

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAVZA PLANLAMASI VE YÖNETİMİ:  
TRABZON DEĞİRMENDERE HAVZASI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Emin TAŞ**

**EKİM 2014**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAVZA PLANLAMASI VE YÖNETİMİ:  
TRABZON DEĞİRMENDERE HAVZASI ÖRNEĞİ**

**İnş. Müh. Emin TAŞ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.09.2014**

**Tezin Savunma Tarihi : 15.10.2014**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK**

**Trabzon 2014**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında**  
**Emin TAŞ tarafından hazırlanan**

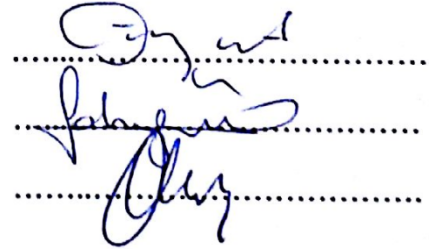
**HAVZA PLANLAMASI VE YÖNETİMİ:**  
**TRABZON DEĞİRMENDERE HAVZASI ÖRNEĞİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 23/09/2014 gün ve 1571 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Ömer YÜKSEK**  
**Üye : Doç. Dr. Fatma GÜLTEKİN**  
**Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ**



**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Havza Planlaması ve Yönetimi: Trabzon Değirmendere Havzası Örneği” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, değerli katkıları ile bana destek olan, tez çalışmam boyunca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca üzerimde en büyük emek sahibi olan anne ve babama, benden her zaman desteklerini hiç esirgemeyen kardeşlerime, bana her zaman maddi-manevi destek olduğu gibi tez çalışması sürecinde de doğrudan katkı, yardım ve manevi destek sağladığı için biricik eşime ve bana en büyük moral kaynağı olan oğluma teşekkürlerimi en içten duygularıyla ifade ederim.

Emin TAŞ

Trabzon 2014



## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Havza Planlaması ve Yönetimi: Trabzon Değirmendere Havzası Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.  
09/09/2014



Emin TAŞ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.1.1. Konunun Tanıtımı .....	1
1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	2
1.1.3. Tezin Genel Yapısı .....	3
1.2. Önceki Çalışmalar .....	4
1.3. Değirmendere Havzası'nın Fiziksel Özellikleri.....	5
1.3.1. Coğrafi Konumu .....	6
1.3.2. Jeolojik Yapısı .....	7
1.3.3. Jeomorfolojik Yapısı .....	7
1.3.4. Toprak Yapısı .....	8
1.3.5. İklim Özellikleri .....	9
1.3.5.1. Genel İklim Özellikleri.....	9
1.3.5.2. Yağış.....	10
1.3.5.3. Nem .....	11
1.3.5.4. Sıcaklık .....	12
1.3.5.5. Rüzgar.....	12
1.3.6. Flora ve Fauna .....	13
1.3.6.1. Flora.....	13
1.3.6.2. Fauna .....	14
1.3.7. Doğal Afet Riskleri.....	15
1.4. Değirmendere Havzası'nın Arazi Kullanım Yapısı .....	16

1.4.1.	Yerleşim ve Ulaşım .....	18
1.4.1.1.	Yerleşim .....	18
1.4.1.2.	Ulaşım.....	22
1.4.2.	Tarım, Hayvancılık ve Ormancılık.....	23
1.4.3.	Endüstri ve Madencilik.....	25
1.4.4.	Hidroelektrik Santraller .....	25
1.4.5.	Turizm ve Rekreasyon.....	27
1.4.6.	Koruma Alanları .....	28
1.5.	Değirmendere Havzası'nın Sosyo-Ekonomik Yapısı .....	29
1.5.1.	Genel.....	29
1.5.2.	Demografik Yapısı .....	30
1.5.3.	Eğitim Durumu .....	30
1.5.4.	Ekonomik Yapısı .....	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	33
2.1.	Jeomorfolojik Yapısı .....	33
2.1.1.	Havza Alanı, Çevresi ve Ağırlık Merkezi .....	33
2.1.2.	Havza Biçimi .....	34
2.1.3.	Yükselti, Eğim ve Bakı Yapısı .....	38
2.1.3.1.	Yükselti Yapısı .....	38
2.1.3.2.	Eğim Yapısı .....	41
2.1.3.3.	Bakı Yapısı .....	44
2.2.	Hidrolojik Toprak Grupları .....	45
2.3.	Hidrografik Yapısı.....	47
2.3.1.	Drenaj Karakteristikleri .....	47
2.3.1.1.	Yöney .....	47
2.3.1.2.	Akarsu Kolları Uzunluğu ve Eğimi.....	48
2.3.1.3.	Nehir Kolu Numaralandırılması ve Çatallanma (Bifürkasyon) Oranı.....	50
2.3.1.4.	Drenaj Yoğunluğu ve Frekansı.....	52
2.3.1.5.	Geçiş (Konsantrasyon) Süresi .....	54
2.3.2.	Akarsular, Kaynaklar, Göl ve Barajlar .....	57
2.3.3.	Akım Özellikleri.....	60
2.3.4.	Alt Havza İncelemesi .....	63

2.3.5.	Hidrojeolojik Yapısı .....	66
2.3.5.1.	Yeraltı Su Kaynakları ve Kuyuları .....	66
2.3.6.	Su Kalitesi ve Kirlilik Durumu.....	67
2.3.7.	Hidroelektrik Potansiyel Değerlendirmesi .....	70
2.4.	Taşkın Durumu .....	74
2.4.1.	Genel Bilgiler .....	74
2.4.2.	Taşkın Tahminleri .....	78
2.4.3.	Taşkın Risk Analizi ve Haritalandırılması .....	79
2.4.4.	Taşkın Zararları Analizi.....	83
2.4.5.	Baraj Yıkılması Kaynaklı Taşkın Zararları Analizi .....	88
2.4.6.	Taşkın Afet Yönetimi .....	90
2.4.6.1.	Yapısal ve Yapısal Olmayan Taşkın Kontrol Yöntemleri.....	91
2.4.6.2.	Entegre Havza Yönetiminde Taşkın Yönetimi.....	94
2.4.6.3.	EBDET (DPSIR) Yönetim Modeli.....	95
2.5.	Hidroelektrik Santrallerin Durumu.....	96
2.6.	Heyelan Durumu .....	97
2.7.	Erozyon Durumu .....	99
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	105
3.1.	Değirmendere Havzası'nın Sorunları.....	105
3.1.1.	Değirmendere Havzası Fiziksel Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar .....	105
3.1.1.1.	Taşkın .....	105
3.1.1.2.	Heyelan.....	106
3.1.1.3.	Erozyon.....	107
3.1.2.	Değirmendere Havzası Beşeri Faaliyetlerden Kaynaklanan Sorunlar .....	108
3.2.	Değirmendere Havzası Sorunlarının İrdelenmesi.....	109
3.3.	Çözüm Önerileri .....	111
4.	SONUÇLAR.....	114
5.	ÖNERİLER .....	115
6.	KAYNAKLAR.....	116
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

HAVZA PLANLAMASI VE YÖNETİMİ:  
TRABZON DEĞİRMENDERE HAVZASI ÖRNEĞİ

Emin TAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK  
2014, 124 Sayfa

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Havzası'nın bir alt havzası olan Değirmendere Havzası incelenmiştir. Trabzon ilinin gelişmişlik ve dünyaya açılma açısından önemi, Değirmendere Havzası'nın da jeopolitik konumunu önemli kılmaktadır. Havzada Trabzon ilinin içme ve kullanma suyunun sağlandığı Atasu Barajı'nın da olması havzanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak Değirmendere Havzası'nın fiziksel, arazi kullanım ve sosyo-ekonomik karakteristikleri belirlenmiştir. Daha sonra, havzanın çeşitli sorunları hidrolojik açıdan değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, taşkın, heyelan ve erozyon sorunları ile Hidro Elektrik Santrallerin (HES) sebep olduğu sorunlar irdelenmiş, çalışmanın sonunda ise bu sorunların çözümüne ilişkin çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur. Sonuç olarak, havzanın, entegre havza planlaması ve yönetimiyle ele alınmasının sürdürülebilirlik bağlamında büyük önem arz ettiği ve su kaynaklarının koruma-kullanma dengesi çerçevesinde çevresel, sosyal ve ekonomik olarak disiplinler arası bir teknik analizle irdelenmesinin gerekli olduğu değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Değirmendere Havzası, Havza Karakteristikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri

Master Thesis

SUMMARY

BASIN PLANNING AND MANAGEMENT: A CASE STUDY OF TRABZON  
DEĞİRMENDERE BASIN

Emin TAŞ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Ömer YÜKSEK  
2014, 124 Pages

In this study, Değirmendere Basin, a sub-basin of Eastern Black Sea, is studied. The importance of Trabzon has increased the geo-political importance of the basin. The existence of Atasu Dam, which provide the drinking and domestic water, has doubled its importance. In this study, physical, land use and socio-economical characteristics of the basin are firstly determined. Then, various problems of the basin are evaluated from the point of view of hydrology. In this context, the problems related to flood, landslide, erosion and Hydro Electric Power Plants are investigated and in the end of the study, some solution proposals to these problems are presented. As a result of the study, it has been evaluated that, it is very important to plan and handle the basin with the context of integrated basin planning and management. It has been also concluded that, within the context of usage-protection balance, it is necessary to study the problems as a global view of environmental, social and economical perspectives.

**Key Words:** Değirmendere Basin, Basin Characteristics, Problems and Solution Proposals

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Değirmendere Havzası'nın konumu.....	6
Şekil 1.2. Trabzon ilinde afet türlerinin dağılım haritası.....	15
Şekil 1.3. Değirmendere Havzası arazi örtüsü haritası .....	18
Şekil 1.4. Değirmendere Havzası yerleşimleri .....	19
Şekil 1.5. Değirmendere Havzası mansap kısmı kentsel ve endüstriyel yapılaşma .....	20
Şekil 1.6. Maçka ilçesi taşkın yatağı yapılaşma örnekleri.....	21
Şekil 1.7. Değirmendere Havzası karayolu haritası.....	22
Şekil 1.8. Değirmendere Havzası hidroelektrik santraller .....	27
Şekil 1.9. Altındere vadisi milli parkı ve Sümela Manastırı.....	28
Şekil 2.1. Değirmendere Havzası uzunluğu, genişliği ve ağırlık merkezi.....	34
Şekil 2.2. Değirmendere Havzası yükseklik haritası. ....	38
Şekil 2.3. Değirmendere Havzası hipsometrik eğrisi.....	40
Şekil 2.4. Değirmendere Havzası eğim haritası.....	42
Şekil 2.5. Değirmendere Havzası bakı haritası .....	44
Şekil 2.6. Değirmendere ana nehir kolu boykesiti.....	49
Şekil 2.7. Değirmendere ve yan kolları Strahler Yöntemi derecelendirmesi .....	51
Şekil 2.8. Değirmendere Havzası nehir kolları.....	58
Şekil 2.9. Çakırgöl ve Atası Barajı .....	60
Şekil 2.10. Değirmendere aylık ortalama debi diyagramı .....	61
Şekil 2.11. Değirmendere Havzası gözlem istasyonları .....	63
Şekil 2.12. Değirmendere Havzası alt havza sınırları.....	65
Şekil 2.13. 20 Haziran 1990 Değirmendere taşkını .....	76
Şekil 2.14. Dere ıslah çalışmalarının yetersizliği ve taşkın yatağında yapılaşma .....	75
Şekil 2.15. Değirmendere Havzası regülatörler ve taşkın izleme tesisleri .....	78
Şekil 2.16. Değirmendere-Altındere birleşimi taşkın risk haritaları.....	80
Şekil 2.17. Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın risk haritası .....	82
Şekil 2.18. Derinlik-zarar eğrileri .....	86
Şekil 2.19. Çeşitli baraj yıkılması görüntüleri .....	89
Şekil 2.20. Taşkın yönetiminin aşamaları.....	91

Şekil 2.21. Erken uyarı sisteminde kullanılabilir bazı araçlar .....	93
Şekil 2.22. Taşkın yönetiminde EBDET modeli yaklaşımı.....	96
Şekil 2.23. Değirmendere Havzası heyelan alanları .....	98
Şekil 2.24. Değirmendere'nin Karadeniz'e taşıdığı alüvyonlar.....	101



## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Trabzon iline ait 1960-2012 çeşitli iklim değerleri. ....	10
Tablo 1.2. Değirmendere Havzası ortalama yağış değerleri.....	11
Tablo 1.3. Değirmendere Havzası mevsimsel yağış dağılımı.....	11
Tablo 1.4. Değirmendere Havzası ortalama karla örtülü gün sayıları .....	11
Tablo 1.5. Değirmendere Havzası ortalama nisbi nem değerleri.....	12
Tablo 1.6. Değirmendere Havzası ortalama sıcaklıkları.....	12
Tablo 1.7. Değirmendere Havzası ortalama donlu gün sayıları.....	12
Tablo 1.8. Değirmendere Havzası rüzgar yönleri, esme sayıları ve frekansları .....	13
Tablo 1.9. Değirmendere Havzası 2010 rüzgar verileri.....	13
Tablo 1.10. Değirmendere Havzası bitki örtüsü-yükseklik dağılımı .....	14
Tablo 1.11. Trabzon doğal afetler sonucu konut nakil sayıları.....	16
Tablo 1.12. Değirmendere Havzası arazi kullanım yapısı .....	17
Tablo 1.13. Değirmendere Havzası'ndaki hidroelektrik santral projeleri .....	26
Tablo 2.1. Değirmendere Havzası eşyüksekti eğrileri-alan bilgileri .....	39
Tablo 2.2. Değirmendere Havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı .....	41
Tablo 2.3. Değirmendere Havzası eşyüksekti eğrileri uzunluğu .....	43
Tablo 2.4. Hidrolojik toprak gruplarının tarifi.....	45
Tablo 2.5. Çeşitli arazi kullanım durumlarına göre CNII değerleri.....	46
Tablo 2.6. Değirmendere Havzası arazi kullanım yapısı ve CN değerleri .....	47
Tablo 2.7. Değirmendere ve yan kollarına ait akarsu uzunlukları .....	48
Tablo 2.8. Değirmendere Havzası çatallanma (bifürkasyon) oranı .....	52
Tablo 2.9. Değirmendere Havzası drenaj yoğunluğu ve drenaj frekansı.....	54
Tablo 2.10. Değirmendere Havzası geçiş süreleri.....	57
Tablo 2.11. Değirmendere Havzası'nın geçiş süreleri .....	57
Tablo 2.12. Değirmendere ortalama debi verileri.....	61
Tablo 2.13. Değirmendere Havzası akım gözlem istasyon bilgileri.....	62
Tablo 2.14. Değirmendere Havzası alt havza bilgileri .....	64
Tablo 2.15. Değirmendere yeraltı su kuyusu bilgileri .....	67
Tablo 2.16. Değirmendere su kalite parametreleri.....	69

Tablo 2.17. Değirmendere Havzası hidroelektrik enerji potansiyeli .....	72
Tablo 2.18. Trabzon ilinin elektrik tüketim analizi .....	73
Tablo 2.19. 20 Haziran 1990 taşkınının Değirmendere'de sebep olduğu zararlar .....	75
Tablo 2.20. Değirmendere Havzası akım gözlem istasyonları taşkın debileri .....	78
Tablo 2.21. Değirmendere çeşitli tekerrür aralıklarına sahip taşkın debileri.....	79
Tablo 2.22. Maçka ilçe merkezi taşkın suları altında kalan alanlar .....	81
Tablo 2.23. Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın suları altında kalan alanlar .....	82
Tablo 2.24. Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın suları zarar tahminleri.....	87
Tablo 2.25. Gözlenen ve ampirik formüllerle hesaplanan erozyon değerleri.....	104

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

#### **1.1.1. Konunun Tanıtımı**

Doğal sınırlar ile çevrelenmiş en küçük ünite olma özelliği gösteren havzaların, su kaynakları ele alınırken kesinlikle göz önüne alınması gereken sistemler olduğu açıktır. Su kaynaklarının oluşmasına altlık sağlayan nehir havzası, bütün doğal kaynakların birbiriyle etkileşim içinde olduğu en küçük doğal birim olduğundan, insanoğlu suyu idare ederken havzanın dinamikleriyle ele alması gerektiğini çok öncelerden anlamıştır. Canlı cansız bütün ekolojik unsurların havzada birbirleriyle etkileşim içinde ve ince bir denge üzere olması, insanoğlunun da kendi elleriyle tahrip ettiği doğayı yönetirken bütüncül bir yaklaşım yapmasını zorunlu kılmaktadır. Doğal kaynakları gelecek nesillerin ihtiyaçlarını giderebilme noktasında tutarak kullanmak, ancak ekolojik dengeyi gözetken bütüncül bir su kaynakları planlaması ve yönetiminden geçmektedir. İnsanoğlu yaşamak için mecbur olduğu doğal kaynakları tahrip etmeden medeniyet gelişimini sürdürebilmek için kullanmak ve hassas bir denge içinde yönetmek zorundadır.

Akarsular yeryüzünün kan damarlarıdır. Kan damarlarındaki rahatsızlık nasıl bütün organizmayı rahatsız ederse, akarsuların kirlenmesi de çevredeki canlılar üzerinde çok olumsuz etkiler yapar. Yeryüzünde hayatın en temel unsurlarından biri olan su, hiç tükenmeyecek bir kaynak gibi görünse bile, insan faaliyetleri sonucu su kaynaklarının kullanılması tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Yeryüzünde su, her ne kadar da doğal biçimde kendini yenilemekteyse de, yağmurlarla yere düşen sular, havadaki kirlenmeden başlayarak yere indikten sonra deniz ve göllere ulaşınca kadar çok çeşitli fiziksel ve kimyasal kirlenmeye maruz kalmakta, bunun sonunda da akarsu, göl ve denizlerde canlı hayat tehlikeye girmekte, bazı türler azalarak yok olmaktadır. Bu olumsuzlukların başladığı yer, yanlış kullanılan akarsu havza ve yataklarıdır. Akarsu yataklarının yanlış kullanılması sonucu kaybedilenler, buralardan kazanılanlarla mukayese edilemeyecek

boyutlara ulaşmaktadır. Bir zamanlar, insanlara ve kentlere hayat verdiği için çekiciliği olan sular, şimdilerde insanların ve kentlerin giderek öldüren darbeleriyle karşı karşıyadır. Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, bölgemizde de akarsular birer atık su kanalına dönüşerek topladıkları kir ve zehirleri denizlere taşımaktadırlar (K.T.Ü., 2005).

Değirmendere Havzası, Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı (World Wildlife Fund-WWF) tarafından yapılan çalışmada dünya ölçeğinde belirlenen 200 ekolojik bölgeden biri olan Kafkasya Ekolojik Bölgesi'nde bulunmaktadır (Tektaş Keskin ve Saraç, 2008). Aynı zamanda WWF-Türkiye, Doğu Karadeniz Entegre Havza Yönetimi adı altında bir proje de yürütmektedir.

Çalışmanın konusu olan Değirmendere'nin Trabzon için önemi şu şekilde ifade edilebilir;

- Şehrin kurulma sebebidir,
- Kuruluşundan günümüze kadar şehrin su ihtiyacını karşılamıştır ve karşılamaya da devam edecektir,
- Şehri güneye açan ulaşım güzergahıdır, Tarihi İpek Yolu'nu taşımıştır,
- Dinlenmek için uzağa gidemeyen yöre halkının, eskiden olduğu gibi dinlenebileceği en yakın mesire yerinin planlanabileceği doğal bir mekandır,
- Tarih ve tabiat varlıklarına açılan bir geçittir,
- Güneyden şehre girenlerin gördükleri ilk imaj ve Trabzon için ilk intibadır,
- Karadeniz'in Trabzon kıyılarını balıkçılık açısından etkileyebilecek canlı bir varlıktır,
- Taştığı takdirde çevresinde yapılan kural dışı uygulamalara acımasızca zarar verebilecek güce erişebilecek bir afettir (K.T.Ü., 2005).

### **1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışma kapsamında, Doğu Karadeniz Havzası'nın bir alt havzası olan ve alan olarak çoğunlukla bölgenin en gelişmiş şehri Trabzon il sınırları içinde yer alan Değirmendere Havzası incelenmiştir. Önemli bir liman kenti olan Trabzon'un bölgenin ekonomik kalkınması için ne kadar önemli olduğu açıktır. Dolayısıyla hızlı nüfus artışına paralel olarak çarpık kentleşme ve sanayinin kontrolsüz büyümesiyle her alandaki sorunları da bir o oranda artan havzanın, entegre havza planlaması ve yönetimiyle ele alınması sürdürülebilirlik bağlamında büyük önem arz etmektedir. Değirmendere su kaynaklarının

koruma-kullanma dengesi çerçevesinde çevresel, sosyal ve ekonomik olarak disiplinler arası bir teknik analizle değerlendirilmesi gerekmektedir. Havzanın sorunlarını ortaya koymadan önce havzanın özelliklerinin belirlenmesi zorunludur.

Günümüzde Değirmendere Vadisi, yer yer ıslah adı altında daraltılmış yatağıyla adeta bir katı ve sıvı atık kanalı görünümünü almıştır. Her çeşit çevre kirleticisi atık bırakan üretim ve hizmet tesisleriyle, bozuk bir karayolu güzergahıyla, plansız ve çarpık bir yapılaşma ile, kum, çakıl ve taş ocaklarıyla, adeta vadi boyunca kurulu yerleşim yerlerinin çöplüğü ve atık su kanalı olmuştur. Dere yatağı, adeta bir şantiye görünümündedir. Üstelik Değirmendere, Trabzon kenti su ihtiyacını da karşılamaktadır (K.T.Ü., 2005).

Değirmendere Havzası yoğun kirliliğinin yanında taşkın, heyelan ve erozyon gibi önemli sorunlara da sahiptir. Bu çalışmanın amacı havzanın doğal ve beşeri kaynaklı bu sorunlarını ortaya koyarak çözüm önerilerinin verilmesidir. Değirmendere'nin yüzyıl öncesinde olduğu gibi tekrar Trabzon'un incisi olmasının yolu, havzanın sorunlarının bütüncül ve sürdürülebilir bir yönetim yaklaşımıyla ele alınmasından geçmektedir.

Bu çalışma kapsamında Değirmendere Havzası'nın fiziksel, arazi kullanım ve sosyo-ekonomik karakteristikleri belirlenmiş, doğal ve beşeri sorunları tespit edilerek bu sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir.

### **1.1.3. Tezin Genel Yapısı**

1. bölümde, tez konusuna kısaca bir giriş yapılarak tezin amaç ve kapsamı ile önceki çalışmalar belirtildikten sonra Değirmendere Havzası'nın fiziksel karakteristikleri üzerinde durulmuştur.

2.bölümde, havzanın bazı fiziksel karakteristikleri hesaplanmış ve sunulmuş; ayrıca havzanın büyük sorunları ele alınmıştır.

3. bölümde de havzanın sorunları tespit edilmiş ve irdelenmiştir ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

4. bölümde ise, tezin sonuçları sunulmuştur.

5. bölümde ise, başka çalışmalarda dikkate alınabilecek bazı öneriler verilmiştir.

## 1.2. Önceki Çalışmalar

Balaban (1964), artan nüfusun beslenmesinde, tarım sektöründe yaşayan halkın yaşam düzeyinin yükseltilmesinde su ve toprak kaynaklarından tam kapasitede yararlanılması ile desteklenen yoğun bir tarımın gerçekleştirilmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle su kaynaklarının geliştirilmesinin ülke çapında bir plan içerisinde ele alınmasının zorunlu olduğunu, fakat bu ana planın hazırlanmasından önce ekonomik, teknik, sosyal, politik ve kuruluş faktörlerine önem verilmesi gerektiğini savunmuştur.

Balcı ve Uzunsoy (1980), Türkiye'nin topoğrafik, jeolojik ve iklim şartlarındaki büyük farklılıklarını, su ve toprak kaynaklarının kullanımı ve yönetimi ile ilgili sorunların özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Atalay (1982), Çoruh Nehri'nin ana kollarından olan ve 3420 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Otlu Çayı Drenaj Havzası'nın fiziki çalışma özelliklerini içerdiği doğal ortam ile burada yaşayan insanların sosyoekonomik durumunu ve havzanın doğal potansiyelini ve sorunlarını ortaya çıkarmıştır.

Kılıçaslan (1994), Değirmendere Havzası'nın fiziki, beşeri ve ekonomik coğrafya özelliklerini tespit edip, doğal kaynakların bölge kalkınması için yeterli olduğunu vurgulamıştır.

Kural (1997), ülkemizin sahip olduğu doğal kaynakların yönetimine hizmet eden havza yönetiminin kapsamı ve havza planlamasının yöntem ve ilkelerini incelemiştir. Çalışmada, havza bazında doğal kaynakların korunması ve yönetilmesi için planlama aşamasında öncelikle halkın istek ve ihtiyaçlarının dikkate alınmasının şart olduğu ve ayrıca acilen bir havza yasasının çıkarılması ve havzada çalışacak kurumlar arasında işbirliğinin oluşturulması gerekliliği vurgulanmıştır.

Akça (2000), Değirmendere Havzası'nın tamamı yerine güneyde Coşandere Köyü ile sınırlandırılan çalışma alanı için coğrafi veri tabanı oluşturmuş, ayrıca doğal-yapay kirlilik kaynaklarına ve potansiyel erozyon sahalarına yönelik iki ayrı saptama yapmıştır.

Gökbulak (2004) havza amenajmanının, doğal kaynaklarla ilgili çok farklı sorunların çözümüne katkıda bulunduğunu ve enerji yetersizliğinden gıda yetersizliğine, su yetersizliğinden erozyon sorununa kadar çok farklı konuların çözümünde etkin bir rol oynadığını belirtmiştir.

Meriç (2004), su kaynakları yönetiminin sürdürülebilir verimin havza içinde maksimum kazancın sağlanacağı ve kullanım önceliklerinin göz önüne alındığı bir tahsisat

politikası ile paylaştırılması gerektiğini; ancak bu şekilde her havza için etkin ve verimli bir özgün yönetim gerçekleştirilebileceğini belirtmiştir.

Kaleyçi (2004), Değirmendere Havzası taşkın tahmin hesapları için, hem istatistiksel yöntemler hem de birim hidrograf yöntemleri kullanılmıştır. Bulunan taşkın debileri HEC-RAS bilgisayar programıyla değerlendirilerek, su yüzü kotları incelenmiş ve derelerin sağ ve sol sahillerinde bazı bölgelerin sular altında kalacağı öngörülmüştür.

Karaş (2005), sürdürülebilir kalkınmanın toprak ve su kaynaklarının kullanım amaçlarına uygun olarak yararlanılması gerektiğini ve etkin bir şekilde Entegre Havza Planlaması ve Yönetimi uygulamalarını gerektirdiğini belirtmiştir.

Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme (DEVAÇED) Projesi (2005) kapsamında bilgi sistemi oluşturulmasına, havzadaki kirlenmenin boyutlarının tespit edilmesine, su kalite durumlarının incelenmesine, zemin hareketleri ve heyelan durumlarının araştırılmasına, mevcut kıyı kullanımı, imar ve mülkiyet yapısına ilişkin çeşitli konulara yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Uçar (2010), Değirmendere Havzası'nın çeşitli tekerrür aralığına ait taşkın debileri tespit edilerek taşkınlar açısından en riskli bölgesi kabul ettiği Değirmendere ve Altındere birleşim bölgesinin taşkın risk haritaları oluşturulmuş ve sular altında kalacak alanlar tespit edilmiştir.

Özen (2012), Değirmendere Havzası'na özgü sorunları ve çözüm stratejilerini Delphi Yöntemi adlı bir karar destek sistemi yardımıyla belirlemiştir. Havzanın sorun ve çözümleri ortaya konularak bütüncül havza planlama süreci ve modeli oluşturulmuştur.

Serencam (2013), Değirmendere Havzası'nın çıkış kısmında bulunan sanayi bölgesinin taşkın zararları bakımından en fazla etkilenen bölge olacağı tespit edilmiş ve bu bölge için taşkın risk haritaları oluşturularak su derinliklerini ve su altında kalan yapı alanlarını dikkate alarak taşkın zarar analizi yapılmıştır.

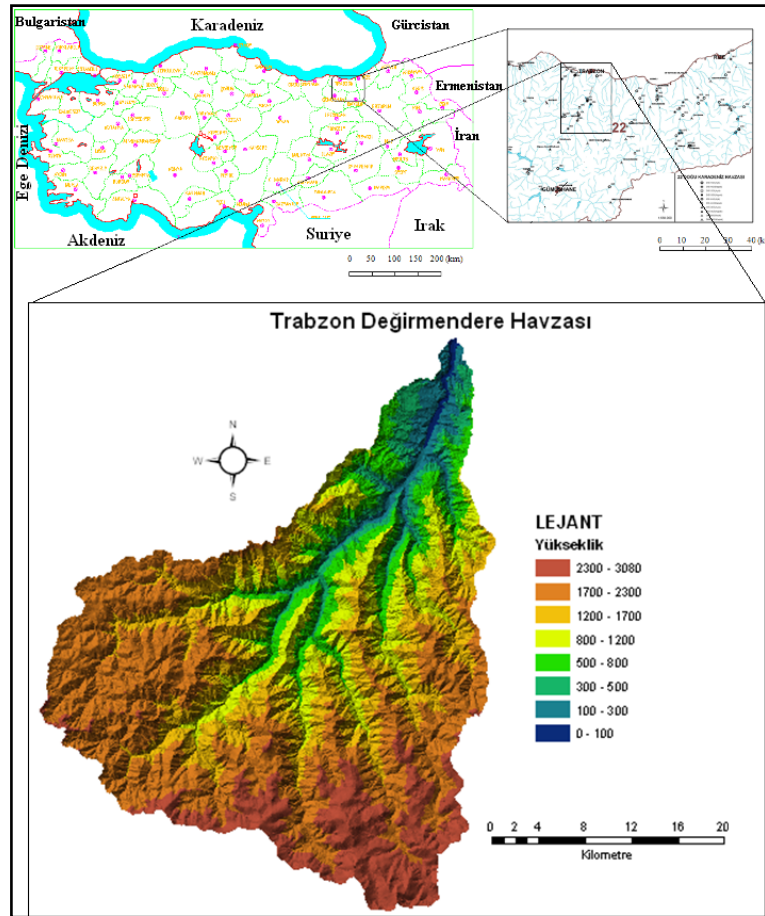
### **1.3. Değirmendere Havzası'nın Fiziksel Özellikleri**

Havza, yağışı akışa çeviren bir transfer sistemi (girdi: yağış hiyetografi, çıktı: akış hidrografi) olarak düşünüldüğünde, havzanın karakteristikleri havzanın çıktı elemanı olan hidrograf şekli için çok önemlidir (Usul, 2001). Akarsu havzalarının kendilerine has özellikleri; hem havzalar hakkında bilgi vermektedir, hem de diğer havzalarla kıyaslama

yapılmasında yardımcı olmaktadır (Hoşgören, 2004). Değirmendere Havzası'nın bazı fiziksel özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

### 1.3.1. Coğrafi Konumu

Trabzon İl sınırları içerisindeki en büyük nehir havzası olan Değirmendere Havzası (Şekil 1.1), Doğu Karadeniz dağlarının kuzeyinde,  $39^{\circ} 33' - 39^{\circ} 45'$  (W) ve  $40^{\circ} 32' - 40^{\circ} 54'$  (N) arasında toplam 105300 ha ( $1053 \text{ km}^2$ ) alana sahiptir ve alan büyüklüğü açısından Doğu Karadeniz Havzası'nın en büyük alt havzalarından biridir. Havzanın 11600 ha'ı ( $116 \text{ km}^2$ ) Gümüşhane İli idari sınırları içerisinde, 93700 ha'ı da Trabzon İli idari sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın büyük bir kısmı Maçka ve Ortahisar (Trabzon Merkez) İlçe topraklarında bulunmaktadır. Akçaabat ve Yomra İlçe sınırları ile Gümüşhane İli'nin kuzeyindeki bir kısım araziler de Değirmendere nehir havzası içindedir (K.T.Ü., 2007).



Şekil 1.1. Değirmendere Havzası'nın konumu (Uçar, 2010).



Değirmendere güneyden topladığı kollarıyla birlikte kuzeye doğru giderek daralan bir şekilde Trabzon şehri içerisinde taban seviyesi olan Karadeniz'e kavuşur. Havzanın güney sınırlarını Zigana Dağlarının su ayırım çizgisi oluştururken, havza doğudan Yanbolu, Yomra ve İkisü Dere Havzaları, batıdan ise Kalanım ve Sera Dere Havzaları ile komşudur. Taşoluk (2420 m), Fırın (2706 m), Kones (2410 m) ve Madeninbaşı (2542 m) dağları, ortalama 2400 m olan su ayırım çizgisi yükseltilerini oluşturan başlıca dağlardır (Kılıçaslan, 1994).

### **1.3.2. Jeolojik Yapısı**

Drenaj havzasının jeolojik yapısı havza karakteristikleri içinde en önemli etkenlerden bir tanesi olup, özellikle havzanın geçirimsizliğini belirler. Sızma kapasitesinin az oluşu halinde yüksek yoğunluklu drenaj kanalları, yüksek akış ve yüksek pik debi değerleri oluşur ve hidrografta dik bir yükselme eğrisi oluşur. Buna karşın yüksek sızma kapasiteli bir drenaj havzası düşük bir akış ve pik debi değerleri üretir ve hidrografta çekilme eğrisi daha uzundur. Havzanın jeolojik yapısı ve zemin hidrografın şeklinin değişimini etkileyen en büyük faktörlerdir. Toprak ve arazi kullanımı da hidrograf üzerinde belirleyici rol oynar (Bayazıt ve Önöz, 2008). Litolojik ve tektonik özellikler havzanın jeomorfolojik özelliklerini denetlediği gibi sızma miktarları üzerinde de etkili olmaktadır (Hoşgören, 2004).

Havzanın jeolojik yapısı incelendiğinde bazalt, andezit, kireçtaşı, marn ve kıltaşı oluşumları görülmektedir. Değirmendere Vadisi'nde alüvyonlar, Değirmendere'nin ağzında yani deniz ile birleştiği bölgede görülmektedir. Bu alüvyonlar çevrede yaygın olarak bulunan özellikle volkanik kayaların sedimentasyonu ile oluşmaktadır. Sediment taşınımına maruz kalan malzemeyi daha çok kum ve çakıl oluşturmaktadır; silt ve kil daha azdır. Değirmendere Vadisi'ndeki alüvyon tabakasının kalınlığı 5-25 m arasında değişmektedir (Aydın, 2003).

### **1.3.3. Jeomorfolojik Yapısı**

Havza, yağışı akışa çeviren bir operatördür. Bu operatöre girdi, havzaya düşen yağışın histogramı, çıktı da çıkış noktasında gözlenen akış hidrografıdır (Özer, 1990a;

Özer, 1990b). Havzanın jeomorfolojik özellikleri, yağış-akış ilişkileri açısından oldukça önemlidir. Jeomorfolojik karakterler zamanla değişmezler veya çok uzun sürelerde değiştikleri için sabit kabul edilirler (Uşul, 2001). Trabzon ili üç ana jeomorfolojik üniteden oluşmaktadır. İlin güney kesiminde su bölüm çizgisi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan dağlık alanlar, kuzeyde Karadeniz kıyısı boyunca denizel şekillendirme sonucu oluşan kıyı kuşağı ve bu iki ana ünite arasında yer alıp, akarsular tarafından derin vadilerle yarılmış plato ve derin vadilerdir (Akkaş, 1990). Değirmendere Havzası'nın çeşitli jeomorfolojik parametreleri 2. bölümde açıklanmıştır.

#### **1.3.4. Toprak Yapısı**

Toprak yapısı havzanın sızma (infiltrasyon) ve hidrolik iletkenlik (permeabilite) parametreleri açısından çok önemlidir. Bu parametreler havzada yağış-akış ilişkisini önemli derecede etkilemektedirler.

Havzanın topraklarını başta gri-kahverengi, sarı-kırmızı podzolik topraklar ve yüksek dağ-çayır toprakları oluşturmaktadır. Gri kahverengi topraklar, Esiroğlu çevresinden başlayarak yaklaşık 1800 m yüksekliklerine kadar olan alanın hakim toprak örtüsüdür. Yüksek eğim ve erozyon humus katının az olmasının en büyük nedenidir. Toprağın suya doygun olduğu zamanlarda eğime bağlı olarak yapısal özellikleri gereği kolayca hareket edebilen gri-kahverengi topraklar, genelde gür bir orman örtüsüyle kaplıdır. Sarı-kırmızı topraklar ise, Değirmendere deltasından başlayıp Esiroğlu'na kadar genişleyerek uzanır, yani Çağlayan ve çevresini kuşatır. Sarı-kırmızı toprakların yüzeyi genelde psoudomaki ve geniş yapraklı ağaç bitki örtüsüyle kaplıdır. Yağışın bolluğu ve uygun sıcaklık şartları toprak yüzeyinin her zaman yeşil bitki örtüsüyle kaplı olmasını sağlamaktadır. Sert ve dalgalı bir topoğrafyaya sahip olan havzada, toprak katmanı eğimin düştüğü sahalar hariç genelde sığdır. Havzada gri-kahverengi ve sarı-kırmızı toprakların anakayası çoğunlukla Tersiyer'e ait Eosen kum, kil ve çakıllardan teşekkül etmiş tortul karakterdeki depolardır. (Köy İşleri ve Koop. Bakanlığı, 1981). Havzada genellikle 1800 m yükseltilerin üzerinde yüksek dağ-çayır toprakları bulunmaktadır. Bu yükseltilerde yıllık yağış miktarı en az 1000 mm dolaylarında olup, ortalama ısı epeyce düşüktür. Yağışların büyük bir kısmı yükselti ve sıcaklık şartlarından dolayı kar olarak gerçekleşmektedir. Yüksek dağ-çayır topraklarının üstündeki bitki örtüsü çayırlardır. Havzada hayvancılık ve yaylacılığın yapıldığı bu toprakların anakayası çeşitli volkanik ve tortul unsurlardır (Atasoy vd., 1985).

Havzanın toprak yapısı genellikle kaygan ve geçirimsiz killerdir. Toprağın bu özellikleri sızma kapasitesini düşürerek yağışın büyük oranda yüzeysel akışa geçmesini sağlamaktadır. Toprağın yapısal özellikleri ile yağış-akış ilişkisini bu şekilde etkilemesi havzada taşkın ve dolayısıyla heyelan riskinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Değirmendere Havzası'nın hidrolojik toprak grupları 2. bölümde sunulmuştur.

Bu bölge topraklarının ince taneli (kil, mil gibi) malzemelerden oluşmuş olması sahada heyelanların yaşanmasında etkilidir. Bu tür toprakların gözenek boyutları küçüktür. Ayrıca bu tür topraklar bünyelerinde su tutabilmektedir. Toprak yağış ve kar erimesi nedeniyle bünyesine su alarak suya doymuş hale gelir. Su alarak şişen toprak taneleri zaten küçük boyutlu olan gözenekleri kapatır ve yeraltına su sızmasını önleyerek suyun yüzeysel akış yapmasına neden olur. Yağışların devamında suya doymuş olan zemin fazla suyu bünyesinde tutamayıp kendi ağırlığı ve yer çekimi etkisiyle eğim aşağı kayma hareketiyle heyelan yaşanmasına neden olur (Ersoy ve Bulut, 2008).

### **1.3.5. İklim Özellikleri**

#### **1.3.5.1. Genel İklim Özellikleri**

Değirmendere Havzası, Karadeniz ikliminin Doğu Karadeniz alt iklim tipi sınırları içinde olup Doğu Karadeniz Bölgesi iklim özelliklerini tamamen yansıtmaktadır (Tablo 1.1). Yıllık ortalama sıcaklık 14.5°C olup yıllık ortalama yağış 833.3 mm'dir. Trabzon'da en yüksek sıcaklık 38.2°C olarak Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ise -7°C olarak Ocak ayında gözlenmiştir. Yağışlar genellikle her mevsim düzgün bir dağılım göstermekte olup sahillerde 650-900 mm, sahile bakan vadilerde ise 600-800 mm arasında değişmektedir. En yüksek yağışlar Nisan-Mayıs ve Ekim-Kasım-Aralık aylarında gerçekleşmektedir (Türker ve Dinçer, 1991).

Trabzon ilinde don yaşanan gün sayısı 3-4 günü geçmemekte ve egemen rüzgar, kuzeybatıdan esen karayeldir. 25 senelik gözlem süresince belirlenen en yüksek rüzgar hızı 31.6 m/s, fırtınalı gün sayısı yılda 3.2, kar yağışlı gün sayısı 2.9, karla örtülü gün sayısı 7.6 ve en yüksek kar kalınlığı 115 cm olarak belirlenmiştir (Akyar, 1978; Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1985).

Yapılan iklim analizlerine göre araştırma alanının yağış etkenliği değeri ( $I_m$ ) 19.12, kuraklık indisi ( $I_a$ ) değeri 18.4 ve nemlilik indisi ( $I_n$ ) değeri 28.43 olarak hesaplanmıştır.

Bu duruma göre Trabzon ili yağış etkenliği bakımından yarı nemli ve nemli iklim ( $C_2$ ) tipinde, kuraklık indisi bakımından nemli iklimlerde kışın orta derecede su eksikliği ( $w$ ), nemlilik indisi bakımından ise kurak iklimlerde yazın çok kuvvetli su fazlası ( $S_2$ ) ve kışın çok kuvvetli su fazlası ( $w_2$ ) sınıflarında tespit edilmiştir. Thornthwaite yöntemine göre yıllık potansiyel evapotranspirasyon değeri (74.91 cm) olan bölge mezotermal iklim tipinde bulunmaktadır (Altun ve Ünver, 2005).

Tablo 1.1. Trabzon iline ait 1960-2012 çeşitli iklim değerleri (URL 1).

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Sıcaklık (°C)	7,4	7,3	8,5	11,8	15,9	20,4	23,2	23,3	20,3	16,5	12,7	9,6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10,9	10,9	12,2	15,6	19,1	23,5	26,2	26,7	23,9	20,1	16,4	13,2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4,6	4,3	5,5	8,7	12,9	17,1	20,0	20,4	17,3	13,6	9,6	6,6
Ortalama Güneşlenme Süresi (sa)	2,7	3,3	3,5	4,3	5,6	7,1	5,9	5,5	5,0	4,5	3,7	2,7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13,2	12,5	14,0	14,9	13,5	11,4	8,3	9,7	11,7	13,5	12,5	13,0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması ( $kg/m^2$ )	74,3	60,3	58,8	60,3	51,5	51,4	35,5	44,5	75,0	117,1	94,2	82,4
En Yüksek Sıcaklık (°C)	25,2	28,2	35,2	37,2	37,8	35,9	37,0	34,8	33,2	32,7	30,3	26,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6,0	-6,1	-5,0	-2,0	5,4	9,2	13,5	13,8	8,5	3,4	1,0	-3,1
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı 10.07.1992-115.1 $kg/m^2$				Günlük En Hızlı Rüzgar 12.03.1968-114.1 km/sa				En Yüksek Kar 02.02.1967-55.0 cm				

### 1.3.5.2. Yağış

Havzada yıllık yağış miktarı ve yağışın yıl içindeki seyri (Tablo 1.2 ve 1.3), büyük oranda genel atmosfer dolaşım sistemi içerisinde etkili olan büyük hava kütlelerinin yanında deniz etkisi, yükselti, relief ve bakı olayı gibi coğrafi etkenlere bağlıdır. Alanın Karadeniz'e cephe olması nedeniyle, yağış şartlarının meydana gelmesinde kıyıda artan bir eğimle yükselen arazi yüzeyi ile Karadeniz'in sıcaklığa bağlı ilişkisi temel etmendir (Kılıçaslan, 1994). Baraj planlama ve inşaat aşamasında yağışların mevsimsel dağılımının bilinmesi büyük önem arz ettiğinden Değirmendere Havzası için mevsimsel yağış dağılımı verilmiştir (Tablo 1.3).

Yağış, yüzeysel akışa geçtiğinde veya kış mevsiminde toprak su bakımından yüksek bir doygunluğa gelince, eğimin yüksek olduğu alanlarda heyelanlara ve toprak akmalarına

neden olmaktadır. Ayrıca vadilerde birleşerek akışa geçen yağmur suları, bahar aylarında yüksek alanlarda eriyen kar suları ile birleşerek akarsuların su yükünü anormal derecede arttırabilmekte ve taşkınlara da yol açabilmektedir (Kılıçaslan, 1994).

Tablo 1.2. Değirmendere Havzası ortalama yağış değerleri (mm) (Kılıçaslan, 1994).

İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Trabzon	90,5	69,6	59,4	54,7	52,5	49,0	36,8	45,7	81,3	105,7	98,0	79,5	822,7
Maçka	65,7	62,1	65,6	73,9	89,1	74,6	35,2	34,7	58,9	61,3	59,6	51,0	731,7
Meryemana	43,8	45,2	51,9	112,8	126,5	121,4	76,1	67,7	73,0	76,5	54,9	56,2	906,0

Tablo 1.3. Değirmendere Havzası mevsimsel yağış dağılımı (Kılıçaslan, 1994).

İstasyon	Yağış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık
Trabzon	Yağış (mm)	166,6	285,0	131,5	239,6	822,7
	Yağış (%)	20	35	16	29	100
Maçka	Yağış (mm)	228,6	144,5	179,8	178,8	731,7
	Yağış (%)	31	20	25	24	100
Meryemana	Yağış (mm)	292,2	265,2	204,4	145,2	907,0
	Yağış (%)	32	29	23	16	100

Yağış türünün tarımsal faaliyetler açısından önemli etkileri olduğu açıktır. Trabzon ve Maçka yakın çevrelerinde hakim yağış tipinin yağmur olmasına karşın, ilk karın kasım ayında, son karın da nisan ayında düşmesi (Tablo 1.4), havzada özellikle bahar mevsimlerinin tarımsal faaliyetler için elverişli olduğu görülmektedir (Kılıçaslan, 1994).

