



Ege Coğrafya Dergisi, 23/2 (2014), 37-52, İzmir
 Aegean Geographical Journal, 23/2 (2014), 37-52, Izmir—TURKEY

BORNOVA OVASI (İZMİR) HOLOSEN PALEOCOĞRAFYASI VE KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞMELERİ

Holocene Palaeogeographies and Coastline Changes of the Bornova Plain (Izmir)

Aylin KARADAŞ

*Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
 aylin.karadas@ege.edu.tr*

Abstract

Morphologically as a extension of İzmir Bay, Bornova plain is a tectonic depression lying along the north-west direction. The depression has been deposited by terrestrial sediments since Pliocene and its recent morphological appearance has been formed by sea level changes during Holocene. In this study, sediment analyses based on the core drillings which performed on the plain are assessed together with microfossil data in order to determine paleogeographical evolution of the Bornova plain and its stratigraphical characteristics of alluvial sediments.

The alluvial sediments consist of three main stratigraphic units. These are the Pre-Holocene terrestrial deposits, the Holocene marine sediments and the recent fluvial sediments. The results indicate that in the Mid-Holocene, coastline was inner 1,5 km more than the current coastline of the Bornova plain. Due to the morphological features of Bornova area, facies changes related to the transgression occurred along a narrow coastal zone.

Keywords: Holocene, Paleogeography, Alluvial geomorphology Bornova plain, İzmir.

Öz

Bornova Ovası morfolojik olarak İzmir körfezinin doğuya uzantısı niteliğinde olan doğu-batı doğrultulu tektonik bir çukurluk içinde gelişmiştir. Bu çukurluk Pliosen'den beri karasal sedimanlarla dolmakta olup, ovanın bugünkü görünümü, son deniz seviyesi değişmelerine bağlı olarak Holosen'de şekillenmiştir. Bu çalışmada Bornova Ovası'nın paleocoğrafya gelişimini izlemek ve alüvyon stratigrafisini belirlemek amacıyla ova tabanında yapılan delgi sondajlardan elde edilen sonuçlar paleontolojik veriler ile birlikte değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Ovanın kıyı kesiminde yapılan delgi sondajlara göre alüvyon stratigrafisi üç ana birimden oluşmaktadır. Bunlar Holosen öncesi karasal dolgular, Holosen denizel sedimanlar ve güncel flüvyal sedimanlardır. Yapılan çalışmalar Bornova Ovası'nda Orta Holosen' de denizin bugünkü kıyı çizgisinden 1,5 km kadar içeriye sokulduğu göstermiştir. Bornova Ovası ve çevresinin morfolojik özellikleri nedeniyle transgresyon ile ilişkili ortam değişimleri dar bir kıyı şeridinde gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Holosen, Paleocoğrafya, Alüvyal jeomorfoloji, Bornova Ovası, İzmir.

GİRİŞ

İzmir iç körfezinin doğu ucunda yer alan Bornova Ovası bir kıyı düzlüğü olup, D-B doğrultulu bir çöküntü oluğu içinde şekillenmiştir. Diğer bir ifade ile Bornova Ovası İzmir Körfezi'ni oluşturan D-B doğrultulu oluğun kara tarafında kalan bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 1). Bornova Ovası, çevredeki yüksek kütlelerden ovaya ulaşan kısa, mevsimlik akışa sahip derelerin getirdiği alüvyonların bu çukurluğu doldurmasıyla şekillenmiştir. Bu derelerden Manda Çayı ve Kocaçay, Bornova Ovası'nda akan ve İzmir Körfezi'ne dökülen en büyük akarsulardır. Bu akarsular Kemalpaşa Dağı'nın kuzey, Yamanlar Dağı'nın güney kesimlerinin sularını toplayarak ovaya ulaşırlar. Ovaya ulaştıklarında eğim koşullarına uygun olarak batıya doğru akarak denize açılırlar.

Bornova Ovası'nın kuzeyinde ve güneyinde dorukları 1000 metreyi aşan dağlık kütleler yer almaktadır. Kuzeyinde volkanik kayalardan yapılmış Yamanlar Dağı (1076 m), güneydoğusunda Üst Kretase flişlerinden oluşan Kemalpaşa Dağı (1506 m) ve güneyinde Miyosen göl tortullarının oluşturduğu Kalabak Tepe (379 m) ile çevrelenmektedir. Ova, doğu bölümünde yükseltisi 500 metreyi geçen Belkahve Eşiği ile sınırlanmaktadır. Yaklaşık 50 km² (5 x 9,5 km) kadar büyüklüğü ile kabaca dikdörtgen bir şekli olan Bornova Ovası, çevredeki yüksek kütlelerin eteklerinde gelişmiş birikinti konileri ile çevrelenmektedir. Ova tabanını çevreleyen bu koniler derelerin taşıdığı kaba unsurlu kolüvyonlardan; aşağı kesimdeki ova tabanı dolguları ise siltli, kumlu birikimlerden oluşmaktadır. Son buzul çağında (Würm), deniz seviyesinin bugünkünden 100 m kadar alçakta olduğu bilinmektedir. Kuşkusuz bu durumda kıyı profilinin yatık olduğu bölgelerde kıyı çizgisi oldukça açıklara çekilmiştir. Buna göre yatık profilli kıyılara örnek olan Bornova Ovası'nda son buzul çağı sırasında kıyı çizgisi İzmir Körfezi açıklarında olmalıdır. Bu durumda Bornova Ovası'nın D-B doğrultusunda uzanan büyük bir dağ arası havza olduğunu söylemek mümkündür. Bu dolgular üzerinde gerçekleşen Holosen transgresyonu sonrasında Bornova Ovası bugünkü şeklini almıştır.

