

**T. C.**

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**YEŞİLİRMAK DELTASI'NDA  
JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER VE  
GELECEK İLE İLGİLİ ÖNGÖRÜLER**

**Ayşe ATALAY DUTUCU**

**2502100033**

**TEZ DANIŞMANI**

**PROF. DR. HÜSEYİN TUROĞLU**

**İSTANBUL- 2016**

**T. C.**

**İstanbul Üniversitesi**

**Sosyal Bilimler Enstitüsü**

**Coğrafya Anabilim Dalı**

**Doktora Tezi**

**YEŞİLİRMAK DELTASI'NDA  
JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER VE  
GELECEK İLE İLGİLİ ÖNGÖRÜLER**

**Ayşe ATALAY DUTUCU**

**2502100033**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU**

**İstanbul, 2016**



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



DOKTORA  
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : Ayşe ATALAY DUTUCU Numarası : 2502100033  
Anabilim Dalı /  
Anasanat Dalı / Programı : COĞRAFYA ANABİLİM DALI Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU  
Tez Savunma Tarihi : 23.03.2016 Saati : 10.30  
Tez Başlığı : “Yeşilirmak Deltası’nda Jeomorfolojik Değişiklikler ve Gelecek İle İlgili Öngörüler”

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- PROF. DR. MERAL AVCI		Kabul
2- PROF. DR. BARBAROS GÖNENÇGİL		Kabul
3- PROF. DR. HÜSEYİN TUROĞLU		Kabul
4- DOÇ. DR. AKİF KARATEPE		Kabul
5- YRD. DOÇ. DR. CERCİS İKİEL		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- YRD. DR. CİHAN BAYRAKTAR		
2- YRD. DOÇ. DR. FATİH DÖKER		

Versiyon: 1.0.0.2-61559050-302.14.06

## ÖZ

### YEŞİLIRMAK DELTASI'NDA JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER VE GELECEK İLE İLGİLİ ÖNGÖRÜLER

AYŞE ATALAY DUTUCU

Bu tez çalışmasında; Yeşilırmak Nehri Deltası'nda zaman içinde gerçekleşen jeomorfolojik değişiklik, bunların sebep ve sonuçları incelemiştir. Bu jeomorfolojik değişikliklerden özellikle son 30-35 yılda ortaya çıkan kıyı erozyonu ve sonuçları üzerinde durularak, kıyıda erozyona sebep olan faktörler araştırılmıştır.

Araştırma sahasındaki jeomorfolojik değişikliklerin tespitinde 1/25.000 ölçekli temel topoğrafya haritaları (1957, 1978 ve 2009) ile RapidEye (2013) uydu görüntüsü verileri kullanılmıştır. Yeşilırmak Nehri Deltası'ndaki jeomorfolojik değişikliklerin ortaya konmasında bu verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri kullanılarak yapılan analizlerinin yanı sıra, arazi gözlemlerinden ve morfometrik analizlerden faydalanılmıştır. Çalışmada ayrıca iklim verileri ile akım ve sediment verileri kullanılarak trend analizleri ile dönemlik değişim analizleri yapılmıştır.

Yapılan analizlere göre Yeşilırmak Nehri Deltası 1978 yılına kadar deniz içerisine doğru ilerleyişini sürdürürken, bu tarihten itibaren kıyı çizgisi hızla gerilemeye başlamıştır. 1978-2009 yılları arasında 600 m (20m/yıl) gerilediği hesaplanan kıyı çizgisi, 2009-2013 yılları arasında 155 m (38.7m/yıl) ile gerilemeye hızını arttırarak devam etmiştir. Meydana gelen regresyon; kıyıda yer alan kumul alanlarının daralmasına, lagünlerin, sazlık ve bataklık küçülerek değişmelerine neden olmuştur.

Yapılan analizler sonucunda; kıyı çizgisindeki gerilemede en önemli rolü antropojenik faktörlerin oynadığı anlaşılmıştır. Akarsu sediment yüklerinin zaman içindeki değişim miktarları ile nehir üzerindeki barajların yapım tarihleri ilişkilendirilerek, kıyı çizgisi gerilemesi hedefli çıkarımlar yapılmıştır. Sonuçlar; barajda tutulan su ve akarsu sediment yükünün, deltada sediment birikiminin negatif bilançosu üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşilırmak Deltası, Kıyı çizgisi değişimi, CBS.

## **ABSTRACT**

### **GEOMORPHOLOGICAL CHANGES OF YEŞILIRMAK DELTA AND ANTICIPATIONS ABOUT ITS FUTURE**

**AYŞE ATALAY DUTUCU**

In this thesis study, geomorphological changes of Yeşilirmak River Delta in time and their cause and effects are studied. Among these changes, especially coastal erosion that has been observed in the last 30-35 years are dwelled on together with its effects and the factors that cause this erosion on the coast are examined thoroughly.

1/25.000 scaled topographic base maps (1957, 1978 and 2009) and RapidEye (2013) satellite images are used in the identification of geomorphological changes in the research area. Not only these data analysis done with Geographic Information Systems technologies, but field observations are used together with morphometric analysis as well to prove the geomorphological changes on Yeşilirmak River Delta. In this study, periodic change analysis and trend analysis are done by using weather data, current and sediment data.

According to these analyses, Yeşilirmak River Delta continuously prograded into the sea until 1978, and the coastline started to regress as of that year. Between 1978 and 2009, the coastline was measured to regress 600 m (20m/year) and sped up between 2009 and 2013 and reached to 155 m (38.7m/year) by accelerating. Regression caused sandy coastal areas to get narrower and lagoons, marshy places and reeds to change by becoming smaller.

As a consequence of the analyses of data, the effects of the climate change and anthropologic factors have a role in shoreline retreat. The main input indicators that cause the growth of the Delta are the sediment accumulations of rivers. The deductions about the shoreline retreat are made by relating the periodic changes in the sediment accumulations to the construction dates of dams on the rivers. The results showed that the water and sediment load held in dam has a direct effect on the negative balance of sediment accumulation on the delta.

**Keywords:** Yesilirmak Delta, Coastal erosion, GIS.

## ÖNSÖZ

Denizaltı morfolojisinin uygunluğu, bir iç denizde yer alması vb. faktörlerin yanında Türkiye'nin en fazla sediment madde taşıyan akarsularından biri olması sebebiyle hızla büyüyerek Türkiye'nin en büyük ikinci deltası olan Yeşilırmak Nehri Deltası'nda kıyı çizgisi 1980'li yıllardan itibaren gerilemeye başlamıştır. Gittikçe hızlanan bu gerilemenin sonucu olarak delta alanının küçülmesi ile birlikte çeşitli doğal ve beşeri sorunlar ortaya çıkmaktadır. Yeşilırmak Nehri Deltası'nda ortaya çıkan kıyı gerilemesinin boyutlarının ölçülerek sebeplerinin ve sonuçlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu doktora tez çalışmasına 2012 yılının Haziran ayında başlanmıştır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde Yeşilırmak Deltası'nın morfolojik gelişim süreçlerini etkileyen genel coğrafi özelliklerinden bahsedilmiştir. Yeşilırmak Deltası'nın jeomorfolojik gelişiminden bahsedilen ikinci bölümde kıyı çizgisi ve kıyı kenar çizgisi değişiklikleri ile bunların sebepleri, bu değişimlerin zaman içerisinde nasıl değiştiği ve bu değişikliklerin jeomorfolojik sonuçları detaylı şekilde açıklanmıştır. Klimatik ve Hidroğrafik Değişim Analizleri başlığı altındaki üçüncü bölümde ise sıcaklık ve yağış verilerine trend, değişim ve iklim tipi analizleri uygulanarak, araştırma sahasının iklim değişikliklerinden nasıl etkilendiğinden bahsedilmiştir. Aynı bölümde ayrıca iklim değişikliklerinin Yeşilırmak Nehri akım, sediment ve rejim özelliklerini nasıl etkilediği anlatılmıştır. Araştırma bulgularından bahsedilen dördüncü bölümde ise genel araştırma bulgularının yanısıra küresel ve bölgesel iklim değişikliği senaryolarında çalışma sahasının iklim koşulları ile ilgili yapılan tespit ve tahminlere yer verilmiştir. Ancak tez çalışmasına başlamadan evvel beklenen tüm hedefler gerçekleştirilememiş, bunun sebepleri de detaylı olarak Giriş bölümü içerisindeki Karşılaşılan Güçlükler başlığı altında anlatılmıştır.

Bu çalışmayı gerçekleştirirken görüş ve bilgileriyle bana çok büyük katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU'na;

Hem doktora tez sürecimde hem de akademik yaşamım boyunca beni destekleyen hocam Yrd. Doç. Dr. Cercis İKİEL'e;

Tez çalışmamı hazırlama sürecinde yapıcı yorumlarıyla tezime katkıda bulunan jüri üyesi hocam Prof.Dr. Meral AVCI'ya;

Bitki teşhislerimde yardımcı olan Doç. Dr. Mehmet SAĞIROĞLU'na, tez çalışmamda kullandığım Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ilgili sorunlarımda yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. M. Fatih DÖKER'e, iklim değişimi ve istatistiksel hesaplamalarla ilgili fikirlerine başvurduğum Yrd. Doç. Dr. Beyza USTAOĞLU'na, jeomorfolojik analizler konusunda destek olan Yrd. Doç. Dr. M. Korhan ERTURAÇ'a, doktora çalışmamla ilgili her tür sorunumda fikir ve yardımlarına başvurduğum Arş. Gör. Derya Evrim KOÇ'a, ayrıca lisans, yüksek lisans ve doktora öğrenimim boyunca bilgileriyle bana katkıda bulunan hocalarıma;

Başta babam olmak üzere hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen aileme, doktora sürecimde bana yol arkadaşı olan eşime ve tezimi hazırlarken vaktinden çaldığım oğluma teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe ATALAY DUTUCU

Ocak, 2016

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ.....	xiv
FOTOĞRAF LİSTESİ .....	xv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
GİRİŞ .....	1
<b>1. YEŞİLIRMAK DELTASI'NIN COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Yapısal Özellikler.....	7
1.1.1. Litolojik yapı.....	7
1.1.2. Tektonik yapı .....	14
1.2. Jeomorfolojik Özellikler .....	16
1.2.1. Plato yüzeyleri.....	23
1.2.2. Delta ovası jeomorfolojisi .....	28
1.2.3. Akarsu jeomorfolojisi.....	31
1.2.4. Kıyı jeomorfolojisi .....	40
1.3. İklim Özellikleri .....	44
1.3.1. Sıcaklık.....	46
1.3.2. Yağış .....	51
1.3.3. Basınç ve Rüzgâr.....	57
1.3.4. Nem ve bulutluluk.....	59
Kaynak: D. M . İ. Genel Müdürlüğü .....	62
1.3.5. İklim Tipleri .....	62
1.4. Hidrografik Özellikler .....	65
1.4.1. Yeşilırmak Nehri.....	65
1.4.2. Deltadaki Drenaj Sistemleri .....	67



1.4.3. Yeraltı Suyu .....	68
1.4.4. Göl ve Göletler .....	69
1.5. Toprak Özellikleri .....	70
1.5.1. Toprak Tipleri .....	70
1.5.2. Toprak Erozyonu.....	76
1.6.Bitki Örtüsü.....	77
1.6.1. Ağaç Formasyonu .....	80
1.6.2. Çalı Formasyonu .....	82
1.6.3. Kumul Vejetasyonu.....	83
1.7.Arazi Kullanım Özellikleri.....	85
1.7.1.Tarım Alanları.....	86
1.7.2. Yerleşim Alanları .....	90
1.7.3. Diğer Sert Zeminler.....	92
1.7.4. Sulak Alanlar ve Göller.....	92
<b>2. YEŞİLİRMAK DELTASININ JEOMORFOLOJİK GELİŞİMİ.....</b>	<b>94</b>
2.1. Kıyı Çizgisi Değişikliği.....	95
2.1.1. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Sebepleri .....	100
2.1.2. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Zaman İçerisindeki Seyri.....	120
2.1.3. Kıyı Çizgisi Değişimine Müdahaleler.....	131
2.1.4. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Jeomorfolojik Sonuçları .....	132
2.2. Kıyı Kenar Çizgisi değişikliği.....	136
2.2.1. Lagünlerdeki farklılaşmalar .....	137
2.2.2. Sazlık ve bataklık alanlardaki değişimler .....	143
2.3. Tarım topraklarının tuzlanması ve gelişimi .....	145
2.3.1. Topraktaki tuzlanmanın zaman içindeki değişimi .....	146
<b>3. KLİMATİK VE HİDROGRAFİK DEĞİŞİM ANALİZLERİ .....</b>	<b>148</b>

3.1. Yeşilirmak havzası için iklim değışikliği analizleri.....	148
3.1.1. Trend Analizi .....	149
3.1.2. İklim elemanlarındaki değışim analizleri.....	158
3.2. İklim elemanlarındaki değışikliklerinin Yeşilirmak üzerindeki etkileri .....	162
3.2.1. Akım özellikleri üzerindeki etkisi .....	164
3.2.2. Rejim özellikleri üzerindeki etkileri.....	167
3.2.3. Sediment yükü üzerindeki etkileri .....	171
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>174</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>191</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>195</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Araştırma alanı ve konumu.....	1
Şekil 2: Çalışma sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası. ....	8
Şekil 3: Araştırma alanının tektonik yapı haritası.....	15
Şekil 4: Araştırma sahasının Sayısal Yükselti Modeli haritası (Piksel boyutu:81x81 m). ....	18
Şekil 5: Araştırma sahasının topoğrafya haritası. ....	18
Şekil 6: Araştırma sahasının eğim haritası (Eğim aralıkları Erol 1993a ten alınmıştır) (Piksel boyutu:81x81 m). ....	21
Şekil 7: Araştırma sahasının bakı haritası (Piksel boyutu: 81x81 m). ....	22
Şekil 8: Çalışma sahasına ait hazırlanan profil hatları. ....	24
Şekil 9: Batı-Doğu doğrultusunda çıkarılan profiller. ....	24
Şekil 10: Çalışma sahasının B-D doğrultusunda Süperimpoze, Mürtesem ve Birleşik profilleri.....	26
Şekil 11: Kuzey-Güney doğrultusunda çıkarılan profiller. ....	27
Şekil 12: Çalışma sahasının G- K doğrultusunda Süperimpoze, Mürtesem ve Birleşik profilleri.....	28
Şekil 13: Araştırma sahasının jeomorfoloji haritası. ....	29
Şekil 14: Araştırma alanının hidroğrafya haritası. ....	33
Şekil 15: Araştırma alanının 1957 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK). ....	34
Şekil 16: Araştırma alanının 1978 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK). ....	35
Şekil 17: Araştırma alanının 2009 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK). ....	35
Şekil 18: Yeşilirmak akarsu yatağının zaman içerisindeki değişimi. ....	36
Şekil 19: Abdal Çayı'nın profili.....	39
Şekil 20: Abdal Çayı havzasının hipsografik eğrisi. ....	39
Şekil 21: Terme Çayı'nın profili. ....	39
Şekil 22: Terme Çayı havzasının hipsografik eğrisi. ....	40
Şekil 23: İncelenen meteoroloji istasyonlarının lokasyonları. ....	46
Şekil 24: Meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllık sıcaklık ortalamaları. ....	48

Şekil 25: Meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları ve eğilim çizgileri. .....	50
Şekil 26: Meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları ve eğilim çizgileri. .....	52
Şekil 27: Meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama yağışların uzun yıllar ortalamarı. ....	54
Şekil 28: Meteoroloji istasyonlarında yağışın mevsimlere dağılış oranları(%). ....	56
Şekil 29: Tez sahası ve onun etki alanındaki meteoroloji istasyonlarının en sık esen rüzgâr yönlerini gösteren Rubinstein rüzgârgülleri (Kırmızı renkli oklar güney sektörlü, mavi renkli oklar ise kuzey sektörlü rüzgâr yönlerini ifade etmektedir). ...	58
Şekil 30: Meteoroloji istasyonlarına ait kar yağışlı gün sayıları.....	60
Şekil 31: Yeşilirmak Nehri üzerinde bulunan AGİ'lerin aylık ortalama akım miktarları. .....	67
Şekil 32 : Yeşilirmak Nehri ve büyük kolları. ....	68
Şekil 33: Araştırma alanının büyük toprak grupları haritası. ....	74
Şekil 34: Çalışma alanının erozyon derecelerini gösteren harita. ....	77
Şekil 35: Çalışma sahasının arazi örtüsü haritası. ....	87
Şekil 36: Yeşilirmak Nehri çalışma sahası güney bölümü yatak değişimi. ....	96
Şekil 37: Yeşilirmak Nehri'nin delta içerisindeki yatak değişimi. ....	97
Şekil 38: Yeşilirmak Nehri' nin mansap kısmındaki yatak değişimi. ....	98
Şekil 39: Süzen-Özhan (2003)'ın çalışmalarında tespit ettikleri kıyı çizgileri. ....	100
Şekil 40: Yeşilirmak üzerindeki AGİ'lerin yıllık ortalama akımları (m <sup>3</sup> /sn). ....	102
Şekil 41: Yeşilirmak Nehri üzerinde bulunan başlıca rezervuarlar, Kum-Çakıl Ocakları, AGİ ve SGİ'ler. ....	108
Şekil 42: 1401 Nolu (Kelkit Çayı, Fatlı) SGİ yıllık sediment rasat grafiği. ....	109
Şekil 43: 1413 Nolu (Yeşilirmak Nehri, Durucasu HES) SGİ yıllık sediment rasat grafiği. ....	109
Şekil 44: 1408 Nolu (Yeşilirmak Nehri, Çarşamba Köprüsü) SGİ yıllık sediment rasat grafiği. ....	111
Şekil 45:1401, 1413 ve 1408 nolu SGİ'lerin 1972 ve 1983 yıllarındaki sediment oranlarını gösteren haritalar. ....	111

Şekil 46: 2009 yılı topoğrafya haritası üzerinde kıyı yapılarını ve 2013 yılı kıyı çizgisini gösterir harita (Tekkeköy kuzeyi, Samsun Organize Sanayi Sitesi). .....	116
Şekil 47: Araştırma sahası kıyı çizgileri ve pafta bölümlenmesi. ....	122
Şekil 48: Çalışma alanının en batı bölümü olan A paftasındaki kıyı çizgisi değişimi. ....	123
Şekil 49: Çalışma alanının B paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.....	124
Şekil 50: Çalışma alanının C paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.....	126
Şekil 51: Çalışma alanının D paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.....	127
Şekil 52 : Araştırma sahasında kıyı çizgisi değişimi en fazla Yeşilirmak nehri mansap kısmında meydana gelmiştir. ....	130
Şekil 53: 2009-2013 yılları arasında kıyı çizgisinde değişme görülen alanların toplam kıyı içindeki yüzdelik oranları. ....	131
Şekil 54: 2013 yılı uydu görüntüsü üzerinde 2009 yılı lagünlerinin sınırları (2013 yılı RapidEye uydu görüntüsü, Blue, Green, Red, Red Edge ve NIR bantları). ....	133
Şekil 55: 1957 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.....	139
Şekil 56: 1978 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.....	139
Şekil 57: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilirmak sol sahilinde yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar. ....	140
Şekil 58: 2009 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.....	140
Şekil 59: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilirmak doğusunda, Dumanlı ve Kargalı gölleri civarında yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar.....	141
Şekil 60: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilirmak doğusunda, Simenit gölü ve Akgöl civarında yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar. ....	141
Şekil 61: RCP4.5'e göre havza bazlı sıcaklık ve yağış projeksiyonları.....	148
Şekil 62: Yıllık ortalama yağışların Mann-Kendall grafikleri. ....	152
Şekil 63: Yağışlı mevsim yağışlarının Mann-Kendall grafikleri. ....	153
Şekil 64: Sıcak mevsim yağışlarının Mann-Kendall grafikleri.....	154
Şekil 65: Yıllık ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall grafikleri. ....	155
Şekil 66: Yağışlı mevsim ortalama sıcaklıklarının Mann-Kendall grafikleri. ....	156
Şekil 67: Kurak mevsim ortalama sıcaklıklarının Mann-Kendall grafikleri.....	157
Şekil 68: AGİ'lerin yıllık ortalama akımlarının Mann-Kendall grafikleri.....	166
Şekil 69: AGİ'lerin dönemlere göre aylık ortalama akım miktarları. ....	168

Şekil 70: SGI'lerin sediment yıllık ortalamalarını gösteren grafikler ve eğilim çizgileri. .....	172
Şekil 71: SGI'lerin yıllık ortalama sediment miktarlarının Mann-Kendall grafikleri. .....	173
Şekil 72:1860'dan 2009'a küresel ortalama deniz seviyesi değişimi. ....	180
Şekil 73: 1957-2013 yılları arasındaki kıyı çizgisi hareketinin özellikleri. ....	184



## TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Araştırma sahasında bakı sınıflarının kapladıkları alanlar ve oranları. ....	23
Tablo 2. İnceleme alanı ve çevresinde bulunan Meteoroloji İstasyonlarının genel özellikleri.....	45
Tablo 3: Meteoroloji istasyonlarının uzun yıllık sıcaklık ortalamaları (°C). ....	47
Tablo 4: Meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış miktarları(mm.). ....	54
Tablo 5: Meteoroloji istasyonlarının nem ve bulutluluk özellikleri.....	61
Tablo 6: De Martonne Kuraklık İndisine göre kurak ve nemli aylar. ....	63
Tablo 7: Erinç Yağış Etkinliği İndisine göre kurak ve nemli aylar. ....	65
Tablo 8: Yeşilirmak Havzası ve çevresinde yayılış gösteren endemik, nadir ve nesli tehdit altında olan bitki türleri.....	79
Tablo 9: Kıyı erozyonunun sebepleri.....	94
Tablo 10: Yeşilirmak Nehri üzerinde bulunan başlıca rezervuarlar. ....	105
Tablo 11: Yeşilirmak ve kolları üzerinde bulunan sediment gözlem istasyonlarının yıllık ortalama verileri.....	110
Tablo 12: Yağışların Mann-Kendall istatistikleri. ....	151
Tablo 13: Ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall istatistikleri. ....	155
Tablo 14: Meteoroloji istasyonlarının dönemlik aylık ve yıllık ortalama yağış miktarları (mm.)(Not: Mavi renkli veriler bir önceki döneme göre düşen ortalamaları göstermektedir.).....	159
Tablo 15: Meteoroloji istasyonlarının dönemlik aylık ve yıllık ortalama sıcaklıkları (°C)(Not: Mavi renkli veriler bir önceki döneme göre düşen, kırmızılar ise değişmeyen ortalamaları göstermektedir.).....	162
Tablo 16: Çalışmada verileri kullanılan AGİ'lerin özellikleri.....	164
Tablo 17: AGİ'lerin yıllık ortalama akımlarının Mann-Kendall istatistikleri. ....	165
Tablo 18: SGI'lerin yıllık ortalama sediment miktarlarının Mann-Kendall istatistikleri. ....	172
Tablo 19. 1972'den beri deniz seviyesi bütçesine katkılar. ....	180

## FOTOĞRAF LİSTESİ

- Foto 1: Suat Uğurlu Baraj Gölü'nden güneydeki engebeli araziye (akarsuyun yukarı çıkışına) bakış. Yeşilirmak Nehri'nin Kumköy düzlüğüne çıkmadan önceki dik yamaçların şekillendirdiği derin boğaz vadisi..... 19
- Foto 2: Yeşilirmak Nehri üzerinde oluşan kum adalarından bir görüntü..... 37
- Foto 3: Kargalı göl lagünü. .... 43
- Foto 4: Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde gelişen çeşitli bitki örnekleri, solda *Nerium oleander* (zakkum), sağda *Eryngium maritimum* (deniz boğadikeni)..... 78
- Foto 5: Yeşilirmak Nehri kıyısında bulunan kavak ve meşe toplulukları..... 81
- Foto 6: Araştırma alanı bataklık alanlarında yetişen çalı formasyonuna ait bitki örnekleri, *Juncus acutus* (kofa). .... 82
- Foto 7 Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde gelişen bitki örnekleri, solda *Euphorbia paralias* (kum sütleğeni), sağda *Crepis foetida* (kohum). .... 84
- Foto 8 Yeşilirmak Nehri Deltası'nda yetişen bir *Pancreatium maritimum* kum zambağı) örneği..... 84
- Foto 9: Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde yapılar yer almaktadır..... 86
- Foto 10: Yeşilirmak Nehri ağzında balıkçılık faaliyetleri..... 88
- Foto 11: Fener Mahallesi yakınlarında bahçe ziraati yaygındır (örnek: fasulye, vb.). .... 89
- Foto 12: Akgöl yakınlarında mısır ve şeftalinin birarada yetiştirildiği bahçe ziraati önemli zirai faaliyet olarak önem arz eder. .... 89
- Foto 13: Hürriyet Mahallesi yakınlarında bulunan bir şeftali bahçesi. .... 90
- Foto 14: Araştırma alanında deniz içerisinde kalan bitkiler(*Juncus maritimus* LAM.). .... 99
- Foto 15: Suat Uğurlu baraj gövdesi ve Yeşilirmak çekik seviyesi, 26.Haziran 2013. .... 104
- Foto 16: Yeşilirmak Nehri mansap yakınlarında balıkçı barınakları bulunmakta ve balıkçılık, diğer deniz ürünleri ile ilgili faaliyetler sürdürülmektedir..... 119
- Foto 17: Yeşilirmak Nehri mansap kısmında faaliyet gösteren balıkçılar için avladıkları deniz salyangozları önemli ekonomik gelir kaynağıdır. .... 119
- Foto 18 :Yüzeyi yoğun bir şekilde sazlarla kaplanan Sazlık Lagünü, 2013. .... 133



Foto 19: Lagün-Bataklık (üstte)(Yeşilirmak mansabı batısı, Yılginlık bataklığı) ve akarsu boyunca (altta)(Çarşamba kuzeyi) yetişen sazlar. ....	134
Foto 20: Bataklık vb. durgun su ortamlarında yetişen sazların (Juncus maritimus LAM.) deniz içerisinde kalmış hali(Yeşilirmak mansabı batısı). ....	135
Foto 21: Kıyıda dalga aşındırması sonucu oluşmuş kum falezleri, Çaltı.....	135
Foto 22: Kıyı erozyonu- dalga aşındırması ile oluşan kum falezler, Çaltı burnu. ...	136
Foto 23: Bazı bölgelerde kıyıdaki kumul alanları oldukça dardır, Yeşilirmak mansabı batısı. ....	136
Foto 24: Araştırma alanında üzeri yoğun bitki örtüsü ile kaplanmaya başlayan göllerden biri olan Kargalı Göl, 2013. ....	143

## **KISALTMALAR LİSTESİ**

AGİ: Akım Gözlem İstasyonu

AR4: Fourth Assessment Report

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

DSİ: Devlet Su İşleri

EEA: European Environment Agency

HadGEM: Hadley Merkezi Küresel Çevre Modeli

HES: Hidroelektrik Santrali

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

NAO: Kuzey Atlantik Salınımı

SGİ: Sediment Gözlem İstasyonu

TMMOB: Türk Mühendis ve Mimmar Odaları Birliği

YHKB: Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği

## GİRİŞ

Araştırma alanı Yeşilirmak Deltası ve delta gerisindeki yakın çevresini kapsamaktadır. Yeşilirmak Deltası, Yeşilirmak Nehri'nin taşıdığı sedimentleri Karadeniz'e boşaldığı mansap kısmında biriktirmesi ile oluşmuştur. Karadeniz bölgesinde Çarşamba ilçesi merkez olmak üzere Samsun İlinin Terme, Tekkeköy, Salıpazarı ve Ordu İli'nin Ünye İlçeleri araştırma sahasının içerisinde kalmaktadır.

Yüzölçümü itibariyle Türkiye'nin ikinci büyük deltası (Uzun, 2006:541) olan Yeşilirmak Deltası yaklaşık 600 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır (Ardos, 1995: 142). Yeşilirmak Deltası ve yakın çevresini kapsayan ve 41° 0' 55'' - 41° 23' 03'' kuzey enlemleri ile 36° 26' 21''- 37° 16' 23'' doğu boylamları arasında yer alan araştırma alanı yaklaşık 1979 km<sup>2</sup> kadardır (Şekil 1).

Şekil 1: Araştırma alanı ve konumu.



## **Amaç**

Yeşilirmak Nehri Deltası'nda, özellikle deltanın kıyı bölümünde ve aşağı delta düzlüğünde, son yıllarda ortaya çıkan jeomorfolojik değişikliklerin belirlenmesi, sebeplerinin araştırılması, iklim değişikliği trendlerine dayandırılan geleceğe yönelik jeomorfolojik gelişim öngörülerinin yapılması bu çalışmanın temel amaçlarıdır. Nehir üzerinde inşa edilen su yapılarının ayrıca sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarındaki son 30-53 yıllık değişimlerin yukarıda belirtilen çalışma konuları üzerindeki etkilerinin araştırılması da bu tezin diğer hedeflerindedir. Ayrıca küresel iklim değişimine bağlı olarak, bölge için oluşturulan ve genel kabul görmüş iklim senaryolarından faydalanılarak, araştırma sahasında gelecek yıllarda ortaya çıkması muhtemel değişikliklere ait öngörülerde bulunulması bu çalışmanın bir diğer hedefidir.

## **Materyal ve Yöntem**

Tezin hazırlanması sırasında aşağıdaki malzeme ve materyaller kullanılmıştır. Bunlar;

- Harita Genel Komutanlığına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarının F37-a2, F37-a3, F37-a4, F37-b3, F37-b4, F37-c1, F37-c2, F37-c3, F37-c4, F37-d1, F37-d2, F37-d3, F37-d4, F38-a4, F38-d1, F38-d4 nolu paftalarının 1957, 1978 ve 2009 tarihli baskıları.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'ne ait 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarının F37 ve F38-G38 paftaları.
- 01.05.2013, 05.05.2013, 28.06.2013, 04.07.2013, 30.07.2013 ve 31.07.2013 tarihlerine ait, 6.5 metre mekânsal çözünürlüğe sahip Rapid Eye uydu görüntüleri.
- 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip Haziran 2009 tarihli Aster GDem
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Çarşamba Meydan, Samsun, Ünye, Amasya, Taşova, Çorum, Yozgat, Tokat, Almus, Reşadiye, Kelkit ve Erzincan istasyonlarına ait 1960- 2013 iklim verileri.

- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün 1401, 1402, 1408, 1409, 1412, 1413, 1414, 1418, 1422, 1424, 1427 ve 1428 numaralı akım gözlem istasyonlarına ait aylık ortalama akım verileri.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün 1401, 1408, 1413, 1418, 1422, 1424, 1437 ve 1438 numaralı istasyonlarına ait günlük sediment ölçüm değerleri.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na ait araştırma sahasını kapsayan şefliklerin ve Samsun Bölge Müdürlüğü'nün amenajman planları.
- ArcGIS 10.1 ,Erdas 10 ve River Tools 2.0 yazılımları.
- Magellan Explorist 210 el tipi GPS ve Nikon D5100 16.1 mp DSLR Fotoğraf Makinası.

Tezin hazırlanmasında özellikle analitik yöntemler tercih edilmiştir. Bu yaklaşım içinde;

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UZAL) yazılımları kullanılarak Topografya, hidrografya, jeoloji, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi farklı konulara ait sayısal veri tabanı oluşturulması, Yüzey Analizleri, Mekânsal Analizler, Sınıflama ve tanımlamalar, Kartografik tasarımlar ve layout hazırlanması gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Özellikle güncel kıyı çizgisi belirlemesi amaçlı olarak GPS kullanılmıştır. Kullanılan Magellan Explorist 210 marka ve modeldeki cihaz, 1-3 metre hassasiyete ve 5,6 cm boyutunda siyah-beyaz bir ekrana sahip olup, WGS84 harita datumunda kullanılmıştır. GPS ile alınan güncel kıyı çizgisi koordinatları Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına aktarılmış ve bu verilerin diğer verilerle karşılıklı değerlendirilmesiyle bunlardan coğrafi süreçler hakkında çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır.

Yeşilirmak havzasını etkilediği kabul edilen istasyonlara ait 1960-2013 yılları periyodu için iklim tipi belirlemeleri, yağış ve sıcaklık eğilimleri, yağış etkinliği indis hesaplamaları, kuraklık indis hesaplamaları, rüzgâr, bulutluluk analizleri yapılmıştır.

Yeşilirmak Nehri akım rasatları ve sediment yükü rasatları istatistiksel olarak incelenip, genel eğilimler coğrafi perspektifte değerlendirilmiştir.

Kıyı çizgisi ve akarsu yatağında gerçekleşen değişimler ile akarsu akım- sediment değişimleri ve iklim değişimleri arasındaki ilişkiler çeşitli yöntemlerle değerlendirilerek aralarındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

Amenajman planlarından da faydalanılarak; araştırma sahasında arazi örtüsü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda araştırma alanı içerisinde yerleşim alanları, ormanlık alanlar, tarım alanları vb. tespit edilmiştir.

Ayrıca Yeşilirmak Nehri üzerinde yapılan büyük barajların konum, inşa yılı, büyüklük vb. özellikleri araştırılmış, barajların inşasının akarsu yatağı ve delta kıyı çizgisi değişiklikleri üzerindeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

### **Karşılaşılan Güçlükler**

Bu tez çalışması hazırlanırken karşılaşılan temel güçlükler veri temini ile ilgilidir.

Uydu görüntüleri ile Yeşilirmak Nehri'nin akım ve sediment değerlerinin temin edilmesi 3. tez izlemeye kadar gerçekleştirilememesi veri üretim işlemine geç başlanmasına neden olmuştur.

Ayrıca Yeşilirmak Nehri üzerinde kurulan barajların menbaa ve mansap taraflarında yakın mesafede akım ve sediment gözlem istasyonlarının bulunmaması barajlar ile akım ve sediment değişimleri arasındaki ilişkinin birebir yorumlanmasına engel olmuştur.

Toprak özellikleri ve tuzlulukla ilgili olarak tez kapsamında arazi çalışmaları, örnekleme ve analizler yapılamamıştır. Bu konudaki değerlendirmeler için literatüre ait verilerden faydalanılmıştır. Ancak detaylı şekilde Yeşilirmak Deltası'nın tamamını inceleyen bir çalışma olmaması araştırma sahasındaki toprak tuzluluğu ile ilgili araştırma bulgularını sınırlamıştır. Yeşilirmak Nehri batı sahili toprakları ile ilgili yapılmış bir doktora tezinin mevcut bulunması sebebiyle batı sahilde tuzlanma problemi detaylıca incelenebilmişken, doğu sahil ile ilgili bu kadar detaylı bilgi veren bir kaynağa ulaşılamamıştır.

Ayrıca küresel iklim değişikliğinin mevcut durumu ve gelecekte ortaya çıkması beklenen tablo ile ilgili Yeşilirmak Nehri Havzası ölçeğinde, detaylı bir çalışmanın yapılmamış olması da bu konuda yeterli bilgiye ulaşılamamasına neden olmuştur.

### **Önceki Çalışmalar**

Yeşilirmak Deltası jeomorfolojisi ile ilgili daha önceden yapılmış bazı çalışmalar mevcuttur.

İnandık, 1957a yılında hazırladığı “Türkiye Kıyılarının Başlıca Morfolojik Meseleleri” adlı çalışmasında Yeşilirmak Nehri’nin ovada yer değiştirmesi dolayısıyla deltanın şeklinin intizamsız olduğundan bahsetmektedir. Ayrıca birbirlerinden açıkça ayrılmış olan eski ve yeni deltalara bulunduğuna dikkat çekmektedir.

Ardel’in (1963) “Samsun’la Hopa Arasındaki Kıyı Bölgesinde Coğrafi Müşahedeler” isimli çalışmasında Yeşilirmak Deltası’nın hemen güneyinde volkanik kompleksten oluşan tepeler ve orta irtifada dağlar bulunduğundan bahsedilmiştir.

1968 yılında yayınladığı “Anadolu Kıyılarının Holosendeki Değişimleri Hakkında Gözlemler” adlı çalışmasında Erol (1968) Yeşilirmak Deltası’nın kıyılarında önemli değişimler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca P.de Tchihatcheff’in (1860) Samsun yakınında bulduğu ve bugünkü Akdeniz’e ait bir fauna ihtiva eden yükselmiş kıyı depolarının bazı yazarlar tarafından en genç yükselmelerin delili olarak kabul edildiğinden bahsetmiştir.

Ardos (1995) Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi adlı kitabının Yeşilirmak Deltası başlıklı bölümünde; deltanın güneyde eski, kuzeyde ise yeni alüvyonlardan oluştuğunu ve yeni deltanın daha az eğime sahip olduğunu söylemiştir. Aynı çalışmada; deniz seviyesinden 60-70 m yüksekte olan eski deltanın Karadeniz’in güncel deniz seviyesine göre Yeşilirmak ve deltadan Karadeniz’e boşalan diğer akarsular tarafından oldukça derin şekilde yarıldığından bahsedilmektedir.

Uzun’un hazırladığı (2006) “Samsun Deltaları ve Beklenen Değişimler” isimli çalışmada, yüzölçümü itibarıyla Türkiye’nin ikinci büyük deltası olan Yeşilirmak Deltası ve Kızılırmak Deltası’nı incelemiş, bunların halen küçülmekte olduklarını söylemiştir. Küresel sıcaklık artışına bağlı olarak deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle

toplam 10.000 dekarlık bir alanın deniz işgaline uğrayacağını öngörmüştür. Ayrıca baraj yapımının da karadan denize doğru gerçekleşen alan kayıplarını arttırdığını söylemiştir.

Süzen ve Özhan (2003), “Monitoring Shoreline Changes Around Yesilirmak Delta By Integrating Remote Sensing & Geographic Information Systems” adlı çalışmalarında; hava fotoğraflarını kullanarak Yeşilirmak Deltası'nın 1985-1997 periyodunda 0,918 km<sup>2</sup> küçüldüğünü, deltanın şeklinin önemli ölçüde değiştiğini belirlemiştir.

Kuleli ise 2010a yılında hazırladığı “Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltaları'ndaki Kıyı Değişimlerinin Landsat TM ve DSAS ile Belirlenmesi” adındaki çalışmasında; Yeşilirmak nehir ağzı kıyı çizgisinin -31 m/yıl'a varan oranda bir erozyonla yaklaşık 620 m kara yönünde yer değiştirdiğini tespit etmiştir.

Kuleli ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri (2011)“Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey” adlı çalışmalarında; Yeşilirmak ağzında 4.91 m/yıl lık erozyonla beraber 640 metrelik bir gerileme olduğunu belirtmişlerdir.



## **1. YEŞİLIRMAK DELTASI'NIN COĞRAFI ÖZELLİKLERİ**

Bu bölümde Yeşilirmak Deltası'nın bugünkü görünümünü almasında etkili olan çeşitli coğrafi özelliklerinden bahsedilmiştir. Yapısal, jeomorfolojik, iklim, hidroğrafya, toprak, bitki örtüsü ve arazi kullanım özellikleri bu bölümde değinilen konuları oluşturmaktadır.

### **1.1. Yapısal Özellikler**

Yapısal özellikler bir bölgenin jeomorfolojik özelliklerin şekillenmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple çalışma sahasının yapısal özelliklerine; litoloji ve tektonik özellikler kapsamında değinilmiştir.

#### **1.1.1. Litolojik yapı**

Tez sahasını; Üst Kretase pelajik ince taneli sedimanter birimler, Üst Paleosen-Eosen magmatik ve sedimanter birimler, Miyosen bazik magmatikleri, Pliyosen karasal depoları, Kuvaterner alüvyonları oluşturmaktadır (Şekil 2).

Çalışma alanı güney kısımlarında Orta- Üst Eosen volkano-sedimenter kayalar (kırıntılılar ve karbonatlar) olarak nitelenen birimler bulunmaktadır. Ayrıca araştırma sahası içerisindeki küçük bir bölüm de Pliyosen ayrılmamış karasal kırıntılılardan oluşmaktadır (Şekil 2).

Yeşilirmak Deltası genel olarak Kuvaterner alüvyonlarından müteşekkil bir ova karakterindedir. Bu alüvyonlar; Yeşilirmak Nehri ve kolları ile Abdal Dere ve Terme Çayı'nın getirmiş olduğu, "umumiyetle pekişmemiş kum, çakıl, silt ve killerden" (Anonim, 1970:8) müteşekkindir.

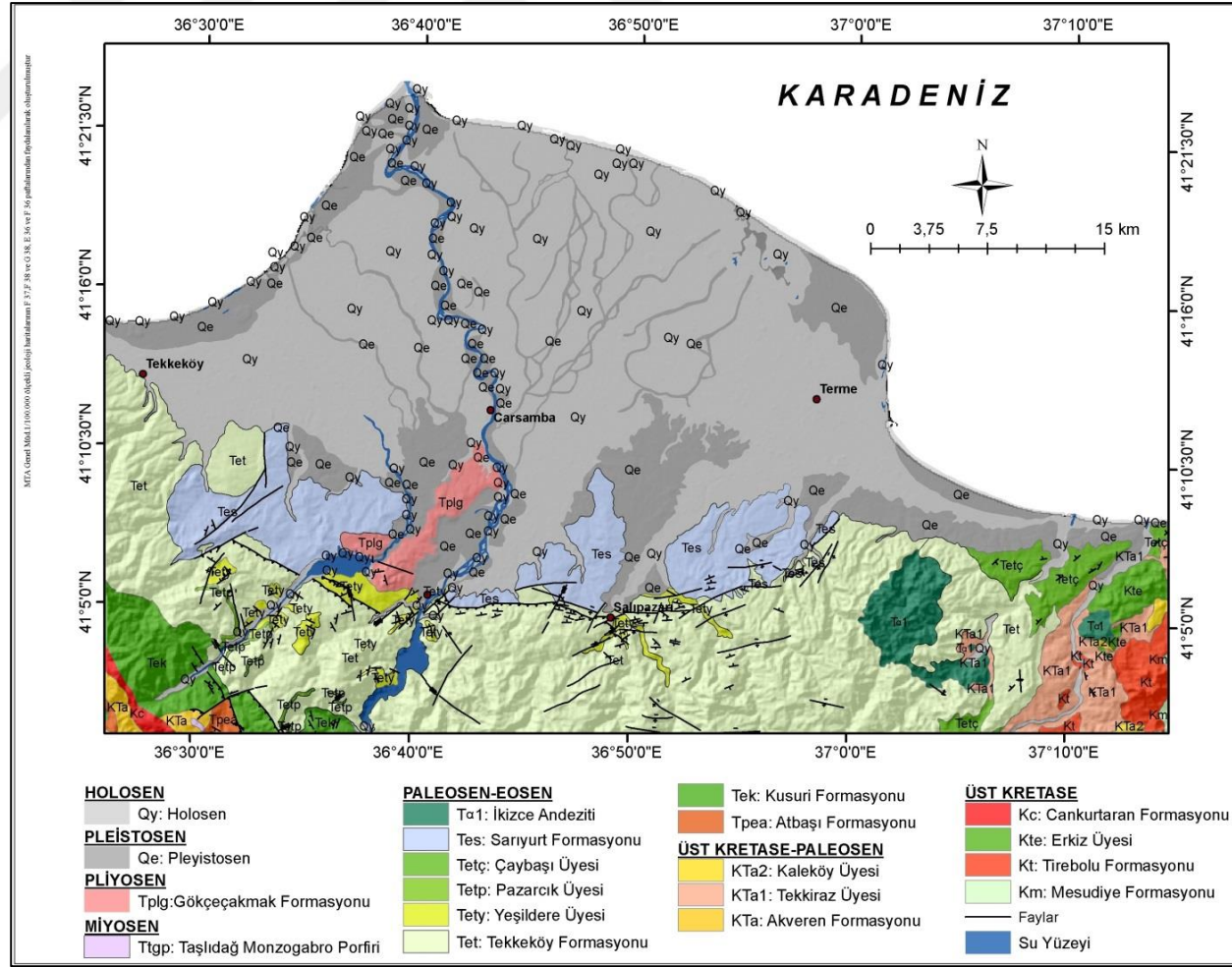
Bugünkü; akarsu ve kıyı çökel birimleri Geç Kuvaterner'de oluşan güncel birikimlerdir. Bu sedimanter birimler aynı zamanda deltadaki kum adaları vb. diğer flüviyal birikim şekillerini de kapsamaktadır.

## **ÜST KRETASE**

### **Mesudiye Formasyonu (Km):**

Araştırma alanının güneydoğusunda kuzey-güney doğrultulu bir yüzeylenme gösteren Mesudiye formasyonu Üst Kretase (Senomaniyen- Kampaniyen) dönemine

Şekil 2: Çalışma sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası.



Kaynak: MTA Genel Müd. 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarının F 37, F 38 ve G 38, E 36 ve F 36 paftalarından faydalanılarak oluşturulmuştur.

aittir. Bu birim “aglomera, bazik akıntı, kireçtaşı, tüfit ve kum taşı” araldanmasından oluşmaktadır (Terlemez ve Yılmaz, 1980: 182) (şekil 2).

#### **Tirebolu Formasyonu (Kt):**

Üst Kretase’ye (Kampaniyen) ait bu birim araştırma sahasının doğusunda yer almaktadır (şekil 2). Trakiandezit, andezit, riyodasit, dasit, dasitik tüf, bentonitleşmiş dasitik tüf, bentonitten oluşan bu birim Tekkiraz üyesiyle bir arada bulunmaktadır (şekil 2).

#### **Erkiz üyesi (Kte):**

Araştırma alanının doğusunda Erkiz Tepe - Kızılkaya Tepe arasında kuzeydoğu güneybatı istikametinde yüzeaylenen, Üst Kretase’ye (Kampaniyen) ait magmatik bir birimdir (şekil 2). “Dasit, dasitik tüf, betonitleşmiş dasitik tüf ve betonitlerden oluşan birim içerisinde yer alan dasitler sarımsı beyaz, pembe renkte ve akıntı tekstürlüdür. Dasitik tüflerde bol miktarda kuvars ve biyotit kristalleri ile kloritleşmiş ve seritsileşmiş plajiyoklas kristalleri izlenmektedir. Betonitleşmiş dasitik tüfler yeşil, bej ve krem renkli olup içerisinde kuvars kristalleri ve cam parçaları izlenmektedir” (Altun, 2011: 6).

#### **Cankurtaran Formasyonu (Kc):**

Üst Kretase’ye (Maastrichtiyen) ait kumtaşı, marn, şeyl araldanması şeklindeki birim tüf, tüfit, kumlu kireçtaşı içermektedir. “Alt ve orta seviyelerde gözlenen tüf ve tüfit bantları üst seviyelerde azalmaktadır. Orta seviyelerde kumlu kireçtaşları gözlenir. Birim güneyde, kuzeye doğru fasiyes farklılıkları gösterir” (Keskin, 2011a:9). Birim araştırma alanının güneybatısında Akveren formasyonu ve Kusuri formasyonunun arasında gözükmeaktadır (şekil 2).

## **ÜST KRETASE- PALEOSEN**

### **Akveren Formasyonu (KTa):**

“Beyaz renkli, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve marn araldanmasından oluşan” (Gedik vd, 1983: 37) Akveren formasyonu araştırma alanının güneybatı bölümünde küçük bir alanda yer almaktadır (şekil 2).

### **Tekkiraz üyesi (KTa<sub>1</sub>):**

Çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı, marn ve tuf içeren bu birimin yaşı Maastrihtiyen-Paleosen'dir. “Tekkiraz üyesi genelde kırmızı, gri, bej, beyaz renkli çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı, marn, andezitik tuf, dasitik tuf, tufit araldanması ile konglomera ara seviyelerden oluşmaktadır. Çamurtaşları ince-orta tabakalı, marn tabakaları ise orta tabakalı, bol foraminiferli, orta- kalın katmanlı bol makro fosillidir” (Altun, 2011: 7). Tekkiraz üyesi çalışma alanının doğusunda yüzeylenmektedir (şekil 2).

### **Kaleköy üyesi (KTa<sub>2</sub>):**

Araştırma alanının doğusunda küçük parçalar halinde yer alan Maastrihtiyen-Palosen'e ait bu birim kireçtaşı-marndan oluşur. “Birimi oluşturan kireçtaşları beyaz, gri- bej renkli orta- kalın tabakalıdır (şekil 2). Kumlu kireçtaşı seviyeleri sarımsı, beyaz, bej renkli, masif, bol eklemli olup bolca rudist ve ekinit fosili içerir. Alt seviyelerde karbonatlı kumtaşı seviyeleri de gözlenmektedir” (Altun, 2011: 8).

## **PALEOSEN- EOSEN**

### **Atbaşı Formasyonu (Tpea):**

“Kırmızı ve boz renkli kireçtaşı ve kumtaşı ara katmanları içeren marnlardan oluşmuştur” (Gedik vd, 1983: 37). İnceleme alanının güney batısında yer almaktadır (şekil 2).

**Kusuri Formasyonu (Tek):**

Bu birim “ince-orta tabakalı marn, kiltası aralanmasından oluşmuştur” (Çellek, 2013: 122). Orta Eosen’e ait bu birim araştırma alanının güney batısında, Tekkeköy formasyonu ve Cankurtaran formasyonlarının arasında bulunmaktadır (şekil 2).

**Tekkeköy Formasyonu (Tet):**

“Bazalt, andezit, aglomera, tuf, tüfit, kumtaşı, siltaşı ve çakıltaşından oluşan bir formasyondur” (Bayraktaroğlu, 1988: 14). “Birimin volkanik ve volkano- tortul istifi, çökeltme havzasındaki volkanik bir etkinliği göstermektedir” (Yoldaş vd, 1985; Keskin, 2011a:13). Araştırma sahasının batı ve güneyi boyunca çok geniş bir yayılım alanına sahiptir (şekil 2).

**Yeşildere üyesi (Tety):**

“Volkanit ara katkılı kumtaşı, siltaşı ve çakıltaşlarından oluşan, sığ denizel bir ortamda çökelen bu üye; Tekkeköy formasyonunun daha çok alt kesimlerini oluşturur, orta kesimlerinde de merceksel olarak yer almaktadır” (Keskin, 2011b: 9). Bu birim, Tekkeköy formasyonunun bulunduğu alan içerisinde dağınık vaziyette yer almaktadır (şekil 2).

**Pazarcık üyesi (Tetp):**

Andezit, yer yer spilitleşmiş andezitlerden oluşan bu birimin yüzeylendiği alanlar Tekkeköy formasyonunun yüzeylendiği alanların arasında kalmaktadır. Orta Eosen’e ait bu birim çalışma alanının güneybatısında, Yeşilırmak Nehri’nin ise batısında, genişliği fazla olmayan küçük şeritler halinde ve parçalı olarak yer almaktadır (şekil 2).

**Çaybaşı üyesi (Tet):**

Araştırma alanının kuzeydoğusunda, büyük kısmı Akçay Deresi’nin ovaya indiği kısımda, nehrin her iki kenarında yüzeyleyen bu birim Eosen’e (Üst İpresiyen-Priyaboniyen) aittir. “Üyesi olduğu Tekkeköy formasyonunun diğer litolojileri ile

yanal geçişli olan Çaybaşı üyesi çamurtaşı, silttaşı ve kumtaşı araldanması ile çakıltaşı ara seviyelerinden oluşmaktadır” (Altun, 2011: 10) (Şekil 2).

#### **Sarıyurt Formasyonu (Tes):**

Kumtaşı, silttaşı, marn ve çakıltaşından oluşan bu birim, Terme Çayı'nın doğusu ve batısı ile Abdal Dere'nin batısında nispeten geniş alanlarda yüzeylemektedir (Şekil 2). “Priyaboniyen'e (Geç Eosen) ait bu birimin çakıltaşı taban çökeli olup, hızlı bir transgresyonu karakterize etmektedir. Birim kıyı- shelf ortamında çökelmiştir” (Hakyemez vd, 1989; Keskin, 2011a:14). Sarıyurt formasyonu araştırma sahasında; Kuvaterner birimleri ile Kuvaterner öncesi birimler arasında yer almaktadır (Şekil 2).

#### **İkizce andeziti (T<sub>α1</sub>):**

Üst Eosen- Miyosen'e ait bu birim çalışma alanının doğusunda, İkizce dolaylarında görülmektedir (Şekil 2). “Genelde gri, yeşil renkli alterasyona uğramış hornblend andezit, piroksen andezit, hyalo andezit türü lavlardan oluşan bu birim, porfirik dokulu olup, hamuru plajiyoklas mikrolitleri ve piroksen granüllerinden ibarettir. Çatlakları kalsit dolguludur” (Altun, 2011: 10).

### **MİYOSEN**

#### **Taşlıdağ Monzogabro Porfiri (Ttgp):**

Miyosen'e ait bu birim inceleme alanının güneybatısında bulunan Taşlıdağ'da çok küçük bir alanda yüzeylemektedir (Şekil 2). “Monzogabro porfir beyaz, gri, bej renklerde, melamonzonit porfir, monzonit porfir, monzogabro porfir ile bunların karbonatlaşmış kayaçlarından oluşmaktadır. Kayaç konumu ve dokusu itibariyle bir damar kayacı olup, yapısal olarak genç faylarla ilişkili olduğundan tepelerin doruklarında görülmektedir” (Keskin, 2011b:11).

### **PLİYOSEN**

#### **Gökçeçakmak Formasyonu(Tplg):**

“Kötü boyplanmalı çakıltaşları ile bunların arasında paralel katmanlı kumtaşlarından oluşur. Çakıllar başlıca volkanik kayalardan, daha az olarak da kumtaşı ve

kireçtaşlarından türemiştir”(Hakyemez vd, 1989: 43). Miyo-Pliyosen dönemine ait bu birim araştırma sahası içerisinde Çarşamba ilçesi güney batısında bulunmaktadır (Şekil 2).

### **PLEYİSTOSEN (Qe)**

Pleyistosen’e ait sedimanter birimler İnceleme alanında yaklaşık 269 km<sup>2</sup> alan kaplamakta olup, tamamı Yeşilırmak Deltası içerisinde yer almaktadır. Haritada (Şekil 2) “Qe” ile gösterilen bu birim genel olarak kum, çakıl, kumtaşı, çakıltaşı ile yer yer silt ve kil boyutlarındaki taneli unsurlardan oluşur.

Deltanın orta kesimlerinde, Holosen’e ait araziler içerisinde bulunan Pleyistosen (Qe) birimlerinin bir kısmı terk edilmiş eski akarsu yataklarını temsil etmektedir. Genişliği fazla olmayan boyuna şeritler halindeki bu birimlerin Yeşilırmak Nehri batısında yer alan parçalarının uzanış doğrultuları kuzeybatı-güneydoğu iken, Yeşilırmak doğusunda yer alanlar ise kuzey-güney ve kuzeydoğu- güneybatı istikametinde uzanmaktadır. Ayrıca ova boyunca, Yeşilırmak’ın mevcut yatağının her iki kenarında da, aynı zamanda akarsuyun yatak değiştirdiğini kanıtlayan Pleyistosen’e ait flüviyal depolar bulunmaktadır (Şekil 2).

Yeşilırmak Deltası’nın kenar kısımlarında yer alan Pleyistosen (Qe) birimler, orta kesimdekilere göre daha geniş alan kaplamaktadırlar. Deltanın güneyinde, Yeşilırmak Nehri ve deltadaki diğer akarsuların yükselti ve engebenin fazla olduğu sahadan ovaya indikleri kesimde bulunan Pleyistosen alüviyal birimler deniz seviyesinden 20-50 m yükselti seviyelerinde olup, Yeşilırmak Nehri ve deltadaki diğer akarsular tarafından yarılarak deforme edilmişlerdir

Deltanın kuzeyinde yer alan Pleyistosen birimlerinin yayılımı farklılık göstermektedir. Yeşilırmak Deltası kuzey batısında, Terme kuzeyine denk gelen bölgede Pleyistosen akarsu depolarının yayılımı ortalama 3 km kadar bir genişliğe sahiptir (Şekil 2).

Aynı şekilde, delta kuzeyinin Yeşilırmak Nehri batısında kalan kesimlerinde de Pleyistosen çökelleri yer yer kesintiye uğramakla birlikte, araştırma sahasının batı kenarına kadar devam etmektedir. Yeşilırmak Nehri’nin doğusunda ise nehir

kenarından başlayarak 2 km kadar devam eden Pleyistosen çökelleri daha sonra ortadan kalkmakta, deltanın kuzeydoğusunda tekrar yüzeylenmektedir.

### **HOLOSEN (Qy)**

Kuvaternerin son dönemine ait olan bu çökeller, birikim ortamlarına göre değişmekle birlikte kum, çakıl, kil ve silt içermektedir.

Deltanın büyük kısmını oluşturan bu birim, yaklaşık 760 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Araştırma sahası içerisindeki Holosen (Qy) çökelleri, Yeşilirmak Deltası dışında Yeşilirmak Nehri, Abdal Dere, Terme Çayı, Akçay ve Cura Çayı gibi akarsuların güneydeki engebeli sahayı yarmasıyla oluşturdukları yatakları etrafında da bulunmaktadır. Akarsuların oluşturduğu bu çökel malzemeler güneybatı yönünde uzanarak güneydeki formasyonlar içerisine sokulmaktadır (Şekil 2).

Yeşilirmak Deltası orta kesimini kaplayan ve Holosen'e ait akarsuların taşkın çökellerinden oluşan arazi, Pleyistosen'de oluşan akarsu yatak çökelleri ile birlikte bulunmaktadır (Şekil 2).

Deltanın tüm kuzey kıyıları da boydan boya Holosen birimleri ile kaplanmıştır. Karadeniz kıyısındaki güncel kumsallar bu dönemde oluşmuşlardır. Bu birimi oluşturan çökeller deltanın batı kıyılarında genişliği fazla olmayan bir hat halinde uzanmakla birlikte, deltanın doğusunda iç kesimlere kadar yayılıma sahiptirler (Şekil 2).

#### **1.1.2. Tektonik yapı**

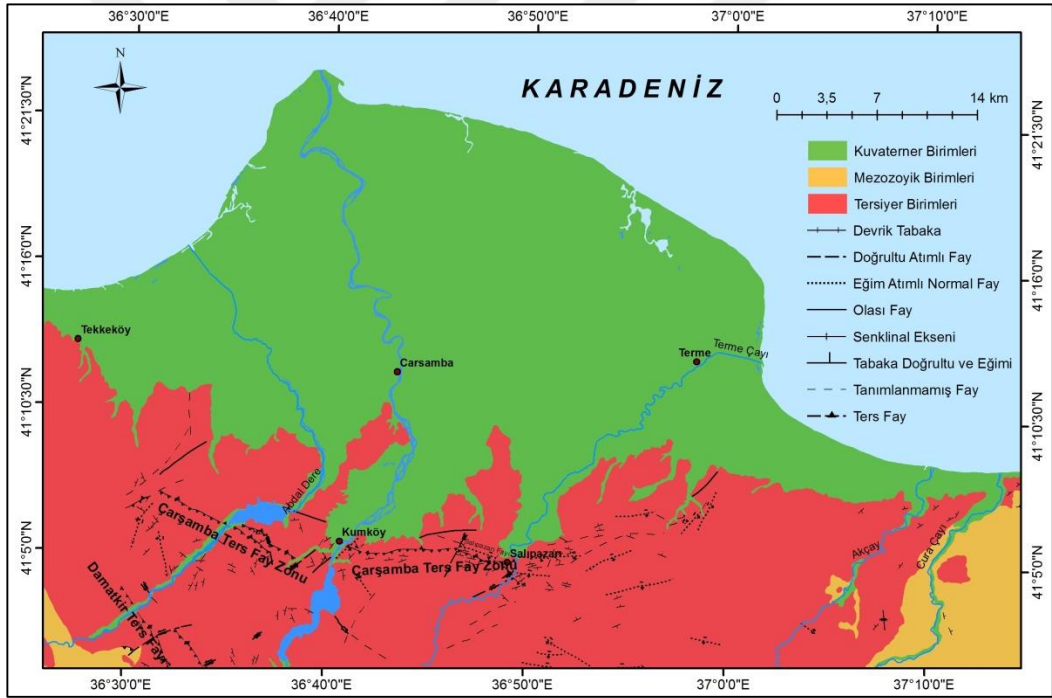
MTA Genel Müdürlüğü'nün 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası F37 paftasına göre Yeşilirmak Deltası'nın gelişimi Kuvaterner'de başlamış olup deltanın güneyindeki araziler; Pontidler tektonik birliği içinde, Orta Pontidlerde yer almaktadır. "Bölge; son tektonik şekillenmesini Pliyosen sonunda kazanmıştır. Kıvrımlanmanın en yoğun olduğu alan inceleme alanının güney batısında bulunan Damatkir ters fayı ile güneyindeki arazilerde yer alır. Kıvrımlar çökel kaya birimlerinde iyi gelişmiş olarak izlenir. Ancak Tekkeköy formasyonu volkanitlerinde kıvrılma hemen hiç görülmez. Çarşamba güneyinde izlenen; batı-doğu doğrultulu Çarşamba Ters Fayının



kuzeyinde ve güneyinde ise orta ölçekli devrik kıvrımlar gelişmiştir”(Hakyemez vd, 1989:54).

Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzeyinde kalan araştırma alanında bulunan önemli faylar Damatkir Ters Fayı ile Çarşamba Ters Fayıdır (Şekil 2 ve Şekil 3). “Yeşilirmak Deltası’nın güney sınırını kabaca oluşturan kuzey bloğu düşmüş Çarşamba Ters Fayı Samsun yakınlarında denize girerek, güneydoğuya, sonra doğuya, daha sonra da normal ve dik bir fay olarak kuzeydoğuya yönelerek kabaca bir yay çizer. Salıpaazarı bucağından itibaren doğuya doğru önce dik, sonra yüksek açılı normal faya dönüşür, yer yer zon karakterini alır” (Erkal, 1991: 36).

Şekil 3: Araştırma alanının tektonik yapı haritası.



Araştırma alanının güneydoğu kesiminde, Çarşamba Ters Fay Zonu güneyinde, kabaca kuzeybatı- güneydoğu istikametinde uzandığı görülen Damatkir Ters Fayı, araştırma sahasının sınırları dışarısında yer alan Erikli Fayı'nın güneydoğuya doğru uzantısı olarak nitelenebilir. İnceleme alanında Damatkir Fayının yaklaşık 6 km.lik kesimi yer almaktadır. Daha sonra inceleme alanı dışında güneydoğuya doğru 9 km uzunluğunda devam etmektedir (Şekil 2 ve Şekil 3).

Çalışma alanı içerisindeki diğer bir fay da Salıpazarı ilçesi civarında, Çarşamba Ters Fay Zonu'nun ise kuzeyinde yer alan Salıpazarı Fayı'dır (Şekil 2 ve Şekil 3). Bu fay batıda kabaca doğu-batı doğrultulu bir uzanım yönüne sahipken, doğuda kuzeydoğu-güneybatı istikametine dönmektedir.

Araştırma sahasının depremsellik geçmişine bakıldığında 1900'lü yıllardan günümüze kadar Çarşamba ilçesinin 100 km tampon bölgesi içerisinde 20 tane deprem kaydedilmiş, 7 den daha şiddetli olan tek deprem ise 20 Aralık 1942 tarihli Erdemli-Erbaa depremidir. Araştırma sahası yakın çevresinde ise kaydedilmiş 3 depremin yeri, tarihi ve büyüklüğü (magnitude) ise şöyledir:

- Tekkeköy batısında 19 Ağustos 1954'te 4.8 (magnitude),
- İkizce batısında 28 Aralık 1939'da 4.5 (magnitude),
- Terme kuzeydoğusunda Karadeniz denizaltında 17 Nisan 1971'de 4.7 (magnitude).

## **1.2. Jeomorfolojik Özellikler**

“Deltalar akarsu ağızlarında flüviyal kökenli sedimentlerin birikmesi ile meydana gelirler. Oluşumlarında ve gelişimlerinde akarsuyun biriktirme etkinliğinin yanı sıra kıyıdaki dalga ve akıntıların ve denizaltı topografyasının da önemli rolü vardır” (Erinç, 1971:339). Deniz dibinde biriktirilen malzemenin, bölgeden uzaklaştırılan malzemedan fazla olması delta oluşumunun ilk ve en önemli koşuludur.

Araştırma sahasının kuzeyde yer alan ve asıl kısmını oluşturan Yeşilirmak Deltası (Çarşamba Ovası); Yeşilirmak Nehri'nin taşıyıp biriktirdiği alüvyonlar ile oluşan, delta karakterinde bir ovadır. Deltaların tipik üçgen şekline sahip olmayan bu ova, kuzey-güney doğrultusunda yaklaşık 30 km, doğu-batı doğrultusunda ise yaklaşık olarak 65 km. uzunluğundadır. Ülkemizin Çukurova'dan sonra en büyük ikinci deltası olan Yeşilirmak Deltası; günümüzde Civa burnundan Karadeniz'e dökülen Yeşilirmak'ın, Kuvaterner'de sık sık yatak değiştirmesi ve Terme çayı ve Abdal Dere'nin de katkıları nedeniyle bugünkü şeklini almıştır.

Araştırma sahasının kuzeyini bu delta ovası alan kaplarken, güneyini ise Orta Pontidler'in bir bölümünü oluşturan Canik Dağları'nın yüksek dorukları oluşturur. Bu

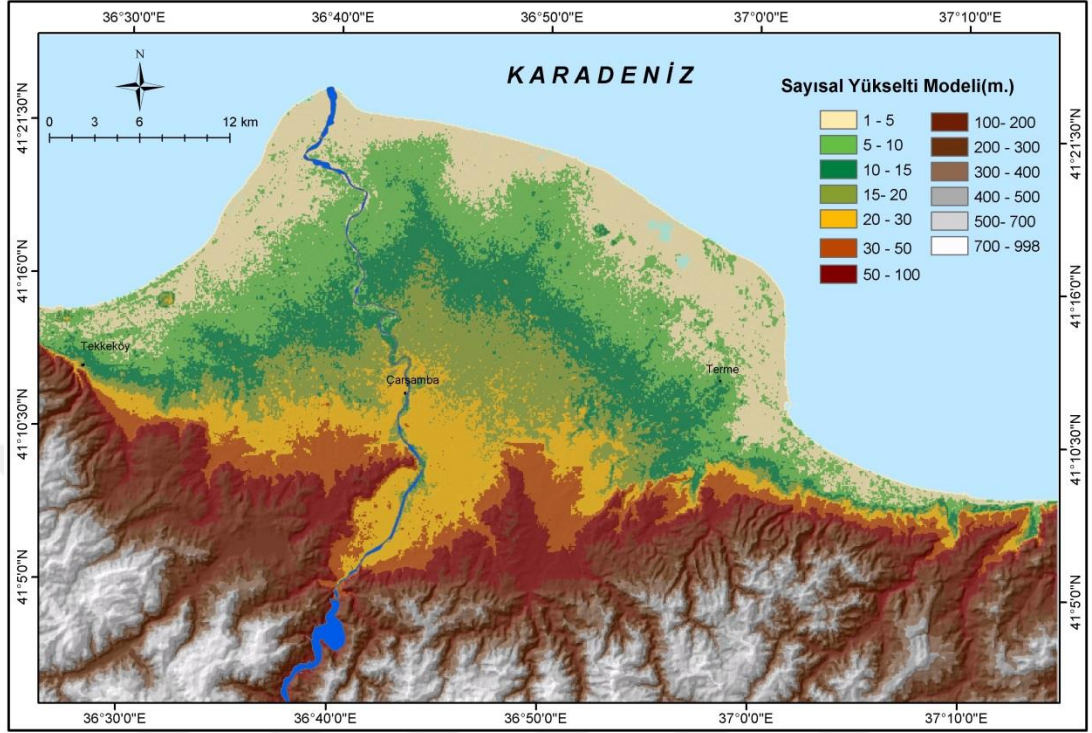
yüksek alanın temeli çoğunlukla volkanik malzemelerden oluşmaktadır. Kıyı bölgesinin hemen ardındaki “tepelelerin deltaya bakan ön kısımları dik olup, ölü falezlere takabül etmektedir” (Ardel, 1963: 40).

Bir delta sınıflandırmasına sokmak gerekirse; Yeşilirmak Deltası, Fisher ve diğerlerinin (1969) “Gelişmesi üst düzeyde-loblu (high-constructive-lobate)” türüne giren ve dalga baskın karakterde bir deltadır (Erkal, 1991: 79). Yeşilirmak Deltası’nın tipik üçgen şekilli bir delta olmamasının sebebi akarsuyun mansabının zaman içerisinde sık sık yer değiştirmiş olmasıdır. Aynı şekilde Yeşilirmak’ın ova içerisinde aktığı yatak da zaman zaman değişmiştir. Bütün bunlar ovanın şekli üzerine etkili olmuşlardır. Delta üzerinde görülen kopmuş menderesler akarsuyun yatağını değiştirmiş olmasının en önemli kanıtları olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4).

Yeşilirmak Deltası’nın gelişimi Kuvaterner’de başlamıştır. Deltanın bugünkü halini almasına kadar geçen süre iki dönem halinde incelenebilir. İlk önce güneyde yer alan yüksek sahanın önünde birikim başlamış ve burada yer alan birikinti konileri ile delta oluşmaya başlamıştır. Daha yeni olan bu değişimler ise delta gelişimindeki ikinci evreyi oluşturmaktadır. Yeşilirmak Deltası günümüzde, başta Yeşilirmak olmak üzere Terme Çayı, Abdal Dere vb. akarsuların taşıdıkları malzemelerle gelişmeye devam etmektedir (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5).

Kuzeyde yeni alüvyonlardan oluşan deltanın, güneyde yer alan eski deltasını oluşturan çökeller, onları güneyden sınırlayan dağlık alanın yamaçlarından başlamakta, kuzeye doğru eğimlenerek devam etmektedir. “Eski delta muhtemelen Mindel veya Riss buzul dönemi sırasında, denizin şimdikinden daha aşağıda olduğu devrelerde belirmeye başlamış olmalıdır.” (Ardos, 1995: 142). Kuzeydeki yeni delta sahası ise Holosen’de, yükselen deniz seviyesine bağlı olarak oluşmuştur. “Yeşilirmak Deltasında eski ve yeni deltaların birbirinden çok açık şekilde ayrılmaktadır” (İnandık, 1957a: 69). Kumköy yakınlarında, Yeşilirmak Nehri’nin dar bir boğaza girdiği kesim delta ovasının güneydeki sınırını teşkil etmektedir (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5) (Foto 1).

Şekil 4: Araştırma sahasının Sayısal Yükselti Modeli haritası (Piksel boyutu:81x81 m).



Şekil 5: Araştırma sahasının topoğrafya haritası.



Foto 1: Suat Uğurlu Baraj Gölü'nden güneydeki engebeli araziye (akarsuyun yukarı çığırına) bakış. Yeşilirmak Nehri'nin Kumköy düzlüğüne çıkmadan önceki dik yamaçların şekillendirdiği derin boğaz vadisi.



İnceleme alanı Karadeniz kıyısından itibaren hafif bir eğimle yükselmeye başlar. Kıyı çizgisinin hemen gerisinde 0,1-5 m yükselti basamağına ait araziler yer alırken güneye doğru gidildikçe yükselti artmaktadır. Yaklaşık 30 m. yükseltiden itibaren güneydeki Orta Karadeniz Dağlarının (Canik Dağları) yamaçlarına geçilir. Arazinin yükseltisi çalışma alanının güney sınırlarında, Kıran Tepe'de 997 metreye ulaşır. Karpakule Tepe (938 m.), Fındıklı Tepe (927 m.), Kocaoğlan Tepe (883 m.), Karlık Tepe (848 m.) ve Karabaştekkesi Tepe (827 m.) araştırma alanı sınırları içerisindeki yüksek tepelerden bazılarıdır. Bu yüksek tepeler çalışma alanının güney kesiminde yer almaktadır (Şekil 5).

Araştırma sahasında, kuzey- güney doğrultuda, yaklaşık ortasında yer alan Çarşamba İlçe merkezinin bulunduğu kısımda yükselti ortalama 20 metre civarındadır. Doğudaki Terme İlçe merkezi ise yükselti daha azdır. Terme İlçe merkezi 5-10 metre yükselti basamaklarının arasında yer almaktadır (Şekil 4 ve Şekil 5). Çarşamba batısında yer alan Tekkeköy'de de yükselti yaklaşık 10 metre civarındadır. Çarşamba ile yaklaşık

aynı enlemlerde yer alan bu iki yerleşmenin yükseltilerinin daha az oluşu, bunların deltanın kenar kısımlarına yakın yerde bulunmaları sebebiyledir. Deltadaki alüviyal dolgu merkezde daha fazlayken, deltanın görece daha genç olan kenar kısımlarına yaklaştıkça, alüviyal birikim süresinin azalmasına paralel olarak incelmektedir.

Daha güneyde yer alan Salıpazarı İlçe merkezi yaklaşık 90 metre yükseklikte yer almaktadır. Kuzeydeki delta sahasıyla güneydeki yükseltinin fazla olduğu sahayı kabaca ayıran Kumköy’de ise yükselti 30 metre civarındadır ve güneye akarsuyun yukarı çıkırına doğru gittikçe artmaktadır. Ova alanı ile yükseltinin hızla artmaya başladığı tepelik sahayı ayıran bölgede aynı zamanda Çarşamba Ters Fay Zonu yer almaktadır (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5). Dolayısıyla bu bölgedeki fayların az yüksek saha ile yüksek sahayı birbirinden ayırdığını ve iki bölge arasında bir sınır teşkil ettiğini söyleyebiliriz.

“Yeşilirmak Deltasının batı kesimini oluşturan ince kıyı ovası doğuya doğru gidildikçe genişler ve asıl deltaya geçilir. Batıdaki kıyı ovasının gerisinde kuzeybatı- güneydoğu yönünde uzanan ölü falezler, doğuya doğru gidildikçe ortadan kaybolur ve yerlerini ovaya doğru hafifi eğimli bir yamacı olan üzeri kısmen düz bir tepeler serisi yer alır. Çarşamba ovasını hemen yakınındaki Kızılırmak deltası ile karşılaştırdığımızda eski alüvyon depolarının daha az yer kapladığı ve alüvyon satırlarının daha az yüksek oluşu dikkati çekmektedir” (İnandık, 1957b: 60).

Yeşilirmak Deltası denize doğru dış bükey bir kıyı çizgisi oluştururken, bu kıyı çizgisinden başlayan düzlükler ile güneydeki dağlık-tepelik sahayı birbirinden ayıran hat kabaca iç bükey bir karakter gösterir (Şekil 4).

### **Eğim**

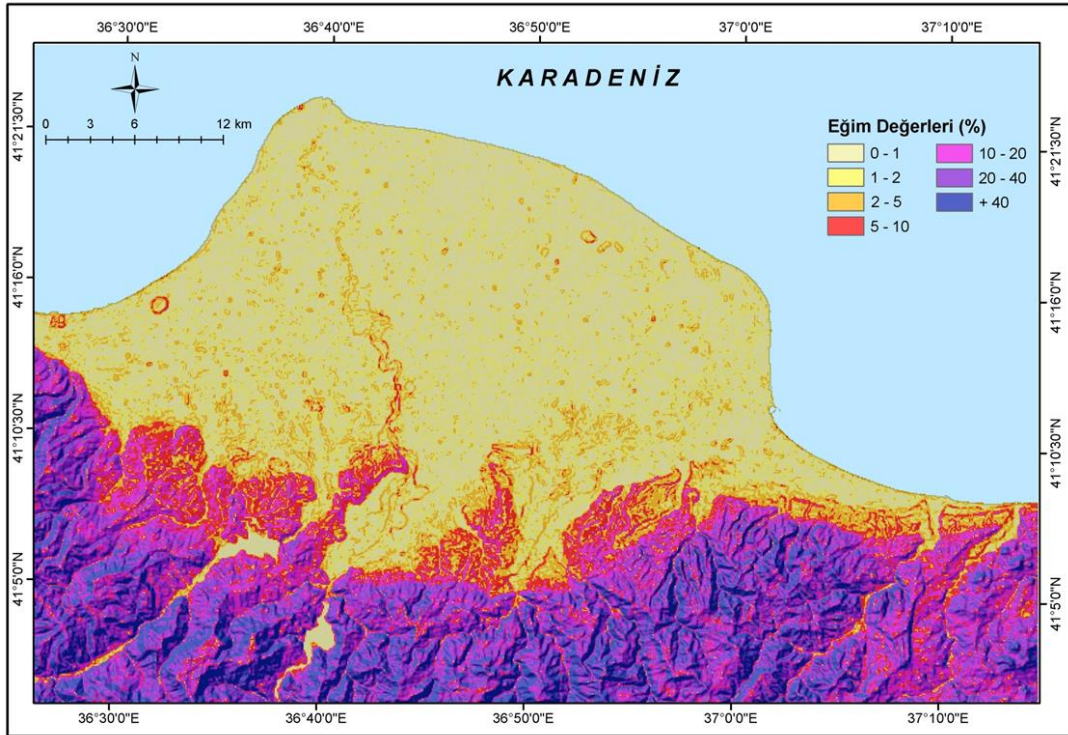
Araştırma sahası, eğim değerleri bakımından; eğimin az olduğu delta ovasının kuzey bölümü ve yükseltiyle beraber eğim değerlerinin de arttığı güneydeki kısım olmak üzere kabaca ikiye ayrılabilir. Yükseltinin güneye doğru artması dolayısıyla, genel olarak güneyden kuzeye doğru eğim yönelimi göstermektedir.

Çalışma sahası eğim değerlerine göre sınıflandırıldığında ise 7 bölüme ayrılmıştır. Sınıf aralıkları oluştururken baz alınan Erol’a göre (1993a) % 0-1 eğim aralığındaki

yerler tam düzlükleri, % 1-2 arasındaki yerler düzlükleri ve %2-5 arası eğime sahip alanlar ise dalgalı düzlükleri oluşturmaktadır. Erol (1993a), yamaçları ise % 5-10 eğimli alanlar az eğimli yamaçlar, % 10-20 arası eğimdeki sahalar eğimli yamaçlar, % 20-40 arası eğimli sahalar dik yamaçlar ve % 40 dan fazla eğimli yerleri ise çok dik yamaç olarak sınıflandırmıştır.

Araştırma sahasında kıyı çizgisi ile güneydeki yüksek saha arasında yer alan delta yüzeyinde eğim değerleri yüzde 0-5 arasında olup, düzlük sahaları oluşturur. Bu bölümde arazi, eğimi genellikle %0-2 arasında olan tam düzlük ve düzlüklerden oluşur. Yer yer bu arazi üzerinde eğim değerlerinin %2-5 arasında olduğu dalgalı düzlükler bulunur, bunlar dar alanlıdır (Şekil 6).

Şekil 6: Araştırma sahasının eğim haritası (Eğim aralıkları Erol 1993a ten alınmıştır) (Piksel boyutu:81x81 m).