Tablo 1.4. Değirmendere Havzası ortalama karla örtülü gün sayıları (Kılıçaslan, 1994).

İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Trabzon	4,2	2,6	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,4	7,8
Maçka	3,6	2,9	0,9	0,4	-	-	-	-	-	-	0,4	1,4	9,6
Meryemana	20,0	21,0	15,0	4,0	-	-	-	-	-	0,6	4,0	15,0	79,6

### 1.3.5.3. Nem

Nem oranı yağışın oluşması için önemli olduğundan dolayı yağış-akış ilişkisine etki etmektedir. Değirmendere Havzası bağıl nem bilgileri Tablo 1.5'de sunulmuştur.

Tablo 1.5. Değirmendere Havzası ortalama nisbi nem değerleri (%) (Akkaş, 1990).

İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Trabzon	68	70	68	70	77	80	81	84	83	79	75	74	76
Maçka	72	72	72	71	74	75	77	79	77	77	72	72	74
Meryemana	68	69	72	74	78	75	74	74	74	72	70	66	72

#### 1.3.5.4. Sıcaklık

Kar erimesi kaynaklı akış ve evapotranspirasyon hesaplarında kullanılan sıcaklık verileri yağış-akış ilişkisi için önem arz etmektedir. Değirmendere Havzası sıcaklık özelliklerini gösteren çeşitli veriler Tablo 1.6 ve Tablo 1.7'de sunulmuştur.

Tablo 1.6. Değirmendere Havzası ortalama sıcaklıkları (°C) (Kılıçaslan, 1994).

İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Trabzon (1929-1980)	7,4	7,3	8,1	11,4	15,8	20,0	22,6	23,1	20,0	16,5	13,2	9,7	14,6
Maçka (1952-1970)	4,8	5,3	7,3	11,5	15,2	18,3	19,9	19,7	17,4	13,0	10,6	7,9	12,6
Meryemana (1961-1982)	1,4	2,9	4,3	8,4	11,9	14,1	15,8	16,0	13,7	10,6	7,1	3,7	9,1

Tablo 1.7. Değirmendere Havzası ortalama donlu gün sayıları (Sıcaklık &lt; 0 °C) (Akkaş, 1990).

İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Trabzon (1929-1970)	3,1	2,6	1,2	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,8	8,0
Maçka (1952-1970)	14,2	10,6	5,0	0,5	-	-	-	-	-	-	0,9	7,0	38,2
Meryemana (1961-1985)	24,2	20,8	18,1	5,4	0,4	-	-	-	-	1,8	6,2	20,8	97,8

Sonuç olarak havzanın sıcaklık şartları her mevsim deniz etkisi altında bulunmakta, aşırı sıcak ve soğuk özellikler görülmemektedir. Asıl önemlisi bahar mevsimleri, yaz ve kış mevsimleri arasında oldukça yumuşak bir geçişi sağlayarak ekonomik faaliyetler üzerinde olumlu etkiler yapmaktadır (Kılıçaslan, 1994).

#### 1.3.5.5. Rüzgar

Rüzgar verileri kar erimesi kaynaklı akış gibi çeşitli hesaplarda kullanıldığından bilinmesi gerekmektedir. Değirmendere Havzası rüzgar yapısı Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerinden yararlanılarak Tablo 1.8 ve Tablo 1.9'da verilmiştir.

Tablo 1.8. Değirmendere Havzası rüzgar yönleri, esme sayıları ve frekansları (Akkaş, 1990).

Esme Yönü	Kuzey	Kuzey Doğu	Doğu	Güney Doğu	Güney	Güney Batı	Batı	Kuzey Batı	Yıllık
Trabzon Esme Sayısı	1068	2017	2117	1339	3035	3477	2269	1830	17152
1948-80 Frekans (%)	6,2	11,7	12,3	7,8	17,7	20,3	13,2	10,6	100
Maçka Esme Sayısı	3712	193	106	160	1820	616	2084	1056	9747
1968-79 Frekans (%)	38,0	2,0	1,1	1,6	18,7	6,4	21,4	10,8	100
Meryemana Esme Sayısı	1686	1063	2997	1039	1532	390	957	252	9916
1964-76 Frekans (%)	17,0	10,7	30,3	10,4	15,5	3,9	9,6	2,6	100

Tablo 1.9. Değirmendere Havzası 2010 rüzgar verileri

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	1,6	1,6	1,5	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,2	1,2
Maksimum Rüzgar Hızı (m/sn)	21,6	20,5	15,4	18,0	17,4	9,2	10,8	18,5	16,4	16,4	22,6	22,6
Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı	7	12	9	2	2	2	-	-	4	2	-	-

### 1.3.6. Flora ve Fauna

#### 1.3.6.1. Flora

Bitki örtüsü yağışın akışa geçişini kontrol altında tutarak ve toprağı kaplayarak özellikle yüksek eğimli alanlarda taşkın ve erozyon riskini azalttığı için önem arz etmektedir. Geçmişte sadece suyu bilinçsizce kullanmak için akışın artması amacıyla bitki örtüsünün -suyu gereksiz tükettiği düşünülerek- yok edilmesinin ne kadar zararlı olduğu çeşitli felaketler yaşanarak görülmüştür. İnsanoğlu doğal dengeyi gözetmeden ve her şeyi kendinin zannederek doğadaki kaynakları kontrolsüz bir şekilde kullanmış ve doğaya büyük zararlar vermiştir. Doğada daha iyi yaşamak amacıyla çıktığı yolda, doğayı tahrip ederek yaşam alanını daraltan insanoğlunun içinde bulunduğu çelişkili durum düşündürücüdür.

Bitki örtüsü yapraklarıyla suyu tutarak, kökleriyle su tüketerek ve toprağın nemini alarak, akışa mekanik direnç göstererek ve yine kökleriyle toprağı gevşetip boşluk oranını arttırarak yağış-akış ilişkisini (sızma, buharlaşma, yüzeysel akış, vs.) büyük oranda etkilemektedir (Usul, 2001). Bitki örtüsü, evapotranspirasyon kayıplarını belirlediği için havza üzerindeki akışın miktarını etkilemektedir (Özbek, 1989). Bitki örtüsünün, özellikle

ormanların, yağış miktarını arttırdıkları ve dolayısıyla akarsuların akım miktarları üzerinde olumlu etki yaptıkları düşünülebilir. Orman altlarında buharlaşmanın da çıplak alanlara göre daha az olduğu bilinmektedir. Buharlaşma oranını azaltarak -su kayıplarını nispeten azaltarak- akım miktarına olumlu etki yapan bitki örtüsü, başka bir özelliğiyle akım miktarını olumsuz etkilemektedir. İntersepsiyon adı verilen yağışın bitkilerin dal ve yapraklarınca tutulması olayı, akım üzerinde olumsuz etkisi mevcuttur. İsviçre Ormancılık Araştırma Enstitüsü, bitki örtüsünün taç kısmı tarafından tutulup buharlaşan yağmur suyu miktarının orman ağaçlarında yıllık yağışın %15'i, tarım bitkilerinde yıllık yağışın %10'u olduğunu belirtmektedir (Hoşgören, 2004).

Akarsu kollarıyla son derece parçalanmış havzada, iklimin de etkisiyle kıydan itibaren yükseklikle birlikte değişen çok zengin bir bitki örtüsü, 2000 m yükseltilerine kadar çıkar. Bu seviyelerden itibaren başlayan plato şeklindeki alpin kat, geniş otlak alanlarıyla hayvancılık ve yayla faaliyetlerine elverişli bir ortamdır (Kılıçaslan, 1994).

Değirmendere Havzası, Kuzey Anadolu Fitocoğrafya Bölgesi'nin Ordu'dan doğuya doğru uzanan Kolşik Flora bölümünde bulunmaktadır. İklim şartlarının uygun oluşu zengin bir orman örtüsünün bölgeye hakim olmasını sağlamıştır (İnandık, 1969). Kıydan başlayarak yükseltinin artmasıyla sıcaklık ve nem düşmekte; yağış, buharlaşma ve radyasyon süresi kısalmaktadır. Bundan dolayı yükseklikle değişen birden fazla vejetasyon formasyonu (Tablo 1.10) havzada mevcuttur (Atalay, 1983). Bir vejetasyon kuşağından diğerine geçiş kesin çizgilerle olmadığından dolayı havzada bitki kuşağı-yükseklik dağılımlarında farklı görüşler de bulunmaktadır (Kılıçaslan, 1994).

Tablo 1.10. Değirmendere Havzası bitki örtüsü-yükseklik dağılımı (Kılıçaslan, 1994).

Yükseklik	Bitki Türleri
0-300 m	Psoudomaki (bodur çalı ve ağaçcıklar)
300-750 m	Geniş Yapraklı Hakimiyetindeki Etek Ormanı
750-1200 m	Geniş Yapraklı Hakimiyetindeki Geniş-İğne Yapraklı Karışık Orman
1200-1850 m	İğne Yapraklı Orman
1850-2000 m	Antropojen Bozkır (çalı ve otsu formasyon)
2000-... m	Alpin Çayırlar

### 1.3.6.2. Fauna

Değirmendere Havzası, dünyadaki canlı türlerinin % 90'ının yaşadığı yani dünyanın biyolojik çeşitlilik bakımından en zengin ancak tehdit altındaki 34 Sıcak Noktasından biri

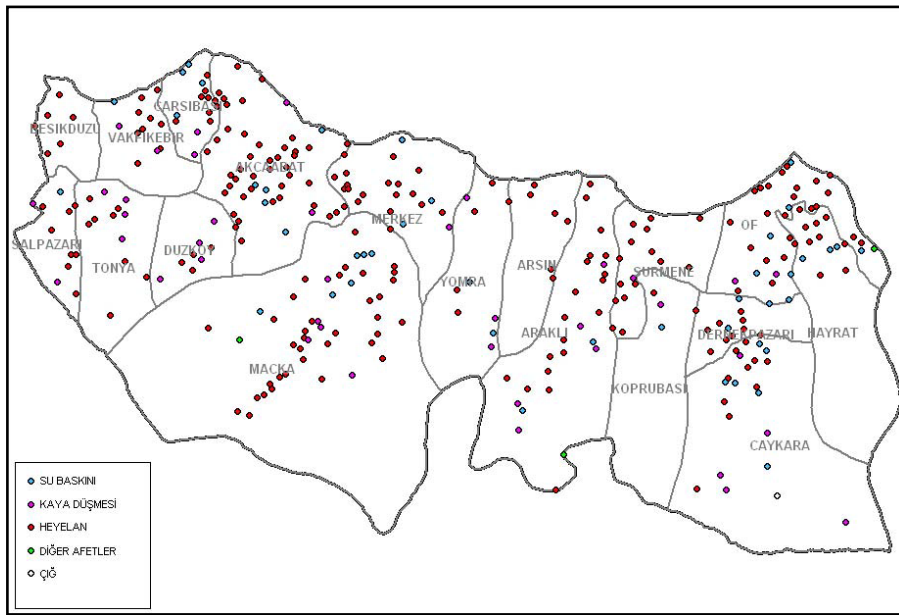


olan Kafkasya Sıcak Noktası'nın batı kesiminde yer almaktadır. Havza, aynı zamanda dünyanın 200 adet Hassas Ekolojik Bölgesi'nden birisi olan Kafkasya Ekolojik Bölgesi ve yine dünyadaki 218 Endemik Kuş Alanı'ndan birisi olan Kafkasya Endemik Kuş Alanı içinde yer almaktadır (Özen, 2012).

Bölge yaban hayvanı tür çeşitliliği bakımından zengin olmakla birlikte türlerin popülasyon durumları ve yoğunlukları hiç de iç açıcı durumda değildir. Bölgedeki yaban hayvanlarını tehdit eden unsurların başında yaşam alanlarının tahribi yani yaşam alanlarının bozulması, parçalanması, dönüştürülmesi veya yok olması gelmektedir. Yaşam alanlarının tahribine neden olan kaçak kesimler, hatalı ormancılık faaliyetleri, yakacak odun kesimleri, tarım ve yerleşim alanları açılması, aşırı ve plansız ulaşım, turizm ve enerji yatırımları ile aşırı otlatmanın yanı sıra tarım ilaçları, akarsu, sulak alan ve deniz kirliliği, kaçak ve plansız balıkçılık ve kaçak karaca avcılığı yaban hayvanlarını tehdit eden diğer önemli unsurlardır (Başkaya, 2003).

### 1.3.7. Doğal Afet Riskleri

Değirmendere Havzası özellikle heyelan ve taşkın afetleri riski çok yüksek olan bir alandır. Aynı şekilde çok etkili olmasa da kaya düşmeleri ve çığ gibi potansiyel afet risklerine sahiptir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Trabzon ilinde afet türlerinin dağılım haritası (Demir vd., 2008).

Türkiye genelinde heyelan-taşkın tehlikesi ve zararları bakımından ilk sıralarda yer alan Trabzon İlinin, 1952-2012 yılları arasında yaşanan doğal afetler (neredeyse tamamı heyelan ve taşkın) sonucunda nakledilen konutların yaklaşık %23'ü Değirmendere Havzası'nda bulunmaktadır (Tablo 1.11).

Tablo 1.11. Ortahisar ve Maçka ilçeleri 1952-2012 yılları arasında yaşanan doğal afetler sonucu konut nakil sayıları (Trabzon Valiliği, 2012).

İlçe Adı	Etkili Nakil Sayısı	Etkisiz Nakil Sayısı	Toplam
Maçka	616	17	633
Ortahisar	325	43	368
Trabzon			4280

#### 1.4. Değirmendere Havzası'nın Arazi Kullanım Yapısı

Havzanın arazi kullanım yapısı (Tablo 1.12) incelendiğinde toplam alanının yaklaşık % 83'ünün orman ve mera alanı olduğu görülmektedir. Havzanın geriye kalan alanı ise tarımsal faaliyetler için değerlendirilebilen nispeten eğimi az olan yaklaşık toplam havza alanının % 17'sini oluşturan alanlardır. Tarım alanlarının sadece yaklaşık % 5'i tarıma uygun alanlar olmasına rağmen orman alanlarının tahribiyle kazanılan geriye kalan yaklaşık % 12'lik alanlarda tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir. Orman alanlarının üstünde yüksek yükseltilerde bulunan meralar, havza insanların hayvancılık ve yayla faaliyetleri için kullanılmaktadır. Havza alanının yaklaşık yarısının orman alanı olması, orman ürünlerinin havza ekonomisi için önemini ortaya koymaktadır. Havzada kullanılan bütün doğal kaynaklarda olduğu gibi orman ürünleri de ekolojik denge gözetilerek elde edilmelidir. Ortahisar ilçesinin arka bahçesi konumunda bulunan Değirmendere Havzası, sahip olduğu orman alanlarıyla aynı zamanda şehrin akciğerleri konumundadır. Günümüzde beton yığınları haline dönüşen şehirlere yakın konumdaki bu değerlerin özellikle korunması gerekmektedir.

Havza tarım alanlarının neredeyse tamamı mansap kısmına yakın alanlardır. Su toplama havzasının orta ve yukarı kısımlarında bulunan Maçka ilçesinin sınırları içerisinde tarım alanları oldukça kısıtlı olmasına rağmen mera alanlarının neredeyse tamamına sahiptir.

Tablo 1.12. Değirmendere Havzası arazi kullanım yapısı (K.T.Ü., 2007).

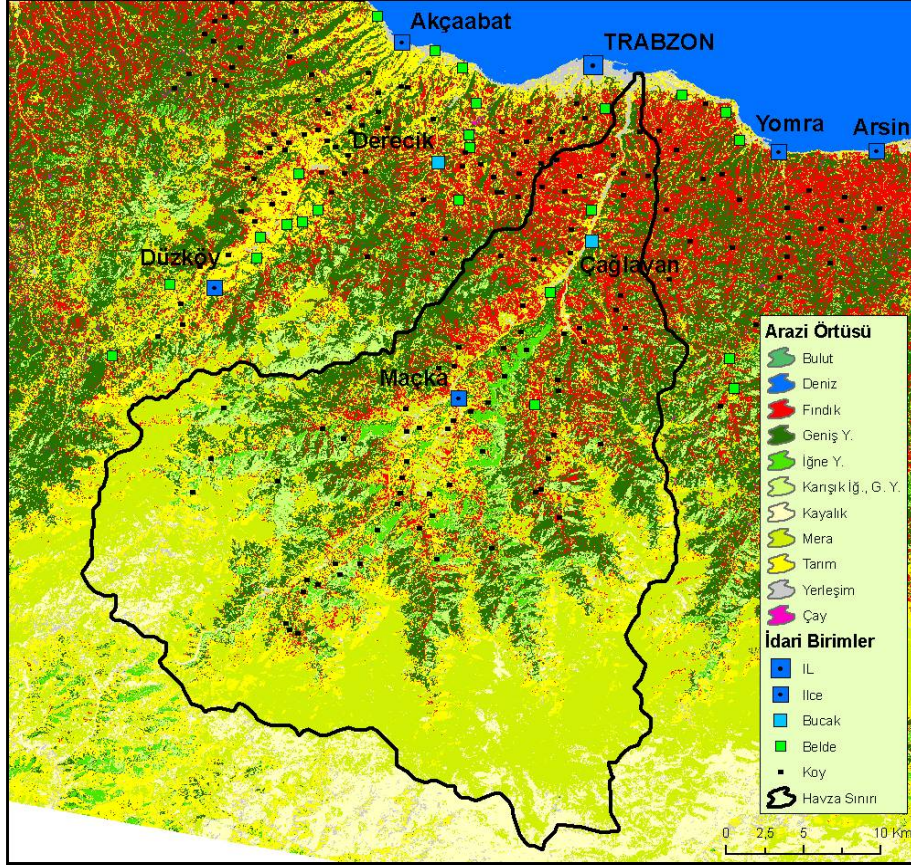
ARAZİ KULLANIM YAPISI	ALAN (ha)	ALAN (%)
Orman Alanı	44.348 ha	%42.58
Mera Alanı	41.250 ha	%39.60
Tarım Alanı	17.503 ha	%16.80
Diğer Alanlar	1.063 ha	%1.02
Toplam Alan	104.164 ha	%100

Araziler kullanma kabiliyetine göre, üzerinde erozyona sebep olunmadan en iyi, en kolay ve en ekonomik bir şekilde tarım yapılabilen birinci sınıf ile, hiç bir tarıma elverişli olmayan, çayır veya ormanlık olarak dahi kullanılamayan, ancak doğal hayata ortam teşkil edebilen veya insanlar tarafından dinlenme yerleri ve milli park olarak kullanılabilen sekizinci sınıf arasında yer alırlar (URL 2). Değirmendere Havzası arazi kullanım kabiliyetine bakıldığında topraklarının büyük bir çoğunluğunun 6. ve 7. sınıf arazi olduğu görülmektedir. Yani genelde çayır ve orman arazi örtüsüyle kaplı alanlardır. Havzanın özellikle mansap kısımları ise 4. sınıf arazidir. Zaten havzada tarımın bu alanlarda yoğunlaştığı bilinmektedir.

Yüzeyin özellikleri yağış esnasında ve sonrasında sızma olayı için çok önemlidir. Beton ve asfalt gibi yüzeylerle kaplı alanlar sızmayı engelleyip yüzey akımının artmasına sebep olurlar. Kum gibi ince daneli ve gözenekli topraklar ise sızmayı artırıp yüzeysel akışa negatif etki yaparlar. Bir havzada sızma olayı açısından gözenekli alan yüzdesi oldukça önem arz etmektedir. Aynı şekilde bir havzadaki kentleşme de havzanın çıktı hidrografi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Kentleşme ile geçirimsiz alan artacağından yüzeysel akış ve pik debi değeri artarak pike ulaşma süresi de kısalmıştır (Usul, 2001).

Değirmendere Havzası arazi örtüsü (Şekil 1.3) bakımından ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde, havza alanının % 17'sini oluşturan tarımsal faaliyet yapılan arazi alanının % 80'inde 0-600 m yükselti aralıklarında gerçekleştirilen fındık üretimi görülmektedir. Havza alanının yaklaşık % 43'ünü kapsayan orman alanlarının yarısından fazlasını geniş yapraklı ağaçların oluşturduğu görülmektedir. Yükseltinin artmasıyla azalan geniş yapraklı ağaçların yerlerini iğne yapraklı ağaçlar olarak geriye kalan orman alanlarını teşkil etmektedirler. Toplam havza alanının yaklaşık %40'ına sahip mera alanları havzanın güney hattındaki dağlarda 2000 m yükseltinin üstünde bulunmaktadır. Havzada kayalık alanlar çok az bulunmakta ve bunların tamamına yakını havzanın güneybatı ve güneydoğu kısımlarında yoğunlaşmış vaziyettedir. Havzadaki yerleşim alanlarını büyük ölçüde

mansaptaki Ortahisar İlçesi ve orta kademede bulunan Maçka İlçesi yerleşimleri teşkil etmektedir.



Şekil 1.3. Değirmendere Havzası arazi örtüsü haritası (K.T.Ü., 2007).

### 1.4.1. Yerleşim ve Ulaşım

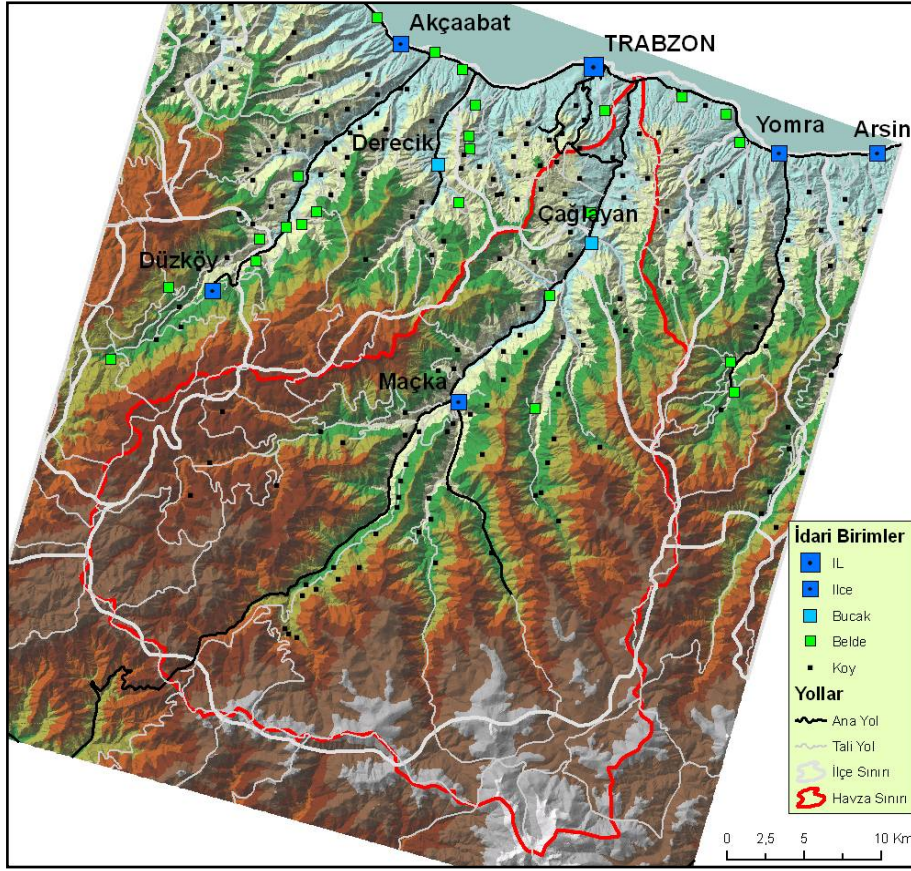
#### 1.4.1.1. Yerleşim

Değirmendere Havzası, Trabzon İli Ortahisar ve Maçka İlçesini; Çağlayan, Akoluk, Çukurçayır, Esiroğlu ile Atasu beldelerini ve 80 köy yerleşimini (Şekil 1.4) içermektedir. Bu 80 köyün büyük bir çoğunluğu yani 66'si Maçka İlçe sınırları içerisinde bulunmaktadır.

Havza sınırları içerisinde 75 adet idari birim kısmen veya tamamen yer almaktadır. Bu idari birimler Trabzon il sınırları içerisinde olup İl, İlçe, Bucak, Belde ve Köy idari birimlerinden oluşmaktadır. Mahalle bazında değerlendirildiğinde idari birim sayısı 95 olmaktadır (K.T.Ü., 2007). Havzanın Gümüşhane İli sınırları içerisinde kalan alanlar



güneydeki su ayırım çizgisinin Karadeniz'e bakan yamaçlarında yer aldığından daimi yerleşme ünitelerine sahip değildir (Kılıçaslan, 1994). Havza köylerinde yerleşim biçimi çoğunlukla toplu olmayıp, dağınıktır. Dağınık yerleşme Karadeniz bölgesinde farklı bir gelenek gibidir ve bundan vazgeçilemez. Her bölge insanı yeni bir aile oluşumunda, kendisine kalan uygun bir araziye evini yaparak yerleşir. Yüzyıllardan beri süre gelen bu tarz, yaylalarda ve sıradağların ötesinde toplu yerleşim biçimini alır (Bıyık, 2005).



Şekil 1.4. Değirmendere Havzası yerleşimleri (K.T.Ü., 2007).

Artan nüfusun ihtiyaç duyacağı kadar yapının yapılmasına elverişli arazinin bir arada olmayışı dağınık yerleşmeyi bir anlamda zorunlu kılmıştır. Dağınık yerleşme dolayısıyla yol, su, elektrik, telefon gibi altyapı hizmetlerinin hem verilmesi güçleştirmekte hem de bu hizmet çalışma alanlarının arazileri israf etmesine sebep olmaktadır. Örneğin, bölgenin topoğrafik yapısı da dikkate alındığında, sadece her eve yol yapılması dolayısıyla ortaya çıkan arazi ve toprak kayıpları ve heyelanların artması gibi olumsuzluklar, dağınık yerleşmenin havzaya verdiği hiç de yadsınamayacak zararlardır (Bıyık, 2005).

Trabzon'un coğrafi konumu itibari ile öneminin artması nüfusunun artmasına neden olmaktadır. Trabzon ilinin nüfusunun artması demek, Değirmendere Havzası'nın kullanımının da artması demektir. (K.T.Ü., 2007). Özellikle havzanın mansap kısımlarında kentsel, sanayi ve madencilik yapılaşmaları (Şekil 1.5) hızla artmaktadır.



Şekil 1.5. a) Değirmendere Havzası mansap kısmı kentsel ve endüstriyel yapılaşma (Serencam, 2013). b) Uydu görüntüsü (URL 3).

Karadeniz kıyısında ve yakınında yaşanan çevresel bozulma sorunlarının temel nedeni, kontrol altına alınamayan kentsel büyüme ve gelişme baskılarıdır. Kentsel yerleşimlerin gelişimini planlamak amacıyla yapılan yasal ve kurumsal düzenlemeler sonucunda, kentsel alanlar büyümüş ve kıyıdaki yerleşim alanları artmıştır. Bölgede kıyı çevresi üzerinde tehdit oluşturan başlıca tehlikelerden biri de kıyıyı doldurma çalışmalarıdır. Kıyı bölgesinde görülen gelişigüzel yapılaşma doğal peyzajı bozmakta ve birçok alanda estetik açıdan kötü görüntülerin oluşmasına neden olmaktadır. Karadeniz Kıyısı genelinde görülen kontrol altına alınamayan büyüme ve gelişme baskısı ve sonucunda oluşan gelişigüzel yapılaşma Değirmendere Havzası girişinden kıyıya doğru görülebilir (D.P.T.-J.I.C.A., 2000).

Bölgenin ilk imar planı 1964 yılında yapılmıştır. Daha sonra kentin gelişmesi ile plansız alanların artmasıyla 1978 yılında yeniden bir imar planı yapılmıştır. Yapılan bu planlama, ilk imar planı üzerinde yapılan çeşitli revizyonları içermektedir. Son olarak 2002 yılında onaylanan revizyon imar planında, bu bölgede farklı kentsel yerleşimler oluşturulmuştur. Bu yerleşimlerin bir kısmı planlama ilkelerine aykırı olarak taşkın yatağı üzerinde planlanmıştır. Yapılan bu imar planlarıyla havzanın imar yoğunluğu her seferinde

artmıştır (Demir vd., 2005). Bu planlama süreci içerisinde yapı yoğunlukları artmasına mukabil toplam yeşil alan miktarları birinci plana göre yaklaşık % 50 civarında azalmıştır (Demir, 1993). Görülmektedir ki, imar planlarıyla havzaya koruma prensiplerinden daha çok kullanma prensibiyle yaklaşmıştır. İmar planları hazırlanırken ekonomik ve ekolojik unsurların dengesi mutlaka gözetilmelidir.

Bölgedeki hiçbir belediyenin atıksu arıtma tesisi olmamasından dolayı havzadaki yerleşim yerlerinden herhangi bir arıtma prosesine tabi tutulmayan ve doğrudan Değirmendere'ye deşarj edilen atıksular, eğitimsizlikten kaynaklı dereye atılan katı atıklar (çöp, moloz, vb.), bilinçsizce kullanılan tarımsal ilaç ve gübreler, trafik yoğunluğu fazla olan şehirlerarası karayolunun dereye paralel olması ve mevcut mevzuata aykırı bir şekilde yapılaşmaların sürüyor olması havzadan Trabzon Kenti'ne sağlanan içme-kullanma suyunu risk altında tutmaktadır (Bıyık, 2005). Trabzon'un içme ve kullanma su ihtiyacını gideren Değirmendere Havzası gerek evsel, gerek tarımsal ve gerekse de sanayi atıklarıyla yoğun kirlenmelere maruz kalmaktadır. Değirmendere aşırı kullanma ve kirlenme sebebi ile büyük bir baskı ve tehlike altındadır (Tüfekçi, 2005). Aynı zamanda Karadeniz de, Değirmendere'nin kirlilik yükünü denize aktardığından dolayı deniz ve kıyı ekolojisi açısından çevresel bir baskı altındadır.

Havzanın kentsel yerleşim gelişimine bakıldığında özellikle mansap kısmında yerleşimin kontrollü yoğunlaşması ve dere yataklarının yapılaşmaya açılmaması gerektiği görülmektedir. Yerleşime açılmaması gereken yerlerin tespitinde afet riski yüksek alanlar (taşkın yatakları, eğimin yüksek olduğu yerler, vb.) ve koruma alanları öncelikli göz önünde bulundurulmalıdır. Maalesef şehrin gelişim sürecinde havzada yerleşimin çok da uygun olarak gerçekleştiği söylenemez. Bilhassa taşkın yataklarındaki kentsel ve sanayisel yapılaşma (Şekil 1.6), havzaya büyük oranda zarar vermektedir.

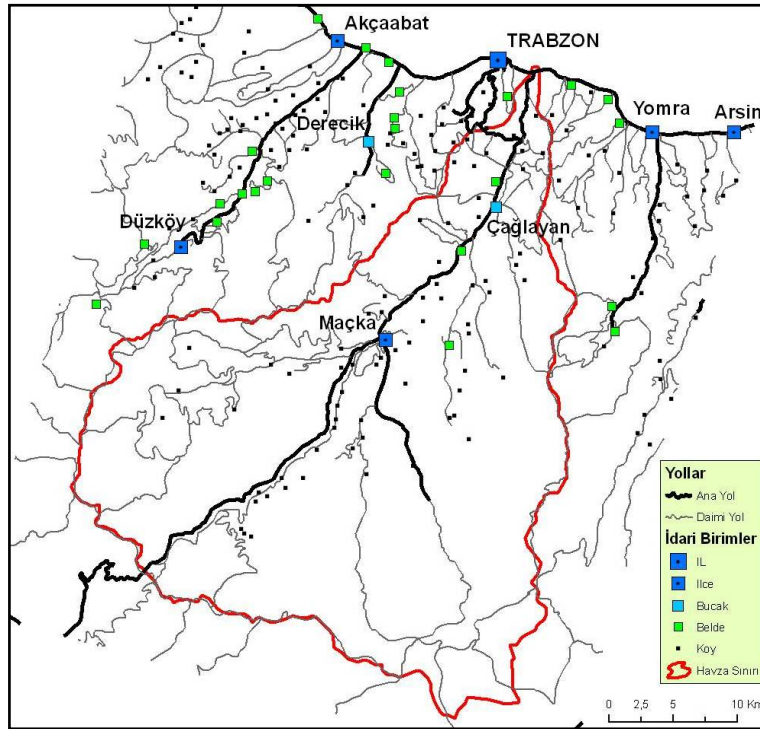


Şekil 1.6. Maçka ilçesi taşkın yatağı yapılaşma örnekleri (Uçar, 2010).



### 1.4.1.2. Ulaşım

Değirmendere Havzası, coğrafik konumu itibari ile Doğu Karadeniz Bölgesi'ni Doğu Anadolu Bölgesi'ne bağlayan en önemli geçiş yolunu (D885, E97) bünyesinde barındırmaktadır (Yıldız, 2005). Trabzon ve Erzurum gibi kendi bölgelerinin en gelişmiş şehirlerini birbirine bağlayan E97 karayolu, havza sınırları içinde kısmen Değirmendere'ye paralel olarak uzanmaktadır. Bu karayolu aynı zamanda Türkiye ve İran arasındaki transit geçiş yolu olduğundan yük taşımacılığı için son derece önemlidir. Havzada ulaşım bu anayoldan mahalle ve köylere ayrılan çoğunlukla asfalt ve kısmen stabilize yollarla sağlanmaktadır. Bölgenin fiziksel şartlarından kaynaklanan dağınık yerleşme kültüründen dolayı köy yolları havza alanının küçümsenmeyecek bir miktarını tahrip etmiş bulunmaktadır. Aynı şekilde Trabzon-Gümüşhane yolu (D885) (Şekil 1.7) yol çalışmaları kapsamında havzanın doğal yapısının zarar gördüğünü söylemek güç değildir.



Şekil 1.7. Değirmendere Havzası karayolu haritası (K.T.Ü., 2007).

2011 yılında yapılan Ordu-Trabzon-Rize-Giresun-Gümüşhane-Artvin Planlama Bölgesi 1/100000 ölçekli Çevre Düzeni Planı'na bakıldığında Erzincan-Trabzon hızlı tren güzergahının Değirmendere Vadisi boyunca Trabzon-Gümüşhane karayoluna büyük



ölçüde paralel olacak şekilde geçtiği görülmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin coğrafi koşullarından kaynaklı teknik ve mali sorunlar, geçmişte bölgenin demiryollarıyla buluşmasına engel olmuştur. Ancak gelişen ülke ekonomisi bu bölgenin de gerek yük gerekse de yolcu taşımacılığı için demiryolu yapımı kapsamına alınmasına neden olmuştur. Demiryolunun Trabzon Limanı'na da gidecek olması bölgenin ithalat-ihracat kapsamında ticaret potansiyelini büyük oranda arttıracaktır. Yıllık yükleme ve boşaltma kapasitesi 3,5 milyon ton olan Trabzon Limanı'nın bölgenin dünyaya açılan ana ekonomi kapısı olmasından dolayı lojistik ve yük taşımacılığı için yapılacak olan demiryolu ağının önemi çok büyüktür. Demiryolunun bölgede yolcu taşınmasıyla alternatif bir ulaşım aracı olmasının yanında, özellikle Asya'dan gelen ticaret mallarının Trabzon Limanı'ndan Avrupa'ya transit taşınmasındaki lojistik gelişme hem ülke hem de bölge ekonomisi için çok önemli bir gelişme olacaktır.

#### **1.4.2. Tarım, Hayvancılık ve Ormancılık**

Akarsu kolları ile son derece engebeli olan topografik yapı üzerinde, genellikle vadiler boyunca, yamaçların etek kısımlarında yer alan yerleşmelerde yaklaşık 70000 nüfus yaşamaktadır. Bölge halkı geçimini önemli ölçüde, tarıma uygun olmayan havza arazisinin nispeten düşük eğimli yamaçlarında ziraat faaliyetlerinden sağlamaktadır. Ayrıca, orman sınırları üzerinde geniş alanlar oluşturan yaylalarda, yazın hayvancılık ve ormancılık amaçlı faaliyetler de sürdürülmektedir (Tüfekçi, 2005). Değirmendere Havzası'nda tarım ürünlerinin tür ve dağılışlarını etkileyen önemli faktör yükselti yapısı ve buna bağlı iklim koşullarıdır. Havzanın tarımsal faaliyetlerinin çoğunlukla yapıldığı aşağı kademe kısımlarında uygun yükselti ve iklim yapısı nedeni ile genelde fındık üretimi yapılmaktadır. Bahçesel tarım ürünlerinin yetiştirme süresi birkaç ay olduğu için havzanın alt kısımlarında uygun iklim şartları yardımıyla da aynı araziden yılda iki bazen de üç farklı hasat alınabilmektedir. Fakat bu tarz tarımsal faaliyetlerin toprağa yapısal olarak zarar verdiği bilinmektedir. Havzanın yüksek kademe kısımlarında tarım alanları çok az olduğundan hayvancılık ve ormancılık faaliyetleri öne çıkmaktadır. Yüksek kademelerde iklimin sertleşmesi de tarımsal çeşitliliği düşürmektedir.

Değirmendere Havzası'ndaki tarıma dayalı ekonomik faaliyetler sahanın toplam alanının sadece % 16'sında sürdürülmektedir. Hayvancılık faaliyetleri ise, alp tipinde çoğunlukla orta ve yüksek kademe köylerinin hakim ekonomik faaliyet şeklidir. Havzada

tarım alanı kısıtlılığına rağmen yüksek dağlık alanların zengin ot potansiyeli hayvancılığı cazip kılmıştır. Ayrıca mevsimlere bağlı yaylacılık faaliyetleri yöre halkının sosyo-kültürel ve ekonomik yapısı üzerinde önemli bir faktördür (Kılıçaslan, 1994).

Bütün Karadeniz bölgesinde olduğu gibi burada da ürün yetişen her arazi parçası değerlendirilir. Kıt olması sebebiyle değeri yüksek olan parseller, miras, alım-satım vb. temlik tasarruflarla gün geçtikçe daha da küçük parsellere ayrılmakta, buna paralel olarak da parsel sayıları artmakta, parsel şekilleri gittikçe daha da bozulmaktadır. Bu ise, tarımsal işletmelerde verim düşüklüğüne ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Kırsal alanlarda parsellerin bölünmesinde en büyük etken miras yoluyla kazanılan intikallerdir. Bu yolla edinmenin hukuki herhangi bir engeli olmadığı gibi, miras yoluyla intikallerden sonra bazı maliklerin, kendilerine intikal eden arazileriyle tam olarak meşgul oldukları da söylenemez. Bu yüzden, arazilerden azami verim alınmamakta, hatta bazen malikinin oturduğu evden uzakta kalan küçük parseller, kendi haline terk edilmekte ve toprak, verimden kısmen veya tamamen uzaklaşmaktadır. (Bıyık, 2005).

Bölge köylerinde ziraat arazisi olarak kullanılan parsellerin, çoğunlukla küçük, çok köşeli ve tarımsal işletmelere göre dağılık olduğunu söylemek mümkündür. Bölgede araziler nüfus yoğunluğuna göre yetersiz olduğundan, kâr amaçlı tarımsal işletmeler yerine, küçük aile işletmeleri hakimdir. Çoğunlukla üretilen fındık olduğu için, aile fertlerinin gayretleri yeterli olmaktadır. Bu tür aile işletmelerinde önce ailenin ihtiyaçları karşılanır; artan ürün varsa pazarlanır. Bu yüzden sebze ve meyvecilikle birlikte bir iki de küçükbaş veya büyükbaş hayvan yetiştirilir. Bu sayede, tarla ve bahçelerin doğal gübre ihtiyacı da karşılanmış olur. Bölge iklimi narenciyeden arpa ve buğdaya kadar birçok çeşit ürünün yetiştirilebilmesi için uygundur. Fakat en çok ekilen mısır, fasulye, patates ve diğer bahçe türü mevsimlik sebzelerdir. Seracılık faaliyetleri de gittikçe yaygınlaşmaktadır (Bıyık, 2005). Eskiden tütün ekimi de yapılan yörede artık tütün ekimi neredeyse yapılmamaktadır. Mısır ekimi de özellikle son 20 yıllık süre zarfında önemli ölçüde azalmış ve ekim alanlarını ekonomik getirisi daha fazla olan fındık üretimine bırakmıştır. Havzanın orta-yüksek kademe köylerinde, hayvancılığın ağırlıklı ekonomik geçim kaynağı olduğu yerleşimlerde ot ve saman olarak yem bitkilerinin ekildiği de görülmektedir.

Havzada insanlar kendi ihtiyaçlarını karşılamak için tarım ürünü olarak mısır, patates, fasulye, lahana v.b. gibi çapa ürünleri ekmektedir. Ticari olarak sadece fındık tarımı yapılmaktadır. Hayvancılıkta herhangi bir teknik uygulanmamakta, geleneksel olarak sürdürülmektedir. Bu alanda otlak ıslah çalışmaları mevcut değildir. Havzada

düzensiz ve hiçbir koruma önlemi alınmadan yapılan tarımsal faaliyetler havzadaki doğal kaynaklar ve ormanlar üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır (Türker ve Dinçer, 1991).

Trabzon İlinin orman ürünleri üretiminde önemli yer tutan Değirmendere Havzası, tarım ve hayvancılığın yanında önemli ölçüde ormancılık faaliyetlerine de ev sahipliği yapmaktadır.

### **1.4.3. Endüstri ve Madencilik**

Havzadaki sanayi tesislerinin Değirmendere'nin Karadeniz'e kavuştuğu delta düzlüğü üzerinde yoğunlaşmasının esas nedeni olan düşük eğimli alana sahip olmasının yanında, Trabzon-Erzurum transit karayolu başlangıcında ve limana yakın olması ile Rize-Artvin illerini batıya bağlayan sahil karayolu kavşağında olmasının etkisi büyüktür (Kılıçaslan, 1994). Değirmendere Havzası madencilik açısından incelendiğinde, havzada kireçtaşı işletmeleri, bakır-kurşun-çinko işletmeleri, doğaltaş ve çimento hammaddeleri işletmelerinin bulunduğu görülmektedir.

Değirmendere havzası içinde yer alan çeşitli endüstriyel ve madencilik faaliyetleri; imalat (makine, süt, yem ve orman ürünleri, hazır beton tesisleri vb), depolar, şantiyeler, yakıt istasyonları, kırma-eleme ve taş ocağı tesisleri, sanayi siteleri, oto tamirhaneleri, çimento fabrikası vb. olarak sıralanabilir (Tüfekçi, 2005).

### **1.4.4. Hidroelektrik Santraller**

Havzadaki bütün hidroelektrik santraller (Tablo 1.13 ve Şekil 1.8) işletmeye alındığında, havzanın yıllık toplam enerji üretiminin yaklaşık %80'ini Saman, Cinali, Larhan, Kadahor, Amastal, Köprüyanı, Yaylabaşı, Cevher I, Sukenarı, Yüzüncü Yıl, Mavi, Karakaya ve Atasu hidroelektrik santralleri üretecektir. Toplam enerji üretimi bakımından en büyük hidroelektrik santraller, havzanın toplam üretiminin %22'si ile Saman ve Yaylabaşı HES'leridir. Bu hidroelektrik santral projelerinin hepsi yerüstü HES tipi olup, özel (yap-işlet-devret) mülktürler. Aynı zamanda Esiroğlu civarında bir kamu mülkü olan Atasu Barajı HES'inin de yapımı devam etmektedir. Değirmendere Havzası hidroelektrik santrallerin kurulu gücü toplam 192,88 MW; toplam enerji üretimi 556,90 GWh ve toplam güvenilir enerji üretimi 65,47 GWh'dir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı GeoData

Uygulamasından yararlanılarak oluşturulan havzadaki hidroelektrik santraller Şekil 1.8'de verilmiştir.

Tablo 1.13. Değirmendere Havzası'ndaki hidroelektrik santral projeleri

Projenin Tam Adı	Akarsu Adı	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh)	Firm Enerji (GWh)
Saman Reg. ve HES	Maçka Deresi	29,06	66,64	3,58
Cinali Reg. ve HES	Galyan Deresi	5,72	19,09	3,55
Larhan Reg. ve HES	Acısu Deresi	15,60	37,50	5,52
Kadahor Reg. ve HES	Altıntaş Deresi	9,36	23,34	0,66
Amastal Reg. ve HES	Amastal Deresi	11,49	34,84	0,98
Köprüyanı Reg. ve HES	Değirmendere	10,00	35,77	8,00
Tonya I-II Reg. ve HES	Kankar Deresi	2,50	10,51	2,56
Yaylabaşı Reg. ve HES	Yaylabaşı Deresi	26,02	57,54	0,87
Cevher I Reg. ve HES	Maden (Acısu)/Derintaş Deresi-Yurt	5,50	23,25	5,37
Cevher II Reg. ve HES	Maden (Acısu)	3,50	14,93	3,50
Arısu Reg. ve HES	Maden Deresi	3,16	13,70	2,54
Sukenarı Reg. ve HES	Değirmendere	7,74	24,62	3,43
Yüzüncü Yıl Reg. ve HES	Değirmendere-Kalyon Dereleri	12,20	30,99	2,34
Mavi HES	Değirmendere	10,50	27,32	5,32
Dereiçi HES	Acısu-Yayla Dereleri	3,67	12,30	2,56
Karakaya Reg. ve HES	Bekçiler ve Karahava Dereleri	8,51	20,03	1,51
Turnagöl I Reg. ve HES	Hamsiköy-Turnagöl Dereleri	2,00	4,56	0,29
Turnagöl II Reg. ve HES	Hamsiköy-Turnagöl Dereleri	4,14	9,91	2,47
Gagabeyaz Reg. ve HES	Hamsiköy-Katıkar Dereleri	-	-	-
Doğan Reg. ve HES	Şimşirli (Kuştu) Deresi	4,71	17,08	1,99
Biga I-II-III-IV Reg. ve HES	Meryemana-Gırlavu-Karahaya Dereleri	1,63	6,00	1,00
Meryemana Reg. ve HES	Meryemana Deresi	4,01	14,97	4,27
Mehmetli HES	Horten Deresi ve ve Yan Kolu	1,10	3,30	1,02
Kısmet Reg. ve HES	Kalyon-Mincanos Dereleri	2,06	6,97	0,84
Sümela HES	Katıkar-Saralım-Bodamış Dereleri	-	-	-
Atasu Barajı ve HES	Galyan Deresi	5,00	27,14	-
Derin HES	Acısu-Yayla Dereleri	3,70	14,60	1,30
TOPLAM		192,88	556,90	65,47



Şekil 1.8. Değirmendere Havzası hidroelektrik santraller

#### 1.4.5. Turizm ve Rekreasyon

Havza içerisinde doğal güzelliklere sahip çok sayıda mesire yerlerinin mevcut olması havzanın rekreasyon faaliyetleri açısından önemlidir. Ayrıca havzanın güneydoğusunda bulunan ve Gümüşhane İl sınırları içerisinde yer alan Çakırgöl yanındaki Çakırgöl Turizm Merkezi de havzanın turistik öğelerinden bir tanesidir. Maçka Şolma Turizm Merkezi de havzanın önemli bir diğer turizm sahasıdır. Havzanın en önemli turistik potansiyeline sahip Altındere Vadisi Milli Parkı (Şekil 1.9-a) da ülkemiz ve bölge turizmi açısından oldukça önemlidir.