Amaç

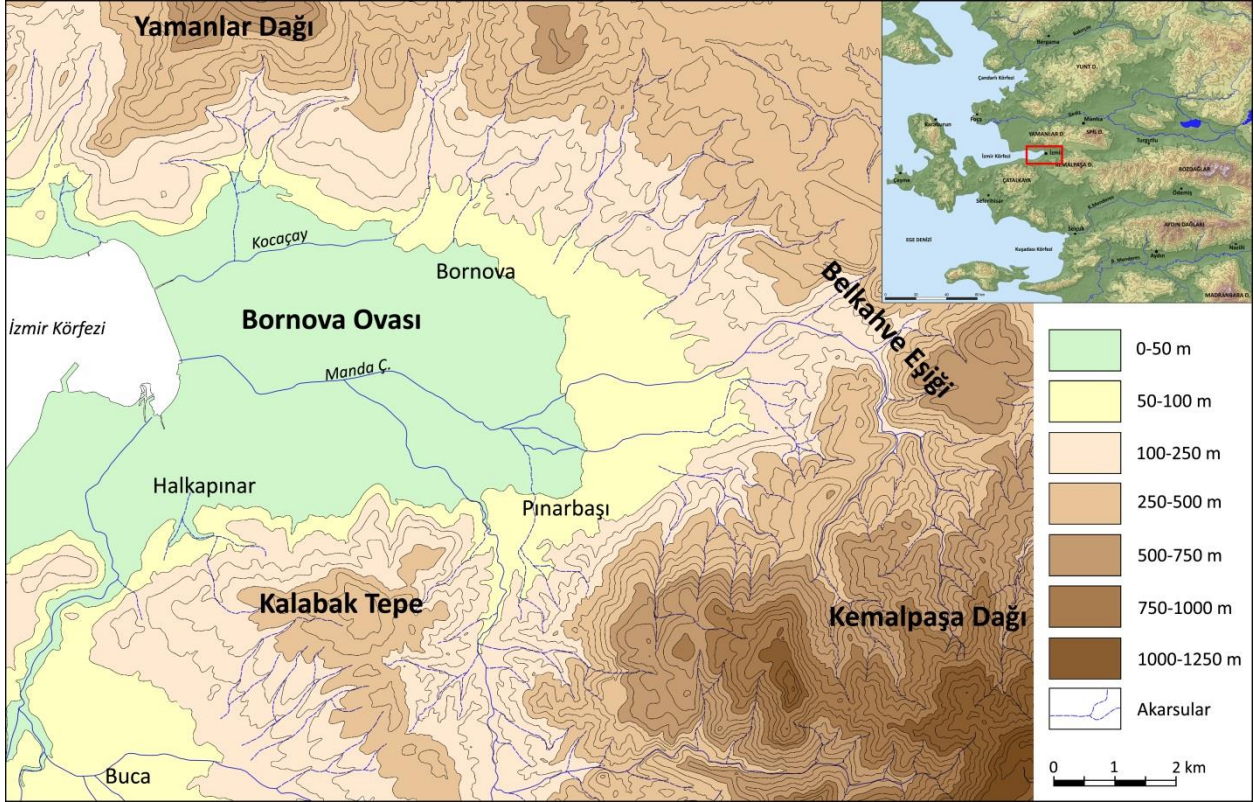
Bornova Ovası'nın bugünkü görünümüne kavuşması Holosen'de gerçekleşmiştir. Holosen'de küresel ölçekteki etkileri bakımından en önemli doğal çevre değişmesini deniz seviyesi ve buna bağlı kıyı çizgisi değişimleri oluşturmaktadır. Söz konusu değişiklikler insan yaşamı ve faaliyetleri açısından belirleyici olduğu gibi, jeomorfolojik süreçleri etkilemesi bakımından da önem taşımaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada Bornova Ovası'nda Holosen'de meydana gelen doğal çevre değişmelerinin belirlenmesi ve ovayı oluşturan alüvyonların stratigrafik özelliklerinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

Holosen Transgresyonu'nun maksimum yayılışını ortaya koymak ve transgresyon sırasında ve sonrasında kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri belirlemek, alüvyon katmanlarını incelemeyi sağlayan sondaj yöntemi ile mümkün olmaktadır. Nitekim bu amaçla Bornova Ovası'nda delgi sondajlar yapılmıştır. Delgi sondajlardan sağlanan sedimantolojik ve stratigrafik veriler ışığında ovayı oluşturan farklı alüvyon katmanları ayrılmış ve bunların jeomorfolojik gelişme ile ilişkisi kurulmuştur. Aşağıda Holosen'de Bornova Ovası aşağı kesiminde meydana gelen coğrafi çevre değişimleri stratigrafik-jeomorfolojik bir düzen içinde eskiden bugüne doğru anlatılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Alüvyon katmanlarını ayrıntılı olarak incelemek için temel yöntem alüvyal delgi sondajlarıdır. Bornova Ovası'nı oluşturan alüvyon katmanlarının stratigrafisini belirlemek için 2008-2011 yılları arasında çoğunluğu kıyı yakını kesimde olmak üzere derinliği 19 metrelere inen 9 adet delgi sondaj yapılmıştır (Şekil 2). Bu sondajlar Atlas Copco firmasının Cobra MK1 model benzinli kompresörü ile çapı 6 cm olan 1'er metrelik karotlar alınarak yapılmıştır.

Delgi sondajlarla alınan sediman örnekleri, özellikle renk, tane boyu, kompozisyonu (tekstür ve strüktür) ile içindeki organik ve inorganik katkılar (kavkılar, bitkisel kalıntılar, kemik parçaları, seramik kırıntıları) bakımından değerlendirilmiştir. Yüzeiden derinlere doğru alüvyal sedimanda meydana gelen değişikliklere göre her sediman birimini ya da değişimin olduğu her seviyeyi temsil edecek örnekler alınmıştır.

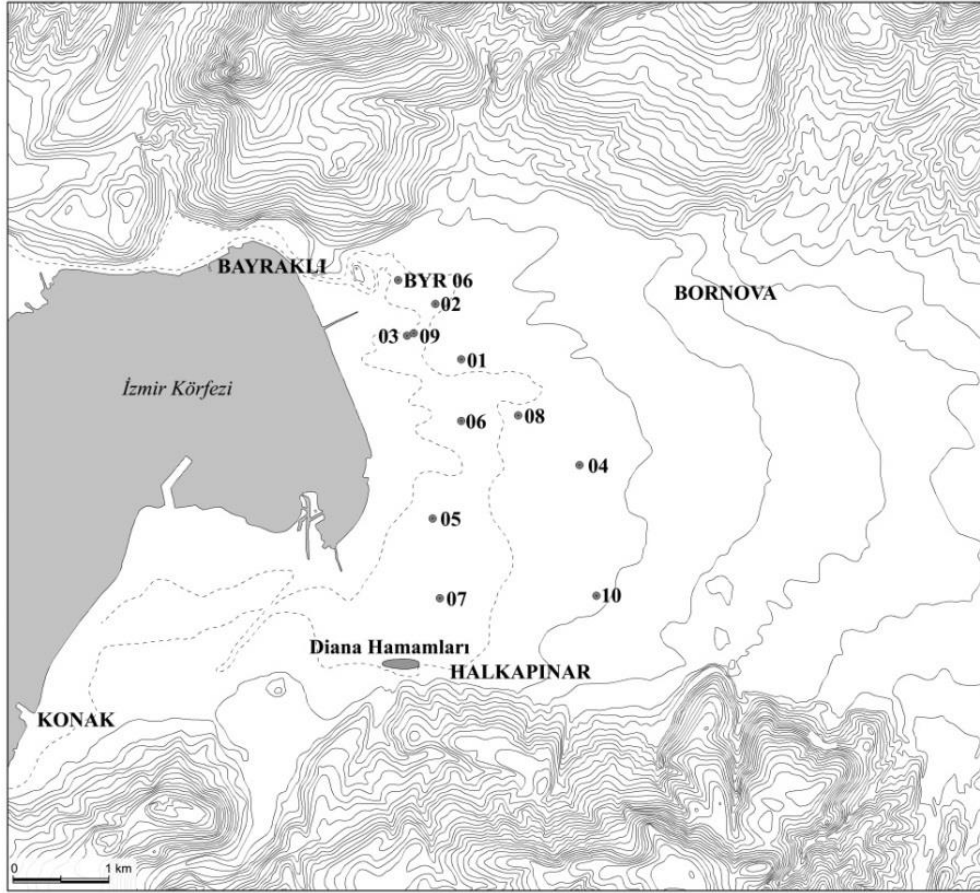


Şekil 1: Bornova Ovası ve çevresinin hipsometrik haritası.
 Figure 1: Hypsometric map of the Bornova Plain and its surroundings

Yukarıda sözü edilen sondajlar dışında Bornova Ovası'nın güneyinde Çamdibi mevkiinde 2008 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Jeofizik ve İnşaat Mühendisliği Bölümünde yürütülen bir proje kapsamında araştırma sondajı yapılmıştır. Bu sondaj çalışması arazide takip edilerek sondaj karotu incelenmiştir. Böylece ovanın bu bölümüne ait alüvyon stratigrafisi değerlendirilmiştir. Bu sondajda örnek almak mümkün olmamıştır ancak sedimantolojik özellikler detaylıca takip edilerek not edilmiştir. Söz konusu sondaj Şekil 2' de 10 ile numaralandırılmıştır.

