64	146.58	167.97	183.84	199.60

Tablo 13. Hesaplanan Taşkın Debileri

Debiler	Tersane	Eriklimanı
Q_{100} (m ³ /sn)	40.66	96.83

Thornthwaite yöntemine göre Rize il genelindeki toplam akış miktarı 1085.5 mm'dir. Bun göre il genelindeki yıllık ortalama akış katsayısı 0.47'dir. En fazla akış 169.2 mm ile Kasım ayında en az akış ise 10 mm ile Temmuz ayında meydana gelmektedir (Tablo 14).

Thornthwaite yöntemine göre Derepazarı ilçe genelindeki toplam akış miktarı 932.8 mm'dir. Bun göre il genelindeki yıllık ortalama akış katsayısı 0.45'dir. En fazla akış 153.4 mm ile Ekim ayında en az akış ise 19.2 mm ile Ağustos ayında meydana gelmektedir (Tablo 15).

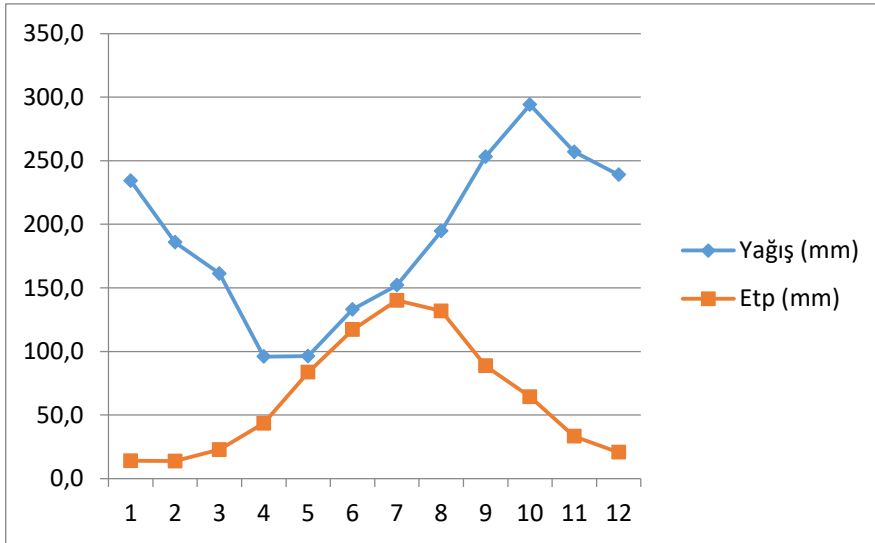
Tablo 14. Thornthwaite yöntemine göre Rize İli Su Bilançosu (1928-2018 yılları arası)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	6.7	6.6	8.0	11.6	16.1	20.2	22.8	23.1	20.0	16.1	12.0	8.7	14.3
Sıcaklık İndeksi	1.6	1.5	2.0	3.6	5.9	8.3	9.9	10.1	8.2	5.9	3.8	2.3	63
G. (Enlem Düzeltmesi)	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	-----
PE (mm)	14.0	13.7	22.8	43.5	83.6	117.0	140.1	131.8	88.7	64.3	33.3	20.6	773.4
GE (mm)	14.0	13.7	22.8	43.5	83.6	117.0	140.1	131.8	88.7	64.3	33.3	20.6	773.4
Ort. Yağış (mm)	234.1	185.8	161.3	95.9	96.3	133.1	152.1	194.6	253.1	294.0	256.9	238.9	2296.1
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Depo Değişimi (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-----
Su Fazlası (mm)	220.1	172.1	138.5	52.4	12.7	16.1	12.0	62.8	164.4	229.7	223.6	218.3	1522.7
Su Eksiği	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-----
Akış (mm)	110.0	141.1	112.3	60.8	19.5	11.2	10.0	34.4	97.9	155.9	169.2	165.0	1085.5
Nemlilik	15.7	12.6	6.1	1.2	0.2	0.1	0.1	0.5	1.9	3.6	6.7	10.6	-----