Altındere Vadisi Milli Parkı, bölge ve Trabzon'un en önemli çekim noktalarından bir tanesidir. Yılda 100000'i aşkın yerli ve yabancı turist milli parkı ziyaret etmektedir. Özellikle orman, vadi ve akarsu peyzajlarının hakim olduğu kırsal rekreasyon alanlarının, doğa yürüyüşü, kampçılık, tırmanma ve doğa araştırması gibi aktivite potansiyeline sahip olması Altındere Vadisi Milli Parkı'nı turizm açısından önemli kılmaktadır. Ayrıca milli park içinde bulunan ve milli parkın doğa turizmi dışında asıl çekiciliğe sahip olmasını sağlayan Sümela Manastırı (Şekil 1.9-b) da havzanın en önemli tarihi yapıtlarından biridir (URL 4).



Şekil 1.9. a) Altındere vadisi milli parkı (URL 5). b) Sümele Manastırı (URL 6).

Havzada bulunan diğer tarihi manastırlar Sümele Manastırı kadar korunmuş olmasalar da turistik cazibe potansiyeline hala sahip bulunmaktadırlar. Bunlar Maçka Kiremitli Köyü çam ormanları yakınında bulunan Vazelon Manastırı ve Maçka İlçesi Esiroğlu Beldesi Şimşirli-Kuştul Köyü sınırları içerisinde bulunan Kuştul Manastırı'dır.

Değirmendere Havzası'nın kırsalında yaşayan insanların vazgeçilmez bir parçası olan yaylalar da turizm ve rekreasyon açısından doğa ve kültür turizmi kolunda oldukça büyük öneme sahiptir. Havzada, çeşitli yaylalarda yapılmakta olan yayla şenlikleri de turistik cazibe açısından önemlidir.

Havzanın bir çok doğal güzelliğiyle sahip olduğu turizm potansiyelinden bir tanesi de Maçka İlçesi Akarsu Köyü sınırları içerisinde bulunan ve büyük bir mağara olan Akarsu Köyü Mağarası'dır. Eskiden yerleşim yeri olarak da kullanıldığı içerisindeki kalıntılardan anlaşılan mağara da birçok odacık ve göz vardır. Bol miktarda sarkıt ve su varlığı bulunan mağara hakkında detaylı bir çalışma bulunmamaktadır (URL 7). Zigana Kayak Merkezi de havzanın kış turizmi açısından önemli bir değeridir.

#### 1.4.6. Koruma Alanları

Havzanın en önemli ve en büyük koruma alanı olan Altındere Vadisi Milli Parkı, 1987 yılında milli park ilan edilmiştir. 4800 ha alana sahip olan milli park, Maçka İlçe sınırları içerisinde yer alan Coşandere ve Altındere Köylerine yakın civardadır. Milli park alanı 909,5 ha orman ve orman içi açıklık, 3812 ha mera ve 78,5 ha iskan alanı olmak üzere toplam 4800 ha'dır. Milli park sınırları içerisinde yer alan Sümele Manastırı (Meryemana Manastırı) tarihi ve arkeolojik bir kaynak değer olarak çok önemli bir

değerdir. Milli park sahası içerisinde 135 bitki, 43 memeli hayvan ve 184 kuş, 181 böcek, 9 amfibi, 12 sürüngen ve 10 balık türünün yaşadığı tespit edilmiştir. Yılda yaklaşık 350000 turist ziyaret ettiği Altındere Vadisi Milli Parkı havza için çok önemlidir (URL 8).

Beşeri faaliyetlerle süratle tahrip edilen Değirmendere Havzası'nda Altındere Vadisi Milli Parkı gibi flora ve fauna çeşitliliği yüksek bir alanın koruma bölgesi olması çok önemlidir. Havzada ayrıca Şimşirli Köyü yakınlarında doğal sit alanı, Akarsu Köyü ve Ortaköy yakınlarında da doğal-arkeolojik sit alanı bulunmaktadır.

Ayrıca havzada Altındere Vadisi Milli Parkı'nın kuzeydoğusunda ağaçlandırma ve erozyonla mücadele koruma alanları mevcuttur. Çeşme Deresi menbasının üst kısımlarında da ağaçlandırma alanı bulunmaktadır. Tamamı havzada olmamakla birlikte Maçka'nın kuzey-kuzeybatı istikametinde yaklaşık 5000 ha alanında bir de özel avlak alanı bulunmaktadır. Trabzon ve çevresi içme suyunun sağlandığı Atasu Barajı'nın çevresinde de yaklaşık 2000 ha'lık bir tampon bölgesi mevcuttur.

## **1.5. Değirmendere Havzası'nın Sosyo-Ekonomik Yapısı**

### **1.5.1. Genel**

Trabzon kenti, Kalkınma Bakanlığı'nın 2010 yılında hazırlamış olduğu çeşitli demografik, istihdam, eğitim, sağlık, mali, ulaşım ve yaşam kalitesi göstergelerinin dikkate alındığı sosyo-ekonomik gelişmişlik araştırması sıralamasında üçüncü kademe (ortalamaya yakın yüksek) bulunmakta ve iller sıralamasında da 31. sırada yer almaktadır.

Trabzon istihdam göstergelerinin pek çoğunda ülke ortalamalarından daha olumlu değerlere sahiptir. 2010 yılı verilerine göre, işsizlik oranı Trabzon'da 6,3 olurken ülke ortalaması 11,9'dur. Trabzon işsizlik oranının en düşük olduğu dokuz ilden biridir. İşgücüne katılım oranı bakımından da Trabzon 81 il içerisinde 11'inci sırada bulunmaktadır. Ancak Trabzon'da işgücü göstergelerinin yüksek görünmesinin nedenlerinden birisi de göç veren iller arasında yer almasıdır. 2010 yılı verilerine göre, Trabzon'un net göç hızı binde -9,7 olmuştur. Trabzon en fazla göç veren 23' üncü ildir. Trabzon'un eğitim ve sağlık altyapı göstergeleri ülke ortalamasının üzerinde olmakla birlikte, okuryazar oranı, okuryazar kadın nüfus oranı gibi göstergeleri Türkiye ortalamasından düşüktür. Buna karşın, yüksek okul veya fakülte mezunlarının 22 ve üzeri yaş nüfusa oranı Trabzon'da ülke genelinden daha yüksektir. 2010 yılı itibarıyla, söz

konusu göstergede Trabzon'un oranı yüzde 9,4 iken ülke ortalaması yüzde 8,8'dir (Kalkınma Bakanlığı, 2013).

### **1.5.2. Demografik Yapısı**

Bölgesel araştırmalarda nüfus yapısının tespit edilmesi, bölgede yapılacak yatırımlar ve hizmetler bakımından büyük önem teşkil etmektedir (Kılıçaslan, 1994).

Değirmendere Havzasının, Trabzon İli Ortahisar ve Maçka İlçesini; Çağlayan, Akoluk, Çukurçayır, Atasu ile Esiroğlu beldelerini ve 80 köy yerleşimini içerdiği, yerleşim alt başlığında belirtilmişti.

1960-1990 yılları arasında şehir merkezinde nüfus artışı gözlenirken, köylerin %73'ünde nüfus azalması yaşanmıştır. Azalış daha çok orta ve yüksek kademe köylerinde (havzanın menba kısmında) görülmekte, artış ise aşağı yükselti kademesindeki (havzanın mansap kısmındaki) köy yerleşmelerindedir. Özellikle 0-500 m seviyelerinin oluşturduğu %6'lık alanda bölge nüfusunun %60'ı yaşamaktadır (Kılıçaslan, 1994).

Yaklaşık 100000 kişinin ikamet ettiği Değirmendere Havzası'nda yerleşimlerin 1965-2012 yılları arasındaki nüfus değişimi incelendiğinde kırsaldan kente bir göç hareketinin söz konusu olduğu söylenebilir. Genel olarak havzadaki köy yerleşmelerinin nüfusunun azaldığı ve ilçe-belde merkezlerinin nüfuslarının arttığı gözlenmektedir. Köy yerleşimlerinde tarım alanı kısıtlılığının yanı sıra, belde ve ilçe merkezlerinin şehirsal alana yakınlık ve transit karayolu üzerinde olması gibi sebeplerden dolayı köylerden ilçe-belde merkezlerine nüfus kayması olduğu görülmektedir. Çağlayan, Çukurçayır ve Esiroğlu belde nüfuslarının ise yüksek oranda artmasının sebebi köylerden göç almalarının yanında elverişli konumlarından ötürü yakın köylerin bu beldelere bağlanmasıdır. Ortahisar İlçesi hariç havzadaki yerleşimlerin nüfusunun 47 yıllık süreçte % 4,6 azaldığı görülmektedir. Ortahisar ilçe nüfusu ise bu zaman zarfında % 272'lik bir büyüme kaydetmiştir. Bu da gösteriyor ki havza nüfusunun yaklaşık % 80'i havzanın mansap kısmında dar bir alanda yaşamaktadır.

### **1.5.3. Eğitim Durumu**

Trabzon İli 2012 yılı eğitim durumu incelendiğinde, Ortahisar ilçesinde Trabzon'un toplam nüfusuna oranla daha iyi bir eğitim durumu olduğu görülmektedir. Maçka ilçesinde



ise eğitim durumu tam tersine Trabzon toplamına göre biraz daha geri seviyededir. Hem Ortahisar ilçesinde hem de Maçka ilçesinde ilçe merkezleri, belde ve köy yerleşimlerine oranla daha iyi eğitim durumuna sahip popülasyona sahiptir. Değirmendere Havzası büyük çoğunlukla Maçka ve Ortahisar İlçe sınırları içinde yer aldığından özellikle bu iki ilçe ele alınmıştır. Havza nüfusunun yaklaşık %6'sı okuma yazma bilmemekle beraber %26'sı ilkokul, %4'ü ortaokul, %16'sı ilköğretim, %19'u lise ve %12'si de yüksek öğretim mezunudur.

#### **1.5.4. Ekonomik Yapısı**

Trabzon sanayisi var olan potansiyeline rağmen yeterince gelişmemiştir. Türkiye genelindeki sanayileşme hareketinin gerisinde kalmış bu nedenle de sanayi sektörünün istihdama katkısı düşüktür. Ekonomisi ağırlıklı olarak tarıma dayalı ve tam olarak sanayileşmemiş bir yapı görülmektedir. GSYİH'sı içerisinde sanayi sektörü, tarım, ticaret, ulaştırma ve haberleşme ile devlet hizmetlerinden sonra yer almaktadır. İl'de büyük ölçekli üretim tesisi yok denecek kadar azdır. Bunun en önemli nedeni arazi yapısının büyük ölçekli sanayi tesisinin kurulmasına elverişli olmamasıdır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

Havzanın tarımsal ekonomik gelir kaynağı olarak fındık üretimi başı çekmektedir. Sanayi sektöründe de tarımsal etkinliği fazla olan fındığın, fındık entegre tesisiyle havzada önemli bir ekonomik yeri bulunmaktadır. Havzada bulunan diğer önemli sanayi tesisleri çimento ve döküm fabrikası ile hazır beton tesisleridir.

İmalat sanayi içinde gıda sanayi yatırımları belirgin olarak diğer yatırımlardan ayrılmaktadır. İmalat sanayi içinde fındık, un ve kepek, süt ürünleri, balık yağı ve unu, hazır giyim, mefruşat, ayakkabı, kereste, beton direk, mobilya, lastik ve plastik ürünler, otomotiv yan sanayi ürünleri, çimento, sac ve bıçak sayılabilir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

Değirmendere Havzası'ndaki sanayi tesislerinin bir çoğu gıda ve inşaat sektöründe faaliyet göstermekle birlikte orman ürünleri, tekstil ve plastik sektörlerinde faaliyet gösteren sanayi tesisleri de mevcuttur. Ortahisar ilçesinde endüstriyel istihdam 2500-5000 kişi, Maçka ilçesinde ise 200-1000 kişi aralığındadır (Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2011).

Trabzon ekonomisinde ticaret önemli bir sektördür. Tarihi ipek yolu üzerinde bulunması yüzyıllar boyu doğudan İran'a, kuzeyde Rusya ve Kafkasya'ya bir ticaret kapısı olmuştur. 19. Yüzyılda gelişen Avrupa Endüstrisinin yakın doğu ile bağlantısının kurulmasında köprü vazifesini başarıyla yerine getirmiştir. Bölgesinde meydana gelen yeni yapılanmalar ve oluşmakta olan yeni ekonomik düzende de bulunduğu coğrafi konumu ülkemizin dördüncü büyük limanı, uluslar arası hava limanı, serbest bölgesi, üniversiteleri, modern spor tesisleri ve doğal güzellikleriyle geçmişteki misyonunu bugün de devam ettirecek niteliktedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

Havzanın sahip olduğu en önemli ekonomik potansiyel Trabzon Limanı ithalat ve ihracat faaliyetlerine dayanmaktadır. Çünkü havza İran, Ermenistan ve Azerbaycan gibi ülkelerin öncelikli Avrupa ve dünyayla bağlantısını sağlayan transit yolu bünyesinde bulundurmaktadır. Hatta zikredilen ülkelerin yanında Orta Asya Türk devletlerinin de ticaret faaliyetleri açısından Avrupa ve dünyayla bağlantısını sağlayabilecek potansiyele sahip olan Trabzon Limanı için Değirmendere Havzası'ndan geçen transit yol çok önemlidir. Ülkemizin diğer ülkelerle bu anlamda güzel ilişkiler kurması Trabzon ve bölge için gelecekteki en önemli ekonomik atılım kaynağı olacaktır. Trabzon Limanı'nda, Akdeniz üzerinden dünyaya açılma imkanı sağlamasının yanında Ren-Main-Tuna nehir kanalıyla da Kuzey Denizi'ne ulaşma imkanına sahip bulunan Karadeniz'in en önemli limanı olmaya aday bir potansiyel mevcuttur. Ülkemizin yakın zamanda gerçekleştirmeyi planladığı Trabzon Limanı ve iç kesimlerin bağlantısını sağlayacak olan hızlı tren hattı, diğer ülke tren hatlarıyla birleşerek yük taşımacılığında uluslararası bir öneme sahip olacaktır. Bu şekilde tarihi İpek Yolu güzergahı tekrar canlanacak ve Trabzon ekonomisi de bundan büyük ölçüde fayda sağlayacaktır. Elbette bu ticari faaliyetlerin planlanması ve yürütülmesinde Değirmendere Havzası stratejik bir konumda olacaktır.

İhraç edilen ürünlerin % 91.8'i tarım, % 8.24'ü sanayi, % 0.68'i madencilik ürünlerinden oluşmaktadır. Tarım ürünleri içinde ilk sırayı fındık ve mamulleri ikinci sırayı ise yaş meyve, sebze almaktadır. İhracat yapılan ülke sayısı 89'a ulaşmıştır. Bunlar Rusya Federasyonu, Fransa, Almanya, İtalya, Kanada, Polonya, Belçika, Gürcistan, İsviçre, Hollanda, Birleşik Krallık ve diğer ülkelerdir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012). 2012 yılında ithalat miktarı 284 022 879 TL, ihracat miktarı ise 1 979 960 758 TL olan Trabzon'da kişi başına düşen yıllık ortalama gelir 10000 \$'ın üstündedir (URL 9).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde 1. bölümde bahsedilen Değirmendere Havzası'nın bazı fiziksel karakteristikleri hesaplanmış ve sunulmuş; ayrıca havzada büyük zararlara neden olan sorunlar ele alınmıştır.

### 2.1. Jeomorfolojik Yapısı

#### 2.1.1. Havza Alanı, Çevresi ve Ağırlık Merkezi

Bir akarsu için belli bir kesitin üzerinde kalan ve aldığı yağışın tamamı yüzeysel akış olarak o kesitten geçen alana bu akarsuyun o çıkış noktası için “akarsu havzası alanı” (su toplama havzası, drenaj havzası) denir. Havza alanı, ölçekli bir harita üzerinden planimetre ile ölçülerek elde edilebilir (İstanbulluoğlu, 2005). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleriyle de tespit edilebilir. Değirmendere Havzası alanı 1053 km<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

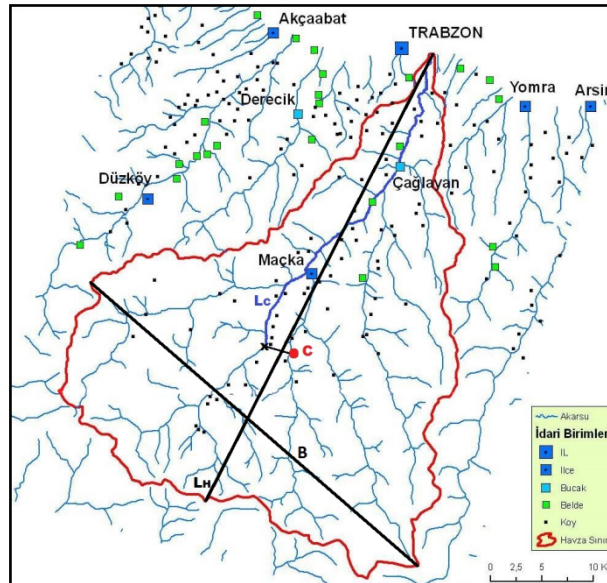
Çıkış noktasından başlayarak, havzayı komsu havzalardan ayıran ve arazideki en yüksek noktalardan geçtiği kabul edilen sınıra “havza çevresi” (su ayırım çizgisi) denir. Havza çevresi, ölçekli bir harita üzerinden eğri ölçer (körvimetre) ile ölçülebilir (İstanbulluoğlu, 2005). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla da belirlenebilir. Değirmendere Havzası'nın çevresi 177,855 km olarak ölçülmüştür.

Havzanın ağırlık merkezi parametresi, Snyder ve DSİ Sentetik Birim Hidrograf elemanlarının elde edilmesinde kullanılmaktadır. Havza ağırlık merkezinin ana su yolu üzerine dik izdüşümünden havza çıkışına kadar olan uzaklık ( $L_c$ ) olarak tanımlanan uzaklıktır. Bu mesafe kısaldıkça, pike ulaşma süresi kısalmaktadır ve pik debisi artmaktadır. Değirmendere Havzası'nın ağırlık merkezi Maçka Kırantaş köyü civarına rast gelmektedir. Değirmendere ana nehir koluna ağırlık merkezinden dik inilerek elde edilen  $L_c$ ; 37,275 km olarak ölçülmüştür.

### 2.1.2. Havza Biçimi

Havzanın biçimi, belirli geometrik şekillere (kare, daire, vs.) benzerlik ile ifade edilir. Havzanın biçimi hidrografın şeklini ve pik debisini etkilediği için önemlidir. Havzanın biçimini belirlemek için çeşitli boyutsuz büyüklükler kullanılabilir (Türkyılmaz, 1996; İstanbulluoğlu, 2005). Bir havzanın şeklinin, akım hidrografının şekli ve pik değere etkisi büyüktür. Aynı yağışa maruz kalan aynı alana sahip yuvarlak bir havza ile uzun bir havzanın davranışları aynı olmaz. Uzun havzadan daha yayvan ve pik değeri daha düşük bir hidrograf oluşur. Aynı şekilde üçgene benzer şekildeki bir havzada, havza çıkışının köşede olması, kenar ortasında olmasından elde edilen hidrografa göre daha geç ve düşük pik debi değeri gösterir (Usul, 2001).

Havza şekli, havza alanı büyüdükçe farklı görünüm almaya beraber küçük havzalarda genellikle -Değirmendere'de olduğu gibi- armut biçimini andırmaktadır. Havza şekli suların havzayı terk etme süresini, drenaj sistemini ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İnce uzun havzalarda suların boşalma zamanı daha geç, sel ve taşkın olma tehlikesi daha azdır. Havza uzunluğu ( $L_H$ ) ve havza genişliği ( $B$ ) simgeleri ile gösterilmiştir. Uzunluk ana dereye yaklaşık paralel olarak ve havzanın en uzak iki noktasını birleştirecek şekilde belirlenmektedir. Genişlik ise havza eninde en uzak iki noktayı birleştirecek şekilde oluşturulmaktadır (Yılmaz, 2010).



Şekil 2.1. Değirmendere Havzası uzunluğu, genişliği ve ağırlık merkezi

Değirmendere Havzası uzunluğu ( $L_H$ ) 47,073 km; havza genişliği (B) de 42,567 km olarak ölçülmüştür (Şekil 2.1). Havza genişliği, havzanın bir dikdörtgen olduğu kabul edilerek  $A/L_H$  şeklinde de hesaplanmaktadır. Bu şekilde hesaplandığında havza genişliği ( $W_H$ ) 22,370 km olarak bulunmuştur.

Form faktörü (havza görünüm oranı), bir havzaya düşen yağışın derelere ulaşma hızı ve zamanını etkileyen bir havza karakteristiğidir. Havzanın ortalama genişliğinin havzanın uzunluğuna bölünmesi suretiyle elde edilir (Özhan, 2004). Havzanın uzunluğu, havzadaki suların çıkış noktası ile havzanın kaynak tarafında sırtlarda bulunan en uzak nokta arasındaki yatay mesafe olarak hesap edilir. Bir havzadaki form faktörü genelde 1'den küçük çıkar. Örneğin; küçük form faktörüne sahip havzalarda şiddetli bir yağışın havzadaki uzun eksenin ( $L_H$ ) tamamını kapsama ihtimali, alanı aynı fakat büyük form faktörüne sahip olan bir havzaya nispetle daha azdır (Aydın, 2009). Havza form faktörü, havzada sel ve taşkın olma tehlikesini etkilemektedir. Havza alanı ve form faktörü küçüldükçe sel ve taşkın tehlikesi de azalmaktadır (Yılmaz, 2010).

$$F = \frac{B}{L_H} = \frac{42,567}{47,073} = 0,904 \quad (2.1)$$

F: Form faktörü

B: Havza genişliği (km)

$L_H$ : Havza uzunluğu (km)

Havzanın çevre uzunluğunun, havza ile aynı alanda bir dairenin çevre uzunluğuna oranına Gravelius katsayısı (sıkışıklık indisi) denir. Bu katsayının değeri büyüdükçe havzanın biçimi daireden uzaklaşır (Bayazıt, 2011).

$$K = \frac{P}{\sqrt{A}} = 0.28 \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right) = 0.28 \left( \frac{177,855}{\sqrt{1053}} \right) = 1,535 \quad (2.2)$$

K: Gravelius katsayısı,

P: Havza çevresi (km),

Ç: Havza ile aynı alana sahip daire çevresi (km),

A: Havza alanı ( $\text{km}^2$ )

Havza ana akarsu kolunun talveg (yatağın en derin noktalarını birleştiren çizgi) boyunca ölçülen uzunluğunun karesinin, havza alanına oranlandığı boyutsuz tanımlamaya

şekil faktörü denir (Özhan, 2004). Bu faktör birden büyük bir değere sahiptir. Form faktörüne benzeyen bu özellik havza alanı ile uzunluğu arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.

Bu katsayının değerinin büyük olması havzanın uzun ve dar olduğunu gösterir. Genellikle büyük havzalarda daha büyük değerler alır (Bayazıt, 2011).

$$\zeta = \frac{L^2}{A} = \frac{60,705^2}{1053} = 3,500 \quad (2.3)$$

Ş: Şekil faktörü

A: Alan (km<sup>2</sup>)

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (km)

Dairesellik oranı, havzaların şeklini saptamada kullanılmaktadır. Havzanın alanının, havzanın çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Özhan, 2004). Jeolojik yapı bakımından homojenlik gösteren küçük havzalarda bu oran, 0.6-0.7 arasında değişmekte ve havza şekilleri arasında büyük bir benzerlik görülmektedir (Hızal, 1984). Buna karşılık, nispeten heterojen bir jeolojik yapıya sahip havzalarda bu oran daha uzun bir havza şeklini temsil ederek 0.4-0.5 arasında değişebilmektedir (Aydın, 2009). Dairesellik oranı havzanın şeklinin kendi çevresine eşit bir daireye benzerlik oranı olarak düşünülebilir. Havza daireye ne kadar benzeşirse, havzanın genişlik ve uzunluk değerleri yaklaşmaktadır (Yılmaz, 2010). Değirmendere Havzası dairesellik oranı 0,4-0,5 aralığında olup heterojen bir jeolojik yapı özelliği göstermektedir. Değirmendere Havzası'nın dairesellik oranına bakılarak havza şeklinin nispeten bir daire yapısına benzediği söylenebilir.

$$R_c = \frac{A}{A_c} = \frac{4\pi A}{P^2} = \frac{13232,388}{177,855^2} = \frac{13232,388}{31632,401} = 0,418 \quad (2.4)$$

R<sub>c</sub>: Dairesellik oranı

A: Alan (km<sup>2</sup>)

A<sub>c</sub>: Havzanın çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanı (km<sup>2</sup>)

P: Havza çevresi (km)

Uzama oranı (Schumm katsayısı), alanı havza alanına eşit bir dairenin çapının havza uzunluğuna oranı ile bulunur. Bu oran havzanın dar veya geniş olduğunu gösteren bir parametredir. Uzama oranı bire eşit veya birden küçük olup dağlık havzalarda küçük

değerler alırlar (Özhan, 2004). Bu katsayının değeri 0,6-1,0 arasında değişir (Bayazıt, 2011). Değirmendere Havzası'nın uzama oranı da küçük çıkarak dağlık havzalarda uzama oranının küçük olduğu hipotezini doğrulamaktadır.

$$E = S = \frac{R}{L_H} = \frac{2\sqrt{(A/\pi)}}{L_H} = \frac{2\sqrt{(1053/\pi)}}{47,073} = 0,778 \quad (2.5)$$

E: Uzama oranı

S: Schumm katsayısı

R: Alanı havza alanına eşit bir dairenin çapı (km)

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

L<sub>H</sub>: Havza uzunluğu (km)

Havza biçim faktörü, havza alanının havza genişliği ve ana akarsu kolu uzunluğunun çarpımına bölümüyle elde edilir. Havzanın biçim faktörü, biçimsel yapı açısından fikir veren önemli göstergelerden biridir.

$$m = \frac{A}{B*L} = \frac{1053}{42,567*60,705} = 0,408 \quad (2.6)$$

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

B: Havza genişliği (km)

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (km)

Havzanın kareye benzeyip benzemediğini gösteren şekil indisi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$SI = \frac{L_H}{B} = \frac{47,073}{42,567} = 1,106 \quad (2.7)$$

L<sub>H</sub>: Havza uzunluğu (km)

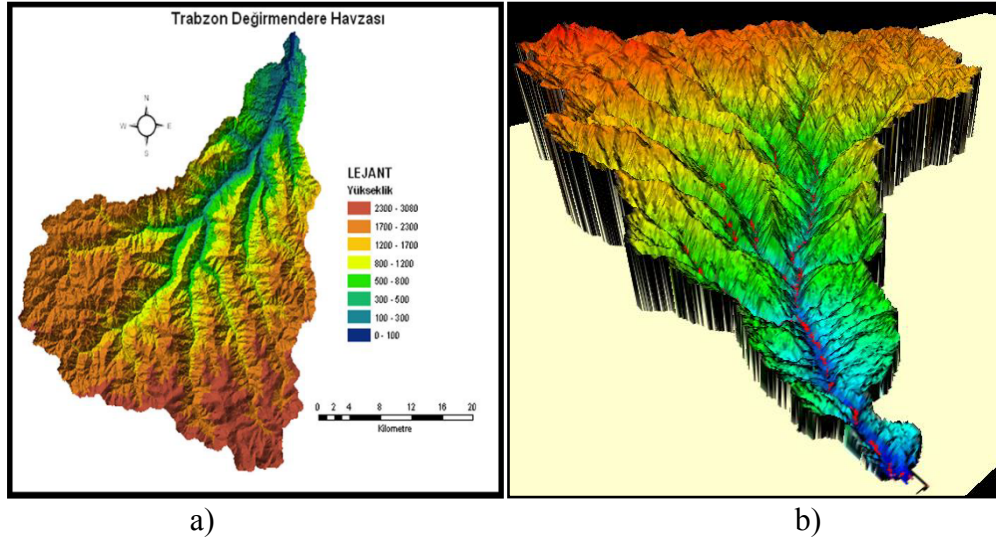
B: Havza genişliği (km)

### 2.1.3. Yükselti, Eğim ve Bakı Yapısı

Bir sahanın yükselti, eğim ve bakı yapısı o sahanın bütün coğrafi, beşeri ve ekonomik faaliyetlerini büyük oranda etkilediğinden incelenmeleri önem arz etmektedir.

#### 2.1.3.1. Yükselti Yapısı

Havza alanı, temelde Doğu Karadeniz Dağları'nın orta bölümünde bulunmaktadır. Havza doğu-batı doğrultusunda kıyıyı gören bir yay gibi uzanan, kenarlardan başlayarak iç kısımlara doğru yükselti seviyesi değişen bir yapı (Şekil 2.2) oluşturmaktadır. Doğudan itibaren Horos Dağları (Taşoluk Tepesi-2420 m, Ayeser Tepesi-2423 m) yayın batı kanadını, Kalkanlı Dağları (2193 m), Nişan Dağı (3082 m) orta kısmını ve Fırın Dağı (2706 m) ile Karabakan dağlık kütle (2550 m) de dağlık alanların doğu kanadını oluşturmaktadırlar. Bu yaya bütünüyle Kalkanlı Dağları adı da verilmektedir (Kılıçaslan, 1994).



Alanda güneyden kuzeye doğru ilerleyen Değirmendere ve yan kollarının oluşturduğu yamaçlar genellikle 30-40 dereceye varan eğime sahiptir. Kuzeyden güneye doğru gidildikçe yükseltileri artan tepeler çok sayıdaki kuru ve sulu yan vadilerle



birbirinden ayrılmıştır. Kuzeyden güneye doğru havzanın en önemli yükselteleri; Kışla, Mangal, Çatak, Zayonbaşı, Kondu, Cuma ve Taşlı Tepeleri ve Kolat Dağları'dır. Havza, kuzeyden güneye doğru deniz seviyesinden 2500 m'lere kadar yükselen topoğrafik bir yapıya sahiptir (Dilek vd., 2004). Sahilden iç kesimlere doğru ilerledikçe yamaçlar daha dikleşmekte ve bu topografya tarımsal alanları kısıtlamaktadır. Nispeten az eğimli alanlarda tarla tarımı yapılmakla beraber, havzanın alt kısımlarında en yaygın bitki örtüsü fındıklıklardır. Havzanın üst alanlarında ise ağırlıklı olarak orman alanları bulunmaktadır (Bıyık, 2005). Havza topraklarının % 42'si ormanla, % 40'ı da mera ve yaylak alanları ile kaplıdır. Tarıma elverişli alanlar ise havzanın % 17'sini oluşturmaktadır (K.T.Ü., 2007).

Havza reliyefi arttıkça havza yüzeysel sularının havzayı terk etme suresinin kısaldığı, derelerde akan su hızının yükseldiği ve sel, taşkın, erozyon tehlikesinin yükseldiği yaklaşımı yapılabilir (Yılmaz, 2010). Havzanın en alçak noktası -Değirmendere Havzası'nda da olduğu gibi- genellikle havza çıkışıdır. Değirmendere Havzası maksimum yüksekliği 3082 m (Nişan Dağı), minimum yüksekliği ise havza çıkışında 0 m'dir. Havzanın maksimum reliyefi ( $h_{\max}-h_{\min}$ ) 3082 m'dir. Değirmendere Havzası ortalama yüksekliği (Tablo 2.1) aşağıda iki şekilde hesaplanmıştır.

$$h_{\text{ort},1} = \frac{h_{\max}-h_{\min}}{2} = \frac{3082}{2} = 1541 \text{ m} \quad (2.8)$$

Tablo 2.1. Değirmendere Havzası eşyüksele eğrileri-alan bilgileri

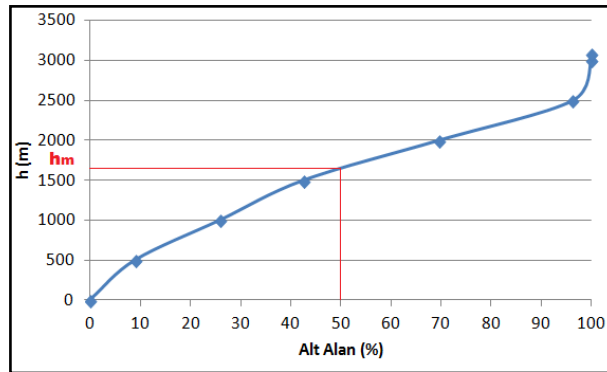
Eşyüksele Eğri Aralıkları (m)	Alan (km <sup>2</sup> )	Alan (%)	Alt Kümülatif Alan (%)
0-500	94,952	9,02	9,02
500-1000	177,952	16,90	25,92
1000-1500	175,628	16,68	42,60
1500-2000	283,528	26,93	69,53
2000-2500	281,598	26,74	96,27
2500-3000	38,678	3,67	99,94
3000-3082	0,664	0,06	100
Toplam	1053	100	

$$h_{\text{ort},2} = \frac{\sum a_i e_i}{A} = \frac{(94,952*250)+(177,952*750)+(175,628*1250)+(283,528*1750)+(281,598*2250)+(38,678*2750)+(0,664*3041)}{1053} = 1533,61 \text{ m} \quad (2.9)$$

$a_i$ : Eşyüksekti eğrileri arasında kalan alan ( $\text{km}^2$ )

$e_i$ : Eşyüksekti eğri aralığının ortalama yüksekliği (m)

Ortalama yükseklik iklim, eğim ve bitki örtüsü gibi etmenlere etki yaparak dolaylı olarak rol oynayan bir özelliktir (Hoşgören, 2004). Ortalama yükseklik özellikle yağış miktarı ve türü üzerinde etkili olmaktadır. Diğer taraftan orman ve bitki örtüsü özellikleri yükselti ile doğrudan ilişkilidir (Yılmaz, 2010). Ortalama yükseklik özellikle havzadaki yağış miktarını ve sıcaklık derecesini etkiler, bitki örtüsü ve kar örtüsü de kot ile ilişkilidir (Bayazıt, 2011). Hipsometrik eğri (Şekil 2.3) havza alanının yükseklikle değişimini gösteren önemli bir grafikdir. Ortalama havza ve medyan yüksekliklerinin bulunmasında kullanılmaktadır. Medyan yüksekliği (Değirmendere Havzası için  $h_{\text{medyan}} = 1650$  m) kümülatif havza alan yüzdesinin o kotun üstünde ve altında eşit olduğu yüksekliktir. Yani medyan yüksekliğinin üstünde de havza alanının %50'si, altında da havza alanının %50'si bulunmaktadır. Ortalama havza ve medyan yükseklikleri bize havzanın yükselti yapısı hakkında anahtar bilgiler vermekte ve yükseltinin etkisini göz önüne alırken fikir vermektedir. Değirmendere Havzası için hipsometrik eğri, eşyüksekti eğrilerinin altında kalan alanlar olarak oluşturulmuştur. Dolayısıyla maksimum kotunun altında havza alanının tamamı, minimum kotunun altında da hiç alan olmadığından,  $h=3082$  m'ye karşılık %100 kümülatif alan;  $h=0$  m'ye karşılık da %0 kümülatif alan değeri bulunmaktadır. Aynı şekilde hipsometrik eğri, yükseklik değerlerinin üstünde kalan alanlar şeklinde de oluşturulabilirdi. O zaman eğri, şimdiki konumundan y eksenine (düşey) göre simetrik şekilde olurdu. Yani maksimum yüksekliğin üstünde hiç alan olmayacağından eğri %0'dan başlar ve minimum yüksekliğin üstünde havza alanının tamamı olacağından 0 kotunda kümülatif alan %100 olurdu.



Şekil 2.3. Değirmendere Havzası hipsometrik eğrisi

### 2.1.3.2. Eğim Yapısı

Topografik özellikler içerisinde bulunan eğim, gerek hidrolojik gerekse su erozyonu bakımından büyük önem taşımaktadır. Havzanın ortalama eğimi ise yüzeysel akış oluşmasında ve dolayısıyla dere akımına ait hidrografın şekli ve pik akım oluşumunda önemli bir etkidir (Aydın, 2009). Arazi eğimi erozyon, toprak derinliği, toprağın tekstürü, yüzeysel akış, arazi kullanım biçimi ve bitki örtüsü gibi birçok özelliği etkilediği için araştırılmıştır. Ayrıca eğim arazi sınıflandırılmasında temel veri olarak kullanılmaktadır (Çepel, 1995).

Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesi olan Doğu Karadeniz'de bulunan Değirmendere Havzası'nın, topoğrafik ve jeolojik şartları da taşkın ve heyelan riskini arttırmaktadır. Havzanın eğimi (Tablo 2.2 ve Şekil 2.4) özellikle üst kotlarda çok yüksektir. Maçka ilçe merkezine kadar çok dik eğimle gelen nehir kolları, bu merkezde birleşip çok daha az bir eğimle Karadeniz'e ulaşmaktadırlar (Uçar, 2010). Eğimin yüksek olması ve beraberinde getirdiği toprak kalınlığının az olması havzanın büyük bir kısmının tarıma elverişsiz olmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde eğim, havzadaki sediment taşınımı, taşkın, toprak akması ve heyelan riskinin alınan bol yağışlarla büyük ölçüde artmasını sağlamaktadır.

Tablo 2.2. Değirmendere Havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı (Uçar, 2010).

Eğim Sınıfları (%)	Eğim Değerleri (%)	Alan (km <sup>2</sup> )	Alan (%)
Düz ve düze yakın (0-2)	0-2	34,749	3,3
Az eğimli (2-5)	2-5	16,848	1,6
Orta eğimli (5-10)	5-10	61,074	5,8
Çok eğimli, dik (10-20)	10-20	247,455	23,5
Çok dik (20-30)	20-30	334,854	31,8
Sarp (30-45)	30-40	285,363	27,1
Çok sarp (>45)	40-50	60,021	5,7
	50-60	12,636	1,2
Toplam		1053	100

Değirmendere Havzası eğim sınıflarına bakıldığında, havzanın daha çok dik, çok dik ve sarp meyilli alana sahip olduğu görülmektedir. Eğim değerlerinin alansal ağırlıklı ortalaması alınarak havzanın ortalama eğimi şu şekilde hesaplanmıştır.

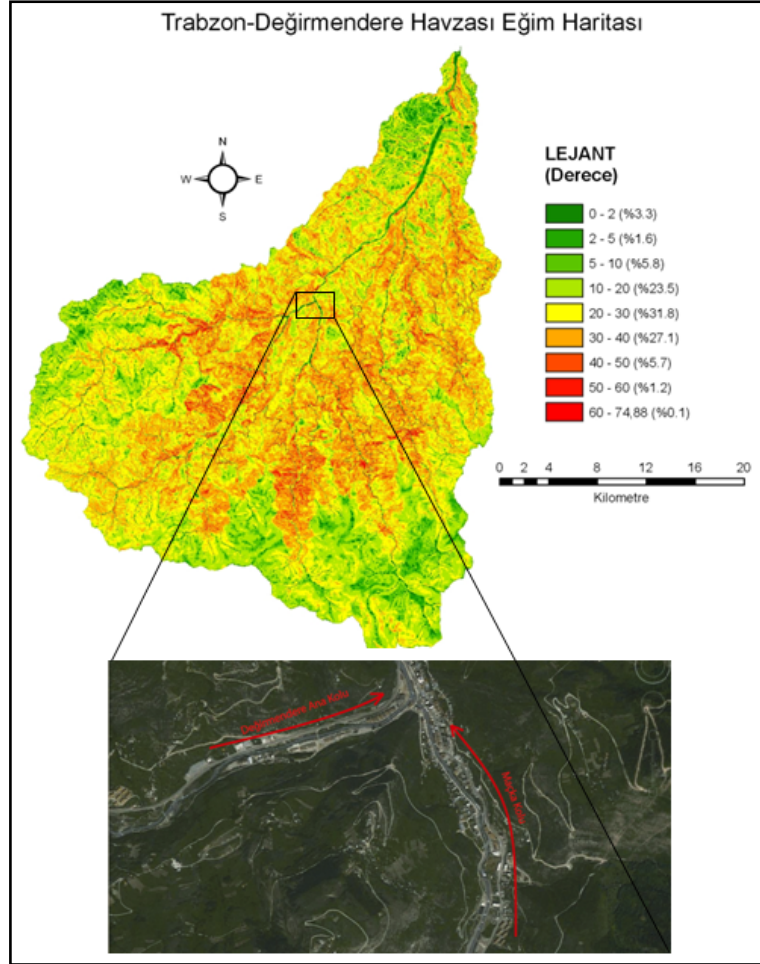
$$S_H(\%) = \frac{\sum s_i a_i}{A} = \frac{(1 \cdot 34,749) + (3,5 \cdot 16,848) + (7,5 \cdot 61,074) + (15 \cdot 247,455) + (25 \cdot 334,854) + (35 \cdot 285,363) + (45 \cdot 60,021) + (55 \cdot 12,636)}{1053} = \frac{26018,577}{1053} = 24,71 \quad (2.10)$$

$a_i$ : Eğim değerleri arasında kalan alan ( $\text{km}^2$ )

$e_i$ : Eğim değerleri ortalaması (%)

A: Havza alanı ( $\text{km}^2$ )

Havzanın ortalama eğimi %24,71 olarak bulunmuştur. Havzanın geneli bu eğim değeri ile sınıflandırıldığında havza çok dik meyilli bir arazi olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.4. Değirmendere Havzası eğim haritası (Uçar, 2010).

Havzanın eğim haritasına bakıldığında, havza alanının büyük bir kısmının eğiminin % 20'in üzerinde olduğu görülmektedir. Havza toplam alanında küçük bir yer tutan Karadeniz'den Çağlayan'a kadar olan alanın ve havzanın güneybatı ile güneydoğu kısımlarındaki dağların platoları dışında eğimin % 20'in altına düştüğü görülmemektedir. Eğim analizi kent, ulaşım, tarım ve sanayi gibi beşeri faaliyetlerin planlanmasında da önemli yer tutmaktadır.

Havzanın ortalama eğimi, topoğrafik bir haritadan tesviye çizgilerinin toplam uzunluğunun (l) (Tablo 2.3) iki tesviye çizgisi arasındaki kot farkı (d) ile çarpımının havza alanına bölünmesi ile de bulunmaktadır. Üçüncü bir yöntemle havza ortalama eğimi, maksimum reliyefin havza alanının kareköküne oranıyla yaklaşık olarak hesaplanmaktadır. Havzanın eğimi arttıkça akışın yıl içindeki dağılımının düzensizleştiği, geçiş süresinin küçüldüğü ve birim alandan gelen maksimum debinin arttığı görülmektedir (Bayazıt, 2011).

Tablo 2.3. Değirmendere Havzası eşyüksekti eğrileri uzunluğu

Kontur Çizgisi	Uzunluk (km)
500	115,386
1000	202,887
1500	210,579
2000	224,041
2500	69,232
3000	3,846

$$S_{H,1} = \frac{d \sum l}{A} = \frac{0,500[115,386+202,887+210,579+224,041+69,232+3,846]}{1053} = \frac{412,986}{1053} = 0,39 = \%39 \quad (2.11)$$

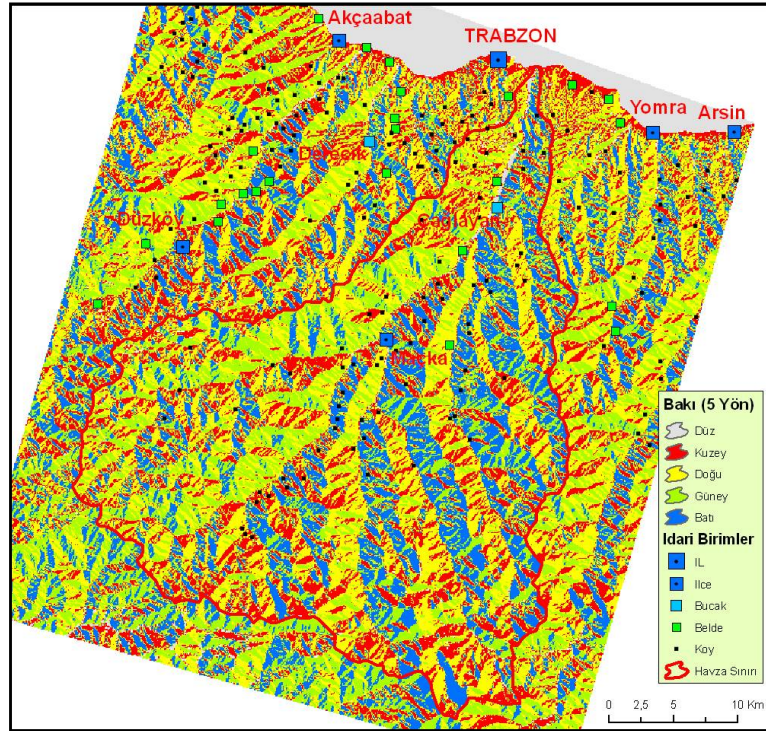
$$S_{H,2} = \frac{(z_{\max} - z_{\min})}{\sqrt{A}} = \frac{3,082}{\sqrt{1053}} = 0,095 = \%9,5 \quad (2.12)$$

Değirmendere Havzası ortalama eğim hesaplamalarına bakıldığında üçüncü formül yaklaşımının çok sağlıklı sonuç verdiğini söylemek mümkün değildir. İkinci formülasyonla havzanın ortalama eğimi %39 bulunmuştur. Bu eğim değeri de havzanın ortalama eğimi olarak önceden bulunan %24,7 değerinden fazla olarak bulunmuştur. Bu fark, büyük ihtimalle  $S_{H,1}$  hesaplanırken kontur çizgi uzunluklarının ölçekli haritadan ölçülmesindeki hata paylarından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak anlaşılmaktadır ki, Değirmendere Havzası gayet yüksek eğim değerine sahiptir ve alanlarının çoğu dik, çok dik ve sarp meyilli arazilerden teşekkül etmektedir.