Bornova Ovası'nı oluşturan alüvyonların stratigrafisinin belirlenmesinde Devlet Su İşleri'nin sondajlarından da yararlanılmıştır. 1950-1970 yılları arasında gerçekleştirilen bu sondajların sayısı 50'nin üzerindedir. Ancak bunların çoğunluğu ovanın güney bölümünde yer alan

Halkapınar kaynakları çevresinde yapılmıştır. Derinlikleri 100-200 metrelere varan bu sondajlar ovayı oluşturan eski karasal dolguların sedimantolojik özellikleri ve dolguların kalınlığı konusunda fikir verici nitelikte olmuştur. Sondajlardan alınan örnekler Wentworth sistemi kullanılarak tane boylarına ayrılmıştır. Toplamda 168 örneğin tane boyu analizi yapılmış ve bu analizlerin sonuçlarına göre tane boyu grafikleri ve granüloметрик kümülatif frekans eğrileri hazırlanmıştır. Bu çalışmada sediman paketlerinin tane boyu özelliklerini örneklemesi açısından 06 ve 01 numaralı sondajlara ait frekans diagramları seçilerek Şekil 3 ve 4'te gösterilmiştir. Yapılan analizlerin sonuçlarına göre, sondajların sedimantolojik özellikleri sondaj profilleri (log) üzerinde toplanmıştır. Hazırlanan sondaj profilleri K-G ve D-B doğrultusunda korelasyonları yapılarak kesitler hazırlanmıştır.



Şekil 2: Bornova Ovası'nda yapılan alüvyal delgi sondajlarının lokasyonu.
 Figure 2: Location map of core drillings.

Tane boyu analizleri dışında çalışmada, mikro ve makrofosillerin bir indikatör olarak ortam belirlemedeki rollerinden yararlanılmıştır. Bornova Ovası kıyı sedimanlarının mikrofossil içeriğinin örneklenmesi amacıyla 06 ve 07 numaralı sondajlar seçilmiş ve bu sondajlara ait 41 örneğin mikrofossil analizleri yapılmıştır.

BORNOVA OVASI VE ÇEVRESİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Bornova Ovası Batı Anadolu'nun horst-graben sistemi içinde gelişmiş doğu-batı doğrultulu tektonik bir çukurluktur. Ova Batı Anadolu'nun temel yapısını oluşturan Menderes Masifi'nin kuzeybatısında ve KD-GB uzanımlı İzmir-Ankara Zonu'nun güney kesiminde yer almaktadır (Şekil 5). Ovanın güneydoğusunda yükselen Kemalpaşa dağı ve doğusunda yer alan Belkahve geçidi söz konusu İzmir-Ankara Zonu içinde yer alır. Bornova Flişi olarak da adlandırılan bu birim

çalışma alanının temel kayaçlarını oluşturur. Ova çevresinde geniş alan kaplayan birimin alt seviyeleri daha çok kırıntılı, üst seviyeleri karbonatlı sedimanlardan oluşur.

Miyosen'de meydana gelen tektonik hareketler ile bu eski yapısal birimler KD-GB doğrultusunda kırılarak parçalanmıştır. Çöken bölümlerde oluşan depresyonlar Erken-Orta Miyosen'in nemli iklim koşulları altında göller ile kaplanmış ve söz konusu iklim koşulları altında bir yandan göl tabanlarında sedimantasyon devam ederken diğer yandan bu havzaların oluşmasına yol açan kırık hatlarının kesişme yerlerinde volkanizma hüküm sürmüştür (Kayan, 2000). Bunun bir sonucu olarak Miyosen formasyonları flüviyal ve gölsel fasiyeste birikmiş kırıntılı ve karbonatlı birimlerden ve bu birimlerle iç içe son derece yaygın bir volkanizmadan oluşmaktadır. Miyosen çökelleriyle geçişli lav, aglomera ve tüflerden oluşan söz konusu

volkanitler Bornova Ovası çevresinde topoğrafyada yüksek kesimlere karşılık gelmektedir. Ovanın kuzeyinde yer alan yükseltisi 1000 metrenin üzerinde olan Yamanlar Dağı'nın yapısını aglomera, tuf ve dasit-andezit bileşimli lavlar oluşturmaktadır (Akdeniz vd., 1986). Öte yandan Miyosen tortul birimler topoğrafyada alçak tepelik alanlar ile temsil olunmaktadır. Şöyleki Belkahve ve Yamanlar Dağı arasındaki tepelik alanlar ve ovanın güneyinde yer alan Kalabak tepenin yapısı konglomera, kumtaşı, marn, kiltası ve kireçtaşı litolojisinde olup Miyosen yaşlı göl fasiyesinde birikmiş tortul birimlerdir.

Geç Miyosen'den itibaren Anadolu'nun bulunduğu alanda coğrafi koşullar ve özellikler bütünüyle değişmiştir. Bu dönemde tektonik hareketler sonucunda, Batı Anadolu'da K-G yönlü gerilme rejimi ya da diğer adı ile açılmalı tektonik rejim etkin olmuştur (Şengör, 1980). Söz konusu tektonik rejim B-D doğrultusunda faylanmalara neden olmuş ve bugünkü horst-graben morfolojisi gelişmeye başlamıştır. Pliosen'de bir yandan devam eden yerkabuğu hareketleri, bir yandan da değişen iklim koşulları altında göl havzalarından çoğu karalaşmıştır. D-B uzanımlı neotektonik kırılmalar, bu eski yapısal birimleri keserek parçalamış ve günümüzde İzmir Körfezi'nden başlayıp Belkahve eşiğine uzanan Bornova Ovası'nın içinde bulunduğu tektonik oluşu şekillendirmiştir. Bu tektonik oluşun yükselen bloklarını ovanın kuzey ve güneyinde yükseltisi 1000 metreyi aşan dağlık kütleler (Yamanlar Dağı ve Kemalpaşa Dağı) ve tepelik alanlar (Kalabak Tepe ve Belkahve Eşiği) oluşturmaktadır.

Söz konusu tektonik rejim içinde, ovayı çevreleyen kütleler çeşitli doğrultularda kırılarak yükselmiştir. Çevredeki dağlık kütlelerin yamaç profillerinin asimetrik duruşu, eski aşınım yüzeylerine ait kalıntıların farklı yüksekliklerde, parçalı ve eğimlenmiş olması, yükselme sırasında ovayı çevreleyen alanda blokların K-G doğrultusunda çarpılmaya uğradığını işaret etmektedir.