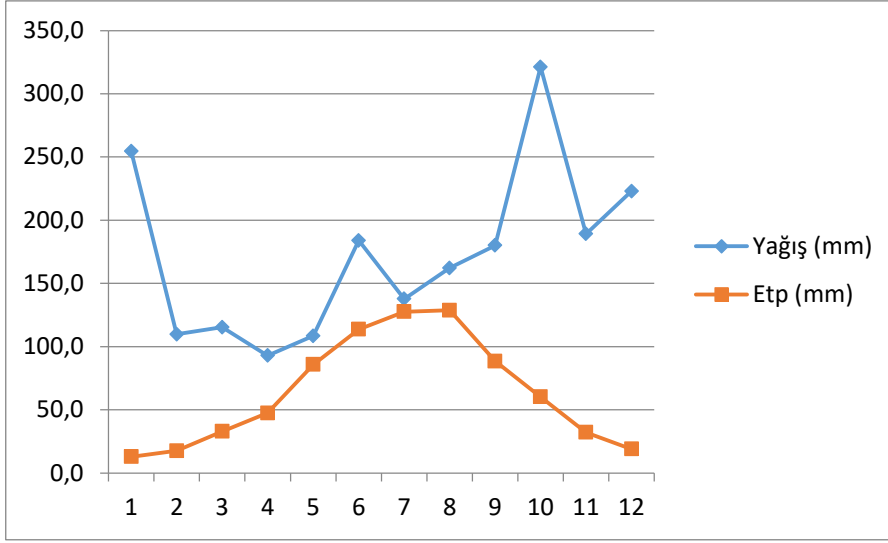
Tablo 15. Thornthwaite yöntemine göre Derepazarı İlçesi Su Bilançosu (2015-2019 yılları arası)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	6.3	7.7	10.2	12.2	16.3	19.7	21.4	22.7	19.9	15.3	11.6	8.1	14.3
Sıcaklık İndeksi	1.4	1.9	2.9	3.9	6.0	8.0	9.0	9.9	8.1	5.5	3.6	2.1	62.2
G. (Enlem Düzeltmesi)	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	-----
PE (mm)	12.9	17.6	32.9	47.4	85.8	113.7	127.6	128.7	88.4	60.3	32.2	19.0	766.4
GE (mm)	12.9	17.6	32.9	47.4	85.8	113.7	127.6	128.7	88.4	60.3	32.2	19.0	766.4
Ort. Yağış (mm)	254.6	109.8	115.3	93.0	108.5	183.9	137.7	162.1	180.0	321.2	189.1	223.0	2078.2
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Depo Değişimi (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-----
Su Fazlası (mm)	241.7	92.2	82.3	45.6	22.7	70.2	10.1	33.4	91.6	261.0	157.0	204.0	1311.7
Su Eksiği	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-----
Akış (mm)	120.8	106.5	64.2	43.4	22.7	40.8	22.6	19.2	54.1	153.4	143.7	141.3	932.8
Nemlilik	18.7	5.3	2.5	1.0	0.3	0.6	0.1	0.3	1.0	4.3	4.9	10.8	-----

Rize il geneli ve Derpazarı ilçesinde yağış karakteristik değerleri analiz edildiğinde yaz aylarında toplam yağış değeri ile evapotranspirasyon değerlerinin yakın seviyede olduğu, ilkbahar döneminde yağışın az olduğu diğer dönemler ise yağışın evapotranspirasyon değerlerinden fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 23, 24).