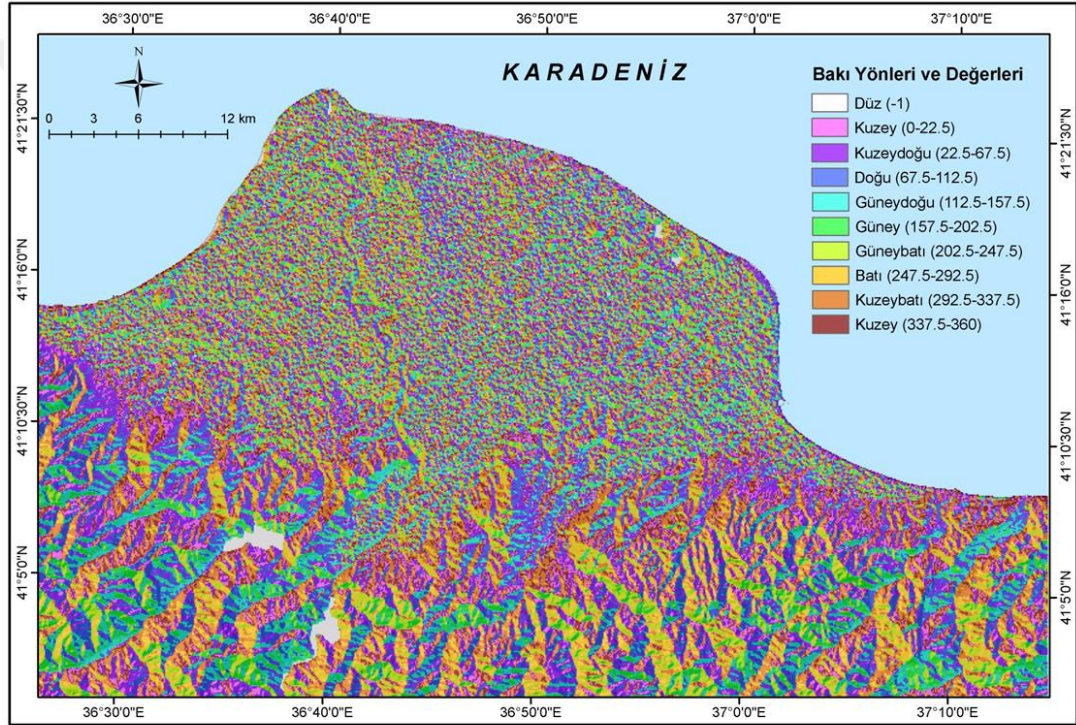


Güneydeki yüksek ve tepelik sahaya geçildiğinde ise eğim değerlerinde artış görülmektedir. %5-10 eğime sahip az eğimli yamaçlardan, % 10-20 eğimi bulunan eğimli yamaçlara geçilir. Bu yamaçların güneyindeki dağlık-tepelik arazide eğim değerlerinin artış göstererek %20 ve daha yüksek değerlere ulaştığı dik ve çok dik yamaç arazileri bulunmaktadır (Şekil 6).

## **Bakı**

“Topoğrafik bir yüzeyin konumsal yöneliminin açı cinsinden ifadesine kısaca bakı adı verilir. Dört ana ve dört ara yön ile bakı analizi yapılarak toplam 9 temel bakı elemanı sınıflandırılır. Engebellik derecesi ve yarıлма şiddetinin fazla olduğu arazilerde bakı elemanlarının sayısı artar ve her bir bakı yönünün alanlarında benzerlik görülür” (Turoğlu, 2008:135).

Şekil 7: Araştırma sahasının bakı haritası (Piksel boyutu: 81x81 m).



Çalışma alanının bakı haritası incelendiğinde delta düzlüğünde belirgin bir bakı yöneliminin bulunmadığı görülmektedir (Şekil 7). Ancak araştırma sahasının güneyindeki engebeli ve yüksek sahalarda bakı elemanlarında çeşitlilik görülür. Genel uzanımı doğu-batı yönlü olan bu yüksek sahadan deltaya yönelen genel hatlarıyla kuzey-güney uzanışlı vadi ve yamaçlarda bakı çeşitlilik gösterir. Özellikle batı-güneybatı ve doğu-kuzeydoğu yönlü alanlar geniş yer tutmaktadır (Şekil 7) (Tablo 1).



Tablo 1: Araştırma sahasında bakı sınıflarının kapladıkları alanlar ve oranları.

	<b>Alan (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Oran (%)</b>
<b>Düz</b>	247	12,5
<b>Kuzey</b>	461	23,3
<b>Kuzeydoğu</b>	241	12,2
<b>Doğu</b>	212	10,7
<b>Güneydoğu</b>	156	7,9
<b>Güney</b>	103	5,2
<b>Güneybatı</b>	150	7,6
<b>Batı</b>	194	9,8
<b>Kuzeybatı</b>	214	10,8
<b>Toplam</b>	1979	100,0

### 1.2.1. Plato yüzeyleri

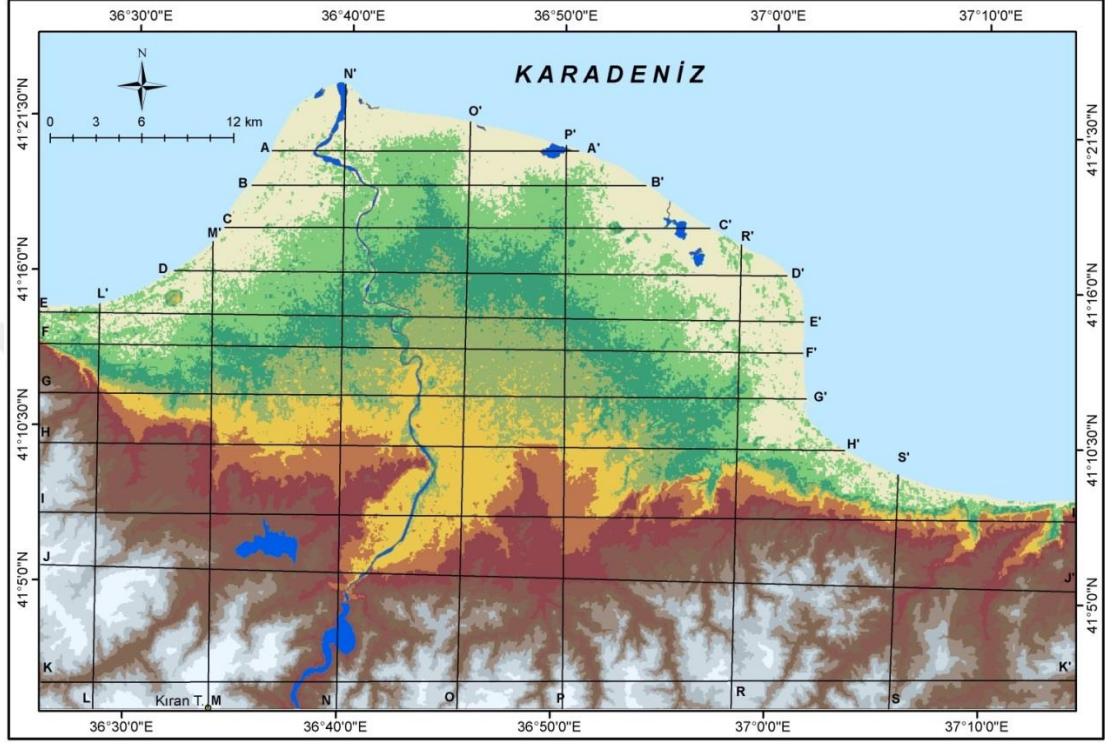
Yeşilirmak Deltası'nın güneyinde yer alan, eğimin ve yükseltinin arttığı kademe düzlükleri genel olarak Plato yüzeyleri başlığı altında ele alınmıştır.

Ana jeomorfolojik birimler olarak Plato yüzeyleri ve kuzeyde yer alan delta ovası ayırt edilirken çalışma sahasının hem topoğrafik özellikleri (yükselti ve eğim) ve hem de jeolojik yapısı dikkate alınmıştır. Eğim derecesinin ve yükseltinin belirgin bir şekilde artmaya başladığı alanda delta ovası nihayet bulmakta ve platoluk sahaya geçilmektedir. Litolojik ve tektonik özellikler de delta-plato ayırımında yönlendirici rol oynamıştır. ((Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13). Delta ovasının Kuvaterner'de oluşmaya başladığı göz önüne alındığında, daha eski arazilerin delta ovası sınırları dışında yer alıyor olması da tesadüf değildir.

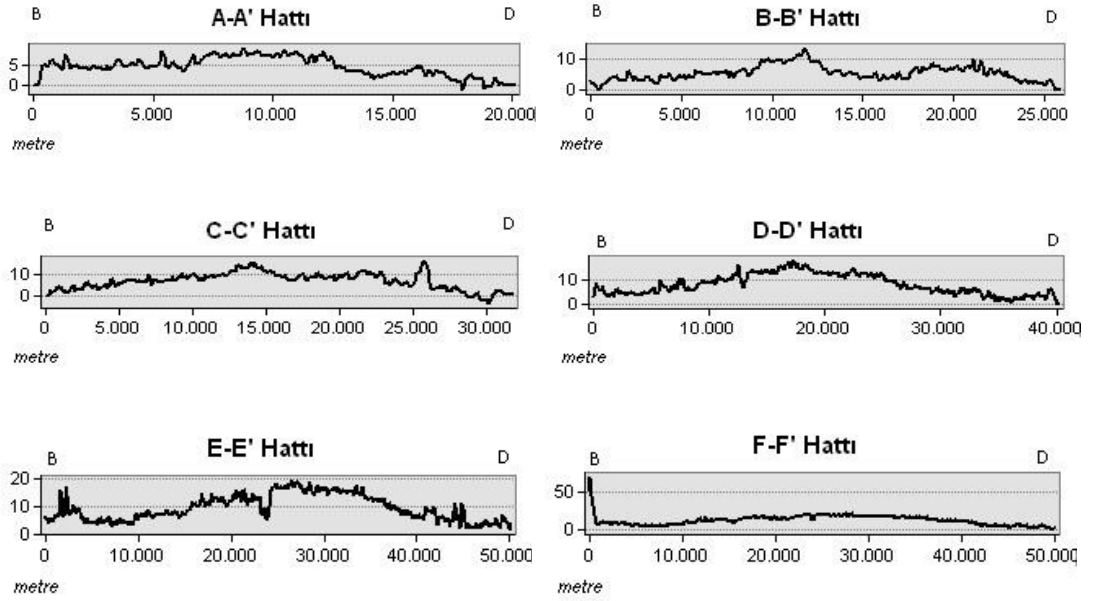
Canik Dağları'nın kuzey kesimlerini oluşturan, plato yüzeylerinin görüldüğü yüksek bölge; Eğri Dere, Doğru Dere, Karakaya Deresi, Cevizlik Dere, Abdal Dere, Kestane Dere, Avcıoğlu Deresi, Çatlak Dere, Gölçukur Deresi, Çağlayan Dere, Yeşil Dere gibi sular tarafından yarılmıştır (Şekil 14). Bu yarılmaların derecesi arazinin yükseltisinin arttığı yönde artmaktadır. Güneyde yer alan yüksek platoluk kısımlarda yarıлма şiddetlenmekte, burada derin şekilde yarılmış vadiler yer almaktadır (Şekil 9).

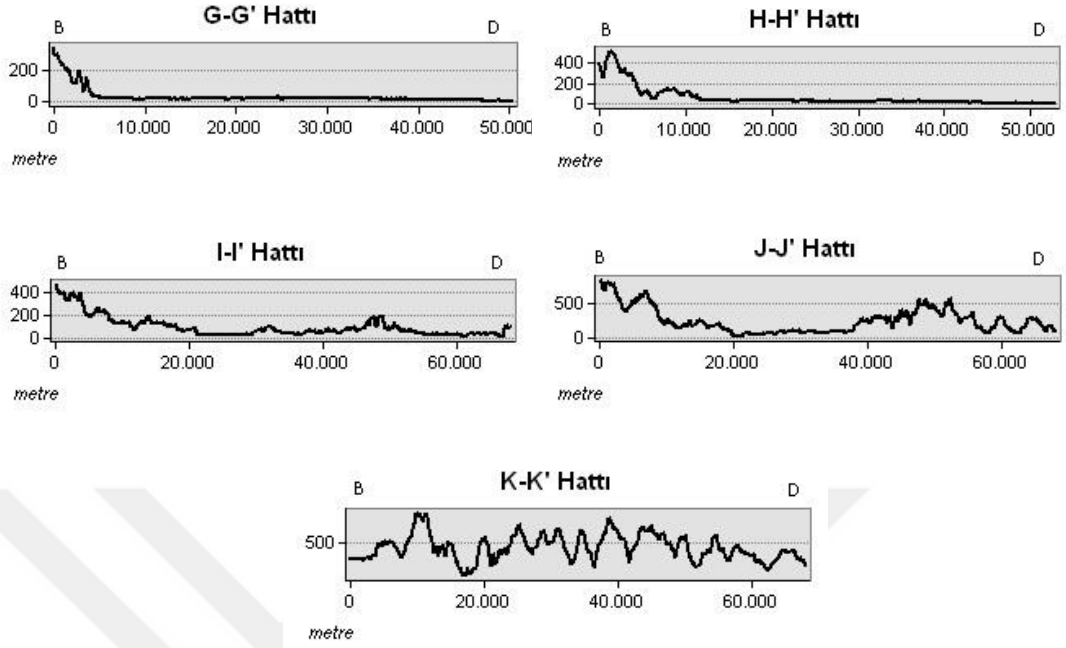
Akarsuların aşındırdığı bu sahada v şekilli vadiler ortaya çıkmıştır. Bu vadiler kabaca kuzey- güney doğrultusunda bir uzanış göstermektedirler.

Şekil 8: Çalışma sahasına ait hazırlanan profil hatları.



Şekil 9: Batı-Doğu doğrultusunda çıkarılan profiller.



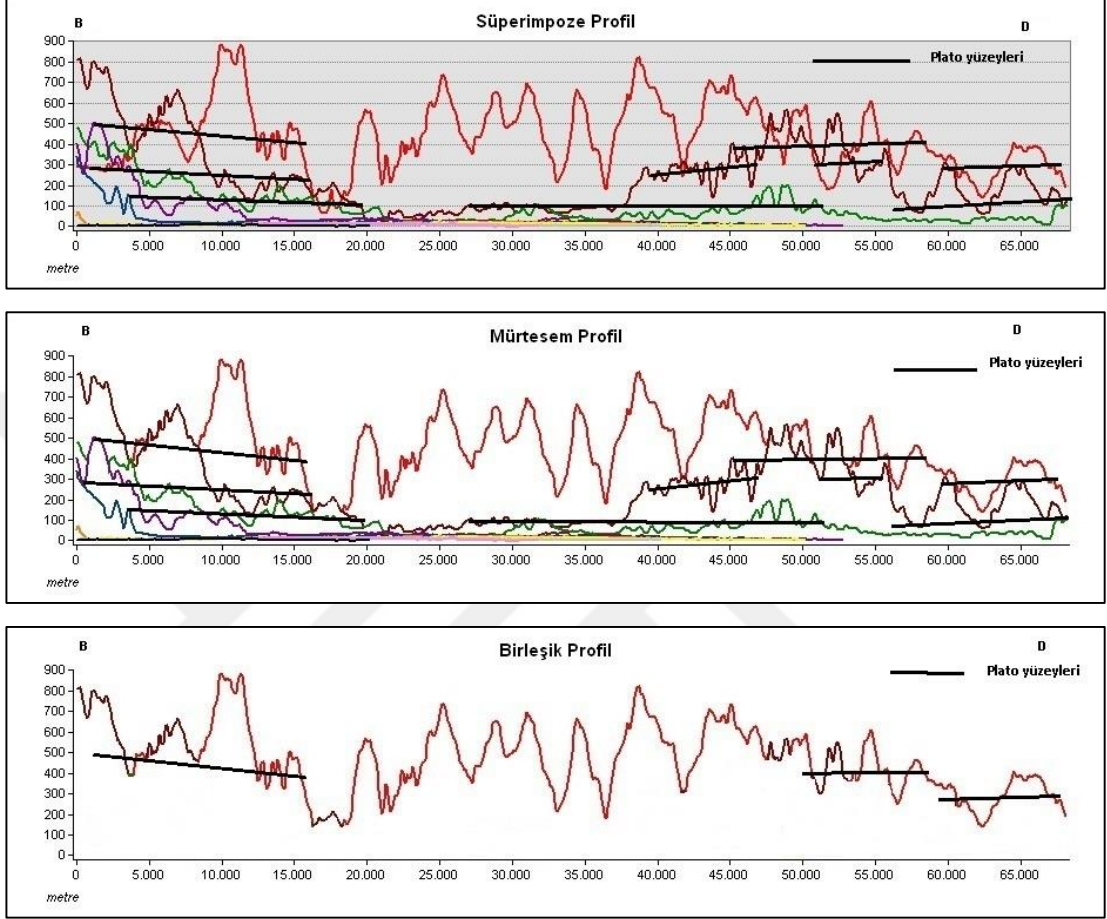


Araştırma sahasında yer alan plato yüzeylerini ayırt edebilmek için doğu-batı ve kuzey-güne istikametlerinde toplam 18 adet profil çıkarılmıştır (Şekil 8). Ayrıca süperimpoze, birleşik ve mürtesem profiller de oluşturularak plato yüzeylerinin daha doğru bir şekilde ayırtılması ve arazinin genel yorumlanmasında faydalanılmıştır (Şekil 10, Şekil 12).

Çıkarılan profil serilerindeki sürekliliklerine göre, araştırma sahasında aşınım yüzeyi olarak da nitelendirebildiğimiz üç adet plato seviyesi tespit edilmiştir. Bu plato yüzeylerinden ilki ortalama 100-200 m.ler arasında, ikinci plato yüzeyi ise ortalama 250-300 m.ler arasında bulunmaktadır. En yüksek seviyede bulunan plato yüzeyi ise yaklaşık 400-500 m. arasında yer almaktadır (Şekil 12). Bu seviyenin üzerinde ise dağlık alanlar olarak adlandırdığımız sahalarda yer almaktadır.

Plato yüzeyleri ile ilgili dikkati çeken bir husus; belirlenen bu plato yüzeyi seviyelerinin çarpılmış olmalarıdır. Bu durum kuzey- güney doğrultusunda çıkarılan profillerden oluşturulan süperimpoze, birleşik ve mürtesem profillerde belirgin olarak görülmektedir (Şekil 12).

Şekil 10: Çalışma sahasının B-D doğrultusunda Süperimpoze, Mürtesem ve Birleşik profilleri.

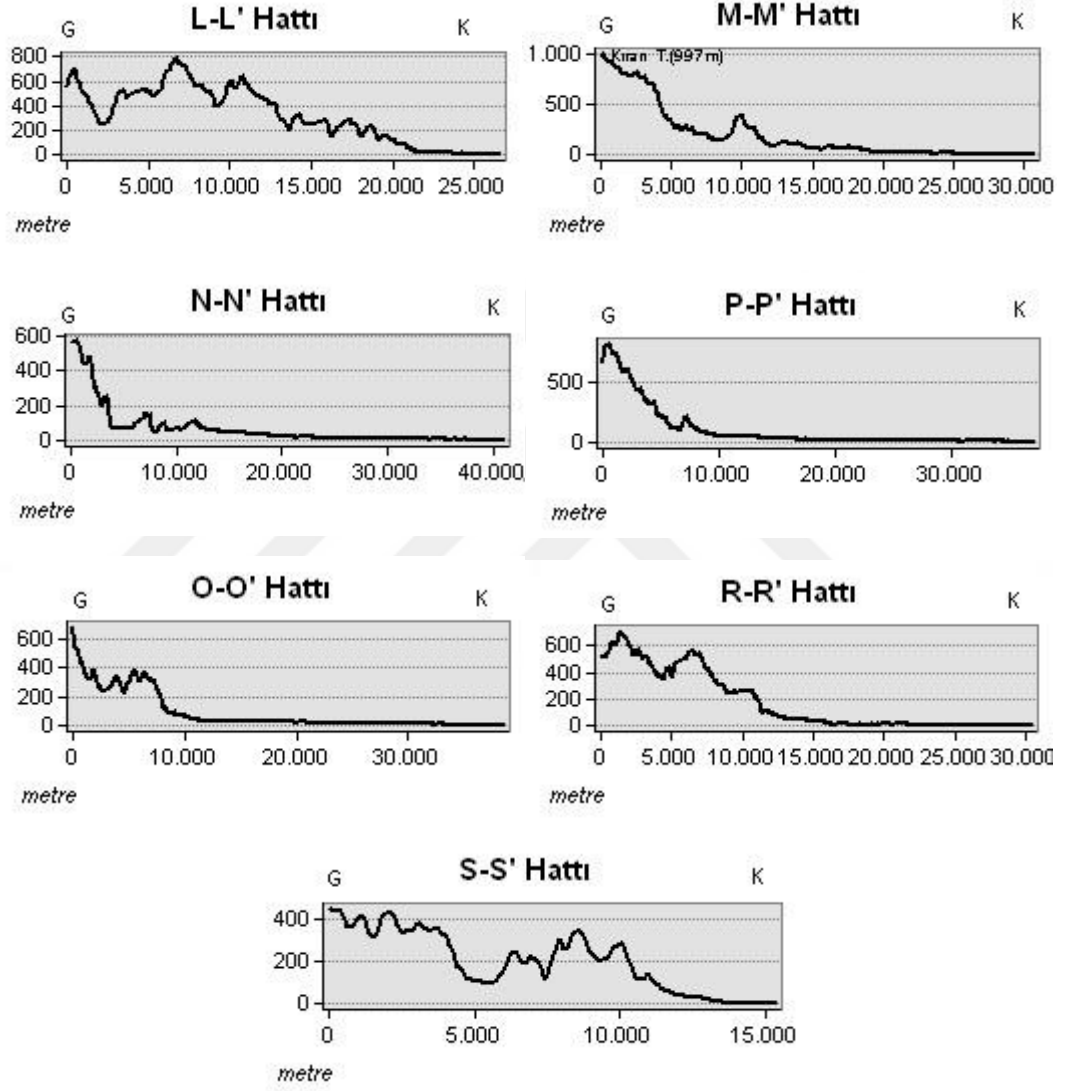


Güneyden kuzeye doğru çarpılarak eğimlenmiş bu plato yüzeylerinin, alçak seviyeleri kuzeyde, yüksek seviyeleri ise güneyde yer almaktadır. Bunun sebebi, bölgenin tektonik aktivitesine bağlı olarak meydana gelen deformasyonlardır. Çalışma sahasının güneyinde yer alan faylar da, kuzeye doğru eğimleri ile platolarda görülen bu çarpılmayı desteklemektedir (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 11, Şekil 12).

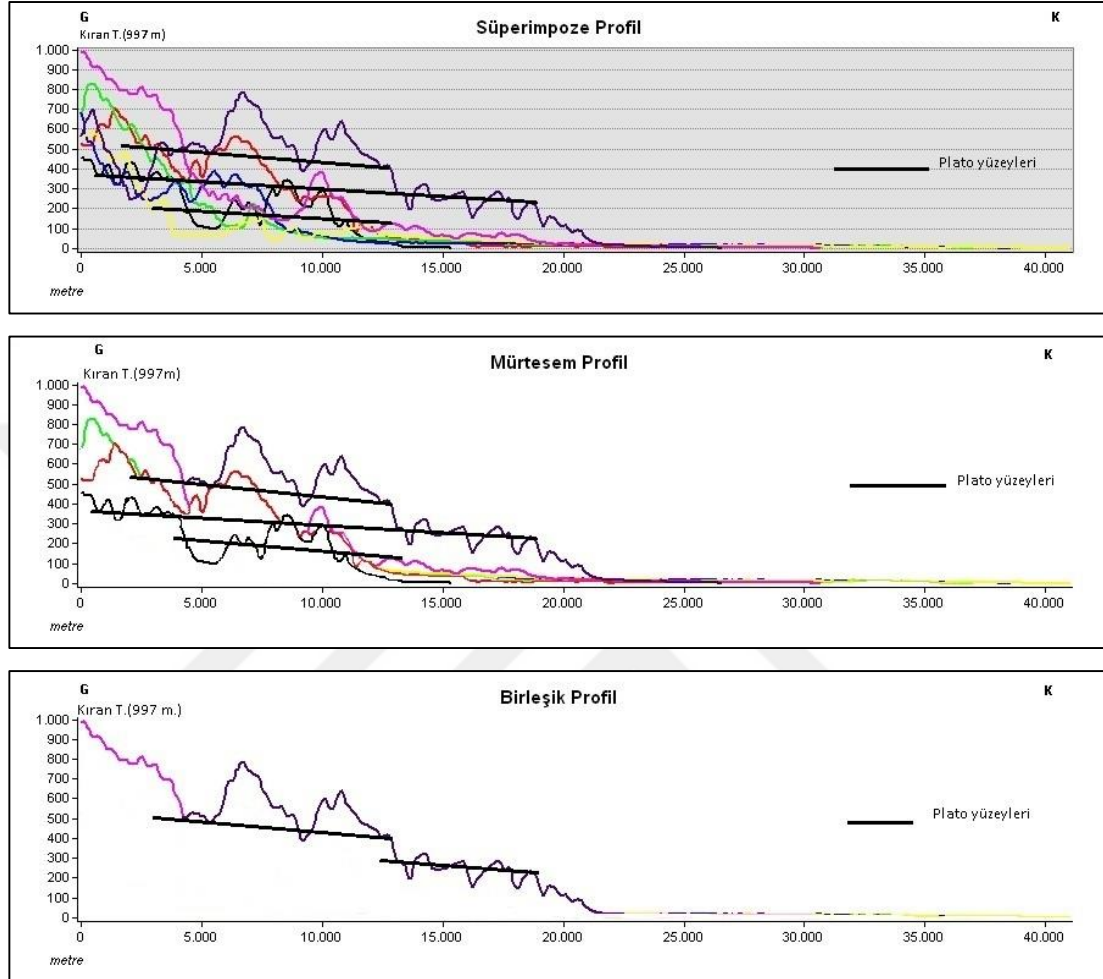
Yeşilirmak Nehri'nin batısında, bu üç plato seviyesi düzenli bir şekilde, yaklaşık aynı hizada yer alacak şekilde sıralanmışlardır. Nehrin doğu tarafında yer alan platolar ise daha süreksiz bir dağılım göstermektedirler. Bu bölümde batıya doğru en fazla sokulan plato yüzeyi, en alçak seviyede yer alan plato yüzeyidir. Burası, aynı zamanda çalışma sahasının doğu-batı doğrultusunda kesintisiz devam eden, en geniş plato yüzeyini oluşturmaktadır. Profil çalışmalarında, Yeşilirmak Nehri doğusunda bir adet yüksek

platoluk alan tespit edilirken, orta seviye platoların ise üç parça halinde uzandıkları tespit edilmiştir.

Şekil 11: Kuzey-Güney doğrultusunda çıkarılan profiller.



Şekil 12: Çalışma sahasının G- K doğrultusunda Süperimpoze, Mürtesem ve Birleşik profilleri



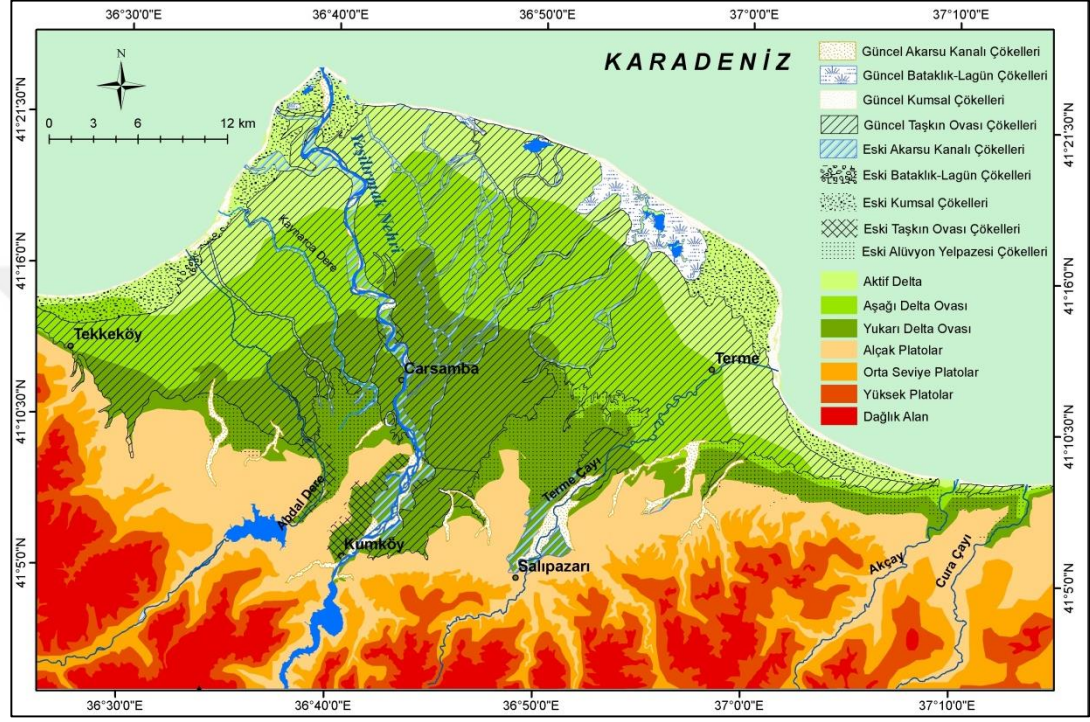
### 1.2.2. Delta ovası jeomorfolojisi

Delta ovalarının morfolojik özellikleri topoğrafya ve iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir. Akarsuyun akım ve sedimentasyon özellikleri, bitki örtüsü, dalgalar ve akıntılar, havzanın ve denizaltının ilksel topoğrafyası gibi özellikler deltaların özelliklerini etkilemektedir (Axelsson, 1967: 28).

Ovanın merkezinde bulunan Çarşamba İlçesi dolayısıyla Çarşamba Ovası olarak da anılan Yeşilirmak Deltası, kuzeyden Karadeniz, güneyden ise Canik Dağları'nın bölgedeki yüksek ve dik yamaçları ve farklı yükseltilerdeki platoları ile çevrilidir (Şekil 13).

Delta ovasının, kendi içinde bütünlük arz eden bölümleri ayırt edilmektedir. Bu bölümler, deniz kıyısından geriye doğru aktif delta, aşağı delta ovası ve yukarı delta ovası olarak 3 başlık altında toplanmaktadır (Şekil 13).

Şekil 13: Araştırma sahasının jeomorfoloji haritası.



Buna göre; deltanın deniz etkisinden uzaklaşmamış, kıyı çizgisinde görülen ilerleme ve gerilemelerden etkilenen bölümü aktif delta sahasını oluşturmaktadır (Şekil 13). Çalışma sahasında, aktif delta olarak nitelendirdiğimiz bölge içerisinde irili ufaklı lagünler yer almaktadır. En büyükleri Sazlık, Akgöl ve Dumanlı göl olan bu lagünler, özellikle dalgalar ve akıntılar ile iklim koşullarına bağlı olarak zaman zaman alanlarını küçültmekte, bazı dönemlerde ise kapladıkları alanları genişletmektedirler. Ayrıca genellikle lagünler etrafında yer alan bataklık alanlar da drenaj, yağış ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak morfolojik değişim göstermektedirler. Araştırma sahası içerisindeki en büyük bataklık, Sazlık ve Akgöl lagünlerini çevreleyen alanda bulunmaktadır.

Tekkeköy ilçesi kuzeydoğusunda, Abdal Dere'nin Karadeniz'e kavuştuğu bölgenin gerisinde ise eski bataklık-lagün çökelleri yer almaktadır. Pleistosen'e ait çökellerin bulunduğu bölge, aynı zamanda eski kumsal çökellerinin kara tarafındaki kenarıdır.

Aktif delta sahası içerisinde yer alan unsurlardan biri de kumsallardır (Şekil 13). Karadeniz kıyısı boyunca uzanan güncel kumsallar süreklilik arz etmekte ve zaman zaman daralıp genişlemekle birlikte bütün kıyı şeridi boyunca devam etmektedir. “Kumullarda çapraz katmanlanma, kıyı gerisinde çapraz ve paralel katmanlanma, kıyı önünde ise denize ve karaya eğimli düzlemsel çapraz katmanlanma hakim çökeltme yapısıdır” (Hakyemez vd., 1989; Keskin, 2011b: 14).

Pleyistosen'e ait eski kumsal çökellerinin büyük kısmı da yine aktif delta sahası içerisinde yer almaktadır. Güncel kumsallardan çok daha geniş bir yüz ölçümüne sahip olan eski kumsal çökelleri, kum ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Güncel kumsal alanların gerisinde yer alan bu çökeller, deltanın Pleyistosen'deki kıyı çizgisine bağlı olarak oluşmuşlardır. Tekkeköy ve Terme ilçeleri kuzey kesimlerinde geniş olarak yüzeylenen eski kumsal çökelleri, Yeşilirmak Nehri ağzının doğusundan deltanın kuzeydoğu köşesine kadarki alanda görülmemektedir (Şekil 13).

Aktif delta sahasının güney yönünde, denizel koşulların etkisinde, düşük rölyef gösteren bölümü aşağı delta ovası olarak bölümlenmiştir. Bu kısım, akarsuların havzanın yukarı kısımlarından taşıyıp getirdiği malzemelerin depolandığı güncel taşkın ovası çökellerinden oluşmuştur. Yeşilirmak, Abdal Dere ve Terme Çayı'nda meydana gelen taşkınlar sırasında oluşan bu çökeller, aynı zamanda bütün delta ovasının büyük kısmını kaplamaktadır. Eski Kuvaterner çökelleri ve daha eski birimler üzerinde bulunan bu birim genel olarak kahverengi- açık kahverengi renkli silt, kil ve çok ince kumdan oluşmaktadır (Keskin, 2011b: 14) (Şekil 13).

Ayrıca Pleyistosen'e ait eski akarsu kanallarına ait izler ve çökeller de aşağı delta ovası içerisinde yer alan unsurlardır.

Yeşilirmak Deltası'nın yukarı (üst) delta ovası olarak adlandırılan kesimi ise deltanın diğer bölümlerine nispeten en yüksek ve güneydeki kesimini kapsamaktadır (Şekil 13). Üzerinde Pleyistosen'e ait eski akarsu kanallarının izleri olan çökellerin yanı sıra, gene aynı dönemde oluşmuş eski taşkın ovası çökelleri ve eski alüvyon yelpazelerine ait çökeller de üstleri yeni birimlerle örtülmemiş halde görülebilmektedir (Şekil 2, Şekil 13).



Abdal Dere'nin ovaya indiği bölgede ve Kumköy'den itibaren ovaya doğru Yeşilırmak Nehri'nin sokulduğu bölümün batısında yüzeyleyen eski taşkın ovası çökelleri, muhtemelen bu iki nehrin Pleyistosen'de yaptıkları taşkınların eseridir.

Çarşamba güneybatısında, Salıpazarı kuzeyinde ve çalışma alanının doğu kesiminde yer alan alüvyon yelpazesi çökelleri, ovanın gerisinde platoluk alan ile sınırı oluşturmaktadır (Şekil 2, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 13).

Büyük kısmı delta ovası sınırları içerisinde yer alan diğer bir birim ise akarsu kanalı çökelleridir (Şekil 2 ve Şekil 13). Özellikle Yeşilırmak Nehri'nin Suat Uğurlu Baraj Gölü'nden çıktığı yerden itibaren ortaya çıkan bu çökeller, akarsuyun drenaj sisteminin yer yer değişmesine sebep olmuştur. Ayrıca Yeşilırmak Nehri ile birlikte Salıpazarı'ndan itibaren Terme Çayı'nın ovaya girdiği alanda da, güncel akarsu kanalı çökellerini dıştan daha eski zamanlarda oluşmuş eski akarsu kanalı çökelleri çevrelemektedir. Bunlardan başka Terme güneyi, Kumköy kuzeydoğusu ve Çakmak Baraj Gölü kuzeybatısında da akarsuların yaptıkları birikimlerin eseri olan akarsu kanalı çökelleri gözlenmektedir.

### **1.2.3. Akarsu jeomorfolojisi**

Araştırma sahası içerisinde en önemlisi ve büyüğu Yeşilırmak Nehri ve kolları olan, irili ufaklı pek çok akarsu bulunmaktadır. Bu akarsulardan başlıcaları Terme Çayı ve Abdal Deresi, Büyüklü Dere, Avluca Deresi, Tatarlı Dere, Karahmet Deresi, Konakköy Deresi vb.dir (Şekil 2, Şekil 5, Şekil 13 ve Şekil 14). Bütün bu akarsuların akış yönü nihai olarak Karadeniz'e doğrudur. Yeşilırmak Delta Ovası'nın oluşumunda en önemli akarsu olan Yeşilırmak Nehri de, araştırma sahası içerisinde yaklaşık olarak güneyden kuzeye doğru bir akış göstermekte ve deltanın kuzeybatı ucundan Karadeniz'e dökülmektedir.

Kumköy'den itibaren deltaya girdiği sahada örgülü drenaj özelliği gösteren Yeşilırmak Nehri, daha kuzeyde, Çarşamba ilçesinden itibaren menderesli akarsu karakteri kazanmaktadır. Mendereslerin yoğun olarak görüldüğu yaklaşık 8 km.lik bir kuşaktan akarsuyun ağız kısmına kadar ise, menderes büklümlerinin aralarındaki mesafe uzamaktadır.

Bir akarsuyun örgülü drenaj özelliği göstermesinin temel sebebi, içerisinde taşıdığı yükün fazla olması, fakat akarsuyun bu yükü taşıyacak gücünün olmayışdır. Yeşilirmak Nehri'nin yükselti ve eğim değerlerinin yüksek olduğu platoluk alandan deltaya inmesi, dolayısıyla eğim değerlerinin azalması akarsuyun gücünün de azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle, burada akarsu içerisindeki yükün bir kısmını yatağında bırakarak ve sık sık yatak değiştirerek örgülü bir karakter kazanmıştır. Eğimin çok azaldığı ve düz denilebilecek alanlarda ise akarsular menderes büklümleri yaparak akarlar.

Deltaların deniz içlerine doğru birikim yaparak ilerlemeleri dolayısıyla eğim şartları gittikçe azalır. Eğimin azalmasıyla birlikte, akarsuyun biriktirme faaliyetlerinin de artışı akarsuyun yatağında tıkanmalara, dolayısıyla da akarsuyun deltada birden fazla kola ayrılmasına sebep olur (Erinç, 1968: 368).

Yapılan bazı çalışmalar, bugün ovada tek bir koldan akan Yeşilirmak Nehri'nin geçmişte birden fazla kol halinde aktığını ileri sürmektedir. İnandık (1957b)'ya göre bu çatallanmalar Çarşamba'nın yaklaşık 8 km. kuzeyinden itibaren başlıyordu. Maunsell'in 1893 yılında çizdiği "Eastern Turkey in Asia" haritasının Samsun paftasında nehir ovada üç kola ayrılmış bir şekilde görülmektedir. R. Kiepert'in 1914 tarihli haritasında ise Yeşilirmak'ın Çarşamba'nın 8-10 km. ilerisinden itibaren iki mecradan denize döküldüğü gösterilmektedir (İnandık, 1957b: 61).

Yeşilirmak Nehri doğusunda yer alan nispeten daha küçük olan akarsuların uzanış doğrultusu kabaca güneybatı- kuzeydoğu yönlüdür ve kuzeydoğudan Karadeniz'e karışmaktadırlar (Şekil 14). Bu akarsulardan en büyüğü Terme Çayı'dır. Akçay ve Cura Çayı da diğer akarsulardan bazılarıdır (Şekil 14).

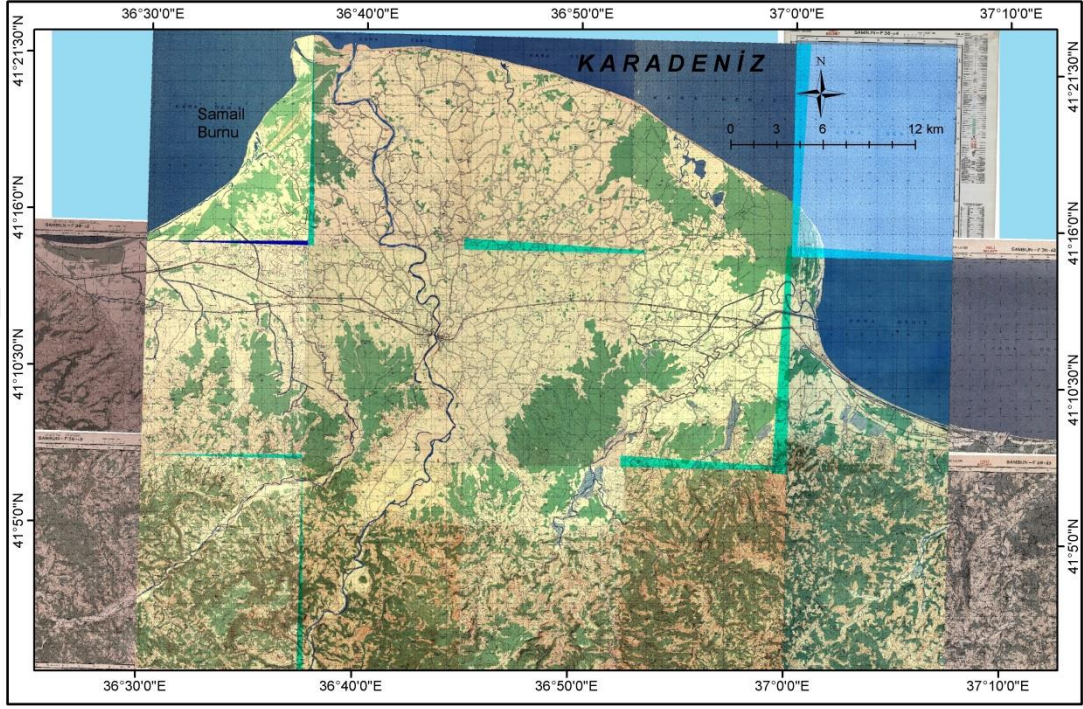
Yeşilirmak batısındaki alanda yer alan en büyük akarsu ise Abdal Dere'dir. Abdal Dere araştırma sahasına girdiği yerden itibaren kabaca Gökçeçakmak Baraj Gölü'ne kadar güneybatı-kuzeydoğu yönünde akmakta, baraj mansabından biraz uzaklaştıktan sonra ise akış yönü kuzey- kuzeybatıya doğru dönmektedir (Şekil 14).

Çarşamba güneyindeki yüksek alandaki akarsular incelendiğinde dikkati çeken özelliklerden biri akarsuların birbirlerine yüksek açılı bir şekilde bağlanıyor



güneybatısında, Samail Burnu civarında yer aldığını gösteren ve bir lagün haline gelmiş olan akarsu yatağı parçaları görülmektedir (Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17).

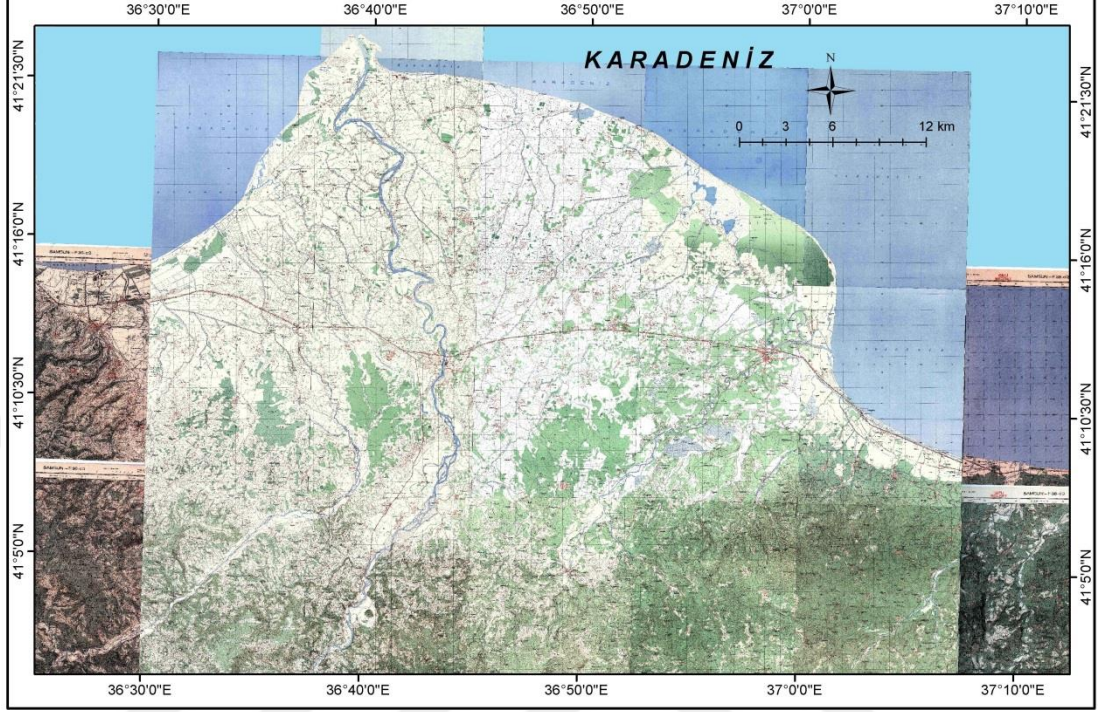
Şekil 15: Araştırma alanının 1957 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK).



Dumanlı Göl, Kargalı Göl, Simenlik ve Akgöl de eski akarsu yataklarının denize ulaştıkları yerlerde bulunmaktadır. Bu lagünlerden başlayarak güneybatıya doğru yönelen pek çok terk edilmiş akarsu yatağı mevcuttur. Ayrıca Kumköy kuzeyinde de Yeşilirmak'ın eski yatağının kanıtı olan depolara rastlanmaktadır (Şekil 13). Ayrıca Yeşilirmak Nehri batısında, Abdal Dere ile Yeşilirmak arasında da güneydoğudan kuzeydoğuya doğru uzanan iki terk edilmiş akarsu kanalı yer almaktadır (Şekil 13).

Araştırma sahası içerisinde, özellikle Çarşamba İlçesi'nin güneyinde, akarsuyun iki tarafında Yeşilirmak'a ait kopmuş menderesler göze çarpmaktadır. Örneğin Çarşamba'nın 3 km. kadar güneyinde yer alan hilal şekilli bataklık, Yeşilirmak'ın burada yaptığı menderes büklümünün koparak akarsu yatağından ayrılması sonucu oluşmuştur (Şekil 13). Bu bölgedeki kopmuş mendereslerin fazla ve sık olması geçmiş zamanlarda Yeşilirmak'ın burada büklümler yaparak aktığını, bugünkü daha az kıvrımlı halini yakın zamanlarda kazandığını göstermektedir.

Şekil 16: Araştırma alanının 1978 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK).

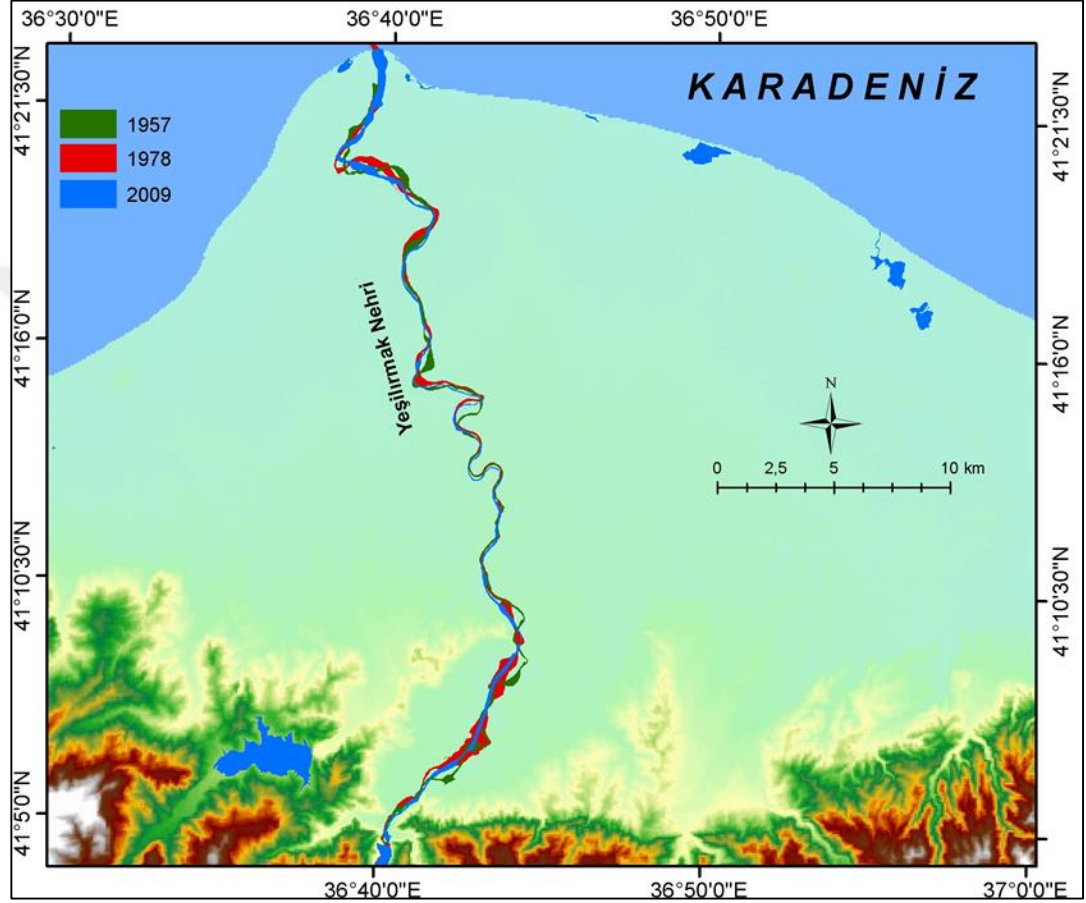


Şekil 17: Araştırma alanının 2009 yılına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası (HGK).



Bu görüşü destekler şekilde Yeşilirmak Nehri'nin eski yataklarının uzanışı incelendiğinde de akarsuyun kıvrımlarının bugün mevcut olan durumdan daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 18).

Şekil 18: Yeşilirmak akarsu yatağının zaman içerisindeki değişimi.



Araştırma sahası içerisinde akarsu morfolojisi incelenirken değinilmesi gereken önemli birimlerden biri akarsu kanalı çökelleridir. Akarsuların güçlerinin azalmasına bağlı olarak taşıyamadıkları malzemeleri bırakmaları ile oluşan bu çökeller, zamanla yükselerek su seviyesinin üzerine çıkmakta ve akarsu morfolojisinin değişmesine neden olmaktadır. Biriken bu malzemenin akarsu yatağının içerisinde oluşturduğu şekiller kum adaları olarak adlandırılmaktadır. Kum adaları akarsuyun su kütleini bölmekte ve akarsu kum adalarının etrafından kollara ayrılarak akmaktadır.

Yeşilirmak Nehri üzerinde Suat Uğurlu Baraj Gölü'nden çıkıp ovaya girdiği kısımdan başlayarak ağız kısmına kadar irili ufaklı çok sayıda kum adası mevcuttur. 2009 yılı topoğrafya haritasına göre özellikle Yeşilirmak'ın ağız kısmından yaklaşık 6 km

içeriye kadar uzanan kısmında oldukça büyük kum adaları bulunmaktadır. Bu kısımda kum adalarının sıklığı akarsuyun yer yer 3 kola ayrılmasına neden olmuştur. Bu büyük kum adaları arazi çalışmaları sırasında da net şekilde gözlenmiştir. Bunlardan bazıları üzerinde bitki örtüsü gelişmiştir (Foto 2). Ovanın iç kesimlerine doğru gidildikçe akarsu üzerindeki kum adalarının büyüklükleri azalmaktadır. Bu durumun sebebi iç kesimlerde yatak eğiminin dolayısıyla akarsu hızı ve dolayısıyla gücünün nispeten fazlalığı ile akarsu yükünün ise daha az olmasıdır.

Foto 2: Yeşilirmak Nehri üzerinde oluşan kum adalarından bir görüntü.



Yer değiştiren mendereslerin dış bükey yamaçlarında biriken malzemelerin oluşturduğu burun seti depoları da Yeşilirmak Nehri boyunca görülen, menderes kuşağı içindeki birikim şekillerinden biridir. Yeşilirmak Nehri'nin kenarları boyunca görülen eski akarsu kanalı çökelleri, aynı zamanda burun seti depolarını da içermektedir ve geniş bir yayılıma sahiptir.

Yeşilirmak Nehri boyunca akarsu sekileri de görülmektedir. Çarşamba İlçesi'nin yaklaşık 7 km güneyinde başlayan akarsu sekileri, akarsu yatağının her iki tarafında 25-35 m. yükseltiler (Erkal, 1991:118) arasında yer almaktadırlar. Hepsi kum boyutunda unsurlardan oluşan ve yer yer çakıl mercekleri ve katmanları içeren bu akarsu dolguları, Yeşilirmak Nehri'nin salınımlar yaptığı eski yataklarını karakterize etmektedirler.

Alüviyal tabanlı vadilerde, dolgu malzemesinin içerisinde akan akarsuların, yana aşındırma yaparak yataklarının kenarlarında oluşturdukları az yüksek dikliklere yatak

kenarı diklikleri denir. “Yeşilirmak boyunca 2-3 m. yükseklikte oldukları saptanan yatak kenarı diklikleri akarsuyun ağız kısmına doğru artmaktadır” (Erkal,1991: 86).

“Hipsometrik eğri” (HE) değişik ölçekteki drenaj alanlarının yükseklik/alan dağılımını tanımlamaktadır. “Hipsometrik integral” (Hİ) ise bu eğri altındaki alanı rakamsal olarak ifade eder (Strahler, 1952; Erturaç, 2009:153). Hipsometrik integral değeri 0-1 arasında değişmektedir. Değerin 1’e yaklaşması arazinin genç bir topoğrafyaya sahip olduğunu ifade ederken, sıfıra yakın değerler ise aşınımın ilerlemiş safhalarda olduğu yaşlı bir topoğrafyayı göstermektedir.

Araştırma alanı içerisinde yer alan Terme Çayı ve Abdal Çayı’nın havza bazlı Hipsometrik integralleri River Tools 2.0 yazılımı kullanılarak hesaplanmış ve eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 19, Şekil 21).

Çıkan sonuçlara göre Terme Çayı’nın Hipsometrik integral değeri 0.325’dir (Şekil 22). Bu değer bu akarsu vadisinin morfolojik gelişim süreci içerisinde olgun döneme doğru ilerlediğini göstermektedir. Hipsometrik eğrisine baktığımızda görülen içbükey eğri de bu durumu kanıtlar şekildedir.

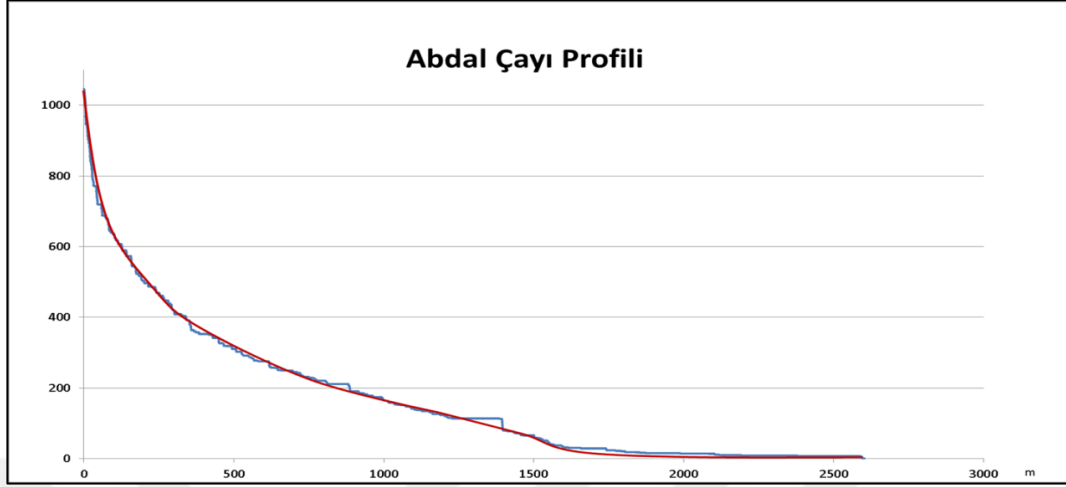
Terme Çayı’nın profilinde de açık şekilde görülebildiği gibi (Şekil 21) yaklaşık 1270 metre yükseklikten doğan bu akarsu doğduğu yerden yaklaşık 1855 metre sonra 10 metre yüksekliğe ulaşmakta ve ova üzerinde akmaya başlamaktadır. Akarsuyun uzunluğu 2500 metre civarındadır.

Abdal Çayı’nın Hipsometrik integral değeri 0.463’dir (Şekil 20). Bu değer bu akarsuyun orta derecede olgun olduğunu ve “duraylı-dengede” bir drenaj havzasına (Erturaç, 2009:154) sahip olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca çıkan sonucu Terme Çayı’nın değerleri ile kıyasladığımızda Abdal Çayı vadisinin daha genç bir vadi yapısının olduğunu söyleyebiliriz.

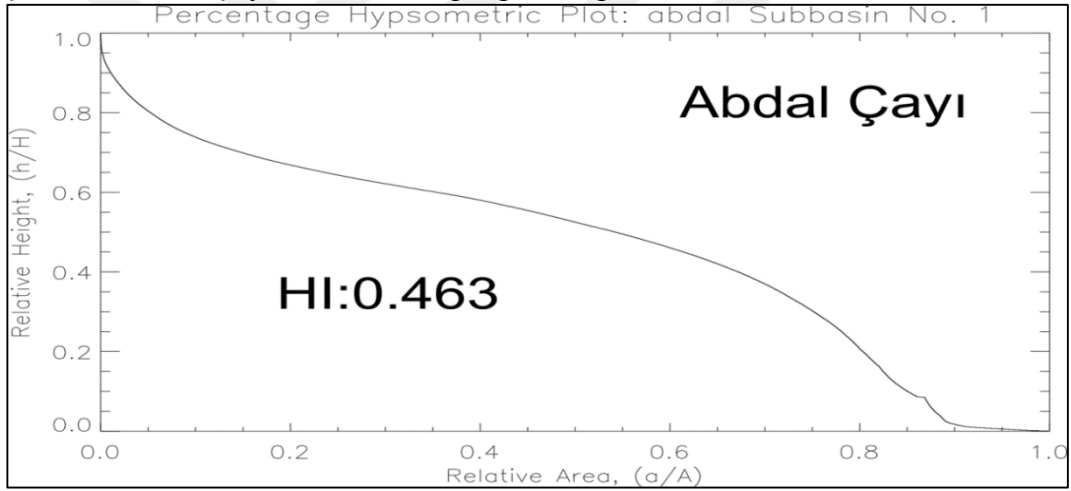
Abdal Çayı 1046 metre yükseklikten doğarak, yaklaşık 2590 metre yol kat ederek Karadeniz’e dökülmektedir. Doğduktan yaklaşık 1800 metre sonra deniz seviyesine inerek düz bir yatakta akmaya başlamaktadır.



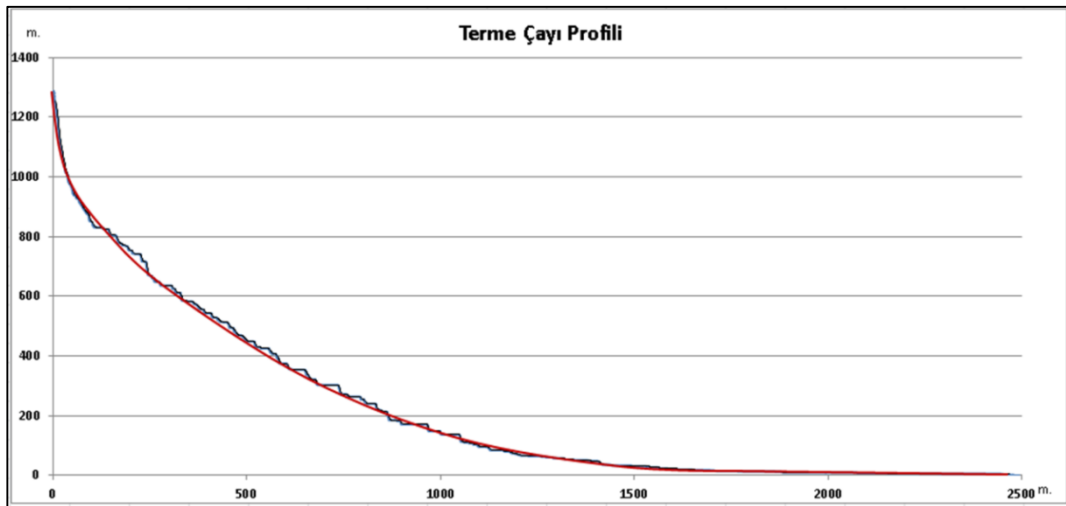
Şekil 19: Abdal Çayı'nın profili.



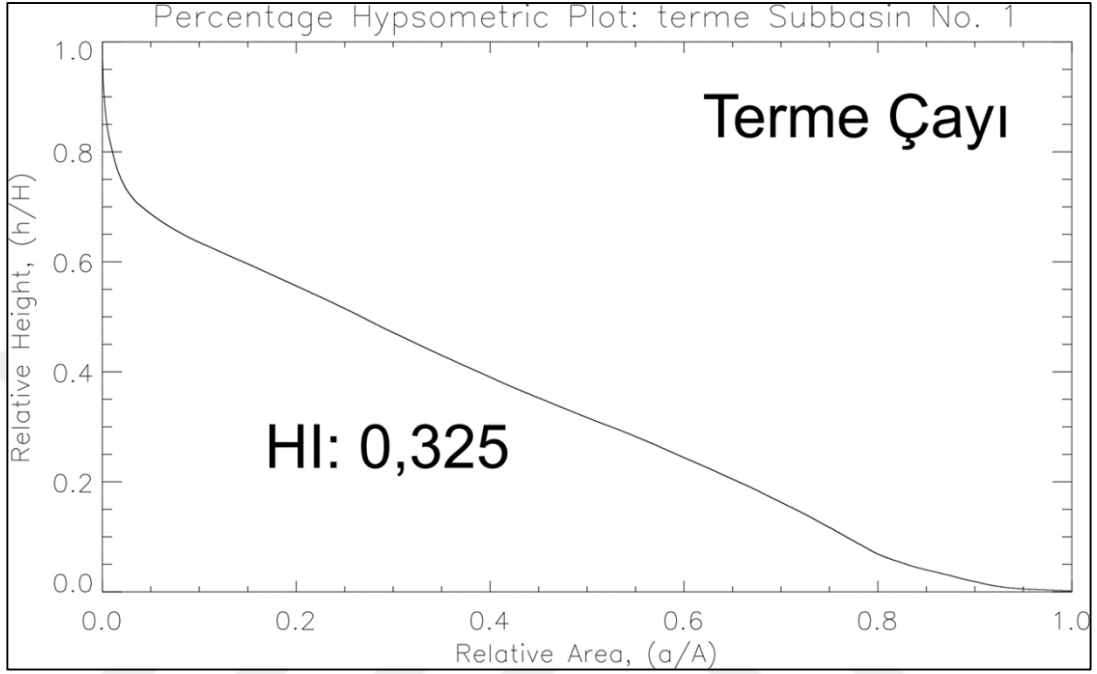
Şekil 20: Abdal Çayı havzasının hipsografik eğrisi.



Şekil 21: Terme Çayı'nın profili.



Şekil 22: Terme Çayı havzasının hipsografik eğrisi.



#### 1.2.4. Kıyı jeomorfolojisi

“Su ve kara kütlesi arasında geçiş zonu niteliği taşıyan bir yeryüzü şekli” (Turoğlu, 2010: 208) olan kıyı, “jeomorfolojik etken ve süreçlerin kontrolünde aşınım ve birikim olaylarının gelişimi ile oluşmuştur” (Turoğlu, 2009: 33). Denizin, durgun olduğu zamanda karaya temas ettiği noktaların birleştirilmesiyle oluşan hat ise kıyı çizgisi olarak adlandırılmaktadır.

Kıyının şekillenmesinde, bölgenin morfolojik özellikleri ve jeolojik yapısı önem arz etmektedir. Zaman içerisinde çeşitli faktörlere bağlı olarak kıyıları şekillenmekte, bazı kıyıları ilksel şekillerinden uzaklaşarak yeni tip kıyıları oluşturmaktadırlar.

Normal şartlar altında gelişen bir kıyıda girintiler dolarken, denize doğru uzayan çıkıntılıklar aşındırılarak kıyı düzleşmesi gerçekleşir. Ancak gerçekte kıyı düzleşmesini engelleyen faktörler bulunabilmektedir. Örneğin; jeolojik yapının kıyıda farklı özelliklerde bulunması, tektonik olaylar, deltaların büyümesi, volkanizma, vb. kıyı çizgisinin düzleşmesine engel olurlar ve kıyıda bir düzensizlik ortaya çıkar (İnandık, 1971: 195).

Kıyının şekillenmesinde etkili olan faktörlerden bir diğeri de iklimdir. Alçak kıyıların gelişiminde, iklim elemanlarından özellikle rüzgârın hızı ve yönü önemli etki göstermekte, rüzgâr etkisine fazla maruz kalan kıyılarda rüzgâr erozyonu etkili olmaktadır.

Yeşilırmak Deltası'nın kuzey sınırlarını Karadeniz kıyıları oluşturmaktadır. Araştırma alanımızı oluşturan Yeşilırmak Deltası'nın deniz kıyıları 95 km. (94.370 m.) uzunluğundadır. Anadolu kıyılarının en geniş delta ovalarından biri olan çalışma sahasının, doğu- batı doğrultusunda kuş uçuşu ölçülen genişliği ise yaklaşık 45 km. kadardır.

Yeşilırmak Deltası "H.İnandık'a (1957b) göre Kuvaterner ortalarında oluşmaya başlamıştır. İlk önce bugünkü deltanın kuzeydoğusundan denize dökülen ve ilk deltasını burada oluşturmaya başlayan Yeşilırmak Nehri, zaman içerisinde batıya doğru kayarak kuzeyden, daha sonra ise kuzeybatıdan denize dökülmüştür (Uncu, 1997: 378). Yeşilırmak Nehri'nin zaman içerisinde birkaç defa yatak değiştirip farklı noktalardan denize dökülmüş olması deltanın tipik üçgen şeklini almasına engel olmuştur. Ayrıca başta deltanın doğusundan denize dökülen Terme Çayı olmak üzere, araştırma sahası sınırları içerisindeki diğer küçük akarsular da taşıdıkları sedimentleri kıyıda biriktirerek, deltanın yayvan bir şekle sahip olmasını sağlamışlardır.

Araştırma alanının kıyı morfolojisini etkileyen başlıca unsurlar flüviyal ve denizel süreçlere aittir. Flüviyal birikim faaliyetleri kıyının genişlemesini sağlarken, rüzgâr, kıyı morfolojisi ve batimetrik özelliklere bağlı olarak meydana gelen dalga ve akıntılar kıyıda neden oldukları erozyon ile kıyı gerilemesine sebep olmaktadır.

Dalgaların ve flüviyal süreçlerin etkisi altındaki sediment bütçelerine göre deltaları sınıflandırmak mümkündür. Flüviyal birikim neticesinde, karaya yakın denizaltı topoğrafyasının sığ bir hal aldığı ve kıyıda flüviyal birikimin yoğun olduğu alanlarda dalgaların etkisi azalmakta, deltanın şekillenmesinde akarsu hâkim rol oynamaktadır. Dalgaların etkisinin güçlü olduğu deltalarda ise delta ana hatlarıyla yarımay şeklindedir ve yumuşak hatlara sahiptir. Dalga egemen deltalar olarak adlandırılan bu deltalarda, kıyıya yeni eklenen malzemenin yayılıp şekillenmesinde esas faktör dalgalardır (Bird, 2008:339).

Yeşilirmak Nehri Deltası da dalga egemen deltalar grubuna girmektedir. Kuzey ve kuzeybatı yönlü rüzgârların etkisiyle oluşan rüzgâr dalgaları, kıyıyı aşındırarak törpülemekte ve deltanın küt bir şekil almasında etkili olmaktadır.

Yeşilirmak'ın taşıdığı alüvyonlar Karadeniz kıyısını zamanla doldurarak deltanın oluşumunu sağlamıştır. Aynı zamanda denizaltına doğru da devam eden biriktirme faaliyeti, kıyıya yakın bölgedeki denizaltı topoğrafyasının da değişmesini sağlar. Deltalarda denizaltında biriktirilen malzemeler, kıyının alçak kıyı karakteri kazanmasının nedenlerinden biridir. Yeşilirmak Nehri'nin yanı sıra en büyükleri Abdal Çayı ve Terme Çayı olmak üzere çalışma alanındaki diğer akarsular da bu yaklaşım içinde; taşıdıkları malzemeler ile delta oluşumunda etkili olmuşlardır.

Deltaların en fazla ve hızlı gelişen kısmı, akarsuların denize ulaştıkları ağız kısımlarıdır. Bunun nedeni yukarı havzalardan taşınıp getirilen malzemenin biriktirildiği nihai yerin kıyı olmasıdır. Deniz içerisine doğru gerçekleşen bu birikim neticesinde kıyıda bir takım morfolojik değişiklikler meydana gelir ve yeni şekiller ortaya çıkar. Denize doğru uzanan birikim şekilleri zamanla uzayarak kıyı okları ve kıyı kordonlarını oluşturabilirler. Araştırma sahasında Yeşilirmak'ın ağız kısmında, batı ve doğu kıyılarda doğuya doğru yönelmiş birer kıyı oku bulunmaktadır. Ayrıca Terme kuzeydoğusunda küçük ölçekli iki adet kıyı oku mevcuttur. Yeşilirmak mansabının batısında kalan kesimde ise Hürriyet Mahallesi kuzeybatısında, Çaltı batısında küçük birer kıyı oku oluşumu gözlenmektedir.

Önleri kıyı okları ve kordonları tarafından kapatılarak deniz ile bağlantısı kesilen kıyıdağirintiler ise lagünleri oluştururlar. “Bu lagünler bir taraftan akarsu depoları, diğer taraftan denizin sürükleyip yığıdığı maddelerle dolarak yavaş yavaş sığlaşır, tuzlu bataklıklar haline gelirler” (Erinç, 1971: 329-330).

Yukarıda bahsedilen lagün ve bataklıkların oluşumu tipik bir şekilde Yeşilirmak Deltası'nda da gözlenebilmektedir. Hâkim rüzgâr yönüyle bağlantılı olarak oluşan akıntılar ve dalgalar, nehrin deniz dibinde biriktirdiği malzemenin batıdan-doğuya doğru uzanan kıyı okları ve kordonları oluşturmasına neden olmaktadır. Bu kıyı kordonları sayesinde deltada, büyükleri Yeşilirmak'ın bugünkü mansabının doğusunda kalan çok sayıda lagün ve bataklıklar oluşmuştur. Ayrıca bazıları yağışlı

mevsimde göl haline gelen bataklık alanlar da kıyıda, 5 metreden alçak kısımda bulunmaktadır (Şekil 13).

2009 yılı verilerine göre deltada bulunan lagünlerden nehrin batısındakilerin en büyüğü Sazlık Gölü'dür (2009 yılındaki alanı 20 ha). Tüm delta üzerinde yüz ölçümü en büyük olan lagün ise Kargalı Göl (2009 yılındaki alanı 101 ha)'dür. Ancak yapılan arazi çalışmaları sırasında Kargalı Göl'ün önemli ölçüde küçülerek alan kaybettiği ve su seviyesinin azaldığı gözlenmiştir (Foto 3) (Şekil 14).

Foto 3: Kargalı göl lagünü.



Deltada yer alan diğer büyük lagünler ise Simenlik (91 ha), Akgöl (59 ha) ve Dumanlı Göl (5 ha)'dür (Şekil 14). Bunların dışında geçici göl durumunda olan küçük pek çok lagün de kıyı ve yakın çevresinde yer almaktadır.

1957 yılına ait topoğrafya haritası (Şekil 15) incelendiğinde Yeşilirmak'ın bugün denize döküldüğü yerin yaklaşık 4 km güneybatısındaki, eskiden denize döküldüğü kısımda, akarsuyun bir parçasının ana kol ile bağlantısının kesilerek lagün haline geldiği görülmektedir. 1978 tarihli topoğrafya haritasına (Şekil 16) bakıldığında bu gölün kuruyarak bataklık halini aldığı dikkati çekmektedir. Uydu görüntüleri incelendiğinde de akarsuyun terk ettiği bu yatak bariz şekilde ayırt edilebilmektedir.

“Deniz suyu seviyesinin negatif hareketlere uğradığı bir kıyı bölgesinde eskiden sularla örtülü olan abrazyon ve birikim platformları meydana çıkar ve belli yükseltide bir denizel seki (denizel taraça -kıyı taraçası) halini alır” (Erinç, 1971:368). Araştırma sahasının doğusunda denizel sekiler mevcuttur. Terme güneyinden başlayarak doğuya doğru gittikçe daralan kıyı kuşağının anakaya yamaçlarında görülen bu sekiler Terme güneyi ile Akçay arasında; iki ve ayrıca Akçay ile Cura Irmağı arasında ise üç düzey

olarak gözlenmişlerdir. Erkal (1991) arazi çalışmalarında Yalçınlar'a (1958) göre 5-6 ve 10 m., Bilgin'e (1963) göre 7-8, 25-30 m. ve daha yukarılarda konumlanan sekilerin 8-10, 25-30 ve 35-50 metreler arasında yer aldığını saptamıştır. "Bu sekiler bugünkü kıyı çizgisinin gerisinde, uçları birbirine değen üç ayrı yay şeklinde bir kuşak oluştururlar ve en alttaki seviye yaklaşık 250 metre genişlikte bir yayılım gösterirler" (Erkal, 1991: 119).

Yeşilirmak Deltası kıyı kesiminde deladaki akarsuların taşıyıp getirdikleri, dalgalar ve akıntılarla da şekillenmiş kumul alanları mevcuttur. Bazı kesimlerde ince bir hat halinde uzanan bu kumullar bazı yerlerde genişliğini arttırmaktadır. Örneğin Yeşilirmak'ın bugünkü ağız kısmından yaklaşık 5 km. kadar doğuda yaklaşık 500 metre genişliğe erişmektedir. Terme doğusunda incelen kumul alanları araştırma alanının doğu sınırına doğru neredeyse tamamen ortadan kalkmaktadır.

Yeşilirmak'ın bugünkü ağzının batısında nispeten daha düzenli bir uzanım gösteren bu kumul alanlarının en fazla genişliğe ulaştığı yer Kaynarca Dere batısında kalan kısımdır ve batıya doğru incelenerek ortadan kalkmaktadır (Şekil 13).

### **1.3. İklim Özellikleri**

İklimin topoğrafyanın şekillenmesi üzerinde önemli etkileri vardır. Dolayısıyla jeomorfoloji ile ilgili çalışmalar yapılırken iklim verilerinden bahsetmek, çalışmaya çok önemli katkı sağlamaktadır.

Hava kütleleri ile basınç ve rüzgâr koşulları yanında "atmosferin üst seviyelerindeki Rossby dalgaları, Kuzey Atlantik ve Arktik salınımları" (Atalay, 2010: 406) da ülkemizin iklim koşullarının belirmesinde etkin rol oynamaktadır. Dolayısıyla araştırma sahasının da iklim şartları bu etmenler altında şekillenmektedir.

Araştırma sahasının iklim özellikleri incelenirken Çarşamba Meydan, Samsun, Ünye, Amasya, Taşova, Çorum, Yozgat, Tokat, Almus, Reşadiye, Kelkit ve Erzincan istasyonları iklim verileri kullanılmıştır (Şekil 23). Analizlerde Çarşamba Meydan 1966-1992, Taşova 1986-2009, Reşadiye 1964-1992, Almus 1965-1983, Kelkit 1965-1983, Amasya 1961-2013 diğer istasyonların ise 1960-2013 yılları arası verileri kullanılmıştır.

Bu meteoroloji istasyonlarından sadece Çarşamba Meydan araştırma sahasının içerisinde yer almaktadır. Diğer istasyonların verileri ise Yeşilirmak Nehri havza sınırları ve yakın çevresi içerisinde bulunmaları sebebiyle analiz edilmiştir. Çünkü başta nehrin akım miktarı olmak üzere deltayı da çeşitli şekillerde etkilemektedirler

Araştırma sahasının Karadeniz kıyısında yer alması genel iklim özelliklerinin nemli bir karakter kazanmasına neden olmuştur. “Ovada ılık kışları, çok sıcak olmayan yaz mevsimi, bütün yıla düzenli dağılmış bol yağışları ile karakterize edilen nemli-ılıman iklim tipi hüküm sürmektedir” (Nişancı, 1986; Şahin, 2002a: 84).

İncelenen meteoroloji istasyonları konumları itibariyle Karadeniz’den iç kesimlere doğru yer değiştirdikçe ortaya çıkan iklim tiplerinde de değişimler görülmektedir. Ancak kıyı ile iç kesimler arasındaki iklimsel farklılık, Karadeniz Bölgesi’nin çoğu kesimine göre nispeten daha azdır. Bunun temel sebebi Orta Karadeniz de yer alan dağ sıralarının, batı ve doğuya göre daha alçak ve az engebeli olmasıdır.

Tablo 2. İnceleme alanı ve çevresinde bulunan Meteoroloji İstasyonlarının genel özellikleri.

Havza	İl	İlçe	İstasyon Adı	İstasyon No	Enlem	Boylam	Yük.(m.)
Yeşilirmak	SAMSUN	ÇARŞAMBA	Çarşamba Meydan	17031	41.26	36.56	7
Yeşilirmak	SAMSUN	ATAKUM	Samsun	17030	41.34	36.26	4
Doğu Karadeniz	ORDU	ÜNYE	Ünye	17624	41.14	37.29	16
Yeşilirmak	AMASYA	MERKEZ	Amasya	17085	40.67	35.84	409
Yeşilirmak	AMASYA	TAŞOVA	Taşova	18138	40.76	36.34	240
Yeşilirmak	ÇORUM	MERKEZ	Çorum	17084	40.55	34.94	776
Kızılırmak	YOZGAT	MERKEZ	Yozgat	17140	39.82	34.82	1301
Yeşilirmak	TOKAT	MERKEZ	Tokat	17086	40.33	36.56	611
Yeşilirmak	TOKAT	ALMUS	Almus	18145	40.37	36.91	819
Yeşilirmak	TOKAT	REŞADİYE	Reşadiye	18146	40.40	37.33	561
Yeşilirmak	GÜMÜŞHANE	KELKİT	Kelkit	18228	40.15	39.44	1483
Fırat-Dicle	ERZİNCAN	MERKEZ	Erzincan	17094	39.75	39.49	1216

Kaynak: D. M. İ. Genel Müdürlüğü.

Şekil 23: İncelenen meteoroloji istasyonlarının lokasyonları.



“Orta Karadeniz’in kıyı kuşağı nemli ılıman bir iklim tipine sahip bulunmakta, bol yağışlar ve nispeten yüksek sıcaklık değerleri yıl içinde az-çok düzenli bir dağılışı göstermektedir” (Nişancı, 1989: 71). Kıyı kuşağından içerilere gidildikçe yükseklik ve karasallık- denizellik koşullarının değişmesi nedeniyle iklim farklılıkları ortaya çıkmaktadır.

İklim tipleri açısından bakıldığında incelenen meteoroloji istasyonlarının kıyı şeridinde yer alanlarda Karadeniz İklim tipi, daha iç kesimlerde yer alan istasyonlarda ise Yarıkurak İç Anadolu İklim tipi etkilidir. Nemlilik bakımından bakıldığında ise Yeşilirmak Havzası; Koçman’a (1993) göre yarınemli bir iklim tipine sahiptir.

### 1.3.1. Sıcaklık

Genel olarak sıcaklık ve sıcaklığın yıl içerisinde değişimi güneş ışınlarının gelme açısına, topoğrafyaya (özellikle bakı ve yükseklik), bağıl nem, bitki örtüsü ve denizellik- karasallık durumlarına bağlıdır (Atalay, 2010: 433).

Araştırma sahasının kuzeydeki delta kısımlarının özellikle düz, yükseltinin az olması ve denizin etkisi ile burada yer alan istasyonların daha yüksek sıcaklık ortalamalarına



sahip olmasına neden olmaktadır. Yükseltinin ve karasallığın fazla olduğu kısımlara doğru gidildikçe sıcaklıklarda bir düşüş gözlenmektedir.

Tablo 3: Meteoroloji istasyonlarının uzun yıllık sıcaklık ortalamaları (°C).