Bu dönemde meydana gelen tektonik olaylar morfoiklimatik süreçlerde de farklılaşmaya neden olmuştur. Jeomorfolojik gelişme üzerinde karasal şartlar hâkim olmuştur. Bölgesel olarak etkin olan yarı kurak iklim koşulları altında sel tipi akış rejimi etkin olmuş ve yüzeysel akış ile yamaç yıkanması

ve yamaç gerilemesi ön plana geçmiştir. Selli akışlar ile çamur selleri halinde taşınan materyaller D-B doğrultusunda açılmış graben tabanlarında veya çukur alanlarda birikerek karasal dolguları oluşturmuştur. Böylece Miyosen göllerinde biriken çökellerin üstü karasal Pliyo-Pleyistosen dolgu ve örtüleriyle kaplanmıştır (Kayan, 1996). Bornova Ovasında DSİ tarafından yapılan derin sondajlara ait sedimantolojik verilerin değerlendirilmesi ile Pliyo-Pleyistosen birikimlerinin, günümüzde ovayı oluşturan güncel sedimanlar altında 200 metreden kalın dolgular oluşturduğu ortaya konmuştur. Gölsel Miyosen formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelen bu dolgulara aynı zamanda ovayı çevreleyen alanda, eteklerde ve birikinti konilerinin kök kısımlarında (~100 m) yüzeyde rastlanmaktadır.

Holosen'de, değişen iklim koşulları altında flüvyal süreçler etkin olmuştur. Dolayısıyla karasal Pliyo-Pleyistosen dolgularının üzeri güncel alüvyonlarla örtülmüştür. Bu dönemde ova tabanında şekillenme üzerinde Holosen Transgresyonu ile ilişkili deniz seviyesi değişiklikleri belirleyici olmuştur.

HOLOSEN'DE BORNOVA OVASI AŞAĞI KESİMİNDE MEYDANA GELEN COĞRAFI ÇEVRE DEĞİŞİMLERİ

Bornova Ovasının Holosen'deki jeomorfolojik gelişimini açıklayabilmek için ova alüvyonlarının sedimantolojik ve stratigrafik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bunun sonucunda, Holosen Transgresyonuna bağlı olarak İzmir Körfezi doğusundaki kıyı çizgisi değişimleri, Bornova Ovasına sokulan denizin ne zaman-en çok nereye kadar ilerlediği, güncel kıyı çizgisine doğru gerileme aşamaları belirlenebilecektir. Kısaca Bornova Ovasının Holosen paleocoğrafyasını ortaya koyacak bu gelişmeler, ovayı oluşturan sediman birimlerine göre stratigrafik ve kronolojik bir düzen içinde aşağıda anlatılmıştır.

Holosen Öncesi Birimler

Anadolu, Miyosen sonlarından itibaren bugünkü şeklini kazanmaya başlamıştır. Üst Miyosen'den itibaren artan tektonik hareketler ve iklimin kuraklaşması, öncekinden farklı yeni bir şekillenme dönemi başlamasına neden olmuştur. Miyosen sonlarından bugüne kadar uzanan bu

dönemin en dikkat çekici özelliği jeomorfolojik gelişme üzerinde karasal şartların hâkim olmasıdır. Nitekim bu dönemde Anadolu'da bölgesel olarak yarı kurak iklim şartları hâkimdir. Yarı kurak iklim şartları altında sel tipi yağış rejimi etkin olmuş ve selli akışlar ile çamur selleri halinde taşınan materyaller tektonik depresyonlarda veya çukur alanlarda birikerek karasal Pliyosen depolarını oluşturmuştur.

Batı Anadolu'nun çöküntü alanlarından biri olan Bornova Ovası'na çevreden büyük ve sürekli bir akarsu ulaşmadığı için bu çukurluğa yönelen mevsimlik akışlı dereler, çevredeki yamaçlardan getirdikleri çeşitli nitelikteki alüvyonları bu çukurlukta biriktirmişlerdir. Yani ova, Pliyosen'den günümüze kadar sel rejimli derelerin taşıdığı karasal birikintiler ile doldurulmuştur. Holosen'de ovanın şekillenmesi bu karasal dolgular üzerinde gerçekleşmiştir.

Son buzul çağında glasyo-östatik olarak alçalan denizin 15000 yıl kadar önce hızla yükselmeye başladığı bilinmektedir. Holosen başlarında (11500 G.Ö.) deniz seviyesi 60 metre aşağıda iken, İzmir Körfezi'nde kıyı çizgisi Karaburun yarımadası ve Foça arasında dış körfeze kadar çekilmiştir (Perissoratis ve Conispoliatis, 2003). Kuşkusuz bu dönemde kıyı çizgisi bugünkünden açıkta yer aldığı için, Bornova Ovası'nın yerinde yine bir alüvyal düzlük bulunmaktaydı ve ova, bugünkünden farklı morfo-dinamik etkiler altında şekillenmekteydi.

Söz konusu koşullar altında ova tabanında birikmiş Holosen öncesi birimler, ovayı çevreleyen alanda birikinti konileri ve yelpazeleri oluşturarak ova tabanına doğru yayılmıştır. Bu açıdan Holosen öncesi birimleri birikinti konisi / yelpazeleri ile ova tabanı sedimanları olarak iki grupta değerlendirmek mümkündür.

Birikinti Koni ve Yelpazeleri:

Bornova Ovası'nda Holosen öncesi dönemi temsil eden birikinti koni ve yelpazeleri ovayı kuzey, güney ve doğudan çevrelemektedir. Nitekim ovanın güneyinde Işıkkent birikinti konisi, kuzeyde Bornova birikinti konisi ve Belkahve yamaçlarından ova tabanına doğru inen birikinti yelpazelerinin malzemesini bu dolgular oluşturmaktadır.

Bornova Ovası'nın Holosen öncesinde oluşmuş birikinti konisi ve yelpazelerine ova tabanında güncel sedimanlar altında bugünkü deniz seviyesinden 7-8 metre aşağıda girilmektedir. Nitekim 06 ile numaralanmış sondajın 12. metresinden itibaren bu birimlere geçilmektedir. Dört metre kadar (1250-1650 cm) kalın bir örtü oluşturan bu koninin malzemesi kaba tekstürlü olup, silt, kum, az işlenmiş iri çakıllar ile köşeli bloklardan oluşmaktadır (Şekil 3). Aynı birime 06 numaralı sondaj noktasının biraz daha doğusunda yer alan 08 numaralı sondajın 1100-1450 cm'leri arasında da rastlanmaktadır. Bu birimi oluşturan çakıl ve blokların litolojisi genellikle andezitler ve az oranda kireçtaşlarından oluşmaktadır. Söz konusu litolojik özellikler bu unsurların Yamanlar Dağı'ndan taşınarak getirildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, Kocaçay'ın havzasında kireçtaşlarının yayılış göstermesi, birimin içindeki kireçtaşı çakıl ve bloklarının Kocaçay tarafından getirildiğine işaret etmektedir. Buna göre, söz konusu birim Bornova birikinti konisinin ova tabanı altında devam eden dolgularıdır.

Bornova Ovası'nın güneydoğusunda Çamdibi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümü tarafından yürütülen bir proje kapsamında, özel bir sondaj firması tarafından araştırma sondajı yapılmıştır. Bu sondajdan sağlanan veriler ovanın bu bölümünü oluşturan sedimanların stratigrafisi ve sedimantolojisini ortaya koymuştur. Örneğin, söz konusu sondajın 660-920 cm ve 1500-1700 cm'ler arasında köşeli, kalker çakıl ve bloklarından oluşan kaba, kolüvyal malzemeye girilmektedir. Günümüzde genç alüvyal sedimanlar ile örtülü olan bu kolüvyal birimin litolojik özellikleri, bunların Işıkkent birikinti konisinin, batıya doğru uzanan dolguları olduğunu göstermektedir.

