



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

SEYHAN DELTASI' NDA KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMLERİ
(1950 - 2013)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emrah ÖZPOLAT

ŞANLIURFA - 2016



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**SEYHAN DELTASI' NDA KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMLERİ
(1950 -2013)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emrah ÖZPOLAT

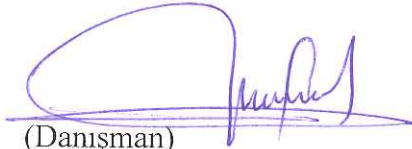
**Danışman:
Prof. Dr. Tuncer DEMİR**

ŞANLIURFA - 2016

T. C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüz Coğrafya Anabilim Dalı 135225007 numaralı Emrah ÖZPOLAT' ın hazırladığı "Seyhan Deltası' nda Kıyı Çizgisi Değişimleri (1950 – 2013)" konulu yüksek lisans tezi ile ilgili tez savunması, 10/06/2016 tarihinde, saat 10.00' da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABUL (başarılı) olduğuna oybirliği / ~~oy çokluğu~~ ile karar verilmiştir.

10/06/2016



(Danışman)

Prof. Dr. Tuncer DEMİR



Üye

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU



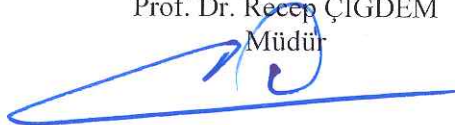
Üye

Doç. Dr. Mehmet Sait ŞAHİNALP

Bu tezin Coğrafya Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

12.7/2016

Prof. Dr. Recep ÇİĞDEM
Müdür



Not: a) Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan alıntılar, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

b) Tez, HÜBAK' tan Bilimsel Araştırma Projesi mali destek Almıştır Almamıştır.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ORJİNALLİK RAPORU VE BEYAN BELGESİ

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

Adı-Soyadı: Emrah ÖZPOLAT
Öğrenci Numarası: 135225007
Enstitü Anabilim Dalı: Coğrafya
Başlık (Türkçe): Seyhan Deltası'nda
Kıyı Çizgisi Değişimleri (1950 – 2013)

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 99 sayfalık kısmına ilişkin, 13/05/2016 tarihinde şahsım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, benzerlik oranı % 6' dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç
- 3- Alıntılar hariç
- 4- 6 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

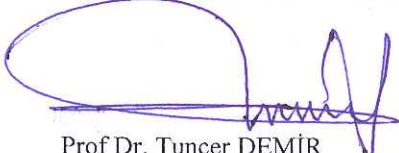
Yukarıda bilgileri verilen tezli/tezsiz lisansüstü programlarda seminer, dönem projesi, tez vb Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından kabul edilen lisansüstü orijinallik raporu alınması uygulama esasları ile belirlenen azami benzerlik oranlarımı aşmadığımı ve bütün bilgilerin, akademik kurallara uygun olarak toplanıp sunulduğunu, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı, blok şeklinde alıntılar yapmadığımı ve tüm alıntıların bilimsel atıf kuralları çerçevesinde kaynağını gösterdiğimi, Yükseköğretim kurulu bilimsel araştırma ve yayın etiği yönergesi ile Harran Üniversitesi bilimsel araştırma ve yayın etiği yönergesinin 8. maddesinde yer alan etik ihlallerden her hangi birisinin yer almadığımı, etik ihlal tespiti halinde, Enstitü yönetim kurulunca, diplomamın iptal edilmesini kabul ediyorum.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

15/06/2016


Emrah ÖZPOLAT

Yukarıda yer alan raporun ve beyanın doğruluğunu onaylarım. 17/06/2016


Prof Dr. Tuncer DEMİR

ÖN SÖZ

Deltalar, yoğun nüfuslu alanlar olması sebebiyle kıyı araştırmalarının neredeyse odağı olmuştur. Bu araştırmaların bir kısmını delta kıyı çizgisi değişimleri oluşturmaktadır. Deltalar üzerinde artan antropojenik etkiler, deltaların doğal gelişimini bozmuş hatta birçok deltayı yok olma noktasına getirmiştir. Bu antropojenik etkilerin başında, deltayı besleyen nehirler üzerine inşa edilen barajlar gelmektedir. Barajların inşasıyla deltaya sediman akışı kesilip delta kıyı çizgisi gerilemesi meydana gelmiştir.

Bu çalışmada, Seyhan Deltası' nın 1950 – 2013 yılları arasında kıyı çizgisi değişimleri ve bu değişimler üzerinde etkili olan muhtemel sebeplerin tespiti amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; Seyhan Deltası' nda 63 yıllık dönemde kıyı çizgisi değişimlerinin miktar bazında yönünün tespiti ve bunun sonucunda gelecekteki kıyı çizgisi değişimleri üzerine hipotez geliştirilmesi çalışmanın önemini oluşturmaktadır.

Öncelikle Lisans eğitimimin başından bu yana hem manevi desteğini hem de bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Tuncer DEMİR' e saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

Bu tezi BAP olarak destekleyen HÜBAK' a, laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Muhammed Zeynel ÖZTÜRK' e, çalışma süresince çalışmayla ilgili yayınlarını göndererek katkıda bulunan Prof. Dr. Graham EVANS' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Her zaman manevi olarak eksikliğini hissetmediğim değerli kardeşim Murat KARAKAYA' ya ve manevi olarak yanımda olan değerli arkadaşlarım Fatih ADIGÜZEL, Mesut şİMŞEK ve Dilber DEMİRTAş' a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimimin her aşamasında maddi - manevi olarak yanımda olan fedakâr ağabeylerim Cumali ÖZPOLAT ve Osman ÖZPOLAT' a ve değerli aile fertlerime sonsuz sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım.

MAYIS 2016

Emrah ÖZPOLAT

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR	IV
TABLO LİSTESİ.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XII
GİRİŞ	1
1. Araştırma Alanının Yeri ve Kapsamı.....	1
2. Araştırma Problemi ve Amaç.....	2
3. Önceki Çalışmalar.....	3
4. Veri ve Yöntem.....	8
4.1. Haritalama Çalışmaları.....	8
4.2. Arazi Çalışmaları	9
4.3. Tane Boyu Analizleri	10
4.4. İklim Çalışmaları.....	11
5. Tezin Yapısı	12
1. BÖLÜM	13
1.1. Araştırma Alanının Fiziki Coğrafya Özellikleri	13
1.1.1. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	13
1.1.2. Seyhan Deltası ve Çevresinin Jeolojik Özellikleri.....	20
1.1.3. Seyhan Deltası ve Çevresinin Jeolojik – Jeomorfolojik Evrimi ve Seyhan Deltası’ nın Jeomorfolojik Özellikleri	24

1.1.4. Seyhan Havzası' nın Hidrografik Özellikleri.....	42
1.1.5. Doğu Akdeniz Havzası' nın Oşinografik Özellikleri.....	48
1.1.6. Seyhan Deltası' nın Toprak ve Bitki Örtüsü Özellikleri.....	52
2. BÖLÜM	55
2.1. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntülerine Dayalı Bulgular	55
2.2. Arazi Çalışmalarına Dayalı Bulgular	65
2.2.1. Kıyı Erozyonu	65
2.2.2. Siltasyon.....	68
2.2.3. Ön Kumul Sırtları – Tane Boyu Özellikleri.....	70
3. BÖLÜM	77
3.1. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntülerine Dayalı Bulguların Tartışılması	77
3.2. Arazi Çalışmalarına Dayalı Bulguların Tartışılması.....	87
3.2.1. Kıyı Erozyonu	87
3.2.2. Siltasyon.....	90
3.2.3. Ön Kumul Sırtları – Tane Boyu Özellikleri.....	91
3.3. Seyhan Deltası Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Gelecekteki Hipotetik Durumu.....	93
SONUÇLAR	97
KAYNAKÇA.....	100

KISALTMALAR

BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
DSİ	: Devlet Su İşleri
GPS	: Global Positioning System
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
HÜBAK	: Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Kurulu
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tetkik Araştırma

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Çalışma alanını temsil eden istasyonların Torthwaite iklim sınıflandırması	15
Tablo 1.2. Seyhan Havzası' nda ölçüm yapılan bazı istasyonların süspanse sediman taşınım miktarı ve tane dağılımı.....	45
Tablo 1.3. Seyhan Havzası' nda ölçüm yapılan bazı istasyonların anlık akım miktarı ve sıcaklık durumları.....	46
Tablo 2.1. 1950 - 2013 yılları arasındaki farklı zaman aralıklarına göre Seyhan Deltası' nda meydana gelen kıyı çizgisi ve alan değişimlerinin maksimum ilerleme (+) ve gerileme (-) sonuçları	64

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Çukurova (a) ve Seyhan Deltası' nın (b) lokasyonu.....	1
Şekil 2. Örneklem noktaları	10
Şekil 3. Bir kumul sırtının yüzeyinden (a – b) ve tabanından örnek alımı (c – d)....	10
Şekil 4. Laboratuvar ortamındaki analiz aletleri	11
Şekil 1.1. Akdeniz' in bölümleri ve alt denizleri	13
Şekil 1.2. Çalışma alanını temsil eden Tuzla ve Karataş istasyonlarına ait Thorthwaite su bilançosu	14
Şekil 1.3. İstasyonların ortalama toplam yağış değerlerinin aylık (a) ve mevsimsel (b) değişimi	15
Şekil 1.4. Tuzla ve Karataş İstasyonlarından elde edilen ortalama, ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıkların aylara göre değişimi.....	16
Şekil 1.5. İstasyonların bağıl nem oranının aylık değişimi	17
Şekil 1.6. Yaz mevsiminde SW yönlü hâkim rüzgârların kıyı kumulları (a) ve plaj çökelleri (b) üzerinde NE yönünde oluşturduğu ripplemark.....	18
Şekil 1.7. Karataş istasyonunun uzun yıllar (a) ve deflasyon dönemi (b) hakim rüzgar yönü - ortalama rüzgar hızı; Tuzla istasyonunun uzun yıllar (c) ve deflasyon dönemi (d) hakim rüzgar yönü - ortalama rüzgar hızı	19
Şekil 1.8. Seyhan Deltası ve çevresinin yaz ve kış mevsimine göre hâkim rüzgar yönü.....	19
Şekil 1.9. Çukurova ve çevresinin jeoloji haritası.....	21
Şekil 1.10. Kuvaterner Kaliş oluşumları (a) ve Erken - Orta Miyosen Karataş Formasyonu, Karataş Burnu (b).....	22
Şekil 1.11. Seyhan Deltası ve çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası.....	23
Şekil 1.12. Çukurova' nın morfolojik haritası	28

Şekil 1.13. Seyhan, Ceyhan, Tarsus nehirlerinin ve deltalarının hipotetik evrimi.....	29
Şekil 1.14. Piri Reis' in 16. yüzyılda Rhegma Lagünü ve çevresini gösterir haritası	31
Şekil 1.15. Tarsus' un güney kesiminde Seyhan ve Berdan nehirlerinin etkileşimini gösterir hipotetik kıyı değişimi modeli	32
Şekil 1.16. Flüvyal ve denizel süreçlerin etkisiyle gelişen delta morfolojileri	34
Şekil 1.17. Dalga süreçlerinin etkin olduğu deltalar: (a) Sao Francisco (Brezilya), (b) Nil Deltası'nın doğu kısmı (Mısır), (c) Danube Deltası (Romanya), (d) Ebro Deltası (İspanya), (e) Tiber Deltası (İtalya), (f) Seyhan Deltası (Türkiye)	35
Şekil 1.18. Seyhan Deltası' nın jeomorfoloji haritası	36
Şekil 1.19. Tuzla Lagünü lokasyonu, uydu görüntüsü ve enine kesidi.....	38
Şekil 1.20. Tuzla Lagünü' nü denizden ayıran bariyer (a) ve lagünün denizle bağlantısını sağlayan ağız (b).....	38
Şekil 1.21. Seyhan Nehri aşağı kesiminin kıvrılma durumu.....	40
Şekil 1.22. Seyhan Nehri' ne ait kopuk menderesler (a) ve terk edilmiş yataklar (b).....	41
Şekil 1.23. Seyhan Nehri Havzası.....	43
Şekil 1.24. Seyhan Havzası' nda sediman ölçümü yapılan istasyonlar ve Seyhan Nehri üzerinde kurulan barajlar	45
Şekil 1.25. Seyhan Havzası' nın yukarı kesimi (a) ve aşağı kesimine (b) ait istasyonların uzun yıllar aylık ortalama akım yığm grafiği (m ³ /sn).....	47
Şekil 1.26. Doğu Akdeniz Havzası (a) ve Kuzeydoğu Akdeniz' in (b) genel su dolaşımı	49
Şekil 1.27. Çukurova Deltası ve İskenderun Körfezi' nin derinlik haritası	50
Şekil 1.28. Ayın çekim kuvvetine bağlı olarak oluşan gel - git genliğinin Akdeniz içerisindeki alansal dağılışı	51
Şekil 1.29. Seyhan Deltası büyük toprak grupları	53

Şekil 1.30. İç kesimlerdeki kumul tepeleri üzerinde gelişen <i>Nerium oleander</i> (a,c) ve derine inen kökleri (b), embriyo kumul sırtları üzerinde gelişen <i>Euphorbia paralia</i> , <i>Cyperus capitatus</i> , <i>Panocratium maritimum</i> gibi öncü bitki türleri (d,e,f)	54
Şekil 2.1. Seyhan Deltası 1950 (a) ve 1956 (b) yıllarına ait hava fotoğrafları	56
Şekil 2.2. 1950 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğraflarından tespit edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	56
Şekil 2.3. Seyhan Deltası 1956 yılına ait hava fotoğrafı (a) ve 1972 yılına ait uydu görüntüsü (b)	57
Şekil 2.4. 1956 hava fotoğrafı ve 1972 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	57
Şekil 2.5. Seyhan Deltası' nın 1972 (a) ve 1985 (b) yıllarına ait uydu görüntüleri ...	58
Şekil 2.6. 1972 ve 1985 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	58
Şekil 2.7. Seyhan Deltası 1985 (a) ve 1987 (b) yılına ait uydu görüntüsü	59
Şekil 2.8. 1972 ve 1985 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	59
Şekil 2.9. Seyhan Deltası 1987 (a) ve 1998 (b) yılına ait uydu görüntüsü	60
Şekil 2.10. 1987 ve 1998 yıllarına ait uydu görüntülerinden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	60
Şekil 2.11. Seyhan Deltası 1998 (a) ve 2000 (b) yılına ait uydu görüntüsü	61
Şekil 2.12. 1998 ve 2000 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	61
Şekil 2.13. Seyhan Deltası 2000 (a) ve 2009 (b) yılına ait uydu görüntüsü	62
Şekil 2.14. 2000 ve 2009 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	62
Şekil 2.15. Seyhan Deltası 2009 (a) ve 2013 (b) yılına ait uydu görüntüsü	63
Şekil 2.16. 2009 ve 2013 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü	63

Şekil 2.17. Seyhan Deltası 1950 - 2013 yılları arası kıyı çizgisi değişimlerinin şematik görünümü.....	64
Şekil 2.18. Tuzla Lagünü kıyılarında inşa edilmiş su deposu ve bazı turistik tesislerin kıyı çizgisinin gerilemesi sonucu kıyı çizgisine yakın bir konuma gelmeleri	65
Şekil 2.19. Kıyı çizgisinin gerilemesi sonucu Tuzla Lagünü kıyılarında kara içerisinde açılan sondaj kuyusunun deniz suları altında kalması.....	66
Şekil 2.20. 2007 yılında Seyhan Nehri ağzına taşınan deniz fenerinin kıyı çizgisinin gerilemesi sonucu günümüz kıyı çizgisinden yaklaşık 170 metre açıkta kalması.....	66
Şekil 2.21. Seyhan Deltası kıyılarında dalga ve akıntıların aşındırması sonucu ana kaya üzerinde gelişen abrazyon platformları (a, c, ve d) ve kıyı kumullarından henüz sıyrılmakta olan abrazyon platformunun gelişimi (b).....	67
Şekil 2.22. Seyhan Nehri' nin ağız kısmının doğusunda kıyı erozyonu sonucu oluşmuş mikro falezler ve onun önünde gelişmekte olan abrazyon platformu.....	68
Şekil 2.23. Çakıt ve Körkün nehirlerinin taşıdığı sedimanlarla Seyhan Barajı içerisinde oluşturduğu siltasyon alanı (a, b) ve Rüzgârlı Tepe'den görünümü (c)	69
Şekil 2.24. Seyhan Deltası' nda 1948 yılı ön kumul sırtlarını gösterir hava fotoğrafı (a) ve güncel ön kumul sırtları (b).....	70
Şekil 2.25. Seyhan Deltası' ndaki stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo ön kumul sırtları (c).....	71
Şekil 2.26. Stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo (c) kumul sırtlarının yüzeyine ait tane boyu aralıklarının frekans dağılımı ve kümülatif eğrisi	74
Şekil 2.27. Stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo (c) kumul sırtlarının tabanına ait tane boyu aralıklarının frekans dağılımı ve kümülatif eğrisi	75
Şekil 3.1. 1956 yılına ait hava fotoğrafında, Seyhan Nehri ağzının batsında meydana gelen kıyı seti görünümündeki alüvyal birikme alanı	78
Şekil 3.2. Konveks bir profile sahip delta kıyısının, gelen sedimanların durmasıyla konkav bir profile dönüşmesi ve kıyı çizgisi gerilemesinin başlaması.....	80
Şekil 3.3. Kıyı çizgisinin en ileride olduğu 1956 yılına ait kıyı çizgisi ve çalışmanın alanının en güncel durumunu gösteren 2013 yılına ait uydu görüntüsü	83

Şekil 3.4. 1950 - 2013 yılları arasında kıyı çizgisi değişiminin en yoğun olduğu Seyhan Nehri ağzındaki morfolojik değişim.....	84
Şekil 3.5. Temmuz ayına ait bir günde Mersin Körfezi' nde dalga yönü	88
Şekil 3.6. Dalgaların kıyıya uyumu (refraction)	89
Şekil 3.7. 1966 - 2005 yılları arası Seyhan Barajı' nda biriken sedimanların dağılımı	91
Şekil 3.8. Seyhan Deltası eski kıyı çizgisi	93
Şekil 3.9. Eski Seyhan Deltası çıkıntısının kıyı erozyonu sonucu gerileyerek günümüzde düzleşmiş durumu.....	94
Şekil 3.10. Seyhan Deltası' nın 2013' teki çıkıntısı ve yaklaşık 85 yılda gerileyeceği öngörülen çizgi.....	95

ÖZET

SEYHAN DELTASI' NDA KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMLERİ (1950 – 2013)

Bu çalışmada, Türkiye' nin Akdeniz kıyısında yer alan Seyhan Deltası' nda 1950 – 2013 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimleri ve nedenleri incelenmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için; 1950 – 2013 yılları arasındaki hava fotoğrafları, uydu görüntüleri analiz edilmiş ve arazi çalışmasıyla kıyı çizgisi değişimlerinin kanıtları ortaya konulmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre; Seyhan Deltası' nda kıyı çizgisinin 1950 – 1956 yılları arasındaki dönemde yaklaşık olarak 70 metre ilerlediği, 1956 yılından 2013 yılına kadar geçen sürede ise yaklaşık 2250 metre gerilediği ortaya konulmuştur. Kıyı çizgisi gerilemesi üzerinde Seyhan Nehri' nden gelen sedimanların Seyhan Barajı' nda tutulması etkili olmuştur. Bu tespitler neticesinde; Seyhan Deltası' nın sadece güncel kıyı çizgisi gerileme oranı temel alınarak yaklaşık 85 yılda düzleşeceği ön görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kıyı Jeomorfolojisi, Kıyı Çizgisi Değişimleri, Seyhan Deltası, Seyhan Nehri, Seyhan Barajı

ABSTRACT

COASTLINE CHANGES IN SEYHAN DELTA (1950 – 2013)

This study examines the causes of coastline changes which occurred in the period of 1950 – 2013 in the Seyhan Delta in the Mediterranean coast of Turkey. In order to accomplish this aim, coastline changes were investigated based on both aerial photos and satellite images in the period of 1950 – 2013 and fieldwork was carried out to find out the probable evidence of the coastline changes in the study region.

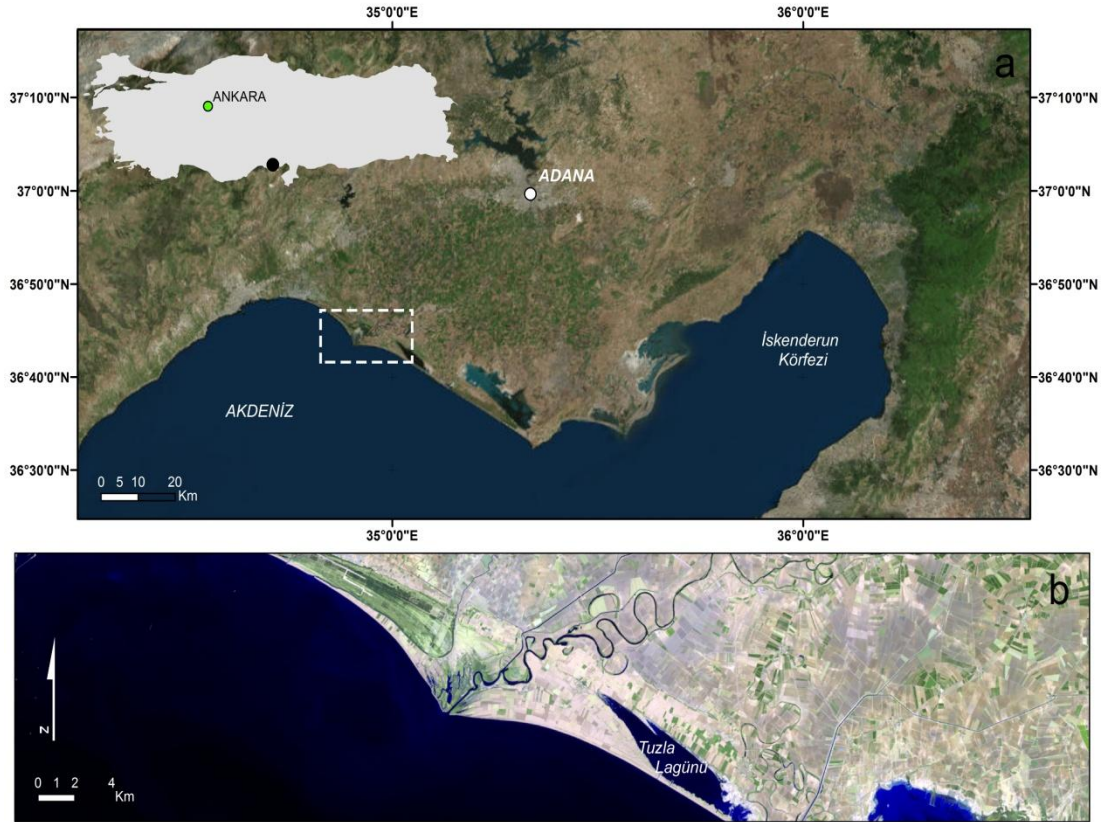
The results have showed that coastline of Seyhan Delta advanced seaward approximately 70 m between 1950 – 1956 time period, while it started to have retreated approximately 2250 m between 1956 – 2013. Seyhan Reservoir have affected coastal erosion rate in Seyhan Delta as it dammed the sediments transported by Seyhan River and its tributaries. Based on these findings it is estimated that, with the current coastal erosion rate, Seyhan Delta will completely smoothen within the next 85 years.

Key words: Coastal Geomorphology, Coastline Changes, Seyhan Delta, Seyhan River, Seyhan Dam

GİRİŞ

1. Araştırma Alanının Yeri ve Kapsamı

Araştırma alanını oluşturan Seyhan Deltası; Türkiye' nin güneyinde, Doğu Akdeniz' de Çukurova delta kompleksinin güneybatısında yer almaktadır. İçerisinde Seyhan ve Ceyhan Deltalarını bulunduran Çukurova Deltası, Doğu Akdeniz' de Nil Deltası' ndan sonra 2. büyük delta özelliğindedir. $36^{\circ} 43' 21''$ - $36^{\circ} 51' 43''$ K enlemleriyle $34^{\circ} 50' 23''$ - $35^{\circ} 24' 01''$ D boylamları arasında yer alan Seyhan Deltası' nın batı sınırını Tarsus Nehri' nin ağız kısmı oluştururken doğu sınırını ise Karataş Eşiği oluşturmaktadır. Bu alanlar içerisinde Seyhan Deltası' nın kıyı uzunluğu 62 km' dir. Seyhan Deltası, Tarsus Nehri' nin ağız kısmıyla Karataş Eşiği arasında yer almasına karşın bu çalışmada özellikle Tarsus Nehri ile Tuzla Lagünü' nün doğusuna kadar olan kısım incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çukurova (a) ve Seyhan Deltası' nın (b) lokasyonu

2. Araştırma Problemi ve Amaç

Seyhan Deltası'nda, 1950 - 2013 yılları arasında meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerinin tespiti ve bu değişimler üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirlenen hususlar araştırılacaktır;

- 1950 - 2013 yılları arasında kıyı çizgisi değişimleri dönemsel aralıklarla belirlenip yıllık kıyı çizgisi değişim yönünün miktar ve oran bazında tespit edilmesi,
- Meydana gelen kıyı çizgisi değişimlerini ve bu değişimlere sebep olan faktörleri arazide saptanılması,
- Seyhan Barajı' nın kıyı çizgisi değişimleri üzerine olan etkisinin araştırılması,
- Seyhan Deltası' ndaki kıyı çizgisi değişimlerinin ve muhtemel sebeplerin kıyı dinamikleri ve jeomorfolojik prensipler temelinde tartışılması,
- Bulgular neticesinde güncel kıyı çizgisi değişim yönü ve oranı temel alınarak Seyhan Deltası' nın gelecekteki kıyı çizgisi değişimi üzerine hipotezde bulunulması şeklindedir.

Seyhan Deltası' nın antropojen etkilerden önceki ve sonraki gelişiminin ortaya konulması, Seyhan Nehri üzerine inşa edilen Seyhan Barajı' nın Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve Seyhan Deltası' nın gelecekteki kıyı çizgisi değişimleri üzerine hipotez geliştirilmesi bu çalışmanın önemini oluşturmaktadır.

3. Önceki Çalışmalar

Seyhan Deltasının jeolojik - jeomorfolojik evrimi üzerine yapılan doğrudan çalışmalar oldukça az olup genellikle Çukurova' nın jeolojik - jeomorfolojik evrimi içerisinde ele alınmıştır. Bu çalışmalardan ilki Erinç (1953)' in '*Çukurova' nın Aliüvyal Morfolojisi Hakkında*' adlı çalışmasıdır. Bu çalışma, arazi gözlemlerine dayandırılarak Çukurova' daki toprak gelişimi, akarsu ağları, eğim ve yükselti faktörleri göz önüne alınmış ve Çukurova belirli taraçalara ayrılmıştır. Bu taraçalar T₁, T₂, T₃ olarak adlandırılmış ve güncel delta sınırı belirlenmiştir. Bu taraça sınırlarına bağlı olarak Çukurova' nın Pleyistosen ve Holosen' deki gelişimi haritalandırılmıştır. Bu çalışmayı takiben Evans (1971, 1972) Seyhan Deltası' ndaki sedimantasyonu incelemiş ve deltada bulunan kumul sırtlarının C14 yaşlandırmasını yaparak deltanın evrimini genel hatlarıyla açıklamıştır. Bu çalışmada ayrıca Seyhan Nehri' nin yatak değişikliklerine de değinerek kumul sırtlarının Seyhan Nehri' nin yatağıyla ilişkili bir şekilde gelişim gösterdiği vurgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda Evans, her bir kumul sırtının deltanın kıyı ilerlemesinin bir sonucu olarak oluştuğunu vurgulamıştır. Bu çalışmada ayrıca Batı Anadolu' daki sedimantasyon havzalarını da ele almaktadır. Daha çok Çukurova' nın beşeri coğrafyasının ele alındığı Göney (1976)' in '*Adana Ovaları I*' çalışmasında, Çukurova' nın jeolojik - jeomorfolojik gelişimi kapsamlı bir şekilde literatür tarama yapılarak ortaya konulmuştur. Bu açıdan bu kaynak Çukurova' nın jeoloji ve jeomorfolojisi için geniş literatürü barındırmaktadır. Bu çalışmada, önceki çalışmalar ve çevrede bulunan fosil bulgulara dayandırılarak Çukurova' nın Pleyistosen, Holosen ve Hitit Dönemi' ndeki evrimi haritalandırılmıştır. Gedik (1977) de Evans (1971, 1972)' in çalışmasından faydalanarak Seyhan Deltası' ndaki kumul sırtlarının Seyhan Nehri' nin yatak değiştirmesiyle yakından ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Gedik (1977) bu çalışmasında Seyhan Deltası' ndaki kumul sırtlarına değinse de daha çok Akyatan Lagünü çevresindeki kumul oluşumu ve koruma statülerinden bahsetmiştir. Yapılan çalışmalar genellikle Çukurova' nın Pleyistosen ve Holosen' deki gelişimini ele alırken Erol (1997)' un '*Çukurova' nın Neotektonik Jeomorfolojik Evrimi*' adlı çalışması Çukurova' nın gelişimini Alt - Orta Miyosen' den Holosen' e kadar ele almıştır. Bu çalışmada Çukurova' nın kuzey kısımlarının yükselmesine bağlı olarak denizin güneye doğru çekildiği belirtilmiş ve bunun bir delili olarak da

Çukurova'nın güneyine doğru farklı aşınım yüzeylerini göstermiştir. Yine bu çalışmada Çukurova' nın güncel jeomorfolojik durumları da ele alınmıştır. Gürbüz (1997) ise yaptığı çalışmada çoğunlukla Seyhan Nehri' nin yatak değişimi üzerinde durarak Seyhan Deltası' nın evrimini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu çalışmada nehrin yatak değiştirmesinin kıyı çizgisi değişimine etki ettiği ileri sürülerek sahanın son 4000 yıldaki kıyı değişim haritası ortaya konulmuştur. Kıyı değişimlerinin haritalandırılmasında kıyı gerisinde oluşan kumul sırtlarından yola çıkılmıştır. Bu kumul sırtlarının uzanım doğrultularının kıyı uzanım doğrultusuyla ilişkisi kurulmuştur. Bu çalışmada ayrıca Seyhan Deltası' nın güncel kıyı çizgisi değişimlerine de değinilmiştir. Gürbüz (1999) devam eden çalışmasında önceki çalışmasında olduğu gibi Seyhan Nehri' nin yatak değişimleriyle kıyı çizgisi değişimleri arasında ilişki kurmuştur. Bu kıyı çizgisi değişimlerinin kumul sırtlarının uzanım doğrultusunu etkilediği sonucuna varmış ve kumul sırtlarının gelişimine göre son 4000 yıl içerisindeki kıyı değişim haritası çizmiştir. Ayrıca bu çalışmada, Devlet Su İşleri tarafından Seyhan Deltası üzerinde yapılan karot analizleri yorumlanarak Seyhan Deltası' nın kıyı çizgisi değişimleri tespit edilmiştir. Buna karşın Öner v.d. (2002) Doğu Akdeniz' de meydana gelen son 6000 yıllık kıyı değişimlerini incelemiştir. Çalışmalarında kıyı değişimlerini, ağırlıklı olarak yapılan karot sondaj verilerine dayandırarak açıklamışlardır. Bu çalışmada Tarsus kıyılarının kıyı çizgisi değişimleri açıklanırken Gözlükule Höyüğü arasında tarihlendirme açısından ilişki kurulmuş ve denizin Karabucak Ormanı ve Aliefendioğlu Köyü' nün kuzeyine kadar ulaşmadığı sonucuna varılmıştır. Erol (2003) ise çoğunlukla arazi gözlemlerine dayalı olarak yaptığı çalışmada, başlıca Ceyhan Deltası'nı incelemiştir. Bu çalışma kapsamında Ceyhan Deltası' na ilave olarak Çukurova ve içerisinde yer aldığı Seyhan Deltasının jeomorfolojik evrimine de genel hatlarıyla değinmiştir. Bu çalışmada Çukurova' nın Miyosen sonlarından Geç Holosen' e kadar jeomorfolojik evrimi ana hatlarıyla verilmiştir. Seyhan Deltası' nın jeolojik - jeomorfolojik evrimiyle ilgili bahsedilen çalışmalara dayandırılarak Gürbüz (2003) Tarsus Nehri ve Seyhan Deltası' nın morfolojik evrimini anlatan hipotetik bir kıyı değişim modeli ortaya koymuştur. Buna göre Seyhan Nehri öncelikle bugünkü aktığı mecranın doğusundan aktıktan bir süre sonra yatağını bugünkü mecrasına kaydırmıştır. Bunun sonucu olarak Seyhan Nehri günümüzdeki yatağında ilerlemiş ve Tarsus Nehri' nin akış yönünü kontrol etmiştir. Tarsus Nehri içerisine aktığı Rhegma Lagünü' nü

doldurarak (Ulutaş, 2008; 2011) günümüz şeklini almıştır. Benzer tespitlere Öner v.d. (2005) de varmıştır. Bu çalışmada Tarsus Ovasının ve Gözlükule Höyüğü' nün Bu çalışmada Tarsus Ovası' nın ve Gözlükule Höyüğü' nün yaşlarını ortaya koymak amacıyla 19 adet sondaj gerçekleştirilmiş ve bu sonuçlardan ortam değerlendirmesi yapılmıştır. Buna göre Tarsus Ovası; kuzeyde birikinti konileriye başlayıp Tarsus Çayı taşkın ovalarıyla devam ederek Seyhan Deltası' nı da kapsayan delta ovasıyla denize ulaşmaktadır. Bu çalışmayla son 6000 yılda deltanın hızlı bir şekilde ilerlediği ve Rhegma Lagünü' nün Tarsus Nehri' nin getirdiği alüvyonlarla dolduğu ortaya konulmuştur. Seyhan Deltası Kuvaterner çökelleri üzerine Kaya (2008)' nin yapmış olduğu bir diğer çalışma kapsamında kıyı çökellerinin tane boyu analizleri, güncel kıyı çizgisi değişimleri, sondaj çalışmaları ve jeofizik yöntemleri uygulanmıştır. Uygulanan tane boyu sonuçlarına göre kıyı çökellerinin % 90' ından fazlasını kum boyutundaki çökellerin oluşturduğu belirlenmiştir. Güncel kıyı çizgisi değişim sonuçlarına göre; 1980 - 2007 yılı arasında 1.6 km kıyı çizgisi kara yönünde gerilemiştir. Ayrıca bu çalışmada çökellerin organik karbon oranları da hesaplanıp ortamsal yorumu yapılmıştır. Buna göre akarsular tarafından getirilen sedimentin fazla olduğu kısımlarda organik karbon oranı da fazla çıkmıştır. Derleme özellikte olan Evans (2012)' ın yapmış olduğu bir diğer çalışmada, genel olarak deltaların oluşumu, gelişimi ve deltalar üzerindeki antropojen etkilerden bahsedilmiştir. Bu çalışmada çoğunlukla Seyhan Deltası' nın sedimentolojisi ele alınmış, Seyhan Deltası' nın günümüz yatağından önce daha doğudan denize döküldüğü, burada bir çıkıntı oluşturduğundan bahsedilmiş ve 3000 - 3500 yıllık tahmini kıyı çizgisi ortaya konulmuştur. Çalışmada 1970' li yıllarda çekilen Seyhan Deltası' na ait fotoğraflar eski kıyı şekli hakkında bazı bilgiler sunmaktadır.

2000' li yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojisinin gelişmesine bağlı olarak Seyhan Deltası üzerinde uydu görüntüsü ve hava fotoğraflarıyla kıyı çizgisi değişimlerinin tespiti artmıştır. Bu çalışmalar kapsamında Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin geniş zaman aralığında ele alındığı çalışmalardan birini Çetin, v.d. (1999)' nin yaptığı araştırma oluşturmaktadır. Bu çalışmada Seyhan, Ceyhan ve Göksu Deltas' nın güncel kıyı çizgisi değişimleri hava fotoğrafları ve uydu görüntüleriyle incelenmiştir. Seyhan Deltası'nın kıyı çizgisi değişimleri 1947 - 1995 zaman aralığında ele alınmıştır.

Çalışmada değişimler alansal olarak verilmiştir. Buna göre Seyhan Deltası'nda 1947 - 1954 arasında 198.125 m² birikme meydana gelirken; 1954 - 1975 arasında 718.616 m², 1975 - 1995 arasında 293.920 m² erozyon meydana gelmiştir. Bu tespitlere dayanılarak Seyhan Deltası'nın paleocoğrafik evrimini gösterir harita ortaya konulmuştur. Bu çalışmayı takiben yapılan diğer geniş zaman aralıklı çalışmayı Bal (2000)'in yapmış olduğu çalışma oluşturmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'deki birçok delta ovasının kıyı çizgisi değişimleri ele alınıp Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimleri 1948 - 1995 döneminde ele alınmıştır. Bu amaçla öncelikle kıyı çizgisi değişimleri belirtilen yıllar dâhilinde verilmiş daha sonra bu kıyı çizgisi değişimlerinin oranı hesaplanarak ortaya konulmuştur. Daha sonra bulunan bu kıyı çizgisi değişim oranı, Evans (1971)'in Seyhan Deltası kumul sırtları üzerinde yapmış olduğu C14 yaşlandırma sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve aradaki oransal farklar ortaya konulmuştur. Alphan (2005) ise Çukurova'daki kıyı değişimini ortaya koymak amacıyla 1972 ve 2002 yıllarına ait Landsat uydu görüntüsü üzerinden çalışma alanını su ve kara olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Çıkan sınıflandırma üzerinden kara ve denizlerin seçilen yıllara göre değişimi ortaya konulmuştur. Buna göre özellikle Seyhan Nehri'nin ağız kısmında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Toplam erozyonun yarısından daha fazlası (153 hektar) Seyhan Nehri'nin ağız kısmında gerçekleşmiştir. Ayrıca bu çalışmada Çukurova'da yer alan Ceyhan Deltası'nın da kıyı çizgisi değişimi hesaplanmış ve 1972 - 2002 yılları arasında 203 hektar olduğu saptanmıştır. Benzer bir diğer araştırma da Kuleli (2010) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada; Seyhan Nehri ağız kısmı, Tuzla ve Akyatan Lagünü'nde meydana gelen alansal değişimler tespit edilmiştir. Bu amaçla 1972, 1987 ve 2002 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu alansal değişimleri belirlemek amacıyla farklı yıllardaki kıyı çizgisi üzerinde birçok hat çizilmiş ve değişim oranı saptanmıştır. Buna göre Seyhan Deltası nehrin ağız kısmında, kıyı çizgisi 1.838 metre gerilemiştir. Seyhan ve Ceyhan kıyı çizgisi değişim oranlarının belirlenmesine yönelik diğer bir araştırma da Dağlıyar v.d. (2013) tarafından yapılmıştır. Çalışmada Seyhan ve Ceyhan Deltaları'nın 1957 - 2009 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişim oranları saptanmıştır. Bu kapsamda çalışma; uydu görüntüleri ve topoğrafik haritaların yanı sıra arazi çalışmalarıyla da desteklenmiştir. Bulgular; Seyhan Deltası'nın 1957 - 2009 yılları arasında kıyı çizgisi değişim oranı 0.4 m/yıl karaya doğru gerileme saptanmıştır. Ceyhan Deltası'nda verilen yıllar arasındaki kıyı çizgisi

değişimi 1984 yılına kadar 1.5m/yıl oranında deniz yönünde ilerlerken 1984 yılından sonra 1.9 m/yıl oranında kara yönünde gerileme olduğuna işaret etmiştir. Özpolat ve Demir (2014a, 2014b), çalışmalarında ise Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerini 1972 - 2013 arasında değerlendirmiştir. Ayrıca Tuzla Lagünü' nde meydana gelen alansal ve morfolojik değişimleri (1948 - 2013) kıyı çizgisi değişimi ve kumul tahribatına bağlamışlardır. Çalışmada öncelikli olarak hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden yararlanmakla birlikte arazi gözlemleri de (2014b) kullanılmıştır.

Genel olarak bakıldığında; Seyhan Deltası üzerine yapılan sedimentolojik çalışmalar daha çok kumul sırtları ve delta çökelleri üzerinde yoğunlaşarak bunların kantitatif analizlerle desteklenmesi yönündedir. Alanda yapılan jeomorfolojik çalışmalar, genellikle arazi gözlemlerine dayalı olarak yapıp ortam yorumlamasına dayanmaktadır. Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemlerine dayanan çalışmaların, çoğunlukla arazi çalışmalarıyla desteklenmediği görülmektedir.

4. Veri ve Yöntem

4.1. Haritalama Çalışmaları

Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerini tespit etmek amacıyla;

- Öncelikli olarak HGK' den temin edilen 1/35.000 ölçekli 1950 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğrafı kullanılmıştır. Bu hava fotoğraflarının yılı seçilirken Seyhan Nehri üzerine baraj yapılmadan önceki delta gelişimini gözlemlemek amaçlanmıştır.
- 1950 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğrafları koordinatsız olarak temin edilmiştir. Öncelikle bu hava fotoğrafları arazide referans noktaları seçilerek koordinatlandırılmıştır. Bu aşamada, önce arazide GPS referans noktaları alınmış daha sonra ise hava fotoğraflarıyla bu noktalar kalibre edilmiştir.
- 1972, 1985, 1987, 1998, 2000, 2009 ve 2013 yıllarına ait kıyı çizgisi değişimlerini belirlemek amacıyla ise yaklaşık 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip LANDSAT uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri seçilirken atmosferik farkların etkisini en aza indirmek amacıyla tamamı kasım ayındaki görüntülerden seçilmiştir. Kıyı çizgisi değişim oranlarının karşılaştırılması amacıyla farklı zaman aralıklarındaki uydu görüntüleri seçilmiştir. Ayrıca çalışmanın güncel kıyı çizgisi belirlenirken GPS ile kıyı çizgisinden referans noktaları alınıp 2013 uydu görüntüsüyle desteklenmiştir.
- Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinde işlem yapılmaya hazır hale getirildikten sonra, ilk olarak her bir hava fotoğrafı ve uydu görüntüsüne ait kıyı çizgisi Arcgis 10.2 programı aracılığıyla *vektör (line)* veri olarak çizilmiştir. Tüm kıyı çizgisi çizildikten sonra tespit edilen kıyı çizgileri dönemsel olarak üst üste bindirilip her döneme ait kıyı çizgisi - alan değişim miktarı ve oranı hesaplanmıştır.
- Kıyı boyunca referans noktaları belirlenmiş, bu referans noktalarındaki değişim metre cinsinden ölçülüp kıyı çizgisi değişim miktarı ortaya konulmuştur. Bu değişim miktarı, ait olduğu dönemdeki toplam yıla bölünerek yıllık kıyı çizgisi ve alan değişim oranı hesaplanmıştır.

Seyhan Deltası'nın jeomorfolojik birimlerini ortaya koymak amacıyla;

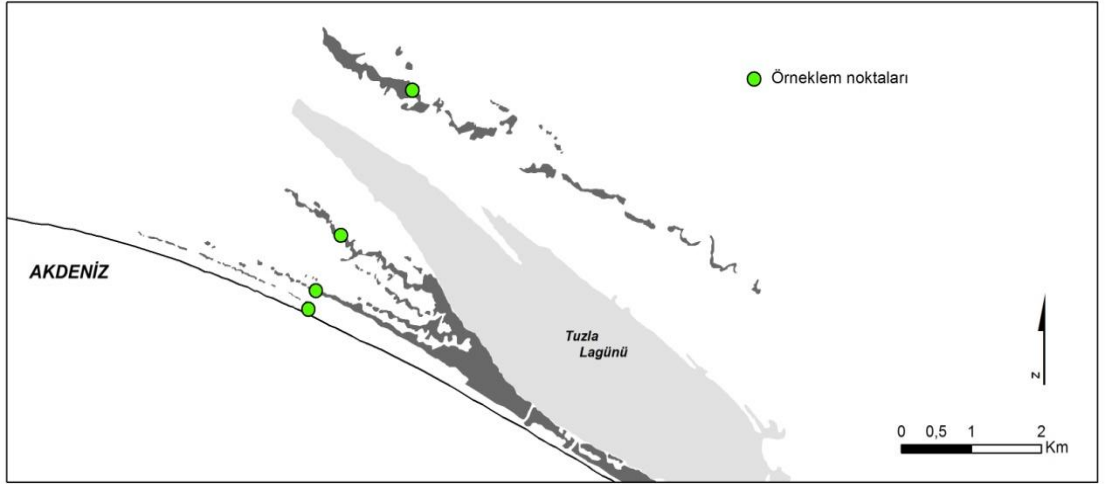
- Öncelikle araştırma sahasına ait HGK' den 1/25.000 ölçekli (O33b3, O33b4, O33c2, O34a4, O34d1) topografya haritası ve MTA' dan 1/100.000 ölçekli (O33, O34) jeoloji haritası temin edilmiştir.
- Araştırma alanındaki jeomorfolojik birimlerin antropojenik etkilerden önceki durumunu görmek amacıyla 1950 tarihli hava fotoğrafı kullanılmıştır.
- Araştırma alanındaki jeomorfolojik birimleri yerinde gözlemek ve jeomorfolojik birimleri koordinatlandırmak için arazi çalışmaları sırasında GPS ölçümleri yapılmıştır.
- Araştırma alanıyla ilgili jeomorfolojik çalışmalar taranmıştır.
- Sonuç olarak; jeolojik haritalardan Kuvaterner birimlerinin sınırı, Arazi incelemeleri, topografya haritaları ve hava fotoğrafından genel jeomorfolojik birimler tespit edilerek Seyhan Deltası' nın Jeomorfoloji Haritası çıkarılmıştır.