Akım miktarı, gecikme ve geçiş süreleri, sızma ve buharlaşma miktarları gibi hususlarda etkili olan bir özellik olan eğim, havza için oldukça önemli bir parametredir (Hoşgören, 2004).

### 2.1.3.3. Bakı Yapısı

Havzanın genel bakısı (Şekil 2.5) su üretimi, bitki örtüsü çeşitliliği, buharlaşma, güneşlenme ve özellikle karların erime hızı ve zamanı açısından önemli bir özelliktir (Yılmaz, 2010).



Şekil 2.5. Değirmendere Havzası bakı haritası (K.T.Ü., 2007).

Toprak oluşumu ve bitki örtüsü çeşitliliği gibi faktörlere etki etmesinin yanında bakı yapısı, özellikle yerleşme ve tarım alanlarının dağılışını büyük oranda etkilemektedir. Tarımsal faaliyet ve ürün çeşitliliği üzerinde de önemli etkilere sahip olan bakı durumu, Kuzey Yarım Küre'de olan ülkemizde güneşli gün sayısının fazla olmasından dolayı yerleşimin genelde güney yamaçlarına kurulmasını sağlamaktadır. Güneşlenme süresinin uzun olmasından dolayı aynı yükseklikte güneye bakan yamaçlar, kuzeye bakan yamaçlara

göre 1-2°C daha sıcaktır. Kuzey yamaçlarının güneşlenme süresi ve şiddeti daha az olduğundan ötürü, güney yamaçlarına nispetle daha fazla yağış almaktadır. Bu da kuzey yamaçlarındaki toprağın daha nemli olmasını sağlamaktadır. Toprak nemi fazla olan kuzey yamaçlarında güney yamaçlarına göre yağışın daha az sızmaya maruz kalarak yüzeysel akışa daha fazla katkı sağlayacağı yaklaşımları yapılabilir. Dolayısıyla havzada kuzey yamaçlarının fazla olması sızmanın azalmasına ve yüzeysel akışın artmasına katkı sağlamaktadır. Değirmendere Havzası'na bakıldığında, kuzey yönüne bakan yamaçların güney yönüne bakan yamaçlara oranla biraz daha fazla alan kapladığı söylenebilir.

## 2.2. Hidrolojik Toprak Grupları

A. B. D. Toprak Koruma Servisi (USDA) tarafından 1951 yılında havza eğri numarasının (curve number) tespit edilmesi için hidrolojik toprak (zemin) grupları belirlenmiştir. Havza eğri numarası (CN), akış yada sızma tahminleri için kullanılan ampirik bir parametredir. CN değeri, havzanın hidrolojik toprak grubu, arazi kullanım yapısına, bitki örtüsüne ve yağışın başlangıcındaki nem miktarına bağlı olarak potansiyel akımı gösteren bir veridir. CN değeri 0-100 arasında değerler alır ve havzanın CN değerinin düşük olması havzada düşük akış potansiyelinin (yüksek geçirimsizlik), yüksek olması da yüksek akış potansiyelinin (düşük geçirimsizlik) olduğunu gösterir. Hidrolojik toprak gruplarının tanımı (Tablo 2.4) ve bazı arazi kullanım durumlarına göre CN değerleri (Tablo 2.5), Değirmendere Havzası hidrolojik toprak grupları ve CN değerinin (Tablo 2.6) belirlenmesi için aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2.4. Hidrolojik toprak gruplarının tanımı (USDA, 1951).

A Grubu	En düşük akım potansiyeli: Derin kum, derin lős, topraklanmış silt. En yüksek geçirimsizliğe sahip topraklar (çok kumlu zeminler).
B Grubu	Oldukça düşük akım potansiyeli: Sığ lős, kumlu lem. Oldukça yüksek geçirimsizlik (kumu çok kili az zemin, derince bitkisel toprak).
C Grubu	Oldukça yüksek akım potansiyeli: killi lem, sığ kumlu lem, organik maddesi az toprak ve genelde kili bol toprak. Oldukça düşük geçirimsizlik (kumu az kili çok zemin, sığ bitkisel toprak).
D Grubu	En fazla akım potansiyeli: Islanınca önemli ölçüde şişen topraklar, ağır plastik kil ve bazı tuzlu topraklar. En düşük geçirimsizliğe sahip topraklar (çok ağır killi veya kayalık zemin).

Tablo 2.5. Çeşitli arazi kullanım durumlarına göre CNII değerleri (AMCII, Ia=0,2S) (USDA, 1972).

Arazi Kullanım Tarifi	Hidrolojik Toprak Grupları			
	A	B	C	D
Otlak: Kötü durumda	68	79	86	89
İyi durumda	39	61	74	80
Mera (Çayır): İyi durumda	30	58	71	78
Orman: Zayıf örtü (maki)	45	66	77	83
İyi örtü (orman)	25	55	70	77
Yerleşim Birimleri				
%65 geçirimsiz	77	85	90	92
%38 geçirimsiz	61	75	83	87
%30 geçirimsiz	57	72	81	86
%25 geçirimsiz	54	70	80	85
%20 geçirimsiz	51	68	79	84
Sanayi bölgeleri	81	88	91	93
Ekili alan: Korunmasız	72	81	88	91
Korunmalı	62	71	78	81
Kaplamalı alanlar	98	98	98	98

Değirmendere Havzası büyük toprak grupları incelendiğinde, havzanın büyük bir kısmının gri-kahverengi podzolik toprakları hakimiyetinde olduğu görülmektedir. Kapladığı alan büyüklüğü açısından ikinci sırada ise yüksek dağ-çayır toprakları bulunmaktadır. Havzada fazla alan kaplamamakla beraber sarı-kırmızı podzolik topraklar, kayalıklar ve alüvyal topraklar da mevcuttur. Silikat killerin biriktirdiği horizona sahip olan gri-kahverengi ve sarı-kırmızı podzolik topraklar, geçirimsizlik özelliklerinden dolayı hidrolojik toprak grubu olarak C sınıfına girmektedirler. Aynı şekilde yüksek dağ çayır toprakları da killi yapısından dolayı sızmanın yavaş, geçirimsizliğin düşük olmasından ötürü C hidrolojik toprak grubuna dahil olmaktadır. Kayalık alanlar ise neredeyse tamamen geçirimsiz yapıda olduklarından en fazla akım potansiyeline sahip D grubu kabul edilmektedir. Acısu-Meryemana ve Maçka-Değirmendere dere kavşakları ile Değirmendere'nin ağız bölümünde (denize döküldüğü yerde), derelerin taşıdığı sedimentasyon nedeniyle alüvyal birikmeler meydana gelmektedir. Bu alüvyal toprak tabakası, genelde ince taneli malzemedir (kum, vs.) olduğu ve suya doygunluk yüzdesi yüksek olduğu için B grubu hidrolojik toprak sınıfına girmektedir. Yani bu toprak sınıfında sızma ve geçirimsizliğin nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Değirmendere Havzası topraklarının neredeyse tamamında geçirgenlik ve sızma düşük değerlerde gerçekleşerek yüksek akım potansiyeli özelliği göstermektedirler. Değirmendere Havzası tamamen C grubu hidrolojik zemin sınıfına sahip olarak kabul edilebilir.



Tablo 2.6. Değirmendere Havzası arazi kullanım yapısı ve CN değerleri

ARAZİ KULLANIM YAPISI	ALAN (ha)	ALAN (%)	CN <sub>II</sub> DEĞERLERİ			
			A	B	C	D
Orman Alanı	44348	%42.58	25	55	70	77
Mera Alanı	41250	%39.60	30	58	71	78
Tarım Alanı	17503	%16.80	72	81	88	91
Diğer Alanlar (Yerleşim, vs.)	1063	%1.02	77	85	90	92
Toplam Alan	104164	%100	-	-	-	-

Havzada farklı arazi kullanım yapıları mevcut olduğundan havzanın CN<sub>II</sub> değeri, alan oranları kullanılarak bütün havzayı temsil edecek şekilde bulunmaktadır.

$$CN_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n (CN_i * A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{70*44348+71*41250+88*17503+90*1063}{104164} = \frac{7669044}{104164} = 73,62 \quad (2.13)$$

### 2.3. Hidrografik Yapısı

Değirmendere Havzası'nın akarsularının oluşumu, dağılımı, yer üstündeki ve altındaki hareketi, özellikleri ve bu özelliklerin zaman ve coğrafi konumla değişimi ve çevre ile olan ilişkisi bu bölümde incelenecektir.

#### 2.3.1. Drenaj Karakteristikleri

##### 2.3.1.1. Yöney

Yöney, genel anlamda ana akarsu kolunun akım yönüdür. Dikdörtgen kabul edilebilen havzalarda yöney maksimum yükseklikten minimum yüksekliğe olan yön olarak alınır. Ana akarsu kolunun çizdiği eğri yöneyden 45°'den fazla bir açı yapıyorsa tek bir yöney değeri vermek yerine bileşen yöneyler verilmelidir. Yöneyin rüzgar yönü ve şiddeti, donma-çözülme ile ilgisi bulunabilirse önemi artar (İstanbuluoğlu, 2005). Değirmendere ana akarsu kolu genel olarak kuzeydoğu yönünde akmaktadır.

### 2.3.1.2. Akarsu Kolları Uzunluğu ve Eğimi

Havza alanı ve akarsu ana kolu arasında Eagleson (1970) ve Horton (1936) birbirine benzer iki bağıntı ortaya koymuşlardır. Değirmendere Havzası bu iki bağıntıya göre incelediğinde, havzanın Eagleson'un bağıntısına uyduğu görülmektedir.

$$L = 1,73 \times A^{0,5} = 56,138 \text{ km} \quad \text{Eagleson (1970)} \quad (2.14)$$

$$L = 1,27 \times A^{0,6} = 82,653 \text{ km} \quad \text{Horton (1936)} \quad (2.15)$$

( $L_{\text{değirmendere ana kolu}}=60,705 \text{ km}$ )

Değirmendere ve yan kollarına ait akarsu uzunlukları ile bu kollara bağlanan toplam dere uzunlukları Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7. Değirmendere ve yan kollarına ait akarsu uzunlukları ile toplam dere uzunlukları

Dere Adı	Dere Uzunluğu (km)	Ana ve Yan Kollara Bağlanan Küçük Derelerin Toplam Uzunluğu ( $L_{NS}$ ) (km)	TOPLAM
Değirmendere Ana Kolu	60,705	110,760	171,465
Maçka Deresi	27,264	28,755	56,019
Şimşirli Deresi	17,466	3,195	20,661
Galyan Deresi	33,015	22,365	55,380
Karadağ Deresi	13,206	9,159	22,365
Acısu Deresi	27,690	38,340	66,030
Meryemana Deresi	27,477	22,791	50,268
Toplam	206,823	235,365	442,188

Taşkın hesaplarında esas dikkate alınan eğim, havza ana nehir kolu eğimidir. Akarsuyun eğimi dere akış hızını direkt olarak etkiler ve eğim arttıkça akış hızı da artar. Konsantrasyon zamanı ve pik akımlar da eğim tarafından etkilenmektedir (Özhan, 2004).

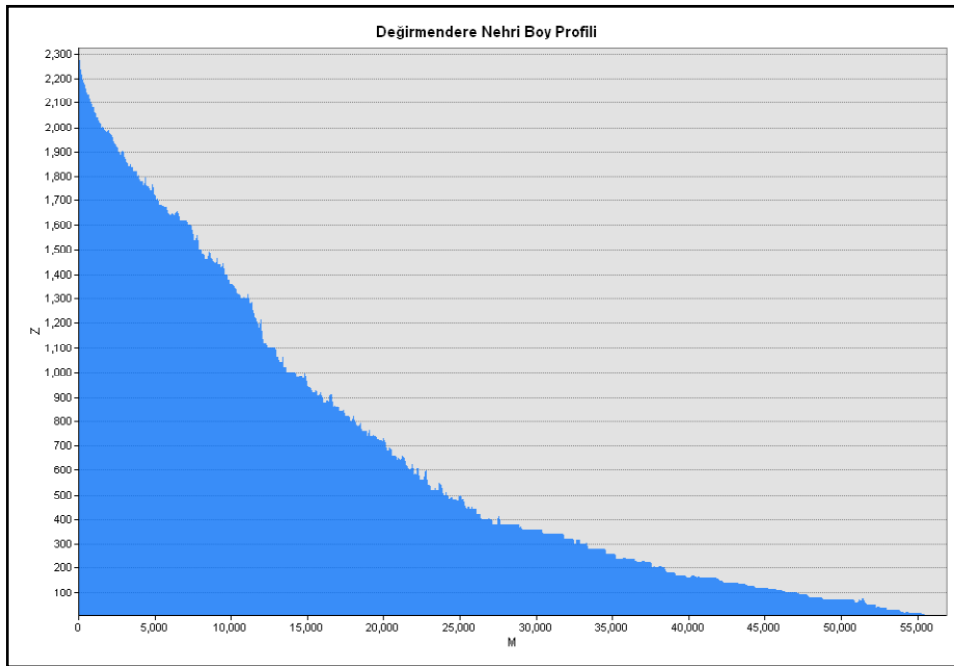
Akarsu eğiminin tespit edilmesinde, birinci yöntem harmonik eğim olarak adlandırılır. Harmonik eğimin bulunmasında öncelikle ana dere on eşit parçaya bölünür. Havza ana dere yatağı boyunca belirtilen aralıklarla kot değerleri bulunur. Kot farkı (H), yatay mesafe (L) ve  $S_i$  değerleri başlangıca uzaklık ve kot değerlerinden yararlanarak bulunur. Bulunan bu değerlerle oluşturulan çizelge aracılığı ile de ana derenin harmonik eğimi hesaplanır (Cürebal, 2004). İkinci yöntem ise birçok ülkede yaygın olarak kullanılan

Benson tarafından geliştirilen yöntemdir. Hammer and Kichen (1981)'e göre bu yöntemle havza çıkış noktasından itibaren kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğu saptanır. Ana dere uzunluğunun %10'u ile % 85'i harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak adlandırılmaktadır. Değirmendere ana nehir kolunun Benson'a göre eğim hesaplamaları aşağıdadır.

$$S_L = \tan \alpha = \frac{H_{0,10} - H_{0,85}}{0,75L} = \frac{1650^m - 75^m}{0,75 * 60705} = 0,0346 = \%3,5 \quad (2.16)$$

$S_L = \%3,5 < H/L = 2500/60705 = \%4,1$  olduğundan hesaplanan taşkın değerleri beklenenden küçük olacaktır (Özbek, 1989). Bu yüzden hesaplamalarda belirli bir güvenlik katsayısı kullanılması uygun olacaktır.

Değirmendere ana kolu için nehir boy profili (Şekil 2.6) belirlendiğinde, yüksekliğin nehir boyunca değişimi daha net anlaşılabilir. Değirmendere nehir havzasında daha yüksek bölgeler ana nehir kolunun doğusunda kalan bölgelerde (Kalkanlı Dağları civarında) bulunduğundan nehrin doğduğu bölgenin kotları yaklaşık 2300 m civarındadır (Uçar, 2010). Akarsuyun eğim değeri %3,5 civarında olmakla birlikte havzanın üst kısımlarında yaklaşık %7, denize dökülmeye yakın havzanın alt kısmında da %1,5 ortalama eğime sahip olduğu görülmektedir.



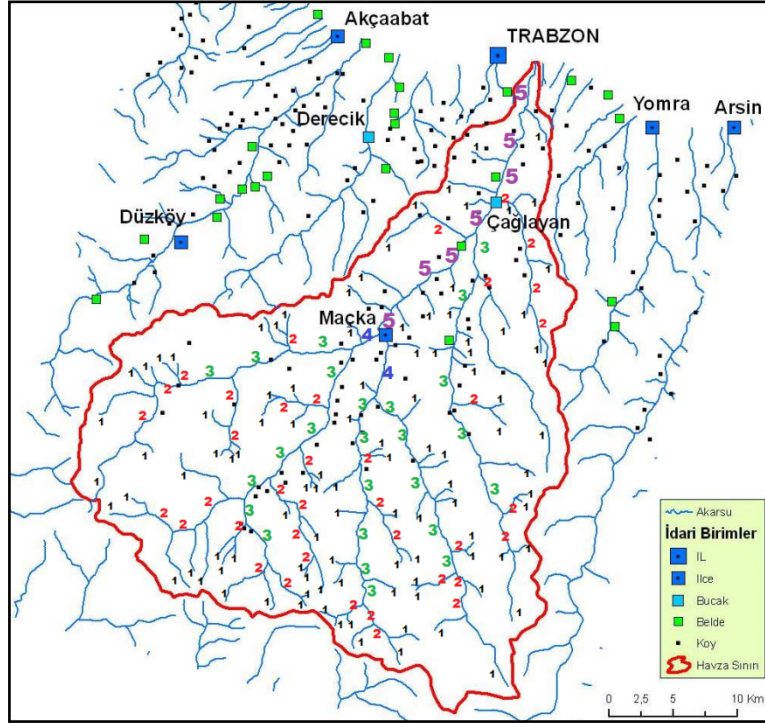
Şekil 2.6. Değirmendere ana nehir kolu boykesiti (Uçar, 2010).

Akarsu kolunun uzunluğu ve eğiminin yanında, drenaj karakteristiklerinden önemli bir tanesi olan pürüzlülük katsayısı, havza için şu şekilde değerler seçilebilir. Dere yatağının Manning pürüzlülük değeri bol sediment taşımamasından ötürü şehir merkezinde bu sınıfın en yüksek değeri olan  $n=0,030$  olarak alınabilir. Dere yataklarının yan yüzeyleri için; iki tarafı beton duvar iken  $n=0,022$ , tek tarafı beton duvar diğer tarafı ağaçlık iken  $n=0,026$ , iki tarafı da çalılık olan yüzeyler (genelde memba kısımları) için de  $n=0,045$  değerleri kullanılabilir. Evlerin bulunduğu taşkın yatakları için pürüzlülük değeri  $n=0,060$  olarak alınabilir (Uçar, 2010).

### 2.3.1.3. Nehir Kolu Numaralandırılması ve Çatallanma (Bifürkasyon) Oranı

Bir nehrin sabit veya geçici bütün kollarının oluşturduğu şebekeye akarsu ağı denir. Akarsu ağlarını incelemenin bir yolu akarsu kollarının derecelendirilmesidir. Havzanın veya ana kolun derecesi genellikle havza büyüklüğü, kanal ölçüleri ve akarsu debisiyle orantılıdır (Usul, 2001). Havza içerisindeki akarsu kolları büyüklüklerine bakarak bir hiyerarşik düzene göre sıralanmaktadır. Bu sıralama ile 1'den başlayan dere sırası ( $N_s$ ) dizileri oluşturulmaktadır. Fakat bu dere sırası çeşitli araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ifade edilmektedir. Strahler tarafından belirlen yöntemine göre yan kolu olmayan en küçük dereleri birinci sıra (1) şeklinde ifade edilmekte ve aynı nehir kol numarasına sahip iki dere birleştiğinde dere numarası artmaktadır. Shreve metodunda ise, yan kolu olmayan en küçük dereler birinci sıra (1) olarak adlandırılmakta ve nehir koluna herhangi bir kol birleştiğinde nehir kol numarası, birleşen kolların numarası toplamına artmaktadır. Her iki dere kolu sıra düzenlemesi yönteminde de akarsuyun ana kolu en yüksek sıra numarasını almaktadır. Bu iki yöntemden hariç Horton ve Scheidegger yöntemleri de mevcuttur. Değirmendere Havzası derelerinin numaralandırması Strahler yöntemine göre yapılmış ve Şekil 2.7'de sunulmuştur. Değirmendere ana nehir kolunun derecesi yani Değirmendere Havzası'nın akarsu kolu derecesi, Strahler yöntemine göre 5 olarak bulunmuştur.

Nehir kolu derecelendirmesi bir karşılaştırma olarak kullanılacaksa, havzalar için aynı ölçekli haritaların kullanılması ve ölçeğin dikkatli seçilmesi gerekmektedir (Usul, 2001).



Şekil 2.7. Değirmendere ve yan kolları Strahler Yöntemi derecelendirmesi

Kantitatif jeomorfolojide akarsu ağı dereceli bir akarsu sistemi ile tanımlanmaktadır. Bir akarsu ağını karakterize eden en önemli büyüklük Horton'un tarif ettiği çatallanma (bifürkasyon) oranıdır. İklim ve ana kaya tek tip olduğu takdirde akarsu gelişimi düzenli olmakta ve çatallanma oranı bir sıradan diğer bir sıraya doğru sabit bir değer göstermektedir (Atalay, 2006). Çatallanma oranı bir akarsu havzasının gelişme düzeyini ortaya koyduğu gibi, benzer jeolojik koşullara sahip diğer havzalarla karşılaştırılmasına da olanak sağlamaktadır (Hoşgören, 2004). Değirmendere Havzası için çatallanma oranı (Tablo 2.8) aşağıda iki farklı yöntemle hesaplanarak kıyaslanmıştır. Birinci yöntemde havzanın çatallanma oranı, herhangi bir derecedeki kolların sayısının bir sonraki derecedeki kolların sayısına bölümünün aritmetik ortalaması alınarak bulunmaktadır. İkinci yöntemde (yarı logaritmik grafik yöntemi) ise, derece sayılarına karşılık  $\log N_u$  grafiğindeki noktalara uydurulan grafik doğrusunun eğiminin tersi çatallanma oranını vermektedir. Bu yöntem Horton'un her dizideki yer alan akarsu kolu sayısının logaritmik olarak doğrusal bir çizgi meydana getirmesini öngördüğü sayısal modele dayanmaktadır.

Çatallanma oranı biliniyorsa yaklaşık olarak 2.17 eşitliğinden herhangi bir dizideki kol sayısı tespit edilebilmektedir. Yine aynı şekilde Horton'a göre tüm akarsu havzasındaki akarsu kollarının toplam sayısı da 2.18 eşitliğinden bulunabilmektedir (Hoşgören, 2004).

$$N_u = R_b^{(k-u)} \quad (2.17)$$

$N_u$ : u dizisindeki kol sayısı

$R_b$ : Çatallanma oranı

k: En büyük dizinin numarası

u: Kol sayısı bulunacak dizi numarası

$$N_u = \frac{R_b^k - 1}{R_b - 1} \quad (2.18)$$

Tablo 2.8. Değirmendere Havzası çatallanma (bifürkasyon) oranı

Strahler Metoduna Göre Dereceleri	Adet	log $N_u$	Çatallanma Oranı ( $R_B$ )
1	102	2,01	102/50=2,04
2	50	1,70	50/33=1,52
3	33	1,52	33/5=6,60
4	5	0,70	5/1=5,00
5	1	0	
TOPLAM			(2,04+1,52+6,60+5,00)/4=3,790

$$R_{B1} = \frac{\left(\frac{N_u}{N_u+1}\right)}{4} = \frac{\frac{102}{50} + \frac{50}{33} + \frac{33}{5} + \frac{5}{1}}{4} = 3,790 \quad (2.19)$$

$$\tan\alpha = \frac{1,70-0,70}{4-2} = 0,5 \quad (2.20)$$

$$R_{B2} = \log^{-1}(\tan\alpha) = 10^{\tan\alpha} = 10^{0,5} = 3,162 \quad (2.21)$$

Çatallanma oranı havzanın şekli hakkında bilgi verir, dolayısıyla havza çıkışındaki hidrografın şekline de ışık tutar. Bu oran büyüdükçe havza uzamakta ve dolayısıyla havza çıkışında daha yayvan bir hidrograf elde edilmektedir (Usul, 2001). Değirmendere Havzası çatallanma oranı iki farklı yöntemle hesaplanan sonuçların ortalaması olarak 3,476 (yaklaşık 3,5) olarak alınabilir.

#### 2.3.1.4. Drenaj Yoğunluğu ve Frekansı

Drenaj yoğunluğu 1 km<sup>2</sup>'ye düşen ortalama akarsu uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Havza içinde su taşıyan tüm doğal kolların toplam uzunluğunun havza

alanına bölünmesi ile elde edilmektedir (Özhan, 2004). Buradan da anlaşıldığı gibi drenaj yoğunluğu havzadaki birim alana düşen ortalama dere uzunluğunu ifade etmektedir (Aydın, 2009). Drenaj yoğunluğunun yüksek oluşu, iyi gelişmiş bir drenaj sistemini ve yüzeysel akışın daha az olduğunu gösterir (Atalay, 1986). Hızal (1984)'a göre genel olarak küçük drenaj yoğunluğu değerleri reliyefin alçak olduğu ve arazinin sık bir vejetasyonla kaplı bulunduğu havzalarda ve alt toprağın çok dayanıklı veya geçirgen olduğu bölgelerde görülmektedir. Buna karşılık büyük drenaj yoğunluğu değerleri ise daha ziyade dağlık ve vejetasyonun seyrek olduğu ve alt toprağın da dayanıksız veya geçirgenliğinin az olduğu yerlerde söz konusudur (Aydın, 2009). Drenaj yoğunluğu yaklaşık olarak 0,5-2,5 km/km<sup>2</sup> arasında değişir. Drenaj yoğunluğunun büyük olması halinde yağışın esas akarsuya varışı çabuklaşacağından taşkınların şiddeti artar (Bayazıt, 2011).

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{442,188}{1053} = 0,420 \quad (2.22)$$

$D_d$ : Drenaj yoğunluğu

L: Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

Drenaj frekansı yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısının havzanın alanına bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$D_s = \frac{N_s}{A} = \frac{130}{1053} = 0,123 \quad (2.23)$$

$D_s$ : dere frekansı (sıklığı)

$N_s$ : Yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısı

A: Havza alanı (km<sup>2</sup>)

Değirmendere Havzası alt havzaları drenaj yoğunluğu ve frekansı (Tablo 2.9) açısından incelendiğinde, Karadağ Deresi alt havzasının drenaj yoğunluğunun en yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bunun sebebi büyük ihtimalle havza alanının diğer alt havza alanlarına göre gayet küçük olmasıdır. Maçka, Galyan ve Altın Dere alt havzaları alan olarak birbirlerine yaklaşık eşitlerdir. Bu üç alt havzanın drenaj yoğunlukları ve frekansları incelendiğinde Altın Dere alt havzasının en iyi drenaj sistemine sahip olduğu

görülmektedir. Özellikle Maçka Deresi alt havzasının drenaj karakteristik değerleri oldukça düşüktür. Bu durum bu alt havzanın taşkın sularını drene etme özelliğinin diğer alt havzalara göre düşük olduğunu göstermektedir. Bu alt havzada drenaj sisteminin iyileştirilmesi çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Galyan Deresi alt havzası aşağı yukarı Altın Dere alt havzası drenaj özelliklerine sahiptir. Değirmendere ana nehir kolu alt havzasının drenaj karakteristikleri de Altın Dere alt havzasından sonra -Karadağ Deresi alt havzası sayılmadığı takdirde- havzanın en iyi drenaj sistemine sahip alt havzasıdır.

Tablo 2.9. Değirmendere Havzası alt havzaların drenaj yoğunluğu ve drenaj frekansı

Alt Havza Adı	Ana Dere Uzunluğu (km)	Yan Kollara Bağlanan Küçük Derelerin Toplam Uzunluğu ( $L_{Ns}$ ) (km)	TOPLAM (L)	Dere Sayısı ( $N_s$ )	A ( $km^2$ )	Drenaj Yoğunluğu ( $D_d$ )	Drenaj Frekansı ( $D_s$ )
Değirmendere Ana Kolu	60,705	110,760	171,465	52	388,53	0,441	0,134
Maçka Deresi	27,264	28,755	56,019	19	203,09	0,276	0,094
Galyan Deresi	50,481	25,560	76,041	15	187,64	0,405	0,080
Karadağ Deresi	13,206	9,159	22,365	6	44,15	0,513	0,136
Altın Deresi	55,167	61,131	116,477	38	229,59	0,507	0,166
Toplam	206,823	235,365	442,188	130	1053	0,420	0,123

### 2.3.1.5. Geçiş (Konsantrasyon) Süresi

Bir akarsu havzasının hidrolojik bakımdan en önemli özelliklerinden biri yüzeysel akışın havzanın en uzak noktasından çıkış noktasına varması için geçen zaman olarak tanımlanan geçiş (konsantrasyon) süresidir (Bayazıt, 2011). Bir başka tanımla geçiş süresi, havzanın çıkışa en uzak noktasına düşen yağmur damlasının çıkışa ulaşmaya kadar geçen süredir. Bu su damlası toprak üzerinden, küçük su yollarından ve sonunda büyük su yollarından geçerek havza çıkışına ulaşır. Yağış-akış ilişkisi için çok önemli olan geçiş süresini veren bir çok denklem vardır (Usul, 2001). Değirmendere Havzası geçiş süresi hesaplamaları çeşitli denklemlerle elde edilmiştir. Eğimin yüksek ( $> \%10$ ) ve havza alanının  $\%59$ 'undan fazlasının orman olduğu küçük kırsal (doğal) havzalarda geçiş süresi için hesaplamalarda çoğunlukla tercih edilen 1940 yılında ortaya konan ampirik Kirpich formülü aşağıda verilmiştir:



$$t_c = 0,0078 \left( \frac{L^2}{S_H} \right)^{0,385} = 0,0078 \frac{(60,705 * 3280,8399)^{0,77}}{0,066^{0,385}} = 267,23 \text{ dk} = 4,45 \text{ sa} \quad (2.24)$$

$t_c$ : Geçiş süresi (dk)

L: Drenaj alanının hidrolik (ana akarsu kolu) uzunluğu (ft) (1 km = 3280,8399 ft)

$S_H$ : Drenaj alanının lineer eğimi (ft/ft) ( $S_{\text{Değirmendere Havzası}} = 3,082/47,000 = 0,066$ )

Avustralya'da ve Kanada'da küçük havzalar için çok kullanılan Bransby Williams'ın 1977 yılında belirttiği denkleme göre geçiş süresi şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$t_c = \frac{21,3L}{A^{0,1} * S_L^{0,2}} = \frac{21,3 * 60,705 * 0,6214}{(1053 * 0,3861)^{0,1} * 53,19^{0,2}} = 199,01 \text{ dk} = 3,32 \text{ sa} \quad (2.25)$$

$t_c$ : Geçiş süresi (dk)

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (mil) (1 km = 0,6214 mil)

A: Havza alanı (mil<sup>2</sup>) (1 km<sup>2</sup> = 0,3861 mil<sup>2</sup>)

$S_L$ : Ana akarsu kolu lineer profil eğimi (m/km) ( $S_{\text{Değirmendere Havzası}} = 2500\text{m}/47 \text{ km} = 53,19$ )

A. B. D. Doğal Kaynakları Koruma Servisi (NRCS Gecikme Denklemi) tarafından 1972 yılında ortaya konan havza gecikme zamanı denklemine göre ise geçiş süresi aşağıda hesaplanmıştır.

$$t_L = L^{0,8} \frac{(s+1)^{0,7}}{1900 * w_s^{0,5}} = (60,705 * 3280,8399)^{0,8} \frac{[(3,7 * 0,3937) + 1]^{0,7}}{1900 * 24,71^{0,5}} = 206,81 \text{ dk} = 3,45 \text{ sa} \quad (2.26)$$

$$t_c = 1,67 * t_L = 345,37 \text{ dk} = 5,76 \text{ sa} \quad (2.27)$$

$t_L$ : Gecikme zamanı (dk)

$t_c$ : Geçiş süresi (dk)

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (ft) (1 km = 3280,8399 ft)

s: Potansiyel Havza Depolaması (inch) (1 cm = 0,3937 inç) ( $S_{\text{Değirmendere Havzası}} = 3,7 \text{ cm}$ )

$w_s$ : Havza ortalama eğimi (%)

Rasyonel Yönteme göre geçiş süresi de şu şekildedir:

$$t_c = 0,02 \left( \frac{L^{1,5}}{H^{0,5}} \right)^{0,77} = 329,19 \text{ dk} = 5,49 \text{ sa} \quad (2.28)$$

$t_c$ : Konsantrasyon zamanı (dk)

L: Yatak uzunluğu (m)

H: Yatağın başı ile sonu arasındaki kot farkı (m) ( $H_{\text{Değirmendere}}=2500$  m)

Avustralya Yağış ve Akış Kurumu (ARR) 1987 yılında geçiş süresini veren sadece havza alanı ile ilişkili (tek parametrelili) çok basit bir yaklaşım ortaya koymuştur.

$$t_c = 0,76A^{0,38} = 0,76 * 1053^{0,38} = 10,70 \text{ sa} \quad (2.29)$$

$t_c$ : Geçiş süresi (sa)

A: Havza alanı ( $\text{km}^2$ )

California Karayolları Kurumu 1960 yılında küçük dağlık havzalar için geçiş süresini şu şekilde ifade etmiştir.

$$t_c = \left(\frac{0,87L^3}{H}\right)^{0,385} = \frac{(0,87*60,705^3)^{0,385}}{2500^{0,385}} = 5,35 \text{ sa} \quad (2.30)$$

$t_c$ : Geçiş süresi (sa)

L: Ana akarsu kolu uzunluğu (km)

H: Yatağın başı ile sonu arasındaki kot farkı (m) ( $H_{\text{Değirmendere}}=2500$  m)

Değirmendere Havzası'nın çeşitli denklemlerle hesaplanan geçiş (konsantrasyon) süreleri karşılaştırma yapmak için Tablo 2.10'de sunulmuştur. 6 farklı yöntemle hesaplanan Değirmendere Havzası geçiş sürelerinin ortalaması 5,85 sa (yaklaşık 6 sa) olarak bulunmuştur. Hesaplama yöntemleri havzaların çeşitli özellikleri göz önüne alınarak ampirik olarak geçiş süresini tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Havzaların arazi örtüsü (kentsel, tarımsal, ormanlık vs.), eğim yapısı (havza eğimi, akarsu eğimi, dağlık yapı, düz olma durumu, vs.), alan ve ana akarsu kolu uzunluğu gibi çeşitli parametreler geçiş süresinin değerini etkilemektedir. Hesaplama yöntemlerinin uygun olduğu havza özelliklerinin tamamı veya bir kısmı Değirmendere Havzası'na uymadığından sonuçların belirli bir ağırlıklı yaklaşımı olmasına karşın farklı değerler çıkmıştır. Tablo 2.10'deki metodoloji kıyaslamaları neticesinde NRCS, Rasyonel ve California Yöntemlerinin Değirmendere Havzası'na uygun oldukları söylenebilir. Geçiş süresi taşkın hidrograf analizi ve taşkın erken uyarı sistemleri açısından taşkın yönetimde oldukça büyük öneme sahiptir.

Tablo 2.10. Değirmendere Havzası'nın çeşitli formüllerle hesaplanmış geçiş süreleri

Hesaplama Yöntemleri	Geçiş Süresi (t <sub>c</sub> ) (sa)
Bransby Williams Yöntemi	3,32
Kirpich Yöntemi	4,45
California Yöntemi	5,35
Rasyonel Yöntem	5,49
NRCS Gecikme Denklemi Yöntemi	5,76
ARR Yöntemi	10,70
Ortalama	5,85

Taşkın tekerrür aralığı arttıkça taşkına sebep olan yağış ve taşkın debisi miktarı büyüyeceğinden zeminin doygunluğu, akarsuyun hızı vs. gibi özelliklerden dolayı geçiş süresi de kısalmaktadır. Geçiş süresi taşkın tekerrür aralığına (Tablo 2.11) göre değişeceği için aşağıdaki gibi bir yaklaşım kabaca yapılabilir.

$$t_c(T) = \frac{t_c}{T^{0,02}} \quad (2.31)$$

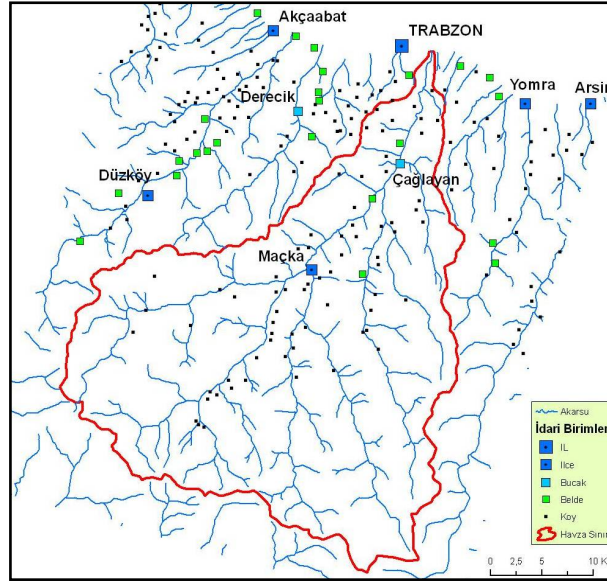
Tablo 2.11. Değirmendere Havzası'nın çeşitli tekerrür aralıklarına sahip taşkınların geçiş süreleri

T (yıl)	2	5	10	25	50	10 <sup>2</sup>	250	500	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Geçiş Süresi (t <sub>c</sub> ) (sa)	5,77	5,66	5,59	5,49	5,41	5,34	5,24	5,17	5,10	4,87

### 2.3.2. Akarsular, Kaynaklar, Göl ve Barajlar

Doğuş noktası Zigana Dağları olan Değirmendere'nin boyu, en uzun nehir kolu itibari ile 62 km'dir. Maçka Deresi ve Altındere ile Maçka'da birleşen Değirmendere, Esiroğlu mevkiinde Galyan Deresi ile birleşerek devam eder ve Trabzon'un Değirmendere mevkiinde denize dökülür (Kaleyci, 2004). Dağların su ayırma çizgisi (ortalama 2650 m) kıyıya oldukça yakın olduğundan (kuş uçuşu yaklaşık 60 km) havzada uzun boylu akarsular bulunmamaktadır. Nispeten kısa boylu bir akarsu olan Değirmendere'nin su toplama havzasındaki nehir kolları, eğim ve iklim koşullarından dolayı hızlı ve güçlü bir akışa sahiptir. Değirmendere'ye bir çok tali nehir kolları (Şekil 2.8) ulaşmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden birisi havzanın güneybatısında Horos dağlarından çıkıp Çatak köyünde Değirmendere'ye kavuşan Maçka Deresidir. Maçka Deresi, Taşoluk Tepesi kuzey yamaçlarında doğduğu kısımlarda Çeşme Deresi ismini almaktadır. Güneydoğuya

doğru havzanın yükselti seviyesi arttığı için, Değirmendere'nin en önemli kolunu oluşturan, Kolot Dağları'nın kuzey eteklerinden doğarak kuzeye doğru akan Acısu Deresi ile kaynağını Çakırgöl Dağları'ndan alan Meryemana Deresi'nin 500 m yükseltilerinde birleşerek oluşturdıkları Altıntaş Deresi, Maçka ilçe merkezinde Değirmendere'ye kavuşur. En doğudaki Galyan Deresi ise güneydoğuda Esiroğlu yakınlarında Değirmendere ile birleşir (Kılıçaslan, 1994).



Şekil 2.8. Değirmendere Havzası nehir kolları (K.T.Ü., 2007).

Havzanın zemininin faylı ve tabakalardaki tek yanlı kıvrımlı bir yapıya sahip olması, alınan bol miktardaki yağış sularının tabakalar arasında kolayca akış imkanı bulmasına neden olarak oldukça fazla yamaç kaynağı (pınar, göze) meydana gelmiştir. Bunlardan bir kısmı maden suyu niteliklerini taşımaktadırlar (Koç, 1991). Havzada çeşitli mineral madenlerin bulunması bazı maden suyu varlığının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bunlardan bir tanesi Yazılıtaş köyündeki Ziyaret Gölü madensuyudur (URL 11). İnceleme alanında çatlak ve faylara bağlı çok sayıda kaynak olmuştur. Bu kaynakların bazıları mineralli su (maden suyu) niteliğindedir. Mineralli su kaynaklarından Yanlıca ve Akoluk mahallelerinde bulunan kaynaklar yöre halkı tarafından içilmektedir (Gültekin vd., 2005). Maçka Hamsiköy-Güzelyayla ve Sukenarı mevkilerinde de işletilen madensuyu kaynakları bulunmaktadır. Maçka ilçesi Akarsu köyü yakınlarındaki Acısu da maden suyu sınıfına girmektedir (Trabzon Valiliği, 2010).

Havzanın depolama karakteristikleri; sızma, doğal çöküntü alanları (göller, birikintiler, vs.) ve insan yapısı depolama yapılarının (barajlar, regülatörler, vs.) bir fonksiyonudur (Uşul, 2001). Değirmendere Havzası'nın en önemli depolama unsurları Çakırgöl ve Atasu Barajı'dır. Havzadaki göl ve rezervuarların yüzey alanları toplamı yaklaşık 96 ha; yani toplam havza alanının (105300 ha) %009,1'ini kapsamaktadır. Bir havzada depolama alanları toplam havza alanının %1'inden büyükse depolamanın etkisi akarsu rejiminde göz önüne alınmalıdır. Değirmendere Havzası'nda depolama alan durumu bu sınır değerden çok küçük olduğu için depolamanın etkisi havza için ihmal edilebilir. Havzanın depolama yüksekliği, depolanan su hacminin (38,62 hm<sup>3</sup>) havza alanına (105300 ha) bölünmesiyle bulunmuştur. Havzanın potansiyel depolama yüksekliği 0,037 m (3,7 cm) olarak bulunmuştur.

Havzada bulunan Çakırgöl (Şekil 2.9-a), ismini aldığı Çakırgöl Dağı'nın (3034 m) kuzeye bakan yamaçlarında yaklaşık 2533 m yüksekliğinde yer alan bir buzul çanağına kurulmuş sirk gölüdür. Bir insan midesini andıran şekle sahip Çakırgöl'ün çevresi 1162 m civarında olup, yaklaşık olarak 250 m uzunluğunda, 200 m genişliğinde olan Çakırgöl 7 ha yüzey alanına sahiptir. Güneyinde yüksek kıyıları bulunmasına rağmen diğer kıyıları oldukça alçaktır. Eriyen kar sularının yanında, batısından karışan İncedere ve güneydeki 15-20 m yüksekliğindeki falezin 40-50 m gerisinden gözeler halinde çıkan 7-8 adet pınar şelaleler halinde Çakırgöl'e dökülmektedir. Yer yer 20 m'ye kadar ulaşan gölün derinliğinin büyük bir kısmı sığdır. Kuzeyinde yaklaşık 500 m genişliğinde ve göle oranla 5-8 m yüksekliğinde büyük bir moren seddi bulunmaktadır. Bu seddi yaran küçük bir derecik gölün fazla sularını boşaltmaktadır. Aşağıya doğru giderek genişleyen bu derecik, daha aşağı seviyelerde başka kollarla da birleşerek Meryemana Deresi adını alır (Beret, 1956).

Trabzon kenti içme suyu temininde başlıca yer üstü su kaynağı olan Değirmendere kullanılmaktadır. Kentin 2020 yılı nihai su ihtiyacı olan 120x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/yıl suyun tamamı bu kaynaktan temin edilecektir. Değirmendere dağlık alanlar, yaylalar ve tepelerden inen küçük dere ve ırmak suları ile beslenerek ortalama 300.000 m<sup>3</sup>/gün su kapasitesine ulaşır (Trabzon Valiliği, 1995). Trabzon'a hayat veren en yakın ve çok amaçlı kullanılan bu vadiden Trabzon'un şehir şebeke suyu alınmaktadır. Galyan Deresi üzerinde yapımı tamamlanan ve havzadaki tek baraj olan Atasu Barajı (Şekil 2.9-b), Trabzon'un içme suyunu sağlamaktadır (K.T.Ü., 2007). Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü tarafından 400 milyon TL maliyetle inşa edilen Atasu Barajı'nın gövde yüksekliği 118

metre ve toplam gövde hacmi 4 milyon 650 bin metreküptür. 28 Aralık 2010 tarihinde su tutmaya başlayan Atasu Barajı ile 15 Mayıs 2011'den bu yana Trabzon'un su ihtiyacı karşılanmaktadır. 35 milyon 750 bin metreküp su depolama kapasitesine sahip olan barajdan, yılda 91 milyon 250 bin metreküp su temin edilebilmektedir. Trabzon Ortahisar İlçesi ile 20 km'lik bir çapı kapsayan alanda (Akçaabat ve Yomra İlçeleri) 885 bin kişinin 2045 yılına kadar içme suyu ihtiyacının karşılanacağı öngörülen barajdan, yapımı devam etmekte olan hidroelektrik santral aracılığıyla yılda 27 milyon kilowatt.saat enerji üretilmesi planlanmaktadır (URL 13).



Şekil 2.9. a) Çakırgöl (URL 12). b) Atasu Barajı (URL 13).