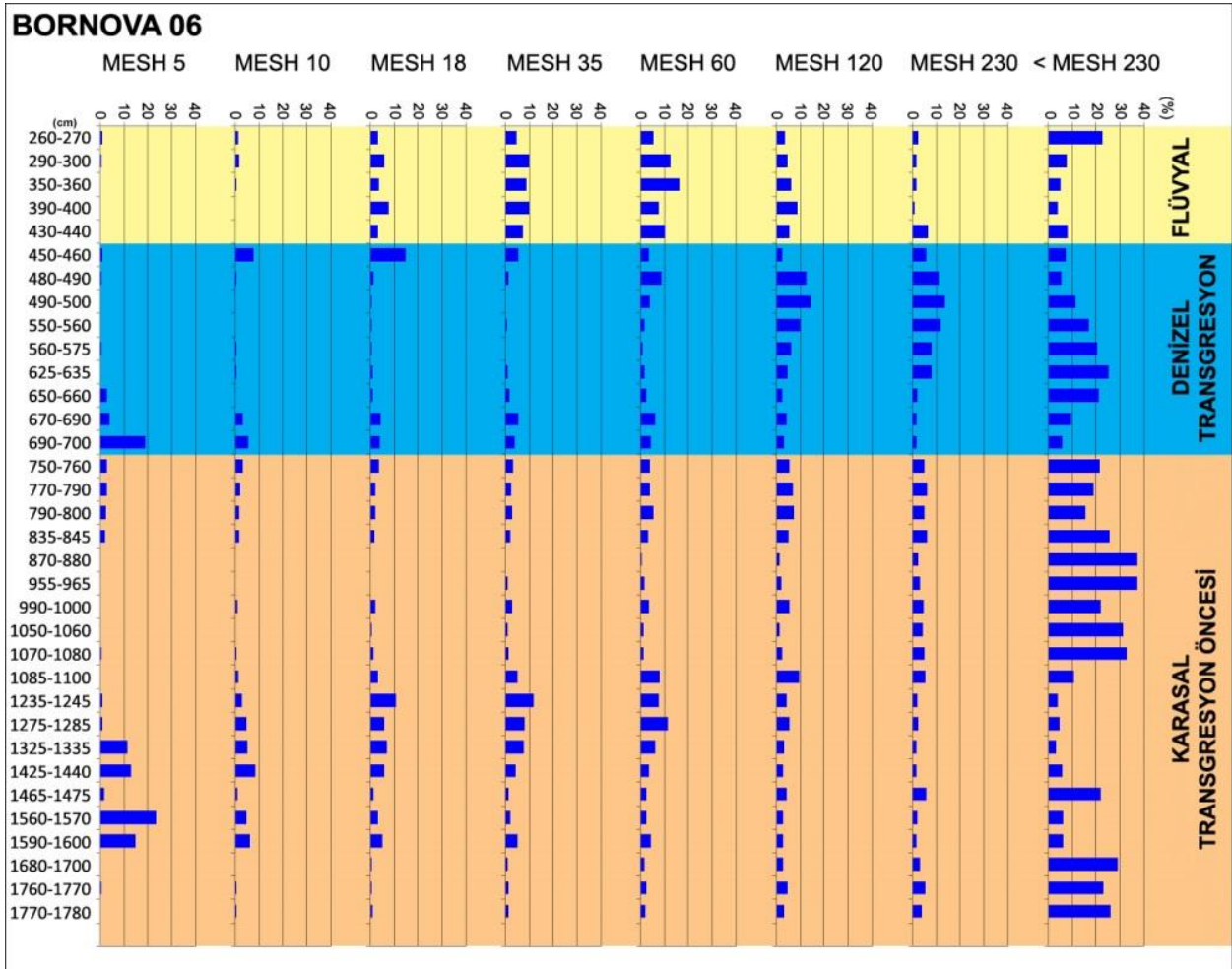
Işıkkent birikinti konisinin kolüvyal malzemeleri aynı zamanda Yeşilova Höyüğü'nde yapılan sondajlarda kalın depolar oluşturacak şekilde gözlenmiştir. Nitekim höyük dolgularının altında bugünkü ova yüzeyinden 4 metre aşağıda koni malzemesine girilmektedir. Koniye oluşturan unsurların litolojisini çoğunlukla kristalize kireçtaşlarından oluşması bunların Gök Dere tarafından getirildiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte koniyi oluşturan unsurların tane boyu özellikleri, ardalı bir şekilde ince (silt-ince kum) ve kaba (silt-kum-çakıl) tekstürlüdür. Kahve

renkli bu birimi oluşturan unsur boyutlarındaki değişim koninin gelişim evrelerini yansıtmaktadır.

Tane boyu özelliklerinde görülen bu değişimler burada etkin morfordinamik süreçleri yansıtmaması bakımından önem taşımaktadır. Şöyle ki, kahve renkli, kötü boylanmalı, kaba tekstürlü tabakalar (700-1200 cm; 1600-1800 cm) koninin gelişiminde, burada zaman zaman meydana gelen şiddetli yağışlara bağlı sel tipi akışların etkili olduğunu göstermektedir. Bu tabakaların üzeri daha düşük enerjili ortam koşullarını temsil eden kahve renkli ince kumlu taşkın sedimanları (400-700 cm, 1200-1600 cm, 2200-2400 cm) ile örtülmektedir. Söz konusu ince kumlu

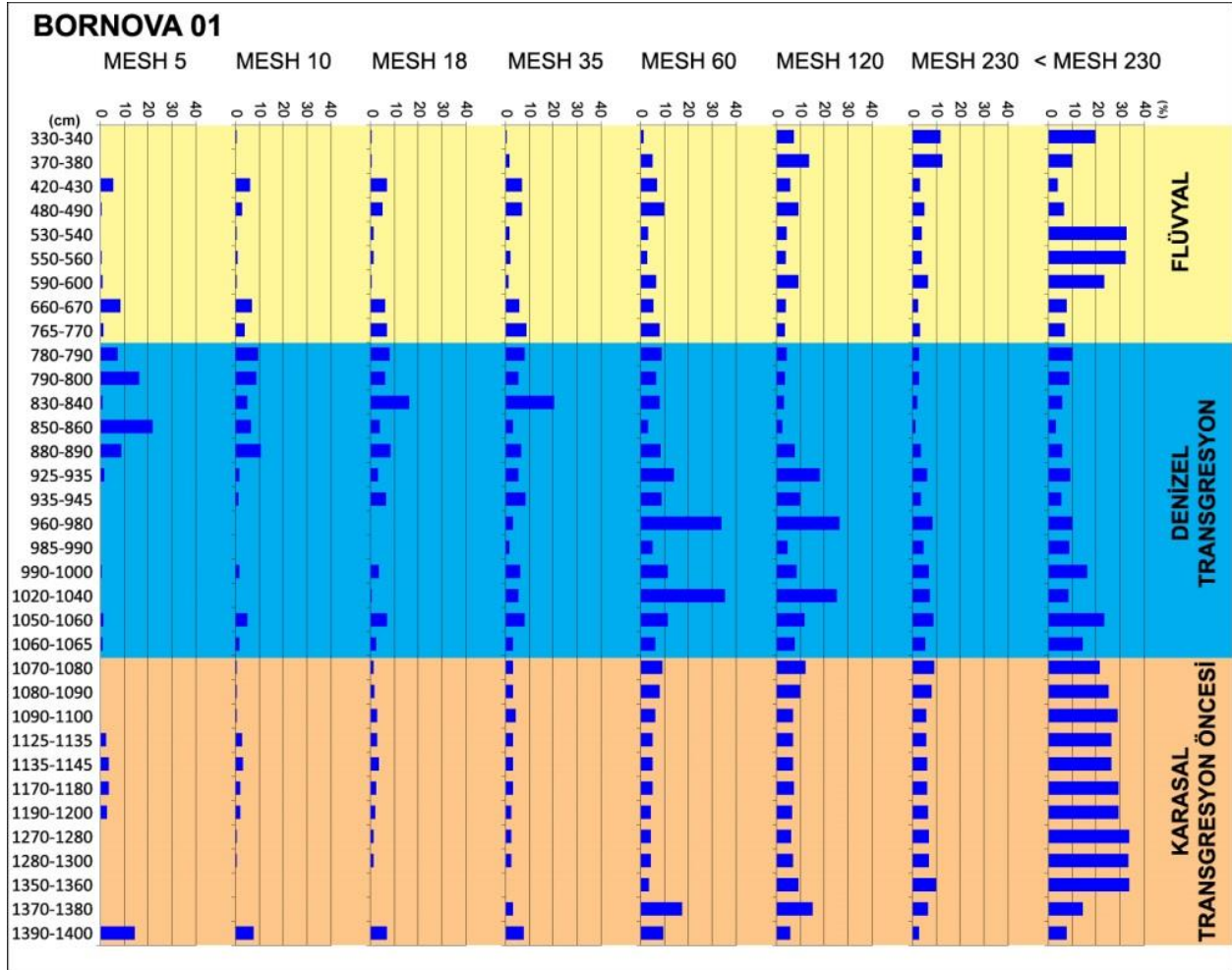
sedimanların üzerinde gelen kırmızımsı renkli homojen silt katmanı zaman zaman şartların sakin kaldığı ortam koşullarını işaret etmektedir. Böyle dönemlerde koni üzerine çevreden malzeme taşınmamış, topraklaşma süreçleri (pedojenez) etkin olmuştur.