Bu araştırma süresince haritalar *Arcgis 10.2, Global Mapper 15, Rockworks 17* programları kullanılarak çizilmiş, şekillerin düzenlenmesi ve derlenmesi sırasında ise *Photoshop CS 6* programı kullanılmıştır.

4.2. Arazi Çalışmaları

Kıyı çizgisi değişimlerinin izlerini arazide gözlemek, örnek toplamak, lokalite belirlemek ve jeomorfolojik birimleri yerinde gözlemek amacıyla 2013, 2014 ve 2015 yıllarında arazi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları başta Seyhan Deltası kıyıları olmak üzere, siltasyon alanlarının tespiti için Seyhan Barajı ve çevresinde yoğunlaştırılmıştır.

Laboratuar ortamında kıyı çökellerinin tane boyu analizlerini yapmak amacıyla bir hat boyunca 4 farklı lokaliteden, her kumul sırtının yüzeyinden 10 cm derinliğe kadar (Folk, 1971; Pye and Tsoar, 2009; Vincent, 1986; Warren, 1972 ve tabanından kum örnekleri toplanmıştır. Daha sonra Garmin (Etrex 30) GPS cihazıyla lokaliteleri belirlenerek kodlanmıştır (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Tane boyu analizleri için kum örneklem noktaları



Şekil 3. Bir kumul sırtının yüzeyinden (a – b) ve tabanından örnek alımı (c – d)

4.3. Tane Boyu Analizleri

Arazide toplanan örnekler öncelikle etüvde (Utest UTD - 1300) 105 °C' de kurutulmuştur. Kuruyan örnekler sırasıyla 1 mm, 0,5 mm, 0,250 mm, 0,125 mm,

0,063 mm olmak üzere toplamda 5 elek kullanılarak 10 dakika süreyle sallayıcıda (Utest UTG 0411) tutulmuştur. Her elekte kalan kumlar ayrı ayrı hassas terazide (Radwag Ps 4500.R1) tartılarak not edilmiştir. Elde edilen değerlerden tane boylarının yüzdeleri hesaplanmış, hesaplanan değerlerden frekans ve kümülatif grafikler oluşturulmuştur¹ (Şekil 4).



Şekil 4. Tane boyu analizlerinde kullanılan etüv (a), sallayıcı (b), hassas terazi (c) ve sonuçların not edilmesi (d)

4.4. İklim Çalışmaları

İklim çalışmalarına ait veriler Adana MGM' den alınmıştır. İklim verileri Tuzla (1985 - 1995) ve Karataş (1963 - 2014) İstasyonlarına aittir. İki meteoroloji istasyonu da çalışma alanına yakın konumda olup istasyonlara ait veriler grafiklere dönüştürülerek iklim elemanları ortaya konulmuştur.

¹ Tane boyu analizleri Niğde Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

5. Tezin Yapısı

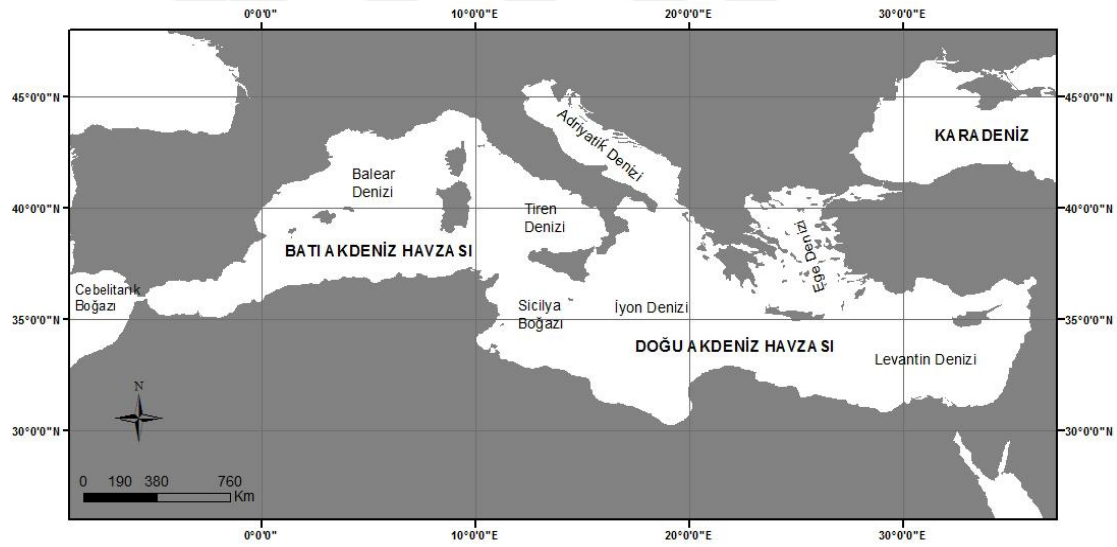
- Giriş bölümünde; araştırma alanın lokasyonu, araştırmanın amacı ve önemi, önceki çalışmalar, çalışmada kullanılan veri ve yöntemden bahsedilmiştir.
- 1. Bölüm; Seyhan Deltası' nın gelişimine etki eden ve çevresinin doğal ortamı yansıtan Fiziki Coğrafya özelliklerini kapsamaktadır.
- 2. Bölüm; araştırma konusunun bulgularını içermektedir. Bu bölümde hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve arazi çalışmalarına dayalı bulgular verilmiştir.
- 3. Bölüm; bir önceki bölümde verilen bulguların değerlendirilmesi ve tartışılmasını içerip Seyhan Deltası' nın gelecekteki kıyı çizgisi değişimleri üzerine hipotezi kapsamaktadır.
- Sonuç bölümünde ise araştırmanın vardığı sonuçlar özetlenmiştir.

1. BÖLÜM

1.1. Araştırma Alanının Fiziki Coğrafya Özellikleri

1.1.1. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Seyhan Deltası' nı da etkisi altında bulunduran Akdeniz yaklaşık olarak 5° B - 35° D boylamları arasında ve 30° - 45° K enlemleri arasında uzanmaktadır. Akdeniz' in doğu - batı genişliği yaklaşık 3,865 km' dir. Ortalama derinliği ise yaklaşık 1500 m' dir. Akdeniz Sicilya Boğazı ile doğu - batı olmak üzere iki alt havzaya ayrılmakta olup yarı kapalı bir havza özelliği gösterir (Encyclopedia of Marine Science, 2009: 332; Pickard and Emery, 1990: 23; Rohling v.d., 2009: 33;) (Şekil 1.1).

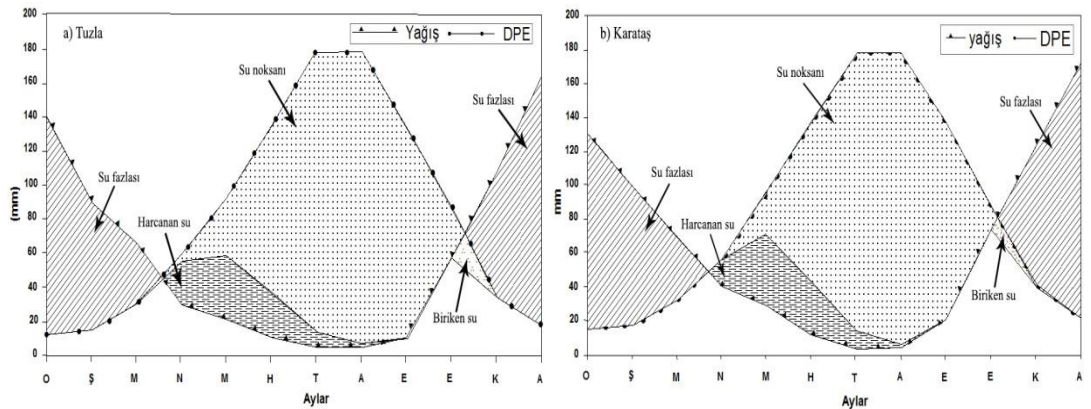


Şekil 1.1. Akdeniz'in bölümleri ve alt denizleri (Encyclopedia of Ocean Sciences, 2001' den değiştirilerek)

Akdeniz subtropikal iklim kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Bulunduğu matematiksel konumdan dolayı iklimi kışın ekvatora, yazın kutba doğru kayan etki alanı geniş basınç merkezleri tarafından kontrol edilir (Harding v.d., 2009: 74). Bu sistemlerin kışın ekvatora doğru hareket etmesiyle Akdeniz Havzası' nın iklimi güneye doğru genişleyen batı rüzgârları kuşağı etkisi altında kalır. Batı kuşağı etkisi altına girdiğinde Azor yüksek basıncı daha güneye doğru gelir. Bu esnada tüm Akdeniz havzasında alçak basınç alanı oluşur. Havzanın batı kısmında oluşan güçlü

siklojenez alanlarından dolayı bu sistemler doğuya doğru hareket eder. Doğuya doğru hareket eden bu soğuk hava kütleleri akımları ile daha yüksek deniz yüzeyi sıcaklarının etkileşimi yağmurlu ve ılıman kışların yaşanmasına yol açar. Bu hava akımı Orta ve Doğu Akdeniz’ de çok etkin sıcak cephe oluşumlarına yol açar ve bazen bu cephe boyunca bol yağışlara ve orajlara neden olur. Kış aylarında hava akımları bu durumda iken, yaz aylarında depresyonlar daha dirençsiz karakterli durumda olur ve meltem rüzgârları daha etkileyici rol oynar. Böylece Kuzey Afrika üzerinde yüksek basınç zayıflar. Bununla artık yaz ve kış mevsimleri arasında farklı basınç merkezleri ve hava kütleleri Akdeniz üzerinde etkinliğini artırır ve mevsimsellik Akdeniz ikliminde belirgin hale gelir. (Wainwright ve Thornes 2004: 71-74). Yağış değerleri kış mevsiminde mobil alçak basınç alanlarının etkisiyle etkisini artırırken, yaz mevsiminde ise daha çok yüksek basıncın etkisiyle yağışlar en düşük seviyesine ulaşır (Türkeş, 2010: 452). Yılın yarısı kışın daha yağışlı ve fırtınalı olmasına rağmen yılın her mevsiminde düşen yağış miktarları oldukça değişkendir (Encyclopedia of World Climatology, 2004: 485).

Thorthwaite su bilançoları: Bölümün başında bahsedilen Akdeniz ikliminin genel özellikleri Thorthwaite su bilançolarına da açık bir şekilde yansımaktadır. Çalışma alanını temsil eden Karataş ve Tuzla İstasyonlarının su bilançolarında, su noksanlığı temel özelliği oluşturmaktadır. Kışları yağışlı Akdeniz ikliminin etkisiyle kasım ayından nisan ayına kadar su fazlalığı oluşmaktadır. Nisandan itibaren ise evapotransprasyonun etkisiyle mevcut su harcanmaya başlayıp ağustos ayından ekim ayına kadar su noksanlığı meydana gelmektedir. Yağışların tekrardan artmaya başlamasıyla ekim ve kasım arasında su birikimi gerçekleşmektedir (Şekil 1.2).



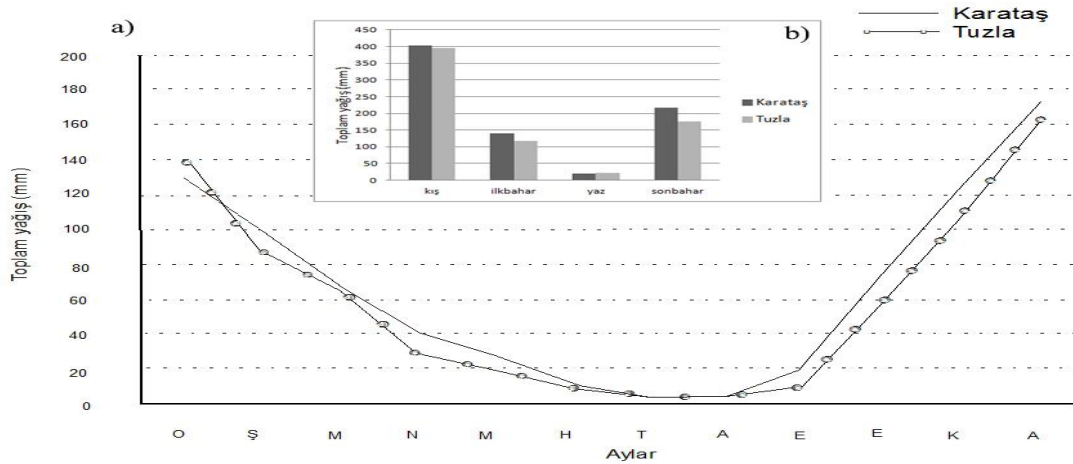
Şekil 1.2. Çalışma alanını temsil eden Tuzla ve Karataş istasyonlarına ait Thorthwaite su bilançosu

Çalışma alanı çevresindeki Tuzla ve Karataş istasyonlarının Thorthwaite iklim sınıflandırılmasına bakıldığında; Tuzla az nemli, kış mevsiminde su fazlası olan denizel iklim tipine girmektedir. Karataş ise yarı nemli, su noksanının yazın yaşandığı denizel iklim tipine girmektedir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Çalışma alanını temsil eden istasyonların Thorthwaite iklim sınıflandırması

İstasyon adı	İklim kodu	İklim tipi
Tuzla	$C_1B'_3S_2a'$	Kurak - az nemli, üçüncü dereceden mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan tam denizel şartların egemen olduğu iklim tipine girer.
Karataş	$C_2B'_4S_2b'_4$	Nemli - yarı nemli, dördüncü dereceden mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan denizel şartlara yakın iklim tipine girer.

Yağış: Her iki istasyonun konumları birbirine yakın olduğundan yağış özellikleri de benzer niteliktedir. Thorthwaite su bilançolarında olduğu gibi yağış rejimlerinde de önemli mevsimsel farklar görülmektedir. Her iki istasyonda da en fazla yağışın - Karataş istasyonu 403,4 mm, Tuzla istasyonu 394,6 mm - kış mevsiminde düştüğü görülmektedir. En az yağışın ise - Karataş istasyonu 20,3, Tuzla istasyonu 21,2 - yaz mevsiminde düştüğü görülmektedir. Her iki istasyonda da en fazla yağış aralık ayında düşerken, en az yağışın temmuz ayında düştüğü görülmektedir (Şekil 1.3).

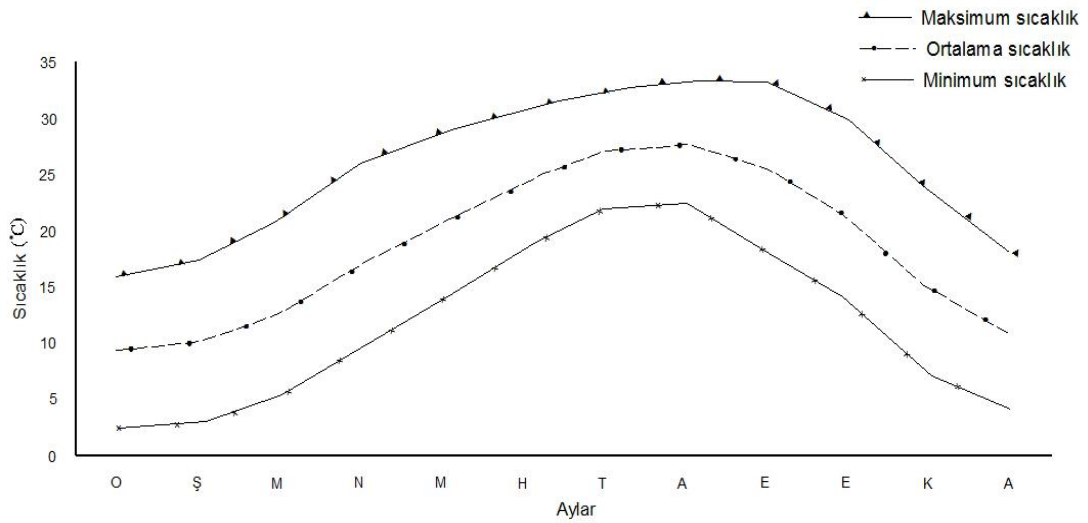


Şekil 1.3. İstasyonların ortalama toplam yağış değerlerinin aylık (a) ve mevsimsel (b) değişimi

İstasyonların toplam yağış miktarlarına bakıldığında Karataş istasyonu 781,1 mm değerinde iken Tuzla istasyonu 708,3 mm değerindedir. Aynı şekilde ortalama toplam yağışların aylara göre dağılımına bakıldığında birbirine paralel bir seyir içerisinde olduğu görülmektedir. Bu istasyonların yağış rejimine bakıldığında Doğu Akdeniz yağış rejimine sahip olduğu görülmektedir (Serteser, 1994: 22) (Şekil 1.3).

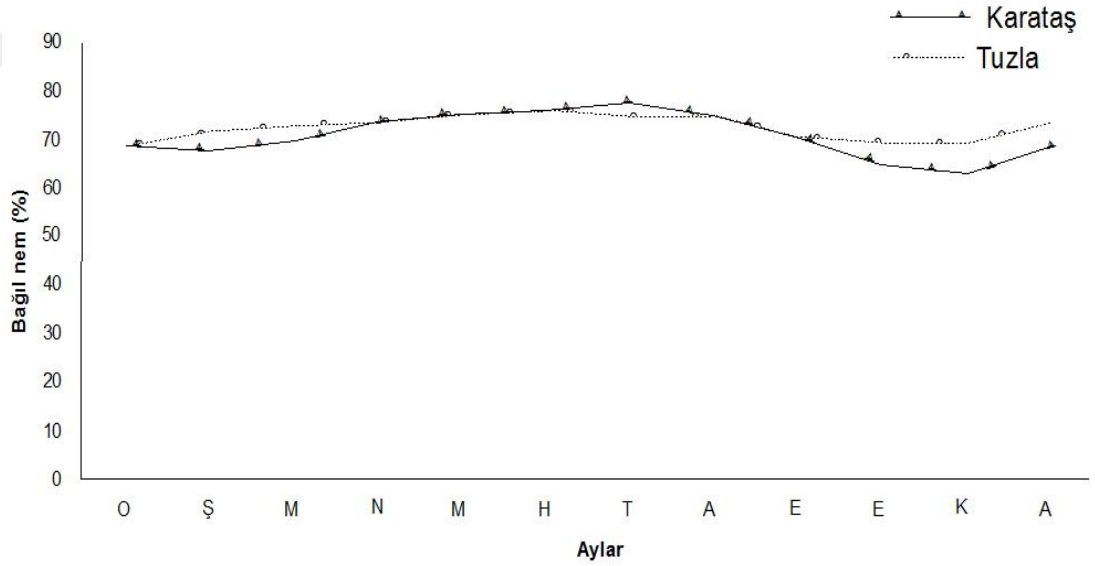
Sıcaklık: Tuzla ve Karataş istasyonlarının sıcaklık verileri değerlendirilmeye alınırken sıcaklık ortalamaları birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma sahasını temsil eden istasyonların ortalama (ortalama, ortalama maksimum ve ortalama minimum) sıcaklık değerlerine bakıldığında yıl içerisinde 0 °C' nin altına düşmediği görülmektedir. Ortalama minimum sıcaklık değerinin 2,5 °C ile en düşük olduğu ay ocak ve ortalama maksimum sıcaklık değerinin 33,2 °C ile en yüksek olduğu aylar ise ağustos ve eylül'dür. Böylece minimum ve maksimum sıcaklık değerleri açısından 30,7 °C' lik fark yaşanır. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında ortalama sıcaklığın en düşük olduğu ay 9,3 °C ile ocak iken, en yüksek olduğu ay ise 27,8 °C ile ağustos ayında yaşanmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık farkı yaklaşık 18 °C' dir. Yıllık ortalama sıcaklık değeri ise yaklaşık 18,5 °C' dir (Şekil 1. 4).

Bölgenin kuzeyini çeviren yüksek dağlar bölgeye kuzeyden gelen soğuk karakterli rüzgârları için adeta doğal bir bariyer oluşturur. Bu nedenle çalışma alanı aynı enlemdeki diğer bölgelere göre daha sıcaktır (Serteser, 1994: 20).



Şekil 1.4. Tuzla ve Karataş İstasyonlarından elde edilen ortalama, ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıkların aylara göre değişimi

Bağıl nem: Her iki istasyonun bağıl nem değerlerine bakıldığında büyük bir benzerlik görülmektedir. Yıl içerisinde her iki istasyonda da bağıl nem oranları ortalama olarak % 60' dan fazla olduğu görülmektedir. Bu durum alanın denizel etkilere doğrudan maruz kalmasının bir sonucudur. Çalışma alanının Torthwaite su bilançosu grafikleri incelendiğinde; Tuzla ve Karataş' ın nemli özelliklere sahip denizel iklim tipi özelliğinde olduğu görülmektedir (Şekil 1.2). Her iki istasyonun ortalama bağıl nem oranı % 71 civarındadır. Bağıl nem oranı yazın sıcaklığın artmasına bağlı olarak buharlaşmayla yüksek seviyeye ulaşırken kış aylarında bu oran düşmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. İstasyonların bağıl nem oranının aylık değişimi

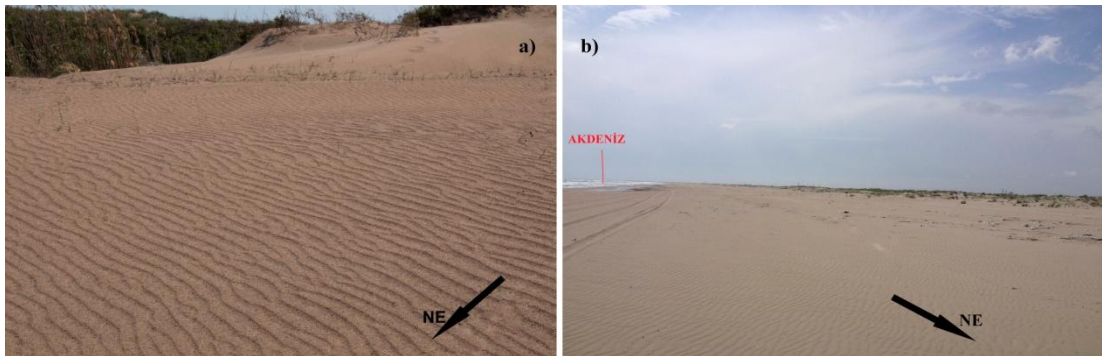
Basınç ve Rüzgâr: Çalışma alanındaki kıyı çökelleri rüzgâr hareketlerinden büyük oranda etkilenebileceği beklenildiğinden alanı temsil eden istasyonların rüzgâr özellikleri büyük bir önem teşkil etmektedir. Bu nedenle istasyonların rüzgâr özelliklerinin uzun dönem ortalamaları ve su noksanlığının olduğu deflasyon döneminin uzun yıllar ortalaması ayrı ayrı incelenmiştir.

Akdeniz Havzası' nın kompleks ortamı; deniz, kara ve kıyı ovaları arasındaki etkileşimden kaynaklanan birçok rüzgâr sistemlerini de beraberinde getirmektedir (Harding vd., 2009: 77). Akdeniz bölgesinde hâkim rüzgâr yönünü kara ve denizlerin yazın ve kışın farklı basınç merkezlerinin etkilerine sahip olması etkilemektedir. Bölgede hâkim rüzgârları genellikle kuzey - güney sektörlü rüzgârlar oluşturmaktadır. Mevsimlere göre yazın karalar termal alçak basınç, denizler ise

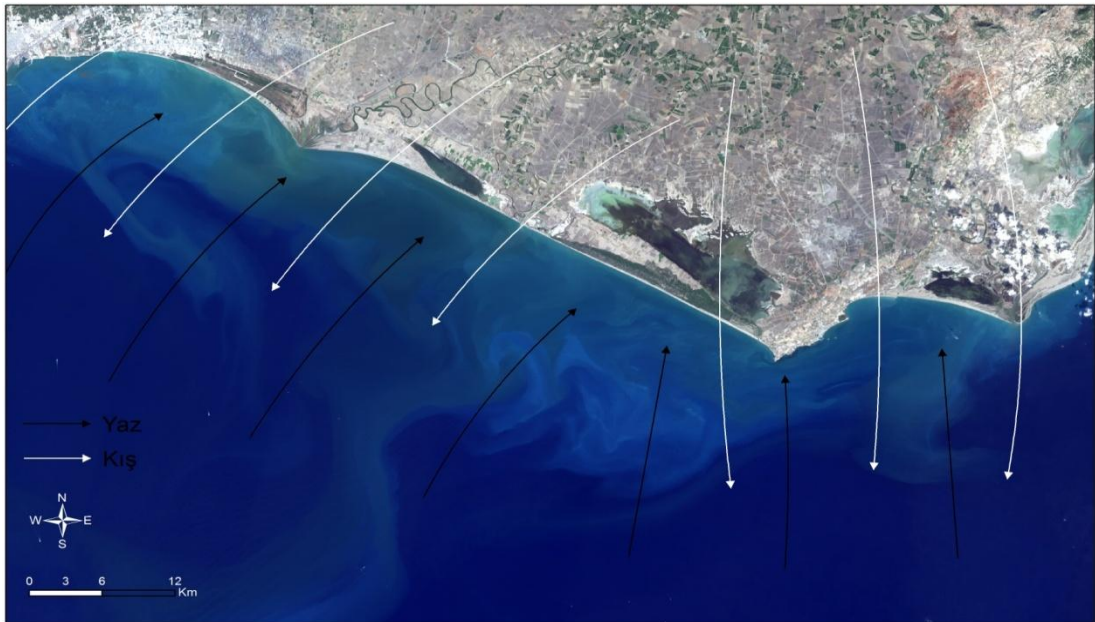
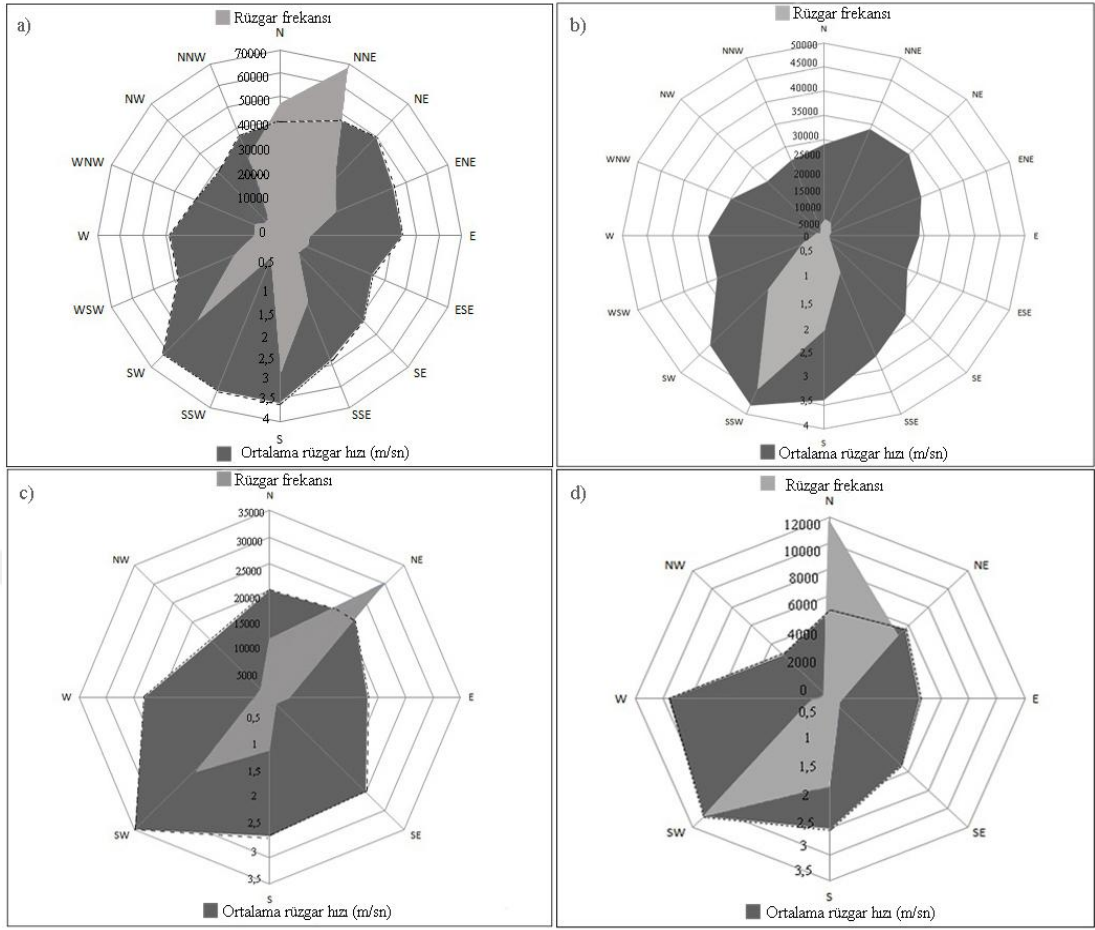
termal yüksek basınç alanı durumunda iken, kışın bu durumun tam tersi yaşanmaktadır. Buna bağlı olarak da kışın kuzey sektörlü rüzgarlar hâkim iken yazın ise güneyden, yani denizden karaya doğru esen rüzgarlar daha belirgin hale gelirler (Serteser, 1994: 25) (Şekil 1.8).

Karataş istasyonunun uzun yıllar hâkim rüzgâr yönünü NNE yönlü rüzgârlar oluşturmaktadır. Daha sonra SSW ve SW yönlü deniz üzerinden gelen rüzgârlar oluşturmaktadır. E ve W yönlü rüzgârların esiş frekansı diğer yönlere göre oldukça sınırlıdır. Ortalama rüzgâr hızına bakıldığında SW ve S yönlü rüzgârlar en hızlı rüzgârları oluşturmaktadır. Yine ortalama rüzgâr hızının en düşük olduğu yönü E ve W yönleri oluşturmaktadır. Tuzla istasyonunun uzun yıllar hâkim yönünü NE ve SW yönleri oluşturmaktadır. Yine burada da E ve W yönlerinden esiş sıklığı en düşük seviyelerdedir. Ortalama rüzgâr hızının en yüksek olduğu yön SW iken en az olduğu yön NW' dir (Şekil 1.7).

Thorthwaite su bilançosuna göre (Şekil 1.2); alanda deflasyon dönemine denk gelen haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları hesaba katılarak üretilen rüzgar diyagramlarına bakıldığında; Karataş istasyonunun hakim rüzgar yönünü deniz üzerinden gelen SSW yönlü rüzgarların oluşturduğu görülmektedir. Ortalama rüzgar hızına bakıldığında en hızlı rüzgarların yine SSW yönünden estiği görülmektedir. Tuzla istasyonuna bakıldığında deflasyon döneminde N ve SW yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü oluşturmaktadır. Ortalama rüzgâr hızının en yoğun olduğu yönlerin de S ve SW yönlü rüzgârlar olduğu görülmektedir. Her iki istasyonda deflasyon dönemlerinde hakim rüzgar yönünün ve ortalama rüzgar hızının en fazla olduğu yönleri SW ve SSW yönlü rüzgarlar oluşturmaktadır (Şekil 1.6 ve 1.7).



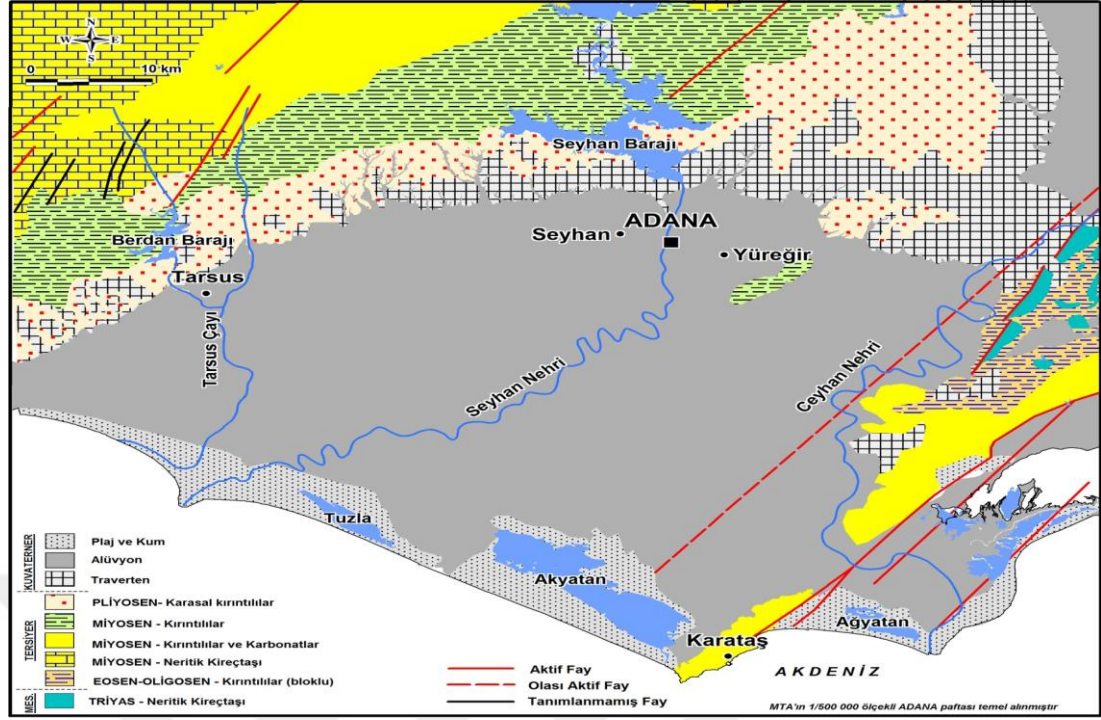
Şekil 1.6. Yaz mevsiminde SW yönlü hâkim rüzgârların kıyı kumulları (a) ve plaj çökelleri (b) üzerinde NE yönünde oluşturduğu ripplemark (çekim tarihi: 22.08.2013)



1.1.2. Seyhan Deltası ve Çevresinin Jeolojik Özellikleri

Seyhan Deltası' nın oluşumunda içerisinde yer aldığı Çukurova' nın ve çevresinin jeolojik özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu kısımda Çukurova ve çevresinin genel jeolojik özellikleri ile araştırma sahasını oluşturan Seyhan Deltası' nın genel jeolojik özellikleri birlikte ele alınacaktır.

Çukurova çevresinde en geniş sahaları Miyosen arazileri kaplamaktadır. Miyosen formasyonları ovanın kuzeyini boydan boya çevrelemektedir. Bölgede Miyosen genellikle Alt ve Orta Miyosen olarak ayrılmıştır. Bölgede Alt Miyosen tabakaları Kretase veya Paleozoyik üzerine diskordant olarak oturmaktadır. Alt Miyosen formasyonları konglomeralarla başlamakta olup tabaka kalınlıkları 300 - 400 metre arasındadır. Orta Miyosen aflörmanları da ova çevresinde yaygın şekilde görülmektedir. Bu formasyonların kalınlığı bazı bölgelerde 500 ile 700 metreye kadar erişmektedir. Miyosen formasyonlarının yüzlerce metre kalınlıkta ve aynı fasiyeste olmaları, bu bölgenin devamlı bir şekilde çöktüğünü göstermektedir. Pliyosen arazileri ise genellikle ovanın kuzeyinde görülmekte olup bütünüyle karasal kökenli konglomeralardan oluşmakta ve kalınlıkları da 700 - 800 metre arasında değişmektedir. Pliyosen formasyonlarında hâkim konglomeraların yanı sıra bazı sahalarda kumtaşı, kumlar ve miller de bulunur. Konglomeraya ait iri çakıllar bölge civarındaki Paleozoyik, Kretase, Miyosen alanlarına aittir. Bu formasyonlarda iri çakılların görülmesi bunların birikiminde tektonik yükselme olayı kadar bu çakılları taşıyacak sel tipi yağışların etkisini de göstermektedir. Pliyosen formasyonları Toros Dağları Orojenezi' nden sonraki aşınma evresinde yüksek enerjiye sahip akarsuların taşıdığı unsurların birikmesiyle oluşmuştur. Pleyistosen' de meydana gelen blok hareketler, bu dönemde oluşan formasyonların ovanın güneyine doğru meyilleşmesine sebep olmuştur. Bu kırıntılı birimler yükseldikçe aşınma alanlarına dönüşmüş, gevşek çimentolaşma özellikleri nedeniyle güneyde derinleşen havzaya bol miktarda sediman taşınmasına neden olmuştur (Göney, 1976: 6 - 8; Öner v.d., 2005: 84). Toros Dağları' nın eteklerinde alüvyonlar üzerinde birkaç cm ile birkaç m arasında değişen Pleyistosen yaşlı traverten örtüsü yer almaktadır. Toros Dağları' nda yağışın ve sıcaklığın fazla olduğu devrelerde yamaçtan aşağı inen ve içinde eriyik halde $CaCO_3$ taşıyan akarsular, eğimin azaldığı yerlerde buharlaşmayla $CaCO_3$ ' i buralara bırakarak travertenleri oluşturmuşlardır (Göney, 1976: 8) (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Çukurova ve çevresinin jeolojisi haritası

Seyhan Deltası çevresindeki birimler Neotokton örtü kayaları adı altında toplanıp Miyosen - Güncel yaş aralığındaki birimlerden oluşmaktadır. Çalışma sahası çevresinde Neotokton örtü kayaları içerisindeki en yaşlı birimi Erken - Orta Miyosen yaşlı Karataş formasyonu oluşturmaktadır. Pliyosen sonlarında Çukurova'nın karasal hale geçmesiyle çalışma alanında paleosolik kalış (kolon horizonu) ve sert kalış oluşmuştur. Holosen'de bölgede akarsuların gelişmesiyle delta çökelleri ve kıyıda kumullar çökelmiştir (Ulu, 2009: 1).

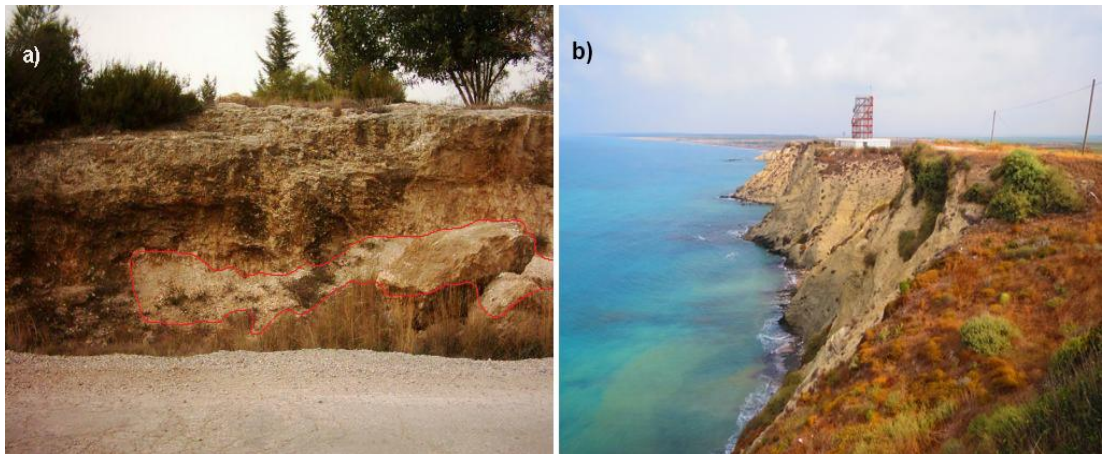
Karataş formasyonu (Tmk); çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kiltaşından oluşan türbidit özellikleri gösteren bir birimdir. Misis grubu içerisinde yer alan bu formasyon, Misis tektonik yükselişiyle Çukurova'yı Adana ve İskenderun Havzaları olmak üzere iki alt havzaya ayırmıştır. Birim içinde yer alan çakıltaşı ve kumtaşı gibi kaba kırıntılı birimler, karbonat çimentoyla sıkı - çok sıkı tutturulmuş, orta - iyi yuvarlaklaşmıştır. Formasyonun üstünde Kuvaterner birimleri uyumsuz olarak örtülür. Birimin tip kesit yerlerindeki kalınlığı ise 2000 metre kadardır. Birimin içerisinden çıkan *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinella obesa*, *Globigerinodites sicana*, *Orbulina universa*, *Cibicides sp.*, *Uvigerina sp.*, *Robulus sp.* fosillerine göre birimin yaşı Erken - Orta Miyosen olarak saptanmıştır. Sığ deniz oluşuklar ile kıyı plastikleri ve karbonatları; yersel deniz yüzeyi oynamalarını ve geçici kıyı çizgisinin göçünü gösterir (Ulu, 2009: 4) (Şekil 1.10 - b).

Kaliş (Qk); çalışma sahasının çevresinde iki türlü kaliş bulunmaktadır. Bunlar: Paleosolik kaliş (kolon horizonu) ve sert kaliştir. Paleosolik kaliş pedolojik kökenli olup sert kalişin altında yer alır. Siltaşı - kilitaşı yüzeyinde iyi gelişim gösterirler. En fazla 10 cm çapında, birkaç metre uzunluğunda, dik ve dike yakın, yukarıdan aşağı doğru göreceli olarak kireç oranı azalan sütunlardan oluşur. Sert kalişin kökeni de pedolojiktir. Oluşum sırasında Akdeniz kırmızı toprağındaki karbonatın bünyeden atılması sonucu kalsitin genellikle paleosolik kaliş ile Akdeniz kırmızı toprakları arasında, zamanla yoğunlaşması sonucu sert kaliş horizonu oluşur. Yani, Akdeniz kırmızı toprağının ilk oluşum evresi olan paleosolik kalişin üst bölümlerinin tamamen kalsite doymun hale gelmesi sonucu sert kaliş oluşur ve alt kesimlere doğru paleosolik kalişin oluşumu devam eder. Yaklaşık 0.1 - 3 metre kalınlıkta ve oluştuğı yüzeyin morfolojisine uyumluluk gösteren sert kaliş % 85 civarında CaCO_3 ' ten oluşur (Ulu, 2009: 6) (Şekil 1.10 - a).

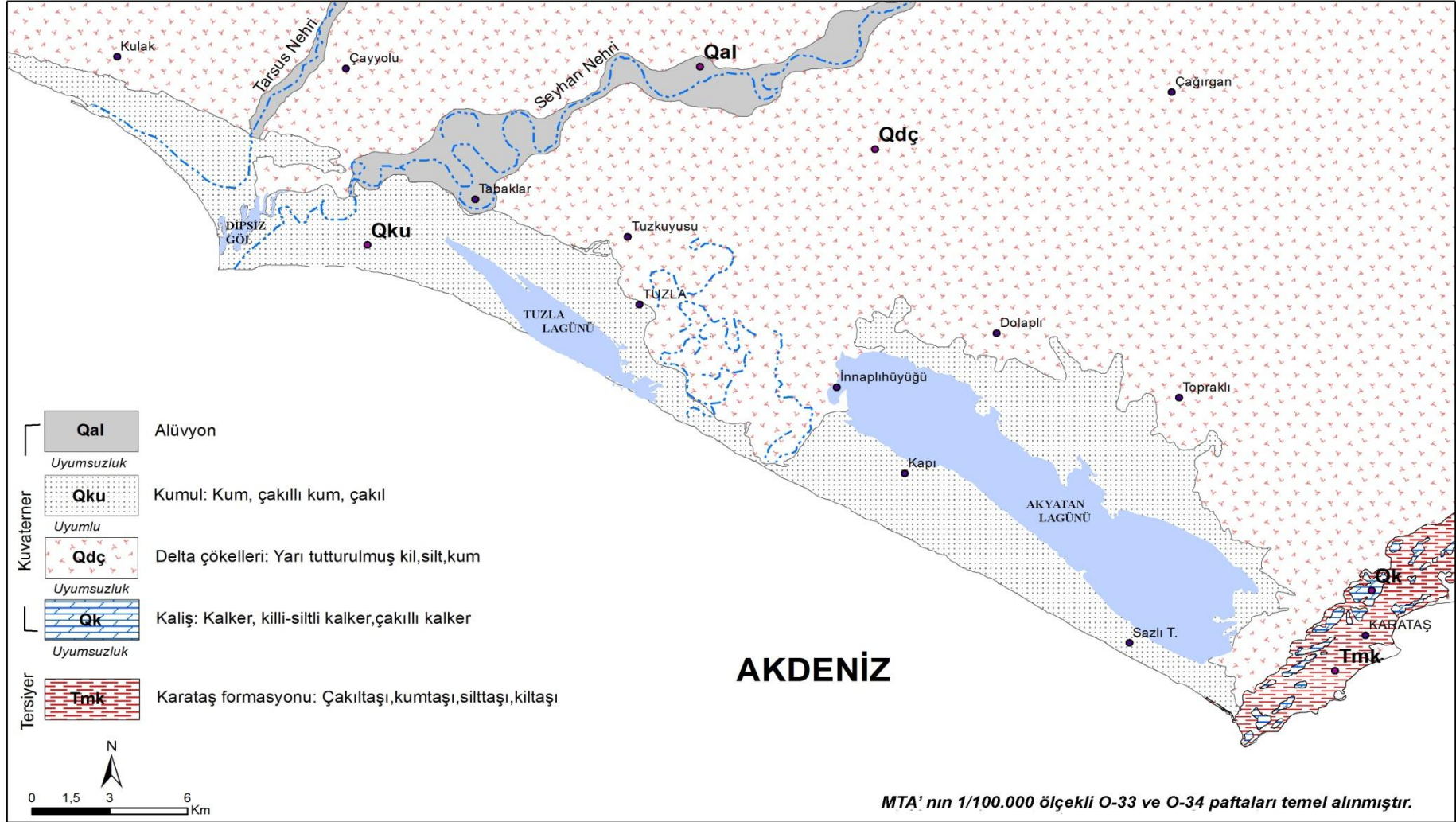
Delta çökelleri (Qdç); Siciliyen sonlarında meydana gelen çöküntü alanlarının, daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen malzemelerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiştir. Delta çökelleri yarı tutturulmuş kil, silt ve kumdan oluşmaktadır (Ulu, 2009: 6).