İstas./Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
<b>Çarşamba</b> <b>1966-1992</b>	6.4	7.0	8.3	12.2	16.0	20.8	23.3	23.0	19.5	15.7	11.9	8.8	14.4
<b>Samsun</b> <b>1960-2013</b>	7.1	7.0	8.1	11.3	15.6	20.4	23.3	23.4	20.0	16.1	12.4	9.3	14.5
<b>Ünye</b> <b>1960-2013</b>	6.9	6.8	7.8	11.0	15.2	20.0	22.9	23.2	20.0	16.0	12.2	9.1	14.3
<b>Amasya</b> <b>1961-2013</b>	2.6	4.4	8.4	13.6	17.9	21.6	24.1	23.9	20.0	14.6	8.6	4.6	13.7
<b>Taşova</b> <b>1986-2009</b>	3.3	4.9	8.8	13.3	17.1	21.2	24.1	24.7	20.7	15.5	9.0	4.8	14.0
<b>Çorum</b> <b>1960-2013</b>	-0.3	0.9	5.1	10.5	14.9	18.5	21.1	21.0	17.0	11.7	5.9	1.8	10.7
<b>Yozgat</b> <b>1960-2013</b>	-1.9	-0.9	2.9	8.4	13.1	16.8	19.7	19.6	15.5	10.2	4.6	0.4	9.0
<b>Tokat</b> <b>1960-2013</b>	1.8	3.4	7.4	12.5	16.5	19.8	22.3	22.3	18.7	13.7	7.9	3.9	12.5
<b>Almus</b> <b>1965-1983</b>	0.5	2.4	5.8	10.8	14.7	17.6	19.9	19.9	16.8	12.3	7.3	3.2	10.9
<b>Reşadiye</b> <b>1964-1992</b>	2.8	4.0	7.7	12.6	16.2	19.8	22.3	22.1	18.9	13.6	8.8	4.8	12.8
<b>Kelkit</b> <b>1965-1983</b>	-7.6	-6.0	0.5	7.3	11.8	15.2	18.8	18.7	14.7	9.0	2.4	-3.6	6.8
<b>Erzincan</b> <b>1960-2013</b>	-2.9	-1.1	4.4	10.8	15.6	20.0	24.0	23.8	18.9	12.1	5.2	0.0	10.9

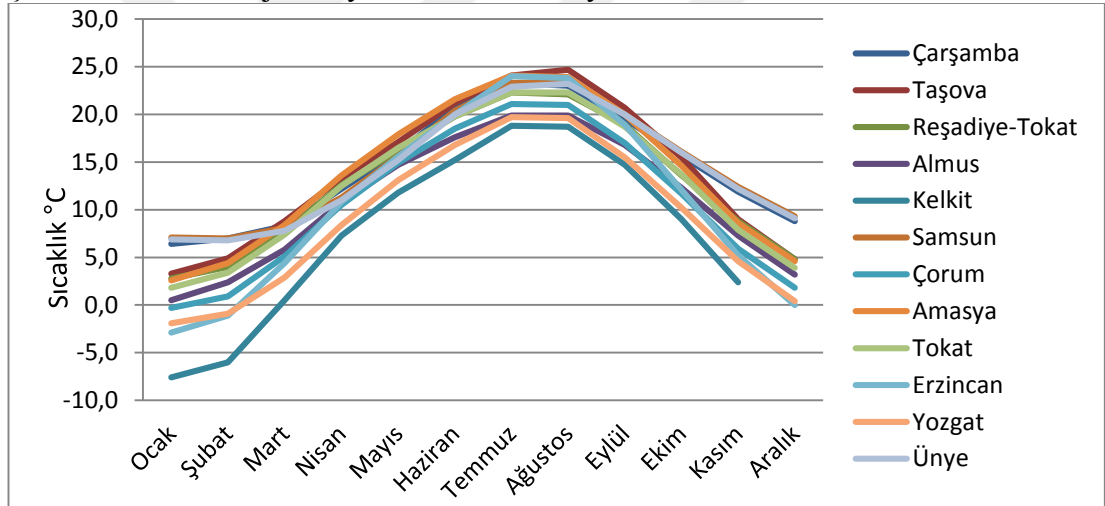
Kaynak: D. M. İ. Genel Müdürlüğü

Sıcaklıkların yıl içerisindeki gidişatı ve aylara dağılışı karakterini ortaya koyabilmek için ayların uzun yıllar ortalamaları hesaplanmış ve istasyonların birbirleri ile kıyaslamalarının yapılabilmesi için hepsi bir grafikte gösterilmiştir (Şekil 24). Bu istasyonların hepsinin aynı gözlem tarihleri arasında çalışmamış olması yorumlama açısından olumsuz bir durum oluşturmasına rağmen, veriler sıcaklık değerlerinin genel durumunu göstermesi açısından önem arz etmektedir. Araştırma sahasının bulunduğu yarıküre itibarıyla bütün meteoroloji istasyonlarında yaz aylarının yılın diğer aylarına göre daha sıcak olması olağan ve beklenen bir durum olmakla birlikte, ortalama sıcaklık değerleri farklılıklar arz etmektedir.

İncelenen meteoroloji istasyonlarının en yüksek sıcaklık ortalamasına sahip ayları Temmuz ve Ağustos'tur. Taşova, Samsun ve Ünye'nin sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu ay Ağustos iken, Almus, Tokat'ın Temmuz ve Ağustos ortalamalarının eşit olduğu görülmektedir. Diğer istasyonlarda ise en yüksek ortalama Temmuz ayına aittir. En yüksek aylık ortalama sıcaklık ise Taşova istasyonunun Ağustos ayı ortalama sıcaklığı olan 24.7 °C'dir (Tablo 3).

Ünye, Amasya, Samsun, Almus, Reşadiye, Taşova ve Çarşamba'da hiçbir ayın uzun yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 0°C'nin altına düşmediği görülmektedir. Diğer istasyonlarda sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü aylar ise Aralık, Ocak ve/veya Şubat aylarıdır (Tablo 3).

Şekil 24: Meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllık sıcaklık ortalamaları.



En düşük aylık ortalama sıcaklık -7.6°C Kelkit'de Ocak ayına aittir. Ayrıca Kelkit istasyonunun bütün aylarının ortalama sıcaklık değerlerinin diğer bütün istasyonların aylık ortalama sıcaklık değerlerinden düşük olması da dikkati çeken bir özelliktir. Samsun'un Ocak ayı ortalamasının 7.1 °C olduğu göz önüne alındığında iki istasyonun Ocak ayı ortalama sıcaklık değerleri arasındaki bu büyük farklılık havzanın çeşitli bölümlerinin iklim özelliği bakımından birbirlerinden ne kadar ayrı özelliklere sahip olduklarını ortaya koyan bir örnektir (Tablo 3).

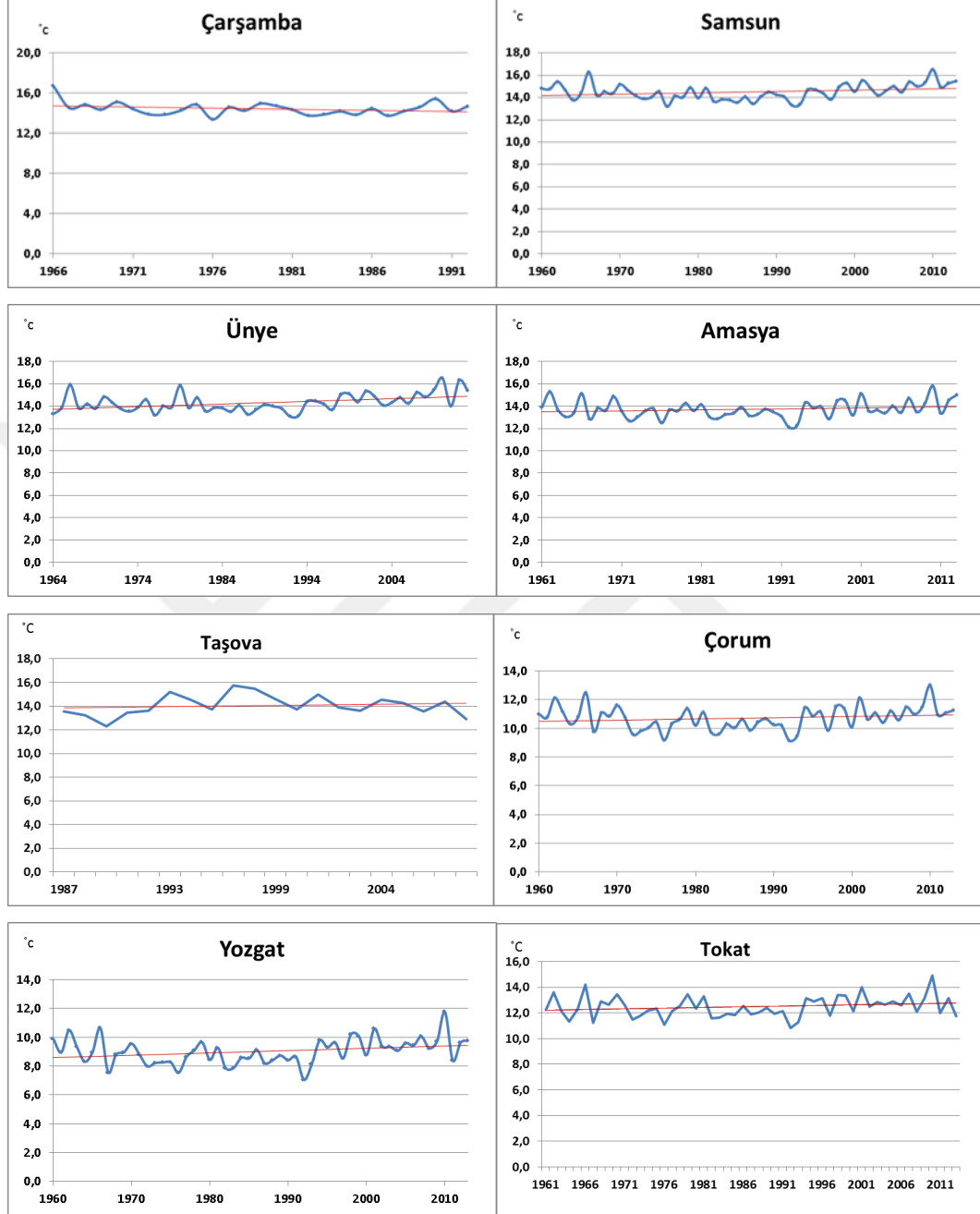
Ayrıca yıllık sıcaklık ortalamalarının yıllar arasında nasıl bir gidiş gösterdiğini görsel olarak ortaya koyabilmek için de her istasyon için yıllık sıcaklık ortalamaları grafikleri hazırlanmıştır. Bu grafikler incelendiğinde en dikkati çeken durumlardan biri 1992 yılı

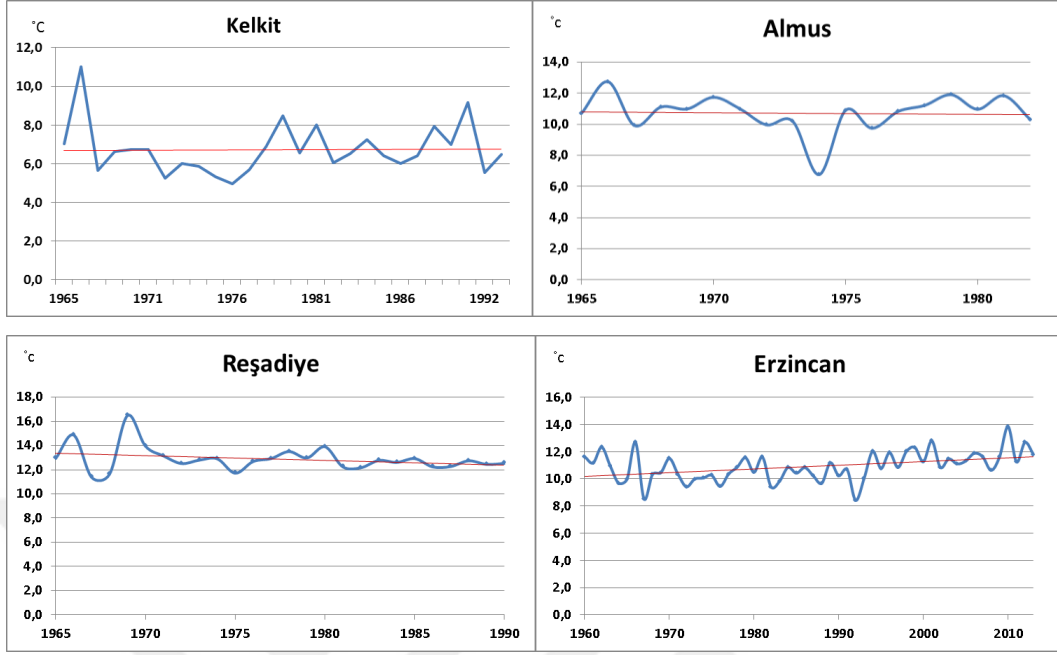
ortalama sıcaklıklarında belirgin bir düşüşün oluşudur (Şekil 25). 1992 yılında düşük sıcak değerleri sadece incelenen alanlarda değil, genel olarak Türkiye’de ve Kuzey Yarım Kürede etkili olmuştur. “1992 yılı sürekli pozitif NAO nedeniyle, kuzeyli hava akımları Karadeniz üzerinden Türkiye’yi de etkileyerek düşük sıcaklıkların ve kar yağışının görüldüğü bir yıl yaşanmasına neden olmuş” (Kum ve Kılıç, 2013: 25), ayrıca dünya için de bir soğuma yılı olarak kabul edilmiştir. 1992 yılı Grönland buzul erimelerinde önemli oranda azalma görülmesi (Abdalati ve Steffen, 1997:1796) de bu soğuma eğiliminin Kuzey Yarım Kürede etkisini göstermektedir. Küresel sıcaklıklarda 1992 ve 1993 yıllarında görülen azalmanın temel sebebi, Filipinler’de bulunan Pinatubo volkanının 1991 yılındaki etkinliğidir. Bu volkanik patlama NAO’nun kuvvetli negatif evresi olan El Nino’yu 1991-1993 döneminde maskeleymiş, sonucunda bu iklim salınımı pozitif evrede seyretmiştir (Erlat, 2010: 257).

Verileri incelenen meteoroloji istasyonları arasında uzun yıllara ait yıllık sıcaklık ortalaması değeri en düşük olan istasyon 6.8 °C ile Kelkit’tir. Uzun yıllara ait yıllık sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu meteoroloji istasyonu ise 14.5 °C ile Samsun’dur. Bu istasyonları Çarşamba (14.4°C) ile Ünye (14.3°C) takip etmektedir. Ortalamaların en yüksek olduğu bu yerlere bakıldığında hepsinin ortak özelliği olarak deniz kıyısında bulunmalarıdır. Bu da denizelliğin iklim üzerindeki yumuşatıcı etkisinin bir kanıtı olarak kabul edilebilir.

Koçman’ın (1993) yaptığı incelemeye göre Yeşilirmak Havzası’nın Karadeniz kıyısındaki kesimleri Karadeniz Termik Rejim tipine girerken iç kesimler Karasal İç Anadolu Termik Rejimi özellikleri göstermektedirler.

Şekil 25: Meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları ve eğilim çizgileri.





### 1.3.2. Yağış

Karadeniz Bölgesi Türkiye'nin en fazla yağış alan bölgesidir. Fakat Orta Karadeniz bölümü, kıyı ardındaki dağların daha az yüksek oluşu nedeniyle batı ve doğuya nazaran daha az yağış alır. Her mevsimi yağışlı olan Karadeniz yağış rejimi bölgesinde, en yüksek yağış sonbaharda gerçekleşmektedir (Türkeş, 2010: 385).

Yağış değerleri açısından bakıldığında kıyı ve iç kesimler arasındaki farklılıklar bariz şekilde görülmektedir. En yüksek yağış miktarına sahip istasyonlar kıyı kuşağında bulunurken, iç kesimlerdeki istasyonların yağış değerleri düşüktür. İncelenen meteoroloji istasyonları içerisinde uzun yıllara ait yıllık toplam yağışların ortalaması en yüksek olan yer 1152,9 mm yağış ile Ünye'dir. 1000 mm'nin üzerinde yağış alan diğer istasyon ise Çarşamba'dır (1021,7 mm). Yıllık toplam yağışların ortalamasının en düşük olduğu istasyon ise Kelkit'tir (326,3 mm). Erzincan (380,3 mm), Reşadiye (421,3 mm), Tokat (432,9 mm), Çorum (435,2 mm), Amasya (459,9 mm) ve Taşova'nın (461,8 mm) da yıllık toplam yağış ortalamaları 500 mm'nin altındadır (Tablo 4).

Uzun yıllık yağışların aylara nasıl dağıldığını gösterebilmek için grafik oluşturulmuş, kıyaslanmalarının kolay olması için de bütün istasyonlar tek bir grafikte gösterilmiştir

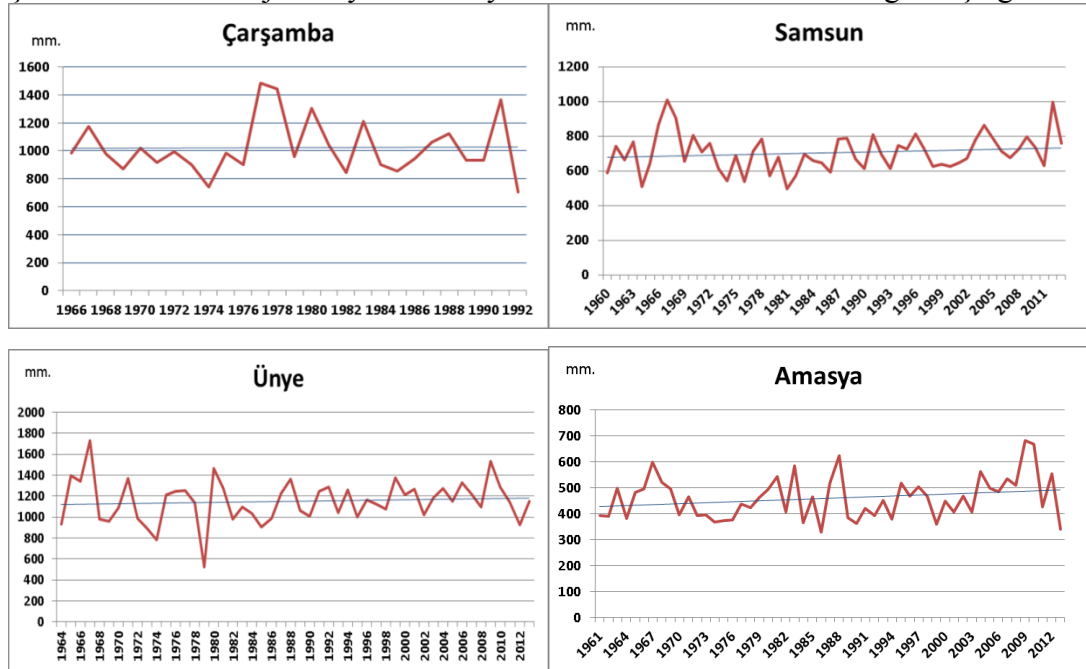
(Şekil 27). Bu grafikten de görülebileceği gibi en yüksek değer 133,8 mm ile Ünye'nin Ekim ayına, en düşük değer ise 6,1 mm ile Tokat'ın Ağustos ayına aittir.

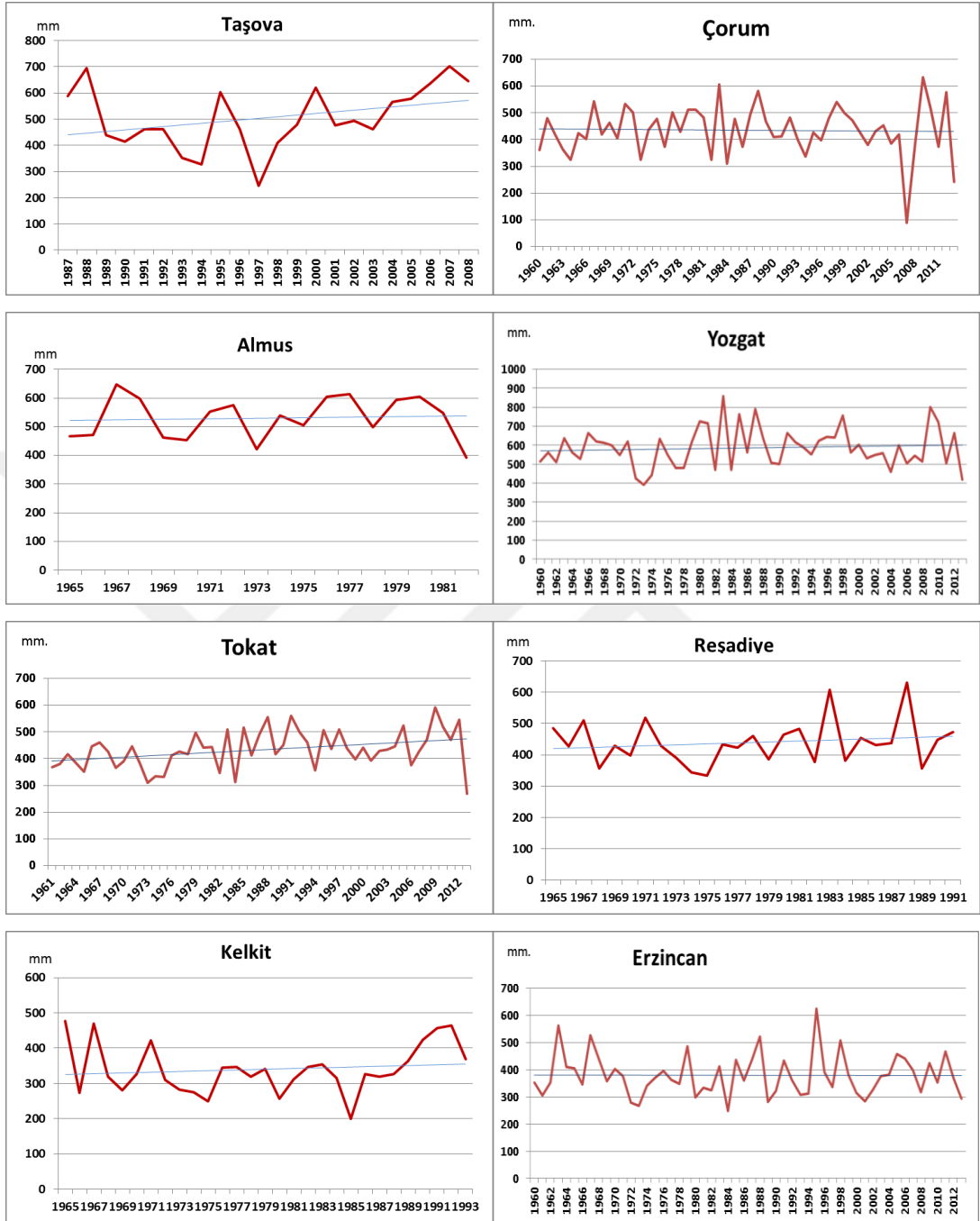
Ünye'nin minimum yağışı Mayıs ayında iken, diğer bütün meteoroloji istasyonlarının minimum yağışları yaz aylarından birinde (9 tanesi Ağustos ayı) gerçekleşmiştir. İstasyonların maksimum yağış ortalamasına sahip aylara bakıldığında 7 tanesinin maksimum yağışının Nisan-Mayıs aylarında (5 tane Mayıs ayı), 5 tanesinin ise Ekim-Kasım-Aralık aylarında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 27).

Maksimum yağış alan aylar arasında en düşük değer Erzincan'a (54,1 mm) aittir. Yani diğer bütün istasyonların maksimum yağışları Erzincan'ın maksimum yağışından fazladır. Giresun'un minimum yağış tutarının (66,3 mm Mayıs ayı) bile Erzincan'ın maksimum yağış ortalamasından fazla olması incelenen meteoroloji istasyonları arasındaki yağış farkını açıkça göstermektedir.

Uzun yıllar yağış ortalamaları grafiğinden net olarak gözlenebilen sonuçlardan bir tanesi de kıyı bölgesinde yer alan istasyonlar (Çarşamba, Samsun ve Ünye) hariç bütün istasyonlarda Temmuz-Ekim döneminde yağış miktarları çok düşmekte ve birbirlerine çok yakın seviyeye gelmektedirler.

Şekil 26: Meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları ve eğilim çizgileri.

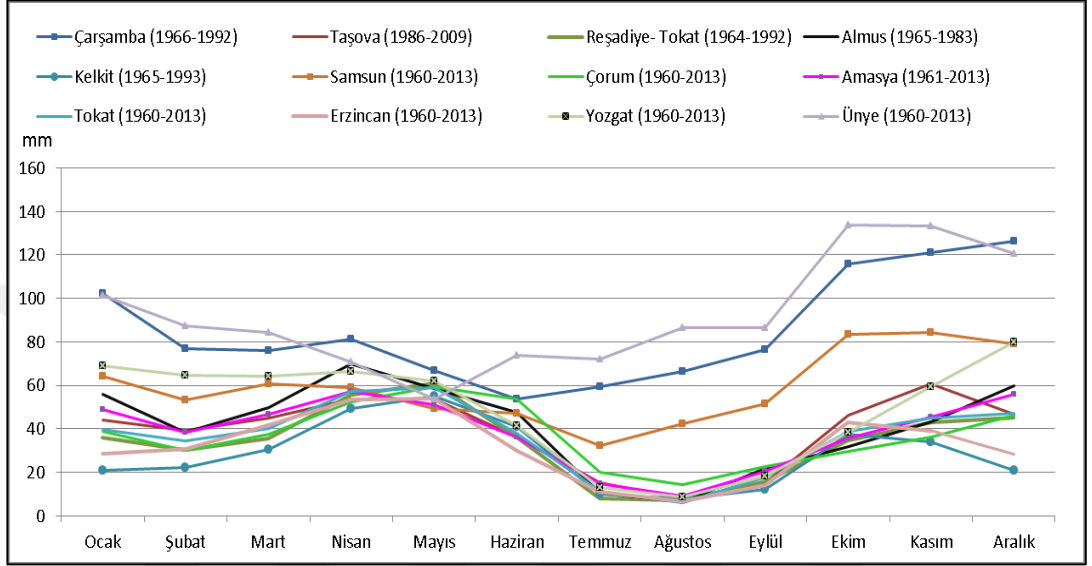




Yağışların mevsimlere dağılışına baktığımızda Samsun, Çarşamba ve Ünye’de mevsimlere nispeten daha düzenli dağılmakla birlikte maksimum yağışın sonbahar aylarında düştüğü görülmektedir (Şekil 28). Yağışın bu karakteri Karadeniz tipi yağış koşullarına uymaktadır. Erzincan, Çorum, Amasya, Tokat, Kelkit, Almus, Reşadiye ve Tokat ise maksimum yağışın ilkbahar aylarında düşmesiyle Kontinental yağış tipine girmektedir. Bu tipte yağış azamisinin ilkbahar veya ilkyaza rastlamasının sebebi

geciken frontal faaliyetlerdir (Erinç, 1996: 334). Yozgat ise maksimum yağışı kış aylarında alır ve yağış karakteri bakımından İç Anadolu İntikal tipine girmektedir.

Şekil 27: Meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama yağışların uzun yıllar ortalamaları.



En az yağış alan mevsim Ünye dışındaki diğer istasyonlarda yaz iken, Ünye’de ilkbahardır.

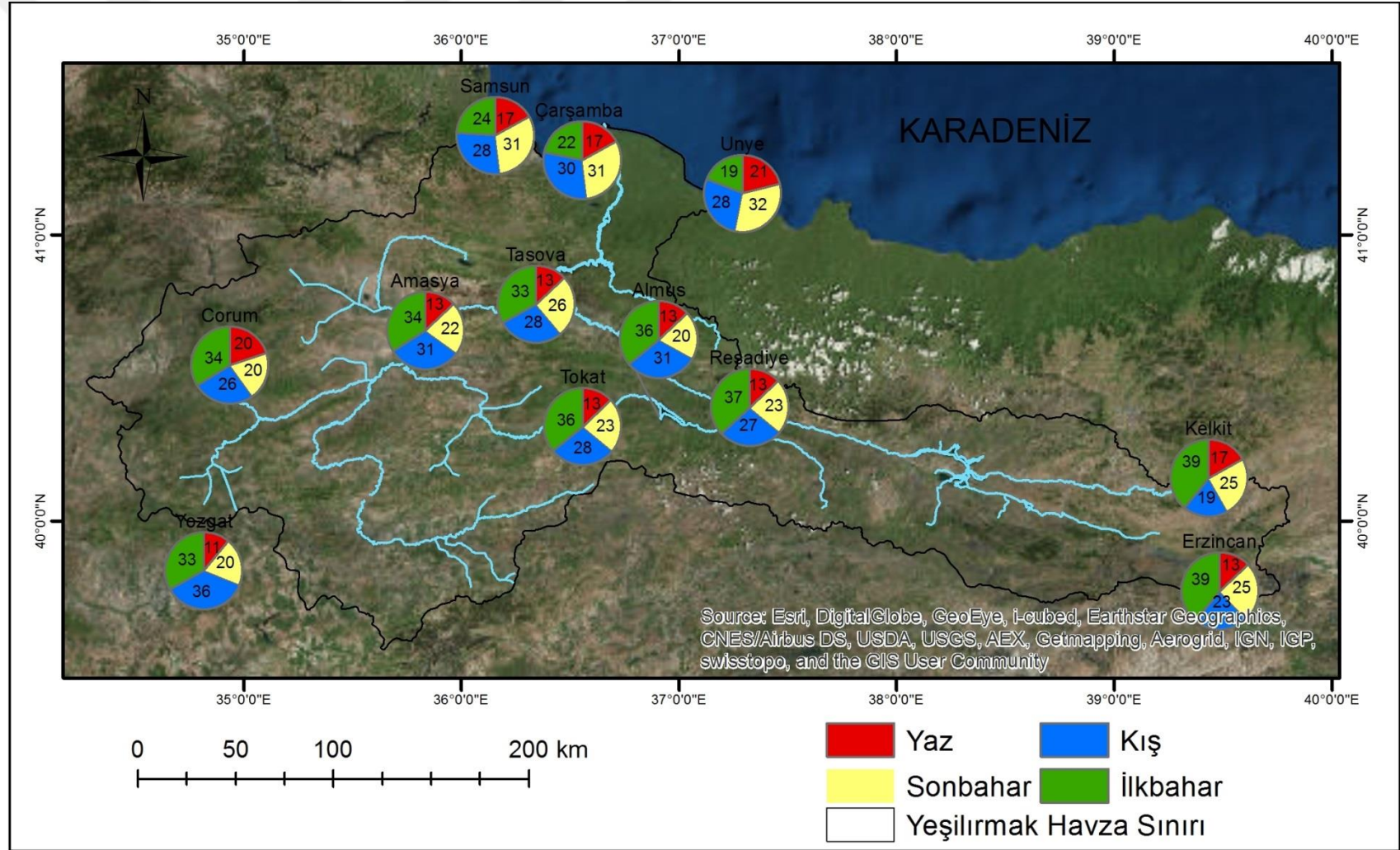
Tablo 4: Meteoroloji istasyonlarının yıllık toplam yağış miktarları(mm.).

	Çarşamba	Taşova	Kelkit	Reşadiye	Almus	Ünye	Samsun	Çorum	Amasya	Tokat	Erzincan	Yozgat
1960							588,1	361,0			352,4	513,9
1961							745,7	481,3	392,1	368,1	306,4	561,1
1962							665,2	420,5	390,6	379,6	353,8	509,9
1963							768,0	364,0	499,7	415,9	562,0	637,4
1964						933,4	512,4	325,2	381,2	381,8	410,1	562,9
1965			476,7	486,0	466,1	1394,4	644,5	425,2	482,5	350,8	406,1	529,5
1966	985,1		273,9	426,3	471,2	1344,8	868,4	402,4	496,2	446,0	345,1	665,0
1967	1174,6		470,5	510,6	648,1	1731,8	1012,2	542,8	600,1	460,6	526,2	619,5
1968	981,3		318,4	357,4	597,2	981,9	907,7	419,0	521,1	427,0	438,9	612,4
1969	869,7		281,3	430	461,9	963,9	656,8	462,0	495,3	365,9	358,4	600,9
1970	1020,6		351,9	397,4	454,2	1091,2	805,3	405,4	395,7	389,1	402,2	548,6
1971	919,2		422,5	519,6	553,7	1369,9	708,8	532,9	466,6	445,5	376,8	620,4
1972	993,5		309,1	455,0	574,7	990,7	759,0	501,7	392,6	382,0	279,9	424,5
1973	904,0		282,6	390,3	422,4	891,4	613,6	324,4	396,0	309,0	267,9	391,0
1974	741,5		275,5	344,1	539	785,3	544,3	435,7	367,5	333,9	341,1	444,0
1975	984,3		249,4	334,3	504,1	1214,4	689,4	476,7	374,5	333,0	370,8	633,7
1976	901,5		344,6	433,2	604,5	1248,7	538,1	373,5	375,4	411,6	395,2	550,1
1977	1484,8		346,2	422,7	613,9	1251,5	715,5	502,5	436,6	427,5	363,7	481,2



1978	1443,4		318,4	460,2	498,2	1136,4	783,8	429,2	424,0	416,0	347,9	482,1
1979	956,2		340,4	385,0	593,3	525,9	571,6	512,5	461,9	496,9	487,2	617,8
1980	1303,6		256,5	464,6	605,0	1465,2	683,5	511,3	492,5	441,3	298,5	725,9
1981	1042,9		312,0	482,9	547,2	1272,8	496,7	482,1	544,3	443,9	333,8	715,3
1982	844,7		346,7	377,1	393,4	979,0	573,7	324,7	406,8	346,9	323,8	470,2
1983	1210,8		354,8	607,2		1100,2	697,1	606,7	584,8	510,2	412,4	858,2
1984	902,0		315,5	382,1		1038,4	659,1	310,6	364,7	313,3	248,0	471,4
1985	857,3		198,9	454,4		906,6	649,0	476,6	466,5	517,0	436,9	765,0
1986	944,0		326,3	432,0		986,3	595,5	372,5	330,3	412,2	359,9	562,3
1987	1060,0	587,4	320	437,4		1224,5	784,5	494,6	518,1	490,5	436,7	792,4
1988	1125,5	695,3	326	630,1		1360,3	791,7	581,5	622,8	555,9	522,7	635,4
1989	930,5	439,6	364,1	356,6		1062,4	668,4	466,9	384,7	417,7	281,6	509,1
1990	932,1	415,0	423,1	448,5		1009,9	615,7	409,7	361,6	450,9	323,2	501,8
1991	1366,4	462	456,6	473,2		1245,0	812,3	412,7	420,7	561,5	433,8	664,2
1992	707,2	462	464,3			1287,1	693,8	483,6	392,9	500,1	361,9	618,5
1993		353,1	368,5			1041,3	614,6	400,4	450,3	460,4	307,7	588,4
1994		327,4				1260,5	746,7	337,1	379,7	355,1	312,3	553,6
1995		601,7				1002,1	726,5	425,7	519,1	507,3	626,0	622,3
1996		423,4				1163,7	813,4	398,6	468,6	437,2	390,3	643,6
1997		245,1				1126,7	728,7	480,3	504,2	509,0	336,2	641,5
1998		409,4				1077,1	625,5	542,1	467,0	437,8	508,3	756,4
1999		479,5				1374,9	639,1	498,8	358,9	398,7	382,8	562,8
2000		619,6				1212,8	625,4	473,8	449,0	441,1	314,5	602,9
2001		476,3				1271,1	646,9	425,5	406,6	392,7	284,0	530,2
2002		494,9				1021,2	673,3	381,2	467,8	429,1	326,3	548,3
2003		461,9				1185,0	779,7	430,5	407,6	433,6	376,4	559,1
2004		565,0				1273,8	866,7	452,5	561,4	445,3	382,5	460,5
2005		578,3				1149,4	788,4	385,2	497,8	523,4	457,8	601,3
2006		637,0				1331,4	714,7	420,1	484,2	376,6	441,9	503,3
2007		702,0				1223,3	677,5	88,9	535,6	425,8	397,4	545,1
2008		645,0				1097,9	726,6	386,2	509,3	471,2	317,7	516,3
2009						1532,8	796,6	633,8	681,2	592,9	424,3	801,6
2010						1285,9	736,5	514,9	667,1	518,4	352,1	722,9
2011						1143,0	631,3	373,9	425,7	470,2	468,8	505,6
2012						926,4	999,1	577,1	553,7	546,7	369,9	663,7
2013						1151,2	758,8	242,9	340,6	269,6	293,4	419,2
Ortalama	1021,7	461,8	326,3	421,3	514,2	1152,9	706,2	435,2	459,9	432,9	380,3	586,0

Kaynak: D. M. İ. Genel Müdürlüğü



Şekil 28: Meteoroloji istasyonlarında yağışın mevsimlere dağılışı oranları(%).

### 1.3.3. Basınç ve Rüzgâr

“Türkiye üzerindeki yere yakın egemen hava akımları, kış aylarında Doğu Avrupa’ya kadar yayılan Sibiryâ antisiklonları ve polar cephe siklonları ile Akdeniz siklonlarınca denetlenir” (Türkeş, 2010:413). Yaz mevsiminde ise kışa nazaran daha muntazam bir basınç dağılışı hâkim olmakla birlikte kuzeybatıdaki Azor antisiklonundan güneydoğuya doğru ilerlemiş bulunan bir basınç gradyanı, basınç ve rüzgâr şartlarını belirlemektedir (Erol, 1999: 313).

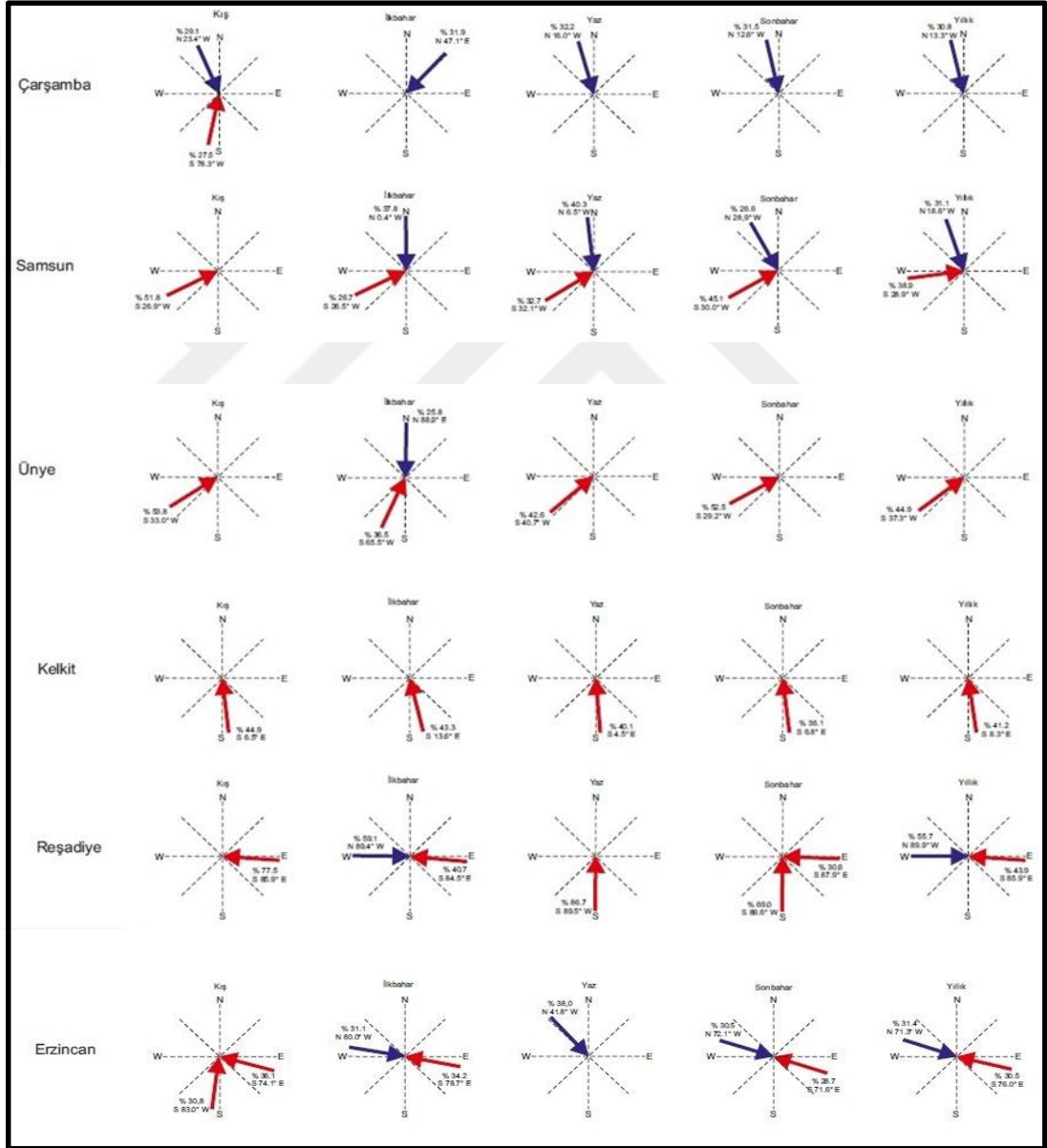
Hava kütlelerinin yatay yönde hareketi olan rüzgârların hâkim yönleri; incelenen meteoroloji istasyonları arasında basınç durumları, kara-deniz dağılışı, yer şekilleri ve mevsimler gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çalışma sahasındaki hâkim rüzgâr yönlerini ifade edebilmek için Rubinstein formülü uygulanmıştır.

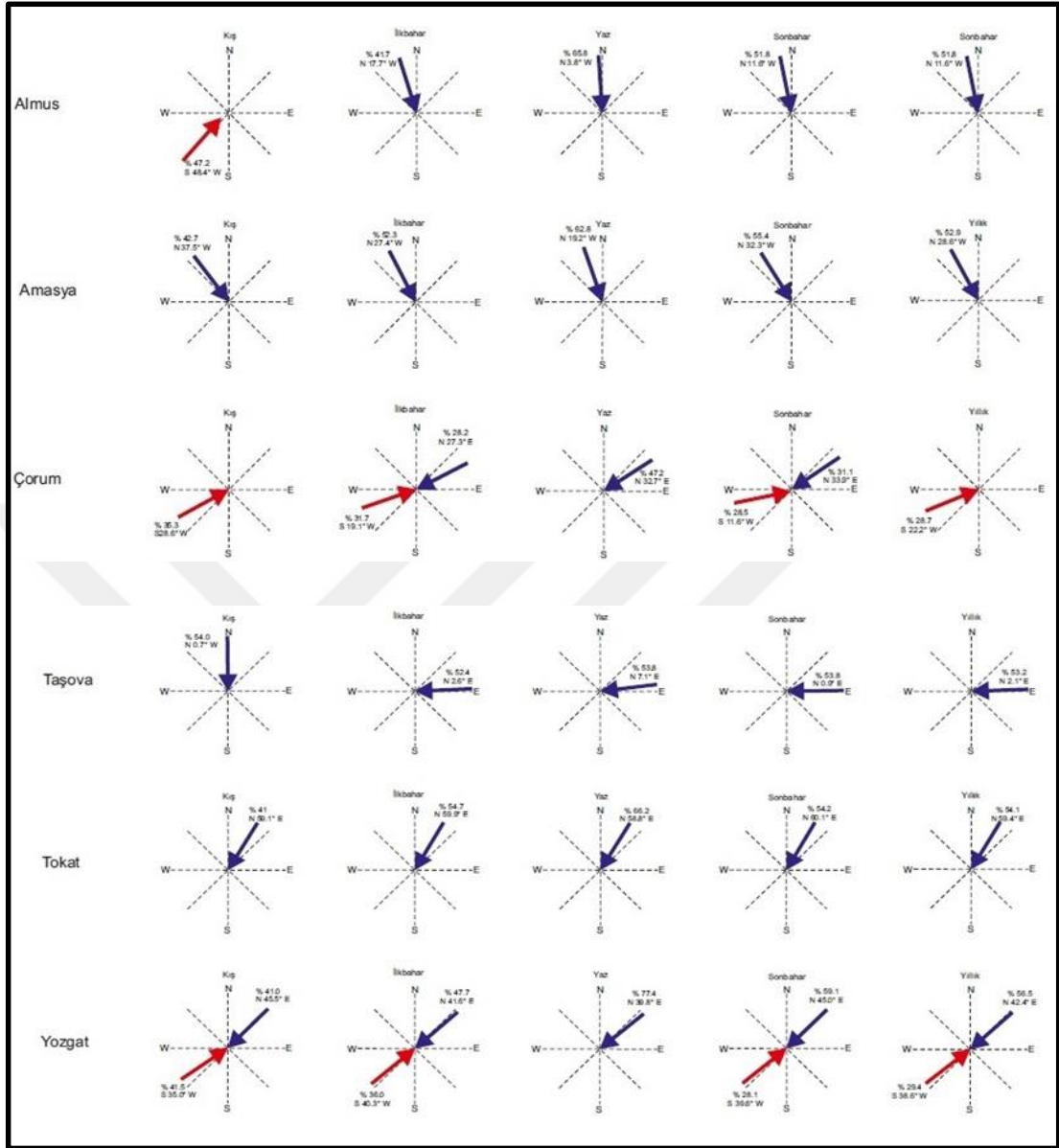
Yaz mevsiminde, hâkim hava kütleleri dolayısıyla tüm Türkiye’de kuzey sektörlü rüzgârlar etkiliyken, “kış aylarında Karadeniz kıyılarında güney rüzgârları egemendir” (Koçman, 1993: 15). İncelenen meteoroloji istasyonlarından kıyı kesimde yer alanlara bakıldığında Samsun’da kış mevsimine güneybatı sektörlü rüzgârların hâkim olduğunu, diğer mevsimler ve yıllık değerlerde ise güneybatıya kuzey-kuzeybatı sektörünün de eşlik ettiğini görmekteyiz (Şekil 29). Ünye’de ilkbaharda ikinci yön olarak kuzeyin görülmesiyle beraber tüm mevsimlerde ve yıllık değerlerde güneybatı sektörlü rüzgârlar egemendir. Çarşamba’da kış mevsiminde kuzeydoğu diğer mevsimlerde kuzeybatı yönlerinin hâkim olmasına ek olarak kış mevsiminde ikinci yön olarak güneybatının da etkili olduğu çizilen rüzgârgüllerinden de anlaşılmaktadır.

İç kesimlerdeki meteoroloji istasyonlarına bakıldığında ise Yozgat ve Tokat’ta kuzeydoğu, Amasya’da kuzeybatı, Kelkit’te güneydoğu sektörlü rüzgârlar hâkimdir. Ayrıca Almus’ta kış mevsimindeki güneybatı rüzgârları haricinde genel olarak kuzeybatılı rüzgârlar etkilidir. Çorum’da yaz ve sonbaharda kuzeydoğu olmak üzere diğer mevsimlerde güneybatı sektörlü rüzgârlar hâkimdir. Erzincan’da ilkbahar ve kış mevsiminde güneydoğu, diğer mevsimlerde kuzeybatı yönlü rüzgârlar etkilidir. Reşadiye’de mevsimler arasında hâkim rüzgâr yönü değişmekte, kuzey dışındaki tüm yönlerden rüzgârlar etkili olmaktadır. Taşova’da ise kışın kuzey sektörlü olmakla beraber diğer mevsimlerde doğu sektörü hâkimdir.

Bütün meteoroloji istasyonlarında hâkim rüzgâr yönlerini etkileyen faktörler, mevsimler arasında basınç kuşaklarının konumuna göre değişmekle birlikte istasyonların buldukları bölgedeki topoğrafik koşullardır. Rüzgârlar, istasyonların içinde buldukları vadileri takip ederek esmektedirler.

Şekil 29: Tez sahası ve onun etki alanındaki meteoroloji istasyonlarının en sık esen rüzgâr yönlerini gösteren Rubinstein rüzgârgülleri (Kırmızı renkli oklar güney sektörlü, mavi renkli oklar ise kuzey sektörlü rüzgâr yönlerini ifade etmektedir).





### 1.3.4. Nem ve bulutluluk

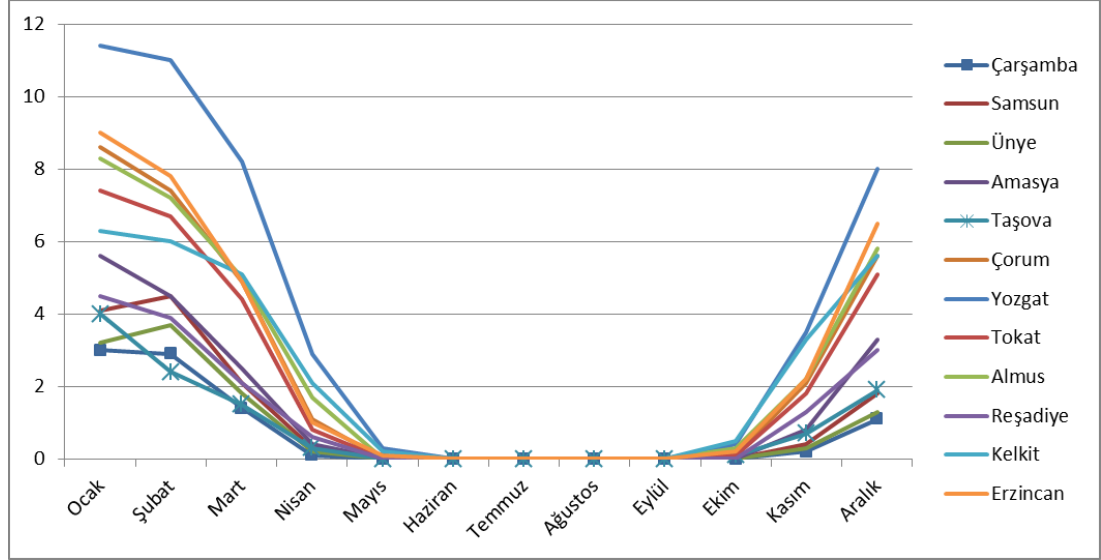
Atmosferdeki su buharı olan nem çeşitli şekillerde ifade edilmektedir. Havanın içindeki nem miktarının taşıyabileceği nem miktarına oranını ifade eden nisbi (bağıl) nem, havanın neme doygunluğunu bir başka ifadeyle yağış olma olasılığını ifade etmektedir (Erol, 1999). İncelenen meteoroloji istasyonlarının nisbi nem değerlerine bakıldığında denizelliğin etkisiyle kıyıda yer alan yerlerin nem miktarının fazla olması beklenen bir durumdur. Yıllık ortalama nisbi nem miktarı en fazla olan istasyon %75,4 ile Ünye'dir. Diğer kıyı kentlerine ait istasyonların nem miktarları da ortalama %72,7-73,1 arasındadır.

İç kesimde yer alan istasyonların yıllık ortalama nisbi nem miktarları denizin etkisinin iç bölgelere tam ulaşmamasından dolayı düşüktür, %56,5 (Taşova) -%67,4 (Çorum) arasında değişmektedir.

Aylık nisbi nem ortalamalarına bakıldığında Kelkit (Mart) dışındaki iç kesimlerde yer alan istasyonlarda maksimum nisbi nem oranına Ocak ve Şubat aylarında, minimum nem oranına ise Temmuz ve Ağustos aylarında ulaşıldığı görülmektedir. Kıyı bölgelerde ise Çarşamba (Haziran) dışındaki istasyonların minimum nisbi nem oranı Aralık ayında, maksimum nem miktarı ise 1 istasyonda (Ünye) Mart ayında, Samsun ve Çarşamba'da ise sırasıyla Mayıs ve Ekim aylarında gerçekleşmiştir.

Gökyüzünü kaplayan bulutların miktarını ifade eden bulutluluk oranı onda 0-2 arasındaysa açık gün, 2-8 arasındaysa bulutlu gün, 8-10 arasındaysa kapalı gün olarak adlandırılmaktadır (Erol, 1999: 228). İncelenen meteoroloji istasyonları en düşük bulutluluk oranlarına yaz mevsiminde ulaşmaktadırlar (Tablo 5).

Şekil 30: Meteoroloji istasyonlarına ait kar yağışlı gün sayıları.



Samsun, Çarşamba ve Ünye'de yıllık kapalı gün sayılarının ortalaması 100'ün altına düşmezken, bu değer iç bölgelere gidildikçe nemle doğru orantılı olarak düşmekte, en düşük değere Erzincan'da (63,6) erişmektedir. Çarşamba dışındaki kıyı istasyonlarda bulutlu gün sayısı kapalı gün sayısından fazladır ve bütün kıyı istasyonlarında bulutluluk bakımından yılda en az açık günler yaşanmaktadır. Nem miktarının artması, yıl içinde yaşanan bulutlu ve kapalı gün sayılarını arttırmaktadır.

Yıl içindeki aylara bakıldığında da en fazla açık günün genellikle yaz aylarında yaşandığı, en fazla bulutlu günün ise çoğunlukla Mayıs ayında olduğu görülmektedir.

Tablo 5: Meteoroloji istasyonlarının nem ve bulutluluk özellikleri.

Meteoroloji i.	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
<b>ÇARŞAMBA</b>													
O.Nem(%)	72	71,3	73,1	72,8	72,4	70,4	70,8	73,2	77,1	77,6	73,3	72,3	73
O.Bulutluluk	7,3	7,2	7	6,6	5,7	4,2	3,8	4,2	5,6	6,2	6,6	7,2	6
O.Açık Günler S.	4,9	4,3	5,8	5,8	8,2	12,4	13,9	12,9	8,3	7	6	4,7	94,2
O.Bulutlu Günler S.	6,9	7	7	8,1	10	9,7	9,8	10,3	10,4	8,6	7,7	6,9	102,4
O.Kapalı Günler S.	19,1	16,9	18,2	14,6	12,8	7,9	7,3	7,8	11,3	14,3	15,2	17,1	162,5
<b>TAŞOVA</b>													
O.Nem(%)	62,2	60,7	57	54,8	55,7	52,8	50,6	50,1	53,4	59	60,5	61,3	56,5
O.Bulutluluk	7,3	6,9	5,8	5,2	4,6	3,4	2,8	2,8	3,5	5,1	5,8	7	5
O.Açık Günler S.	1,2	1,4	3,5	4,2	6	10	13,5	11,1	6,5	4,8	2,6	1,5	66,3
O.Bulutlu Günler S.	12,9	13,1	14,5	14,6	13,9	11,9	11,4	13	13,2	16,4	16,9	15,8	167,6
O.Kapalı Günler S.	12,6	8,5	7,9	5,8	5,5	2,6	1,9	1,3	2,2	7	7,7	10,9	73,9
<b>REŞADİYE</b>													
O.Nem(%)	65,2	62,8	58,9	58	61,8	57,5	53	52,7	55,5	63,6	62,9	64,1	59,7
O.Bulutluluk	6,3	6,2	5,9	5,9	4,9	3,8	3,7	3,5	3,2	4,5	5,6	6,4	5
O.Açık Günler S.	5,9	5,3	6,3	5,9	7,5	10,8	12,3	13,8	13,8	10,4	6,8	6,1	104,9
O.Bulutlu Günler S.	10,5	9,9	11,6	11,4	14	11,3	11,8	10,6	10,6	9,8	9,8	9,8	131,1
O.Kapalı Günler S.	13,6	11	10,9	9,5	6,2	4,7	4,8	4,4	3,4	7,6	10,2	13,9	100,2
<b>ALMUS</b>													
O.Nem(%)	72,3	69,3	64,9	58,7	60,4	60,5	58	56,5	59,6	63,5	67,7	70,9	63,5
O.Bulutluluk	6,6	6,5	6,3	6,2	5,2	4,2	3,8	3,6	3,6	4,7	5,5	6,8	5,2
O.Açık Günler S.	3,9	3,9	4,1	3,8	5,3	8,7	9,5	11,8	11,4	7,9	6,2	3,6	80,1
O.Bulutlu Günler S.	13,6	11,9	12,9	13,1	16,2	13,8	13,2	12,4	13,6	13,7	12,8	11,9	159,1
O.Kapalı Günler S.	13,5	12,3	10,7	9,9	6,2	4,3	3,8	3,6	3,4	6,4	8,9	13,8	96,8
<b>KELKİT</b>													
O.Nem(%)	60,2	62,3	63,9	59,9	57	54	48,6	48,8	51,4	58,9	62,5	63,8	57,6
O.Bulutluluk	5,9	5,8	5,7	6,3	5,8	4,5	3,1	2,9	3,4	4,5	5,5	6,1	5
O.Açık Günler S.	3,3	3	3,5	2,7	2,1	5,4	10,2	11,6	9,6	7,7	4,6	3,3	67
O.Bulutlu Günler S.	18,2	17,2	19,3	17,4	21,7	19,3	17,6	16,4	17,6	17,9	16	15,6	214,2
O.Kapalı Günler S.	8,4	7	8,2	8,9	6,1	3,1	0,9	0,6	1,7	4,3	7,1	8,7	65
<b>SAMSUN</b>													
O.Nem(%)	66,7	69,2	74,8	78,3	79,3	74,7	72,6	72,5	74,1	74,7	69,2	65,8	72,7
O.Bulutluluk	6,9	7	7,1	6,6	5,8	4,6	4	4,1	4,9	5,7	6	6,6	5,8
O.Açık Günler S.	2,5	2,1	2,3	2,7	4	6	7,5	7	5,1	4,9	3,7	2,9	50,7
O.Bulutlu Günler S.	15,3	13,6	14,8	15,4	19,3	21,2	21,6	21,7	20,3	17,8	17,2	16	214,2
O.Kapalı Günler S.	13,1	12,6	13,9	11,9	7,7	2,8	1,9	2,3	4,6	8,4	9,1	12,2	100,5
<b>ÇORUM</b>													
O.Nem(%)	78,5	74,8	68,9	65,1	64,4	61,1	57,4	57,6	61,4	66,8	73,5	79	67,4
O.Bulutluluk	6,8	6,4	5,9	5,7	4,9	3,7	2,4	2,2	2,8	4,1	5,2	6,8	4,7
O.Açık Günler S.	2,7	3,2	4,5	4	5,2	8,6	15,5	16,6	13,8	10,2	6,1	3	93,4
O.Bulutlu Günler S.	15,3	15	17,2	18,3	21,5	19,9	15	14,1	15,1	16	16,9	14,3	198,6
O.Kapalı Günler S.	13,1	10,1	9,4	7,7	4,2	1,5	0,5	0,3	1,1	4,7	7	13,7	73,3
<b>AMASYA</b>													
O.Nem(%)	67,9	62,8	58,3	56,7	56	53,4	52,5	53,8	56,6	62,1	66,9	69,4	59,7
O.Bulutluluk	6,6	6,2	5,8	5,4	4,5	3,5	2,5	2,3	2,9	4,2	5,3	6,7	4,7
O.Açık Günler S.	3,2	3,5	4,7	5	6,5	9,8	14,7	16,4	13,6	9,3	6,2	3	95,9

O.Bulutlu Günler S.	15,3	15,1	17,3	17,9	20,6	18,9	15,8	14,2	15	16,9	16,4	15,1	198,5
O.Kapalı Günler S.	12,5	9,7	9	7,1	3,9	1,3	0,6	0,4	1,3	4,7	7,4	13	70,9
ERZİNCAN													
O.Nem(%)	73,8	71,4	64,6	59,1	57,2	51,8	47,3	47,2	51,4	64,7	72	74,7	61,3
O.Bulutluluk	6	5,9	5,8	5,9	5,2	3,5	2,3	2	2,4	4,1	5,1	6,1	4,5
O.Açık Günler S.	4,5	4,1	4,5	3,1	3,9	9	16	18	15,8	9,5	7	4,8	100,2
O.Bulutlu Günler S.	16,6	15,7	17,5	19,7	22,8	19,7	14,8	12,9	13,3	17,3	16	15,3	201,6
O.Kapalı Günler S.	9,8	8,4	9	7,2	4,3	1,3	0,3	0,1	0,9	4,3	7,1	10,9	63,6
YOZGAT													
O.Nem(%)	77,5	75,7	70,9	66,5	63,9	60,2	56,6	55,5	58	65,8	72,4	77,2	66,7
O.Bulutluluk	6,1	6,1	5,6	5,4	4,3	3,1	1,9	1,6	2,2	3,8	4,8	6,2	4,3
O.Açık Günler S.	4,8	4,3	5,4	4,8	7,1	11,7	17,9	20	16,4	11,3	7,4	4,5	115,6
O.Bulutlu Günler S.	14,9	14,2	17	19,2	20,5	17,3	12,8	10,8	12,8	15,7	16,1	14,8	186,1
O.Kapalı Günler S.	11,3	9,8	8,6	6,1	3,5	1	0,3	0,2	0,8	4	6,5	11,6	63,7
ÜNYE													
O.Nem(%)	69,8	71,5	76,4	79,7	81,4	78,1	76,8	75,9	76,2	77,5	72,3	69	75,4
O.Bulutluluk	6,7	6,7	6,8	6,4	5,5	4,2	4,2	4,3	4,8	5,6	5,8	6,5	5,6
O.Açık Günler S.	3,3	3,2	3,5	4	6,1	8,9	9	8,4	6,9	6	5,4	4	68,7
O.Bulutlu Günler S.	13,2	11,9	13,1	13,6	16,1	16,5	16,2	16,4	16,5	14,1	14	13,4	175
O.Kapalı Günler S.	13,6	12,6	13,8	11,8	8,8	4,6	4,6	4,3	6	9,7	10	13	112,8

Kaynak: D. M . İ. Genel Müdürlüğü

### 1.3.5. İklim Tipleri

İklim tiplerini belirleyebilmek amacıyla meteoroloji istasyonlarına ait Erinç yağış etkinliği indisi ve De Martonne kuraklık indisleri hesaplanmıştır (Erinç, 1996). Bütün istasyonlar için her iki formülde de genel olarak benzer sonuçlar çıkmıştır. Fakat az sayıda da olsa farklı sonuçlar bulunmaktadır. Bu farklılardan en bariz olanı Kelkit’de Ocak ayı Erinç formülüne göre tam kurak, De Martonne formülüne göre ise nemlidir. De Martonne’nin formülünde yıllık ortalama sıcaklık değerinin, Erinç formülünde ise yıllık ortalama maksimum sıcaklık değerinin kullanılıyor olması sonuçların farklı çıkmasına sebebiyet verebilmektedir.

De Martonne formülüne göre yıllık ortalamaların sonuçları iklim tiplerini yansıtmakta, kıyı kentler nemli karakter gösterirken diğer yerler yarıkurak-nemli iklim koşulları göstermektedirler. Yıllık verilere uygulanan Erinç formülü sonuçları ise biraz daha çeşitlilik göstermektedir. Buna göre Ünye çok nemli, Çarşamba ve Yozgat nemli, Almus, Kelkit, Samsun, Amasya, Çorum ve Tokat yarınemli, Taşova, Reşadiye ve Erzincan ise yarıkurak özellik göstermektedir (

Tablo 6, Tablo 7).



Tablo 6: De Martonne Kuraklık İndisine göre kurak ve nemli aylar.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Çarşamba	74,8	54,4	50,0	44,0	30,9	20,9	21,5	24,2	31,1	54,1	66,4	80,6	31,4
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli
Samsun	45,2	37,8	40,4	33,2	23,2	18,6	11,7	15,2	20,6	38,3	45,2	49,3	20,3
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Yarıkurak	Yarıkurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli
Ünye	72,0	62,3	56,9	40,4	25,6	29,5	26,3	31,3	34,6	61,8	72,1	75,9	38,1
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli
Amasya	46,8	32,0	30,5	29,1	21,9	13,8	5,2	3,3	8,2	17,6	29,3	45,9	11,3
	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Taşova	39,6	31,7	28,7	27,6	23,8	14,0	5,3	2,6	6,0	21,7	38,4	37,8	11,0
	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Çorum	47,9	33,4	30,0	30,6	28,6	22,6	7,7	5,5	10,0	16,4	27,3	47,2	13,5
	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Yarıkurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Yozgat	102,4	85,3	59,8	43,3	32,2	18,6	5,3	3,5	8,6	22,7	49,0	92,4	17,2
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Tokat	40,4	30,8	27,6	30,5	26,7	15,3	4,2	2,3	7,5	19,7	30,2	40,8	10,8
	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Almus	63,9	37,3	37,7	40,3	28,4	20,7	4,3	2,6	9,8	17,1	30,0	54,5	13,1
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Reşadiye	33,8	26,1	24,0	29,5	27,8	14,5	3,0	2,7	6,7	17,7	27,3	36,8	10,3
	Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarıkurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Kelkit	104,5	67,2	34,7	34,2	30,4	19,5	4,1	3,3	6,0	23,7	33,1	39,2	11,9
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli
Erzincan	48,3	41,3	34,6	30,9	25,4	12,0	4,0	2,4	5,9	23,4	30,9	34,1	10,3
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli	Yarıkurak	Kurak	Kurak	Kurak	Y.kurak - Nemli	Nemli	Nemli	Y.kurak - Nemli

Erinç formülü ile yapılan hesaplamalara göre araştırma sahası içerisindeki en nemli bölge kıyı olmakla beraber, kıyıda yer alan istasyonlar içerisinde de nemlilik miktarının en yüksek olduğu yer Ünye'dir. Çarşamba'da ayların nemlilik değerleri Ünye'ye yakın değerler göstermekte, kıyıda yer alan istasyonlardan nemliliği en düşük olanın ise Samsun olduğu yapılan analizlerde tespit edilmiştir. Bu kuraklık indisi hesaplamaları sonuçlarına göre kıyı bölgesi ve Karadeniz iklim tipi görülen alanda kalan istasyonlardan sadece Samsun'da kurak ve/veya yarıkurak aylar bulunurken diğer istasyonlarda görülmemektedir. De Martonne formülüne göre Samsun'un yaz ayları yarıkurak özellik gösterirken, Erinç formülüne göre Temmuz ayı kurak, Ağustos ayı ise yarıkuraktır.

Havzanın iç bölgeleri için yapılan Erinç Yağış Etkinliği İndisi hesaplamalarının sonuçlarına göre bu istasyonlarda yılın genellikle Haziran-Eylül dönemine denk gelen ortalama 4 ayı kuraklık özelliklerinin ön planda olduğu (tam kurak, kurak veya yarıkurak) aylardır. Yılın 6 ayının çok nemli olduğu Yozgat, havza içinde yer alan en nemli istasyon iken, 4 ayın tam kurak özellikte olduğu Kelkit ise kuraklığın en şiddetli olduğu istasyondur (Tablo 7).

Aylık değerler için yapılan De Martonne kuraklık indisi hesaplamalarına göre de araştırma sahasının en nemli istasyonları kıyı kesimde yer alan Çarşamba ve Ünye istasyonlarıdır. Bu iki istasyonda da yılın 3 ayı yarıkurak-nemli, geri kalan 9 ayı ise nemli karakterdedir. Kıyıda yer alan bir diğer istasyon olan Samsun ise havzanın iç kesimlerindeki istasyonlara göre daha nemli olmakla birlikte, kıyı bölgesindeki diğer iki istasyona göre biraz daha kurakçıl bir karaktere sahiptir. Samsun'da 3 ay yarıkurak, 2 ay yarıkurak-nemli, 7 ay ise nemlidir (

Tablo 6).

Yeşilirmak Nehri Havzası'nın iç kesimlerinde yer alan istasyonların aylık değerleri için yapılan De Martonne kuraklık indisi hesaplamalarına göre ise nemliliğin en fazla olduğu istasyonlar Yozgat ve Kelkit'tir. Bu istasyonlarda yılın 7 ayı nemli, 1 ayı yarıkurak-nemli, 1 ayı yarıkurak ve 3 ayı ise kuraktır. Havzanın iç kesimlerinde yer alan en kurak istasyon ise 2 nemli, 5 yarıkurak-nemli, 2 yarıkurak ve 3 kurak ay ise Reşadiye'dir.

Karadeniz kıyısında yer alan istasyonlarda kar yağışlı gün sayıları fazla değildir, iç kısımlara geçildikçe bu sayı artmaktadır (Şekil 30). Karadeniz kıyısı bölgesinde yer alan istasyonların kar yağışlı gün sayıları karla örtülü gün sayılarından fazladır. Bu yağın karın çabuk eridiğini, kalıcı olmadığını ifade etmektedir. İç kesimlerdeki daha karasal şartların hâkim olduğu yerlerde ise hem kar yağışlı gün sayıları hem de karla örtülü gün sayıları daha fazladır. Ayrıca bu istasyonların birçoğunda karın yerde kalma süresi kar yağışlı gün sayısından fazladır.

Tablo 7: Erinç Yağış Etkinliği İndisine göre kurak ve nemli aylar

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Çarşamba	113,56	78,97	68,24	55,19	37,69	24,55	25,01	28,44	37,12	67,13	85,05	113,01	52,53
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli
Samsun	71,56	58,36	59,90	46,20	31,20	23,80	14,67	18,76	25,81	49,54	60,57	72,64	38,64
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Ünye	119,29	101,59	89,63	58,51	35,09	38,17	33,23	39,17	44,17	82,34	101,24	115,97	62,74
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli
Amasya	86,65	49,55	38,92	33,98	24,53	15,27	5,69	3,54	8,91	19,91	37,83	76,97	23,13
	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Taşova	63,47	45,03	34,84	30,92	26,14	15,18	5,77	2,83	6,35	24,64	48,97	55,92	22,40
	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Yarı Kurak
Çorum	110,57	57,71	39,00	36,07	32,40	24,88	8,23	5,82	10,64	18,03	34,20	88,38	25,20
	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Yozgat	376,91	215,67	94,10	57,32	39,72	21,99	6,05	3,97	9,72	27,12	70,12	213,60	40,14
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli
Tokat	79,40	50,96	36,64	36,32	30,33	17,08	4,68	2,49	8,17	22,72	40,00	71,85	23,38
	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Almus	134,16	63,29	52,21	49,27	32,96	23,85	4,84	2,99	10,90	19,51	39,07	95,84	29,22
	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Reşadiye	60,85	41,45	31,24	34,04	31,18	16,04	3,38	2,94	7,16	19,79	34,70	59,87	21,29
	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı Kurak
Kelkit	-139,33	2688,00	60,80	43,18	35,23	21,43	4,29	3,46	6,31	27,11	47,17	167,20	24,90
	Tam Kurak	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Erzincan	201,88	96,63	50,30	38,44	29,38	13,38	4,28	2,54	6,20	25,99	40,80	75,73	22,02
	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Yarı Kurak

## 1.4.Hidrografik Özellikler

### 1.4.1. Yeşilirmak Nehri

Antik çağdaki adı İris olan Yeşilirmak Nehri'nin, diğer bir adı Tozanlı Nehri olup 519 km. uzunluğundaki ana kolu Köseadağ'ın batı yamaçlarından doğar (Elmacı, 2004: 69). "Kaynağını yayla bölgelerinden alarak, çığırının büyük kısmını yarımada içinde oluşturduktan sonra" (Akyol, 1947:3), Canik Dağı'nı yarmak suretiyle derin yarma vadiler oluşturarak, Çarşamba ilçesi kuzeyinden, Cıva burnundan Karadeniz'e dökülen Yeşilirmak Nehri'nin havzası; yaklaşık 36000 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır.

Yeşilirmak Nehri, doğduğu bölgeden "Tokat'a doğru vadisini gitgide genişletir. Turhal'dan sonra dar derin ve kayalık bölgelerden geçerek Kayabaşı Ovası'na kadar

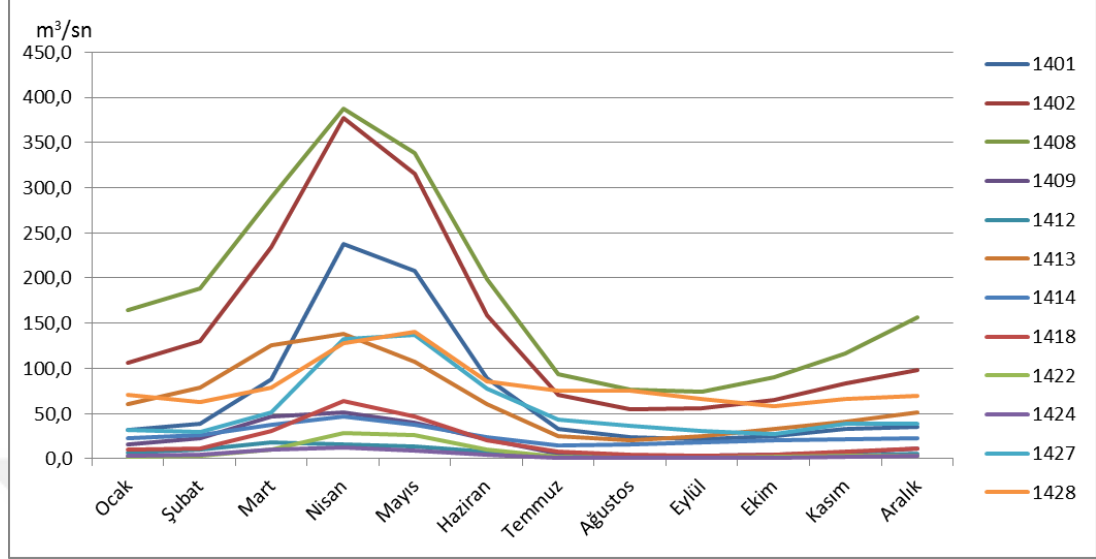
böyle devam eder” (Yıldız ve Malkoç, 2000: 126). Daha sonra Amasya'nın yaklaşık 12 km. güneyinde, güneybatıdan Çekerek Irmağı Yeşilirmak Nehri'ne katılır. Yeşilirmak Nehri'ne katılan diğer büyük kollar, Amasya'nın yaklaşık 4 km kuzeyinde kuzeybatıdan gelen Tersakan Çayı ve Taşova'nın yaklaşık 21 km doğusunda doğudan gelerek akarsuya katılan Kelkit Irmağı'dır (Şekil 32).

Yeşilirmak Nehri'nin kolları olan Tozanlı, Kelkit ve Çekerek ırmakları yukarı çığırlarında tektonik yapıya ve KAF'a uygun olarak doğu-batı doğrultusunda akarken daha sonra keskin bir dirsekle yön değiştirmekte ve kuzeye Karadeniz akaçlama havzasına yönelmektedirler.

Yeşilirmak Nehri debisi Temmuz-Şubat döneminde düşük, mevsimsel yağışlar, kar erimeleri ve yüzeysel akışlar sebebiyle Mart-Mayıs döneminde yüksektir (Kurunç vd, 2005; Jin vd, 2013:105) (Şekil 31). Yeşilirmak Nehri'nin beslenmesinde kar erimelerinin çok büyük önemi vardır. Yoğun olarak kış aylarında gerçekleşen kar yağışları, birkaç ay gecikmeli olarak erimekte ve bahar aylarında akarsuyun akım miktarları en yüksek seviyeye ulaşmaktadır (Şekil 31).

Yeşilirmak Nehri'nin en büyük kolu olan Kelkit Irmağı 328 km uzunluktadır ve havzası yaklaşık 11455 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Kelkit Irmağı, Giresun Dağları ve Otlukbeli Dağlarından inen suların birleşmesiyle oluşur. Kelkit Irmağı'nın kaynak sahası ve Çoruh Nehri'nin kaynak sahası 150-200 metreyi aşmayan bir eşik ile birbirinden ayrılmıştır (Akyol, 1947: 6). Kelkit Irmağı düzensizlik katsayısı yüksek olan, kar ve yağmur sularıyla beslenen bir akarsudur (Güney, 2004: 51). Ova içerisinde açılmış alüvyal tabanlı bir vadide doğu-batı doğrultusunda akar. Akarsu yatağı bazen daralmasına karşın genel olarak geniştir (Akpınar, 2001: 90). Kelkit kasabasından itibaren bazı eğim kesikleri hariç Erbaa'ya kadar görülen azalan eğime sahiptir (Akyol, 1947: 11).

Şekil 31: Yeşilırmak Nehri üzerinde bulunan AGİ'lerin aylık ortalama akım miktarları.



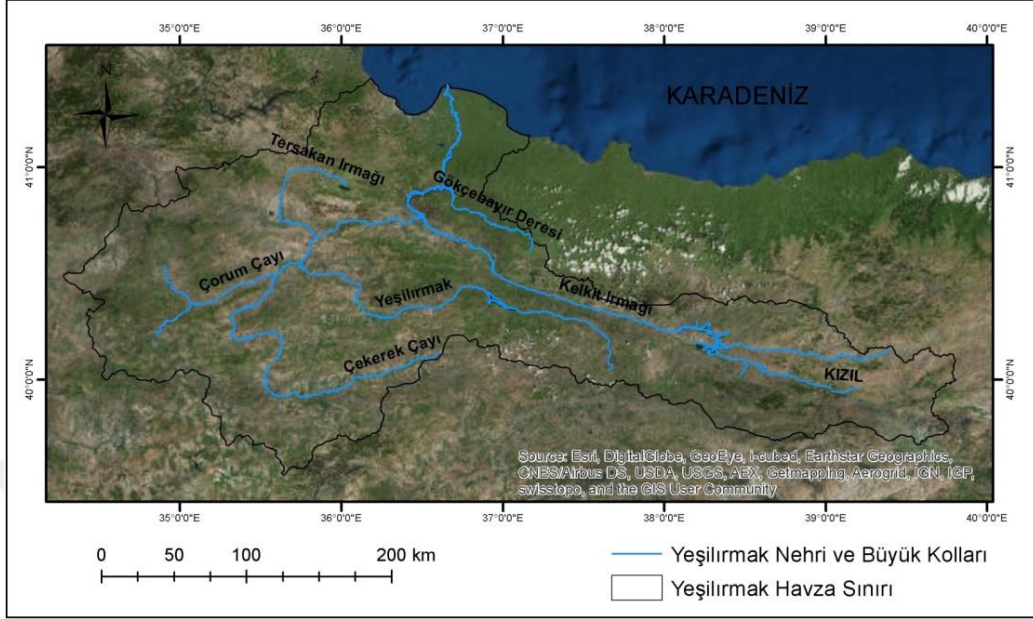
Yeşilırmak Nehri'nin diğer bir önemli kolu olan, yaklaşık 291 km uzunluktaki Çekerek Irmağı Tokat'ın güneyinde, Deveci Dağları ve Çamlıbel Dağından inen kolların Artova düzlüğü yakınlarında birleşmesiyle ortaya çıkar. 9000 km<sup>2</sup> beslenme havzası olan Çekerek Irmağı bütün yıl bol su taşımaktadır (Güney, 2004: 51). Çekerek'e Yeşilırmak'a katılmadan yaklaşık 20 km önce güneybatıdan gelen Çorum Çayı katılmaktadır.

Yaklaşık 99 km uzunluktaki Tersakan Çayı, "Havza Depresyonu ve Merzifon Depresyonlarını birleştiren bir oluk meydana getirmektedir. Bu oluk içinde güneye doğru, denize ters bir istikamette aktığı için çaya Tersakan adı verilmiştir" (Erer, 1983: 64).

#### 1.4.2. Deltadaki Drenaj Sistemleri

Araştırma sahasının ova bölümü Yeşilırmak Nehri ile birlikte bölgeden Karadeniz'e boşalan irili ufaklı birçok akarsu tarafından taşınıp getirilerek biriktirilen sedimentler ile meydana gelmiştir. Yeşilırmak dışındaki bu akarsuların en büyükleri Terme Çayı ve Abdal Çayı'dır. Diğerler ise Durali Deresi, Uyanık Dere, Akçay, Cura Çayı, Karaahmet Deresi, Büyüklü Dere, Tatarlı Dere, Kaynarca Deresi olup, bunlar da delta oluşum ve gelişimine katkıda bulunmuşlardır. Ayrıca deltayı drene edebilmek için D.S.İ tarafından kurutma kanalları inşa edilmiştir (Şekil 14).

Şekil 32 : Yeşilirmak Nehri ve büyük kolları.



Terme Çayı Canik Dağları'nın 1100-1300 metre yükseklerinden doğan küçük derelerin Salıpazarı yakınlarında birleşmesiyle meydana gelmektedir. Araştırma sahasının sınırları içerisinde güneybatı-kuzeydoğu istikametinde akan Terme Çayı, Terme'nin 4 km. doğusunda, Çaltı Burnu'ndan denize dökülür. Araştırma sahası içerisindeki uzunluğu yaklaşık 45,5 km. kadardır.

Araştırma sahasındaki diğer bir büyük akarsu da Abdal Çayı'dır. Abdal Çayı'nın yaklaşık 25,9 km'lik kısmı çalışma sahasının içerisine girmektedir. Çakmak (Gökçeçakmak) Baraj Gölü de bu dere üzerine inşa edilmiş bir su yapısıdır.

### 1.4.3. Yeraltı Suyu

Yeryüzüne inen yağışların bir kısmı, geçirimli alanlardan yeraltına doğru sızar, geçirimsiz tabaka üzerinde birikerek yeraltı sularını oluştururlar. Yeraltında suların depolandığı ortamlara ise akifer adı verilmektedir.