Holosen öncesi birimlerin sedimantolojik özellikleri yarı kurak iklim koşullarının karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Nitekim bu iklim koşulları altında zaman zaman ani ve şiddetli sel tipi akışlar meydana gelmiştir. Yarı kurak iklim şartları altında buharlaşma şiddetinin fazla olması bu birimlerin içinde yoğun olarak konkresyon oluşumu ile sonuçlanmıştır.



Şekil 3: Bornova 06 numaralı sondajın tane boyu değişim grafiği. Mesh numaraları Wentworth tane boyu sınıflarına göre ayrılmıştır.

Figure 3: Grain size analysis of Bornova 06 numbered core. Mesh numbers indicates Wentworth grain size classes.



Şekil 4: Bornova 01 numaralı sondajın tane boyu değişim grafiği. Mesh numaraları Wentworth tane boyu sınıflarına göre ayrılmıştır.

Figure 4: Grain size analysis of Bornova 01 numbered core. Mesh numbers indicates Wentworth grain size classes.

Ova Tabanı Dolguları:

Araştırma alanında Holosen öncesi dönemde birikmiş olan ova tabanı sedimanlarını, mevsimlik akışa sahip derelerin çevredeki yüksek alanlardan ve ovayı çevreleyen birikinti konisi ve yelpazelerinden aşındırıp getirdiği materyali ova tabanında biriktirmesiyle oluşmuştur. Bu birimlere ovanın aşağı kesiminde, Holosen sedimanları altında rastlanmaktadır. Bu dolgular bugünkü ova yüzeyinden yaklaşık olarak 10-13 metre aşağıda başlamaktadır. Genel olarak, kırmızı-kahverengi rengi ile dikkat çeken bu dolguların kötü boylanmalı, silt çamuru içinde her boy kum ve az

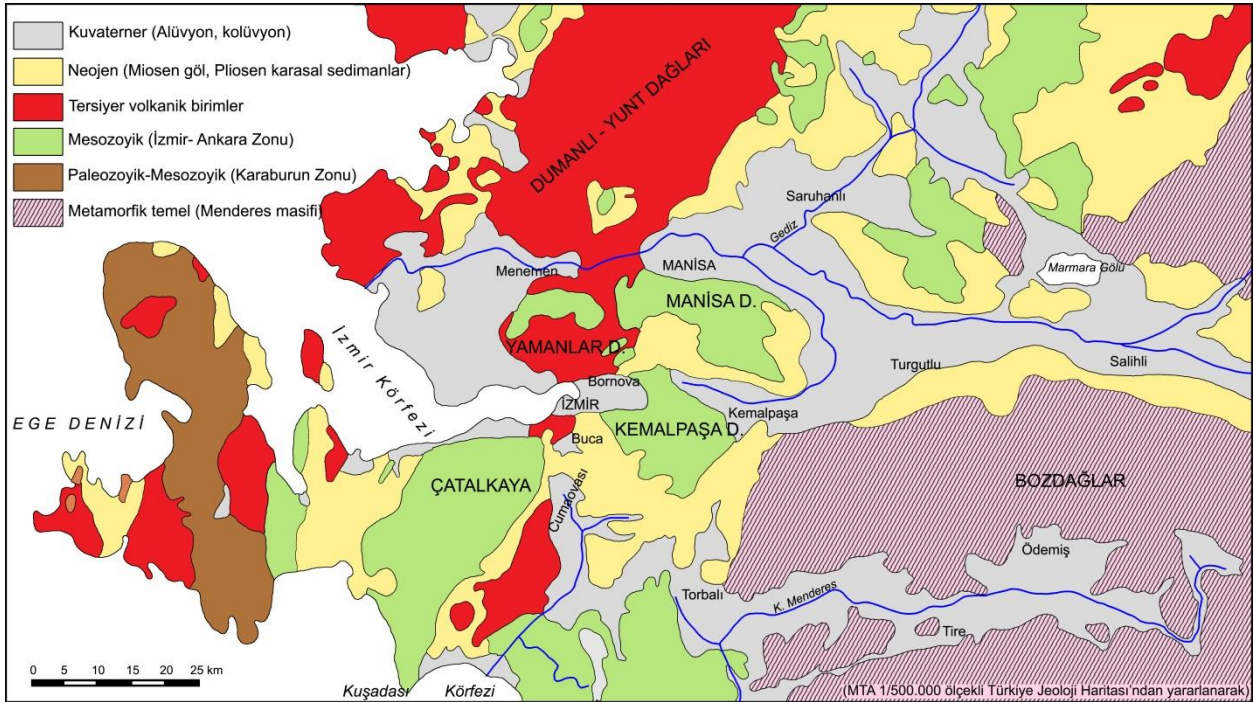
oranda çakıllar içeren tane boyu özellikleri göstermektedir.

Özellikle çevredeki yamaçlara yakın yerlerde bu birimin tekstürünün nispeten kabalaştığı anlaşılmaktadır. Nitekim 01, 02, 03 ve 09 numaralı sondajlarda deniz seviyesinden 700 cm aşağıda girilen bu birim içine az oranda olmakla birlikte yer yer kaynağını Yamanlar'dan alan ince andezit çakıl ve granülleri karışmaktadır. Ovanın orta bölümlerinde ise bu dolguların tane boyu incelmektedir. Örneğin 04 numaralı sondajda bu birim silt ve ince kumdan oluşmaktadır.