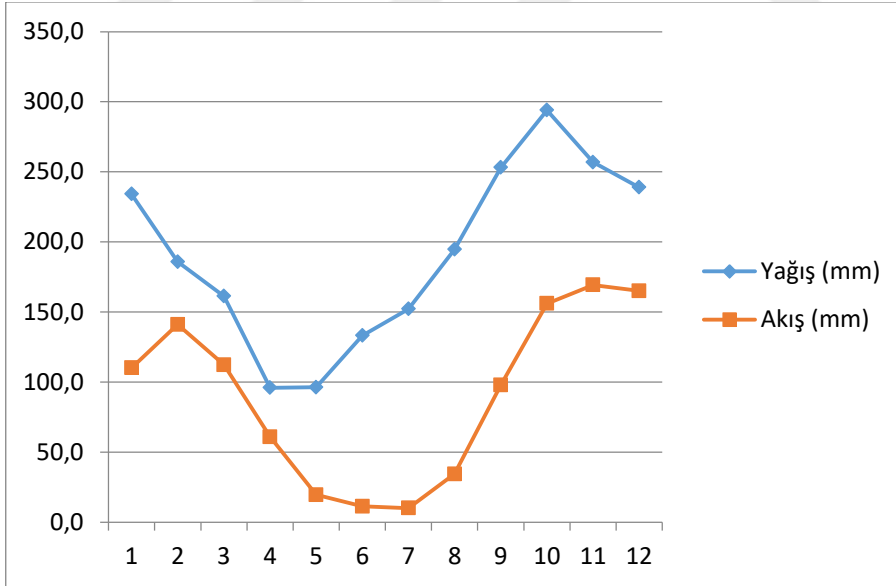


Şekil 23. Rize İli Yağış ve Potansiyel Evapotranspirasyon

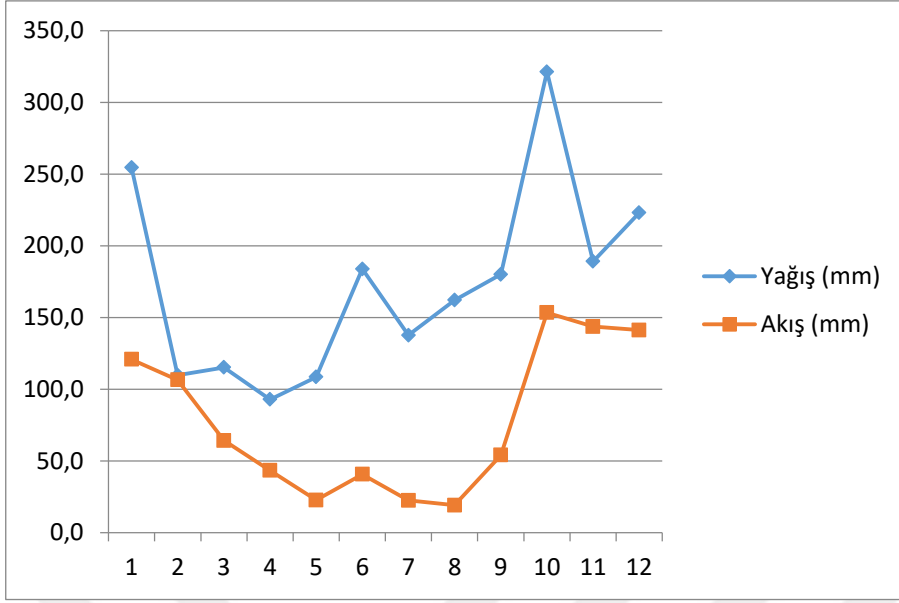


Şekil 24. Derepazarı İlçesi Potansiyel Evapotranspirasyon Grafiği

Rize il geneli ve Derepazarı ilçesinde yağış akış ilişkisi analiz edildiğinde yılın her ayı yağışın akışa geçtiği görülmektedir. Ocak-Şubat-Mart aylarında yağan yağış diğer aylara göre daha az akışa geçmektedir. Eylül-Ekim aylarında düşen yağışın maksimum seviyede akışa geçtiği görülmektedir (Şekil 25, 26).



Şekil 25. Rize İli Yağış ve Akış grafiği



Şekil 26. Derepaşarı İlçesi Yağış ve Akış grafiği

Yapılan arazi sınıflamasında; Tersane havzasında 51.83 ha yerleşim yeri, 186.90 ha dikili tarım arazisi, 197.24 ha marjinal tarım arazisi bulunmaktadır. Eriklimanı havzasında ise 181.16 ha yerleşim yeri, 752.91 ha dikili tarım arazisi, 518.46 ha marjinal tarım arazisi bulunmaktadır (Şekil 27, Tablo 16).



Şekil 27. Tersane ve Eriklimanı Havzaları Arazi Sınıflandırmaları

Tablo 16. Tersane ve Eriklimanı Havzaları Arazi Sınıflandırması

Arazi Sınıfı	Havzalar	
	Tersane	Eriklimanı
Yerleşim Yeri (ha-%)	51.83-%12	181.16-%12
Dikili Tarım Arazisi (ha-%)	186.90-%43	752.91-%51
Marjinal Tarım Arazisi (ha-%)	197.24-%45	518.46-%35
Toplam Alan (ha-%)	435.97-%100	1452.53-%100

Gözlemsel Bulgular: DSİ tarafından Tersane Deresinde 41°01'23.02'' Kuzey, 40°25'21.83'' Doğu GPS koordinatlarından başlayarak güzergah boyunca güney istikametinde 530 metre dere ıslahı çalışması yapılmıştır. Eriklimanı deresinde ise 41°01'24.44'' Kuzey, 40°25' 42.40'' Doğu GPS kordinatlarından başlayarak 2785 metre dere ıslahı çalışması yapılmıştır.

Tersane ve Eriklimanı havzalarında İlçe halkı ve Belediye yetkilileri ile yapılan görüşmelerde yalnızca Eriklimanı Deresinde Ek 1'de gösterilen menfeze derenin getirdiği ağaç kökünün sıkıştığı bu sıkışmayla derenin taşarak daha düşük kottaki Çaykur'a ait Ek 2'de gözüken Derepazarı Çaykur Çay Fabrikasının bir bölümünde su baskını olduğu söylenmektedir.

Ek 3'de aktif olarak Atatürk Caddesinde geçişin sağlandığı araç ve yaya köprüsü görünmekte olup dere kesiti içinde kalan çelik çapraz destekler risk oluşturan etmenlerdir.

Ek 4'de biriken rusubat malzemeside riski artıran etmenlerdendir.