Tekkeköy ile Dikbıyık kuzeybatısı ve Yeşilirmak Nehri'nin ovaya girdiği bölge, yıllık yeraltı suyu rezervi ortalama 156,5 hm<sup>3</sup>/yıl olan Yeşilirmak Delta Ovası'nın serbest akifer alanlarını oluşturmaktadır. Çarşamba-Terme arasındaki üçgen şekilli kısımda ise basınçlı- yarı basınçlı akifer alanı bulunmaktadır (Şahin, 2002b: 59-69).

Bu akiferlerdeki yeraltı suyu seviyeleri sabit değildir, yağışın mevsimler arasındaki dağılımına bağlı olarak değişiklikler gösterir. "Yağıştan ve yüzeysel akıştan beslenme

55,8 hm<sup>3</sup>/yıl, akarsulardan beslenme ise 100,7 hm<sup>3</sup>/yıl'dır" (Şahin, 2002b: 75). Yeşilirmak Delta Ovası'nda eğim değerlerinin az olması, akarsuların yeraltına sızmasına olumlu etki yapmakta ve yeraltı suları sürekli beslenmektedir. Yeraltı sularını besleyen en önemli akarsular, Yeşilirmak, Abdal Deresi ve Terme Çayı'dır.

#### **1.4.4. Göl ve Göletler**

Araştırma sahasının içerisinde kıyı set gölleri (lagün) ve yapay set gölleri (baraj) yer almaktadır. Bunlar dışında Tekkeköy güneyinde bir adet küçük gölet bulunmaktadır. Ayrıca yağışlı mevsimde su biriken alanlar küçük birer göle dönüşmektedirler.

Çalışma sahası içerisinde en geniş alan kaplayan su kütlesi Suat Uğurlu Baraj Gölü'dür. Ortalama 624 ha alan kaplayan gölün alanı su seviyesinin artıp azaldığı dönemlerde değişmektedir. Yeşilirmak Nehri üzerinde inşası 1981 yılında tamamlanan bu yapay göl, Çarşamba İlçesi'nin 15 km. güneyinde yer almaktadır. Enerji ve sulama ihtiyacı için kurulmuş bir su yapısıdır (Şekil 14).

Çakmak (Gökçeçakmak) Baraj Gölü ise Abdal dere üzerinde inşa edilmiş bir yapay set gölüdür. İçme ve kullanma suyu, sanayi suyu temini amaçlı yapılan bu gölün inşası 1988 yılında bitmiştir. 528 ha alan kaplayan Çakmak Barajı Suat Uğurlu Barajının yaklaşık 5 km kuzeybatısında, Çarşamba İlçesi'nin ise yaklaşık 12 km güneybatısında bulunmaktadır (Şekil 14). Samsun ilinin içme suyu bu baraj gölünden temin edilmektedir.

Kıyı set gölü olan lagünler Yeşilirmak Deltası'nın kıyı kesiminde, denize yakın alanlarda bulunmaktadırlar. Denizin önünün bir birikimle kapanmasıyla oluşan lagünlerden araştırma sahasında yer alanların, su ile kaplı alan bakımından en büyüğü 2009 yılı verilerine göre 101 ha alan kaplayan Kargalı Göl'dür. Yeşilirmak Nehri bugünkü mansabından yaklaşık 14 km doğuda, Denizler mahallesinde yer almakta olan bu göl, kıyı çizgisinden ortalama 150 metre içeride, kumsal alanın hemen bittiği yerde bulunmaktadır (Şekil 14).

Terme'nin 9-10 km kuzeybatısında, birbirlerine yaklaşık 1 km mesafede kuzeybatı-güneydoğu istikametinde yer alan iki lagünden kuzeybatıdaki Simenlik (Simenit), güneydoğudaki ise Akgöl'dür. Sırasıyla 91 ve 59 ha alan kaplayan bu iki lagünün etrafı bataklıklarla çevrilmiştir. Arazi gözlemleri sırasında sadece Akgöl'ün küçük bir kıyı kesimine ulaşılabilmiş, Simenlik Gölü'ne ise ulaşılammıştır. Lagünleri etraflarını

çevreleyen sazlık- bataklık alanlarla birlikte bir ekosistem olarak değerlendirdiğimizde deltanın en büyük lagün alanını bu iki göl oluşturmaktadır. Etraflarındaki sazlık- bataklık alanlarla birlikte Simenlik ve Akgöl'ün toplam kapladıkları alan 12,5 km<sup>2</sup> (2009) kadardır. Uncu (1997) yaptığı çalışmada Simenlik'in etrafındaki sazlık ve bataklıklarla birlikte 19 km<sup>2</sup> alan kapladığını ifade etmiştir. Aradaki bu muntazam alan farkı dikkat çekici olmakla birlikte lagünlerin karalamaya başladıklarını kanıtlamaktadır.

Simenlik Gölü'nün ortalama 1.5-2 m. kadar olan derinliği, orta kesimlerinde yer yer 5 m. yi bulmakla birlikte Simenlik Gölü'ndeki mevsimler ve yıllar arasında belirgin değişimler göstermektedir (Uncu, 1997: 387).

100.Yıl Mahallesinin kuzeydoğusunda bulunan Dumanlı Göl ise önceden anlatılan lagünlerin en batıda yer alanıdır. 5 ha alan kaplayan bu lagünün doğu kenarı bir kurutma kanalıyla bağlantılıdır.

Araştırma alanındaki bu lagünleri oluşturan kıyı kordonları varlıklarını batıdan doğuya doğru ilerleyen ve ilkbaharda şiddetlenen akıntılara borçludurlar (Özçağlar, 1995: 96). Yeşilirmak Deltası'nın kıyı kesiminde, yukarıda bahsedilen lagünler dışında, arazi eğim değerlerinin düşük olması nedeniyle ortaya çıkan drenaj problemi dolayısıyla, yağışlı mevsimde geniş alanlarda geçici göller ve bataklıklar oluşmaktadır. 1950'li yıllardan sonra Devlet Su İşleri tarafından bu drenaj problemini çözmek amacıyla kurulan kurutma kanalları, deltayı yoğun bir şekilde katetmektedir (Şekil 14).

## **1.5. Toprak Özellikleri**

Türkiye, farklı iklim koşulları ve dolayısıyla farklı bitki örtüsü ile çeşitli jeolojik ve jeomorfolojik özelliklere sahip bölgelerden oluşan bir ülkedir. Doğal ortam koşullarında görülen bu farklılıklar, çok çeşitli toprak tiplerinin oluşmasına neden olmuştur (Atalay, 1989).

### **1.5.1. Toprak Tipleri**

Türkiye ölçeğinde görülen bu farklılığa karşın, araştırma alanının fiziksel çevre özelliklerinin çok çeşitli olmaması, bu bölgede sınırlı sayıda toprak çeşidi oluşmasına neden olmuştur. Bu toprak gruplarının özelliklerine, çalışma sahasında kapladıkları alanlar göz önüne alınarak aşağıda değinilmiştir.



### Kestane Renkli Topraklar

Genellikle yarıkurak iklimin hâkim olduğu step sahalarında görülen bu topraklarda organik madde miktarı orta derecededir ve alt seviyelerde kireç birikimi vardır. Oluşumunda hâkim sürecin kalsifikasyon olduğu kestane renkli topraklar, sulama yapıldığında yüksek verimli topraklar sınıfına girmektedirler Bu toprak grubu 7. Toprak Taksonomisinde Mollisol'lere karşılık gelmektedir (Atalay, 1989).

Yeşilirmak Havzası'nın % 5,7'sini, araştırma sahasının ise %0,1'ini kaplayan bu topraklar Salıpazarı'nın 3,5 km güneyinde ve bu alanın da yaklaşık 2 km güneyinde olmak üzere iki yerde görülmektedir (Şekil 33).

Araştırma sahası içerisindeki kestane renkli topraklar Tekkeköy Formasyonu üzerinde gelişmişlerdir. Ayrıca araştırma sahasındaki bu topraklar üzerinde çoğunlukla tarım ve orman alanları bulunmaktadır.

### Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar

7. Toprak Taksonomisinde Alfisoller adı altında toplanan (Atalay, 1989) bu toprak grubu nemli ve serin-soğuk iklim koşullarının hâkim olduğu bölgelerde görülür. Araştırma sahası içerisinde ana maddeyi çoğunlukla püskürük taşların teşkil ettiği bu topraklar, iklim koşullarının daha elverişli olması nedeniyle esas olarak dağlık alanlarda gelişmekle birlikte, farklı topoğrafyalarda da bulunabilirler.

Podzol topraklar kadar şiddetli olmayan bir podzolizasyon olayı bu toprakların oluşumunda etkilidir. Dolayısıyla bu toprakların oluşumunda başlıca etken olarak yıkanan eriyebilir tuzlar gösterilebilir. Bu etkenlikte ikinci sırayı aşağı doğru hareket eden killer teşkil eder. Kışın biriken karlar baharda eriyerek toprak suyunu oluşturmakta ve toprağın derinlerine kadar nüfuz edebilmektedir. Böylece eriyebilen tuz ve killerin aşağıya doğru taşınması belirgin olmakta ve üstte inceden kalına kadar yıkanmış gri bir kat oluşturmaktadır (Anonim, 1970: 84).

Meşe, kayın gibi yaprağını döken ormanların, üzerinde iyi gelişim gösterdiği bir toprak grubudur.

Bütün Yeşilirmak Havzasında %4,3'lük bir alanda görülen gri-kahverengi podzolik toprakların çalışma alanında kapladığı alan ise %29,8'dir. Araştırma alanında alüviyal topraklardan sonra en fazla yayılış gösteren ikinci toprak grubunu oluşturur.

Yeşilirmak Havzası'nın kuzeye bakan birinci dağ sırasını oluşturan, araştırma sahasının güneyindeki yüksek ve engebeli sahada yaygın olarak görülür. Genellikle kahverengi orman toprakları ile yan yana alanlarda bulunmaktadır (Şekil 33).

Tekkeköy güneyinden başlayarak araştırma alanının batısı ve Akçay'ın doğusundan itibaren bütün doğu sınırını gri-kahverengi podzolik topraklar oluşturmaktadır. Bu toprak grubu güneyde ise Terme Çayı vadisi hariç Yeşilirmak'ın doğusunda kalan alanı kaplamaktadır.

Araştırma sahası içerisinde bu toprak grubunun bulunduğu alanlar çoğunlukla Tekkeköy ve Kusuri formasyonlarından oluşan anakaya üzerinde gelişmişlerdir. Ayrıca bu toprakların üzerinde genellikle tarımsal faaliyetler gerçekleştirilmektedir.

#### Kahverengi Orman Toprakları

“Genel olarak yüksek kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşan kahverengi orman topraklarının profilleri A (B) C şeklinde olup horizonlar birbirlerine tedricen geçiş yaparlar. Çok gelişmiş olan A horizonu iyice belirgin, koyu kahverengi ve dağınıktır. Genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşan bu toprakların drenajları çoğunlukla iyidir” (Dizdar ve Karakuş,1984: 16). Bu toprak grubu 7.Toprak Taksonomisinde Mollisol grubu topraklar içerisine dahildir (Atalay, 1989).

Yeşilirmak Havzası'nda en fazla yayılım gösteren ikinci toprak türü (%10,7) olan kahverengi orman toprakları (Anonim, 1970) çalışma alanı topraklarının %22,2'sini oluşturmaktadır. Çarşamba İlçesinin yaklaşık 2,5 km. güneyinden başlayarak Abdal Çayı ve Yeşilirmak Nehri'nin arasında kalan alan bu topraklarla kaplıdır. Ayrıca Terme Çayı vadisi boyunca çalışma alanının güney sınırına kadar sokulmakta, diğer bölgelerde ise güne sınırı gri-kahverengi podzolik toprakların yayılım alanı oluşturmaktadır. Kuzeyde ise engebe ve eğimin başladığı, yükseltinin ortalama 20 metreye ulaştığı yerler bu toprak grubunun görülme sınırını kabaca belirlemektedir. Kahverengi orman topraklarının araştırma alanı içerisinde doğuda görüldüğü son sınırı Akçay oluşturmakta, Akçay'ın doğusunda görülmemektedir (Şekil 33).

Çoğunlukla Tekkeköy ve Sarıyurt formasyonlarından oluşan anakayada gelişen kahverengi orman toprakları üzerinde genellikle tarım ve orman alanları yer almaktadır.

### Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar

“Bu topraklar iyi gelişmiş ve iyi drene olan asit topraklardır. Ana maddenin kalın olduğu bu topraklarda alt horizonlarda karakteristik olarak kırmızı, sarı, kahverengi ve açık gri, kalın ağ şeklinde çizgi ve benekler bulunur” (Dizdar ve Karakuş, 1984: 17). Bu toprak grubu 7. Toprak Taksonomisinde Ultisol adı altında toplanmaktadır (Atalay, 1989).

Araştırma alanında küçük bir alan (%0,4) kaplayan kırmızı sarı topraklar çalışma alanının doğusunda kuzeyde Akçay’ın batısı ve daha güneyde Akçay-Cura Çayı arasında olmak üzere iki yerde görülmektedir (Şekil 33). Bu toprak grubu çalışma sahasında eski ve yeni alüvyondan müteşekkıl alanlar ile Tersiyer yaşlı Çaybaşı üyesi ve Tekkeköy formasyonu üzerinde gelişmiştir. Ayrıca bu topraklar üzerinde çoğunlukla tarım ve yerleşme alanları bulunmaktadır.

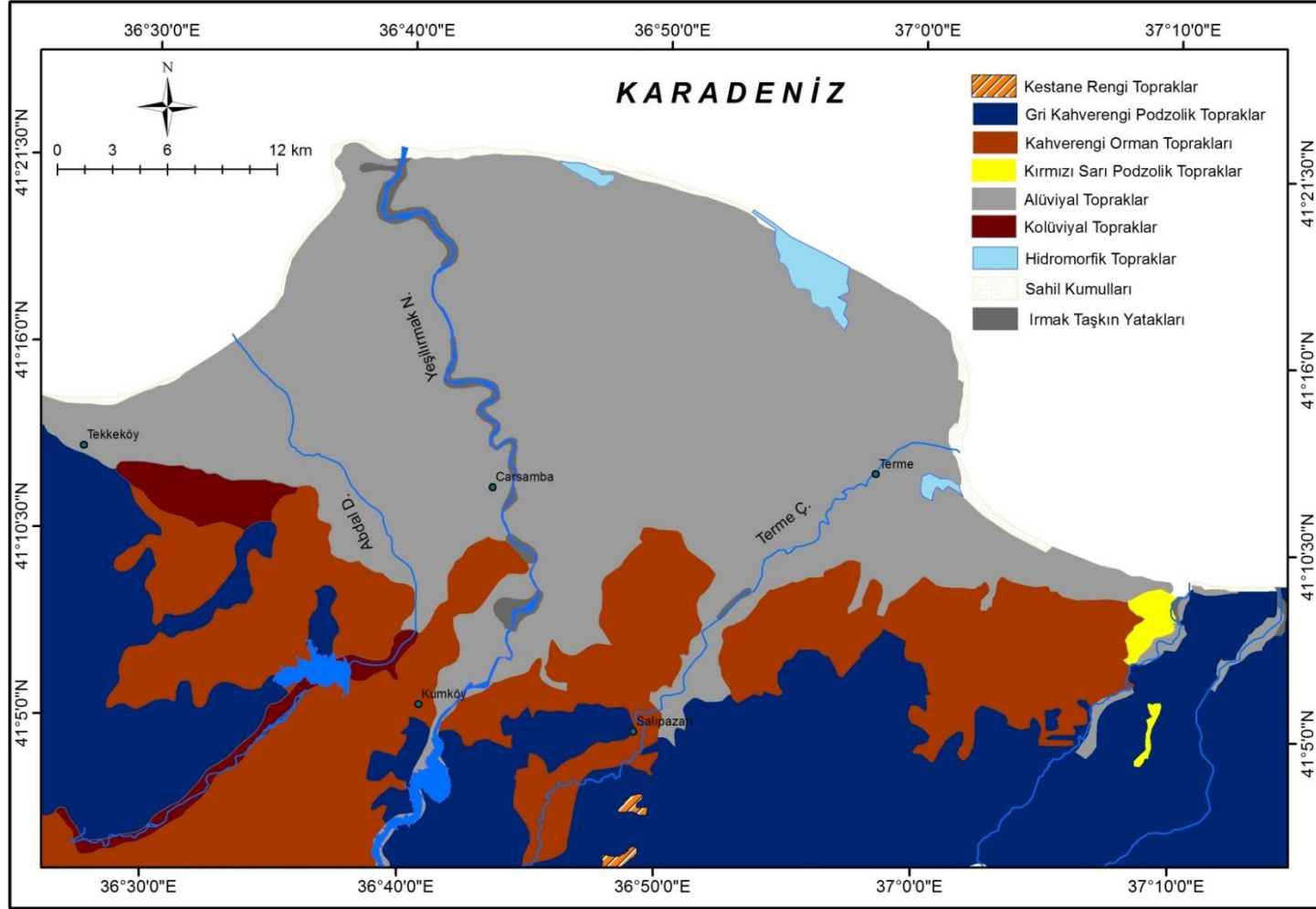
### Alüviyal Topraklar

7.Toprak Taksonomisinde Entisol olarak adlandırılan (Atalay, 1989)Azonal topraklar grubuna giren topraklar akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan genç topraklardır. Araştırma alanı içerisinde bulunan alüviyal toprakların ana maddesi, Yeşilirmak Nehri Havzası’nı oluşturan kayalardan ibarettir. Bu kayalar akarsular tarafından aşındırılarak taşınmış, daha sonra da biriktirilerek delta ovasını oluşturmuşlardır.

Yeşilirmak Havzası’nın %5,9’unu kaplayan alüviyal topraklar (Anonim, 1970) araştırma alanının %43’ünü kaplamaktadır. Bu alüviyal toprakları oluşturan malzeme en önemlisi Yeşilirmak olan Terme Çayı, Abdal Çayı gibi akarsuların taşıyıp biriktirmesiyle oluşmuştur. Çalışma alanının kuzeyini oluşturan ovalık alan tamamen alüviyal topraklarla örtülmüştür (Şekil 33). Çoğunlukla güncel taşkın ovası çökellerinden oluşan alüviyal topraklar üzerinde, tarım ve yerleşim alanları bulunmaktadır.

Yeşilirmak Deltası’ndaki alüviyal toprakların drenajı iyi değildir. Bunun sebebi eğimin az olması ve iç bükey topoğrafyadır.

Şekil 33: Araştırma alanının büyük toprak grupları haritası.



Kaynak: Anonim 1970'den faydalanılarak oluşturulmuştur.

### Kolüviyal Topraklar

Genellikle dik eğimlerin eteklerinde ve vadi ağızlarında yer alan kolüviyal topraklar, yerçekimi, toprak kayması ve yüzey akışı ile taşınarak birikerek oluşmuş topraklardır. 7.Toprak Taksonomisinde Entisol olarak adlandırılmaktadır (Atalay, 1989). Toprak özellikleri, malzemenin kopartılıp getirildiği yerdeki topraklara bağlıdır. Oluşumunda etkili olan yerçekimi ve yüzey akışı gibi faktörlerin derecelerini belirleyen asıl etkenler yağış ve eğimdir. Dolayısıyla yağış ve eğim koşullarının değişmesi, kolüviyal toprakları oluşturan malzemenin tane boyutunu etkilemektedir.

Yeşilirmak Havzası topraklarının %2,8'ini oluşturan bu topraklar araştırma alanında %1,9'luk bir alan kaplamaktadır. Çalışma alanında en fazla görülen 4.toprak türü olan kolüviyal topraklar iki yerde görülmektedir. Bunlardan biri Abdal Çayı'nın yatağında, Çakmak Baraj Gölü'nün 4 km. kuzeyinden başlayarak güneye doğru uzanmaktadır. Ayrıca Tekkeköy'ün güneydoğusunda yaklaşık 2000 hektarlık bir alanda da bu toprak grubu görülmektedir (Şekil 33).

Araştırma sahasında kolüviyal toprakların bulunduğu alanlarda genel olarak tarımsal faaliyetler yapılmaktadır.

### Hidromorfik Alüviyal Topraklar

7. Toprak Taksonomisinde İnceptisol olarak adlandırılan (Atalay, 1989) hidromorfik alüviyal topraklar yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde görülürler. Alüviyal toprakları da oluşturan havzadaki topraklar, akarsular tarafından aşındırılıp, taşınarak birikmektedir. Eğim derecesinin çok düşük olmasından dolayı drenajı kötü ve taban suyu seviyesi yüksek olan topraklardır.

Genellikle tuzluluk ve alkalilik problemi de bulunan bu topraklar, saz, kamış ve çayır otlarının kök, sap ve yaprakları çok fazla bulunduğu organik madde bakımından zengindirler (Anonim, 1970: 99).

Araştırma sahası içerisinde %0,7'lik bir alan kaplayan ve bataklık olarak nitelendirilen alanları oluşturan hidromorfik alüviyal topraklar en geniş olarak Simenlik ve Akgöl lagünlerinin etrafında bulunmaktadır. Ayrıca Dumanlı Göl etrafında ve Terme'nin doğusunda küçük bir alanda da bu topraklar yer almaktadır (Şekil 33).

### Kıyı Kumulları

Kıyılarda dalgalar ve rüzgârlar tarafından biriktirilen kumlardan oluşan alanlardır. Bazı çukur yerlerde, kumul hareketinin durduğu alanlarda yüksek taban suyu seviyesi

nedeniyle birtakım bitki örtüsünün geliştiği görülmekle birlikte genel olarak bitki örtüsünden yoksun alanlardır (Anonim, 1970:105).

Yüzölçümü olarak çalışma sahasının %1'ini kaplayan kumullar Yeşilirmak Deltası'nın Karadeniz kıyısında bir şerit halinde uzanmaktadırlar. İstisnai olarak Simenlik-Akgöl'ün etraflarını çevreleyen bataklık alanın doğusunda kumul birikimi çok azdır (Şekil 33).

#### Irmak Taşkın Yatakları

Akarsuların normal yatakları dışında taşkın halinde iken yayıldıkları alanları ifade eder. Genellikle kumlu, çakıllı ve molozlu malzeme ile kaplıdırlar. Taşkın suları ile sık sık yıkanmalarından dolayı toprak içermediklerinden arazi tipi olarak değerlendirilirler (Dizdar ve Karakuş, 1984: 19).

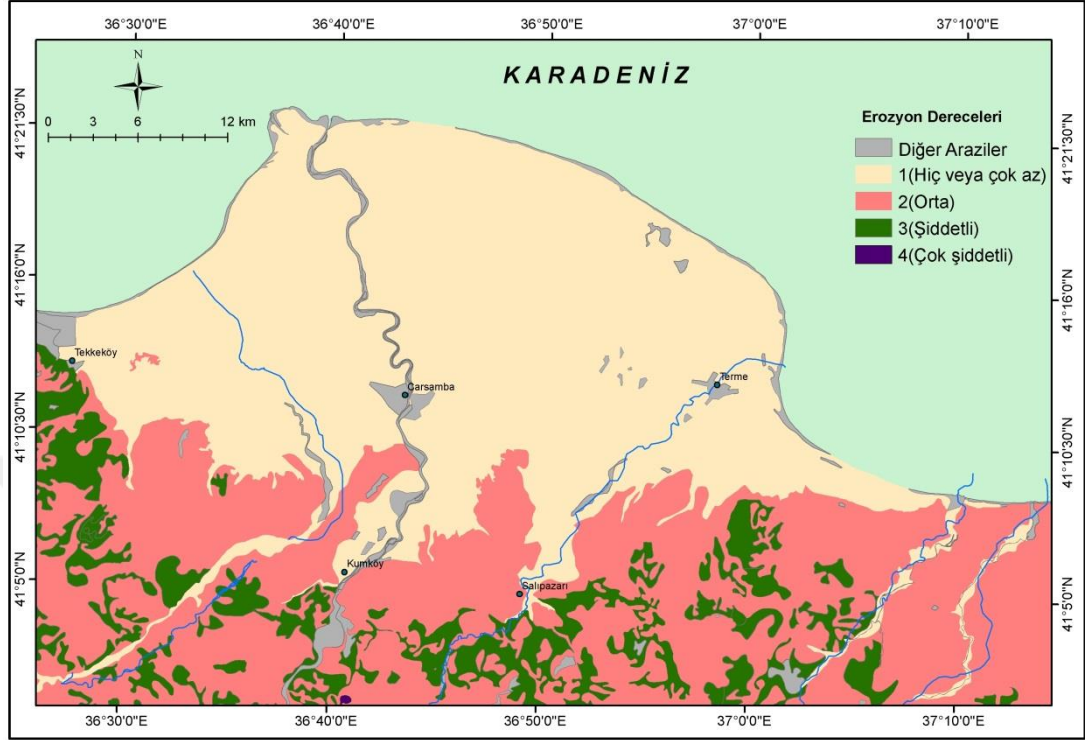
Araştırma sahası içerisinde %0,9'luk bir alan kaplayan bu arazi tipi en fazla oranda Yeşilirmak Nehri'nin iki kenarında ona paralel olarak uzanmış halde bulunmaktadır. Ayrıca Terme Çayı etrafında Salıpazarı kuzeydoğusunda ve Akçay ile Cura Çaylarının da mansap kısımlarına yakın kısımlarında akarsu uzanışlarına paralel bir şekilde ırmak taşkın yatakları bulunmaktadır (Şekil 33).

#### **1.5.2. Toprak Erozyonu**

Güler (2003) yaptığı çalışmasında Çarşamba Ovası'nın güneyindeki yüksek ve eğimli bölgelerde toprakların % 13,4'lük bölümünde orta derecede erozyon bulunduğunu, 0,4'lük kesimde şiddetli erozyon bulunduğunu, çok şiddetli erozyona maruz alanın ise bulunmadığını belirtmiştir. Ovanın geri kalan % 83,3'lük kesimi için ise veri bulamadıklarını belirtmiştir.

Araştırma alanında erozyon derecesi 1 olan alanlar % 47,59 alan kaplamaktadır ve bu alanlar delta ovasının oluşturduğu düz ve düze yakın arazilerde yer almaktadırlar. Erozyon derecesi 2 olan alanlar % 37,97'lik bir oranla en fazla alan kaplaya ikinci erozyon grubudur. % 10,01 alan kaplayan 3. derecedeki erozyon alanları çalışma sahasının batısı ve güneyinde, yükseltinin ve eğimin nispeten fazla olduğu yerlerde bulunmaktadır. Erozyon derecesi 4 olan çok küçük bir alan ise araştırma sahasının güneyinde % 0,02'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 34).

Şekil 34: Çalışma alanının erozyon derecelerini gösteren harita.



Kaynak: Anonim 1970'den faydalanılarak oluşturulmuştur.

Yoğun yerleşim alanları, barajlar, akarsu ve göller, kumsallar ve ırmak taşkın yatakları gibi alanların ise erozyon verisi bulunmamaktadır. Verisi bulunmayan bu alanlar çalışma sahasının % 3,42'sini kaplamaktadır (Şekil 34).

Çalışma alanının büyük kısmında erozyon derecelerinin düşük olması, bu bölgelerdeki eğim değerlerinin de düşük olmasıyla ilgilidir. Eğim değerlerinin az olduğu düz ve düze yakın alanlarda erozyon yok veya çok az iken, eğimin arttığı güneyde yer alan bölgelerde erozyon dereceleri de artmaktadır (Şekil 6, Şekil 34).

### 1.6.Bitki Örtüsü

Çalışma alanımız Avrupa - Sibiryaya fitocoğrafya bölgesinin Öksin provensi içinde yer alır (Avcı, 1993). İnceleme alanındaki türlerin büyük bir çoğunluğu Avrupa – Sibiryaya kökenli türlerdir. Çalışma alanının tarım için son derece elverişli topraklara sahip olması nedeniyle sahadaki doğal bitki örtüsü büyük ölçüde tahrip edilerek ziraat ve yerleşim alanı haline gelmiştir.

T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Samsun Bölge Müdürlüğü'nün 2012 yılında yaptığı çalışmaya göre Yeşilirmak Havzası ve çevresinde 15 adet endemik, nadir ve nesli

tehdit altında olan tür bulunmaktadır (Tablo 8). Alanda 8 adet endemik bitki türü vardır. Alandaki endemizm oranı % 2'dir. Bu oran Türkiye'deki endemizm oranının altındadır. Bunun en önemli nedenleri alanın önemli bir kısmının sulak alan olması ve büyük oranda tahrip edilmiş olmasıdır (Anonim, 2012).

Foto 4: Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde gelişen çeşitli bitki örnekleri, solda *Nerium oleander* (zakkum), sağda *Eryngium maritimum* (deniz boğadikeni).



Endemik bitkilerin tamamı Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) kategorilerine göre sınıflandırılmış olup 4 adet LR(Ic), ve 4 adet LR(nt) kategorisine giren endemik bitki türü bulunmaktadır. Ayrıca alanda endemik olmamakla birlikte IUCN tehdit kategorilerinde olan 6 adet bitki türü de bulunmaktadır. Bunlardan 2 adeti EN (Tehlike altında) ve 4 adeti de VU (Zarar Görebilir) kategorilerinde yer almaktadır. 2 tür ise BERN sözleşmesi kapsamında korunması gereken türlerdendir (Tablo 8) (Anonim, 2012) (Bu türlerin tablo 9'da belirtilen Türkçe adlarının bir kısmı Orman Bakanlığı'nın hazırladığı raporda yer alan orijinal adlardır. Altı çizili olarak belirtilen Türkçe adlar ise Güner vd. 2012'ye göre yazılmıştır.).



Tablo 8: Yeşilirmak Havzası ve çevresinde yayılış gösteren endemik, nadir ve nesli tehdit altında olan bitki türleri.

Familya	Tür	Türkçe Adı	Endemizm	IUCN/ Bern
<i>THELYPTERIDACEAE</i>	<i>Thelypteris palustris</i>	Eğreli (Karakız eğreli)		VU
<i>APIACEAE</i>	<i>Ferulago pauciradiata</i>	Etekli kişniş	Endemik	LR (nt)
<i>ASTERACEAE</i>	<i>Jurinea kilaea</i>	Kilyos moru		VU
<i>ASTERACEAE</i>	<i>Rhaponticum serratulooides</i>	Koca kekre		EN
<i>CARYOPHYLLACEAE</i>	<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>anatolica</i>	Tıstıotu	Endemik	LR (Lc)
<i>CARYOPHYLLACEAE</i>	<i>Saponaria prostrata</i> subsp. <i>prostrata</i>	Yapışkan otu (Ebemterliği)	Endemik	LR (nt)
<i>FABACEAE</i>	<i>Genista aucheri</i>	Katır tırnağı (Bayı borcağı)	Endemik	LR (lc)
<i>HYPERICACEAE</i>	<i>Hypericum aviculariifolium</i> subsp. <i>depilatum</i>	Binbirdelik otu (Mideotu)	Endemik	LR (nt)
<i>LINACEAE</i>	<i>Linum flavum</i> subsp. <i>scabrinerve</i>	Keten (Kaba çimit)	Endemik	LR (nt)
<i>PRIMULACEAE</i>	<i>Cyclamen coum</i> var. <i>coum</i>	Sıklamen (Yersomunu)		Bern
<i>LINDERNIACEAE</i>	<i>Lindernia procumbens</i>	Kutuotu		Bern
<i>AMARYLLIDACEAE</i>	<i>Galanthus rizehensis</i>	Kardelen (Rize Kardeleni)		VU
<i>AMARYLLIDACEAE</i>	<i>Leucojum aestivum</i>	Göl soğanı		VU
<i>AMARYLLIDACEAE</i>	<i>Pancretium maritimum</i>	Kum zambağı		EN
<i>ARACEAE</i>	<i>Arum euxinum</i>	Yılan yastığı (Nivik)	Endemik	LR (Lc)
<i>ORCHIDACEAE</i>	<i>Epipactis pontica</i>	İncebindallı	Endemik	LR (Lc)

Kaynak: Anonim, 2012'deki tablo düzenlenerek kullanılmıştır.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IUCN Kategorileri;

EN-ENDANGERED-Tehlikede: Bir takson oldukça yüksek bir risk altında ve yakın gelecekte yok olma tehlikesi altında olup, ancak heniz CR grubunda değilse EN grubuna konur.

VU-VULNERABLE-Zarar Görebilir: Doğada orta vadeli gelecekte yüksek tehdit altında olan taksonlar bu gruba konur. Ülkemizde orta vadede tehdit altında olabileceği düşünülen ve birden fazla lokaliteden bilinen bazı türler bu kategoriye konmuştur. Ayrıca şimdilik durumlarında tehlike olmayan bazı türler, gelecekte korunmalarının sağlanması için, bu kategoriye konmuşlardır.

LR (nt) Near Threatened -Tehdit Altına Girebilir: VU kategorisine konmaya yakın adaylar.

LR (lc) Least Concern - En Az Endişe Verici: Herhangi bir koruma gerektirmeyen ve tehdit altında olmayanlar (Anonim, 2012).

Yeşilirmak Nehri Deltası'nın kıyı yakını bölgeleri önemli kıyı kumulları ve sulakalan habitatlarını içermektedir (Foto 4). Delta kıyıları boyunca uzanan kıyı kumulları üzerinde gelişen kumul bitkilerinin yanı sıra, bu kumul sistemlerinden hemen sonra karaya doğru oldukça geniş bir alanda boylu bataklık bitki toplulukları yer almaktadır. Yeşilirmak Deltası'nda, Bern Sözleşmesi Ek Liste I'de yer alan, Avrupa ölçeğinde tehlike altında olan bir tür bulunmaktadır (kutu otu- *Lindernia procumbens*). Ayrıca kulaklı amanotu (*Ammannia auriculata* var. *arenaria*), arsızpat (*Aster tripolium*), ince pulotu (*Corispermum filifolium*), kum çatalotu (*Digitaria sabulosa*), sutaşı (*Hydrocotyle vulgaris*), kilinotu (*Kyllinga brevifolia*), bataklıkotu (*Oldenlandia capensis*), kuşbarık (*Polygonum mesembrium*), karakız eğreltisi (*Thelypteris palustris*), kumgelini (*Tournefortia sibirica*) ve *Wolffia arrhiza*'dan oluşan 11 tür de Ulusal Ölçekte Nadir Türler arasına girmektedirler (Byfield, 2005:114).

Araştırma alanının batısında, Tekkeköy ilçesi sınırları içerisinde Hacı Osman Longozu yer alır. Kış ve bahar aylarında sular altında kalan bu ormanda 1 tanesi endemik olan toplam 115 takson yer almaktadır. Yaygın olarak görülen türler dişbudak ve kanatlı ceviz (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa*- *Pterocarya fraxinifolia*)'in oluşturduğu Longozda yer alan endemik tür ise yilanyastığı (*Arum euxinum*)'tir. 1987 yılında Tabiat Koruma Alanı, 1998 yılında koruma altına alınan Hacı Osman Longozu'nda, ÖBA kriterlerine göre 1 tür (sıklamen (yer somunu)(*Cyclamen coum*)) Avrupa ölçeğinde tehlike altındaki türler, 5 tür ise parlak sütleğen (*Euphorbia lucida*), gölsoğanı (*Leucojum aestivum*), kum zambağı (*Pancreatium maritimum* L.), kanatlı ceviz (*Pterocarya fraxinifolia*) ve tavşanmemesi (*Ruscus aculeatus* var. *aculeatus*) Ulusal ölçekte nadir türler olarak kabul edilir (Karaer, 2005:112).

Ayrıca Yeşilirmak Nehri Deltası'nın doğu kesiminde, Simenlik ve Akgöl lagünlerinin çevresinde yer alan Gölardı Yaban Hayatını Geliştirme Alanı da bitki çeşitliliği bakımından önemli bir bölgedir.

### 1.6.1. Ağaç Formasyonu

Beşeri etkilerin görülmediği alanlarda ılıman ve nemli iklim sahalarında yayılış gösteren, su isteği fazla olan türler yayılış gösterir. Bu türlerden başlıcaları dişbudak, gürgen, kızılbaş, akçaağaçtır. Ayrıca bu alanda tarım arazilerinin sınırlarını

belirlemek için dikilen fazla sayıdaki söğüt ve kavak ağaçları dikkat çekicidir (Foto 5, Foto 12).

Araştırma sahası içerisinde yer alan en önemli ormanlık alanlardan biri olan Hacı Osman Ormanı'nda hakim ağaç türleri *Fraxinus angustifolia ssp.oxycarpa* ve *Pterocarya fraxinifolia* (dişbudak ve kanatlı ceviz) dir. Bu ormanda yer alan diğer odunsu bitkilerden bazıları ise *Acer platanoides* (çınar yapraklı akçaağaç), *Alnus glutinosa ssp.glutinosa* (adi kızılağaç), *Carpinus betulus* (adi gürgen), *Carpinus orientalis ssp. orientalis* (doğu gürgeni), *Castanea sativa* (kestane), *Cornus mas* (kızılıcık), *Crataegus monogyna ssp. azarella* (alıç), *Quercus hartwissiana* (Istranca meşesi)'dir (Karaer, 2005:112).

Foto 5: Yeşilirmak Nehri kıyısında bulunan kavak ve meşe toplulukları.



Hacı Osman Ormanlarından daha kuzeyinde Hürriyet Beldesi Ormanları yer alır. Hürriyet Beldesi Ormanları sazlık ve bataklık alanlar arasında yer almaktadır (Sönmez vd, 2008).

Çarşamba Deltasında Simenit gölü çevresinde yer alan subasar ormanlarını oluşturan başlıca ağaç türleri: *Alnus glutinosa subsp. barbata* (kızılağaç), *Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa* (Anadolu dişbudağı)'dır. *Alnus glutinosa subsp. barbata* ve *Pterocarya pterocarpa* yer yer birlikte topluluklar oluşturur. Aynı şekilde, *Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa* da *Pterocarya pterocarpa* ile birlikte de topluluk teşkil eder.

Karadeniz kıyıları boyunca yayılış gösteren kayın, nemcil meşe türleri, gürgen, kestane, ıhlamur gibi yayvan yapraklı bitki topluluklarının aralarına yükseltinin artmasına bağlı olarak göknar, ladin ve sarıçam gibi kozalaklı ağaçlar karışmaya başlar ve bunlar karışık ormanları oluştururlar (Avcı, 2014). Araştırma sahası içerisinde yer alan karışık ormanlar ise daha çok sahanın güney sınırlarını oluşturan Canik Dağının denize bakan eteklerinde bulunmaktadır. Bu bölgedeki karışık ormanları oluşturan türler ise daha çok ahlata, alıç, ıhlamur, gürgen, dişbudak, ladin, akağaç'tır (Şahin, 2002a: 86).

Sahanın kuzeye bakan yamaçlarında yağışın fazla olması bu türlerin yayılış göstermesine olanak sağlamıştır

### 1.6.2. Çalı Formasyonu

İnceleme alanında çalı formasyonu çok zengin değildir. Bununla beraber subasar ormanlarının çalı katını oluşturan başlıca türler: *Rubus canescens* var. *glabratus* (çobankösteği), *Smilax excelsa* (dikenucu), *Crataegus curvisepala* (kızılcırık) ve *Ruscus aculeatus* var. *angustifolius* (tavşanmemesi)'tur.

Çalışma alanında denizden 40-50m uzaklıktan itibaren sabit kumullar üzerinde ise *Hippophae rhamnoides* (hayıt) çalılıkları görülür (Mumcu, 2010). Yeşilirmak Nehri Deltası kumul alanlarında bulunan çalılardan bir diğeri *Paliurus spina-christi* (karaçalı)dir. Bataklık alanlarda ise *Tamarix* (ılgın) türü yaygın olarak görülmektedir (Byfield, 2005:114).

Foto 6: Araştırma alanı bataklık alanlarında yetişen çalı formasyonuna ait bitki örnekleri, *Juncus acutus* (kofa).



### 1.6.3. Kumul Vejetasyonu

Ülkemizde Karadeniz kıyı kumulları endemik bitki hayatı için büyük önem taşır. Bunlardan birisi olan Yeşilırmak Deltası çok sayıda kumul bitkisinin yayılış alanıdır. Bu delta üzerinde bulunan bazı sulak alan ekosistemleri çok sayıda önemli bitkiye ev sahipliği yapar (Avcı, 2005).

Tuzlu topraklarda yetişen halofitler ve deniz kenarındaki kumullar üzerinde bulunan psammofitler deltanın denize yakın kısmında görülür. Kumul örtüsü üzerinde seyrek olarak tuza dayanıklı ya da tuzcul bitkiler bulunur. Çalışma alanında bulunan belli başlı halofit ve psammofit birlikler: *Elymus elongatus* (putaotu), *Eryngium maritimum* (kum boğadikeni), *Euphorbia paralias* (kum sütleğeni), *Ammophila arenaria subsp. arundinacea* (sahilotu), *Pancratium maritimum* (kum zambağı), *Euphorbia terracina* (topuklu sütleğen), *Cyperus capitatus* (şehvetotu), *Corispermum filifolium* (incepulotu), *Sophora alopecuroides var alopecuroides* (acımeyan), *Cynanhum acutum* (bacırgan), *Juncus littoralis* (balıksazı) dir (Byfield,2005) (Foto 7, Foto 8).

Çarşamba ovasındaki göl ve bazı drenaj kanallarının devamlı suyla kaplı kesimleri, yılın belli dönemlerinde su baskınına uğrayan ve hiç su baskınına uğramayan kesimleri arasında bitki örtüsü bakımından farklılıklar vardır. Göl ve drenaj kanallarının devamlı suyla kaplı en derin (5-6 m) kesimlerinde, *Lemna minör* (sumercimeği), *Ceratophyllum submersum* (suboynuzu), *C. demersum* (kınalı suboynuzu) ve *Myriophyllum spicatum* (sucivanperçemi) türlerinden oluşan bir yüzer bitki topluluğu yayılış göstermektedir. Drenaj kanallarının ortalama 1 m derinlikte olan kesimlerinde ise *Nymphaea alba* (nilüfer) toplulukları görülürken, göllerin ortalama 1 m derinlikte olan kesimlerinde ise *Typha angustifolia* (saz), *Schoenoplectus littoralis* (göl semerotu) ve *Cladium mariscus* (gıyak) türleri saf ya da karışık topluluklar oluşturmaktadır. Kıyıya yakın veya nispeten sığ kesimlerinde ise *Phragmites australis* (kamış) toplulukları görülür (Mumcu, 2010).

İnceleme alanı için yapılan bazı çalışmalarda çalışma alanımızda tespit edilen kumul bitkilerinin bazıları da şunlardır: *Oenanthe pimpinelloides* L. (deli maydanöz), *Oenanthe silaifolia* M.Bie (attohumu), *Cionura erecta* (L.) Griseb (babrik), *Periploca graeca* L. var. *Graeca*, *Ilex colchica* Pojark (ışılğan), *Berberis vulgaris* L.(kızılkaramuk), *Tournefortia sibirica* L. (kum gelini) (Anonim, 2012).

Foto 7 Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde gelişen bitki örnekleri, solda *Euphorbia paralias* (kum sütleğeni), sağda *Crepis foetida* (kohum).



Foto 8 Yeşilirmak Nehri Deltası'nda yetişen bir *Pancratium maritimum* kum zambağı örneği.



Simenlik ve Akgöl civarında görülen türlerden bazıları ise *Hydrocharis morsus-ranae* (kurbağa zehiri), *Ranunculus sphaerospermus* (su çiçeği), *Spirodela polyrhiza* (telli sumercimeği)'dir. Çalışma sahası içerisinde yer alan diğer ot türleri ise şöyledir: *Polygonum mesembricum* (kuşbarık), *Salsola ruthenica* (laz döngelesi), *Eryngium maritimum* (kum boğadikeni), *Crepis foetida* (kohum), *Digitaria sabulosa* (kum çatalotu), *Anthemis tinctoria* (boyacı papatyası), *Artemisia aff. campestris* (kara yavşan), *Teucrium chamaedrys* (kısamahmut), *Tragus racemosus* (kızıl kirpikotu),

*Cynodon dactylon* (köpekdişi), *Juncus acutus* (kofa), *Phyla nodiflora* (suçileği), *Trifolium* (yonca), *Aster tripolium* (arsızpat), *Centaurium spicatum* (kanton), *Samolus valerandi* (gilotu). Ensulak bölümlerde ise *Chenopodium glaucum* (göksirken), *Fimbristylis bisumbellata* (ikiz telberdi), *Juncellus pannonicus* (macar hasırotu) (Byfield, 2005:114).

### **1.7.Arazi Kullanım Özellikleri**

Araştırma alanının arazi kullanım karakteri genel itibariyle, başta iklim ve toprak yapısı olmak üzere fiziki coğrafya özellikleri tarafından belirlenmektedir. Yeşilirmak Nehri'nin verimli delta ovası konumunda olan inceleme alanında, yağış ve sıcaklık koşullarının uygunluğu da göz önüne alındığında tarım alanlarının geniş alan kaplaması beklenen bir durumdur.

“Yeşilirmak Deltası doğal yapısı itibariyle, kıyı arkasında yerleşme dışı alan kullanımlarının yoğun olduğu bir bölgedir” (Sönmez vd, 2008: 145). Kabaca batıda Abdal dere den doğuda Terme'ye kadar uzanan alanın kıyı şeridinde, az sayıdaki münferit konut dışında belirgin bir yapılaşma yoktur (Foto 9). Bu kesimde kıyının doğal yapısı fazla bozulmakla birlikte, kumsallar, bataklıklar, lagünler ve ormanlık alanlar arazinin geniş bir kısmını kaplamaktadır. Bu kadar geniş kumsalların yer aldığı bu bölgede deniz ve kıyı turizmine yönelik herhangi turistik tesisin bulunmaması da dikkati çekmektedir.

Yeşilirmak Nehri'nin Karadeniz'e boşaldığı mansap kesiminde, nehrin doğu kıyısında kıyı kumulları üzerinde yapılaşmalar yer almaktadır. Bunlar balıkçı ve avcı kulübeleri olup, rüzgârların etkisi ile oluşan kum hareketlerinden olumsuz şekilde etkilendikleri belirlenmiştir (Foto 10).

Araştırma alanının kıyı bölgesi dışında kalan kısımlarında en geniş yüz ölçümünü tarım alanları kaplamaktadır. Kıyı gerisindeki bu bölgelerde tarım alanları dışında, en büyüklerini ilçe merkezlerinin oluşturduğu küçük yerleşim alanları ve tarım alanları ile parçalanmış vaziyette bulunan ormanlık alanlar yer almaktadır.

### 1.7.1.Tarım Alanları

Tarımsal faaliyetler çok çeşitli alanlarda yapılabilmeyle birlikte verimli alüvyial ovalar bu faaliyetlerin en yoğun olarak yapıldığı yerleri oluşturmaktadır. Çarşamba Ovası olarak da adlandırılan Yeşilirmak Deltası Türkiye'nin kıyı kuşağında yer alan en önemli tarımsal alanlarından biridir. Bu yüzden arazi kullanım özellikleri bakımından ele alındığında çalışma alanı tarımsal kullanımın yoğun olduğu bir bölgedir. Tarımsal faaliyetler 78,1'lik bir oranla tez sahasında en fazla alan kaplayan araziden faydalanma türünü oluşturmaktadır (Şekil 35).

Deltalar verimli araziler olmakla birlikte, kumsallar, bataklıklar ve lagünler hariç tüm delta alanı tarıma elverişlidir. Delta üzerindeki tarıma elverişli bu alanların, özellikle Çarşamba İlçesi kuzeyinde, üzerinde kurulan yerleşmeler dışında tarım dışında farklı bir arazi kullanım türüne rastlanmamıştır.

Foto 9: Araştırma sahası kıyı kumulları üzerinde yapılar yer almaktadır.





Şekil 35: Çalışma sahasının arazi örtüsü haritası.

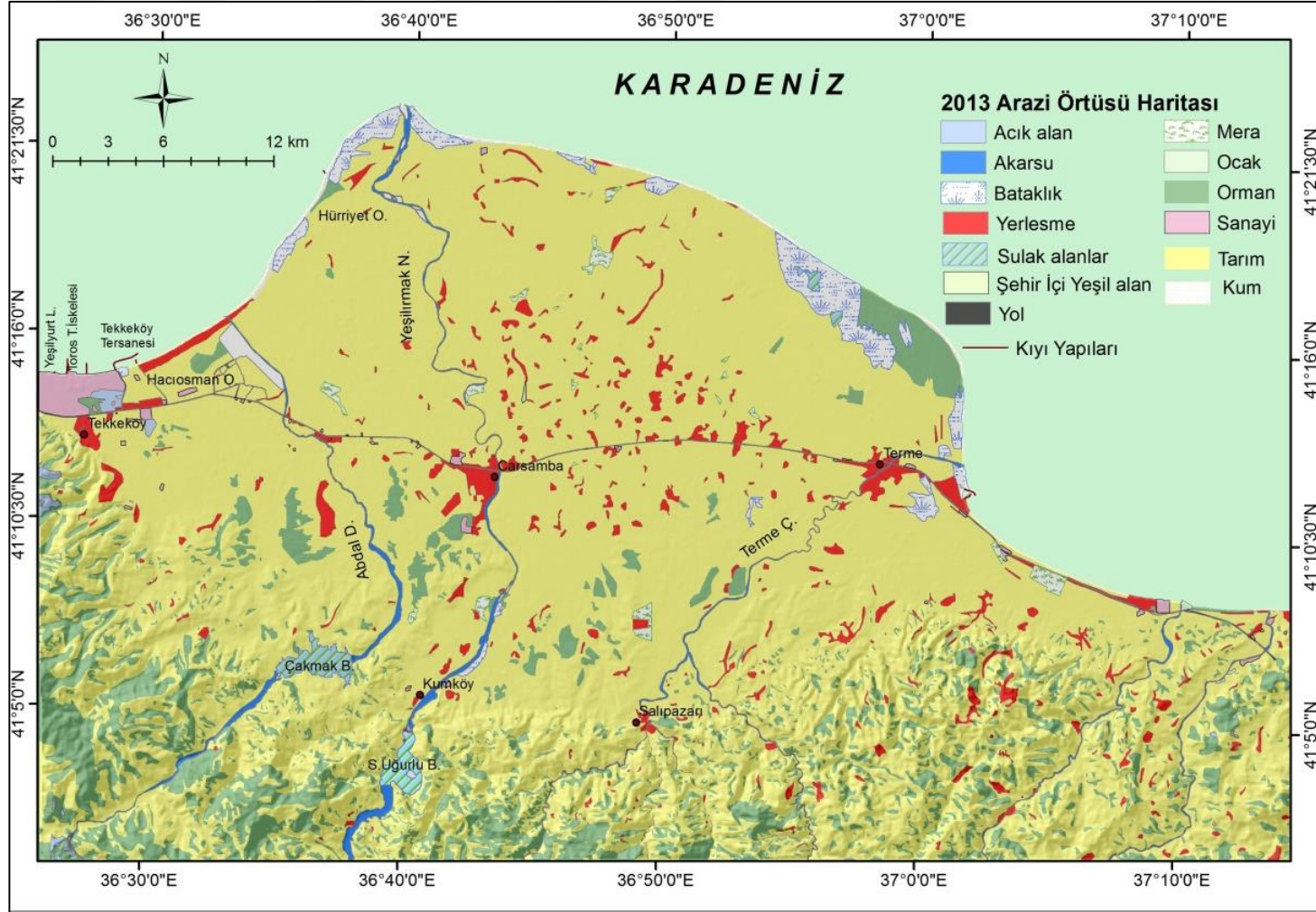


Foto 10: Yeşilirmak Nehri ağzında balıkçılık faaliyetleri.



Bütün çalışma alanı içerisinde tarımsal faaliyetlerin olmadığı alanlar ya kumsal, bataklık ve sulak alanlar gibi tarıma elverişli olmayan alanlar, ya doğal bitki örtüsünün bulunduğu alanlar veya yerleşme alanlarıdır. Çalışma alanının kuzeyinde yer alan ovalık kısmı yani delta alanı daha yoğun olarak tarımsal faaliyetler için kullanılırken, güneyinde yer alan yüksek ve engebeli sahada doğal bitki örtüsüyle örtülü alanlarla tarım arazileri içiçe geçmiş bir halde bulunmaktadır (Foto 11). Tarım alanlarında üretilen ürünlerin başında fındık gelmektedir. Tuik (2013) verilerine göre Türkiye'nin 2013 yılı toplam fındık üretiminin %3,1'i Çarşamba İlçesi'nde gerçekleşmiştir ve sadece bu ilçe sınırları içinde 25050 hektar toplu fındık ekim alanı bulunmaktadır.

Araştırma alanının doğusunu oluşturan Terme-Çarşamba arası Türkiye'nin önemli çeltik (pirinç) ekim alanlarından biridir (Atalay,1994:351). Bölgede "çeltik tarımının ne zaman başladığı bilinmese de 1455 yılında yapıldığına dair kanıtlar bulunmaktadır" (Zaman, 2001: 461). Çarşamba Ovası tarım alanlarında çeltik dışında mısır, şeftali, soya, tütün, buğday, şeker pancarı, ayçiçeği ve çeşitli sebzeler yetiştirilmektedir (Bekdemir, 2007:167)(Foto 12, Foto 13) .

Foto 11: Fener Mahallesi yakınlarında bahçe ziraati yaygındır (örnek: fasulye, vb.).



Foto 12: Akgöl yakınlarında mısır ve şeftalinin birarada yetiştirildiği bahçe ziraati önemli zirai faaliyet olarak önem arz eder.



Foto 13: Hürriyet Mahallesi yakınlarında bulunan bir şeftali bahçesi.



### 1.7.2. Yerleşim Alanları

Çalışma alanı Orta Karadeniz kıyı kuşağındaki iki önemli ilin sınırları içerisinde yer almakta olup, çok büyük bölümü batıda Samsun ili sınırları içinde kalırken, sadece doğuda % 10'luk kısmı Ordu ili sınırları içerisine girmektedir. Yerleşmelerin araştırma alanı içerisinde kapladıkları alan ise % 4 civarındadır (Şekil 35).

Genel olarak bütün araştırma alanı içerisinde yerleşmelerin kapladıkları alan çok fazla olmamakla birlikte, mevcut yerleşmelerin büyük kısmı, tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı ve ulaşım imkânlarının da elverişli olduğu delta ovasında yer almaktadır. Deltadan eğimin ve yükseltinin arttığı bölgelere doğru gidildiğinde ise yerleşmeler seyrekleşmektedir. Araştırma alanında yerleşmelerin en yoğun alan kapladığı kısım Yeşilirmak'ın doğusu, özellikle Çarşamba-Terme yolunun kuzey kesimleridir. Yeşilirmak'ın batısında fazla sayıda yerleşme merkezinin bulunmayışının temel sebebi nehrin özellikle geçmişte yapmış olduğu taşkınlardır. “Örneğin; 1974 yılında meydana gelen taşkında bugünkü nehir ağzının yaklaşık 20 km içerisinde yer alan Karamustafalı köyünden itibaren, deltanın uç bölümü tamamen

sular altında kalmış, buradaki mahalleler büyük zarar görmüştür” (Özçağlar, 1995: 99).

Araştırma alanı içerisindeki en büyük iki yerleşme yeri Samsun’un Çarşamba ve Terme İlçe merkezleridir. Samsun İlinin Tekkeköy ve Salıpazarı İlçeleri de diğer nispeten büyük yerleşmelerdir. Geri kalan çok sayıda yerleşme yeri nüfus ve kapladıkları alan bakımından fazla büyük değildir.

Çarşamba; Yeşilirmak Deltası’nın merkezine kurulmuştur, bu yüzden delta Çarşamba Ovası adıyla da anılmaktadır. Ortasından geçerek şehri doğu batı yönünde ikiye bölen Yeşilirmak Nehri ve oluşturduğu delta ovası Çarşamba’nın kuruluş ve gelişimine büyük rol oynamıştır. Yeşilirmak Nehri taşkınları dolayısıyla yerleşmeler kara istikametinde yüksekçe konumlara çekilmiş, Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu Barajlarının yapımıyla bu taşkınlar kontrol altına alındıktan sonra Çarşamba daha hızlı bir gelişim göstermiş, yerleşim alanları artmaya başlamıştır (Bekdemir, 2007: 11). Çarşamba İlçesi’nin Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi’ne göre 2013 yılı nüfusu 136184 kişidir. Bu nüfusu yaklaşık 11 km<sup>2</sup>’lik alanıyla araştırma alanının en büyük yerleşim yeri konumundadır.

73615 kişi nüfusu ile araştırma alanının ikinci büyük yerleşim merkezi konumunda olan Terme İlçesi deltanın doğusunda yer almaktadır. Terme çayı kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanarak ilçe merkezini ikiye bölmektedir. Özçağlar’a göre 1995 yılında 4 km<sup>2</sup> alan kaplayan bu yerleşmenin yüz ölçümü 2013 yılında ortalama 7 km<sup>2</sup> alana genişlemiştir.

Çalışma alanı içerisindeki üçüncü büyük yerleşim alanı olan Tekkeköy, alanın kuzeybatısında yer almaktadır. ADNKS’(Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi) ya göre 2013 yılı nüfusu 50124 olan “Tekkeköy, merkezde toplu çevreye doğru dağınık bir yerleşim şekli arz etmektedir” (Özçağlar, 1995: 100). Araştırma alanındaki dördüncü büyük yerleşim yeri olan Salıpazarı’nın topraklarının büyük kısmı yüksek ve engebeli sahada yer almaktadır. Fiziki şartları nedeniyle fazla büyüyememiş olan ilçenin nüfusu 2013 yılı ADNKS’ye göre 19623 kişidir.

### 1.7.3. Diğer Sert Zeminler

Çalışma alanı içerisinde tarım ve yerleşim alanları dışında kalan sert zeminler % 14,8'lik alan kaplamaktadır. Bu alanların içinde başlıca üniteleri sanayi alanları, orman alanları ve kumsallar oluşturmaktadır (Şekil 35).

Araştırma sahasının kuzeybatı bölümünü Samsun Organize Sanayi Sitesi oluşturmaktadır. Çarşamba İlçesi'nin batı girişinde, ana yolun kuzeyinde de bir Organize Sanayi Bölgesi yer almaktadır. Çarşamba'nın yaklaşık 4 km kadar güneyinde yer alan 1989 yılında işletmeye açılmış olan Çarşamba Şeker Fabrikası da önemli bir sanayi kuruluşudur. Bunlar dışındaki sanayi kuruluşları genellikle ulaşım imkânlarının kolay olmasından dolayı Samsun-Terme arasındaki ana yolun kuzey ve güneyinde dağınık halde bulunmaktadır.

Diğer sert zeminler olarak adlandırılan bu ünite içerisinde en büyük alanı orman alanları kaplamaktadır. Çalışma alanının %12,9'unu oluşturan ormanlık alanlar çoğunlukla güneydeki yüksek sahada, tarım alanlarıyla parçalanmış halde ufak üniteler şeklinde bulunmaktadır. Ormanlık alanların en önemlilerinden biri Çarşamba Havaalanının batısında bulunan subasar Hacı Osman ormanıdır. Ayrıca deltanın doğusunda Simenit ve Akgöl'ün doğusunda bulunan ormanlık alan da bitki çeşitliliği bakımından önem arz etmektedir. Hürriyet Mahallesi kuzeyindeki Hürriyet Ormanları da diğer ormanlık alanlardan biridir.

Güneydeki dağlık alanda yer alan ormanlardan Yeşilirmak'ın doğusundakiler küçük parçacıklar halindeyken batısındaki ormanlar daha çok bütünlük arz etmektedirler.

Çarşamba kuzeybatısında yer alan Çarşamba Havaalanı çevresiyle beraber 319 ha alan kaplamaktadır.

Araştırma alanının % 0,5'ini kıyıda yer alan kumsal alanları kaplamaktadır. “Siyah ince taneli kumlardan oluşan bu kumsal alanları doğuda Çaltı Burnu civarıyla batıda Samail Burnu ve Civa Burnu civarında genişlemektedir” (Özçağlar, 1995: 114).

### 1.7.4. Sulak Alanlar ve Göller

“Sulak alan tanımı oldukça farklı habitatları kapsamaktadır. Bataklıklar, turbalıklar, taşkın düzlükleri, nehirler, göller, tuzlalar, mangrovlar, deniz çayırı yatakları,

mercanlar, gelgit anında altı metreden derin olmayan deniz kıyısı alanları gibi kıyı sulak alanlarının yanısıra atıksu arıtım havuzları ve barajlar gibi insan yapısı sulak alanlar da sulak alan tanımına dâhil edilmektedir” (Çağırankaya ve Köylüoğlu, 2013: 10). Araştırma alanında bu ünite içerisine giren akarsular, baraj gölleri, lagünler ve bataklıklar yer almaktadır. Bu birimler çalışma alanının % 3,1’ini kaplamaktadırlar (Şekil 35).

Yeşilirmak Nehri üzerindeki Suat Uğurlu Baraj Gölü ve Abdal Dere üzerindeki Çakmak (Gökçeçakmak) Baraj gölü en büyük su kütlelerini oluşturmaktadırlar. 624 ha alan kaplayan Suat Uğurlu Barajı, Yeşilirmak Nehri vadisinin, deltaya girmeden hemen önceki bölümünde, Kumköy’ün yaklaşık 2 km. güneyinde yer almaktadır. Abdal Dere üzerindeki Çakmak Barajı ise Suat Uğurlu Barajı’nın kuzeybatısında, Gökçeçakmak köyü civarında yer almaktadır.

Delta kıyısında akarsuların önünün kıyı kordonlarıyla kapanması sonucu ortaya çıkan lagünler bulunmaktadır. Bu lagünlerin en büyükleri, delta doğusunda yer alan Simenlik, Akgöl, Kargalı Göl ve Dumanlı Göl’dür. Simenlik ve Akgöl birbirlerine bağlıdırlar.

“Bu göllerin çoğunluğu kamış ve sazlarla kaplı bataklık alanları ile içiçe bulunmaktadır” (Özçağlar, 1995: 112). Yeraltı suyu seviyesinin yüksek olması nedeniyle yağışlı mevsimde geçici olarak göl dönüşen bataklık sahalar, deltada kumsal alanların kara tarafında bitişiğinde yer almaktadırlar. Bataklıkların en genişleri Yeşilirmak’ın bugünkü mansabı etrafında yer almakta, diğeri ise deltanın doğusunda Simenlik-Akgöl’ü çevrelemektedir.

## 2. YEŞİLIRMAK DELTASININ JEOMORFOLOJİK GELİŞİMİ

Akarsu ağızlarında, bunların getirdikleri alüvyonların birikmesiyle teşekkül etmiş kıyı ovaları olan deltaların oluşum ve gelişimlerinde çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Deltalardaki jeomorfolojik değişimi kontrol eden başlıca fiziki faktörler; deniz seviyesi değişimleri, dalga ve akıntılarının etkileri, akarsuyun akım ve sediment miktarının değişimidir (Tablo 9). Ayrıca akarsular üzerinde inşaa edilen barajlar, akarsu yatağı içinden gerçekleştirilen kum alımları, akarsu yatağı içine yapılan hafriyat dökümleri gibi antropojenik faaliyetler de delta morfolojisi üzerinde önemli değişikliklere sebep olmaktadır (Zhang vd., 2015:202). Yukarıda sayılan çeşitli faktörler neticesinde deltalarda gerçekleşen morfolojik değişikliklerin başında ise kıyı çizgisi ve kıyı kenar çizgisinin değişimi gelmektedir.

Tablo 9: Kıyı erozyonunun sebepleri.

Doğal Sebepler	Beşeri Sebepler
Deniz seviyesi artışı	Yeraltı kaynaklarının alımından dolayı karanın çökmesi
Kıyı bölgesine ulaşan sediment bütçesinin değişkenliği	Malzeme taşınımının durması
Rüzgâr dalgaları	Kıyı bölgesi sediment bütçesinin azalması
Dalga ve ani deniz kabarmaları	Dalga enerjisinin kumsallarda yoğunlaşması
Deflasyon	Su seviyesindeki değişimin artışı
Kıyı boyu sediment taşınımı	Doğal kıyı korumasının değişmesi
Kumsal sedimentlerinin boylanması	Kumsaldan malzeme alımı

Kaynak: Coastal Engineering Research Center, 1984'den uyarlanmıştır.

Türkiye'nin Karadeniz kıyısındaki en büyük deltası olan Yeşilırmak Deltası Kuvaterner'de ortaya çıkmaya başlamıştır. Bugünkü şeklini kazanana kadar pek çok jeomorfolojik değişiklikler gerçekleşmiş ve bu gelişim aşamalarında deltanın şekli sabit kalmamıştır. Jeomorfolojik değişiklikler zaman zaman karanın deniz yönüne doğru ilerlemesi ile gerçekleşirken, zaman zaman ise deniz karanın iç kesimlerine sokulma imkânı bulmuştur. Kıyı çizgisinde görülen bu hareketlerden başka, özellikle aktif delta sahası içerisinde yer alan lagün ve bataklıklar alansal ve şekilsel değişimlere uğramış, bazıları ise kuruyup ortadan kalkmıştır.



Yeşilirmak Deltası'nda görülen güncel jeomorfolojik değişiklikler başta uydu görüntüleri olmak üzere, topoğrafya haritaları, arazi çalışmaları vb. ile tespit edilmeye çalışılmıştır (Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18, Şekil 36, Şekil 37, Şekil 38, Şekil 48, Şekil 49, Şekil 50, Şekil 51, Şekil 52, Şekil 55, Şekil 56, Şekil 57, Şekil 58, Şekil 59, Şekil 60 ve Şekil 61).

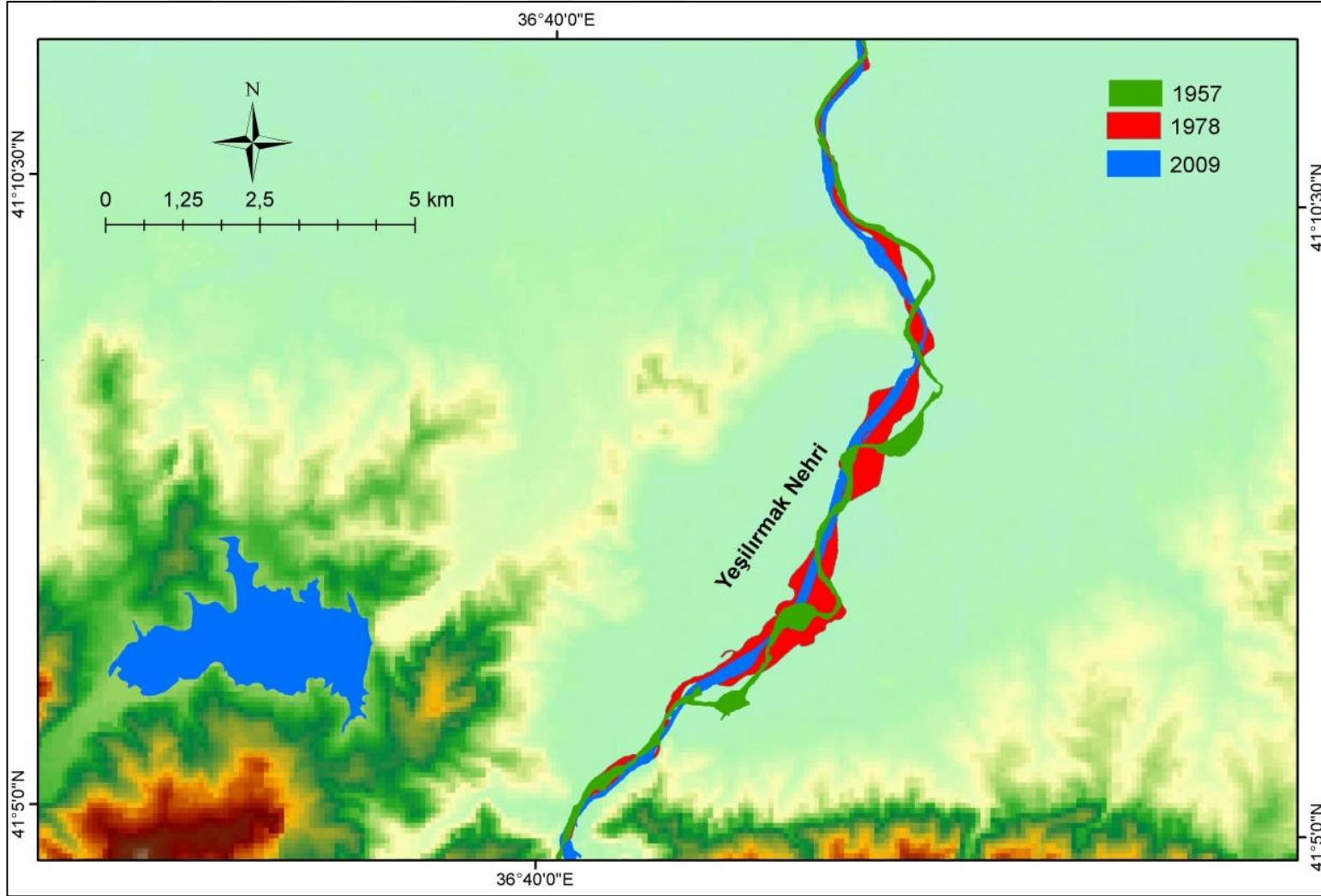
## **2.1. Kıyı Çizgisi Değişikliği**

Deniz vb. bir su kütlesi ile karasal koşulların hâkim olduğu saha arasında yer alan, genişlik özellikleri çok değişken olan geçiş bölgelerine kıyı adı verilmektedir. Kıyı bölgesini deniz tarafından sınırlandıran kıyı çizgisi ise, kara ve su kütlelerinin birbirine değdiği hat olarak da tanımlanabilir (Turoğlu, 2009: 33). Kıyı çizgisi hem yatay, hem de düşey doğrultuda birbirinden farklı birçok faktörün birlikte işlediği güncel bir denge çizgisi (Kayan, 2012: 59) olup sabit değildir, ilerleme veya gerilemeler görülmektedir.

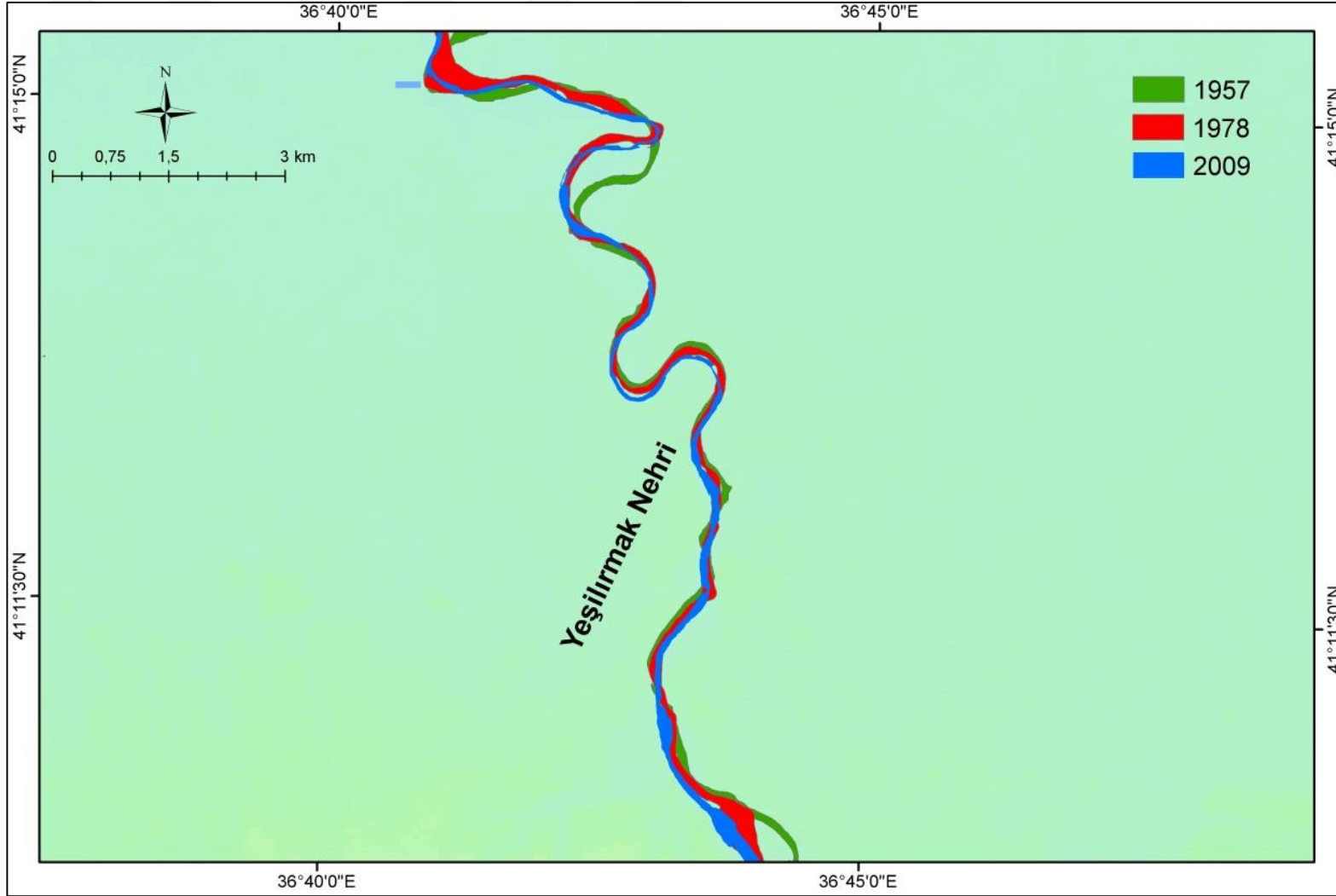
Delta tipi alçak kıyılarda, fırtınalar, med- cezir, hava basıncının değişmesi vb. bağlı olarak ortaya çıkan deniz seviyesi oynamaları gibi sebeplerle (Erol, 1993b: 37) doğal olarak kıyı çizgisi değişimleri görülebileceği gibi (İkiel vd, 2011: 493), antropojenik etkiler de değişime sebep olabilmektedir. Kıyısal alandaki en dinamik süreçlerden biri olarak kabul edilen kıyı çizgisi değişikliği jeoloji (Bağli ve Soille, 2003; Mills vd., 2005; Kuleli vd., 2011: 1141), hidroloji, iklim, bitki örtüsü, çevre problemleri vb. pek çok faktör tarafından kontrol edilmektedir (Guariglia et al., 2006; Zhao et al., 2007; Cui and Li, 2011:32). Bu değişimler günlük olarak gerçekleşebileceği gibi (örneğin med-cezir), daha uzun zaman ölçeklerinde ortaya çıkanları da vardır.

Yukarıda bahsedilen çeşitli faktörlere bağlı olarak gerçekleşen kıyı çizgisi değişiklikleri; her zaman kısa sürede ve çıplak gözle tespit edilebilecek boyutlarda olmayıp, farklı gözlem metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kıyı çizgisindeki değişimin izlenmesi, özellikle son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri yardımıyla mümkün olabilmektedir (Sesli, 2006: 13). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi teknolojilerindeki gelişmeler kıyı araştırmalarında nitelik ve nicelik artışına sebep olmuştur (İkiel ve Ustaoglu, 2011).

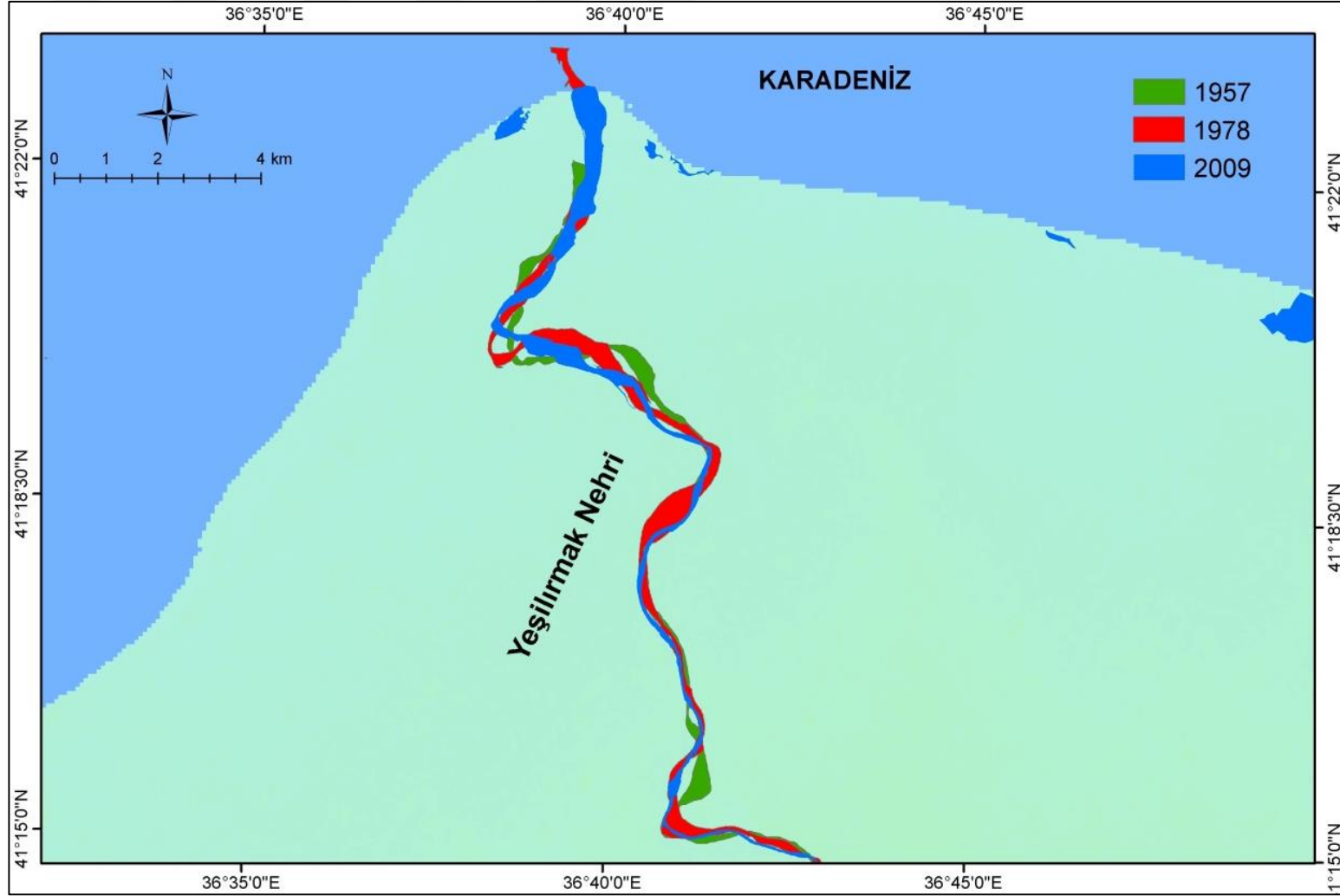
Şekil 36: Yeşilirmak Nehri çalışma sahası güney bölümü yatak değişimi.



Şekil 37: Yeşilirmak Nehri'nin delta içerisindeki yatak değişimi.



Şekil 38: Yeşilırmak Nehri' nin mansap kısmındaki yatak değişimi.



Topoğrafya haritaları, hava fotoğrafları ve özellikle son yıllarda kullanılan uydu görüntüleri kıyı alanlarındaki değişimi bütüncül olarak göstermeleri açısından önemli veri kaynaklarıdır.

Yeşilirmak Nehri'nin oluşturduğu delta ovasının Karadeniz ile temas ettiği kısım olan kıyı çizgisinde, zaman içerisinde doğal sebeplerle değişimler olmuştur. Ancak son yıllarda kıyı çizgisindeki bu değişim hız kazanmış, kısa sürelerde çıplak gözle ayırt edilebilecek boyutlara ulaşmıştır (Şekil 39). Normal şartlarda artkırıya ait unsurlar olan bitkilerin ön kıyı zonu içerisinde bulunması kıyı çizgisindeki gerilemeyi yansıtan en basit kanıtlardandır (Foto 14).