Atasu (Galyan) Barajı kentin 17 km güneyinde Değirmendere deresini besleyen ana kollardan biri olan Galyan deresi üzerine kurulmuştur. Trabzon Ortahisar İlçesi, Trabzon ilinin 14 km batısında bulunan Akçaabat ilçesinin ve 13 km doğusunda yer alan Yomra ilçesinin içme ve kullanma sularının temininin bu barajdan elde edilmesi hedeflenmektedir. Trabzon ili ve çevresinin su ihtiyacını sağlayan Atasu baraj gölünün en yüksek su seviyesinde ki göl alanı 882.000 m<sup>2</sup>, göl hacmi 39.2 hm<sup>3</sup> ve toplam depolama hacmi 35.8 hm<sup>3</sup>'dür (Altun ve Ünver, 2005).

### 2.3.3. Akım Özellikleri

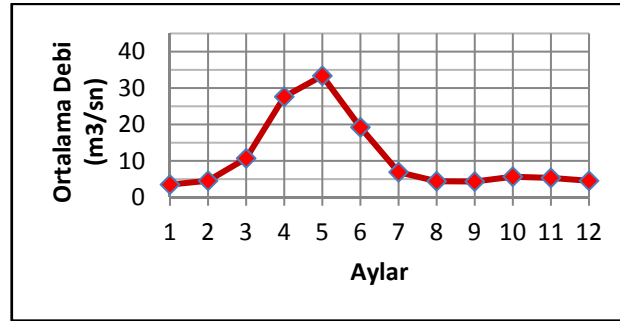
Değirmendere'nin akım şartlarını, bir taraftan alınan bol yağış, diğer taraftan da gerideki yüksek dağların üzerindeki kar ve buzların erimesi belirlemektedir. Akım miktarının yıl içerisindeki gidişatının Ocak ayından itibaren artış gösterdiği, karlarında erimeye başlamasıyla genelde Mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaştığı ölçülmektedir. Bu

aydan itibaren akım seviyesi hızla düşmekte ve Ağustos ayından sonra istikrarlı bir düşük akım gidişine ulaşmaktadır (Kılıçaslan, 1994).

Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü verilerine göre drenaj alanı 1061 km<sup>2</sup> ve ortalama su potansiyeli 560 hm<sup>3</sup>/yıl olan Değirmendere'nin yıllık ortalama debisinin 10,85 m<sup>3</sup>/sn olduğu görülmektedir (Tablo 2.12 ve Şekil 2.10).

Tablo 2.12. Değirmendere ortalama debi verileri

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /sn)	3,51	4,54	10,70	27,62	33,36	19,23	6,92	4,42	4,35	5,67	5,34	4,54	10,85
Ortalama Akış Verimi (L/sn/km <sup>2</sup> )	3,33	4,31	10,16	26,23	31,68	18,26	6,57	4,19	4,13	5,39	5,07	4,31	10,30



Şekil 2.10. Değirmendere aylık ortalama debi diyagramı

Belli bir süredeki akış yüksekliğinin aynı süredeki yağış yüksekliğine oranı, havzanın akış katsayısını vermektedir. Bu boyutsuz sayının değeri genellikle 0,05-0,50 aralığındadır. Değirmendere Havzası akış katsayısı aşağıda hesaplanmıştır.

Yıllık ortalama akış yüksekliği: 517 mm

Yıllık ortalama yağış yüksekliği (Trabzon, Maçka ve Meryemana istasyonlarının ortalaması):  $(822,7+731,7+906,0)/3$ : 820,13 mm

Akış katsayısı:  $517/820,13$ : 0,63

Değirmendere Havzası akış katsayısına bakıldığında yağışın yaklaşık %60'ının akışa geçtiği, geriye kalanının sızdığı, buharlaştığı ve bitkiler tarafından tutulduğu yaklaşımları yapılabilir. Değirmendere'yi besleyen kaynakların oluşturduğu taban akımının tespit

edilmesi ile dolaysız akışın ne kadar olduğu net bir şekilde ortaya konulabilir. Değirmendere Havzası'nın su bilançosu aşağıdaki şekilde hesaplanarak sunulmuştur.

$$HSB = P_{ort} * c * A = 820,13 * 10^{-3} * 0,63 * 1053 * 10^6 = 544,1 * 10^6 \text{ m}^3 = 544,1 \text{ hm}^3 \quad (2.32)$$

$P_{ort}$ : Yıllık Ortalama Yağış (mm)

c: Akış Katsayısı

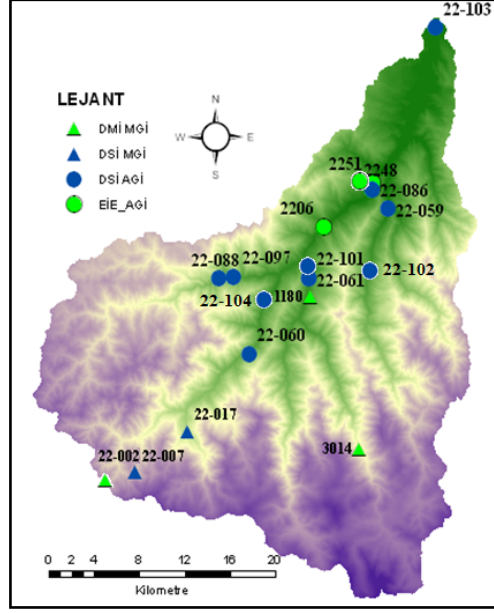
A: Havza Alanı (km<sup>2</sup>)

Değirmendere havzasında bulunan akım ve meteoroloji gözlem istasyonları (Şekil 2.11) hakkındaki bilgiler de Tablo 2.13'de sunulmuştur.

Tablo 2.13. Değirmendere Havzası akım gözlem istasyon bilgileri (Uçar, 2010).

İstasyon Adı	İstasyon No	İstasyon Kotu (m)	İşleten Kuruluş	Nehir Kolu Adı	Gözlem Süresi (yıl)	Yağış Alanı (km <sup>2</sup> )	Durumu
Sanayi Sitesi	D22A103	5	DSİ	Değirmendere	3	1045	Kapalı
Esiroğlu	E22A051	155	EİEİ	Değirmendere	15	729,6	Açık
Öğütlü	D22A086	160	DSİ	Değirmendere	18	728,4	Açık
Öğütlü	E22A048	162	EİEİ	Değirmendere	1	728,5	Kapalı
Kanlıpelit	E22A006	257	EİEİ	Değirmendere	38	708	Kapalı
Çeşmeler	D22A104	380	DSİ	Değirmendere	8	205	Açık
Kiremitli	D22A060	550	DSİ	Değirmendere	6	185,9	Kapalı
Çiftdere	D22A059	250	DSİ	Galyan	26	121,5	Kapalı
Bibat	D22A102	300	DSİ	Galyan	3	120,2	Açık
Ortaköy	D22A061	450	DSİ	Altındere	20	261	Kapalı
Ortaköy	D22A101	450	DSİ	Altındere	4	261	Açık
Ormanüstü	D22A097	600	DSİ	Maçka	11	168,8	Açık
Ormanüstü	D22A088	770	DSİ	Maçka	13	150	Kapalı





Şekil 2.11. Değirmendere Havzası gözlem istasyonları (Uçar, 2010).

#### 2.3.4. Alt Havza İncelemesi

Drenaj ağının her bir ayrılan kolu ile sınırlanmış, üzerine düşen yağış sularının yer altı ve yüzeysel olarak ana kola ulaştığı, içbükey topoğrafik yapıya sahip arazi parçasına mikro havza denir. Mikro havzaların belirlenmesi havzada daha spesifik çalışma sahalarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Su akış yönleri ve drenaj ağı parçaları yardımıyla sınırları belirlenen mikro havzaların bütününe ise alt havza denmektedir (URL 10). Yağış olarak havza içerisine düşen bir su damlasının topoğrafik şartlar sebebiyle izleyeceği yol havzanın alt havzalarının oluşmasını sağlar. Su ayırım çizgilerini oluşturan dağların-tepelerin sırtları havza sınırlarını belirlediği gibi aynı zamanda havza içinde alt havza sınırlarını da belirler. Aslında her bir havza da yerküre havzasının çok küçük bir alt havzasıdır.

Bütünsel havza yönetimi anlayışına göre havza bir bütün olarak ele alınmalıdır. Yapılacak çalışmaların havza bazında yapılması gerekmektedir. Havzanın su toplama bölgesi olan memba bölümünde çalışmalara başlanması öngörülmektedir. Ancak özellikle havza ıslahı uygulamalarında en sorunlu bölge öncelikle ele alınmalı ve çalışmalar o bölgeden başlatılmalıdır. Alanlar alt havzalara ayrılarak mikro havzalarda çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır. Küçük alanlarda başarı sağlanarak havzanın tamamı ıslah edilmeye

çalışılmalıdır (Yılmaz, 2010). Çünkü alt havzalarda havzanın tamamına göre planlama ve yönetim konusunda başarıya ulaşmak daha kolaydır. Alt havzaların tamamının entegre bir şekilde yönetilmesiyle zaten ana havza entegre su kaynakları yönetimine sahip olacaktır.

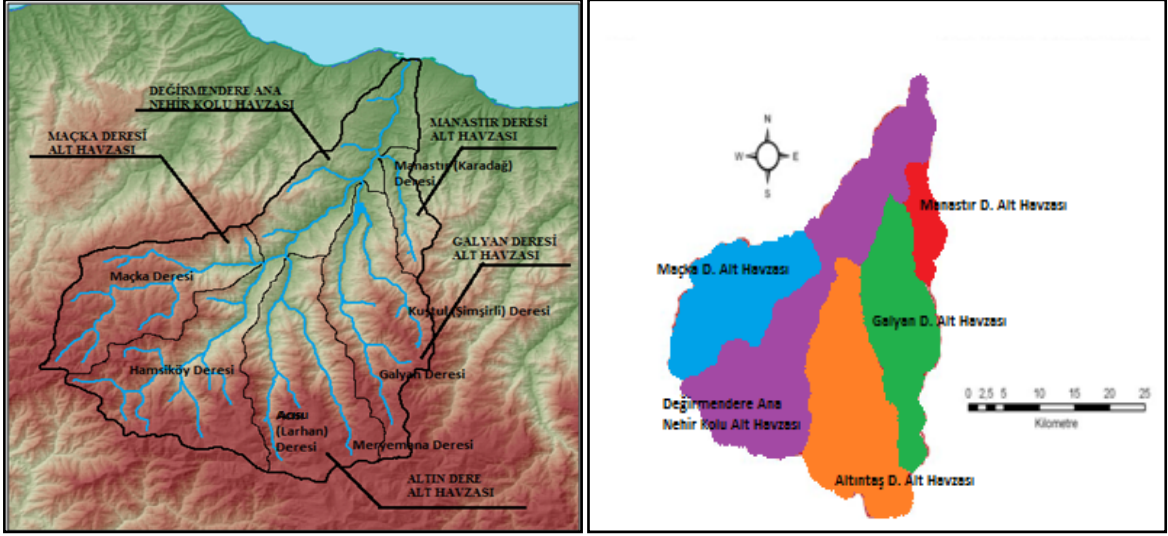
Değirmendere'ye Zigana Dağı'ndan Karadeniz'e ulaşınca kadar birçok irili ufaklı yan derecik katılmaktadır. Bu yan nehir kollarından hidrografik olarak en önemlileri Maçka Deresi, Acısu ve Meryemana Deresi'nin birleşerek oluşturdukları Altındere ve Galyan Deresi'dir. Değirmendere'ye bağlı, daha küçük akarsuların su toplama alanı olarak alt havzalar oluşturulabilir. Bu derelerin su ayırım çizgileriyle Değirmendere Havzası içinde oluşturdukları alt havzaları (Tablo 2.14 ve Şekil 2.12) incelemek havza planlaması ve yönetiminde kolaylıklar sağlaması bakımından önemlidir. Havzadaki su kullanım türü ve potansiyelinin değerlendirilmesi için de alt havzaların belirlenmesi uygun olmaktadır. Alt havzalardaki faaliyetlerin, havzanın ekosistem bütünlüğüne zarar vermeyecek şekilde düzenlenerek havza planlaması ve yönetiminde tümevarım prensibinin benimsenmesi ve ana havza-alt havza entegrasyonu oluşturulması oldukça önemlidir.

Örneğin, Trabzon içme-kullanma suyunu sağlayan Atası Barajı'nı içinde bulandıran Galyan Deresi Alt Havzası, Değirmendere Havzası'nın kirlilik konusunda en hassas olması gereken alanıdır. Büyük oranda tarım kaynaklı kirlenen alt havzada, havzanın su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için bir an önce organik tarıma geçilmelidir.

Tablo 2.14. Değirmendere Havzası alt havza bilgileri

Alt Havza Adı	Ana Dere Uzunluğu (km)	Yan Kollara Bağlanan Küçük Derelerin Toplam Uzunluğu (L <sub>Ns</sub> ) (km)	TOPLAM (L)	Dere Sayısı (N <sub>s</sub> )	A (km <sup>2</sup> )	Yıllık Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Özgül Debi (Havza Verimi) (L/sn/km <sup>2</sup> )	Yıllık Ortalama Akış Hacmi (km <sup>3</sup> )	Yıllık Ortalama Akış Yüksekliği (cm)
Değirmendere Ana Kolu	60,705	110,760	171,465	52	388,53	10,85	27,926	0,342	88,0
Maçka Deresi	27,264	28,755	56,019	19	203,09	2,33	11,473	0,073	35,9
Galyan Deresi	50,481	25,560	76,041	15	187,64	2,28	12,151	0,072	38,4
Karadağ Deresi	13,206	9,159	22,365	6	44,15	0,49	11,000	0,015	34,0
Altın Deresi	55,167	61,131	116,477	38	229,59	3,43	14,940	0,108	47,0
Toplam	206,823	235,365	442,188	130	1053	10,85	10,304	0,342	32,5

DSİ Gözlem İstasyonları Yönetim Sisteminden yararlanılarak Değirmendere Havzası'nın alt havzaları Şekil 2.12'de belirtilmiştir.



Şekil 2.12. Değirmendere Havzası alt havza sınırları

Çeşitli havzalardaki akışları birbirleriyle karşılaştırmak için özgül debi kullanılır. Çıkış noktasında ölçülen debiyi havza alanına bölerek elde edilir ve birimi genellikle  $L/sn/km^2$ 'dir (Bayazıt, 2011). Değirmendere alt havzaları birbirleriyle kıyaslandığında, Maçka ve Galyan Dereleri alt havzaları havza verimi bakımından birbirlerine eşit kabul edilebilirler. Altındere alt havzası havza verimi bakımından Maçka ve Galyan Dereleri alt havzalarından biraz daha iyi bir akışa sahiptir. Değirmendere Havzası havza verimi açısından değerlendirildiğinde en yüksek akış değerine sahip olduğu görülmektedir. Havza alanının büyümesinin yanında debi değerinin de büyüdüğü Değirmendere, sulak akarsu kategorisine girmektedir.

Bir akarsu havzasının çıkış noktasından belli bir süre içinde geçen akış miktarı bazen akış yüksekliği ile ifade edilmektedir. Akış yüksekliği akış hacminin havza alanına bölünmesiyle elde edilmektedir. 1 mm akış yüksekliği  $1000 m^3/km^2$ 'ye karşılık gelmektedir (Bayazıt, 2011). Değirmendere yıllık ortalama akış hacmi  $0,544 km^3$ ; yıllık ortalama akış yüksekliği 51,7 cm'dir.

### 2.3.5. Hidrojeolojik Yapısı

#### 2.3.5.1. Yeraltı Su Kaynakları ve Kuyuları

Yeraltı suyu ele alındığında havzanın jeolojisi büyük önem kazanmaktadır. Kayaların tipi ve yerleşim şekilleri ile yeraltı toprak katmanları ve onların özellikleri, yeraltı suyu depolamasını ve suyun hareketini etkilemektedirler (Uşul, 2001). Havzanın jeolojik yapısı itibari ile değişik seviyelerinde tuf ara katkılı kireçtaşı içeren marn ve kil taşları yer alması, sık çatlaklara rastlanması ve volkanik kayalarda büyük oranda ayrışma meydana gelmesi yağmur sularının sızmasını kolaylaştırırken, oluşmuş çöküntüler de doğrudan yüzey sularının sızmasını kolaylaştırmaktadır. Bu şekilde yer altı su akiferleri oluşmaktadır. Aynı akiferin su seviyesi sızma kapasitesinden ötürü yıl içinde yağışla ve mevsimle değişiklik gösterebilir (Sivrikaya, 2006). Değirmendere ve onun yan kolları boyunca, dar şeritler şeklinde uzanan alüvyonlar havzadaki akifer birimlerini oluştururlar. Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü noktadan itibaren güneye doğru 3 km uzanan, yaklaşık 1 km genişlikte ve kalınlığı 17-40 m arasında değişen Değirmendere 1 akiferi, diğeri ise Akoluk ve Çağlayan Belde sınırları içerisinde Değirmendere vadisinde yer alan 6.2 km uzunluğunda, 250-500 m genişliğinde ve kalınlığı 20-25 m olan Değirmendere 2 akiferi olmak üzere büyük iki akifer havzada mevcuttur. Akifer özelliğindeki bir başka birim ise Kendirli (Aşağımahalle) Deresi'nin Değirmendere'ye birleştiği yerden Kendirli Deresi vadisi boyunca uzanan yaklaşık 500 m uzunluğunda ve 50-100 m genişlikteki Kendirli akiferidir (Gültekin vd., 2005).

Bölgede yer altı suyunun kullanılması için açılmış özellikle mansap kısmında birçok kuyu vardır. Bu alanda Trabzon çimento fabrikasına ait akarsuyun sol sahilinde 30 m derinliğinde bir adet, karayolu köprüsünün güneyinde ve sol sahilde Trabzon belediyesine ait 25 m derinliğinde bir adet, K.T.Ü.'ye ait 26 m derinliğinde bir adet olmak üzere toplam 3 adet su sondaj kuyusu ile Karayolları ve Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları Genel Müdürlüklerine ait 2 adet 6 m derinliğinde keson su kuyusu bulunmaktadır (Trabzon Valiliği, 2010). Bu su kuyularından sadece Karadeniz Teknik Üniversitesi'ne ait olanı aktif olarak kullanılmaktadır (Sivrikaya, 2006).

Değirmendere 1 Akiferi  $10^{-5}$  m/sn'lik permeabilite katsayısı (k), %21.4'lük porozite (n) değeri ile "yarı geçirimli" malzeme sınıfında yer alır. Akiferde depolanan toplam yer altı suyu rezervi  $8.4 \times 10^5$  m<sup>3</sup>'tür (Dilek, 1979). Değirmendere 2 akiferine ait permeabilite

değeri (k) ise  $14.72 \cdot 10^{-9}$  m/sn olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre akifer malzemesi "geçirimli malzeme" sınıfında yer alır. Kendirli akiferine ait transmissibilite (T) değeri 152 m<sup>2</sup>/gün, permeabilite değeri (k) ise  $5.8 \cdot 10^{-4}$  m/sn olarak hesaplanmış ve akifer malzemesinin "geçirimli malzeme" sınıfında olduğu belirlenmiştir (Gültekin vd., 2005).

Değirmen dere çayının mansap akiferinde açılan su sondaj kuyularından ortalama 400 L/sn yeraltı suyu üretilerek Trabzon şehrinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı uzun yıllar karşılanabilmiştir. Trabzon şehrinin zaman içinde artan su ihtiyacının karşılanması için planlanıp inşaatı tamamlanan Atasu Arıtma Tesisi'nin devreye girmesinden sonra dahi önemini hiçbir zaman kaybetmeyen, acil durumlarda Trabzon şehrinin su ihtiyacının karşılanacağı tek alan olan ve 2872 sayılı Çevre Yasası'na dayanılarak çıkarılan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği dahilinde korunması gereken Değirmendere çayı mansap akiferi; Trabzon Belediyesi tarafından 1996 yılından itibaren kullanılamaz hale getirilerek başka amaçlar için kullanıma açılmış ve bu alanda açılmış bulunan bütün su sondaj kuyuları DSİ Bölge Müdürlüğü'nün bütün uyarılarına rağmen 2002 yılı sonuna kadar ortadan kaldırılmıştır (Trabzon Valiliği, 2010).

Değirmendere Havzası yeraltı suyu rezervi 21 hm<sup>3</sup>/yıl olup toplamda 26 kuyu açılmıştır. Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü verilerinden yararlanılarak Değirmendere üzerinde açılan yer altı suyu sondaj kuyuları bilgileri Tablo 2.15'de sıralanmıştır.

Tablo 2.15. Değirmendere yeraltı su kuyusu bilgileri

Kurum	Açıldığı Yer	Adet	Toplam Kapasite (L/sn)	Toplam İşletme Debisi (L/sn)
Trabzon Bel.	Değirmendere	18	700	530
Trabzon Bel.	D. dere (H. Mehmet)	6	200	102

### 2.3.6. Su Kalitesi ve Kirlilik Durumu

Nüfus artışı ve kentleşme beraberinde katı ve sıvı atık sorununu getirmiştir. Endüstrileşme ve tarımsal üretim teknolojileri bu sorunu daha da ağırlaştırmıştır. Özellikle sıvı atıklarını bir kent merkezinden ya da sanayi kuruluşundan uzaklaştırmanın en kolay ve ekonomik yolu olarak akarsular ve diğer su ortamları seçilmektedir. Oysa bu kolay ve ucuz yol su ortamlarına büyük zarar vermektedir. Özellikle endüstriden kaynaklanan sıvı atıklar ve yağlarla, arsenik, civa, krom, kurşun, demir, magnezyum ve kadmiyum gibi metaller su canlılarında birikerek insanlara geçmekte ve çeşitli hastalıklara yol açmaktadır. Akarsulara

bırakılan katı ve askıdaki maddeler ise, güneşten gelen enerjiyi engelleyerek karbondioksit ve oksijen dengesini bozmakta ve suyun kalitesini değiştirerek içme ve kullanma özelliğini bozmaktadır (Karakılçık ve Erkul, 2002). Endüstriyel faaliyetler yüzeysel suların kirlenmesine neden olan en önemli etkenlerden biridir. Bunlar özellikle ağır metaller ve toksik kimyasal maddeler açısından yüzeysel sularda kirlenme riski yaratırlar. Öte yandan orman alanlarının her geçen gün biraz daha azalması ve zirai faaliyetlerin artması da yüzeysel suların sediment ve nütrient madde (azot, fosfor) içeriklerinin artmasına neden olmaktadır (Tüfekçi, 2005).

Değirmendere'yi besleyen dereler, menba kısımlarında genelde yeşil alanlar ve küçük yerleşim bölgelerinden geçtiğinden aşırı bir kirlenmeye maruz kalmazlar. Bu dereler, yaklaşık 20000 kişilik nüfusa sahip Maçka ilçe merkezinde birleşir ve Trabzon-Erzurum karayoluna genelde paralel bir şekilde ilerleyerek Karadeniz'e dökülür. Maçka ilçe merkezinden sonra yerleşim alanlarının ve yol boyunca bulunan bazı işyerlerinin (petrol istasyonları, yıkama-yağlama tesisleri, kömür depoları, hazır beton tesisleri, mermer atölyeleri, döküm atölyeleri vb.) atıkları direkt olarak dereye yapıldığından bir kirlilik riski oluşmaktadır. Yine bu yöredeki tarım alanlarında kullanılan zirai gübre ve tarım koruma ilaçlarından kaynaklanan bir kirlenme de söz konusudur (Trabzon Valiliği, 1995). Havzada tarım alanı olarak kullanılan alanlarda ürün verimini ve kalitesini arttırmak amacıyla her yıl azotlu gübreler  $[(NH_4)_2SO_4, HNO_3]$  büyük oranda kullanılmaktadır. Tarım yapılan alanların eğiminin yüksek olması ve nehre yakın olmaları nedeniyle gübrelerin büyük bir kısmı yüzey ve yüzey altı akışı ile akarsulara kısa bir zamanda ulaşabilmektedir (Altun ve Ünver, 2005).

Sularda önemli bir kirlilik etmeni olan ve canlılar için çok tehlikeli olan nitrat ve fosforun miktarları daha sulara gelmeden önce kontrol altına alınabilmelidir. Gübreleme yapılmadan önce halk, hangi ürüne, hangi gübreden, ne miktarda, hangi şekillerde vermeleri gerektiği konularında Ziraat odalarınca ciddi bir şekilde bilgilendirilmelidir. Havzada tarım alanlarında kullanılan tarım savaş maddelerinden kaynaklanan kirliliği azaltmak için daha fazla çevre dostu olan ilaçların kullanımı teşvik edilmelidir. Ayrıca bölgede kullanılan bu zirai ilaçların tür ve miktarları ilgili birimlerce belli bir denetim altında tutularak kontrollü bir şekilde kullanımı sağlanmalıdır. Bu kontrolün sağlanabilmesi için de tarım savaş maddelerinin reçete ile satılması uygun olabilir (Altun ve Ünver, 2005).

Değirmendere'de ölçülen en güncel fiziksel ve kimyasal parametreler olması açısından Gültekin vd.'nin 2012 yılında gerçekleştirdiği çalışma önemlidir. Bu çalışmadaki Değirmendere hakkındaki verilerle eski tarihli verilerin karşılaştırılmasıyla, nehrin kirlenme sürecine ışık tutmak mümkündür. Her istasyonda yapılan üç ölçümün ortalaması o istasyon için tek değer olarak alınmıştır. Daha sonra havzanın ortalaması hesaplanırken her bir parametre için havzada ölçülen değerlerin hepsi alınarak her parametre için havzada bir parametre belirlenmiştir. Tüm havzayı temsil edecek değerlendirmede kullanılmak üzere, her bir parametre için havzanın çıkışına yakın analiz sonucu Tablo 2.16'da "deşarj" satırında verilmiştir.

Tablo 2.16. Değirmendere su kalite parametreleri (Gültekin vd., 2012).

Örnek Sayısı	19	Örnek Sayısı	19	Örnek Sayısı	19	Örnek Sayısı	19				
T (°C)	Mak.	8,6	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	0,13	Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	Mak.	55,8	Fe (mg/L)	Mak.	0,1
	Min.	2,1		Min.	0,02		Min.	10,3		Min.	Ö.S.A.
	Ort.	6,2		Ort.	0,06		Ort.	24,2		Ort.	0,02
	St. Sp.	1,7		St. Sp.	0,03		St. Sp.	12,7		St. Sp.	0,02
	Deşarj	7,7		Deşarj	0,09		Deşarj	37,2		Deşarj	0,01
pH	Mak.	8,3	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	3,2	Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	Mak.	9,5	Al (mg/L)	Mak.	0,32
	Min.	7,3		Min.	0,5		Min.	2,1		Min.	0,02
	Ort.	7,9		Ort.	1,32		Ort.	4,7		Ort.	0,06
	St. Sp.	0,3		St. Sp.	0,87		St. Sp.	2,0		St. Sp.	0,07
	Deşarj	8,1		Deşarj	2,1		Deşarj	6,9		Deşarj	0,06
Çözünmüş Oksijen (DO) (mg/L)	Mak.	11,3	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Mak.	12,4	Na <sup>+</sup> (mg/L)	Mak.	8,3	Cu (mg/L)	Mak.	0,05
	Min.	9,7		Min.	0,5		Min.	2,1		Min.	0,05
	Ort.	10,32		Ort.	1,1		Ort.	4,9		Ort.	0,05
	St. Sp.	0,48		St. Sp.	2,73		St. Sp.	1,9		St. Sp.	0,001
	Deşarj	11,2		Deşarj	0,5		Deşarj	8,0		Deşarj	0,05
İletkenlik (EC) (µS/cm)	Mak.	322	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	Mak.	1,5	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mak.	2,9	Pb (mg/L)	Mak.	0,32
	Min.	75		Min.	0,5		Min.	0,7		Min.	Ö.S.A.
	Ort.	159,4		Ort.	0,92		Ort.	1,3		Ort.	0,12
	St. Sp.	71,3		St. Sp.	0,51		St. Sp.	0,5		St. Sp.	0,01
	Deşarj	251		Deşarj	0,5		Deşarj	1,3		Deşarj	0,01
TDS (mg/L)	Mak.	245	KOİ (mg/L)	Mak.	10	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	247,2	Mn (mg/L)	Mak.	0,4
	Min.	55		Min.	10		Min.	27,5		Min.	0,32
	Ort.	122,2		Ort.	10		Ort.	76,8		Ort.	0,35
	St. Sp.	55,9		St. Sp.	0		St. Sp.	51,3		St. Sp.	0,02
	Deşarj	198		Deşarj	10		Deşarj	108,5		Deşarj	0,37
Bulanıklık (NTU)	Mak.	716	F <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	1,5	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	Mak.	29,0	Ö. S. A. : Ölçüm Sınırı Altında		
	Min.	6		Min.	0,04		Min.	25,0			
	Ort.	66		Ort.	0,15		Ort.	25,4			
	St. Sp.	164,3		St. Sp.	0,33		St. Sp.	1,1			
	Deşarj	58		Deşarj	0,04		Deşarj	25,0			
Sertlik (CaCO <sub>3</sub> )	Mak.	179	CN <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	0,05	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Mak.	11,0			
	Min.	38		Min.	0,01		Min.	5,0			
	Ort.	80,6		Ort.	0,01		Ort.	5,3			
	St. Sp.	39,7		St. Sp.	0,01		St. Sp.	1,4			
	Deşarj	122		Deşarj	0,01		Deşarj	5,0			
Bazı Parametrelere Göre Su Kalite Sınıfı		Cu (0,05)					II. Sınıf				
		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (1,1), Mn (0,35)					III. Sınıf				
		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0,06), PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (0,92), Pb (0,12)					IV. Sınıf				

Değirmendere'den su kirliliğini tespit etmek için çeşitli yıllarda (1993,1996,2012) alınan numunelerin kirlilik parametreleri incelendiğinde geçmişten günümüze çoğu parametrede artış olduğu gözlenmektedir. Numunelerin alındığı mevsimin yağışlı ve kurak olmasının kirlilik parametre değerlerini etkilediği bilinmektedir. Bazı değerlerin günümüzde düşük çıkmasının sebebi bundan kaynaklanıyor olabilir. Çünkü Değirmendere'nin özellikle son 20 yılda daha etkin kirletildiği ve kirlilik kontrolü çalışmalarının yapılmadığı göz önüne alındığında kirlilik parametre değerlerinde artış beklemek doğaldır. Bazı değerlerin düşük olmasının diğer sebepleri şunlar olabilir:

- Atasu Barajı'nın inşa edilmesi ile bazı ağır metallerin ve özellikle gübre-zirai mücadele ilaçları kaynaklı partiküllerin çökerek mansaba ulaşamaması

- Sanayi faaliyet türlerinin yıllar içinde değişerek farklı tür kirlilik parametrelerini içeren deşarjlarda bulunulması, dolayısıyla eskiden yapılan bir kirletici parametre deşarjı belki şimdilerde yapılmıyor veya daha az miktarda yapılıyor olması

Suyun kirlilik boyutunu gösteren parametreler, derişime bağılı olduklarından su kalitesinin kurak ve yağışlı mevsimlere göre değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Sürekli ve sabit seviyede deşarj durumunda bulunan unsurların kurak dönemde konsantrasyonları fazla olmakta, tam aksine yağışlı dönemde konsantrasyonları azalmaktadır. Aynı zamanda toprakta biriken bazı kirlilik unsurlarının yağışlı dönemde akışa karışmasından dolayı bu dönemde konsantrasyonu fazla olmaktadır. Isınmada kullanılan yakıt, karayolundaki motorlu taşıtlar, kömür depoları, sanayi tesisleri ve maden ocakları vb. kaynaklı hava kirliliğinin artmasıyla da havadaki su buharıyla birleşen kükürt dioksit ve azot oksitler nedeniyle yağış asidik olmaktadır. Yağışın akışa geçmesiyle ve sızmasıyla hem toprakta hem de yeraltı ve yüzeysel sulara bu yüzden kirlenme olmaktadır.

Suyun kirlilik düzeyinin azaltılması ve kontrol edilmesinde yerleşim, tarım, sanayi ve madencilik alanlarının ekolojik sürdürülebilirlik gözetilerek planlanmasının önemi çok büyüktür. Özellikle Galyan Deresi Trabzon ve çevresine içme suyu kaynağı olarak hizmet verdiği için, Galyan Deresi alt havzasında arazi kullanım planlaması çok daha büyük önem arz etmektedir.

### **2.3.7. Hidroelektrik Potansiyel Değerlendirmesi**

Fosil yakıtların tükenme aşamasına gelmesiyle birlikte insanoğlunda yenilenebilir enerjiye karşı bir yönelme meydana gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan



hidroelektrik enerji, çeşitli sebeplerden dolayı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar, güneş, biyogaz, jeotermal, vs.) daha yaygın olarak üretilmektedir. Hidroelektrik enerji üretimi su kaynaklarından elde edildiğinden; gelgit, dalga hareketi ve suyun yüksekten düşürülmesi ile potansiyel enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesini kapsamaktadır. Ama dünyada hidroelektrik enerji genelde bir baraj yada regülatör rezervuarından cebri borularla daha düşük kottaki santrale iletilmesi ve türbinler yardımıyla elektrik üretilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Su depolamasız olarak direkt nehir ve kanal üzerine kurulu yada kanal ve derivasyon tünelleriyle saptırılan suyun iletiği santrallerde mevcuttur. Fransa'da gelgit dalgalarıyla, Norveç'te de dalga yılanlarıyla hidroelektrik enerji üretimi yapılırsa da maliyet ve ileri teknoloji isteyen yöntemler olduğundan dünyada çok yaygın değildir. Ülkemizin cari açığının çoğunun enerji ithal etmesinden (petrol, doğalgaz, kömür) kaynaklandığı düşünüldüğünde, hidroelektrik enerji üretiminin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Fosil yakıtlara göre çevreye oldukça zararsız olan hidroelektrik enerji üretimi, gerekli çevresel hassasiyetler göz önüne alınarak gerçekleştirildiğinde çok temiz bir enerji kaynağıdır. Devletin iyi ve tavizsiz bir kontrol mekanizmasının olması kaidesiyle hidroelektrik santrallerin yaygınlaşması, pek çok mamul gibi enerji bakımından da dışa bağlı olan ülkemiz ekonomisi ve gücü için çok önemlidir. Bu konuda özellikle yöre halkı da iyi bir şekilde bilinçlendirilmeli ve havzada yapılacak olan hidroelektrik santraller hakkında katılımcı bir yönetim anlayışıyla yöre halkı da diğer paydaş ve aktörler gibi sürece entegre edilmelidir. Değirmendere Havzası, Doğu Karadeniz Havzası'nda olduğu gibi çok sayıda küçük hidroelektrik santral yapılmasına uygun bir havza olduğundan havzanın hidroelektrik potansiyeli (Tablo 2.17) incelenmiştir.

Debi süreklilik eğrisi bir akarsuda belli bir istasyondaki bir zaman aralığında akımların miktarı ile frekansı arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu eğriden faydalanarak, güvenilir (firm) güç hesaplarında, yılın %50'sinde var olan debi miktarı esas alınabilir. Maksimum debi için ise, zamanın %15'inde oluşan debi değeri esas alınabilir. Başlangıç tasarım debisinin de, zamanın %15-30'a karşı gelen değer olarak alınabileceği ifade edilmektedir. Bir hidroelektrik santralden üretilen brüt enerji miktarı (maksimum teorik potansiyel) şu şekilde hesaplanmaktadır (Bakış vd., 2011).

$$N_{brüt} = \eta g Q_{ort} H_{ort} = 0,87 * 9,81 * Q_{ort} * H_{ort} = 8,535 * Q_{ort} * H_{ort} \quad (2.33)$$

$N_{brüt}$ : Brüt Güç Miktarı (kW)

$\eta$ : Toplam Verim Katsayısı

$g$ : Yer Çekim İvmesi (9,81 m/sn<sup>2</sup>)

$Q_{ort}$ : Ortalama Debi Miktarı (m<sup>3</sup>/sn)

$H_{ort}$ : Havza Ortalama Kotu (m)

$$\eta = \eta_t \eta_g \eta_{tr} = 0,92 * 0,95 * 0,98 = 0,87 \quad (2.34)$$

$\eta_t$ : Türbin Verim Katsayısı (DSİ kabulüne göre %92)

$\eta_g$ : Jeneratör Verim Katsayısı (DSİ kabulüne göre %95)

$\eta_{tr}$ : Trafo Verim Katsayısı (DSİ kabulüne göre %98)

$$E_{brüt} = N_{brüt} * 24 * 365,25 \quad (2.35)$$

$E_{brüt}$ : Brüt Enerji Miktarı (kWh)

Tablo 2.17. Değirmendere Havzası hidroelektrik enerji potansiyeli

Akarsu Adı	Ort. Debi ( $Q_{ort}$ ) (m <sup>3</sup> /sn)	Ort. Kot ( $H_{ort}$ ) (m)	Hidroelektrik Güç ( $N_{brüt}$ ) (MW)	Hidroelektrik Enerji ( $E_{brüt}$ ) (GWh)	Aktif Hidroelektrik Enerji Üretim Tahmini ( $E_{aktif} = \%80 E_{brüt}$ )	Beklenmeyen Hallerden Dolayı Üretim ( $E_{güvenilir} = \%70 E_{aktif}$ )
Değirmendere	10,85	1550	143,54	1258,27	1006,62	704,63
Maçka D.	2,33	1750	34,80	305,06	244,05	170,84
Galyan D.	2,28	1550	30,16	264,38	211,50	148,05
Şimşirli D.	0,30	1430	3,66	32,08	25,66	17,96
Altın D.	3,43	870	25,47	223,27	178,62	125,03
Acısu D.	1,56	1770	23,57	206,61	165,29	115,70
Meryemana D.	1,87	1980	31,60	277,01	221,61	155,13
Manastır D.	0,49	960	4,01	35,15	28,12	19,68
TOPLAM			296,81	2601,84	2081,47	1457,03

Üretilebilecek enerji miktarının beklenmeyen haller ihtimaliyle %70 oranında gerçekleşeceği kabulü yapılabilir. Hidroelektrik santrallerin enerji işletme çalışması yapılırken, tüm akımlar türbinden geçirilerek maksimum kurulu güç altında elde edilebilecek enerjileri hesaplanmıştır.

Hidroelektrik potansiyel ve mevcut hidroelektrik santrallerin durumu karşılaştırılarak havzada hidroelektrik enerji üretiminde ne aşamada olduğu irdelenmiştir. Havzanın

hidroelektrik potansiyeli toplam 296,81 MW kurulu güç, 2081,47 GWh aktif üretilebilir ve 1457,03 GWh ise güvenilir enerji üretimidir. Mevcut işletmede, inşaat yada planlama (lisans, fizibilite, SKHA) aşamasında olan havzadaki hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü 192,88 MW, enerji üretim miktarı ise 556,90 GWh olduğu bilinmektedir. Havzadaki mevcut hidroelektrik santrallerin (işletme, inşaat, planlama) hidrolik potansiyele oranının kurulu güç bazında %65; enerji üretim bazında ise %38'dir.

Değirmendere Havzası hidroelektrik potansiyelinin Trabzon İlinin elektrik tüketimini (Tablo 2.18) karşılama oranını tespit etmek için, 1986-2004 Trabzon elektrik tüketimi (kWh) verileri ışığında istatistiksel zaman serisi analizi yöntemine göre gelecek yıllardaki elektrik tüketiminin trend analizi yapılmış ve aşağıdaki formül oluşturulmuştur (Serencam, 2007).

$$E_{\text{tüketim}} = 152945978 + 25780665 * (t - 1985) + 357421 * (t - 1985)^2 \quad (2.36)$$

Tablo 2.18. Trabzon ilinin elektrik tüketim analizi

Yıllar	Tüketim Miktarı (GWh)
1986	179,084
1990	290,785
1995	446,495
2000	620,076
2005	811,528
2010	1020,851
2015	1248,045
2020	1493,110
2025	1756,046
2030	2036,853
2035	2335,532
2040	2652,081
2045	2986,501
2050	3338,793

Değirmendere Havzası'nın güvenilir hidroelektrik potansiyeli 1457,03 GWh olarak hesaplanmıştır. Hidroelektrik potansiyel ve elektrik tüketim dengesine bakıldığında, Trabzon'un 2020 yılına kadar elektrik tüketiminin Değirmendere Havzası hidroelektrik potansiyelinden küçük olduğu görülmektedir.

## 2.4. Taşkın Durumu

### 2.4.1. Genel Bilgiler

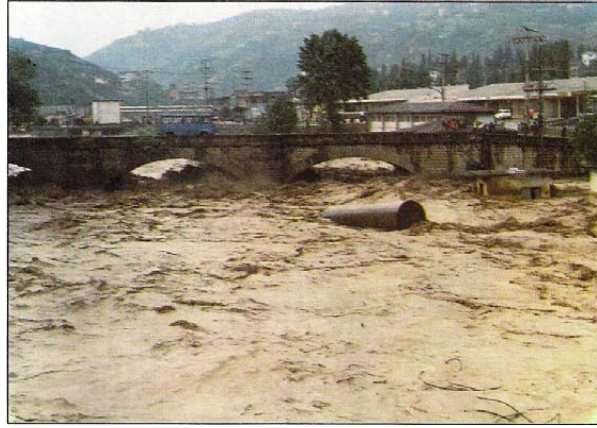
Taşkınların fiziksel yapısını kontrol eden en önemli etken iklimdir. Drenaj havzasının özellikleri (havzanın büyüklüğü, biçimi, eğimi, zemin cinsi, bitki örtüsü, yeraltı akiferinin kapasitesi, zemin nemi eksikliği, yapay drenaj ağı ve yüzeysel biriktirmenin tipi-miktarı, vs.) ve akarsu ağının özellikleri (drenaj yoğunluğu ve frekansı, akarsu boykesiti, vs.) ise diğer önemli etkenlerdir ve birbirleriyle karmaşık bir şekilde ilişkilidir. Şehirleşme, ormanların tahribi, tarım gibi beşeri faaliyetler, havzadaki su depolanmasını, sızmayı ve geçirimsizliği değiştirdiğinden taşkınlar üzerinde etkili olmaktadır. Şehirleşme geçirimsizliği azalttığı için taşkın piklerinin erken ve daha büyük olmasına sebep olmaktadır. Bu etki yaz aylarında ve kurak bölgelerde daha fazla önem arz etmektedir. Ormanların tahribi ve aşırı otlatma, sızmayı ve zeminde tutulan suyu azaltarak genellikle taşkın pikinin artmasına neden olmaktadır. Tarım yapılan arazilerde drenajın etkisi zemin cinsine bağlı olduğundan killi zeminlerde taşkın pikleri artarken kumlu zeminlerde pikler azalmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Değirmendere Havzası'nda % 10'un altında eğime sahip alanların çok az olması sebebi ile taşkın riski özellikle mansap kısmında yüksektir (Dilek vd., 2004). Trabzon kentinde, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin coğrafya yapısı ve yağışlı iklim koşullarından ötürü taşkın olma olasılığının yüksek olduğu zaten bilinmekte ve görülmektedir.

Doğu Karadeniz Havzası'nda 1955-2009 yılları arasında 159 taşkın olayı meydana gelmiştir. Bunların büyük çoğunluğu Trabzon ve Rize il sınırları içinde meydana gelmiştir (Özcan, 1990). Örneğin, 18 Haziran 1990'da başlayıp 19-20 Haziran gecesi sağanağa dönüşen yağışlar sonucu 57 kişi hayatını kaybetmiş, 184 yerleşim yerinde 1005 konut, 82 işyeri yıkılmış veya ağır hasar görmüştür (Yağcı, 1990). Değirmendere Havzası'nda 20 Haziran 1990'da şiddetli yağışların etkisiyle (22 mm/saat) ortaya çıkan, büyük can ve mal zararına (Tablo 2.19) yol açan bu taşkında (Şekil 2.13) Değirmendere mansabında oluşan taşkın debisi, taşkın izlerini takiben Manning formülü kullanılarak  $794 \text{ m}^3/\text{sn}$ , kesit alanına göre uygulanan sentetik yöntemlerin birim hidrograf özelliklerinden yararlanarak  $754 \text{ m}^3/\text{sn}$  olarak hesaplanmıştır (D.S.İ., 1990). DSİ verilerine göre 1990 yılı 2206 nolu istasyona ait taşkın debisi  $610 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. 1990 sel afeti nedeniyle sadece acil yardım ve daimi iskan için yapılan harcamalar 1990 birim fiyatlarıyla yaklaşık 55 milyar TL

civarındadır. DSİ, 2008 yılı fiyatlarıyla bu taşkının ekonomik zararını 547 391 473 TL olarak belirlemiştir (Trabzon Valiliği, 2010).

20 Haziran 1990 taşkınında havzada birçok ev, tesis ve köprü yıkılmış; menfezler, tarım alanları, vs. zarar görmüştür. Taşkın anında, Trabzon ilinin içme suyu ihtiyacını sağlayan havzadaki kuyular da büyük zarar görmüştür, Trabzon-Gümüşhane yolunun sürekli nehrin paralelinde devam etmesinden dolayı taşkın anında oldukça hasar oluşmuş ve ulaşım, yardım imkânları çok güçleşmiştir (Uçar, 2010).



Şekil 2.13. 20 Haziran 1990 Değirmendere taşkını (K.T.Ü., 1991).

Tablo 2.19. 20 Haziran 1990 taşkınının Değirmendere ve kollarında sebep olduğu taşkın zararları (Kulga ve Dizdar, 1994).