Aynı zamanda Ek 6'da gözüken menfez devamının Karadeniz Sahil Yolu yapılırken mevcut dolgu mesnet tutularak yapılmış ve keskin bir kıvrımlılık ortaya çıkarmıştır. Menfezin kapalı oluşu olası bir müdahaleyle engellemektedir.

Ek 7'de Tersane Deresinin mansap noktasında herhangi bir düzenli tahkimat yapısı olmadığından 22.11.2017 tarihinde yaşanan fırtınada menfez çıkış ağzının dalgaların savurduğu kayalarla kapandığı, dere seviyesinde ani yükselmenin meydana geldiği, Belediye ekiplerinin müdahalesi ile olası bir taşkın engellenmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Eriklimanı ve Tersane havzalarında yükselti basamaklarına göre arazi çoğunluğu sırası ile %15.39-%18.89 oranlarla 200-250 metre yüksekliğindedir. Bu oranlar Doğu Karadeniz Bölgesindeki %23.60 oran ile arazi çoğunluğunun bulunduğu 2000-2500 metre yükseliğinin altındadır. Eriklimanı ve Tersane havzalarında eğim gruplarına göre arazi çoğunluğu sırası ile %18.89-%24.62 oranlarla %30-40 eğim grubundadır. Bu oranlar Doğu Karadeniz Bölgesindeki %28.00 oran ile arazi çoğunluğunun bulunduğu %20-50 eğim grubundadır.

Tersane ve Eriklimanı havzalarının bazı karakteristik özellikleri karşılaştırıldığında;

- Eriklimanı havzasının Tersane havzasına göre akarsu sıklığının ve drenaj yoğunluğunun düşük oluşu daha azgeçirgen bir yapıya sahip olduğunu ve daha zayıf bir sızma kapasitesinin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle olası şiddetli yağışlarda sel afetinin olma olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir.
- Havzaların form faktörleri ve dairesellik oranları karşılaştırıldığında ise, aynı yağış miktarında yağış-akış dikkate alındığında, Tersane havzasında daha kısa sürede pik akım oluşacağı ve bunun sonucun olası afetlerin zarar tahripkar olacağı söylenebilir.

Afet riski altındaki bölgeler ile arazilerde zamanla meydana gelen değişimler örtüştürüldüğünde; Tersane havzasında, ilçe merkezine denk gelen örtüşmeler Eriklimanı havzasına oranla daha sık görülmektedir.

2014-2019 Haziran yılları arasındaki yağış verileri dikkate alınarak yapılan debi hesaplamaları, DSİ tarafından ıslah çalışmalarında kullanılan debi değerlerinin altındadır. Edeki yağış verilerin kısıtlı olması, taşkın debilerini kıyas yapma açısından sağlıklı görülmemiştir. Bu nedenle daha uzun süreli rasat ve debi ölçümlerine ihtiyaç vardır. Bunun sonucunda araştırma havzaları için sürdürülebilir ve sağlıklı bir planlama yapılabilir.

Su bilançoaları incelendiğinde potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin gerçek evapotranspirasyon değerlerine eşit olduğu görülmektedir. Bu durum Rize ve Derapazarı'nın yağış miktarının yüksek olması sonucunda her zaman buharlaşacak suyun bulunduğu anlamına gelmektedir. Rize ve Derapazarı'nda her ay su fazlasının bulunduğu su eksiğinin olmadığı, her mevsim akışa geçen suyun olduğu görülmektedir.

Yağış miktarları incelendiğinde ise Derepazarı İlçesinin Rize İl geneline kıyasla Ekim ayında ortalamanın üstünde bir yağış aldığı görülmektedir. Derepazarı için Ekim ayındaki yağışın daha detaylı olarak analiz edilmesi gelecek risk öngörülerini için önemli olduğu söylenebilir.

Arazi sınıflarının havzalar içindeki oranları her iki havzada da benzer dağılım göstermektedir. Arazi bozulmaları karşılaştırıldığında ise; Tersane havzasındaki yerleşim yeri artışının Eriklimanı havzasından fazla olduğu her iki havzada da tarım arazilerinin azaldığı görülmektedir. Bu bağlamda yağışın akışa geçme süresini etkileyen en önemli parametrelerden birisi arazi kullanımıdır. Tersane havzasında yerleşim yeri değişim oranı Eriklimanı havzasında yerleşim yeri değişim oranından fazladır. Yerleşim yeri değişim oranının her iki havzada da artış gösteriyor olması pik debiye ulaşma sürelerini kısaltacağından her iki havzada da taşkın risklerini artıracaktır. Yerleşim yeri değişim oranının Tersane havzasında daha büyük olması Eriklimanı havzasına göre sel heyelan ve taşkın açısından daha riskli olduğunu göstermektedir. Yapılan pek çok araştırmada arazi bozulumu sel heyelan olayları arasında önemli bir ilişki olduğu ve arazi bozulumu arttıkça afet riskinin arttığı ifade edilmektedir.