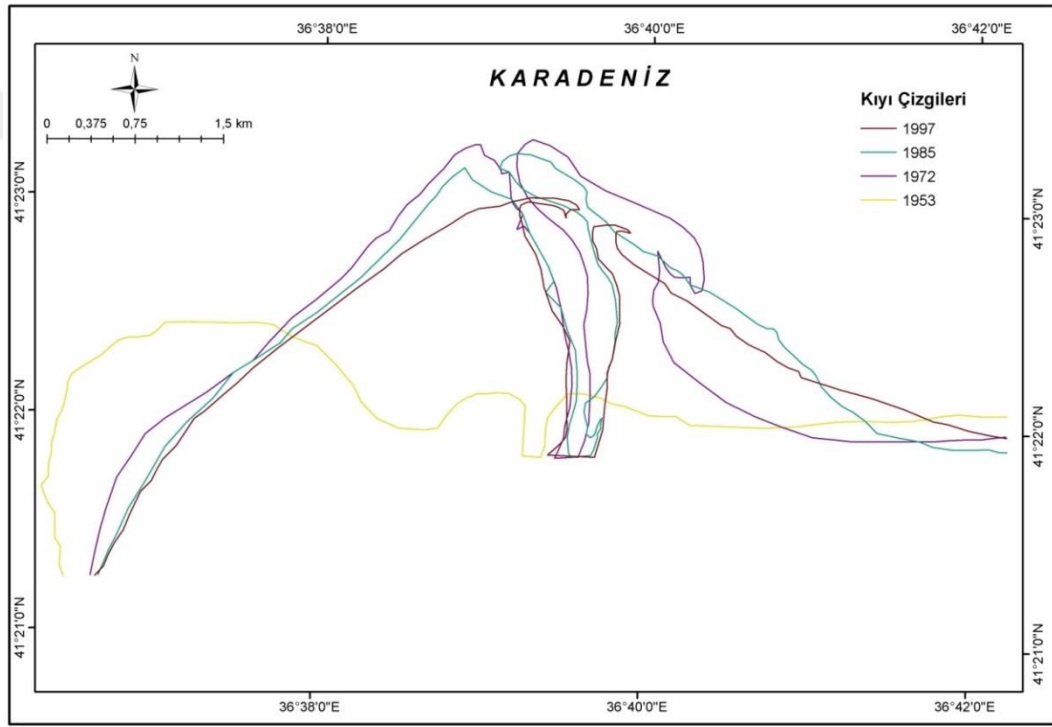
Foto 14: Araştırma alanında deniz içerisinde kalan bitkiler(*Juncus maritimus* LAM.).



Araştırma sahası kıyı çizgisindeki değişimin yön ve boyutlarını tespit edebilmek için farklı tarihlere ait haritalar ve uydu görüntüleri kullanılarak birbirleri ile karşılaştırılmışlardır. 1957, 1978 ve 2009 yıllarına ait kıyı çizgileri Harita Genel Komutanlığı'na ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından, 2013 yılına ait kıyı çizgisi ise 6,5 m çözünürlüğe sahip Rapideye uydu görüntüsünden çıkarılmıştır. Bahsedilen harita ve uydu görüntülerinin koordinatlandırma ve düzenleme işlemleri yapıldıktan sonra kullanılan coğrafi bilgi sistemleri programı vasıtasıyla sayısallaştırmalar yapılmış ve bu tarihlere ait kıyı çizgileri elde edilmiştir.

1957-2013 yılları arasında çalışma sahasının kıyı çizgisi uzunluğunun değiştiği yapılan ölçümlerden elde edilen ilk bulgudur. 1957 yılında 93.569 metre olan kıyı çizgisi 1978 yılında 94.276, 2009 yılında ise 95.643 metreye çıkmıştır. 2009 yılına kadar kıyı çizgisindeki farklılaşma eğilimi bu tarihten sonra değişmiş ve 2013 yılında 94.723 metreye düşmüştür. Kıyı çizgisindeki bu uzama ve kısalmaların en büyük sebebi akarsuyun mansap kısmında deltanın kıyı şeklinin değişmesidir (Şekil 53).

Şekil 39: Süzen-Özhan (2003)'in çalışmalarında tespit ettikleri kıyı çizgileri.



### 2.1.1. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Sebepleri

Kıyı çizgisi değişikliği görülmeyen kıyıları dinamik bir denge kazanmış olarak kabul edilirler. Ancak gerçekte kıyılarda, zaman zaman değişmekle birlikte dengeyi bozan bir takım doğal ve yapay faktörler etkili olmakta, bu sayede de kıyı çizgisi denize doğru ilerleme veya kara içine doğru gerileme göstermektedir. Kıyı çizgisinde değişime neden olan doğal faktörlerin başında yağış ve akım miktarlarının değişmesi ile dalga ve akıntı şiddetlerinin değişmesi sayılabilir. Antropojenik etkiler sonucunda kıyı çizgisinin değişimine neden olan başlıca faktörler ise; kıyıda malzeme alımı, kıyıyı besleyen malzemelerin barajlar gibi mühendislik yapılarıyla kıyıya ulaşmasının engellenmesidir (Berkün vd, 2010: 48). Ayrıca kıyılarda yapılan sahil yolu, liman, vb.

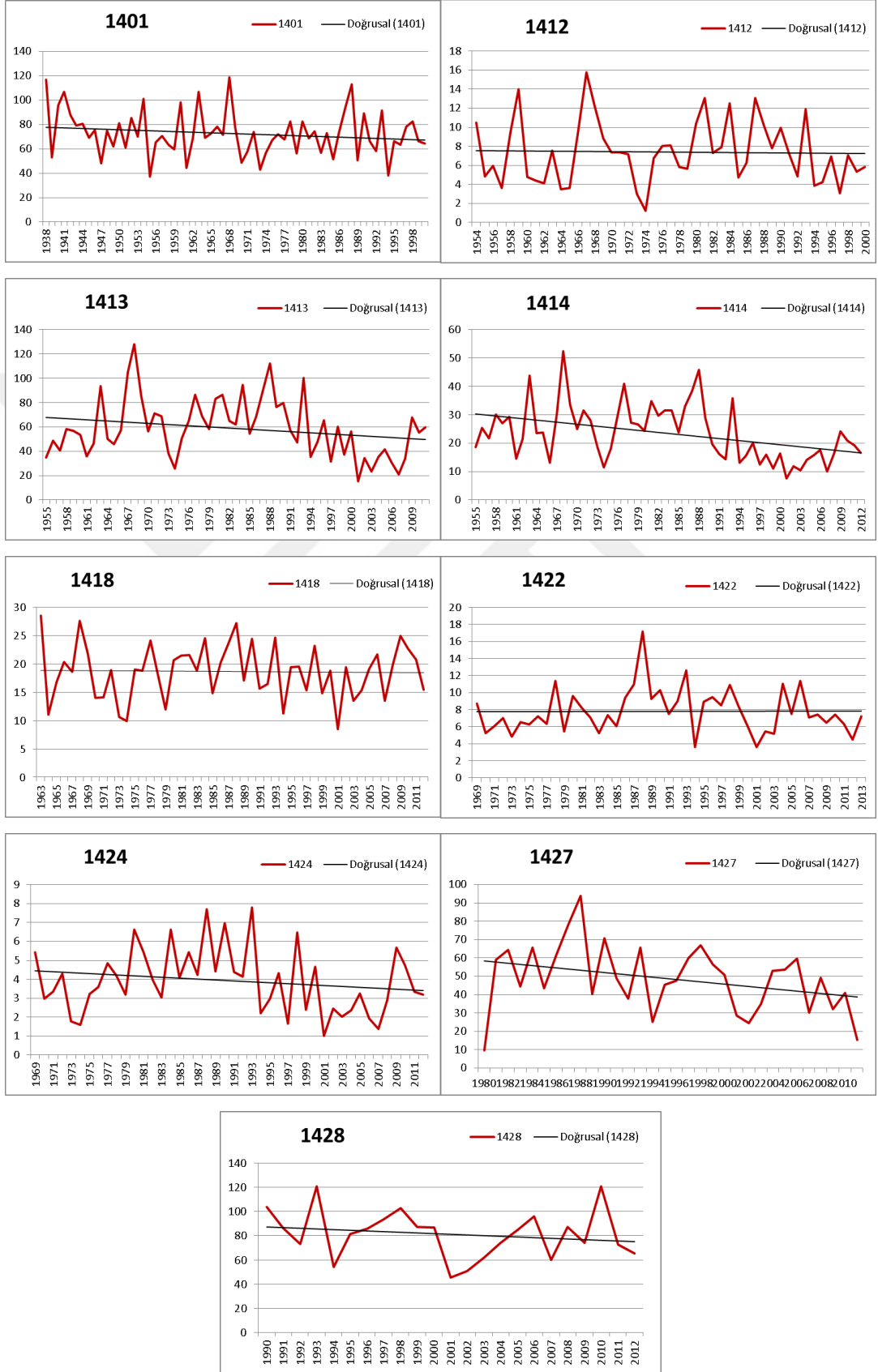
bilinçsiz yapılaşmalar da kıyı ve kıyı kenar çizgilerinin değişimine sebep olmaktadır (Turoğlu, 2005: 357).

Ülkemiz nehirlerinin dünya ortalamasına göre 4 kat, Avrupa ortalamasına göre ise 17 kat daha fazla toprağı taşıyarak baraj, göl veya denizlerde biriktirdiği göz önüne alındığında, akarsuyun sediment yükünün depolanmasının, ülkemizin özellikle kıyı morfolojisi üzerinde ne kadar büyük değişikliğe sebep olacağı aşıkardır (Çeliker ve Anaç, 2003; Kalkan, 2009: 1). Deltaların oluşum ve gelişiminde temel malzeme girdisi olan sediment madde miktarında görülen azalma deltanın özellikle kıyı çizgisi olmak üzere morfolojik özelliklerini değiştirmekte, beslenemeyen delta ovası ise dalga ve akıntılar gibi aşındırıcı faktörlere bağılı olarak küçülmektedir. Dolayısıyla özellikle ülkemiz gibi akarsularının bol sediment taşıdığı yerlerde, bu malzemeyi tutan baraj ve gölet gibi yapıların yapımı ile akarsu yatağından malzeme alımı delta morfolojisini önemli ölçüde değiştirmekte, kıyı çizgisinde gerileme olarak özetlenebilecek bir sonuca yol açmaktadır.

Ayrıca iklim özelliklerinde ortaya çıkabilecek değişiklikler dolayısıyla akarsu akım gücünün değişmesi de akarsuyun taşıdığı sediment miktarını etkileyen bir başka unsurdur. Yeşilirmak Nehri'nin akım değerlerine ait veriler incelendiğinde; akım gözlem istasyonlarının çoğunda, akım miktarlarının geçmişten günümüze doğru azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 40). Akım miktarlarındaki bu düşüş, akarsuyun hem aşındırma hem de taşıma gücünü doğrudan etkileyerek, Yeşilirmak Nehri'nin taşıdığı ve mansaba ulaşan sediment miktarında azalmaya neden olmaktadır. Tıpkı baraj vb. su yapılarında olduğu gibi, sediment malzeme miktarında eksilmeye neden olan akım azalması da kıyı çizgisi gerilemesinin sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Araştırma sahasında kıyı çizgisinin değişim yönü 1970'li yıllara kadar ilerleme şeklindeyken (Şekil 39) bu tarihten itibaren kıyı erozyonu dolayısıyla da kıyı çizgisinde gerileme ortaya çıkmaya başlamıştır. Kıyı erozyonu ile kıyından koparılan malzemeler ya kıyıya dik akımlarla kıyından derinlere doğru taşınmakta ya da kıyıya paralel akımlarla taşınmaktadır. Yeşilirmak Deltası kıyılarında hâkim dalga ve akıntı

Şekil 40: Yeşilirmak üzerindeki AGİ'lerin yıllık ortalama akımları (m<sup>3</sup>/sn).





yönünün karayel (kuzeybatı) olduğu için de kıyı erozyonunda sürüntü maddelerinin hareketi batıdan doğuya doğru gerçekleşmektedir (Önsoy vd, 1993: 140).

#### **2.1.1.1. Yeşilirmak Üzerinde Kurulan Barajların Kıyı Çizgisi Değişimine Etkileri**

1965 yılında 31.391.421 kişi olan Türkiye nüfusu 2014 yılına kadar yaklaşık % 127 artarak 71.286.182 kişiye çıkmıştır. Bu kadar hızlı artan nüfusun, başta beslenme olmak üzere artan ihtiyaçlarını karşılamak doğal ortam şartları altında mümkün olmamaktadır. Özellikle gıda sorununun halledilmesi için tarımsal üretimin arttırılması zorunludur. Bunun için hem tarım alanlarının hem de tarımsal üretimden alınan verimin arttırılması gerekmektedir.

Kurak ve yarıkurak ülkelerde tarımsal üretimi düşüren en önemli sebeplerden biri olan sulama sorununu çözmek amacıyla akarsular üzerinde barajlar inşa edilmektedir. Sulamadan başka taşkınların önlenmesi için yapılan barajlar da vardır ve bu sayede taşkınların tarım ve yerleşim alanlarına zarar vermesi engellenmeye çalışılmaktadır. Barajların yapım amaçlarından bir diğeri ise hidroelektrik enerji üretmektir. Fosil yakıtların rezervlerinin azalması ve çevre üzerinde oluşturdukları olumsuz etkiler yeni enerji üretim alanlarının kurulmasını teşvik etmektedir. Bu amaçla, üzerlerinde kurulan hidroelektrik santraller vasıtasıyla akarsulardan elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bütün bu avantajlarına rağmen, barajlar akım, sediment ve besleyici madde miktarı ile çevrede yaşayan flora ve faunayı etkileyerek, nehirlerin önemli ekolojik süreçlerini değiştirmekte, bunlar da barajların olumsuz etkileri olarak karşımıza çıkmaktadır (Ligon vd, 1995: 183).

2013 yılı itibariyle Yeşilirmak Havzası, ortalama yıllık 5,8 km<sup>3</sup> olan akış miktarı ile ülkemiz toplam akışının % 3,1'ini karşılamaktadır (Web1). Türkiye ölçeğinde bakıldığında yüksek akış potansiyeline sahip olan bu havzada, Yeşilirmak Nehri ve kolları üzerinde, hidroelektrik enerji üretimi, sulama, içme suyu temini ve taşkın önleme gibi amaçlarla, başlıcaları Kılıçkaya, Hasan Uğurlu, Suat Uğurlu, Koçhisar, Süreyyabey olan baraj, gölet ve hes ler inşa edilmiştir. Bu rezervuarların en büyükleri bir tablo halinde gösterilmiştir (Tablo 10, Foto 15).

Foto 15: Suat Uğurlu baraj gövdesi ve Yeşilirmak çekik seviyesi, 26.Haziran 2013.



Çalışma alanı sadece Yeşilirmak Nehri Deltası ve yakın çevresi olmasına rağmen nehir üzerine inşa edilen rezervuarlardan her biri akım ve taşınan sediment miktarı, dolayısıyla da delta morfolojisini etkilediği için, havza içerisindeki bütün barajlar araştırma konusu içine dâhil edilmiştir.

Delta ovalarının oluşumu ve gelişimi için gerekli temel süreç depolanmadır. Akarsuyun taşıdığı sediment yükü de bu depolanma sürecinin ana malzeme girdisini oluşturmaktadır. Dolayısıyla akarsuların sediment miktarında meydana gelen değişimler delta jeomorfolojisinin ve kıyı çizgisinin de değişmesine sebebiyet vermektedir.

Akarsuların aşınım ve birikim süreçleri taban seviyesine göre düzenlenmektedir. Gerçekte tüm akarsular için nihai taban seviyesini okyanus ve denizler oluşturmakla birlikte bazı durumlarda yerel taban seviyeleri de bulunabilmektedir. Barajlar akarsu faaliyetlerini düzenleyen en önemli yapay ve yerel taban seviyelerini oluşturmakta, bu sayede yukarı havzadaki akarsu profilinin ve aşağı çığırdaki yatak şekillerinin değişmesine neden olmaktadır. Nitekim akarsu, aşındırmasını baraj seviyesine

kadar yapmakta, asıl sediment birikimini de barajın gerisinde ve içerisinde gerçekleştirmektedir.

Tablo 10: Yeşilırmak Nehri üzerinde bulunan başlıca rezervuarlar.

<b>BARAJ ADI</b>	<b>BİTİŞ YILI</b>	<b>DEPO HACMİ (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>SU YÜZEY ALANI (km<sup>2</sup>)</b>	<b>AMAÇ</b>	<b>ALT HAVZA</b>
Kılıçkaya	1989	1400,39	64,42	Hidroelektrik	Kelkit
Hasan Uğurlu	1981	1073,75	22,66	Hidroelektrik	Yeşilırmak
Süreyyabey (Çekerek)	2011	131,00	41,34	Sulama, Hidroelektrik	Çekerek
Almus	1966	950,00	31,30	Sulama,Debi kontrolü,Hidroelektrik	Yeşilırmak
Koçhisar	2008	161,00	12	Sulama, Hidroelektrik	Çorum
Çamlıgöze	1997	50,00	4,70	Debi kontrolü, Hidroelektrik	Kelkit
Suat Uğurlu	1981	182,00	9,70	Sulama	Yeşilırmak
Köklüce	1988			Hidroelektrik	Yeşilırmak
Niksar				Hidroelektrik	Kelkit
Reşadiye				Hidroelektrik	Kelkit
Erbaa				Hidroelektrik	Kelkit
Akıncı				Hidroelektrik	Kelkit
Koyulhisar				Hidroelektrik	Kelkit
Şahinkaya				Hidroelektrik	Kelkit
İncesu				Hidroelektrik	Çekerek
Ataköy	1977	2,80	0,50	Hidroelektrik	Yeşilırmak
Duruca				Hidroelektrik	Yeşilırmak
Gölova	1990	65,00	5,00	Hidroelektrik	Kelkit
Konak				Hidroelektrik	Kelkit
Beypınar				Hidroelektrik	Kelkit
Altıntepe				Hidroelektrik	Kelkit
Çakmak	1988	106,50	6,28	İçme suyu	Yeşilırmak
Gölova 1	1988	65,00	4,85	Sulama	Kelkit
Yedikır	1985	60,30	5,93	Sulama	Tersakan
Merzifon		56,16	3,51	Sulama	Tersakan
Mecitözü		48,00	2,84	Sulama,Debi kontrolü	Çekerek

Kemerkaya		44,00	2,81	Sulama	Çekerek
Güzelce	2009	34,68	1,99	Sulama	Çekerek
Bahçecik		33,20		Sulama	Çekerek
Belpınar	1984	29,69	1,73	Sulama	Yeşilırmak
Yenihayat	1997	26,70	1,35	İçme suyu	Çorum
Sadak		20,23	1,75	Sulama	Kelkit
Alpu	2009	19,38		Sulama	Çekerek
Derinöz	2003	18,90	0,88	Sulama	Tersakan
Bedirkale	2005	17,87		Sulama	Çekerek
Aydınca		16,60	0,77	Sulama	Yeşilırmak
Köse	2008	15,73	0,33	İçme suyu	Kelkit
Boztepe	1983	14,20	1,87	Sulama	Yeşilırmak
Gediksaray	1993	13,00		Sulama	Çekerek
Çamur		12,70	0,71	Sulama	Kelkit
Alaca	1984	12,00	0,80	Sulama	Çorum
Hatap	2008	12,00	1,02	Sulama, İçme suyu	Çorum
Çorum	1977	7,18	0,56	Sulama, İçme suyu	Çorum

Kaynak: DSİ ve YHKB verilerine dayanılarak oluşturulmuştur.

Özellikle akarsularda baraj aşağı çığırında meydana gelen morfolojik değişiklikler küresel ölçekte bir sorun olarak kabul edilmektedir (Doğan, 2015: 233).

Akarsuyun yatak eğiminin azalması, hem aşındırma hem de taşıma gücünü azaltarak, sediment miktarının düşmesine neden olmaktadır. Buna ilave olarak miktarı azalan sediment malzemenin çoğunun da mevcut barajlar tarafından, baraj gölü içerisinde biriktirilmesi, havzanın daha aşağısındaki kısımlara ulaşan malzeme miktarının büyük ölçüde azalmasına neden olmaktadır.

Barajların sebep olduğu morfolojik değişikliklerden bir diğeri ise kıyıdan kilometrelerce içeride akarsu boylarında meydana gelen ve üzerinde çeltik tarımı yapılabilecek kadar geniş alüvyal birikinti düzlüklerinin ortaya çıkmış olmasıdır (Sönmez vd, 2008:174).

Akarsuyun mansap kısmında biriktirdiği sediment miktarının dalga erozyonu ile kıyıdan uzaklaştırılan malzemedan az olması durumunda kıyı çizgisinde kara yönünde gerileme meydana gelir. Dalga baskın bir delta karakterinde olan Yeşilırmak Nehri Deltası'nda, dalga erozyonunun şiddeti fazla olduğu için deltanın sediment bütçesindeki azalma, kıyının morfolojisine gerileme olarak yansımaktadır. Yeşilırmak

Nehri üzerinde inşa edilen barajların akarsuyun sediment yükünde meydana getirdiği düşüş, dolayısıyla deltaya ulaşan malzeme bütçesini sınırlamakta bu da delta kıyı çizgisinde gerilemeye neden olmaktadır.

Arazi örtüsünde gerçekleşen tahribat ve arazi yönetimindeki yetersizlikler dolayısıyla artan erozyonel faaliyetlere rağmen (Vörösmarty, 2003: 187), Yeşilırmak üzerinde inşa edilen barajlar ve endüstriyel kullanım nedeniyle akarsuyun sediment yükü %97'den daha fazla oranda düşmüştür (Jaoshvili, 2002: 44). Bu kadar büyük boyuttaki sediment bütçesi açığı, Yeşilırmak Nehri Deltası'nın karadan denize doğru alan kaybetmesiyle sonuçlanan bir sürece sebebiyet vermektedir.

Barajların sediment yükü üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek amacıyla D.S.İ.'ye ait sediment ölçüm verileri temin edilmiştir. Nehir üzerinde mevcut 7 tane sediment gözlem istasyonundan (SGİ) 2 tanesi yeni açılan, gözlem süreleri kısa olan istasyonlar olduğu için çalışmada bu veriler kullanılmamış, toplam 5 adet SGİ nin verisi kullanılmıştır (Tablo 11).

Yeşilırmak Nehri üzerindeki mansaba en yakın olan SGİ 1408 numaralı Yeşilırmak-Çarşamba istasyonudur. Bu SGİ da 1969 yılında, Yeşilırmak üzerinde bir tane büyük baraj (Almus) varken, ölçülen yıllık ortalama sediment miktarı 135763,8 tondur. 1408 numaralı SGİ nin kapanış tarihi olan 1983 yılında ölçülen yıllık ortalama sediment miktarı ise 828 tondur (Tablo 11). Ölçülen sediment miktarının 14 yılda %99,4 oranında düşmesi tek başına iklim, akım değişimi vb. ile açıklanamaz ve barajların etkisi gözardı edilemez (Şekil 42, Şekil 43, Şekil 44, Şekil 45) (Tablo 11).

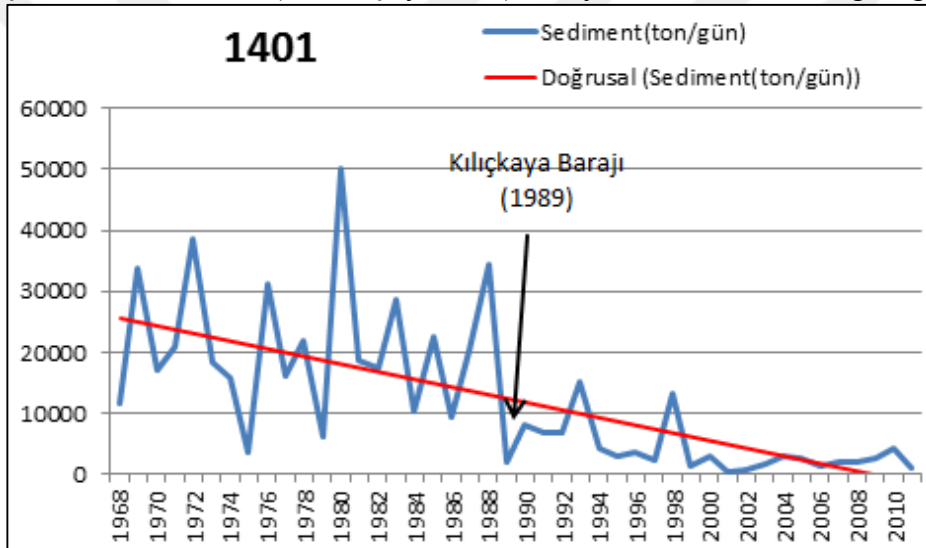
Barajların Yeşilırmak nehrinde taşınan sediment miktarı üzerindeki etkisi oldukça büyüktür. Örneğin; Yeşilırmak ana kolu üzerinde bulunan 1413 numaralı SGİ da ölçülen, 1983 yılı yıllık ortalama sediment miktarı 22792,0 tondur. Kelkit Irmağı üzerinde yer alan 1401 numaralı SGİ da aynı yılda ölçülen yıllık ortalama sediment miktarı ise 28721,7 tondur (Tablo 11). Yani Kelkit ve Yeşilırmak'ın birleştikleri yerden itibaren nehre 51513,7 tonluk bir sediman girdisi gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu iki SGİ nin aşağı çığırlarında Köklüce, Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu olmak üzere

Şekil 41: Yeşilirmak Nehri üzerinde bulunan başlıca rezervuarlar, Kum-Çakıl Ocakları, AGİ ve SGİ'ler.

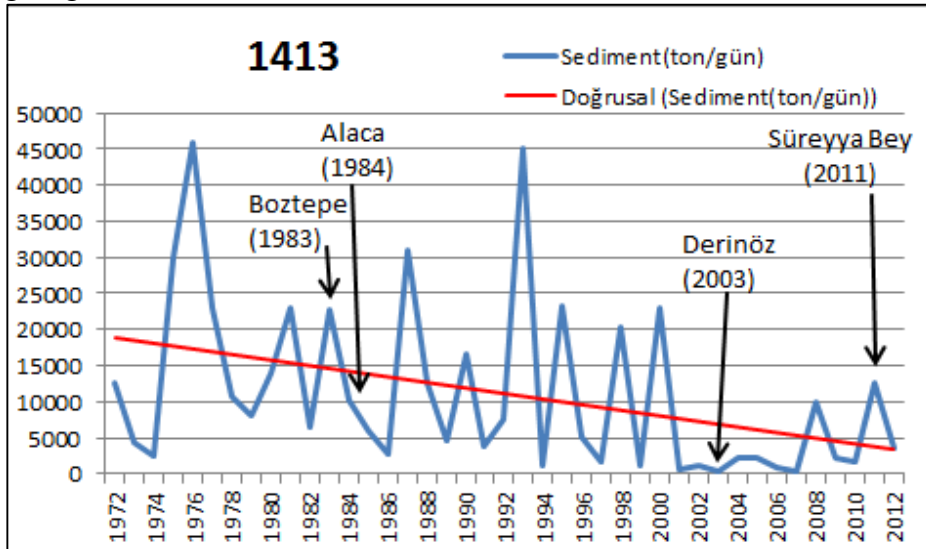


3 büyük baraj (rezervuar) bulunmakta, bu barajların çıkışında ise 1408 numaralı SGİ yer almaktadır. 1408 numaralı SGİ nin 1983 yılı yıllık ortalama sediment miktarı ise sadece 828,0 tondur. Durumu özetleyecek olursak; 1983 yılında, bu üç baraja girmeden önce sediment miktarı 51513,7 ton olan nehrin, bu barajlardan çıktıktan sonraki sediment miktarı 828,0 tona düşmektedir. Yani akarsuyun yükü %98,4 oranında düşmüştür (Şekil 45). Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da Gökçebayır deresi gibi üzerinde SGİ olmadığı için verisi olmayan küçük derelerin de Yeşilirmak'a ayrıca sediment madde aktarmasıdır.

Şekil 42: 1401 Nolu (Kelkit Çayı, Fatlı) SGİ yıllık sediment rasat grafiği.



Şekil 43: 1413 Nolu (Yeşilirmak Nehri, Durucasu HES) SGİ yıllık sediment rasat grafiği



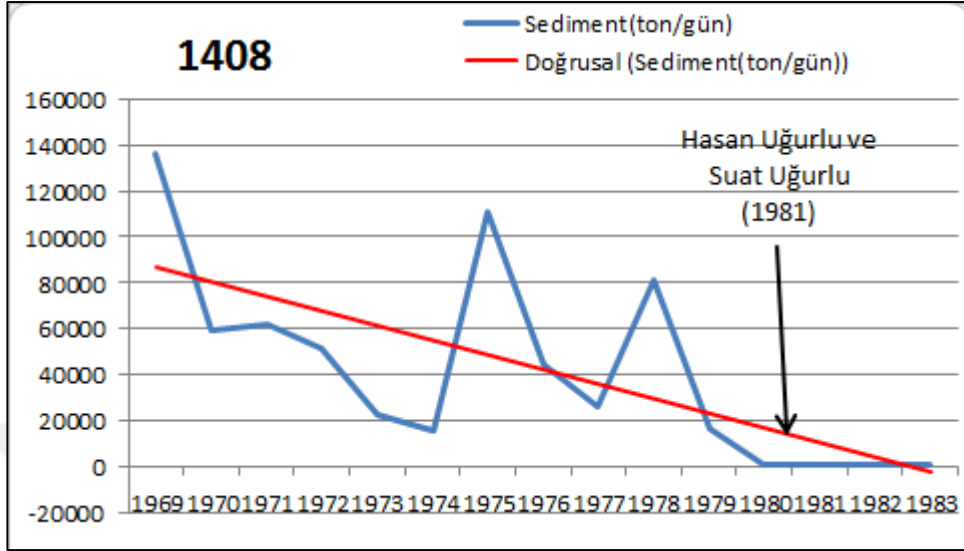
Tablo 11: Yeşilirmak ve kolları üzerinde bulunan sediment gözlem istasyonlarının yıllık ortalama verileri.

1401/ YIL	Y.Ort (ton)	1413/ YIL	Y. Ort (ton)	1422 /YIL	Y. Ort (ton)	1418/ YIL	Y. Ort (ton)	1408/ YIL	Y. Ort (ton)
1968	11762,6	1972	12614,4	1978	1732,4	1973	2837,1	1969	135763,8
1969	33612	1973	4453,8	1979	665,7	1974	353,6	1970	59852,1
1970	16981,7	1974	2447,9	1980	427,9	1975	7512,7	1971	61738,4
1971	20915	1975	29994,4	1981	80,2	1976	5886,2	1972	51499,3
1972	38420,5	1976	45904,5	1982	1438,9	1977	2598,5	1973	23204,5
1973	18316,5	1977	23005,4	1983	110,9	1978	2280,5	1974	16246,4
1974	15908,2	1978	10799,1	1984	350,4	1979	209,2	1975	111005,5
1975	3501,1	1979	8083,1	1985	321,3	1980	6133	1976	44527,1
1976	31126,2	1980	14005,4	1986	214,5	1981	7443,2	1977	26676,1
1977	16131,5	1981	22878,9	1987	217,3	1982	2081,1	1978	81031,1
1978	21990,8	1982	6458,5	1988	871,4	1983	5318,4	1979	16523,9
1979	6181,3	1983	22792,0	1989	292,6	1984	1509,6	1980	611,8
1980	50039,4	1984	10334,1	1990	240	1985	679,8	1981	1101,9
1981	18743,4	1985	5834,4	1991	605,4	1986	525,9	1982	911
1982	17416,8	1986	2752,3	1992	281,3	1987	1807	1983	828,0
1983	28721,7	1987	30967,5	1993	1201,4	1988	2275,2		
1984	10358,9	1988	12521,8	1994	32,5	1989	1840,6		
1985	22532,5	1989	4586	1995	170,9	1990	574,3		
1986	9461,5	1990	16561,2	1996	376,5	1991	1508,2		
1987	20210,1	1991	3828,5	1997	199,4	1992	2009,5		
1988	34256,7	1992	7451	1998	777,6	1993	5310,9		
1989	1870,2	1993	45105,3	1999	137,8	1994	896,9		
1990	8002,4	1994	1201,9	2000	198,3	1995	2019,9		
1991	6916,1	1995	23287,7	2001	20,7	1996	532,1		
1992	6899,1	1996	5188,8	2002	94,8	1997	223,2		
1993	15094,3	1997	1605,6	2003	244	1998	5227,2		
1994	4159,5	1998	20381,9	2004	344,5				
1995	3011,8	1999	1160,2	2005	342,9				
1996	3520,2	2000	23012,5	2006	593,3				
1997	2263,6	2001	722,1	2007	79,4				
1998	13232,3	2002	1167,1	2008	540,1				
1999	1253,3	2003	422,6	2009	127,4				
2000	2842,3	2004	2156,6	2010	156,7				
2001	499,4	2005	2124,5						
2002	673,6	2006	916,9						
2003	1531,8	2007	390,4						
2004	3024	2008	9886,8						
2005	2573,8	2009	2202,6						
2006	1453	2010	1633,6						
2007	1969,6	2011	12577						
2008	1858,1	2012	3456,7						
2009	2594								
2010	4303,3								
2011	1014,6								
ORT.	12207,9	11143,3		408,7		2676,7		42101,3	

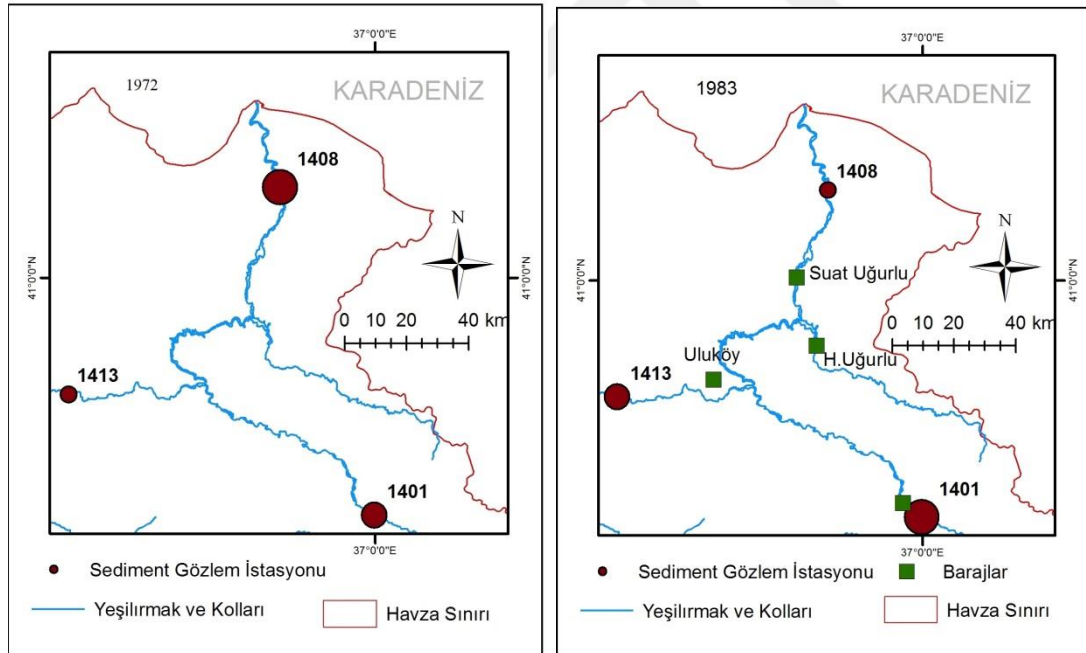
Kaynak:D.S.İ. Genel Müdürlüğü



Şekil 44: 1408 Nolu (Yeşilirmak Nehri, Çarşamba Köprüsü) SGİ yıllık sediment rasat grafiği.



Şekil 45:1401, 1413 ve 1408 nolu SGİ'lerin 1972 ve 1983 yıllarındaki sediment oranlarını gösteren haritalar.



Akarsuyun sediment yükünün yıllar arasında değişimini göstermek için oluşturulan grafiklerin incelenmesi de barajların inşa edilmesi ile sediment yükünün düşüşü arasındaki ilişkiyi net bir şekilde gözler önüne sermektedir (Şekil 42). 1401 numaralı (Kelkit Çayı, Fatlı) SGİ'de ölçülen sediment miktarı, Kılıçkaya Barajı'nın inşa edildiği 1989 yılında ani ve belirgin bir düşüş göstermektedir (Şekil 42). Aynı şekilde 1408

numaralı (Yeşilirmak Nehri, Çarşamba Köprüsü) SĞİ'nin sediment miktarlarını gösteren grafik eğrisinde de Hasan ve Suat Uğurlu Barajlarının yapım tarihi olan 1981 yılında belirgin bir sapma görülmektedir (Şekil 44).

Yeşilirmak ve kolları üzerindeki SĞİ lerin sınırlı sayıda olması ve lokasyonlarının uygun olmaması, barajların sediment verisi üzerindeki etkisinin her yerde ve net bir şekilde tespit edilememesine neden olmuş, bu yüzden verilen örnekler sınırlı tutulmuştur. Ayrıca bütün barajların, yukarıda verilen 1401 nolu SĞİ- Kılıçkaya Barajı örneğinde (Şekil 42) olduğu gibi istasyonların sediment miktarlarında ani ve çarpıcı düşüşler meydana getirmemiş olmasının temel sebeplerinden biri de bu barajların su tutma haznelerinin büyüklüğüdür. Barajlar su tutma haznelerinin büyüklüğü ile doğru orantılı miktarlarda sediment depolama kapasitesine sahiptirler. Pek tabidir ki Kılıçkaya Barajı gibi rezervuarı büyük olan barajlar çok daha fazla miktarlarda su ve sedimenti tuttukları için, sediment miktarını gösteren eğride belirgin bir düşüş ortaya çıkmaktadır. Küçük hazneli olan barajlarda ise daha az miktarda su ve sediment malzeme tutulması, taşınan malzeme miktarındaki azalmanın daha az belirgin olmasına neden olmaktadır.

#### **2.1.1.2. Sahada Kum Ocaklarında ve Beton Şantiyelerinde Malzeme Kullanımı**

İnsanların en temel ihtiyaçlarından biri barınmadır. Nüfusta görülen artışa bağlı olarak, inşaat sektöründe de büyüme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bataklık vb. birkaç alan dışında hemen hemen tüm arazilerde kontrolsüzce artan inşaatlarda kullanılan, bu sektörün temel ihtiyacı olan malzeme (kum- çakıl) genellikle deniz kıyısı veya akarsu yataklarından temin edilmektedir.

Akarsu yataklarından yapılan kum-çakıl alımı öncelikle yatak morfolojisini değiştirmekte, yeraltı ve yerüstü suları da dahil olmak üzere tarım alanları, çevrede yaşayan flora ve fauna olmak üzere çok farklı unsuru etkilemektedir. Karadeniz kıyılarından inşaat çalışmalarında kullanılmak üzere kum alımı son yıllarda büyük bir artış kaydetmiştir (Anonim, 2004:5-30). Deniz içinden yapılan kum alımları dışında, Yeşilirmak Nehri ve kolları üzerinde de çok sayıda kum ve taş ocakları bulunmakta, bu ocaklar nehrin yatağını değiştirmekte ve akış düzenini bozmaktadırlar (Ayaz, 2010: 446). Akarsu yatağından, bu özel ocaklar dışında birde DSİ tarafından, taşkınları

önlemek için yapılan yatak düzenleme faaliyetleri kapsamında malzeme alımı yapılmaktadır.

DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nün hazırladığı rapora göre; kum ve çakıl alımı dolayısıyla Yeşilirmak Nehri'nin yatağının değişmekte ve Yeşilirmak'ın mansap kısmında Çarşamba Ovası'nın büyük kısmının denizle örtülmesi sonucu verimli toprak kaybı meydana gelmektedir. Bu sebeple aynı raporda Yeşilirmak Nehri yatağının Çarşamba ovası içerisindeki bölümünden kum ve çakıl alımının önlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Düzenlenen bu rapor doğrultusunda, Samsun Valiliği bu bölgelerden malzeme alımını 2009 yılında yasaklamıştır. 2009 yılı öncesinde Yeşilirmak Nehri yatağının Samsun ili sınırları içerisinde 4 adet kum-çakıl ocağı faaliyet göstermekle beraber bunların yıllık olarak çektikleri kum miktarı en az 100.000 m<sup>3</sup>'tür (Samsun Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ile yapılan sözlü görüşme).

Aynı şekilde, Yeşilirmak havzasında yer alan bir diğer il olan Amasya'da da, ortaya çıkardığı tahribat ve çevreye olumsuz etkilerinden dolayı, Amasya İl Özel İdaresi 2006 yılından beri, akarsu üzerindeki kum ve taş ocaklarına ruhsat vermemektedir. Amasya ili içerisinde sadece eski akarsu yataklarında faaliyet gösteren kum ocakları mevcutken, güncel yataklarda bulunmamaktadır.

Yeşilirmak Nehri Havzası'nın Yozgat ili sınırları içerisinde mevcut bulunan 3 kum-çakıl ocağından bir tanesi 2015 yılında faaliyete geçtiği için verisi bulunmamaktadır. Diğer iki ocağın ise 2014 yılı toplam malzeme alım miktarları 43375 m<sup>3</sup>'tür (Yozgat İl Özel İdaresi, Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü ile yapılan sözlü görüşme).

Tokat ili sınırları içerisinde, Yeşilirmak Nehri'ne karışan kollar üzerinde bulunan 3 kum-çakıl ocağının 2014 yılında nehir yatağından aldıkları toplam malzeme miktarı ise 17899 m<sup>3</sup>'tür (Tokat İl Özel İdaresi, Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü ile yapılan sözlü görüşme) (Şekil 41).

Havzanın Gümüşhane ili sınırları içerisinde ise mevcut olan 1 adet kum-çakıl ocağı Kelkit Nehri yatağından malzeme alımı yapmaktadır. Bu ocağın yıllık malzeme alım miktarı 1000-1500 m<sup>3</sup> arasındadır (Gümüşhane İl Özel İdaresi, Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü ile yapılan sözlü görüşme).

Bu konuda vurgulanması gereken önemli bir husus ise kaçak malzeme alımı yapan ruhsatsız işletmelerdir. Her ne kadar bazı alanlarda kum- taş ocağı açmak ilgili kurumlarca yasaklanmış, mevcut olanların ruhsatları da iptal edilmiş olsa da ruhsatsız alımlar %100 önlenebilmiş değildir. Ancak bu işletmelerin resmi olarak kayıtlarının bulunmaması, bunların verilerine ulaşılmasını sınırlamaktadır.

1a grubu (İnşaat ile yol yapımında kullanılan ve tabiatta doğal olarak bulunan kum ve çakıl madenleri) madencilik faaliyetleri içerisine giren kum-çakıl ocakları ile ilgili bir diğer konu ise bu ocaklardan alınan malzeme miktarlarıdır. Her ne kadar, denetleyici kurumlara akarsu yatağından alınan kum miktarı beyan edilmek zorunda olsa da, malzeme alımı yapan şirketlerin beyan ettikleri miktarlar da tam olarak gerçeği yansıtmamaktadır. Dolayısıyla vergi miktarını vb. azaltmak amacıyla malzeme alım miktarının az gösterilmesi de bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

### **2.1.1.3. Kıyıda Yapılaşmaların Etkileri**

Kıyı kentleri dünya çapında insan aktivitelerinin merkezi olup dünya nüfusunun %40'lık kısmı kıyı çizgisi ile 100 km mesafe arasındaki bölgede yaşamaktadır (Curran vd., 2002, Small ve Nicholls, 2003; Işık ve Demirel, 2014: 2). Dolayısıyla dünya kıyıları üzerinde insanın etkileri oldukça fazladır. Deniz kıyısında yer alan bölgelerde, kıyıda yerleşme ve sahil yolu inşaatları ile liman, balıkçı barınağı gibi kıyı yapıları, ayrıca bunları koruma amaçlı yapılmış mendirek, dalgakıran gibi kıyı koruma yapıları yer alabilmektedir.

Kıyı yapıları içerisinde ele alınan yapılardan bir kısmı kıyıyı dalga ve akıntıların aşındırıcı etkilerinden korumak için yapılmaktadır. Kıyı koruma yapılarından olan ve kumsal alanını, böylelikle de kıyı dengesini korumak için yapılan mahmuzlar, kıyıya dik şekilde uzanan ince yapılardır (Anonim, 2007: 273). Kıyıyı dalgaların etkisinden korumak için yapılan bir diğer kıyı yapısı ise dalgakıranlardır. Mahmuzlar kıyıya dik inşa edilirken, dalgakıranlar kıyıya paralel şekilde uzanmaktadırlar. Mendirek ise deniz araçlarına hizmet eden bir yapı olan limanları dalga ve akıntıların etkisinden korumak için inşa edilmektedir. Limanlar dışında, deniz araçlarına hizmet veren diğer kıyı ve deniz yapıları arasında; iskeleler, balıkçı barınakları, yat limanları, yanaşma yerleri ve çekek yerleri bulunmaktadır.

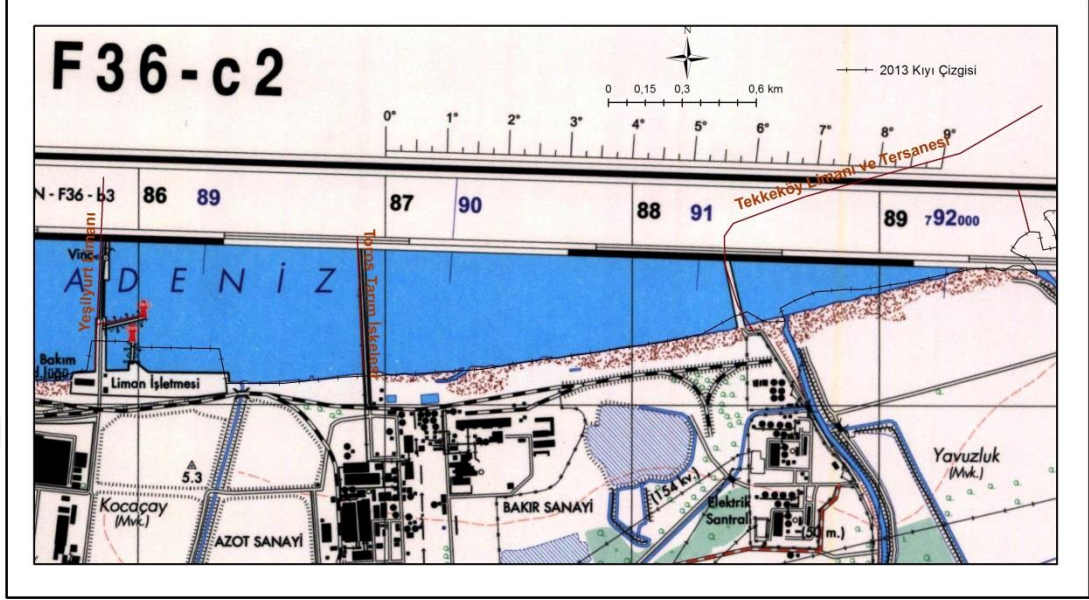
Liman ve barınak mendireklerinin kıyıda sebep olduğu erozyon ile mahmuz ve açık deniz mendireği gibi kıyı yapılarının etkileri neticesinde kıyı çizgisinde değişimler meydana gelmektedir (Yüksek, 2008). Bunun sebebi, kıyı bölgesine ÇED raporları düzenlenmeden, dalga iklimi gibi özellikler göz önüne alınmadan inşa edilen bu yapıların kıyıda madde taşınımını engellemeleridir. Hâkim rüzgâr yönünün kuzeybatı olduğu araştırma alanında (Şekil 29), denize dik uzanan kıyı yapıları rüzgâra, dolayısıyla kıyı akıntılarının bakan taraftaki kıyıda birikime sebep olmaktadır. Bu yapıların rüzgâr duldasında kalan doğu kısımlarında ise akıntılarla malzeme taşınımı sınırlanmakta, bu da bu bölgede erozyon ve dolayısıyla kıyı gerilemesinin görülmesine sebep olmaktadır.

Araştırma sahası kıyıları kıyı koruma amaçlı yapılmış mahmuz, dalgakıran vb. yapılar bakımından da oldukça fakirdir. Dolayısıyla kıyı çizgisi değişikliği üzerinde bu tip yapıların baskın bir etkisi söz konusu değildir.

Araştırma alanının batısında, Samsun Organize Sanayi Bölgesi civarında Yeşilyurt Limanı ve bunun doğusunda Toros Tarım iskelesi yer almaktadır. Toros Tarım İskelesi'nin yaklaşık 1,5 km. doğusunda ise Tekkeköy Tersanesi ve Limanı bulunmaktadır. Bu limanı dalgaların etkilerinden korumak için bir de mendirek inşa edilmiştir. Ayrıca Yeşilyurt Limanı ile Tekkeköy Tersanesi ve Limanı arasında, deniz içerisinde Milangaz, Campaş, Alpet, Ceka ve Lukoil'e ait petrol boru hatları bulunmaktadır.

2006 tarihinde faaliyete başlayan, Yeşilyurt demir-çelik fabrikasına ait Yeşilyurt Limanı Samsun-Ordu karayolu üzerinde Organize Sanayi Bölgesinin kuzeyinde yer almakta olup şehir merkezine 15 km, Çarşamba Havaalanına 10 km uzaklıktadır (Sönmez vd, 2008: 119). Delta batısındaki kıyı yapılarının en doğuda kalanı olan Tekkeköy Tersane ve Limanının inşaatına 2008 yılında başlanarak 2011 yılında tamamlanmıştır. Deltanın doğu kıyılarında bulunan Terme limanı ve Tersanesi, araştırma sahası kıyılarında yer alan diğer yapılardandır (Şekil 35, Şekil 46).

Şekil 46: 2009 yılı topoğrafya haritası üzerinde kıyı yapılarını ve 2013 yılı kıyı çizgisini gösterir harita (Tekkeköy kuzeyi, Samsun Organize Sanayi Sitesi).



Araştırma sahası kıyılarında inşa edilen bu yapılar kıyı çizgisi üzerinde bir takım değişimlere sebep olmaktadır. Bunlardan biri Tekkeköy Tersanesi ve Limanının bulunduğu bölgeye etkisidir. Limanı korumak için yapılan mendirek, yapıldığı bölgenin doğu kesimini, kuzeybatıdan gelen dalgaların aşındırıcı etkilerine karşı korumaktadır. Bunun sonucunda, mendireğin doğusunda kalan alanda kıyı çizgisinde ilerleme meydana gelmiştir. 2009 yılından 2013 yılına kadar maksimum kısımda 64 metrelik bir ilerleme gerçekleşmiştir. TMMOB'un 2012 yılında yaptığı bir çalışmada ise, bu bölgede (dalgakıranın arkasında kalan sahada) 3-4 ay içerisinde deniz içerisine doğru 400 m bir ilerleme olduğu belirtilmektedir (Şekil 46).

Terme limanının inşasının bölgede ortaya çıkardığı kıyı çizgisi değişimi ise biraz daha karmaşıktır. Terme Çayı'nın mansap kısmının kuzeyinde yaklaşık 1200 m bir hat boyunca, kıyı çizgisinde deniz içerisine doğru ortalama 60 m ilerleme gerçekleşmiştir. Limanın hemen kuzeyindeki sahada ise bu ilerleme 67 m kadar çıkmaktadır. Terme limanının hemen güneyinde kıyının 490 metrelik kısmında ise bu ilerleme maksimum 33 m civarında gerçekleşmiştir. Daha güneydoğuda, Uzunardıç (Miliç) deresinin mansap kısmında ise maksimum 45 m kıyı gerilemesi gerçekleşmiştir. Daha doğuda ise limanın etkisi ortadan kalkmış, kıyı çizgisi hemen hemen değişmeden sabit kalmıştır (Şekil 47).

Araştırma sahasının bu kısmında kıyı yapılarının kıyı çizgisi değişimi üzerindeki etkisinin delta kuzey ve batı kıyılarına göre farklı olmasının, aşınmanın az olmasının temel sebebi ise doğu kıyıların kuzeybatıdan gelen rüzgârların etkilerine karşı korunaklı olmasıdır.

Araştırma sahasında kıyıyı etkileyen yapılardan bir diğeri ise yollardır. Düz ve geniş arazilerin az olması sebebiyle denize yakın ve paralel bir şekilde yapılan yollar ile bu yollar ile alakalı olarak inşa edilen menfez ve viyadük gibi sanat yapıları da kıyıda kum-çakıl birikimine olumsuz etkide bulunmaktadır (Yüksel ve Önsoy, 1997: 564). Özellikle Doğu Karadeniz Sahil Yolu, diğer yapılaşmaları da kendisine doğru çekmiş ve Samsun'dan Sarp'a kadar olan Karadeniz kıyısı adeta çizgisel bir tek kent haline gelmiştir (Çelik vd, 2000: 219).

Bu yolun bir diğer özelliği ise Çarşamba ovası ve Perşembe yarımadası hariç diğer yerlerde hemen hemen kıyı çizgisini takip eden bir gidişat izlemesidir (Yılmaz, 2009:148). Yeşilirmak Deltası, yolun üzerinden geçtiği yerler arasında, bu sahil yolu inşaatından en az oranda etkilenen alanlardan biridir. Bunun sebebi de yolun deltanın kıyı bölgesinden değil de daha güneyden, Çarşamba İlçe merkezinden geçiyor olmasıdır. Ayrıca bu bölgede yeni bir yol inşası yapılmamış, daha önceden mevcut bulunan Samsun-Terme yolu Doğu Karadeniz Sahil Yolu'na bağlanmıştır.

Yeşilirmak Nehri'nin mansap yakınlarında, yoğun olarak deniz salyangozu (*Rapana venosa*) avcılığı yapan balıkçı kulübeleri yer almaktadır (Foto 16, Foto 17). “Çağdaş bir balıkçı barınağında, ağ kurutma sahası, satış yeri, idare binası, balıkçı lokali, çok amaçlı depolar, soğuk hava deposu, şoklama ve buz üretim ünitesi, yeterli sayıda tuvalet, küçük de olsa bakım – onarım atölyesi bulunması gerekmektedir” (Akçaoğlu vd, 2007:133). Ancak araştırma sahasında bulunan balıkçı yapıları, bazılarında tekneleri yanaştıracak küçük sığınma yerleri bulunan küçük birer kulübeden ibaret yapılarıdır (Foto 16). Dolayısıyla araştırma sahası kıyı değişiminde çok fazla bir etkileri bulunmamaktadır.

Şekil 47: 2009 yılı topoğrafya haritası üzerinde 2013 yılı kıyı çizgisinin gösterimi (Terme Limanı ve çevresi).

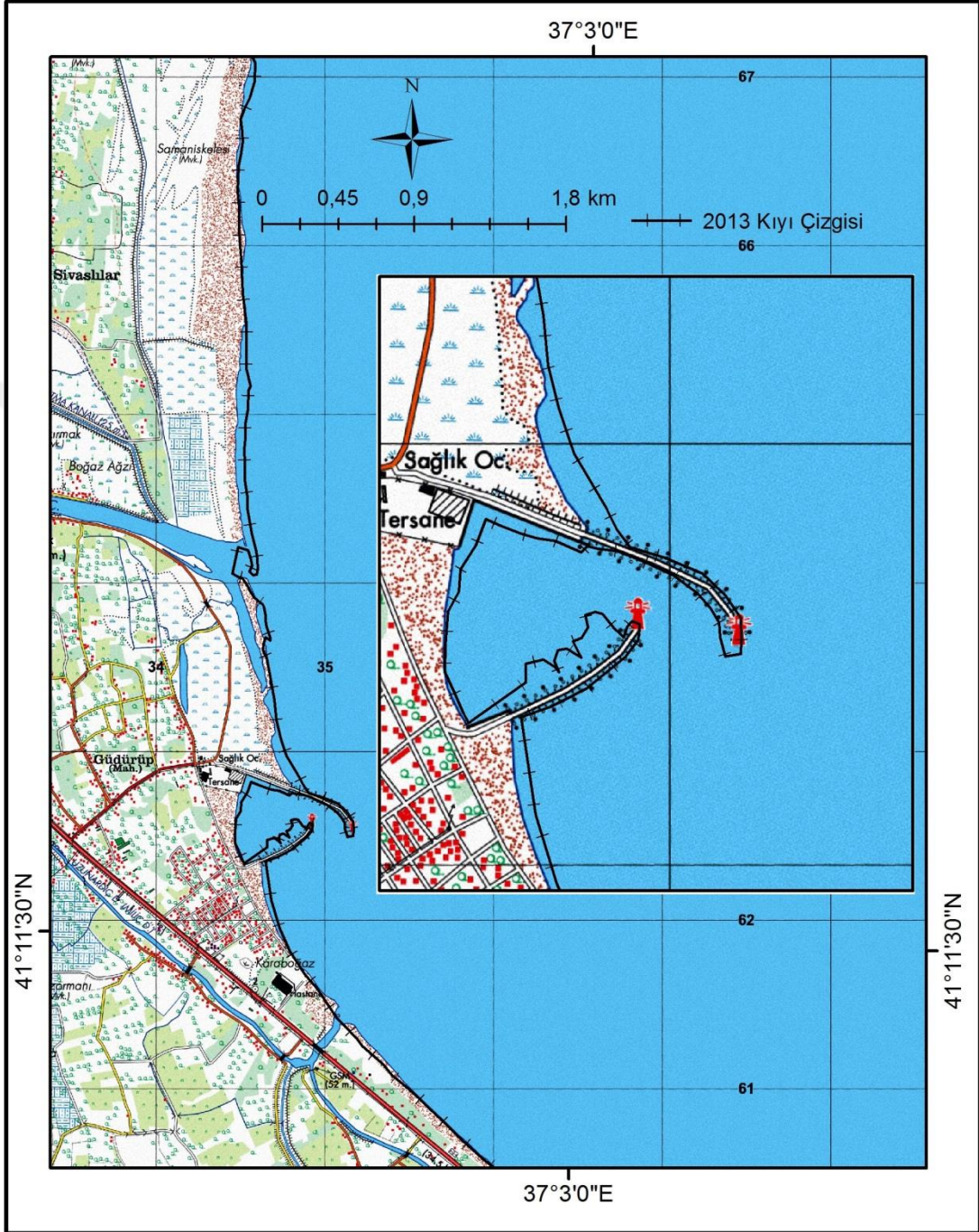




Foto 16: Yeşilirmak Nehri mansap yakınlarında balıkçı barınakları bulunmakta ve balıkçılık, diğer deniz ürünleri ile ilgili faaliyetler sürdürülmektedir.



Foto 17: Yeşilirmak Nehri mansap kısmında faaliyet gösteren balıkçılar için avladıkları deniz salyangozları önemli ekonomik gelir kaynağıdır.



Araştırma alanında, delta kıyılarındaki doğal yapının erozyona karşı korunması amacıyla kıyı koruma yapıları önerilmektedir. Bu çalışmalarda öncelikle dalga ve kıyı akıntısı dinamiğinin hesaplanması, kıyı boyu doğal kum taşınımının yıl boyu ve mevsimsel değişimlerinin bilinmesi ve kıyı yapılarının tasarımının bunlara göre yapılması gerekmektedir. Ancak hâlihazırda kıyı erozyonunu önlemek amacıyla yapılmış herhangi bir yapı bulunmamaktadır.

Araştırma alanını oluşturan Yeşilırmak Nehri Deltası da nüfus ve yerleşme bakımından kalabalık olmakla birlikte, asıl deltanın deniz kıyısındaki alanlar nispeten daha az işgal edilmiş durumdadır. Yeşilırmak Deltası kıyı arkasında yerleşme dışı alan kullanımlarının yoğun olduğu (yaklaşık % 94) bir bölgedir (Sönmez vd, 2008: 62). Bu durumun sebebi, kıyı bölgesinde kumulların, sazlık ve bataklıkların, lagün vb. sulak alanların bu alanların geniş alan kaplamasıdır. Ayrıca bu bölgeler dışındaki kesimlerin ise Yeşilırmak Nehri'nin taşkınları sebebiyle yerleşmeye uygun olmamasıdır. Bu yüzden kıyı bölgesinde bulunan kırsal yerleşmelerin etkisi gözardı edilebilecek düzeydedir. Yelhane Mahallesi kumsal alanının hemen yakınında olup, 15-20 hanelik bir yerleşim birimidir (Şekil 48). Bunun dışında, daha doğuda yer alan Sancaklı Mahallesi kumsal gerisinde yer alan kıyı konutları; mansap kısmından, Terme'ye kadar en büyük kıyı yerleşmesini oluşturmaktadır. Deltanın batı tarafında yerleşmelerin en yoğun olduğu kısım ise Çarşamba Havalanı'nın batısında yer almaktadır.

Geniş bir kumsala sahip bu alanlar; kıyı turizmi açısından da sınırlı olarak kullanılmakta olup, kıyıda turistik bir tesis bulunmamaktadır. Ancak son yıllarda D.S.İ'nin yaptığı ıslah ve kurutma kanalı inşa çalışmaları sayesinde (Çarşamba Ovası Sol Sahil Yüzeysel Drenaj Projesi ve Çarşamba Ovası +2.00 m Kotu Altı Arazisinin Pompalı Drenaj Projesi) bu bölge yerleşmeye daha elverişli hale gelmiş, Çarşamba İlçe merkezi kuzeyinde denize kadar ki alanlarda konut sayıları artmaya başlamıştır.

Çalışma sahasında kıyı kullanımı özelliklerine genel olarak bakıldığında sulak alanlar ile sazlık ve bataklıklar dışında kalan alanlarda en yoğun olarak tarımsal faaliyetler yapılmaktadır (Şekil 35). Kıyının konut alanı olarak ve turizm faaliyetleri amacıyla kullanımı sınırlı ölçüdedir. Kıyıda bulunan sulak alanlarda kuş gözlemciliği vb. yapılması da korunan bu kıyı alanında gerçekleştirilebilecek bir faaliyet türüdür.

### **2.1.2. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Zaman İçerisindeki Seyri**

Yeşilırmak Nehri Deltası'nın kıyı çizgisi, yıllar arasında sadece kıyı ilerlemesi veya sadece kıyı gerilemesi gibi tek yönlü bir değişim göstermez. Yeşilırmak Nehri havzanın jeolojik, jeomorfolojik ve iklim vb. özellikleri ile akım karakteri sayesinde, doğal olarak bol miktarda sediment taşıyan bir akarsudur. Yeşilırmak Nehri, beşeri

müdahalelerin olmadığı dönemlerde, mansap kısmında gerçekleştirdiği yoğun sediment birikimi nedeniyle deltasını hızlı bir şekilde büyütmekteydi. Ancak akarsuya yapılan beşeri müdahaleler delta gelişimini sınırlandırmıştır. Özellikle barajların inşası kaynaklı yapay etkiler ise kıyı çizgisindeki ilerlemenin önce yavaşlayarak durmasına, daha sonra ise dalga ve akıntıların aşındırmaları neticesinde kıyı çizgisi gerilemesinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

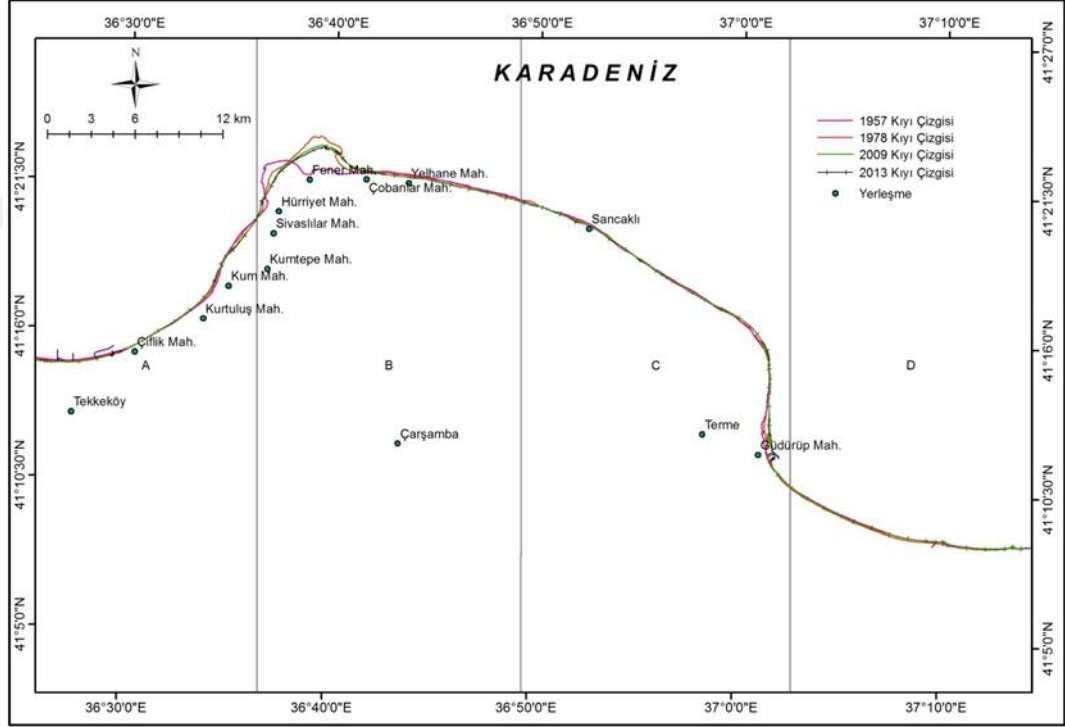
Harita ve uydu görüntüleri vasıtasıyla yapılan analizlerde 1957 yılından 1978 yılına gelindiğinde karanın deniz içerisine doğru geliştiği yani kıyı çizgisi ilerlemesi tespit edilmiştir. 2009 yılına gelindiğinde ise kıyı çizgisinin 1978 yılındaki kıyı çizgisinden kara yönünde daha içeride olduğu, kıyının gerilediği görülmüştür. Aynı şekilde 2013 yılı kıyı çizgisi de 2009 yılından kara yönünde daha içeridedir.

### **1957-1978 Yılları Arası**

Delta'nın kıyı çizgisinin zaman içerisinde gösterdiği değişim 1957 yılından 1978 yılına kadar deniz yönünde ilerleme şeklindedir. 1957 yılında Fener Mahallesi kuzeydoğusundan Karadeniz'e dökülen Yeşilirmak Nehri 1978 yılında, bugünkü akarsu ağzının yaklaşık 700 metre kuzeydoğusundan denize dökülmekteydi (Şekil 48, Şekil 53). 1957 yılından 1978 yılına kadar geçen 21 yıllık sürede Yeşilirmak'ın mansap kısmının denize doğru gösterdiği ilerleme yaklaşık 2.200 metre'dir. Bu süre içerisinde deltanın kuzeyine yaklaşık 6,1 km<sup>2</sup>'lik bir alan eklenmiş ve delta bu yönde büyümüştür. Deltada 1957 yılından 1978 yılına kadar geçen sürede gerçekleşen kıyı çizgisi değişikliğinin ikinci önemli sonucu ise 1957 yılında görülen, Yeşilirmak'ın daha eski tarihlerde denize döküldüğü kısımda oluşturduğu Samail Burnu'nun denize doğru çıkıntısının 1978 yılında ortadan kalkmış olmasıdır (Şekil 15). Bu kesimde kıyı çizgisinde görülen değişim maksimum olduğu burun kısmında yaklaşık 643 metre iken kenarlara gittikçe azalmaktadır. Burada vurgulanması gereken bir diğer nokta ise 1957 yılından 1978 yılına kadar delta kuzeyinde bir ilerleme olmasına karşın, deltanın batısına denk gelen bu kısımda kıyı çizgisinde bir gerilemenin gerçekleşmiş olmasıdır. Kıyı çizgisinde görülen gerileme sonucunda gerçekleşen alan kaybı ise yaklaşık 1,2 km<sup>2</sup>'dir. Bu kısımda görülen aşınmanın temel sebebi Yeşilirmak Nehri'nin yatak değiştirmesi, artık buradan denize dökülmemesi sonucunda da sediment birikiminin

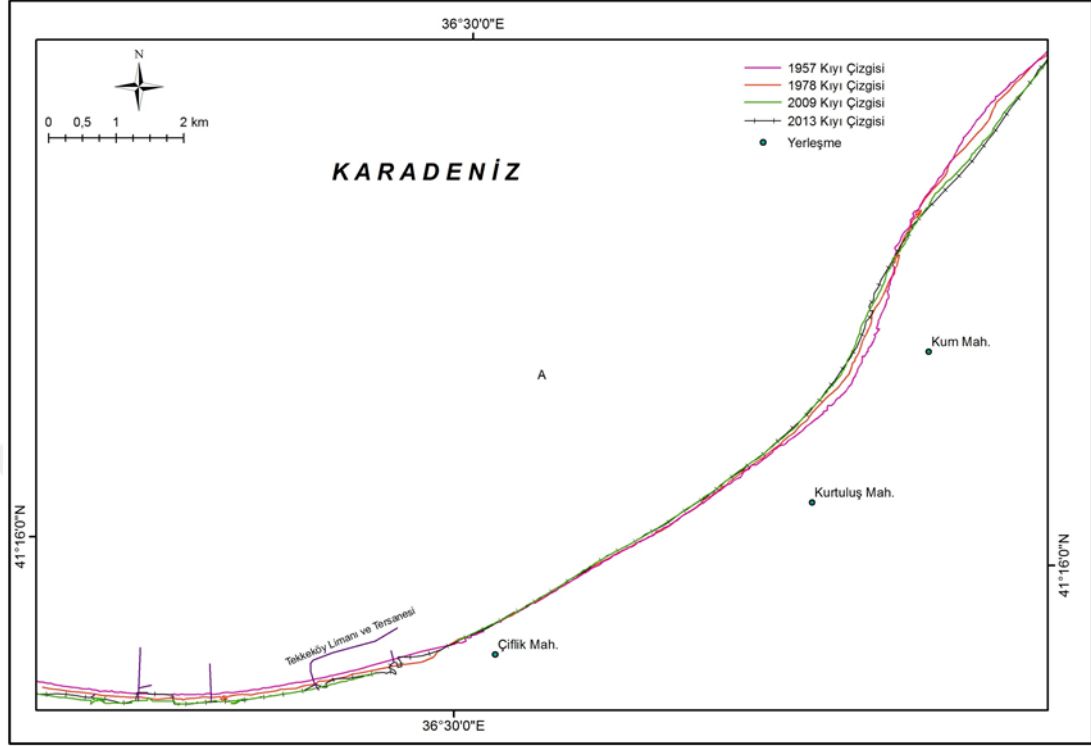
durması ve hâkim rüzgâr yönünü kuzey-kuzeybatı sektörlü olmasıdır. Kuzey-kuzeybatı yönlü rüzgârlar ve bunların etkisiyle oluşan dalga ve akıntılar ise daha önceden oluşmuş olan burun üzerinde aşındırıcı etki yapmakta ve kıyının bu bölgede gerilemesine neden olmaktadır (Şekil 48, Şekil 49, Şekil 50).

Şekil 47: Araştırma sahası kıyı çizgileri ve pafta bölümlenmesi.



Bu tarihler arasında deltanın diğer kesimlerinde görülen kıyı çizgisi değişiklikleri daha küçük ölçeklerde gerçekleşmiştir. Bu değişiklikleri batıdan doğuya doğru inceleyecek olursak çalışma alanının batısında doğu- batı doğrultusunda yaklaşık 6 km'lik bir hat boyunca kıyı çizgisinin ortalama 65 metre kadar gerilediği görülmektedir. Gerilemenin bittiği Çiftlik Mahallesi kuzeyinden itibaren yaklaşık 625 metrelik bir kısımda ise kıyı çizgisinde deniz içine doğru bir ilerleme gerçekleştiği görülmektedir. Buradan kıyı boyunca doğuya doğru gidildikçe çok küçük ölçekli ilerleme ve gerilemelerin görüldüğü alanlar birbirini izlemekte, yer yer ise kıyı çizgisinin değişmeden sabit kaldığı alanlara rastlanmaktadır. Bu kısımda görülen değişimlerin en bariz olanları Kurtuluş Mahallesi kuzeybatısında ortalama 30 metrelik bir ilerlemenin görüldüğü kısımlardadır (Şekil 48, Şekil 49).

Şekil 48: Çalışma alanının en batı bölümü olan A paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.

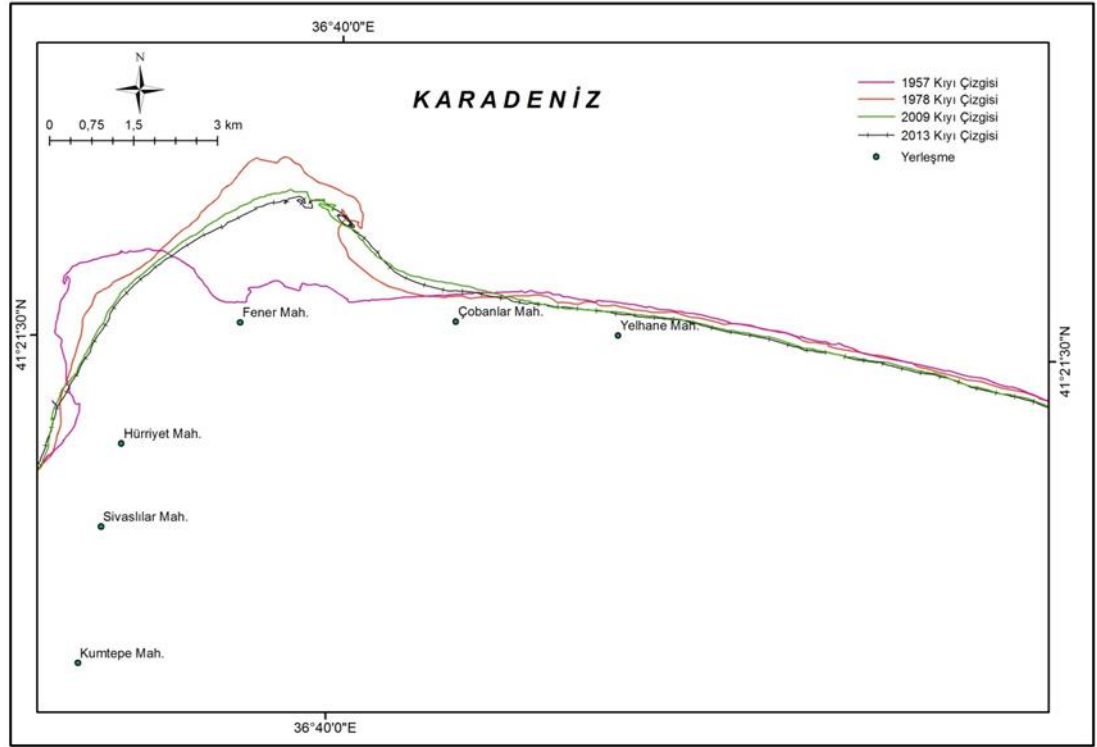


Ayrıca Kum Mahallesi batısında güneybatı-kuzeydoğu istikametinde yaklaşık 3 km.'lik bir hat boyunca gerçekleşen kıyı ilerlemesi deltanın batısında görülen en bariz kıyı çizgisi değişimlerinden biridir (Şekil 48, Şekil 49). Burada kıyı çizgisinin yeri ortalama 110 metre değişmekle beraber 150 metreye ulaştığı kısımlar da mevcuttur. Buranın doğusundan itibaren kuzeydoğu istikametinde yaklaşık 4,6 km uzanan bir hat boyunca ise kıyı çizgileri zaman zaman kesişmekle beraber değişim genellikle gerileme şeklinde gerçekleşmiştir. Bu alan içerisinde bazı kısımlardaki değişim 135 metreye ulaşmakla beraber çoğu yerde fazla değildir. Daha doğuda, Hürriyet Mahallesi batısında 1,2 km'lik bir hat boyunca ise en geniş yerinde 355 metreye ulaşan bir kıyı ilerlemesi söz konusudur. Bu değişimle beraber delta yaklaşık 0,2 km<sup>2</sup> alan kazanmıştır (Şekil 49, Şekil 50).

Bu tarihler arasında Yeşilirmak Deltası doğusunda gerçekleşen kıyı çizgisi değişiklikleri ise genellikle daha küçük ölçüdedir. Çobanlar Mahallesi kuzeyinden itibaren doğuya doğru yaklaşık 11 km uzunluğundaki bir hat boyunca ara sıra değişmeden sabit kalan alanlar görülmesine rağmen genel olarak küçük ölçekli kıyı

çizgisi gerilemesi gerçekleşmiştir. Mansap kısmının doğu tarafında gerçekleşen kıyı gerilemesinin temel sebebi ise deniz içerisinde doğru uzayan deltanın, batıdan doğuya doğru gerçekleşen malzeme taşınmasına engel olmasıdır. Kargalı kuzeyine denk gelen yaklaşık 1,5 km.'lik bir alanda maksimum genişliği 150 metre olan bir kıyı ilerlemesi gerçekleşmiştir. Buradan itibaren 4,5 km. kadar uzunluktaki bir alanda ise gerileme ve dolayısıyla karanın deniz içine doğru alan kaybı gerçekleşmiştir. Sancaklı Mahallesi'nden itibaren güneydoğuya doğru, Simenlik Gölü'nü Karadeniz'e bağlayan koluna kadarki 3 km lik bir hat boyunca ise kıyı ilerlemesi gerçekleşmiştir (Şekil 48, Şekil 50).

Şekil 49: Çalışma alanının B paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.



Bu bölgeden Terme Çayı'nın denize döküldüğü yerin kuzeyinde kalan Sivaslılar Mahallesi doğusuna kadarki alanda zaman zaman kıyıda küçük ölçekli ilerlemeler görülmesine rağmen genel eğilim gerileme yönündedir. Bu gerilemenin boyutları (kaybedilen alanların genişliği) yer yer artmakta, yer yer ise azalmakta hatta gerileme görülmeyen alanlar da bulunmaktadır. Kıyı çizgilerini gösteren harita incelendiğinde bu tarihler arasında Sivaslılar Mahallesi'nden itibaren güneye doğru uzanan 2,5 km

uzunluğundaki bir alanda ise kıyı ilerlemesi gerçekleştiği, Terme Çayı'nın mansap kısmında ise bir kıyı okunun oluşmuş olduğu görülmektedir. Daha doğuda ise kıyı gerilemesi görülen bulunmakta, Güdürüp Mahallesi'nden itibaren başlayan kıyı gerilemesi görülen alanlar çalışma sahasının doğu kenarına kadar devam etmektedir. Gerilemenin ölçüsü ortalama 140 metre civarındadır (Şekil 48, Şekil 51).

1957-1978 yılları arasında kıyı çizgisinde gerçekleşen değişikliklere genel olarak baktığımızda deltanın doğusunda genel eğilim gerileme şeklindedir. Ovanın kuzey ucunda büyük boyutlu bir kıyı ilerlemesi varken, bu alanın batısında ise büyük ölçülü bir gerileme görülmektedir. Daha batıya doğru ise ilerlemenin olduğu alanlar azınlıkta olmakla birlikte sabit kalan, ilerleyen ve gerileyen alanlar birlikte bulunmaktadır.