Bornova Ovası'nın güneyinde Halkapınar'da yapılan 05 ve 07 numaralı sondajlarda bugünkü ova yüzeyinin 12 metre aşağısında ince kum katkılı

silt, kilden oluşan gri renkli bir birime girilmektedir. 3-4 metre kalınlığında homojen ve plastik görümlü olan bu sedimanların renk özellikleri su ile ilişkili bir ortamı yansıtmaktadır. Sediman rengi drenaj, havalanma ve organik madde içeriği gibi özellikleri yansıtan dolaylı göstergelerden biridir. Foth (1990) Çukur alanlarda toplanan suların, drenaj şartlarının kötü olduğu durumlarda, toprakta ya da alüvyal sedimanda gri rengin hâkim olmasına neden olduğunu belirtmektedir. Birimin içinde ince laminaların varlığı burada Holosen öncesinde küçük bir tatlı su ortamının (göl) varlığını kanıtlamaktadır. Kuşkusuz bu gölün varlığı ovanın güneyinden geçen İzmir Fayı'na bağlı su kaynakları ile ilişkilidir.

Tarihi kayıtlarda, Homeros'un doğum yeri Halkapınar'ın su kaynakları (Diana hamamları) ile ünlenmiş bir yerleşim yeri olduğu bilinmektedir. Bu kayıtlarda, Halkapınar'da yüzeye çıkan suların kutsal bir göl oluşturduğu belirtilmektedir (Şekil 2). Herodot bu göl ile ilgili olarak Halkapınar'dan, "Bereket Tanrıçası Artemis'in (Diana) her gün yıkandığı yer" şeklinde bahsetmektedir. Günümüzde kurumuş olan söz konusu gölün varlığı XX. yüzyıla ait eski fotoğraflardan anlaşılmaktadır. Halkapınar kaynakları, mitolojik adı ile Diana hamamları, binlerce yıl yüksek debili bir su kaynağı olarak şehrin su ihtiyacını büyük ölçüde karşılamıştır (Camp-Harris-Mesara, 1971; Oikonomos ve Slaars, 2001; Doğer, 2006).



Şekil 5: İzmir ve çevresinin ana yapısal birimleri.
Figure 5: Main geological units of Izmir and surrounding.

Yüksek debili akışa sahip bir su kaynağının varlığı ve ovanın bu bölümünün morfolojik özelliği böyle bir gölün oluşumu için uygun koşullar ortaya çıkarmıştır. Bornova Ovası'nın morfolojik ve sedimantolojik özellikleri, ova tabanında güneye doğru meydan gelen bir çarpılmayı işaret etmektedir. Bu çarpılmaya bağlı oluşan çukurluğa gelen kaynak suları burada küçük bir göl

oluşturmuştur. Söz konusu çukurluğun çevreden gelen ince unsurlu alüvyonlar ile doldurulması sonucu bu gölün ortadan kalktığı anlaşılmaktadır. Nitekim bu birimin üzerine gelen (1300-1500 cm) ince tekstürlü sedimanların kırmızımsı kahve-gri alacalı renkli olması oksidasyon ile ilişkili olup bu göl ortamındaki kurumayı ifade etmektedir. Bu birimin üzeri üst seviyelerde Holosen

transgresyonuna ait denizel sedimanlar ile örtülmektedir.

Holosen öncesine ait birimler Holosen transgresyonu sırasında denizin üzerinde ilerlediği yüzeyi oluşturmaktadır. Bu nedenle bu dolguların oluşturduğu yüzeyin özellikleri transgresyon üzerinde etkili olmuştur. Şöyle ki ovanın etek bölümlerinde bir kuşak oluşturarak yayılış gösteren birikinti koni ve yelpazelerinin yüksek eğimleri nedeniyle transgresyon sırasında deniz suları iç kesimlere sokulamamıştır.

Erken-Orta Holosen Denizel Sedimanları

Erken Holosen, Son Glasyal Maksimum'dan sonra başlayan deniz seviyesi yükselmesinin hızla sürdüğü bir dönemdir. Deniz seviyesindeki yükselme eğiliminin Orta Holosen'e kadar devam ettiği, günümüzden 7000-5000 yıl kadar önce deniz seviyesindeki yükselmenin yavaşlayarak durduğu birçok çalışmada belirtilmektedir. (Fleming ve ark. 1998; Kayan, 1991 ve 1997; Brückner ve ark., 2005). Deniz sularının karaya en fazla sokulduğu, *Holosen Transgresyonu* olarak adlandırılan bu dönemde Batı Anadolu'da pek çok akarsu vadisi ve grabenlerin kıyı kesimleri, koy ve körfez şeklini almıştır. Söz konusu çalışmalarda, akarsuların bu dönemden itibaren yeni kaide seviyesine göre kıyıları şekillendirmeye başladığını ve Batı Anadolu'da kıyı kesimlerinde delta ilerlemesinin (progradasyon) etkin olduğunu belirtilmektedir.

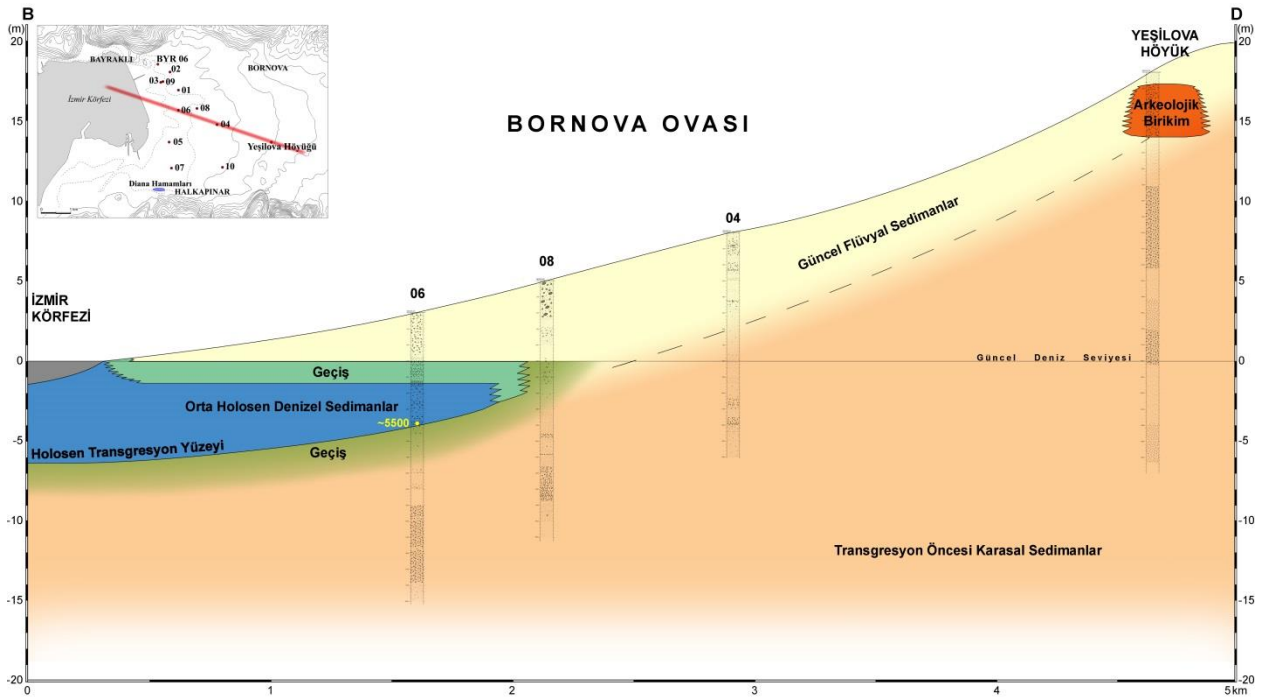
Bornova Ovası kıyıları da bu gelişmeden etkilenmiş ve ovanın kıyıya yakın kesimleri yükselen deniz suları altında kalmıştır. Nitekim ova tabanında derinliği yer yer değişmekle birlikte bugünkü deniz seviyesinden 5-10 metre aşağıda denizel sedimanlara rastlanmaktadır. Karasal şartlardan denizel ortama geçiş tedrici bir şekilde gerçekleştiği için transgresyon sedimanlarının altında, yükselen kaide seviyesi ve yaklaşan kıyı çizgisini temsil eden, eski flüvyal koşullarda birikmiş ve yaklaşık 2 metre kalınlığındaki geçiş sedimanları yayılış göstermektedir (Şekil 6; Şekil 7). Bu geçiş seviyesine ait birimlerin yatay düzlemde dağılışına bakıldığında, başlangıç ve bitiş seviyelerinin yatay doğrultuda düz bir uzanış göstermediği dikkati çekmektedir. Bu durum transgresyonun gerçekleştiği eski ova tabanının morfolojisi ile ilgilidir. Nitekim transgresyonun