Zararın Türü	Zarar		Birim	Zararın Maliyeti (TL) (1990)
	Cinsi	Miktarı		
Toplam Taşkın Alanı	-	19772		-
Tarımsal Zararlar	Ekili Alan	799	Dekar	216,70 Milyon
	Bağ ve Sebze Bahçesi	1458		266,00 Milyon
	Çayır	17515		400,00 Bin
Taşınmaz Mal ve Tesis Zararları	Duvar	1806	Metre	588,00 Milyon
	Ev	214	Adet	6,42 Milyar
	İşyeri	22		495,00 Bin
Taşımacılıkta Aksamalar	Yük (Tır)	214		2,14 Milyar
Taşınır Mal Zararları	Arı Kovanı	15		1,50 Milyon
İnsan Kaybı	-	3	Kişi	-
Diğer Zararlar	Resmi	-	-	77,84 Milyar
	Belediye	-	-	412,00 Milyon
TOPLAM	-	-	-	87,88 Milyar

Akarsu yataklarındaki yapılaşma, arazi kazanmak veya döküm sahası olarak kullanmak maksadı ile akarsu yataklarının doldurulması, akarsu üzerinde bulunan köprü ve

menfezlerin periyodik bakım ve temizliğinin yapılmaması, dere ıslah çalışmalarının yetersizliği gibi faaliyetler (Şekil 2.14) yaşanan taşkınların yol açtığı zararların boyutunu büyük oranda arttırmaktadır (Kaleyci, 2004). Özellikle yerleşim alanlarına yakın olan dere yataklarında kamusal ve özel birçok bina, tesis ve depolama amaçlı kullanımlar mevcuttur. Bu durum, olası taşkınlarda zararın boyutunun artmasına sebep olmasının yanında akarsu kirlenmesi ve kent girişlerinde çirkin görünümler oluşturmaktadır (K.T.Ü., 2007). Değirmendere yatağı üzerindeki yaklaşık 20 köprü ve neredeyse hemen dere su sınırına yapılan yerleşmeler, olası taşkınlarda hidrolik kesiti daralttığı için memba tarafında kabarmaya neden olarak zararın daha da büyümesine sebebiyet verebileceğinden bu tarz yapıların acilen uygun şekilde kaldırılması veya gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.



Maçka Deresi (URL 14)

Maçka Deresi (URL 15)



Değirmendere (URL 16)

Değirmendere (Bıyık, 2011)

Şekil 2.14. Dere ıslah çalışmalarının yetersizliği ve taşkın yatağında yapılaşma örnekleri

Havzanın üst kotlarında depolamalı yeterli sayıda taşkın koruma tesisinin (baraj, bent, regülatör, vb.) bulunmaması, taşkın yatağına yapılan plansız yerleşimler, Maçka'nın üst kotlarında % 10'u aşan nehir yatağı eğimi ve eğimin birden ilçe merkezinde azalması,

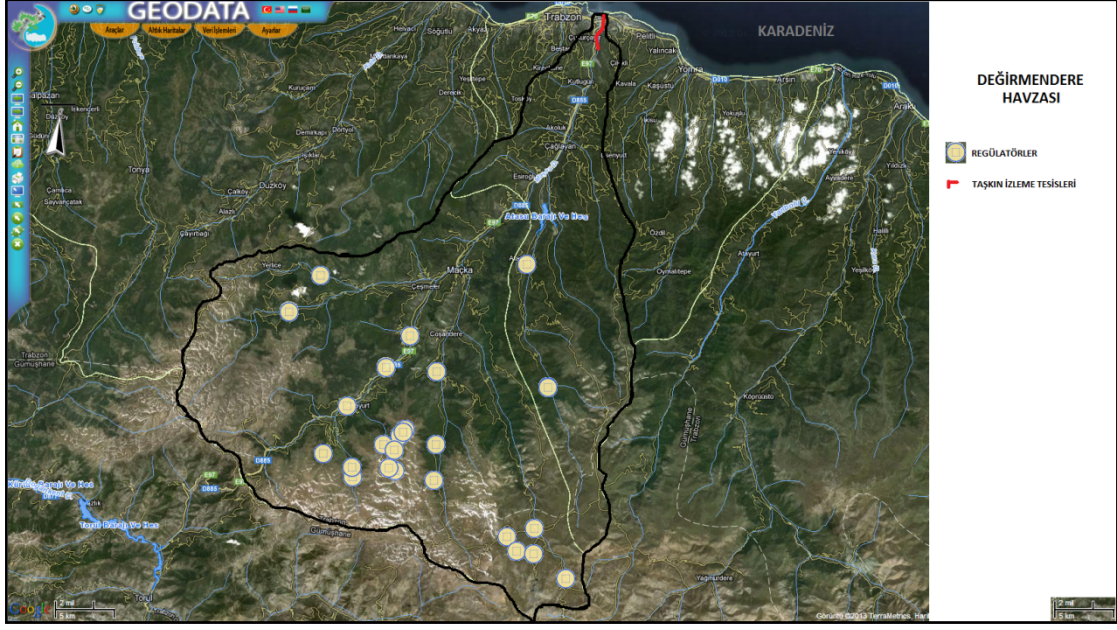
katı madde tutacak tersip bendi gibi yapıların dolmuş olması ve ömrünü tamamlaması nedeniyle nehir yatağının aşırı sediment taşıyan bir yapıya sahip olması, teraslamların arazinin sahip olduğu eş yükselti eğrilerine paralel yapılmayışı ve toprağın suyu tutamaması gibi nedenlerden dolayı özellikle Maçka ilçe merkezi ve mansabındaki yerleşimler yüksek taşkın riskine sahiptirler (Uçar, 2010).

Havzanın özellikle mansap kısmında artan sanayi tesisleri ve yerleşim alanlarının yeterli koruma tedbirleri alınmadan akarsu yataklarına yakın ve taşkın sahası içinde kurulması, karayollarında standardın yükselmesi sonucu yamaçlardan yol yapmanın arttıracağı maliyetten kaçınarak yeterli korunma önlemleri alınmadan dolgularla akarsu yataklarının işgal edilmesi, dolguların şiddetli yağışlarda taşınması ve dere yatağındaki köprü ve menfezlerin debi geçiş oranını düşürmesi gibi etkenler, Değirmendere'nin taşkın zararları riskinin artmasına sebep olmaktadır (Uçar, 2010).

Taşkınlar havzada can ve mal (hayvan, bitki, yol, köprü, bina, fabrika, araç, vb.) kaybının yanında, çeşitli doğrudan veya dolaylı ekonomik kayıplara da yol açmaktadır. Havzadaki tarım alanlarının, su iletim hattı ve drenaj sistemlerinin zarar görmesinin yanında, hidroelektrik santrallerin taşkınla beraber gelen rüsubattan dolayı enerji verimliliği düşmektedir. Aynı şekilde taşkınlardan dolayı çoğu kez Trabzon-Erzurum karayolu trafiğe kapanarak ulaşım aksamaktadır. Taşkınların taşıdığı sedimentler deniz tabanının yükselmesini sağlayarak Trabzon Limanı'nı da gemi giriş çıkışı açısından tehdit etmektedir (Serencam, 2013). Havzada bulunan Atası Barajı'nın da taşkınlarla beraber gelen taşıntılarla depolama hacminin azalacağı söylenebilir.

Havzanın bazı bölümlerinde taşkın koruma seddelerinin, karayolu istinat duvarlarının, regülatörlerin vb. önlemlerin alındığı gözlemlenmiştir. Ancak, arazi şartlarının elverişsizliği ve plansız yapılaşma nedeniyle, Maçka'dan başlayıp Karadeniz'e ulaşınca kadar birçok yerde, yanlış arazi kullanımı ve taşkın yatağına yapılan kontrolsüz müdahalelerle karşılaşmak mümkündür (Uçar, 2010). Orman ve Su İşleri Bakanlığı GeoData Uygulamasından yararlanılarak oluşturulan havzadaki regülatörler ve taşkın izleme tesisleri Şekil 2.15'de verilmiştir.





Şekil 2.15. Değirmendere Havzası regülatörler ve taşkın izleme tesisleri

#### 2.4.2. Taşkın Tahminleri

Değirmendere Havzası'nda bulunan akım gözlem istasyonlarının hangi olasılık dağılımına uyduğu ve taşkın debileri Tablo 2.20'de sunulmuştur.

Tablo 2.20. Değirmendere Havzası akım gözlem istasyonları uygun dağılım fonksiyonları ve taşkın debileri (Kaleyci, 2004).

İstasyon No	Uygun Dağılım Fonksiyonu	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /sn)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /sn)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /sn)	Q <sub>25</sub> (m <sup>3</sup> /sn)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /sn)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /sn)
2251	Gumbel	115,21	179,39	221,88	275,57	315,40	354,93
2259	Log-Pearson Tip III	18,84	26,92	33,18	42,24	49,86	58,28
2286	Log-Pearson Tip III	82,13	110,57	131,56	160,73	184,40	209,84
2261	2 Parametrelili Log-Normal	34,17	42,75	48,07	54,47	59,04	63,49
2288	Log-Pearson Tip III	17,72	25,56	30,49	36,41	40,61	44,65
2206	3 Parametrelili Log-Normal	81,18	108,77	126,89	149,67	166,54	183,39
2260	Log-Pearson Tip III	19,17	23,35	25,50	27,73	29,10	30,30

100, 500 yıl gibi tekerrüre sahip debilerin değerlerini tespit edebilmek için istatistiksel çalışmalar yapmak, verilere çeşitli dağılımlar uygulamak gereklidir. Bunun için Momentler Metodu kullanılarak noktasal taşkın frekans analizi yapılmış ve Normal (Gauss), 2 Parametrelili Log-Normal, 3 Parametrelili Log-Normal, Log-Pearson Tip 3 ve Gumbel (Ekstrem Değer I) dağılımları yıllık maksimum akım değerlerine uygulanmıştır.



Tespit edilen çeşitli tekerrür aralıklarına sahip debilerin hangi dağılıma uyduğu, uygunluk testleri olan Kolmogorov-Smirnov ve Ki- Kare testleri ile belirlenmiştir. En uygun dağılım Log-Pearson Tip 3 olarak tespit edilmiştir (Uçar, 2010). Çeşitli taşkın tahmin yöntemleriyle (ampirik, sentetik BH ve istatistiksel yöntemler) Değirmendere için hesaplanmış taşkın debileri, kıyaslama yapılması açısından Tablo 2.21'de sunulmuştur.

Tablo 2.21. Değirmendere farklı yöntemlerle çeşitli tekerrür aralıklarına sahip taşkın debileri

Belirli Tekerrür Aralıklarına [(T <sub>r</sub> ) (yıl)] Sahip Debi Miktarları (m <sup>3</sup> /sn) (Uçar, 2010)							
Yöntem	2	5	10	25	50	100	500
Normal Dağılım	104,95	170,50	205,00	241,80	265,40	286,70	330,00
2 Par. Log-Normal	83,70	146,70	196,80	269,30	329,00	395,70	570,70
3 Par. Log-Normal	81,20	132,80	180,80	259,00	329,90	415,20	664,90
Log-Pearson Tip III	83,00	124,70	165,70	237,70	310,40	403,10	676,93
Gumbel	92,28	168,35	218,72	282,35	329,57	376,43	484,72
Belirli Tekerrür Aralıklarına [(T <sub>r</sub> ) (yıl)] Sahip Debi Miktarları (m <sup>3</sup> /sn)							
Yöntem	2	5	10	25	50	100	500
Fuller	289,66	363,98	420,20	494,52	550,74	606,96	737,49
Snyder	86,22	137,95	186,75	265,27	336,08	417,90	577,50
Kirpich	51,49	82,38	111,52	158,40	200,69	249,54	344,85
SCS	167,44	267,91	362,68	515,16	652,68	811,57	1121,52
Belirli Tekerrür Aralıklarına [(T <sub>r</sub> ) (yıl)] Sahip Debi Miktarları (m <sup>3</sup> /sn) (Kaleyçi, 2004)							
Yöntem	2	5	10	25	50	100	500
DSİ	117,34	175,12	222,15	293,28	353,72	420,45	557,67
Mockus	75,30	120,35	163,07	231,69	293,43	364,68	504,19
Bölgesel	140,00	191,67	226,19	270,60	304,37	338,93	416,94
Noktasal	106,68	142,94	166,75	196,69	218,85	241,00	292,38

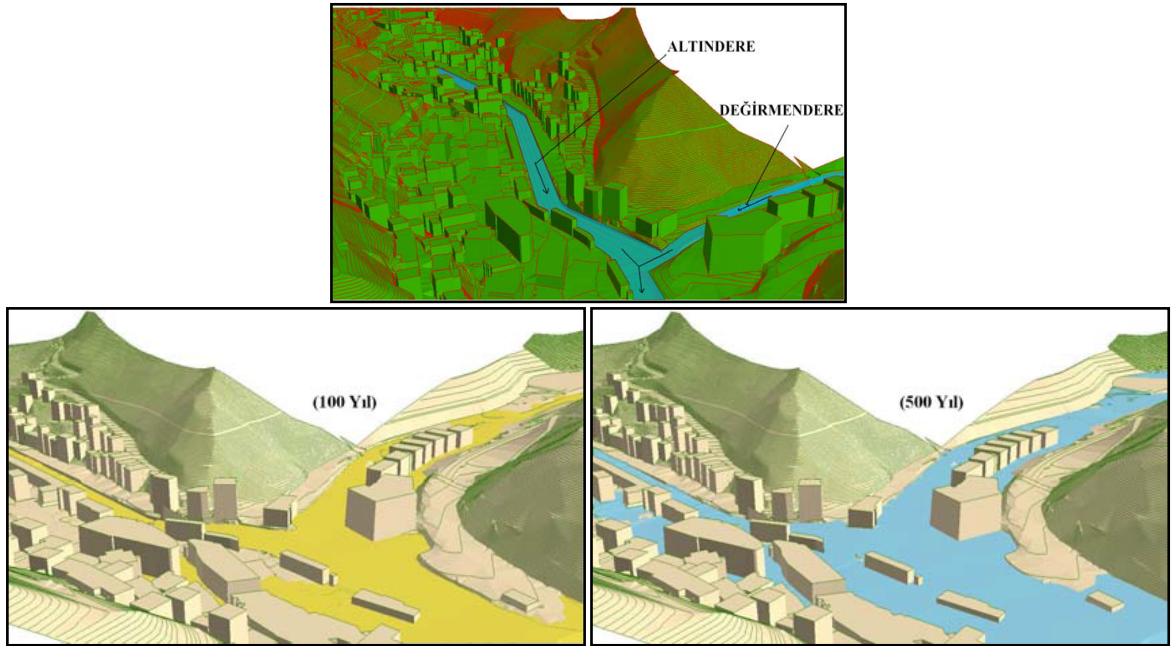
### 2.4.3. Taşkın Risk Analizi ve Haritalandırılması

Taşkın risk haritaları, çeşitli tekerrür aralıklarına sahip taşkınlar sonucunda sular altında kalacak alanları, suyun hızını ve yüksekliğini göstererek; taşkınlar öncesinde önlemler alınması, halkın bilinçlenmesi ve taşkın sonucu maddi zararların tahmini için kullanılmaktadır. Taşkın risk haritaları ayrıca taşkından etkilenecek bölgenin nüfus ve ekonomik yapısı hakkında da bilgiler içermelidir.

Değirmendere Havzası'nda taşkın risk analizi ve haritalandırma çalışmaları için en büyük önemi arz eden iki bölge, Maçka ilçe merkezi Değirmendere-Altındere birleşim bölgesi ve Değirmendere'nin mansap kısmındaki Sanayi Mahallesi'dir. Maçka ilçesi dere

kavşağı bölgesi yerleşimin yoğun olduğu, Sanayi Mahallesi bölgesi de endüstriyel yapıların yoğun olduğu bölgelerdir. Özellikle Sanayi Mahallesi taşkın zararlarının büyük boyutlara ulaşması potansiyelini güçlü kılmaktadır. Her iki bölgenin de çeşitli tekerrür aralıklarına (senaryolara) sahip taşkın risk haritaları (su yüzü profilleri) değerlendirilmiştir.

İlk olarak Maçka İlçe merkezindeki dere kavşağının çeşitli tekerrür aralıklarına sahip taşkın risk haritaları (Şekil 2.16) incelendiğinde, özellikle iki derenin birleşmesinden sonraki yerleşim ve araziler oldukça büyük risk altında bulunmaktadır. 100 yıl ve üstü tekerrür aralığına sahip bir taşkında bu alandaki yapılar neredeyse tamamen su altında kalma riski taşımaktadırlar. Hem Altındere kısmında, hem de Değirmendere kısmında risk altında bulunan bir çok yapı mevcuttur. Altındere yatağı 50 yıllık bir taşkına kadar yaklaşık olarak yeterli kapasiteye sahip olmasına karşın, Değirmendere kısmında 10 yıllık bir taşkında bile belirli yapılar taşan sular altında kalmaktadır. Taşkın duvarlarının yetersiz olduğu ve dolayısıyla su altında kalması muhtemel alanlar mevcuttur. İlçe merkezinde bulunan köprüler dere yatağını daraltarak taşkın etkisini arttırmaktadırlar. Vadinin dar olması da taşkın altında kalacak alanların fazla olmasına etki etmektedir. Taşkın sırasında dere yatağına paralel seyreden karayollarının da sular altında kalması kuvvetle muhtemeldir ve ulaşımın (acil yardım müdahalesi, ticari nakliyat, vs.) aksaması büyük sorunlara yol açabilmektedir.



Şekil 2.16. Maçka ilçe merkezi Değirmendere-Altındere birleşimi üç boyutlu taşkın risk haritaları (Uçar, 2010).

Değirmendere Nehri'nde taşkın suyu hızı 6~7 m/s'lerden, birleşimden hemen önce yaklaşık 3 m/s'ye düşerken, Altındere yan kolunun memba bölgelerinde 5~6 m/s ile akan suyun hızı, birleşim bölgesinde bağlanma açısının büyük olmasından kaynaklı zorlanma nedeniyle 1~1,2 m/s'ye kadar düşmektedir. Maçka İlçesi Altındere-Değirmendere birleşim bölgesinde farklı tekerrür aralıklarında taşkın suları altında kalacak alanların miktarları Tablo 2.22'de verilmiştir. Tekerrür aralığı arttıkça sular altında kalan alanların artışında hızlanma gözlenmektedir. 100 yıllık taşkın debisinde binaların altında kalacağı su yüksekliği maksimum 1-1,5 m; 500 yıllık taşkında ise 2-2,5 m civarındadır (Uçar, 2010). Taşkın hızının 0,5 m/s'den büyük hızlara ulaştığında taşkın dalgalarının yaralanma ve can kaybına yol açabileceği dikkate alındığında havzada taşkınların neden olabileceği tahribat daha net anlaşılmaktadır.

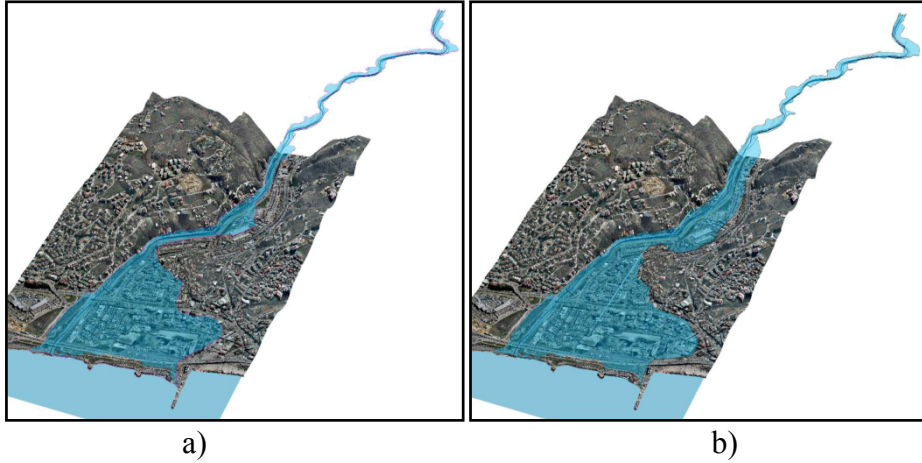
Tablo 2.22. Maçka ilçe merkezi dere birleşim bölgesi taşkın suları altında kalan alanlar (Uçar, 2010).

Tekerrür Aralığı (yıl)	10	25	50	100	200	500
Su Altında Kalan Alan (ha)	14,3	16,5	18,5	20,5	24,4	29,4

Maçka ilçe merkezine ulaşmadan daha üst kotlarda yapılan bir derivasyon tüneli ile Altındere alt havzasından alınan su Değirmendere'nin alt havzalarından bir diğeri olan Galyan Nehri'nin bulunduğu bölüme transfer edilmektedir. Asıl amacı, Galyan Nehri üzerinde yapılan Atasu Barajı'na su temin etmek olan bu derivasyon kanalı ile aynı zamanda taşkın anında Maçka merkezine inecek olan suyun bir kısmı alınacaktır. Böylece Atasu Barajı'nın depolamasından faydalanarak Maçka'da oluşacak taşkınların zararlarının azaltılabileceği düşünülmektedir (Uçar, 2010).

500 yıl tekerrür aralığına sahip taşkın debisinin oluşma olasılığı çok az gibi görülebilir; ancak 19-20 Haziran 1990'da yaşanmış olan taşkın afetinde, bu taşkından sonra kullanılmayan 2206 No'lu AGİ'nin bulunduğu bölgede 610 m<sup>3</sup>/s'lik debi tespit edilmiştir. 610 m<sup>3</sup>/s'lik debinin, bulunduğu bölge için Log-Pearson Tip III olasılık dağılımına göre 410 yıllık tekerrür aralığına sahip olduğu hesaplanmıştır (Uçar, 2010). 1990 yılına kadar Değirmendere Nehri'nde gözlenmiş en büyük debi değeri 23 yıllık kayıt içerisinde 224 m<sup>3</sup>/s iken, taşkın olayının yaşandığı 20 Haziran 1990 günü nehir, denize ulaştığında debinin yaklaşık 750 m<sup>3</sup>/s'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

İkinci olarak havzanın en yoğun nüfusa ve sanayi yapısına sahip bölgesi olan Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın risk haritaları (Şekil 2.17) incelenecektir. Değirmendere'nin Karadeniz'le birleştiği ağız kısmında yer alan bu bölgede 100 yıl tekerrür aralığına sahip bir taşkın debisinde ( $Q_{100}=580 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) sular altında toplam 93,44 ha alanın kalacağı belirlenmiştir. Bu alan içerisinde 152 adet bina kalmaktadır, binaların toplam alanı 18,81 ha'dır. 500 yıllık bir taşkın debisi ( $780 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) geldiğinde ise, toplamda 122,02 ha alanın sular altında kalacağı tespit edilmiştir. Bu alan içerisinde kalan 254 binanın toplam alanı ise 23,91 ha'dır (Tablo 2.23). 100 yıl tekerrür aralığına sahip taşkında su yüksekliği maksimum 5,537 m, 500 yıllık taşkında ise, 6,076 m olarak hesaplanmıştır. Taşkın alanındaki yapıların kaç metre su altında kalacağı hesaplanırken ortalama 3 m yüksekliğindeki taşkın koruma duvarı dikkate alınmalıdır (Serencam, 2013).



Şekil 2.17. Trabzon Ortahisar İlçesi Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın risk haritası (Serencam, 2013): a) T=100 yıl b) T=500 yıl

Tablo 2.23. Değirmendere Sanayi Mahallesi bölgesi taşkın suları altında kalan alanlar (Serencam, 2013).

Tekerrür Aralığı (yıl)	Su Altında Kalan Alan (ha)	Su Altında Kalan Bina Sayısı	Su Altında Kalan Bina Taban Alanı (ha)
100	93,44	152	18,81
500	122,02	254	23,91

Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın risk haritalarından görülmektedir ki, hem 100 yıllık hem 500 yıllık taşkında Karadeniz Sahil Yolu (D010) ve Trabzon-Gümüşhane karayolu (D885) kullanım dışı kalmaktadır. Aynı şekilde her iki tekerrür süresine sahip taşkında da Trabzon Limanı büyük zarar alma potansiyeline sahip bulunmaktadır.

Değirmendere Havzası'nın kentsel ve sanayisel yerleşim olarak en yoğun bölgesi konumunda olan Sanayi Mahallesi bölgesini, havzanın kentsel yerleşim yoğunluğu açısından ikinci sırada kabul edilebilir Maçka İlçesi dere birleşim bölgesiyle taşkın risk haritaları üzerinden kıyaslandığında, su altında kalan alanlar bakımından yaklaşık 4-5 kat daha büyük taşkın alanına sahip olduğu görülmektedir. Can ve mal kaybı yaşanma olasılığının da Maçka dere birleşim bölgesine oranla çok daha fazla olduğunu vurgulamak gerekmektedir. Özellikle sanayi tesisleri, fabrika, atölye ve dükkanların uğrayacağı zararlar havzadaki taşkın maddi zararlarının çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Aynı şekilde karayolu ve limanın servis dışı kalması özellikle transit taşımacılığın aksamasından dolayı bölgeye ve ülkeye vereceği ekonomik zararın boyutu çok büyük olacağından taşkın kontrol önlemleri ivedilikle tamamlanmalıdır.

Taşkın risk haritaları oluşturulan bölgelerde gerçekten bir taşkın olduğunda su yüzeyi profilleri gerçek taşkına göre tespit edilerek modelin doğruluğu test edilmeli, gerekliyse kalibre edilmelidir. Çünkü taşkın debi hesapları bir takım kabullerle ve geçmiş veriler ışığında oluşturulduğu için tam anlamıyla gerçeği yansıtmaya ihtimali düşüktür. Güvenli tarafta kalınması açısından taşkın debisinin hesaplanandan bir güvenlik katsayısı dikkate alınarak büyük seçilmesi ve buna göre projelendirme yapılması uygun olacaktır. Kar erimesi, sediment miktarı vs. gibi faktörler göz ardı edilmemelidir. Fakat taşkın debisinin hesaplanandan çok fazla büyük alınması veya çok büyük tekerrür aralığına (1000,10000) sahip debilerin ele alınarak taşkın yönetimi ve su yapıları projelendirmesi yapılması ekonomik olmayacağından uygun tekerrür aralığı iyi belirlenmelidir. Su yapıları projelendirilirken yapının fonksiyonunun ehemmiyeti, yapının hasar görmesinden doğacak zararların boyutu gibi etmenler göz önüne alınarak uygun tekerrür aralığına sahip debi değerleri kullanılmalıdır.

#### **2.4.4. Taşkın Zararları Analizi**

Bir taşkın oluşturacağı zarar, tüm bölge ekonomisine vereceği zararlar dikkate alınarak belirlenir. Bir taşkın sebep olacağı toplam zarar; taşkın bölgesinin büyüklüğü, ana akarsu yatağından taşan akışın miktarı (hacmi), arazinin su altında kalma yüksekliği ve süresi, ortalama akış hızı ve taşkına uğramış alanın ekonomik değeri gibi parametrelere bağlıdır. Bir taşkın yol açacağı doğrudan veya dolaylı zararlar; tarımsal zararlar, kırsal alanlardaki zararlar, yerleşim alanlarındaki zararlar, su yapılarındaki zararlar, üretim,

ulaşım ve alt yapı tesislerindeki zararlar, taşkın zararlarını önleme çalışmalarının maliyeti, ekonomik faaliyetlerin etkilenmesi sonucu oluşan zararlar ve taşkınların toplumsal zararları olarak sıralanabilir (Yüksek, 2000).

Genel olarak taşkınların gitgide daha fazla zarara yol açtığı görölmektedir. Bunun en büyük sebebi beşeri etmenlerdir. Ormanların ve meraların kontrolsüzce yok edilmesi, yanlış arazi kullanılması ve taşkın yataklarına yerleşimin artması gibi beşeri nedenlerden dolayı doğal sirküasyonun bir parçası olan taşkınlar, afet niteliğine bürünmüştür. Taşkın zararlarının en aza indirilmesi ancak çok kapsamlı bir yönetim stratejisi ile mümkündür. İlgili kurumların koordinasyon eşliğinde teknik hesaplama, yaklaşım ve modelleme ile taşkını ele alması ve makul bir taşkın yönetimi ortaya koymaları gerekmektedir. İlgili kurumlar arasında yetki karmaşası olduğu açıktır, ayrıca buna yasal boşluklar da eklenince işbirliği ve inovasyon çerçevesinde entegre bir yönetim mümkün olmamaktadır. Yasal düzenleme ve ilgili kurumların koordinasyonu yada tek bir kurum çatısı altında toplanması sağlanarak entegre havza yönetimiyle taşkın zararları en aza indirilebilir.

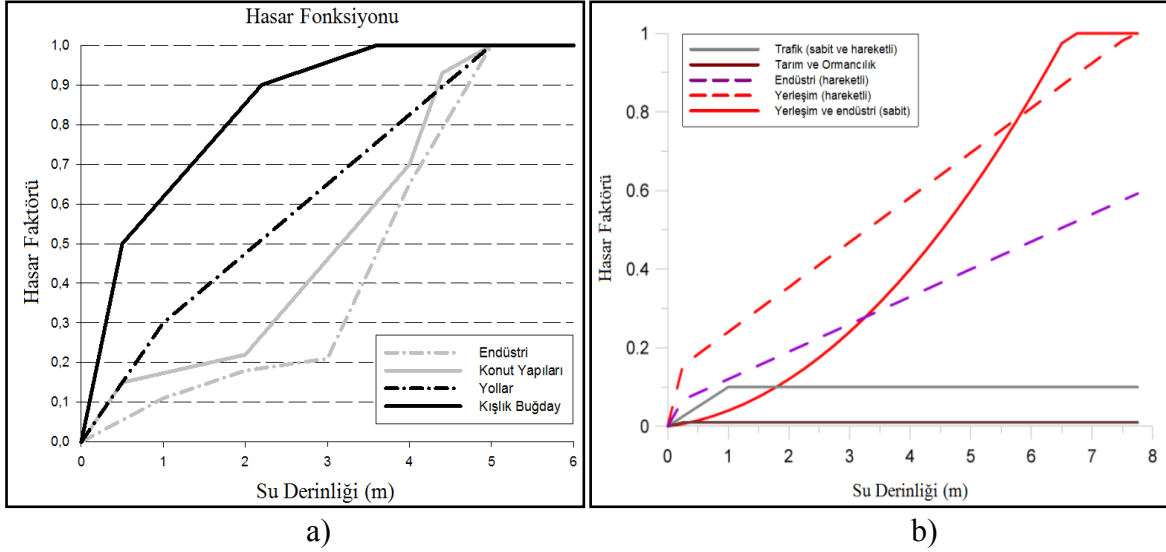
Ülkemizde yapılan taşkın kontrol yapıları sayesinde taşkınların sayısının azalmasına karşın taşkınların zararlarının arttığı gözlenmektedir. Bunun en büyük sebebi taşkın yataklarındaki kentsel ve endüstriyel yapılaşmadır.

Değirmendere Vadisi'nin taşkın riski açısından en riskli olan bölgesi olan Sanayi Mahallesi, aynı zamanda Trabzon İlinin Sanayi alanı olup, özellikle gündüzleri çok yoğun insan (15-20 bin kişi) ve araç sirküasyonu bulunmakla beraber mesken olarak kullanılan konutların azlığı nedeni ile gece nüfusu 2013 yılı itibari ile TÜİK verilerinden 2 500 kişi civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle taşkın olayının gündüz ve özellikle hafta içi meydana gelmesi durumunda yerleşimin zarar görülebilirlik riski çok üst seviyede olacaktır (Serencam, 2013).

Değirmendere Vadisinde özellikle bahar ve yaz aylarında kar erimesi ve aşırı yağan lokal yağışların etkisi ile dik eğimli topoğrafyada toprağa sızamayan kar ve yağmur suları hemen akışa geçmekte, hızla akan suyun etkisi ile taşınan malzemeler çarptığı her şeyi (insan, bitki, hayvan, yol, köprü, bina, fabrika, araba vb.) tamamen yada kısmen tahrip ederek yada yok ederek büyük can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Değirmendere'nin özellikle yukarı havzalarından başlamak üzere, aşağı havzalara kadar, havza boyunca her yerde yeni çatlakların ve oyukların oluşması, yatak yamaçlarında çökmelere neden olmuş, özellikle yamaçlarda açılan yolların etkisi ile topuk kaymasına bağlı olarak buralarda yamaç hareketleri hızlanmış, büyük miktardaki toprak ve alüvyondan oluşan gevşek

malzeme dere yatağına boşalmıştır. Erozyon etkisi ile dere yataklarında biriken ve gevşek nitelikte olan yamaç malzemesi yağmurlu ve kar erimesinin başladığı zamanlarda akarsu ile birlikte taşınarak havzanın mansap tarafında etkili ve kalıcı zararlar vermiştir. Taşınan değişik yüzey malzemelerinin özellikle tarım alanlarını kaplaması ile o alanların doğal yapısı bozulmuş, toprak kalitesini azaltarak verimini düşürmüştür. Dere yatağı taşıntı malzemeleri ile gittikçe tıkanması sonucu taşkın suları kontrolsüz hale gelmiştir. Vadi içerisinde kurulan hidroelektrik santralleri işlevlerini sağlıklı olarak yerine getiremez hale geldiğinden, enerji üretiminde düşmeler olmaktadır. Vadide ulaşımı sağlayan ana arter olan Trabzon-Gümüşhane yolu akarsu yatağına paralel olarak ilerlediğinden taşınan ve yığılan malzemeler nedeniyle sık sık kapanmış ve ulaşım aksamıştır. Trabzon arıtma tesisi ve ana isale hattı Değirmendere vadisi içerisinde bulunduğundan, su iletim hattı tahrip olmuş, kanalizasyon ve yağmursuyu şebekesi tıkanmış, drenaj sistemlerinde tahrip olmuş, ve akarsuyun denize boşalttığı noktada bulunan Trabzon Limanının giriş ağzında deniz dolmaya başlamıştır (Serencam, 2013).

Taşkında gözlenen yada taşkın risk haritalarını oluştururken simülasyon programlardan elde edilen ortalama su derinliği ile literatürde mevcut çeşitli derinlik-zarar eğrileri (Şekil 2.18) yardımıyla taşkın zarar oranları tahmini hesaplanabilmektedir. Derinlik-zarar eğrileri farklı arazi kullanımları için potansiyel zararın belirlenmesinde, yardım çalışmalarında öncelik verilecek en büyük zarara uğrayan alanın tespitinde, arazi kullanım şekillerinin zarar üzerindeki etkisinin belirlenmesinde, taşkından etkilenecek veya etkilenmeyecek arazilerin belirlenmesi ve dolayısıyla buraya taşkın koruma yapılarının gerekli veya gereksiz olacağını gösterilmesinde ve yıllık ortalama zararın hesabında kullanılabilirler. Taşkın zarar oranı ile toplam bina alanları ve binaların yıpranma payı olarak belirlenen %20 oranında değer düşülerek elde edilen değerle, binaların yapı değerlerine ait birim fiyatlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından her yıl belirlenen Yapı Yaklaşık Birim Fiyat Cetveli'nden (2013) taşkın etkisi altında kalan binaların yapı sınıflarına uygun fiyatları alınarak bu değerlerin çarpımı sonucunda toplam zararın fiyatlandırması Değirmendere mansap kısmı için yapılmıştır. Buradaki fiyatlandırma, bütün ekonomik kayıplar için yapılmayıp, sadece binaların uğrayabileceği hasara göre yapılmıştır. Yollar, köprüler, altyapı tesisleri vb. diğer yapılarda meydana gelebilecek zararların hesabı çok daha ayrıntılı çalışmaları gerektirdiğinden, bu tesislerde meydana gelebilecek hasarlar tahmin edilmemiştir (Serencam, 2013).



Şekil 2.18. Derinlik-zarar eğrileri a) Van Eck ve Kok (Vrisou van Eck ve Kok, 2001). b) Moel ve Aerts (De Moel ve Aerts, 2011).

Değirmendere'nin denize döküldüğü ağız kısmında bulunan Sanayi Mahallesi bölgesinde taşkın sularının yüksekliğinden taşkın koruma yapısının yüksekliği düşülerek binaların kaç metre su altında kalacakları tespit edilmiştir. 100 yıllık taşkında  $5,537 - 3,000 = 2,537$  m; 500 yıllık taşkında  $6,076 - 3,000 = 3,076$  m olacak şekilde binaların su altında kalacakları yükseklikler bulunarak derinlik-zarar eğrileri yardımıyla binalardaki taşkın zararları hesaplanmıştır. Binaların yıpranma payı için yapılaşma şekilleri ve kullanım özellikleri göz önüne alınarak %20 yaklaşımı yapılmıştır. Bina yapı sınıfları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan mimarlık ve mühendislik hizmet bedeli hesabı için kullanılan yapı birim fiyat cetvelinden 3A ( $490 \text{ TL/m}^2$ ) olarak belirlenmiştir. 100 yıllık taşkın suları altında kalan bina taban alanı  $188090 \text{ m}^2$ ; 500 yıllık taşkında ise  $239135 \text{ m}^2$ 'dir. Bu veriler ışığında Değirmendere Havzası Sanayi Mahallesi sular altında kalan binaların taşkın zararları (Tablo 2.24) şu şekilde hesaplanmıştır (Serencam, 2013).

Su Altında Kalan Binaların Toplam Değeri (T=100 yıl):  $188090 \text{ m}^2 * 490 \text{ TL/m}^2 * (1,00 - 0,20) = 73731280 \text{ TL}$

Su Altında Kalan Binaların Toplam Değeri (T=500 yıl):  $239135 \text{ m}^2 * 490 \text{ TL/m}^2 * (1,00 - 0,20) = 93740920 \text{ TL}$

Derinlik-Zarar Eğrisi ile Zarar Tespiti: Binaların Toplam Değeri \* Hasar Faktörü



Tablo 2.24. Değirmendere Sanayi Mahallesi taşkın suları altında kalan binaların zarar tahminleri

Taşkın Tekerrür Aralığı (yıl)	Taşkın Suları Altında Kalan Bina Alanı (m <sup>2</sup> )	Taşkın Suları Altında Kalan Binaların Toplam Maliyeti (TL)	Binaların Su Altında Kalma Yüksekliği (m)	Van Eck ve Kok Derinlik-Zarar Eğrisi		Moel ve Aerts Derinlik-Zarar Eğrisi		İki Yöntemin Hasar Maliyeti Ortalaması (TL)
				Hasar Faktörü	Hasar Maliyeti (TL)	Hasar Faktörü	Hasar Maliyeti (TL)	
100	188090	73731280	2,537	0,19	14008943	0,16	11797004	12902974
500	239135	93740920	3,076	0,22	20623002	0,21	19685593	20154298

Taşkın zarar tahminleri incelendiğinde olası taşkınlarda havzada maddi zararın sadece endüstriyel ve kentsel binalar açısından ne kadar yüksek olduğu gözler önündedir. Kaldı ki, bu zararlar sadece binanın kendisi için hesaplanan zararlardır. Binaların içindeki eşya, sanayi makineleri, malzeme, cihaz, elektronik aksam, ürün, meta vs. hesaba katıldığında bu hasarın çok daha artacağı açıktır. Üstüne üstlük havzadaki tarımsal arazilerin, hayvanların, yolların, menfezlerin, köprülerin, altyapı tesislerinin (içme suyu isale hattı ve şebekesi, kanalizasyon, vs.), iletişim ve enerji nakil hatlarının uğrayacağı zararlar hesap edilmemiştir. Bu zararlar hesap edildiğinde taşkın zararının boyutu katlanarak artacaktır. Derinlik-zarar eğrilerine bakarak havzadaki yolların 100 yıllık taşkında yaklaşık %55; 500 yıllık taşkında yaklaşık %65 oranında zarara uğrayacağı söylenebilir. Sanayi tesislerinde üretimin aksaması ve durması, ulaşımın sekteye uğraması, kamu ve özel hizmet faaliyetlerinin durması gibi dolaylı zararlar da taşkınların maddi zarar verme bakımından ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yüzden taşkın zararlarını en aza indirmek için gerekli olan bütün önlemler mazeretsiz yerine getirilmelidir. Buraya kadar taşkın maddi zararları üzerinden bahsedildi, ancak daha da önemlisi taşkında yaşanabilecek olan insan ölümleri ve yaralanmalarının hiç olmaması için gerekli olan bütün uygulamalar katı kurallarla tavizsiz gerçekleştirilmelidir. Değirmendere Havzası için taşkın olasılığı her zaman yüksek görünmektedir. Taşkın doğal bir olgu olduğundan gerçekleşmemesini sağlamak mümkün değildir, zaten doğal döngü içerisinde taşkın faydalı bir yeri mevcuttur. Ancak insanoğlunun doğaya uygun yaşamadığından ve yerleşmediğinden ötürü taşkınlar insanoğlu için afet özelliği taşımaktadır. Dünyadaki diğer canlılardan insanları ayıran ve onlara üstün kılan özellik akıl ve vicdan sahibi olmasıdır. Bu yüzden insana zarar veren taşkın gibi yaşanan doğal sıkıntıların zarar boyutunun tekrardan yüksek olmaması için insanlar düşünmeli ve ucuz hesapları bir kenara iterek taşkın zarar vermeyecek hale gelmesini sağlayacak önlem ve kontrol çalışmalarını

harfiyen uygulamalıdır. Yaşanan felaketlerden ders çıkarmayan toplumlar, afetlerin açacağı sosyolojik, psikolojik, ekonomik ve fiziksel tahribata mahkum olarak yaşamak zorundadırlar.

#### **2.4.5. Baraj Yıkılması Kaynaklı Taşkın Zararları Analizi**

Sulama, enerji, taşkın koruma, kentsel ve endüstriyel su ihtiyacını giderme, rekreasyonel kullanım gibi çok önemli ekonomik işlevleri olan barajların yıkılmasıyla haznedeki su kütesinin taşkın oluşturması bulunduğu bölge açısından felaket olacaktır. Özellikle büyük hacimli rezervuara sahip barajların yıkılması kaynaklı taşkınlar, etki bakımından şiddetli yağışların neden olduğu taşkınlardan çok daha fazla bir zarar potansiyeline sahiptir. Baraj yıkılmasından dolayı oluşan taşkınların oluşma süresi de şiddetli yağışların neden olduğu taşkınlara göre çok daha kısadır. Baraj yıkılmasıyla haznedeki büyük su kütlesi mansaptaki taşkın yatağı boyunca muazzam bir taşkın dalgası olarak süratle akışa geçer ve önüne gelen her şeyi süpürerek tahrip etme ve yıkıma uğratma gücüne sahiptir.

Baraj yıkılmaları (Şekil 2.19) aşağıdaki bir sebepten ötürü yada birkaç sebebin kombinasyonu olarak gerçekleşebilir.

- Yetersiz dolusavak kapasitesi veya dolusavağın yıkılması nedeniyle baraj gövdesi üzerinden suyun taşması
- Baraj inşaatında kullanılan malzemenin yapısal sorunları
- Baraj gövdesi temel problemleri (zemin sıvılaşması vs.)
- Baraj gövdesinde oluşan borulanma ve sızma
- Deprem etkisi
- Heyelan
- Baraj gövdesinde oturma vs. kaynaklı çatlaklar oluşması
- Sabotaj



Şekil 2.19. Çeşitli baraj yıkılması görüntüleri

Değirmendere Havzası'ndaki tek baraj olan Atasu Barajı, Esiroğlu mevkiinde Galyan Deresi üzerinde bulunmakta olup içme-kullanma suyu temini ve enerji üretimi amacıyla beton ve kaya dolgu tipi olarak inşa edilmiştir. Bu tip barajlar, gövdedeki gedik genişliğinin baraj taban genişliğine oranla çok küçük olmasından dolayı ani ve tamamen yıkılma eğilimi göstermeyen barajlardır. Sadece betonarme kemer barajlar ani ve tamamen yıkılma potansiyeline sahip barajlardır. Değirmendere'nin denize döküldüğü yerden yaklaşık 19 km menba kısmında bulunan barajın göl hacmi  $39,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ , en yüksek su seviyesinde göl alanı  $882 \times 10^3 \text{ m}^2$ 'dir. Buradan baraj gölündeki su yüksekliği 44,44 m olarak tespit edilmiştir.

Baraj yıkılmasından kaynaklanacak taşkın debisi için barajın gövde yüksekliği, rezervuar hacmi ve derinliği gibi parametrelerden oluşan ampirik formüller geliştirilmiştir. Bu ampirik formüller geçmişte yaşanmış baraj yıkılmalarında oluşan taşkın debileri ile regresyon analizine tabi tutularak geliştirilmiştir. Bu ampirik formüllerden birini 1955 yılında geliştiren Froehlich, çok sayıda örnek üzerinden geliştirdiği ve geçmişteki baraj çökmeleri hesaplamaları için iyi sonuçlar veren aşağıdaki formülleri ortaya koymuştur.

$$t_f = 0,00254V_w^{0,53}h_b^{-0,9} = 0,00254 * (39,2 * 10^6)^{0,53} * 45^{-0,9} = 0,87 \text{ sa} = 52,2 \text{ dk} \quad (2.37)$$

$t_f$ : Baraj gövdesindeki gediğin aşınma zamanı (sa)

$V_w$ : Baraj göl hacmi ( $\text{m}^3$ )

$h_b$ : Gediğin yüksekliği (m) (Gedik baraj gövdesinin en üst noktasında oluşmuş kabulü yapılmıştır.)

$$Q_p = 0,607V_w^{0,295}H_w^{1,24} = 0,607(39,2 * 10^6)^{0,295} * 44,44^{1,24} = 11653,27 \text{ m}^3/\text{sn} \quad (2.38)$$

$Q_p$ : Pik debi ( $m^3/sn$ )

$V_w$ : Baraj göl hacmi ( $m^3$ )

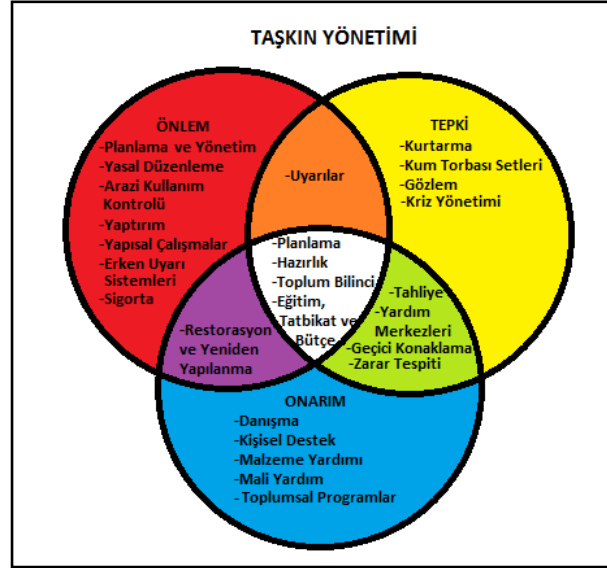
$H_w$ : Baraj gölü su yüksekliği (m)

Atasu Barajı'nın yukarıda sayılan çeşitli sebeplerle yıkılması senaryosuna bağlı olarak tespit edilen taşkın debisinin ne kadar büyük olduğu görülmektedir. Böyle bir taşkının baraj mevkiinden Değirmendere'nin denize döküldüğü kısımlara kadar çok büyük alanları etkileyeceği ve muazzam zararlara neden olacağı açıktır. Gedik başlama ve oluşma zamanları erken uyarı mekanizmasının harekete geçirilmesi için çok önemlidir. Baraj yıkılma senaryoları için acil eylem planlarının ivedilikle işleyecek şekilde olması gerekmektedir. Can kaybı yaşanmaması için bölgenin tahliye edilmesi çok iyi organize edilmelidir. Bunun için baraj yıkılmasında sular altında kalabilecek yerlerin haritası çıkartılmalı ve yerel halk önceden bu konuda bilgilendirilmelidir. Baraj yıkılması sonucu kısa bir sürede oluşacak taşkın yerleşim yerlerine ulaşmadan tahliyeye fırsat verecek makul bir süre öncesinden erken uyarı sistemleri devreye girmeli ve toplumu uyarmalıdır.