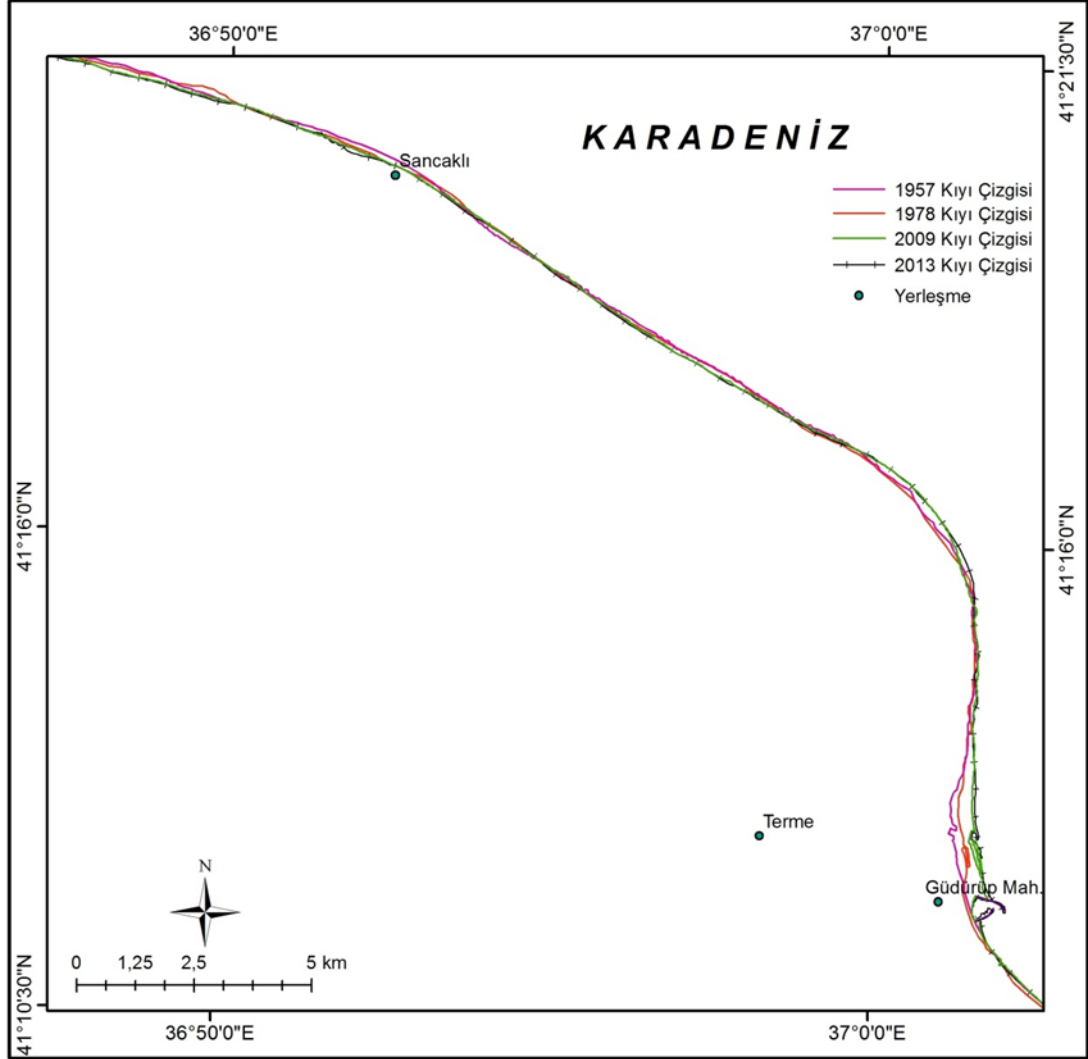
#### **1978- 2009 Yılları Arası**

1978 yılından 2009 yılına kadar geçen 21 yıllık sürede kıyı çizgisinde gerçekleşen değişiklikler 1957-1978 döneminde gerçekleşenlerden nispeten daha küçük ölçüdedir.

Deltanın kuzey ucunda, yaklaşık 7 km boyunca uzanan bir hat boyunca kıyı çizgisinde gerileme gerçekleşmiştir. Bu alan içerisinde gerilemenin en geniş olduğu kısım ise yaklaşık 600 metre ile Yeşilirmak Nehri'nin mansap kısmıdır. Bu kısımdaki gerileme sonucunda deltada 2,1 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaybı gerçekleşmiştir. Buradan doğuya gidildiğinde deltada 0,9 km<sup>2</sup> alan kazanımına yol açan bir kıyı ilerlemesi görülmektedir. İlerlemenin olduğu bu bölümün kıyı uzunluğu ortalama 3,2 km kadardır.

Daha doğuda Çobanlar Mahallesi'nin yaklaşık 1 km kuzeydoğusundan itibaren tekrar kıyı gerilemesi görülmeye başlar (Şekil 48, Şekil 50). Kıyı gerilemesinin olduğu bu hat zaman zaman küçük ölçekli ilerleme görülen alanlarla kesilse de Akgöl'ün kuzeydoğusuna kadar yaklaşık 40 km boyunca devam eder. Bu alandaki gerilemesini boyutu çok fazla olmamakla birlikte zaman zaman genişlemektedir.

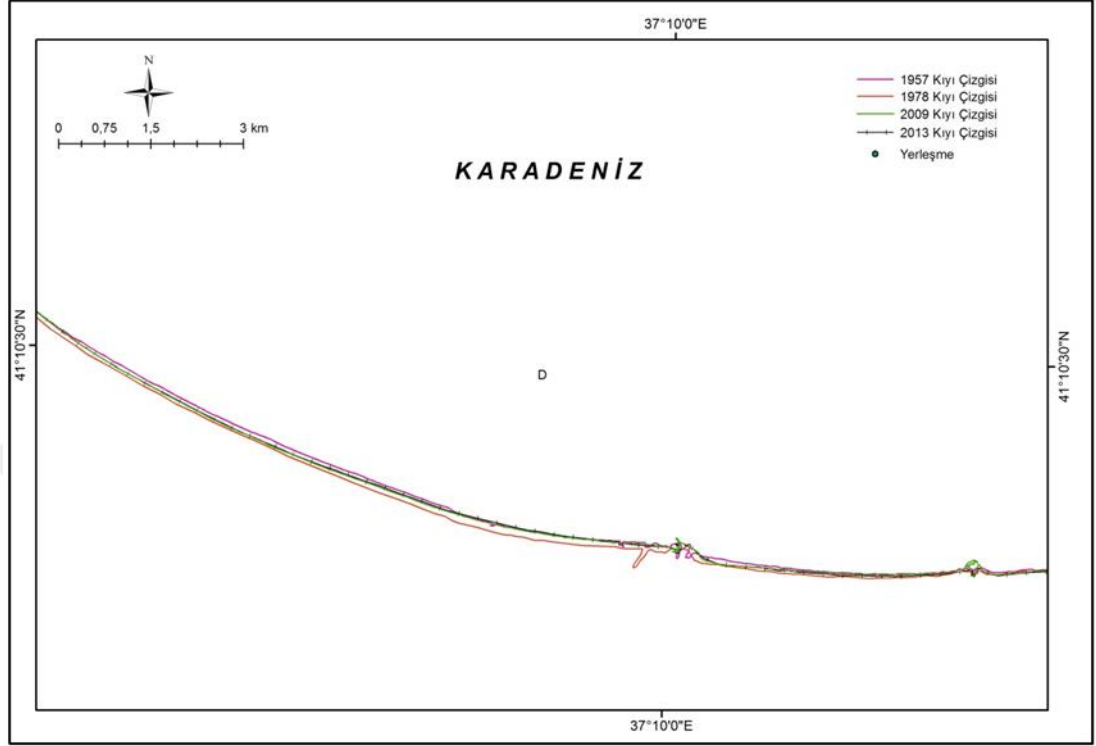
Şekil 50: Çalışma alanının C paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.



Yeşilirmak Deltası'nın doğu kenarı ise tekrar kıyı ilerlemesinin gerçekleştiği bir bölge olarak görülmektedir. Buradan başlayan kıyı çizgisi ilerlemesi araştırma alanının doğu sınırına kadar kesintili olarak devam etmektedir. Bu kısımda ilerlemenin en fazla olduğu alanlardan biri deltanın kuzeydoğu köşesidir ve maksimum olduğu kısımda yaklaşık 255 metrelik bir ilerleme ve sonucunda deltada yaklaşık 0,6 km<sup>2</sup> alan genişlemesi söz konusudur. Ayrıca Terme Çayı'nın mansabına yakın kısımlarda da nispeten büyük ölçekli bir ilerleme gerçekleşmiş, maksimum olduğu sahada 400 metreyi geçen bir denizden yer kazanımı olmuştur. Bu ilerlemede en büyük pay şüphesiz bu bölgeye sediment taşınımını gerçekleştiren Terme Çayı'nda ve bu bölgenin şiddetli kuzeybatı rüzgârlarından korunaklı bir alan olmasıdır.



Şekil 51: Çalışma alanının D paftasındaki kıyı çizgisi değişimi.



Deltanın batı kenarına geçtiğimizde ise ilerleme görülen alanlarla gerileme görülen alanların birbiri ardına geldikleri görülmektedir. Hürriyet Mahallesi batısında, kuzeydoğu güneybatı istikametindeki yaklaşık 1,5 km'lik bir hat boyunca kıyı denize doğru ilerlemiştir ve bu ilerleme maksimum olduğu sahada 150 metreyi aşmıştır. Bu bölgede görülen kıyı ilerlemesi sonucu delta alanı yaklaşık 0,13 km<sup>2</sup> büyümüştür. Bu bölgenin batısında ise yaklaşık 3,9 km'lik bir hat boyunca kıyıda gerilemenin gerçekleştiği bir kısım yer almaktadır ve gerileme maksimum 180 metreyi bulmaktadır. Daha batıda Kum Mahallesi batısında başlayan kıyı ilerlemesi görülen kısım Çiftlik Mahallesi batısına kadar yaklaşık 10 km'lik bir hat boyunca devam etmektedir ve bu bölgedeki ilerleme genellikle çok küçük boyuttadır. Buradan (Çiftlik Mahallesi) araştırma sahasının batı sınırına kadar ise kıyı gerilemesinin olduğu bir bölge yer almaktadır (Şekil 48, Şekil 49).

### **2009-2013 Yılları Arası**

2009 yılından 2013 yılına kadar geçen 4 sene içerisinde deltanın büyük kısmında büyük ölçekli bir kıyı çizgisi değişikliği görülmemiştir, genel eğilim ise kıyı gerilemesi şeklindedir.

Yeşilırmak Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü ağız kısmı bu kadar kısa süre içerisinde bile sabit kalmamış ve kıyı çizgisi değişmiştir. Özellikle Yeşilırmak Nehri'nin denize döküldüğü yerin batısında kalan kıyı kesimi gerilemeye devam etmiştir. Akarsuyun mansap kısmı yakınlarında ortalama 155 metre olan kıyı gerilemesi kenarlara doğru gidildikçe azalmakta ve kıyının değişmeden sabit kaldığı kısma kadar devam etmektedir. Nehrin denize döküldüğü alanın doğusunda kalan kısımda ise yaklaşık 1,2 km'lik bir alanda ilerleme olmuştur. Bu kısımdaki ilerlemenin en belirgin sonucu ise akarsuyun ağızında yer alan kıyı okunun doğuya doğru taşınması ve uzamasıdır.

Yeşilırmak Nehri'nin yaklaşık 1,5 km. doğusunda tekrar gerilemenin hâkim olduğu bir kısma geçilmekte ve bu kısım kesintilerle de olsa Terme Çayı mansabına kadar yer yer genişleyerek devam etmektedir. Bu gerileme hattını bölen en büyük istisnai durum deltanın kuzeydoğu köşesinde gerçekleşen kıyı çizgisi ilerlemesidir. Yaklaşık 1,5 km uzunluğa sahip bu ilerleme zonunun maksimum genişliği 160 metre civarındadır. Deltanın batısında ise kıyı çizgisi hemen hemen sabit kalmıştır. Kumtepe Mahallesi kuzeybatısındaki ortalama 55 metrelik gerileme hattı, bu kısmın en fazla kıyı değişiminde sahip alanı olarak kendini göstermektedir (Şekil 48).

### **1957-2013 Yılları Arası**

Çalışmamızda kullandığımız en eski tarihli görsel olan 1957 yılından 2013 yılına kadar bazen kıyı çizgisinde ilerleme bazen ise gerileme gerçekleşmiş ve kıyı çizgisinin yeri değişmiştir. Son olarak 1957 yılı ile 2013 yılı arasında geçen 56 yılın sonunda kıyının ne yönde değiştiğini görebilmek için bu iki kıyı çizgisi kıyaslanmıştır.

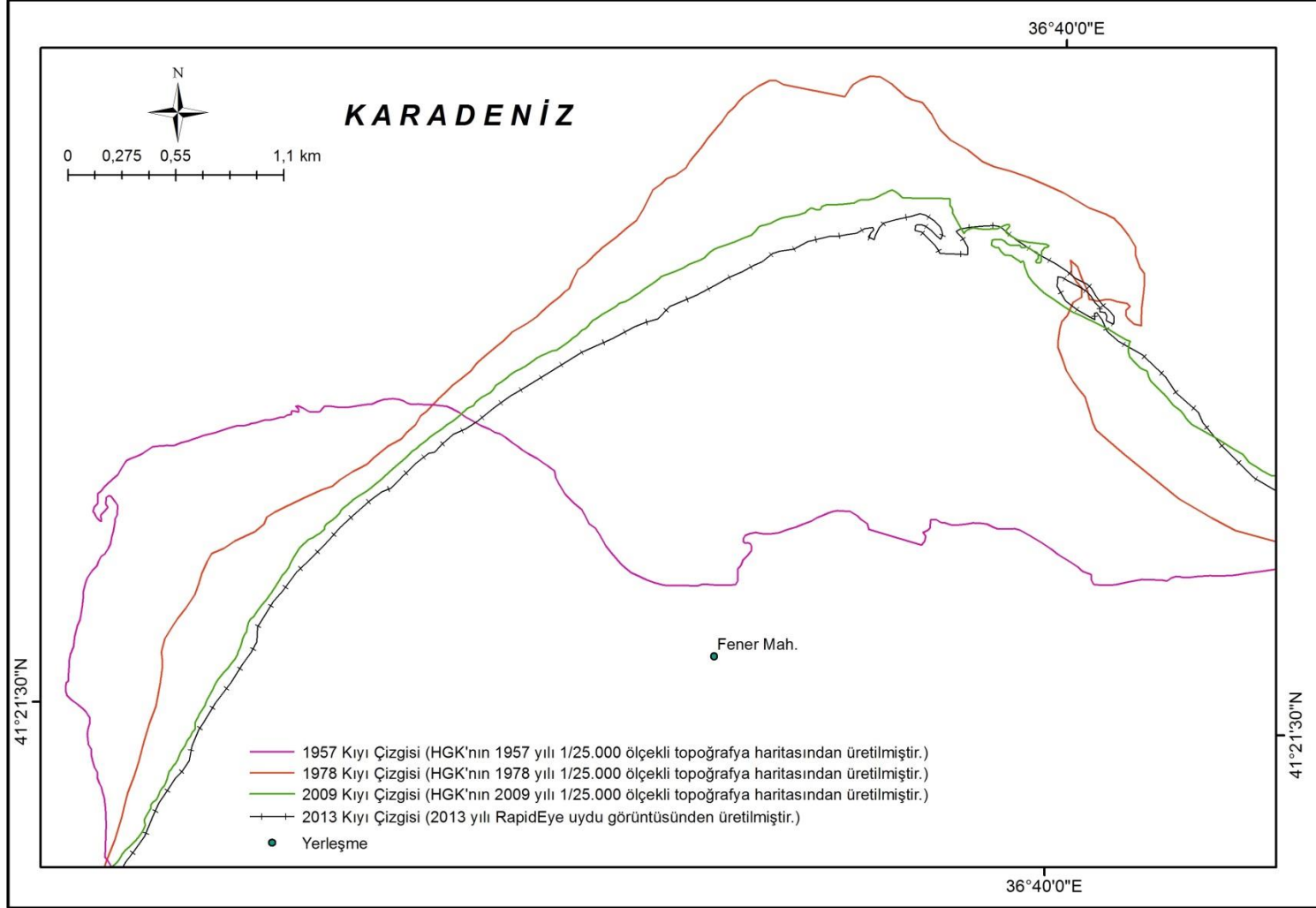
Haritaya bütüncül olarak bakıldığında en bariz değişimin Yeşilırmak Nehri mansabının da bulunduğu deltanın kuzeybatı kenarı ve doğuda Terme Çayı mansabının bulunduğu kısmın en fazla değişime uğrayan alanlar oldukları görülmektedir (Şekil 48).

1957 yılı kıyı çizgisinde görülen kuzeybatıya doğru yönelmiş olan burun 2013 yılına gelindiğinde ortadan kalkmıştır. Bunun yerine daha doğuda, Yeşilirmak'ın yeni mansabının bulunduğu kısımda, Yeşilirmak Nehri'nin taşıdığı malzemeyi biriktirmesiyle denizi soldurması sonucu bir burunun meydana geldiği görülmektedir (Şekil 48, Şekil 53). Ortadan kalkan burunun maksimum olduğu kısımda genişliği 1 km civarındayken, doğudaki yeni eklenen burunun genişliği 1,5 km civarındadır. Bu burunların enlemesine genişlikleri de göz önüne alındığında deltaya yeni eklenen alanın yüzölçümü (4,9 km<sup>2</sup>) ortadan kaldırılan alanın (1,9 km<sup>2</sup>) yüzölçümünden fazladır.

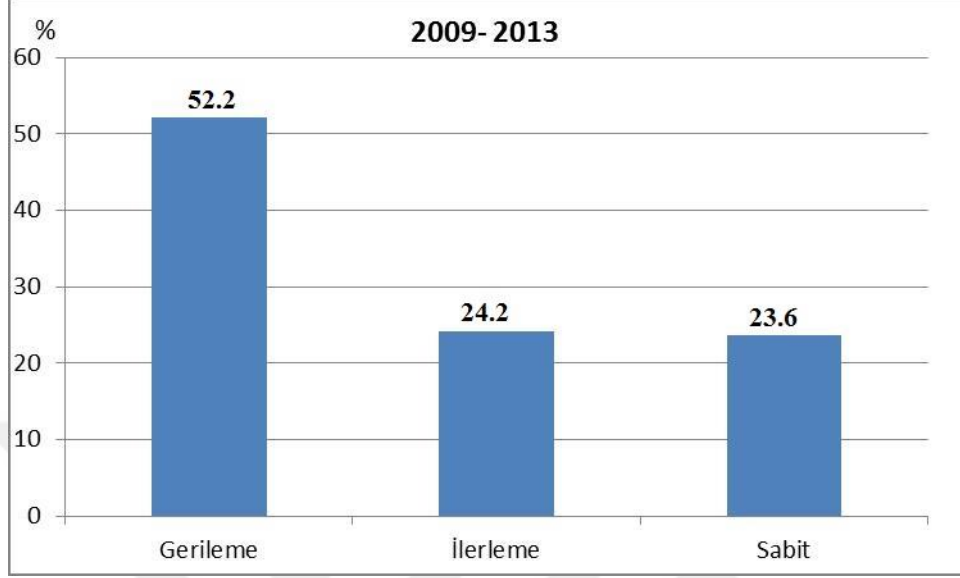
Hürriyet Mahallesi batısındaki yaklaşık 0,3 km<sup>2</sup>'lik alan da maksimum olduğu kısımda 400 metreye yaklaşan bir kıyı çizgisi ilerlemesi sonucu delta topraklarına katılmıştır. Bu alanın güneybatısında 3,9 km boyunca güneybatıya doğru uzanan kısımda ise daha küçük ölçekli bir gerileme görülmüştür. Bu bölgeden çalışma alanının batısına doğru giderken kıyı ilerlemesi görülen yaklaşık 7 km'lik bir bölgeye geçilmektedir. Yalnız bu bölgedeki ilerleme kuzeydoğuda fazla (maksimum olduğu kısım olan Kum Mahallesi batısında 232 metre) iken batıya doğru gidildikçe kıyı çizgisi ilerlemesi azalmakta ve öyle devam etmektedir. Çiftlik Mahallesi kuzeyinden itibaren ise kıyı gerilemesi ön plana çıkmakta ve çalışma sahasının batı sınırına kadar gerileme devam etmektedir (Şekil 48).

Deltanın Yeşilirmak Nehri doğusunda kalan kısmına geçildiğinde ise ilerleme görülen küçük ölçekli alanlarla kesintiye uğrayan, yaklaşık 27 km uzunluğa sahip bir kıyı gerilemesi alanına geçiş yapılmaktadır. Deltanın kuzeydoğu köşesinden başlayan kıyı çizgisinde ilerlemenin tespit edildiği alan ise Terme Çayı'nın denize döküldüğü alanın doğusuna kadar devam etmektedir. Bu bölgeden araştırma alanının doğu sınırına kadar ise ilerleme ve gerilemenin olduğu kısımlar birbiri ardına uzanmaktadır.

Şekil 52 : Araştırma sahasında kıyı çizgisi değişimi en fazla Yeşilirmak nehri mansap kısmında meydana gelmiştir.



Şekil 53: 2009-2013 yılları arasında kıyı çizgisinde değişme görülen alanların toplam kıyı içindeki yüzdelik oranları.



### 2.1.3. Kıyı Çizgisi Değişimine Müdahaleler

Yeşilirmak Nehri Deltası'nda meydana gelen kıyı çizgisi değişimi, hızı ve boyutları itibariyle yavaşlatılması ve önlenmesi gereken bir seviyeye ulaşmıştır. Kıyı çizgisini erozyona karşı korumak için alınabilecek önlemlerden biri dalgaların aşındırıcı etkisinin kıyıya ulaşmasını engellemek amacıyla yapılan kıyı yapılarının inşasıdır. Ancak daha önceden de belirtildiği gibi araştırma sahası kıyılarında kıyı erozyonunu önlemek için yapılmış bir yapı bulunmamaktadır. Sadece doğuda yer alan Terme limanı ile batıdaki Tekkeköy limanını korumak amacıyla yapılmış iki adet mendirek mevcuttur. Ancak bu yapılar genel olarak delta kıyılarını erozyondan korumaktan ziyade spesifik olarak limanları dalgaların etkisinden korumak için yapılmış olan yapılardır.

Kıyıda görülen erozyonu, dolayısıyla kıyı çizgisindeki gerilemeyi yavaşlatmaya yardımcı olan önlemlerden bir diğeri ise nehir yatağından kum alımının yasaklanmasıdır.

4373 Kanun numaralı ve 14/1/1943 kabul tarihli "Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu" (1)'na göre; yüksek seviye gösteren umumi ve hususi, kapalı veya akarsuların taşmasıyla su altında kalan veya su baskınlarına uğrayabilecek olan

sahaların sınırları içinde, suların akmasına engel olan bina, tesisler, setlerin yapılması yasaktır.

4/4/2008 tarihli ve 2008/13521 sayılı kararnamenin eki kararla ”Yeşilirmak’ın membasından Suat Uğurlu Barajı Köprüsüne kadar olan bölümünde yatak mihverinden itibaren sağlı sollu 150’şer metre olmak üzere 300 metre genişliği haiz şeritvari saha, Suat Uğurlu Barajı Köprüsü ile Karadeniz arasında kalan bölümünde ise yatak mihverinden itibaren 150’şer metre artırılarak sağlı sollu 300’er metre olmak üzere toplam 600 metre genişliği haiz şeritvari saha” suların taşmasıyla su altında kalan veya su baskınlarına uğrayabilecek saha olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla 9.05.2008 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan bu kararla, Yeşilirmak’ın Suat Uğurlu Barajı’nın yukarısında kalan kısımda 300, aşağısında kalan kısımda ise 600 metre genişlikte bir alanda bina, tesis vb. yapmak yasaklanmıştır. Bu karar gereği 2008 yılından sonra Yeşilirmak kenarında 1a grubu kum ve çakıl ocaklarının yenilerine ruhsat verilmemekte, mevcut bulunan ocakların ise ruhsatları iptal edilmiştir.

#### **2.1.4. Kıyı Çizgisi Değişikliklerinin Jeomorfolojik Sonuçları**

Yeşilirmak Nehri Deltası kıyılarında ortaya çıkan kıyı çizgisindeki gerileme, kıyı ve yakın çevresinde çeşitli değişmelere sebebiyet vermiştir. Bu değişimlerin en bariz sonuçlarından biri kıyı gerisindeki lagünlerde görülen farklılaşmalardır. 2013 yılı uydu görüntüsü incelendiğinde, 2009 yılında kıyı bölgesinde mevcut bulunan lagünlerin yerlerinde üzerleri saz vb. bitki örtüsü ile kaplanan ve sığlaşan sulak alanların yer aldığı görülmektedir (Şekil 55).

Bu lagünlerin alanlarının küçüldüğü, sazlık bataklıkların geniş alanlar kapladığı, arazi çalışmaları sırasında gözlemlenmiş ve GPS ölçümleri ile tespit edilmiştir. Lagünlerin açık su yüzeylerindeki daralma, bitki örtüsü ile kaplı ve sığlaşmış lagünler dikkati çekmektedir (Foto 18). Hava koşullarının da su seviyesinde etkili olduğu gözlenen lagünlerin sığ olması lagün alanlarının daha hızlı küçülmelerine katkı yapmaktadır.

Şekil 54: 2013 yılı uydu görüntüsü üzerinde 2009 yılı lagünlerinin sınırları (2013 yılı RapidEye uydu görüntüsü, Blue, Green, Red, Red Edge ve NIR bantları).

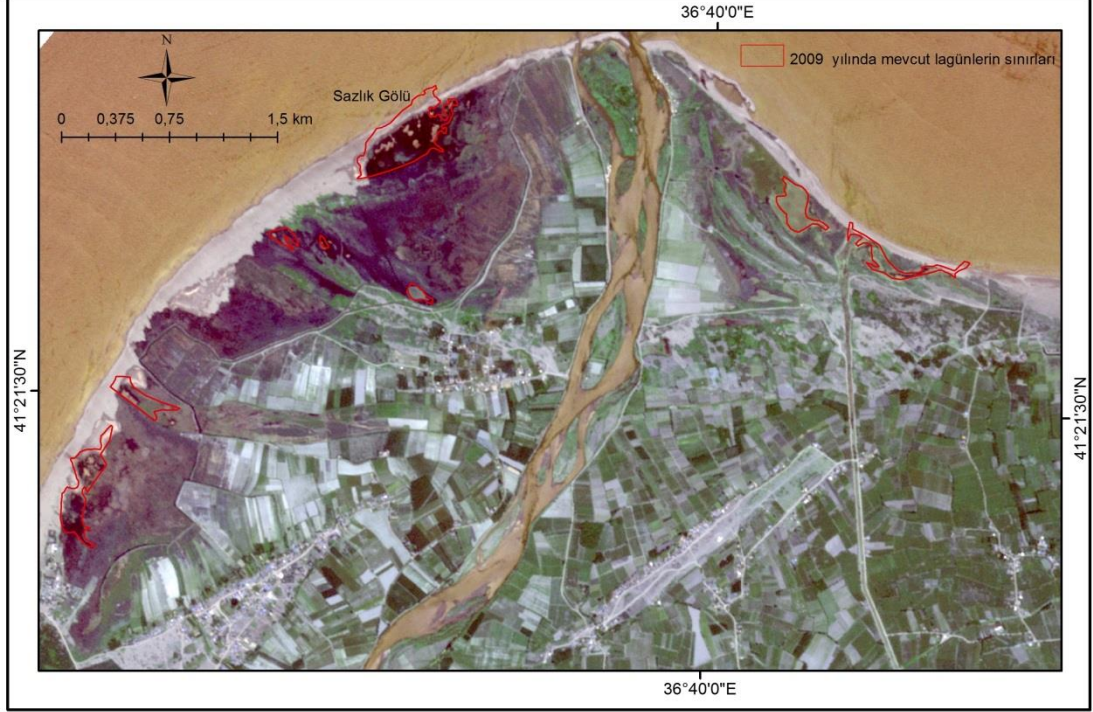


Foto 18 :Yüzeyi yoğun bir şekilde sazlarla kaplanan Sazlık Lagünü, 2013.



Lagünlerdeki sığlaşmanın yanı sıra, alansal kayıpları da ayrıca uydu görüntüleri kullanılarak yapılan analizlerde de tespit edilmiştir. Örneğin; kıyı çizgisindeki gerilemeden dolayı Sazlık Lagünü'nün kuzey doğu yönünden küçülmüş, bir zamanlar lagün içerisine bulunan bazı alanlar artık deniz içerisine katılmış durumdadır (Şekil 55). Normal şartlar altında lagünler içindeki acı su-bataklık ortamlarda yetişen bitki örtüsü formasyonlarının deniz içerisinde kalmış olması da, birer acı su ortamı olan lagünlerin dalga aşındırması sonucu deniz ile birleştiğini gösteren kanıtlar arasındadır (Foto 19, Foto 20).

Araştırma alanının kıyı çizgisindeki gerilemeyi kanıtlayan jeomorfolojik kanıtlardan bir diğeri ise, kumsal alanının profilindeki değişimdir. Delta tipi alçak kıyılarda, normal şartlarda kıyı kenar çizgisinden denize doğru hafif eğimli bir şekilde uzanış gösteren kıyı profili; Yeşilirmak Nehri Deltası'nın bazı kesimlerinde dalga aşındırmasının neden olduğu kıyı erozyonu ile oluşan ve yer yer yükseklikleri 1-1,5 metreye varan kum falezler ile farklılık gösterir (Foto 21, Foto 22).

Foto 19: Lagün-Bataklık (üstte)(Yeşilirmak mansabı batısı, Yılgınlık bataklığı) ve akarsu boyunca (altta)(Çarşamba kuzeyi) yetişen sazlar.





Foto 20: Bataklık vb. durgun su ortamlarında yetişen sazların (*Juncus maritimus* LAM.) deniz içerisinde kalmış hali(Yeşilırmak mansabı batısı).

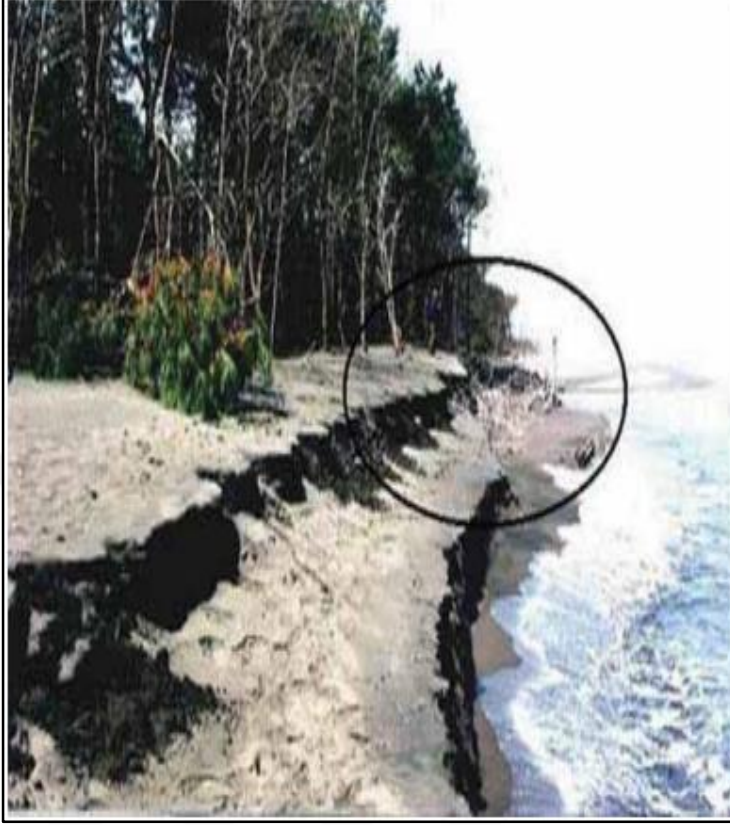


Foto 21: Kıyıda dalga aşındırması sonucu oluşmuş kum falezleri, Çaltı.



Yeşilırmak Nehri mansap kısmında, nehir yatağının özellikle batı tarafında kalan bölgede de kıyı erozyonunun etkileri ayırt edilmektedir. Normal koşullarda deltalarda kilometrelerce genişliğe ulaşabilen kıyı bölgesi (Turoğlu, 2010) bu kısımda oldukça dardır. Deltanın bu bölümünde kıyı genişliği (kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki mesafe) 4-5 m lere kadar azalmaktadır (Foto 23).

Foto 22: Kıyı erozyonu- dalga aşındırması ile oluşan kum falezler, Çaltı burnu.



Kaynak: Web3.

Foto 23: Bazı bölgelerde kıyıdaiki kumul alanları oldukça dardır, Yeşilirmak mansabı batısı.



## 2.2. Kıyı Kenar Çizgisi Değişikliği

Karasal ve Denizel olmak üzere ikiye ayrılan kıyı kenar çizgisi, kıyıyı oluşturan doğal sınırlardır. Kısaca kıyı bölgesinin kara tarafındaki doğal sınırı olarak da tanımlanabilen karasal kıyı kenar çizgisi, kıyı çizgisinden sonraki su hareketlerinin oluşturduğu kumsal (önkıyı) ve hareketli denizel kumulları, kum tepeleri, sazlık, bataklık vb. unsurlarla, doğal ortam üzerinde deniz etkisinin görüldüğü alanların kara yönündeki sınırınıdır. Sahanın eğim, yükselti, yarıma derecesi vb. jeomorfolojik özelliklerine bağlı

bir uzanış gösteren kıyı kenar çizgisi, dolayısıyla kıyı çizgisine paralel bir gidiş göstermez (Turoğlu, 2010: 209).

Araştırma alanını oluşturan Yeşilırmak Nehri Deltası'nın bazı kesimlerinde kıyı zonu birkaç km.ye yaklaşan genişliğe sahipken, bazı kesimlerde ise daralarak 5-10 m. genişliğe inmektedir. Bu değişime bağlı olarak da karasal kıyı kenar çizgisi, kıyı çizgisine ve dolayısıyla denize bazen yaklaşmakta bazen ise uzaklaşmaktadır. Örneğin; deltanın kuzey doğusunda bulunan Simenlik (Simenit) ve Akgöl lagünlerinin bulunduğu kesimde, lagünlerin de kıyı zonunun içerisinde kaldıkları göz önüne alındığında, kıyı 2 km'den fazla genişliğe ulaşmaktadır (Şekil 35).

Karasal kıyı kenar çizgisi, rüzgârın etkisiyle ön kıyıda taşıyıp getirilen kumulların biriktirildiği, sazlık, bataklık ve lagünleri de içerisinde barındıran bölgenin (artkıyı) kara tarafındaki sınırını oluşturmaktadır. Dolayısı ile araştırma sahası içerisindeki lagünlerde, sazlık ve bataklık alanlarda görülen değişim “Kıyı Kenar Çizgisi değişikliği” başlığı altında ele alınmaktadır.

### **2.2.1. Lagünlerdeki farklılaşmalar**

Doğal delta sistemlerinde akarsular denize döktükleri kumlu ve çamurlu alüvyonlar ile önce deniz dibinde 10 m. derinlikte sığ bir deniz tabanı oluşturur. Bu işlevde deniz dalgaları; bu alüvyonların kil boyutunda olanlarını süspansiyonla daha açıklara taşıırken, daha ağır olan kumları deniz dibinde yuvarlayarak akarsu ağzının iki yanına doğru yayar ve önce uzun kıyı kordonlarının sonra da lagünlerin oluşmasında rol alırlar (TMMOB, 2012).

Kıyıda zaman içerisinde gerçekleşen morfolojik değişiklikler sonucunda, burada yer alan lagünlerin sınırlarında ve alanlarında değişmeler meydana gelebilmekte, bazı koşullarda lagünler ortadan kalkmakta veya yeni lagünler oluşabilmektedir. Yeşilırmak Nehri'nin son derece hızlı bir şekilde değişime uğrayan kıyı bölgesinde yer alan lagünler de yıllar içerisinde farklılaşmışlardır.

Araştırma sahasındaki en büyük ve önemli lagün olan Simenit (Simenlik) gölü; buradaki eski bir koyun önünün, kıyı akıntıları etkisiyle oluşan kıyı oku ile kapanması sonucu oluşmuş (Uncu 1997), daha sonra bölgede yapılan çalışmalar sonucunda

Simenit ve Akgöl adında birbirine kanallarla bağlı iki göle dönüşmüştür. Yapılan analizler sonucunda 1957- 2013 yılları arasında Simenit ve Akgöl'ün alansal olarak pek fazla bir değişime uğramadığı tespit edilmiştir.

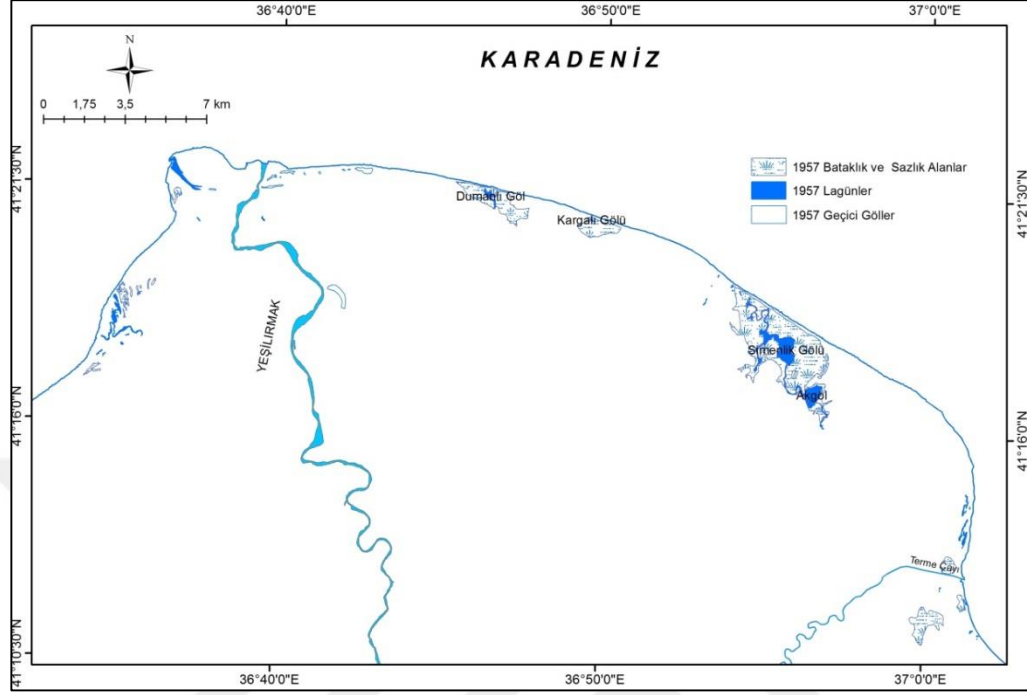
1957- 1978 dönemi: 1957-1978 yılları arasında alansal olarak değişime uğrayan lagünler, genel olarak Yeşilirmak Nehri'nin mansabına yakın kısımda yer alan lagünlerdir. Bu yıllar arasında lagünlerde görülen farklılaşmalara bakacak olursak; 1957 yılında kabaca kuzey-güney doğrultusunda uzandığı görülen Dumanlı gölün 1978 yılına geldiğinde daha batıya taşındığı ve uzanış doğrultusunun ise doğu-batı olduğu görülmektedir (Şekil 56, Şekil 57 ve Şekil 60).

1957 yılında mansabın batısında yer alan, Yeşilirmak'ın yatak değiştirmesi ile burada kalan kopmuş akarsu yatağının önünün kumlar ile kapanması sonucu oluşan lagünün ise 1978 yılına gelindiğinde ortadan kalktığı dikkat çekmektedir (Şekil 56, Şekil 57). Ayrıca 1957 yılı mansabının 4,5 km kadar doğusuna kadarki alanda yer alan küçük lagünlerin de 1978 yılında birçoğunun kurduğu, yerlerini bataklık veya geçici göllere bıraktıkları tespit edilen morfolojik değişikliklerden bazılarıdır (Şekil 56, Şekil 57).

1978 yılında Sazlık Gölü'nün bulunduğu bölge 1957 yılında henüz bir deniz durumundaydı (Şekil 56, Şekil 57 ve Şekil 58).

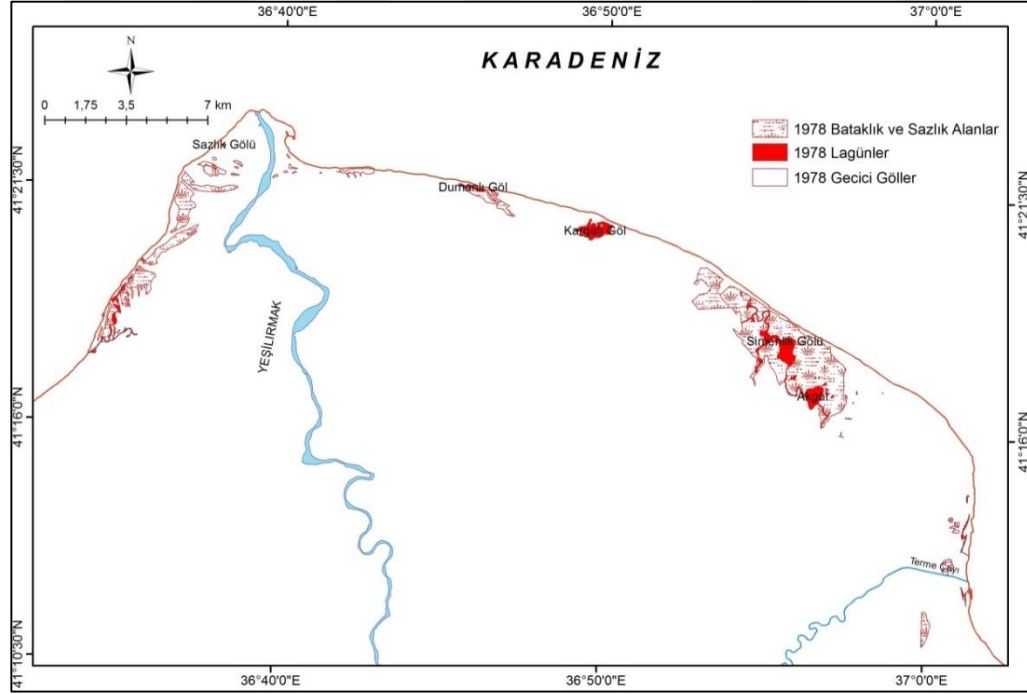
1978- 2009 dönemi: 1978-2009 yılları arasında araştırma alanının lagünlerinde tespit edilen değişiklikler şu şekildedir: 1978 yılında Terme Çayı mansabının yaklaşık 1 km. kuzeyinde yer alan kuzey güney doğrultulu küçük lagünün yerinde 2009 yılında bataklık bir alan yer almaktadır (Şekil 57, Şekil 59). Aynı bölgede, mansabın hemen güneyinde yer alan kuzey-güney doğrultusunda yaklaşık 800 m uzunluğa sahip lagünün de alanının hemen hemen yarı yarıya daraldığı görülmektedir (Şekil 57, Şekil 59).

Şekil 55: 1957 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.



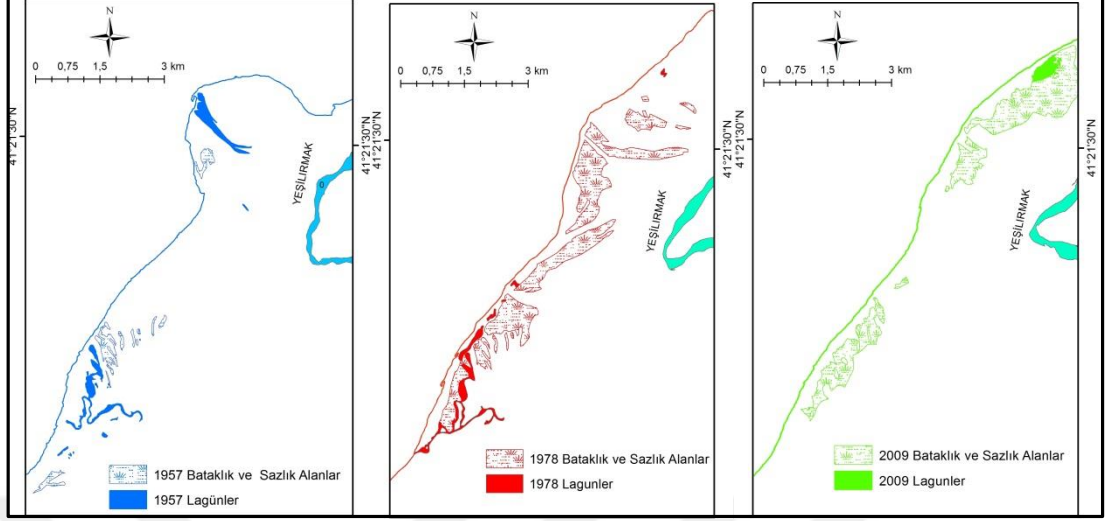
Kaynak: HGK 1957, 1/25.000 ölçekli topografya haritasından üretilmiştir.

Şekil 56: 1978 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.



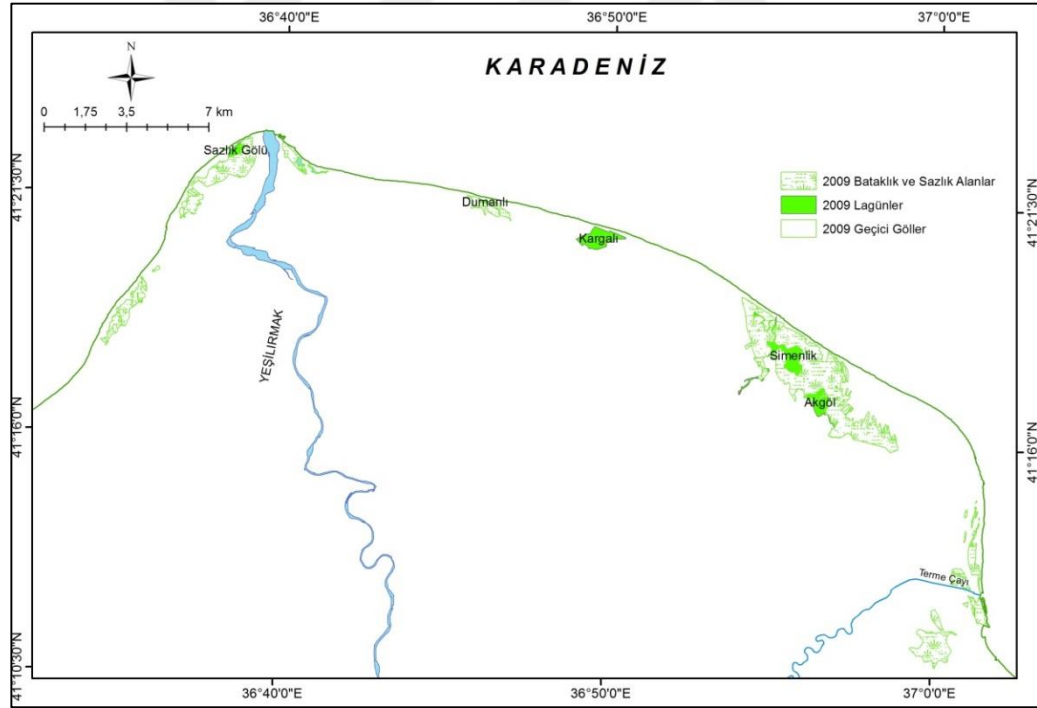
Kaynak: HGK 1978, 1/25.000 ölçekli topografya haritasından üretilmiştir.

Şekil 57: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilırmak sol sahilinde yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar.



Kaynak: HGK 1957-1978-2009, 1/25.000 ölçekli topografya haritalarından üretilmiştir.

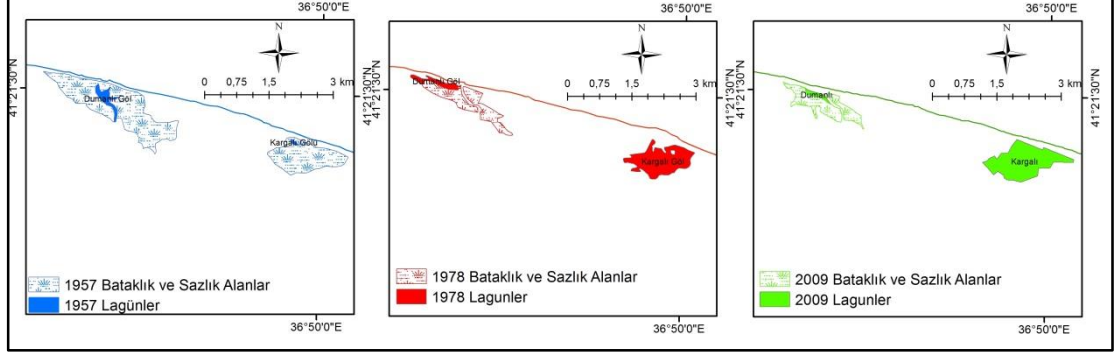
Şekil 58: 2009 yılı lagün ve bataklık-sazlık alanları gösterir harita.



Kaynak: HGK 2009, 1/25.000 ölçekli topografya haritasından üretilmiştir.

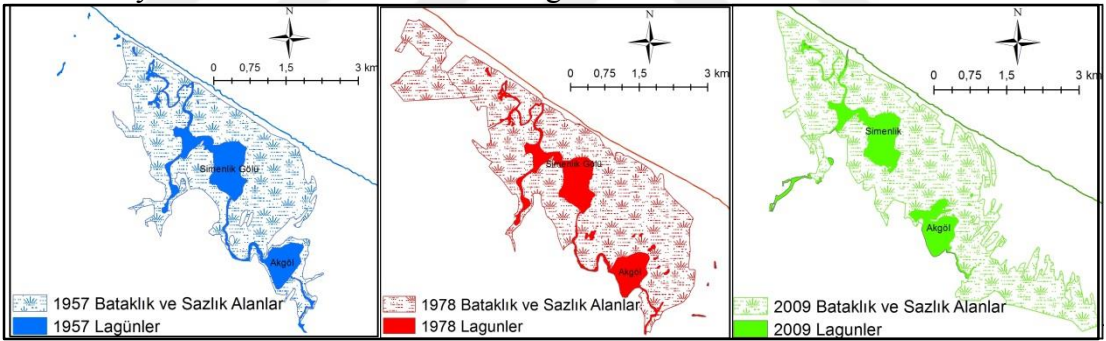
Deltanın doğusundan batıda yer alan lagünlere doğru gidildiğinde, Simenlik ve Akgöl'ün etrafında (özellikle doğu tarafında) yer alan küçük alanlı 12 adet lagünün de ortadan kalktığı, Simenlik'in hemen hemen aynı kalmasına rağmen Akgöl'ün ise yaklaşık 150 m<sup>2</sup> alan kazanarak genişlediği tespit edilmiştir (Şekil 57, Şekil 59 ve Şekil 61).

Şekil 59: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilırmak doğusunda, Dumanlı ve Kargalı gölleri civarında yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar.



Kaynak: HGK,1957-1978-2009, 1/25.000 ölçekli topografya haritasından üretilmiştir. Daha doğuda yer alan ve 1978 yılında 12 hektar alan kaplayan Dumanlı Göl lagünü ise 2009 yılına kadar geçen 31 yılda 7 hektar alan kaybetmiş, yüz ölçümü 5 hektara düşmüştür (Şekil 57, Şekil 59 ve Şekil 60).

Şekil 60: 1957, 1978 ve 2009 yıllarında Yeşilırmak doğusunda, Simenit gölü ve Akgöl civarında yer alan bataklık-sazlık alanları gösterir haritalar.



Kaynak: HGK,1957-1978-2009, 1/25.000 ölçekli topografya haritasından üretilmiştir. Yeşilırmak Nehri mansabının yaklaşık 3 km batısında yer alan ve 1978 yılında yüz ölçümü 2 hektar olan Sazlık Gölü'nün 2009 yılına ait hesaplanan alanının 20 hektara büyümüş olduğu dikkat çekmektedir. Sazlık Gölü'nün ortalama 13 km. güneybatısında, Kaynarca Dere'nin yatağının bir kısmının kıyı okları vasıtasıyla kapanması ile ortaya çıkmış olan dar alanlı lagünler de 2009 yılında ortadan kalmış, bu lagünlerin bazıları ise geçici göllere dönüşmüştür (Şekil 57, Şekil 59). Gene aynı bölgede, 1978 yılında, Kaynarca Dere ile deniz arasındaki kıyı kumulları sahasında görülen geçici göllerin, 2009 yılında görülmemesi kıyıdaki değişimin önemli tespitleridir.

1978 yılında, Yeşilırmak Nehri'nin 5,6 km. doğusunda yer alan 25 hektar alanlı bir geçici göl olan Akarcık Gölü'nün yerinde 2009 yılında bir kumsal alanı yer almaktadır. Hatta bu geçici gölün eskiden bulunduğu yerin kuzeydoğu bölümü, kıyı erozyonu sonucunda aşınarak, 2009 yılında denizin sınırları içerisine dâhil olmuştur. Bu durumun tam tersi şekilde, Akarcık Gölü'nün 1,5 km. kadar batısında, 1978 yılında deniz olan kesimin kıyı ilerlemesi sonucunda 2009 yılında kara haine döndüğü ve bu bölgede 2 adet geçici gölün oluştuğu; kıyıda tespit edilen bir diğer değişimdir (Şekil 57, Şekil 59). Oluşan bu yeni geçici göllerin güney-güney batı taraflarında ise toplam 7 adet geçici göl 1978 yılında mevcut iken, 2009 yılında kuruyarak ortadan kalkmıştır.

2009- 2013 dönemi: 2009 yılından 2013 yılına kadar geçen 4 yıl gibi kısa zaman ölçeğinde de araştırma sahasında yer alan lagünlerde kısmen değişimler ortaya çıkmıştır. Bu yıllar arasında lagünlerde görülen değişim hakkında söylenebilecek en genel yorum lagünlerde karalaşma eğiliminin görülmesidir (Şekil 55).

2013 yılında Yeşilırmak Nehri'nin mansabının yaklaşık 1 km. kadar doğu-güneydoğusunda 2,5 hektar yüzölçümüne sahip yeni bir lagün ortaya çıkmıştır. Bu yeni lagünün 1 km. güneydoğusunda, 2009 yılında yer alan geçici göllerden doğuda bulunan alanını daraltmakla birlikte 2013 yılında da varlıklarını sürdürmektedirler (Şekil 55).

Sahadaki en büyük lagünler olan Sazlık ve Akgöl de alansal olarak büyük bir değişim gözlenmemekle birlikte, Akgöl'ün kuzeyinin dolarak su seviyesinin azaldığını söyleyebiliriz. Bunlar dışında araştırma alanında 2009 yılında mevcut bulunan Sazlık Gölü, Kargalı Göl ve Dumanlı Göl gibi diğer küçük lagünlerin ise su seviyelerinin azalarak göllerin dolmaya başladığı, bunların birer göl olmaktan ziyade bazı kesimlerinde açık su yüzeylerinin görüldüğü bataklık-sazlık alanlara dönüşmeye başladıkları tespit edilmiştir (Şekil 55, Foto 18, Foto 24).



Foto 24: Araştırma alanında üzeri yoğun bitki örtüsü ile kaplanmaya başlayan göllerden biri olan Kargalı Göl, 2013.



### 2.2.2. Sazlık ve bataklık alanlardaki değişimler

Deltalar doğal olarak yüksek taban suyu seviyesine sahip alanlardır. Sahip olduğu bu özellik dolayısıyla, deltalar üzerinde sazlık ve bataklık gibi yüksek taban suyu isteyen ortamlar kolayca gelişebilmektedir.

Canlılar için üreme, beslenme ve barınma alanları oluşturan sazlıklar, sulak alanların en önemli bölümlerinden biridir. Sığ ve durgun su ortamları olarak tanımlanabilen bataklık alanlar da yoğun olarak saz-ot vb. bitki örtüsü ile kaplı halde bulunmaktadır. Kıyıda, art kıyı zonunda zaman içerisinde görülen değişimlerden bir diğeri de bu zon içerisinde kalan sazlık- bataklık alanlarda ortaya çıkan değişimlerdir. Örneğin; mevcut bir lagünün zamanla dolması, sığlaşması vb. olaylar neticesinde yeni bir bataklık alanı ortaya çıkabilmekte, bataklıklar sazlarla kaplanarak sazlık haline gelebilmekte veya yapılan ıslah çalışmaları sonucunda bataklıklar kurutularak tarım alanlarına katılabilmektedir (Şekil 60, Foto 24).

Ramsar Sözleşmesi kapsamına alınmaya aday ve yurdumuzdaki önemli sulak alanlardan biri olan Yeşilirmak Deltası; üzerinde sazlık ve bataklık alanların yoğun olarak yer aldığı bir alandır.

1950 li yıllardan itibaren çeşitli hastalıkların kaynağı ve kurutulması gereken alanlar olarak görülen sazlık ve bataklık alanlar, sulak alanların önemli birer unsurları olarak

Türkiye'nin 1994 yılında imzaladığı Ramsar sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır. Çalışma alanındaki bataklık alanların bir kısmı DSI'nin yaptığı yoğun drenaj çalışmaları neticesinde kurumakla birlikte, özellikle lagünlerin etrafında önemli sazlık-bataklık alanlar mevcut bulunmaktadır.

1957- 1978 yılları arası: Araştırma sahasının doğusunda, Terme ilçe merkezinin güneydoğusunda yer alan ve 1957 yılında 108 hektar yüzölçümüne sahip olan bataklık-sazlık alan, 1978 yılında küçülerek 37 hektara düşmüştür. Ayrıca bugün Terme limanının bulunduğu alanın hemen gerisinde 1957 yılında mevcut bulunan bataklık alan da 1978 yılına gelindiğinde kuruyarak ortadan kalkmıştır. Yine gene yakın çevrede yer alan, Terme Çayı'nın kuzey kenarında yer alan sazlık- bataklık alan da 1978 yılına kadar geçen sürede alansal olarak daralmıştır. Bu bataklığın kuzeyinde ise 1978 yılında, toplam alanları 11 hektar olan 3 adet sazlık- bataklık ortaya çıkmıştır (Şekil 56, Şekil 57).

Araştırma alanı içerisinde yer alan ve kesintisiz en geniş sazlık- bataklık alan olan Simenlik ve Akgöl çevresinde ise 1957 yılından 1978 yılına kadar alansal büyüme gözlenmiştir. 1957 yılında 793 hektar olan sazlık- bataklık alanın yüz ölçümü, 1978 yılında 1226 hektara çıkmıştır. Yani bu sazlık- bataklık alanda 433 hektarlık bir alan artışı söz konusu olmuştur (Şekil 56, Şekil 57).

1957 yılında Dumanlı Göl lagününü çevreleyen bataklık alan da 1978 yılına gelindiğinde tıpkı Dumanlı Göl lagününde olduğu gibi alan kaybederek küçülmüştür.

Yeşilirmak Nehri yatağının batı tarafındaki sazlık- bataklık alanların bu yıllar arasındaki değişim karakteri ise genel olarak yüzölçümü artışı şeklindedir. 1957 yılında, nehrin mansabının batı yönünde mevcut bulunan ve akarsuyun yatağını terk etmesi sonucu oluşan lagün ve gerisindeki terk edilmiş yatağın bir kısmı, 1978 yılında bataklığa dönüşmüş bir vaziyette karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde bu bataklığın kuzey ve güneyinde de, 1978 yılında, 1957 yılında mevcut olmayan pek çok yeni sazlık- bataklık alanın oluştuğu yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Şekil 56, Şekil 57).

1978-2009 yılları arası: Çalışma alanının doğusunda, Terme ilçesi sınırları içerisinde bulunan sazlık- bataklıklar 1978 yılından 2009 yılına kadar alansal olarak büyümüşlerdir (2009 yılında 331 hektar).

1957 yılında olduğu gibi 1978 ve 2009 yıllarında da çalışma sahası içerisindeki en büyük sazlık- bataklık alan Simenlik- Akgöl'ün çevresinde yer almaktadır. 1978 yılında 1226 hektar alan kaplayan bu bataklık, 2009 yılında 1045 hektar alana düşmüştür. Simenlik'in batısında yer alan kısımda daralma meydana gelirken, bataklığın doğuya doğru büyüdüğü tespit edilmiştir (Şekil 57, Şekil 59).

Dumanlı göl lagünü etrafında yer alan bataklık alanda önemli bir alansal değişme tespit edilmezken, Yeşilirmak Nehri mansabının doğu ve batı tarafında geniş yeni sazlık- bataklık alanları ortaya çıkmıştır. Bu durumun muhtemel en önemli sebebi kıyıda gerçekleşen erozyon dolayısıyla bölgede yeraltı suyu seviyesinin artışıdır (Şekil 57, Şekil 59).

2009- 2013 dönemi: Bu dönemde genel olarak bataklık alanlarda çok büyük bir oranda değişiklik olmamıştır. Bazı bataklıklarda gerçekleşen değişiklikler ise alansal artış yönündedir.

### **2.3. Tarım topraklarının tuzlanması ve gelişimi**

Hemen tüm topraklarda bir miktar tuz bulunmaktadır, ancak miktarı oldukça azdır. Toprakta biriken ve tuzlanma sorununa yol açan tuzların asıl kaynağı sulama sularıdır.

Toprağın tuzlu olması, onun mineral özelliklerinden kaynaklanan bir durumsa buna primer tuzluluk denir. İnsan faktörü tarafından, sulamalar nedeniyle oluşan tuzlanmaya ise sekonder tuzluluk denir. Sulama sularının içerisinde sodyum klorür, sodyum sülfat, sodyum bikarbonat, magnezyum sülfat, kalsiyum sülfat, kalsiyum klorür, potasyum klorür ve potasyum sülfat gibi çeşitli tuzlar bulunmaktadır (Web2).

“Bitkilerde toksik etki ve su açığı yaratma gibi olumsuz etkilere neden olan tuzluluk; fazla sulama ve yağışlardan sonra suyun derinlere sızarken topraktaki bazı mineralleri de beraberinde taşıması ve daha sonra kapillaritenin etkisi ile yukarıya doğru hareket edip bünyesindeki mineralleri toprak yüzeyine bırakması sonucunda oluşmaktadır”(Akgül, 2003).

Drenaj problemi olan bazı küçük alanlarda tuzlanma problemi görülmekle beraber bu araştırma sahasının genel karakterini yansıtmamaktadır. “Topraktaki tuz konsantrasyonunun bir göstergesi olan EC değerleri, araştırma alanı yüzey topraklarında 0.099 ile 1.338 dS m<sup>-1</sup> değerleri arasında değişim göstermiştir. EC değerleri ovanın tarım yapılan iç kısımlarında ve kıyı şeridinde ovanın yüksek kesimlerine göre nispeten artış göstermiştir” (İç, 2015: 148). Görülen tuzlanmanın sebepleri; alüvyal materyalin deniz içinde veya yakınında gerçekleşen depolanması, arazinin düz ve taban suyu seviyesinin yüksek olması nedeniyle tuzların üst topraklardan yıkanamaması, yukarı arazilerden tuzların yıkanarak düzlüklerin çukur kısımlarında birikmesi, düşük kalitede sulama suyunun kullanılması ve yeterli drenajın bulunmamasıdır (Anonim, 2005; Candemir ve Özdemir, 2010: 226).

### **2.3.1. Topraktaki tuzlanmanın zaman içindeki değişimi**

Deniz kıyısında bulunan ovalardaki akiferlerin işletilmesinde tatlı-tuzlu su dengesinin korunması veya lehte tutulması önem taşımaktadır. Bu gibi durumda akifer geometrisinin de iyi bilinmesine ihtiyaç vardır. Denize yakın kesimlerde açılmış ve açılacak su kuyularında aşırı çekim yapılmaması önem taşımaktadır. Aksi takdirde yeraltı suyuna deniz suyu girişi olacaktır ve ortamın eski haline döndürülmesi hemen hemen mümkün olmayacaktır (Sönmez vd., 2008).

Araştırma alanında özel kişi ve kurumlarca içme, sulama ve sanayi suyu temini amacıyla açılmış DSI'den belgeli çok sayıda kuyu vardır. Denize yakın olan kuyularda deniz suyu girişlerinden ötürü tuzlanma riski bulunmaktadır. Özellikle, Çınarlık kıyısı ve Hürriyet Belediyesi kıyılarında tuzlanma sorunları yaşanmaktadır (Sönmez vd., 2008).

Yeşilirmak Nehri'nden su çekilerek yapılan tarımsal sulamalar ise hassas bitkilerin verim kaybına sebep olabilmekle birlikte genel olarak tarımsal sulamada kullanılabilir nitelikte sulardır. ABD tuzluluk diyagramına göre C2-S1 sulama suyu sınıfına girmektedir (Arslan vd, 2013: 329).

Yeşilirmak Havzası toprakları içerisinde hafif tuzlu topraklar 4764,6 ha ile %36,4, tuzlu topraklar 4943,5 ha ile %37,8, hafif tuzlu-alkali topraklar 615,1 ha ile %4,7, tuzlu-alkali topraklar 2750 ha ile %21 oranında alan kaplamaktadırlar (Özden vd.,

2003: 37). Biraz daha özele doğru indiğimizde Samsun ilinde tuz içermeyen topraklar % 99 oranında olduğu dikkati çekmektedir (Anonim, 2013a: 9).

Topraklardaki tuzluluğu en iyi gösteren değerlerden biri elektriksel iletkenliktir. “Elektriksel iletkenlik değerleri ovanın tarım yapılan iç kısımlarında ve kıyı şeridinde ovanın yüksek kesimlerine göre nispeten artış göstermektedir. Tarım yapılan alanlarda yapılacak aşırı ve bilinçsiz gübreleme gibi yanlış uygulamalar topraklarda tuzlulaşma riskini artırabilecektir. Ova topraklarının genel olarak taban arazi olması, deniz seviyesi koduna yakın olmalarına rağmen ve yağışlara bağlı olarak yıkanıp uzaklaşmasından dolayı genel olarak tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.”(İç, 2015:148).

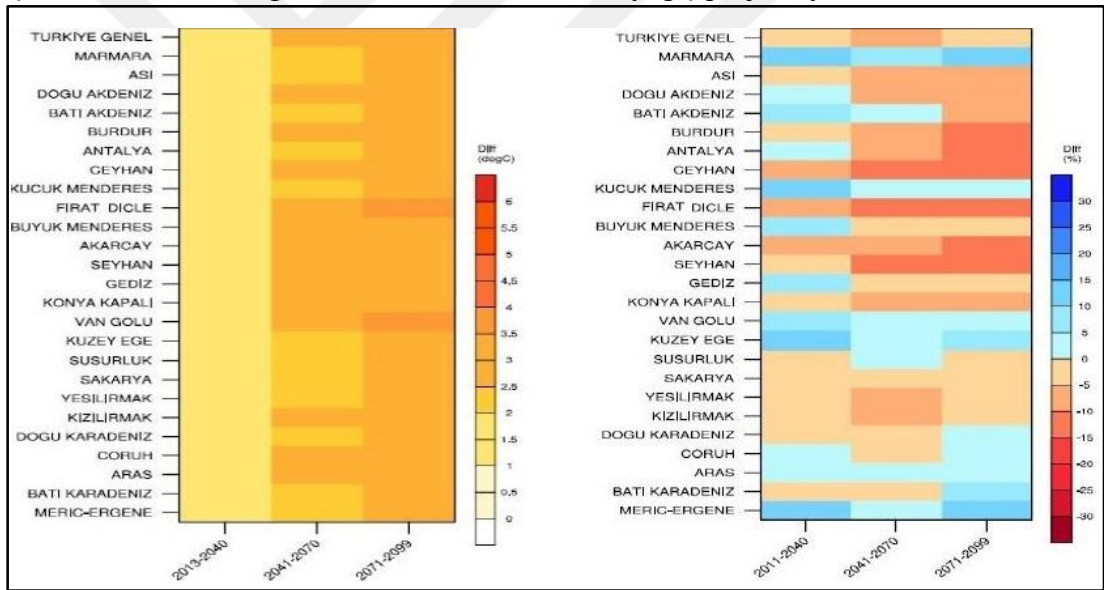
### 3. KLİMATİK VE HİDROGRAFİK DEĞİŞİM ANALİZLERİ

#### 3.1. Yeşilirmak havzası için iklim değişikliği analizleri

Geçmişten günümüze kadar iklim elemanlarının gösterdiği salınımlara bakılarak geleceğe yönelik bir takım öngörülerde bulunulabilmektedir. Yapılan çeşitli hesaplamalar sonucunda, farklı modellere göre farklı iklim senaryoları ortaya konmaktadır.

Yeşilirmak Havzası'nın gelecekteki iklim koşulları için doğrudan yapılan tahmin olmasa da Türkiye ölçeğinde yapılmış az sayıda çalışmadan araştırma alanı ile ilgili birtakım çıkarımlar yapmak mümkündür.

Şekil 61: RCP4.5'e göre havza bazlı sıcaklık ve yağış projeksiyonları.



Kaynak: Demircan vd. 2014'ten alınmıştır.

Demir vd. (2013) yayınladıkları çalışmalarında RCP4.5 senaryosuna dayanılarak üretilen HadGEM2-ES küresel modelinin, RegDM4.3.4 bölgesel iklim modelini kullanarak Türkiye için yaptıkları iklim projeksiyonlarından bahsetmektedirler. Bu çalışmaya göre 2041-2070 yılları arasında, yaz mevsiminde 2-3 °C, kış mevsiminde ise 1,5- 2 °C sıcaklık artışı öngörülmektedir. Sıcaklık artışının yüzyılın sonuna doğru ise kış mevsiminde 2-3 °C, ilkbahar, yaz ve sonbaharda 3-4 °C olacağı öngörülmektedir. Yağışlar için yapılan öngörülere göre 2041-2070 yılları arasında tüm mevsimlerde Türkiye'nin kuzeyinde günlük 0.25-1 mm. yağış artışı beklenmektedir.

Yeşilirmak Havzası bazında gerçekleşmesi beklenen değişimler ise; 2013-2040 yılları arasında 1-1,5 °C sıcaklık artışı ve 0-0,25 mm yağış azalması, 2041-2070 yılları arasında 2-3°C sıcaklık artışı ve 5-7,5 mm yağış azalması, 2071-2090 yılları arasında ise 3-3,5°C sıcaklık artışı ve 0-0,25 mm yağış azalmasıdır (Demircan vd 2014, Demir vd,2013: 69) (Şekil 62).

### 3.1.1. Trend Analizi

Zamansal bir veri serisinin trend (eğilim) yani zaman içerisinde anlamlı bir artış veya azalış gösterip göstermediğini tespit etmek için çeşitli testler kullanılmaktadır. Bu testler ile “verilerde bir eğilimin olmadığı” hipotezi kontrol edilerek kabul veya red edilir. Yani hipotezin kabul edilmesi verilerde bir eğilim bulunmadığı, red edilmesi ise eğilim bulunduğu anlamına gelmektedir. Testten çıkan sonuç “gerçekte eğilim bulunmadığı halde testin eğilim bulunduğu sonucunu verme olasılığı” olan anlamlılık düzeyine bağlı olarak da değişir (Bayazıt vd, 2002: 9).

Sıcaklık ve yağış zamansal ve mekânsal olarak büyük değişkenlik gösterir ve bu iklim elemanlarının gösterdiği salınımlar iklimin genel yapısını ve gidişatını ifade etmede önemli veri kaynaklarıdır (Karabulut ve Cosun, 2009: 65). Bu sebeple Yeşilirmak Nehri Havzası’nda iklim değişikliğinin etkilerini ölçmek amacıyla havzadaki istasyonların toplam yağış ve ortalama sıcaklık verilerine, parametrik olmayan bir trend testi olan Mann-Kendall uygulanmıştır. Bu test özellikle hidro- meteorolojik zaman serilerinde en sık kullanılan trend analizi yöntemlerinden biridir (Yue vd, 2002; İkiel ve Atalay, 2011: 81).

Mann-Kendall test istatistiği  $u(ti) = \frac{[ti-E(ti)]}{\sqrt{varti}}$  formülü ile hesaplanır. Buradaki  $t=\sum n_i$ ,  $E(t) = \frac{n(n-1)}{4}$  ve  $var t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$ , dir (Sneyers, 1990: 11). Ünye meteoroloji istasyonunun 50, diğer meteoroloji istasyonlarının ise 53 (Erzincan, Tokat, Amasya, Çorum, Samsun) yıllık verisi mevcuttur. Bu veri sayıları için  $\alpha=0.05$  anlamlılık düzeyinde güven aralığı 1.645’dir. Bunun anlamı eğer istasyonların Mann-Kendall test istatistiği sonuçları  $\pm 1.645$  aralığında ise “verilerde bir eğilim olmadığı” hipotezi kabul edilir. Sonuçlar bu aralık dışında ise hipotez red edilerek, bir eğilim (trend) olduğu

kabul edilir. Güven aralığının 0.05 olması ise çıkan sonucun %95 doğru olduğunu ifade eder.

Veri serisinde bir trendin varlığı tespit edildikten sonra bakılan ikinci şey ise trendin hangi yönde olduğudur, bunu ise sonucun pozitif mi negatif mi olduğu belirler. Sonucun pozitif bir rakam olması artan, negatif bir rakam olması ise azalan yönde bir trend olduğunu ifade etmektedir.

Mann-Kendall testi sonuçlarına göre oluşturulan grafikler de, trend bulunup bulunmadığı hakkında bilgi vermektedir. Grafikte  $u(t)$  ve  $u'(t)$  eğrilerinin kesişip yön değiştirdiği nokta (yıl) iklimdeki değişimin başlangıcını ifade etmektedir (Karaca vd., 1995; Tayanç vd., 1997; Ezber vd., 2007; Ustaoglu, 2012). Bu eğrilerden  $u(t)$  eğrisi test istatistiği hesaplanırken oluşturulan düz eğri iken,  $u'(t)$  eğrisi zamansal veri setinin geriye doğru (ters yönde) hesaplanması ile oluşturulan eğridir. Eğer bu iki eğri birbirlerine yakın salınımlar yaparak fazla sayıda noktada kesişiyorsa bu veri serisinde herhangi bir trendin olmadığını ifade etmektedir (Partal ve Kahya, 2003: 15).

Yeşilirmak Nehri Havzası içerisinde bulunan ve ölçüm yılı sayısı 30'dan fazla olan meteoroloji istasyonlarının yağış ve sıcaklık verilerine Mann-Kendall trend analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu uygulamanın temel amacı en önemli iklim elemanlarından olan yağış ve sıcaklık verilerinin yıllar arasında bir eğilim gösterip göstermediğini tespit etmek, ayrıca Yeşilirmak Nehri akım ve sediment değerlerinin değişimi ile arasında paralellik olup olmadığını belirlemektir. Trend analizi hesaplamaları yapılan yağış ve sıcaklık verileri, yıllık ortalama, yağışlı dönem (Ekim-Nisan) ve kurak dönem (Mayıs-Eylül) ortalamalarıdır. Sıcaklık ve yağış eğilimleri belirlenirken, yılın Kurak Dönem ve Yağışlı Dönem olarak iki periyoda ayrılması, iklim tipi değişimi hakkında çıkarımlar yapmaya olanak tanımaktadır (Turoğlu, 2014a).

Yağışların Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına bakıldığında Amasya'nın kurak dönemi ile Tokat'ın yağışlı dönem ve yıllık ortalama verilerinde, artan yönde bir trend olduğu, diğer istasyonlarda ise herhangi bir trend tespit edilemediği görülmektedir (Şekil 63, Şekil 64 ve Şekil 65) (Tablo 12). Yağışların Mann-Kendall trend analizi sonuçları aynı zamanda doğrusal trend eğrilerine de benzerlik göstermektedir (Şekil 26).



Çoğu veride trend tespit edilememekle birlikte, artan yönde bir trend gösterdiği tespit edilen istasyonlarda ortaya çıkan bu tablonu küresel sıcaklıklarda görülen artış eğilimi ile ilgilidir. Yükselen sıcaklıklarla bağlantılı olarak artan buharlaşma ve nem miktarları dolayısıyla, küresel ortalama yağışların 21. yüzyılda artması beklenmektedir (Erlat, 2010: 269).

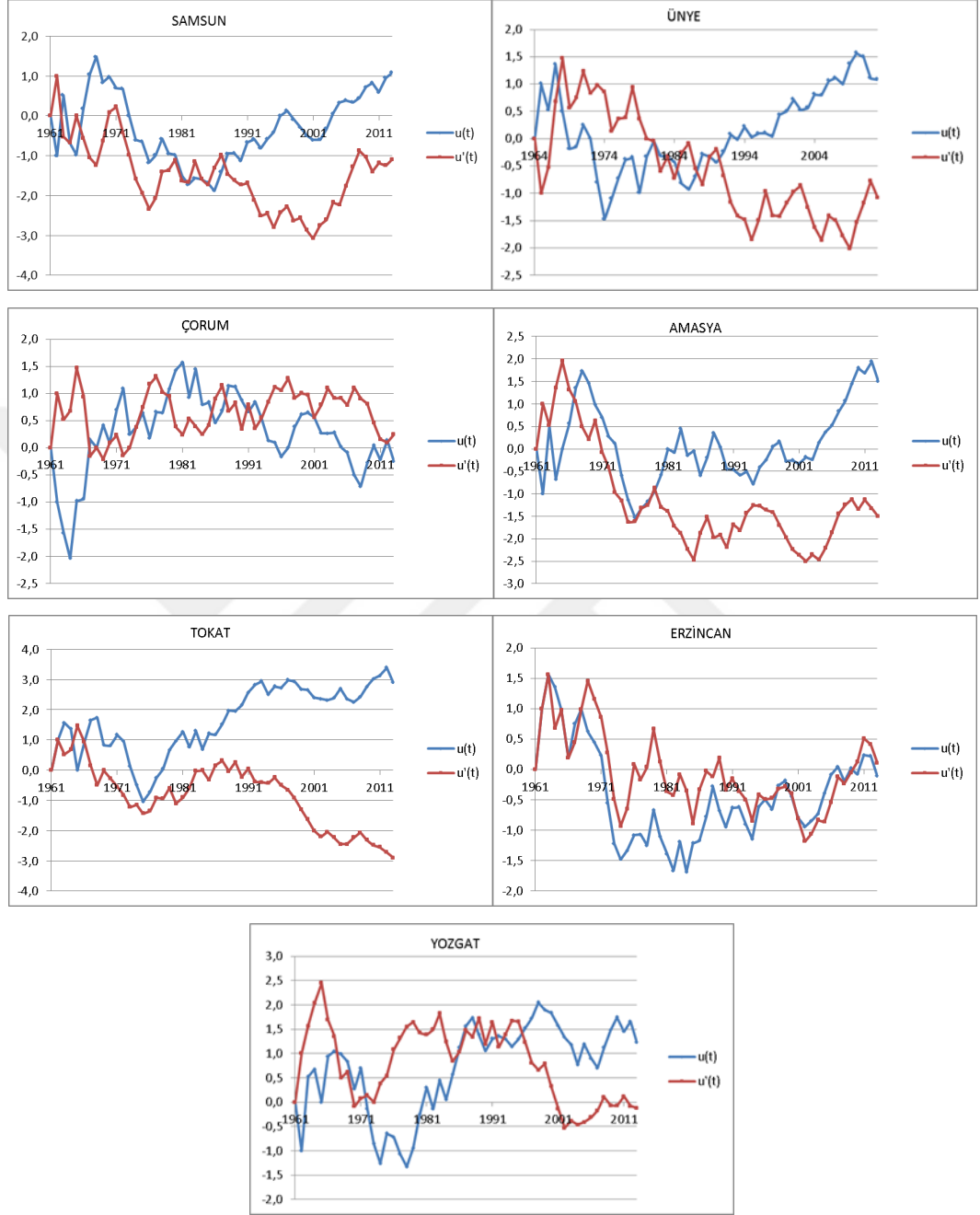
Tablo 12: Yağışların Mann-Kendall istatistikleri.

	<b>YAĞIŞLI MEVSİM</b>	<b>KURAK MEVSİM</b>	<b>YILLIK ORT.</b>
<b>SAMSUN</b>	0,0	1,5	1,1
<b>ÜNYE</b>	1,1	0,4	1,1
<b>ÇORUM</b>	-1,1	0,6	-0,2
<b>AMASYA</b>	0,3	2,1	1,5
<b>TOKAT</b>	2,1	1,6	2,9
<b>ERZİNCAN</b>	0,2	-1,0	-0,1
<b>YOZGAT</b>	-0,4	1,0	1,2

Yağış verilerinde olduğu gibi sıcaklık verileri de yıllık, yağışlı dönem (Ekim-Nisan) ve kurak dönem (Mayıs-Eylül) olarak dönemlere ayrılmış ve ortalama verilere Mann-Kendall trend analizi yöntemi uygulanmıştır.