Eriklimanı havzasında dere yatağının belli kısmını kaplayan ve kaldırılmayan rusubat malzemesi dere yatağı kesitini daraltmakta ve taşkın riskini artırmaktadır.

Eriklimanı havzasında Çaykur Çay Fabrikasının yanında bulunan ve araç geçişini sağlayan üç gözlü menfezin; derenin getirdiği sediment ve ağaç vb şeklindeki katı madde malzemelerinin gelmesi sırasında tıkanarak memba kısmında baraj görevi görüp taşkın etkilerini artırmaktadır. Sonuç olarak, Eriklimanı deresinin doğu tarafında bulunan daha düşük kottaki Çaykur' ait Derepazarı Merkez Çay Fabrikası, Jandarma Karakol binası, diğer bina ve işletmelerin su altında kalma riskini artırmaktadır.

Tersane havzasında ise, karayolu geçişi için yapılmış olan iki gözlü menfezin girişi dar ve ortasında da perde duvar mevcut olup, yeni yapılan Karadeniz sahil yolu geçişinde kurb bulunmaktadır. Bu durum taşkın esnasında gelen katı maddenin menfez memba girişinde tutulmasına neden olmakta, kurba geldiğinde tıkanma meydana gelmesine ve sonunda baraj oluşumu etkisiyle taşkın riskini artırmaktadır. Hatta afet sırasında müdahaleyi zor ve imkansız hale getireceği görülmektedir.

Ayrıca Tersane deresi mansabında koruyucu gerekli tahkimatların olmaması fırtına esnasında deniz taşkınlarının derenin alıcı ortama ulaştığı noktada kartı madde birikimine neden olmaktadır. Aşırı yağışlarla birlikte olası deniz taşkınları yaşandığında

büyük afetlerin oluşması kaçınılmaz görünmektedir ve İlçe Merkezinde su baskınlarının yaşanması olasıdır.

Ek Şekil 5’de kapalı menfeze giriş kısmınının çift gözlü olmasından kaynaklı ara perde duvar, olası katı madde gelmesi durumunda tıkanıklara sebep olmakla birlikte taşkın pik debisine ulaşıldığında suyun ve katı maddeinin fazlasının mevcut menfez tarafından avlanamayarak menfez girişinin yanında bulunan ve yaklaşık dere talveg kotundaki Ali Rıza İlk ve Ortaöğretim okulunun su baskına sebep olma ihtimali yüksektir.



5. ÖNERİLER

Sentetik yöntemlerle yapılan Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} yıllık debi tekerrür hesaplarında yalnızca yağmur şiddetinin artması dikkate alınmasına karşılık, zamanla meydana gelen arazi bozulmalarına ait sızma kapasitelerinin değişimi dikkate alınmamaktadır. Güvenli bölgede kalmak için, debi tekerrür hesaplarında kullanılan katsayıların zamanla değiştiği dikkate alınarak yeni katsayıların geliştirilmesi ve bu katsayıların arazi uygulamaları ile test edilmesi yararlı olacaktır.

Araştırmaya konu havzalardaki planlamalarda diğer havzalardan daha farklı bir uygulamanın yürütülmesi gerekir. Tersane havzasındaki planlamalarda Eriklimanı havzasına kıyasla daha hassas ve detaylı uygulamaların yapılması sürdürülebilir havza planlaması için önemlidir.

Taşkın riski altında olan Tersane ve Eriklimanı derelerinde, katı maddelerden kaynaklanan olası baraj oluşumunu önlemek amacı ile havza karakteristiklerine uygun, tersip bentleri geliştirilmeli ve acilen uygulanmalıdır.

Eriklimanı ve Tersane derelerinde mevcut olan menfezlerde katı madde tıkanmasını önleyici önlemler alınmalıdır.

Yeni imar planlarının yapılacağı taşkın bölgelerinde dere, nehir geçişi mevcut ise, gerekli planlar yapı su basman kotları da göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Taşkın riski olan şehirleşmiş bölgelerde, taşkın koruma yapılarına erken uyarı sistemleri ile entegre edilmiş modern sistemler kullanılmalı olası can ve mal kayıplarının önüne geçilmelidir. Menfez ve Köprü ayaklarında meydana gelebilecek sıkışmaları önlemek için tedbirler alınmalıdır.