Kumul (Qku); kumlardan alınan örneklerin ağır mineral analizlerinde içlerinde bulunan minerallere göre kumulların kaynak alanının miyosen öncesi yaşlı metamorfik, magmatit, ofiyolit kayaçlar ile Neojen ve daha genç birimlerden türediğı söylenebilir. Genellikle ofiyolitlerden türeyen mineraller egemendir (Ulu, 2009: 6).

Alüvyon (Qal); taşkın ovalarında ve taban arazilerinde yüzeylemektedir.



Şekil 1.10. Kuvaterner Kaliş oluşumları (a) ve Erken - Orta Miyosen Karataş Formasyonu, Karataş Burnu (b)



Şekil 1.11. Seyhan Deltası ve çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası

1.1.3. Seyhan Deltası ve Çevresinin Jeolojik – Jeomorfolojik Evrimi ve Seyhan Deltası' nın Jeomorfolojik Özellikleri

Seyhan Deltası ve Çevresinin Jeolojik – Jeomorfolojik Evrimi: Bu kısımda Çukurova ve içerisinde yer alan Seyhan Deltası' nın Alt - Orta Miyosen' den Holosen' e kadar geçen süredeki jeolojik ve jeomorfolojik evrimi ile ilgili çalışmaların genel bir derlemesi yapılarak aktarılmıştır. Bu amaçla, önceki çalışmalara ait haritalar ve şekiller üzerinde düzenleme yapılarak sahanın evrimi daha detaylı ve açıklayıcı bir biçimde ortaya konmaya çalışılmıştır.

Erol (1997) Çukurova' nın evrimini, Anadolu' da neotektoniğin başladığı dönem olan Alt - Orta Miyosen' den (Şengör, 1980: 12) başlatmaktadır. Buna göre, Çukurova' yı çevreleyen Bolkar, Aladağ, Engizek, Amanos Dağları' nın doruk bölümlerinde Miyosen' den daha yaşlı temel formasyonları üzerinde aşınım yüzeyi gözlemlenmektedir. Bugün tektonik nedenlerle faylanıp basamaklanmış ve 2000 metrelere yükselmiş olmalarına rağmen bu alanlarda görülen genellikle yassı bir rölyeftir. Orta Miyosen formasyonlarının Bolkar Dağı, Aladağ, Elmadağ, Engizek ve Amanos doruklarının çevresini kuşatan bir yayılım gösterdiği gözlenmektedir. Söz konusu doruk bölümlerinin Orta Miyosen transgresyonu maksimum limitinin bu yüksek dağ bloklarının çevresini kuşatacak şekilde geliştiği ve o bloklar üzerindeki karasal Orta Miyosen öncesi reliefin fazla sarp olmayan, yassı bir görünüme sahip bulunduğu sonucu ortaya çıkabilir. Toroslar üzerinde Alt - Orta Miyosen formasyonlarının jeolojik haritalardaki yayılım alanında (Şekil 1.9), bu transgresyonun en yüksek zamanında özellikle Karaisalı' nın doğusunda oldukça yaygın bir kireçtaşı birikimi olduğu görülmektedir. Jeolojik - Jeomorfolojik prensiplere göre bu yüzey büyük bir olasılıkla maksimum yüksekliğe eriştikten sonra geri çekilmeye başlayan Orta Miyosen denizi tortullarının, çoğunlukla kireçtaşının yüzeyidir. Yapılan çalışmalara göre; sözü edilen kireçtaşı katmanlarının tektonik nedenlerle geniş bir kubbe şeklinde yükseldiği ve GB - KD yönlü fay çizgileri ile kesildiği görülmüştür. Çukurova' da Orta Miyosen deniz kıyısı, Karaisalı' nın kuzeyi, Gildirli, Köpekli, Meydan Köyü boyunca uzanır ve onun kuzeyinde Mesozoyik ve öncesine ait temel araziler bulunur. Ayrıca Erol (1991: 105)' un yaptığı çalışmaya göre Amanoslar' da Orta Miyosen' e ait aşınım yüzeyi 2240 m yükseklikte bulunmaktadır. Orta/Üst Miyosen arasında Çukurova' daki deniz kıyısı

tektonik hareketler nedeniyle Tarsus - Kuzgun - Çatalan çizgisine kaymış ve burada Tortoniyen - Messiniyen yaşlı genellikle kırıntılı materyalden oluşan formasyonlar çökmeye başlamıştır. Bu kıyı çizgisinin kuzeyinde kalan kısımda bir kıyı ovası, daha kuzeydeki kısımda ise genellikle pedimentlerden oluşan bir relief oluşmuş, daha kuzeyde ise eski reliefin yarılması ile oldukça engebeli bir topoğrafya gelişmiştir. Miyosen' in sonunda Toroslar tamamen su üstüne çıkmış, bununla Toros dağlarının orojenik oluşumu sona ermiştir (Ketin, 1966: 29).

Pliyosen' de Çukurova' nın alçalması ve çevresindeki dağların yükselmesi sürmüştür, böylece Toroslar, Amanoslar ve Misis dağlık kütlesi epirojenik hareketlerle bütünü ile yükselmeye devam etmiştir (Blumenthal, 1941:79). Pliyosen' de kıyı çizgisi bugünkü Seyhan Barajı' nın güneyindeki bir şeride kaymış ve burada Handere Formasyonu' nun tortulları çökmeye başlamıştır. Seyhan Barajı' nın kıyılarında, Pliyosen sonlarında bu denizin tortulları da oldukça fazla eğimler kazanmıştır (Erol, 1997: 133). Ovaya doğru gençleşen birimlerin sediman özellikleri, oluştukları zamanların paleocoğrafyasına da ışık tutmaktadır. Örneğin dağ eteğindeki Neojen birimlerinin genellikle iri çakıllı olması bunların birikiminde hızlı tektonik yükselme olayları kadar, bu çakılları taşıyacak sel tipi yağışların etkisini de göstermektedir. Bu kırıntılı birimler daha sonra yükselince aşınma alanlarına dönüşmüş, kolay dağılabilmeleri nedeniyle güneyde derinleşen havzaya daha bol sediman taşınmasını sağlamıştır. Özellikle Pliyosen' e ait birikintilerin killi dolgusu (matriks) ve bol karbonat konkresyonları (kaliş) içermesi, bu dönemde bugünkünden daha belirgin yağışlı ve kurak mevsimleri olan, yarı kurak bir iklim tipini göstermektedir (Erol, 1988: 11).

Torosların Neotektonik dönemdeki hızlı yükselimi sırasında, Toros Dağları ile Kıbrıs Adası arasından Çukurova' ya sokulan geniş yapısal çukurluk daha da çökmüş, bunun büyük bir bölümü Akdeniz' in suları altında derinleşirken, KD kesimi alüvyonlarla dolarak Çukurova şekillenmiştir (Erol, 1997: 132). Ancak bu oluşum, uzun jeolojik çağlar boyunca zaman zaman hızlanan, zaman zaman duraklayan bir gelişme ile sürmüştür. Hızlı yükselme dönemlerinde Toroslar' dan aşınan materyal, dağ eteğinde derinleşen havzada birikmiş, bir sonraki hızlı yükselme döneminde havza kenarı da yükseldiği için önceki genç birimler yeni aşınma alanlarına katılmıştır (Erol, 2003: 61).

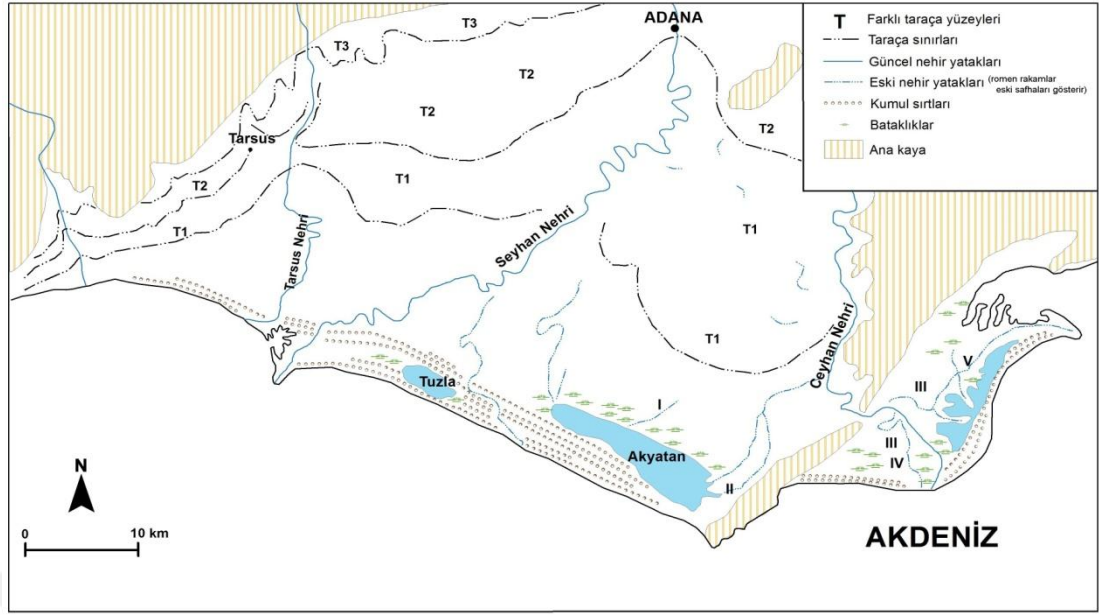
Pliyosen' den Kuvaterner' e geçişte önemli ortamsal değişimler meydana gelmiştir. Muhtemelen en alt Pleyistosen' de akarsuların etkin olduğu dönemi izleyen bir evrede hemen hemen yatay bir aşınım yüzeyi üzerine en az 3 - 5 metre kalınlıkta yatay tabakalı kırmızı topraklar içerisinde ilk kalışlar oluşmuş ve zamanla kalınlaşıp sertleşmiştir. Çukurova' nın Kuvaterner' deki şekillenmesinde de önceleri olduğu gibi gerideki dağlık alanda yükselmelerin, Akdeniz tarafında çökmelerin devam ettiği bilinmektedir (Öner vd., 2005: 84). Pliyosen ve Erken Pleyistosen' in sıcak iklim dönemlerinde kuvvetli sağanak yağışların etkisi altında, gerideki Toros Dağları kuşağında daha önce oluşmuş Geç Miyosen - Erken Pliyosen' e ait aşınım yüzeyleri üzerindeki eski karasal dolgular şiddetle aşınarak Çukurova' daki Pleyistosen sekileri üzerinde birikmiştir. Biriken dolguların üst katmanlarında güçlü bir buharlaşmanın etkisiyle kalış katmanları oluşmuştur (Erol, 2003: 61). Öner ve diğ. (2005: 84)' nin Seyhan Deltası yakınında yapmış olduğu sondajlarda eski birikinti konilerinin üzeri, daha yeni, ince taneli taşkın sedimanları ile örtülmüş olduğu tespitine varılmıştır. Buna göre Seyhan Deltası' nın Kuvaterner' deki şekillenmesinde de önceden olduğu gibi gerideki dağlık kütlelerde yükselmenin, Akdeniz tarafında da çökmenin devam ettiği anlaşılmaktadır. Pleyistosen' de oluşmuş eski delta tabanları bir taraftan tektonik hareketlerle kuzeydeki dağların yükselmesi, öte yandan tektonik - östatik deniz düzeyi değişimleri ile kıyı çizgisinin güneye çekilmesi sonucu, günümüzde 20 - 80 m yükseklikte akarsularla yarılmış sekiler haline dönüşmüştür. Pleyistosen' e ait birikimin Seyhan Deltası civarında Tarsus Ovası altındaki kalınlığı 40 ile 135 m aralığında değişmektedir (Öner v.d., 2002: 1239).

Erinç (1953) Pleyistosen' de meydana gelmiş oluşumları - eskiden yeniye doğru - T_3 , T_2 ve T_1 olmak üzere Çukurova' yı 3 taraçaya ayırmıştır. Çukurova' da en yüksek alüvyal taraça 50 - 60 metre irtifadaki üst (T_3) taraçadır. Bu taraça daha fazla eğimli ve daha fazla yarıлма derecesiyle orta taraçadan kolaylıkla ayrılır. Orta taraça (T_2) ise 20 - 25 metre arasındaki yükseltiyi kapsar. Tarsus' un batısında dar bir şerit halinde uzanmaktadır. Tarsus ve Koson nehirleri orta taraçada, alt taraçaya nazaran daha fazla gömülmüşlerdir. Orta taraça içerisinde 1938 yılında yapılan sondaja göre zeminden 6 metreye kadar olan kısım killi balçıklardan, 6 - 21 metre derinlikteki kısım ince ve iri kumlardan (flüvyal) meydana geldiğini ve bunların da altında kuvvetle çimentolaşmış konglomeralar tespit edilmiştir. Alt taraça (T_1) ise 10

- 15 metre arasındaki yükseltiyi kapsamakta olup ovanın doğusuna doğru genişlemektedir. Alt taraçanın güncel delta ile sınırını zonlaşmış toprakları oluşturmaktadır. Çukurova' da meydana gelen 3 taraçanın tamamı (üst, orta ve alt) Pleyistosen' in interglasal dönemlerinde meydana geldiği ileri sürülmektedir (Erinç, 1953: 156-159) (Şekil 1.12).

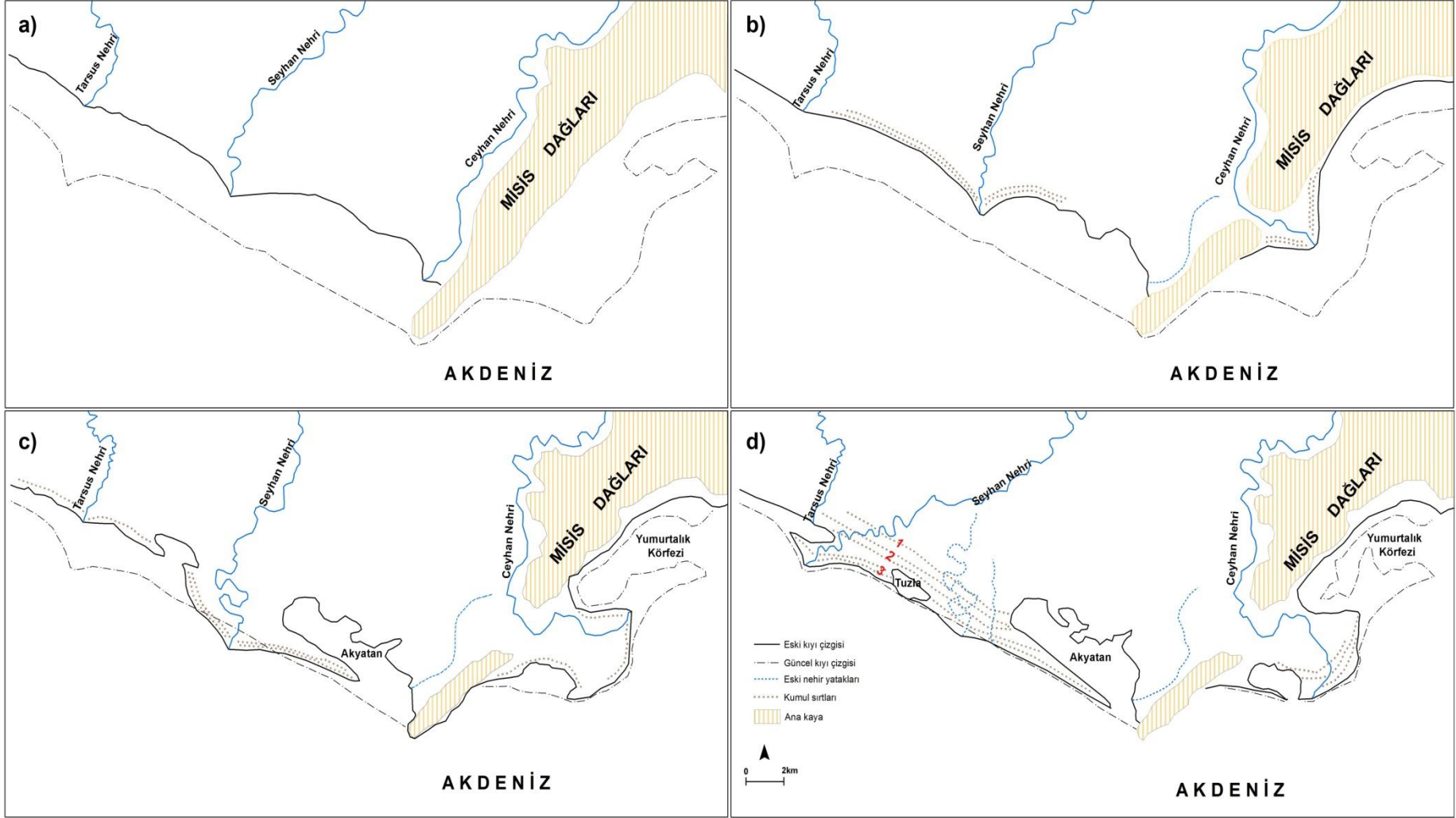
Çukurova' nın en yeni alüvyal düzlüklerinin bugünkü deniz kıyısına yakın bölümleri, Holosen ortalarından (Klimatik Optimum'dan), yani günümüzden önce 6000 - 5000 yıldan bugüne kadar gelişmiş birkaç dizi kıyı kumulu ve onun deniz kenarındaki kumsallarından oluşmaktadır (Evans, 1971: 392). Erinç (1953). Flandriyen transgresyonu ile günümüze kadar devam eden alanı "güncel delta" olarak belirtilmiştir. Çukurova Deltası' nın en yeni kısmını sahadaki zonlaşmış toprakların ve eski höyüklerin harici sınırı oluşturur. Nitekim bu yeni kısımda toprağın henüz zonlaşmadığı görülür. Bu durum şüphesiz, aradan geçen zamanın nispeten kısa olması ile ilgili olmalıdır ve bu kesimde eğim oldukça azdır (% 0,5). Yükselti ise hiçbir yerde 5 - 6 metreyi aşmaz. Buna göre bu yeni kısmın oluşmaya başlaması Flandriyen transgresyonuyla aynı zamana denk gelmektedir (Erinç, 1953: 152,153). Öner ve diğ. (2002: 1241)' nin Tarsus Ovası civarında yaptığı sondaj verilerine göre ise Holosen (Flandriyen) transgresyonu Karabucak Ormanı ve Aliefendioğlu Köyü' nün kuzeyine sokulmamıştır. Çünkü bu alanların kuzeyinde bugünkü deniz seviyesinin altına kadar inilmesine rağmen denizel sedimanlara rastlanmamıştır (Şekil 1.12).

Holosen transgresyonu sonlarında deniz seviyesinin yükselmesinin yavaşlayıp durmasıyla birlikte akarsuların taşıdığı alüvyonlarla denizi doldurma süreci hızlanmıştır. Bu ilk aşamada alüvyonların denizin dibini oldukça hızlı bir şekilde doldurması beklenir. Çünkü kıyı bölümü oldukça sığdır. Ancak uzun süre Seyhan Nehri'nin günümüzde olduğu gibi batıya akış göstermemesi gerekir (Öner vd., 2002: 1242).



Şekil 1.12. Çukurova' nın morfolojik haritası (Erinç, 1953' ten değiştirilerek)

Bugünkü güncel ova; Tarsus, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin eseridir. Eğer bu güncel delta şeridinin genişliği ile daha eski Üst Miyosen - Pliyosen birikim alanlarının yüzölçümleri karşılaştırılırsa bugünkü akarsu deltalarının çok daha büyük ve geniş olduğu anlaşılmaktadır (Erol, 1997: 133). Seyhan Nehri' nin en eski yatak izleri Tuzla Lagünü doğusunda görülmektedir. Seyhan Nehri' nin burada aktığı zamanda kıyı çizgisinin günümüz kıyı çizgisinden 3 km daha ileride olabileceği düşünülmektedir (Evans vd., 1995: 130; Gedik, 1977: 41). Bunu destekleyen en önemli kanıt ise Seyhan Nehri' nin bu alanda aktığı sırada oluşturduğu 2 nolu kumul sırtlarının gidiş yönüdür (Şekil 1.13 – c, d). Seyhan Nehri' nin bu alana aktığı zamanda taşımış olduğu sedimanlar o andaki dalgalar ve rüzgar etkisiyle deltanın iki yanına yaklaşık simetrik bir şekilde karaya doğru konkav bir şekilde dağıtılmış ve sıralar halinde kum tepciklerini oluşturmuşlardır. Daha sonra Seyhan Nehri batıya doğru yatak değiştirmiş ve günümüzde akığı bölgeye gelmiştir (Şekil 1.13 - c). Bu sırada daha önceki kıyı çizgisine ait kum tepelerini keserek denize doğru ilerlemiştir. Daha önceden oluşmuş deltaya ait eski kum tepeleri ve delta çıkıntısı nehirden gelen malzemenin durması nedeniyle dalga ve rüzgar etkisinde yeni kıyı çizgisinin şekline göre düzenlenmiş, malzemeler kıyı boyunca taşınıp kumulların rüzgar etkisiyle kıyıyı şekillendirmesi sonucu çeşitli lagün gölleri oluşmuştur (Gürbüz, 1997: 180; Gürbüz, 2003: 80). Bu lagünlerden biri de hala varlığını sürdüren Tuzla Lagünü' dür (Şekil 1.13-d).



Şekil 1.13. Seyhan, Ceyhan, Tarsus nehirlerinin ve deltalarının hipotetik evrimi (Gürbüz, 1999' dan değiştirilerek)

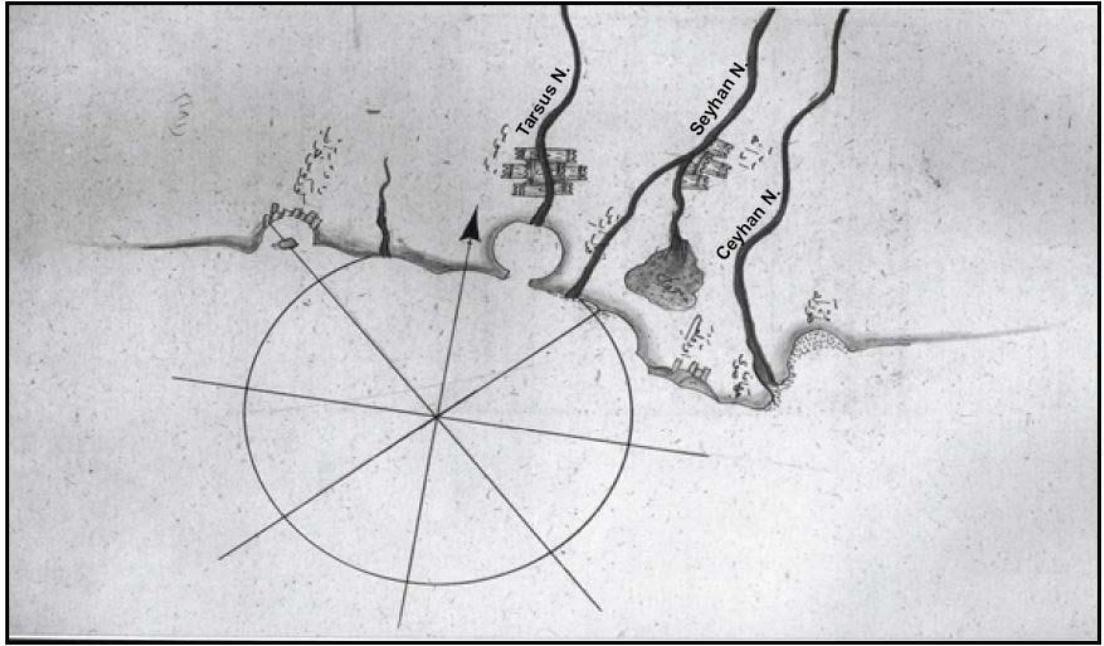
DSİ' nin farklı yıllarda 300 metre derinliğe kadar ulaştığı 17 adet sondaj verilerinin korelasyonu yapılarak Seyhan Deltası' nda nehirlerin yatay yönde hareketleri yorumlanmıştır. Buna göre 300 metrelik sedimantasyon süresince nehir yatağı bu bölgedeydi. Eski Seyhan Nehri yatağı kıyılarında kırmızımsı kahverengi taşkın toprak çamurlarının görülmesi eski Seyhan Deltası' nın günümüzdekinden daha güneyde olduğunu göstermektedir. Yine güncel kıyı çizgisi üzerinde taşkın ovasına ait çamurların varlığı eski deltanın erozyona uğradığını göstermektedir (Gürbüz, 1999: 220).

Strabon' un "Geographika" adlı eserinde Tarsus (Berdan) Nehri' nin Tarsus Şehri içinden geçtiği ve güneyde bulunan bir lagün gölüne (Rhegma) aktığı belirtilmektedir (Strabon, 2012: 261)². Rhegma Lagünü şu anda kurutulmuş olan ve Tarsus' un hemen güneyinde büyük bir alanı kaplayan bir bataklık (Aynaz Bataklığı) olarak 1960' lı yıllarda yapılmış olan topoğrafik haritalarda görülmektedir. Berdan Nehri' nin denize döküldüğü alanın hemen kuzeyinde su birikintileri ve bataklık olan alanlar bulunmaktadır. Bunların bir kısmı kurutulmuştur. Lagün gölünün oluşumundan önce bahsedilen alanın denizle kaplı olduğu, daha sonra Seyhan Nehri' nin yatağının batıya kayması ile bu alanda bir lagün gölünün oluşması söz konusudur. Hatta lagün gölünün batı kesiminin uzun bir süre denizle bağlantısının olması gereklidir. Piri Reis; bu lagün gölü yoluyla Tarsus' a teknelerin geçebildiğini belirtmiştir. M.Ö. 41 yılında Mısır Kraliçesi Kleopatra' nın da bu yolu kullanarak Tarsus' a gemileriyle geldiği tarihsel kayıtlarda belirtilmektedir. Daha sonra lagün gölü Seyhan Nehri' nin getirdiği sedimanların kıyıya paralel şekilde dağılması ile bu gölün denizle bağlantısı kesilmiş olmalıdır. Bunu izleyen dönemde; lagün gölü Berdan ile Seyhan Nehri' nin getirdiği malzemelerle çok kısa sürede doldurulmuştur (Gürbüz, 2003: 81).

Ulutaş (2008: 2211)' ın tarihsel kayanıklara dayalı olarak yaptığı araştırmalara göre Rhegma Gölü' nün tam olarak kapandığı yıllar hakkında net bir tarihsel veriye ulaşılmamıştır. 19. yüzyılın başlarında, Tarsus ve çevresini ziyaret eden İngiliz Denizci Amiral Sir Francis Beaufort' un hesap ve tahminlerine göre

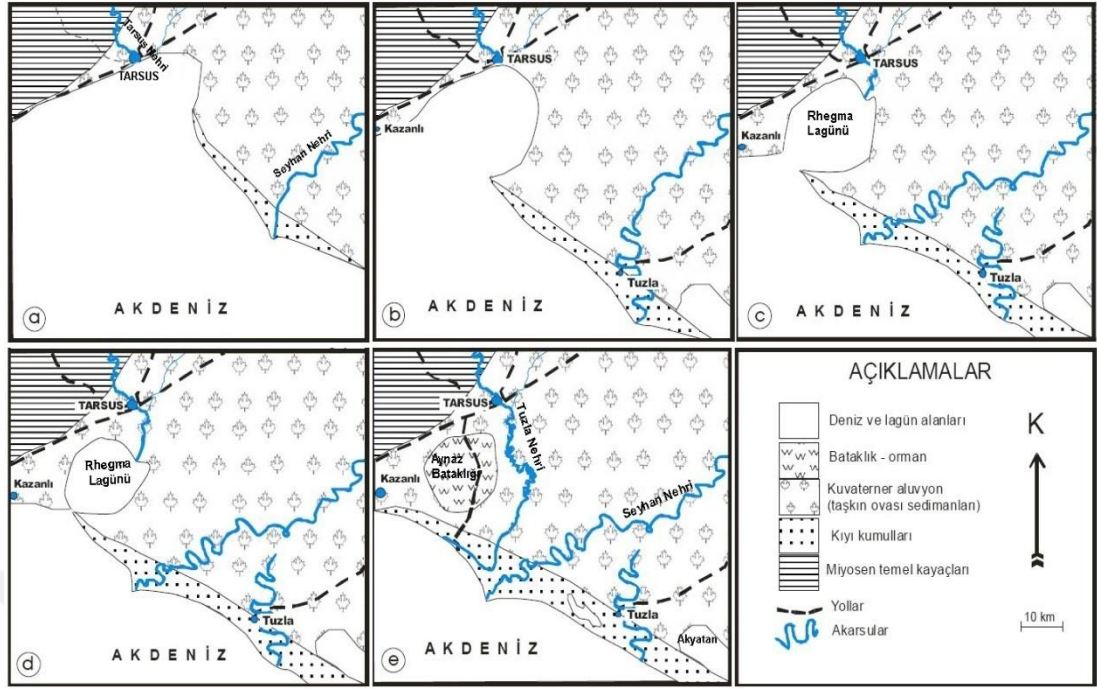
² Kydnos' un döküldüğü Rhegma Gölü içinde silah depoları bulunan göl şeklinde bir yerdir ve bunun içine kaynakları Tarsos' un kuzeyinde bulunan ve Tarsos' un ortasından akan Kydnos Irmağı dökülür. Göl aynı zamanda Tarsos' un donanma üssüdür.

nehir yatağının değişmesi ve Rhegma Gölü' nün bataklık haline gelmesiyle şehir 1810 yılında bugünkü yerini almıştır. Rhegma Gölü' nün alüvyonlarla dolmaya başlamasıyla Tarsus Limanı işlevini yitirme sürecine girmiş ve kentin ticari faaliyetleri 19. Yüzyılın başlarında kısa bir süre Kazanlı ve Yeniköy; 19. Yüzyılın ikinci yarısından 20. yüzyıla kadar Mersin Limanı' na bağlı olarak gelişme göstermiştir. Plutarchos' a göre Kleopatra donanması ile birlikte Berdan (Cydnus) Nehri' nin yardımıyla Tarsus' a ulaşmıştır. Bu bilgi hem nehrin gemilerin girebileceği kadar büyük olduğunu, hem de nehir, liman ve deniz bağlantısının bu dönemde mevcut olduğunu göstergesidir. Aynı şekilde Piri Reis' in 16. yüzyıla ait Kitab - 1 Bahriye isimli eserinde Seyhan Deltası kıyılarını gösteren bir harita mevcuttur. Piri Reis' in bu kitabında harita üzerinde Rhegma Gölü' nü göstermesi ve buranın Tarsus' un limanı olduğunu belirtmesi, bu gölün 16. yüzyılda var olduğunu göstermektedir (Ulutaş, 2012: 65) (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. Piri Reis' in 16. yüzyılda Rhegma Lagünü ve çevresini gösterir haritası (Ulutaş, 2008' den)

Tarihi kaynaklarda ve yapılan jeolojik - jeomorfolojik çalışmalarda Rhegma Lagünü' nün dolmaya başladığı ve ortadan kalktığı zamanlar tam olarak bilinmemektedir. Buna karşın Gürbüz (2003)' ün tarihi kaynaklar, hava fotoğrafları ve sedimantolojik verilere dayalı olarak ortaya koyduğu çalışmaya göre Seyhan Nehri' nin batıya döndükten sonraki süreci ve Rhegma Lagünü' nün kapanma durumu hipotetik olarak ortaya konulmuştur (Şekil 1.15).



Şekil 1.15. Tarsus' un güney kesiminde Seyhan ve Berdan nehirlerinin etkileşimini gösterir hipotetik kıyı değişimi modeli (Gürbüz, 2003' ten değiştirilerek)

Tarsus (Berdan) Nehri taşıdığı sediman miktarı açısından diğer ikisine göre zayıf olduğundan bu nehrin gelişimi ve yatak değişimleri de Seyhan Nehri ve bunun getirdiği malzemenin dağıtılması sonucu oluşturulan plaj ve bunlarla ilişkili kumullarla denetlenmektedir. Bunu destekleyen en önemli veri ise Tarsus Nehri' nin denize yaklaştığı yerde aniden batıya dönmesi ve bir miktar bu yönde aktıktan sonra denize dökülmesi gösterilebilir (Gürbüz, 2003: 81).

Seyhan Deltası' nın Jeomorfolojik Özellikleri: Güncel Seyhan Deltası' ndaki jeomorfolojik birimler Holosen' de Flandriyen transgresyonundan sonra meydana gelmiştir. Yani Holosen' deki son deniz yükselmesinden sonra (günümüzden yaklaşık 6000 yıl önce) meydana geldiği, yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Erinç, 1953; Erol, 1997; Evans, 1971; Gürbüz, 1997; Gürbüz, 2003; Öner v.d., 2002; Öner v.d., 2005). Flandriyen transgresyonundan sonra meydana gelmiş delta düzlüğü en fazla 5 metre yükseklikteki alanları kapsamaktadır. Fakat bu delta düzlüğünde rüzgarların etkisiyle biriktirilmiş kumul sırtları 12 metreye kadar çıkabilmektedir. Seyhan Deltası' ndaki jeomorfolojik birimleri; kıyı kumulları, lagünler, bataklıklar ve eski - yeni nehir yatakları oluşturmaktadır (Şekil 1.18). Bu kısımda; genel jeomorfolojik özellikleri ortaya koymak amacıyla bu alanda yapılan

çalışmalar detaylı şekilde taranmış, arazi çalışmaları ve büro çalışmalarıyla desteklenmiştir.

Delta kelimesi M.Ö 5. Yüzyılda Nil Nehri' nin ağız kısmını tanımlamak amacıyla Yunan alfabesinin 4. harfi olan delta kelimesinden, Yunan Tarihçi Herodot tarafından türetilmiştir. Dünya deltalarının birçoğu bu harfe benzemese de bu terim tüm delta ovaları için kullanılmaktadır (Evans, 2012: 397; Suter, 1994: 87). Delta kelimesini jeologlar bir depolanma unsuru olarak ele alırken, Herodot ve Strabon gibi coğrafyacılar morfolojik bir yapı olarak ele almışlardır (Russell, 1967: 300). Deltalar bazı özelliklerine göre birkaç şekilde sınıflandırılabilir (Nemec, 1990: 5). Bunlar;

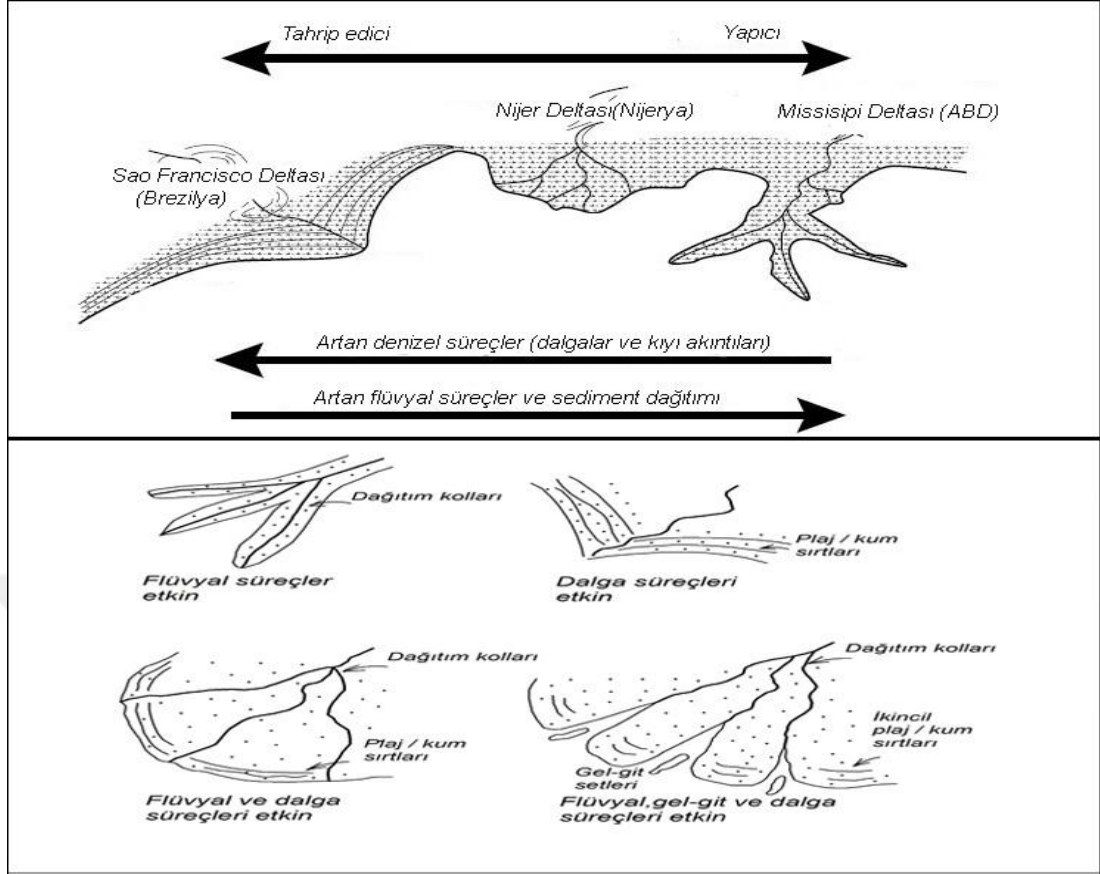
- tane boyuna göre,
- delta önü rejimine göre,
- geometrik şekillerine göre

Bununla birlikte birçok yerbilimci tarafından en çok kabul gören delta sınıflandırması Galloway (1975) tarafından yapılan "delta önü rejimine göre" olanıdır. Buna göre deltalar:

1. flüvyal baskınlığında,
2. gel - git baskınlığında,
3. dalga baskınlığında

Bu sınıflamada, deltaların gelişimi üzerinde akarsu ve denizel süreçlerin yoğunluğu ön plandadır. Dalga ve gel - git süreçlerinin egemen olduğu deltalar yıkıcı iken flüvyal süreçlerin etkin olduğu deltalar yapıcı niteliktedir. Burada "yıkıcı" kelimesi, deltanın sediman birikimi durduktan sonraki süreçte dalgaların yıkıcı aşamasını ifade etmektedir (Gürbüz, 1999: 211) (Şekil 1.16).

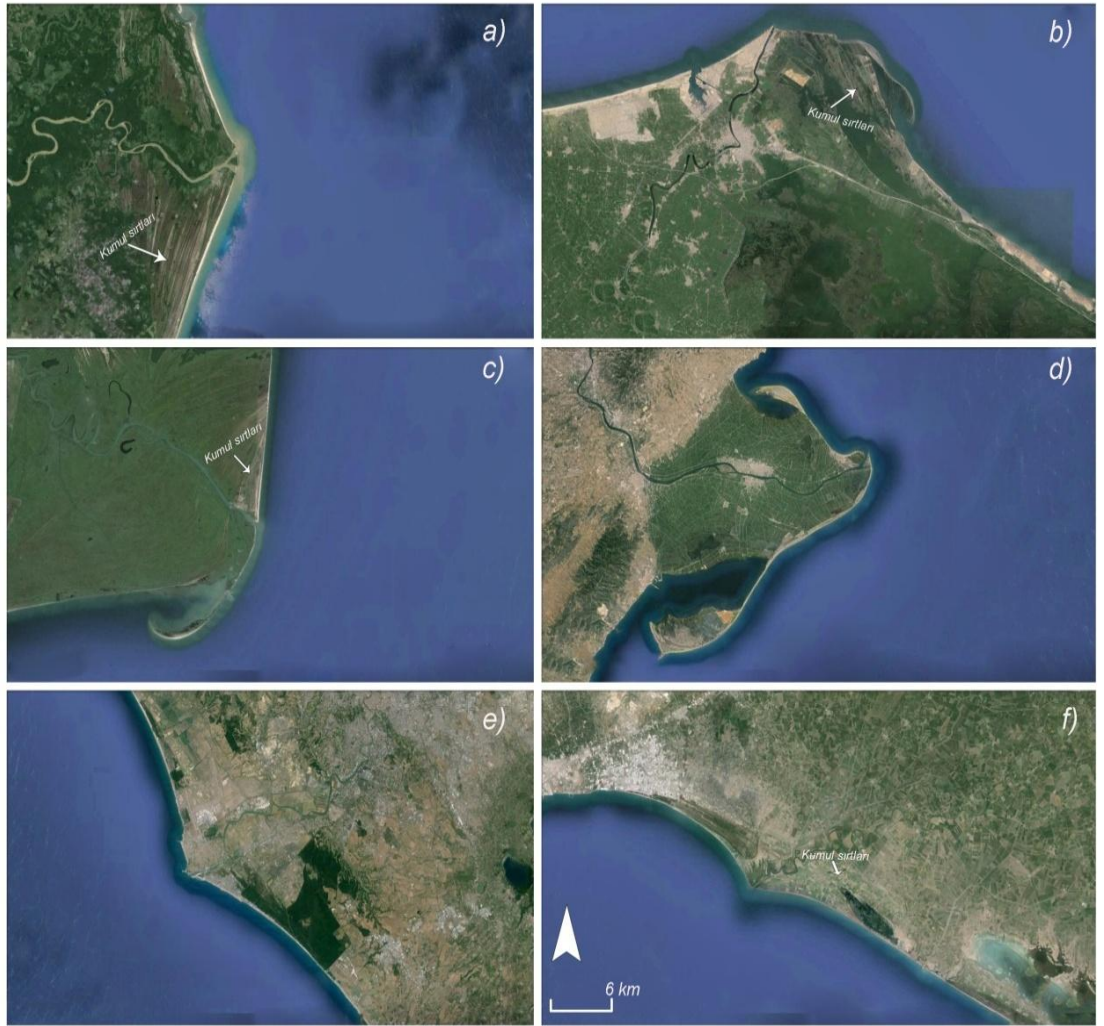
Bir deltanın şeklini kıyıda bulunan depolanma ve erozyon belirler. Bir deltada nehirler tarafından getirilen malzemeler dalga ve akıntıların götürdüğü maddelerden fazla olduğu sürece deltalarda sürekli gelişme devam eder. Ayrıca bir deltanın kıyı şekli; kıyının derinliğine, akıntı ve dalga durumuna, kıyıya ulaşan sediman miktarına bağlıdır (Bird, 2008: 337).



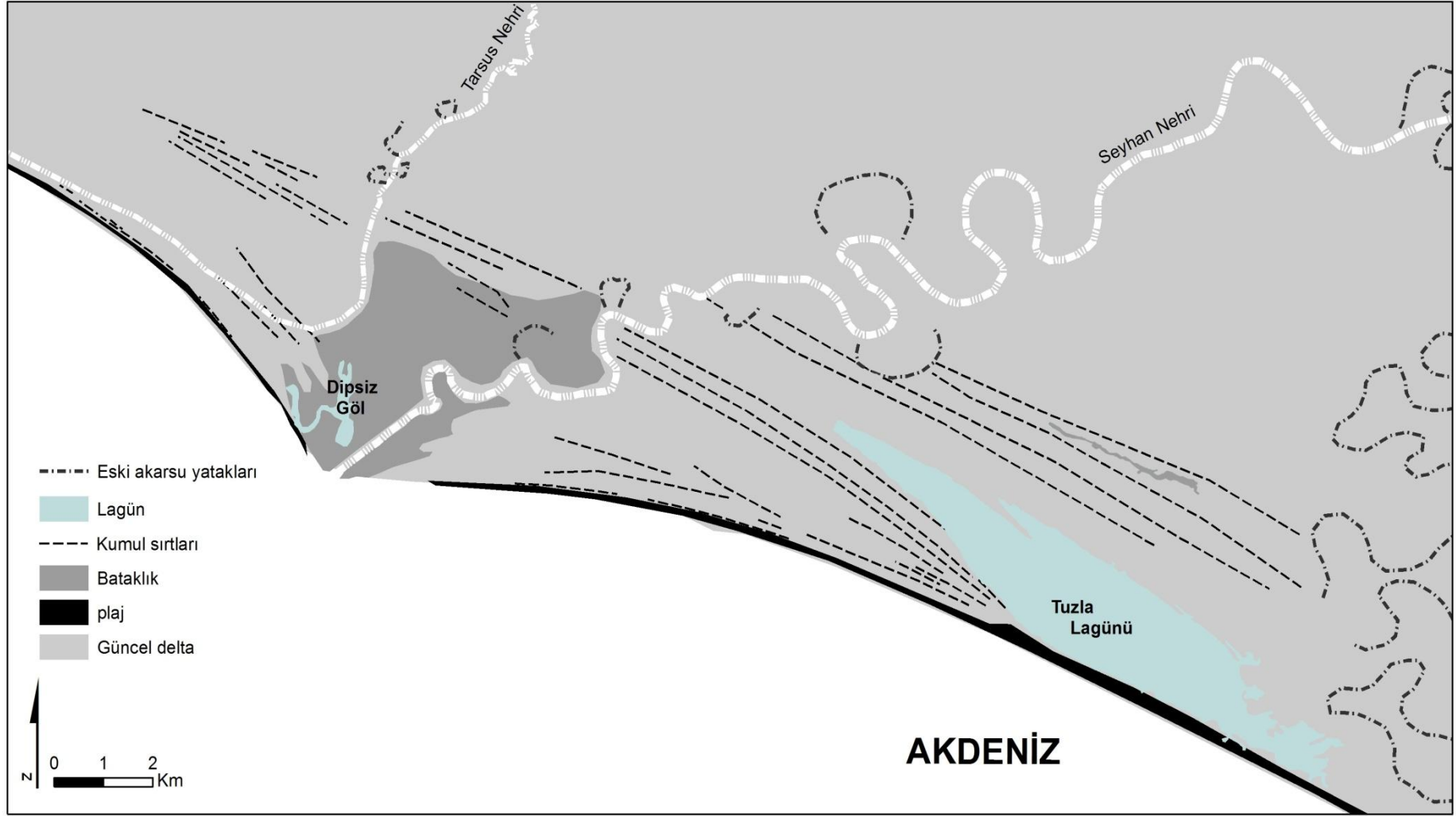
Şekil 1.16. Flüvyal ve denizel süreçlerin etkisiyle gelişen delta morfolojileri (Penland ve Kulp, 2005 ve Evans, 2012’ dan değiştirilerek)

Evans (1971) Çukurova Havzası’ ndaki deltaları incelemiş ve Seyhan Deltası’ nı dalga etkin bir delta olarak sınıflandırmıştır. Nehir ağzında dağılan çökeller dalgalar tarafından yeniden işlenir ve uzun kıyı akıntılarıyla delta önü boyunca yeniden dağıtılır. Kıyı yakınında dalga durumundan etkilenen bu deltalar menderesli akarsu kolları, plaj sirtları ve kıyıya paralel olarak gelişen kumul sirtlarıyla ön plandadır. Dalga enerjisinin yüksek olduğu deltalarda ince taneli kumlar mevcuttur. Bu kıyılarda kıyı çizgisi ve nehir ağzı dalgalar tarafından daha pürüssüz bir şekilde getirilir (Boggs, 2014: 252; Evans, 2012: 403; Huggett, 2011: 276; Nienhuis v.d., 2015: 511; Penland & Kulp, 2005: 366). Dalgalar kıyıya paralel bir şekilde kırılırsa delta nehrin çıkışına doğru simetrik bir şekilde gelişebilir; ancak dalgalar kıyıya asimetric bir şekilde kırılırsa delta kıyıları da asimetric bir gelişim gösterebilir (Haslett, 2009: 111). Nil Deltası, Nijer Deltası, Rhone Deltası, Ebro Deltası, Danube Deltası, Tiber Deltası, Sao Francisco Deltası dalgaların etkisiyle şekillenmiş “dalga etkin” deltalardır (Bird, 2008: 339; Penland & Kulp, 2005: 366).

Seyhan Deltası' nın morfolojisi, dalga süreçlerinin egemen olduğu bir kıyı şeklini yansıtmaktadır. Kıyı çizgisinin ve nehir ağzının pürüzsüz bir uzanımda olması, kıyı çizgisine paralel olarak uzanan kumul sırtlarının olması, plaj çökelerinin çoğunluğunu ince kumların oluşturması, Seyhan Nehri' ne ait kopmuş mendereslerin olması gibi etmenler dalga etkin bir delta olduğuna işaret etmektedir. Yine Seyhan Deltası' nın simetrik bir şekilde gelişim gösterdiği görülmektedir. Bu durum dalgaların kıyıya simetrik bir şekilde kırılmasının sonucu olabilir. Ayrıca Seyhan Deltası' nın, dalga süreçlerinin etkin olduğu diğer deltalardaki gibi pürüzsüz kıyı çizgisine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1.17, Şekil 1.18).



Şekil 1.17. Dalga süreçlerinin etkin olduğu deltalar: (a) Sao Francisco (Brezilya), (b) Nil Deltası'nın doğu kısmı (Mısır), (c) Danube Deltası (Romanya), (d) Ebro Deltası (İspanya), (e) Tiber Deltası (İtalya), (f) Seyhan Deltası (Türkiye), (ok işaretleri kumul sırtlarını göstermektedir), (Google Earth, erişim tarihi: 14.09.2015)

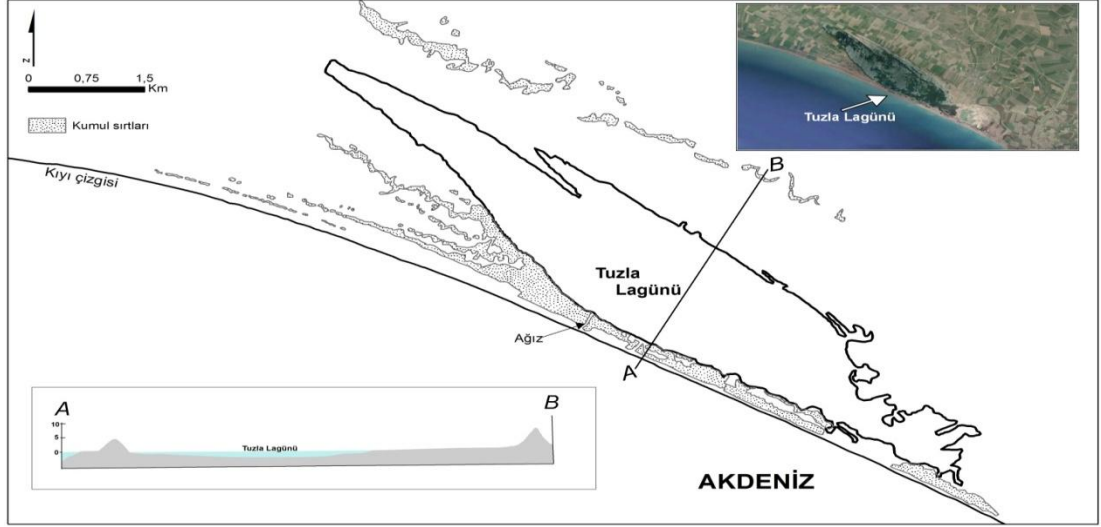


Şekil 1.18. Seyhan Deltası' nın jeomorfoloji haritası

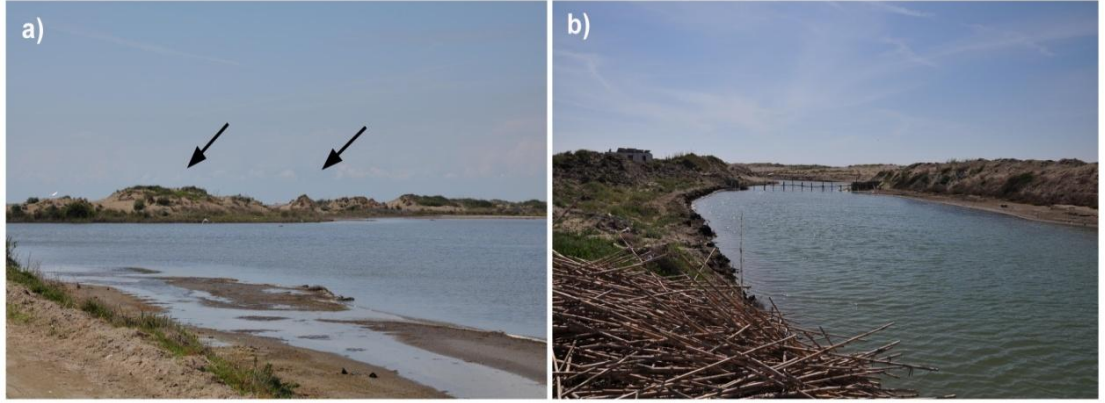
Kıyı kumulları: Seyhan Deltası kıyılarında kıyı çizgisinden 4 km içerilere kadar birbirine paralel bir şekilde uzanım gösteren kumul sırtları yer almaktadır. Arazi çalışmaları sırasında en gerideki kumul sırtlarının yaklaşık 10 – 12 m yükseklikte olduğu kıyıya yaklaştıkça daha genç oluşumlu bu sırtların yükseltisi yaklaşık 1 – 2 m' ye düşmektedir (Şekil 1.18).

Lagün: Lagünler; kum setleri tarafından denizden kısmen veya tamamen ayrılmış, bir veya daha fazla ağızla denizle bağlantısı olan sığ su alanlarıdır (Bird, 1994: 9; Bird, 2008: 311; Hakyemez v.d., 1980: 103; Kjerfve, 1994: 3). Lagünlerin derinliği genellikle 1 - 3 metre arasında değişmekle birlikte çoğunlukla 5 metreden daha az derinliğe sahiptir (Kjerfve, 1994: 3). Dünya kıyı alanlarının yaklaşık % 13' ünü lagünler oluşturur (Bird, 2008: 313; Lécuyer, v.d., 2012: 200). Lagünler 10.000 km² alandan (Lagoa dos Patos, Brezilya) 1 hektara kadar çeşitli boyutlarda olabilirler (Bird, 1994: 10). Lagünlerin en küçük ve en basit örneklerini nehirlerin ağız kısmında, dalgaların inşasıyla oluşan lagünler oluşturur. Bu tip lagünler nehirlerin ağız kısmında bırakılan sedimanların dalga hareketleriyle işlenmesi sonucu oluşur. Bu lagünler genellikle uzun ve dar bir şekilde olup eski kıyı çizgisinden kum sırtları tarafından ayrılmaktadır ve bunlar kıyı çizgisine paralel bir şekilde uzanır. Lagünü denizden ayıran setlerin oluşumunda; kıyı boyunca hareket eden sedimanlar, nehir ağzında nehir tarafından getirilen sedimanlar, falezlerin erozyonu sonucu gelen sedimanlar ve deniz dibinden gelen malzemeler etkilidir (Bird, 1994: 10-14).

Seyhan Deltası' nın doğusunda Tuzla Lagünü yer almaktadır. Tuzla Lagünü' nün yüzey alanı 2013' te yapılan ölçümlere göre 11,49 km²' dir (Özpolat ve Demir, 2014: 886). Ortalama derinliği 0,7 metre iken en derin yer 1,49 metredir (Akyatan ve Tuzla Lagünleri Sulak Alan Yönetim Planı, 2010: 9). Tuzla Lagünü' nü, ortalama 300 metre genişliğindeki kıyı bariyerleri denizden ayırırken yaklaşık 40 metre genişliğinde dar bir kanal denizle bağlantısını sağlamaktadır (Şekil 1.19 ve Şekil 1.20).



Şekil 1.19. Tuzla Lagünü lokasyonu, uydu görüntüsü ve enine kesidi



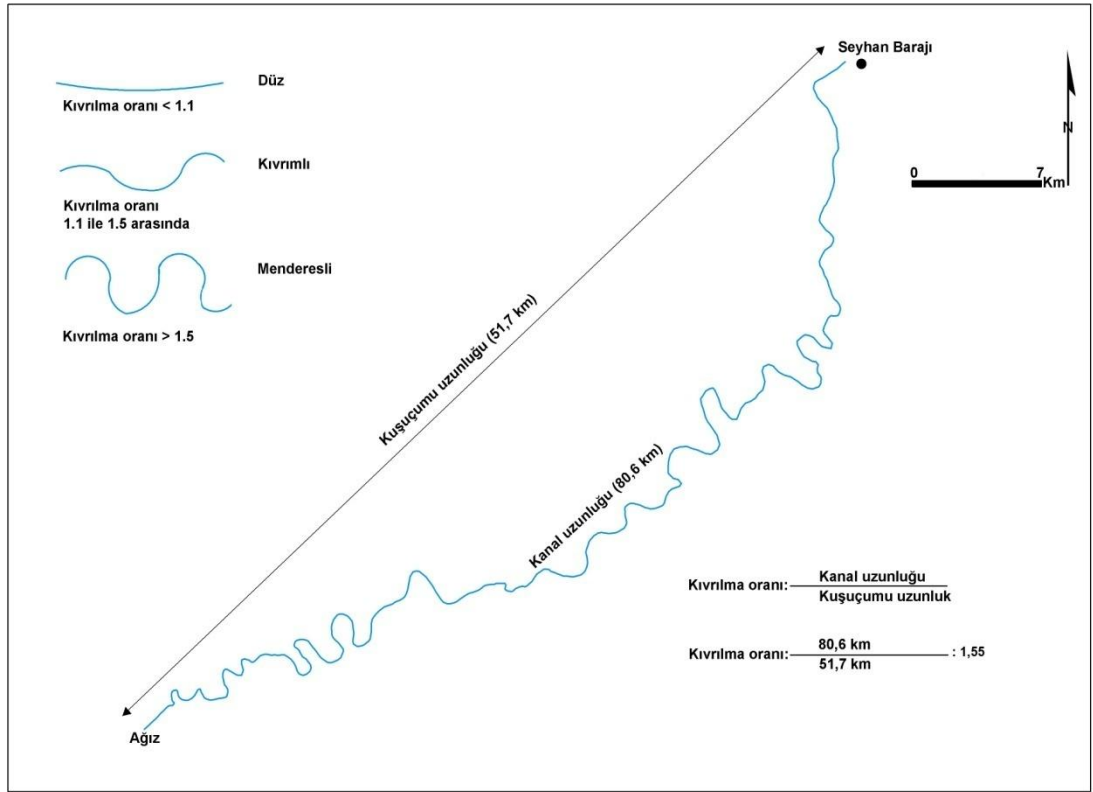
Şekil 1.20. Tuzla Lagünü' nü denizden ayıran bariyer (a) ve lagünün denizle bağlantısını sağlayan ağız (b)

Kjerfve (1994) yaptığı çalışmada, lagünleri denizle su değişim derecesine ve jeomorfolojisine göre sınıflandırmıştır. Buna göre lagünleri; *sızıntılı*, *boğulmuş* ve *sınırlandırılmış* lagünler olmak üzere 3 gruba ayırmıştır (Davidson - Arnott, 2010: 305). Buna göre boğulmuş lagünler; düşük gel - git enerjisinin olduğu, dalga enerjisinin yüksek olduğu, bir veya daha fazla dar girişli ağızlara sahip, kıyı çizgisine paralel olarak uzanır (Boggs, 2014: 271; Davidson - Arnott, 2010: 305; Lécuyer, v.d., 2012: 200). Bu sınıflandırmaya göre Tuzla Lagünü boğulmuş lagünler sınıfına girmektedir. Tuzla Lagünü kıyısında düşük gelgit etkinliğinin olması, dalga etkinliğinin yüksek olması, denizle bağlantıyı sağlayan dar bir ağzın olması ve lagünün uzun eksenini KB - GD yönlü şekilde kıyı çizgisine paralel uzanması buna işaret etmektedir.

Bataklıklar: İnce taneli sedimanlerin bol olduğu delta ve akarsu ağızlarında, sert dalglardan korunmuş körfezlerde, dalga hareketlerinin sedimanleri yeterli miktarda yıkadığı alanlarda hızlı bir şekilde gelişirler (Bird, 2008: 277). Bataklıkları oluşturan sedimanler; genellikle ince katmanlı kumlu kil, siltli kum veya siltli turbalıklardan oluşur (Hakyemez, v.d., 1980: 110; Huggett, 2011: 374). Bu bataklık alanlar otlar ve tuzcul bitkiler tarafından kaplanır. Bu bitkiler kıyı çizgisine paralel olarak ilerler (Davidson - Arnott, 2010: 325).

Seyhan Nehri ağzının batısında yaklaşık 11,8 km² alana sahip, içerisinde Dipsiz Göl'ü de bulduran bataklık alanlar bulunmaktadır. Bu bataklıklar, batıda Tarsus Nehri tarafından sınırlandırılmaktadır. Kışın beslenmenin artmasıyla göl alanı genişlerken yazın buharlaşmanın artmasıyla bataklık alanlar genişler. Bu alanlarda tuzcul bitkiler hakimdir (Şekil 1.18).

Eski ve güncel nehir yatakları: Çoğu nehirler düz bir şekilde akmaz, yatak boyunca kıvrımlı bir şekilde ilerler. Nehirlerin geometrisini tanımlamak için çeşitli metodlar kullanılır. Bunlar hava fotoğraflar, uydu görüntüleri ve arazi çalışmalarına dayanır. Bunlardan biri kıvrılma durumudur. Nehirlerin kıvrılma oranı, nehrin kuşuçuşu uzunluğunun, kanal uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. Buna göre elde edilen sonuç 1.1' den azsa düz, 1.1 ile 1.5 arasındaysa kıvrımlı, 1.5' ten yüksekse nehrin menderesli olduğunu gösterir (Charlton, 2008: 138). Seyhan Nehri' nin aşağı kesiminin (Seyhan Barajı' ndan ağız kısmına kadar) kıvrılma durumu incelendiğinde; menderesli bir yapıda olduğu görülmektedir. Seyhan Nehri' nin aşağı kesimde kanal uzunluğu 80,6 km' dir. Bu kısımda ortalama yatak genişliği ise 135 metredir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21. Seyhan Nehri aşağı kesiminin kıvrılma durumu

Menderesli bir nehrin kıvrımları ileriki süreçlerde yer değiştirebilir ya da kopar. Menderesler sonsuz bir şekilde büyümeye devam edemez ve kanal eğimi sedimanleri taşıyamayacak duruma gelebilir. Bu durumda nehir kestirme akışa geçer. Bu durum nehrin uzunluğunu azaltır ve kopuk mendereslerin oluşmasına sebep olur. İki ana tip kopuk menderes oluşumu vardır: Boyun kopması ve kanal kopması (Charlton, 2008: 143).

Seyhan Nehri' nin menderesli kısmında birçok yerde kopuk menderesler görülmektedir. Bu kopuk mendereslerin yatak genişliği, dalga uzunluğu ve kıvrılma durumu ele alındığında güncel Seyhan Nehri' yle benzerlik göstermektedir. Buralarda ortalama yatak genişliği 130 m' dir. Tuzla Lagünü' nün doğusunda ise Sehan Nehri' nin eski yatağına ait terkedilmiş yataklar bulunmaktadır. Bu yataklar da güncel Seyhan Nehri' nin yatak genişliğiyle uyumluluk göstermektedir (Şekil 1.22).

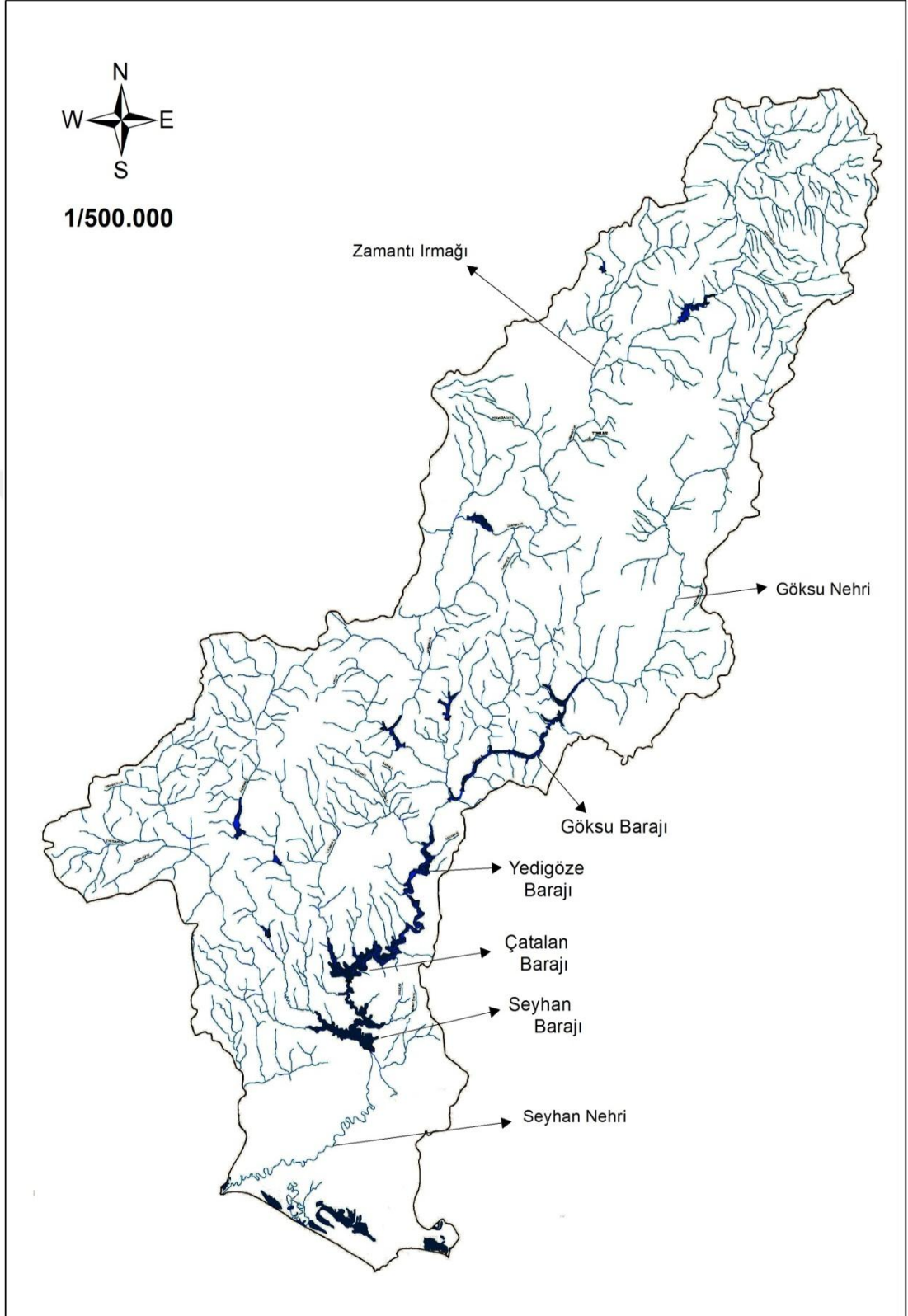


Şekil 1.22. Seyhan Nehri' ne ait kopuk menderesler (a) ve terk edilmiş yataklar (b) (Google Earth, erişim tarihi: 20.10.2015)

1.1.4. Seyhan Havzası' nın Hidrografik Özellikleri

Seyhan Havzası; Seyhan Nehri' yle Göksu ve Zamantı kollarının su toplama havzalarını kapsar. 36° 33' - 39° 12' kuzey ve 34° 24' - 36° 56' doğu enlem ve boylam dereceleri arasında yer almaktadır. Havza 2 106 304 ha genişliğinde olup Türkiye' nin % 2,7'sini oluşturmaktadır. Doğduğu kanaktan Göksu Nehri' yle birleştiği kavşak noktasına kadar Zamantı Nehri' nin uzunluğu 306 km ve yağış alanı 8 748 km², Göksu Nehri' nin ise uzunluğu 199 km ve yağış alanı 4 300 km² dir. Seyhan Nehri, Zamantı ve Göksu Nehirleri 'nin birleşme noktasından Akdeniz' e kadar olan uzunluğu 191 km' dir. Havza suları Göksu, Zamantı, Körkün, Eğlence ve Çakıt kollarıyla Seyhan Nehri' nde toplanır ve Seyhan Nehri Tuzla Lagünü' nün batısından Akdeniz' e dökülür. Göksu ve Zamantı kollarının arasındaki sırtların doğu ve batısındaki ikincil sırtlar havzayı diğer havzalardan ayırır. Doğuda Tahtalı, Binboğa, Toklu, Tekeç dağları ve bunların uzantıları Seyhan ile Fırat ve Ceyhan havzaları arasındaki sınırı oluşturur. Batıdaki Sarıçiçek, Hınzır, Koramaz, Turasan, Pozantı ve Bolkar Dağları da havzayı Kızılırmak, Konya ve Doğu Akdeniz havzalarından ayırır (Seyhan Havzası Toprakları, 1974: 3) (Şekil 1. 23).

Havza deniz düzeyinden başlayarak topografik olarak, ova, eşik alanlar ve dağlık alanlar biçiminde bir dizilim gösterir. Akdeniz kıyı şeridinden başlayıp İç Anadolu'ya kadar uzanan Seyhan Havzası, iklim yönünden üç farklı tipi kapsar. Çukurova ve Toros eşik alanlarındaki kıyı kesiminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Bu bölge kurak - az verimli, 3. dereceden mezotermal, su fazlası çok ve kışın olan denizel iklim tipine girer. Ulukışla' dan Pınarbaşı' na ve daha kuzeye uzanan kesim iç Anadolu özelliklerini yansıtmaktadır (Çilek ve Berberoğlu, 2013: 79).



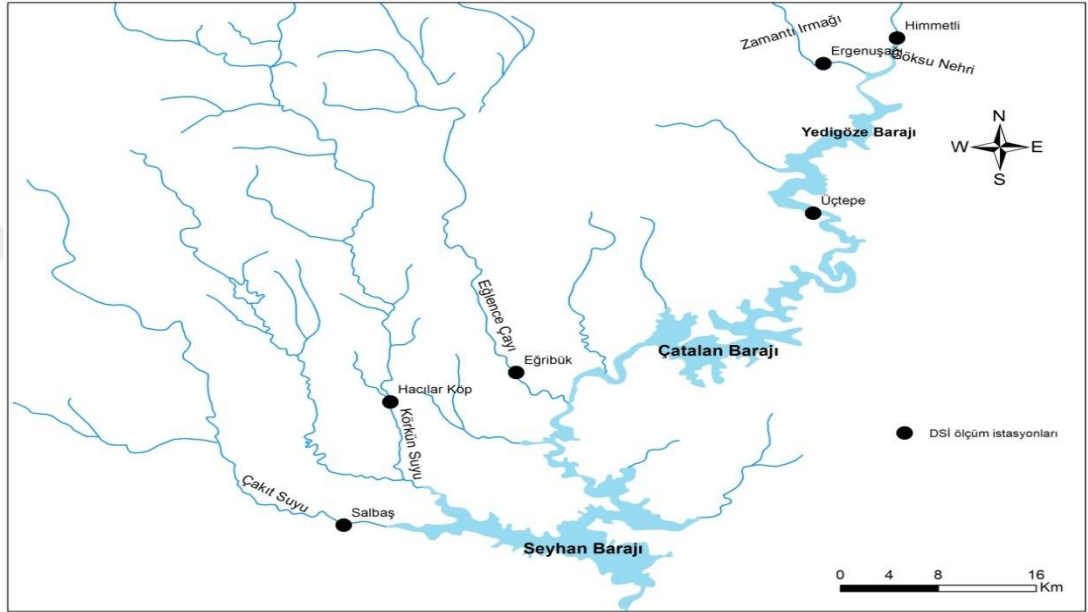
Şekil 1.23. Seyhan Nehri Havzası

Havza 0 - 50 metre arasındaki Çukurova dışında yüksek arazilerden oluşur. Çukurova toplam havzasının onda birinden daha az alan kaplamaktadır. Dağlık orta bölümde kuzeye uzanan sırtlarda yükselti 2000 metreyi aşar. Kuzeyde 1000 – 1500 metre arasındadır. Havzanın kuzeyinde ve Ulukışla’ da önemli yer tutan arazinin tümü hafif, orta ve dik eğimlidir. Yüzeysel genellikle işlenmiştir. Eğimler bu kısımda sürekli olmayıp yüzeysel akış orta hızlıdır. Dereler mevsimlik olup yaz aylarında çoğunlukla kurumaktadır. Havzanın geniş alanını kaplayan dağlık arazi biriminde eğimler çok dik, sarp ve sürekli. Çıplak kaya yüzeyleri önemli yer tutar; fakat orman örtüsü de yaygındır. Bu kesimde yağışın önemli bir kısmı akışa geçer. Yüzeysel akış hızlıdır; fakat toprak ve bitkisi örtüsü elverişli olan yüzeylerden ve sırtlardan sızan su kaynakları besler. Bu nedenle akarsular sürekli. Güneyde ise Çukurova’ da ve yakın sekilerde yüzey düz, düze yakın eğimli ve topraklar derindir. Kıyıya yaklaştıkça drenaj koşulları kötüleşir, taban suyu yükselir. Özetle; dağlık ve tepelik arazide drenaj iyi ve aşırı yüzeysel akış oranı yüksektir. Çukurova’ da akış yavaş ve toprak drenajı problemdir (Seyhan Havzası Toprakları, 1974: 4).

Seyhan Havzası’ nda sediman taşınım miktarı araştırma konusu açısından büyük önem arz etmektedir. DSİ tarafından akarsularda sediman ölçümü sadece süspansiyon madde olarak ölçülmektedir. Buna karşın yatak yükü ölçülmemektedir. Havzaların toplam sediman (süspansiyon - yatak yükü) miktarları hesaplanırken bölgenin eğim durumuna göre süspansiyon madde miktarının % 10 ile % 50 arasında bir değer eklenerek hesaplanmaktadır. Sediman ölçümleri bir havzayı oluşturan tüm kollar üzerinde yapılmamaktadır. Bunun yerine yağış alanı büyük akarsuların barajlara döküldüğü noktalarda yapılmaktadır. Akarsuların barajlardan çıktığı noktadan sonra genellikle sediman ölçümü yapılmamaktadır. Bunun sebebi baraj önlerinde ölçülen sediman miktarlarının barajı ne kadar sürede dolduracağını hesaplamak istenmesidir³. Bu bölümde kullanılacak sediman değerleri sadece süspansiyon madde olarak verilmiştir. Ayrıca havzanın genel sediman miktarı ve anlık su akışı ise DSİ tarafından gerekli formüller kullanılarak ortaya konulmuş değerlerdir.

³Barajlara 50 yılda girebilecek sedimanın çökebileceği bir alan ayrılmaktadır. Buna ‘ölü hacim’ denilmektedir. Bu ölü hacim alanını belirlemek için baraj girişlerinde ölçüm yapılmaktadır.

Çalışma sahasında süspansediman ölçümleri Seyhan, Çatalan ve Yedigöze barajlarına giren akarsuların ağız kısmındaki istasyon verilerinden oluşmaktadır. Bu istasyonlardan Çatalan Barajının girişinde kurulan Uçtepe İstasyonu Yedigöze Barajının yapılmasından sonra işlevini kaybettiğinden kapatılmıştır. Bunun yerine Yedigöze Barajı'na dökülen sediman değerleri kullanılmıştır (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Seyhan Nehri Havzasında sediman ölçümü yapılan istasyonlar ve Seyhan Nehri üzerinde kurulan barajlar

Tablo 1.2. Seyhan Nehri Havzasında ölçüm yapılan bazı istasyonların süspansediman taşıma miktarı ve tane dağılımı

İstasyon	Net yağış alanı km ²	Taşınan Sediman miktarı (ton/gün)	Ortalama sediman miktarı (ton/yıl)	Tane dağılımı (%)	
				kum	kil+silt
Gökso Nehri-Himmetli (1966-2005)	2.596	528,7	133.607	37,9	67,1
Seyhan Nehri-Üçtepe (1968-2005)	1.384	11.042	1.984.074	58,6	41,4
Körkün Suyu-Haçlı Köp. (1966-2005)	1.440	1.209	139.500	51,4	49,6
Zamanlı Nehri-Ergenüşağı (1977-2005)	8.698	619	205.607	46,7	53,7
Eğlence Deresi-Eğribük (2005-2012)	544,5	1.491	19.666	56,7	43,3
Çakıt Suyu-Salbaş (2005-2012)	1.863	9.611	83.230	57,8	42,2

Kaynak: DSİ

Seyhan Nehri Havzası' nda sediman ölçümü yapılan istasyonlardan en fazla süspanse sediman taşıyan nehrin Seyhan Nehri - Uçtepe istasyonu olduğu görülmektedir. Bu duruma etki eden en önemli faktörün ölçüm yapılan istasyonun Zamantı ve Göksu nehirlerinin birleşme noktasından sonra yer alması olabilir. Daha sonra nehrin üst çığırlarında Yedigöze Barajı' nın yapılmasıyla bu istasyon kapatılmıştır. Genel olarak sediman taşıma durumlarına bakıldığında yağış alanı geniş olan nehirlerin fazla sediman taşıdığı görülmektedir. Seyhan Havzası' nda taşınan toplam sediman (süspanse + yatak yükü) miktarı 3 972 772 ton/yıl' dır (Tablo 1.2).

İstasyonların anlık akım miktarlarına bakıldığında yağış alanı geniş olan istasyonları akıttığı su miktarının da fazla olduğu görülmektedir. Bu hususta en fazla anlık akım miktarına sahip olan istasyonun Uçtepe İstasyonu (153,953 m³/sn) olduğu görülmektedir. Seyhan Nehri Havzası' nın toplam akıttığı su miktarı ise 211,07 m³/sn' dir (Tablo 1.3).

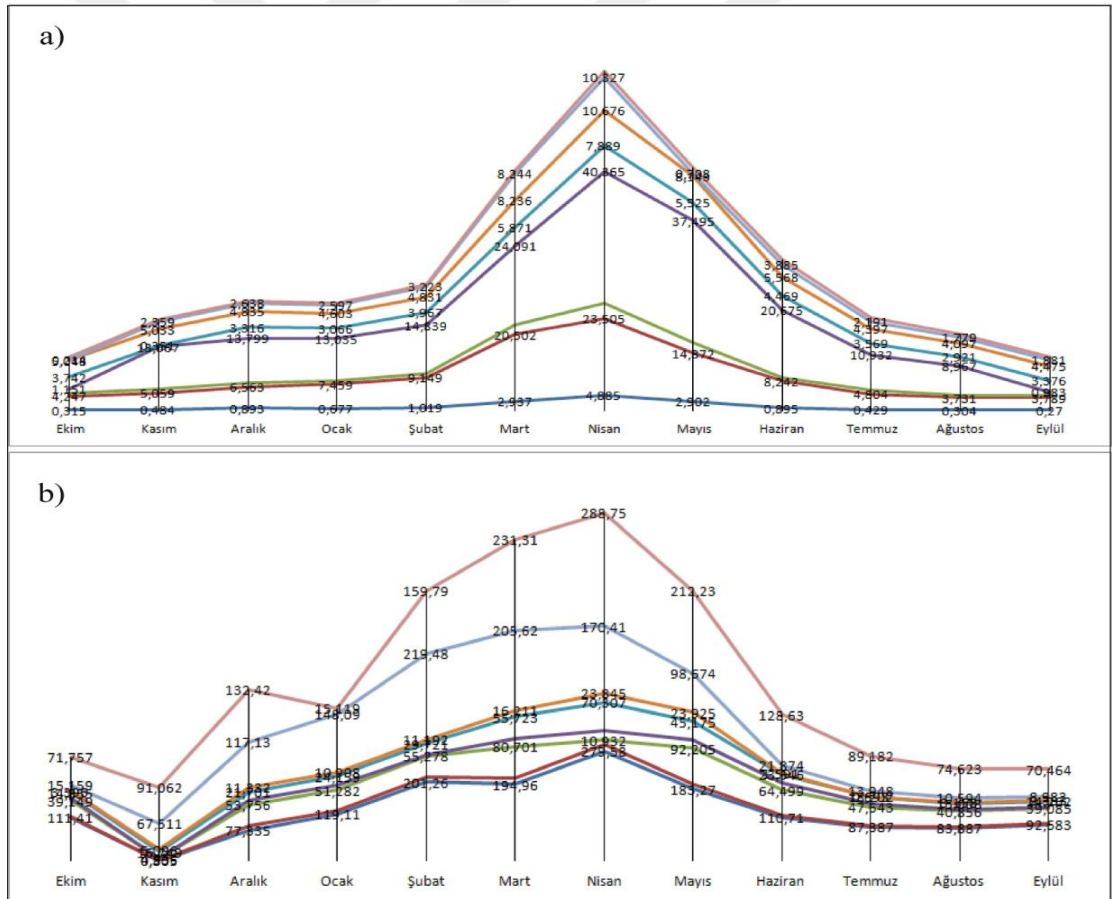
Tablo 1.3. Seyhan Nehri Havzası' nda ölçüm yapılan bazı istasyonların anlık akım miktarı ve sıcaklık durumları

İstasyon	Net yağış alanı (km ²)	Yükselti (m)	Sıcaklık (°C)	Anlık akım (m ³ /sn)
Göksu Nehri-Himmetli (1966-2005)	2.596	665	13	30,617
Seyhan Nehri-Üçtepe (1968-2005)	1.384	130	15	153,953
Körkün Suyu-Hacılı Köp. (1966-2005)	1.440	167	13	13,452
Zamantı Nehri-Ergenüşağı (1977-2005)	8.698	360	7	57,104
Eğlence Deresi-Eğribük (2005-2012)	544,5	222	14	6,549
Çakıt Suyu-Salbaş (2005-2012)	1.863	80	15	8,525

Kaynak: DSİ

Şekil 1.25' te Seyhan Nehri Havzası' nın yukarı ve aşağı kesimlerine ait ortalama aylık akım yığın grafiği verilmiştir. Buna göre aşağı kesimdeki istasyonlarda akım değerlerinin yukarı kesime göre yüksek olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebebi aşağı kesimdeki istasyonlarda havzanın su toplama alanının genişlemesiyle birlikte meydana gelen akım bolluğudur. Akım miktarlarının aylara göre değişimine bakıldığında düzensiz bir rejim görülmektedir. Yukarı kesime ait

grafikte (a) en fazla ortalama akım nisan ayı başta olmak üzere mart ve mayıs aylarıdır. Bunun en önemli nedeni havzanın yukarı kesiminde yağın karların ilkbahar aylarında erimeye başlaması gösterilebilir. En az akım değerlerinin ise kış aylarına denk geldiği görülmektedir. Bu durumda en önemli faktör ise kışın yağın karların yerde kalması olabilir. Genel olarak ülkemizde de azami akımlar, karların eridiği ilkbahar dönemine rastlamaktadır (Atalay, 1986: 21). Havzanın aşağı kesimine ait akım grafiğinde (b) ise en fazla akım değerlerinin nisan başta olmak üzere şubat ve mart aylarına denk geldiği görülmektedir. En az akım değerleri ise eylül başta olmak üzere temmuz ve ağustos aylarında görülmektedir. Aşağı kesime ait grafik genel itibariyle üst kesimlerdeki kar erimelerinin de etkili olmasıyla kış ve ilkbahar aylarında akımın yüksek, yaz aylarında ise kuraklık nedeniyle akımın düşük olduğu Akdeniz İklim özelliklerine daha yakınlık göstermektedir.



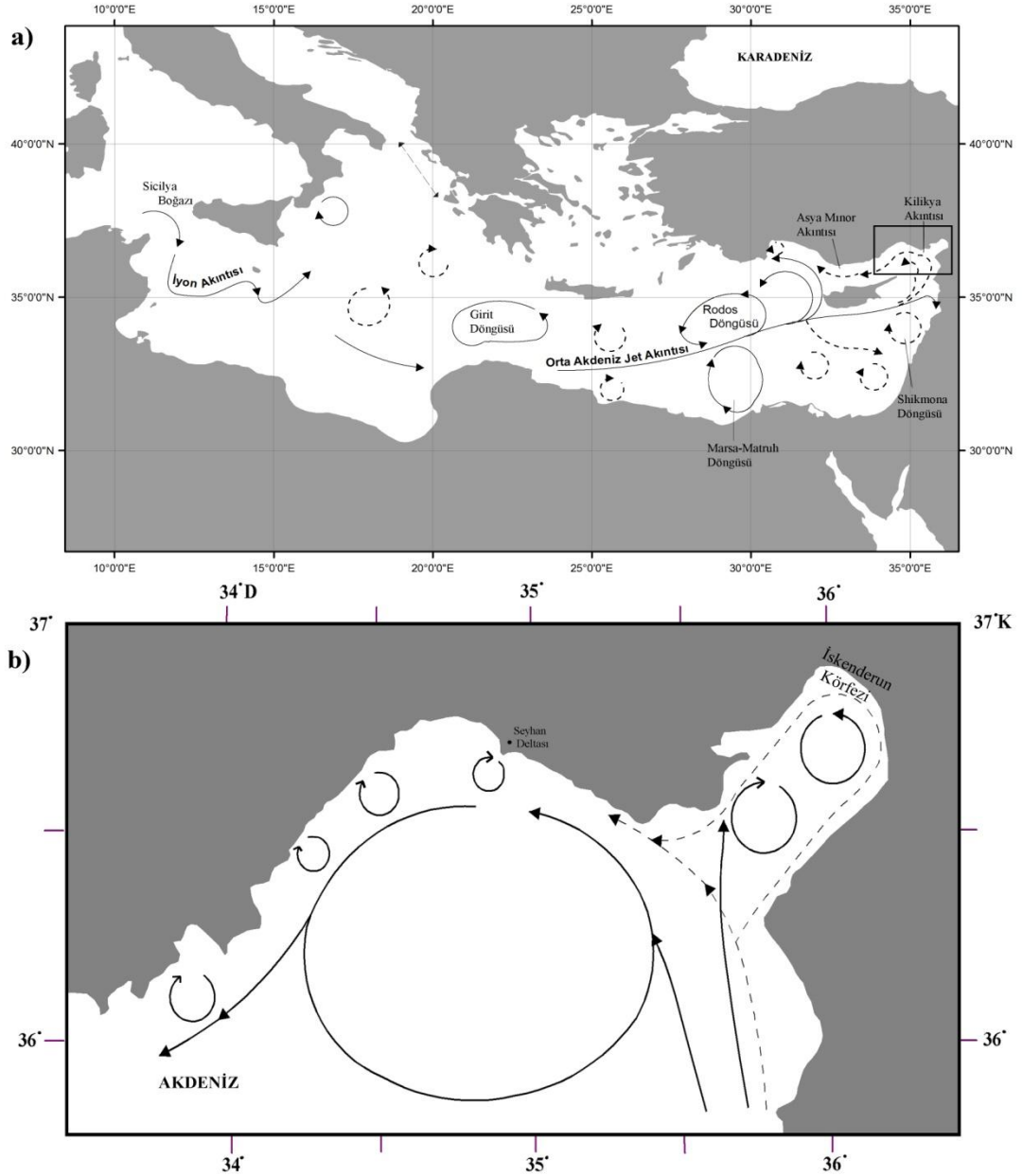
Şekil 1.25. Seyhan Havzası' nın yukarı kesimi (a) ve aşağı kesimine (b) ait istasyonların uzun yıllar aylık ortalama akım yığm grafiği (m³/sn)⁴

⁴ Bu grafiği oluşturmak amacıyla Seyhan Havzası'nın yukarı kesime ait 8, aşağı kesime ait 8 adet istasyon verilerinin aylık ortalama akım verileri değerlendirilmeye alınmıştır.

1.1.5. Doğu Akdeniz Havzası' nın Oşinografik Özellikleri

Akıntı: Genel atmosfer dolaşımı, Akdeniz' in genel uzanım doğrultusu ve Cebelitarık Boğazı' nın etkisiyle Akdeniz Havzası' nda akıntının yönü batı - doğu doğrultusundadır (Öztürk, 2013: 67). Kuzey Atlantik Okyanusu küresel termohalin dolaşımında önemli bir öneme sahiptir. Akdeniz' in suyu, sıcaklığı ve tuzluluğu Kuzey Atlantik Okyanusu' yla etkileşim içerisinde. Atlantik su kütlesi Cebelitarık Boğazı aracılığıyla Akdeniz' e girer. Atlantik suyu Akdeniz Havzası' ndaki buharlaşmadan kaynaklanan su kaybını telafi ederek 15° C sıcaklık ile Akdeniz' e girer. Atlantik Suyu Akdeniz' deki suyla karıştırdığından sıcaklığı 16° C' ye ve tuzluluğu yüksek "Değişmiş Atlantik Suyu" na dönüşür. Bu su kütlesi Sicilya Boğazı ile Doğu Akdeniz Havzası' na girer, Orta Akdeniz Jet Akıntısı ve İyon Akıntısını besleyerek İsrail kıyılarına doğru devam eder. Orta Akdeniz Jet Akıntısının üst kolu Kıbrıs üzerinden batıya doğru dönerek Asya Minör Akıntısı' nı oluşturur. Alt kolu ise güneyde Mersin - Matruh, Shikmona Döngülerini oluşturur. Bu döngüler 200 - 300 km çapında akmaktadır. Akdeniz Havzası' nda akış genel olarak batıdan doğuya doğru hareket ettiği için buharlaşma şiddetinden dolayı tuzluluk değerleri de artmaktadır. Akdeniz' de su dolaşımını rüzgardan ziyade sıcaklık ve tuzluluk değişimleri kontrol etmektedir (Encyclopedia of Ocean Sciences, 2001: 710; Rohling v.d., 2009: 41).

Çalışma alanının da bulunduğu Kuzeydoğu Akdeniz' deki su dolaşımına bakıldığında; genel dolaşımı basen ve orta ölçekte bazı girdaplar, jet akımları ve filamentler karakterize etmektedir (Öner v.d., 2002: 1244). Doğu Akdeniz' in genel su sirkülasyonu açıklarda siklonik (sola doğru), kıyılarda ise antisiklonik (sağa doğru) şeklindedir. Doğu Akdeniz kıyılarını takip eden akıntı İskenderun Körfezine girerek Ceyhan - Seyhan Deltası kıyılarına ulaşır. Burada Seyhan Deltası ağız kısmında antisiklonik bir döngü oluşturur. Daha sonra Mersin Körfezine doğru hareket etmektedir. Bu akıntının ortalama hızı 20 - 30 cm/sn' dir (Kaya, 2008: 24) (Şekil 1.26).

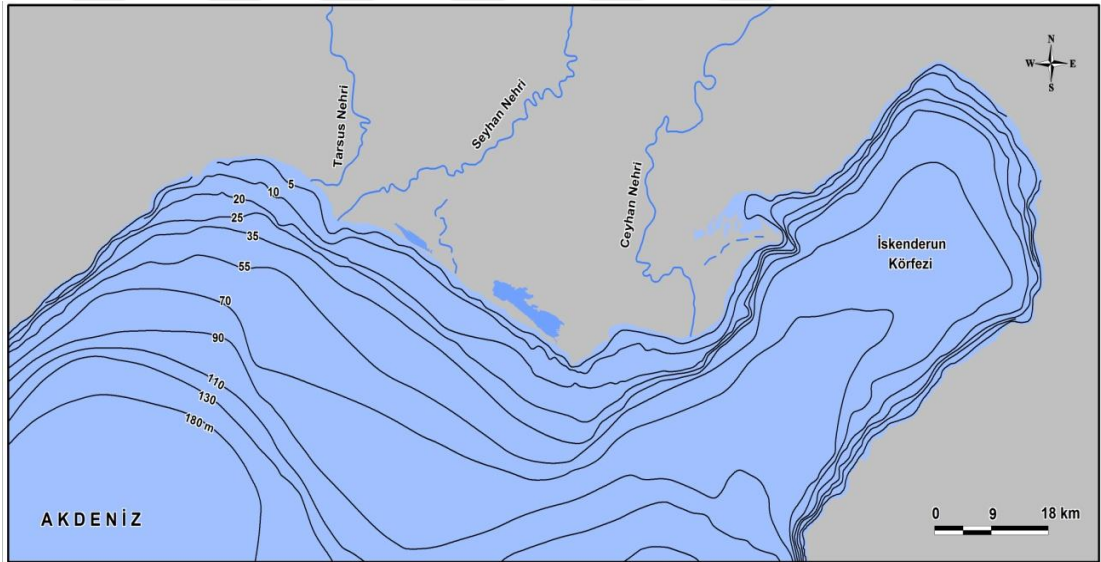


Şekil 1.26. Doğu Akdeniz Havzası (Rohling, 2009' dan değiştirilerek) (a) ve Kuzeydoğu Akdeniz'in (b) genel su dolaşımı (Kaya, 2008' den değiştirilerek)

Derinlik: Seyhan Nehri' nin ağız kısmından denize doğru yaklaşık 4 km' lik kısımda 10 metreye kadar derinlik olduğu görülmektedir. Bu kısımlar oldukça sık bir özellik göstermektedir. Bunun muhtemel sebebi nehrin taşıdığı malzemeleri ağız kısmında biriktirmesi olabilir. Açıklara doğru devam edildiğinde 10 km' lik kısımda derinlik 50 metreye ulaşmaktadır. Daha sonra açıklara doğru derinliğin kısa mesafelerde arttığı ve yaklaşık 20 km' den sonra 180 metre izobatına gelindiği görülmektedir.

Seyhan, Ceyhan ve Tarsus nehirlerinin ağız kısımlarında denize doğru uzun mesafeler boyunca sokulan denizaltı lobları görülmemektedir. Deli Burun ve Ceyhan

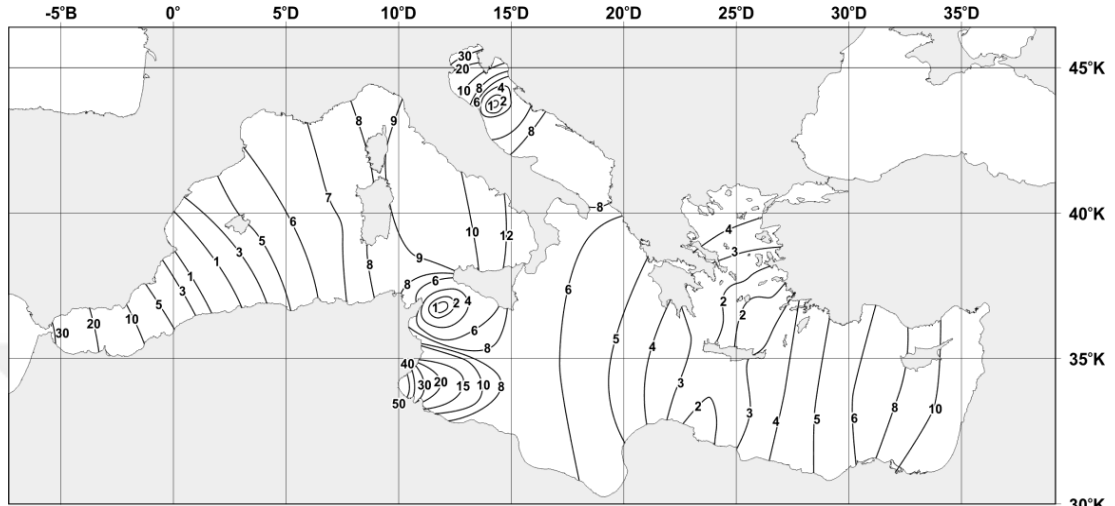
Nehri' nin ağız kısmında küçük çıkıntılar hariç tutulursa güneye doğru sokulan en bariz sığlık Karataş tepelerinin güneyidir. Burada Karataş tepelerinin kaidesi deniz altında hafif bir meyille 70 metre izobatına kadar devam etmektedir. Würm' de deniz seviyesi Akdeniz' de 100 metreye kadar inmiş durumdaydı. Ancak derinlik haritasına bakıldığında denizaltı vadileri görülmemektedir. Bunun sebebi eski boğulmuş yatakların akarsuların getirdiği sedimanların altında kalması olabilir (Göney, 1976: 23). Doğuda İskenderun Körfezi' nin derinlik özelliklerine bakıldığında ise; asimetrik özellikte olduğu ve açık denize doğru derinleştiği görülmektedir. Körfezin doğu kıyılarının batı kıyılarına nazaran daha hareketli oluşu asimetrik olmasına neden olmuştur. Burada Yumurtalık Körfezi, taşınan alüvyonlardan dolayı oldukça sığ bir özellik göstermektedir (Mülazımoğlu, 1979: 252) (Şekil 1.27).



Şekil 1.27. Çukurova Deltası ve İskenderun Körfezi' nin derinlik haritası (Göney 1976' dan değiştirilerek)

Gel - git genliği: Akdeniz' de gel - git genliği genel olarak batı - doğu doğrultusu boyunca değişkenlik göstermektedir. Mikro gel - git alanı olmasına rağmen Akdeniz'de gel - git genliği üzerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Bu faktörlerin başında Ay' ın ve Güneş' in çekim kuvvetleri, buharlaşma, yoğunluk farklılıkları, başta sığ bölgelerde gerçekleşen fırtınalar, derinlik özellikleri ve kıyı morfolojisi gibi etkiler gelmektedir (McElderry, 1963: 13). Cebelitarık Boğazı' ndan Akdeniz' e giriş yapan Atlantik sularının etkisiyle gel - git genliği boğazdan doğuya doğru kademeli olarak kademeli bir şekilde azalır. Sicilya Boğazı' nda denizin daralması ve aşırı sıkışması nedeniyle bu alanlarda gel - git genliğinde artış yaşanır. Sicilya Boğazı'

ndan doğuya doğru gidildikçe genlik tekrardan düşmeye başlar ve Girit Adası civarında en düşük seviyesine ulaşır. Bu noktadan sonra Kıbrıs Adası' na doğru artmaya başlayan genlik ada civarında 10 cm' ye ulaşır⁵ (Öztürk, 2013: 70) (Şekil 1.28).



Şekil 1.28. Aynın çekim kuvvetine bağlı olarak oluşan gel - git genliğinin Akdeniz içerisindeki alansal dağılışı (Öztürk, 2013' ten)

Kısa dönemli deniz seviyesi değişimlerine neden olan en önemli faktörlerden biri de hava basıncındaki değişimdir. Ters barometre etkisi olarak adlandırılan bu etki nedeniyle atmosfer basıncındaki 1 mbar' lık artış deniz seviyesinde yaklaşık 1 cm' lik azalmaya; atmosfer basıncındaki 1 mbar' lık azalma ise deniz seviyesinde 1 cm' lik artışa neden olur (Kaya, 2008: 24; Öztürk, 2011: 630). Uzun süreli ortalama aylık değerlere göre, Doğu Akdeniz' de yıl içerisinde 14. 9 cm' lik, yıllar arası ortama maksimum ve ortalama minimum değerlerine göre 36. 5 cm' lik bir deniz seviyesi genliği görülür. Yıl içerisinde en yüksek deniz seviyesine ağustos, en düşük seviyeye ise mart ayında ulaşılır. Deniz seviyesi ve sıcaklık dizilerinde istatistiksel açıdan anlamlı artış eğilimleri vardır. Bu eğilimlerin oranları ortalama deniz seviyesinde 1.57 mm/yıl, ortalama maksimum deniz seviyesinde 1.89 mm/yıl, ortalama minimum deniz seviyesinde 1.36 mm/yıl, sıcaklık değerlerinde ise, 0.026 °C/yıl' dır. Hem uzun süreli aylık ortalama değerlere hem de zaman dizisi analizlerine göre deniz seviyesi sıcaklık ve basınç koşullarının kontrolü altındadır ve yağışın deniz seviyesi değişimleri üzerinde önemli bir etkisi yoktur (Öztürk, 2011: 640).

⁵ Bu genlik sadece Ay' ın çekim kuvvetine bağlı olarak gerçekleşen gel - git genliğidir.

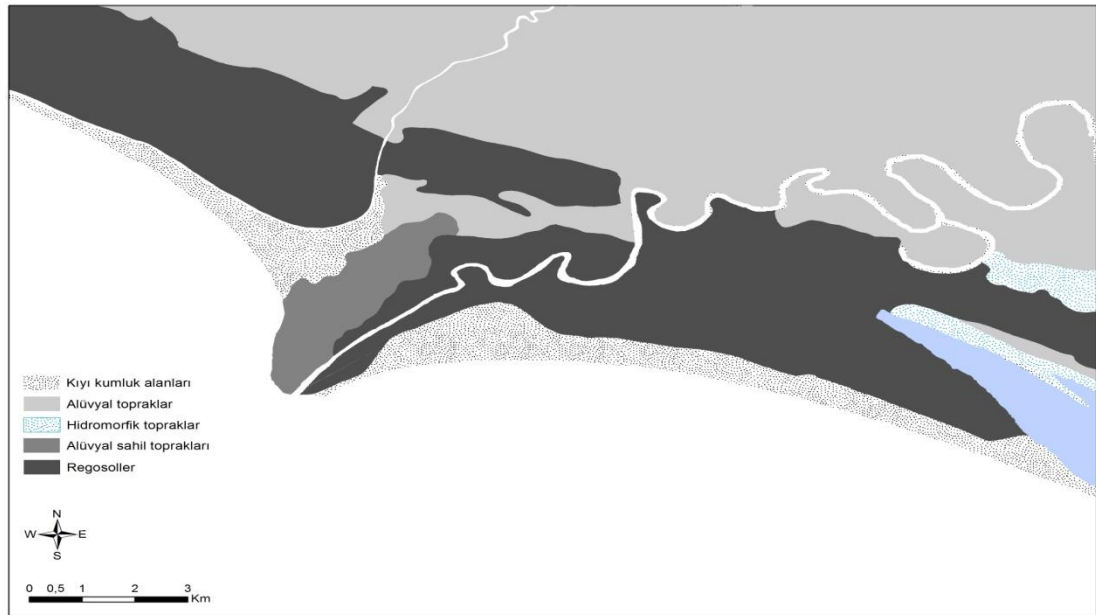
1.1.6. Seyhan Deltası' nın Toprak ve Bitki Örtüsü Özellikleri

Toprak: Seyhan Deltası' nda toprak grupları içerisinde en fazla oranı alüvyal topraklar oluşturmaktadır. Kıyı çizgisinden iç kesimlere doğru gidildiğinde alüvyal toprakların ovayı kapladığı görülür. Bu topraklarda organik madde derinlikle birlikte azalmaktadır. Kireç çok düzenli olmamakla birlikte belirgin derinliklere, taban suyunun etkin olduğu üst düzeye kadar artma gösterir. Alüvyal birliğindeki tüm topraklar derin özelliktedir. Renk koyu gri - kahve ve gridir. Alanda bir diğer önemli toprak grubunu ise hidromorfik topraklar oluşturmaktadır. Hidromorfik topraklar genellikle Tuzla Lagünü' nün kuzey kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Alüvyal topraklarla komşu olup kısmen birlikte haritalanan hidromorfik topraklar çok bozuk drenajlı, tuzlu - alkali ve kalın gley katlarına sahiptir. Kıyıdaki hidromorfik topraklarda yüksek taban suyu vardır. Yaşlık yılın büyük kısmında sürer. Yaz aylarında üst katlar yaşlıktan kurtulur; fakat nemli kalır. Kıyıdan uzaklaştıkça ve alüvyal grup içerisindeki hidromorfikler koyu renkli, kalın üst toprağa ve altta gley katlarına sahiptir. Seyhan Deltası' nın güney kısımlarında kıyı çizgisine paralel olarak kıyı kumluk alanları yer almaktadır. Bu alanlar 200 ile 5000 metre genişliğindedir. Bu alanlarda silt ve kil hemen hiç bulunmadığından geçirgenliği yüksek, su tutma kapasiteleri de düşük olup besin maddeleri bakımından fakirdirler. Kumul toprakları yazın en kurak zamanlarda bile biraz derine inildiğinde alt kısımlarında nemli oldukları görülür. Bunun nedeni, taban suyunun yüksek olması ve bünyenin kum olmasıdır (Serteser, 1994: 37 - 39; Seyhan Havzası Toprakları, 1974: 54, 63). Ayrıca kıyıdan iç kesimlere doğru gidildiğinde parçalı şekilde regosollere de rastlanmaktadır (Şekil 1.29).

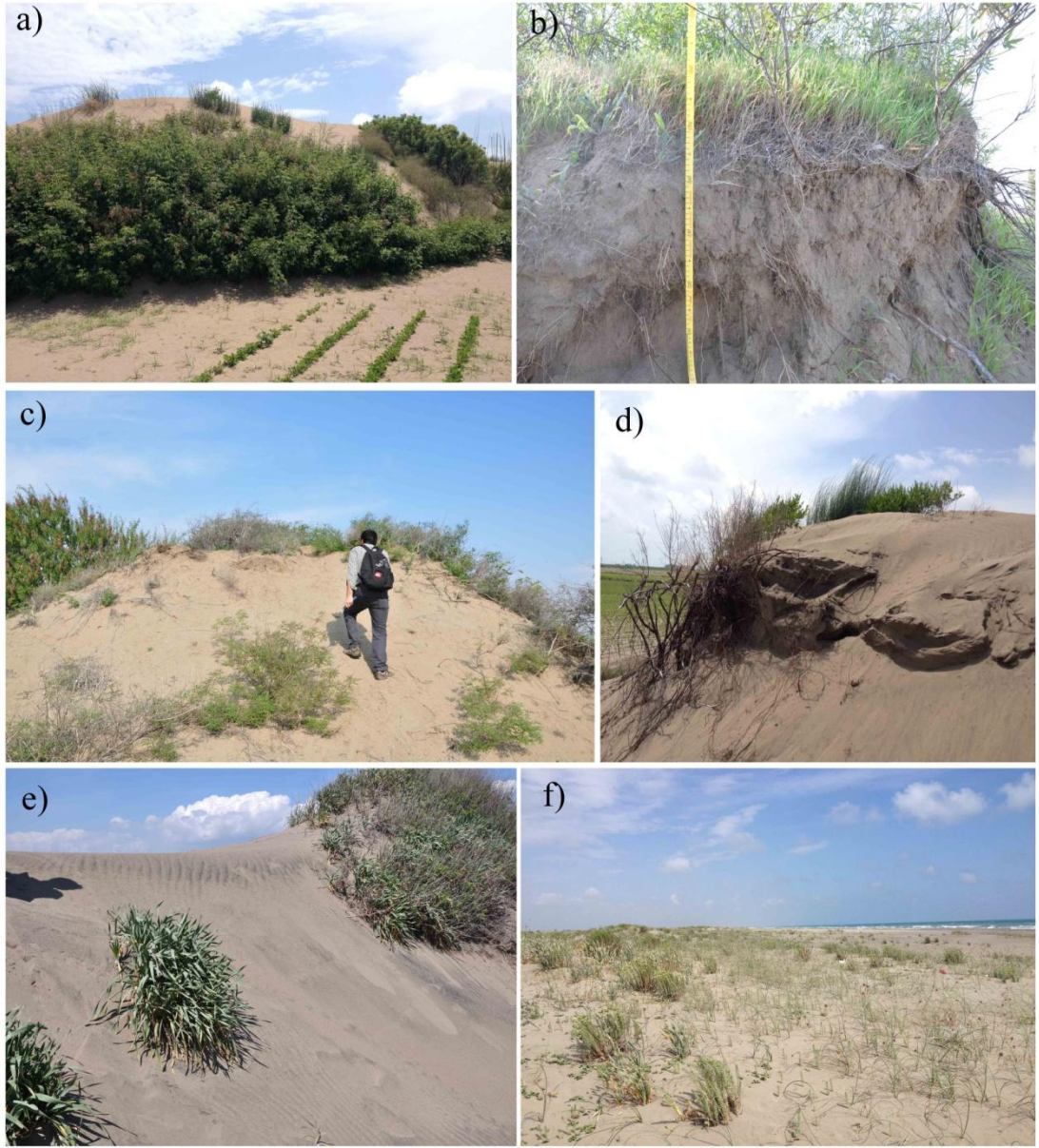
Bitki örtüsü: Seyhan Deltası' nda tarım alanlarının gittikçe yayılması doğal bitki örtüsünü büyük ölçüde coğrafi peyzajdan silmiştir. Serteser (1994), Seyhan Deltası' nda bitki örtüsü ve toprak ilişkilerini ele aldığı eserde geniş çaplı bir bitki örtüsü özellikleri ortaya koymuştur. Buna göre; çalışma alanına 3 tip vejetasyon hakimdir. Bunlar: Kıyı kumul vejetasyonu, kıyı tuzcul vejetasyonu ve kıyı maki vejetasyonudur. Kıyı kumul vejetasyonu; kum bitkilerinin en önemli özelliği kum yığıldıkça bitkinin tekrar toprak yüzeyine çıkabilmesidir. Böylece bu bitkiler sürekli kum toplayarak kum tepecikleri oluştururlar. Denize yakın yerlerde devamlı dalga etkisiyle bitki barınmaz. Dalga etkisinden uzak iç kısımlarda tuz miktarının da az

olması bitki için daha uygun koşullar oluşturmaktadır. Yine rüzgarın da sert estiği kısımlarda kum tanelerinin çarpmasından dolayı bitkiler, traşlandığı için boyları 1,5 metreyi geçmeyen bodur çalılar halinde kalır. *Salsolo - Cakiletum aegyptiacae*, *Ipomoeo stoloniferae - Sporoboletum virginici*, *Cyperus capitatus* grupmanı önemli birlikleridir. Kıyı tuzcul vejetasyonu; yaz aylarında eriyebilir tuzlar, drenajı bozuk kesimlerde yüksek taban sularının kapılar hareketiyle yüzeye ulaşmakta ve buharlama sonucu toprak yüzeyinde yığıldıklarından buralarda tuzcul (halofit) bitkiler bulunmaktadır. *Arthrocnemum glaucum - Halocnemum strobilaceum*, *Puccinellia festuciformis - Arthrocnemum perrene*, *Arthrocnemum fruticosum* önemli birlikleridir. Kıyı maki vejetasyonu; denizden iç kesimlere doğru ilerledikçe iklimin derece derece değişmesine bağlı olarak bileşimindeki elemanları kaybetmektedir. Çalışma alanında özellikle çalı tipi birlikler, zayıfta olsa toprak oluşumu gözlenebilen stabil kum tepelerinde oluşmaktadır.

Seyhan Deltası'nda arazi çalışmaları sırasında, kıyından iç kesimlere doğru gidildikçe artan kumul tepelerinin yüksekliğine bağlı olarak yoğun bitki örtüsüyle kaplanmış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca iç kesimlerdeki kum tepelerinde bitkilerin köklerini daha derine ulaştırdığı da gözlemlenmiştir (Şekil 1.30).



Şekil 1.29. Seyhan Deltası büyük toprak grupları (KHGM Adana il varlığı, 1997 temel alınmıştır)



Şekil 1.30. İç kesimlerdeki kumul tepeleri üzerinde gelişen *Nerium oleander* (a,c) ve derine inen kökleri (b), embriyo kumul sırtları üzerinde gelişen *Euphorbia paralia*, *Cyperus capitatus*, *Pancratium maritimum* gibi öncü bitki türleri (d,e,f)

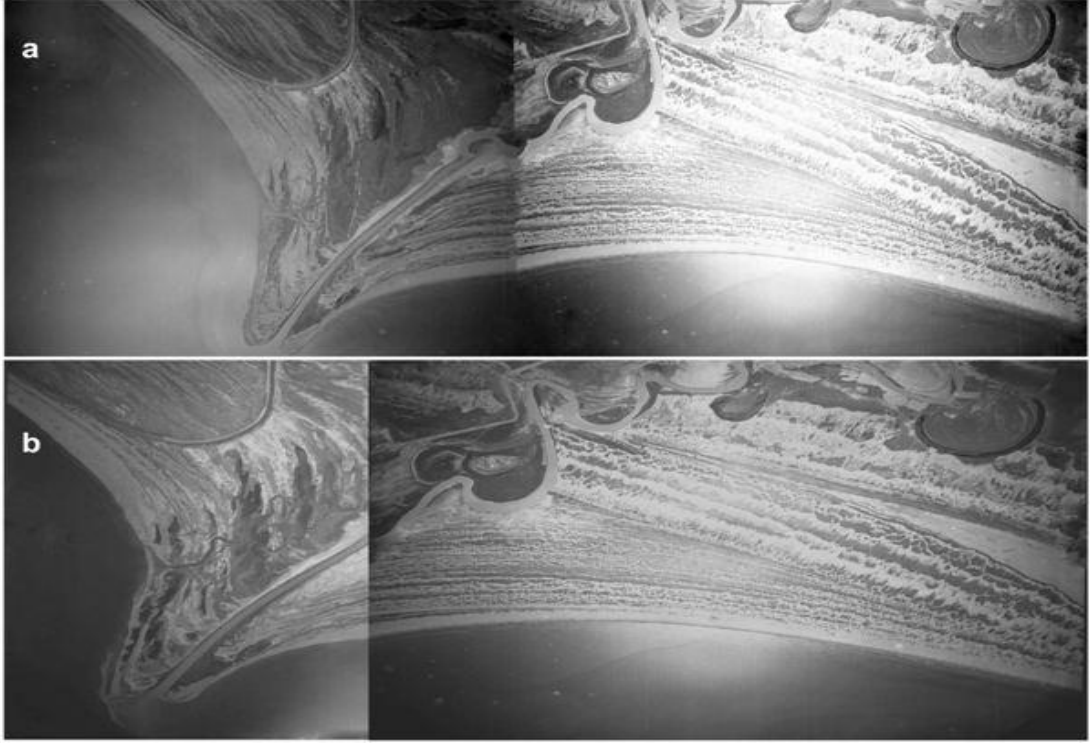
2. BÖLÜM

2.1. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntülerine Dayalı Bulgular

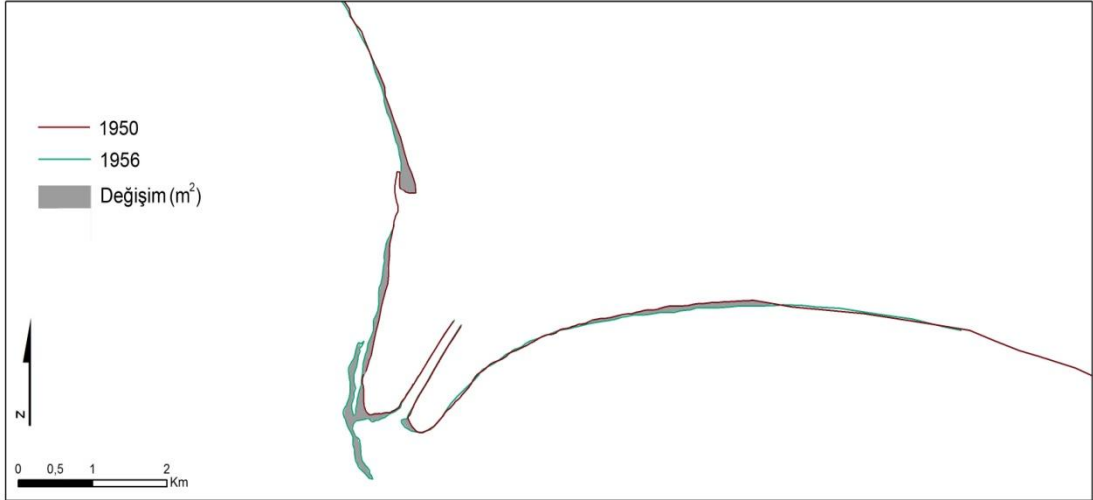
Bu bölümde; 1950, 1956 yıllarına ait hava fotoğrafları ile 1972, 1985, 1987, 1998, 2000, 2009 ve 2013 yıllarına ait uydu görüntülerine dayalı kıyı çizgisi ve alan değişimlerine ait tespitler incelenmiştir. Yöntem kısmında da belirtildiği üzere, tüm dönemler için kıyı çizgisi ve alan değişimlerinin kantitatif olarak belirlenmesi amacıyla aşağıda belirtilen adımlar takip edilmiştir;

- Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin koordinatlarını belirlemek için Arcgis 10.2 programı kullanılmıştır.
- Koordinatlandırılan hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin buldukları dönemlere ait kıyı çizgileri belirlenmiştir.
- Belirlenen kıyı çizgileri dönemsel olarak üst üste bindirilip aradaki alansal fark ve kıyı çizgisi değişimi ortaya konulmuştur.
- Kıyı çizgisi ve alansal değişimleri miktar (kantitatif) olarak belirlemek amacıyla Seyhan Nehri' nin ağız kısmında ve Seyhan Deltası' nın doğu ve batı kıyılarında referans noktaları seçilerek metrik ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır.
- Elde edilen sonuçlar, her bir dönem içerisindeki toplam yıla bölünerek yıllık değişim oranı tespit edilmiştir.

1950 - 1956 Arası Dönem: Hava fotoğraflarından elde edilen sonuçlara göre 6 yıllık bu dönemde Seyhan Deltası, nehrin ağız kısmından itibaren güneybatı istikametinde yaklaşık olarak 70 metre ilerlemiştir. Nehrin ağız kısmından doğu ve batı kıyılarına doğru ise ilerleme yaklaşık olarak 50 metre olmuştur. Bu dönemde Seyhan Nehri' nin ağız kısmı ve yakın çevresinde biriken alüvyonlar toplam 200.000 m² lik bir alan kaplamakta olup kıyı çizgisinin yıllık ilerleme hızı ise ortalama 11,6 m/yıl' dır (Şekil 2.1 ve 2.2).

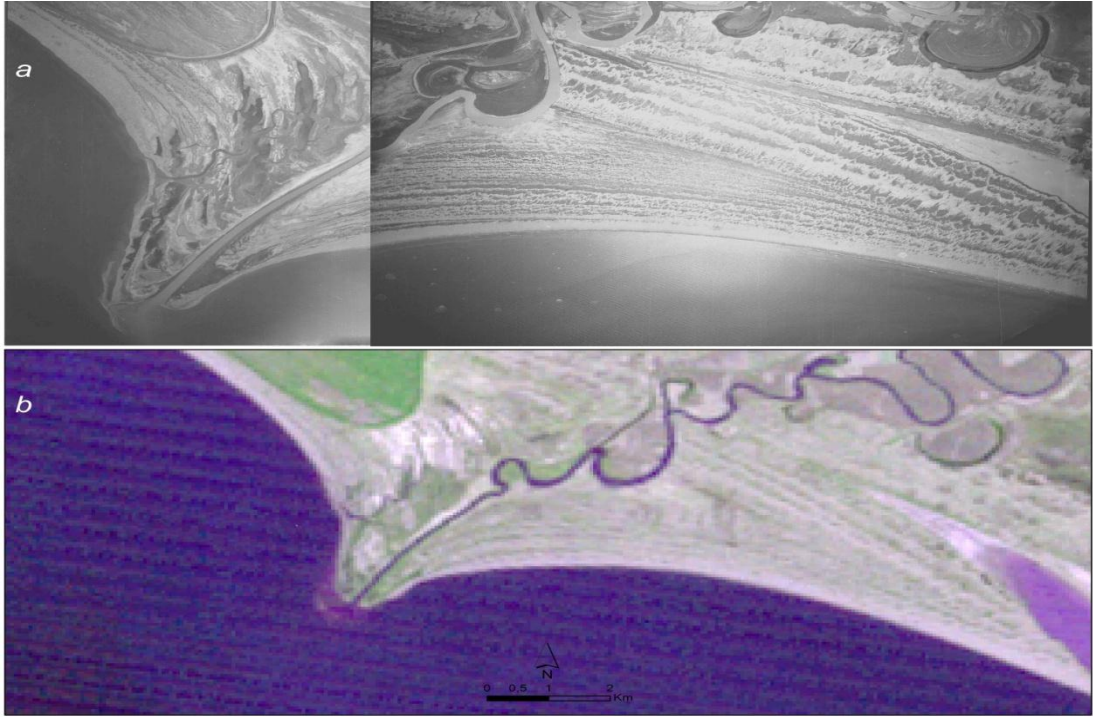


Şekil 2.1. Seyhan Deltası 1950 (a) ve 1956 (b) yıllarına ait hava fotoğrafları

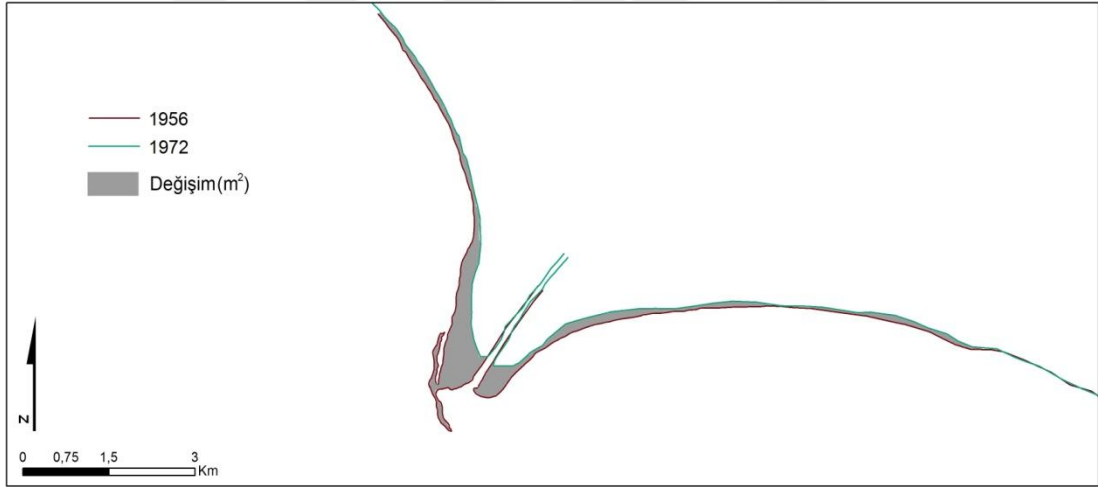


Şekil 2.2. 1950 ve 1956 yıllarına ait hava fotoğraflarından tespit edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

1956 - 1972 Arası Dönem: 1956 yılına ait hava fotoğrafı ve 1972 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlara göre (Şekil 2.3); 16 yıllık bu dönemde Seyhan Deltası, özellikle nehrin ağız kısmında yaklaşık olarak 725 metre gerilemiştir. Ağız kısmından batı ve doğu kıyıları boyunca ise gerileme yaklaşık 125 metre olmuştur. Delta alanında bu dönemde yaklaşık olarak 1.400.000 m² lik bir küçülme meydana gelip kıyı çizgisinin ortalama gerileme hızı ise 45.3 m/yıl olmuştur (Şekil 2.4).

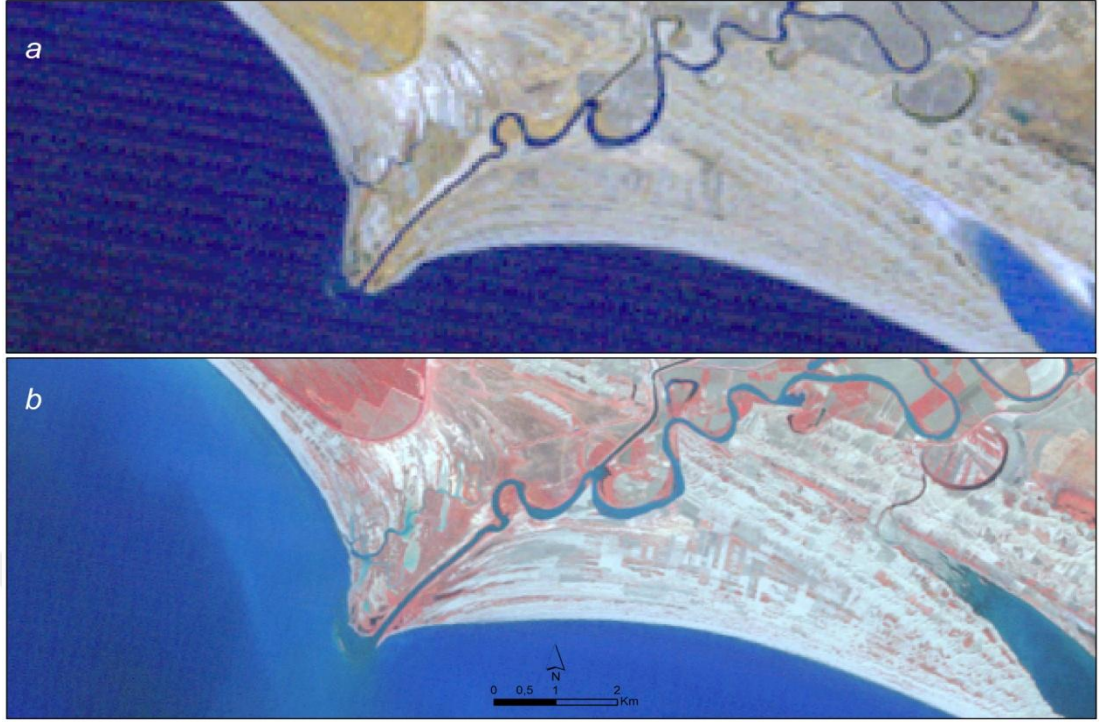


Şekil 2.3. Seyhan Deltası 1956 yılına ait hava fotoğrafı (a) ve 1972 yılına ait uydu görüntüsü (b)

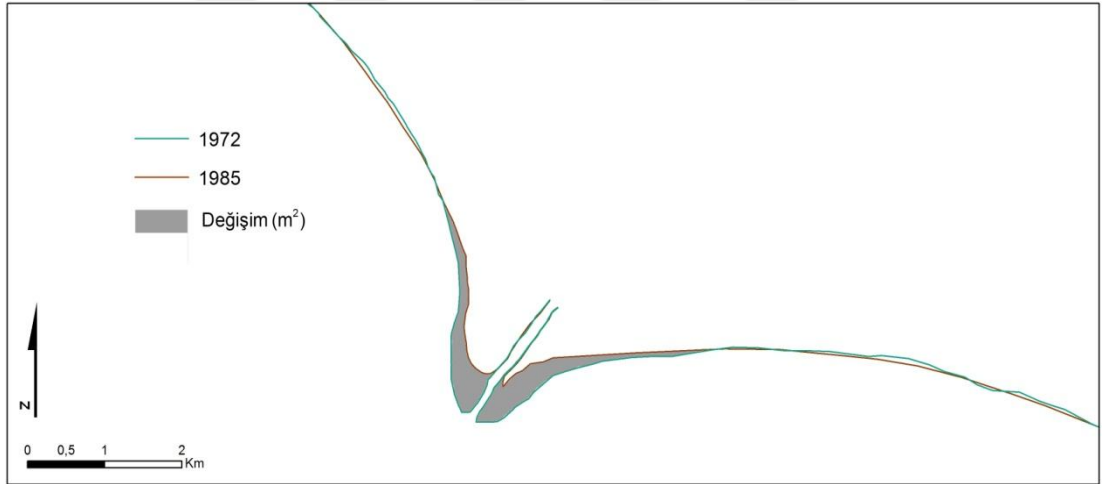


Şekil 2.4. 1956 hava fotoğrafı ve 1972 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

1972 - 1985 Arası Dönem: 1972 ve 1985 yıllarına ait uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlara göre 13 yıllık dönemde Seyhan Deltası gerilemeye devam etmiştir (Şekil 2.5). Gerileme miktarı nehrin ağız kısmında yaklaşık olarak 560 metre olmuştur. Ağız kısmından batı ve doğu kıyıları boyunca gidildikçe gerileme miktarı yaklaşık olarak 100 metredir. Delta bu dönemde yaklaşık $1.000.000 \text{ m}^2$ küçülmüş olup kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 43 m/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.6).

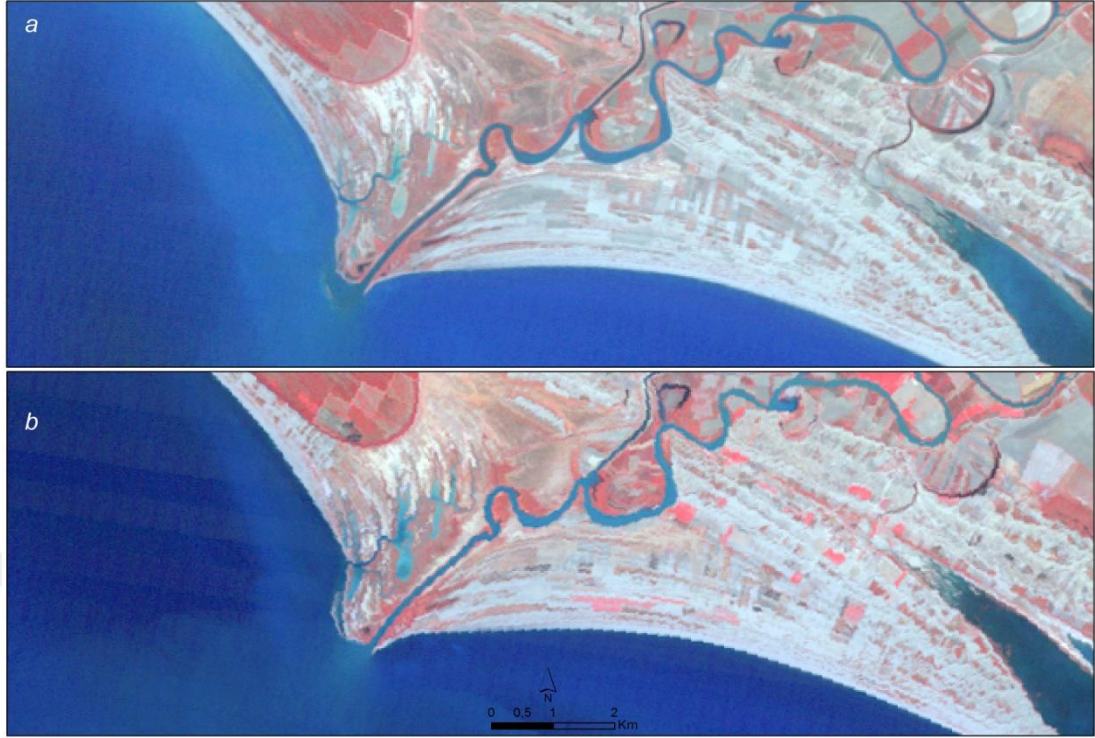


Şekil 2.5. Seyhan Deltası 1972 (a) ve 1985 (b) yıllarına ait uydu görüntüleri

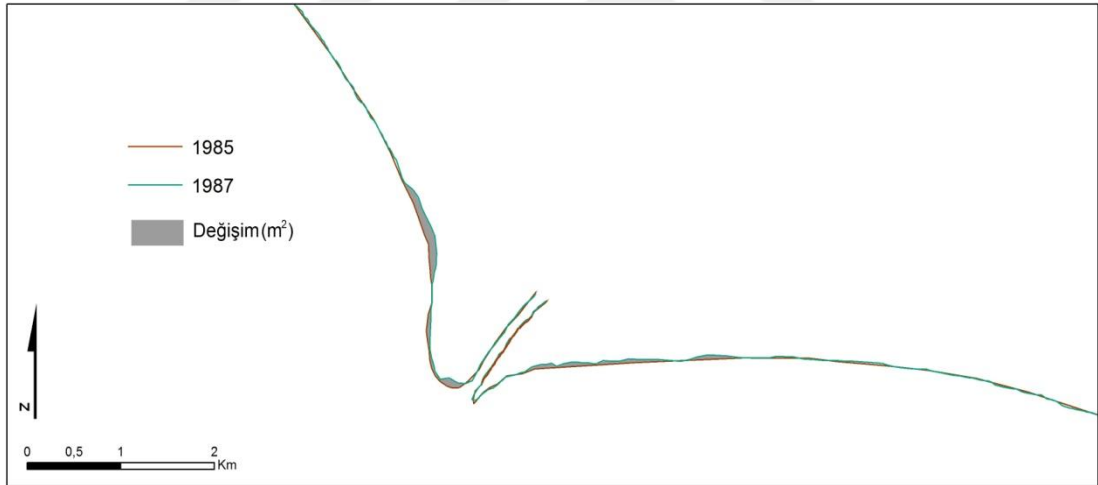


Şekil 2.6. 1972 ve 1985 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

1985 - 1987 Arası Dönem: 1985 - 1987 yılları arasındaki 2 yıllık dönemde Seyhan Deltası sadece 65 metre gerilemiştir (Şekil 2.7). Nehrin ağız kısmının batı kesiminde gerileme miktarı yaklaşık olarak 20 metre olup bu dönemde deltada yaklaşık olarak 100.000 m² küçülme meydana gelmiştir. Kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 32,5 m/yıl olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2.8).

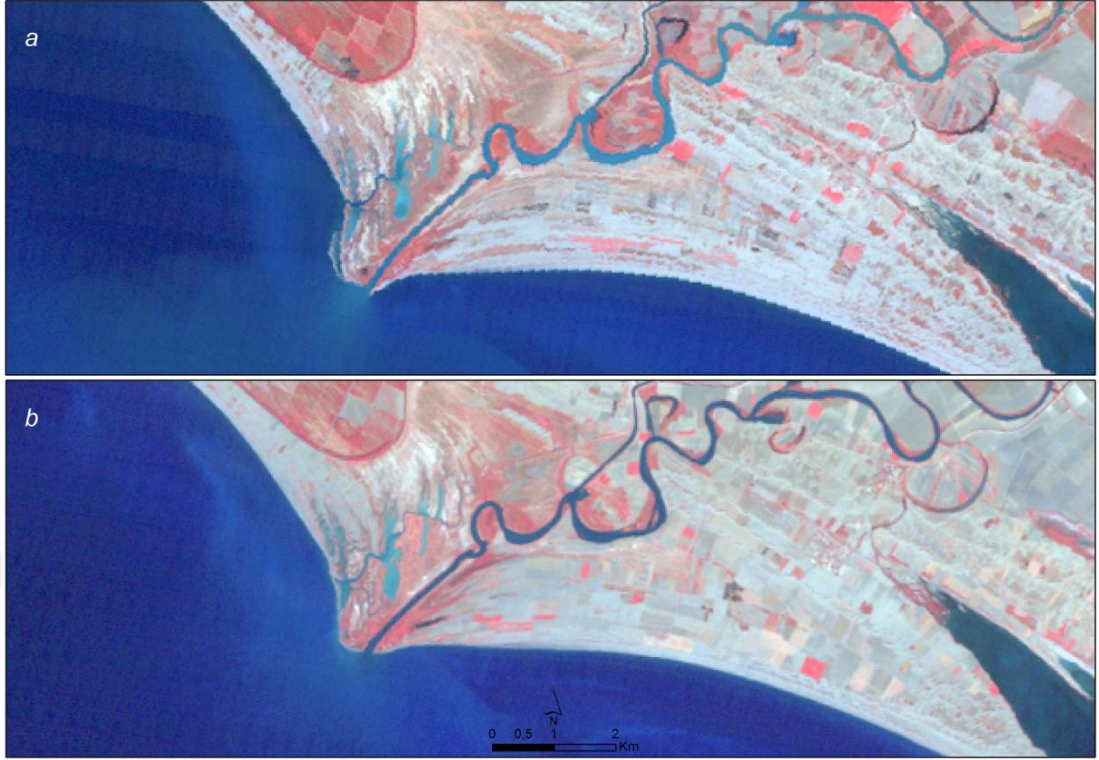


Şekil 2.7. Seyhan Deltası 1985 (a) ve 1987 (b) yılına ait uydu görüntüsü

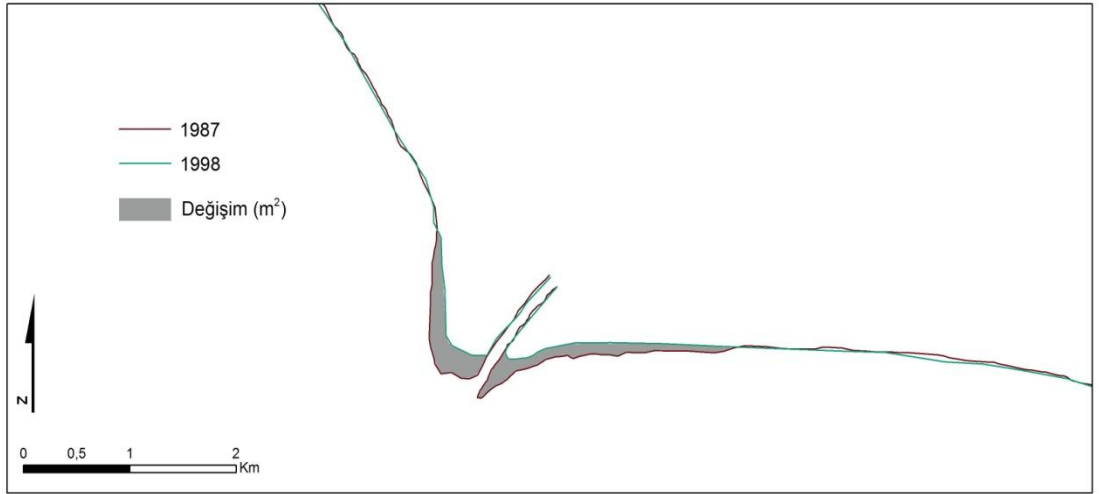


Şekil 2.8. 1972 ve 1985 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

1987 - 1998 Arası Dönem: 1987 ve 1998 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlara göre (Şekil 2.9); Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 350 metre gerilemiştir. Ağız kısmından batı ve doğu kıyıları boyunca gidildikçe gerileme yaklaşık 90 metredir. Seyhan Deltası' nda bu dönemde yaklaşık 460.000 m² toprak kaybı gerçekleşip kıyı çizgisinin gerileme hızı ortalama 31,8 m/yıl' dır (Şekil 2.10).

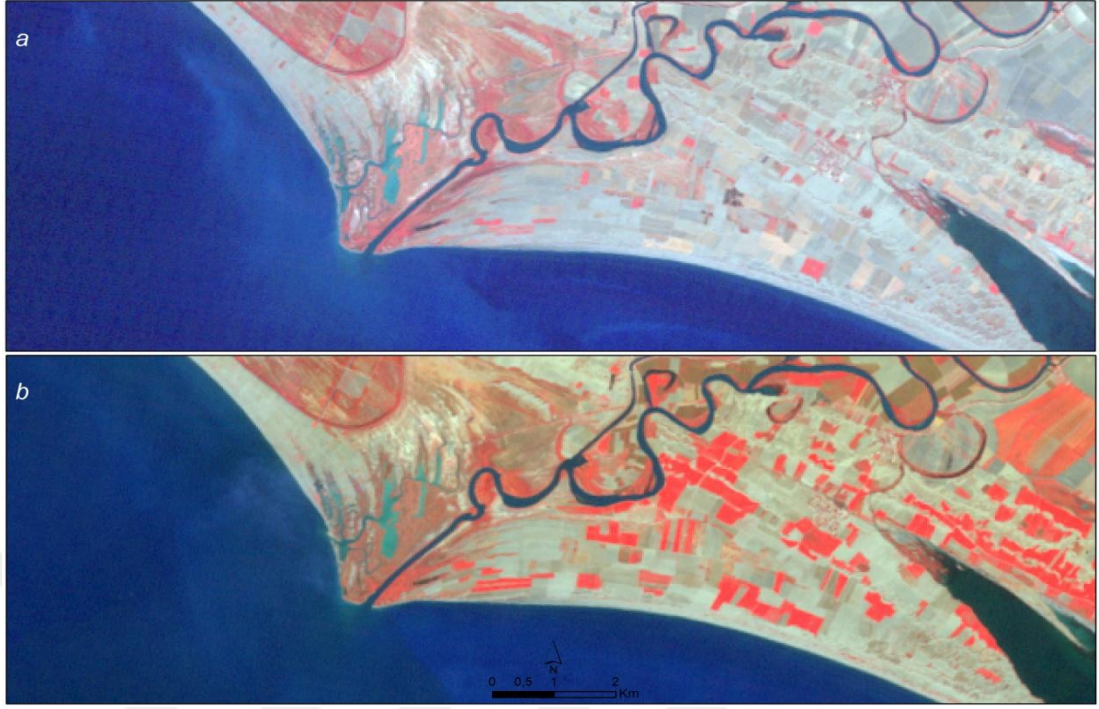


Şekil 2.9. Seyhan Deltası 1987 (a) ve 1998 (b) yılına ait uydu görüntüsü

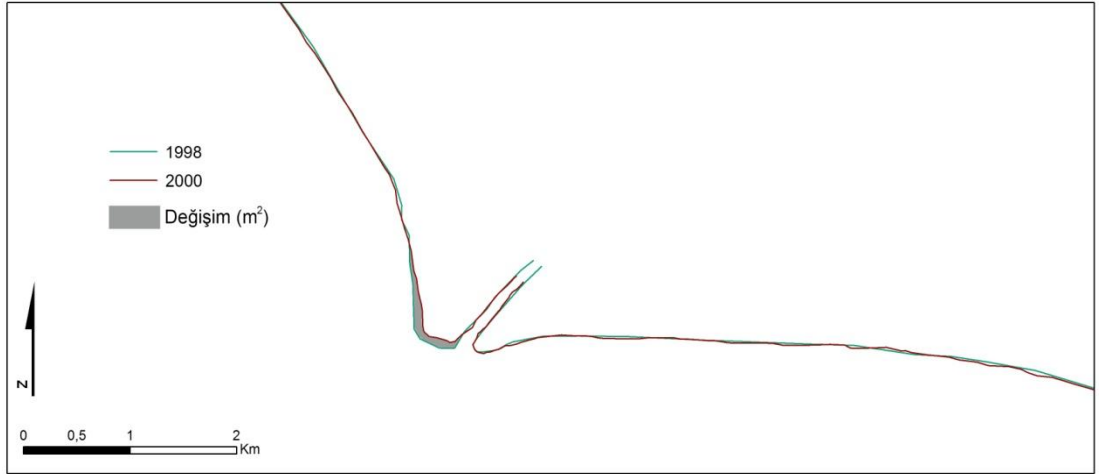


Şekil 2.10. 1987 ve 1998 yıllarına ait uydu görüntülerinden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

1998 - 2000 Arası Dönem: 1998 - 2000 arasındaki 2 yıllık bu dönemde Seyhan Deltası'nda nehrin ağız kısmından itibaren kuzeydoğu yönünde yaklaşık olarak 80 metrelik bir gerileme gerçekleşmiştir. Bu gerileme ağız kısmının kuzeybatı ve kuzeydoğu kesimini oluşturan kıyılarda yaklaşık olarak 30 metre olarak gerçekleşmiştir. Seyhan Deltası bu dönemde yaklaşık 70.000 m² küçülmüş olup, kıyı çizisinin ortalama gerileme hızı ise 40 m/yıl olarak belirlenmiştir (Şekil 2.11 ve 2.12).

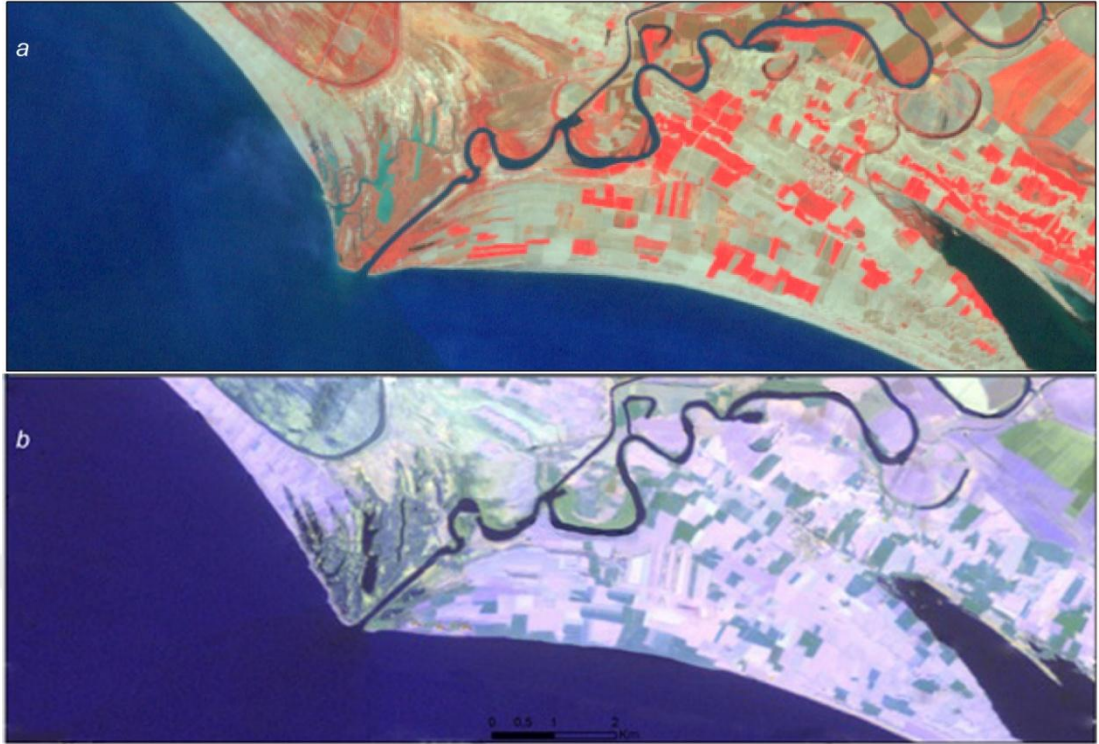


Şekil 2.11. Seyhan Deltası 1998 (a) ve 2000 (b) yılına ait uydu görüntüsü

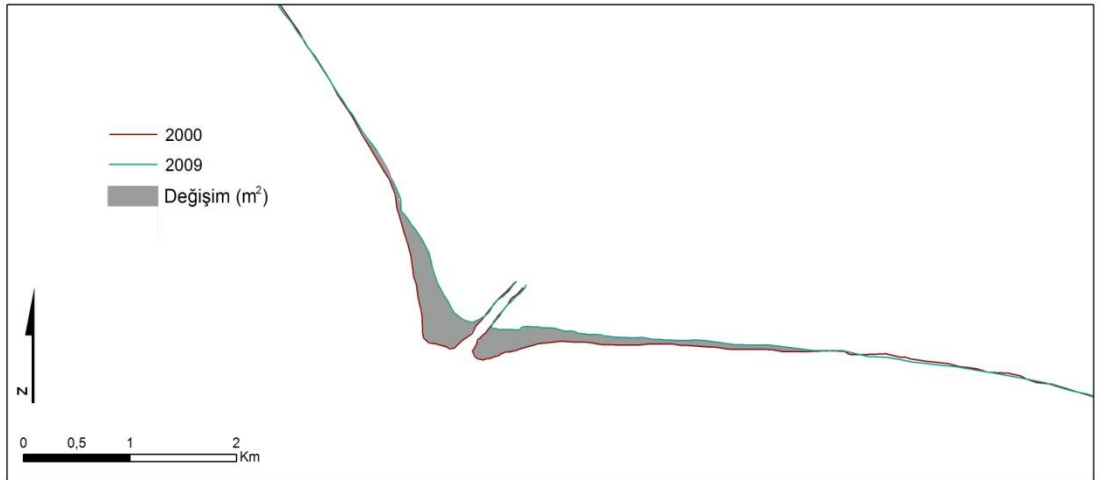


Şekil 2.12. 1998 ve 2000 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

2000 - 2009 Arası Dönem: 2000 - 2009 yılları arasını kapsayan 9 yıllık dönemde Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmından itibaren kuzeydoğu istikametine gerilemesine devam etmiştir. Bu gelime miktarı yaklaşık olarak 330 metre olarak belirlenmiştir. Önceki dönemlerde olduğu gibi ağız kısmının batı ve doğu kesimlerini oluşturan kıyılarındaki gerileme oranı ise daha sınırlı kalarak yaklaşık 100 metre olarak ölçülmüştür. Bu dönemde delta sahasındaki toplam küçülme miktarı alan olarak yaklaşık 620.000 m² olup kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 36,6 m/yıl' dır (Şekil 2.13 ve 2.14).



Şekil 2.13. Seyhan Deltası 2000 (a) ve 2009 (b) yılına ait uydu görüntüsü

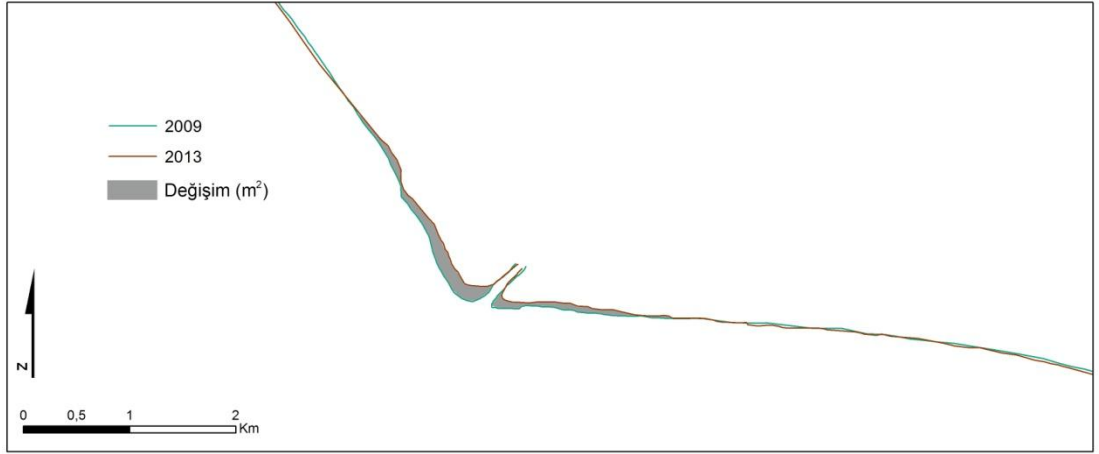


Şekil 2.14. 2000 ve 2009 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

2009 - 2013 Arası Dönem: Seyhan Deltası' ndaki gerileme bu dönemde de devam etmiştir. Nitekim dört yıllık bu dönemde Seyhan Deltası ağız kısmından itibaren kuzeydoğu yönünde yaklaşık 140 metre gerilemiştir. Önceki dönemlerde olduğu gibi deltanın ağız kısmına uzak olan batı ve doğu kıyılarındaki gerileme yaklaşık 60 m. olarak gerçekleşmiştir. Seyhan Deltası' nda bu dönemde toplam 260.000 m² lik bir küçülme gerçekleşip kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 35 m/yıl' dır (Şekil 2.15 ve 2.16).



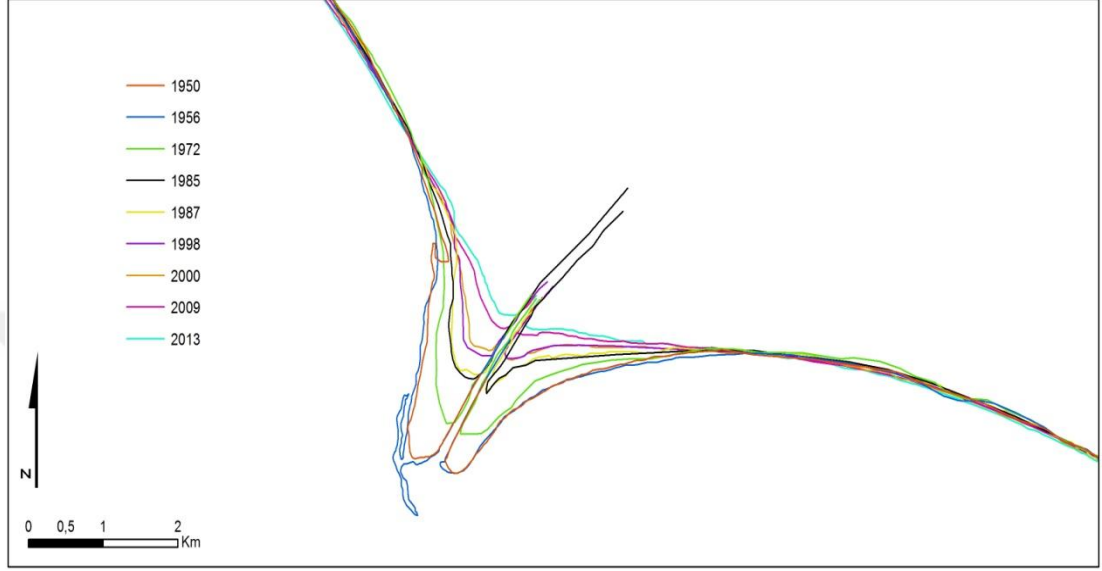
Şekil 2.15. Seyhan Deltası 2009 (a) ve 2013 (b) yılına ait uydu görüntüsü



Şekil 2.16. 2009 ve 2013 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen kıyı çizgisi ve alan değişiminin şematik görünümü

Mevcut hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ışığında; Seyhan Deltası, 1950 yılından 1956 yılına kadar yaklaşık 70 metre güneybatı yönünde ilerleme kaydetmiş ve bu büyüme alan olarak 200.000 m² olarak gerçekleşmiştir. Ancak 1956 yılından itibaren ise delta sürekli olarak gerilemiştir. Nitekim 1956 - 2013 arasındaki 57 yıllık sürede delta sürekli olarak gerilediği gibi aynı zamanda alan olarak da küçülmüştür. Bu dönemde delta kara yönünde yaklaşık 2,25 km gerilemiş ve toplamda 3,9 km² küçülmüştür. 1950 - 1956 yılları arasında deltanın ilerleme hızı yaklaşık 11,6 m/yıl olarak gerçekleşirken, 1956 - 2013 yılları arasında deltada sürekli bir gerileme ve

alan olarak küçülme gerçekleşmiştir. Nitekim bu dönemde ortalama gerileme hızı 39,4 m/yıl olarak tespit edilmiştir. 1950 - 1956 yılları arasında deltanın alan bakımından büyüme oranı yaklaşık 33.3 m²/yıl iken, 1956 - 2013 yılları arasında küçülme oranı 68.4 m²/yıl' dır (Şekil 2.17, Tablo 2.1).



Şekil 2.17. Seyhan Deltası 1950 - 2013 yılları arası kıyı çizgisi değişimlerinin şematik görünümü

Tablo 2.1. 1950 - 2013 yılları arasındaki farklı zaman aralıklarına göre Seyhan Deltası' nda meydana gelen kıyı çizgisi ve alan değişimlerinin maksimum ilerleme (+) ve gerileme (-) sonuçları

Zaman aralığı	Toplam yıl	Toplam ilerleme-gerileme (m)	Yıllık ortalama ilerleme-gerileme (m)	Toplam ilerleme-gerileme (m ²)	Yıllık ortalama ilerleme-gerileme (m ²)
1950 - 1956	6	+70	+11.6	+200.000	+33.333
1956 - 1972	16	-725	-45.3	-1.400.000	-87.500
1972 - 1985	13	-560	-43	-1.000.000	-76.923
1985 - 1987	2	-65	-32.5	-100.000	-50.000
1987 - 1998	11	-350	-31.8	-460.000	-41.818
1998 - 2000	2	-80	-40	-70.000	-35.000
2000 - 2009	9	-330	-36.6	-620.000	-68.888
2009 - 2013	4	-140	-35	-260.000	-65.000

2.2. Arazi Çalışmalarına Dayalı Bulgular

Bu bölümde, Seyhan Deltası' nda 1956 - 2013 yılları arasında meydana gelen gerilemenin izlerini işaret eden bazı arazi bulguları ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, Seyhan Deltası' nda kıyı çizgisi gerilemesine bağlı olarak meydana gelen kıyı erozyonu delilleri, Seyhan Nehri' nin taşıdığı sedimanların Seyhan Barajı' nda tutulması sonucu gerçekleşen siltasyon ve kıyı gerisinde oluşan kumul sırtlarına ait tane boyu analizleri yer almaktadır.

2.2.1. Kıyı Erozyonu

Şekil 2.18' de Tuzla Lagünü kıyılarında 1990' lı yılların başında kara yönünde ve kıyı çizgisinden yaklaşık 200 m içeride inşa edilmiş olan su deposu ve kıyı çizgisinden yaklaşık 130 metre içeride inşa edilmiş bazı turistik tesisler gösterilmektedir. Kıyı erozyonu sonucu kıyı çizgisi gerilemiş ve günümüzde su deposu, kıyı çizgisine 75 metre ve turistik tesisler ise 10 metre mesafede bulunmaktadır. Bu durum Tuzla Lagünü kıyılarında, kıyı çizgisinin yaklaşık 5 m/yıl oranında gerilediğine işaret etmektedir.



Şekil 2.18. Tuzla Lagünü kıyılarında inşa edilmiş su deposu ve bazı turistik tesislerin kıyı çizgisi gerilemesi sonucu kıyı çizgisine yakın bir konuma gelmeleri

Kıyı erozyonu sonucu kıyı gerilemesinin arazideki bir diğer önemli kanıtı ise; Tuzla Lagünü kıyılarında 1995 yılında kıyı çizgisinden yaklaşık 50 metre uzaklıkta açılmış su kuyusudur. Açılan bu kuyu, su deposu ve turistik tesislere yakın bir konumdadır. Kıyı erozyonuyla eskiden kara içerisinde açılan bu kuyu sondajı güncel kıyı çizgisinden yaklaşık 25 metre deniz içerisinde boğulmuştur. Bu durum; sözü edilen sahada, 1995 yılından 2013 yılına kadar 75 metrelik kıyı çizgisi gerilemesini gösterip yaklaşık 4 m/yıl oranında gerileme hızına işaret etmektedir (Şekil 2.19).



Şekil 2.21. Seyhan Deltası kıyılarında dalga ve akıntıların aşındırması sonucu ana kaya üzerinde gelişen abrazyon platformları (a, c, ve d) ve kıyı kumullarından henüz sıyrılmakta olan abrazyon platformunun gelişimi (b)

Seyhan Deltası kıyılarında, dalga ve akıntuların aşındırmaları sonucu birçok noktada kıyı çizgisinin gerilediğini gösteren ve onu kanıtlayan abrazyon platformları yaygınlık göstermektedir (Şekil 2.21 - a, c, d). Seyhan Nehri' nin ağız kısmı kıyı erozyonunun en yoğun olduğu alanların başında gelmektedir. Nitekim bu alanda kıyı erozyonu sonucu dalga aşındırmasıyla gelişmiş mikro boyuttaki falezler de yaygınlık göstermektedir. Seyhan Nehri' nin ağız kısmından doğu ve batı yönünde uzaklaştıkça kıyı erozyonu daha yavaş gerçekleşmekte ve buna bağlı olarak abrazyonel süreçlerin etkisi de daha az göze çarpmaktadır (Şekil 2.21 - b).

Seyhan Nehri' nin ağız kısmının hemen doğusunda bir konumda dalgaların aşındırmasıyla kıyı erozyonu gerçekleşmiş ve bu aşındırma sonucu mikro falezler meydana gelmiştir. Kıyı erozyonu sonucu meydana gelen bu falezler yaklaşık 140 cm yüksekliktedir (Şekil 2.22 - a, b).

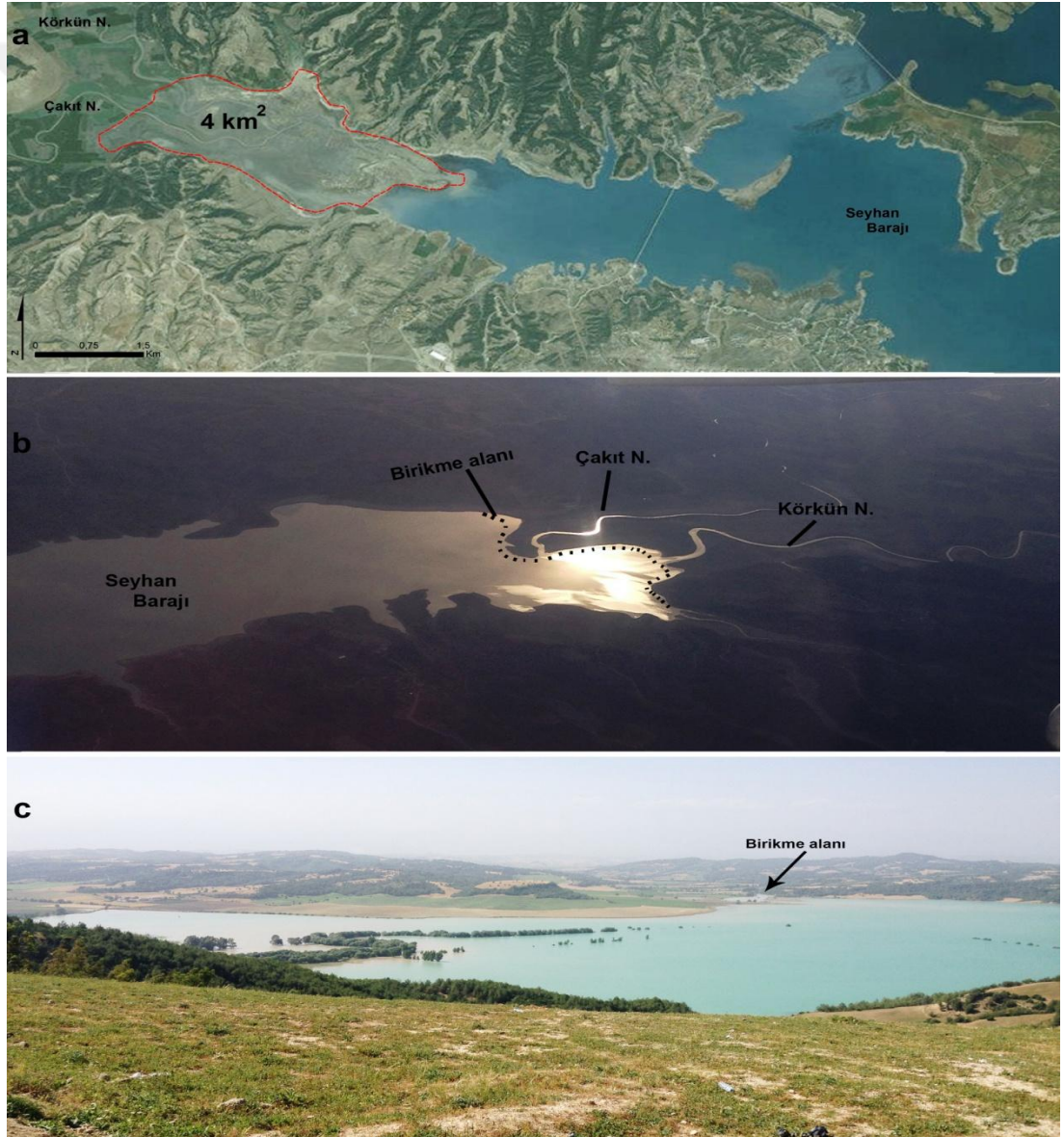


Şekil 2.22. Seyhan Nehri' nin ağız kısmının doğusunda kıyı erozyonu sonucu oluşmuş mikro falezler ve onun önünde gelişmekte olan abrazyon platformu (Fotoğraflar Kaya (2008)' ya aittir.)

2.2.2. Siltasyon

Siltasyon, silt boyutundaki tanelerin depolanmasına denmektedir; fakat yaygın olarak ince taneli unsurların havzalarda ve rezervuarlarda depolanması için kullanılır (Encyclopedia of Geomorphology, 2004: 940). Akarsular üzerine inşa edilen barajlar, akarsular için yerel bir kaide seviyesi oluşturmakta ve akarsuların taşıdığı sedimanların buralarda birikmesine neden olmaktadır. Böylece deltaya sediman akışını azaltıp onların barajlarda birikmesine ve siltasyona yol açmaktadır.

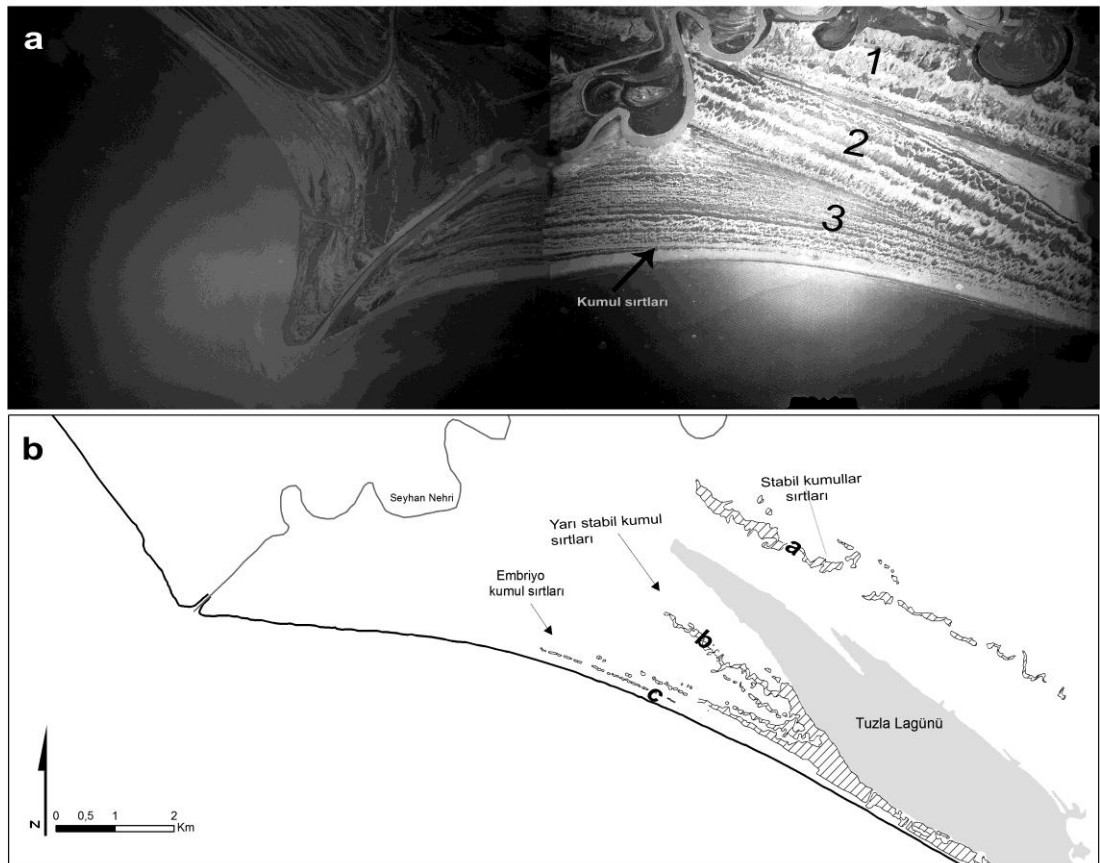
Seyhan Nehri üzerine inşa edilen Seyhan Barajı, su tutmaya başladığı 1956 yılından itibaren yerel bir kaide seviyesi oluşturarak havzadan denize taşınan sedimanları tutmaktadır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden elde edilen bulgulara göre, özellikle sedimanların büyük çoğunluğunu taşıyan Çakıt Suyu ve Körkün Deresi' nin baraja döküldüğü alanlarda, Seyhan Barajı' nın faaliyete geçtiği 1956 yılından günümüze kadar 4 km² birikme meydana gelmiştir. Bu birikme alanı Seyhan Barajı içerisinde doğuya doğru bir çıkıntı oluşturarak, günümüzde tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı bir alan haline gelmiştir. Siltasyon alanının 4 km' lik geniş bir alana yayılması bu alanın sığ olmasıyla açıklanabilir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Çakıt ve Körkün nehirlerinin taşıdığı sedimanlarla Seyhan Barajı içerisinde oluşturduğu siltasyon alanı (a, b) (b'deki fotoğraf uçaktan çekilmiştir. Çekim tarihi: 07.11.2015) ve Rüzgârlı Tepe'den görünümü (c)

2.2.3. Ön Kumul Sırtları – Tane Boyu Özellikleri

Kıyının ilerlemesiyle kıyı gerisindeki öncü bitkiler, rüzgâr tarafından getirilen sedimanları tutar ve kıyı çizgisinin denize doğru ilerlemesiyle birbirine paralel bir şekilde gelişen ön kumul sırtları oluşur (Davidson- Arnott, 2010: 229; Doody, 2005: 449; Encyclopedia of Coastal Science, 2004: 292; Hesp, 2002: 260; Lanchester, 2004: 288). Kıyı çizgisinin hemen gerisindeki öncü bitkiler plajdan gelen kumları tutarak (Hesp, 1983: 328; 1984: 290; 1999: 155; 2004: 74) ön kumul oluşumunun ilk aşamasını temsil eden embriyo kumulları oluşturur. Kıyı ilerlemesi devam ettikçe embriyo kumullar zamanla gerileyerek ön kumul sistemine dönüşür. Ön kumullar embriyo kumullarından itibaren karaya doğru yarı stabil (sarı renkli) ve stabil (koyu renkli - organik maddece zengin) olarak ayrılırlar (Encyclopedia of Geomorphology, 2004: 291).



Şekil 2.24. Seyhan Deltası' nda 1948 yılı ön kumul sırtlarını gösterir hava fotoğrafı (a) ve güncel ön kumul sırtları (b) (harfler, tane boyu örneklem noktalarını; rakamlar ise görelî olarak oluşum sırasını göstermektedir.)

Tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapıldığı Seyhan Deltası' nda tarımsal alan oluşturma amacıyla ön kumul sırtlarının büyük bir çoğunlu ortadan

kaldırılmıştır (Çakan, etc., 2011: 700). Günümüzde Seyhan Deltası kıyılarında karaya doğru 4 km içerilere sokulan, toplamda 6 sırt halinde gelişim gösteren ön kumul sırtları yer alıp 1947 yılına ait hava fotoğrafında bu sırtların daha yoğun bir şekilde olduğu görülmektedir (Şekil 2.24). Günümüz kıyı çizgisinin hemen gerisinde en güncel ön kumul sırtlarını temsil eden embriyo kumulları bulunmaktadır. Bu kumul sırtlarının ortalama yüksekliği 1 – 1,5 metredir. Embriyo kumul sırtlarının gerisinde ise yarı stabil kumul sırtları bulunmakta olup bunların ortalama yüksekliği 7 - 8 metre civarındır. En geride ise görece olarak en yaşlı ön kumul sırtlarını temsil eden koyu renkli – stabil ön kumul sırtları bulunmaktadır. Bu kumul sırtlarının yüksekliği 10 - 12 metreye çıkabilmektedir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Seyhan Deltası' ndaki stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo ön kumul sırtları (c)

Ön kumul sırtları; denize doğru ilerleyen kıyı çizisiyle kum taşınımına kaynaklık eden plajın mesafesi artacağından, kıyı çizgisinden karaya doğru ve bir kumul sırtının tabanından yüzeyine doğru benzer şekilde tane boyu dağılımları gösterebilir. Çünkü bir kumul sırtında, kıyından karaya doğru ve kumul sırtının tabanından tepe kısmına doğru rüzgâr seçici taşınma yapacağından boyutu büyük olan kumul tanelerinin genelde kumul sırtının tabanında birikeceği ve tepe kısmına doğru ise tane boyutlarında küçülme olacağı beklenmektedir. Aynı şekilde, rüzgâr tarafından oluşturulan seçici taşınmanın bir sonucu olarak embriyo kumul sırtlarından kara içlerine doğru kumul sırtlarını oluşturan kumların tane boyutlarında da tedrici bir küçülmenin olması beklenir (Arens v.d., 2002: 1168). Bu koşullar, ilerleyen kıyı çizgisinin olduğu kıyılarda yer alan ön kumul sırtları için geçerliken kıyı çizgisi gerilemesinin olduğu kıyılarda kum taşınımına kaynaklık eden plajın gerilemesiyle bu dengenin farklılaşacağı öngörülmektedir. Bu nedenle kıyı çizgisi değişimlerinin ele alındığı bu çalışmada; Seyhan Deltası'nda gelişim gösteren ön kumul sırtlarından bir hat boyunca her kumul sırtının tabanından ve yüzeyinden alınan 3 farklı lokaliteye ait tane boyu dağılımları incelenmiştir (Şekil 2.24 - b). Her kumul sırtının tabanından alınan örneklerin ilk biriken unsurlar olduğu düşünülerek doğal bir gelişimle oluşmuş ilerleyen kıyı çizgisi özelliklerini yansıtacağı düşünülmektedir. Buna karşın tepe kısmından alınan örneklerin günümüz gerileyen delta kıyı çizgisinin özelliklerini yansıtacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda; tabana ve yüzeye ait tane boyu dağılımları birbiriyle karşılaştırılıp Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin ön kumul sırtlarının tane boyu dağılımlarına ne şekilde yansıdığı ele alınmıştır.

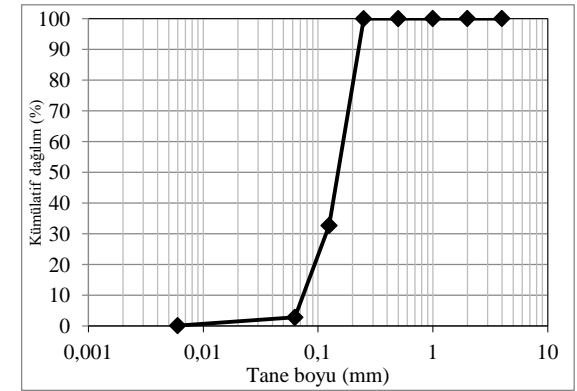
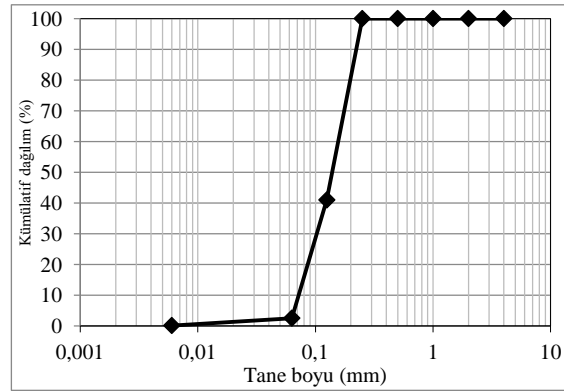
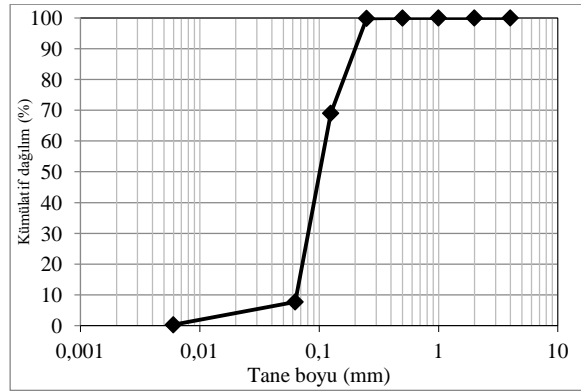
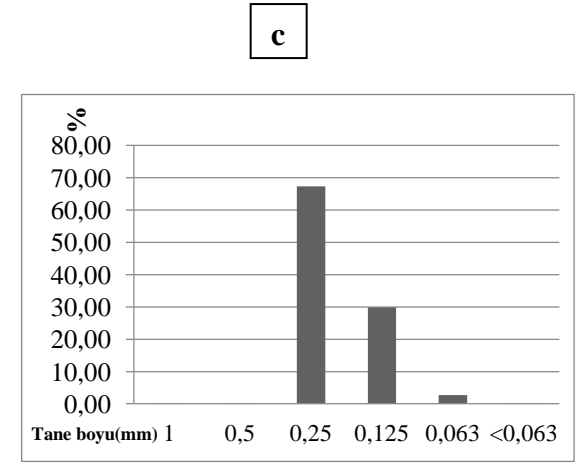
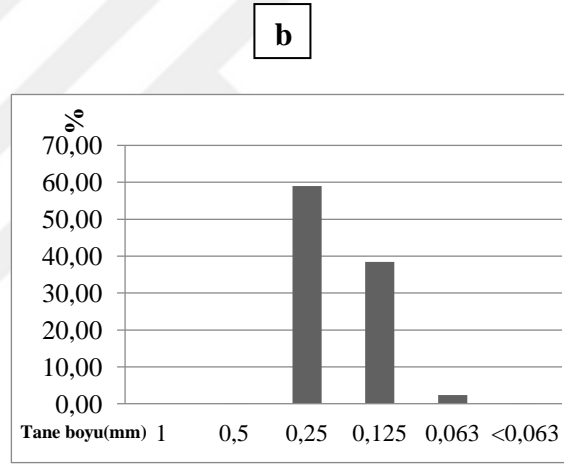
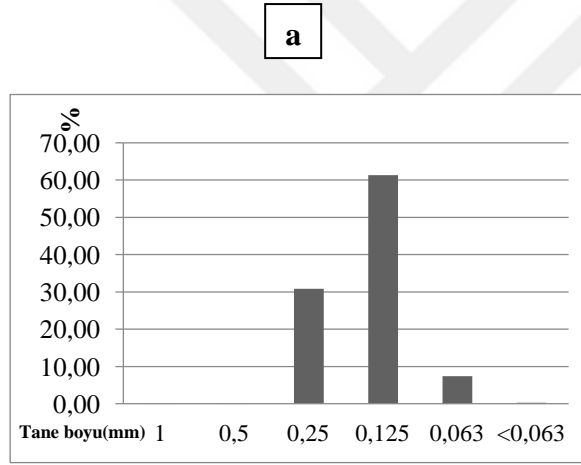
Embriyo kumulların yüzeyine ait tanelerin % 68' ni 0,25 mm, % 30' unu 0,125 mm, % 2' sini ise daha küçük boyutlu taneler oluştururken (Şekil 2.26 - c), tabanına ait tanelerin % 58' ni 0,25 mm, % 39' unu 0,125 mm, % 3' ünü ise daha küçük boyutlu taneler oluşturmaktadır (Şekil 2.27 - c). Bu durumda embriyo kumul sırtında tabandan yüzeye doğru tane boyutunun arttığı görülmektedir. Nitekim en iri unsurları oluşturan 0,25 mm boyutundaki taneler tabanda % 58 oranındayken yüzeyde % 68 oranındadır.

Sarı renkli - yarı stabil kumulların yüzeyine ait tanelerin % 59' unu 0,25 mm, %38' ini 0,125 mm ve %3' ünü daha ince boyutlu unsurlar oluştururken (Şekil

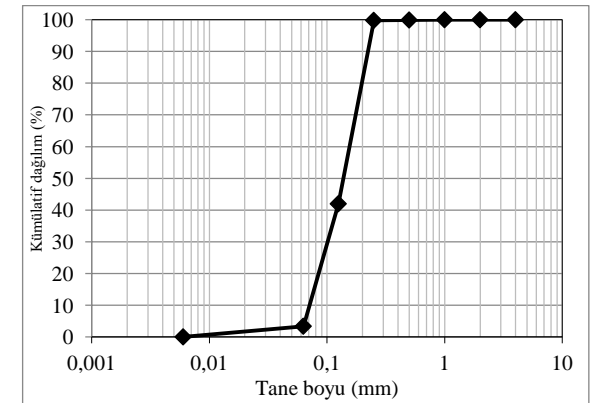
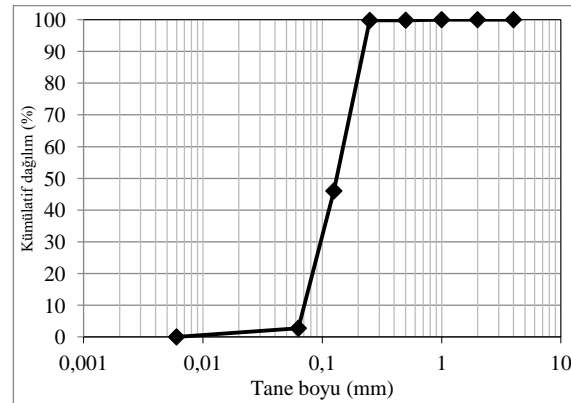
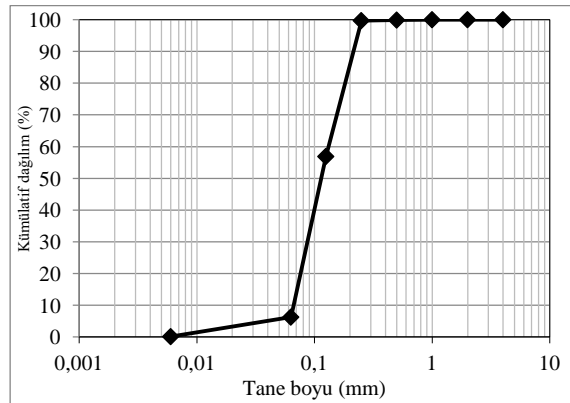
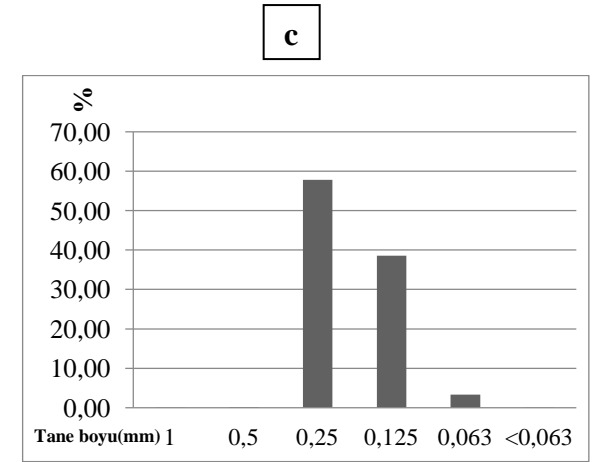
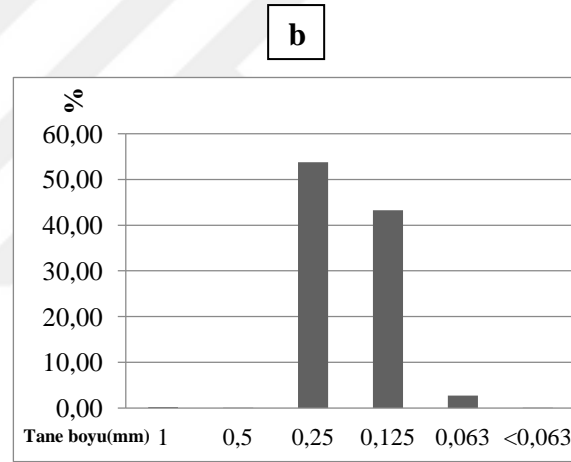
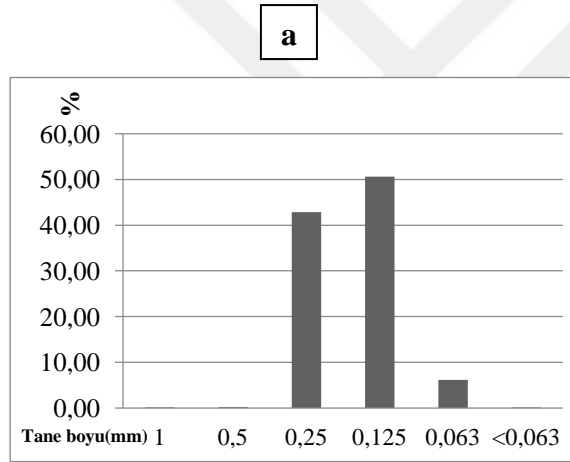
2.26 – b), tabanına ait tanelerin % 54' ünü 0,25 mm, % 43' ünü 0,125 mm ve % 3' ünü daha ince boyutlu unsurlar oluşturmaktadır (Şekil 2.27 – b). Embriyo kumul sırtında olduğu gibi bu kumul sırtında da yüzeye ait tanelerin boyutları tabandaki tanelerden daha büyüktür. Taneler arasında en iri unsurları oluşturan 0,25 mm boyutundaki taneler tabanda % 54 iken yüzeyde % 59 oranındadır.

Koyu renkli - stabil kumulların yüzeyine ait tanelerin % 31' ini 0,25 mm , % 61' ini 0,125 mm, % 8' ini 0,63 mm boyutundaki unsurlar oluştururken (Şekil 2.26 – a), tabanına ait tanelerin % 43' ünü 0,25 mm , % 51' ini 0,125 mm, % 6' sini 0,63 mm boyutundaki unsurlar oluşturmaktadır (Şekil 2.27 - b). Embriyo ve yarı stabil ön kumul sırtlarının aksine bu kumul sırtında tabandan yüzeye doğru tane boyutunun küçüldüğü görülmektedir. Nitekim 0,25 mm boyutundaki en iri taneler tabanda % 43 iken yüzeyde % 31 oranındadır. Genel olarak bakıldığında; Wentworth (1922)' a göre Seyhan Deltası' ndaki ön kumul taneleri ince kumlardan oluşmaktadır.

Embriyo kumul sırtlarından en gerideki stabil ön kumul sırtlarına doğru gidildikçe (kıyıda karaya doğru) hem taban hem de yüzeye ait tane boylarının incelendiği görülmektedir. En kaba unsurlar embriyo sırtlarında bulunurken en ince unsurların en gerideki stabil kumul sırtlarında bulunduğu görülmektedir (Şekil 2.26 ve Şekil 2.27).

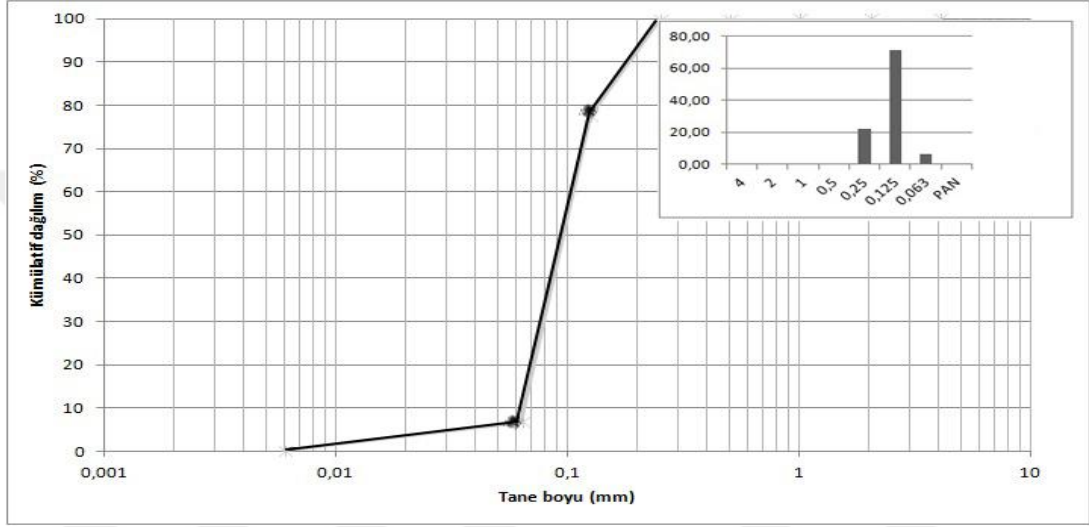


Şekil 2.26. Stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo (c) kumul sırtlarının yüzeyine ait tane boyu aralıklarının frekans dağılımı ve kümülatif eğrisi (a,b ve c harfleri Şekil 2.24' teki örneklem noktalarını gösterir)



2.27. Stabil (a), yarı stabil (b) ve embriyo (c) kumul sırtlarının tabanına ait tane boyu aralıklarının frekans dağılımı ve kümülatif eğrisi (a,b ve c harfleri Şekil 2.24' teki örneklem noktalarını gösterir)

Ön kumul sırtlarının kaynağını oluşturan plaj çökellerinin tane boyu dağılımları, ön kumul sırtlarının tane boyu dağılımları üzerinde büyük önem oluşturmaktadır. Seyhan Deltası plaj çökellerinin tane boyu dağılımına göre; tanelerin % 71' ini 0,125 mm boyutundaki unsurlar, % 22' sini 0,25 mm boyutundaki unsurlar ve % 7' sini 0,063 mm ve daha ince unsurlar oluşturmaktadır (Şekil 2.28). Bu durumda plaj çökellerinin ön kumul sırtlarındakinden daha iri taneleri içerdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 2.28. Seyhan Deltası plaj kumlarının tane boyu dağılımı

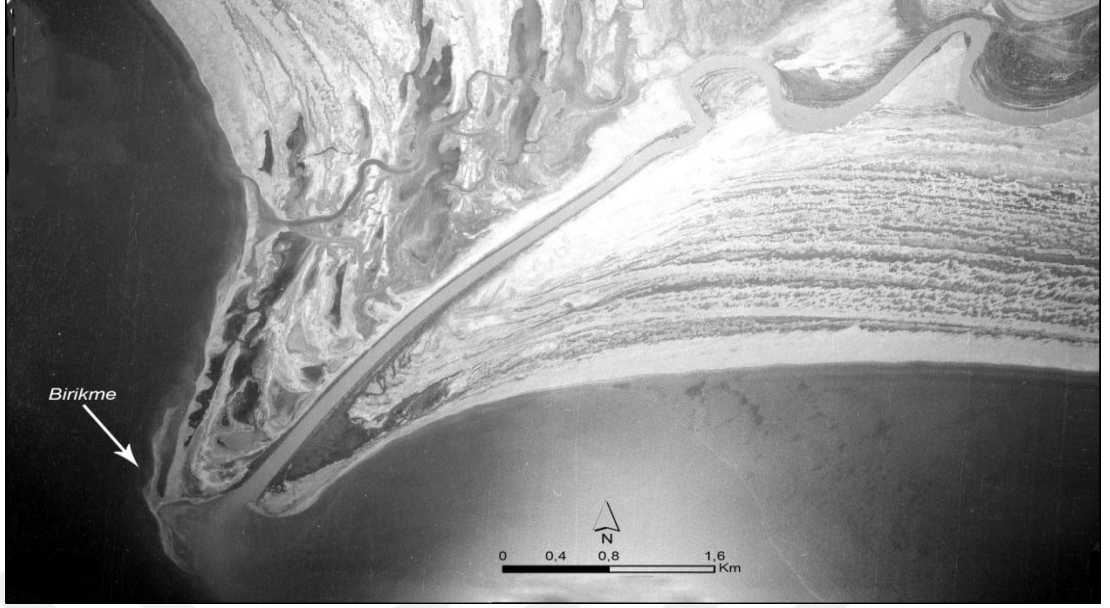
3. BÖLÜM

Bu bölümde, Seyhan Deltası'nda 1950 - 2013 yılları arasındaki dönemde hava fotoğrafı ve uydu görüntüleri aracılığıyla tespit edilen kıyı çizgisi değişimleri, bu değişimlerin arazideki kanıtları ve Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin gelecekteki muhtemel durumu tartışılmıştır.

3.1. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntülerine Dayalı Bulguların Tartışılması

1950 - 1956 Arası Dönem: 1950 - 1956 yıllarındaki hava fotoğrafları değerlendirildiğinde; Seyhan Deltası'nın bütünü ile doğal etmen ve süreçlerin kontrolü altında büyüme gösterdiği, ciddi anlamda hiçbir antropojenik etkiye maruz kalmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 2.1). Nitekim bu dönemde ve öncesinde Seyhan Deltası'nı besleyen Seyhan Nehri ve kolları üzerinde, taşınan sedimanı tutacak hiçbir baraj inşa edilmemiştir. Bu bakımdan Seyhan Deltası'nın bu dönemdeki gelişimi, antropojenik etkilerden uzak doğal bir dönemi temsil etmektedir. Bu dönemde Seyhan Deltası'nın nehrin ağız kısmında 70 metre denize doğru ilerlediği tespit edilirken yaklaşık 200.000 m² alüvyal birikim gerçekleşmiştir. Kıyı çizgisi ise 11,66 m/yıl oranında ilerleyip yaklaşık 33.333 m²/yıl oranında büyüme meydana gelmiştir (Şekil 2.2). Bu yıllık ilerleme oranı deltanın doğal ilerleme hızı olarak kabul edilebilir

1950 yılında Seyhan Deltası güneybatıya doğru bir çıkıntı oluşturmakta ve nehrin ağız kısmının pürüzsüz olduğu görülmektedir. 1956 yılına ait hava fotoğrafı dikkatli bir şekilde incelendiğinde; Seyhan Nehri'nin ağız kısmının batısında alüvyal birikimin meydana geldiği görülmektedir. Bu birikim alanı, ağız kısmından batıya doğru uzanan ince bir kıyı seti görünümünü vermektedir (Şekil 3.1). Bu setin oluşum ve yönü üzerinde, sahadaki kıyı akıntılarının etkisinin olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim Sicilya Boğazı'ndan giren Orta Akdeniz Jet Akıntısı, Kıbrıs üzerinden batıya doğru dönerek Kilikya ve Asya Minör Akıntısı'nı oluşturmaktadır (Şekil 1.26). Seyhan Deltası kıyılarında batıya doğru hareket eden Kilikya Akıntısı Seyhan Nehri ağızına boşaltılan sedimanları batıya hareket ettirerek bu kıyı setini oluşturmuş olmalıdır.



Şekil 3.1. 1956 yılına ait hava fotoğrafında, Seyhan Nehri ağzının batsında meydana gelen kıyı seti görünümündeki alüvyal birikme alanı

1956 - 1972 Arası Dönem: Deltalardaki kıyı çizgisi değişimleri, genel olarak erozyonel veya depozisyonel süreçlere bağlı olarak değişim gösterir. Akarsuların taşıdığı sediman miktarının dalga ve akıntılarla ortamdan uzaklaştırılan miktardan fazla olması durumunda delta boyutlarında büyüme, buna karşılık az olması durumunda ise delta boyutunda küçülme ve buna bağlı olarak da kıyı çizgisinde kara istikametinde gerileme oluşur (Bird, 2008: 204). Deltalarda meydana gelen kıyı erozyonu üzerinde birçok faktör etkili olmakla beraber Dünya ölçeğinde en çok etkili olan faktörün flüvyal kökenli sedimanların oran ve miktarlarında meydana gelen değişimler olduğu ileri sürülmektedir. Bu bakımdan nehirler üzerine inşa edilen barajlar flüvyal kökenli sedimanları tutarak deltaların gelişimini önemli ölçüde engellerler (Bird, 2008; Bird, 2015; Collins ve Evans, 1986; Pearce, 1992). 1953 yılında Seyhan Nehri üzerinde inşası başlanan Seyhan Barajı, 1956 yılında faaliyete geçmiştir. Seyhan Barajı' nın faaliyete geçmesiyle birlikte Seyhan Deltası' nı besleyen sedimanlar baraj alanında tutulmaya başlanmıştır. Bu nedenle 1956 yılından sonraki dönemde Seyhan Deltası' nda görülen kıyı çizgisi değişimleri doğal süreçlerin bir sonucu olmadığı düşünülmektedir.

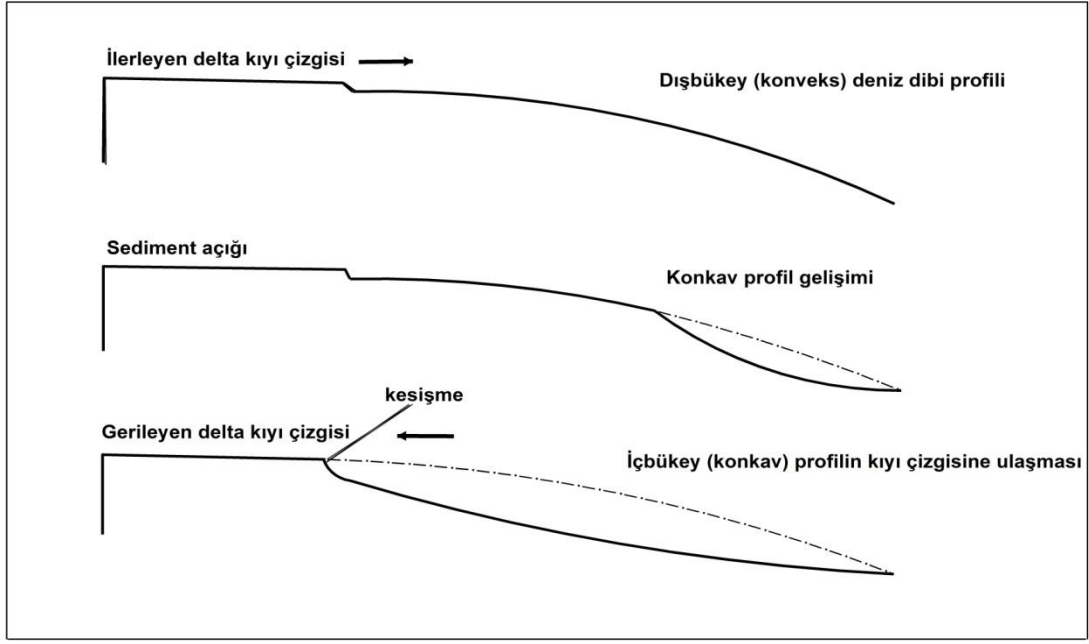
1956 ve 1972 yılı uydu görüntüleri Seyhan Nehri' nin ağız kısmında gerilemenin oldukça net olduğunu göstermektedir. Nitekim 1972 görüntüsünde deltanın ağzına yakın konumda erozyondan korunmuş bazı kalıntılar görülmektedir. Bunlar 1956 yılından 1972 yılına kadar geçen sürede dalgalar tarafından aşındırılan

alüvyonların kalıntısı durumundadırlar (Şekil 2.3). Bu dönemde; kıyı çizgisinin Seyhan Nehri ağzında itibaren kabaca kuzeydoğu istikametinde yaklaşık olarak 725 metre gerilediği tespit edilmiş olup yaklaşık 1.400.000 m² lik kıyı erozyonu gerçekleşmiştir. Bu dönemde Seyhan Deltası kıyı çizgisinin gerileme hızı ortalama 45,3 m/yıl olup alan olarak erozyon hızı 87.500 m²/yıl' dır (Şekil 2.4). Bu dönem, diğer dönemlere göre kıyı çizgisi gerileme hızının en yüksek olduğu dönemdir (Tablo 2.1). Bu gerileme hızının en yüksek olmasının muhtemel sebepleri şu şekilde açıklanabilir;

- Deltanın gerilemeye başladığı bu ilk dönemde henüz tam anlamı ile pekişmemiş, en güncel kısımlarının dalgalar tarafından daha kolay ve hızlı bir şekilde aşındırılması,
- Diğer dönemlere göre nehrin ağzı kısmının daha çıkıntılı olması ile dalga enerjisinin bu çıkıntıda daha fazla yoğunlaşması ve sonucunda kıyı erozyonunun artması,
- Diğer dönemlere göre şelf sahasının daha dar olması ve bunun sonucunda dalgaların kıyı çizgine yakın yerde çatlayarak erozyon şiddetini artırması gösterilebilir.

Seyhan Deltası' nda 1956 – 1972 yılları arasında kıyı çizgisinin gerilediği hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri aracılığıyla net olarak ortaya konulmasına karşın, kıyı çizgisinin ilerlemesinin durup gerilemeye başladığı yıl uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının her yılı kapsayacak şekilde olmaması nedeniyle belirlenememiştir.

Bird (2008: 346)' e göre deltayı besleyen flüvyal kökenli sedimanlar kesintiye uğradığında delta kıyı çizgisinde erozyon başlayacaktır. Ancak, deltayı besleyen sedimanın kesintiye uğraması ve delta kıyı çizgisinin erozyona uğraması arasında bir gecikme vardır. Çünkü İlerleyen deltalar dışbükey (konveks) bir profile sahiptir. Bu nedenle kıyı çizgisi gerilemesinin gerçekleşmesi için dışbükey bir profile sahip deltanın içbükey (konkav) bir profile ulaşması gerekir. Konveks profil ile delta kıyı çizgisi kesiştiği zaman kıyı çizgisi gerilemeye başlayacaktır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Konveks bir profile sahip delta kıyısının, gelen sedimanların durmasıyla konkav bir profile dönüşmesi ve kıyı çizgisi gerilemesinin başlaması (Bird 2008' den değiştirilerek)

1956 yılında Seyhan Barajı' nın faaliyete geçmesiyle Seyhan Nehri' nin taşıdığı sedimanlar barajda tutulmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda deltanın kıyı çizgisinde ilerleme ve büyüme durmuş olmalıdır. Seyhan Nehri' nin kıyıya getirdiği sedimanlar önemli ölçüde azalmış olsa da dalga ve akıntıların delta üzerindeki etkinliği devam etmiş olmalıdır. Böylece delta kıyılarına hâkim rüzgâr yönünde oldukça dik açıyla gelen dalgalar (Şekil 3.5), bir süre deltanın denizaltı profilini aşındırarak konveks hale getirmiş ve daha sonra konveks profil ile kıyı çizgisinin kesişmesiyle kıyı çizgisi gerilemesinin başladığı düşünülmektedir. Bu bağlamda; Seyhan Deltası' nda kıyı çizgisi gerilemesinin Seyhan Barajı' nın faaliyete girmesiyle hemen başlamadığı düşünülmektedir. Diğer bir anlatımla 1956 yılından itibaren delta büyümesi durmuş ve bir süre kıyı çizgisi sabit konumda kaldıktan sonra dalgalar kıyıyı geriletmeye başlamış olmalıdır.

1972 - 1985 Arası Dönem: 1972 yılından 1985 yılına kadar Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 560 metre karaya doğru gerilemiş yaklaşık 1.000.000 m² toprak kaybı gerçekleşmiştir. Kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 43 m/yıl'dır (Şekil 2.6). Bu dönem bir önceki dönemden sonra en fazla kıyı çizgisi gerilemesinin yaşandığı ikinci dönemi oluşturmaktadır (Tablo 2.1). Bu durum pekişmemiş delta çökellerinin bu dönemde de dalgalar tarafından daha hızlı ve kolay bir şekilde aşındırılmasıyla açıklanabilir.

Uydu görüntülerinde; Seyhan Nehri' nin ağız kısmında kıyı erozyonu net olarak görülmektedir. Nehrin ağız kısmının hemen batısında erozyon sonucu gerileme görülmekteyken, ağız kısmının doğusunda ise yine aynı nedenle bir incelme görülmektedir. 1985 yılı uydu görüntüsünde ise Seyhan Nehri' nin hemen ağzında kıyı erozyonu sonucu artakalan alüvyal kalıntılar görülmektedir (Şekil 2.5).

1985 - 1987 Arası Dönem: İki yıllık bu kısa dönemde Seyhan Deltası, nehrin ağız kısmından itibaren yaklaşık 65 metre gerilemiştir. Bu oldukça hızlı bir gerilemeyi işaret etmektedir. Nitekim bu dönemde delta boyutunda yaklaşık 100.000 m² bir küçülme meydana gelmiş ve kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 32,5 m/yıl olmuştur (Şekil 2.8).

Uydu görüntüleri dikkatlice incelendiğinde; 1985 yılında nehrin ağzında dalga aşındırması sonucu oluşan erozyon kalıntıları görülmektedir. Bu durum deltanın gerilediğine dair çok önemli bir göstergedir. 1985 – 1987 arasında kıyı çizgisi gerilemesi olmasına karşın, 1987 yılına ait hava fotoğrafında nehrin batı kısmında ince bir şerit halinde uzanan birikim alanı görülmektedir. Bu birikim alanı nehrin bu dönemde biriktirme yaptığını değil, aksine 1985 yılında nehrin ağzında bulunan erozyon kalıntılarının delta kıyılarında etkili olan batı yönlü kıyı akıntılarıyla taşındığını göstermektedir (Şekil 2.7).

1987 - 1998 Arası Dönem: 1987 yılından 1998 yılına kadar Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 350 metre gerileme meydana gelmiştir ve deltada bu dönemde yaklaşık 460.000 m² küçülme gerçekleşmiş, kıyı çizgisinin gerileme hızı ise ortalama 31,8 m/yıl'a düşmüştür (Şekil 2.10). Bu dönem kıyı çizgisi gerileme hızının en düşük olduğu dönemi oluşturmaktadır (Tablo 2.1). Bu durum 1956 yılından itibaren durma noktasına gelen ve sonra gerilemeye başlayan Seyhan Deltası' nin artık daha pekişmiş, geç aşınan kısımlarına ulaşması ve bunun sonucunda gerileme hızının en düşük seviyeye gelmesi ile açıklanabilir.

Uydu görüntülerine bakıldığında; 1987 yılında nehir ağzının batısında bulunan alüvyal birikintinin 1998 yılı uydu görüntüsünde olmadığı görülmektedir. Bu yıllar arasında kıyı erozyonuyla Seyhan Nehri' nin ağzının daha pürüzsüz bir duruma geldiği görülmektedir (Şekil 2.9).

1998 - 2000 Arası Dönem: Bu dönemde Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 80 metre karaya doğru gerilemiştir. Seyhan Deltası'nda bu dönemde yaklaşık 70.000 m² toprak kaybı gerçekleşip kıyı çizisinin gerileme hızı ortalama 40 m/yıl'a yükselmiştir (Şekil 2.12). Bu dönemde kıyı çizgisi gerileme hızının bir önceki döneme göre artmasının sebebi; 1997 yılında Seyhan Nehri üzerinde faaliyete geçen Çatalan Barajı' nın gelen sedimanları tutması olabilir. 1997 yılından itibaren Seyhan Nehri tarafından taşınan sedimanlar hem Çatalan Barajı' nda hem de Seyhan Barajı' nda tutulmaya başlanmıştır. Bu durumun Seyhan Deltası' na gelen sedimanları daha da azalttığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda deltaya gelen sedimanların daha az olması deltadaki bütçe açığını daha da artırmış ve bu dönemde kıyı çizgisi daha hızlı bir şekilde geriletilmiş olabilir. Bu dönemden sonra kıyı çizgisinin gerileme hızının gittikçe azaldığı görülmektedir (Tablo 2.1).

Uydu görüntülerine bakıldığında değişim net bir şekilde görülmemektedir. Ancak Seyhan Nehri ağzının batısında kıyı erozyonu sonucu nehrin ağız kısmının az da olsa aşındırıldığı görülmektedir (Şekil 2.11).

2000 - 2009 Arası Dönem: 2000 yılından 2009 yılına kadar 9 yıllık dönemde Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 330 metre gerilemiştir. Seyhan Deltası' nda bu dönemde yaklaşık 620.000 m² toprak kaybı gerçekleşmiş ve kıyı çizgisinin gerileme hızı ortalama 36,6 m/yıl' a düşmüştür (Şekil 2.14).

Uydu görüntülerine bakıldığında; Seyhan Nehri ağzında kıyı erozyonu sonucu gerileme net olarak görülmektedir. 2000 yılında Seyhan Nehri ağız kısmında bir çıkıntı görülürken 2009 yılında kıyı erozyonu sonucu bu çıkıntı aşındırılarak düzleştirildiği görülmektedir (Şekil 2.13).

2009 - 2013 Arası Dönem: Çalışmanın en güncel kıyı çizgisini 2013 yılına ait kıyı çizgisi oluşturmaktadır. Bu bakımdan bu dönemdeki kıyı çizgisi değişimleri en güncel durumu yansıtmaktadır.

2009 yılından 2013 yılına kadar 4 yıllık dönemde Seyhan Deltası, Seyhan Nehri' nin ağız kısmında yaklaşık 140 metre gerileyip yaklaşık 260.000 m² toprak kaybı gerçekleşmiş ve kıyı çizgisinin gerileme hızı ortalama 35 m/yıl'a düşmüştür (Şekil 2.16). Kıyı çizgisi gerileme hızının, ilk dönemlere göre son dönemlerde giderek azalmasının sebepleri;

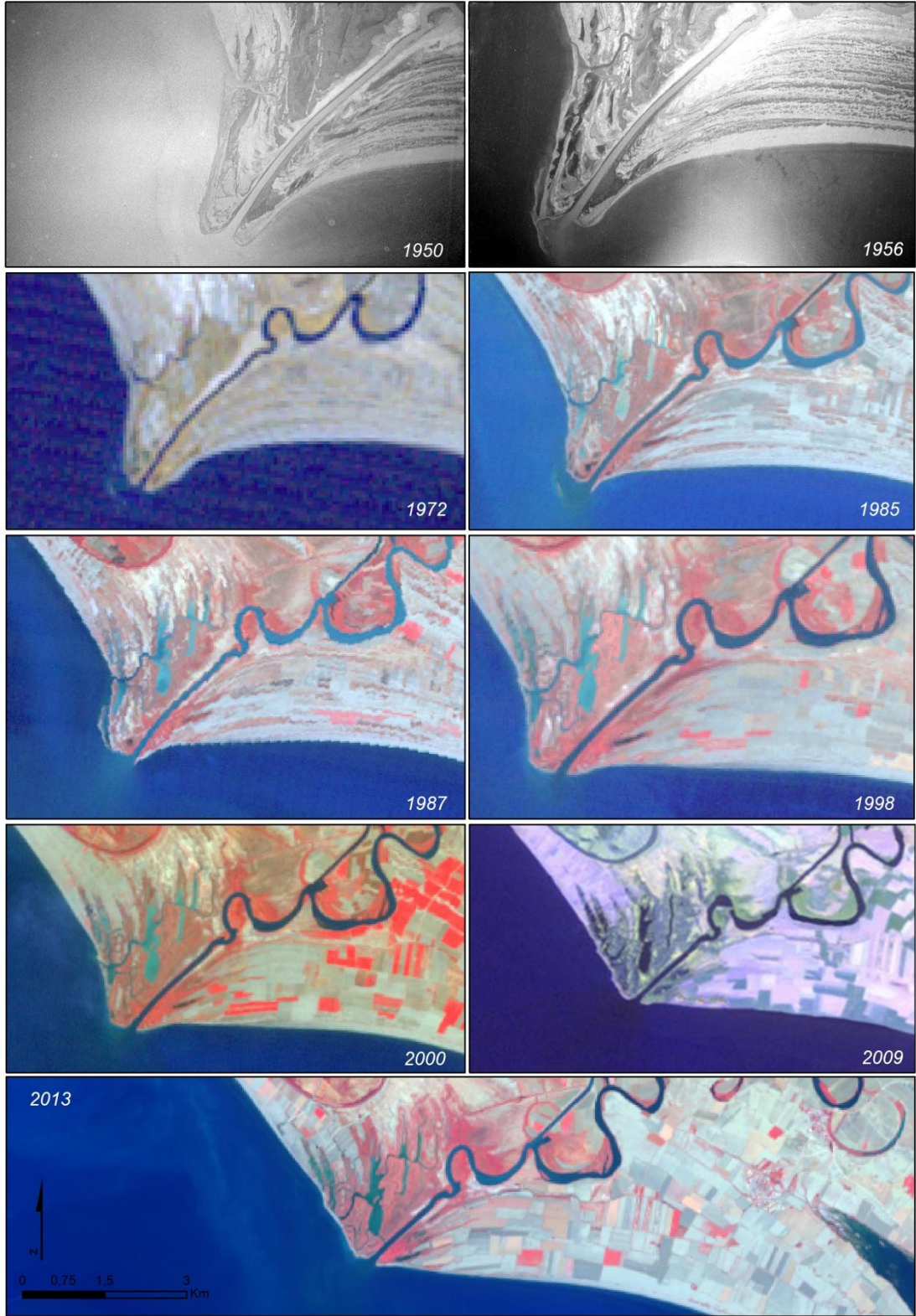
- Delta kıyısının uzun bir süre gerileyerek artık kıyı erozyonunun daha yavaş gerçekleşeceği pekişmiş, sert kıyı alanlarına ulaşması,
- Delta çıkıntısının giderek kütleşmesiyle kıyıya ulaşan dalgaların enerjisinin yayılması ve bunun sonucunda erozyon gücünün azalması,
- Gerileyen delta sonucu şelf sahasının genişlemesi ve bunun sonucunda dalgaların açıkta çatlayarak kıyı çizgisi yakınında aşındırma gücünün azalması gösterilebilir.

Uydu görüntülerine bakıldığında; 2009 - 2013 arasındaki değişim net olarak görülmemekle birlikte 2013 yılında Seyhan Nehri ağzının kıyı erozyonu sonucu giderek kütleştiği görülmektedir (Şekil 2.15).



Şekil 3.3. Kıyı çizgisinin en ileride olduğu 1956 yılına ait kıyı çizgisi ve çalışmanın alanının en güncel durumunu gösteren 2013 yılına ait uydu görüntüsü

1950 - 1956 yılları arası hava fotoğrafı ve uydu görüntülerine bakıldığında; Seyhan Deltası'nda en fazla birikimin Seyhan Nehri ağzında gerçekleştiği gibi 1956 yılından 2013 yılına kadar kıyı erozyonunun da en yoğun Seyhan Nehri' nin ağız kısmında olduğu görülmektedir. Kıyı erozyonu sonucu güneybatıya doğru çıkıntı oluşturan Seyhan Nehri gittikçe gerilemiş ve ağız kısmındaki çıkıntıyı kaybederek kütleleşmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.4. 1950 - 2013 yılları arasında kıyı çizgisi değişiminin en yoğun olduğu Seyhan Nehri ağzındaki morfolojik değişim (ölçek, tüm hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri için aynıdır)

Seyhan Deltası' nda 1950 - 2013 yılları arasında kıyı çizgisi değişimleri genel olarak ele alındığında; 1950 - 1956 yılları arasında Seyhan Deltası 70 metre ilerleme kaydedip yaklaşık 200.000 m² birikme meydana gelmiştir. 1956 yılında Seyhan Barajı' nın faaliyete girmesiyle Seyhan Nehri' nden gelen sedimanlar tutulmuş, Seyhan Deltası durma noktasına gelmiş ve daha sonra gerilemeye başlamıştır. 1956 yılından sonra Seyhan Deltası' nda kıyı erozyonunun en fazla Seyhan Nehri ağzında gerçekleştiği, Seyhan Nehri ağzından doğu ve batı kıyıları boyunca bu gerilemenin azaldığı görülmektedir. 1956 - 2013 yılları arasında Seyhan Nehri ağız kısmında 2,25 km kıyı çizgisi gerilemesi tespit edilirken, yaklaşık 3.900.000 m² kıyı erozyonu gerçekleşmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları önceki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında; Erinç (1953: 153) Çukurova' nın alüvyal gelişimi ve taraça sistemlerini ele aldığı çalışmada, Karataş' ın batısında kıyı çizgisi ilerlemesinin çok eskiden beri durduğunu veya çok yavaşladığını tespitine varmıştır. Bu çalışma kapsamında Karataş'ın batısında kalan Seyhan Deltası' nın 1950 – 1956 yılları arasında yıllık 11 metre hızla ilerlediği ve yaklaşık 200.000 m² alüvyal birikimin gerçekleştiği tespit edilerek kıyı çizgisinin doğal şartlar altında ilerlediği ortaya koyulmuştur. Çetin v.d., (1999) ve Bal (2000) yaptıkları araştırmalar kapsamında Seyhan Nehri ağzında 1947 – 1956 yılları arasında 198.128 m² alüvyal birikme gerçekleştiği, buna karşılık Seyhan Barajı' nın 1956 yılında hizmete girmesi ile deltası kıyı çizgisinin 1995 yılına kadar gerilediği ve kıyı çizgisi gerileme hızının zamanla azaldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte kıyı değişiminin muhtemel sebepleri üzerinde durulmamıştır. Çetin v.d., (1999) ve Bal (2000)' ın bulguları da, bu çalışmanın sonuçlarıyla önemli ölçüde örtüşmektedir. Nitekim bu çalışmada da 1950 – 1956 yılları arasında meydana gelen 200.000 m² lik alüvyal birikme Çetin v.d., (1999) ve Bal (2000)' ın çalışmalarının sonuçlarıyla büyük benzerlik göstermekte ayrıca bu çalışmada kıyı çizgisi gerileme hızının gittikçe düşmesinin sebepleri kıyı jeomorfolojisi ve kıyı dinamikleri prensiplerine göre tartışılmıştır.

Alphan (2005) 1972 – 2002 yılları arasını kapsayan dönemde Seyhan Deltası' nda meydana gelen kıyı değişimini ele aldığı çalışmada, Seyhan Nehri ağzında toplam 1.630.000 m² kıyı erozyonu tespit etmiştir. Alphan (2005)' ın bu çalışması bizim bulgularımızı önemli oranda teyit etmektedir. Ancak Alphan (2005)'

ın çalışmasıyla bu çalışmanın bulgularının az da olsa farklı olması seçilen periyotların farklı olması ve uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlüğünden kaynaklanmış olabilir. Kuleli (2010) ise Seyhan Deltası kıyıları boyunca 1972 – 2002 yılları arasında kıyı çizgisi gerilemesini yaklaşık 20 m/yıl oranında tespit ederken bu çalışmada ise aynı dönem için gerileme hızı yaklaşık olarak 37 m/yıl olarak belirlenmiştir. Aradaki bu farklılığın muhtemel sebebi; bu çalışmada, kıyı çizgisi gerilemesinin maksimum yaşandığı Seyhan Nehri ağzı ve çevresi hesaplanırken, Kuleli (2010)' nin çalışmasında ise daha geniş alan hesaplamaya dâhil edilmiştir. Buna bağlı olarak da bu çalışmada kıyı çizgisi gerileme hızı daha yüksek çıkmıştır.

Genel olarak ifade edilecek olunursa aynı saha üzerinde daha önce yapılan çalışmaların sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile büyük bir uyumluluk göstermektedir. Bu çalışmanın önceki çalışmalardan en önemli farkı ise hava fotoğrafları ve uydu görüntülerine dayalı tespitlerin aynı zamanda arazideki jeomorfolojik bulgular ile de desteklenmesine dayanmaktadır. Diğer bir anlatım ile bu çalışmada uzaktan algılama yöntemlerine ilaveten elde edilen bulguların arazi bulguları ile doğrulanması, bu çalışmayı sadece uzaktan algılama yöntemlerine dayalı olarak yapılan önceki çalışmalardan ayırmaktadır.

Küresel temelde bazı deltaların kıyı çizgisi gerileme oranının verilmesi, Seyhan Deltası'nın kıyı çizgisi gerileme hızı hakkında daha karşılaştırmalı bir durum ortaya koyabilir. Bu çalışmada, Seyhan Deltası' nın genel kıyı çizgi gerileme oranı 39,4 m/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu gerileme; Nil Deltası' nda 120 m/yıl (Setsini, 1992: 485; Stanley ve Warne, 1998: 810), Volta Deltası' nda 8 m/yıl (Ly, 1980: 330), Danube Deltası' nda 17 m/yıl (Encyclopedia of Coastal Science, 2005: 357), Kızılırmak Deltası' nda 33 m/yıl - Yeşilirmak Deltası' nda 31,8 m/yıl (Kuleli, 2010: 52), Sakarya Deltası' nda ise 9,5 m/yıl (Aydın ve Uysal, 2013: 29) oranında gerçekleşmektedir.

3.2. Arazi Çalışmalarına Dayalı Bulguların Tartışılması

3.2.1. Kıyı Erozyonu

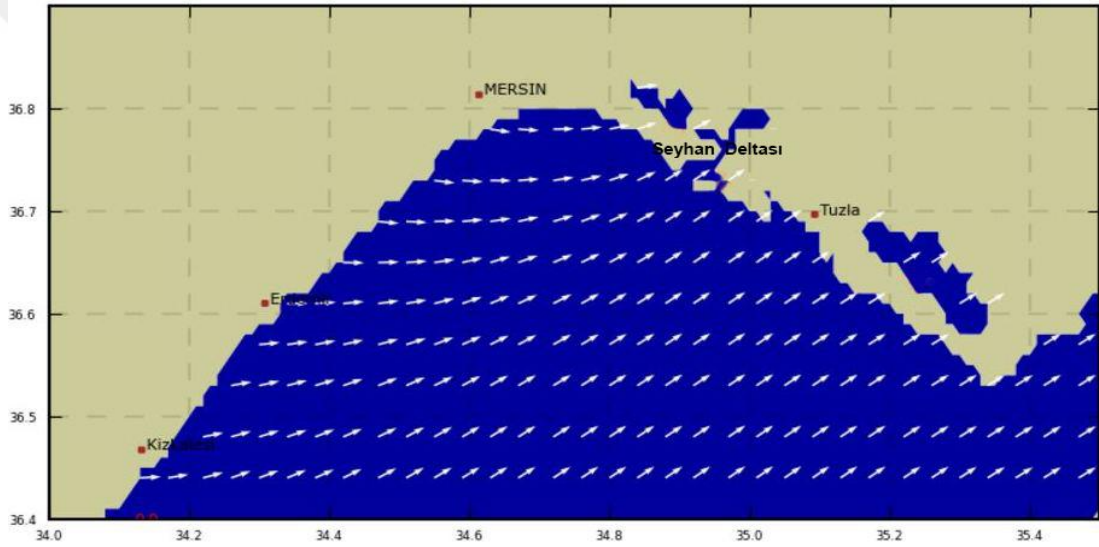
1956 – 2013 yılları arasında meydana gelen kıyı erozyonu hava fotoğrafları ve uydu görüntüleriyle tespit edilmekle birlikte bu değişimlerin kanıtları ayrıca sahadaki bulgularla da teyit edilmiştir. Nitekim Tuzla Lagünü kıyılarında inşa edilmiş olan bir su deposu ve yine söz konusu sahada bulunan turistik tesislerin 1990' lı yılların başlarında yapıldığı, arazi çalışmasında yapılan mülakatlarla⁶ teyit edilmiştir. Bu yıllarda su deposu kıyı çizgisinden 200 metre ve turistik tesisler ise 130 metre içeride inşa edilmişlerdir. 2013 yılında ise Seyhan Deltası kıyılarında kıyı erozyonunun bir sonucu olarak söz konusu su deposunun kıyı çizgisine olan mesafesi 75, turistik tesisler ise 10 metre olmuştur (Şekil 2.18). Bu yapıların inşa edildiği tarih olan 1990 dan 2013 yılına kadar geçen 23 yıllık sürede kıyı çizgisine yaklaştığı miktar yaklaşık 125 metredir. Bu durum, Tuzla Lagünü kıyılarında kıyı çizgisi gerileme hızının yaklaşık 5 m/yıl oranında gerçekleştiğine işaret etmektedir. Yine Tuzla Lagünü kıyılarında 1995 yılında kıyı çizgisinden 50 metre mesafede kara içerisine açılan kuyu sondajı, 2013 yılında kıyı çizgisinden 25 metre uzaklıkta deniz içerisinde kalmıştır. Bu durum 1995 – 2013 yılları arasında 75 metelik kıyı çizgisi gerilemesine işaret edip yaklaşık 4 m/yıl oranında kıyı çizgisi gerileme hızını göstermektedir (Şekil 2.19). Tuzla Lagünü kıyılarında kıyı çizgisi gerileme hızının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden elde edilen (nehirin ağzından uzaklaştıkça gerileme hızının düşmesi) sonuçlarla uyduğu görülmektedir.

Seyhan Deltası gerilemeye başladığından beri Seyhan Nehri ağzına inşa edilen deniz feneri sürekli açıklarda kalmakta ve bu nedenle deniz fenerinin yeri sürekli değişmekteydi. Son olarak 2007 yılında Seyhan Nehri' nin ağız kısmının olduğu noktaya taşınan deniz feneri, kıyı çizgisinin gerilemesiyle 2013 yılında kıyı çizgisinden 170 metre açıkta kalmıştır (Şekil 2.20). Bu durum 2007 – 2013 yılları arasında kıyı çizgisinin Seyhan Nehri ağzından itibaren 170 metre gerilediğini göstermekte olup yaklaşık 28 m/yıl oranında gerileme hızına işaret etmektedir. Bu

⁶ Mülakat Tuzla Beldesi'ne bağlı Tabaklar Köyü'nün muhtarı Murtaza ILGIN ile yapılmıştır (mülakat tarihi: 02.07.2013)

gerileme hızı hava fotoğrafları ve uydu görüntüleriyle tespit edilen 2009 – 2013 dönemindeki gerileme hızıyla da büyük oranda benzerlik göstermektedir.

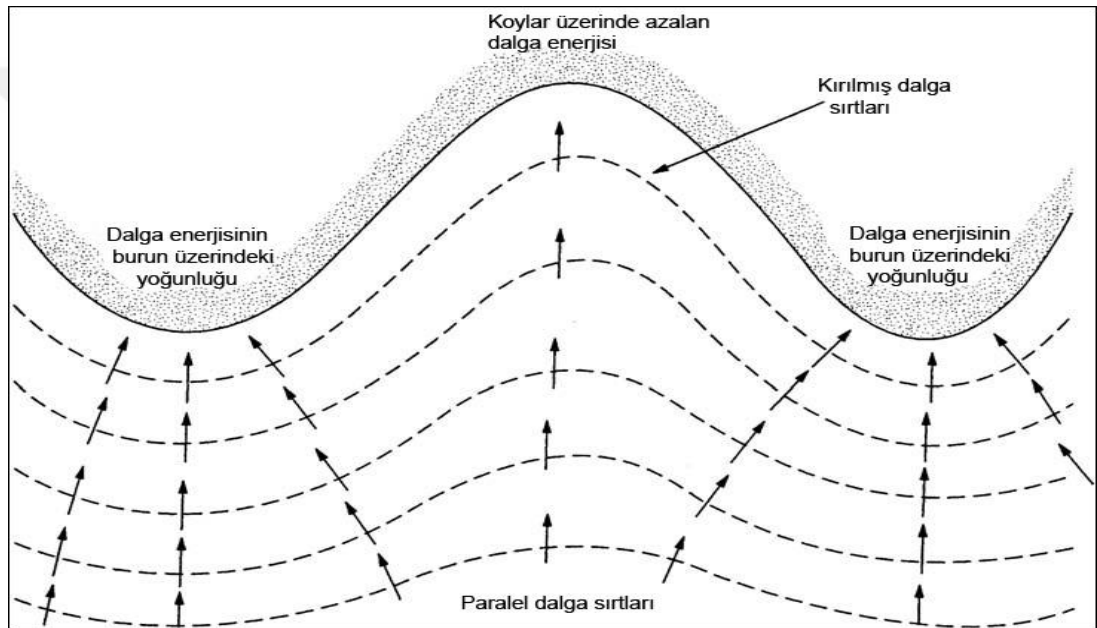
Hava fotoğrafları – uydu görüntüsü ve arazi incelemelerinde de görüldüğü üzere kıyı çizgisi gerilemesinin en yoğun olduğu kısım Seyhan Nehri ağzı olup buradan uzaklaştıkça bu gerilemenin azaldığı görülmektedir. Bu durum, dalga süreçleri ve kıyı dinamikleriyle açıklanabilir. Dalgalar, genellikle rüzgârlar tarafından oluşturulur (Bird, 2008: 17) ve çoğunlukla rüzgârın estiği yönden gelir (Erinç, 2010: 318). Seyhan Deltası üzerinde yaz aylarında hakim rüzgar yönü güneybatıdır. Güneybatıdan esen rüzgarlar tarafından oluşturulan dalgalar, rüzgarla yaklaşık aynı doğrultuda Seyhan Deltası kıyılarına gelmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Temmuz ayına ait bir günde Mersin Körfezi'nde dalga yönü (www.mgm.gov.tr)

Dalgalar çoğunlukla erozyon süreçleriyle kıyıları şekillendirir (Davidson-Arnott, 2010: 52). Dalgaların bir aşınım etkeni olarak en önemli rol oynadıkları yerlerden biri de kıyı çizgisidir. Dalga sırtları kıyıya yaklaştıkça değişen derinlik koşullarından dolayı kıyı çizgisinin uzanışına paralel bir şekil alma eğilimindedirler. Buna dalgaların kıyıya uyumu da (refraction) denir. Dalgalar kıyıya gelirken eşit bir şekilde dağılmazlar. Dalga enerjisi koylarda geniş bir alana yayılırken burunlarda dar bir alanda toplanır. Bunun sonucunda, dalga enerjisinin daha dar kısımda toplandığı burunlarda aşındırma etkisi fazla olurken enerjinin yayıldığı koylarda az olmaktadır (Bird, 2008: 18; Davidson - Arnott, 2010: 88; Erinç, 2010: 318; Haslett, 2009: 23) (Şekil 3.6).

Seyhan Deltası kıyılarında en fazla erozyonun Seyhan Nehri ağzında gerçekleşmesinin sebebi ise, deltaya özellikle güney ve güneybatıdan gelen dalgaların Seyhan Nehri ağzında yoğunlaşması gösterilebilir. Seyhan Nehri ağzında yoğunlaşan dalga enerjisi bu kısımda erozyonu hızlandırmış olabilir. Nitekim Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 1956 - 2013 yılları arasında kıyı erozyonunun Seyhan Nehri ağzında önemli ölçüde gerçekleştiğini ve nehrin ağız kısmından kıyı boyunca uzaklaştıkça erozyonun da önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Bunun sebebi ise bu kısımlarda dalga enerjisinin daha geniş alanlara yayılıp erozyon gücünün azalması olarak açıklanabilir.



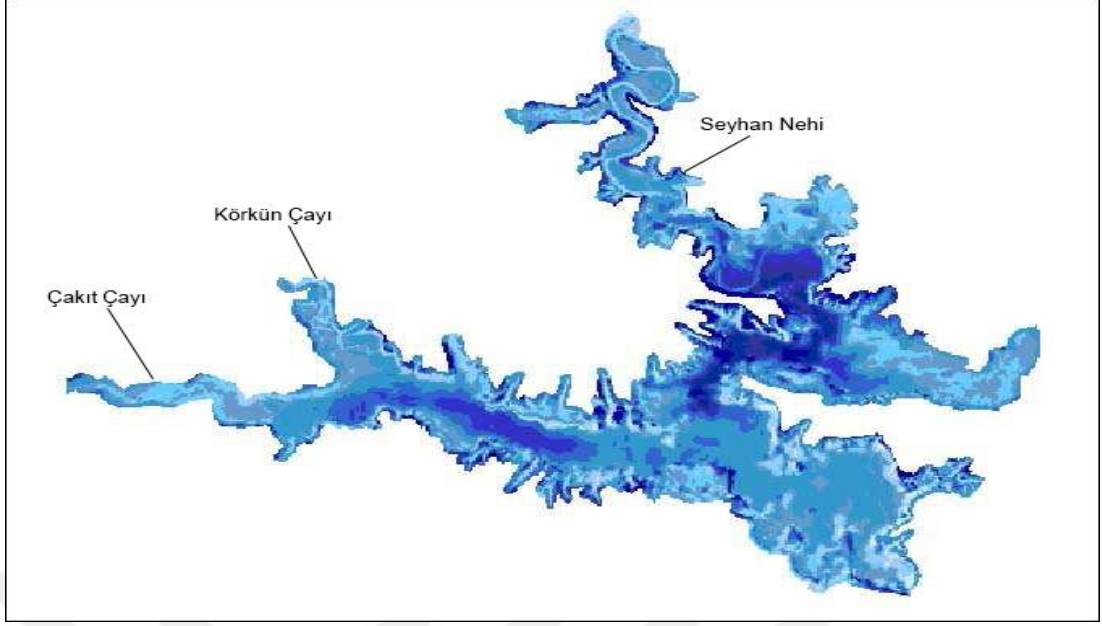
Şekil 3.6. Dalgaların kıyıya uyumu (refraction) (Haslett 2009' dan değiştirilerek)

Seyhan Nehri ağız kısmında kıyı erozyonunun yoğun bir şekilde gerçekleşmesi bu kısımda daha geniş bir abrazyon platformunun oluşmasına neden olmuştur (Şekil 2.21). Ayrıca kıyı gerisindeki ön kumul sırtları aşındırılarak mikro ölçekli falezler meydana gelmiştir. Bu falezler kıyı çizgisinin hemen gerisinde ön kumul sırtlarının ilk oluşumunu temsil eden embriyo kumullarının aşındırılmasıyla oluşmuştur (Şekil 2.22). Kıyı erozyonu sonucu meydana gelen bu abrazyon platformları ve falezler kıyı çizgisi gerilemesinin birer kanıtı durumundadırlar. Seyhan Nehri' nin ağız kısmından doğu ve batı yönünde kıyı boyunca uzaklaştıkça abrazyon platformlarının boyutları dikkat çekecek ölçüde küçülmekte ve falezlere rastlanmamaktadır. Bu durum buralarda kıyı erozyon şiddetinin düşük olduğuna işaret etmektedir.

3.2.2. Siltasyon

1956 öncesinde Seyhan Deltası' nı besleyen akarsular üzerinde, taşınan sedimanları tutacak hiçbir yapı bulunmamakta idi. Bundan dolayı 1956 yılına kadar Seyhan Deltası' nın ilerlediği gözlemlenmiştir. 1956 yılında faaliyete geçen Seyhan Barajı'ndan sona kıyı çizgisinin değiştiği ilk defa 1972 yılına ait uydu görüntüsüyle tespit edilmiştir. Bu dönemde (1956 – 1972) kıyı çizgisinin önemli ölçüde gerilediği ve bu gerilemenin güncel kıyı çizgisini temsil eden 2013 yılına kadar devam ettiği tespit edilmiştir. Nitekim 1956 - 1972 yıllarına ait hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden yapılan hesaplamalara göre; Çakıt ve Körkün Çayı' nın baraj alanına döküldüğü kısımda, 1956 yılına ait hava fotoğrafında görünmeyen buna karşın 2013 yılına ait uydu görüntülerinde rastlanılan 4 km' lik alüvyal siltasyon alanı tespit edilmiştir (Şekil 2.23). Bu durum, Seyhan Deltası' na gelecek sedimanların Seyhan Barajı' nda tutulduğunu açıkça göstermektedir. Diğer bir anlatımla, barajdaki siltasyon miktarındaki fazlalık kıyı çizgisi gerilemesinin en temel nedeni olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Seyhan Barajı yapılmadan önce Seyhan Deltası' nın yıllık 11 m/yıl oranında ilerlemesi, baraj yapıldıktan sonra ise bu ilerlemenin durması hatta kıyı çizgisinin 45 m/yıl oranında gerilemesi, Seyhan Barajı' nın kıyı çizgisi gerilemesinde bir kırılma noktası olduğuna işaret etmektedir.

Seyhan Barajı hidrografik haritalarına dayalı olarak yapılan çalışmalar da bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Nitekim Seyhan Barajı' nda 1966 - 2005 yılları arasında 407 hm^3 ($407.000.000 \text{ m}^3$) alüvyon biriktiği tespit edilmiştir (Fakıoğlu, 2005: 231; Güvel, 2007: 195; Kalkan, 2009: 7). Güvel (2007)' in yaptığı çalışmaya göre ise 1966 - 2005 yılları arasında Seyhan Barajı'nda en fazla sediman birikimi Seyhan Nehri ve Çakıt Suyu yönünde gerçekleşmiş olup, Seyhan Nehri yönünde biriken alüvyonların kalınlığı 15 - 16 metre iken Çakıt Çayı yönünde biriken sedimanların kalınlığı ise 12 - 13 metredir (Şekil 3.7). Bu durum bu çalışma kapsamında tespit edilen siltasyon alanının, Seyhan Barajı' nda tutulan siltasyon üzerine yapılan çalışmalarla uyumluluğunu göstermektedir. Genel olarak ifade edilecek olunursa; 1956 yılından sonra Seyhan Barajı' nda depolanan sedimanların, barajın olmaması durumunda, Seyhan Deltası' na ulaşıp deltanın ilerlemesine katkı sağlayacağını işaret etmektedir. Bu açıdan bakıldığında, Seyhan Barajı' nın Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimleri üzerine etkisi daha net anlaşılmaktadır.



Şekil 3.7. 1966 - 2005 yılları arası Seyhan Barajı' nda biriken sedimanların dağılımı (koyu renkler yoğun sedimantasyonu gösterir) (Güvel 2007' den)

3.2.3. Ön Kumul Sırtları – Tane Boyu Özellikleri

Kıyılardaki kumulların şekil - boyut özellikleri ve bu özelliklerde zaman ve mekânsal olarak meydana gelen değişimler, onların oluştuğu paleo - çevresel koşullar ile taşınma ve birikme süreçleri hakkında çok önemli bilgiler edinilmesine katkı sunarlar (Depuydt, 1972). Muhtelif amaçlarla kumulların tane boyu dağılımları üzerine geniş çaplı araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların bazıları plaj çökelleri ve çevresindeki kumulların tane boyutları arasındaki farklar oluşturmaktadır (Pye ve Tsoar, 2009). Doeglas (1952)' a göre plaja yakın yerde çok farklı tane popülasyonu bir arada bulunurken, plajdan kara yönüne uzaklaştıkça seçici taşınmaya bağlı olarak genellikle tane boyunun küçüldüğü görülmektedir. Buna paralel olarak McLaren ve Bowles (1985) da sediment kaynağından uzaklaştıkça ve bir kumul sırtı boyunca yükseldikçe tane boyunun küçüleceğini belirtmiştir. Bu durumda taşınan sedimanlar her durumda kaynağından daha ince boyutlu ve kaynağından daha negatif çarpık olacaktır (Lancaster, 1986). Arens ve diğ. (2002)' nin ön kumul sırtları üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada; rüzgârın kum tanelerini seçici olarak taşımamasından dolayı bir kumul sırtında tabandan yüzeye doğru tane boyutunun küçülmekte olduğunu belirtmişlerdir. Yine bu çalışma kapsamında ön kumul sırtları üzerinde kıyıdan karaya yönüne doğru tane boyutunun aşamalı bir şekilde küçüldüğü ortaya konulmuştur. Yapılan bu çalışmalar, bir ön kumul sırtının tabanından yüzeyine doğru ve kıyıdan karaya doğru tanelerinin küçüleceği üzerine ortak bir görüş oluşturmuştur.

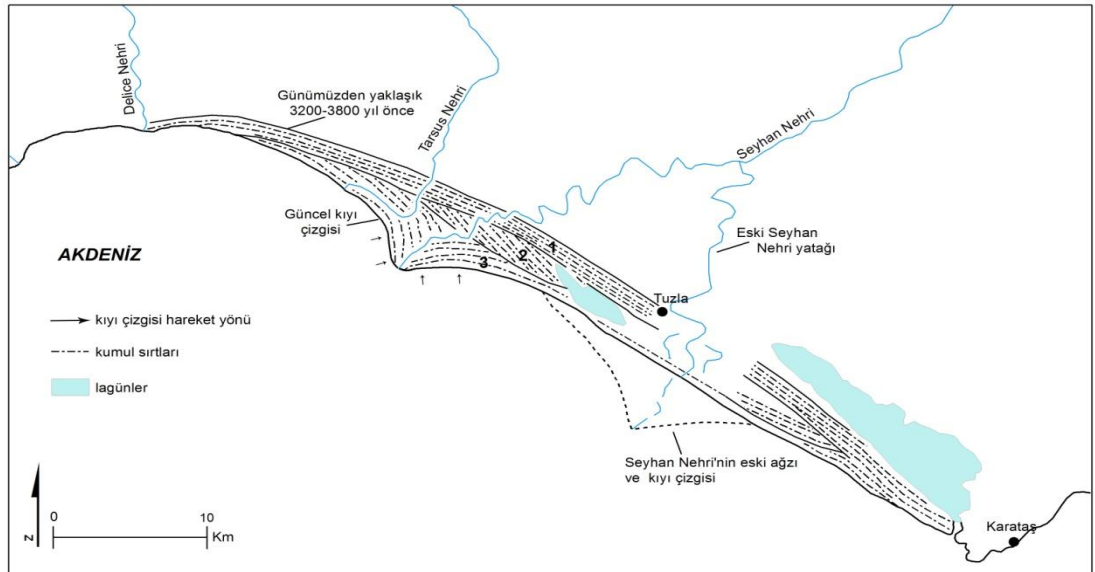
Seyhan Deltası' ndaki ön kumul sırtlarında tane boyutunun embriyo kumullarda ve yarı stabil kumullarda tabandan tepeye doğru arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2.26 ve Şekil 2.27). Bu durum önceki çalışmalarda tespit edilen bulgularla (Doeglas, 1952; Lancaster, 1986; McLaren ve Bowles, 1985; Arens v.d., 2002) tezat bir durum oluşturmaktadır. Embriyo ve yarı stabil ön kumul sırtlarında tepede bulunan tanelerin tabandakilerden daha iri unsurlardan oluşması Seyhan Deltası' nın kıyı çizgisinin gerilemesine bağlanabilir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; önceden Seyhan Deltası kıyı çizgisinin ilerlemesiyle oluşan ön kumul sırtlarında tabanda iri malzemeler, yüzeye doğru ise daha küçük malzemeler birikirken kıyı çizgisinin gerilemeye başlamasıyla kum taşınımına kaynaklık eden plaj gerileyerek kum sırtlarına daha yakınlaşmış ve iri malzemelerin tekrardan yakın mesafedeki kum sırtlarına taşınmasına olanak sağlamış olmalıdır. Gerçekten de ilerleyen kıyı çizgisiyle birlikte ardışık ön kumul sırtları oluşur ve plajdan taşınan çökeller kıyının hemen gerisindeki ön kumul sırtlarında depolanır. Fakat kıyı çizgisinin gerilemesiyle kıyıdağı ön kumul sırtları erozyona uğrar ve plaj geride kalan ön kumul sırtlarına yakınlaşmış olur. Bu da taşınan tanelerin taşınan yere mesafesini azalttığı için tabandakine benzer boyutta malzemelerin tekrardan yüzeyde depolanmasına olanak sağladığı düşünülmektedir. En gerideki stabil kumul sırtında ise önceki çalışmalarla orantılı tane boyu dağılımı görülmektedir. En gerideki ön kumul sırtında tabanda iri malzemeler birikirken yüzeyde daha ince boyutlu malzemeler birikmiştir (Şekil 2.26 ve Şekil 2.27). Bu durum Seyhan Deltası kıyı çizgisi gerilemesinin bu kumul sırtındaki tane boyu dağılımına etki etmediğini göstermektedir. Çünkü bu kumul sırtları plajdan yaklaşık 4 km kara içerisinde yer almasından dolayı plajdan taşınan iri malzemelerin bu kadar mesafe kat edeceği öngörülmemektedir. Dolayısıyla rüzgâr bu ön kumul sırtlarına hala en ince taneleri depolamaktadır.

Seyhan Deltası' nda plajdan en gerideki stabil kumullara doğru, hem yüzey hem de tabana ait tane boylarının aşamalı bir şekilde küçüldüğü görülmektedir (Şekil 2.26, Şekil 2.27 ve Şekil 2.28) Bu durum rüzgârın seçici taşımayla ilişkili olduğunu göstermektedir. Seyhan Deltası' nda kıyı çizgisi gerilemesinin bu duruma etki etmediği görülmektedir. Çünkü kıyı çizgisi gerilese bile kıyı çizgisine en yakın yerlerde iri taneler, en uzak yerlerde ise daha ince taneler depolanması beklenir.

3.3. Seyhan Deltası Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Gelecekteki Hipotetik Durumu

Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin gelecek yıllarda nasıl durumda olacağı üzerine hipotez geliştirmek için Seyhan Nehri'nin geçmişteki kıyı çizgisi değişimlerini gözden geçirmek gerekir.

Seyhan Nehri' ne ait en eski yatak izleri Tuzla Lagünü' nün doğusunda yer almaktadır. Bu yatak izleri daha önce Seyhan Nehri' nin günümüz yatağından değil de daha doğuda aktığına işaret etmektedir. Nitekim Seyhan Nehri' nin bu kesimde denize aktığı zaman oluşturduğu kıyı çizgisi günümüz kıyı çizgisinden 3 km daha güneyde yer almakta idi (Evans vd., 1995: 130; Gedik, 1977: 41; Gürbüz, 1999: 220). Seyhan Nehri' nin burada aktığı zaman kıyı çizgisinin daha ileride olduğunu gösteren en önemli kanıt ise Şekil 3.8' deki 2 nolu kumul sırtlarının yönelimidir. Kumul sırtlarının eski kıyı çizgisine paralel bir şekilde yönelim gösterdiği ve bunların eski kıyı çizgisi hakkında ipucu vereceği bilinmektedir (Davidson - Arnott, 2010: 260; Hesp, 2002: 264). Nitekim, 2 nolu kumul sırtları Seyhan Nehri' nin o zaman oluşturduğu kıyı çizgisiyle uyum içerisinde olması da bunu desteklemektedir. Nehir burada bir süre aktıktan sonra yatak değiştirerek bugün aktığı bölgeye yönelmiştir. Terk ettiği eski delta çıkıntısına akarsu tarafından sediman gelmeyince delta durmuş, sediman açığı oluşunca dalga ve akıntıların etkisiyle erozyona uğratarak bugünkü kıyı çizgisi şekline getirilerek düzleştirilmiştir (Gürbüz, 1997: 180; Gürbüz, 2003: 80) (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Seyhan Deltası eski kıyı çizgisi (Evans 1972'den değiştirilerek)



Şekil 3.9. Eski Seyhan Deltası çıkıntısının kıyı erozyonu sonucu gerileyerek günümüzde düzleşmiş durumu (Evans 2012' den)

1956 yılında Seyhan Barajı' nın faaliyete geçmesiyle birlikte delta ilerlemesi durmuş ve gerilemeye başlamıştır. Hâlihazırda, Seyhan Deltası için güncel kıyı çizgisinin gerileme oranı 35 m/yıl olarak tespit edilmiştir. Bu gerilemenin gelecek yıllarda da devam edeceği düşünülmektedir. Çünkü Seyhan Deltası' nı besleyen nehirlerin üzerindeki barajlar taşınan sedimanları gelecekte de tutmaya devam edecektir. Aynı şekilde Seyhan Deltası kıyılarında dalgaların aşındırıcı etkisi de devam edecektir. Güncel kıyı çizgisi gerileme oranına göre; Seyhan Deltası kıyı çizgisinin yılda 35 metre gerilemesi öngörülmektedir. Seyhan Deltası kıyı çizgisi gerilemesinin, eski delta kıyı çizgisinde olduğu gibi, delta çıkıntısı düzleştirilene kadar devam edeceği düşünülmektedir. Çünkü eski Seyhan Nehri ağzında da günümüzdekine benzer şimdiki kıyı çizgisinden 3 km güneyde bir çıkıntı yer almaktaydı (Şekil 3.8). Aynı kıyı hattında oluşan eski delta çıkıntısında, erozyonun düz bir kıyı çizgisine getirilene kadar devam ettiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Buna dayanarak Seyhan Deltası çıkıntısının düz bir kıyı çizgisine ulaşana kadar gerileyeceği öngörülen bir hat çizilmiş ve güncel Seyhan Nehri ağzından bu düz kıyı çizgisine kadar olan uzaklığın 3 kilometre olduğu görülmüştür (Şekil 3.10). Bu bilgiler ışığında; Seyhan Deltası kıyı çizgisinin yıllık gerileme oranının 35 metre olduğu bilindiğine göre mevcut koşullar altında 3 km' lik delta çıkıntısının 2013' den itibaren yaklaşık 85 yılda düzleştirileceği tahmin edilmektedir. Fakat delta çıkıntısının gelecekteki erozyon süreci; nehirler üzerine daha fazla baraj yapılması ve küresel deniz seviyesinin artması sonucu hızlanıp kıyı çizgisinin daha

az bir sürede düzleşmesine sebep olabilir. Bu hipotez, sadece mevcut koşullar altındaki gerileme hızını esas almıştır.

Güncel koşullar esas alınarak Seyhan Deltası çıkıntısının 2013' den itibaren 85 yılda düzleşeceğini öngören hipoteze göre Seyhan Deltası' nda kıyı erozyonu sonucunda birtakım jeomorfolojik değişimler yaşanabilir. Bunlar;

- Seyhan Deltası' nın geometrik şekli "Çıkıntılı Delta" tipine girmekte iken kıyı düzleşmesi sonucunda "Küt Delta" tipine girecektir. Seyhan Nehri herhangi bir çıkıntı oluşturmadan denize dökülecektir.
- Delta çıkıntısı düzleştirildikten sonra Tarsus Nehri' nin batıya doğru olan kıvrımı da erozyona uğrayacağından Tarsus Nehri batıya kıvrım yapmadan doğrudan denize dökülecektir.
- Seyhan Nehri ağzında bulunan bataklık alanlar ve ön kumul sırtları kıyı düzleşmesi sonucu ortadan kalkacaktır.



Şekil 3.10. Seyhan Deltası' nın 2013' teki çıkıntısı ve yaklaşık 85 yılda gerileyeceği öngörülen çizgi (Google Earth, erişim tarihi: 10.10.2013)

Genel olarak bakıldığında güncel Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin geçmişteki kıyı çizgisi değişimiyle benzer olacağı öngörülmektedir. Fakat günümüzde sedimanların barajlar tarafından tutulmasına rağmen düşük bir oranda da olsa Seyhan Deltası' na sedimanın geleceği düşünülmektedir. Geçmişte ise Seyhan Nehri' nin yatağını terk etmesi sebebiyle deltaya sediman akışı tamamen durmuştur. Bu durumda iki delta çıkıntısının da düz bir kıyı çizgisinden yaklaşık 3 km daha güneyde olduğu düşünülürse az bir farkla kıyı çizgisi değişimleri benzer olacaktır.

Bu fark eski delta çıkıntısına sediman akışı sağlanmadığından günümüzdeki kıyı çizgisi gerilemesinden daha hızlı bir kıyı erozyonu olduğunu düşündürmektedir. Bu bilgiler ışığında; Seyhan Nehri' nin yatağını terk ettikten sonra eski Seyhan Deltası çıkıntısının 85 yıldan daha az bir sürede dzleştirildiği düşünülmektedir.



SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Seyhan Barajı henüz faaliyete geçmeden önce Seyhan Deltası 1950 – 1956 yılları arasında, , doğal şartlar altında yıllık 11 metre hızla 70 metre ilerlemiştir. Yine bu yıllar arasında toplamda 200.000 m² alüvyal birikim gerçekleşmiştir. Bu durumda baraj inşası gibi antropojen müdahale olmaması durumunda delta ilerlemeye ve büyüme devam edecekti. Bu yıllar arsında alüvyal birikmenin özellikle Seyhan Nehri' nin batı kısmında biriktiği görülmüş, bu durum batıya doğru hareket eden Kilikya Akıntısı' na bağlanmıştır.
- 1956 yılında Seyhan Barajı' nın faaliyete geçmesiyle Seyhan Deltası kıyı çizgisinin gerilemeye başladığı ve bu gerilemenin 2013 yılına kadar toplamda 2.25 km olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 1956 – 2013 yılları arasında Seyhan Deltası' nda kıyı erozyonuyla yaklaşık 3.900.000 m² toprak kaybı gerçekleşmiştir.
- Hava fotoğrafı ve uydu görüntüleriyle tespit edilen kıyı çizgisi gerilemesinin kanıtları arazide de tespit edilmiştir. Bu durum sahada kıyı çizgisinin önceki konumlarının belirlenmesi, abrazyon platformları ve falezlerin varlığı gibi kıyı erozyonuna işaret eden kanıtlarla doğrulanmıştır. Tespit edilen kıyı çizgisi gerileme değerlerinin hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden elde edilen değerlerle benzer olması, bu çalışmanın bulgularını desteklemiştir. Ayrıca kıyı çizgisi gerilemesi sonucu gerideki ön kumul sırtlarının yüzeyine ait tane boylarının tabandakinden daha iri veya benzer olması da kıyı çizgisi gerilemesine bağlanmış ve bunun nedenleri tartışılmıştır.
- Seyhan Nehri' nin ağız kısımları kıyı çizgisi gerilemesinin en yoğun olduğu alanı oluştururken, ağız kısmından uzaklaştıkça bu gerilemenin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, dalga enerjisinin Seyhan Nehri

ağzında yoğunlaşması ve ağız kısmından uzaklaştıkça dalga enerjisinin azalmasına bağlanmıştır.

- Seyhan Deltası' nda kıyı çizgisi gerileme hızının başlangıçta fazla iken günümüze yaklaştıkça zamanla bu hızın düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durumun muhtemel sebepleri;
 - Seyhan Deltası' nın kıyı çizgisi gerilemesi sonucu aşınması daha zor, pekişmiş kısımlarına ulaşması
 - Deltadaki çıkıntının zamanla ortadan kalkmasıyla dalgaların enerjisinin kıyıya yayılması ve erozyon gücünün azalması
 - Kıyının gerilemesiyle artan kıta şelfi sonucu dalgaların daha açıklarda çatlama ve dalgalar kıyıya ulaşana kadar erozyon güçlerinin önemli ölçüde azalması gibi faktörlere bağlanmıştır.
- Güncel kıyı çizgisi gerileme hızı temel alınarak, Seyhan Deltası kıyı çizgisi değişimlerinin gelecekte nasıl bir durum alacağı üzerine bir hipotez geliştirilmiştir. Buna göre güncel koşullar altında deltanın yaklaşık 85 yıla kadar tamamen düzleştirileceği öngörülmüştür. Kıyı çizgisinin düzleştirilmesi sonucunda bazı morfolojik değişimler beklenmektedir. Bunlar:
 - Seyhan Deltası' nın geometrik şekli "Çıkıntılı Delta" tipine girmekte iken erozyon sonucunda "Küt Delta" tipine girecektir.
 - Seyhan Nehri ağzında bulunan bataklık alanlar ve kumul sırtları kıyı erozyonu sonucu ortadan kalkacaktır.
 - Tarsus Nehri' nin batıya doğru olan kıvrımı erozyona uğrayacağından nehir kıvrım yapmadan doğrudan denize dökülecektir.
- Bu çalışmadaki kıyı çizgisi değişimlerine dayalı bulgular, bu alanda yapılan önceki çalışmaların sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür. Buna karşın bazı çalışmalarla bu çalışmadaki kıyı çizgisi değişim miktarlarının farklı olmasında; kullanılan uydu görüntülerinin mekânsal

özünrlüğü ve seçilen dönem aralıklarının farklı olmasının etkili olduğu düşünölmektedir.

- Bu çalışmada, kıyı çizgisi değişimlerini miktar olarak belirlemek amacıyla 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları ve 30 metre mekânsal özünrlüğe sahip uydu görüntüleri kullanılmıştır. Dolayısıyla kıyı çizgisi değişimlerinin ortaya konulmasında uydu görüntülerinin mekânsal özünrlüğünden kaynaklanan hata payı olabilir. Bu nedenle daha net mekânsal özünrlüğe sahip uydu görüntüleri kullanılarak bu hata payı azaltılabilir.



KAYNAKÇA

- Alphan, H. (2005). "Perceptions of Coastline Changes in River Deltas: Southeast Mediterranean Coast of Turkey". *Environment and Pollution* (23), 92 - 102.
- Arens, S., Van Boxel, J., & Abuodha, O. (2002). "Changes in Grain Size of Sand in Transport Over a Foredune". *Earth Surface and Landforms* (27), 1163 - 1175.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrografiya - I*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 98.
- Aydın, M., & Uysal, M. (2013). "Kıyı Çizgisi Değişiminin Uydu Görüntüleri Yardımıyla İzlenmesi: Sakarya - Karasu". *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 24 - 32.
- Bal, H. (2000). *Türkiye' nin Kıyı Çizgisi Değişimler ile Bunların Çevre ve Mühendislikteki Etkileri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Bird, E. (1994). Physical Setting and Geomorphology of Coastal Lagoons, *Coastal Lagoon Processes*, Amsterdam - London - New York - Tokyo: Elsevier.
- Bird, E. (2005). Coastline Changes, *Encyclopedia of Coastal Science*, Washington: Springer.
- Bird, E. (2008). *Coastal Geomorphology An Introduction* (2. baskı). Avustralya: Wiley.
- Bird, E., & Lewis, N. (2015). *Beach Renourishment*. Melbourne: Springer.
- Blumenthal, M. (1941). "Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi Bir Bakış". *MTA Dergisi* (6), 70 - 95.
- Boggs, S. (2014). *Sedimantoloji ve Stratigrafi Temel İlkeleri*. çev. Muhittin Görmüş, Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınevi.

- Charles W. F. (2005). Coastal Soils, *Encyclopedia of Coastal Science*, Dordrecht: Springer.
- Charlton, R. (2008). *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. New York: Routledge.
- Chen, J. (2005). Dams, Effect on Coasts. *Encyclopedia of Coastal Science*. Dordrecht: Springer.
- Collins, M., & Evans, G. (1986). "The Influence of Fluvial Sediment Supply on Coastal Erosion in West and Central Africa". *Journal of Shoreline Management* (2), 5 - 12.
- Çakan, H., Yılmaz, K., Alphan, H., & Ünlükaplan, Y. (2011). "The Classification And Assessment of Vegetation for Monitoring Coastal Sand Dune Succession: The Case of Tuzla in Adana, Turkey". *Turkish Journal of Botany* (35), 697 - 711.
- Çetin, H., Bal, Y., & Demirkol, C. (1999). "Engineering and Environmental Effects of Coastline Changes in Turkey, Noutheastern Mediterranean". *Environmental & Engineering Geoscience* (3), 315 - 330.
- Çilek, A., & Berberoğlu, S. (2013). "Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Seyhan Havzasında Pesera ve Rusle Erozyon Modellerinin Kıyaslanması". *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013*, (s. 78 - 87). Ankara.
- Dağlıyar, A., Kocadere, B., Avcı, K., Nefeslioğlu, H., & Alkeveli, T. (2013). "Seyhan ve Ceyhan Deltaları Yıllık Kıyı Değişim Oranlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma". *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Konferansı*, (s. 1 - 4). Ankara.
- Davidson - Arnott, R. (2010). *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. New York: Cambridge University Press.
- Debuydt, F. (1972). "De Belgische Strand - en Duinformaties in Het Kader van de Geomorfologie der Zuidoostelijke Noordzeekust". *Verhandelingen van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (s. 122). Brüksel: Letteren en Schone Kunsten van Belgie. Klasse der Wetenschappen, Jaargang.

- Doeglas, D. (1952). *Afzettingsgesteenten*. Den Haag: Servire.
- Douglas, B. C. (1991). "Global Sea Level Rise". *Journal of Geophysical Research: Oceans* (96), 6981 - 6992
- Doody, J. (2005). Sand Dunes, *Encyclopedia of Coastal Science*, Netherlands: Springer.
- Erinç, S. (1953). "Çukurovanın Alüvyal Morfolojisi Hakkında". *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, (3 - 4), 147 - 159.
- Erinç, S. (2010). *Jeomorfoloji II* (4. baskı), düz. Ahmet Ertek ve Cem Güneysu, İstanbul: Der Yayınları.
- Erol, O. (1988). "Çukurova' da Kaliş Tpileri". *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi* (11), 9 - 13.
- Erol, O. (1991). "Geomorphological Evolution Of The Taurus Mountains, Turkey". *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementbände, Neotektonics*, (s. 99 - 109). Berlin-Stuttgart.
- Erol, O. (1997). "Çukurova' nın Neotektonik Jeomorfolojik Evrimi". *Yerbilimleri* (30), 127 - 134.
- Erol, O. (2003). "Ceyhan Deltası' nın Jeomorfolojik Evrimi". *Ege Coğrafya Dergisi* (12), 59 - 81.
- Evans, G. (1971). "The Recent Sedimentation of Turkey and The Adjacent Mediterranean and Black Seas: A Review". *Geology and History of Turkey* (s. 385 - 406). Tripoli: Petroleum Exploration Society of Libya.
- Evans, G. (1972). "Recent Coastal Sedimentation: A Review". *Proc 1st Conferance Archaeology, Proc XVIII Colston Symposium* (s. 89 - 114). London: Butterworths Scientific Publications.
- Evans, G., Lane-Serff, G., Collins, M., Ediger, V., & Pattiaratchi, C. (1995). "Frontal Instabilities And Suspended Sediment Dispersal Over The Shelf Of The Cilician Basin, Southern Turkey". *Marine Geology*, 3 - 4(128), 127 - 136.

- Evans, G. (2012). Deltas: The Fertile Dustbins of The Continents. *Proceedings of the Geologists' Association* (123), 397 - 418.
- Fakıoğlu, M. (2005). "Seyhan Barajı Hidrografik Harita Alımı Değerlendirmesi ve Sonuçları". 2. *Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, (s. 225 - 236). İstanbul.
- Folk, R. (1971). "Longitudinal Dunes Of The Northwestern Edge Of The Simpson Desert, Northern Territory, Australia, I. Geomorphology and Grain Size Relationships". *Sedimentology* (16), 5 - 57.
- Folk, R., & Ward, W. (1957). "Brazors River Bar: A Study on The Significance of Grain - Size Parameters". *Journal of Sedimentary Petrology* (27), 3 - 26.
- Galloway, W. (1975). Process Framework For Describing The Morphologic And Stratigraphic Evolution Of Deltaic Depositional Systems. *Houston Geological Society*, 87 - 98.
- Gedik, A. (1977). "Korunması Gerekli Doğal Anıtlarımızdan Akyatan Gölü (Lagün)". *Yeryuvarı ve İnsan*, 2 (3), 38 - 43.
- Gornitz, V., & Lebedeff, S. (1987). Global Sea Level Changes During The Past Century. *Sea Level Changes and Coastal Evolution*. SEPM Special Publication.
- Goudie, A. S. (2004). Crusting of Soil, *Encyclopedia of Geomorphology*. New York: Routledge.
- Göney, S. (1976). *Adana Ovaları I*. İstanbul: Edebiyat Fakültesi Matbaası - İstanbul Üniversitesi Yayın no: 2162.
- Gürbüz, K. (1997). "Seyhan ve Ceyhan Deltalarının Kronolojik Evrimi ve Bunların Kıyı Değişimine Etkileri". *Yerbilimleri*, 1 (30), 175 - 189.
- Gürbüz, K. (1999). "An Example of River Course Changes on a Delta Plain: Seyhan Delta (Çukurova Plain, Southern Turkey)". *Geological Journal* (34), 211 - 222.

- Gürbüz, K. (2003). "Berdan Nehri' nin Kuvaterner'deki Evrimi ve Tarsus' un Tarihesine Jeolojik Bir Yaklaşım". *İTÜ Avrasya Yerbilimlei Enstitüsü Kuvaterner Çalıştayı IV*, (s. 79 - 83). İstanbul.
- Güvel, Ş. (2007). *Karar Destek Sistemi ile Seyhan Baraj Haznesi Katı Madde Birikiminin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hakyemez, Y., Karabıykoğlu, M., & Oşkan, İ. (1980). *Kırıntılı Sığ Deniz "kıyı, lagün, gelgit düzlüğü ve kıta düzü" Çökelleri, Çökelme Ortamları ve Jeomorfolojisi*. Ankara: Jeomorfoloji Dergisi - Özel Sayı/Bilimsel Yayınlar Dizisi: 1.
- Harding, A., Palutikof, J., & Holt, T. (2009). *The Climate System, The Physical Geography of The Mediterranean*, Oxford: Oxford University Press.
- Haslett, S. (2009). *Coastal Systems* (2. baskı). London & New York: Routledge.
- Hesp, P. (1983). Morphodynamics of İncipient Foredunes in New South Wales, Australia, *Eolian Sediments and Processes*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Hesp, P. (1984). "Formation of Sand "Beach Ridges" and Foredunes". *Search* (15), 289 - 291.
- Hesp, P. (1999). The Beach Backshore and Beyond, *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*, Chichester: Wiley.
- Hesp, P. (2002). "Foredunes and Blowouts: İnitiation, Geomorphology and Dynamics". *Geomorphology* (48), 245 - 268.
- Hesp, P. (2006). "Sand Beach Ridges: Definitions and re-definition". *Journal of Coastal Research*, 72 - 75.
- Huggett, R. (2011). *Fundamentals of Geomorphology* (3. baskı). New York: Routledge.
- İlgin, Murtaza, kişisel görüşme, 2 Temmuz 2013

- Kalkan, Y. (2009). "Barajlarımızdaki Hidrografik Ölçümler ve Sediment Hareketleri". *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, (s. 1 - 9). Ankara.
- Kaya, C. (2008). *Tarsus - Tarsus Çayı - Tuzgölü Arası Kuvaterner Çökellerin Jeolojik Gelişimi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mersin.
- Ketin, İ. (1966). "Anadolu'nun Tektonik Birlikleri". *MTA Enstitüsü Dergisi* (66), 20 - 37.
- Kjerfve, B. (1994). *Coastal Lagoons, Coastal Lagoon Processes*, Amsterdam - London - New York - Tokyo: Elsevier.
- Köy Hizmetleri Arazi Genel Müdürlüğü (1997). Adana İli Arazi Varlığı. .T.C. *Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*. İl Raporu no: 01
- Kuleli, T. (2010 a). "Quantitative Analysis of Shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey". *Environmental monitoring and assessment* (167), 1 - 4: 387-397.
- Kuleli, T. (2010 b). "Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltalarındaki Kıyı Değişimlerinin Landsat TM ve DSAS İle Belirlenmesi". *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi*, (s. 1549 - 1556). Trabzon.
- Lancaster, N. (1986). "Grain - Size Characteristics Of Linear Dunes in The Southwestern Kalahari". *Journal Sedimentary Petrology* (59), 395 - 499.
- Lancaster, N. (2004). *Dune, Aeolian, Encyclopedia of Geomorphology*, New York: Routledge.
- Lécuyer, C., Bodergat, A., Martineau, F., Fourel, F., Gürbüz, K., & Nazik, A. (2012). "Water Sources, Mixing And Evaporation in The Akyatan Lagoon, Turkey". *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (115), 200 - 209.
- Lennartson, G. (2004). *Encyclopedia of World Climatology*. New York: Spring.

- Ly, C. (1980). "The Role of the Akosombo Dam on the Volta River in Causing Coastal Erosion in Central and Eastern Ghana". *Marine Geology* (37), 323 - 332.
- Mason, C., & Folk, R. (1958). "Differentiation of Beach, Dune and Eolian Flat Environments by Size Analysis, Mustang Island, Texas". *Sedimentary Geology* (56), 167 - 192.
- McElderry, J. (1963). "Mediterranean Tides and Currents". *Irish Astronomical Journal*, 6 (1), 12 - 14.
- Mclaren, P., & Bowles, D. (1985). "The Effect of Sediment Transport on Grain - Size Distributions". *Journal of Sedimentary Petrology* (55), 457 - 470.
- Mülazımoğlu, N. (1979). *İskenderun Körfezi Tabanı, Kıyıları ve Çevresinin Kuvaterner Jeolojisi ve Jeomorfolojisi*, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Strüktür ve Yeraltı Kaynakları Kürsüsü, İstanbul.
- Nemec, W. (1990). "Deltas - Remarks on Terminology and Classification". *International Association of Sedimentologists Special Pub.*, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Nichols, C., & Williams, R. (2009). *Encyclopedia of Marine Science*. New York: Facts on File Science Library.
- Nichols, J. R. & Mimura, N. (1998). "Regional Issues Raised by Sea - Level Rise and Their Policy Implications". *Climate Research* (11), 5 - 18.
- Nienhuis, J., Ashton, A., & Giosan, L. (2015). "What Makes a Delta Wave - Dominated?". *Geology* (43), 511 - 514.
- Öner, E., Uncu, L., & Hocoğlu, B. (2002). "Türkiye' nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri". *Türkiye' nin Kıyı ve Deniz Alanları IV Ulusal Konferansı* (s. 1237 - 1247). İzmir: Türkiye Kıyıları 02 Konferansı Bildiriler Kitabı.

- Öner, E., Hocaoglu, B., & Uncu, L. (2005). "Tarsus Ovasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Gözlükule Höyüğü". *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu* (s. 82 - 89). İstanbul: İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- Özpolat, E., & Demir, T. (2014). "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kıyı Çizgisi Değişimi Belirleme : Seyhan Deltası". *XVI. Akademik Bilişim Konferansı* (s. 11 - 116). Mersin: Akademik Bilişim'14 .
- Özpolat, E., & Demir, T. (2014). "Tuzla Lagünü Alansal Değişimi (1948 - 2013)". *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi*, (s. 886 - 895). Muğla.
- Öztürk, M. (2011). "Gel - Git Ölçüm İstasyonu Verilerine Göre Doğu Akdeniz' de Deniz Seviyesi Değişimleri Ve Bu Değişimlerin İklim Elemanları İle İlişkileri: 1972-2009". *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* (8), 629 - 642.
- Öztürk, M. (2013). *Kuzey Kıbrıs Kıyılarının (Koruçam Burnu - Zafer Burnu Arasının) Kuvaterner Jeomorfolojisi*, Yayınlanmış Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Pearce, F. (1992). *The Damned: River Dams and The Coming World Water Crisis*. London: Bodley Head.
- Penland, S., & Kulp, M. (2005). Deltas, *Encyclopedia of Coastal Science*, Washington: Springer.
- Pickard, G., & Emery, W. (1990). *Descriptive Physical Oceanography : An Introduction*. Oxford: Pergamon Press.
- Pye, K., & Tsoar, H. (2009). *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Berlin: Springer.
- Robinson, A., Leslie, G., Theocharis, A., & Lascaratos, A. (2001). Mediterranean Sea Circulation. *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Amsterdam: Academic Press.
- Rohling, E., Abu-Zied, R., Casford, J., Hayes, A., & Hoogakker, B. (2009). The Marine Environment: Present and Past, *Physical Geography of The Mediterranean*, Oxford: Oxford University Press.

- Russell, R. (1967). Aspects of Coastal Morphology. *Geografiska Annaler. Series A. Physical Geography* (49), 299 - 309.
- Serteser, A. (1994). *Seyhan Deltası (Adana) Kıyı Kumullarında Bitki Örtüsü ile Toprak İlişkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sestini, G. (1992). Implications of Climatic Change For The Po Delta And Venice Lagoon, *Climatic Changes*. London: Arnold.
- Seyhan Havzası Toprakları. (1974). V. Daire Başkanlığı Toprak Etütleri Fen Heyeti Müdürlüğü. Ankara: Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları : 286.
- Stanley, D., & Warne, A. (1998). "Nile Delta in Its Destruction Phase". *Journal of Coastal Research* (14), 794 - 823.
- Strabon. (2012). *Geographika - Antik Anadolu Coğrafyası Kitap: XII, XIII, XIV*, çev. Ali Pekman, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Suter, J. (1994). Deltaic coasts, *Coastal Evolution Late Quaternary shoreline morphodynamics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Şengör, A. (1980). *Türkiyenin Neotektoniğinin Esasları*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları, 40.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (2010). *Akyatan ve Tuzla Lagünleri Sulak Alan Yönetim Planı*, Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı, Kuş Araştırmaları Derneği İktisadi İşletmesi, Adana.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü. *Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri (1966 - 2012)*, Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Ulu, Ü. (2009). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:131, Mersin - O 33 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

- Ulu, Ü. (2009). *1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:132, Mersin - O 34 Paftası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Ulutaş, S. (2008). "Bağımlılık Sürecinde Bir Akdeniz Limanının Kapanış Hikayesi: Tarsus Limanı". *Mersin Sempozyumu*, (s. 2202 - 2215). Mersin.
- Ulutaş, S. (2012). "Tarihsel Süreçte Tarsus' un Coğrafi Olanak ve Olanaksızlıkları". *2. Tarsus Kent Sempozyumu*, (s. 60 - 72). Tarsus.
- Vincent, P. (1986). "Differentiation of Modern Beach and Coastal Dune Sands - a Logistic Regression Approach Using The Parameters of The Hyperbolic Function". *Sedimentary Geology* (49), 167 - 176.
- Wainwright, J., & Thornes, J. B. (2004). *Environmental Issues in the Mediterranean, Processes And Perspectives From The Past and Present*. New York: Routledge.
- Warren, A. (1972). "Observation on Dunes and Bimodal Sands in The Tenere Desert". *Sedimentology* (19), 37 - 44.
- Wentworth, C. (1922). "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments". *The Journal of Geology* (30), 377 - 392.