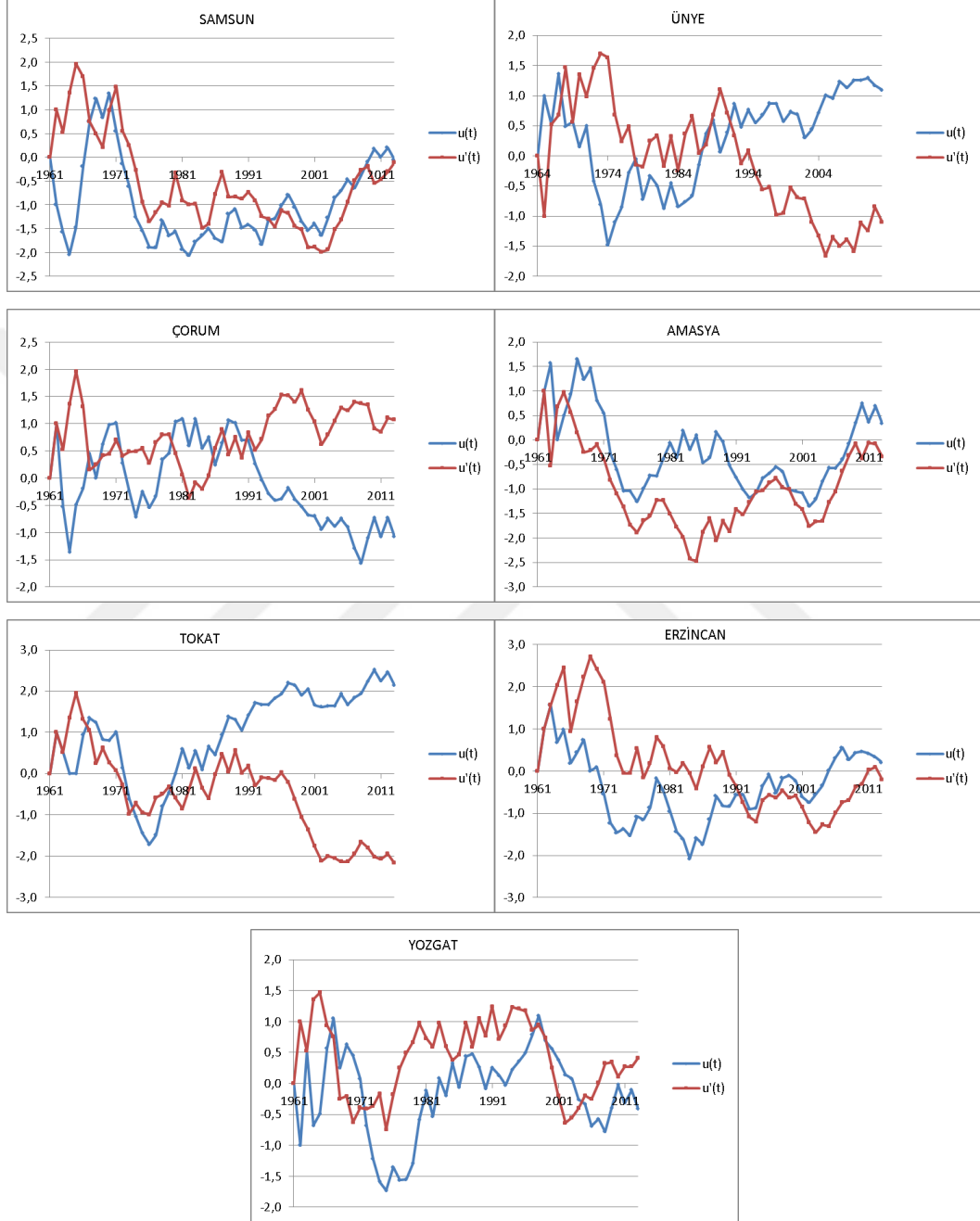
Sıcaklık verilerinde yağış verilerine göre daha belirgin bir trend varlığından söz etmek mümkündür. Özellikle kurak mevsim ortalama sıcaklıklarında bütün meteoroloji istasyonlarında belirgin bir artan yönde trend tespit edilmiştir. Yağışlı mevsim ortalamalarına bakıldığında ise sadece Erzincan'da bir trend tespit edilmekle birlikte bu eğilimin yönü de artandır. Yıllık ortalama sıcaklıklar için yapılan trend testi sonuçlarında ise 7 istasyonun 4'ünde (Samsun, Ünye, Erzincan, Yozgat) trend bulunduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu trendler de sıcaklıklarda tespit edilen bütün diğer trendler gibi artan yöndedir (Şekil 66, Şekil 67, Şekil 68) (Tablo 13).

Şekil 62: Yıllık ortalama yağışların Mann-Kendall grafikleri.



Meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklarının doğrusal trendlerini gösteren şekillere bakıldığında da Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına benzer şekilde, istasyonların çoğunda sıcaklık verilerinin artan yönde bir eğilime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 25).

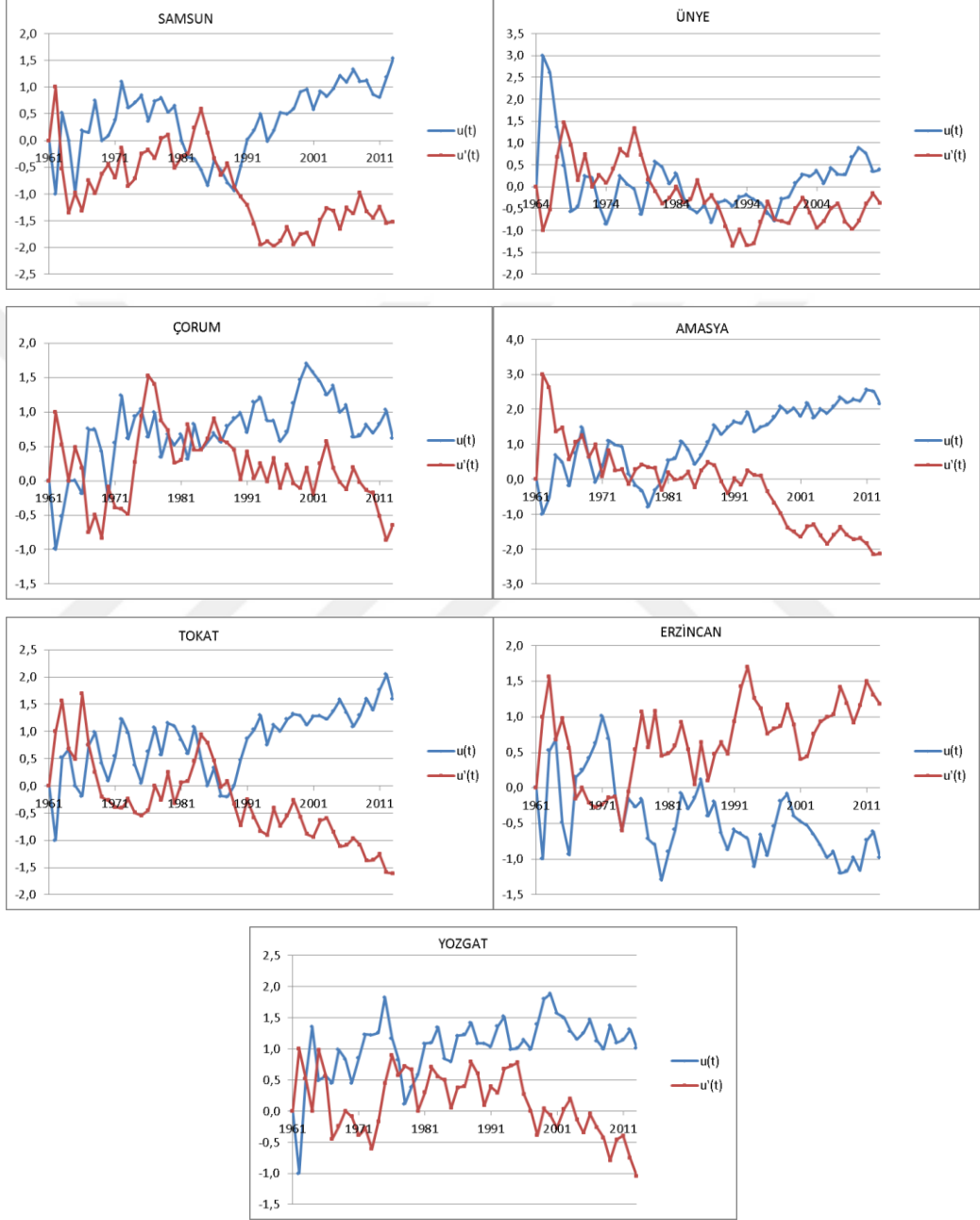
Şekil 63: Yağışlı mevsim yağışlarının Mann-Kendall grafikleri.



Ortalama sıcaklık verilerinde tespit edilen bu artan trendler, küresel sıcaklıklarda tespit edilen artış eğilimi sonuçlarına uyum göstermektedir. Özellikle sanayi devriminden sonra atmosfere salınan sera gazları miktarlarındaki artış doğal sera etkisinin kuvvetlenmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda da küresel ortalama sıcaklıkların

düzensiz ama önemli bir artış eğilimine girmiştir. 20. Yüzyılın ikinci yarısında ortalama sıcaklıklarda tespit edilen artış miktarı  $0,7\text{ C}^\circ$  civarındadır (Erlat, 2010: 257).

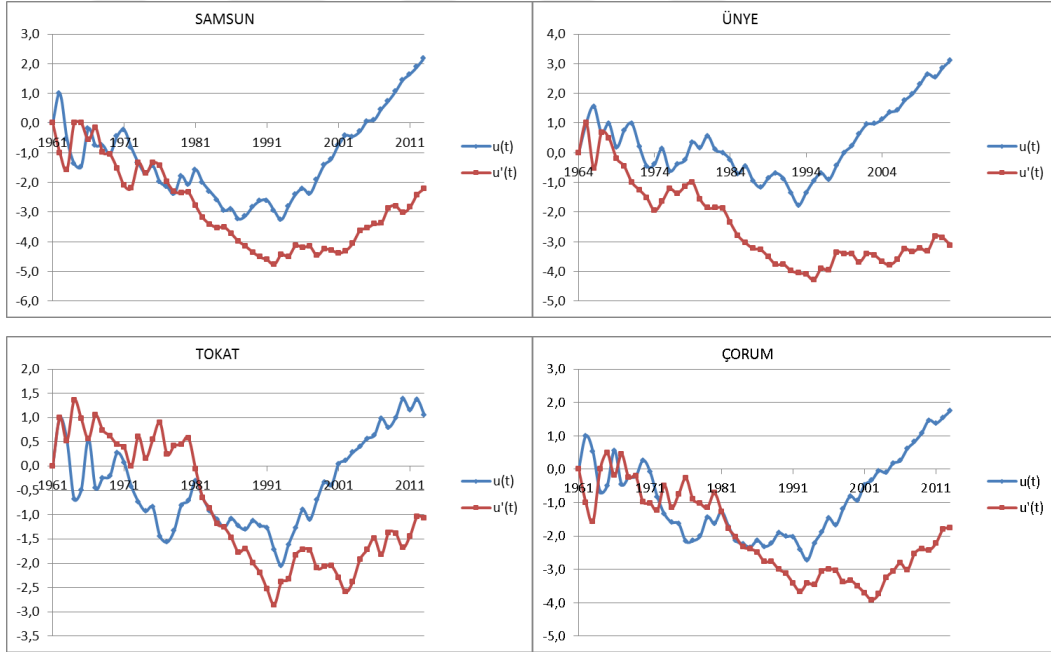
Şekil 64: Sıcak mevsim yağışlarının Mann-Kendall grafikleri.

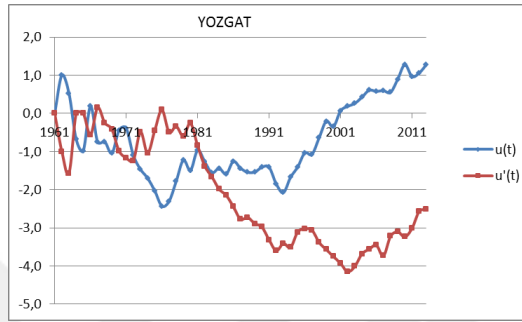
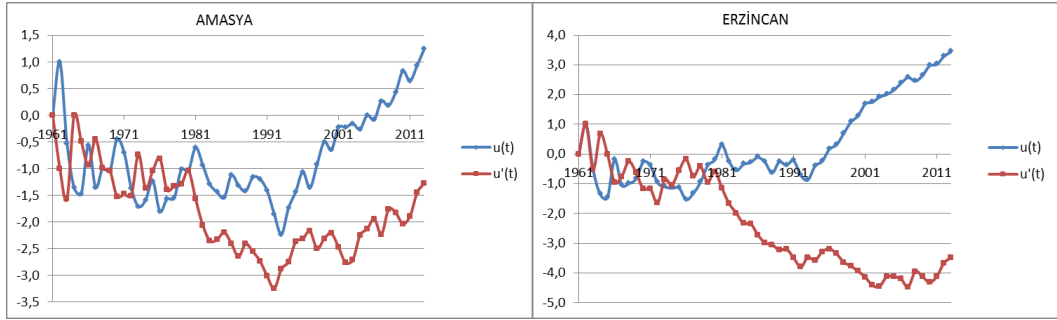


Tablo 13: Ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall istatistikleri.

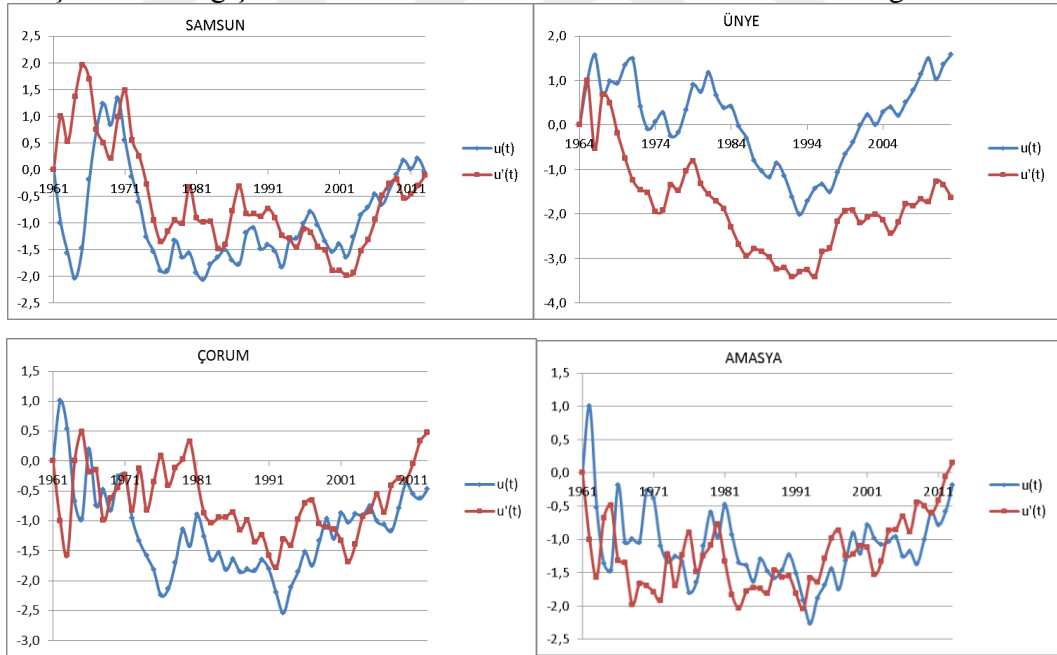
	YAĞIŞLI MEVSİM	KURAK MEVSİM	YILLIK ORT.
SAMSUN	0,5	3,9	2,2
ÜNYE	1,6	5,0	3,1
ÇORUM	-0,5	3,1	1,5
AMASYA	-0,2	3,1	1,2
TOKAT	0,0	4,3	1,1
ERZİNCAN	2,4	4,1	3,4
YOZGAT	1,3	3,8	2,5

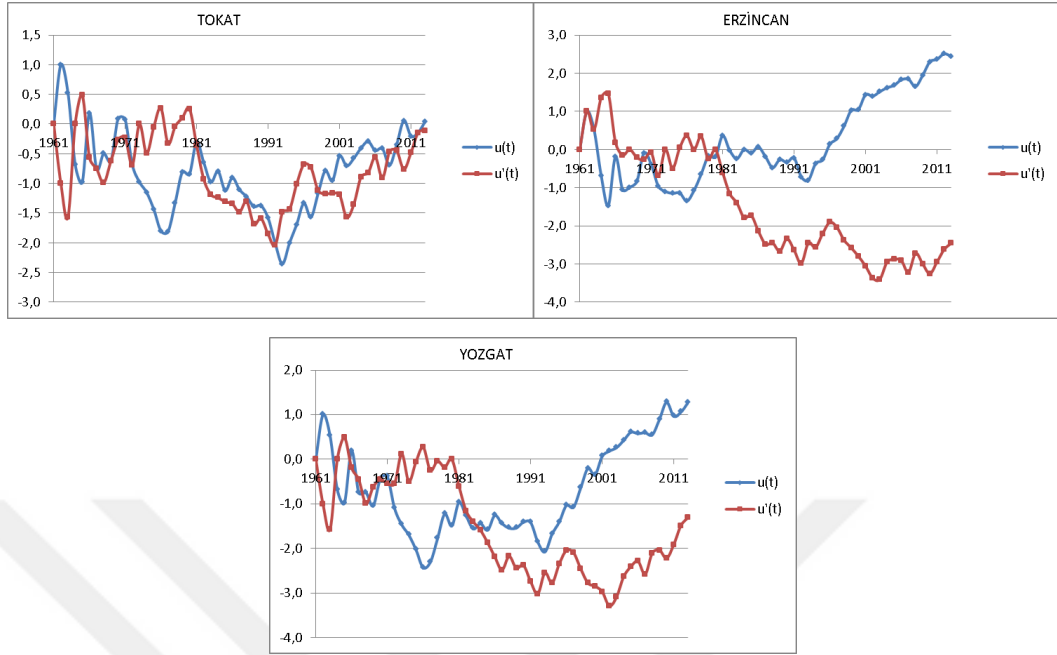
Şekil 65: Yıllık ortalama sıcaklıkların Mann-Kendall grafikleri.



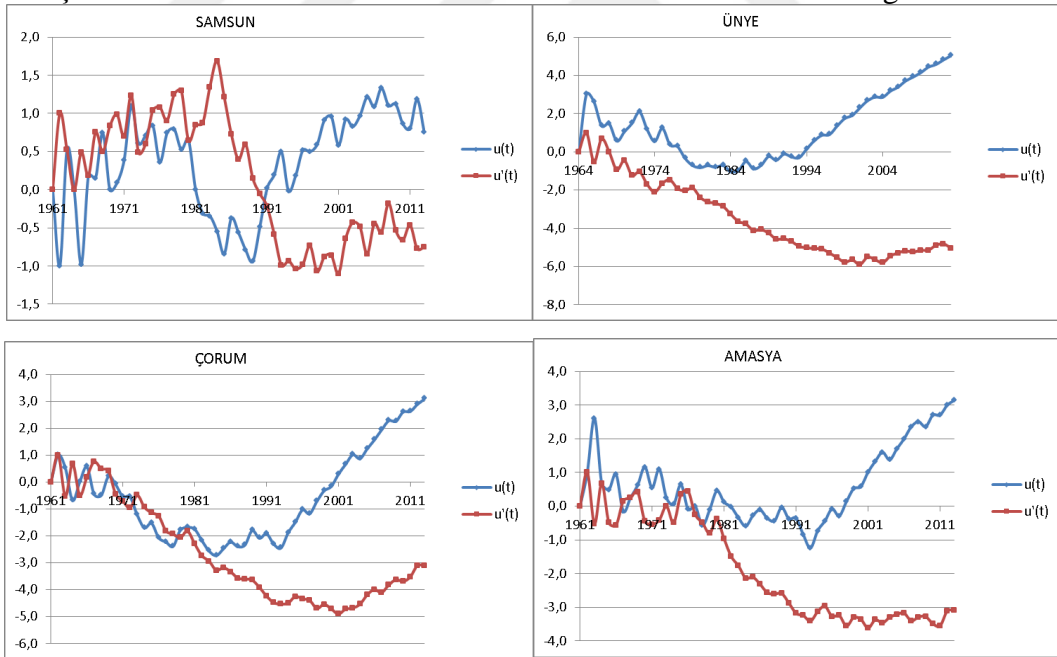


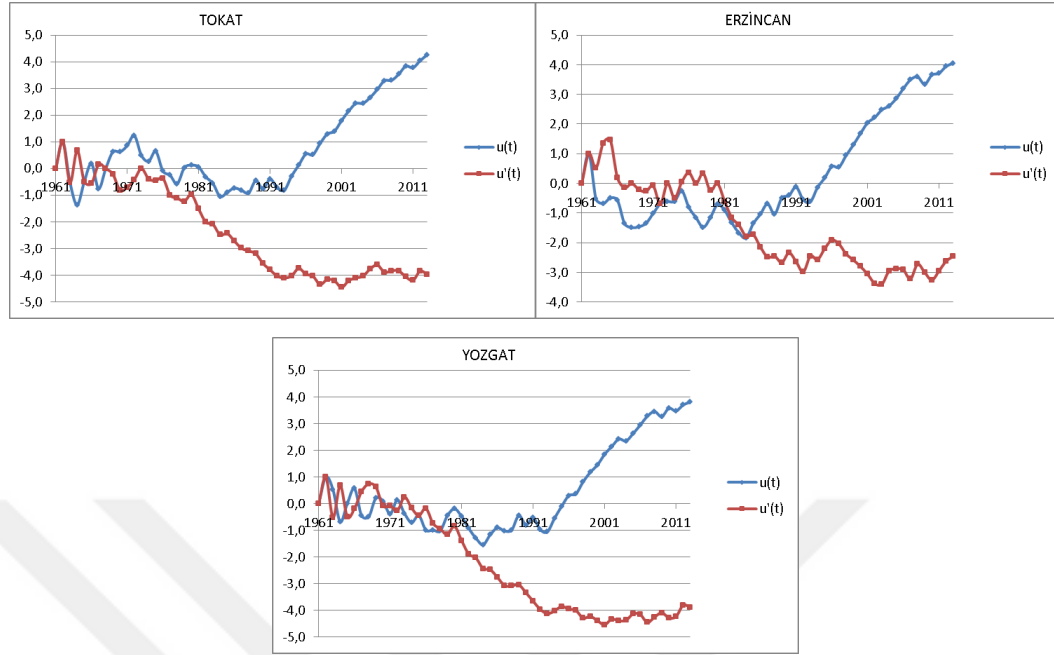
Şekil 66: Yağışlı mevsim ortalama sıcaklıklarının Mann-Kendall grafikleri.





Şekil 67: Kurak mevsim ortalama sıcaklıklarının Mann-Kendall grafikleri.





### 3.1.2. İklim elemanlarındaki değişim analizleri

İklimle ilgili yapılan güncel bazı çalışmalarda; son 130 yıldır yaşanan en sıcak 10 yıldan 9 tanesinin 2000 yılından sonra gerçekleştiğinden bahsedilmektedir (Hansen, 2012; Turoğlu, 2014b). Bu çalışmalar ve sonuçları iklim elemanlarındaki değişim için son 15 yıllık döneme dikkat çekmektedir. Yeşilirmak Nehri havzasında iklim elemanlarının yıllar arasında gösterdiği değişimi tespit edebilmek için sıcaklık ve yağış verileri ortalama 15'er yıllık 3 döneme ayrılmış, bu dönemlere ait veriler kendi aralarında çeşitli hesaplama ve analizlere tâbi tutulmuştur. Dönemlere ait hesaplanan sonuçların karşılaştırılması, iklim elemanlarındaki değişimin daha iyi analiz edilebilmesini sağlamıştır. Belirlenen dönemler Samsun, Çorum, Amasya, Tokat, Erzincan ve Yozgat için 1961-1975, 1976-1998 ve 1999-2013 yılları arası, Ünye için ise 1964-1978, 1979-1998 ve 1999-2013 yılları arasındır.

#### Yağış:

Belirlenen dönemler için, meteoroloji istasyonlarının yağış ortalamaları hesaplandığında ortaya çıkan sonuçlar bir tablo halinde verilmiştir (Tablo 14). Dönemlere ait yıllık yağış ortalamaları karşılaştırıldığında, meteoroloji istasyonlarının sonuçlarının belli bir düzenli gidişat göstermediği söylenebilir. Kıyı kentleri olan Ünye ve Samsun'da ilk 15 yıllık dönemden ikinci döneme geçildiğinde yıllık ortalamaların



düştüğü, üçüncü dönemde ise yükselerek, ortalamanın ilk dönemin de üzerine çıktığı görülmektedir. Amasya ve Tokat'da yıllık yağış ortalamaları her iki dönemde de yükselmiştir.

Tablo 14: Meteoroloji istasyonlarının dönemlik aylık ve yıllık ortalama yağış miktarları (mm.)(Not: Mavi renkli veriler bir önceki döneme göre düşen ortalamaları göstermektedir.).

Dönem/ Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
<b>SAMSUN</b>													
1961-1975	62,8	57,9	62,3	63,7	51,2	45,1	26,8	34,8	61,1	76,8	86,2	98,1	726,8
1976-1998	58,1	45,5	53,5	59,8	50,4	47,2	33,2	32,3	47,9	93,4	86,1	70,2	677,6
1999-2013	73,2	59,1	71,5	51,8	46,8	49,9	38,0	64,9	49,2	78,7	79,8	78,3	741,3
<b>CORUM</b>													
1961-1975	38,0	33,2	39,9	50,9	57,4	57,1	15,4	12,6	21,2	24,6	30,7	53,4	434,6
1976-1998	37,2	26,5	33,9	55,3	67,0	54,5	21,3	11,7	19,3	34,2	40,9	47,5	449,4
1999-2013	42,1	33,3	39,1	47,6	47,6	42,3	22,8	19,3	29,8	26,9	31,2	39,3	421,2
<b>AMASYA</b>													
1961-1975	48,5	41,9	51,3	56,6	45,2	34,6	9,9	6,8	19,5	24,9	36,5	67,8	443,4
1976-1998	47,4	31,0	38,2	60,5	53,5	38,2	18,9	6,9	17,5	42,2	48,7	48,0	451,2
1999-2013	52,2	46,2	55,2	52,6	52,7	35,3	13,1	16,3	26,0	37,5	49,0	58,6	494,8
<b>TOKAT</b>													
1961-1975	32,4	31,4	36,0	51,8	50,9	38,5	6,6	2,4	18,6	22,4	35,1	61,8	388,0
1976-1998	44,1	32,7	36,8	60,2	63,6	39,5	11,9	6,0	15,4	48,4	50,5	44,0	453,1
1999-2013	41,6	39,3	48,9	54,0	63,2	34,9	15,7	8,6	20,8	42,9	46,1	39,6	455,6
<b>ERZİNCAN</b>													
1961-1975	27,8	31,9	42,1	50,6	58,3	33,4	12,0	7,7	13,9	36,3	36,6	32,6	383,0
1976-1998	27,0	29,0	38,5	51,0	57,6	31,5	8,6	6,4	12,8	50,3	41,1	30,9	384,7
1999-2013	29,5	30,9	49,1	58,9	45,3	24,0	14,7	6,1	16,9	41,6	39,8	21,8	378,7
<b>YOZGAT</b>													
1961-1975	66,3	68,6	67,3	63,0	63,1	39,8	8,2	7,5	17,9	25,7	41,4	88,5	557,4
1976-1998	67,7	65,7	62,6	73,5	66,1	45,2	13,9	6,0	13,5	47,4	73,3	83,6	618,6
1999-2013	74,3	59,8	63,6	57,6	54,6	36,8	16,6	14,7	26,5	38,3	57,8	68,9	569,5
<b>ÜNYE</b>													
1964-1978	103,5	80,1	89,8	84,8	45,9	75,3	83,5	90,0	87,5	147,8	118,1	148,9	1155,3
1979-1998	96,3	97,0	85,0	75,7	62,7	72,9	59,6	93,8	77,7	133,7	159,3	118,5	1132,1
1999-2013	127,1	96,3	95,9	62,6	52,8	84,4	93,9	91,9	105,6	156,0	136,4	119,6	1222,4

Kaynak: D.M. İ. Genel Müdürlüğü

Çorum, Erzincan ve Yozgat'da ise ilk dönemden ikinci döneme geçildiğinde yıllık ortalamalarda yükselme görülürken, son dönem olan 1999-2013 döneminde ise ortalamaların düştüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak verileri incelenen 7 istasyondan 5 tanesinde son 15 yıllık dönemin ortalaması ilk dönemin ortalamasından yüksektir. Bu da genel olarak yağış miktarlarında tespit edilen artma eğilimini desteklemektedir.

Belirlenen dönemler için hesaplanan aylık yağış ortalamalarında da durum yıllık ortalamalara benzer şekilde bir düzen göstermemektedir. Kıyı kentleri olan Samsun ve Ünye'de yılın 8 ayının ortalamaları, tıpkı yıllık ortalamalarda olduğu gibi ikinci dönemde ilk döneme göre düşüş göstermiştir.

Aynı istasyonların son 15 yıllık dönemin aylık ortalamalarına bakıldığında, Samsun'da 4, Ünye'de ise 5 ayın ortalamasının bir önceki döneme göre düştüğü, diğer ayların ortalamalarının ise yıllık ortalamalar gibi yükseldiği görülmektedir.

İç kesimlerde yer alan istasyonlardan Erzincan'da 8, Çorum'da 7, Yozgat ve Amasya'da 5, Tokat'da ise 2 ayın yağış ortalamaları ikinci dönemde ilk döneme göre düşmüş, diğer ayların ortalamaları ise yükselmiştir. Mevsimsel olarak bakıldığında ise bazı istisnalar dışında genel olarak bütün istasyonların kış ayları yağış ortalamalarının 2. dönemde düştüğünü söylemek mümkündür.

Son döneme geçildiğinde, Tokat ve Yozgat'da 7, Çorum ve Erzincan'da 6 ve Amasya'da ise 5 ayın ortalamaları düşerken, diğer ayların ortalamaları yükselmiştir. 1999- 2013 yılları arasını kapsayan bu son dönemde nerdeyse bütün istasyonların Nisan ve Mayıs ortalamaları düşerken (Erzincan'ın Nisan ayı hariç), bir başka bahar ayı olan Mart'da bütün istasyonların yağış ortalamaları yükselmiştir.

Aylık ortalama yağışlardaki dönemler arası değişimi toplu olarak yorumlarsak, 7 istasyon için toplam 84 aylık veri vardır. İkinci dönemde bu 84 ayın 44 tanesinin ortalamaları ilk döneme göre düşmüş, 40 ayın ortalamaları ise yükselmiştir. Son 15 yıllık dönemde ise bunun tam tersi olarak, 40 ayın ortalama yağış tutarı düşmüş, 44 ayın ise yükselmiştir. Ortaya çıkan bu tablo yağış miktarlarının dönemler arasında belirgin bir eğilim göstermediği görüşünü desteklemektedir.

**Sıcaklık:**

Meteoroloji istasyonlarının dönemlik sıcaklık ortalamalarına bakıldığında, 7 istasyonun 6'sında yıllık ortalamaların ikinci dönemde ilk döneme göre düşüş gösterdiği, son 15 yıllık dönemde ise bütün istasyonların yıllık ortalamalarının yükseldiği görülmektedir (Tablo 15). Bu sonuç itibariyle yıllık sıcaklık ortalamalarının yıllık yağış ortalamalarından daha düzgün bir gidişat gösterdiğini, genel olarak 1976-1998 döneminin (Ünye için 1979-1998) kendinden önceki ve sonraki dönemlerden daha düşük ortalamalara sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Aylık ortalama sıcaklıkların dönemlik ortalamalarının değişimine bakıldığında Samsun ve Çorum'da 10, Tokat ve Amasya'da 8, Yozgat'da 7, Ünye'de 6 ve Erzincan'da ise 5 ayın ikinci dönem ortalamalarının ilk döneme göre düştüğü, toplamda 8 ayın ortalamasının ise değişmeden aynı kaldığı görülmektedir (Tablo 15). İkinci 15 yıllık döneme ait yıllık ve aylık ortalamalarda tespit edilen bu değişimlere bakarak, bu dönemin ilk dönemden daha düşük sıcaklık ortalamalarına sahip olduğu söylenebilir.

1999-2013 yılları arasını kapsayan son 15 yıllık dönemde ise bütün istasyonların, birkaç istisna dışında bütün aylarında sıcaklık ortalamaları yükselmiştir. Bu son dönemde aylık ortalama sıcaklık değerlerinde düşüş görülen istasyonlar Tokat, Amasya ve Çorum'dur ve sadece Aralık ayı ortalama sıcaklıkları düşmüştür.

Sonuç olarak bakıldığında, aylık ve yıllık ortalama sıcaklıkların genel olarak incelenmeye başladığı tarihten itibaren en düşük olduğu dönemin 1976-1998 dönemi olduğu, son 15 yıllık dönemin ise 1960'lı yıllardan beri görülen en yüksek ortalamalara sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar ortalama sıcaklıklara uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonuçları ile de benzerlik göstermekte ve ortalama sıcaklıkların artma eğiliminde olduğu görüşünü desteklemektedir.

Tablo 15: Meteoroloji istasyonlarının dönemlik aylık ve yıllık ortalama sıcaklıkları (°C)(Not: Mavi renkli veriler bir önceki döneme göre düşen, kırmızılar ise değişmeyen ortalamaları göstermektedir.).

Dönem/Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
<b>SAMSUN</b>													
1961-1975	6,8	7,5	8,4	11,8	16,0	20,4	22,9	22,8	19,7	16,0	13,2	9,4	14,6
1976-1998	6,9	6,4	7,5	11,1	15,2	19,9	22,8	23,0	19,5	15,6	11,7	9,0	14,1
1999-2013	7,5	7,4	8,6	11,3	16,0	21,1	24,4	24,8	20,9	16,7	12,5	9,4	15,1
<b>CORUM</b>													
1961-1975	-0,6	1,2	5,5	10,7	15,0	18,4	20,9	20,6	16,7	11,8	6,7	2,2	10,8
1976-1998	-0,3	0,8	4,6	10,2	14,5	18,0	20,5	20,4	16,7	11,4	5,4	1,8	10,3
1999-2013	-0,2	1,2	5,6	10,7	15,3	19,3	22,5	22,4	17,8	12,0	5,7	1,3	11,1
<b>AMASYA</b>													
1961-1975	2,3	4,7	8,8	13,7	18,0	21,5	23,9	23,5	19,6	14,5	9,4	5,0	13,7
1976-1998	2,8	4,1	7,9	13,3	17,6	21,3	23,5	23,5	19,8	14,3	8,1	4,6	13,4
1999-2013	2,8	4,7	8,8	13,7	18,2	22,1	25,2	25,1	20,7	15,2	8,5	4,5	14,1
<b>TOKAT</b>													
1961-1975	1,1	3,5	7,6	12,4	16,6	19,7	21,9	21,7	18,2	13,7	8,5	4,2	12,4
1976-1998	1,9	3,1	6,9	12,4	16,3	19,5	21,7	21,8	18,5	13,3	7,5	3,8	12,2
1999-2013	2,2	3,8	8,0	12,8	16,6	20,5	23,5	23,5	19,5	14,2	7,7	3,5	13,0
<b>ERZİNCA N</b>													
1961-1975	-3,9	-1,6	4,2	10,4	15,4	19,7	23,8	23,3	18,4	11,8	5,0	-0,3	10,5
1976-1998	-3,0	-1,5	3,9	10,7	15,3	19,6	23,5	23,3	18,6	11,7	5,0	0,0	10,6
1999-2013	-2,0	0,1	5,7	11,3	16,0	21,1	25,0	25,0	19,8	13,0	5,8	0,1	11,7
<b>YOZGAT</b>													
1961-1975	-2,2	-0,9	3,1	8,2	12,8	16,6	19,3	19,1	15,0	10,0	5,0	0,5	8,9
1976-1998	-2,1	-1,3	2,3	8,1	12,8	16,4	19,0	19,2	15,4	10,1	4,1	0,1	8,7
1999-2013	-1,3	-0,2	3,7	8,9	13,6	17,6	20,9	20,8	16,1	10,6	4,7	0,5	9,7
<b>ÜNİYE</b>													
1964-1978	6,5	7,3	7,8	11,0	15,1	19,6	22,3	22,2	19,6	15,6	12,5	9,1	14,1
1979-1998	6,9	6,0	7,3	10,8	14,8	19,6	22,6	22,9	19,7	15,8	11,7	9,0	13,9
1999-2013	7,3	7,5	8,5	11,2	15,8	20,8	24,1	24,5	20,9	16,9	12,6	9,2	14,9

Kaynak: D.M.İ. Genel Müdürlüğü

### 3.2. İklim elemanlarındaki değişikliklerinin Yeşilirmak üzerindeki etkileri

İklimde meydana gelebilecek herhangi bir değişikliğin su kaynakları üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak, az veya çok oranda etkili olması kaçınılmaz bir durumdur. İklimin değişmesi demek aslında iklim elemanlarının gerçekleşme miktar, zaman ve oranlarında, uzun süreli ortalamalara göre farklılaşmaların görülmesidir. İklim elemanlarından özellikle yağış ve sıcaklıkta ortaya çıkan değişimler akarsuların

akım değerlerinin artma veya azalmasına, taşkınların görülme sıklıklarının değişmesine sebebiyet vermektedir.

IPCC'nin 2007 yılındaki raporuna göre, yağışlar artma eğiliminde olsa da sıcaklıklar ve buharlaşma oranlarının da artması sonucu akışlarda gelecekte azalmalar olabilecek, yüksek enlemlerde ise yağış artışı dolayısıyla akışlarda artmalar görülebilecektir. Nehir akış miktarları ile ilgili yapılan bölgesel tahminlere göre ise yüksek enlemler ve bazı ekvatorial bölgelerde artış, orta enlemler ve bazı subtropikal bölgelerde azalma görülecektir.

Türkiye'nin küresel iklim değişikliği senaryoları içerisinde riski yüksek olan ülkeler içerisinde olması, akarsu akışlarında meydana gelecek değişikliklerden fazlaca etkilenebilecek ülkelerden biri olduğunu göstermektedir (Şen, 2009: 21). Dolayısıyla ngrlen bu değişiklikler, Türkiye'nin en büyük akarsularından biri olan Yeşilırmak Nehri'ni de etkileyecek, akım değerleri ve sediment yükü değişebilecektir. Şen'in 2009 yılında yaptığı çalışmaya göre; 2000 yılında 153,4 cm olan Yeşilırmak Nehri'nin yıllık ortalama akışı 2050 yılında 61,9 cm'ye düşecektir.

IPCC'nin hazırladığı 5.Değerlendirme Raporuna göre (2013) Yeşilırmak Nehri Havzası'ndaki akış miktarı 2081-2100 yılları arasında 1986-2005 dönemine göre % 10-30 arasında azalma gösterecektir.

Ayrıca Dünya'nın pek çok bölgesinde 1950'lerden beri artan yağış ekstremeleri, toprak erozyonunu ve akarsu sediment yükünü arttıran, yağışın sebebiyet verdiği erozyonda artışa sebep olmaktadır. İklım değişiminin sediment yükü üzerindeki etkileri, genellikle insanların tarımsal ve yönetimsel aktiviteleriyle karmaşık ve anlaşılmaması zor bir hale gelmektedir, bu yüzden bu konuda yapılmış pek fazla çalışma bulunmamaktadır (Walling, 2009, IPCC, 2014a: 237). CO<sub>2</sub> oranının 2 kat arttığı senaryolara göre küresel ölçekteki toprak erozyonunun, 2090 yılında 1980'lere oranla yaklaşık % 14 artması beklenmekle beraber, en büyük artışın yarıkurak bölgelerde gerekleēeēi tahmin edilmektedir. İklım değişimi ayrıca arazi örtüsünü ve su akışını değiştirerek akarsuların sediment yükünü de etkileyecektir (IPCC, 2014a: 237).

### 3.2.1. Akım özellikleri üzerindeki etkisi

Yeşilırmak Nehri'nin akım değerlerinin iklim değişikliğinden ne ölçüde etkilendiğini tespit edebilmek amacıyla nehir ve kolları üzerinde bulunan, DSİ'ye ait AGİ'lerde ölçülen akım verileri temin edilmiştir (Tablo 16). Öncelikle bu verilerin yıllar arasında nasıl bir gidişat ve dalgalanma gösterdiğini tespit etmek için yıllık ortalama akımlardan grafikler ve doğrusal trend eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 40).

Yeşilırmak üzerinde bulunan AGİ'lerin çoğunda, yıllık ortalama akımların doğrusal trend eğrilerinin geçmişten bugüne doğru, verilerdeki düşüşü ifade eder şekilde aşağı yönlü olması dikkat çekicidir (Şekil 40).

Tablo 16: Çalışmada verileri kullanılan AGİ'lerin özellikleri

No	Adı	Yeri	Yağış Alanı	Yaklaşık Kot	Ort. Akım
1401	Kelkit Ç.-Fathı	36°59' D-40°28' K	10048.8 km <sup>2</sup>	375 m	72.7 m <sup>3</sup> /sn
1402	Yeşilırmak N.-Kale	36°30' D-40°46' K	33904.0 km <sup>2</sup>	190 m	150 m <sup>3</sup> /sn
1408	Yeşilırmak N.-Çarşamba	36°43' D-41°11' K	35958.0 km <sup>2</sup>	10 m	181 m <sup>3</sup> /sn
1409	Çekerek Ç.-Akçakeçili	35°38' D-40°09' K	5267.6 km <sup>2</sup>	730 m	19.4 m <sup>3</sup> /sn
1412	Çorum Çat I.-Şeyhoğlu Köpr.	35°25' D-40°27' K	3668.8 km <sup>2</sup>	530 m	7.33 m <sup>3</sup> /sn
1413	Yeşilırmak N.-Durucasu	36°6' D-40°44' K	21667.2 km <sup>2</sup>	301 m	63.9 m <sup>3</sup> /sn
1414	Yeşilırmak N.-Sütlüce	36°7' D-40°26' K	5409.2 km <sup>2</sup>	510 m	25.6 m <sup>3</sup> /sn
1418	Yeşilırmak N.- Gömeleönü	37°7' D-40°18' K	1608.0 km <sup>2</sup>	820 m	18.9 m <sup>3</sup> /sn
1422	Kelkit Ç.- Çiçekbükü	39°18' D-40°6' K	1714.0 km <sup>2</sup>	1350 m	8.15 m <sup>3</sup> /sn
1424	Çekerek Ç.- Çırdak Köpr.	36°8' D-40°0' K	1032.8 km <sup>2</sup>	1040 m	4.31 m <sup>3</sup> /sn
1427	Kelkit Ç.- Yemişli Köpr.	37°58' D-40°14' K	8572.8 km <sup>2</sup>	690 m	54.1 m <sup>3</sup> /sn

Kaynak: Yıldız vd.2003'den derlenerek oluşturulmuştur.

İklim elemanlarından sıcaklık ve yağışa uygulanan Mann-Kendall test istatistiği, verilerin gidişinde bir trend olup olmadığının belirlenebilmesi için Yeşilırmak Nehri'nin ortalama akım ve sediment değerlerine de uygulanmıştır (Şekil 69). Ortalama akımlara uygulanan testlerden çıkan sonuçlara göre sadece 1414 ve 1427 nolu akım gözlem istasyonlarının verilerinin gidişatında trend tespit edilmiştir. Bu iki istasyonun trendi de azalan yöndedir. Yani 1414 nolu istasyonda 1956- 2012, 1427

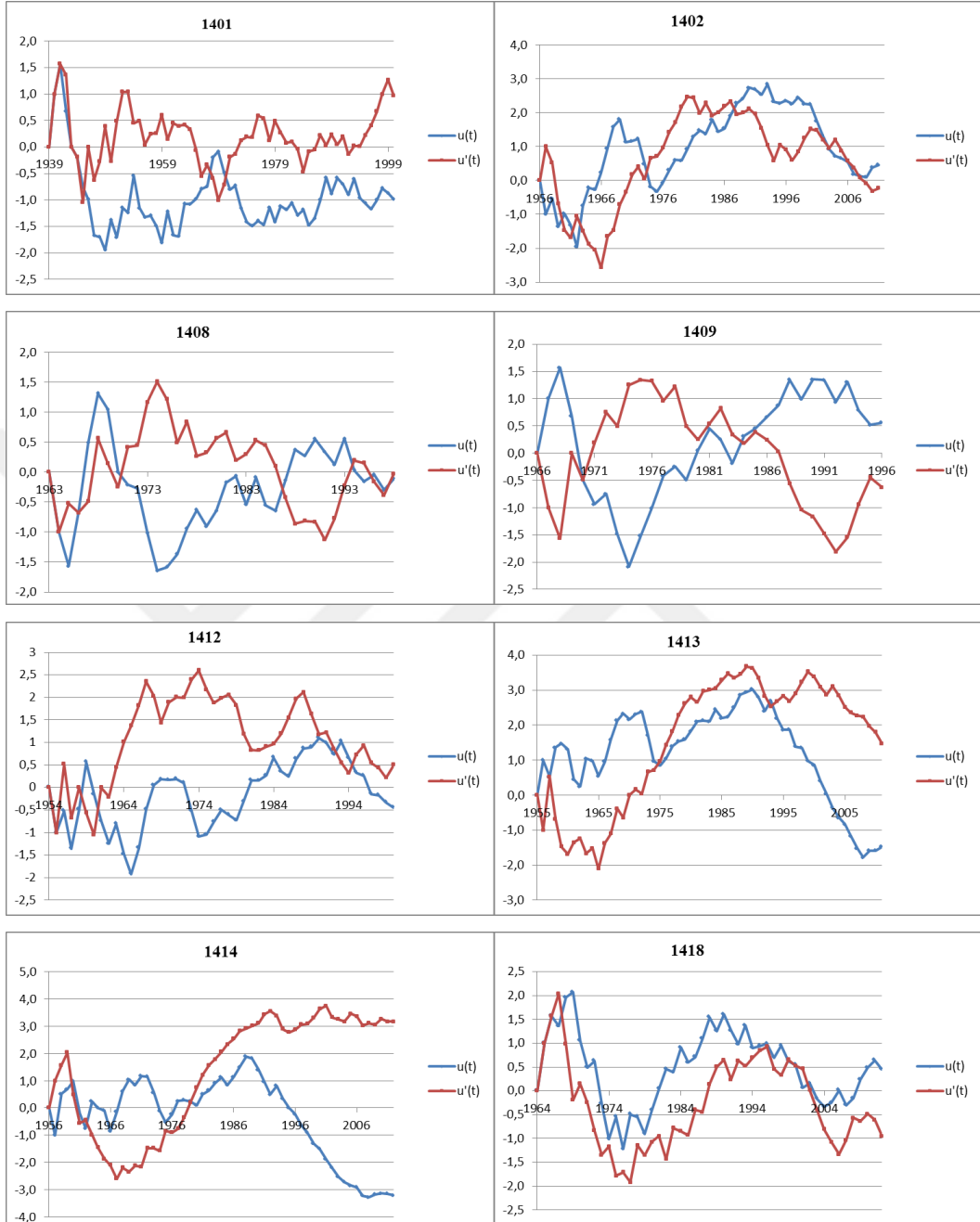
nolu istasyonda ise 1981-2011 yılları arasında ölçülen akım değerleri geçmişten günümüze doğru azalma eğilimi göstermektedirler (Tablo 17).

Bizim çalışmamızdan çıkan sonuçlara benzer bir sonuç da Bayazıt vd. (2002) yaptıkları çalışmada ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada Yeşilirmak Nehri'nin 2001 yılına kadarki akımlarını incelenmiş, sonuçta sadece taşkınlarda belirgin bir trend bulunmuş, ortalama akımlarda ise belirgin bir trend tespit edilememiştir.

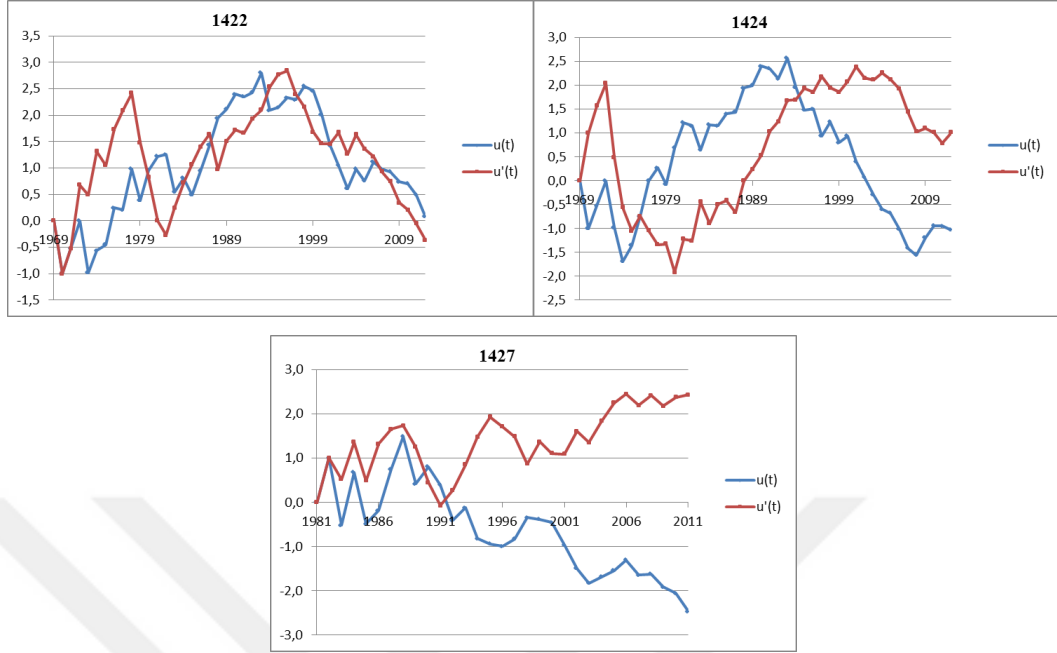
Tablo 17: AGİ'lerin yıllık ortalama akımlarının Mann-Kendall istatistikleri.

<b>AGİ No</b>	<b>Test İstatistiği</b>
<b>1401</b>	-1,0
<b>1402</b>	0,5
<b>1408</b>	-0,1
<b>1409</b>	0,6
<b>1412</b>	-0,4
<b>1413</b>	-1,5
<b>1414</b>	-3,2
<b>1418</b>	0,4
<b>1422</b>	0,0
<b>1424</b>	-1,0
<b>1427</b>	-2,5

Şekil 68: AGİ'lerin yıllık ortalama akımlarının Mann-Kendall grafikleri.







### 3.2.2. Rejim özellikleri üzerindeki etkileri

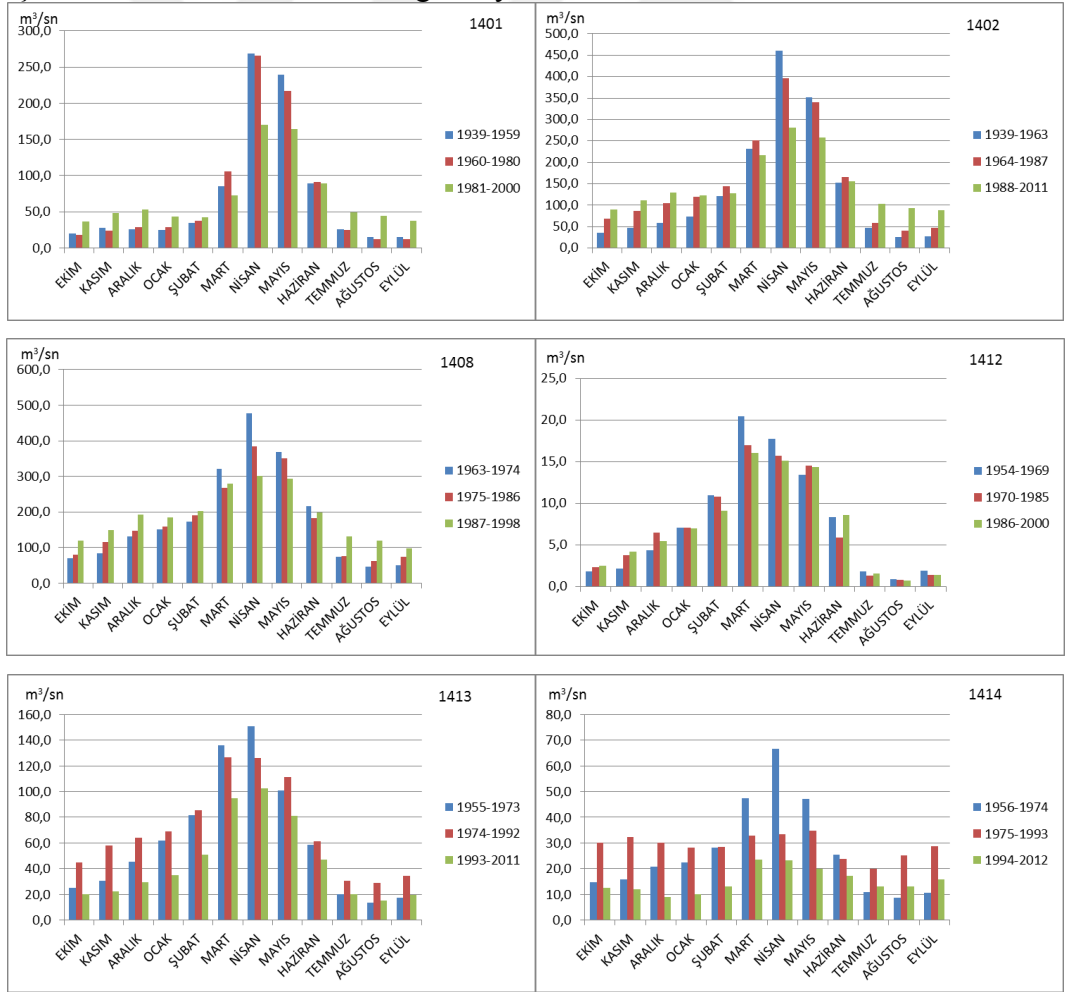
Bir akarsuyun akım özelliklerinin yıl içerisinde gösterdiği gidişat olarak da adlandırılabilen rejim, havzadaki iklim özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Akarsuların rejim karakterleri üzerinde topoğrafya, bitki örtüsü ve jeolojik özellikler gibi faktörlerin de etkisi vardır.

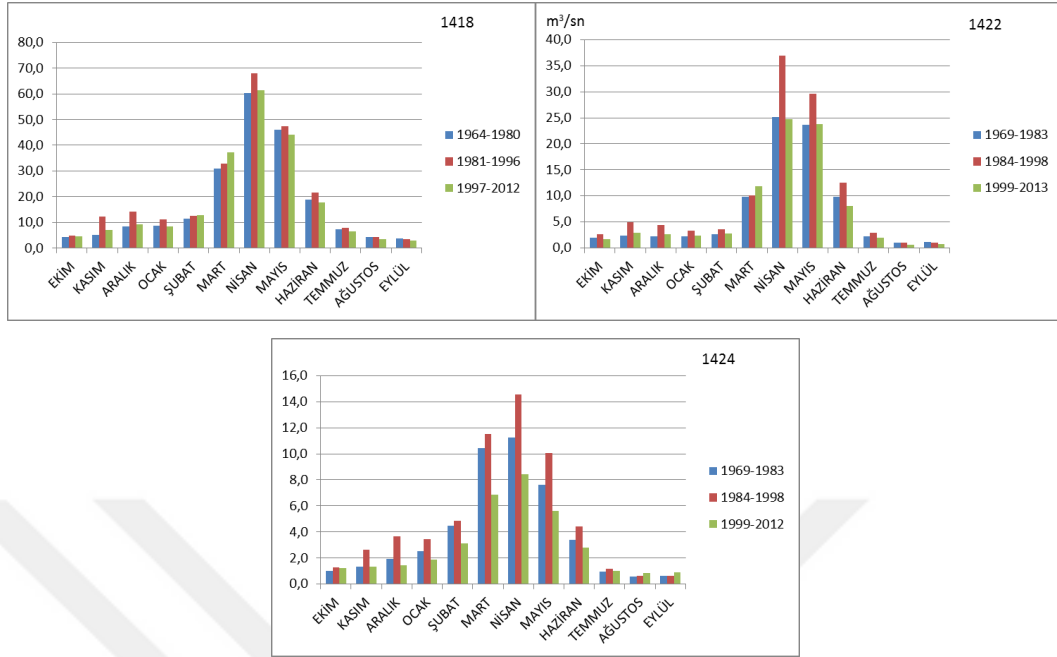
Akarsuların rejim özelliklerini etkileyen pek çok faktör var olmakla beraber, havza yüzölçümü geniş olan akarsularda, havzanın farklı kesimlerinde farklı coğrafi faktörler dolayısıyla farklı rejimler görülmektedir. 36.000 km<sup>2</sup>'den fazla alan kaplayan, yurdumuzun en büyük havzalarından birine sahip olan Yeşilırmak Nehri için de durum böyledir. Akarsuyun kaynağını aldığı iç kesimlerde farklı rejime sahipken, denize ulaştığı mansap kısmında farklı rejim özelliği göstermektedir.

Yeşilırmak Nehri ve kollarının akım özelliklerinin gösterdiği değişiklikleri tespit edebilmek ve dönemsel karşılaştırma yapabilmek için her bir AGİ'nin toplam gözlem süresi üçe ayrılarak dönemler belirlenmiştir. Bu dönemlere ait aylık ortalamalar hesaplanmış, grafikler oluşturularak akarsuyun akım değerlerinin yıl içerisindeki gidişatı ve dolayısıyla akarsu rejim özellikleri tespit edilmiştir (Şekil 70).

Yeşilirmak'ın Kelkit kolu üzerinde bulunan 1401 numaralı istasyonun her üç dönemde de maksimum akımları Nisan aylarında, minimum akımlar ise ilk iki dönemde Eylül, son dönemde ise Ekim ayında gerçekleşmiştir. Bu karakteri ile Türkiye'de genellikle İç Anadolu akarsularında görülen Karlı Ova tipi akarsular içerisine girdiğini söylemek mümkündür (Erinç, 1957, İzbırak, 1990:172, Hoşgören, 2004) (Şekil 70). Veriler incelendiğinde son dönemde maksimum akım ortalamalarının azaldığı, akım değerlerinin düşük olduğu ayların ise akım ortalamalarının ilk iki döneme göre yükseldiği, dolayısıyla aylık ortalamaların birbirlerine yaklaştığı görülmektedir. Aylık ortalamalardaki bu yakınlaşmayla beraber, akarsuyun bu kesimindeki rejim özelliklerinin geçmişten günümüze doğru belirgin bir değişim olduğunu söylemek mümkün değildir.

Şekil 69: AGİ'lerin dönemlere göre aylık ortalama akım miktarları.





1402 numaralı AGİ'nin rejim özelliklerine bakıldığında, bu istasyonda da her üç dönemde maksimum akımların Nisan ayında, minimum akımların ilk iki dönemde ağustos son dönemde ise eylül ayında gerçekleştiği görülmektedir. En yüksek akım değerlerine sahip aylar olan Nisan ve Mayıs'ın akım değerlerinin üç dönem boyunca kademeli olarak düşmesi, düşük akımlı ayların akım değerlerinin ise kademeli olarak yükselmesi, böylece aylar arasındaki ortalama akım farklarının gitgide azalması tablolar incelendiğinde ortaya çıkan en önemli sonuçlardır (Şekil 70). Akarsuyun Karlı Ova tipi akarsu rejimine sahip olduğu söylenebilen bu kesimde de dönemler arasında akarsu rejiminde bir farklılaşma gerçekleşmemiştir.

Yeşilirmak Nehri üzerindeki mansap kısmına en yakın AGİ olan 1408'de de maksimum akım Nisan ayında gerçekleşmekle beraber Mayıs ve Mart aylarının akım değerleri de yüksektir. Akım değerlerinin en fazla düştüğü aylar ise yaz ortası ve sonuna denk gelen Temmuz, Ağustos ile Eylül aylarıdır. Daha önce incelenen istasyonlarda da olduğu gibi ilk iki dönemin minimum akımı aynı ayda (Ağustos) gerçekleşmiş, son dönemde ise bir ay ötelenerek Eylül ayına denk gelmiştir. Yine diğer istasyonlardaki gibi maksimum akım ortalamaları düşmüş, minimum akım ortalamaları ise yükselmiş, dönemler arasında belirgin bir akarsu rejim değişikliği olmamıştır (Şekil 70).

Çorum Çat Irmağı üzerinde kurulu bulunan 1412 numaralı AGİ'nin aylık akım ortalamalarına bakıldığında, maksimum akımların gerçekleştiği Mart ve Nisan ayları ortalamalarının geçmiş dönemden günümüze doğru azaldığı, düşük akımlı bazı ayların ise ortalamalarının yükseldiği görülmektedir. Bununla beraber düşük akımlardaki yükselme incelenen önceki istasyonlar kadar belirgin değildir. Ayrıca maksimum ve minimum akımların gerçekleştiği aylar da her üç dönemde de değişmemiş, maksimum değerler Mart, minimum değerler ise Ağustos ayına aittir (Şekil 70). Dolayısıyla dönemler arasında akarsu rejiminde belirgin bir farklılaşma söz konusu değildir.

Yeşilirmak Nehri üzerindeki 1413 numaralı AGİ'nin ilk ve son dönemde maksimum akımları Nisan, ikinci dönemde ise Mart ayındadır. Genel olarak ilkbahar aylarında akımların belirgin şekilde yükseldiğini söyleyebiliriz. Minimum akım ortalaması ise her üç dönemde de Ağustos ayında olmakla beraber en düşük akımlar genelde yaz ve sonbahar aylarında görülmektedir. Bu istasyon ile ilgili vurgulanması gereken bir diğer nokta ise, yüksek akımların görüldüğü ilkbahar ayları dışındaki bütün aylarda ikinci dönem (1974-1992) akım ortalamaları diğer dönemlere göre yüksektir (Şekil 70). Bu tabloya göre akarsuda bir rejim değişimi gerçekleşmemiştir.

1414 numaralı istasyonda maksimum ve minimum akımlar sırasıyla ilk dönemde Nisan ve Ağustos, ikinci dönemde Mayıs ve Temmuz, üçüncü dönemde ise Mart ve Aralık aylarında gerçekleşmiştir. Ayrıca ilk dönemde bahar ayları akım değerleri diğer aylara göre belirgin şekilde yüksekken, diğer dönemlerde özellikle 1975-1993 arasında denk gelen ikinci dönemde bu fark azalmış ve bütün ayların akım ortalamaları birbirine yakın bir seviyeye gelmiştir (Şekil 70). Dolayısıyla akarsu akım karakterini ifade eden rejimde bir farklılaşma olduğunu söyleyebiliriz.

1418 numaralı AGİ'de her üç dönemde de ilkbahar ayları diğer aylardan belirgin şekilde yüksek akım ortalamalarına sahip olmakla beraber maksimum akımlar Nisan, minimumlar ise Eylül ayına aittir. Hemen hemen bütün ayların ortalamalarında ikinci dönemde görülen hafif bir artış dışında akarsu akımlarında belirgin bir farklılaşma yoktur (Şekil 70). Dolayısıyla akarsu rejiminin dönemler arasında değişmediğini söylemek mümkündür.

Kelkit Nehri üzerindeki 1422 numaralı AGİ'de bütün dönemlerde maksimum ortalamalar Nisan, minimumlar Ağustos ayındadır. Minimum akım ortalamalarının sifıra yakın değerler gösterdiği bu istasyonda, maksimum akımlar ve minimum akımlar arasındaki fark 5-6 kata yaklaşmaktadır (Şekil 70). Nerdeyse bütün aylarda ikinci dönemde (1984-1998) akım ortalamalarının arttığı bu istasyonda, akarsu rejimi dönemler arasında değişmemiştir.

Çekerek Çayı üzerindeki 1424 numaralı AGİ'de bütün dönemlerde maksimum akım ortalamaları Nisan ayına aittir. Minimum akım ortalamaları ise birinci ve üçüncü dönemde Ağustos, ikinci dönemde ise Eylül ayına aittir. Bu istasyon için de ikinci dönemin (1984-1998) ortalama akımlarının diğer dönemlerden yüksek olması dikkat çekicidir (Şekil 70). Akarsu rejiminde bir değişme tespit edilememiştir.

### **3.2.3. Sediment yükü üzerindeki etkileri**

Yeşilirmak Nehri ve kolları üzerinde ölçüm yapan sediment gözlem istasyonlarından gözlem süreleri yeterli uzunlukta olanların ortalama verileri analiz edilmiştir. Akım verilerinde olduğu gibi öncelikle yıllık ortalamaların gidişini gösteren grafikler oluşturularak verilerin yıllar arasında gösterdiği salınımlar tespit edilmiştir. Bu grafikler üzerine eklenen doğrusal trend eğrileri sayesinde, bu istasyonların sediment verilerinin gösterdikleri eğilimler tespit edilmiştir.

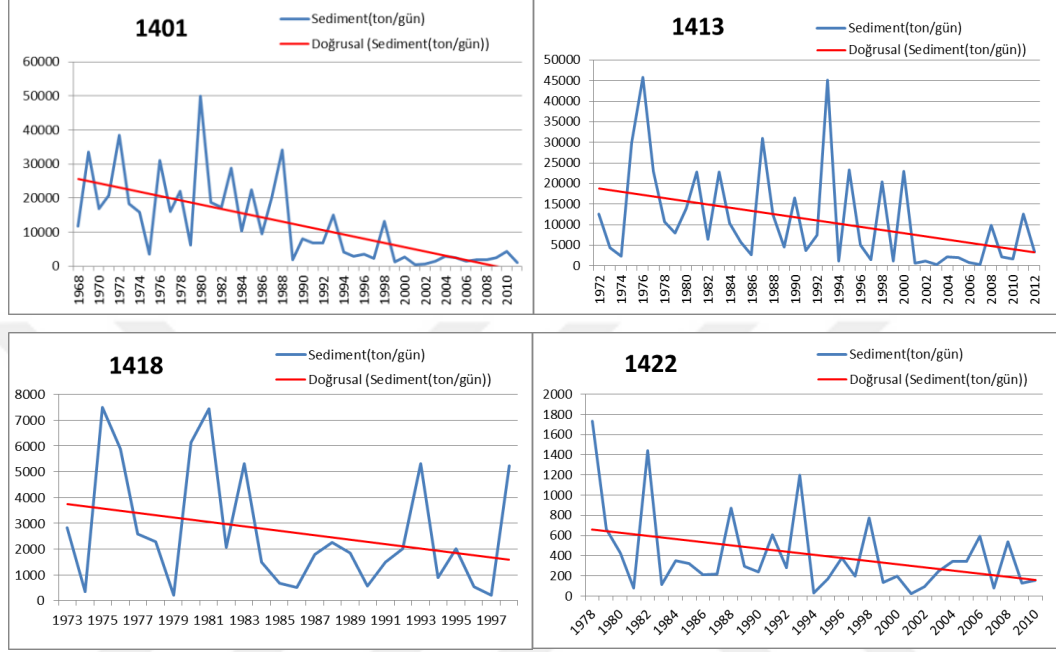
Yeterli uzunlukta gözlem yapan istasyonların uzun yıllar ortalama sediment yükleri şöyledir; 1401 nolu SGİ 12207,9 ton, 1413 nolu SGİ 11143,3 ton, 1418 nolu SGİ 2676,7 ton ve 1422 nolu SGİ 408,7 ton'dur (Tablo 11, Şekil 41).

İncelenen istasyonların ortalama sediment miktarları farklı olsa da hepsinin ortak noktası verilerin yıllar arasında görülen dalgalanmalar ve geçmişten günümüze doğru gösterdikleri azalma eğilimidir (Şekil 71).

SGİ'lerinin yıllık ortalama sediment verilerine uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonuçlarına bakıldığında bütün istasyonlarda belirgin bir trend olduğu görülmektedir. Özellikle 1401 ve 1413 numaralı istasyonlardaki trend diğerlerine göre daha belirgindir. Tespit edilen trendlerle ilgili önemli bir özellik de hepsinin azalan yönde

olmasıdır. Bir başka ifade ile incelenen SGI'lerin tamamının yıllık ortalama sediment miktarları geçmişten günümüze doğru azalmaktadır (Tablo 18).

Şekil 70: SGI'lerin sediment yıllık ortalamalarını gösteren grafikler ve eğilim çizgileri.

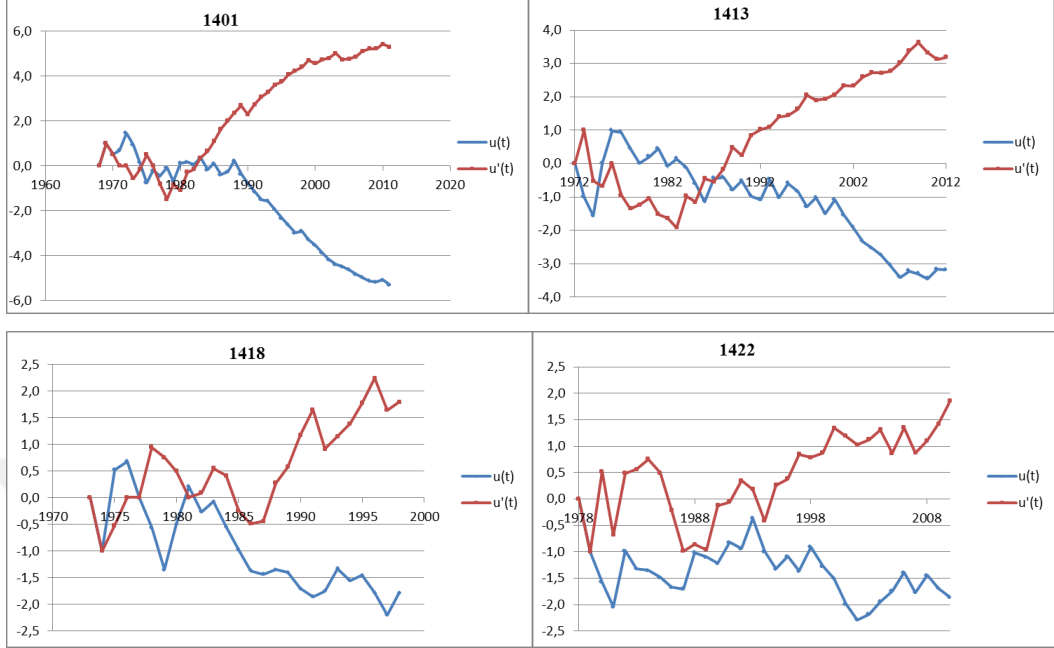


Dikkat edilmesi gereken hususlardan bir diğeri ise bütün istasyonlarda azalan yöndeki trendler 1980'li yıllarda ortaya çıkmaktadır (Şekil 72). Bunun temel sebebi ise 1980 li yılların başından itibaren itibaren Yeşilırmak ve kolları üzerinde inşa edilen geniş hacimli rezervuarların sayısındaki artıştır (Tablo 10).

Tablo 18: SGI'lerin yıllık ortalama sediment miktarlarının Mann-Kendall istatistikleri.

SGI No	Test İstatistiği
1401	-5,3
1413	-3,2
1418	-1,8
1422	-1,9

Şekil 71: SGI'lerin yıllık ortalama sediment miktarlarının Mann-Kendall grafikleri.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yeşilirmak Deltası'ndaki jeomorfolojik değişiklikleri incelediğimiz ve gelecek ile ilgili öngörülere yer verdiğimiz bu çalışmada öncelikli olarak araştırma sahasının jeomorfolojik gelişim özellikleri (kıyı çizgisi değişikliği ve kıyı kenar çizgisi değişikliği) incelenmiştir. Daha sonra ise jeomorfolojik özelliklerdeki değişime katkıları olup olmadığını ortaya çıkarabilmek amacıyla havzanın iklimik ve hidrografik değişim analizleri yapılmıştır.

Çeşitli doğal ve beşeri unsular sonucunda kıyıda yer alan çeşitli birim ve unsurlarda değişmeler olmaktadır. Araştırma sahası içerisinde jeomorfolojik değişikliğin en belirgin olarak tespit edildiği birimler kara ile denizi birbirinden ayıran hat olan kıyı çizgisi ile kıyı bölgesinin kara tarafındaki doğal sınırı olarak da tanımlanabilen karasal kıyı kenar çizgisidir. Bu değişime neden olan başlıca doğal faktörler olarak iklim ve iklime bağlı olarak yağış, akarsu akım ve sediment madde taşınım miktarları ile dalga ve akıntılardaki değişmeler gösterilebilir. Yeşilirmak Deltası'nda kıyı morfolojisini değiştiren beşeri faktörlerin başında ise Yeşilirmak üzerinde inşa edilen ve sayıları 40'ın üzerinde olan rezervuarlar (barajlar) gelmektedir. Bu rezervuarlarda su ile birlikte, deltanın deniz içerisine doğru gelişimini sağlayan ana materyal olan sediment malzeme de tutularak depo edilmektedir. Mansaba ulaşan malzemenin sınırlandırılmasına ek olarak kıyıda etkin olan dalga ve akıntı sistemleri de aşındırıcı rol oynar ve kıyı çizgisi kara aleyhine değişime uğrar.

Araştırma sahasındaki morfolojik değişikliklerin doğal sebeplerinden biri olan iklim değişimi oldukça karmaşık bir süreçtir. Dünya'nın iklim koşulları, oluşumundan beri doğal birtakım sebeplerle, küresel veya lokal ölçekte bir çok kez değişmiştir. Sanayi devriminden sonra fosil yakıt tüketen makinelerin kullanımı iklim sistemindeki bu değişime yeni bir boyut kazandırmıştır. Özellikle 1950'li yıllardan itibaren, Dünya nüfusundaki hızlı artışa da bağlı olarak iklimdeki bu değişim iyice hız kazanmış ve önlenmesi neredeyse imkânsız olan yeni bir sürece girilmiştir. Bu değişimde asıl etken fosil yakıtların tüketilerek atmosfer bileşiminin değişimi gibi görünse de, sera etkisinin oluşumuna ağaçsızlandırma, atıkların bozulması, gübre ve çimento üretimi, çiftlik hayvanlarının artması gibi çok farklı etken de katkı sağlamaktadır. Ayrıca iklim değişikliğine bağlı olarak yüksek enlemlerdeki donmuş toprakların çözülmeye



başlamasıyla bu bölgelerden atmosfere yoğun bir metan gazı ilavesi gerçekleşmektedir. Karbondioksit göre 20 kat daha güçlü bir sera gazı olan metan gazının atmosfer içerisindeki miktarının artması, iklim değişikliğinin daha da hızlanarak artmasına neden olacak bir faktördür (Çiner ve Sarıkaya, 2013: 44).

Atmosferdeki büyük basınç sistemlerinin ve deniz suyu sıcaklıklarının ortalama durumları dışında özellikler göstermeleri sonucu ortaya çıkan atmosfer (iklim) salınımları da küresel veya yarımküre ölçeğinde iklim koşullarının değişmesine sebebiyet vermektedir. İzlanda Alçak Basıncı ve Azor yüksek basıncı arasında meydana gelen değişimler sonucu ortaya çıkan Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) etkisini özellikle batı Avrupa'da göstermekle beraber yurdumuz iklimini de önemli ölçüde etkilemektedir. NAO indisinin kuvvetli pozitif evresinde Akdeniz Havzası ve Türkiye'de ortalamadan kurak koşullar hâkimken, kuvvetli negatif evresinde ise daha bol yağış ve nemli koşullar egemen olmaktadır. Bu koşullar araştırma sahamızın yağış miktarlarının da bu yıllarda düşmesine neden olmaktadır. Örneğin NAO indisinin kuvvetli pozitif olduğu dönemlerden 1973-1974 yıllarında (+2.4,+1.9) incelenen meteoroloji istasyonlarının yağış miktarlarının azalmış olduğu oluşturulan grafiklerde dikkati çekmektedir (Şekil 26) (Türkeş ve Erlat, 2003). Yeşilirmak Nehri üzerindeki AGİ'lerin yıllık ortalama akım miktarlarını gösteren grafikler incelendiğinde, aynı yıllarda akım değerlerinin de düştüğü görülmektedir (Şekil 40). Bu tablo NAO'nun dolayısıyla da iklim salınımlarının havzadaki yağış ve koşullarını doğrudan etkilediğini kanıtlamaktadır. Dolayısıyla gelecekte NAO indisinin pozitif veya negatif olduğu yılların, Yeşilirmak Nehri akımlarını azalış veya artış şeklinde etkilemesi beklenen bir sonuçtur.

Atmosfer- hidrosfer arasındaki karşılıklı etkileşimin sonucunda oluşan iklimik olayların en güzel örneklerinden biri olan El Nino-Güneyli Salınım (ENSO) da güney yarımkürenin tropikal kuşağı kadar etkili ve belirgin olmamakla birlikte Avrupa ve Doku Akdeniz'deki iklim koşullarını etkileyebilmektedir (Erlat, 2010). Ancak bu salınımın asıl kaynak sahası olan Ekvatorial Pasifik ülkemize çok uzak olduğu için bu salınımın ülkemiz üzerindeki etkisi bilimsel olarak net bir şekilde kanıtlanmış değildir. Türkiye üzerinde doğrudan etkisi olmayan bu salınım, ancak termohalin dolaşım, okyanus akıntıları vb. diğer coğrafi koşulları etkilemek suretiyle ülkemizi de

dolaylı yoldan etkilemektedir. Yurdumuz iklim koşulları üzerinde etkisi en belirgin olarak ayırt edilen salınım yukarıda da bahsedilen NAO'dur.

Ekvatorial Pasifik'n doğusu ve batısı arasındaki basınç koşulları ve yüzey sularının sıcaklıklarının değişimi ile ortaya çıkan ENSO kuvvetli pozitif evresi La Nina, kuvvetli negatif evresi ise El Nino olarak adlandırılmaktadır. Karaca vd. (2000) 1982-1983 ENSO periyodunda Türkiye'deki 20 istasyonda kış yağışlarında artış tespit etmişlerdir. Ancak genel olarak bakıldığında son 55 yılda görülen dört kuvvetli El Niño'nun sadece bir tanesi esnasında ülkemizde çok ılık bir kış yaşanmıştır (Web4). Dolayısıyla bugüne kadar ülkemiz iklim koşulları üzerinde çok etkili olmadığını söyleyebiliriz. Son yıllarda El Nino'nun ortaya çıkma sıklığının artmış olması dolayısıyla gelecekte de El Nino'lu yılların yoğun olarak yaşanması beklenmektedir. Ancak bu yıllarda da El Nino'nun ülkemizi etkileyip etkilemeyeceğini tahmin etmek oldukça güçtür.

IPCC AR4'e göre gelecek yıllarda iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgelerden birini ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası oluşturmaktadır. Bu tablo iklim değişikliği ve ilgili kavramların ülkemiz açısından ne kadar önemli ve hassas konular olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Ancak araştırma sahamızı da içine alan Karadeniz Bölgesi Türkiye'nin diğer bölgelerine nazaran iklim değişikliğinden olumsuz anlamda daha az etkilenebilir (Şen vd, 2013).

Türkeş 2012 yılında yaptığı çalışmasında Karadeniz Bölgesi'nin 1950-2010 yılları arasındaki yıllık toplam yağışlarında, çoğunluğu istatistiksel olarak önemli olmayan bir artma eğilimi tespit etmiştir. Bu sonuç araştırma sahasının Akdeniz Havzası'nda son yıllarda etkili olmaya başlayan iklim değişikliğinin sonuçlarından biri olan kuraklaşma eğiliminden pek fazla etkilenmediğini kanıtlar niteliktedir. Araştırma sahasında geçmişten günümüze gerçekleşen durumu ortaya koyduktan sonra asıl yoğunlaşılması gereken gelecekte iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğidir. Geçmişini bilmek geleceğin tahminini kolaylaştırırken, geleceği gerçeğe yakın tahmin edebilmek ise sürdürülebilir bir gelecek için yol haritalarının çıkarılmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle, iklim değişikliğinin etkilerini önlemek veya minimize etmek amacıyla

geleceğe yönelik iklim değişikliği senaryoları geliştirilmektedir (Ustaoglu ve Karaca, 2014).

Geleceğe yönelik geliştirilen iklim senaryolarına baktığımızda; Doğu Akdeniz için gerçekleştirilen RegCM3 bölgesel iklim modeli çalışmasının analizleri (Önol vd, 2007), 2071-2100 döneminde IPCC SRES A2 senaryosuna göre Türkiye genelinde 2-3 °C oranında ısınma beklenmekle birlikte, Karadeniz ikliminin sıcaklık açısından Akdeniz iklimine dönüşeceği tahmin edilmektedir (Şen vd, 2013). Ülkemiz yağışlarında ise Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca azalma ile Karadeniz kıyısı boyunca artış öngörülmektedir (Demir vd, 2008, Ustaoglu, 2011). Karadeniz kıyılarında beklenen yağış artışı, 1950-2010 yılları arasındaki yağışlarda tespit edilen artma eğilimi ile paralellik göstermektedir.

