

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞVA PLAJI'NIN KIYI SÜREÇLERİ AÇISINDAN
JEOLOJİK EVRİMİ**

Jeoloji Müh. Çağdaş COŞKUN

**FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Kıyı ve Liman Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Şükrü ERSOY (YTÜ)

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xii
1. İncelemenin Amacı	1
1.1 İnceleme Alanın Tanıtılması	1
1.1.1 Morfoloji	2
1.1.2 Nüfus ve Yerleşim	2
1.1.3 İklim ve Bitki Örtüsü	2
1.2 Tarihsel Geçmişi	3
1.3 İnceleme Yöntemi	3
1.3.1 Arazi çalışmaları	3
1.3.2 Büro çalışmaları	3
1.4 Önceki çalışmalar	4
2. JEOLojİ	6
2.1 Genel Jeoloji	6
2.1.1 Mesozoik	6
2.1.1.1 Akveren Formasyonu	8
2.1.2 Senozoik	10
2.1.2.1 Kuvaterner	10
2.1.2.1.1 Dolguları	10
2.2 Fosil Bulguları	16
2.2.1 Foraminifer Topluluğu	16
2.2.2 Ostrakod Topluluğu	16
2.3 Jeolojik Evrim	18
2.4 Jeomorfoloji	19
2.4.1 Karstik Şekiller	19
2.4.2 Kıyıdaki Birikim Şekilleri	20
2.4.3 Dalga Etkisindeki Ortamlar	21
2.4.3.1 Dalga-Etkisindeki Ortamların Belirgin Özellikleri	22
2.4.3.2 Sedimenter Ortamlar ve Doğal Yaşam Alanları	23
2.4.3.3 Doğal yaşam alanı ve ekoloji	25
3. KIYI VE KIYI ÖZELLİLERİ	27
3.1 Giriş	27
3.2 Kıyıların Çökel Tipine Göre Sınıflaması	27
3.2.1 Aşınmalı (Pasifik Tipi) Kıyılar	28
3.2.2 Kırıntılı (Atlantik Tipi) Kıyılar	28

3.2.2.1	Plaj Önü (Foreshore).....	29
3.2.2.2	Plaj Gerisi (Backshore).....	30
3.2.3	Sulak Karalar (Wetlands).....	31
3.2.3.1	Sulak Karalarda Sınıflandırma.....	31
3.2.3.2	Tuzlu su içeren sulak alanlar (Salt Marshes).....	31
3.2.3.3	Kumsal Kıyıları.....	31
3.2.4	Sediment Taşınımı ve Süreçleri.....	34
3.3	Kıyıların Jeomorfolojik Sınıflandırması.....	35
3.3.1	Taşma (Aşırı-Yıkama) Alanları.....	37
3.3.2	Kumul Yüksekliği ve Devamlılığı.....	38
3.4	Kıyı Jeomorfolojisi ve Deniz Seviyesi.....	39
3.5	Kıyı Profil Değişiminin Belirlenmesi.....	42
4.	AKARSULAR ve DRENAJ ÖZELLİKLERİ.....	43
4.1	Giriş.....	43
4.2	Akarsuların Aşındırma Şekilleri.....	44
4.2.1	Denge Profili.....	44
4.2.2	Vadi.....	44
4.2.3	Menderes (Büklüm).....	45
4.2.4	Peneplen (Yontukdüz).....	45
4.3	Alüvyal Nehirler.....	46
4.3.1	Alüvyal Nehirlerin Tektonik Modifikasyonu.....	46
4.4	Drenaj Ağları ve Drenaj Örneği.....	48
4.5	Nehir Taraçaları.....	48
4.6	Göksu Deresi.....	50
4.7	Ağva Deresi.....	51
4.8	Göksu Deresi Taban Düzlüğü.....	52
4.9	Ağva (Yeşilçay) Deresi Taban Düzlüğü.....	53
5.	RÜZGAR ve DALGA İKLİMİ.....	57
5.1	Dalga Atlasına Göre Uzun Dönem Rüzgar İstatistiği.....	57
5.2	Dalga Atlasına Göre Uzun Dönem Dalga İstatistiği.....	61
5.3	Transformasyon Hesapları.....	69
5.3.1	NWW Yönü.....	71
5.3.2	NW Yönü.....	72
5.3.3	NNW Yönü.....	73
5.3.4	N Yönü.....	75
5.3.5	NNE Yönü.....	76
5.3.6	NE Yönü.....	77
5.3.7	NEE Yönü.....	78
5.3.8	Sonuç.....	80
5.4	Şile Meteoroloji İstasyonu Rüzgar Verileri İstatistiği.....	81
5.4.1	Şile Meteoroloji İstasyonu Rüzgar Verilerine Göre Feç Hesabı.....	84
5.5	Karadeniz’de Hava (Weather In The Black Sea).....	87
6.	KIYI KORUMA VE DENİZ TABANI HAREKETİ.....	90
6.1	Kıyı Boyu Madde Taşınımı.....	90
6.1.1	Dalga Atlasına Göre Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı.....	92
6.1.2	Meteoroloji Verilerine Göre Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı.....	96

7.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR	103
	KAYNAKLAR	105
	EKLER.....	109

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Yer bulduru haritası	2
Şekil 2.1. Üst Kretase kıvrıntılı ve karbonatlıları için depolama modeli (Tüysüz, 2002)	7
Şekil 2.2 Ağva Bölgesine ait jeomorfoloji haritası. İBB Hava fotoğrafından uyarlanmıştır.....	9
Şekil 2.3 Kilimli Koyu ile Ağva Deresi doğu yamacının arasında kalan Eosen Kalkerleri	10
Şekil 2.4 Çalışma alanında tipik olarak gözlenen alüvyal dolgular. Menderesli bir yapı izleyen dereler taşkın alanlarını genişleterek alüvyal alanlarını genişletmişlerdir (Ertek, 1995'den uyarlanmıştır).	11
Şekil 2.5 Ağva (Yeşilçay) Deresi ile Kurfallıaltı arasında kalan alçak kıyı alanındaki plaj sekileri (taraçaları). Kıyı boyu ve rüzgar etkisinde malzeme taşınımı neticesinde meydana gelmiş kumullar bitkilerin yardımıyla sediment tutmaya devam etmektedir. Bunun dışında sahilin belirli bir eğim izlediği görülmektedir.	12
Şekil 2.6 Yeşilçay (Ağva) sondajlarında litofasiyes topluluklarının karşılaştırılması (Meriç ve diğ., 2000).	15
Şekil 2.7 Kütüklük Tepe'de gözlenen kireçtaşı oluşumları	19
Şekil 2.8 Plajın doğusunda, Ağva (Yeşilçay) Deresi'nin denize deşarj olduğu yerin doğusundaki Çanak Burnu ve Karapınar Tepe'nin de yer aldığı Eosen kalkerlerinin bulunduğu karstik bölgenin üzeri flora ile kaplıdır.	20
Şekil 2.9 Bölgede poyrazın hâkim olduğu bir dönem sırasında gözlenen kıyı oklarının gelişimleri. Q ₁ kıyı boyu taşınımının ilk evrelerinde meydana gelmiş ve zaman içerisinde Q ₃ 'e kadar bu taşınımın birlikte gelişim devam etmiştir.	21
Şekil 2.10 Körfez içi gelgit deltalarının sınıflandırılması (Davis ve Gibeau, 1990)	22
Şekil 2.11 Bir bariyer adası sistemi içerisindeki çevresel özellikleri (Blatt, ve diğ., 1980).	22
Şekil 2.12 Enerjinin nehir, dalga, gelgit ve toplamdaki dağılımı (Heap ve diğ. 2001'den sonra)23	
Şekil 2.13 Hidrodinamik Süreçler (www.ozestuaries.org).....	24
Şekil 2.14 Sediment taşınımı (www.ozestuaries.org).....	25
Şekil 2.15 Besin taşınması (www.ozestuaries.org).....	26
Şekil 3.1 Kıvrıntılı kıyı özellikleri (Pearson Prentice Hall, 2005).....	29
Şekil 3.2 Sırt ve akıntı sistemi, alçak su taraçası	30
Şekil 3.3 Ağva bölgesinin en geniş kıyı gerisine sahip kesimi.....	30
Şekil 3.4 Taşınım şartlarının (rüzgarın, taşınan tanelerin boyutlarının) azalmasıyla oluşan kumullar ve denizel taraçalar. Kütüklük Tepe'nin deniz tarafında kıyı boyu taşınımıyla birlikte meydana gelen kıyı oku gelişimi görülmektedir. Göksu Deresi denize deşarj olamadığı zamanlarda taşıdığı malzemeyi bu bölgede biriktir ve boşalım söz konusu olmadığı için derenin geriye doğru genişlediği gözlenir.....	32
Şekil 3.5 Arka plajda yetişen otlar. Buradaki yaşam kumulun fazla yükselmesine yetecek kadar gelişmiş olmamasına rağmen kum kapanımı sınırlı da olsa mevcuttur...33	
Şekil 3.6 Gelişmiş bir kumulda gözlenen bitkiler.....	33
Şekil 3.7 Göksu Deresi'nin denize deşarj olduğu yer (İBB Hava Fotoğrafı, 1996). Kum Tepe'nin batı kısmında derenin menderes çizerken aşındırdığı malzemenin birikimi görülmektedir. Ölü falezlerin önünde meydana gelen batı-doğu yönlü kıyı koyu taşınımından dolayı kıyı oku gelişmiştir.	35
Şekil 3.8 Göksu Deresi'nin denize ulaştığı yer mevsimlik değişimlere bağlı olarak deşarjı sağlayamayacak şekilde kapanabilmektedir. Burada dalga etkisinde bir ortam söz konusu olduğu için nehrin boşalımı dalga özelliklerine bağlı olarak değişmekte olup genel olarak yaz döneminde derenin denizle bağlantısı kesilmektedir. Nehir debisinin Kasım-Ocak döneminde fazla olması da denizle bağlantısının olmasının önemli bir diğer etkendir (B.,www.agvarehberi.com)....	36

Şekil 3.9 Kıyısız jeomorfolojik sınıflandırma planı (USGS, 2006)	37
Şekil 3.10 Ağva'da bir aşırı-yıkama (taşma) tıraşası. Bitki örtüsünün hakim olduğu tıraşada rüzgar etkisiyle taşınmış olan kumun tutulduğu gözlenmektedir. Bu yerler mevsimlik ya da daha uzun bir zaman dilimi içerisinde kıyıya gelen çok yüksek dalgaların etkisinde meydana gelmektedir.	38
Şekil 3.11 Kumulların yok olduğu veya alçak, düzensiz, ve yetersiz bitki yaşamının olduğu yerler aşırı-yıkamanın olduğu ilk yerlerdir.	39
Şekil 3.12 Ağva sahilinin konumu.....	40
Şekil 3.13 Karadeniz drenaj baseni (www.orlyonok.ru)	41
Şekil 3.14 Karadeniz'e ulaşan su miktarındaki artış ve/veya kuzeyli rüzgarların etkisini artırması sonucu denizin güney kıyılarda kabarmasıyla Göksu Deresi'nin mansap kesimindeki dalgaların etkisi (www.flickr.com). Sol tarafta gözlenen birikim kıyı okudur.....	41
Şekil 4.1. Menderesli bir nehirde meydana gelen akış, hız dağılımı ve aşınma	46
Şekil 4.2. Menderesli bir nehrin morfolojisi.....	47
Şekil 4.3. Menderesli bir nehir için klasik dirsek içi (point bar) modeli (Allen 1970a).....	47
Şekil 4.4. Göksu Deresi'nin Boyuna Profili (Kılıç, 2000).....	49
Şekil 4.5. Ağva Deresi'nin Boyuna Profili (Kılıç, 2000)	49
Şekil 4.5 Göksu Deresi ve Karadeniz'e boşalmadan önceki yaptığı menderesler.....	51
Şekil 4.6 Ağva Deresi'nin menderesler çizerek Karadeniz'e ulaştığı yer	52
Şekil 4.7 Taşkın alanı olan Kumtarla, Ağva ve Göksu derelerin ince taneli alüvyonlarından ve plaj kumlarından meydana gelmiş olan bir kıyı ovasıdır.	54
Şekil 4.8 Çanak Deresi Akım Değerleri, Geredeli Köyü (DSİ Genel Müdürlüğü	55
Şekil 4.9 Göksu Deresi Akım Değerleri, Şıhlar Köyü (DSİ Genel Müdürlüğü	56
Şekil 5.1. Şile İstasyonu yıllık rüzgar gülü.....	57
Şekil 5.2 Rüzgar iklimi aşılma olasılığı.....	59
Şekil 5.3. Şile İstasyonu yıllık dalga gülü	61
Şekil 5.4. Dalga İklimi Aşılma Olasılığı.....	62
Şekil 5.6. Batimetri haritasından kıyı eğiminin bulunması	70
Şekil 5.7 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	71
Şekil 5.8 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	72
Şekil 5.9 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	74
Şekil 5.10 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	75
Şekil 5.11 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	76
Şekil 5.12 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	77
Şekil 5.13 Batimetri haritasından α_0 bulunması.....	79
Şekil 5.14. 25 Yıllık Yönler Göre Esen Rüzgarlar (saat).....	82
Şekil 5.15. 25 Yıllık Yönler Göre Esen Rüzgarlar x Rüzgar Hızı (m*saat/s)	83
Şekil 5.16. 25 Yıllık Yönler Göre Rüzgarların Esme Olasılıkları	83
Şekil 5.17. Feç hesabına göre aşılma olasılığının (Q(H)) belirgin dalga yüksekliğine göre dağılımı.....	85
Şekil 5.18 Karadeniz'in Rüzgar İklimi ve Bölgeleri (Weather in the Black Sea)	87
Şekil 5.17. Güneybatı Karadeniz'de Rüzgar Hızı ve Yönünün Kış Mevsimi Olasılıksal Dağılımı (Radyal aks m/s cinsinden rüzgar hızını, kontur derinlikleri ise esme olasılıklarını göstermektedir) (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999).	88
Şekil 5.18. Kilyos Kıyısı için Kış Mevsimi Yönel Dalgalar Spektrumu (Radyal aks rad/s cinsinden dalga açısal hızını, kontur değerleri ise m ² -s cinsinden spektral yoğunluğu göstermektedir) (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999).	89
Şekil 6.1. Kıyı boyu akıntıları ve sürüklenme (http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle)	90
Şekil 6.2 Kıyı çizgilerine en dik yön (NNE-Kuzey Kuzeydoğu)	92
Şekil 6.3 Dalga yaklaşım açıları	93

Şekil 6.3 İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 1996 yılında çekilen hava fotoğrafı.....	98
Şekil 6.4 1975 senesinde Landsat-Tm uydusu tarafından çekilen görüntü (Band kombinasyonu RBG / 331 olarak değiştirilmiştir).....	99
Şekil 6.5 1998 senesinde IRS-1D uydusu tarafından çekilen görüntü (Band kombinasyonu RBG / 331 olarak değiştirilmiştir).....	99
Şekil 6.6 Göksu ve Çanak derelerinin kasım ayına ait ortalama debi değişimleri	100
Şekil 6.7 Göksu ve Çanak derelerinin aralık ayına ait ortalama debi değişimleri.....	101
Şekil 6.8 Göksu ve Çanak derelerinin ocak ayı ortalama debi değişimleri	101
Şekil 6.9 Göksu ve Çanak derelerinin şubat-mart aylarına ait ortalama debi değişimleri.....	102

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1 Uzun dönem rüzgar istatistiği fonksiyonları.....	60
Çizelge 5.2 Rüzgar gülü büyütülmüş değerleri	63
Çizelge 5.3. Rüzgar gülü yüzdelik değerleri.....	64
Çizelge 5.4. Kümülatif Dağılım.....	65
Çizelge 5.5 Dalga gülü büyütülmüş değerleri	66
Çizelge 5.6 Dalga gülü yüzdelik değerleri.....	67
Çizelge 5.7 Kümülatif Dağılım.....	68
Çizelge 5.8 Uzun dönem dalga istatistiği fonksiyonları	69
Çizelge 5.8 Derin deniz etkin dalga yükseklikleri	80
Çizelge 5.9. Meteorolojik verilerle ilgili temel bilgiler	81
Çizelge 5.10. Verilerin analizi sonucunda yönlere göre elde edilen denklemler.....	81
Çizelge 5.11. Meteorolojik verilerle ilgili temel feç hesabı bilgileri.....	84
Çizelge 5.12. Ağva Plajı'na gelebilecek maksimum rüzgar mesafeleri	84
Çizelge 5.13. Yönlere göre elde edilen denklemler	84
Çizelge 5.14. Feç Hesabına (SPM Metodu) Göre Dalga Özellikleri.....	86
Çizelge 5.15. Dalga Atlasına Göre Dalga Özellikleri.....	86
Çizelge 6.1. Yönlere göre aşılma olasılıkları.....	94
Çizelge 6.3 Yönlere göre elde edilen Q-değerleri	96
Çizelge 6.4 Kıyı boyu taşınımına ait sonuçlar	96
Çizelge 6.5 Yönlere göre aşılma olasılıkları.....	97
Çizelge 6.6 Yönlere göre elde edilen f-değerleri	97
Çizelge 6.7 Yönlere göre elde edilen Q-değerleri	97
Çizelge 6.8 Kıyı boyu taşınımına ait sonuçlar	98

ÖNSÖZ

Bu inceleme, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Kıyı ve Liman Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma İstanbul İl sınırları içerisinde Şile Belediyesi'ne bağlı Ağva beldesinde, adı geçen sahil bölgesinin kıyı evriminin jeolojik ve jeomorfolojik incelemesini içermektedir. Bölgenin deniz ve nehirler arasındaki ilişkisi ile kıyı jeomorfolojisi çeşitli yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Her türlü idari ve bilimsel desteği sürekli sağlayan Tez danışmanım olan Prof. Dr. Şükrü Ersoy'a teşekkür ederim. Çalışmaları süresince son derece değerli görüş, bilimsel katkı ve yardımlarını esirgemeyen Tolga Görüm'e teşekkürlerimi sunarım.

Değerli görüşlerinden ve desteklerinden ötürü, öncelikle değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Yalçın Yüksel'e ve Sayın Prof. Dr. Esin Çevik'e, bitkiler konusunda önemli bilgilerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Turhan Uslu'ya, uzaktan algılama ve hava fotoğrafları konusunda her zaman yanımda olan Sayın Yard. Doç. Dr. Bülent Bayram'a, meteorolojik verilerin işlenmesi ve analiz edilmesi konusunda yardımcı olan Araş. Gör. Havva Anıl Arı'ya ve Araş. Gör. Cihan Şahin'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın bütün aşamalarında her türlü desteği sağlayan Çevre ve Orman Bakanlığı'dan Sayın Hüseyin Aytaç ve çalışma arkadaşlarına, Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü Hidroloji Şube Müdürü Ziyaettin Durmaz ve çalışma arkadaşlarına, DSİ 14. Bölge Müdürlüğü Etüt Dairesi Başkanı Erdinç Erbil'e ve Meteoroloji İşleri Genel Müdürü Adnan Ünal ve bütün çalışma arkadaşlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek Lisans programının fikir düzeyinden cilt aşamasına kadar 3 yıl boyunca sürekli yanımda olan ve her türlü desteği veren aileme ve değerli çalışma arkadaşım İbrahim Kuşku'ya derin şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

ÖZET

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Kıyı ve Liman Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Dalga etkisinin incelemesinde Şile Meteoroloji İstasyonu'ndan 1986-2006 yılları arasındaki rüzgar verileri alınmış ve dalga istatistiği yapılarak rüzgar etkisinde oluşabilecek dalgaların özellikleri hesaplanmıştır. Bunun yanında Nato Tu-Waves kapsamında Ağva bölgesine en yakın dalga atlası kullanılarak rüzgar ve dalga istatistiği yapılmış ve bu atlasla göre dalga özellikleri ortaya çıkartılmıştır. Bu iki ayrı veriye ek olarak Boğaziçi Üniversitesi'nin Kilyos kampüsü projesi kapsamında incelemiş olduğu Wheather in the Blacksea "I" Bölgesi analizi diğer iki analizin değerlendirmesinde ve doğruluğunda kullanılmıştır. Buradan elde edilen değerler neticesin kıyı boyu katı madde taşınım miktarları tespit edilmiş ve yorumlanmıştır.

Jeolojik ve jeomorfolojik temel üzerine kurulan evrim, meteorolojik verilerin analizlerinin kıyı mühendisliği içerisindeki akıntı-dalga mekaniği ve katı madde taşınımı ile sentezlenmesi sonucunda gelişmiş, uzaktan algılama adı altında farklı zaman dilimleri içerisinde çekilmiş uydu görüntüleri ve bitki yaşamının ortama olan katkısıyla inceleme nihai haline gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağva, plaj, evrim, jeoloji, jeomorfoloji, kıyı mühendisliği, uzaktan algılama, iklim.

ABSTRACT

This study has been prepared as a thesis of Master's degree in Yıldız Technical Natural Science Institute, Civil Engineering Faculty, Coastal and Port Engineering Program.

As part of wave impact\effect research, datas of Sile Meterology Station between 1986-2006 years were taken. By preparing wave statistics, characteristics of waves that is produced by wind has been calculated. Besides this, wind and wave statistics has been prepared by using wave chart for Ağva region in the scope of NATO Tu-Waves and according to this chart, characteristics of waves has been put out. In addition to these, Wheather in the Blacsea "I" Region analysis in the scope of Kilyos Campus Project of Bogazici University has been used to evaluate and verify other two datas. As result of these three datas, amount of substance movement along the coastline has been measured and interpreted.

The evolution that is founded on geological and geomorphological basis developed as a result of a synthesis that occured through wave-flow mechanis and solid-substance-movement. By the examination of satellite views taken in different dates and influence of plants, the study came to an end.

Keywords: Ağva, beach, evolution, geology, geomorphology, coastal engineering, uzaktan algılama, climate.

1. İncelemenin Amacı

Türk ve dünya tarihinde önemli bir yeri olan İstanbul, ülkemizin en büyük finans ve sanayi merkezi olmuş ve dünya ticaret merkezleri arasındaki yeri almıştır. Bunun sonucu olarak artan nüfusun sosyal ihtiyaçlarının karşılanması bir gerek halini almıştır.

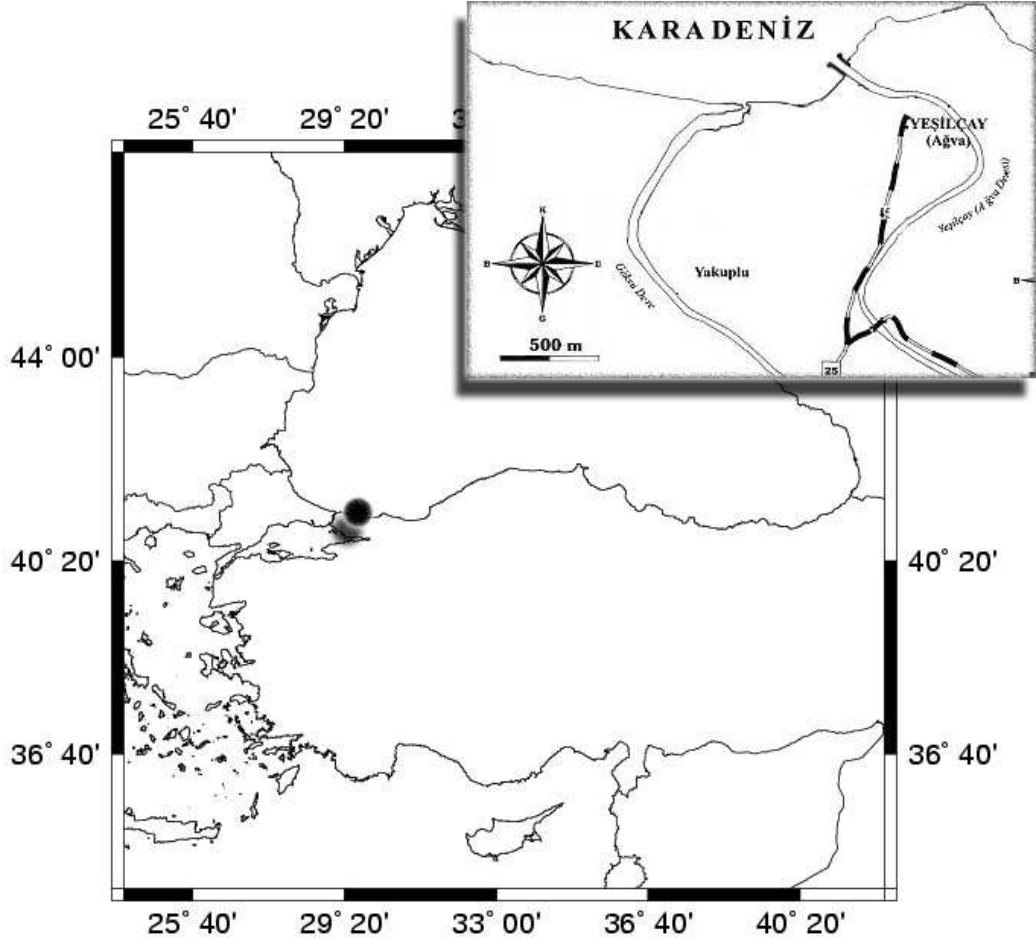
Turizm sektörü ve buna bağlı olarak toplumun dinlenme ve eğlence ihtiyaçları arasında en büyük payı sahil kesimleri ve plajlar almaktadır. İstanbul gibi yoğun şehirleşmeye maruz kalmakta olan bölgelerde bu tip yerlerin önemi daha da artmaktadır. Bu ihtiyaca karşın doğanın bilinçsiz kullanımı şehir merkezine yakın yerlerde insanların kısa süreli (hafta sonu) plaj turizmini olumsuz etkilemektedir. Yerel yönetimlerin bu konuya hassas yaklaşması ile durum olumlu yönde gelişmektedir.

Ağva, İstanbul'un Anadolu yakasında, İzmit (Kocaeli) il sınırına yakın dinlenme ve turizm merkezlerinden biridir. Şehre uzak olması ve gelişmeye karşı direnmiş doğal ortamı bu bölgeyi ziyaret edenler için çekici kılmaktadır. Son yıllarda daha çok ilgi çekmeye başlayan Ağva bir balıkçı köyünden tatil beldesi olmaya doğru değişim geçirmektedir. Ağva plajı bulunduğu ortam, plajın uzunluğu ve yerel olarak oldukça geniş yapısıyla hafta sonu gezileri dışında uzun süreli dinlenme ve tatil amaçlı olarak tercih edilmektedir.

Bu çalışma Ağva plajının evriminin jeoloji, jeomorfoloji, uzaktan algılama, meteoroloji, biyoloji ve kıyı mühendisliği gibi farklı bilim dallarının yardımıyla incelenmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla daha önce yapılmış jeolojik incelemelerden ve haritalardan güncel bilgiler alınmış, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden ortamda meydana gelen değişimler tespit edilmiş, meteorolojik veriler yardımıyla denizel ortam ve bu ortamın kıyı bölgesiyle olan ilişkisi incelenmiş, bölgede yer alan akarsuların özellikleri ve akım değerleri analiz edilerek ortam içindeki önemi gözden geçirilerek yorumlanmıştır. Jeoloji ve jeomorfoloji çalışmalarında birimlerin fiziksel ve ortamsal özelliklerini incelenmek için laboratuvarda yapılan incelemelerden yararlanılmıştır.

1.1 İnceleme Alanın Tanıtılması

İnceleme alanı olan Ağva bölgesi İstanbul ilinin Anadolu yakasında Karadeniz'e kıyısı olan Şile ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Bölge şehir merkezine yaklaşık 110 km. uzaklıkta olduğundan ulaşım özel araçlarla veya Kadıköy'den hareket eden özel otobüslerle sağlanmaktadır.



Şekil 1.1 Yer bulduru haritası

1.1.1 Morfoloji

Ağva, Güneybatı Karadeniz’le kıyısı olan ve yerleşimi deniz seviyesinden 1 m.ye kadar ulaşan taşkın düzlükleri ile yükseklikleri 120 m.lere ulaşan tepelere kadar değişen bir aralıktadır.

1.1.2 Nüfus ve Yerleşim

Bölge turizm, eğlence ve dinlenme merkezi olduğundan dolayı yaz aylarında oldukça yoğun bir nüfusa sahiptir. Kış mevsiminde ise çoğunlukla yerel halkı dışında ziyaretçisi bulunmamaktadır. Yapılaşma daha çok Göksu deresi ile Ağva deresi arasındaki taşkın ovası üzerinde yer almaktadır.

1.1.3 İklim ve Bitki Örtüsü

İstanbul’da genel olarak Akdeniz iklim koşulları etkisini yürütür. Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı olmakla beraber, kıyı bölgelerle iç kesimlerde biraz

ayrılıklar gösterir. İstanbul iklimi, Karadeniz'in ve Balkanlar ile Anadolu kara ikliminin etkisiyle meydana gelmiş özel bir durum gösterir. Kandilli Rasathanesinin kaydettiği gözlemlere göre İstanbul'da yıllık ortalama sıcaklık 13,7 derece, Ocak ayı ortalaması - 5 derece, Temmuz ayı ortalaması, 22,7 derecedir. Yıllık yağış 789 mm.dir. Yağışların % 38'i Kış % 18'i İlkbahar, % 13'ü Yaz, % 31'i Sonbahar mevsimindedir. Yazın genel olarak poyraz, kışın karayel, yıldız karayel ve lodos eser. Kible ve lodos yağış getirir. Lodos, Marmara'da, karayel ve yıldız karayel Karadeniz'de fırtına yapar.

İstanbul İlinde hava durumu genel olarak Akdeniz iklimi özellikleri taşıdığından sıcak ve nemli hava etkisiyle çıplak yerlere neredeyse hiç rastlanmamaktadır. Ormanlık alanlar korular, fundalıklar, çayırklar, otlaklar, yabani ot ve çiçek türleri her yerde görülür.

1.2 Tarihsel Geçmişi

Ağva ya da diğer adıyla Yeşilçay tarihi geçmişiyle dikkat çekmektedir. Hititler, Frigler, Romalılar ve Osmanlılar gibi bir çok uygarlığın geçiş yeri olan Ağva, M.Ö. 7. yy.'a uzanan bir tarihe sahiptir. Adı resmi kayıtlarda Yeşilçay olarak ifade bulan Ağva, iki dere arasına kurulmuş köy anlamına gelen Latince bir kelimedir. Ağva, Göksu ve Yeşilçay dereleri arasındaki deltaya kurulmuş olup, 50 metre eninde ve 3 km. uzunluğunda doğal plaja sahiptir.

1.3 İnceleme Yöntemi

1.3.1 Arazi çalışmaları

Bölgede kıyı değişimi ve denizin yerel etkileri ile kumulların oluşum mekanizması incelenmiştir. Bunun dışında eski çalışmalardan, sondajlardan yararlanılmıştır. Deniz ve akarsuların arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için bölgenin çeşitli yerlerinden kum örnekleri alınarak laboratuarda analiz edilmiştir.

1.3.2 Büro çalışmaları

İstanbul Büyükşehir Belediyesin tarafından çekilen 1996 senesine ait 1/5000 ölçekli paftalara uygun olarak hazırlanmış hava fotoğraflarının yanında biri şu an faaliyette olmayan ve NASA-EOSAT'ın Landsat-1 (1972-1978) uydusu tarafından 1975 senesinde çekilmiş, spektral çözünürlüğü 80 m. olan bir görüntü ile diğeri halen aktif olarak hizmet veren ISRO Hint.'in IRS-1D (1997-) uydusu tarafından 1998 senesinde çekilmiş ve spektral çözünürlüğü 23 m. olan iki uydu görüntüsünden faydalanılarak kıyıdaki ve kıyı gerisindeki değişim incelenmiştir. Meteorolojik veriler ile jeomorfoloji arasında bir ilişki kurulmasında bu

görüntüler yararlı olmuştur.

1.4 Önceki çalışmalar

Ağva bölgesinde ve genelleştirilmiş halde el alındığında İstanbul ve Kocaeli çevresinde yapılmış olan önemli araştırma ve yayınlar tarih sırasıyla şöyledir:

Böhm, 1927’de Temelde bulunan Akveren formasyonunun taban düzeylerindeki faunayı ayrıntılı olarak incelemesi sonucunda ve Kampaniyen yaş önermiştir.

Baykal, 1938-1943 yılları arasında incelediği Şile çevresinin jeolojisini doktora tezi olarak hazırlamıştır. Triyas’ın fosil içeren Alt ve Orta Triyas katlarını tesbit etmiş, Ağva’nın doğusunda rastlanılan Eosen Formasyonlarının Üst Kretase kireçtaşları üzerine konkordan bir istif halinde gelmekte olduğunu belirtmiştir.

Erguvanlı, 1949’da Akveren Formasyonu’nun uyumsuz olarak Triyas kayalarını üstleyen taban kesiti aralarında yanal değişimli olan birimin çamurkayaları ile kireçtaşı çakıltaşlarından yapılı olduğunu açıklamıştır.

Ketin ve Gümüş, 1963’de Akveren formasyonu tanımını, egemen olarak beyaz, ince ile kalın arası katmanlı, kireçli ile kalkerli arası çamur kayaları ve kireçtaşlarından yapılı bir istife uygulanmışlardır.

Altınlı, 1968’de Kocaeli Yarımadasının bugünkü jeomorfolojik yapısını belirleyen unsurlardan biri olan östatik orijinli deniz seviyesi oynamalarına bağlı olarak bölgenin kıyı kesiminde çeşitli yükseltilerde denizel taraçalar oluşturduğunu belirtmiştir.

Erinç, 1982’de Göksu Deresinin doğu yamaçlarında yer alan menderes yarıklarının (çentiklerinin) varlığının bu vadinin oluşumundaki gençleşmelerin delilleri arasında olduğunu ifade etmiştir.

Kurter ve Hoşgören, 1986’da yaptıkları morfometrik analizi sonucunda araştırma bölgesinin batısında dağılan çakılların az işlenmiş veya bombeli oluşları gibi görünüş özelliklerine de dayanarak flüvyal fasiyeste ve akışı düzenli olmayan akarsular tarafından taşınıp, depo edilmiş olduklarını açıklamışlardır.

Yanko, 1987, 1989 ve 1990’da Karadeniz’de yaptığı denizel çökel incelemesinde bir foraminifer topluluğunun acı su (az tuzlu) ortamını karakterize ettiğini ve tipik olarak Karadeniz faunasına ait olduğunu açıklamıştır.

Ertek, 1995 senesinde Kocaeli Yarımadasının kuzeydoğu kesiminin jeomorfolojisini araştırmıştır. Araştırma sahasında aşınım yüzeylerinin geniş yayılışlarından dolayı tipik bir peneplen rölyefi olduğunu ve bu peneplen düzlemi üzerinde yükselen tepelerin yüksek olmasının Siluriyen kuvarsitlerinden oluşmasında önemli rol oynadığını gözlemiştir. Ayrıca kıyının Kurfalıaltı-Ağva arasında yer alan araştırma bölgesinde olgunluk safhasında olduğundan da söz etmiştir.

Kılıç, 2000'de yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında İstanbul ili ve yakın çevresinin jeomorfolojisini incelemiş, Göksu ve Ağva (Yeşilçay) Derelerinin kaymış ve sapmış gömük mendereslerinin derinliği 200 m.'yi aşan yarıлма derecelerinin peneplen yüzeyinin en-blok olarak yükseldiğini gözlemiştir.

Meriç, Kerey, Tunoğlu, Avşar ve Önal, 2000'de Geç Kuvaterner istiflenin mikrofaunasını ve sedimantolojisini inceleyerek delta ortamı ile denizel ortamın ilişkisini araştırmışlardır.

Tüysüz, 2002'de Karadeniz'in güney kıyısını oluşturan kuzey alanlarda çökelim volkanizmanın durmasından sonra Maastrichtiyen ve Paleosen'de Akveren ve Atbaşı formasyonlarına ait pelajik kireçtaşları marn ve kalsi-türbiditlerin çökeli mi ile devam etmiş olduğunu ifade etmiştir.

2. JEOLojİ

2.1 Genel Jeoloji

İnceleme alanını da kapsayan Şile ve çevresinde Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler yüzeylemektedir. Paleozoyik zamanda Alt-Orta Devoniyen yaşlı siyah-mavi renkli biyomikritik biosparitik kireçtaşları ve bunlarla üste doğru tedrici geçişli olan Grovak-Şistlerle temsil edilmektedir. Mesozoyik zamanda ise bölgede Verfenien'in (Alt Triyas) taban konglomerası ve Grovak türü kumtaşları ile Türoniyen'in (Üst Kretase) biyomikritik kireçtaşı-marnları, Senoniyen'in (Üst Kretase) çörtlü mikrit ve biomikritlerden ibarettir. Senozoyik zamanda ise Alt Eosen (İpresiyen) yaşlı, marn, kumtaşı ve şeyller ile, Lütesiye (Orta Eosen) yaşlı kırıntılı, killi kireçtaşı ve marnlardan oluşmuştur. Ayrıca yine Senozoyik'de Neojen yaşlı kil, kum, çakıllar ve Kuvaterner alüvyonları ve kumulları bulunmaktadır. Üst Kretase yaşlı kireçtaşları Eosen (İpresiyen) içerisine çekim kayması (gravite etkisi) ile sürüklenerek Şile Sedimenter Karışığını (Olistostromu) oluşturmuşlardır. Kuvaternerdeki taraçaların incelenmesinden Şile Bölgesinin dördüncü zamanda 25 m. yükseldiği ve bu yükselmenin dört olası safhada olduğu anlaşılmaktadır (Baykal ve Önal, 1979).

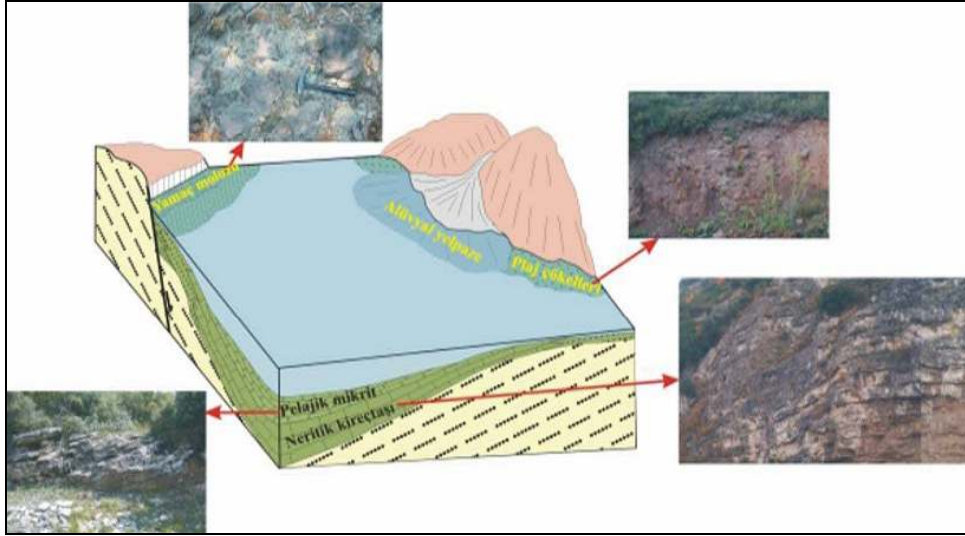
Ağva (Yeşilçay) ilçesi çevresinde, Ağva (Yeşilçay) Deresi ile Göksu Deresi arasında kalan alanda Geç Kuvaterner (Holosen) yaşlı çökeller geniş alanlar oluşturur. Ağva (Yeşilçay) ilçesi güney ve güneybatısında, Ağva (Yeşilçay) Deresi ile Göksu Dere'nin Karadeniz'e döküldüğü alanda, geniş yüzlekler sunan Geç Kuvaterner tortullarında ve temeli oluşturan Üst Kretase-Paleosen yaşlı Akveren Formasyonu'nda yapılan araştırmalarda, genç çökel istifi 20.00-34.65 m arasında kalınlık sunmaktadır (Meriç ve diğ., 2000).

2.1.1 Mesozoik

İstanbul ve dolaylarında Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayaları uyumsuzlukla örten iki farklı tür Üst Kretase istifi yer alır. Bunlardan ilki, boğazın kuzey-kuzeybatı kesimlerinde mostra verir ve genel olarak volkanik ara-katkılı denizel bir istif niteliğindedir. Yaygın mostraları Karadeniz kıyısında Şile-Ağva ve İğneada dolaylarında yer alan birim, tabanda çakıltaşı-kumtaşı ile başlayarak silttaşı, marn, kiltası ve kireçtaşlarına geçmekte ve andezit, dasit, riyolitik lav ve bunların piroklastik eşdeğerleriyle ardalanmaktadır.

Karadeniz'in güney kıyısını oluşturan kuzey alanlarda çökelim volkanizmanın durmasından sonra Maastrichtiyen ve Paleosen'de Akveren ve Atbaşı formasyonlarına ait pelajik

kireçtaşları marn ve kalsi-türbiditlerin çökelişi ile devam etmiştir (Tüysüz, 2002).



