



## Akyaka Beldesi (Gökova Körfezi, Muğla) Sahil Sedimanlarının Bazı Jeolojik Özellikleri

*Certain Geological Properties of Coastal Sediments of Akyaka Settlement (Gökova Bay, Muğla)*

Ayten Cesur<sup>1\*</sup>, Hülya Keskin Çıtıroğlu<sup>2</sup>, Gürkan Bacak<sup>2</sup>, İbrahim Onur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MTA Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye

<sup>3</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye

### Özet

Bu çalışmada Gökova Körfezi Akyaka Beldesi içerisinde yer alan ve bölgede özellikle turizm açısından son derece önemli iki azmak olan Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı arasında kalan plaj alanındaki sedimanların bazı jeolojik özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanındaki plaj kumları, deniz seviyesinin düşük olduğu dönemlerde azmaklar tarafından taşınan kum boyu tanelerin deniz seviyesi yükselimi sonucu dalga ve akıntılarla kıyıya taşınmasıyla meydana gelmiştir. Bu kapsamda alınan örnekler üzerinde tane boyu, karbonat tayini, XRD analizleri ile çalışma alanına ait temel jeolojik özellikler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma tüm bu incelemelerin sonucunda turistik açıdan da her geçen gün önemi artan bölgede kıyı ve kıyı gerisi (arka plaj) birikiminin anlaşılması açısından önem arz etmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Sediman, Kıyı, XRD

### Abstract

In this study it is investigated that Kadın Creek and Akçapınar Creek increasing importance in touristic aspect, which are placed in Akyaka Settlement on coast of Gökova Gulf and geological properties of coastal sediments among these creeks. Coastal sands in the study area have been formed as a result of moving to inshore of particles sized sand transported thanks the creeks by wave and current of creeks formed by the rising of sea level. To do this, basic geological properties, including analyses of grain size, residual and mineralogical have been determined thanks to samples of coastal sediment were collected. This study is important for the understanding of deposition both of coast and the rest part of the coast in the region increasing importance in touristic aspect.

**Keywords:** Sediment, Coast, XRD

### 1. Giriş

Çalışma alanını kapsayan Gökova Körfezi, bölgenin deprenselliği ve bölgeye ait fay yapılarının tespiti amaçlı tektonik kökenli çalışmalar, jeolojik haritalama çalışmaları ve mevcut jeolojik birimlerin ayırtlanması amacıyla yapılan çalışmaların yanında biyolojik, deniz ekosistemi ve çevre kirliliği çalışmaları ile bölgedeki akarsu ve göllere ait hidrografik çalışmalar gibi pek çok bilim dalında çalışma alanı olmuştur. Bölgede, Kaaden ve Metz (1954), Backer-Platen (1970), Kayan (1972), Backer-Platen vd. (1975), Şengör (1982, 1987), Meşhur ve Yoldemir (1983), Görür vd. (1995), Meşhur vd. (1995), Bilgin vd. (1997), MTA (1997), Kurt (2000), Kaşer ve Uluğ

(2006), Uluğ ve Kaşer (2007) jeolojik, tektonik ve jeofizik amaçlı, Kurttaş (1997), hidrojeolojik amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Günümüzde güncel sedimantolojik çalışmaların sayısında önemli bir artış olmuştur. Bölgede yapılan çalışmalar özellikle 1989 yılından sonra Akyaka Beldesinin Özel Koruma Bölgesi ilan edilmesinden sonra artış göstermiştir. Bu çalışmalar çoğunlukla azmaklar ile ilgili hidrografik değerler, biyolojik çeşitlilik çalışmaları ve çevresel etkiler ile ilgilidir. Çalışmalar Akyaka bölgesinin turistik ve çevresel gelişiminin yanı sıra iki önemli azmak olan Kadın ve Akçapınar Azmağının canlı ekosistemi açısından değerlendirilmesini de içermektedir. Bölgede yapılan jeolojik çalışmaların içeriği incelendiğinde özellikle plaj sedimanlarına ait çalışmalarının az olduğu gözlenmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmanın özellikle turistik açıdan her geçen gün

\*Sorumlu yazarın e-posta adresi: [aytencesur@mta.gov.tr](mailto:aytencesur@mta.gov.tr)

önemi artan bölgede sonradan gerçekleştirilecek olan gerek jeolojik gerekse farklı disiplinlere ait bilimsel çalışmalara da katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

## 2. Çalışma Alanının Genel Özellikleri ve Jeolojisi

Akyaka Beldesi, Güneydoğu Ege Bölgesinde yer alan Bodrum ve Datça Yarımadalari arasında kalan Gökova



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.



Şekil 2. Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağından görünüm.

Körfezinin bittiği, kuzey kıyısı ile güney kıyısının birbirine yaklaştığı bölgede yer alan yaklaşık 3 km'lik plaj alanını kapsamakta (Şekil 1) ve N20c4 topografik paftasında bulunmaktadır. 1989 yılında "Özel Çevre Koruma Bölgesi" ilan edilen Akyaka beldesinin 3 km'lik sahil şeridinin gerisinde, Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı ile sulanan yapılaşmaya kapalı geniş bir ova bulunmaktadır.

Çalışma alanının en önemli akarsuları Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağıdır (Şekil 2). Karstik kaynakların boşalmalarının toplanmasıyla oluşan Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı sürekli akışı olan yüzey sularıdır (Barlas vd. 1995). Kadın Azmağının yaklaşık 1,5 km'lik bir bölümünde gerçekleşen tekne turları yerli ve yabancı turist sayısını önemli oranda arttırmaktadır. Denize yakın olmasına karşın oldukça derin ve yüksek debili olan bu azmağın içerisinde sucul bitkileri ve birçok değişik türde su hayvanını görmek mümkündür. Akçapınar Azmağında daha çok balıkçı ve turistik tekneler bulunmakta, sazlık, bataklık, çayır ve narenciye ağaçlarının olduğu tarım alanları yer almaktadır.

Akyaka Beldesinde, Kadın ve Akçapınar Azmakları arasında kalan bölgedeki sazlıklar, sediman birikmesi ve dağılmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bölgede kıyı önü oldukça sığ olup, buradaki sazlıklar denizden karaya doğru dalga ve akıntılarla taşınan malzemenin birikmesi için uygun alanı teşkil etmektedir. Mevcut kum oluşukları bir dönem sonra akıntı ve dalga etkisi ile geriye doğru dağıtılmaktadır. Denizle direkt bağlantılı olan küçük vadiler ve çöküntü alanlarında biriken alüvyonlar ile oluşan tarım alanları Gökova Ovasını kapsamaktadır. Kurttaş (1997), önceki yıllarda Elektrik

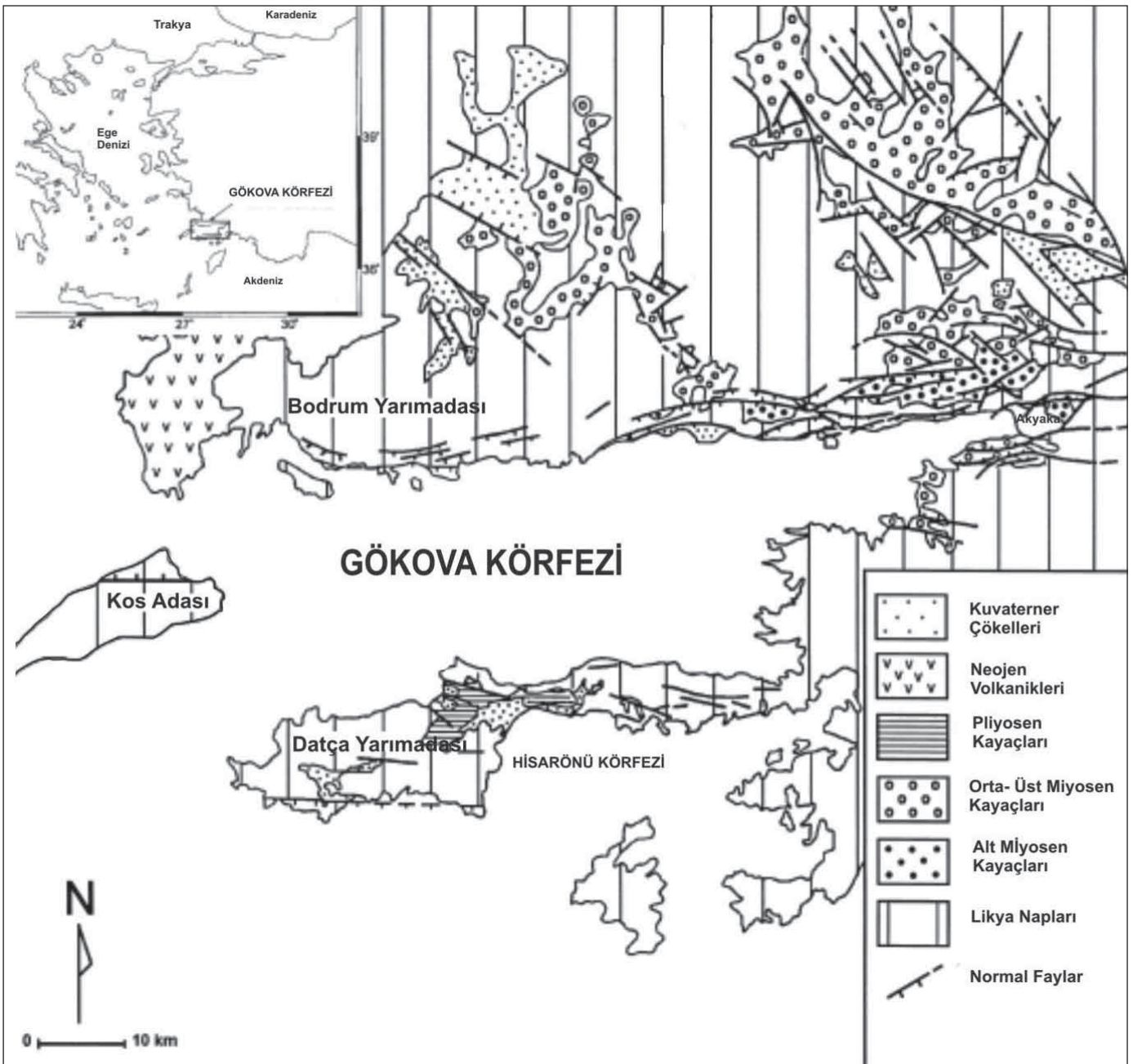


İşleri Etüd İdaresi ve Devlet Su İşleri tarafından yapılan akım ölçüm çalışmalarına göre, sayısal akım verilerinin yıl içinde özellikle kaynağın çekildiği aylarda önemli oranda değişim göstermemesinin, yağışın kaynaklar üzerinde kısa dönemde önemli bir etkisinin olmadığını, ancak uzun dönemde yağış etkisinin söz konusu olabileceğini belirtmektedir.

Gökova Körfezi ve çevresini kaplayan alanın tabanını Likya Napları olarak tanımlanan ve Orta ve Üst Eosen'de Menderes masifinin üzerinde ve güneyinde, Alt Langiyende ise Kuzey/Kuzeydoğu yönden Bey Dağları otoktonu üzerine yerleşmiş, allakton konumlu

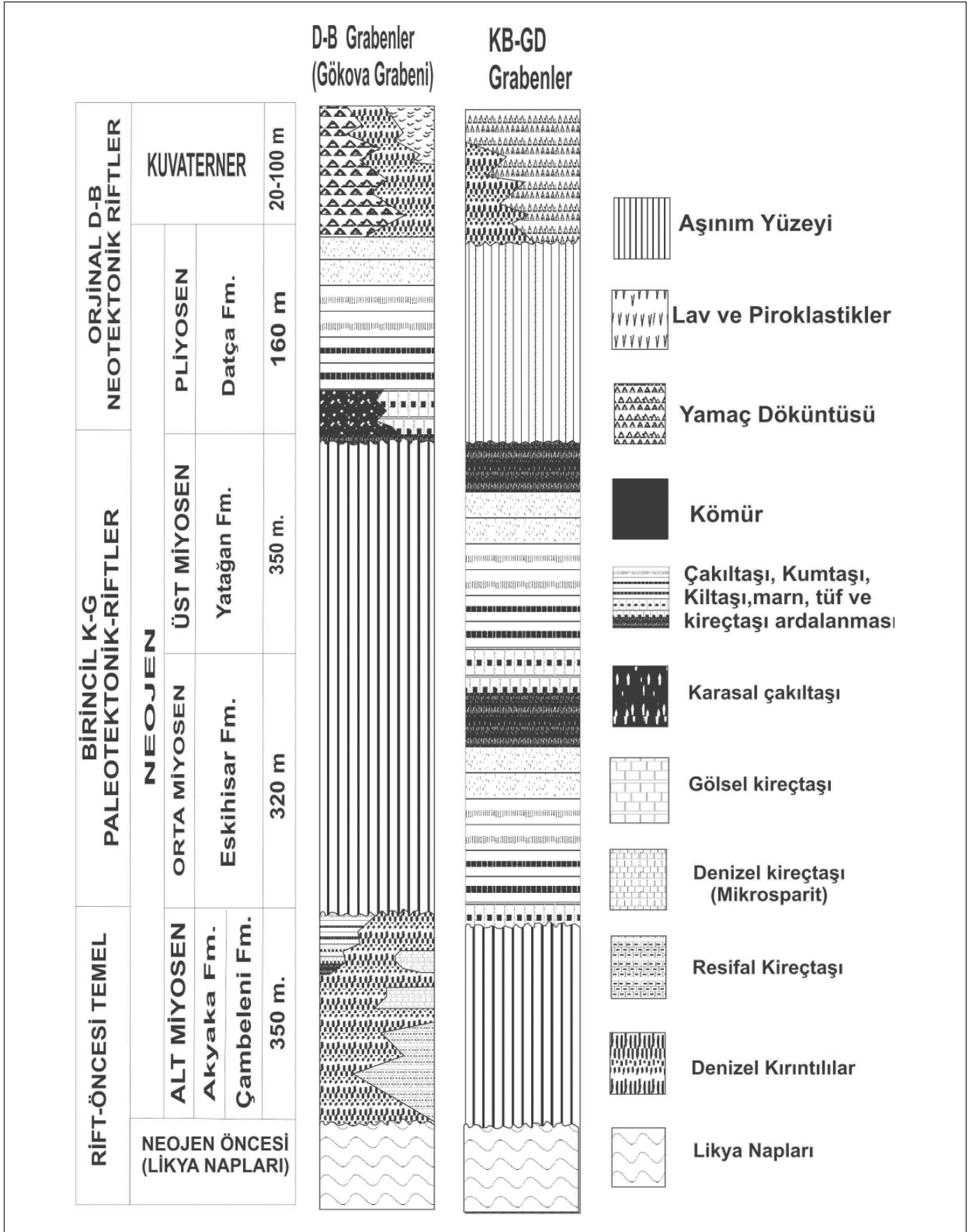
kütleler oluşturur (Şenel 2007). Çalışma alanında Likya Naplarının oluşturduğu allakton birimler ve bunların üzerine gelen neo-otokton birimler mevcuttur. GB Anadolu'da geniş bir alanı kapsayan Likya Napları, yaşları Karbonifer'den Alt Eosen'e kadar değişen formasyonları içerir (Görür et al. 1995) (Şekil 3, Şekil 4).

Gökova körfezinde az sayıda gözlenen plaj alanları çoğunlukla güncel ya da eski bir derenin deniz kıyısına getirdiği sedimanlardan oluşmuştur. Bu malzemeler tutturulmamış kum ve küçük çakıl taşlarından oluşurlar (Dirik 2007). Bölgedeki en büyük plaj körfezin en doğu ucunda çalışma konusunu da oluşturan Akyaka plajı-



Şekil 3. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası (Görür vd. 1995).





Şekil 4. Çalışma alanı DB ve KB-GD grabenlerinin dikme kesiti (Görür vd. 1995).

dır. Akyaka plajı azmakların taşıdığı sedimanların dalga ve akıntılarla işlenerek kıyı boyunca dağıtılmasıyla oluşmuştur.

### 3. Arazi Çalışmaları

Azmaclar arası bölgedeki sediman taşınım ve depolanma süreçlerinin gözlenebilmesi için kıyı çizgisi ve arka (kıyı gerisi) plaj ortamlarını içeren hat üzerinden simetrik olarak örnekler alınmıştır. Bu metodun amacı, aynı hat üzerinde iki farklı ortamı temsil eden hem kıyı çizgisinden hem de kıyı gerisi (arka plaj) olarak tanımlanan bölgeden sediman toplamaktır. Kıyı çizgisinden ve arka (kıyı gerisi) plaj bölgesinden seçilen 25 lokasyondan sistematik

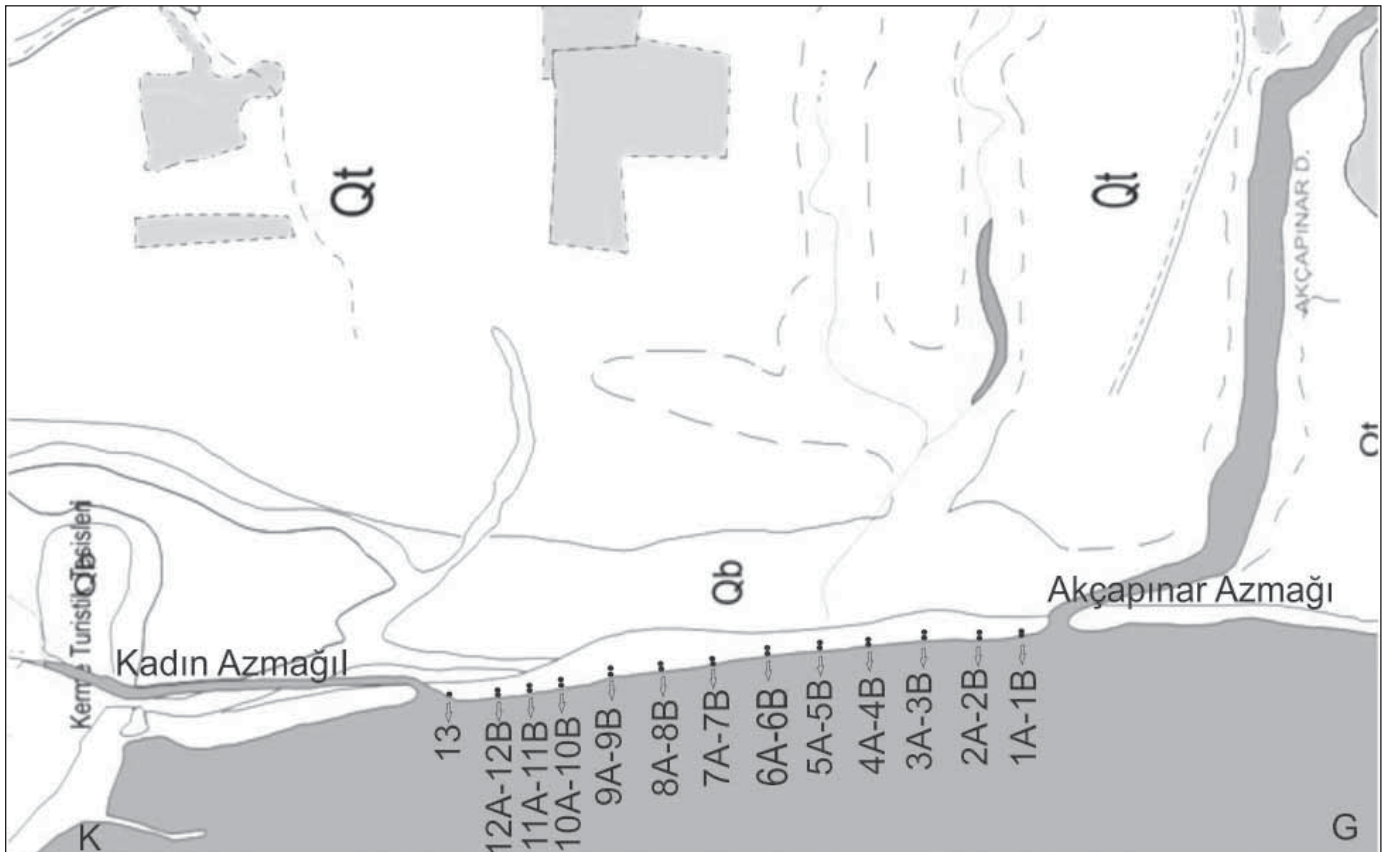
olarak, kıyı çizgisinden denize paralel olarak 12 adet örnek (1A-12A); sahilden itibaren yaklaşık 1,5-2 m daha geride kıyı gerisi (arka plaj) bölgesinden ise 13 adet örnek (1B-13) alınmıştır (Şekil 5).

Çalışma alanında 5 farklı noktada aynı dönemde ölçümler yapılmış ve bu ölçümlere göre Kadın Azmağı, Akçapınar Azmağı, her iki azmağın denize döküldüğü alan ve iki azmak arasındaki plaj alanına ait sıcaklık, pH, elektrik iletkenliği, ışık geçirgenliği değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Ölçümler her iki azmağın ve plaj alanının nötr yada hafif bazik olduğunu ayrıca Kadın Azmağının Akçapınar Azmağına oranla daha soğuk olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Azmaclarda ölçülen fiziksel ve kimyasal değerler

Yer	Su Sıcaklığı °C	pH	Elektrik İletkenliği (µ/cm)	Işık Geçirgenliği (klx)
Akçapınar Azmağı Balıkçı İşkelelerine Yakın Alan	17,5	7,32	5150	6,5
Akçapınar Azmağı ile Denizin Birleştiği Alan	19,9	7,43	28960	3,5
Plaj Orta Alan	22,9	7,58	31030	20
Kadın Azmağı ile Denizin Birleştiği Alan	18,2	7,34	15000	13
Kadın Azmağı Kaynak Çıkış Alanı	16	7,27	4600	-

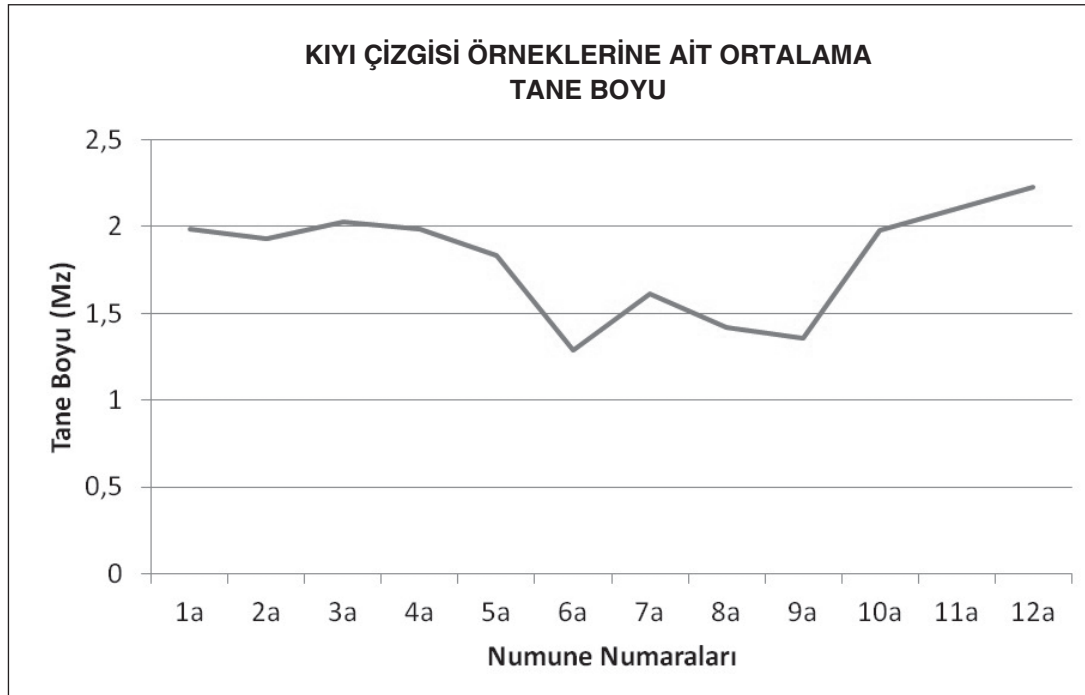


Şekil 5. Akçapınar Azmağı-Kadın Azmağı arasındaki örnek alım noktaları.

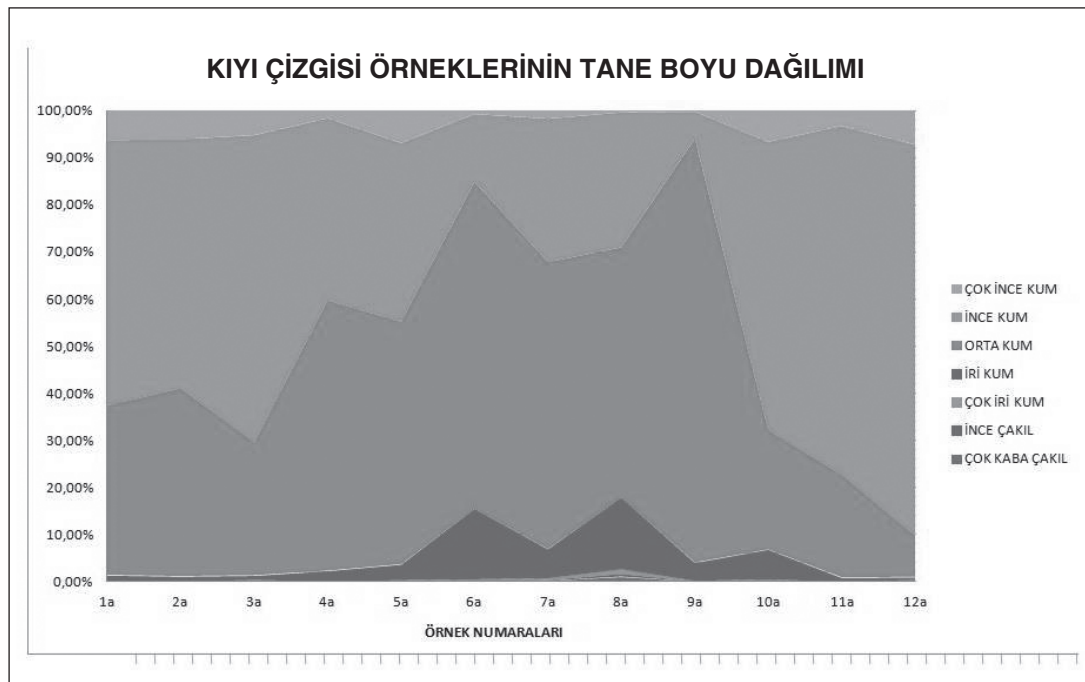
Azmağların denize döküldükleri alanlarda, tatlı-tuzlu su karışımından dolayı tatlı su değerlerinin üzerinde ölçülen elektrik iletkenliği, tamamen deniz suyu içeren ortadaki plaj alanında en yüksek değere sahiptir. Deniz kıyısındaki alanda ışık geçirimsizliğinin yüksek olmasının nedeni ise kıyıdağı kil boyu tanelerin dalga ve akıntılarla uzaklaştırılmış olması ve bu alanda azmağlardaki kadar yoğun biyolojik aktivitenin bulunmamasıdır (Cesur 2012).

#### 4. Tane Boyu Analizleri

Ortalama tane boyu (Mz), boylanma (So), yamukluk (S), tepelenme (K) gibi istatistiksel parametreler Folk (1974)'e göre elde edilmiştir. Akyaka beldesi kıyı çizgisinden alınan 12 örnekte orta kum ve ince kum boyu taneler yaygın olarak gözlenmiştir. Kıyı çizgisinden alınan örneklerin ortalama tane boyları (Mz) ve tane boyu grafikleri Şekil 6 ve Şekil 7 de gösterilmektedir. Kıyı çizgisinden alınan örneklerdeki boylanma birbirine



Şekil 6. Kıyı çizgisi örnekleri ortalama tane boyları.



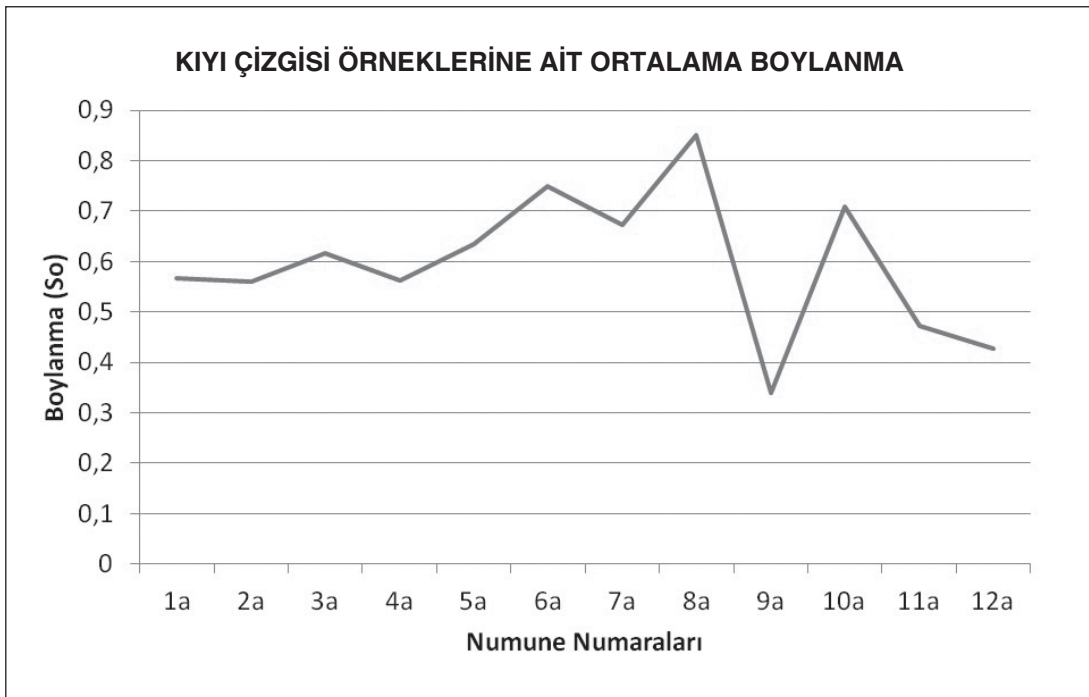
Şekil 7. Kıyı çizgisi örneklerinin tane boyu dağılımı.

paralellik göstermektedir. Bu örnekler Wentworth (1929)'un tane boyu istatistiksel değerlendirmesine göre iyi-orta ve iyi boylanmış aralığına karşılık gelmektedir. Kadın Azmağının güneyine yakın sahadan alınan 9A nolu örnekten elde edilen boylanma değeri ise  $S_o=0,33825$  olup Folk'un (1974) tane boyu sınıflamasına göre çok iyi boylanmalı (Şekil 8) olarak tanımlanmıştır (Cesur 2012).

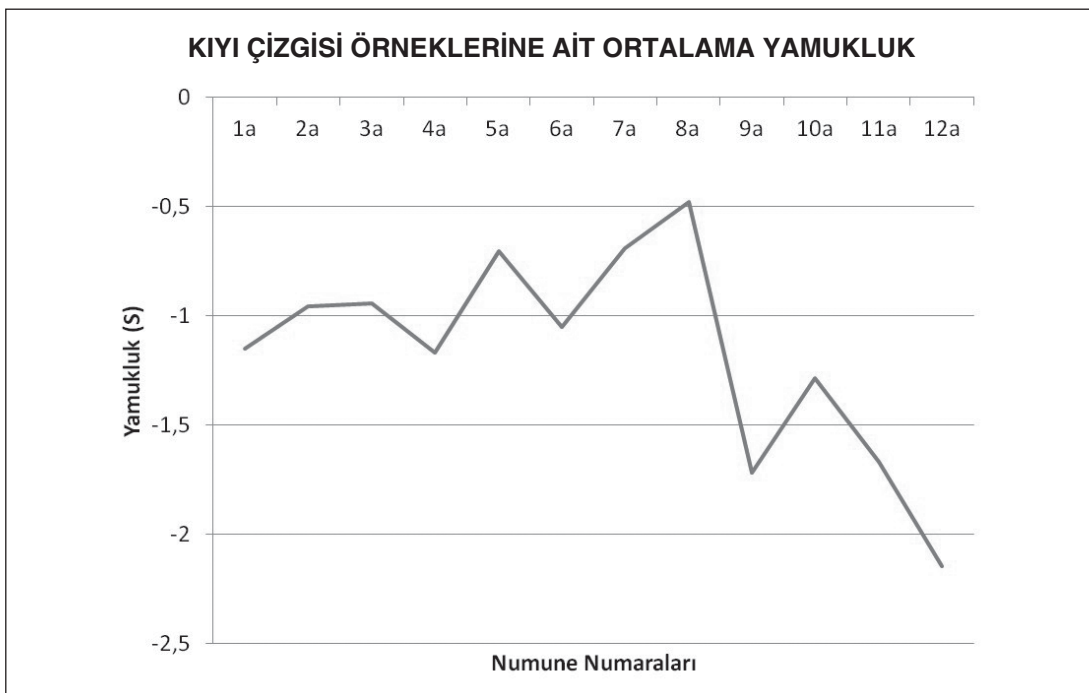
Folk (1974) tane boyu istatistiksel değerlendirmesine göre -1 ile +1 aralığındaki yamukluk (S) değerlerinde pozitif

değerlerde tanelerin dağılım eğrisi sağa kuyruklu gözlenirken, negatif eğrilerde ise sola kuyruklu. Alınan numunelerin tamamının yamukluk değerleri  $S < -0.30$  olarak belirlenmiştir. Buna göre bütün örnekler matematiksel olarak kuvvetli negatif çarpık, geometrik olarak ince taneye pozitif yamukluk (Şekil 9, Şekil 10) göstermektedir (Cesur 2012).

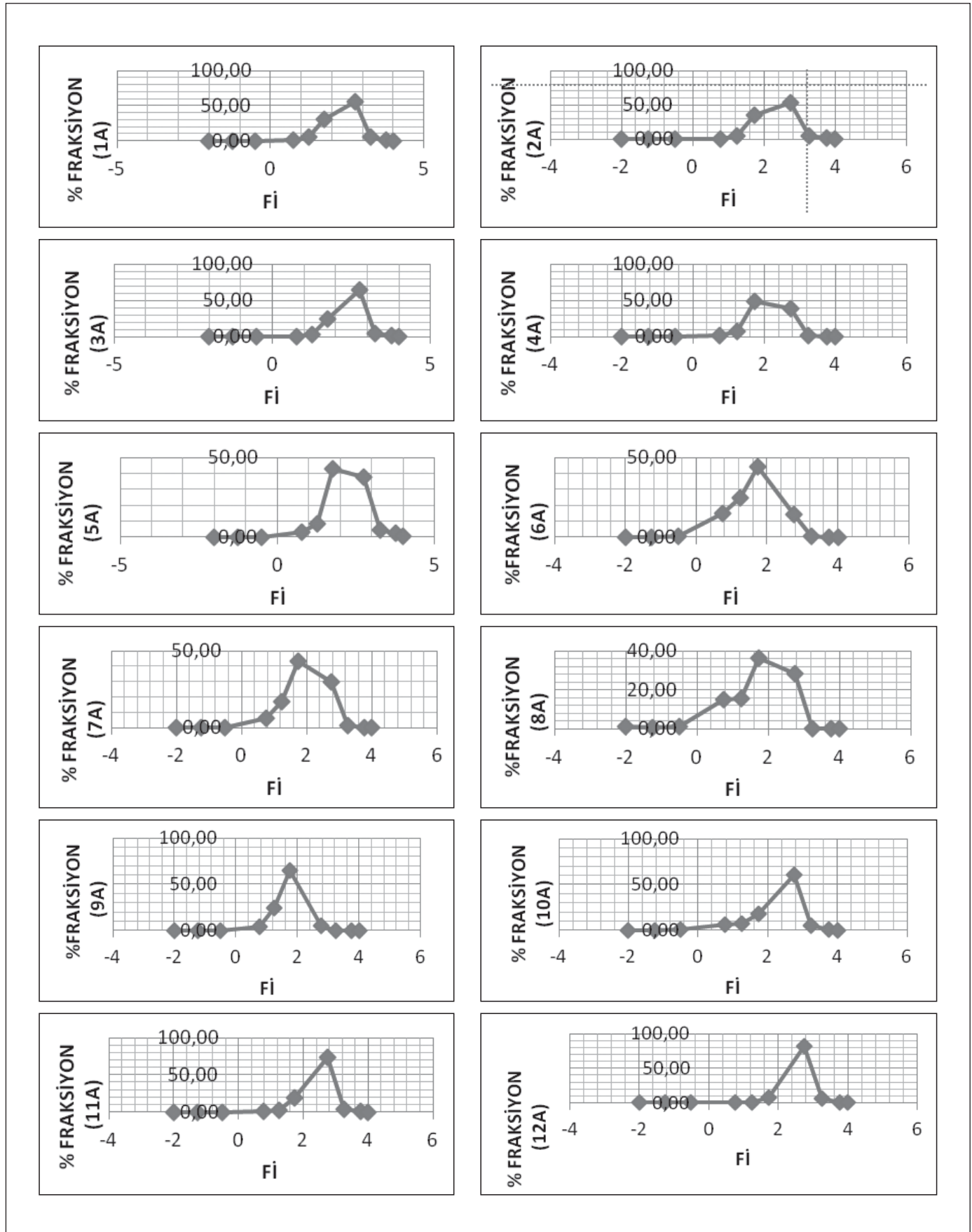
Boylanma durumunu gösteren bir parametre olarak tanımlanan tepelenme (K) değerleri aynı boydaki taneler-



Şekil 8. Kıyı çizgisi örneklerine ait ortalama boylanma dağılımı.



Şekil 9. Kıyı çizgisi örneklerine ait ortalama yamukluk dağılımı.



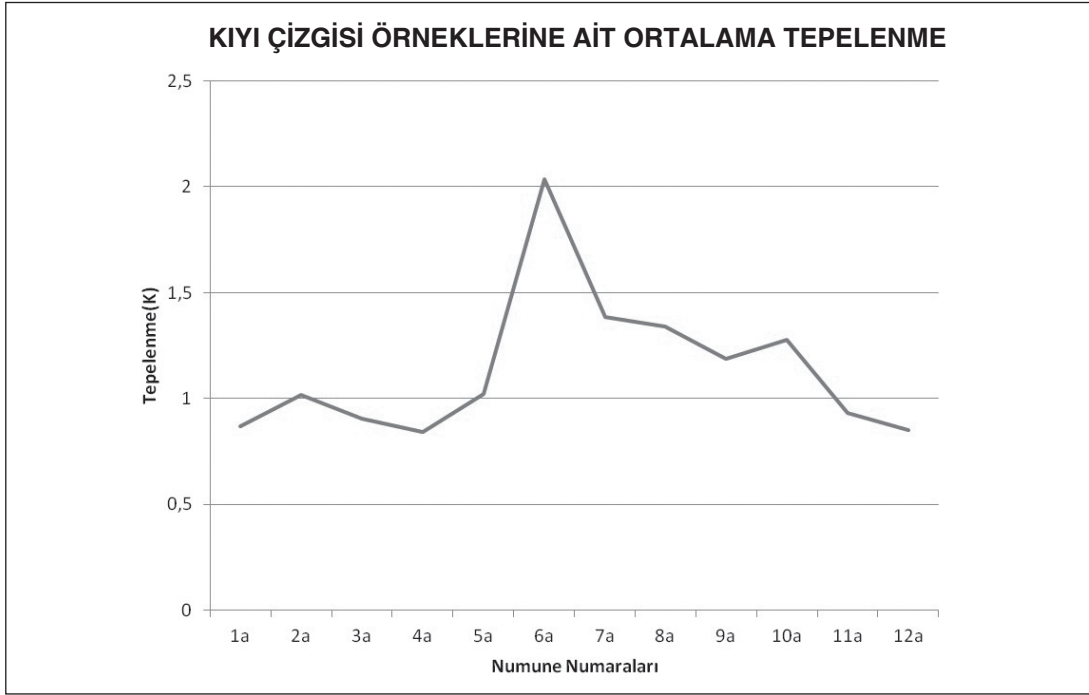
Şekil 10. Kıyı çizgisi örneklerinin % fraksiyon dağılımları.



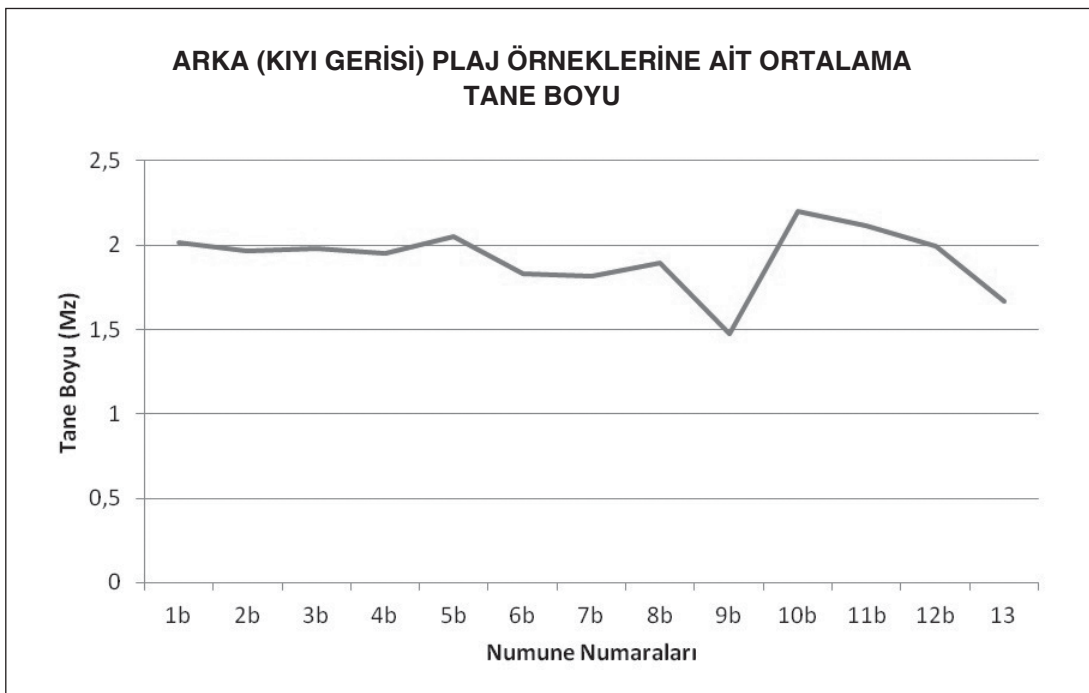
rin bir elekte biriktiği baskın tane aralığını göstermektedir. Kıyı örneklerinden elde edilen tepelenme değerleri sınıflandırmadaki basık (platikurtik), orta (mezokurtik) ve sivri (leptokurtik) (Cesur 2012) değerlerinin tamamını göstermektedir (Şekil 11).

Örneklerin lokasyonlara göre tane boyu dağılımı dikate alındığında özellikle orta kısımda nispeten iri tanelerin bulunması kıyı boyunca hakim akıntılarla daha ince tanelerin kuzey ve güneye doğru süpürül-

düğüne işaret etmektedir (Cesur 2012). Kuzeye yakın olan 11A ve 12A lokasyonları civarında ince kum miktarının artması dalga ve akıntıların çoğunlukla güneyden kuzeye, batıdan doğuya doğru olduğunun işaretidir. Çünkü kuzey kısım nispeten dalga ve rüzgâra karşı daha korunaklıdır. Çalışma alanında Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı arasındaki plaj alanında kıyından 1,5-2 m içeriden, arka (kıyı gerisi) plaj bölgesinden alınan örneklerin tane boyu (Mz)



**Şekil 11.** Kıyı çizgisi örneklerine ait ortalama tepelenme dağılımı.



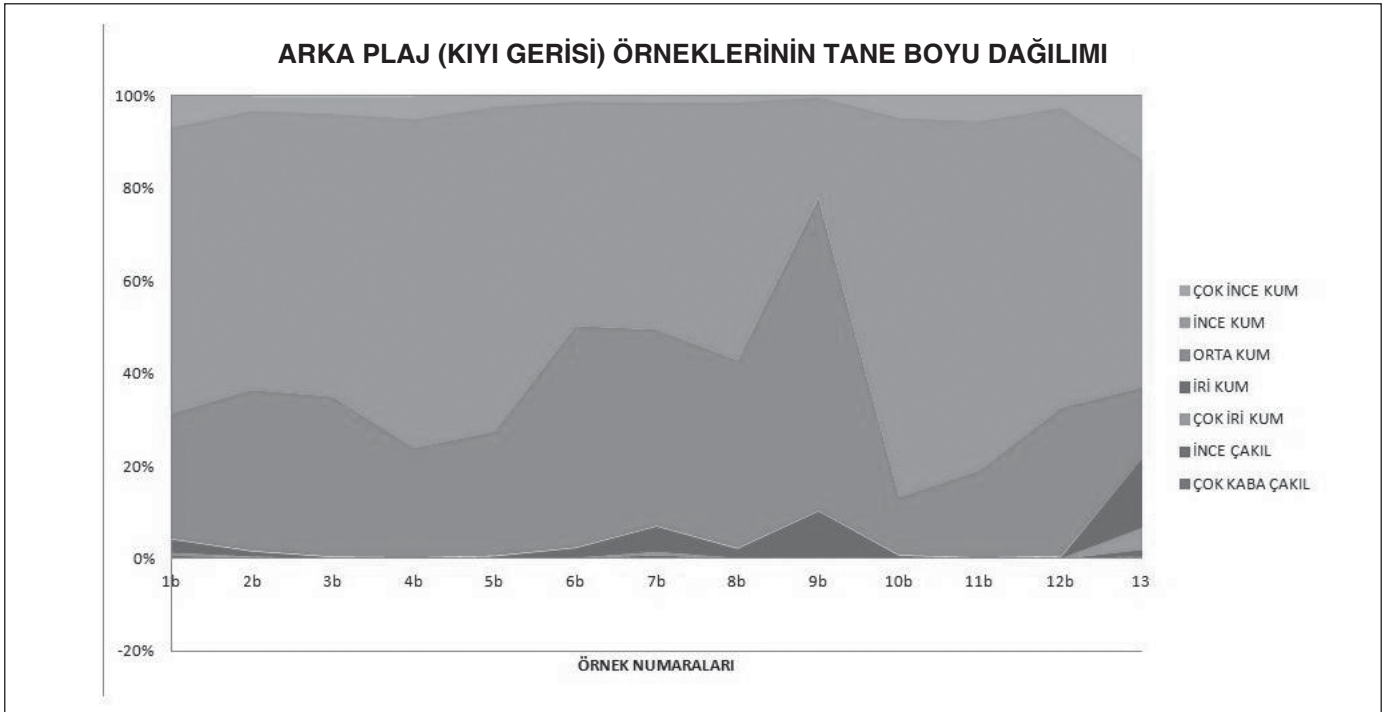
**Şekil 12.** Arka plaj örnekleri ortalama tane boyları.

analizinde hakim olan malzeme boyutu tıpkı kıyı bölgesinde olduğu gibi orta ve ince kumdur (Şekil 12, Şekil 13).

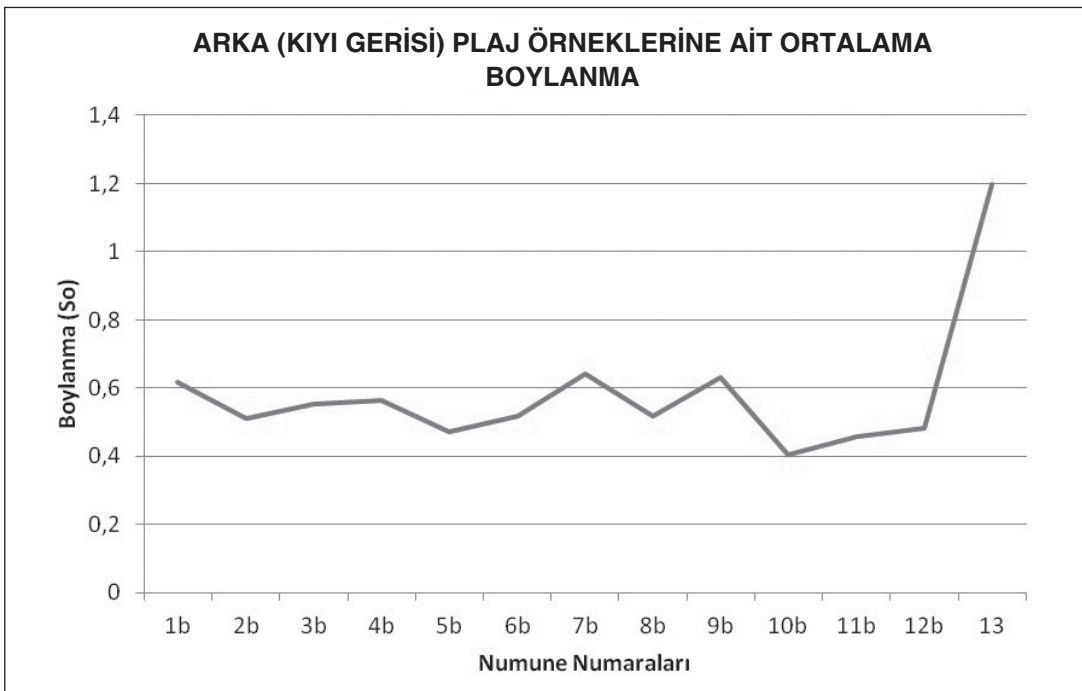
Arka (kıyı gerisi) plaj alandan alınan örneklerdeki boylanma değerleri Wentworth (1929)'un tane boyu değerlendirmelerine göre 13 nolu örnek hariç orta iyi boylu ile iyi boylu arasında değişmektedir. Kadın Az-

mağına en yakın lokasyondan alınmış bu örnekteki mevcut boylanma değeri  $S_o = 1,198$  olup, kötü boylanmalı olarak tanımlanmıştır (Şekil 14). Bu durum kıyı gerisindeki alanda enerjisini yitiren dalganın çekilme süreci olarak tanımlanabilir (Cesur 2012).

Yamukluk (S) değerleri plajdan alınan bütün örneklerde negatif değerde olduğu için arka plaj (kıyı ge-



Şekil 13. Arka plaj örneklerinin tane boyu dağılımı.



Şekil 14. Arka plaj örneklerinin ortalama boylanma dağılımı.

risi) alanda da, geometrik olarak ince taneye pozitif yamukluğu, matematiksel olarak ise kuvvetli negatif çarpıklığı işaret etmektedir. Bu durum mevcut grafiklerin sola doğru kuyruk oluşturacak şekilde olduğunu gösterir (Şekil 15, Şekil 16).

Kıyı gerisi plajdan alınan 13 örnekten 9 tanesinde tepelenme (K) grafikleri platikurtik (basık) olarak tanımlanmıştır. Bunlardan 10B nolu örnek çok platikurtik bir tepelenme sergileyerek oldukça basık bir grafik sunmuştur. Diğer dört örnekten 2 tanesi (1B,7B) mezokurtik (orta), 13 nolu örnek leptokurtik (sivri), 9B nolu örnek ise çok leptokurtik (sivri) (Şekil 17) sonucunu vermiştir (Cesur 2012).

Çalışma alanında gerek Kadın Azmağında gerekse Akçapınar Azmağının bulunduğu noktalarda ağırlıklı olarak ince-orta kum boyutundaki malzemenin mevcut olması bu alandaki beslenimin azmalardan olduğuna işaret ettiği gibi Gökova Körfezinin her iki uç noktasındaki korunaklı bölgelerde dalga ve akıntının az olduğunu da göstermektedir. Bölgede geçmişte düşük olan deniz seviyesindeki mevcut kıyı kumları, dalgaların yoğun taşıma faaliyetleri sonucunda bugünkü kıyıya ulaşmışlardır. Bu nedenle ortamdaki tane boyları yaklaşık aynıdır.

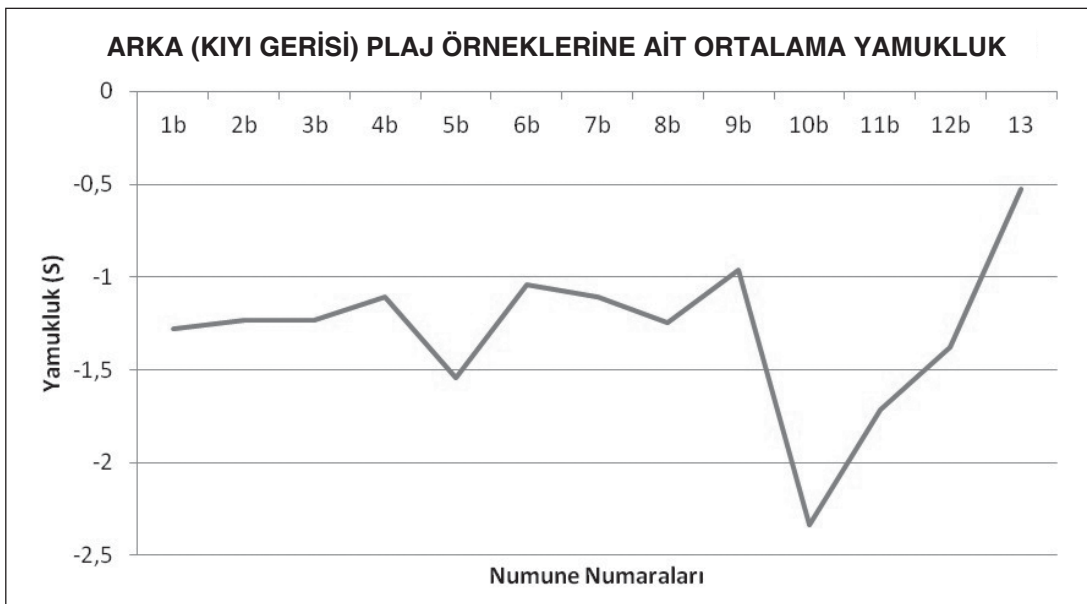
Çalışma alanında kıyı bölgesi ve arka plaj (kıyı gerisi) alanlarından alınan toplam 25 örneğe ait kümülatif fraksiyon eğrileri Şekil 18 ve Şekil 19 de gösterilmektedir. Grafik yorumları orta ve ince kum boyutundaki malzemede zenginlik olduğunun bir göstergesidir.

## 5. Rezidüel Analiz ile Karbonat Tayini

Karbonat tayinini ile  $\text{CaCO}_3$  bileşimini asitle çözerek atmak ve erimeden kalan rezidüel (kalıntı) malzemeyi kum ve kil olarak ayırma yoluyla Trefethen (1950), Folk (1954), Shepard (1954) gibi araştırmacılara göre kayacın kabaca tanımlanmasını yapmak mümkündür. Gökova Körfezi Akyaka Bölgesi kıyı çizgisi ve arka (kıyı gerisi) plajdan alınan 25 örnek içerisindeki karbonat miktarı ortalaması %16,54'dür. Çizelge 2'de her bir örnek için elde edilen toplam karbonat, kum ve killere ait yüzde değerlerine göre tortul tanımlaması yapılmıştır.

Akçapınar Azmağı ile Kadın Azmağı arasındaki kıyı çizgisinden alınan 12 örnekteki karbonat miktarı %10,63 (9A) ile %25,72 (11A) (Şekil 20), arka (kıyı gerisi) plajdan alınan örneklerdeki karbonat miktarı %10,57 (9B) ile %24,88 (8B) aralığındadır (Şekil 21). Genel olarak örneklerdeki kum içeriğinin kil ve karbonat içeriğinden fazla olması ortamın kum olarak tanımlanacağını gösterir.

Kadın Azmağının kaynağı ve karstik bir boşalım olan Sakartep'e'nin jeolojik yapısının karbonatça zengin olması nedeniyle, Kadın Azmağına yakın alınan 7 adet örnekte mevcut karbonat miktarının ortalama %22,77 ile diğerlerine göre daha yüksek bir ortalama sunduğu belirlenmiştir. Rezidüel analizde örneklerdeki mevcut kil boyu malzemenin miktarı da oldukça önemlidir. Örneklerdeki kil boyutlu malzeme gerek kıyı çizgisi gerekse arka plaj örneklerinde %10'un altında, kum boyu taneler ise genel olarak %70'in üzerindedir. Çalışma alanında kum boyu taneler civardaki ofiyolitik ve metamorfik kayalar ile eski sedimanter kayalardan taşınarak ortama gelmiş ve burada zamanla işlenerek

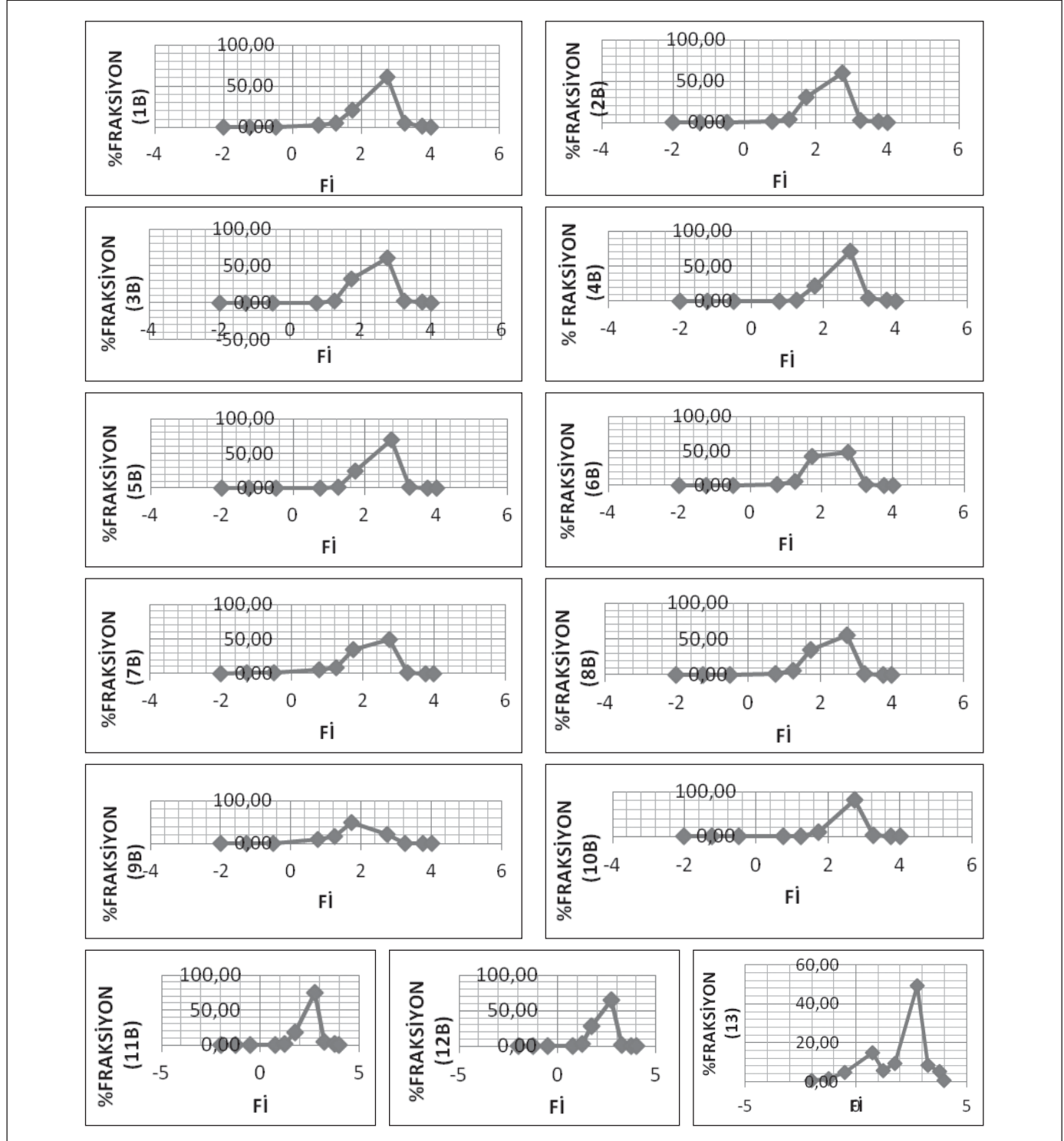


Şekil 15. Arka plaj örneklerinin ortalama yamukluk dağılımı.

bugünkü plaj tortuları içerisindeki yerlerini almışlardır (Cesur 2012). Bu taneler mineralojik açıdan XRD analizleri ile incelenmiş ve genel olarak kuvars, kalsit, manyetit gibi mineraller ile feldispat ve mika grubu mineraller içerdikleri görülmüştür. 6 örnekte yapılan kil analizleri sonucunda ise serpantin, illit, kaolin, klorit gibi kil minerallerine rastlanmıştır.

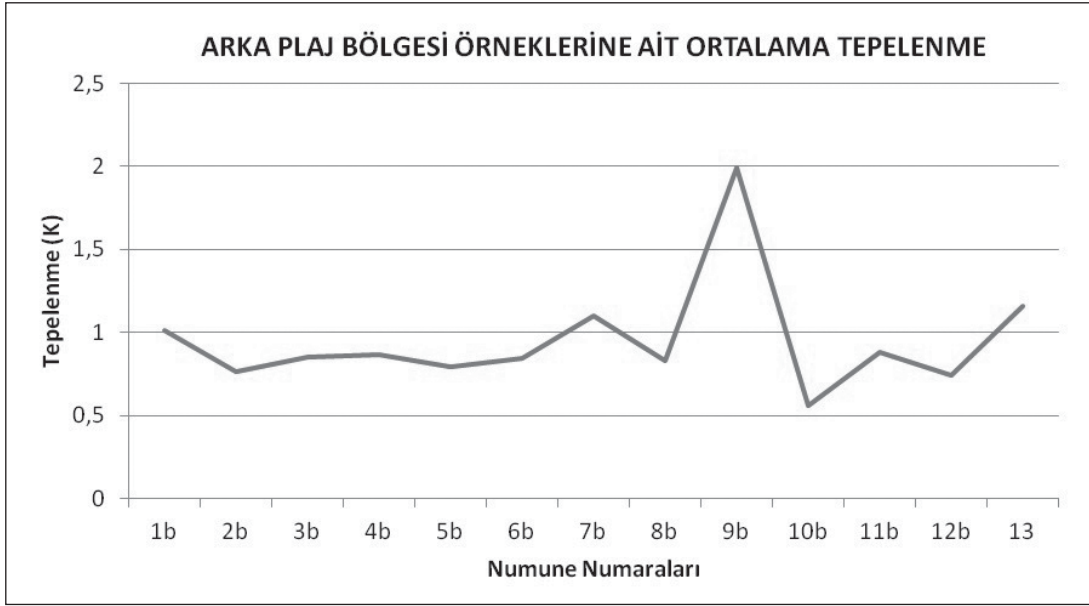
## 6. XRD Analizi

Akyaka Beldesi kıyı çizgisinden ve arka (kıyı gerisi) plaj bölgesinden alınan 25 adet örnek MTA Laboratuvarlarında Cu X-ışın tüplü Rigaku Geigerflex D-Maxll TC model XRD analiz cihazı ile Kuvars (ASTM No: 33-1161), Kalsit (ASTM No: 5-586), Manyetit (ASTM No: 19-629), Hematit



Şekil 16. Arka plaj örneklerine ait % fraksiyon grafikleri.





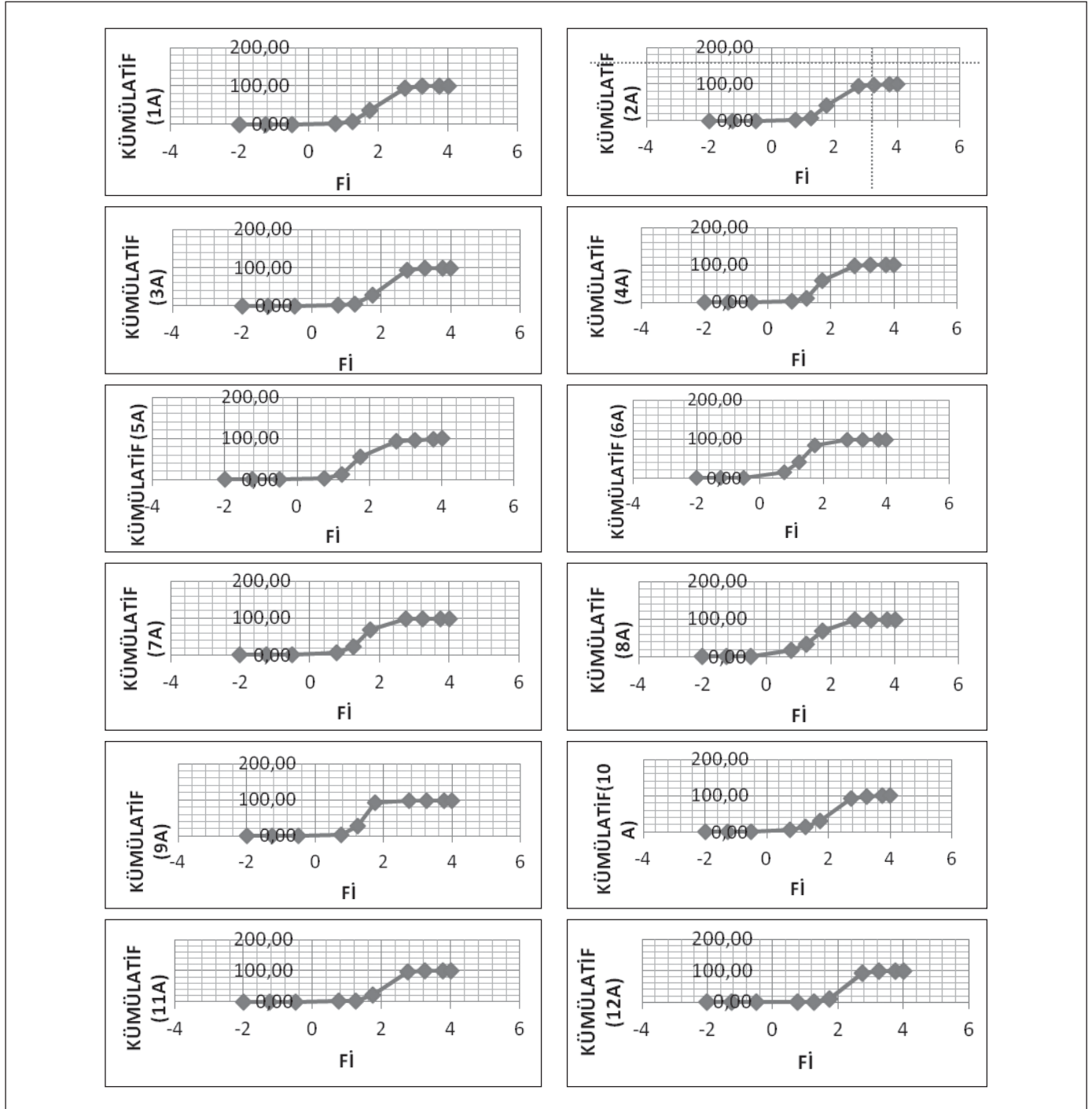
**Şekil 17.** Arka plaj örneklerine ait tepelenme dağılımı.

**Çizelge 2.** Örneklerdeki karbonat, kil, kum miktarları

Örnek No	Tortul Bileşenleri (%)				Tortul Tanımlaması
	Örnek Miktarı (gr)	Karbonat Miktarı (%)	Kil Miktarı (%)	Kum Miktarı (%)	
1A	10	15,60	0,40	84,00	Karbonatlı kum
1B	10	14,40	0,84	84,76	Karbonatlı kum
2A	10	13,65	0,61	85,74	Karbonatlı kum
2B	10	13,94	2,02	84,04	Karbonatlı kum
3A	10	14,16	2,03	83,81	Karbonatlı kum
3B	10	14,16	2,16	83,68	Karbonatlı kum
4A	10	13,47	1,27	85,26	Karbonatlı kum
4B	10	16,47	1,56	81,97	Karbonatlı kum
5A	10	14,85	1,70	83,45	Karbonatlı kum
5B	10	16,63	2,21	81,16	Karbonatlı kum
6A	10	14,17	2,48	83,35	Karbonatlı kum
6B	10	14,90	2,64	82,46	Karbonatlı kum
7A	10	12,92	5,23	81,85	Karbonatlı kum
7B	10	11,23	7,33	81,44	Karbonatlı kum
8A	10	16,51	3,11	80,38	Karbonatlı kum
8B	10	24,88	2,06	73,06	Karbonatlı kum
9A	10	10,63	5,87	83,50	Karbonatlı kum
9B	10	10,57	4,27	85,16	Karbonatlı kum
10A	10	20,21	6,42	73,37	Karbonatlı kum
10B	10	21,58	4,56	73,86	Karbonatlı kum
11A	10	25,72	2,39	71,89	Karbonatlı kum
11B	10	22,02	3,25	74,73	Karbonatlı kum
12A	10	24,89	3,48	71,63	Karbonatlı kum
12B	10	20,09	3,38	76,53	Karbonatlı kum
13	10	14,95	1,79	83,26	Karbonatlı kum

(ASTM No: 33-664), Kaolin (ASTM No: 14-164), Dolomit (ASTM No: 36-426) standartları kullanılarak analiz edilmiştir. XRD okumaları gerçekleştirilen örneklerin ana mineralojik bileşimlerinde başlıca; kuvars, bunun yanında az oranda kalsit, feldspat, çok az oranda serpantin grubu mineraller (krizotil, antigorit), eser oranda kaolin mika ve klorit mineralleri belirlenmiştir. Ayrıca bölgeden alınmış 1A, 3A, 6B, 8A, 10A ve 12A örnekleri üzerinde detay kil analizleri yapılmıştır. Bunun

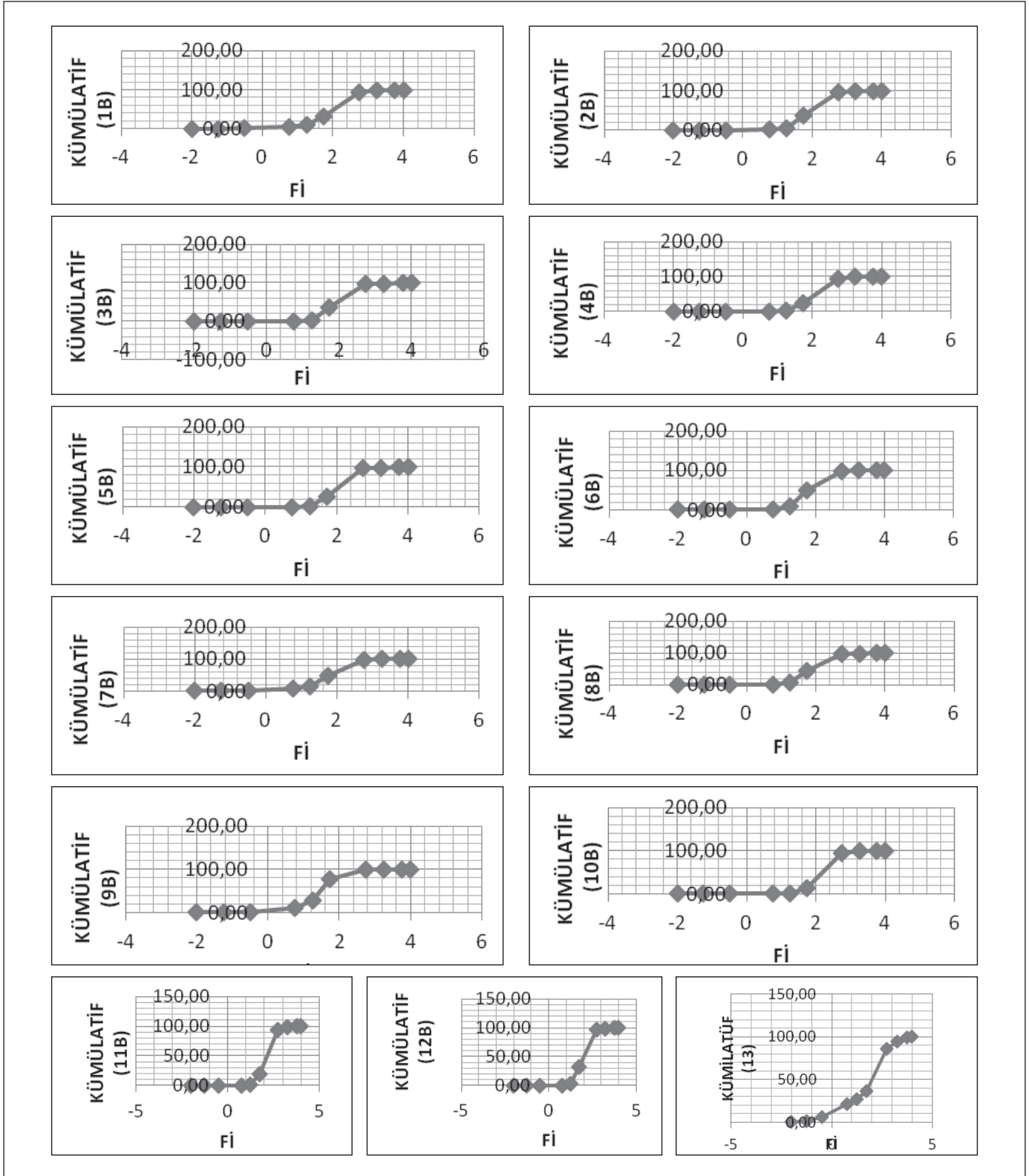
için sediman örneklerinden elde edilen kil fraksiyonları (<0.002 mm) cam lamel üzerine süspansedilmiştir. Kil mineral analizlerinde normal, glükollü ve fırınlı olmak üzere 3 ayrı çekim yapılmış ve kil minerallerinin yansımaları değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre 6 örnekte; serpantin grubu mineraller yanında çok az kaolin ve eser oranlarda klorit, illit mineralleri tespit edilmiştir (Çizelge 3, Çizelge 4).



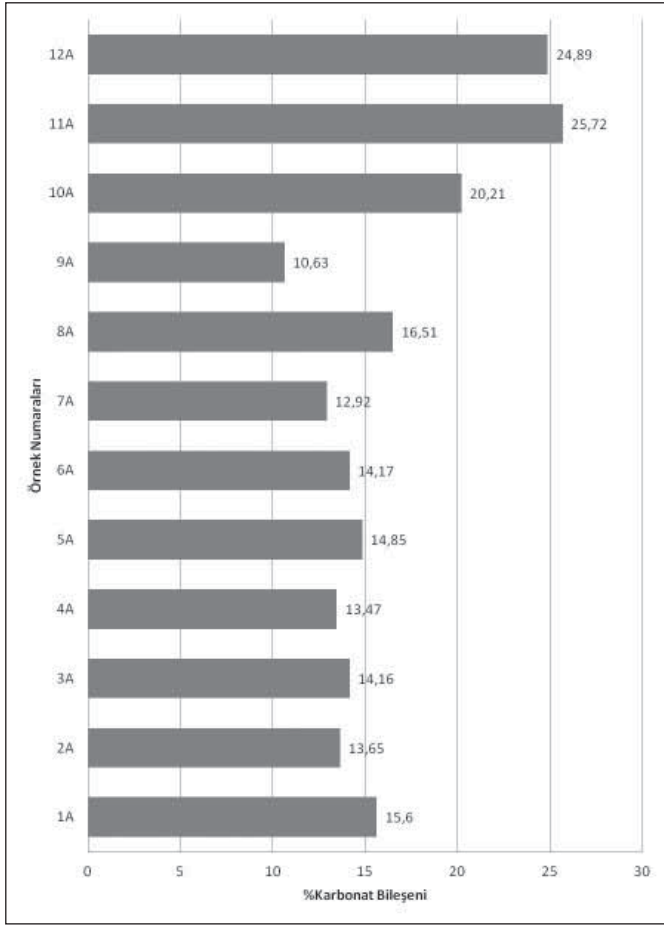
Şekil 18. Kıyı bölgesi örneklerine ait kümülatif fraksiyon grafikleri.

Örnekler üzerinde uygulanan XRD analiz yöntemi ile örnekler için mineral ve mineral grubu tanımlanmaya çalışılmıştır. Kıyı çizgisinden alınmış olan 1A nolu örnekteki mineral oranları için Gündoğdu (1982)'den ya-

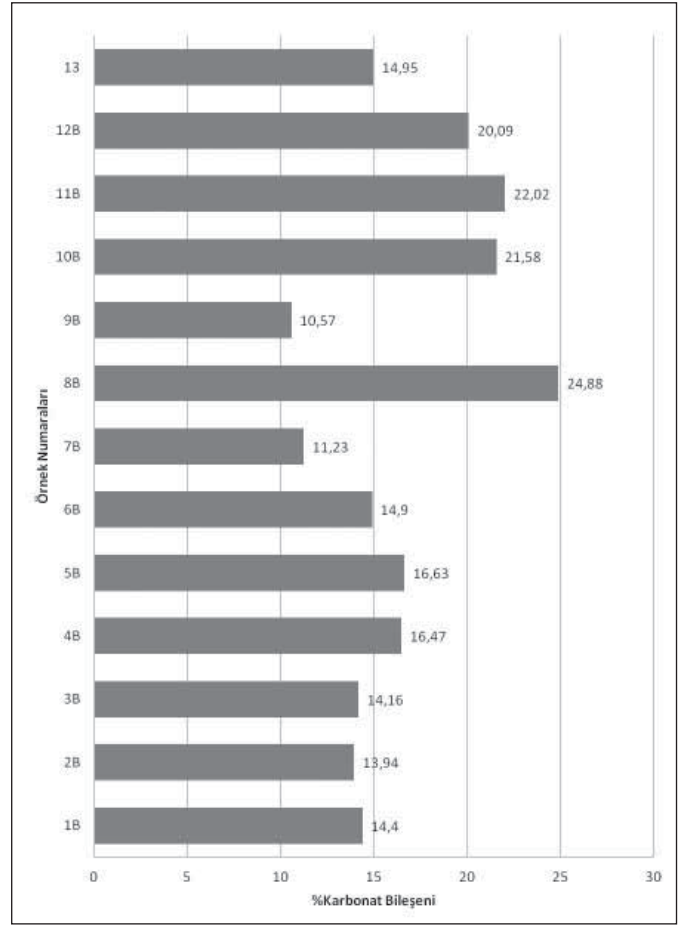
rarlanılmıştır. Buna göre örnek içerisinde ana bileşenleri Kuvars, Kalsit, feldspat ve serpantin mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 22). XRD okumaları gerçekleştirilen sediman örneklerine ait mineral bileşenleri ve türleri dikkate



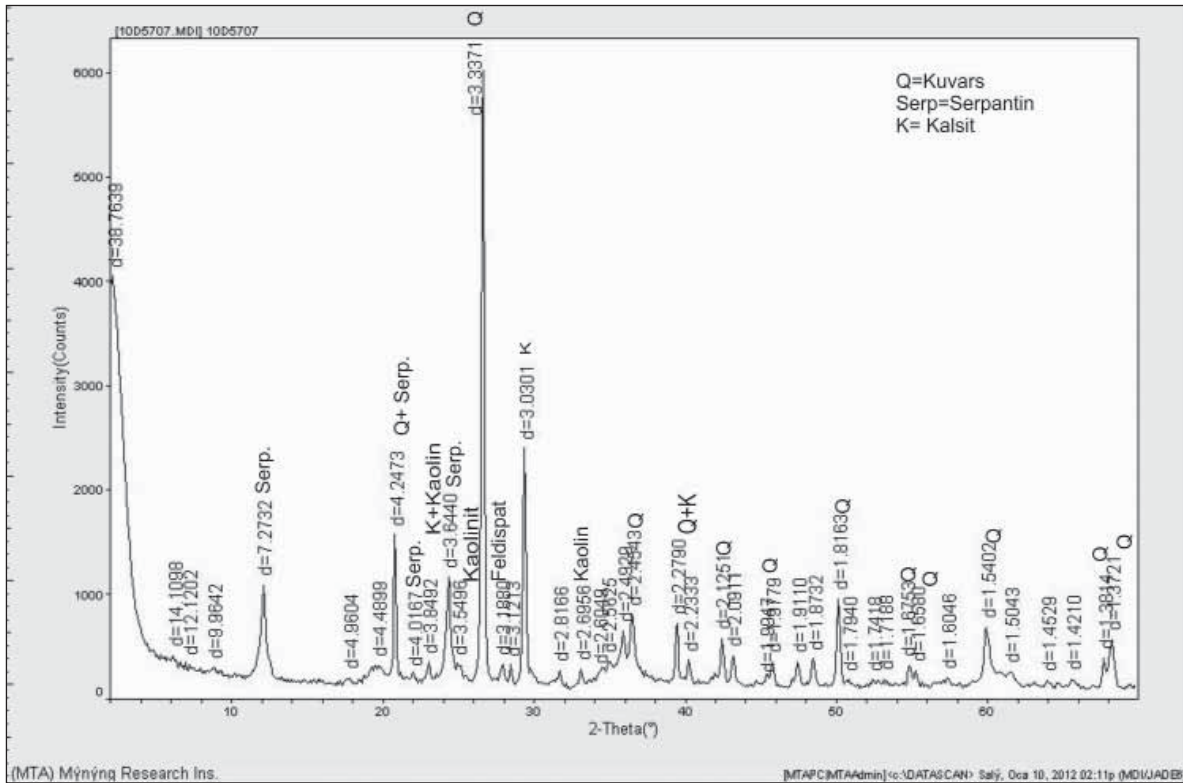
Şekil 19. Arka plaj örneklerine ait kümülatif fraksiyon grafikleri.



Şekil 20. Kıyı çizgisi örneklerinde tespit edilen % karbonat miktarları.



Şekil 21. Arka plaj örneklerinde tespit edilen % karbonat miktarları.



Şekil 22. Kıyı çizgisinden alınan 1A örneğe ait XRD grafiği (Cesur 2012).



alındığında, sahil sedimanlarının çoğunlukla güncel olduğu ya da akarsuların, çevredeki daha yaşlı ultramafik kayalar ve peridotitler ve metaflaş litolojisindeki kayalar ile rekristalize kireçtaşı-karbonat bileşenlerinin bulunduğu birimlerin, atmosfer rüzgar gibi etkiler ile deniz kıyısına taşıdığı ayrık-kırıntılı malzemelerden oluştuğu düşünülmüştür.

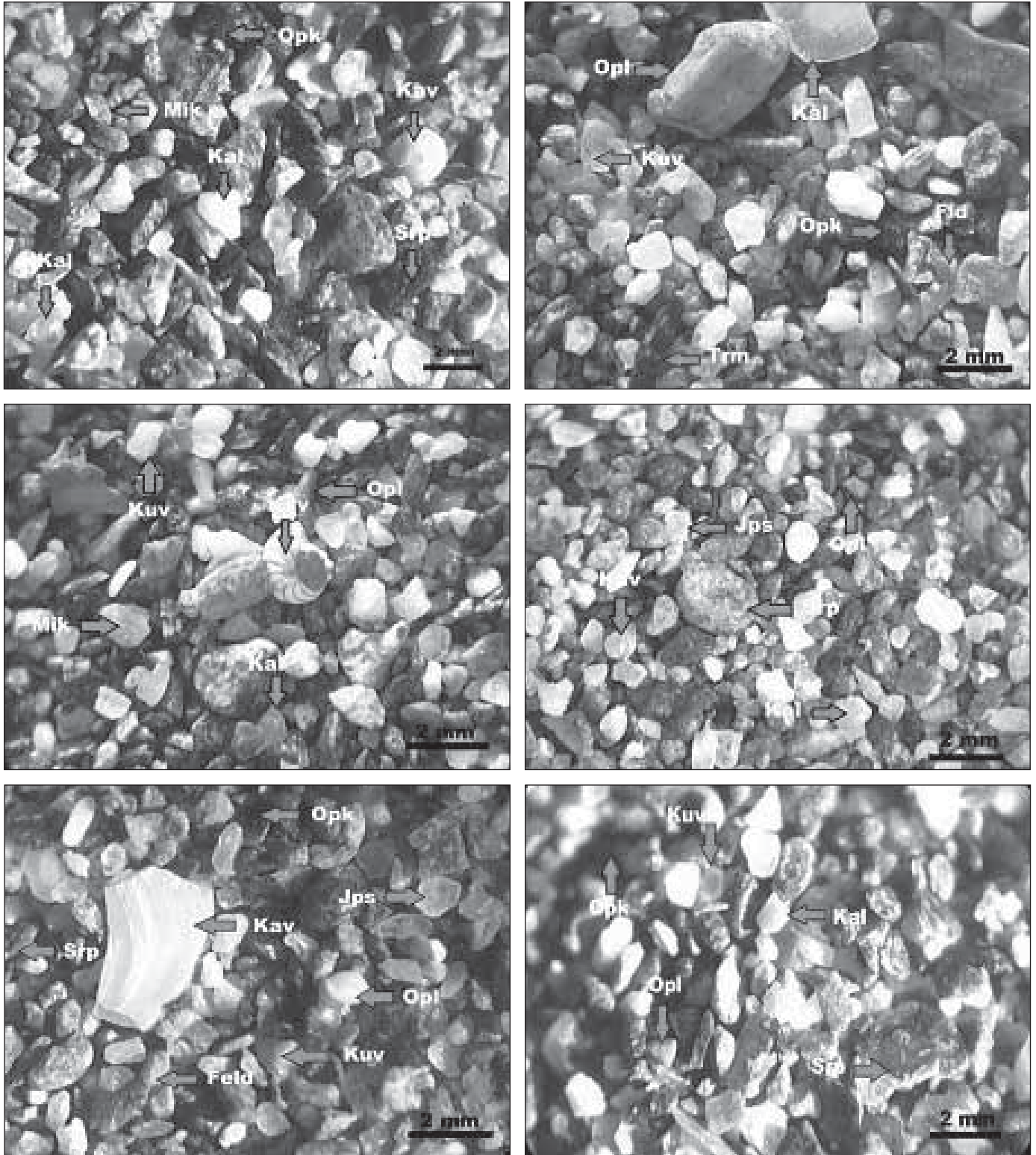
### 7. Mikroskopik İnceleme

Çalışma alanı içinde yer alan Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı çevresinden ve bu iki azmak arasında kalan bölgeden sahil kesimi boyunca alınan örneklerden 23 adet sahil kumu örneğinin mineralojik incelemeleri Olympus marka binoküler mikroskop ile gerçekleştirilmiştir. İncelemeler ve mineralojik tanımlamalar doğal ışık altında 16x10 ve 25x10 büyültmeler kullanılarak yapılmış olup, ilginç ve önemli unsurlar fotoğraflanmıştır. Mikroskopik

incelemelerde; sahil kum örneklerinin mineralojik bileşiminde; %30-46 kuvars+Opal+Turmalin, %18-28 Karbonat grubu mineraller (Kalsit+Aragonit), %5-15 Feldspat (Ortoklaz ve plajyoklazlar), %2-7 karbonatlı kavkı, %5-15 mika, %2-15 opak mineraller (Manyetit, hematit, pirit), %2-3 Jips ve %3-7 oranında serpantin minerallerinin dağılımı sunduğu belirlenmiştir (Şekil 23, 24). Örneklerin genelinde yarı köşeli, köşeli ve yarı yuvarlak tane şekli egemendir ve iyi derecede tane boylanması belirlenmiştir (Çizelge 5, 6). Sahil kumu (sediman) örneklerinin mikroskopik incelemelerinden; örneklerdeki karbonat minerali oranının Kadın Azmağı kesiminde bir miktar arttığı aynı zamanda buna paralel karbonatlı kavkı dağılımında da artışın olduğu dikkati çekmektedir. Bu sonuç gerek arazi verileri ve gerekse XRD incelemeleriyle uyumludur. Kadın Azmağı kesimi karstik bir boşalım olan Sakartepe'nin karbonatlı kayalarca zengin olması;

**Çizelge 3.** Kıyı çizgisi örnekleri için tüm kayaç ve kil analiz sonuçları

Numune No	Tüm Kayaç (Mineralojik Bileşim)	Detay Kil Analiz Sonucu
1A	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az, çok az Feldspat grubu mineral, çok az Hematit, eser Klorit grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Serpantin grubu mineral, eser İllit, eser Kaolin, eser Klorit grubu mineral.
2A	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Feldspat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
3A	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Feldspat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Serpantin grubu mineral, eser İllit, eser Kaolin
4A	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, az Serpantin grubu mineral, çok az Feldspat grubu mineral, çok çok az Mika grubu mineral.	Yapılmadı
5A	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, az Serpantin grubu mineral, çok az Feldspat grubu mineral.	Yapılmadı
6A	Kuvars, az, az Serpantin grubu mineral, az, çok az Feldspat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
7A	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Feldspat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
8A	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, az Serpantin grubu mineral, çok az Feldspat grubu mineral, çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral.	Serpantin grubu mineral, çok az Kaolin, eser İllit, eser Klorit grubu mineral.
9A	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Feldspat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
10A	Kuvars, az Kalsit, çok az Manyetit, çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Feldspat grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral, eser Dolomit.	az Serpantin grubu mineral, çok az Kaolin, eser İllit.
11A	Kuvars, az Kalsit, çok az Manyetit, çok az Feldspat grubu mineral, çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral, eser Klorit grubu mineral.	Yapılmadı
12A	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, az Feldspat grubu mineral, çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Kaolin.	çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Kaolin.



Şekil 23. Akçapınar Azmağı kesimi sahil kum (sediman) örneklerine ait binoküler mikroskop görüntüleri. Ku: Kuvars, Kal: Kalsit, Ka: Kaokı, F: Feldispat, Trm: Turmalin, Opl: Opal, Srp: Serpantin, Mik: Mika, Opk: Opak mineral.

azmak kesiminde sediman örneklerindeki karbonat minerali oranındaki artışın nedeni olarak düşünülebilir. Özellikle tane boylanmasının iyi olması ve yuvarlaklık özelliğinin gelişmiş olması kum tane bileşenlerinin çok bileşenli, farklı litolojilerde ve mineral bileşiminde olması, sediman oluşturan tanelerin atmosferik şartlarda fiziksel yollarla (gravite, yüzey suları, rüzgar vb.) taşınarak, enerjik bir ortamda çökeldiklerini göstermektedir.

## 8. Sonuçlar

Sıcaklık ölçümlerine göre Kadın Azmağı, Akçapınar Azmağına göre daha soğuktur. Bu sıcaklık farkının; Kadın Azmağı kaynağının geldiği jeolojik kayalardan ve ölçüm yapılan yüzey suyu ile kaynak suyu

arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Alanda ölçülen pH değerleri ortamın nötr yada hafif bazik olduğunu göstermektedir. Tatlı su değerlerinin üzerinde ölçülen elektrik iletkenliği, tamamen deniz suyu içeren orta plaj alanında en yüksek değere sahiptir.