#### **2.4.6. Taşkın Afet Yönetimi**

Havzada taşkın zararlarının azaltılması için yapılacak en etkin ve ekonomik çözüm, taşkın olayı gerçekleşmeden, insan faaliyetlerini düzenleyen ve çokça yapısal unsur içermeyen özellikte, halkın eğitimi, uygun arazi kullanımı, taşkın risk analizi, taşkın yataklarındaki yapılaşmanın kontrolü, kurumlar arası koordinasyon, merkezi ve yerel yönetim işbirliği, ağaçlandırma gibi tedbirlerin, bir plan ve program dâhilinde ilgili tüm kurum ve kuruluşların ortak amaç doğrultusunda birlikte çalışmaları olacaktır (Önsoy vd., 2008).

Taşkın yönetim aşamalarını kısaca gösteren şematik bir gösterim Şekil 2.20'de sunulmuştur.



Şekil 2.20. Taşkın yönetiminin aşamaları

#### 2.4.6.1. Yapısal ve Yapısal Olmayan Taşkın Kontrol Yöntemleri

Taşkın ve etkileri sonucu oluşacak can ve mal kaybından kaynaklanacak zararları uzun dönemde azaltmak veya ortadan kaldırmak için yapılan ve sürekliliği olan çalışmalara taşkın kontrol tedbirleri denir. Uygulanan taşkın kontrol yöntemlerinden önceki ve sonraki ortalama yıllık zararlar tespit edilerek, alınan önlemlerin ne kadar ortalama yıllık zararı azalttığı bulunabilir ve bu şekilde önlenen taşkın zarar miktarı sağlanan kazanç olarak ortaya konulabilir (Serencam, 2013). Taşkın kontrol çalışmalarının amacı insan yaşamının, sağlığının, çevrenin, kültürel mirasın ve ekonomik gelişmenin taşkın zararlarından korunarak yaşam kalitesinin sürdürülebilirliğini sağlamaktır.

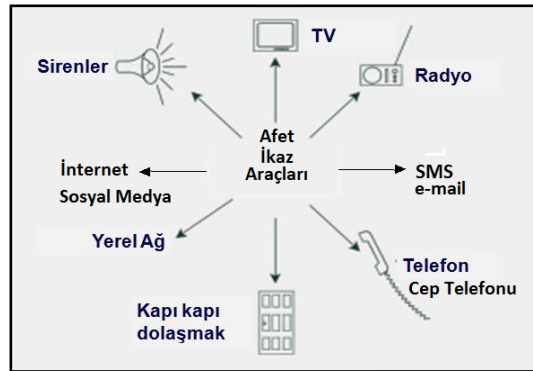
Taşkınlar ile mücadelede, akarsu yatağını düzeltme ve düzenleme, taşkın kontrol setleri ve barajları, taşkın koruma duvarları ve derivasyon kanalları, yağmur suyu drenaj sistemleri vb. gibi mühendislik uygulamalarına yapısal tedbirler denir. Bazı bağlama yapıları da kapaklı yapıldıklarından, kapakların işletmesi doğru yapıldığı takdirde kısmi taşkın kontrolü için kullanılabilirler. Barajlar planlanırken taşkın öteleme konusu da düşünülür ve buna göre projelendirilirler. Baraj haznelerinde, gelebilecek taşkın riski düşünülerek yeterince hacim, taşkın enerjisini kırmak ve ötelemek için boş bırakılır. Seddeler taşkını kontrol eder ve suyun yatağında akmasını sağlar. Bu sayede sedde dışındaki yerleşimleri koruyabilirler. Özellikle bazı yörelerde yatağın her iki tarafındaki seddelerden sonra boş düzlükler bırakılabilir, bu sayede ıslak alan miktarı artırılır ve

taşkın korumada daha etkili bir çözüm üretilebilir. Seddelerin en uygun boyutlarının belirlenebilmesi için muhtemel taşkın sularının oluşacağı kotların ve alansal dağılımının belirlenmesi gerekir. Bunun yanı sıra, dar kesitte yüksek bir sedde ile suyun hızının arttığı durumlarda brit, tersip bendi gibi hız kırıcı enine yapılar yapılmalıdır. Seddelerin yıkılması durumu, özellikle yerleşim yerlerinde felakete yol açabilir, bu yüzden güvenlik katsayısı yeterli olacak şekilde tasarlanmasına dikkat edilmelidir. Özellikle sedde ile taşkından koruma yapılan yerlerde temelden sızma etkisini azaltmak için drenaj yapılarının da iyi çalışması gerekmektedir. Bunun yanı sıra taşkın anında gelen debinin azaltılması için belirli bir taşkın debisi yönü çevrilmek suretiyle farklı yönlere gönderilebilir, bu da ancak derivasyon ve/veya yan kanal gibi yapılarla mümkündür (Altındere'den Galyan Barajı'na yapıldığı gibi). Bu önlemlerin yanı sıra; sel kapanları, tersip bentleri, brit, anroşman taş dolgu gibi yapısal önlemlerle, taşkın olumsuz etkileri azaltılabilir (Serencam, 2013). Dere yataklarının çeşitli kontrol yapıları ile ıslah edilmesinin yanında dere yataklarının temizlenmesi, dere yataklarından alınan kum ve çakılın kontrollü alınması, dere yataklarına çöp, moloz ve hafriyat malzemelerinin dökülmemesi gerekmektedir.

Taşkın etkisi altında kalabilecek alanlardaki, kamulaştırmalar, imar v.b. yasalar, rölekasyon ve yeniden iskân, özel kullanım ve yapı izinleri, nehirlere ait sulak alanların geri verilmesi, afet yönetimi, sigorta, bu bölgelerde yaşayan halkın taşkın konusunda bilinçlendirilmesi, erken uyarı gibi tedbirlere yapısal olmayan tedbirler denir. Yapısal olmayan tedbirlerden en önemlisi taşkın yaşanılacak yerlerin önceden uyarılmasını sağlayıcı erken uyarı sistemlerinin kurulmasıdır. Bu sistemin kurulabilmesi için riskli bölgelerin önceden modellenebilmesi ve çeşitli taşkın simülasyonlarının gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Bu sayede meteorolojik tahminlere göre ne kadar yağış alacağı belli olan bir bölgenin nasıl bir taşkın tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı belirlenebilir ve riskli yerleşimler önceden uyarılarak gerekli önlemler alınabilir. Taşkın oluşma süresi daha erken olan yerlerde de bu tür önlemler acilen alınmalı ve uygulanmalıdır. Bu yüzden bir taşkın bilgi sistemi oluşturulmalı ve tek bir koordinasyon merkezinden bu yönetim sağlanmalıdır (Serencam, 2013).

Taşkın zarar azaltma ve önleme çalışmaları; taşkınla ilgili verilerin toplanıp, hangi bölgenin yerleşme için uygun olduğunun belirlenmesi, acil durumlarda barınaklar açılması veya afet sonrası geçici barınma birimlerinin konumlandırılmasıdır. Zarar azaltma, aynı zamanda, işyerlerini ve halkı almaları gereken basit önlemler konusunda eğitmek, böylece kayıp ve yaralanmaları eğitim ile de azaltmayı amaçlar (Kadıoğlu, 2008).

Uluslararası Doğal Afetleri Azaltma Stratejisi (ISDR) tarafından erken uyarı sistemleri; afet riskini engellemek, bu riskleri azaltmak ya da afetlere karşı daha etkin müdahaleye imkan sağlayacak bilgilerin yetkili kurumlar tarafından zamanında ve etkin olarak duyurulması olarak tanımlanmaktadır. Yağış-akış gözlemleri, taşkın risk analizi ve iletişim (afet ikaz-tepki ilişkisi) erken uyarı sistemlerinin en önemli aşamalarıdır. Eğitim ve bilinçlenme afet mücadelelerinde çok önemli olduğu için, taşkın uyarısının iyi organize edilmiş çeşitli mekanizmalarla (Şekil 2.21) halka duyurulması ve gerekli önlemlerin alınarak taşkından korunmak için doğru reaksiyon gösterilmesi konusunda da eğitimin önemi çok büyüktür. Bu bağlamda okullarda öğrencilere taşkın öncesi, esnası ve sonrasında yapmaları gerekenler afet eğitimi kapsamında verilmelidir. Konu ile ilgili yazılı ve görsel medya aracılığıyla etkili, kısa ve akılda kalıcı eğitim kampanyaları gerçekleştirilebilir. Erken uyarı sisteminin başarısı olası taşkınları yaklaşık bir hafta öncesinden haber vermesiyle ölçülebilir. Taşkın zararlarını azaltmak, önlemek ve hazırlıklı olmak için gözlem, tahmin, uyarı ve tepki sistemleri çok iyi oluşturulmalı ve birbirleriyle entegre olarak yürütülmelidir. Teknolojik gelişmelerle paralel olarak sistemler güncellenmeli ve sürekli gözlemlenmelidir.



Şekil 2.21. Erken uyarı sisteminde kullanılacak bazı araçlar (Kadıoğlu, 2008)

Gelişmiş ülkelerde doğru arazi kullanım politikaları, hidro-meteorolojik gözlem ağları, meteoroloji radarı, otomatik akım ve yağış istasyonları ve hidro-meteorolojik modeller ile doğru ve erken nehir/göl/deniz su seviye tahminleri ve uyarıları ile can ve mal kayıpları en aza indirgenebilmiştir (Kadıoğlu, 2008).

#### 2.4.6.2. Entegre Havza Yönetiminde Taşkın Yönetimi

Sürdürülebilir kalkınma için doğal birimler olan havza bazında yönetimin esas alınması ve havzadaki bütün doğal kaynaklar ile insan faaliyetlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik çerçevede bütüncül olarak ele alınması gerekliliği açıktır. Entegre havza yönetiminde doğal afet yönetimi, su kaynaklarını koruma- kullanma yönetimi vs. gibi faaliyetler alt bir başlık olarak yürütülebilir, fakat bunun gibi alt yönetim çalışmaları entegre olarak bütün havza göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir. Bu bağlamda entegre taşkın yönetimi; su kaynakları yönetimi, arazi kullanımı yönetimi ve risk yönetimi olarak üç ana başlık altında entegre olarak değerlendirilebilir. Örneğin taşkın yönetiminde taşkın zararlarını kontrol ve önlem çalışmalarının yanı sıra taşkınların su kalitesi, sediment taşınımı, arazi kullanımı vs. gibi havzanın farklı özellikleriyle ilgili ilişkileri ortaya konarak entegre bir yaklaşım yapılmalıdır ve bu şekilde ana gövde olan havza yönetimine bir kol olarak entegre olmalıdır. Entegre havza yönetiminde olduğu gibi taşkın yönetiminde de halkın yönetime katılması ve bilinçlendirilmesi çok önemlidir. Kamuoyu kendini yönetimin bir parçası olarak görmeli ve kamuoyunun yönetime aktif bir şekilde katılmasını sağlayacak yönetim altyapısı oluşturulmalıdır. Kamuoyu hem yönetim süreci hakkında bilgilendirilmeli hem de taşkın zararlarının en aza indirgenmesi için bilinçlendirilmelidir.

Afetlerin etkilerinin minimize edilebilmesi için afet öncesi ve sonrası yapılan çalışmaların başarısı, afete maruz kalan toplumların plansal, ekonomik, eğitimsel, teknolojik ölçekteki beceri ve gelişmişliği ile yakından ilgilidir (Serencam, 2013). Bu yüzden taşkın yönetiminde planlama, teknik ve finansal kaynak kadar eğitim de çok önemlidir. Taşkın yönetimi; olası taşkın büyüklüğünün ve zararlarının tahminleri, taşkın kontrol tedbirleri, taşkın afet acil durum planı, taşkınlar hakkında eğitim gibi unsurlardan oluşmaktadır.

Taşkın yönetiminin hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, 2003):

- Ölçüm ağlarının genişletilmesi
- Veri tabanının oluşturulması
- Uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin modellemeye entegrasyonu
- Görevli personel ve halk taşkın eğitimi



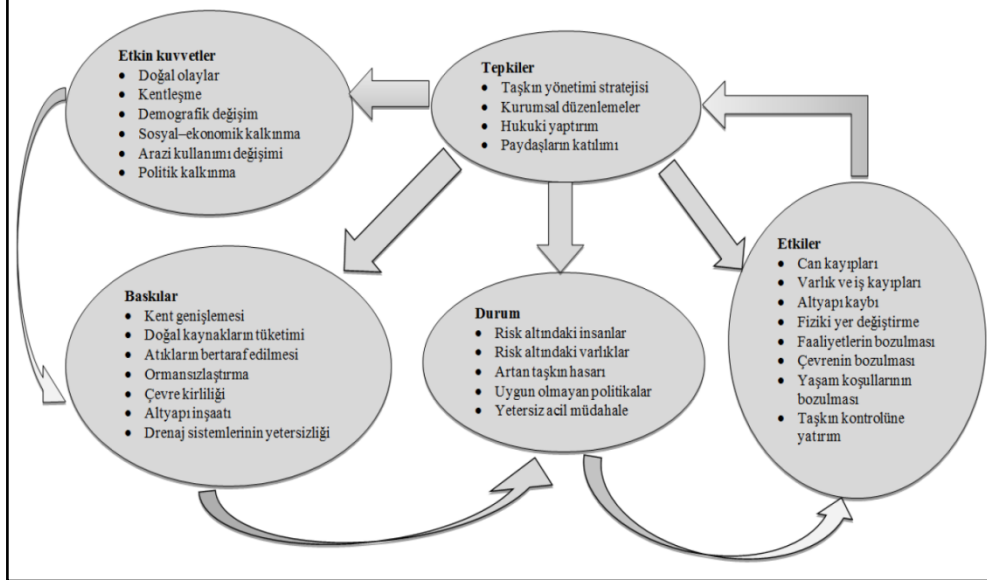
- Kurumsal altyapısının geliştirilmesi
- Mevzuat düzenlemesi
- Taşkın sigortasının teşvik edilmesi
- Yüksek öğretim kurumlarında taşkın konusunda eğitim altyapısının oluşturulması
- Erken uyarı sistemi
- Afet acil eylem planı

Taşkın yönetiminde gelişen teknoloji ürünlerinin kullanılması gayet yerinde olacaktır. Havza simülasyon modelleme programları, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi gibi yenilikleri havza ve taşkın yönetiminde karar destek araçları olarak kullanmak önemlidir.

#### **2.4.6.3. EBDET (DPSIR) Yönetim Modeli**

Son zamanlarda taşkın yönetimi konusunda sıkça kullanılan tekniklerden biri de, Avrupa Çevre Ajansı tarafından geliştirilen EBDET (Etkin kuvvetler, Baskılar, Durumlar, Etkiler ve Tepkiler) yaklaşımıdır (Şekil 2.22). Bir sistematik yaklaşım tekniği olarak EBDET, toplumla çevre arasındaki karşılıklı etkileşimleri açıklamak için sebep-sonuç ilişkisine dayalı (nedensel) bir mantıklı çerçeve oluşturur. Bu çerçevede, insan faaliyetleri ve dış kuvvetler, fiziki ve sosyo-ekonomik çevrelerin durumlarında değişikliklere yol açan baskılar olarak dikkate alınır. Sonuç olarak toplum, baskıları ve bunların etkilerini önlemek veya azaltmak için tepkiler koyar. Sistemin elemanları aşağıda özetlenmiştir: Etkin kuvvetler (E); sürdürülebilir gelişmeyi etkileyen insan faaliyetleri, süreçler, modeller (şekiller) ve dış etkilerdir. Bunlar; kentleşme, nüfusla ilgili (demografik) değişimler, sosyo-ekonomik faaliyetler, politika gelişmeleri ve iklim gibi faktörlerdir. Baskılar (B); şehirleşmenin artması ve ormansızlaştırma gibi, çoğu defa taşkınlara sebep olan, çevre ve sosyo-ekonomik gelişme üzerindeki insan faaliyetlerinin doğurduğu baskılardır. Durumlar (D); insan faaliyetlerinin ve dış kuvvetlerin baskısı sonucunda meydana gelen; taşkın risk seviyesi, hizmetlere ulaşabilme düzeyi ve çevre kalitesi gibi mevcut şartları ifade etmektedir. Etkiler (E); taşkın sonucunda geçim kaynaklarının yok olması ve hayat standardının düşmesi gibi, durumun (D) sonucunda insan refahında ve çevrede meydana gelen sonuçlardır. Tepkiler (T); etkin kuvvetleri (E) ve baskıları (B) yöneterek, durumu (D) geliştirmeyi ve etkileri (E) azaltmayı hedefleyen politika seçeneklerini ve diğer müdahaleleri ifade etmektedir. Sosyal tepkiler, olumsuz etkileri (E) azaltmak ve

mümkünse önlemek için gerçekleştirilecek bireysel ve kollektif eylemleri kapsar (Kristensen, 2004).



Şekil 2.22. Taşkın yönetiminde EBDET modeli yaklaşımı (Serencam, 2013).

## 2.5. Hidroelektrik Santrallerin Durumu

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri olan hidro elektrik enerjisi elde edebilmek için yapılması gereken Hidro Elektrik Santrallerin (HES) çeşitli olumsuz etkileri mevcuttur. Bu etkiler şöyle özetlenebilir:

- Hidroelektrik santralin çalışması için suyunun kullanılacağı derelerdeki doğal hayatın devamı üzerinde zararlar söz konusu olabilir. Bu zararlar derelere yeterli ‘can suyu’ bırakılması ve etkin-yerinde denetim ile giderilebilir.
- Santral inşası çalışmalarının çevresel tahribata yol açması ve çevreye gerekli özenin gösterilmemesinin yol açacağı tahribat sorunları gündeme gelebilir. Özellikle derenin bir yerden başka bir yere akıtılması için kanalların yapılması esnasında ormanların tahrip edilmesi riski bulunmaktadır.
- Sulama amacıyla kullanılan dere sularından bu amaçla faydalanma imkânının sınırlandırılmasının veya tamamen ortadan kalkmasının, yöredeki tarımsal üretime olumsuz etkileri olacaktır.

- Yöre insanının HES'lerin faydaları ve zararları ile ilgili eksik ve yanlış bilgilendirilmesi neticesine oluşacak tepkilerin yol açacağı olumsuz durumlar da dikkate alınmalıdır.
- Uygulanacak projelere yöresel kurumların dahilinin sağlanmamış olması neticesinde elde edilecek ekonomik getirilerden ilgili yörelerin mahrum kalması riski bulunmaktadır.
- Devletin alım garantisi nedeniyle oldukça cazip olan hidroelektrik santral işletmeciliğinin çok sayıda faaliyete geçmesinin, çevresel etki açısından yöreye olumsuz etkileri olacaktır.

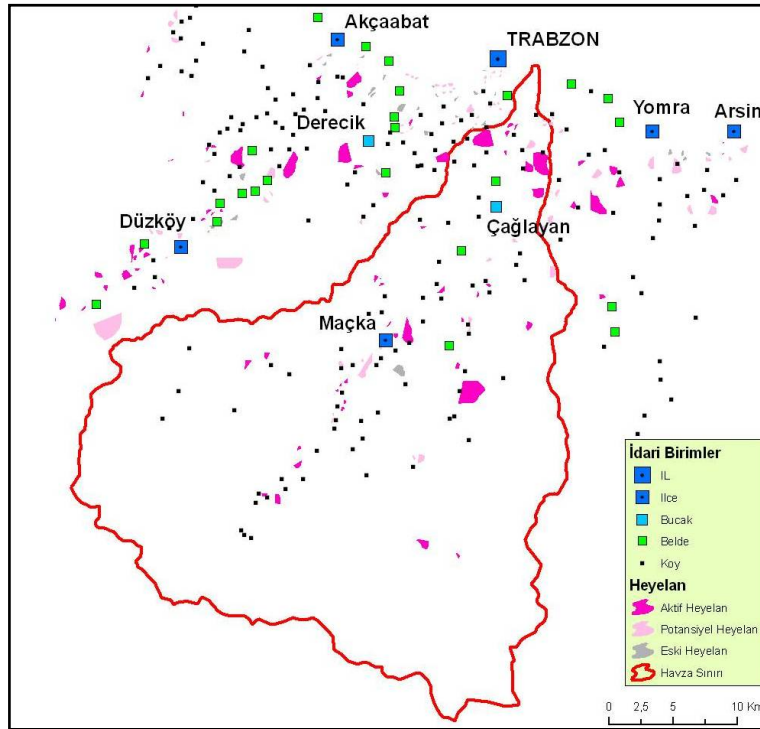
Bu ve benzeri sorunların ortadan kaldırılabilmesi için ilgili HES projeleriyle ilgili ayrıntılı ve bilimsel ölçülere uygun Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporlarının hazırlanıp bu raporlara uyulmasının denetlenmesi, ayrıca, birden fazla HES projesinin kümülatif etkilerinin dikkatle değerlendirilmesi gerekir.

## 2.6. Heyelan Durumu

Heyelan jeolojide aşınmanın bir basamağı olup ayrışan malzemelerin yer çekimi etkisi ile şekil ve yer değiştirmesidir. Heyelanların oluşum mekanizması incelendiğinde, eğim, su içeriğinin artması, litolojik koşullar gibi etmenlerin heyelan oluşturmak için uygun koşulları oluşturduğu, genel olarak topukta yapılan kazıların, yapay sarsıntıların ve akarsu oymalarının ise heyelan gelişiminde etkili olan kriterler olduğu bilinmektedir. Aşırı yağışlardan sonra oluşan taşkınların, akarsu yatağında taşarak heyelan potansiyeli taşıyan yamaçlarda heyelan topuk kısmını oyması sonucu heyelan gelişmektedir. Şiddetli veya devamlı yağmurlar yahut karların erimesi, kayaların içine bol miktarda suyun sızmasını sağlar. Bunun sonucunda zemin plastisite ve likidite sınırlarına erişir ve herhangi bir nedenle oluşan sarsıntı sonucunda heyelan meydana gelir. Su, ayrıca içsel sürtünme açısını küçülterek, sürtünmeyi azaltarak ve ağırlığı arttırarak heyelanı kolaylaştırır. Kayaç tabakasının eğime paralel olması (dik olmaması) da heyelanın oluşmasına yardımcı litolojik bir özelliktir (Ersoy ve Bulut, 2008).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, genelde yağışlı mevsimlerde sağanak yağışlardan sonra mal ve can kaybına neden olan birçok heyelan meydana gelmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde değişik orijinli kayaçlarda meydana gelen 150'ye yakın değişik türdeki kitle hareketi jeolojik ve jeoteknik açıdan incelenmiş ve bu hareketlerin nedenleri ortaya

konmaya çalışılmıştır. Kitle hareketlerinin meydana gelmesinde, bölgenin morfolojisi, jeolojisi (zemin özellikleri), meteorolojik yapısı (iklim karakteristikleri) ve bunlara ilave olarak kayaların ayrışması, değişik amaçlı kazılar (yol, temel, vs.), akarsu oymaları bitki örtüsünün tahribi, yapay sarsıntılar başlıca nedenleri oluşturmuştur. İncelenen 150'ye yakın heyelanda, heyelanları meydana getiren nedenler incelendiğinde; suyun %40, kazıların %28, ayrışmanın %26, bitki değişikliğinin %4 ve diğer nedenlerin ise %2 oranında etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar göz önüne alındığında bölgede heyelanların önlenmesinde, gerek heyelan gerekse potansiyel heyelan sahalarında (Şekil 2.23), yerüstü ve yeraltı suyu drenajı yapmak, bitki örtüsü tahribini önlemek ve kökü derine ulaşan bitkiler yetiştirmek, kazılarda ve yol çalışmalarında emniyetli şev yüksekliği, şev açısı ilişkisini gerçekleştirmek, topuk kısımlarında ağırlık yapıları inşa etmek gibi yolların bir veya bir kaçını birlikte uygulamak en ekonomik ve en etkili çözüm olarak görülmektedir (Trabzon Valiliği, 2010).



Şekil 2.23. Değirmendere Havzası heyelan alanları (K.T.Ü., 2007).

Trabzon İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre, havzada özellikle Dolaylı ve Çatak yerleşimlerinde heyelan ve kaya düşmeleri; Kutlugün, Yeşilbük, Yeşilyurt ve Sevimli yerleşimlerinde de heyelan olayları zaman zaman yaşanmıştır.

Örneğin, 23.06.1988 tarihinde meydana gelen ve 64 kişinin hayatını kaybettiği Çatak Heyelanı ile 540 bin m<sup>3</sup> hacminde malzeme, Değirmendere'nin önünü tıkamış ve geçici bir göl oluşturmuştur. Bu doğal afette etkili olan faktörler ise, aşırı yağış, topukta yol kazısı ve yamaç eğiminin fazla olması ile tabaka eğimlerinin yamaç yönünde olmasıdır (Yılmaz vd., 1997).

## 2.7. Erozyon Durumu

Erozyon, toprağın bulunduğu yerden yağışlar, sel suları, rüzgar, çığ vb. etkenlerle taşınması olayıdır. Erozyon sebebi ile toprağın verimi azalmakta, besin maddeleri yok olmakta, sular kirlenmekte, ürünlerde verim ve kalite düşmektedir. Bununla birlikte taşınan toprağın özellikle yüzey akışa geçen suların deşarj noktasına iletilmesindeki dere yataklarında oluşturabileceği zararlarda göz önüne alındığında göz ardı edilemeyecek kadar önemli olduğu aşikar olarak görülmektedir. Özellikle de taşınan materyalin dere yataklarını doldurarak akış kesitini daraltması ve yağmursuyu toplama kanallarında tıkanmalara yol açabileceği göz ardı edilmemelidir (Bağdatlı, 2013).

Toprak erozyonu şiddeti, iklim (yağış miktarı, yoğunluğu ve dağılımı), toprak özellikleri (toprak yapısı, bünyesi, organik madde miktarı v.b.), fizyografya (eğimin dikliği, eğim uzunluğu), arazi kullanımı ve arazi yönetimi gibi işlemleri içeren parametrelere bağlıdır. Bu etmenlerden herhangi bir tanesinde meydana gelebilecek önemli bir değişme, toprak erozyonu şiddetindeki değişmeyi başlatır (Toy, 1977).

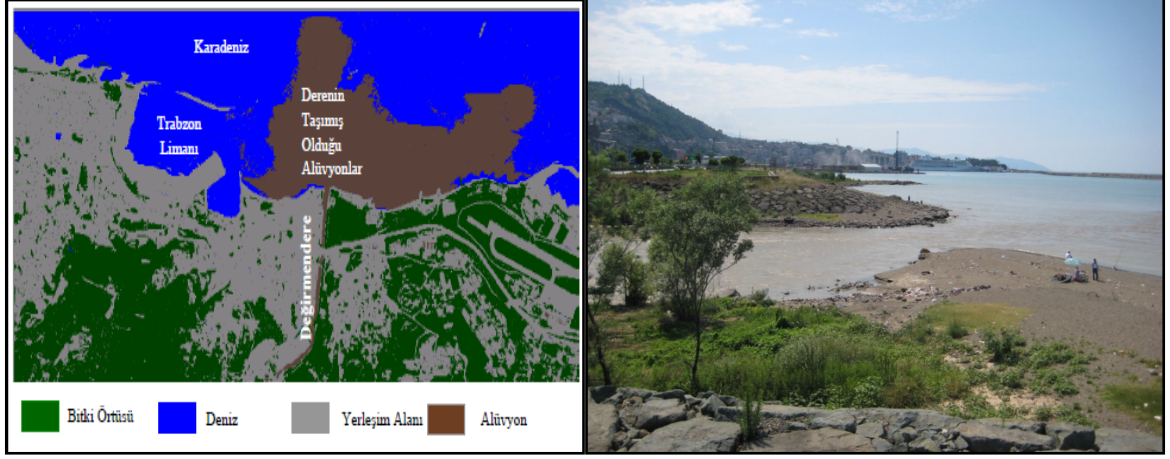
Türkiye gibi yılda 500 milyon ton toprak kaybı olan bir ülkede, havza bazında erozyon kontrolü olması gerektiği yadsınamaz bir gerçektir. Erozyon süreci sadece toprak kaybı ile sınırlı olmayıp, bir dizi etkileşimleri beraberinde getirmektedir. Toprak kaybı üst ve üretken toprağın kaybolmasına, verimliliğin düşmesine ve özellikle bitki besin maddelerinin yok olmasına neden olmaktadır. Toprağın kırıntılı, kolay ufalanabilir ve işlenebilir üst katmanlarının yok olması, ürün miktarını düşürdüğü gibi ürün kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Üst toprağı kaybeden ortamların aynı zamanda su tutma kapasiteleri de düştüğünden dolayı sağanak yağışlar sonucunda su, toprakta depolanmadan kolayca yüzeysel akışa geçebilmektedir. Havzanın akış katsayısının artmasına neden olan bu olay, olası taşkın ihtimalini arttırmakta, akıntı sularının kapladıkları alanlara sediment, kum, çakıl vb. maddeleri taşıyarak alçak ve verimli arazilerin sediment ile kaplanmasına neden olmaktadır (Var,1999).

Havzanın bol yağış alması ve nüfus artışına bağlı olarak yerleşimlerin sayısının da artması yüzey akış katsayısının artmasına dolayısıyla taşkın riskinin de artmasına neden olurken aynı zamanda erozyona karşı da havzayı korumasız hale getirmektedir (Uçar, 2010). Karadeniz Bölgesi'nin eğimli ve bol yağışlı olması, akarsularda askıda katı madde miktarının fazla olmasına neden olmaktadır. Bu doğal kökenli askı yük materyaline çeşitli işletmelerden gelen atık sulardaki askı yükü eklendiğinde hem dere ekosistemi, hem de derenin boşaldığı denizdeki kıyı ekosistemi önemli derecede olumsuz etkilenmektedir (Boran vd., 2004). Sediment taşınımının aynı zamanda; su kalitesi, türbin, vana ve terfi pompalarına zarar verdiği bilinmektedir (Türker ve Yüksek, 1989).

Engelibeli arazinin eğimli yamaçlarında tarım yapılmasından dolayı toprak kısa bir süre içerisinde erozyona maruz kalarak kaybedilmektedir. Özellikle mısır tarımının neden olduğu bu zararları Değirmendere'nin doğuya bakan yamaçlarında sıkça görmek mümkündür. Mısır, kökleri yardımıyla toprağın derinliklerine kadar inerek toprağın bağlantısını zayıflatmaktadır. Hasattan sonra kökler çıkarıldığı için havalanan toprak, yağışlar ve ertesi yıl tekrarlanan çapalama faaliyeti sebebinden ötürü aşağılara taşınmaktadır. Bu olay fındık gibi ağaçsı türlerin dağılışı gösterdiği tarım alanlarında tekrarlanmaz (Weniger, 1961).

Trabzon limanının denize açık tarafında bulunan ve gemilerin giriş çıkış yaptıkları yerin yaklaşık 1,5 km yakınında olan Değirmendere nehri liman için belirli dönemlerde sediment taşınımından (Şekil 2.24) dolayı problem arz edebilmektedir. Özellikle bölgede olan taşkın ve yağışlarla gelen kum, çakıl ve topraklar, deniz dibi akıntıları ve dalgalar ile liman içine taşınmakta ve liman dibinde zamanla birikmelere neden olmaktadır. Bu birikmeler, belirli periyotlarla haritası çıkarılmamış limanlarda, gemilerin giriş ve çıkışında tehlike arz edebilecek düzeye gelebilmektedir. Böyle durumlar, maddi hasara yol açabildiği gibi, çevre kirliliğine ve hayati kayıplara da neden olabilmektedir (Gökalp ve Erener, 2005). Değirmendere'nin sediment taşıma miktarı aynı zamanda havzada bulunan Atası Barajı için de çok büyük önem arz etmektedir. Baraj rezervuarının rüsubatla dolması, barajın su depolama hacminin azalması ve ekonomik ömrünü tamamlamadan işlevsiz kalması manasına geldiği için sediment taşınımı sürekli gözlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Dere üzerindeki hidroelektrik santrallerin türbinleri de askıda katı madde ve sürüntü maddelerinden büyük zarar görerek daha çabuk yıpranma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Bulanıklığı yüksek olan Değirmendere üzerindeki regülatörlerin rüsubatla dolarak işlevlerini yitirme ihtimali de bulunmaktadır. Özellikle taşkın

zamanlarında derenin taşıdığı katı madde miktarının 4-5 kat arttığı da düşünülürse nehir erozyonunun önemli bir sorun olduğu anlaşılabilir.



(Akar, 2009)

(Serencam, 2013)

Şekil 2.24. Değirmendere'nin Karadeniz'e taşıdığı alüvyonlar

Akarsularla taşınan sedimentin su depolama yapılarında (baraj, sel kapanı, vb.) kapasiteyi azaltmasının yanında; verimli arazilerde birikerek arazinin değerini azaltma, toprağın infiltrasyon hızını azaltma, akarsu yatağını yükselterek taşkın riskini ve zararını artırma, su alma yapılarının girişini tıkama, sulama ve drenaj kanallarının kapasitesini azalarak bakım giderlerini artırma, sudaki çözülmüş oksijen miktarını azaltarak sudaki yaşamı kısıtlama, balık yumurtalarını örterek balıkların çoğalmasını engelleme, içme ve kullanma suyunun arıtma giderlerini artırma, tarım sanayi ve diğer kesimlerden kaynaklanan çeşitli kirleticileri taşıyarak çevreyi kirletme, göllerin rekreasyon özelliğini azaltarak çevre estetiğini bozma gibi zararlı etkileri de vardır (EİE, 2006).

Erozyon yönünden aktif olan havzalarda nehrin aşırı rusubat taşınması sonucu inşa edilen su yapıları ekonomik ömürlerini tamamlayamadan işlevsiz hale gelme riskiyle karşı karşıyadırlar. Aynı zamanda erozyonla beraber verimli tarım toprakları da suyla beraber akıp gitmektedir. Erozyonun şiddetinin belirlenmesi açısından sediment miktarının tespiti büyük önem taşımaktadır. Akarsu erozyonunun çok büyük bir kısmını süspansediment (askıda katı madde) taşınımı oluşturmaktadır. Sediment miktarı yaklaşık olarak %5-25 sürüntü maddelerinden, % 95-75 de askıda katı maddelerden teşekkül etmektedir. Eğimin fazla olduğu akarsularda sürüntü madde miktarı %50 civarına kadar çıkabilmektedir.

Akarsulardaki askıda katı madde miktarı, sediment gözlem istasyonlarında yapılan doğrudan ölçümler, sediment anahtar eğrisi, esnek modelleme yöntemleri, deneysel

çalışmalara dayanan yaklaşımlar gibi farklı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Askıda katı madde yükünün tahmininde yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem ise deneysel çalışmalara dayanan ampirik yaklaşımdır. Ampirik bağıntılar fiziksel olayın değişkenleri üzerine kuruludur. Bu nedenle, değişken (akım hızı, nehir taban eğimi vs.) ve parametrelerin (pürüzlülük, dane çapı vs.) çıktı üzerindeki (askıda katı madde yükü) etkilerini araştırmaya ve yorumlamaya izin verdiğinden, mühendisler tarafından tercih edilmektedir (Ülke vd., 2011).

Akarsulardaki katı madde, akım debisine ve danelerin boyutuna bağlı olarak askıda ve tabanda sürüntü malzemesi olarak taşınır. Akarsularda taşınan askıda katı madde miktarı, toplam katı maddenin yaklaşık %75-95'ini oluşturur (Yang, 1996). Barajların projelendirilmesinde, içme ve kullanma suyu temin problemlerinde, havza yönetimi çalışmalarında askıda katı madde yükünün doğru tahmini oldukça büyük önem taşır (Sivakumar, 2006).

Değirmendere Havzası'nın yaklaşık %95'i VI. ve VII. sınıf arazi olduğundan neredeyse havzanın tamamının şiddetli aşınımına maruz kaldığı söylenebilir. Havzanın geriye kalan %5'lik kısmının neredeyse tamamı IV. sınıf arazi olduğundan bu kısımların da orta aşınımına sahip olduğu söylenebilir. Değirmendere için 1993 yılında yapılan ölçümlerde kum, silt ve kilden oluşan askıda katı madde miktarları Ağustos ayında 448 mg/L, Mayıs ayında 110 mg/L ve Ekim ayında 39 mg/L olarak tayin edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması alındığında 199 mg/L olarak Değirmendere'nin ortalama askıda katı madde yükü kabul edilebilir. Değirmendere'nin yıllık toplam akım miktarı yaklaşık  $560.10^9$  L olarak alındığında Değirmendere'den ortalama 112000 ton/yıl askıda katı madde Karadeniz'e dökülmektedir. Yıllık askıda katı madde verimi de  $106,363 \text{ ton/km}^2$  olarak hesaplanmaktadır. Hesaplarda süspanse sedimentin yaklaşık %25'i kadar yatak yükü miktarı (28000 ton/yıl) kabul edilebilir. Dolayısıyla toplam akarsu erozyonu miktarı (yaklaşık 140000 ton/yıl), askıda ve sürüntü maddelerinin toplamı olarak elde edilmiştir.

Bu değerler gözlenen sediment değerleri olarak kabul edilerek aşağıdaki EİE ampirik yaklaşımları irdelenmiştir. Akarsu debisi fazla değilse tutarlı sonuç veren havza alanına bağlı EİE'nin 1987, 2000 ve 2006 yılları Türkiye Genel Sediment Anahtar Eğrisi hesaplamaları sırası ile aşağıdadır.

$$Q_s = 14,153. 10^{1,26016 \log A} = 14,153. 10^{1,26016 \log 1053} = 91115,412 \text{ ton/yıl} \quad 1987 \text{ (2.39)}$$

$$Q_s = 6,21. A^{1,36} = 6,21. 1053^{1,36} = 80092,931 \text{ ton/yıl} \quad 2000 \text{ (2.40)}$$



$$Q_s = 4,5899 \cdot A^{1,3702} = 4,5899 \cdot 1053^{1,3702} = 63552,784 \text{ ton/yıl} \quad 2006 \quad (2.41)$$

$Q_s$  (ton/yıl): Askıda Katı Madde Miktarı

A (km<sup>2</sup>): Havza Alanı

EİE'nin askıda katı madde miktarını belirlemek için kullandığı daha kompleks bir bağıntı aşağıda sunulmuştur.

$$Q_s = 0,002P_{ort}^{1,143} A^{0,423} I^{-0,233} P_{15}^{-0,298} P_{30}^{-1,740} P_{60}^{1,979} P_{1440}^{-0,573} K_n^{0,045} P_n^{-0,221} EI^{-0,340} Q_{max}^{0,536} L^{0,703} = 286,258 \cdot 10^3 \text{ ton/yıl} \quad (2.42)$$

$Q_s$  (10<sup>3</sup> ton/yıl): Askıda Katı Madde Miktarı

$P_{ort}$ : Yıllık Ortalama Yağış: 820,13 mm

A: Havza Alanı: 1053 km<sup>2</sup>

I: Ana Su Yolu Eğimi: % 3,5

$P_{15}$ : 2 Yıl Tekerrürlü 15 dakikalık yağış: 11,0 mm

$P_{30}$ : 2 Yıl Tekerrürlü 30 dakikalık yağış: 14,2 mm

$P_{60}$ : 2 Yıl Tekerrürlü 60 dakikalık yağış: 18,1 mm

$P_{1440}$ : 2 Yıl Tekerrürlü 1440 dakikalık yağış: 54 mm

$K_n$ : Akım İndeksi: 1,13

$$K_n = Q_{max} Q_{ort} 10^{-3} = 104,02 \cdot 10,85 \cdot 10^{-3} = 1,13 \quad (2.43)$$

$Q_{ort}$ : Yıllık Ortalama Akım: 10,85 m<sup>3</sup>/sn

$P_n$ : Yağış İndeksi: 44,29

$$P_n = P_{1440} P_{ort} 10^{-3} = 54,820 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 44,29 \quad (2.44)$$

EI: Yıllık Ortalama Erozyon İndeksi: 25,96

$$EI = \frac{I_m KE}{100} = 25,96 \quad (2.45)$$

$I_m$ : En Büyük 30 dakikalık Yağış Şiddeti: 10,06 cm/sa

KE: Yağışın Toplam Kinetik Enerjisi

$$KE = 210,1 + 89 \log(I_{ort}) = 258,078 \quad (2.46)$$

$I_{ort}$ : Hesaplama Yapılan Dönemdeki Ortalama Yağış Şiddeti: 3,46 cm/sa

$Q_{max}$ : Yıllık Ortalama Maksimum Debi: 104,02 m<sup>3</sup>/sn

$$Q_{max} = \frac{Q_{m,1} + Q_{m,2} + \dots + Q_{m,n}}{n} = 104,02 \text{ m}^3/\text{sn} \quad (2.47)$$

$Q_{m,1}, Q_{m,2}, \dots, Q_{m,n}$ : Yıllık Maksimum Debi Değerleri (m<sup>3</sup>/sn)

n: Yıl Sayısı

L: Ana Su Yolu Uzunluğu: 60,705 km

Gözlenen askıda katı madde miktarından yola çıkılarak oluşturulan gözlenen erozyon değerleri ve ampirik yaklaşımlarla elde edilen erozyon değerleri, hangi yöntemin daha iyi sonuç verdiğinin karşılaştırılması için Tablo 2.25'de sunulmuştur.

Tablo 2.25. Gözlenen ve ampirik formüllerle hesaplanan erozyon değerleri

	AKM Miktarı (ton/yıl)	AKM Verimi (ton/km <sup>2</sup> yıl)	Yatak Yüğü (ton/yıl)	Toplam Akarsu Erozyonu (ton/yıl)
Gözlenen	112000	106,363	28000	140000
EİE I (1987)	91115	86,529	22779	113894
EİE II (2000)	80093	76,062	20023	100116
EİE III (2006)	63553	60,354	15888	79441
EİE IV	286258	271,850	71565	357823

Gözlenen erozyon değerleriyle ampirik formüllerle hesaplanan değerlere bakıldığında en yakın sonucu EİE I (1987) yönteminin verdiği görülmektedir. EİE I-II-III yöntemleri gözlenen değerlerden düşük, EİE IV yöntemi ise gözlenen değerlerden bir hayli yüksek erozyon sonuçları vermektedir.

Türkiye toplamı ile Değirmendere Havzası'nın erozyon verileri kıyaslandığında; havzanın süspanse sediment taşınımı Türkiye toplamının (118866090 ton/yıl) % 0,09'unu oluşturmaktadır.

### **3. BULGULAR VE İRDELEME**

Bir önceki bölümde havzanın fiziksel, beşeri ve ekonomik coğrafya bakımından tanımlanması yapılarak havzanın sorunlarının teşhis edilmesi için gerekli olan altyapı hazırlanmıştır. Bu bölümde de havzanın sorunları üzerine eğilerek, havzanın mevcut ve potansiyel sorunları belirlenmeye çalışılmıştır.

#### **3.1. Değirmendere Havzası'nın Sorunları**

Sorunların doğal ve beşeri kaynaklı olarak kategorize edilmesinin daha doğru olacağı düşünülmüştür. Doğal sorunları doğal afetler olarak kabul etmek mümkündür. Bazı doğal sorunların zarar verme şiddetini insan faaliyetlerinin büyük oranda etkilediği açıktır. Hatta bazen sorun teşkil etmeyecek bir doğa olayı, insanların doğayı ve doğal kaynakları uygun olarak kullanmamasından ötürü büyük sorun olmakta ve afet boyutuna ulaşmaktadır. Fakat oluşum bakımından doğal etmenlere bağlı olduğu için bu tip sorunlar da doğal sorunlar olarak tanımlanmıştır. Beşeri faaliyetlerden dolayı oluşan plansal, çevresel ve yasal sorunlar gibi sorunlar da beşeri kaynaklı olarak ele alınmıştır.

##### **3.1.1. Değirmendere Havzası Fiziksel Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar**

Havzanın fiziksel özelliklerinden kaynaklanan sorunların yol açtığı zararların fazla olmasının büyük bir etkeni de insan faaliyetleridir. Mesela taşkın yataklarında yapılaşma, orman ve mera tahribatı, kısaca doğaya yapılan her türlü yanlış müdahale zararın boyutunun katlanarak artmasına neden olmaktadır.