Arazi tahribatları göz önüne alındığında ise, özellikle Rize bölgesinde, çay budama işlemleri yapılan araziler ile tarım arazilerinden yerleşim yerine dönüştürülen araziler için de sıkı yönlendirmeler yapılarak izin verilmelidir. Örneğin çay budaması yapılan çay bahçelerinde, belirlenecek maksimum eğime ve toprak yapısına göre, drenaj ve teraslama önlemlerinin alınması zorunlu hale getirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akçalı, E., (2018). Taşkın ve rusubat kontrolünde yenilikçi uygulamalar. *Doğal Afetler ve Afet Yönetimi Sempozyumu*, Sakarya, 04-06 Mayıs, 31-40.
- Bayazıt, M., (2011). Hidroloji. Birsen Yayınevi, 1. Baskı, ISBN: 9755113647, 220 s.
- Beighly, R.E., Moglen, G.E., (2002). Trend assessment in rainfall-runoff behavior in urbanizing watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering*, 27-34.
- Bruno M., Susana P., and Eusébio R., (2019). Effects of different land use and land cover data on the land slide susceptibility zonation of road networks. *Nat. Hazards Earth*, 19, 471–487, <https://doi.org/10.5194/nhess-19-471-2019>.
- Buytaert, W., Iniguez, V., De Bievre, B., (2007). The effects of afforestation and cultivation on water yield in the andean paramo. *Forest Ecology and Management*, 251, 22-30.
- CEOS, (2003). The Use of earth observing sate llite sfor hazard support: assessment sand scenarios. *National Oceanic and Atmospheric Administration*, 218 s.
- Chaves, J.,Neill, C., Germer, S., Neto, S.G., Krusche, A., Elsenbeer, (2008). Land management impacts on runoff sources in small Amazon water sheds. *Hydrological Processes*, 22, 1766-1775.
- Costa, M.H., Botta, A., Cardille, J.A., (2003). Effect of large-scale changes in land cover on thedis charge of theTocantins River South eastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283, 206-217.
- Daughtry, C.S.T., (1990). Direct measurements of canopy structure. *Remote Sensing Reviews*, 5, 45-60.
- Elibüyük, M., Yılmaz E., (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 27-55.
- Fang, H.,Liang, S., (2005). A hybrid in version method for mapping leaf area index from MODIS data: experiments and application to broad leaf and need leleaf canopies. *Remote Sensing And Environment*, 94, 405-424.
- Frazer, G.W., Fournier, R.A., Trofymow, J.A., Hall, R.J., (2001). A comparison of digital and fish eye photography for analysis of forest canopy structure gaslight transmission. *Agricultural Forest Meteorology*, 109, 249-263.
- Görcelioğlu, E., (2003). Sel ve çığ kontrolü. *İ.Ü. Yayınları*, İstanbul.
- Gülçur, F., (1974). Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. *İstannul Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul.

- Huang, C.F., (1997). Principle of information diffusion. *Fuzzy Sets and Systems*, 91(1), 69–90.
- Kadıoğlu, M., (2008). Sel, heyelan ve çığ için risk yönetimi, “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”. *JICA Türkiye Ofisi Yayınları*, No: 2, 251-276.
- Karvonen, T., Koivusalo, H., Jauhiainen, M., Palko, J., Wepling, K., (1999). A hydrological model for predicting runoff from different land use areas. *Journal of Hydrology*, 217, 253-265.
- Kılıçer, Ü., Değirmencioğlu N., Yayvan M., (2000). Meteorolojik Kaynaklı Doğal Afetler Alt Komisyon Raporu. Ankara, Türkiye, 28 s.
- Kim, S.J., Kwon, H.J., Park, G.A., Lee, M.S., (2005). Assessment of land use impact on stream flow via a grid-based modeling approach including paddyfields. *Hydrological Processes*, 19, 3801-3817.
- Kömüşçü, A.Ü., Çelik, S., Ceylan, A., (2011). 8-12 Eylül 2009 tarihlerinde marmara bölgesi’nde meydana gelen sel olayının yağış analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(2), 209-220.
- Liu, Y.B., Gebremeskel, S., De Smedt, F., Hoffmann, L., Pfister, L., (2006). Predicting storm runoff from different land use classes using a geographical Information System Based Distribution model. *Hydrological Processes*, 533-548
- Molina, A., Govers, G., Vanacker, V., Poesen, J., Zeelmaekers, E., Cisneros, F., (2007). Run off generation in a degraded andean ecosystem: interaction of vegetation cover and land use. *Catena*, 71, 357-370.
- Mossberger, K., Hale K., (2002). "Polydiffusion" in Intergovernmental Programs: Information Diffusion in the School-to-Work Network. *American Review of Public Administration*, 32(4), 398-422, <https://doi.org/10.1177/027507402237867>.
- North, M., Chen, J., Oakley, B., Song, B., Rudnicki, M., Gray, A., Innes, J., (2004). Forest stand structure and pattern of old-growth western hemlock/Douglas-fir and mixed-conifer forest. *Forest Science*, 50, 299-311.
- Notter, B., MacMillan, L., Viviroli, D., Weingartner, R., Liniger, H.P., (2007). Impacts Of Environmental change on water resources in the Mt. Kenya region. *Journal of Hydrology*, 343, 266-278.
- Nyarko, B.K., (2002). Application of a rational model in GIS for flood risk assessment in Accra, Ghana. *Journal of Spatial Hydrology*, 2(1), 1-14.
- Odijk G., Schmuck E., Koster A., (2001). Assessing the effects of land use changes on floods in the meuse and oder catchment. *Oceans and Atmosphere*, Volume 26, Issues 7–8, Pages 593-599.