Yağışların, dolayısıyla da akarsuların taşıdıkları su miktarının azalmasının akarsuyun mansaba ulaştırdığı malzeme miktarını sınırlamakta bu da kıyı erozyonunu tetikleyen bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırma sahasında kıyı erozyonu aktif bir şekilde etkili olmasına rağmen yağışlarda belirgin bir düşüşten söz etmek şimdilik pek mümkün değildir. Yağışların azalmamasına hatta bazı bölgelerde artmasına rağmen kıyı erozyonunun bulunması tezat bir durum olarak görülebilir. Bu durumun olası sebeplerinin başında sıcaklıklardaki artma eğilimi gelmektedir. Yağışlar belli bir miktar artıyor olsa da sıcaklıkların artması buharlaşma miktarını arttırarak nehrin akış miktarının düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca Yeşilirmak Nehri'nin beslenmesinde kar erimelerinin çok önemli olduğu göz önüne alındığında, sıcaklıktaki artışın kar yağışı miktarlarını azaltmak suretiyle de akım değerlerinin düşmesine neden olacağını tahmin etmek zor değildir.

Kuzey Yarımküre'deki kar örtüsü 1966'dan beri % 10 azalmıştır. 21. Yüzyılda da sıcaklıklardaki artışa paralel olarak bu azalmanın artarak devam etmesi beklenmektedir. Dolayısı ile kar yağışlarının düşmesine bağlı olarak Yeşilirmak Nehri'nin akım miktarı da önümüzdeki yüz yıl içerisinde düşecektir.

Kıyı erozyonunun artışı ayrıca Yeşilirmak Nehri Havzası'nda yoğun olarak gerçekleşen antropojenik faaliyetlerin, yağışta görülen düşük seviyedeki artma eğiliminden daha fazla etkili olduğunu da göstermektedir. Kaldı ki jeomorfolojik

özellikler üzerinde beşeri etkiler ile doğal süreçlerin etkilerinin tamamen ayrılması, hangisinin ne ölçüde değişikliğe sebep olduğunun net bir şekilde ortaya konması mümkün değildir.

Araştırma sahasında görülen kıyı çizgisi gerilemesine katkısının ne ölçüde olduğu tam olarak bilinemesi de kıyıda erozyona neden olan faktörlerden bir diğeri ise küresel iklim değişmelerinin en önemli sonuçlarından biri olan deniz seviyesi değişmesidir (yükselmesi). Kıyı erozyonu deniz seviyesindeki yükselmenin 100 katı kadar uzunluktaki bir alanı etkilemektedir. Kıyı erozyonundan oluşan sedimentin deniz dibinde birikmesi sonucunda da yakın kıyının dip profili değişir (Kadıoğlu, 2001: 274). Deniz seviyesi artışı ayrıca deniz seviyesinin altındaki akiferlere tuzlu su girişine neden olabilir ve kıyısal ekosistemler ile sulak alanları tehlikeye sokabilir. Deniz seviyesindeki yükselmeler ayrıca kıyı ovaları ve deltalardaki tarım alanlarını kullanılamaz hale getirebilir.

Deniz seviyesi saatlerden yüzyıllara veren zaman ölçeğinde, 1 km'den daha az genişlikteki alanlardan küresel boyutlara ve yükseklik bakımından birkaç milimetreden bir metre hatta daha fazla seviyeye varan seviyelerde yükselip alçalabilir.

Küresel ortalama deniz seviyesindeki değişmeler pek çok fiziksel sürecin bileşiminden kaynaklanmaktadır. Okyanus sularının ısınmasından kaynaklanan termal genleşme ve buzulların erimesi dolayısıyla okyanuslardaki su artışı bu değişimin başlıca sebeplerindendir. Deniz seviyesinde lokal olarak yaşanan değişmeler çeşitli sebeplerle küresel ortalama değişmelere göre değişiklik gösterir. 1990'ların ortalarından beri küresel deniz seviyesindeki artışın yaklaşık 3 mm/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Church vd, 2011). Bu artışta buzul erimesi en büyük paya sahiptir (Tablo 19, Şekil 73). Deniz seviyesindeki küresel yükselme net olarak hesaplanamamakla birlikte, bölgesel olarak ölçülen yükselme miktarları da farklılık göstermektedir. Karadeniz'deki deniz seviyesi artışı ise 0-5 mm/yıl arasında değişmektedir (EEA, 2012).

Gelecekteki deniz seviyesine ait projeksiyonlarda iki farklı yaklaşım bulunmaktadır: bilinen süreçlerin en önemlilerini yansıtan fiziksel modeller ve sıcaklık veya radyatif

etken ile deniz seviyesi arasında gözlenen ilişkilere uygulanan istatistiksel modeller. IPCC'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4) göre küresel ortalama deniz seviyesinin 2090-2099 ortalaması, 1980- 1999 ortalamasına göre 0,18-0,59 m. arasında artacak, 2100 yılına kadar deniz seviyesi 23 ile 43 cm arasında yükselecektir. Deniz seviyesi artışına en büyük katkının termal genişlemeden (0.10-0.41 m) geleceği öngörülmüştür (EEA,2012, Çiner ve Sarıkaya, 2013).

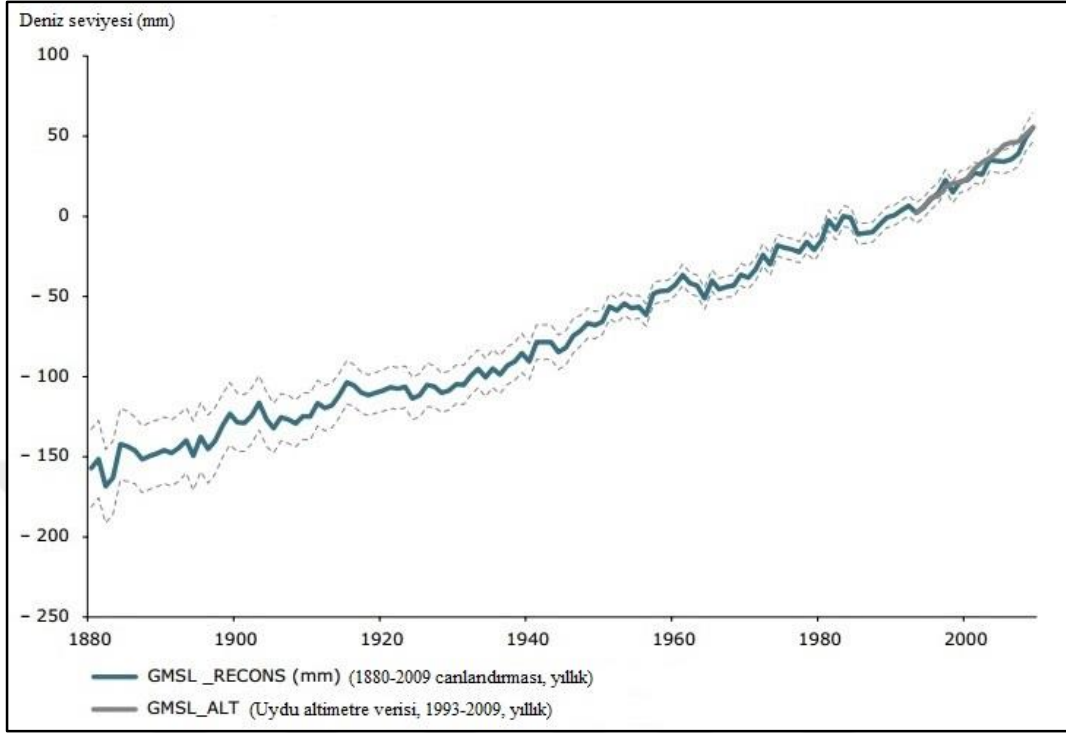
Günümüzde dağ buzullarında meydana gelen erime deniz seviyesi yükselmesine örtü buzullarının erimesinden daha çok katkı yapmakla birlikte, küresel deniz seviyesinin Grönland buzul örtüsünün tamamen erimesiyle 7,2 metre, Antarktika buzul örtüsünün tamamen erimesiyle ise 62 metre yükselebileceği tahmin edilmektedir (Alley vd, 2005; Erlat, 2010).

Karadeniz Bölgesi'nde deniz seviyesi yükselmesi durumunda en riskli iki bölgeden biri Yeşilirmak Nehri Deltası'dır. Bunun en belirgin sebebi, deltanın oldukça düşük bir eğime ve arazi yükseltisine sahip olup, 10 m arazi yükselti konturu altında kalmasıdır (Kuleli, 2010b) (Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6). Yaptığımız ölçümler sonucunda araştırma sahasında deniz seviyesinin 1 m. yükselmesi durumunda, akarsuyun mansap kısmındaki kıyı çizgisinin yaklaşık 4 km. kadar kara içine doğru gerileyeceği tahmin edilmektedir.

Yeşilirmak Nehri Deltası kıyılarının hâlihazırda kıyı erozyonundan yüksek ölçüde etkilenen bir alan olması, ortaya çıkabilecek deniz seviyesi yükselmesinin sonuçlarının araştırma sahasında daha da ciddi boyutlara çıkmasına yol açacaktır. Diğer bir deyişle deniz seviyesinde meydana gelecek küçük bir artış, kıyı erozyonunu şiddetlendirecek ve karadan deniz içerisine gerçekleşen kayıpların artmasına sebep olacaktır.

Yeşilirmak Nehri Deltası'nda ortaya çıkan erozyon sonucunda önce kıyıdaki kumsal alanlar, daha sonra ise delta toprakları aşındırılarak ortadan kaldırılacak, önceden kara olan alanlar yerlerini deniz sularına terk edeceklerdir. İklim değişiminin erozyon sebebiyle ortaya çıkacak kayıplardan başka topraklar üzerinde başka olumsuz etkileri de olacaktır. Havzalardaki su oranı azaldıkça suyun tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak topraklarda da tuzluluk sorunları başlayacaktır (Cangir ve Boyraz, 1997, 1998; Cangir vd., 1998; Cangir ve Boyraz, 2008).

Şekil 72:1860'dan 2009'a küresel ortalama deniz seviyesi değişimi.



Kaynak: Church vd. 2011; EEA 2012.

Tablo 19. 1972'den beri deniz seviyesi bütçesine katkıları.

İçerik	1972-2008 (mm/yıl)	1993-2008 (mm/yıl)
1. Termal genleşme	$0.80 \pm 0.15$	$0.88 \pm 0.33$
2. Buzullar ve buzul takkeleri	$0.67 \pm 0.03$	$0.99 \pm 0.04$
3. Grönland buz tabakası	$0.12 \pm 0.17$	$0.31 \pm 0.17$
4. Antarktik buz tabakası	$0.30 \pm 0.20$	$0.43 \pm 0.20$
5. Karasal depolama	$-0.11 \pm 0.19$	$-0.08 \pm 0.19$
Toplam (1.+ 2.+ 3.+ 4.+ 5.)	$1.78 \pm 0.36$	$2.54 \pm 0.46$

Kaynak: Church vd.2011; EEA, 2012.

Küresel iklim değişikliğinin araştırma sahası fiziki koşullarında (sıcaklık, yağış, deniz seviyesi vb.) meydana getireceği etkilere, yapılan ulusal ve uluslararası projeksiyon çalışmalarında detaylı olarak yer verilmemiş olması araştırmamızın bu konu ile ilgili bulgularını sınırlamıştır. Genel olarak yapılmış çalışmalardan Yeşilirmak Deltası veya Karadeniz Bölgesi ile ilgili çıkarımlar yapılarak, bu çıkarımlar tez kapsamında gerçekleştirilen konu ile ilgili analiz sonuçları ile ilişkilendirilmiş, araştırma konumuz

kapsamında yorumlanmıştır. Gelecekte çalışma sahasının arzedeceği iklimik ve jeomorfolojik durumun daha sağlıklı tahmin edilebilmesi için bölge ile ilgili spesifik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

#### Araştırma Sahasının Jeomorfolojik Gelişimi:

Yeşilirmak Deltası'nın kıyı çizgisi, akarsuya beşeri müdahalelerin yoğun olarak yapıldığı son yıllara kadar deniz içerisine doğru ilerleme göstermiştir. 1980'li yıllardan sonra delta ilerlemesi yavaşlayarak durmuş, daha sonra ise kıyı çizgisi gerilemeye başlamıştır. Yapılan analizler sonucunda 1978 yılına ait kıyı çizgisi hem 1957 hem de 2009 yıllarına ait kıyı çizgilerine göre deniz yönünde daha ileridedir. Bu da kıyı çizgisinin önce ilerlediği sonra ise gerilemeye başladığını kanıtlamaktadır. Aynı şekilde 2009-2013 yılları arasında da kıyı çizgisi gerilemeye devam etmiştir.

Bu konuda vurgulanması gereken bir nokta kıyıda ilerleme ve gerilemenin aynı hızda gerçekleşmemiş olmasıdır. 1957-1978 yılları arasında geçen 21 yılda akarsuyun mansabı deniz içerisine doğru 2.200 metre hareket etmiştir. 1978-2009 yılları arasında geçen 21 yıllık sürede mansap kısmında gerçekleşen gerileme ise 600 metre civarındadır. Yani belirtilen tarihler arasında kıyıda görülen ilerlemenin hızı gerilemenin yaklaşık olarak 3 katıdır. Bunun en önemli sebebi ise Yeşilirmak'ın doğal akış sistemine müdahale edilmediği zamanlarda çok yüksek miktarda sediment taşınması ve bu malzemeyi mansap kısmında biriktirmesidir. Kıyı çizgisindeki değişimin incelendiği son dönem olan 2009-2013 yılları arasında mansap kısmında gerçekleşen gerileme ise 155 m. civarındadır.

Araştırma sahasında en belirgin ve büyük ölçekli kıyı çizgisi gerilemesi denize döküldüğü kısımda gerçekleşirken, deltanın diğer bölgelerinde görülen gerileme daha küçük ölçeklidir. Genel olarak mansaptan uzaklaştıkça kıyı çizgisindeki değişim oranı azalmaktadır. Yeşilirmak Deltası'nın bütün kıyıları gerilemeden aynı oranda etkilenmemekle beraber, gerileyen alanların yanında yeri değişmeyen veya çok küçük ölçekli ilerlemelerin görüldüğü alanlar da vardır. Bunun sebebi ise bu bölgelerdeki lokal şartlardır (dalga ve akıntı sistemlerine karşı konum, kıyıda yapılaşmalar ve beşeri etkiler vb.).

Yeşilırmak Nehri Deltası'nın elimizde mevcut bulunan haritalardan ürettiğimiz, en eski ve yeni tarihli kıyı çizgilerini (1957 ve 2013) karşılaştırdığımızda, araştırma sahasında yer alan en önemli iki nehir olan Yeşilırmak ve Terme Çayı'nın mansap kısımlarında kıyı çizgisinin bugün 1957 yılından daha ileride olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 74). Bunun temel sebebi bol alüvyon taşıyan bu iki nehrin özellikle 1980'ler öncesinde bu bölgede yığıldığı malzeme miktarının çok fazla olmasıdır. Öyle ki 1980'lerden sonra birikim azalıp aşınım ön plana çıkmış olmasına rağmen, meydana gelen aşınımın ölçüsü o güne kadar gerçekleşen birikimi geçememiştir. Bu da özellikle Yeşilırmak Nehri'nin doğal akışı bozulmadan evvel yurdumuzun en fazla miktarda sediment malzeme taşıyan akarsularından biri olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışma sahasındaki kıyı çizgisi gerilemesini engellemek için atılan en önemli adım 2008 yılında Yeşilırmak Nehir yatağından kum alımının yasaklanmış olması sayılabilir. Araştırma sahası kıyılarında, Terme ve Tekkeköy limanlarını korumak için özel olarak inşa edilmiş mendirekler dışında, genel olarak Yeşilırmak Deltası'ndaki kıyı erozyonunu engellemek için yapılmış herhangi bir yapı mevcut değildir.

Yeşilırmak Deltası'nda kıyı çizgisinin zaman içerisinde gerilediğini ve bu nedenle kıyı morfolojisinin değiştiğini gösteren en önemli kanıtlardan biri kumsal alanlarda ortaya çıkan kum falezleridir (Foto 21). Normal şartlarda denize doğru hafif eğimli düzlükler şeklinde uzanan kumsal alanlarda, kıyı gerilemesi sonucunda denizle temas halindeki en alçak kısımlar törpülenmekte ve yerlerini 1-1,5m.'ye varan yüksekliklerdeki kum falezlerine bırakmaktadır.

Doğal habitat olarak kıyı kumulları ve bataklık ortamlarında bulunan çalı topluluklarının deniz içerisinde kalmış olması da kıyı çizgisinin kara içine doğru yer değiştirdiğini gösteren önemli bir kanıttır (Foto 20).

Yapılan analizler sonucunda ayrıca kıyı bölgesinde yer alan lagünler ile sazlık ve bataklık alanların da boyut, şekil ve konumlarının değiştiği tespit edilmiştir. Ancak araştırma sahasının en büyük lagünleri konumunda olan Simenit-Akgöl'de mansap kısmından uzakta ve kıyı çizgisi gerilemesinin küçük ölçekli olduğu bir alanda olmalarından dolayı belirgin bir değişme (küçülme) tespit edilememiştir. 1957 yılında eski akarsu yatağının bulunduğu alanda mevcut olan lagünün 1978 yılında ortadan



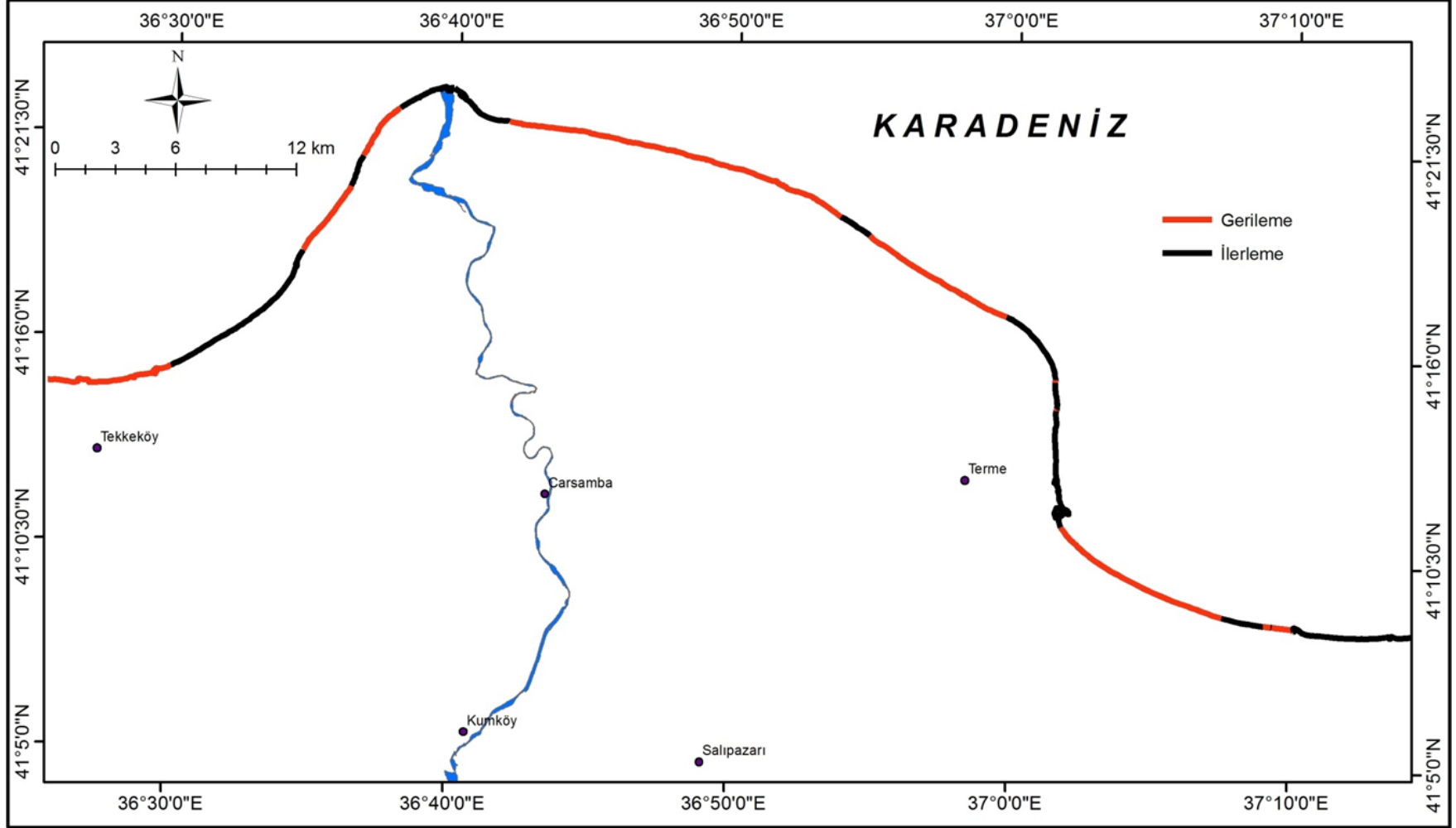
kalkması, aynı yılda deniz içerisinde bulunan alanda ise 1978 yılına gelindiğinde yeni bir lagünün (Sazlık) ortaya çıkmış olması 1957-1978 yılları arasında lagünlerde tespit edilen en önemli farklılıklardır.

Lagünlerde 1978 yılından 2009 yılına kadar ortaya çıkan değişimlerden başlıcaları ise Terme Çayı mansabının kuzeyinde yer alan bir lagünün bataklığa dönüşmesi, güneyinde yer alan bir başka lagünün ise alanının yarı yarıya küçülmüş olmasıdır. Bu tarihler arasında ayrıca Dumanlı Göl küçülmüş, Akarcık Göl'ü ise tamamen kuruyarak ortadan kalkmıştır. Simenit-Akgöl'ün bulunduğu alanın doğusunda yer alan göllerin kuruması da dikkat çekici değişiklikler arasında sayılabilir.

2009-2013 yılları arasında lagünlerde görülen genel değişim ise su seviyelerinin giderek azalması ve lagünlerin yavaşça bataklık alanlara dönmeleridir. Kıyı çizgisinde görülen gerileme engellenemezse, mevcut lagünler de zaman içerisinde ortadan kalkacaktır.

Bölgede yaşayan flora ve fauna için en önemli yaşam alanlarını oluşturan alanlar ise sazlık- bataklıklardır. Yeşilirmak Nehri Deltası'nda genel olarak lagünlerin dolarak küçülmeye başladıkları alanlarda sazlık-bataklıkların yüzölçümü genişlemekte, bazı alanlarda ise daralmaktadır. Sazlık-bataklık alanlarda doğal süreçler sonucunda ortaya çıkan değişikliklerin yanında, beşeri müdahaleler sonucunda da küçülme ve kuruma ile sonuçlanan değişimler de meydana gelmektedir. Araştırma alanının kesintisiz en büyük sazlık-bataklık alanını oluşturan Simenit-Akgöl'ü çevreleyen bataklık alanın 1957 yılında 793 hektar olan yüz ölçümü 1978 yılında 1226 hektara çıkmış, 2009 yılında ise 1045 hektara düşmüştür.

Şekil 73: 1957-2013 yılları arasındaki kıyı çizgisi hareketinin özellikleri.



Yeşilirmak Nehri Deltası'ndaki lagünler ile sazlık-bataklık alanların yok olması o bölgede yaşayan flora ve fauna için yaşam alanlarının sınırlanması ve türlerin ortadan kalkması gibi olumsuz çevre koşullarına sebebiyet verecektir. Araştırma alanı içerisinde yetişen nesli tehlike altında olan bitki türlerinden birçoğu delta kıyılarındaki kumsal alanlarda, lagün ve bataklıkların etrafında bulunmaktadır. Kıyı çizgisi gerilemesinden ilk etkilenen alan olan kıyılarındaki kumsal, lagün ve bataklık alanlarda yetişen bu bitki türleri, kıyı erozyonu sonucu yaşam alanlarının deniz tarafından işgal edilmesi ile yok olacaklardır. Özellikle yaşam alanı kumsallar olan ve denize en yakın kısımda yayılış gösteren kum zambağı (*Pancratium maritimum* L) ile koca kekre (*Rhaponticum serratuloides*) ilk yok olacak türlerin başında gelecektir. Araştırma alanında bulunan bitkilerden eğrelti (*Thelypteris palustris*), kilyos moru (*Jurinea kilaea*), kardelen (*Galanthus rizehensis*) ve göl soğanı (*Leucojum aestivum*) ise orta vadedeki gelecekte yüksek tehdit altında olması beklenen, dolayısı ile şimdiden koruma altına alınması gereken türlerdir.

Çalışma sahasında ayrıca 8 adet endemik bitki bulunmaktadır. Bu bitkilerden etekli kişniş (*Ferulago pauciradiata*), yapışkan otu (*Saponaria prostrata* subsp. *prostrata*), binbirdelik otu (*Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum*), keten (*Linum flavum* subsp. *scabrinerve*) tehdit altına girebilir türlerken, tıstıotu (*Minuartia anatolica* var. *anatolica*), katır tırnağı (*Genista aucheri*), yılan yastığı (*Arum euxinum*) ve incebindallı (*Epipactis pontica*) ise yok olma riski daha az olan türlerdir. Bu bitkiler dışında siklamen (*Cyclamen coum* var. *coum*) ve kutuotu (*Lindernia procumbens*) ise araştırma sahasında bulunan Bern Sözleşmesi kapsamında korunması gereken türleri oluşturmaktadırlar.

Kıyı çizgisi gerilemesinin aktif bir şekilde görüldüğü ve ayrıca tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı bir delta ovası olması sebebiyle, araştırma sahası topraklarında tuzlanma probleminin olabileceği bu çalışmaya başlarken yaptığımız ön tahminler arasındaydı. Ancak yaptığımız araştırmalar sonucunda elde edebildiğimiz bulgular Yeşilirmak Nehri Deltası'nda genel olarak tuzlanma probleminin olmadığını göstermektedir. Bunun sebebi bölgenin yeterli yağış almasından dolayı tarımsal sulamanın yoğun olarak yapılmaması ve DSİ tarafından yaptırılan drenaj kanalları ile bölgenin drenaj probleminin çözülmüş olmasıdır. Yüksek oranlara çıkmasa da bölge

topraklarındaki tuz oranları yüksek bölgelerden kıyıya doğru gittikçe artmaktadır. Bunun nedeni ise kıyının eğim ve yükseltisinin düşük olması sebebiyle drenaj probleminin kıyı gerisindeki tepelik alanlara göre daha fazla olmasıdır. Gelecekte tuzlu lagünlerin dolması sonucunda ortaya çıkacak karasal alanlarda da tuzlanma probleminin bulunması kaçınılmaz bir sonuç olarak karşımıza çıkacaktır.

#### Klimatik ve Hidrografik Değişim Analizleri:

Havzalardaki su çekme, nehir düzenleme ve arazi kullanımı değişimi gibi insan müdahaleleri, akarsu akış rejimlerini büyük ölçüde değiştirmekte, nehir akışlarında gerçekleşen iklim kaynaklı değişimlerin ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır. Buna rağmen değişen ve değişmeye devam edecek olan iklim şartlarının akarsu akışlarında da farklılaşmalar ortaya çıkaracağı aşikârdır. 2000 yılında 556 cm. yıllık ortalama yağış alan ve 153,4 cm. yıllık ortalama akışa sahip olan ve iklim değişiminden Akdeniz Havzası'na göre daha az etkilenmesi beklenen Yeşilirmak Havzası'nda, 2050 yılına gelindiğinde 250 cm. yıllık ortalama yağış ve 61,9 cm. yıllık ortalama akış görüleceği tahmin edilmektedir (Şen, 2009: 201). Sıcaklık koşullarında beklenen değişim ise şu şekildedir; RCP4.5 senaryosuna göre 2081-2100 yılları arasındaki sıcaklık değerlerinin 1986-2005 dönemine göre 1.1°C ile 2.6 °C arasında artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2014b).

Geçmişten günümüze doğru iklim elemanlarının gösterdiği değişimin incelenmesi, bize geleceğe yönelik tahmin yapabilme imkânı vermektedir. Bu sebeple araştırma sahası yakın çevresinde yer alan ve Yeşilirmak Nehri Havzası'nı etkileyen bölgelerin yağış ve sıcaklık değerleri dönemlik (kurak-yağışlı) ve yıllık ortalamalar halinde incelenmiş, başta trend analizi olmak üzere çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Çıkan sonuçlar şu şekildedir; yağışlarda sadece Amasya'nın kurak dönemi ile Tokat'ın yağışlı dönem ve yıllık ortalama verilerinde artan yönde bir trend vardır. Sıcaklık analizlerine baktığımızda, kurak mevsimde bütün meteoroloji istasyonlarında, yağışlı mevsimde Erzincan'da ve yıllık ortalamalarda ise Samsun, Ünye, Erzincan, Yozgat artan yönde trend bulunduğu görülmektedir. Sıcaklık ve yağış verilerinde görülen artış eğilimi küresel iklim değişmelerinin sonucudur ve doğal olarak iklimde görülen

değişimin ilerlemesi durumunda iklim elemanlarında tespit edilen trendlerin anlamlılık seviyeleri de artarak daha belirgin eğriler ortaya çıkacaktır.

Yağış ve sıcaklık verileri değişimin dönemsel durumunu tespit edebilmek amacıyla, gözlem süresi 3'e bölünerek incelenmiştir. Aylık ve yıllık ortalamalar halinde incelenen yağış verilerinin, belirlenen dönemler arasında belirgin ve belirli bir yönde değişim göstermediği bu analizlerden çıkan en önemli sonuçtur. Bazı istasyon ve ayların verileri ikinci dönemde ilk döneme göre yükselirken bazılarınınki düşmüştür. Aynı şekilde ikinci dönemden üçüncü döneme geçildiğinde de iklim verilerinin tek yönde (artma veya azalma) yoğunlaşan bir değişim sergilemedikleri görülmüştür. Bu sebeplere belirlenen dönemleri iklim koşulları açısından karşılaştırmak pek mümkün olmamıştır.

Sıcaklık verilerinin dönemlik olarak incelenmesi sonucunda, belirlenen üç dönemin ikincisinde (genel olarak 1976-1998 yılları arası) sıcaklık ortalamalarının ilk ve son dönemlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İlk dönemden ikincisinde geçerken sıcaklıklar düşmüş, son döneme geçildiğinde ise yükselmiştir.

Sıcaklık ve yağış iklim elemanlarına ait hem trend analizi hem de dönemlik değişim analizleri sonucunda sıcaklıktaki değişimin daha net ve belirgin olmasıyla beraber yağışın anlamlı bir gidişata sahip olmadığı söylenebilir. Bu sebeple de geleceğe yönelik sıcaklıklar daha kolay tahmin edilebilirken, yağışın tahmin edilmesi biraz daha zordur.

İklim değişimi yeryüzündeki fiziki ve beşeri pekçok coğrafi özelliği etkilemekle birlikte bunların başında bitki örtüsü gelmektedir. Bitki örtüsünün yaşam ve yayılış alanları tamamen iklim koşullarına bağlıdır. Dolayısıyla iklim koşullarının değişiminden bitki örtüsü örtüsünün etkilenmesi kaçınılmaz bir sonuçtur. Bir bölgede doğal olarak yayılış gösteren bitki toplulukları değişen iklim koşullarına uyum sağlayamazlarsa göç etmek veya yok olmak zorunda kalırlar.

Araştırma sahasında bulunan bitki örtüsü de gerçekleşmesi muhtemel olan iklim değişikliğine uyum sağlamak zorunda kalacaktır. Yeşilirmak Nehri Deltası'nın iç bölgelerinde yer alan bitki örtüsünün, gelecekte beklenen sıcaklık artışları sonucunda

daha yüksek yerlere doğru yer değiştirmesi beklenmektedir. İklimde gerçekleşecek 1°C'lik artış, bitki topluluklarının yayılış alanlarını ortalama 200 m. kadar yukarıya taşımalarına neden olacaktır. Dolayısıyla oavadaki bitki toplulukları kuzeyden güneye doğru göç edeceklerdir. IPCC'nin RCP 4.5 senaryosuna göre minimum 1.1°C gerçekleşecek sıcaklık artışı doğal bitki örtüsünün en az 220 metre yukarı taşınması anlamına gelmektedir. Yeşilırmak Nehri Deltası 0-30 metre yükselti basamakları arasında yer aldığına göre, bu bölgede yayılış gösteren bitkiler gerçekleşecek sıcaklık artışı sonucunda delta sahası sınırları dışarısına doğru yer değiştirecek ve deltadaki bitki toplulukları sıcaklık isteği daha fazla olan bitki türlerine dönecektir.

Akarsular, iklim değişiminden (özellikle sıcaklık ve yağış) doğrudan etkilenirler. Avrupa'daki büyük nehirlerde son 100 yılda 1–3°C sıcaklık artışı tespit edilmiştir (Anonim, 2013b). Araştırma konumuzun ana unsurunu oluşturan Yeşilırmak Nehri de, iklim değişiminden en fazla etkilenecek alanlardan biri olarak kabul edilen Akdeniz Havzası içerisinde bulunması sebebiyle bu değişimden etkilenme ihtimali yüksek olan bir akarsudur. Yapılan araştırmalar sonucunda 2000 yılında 153,4 cm olan Yeşilırmak Nehri'nin yıllık ortalama akışının 2050 yılında 61,9 cm'ye düşeceği, 2081-2100 yılları arasındaki akış miktarının ise 1986-2005 dönemine göre % 10-30 arasında azalacağı tahmin edilmektedir (şen, 2009, IPCC, 2013). Araştırma sahasında yağışlarda belirgin bir düşüş olmamasına rağmen akarsu akış miktarlarında gerçekleşeceği öngörölen azalmanın temel sebebi sıcaklığın dolayısıyla da buharlaşma miktarının artmasıdır.

Yeşilırmak Nehri akım miktarlarının gelecekte sergileyeceği durumu gidiş yönü olarak tahmin edebilmek için geçmişten bugüne nasıl değiştiğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla Yeşilırmak Nehri ve kolları üzerinde D.S.İ tarafından akım ölçümü yapan AGİ'lerin aylık ortalama akım verileri temin edilerek bu veriler istatistiksel olarak analiz edilmişlerdir. Bu analizlerde özellikle gözlem süresi uzun olan istasyonların verilerinin kullanılmasına gayret edilmiştir. Akım verilerinden öncelikli olarak oluşturulan grafikler ve doğrusal trend eğrileri bütün istasyonlar için çok belirgin olmamakla birlikte genel olarak akım değerlerinin geçmişten bugüne doğru azalma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Özellikle 1401, 1413, 1414 ve 1427 numaralı

istasyonların grafik ve eğrileri incelendiğinde azalan yöndeki trend belirgin şekilde ayırt edilmektedir (Şekil 40).

Akım verilerinin gidişatında bir trend olup olmadığını tespit edebilmek için uygulanan ikinci yöntem ise parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall test istatistiğidir. Bu test sonucunda daha önce doğrusal trend gösterdikleri de ifade edilen iki istasyon olan 1414 ve 1427 numaralı AGİ'lerde azalan yönde trend olduğu tespit edilmiştir.

Akım özelliklerine ait dönemsel karşılaştırma yapabilmek için AGİ'lerin rasat süreleri 3 döneme ayrılarak incelenmiştir. AGİ'lerin her bir döneminin rejim karakteri belirlendikten sonra, bu dönemler arasında karşılaştırmalar yapılarak akarsuyun debi özelliklerindeki değişimin karakteri tespit edilmeye çalışılmıştır. Akım değerleri incelenen 9 AGİ'nin tamamının maksimum akımları belirlenen bütün dönemlerde ilkbahar aylarında gerçekleşmiştir. Maksimum akımların gerçekleştiği aylar 9 AGİ'nin 7 tanesinde 3 dönemde de aynıken 2 tanesinde ilkbahar ayları arasında yer değiştirmiştir. Minimum akımların gerçekleştiği aylar da çoğunlukla yaz sonuna denk gelen Ağustos ve Eylül aylarıdır. Maksimum akımlar gibi AGİ'lerin minimum akımlarının gerçekleştiği aylar da dönemler arasında birer aylık öne gelme veya gecikme gibi bir değişim göstermişlerdir. Ancak 1414 numaralı AGİ'nin ilk iki döneminde Ağustos ve Temmuz olan minimum akım gerçekleşme ayı son dönemde Aralık olarak değişmiştir. Normalde yaz sonu gibi gerçekleşen minimum akımın kış ayında gerçekleşmiş olması iklim bakımından mevsimlerin değiştiğinin kanıtı olarak kabul edilebilir. Ancak genel olarak yorumlamak gerekirse Yeşilirmak Nehri'nin rejim özelliklerinin belirgin bir değişime uğramadığını söyleyebiliriz. Ayrıca AGİ'lerin verilerinin analizi sonucunda tespit edilen bir başka durum ise maksimum akım miktarlarının azalıp minimum akım miktarlarının bir miktar yükselmiş olmasıdır. Bu da akımlardaki mevsimsel farkların azaldığını göstermektedir.

Yeşilirmak Nehri üzerinde bulunan SGİ'lerde ölçülen yıllık ortalama sediment miktarlarına göre bu değerler bütün istasyonlarda yıldan yıla azalmaktadır. Sediment verilerinden oluşturulan grafikler ve doğrusal trend eğrilerinden de kolaylıkla ayırt edilebilen bu düşüş aynı zamanda istatistiksel bir yöntem olan Mann- Kendall testi sonuçları ile de doğrulanmıştır. Bu azalma doğal süreçlerdeki değişikliklerden ziyade

antropojenik etkilere baęlıdır. Aynı tarihler arasında yaęıřlarda belirgin bir dūřuř olmamasına raęmen sediment miktarının dūřmüř olması, bu dūřuřlerin beřeri mūdahaleler sonucu ortaya çıktıęı gōrūřūnū desteklemektedir. Ayrıca trendlerde tespit edilen azalmanın bařladıęı zamanın barajların da yoęun olarak inřa edilmeye bařladıęı tarih olan 1980'ler olması da bunun kanıtı olarak gōsterilebilir. Kıyı çizgisindeki gerilemenin de yaklaşık aynı tarihlerde bařlamıř olması, kıyı erozyonunda temel sebeplerden birinin inřa edilen bu barajlar olduęunu kanıtlamaktadır.





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

“Yeşilirmak Deltası’nda Jeomorfolojik Değişiklikler ve Gelecek İle İlgili Öngörüler” adlı bu çalışma kapsamında, inceleme alanında jeomorfolojik gelişim devam etmekle birlikte özellikle delta kıyılarında önemli değişimlerin yaşandığı bu değişimlerin akarsular üzerine yapılan baraj ve göletlerin sediment tutarlarını negatif yönde etkilemesi ile dalga aşındırmasının kontrolünde olduğu ortaya konulmuştur. İklim unsurlarının dönemsel analizi ile bu verilerde çok belirgin bir trend olmadığı ve morfolojik değişimlerde etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir, ancak gelecekte iklim değişimlerinin önemli etkileri olabileceği düşünülebilir. Bu kapsamda çalışma ulaşılan başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Araştırma sahasının güneyindeki yüksek sahada yükseltileri 100-200 metre, 250-300 metre ve 400-500 metre olan 3 farklı plato yüzeyi ayırt edilmiştir. Bu plato yüzeyleri güneyden kuzeye doğru çarpılmıştır.
- Yeşilirmak Deltası kıyından güneye gidildikçe yükselir. Delta alanı 0-30 metre arasındaki yükselti basamağında yer alır, güneyde Kıran Tepe’de yükselti 997 metreye ulaşır ve burası çalışma sahasının en yüksek yerini oluşturur.
- Çalışma sahası; Yeşilirmak Nehri, Terme Çayı ve Abdal Dere’nin taşıdığı sedimentlerin Kuvaterner boyunca Karadeniz kıyısında birikmesi ile oluşmuş bir delta alanıdır. Güneyde yer alan yüksek ve eğimli arazi Orta Pontidler içerisinde yer alır ve Pliosen’de tektonik hareketlerden etkilenmiş olup Çarşamba ve Damatkir ters fayları gelişmiştir.
- Delta sahası jeomorfolojik gelişim özelliklerine göre Aktif Delta, Aşağı Delta Ovası ve Yukarı Delta Ovası olarak 3 bölümden meydana gelir. Aktif delta alanında morfolojik değişimler belirgindir.
- Yeşilirmak Nehri’nin ve mansabının taşkın dönemlerinde yatak değiştirmesi nedeniyle tipik üçgen şekilli bir delta morfolojisi gelişmemiştir. Bu durum üzerinde Kuzeybatı yönlü güçlü rüzgârların oluşturduğu dalgalar da etkili olmuş ve delta küt bir şekil almıştır.
- Yeşilirmak Nehri’nin delta içerisinde 2 farklı drenaj karakteri gösterdiği tespit edilmiştir. Güneyde örgülü, Çarşamba İlçesi dolaylarında menderesli drenaj bir drenaj ağı hâkim durumdadır.

- Yeşilirmak havzasının aşağı çığırında denizellik nedeniyle nemli – yarınemli, orta çığırında az nemli, yukarı çığırında ise yükselti ve karasallık nedeniyle yarıkurak iklim koşulları görülür.
- Delta alanı ve güneyindeki platolarda Karadeniz yağış rejimi, Yeşilirmak Havzası'nın orta ve yukarı çığırında karasal yağış rejimi etkilidir. Bu nedenle Yeşilirmak nehrinin ortalama akım tutarlarının aylara dağılışı analiz edildiğinde Karlıova tipi akarsu rejimi tipi görülür.
- Araştırma sahasının birikim alanı olması nedeniyle azonal toprakların geniş yer tuttuğu görülür ancak güneydeki plato alanlarında zonal topraklar hâkim durumdadır. Sazlık ve bataklık alanlarda intrazonal toprak tipleri gelişmiştir.
- Kıyı kesiminde bulunan lagünlerin zamanla dolması ve bataklığa dönüşmesi sonucunda hidromorfik alüviyal toprakların alanı artmıştır.
- Çalışma sahasının arazi örtüsü incelendiğinde toplam alanın %78,1'i tarım alanları, %4,0'ı yerleşmeler, %14,8'i sert zeminler ve %3,1'i sulak alanlar-göllerden oluşur. Araştırma alanındaki doğal bitki örtüsü güneydeki yüksek alanlarda, kıyı kumulları ve bataklık alanlarda nispeten korunmuştur. Diğer alanlar yerleşme ve tarım alanlarına dönüştürülmüştür.
- Mann-Kendall sıra korrelasyon katsayısı yöntemine göre 1961-2013 döneminde yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin Samsun, Ünye, Erzincan, Yozgat'ta artan yönde bir trend izlediği, Kurak mevsimde ise havza genelinde artan yönde bir trende sahip olduğu görülür. Sıcaklık miktarlarında yıldan yıla görülen bu değişim buharlaşma tutarları üzerinde etkili olacaktır.
- İncelenen meteoroloji istasyonlarının yağış tutarlarında yıldan yıla değişiklik görülse de 1961-2013 döneminde belirgin bir trend tespit edilememiştir.
- Erinç Yağış Etkinliği İndisi sonuçlarına göre inceleme alanında 1961-2013 yılları arasında iklim tiplerinde bir değişim görülmemiştir. Sadece Tokat meteoroloji istasyonu kurak iklim tipinden yarıkurak iklim tipine gidış göstermektedir.
- Yeşilirmak Nehri akım verilerinin uzun yıllar ortalamalarından oluşturulan grafikler ve doğrusal trend eğrileri bütün istasyonlar için çok belirgin olmamakla birlikte genel olarak akım değerlerinin geçmişten bugüne doğru azalma

eğiliminde olduklarını göstermektedir. Özellikle 1401, 1413, 1414 ve 1427 numaralı istasyonların grafik ve eğrileri incelendiğinde azalan yöndeki trend belirgin şekilde ayırt edilmektedir.

- İncelenen dönemler arasında maksimum ve minimum akımların görüldüğü ayların çoğunun değişmemesi, değişenlerin de tamamına yakın kısmının da sadece bir aylık bir kayma göstermiş olması Yeşilırmak Nehri'nin rejim özelliklerinin genel olarak değişmediğini ifade etmektedir.
- SGI'lerde ölçülen yıllık ortalama sediment miktarlarında hem oluşturulan doğrusal trend eğrilerine göre, hem de hesaplanan Mann-Kendall test sonuçlarına göre geçmişten bugüne doğru çok belirgin bir azalma vardır. Tespit edilen bu azalma özellikle 1980'li yıllardan sonra ortaya çıkmaktadır.
- Sediment miktarlarındaki azalmanın asıl sebebi Yeşilırmak Nehri ve kolları üzerinde inşa edilen yapay rezervuarlardır. Bu rezervuarlarda tutulan asılı ve yatak yükleri deltanın kıyı çizgisinde zaman içerisinde gerilemelere neden olmuştur.
- Yapılan kartografik ve uydu görüntüsü analizleri ile sahada yapılan çalışmalara göre Yeşilırmak Nehri Deltası'nda kıyı çizgisi 1957-1978 yılları arasında 2.200 metre ilerlemiş, 1978-2009 yılları arasında 600 metre, 2009-2013 yılları arasında ise 155 metre gerilemiştir. Buna göre 1978-2009 yılları arasındaki 30 yılda ortalama 20 metre olan kıyı gerilemesi, 2009-2013 yılları arasında 38.7 metre/yıla çıkmıştır.
- Akarsuyun mansap kısmında kıyı erozyonuna bağlı olarak kumular üzerinde 20-100 cm. civarında diklikler oluştuğu ve sazlıkların su altında kalması ile eski bitki örtüsünün kalıntıları kıyı çizgisinin aktüel olarak da değiştiğini göstermektedir.
- Araştırma alanı kıyı bölgesinde yer alan lagünlerden bazı küçük olanları zaman içerisinde ortadan kalkmış, Dumanlı göl gibi bazı göller de alansal olarak küçülmüşlerdir. Ayrıca Sazlık gölü, Kargalı göl gibi göllerin de dolarak üzerlerinin yoğun şekilde bitki örtüsü ile kaplanmaya başladıkları yapılan arazi çalışmaları ve uydu analizlerinde tespit edilmiştir.

- Yeşilırmak Nehri Deltası kıyılarında küresel iklim değişmelerine bağlı olarak deniz seviyesinin 1 m. yükselmesi, akarsuyun mansap kısmındaki kıyı çizgisinin yaklaşık 4 km. kadar kara içine doğru gerilemesine sebep olacaktır.
- Yeşilırmak Nehri Havzası sıcaklık ortalamalarının geçmişten günümüze doğru gösterdiği artış eğiliminin devam etmesi durumunda havzadaki buharlaşma şiddeti artacaktır. Şiddetlenen buharlaşma koşulları nedeniyle de Yeşilırmak Nehri'nin akım değerleri daha da azalacaktır. Akım azalması nedeniyle gücü azalan Yeşilırmak Nehri'nin taşıdığı malzeme miktarının düşmesinin ise kıyı erozyonunu daha da şiddetlendirmesi beklenmektedir.
- Gelecekte Yeşilırmak Nehri üzerine yeni bir baraj vb. su yapısı yapılmasa da halihazırda bulunanların rezervuarlarının halen dolmaya devam etmesi nedeniyle, bu rezervuarlar tarafından sediment tutulumu sürecektir. Bu da kıyı erozyonunun yakın gelecekte de devam edeceğini göstermektedir.
- Yakın gelecekte devam etmesi beklenen kıyı erozyonu sonucunda kıyı çizgisi gerilemesiyle birlikte, kıyı bölgesindeki lagünleri denizden ayıran kıyı kordonlarının aşındırılması sonucunda lagünler denizle birleşerek ortadan kalkabilir.
- Denizden kara içerisinde doğru ilerleyen tuzlu su yeraltı sularına karışarak bölgenin su kaynaklarının kalitesinin düşmesine sebebiyet verebilecektir. Ayrıca deniz suyunun içerilere doğru girmesiyle deltadaki tarım topraklarını etkileyerek tarımdan alınan verimi düşürülebilir. Bu durumun gerçekleşmesi bölge halkı için çok büyük ekonomik kayba neden olacaktır.
- Yeşilırmak Nehri Deltası'ndaki kıyı gerilemesini yavaşlatabilmek ve engelleyebilmek için öncelikle akarsu üzerinde yeni rezervuarlar yapımının engellenmesi gerekmektedir. Alınacak ikinci önlem olan akarsu yatağından kum alımının yasaklanması ise hâlihazırda gerçekleşmiş, yeni ocaklara izin verilmezken eskilerinin de anlaşma süreleri bittikten sonra yenilenmeyecektir. Ayrıca kıyıda kıyı korumaya yönelik mühendislik yapılarının yapılması da bölgesel olarak kıyı erozyonunun önüne geçilmesini sağlayacaktır.

## **KAYNAKÇA**

ABDALATI, W. ve STEFFEN, K.: 1997, "The Apparent Effects Of The Mr. Pinatubo Eruption On The Greenland İce Sheet Melt Extent", **Geophysical Research Letters**, 24(14): 1795-1797.

AKÇAOĞLU, V., ORAL, E.S., AKÇAOĞLU, S.: 2007, " Ülkemizdeki Balıkçı Barınaklarının Temel Sorunları", **6. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 25-28 Ekim 2007, 131-134.

AKGÜL, H.: 2003, "Tuzluluk", **Ziraat Mühendisliği Dergisi**, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği, 340:32-40.

AKPINAR, E.: 2001, **Kalkınma Yolunda İki İlçe Kelkit ve Köse**, Köse ve Kelkit Kaymakamlığı Yayını, Ekspres Ofset.

AKYOL, H.: 1947, "Türkiyede Akarsu Sistemleri ve Rejimleri", **Türk Coğrafya Dergisi**, Yıl: III, IX-X:1-32.

ALLEY, R.B., CLARK, P.U., HUYBRECHTS, P., JUGHIN, I.: 2005, "Ice Sheet and Sea Level Changes", **Science**, 310: 456-460.

ALTUN, İ.E.: 2011, **1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları**, Samsun- F38 ve Tokat- G38 paftaları, MTA.

ANONİM: 1970, **Yeşilirmak Havzası Toprakları**, Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Köy İşleri Bakanlığı Yayınları 151, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları 241.

ANONİM: 2004, **Yeşilirmak Havzası Gelişim Projesi (Amasya, Çorum, Samsun, Tokat) Mevcut Durum ve Analizi**, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Dolsar Mühendislik Ltd. Şirketi.

ANONİM: 2005, **Samsun İl Çevre Durum Raporu**, Samsun İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Yayını 22.

ANONİM: 2007, **Kıyı Yapıları ve Limanlar Planlama ve Tasarım Teknik Esasları**, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Yüksel Proje.

ANONİM: 2012, **Yeşilirmak Deltası Sulak Alan Yönetim Planı Projesi Yeşilirmak Deltası Sulak Alan Alt Havzası Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Alt Projesi**, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı XI. Bölge Müdürlüğü.

ANONİM: 2013a, **Samsun İli 2013-2017 Kuraklık Eylem Planı**, T.C. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.

ANONİM: 2013b, **Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi**, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.

ARDEL, A.: 1963, “Samsunla Hopa Arasındaki Kıyı Bölgesinde Coğrafi Müşahedeler”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 7 (13): 36-49.

ARDOS, M.: 1995, **Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi**, Cilt II, Çantay Kitabevi.

ARSLAN, H., AYYILDIZ, N.T., GÜNGÖR, A.: 2013, “Karadeniz Bölgesindeki Yüzeysel Sularının Kalitelerinin Sulama Açısından Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz ve Grafikselleştirme ile Değerlendirilmesi”, **III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiriler Kitabı**, 322-331, 22-24 Ekim 2013.

ATALAY, İ.: 1989, **Toprak Coğrafyası**, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları 8.

ATALAY, İ.: 1994, **Türkiye Coğrafyası**, Ege Üniversitesi Basımevi (Genişletilmiş 4. Baskı).

ATALAY, İ.: 2010, **Uygulamalı Klimatoloji**, META Basım Matbaacılık.

AVCI, M.: 1993 “Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Yaklaşım”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 28: 225-248.

AVCI, M.: 2005, “Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, 13: 27-55.

AVCI, M.: 2014, “Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği ve Coğrafi Açından Değerlendirilmesi”, Editör:Akkemik, Ü., **Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları**, I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, MRK Baskı ve Tanıtım, 28-53.

AXELSSON, V.: 1967, The Laitaure Delta, A Study Of Deltaic Morphology And Processes, Geografiska Annaler. Series A, **Physical Geography**, 49(1): 1-127.

AYAZ, S.: 2010, **Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Yeşilirmak Havzası**, Proje Nihai Raporu 5098115, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü.

BAGLI, S., SOILLE, P.: 2003, “Morphological Automatic Extraction of Pan-European Coastline from Landsat ETM+ Images”, **In: Proceedings of the Fifth International Symposium on GIS and Computer Cartography for Coastal Zone Management**, October 2003.

BAYAZIT, M., CİĞİZOĞLU, H.K., ÖNÖZ, B.: 2002, Türkiye Akarsularında Trend Analizi, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, 420-421-422: 8-10.

BAYRAKTAROĞLU, E.: 1988, **Çarşamba (Samsun) Yöresi Kretase Oluşuklarının Stratigrafisinin İncelenmesi**, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

BEKDEMİR, Ü.: 2007, **Karadeniz Kıyı Kentleri (Samsun Hopa Arası)**, Çizgi Kitabevi.

BERKÜN, M., ANILAN, T., ARAS, E.: 2010, “Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Sediment Taşınması ve Kıyı Erozyonu Etkileşimleri”, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, 461-462: 47- 52.

BİLGİN, T.: 1963, “Ünye Batısında Akçay Pleistosen Taraçaları”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 13:159-163.

BIRD, E., 2008, **Coastal Geomorphology An Introduction**, Wiley.

BYFIELD, A.: 2005, Yeşilırmak Deltası, **Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı**, Editörler: Özhatay, N., Byfield, A. ve ATAY, S., WWF Türkiye, 114-115.

CANDEMİR, F., ÖZDEMİR, N.: 2010, "Samsun İli Arazi Varlığı ve Toprak Sorunları", **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, 25(3): 223-229.

CANGİR, C., BOYRAZ, D.: 1997, **Ülkemizde Yanlış ve Amaç Dışı Arazi Kullanımının Boyutları ve İleriye Dönük Planlama Stratejileri. Hava fotoğraflarının araziye uyarlanması ve bu bağlamda ayrımlı amaçlara yönelik toprak haritalama sistemleri**, Workshop:2. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. 12-14 Şubat 1997. Bornova, İzmir, 76-88.

CANGİR, C., BOYRAZ, D.: 1998, "Trakya'da Arazi Bozulumu", **M. Şefik Yeşilsoy International Symposium On Arid Region Soils**, Türk Toprak İlmi Derneği, Çukurova Üniversitesi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Uluslararası Toprak İlmi Derneği. 21- 24 Eylül 1998, 6-12.

CANGİR, C, BOYRAZ, D: 2008, "İklim Değişikliği ve Çölleşme veya Toprak/ Arazi Bozulununun Türkiye'deki Boyutları ve Çölleşme İle Mücadele", **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 5(2): 169-186.

CANGİR, C., KAPUR, S., BOYRAZ, D. ve AKÇA, E.: 1998, "Türkiye'de Arazi Kullanımı, Tarım Topraklarının Sorunları ve Optimum Arazi Kullanımı Politikaları", **M. Şefik Yeşilsoy International Symposium On Arid Region Soils**, Türk Toprak İlmi Derneği, Çukurova Üniversitesi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Uluslararası Toprak İlmi Derneği. 21- 24 Eylül 1998, 9-15.

CHURCH, J. A., WHITE, N. J., KONIKOW, L. F., DOMINGUES, C. M., COGLEY, J. G., RIGNOT, E., GREGORY, J. M., VAN DEN BROEKE, M. R., MONAGHAN, A. J. VE VELICOGNA, I.: 2011, "Revisiting the Earth's sea-level and energy budgets from 1961 to 2008", **Geophysical Research Letters**, 38(18): 1-8. doi:10.1029/2011GL048794.



COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER: 1984, **Shore Protection Manual**, Department of Army, Volume I.

CUI, B., Lİ, X.: 2011, “Coastline change of the Yellow River estuary and its response to the sediment and runoff (1976–2005)”, **Geomorphology**, 127: 32-40.

CURRAN, S., KUMAR, A., LUTZ, W. Ve WILLIAMS, M.: 2002, “Interactions Between Coastal Marine Ecosystems and Human Population Systems: Perspectives on How Consumption Mediates This Interaction”, **A Journal of the Human Environment**, 31(4): 264-268.

ÇAĞIRANKAYA, S. ve KÖYLÜOĞLU, F.: 2013, **Sulak Alanlar**, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü, Kayıhan Ajans.

ÇELİK, B., DEĞİRMENCİ, F., YILDIRIM, S., BOĞUŞLU, H.: 2000, “Giresun, Trabzon ve Rize İllerindeki Kıyı Çizgisi Değişimleri ve Çözüm Önerileri”, **III.Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 215-229.

ÇELİKER, S. A. ve ANAÇ, H.: 2003, **Erozyon**, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, 4.

ÇELLEK, S.: 2013, **Sinop-Gerze Yöresinin Heyelan Duyarlılık Analizi**, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.

ÇİNER, A. ve SARIKAYA, M. A.: 2013, Buzullar ve İklim Değişikliği: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek, “**Türkiye’de İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Enerji**” adlı kitapta bölüm, Editör: Ediger, V.Ş., ENİVA-Enerji ve İklim Değişikliği Vakfı, 19-58.

DEMİR, İ., KILIÇ, G., COŞKUN, M.: 2008, “Precis Bölgesel İklim Modeli İle Türkiye İçin İklim Öngöruları: Hadamp3 Sres A2 Senaryosu”, **IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart 2008, 365-373.

DEMİR, Ö., ATAY, H., ESKİOĞLU, O., TUVAN, A., DEMİRCAN, M., AKÇAKAYA, A.: 2013, "RCP4.5 Senaryosuna Göre Türkiye'de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları", **III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiriler Kitabı**, TİKDEK 2013, 3-5 Haziran 2013, 63-71.

DEMİRCAN, M., DEMİR, Ö., ATAY, H., ESKİOĞLU, O., YAZICI, B., GÜRKAN, H., TUVAN, A., AKÇAKAYA, A.: 2014, "Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında İklim Değişikliği Projeksiyonları", **TÜCAUM VIII. Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 23-24 Ekim 2014, 119-128.

DİZDAR, Y, KARAKUŞ, C: 1984, Samsun İli Arazi Varlığı, **Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları**, İl Rapor No.55 Genel Yayın No.748

DOĞAN, U.(Editör): 2015, **Jeomorfolojinin Temelleri**, (Huggett, R.J.'nin Fundamentals of Geomorphology adlı eserinden çeviri), Nobel Yayınevi.

EEA: 2012, Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, An indicator-based report, **European Environment Agency Report**, 12.

ELMACI, S.: 2004, **Orta Yeşilirmak Havzası'nın (Kelkit- Tersakan Çayları Arası) Coğrafi Etüdü**, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Orta Öğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Tezi.

ERER, S.: 1983, **Merzifon Depresyonu ve Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü**, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 3100.

ERİNÇ, S.: 1957, Türkiye'de Akarsu Rejimlerine Toplu Bakış, **Türk Coğrafya Dergisi**, Yıl: XIII, 17: 93-114.

ERİNÇ, S.: 1968, **Jeomorfoloji I**, İstanbul Üniversitesi Yayınları No.789, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 23.

ERİNÇ, S.: 1971, **Jeomorfoloji II**, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 1628, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 23, Genişletilmiş 2. Baskı.

ERİNÇ, S.: 1996, **Klimatoloji ve Metodları**, Alfa Basım Yayım Dağıtım Genişletilmiş 4. Baskı.

ERKAL, T.: 1991, **Çarşamba Ovası (Yeşilirmak Deltası) ve Çevresinin Jeomorfolojisi**, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Doktora Tezi.

ERLAT, E.: 2010, **İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri**, Ege Üniversitesi Yayınları, Edebiyat Fakültesi Yayınları, 155.

EROL, O.: 1968, “Anadolu Kıyılarının Holosendeki Değişmeleri Hakkında Gözlemler”, **Coğrafya Araştırmaları Dergisi**, 2: 89-102.

EROL, O.: 1993a, “Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi”, **İstanbul Üniv. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, Sayı:10: 19-38.

EROL, O.: 1993b, “Türkiye’de Kıyıların Doğal Niteliği, Kıyının ve Kıyı Varlıklarının Korunmasına İlişkin “Kıyı Kanunu” Uygulamaları Konusuna Jeomorfolojik Yaklaşım”, **Kıyılarımız Semineri Bildiri Kitabı**, , T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, 33-61.

EROL, O.: 1999, **Genel Klimatoloji**, Çantay Kitabevi, İstanbul.

ERTURAÇ, M. K.: 2009, **Amasya ve Çevresinin Morfotektonik Evrimi**, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Entitüsü Doktora Tezi.

EZBER, Y., ŞEN, Ö.L., KİNDAP, T., KARACA, M.: 2007, “Climatic Effects of Urbanization in İstanbul: A Statistical and Modeling Analysis”, **International Journal of Climatology**, 27: 667- 679.

FISHER, W.L., BROWN, L.F., SCOTT, A.J. ve McGOWEN, J.H.: 1969, **Delta Systems in the Exploration for Oil and Gas**, Bureau of Economic Geology, University of Texas.

GEDİK, A., ERCAN, T., KORKMAZ, S.: 1983, “Orta Karadeniz (Sinop-Samsun) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaların petrolojisi”, **MTA Dergisi**, 99/100: 34-38.

GUARIGLIA, A., BUONAMASSA, A., LOSURDO, A., SALADINO, R., TRIVIGNO, M.L., ZACCAGNINO, A., COLANGELO, A.: 2006, “A multisource approach for coastline mapping and identification of shoreline changes”, **Annals of Geophysics**, 49 (1): 295–304.

GÜLER, M.: 2003, **Bafra ve Çarşamba Ovalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Agroekolojik Zonlarının Çıkarılması ve Sulama Açısından Değerlendirilmesi**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

GÜNER, A., ASLAN, S., EKİM, T., VURAL, M., BABAÇ, M.T., (edlr.): 2012, **Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)**, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.

GÜNEY, E.: 2004, **Türkiye Hidrocoğrafyası**, Çantay Kitabevi.

HANSEN, J.E.: 2012, “**NASA Finds 2011 Ninth Warmest Year on Record**”, Data Source: NASA Goddard Institute for Space Studies, Image Credit: NASA Earth Observatory (<http://www.giss.nasa.gov/research/news/20120119/>, 10.05.2013).

HAKYEMEZ, H.Y., TEKİN, F., ERKAL, T., KARABIYIKOĞLU, M., MENGİ, H.: 1989, **Çarşamba (Samsun) Dolayının Jeolojisi**, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Proje No: 8895.

HOŞGÖREN, M.Y.: 2004, **Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri I (Yeraltı Suları-Kaynaklar- Akarsular)**, Çantay Kitabevi.

IPCC, 2007: **Climate Change 2007 Synthesis Report**, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC.

IPCC, 2013: **Climate Change 2013, The Physical Science Basis**, Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions, Working Group I Technical Support Unit, IPCC.

IPCC, 2014a: **Climate Change 2014, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects**, Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

IPCC, 2014b: **Climate Change 2014, Synthesis Report**, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, 151 pp.

İŞİK, B.Ö., DEMİREL, Ö.: 2014, “Kıyı Kullanıcılarının Kıyı Alanı Rekreasyon Planlama Kararları Üzerindeki Etkisi: Trabzon Kıyı Bandı Örneği”, **İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi**, 4(10) :1- 11, ISSN: 1309-9876 E-ISSN: 1309-9884.

İÇ, S.: 2015, **Çarşamba Ovası Sol Sahil Topraklarında Yorgunluk Parametrelerinin Belirlenmesi**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

İKİEL, C., ATALAY, A.: 2011, “Trend and Correlation Analysis of Average Flow and Rainfall Amounts at Dalaman and Eşen River Basins”, **Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II**, Chapter Eight: 79-86, Edited by Efe, R, Öztürk, M. ve Atalay, İ, Cambridge Scholars Publishing,

İKİEL, C., DUTUCU, A.A., USTAOĞLU, B., ve KILIÇ, D.E.: 2011, “Land Use And Land Cover (Lulc) Classification Using Spot-5 Image In The Adapazari Plain And Its Surroundings, Turkey” ,International Science and Technology Conference **ISTEC 2011**, 7-8-9 December 2011, 37-43.

İKİEL, C. ve USTAOĞLU, B.: 2011, “Sakarya Deltası'nın Doğu Kesiminde Kıyı Çizgisi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi”, **Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel**, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, 6: 485-494.

İNANDIK, H.: 1957a, “Türkiye Kıyılarının Başlıca Morfolojik Meseleleri”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 4(8): 67-77.

İNANDIK, H.: 1957b, “Sinop-Terme Arasındaki Kıyıların Morfolojik Etüdü”, **Türk Coğrafya Dergisi**, Yıl:13, 17: 51-68.

İNANDIK, H.: 1971, **Deniz ve Kıyı Coğrafyası**, İstanbul Üniversitesi Yayınları:1219 Coğrafya Enstitüsü Yayınları: 47 (İkinci Baskı).

İZBIRAK, R.: 1990, **Sular Coğrafyası**, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları 159, Öğretmen Kitapları Dizisi.

JAOSHVILI, S.: 2002, The Rivers of the Black Sea, **European Environment Agency Technical Report**, 71.

JIN, L., WHITEHEAD, P. ve HADJIKAKOU, M.: 2013, “A Study of the Yesilirmak River Catchment in Northern Turkey: Spatial Patterns and Temporal Trends in Water Quality”, **Journal of Environmental Protection**, 4: 104-120.

KADIOĞLU, M.: 2001, **Küresel İklim Değişimi ve Türkiye, Bildiğiniz Havaaların Sonu**, Güncel Yayıncılık.

KALKAN, Y.: 2009, “Barajlarımızdaki Hidrografik Ölçmeler ve Sediment Hareketleri”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, **12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı**.

KARABULUT, M. ve COSUN, F.: 2009, “Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi”, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 7 (1): 65-83.

KARACA, M., TAYANÇ, M., TOROS, H.: 1995, “The Effects of Urbanization on Climate of Istanbul and Ankara: A First Study”, **Atmospheric Environment Part B-Urban Atmosphere**, 29(23): 3411-3421.

KARACA, M., DENİZ, A. ve TAYANÇ, M.: 2000, “Cyclone Track Variability over Turkey in Association with Regional Climate”, **International Journal of Climatology**, 20: 1225-1236.

KARAER, F.: 2005, Hacıosman Longozu, **Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı**, Editörler: Özhatay, N., Byfield, A. ve ATAY, S., WWF Türkiye, 112-113.

KAYAN, İ.: 2012, "Kuvaterner'de Deniz Seviyesi Değişmeleri", **Kuvaterner Bilimi**, Editörler: Kazancı, N. ve Gürbüz, A., Ankara Üniversitesi Yayınları, 350:59-78.

KESKİN, İ.: 2011a, **1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları**, Samsun- E36 ve F36 paftaları, MTA.

KESKİN, İ.: 2011b, **1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları**, Samsun F37 paftası, MTA.

KIEPERT, R.: 1914, **Karte von Kleinasen(cartographic material):Meist Nach Noch Nicht Oder in Kleistem Massstabe Veröffentlichten Aufnahmen in 24 Blatt 1: 400.000**, Deitrich Reimer.

KOÇMAN, A.: 1993, **Türkiye İklimi**, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 72.

KULELİ, T.: 2010a, "Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltalarındaki Kıyı Değişimlerinin Landsat TM ve DSAS ile Belirlenmesi", **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi** 27 Nisan – 1 Mayıs 2010, 1549-1556.

KULELİ, T.: 2010b, "Türkiye Kıyılarında İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Yükselme Riski Olan Alanların Belirlenmesi", **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı**, 27 Nisan - 1 Mayıs 2010, 1335-1344.

KULELİ, T., GUNEROĞLU, A., KARSLI, F. ve DİHKAN, M.: 2011, "Automatic detection of shoreline change on coastal Ramsar wetlands of Turkey", **Ocean Engineering**, 38: 1141- 1149.

KUM, G. ve KILIÇ, S.: 2013, "Şehirleşmenin Sıcaklık ve Yağış Parametreleri Üzerine Etkisi: Gaziantep Örneği", **Kilis Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 3(6): 21-42.

KURUNÇ, A., YUREKLİ, K. ve OZTURK, F.: 2005, "Effect of Discharge Fluctuation on Water Quality Variables from the Yesilirmak River", **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 11 (2): 189-195.

LIGON, F.K., DIETRICH, W.E., TRUSH, W.J.: 1995, "Downstream Ecological Effects of Dams", **BioScience**, 45(3): 183-192.

MAUNSELL, F.R.: 1893, **Military Report on Eastern Turkey in Asia**, Harrison and Sons.

MILLS, J. P., BUCKLEY, S. J., MITCHELL, H.L., CLARKE, P.J., EDWARDS, J.: 2005, "A Geomatics Data Integration Technique for Coastal Change Monitoring", **EarthSurface Processes and Landforms**, 30(6): 651-664.

MUMCU, Ü.: 2010, **Gölaradı (Terme / Samsun) Tabiatı Koruma Alanı'nın Floristik Ve Fitososyolojik Özellikleri**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi.

NİŞANCI, A.: 1986, "Türkiye'nin Kurak Aylar Sayısına Göre Belirlenmiş İklim Bölgeleri ve Bitki Örtüsü", **Fen- Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi**, Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, 15: 73- 88.

NİŞANCI, A.: 1989, "Orta Karadeniz Bölümünde Mevsimlik Hava Tipleri Bakımından Önemli Devreler", **Coğrafya Araştırmaları**, 1(1): 69-84.

ÖNOL B., SEMAZZİ, F., UNAL, Y. S., DALFES H. N.: 2007, "Regional Climatic Impacts of Global Warming over the Eastern Mediterranean", **Proceedings of the International Conference on Climate Change and Middle East; Past, Present and Future**, 20-23 November 2006.

ÖNSOY, H., ÖZÖLÇER, İ.H., BİRBEN, A.R.: 1993, "Çevremiz, Doğu Karadeniz Kıyı Şeridinde Kıyı Erozyonu ve Koruma Çareleri", **Kıyılarımız Semineri Bildiri Kitabı**, T.C.Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, 139-146.

ÖZÇAĞLAR, A.: 1995, "Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Araziden Faydalanma", **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, 3: 93-128.



ÖZDEN, Ş., DENGİZ, O., MADENOĞLU, S., ÖZCAN, H., BAŞKAN, O.: 2003, **Çölleşme İle Mücadele Ulusal Eylem Programı (Taslak)**, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara.

PARTAL, T., KAHYA, E.: 2003, **Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

SESLİ, F.A.: 2006, "Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi", **Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi**, 2(95): 11-17.

SMALL, C., NICHOLLS, R.J.: 2003, "A Global Analysis of Human Settlement in Coastal Zones", **Journal of Coastal Research**, 19(3): 584-599.

SNEYERS, R.: 1990, **On the Statistical Analysis of Series of Observations**, WMO Technical Note, 143.

SÖNMEZ, R., KUBİN, G., SÖNMEZ, F.N.Ö., GÜNDÜZ, Y., ADEM, O., AKBEL, B.A., ÖZDEMİR, F., ÇELİK, A., YALÇINER, A.C., DEDE, A.: 2008, **Samsun Bütünleşik Kıyı Alanları Strateji Belgesi**, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü.

STRAHLER, A.N.: 1952, "Hypsometric(Area- Altitude) Analysis of Erosional Topography", **Geological Society of America Bulletin**, 63:1117- 1142.

SÜZEN, M.L. ve ÖZHAN, E.: 2003, "Monitoring Shoreline Changes Around Yeşilirmak Delta by Remote Sensing and Geographic Information Systems", **MEDCOAST 03 The 6th Int. Conf. on the Mediterranean Coastal Environment**, 7-11 Oct. 2003, 3: 2311-2322.

ŞAHİN, K.: 2002a, "Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Sel Afeti (27 Mayıs 2000)", **Türk Coğrafya Dergisi**, 39: 79-95.

ŞAHİN, K.: 2002b, "Çarşamba Ovasında Yeraltı Suyu", **Türk Coğrafya Dergisi**, 38: 59-82.

ŞEN, Ö. L., BOZKURT, D., GÖKTÜRK, O. M., DÜNDAR, B., ALTÜRK, B.: 2013, “Türkiye’de İklim Değişikliği ve Olası Etkileri”, **3. Taşkın Sempozyumu**, 29-30 Nisan 2013, Konferans Bildirisi.

ŞEN, Z: 2009, **İklim Değişikliği Tatlı Su Kaynakları ve Türkiye**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

TAYANÇ, M., KARACA, M., YENİGÜN, O.: 1997, “Annual and Seasonal Air Temperature Trends Patterns of Climate Change and Urbanization Effects in Relation with Air Pollutants in Turkey”, **Journal of Geophysical Research**, 102(D2):1909-1919.

TERLEMEZ, İ. ve YILMAZ, A.: 1980, “Ünye- Ordu- Koyulhisar- Reşadiye Arasında Kalan Yörenin Stratigrafisi (1), **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 23: 179-191.

TMMOB: 2012, **Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporu**, Mattek Basım Yayın Tanıtım Tic. San. Ltd. Şti.

TUROĞLU, H.: 2005, “Trabzon-Sarp Arası, Karadeniz Sahil Yolu İnşaatının Jeomorfolojik Etkileri”, **Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 Bildiri Kitabı**, 353- 361.

TUROĞLU, H.: 2008, **Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları**, Çantay Kitabevi.

TUROĞLU, H.: 2009, “3621 Sayılı Kıyı Kanunu ve Onun Uygulama Problemleri”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 53:31-40.

TUROĞLU, H.: 2010, “Alçak Kıyılarda Kıyı Kenar Çizgisi Problemi”, **Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Afyon Kocatepe Üniversitesi 11–13 Ekim 2010, 206–218.

TUROĞLU, H.: 2014a, “İklim Değişikliği Bağlamında İstanbul’un Su Yönetimi Problemleri (In the context of climate change, water management problems of İstanbul), **TÜCAUM VIII Coğrafya Sempozyumu**, 23-24 Ekim, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih- Coğrafya Fakültesi, (baskıda).

TUROĞLU, H.: 2014b, “İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları”, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 12(1): 1-22.

TÜRKEŞ, M. ve ERLAT, E.: 2003, "Precipitation Changes And Variability in Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930–2000", **International Journal of Climatology**, 23: 1771–1796.

TÜRKEŞ, M.: 2010, **Klimatoloji ve Meteoroloji**, Kriter Yayınevi.

TÜRKEŞ, M.: 2012, "Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme", **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 4(2): 1-32.

UNCU, L.: 1997, "Simenlik Gölü Ekosistemi (Ecosystem of the Lake Simenlik)", **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, 16: 374-406, Ayrıbasım.

USTAOĞLU, B.: 2011, "Türkiye’de A2 Emisyon Senaryosuna Göre Ortalama Yağış Tutarlarının Olası Değişimi (2011-2100)", **Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel**, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, 6: 473-484.

USTAOĞLU, B.: 2012, **Matlabda İklim Veri Analizi ve Uygulamaları**, Anka Matbaa.

USTAOĞLU, B. ve KARACA, M.: 2014, "The Effects of Climate Change on Spatiotemporal Changes of Hazelnut (Corylus Avellana) Cultivation Areas in The Black Sea Region, Turkey", **Applied Ecology and Environmental Research**, 12: 309-324.

UZUN, A.: 2006, **Samsun Deltaları ve Beklenen Değişmeler. Geçmişten Geleceğe -Samsun 2006**, 1. Kitap, Samsun Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Eğitim Hizmetleri Daire Başkanlığı, 541-548.

VOROSMARTY, C.J., MEYBECK, M., FEKETE, B., SHARMA, K., GREEN, P., SYVITSKI, J.P.M.: 2003, "Anthropogenic Sediment Retention: Major Global Impact from Registered River Impoundments", **Global and Planetary Change**, 39: 169-190.

WALLING, D. E.: 2009, **The Impact of Global Change on Erosion and Sediment Transport by Rivers: Current Progress and Future Challenges**, The United

Nations World Water Assessment Programme (WWAP), Scientific Paper, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

YALÇINLAR, İ.: 1958, “Samsun Bölgesinin Neojen ve Kuvaterner Kıyı Depoları”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 5(9): 1-21.

YILDIZ, M. ve MALKOÇ, Y.: 2000, Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi, **Elektrik İşleri Etüt İdaresi**.

YILDIZ, M., UÇAR, İ., ÖZAY, E. ve BALGAT, İ.: 2003, Su Akımları Aylık Ortalamaları [1935- 2000], T.C.Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Hidrolik Etütler Dairesi Başkanlığı.

YILMAZ, C.: 2009, “Karadeniz Sahil Yolunun Kıyı Kentleri Üzerine Etkileri - The impacts of Black Sea Coastal Dual Carriageway on shore cities in the North Anatolia (Turkey)”, Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, **(TÜCAUM) V.Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2008**, (16-17 Ekim 2008), **Bildiriler Kitabı**, 147-157.

YOLDAŞ, R., KESKİN, B., GRANİT, S., KORKMAZ, S., DİDİK, S., KALKAN, İ., AĞRIDAĞ, D.S., BESBELLİ, B.: 1985, Samsun ve Dolayının (Kızılırmak- Yeşilirmak Arasındaki Bölgenin) Jeolojisi ve Petrol Olanakları, **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, Rapor No:8130,(Yayınlanmamış).

YUE, S., PILON, P., CAVADIAS, G.: 2002, “Power of the Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests for Detecting Monotic Trends in Hydrological Series”, **Journal of Hydrology**, 259(1): 254-271.

YÜKSEL, İ., ÖNSOY, H.: 1997, “Doğu Karadeniz Bölgesi Kıyılarında Yer Alan Kıyı Yapıları ile Bazı Sanat Yapılarının Kum- Çakıl Birikimine Etkisi”, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları I.Ulusal Konferansı, **Türkiye Kıyıları 97 Konferansı Bildiriler Kitabı**, 559-566.

YÜKSEK, Ö.: 2008, “Samsun'un Batı Kıyılarındaki Erozyonların İncelenmesi”, **TMMOB Samsun Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 213-217.

ZAMAN, M.: 2001, “Çarşamba Ovasında Çeltik Tarımı”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, 7 (5): 447-479.

ZHAO, B., GUO, H., YAN, Y., WANG, Q., LI, B.: 2007, “A simple waterline approach for tidelands using multitemporal satellite images: a case study in the Yangtze Delta”, **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 77: 134–142.

ZHANG, W., XU, Y., HOITINK, A.J.F., SASSI, M.G., ZHENG, J., CHEN, X., ZHANG, C.: 2015, “Morphological Change in the Pearl River Delta, China”, **Marine Geology**, 363: 202- 219.

### **İnternet Kaynakları ve Diğer Kaynaklar**

Web1-[http:// www.dsi.gov.tr/dsi-resmi-istatistikler](http://www.dsi.gov.tr/dsi-resmi-istatistikler)

Web2- <http://tys.home.uludag.edu.tr/Sulama%20ve%20cevre-4.pdf>

Web3- [http://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/6f7fa26fe995a75\\_ek\\_0.pdf](http://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/6f7fa26fe995a75_ek_0.pdf)

Web4- <http://havadelisi.com/2014/05/24/nedir-bu-el-nino-bize-bir-sey-yapar-mi/>

9.05.2008 tarihli Resmi Gazete

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Sakarya’da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Sakarya’da tamamladım. 2000 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi Bölümü’nü kazandım ve bu bölümden 2005 yılında mezun oldum. Aynı yıl önce Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine, ardından Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak işe başladım. Yrd. Doç. Dr. Cercis İKİEL danışmanlığında hazırladığım “Sakarya Nehri’nin Aylık ve Yıllık Akım Değerlerinin İstatistiksel Analizi ve Yağış Tutarları ile Korelasyonu” adlı yüksek lisans tez çalışmamın ardından 2008 yılında yüksek lisansımı tamamladım. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü’ne Öğretim Görevlisi olarak atandım. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladım.