



*İlhan Kayan ve Ertuğ Öner*

**Bayraklı Höyüğü (İzmir) Çevresinin Holosen'deki  
Jeomorfolojik Gelişimi**

*Holocene Geomorphological Evolution of  
Coastal Environment Around Bayraklı Mound (İzmir)*



# Bayraklı Höyüğü (İzmir) Çevresinin Holosen'deki Jeomorfolojik Gelişimi

## Holocene Geomorphological Evolution of Coastal Environment Around Bayraklı Mound (İzmir)

*İlhan Kayan ve Ertuğ Öner*

### Öz

Bayraklı höyüğü Bornova ovasının KB sında, bugünkü kıyıdan 600 m kadar içeride bulunur. Burada 5000 yıl öncelere inen yerleşmenin andezit anakaya ve bunu çevreleyen karasal dolgular üzerinde başladığı belirlenmiştir. Burada, höyük çevresinde yapılan delgi-sondajlardan sağlanan sedimantolojik ve stratigrafik verilerin bölgesel paleocoğrafya bilgileri ile yorumu yapılmıştır. Buna göre Holosen'de yükselen deniz, transgresyonun sonlarında (Orta Holosen) Bayraklı höyüğü güneyinden doğuya ve küçük bir koy oluşturacak şekilde kuzeye sokulmuştur. Ancak höyük alanının deniz suları ile kaplanmadığı veya bu alanın bir ada durumunda bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bayraklı höyük alanının doğu ve güneyindeki sığ deniz, doğu ve KD dan gelen dağ derelerinin (Bornova ve Laka dereleri) kaba kumlu alüvyonları ile hızla dolmuş ve Bronz çağı sonlarında bugünkü deniz seviyesinden 2-3 m aşağıda düz bir dolgu yüzeyi şekillenmiştir. Bu yüzey üzerindeki volkanik kül katkılı sedimanların Santorini (Thera) volkanının 3300 yıl önceki patlamaları ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Bayraklı yerleşmesinin bu yüzey üzerinde genişlediği anlaşılmaktadır. Bundan sonra günümüze doğru deniz bugünkü seviyesine yavaşça yükselirken yine doğu ve KD dan gelen derelerin kaba kumlu alüvyonları, bu defa Bayraklı höyüğü çevresinde denizin içeriye sokulmasına imkân vermemiş, kıyı zonu bugünkü deniz seviyesine uygun olarak kaba kumlu alüvyonlarla dolmuş ve bugünkü kıyı düzlüğü şekillenmiştir.

### Giriş

Son yıllarda Bornova ova tabanının orta kesimlerinde bulunan Yeşilova yerleşme yerinin kuruluş tarihi 8000 yıldan eskilere inmektedir. Arkeolojik araştırmalarla benzer yerleşmeler daha uzak çevrede de bulunmuştur. Örneğin Kemalpaşa ovasındaki Ulucak höyüğü bunlardan iyi araştırılmış olanlardandır. Buna göre, güncel bulgular Bornova ve çevresinin Erken Neolitik çağlardan beri insanların yaşamak, yerleşmek için kullandığı bir alan olduğunu göstermektedir. Bornova ovasının kıyı kesiminde, kuzeydeki Yamanlar dağı eteklerinde, bugünkü kıyıdan 600 m kadar içeride bulunan Bayraklı höyüğünün tarihi ise arkeolojik kazı ve araştırma verilerine göre Bronz çağına kadar inmektedir. Ancak asıl höyük dolgusu büyük ölçüde klasik çağlara (M.Ö. birinci bin) aittir (Fotoğraf 1 ve 2, Şekil 1 ve 2).

Bugün Bayraklı höyüğü çevresinde İzmir'in yoğun yerleşme alanlarından biri olan Bayraklı semti bulunur. Bugünkü Bayraklı, önce volkanik yapılı Yamanlar dağının dik yamaçlarında, güneye uzanan küçük bir sırt üzerinde kurulmuş, zamanla yapılar doğuya ve batıya doğru dik yamaçları kaplamıştır. Bayraklı sırtının GD sında, ondan dar bir çukurlukla ayrılan Bayraklı höyüğü bulunur Eski İzmir, Smyrna veya Tepekule adlarıyla da tanınan Bayraklı höyüğünün temelinde, bugünkü deniz seviyesinden birkaç metre yükseğe kadar andezit anakaya bulunmaktadır. Bunun üzerinde höyük dolguları ve yapı katlarının kalıntıları 20 m yükseklikte bir tepe (höyük) oluşturmuştur. Bugünkü şekliyle kuzeyde dik ve yüksek olan höyük güneye doğru alçalır ve 2 m kadar yükseltideki bugünkü kıyı düzlüğüne birleşir (Şekil 3). Elips şeklindeki höyüğün KB-GD doğrultusundaki uzun eksenini 400 m, GB-KD doğrultusundaki kısa eksenini 200 m kadardır. Höyüğün güney eteğindeki bir tatlısu kaynağı, buranın yerleşme yeri olarak seçilmesinde önemli bir neden olmalıdır. Höyük temelindeki andezit kayalıklardan çıktığı anlaşılan kaynak, daha sonra Arkaik çağda bir çeşme yapısı ile düzenlenmiştir. Çevresi kazılarla açılmış olan çeşme yapısının taş duvarları bugün taban suyu altında bulunmaktadır (Fotoğraf 2).

Bayraklı höyüğü yoğun kent dokusu içinde korunabilmiş bir alan olmakla birlikte, çevresinde ve kenarlarında onun doğal şeklini ve görünüşünü etkileyen değişiklikler yapılmıştır. Özellikle kuzey ve batısındaki yol, kanal ve park amaçlı düzenlemeler höyüğün Bayraklı yamaçlarından ayrılmış görünüşünü belirginleştirmiştir. Bu nedenle arkeologların ilk sorularından biri, Bayraklı höyüğünün başlangıçta bir ada mı, yoksa bir yarımada mı olduğudur. Burada ilk yerleşmenin denizden birkaç metre yükseklikteki andezit kayalıklar üzerinde kurulduğu bilinmektedir (Akurgal 1945). Sondaj verileri ise bu kayalıkların çevresinin Holosen öncesine ait karasal dolgularla kaplı olduğunu göstermiştir. Batıda höyüğün Bayraklı sırtı ile arasındaki çukurlukta sondaj yapmak mümkün olamamakla birlikte, buraya yakın geoteknik sondajlardan sağlanan bilgiler bu çukurlukta andezit anakayanın çok derinde olmadığını ve buraya denizin sokulmadığını göstermektedir. Buna karşılık, Holosen’de yükselen denizin güneyden ve doğudan höyük alanını çevrelediği, ancak derin olmayan bu denizin doğudan ve kuzeyden gelen dağ derelerinin kaba kumlu alüvyonları ile hızla dolarak kumlu bataklıklara dönüştüğü anlaşılmaktadır (Şekil 3).

Bayraklı höyüğünde arkeolojik araştırma ve kazılar 1948 yılından beri sürmektedir (Akurgal 1950). Bu çalışmaların sonuçlarına göre Bayraklı yerleşmesinin başlangıcı günümüzden 5000 yıl öncelere kadar inmektedir. “Smurne” adlı bu Eski Tunç Çağı yerleşmesinin Anadolu kökenli olduğu, Troia I ile benzerlik gösterdiği belirtilmektedir. M.Ö. 1050 yıllarına kadar olan kültür tabakalarının Troia VI ya kadar olan kültür evreleri ile benzerlikler gösterdiği saptanmıştır. Bundan sonra Demir Çağında (M.Ö. 1050-650) Bayraklı’ya Hellas’tan göç eden Aioller ve İonlar yerleşmişlerdir. Bayraklı’da bu döneme ait 5 yerleşme katı belirlenmiştir. Bunların kalıntıları bugünkü deniz seviyesinden 6.40-9.50 m arasında yaklaşık 3 m lik bir dolgu oluşturmaktadır. Bu döneme ait evler tek odalı olup, duvarları kerpiçten, damları sazdan yapılmıştır. M.Ö. 850 den itibaren kerpiç bir surla çevrelenen kentin nüfusunun 1000 kişi kadar olduğu tahmin edilmektedir. Bu dönemde Eski İzmir’in bir kent devleti yapısında olduğu, halkının büyük bölümünün çevredeki köylerde yaşadığı, tarım ve balıkçılıkla geçindiği ifade edilmektedir. Bu dönemin en önemli yapısı olan Athena tapınağının en eski kalıntıları (M.Ö. 725-700) günümüze kadar korunabilmiştir. M.Ö. 645-550 yılları arasında parlak bir dönem geçiren kentin bu döneme ait kalıntıları ızgara planlı sokaklar, çok odalı evler ve bir çeşmedir. M.Ö. 5. ve 4. yüzyıllarda sönük olmakla birlikte kentin iskânı devam etmiştir. Giderek nüfusu artan kent Büyük İskender tarafından M.Ö. 300 yıllarında güneyde Pagos dağının (Bugünkü Kadifekale) eteklerine taşınmış ve Helenistik ve Roma kenti artık Bayraklı’da değil, burada gelişmiştir (Şekil 2. Akurgal 1983, 1987).

Holosen transgresyonu ve bunu izleyen hızlı çevresel değişimler Ege’nin alüvyal kıyılarındaki eski kentlerin kuruluş yeri seçimini ve kültür gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu nedenle bölgedeki arkeoloji araştırmalarında coğrafi çevrenin evrimi konusundaki bilgi ve değerlendirmeler özel bir önem taşımakta, ilgi görmektedir. Bayraklı araştırmalarına ve kazılarına büyük emek vermiş olan ve buraya ait arkeolojik bilgileri kendisine borçlu olduğumuz Prof. Dr. Ekrem Akurgal’ın teşvik ve daveti ile Bayraklı höyüğü ve çevresinde paleocoğrafya ve delgi-sondajlı alüvyal jeomorfoloji araştırmaları yapmış bulunuyoruz. Kullanılan Cobra kompresörle höyüğün yüksek kesimindeki taşlı yapı katmanlarını geçmek mümkün olmadığı için sondajlar höyük eteklerinde yapılmış, güneyde taşlar arasında yoklamalarla bulunan boşluklardan olabildiğince höyük ortalarına doğru girilmeye çalışılmıştır. Böylece yapılan 8 sondajdan çoğunda 10 m kadar derinlere inilmesi yeterli olmuştur. 1 numaralı en derin sondajda ise 16 m inilmiştir (Şekil 3, 4, 5 ve 6).

Bunlardan başka höyük çevresinde başka amaçlarla yapılan sondajlardan da yararlanılmıştır. Bayraklı höyüğü çevresi son yıllarda büyüyen kentin sorunlarına çözüm bulmak amacıyla planlanan birçok yapının düğümlendiği bir alan olmuştur. İzmir’in atık suyunu toplayan kanalın büyük pompa istasyonlarından biri höyüğün hemen GB sında yapılmış, bunun için derin bir çukur açılmıştır. Bununla ilgili olarak yapılan 5 sondajdan en derininde 27 m inilmiştir. 5 sondajda da andezit anakayaya ulaşılmıştır. Buradaki sondajlar geoteknik amaçlı yapıldıklarından sedimantolojik bilgiler yeteri kadar ayrıntılı verilmemiştir. Bununla birlikte, sondaj profillerinde, anakayayı kaplayan karasal dolguların ve Holosen transgresyonuna ait denizel birimin ayırt edilmesi mümkün olabilmektedir (Ege Temel Sondajcılık 1996).

Aşağıda, sondaj verilerinin değerlendirilmesine ve Bayraklı höyüğü çevresinin orta-geç Holosen paleocoğrafyasına geçmeden önce, gelişmede etkili olan bölgesel jeolojik ve jeomorfolojik özellikler ile morfodinamik etkiler üzerinde kısaca durulacaktır.

## Yapısal jeoloji ve Holosen öncesi jeomorfolojik gelişim

Batı Anadolu'da, Ege kıyı bölgesinin orta kesiminde morfolojinin ana unsurlarını doğu-batı doğrultusunda uzanan dağ sıraları ve bunlar arasındaki çöküntü çukurlukları (grabenler) oluşturur (Şekil 1). Bu morfoloji, temeldeki yapısal uzanımlarla ve bölgesel jeodinamik etkilerle ilişkili olup, uzun bir jeolojik gelişimin sonucudur. Neojen öncesinde etkili bir bölgesel volkanizmayla başlayan ve devam eden tektonik hareketlilik öncelikle bölgedeki horst-graben sistemlerinin belirmesini sağlamış, Orta Miosen'in musonal-nemli iklim şartları altında depresyonlar büyük ölçüde göllerle kaplanmıştır. Miosen sonunda (Messinien) yeniden hızlanan tektonik aktivite ile yükselen dağlar arasında depresyonlar derinleşmiş, bu defa yarı kurak nitelik kazanan iklim şartları altında önceki havzalarda gölsel sedimanların üzeri karasal dolgularla kaplanmıştır. Bu dolguların kaynağı genellikle Orta Miosen aşımın rölyefinin üzerinde oluşan, nemli iklim şartları altında ayrılmış yüzey örtüleridir. Bunların paleosol olarak iyi korunduğu yerlerde lateritik özellik gösterdiği dikkati çeker. Birçok yerde ise bu materyal yükselen rölyeften selli yağışlarla taşınıp derinleşen depresyonların kenarlarında birikinti konileri oluşturmuştur. Böyle yerlerde bu gelişme bir yandan tektonik hareketlerle, bir yandan da Akdeniz iklimine uygun mevsimlik sel rejimli dağ derelerinin işleyişi ile günümüze kadar devam etmiştir. Böylece yükselen yerlerde etek depoları üzerinde arızalı aşımın şekilleri gelişirken, bunlardan taşınan genellikle daha ince taneli sedimanlar bugünkü ovaları kaplayan alüvyal örtülerin kaynağı olmuştur.

Bu karasal birikintilerin tipik örnekleri Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinin kenarlarında görülür. Kemalpaşa-Bornova oluşu da bu dolguların birikme alanlarından (Şekil 1). Bornova çevresinde, özellikle de kuzey ve doğu eteklerde bu dolguları eski birikinti konisi kalıntıları şeklinde izlemek mümkündür. Bunlar genellikle kırmızımsı-kahverengi, killi-siltli matriks içinde her boy taş kırıntı ve bloklarından oluşmaktadır. Bu özellikler bunların sel rejimli dağ dereleri ile oluştuklarını göstermektedir. Konilerin eteklerinde yukarı kesimlerinden yikanarak taşınan, daha genç, ince alüvyonlarla bugünkü ova tabanına geçilir. Alüvyonlar altında da bu eski kıvılcık-kahve birikintilerin devam ettiği birçok yerde yapılan sondajlardan anlaşılmaktadır.

Bayraklı çevresi de böyle yerlerdendir. Yüzeyde görünmemekle birlikte, gerek bizim sondajlarımızda, gerekse çevredeki geoteknik amaçla yapılan sondajlarda alttaki bu kıvılcık-kahve dolgu birimine hemen her yerde girilmektedir (Şekil 4, 5, 6). Üstteki gri renkli, genellikle kumlu ve fazla pekişmemiş olan Holosen deniz ve kıyı sedimanları ile alttaki kıvılcık-kahve, siltli-killi matriksli sertçe pekişmiş karasal dolgu birimi arasındaki geçiş yüzeyi her yerde çok belirgindir.

Bayraklı höyüğü çevresinde temeli gerideki (kuzeydeki) Yamanlar dağının volkanik kayaları (andezit) oluşturmaktadır (Şekil 2). Buradaki çeşitli sondajlardan sağlanan bilgilere göre bugünkü alüvyonların altında andezit anakayanın yüzeyi oldukça arızalıdır (Şekil 4). Bu durum büyük ölçüde bu yamacın faylı olması ile ilgilidir. Ancak derinlerdeki arızalı andezit rölyefinin çukur kesimleri kıvılcık-kahve karasal birikintilerle doldurulmuş, Holosen öncesi yüzey az arızalı bir uzanış kazanmıştır. Buna rağmen karasal dolgu yüzeyi üzerinde kalan andezit kayalıkları eski Bayraklı yerleşmesi için uygun bir yer olarak tercih edilmiş ve Bayraklı höyüğüne temel oluşturmuştur.

Yapısal özellikler yanında kuşkusuz bugünkü jeomorfolojik görünüm, bölgenin büyük akarsularının grabenlere yerleşerek bunları geniş vadi tabanları olarak şekillendirmesiyle belirmiştir (Şekil 1). Bu nedenle alüvyal gelişim bugünkü morfolojide özel bir önem taşımaktadır.

Anadolu'nun orta Ege kıyılarında grabenlerin Ege Denizine açıldığı aşağı kesimlerinde Pleistosen'deki deniz seviyesi değişmelerinin alüvyal şekillenme üzerinde önemli etkileri olmuştur. Ancak, Holosen transgresyonu ve buna bağlı alüvyal progradasyon önceki transgresif ve regresif izleri örtüp gizlediği için bugün daha çok Holosen'deki alüvyal gelişimin izlenmesi mümkün olabilmektedir. Son glasyal-östatik deniz seviyesi alçalması sırasında kıyı çizgisinin bugünkünden çok açıklarda bulunduğu ve bugünkü kıyı-delta gelişim alanlarının, Holosen başlarında daha çok geniş vadi tabanları durumunda olduğu bilinmektedir (**Kayan 1996**). Holosen'de hızla yükselen deniz, bu graben içi vadi tabanlarının bugünkü aşağı kesimlerini kaplamış ve uzun körfez girintileri oluşturmuştur. Orta Holosen'den itibaren deniz seviyesi yükselmesinin durmasıyla alüvyal progradasyon (yatay ilerleme) ve agradasyon (dikey dolgu birikimi) bugünkü taşkın-delta-kıyı düzlüklerini hızla oluşturmaya başlamıştır. Milet ve Efes limanlarının dolması ve kullanılamaz duruma gelmesi, bu gelişmenin tarih çağlarında da sürdüğünü gösteren tipik örneklerdir.

Batı Anadolu'daki büyük graben içi vadilerden biri olan Gediz'in Ege kıyısına yakın aşağı kesiminde morfostrüktürel uzanımlar güneydeki Büyük Menderes ve Küçük Menderes'e göre daha karışıktır (Şekil 1). İzmir

çevresindeki KD-GB, KB-GD ve B-D doğrultulu yapısal uzanımlar kıyı kesiminde karışık bloklu bir morfoloji meydana getirmiştir. İzmir körfezinin L şeklindeki uzanımı bu yapısal doğrultularla ilgilidir. İçeride Gediz grabeni ise Turgutlu batısında iki kola ayrılmakta, Gediz ırmağı bunlardan kuzeydeki Manisa-Menemen oluşunu kullanarak İzmir körfezine açılmaktadır. Böylece Gediz deltası İzmir körfezi içinde gelişmiş, fakat Bornova ovasının şekillenmesinde etkili olmamıştır. Güneydeki Turgutlu-Kemalpaşa-Bornova (İzmir) oluşu ise doğu-batı doğrultusunda daha düz bir uzanış göstermesine rağmen, içinde batıdaki İzmir körfezine yönelen büyük bir akarsu bulunmamaktadır. Bunun nedeni, genç tektonik hareketlerle bu oluşun boyuna profilinin parçalanmış olmasıdır (**Kayan 2000**). Bornova-Kemalpaşa arasındaki Belkahve eşiği, Kretase kalkerleri üzerinde, şekillenmesi Pliosen'e kadar süren aşınım yüzeyinin GB ya çarpılarak yükselmiş bir bloğudur. Burada oluşan subölümü ile Bornova-Kemalpaşa oluşunun büyük bölümünün yüzey suları Nif çayında toplanarak doğuya akmakta ve Gediz ırmağına ulaşmaktadır.

Buna karşılık, Bornova çukurluğuna sadece çevre dağlardan inen, Akdeniz yağış rejiminde mevsimlik akışa sahip derelerin suları ve bu suların taşıdığı alüvyonlar ulaşabilmektedir. Bunlar ova çevresinde yayvan birikinti koni ve yelpazeleri oluşturmakta ancak ova ortasında güçlü bir ana akarsu bulunmadığı için alüvyonların kıyıya taşınması düzenli olmamaktadır. Bu nedenle İzmir körfezinin güney (iç) kesimi sığ olmasına rağmen, Geç Holosen'de güneydeki Büyük Menderes ve Küçük Menderes "körfezleri" gibi alüvyonlarla dolarak karalaşmamıştır. Buraya kuzeyden ulaşan Gediz ırmağının son dönem ağız da, 1864 yılında körfezi doldurmasını önlemek için Menemen yakınlarında batıya, daha eski bir doğal yatağa çevrilmiştir (Şekil 1).

Son (Würm) glasyal-östatik regresyonda deniz seviyesinin 100 m kadar alçaldığı gözönüne alınırsa, kıyı çizgisinin dış körfez ağzına kadar çekildiği, yani İzmir körfezinin bütünüyle geniş bir graben niteliğinde dağ arası ova tabanı durumuna dönüştüğü söylenebilir. Bu ova bugünkü Bornova'ya benzer şekilde, onun batıya uzantısı olarak gözönüne alınabilir. Erken Holosen'de yükselen deniz bu geniş düzlüğe sokularak İzmir körfezini oluşturmuştur. Balçova, Alsancak, Karşıyaka deltalarının gerisinde ve derinlerindeki eski birikinti konisi dolguları bu gelişimin kanıtlarıdır (Şekil 1 ve 2).

Bornova'nın batısında Holosen transgresyonu sırasında denizin bugünkü kıyıdan içeriye ne kadar sokulmuş olduğuna dair şimdilik doğrudan yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ancak yüzeysel gözlemler ve başka amaçlarla yapılmış sondajlardan sağlanan dolaylı bilgiler bu sokuluşun çok fazla olmadığını göstermektedir. Bunun bugünkü kıyıdan yaklaşık 2-3 km içeriye kadar olduğunu ve bugünkü yüzeyde genel olarak 10 m izohipsine uyacak şekilde uzandığını tahmin etmekteyiz (**Kayan 2000**) (Şekil 2). Ayrıca, sondaj verileri pre-Holosen yüzeyin az eğimli olduğunu, kıyı zonunun bütün gelişim süresince bataklık ve azmaklarla kaplı bulunduğunu göstermektedir. Örneğin Bayraklı höyüğü güney ve batısında 8-10 m kadar derinde bulunan pre-Holosen yüzey, Bornova kıyıların orta kesimindeki Salhane mevkiinde geoteknik amaçlı sondaj verilerine göre sadece 15-18 m kadar derinde bulunmaktadır. Burada denizel sedimanlarda bile taşkın zamanlarında gelen boylanmamış kaba unsurlar çoktur ve hâkim batı rüzgârlarına rağmen sedimanlarda belirgin bir dalga işleyişi görülmemektedir. Örneğin büyük kıyı kordonu ve lagün oluşumlarına ait sedimanlara rastlanmamaktadır.

### Holosen Transgresyonu ve sediman birimleri

Bayraklı höyük alanı Holosen'de az eğimli bir ova yüzeyi üzerinde yükselerek ilerleyen denizin ulaşabildiği en üst kenarda bulunmaktadır. Bu nedenle bu alan erken Holosen'de hâlâ karadır ve deniz burayı ancak en yüksek seviyesine ulaştığında, yani Orta Holosen'de kaplamış olabilir. Ayrıca, doğu ve KD dan sel rejimli dağ dereleriyle (Doğudan Bornova deresi, KD dan Laka deresi) gelen kaba taneli sedimanların, deniz seviyesindeki yükselme hızının azaldığı veya durakladığı bu dönemde, kıyıda hızla birikerek denizin içeriye (doğuya) fazla sokulmasını engellediği anlaşılmaktadır. Sondaj verileri, denizel sedimanların içeriye doğru kıyı bataklıkları ile fluvial sedimanlara geçtiğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında yapılan ve yararlanılan sondajlarda, belirlenen sedimantolojik birimler üzerinde henüz herhangi bir tarihlendirme çalışması yapılamamıştır. Bu nedenle buradaki kronolojik değerlendirmeler, sedimantolojik birimlerin dikey ve yatay dağılımının bölgesel paleocoğrafya bilgileriyle yorumuna dayanmaktadır. Bu değerlendirmeler, Holosen'de yükselen denizin bugünkü seviyesine ve bu çevreye Orta Holosen'de ulaştığı, 5000-3500 yıl önceki dönemde birkaç metre alçaldığı ve 2000 yıl kadar önce tekrar bugünkü seviyesine ulaştığı bilgilerine tam bir uygunluk göstermektedir (**Kayan 1996, 1997**).

Kronoloji ile ilgili özel bir bulgu 1, 7 ve 8 numaralı sondajlarda -4 ile -2 m ler arasında bir yüzeyde rastlanan 10 cm kadar kalınlıkta, volkanik kül katkılı bir kumlu sediman bandıdır (Şekil 3 ve 6). Bu küller üzerinde de özel bir inceleme yapılmamış olmakla birlikte, bunu Batı Anadolu'da birçok yerde bulunan ve Santorini (Thera) volkanının 3300 yıl kadar önceki (Minoan) patlamalarına ait olduğu belirlenen volkan külü birikimleri ile ilişkilendirmek mümkün görünmektedir (Sullivan 1988, Öner 1999). Küllü bandın stratigrafik konumu ve arasında bulunduğu sediman birimlerinin özellikleri bu yoruma uygundur. Örneklerimiz üzerinde ileride yapılacak analizlerin bunu doğrulayacağını umuyoruz.

Sondaj profillerinde Holosen öncesi kıvılcık-kahverengi karasal dolgu birimi üzerinde Holosen transgresyonu ve sonrasına ait, aşağıdan yukarıya, şu sediman birimleri ayrılabilir:

**1. Denizel transgresyon** (Orta Holosen : 7000-6000 yıl kadar önce)

- İnce kumlu sığ deniz sedimanları.
- Kıyı oku.
- Kıyı yakını kaba kumlu, bitkili, kavkılı sedimanlar. Delta kıyısı.

**2. Bronz Çağı regresyonu**

- 1c batısındaki kıyı gölcüğü. Kül tabakası. Gölcüğün dolması.

**3. Bronz Çağı sonrası deniz seviyesi yükselmesi**

- Eski delta üzerinde yaygın taşkın yatakları, azmaklar.
- Kaba kumlu kıyı bataklıkları. Daha dar yataklar.

**4. Höyük dolgusu**

- Höyükten çevreye yayılan kolüvyal birikintiler.

Bu birimler aynı zamanda buradaki başlıca paleocoğrafya dönemlerini de temsil etmektedir. Rakamlar ana birimleri, harfler bunlar içindeki yerel coğrafi çevre çeşitliliğini göstermektedir. Kesitlerde de kullanılan bu semboller birimlerin izlenmesini kolaylaştıracaktır. Aşağıda transgresyon yüzeyinden başlayarak bu sediman birimlerinin Bayraklı höyüğü çevresindeki dağılımı ve bunların paleocoğrafya yorumu stratigrafik bir düzenle verilmiştir. Burada herhangi bir birim içinde arkeolojik materyal (özellikle çanak-çömlek kırıntıları) bulunması, kuşkusuz, çevrede insan varlığının göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

Holosen transgresyon yüzeyi, Bayraklı höyük temelini oluşturan andezit anakayayı çevreleyen karasal dolgular üzerinde, bugünkü deniz seviyesinden 4 m kadar derinde bulunmaktadır (Şekil 4, 5, 6). Bu yüzey güneye doğru hafif eğimli olarak derinleşmektedir. Buna karşılık, Pompa İstasyonu sondaj verilerine göre batıda yüzey üzerinde önemli arızalar, yarıntılar (muhtemelen akarsu) bulunmaktadır. Ancak bunların yorumu için yeterli bilgi sağlanamamıştır.

Bayraklı höyüğü çevresinde kıvılcık-kahve, pre-Holosen dolgu yüzeyi üzerine gelen Holosen denizel sedimanlar genellikle kumlu olmakla birlikte, etkili bir dalga işlenişi göstermemektedir. Buna göre deniz az eğimli bir yüzeyi yavaş yavaş kaplamış olmalıdır. Bu durum denizin yükselme hızının azaldığı, transgresyonun yavaşladığı dönemin (günümüzden 7000-6000 yıl kadar önce) özelliklerine uymaktadır (Kayan 1999). 1 ve 7 numaralı sondajlarda transgresyon yüzeyinde birer küçük seramik kırıntısına rastlanmakla birlikte, bunların sondaj sırasında yukarı seviyelerden düştüğü düşünülmüştür. Genel olarak yüzey ve üzerine gelen ilk denizel sediman katmanı arkeolojik bakımdan sterildir. Buna göre, bu dönemde höyük veya çevresinde herhangi bir yerleşmenin bulunmadığı söylenebilir.

İlk transgresif sediman birimi (1) bütünüyle kumludur (Şekil 4, 5, 6). Kumlar höyük alanındaki andezit tepesiye doğru daha çamurlu (1c), güneye doğru temiz ve gevşektir (1b). Doğuda 6 numaralı sondajda ince kumlu denizel çamur katmanı bulunmuştur (1a). Buna göre, burada genişçe bir deniz girintisi oluşmuştur. Ancak bunun kuzey ve doğu çevresi yüksek rölyeften gelen kaba kumlu fluvial sedimanların birikim alanıdır (Şekil 2 ve 3). Nitekim, kuzeyindeki dar çukurlukta yapılan 7 numaralı sondajda denizel sediman bulunmamıştır. Burada bugünkü yüzeyden 6-6.5 m derinlerde pre-Holosen yüzey üzerine doğrudan akarsu kumları gelmektedir (1d) (Şekil 6). Ancak, bu kumlardaki cardium kavkı kırıntıları kıyının çok uzakta olmadığını göstermektedir.

Bu verilere göre, Holosen'de yükselen denizin Bayraklı höyük alanı güneyinden doğuya doğru ilerlediği, buradan bir miktar kuzeye sokulduğu, ancak höyük alanının kuzeyine ulaşmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 3). Höyük alanı ile batıdaki Bayraklı sırtı arasına da denizin sokulduğunu gösteren bir bulgu yoktur. Buna göre höyük alanı hiçbir zaman denizle kaplanmadığı gibi, bir ada durumunda da bulunmamıştır. Ayrıca, denizin bu alana en çok sokulduğu dönem, bilinen en eski yerleşme döneminden önceye ait olup, bu yerleşme öncesi

dönemde dahi doğuda “iç liman” olmaya çok elverişli bir denizel ortamın, bir körfez uzantısının bulunmadığı anlaşılmaktadır. Çok sığ olan bu deniz ortamı, deniz seviyesi yükselmesinin de durmasıyla kısa bir zamanda dolmuştur. Bu döneme ait denizel sediman biriminin kalınlığı höyük alanı güneyinde ve doğusunda sadece 2 m kadardır. Batıda ise Pompa İstasyonu sondajlarında alttaki karasal birimin çukur kesimlerinde kalınlık 8 m yi bulmaktadır (Şekil 4).

Höyük alanı güneyinde transgresif kumlu birimin tane boyuna göre dağılışına bakıldığında, kuzeyden güneye doğru uzanan bir kıyı okunun geliştiği anlaşılmaktadır (8, 5 ve 1 numaralı sondajlarda **1b**) (Şekil 3, 5, 6). Bu okun güneye doğru ne kadar devam ettiği, daha büyük bir kıyı kordonunun başlangıcı olup olmadığı belirlenememiştir. Ancak hemen batısında (1 numaralı sondaj) daha sığ ve KD dan gelen kaba kumların ulaşamadığı bir çukurluğun olduğu ve burada çamurlu sedimanların biriktiği anlaşılmaktadır (**2a**). Burada bol denizel kavkı ve bitkisel kalıntılar içeren lamina veya bantlı sedimanların bulunması da bu değerlendirmeyi doğrulamaktadır. Ayrıca, buradaki bataklık sedimanlarının höyük güneyindeki bir tatlısu kaynağı ile de ilişkili olduğu dikkati çekmektedir. Höyük dolguları altındaki andezit kayalıklarından çıktığı anlaşılan kaynak, Arkaik dönemde bir çeşme yapısı ile değerlendirilmiştir. Bu çeşmenin taş örgü duvarları bugünkü yüzey altında bulunmuş ve çevresi kazılarak açığa çıkarılmıştır (**Akurgal 1987**). Ancak yapı büyük ölçüde bugünkü taban suyu altında bulunmaktadır. Bu alandaki bataklık sedimanlarının başlangıçta doğal çıkışı ile çevreye yayılan sularla ilgisi olduğu kuşkusuzdur.

Denizel sediman biriminin üst yüzeyi, serbest su ortamı bulunan kesimlerde (örneğin 6 numaralı sondaj) ince taneli sedimanlar üzerine gelen kaba kumlu birikintilerle (**3a**) kolayca tanınabilmektedir. Buna karşılık çevresinden yüksek olan höyük alanına doğru, daha önce de kumlu sedimanlar biriktiği için geçiş yüzeyinin ayrılması zorlaşmaktadır (Şekil 6). Bununla birlikte, dikkatli incelendiğinde, kumlar arasında, bitkisel kalıntılar içeren çamurlu bantlar bu geçişi belli etmektedir. Bu yüzeyin bir özelliği de, yukarıda değinilen volkanik küllü, 10 cm kadar kalınlıkta bir kum bandının bulunmasıdır. Güneyde 1 ve 8 numaralı sondajlarda bu bant, daha önce gelişen kıyı okunun batısındaki kuytu çukurlukta, ince taneli sedimanlar arasında dağılmadan kalabilmiştir. Kuzeyde ise 7 numaralı sondajda alttaki denizle bağlantılı akarsu kumlarının üzerine gelen küllü bant bir sedimantasyon döneminin sonu olmakta, üzerine artık deniz veya akarsu sedimanı gelmemektedir. Burada hızlı dolan ve dışarıya akışı olmayan dar bir alanda, küllü bant üzerine arkeolojik materyal içeren kolüvyal birikintiler gelmektedir.

Eğer volkanik küller Ege'deki Santorini volkanının günümüzden 3300 yıl kadar önceki patlamalarına ait ise, denizel sedimantasyonun sona erdiği yüzeyin de zamanı belirlenmiş olacaktır. Analizler böyle bir sonuç verirse, bu dönemde bölgesel tektonik-volkanik aktivitenin arttığı ve belki bağıl (relative) deniz seviyesi değişmelerinin de buna bağlı bulunduğu gibi bir sonuç çıkacaktır. Bu nedenle konuyu önemli buluyoruz.

Volkanik küllü bantla kaplanan yüzey höyük alanı güneyinde bugünkü deniz seviyesinden 350-400 cm, kuzeyde 200 cm aşağıdadır ve bu yüzey üzerinde artık denizel sediman bulunmamaktadır. Batıda Pompa İstasyonu sondajlarında girilen denizel sediman biriminin üst yüzeyi de doğudaki küllü bant ile aynı seviyededir (Şekil 5). Bu verilere dayanarak höyük alanı güneyinde deniz içinde sedimantasyonun Orta Holosen'de küllü bant seviyesine (bugünkü deniz seviyesinden 350 cm kadar aşağıda) kadar olduğu, bunun üzerinde sığ bir su örtüsünün bulunduğu söylenebilir.

Bundan sonra deniz seviyesi yükselmesinde bir duraklamanın, hatta küçük bir çekilmenin olduğunu düşünüyoruz. **1** ve **3** numaralı birimler arasında karasal bir aşınım izi saptanmamış olmakla birlikte, karasal (fluvial) kumlardan oluşan **3** numaralı birim her yerde **1** üzerini ani olarak kaplamaktadır. **1** ve **3** arasında yer alan **2** ise sığ bir su ortamını veya hatta bir bataklığı temsil etmektedir. Volkanik küller bu sayede burada kalabilmiştir. Burası, höyük alanından güneye uzanan kıyı okunun batısında, doğudaki kaba kumlu akarsu birikintilerinin ulaşamadığı bir konumda bulunmaktadır.

Doğudaki eski deniz alanında ise (**1**)'in yüzeyi bütünüyle kaba kumlu akarsu birikintileri (**3**) ile kaplanmaktadır. Bu kumların cardium kavkıları içermesi, kıyının yakın olduğunu göstermektedir. Buna göre bu dönemde (günümüzden 3500 yıl öncelerden başlayan dönemde) höyük alanı çevresi artık deniz değil, kıyı bataklıkları ve azmaklarla kaplıdır. Şu anda elimizdeki bilgiler bu dönemde kıyı çizgisinin nerede bulunduğunu söylemeye yetmemektedir. Ancak höyük çevresinde denizin bulunmadığı bellidir. Böylece höyük doğusunda Bronz Çağında ve sonrasında bir “iç liman”dan söz etmek de mümkün değildir.

Ayrıntılı incelendiğinde deniz sonrası sedimantasyon döneminde (**3**) de farklı katmanlar ayırmak mümkündür. Farklılıklar özellikle höyük alanı güneyinde dikkati çekmektedir. Kıyı oku batısındaki



çukurluğun da dolup, yüzeyinin denizel sedimanlara uygun olarak düzleşmesinden sonra bütün çevreyi kaplayan kaba kumlu akarsu birikintileri höyüğe doğru çamurludur ve bitkisel kalıntılar nedeniyle koloidal özellik göstermektedir. Buna karşılık höyükten uzaklaştıkça kumlar daha temiz ve gevşektir. Güneyde üst birimdeki temiz kum örtüsünün daha güneye çekildiği, bunların dere veya azmak yatağı dolgularına (3b) benzediği görülmektedir.

Burada dikkati çeken husus, höyük çevresinde denizel sedimantasyon biriminin (1) üst yüzeyinin bugünkü deniz seviyesinden 2-3 m kadar aşağıda bulunması ve bunun üzerinde kıyı ortamı da dahil, denizel sedimana hiç rastlanmamasıdır. Ancak, sonraki dönemde denizin bugünkü seviyesine yükseldiği ortadadır. Öte yandan, burada 3 numara ile tanımlanan fluvial birikintiler (kaba kumlu kıyı-akarsu birikintileri) denizin 2 yüzeyinden bugünkü seviyesine 2.5 m kadar yükselmesi sırasında, denizin serbest su ortamı oluşturacak şekilde içeriye sokulmadığını göstermektedir. Bunun nedeni, kıyı ilerlemesinin (progradation), çok yavaş gelişen bu son (günümüzden 3300 yıl önceki yıllardan başlayarak) deniz seviyesi yükselmesini karşılayabilecek hızda olmasıdır (Kayan 1997).

Denizel dönemi temsil eden 1 ve bunun üst yüzeyindeki 2 grubu sedimanlarda, kronolojik yoruma uygun nitelikte arkeolojik materyale rastlanmamıştır. Yukarıda belirtildiği gibi, derin seviyelerden 2 seramik (çanak-çömlek) parçası gelmiş olmakla birlikte, bunların delgi-sondaj sırasında yukarıdan düşmüş olması daha muhtemel görünmektedir. Bunların üzerine gelen 3 numaralı akarsu sedimanlarında ise her yerde bol miktarda seramik parçaları bulunmaktadır. Bunlar genellikle taşınmış, aşınmış, yuvarlaklaşmış parçalardır. Buna göre, sadece höyük alanına ait değildirler. Bunlardan bir kısmının buraya KD dan su gönderen derelerin su toplama alanlarında bulunan yerleşme yerlerine ait olduğu söylenebilir. Bu da Bayraklı höyüğü çevresinde, kuzeydeki yamaçlarda da yerleşme yerleri bulunduğu anlamına gelmektedir. Kuzeydeki 7 numaralı sondajda volkanik küllü bandın üzerindeki dolguda seramik parçalarının yoğunluğunun fazla olması bu yorumu desteklemektedir. Sondajlarda çıkan seramik parçalarının genellikle çok küçük ve aşınmış olmaları bunların arkeolojik olarak tanımlanmalarına ve kronolojik olarak değerlendirilmelerine imkân vermemektedir.

Küllü tabakanın 3300 yıl öncesine ait olduğu kabul edildiğinde, bunun altındaki sediman birimlerinde arkeolojik buluntuya rastlanmamış olması dikkat çekicidir. Çünkü arkeolojik bilgilere göre Bayraklı höyüğünde yerleşme 5000 yıl öncelerde başlamaktadır. Sondajlarda aradaki zamana ait buluntuya rastlanmaması kuşkusuz çeşitli şekillerde açıklanabilir. Örneğin önceleri daha küçük olan bu yerleşme yerinden yüzeye saçılan daha az materyal bulunduğu ve 8 sondajdan hiçbirinde bunlara rastlanmamış olabileceği gibi. Buna göre, sondajlarımızın yeterli olmadığını, daha ayrıntılı çalışmaya ve özellikle volkanik küller üzerinde analiz çalışmalarına, C14 tarihllemelerine ihtiyaç bulunduğunu kabul etmek gerekir.

Bayraklı höyüğünün tabanı güneyde hemen hemen bugünkü deniz seviyesinde, kumlu akarsu birikintileri üzerinde düz bir yüzeye oturmaktadır (Şekil 5 ve 6). Bunun altında arkeolojik materyal içeren dolgular daha çok bataklık sedimanları niteliğindedir ve taşınmış seramik kırıntıları içermektedir. Buna göre başlangıçta (erken dönemlerinde) höyük alanının yüksek kesiminde küçük bir yerleşmenin bulunduğu, sonradan, doğal sedimantasyonla çevrenin dolarak yükselmesi ve bataklıkların çekilmesiyle yerleşme alanının genişlediği söylenebilir.

Kuşkusuz höyük dolgusu içinde de birçok katman ayrılabilir. Bunların değerlendirilmesi arkeolojik araştırma ve kazılara dayanılarak arkeologlar tarafından yapılmaktadır. Ancak orta kesimde, üst katmanlardaki genellikle Arkaik dönem yapılarına ait taş temeller, daha alttaki erken dönem yerleşme kalıntılarını kapladığı için höyük tabanında ilk yerleşme tabakalarına ulaşmak şimdilik mümkün olamamaktadır.

## Sonuç

Bornova düzlüğünün KB köşesinde, kıyından 400 m kadar içerideki Bayraklı höyüğü İzmir'in klasik çağlardaki ilk kentsel kuruluş yeri olarak bilinmektedir. Buradaki arkeolojik araştırmalar yerleşme tarihinin 5000 yıl kadar gerilere gittiğini göstermiştir. Höyük çevresinde yapılan delgi-sondajlardan elde edilen sedimantolojik verilerin bölgesel paleocoğrafya bilgileri çerçevesinde yorumlanması ile şu sonuçlara varmak mümkün olmuştur:

\* Holosen'de yükselen deniz Bayraklı çevresine transgresyonun sonlarında (Orta Holosen: Günümüzden 6000 yıl kadar önce) ulaşmış ve fazla arızalı olmayan, pre-Holosen karasal bir dolgu yüzeyini kaplamıştır.

Bugünkü kıyıda çok içeriye (doğuya) sokulmadığı anlaşılan kıyı zonunda denizin çok derin olmadığı anlaşılmaktadır.

\* Bayraklı höyük alanı güneyinden doğuya sokulan denizin, kuzeye doğru daha sığ ve küçük bir girinti yaptığı belirlenmiştir. Ancak doğudan ve kuzeyden gelen derelerin getirdiği kaba kumlu akarsu birikintileri bu sığ körfezi hızla doldurmuştur. Dolgu yüzeyi höyük alanı çevresinde bugünkü deniz seviyesinin 2-3 m kadar altındadır. Bu yüzey üzerinde denizel sedimana rastlanmamıştır. Buna göre Bayraklı höyük alanı hiçbir zaman bir ada durumunda bulunmamıştır. Yerleşme dönemlerinde doğusunda iç liman olmaya uygun bir körfez uzantısının da olmadığı anlaşılmaktadır.

\* Denizel sedimantasyon birimi içinde, höyük güneyinden güneye uzanan bir kıyı oku belirlenmiştir. Denizel sedimantasyonun sonunda veya sonrasında, bunun batısında küçük ve sığ bir çukurluk bulunduğu, bunun içinde önce volkanik kül katkılı, ince kumlu bir sediman bandının biriktiği, bunun üstüne bol organik katkılı, ince kumlu, laminalı bir çamur dolgunun geldiği belirlenmiştir. Küllü sediman bandı höyük kuzeyindeki çukurlukta da bulunmuştur. Bunun Santorini (Thera) volkanının 3300 yıl kadar önceki patlamaları ile ilişkilendirilmesi durumunda kılavuz bir seviye olarak değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

\* Transgresyon sonrasında düz uzanışlı ilk dolgu yüzeyi üzerini bütünüyle kaba kumlu akarsu birikintileri kaplamakta ve yüzeyi bugünkü deniz seviyesine kadar doldurmuş bulunmaktadır. Bu örtü katmanında temiz dere kumları yatak dolguları olarak ayrılabilir. Buna göre, denizin 2-3 m lik son yükselmesi sırasında derelerin kıyıda biriktirdiği kumlu sedimanlar denizin içeriye sokulmasına imkân vermemiştir. Höyük yüksekliğine doğru kumlu bataklıklara dönüşen sedimanlar içinde höyükten yıkanan kolüvyal katkılara ve başta seramik kırıntıları olmak üzere bol arkeolojik materyale rastlanmaktadır.

\* Asıl höyük dolgusu bugünkü deniz seviyesinin birkaç desimetre altında başlamakta, kuzeye doğru 20 m ye kadar yükselmektedir. Arkeolojik kazı ve araştırmalarla bu dolgu içinde Bronz Çağı ve sonrasında ait birçok yerleşme tabakası belirlenmiştir.

\* Bayraklı höyüğü çevresindeki coğrafi değişim ve gelişimi kronolojik olarak izlemek için burada belirlenen stratigrafik birimlerin tarihlendirilmesine gerek vardır. Bunun için C14 analizlerine uygun organik materyalin hemen her sondajdan sağlanması mümkündür. Ayrıca, höyüğün kuzey ve güneyinde bulunan volkanik küllerin kökeni ve tarihi üzerinde yapılacak analizlerin de çok yararlı olacağını, bölgesel paleocoğrafya bilgilerine önemli katkılar sağlayacağını düşünüyoruz.

## Referanslar / References

- AKURGAL, E., 1945. İzmir ve dolaylarındaki eski eserler hakkında birkaç not. Arkeoloji Araştırmaları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 47. Arkeoloji Enstitüsü Yayınları No: 2, s. 1-40, Ankara.
- AKURGAL, E., 1950. Bayraklı kazısı: Ön rapor (Bayraklı Erster Vorläufiger Bericht über die Ausgrabungen in Alt-Smyrna), Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, Cilt: VIII, Sayı: 1-2, s. 1-97, Ankara.
- AKURGAL, E., 1983. Eski İzmir I, Yerleşme Katları ve Athena Tapınağı, Türk Tarih Kurumu Yayınları, V. Dizi, Sayı: 40, Ankara.
- AKURGAL, E., 1987. Anadolu Uygarlıkları. Net Turistik Yayınları. İstanbul.
- EGE TEMEL SONDAJCILIK Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. 1996. Bayraklı Pompa İstasyonu, İzmir.
- GUICHARD, F.-CAREY, S.-ARTHUR, M.A.-SIGURDSSON, H.-ARNOLD, M., 1993. Tephra from the Minoan eruption of Santorini in sediments of the Black Sea. *Nature*, 363, 610-612.
- KAYAN, İ., 1988. Late Holocene sea-level changes on the Western Anatolian coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Special Issue: Quaternary Coastal Changes, Eds. by P.A. Pirazzoli-D.B. Scott (A selection of papers presented at the IGCP-200 meetings), Vol: 68, 2-4, 205-218. Elsevier Science Publishers B.V.
- KAYAN, İ., 1996. Holocene coastal development and archaeology in Turkey, *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.* Field Methods and Models to Quantify rapid Coastal Changes, Eds. by D. Kelletat-N. Psuty, Supplementband: 102, 37-59.

- KAYAN, İ., 1997. Bronze Age regression and change of sedimentation on the Aegean coastal plains of Anatolia (Turkey), In: Third Millenium BC Climate change and Old World collapse Eds. by H.N. Dalfes-G. Kukla-H. Weiss, NATO ASI Series 1. Global Environmental Change, Vol: I, 49, 431-450. Springer Verlag.
- KAYAN, İ., 1999. Holocene stratigraphy and geomorphological evolution of the Aegean coastal plains of Anatolia. Proceedings of the Late Quaternary in the Eastern Mediterranean Region. Quaternary Science Reviews, 18, 4-5, 542-548. Elsevier Science Publishers B.V.
- KAYAN, İ. 2000. İzmir çevresinin morfolojik birimleri ve alüvyal jeomorfolojisi. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM) Bildiriler Kitabı, p. 103-111. İzmir.
- ÖNER, E., 1999. Zur Geomorphologie der Eşen-Deltaebene und des antiken Hafens von Patara, Südwesttürkei, In: Dynamik, Datierung, Ökologie und Management von Küste, H. Brückner (Hrsg.), Marburger Geographische Schriften, 134, 101-115.
- SULLIVAN, D.G. 1988. The discovery of Santorini Minoan tephra in western Turkey. Nature, 333, 552-554.



Foto 1- Bayraklı höyüğüne kuzeydeki Bayraklı sırtlarından bakış: İzmir Körfezi (1); Kadifekale (Pagos Dağı) (2); 4, 6 ve 7 sondaj noktaları. Diğer sondaj noktaları "Bayraklı Höyüğü" alanında yer almaktadır.  
 Photograph 1. Bayraklı mound, looking toward the south from the Bayraklı slopes: Bay of İzmir (1), Kadifekale (Mount Pagos) (2). 4, 6 and 7 are drilling points. Other points are on the green field just upper part of the word "Bayraklı".



Foto 2- Bayraklı höyüğündeki sondaj çalışmaları: Arkaik duvarlar (1), mezar (2), Arkaik çeşme (güncel betonla koruma duvarı ile çevrili) (3), 8 numaralı sondaj çalışması ve 5 numaralı sondaj noktası.  
 Photograph 2. Southern foot of the Bayraklı mound, looking toward the northeast: Archaic walls (1), tomb (2), Archaic fountain (in a modern protecting cement construction) (3). 8 (in operation) and 5 are drilling points.



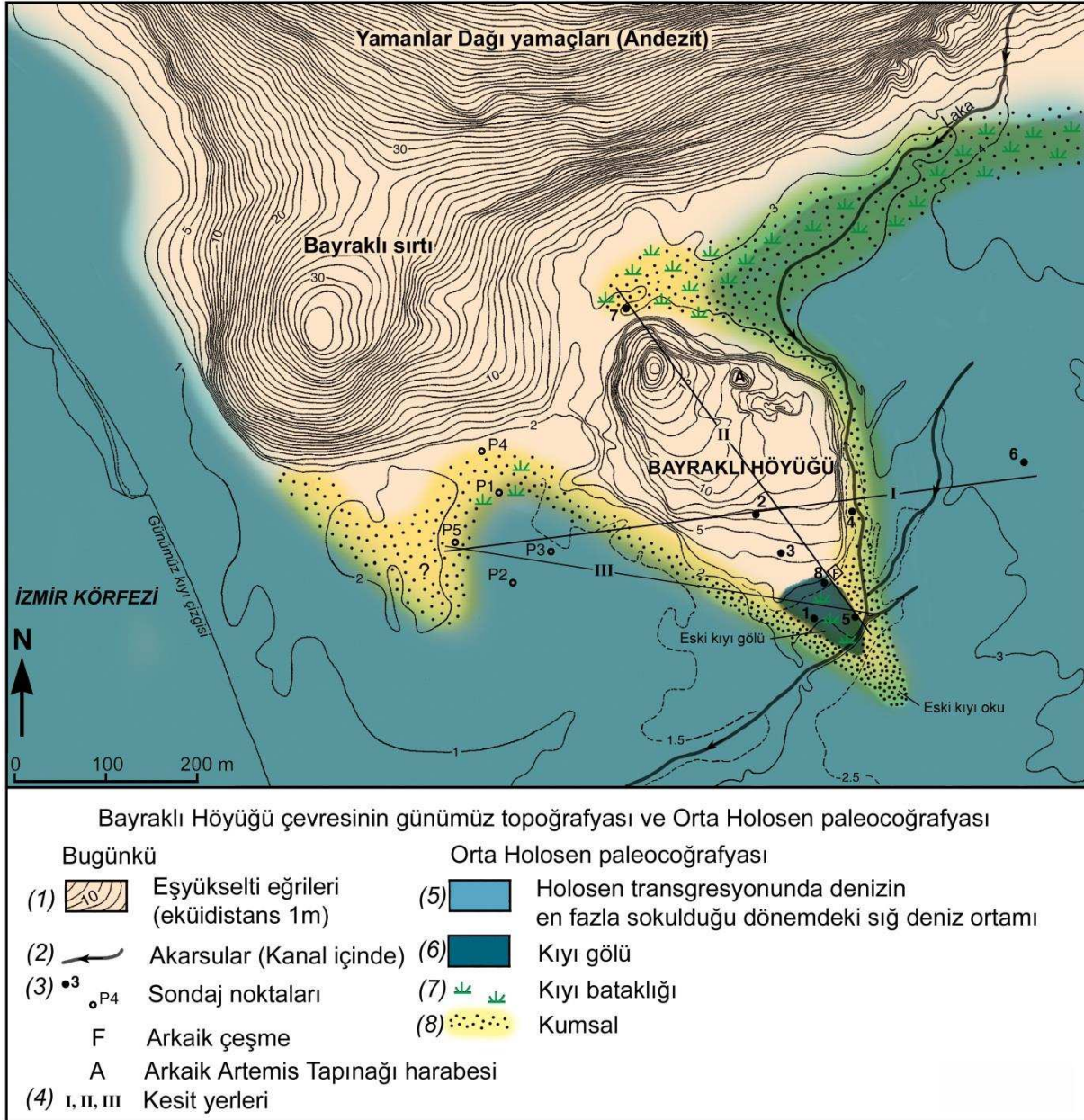
Şekil 1- Anadolu'nun Ege kıyıları ve Bayraklı höyüğü'nün yeri. Gri renkle dağlık-tepelik alanlar, noktalarla genellikle graben tabanlarındaki alüvyal ovalar gösterilmiştir.

Figure 1. Central part of the western Anatolia coastal region. Grey represents rough mountainous areas, dotted alluvial plains are generally on the bottom of grabens.



Şekil 2. İzmir körfezi iç kesimi ve Bornova kıyıları. Bayraklı höyüğü çevresinin ana jeomorfolojik birimleri. Yüksek rölyef kahverengi (eküidistans 10 m)(1), alüvyal alanlar açık yeşil (2), Laka deresinin birikinti konisi noktalı desenle gösterilmiştir (3).

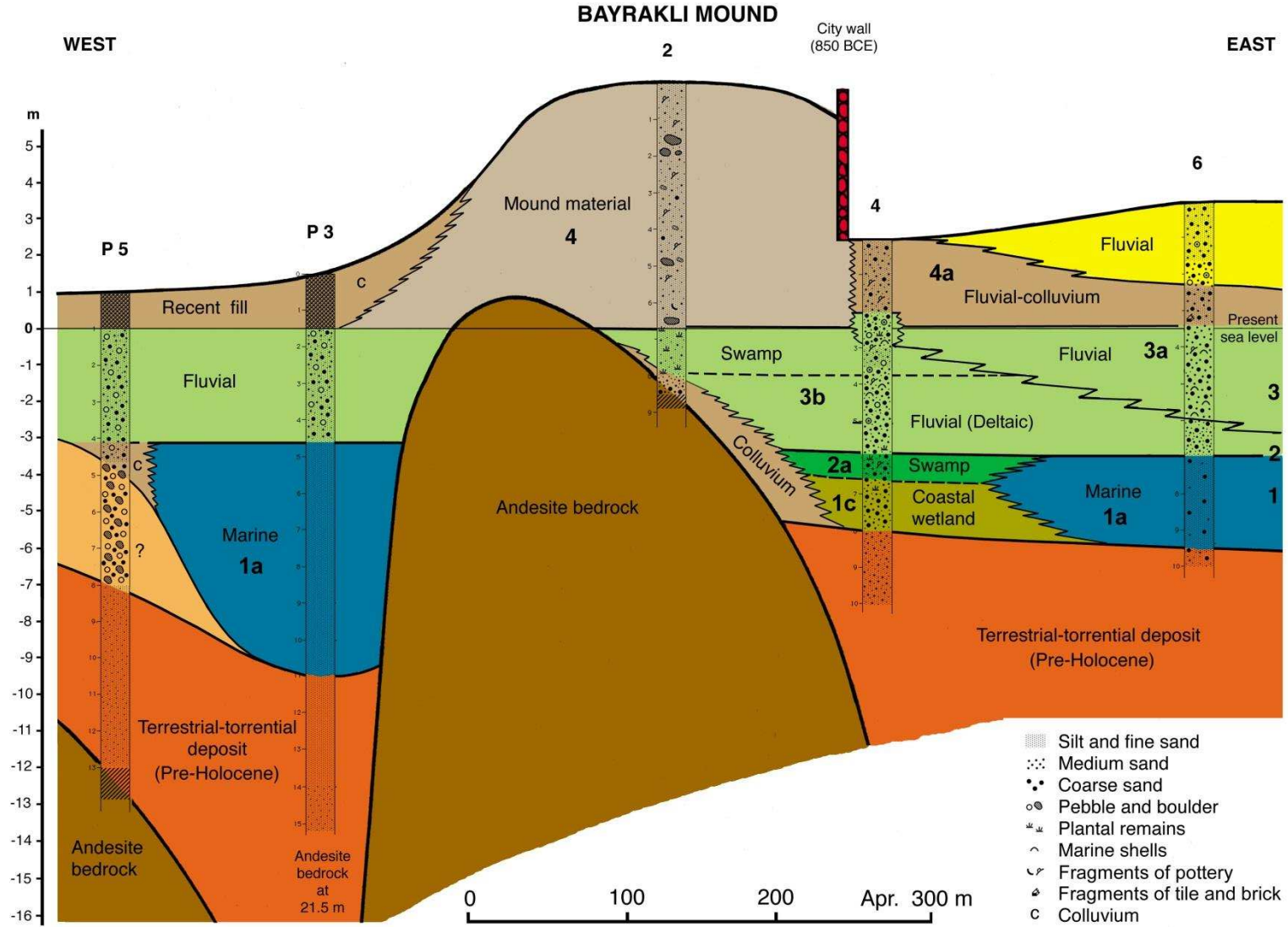
Figure 2. Coastal part of the Bornova plain and location of the Bayrakli mound. Brown is high relief (Contour interval 10 m) (1), light green is alluvial plains (2), and the old alluvial fan of the Laka river is dotted (3).



Şekil 3. Bayraklı höyüğü çevresinin Orta Holosen paleocoğrafyası ve delgi sondaj noktaları.

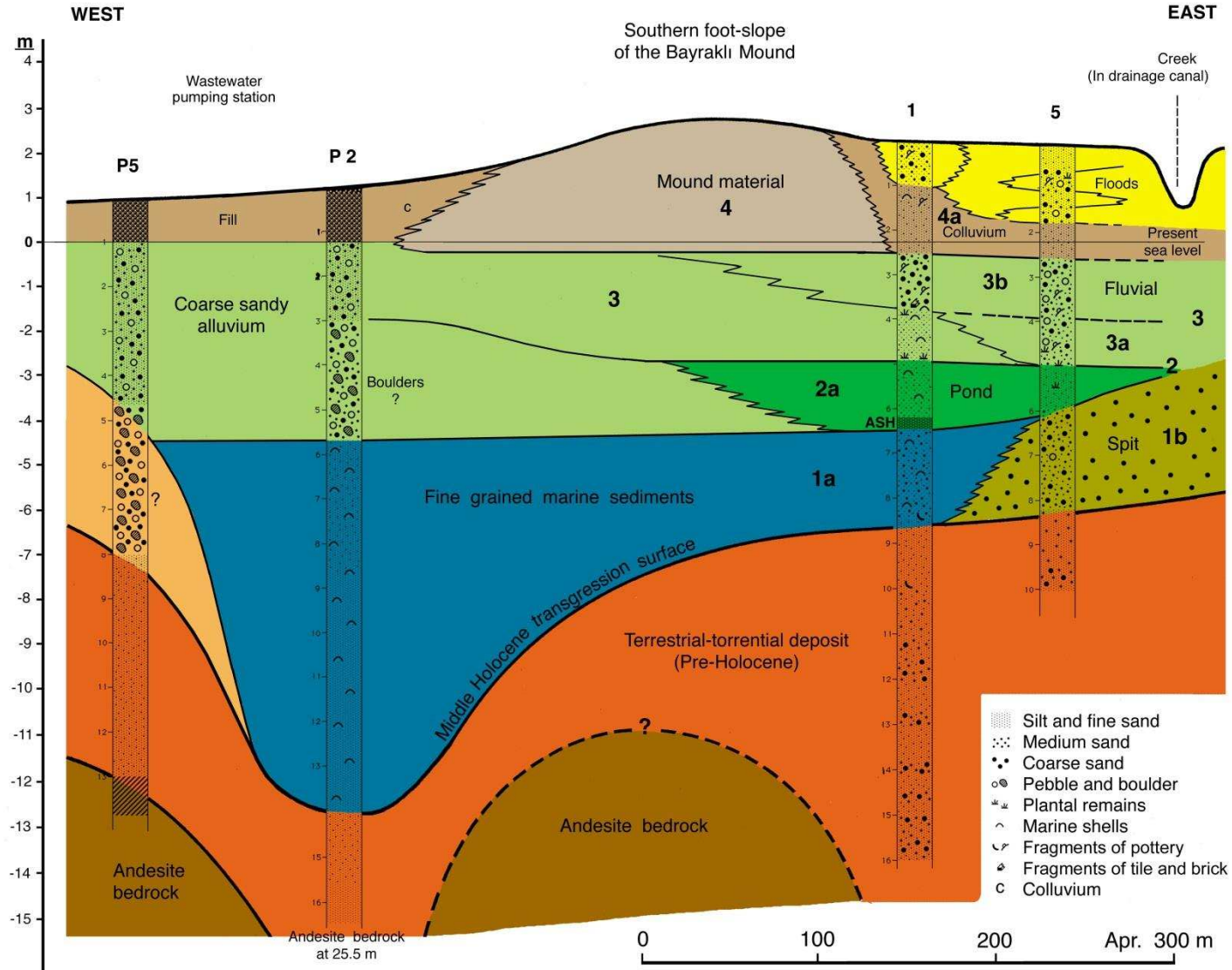
Figure 3. Bayraklı mound area. Present topography and Middle Holocene paleogeography.

**Present:** Contour lines (1 m intervals)(1), Intermittent rivers (2), Drilling holes and Pumping station test drillings P4 (3), F- Archaic fountain, A- Ruins of the Archaic temple to Artemis, Lines with numbers I, II and III indicate cross-sections in figures 4, 5 and 6 (4),  
**Middle Holocene paleogeography:** Shallow marine environment during the maximum extension of the Holocene transgression (5), Coastal pond (Fine grained sediments) Drilling numbers 1 and 8, and 7 to the North contain volcanic ash (6), Coastal swamps (7), Coastal sandy environment (Deltaic coast: Swamps and coastal spit) (8).

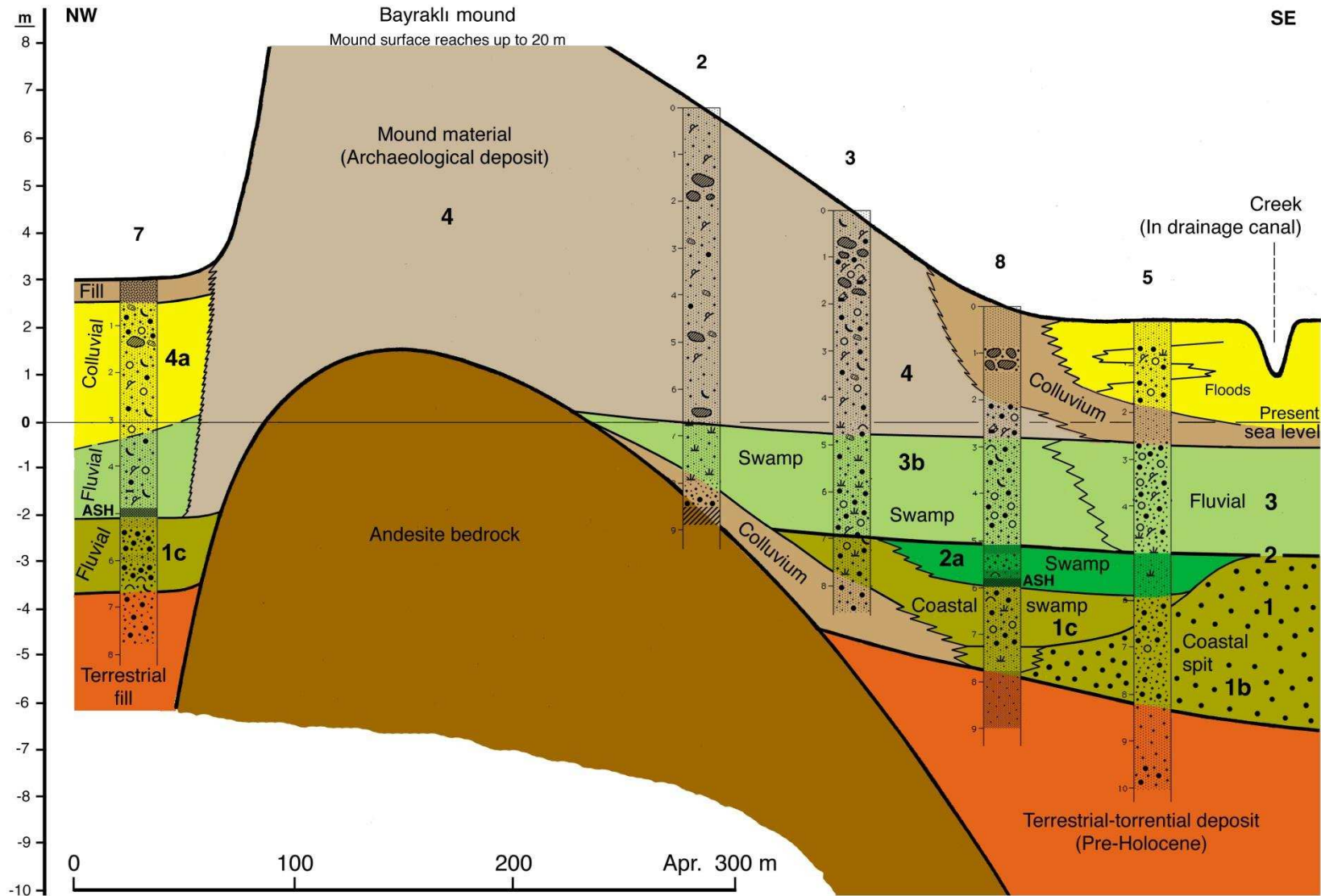


Şekil 4. Bayraklı höyüğü güney kesiminden batı-doğu doğrultulu kesit (Kesit yeri ve sondaj noktaları için Şekil 3'e bakınız).  
Figure 4. West-East cross-section of the southern part of the Bayraklı mound. Vertical columns show drilling logs (For their locations see Fig. 3).





Şekil 5. Bayraklı höyüğü güney eteklerinden batı-doğu doğrultulu kesit (Sondaj noktaları için Şekil 3'e bakınız).  
Figure 5. West-East cross-section of the southern foot-slope of the Bayraklı mound (For locations of the drill logs see Fig. 3).



Şekil 6. Bayraklı höyüğü üzerinden KB-GD doğrultulu kesit (Sondaj yerleri ve açıklamaları için Şekil 3, 4 ve 5'e bakınız).

Figure 6. Northwest-Southeast cross-section of the Bayraklı mound (For locations of the drill logs and explanations see Fig. 3 and 4 or 5).

## Holocene Geomorphological Evolution of Coastal Environment Around Bayraklı Mound (İzmir)

### Abstract

Bayraklı mound, which is one of the earliest known settlement sites of İzmir, is located on the northwest of Bornova plain, about 600 m inland from the present coastline. It has been shown that a settlement began here 5000 years ago on andesite bedrock and its terrestrial cover. In this study, paleogeographical interpretation has been made of sedimentological and stratigraphical data obtained by borehole drillings around the mound in the light of regional knowledge. This has shown that the rising sea during the Holocene intruded towards the east from the south of the mound and formed a small bay which advanced to the north during the end of the transgression in the Middle Holocene. There is enough evidence to show that the mound area itself has never been covered by the sea and that the mound has never been an island. The shallow sea to the south and north of the Bayraklı mound was filled rapidly with coarse sandy alluvium carried by mountain streams from the east and NE (The Bornova and Laka rivers) and a flat depositional surface formed about 2-3 m below present sea level at the end of the Bronze Age. The approximately 10 cm thick layer of sediment on this surface contains an admixture of volcanic ash, which we propose originates from the eruption of Santorini (Thera) volcano 3300 years ago. It seems that the Bayraklı settlement expanded over this surface also. Later, as the sea rose slowly to its present level, coarse sandy alluvium from the streams coming from the east and NE prevented marine intrusion inland. Thus, once again, the coastal zone was filled with coarse sandy alluvium and the present coastal plain was formed.

### Introduction

The known settlement history of İzmir area goes back to Early Neolithic periods. The Yeşilova mound which has been explored in the middle part of Bornova plain in recent years, and excavated by archaeologists, dated about 8000 years old. The comparable settlement sites were also discovered in wider environment. The Ulucak mound in Kemalpaşa plain is one of them. It has been excavated and explored rather well. Accordingly, current evidence indicate that Bornova plain has been inhabited by man since the Early Neolithic periods. In regard to the Bayraklı mound, it is located on the coastal part of Bornova plain, about 600 m east of the shoreline, on the southern footslope of Yamanlar mountain. History of Bayraklı mound goes back to the Bronze Age according to evidence obtained from archaeological excavations and research. However, mound deposit mainly belongs to classical times (i.e. the first millennium BC) (Photograph 1 and 2, Figure 1 and 2).

Today, this area is known as Bayraklı, and is one of the most crowded parts of İzmir. The present Bayraklı was first established on a small ridge extending south from the steep volcanic slope of Yamanlar mountain, then later houses covered the steep slopes towards the west and east. There is a small hill to the SE of the Bayraklı ridge which is separated from it by a narrow depression. This is **Bayraklı mound** (Old Smyrna or Tepekule) which is one of the oldest known settlement sites in İzmir. There is andesite bedrock at the base of the mound up to a few meters above present sea level. Above this, mound material and the remains of upper construction levels form a 20 m hill or mound. In its present shape, the northern slope of the mound is steep and high (**Figure 3**). The surface of the mound descends gradually towards the south and joins the present coastal plain at a height of about 2 m. The mound is elliptical; its lengthwise axis runs about 400 m in a NW-SE direction, and its crosswise axis is about 200 m long and runs SW-NE. There is a fresh water spring on the southern edge of the mound. It must be an important reason why this area was preferred as a site of settlement. The water of the spring comes from the andesite rocks beneath the mound. It was controlled by a stone fountain construction in the Archaic period. This is seen today under the ground water which fills an archaeological excavation trench.

Although Bayraklı mound is a conserved area, it lies within the dense structures of the city, and some infrastructural activities have caused changes to the original form of the encircling slopes and close surroundings of the mound. In particular, constructions for a road, a drainage canal and a park to the north and west of the mound have made its separation from the Bayraklı slopes more noticeable. This causes a question for archaeologists as to whether the Bayraklı mound area was initially an island or peninsula. It is known that the first settlement started a few meters above the present sea level on rocky ground consisting of andesite (**Akurgal 1945**). Drilling data show that the surrounding area of andesite rocks was also covered by pre-Holocene terrestrial sediments. Although no drilling has been possible in the depression between the

mound and the Bayraklı ridge to the west, data obtained from geotechnical drillings in the nearby area have shown that the andesite bedrock is not very deep beneath the depression and the sea has never invaded here. This means that the rising sea during the Holocene covered the south and east of the mound area. However, this shallow sea was quickly filled with coarse sandy alluvium from mountain streams coming from east and west and changed in a short time into sandy swamps.

**Archaeological** research and excavation on the Bayraklı mound have been continuing since 1948 (**Akurgal 1950**). According to these studies, the beginning of settlement in Bayraklı goes back to about **5000** years before present. It is known that the first settlement in the Early Bronze Age, named “Smurne”, was of Anatolian origin and had some similarities to Troia I. Some similarities were also determined between the later cultural layers of Bayraklı up to 1050 BC and of Troia up to Troia VI. Then, during the Iron Age (1050-650 BC), Aeolians and Ionians migrating from Hellas settled in Bayraklı. Five settlement layers are distinguished in this period. Their remains constitute about 3 m of deposit between 6.40 and 9.50 m above sea level. Houses of this period consisted of one room with mudbrick walls and roofs made of reeds. Estimated population was about 1000 in 850 BC, when the city was surrounded by a mudbrick wall. In this period, “Smyrna” was a city state. The greater part of the population was living in villages in the vicinity supporting themselves by farming and fishing. Remains of the earliest temple to Athena (725-700 BC), which was the most important construction of that time, may have survived until now. The city went through a splendid period between 645 and 550 BC. Remains of this period are streets with an orthogonal plan, houses with many rooms, and a fountain. In spite of decrease in population during the 5th and 4th centuries BC, the city continued to be settled. Subsequently, the population increased gradually again and the city was moved on the foot of the Mount Pagos (The Present Kadifekale) to the south, and the city developed here in Hellenistic and Roman times rather than in Bayraklı (**Figure 2**) (**Akurgal 1983, 1987**).

The Holocene transgression and the following rapid environmental changes greatly affected the preference for settlement sites and the cultural development of the ancient cities along the Aegean alluvial coasts. Therefore, knowledge and interpretation of the evolution of the geographical environment have a special importance for archaeological research in the region. We carried out paleogeographical and geomorphological research applying bore-hole drillings to the Bayraklı mound and the surrounding alluvial area with the kind invitation and the encouragement of **Ord. Prof. Dr. Ekrem Akurgal**, who has contributed greatly to Bayraklı research and excavations. Our archaeological knowledge is thanks to him.

Because it is not possible to pass through the stony architectural layers on the higher part of the mound using our Cobra percussion equipment, bore-hole drillings were made along the encircling foot of the mound. However, some drillings were possible on the southern part of the mound after various tests between the stones. Although the maximum depth of drilling was 16 m in number 1, only about 10 m of drilling depth was determined as an optimum for the aim of this study (**Figure 3, 4, 5 and 6**).

In addition, data obtained from other drillings made for geotechnical reasons on the near environs of the mound were taken into account. In recent years, many important constructions were concentrated in the area surrounding the Bayraklı mound to find solutions for the problems of the rapidly growing city. A huge pit was dug just to the SW of the mound for the construction one of the main pumping stations of waste-water collecting system for Izmir. 5 test drillings were made for this project. The deepest one is 27 m, and andesite bedrock was reached in all of them. Although sedimentological descriptions are not sufficient because these drillings were made for geotechnic reasons, it is possible to distinguish terrestrial deposits covering the bedrock and the marine sediment unit of the Holocene transgression (**Ege Temel Sondajcilik 1996**).

Before the interpretation of drill-hole data and middle-late Holocene paleogeography of the environs of Bayraklı mound, regional geological and geomorphological features and morphodynamic influences which have affected environmental development will be dealt with.

### **Structural geology and pre-Holocene geomorphological evolution**

The main geomorphological elements in the middle part of the coastal region of Western Anatolia consist of west-east running mountain belts with depressions (graben systems) between them (**Figure 1**). This geomorphological feature is related to the structural lineaments of the basement and regional geodynamic effects, and is a result of long geological development. Tectonic activity, which started with extensive regional volcanism before the Neogene, caused the formation of the horst-graben system of the region. Later,

depressions were widely covered by lakes under the humid monsoonal climatic conditions of the Middle Miocene. Towards the end of the Miocene (Messinian) the depressions deepened between mountains rising with accelerated tectonic activity, and former limnic sediments were covered by terrestrial deposits under semi-arid climatological conditions. The source of these deposits was disaggregated surface cover of the Middle Miocene erosional surface under humid climatic conditions. Therefore, they have lateritic features in some places where they have been well preserved. In other places this material was transported from the rising relief by torrential rainfall and formed alluvial fans along the edges of the deepening depressions. In such places, this development has continued until today under the effects of tectonic movements and the working of torrential mountain streams in the seasonally rainy Mediterranean climate. Consequently, while rough erosional features developed on foot-slope deposits in rising areas, their finer grained sediments are the source of alluvial material which has washed down to the deeper parts of depressions and formed the present plains.

Typical examples of these terrestrial deposits are seen along the edges of the Gediz and Büyük Menderes grabens. The Kemalpaşa-Bornova trough is also one area of this deposition (**Figure 1**). It is possible to follow the deposits as remains of former alluvial fans around the Bornova plain and especially on its northern and eastern foot-slopes. These consist generally of all sizes of sand and gravel and large boulders in a reddish-brown, clayey-silty matrix. These features denote that the deposits were formed by torrential mountain streams. Along the feet of the alluvial fans, there is a transition zone of more recent, finer alluvium which has washed down from the upper parts of the fans. Bore-hole drillings show that the old reddish-brown deposits continue beneath the alluvium in many places.

The Bayraklı area is one such area. Although not visible on the surface, the reddish-brown deposits are encountered at depth, both in our drillings and in other geotechnical drillings in the nearby area (**Figure 4, 5 and 6**). The transition is everywhere very clear between the upper section, which consists of grey, generally sandy and unconsolidated Holocene marine and coastal sediments, and the lower reddish-brown, hard and consolidated terrestrial deposit.

The geological base of the Bayraklı mound and its environs consists of the volcanic rocks (andesite) of the Yamanlar mountain to the north (**Figure 2**). According to the drilling evidence, the surface of the andesite bedrock beneath the present alluvium is rather rough (**Figure 4**). This is related to the location of the mound on an active tectonic zone made up of fault blocks. However, deeper parts of the rough andesite relief are filled by old reddish brown deposits and the pre-Holocene surface must not have been very rough. Andesite rocks rising above the surface of terrestrial deposits were selected as a settlement area and formed a base for the mound.

The outlines of the present geomorphology of this region have been developed by the larger rivers which formed in the grabens, shaping them into wide alluvial plains (**Figure 1**). Therefore alluvial formation and landform development have a special importance on the present morphology of the region.

Sea level changes in the Pleistocene have affected alluvial formation in the lower parts of the grabens, where they open to the sea in the middle part of the Aegean coastal region of Anatolia. However, today it is only possible to follow Holocene alluvial development because the Holocene transgression and related alluvial progradation have covered and hidden former (Pleistocene) transgressive and regressive features. It is known that the shoreline was rather distant from its present position during the last glacio-eustatic sea-level fall, and that present coastal-deltaic areas were wide valley floors at the beginning of the Holocene (**Kayan 1996**). The rapidly rising sea in the early Holocene inundated lower parts of valleys in grabens and formed long indentations (bays). In the middle Holocene, when the sea-level rise stopped, the present flood-delta-coastal plains started to be formed by faster alluvial progradation and aggradation. The silting-up of Miletos and Ephesos harbours and their loss of functions are typical examples of this formation, which has continued during historical ages.

The Gediz is one of the major valleys or “valleys in grabens” in Western Anatolia. The morpho-structural lineations in the lower part of the Gediz valley, close to the Aegean coast, are more complex than those in the Büyük Menderes and Küçük Menderes to the south (**Figure 1**). Structural lineations running NE-SW, NW-SE and W-E directions have brought about a morphology composed of blocks in the environs of İzmir. The “L” shape of the Bay of İzmir is also related to these structural lineations. As for the interior region, the Gediz graben divides into two branches, and the main Gediz river follows the northern Manisa-Menemen

trough to reach the Bay of Izmir. Thus, the Gediz delta has developed in the bay, but has had no effect on the formation of the Bornova plain. On the other hand, the Turgutlu-Kemalpaşa-Bornova (Izmir) trough in the south runs straight east-west, but there is no major river flowing towards the Bay of Izmir to the west. This is because this trough has been broken longitudinally by younger tectonic movements (**Kayan 2000**). The Belkahve threshold between the Bornova and Kemalpaşa plains is a raised and southwesterly tilted block of the Pliocene erosional surface formed on the Cretaceous limestone. The threshold divides the surface waters, and the Nif river collects waters from the greater part of the Bornova-Kemalpaşa trough, and flows eastward to reach the Gediz river near Turgutlu.

On the other hand, only mountain streams, which collect water from seasonal Mediterranean rains, and alluvium carried by them, reach the bottom of the Bornova depression. Although they form wide alluvial fans around the plain, transportation of these material down to the coast is limited because of the irregular flow regime. Therefore, in spite of the shallow profile of the southern (inner) part of the Bay of Izmir, it has not filled with alluvium or turned into land like the Büyük Menderes and Küçük Menderes “bays” during the late Holocene. On the other hand, the latest mouth of Gediz river reached the bay from the north. In 1864, it was moved to the west using one of its former natural courses to prevent the lower, shallow part of the bay from silting-up (**Figure 1**).

During the last (Würmian) glacio-eustatic regression when sea level was about 100 m lower than its present level, it can be postulated that the shoreline retreated down to the entrance of the outer bay, and the Bay of Izmir was the wide floor of an intermountain plain. This plain may have been a westward extension of the present Bornova plain. During the early Holocene, the rising sea inundated this wide plain and formed the Bay of Izmir. Old alluvial fan deposits which are found at the head of and beneath the younger Balçova, Alsancak and Karfliyaka deltas are evidence of this development (**Figure 1 and 2**).

So far, there is not enough data about how far the sea intruded inland from the present shoreline in the west of the Bornova plain. However, surface inspections and indirect information obtained from other drillings indicate that the intrusion distance was not great. As a good estimation it may have been about 2-3 km eastward from the present shoreline and roughly followed the present 10 m contour line on the surface (**Kayan 2000**) (**Figure 2**). In addition, drilling evidence indicates that the pre Holocene surface was flat and slightly inclined, and the coastal zone was covered by swamps and coastal creeks (Turkish “**azmak**”) through coastal development. For example, the pre Holocene surface to the south and west of the Bayraklı mound was encountered about 6-8 m below the present sea level. The same surface was found about 13-15 m deep in the middle part of the Bornova coast, in the Salhane area, according to evidence obtained from geotechnical drillings. Here, even in marine sediments, there is great deal of coarse, unsorted material which was brought during flood events, and there is no wave effect on the coastal sediments in spite of prevailing westerly winds. For example, there is no sediment indicating a coastal barrier or lagoonal formations.

### **Holocene transgression and sediment units**

The Bayraklı mound area is located on a flat and slightly inclined surface of a plain which was near the maximum extension of the rising sea during the Holocene. Therefore, this area was still land in the early Holocene and the sea may have covered this area only when it reached its highest level in the middle Holocene. In addition, it is understood that coarse sediments which were brought by torrential mountain streams from the east and NE (The Bornova and Laka streams) were deposited on the coast more rapidly as the sea level rise slowed down or stopped, and prevented marine intrusion farther inland. Drilling evidence indicates that marine sediments gradually changed into the various sediments of coastal swamp and fluvial sediments.

There is no dating on the samples taken from drill holes which were made for this research. Therefore, chronological sequences in this paper are based on interpretation of the vertical and horizontal distribution of the sedimentological units together with regional paleogeographical knowledge. The results are exactly in concordance with former conclusions that the rising sea during the Holocene reached its present level and covered this area in the middle Holocene, then fell a few meters in the period between 5000-3500 years BP, again reaching its present level about 2000 years ago (**Kayan 1996, 1997**).

With regard to chronology, a special finding is a sandy band about 10 cm thick, which includes volcanic ash. The ashy band was encountered in drill holes number 1, 7 and 8 covering a surface about 4 and 2 m below

present sea level (**Figure 3 and 6**). Although no special analysis has yet been made on the volcanic ash samples, it seems that the ash may correlate with the volcanic ash deposits of the Santorini (Thera) eruptions about 3300 years ago (Minoan) which have been found in many places in Western Anatolia (**Sullivan 1988, Öner 1999**). The stratigraphical position and sedimentological characteristics of this ashy band are well in concordance with these findings.

Through drill profiles, various sedimentary units can be distinguished in the pre-Holocene reddish-brown unit of terrestrial deposit belonging to the Holocene transgression and following periods. From bottom to top, these are:

#### **1. Marine transgression**

(Middle Holocene : About 7000-6000 BP)

- a. Fine sandy shallow marine sediments.
- b. Coastal spit.
- c. Deltaic coast. Coarse sandy sediments including plant and shell remains.

#### **2. Bronze Age regression**

- a. Coastal pool to the west of 1b. Volcanic ashy band of sediment. Filling of the pool.

#### **3. Post-Bronze Age sea level rise**

- a. Wide flood and coastal creek (“azmak” in Turkish) channels on the former delta surface.
- b. Coarse sandy coastal swamps. Narrower channels.

#### **4. Mound deposit**

- a. Colluvial sediments washed down to the surroundings of the mound.

These units also represent the main paleogeographical stages in this area. The numbers indicate the main geographical units and the letters their local environmental variations. These symbols are used in the cross-sections to show the sequence of the units (**Figure 4, 5 and 6**). Spatial distribution and paleogeographical interpretation of these sedimentary units in the Bayraklı mound area are explained below in stratigraphical order, starting from the transgression surface. It is obvious that whatever archaeological material there is (especially fragments of pottery) in a sediment unit should be interpreted as evidence of human existence in the area.

The Holocene transgression covered the surface of the terrestrial deposit which surrounds the andesite base of the mound (**Figure 4, 5 and 6**). This surface is about 4 m below present sea level near the mound, and extends southward with a low inclination, becoming gradually deeper. In contrast, according to drilling evidence from the sewage pumping station to the west, there is a noticeable feature, probably a deep old river channel on the pre-Holocene surface. However, sedimentological data are not enough for further interpretation and this topic is reserved for later study.

Although Holocene marine sediments covering the pre-Holocene reddish-brown terrestrial deposit near the mound area are generally sandy, they do not exhibit any noticeable trace of wave activity. Therefore the sea must have slowly covered a slightly inclined surface. This interpretation is quite well in accordance with the conditions of the period when the transgression slowed down around 7000-6000 BP (**Kayan 1999**). Although one small fragment of pottery is found in each of the two drill holes numbers 1 and 7, it is thought that they fell from upper levels during the drilling operation. In general, the transgression surface and the first marine sediment cover are sterile from the archaeological point of view. Therefore, it can be said that there was no settlement in the area during this period.

The first transgressive sediment unit (**1**) is completely sandy (**Figure 4, 5 and 6**). The sand is more muddy towards the small hill at the base of the mound (**1c**), but clean and loose towards the south. In the east, in drill hole number **6**, a unit of fine sandy marine mud was encountered (**1a**). This is evidence of a wide marine indentation here. However, its northern and eastern margins were the sedimentation areas of coarse sandy material coming from high relief (**1d**) (**Figure 2 and 3**). In fact, no marine sediment was found in drill hole number 7 in the narrow depression to the north. Here, the pre-Holocene surface is covered directly by fluvial sand at a depth of 6-6.5 m from the present surface (**Figure 6**). However, pieces of cardium shells in the sand indicate that the shoreline was not far away.

Based on this evidence, it can be concluded that the rising sea in the Holocene intruded eastward from the south of the mound area, then advanced slightly northward, but never reached the north of the mound (**Figure 3**). There is no evidence to indicate that the sea intruded between the mound area and the Bayraklı

ridge to the west. Therefore, the mound area has never been covered by sea and has never been an island. In addition, the time of the maximum extension of the sea to the east is earlier than the oldest known settlement in the area, and even during this period there was no marine indentation eastward convenient for use as an “inner harbour”. This very shallow marine environment filled rapidly, especially following the end of the sea level rise. The thickness of the marine sediment unit is only about 2 m to the south and east of the mound area. As for to the west, drilling evidence from the pumping station indicates that the thickness reaches 8 m in the deeper part of the terrestrial base (**Figure 4**).

The grain size distribution of the transgressive sandy unit to the south of the mound area indicate a north-south coastal spit (**1b** in drill hole numbers 8, 5 and 1) (**Figure 3, 5 and 6**). It has not been possible to delineate the southern extension of the spit, or to explain whether it was just the beginning of a long coastal barrier, or only a local spit. Immediately west of this spit (drilling number 1) a shallower small depression (coastal pond) with finer muddy sediments is defined where coarse sandy material from the NW could not penetrate because of dam effect of the spit (**2a**). Muddy sediments with laminae and bands containing plentiful shell and plant remains support this interpretation. In addition, the sediments of a swampy environment here seem related to a fresh water spring which comes out from the andesite bedrock below the mound deposits. The spring was contained by the construction of a fountain during the Archaic period. The stone walls of this fountain were found below the present surface during archaeological excavations (**Akurgal 1987**). However, the greater part of the construction is under the water table. Subsurface swamp sediments in this area must have been related to the spring water.

The upper surface of the marine sediment unit can be easily recognized by coarse sandy sediments (**3a**) covering fine grained shallow water sediments (For example drill hole number 6). This surface is not clear towards the higher mound area where former marine sediments are also coarse sandy (**Figure 6**). However, muddy bands in sandy sediments including plant remains mark the transition. Another outstanding characteristic of this surface is a sandy band about 10 cm thick which includes volcanic ash as stated above. This band, which was found in drillings numbers 1 and 8 in the south, has been preserved in the fine grained sediments of a small, shallow, calm depression to the west of the previous spit formation. To the north, in drilling number 7, the ashy band over the fluvial sand unit which was connected with the former marine environment, indicates the end of a sedimentation period, and there is no marine or fluvial sediment unit above it. Here, sedimentation was faster, because the area was limited and enclosed. Therefore, colluvial sediments including archaeological material have been deposited over the ashy band.

If the volcanic ash belongs to the eruption of the Santorini volcano in the Aegean Sea about 3300 years ago, the date of the surface when marine sedimentation ended can be identified. In addition, this will help to explain that this was a period of increasing regional tectonic-volcanic activity, and sea level changes may have been related to this activity. Therefore, the discovery and examination of this volcanic ash are of great importance.

The surface covered by the band of volcanic ash is about 350-400 cm below present sea level to the south of the mound area and 200 cm below it to the north, and there is no marine sediment on this surface. Another noticeable feature is that the upper surface of the marine sediment unit which was encountered in the drillings of the pumping station to the west is at the same level as the ashy band to the east (**Figure 5**). Based on this evidence, it can be understood that the ashy band about 350 cm below present sea level to the south of the mound area represents the upper surface of marine sedimentation during the middle Holocene. This surface may have been covered by very shallow sea water.

After this period, sea level rise must have come to a standstill, or even have gone slightly into reverse. Although no trace of terrestrial erosion has been found between sediment units **1** and **3**, fluvial sand unit **3** everywhere directly overlies marine unit **1**. As for sediment unit **2**, between **1** and **3**, this represents very shallow water or even swamp conditions where the volcanic ash could have been preserved. This environment is delineated to the west of the coastal spit running southward from the mound area. Coarse sandy fluvial sediments which were brought by rivers from the north and east could not pass the spit and were deposited in the calm shallow coastal pond.

In the old marine embayment to the east, the surface of marine sediment unit **1** is completely covered with coarse sandy river deposits (**3**). *Cardium* shells in the sand indicate that the shoreline was not distant. Thus, in this period, starting from about 3500 BP, the close surroundings of the mound area were no longer sea, but



covered with coastal swamps and creeks (“azmak” in Turkish). For now, the data is insufficient to delineate the exact position of the coastline at this time. However, it is obvious that the sea did not encircle the mound. Thus, it is not possible to speak about an “inner harbour” to the east of the mound during the Bronze Age.

When examined in detail, different sedimentary units can be distinguished following the marine phase (3). Variety is noticeable especially to the south. After the small coastal depression had been filled in to the west of the spit, and a flat surface had formed about 3500 BP at the same level as the no longer rising sea, coarse sandy river sediments covered everywhere around the mound. However, these are muddy and cohesive towards the gentle slopes of the mound because of colloidal plant content. In contrast, the sands are clean and looser further away from the mound. Some strips of clean sandy deposition below the present surface indicate old river channels (creek or “azmak”) to the south of the mound (3b).

Account must be taken of the fact that the upper surface of the marine sedimentation unit (1) around the mound area is about 2-3 m below the present sea level, and no marine or even coastal sediment has been found above it. However, it is known that the sea rose to its present level in the following period. On the other hand, the coarse sandy deltaic-fluvial sediment unit (3) which overlies the upper surface of the marine unit (1), indicates that the sea did not intrude inland as an open water environment during the following rise of about 2.5 m from surface 2 up to the present level. The reason must have been a balance between slow sea level rise, and deltaic progradation on the coastal zone starting from 3300 years BP (Kayan 1997).

No archaeological material suitable for chronological interpretation has been found in sediment units number 1 (marine) and 2 (sandy swamp). Although two fragments of pottery were found at deeper levels, as stated above, they are more likely to have fallen from higher levels during drilling operations. In contrast, there are plenty of sherds everywhere in the overlying river sediments (3). They are generally transported, eroded and rounded pieces, and belong not only to the mound area. At least some of them must have come from old settlement areas in the catchments of rivers which bring water from the northeast. This means that in the environs of Bayraklı mound, there were other settlements, especially on the northern slopes. This interpretation is supported by the abundance of pot-sherds found in the deposit above the volcanic ashy sediment band in drilling hole number 7. Fragments of pottery found in drilling holes are generally very small and eroded. Therefore their archaeological and chronological interpretation was not possible.

If the volcanic ashy sediment band really belongs to 3300 BP, it is significant that no archaeological material was found below it, because this means that settlement started about 5000 years ago in the Bayraklı mound area. Of course it is possible to explain in other ways why there is no trace of any artefacts in drilling holes belonging to the period between these two dates. For example the settlement was smaller during the initial periods, and remains of artefacts may be very few, and may be in the middle part of the mound area where we could not bore. In conclusion, it is clear that our drilling holes are not sufficient in number, and that more detailed research is necessary in this area. In addition, laboratory analyses are necessary on the volcanic ash and C14 datings are needed on the samples of organic materials.

The base of the southern part of Bayraklı mound is on a flat surface of sandy river sediments, almost at present sea level (Figure 5 and 6). Underlying sediments were generally deposited in a swamp environment and include fragments of pottery. Therefore during initial periods, a small settlement may have existed on the highest part of the mound area, and only covered a wider area following deposition and the rising of the surrounding area, and drying out of the swamps.

Of course, various stratigraphical units or levels can be distinguished in the depositional mass of the mound. Archaeologists have been performing interpretations based on the results of research and excavations. However, reaching the earliest settlement layers and interpreting them present difficulties because stone walls at the base of Archaic constructions cover settlement remains of earlier periods, and it is not possible to remove them due to their archaeological importance.

## Conclusions

Bayraklı mound, which is located in the northwestern corner of the Bornova plain, about 600 m from the coast, is considered to be the oldest urban settlement of İzmir in classical times. Archaeological investigations indicate that settlement history goes back to about 5000 years BP. It has been possible to conclude the following points based on regional paleogeographical interpretation of sedimentological data obtained by drilling studies around the mound:

- \* Rising sea during the Holocene reached the Bayraklı area toward the end of the transgression (Middle Holocene: About 6000 years BP), and covered a pre-Holocene terrestrial-depositional surface which was not very rough. It has been shown that the shoreline did not intrude very far landward (towards the east), and the sea was very shallow along the coastal strip.
- \* It is revealed that the sea extended eastward from the south of Bayraklı mound area and made a small shallow indentation. However, coarse sandy sediments which were brought by rivers coming from the east and north rapidly filled this shallow bay. The upper surface of this deposition is about 2-3 m below present sea level around the mound area. Marine sediments were not found over this surface. Therefore, **the Bayraklı mound area has never been an island**. Also, it is concluded that during the old settlement periods, there was **no marine extension to the east of the mound area convenient for use as an harbour**.
- \* In the marine sediment unit, a coastal spit was revealed extending southward from the south of the mound. Also it is understood that there was a small shallow depression, a coastal pond, to the west of the spit, formed following marine sedimentation. Initially, a fine sandy band of sediment including volcanic ash was deposited in this area. Then, it was overlain by fine sandy, laminated mud, including much plant material. A band of ashy sediment was also found in the depression to the north of the mound. If this belongs to the eruption of Santorini (Thera) about 3300 years ago, it may be taken as a reference surface.
- \* The first flat depositional surface of the end of the transgression period was covered with coarse sandy fluvial sediments. These filled this surface up to the present sea level. In this section, subsurface clean sandy sediment strips indicate former river or creek channels. These are evidence that the sandy sediments of rivers on the coast prevented marine intrusion inland during the last sea-level rise of about 2-3 m. Towards the mound, post-marine sediments change into sandy swamp sediments and include colluvial material washed down from the mound with archaeological material, especially small fragments of pottery.
- \* Real mound deposit starts a few tens of cm below present sea level at the base and its mass rises to 20 m in the northern part. Various settlement layers from the Bronze Age and following periods have been distinguished in the body of the mound by means of archaeological investigation and excavation.
- \* It is necessary to date stratigraphical units identified here in order to place geographical change and development chronologically in the environs of the Bayraklı mound. Convenient organic material for C14 dating can be found in almost all of the drilling holes. In addition, analyses on the origin and dating of the volcanic ash which was found to the north and south of the mound would be useful, and would make a great contribution to regional paleogeographical interpretations.