Çalışma alanında her iki lokasyondan alınan örneklerde genel tane boyu orta-iyi ve iyi boylu olarak tespit edilmiştir. Kıyı çizgisinden alınan 9A nolu örnek çok iyi boylanma göstermektedir. Bu durum çevresel faktörlerin lokasyon üzerindeki etkisi ile açıklanabilir. Bir diğer değişik tane boyu Kadın Azmağına en yakın arka (kıyı gerisi) plaj alandan alınmış olan 13 nolu örnektir. Bu örnekteki boylanma kötü olarak sonuç

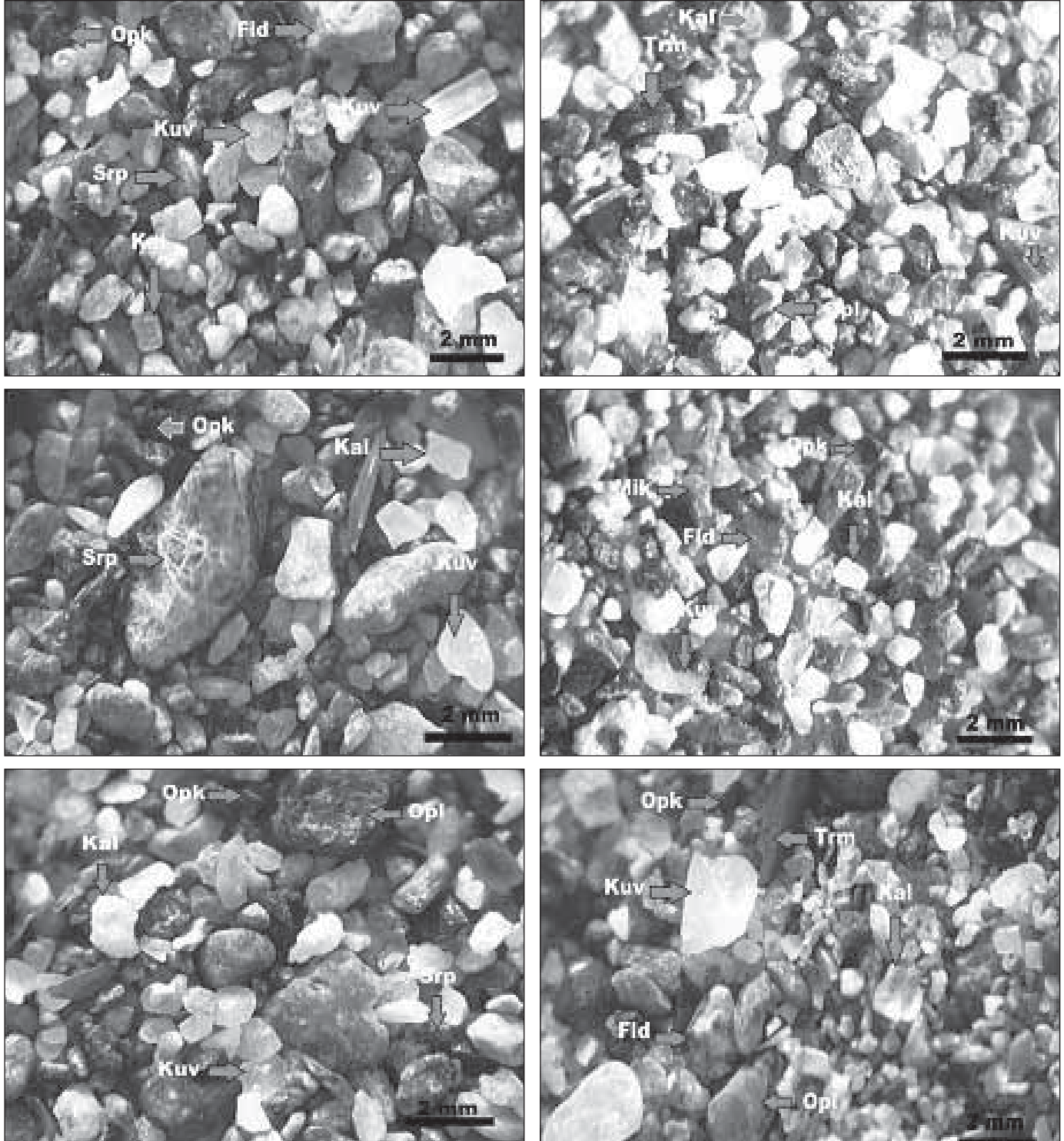
**Çizelge 4.** Arka plaj örnekleri için tüm kayaç ve kil analiz sonuçları

Numune No	Tüm Kayaç (Mineralojik Bileşim)	Detay Kil Analiz Sonucu
1B	Kuvars, az Kalsit , az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Dolomit, çok az Feldispat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
2B	Kuvars, azKalsit, az Serpantin grubu mineral, çok az Manyetit, çok az Feldispat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
3B	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Feldispat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
4B	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, az Serpantin grubu mineral, çok az Feldispat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
5B	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit , az Serpantin grubu mineral, çok az Feldispat grubu mineral, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
6B	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok az Feldispat grubu mineral, çok az Dolomit, eser Mika grubu mineral.	Serpantin grubu mineral, eser İllit, eser Kaolin
7B	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, az Manyetit, çok çok az Feldispat grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu .	Yapılmadı
8B	Kuvars, az Kalsit, az Serpantin grubu mineral, çok az Manyetit, çok az Feldispat grubu mineral, çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
9B	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Feldispat grubu mineral.	Yapılmadı
10B	Kuvars, az Kalsit, az Manyetit, çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Feldispat grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral, eser Klorit grubu mineral.	Yapılmadı
11B	Kuvars, az Kalsit, çok az Manyetit , çok az Feldispat grubu mineral, çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
12B	Kuvars, az Kalsit, çok az Manyetit, çok çok az Feldispat grubu mineral, çok çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral.	Yapılmadı
13	Kuvars, az Kalsit, çok az Manyetit, çok az Serpantin grubu mineral, çok çok az Feldispat grubu mineral, çok çok az Kaolin, eser Mika grubu mineral, eser Klorit grubu mineral.	Yapılmadı

vermiştir. Bu durum ise kıyı gerisindeki alanda enerjisini yitiren dalganın çekilme sürecinin bir göstergesi olarak açıklanabilir. Kuzeye yakın olan lokasyonlarda ince kum miktarının fazla olması dalga ve akıntıların çoğunlukla güneyden kuzeye, batıdan doğuya doğru olduğunun işaretidir. Diğer tane boyu parametreleri ince tanede

pozitif yamukluğu ve orta basık ve sivri tepelenmeyi göstermektedir.

Karbonat miktarı kıyı çizgisi ve arka (kıyı gerisi) plaj bölgesinde belirgin bir farklılık göstermemektedir. Ancak Kadın Azmağuna yakın alınan 7 örnekte mevcut



**Şekil 24.** Kadın Azmağı kesimi sahil kum (sediman) örneklerine ait binoküler mikroskop görüntüleri. *Ku:* Kuvars, *Kal:* Kalsit, *Ka:* Kaçkı, *F:* Feldspat, *Trm:* Turmalin, *Opk:* Opak mineral, *Srp:* Serpantin, *Mik:* Mika, *Opk:* Opak mineral.



karbonat miktarının diğerlerine göre daha yüksek bir ortalama sunduğu gözlenmiştir. Bu durum Kadın Azmağının kaynak boşalım noktası olan Sakartepenin morfolojisinin karbonatça zengin olması ile açıklanabilir.

Gerek kıyı bölgesi gerekse arka (kıyı gerisi) plaj bölgesindeki kum boyu tanelerin çoğunluğu civardaki

ofiyolitik ve metamorfik kayalardan ve eski sedimanter kayalardan taşınarak ortama gelmiştir. Bu taşınımın XRD okumaları ve binaküler mikroskopta mineralojik incelemeler ile de desteklenmekte olup örneklerin ana mineralojik bileşimlerinde başlıca; kuvars, bunun yanında az oranda kalsit, feldspat, çok az oranda

**Çizelge 6.** Kadın Azmağı kesimi örneklerin mineralojik dağılımları

Örnek	Kalsit-Aragonit	Feldisp-sat	Kuvars-Opal-Turmain	Karbonat Kavkı	Mika (Muskovit-Klorit-Biyotit)	Jips	Serpantin	Opak Mineral (Manyetit-Hematit-Pirit)	Yuvarlaklık
5B Ortakesim	24	8	43	4	-	2	4	15	Yarı yuvarlak, yarı köşeli
6A Ortakesim	25	8	41	6	9	-	3	9	Yarı köşeli, yarı yuvarlak
6B Ortakesim	23	15	34	3	7	-	6	12	Yarı köşeli, Yarı yuvarlak
7A Ortakesim	18	5	46	6	12	-	5	12	Köşeli-yarı köşeli, az oranda yarı yuvarlak
7B Ortakesim	25	7	39	3	8	-	6	12	Yarı köşeli-Yarı yuvarlak
8A Ortakesim	23	10	40	2	8	-	5	12	Yarı köşeli, Yarı yuvarlak
8B Ortakesim	25	9	45	-	5	3	3	10	Yarı köşeli, köşeli
9A Ortakesim	22	5	43	3	10	2	5	10	Yarı köşeli-yarı yuvarlak
9B Ortakesim	20	8	45	6	6	-	5	10	Yarı yuvarlak-yarı köşeli
10A Kadın Azmağı	22	7	42	4	8	-	4	13	Yarı köşeli, köşeli
11A Kadın Azmağı	26	7	38	5	7	-	5	12	Yarı yuvarlak-yarı köşeli
12A Kadın Azmağı	28	10	30	5	8	-	4	15	Yarı yuvarlak-yarı köşeli
12B Kadın Azmağı	25	8	37	5	8	-	4	13	Yarı yuvarlak-yarı köşeli
13 Kadın Azmağı	24	9	34	6	5	-	7	15	Yarı köşeli-köşeli

serpantin grubu mineraller, eser oranda kaolin mika ve klorit mineralleri belirlenmiştir. 1A, 3A, 6B, 8A, 10A ve 12A numaralı örneklerin analizleri sonucunda ise örneklerde serpantin grubu mineraller ve çok az kaolin ve eser oranlarda klorit, illit mineralleri tespit edilmiştir.

## 9. Kaynaklar

- Backer-Platen, JD. 1970.** Lithostratigraphische untersuchungen im kanozoikum südwest-Anatoliens (Türkei). *Beihefte zum geologischen Jahrbuch*, 97: 244.
- Backer-Platen, JD., Sickenberg, DQ., Tobien, H. 1975.** Die gliederung der kanozoischen sedimerte der Turkei nach vertebraten fannengruppen: *Geol. fahr. Reihe B*, Heft 15 pp.19-45, Hannover.1975 Vertebraten-Lokalfaunen der Turkei und ihre Altersstellung: *ibid*, pp. 47-101 Hannover.
- Barlas, M., İkiel, C., Özdemir, N. 1995.** Gökova Körfezi'ndeki akarsu kaynaklarının fiziksel ve kimyasal açıdan incelenmesi. *Doğu Anadolu Bölgesi I ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, s. 704-713, Erzurum.
- Bilgin, ZR., Metin, Y., Çörekçioğlu, E., Bilgiç, T., Şan, Ö. 1997.** Bozburun-Marmaris-Köyceğiz-Dalaman (Muğla) dolayının jeolojisi MTA. *Jeo. Etüd. Dai. Arşiv Rapor No: 502*, 100 s.
- Cesur, A. 2012.** Gökova Körfezi Akyaka Beldesi (Muğla) sahil sedimanlarının jeolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 101s.
- Dirik, K. 2007.** Neotectonic characteristics and seismicity of the Reşadiye Peninsula and surrounding area, Southwest Anatolia. *T. Jeol. Kur. Bül.*, 50: 130-149.
- Folk, RL. 1954.** The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *J. Geol.*, 62: 344-359.
- Folk, RL. 1974.** *The Petrology of Sedimentary Rocks*: Austin, Tx, Hemphill Publishing Co. 182 p.
- Görür, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C., Aykol, A. 1995.** Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. *Geol. Mag.*, 132: 637-650.
- Gündoğdu, M.N. 1982.** Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, 386 s.
- Kaaden, G., Metz (Graz), K. 1954.** Datça-Muğla-Dalaman Çayı (SW Anadolu) arasındaki bölgenin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kur. Bül.*, 1-2: 71-171.
- Kaşer, N., Uluğ, A. 2006.** Gökova Körfezi'nin güncel tektoniği. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı*, Sözlü sunum, s.6, İzmir.
- Kayan, İ. 1972.** Gökova ve Çevresinde Fiziki Coğrafya Araştırmaları. *Coğrafya Araş. Derg.*, (3/4): 295-336.
- Kurt, H. 2000.** Gökova ve Saroz Körfezlerinin Aktif Tektonizmalarının Sismik Yansıma Verileri İle İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 179 s.
- Kurttaş, T. 1997.** Gökova (Muğla) Karst Kaynaklarının Çevresel İzotop İncelemesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 182 s.
- Meşhur, M., Yoldemir, O. 1983.** Köyceğiz (Muğla)-Datça (Muğla)-Yatağan (Muğla)-Kale (Denizli) arasında kalan alanın jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu Rapor No. 1732, 185 s., Ankara.
- Meşhur, M., Yoldemir, O., Akpınar, M., Öztaş, T., Aklan, H. 1995.** *Batı Torosların Jeolojisi ve Petrol Olanakları*, TPAO, Arama Grubu Başkanlığı, Ankara
- MTA 1997.** 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları *Marmaris L4-L5 ve L6 Paftaları* Paftaları, No:18, No:19 Jeoloji Etütleri Dairesi, MTA, Ankara.
- Shepard, FP. 1954.** Nomenclature Based on Sand-Silt-Clay Ratios. *Journal Sedimentary Petrology*, 24: 151-158.
- Şenel, M. 2007.** Likya naplarının özellikleri ve evrimi. *Menderes Masifi Kolokyumu*, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, İzmir, s. 51-55.
- Şengör, AMC. 1982.** Ege'nin neotektoniğini yöneten etkenler, Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması. *Türkiye Jeoloji Kurumu*, p.59-71.
- Şengör, AMC. 1987.** Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low angle normal faulting: example from Western Turkey. *In Continental Extensional Tectonics*, 28: 575-589, Ed. Coward M.P, Dewey J.F, Hancock P.L, Geol. Soc. London, Spec. Publ.
- Trefethen, JM. 1950.** Classification of sediments. *Am. J. Sci.*, 248: 55-62.
- Uluğ, A., Kaşer, N. 2007.** Güneydoğu Ege Denizi-Gökova Körfezi'nde yer alan Ören Deltası'nın yapısı ve deprenselliği. 6. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, s. 453-458, İzmir.
- Wentworth, CK. 1929.** Method of computing mechanical composition of sediments. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 40: 771-790.