- Onuşluel, G., Harmancıoğlu, N.B., (2002). Su kaynaklı doğal afet: taşkın. *TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı 420-421-422/2002/4-5-6, 131-132.
- Özcan, O., (2007). Sakarya nehri alt havzası'nın taşkın risk analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 62 s.
- Özcan, O., Musaoğlu N., (2009). Taşkın risk analizinde hidrolojik modelleme ve çok kriterli karar verme yöntemi, *TUFUAB V. Teknik Sempozyumu*, 4-6 şubat, Ankara.
- Özcan, O., Musaoglu, N., Seker, D.Z., Tanik, A. (2008). Determination of flood risk in Sakarya subbasin using remotely sensed data and GIS. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(11b), 1964-1971.
- Saral, A., (2010). Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri yardımıyla taşkın risk analizi yazılımının gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 75 s.
- Siriwardena, L., Finlayson, B.L., McMahon, (2006). The impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River, Central Queensland, Australia. *Journal of Hydrology*, 326, 199-214.
- Sun, G., Riekerk, H., Comerford, N.B., (1998). Modeling the hydrologic impacts forest harvesting on Florida Flatwoods. *Journal of The American Water Resources Association*, 34, 843-854.
- Suzanne, B., (2004). Managing toxic chemicals in Australia: A regional analysis of the risk society. *Journal of Risk Research*, 7(4), 399-412.
- Tatlı, H., Türkeş M., (2011). Türkiye'nin kurak ve nemli koşullarının model çıktı istatistiği (mos) ile incelenmesi. *5th Atmospheric Science Symposium*, 27-29 Nisan, İstanbul, 219-229.
- Temuçin, E., (1990). Aylık değişme oranlarına göre Türkiye'de yağış rejimi tipleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5, 160-183.
- Türkeş, M., (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequent cy and southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 18(6), 649-680.
- Türkeş, M., (2010). Klimatoloji ve meteoroloji. Kriter Yayınevi, 1. Baskı, ISBN: 9786055863396, 650 s.
- Türkeş, M., (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörölen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M., (2016). Genel klimatoloji: Atmosfer, hava ve iklimin temelleri. Kriter Yayınevi, 4. Baskı, ISBN: 978-605-9336-28-4, 522 s.

- Ulugür, M.E., (1972). Su mühendisliği. Çağlayan Kitabevi, 1. Baskı, ISBN: 3990000011249, 350 s.
- Usta, A., (2016). Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 1-9.
- VanShaar, J.R., Haddeland, I., Lettenmaier, D.P., (2002). Effects of land-cover changes on the hydrological response of interior Columbia river basin forested catchments. *Hydrological Processes*, 16, 2499-2520.
- Wang, S., Kang, S., Zhang, L., Li, F., (2008). Modelling hydrological response to different land-use and climate change scenarios in the Zamu River basin of northwest China. *Hydrological Processes*, 22, 2502-2510.
- Wei, X., Liu, S., Zhou, G., Wang, C., (2005). Hydrological processes in major types of Chinese Forest. *Hydrological Processes*, 19, 63-75.
- Yaşar, Ö., Mustafa K., (2017). Der pazarı (Rize) imar planına esas jeolojik-jeoteknik raporu. Rize, Türkiye, 359 s.
- Yüksek, T., (2004). Türkiye'nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 71-83.
- Yüksek, T., (2017). Fırtına havzası doğal kaynak sorunları ve çözüme ilişkin değerlendirmeler. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 1-6.
- Yüksek, T., (2017). Rize ili arazi kullanım durumu, bazı ormancılık çalışmaları ve yağışların zamansal dağılımının genel bir değerlendirilmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, Sayı: 3, 59-66.
- Yüksek, T., Yüksek F., (2004). Using soil and water resources without a plan and the problems this causes in Pazar. *International Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development*, June 7-10, Erzurum, Turkey, 18-23.
- Yüksek, T., (2017). Rize ili arazi kullanım durumu, bazı ormancılık çalışmaları ve yağışların zamansal dağılımının genel bir değerlendirilmesi, *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, (3), 59-66.
- Yüksek, T., Yüksek F., (2014). Rize yöresinde arazi kullanımı ve bazı iklim elemanlarında meydana gelen zamansal değişimler ile sel-heyelan olayları arasındaki ilişkiler. *I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu*, Çankırı, 10-12 Eylül, 564-572.
- Yüksek, T., (2011). Rize yöresinde yanlış arazi kullanımı ve neden olduğu çevresel sorunlar. *Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkın Sempozyumu*, Trabzon, 10-11 Şubat.