###### **3.1.1.1. Taşkın**

Havzanın doğal özelliklerinden kaynaklanan taşkın sorununun boyutunun belirlenmesi, zararlarının önlenmesi ve kontrol altına alınması, yani sorunun entegre olarak yönetilmesi mecburiyet arz etmektedir. Entegre havza yönetimi içinde taşkın yönetimi uygulanmazsa doğal kaynaklı olan taşkın olgusu yanlış insan faaliyetleri sayesinde yüksek

zarar boyutunu ortaya koymaktadır. Oluşum süreci açısından baraj yıkılması vb. gibi olaylar hariç doğal kaynaklı olan taşkınlar, zararları bakımından beşeri faaliyetlerle ilişkilidir. Diğer doğal afetlerle kıyaslandığında çok daha uzun süren taşkınlar bu bakımdan da önemle üzerinde durularak önlem alınması gereken bir nosyondur. Mesela depremlerin süresi saniyelerle, en fazla dakikalarla ifade edilirken, bazı taşkın sularının çekilmesi haftalar hatta aylar sürebilmektedir. Taşkınları diğer afetlerden ayıran diğer bir özellik de boyutunun ve şiddetinin gerçeğe daha yakın olarak belirlenebilir özellikte olmasıdır. Bunun için önce havzanın özellikleri belirlenerek yağış-akış ilişkisi çerçevesinde taşkınların büyüklüğü belirli olasılıklara göre elde edilebilir. Elde edilen taşkın verilerine göre havzada taşkına hazırlık, önleme, düzenleme ve müdahale gibi çalışmalar yapılarak taşkın afet olmaktan çıkarılabilir veya zararları büyük oranda azaltılabilir. Aynı şekilde mevcut teknolojik gelişmeler ışığında taşkınların deprem gibi diğer afetlere nazaran çok daha önceden belirlenebilmesi mümkündür. Erken uyarı sistemlerinin taşkın risk haritalarıyla belirlenen tehlike arz eden bölgelerde çok iyi yapılanması ve işler durumda olması taşkınların -ani taşkınlar hariç- saatler öncesinden haber verilerek gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktadır. Ani taşkınlar (flash floods) için erken uyarı süresi dakikalar seviyesine azalabilmektedir.

### **3.1.1.2. Heyelan**

Değirmendere Havzası'nda yaşanmış ve muhtemel heyelanların drenaj ağı ile ilişkisi incelendiğinde, açıkça görülmektedir ki Doğu Karadeniz Havzası'nda olduğu gibi Değirmendere Havzası'nda da akarsu vadileri ve heyelan alanları arasında çok güçlü bir bağlantı bulunmaktadır. Değirmendere Havzası için heyelanlar büyük çoğunlukla akarsu vadileri boyunca özellikle ana nehir kolu boyunca görülmektedir. Bölgede taşkınların heyelanları oluşma açısından tetiklediği, zemin hazırladığı bilinmektedir. Bu bağlamda heyelanların çoğunlukla akarsu vadileri boyunca yaşanması, bölgenin toprak yapısının killi, iklimin aşırı yağışlı ve arazi eğiminin fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Havzada heyelanlardan etkilenen yerleşim birimlerinin dağılımına bakıldığında da, büyük çoğunlukla derin akarsu vadileri ve yamaçlarında buldukları görülmektedir. Drenaj yoğunluğunun ve frekansının yüksek olduğu alanlarda heyelan riskinin de yüksek olduğu potansiyel heyelan risk haritasına bakıldığında da görülebilir. Akarsu vadileri boyunca heyelan riskinin çok yüksek ve yüksek derecelendirmesinde olduğu görülecektir.

Heyelanların oluşmasını yol ve temel kazısı, maden ocakları çalışmaları (patlayıcı kullanılması, topuğun kazılması, vb.) gibi beşeri faaliyetler de tetiklemektedir. Tespit edilen heyelan alanlarına uzun ve geniş köklü bitkilerin dikilmesi heyelanın engellenmesi açısından önemlidir.

Heyelanları tetikleyen yağışların süre, miktar ve şiddetlerinin bilinmesi, heyelan tahmini ve heyelan erken uyarı sistemleri için büyük önem taşımaktadır. Yağışların belli bir eşik değeri aştıktan sonra heyelanları tetiklediği son yıllarda yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Akçalı vd., 2013).

### 3.1.1.3. Erozyon

Eğimi yüksek olan havzada, yanlış tarım yöntemleri ve hiçbir koruma tedbirinin alınmaması neticesinde toprak kayması ve yağışlarla derelere taşınan materyal miktarı artmaktadır. Suyun kalitesi üzerinde olumsuz etki yapan bu materyal miktarının azaltılması için koruyucu önlemler alınarak kontrollü tarım uygulamalarının yapılması uygun olacaktır. Eğimin %30'dan fazla olduğu tarıma elverişli olmayan bu gibi alanlarda ağaçlandırmanın yapılması teşvik edilmelidir. Havzanın topoğrafyasının eğimli olması ve ikliminin çok yağışlı olması nedeniyle yağış sonrası suya çok miktarda toprak ve çeşitli materyaller taşınmaktadır. Bu nedenle, havza içerisindeki erozyona maruz bölgelerin ve yamaçların korunmaya alınması, su toplama havzasında tarımsal faaliyetlerin erozyona neden olmayacak şekilde düzenlenmesi ve bozuk mera niteliğindeki alanların iyileştirilmesi gerekmektedir (Altun ve Ünver, 2005).

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki ekolojik koşulların bazı ılıman bambu türlerinin yetişmesine uygun olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Rize'de yaklaşık 0.5 ha'lık bir alan üzerindeki bambu bahçesinden elde edilen çap ve boy artımları da bu durumu doğrulayıcı nitelikte olmuştur (Var, 2005). Genç sürgünleri yiyecek olarak, gövdeleri el sanatları, endüstriyel hammadde, yeşil kuşak tesisi, hayvan yemi, gübre, odun kömürü gibi yaklaşık yüzlerce kullanım alanı vardır (Var ve Ark.,1997). Bambu filizinin uluslar arası piyasada yerleşmiş bir ürün olması, ülkemizde gerçekleştirilecek bambu üretiminde diğer getirilerinin yanı sıra , bu yönü ile de bir ekonomik potansiyel alanı oluşturabilir. Doğu Karadeniz Bölgesi için önerilen bambu türleri, sahip oldukları nitelikleriyle, bölgede yaygın olarak görülen ekolojik tahribatın önlenmesinde, özellikle erozyon kontrolünde önemli roller üstlenebilecek bitkiler olarak görülmektedir. Bambu

bitkisi, toprak üzerinde ağ şeklinde ve çok sık aralıklarla yer alan kökleri yoluyla yüksek derecede toprak tutma özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden ötürü Uzakdoğu'da erozyon ve heyelan mücadelesinde kullanılan bambu; sık, yoğun ve birbirine girmiş kök sistemlerinden dolayı, şevli alanlarda toprak kaymasını önlemek ve erozyon kontrolü için kullanılmaktadırlar. Ayrıca bu özelliklerinden dolayı karayollarındaki şevlerde de çok fazla kullanılırlar. Bunun yanında bambular, nehir ve göl kenarlarında kıyının korunması için fonksiyonel olarak da kullanılmaktadır. Bambular, buldukları eğimli alanlardaki toprağı durgun hale getirerek toprak kaymasına engel olurlar. Bambu bitkisi dünya üzerinde pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de uygun koşullarda yetiştirildiğinde bu bölgede yaşayan ve tarım ile geçinen halka alternatif bir ürün olacağı, orman köylüsüne yeni geçim kaynakları temin edeceği ve orman üzerindeki baskıyı azaltacağı düşünülmektedir (Var, 2005).

### **3.1.2. Değirmendere Havzası Beşeri Faaliyetlerden Kaynaklanan Sorunlar**

Doğanın kendi düzeni içerisinde bir sorun oluşturmayan olaylar, insan için çeşitli nedenlerden dolayı problem oluşturabilmektedir. Ayrıca insanoğlu çeşitli olumsuz faaliyetleri sonucu doğanın dengesinin bozulmasını sağlayarak dünyayı kendine daha yaşanmaz bir yer yapmaktadır. İnsanoğlu doğadan kaynaklanan ve kendi yaşam alanı için sorun teşkil eden sorunların çözümünde ortaya koyduğu gayreti, kendinden kaynaklanan ve doğaya zarar veren sorunların çözümünde de göstermelidir.

Bir karar destek sistemi olan Delphi Yöntemi'nde alanında uzman kişilerin bilgi ve tecrübelerinden anketler yardımıyla yararlanılarak sorunların çözümüne çalışılır. Yöntemin yüz yüze görüşme ve tartışma şeklinde olmaması sayesinde uzmanlar arasında birbirinden olumsuz etkilenme, önyargılı davranma, yanlış yönlendirme ve baskıdan dolayı özgür karar verememe gibi sakıncalı durumlar ortadan kalkmaktadır. Özen, 2012 yılında Değirmendere Havzası'nın sorunlarını bu yöntemle ortaya koymuştur. Uzman grubuna ve paydaşlara iki aşamalı anket yapılarak havzanın sorunları tespit edilmeye çalışılmıştır. Birinci aşamada havzanın sorunlarını belirtmeleri istenmiş, ikinci aşamada çoğunlukla mutabık olunan sorunların önem derecesine göre puanlanması istenmiştir.

2012 yılında yapılan bu çalışmaya göre entegre, ekolojik ve sürdürülebilir havza planlamasının olmaması, veri tabanı eksikliği, HES ve taş ocaklarının yer tayininin doğru

seçilmemesi, afet planlama ve risk yönetiminin olmaması ve plansız ulaşım ağı plansal sorunlar olarak sıralanabilir.

Dere yataklarında yapılaşma, yanlış arazi kullanımları, kentsel ve endüstriyel yerleşimin ayrık gelişmemesi, çarpık yapılaşma ve yeşil alan eksikliği mekansal sorunlar olarak tanımlanabilir.

Uzun vadeli yaklaşım eksikliği, kurumlar arası yetki çatışması ve koordinasyon eksikliği, havza bazında katılımcı yönetimin olmaması, denetimin yetersizliği, kurumların yetersiz personel, bilgi ve tecrübesi, havzanın farklı idari sınırlar içinde olması ve çelişkili mevzuat hükümleri yasal-yönetimsel sorunlar olarak ifade edilebilir.

Dere yatağının özel mülkiyetin elinde olması, arazi kullanım sınıflandırmasının net olmaması ve tapu-kadastro sorunları mülkiyet sorunları olarak dile getirilebilir.

Atıksu arıtma tesisi eksikliği, maden ocaklarının çevresel zararları, kentsel ve endüstriyel atıksu ve katı atıklar, çevre bilincinin olmaması, denetimsizlik, kentsel, endüstriyel ve madencilik kaynaklı hava kirliliği (konut ısıtması amaçlı kullanılan yakıtlar, taşıtlardan salınan egzoz gazı, vs.), tarımsal gübre ve ilaçlamanın haddinden fazla kullanılarak toprak ve suyun kirlenmesi, kömür işletmelerinden kaynaklı hava ve su kirlenmesi, orman tahribatı, HES'lerin çevresel duyarlılığa uygun yapılmaması, ÇED'nin denetimsizliği ve gürültü kirliliği çevresel sorunlar arasında sayılabilir.

Kentsel yaşamın kırsal yaşama baskısı, düşük yaşam kalitesi ve eğitim seviyesi, kültürel yapılar üzerine ekonomik gelişimin olumsuz baskısı gibi sorunlar havzanın sosyo-kültürel sorunları arasında yer almaktadır.

Tarımsal getirinin az olması, istihdam ve yatırımın yetersiz kalması, gelir düzeyinin düşük olması gibi sorunlar da ekonomik sorunlar üst başlığı altında toplanabilir.

### **3.2. Değirmendere Havzası Sorunlarının İrdelenmesi**

Trabzon şehrinin burada kurulmasını sağlayan coğrafi ve jeopolitik şartları oluşturan Değirmendere'dir. Dikkat edilirse, eski medeniyetler hep su kenarlarında kurulmuşlardır. Zira su hayattır. Ancak, bunun bir şartı vardır: su temiz olmalıdır. Bu da, büyük ölçüde, beslendiği çevrenin temiz olmasıyla mümkündür. Geçmişte, Trabzon'a hayat veren Değirmendere, gün geçtikçe artan kirliliği ile bu niteliğinden devamlı uzaklaşmaktadır. Değirmendere'nin bir diğer özelliği de, Trabzon'u güneye açan tek kapı ve ulaşım yolu olmasıdır. Ülkemizde, ana yolların çevresinde oluşan yerleşme yoğunluğu çevre

sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Yörenin arazi yapısının, insanları vadilerde yapılaşma ve yerleşmeye itmesi de buna eklenince, dere yatağının kötü atıklar kanalına dönüşmesi kaçınılmaz olmaktadır (K.T.Ü., 2005).

Aşırı nüfus artışı su havzaları içerisinde yer alan kentsel, endüstriyel ve ulaşım alanlarının artmasına ve giderek yayılmasına yol açmıştır. Bu artış bitki örtüsü ve toprak kaynağı üzerinde değişikliklere neden olarak hidrolojik yapıyı da etkilemektedir. Meydana gelen hidrolojik değişiklikler çoğunlukla akımı, akarsu kimyasını, sucul yaşamı ve kanal morfolojisini yöneten akarsu karakteristiklerinin modifikasyonuna neden olabilir.

Bugüne kadar pek çok çalışmada kentleşmenin yüzeysel akış, tepe (pik) akımlarının sıklığını ve büyüklüğünü arttırması, biriken sediment miktarını arttırması, kanal ve sel havzasının kompleks yapısını zayıflatması ve su kalitesini bozması, sulak alanlarda yaşayan yaban hayvanlarının, dere içerisindeki balık ve diğer canlıların, göçmen kuşların yaşam alanlarını iyice azaltması gibi etkileri ortaya konulmuştur.

Dere kıyısı boyunca var olan çarpık kullanımların temel nedenlerinin altında bu alanların özel mülkiyete konu olması ve yerel idarelerce bu bölgelerin yanlış planlanması neticesinde planlı ve plansız sahaların denetiminin sağlıklı bir şekilde yapılamaması yatmaktadır (Demir vd., 2005).

Taşkın yataklarının yapılanmaya açılması, korunma ve önlem çalışmalarının yetersiz kalması nedeniyle havzada taşkınlar büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dere tahkimatının ve menfezlerinin yetersiz kalması ile bakım-onarım çalışmalarının etkin olmaması da aşırı yağışlarda dere yatağının yüksek taşkın potansiyeline sahip olmasını sağlamaktadır. Karadeniz Bölgesi'ndeki çoğu akarsu gibi Değirmendere de taşkın karakterlidir. Yağmur ve kar sularıyla beslenen derede bahar aylarında yağın fazla yağışların bilhassa kar erimesi zamanlarında taşkına sebep olma potansiyeli yüksektir. Toprağa sızan sular ise kırıklı çatlaklı jeolojik yapı nedeniyle havzada sık sık heyelanlara neden olmaktadır.

Havzanın doğal özelliklerinden dolayı sahip olduğu taşkın, heyelan ve erozyon gibi sorunları, insan müdahalesi sebebiyle sonuçları bakımından daha vahim bir durum almaktadır. Kontrolsüz yapılaşma ve orman tahribi gibi beşeri faaliyetler doğal oluşumlu yukarıdaki sorunların sebep olduğu zararların çok daha fazla artmasına neden olmaktadır.

Doğal kaynaklı oluşan ve insan faaliyetlerinden ötürü afet niteliğine dönüşen sorunların yanında doğrudan insanların sebep olduğu sorunlar da havza için büyük sıkıntı teşkil etmektedir. Kentsel ve endüstriyel kirlilik bunların başında gelmektedir. Doğaya dost



olmayan beşeri faaliyetlerin yerini bir an önce doğal dengeyi bozmayan ve koruyan faaliyetler almalıdır. Yoksa doğal dengenin bozulması ile bir dizi zincirleme olumsuz felaket insanları yaşayamaz hale getirme noktasındadır.

### 3.3. Çözüm Önerileri

Havzanın taşkın sorunu için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Çeşitli dere ıslah ve regülasyon çalışmalarının yapılması
- Özellikle depolamalı taşkın koruma yapıları olmak üzere taşkın kontrol yapılarının uygun yerlere yapılması
- Derivasyon veya yan kanallarla dere yatağının debisinin azaltılması
- Taşkın öncesinde, esnasında ve sonrasında uygulanması için uzmanlar tarafından planlanmış bir taşkın yönetiminin yapılması
- Girdisi meteorolojik veriler olan çıktısı akım değerleri olan bir hidrolojik model oluşturularak taşkın altında kalabilecek alanların tespit edilmesi
- Taşkın risk haritalarının ve yönetiminin oluşturulması
- Erken uyarı sistemlerinin kurulması
- Su derinliği, hız, süre, sediment, hareketli nüfus, sanayi ve altyapı tesisleri gibi farklı parametreler için taşkın zarar analizlerinin yapılması
- İnsanları taşkın konusunda bilinçlendirmek için eğitim çalışmalarının yapılması
- Taşkın sigortasının yaygın hale getirilmesi gerekmektedir.

Havzanın heyelan sorunu için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Heyelan bilgi sisteminin oluşturulması
- Heyelan risk haritalarının ve yönetiminin teşkil edilmesi
- Yüksek heyelan riski taşıyan alanlarda yerleşime müsaade edilmemesi eğer yerleşim varsa boşaltılması
- Heyelan konusunda toplumun bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Havzanın erozyon sorunu için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Tersip bendi, sel kapanı gibi yapılarla sediment taşınımının azaltılması
- Yamaçlarda arazi eğimine dik teraslama yapılması
- Sediment taşınımı izleme ağının kurulması
- Erozyonu hızlandırması bakımından yol güzergahlarının erozyonla mücadeleye uygun hale getirilmesi

- Bitki örtüsü tahribinden, bilinçsiz otlatmadan ve gereksiz yere tarım alanlarının genişletilmesinden kaçınılması
- Bitki örtüsünün zenginleştirilmesi
- Erozyonla milli servetimizin nasıl kaybedildiğinin halka bilinçlendirme çalışmaları kapsamında kavratılması ve erozyonla mücadelede sorumluluk duygusuyla halkın aktif katılımının sağlanması gerekmektedir.

Havzanın kirlilik sorunu için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Tüm havzada kanalizasyon sisteminin tamamlanması ve yoğun yerleşimlerin atıksularının kollektörlerle denize derin deşarjının sağlanması
- Atıksu arıtma tesislerinin kurulması
- Atıksu arıtma işlemi yapması gereken sanayi tesislerinin sıkı denetiminin sağlanması, gerekli teşviklerin verilmesi ve ihlallerde ağır caydırıcı cezai yaptırımların uygulanması
- Evsel ve endüstriyel atıksuların arıtılmadan doğrudan derelere deşarj edilmesinin önüne geçilmesi
- Özellikle içme suyunun temin edildiği Atasu Barajı'nın bulunduğu Galyan alt havzasında Galyan ve Şimşirli Dereleri'ne katı atık ve atık suların atılmasının engellenmesi
- Tarımsal gübre ve ilaç kullanımının denetlenmesi ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi
- Balık çiftliklerinin dereleri kirlenmesinin engellenmesi ve belirli standartlarda kontrol edilmesi
- Turizm tesislerinin kirlilik oluşturma açısından sıkı takibe alınması
- İlgili kurumlar arasında koordinasyon ve işbirliğinin sağlanması
- Koruma-kullanma dengesinin gözetilmesi
- Su (yüzeysel-yeraltı suları) miktarı ve kalitesinin mevcut durumunun tespit edilmesi ve bir izleme ağının kurularak su miktarı ve kalitesinin gelişiminin sürekli olarak gözlenmesi
- Noktasal ve yayılı kirleticilerin gözlem ağı ile kontrol altına alınması
- Teknik altyapı (laboratuvar vs.) ve desteğin (personel tecrübesi, uzman danışmanlık hizmeti vs.) geliştirilmesi
- Havzanın ayrıntılı toprak etüdü haritasının çıkarılması
- Hava ve toprak kirliliğinin sürekli gözlenmesi ve kontrol altına alınması
- Küçük yaşlardan başlayarak çeşitli argümanlar (aile, okul, camii, kampanyalar, sivil toplum kuruluşları, çevre temizleme yaptırımları, cezalar vs.) vasıtasıyla çevresel bilincin oluşturulması gerekmektedir.

Havzanın HES kaynaklı sorunları için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Tüm HES projeleri için ÇED raporunun düzenlenmesi
- HES projelerinin çevresel (su kalitesi, flora-fauna tür çeşitliliği, orman tahribi vs.), sosyal (toplumsal tepki vs.) ve ekonomik (tarımsal, balıkçılık, turizm ve ormancılık faaliyetleri vs.) etkilerinin interdisipliner uzman grubu tarafından belirlenmesi
- Can suyu miktarının çok iyi belirlenmesi
- Çevre tahribatının minimal düzeyde olmasının kontrol edilmesi ve ekonomik ömrünün dolmasından sonra HES sahasının çevreye kazandırılmasının sağlanması
- En az çevre tahribatı yapılan alan kadar ağaçlandırma çalışmasının yapılmasının sağlanması
- Ekolojik dengenin gözetilmesi, uzmanlar tarafından belirli periyotlarla fauna-flora açısından sahanın gözlenmesi, önceki durumla mevcut durumun karşılaştırılarak olumsuz etkinin olup olmadığının tespit edilmesi
- Katılımcı yönetim yaklaşımı (STK, yöre halkı, yerel yönetim, uzmanlar vs.) ile kararların alınması
- Bilgilendirmenin yüksek düzeyde tutulması

Havzanın arazi kullanım sorunu için çözüm önerileri sıralanacak olursa;

- Doğal kaynakların sürdürülebilir ve etkin kullanılması
- Arazi kullanım planlarının hazırlanması
- Ulaşım planlamasının mevcut olması
- Çevre Düzeni Planı'nın koruma amaçlı olarak revize edilmesi
- Dere yatağının kamulaştırılması, özel mülkiyete açılmaması ve park vs. gibi çevre düzenleme alanlarının yapılması
- Taşkın yataklarına yerleşime müsaade edilmemesi, tarımsal kullanıma izin verilmesi
- Madencilik faaliyetleri sonucu bozulan arazilerin doğaya kazandırılması
- Alt yapı sistemlerinden (yol, elektrik, kanalizasyon, telefon, doğalgaz, su temini vs.) dolayı bozulan araziye ağaçlandırma çalışmasının yapılması
- Her havzanın karakteristik özellikleri ve üzerinde yapılan beşeri faaliyetleri farklı olduğundan havzaya özgü yönetmelik veya yönetmeliklerin yapılması gerekmektedir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Havzası'nın bir alt havzası olan Değirmendere Havzası'nın çeşitli fiziksel karakteristikleri tespit edilmiştir. Havzanın; ortalama yüksekliği yaklaşık 1500 m, ortalama eğimi yaklaşık % 25, hidrolojik toprak grubu C, geçiş süresi yaklaşık 6 saat ve yıllık ortalama debisi yaklaşık 11 m<sup>3</sup>/sn olarak tespit edilmiştir. Değirmendere ana nehir kolunun; eğimi % 3,5 ve uzunluğu yaklaşık 61 km olarak belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası'nda olduğu gibi havzanın yükselti, eğim ve hidrografik özelliklerinin hidroelektrik enerji üretimine uygun olmasından dolayı havzada birçok HES faaliyeti mevcuttur. Havzanın toplam potansiyel hidroelektrik gücü yaklaşık 300 MW civarındadır. Toplam potansiyel güvenilir hidroelektrik enerji miktarı da yaklaşık 1500 GWh olarak kabul edilebilir.

Havzanın doğal karakteristiklerinden dolayı taşkın ve heyelan potansiyelinin yüksek olması, havzada uygun olmayan beşeri faaliyetlerle birleşince boyutu büyük afetlerin yaşanma olasılığını oluşturmaktadır. Bu iki sorun kadar doğrudan zararlara neden olmasa da yine havzanın doğal yapısından kaynaklanan ve yanlış insan uygulamalarından ötürü şiddeti artan ve yol açtığı dolaylı zararlar bakımından önemi yüksek olan erozyon da havzanın önemli sorunlarından. Havzada toplam akarsu erozyonu yaklaşık 100 bin ila 150 bin ton/yıl arasındadır.

Bütün doğal ve beşeri kaynaklı sorunların çözümünde havza entegre bir yönetimle yönetilmelidir. Ekolojik, sürdürülebilir ve katılımcı bir planlama ile sorunlara yaklaşılmalıdır. Veri tabanları oluşturularak ve karar destek sistemleri ile kısa, orta ve uzun vadeli stratejik çözüm hedefleri ortaya konularak yönetim gelişimi sürekli gözlemlenerek yönetim sistemine geri besleme yapılmalıdır. Entegre havza yönetimi katılım, tanılama, koordinasyon, denetim, uygulama ve izleme aşamalarından oluşan havza yönetim modelleriyle gerçekleştirilmelidir. Havzada en üst yetki sahibi olan ve yerel yönetimin güçlü olduğu bir yönetim kurulu, teknik açıdan yüksek potansiyele sahip bir yürütme kurulu ve merkezi yönetimin oluşturduğu bağımsız bir denetleme kurulu teşkil edilmelidir. Paydaş analizi ile havzanın sektörel kullanımı belirlenerek anlaşmazlık sorunları öncelikli çözümlenerek havzanın sorunları bütüncül yaklaşımla ele alınmalıdır.

## 5. ÖNERİLER

Bu tezde ele alınan Değirmendere Havzası çeşitli simülasyon programları yardımıyla ele alınarak yağış-akış ilişkisi, kar erimesinin taşkın oluşumuna etkisi ve havza yönetimi gibi konular daha ayrıntılı bir şekilde irdelenebilir.

Havzada meydana gelebilecek taşkınların, Trabzon'un içme suyunu sağlayan Atasu Barajı'na verebileceği zararlar ve olası bir baraj yıkılmasının zararsal boyutu daha ayrıntılı hesaplar ve simülasyon programlarıyla incelenebilir.

Taşkınların taşıdığı sedimentin Atasu Barajı'nın ekonomik ömrünü tamamlamadan dolmasına ne kadar olumsuz etkilerde bulunduğu çeşitli arazi çalışmaları, deneysel ve ampirik yaklaşımlarla hesaplanabilir.

Taşkınların taşıdığı sedimentin havzadaki hidroelektrik santrallere verdiği türbin aşınması, enerji üretiminin aksaması, verimin düşmesi gibi zararlar detaylı bir biçimde değerlendirilebilir.

Taşkınların taşıdığı sedimentin limanın dolması gibi Trabzon Limanı'na olan olumsuz etkileri ve sonuçları ortaya konarak ele alınabilir.

Havzanın tamamının özellikle Atasu Barajı'nın içinde bulunduğu Galyan Deresi alt havzasının su kalitesinin periyodik olarak gözlenerek kirlilik seviyesi ve gidişatı tespit edilebilir ve kirlilik seviyesinin azaltılması için neler yapılması gerektiği vurgulanan bir çalışma oluşturulabilir.

Havzadaki hidroelektrik santrallerin çevresel etkileri spesifik olarak araştırılabilir ve ekolojik denge açısından zararları ortaya konulabilir.

Havzada su kirliliğine hava kirliliğinin etkisinin belirlenmesi üzerine ayrıntılı bir çalışma yapılarak hava kirliliğinin azaltılmasının su kalitesindeki iyileşmeye katkısı belirlenebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Akar, A., 2009. Karadeniz Sahil Yolunun Yapımı ile Değirmendere'nin Trabzon Limanına Etkisinin Hidrografik Ölçmeler ve Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akça, M. D., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Çevresel Verilerin Modellenmesi: Trabzon-Değirmendere Vadisi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akçalı, E., Arman, H. ve Saltabaş, L., 2013. Trabzon İli Heyelan-Yağış Eşikleri ve Heyelan Erken Uyarı Sistem Önerisi; Trabzon İli Örneği, Taşkın ve Heyelan Sempozyumu, 24-26 Ekim 2013, Trabzon.
- Akkaş, M., 1990. Trabzon'un İklim Etüdü, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Akyar, H., 1978. Göl Kirlenmesi ve Kontrolü: Su Kirliliği ve Denetimi, D.S.İ. Genel Müdürlüğü İçme Suları ve Kanalizasyon Daire Başkanlığı, 25-36.
- Altun, L. ve Ünver, S., 2005. Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi (DEVACED) kapsamında Değirmendere Vadisindeki Galyan ve Şimşirli Derelerinin Su Kalite Durumlarının İncelenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Aslan, T. A., 2005. Coğrafi Bilgi Sistemi Olanakları ile Bazı Havza Özelliklerinin Belirlenmesi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 8, 2, Kahramanmaraş.
- Atalay, İ., 1982. Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları, No:11, İzmir.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vegetasyon Coğrafyasına Giriş, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No. 19, İzmir.
- Atalay, İ., 1986. Uygulamalı Hidrografiya, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 38, İzmir.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, 3.Baskı, Ankara.
- Atasoy, H., Tekin, E. ve Küçük, M., 1985. Meryemana Araştırma Ormanının Toprak Özellikleri ve Haritaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, No. 154, Ankara.

- Aydın, F., 2003. Değirmendere Vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Mineral Kimyası, Petrolojisi ve Petrojenezi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, M., 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9, 1, 54-65.
- Bağdatlı, M. C., 2013. Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havza Karakteristikleri ve Taşkın Risk Faktörlerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Veri Tabanının Oluşturulması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Bakış, R., Çabuk, A., Uyguçgil, H., Gümüşlüoğlu, E., 2011. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Porsuk Havzasında Uygun Baraj Yeri Tespiti ve Bu Barajların Hidroelektrik Enerji Üretimi Yönünden İncelenmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4, 2, 79-96.
- Balaban, A., 1964. Su Kaynakları Geliştirilmesi Problemleri, T.M.M.O.B. Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Sıra No: 16, Ankara.
- Balcı, A. N. ve Uzunsoy, O., 1980. Türkiye’de Başlıca Havza Amenajmanı Sorunları ve Bunlarla İlgili Çalışmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1844, Orman Fakültesi Yayın No: 195, İstanbul.
- Başkaya, Ş., 2003. "Distribution and Principal Threats of Caucasian Black Grouse (Tetrao inlokosiewiczzi) in Eastern Karadeniz Mountains in Turkey", Wildlife Biology. 9, 4, 377-383.
- Bayazıt, M., 2011. Hidroloji, Birsen Yayınevi, 220 s, İstanbul.
- Bayazıt, M., Önöz, B., 2008. Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, 1. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, 260 s, Ankara.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1985. Trabzon Kenti İçme Suyu Arıtma Tesisi Raporu, İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Beret, B., 1956. Çakırgöl Dağında Glasiyal İzler, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Türk Coğrafya Dergisi, 15-16.
- Bıyık, C., 2005. Aşağı Değirmendere Havzası'nda Mülkiyet Yapısı ve Parsel Dağılımı, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu', (Ed.) Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Bıyık, C., 2011. Akarsu Yataklarının Kullanımı ile ilgili Mevzuat Ve Uygulamaya İlişkin Öneriler, Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkınları Sempozyumu, Şubat, Trabzon.

- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012. 81 İl Durum Raporu, Sanayi Genel Müdürlüğü, Mayıs, Ankara.
- Boran, M., Karaçam ve H., Sayın, A., 2004. Değirmendere Havzasında (Trabzon, Türkiye) Bulunan Bazı İşletmelere Ait Atık Suların Özelliklerinin İncelenmesi ve Dere Suyundaki Kirleticilerin Düzey ve Dağılımlarının Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, c. 21, s. 1-2: 17-21.
- Cüberal, E., 2004. Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11, 11–24.
- D.P.T.-J.I.C.A., 2000. Doğu Karadeniz Bölgesel Gelişme Planı (DOKAP) Nihai Rapor Cilt VI: Mekansal Gelişme ve Altyapı, Başbakanlık DPT Müsteşarlığı-Japonya Uluslar Arası İş Birliği Ajansı (JICA), Nippon Koei Co. Ltd Recs International Inc.
- D.S.İ., 1990. Trabzon, Giresun, Gümüşhane İleri ve Çevreleri Taşkın Raporu, Trabzon.
- De Moel, H. ve Aerts, J. C. J. H., 2011. Effect of Uncertainty in Land Use, Damage Models and Inundation Depth on Flood Damage Estimates, Natural Hazards, 58, 407–425.
- Demir, A., Gökçe, O., Özden, Ş., Işık, A. ve Çiftçi, A., 2008. Trabzon Heyelanlarına Genel Bakış, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Ağustos, Trabzon.
- Demir, O., 1993. “Dere Yataklarının Mülkiyet ve Kullanım Biçimi Açısından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demir, O., Atasoy, M. ve Bıyık, C., 2005. "Değirmendere Vadisi'nin Mevcut Kıyı Kullanımı, İmar Ve Mülkiyet Yapısının İncelenmesi", Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Dilek, R., 1979. Trabzon-Hopa Kıyı Şeridinin Yeraltı Suyu Olanakları, K.T.Ü. Yayın No: 99, Trabzon.
- Dilek, R., Gültekin, F., Furat Ersoy, A. ve Ersoy, H-, 2004. 'Değirmendere (Trabzon) Havzasının Tatlı ve Mineralli Su Kaynakları ile Dere Alüvyonlarının Yer altı Suyu Rezervi Sonuç Raporu', Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Proje Kodu: 21J1 12.005.5, Trabzon.
- Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2011. TR90 Doğu Karadeniz Bölge Planı (Trabzon, Artvin, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize) 2010-2013, Trabzon.
- EİE, 2006. Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.



- Ersoy, H. ve Bulut, F., 2008. Kütle Hareketlerinin Oluşumunda Yağışın Rolü, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Ağustos, Trabzon.
- Gökalp, E. ve Erener, A., 2005. Trabzon Limanı Tabanında Oluşan Birikim Miktarının Belirlenmesi İçin Bir Ön Uygulama, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Gökbulak, F., 2004. Havza Amenajmanının Gelişimi ve Doğal Kaynak Sorunlarıyla İlişkisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 54, 1, 83-89, İstanbul.
- Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A. ve Ersoy, H., 2005. Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29, 1, 21-34.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E. ve Celep, S., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi, Ekoloji 21, 82, 77-88.
- Hammer, H. J. ve Kichen, K. A. M., 1981. Hydrology and Quality of Water Resources, John Willey and Sons, New York, Brisbane, Toronto.
- Hızal, A., 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması, İ.Ü.Yay No: 3144, O.F. Yay No: 341, İstanbul.
- Hoşgören, M. Y., 2004. Hidrografi'nin Ana Çizgileri I; Yeraltı Suları, Kaynaklar, Akarsular, 5 Baskı, Çantay Kitabevi, 165 s, İstanbul.
- İstanbuluoğlu, A., 2005. Hidroloji (Uygulamalı Havza Hidrolojisi), Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi (Ders Notları), Tekirdağ.
- K.T.Ü., 1991. Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, K.T.Ü. Matbaası, Trabzon, 321, 323.
- K.T.Ü., 2005. Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme (DEVAÇED) Projesi Sonuç Raporu, Bıyık, C. (Ed.), Trabzon.
- K.T.Ü., 2007. Çevresel Koruma Amaçlı Olarak Trabzon-Değirmendere Havzası için Mülkiyet Yönetim Fonksiyonlarının Geliştirilmesi ve Kırsal Arazi Düzenlemesinin Modellenmesi (DEVAMOD) Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C. ve İnan, H. İ., Proje Kodu: 2002.112.006.1, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kadioğlu, M., 2008. Sel ve Heyelan Risk Yönetimi, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Ağustos, Trabzon.
- Kaleyci, H., 2004. Değirmendere Havzası'nda Taşkın Frekans Analizi ve Taşkın Sahalarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kalkınma Bakanlığı, 2013., İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması, Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Ankara.

Karakılçık, Y. ve Erkul, H., 2002. Sürdürülebilir Akarsu Yönetimi ve Tersine Akan Nehir Asi, Detay Yayıncılık, Ankara.

Karaş, E., 2005. Havza Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar, Topraksu, Eskişehir.

Kılıçaslan, A., 1994. Trabzon-Değirmendere Havzasının Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Koç, S., 1991. 18-20 Haziran 1990 Sel Felaketinin Düşündürdükleri ve Alınması Gerekli Önlemler Üzerine Bazı Örnekler, Trabzon ve Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, K.T.Ü. Yayınları, Trabzon.

Köy İşleri ve Koop. Bakanlığı, 1981. Doğu Karadeniz Havzası Toprakları, Köy İşleri ve Koop. Bak. Yayınları, No. 230, Ankara.

Kristensen, P., 2004. The DPSIR Framework, Workshop on a Comprehensive / Detailed Assessment of The Vulnerability of Water Resources to Environmental Change in Africa Using River Basin Approach, UNEP Headquarters Press, Kenya.

Kulga, Z. ve Dizdar, M., 1994. Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi, Ankara.

Kural, S., 1997. Havza Yönetimi Çakıt Projesi Örneğinde Uygulamaların İrdelenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Meriç, B. T., 2004, Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 28, 1, 27-38.

Önsoy, H., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Yüksek, Ö. ve Filiz, M. H., 2008. Doğu Karadeniz Havzasında Oluşan Taşkınların Nedenleri ve Çözüm Önerileri, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Ağustos, Trabzon.

Özbek, T., 1989. Hidroloji, Gazi Üniversitesi Yayın No: 142, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayın No: 11, Ankara.

Özcan, A., 1990. Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi, Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu, 46-50, Trabzon.

Özen, B. S., 2012. Bütüncül Havza Planlaması'nda Delphi Yöntemi: Değirmendere Alt Havzası, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Özer, Z., 1990a. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar (Teknik Rehber), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 709 s, Ankara.
- Özer, Z., 1990b. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi Seminer Notları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 122 s, Ankara.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, ISBN: 975-404-739-1, İstanbul.
- Serencam, U., 2007. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Küçük Akarsuların Hidroelektrik Potansiyellerinin Analizi, Y. Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Serencam, U., 2013. Taşkın Zararları ve Zarar Görebilirlik Analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi Örneği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sivakumar, B., 2006. Suspended Sediment Load Estimation and The Problem of Inadequate Data Sampling: A Fractal View, Earth Surface Processes and Landforms, 31, 414-427.
- Sivrikaya, N., 2006. Değirmendere Havzası'nda Pestisit Kirliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tektaş Keskin, A. ve Saraç, B., 2008. 'Doğa Koruma ve Planlama', Planlama, 42, TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, 1-2.
- Toksoy, D. ve Var, M., 2002. Karadeniz Bölgesi'nde Çay Tarımında Yaşanan Sorunların Çözümünde Alternatif Bir Ürün Olarak Bambu, K.Ü. Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3, 1.
- Toy, I. J., 1977. Introduction to The Erosion Process, In Erosion Research Techniques and Sediment Delivery, GEO Books, Norwich.
- Trabzon Valiliği, 1995. Değirmendere Havzası Çevre Sorunları Envanteri Raporu, M. Tüfekçi (Danışman), R. Şengül, Ü. Ataç, B. Akbulut, O.F. Altuntaş, G. Balta, Ü. Baykan, A. Nuhoglu, F. Orhan, A. Yağcı, N. Yaşar, İl Çevre Müdürlüğü, Trabzon.
- Trabzon Valiliği, 2010. Trabzon İl Çevre Durum Raporu, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Trabzon.
- Trabzon Valiliği, 2012. Trabzon İli Afetselliğine Genel Bir Bakış, İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Trabzon.
- Tüfekçi, M., 2005. Trabzon Değirmendere Su Havzası'ndaki Kirlenmenin Boyutları, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Türker, M. F., Yüksek, Ö., 1989. Erozyon ve Ekonomik Analizi, Orman Mühendisliği Dergisi, 26, 10, 16-19.
- Türker, O. ve Dinçer, S., 1991. İçme Suyu Arıtma Tesisleri İşletme ve Bakım Semineri, İller Bankası Genel Müdürlüğü.
- Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, 2003. Ulusal Meteorolojik-Hidrolojik Afetler Programı, Ankara.
- Türkyılmaz, Y., 1996. Rezervuar Hidrolojisi Seminer Notları, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 102 s, Ankara.
- Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- USDA, 1951. Soil Survey Manual, U. S. Department of Agriculture, Washington.
- USDA, 1972. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Washington.
- Uşul, N., 2001. Engineering Hydrology, Department of Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara.
- Ülke, A., Özkul, S. ve Tayfur, G., 2011. Ampirik Yöntemlerle Gediz Nehri İçin Askıda Katı Madde Yüğü Tahmini, İMO Teknik Dergi, 5387-5407, 348.
- Var, M., Kazuto, S., and Kyozo, C., 1997. Utilization of Certain Temperate Bamboo Species in The Agroforestry Studies in The Eastern Black Sea Region in Turkey, Proceeding of The XI. World Congress, October, Antalya.
- Var, M., 1999. İstanbul ve Yakın Çevresi Su Havzaları İçin Ilıman Bambu Plantasyonları ve Önemi, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu 99 Bildiriler Kitabı, 1, 218-225, Şubat, İstanbul.
- Var, M., 2005. Değirmendere Havzasında Heyelan ve Erozyon Problemlerinin Çözümünde Ilıman Bambuların Kullanımı, Trabzon-Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi Sonuç Raporu, Ed. Bıyık, C., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Vrisou van Eck, N. ve Kok, M., 2001. Standaardmethode Schade en Slachtoffers Als Gevolg Van Overstromingen, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Ministerie van Rijkswaterstaat, Netherlands.
- Weniger, C., 1961. Türkiye'de Zirai İnkişafın Sebep Olduğu Toprak Kaybı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1.
- Yağcı, A., 1990. "19.6.1990 Günü Meydana Gelen Sel Afetinin Sonuçları ve Afete Uğrayan Vatandaşlara Götürülen Hizmetler", Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 265-271.

Yang, C.T., 1996. Sediment Transport Theory and Practice, McGraw-Hill , USA.

Yıldız, O., 2005. ‘Havza Planlamalarında Kadastro Çalışmalarının ve İdari Sınırların Önemi: Trabzon-Değirmendere Havzası Örneği’, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yılmaz, B. S., Gülibrahimoğlu, i., Konak, O., Yaprak, S. ve Köse, Z., 1997. Trabzon İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Yılmaz, H., 2010. Çankırı Gökdere Havzası'nın Havza Karakteristiklerinin ve Bazı Hidrofiziksel Toprak Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yüksek, Ö., 2000. Taşkın Hidrolojisi Ders Notları, K. T. Ü., Trabzon.

URL 1.

<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TRABZON#sfB>, 14 Aralık 2013.

URL 2.

[http://www.tarimziraat.com/faydali\\_bilgiler/toprak/404-arazi\\_siniflandirmasi.html](http://www.tarimziraat.com/faydali_bilgiler/toprak/404-arazi_siniflandirmasi.html), 21 Aralık 2013.

URL 3. <http://earth.google.com/>, 13 Aralık 2013.

URL 4. <http://www.milliparklar.gov.tr/mp/altinderevadisi/sayfa0.htm>, 18 Aralık 2013.

URL 5. <http://www.milliparklar.gov.tr/mp/altinderevadisi/foto.htm>, 18 Aralık 2013.

URL 6. <http://www.macka.bel.tr/icerik.asp?id=32&pid=370>, 08 Aralık 2013.

URL 7.

<http://www.trabzonkulturturizm.gov.tr/TR,57703/goller-ve-magaralar.html>, 18 Aralık 2013.

URL 8.

<http://bolge12.ormansu.gov.tr/12bolge/altinderevadisimilliparki.aspx?sflang=tr>, 18 Aralık 2013.

URL 9. <http://www.tuik.gov.tr>, 04 Aralık 2013.

URL 10. <http://aris.cob.gov.tr/index.php?q=tr/su/havza>, 21 Aralık 2013.

URL 11. <http://termalrehber.blogspot.com/2010/04/trabzon.html>, 22 Aralık 2013.

URL 12.

<http://www.forumdeva.org/turkiye-cogرافyasi/12654-trabzonda-gezilecek-yerler.html>, 18 Aralık 2013.

URL 13.

[http://www.ormansu.gov.tr/osb/haberduyuru/guncelhaber/12-11-27/885\\_Bin\\_Ki%C5%9Finin\\_2045%E2%80%99e\\_Kadar\\_%C4%B0%C3%A7mes\\_uyu\\_%C4%B0htiyac%C4%B1n%C4%B1\\_Kar%C5%9F%C4%B1layacak\\_Atasu\\_Baraj%C4%B1\\_Hizmete\\_Al%C4%B1n%C4%B1yor.aspx?sflang=tr](http://www.ormansu.gov.tr/osb/haberduyuru/guncelhaber/12-11-27/885_Bin_Ki%C5%9Finin_2045%E2%80%99e_Kadar_%C4%B0%C3%A7mes_uyu_%C4%B0htiyac%C4%B1n%C4%B1_Kar%C5%9F%C4%B1layacak_Atasu_Baraj%C4%B1_Hizmete_Al%C4%B1n%C4%B1yor.aspx?sflang=tr), 03 Aralık 2013.

URL 14.

[http://www.panoramio.com/photo\\_explorer#view=photo&position=9&with\\_photo\\_id=11597406&order=date\\_desc&user=1928181](http://www.panoramio.com/photo_explorer#view=photo&position=9&with_photo_id=11597406&order=date_desc&user=1928181), 09 Aralık 2013.

URL 15.

[http://www.panoramio.com/photo\\_explorer#view=photo&position=1652&with\\_photo\\_id=388816&order=date\\_desc&user=74396](http://www.panoramio.com/photo_explorer#view=photo&position=1652&with_photo_id=388816&order=date_desc&user=74396), 09 Aralık 2013.

URL 16.

<http://www.haber61.net/trabzon-degirmendere-zehir-akiyor-143539h.htm>, 09 Aralık 2013.

URL 17. <http://www.markmallett.com/blog/2006/08/23/>, 27 Şubat 2014.

URL 18. <http://bigdreamz.in/savemykerala/site/?articles=dam-disasters>, 27 Şubat 2014.

URL 19.

<http://boisestatepublicradio.org/post/report-idaho-one-four-states-without-school-disaster-plan-requirements>, 27 Şubat 2014.

## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Ankara'da doğdu. Eskişehir'de ilköğrenimini Tunalı İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimini de Prof. Dr. Orhan Oğuz Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2011 yılında mezun oldu. Aynı yıl Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2012 yılında Bayburt Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atanmasından dolayı yüksek lisans eğitimine devam etmek için Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yatay geçiş yaptı. Halen Bayburt Üniversitesi'nde akademik çalışmalarını sürdürmekte olan Emin Taş, İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.