Şekil 2.1. Üst Kretase kıyıntılı ve karbonatlıları için depolama modeli (Tüysüz, 2002)

İçlerinde küçük çakılların da bulunduğu kumtaşları sert, sıkı, bazen krem renkli, laminalı olup, aralarında ince tabakalı kuvarsarenit ve karbonatlı şeyillerin yer yer nöbetleştiği görülür. Paleozoik volkanik kayalardan meydana gelmiş olan bu kütleyi kumtaşları daire şeklinde çevreleyip, örtüsünü teşkil etmişlerdir (Baykal, 1940 ; Altınlı, 1968b; Baykal, 1943b). Mostralarına, kuzeyinde Ağva Deresi ile batısındaki Çanaklı Deresi çevresinde rastlanır. İçindeki limonit ($\text{Fe}_2\text{A}_3\text{-H}_2\text{O}$) nedeniyle koyu kırmızı renkte ve alt seviyelerinde çakıllı olabilen kumtaşları, toplam olarak yaklaşık 50–60 m. kalınlığında, sert, sıkı ve kırıklıdır (Ertek, 1995).

Üst Kretase devrine ait marnlı unsurlara Ağva civarındaki Dudubayır Tepe civarında ve buradan batıya doğru, kıyı boyunca, rastlanmaktadır. Ayrıca Ağva'dan güneydoğuya doğru Akçaova yönünde geniş bir kuşakta bu formasyonlar yayılış göstermektedir. İsaköy – Ağva arasında karayolu boyunca gözlenen bir yarma marnlar için tipik bir mostra vermektedir. Kıyı boyunca rastlanan formasyon plato yüzeylerinde karstlaşma ve kıyıda da kalanklı kıyı*

oluşumuna müsaittir. Kireçtaşlarının Ağva Deresi ağzı ile doğu Kilimli Koyu arasında kalan küçük bir alanda Paleosen kireçtaşları ile örtüldüğü belirtilmiştir (Ertek, 1995). Ağva - Seyrek arasında ise kıyı gerisinde izlenen sırtlarda kireçtaşları uyumsuz olarak Neojen'e ait sarı ve kırmızı renkte kum, kil ve çakıllar tarafından örtülmektedir.

* Karstik sahalardaki kanyon şekilli gömük ve kuru vadilerin deniz tarafından işgal edilmesi halinde görünüm olarak rialara benzer çok derin koylar meydana gelir. Bu koylara kalank denir. Bunlar doğal liman özelliğinde

kullanıma sahiptir.

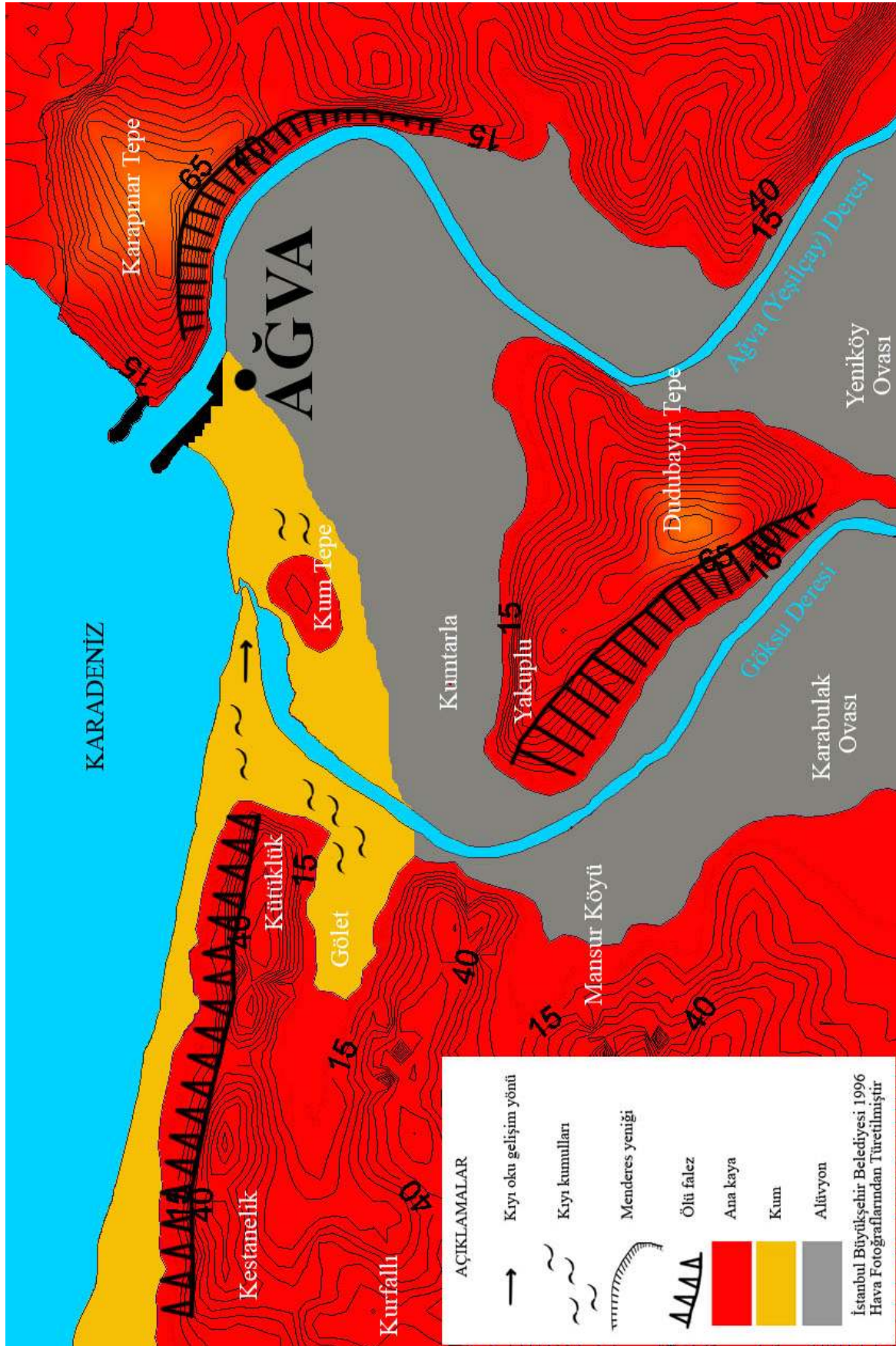
2.1.1.1 Akveren Formasyonu

Akveren Formasyonu adı Ketin ve Gümüş (1963) tarafından verilmiştir. Egemen olarak beyaz, ince ile kalın arası katmanlı, karbonatlı çamur kayaları ve kireçtaşlarından yapılı bir istife uygulanmıştır. Akveren Formasyonu'nun uyumsuz olarak Triyas kayalarını üstleyen taban kesiti, aralarında yanal değişimli olan birim, sarımsı gri ayrışmalı, masif ile kalın katmanlı biyoklastik; pembe ile soluk kırmızı arası, rudist yama resifleri; açık gri, grimsi yeşil, soluk kırmızı çamurkayaları ile soluk kırmızı renkli, rudist döküntüsü içeren kireçtaşı çakıldaşlarından oluşmuştur (Erguvanlı, 1949).

Böhm (1927) Akveren Formasyonu'nun taban düzeylerindeki faunayı ayrıntılı olarak belgelemiş ve Kampaniyen yaş önermiştir. Erguvanlı (1949), Altınlı (1968) ve Altınlı ve diğerleri (1970) Böhm'ün yaş atamasına uymuşlardır.

Çamurtaşı-kireçtaşı düzeyinde, çamurtaşları soluk kırmızı, kırmızımsı gri, karbonatlıdır. Çamurtaşlarında 30 cm ye varan büyüklükte *Inoceramus* sp. kavkıları bütün ve parça olarak bulunur. Kireçtaşları açık ile ortaç gri ve ince tanelidir; kırmızımsı, ince ve düzensiz katmanlı kalkerli çamurtaşı arakatkıları kapsar. Killi şeyl düzeyinde, şeyller yeşilimsi gri, kahverengimsi gri, az kalkerli killi şeyl ve çamurlu şeyldir, kireçli çamurtaşı, karbonatlı kıltaşı, allodapik kireçtaşı ve seyrek mikritik kireçtaşı arakatman ve ara katkıları içerir. Kesitin en üst bölümünde kireçtaşı ara katkıları kumludur. Akveren, Erikli Kumtaşı'nı uyumlu olarak örter. Akveren Formasyonu'nun tabanındaki kırmızımsı kumlu çamurtaşı ve Erikli'nin en üst sarımsı gri, bol çamurlu litik vakesi arasında doku, bileşim ve renk yönünden, görünürde, bir derecelenme yer alır. Dokanak aralığında limonitleşmiş düz yüzeylerin varlığı ile Erikli'ye özgü karbonatça zengin yumru, mercek ve bentik makrofaunanın ani kayboluşu dokanağın bir tortullaşma kesikliliği olduğunu yansıtır ve Akveren birikiminin hızlı bir transgresyon ile başladığı yönünde yorumlanabilir (Kaya ve diğ., 1984):

Dizer (1971), Ereğli batısında, harita alanı için de geçerli olmak üzere, Akveren formasyonunda, alttan üste, Maastrihtiyen Sonu yaşlı *Globotruncana contusa* (Cushman), Paleosen Başı yaşlı, Paleosen Ortası yaşlı ve Paleosen Sonu yaşlı fosil zonlarını saptar. Çalışma alanı dışında formasyonun en üst düzeyinden (üstleyen Akçakoca Kumtaşı ile olan dokanağa yakın) derlenen mikrofauna, Paleosen Sonu-Eosen Başı dönümünün formasyon için en üst zaman sınırı olduğunu gösterir (Kaya ve diğ., 1984).



Şekil 2.2 Ağva Bölgesine ait jeomorfoloji haritası. İBB Hava fotoğrafından uyarlanmıştır.

MTA ve Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ile birlikte hazırlanan (MTA ve AU, 1999) rapordan yararlanılarak Mesozoyik yaşlı Akveren Formasyonu (KTa); kiltası, silttaşı ara seviyeli killi kireçtaşı-marn ve resifal kireçtaşından oluştuğu ifade edilmiştir.

2.1.2 Senozoik

Eosen Formasyonlarına Ağva'nın doğusunda tipik olarak rastlanılmaktadır. Bu kesimde formasyon Üst Kretase kireçtaşları üzerine konkordan bir istif halinde gelmektedir (Baykal, 1943a). Stratigrafik dizilim içinde marn, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı ve kireçtaşları bulunmaktadır.



Şekil 2.3 Kilimli Koyu ile Ağva Deresi doğu yamacının arasında kalan Eosen Kalkerleri

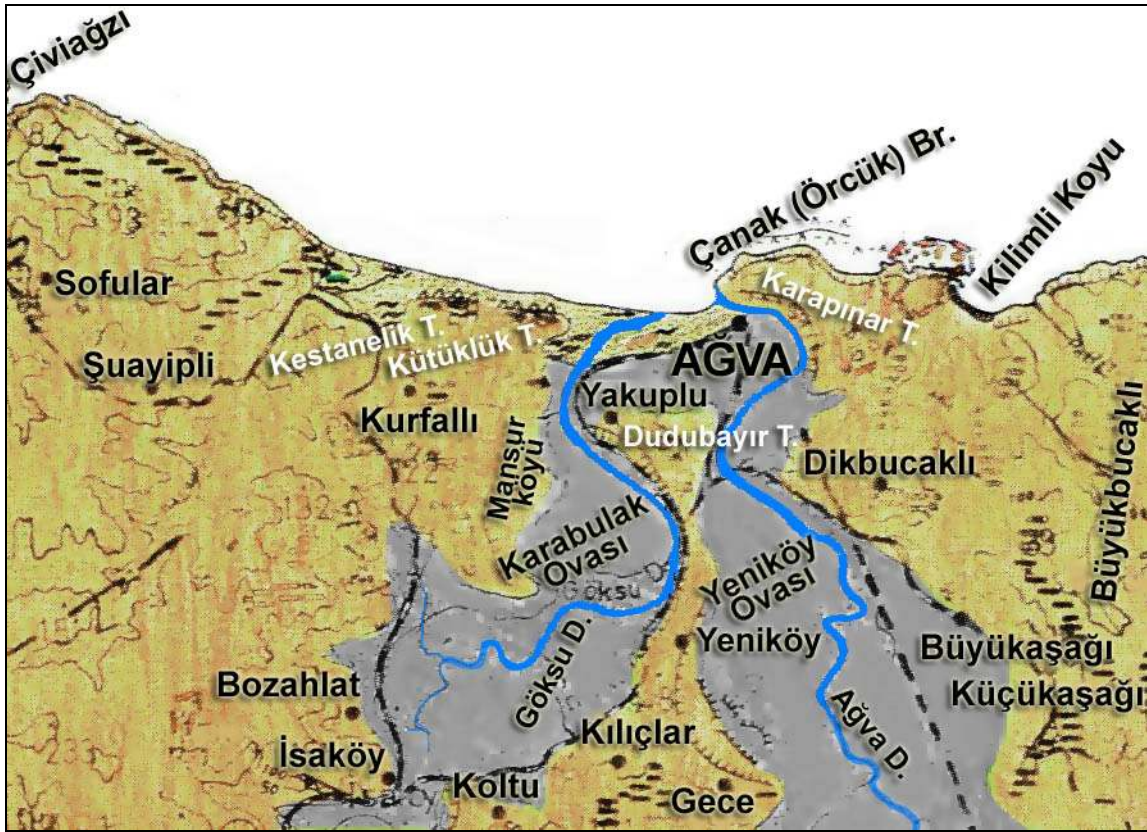
2.1.2.1 Kuvaterner

2.1.2.1.1 Dolguları

Kocaeli Yarımadasının bugünkü jeomorfolojik yapısını belirleyen unsurlardan biri olan östatik orijinli deniz seviyesi oynamalarına bağlı olarak yarımadaının olduğu kadar çalışma sahasının da kıyı kesiminde çeşitli yükseltilerde denizel taraçalar oluşurken (Baykal, 1943b; Erinç, 1953; Altınlı, 1976), akarsular da bu genel taban seviyesi oynamalarına maruz kalmış ve yana doğru aşındırma neticesi olarak kayarak geliştirdikleri vadiler boyunca alüvyal dolgu tabanları, az eğimli taraça düzlükleri ve kıyı birikim sahaları meydana getirmişlerdir.

Çalışma alanında Kuvaterner'e ait formasyonları plato yüzeyi içinde gömülmüş olarak bulunan vadilerin tabanlarındaki alüvyonlar ile kuzeyde kıyı kesiminde farklı yükseltide işlenmiş denizel taraçaların yüzeyindeki dolgular oluşturmaktadır. Kıyı bölgesinde vadilerin ağız kısımlarının dolmasıyla oluşmuş çeşitli boyutlardaki kıyı ovaları, lagünleri denizden ayıran kıyı okları ve kıyı kumulları, çeşitli etken ve süreçlerle farklı şekillerde taşınıp depolanan Kuvaterner formasyonlarından meydana gelmiştir.

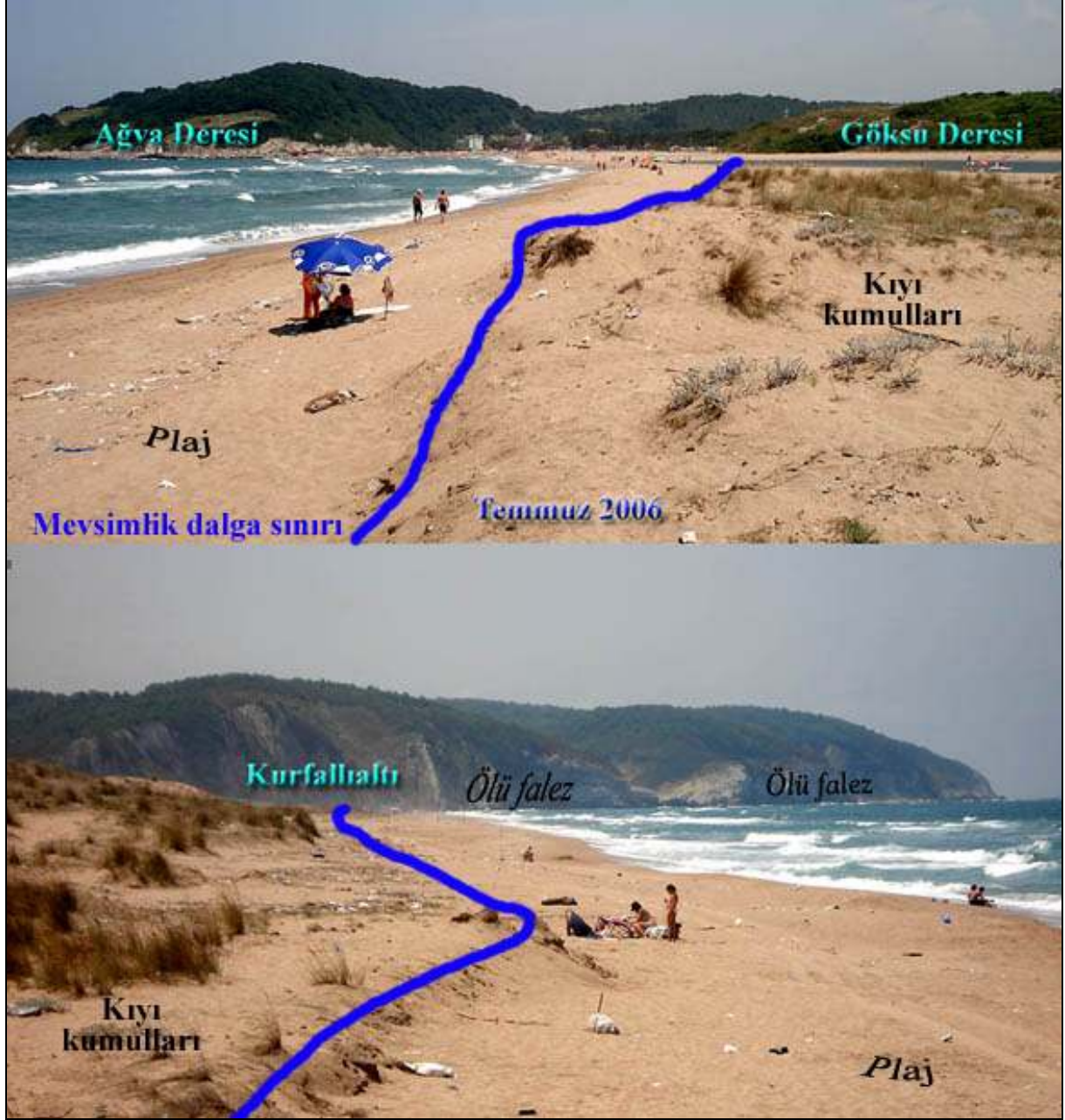
Özellikle Kuvaterner'de ana drenajı meydana getirmiş olan Göksu ve Ağva (Yeşilçay) derelerinin vadi tabanlarında, taşınarak birikme sonucu geniş alanlar kaplayan, alüvyal dolguları oluşturan etkenler tutturulmamış kil, çakıl, yer yer de blok boyuna kadar değişen boyutlardaki malzemeden oluşmuştur. Ağva Plajı olarak bilinen Kurfallıaltı - Ağva (Yeşilçay) Deresi arasındaki alçak kıyı alanındaki plaj daha çok deniz kumları ile bazen bloklu seviyelere kadar ulaşan çakıllar, kumullar ile temsil edilirler.



Şekil 2.4 Çalışma alanında tipik olarak gözlenen alüvyal dolgular. Menderesli bir yapı izleyen dereler taşkın alanlarını genişleterek alüvyal alanlarını genişletmişlerdir (Ertek, 1995'den uyarlanmıştır).

Alüvyal dolguların geniş alanlar kapladığı sahalara tipik bir örnek vermek gerekirse; Kuvaterner dolgularını hemen hemen bütün vadi tabanlarında Ağva güneyinde; Yakuplu-

İsaköy arasındaki Karabulak Ovasında ve Ağva-Küçükaşığı Mahallesi arasındaki Yeniköy Ovasında Kuvaterner dolguları geniş alan ve kalınlıklara ulaşır. Jeoloji haritasında, Kuvaterner oluşukları; alüvyal dolgular (alüvyon) ve denizel dolgular (deniz kumu v.d.) şeklinde iki ayrı birim halinde belirtilmiştir (Ertek, 1995).



Şekil 2.5 Ağva (Yeşilçay) Deresi ile Kurfalıaltı arasında kalan alçak kıyı alanındaki plaj sekileri (taraçaları). Kıyı boyu ve rüzgar etkisinde malzeme taşınımı neticesinde meydana gelmiş kumullar bitkilerin yardımıyla sediment tutmaya devam etmektedir. Bunun dışında sahilin belirli bir eğim izlediği görülmektedir.

Melen projesi kapsamında yapılan jeolojik sondajlardan elde edilen verilere göre Ağva yöresinde yapılan zemin ve fosil incelemelerinde tutturulmamış çakıl, kum, kil ve milden oluşan Holosen istifinin kalınlığının 20 ile 34.65 m. kalınlıkta olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.6). Bunlardan yalnızca iki sondajda temeli oluşturan Akveren Formasyonu'na (Üst Kretase-Paleosen) ulaşılmıştır. Ağva (Yeşilçay) yöresinde yapılan 4 sondaja ait örneklerden elde edilen verilere göre, bölgede Geç Kuvaterner döneminde muhtemelen deltayik bir ortam oluşmuştur. Elde edilen sınırlı veriler ışığında bu ortama ait ast (alt) ortamlar saptanmıştır. Yapılan incelemelere göre bir deltada bulunması gereken delta ilerisi (prodelta), delta önü (delta front) çökellerine rastlanılmamıştır. Buna karşın sadece delta düzlüğü (delta top) çökelleri yaygın olup, yaklaşık 35 m. kalınlığa sahiptir (Meriç ve diğ., 2000).

1. Dağıtım kanalları arası körfez çökelleri (Yaklaşık 15.00m. kalınlıkta kil ve silt)
2. Dağıtım kanalları çökelleri (7.00-8.00 m maksimum kalınlıkta silt ve kum)
3. Taşkın ovası ve lagün çökelleri (10.00 m kalınlıkta kil-silt aralanması)
4. Eski-güncel toprak (2.00 m kalınlıkta)

Yukarıda litolojik tanımlaması verilen istif diğer sedimentolojik özellikleri ile birlikte alttan üste doğru aşağıda belirtilen ast (alt) fasiyeslere ayrılabilir (Meriç ve diğ., 2000):

Kanallar arası körfez çökelleri (interdistributary bay): Genelde killi, organik maddece zengin, bol miktarda acı-tatlı su ve denizel ostrakod'lar içeren, buna karşın foraminifer topluluğuna sahip olmayan bir birimdir. En tipik olarak Ağva Deresi'nin doğu tarafında yapılan sondajda 24.00-18.00 m.ler arasında ve aynı şekilde Göksu Deresi'nin doğu tarafında yapılan sondajda 34.00-20.00 m'ler arasında gözlenir.

Dağıtım kanalları (Distributary channels): Siltli, kumlu, çakıllı litolojileri ile ayırtmandır. Özellikle Göksu Deresi'nin batı tarafında yapılan sondajda 13.00- 9.00 m'ler arasında gözlenir. Bu birimde genelde ne bir foraminifer ve ne de bir ostrakod topluluğuna rastlanılmamıştır.

Taşkın düzlüğü ve lagün fasiyesleri (Flood plain and laguner deposits): Başlıca litolojisini organik maddece zengin kil ve silt oluşturur. Göksu Deresi'nin batı tarafında yapılan sondajda tipik olarak görülür. Yapılan dört sondajda da yaklaşık 9.00 veya 8.00 m.lerde başlar ve 2.00 m ye kadar devam eder. Ostrakod topluluğuna göre kısmen çok az denizel etkinin gözlemlendiği acı su-tatlı su fasiyesindedir. Foraminifer topluluğu ise tamamen acı su fasiyesini simgeler.

Buna karşın denizel fasiyesi karakterize eden mollusk tipleri kısmi bir artış gösterir. Bu durum bölgedeki lagüner fasiyeslerin varlığına işaret eder. Aynı şekilde tatlı su ostrakodlarının varlığı da taşkın düzlüğüne ait çökellerin bulunduğunu gösterir.

Eski-güncel toprak: En üstteki 2.00 m.lik bölümü oluşturan, küçük gastropodlu, kahve renkli, çakıllı topraktır. Bu bölümde taşınmış olduğu düşünülen birkaç ostrakod ve foraminifer'e rastlanılmıştır. Kraus, (1987) çalışmasında benzer özellikteki birimlere eski toprak tanımlaması yapmıştır.

Belirlenen ast fasiyeslere göre üzerinde çalışılan sondajlarda bir deltanın sadece delta üstü çökelleri kesilmiştir. Çalışmada daha kuzey kesimlerde bir inceleme yapılamadığından delta ilerisi ve delta önü çökellerine de rastlamak ihtimali açık bırakılmıştır. Ağva (Yeşilçay) Deresi'nin ve Göksu Deresi'nin sol yamaçlarında yapılan sondajlarda temele ulaşılmamış olması bu durumu kanıtlamaktadır (Meriç ve diğ., 2000).

2.2 Fosil Bulguları

2.2.1 Foraminifer Topluluğu

Porosonion subgranosum (Egger) ve MS-451 sondajında da *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Ammonia tepida Cushman*, *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny), *Porosonion subgranosum* (Egger) topluluğu belirlenmiştir. Adı geçen bu topluluk genelde acı su (az tuzlu) ortamını karakterize eder ve tipik olarak Karadeniz faunasına aittir (Yanko, 1989 ve 1990; Yanko ve Troitskaja, 1987). Bunlardan en fazla gözlenen *Ammonia tepida Cushman* her türlü tuzluluk şartlarına uyum sağlayabilen bir foraminiferdir. Tuzluluk oranı ‰ 1 ile 27.4 arasında değişen sularda yaşamını sürdürebilir (Yanko, 1990). *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland) tuzluluk oranı ‰ 11-26 arasında değişen (Yanko, 1990) ve *Porosonion subgranosum* (Egger) ise tuzluluk oranı ‰ 1-26 arasında olan sulara uyum sağlayabilmektedir (Yanko, 1990).

Güncel foraminiferlerde Karadeniz için en derin yaşam ortamı 220.00 m'dir. Tuzluluk ise ‰ 1 - 26 arasında değişmektedir. Yine, Karadeniz çevresinde delta, lagün, iç şelf ve açık şelflerde bulunan tür ve alt tür sayısı en fazla olarak 104'e ulaşmaktadır. Buna karşın tipik olarak delta alanlarında bulunan en az tür sayısı 4'tür. Keza bu alanlarda saptanan tuzluluk değerleri ise ‰ 1 ile 5 arasında değişmektedir (Yanko, 1990). Bununla birlikte İstanbul Boğazı çevresi Karadeniz'de özel bir alan oluşturmaktadır. Çünkü bu kesimde saptanan tür sayısı 76'dır ve tuzluluk oranı ‰ 26'ya kadar ulaşmaktadır. Değinilen alanda Akdeniz bazı cinslerinin varlığı dikkat çekicidir (Yanko, 1990).

2.2.2 Ostrakod Topluluğu

Genel olarak tüm sondajlarda acı su koşullarının baskınlığı gözlenir. Ancak, yer yer tatlı su girişinin varlığı, acı su formlarının yanı sıra bazı tatlı su formlarının bulunuşu ile anlaşılmaktadır. Yapılan sondajlarda acı su (az tuzlu) koşullarına hakim bir ortamın varlığı ostrakod topluluğu ile ortaya konmuştur. Ancak, yer yer karadan beslenmenin bir kanıtı olarak, deltayık ortamın göstergesi olan tatlı su ostrakod faunası az da olsa gözlenmektedir. Anoksik (oksijen bulunmayan) ve oksidasyon koşullarının varlığı genel olarak ostrakod kavkılarında da izlenmektedir. Oksidasyon koşullarını yansıtan kavkılar kırmızı ve pembe renkli tonlarla belirlenirken, organik maddece zengin kesimlerde siyah ve gri renk tonlarında kavkılar gözlenmektedir. Bu grup çalışılan alanda Akdeniz sularının zayıf bir etkisi olduğunu kanıtlamaktadır (Meriç ve diğ., 2000).

Geç Kuvaterner (Holosen) tortullarındaki mollusk faunasına ait birkaç topluluğun paleoekolojik özellikleri incelendiğinde, alt düzeylerde acı su karakterli bir türün varlığı (MS-444, 17.50-20.00 m), üste doğru 10.00-0.50 m. arası ise denizel tiplerin artış göstermesi, Yeşilçay ağzında denizin kısmen de olsa etkinliğini belirtmektedir. Diğer bir değişle, değinilen mollusk faunası 10.00 m.lik üst bölümde tuzluluk oranı artmış olan sularda bulunduğunu ve bu dönemde zaman zaman tatlı su girdisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Üst 10.00 m.lik bölümde deniz etkinliğinin baskınlığı görülüyorsa da, MS-451 sondajında 6.50-7.00 m.de yine *Viviparus sp*'un bulunuşu deniz etkinliğinin olduğu dönemde dahi yöreye zaman zaman tatlı su girdisinin bulunduğunu göstermektedir (Meriç ve diğ., 2000).

Bunlara göre Foraminifer ve ostrakod topluluğu dikkate alındığında bölgede genel olarak acı su koşullarının varlığı belirlenmektedir. Ancak, zaman zaman tatlı su girdisinin bulunduğu tespit edilen bazı tatlı su ostrakodları ile anlaşılmaktadır. Ağva (Yeşilçay) Deresi'nin sağ tarafında yapılan sondajdan, taban düzeylerinde ostrakodlardan denizel karakterli olan türlerin bulunmasına karşın, denizel molluskların yokluğu delta ortamlarının karakteristik özelliği olan dağıtım kanalları arası çökellerin bu düzeylerdeki varlığı nedeniyle açıklanabilir. Ostrakod topluluğu son 10.00 m.lik üst düzeylerde denizel etkinin varlığını kanıtlamaktan yoksundur. Bu durum zaman zaman taşkın düzlüğü ortamına denizel girdi olduğunu ve setler arkasında lagünler oluştuğunu ispatlamaktadır (Meriç ve diğ., 2000).

2.3 Jeolojik Evrim

Paleozoik yaşı kayaç parçalarının çakıllarından oluşan Trias'ın taban konglomeralarının gelmesi ile başlayan dönemde saha tekrar deniz istilası altında kalarak bir transgresyona uğramış, kumtaşı, dolomitik kireçtaşı ve yoğun kireçtaşlarından oluşan kalın bir Triyas serisi Virglorien - Ladinien'de oluşmuştur (Baykal 1943). Bu tortulların genellikle koyu (mor ya da grimsi) renklerde oluş sebeplerinden biri de, bu devrede serin-nemli bir iklimin hüküm sürmesinden dolayıdır denilebilir. Daha sonra tekrar bir deniz istilası ve denizin gittikçe derinleşmesi ile Üst Kretase'nin açık renkli ve kalın marnlı kireçtaşları; sıcak, sakin, derin bir denizel ortamda oluşmuşlardır. Deniz Maastrichtien'de en derin şeklini almıştır. Bunu 200–600 m. kalınlığa varan kıvrımlı, sıkı deniz fasiyesli kireçtaşları belirler. Eosen devri sonlarına doğru göreceli olarak denizin çekilmesi neticesinde, saha tamamen kara haline geçmiş ve daha sonra yeni ve uzun bir aşınım dönemi başlamıştır. Lütesiyen (Orta Eosen) kireçtaşları ile Neojen (Pliyosen) karasal depoları arasındaki stratigrafik katlara rastlanılamaması, bölgenin kara halinde bulunduğuna kanıt teşkil etmektedir (Ertek, 1995).

Kurfalı Köyü kuzeyindeki Kestanelik Tepe güneybatı ve güneyinde bulunan intizamsız Neojen deposundan alınan 2-6 cm ve 2-4 cm boyutlu, 50'şer adet kuvars çakıllı iki örneğin morfometrik analizi sonucunda yassılık indisi ortanca değerleri aynı olup 1.81 ve yuvarlaklık indisi ortanca değerleri 280 ve 250'dir. Bu değerlere göre, depoda çakılların intizamlı bir sıralanış göstermemeleri, biri eski şekillendirici faktörün etkisini diğeri yeni şekillenmiş malzemenin durumunu aksettiren yuvarlaklık indisi histogramlarında iki maksimumla, bir minimum görülmesi (Kurter ve Hoşgören, 1986), az işlenmiş veya bombeli oluşları gibi görünüş özelliklerine de dayanarak flüvyal fasiyeste ve akışı düzenli olmayan akarsular tarafından taşınıp, depo edilmişlerdir. Kestanelik Tepe (67 m) ve Kütüklük Tepe (56 m)'lerinin bulunduğu ve kıyıya paralel uzanan kesimde, Pliosen'in tamamen aşındırılıp, süpürüldüğü Üst Kretase kireçtaşlarının 50-67 m seviyelerinde fosil bir yüzey oluşturdıkları izlenebilir (Şekil 2.5). Ağva güneyindeki Dudubayır Tepe (84 m) ise, kuzeye eğimli Üst Kretase kireçtaşlarından meydana gelmiş olup, bunların üzerinde örtüsünü teşkil eden kırmızı renkli Pliyosen'in kum ve çakılları diskordan olarak bulunur. Bu tepedeki Neojen kumlarından alınan örneğin granülometrik analizi sonucu çizilen granülometrik eğride ortanca değer (Md) 0.20 mm., birinci çeyrek (Q_1) 0.32 mm. ve ikinci çeyrek (Q_2) 1.82 mm.dir. Bu değerler, deponun genellikle ince kum boyutundaki unsurlardan meydana geldiğini gösterir. Bu durumda Pliyosen'de çalışma sahası güneyinden kuzeyine akarsularla taşınan malzemenin

taşıyıcı faktörün azalması ile birikimi neticesi oluşmuş olabilir. Bu nedenle, küçük boyutlu eleman birikimi nispeten daha fazla olmuştur. Ancak deponun içinde homojen olmayan kuvars ve kristalize kireçtaşı çakıllarına rastlanması deponun düzensiz akışlı bir akarsu tarafından depolandığının da bir kanıtı olabilir (Ertek, 1995).



Şekil 2.7 Kütüklük Tepe’de gözlenen kireçtaşı oluşumları

2.4 Jeomorfoloji

Bu bölümde Ağva bölgesindeki karstik şekillerle ilgili özelliklerden ve bölgedeki dağılımları, Kurfalıaltı-Ağva arasındaki sahilde gözlenen kıyı birikim şekilleri ve oluşum mekanizmalarının yanında bölgedeki kıyı birikim şekillerden yola çıkarak değerlendirilen dalga etkisinde gelişen ortamlar hakkında bilgi verilecektir.

2.4.1 Karstik Şekiller

Ağva Deresinin kuzeyindeki taban düzlüğünü teşkil eden Yeniköy Ovası mevkiinde, vadisinin batı yamacı gibi doğu yamacı da Üst Kretase marnlarından oluşmuştur. Ancak bu yamacın eğimi nispeten daha dik olup, aralarında kireçtaşı tabakaları yer alır. Kireçtaşları ise, 20° kuzeydoğuya doğru eğimlidirler. Yamaç, tabana doğru konveks, sırta doğru ise konkavdır. Ağva doğusundaki menderes yeniğinin gerisinde kuzeye 35-40° meyilli Eosen kireçtaşları

üzerinde küçük bir karstik alan yer alır. Eosen ile Pliyosen formasyon sınırında bulunan, küçük çaplı dolinler zayıf mukavemet sahalarına yerleşmiş erime dolinleridir*. Tamamen flora ile kaplıdır.



Şekil 2.8 Plajın doğusunda, Ağva (Yeşilçay) Deresi'nin denize deşarj olduğu yerin doğusundaki Çanak Burnu ve Karapınar Tepe'nin de yer aldığı Eosen kalkerlerinin bulunduğu karstik bölgenin üzeri flora ile kaplıdır.

2.4.2 Kıyıdaki Birikim Şekilleri

Bunlar doğal plaj, kıyı kordonu, kıyı oku ve kıyı kumullarıdır. Göksu Deresi'nin mansap kısmında, özellikle kum ve kısmen de çakılların birikmesiyle, doğal bir plaj olan Ağva Plajı'nın bir kısmı oluşmaktadır. Akarsu ağızlarında; akıntı, hâkim rüzgâr yönü, dalga ve akarsuyun taşıma gücüne bağlı olarak kıyı kordonları ve kıyı oklarına rastlanılır. Bunlara; Göksu deresinin mansabında yer alan oluşum örnek gösterilebilir (Şekil 2.4).

Kıyıda, doğal plajın hemen gerisinde, sahilden birkaç metre içerde, kuzeyli rüzgârların taşıma ve yığma faaliyeti sonucu kıyı kumulları oluşmuştur. Plajların arakasında kendilerini tutacak herhangi bir engele rastladıkları takdirde orada birikerek tepecikler meydana getirmişlerdir. Burada söz konusu engel çoğunlukla bitkiler olmaktadır.

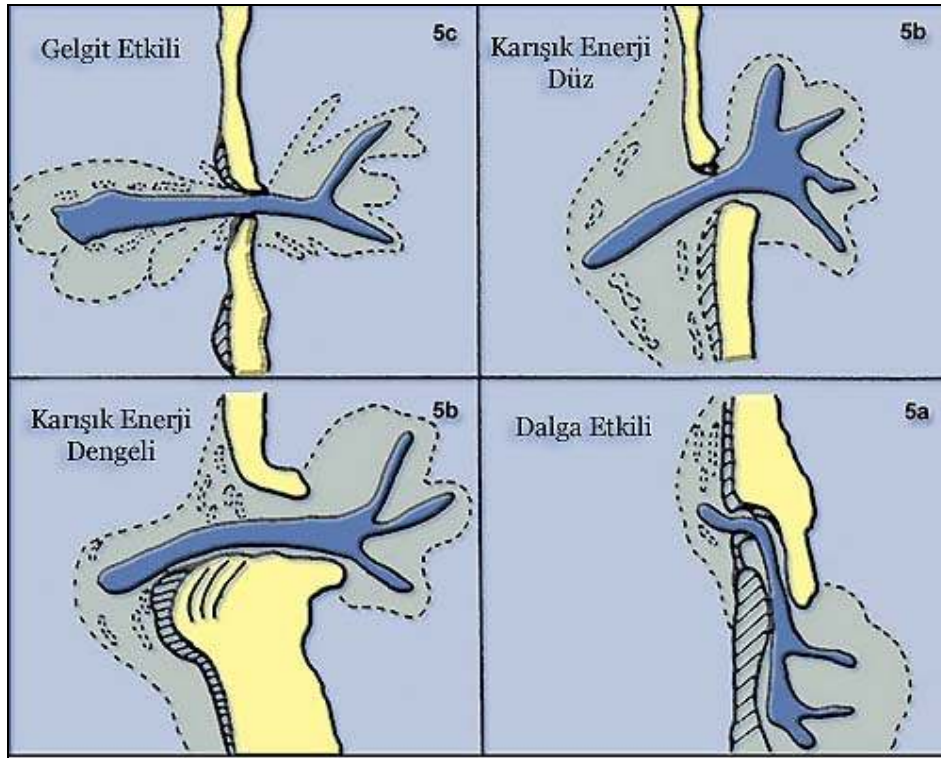
* Dolin, karstlaşma sonucu oluşmuş (lapyaların birleşmesiyle), boyutları bölgenin karstik özelliklerine bağlı olarak değişen, kapalı ve ya yarı açık çukurluklar. Lapy, üzerlerinde toprak örtüsünün bulunmadığı çıplak kireçtaşlarının yağış suları tarafından eritilmesi ve aşındırılması ve ya toprak altında biyolojik CO₂'in yoğun eritme gücü sonucu oluşan oluk şekilli çukurluklarla bunlar arasındaki genellikle keskin görünüşlü sırtçıklardan oluşan mikro karstik şekillerdir.



Şekil 2.9 Bölgede poyrazın hâkim olduğu bir dönem sırasında gözlenen kıyı oklarının gelişimleri. Q_1 kıyı boyu taşınımının ilk evrelerinde meydana gelmiş ve zaman içerisinde Q_3 'e kadar bu taşınım birlikte gelişim devam etmiştir.

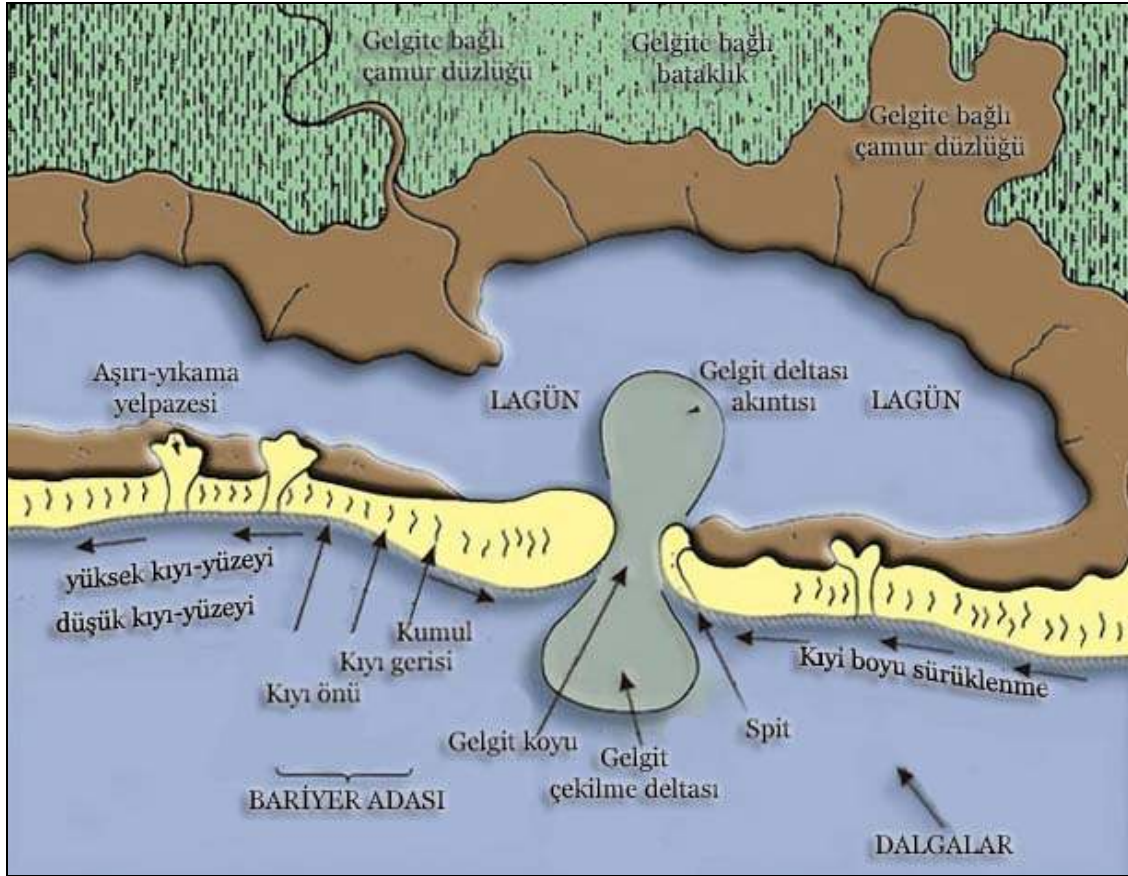
2.4.3 Dalga Etkisindeki Ortamlar

Açık denizin gelgit koyu ile bittiği yerde biriken büyük sediment kütlelerine gelgit-deltaları adı verilir. Bunlar genellikle kumdan ve iyi kabuklu çakıldan oluşurlar. Dalgalar baskın olduklarında, gelgite bağlı-deltalar küçük ve ince bir şekilde koyun diğer tarafına kadar bariyerler boyunca yayılır. (Şekil 2.9, 5a). Sınırlı sediment miktarı nedeniyle geçici malzeme için düşük potansiyel sağlar.



Şekil 2.10 Körfez içi gelgit deltalarının sınıflandırılması (Davis ve Gibeaut, 1990)

Dalgaların yaklaşımının etkileşimi ve onların meydana getirdiği kıyı boyu akıntıları dar bariyer adalarına sebep olurlar. Bu tip bariyer adaları geniş yayımlı aşırı-yıkama yelpazelerinin varlığı ile karakterize edilmektedir.



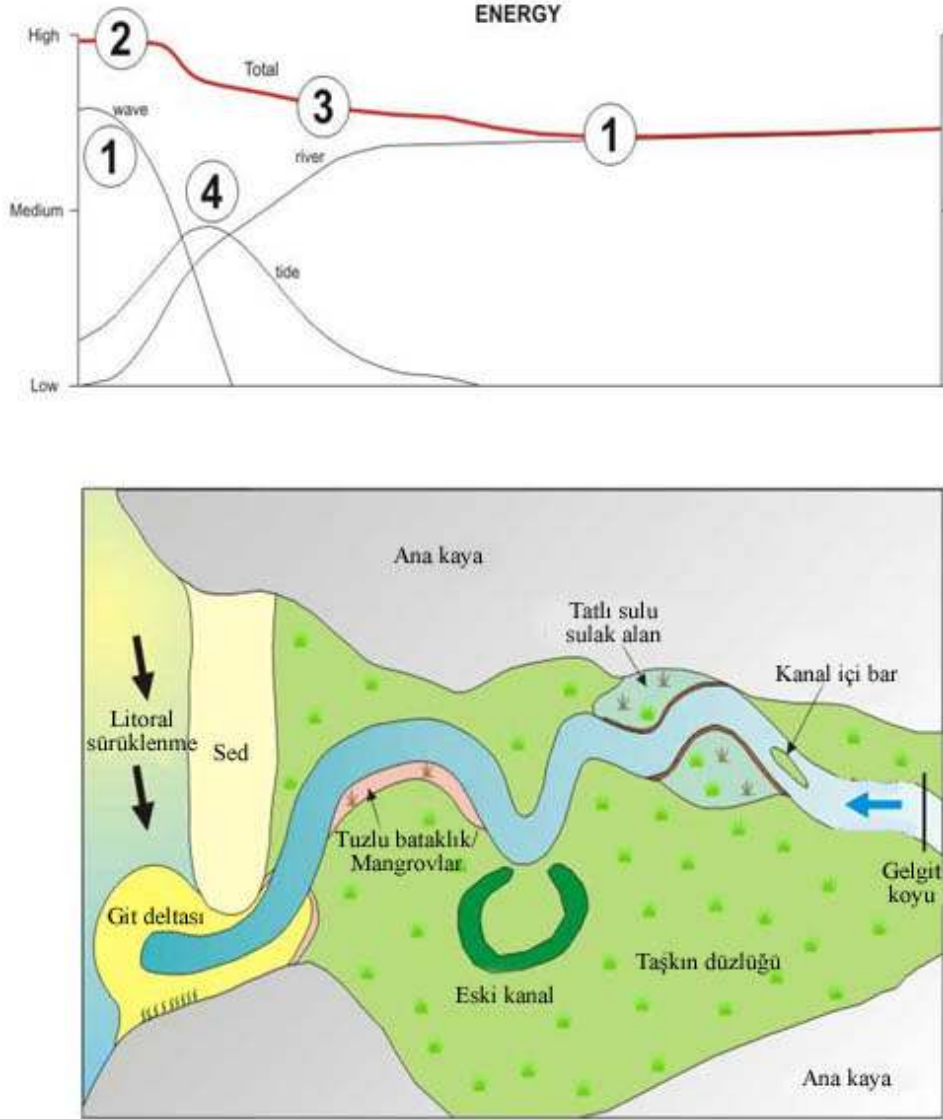
Şekil 2.11 Bir bariyer adası sistemi içerisindeki çevresel özellikleri (Blatt, ve diğ., 1980).

2.4.3.1 Dalga-Etkisindeki Ortamların Belirgin Özellikleri

- 1) Hem denizel hem de acısu, gelgit arası, üstü ve altındaki koysal habitatlar gibi çeşitli sınıflar arasında gelişmiştir.
- 2) Dar ağız yapısı dalgalarca olan yıkanmayı kısıtlamaktadır.
- 3) Karakteristik olarak yüksek olan nehir akışı ve taşkın deniz suyunu ve koydan gelen yıkanma malzemesini çıkartabilmektedir.
- 4) Türbidite olarak bilinen askıdaki sedimenter malzeme.
- 5) Karasal sedimentler ve kirleticiler için verimli birer kapan olan ana basen
- 6) Karasal nitrojen yüklemesi işlemlerinin ve tutulmalarının artmasına sebep olan uzun bekleme süresi. Kısa bekleme süresi (örneğin, yeterli yıkama) besinlerin fazla olmayan

işlememesine ve az tutmasına yol açar.

- 7) Evrim açısından yarı-olgunluk: Ana basenin sığlaşması ve dolması ve flüvyal deltanın genişlemesi sonucu hızla değişecek olan morfoloji. Morfolojik açıdan kararlı davranma durumunda olgunluktan bahsedilir.



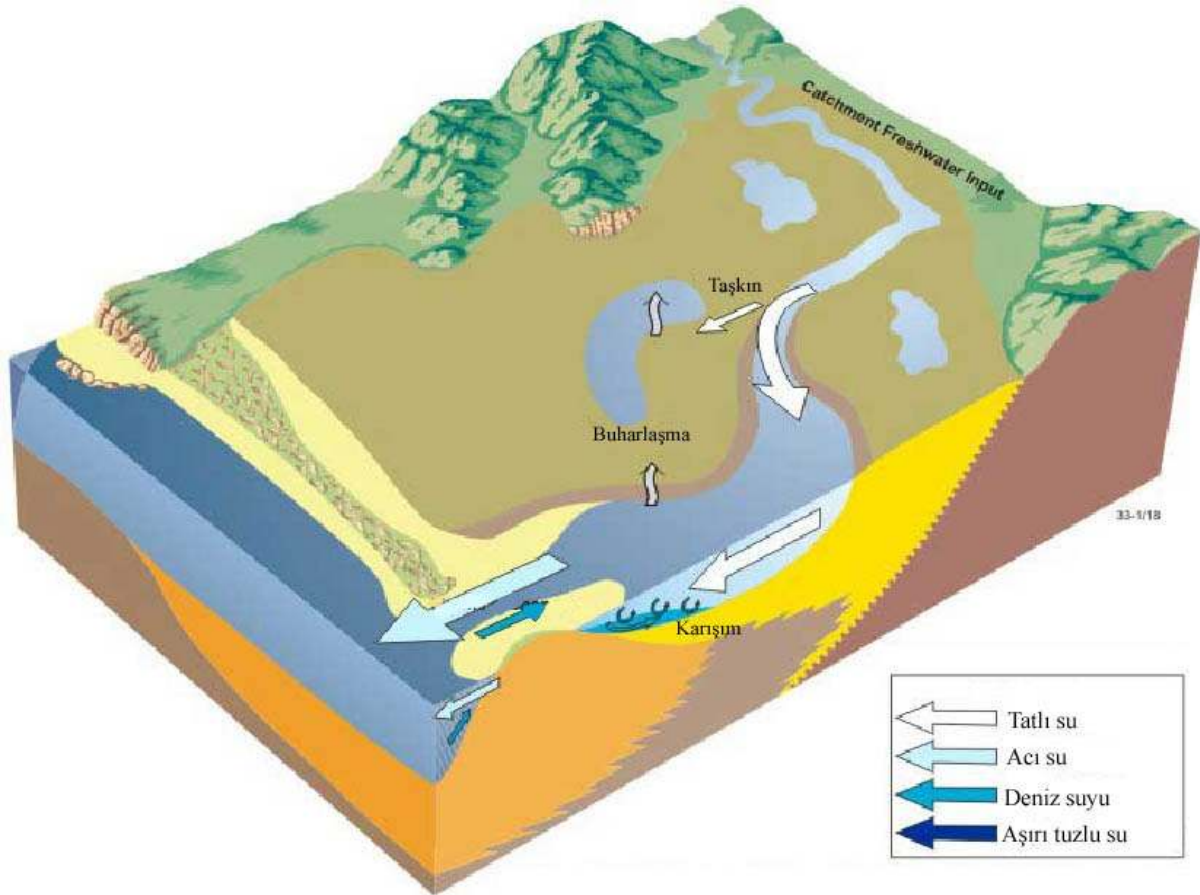
Şekil 2.12 Enerjinin nehir, dalga, gelgit ve toplamdaki dağılımı (Heap ve diğ. 2001'den sonra)

2.4.3.2 Sedimenter Ortamlar ve Doğal Yaşam Alanları

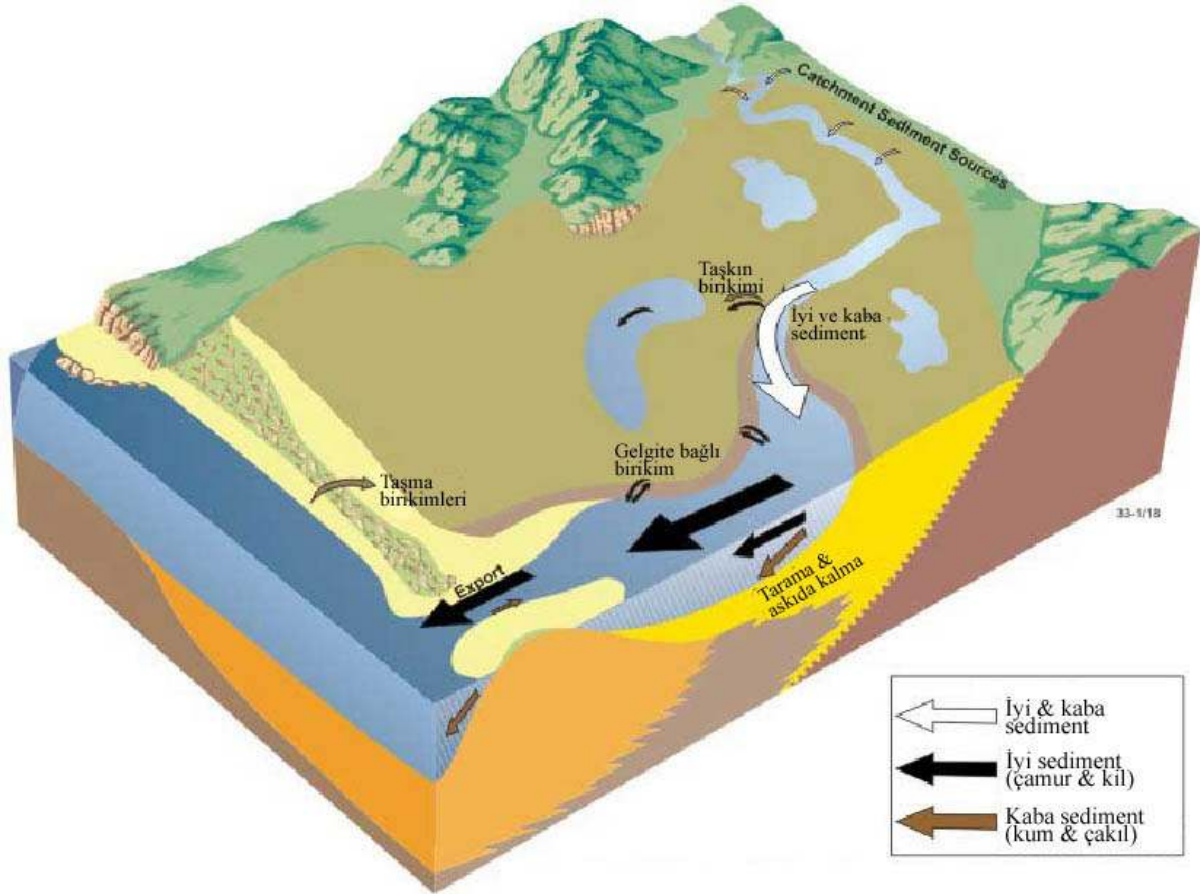
Tüm koy ve kıyı su yolları temel olarak sedimenter ortamın ayırt edici sediment tipleri, besin döngüsü, bitki ve hayvan toplulukları, ve hidrolojik özelliklerini kapsamaktadır (McLean ve diğ., 1993, Roy ve diğ., 2001). Bu doğal yaşam alanı bütün koy ve kıyı su yollarını şekillendiren yapısal bileşenler olarak tabir edilen farklı coğrafik varlıklardır. Esas sedimanter çevrenin (özellikle tuzlu su içeren bataklıklar, tuzlu yüzeyler ve mangrovlar) dağılımı ve

bolluğu enlem ve kıyı su yolu tipleri arasında değişmektedir (Adam, 1998, Duke ve diğ., 1998, Saenger ve diğ., 1977).

Dalga kontrolünde olan koylar geniş ana baseni çevrelemekte olan ağızda bir gelgit-üstü (veya yarı-havada) bariyer özelliği taşımaktadır. Bariyer ana basen ile deniz arasındaki suyun değişmesine olanak sağlayan (düzenli olarak kapatılan) dar bir ağız meydana getirmektedir. Dalga etkisinde olan koylardaki sedimentler bariyerde ve su seviyesi değişimine bağlı girişlerdeki birikintilerde iyiden kaba taneli kumlara, ana basende organik ve kumlu çamurlara, flüvyal deltalarda ise düzensiz çakıl, kum ve çamurlara (çoğunluğu karasal kökenli) kadar uzanan bir dizilim göstermektedir (Nichol, 1991). Dalga etkisindeki koyların ana baseni sedimentin birikme açısına bağlı olarak, boğulmuş ana kaya vadisinin sınırını takiben, düzensiz şekilli olabilmektedir (Riggs ve diğ., 1995).



Şekil 2.13 Hidrodinamik Süreçler (www.ozestuaries.org)



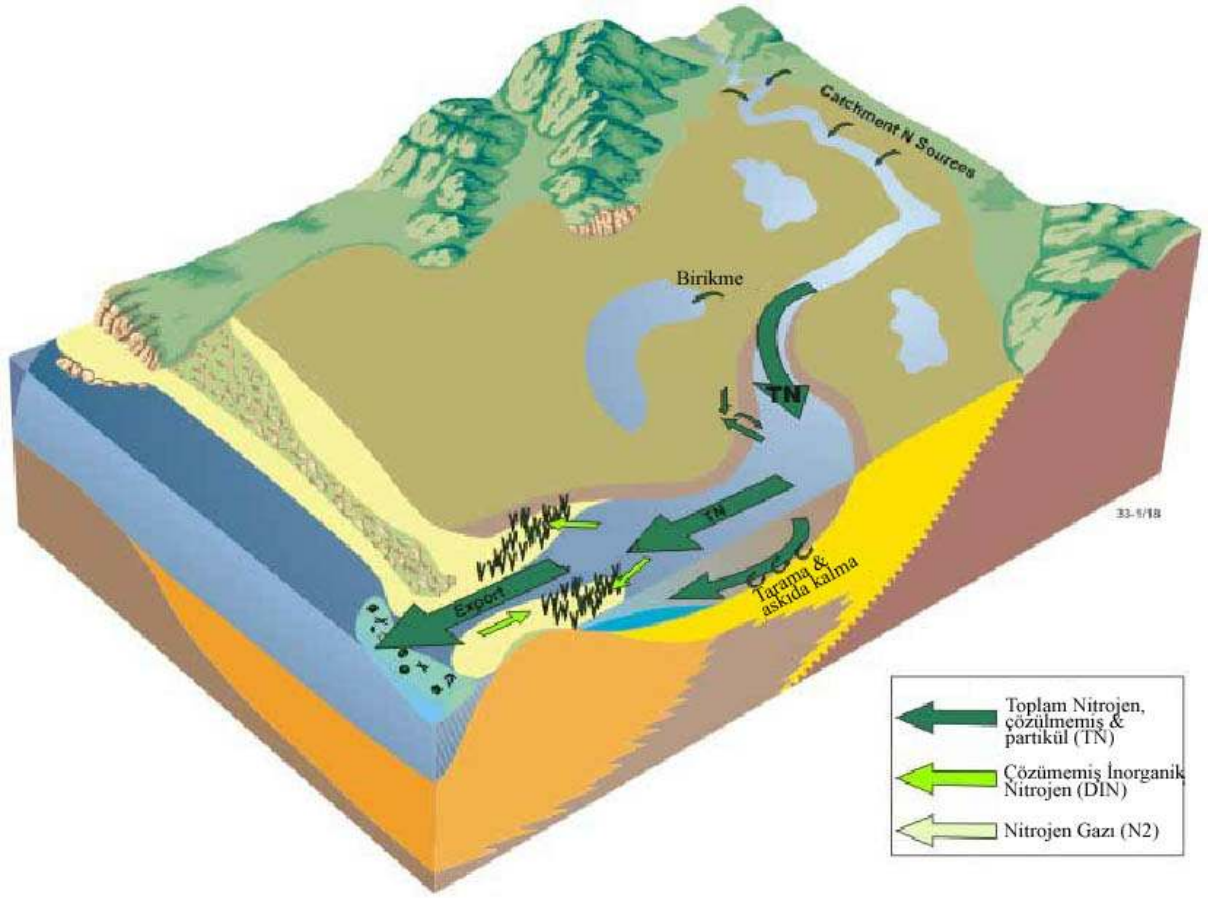
Şekil 2.14 Sediment taşınımı (www.ozestuaries.org)

2.4.3.3 Doğal yaşam alanı ve ekoloji

Genellikle “gerçek koysal” türler ile tamamı deniz ortamlarından gelen geçici ziyaretçileri içermektedir (Paterson ve diğ., 2000, Potter ve diğ., 1994, Rainer ve diğ., 1981b). Dalga etkisindeki koylar, yüksek enerjili kumlu plajlar ve kanal kumları, korunmuş çamurlu basenler, sığ su doğal yaşam alanları, mangrovlar, tuzlu su içeren bataklıklar ve gelgit önü düzlükleri gibi çok çeşitlilik sağlamaktadır (Roy ve diğ. 2001). Giriş koşullarına ve enleme bağlı olarak tuzlu su içeren bataklıklar ile mangrovlar ana basen çevresinde oluşmakta, körfezin yüksek enerjili yapısı kumlu alt tabakalara ve göreceli olarak temiz sığ suların meydana gelmesine olanak sağlamakta ki bu da çeşitli denizel bitkilerin gelişmesine izin vermektedir (Rainer ve diğ., 1981a, Abal ve diğ., 1996, Hannan ve diğ., 1998, Humphries ve diğ., 1992). Ana basen çamurları bentik mikro ve makro algler ile çeşitli omurgasızlar (invertebratlar) için uygun bir yer olmaktadır (Cahoon ve diğ., 1999).

Nitrojen (çözülmüş veya toplam nitrojen (TN)) belirgin yada belirgin olmayan kaynaklardan tutulma ile deltaik kanallara girer. Nehir akıntısı ve besin girdisi yerel ve iklimsel değişimlere

göre bölgesel olarak değişmektedir. Tipik olarak tutulan-çıkarılan besin maddesi değerinin büyük miktarı koylara ve deltalara doğru taşınmaktadır (Harris, 2001).



Şekil 2.15 Besin taşınması (www.ozestuaries.org)

3. KIYI VE KIYI ÖZELLİLERİ

3.1 Giriş

Kıyı çizgisinden başlayarak belli bir uzaklık boyunca geriye doğru uzanan kıyı bölgesinden topografya özellikleri, bir taraftan asıl kıyı şeklini belirlemek, diğer taraftan kıyının işlenmesi ve gelişimi üzerinde rol oynayarak çok önemli etki yapar. Burada üç önemli olayı açıklamak gerekirse; birincisi, kıyıların çeşitli etken ve süreçlerin etkisi altında şekillenmiş ve şekillenmekte olmaları olayıdır. İkincisi, asıl kıyı tiplerinin meydana gelişidir. Halen yeryüzünde gözlenen kıyı tipleri iki etkene bağlı olarak oluşmuştur. Bunlardan biri taban seviyesinin son pozitif hareketi, diğeri ise transgresyon sonucunda denizle ilişki haline geçerek kıyı haline dönüşen bölgenin jeomorfolojik özellikleridir. Üçüncüsü ise; kıyı çizgisinin sürekli aynı yerde kalmamış aksine zamanın akışı sırasında bazen karaya bazen de denize doğru ilerlemiş olduğudur.

Gerçekte genetik bir kıyı sınıflamasının, kıyı tiplerinin meydana gelişinde rol oynayan 4 etkeni birden dikkate alması gerekir. Bunlar; zaman unsuru, yapı seviye değişikliğinin yönü ve sonuçta kıyı haline geçen sahanın morfolojik karakteridir. Başlıca kıyı tiplerinin meydana gelişinde en önemli rolü, seviye değişikliğinin yönü ve bu değişimin sonuçta kıyı haline geçen sahaların morfolojik karakteri oynar. Fakat büyük ölçüdeki son seviye değişikliklerinin yönü hemen bütün kıyılarda aynı olduğuna göre kıyı tipleri arasındaki fark da aslında kıyı haline geçen sahanın morfolojik karakterine bağlıdır.

Çok çeşitli olan kıyı tiplerini bir sınıflama çerçevesine sokmak güç bir problemdir. Bu sınıflandırma çalışmalarından biri hinterlandın yapısı ile kıyı çizgisi arasındaki ilişkilere dayanır. Suess tarafından belirtilmiş bu kurala göre biri boyuna diğeri enine olmak üzere iki kıyı tipi ayrılabilir. Bu çalışmada ele alınan bir diğeri sınıflandırma ise kıyıların jeomorfolojik sınıflamasıdır.

3.2 Kıyıların Çökel Tipine Göre Sınıflaması

- Aşınmalı(Erozyonal) kıyılarda aşınma çökelmeden fazladır (Pasifik tip kıyı)
- Kırıntılı kıyılarda çökel getirimi aşınmaya oranla fazladır (Atlantik tip kıyı)
- Karbonatlı kıyılar daha çok mercan resiflerinin egemen olduğu kıyılardır

Boyuna kıyılarda kıyı çizgisinin genel uzanışı yapı hatlarına paraleldir. Buna karşılık yapı doğrultusunun kıyının genel uzanışına dik olduğu kıyılara da enine kıyılar veya Atlantik tipi

kıyı adı verilir. Kocaeli yarım adasının Karadeniz sahil kesiminin kıyı özellikleri dikkate alındığında Kırım-Ereğli şelfi üzerinde yer alan ve ileri gençlik safhasında olan kıyı genel olarak boyuna (Pasifik) kıyı tipi özelliği göstermesine karşın, kıyının bu uzanımı batıda Şile'de; doğuda Kefken çevresinde enine (Atlantik) kıyı tipine dönüşür. Detaya inildiğinde yerel olarak cepli (zayıf mukavemet hatlarıyla ilgili), kalanklı (karstik aşınımalarla ilgili) ve çentikli (testere dişleri gibi olup, yapı ve muhtelif kayaçlarla ilgili) kıyı tiplerine rastlanılır. Atlantik tipi kıyıların bölgede yer almasında litoloji, kıyının doğrultusu ve bu kıyı tipinin gözlendiği yerlerdeki akarsulardır.

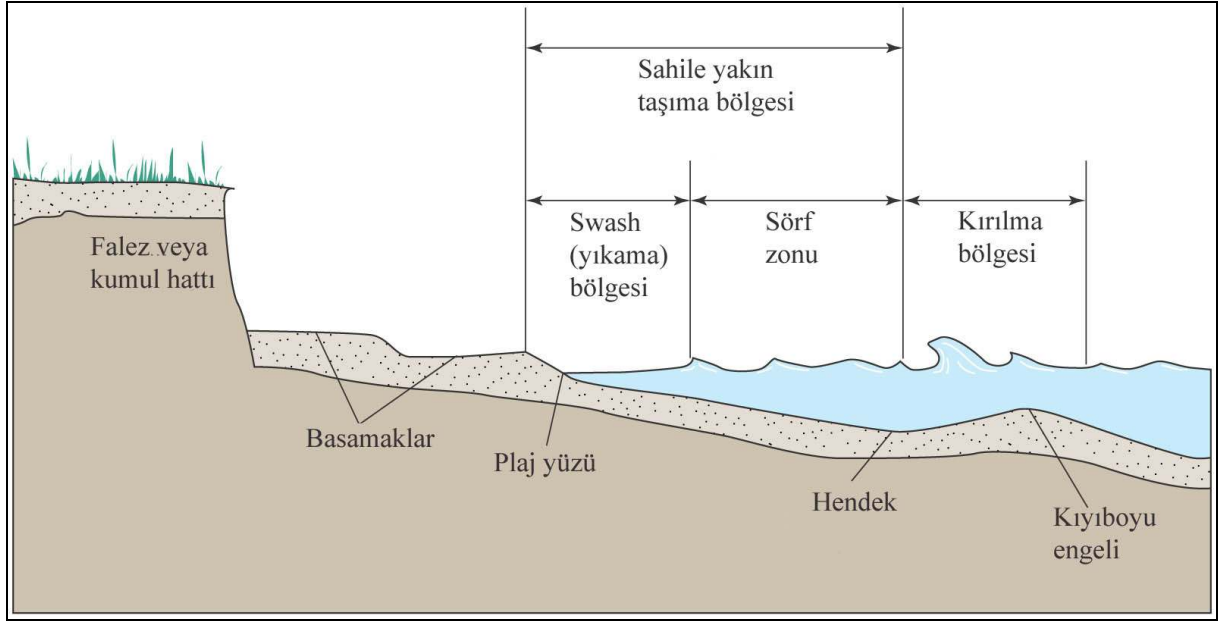
3.2.1 Aşınmalı (Pasifik Tipi) Kıyılar

Git dönemlerinde dalga düzlüğü platformu açığa çıkar. Bu düzlük dalgaların kumları kullanarak kıyıyı aşındırması, deniz suyunun yol açtığı kimyasal ayrışma ve gelgit arası organizmaların ortak etkisi ile oluşur. Kara tarafında falez bulunur. Falezler jeomorfolojik anomalilerdir. Dayanımlı kayalardan oluşan kıyılar boyunca falezin dibinde dalga oyma yapıları gelişir. Bunlar o dönemdeki deniz seviyesini işaret ettikleri için önemli yapılardır.

3.2.2 Kırıntılı (Atlantik Tipi) Kıyılar

Kırıntılı kıyılar önemli oranda kırıntılı desteği ve kıyıya paralel kum taşınması ile karakterize edilirler. Ana karadan geniş lagünlerle ayrılmış olan bariyer adalarının kendilerine özgü yapısı yükselen post-glasiyal denizlerin etkisi ile gelişmiştir. Kırıntılı kıyılar farklı yüzey şekilleri ile birlikte bulunabilir, ancak kıyının kendisi dalga etkinliği ve çökel taşınması sonucunda gelişmiş karakteristik bir yapıya sahiptir.

Kış şelfi ya da fırtına şelfi bir kıyıdaki en yüksek su seviyesini işaret eder. Şelf, topografik olarak yüksek, yanal olarak devamlı bir yapı olup eğer aktif kıyı denize doğru ötelenirse korunabilir. Bu tür bir ötelenme için çökel girdisi olması, kıyının ilerlemesi, deniz seviyesinde rölatif bir düşüşünün olması veya karanın kosismik (ani) ya da dereceli olarak yükselmesi gereklidir.



Şekil 3.1 Kırıntılı kıyı özellikleri (Pearson Prentice Hall, 2005)

Gelgitler, atmosfer basıncının değişmesi gibi olaylar dışında deniz seviyesi yeryuvarının her yerinde bir eş gravite-potansiyel yüzeyi tanımlar. Rölatif deniz seviyesindeki herhangi bir değişim biyolojik, kimyasal ve fiziksel kuvvetlerin dengesini bozar.

Kıyı karakterini denetleyen başlıca etmenler:

- Yersel tektonik yapı
- Çökel girdisi
- Erozyonal enerji miktarı
- Biyolojik aktivitenin niteliği ve miktarı

3.2.2.1 Plaj Önü (Foreshore)

Kıyıya gelen dalgaların çekildiği sahil kesimleri düşük-su çizgisi ile dalganın tırmandığı limit değer olan yüksek su kesimine kadar bir uzanım göstermektedir. Suların çekildiği kıyının üst kısmı yüksek su tırmanmasının meydana geldiği yer dik eğimlidir. Geri çekilmenin olduğu kıyının bir parçası olan denize doğru giden kısmı çoğu zaman alçak-su veya düşük-gelgit taraçası olarak ifade edilir. Bu taraça yüksekliği az, geniş sırtlarla karakterize edilir (Şekil 3.3). Çünkü ön kıyı sıklıkla dalga çalkantılarıyla karşı karşıya kalmakta, bu da kıyı gerisinden çok daha yumuşak bir yüzeye sahip olmasına sebep olmaktadır. Böylece alçak su seviyesi yakınında küçük bir basamak gibi olan dalma basamağı görülmektedir. Sıklıkla kabuk ve taneler bu basamağın temelinde yoğunlaşmaktadır.



Şekil 3.2 Sırt ve akıntı sistemi, alçak su taraçası

3.2.2.2 Plaj Gerisi (Backshore)

Plaj gerisi yüksek su seviyesi limiti ile fırtınaların etkilerinin görüldüğü kesim arasında karaya doğru kalan kesim arasında yayılmakta olup genellikle bir ön-kumul, tepe, yapı veya denize doğru uzanan kalıcı bitkilenme ile belirlenmiştir. Bu kesim direkt olarak dalgalardan etkilenmese de meydana gelen fırtınalar esnasında oluşan fırtına kabarması veya yüksek dalgalar buradaki sedimentleri tekrar harekete geçirmektedir. Aşınan plajlarda kıyı gerisi olmayabilir ve normal yüksek su tırmanması direkt olarak tepelere veya yapılara çarpabilir (USACE, 1995).



Şekil 3.3 Ağva bölgesinin en geniş kıyı gerisine sahip kesimi

Plaj gerisindeki kısımları tanımlamak gerekirse bunlar arka-plaj (backbeach) ve basamak (berm) olur. Arka-ğlaj alanları bazen yatay ve insan yapımı basamaklara benzediğinden

basamak genel bir tabirdir. Buna karşın pek çok plaj basamağa benzemeyen ve çeşitli fırtınaların etkisini temsil eden birden fazla sayıda basamağı olan eğimli arka-plajlara sahiptir. Böylece, basamak ile arka-kıyı eşanlamlı olmayıp, seçilmiş alanları tanımlamada da kullanılmaktadır.

3.2.3 Sulak Karalar (Wetlands)

Haliçlerle komşu ve diğer kıyı alanlarını denizin etkilerinden koruyan sulak karalar (wetlands), biyolojik olarak verimli bu alanlar doğal kıyı süreçleriyle hassas bir uyum içindedir. Denizel sulak karalar tuz bataklıkları ve mangrov bataklıkları olarak iki temel tipe ayrılır. Tuz bataklıkları otlu bitkilerin çeşitleri ile doldurulmuş olup ekvator ile kuzey 65⁰ enlemi arasında yer almaktadır. Mangrov bataklıkları ise ekvator ile güney 30⁰ enlemi arasında sınırlandırılmıştır. Koloni halinde yaşamakta olan mangrov bataklıkları büyüdükçe bataklık otlarının yerlerini almaktadır (<http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle>).

3.2.3.1 Sulak Karalarda Sınıflandırma

Sediment dağılımı, pH, Eh ve tuzluluk gibi bölgesel şartlar bataklık alanlarının ayrılmasına katkıda bulunur. Çoğu bataklık alçak ve yüksek olmak üzere iki temel zona ayrılır. Alçak bataklıklar daha genç, düşük topografyalı ve genellikle denizel ve östatik süreçlere bağlı olmaktadır. Yüksek bataklıklar ise daha yaşlı, çok daha yüksek topografyaya sahip ve yüksek arazi şartlarından oldukça etkilenmiş ve de yıl içinde büyük ölçüde daha az gelgitsel batma ile karşılaşmışlardır. Bu bölgeler arasındaki sınırlar ve onların ilişkisi her kıyıda farklı bir referans vermektedir.

3.2.3.2 Tuzlu su içeren sulak alanlar (Salt Marshes)

Kıyı çizgisinin oluşumu esnasında sediment birikiminin dalgalar tarafından harekete geçirilen sedimentleri aşmasının bir sonucu olarak bataklık gelişir. Bataklık oluşumu için üç kritik şart gereklidir. Bunlar yeterli sedimentin sağlanması, düşük dalga enerjisi ve düşük yüzey eğimidir. Sediment birikmesi kritik yüksekliğe ulaştıktan sonra çamur seviyeleri halofitik (tuzcul) bitkiler tarafından ele geçirilir ki bu taşkın oluşumu esnasında sedimentlerin yardımıyla olur ve alt tabaka halinde organik materyale eklenir.

3.2.3.3 Kumsal Kıyıları

Kumulları kaplayan bitkiler yüksek tuz derecesi ve tatlı su seviyesine kadar uzanan uzun kök sistemleri ile karakterize edilmektedir (Goldsmith 1985). Bu bitkiler genel olarak aynı

zamanda kök gövde yaratarak plaj yüzeyine paralel olarak da büyümektedir. Plaj bitkileri esas olarak plaj gerisi ile normal dalga tırmanma bölgesinden kumul alanlarına kadar olan bölgede büyümektedir. Bitkiler rüzgar enerjisinin azaldığı, yere yakın düşük enerji şartlarında, kumu yakalar. Bitkiler rüzgar dalgalarının kıyıya ulaşması sonucu açığa çıkarttıkları dalga şiddetini azalma etkisine sahiptir. Su setleri askıda bulunan sedimentin kapanlanmasına yardımcı olarak akışı engellemektedir (Deery and Howard 1977).



Şekil 3.4 Taşınım şartlarının (rüzgarın, taşınan tanelerin boyutlarının) azalmasıyla oluşan kumullar ve denizel taraçalar. Kütüklük Tepe'nin deniz tarafında kıyı boyu taşınım ile birlikte meydana gelen kıyı oku gelişimi görülmektedir. Göksu Deresi denize deşarj olamadığı zamanlarda taşıdığı malzemeyi bu bölgede biriktirir ve boşalım söz konusu olmadığı için derenin geriye doğru genişlediği gözlenir.

Kumun birikimiyle ileri doğru hareket eden bitkiler yukarıya doğru büyümeye devam etmelerine karşın sakin suya ulaşmak için köklerinin yetersizliği nedeniyle büyümeleri sınırlı olmaktadır. Kökler plaj gerisi ve kumul alanlarında kalın bir çapa sistemi gibi aşağı doğru genişlemekte ve yayılmaktadır. Bu denge bütün plajın fırtınadan korunmasının sağlayan kumul sistemlerinin düzeni için çok önemlidir.



Şekil 3.5 Arka plajda yetişen otlar. Buradaki yaşam kumulun fazla yükselmesine yetecek kadar gelişmiş olmamasına rağmen kum kapanımı sınırlı da olsa mevcuttur.



Şekil 3.6 Gelişmiş bir kumulda gözlenen bitkiler.

3.2.4 Sediment Taşınımı ve Süreçleri

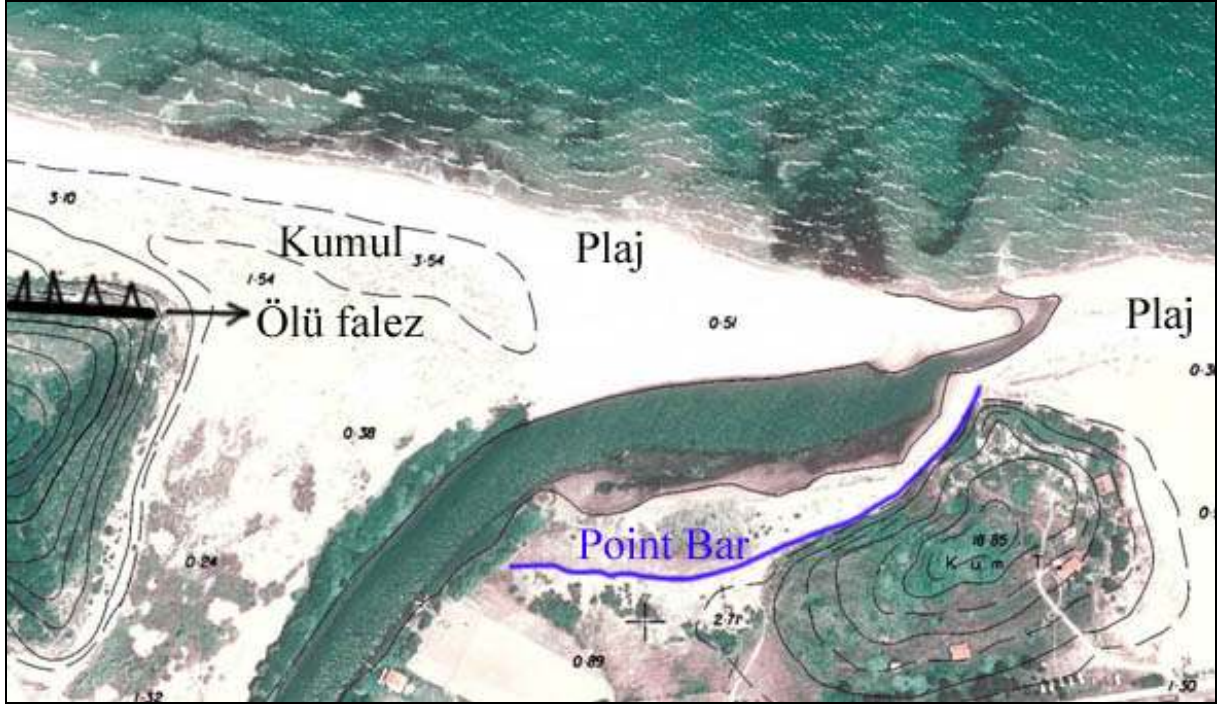
Tipik olarak çoğu bataklık çok düşük oranda sediment birikimine sahip olup bu değer yılda birkaç milimetre kadardır (Pethick 1984). Doğal veya insan eliyle yapılan değişimler bataklıkların büyümesinde zararlı etkiler yapabilir. Su setleri ve değişen drenaj paterni erozyona ve kalıcı bataklık kayıplarına sebep olabilmektedir. Askıda kalmış olan sediment bataklıkların büyümesi için önemi ile su sütunu içinde askıda kalmış, özellikle organik aşınım malzemesi olan, biyolojik bileşenler bataklığın geleceği için kritik değildir. Sediment ve besleyicilerin değişimi bölgesel su kütleleri arasındaki değişime bağlıdır.

Bir bataklık sedimentinin bütçesi genellikle aşağıdaki faktörlerin önemine bağlıdır (Davis 1985):

- Nehirsel kaynaklar
- Kıyı ötesi veya kıyı boyu taşınım
- Bariyerlerin aşırı-yıkanması
- Burunlar.
- Rüzgar hareketinden kaynaklanan taşınım
- Yerinde organik malzeme (Örn. turba, bitki birikimi ve tortular).
- Diğer karasal kaynaklar.

Göksu Deresi'nin denize ulaştığı yerde benzer bir ortam söz konusudur (Şekil 3.7). Nehir dört mevsim aktif olarak su taşınımı yapsa da denize ulaştığı yerden (mansaptan) geride yataya çok yakın bir profile ulaşmış mansap kısmına kadar bu şekilde gelmektedir. Bu nedenle nehir sularının denize deşarj olması için debilerinin yüksek olması ve dalgaların bu boşalmaya izin vermesi gerekmektedir. Bunun dışında kıyı boyu akıntılarından kaynaklanan batı-doğu yönlü sediment taşınımı nedeniyle dere denize ulaşması gereken noktadan değil daha doğudan deşarj olmaktadır. Bu oluşumda nehrin yataya yakın seyretmesi de önemli rol oynamaktadır.

Dalgaların getirdiği malzeme nedeniyle nehir ağızları kapandığı için kara yönünde nehirde su birikimi olmakta ve nehrin genişliği artmaktadır. Ayrıca bu kesimde su derinliği nehir ağızına göre daha fazla olduğunda nehrin şiştiği alanlarda su sirkülasyonu azalmakta, buna bağlı olarak ince taneli çamur-silt türünde malzeme çökelmektedir. Bu durum nehirdeki bitki örtüsünü ve yaşam koşullarını değiştirmektedir.



Şekil 3.7 Göksu Deresi'nin denize deşarj olduğu yer (İBB Hava Fotoğrafı, 1996). Kum Tepe'nin batı kısmında derenin menderes çizerken aşındırdığı malzemenin birikimi görülmektedir. Ölü falezlerin önünde meydana gelen batı-doğu yönlü kıyı koyu taşınımından dolayı kıyı oku gelişmiştir.

Nehirlerin taşıdığı malzeme dalgalar tarafından işlenir. Dalgalar gelen malzeme nedeniyle nehir ağzını kapadığı için nehirde kara yönünde su birikimi olmakta ve nehrin genişliği artmaktadır. Ayrıca bu kesimde su derinliği nehir ağzına göre daha fazla olduğunda nehrin şiştiği alanlarda su sirkülasyonu azalmakta, buna bağlı olarak ince taneli çamur-silt türünde malzeme çökelmektedir. Bu durum nehirdeki bitki örtüsünü ve yaşam koşullarını değiştirmektedir.

3.3 Kıyıların Jeomorfolojik Sınıflandırması

Kıyıyla ilgili jeomorfolojik sınıflandırma ağacı (Şekil 3.9), ilk esas olarak kıyının morfolojisiyle insan eli ile yapılan değişikliklerin risk analizi için kullanılır. Ağacın her dalı, özel bir yerde yer koşullarını tanımlayan bir seçeneği temsil eder. Kıyıyla ilgili jeomorfolojik sınıflandırma aynı zamanda, erozyon etkisi, kumlu plajlar ve aşırı-yıkanma, fırtına sırasında karaya doğru ve kıyıya paralel sediment taşınımı gibi fiziksel faktörleri işaret eder. Sediment taşınımı ve fırtına darbesi üzerinde en büyük etkiye sahip olarak düşünülen doğal kıyı nitelikleri şunlardır (USGS, 2006):

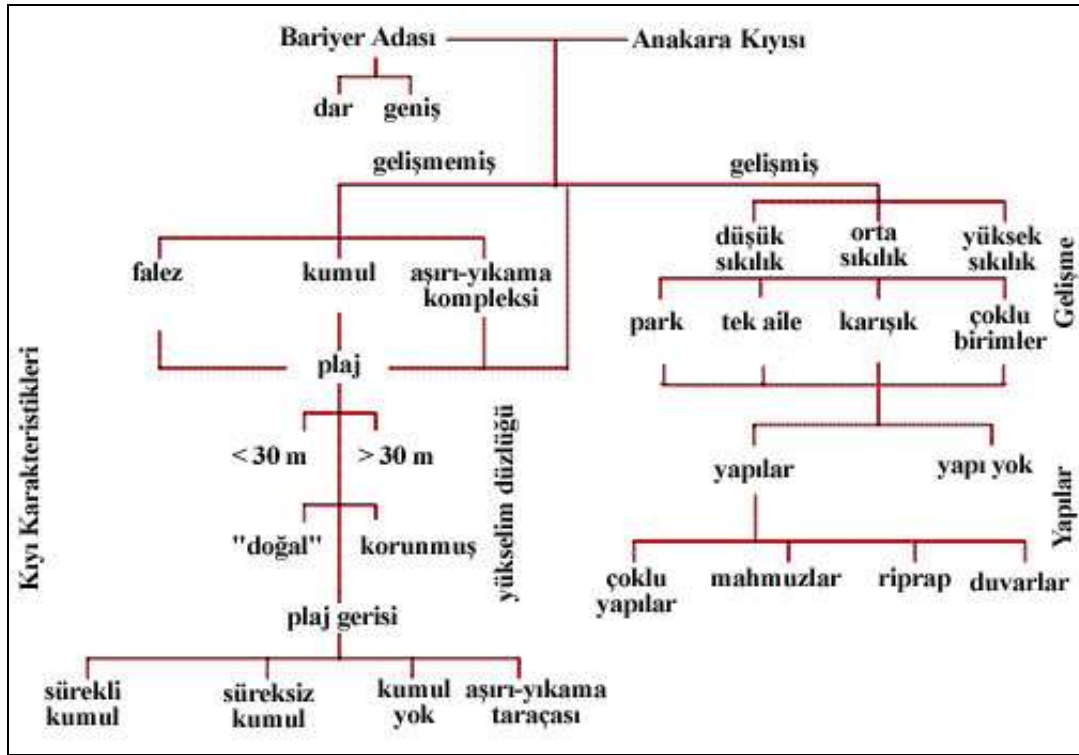
- Aşırı-yıkılan bölgelerin varlığı
- Kumul yüksekliği ve devamlılık,
- Plaj genişliği, ve
- Beliren sığılıkların varlığı veya yokluğu.



Şekil 3.8 Göksu Deresi'nin denize ulaştığı yer mevsimlik değişimlere bağlı olarak deşarjı sağlayamayacak şekilde kapanabilmektedir. Burada dalga etkisinde bir ortam söz konusu olduğu için nehrin boşalımı dalga özelliklerine bağlı olarak değişmekte olup genel olarak yaz döneminde derenin denizle bağlantısı kesilmektedir. Nehir debisinin Kasım-Ocak döneminde fazla olması da denizle bağlantısının olmasının önemli bir diğer etkidir (B.,www.agvarehberi.com)

3.3.1 Taşma (Aşırı-Yıkama) Alanları

Aşırı-yıkama, fırtına döneminde dalgaların yakın kara alanında yükselimleri aştığında ve okyanus suyunun kıyıya doğru aktığında meydana gelmektedir. Aşırı-yıkama işlemleri genel olarak büyük bir kısmı kıyı önünde, yelpaze veya taraça şeklinde biriktirilen yerlerdeki kumu taşıyarak gerçekleşmektedir (Şekil 3.10). Taşma (aşırı-yıkama) alanları düşük yükselimli kıyı gerisine komşu olması, kumul yokluğu ve çorak/seyrekle bitki yaşamı ile tipik olarak karakterize edilmektedir. Geniş aşırı-yıkama alanları içindeki fırtına taşkınları tabaka yıkamasından dolayı normalleştirilmesine karşın erozyon ve tarama akıntıların kısıtlandığı dar aşırı-yıkama alanları içinde yaygındır (USGS, 2006).



Şekil 3.9 Kıyıl jeomorfolojik sınıflandırma planı (USGS, 2006)



Şekil 3.10 Ağva’da bir aşırı-yıkama (taşma) taraçası. Bitki örtüsünün hakim olduğu taraçada rüzgar etkisiyle taşınmış olan kumun tutulduğu gözlenmektedir. Bu yerler mevsimlik ya da daha uzun bir zaman dilimi içerisinde kıyıya gelen çok yüksek dalgaların etkisinde meydana gelmektedir.

3.3.2 Kumul Yüksekliği ve Devamlılığı

Plaj topografyası genel olarak fırtına kabarmasının uzanımları sonucu bazı bölgelerde aşırı yıkamanın engellenmesi, diğer kesimlerde ise aşırı-yıkama etkisinde kalmaktadır. Buna örnek vermek gerekirse, yüksek ve boyuna yaygın kumullar ile yoğun bitki yaşamına sahip kumullar iç kesimleri fırtına kabarmasından korumaktadırlar.

Bazı yerlerdeki kumul yükseklikleri plaj boyunca değişiklik gösterebilir. Yüksek kumul parçaları fırtına kabarmalarını önlemesine karşın kumullardaki boşluklar yüksek hızlardaki akıntıyı yataya yakın alanlara doğru çevirir ki bu da aşırı-yıkama kanallarını meydana getirir. Kumulların yok olduğu veya alçak, düzensiz ve yetersiz bitki yaşamının olduğu yerler aşırı-yıkamanın olduğu ilk yerlerdir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kumulların yok olduğu veya alçak, düzensiz, ve yetersiz bitki yaşamının olduğu yerler aşırı-yıkamanın olduğu ilk yerlerdir.

3.4 Kıyı Jeomorfolojisi ve Deniz Seviyesi

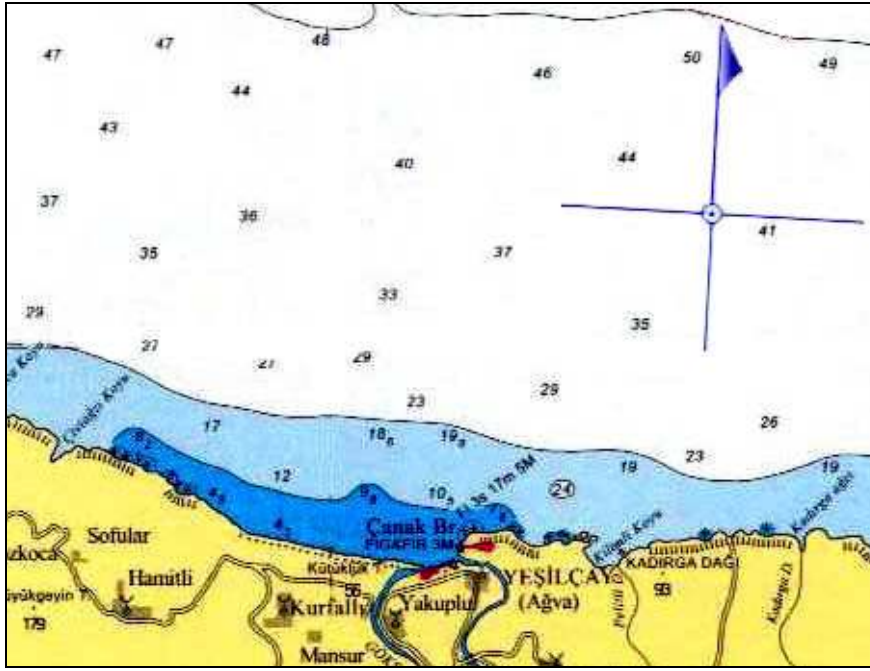
Kıyı jeomorfolojisini etkileyen en önemli faktörlerden biri östatik deniz seviyesi değişimleridir. Kıyının deniz seviyesine göre göreceli durumundaki değişiklikleri kıyı şekilleri tarafından kaydedilir. Kıyı şekillerinin sayısı, aralıkları ve karakteri tektonik hareketlerin ve deniz seviyesi değişimlerinin bir fonksiyonudur. Tektonik etkilerin anlaşılabilmesi için önce deniz seviyesinin tarihsel değişimi ortaya konmalıdır. Yükselen kıyılarda kıyı çizgisi progresif bir biçimde östatik deniz seviyesi değişimlerinin üzerine çıkmıştır. Geçmişteki deniz seviyesi değişimlerinin yanı sıra farklı yüksek ve alçak seviyelerin gerçek yüksekliklerinin bilinmesi de son derece önemlidir. Deniz seviyesinde oluşmuş bir resif ya da başka bir yapı için bugünkü yükseklik

$$\text{Yükselim} = \text{Yükselim Hızı} \times \text{Zaman} - \text{Deniz Seviyesi}$$

formülü ile hesaplanır. Buradaki zaman yapının yaşı, deniz seviyesi ise yapının oluştuğu dönemdeki deniz seviyesidir.

Kıyının şekli üzerine bölgesel unsurların etkisi çok olmuştur. Batı Kuzeybatı – Doğu Güneydoğu (WNW-ESE) doğrultusundaki bu uzanışı bozan etkenlerden birisi litolojidir.

Sertlik dereceleri değişken bir aralıktaki olan tabakalar kireçtaşı olan sert ve dirençli yerler burun halinde kalmış (Çanak Burnu), marnlı yumuşak ve az dirençli yerler ise gerileyerek koylara sebebiyet vermişlerdir. Bir diğer unsur ise zayıf sertlik hatlarıdır. Özellikle dalgaların, kireçtaşlarını kimyevi yoldan eritmesi; ayrıca karaya çarpmak suretiyle oluşturduğu hidrolik tesir önemli etkenlerdendir. Sakin havalarda dalga yüksekliği 0.5 – 1 m. dolayında iken, fırtınalı havalarda dalga yüksekliği 4-8 m. aralığında değişmektedir. şile Meteoroloji İstasyonundan elde edilen verilere ve Nato Tu-Waves kapsamında bölge için uygun olan dalga atlasına göre hakim dalga yönleri ise N-NNE aralığında değişmektedir.

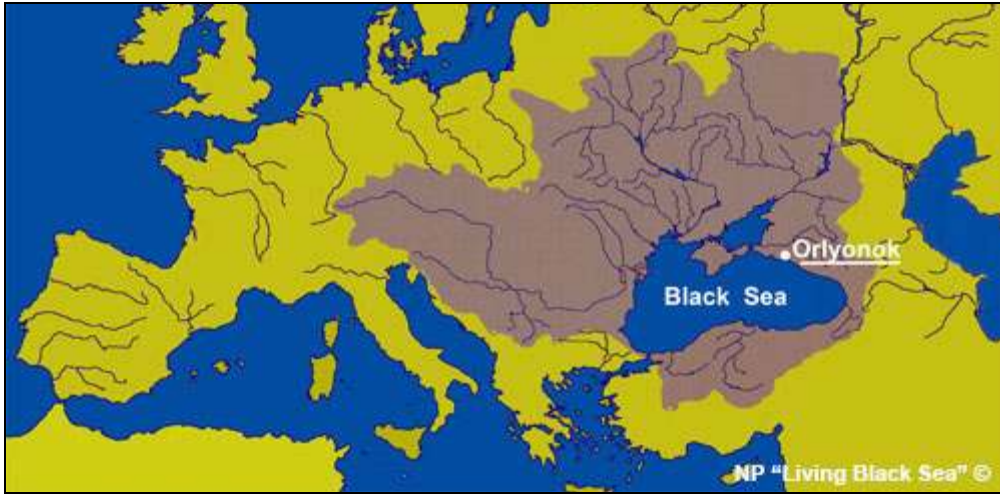


şekil 3.12 Ağva sahilinin konumu

Araştırma sahasındaki kıyı akıntısı yönü batıdan doğuya doğrudur. Ancak batıdan doğuya doğru taşınan sedimentler Ağva Deresi'nin mansabına inşa edilmiş olan yapıya çarparlar. Malzemenin, kıyının güneybatısında yığılması ise rüzgârın ve dalgaların etkisiyledir. Bu sebepten dolayı Göksu Deresi'nin ağzı kıyının doğusunda yer alır. Bu nedenle Ağva Plajı denize doğru ilerleyip, yer kazanarak ilerler. İnceleme sahası, okyanus ve büyük denizlere uzaklığı nedeniyle gel-git etkilerine hemen hemen maruz kalmaz. Kesimdeki gel-git miktarı 5 –10 cm.yi geçmez (İnandık 1971).

Kıyının şekillenmesine etki eden bir diğer süreç de deniz seviyesidir. Dalgaların üst ve alt sınırına etkisi, dolaylı olarak bu seviye ile ilgilidir. Bu seviye değişikliği Karadeniz'e ulaşan akarsuların mevsimlik su bilânçoları ile yakından alakalıdır. Özellikle Karadeniz'in güney

çevresindeki akarsuların kabarma mevsimi olan ilkbahar ve kuzey çevresindeki akarsularda buzların çözülme ve akarsuların kabarma mevsimi olan yaz başlarında Karadeniz'in su seviyesinde nispi bir yükselme görülmektedir. Bu da yaklaşık 50- 60 cm arasında bir değerdir. Kışın ise Karadeniz'i büyük ölçüde besleyen kuzey nehirlerinin don mevsiminde bulunması sebebiyle deniz seviyesinde nispi bir alçalma gözlenmektedir. Rüzgârın tesiriyle oluşan deniz kabarması ise, bazen deniz seviyesini zıt yönde etkilemekte ve genel seviyenin alçak bulunması gereken bu mevsimde Karadeniz'in güney kıyılarında ve dolayısıyla sahada bir deniz kabarması oluşmaktadır. Bu kabarma zamanlarında ana akarsu ağızları deniz tarafından istila edilir. Alçak kıyılarda yer alan kıyı okları ile küçük akarsu ağızlarındaki doğal plajlar ortadan kalkar (Ertek, 1995).



Şekil 3.13 Karadeniz drenaj baseni (www.orlyonok.ru)



Şekil 3.14 Karadeniz'e ulaşan su miktarındaki artış ve/veya kuzeyli rüzgarların etkisini arttırması sonucu denizin güney kıyılarda kabarmasıyla Göksu Deresi'nin mansap kesimindeki dalgaların etkisi (www.flickr.com). Sol tarafta gözlenen birikim kıyı okudur.

3.5 Kıyı Profil Değişiminin Belirlenmesi

Plaj sırtları geliştikleri zaman gevşek ve konsolide olmamış malzemeden oluşur. Karbonatlı ve aşınmalı kıyılar uzun süreli yükselim hakkında daha iyi veri sağlarlar. Erozyonal denizel taraça istifleri bu konuda iyi veri sağlamaktadır. Yükselim hızı yukarıda verilen formülle ya da grafik olarak hesaplanabilir. Grafik çözümde deniz seviyesi zamana karşı iz düşürülür, korunmuş kıyı çizgisi yapıları ve bunların şimdi bulundukları seviyeler işaretlenir. Örneğin 85.000 yıl önce deniz seviyesi bugünkünden 15 metre aşağıda iken oluşan bir taraça (A) bugün deniz seviyesinden 88 metre yukarıda durmaktadır (C). A-B çizgisi taraçanın yükselim yolu adı ile bilinir. Eğer bölge zaman içerisinde üniform bir hızla yükselmiş ise aynı istifte korunmuş tüm taraçalar için yükselim yolları paralel olmalıdır. Yükselim yolunun eğimi yükselim hızını verir.

Tek bir istifte çok sayıda taraçanın yer aldığı ve bu taraçaların yüksekliklerinin bilindiği durumlarda yükselim hızı her bir taraçaya ayrı ayrı yaş vermeksizin de belirlenebilir. Grafik düzeltme metodu kullanılarak taraçaların göreceli aralıkları bunların her birine bir yaş vermede ve bölge için bir yükselim hızı belirlemede kullanılır.

4. AKARSULAR ve DRENAJ ÖZELLİKLERİ

4.1 Giriş

Ağva çevresinde Karadeniz'e akan derelerin ve akarsuların durumunu tartışmadan önce akarsularda aşındırma türleri, aşındırma şekilleri ile ilgili olarak temel bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Akarsu yatakları boyunca akarken iki yoldan aşındırma* yapar:

- **Kimyasal Aşındırma:** Akarsuyun geçtiği yerlerdeki kolay eriyebilen kayaları eriterek beraberinde taşıması olayıdır. Toprak ve kayaların erimesi yoluyla olur. Kayaların yapısına suyun sıcaklığına ve içindeki CO₂ miktarına bağlıdır. Erime sıcaklıkta arttığı için kimyasal aşındırma yaz aylarında ve tropikal bölgelerde daha çok olur.
- **Mekanik Aşındırma:** Akarsuların toprak ve kayalardan parçalar koparması ile oluşur. Akarsuyun mekanik aşındırma gücü şu etkenlere bağlıdır:

8) **Su Miktarı (Akım):** Bir akarsuyun taşıdığı su miktarı arttıkça aşındırma gücünde artar. Bu nedenle çok su taşıyan büyük akarsular daha çok aşındırırlar Su fazlalığı nedeniyle bir akarsu üzerinde en fazla aşındırma başlangıçta ağız kısmında olur. Yatağın kazılması da buradan geriye doğru ilerler. Buna geriye aşınma denir.

9) **Akış Hızı:** Aşındırma üzerinde etkili olan ikinci etken akarsuyun akış hızıdır. Bu da hidrolik eğime bağlıdır. Eğimin fazla olduğu bölgelerde akarsular daha hızlı akar ve aşındırma güçleri artar. Örneğin, Türkiye'de, özellikle Karadeniz'de akarsular saniyede akıttıkları toplam su miktarı bakımından fazla zengin olmadıkları halde yataklarında eğimin fazla olmasından dolayı fazla aşındırırlar.

10) **Yük Miktarı:** Akarsuyun taşıdığı kum, çakıl, mil gibi maddeler akarsuyun aşındırma kazma araçlarıdır. Bu nedenle yük ne kadar çoksa, aşındırma da o kadar fazla olur.

11) **Zeminin Özelliği:** Aşındırma, akarsuyun geçtiği yerlerdeki kayaların özellikleri ile de ilgilidir. Kum çakıl gibi gevşek maddeler daha kolay koparılıp aşındırılır. Dirençli kayalar ile sert kum taşları aşınmaya karşı daha dirençli olurlar. Akarsuyun geçtiği alanlar bitki örtüsünden yoksun ise aşındırma işlemi daha da artar.

*Akarsular aşındırma faaliyetini daha çok ağızdan kaynağa doğru geri aşındırma şeklinde gerçekleştirir.

4.2 Akarsuların Aşındırma Şekilleri

4.2.1 Denge Profili

Akarsular yataklarını eğimin fazla olduğu yerlerde derine doğru, eğimin az olduğu yerlerde ise yana doğru aşındırırlar. Bir akarsu yatağını derine doğru aşındırdıkça yatak eğimi azalır, deniz seviyesine yaklaşır. Hiç bir akarsu yatağını deniz seviyesinden daha derine aşındıramaz. Buna taban seviyesi denir. Taban seviyesine ulaşmış akarsularda derine aşındırma sona erer. Akarsuyun ağız bölümü su miktarının çokluğuna bağlı olarak taban seviyesine daha kısa sürede ulaşır buralarda derine aşındırma olmaz fakat kaynağına (geriye) doğru derine aşındırma artarak devam eder. Buna geriye aşındırma ya da boyuna aşındırma denir. Geriye aşındırma sonucunda akarsu boyunu geriye doğru uzatır. Aşındırma sürdükçe akarsuyun yatak eğimi azalır, akış hızı yavaşlar. Derine aşındırma azalır ve hemen hemen sona erer. Bu duruma erişmiş bir akarsuyun yatağında başlangıçtaki pürüzler, şelaleler ortadan kaldırılmıştır. Akarsu yatağının ağızından kaynağına doğru uzanan profili içbükey düzenli bir eğri halindedir. Buna denge profili denir. Denge profiline ulaşmış akarsular yavaş akışlı ve enerji potansiyelleri az olur. Aynı zamanda bu akarsular taşımacılık için elverişlidirler. Türkiye'deki akarsular genellikle denge profilini almamış akarsulardır. Bunun nedeni Türkiye'nin bu günkü yeryüzü şeklini büyük ölçüde Kuvaterner zamanında almış olmasıdır. Nitekim Türkiye'nin Tersiyer sonunda peneplen halinde iken Kuvaterner başında toptan yükselmiş olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2 Vadi

Akarsuların yataklarını derine ve yana aşındırması ile oluşan ve sürekli inişi olan uzun çukurlardır. Değişik şekilleri vardır:

a) *Boğaz Vadi*: Akarsular tarafından dağların enine yarılması sonucu oluşan ve “U” Şeklindeki vadilerdir. Kıyı ile iç kesim arasında önemli geçit yollarıdır Yüksek yerlerde derine aşındırma ile oluşurlar. Yamaçlar dik, vadi dardır. Dağları enine yaran ırmak vadileri Türkiye'de kuzey ve güney yönlü ulaşımında kolaylık sağlar. Bunlara yamaç vadileri de denir.

b) *Kanyon Vadi*: Derine aşındırmayı tamamlayan akarsuyun geçtiği bölgenin epirojenik hareketler sonucu yükselmesi ya da denizlerin çekilmesi sonucu akarsu yatağını tekrar derinleştirir. Böylece vadi yamaçlarındaki seki (taraça) denilen basamaklar oluşur. Kalkerli arazilerde farklı kayaların erimesi sonucunda da kanyon vadi oluşur.

c) *Çentik Vadi*: Bazı vadilerin profili V biçimindedir. Bu tür vadilere çentik vadi denir. Bu tip vadiler genelde akarsuların yukarı çığırlarında oluşurlar. Aynı zamanda akarsuların ilk

oluştukları dönemdeki genç vadilerdir.

d) *Yatık Yamaçlı Vadi*: Yana aşındırmanın fazla olduğu ve yamaçların yatıklaştırıldığı yerlerde vadilerin profili genişler ve yatık yamaçlı vadiler meydana gelir. Bu tip vadilerin genellikle alüvyonla kaplı geniş bir tabanları da vardır.

e) *Geniş (alüvyal) Tabanlı Vadi*: Yana aşındırmanın etkisi ile genişleyen vadilerdir. Eğimin azalmasına bağlı olarak birikmelerle alüvyon bir taban oluşmuştur.

4.2.3 Menderes (Büklüm)

Akarsu yatak eğiminin az olduğu alanlarda, akarsuyun büklümler yaparak akması sonucu oluşurlar. Akarsular yataklarını yanlara doğru da aşındırırlar. Sular bazen bir yamaca bazen ötekine çarpar. Çarpma ile yamaçların altı kazılır, zamanla yıkılır ve daha çok geriler. Böylece bir akarsu vadisindeki girintiler çıkıntılar büklümler halini alır. Bu büklümler büyüdükçe vadi genişler yamaçlar geriler. Menderesler oluşturan akarsuların; yatak eğiminin, akış hızlarının ve aşındırma gücünün düşük olması, akarsu boyunun uzamış olması, akarsuyun sık sık yatak değiştirmesi ve hem aşındırma hem de biriktirme yapması gerekmektedir.

4.2.4 Peneplen (Yontukdüz)

Yer şekillerinin deniz seviyesine kadar aşındırılarak düzleştirilmesidir. Türkiye’de ova ve platoların yüksek kalmasının sebebi Mesozoyik sonlarında peneplen haline gelen yerlerin tekrar yükselmiş olmasıdır. Akarsular yer kabuğunun yüksek kısımlarını aşındırarak çukur yerleri doldurarak yeryüzünü düzleştirmeye çalışırlar. İrili ufaklı birçok akarsu tarafından yapılan aşındırmaya bağlı olarak çok uzun bir zaman sonucunda bütün arazi alçalmış engebeler bakımından silikleşmiş olur. Böylece karaların yüzeyi deniz seviyesi yakınlarına kadar alçaltılır ve hafif dalgalı bir düzlük haline dönüşür. Akarsu aşındırması sonucunda meydana gelen bu gibi düzlüklere peneplen adı verilir. Türkiye Tersiyer sonlarında peneplen halinde iken Kuvaterner başlarında tümünden yükselmiş ve peneplen yüzeyi yükseklerde kalmıştır. Türkiye'deki ova ve platoların yükseklerde bulunmasının nedeni bu peneplen yüzeylerinin yükselmesidir. Neojen Penepleni üzerinde bükümler yaparak akmakta olan akarsular yatak eğimlerinin Karadeniz yönünde gittikçe iyice azalması nedeniyle bükümlerini genişletmiş, aralıklı tektonik yükselmelere ayak uydurarak kaymış gömük menderes kuşakları oluşturmuşlardır (Kılıç, 2000).

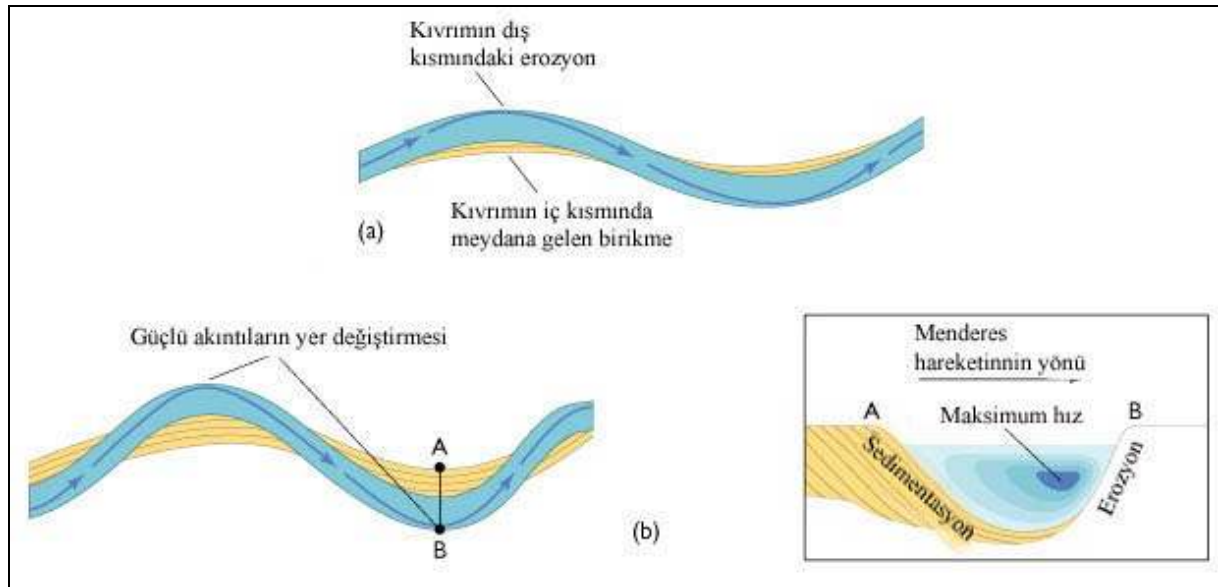
Akarsular aktıkları araziye milyonlarca yıl aşındırarak, deniz seviyesine kadar alçaltırlar. Sonuçta aşındırılacak yükselti kalmayınca ortaya hafif dalgalı bir düzlük ortaya çıkar. İşte bu akarsu aşındırmasının en son şekli olan peneplendir. Daha önceki jeolojik devirlerde epirojenez hareketi ile Türkiye peneplen halinde iken Tersiyer başında toptan yükselmeye maruz kalmıştır. Bu nedenle ülkemiz çok yüksek olmasına rağmen yüksek yerlerde düzlükler bulunması bu nedenledir.

4.3 Alüvyal Nehirler

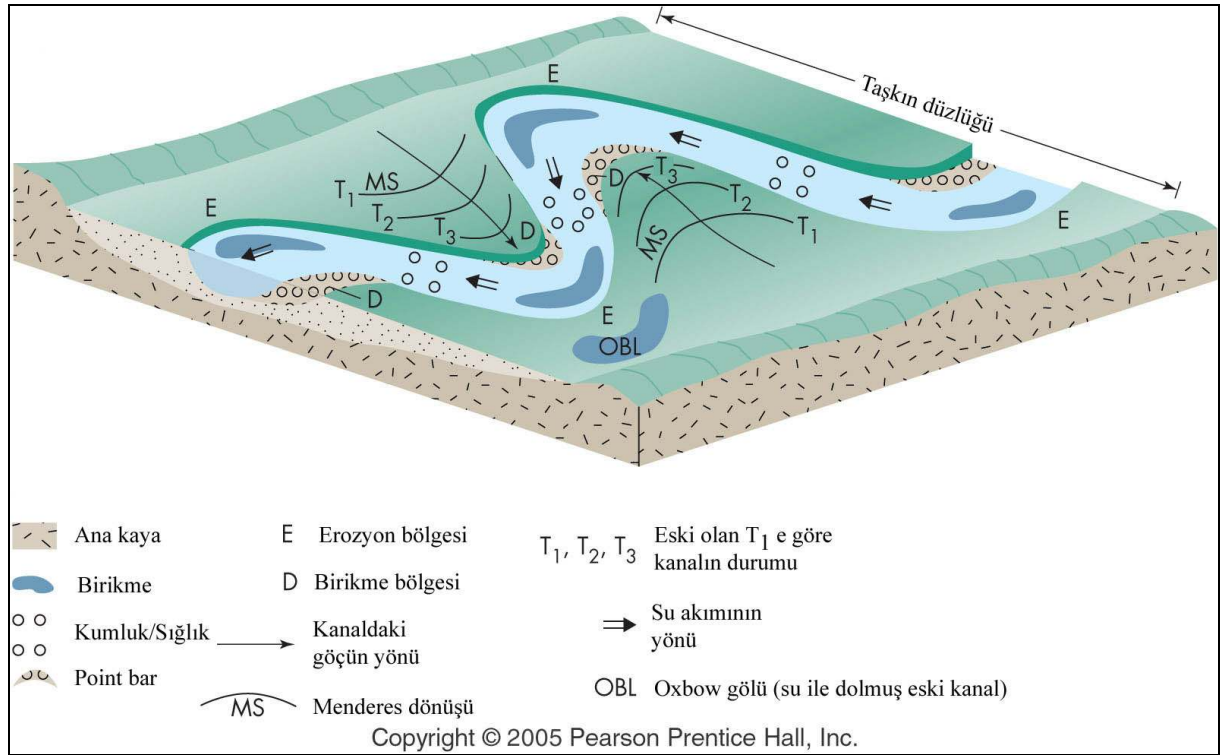
Alüvyal nehirler dinamik dengeye ulaşmış nehirlerdir. Bu tür akarsulara düzenli nehir adı verilir. Düzenli nehir sitemini kontrol eden değişkenlerden biri değişirse denge bozulur ve nehir yeniden dengeye ulaşmaya çalışır.

4.3.1 Alüvyal Nehirlerin Tektonik Modifikasyonu

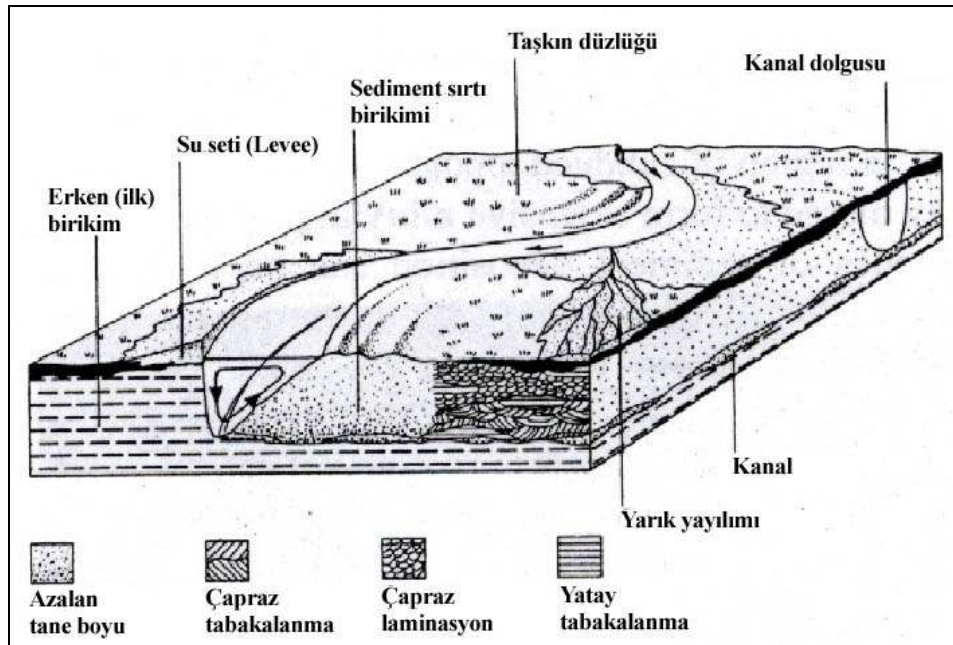
Nehirler yataklarının kaya içerisinde ve alüvyal çökeller içerisinde olmasına göre farklı nitelikler sergilerler. Bir nehrin geometrisi zorlayan (gravite, drenaj havzasındaki yağış miktarı gibi) ve direnen (temel dayanımı, sürtünme gibi) kuvvetler arasındaki dengeye bağlıdır. Alüvyal nehirlerde direnen kuvvetler yöneten kuvvetlerden daha büyüktür. Bu nedenle çökeller taşınmaktan çok çökmeye eğilimlidir, böylece nehir kendi çökelleri üzerinde akar. Ana kaya üzerindeki nehirlerde ise yöneten kuvvetler daha büyük olduğundan nehir çökellerini taşır ve yatağını kazar.



Şekil 4.1. Menderesli bir nehirde meydana gelen akış, hız dağılımı ve aşınma



Şekil 4.2. Menderesli bir nehrin morfolojisi



Şekil 4.3. Menderesli bir nehir için klasik dirsek içi (point bar) modeli (Allen 1970a)

Taban seviyesi (yerel ve nihai) tektonikten olduğu kadar örneğin deniz seviyesi değişimleri

gibi diğer işlemlerden de etkilenir. Nehir taban seviyesinin etkilendiği işlemler; sistemin potansiyel enerjisindeki değişiklikler ile sediment girdisidir. Bir nehrin taban seviyesi düşerse nehir ya yatağını deşerek ya da sinüslük veya kanal şeklini değiştirerek bu düşüşü karşılamaya çalışacaktır. Taban seviyesi hızla düşerse, nehir yatağını deşecek ve kendisini dar bir kanala gömecek, taban seviyesi düşüşünün etkilerini akarsuyun daha yukarı seviyelerine iletecektir. Böylece geriye aşındırma gerçekleşecektir.

4.4 Drenaj Ağları ve Drenaj Örneği

Duraylı ve homojen bir arazi üzerinde gelişen drenaj örneği dendritik drenaj olarak bilinir. Dendritik drenaj küçük drenaj havzalarında gelişir ancak ana-kaya dayanımındaki ve jeolojik yapıdaki değişiklikler bölgesel ölçekte farklı drenaj örneklerinin gelişimine yol açarlar.

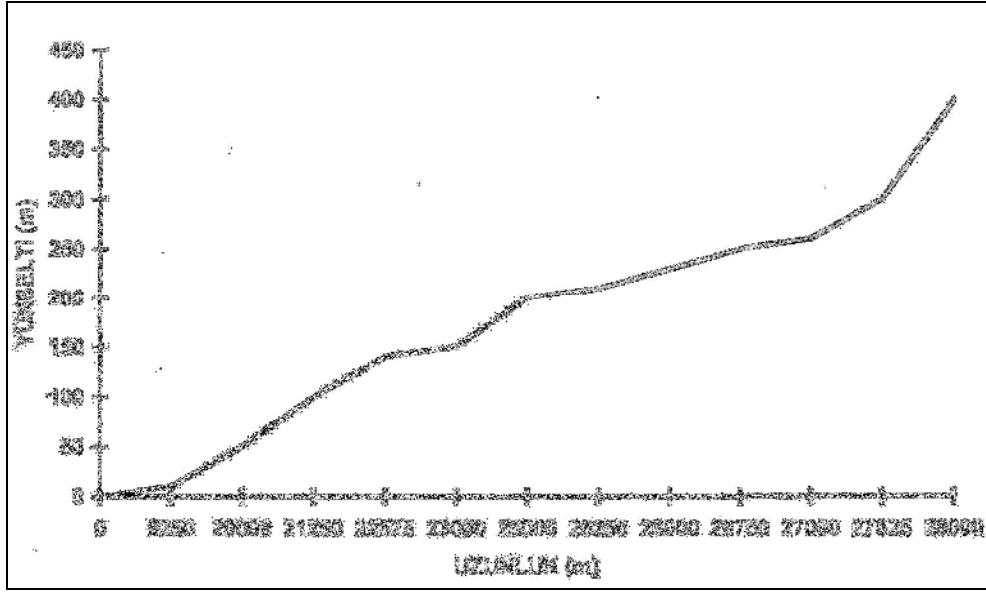
4.5 Nehir Taraçaları

Bir nehir düzenli olduğu zaman taşkın ovasını kesmeye başlar. Taşkın ovası kanalın zaman içinde göçmesiyle oluşturulan düzlüktür. Taşkın ovasını dolduran çökeller eski kanal dolgularıyla, zaman zaman kanaldan taşan gereçten oluşur. Eğer nehir kendi taşkın ovasında gömülmeye başlarsa taban seviyesinin düştüğü ya da bir başka nedenle nehrin dengesinin bozulduğu anlaşılır. Nehir yatağını kazdıkça eski taşkın ovası çökelleri nehir taraçaları olarak vadinin iki kenarında asılı kalır.

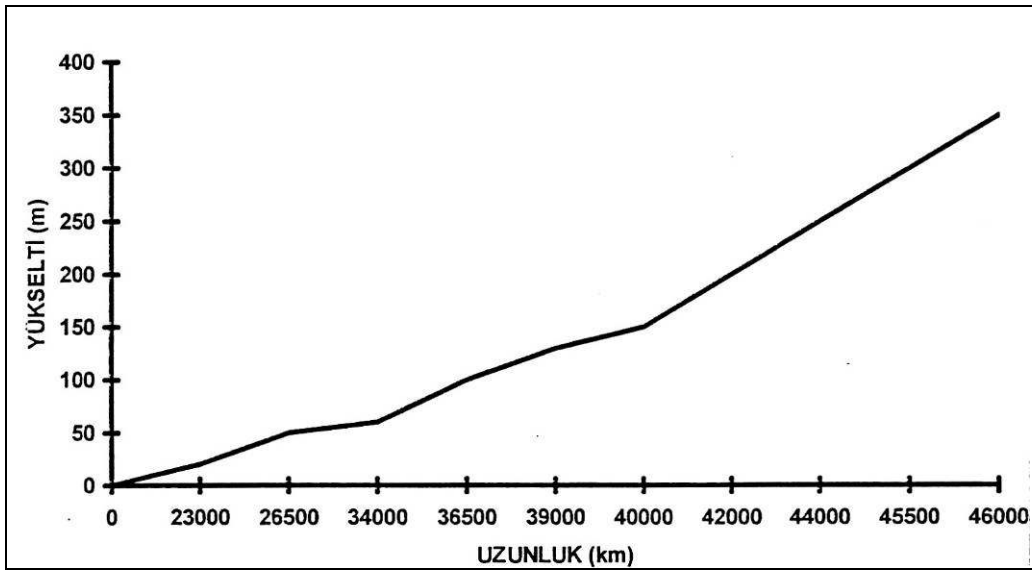
Göksu ve Ağva derelerinin radyal drenaj yapıları ışınal olarak merkezden çevreye dağılmaktadır. Akarsuların yatak gradyanları ise oldukça eğimlidir. Bu durum drenaj kuruluşu ve gelişimi açısından genç bir sistemi gösterir. Boyuna profilleri çıkartıldığında akarsuların sahada yatak morfolojilerinin denge profilinden uzak olduğu görülmektedir.

Göksu ve Ağva Derelerinin Karadeniz'e kavuştukları kesimde oluşturdukları alüvyal taban düzlüğü üzerinde yaklaşık 3 km. uzunluğunda bir alçak kıyı oluşmuştur. Bu alçak kıyı Batı Kuzeybatı - Doğu Güneydoğu (WNW - ESE) yönünde uzanır. Ağva kuzeyinde Kum Tepe (18.85 m.) ve çevresinde plaj gerideki alüvyal taban ile sonlandığından çok geniştir. Bölgede kıyı kumulu oluşumları ile yersel olarak birkaç kumul tepesi var olup Kum Tepe ve civarı ile Ağva Deresi'nin mansabında gözlenir.

Alüvyal taban düzlükleri her iki derede de gözlenmekte, bu alüvyal dolgu sahalarında eğim değerleri genelde 1°'yi geçmemekte ve kil, silt ve kuvars ve kireçtaşı çakılı iriliğinde materyal barındırmaktadır.



Şekil 4.4. Göksu Deresi'nin Boyuna Profili (Kılıç, 2000)



Şekil 4.5. Ağva Deresi'nin Boyuna Profili (Kılıç, 2000)

Kıyı bölgesi boyunca kısa boylu genç vadilerin yaklaşık Kuzey-Güney yönünde ve birbirine kısmen paralel drenaj ağları, Üst Kretase yaşlı kireçtaşı üzerinde, zayıf drenaj havzalarına sahiptir. Akarsuların boyuna profillerinden sahadaki vadilerin gençlik aşamasında oldukları görülmektedir. Her iki akarsuyun da denge profiline erişmemiş olması, aksine birkaç adet eğim kırığı bulundurmaları drenajın genç karakterini yansıtmaktadır. Drenaj şebekesinin aşınım yüzeylerinden kurulu olgun bir topografya üzerinde yer yer menderesli akarsu ortamından kopyalanmış olması da bu gençleşmenin meydana getirdiği paleo-topografya

hakkında ip uçları sunmaktadır.

Neojen Penepleni üzerinde bükümler yaparak akmakta olan akarsular yatak eğimlerinin Karadeniz yönünde gittikçe azalması nedeniyle bükümlerini genişletmiş ve aralıklı tektonik yükselmelere ayak uydurarak kaymış gömük menderes kuşakları oluşturmuşlardır. Bugün Ağva ve Göksu Derelerinin özellikle aşağı kesimlerinde görülen menderes topografyası Üst Pliyosen yaşlı 100-150 m. seviyeli alt kademe aşınım yüzeyleri ve omuz düzlükleri üzerinde meydana gelen aralıklı gömülmemeleri yansıtır. Bu akarsular günümüzde de yataklarının çeşitli dışbükey yataklar boyunca burun seti depolarını biriktirmektedirler (Kılıç, 2000).

4.6 Göksu Deresi

Meydana gelen gömük menderesleşmelerin neticesi olarak; yer yer plato yüzeyine doğru yükselen nispeten dikçe yamaçlar üzerinde, içbükey birer girinti mevcuttur. Bunlar, birer menderes yeniğine tekabül etmektedir. Uzun yatağa sahip Göksu Deresi ve ona benzer akarsuların son epirojenik yükselimden önce, taban seviyesine ulaşmış olmaları, topografya eğiminin az olması nedeniyle menderesler çizerek akarken, genel bir yükselme neticesi oldukları gibi gömülmüş olmaları muhtemeldir. Yamaçları fazla dik olmayıp, yatıkça V şekilli ve konkavdır. Tabanda mevcut olan alüvyal birikimin genişliği az olmakla birlikte, menderesler çizdiği yerlerde tabandan biraz yüksekte kalmış, birkaç kademeli (genelde iki), yana aşındırma faaliyetinin sonucu kayma yamacı taraçaları oluşmuştur. Menderes yeniclerinin hemen önünde ise menderes yeniği taraçalarının varlığı gömülmenin tedricen ve derenin dik yamaca sokulması esnasında yapmış olduğu faaliyetini göstermektedir. Göksu Deresinin doğu yamaçlarında yer alan menderes yeniclerinin varlığı, bu vadinin oluşumundaki gençleşmelerin delilleri arasındadır (Erinç, 1982).

Plato sahasının oldukça alçak olduğu Göksu ile Ağva derelerinin vadileri arasındaki alanda küçük killilerin kaynak kısmına doğru eğim kırıklarına ve dolayısıyla gençleşme başlarına rastlanmaktadır. Sahada epirojenik yükselimler sonucu taban seviyesinde meydana gelen değişiklikler neticesi eğim kırıkları oluşmuş olabilir. Bu sebeple derine aşınımın yerini geriye aşınım almış olduğu söylenebilir (Ertek, 1995).



Şekil 4.5 Göksu Deresi ve Karadeniz'e boşalmadan önceki yaptığı menderesler

4.7 Ağva Deresi

Ağva güneyindeki tabanda önce batıya doğru geniş bir büküm yapan Ağva (Yeşilçay) Deresi, Dudubayır Tepe (84 m.) doğusunda kuzeye doğru 40-45° eğimli Üst Kretase kireçtaşlarından oluşan yamacında bir yüzey oluşturması sebebiyle batı yamacı dikçedir ve buradan kuzeydoğuya yönelir. Doğu yamacı ise, marnlardan oluşması ve kuzeye doğru, üzerlerinde konkordan olarak kireçtaşlarının yer aldığı sahaya geldiğinde ve bunlar üzerinde özellikle formasyon sınırları gibi zayıf direnç hatlarına yerleşmiş iki küçük kolunun yer alması nedeniyle daha yatıkçadır. Bu sahada Yeşilçay adını alan Ağva Deresi, Ağva bölgesinin doğusunda kuzey-kuzeybatıya 40° eğimli kireçtaşlarından meydana gelmiş, doğu yamacındaki 50 m.'lik bir diklik oluşturan menderes yeniğinin batısından teşkil ettiği bir bükümle Karadeniz'e ulaşır.



Şekil 4.6 Ağva Deresi'nin menderesler çizerek Karadeniz'e ulaştığı yer

4.8 Göksu Deresi Taban Düzlüğü

Hacılı - İsaköy arasında dar bir tabana sahip ise de, İsaköy'den itibaren ağız kısmına doğru Göksu Deresinin vadi tabanı genişler ve alüvyal birikimin fazla olduğu Karabulak Ovasını oluşturur. Yer yer 2 km.'ye ulaşan ovanın genişliği, kıyıya doğru yer alan Yakuplu Köyü'ne gittikçe, oldukça azalarak 500 m.'ye kadar iner. Bu ovada Göksu Deresi menderesler resmederek akışını sürdürür. Ovanın güney kesiminde özellikle kumtaşı - kilaşlarının bulunduğu mevkilerde yamaçları oldukça yatıklaşmıştır. Bugün Göksu Deresi, Yakuplu Köyünden başlayıp, güneye doğru oldukça geniş bir kavis oluşturduğu Dudubayır Tepe (84 m).nin batısındaki menderes yeniği dikliğinin hemen batısından akışını sürdürerek sahile ulaşır. Materyalini kum, kil, şilt boyutundaki unsurlar ile volkanik çakıllardan meydana gelmiş Göksu Deresi taban düzlüğünün oluşumu, Kuvaterner'deki alüvyal boğulmalar da dayandırılabilir (Ertek, 1995).

Araştırma sahasının en önemli iki akarsuyundan biri olan Göksu Deresi'nin Karadeniz'e döküldüğü kesim ile Gökmaşlı Köyü kuzeydoğusu arasında yaklaşık 5 km. uzunluktaki bu taban düzlüğü bir taban seviyesi ovasına da karşılık gelir. Göksu ve kollarının taşıdıkları alüvyonları kıyı kesiminde biriktirmesi ile oluşan bu taban dolgusu yer yer 2 km.'lik bir genişliğe erişebilir. Bu durum Yeniköy kuzeyinden Karabulak Ovası olarak bilinen genişçe kesimde gözlenir (Kılıç, 2000).

4.9 Ağva (Yeşilçay) Deresi Taban Düzlüğü

Sungurlu Mahallesi güneybatısından itibaren denizin östatik hareketleri neticesi meydana gelmiş alüvyal boğulmalarla, Ağva (Yeşilçay) Deresi vadi tabanının genişlediği gözlenir. Bu geniş vadi tabanı 10 km uzunluğunda olup, Sungurlu-Ağva arasında uzanır. Bu tabanda iri unsurlu volkanik çakıllardan-mil gibi ince unsurlar arasında değişen boyutlarda alüvyal birikimin yer aldığı görülür. Bu birikimin güneyde, volkanitler içinde Koca Dere boğazının bitimine kadar sokulmuş olduğu söylenebilir. Ağva (Yeşilçay) Deresi, Geredeli Mahallesi güneyinde yaklaşık 1 km. uzunluğundaki yatağını daha da derinleştirmek suretiyle 5 m.lik bir yarıntı içinde yer alır. Kuzeye doğru daha da genişleyen alüvyal tabanda muhtelif yönlerde “S”ler çizerek akışını sürdürür. Geredeli Mahallesi batısından itibaren Ağva (Yeşilçay) Deresi, genişliği 1,5-2 km arasında değişen alüvyal tabanda menderesler resmeder. Bunun nedeni daimi taban suyu (kaide) seviyesine ulaşmasıdır. Bu tabanın kuzeye doğru devamının da yine çevre kayalarından koparılarak taşınmış ve biriktirilmiş, umumiyetle kum, kil, mil gibi tanelerden oluşmuş ve yer yer aralarında iri taneli volkanik çakıllardan meydana gelmiş olduğu söylenebilir. Ağva (Yeşilçay) Deresi geniş tabanlı vadisinin batı yamacı Üst Kretase'nin marnlarından oluşmuştur. Batıdaki Göksu Deresi vadisi ile aralarındaki saha, oldukça dar ve uzunca, alçak bir sırta dönüşmüştür. Sırtın en yüksek noktası ise tabandan 48 m yüksekliğindedir. Günümüzde oldukça aşınmış halde bulunan hafif eğimli batı yamacı üzerindeki geniş içbükey girinti bir menderes yeniğine karşılık gelmektedir. Yeniğin hemen önünde kuzeybatıya doğru tatlı eğimli ve iki kademe halinde mevcut olan menderes yeniği taraçaları ise tabandan 5 ve 10-m yükseltidedirler. Dikbucaklı Köyü ile Dudubayır Tepe (84 m) arasındaki alanda Ağva Deresi vadisi alüvyal tabanının nispeten daraldığı ve 500 m.'ye kadar indiği görülür. Buna neden olarak, vadinin Üst Kretase kireçtaşları içinde devam etmesi ve bu kayaların güneydeki tortullara oranla daha dirençli olmaları gösterilebilir.

Daha kuzeyde ise, Ağva ile batısındaki Yakuplu Mahallesi arasında Göksu ve Yeşilçay derelerinin taşıyıp, biriktirmiş oldukları alüvyonlar ve denizin tesiriyle meydana gelmiş bir kıyı ovası mevcuttur. Bu ovanın oluşumu ise, aynı alüvyal tabanla bağlantılı olduğu güneydoğusundaki Yeniköy Ovası ile güneybatısındaki Karabulak Ovası gibi, denizin östatik hareketleri neticesinde meydana gelmiş alüvyal boğulmalara da bağlanabilir. Ağva ve Göksu derelerinin ince unsurlu alüvyonlarından ve plaj kumlarından meydana gelmiş olan kıyı ovasının uzunluğu 2 km. dolayındadır. Genişliği ise 500-600 m dolayında olup, güneyden Dudubayır Tepe'nin kireçtaşlarından oluşan eteklerine kadar dayanmaktadır. Bu kıyı ovasının doğusunda ve kıyıda kurulmuş bir bucak merkezi olan Ağva, Göksu ve Ağva (Yeşilçay)

Dereleri'nin içbükey bükümleri arasında yer alır (Ertek, 1995).



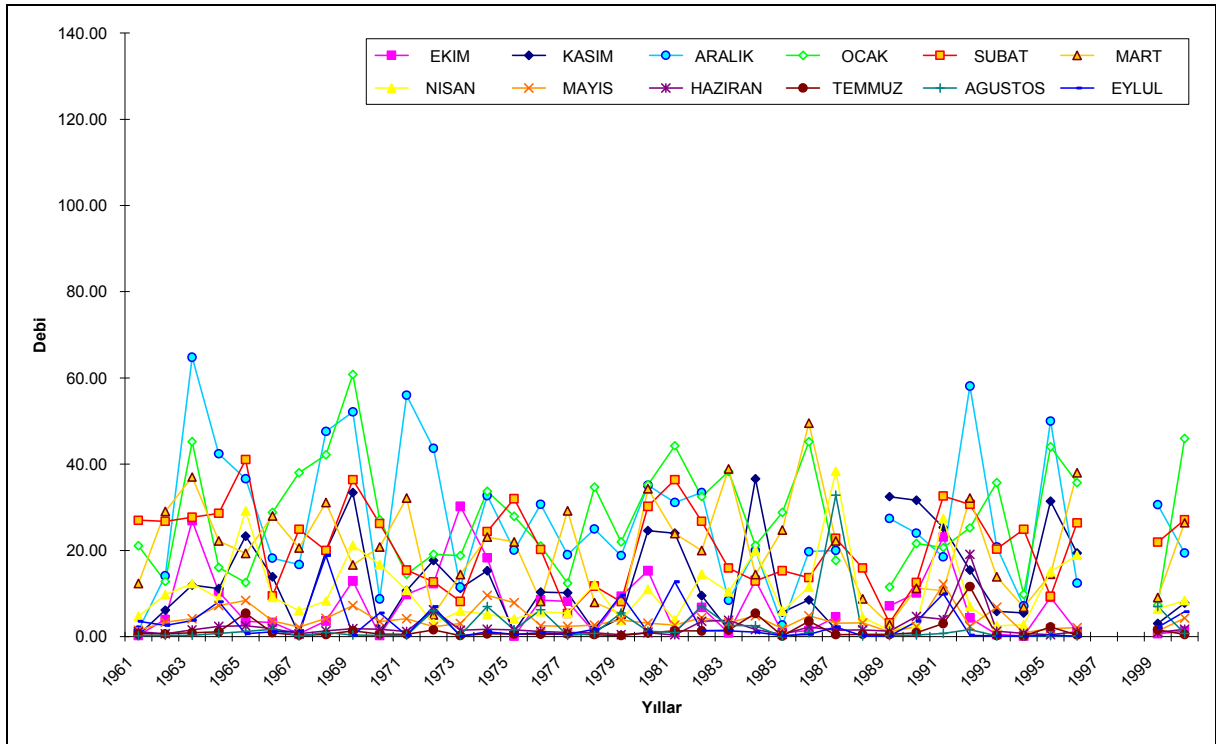
Şekil 4.7 Taşkın alanı olan Kumtarla, Ağva ve Göksu derelerin ince taneli alüvyonlarından ve plaj kumlarından meydana gelmiş olan bir kıyı ovasıdır.

Batısında Göksu Deresi taban düzlüğü ile benzer morfolojik şartlar altında oluşan bu alüvyal dolgu sahası Ağva Deresi ve kollarına ait materyallerin kıyı kesiminde birikimi ile oluşmuştur. Sungurlu Köyü ile Ağva arasında uzunluğu 10 km.yi bulan taban en geniş yerinde doğu batı eksenli olarak 2 km.yi bulur. Ağva Deresi, tabanı yaklaşık orta kesiminde kısa bükümler yaparak boylar. Tabanın Karadeniz kıyısı ile Sungurlu arasındaki seviye farkı yaklaşık 15 m. kadardır ve bu mesafe boyunca eğim değeri sadece 0.08^0 ölçülmüştür. Yeniköy'ün kurulduğu batı kesiminde tıpkı Göksu Deresi gibi ama bu kez batı yönünde yaptığı girinti sonucu bir menderes yeniği oluşturmuştur. Ancak Ağva Deresi bugün bu menderes yeniğinden doğuda akmaktadır ve Yeniköy civarında menderes yeniği taraçaları bırakmıştır. Bu taraçaları tabandan 5-10 m. yüksekte görmek mümkündür (Kılıç, 2000)

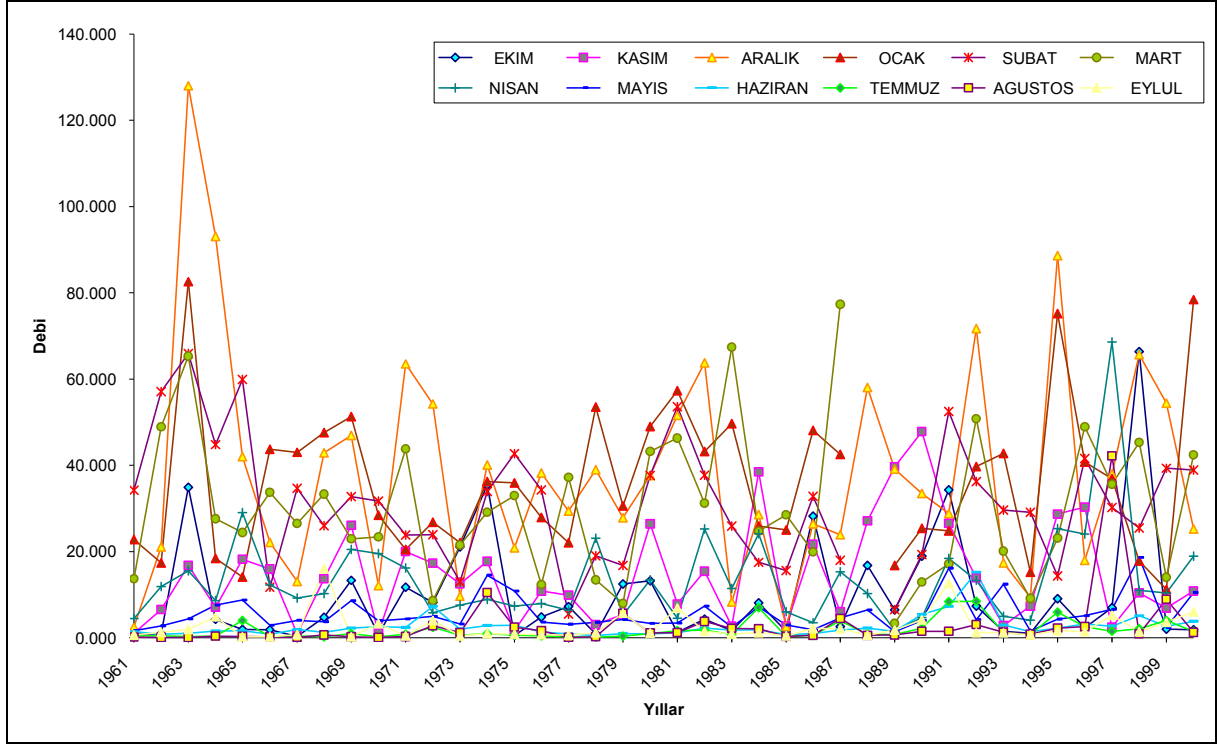
Ağva dolayında kıyı boyunca yer alan nehirlerin denize ulaştığı ağızlar çoğu kez dalganın güçlü olduğu ve kıyı boyu taşınımının yoğun olduğu dönemlerde kapanmaktadır. Eğer nehrin taşıdığı su sınırlı ise nehir ağızlarının yıl boyunca kapalı olduğu gözlenmektedir. Fakat genellikle yaz dönemlerinde küçük ve orta büyüklükteki nehir ağızları dalgaların taşıdığı

malzemeler tarafından kapatılmaktadır. Ağva deresinde su miktarı fazla olmasına karşın yaz dönemlerinde beslenmenin sınırlı olması nedeniyle nehir ağzı kapalı yada çok az miktarda suyun denize ulaşacağı kadar dardır.

Devlet Su İşleri (DSİ)'nden alınan 1960 ile 2000 yılları arasındaki aylık ortalama debi değerlerini gösterir veriler incelendiğinde genel olarak Nisan-Ekim arası dönemde değerlerin oldukça düştüğünü, Aralık-Ocak döneminde akımın en yüksek seviyelerine ulaştığı, Kasım, Şubat ve Mart aylarında ise ortalama yada geçiş değerlerinde olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.8 Çanak Deresi Akım Değerleri, Geredeli Köyü (DSİ Genel Müdürlüğü)



Şekil 4.9 Göksu Deresi Akım Değerleri, Şıhlar Köyü (DSİ Genel Müdürlüğü)

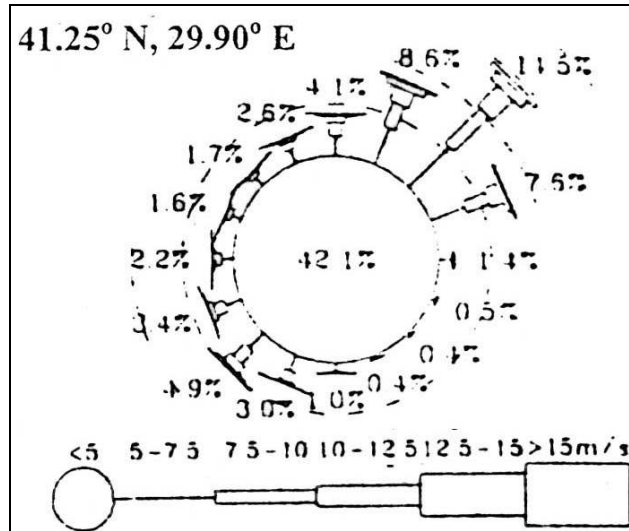
5. RÜZGAR ve DALGA İKLİMİ

Bu değerlendirme yapılırken NATO-TU Waves'in 41.25°N, 29.90°E koordinatlı dalga atlası verilerinden, Şile Meteoroloji İstasyonu'nun 1966 – 2006 seneleri arasında alınan rüzgâr ölçümlerinden ve kısmen de Karadeniz'de (Weather in The Blacksea)'den yararlanılmıştır.

NATO-TU Waves, NATO Science for Stability Program tarafından finanse edilen bir projedir (Özhan, E., Abdalla S.,1999). Amacı Türkiye'yi de içerecek şekilde tüm Karadeniz kıyıları için bir dalga istatistiği veri tabanı oluşturmaktır. Bir diğer kaynak ise Boğaziçi Üniversitesi'nin Kilyos Projesi ön raporunda da kullandığı, İngiliz donanma gemilerinin 50 yılı aşkın bir süre boyunca yaptıkları ölçümlerden oluşan "Weather in the Black Sea" kitabından elde edilmiştir. Bu kitapta Karadeniz 14 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Her bölge için mevsimsel olarak, 8 ayrı yönde ve 6 ayrı hız aralığında rüzgarların esme olasılığı verilmiştir. Kilyos Projesi "I" bölgesine rast gelmektedir. Ağva (Yeşilçay) Plajı aynı bölge içinde yer aldığı için yapılan analizlerde toplanan rüzgar verilerinden faydalanılmıştır.

5.1 Dalga Atlasına Göre Uzun Dönem Rüzgar İstatistiği

Ağva bölgesine ait rüzgar gülü Şekil 5.1'de verilmiştir. Grafiğin elde edilmesinde izlenen yöntem adımlar halinde açıklanıp, işlem örnekleri ve güllerden okunan değerler tablolar halinde verilmiştir.

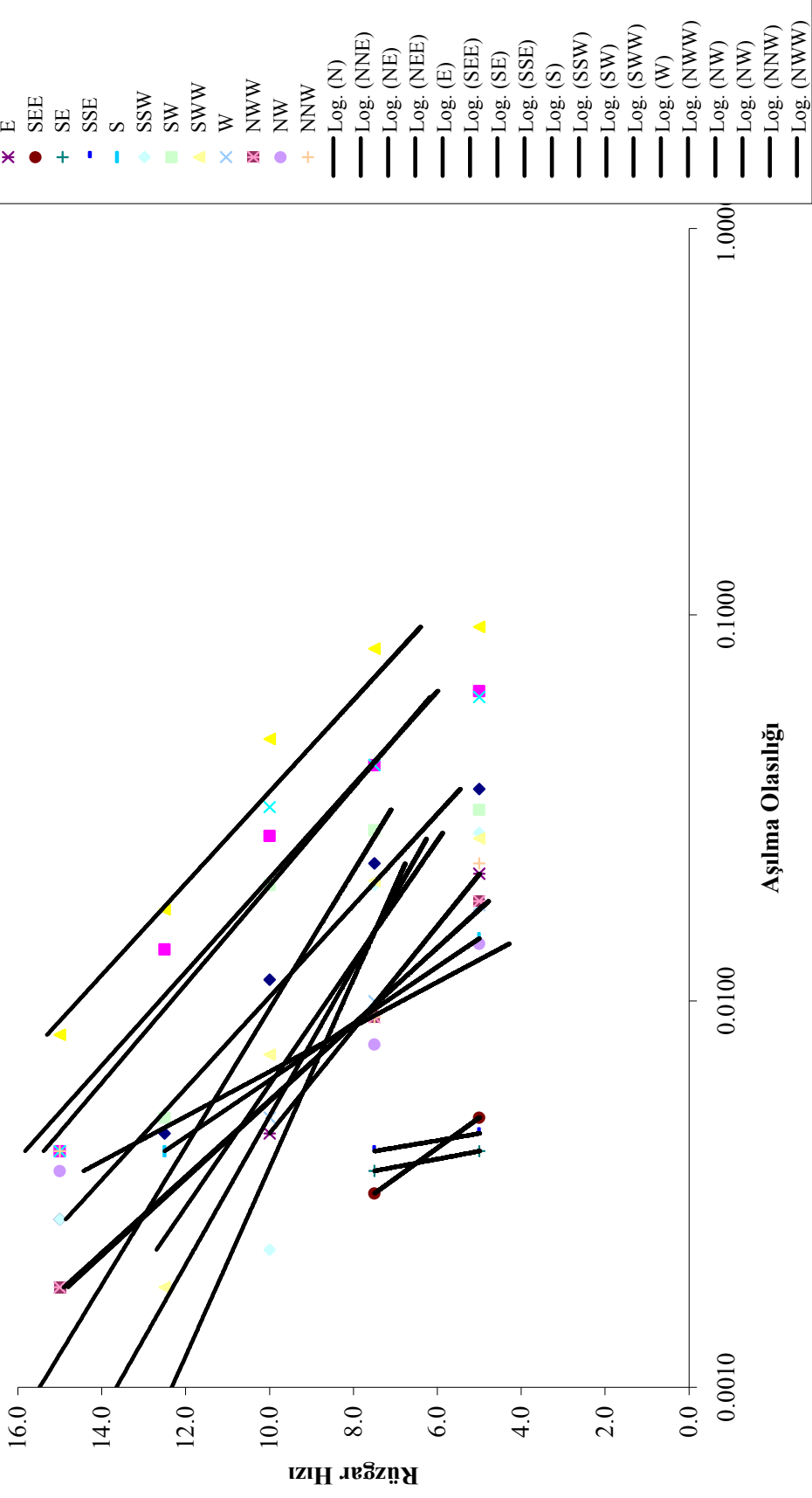


Şekil 5.1. Şile İstasyonu yıllık rüzgar gülü (Özhan, E. ve Abdalla, S.,1999)

Rüzgar Hızı - Aşılma Olasılığı grafiğinin oluşturulmasında izlenen işlemler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

- 1) Öncelikle yıllık rüzgar gülü, okuma kolaylığı açısından uygun oranda büyütülür (Şekil 5.1)
- 2) Her yön için 0-5, 5-7.5, 7.5-10, 10-12.5, 12.5-15-15-...m/sn rüzgar hızları ile belirlenmiş aralık değerlerin karşılıkları olan uzunluklar, büyütülen dalga gülünden ölçülerek mm cinsinden tabloya işlenir (Tablo 5.2).
- 3) Rüzgar hızları aralık değerlerinin ortalaması alınarak grafikte temsil edilmek üzere tek bir ortalama rüzgar hızı elde edilir (Tablo 5.2).
- 4) Rüzgar gülünden elde edilen değerlerin toplamı %28.1'lik oranı temsil etmektedir. %71.9 oranda 0-5 m/sn'nin altında rüzgar hızlarının oluştuğu görülmektedir ve bu hızlar ihmal edilecektir.
- 5) %28.1'lik oranı temsil eden toplam değer %100'e çevrilir ve ölçülen her bir uzunluk %100'lük orana karşılık gelen sayıya bölünür (Tablo 5.3).
- 6) Her yön için elde edilen değerler 15 m/sn'den 0 m/sn'ye doğru kümülatif olarak toplanarak düzenlenir (Tablo 5.4).
- 7) y ekseninde rüzgar hızlarına karşı, x ekseninde logaritmik olarak aşılma olasılığını gösteren grafik elde edilir (Şekil 5.2).
- 8) Son adımda; grafikte oluşan her bir yöne ait noktalar logaritmik eğim çizgisi ile birleştirilir ve etkin olan yönler belirlenerek grafikte temsil edilir (Şekil 5.2).

Rüzgar İklimi



Şekil 5.2 Rüzgar iklimi aşılma olasılığı

Rüzgar gülünden ve grafikten anlaşılacağı üzere hakim rüzgar yönü NE - E aralığıdır. Aşağıdaki tabloda (Çizelge 5.1) bütün yönler için aşılma olasılığına bağlı (x olarak ifade edilen) olarak rüzgar hızlarının hesaplanabileceği logaritmik eğim çizgisi ile birleştirilmiş doğruların formülleri etkin yön sırasına göre verilmiştir.

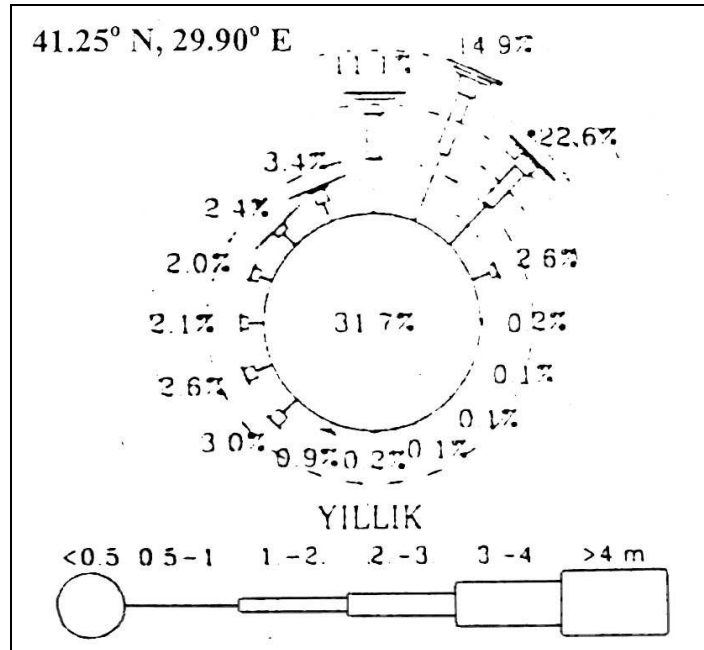
Çizelge 5.1 Uzun dönem rüzgar istatistiği fonksiyonları

NWW	$y = -4,3988\text{Ln}(x) - 12,857$
NW	$y = -7.4897\text{Ln}(x) - 27.644$
N	$y = -3.6636\text{Ln}(x) - 6.7820$
NNE	$y = -3.5838\text{Ln}(x) - 3.8824$
NE	$y = -3.6587\text{Ln}(x) - 2.2843$
NEE	$y = -3.4014\text{Ln}(x) - 3.3274$
E	$y = -3.2309\text{Ln}(x) - 7.4291$
SEE	$y = -5.5312\text{Ln}(x) - 24.311$
SE	$y = -21,225\text{Ln}(x) - 111,74$
SSE	$y = -23.728\text{Ln}(x) - 123,00$
NNW	$y = -1.7794\text{Ln}(x) + 0.0373$
SWW	$y = -2.2597\text{Ln}(x) - 1.9583$
S	$y = -5.9124\text{Ln}(x) - 20.018$
SSW	$y = -2.7428\text{Ln}(x) - 4.0023$
SW	$y = -2.4305\text{Ln}(x) - 1.3093$

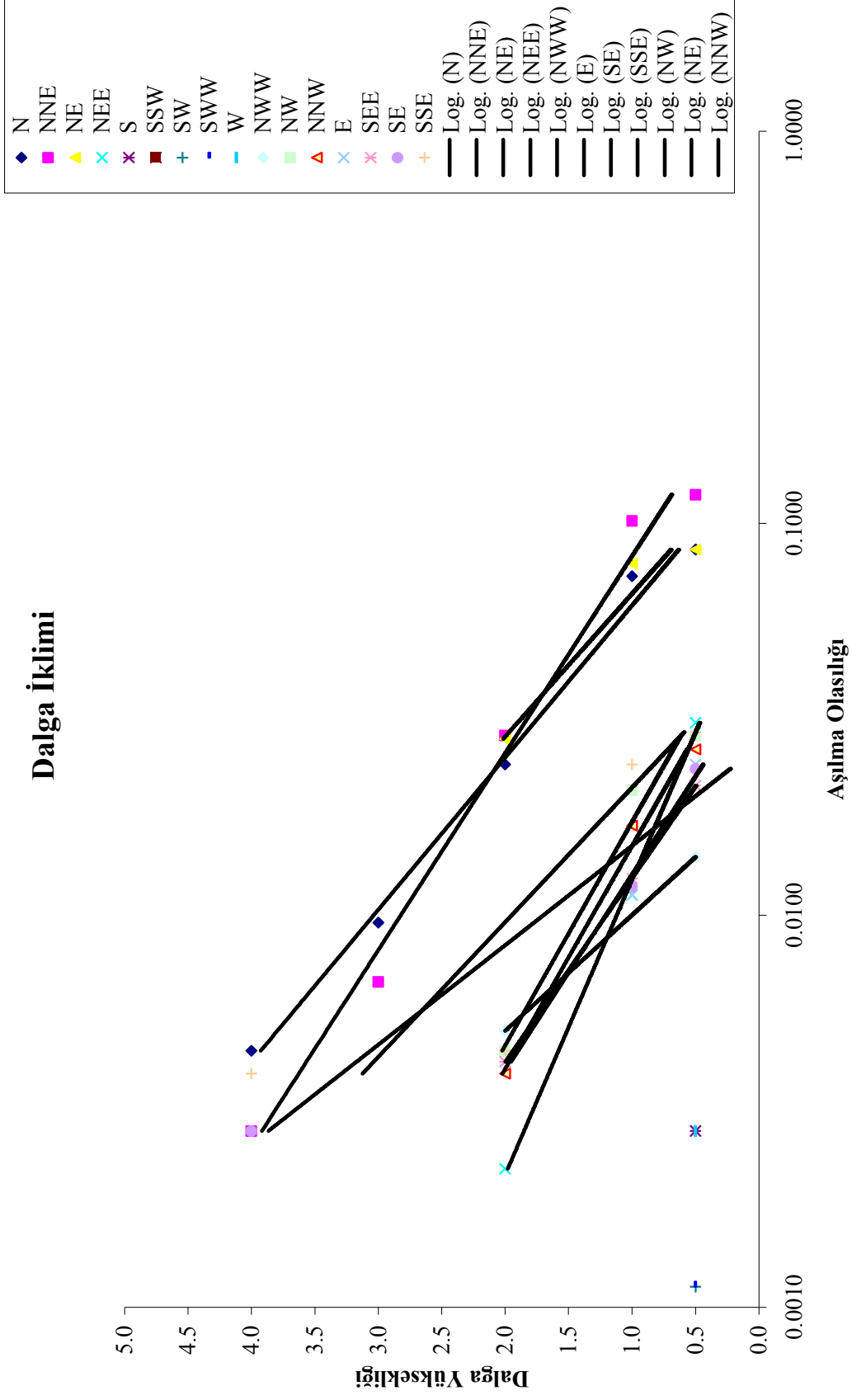
5.2 Dalga Atlasına Göre Uzun Dönem Dalga İstatistiği

Aşılma olasılığı-Dalga yükseklikleri ilişkisini veren Dalga İklimi Aşılma Olasılığı grafiğinin oluşturulmasında izlenen işlem adımları aşağıda sırası ile açıklanmıştır.

- 1) Öncelikle yıllık dalga gülü uygun oranda büyütülür (Şekil 5.3)
- 2) Her yön için 0-0.5, 0.5-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-.. m dalga yükseklikleri ile belirlenmiş aralık değerlerin karşılıkları olan uzunluklar, büyütülen dalga gülünden ölçülerek mm cinsinden tabloya işlenir (Çizelge 5.5).
- 3) Dalga yükseklikleri aralık değerlerinin ortalaması alınarak grafikte temsil edilmek üzere tek bir ortalama dalga yüksekliği elde edilir (Çizelge 5.5).
- 4) Dalga gülünden elde edilen değerlerin toplamı %26'lık oranı temsil etmektedir. %74 oranda 0-0.5 m'lik dalgaların oluştuğu görülmektedir ve bu dalgalar ihmal edilecektir.
- 5) %26'lık oranı temsil eden toplam değer %100'e çevrilir ve ölçülen uzunluklar %100'lük orana karşılık gelen sayıya bölünür (Çizelge 5.6).
- 6) Her yön için elde edilen değerler 4 m.'den 0 m.'ye doğru kümülatif olarak toplanarak düzenlenir (Çizelge 5.7).
- 7) y ekseninde dalga yüksekliklerine karşı. x ekseninde logaritmik olarak aşılma olasılığını gösteren grafik elde edilir (Şekil 5.4).
- 8) Son adımda grafikte oluşan her bir yöne ait noktalar logaritmik eğim çizgisi ile birleştirilir ve etkin olan yönler belirlenerek grafikte temsil edilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.3. Şile İstasyonu yıllık dalga gülü (Özhan, E. ve Abdalla, S.,1999)



Şekil 5.4. Dalga İklimi Aşılma Olasılığı

Çizelge 5.2 Rüzgar gücü büyütülmüş değerleri

Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	Ort. Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NW W	NW	NNW
<5	2.5																
5-7.5	6.25	7.8	14	21	13.5	4.7	1.1	0.9	1	3.2	6	6.9	5.8	3.9	4	3.1	5
7.5-10	8.75	5	9	18	9		0.7	0.8	0.9		4.4	6.1	4.5	2.2	2	1.7	2
10-12.5	11.25	2.5	5.9	11	7	1					0.5	4.4	1.6	1.1			0.2
12.5-15	13.75	1	3	3.8						0.9		1.1	0.4				
15<	>15	0.6	0.9	1.8	0.9						0.6	0.2	0.1	0.4	0.4	0.8	0.9

Çizelge 5.3. Rüzgar gücü yüzdelik değerleri

Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	Ort. Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	NW	NNW
<5	2.5	0.0354	0.0636	0.0931	0.0613	0.0213	0.0050	0.0041	0.0045	0.0145	0.0272	0.0313	0.0263	0.0177	0.0182	0.0141	0.0227
5-7.5	6.25	0.0227	0.0409	0.0817	0.0409		0.0032	0.0036	0.0041		0.0200	0.0277	0.0204	0.0100	0.0091	0.0077	0.0091
7.5-10	8.75	0.0114	0.0268	0.0477	0.0318	0.0045					0.0023	0.0200	0.0073	0.0050			0.0009
10-12.5	11.25	0.0045	0.0136	0.0173						0.0041		0.0050	0.0018				
12.5-15	13.75	0.0027	0.0041	0.0082	0.0041						0.0027	0.0009	0.0005	0.0018	0.0018	0.0036	0.0041
15-...	15	0.0354	0.0636	0.0931	0.0613	0.0213	0.0050	0.0041	0.0045	0.0145	0.0272	0.0313	0.0263	0.0177	0.0182	0.0141	0.0227

Çizelge 5.4. Kümülatif Dağılım

Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	Ort.Rüzgar Esme Hızları (m/sn)	N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SW W	W	NW W	NW	NN W
15-...	15	0.001 1	0.001 7	0.003 4	0.001 7						0.001 1	0.000 4	0.000 2	0.000 8	0.000 8	0.001 5	0.001 7
12.5-15	13.75	0.003 1	0.007 5	0.010 7	0.001 7					0.001 7	0.001 1	0.002 5	0.001 0	0.000 8	0.000 8	0.001 5	0.001 7
10-12.5	11.25	0.007 8	0.018 7	0.030 8	0.015 1	0.001 9				0.001 7	0.002 1	0.010 9	0.004 0	0.002 9	0.000 8	0.001 5	0.002 1
7.5-10	8.75	0.017 4	0.035 9	0.065 2	0.032 3	0.001 9	0.001 3	0.001 5	0.001 7	0.001 7	0.010 5	0.022 6	0.012 6	0.007 1	0.004 6	0.004 8	0.005 9
5-7.5	6.25	0.032 3	0.062 7	0.104 4	0.058 1	0.010 9	0.003 4	0.003 3	0.003 6	0.007 8	0.022 0	0.035 8	0.023 7	0.014 5	0.012 2	0.010 7	0.015 5
<5	2.5	0.070 8	0.101 2	0.142 9	0.096 7	0.049 4	0.042 0	0.041 8	0.042 2	0.046 4	0.060 5	0.074 3	0.062 2	0.053 1	0.050 8	0.049 2	0.054 0

Çizelge 5.5 Dalga gücü büyütülmüş değerleri

[illegible]

Çizelge 5.6 Dalga gücü yüzdelerik değerleri

Dalga Yükseklikleri (m)	Ort. Dalga Yük. (m)	N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	NW	NNW
0-0.5	0.25	0.0857	0.1184	0.0857	0.0310	0.0028	0.0006	0.0011	0.0011	0.0028	0.0141	0.0287	0.0265	0.0242	0.0214	0.0237	0.0293
0.5-1	0.75	0.0733	0.1015	0.0789	0.0113							0.0209	0.0169	0.0113	0.0124	0.0118	0.0242
1-2	1.5	0.0242	0.0287	0.0282	0.0023						0.0051	0.0045	0.0039	0.0042	0.0042		0.0045
2-3	2.5	0.0096	0.0068														
3-4	3.5	0.0045	0.0028													0.0028	0.0039
4-..		0.0857	0.1184	0.0857	0.0310	0.0028	0.0006	0.0011	0.0011	0.0028	0.0141	0.0287	0.0265	0.0242	0.0214	0.0237	0.0293

Çizelge 5.7 Kümülatif Dağılım

Dalga Yükseklikleri (m)	Ort. Dalga Yük. (m)	N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	NW	NNW
4-..	4.50	0.0014	0.0009													0.0009	0.0013
3-4	3.50	0.0045	0.0030													0.0009	0.0013
2-3	2.50	0.0122	0.0122	0.0089	0.0007						0.0016	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0009	0.0027
1-2	1.50	0.0354	0.0443	0.0340	0.0043						0.0016	0.0080	0.0066	0.0049	0.0053	0.0046	0.0104
0.5-1	0.75	0.0625	0.0818	0.0611	0.0141	0.0009	0.0002	0.0004	0.0004	0.0009	0.0061	0.0172	0.0150	0.0126	0.0121	0.0122	0.0197
0-0.5	0.25	0.0802	0.0995	0.0787	0.0318	0.0185	0.0178	0.0180	0.0180	0.0185	0.0237	0.0348	0.0326	0.0302	0.0297	0.0298	0.0373

Dalga gülünden ve grafikten anlaşılacağı üzere hakim dalga yönü NNE - NNE aralığıdır. Aşağıdaki tabloda (Çizelge 5.8) bütün yönler için aşılma olasılığına bağlı (x olarak ifade edilen) olarak dalga yüksekliklerinin hesaplanabileceği logaritmik eğim çizgisi ile birleştirilmiş doğruların formülleri etkin yön sırasına göre verilmiştir.

Çizelge 5.8 Uzun dönem dalga istatistiği fonksiyonları

NWW	$y = -1,4682\text{Ln}(x) - 5,7577$
NW	$y = -0,7603\text{Ln}(x) - 2,0827$
N	$y = -1,1188\text{Ln}(x) - 2,1155$
NNE	$y = -0,8639\text{Ln}(x) - 1,1551$
NE	$y = -1,1891\text{Ln}(x) - 2,2283$
NEE	$y = -0,5768\text{Ln}(x) - 1,5353$
E	$y = -0,8663\text{Ln}(x) - 2,7813$

5.3 Transformasyon Hesapları

Derin suda oluşan dalgalar oldukça uzun mesafeler boyunca şekillerinin değiştirmeksizin kıyıya doğru hareket ederler. Bu dalgalar kıyıya yaklaştıklarında azalan derinliğin etkisiyle dalga boyları ile yayılma hızları azalmaya, buna karşın yükseklikleri artmaya başlar. Böylece dalgalar gittikçe dikleşirler. Dalgaların sığ sularda taban etkisiyle uğradıkları değişiklikler aşağıda açıklanmıştır.

Sığlaşma: Dalgalar kıyıya doğru ilerledikçe azalan derinliğin etkisini hissetmeye başladıklarında dalgaların boyları kısalır ve dikleşirler. Genel olarak bu olay sığlaşma (shoaling) olarak adlandırılır (Yüksel ve diğ., 1998).

Kırılma: Sığ suda ilerleyen dalgalar derinliğin azalmasından dolayı taban etkisini hissetmeye başlarlar. Dalga periyodunun sabit kalmasına rağmen, dalga boyları kısalır, dalga yayılma hızı azalmaya başlar, dalga tepeleri sıklaşmaya başlar, tabana yakın su partiküllerinin hareketleri yüzeydekilere nazaran gecikir, dalga yükseklikleri artmaya başlar, dalga tepelerindeki su partiküllerinin hızları dalga yayılma hızına hemen hemen eşit olur ve dalga maksimum yüksekliğine ulaştığında stabilitesi bozulur. Böylece kırılma meydana gelir (Yüksel ve diğ., 1998).

Sapma: Kıyıya belli bir açı altında yaklaşan dalgaların, kıyıya yakın taraflarının taban tesirinden daha önce etkilenecek yavaşlamaları nedeniyle dönerek batimetri çizgilerine paralel duruma gelmeleri olayına sapma (refraction) denir (Yüksel ve diğ., 1998).

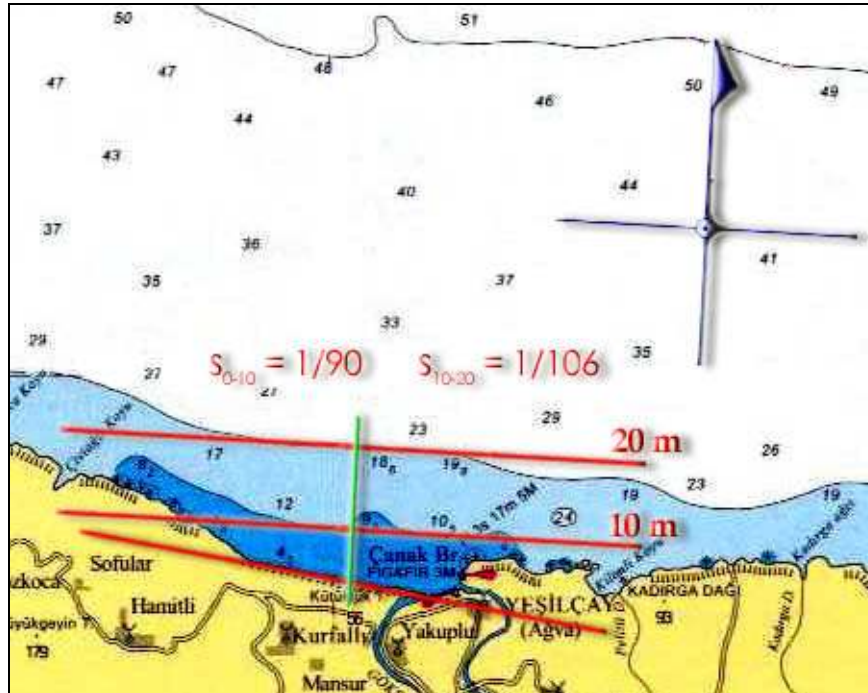
Dönme: Dalgalar derin sulardan sığ sulara ilerlerken bir dalgakıran veya bir engelle karşılaştığında korunan saha içine dalgakıran ucundan dalga enerjisinin taşınımı dolayısıyla dönerek girmesine denir.

Transformasyon hesaplarının yapılabilmesi için öncelikle kıyı eğiminin (s) bulunması gereklidir. Kıyı eğimini bulmak için batimetri haritasından faydalanılabilmektedir. Bunun için iki batimetri eğrisi arasındaki kot farkının, aynı iki batimetri eğrisi arasındaki mesafeye oranıyla bu değer elde edilebilir.

Sonuç olarak kıyı eğimi, kıyı çizgisi ile 10 m. derinlik arasında $s_{0-10} = \frac{10-0}{90} \cong \frac{1}{90}$, 10 m. ile

20 m. derinlik arasında ise $s_{10-20} = \frac{20-10}{1060} \cong \frac{1}{106}$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.6).

1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel, 1998)



Şekil 5.6. Batimetri haritasından kıyı eğiminin bulunması

$$y = -1,4682\ln(x) - 5,7577 \Rightarrow y = -1,4682\ln(0.0011) - 5,7577 = \mathbf{4.190 \text{ m.}} \Rightarrow H_o = \mathbf{4.190 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{4.91}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{7.726 \text{ sn.}}$$

$$L_o = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 7.726^2 = \mathbf{93.109 \text{ m.}} \text{ olarak bulunur.}$$

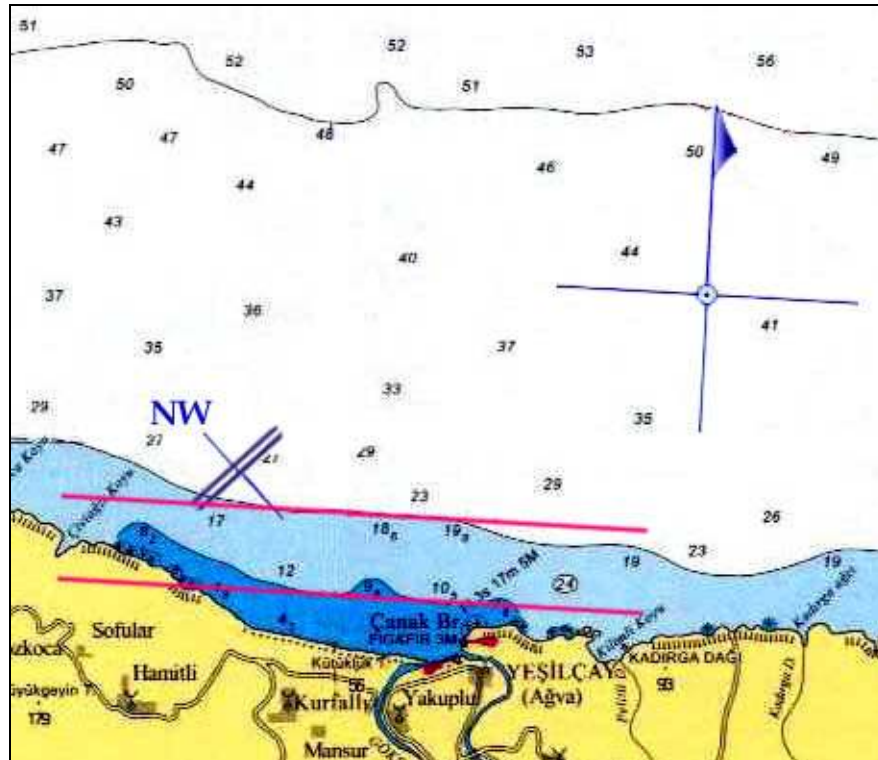
1/30 ve daha yatık eğimli kıyıları için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik, 1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{4.190} = 0.38 \times \left(\frac{4.190}{93.109} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{4.776 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{4.190} = 0.49 \times \left(\frac{4.190}{93.109} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{5.772 \text{ m.}}$$

5.3.2 NW Yönü

- Dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı $\alpha_0 \approx 45^\circ$ dir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -0,7603 \ln(x) - 2,0827$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -0,7603 \ln(x) - 2,0827 \Rightarrow y = -0,7603 \ln(0.0011) - 2,0827 = \mathbf{3.063 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_o = 3.063 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{3.063}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{6.606 \text{ sn.}}$$

$$L_o = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 6.606^2 = \mathbf{68.068 \text{ m.}} \text{ olarak bulunur.}$$

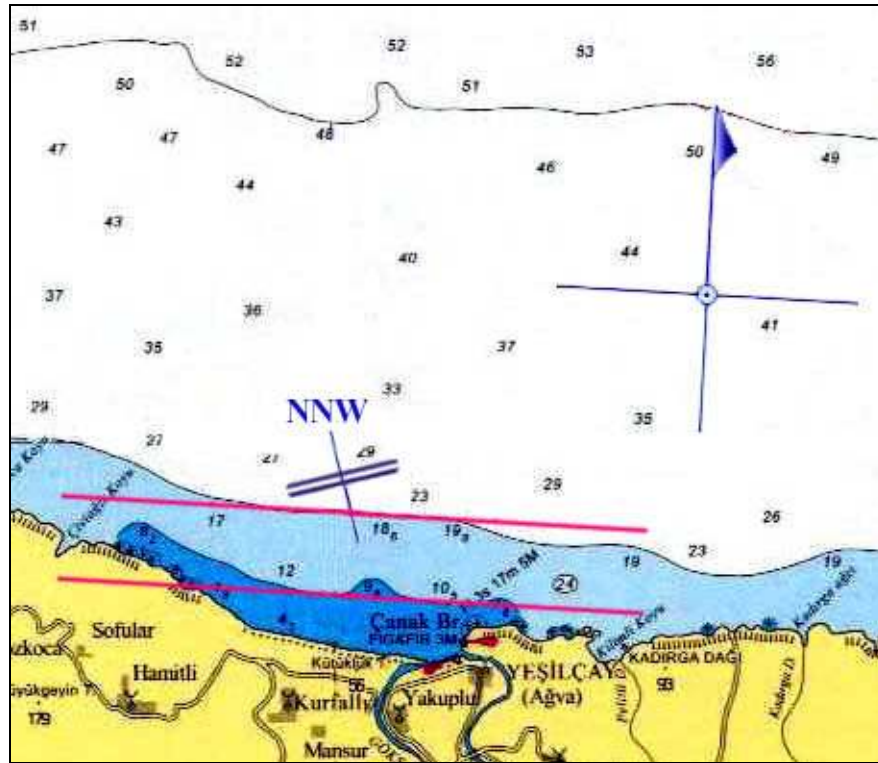
1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik, 1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{3.063} = 0.38 \times \left(\frac{3.063}{68.068} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{3.272 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{3.063} = 0.49 \times \left(\frac{3.063}{68.068} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{4.220 \text{ m.}}$$

5.3.3 NNW Yönü

- Dalga ortagonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı $\alpha_0 \cong 22.5^\circ$ dir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -0.7629 \ln(x) - 2.2019$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -0.7629 \ln(x) - 2.2019 \Rightarrow y = -0.7629 \ln(0.0011) - 2.2019 = \mathbf{2.967 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_0 = 2.967 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{2.967}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{5.814 \text{ sn.}}$$

$$L_0 = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 5.814^2 = \mathbf{65.934 \text{ m.}}$$
 olarak bulunur.

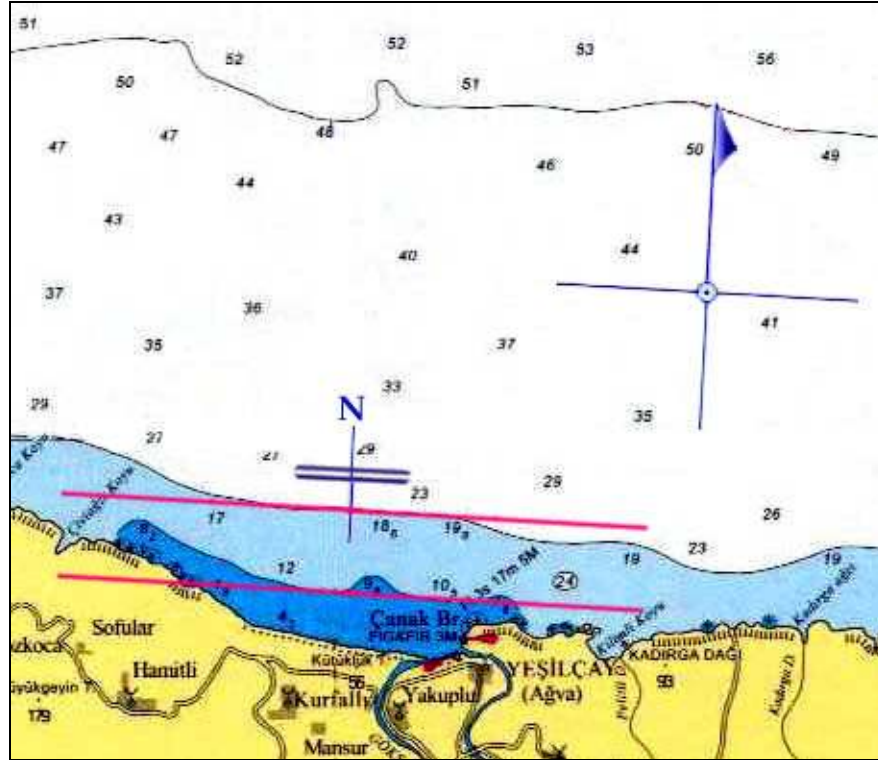
1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik,1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{2.967} = 0.38 \times \left(\frac{2.967}{65.934} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{3.170 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{2.967} = 0.49 \times \left(\frac{2.967}{65.934} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{4.087 \text{ m.}}$$

5.3.4 N Yönü

- Dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açısı $\alpha_0 \cong 0^\circ$ dir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -1,1188 \ln(x) - 2,1155$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -1,1188 \ln(x) - 2,1155 \Rightarrow y = -1,1188 \ln(0.0011) - 2,1155 = \mathbf{5.465 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_o = 5.465 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{5.465}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{8.823 \text{ sn.}}$$

$L_o = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 8.823^2 = \mathbf{121.44 \text{ m.}}$ olarak bulunur.

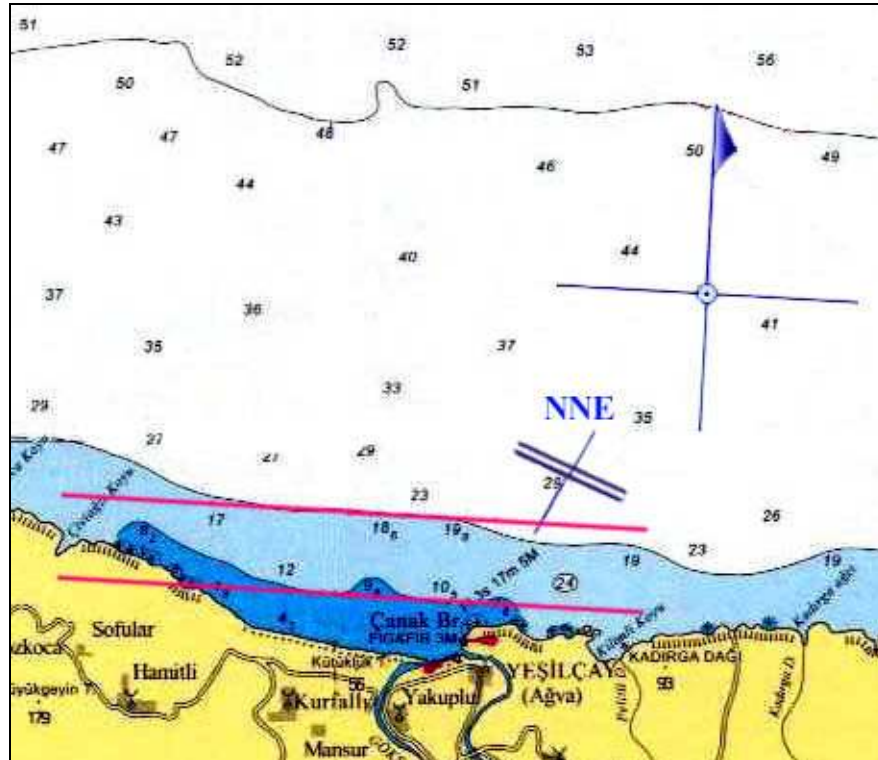
1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik, 1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{5.465} = 0.38 \times \left(\frac{5.465}{121.44} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{5.838 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{5.465} = 0.49 \times \left(\frac{5.465}{121.44} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{7.528 \text{ m.}}$$

5.3.5 NNE Yönü

- Dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı $\alpha_0 \cong 22.5^\circ$ dir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -0,8639\ln(x) - 1,1551$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -0,8639\ln(x) - 1,1551 \Rightarrow y = -0,8639\ln(0.0011) - 1,1551 = \mathbf{4.698 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_o=4.698 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{4.698}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{8.191 \text{ sn.}}$$

$$L_o = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 8.191^2 = \mathbf{104.403 \text{ m.}} \text{ olarak bulunur.}$$

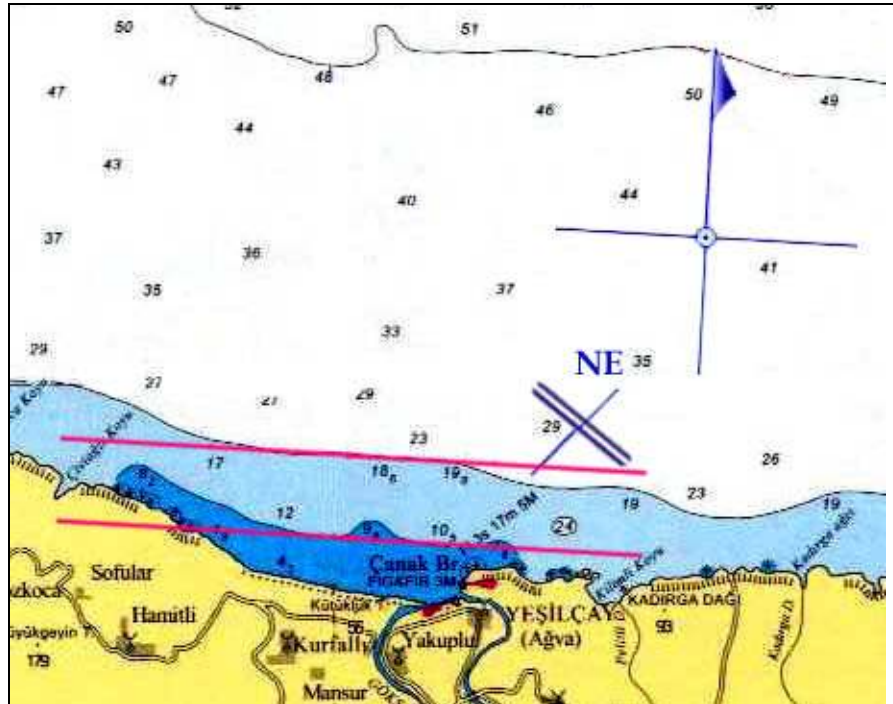
1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik,1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{4.698} = 0.38 \times \left(\frac{4.698}{104.404} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{5.019 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{4.698} = 0.49 \times \left(\frac{4.698}{104.404} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{6.472 \text{ m.}}$$

5.3.6 NE Yönü

- Dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı $\alpha_0 \cong 45^\circ$ dir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -1,1891 \ln(x) - 2,2283$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -1,1891 \ln(x) - 2,2283 \Rightarrow y = -1,1891 \ln(0.0011) - 2,2283 = \mathbf{5.828 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_o = 5.828 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{5.828}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{9.111 \text{ sn.}}$$

$$L_o = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 9.111^2 = \mathbf{129.502 \text{ m.}} \text{ olarak bulunur.}$$

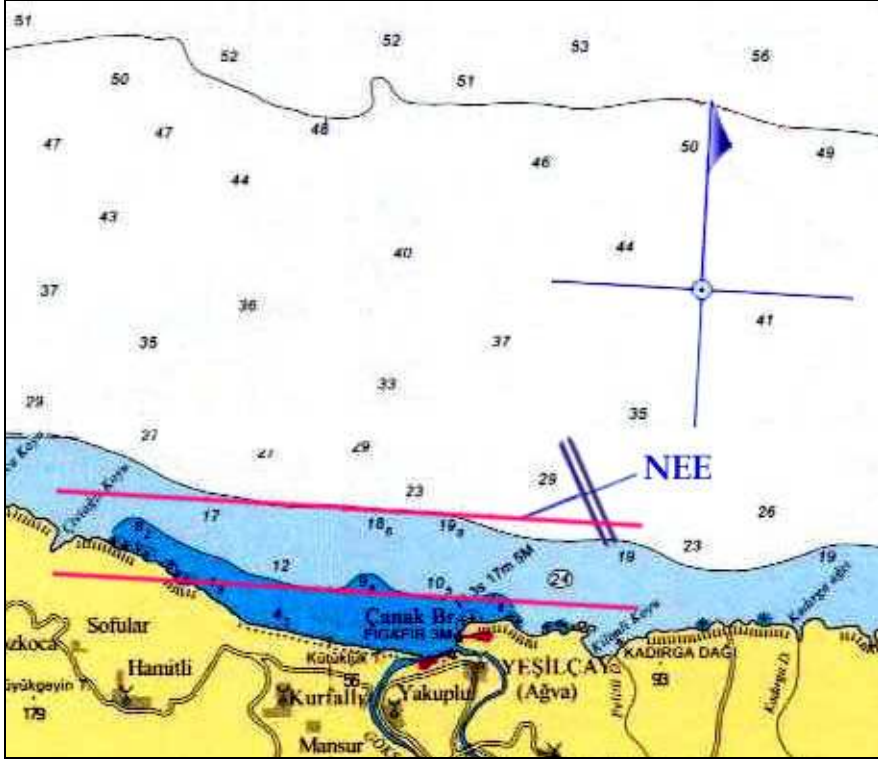
1/30 ve daha yatık eğimli kıyıları için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik, 1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{5.828} = 0.38 \times \left(\frac{5.828}{104.404} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{6.226 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{5.828} = 0.49 \times \left(\frac{5.828}{104.404} \right)^{\frac{-1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{8.028 \text{ m.}}$$

5.3.7 NEE Yönü

- Dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı $\alpha_0 \cong 57.5^\circ$ dir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Batimetri haritasından α_0 bulunması

Derin su için 10 saat/yıl olasılıkla aşılacak derin deniz dalga yüksekliği dikkate alındığında;

$$x = \frac{10}{24 \times 365} = 0.0011$$

$y = -0,5768 \ln(x) - 1,5353$ fonksiyonundan faydalanarak

$$y = -0,5768 \ln(x) - 1,5353 \Rightarrow y = -0,5768 \ln(0.0011) - 1,5353 = \mathbf{2.373 \text{ m.}} \Rightarrow \mathbf{H_0 = 2.373 \text{ m.}}$$

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.045 \text{ eşitliği ile;}$$

$$\frac{2.373}{1.56 \times T^2} = 0.045 \Rightarrow T = \mathbf{5.814 \text{ sn.}}$$

$$L_0 = 1.56 \times T^2 = 1.56 \times 5.814^2 = \mathbf{52.727 \text{ m.}}$$
 olarak bulunur.

1/30 ve daha yatık eğimli kıyılar için aşağıdaki ifadeler yardımıyla H_o , L_o derin su şartlarına bağlı olarak kırılma noktasındaki H_b , d_b kolayca bulunabilir (Yüksel ve Çevik,1998);

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.38 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{H_b}{2.373} = 0.38 \times \left(\frac{2.373}{104.404} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow H_b = \mathbf{2.535 \text{ m.}}$$

$$\frac{d_b}{H_o} = 0.49 \times \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{d_b}{2.373} = 0.49 \times \left(\frac{2.373}{104.404} \right)^{-\frac{1}{3}} \Rightarrow d_b = \mathbf{3.269 \text{ m.}}$$

5.3.8 Sonuç

Uzun Dönem dalga istatistiğinden elde edilen veriler, dalga yükseklikleri (H_0 , H_b), periyotlar (T) derin deniz dalga boyları (L_0) ve kırılma derinlikleri (d_b) aşağıdaki tabloda her yön için verilmiştir.

Çizelge 5.8 Derin deniz etkin dalga yükseklikleri

YÖNLER	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
H₀	4.190	3.063	2.967	5.465	4.698	5.828	2.373
T	7.726	6.606	6.501	8.823	8.181	9.111	5.814
L₀	93.109	68.068	65.934	121.440	104.403	129.502	52.727
H_b	4.476	3.272	3.170	5.838	5.019	6.226	2.535
d_b	5.772	4.220	4.087	7.528	6.472	8.028	3.269

5.4 Şile Meteoroloji İstasyonu Rüzgar Verileri İstatistiği

Meteoroloji İşleri, Şile Meteoroloji İstasyonundan 1986-2006 yılları arasında alınan rüzgar yönleri ve şiddetleri ile ilgili veriler Yıldız Teknik Üniversitesi, Kıyı ve Liman Mühendisliği Laboratuvarında geliştirilen bir bilgisayar programı yardımıyla analiz edilmiştir. Program belirtilen seneler içerisinde elde edilen rüzgar şiddetini ve yönlerini inceleyerek rüzgarın bu süre aralığındaki esme süresini, yönlerini, saat ve hız bazında korelasyonunu ve her yöne ait rüzgar esme olasılığına ait bilgiler vermektedir.

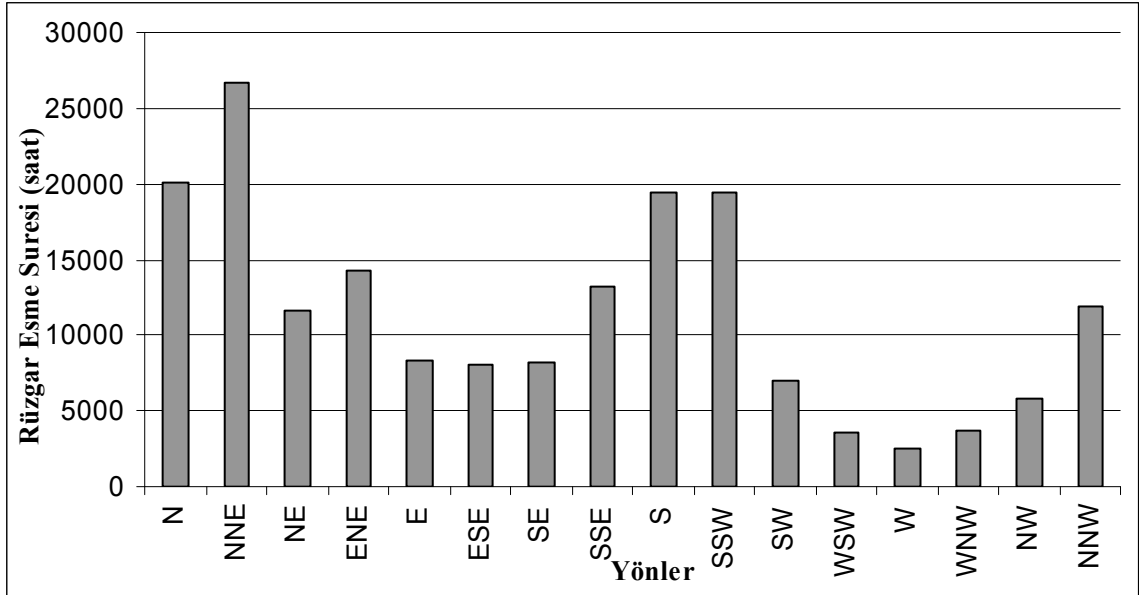
Çizelge 5.9. Meteorolojik verilerle ilgili temel bilgiler

Gün Sayısı	7671
Rüzgar Katsayısı	10
Hatalı veri sayısı	174
Rüzgarsız Saat	1503
Toplam Saat	183930

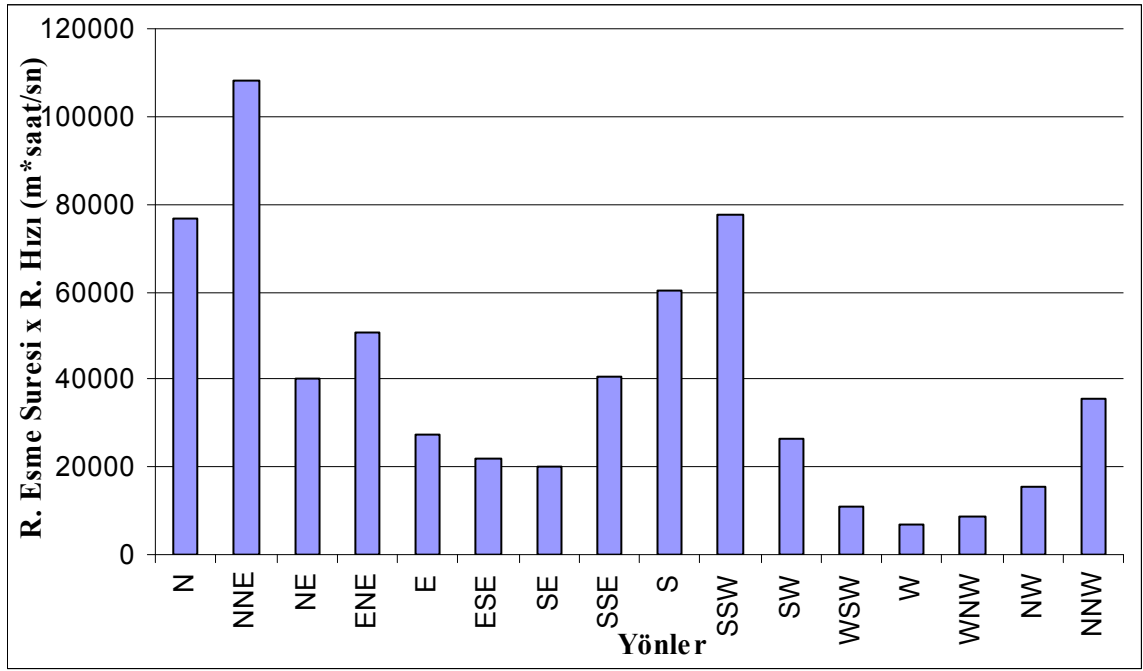
Çizelge 5.10. Verilerin analizi sonucunda yönlere göre elde edilen denklemler

N	$y = -2.1508\ln(x) + 6.6370$
NNE	$y = -2.3344\ln(x) + 7.7201$
NE	$y = -1.4133\ln(x) + 4.4625$
NEE	$y = -1.8076\ln(x) + 5.2494$
E	$y = -2.868\ln(x) + 5.0347$
SEE	$y = -2.3733\ln(x) + 4.1814$
SE	$y = -3.4493\ln(x) + 5.4306$
SSE	$y = -3.1263\ln(x) + 6.6381$
S	$y = -2.436\ln(x) + 6.5494$
SSW	$y = -2.7908\ln(x) + 7.7072$

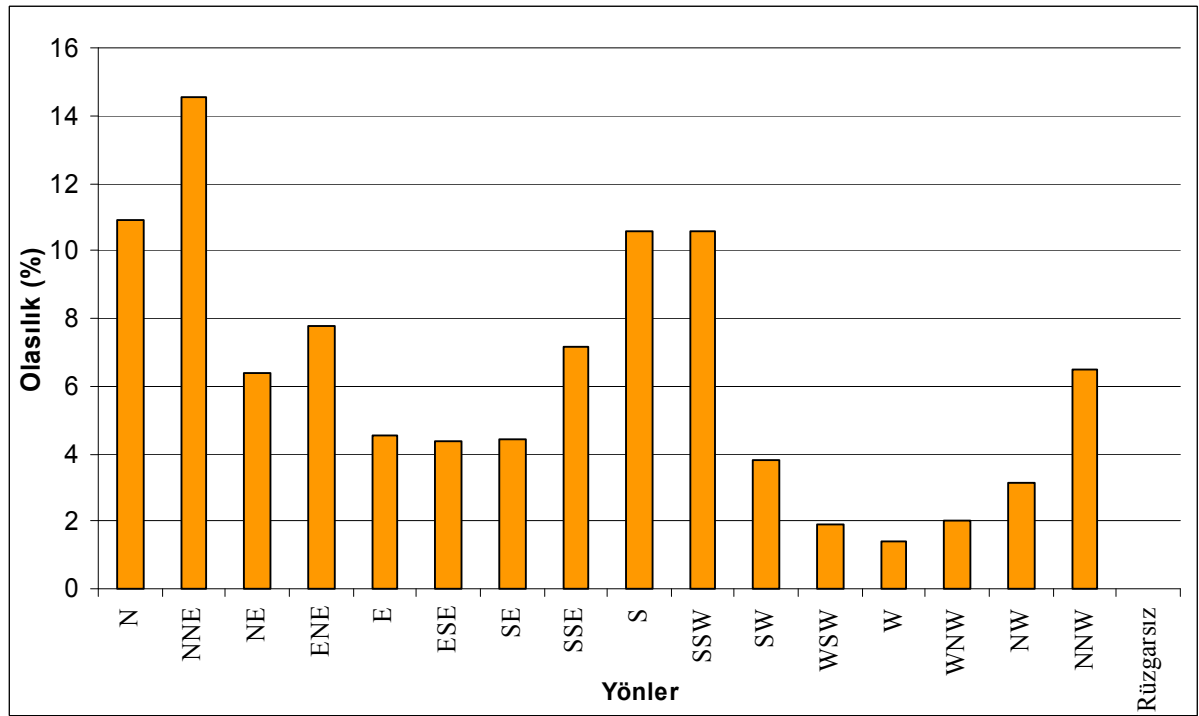
SW	$y = -2.6273\ln(x) + 4.5502$
SWW	$y = -2.0028\ln(x) + 2.4098$
W	$y = -1.9776\ln(x) + 1.4398$
NWW	$y = -1.4152\ln(x) + 1.9426$
NW	$y = -1.9671\ln(x) + 3.0934$
NNW	$y = -1.7589\ln(x) + 4.4416$



Şekil 5.14. 25 Yıllık Yönlere Göre Esen Rüzgarlar (saat)



Şekil 5.15. 25 Yıllık Yönler Göre Esen Rüzgarlar x Rüzgar Hızı (m*saat/s)



Şekil 5.16. 25 Yıllık Yönler Göre Rüzgarların Esme Olasılıkları

5.4.1 Şile Meteoroloji İstasyonu Rüzgar Verilerine Göre Feç Hesabı

Meteoroloji İşleri, Şile Meteoroloji İstasyonundan 1986-2006 yılları arasında alınan rüzgar yönleri ve şiddetleri ile ilgili veriler yardımıyla Feç hesabı yapılmıştır. Buradaki amaç dalga atlasından elde edilen verilerle bir karşılaştırma yapılarak aralarındaki farkları ayırt etmek ve doğruluğu fazla olan verilerin ışığında ortam yorumunu gerçekleştirmektir.

Çizelge 5.11. Meteorolojik verilerle ilgili temel feç hesabı bilgileri

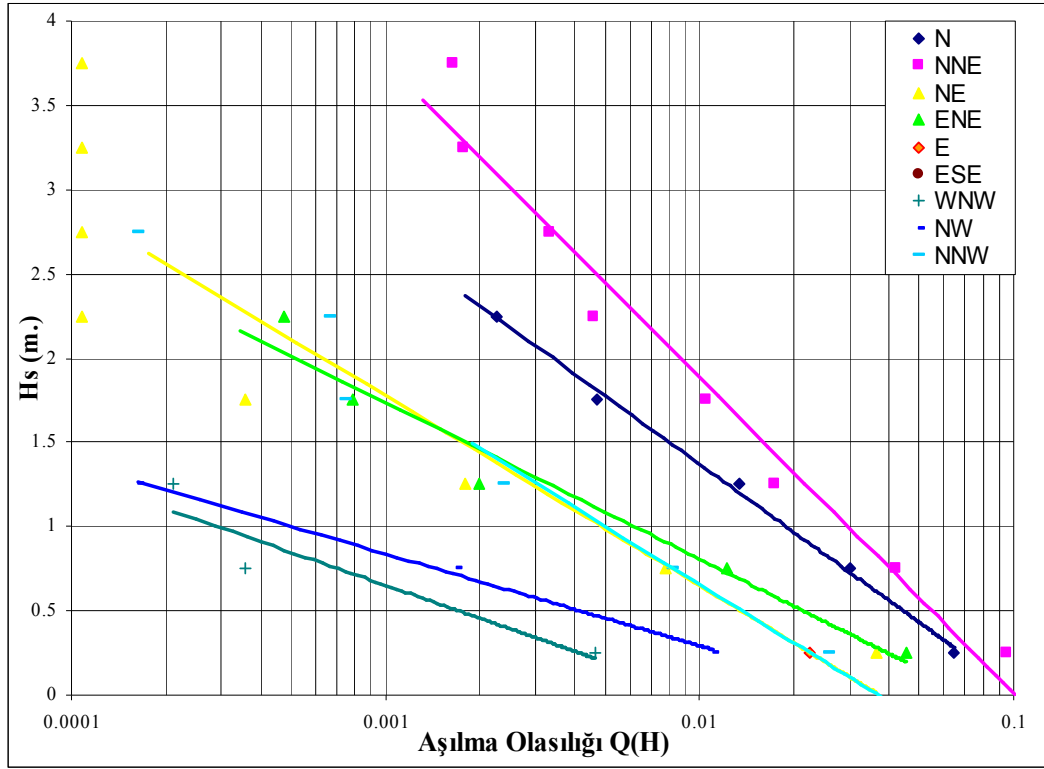
Gün Sayısı	7671
Rüzgar Katsayısı	10
Hatalı veri sayısı	138

Çizelge 5.12. Ağva Plajı'na gelebilecek maksimum rüzgar mesafeleri

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
503	598	644	847	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	157	244	276

Çizelge 5.13. Yönler göre elde edilen denklemler

NNE	$y = -0.8144\ln(x) - 1.8649$
N	$y = -0.5835\ln(x) - 1.3162$
NEE	$y = -0.4043\ln(x) - 1.0558$
NE	$y = -0.4899\ln(x) - 1.6084$
NNW	$y = -0.5007\ln(x) - 1.6496$
NWW	$y = -0.2829\ln(x) - 1.3023$
NW	$y = -0.2365\ln(x) - 0.7965$



Şekil 5.17. Feç hesabına göre aşılma olasılığının ($Q(H)$) belirgin dalga yüksekliğine göre dağılımı

Çizelge 5.14. Feç Hesabına (SPM Metodu) Göre Dalga Özellikleri

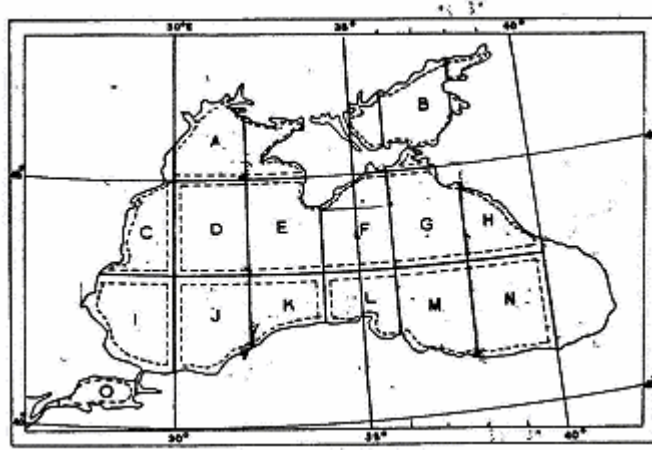
Şile Meteoroloji İstasyonu 1961-2006 arası rüzgar değerleri						
Yönler	Denklem	H₀	T	L₀	H_b	d_b
NWW	$y = -0.2829\ln(x) - 1.3023$	0.614	2.959	13.654	0.656	0.846
NNW	$y = -0.5007\ln(x) - 1.6496$	1.743	4.983	38.729	1.862	2.401
NW	$y = -0.2365\ln(x) - 0.7965$	0.806	3.388	17.908	0.861	1.110
N	$y = -0.5835\ln(x) - 1.3162$	2.627	6.118	58.383	2.807	3.619
NNE	$y = -0.8144\ln(x) - 1.8649$	3.653	7.214	81.177	3.903	5.032
NE	$y = -0.4899\ln(x) - 1.6084$	1.711	4.937	38.019	1.828	2.357
NEE	$y = -0.4043\ln(x) - 1.0558$	1.683	4.897	37.411	1.799	2.319

Çizelge 5.15. Dalga Atlasına Göre Dalga Özellikleri

Nato-Tu Waves – 41.25⁰N, 29.90⁰E Dalga Atlası						
Yönler	Denklem	H₀	T	L₀	H_b	d_b
NWW	$y = -1,4682\ln(x) - 5,7577$	4.190	7.726	93.109	4.476	5.772
NNW	$y = -0.7629\ln(x) - 2.2019$	2.967	6.501	65.934	3.170	4.087
NW	$y = -0,7603\ln(x) - 2,0827$	3.063	6.606	68.068	3.272	4.220
N	$y = -1,1188\ln(x) - 2,1155$	5.465	8.823	121.440	5.838	7.528
NNE	$y = -0,8639\ln(x) - 1,1551$	4.698	8.181	104.403	5.019	6.472
NE	$y = -1,1891\ln(x) - 2,2283$	5.828	9.111	129.502	6.226	8.028
NEE	$y = -0,5768\ln(x) - 1,5353$	2.373	5.814	52.727	2.535	3.269

5.5 Karadeniz’de Hava (Weather In The Black Sea)

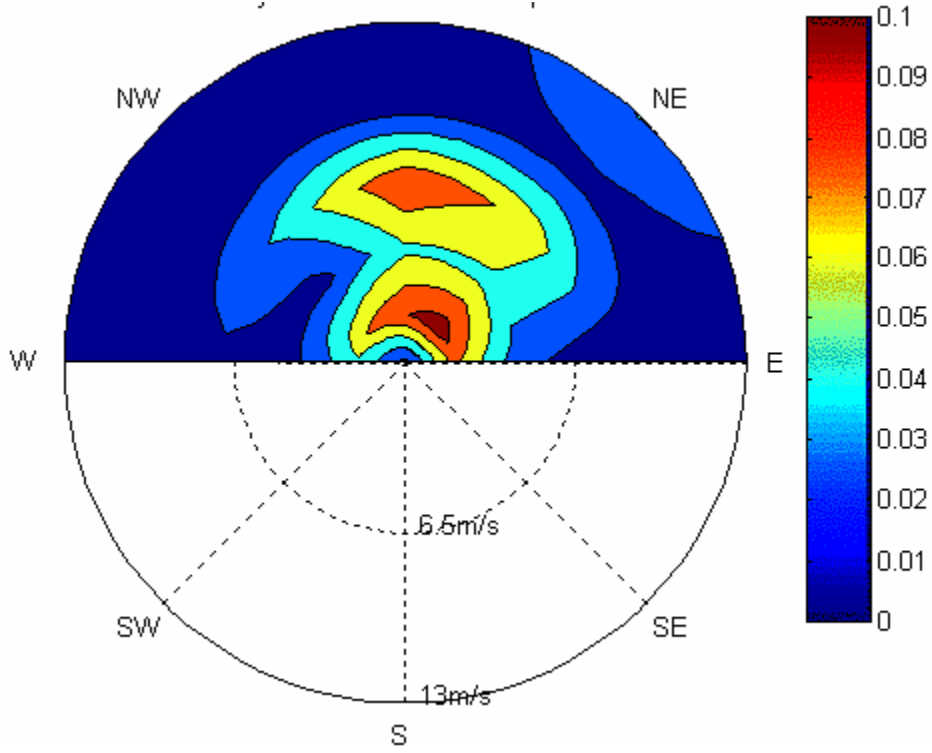
Deniz yüzeyi rüzgar verileri İngiliz donanma gemilerinin 50 yılı aşkın bir süre boyunca yaptıkları ölçümlerden oluşan “Weather in the Black Sea” kitabından elde edilmiştir. Bu kitapta Karadeniz 14 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Her bölge için mevsimsel olarak, 8 ayrı yönde ve 6 ayrı hız aralığında rüzgarların esme olasılığı verilmiştir. Şekil 5.18’de de görüldüğü gibi Ağva Plajı “I” bölgesine rast gelmektedir. Boğaziçi Üniversitesi Kilyos kampüsü için yapılan gelişme raporunda (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999) I-Bölgesi değerleri kullanıldığından aynı değerler dalga atlası sonuçları ile meteorolojik veriler arasındaki ilişkiye farklı bir yaklaşım için kullanılmıştır.



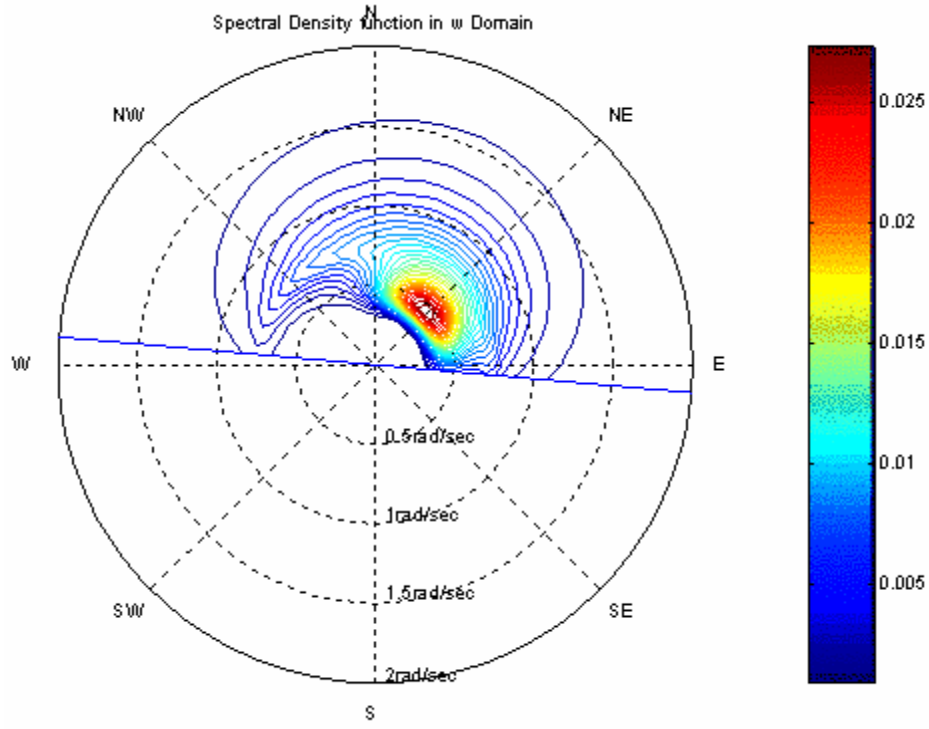
Şekil 5.18 Karadeniz’in Rüzgar İklimi ve Bölgeleri (Weather in the Black Sea)

Yapılan analizlerde bu bölgede toplanan rüzgar verilerinden faydalanılmıştır. Öncelikle her mevsim için rüzgar istatistikleri çıkartılmış ve proje sahasını da içine alan “I” bölgesi için rüzgarın hangi yönlerden ve ne hızda estiğinin olasılıksal dağılımını bulunmuştur (Şekil 5.17). Burada görüldüğü üzere, sıklık açısından Kuzey’li rüzgarların kontrolünde olan bölgede en şiddetli rüzgarlar daha az sıklıkta da olsa Kuzey Doğu’dan esmektedir. Yapılacak bilgisayar model çalışmalarında da bu iki yön dikkate alınacaktır. Araştırma bölgesi için gerekli dalga spektrumunu oluşturmak amacıyla her 4 mevsim için rüzgar hızı 6, rüzgar yönü ise 8 kategoride ayrıştırılarak, toplam 48’er adet dalga spektrumu oluşturulmuştur. Daha sonra her bir dalga spektrumu rüzgarların esme olasılığıyla çarpılıp, toplanarak olası dalga spektrumu bulunmuştur. Şekil 5.18’de bu yöntem kullanılarak elde edilen kış dalga spektrumu gösterilmiştir. Bu şekilden de görüleceği gibi, proje bölgesini etkisi altına dalgalar özellikle

Kuzey Doğu'dan gelmektedir (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999)



Şekil 5.17. Güneybatı Karadeniz’de Rüzgar Hızı ve Yönünün Kış Mevsimi Olasılıksal Dağılımı (Radyal aks m/s cinsinden rüzgar hızını, kontur derinlikleri ise esme olasılıklarını göstermektedir) (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999).



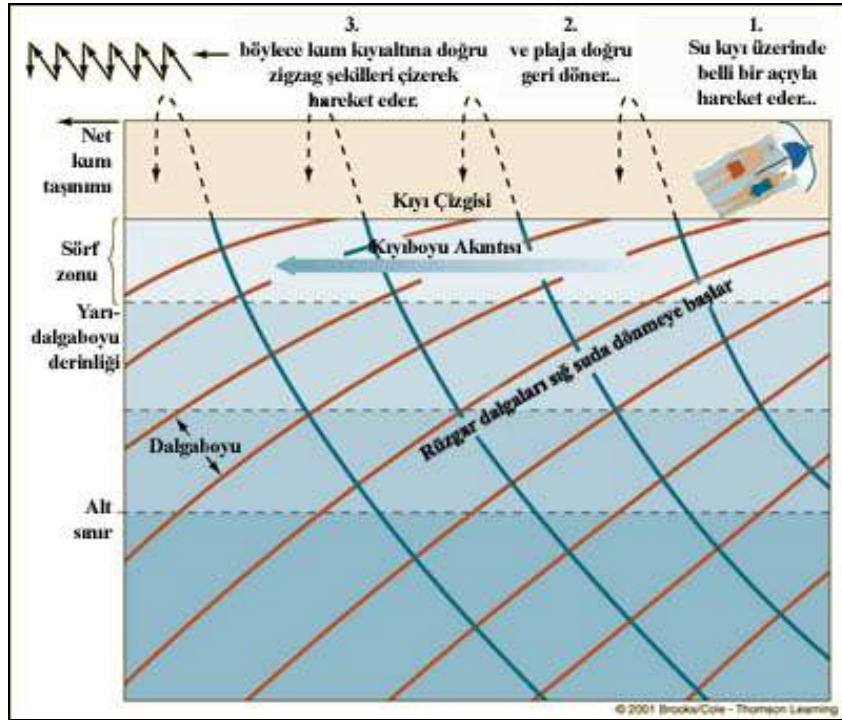
Şekil 5.18. Kilyos Kiyısı için Kış Mevsimi Yönel Dalg Spektrumu (Radyal aks rad/s cinsinden dalg açısal hızını, kontur değerleri ise m^2-s cinsinden spektral yoğunluğu göstermektedir) (B.Ü. İnşaat Fakültesi, 1999).

6. KIYI KORUMA VE DENİZ TABANI HAREKETİ

6.1 Kıyı Boyu Madde Taşınımı

Genellikle katı madde hareketi kırılma hattı içinde olur. Kıyı boyu akımının doğrultusunda katı madde hareketi kıyı boyu katı madde taşınımı olarak isimlendirilir. Dalgaların yaklaşım açısının değişimi sonucunda kıyı boyu katı madde taşınımı geçici olarak yön değiştirip ters doğrultuda meydana gelebilir. Bir zaman süresi içinde genellikle dalgaların yaklaşım açısı(atak açısı) tek bir doğrultuda etkindir.

Dalgalar kırıldığında su çalkantı (swash) şekline plaja tırmanmaya devam eder (dalga geliş açısına yakın bir açıyla), fakat durduğunda geri gelen dalga gibi plaj boyunca en büyük eğimle geriye döner. Bu çalkantı/geri dönen dalga hareketi suyun kıyı boyu akıntılarını meydana getirecek olan yaklaşan dalgalar gibi zigzag şeklinde hareket etmesine sebep olacaktır. Denizel birikim kıyılarını anlamak için oldukça önemli olmasına karşın bu dalga hareketi kıyı boyun akıntılarıyla hareket ettirilecek olan sedimentleri toplayacaktır. Bu akıntılar tarafından kumun hareket ettirilmesine kıyı boyu sürüklenmesi adı verilir.



Şekil 6.1. Kıyı boyu akıntıları ve sürüklenme (<http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle>)

Dalgakıran ve mahmuz gibi yapılar kıyı boyu katı madde taşınımına engel olurlar. Dalgakıranlar normalde dalga etkilerinden bir korunma alanı oluşturmak için kıyıya paralel inşa edilirler. Dalgakıranın arkasında sapma ve dönme etkilerinden dolayı dalgakıran enerjisi azalmaktadır. Böylece bu korunma bölgesinde yığılma söz konusu olur.

Kıyıya bağlantılı olarak inşa edilen dalgakıranlar (mendirekler), bir bariyer etkisi yaparak kıyı boyunca kumsal bir bölgenin oluşmasına neden olurlar. Belirli bir sürede taşınan katı madde miktarına kıyı boyu katı madde debisi denir. Yıl içinde değişik yönlerden gelen dalgalara göre hesaplanan kıyı boyu katı madde debileri birbirlerine göre farklı olduklarından, net katı madde taşınımı kıyıda açık denize bakıldığında sağ ve sol taraf tanımları yapıldığında;

$$Q_{\text{net}} = \mp (Q_{\text{east - west}} - Q_{\text{west - east}})$$

pozitif debi, net katı maddenin sağdan sola, negatif debi ise net katı maddenin soldan sağa taşındığını gösterir. Böylece yığılma ve erozyon belirlenerek kıyının yapısı elde edilmiş olur. Göz önüne alınan kıyıda, kıyı boyu katı madde hareketine katılan katı maddenin miktarı toplam kıyı boyu katı madde taşınımı olarak adlandırılır;

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{east - west}} - Q_{\text{west - east}}$$

Toplam katı madde taşınımının büyüklüğü o kıyıdaki deniz tabanının hareketliliğini karakterize eder. Çünkü Q_{net} sıfır olsa bile Q_{total} büyük olması o kıyıdaki kıyı yapılarının şiddetli bir katı madde hareketine maruz kalacaklarını gösterir. Kıyı boyu katı madde debisinin miktarı

$$Q = 2.03 \times 10^6 \times f \times H_o^{\frac{5}{2}} \times F(\theta) \text{ [m}^3 \text{ / yıl]}$$

ifadesiyle hesaplayabiliriz. Burada H_o , derin deniz belirgin dalga yüksekliği; f , H_o yüksekliğindeki ve α_o açısına sahip dalganın bir yılda kıyıya etki etme yüzdesidir.

$$F(\theta_o) = \left[(\cos \alpha_o)^{\frac{1}{4}} \times \sin 2\alpha_o \right]$$

Etki etme sürelerinin yüzdesi %1'den büyük olan dalgalar hesaplarda göz önüne alınmalıdır. Yön teriminin hesabında $\theta_o = 0$ yani dalga tepeleri kıyıya tam paralel durumdaki dalgalar için $F(\theta_o) = 0$ olduğundan bu dalgaların hiç katı madde taşınımı yaratmayacağı sonucu çıkarılır. Ancak dalga hesaplamaları sırasında dalgaların belli bir yön etrafında çeşitli açılardan gelebileceği düşünülmelidir. Bu nedenle ortogonalleri kıyıya dik olan dalgaların bu yön etrafında $\pm 22.5^\circ$ açı ile geldikleri kabul edilerek, katı madde taşınımına neden olacakları düşünülmelidir (Yüksel, 1998).

Öncelikle kıyı çizgisine 90° veya 90° 'ye yakın açıyla yaklaşan dalga yönü belirlenir. Bu yön batimetrik haritadan Kuzey Kuzeydoğu (NNE) yönü olarak belirlenmiştir. Bu nedenle NNE yönü 0° olarak kabul edilecektir ve NNE yönünün sağında ve solunda kalan diğer yönlerin yaklaşım açısı bu kabule göre belirlenecektir. Buna göre;

6.1.1 Dalga Atlasına Göre Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı

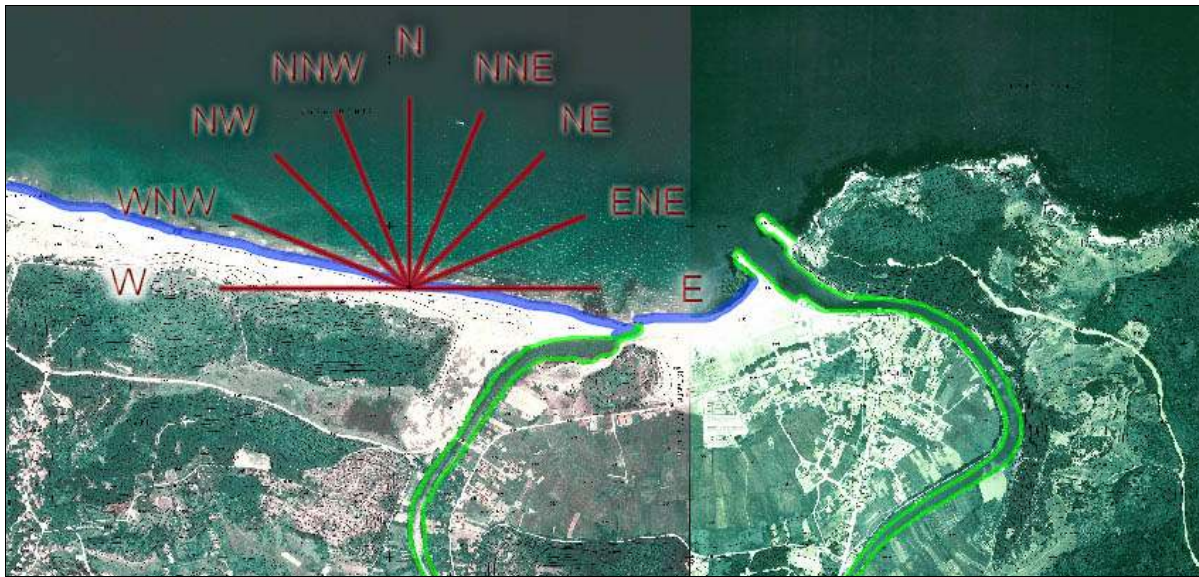
$$\text{NNE için; } \theta = 0^\circ \text{ ve } F(\theta_o) = \left[(\cos 22.5)^\frac{1}{4} \times \sin(2 \times 22.5) \right] \Rightarrow F(\theta_o) = 0.370$$

$$\theta = 22.5^\circ \text{ için; } F(\theta_o) = 0.693$$

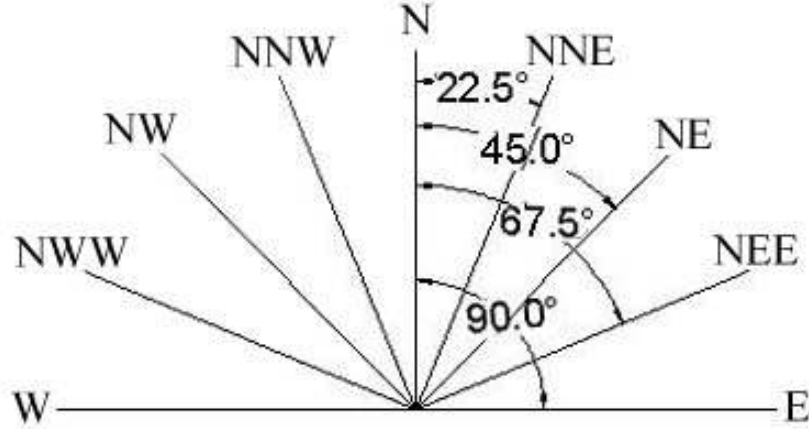
$$\theta = 45^\circ \text{ için; } F(\theta_o) = 0.822$$

$$\theta = 67.5^\circ \text{ için; } F(\theta_o) = 0.556$$

$$\theta = 90^\circ \text{ için; } F(\theta_o) = 0.261$$



Şekil 6.2 Kıyı çizgilerine en dik yön (NNE-Kuzey Kuzeydoğu)



Şekil 6.3 Dalganın yaklaşım açıları

Yönler için dalgaların yüksekliklerini ve aşılma olasılıklarını veren ifadeler uzun dönem dalga istatistiğinden elde edilmiştir. Aşılma olasılığı-dalga yüksekliği değerleri 0.2 m dalga yüksekliği aralıklarıyla belirlenir.

NNE Yönü için:

$$y = -0.8639 \ln(x) - 1.1551$$

$$Q(H_s) = \exp[(H_s + 1.1551) / -0.8895]$$

$H_s=0.0$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(0.0 + 1.1551) / -0.8639] = 0.2626$
$H_s=0.2$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(0.2 + 1.1551) / -0.8639] = 0.2083$
$H_s=0.4$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(0.4 + 1.1551) / -0.8639] = 0.1653$
$H_s=0.6$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(0.6 + 1.1551) / -0.8639] = 0.1311$
$H_s=0.8$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(0.8 + 1.1551) / -0.8639] = 0.1040$
$H_s=1.0$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(1.0 + 1.1551) / -0.8639] = 0.0825$
$H_s=1.2$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(1.2 + 1.1551) / -0.8639] = 0.0655$
$H_s=1.4$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(1.4 + 1.1551) / -0.8639] = 0.0519$
$H_s=1.6$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(1.6 + 1.1551) / -0.8639] = 0.0412$
$H_s=1.8$ m. için;	$Q(H_s) = \exp[(1.8 + 1.1551) / -0.8639] = 0.0327$

Çizelge 6.1. Yönlere göre aşılma olasılıkları

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
Q(0.0)	0.0198	0.0646	0.0652	0.1509	0.2626	0.1535	0.0698
Q(0.2)	0.0173	0.0497	0.0502	0.1262	0.2083	0.1298	0.0494
Q(0.4)	0.0151	0.0382	0.0386	0.1056	0.1653	0.1097	0.0349
Q(0.6)	0.0132	0.0293	0.0297	0.0883	0.1311	0.0927	0.0247
Q(0.8)	0.0115	0.0226	0.0229	0.0738	0.1040	0.0783	0.0174
Q(1.0)	0.0100	0.0173	0.0176	0.0617	0.0825	0.0662	0.0123
Q(1.2)	0.0087	0.0133	0.0135	0.0516	0.0655	0.0560	0.0087
Q(1.4)	0.0076	0.0102	0.0104	0.0432	0.0519	0.0473	0.0062
Q(1.6)	0.0067	0.0079	0.0080	0.0361	0.0412	0.0400	0.0044
Q(1.8)	0.0058	0.0061	0.0062	0.0302	0.0327	0.0338	0.0031

Dalgaların yıllık kıyıya etki etme yüzdeleri 0.2 m aralıklarla belirlenmiş dalgaların aşılma olasılığı ile hesaplanabilir. Tek bir dalga yüksekliğinin temsili açısından her aralık değerin ortalaması alınacaktır.

$$\begin{aligned}
 f(0.1 \text{ m}) &= Q(0 \text{ m}) - Q(0.2 \text{ m}) &= 0.0543 \\
 f(0.3 \text{ m}) &= Q(0.2 \text{ m}) - Q(0.4 \text{ m}) &= 0.0431 \\
 f(0.5 \text{ m}) &= Q(0.4 \text{ m}) - Q(0.6 \text{ m}) &= 0.0341 \\
 f(0.7 \text{ m}) &= Q(0.6 \text{ m}) - Q(0.8 \text{ m}) &= 0.0271 \\
 f(0.9 \text{ m}) &= Q(0.8 \text{ m}) - Q(1.0 \text{ m}) &= 0.0215 \\
 f(1.1 \text{ m}) &= Q(1.0 \text{ m}) - Q(1.2 \text{ m}) &= 0.0171 \\
 f(1.3 \text{ m}) &= Q(1.2 \text{ m}) - Q(1.4 \text{ m}) &= 0.0135 \\
 f(1.5 \text{ m}) &= Q(1.4 \text{ m}) - Q(1.6 \text{ m}) &= 0.0107 \\
 f(1.7 \text{ m}) &= Q(1.6 \text{ m}) - Q(1.8 \text{ m}) &= 0.0085
 \end{aligned}$$

Son olarak Q-debileri her dalga yüksekliği için elde edilir. NNE yönündeki katı madde miktarı için elde edilen Q değerleri toplanır. Bu işlemler her yön için yapılmalıdır.

$$Q(0.1 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0543 \times 0.1^{5/2} \times 0.370 = 128.907 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(0.3 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0431 \times 0.3^{5/2} \times 0.370 = 1594.182 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(0.5 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0341 \times 0.5^{5/2} \times 0.370 = 4535.415 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(0.7 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0271 \times 0.7^{5/2} \times 0.370 = 8344.386 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(0.9 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0215 \times 0.9^{5/2} \times 0.370 = 12408.314 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(1.1 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0171 \times 1.1^{5/2} \times 0.370 = 16257.189 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(1.3 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0135 \times 1.1^{5/2} \times 0.370 = 19583.006 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(1.5 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0107 \times 1.1^{5/2} \times 0.370 = 22218.071 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q(1.7 \text{ m}) \Rightarrow Q = 2.03 \times 10^6 \times 0.0085 \times 1.1^{5/2} \times 0.370 = 24102.258 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Çizelge 6.2 Yönlere göre elde edilen f-değerleri

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
f(0.1m)	0.0025	0.0149	0.0150	0.0247	0.0543	0.0238	0.0205
f(0.3m)	0.0022	0.0115	0.0116	0.0207	0.0431	0.0201	0.0145
f(0.5m)	0.0019	0.0088	0.0089	0.0173	0.0431	0.0170	0.0102
f(0.7m)				0.0145	0.0431	0.0143	0.0072
f(0.9m)				0.0121	0.0215	0.0121	
f(1.1m)				0.0101	0.0171	0.0103	
f(1.3m)				0.0085	0.0135	0.0087	
f(1.5m)					0.0107		
f(1.7m)					0.0085		

Çizelge 6.3 Yönlere göre elde edilen Q-değerleri

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
Q(0.1m)	4.227	53.343	79.366	109.919	128.907	105.728	107.961
Q(0.3m)	57.497	639.201	951.879	1432.986	1594.182	1392.983	1189.824
Q(0.5m)	179.933	1762.042	2626.334	4297.622	4535.415	4222.035	3016.594
Q(0.7m)				8335.133	8344.386	8275.534	4945.947
Q(0.9m)				13065.857	12408.314	13110.260	
Q(1.1m)				18045.860	16257.189	18299.567	
Q(1.3m)				22914.928	19583.006	23483.973	
Q(1.5m)					22218.071		
Q(1.7m)					24102.258		
Toplam	241.65	2454.58	3657.58	68202.30	109171.73	68890.08	9260.32

Çizelge 6.4 Kıyı boyu taşınımına ait sonuçlar

$Q_{\text{west - east}}$	183486.198	(m ³ /yıl)	Batı'dan Doğu'ya katı madde taşınımı
$Q_{\text{east - west}}$	187322.133	(m ³ /yıl)	Doğu'dan Batı'ya katı madde taşınımı
Q_{net}	-3835.936	(m ³ /yıl)	(Net kıyı boyu katı madde taşınımı)
Q_{total}	370808.331	(m ³ /yıl)	(Toplam kıyı boyu katı madde taşınımı)

6.1.2 Meteoroloji Verilerine Göre Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımı

Dalga atlasında göre yapılan kıyı boyu katı madde hesabından tek farkı Şile Meteoroloji İstasyonu'nda toplanan 20 yıllık rüzgar verilerinin SPM yöntemiyle Feç hesabı yapıldıktan sonra elde edilen dalga değerlere göre hazırlanmıştır.

Çizelge 6.5 Yönlere göre aşılma olasılıkları

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
Q(0.0)	0.0100	0.0345	0.0371	0.1048	0.1013	0.0375	0.0734
Q(0.2)	0.0049	0.0148	0.0249	0.0744	0.0792	0.0249	0.0448
Q(0.4)	0.0024	0.0064	0.0167	0.0528	0.0620	0.0166	0.0273
Q(0.6)	0.0012	0.0027	0.0112	0.0375	0.0485	0.0110	0.0166
Q(0.8)	0.0006	0.0012	0.0075	0.0266	0.0379	0.0073	0.0102
Q(1.0)	0.0003	0.0005	0.0050	0.0189	0.0297	0.0049	0.0062

Çizelge 6.6 Yönlere göre elde edilen f-değerleri

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
f(0.1m)	0.0051	0.0197	0.0122	0.0304	0.0221	0.0126	0.0287
f(0.3m)	0.0025	0.0084	0.0082	0.0216	0.0173	0.0084	0.0175
f(0.5m)	0.00123			0.0153	0.0135		0.0107
f(0.7m)				0.0109	0.0106		0.0065
f(0.9m)				0.0077	0.0083		

Çizelge 6.7 Yönlere göre elde edilen Q-değerleri

	NWW	NW	NNW	N	NNE	NE	NEE
Q(0.1m)	8.507	70.203	64.438	135.293	52.379	55.934	151.205
Q(0.3m)	65.399	469.776	673.710	1496.995	638.718	579.665	1437.247
Q(0.5m)	115.654	0.000	0.000	3810.516	1791.750	0.000	3142.791
Q(0.7m)				6272.570	3250.451	0.000	4444.244
Q(0.9m)				8345.421	4765.965	0.000	
Toplam	189.560	539.979	738.149	20060.795	10499.263	635.599	9175.488

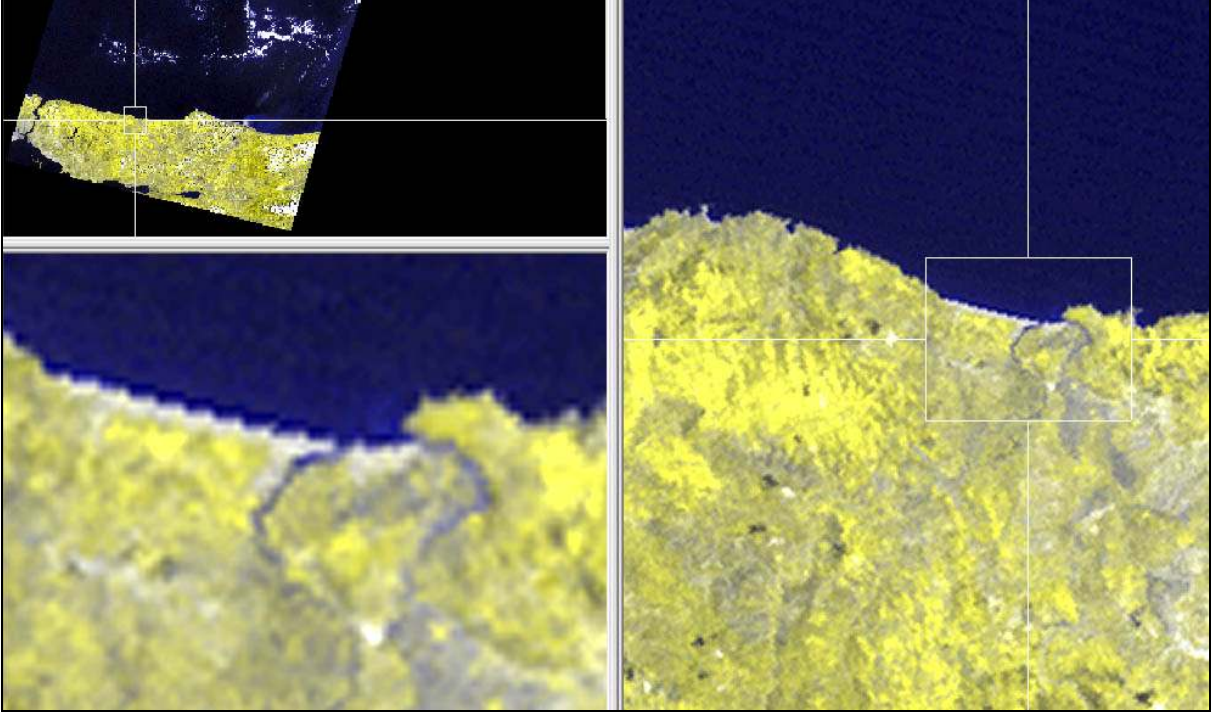
Çizelge 6.8 Kıyı boyu taşınımına ait sonuçlar

$Q_{\text{west - east}}$	31838.186	(m ³ /yıl)	<i>Batı'dan Doğu'ya katı madde taşınımı</i>
$Q_{\text{east - west}}$	20310.350	(m ³ /yıl)	<i>Doğu'dan Batı'ya katı madde taşınımı</i>
Q_{net}	11527.836	(m ³ /yıl)	<i>(Net kıyı boyu katı madde taşınımı)</i>
Q_{total}	52148.536	(m ³ /yıl)	<i>(Toplam kıyı boyu katı madde taşınımı)</i>

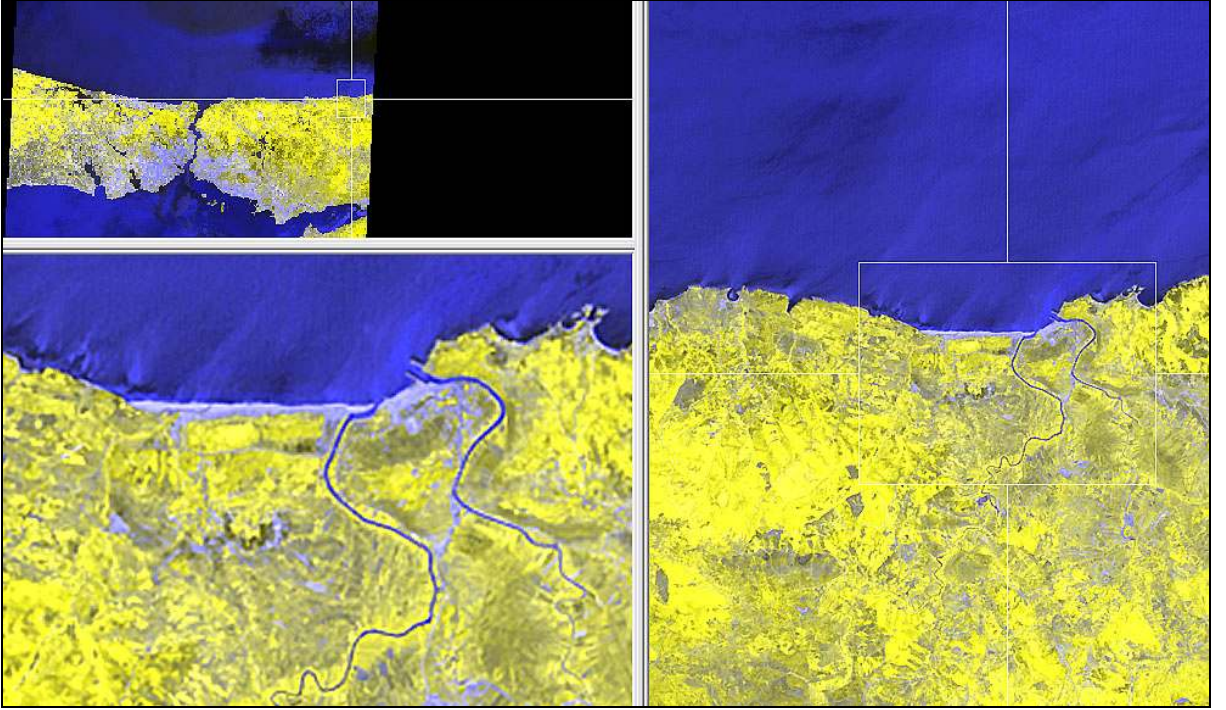
Dalga atlasından elde edilen kıyı boyu taşınım değerlerine göre net taşınım Doğu-Batı yönündedir.) Hava fotoğraflarından (Şekil 6.3) ve uydu fotoğraflarından (Şekil 6.4 ve Şekil 6.5) gözlemlendiğinde Göksu Deresi'nin mansap kısmının denize doğuya doğru dönerek ulaştığı, dolayısıyla kıyı boyu taşınımının Batı'dan Doğu'ya doğru olduğu gözlenmektedir. Meteorolojik verilerin ise inceleme bölgesine ait fotoğraflardaki ile ilişkili bir sonuç ortaya çıkarttığı, kıyı boyu net taşınımının Batı-Doğu yönlü olduğu oraya çıkmaktadır.



Şekil 6.3 İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 1996 yılında çekilen hava fotoğrafı



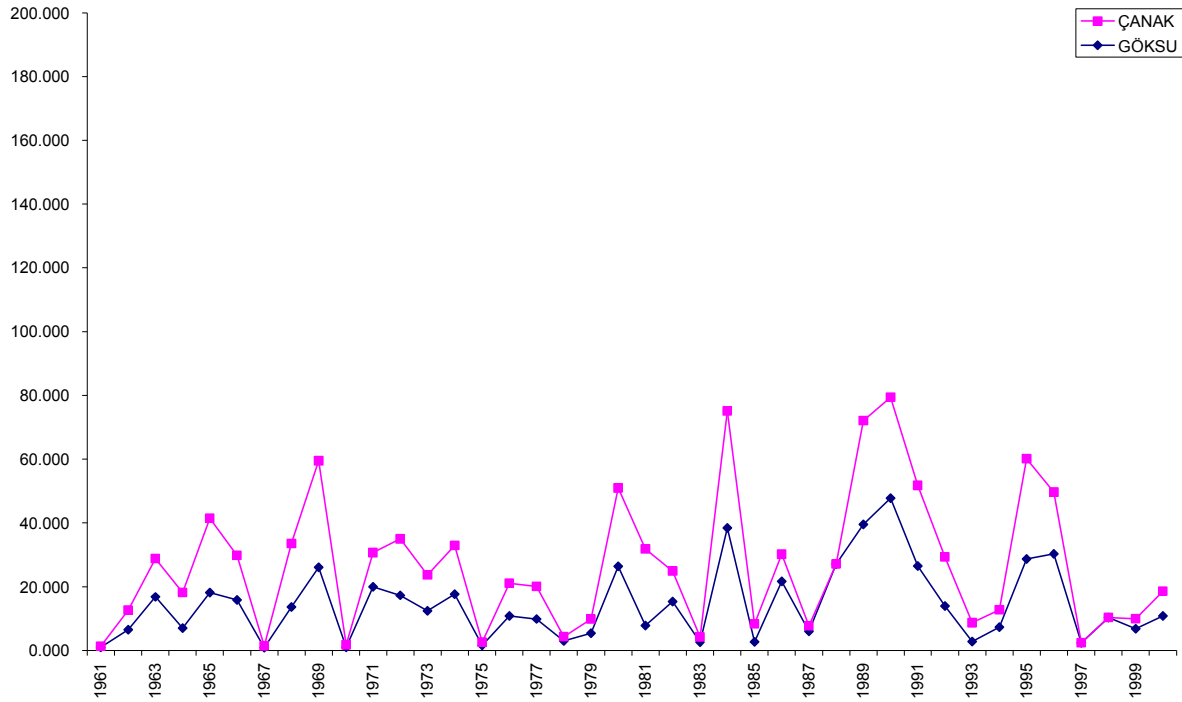
Şekil 6.4 1975 senesinde Landsat-Tm uydusu tarafından çekilen görüntü (Band kombinasyonu RGB / 331 olarak değiştirilmiştir).



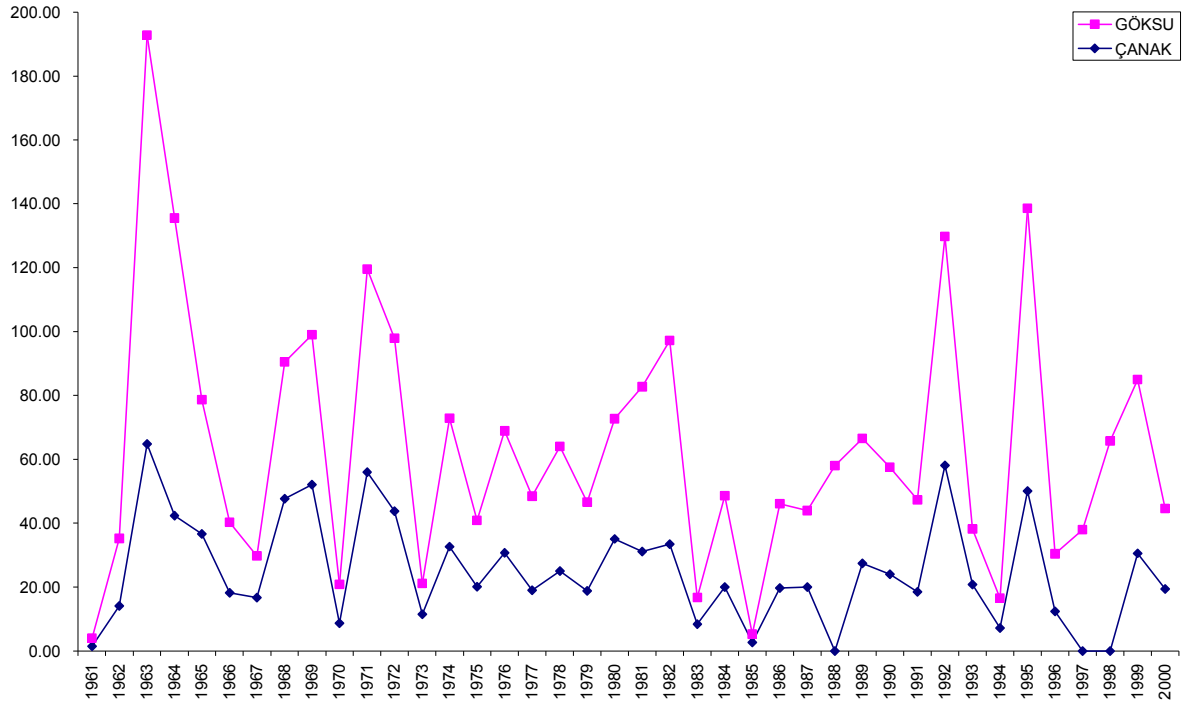
Şekil 6.5 1998 senesinde IRS-1D uydusu tarafından çekilen görüntü (Band kombinasyonu RGB / 331 olarak değiştirilmiştir).

Bu sonuçların farklı çıkmasında en önemli sebepler Şile Meteoroloji İstasyonu'nun konumu ile çalışma bölgesi arasındaki uzaklık; dalga atlası için ise ölçüm değerlerinin kıyıya yakın yerlerde değil derin denizde yapılmış olması gösterilebilir. Bu durumda elde edilen veriler neticesi ile sonuçlar arasında farklılığın bulunması olasıdır. Kıyı kesiminde oluşan dalga transformasyonları, yerel olarak bölgenin çevresinin falezli bir yapı sergilemesi, Ağva Deresi'nin mansap kısmında kıyıya dik olarak inşa edilmiş dalgakıran (Jetty)'in varlığı, yine Ağva Deresi'nin sağ yamacının olduğu kesimde yer alan Çanak Burnu dalgaların ve rüzgârın şiddetinde ve yönünde değişimler meydana getirmektedir.

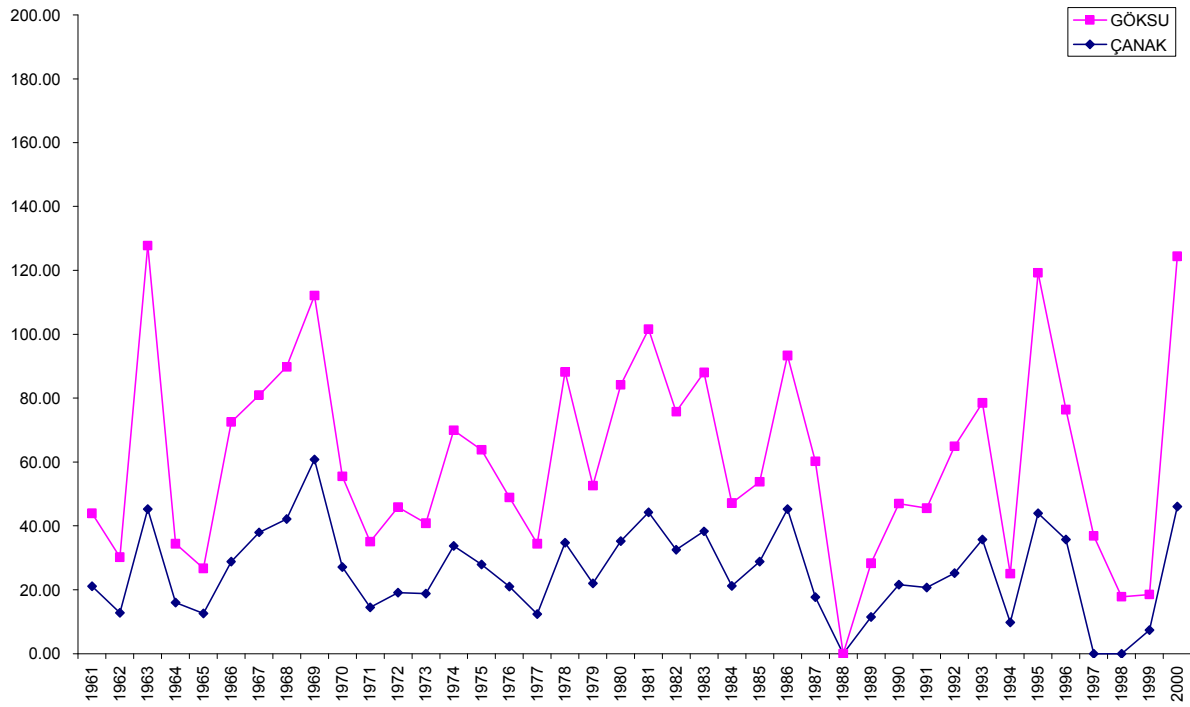
Bunun dışında Göksu ve Ağva Derelerinin bölgedeki varlığı ve yıl boyunca akımlarını sürdürmeleri sebebiyle kaynak bölgelerinden sediment taşınımının gerçekleşerek dereler vasıtasıyla denize sediment taşınımı söz konusu olup, kıyı boyu katı madde taşınımına da katkıda bulundukları söylenilebilir. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından Göksu Deresi ve Çanak Deresi'nde, Melen Projesi kapsamında, su akımı ölçümleri yapılmış olup Şekil 6.6, 6.7, 6.8 ve 6.9'da bu değerler gözlenebilmektedir. Akım değerlerinden anlaşıldığı üzere akımın yüksek olduğu dönem Kasım-Mart arası olup, en etkili dönem Aralık-Ocak aylarının olduğu dönemdir.



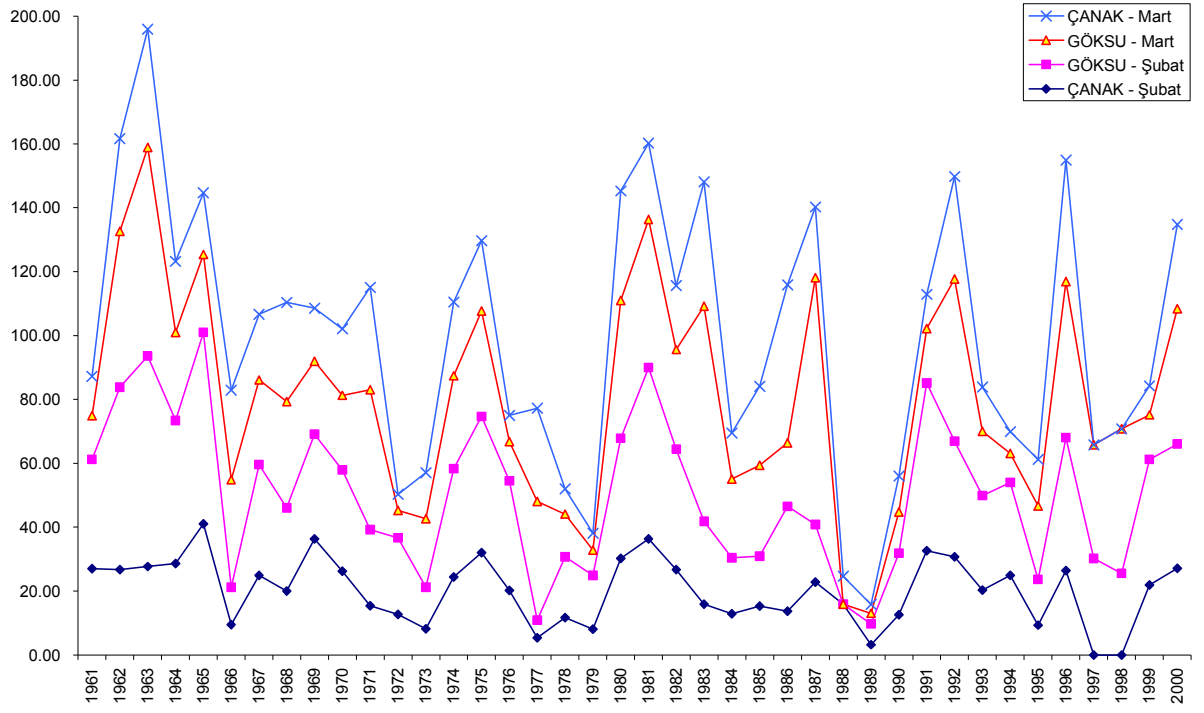
Şekil 6.6 Göksu ve Çanak derelerinin kasım ayına ait ortalama debi değişimleri



Şekil 6.7 Göksu ve Çanak derelerinin aralık ayına ait ortalama debi değişimleri



Şekil 6.8 Göksu ve Çanak derelerinin ocak ayı ortalama debi değişimleri



Şekil 6.9 Göksu ve Çanak derelerinin şubat-mart aylarına ait ortalama debi değişimleri

7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Söz konusu alanda sediment taşınımı dalga ve rüzgârla olmaktadır. Dalga hareketleri bazı alanlarda kıyıya dik diğer kısımlarda ise kıyıya vevine gelmekte ve dalga geliş yönüne göre dalganın sediment taşıma kapasitesi farklı olmaktadır. Kıyıya açıyla gelen dalgaların kıyıya paralel akıntılar geliştirdiği ve bu akıntıların sediment taşınımında önemli rol aldığı düşünülmektedir. Plaja kum sağlayan kaynak alanı kıyı boyunca mostra veren kayalar olabileceği gibi ikinci faktör de nehirlerdir. Nehirlerle karanın içinden değişik litolojide kayalardan kıyıya malzeme sağlanmaktadır. Kıyı morfolojisi, yamaç eğimi, aşınma alanındaki kaya türü ve dalganın yönü ve gücü kıyı akıntılarıyla taşınan malzemenin miktarını ve türünü kontrol etmektedir.

Ağva dolayında kıyı boyunca yapılan gözlemler plajın değişik zaman aralığıyla dalganın etkisinde kaldığı gözlenmiştir. Dalganın ve dalganın yarattığı kıyı akıntılarının gücüne bağlı olarak plajda en az 3 taraça (seki) gözlenmektedir. Bunlardan kıyıya yakın olanı denizin çok sakin, az dalgalı ve mevsimlik su seviyesinin en düşük olduğu zaman aralığında oluşmuştur. İkinci taraça ise kıyının daha güçlü dalgalar etkisinde kaldığı mevsimlik yada yıllık değişimlere bağlı olarak gelişmiştir. Üçüncü düzey ise kısmen dalga etkisiyle gelişmiş olabileceği gibi kıyı rüzgârlarının kontrolündedir. Kıyıya paralel esen rüzgârlar plajdaki malzemeyi tekrar taşımış ve plajın gerisinde kumulları oluşturmuştur. Üçüncü taraçada çoğu kez bitki örtüsü etkin olarak sedimantasyonu kontrol etmektedir. Yine bu alanda rüzgâr taşınımı ile ilgili olarak rüzgâr dalgacığı (ripple) ve bitki oluşumunun gerisinde kum yığılmaları olmaktadır.

Dalğanın geliş yönüyle kıyı çizgisinin ilişkisi araştırıldığında kuzey yönlü rüzgârların bölgede etkin olduğu, buna karşın kıyı morfolojisi ve nehirlerin davranışı incelediğinde kıyı boyu taşınımın batıdan doğuya doğru olduğu gözlenmiştir. Göksu deresinin mansabındaki kıyı oku ve derenin denize ulaştığı yerin batıdan doğuya doğru son bir kıvrım yapması da bunu doğrulamaktadır.

Plajın çeşitli yerlerinden alınan kum örnekleri ile yapılan dane analizinde %55 - 97 arasında ince kum tespit edilmiştir. İnce kumdan sonra % 2 - 43 arasında orta kum gözlenmiştir. En yüksek çakıl oranı % 1.38, en yüksek iri kum % 3.11 ve en yüksek silt-kil oranı da %0.56 kadar kaydedilmiştir. Bu sonuçlardan da gözlemlendiği gibi plajda yüksek enerji söz konusu olup rüzgar vasıtasıyla taşınma için de uygun bir ortamın varlığından söz edilebilmektedir.

Kıyı ve nehir akıntıları, morfoloji ve dalga mekaniği incelendiğinde ortamın dalga etkisinde geliştiği görülmektedir. Dalga etkisi altında gelişen ortamlarda gözlenen kıyı oku Göksu deresinde mevsimlik olarak gözlenmektedir. Yaz aylarında dalga şiddetinin düşmesi ve fırtına profilinden normal kıyı profiline geçişle birlikte bu kıyı oku nehir ağzını kapatmakta ve nehrin denize deşarjına engel olmaktadır.

Dalgaların getirdiği malzeme nedeniyle nehir ağızları kapandığı için kara yönünde nehirde su birikimi olmakta ve özellikle Göksu deresinde nehrin genişliği artmaktadır. Ayrıca bu kesimde su derinliği nehir ağzına göre daha fazla olduğunda nehrin şiştiği alanlarda su dolaşımı azalmakta, buna bağlı olarak ince taneli çamur-silt türünde malzeme çökelmektedir. Bu durum nehirdeki bitki örtüsünü ve yaşam koşullarını değiştirmektedir.

Kıyı boyunca rüzgar vasıtasıyla oluşan sediment taşınımı incelendiğinde bölgede yer alan kumullarda gelişen bitki türlerinin sediment yakalaması ve bu şekilde rüzgar etkisinde taşınan dane boyu küçük olan malzemeyi kapandığı gözlenmektedir.

Genel olarak kıyı evrimi incelendiğinde bölgenin gelişiminde en önemli etkinin bölgenin doğu kısmında yer alan ve Ağva Deresi'nin doğu yamacını oluşturan Çanak Burnu ile Göksu deresinin batı kısmında yer alan Kestanelik tepenin varlığı gösterilebilir. Jeolojik zaman içinde Kestanelik ve Kütüklük tepeleri boyunca kıyı boyu sediment taşınımı neticesinde bir dil yapısı oluşmuş; bunun neticesinde Göksu deresi batıdan doğuya doğru bir kıvrım daha yaparak denize deşarj olmuştur. Çanak burnu ise kuzeyli rüzgârların kıyı üzerindeki etkisini azaltarak bölgenin dalga etkisi altındaki evrimini sürdürmesini sağlamıştır.

Nehirlerin ve bölgenin morfolojisi incelendiğinde Ağva'nın deniz seviyesine oldukça yakın olması nedeniyle taşkın ovalarına sahip olduğu ve böyle bir yapının nehirlerce taşınan malzemenin birikmesinde önemli rol alması bölgenin değişimi hakkında bilgi vermektedir. Nehirlerce taşınan malzemenin zaman içerisinde progresif bir yayılma şekli izleyerek yelpazeler oluşturduğu ve bu şekilde ilerleyerek günümüzdeki halini aldığından söz edilebilmektedir.

Kıyı boyu taşınımının bu şekilde devam edeceği varsayıldığında Ağva deresi üzerine yapılan kıyıya dik dalgakıranlardan derenin batı yamacında olanı sediment tutulmasına sebep olduğundan dolayı birikimin bu yapının kafasını aştığında nehir içine doğru devam edeceği düşünülmektedir. Böyle bir durumun kısa bir zaman aralığında olma olasılığı düşük olmakla birlikte gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abal, E. G. and Dennison, W. C., (1996), Seagrass depth range and water quality in southern Moreton bay, Queensland, Australia. *Marine and Freshwater Research*. 47:763-771. Hannan et al., 1998.
- Adam, P., (1998), Australian saltmarshes: a review. In: McComb, A J and Davis, J A (Eds.), *Wetlands for the future: International Union of Ecologists (INTECOL) International Conference, 5th, Nov 1996, University of Western Australia, Perth, Papers*. Gleneagles Publishing, Adelaide SA. pp 287-295.
- Allen, J.R.L., (1970), Studies in fluvial sedimentation: a comparison of fining upwards cyclothems with special reference to coarse member composition and interpretation: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 40, p. 298–323.
- Altınlı, E., (1968a), İzmit-Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi: *MTA Derg.*, 71, 1-26.
- Altınlı, E., (1968b), İzmit-Hereke-Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi. İ.Ü.F.F. Tatb.Jeol.Kürs.İstanbul.
- Altınlı, E., Soytürk, N. ve Saka, K., (1970), Hereke-Tavşancıl- Tavşanlı-Tepecik alanının jeolojisi: *İÜFF Mec.*, 35,69-75.
- Altınlı, İ.E., (1976), Yeryuvarının Araştırılması (Investigating the Earth'ün çevirisi) MTA Yay. No: 61, Ankara.
- Baykal, F., (1940a), Adapazarı-Kandıra Havalisinin Jeoloji. MTA East.Rapor No: 1008, Ankara.
- Baykal, F. (1943a), Şile Bölgesinin Jeolojisi. *La Géologie de la Région de Şile (Bithnie-Anatolie)*. İ.Ü.Fen Fak. Monolog. No:3, İstanbul
- Baykal, F., (1943b), Şile Bölgesinin Jeolojisi. *La Géologie de la Région de Şile (Bithnie-Anatolie)*
- Baykal, F. ve Önal, M., (1979), Şile Sedimenter karışığı (Şile Olistostromu): Altınlı Sempozyumu Tebliğleri, Türkiye Jeol.Kur.Yay. 15-26.
- Blatt, H., Middleton, G., and Murray, R., (1980), *Origin of Sedimentary Rocks*, 2nd ed. Prentice – Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Böhm, J., (1927), Beitrag zur Kenntnis der Senonfauna der Bithynischen Halbinsel: *Palaeontographica*, 69,187-222.
- Cahoon, L. B., Nearhoof, J. E., and Tilton, C. L., (1999), Sediment grain-size effect on benthic microalgal biomass in shallow aquatic ecosystems. *Estuaries*. 22:735-741. Riggs et al., 1995.
- Davis, R. A., Jr., ed., (1985), *Coastal Sedimentary Environments*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York, NY.
- Davis, R.A., Jr., and Gibeault, J.C., (1990), Historical morphodynamics of inlets in Florida, Models for coastal zone planning. *Sea Grant College Technical Paper* 55, 81p.

- Deery, J. R., and Howard, J. D. (1977), "Origin and Character of Washover Fans on the Georgia Coast, USA," Gulf Coast Association Geologic Society Transactions, Vol 27, pp 259-271.
- Dizer, A., (1971), La limite Cretace-Tertiaire dans le bassin NW de la Turquie: Rev. Micropaleontologique, 14, 43-47.
- Duke, N. C., Ball, M. C., and Ellison, J. C., (1998), Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. Global Ecology and Biogeography Letters. 7 (1):27-47.
- Erguvanlı, K., (1949), Hereke pudingleri ile Gebze taşlan-inşaat bakımından etüdü ve civarlarının jeolojisi: İTÜ, Doktora tezi, 89.
- Erinç, S., (1953), Karadeniz Çevresinin Morfolojik Tekamülü İle Pleistosen İklim Tahavvüleri Arasındaki Münasebetler. İ.Ü. Coğr.Enst.Derg. Cilt: 3, Sayı 5-6, s:46-94, İstanbul.
- Erinç, S., (1982), Jeomorfoloji I (Genişletilmiş 3.Baskı). İ.Ü.Ed.Fak. Yay.No:2931, İstanbul
- Ertek, A., (1995), Kocaeli Yarımadasının Kuzeydoğu Kesiminin Jeomorfolojisi. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Goldsmith, V., (1985), "Coastal Dunes," Coastal Sedimentary Environments, 2nd ed., R. A. Davis, Jr., ed., Springer-Verlag, New York, NY, pp 303-378.
- Harris, G. P., (2001), Biogeochemistry of nitrogen and phosphorous in Australian catchment, rivers and estuaries: effects of land use and flow regulation and comparisons with global patterns. Marine and Freshwater Research . 52:139-149.
- Heap, A., Bryce, S., Ryan, D., Radke, L., Smith, C., Smith, R., Harris, P., and Heggie, D., (2001), Australian estuaries and coastal waterways: A geoscience perspective for improved and integrated resource management. AGSO Record 2001/07
- Humphries, P., Potter, I. C., and Loneragan, N. R., (1992), The fish community in the shallows of a Temperate Australian Estuary : relationships with the aquatic macrophyte *Ruppia megacarpa* and environmental variables. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 34:325-346.
- Kaya, O; Dizer, A.; Tansel, İ ve Meriç, E., (1984), Ereğli (Zonguldak, alanının Kretase stratigrafisi: MTA Derg., 99/100,. 1-15, Ankara.
- Kaya, O.; Wiedmann, J.; Kozur, H.; Özdemir, Ü.; Özer, S.; Beauvais, L., (1986), İstanbul'da Yeni Bir Alt Kretase Bulgusu, MTA Derg.,107/10, Ankara
- Ketin, İ. ve Gümüş,Ö., (1963), Sinop-Ayancık güneyinin jeolojisi :TPAO Rap., 288 (yayımlanmamış).
- Kılıç, E., (2000), Morfodinamik Süreçlere Dayanarak İstanbul İli ve Yakın Çevresinin 1/50000 Ölçekli Jeomorfoloji Haritası - Ağva Paftası Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Coğrafya Fakültesi, İstanbul.
- Kraus, M. J., (1987), Integration of channel and flood-plain suites, 11. Vertical relations of alluvial paleosols. Jour. Of Sed. Petrology, 57 (4), 602-613.
- Kurter, A., - Hoşgören, M.Y., (1986), Jeomorfoloji tatbikatı (Genişletilmiş 2.Baskı) İ.Ü.Ed.Fak.Yay. No: 1944, İstanbul.

McLean, E. J. and Hinwood, J. B., (1993), Model segmentation of estuaries using geomorphological, sedimentological and hydrodynamic evidence. Coastal engineering: a partnership with nature: Australasian Conference on Coastal and Ocean Engineering, 11th, 23-27 Aug 1993, Townsville QLD, Preprints of papers. Institution of Engineers, Australia, Barton ACT. National conference publication; no 93/4., pp 625-630.

Meriç, E., Kerey, E., Tunoğlu, C., Avşar, N., Önal, B.Ç., (2000), Yeşilçay (Ağva-KD İstanbul) Yöresi Geç Kuvaterner İstiflenin Mikrofaunası ve Sedimentolojisi, Türkçe Jeoloji Bülteni, Cilt 43, Sayı 2.

MTA Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi, (1999), 17 Ağustos 1999 Depremi Sonrası Düzce (Bolu) İlçesi Alternatif Yerleşim Alanlarının Jeolojik İncelenmesi, TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Raporu, 59s.

Nichol, S. L., (1991), Zonation and sedimentology of estuarine facies in an incised-valley, wave-dominated, microtidal setting, New South Wales, Australia. In: Smith, D. G., Reinson, G. E., Zaitlin, B. A., and Rahmani, R. A., (Eds) Clastic tidal sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir. 16:41-58

Özhan, E. and Abdalla, S.,(1999). Wind and wave climatology of the Turkish coast and the Black Sea: an overview of the NATO TU-WAVES project.. *Proc. Int. MEDCOAST Conf. On Wind and Wave Climate of Mediterranean and Black Sea, MEDCOAST Publications, Ankara, Turkey*, 1-20.

Paterson, A. W. and Whitfield, A. K., (2000), Do shallow-water habitats function as refugia for juvenile fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 51:359-364. Potter et al., 1994,

Pearson/Prentice Hall, (2005), Science Explorer , Pearson/Prentice Hall

Pethick, J., (1984), An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold Publishers, London, UK.

Rainer, S. F. and Fitzhardinge, R. C., (1981), Benthic communities in an estuary with periodic deoxygenation. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 32:227-244. Roy et al. 2001

Roy, P. S., Williams, R. J., Jones, A. R., Yassini, R., Gibbs, P. J., Coates, B., West, R. J., Scanes, P. R., Hudson, J. P., and Nichol, S., (2001), Structure and function of south-east Australian estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 53:351-384.

Saenger, P., Specht, M. M., Specht, R. L., and Chapman, V. J., (1977), Mangrove and coastal saltmarsh communities in Australia. In: Chapman, V. J., (Ed) *Wet Coastal Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam. pp 293-345

Tüysüz, O., (2002), Aktif Tektonik Kıyılar Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü

Yanko, V. and Troitskaja, T., (1987), Late Quaternary foraminifera of the Black Sea, Moscow, 111 s.

Yanko, V., (1989), quaternary foraminifera of the southern seas of the USSR (Pontian-Caspian Region) (Classification, ecology, biostratigraphy, history of development, indicator of environment). D. Sc. Dissertation, Moscow University, 2, 924 s.

Yanko, V., (1990), Stratigraphy and paleogeography of the marine Pleistocene and Holocene

deposits of the southern seas of the USSR, Mem.Soc. Geol It, 44, 167487.

Yüksel, Y., Çevik, E. Ve Çelikoğlu, Y., (1998), Kıyı ve Liman Mühendisliği, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE), (1995), Coastal Geology (Engineering and Design), Engineering Manual No:1110-2-1810, Washington, USA.

U.S. Geological Survey (USGS), (2006), Coastal Classification Mapping Project (National Assessment of Coastal Change Project).

INTERNET KAYNAKLARI

<http://blacksea.orlyonok.ru>

<http://coastal.er.usgs.gov>

<http://www.eies.itu.edu.tr>

<http://www.flickr.com>

<http://www.mta.gov.tr>

<http://www.ozestuaries.org/>

<http://www.io-warnemuende.de/homepages/waniek>

<http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle>

EKLER

Ek 1 Ağva'dan alınan sahil kumu örnekleri üzerinde yapılan elek analizi sonucu elde edilen veriler

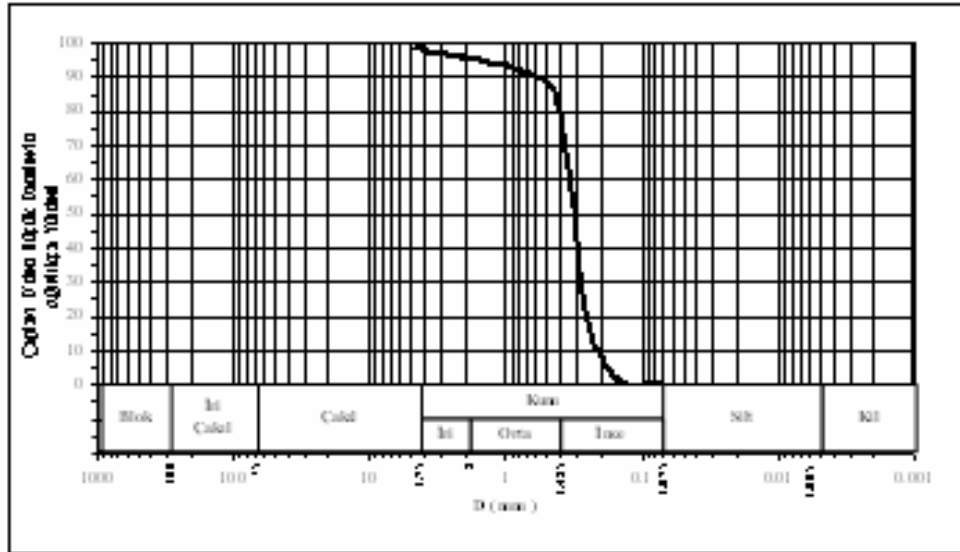
İSTANBUL AGVA PLAJI Dene Analizi Nümele 1	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ JEOLÖJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLÖJİ LABORATUVARI	TARİH: 30.07.2006
---	--	--------------------------

ELİK ANALİZİ



Tophan Ağırlık: 1112.00 gr

Elık No	D (mm)	Elık Üzünde Kalan (gr)	Elık Üzünde Kalan (gr)	Elıkten Geçen (gr)	Elıkten Geçen (Ağırlıkça %)	İçerik (%)
4	4.760	15.30	15.30	1096.70	98.62	
10	2.000	49.85	34.55	1052.15	95.52	Çakıl
16	1.190	69.40	19.55	1042.60	93.76	1.38
20	0.850	87.40	18.00	1024.60	92.14	İri Kum
40	0.420	183.45	96.05	928.55	83.50	3.11
60	0.250	868.25	714.80	213.75	19.22	Orta Kum
100	0.149	1098.60	200.35	13.40	1.21	12.01
200	0.075	1105.80	7.20	6.20	0.56	İnce Kum
						82.95
						Silt + Kil
						0.56



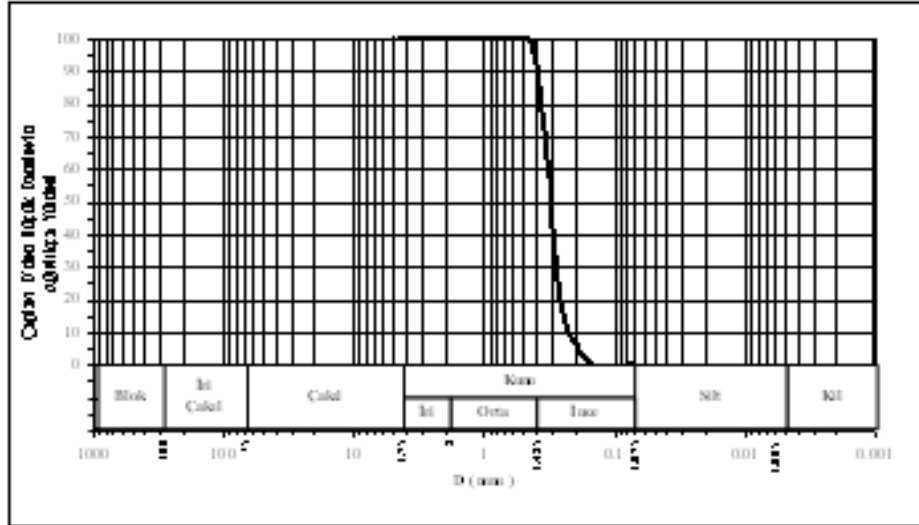
Çağdaş Coşkun

İSTANBUL AGVA PLAJI Deniz Analizi	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLOJİ LABORATUVARI	TARİH: 20.07.2008
Numune 2		

ELEK ANALİZİ

Tophan Ağırlık: 1144.00 gr

Elek #	D (mm)	Elek Üstünde Kalan (gr)	Elekten Kalan (gr)	Elekten Geçen (gr)	Elekten Geçen (Ağırlıkça %)	İçerik (%)
4	4.750	0.00	0.00	1144.00	100.00	
10	2.000	0.00	0.00	1144.00	100.00	Çakıl
16	1.180	0.35	0.35	1143.65	99.97	0.00
20	0.850	0.85	0.80	1143.15	99.93	İri Kum
40	0.420	327.5	31.90	1111.25	97.14	0.00
60	0.250	955.25	922.50	188.75	16.50	Orta Kum
100	0.149	1140.60	185.35	3.40	0.30	28.6
200	0.075	1143.10	2.50	0.50	0.08	İnce Kum
						97.06
						Silt + Kil
						0.08



Çağdaş Coşkun

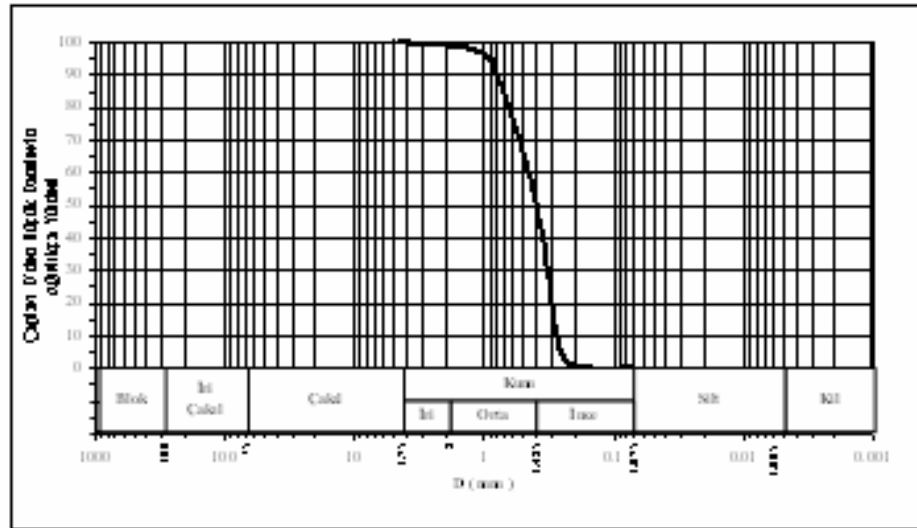
İSTANBUL AGVA PLAJI Dane Analizi Numune 3	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLOJİ LABORATUVARI	TARİH: 20.07.2006
---	--	--------------------------

ELEK ANALİZİ



Toplam Ağırlık: 999.65 gr

Elekt. #	D (mm)	Elekt. Üzünü de Eksilim (gr)	Elekt. Eksilim (gr)	Elekt. Geçen (gr)	Elekt. Geçen (Ağırlıkça %)	İçerik (%)
4	4.750	1.40	1.40	998.25	99.86	
10	2.000	9.35	7.95	990.30	99.06	Çakıl
16	1.190	26.10	16.75	973.55	97.39	0.14
20	0.850	66.50	40.40	933.15	93.35	İri Kum
40	0.420	441.65	375.15	558.00	55.82	0.80
60	0.250	555.00	514.35	43.65	4.37	Öz. Kum
100	0.149	598.40	42.40	1.25	0.13	43.25
200	0.075	598.65	0.25	1.00	0.10	İnce Kum
						55.72
						Silt + Kil
						0.10



Çağdaş Coşkun

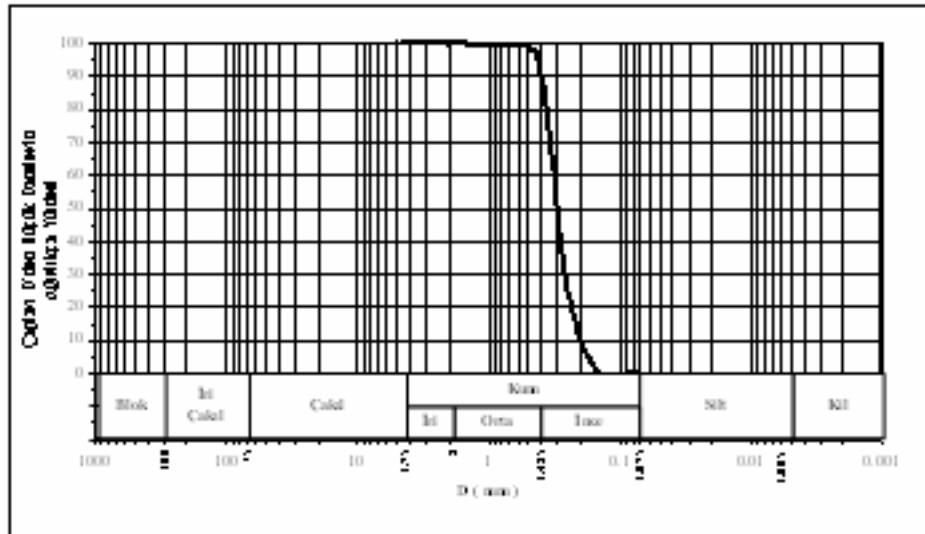
İSTANBUL AGVA PLAJI Dane Analizi Numune 5	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ JEOLÖJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLÖJİ LABORATUVARI	TARİH: 30.07.2006
---	--	--------------------------

ELEK ANALİZİ



Tophan Ağırlık: 1205.00 gr

Elekt. #	D (mm)	Elekt. Üzerinde Kalan (gr)	Elekt. Eleşen (gr)	Elekt. Geçen (gr)	Elekt. Geçen (Ağırlıkça %)	İçerik (%)
4	4.750	0.00	0.00	1205.00	100.00	
10	2.000	2.15	2.15	1202.85	99.82	Çakıl
15	1.180	4.55	2.40	1200.45	99.62	0.00
20	0.850	8.05	3.50	1196.95	99.33	İri Kum
40	0.420	55.15	47.10	1149.85	95.42	0.18
60	0.250	501.30	846.15	303.70	25.20	Orta Kum
100	0.149	1198.80	297.50	6.20	0.51	4.40
200	0.074	1203.20	4.40	1.80	0.15	İnce Kum
						95.27
						Silt + Kil
						0.15



Çağdaş Coşkun