EKLER

Ek 1. Eriklimanı deresi Çaykur çay fabrikası yanı araç geçiş köprüsü



Ek 2. Derepazarı merkez Çaykur çay fabrikası



Ek 3. Atatürk caddesinde geçişin sağlandığı köprü



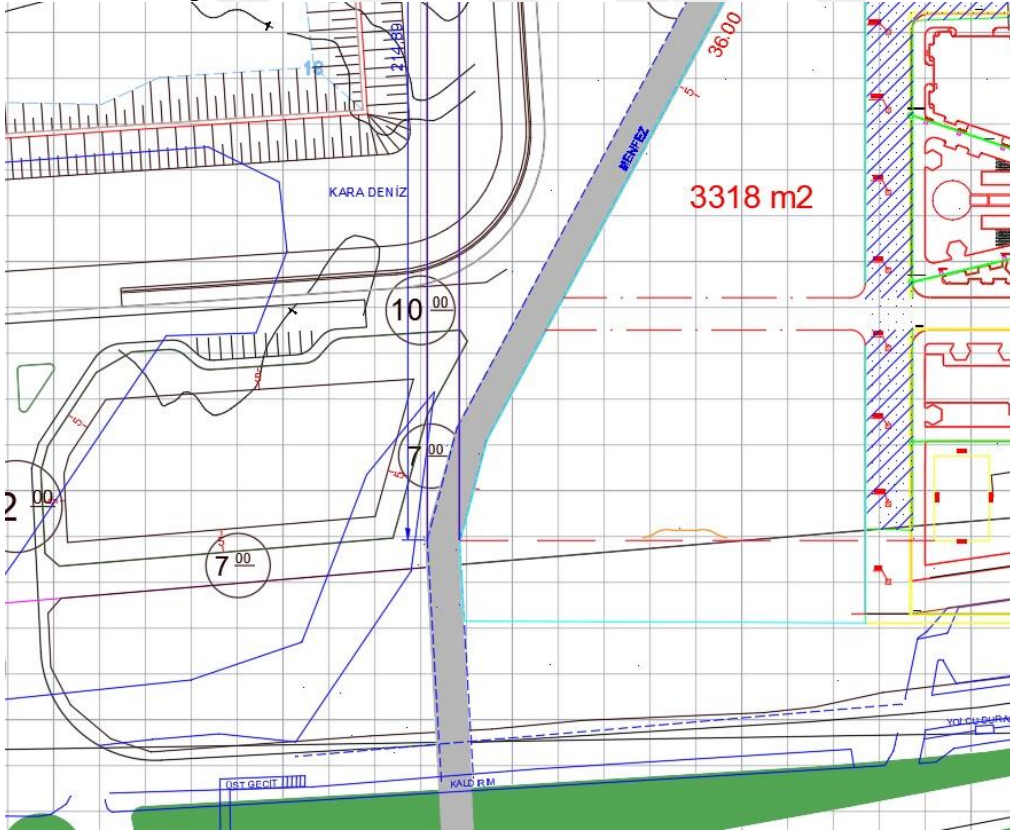
Ek 4. Kaldırılması gereken rusubat



Ek 5. Tersane deresi menfeze giriş kısmı



Ek 6. Menfez planı



Ek 7. Menfez çıkışı



ÖZGEÇMİŞ

İlköğretimini 2005 yılında Rize/Merkez Doğuş Çay İlköğretim Okulunda ve Ortaöğretimini 2009 yılında Rize/Merkez Hasan Sağır Lisesi'nde tamamladı. 31/08/2010 Tarihinde başladığı lisans eğitimini 27/06/2014 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2015 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabim Dalı'nda başladığı Yüksek Lisans öğrenimine halen devam etmektedir. Rize/Derepazarı Belediyesi Kurumunda İnşaat Mühendisi olarak 2019 yılı itibariyle görev yapmaktadır. Orta seviyede İngilizce bilen Bünyamin ALBAYRAK,