hafif dalgalı bir rölyef sunan bir yüzey üzerinde geliştiği görülmektedir.

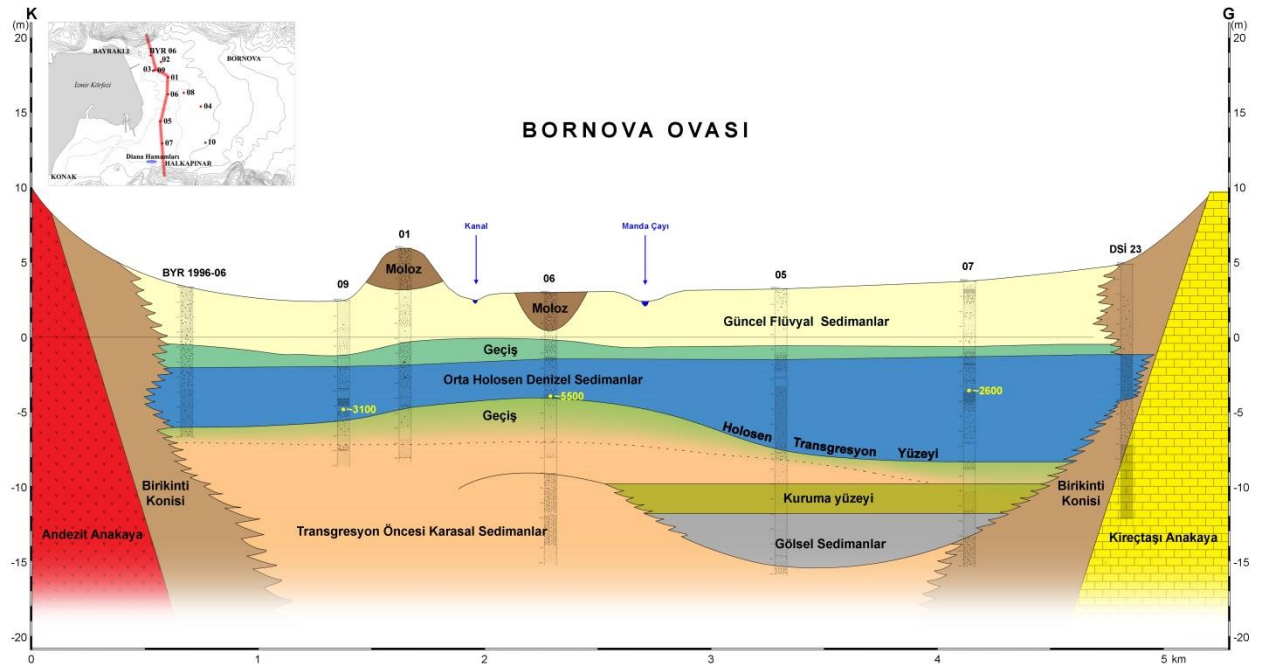
09 numaralı sondajın 870-960 cm'leri arasında ve 06 numaralı sondajın 700-1000 cm'leri arasında bu geçiş birimi sedimantolojik özellikleri açısından oldukça belirgindir. Ovanın kıyı kesiminde sözü edilen geçiş sedimanlarının üzeri renk ve tekstür açısından farklı niteliklerdeki transgresyon sedimanları ile örtülüdür.

Bornova kıyı ovasında transgresyonun taban sedimanları, homojen olmayan gri renkli silt, her boy kum, granüller ve bol kavkı kırıntıları ile temsil olunmaktadır. Bu sedimanlar üzerinde (06 numaralı sondaj 690 cm) yapılan radyokarbon tarihlemesi, transgresyon ile yükselen deniz sularının Bornova Ovasına yaklaşık olarak 5500 yıl önce ulaştığını göstermiştir. Transgresyon sırasında biriken bu sedimanlarda silt miktarının fazlalığı, diğer bir deyişle yıkanmamış olması o dönemde buraya sokulan denizde düşük enerjili ortam koşullarının etkin olduğunu göstermektedir. Oysaki dalga enerjisinin yüksek olduğu kıyılarda yıkanma fazladır. Nitekim bugünkü Batı Anadolu deltalarının tabanını oluşturan transgresif sedimanlar, tabanda yüksek enerjili dalga etkinliğini yansıtan, temiz kaba taneli unsurlar ile başlamaktadır (Kayan, 1999).

Bornova Ovası'nda transgresyon sırasında birikmiş olan litoral sedimanların üzeri 3-7 metre kalınlıkta bol bitki ve kavkı katkılı denizel sedimanlar ile örtülüdür. Bu denizel birimin sedimantolojik özellikleri, karadan gelen sediman özelliklerindeki farklılıklar ve tabandaki topografik değişmelerin neden olduğu farklı derinlik koşulları nedeniyle yatay doğrultuda yer yer birbirinden farklı özellikler sunmaktadır. Çevredeki yüksek kütlelere yakın olan 01, 03, 07 ve 09 numaralı sondajlarda denizel sedimanların nispeten kaba unsurlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 4). Bununla birlikte gerek Yamanlar Dağı gerekse ovanın güneyindeki tepelik alanlara daha uzak olan 05 numaralı sondajda, denizel sedimanları oluşturan unsurların boyutlarının oldukça ince olduğu dikkati çekmektedir.



Şekil 6: Bornova Ovası'nın batı-doğu doğrultulu kesiti.
Figure 6: The West-east cross-section of the Bornova Plain.



Şekil 7: Bornova Ovası'nın kuzey-güney doğrultulu kesiti.
Figure 7: The north-south cross-section of the Bornova Plain.

Bununla birlikte, Orta Holosen'den itibaren etkin morfodinamik süreçlerin değişimine paralel olarak derinlik şartlarında zaman içinde meydana gelen değişiklikler, denizel sedimanları oluşturan unsurların tane boyutunda dikey doğrultuda da farklılıklar ortaya çıkmasına neden olmuştur. Şöyleki denizel sedimanları kesen tüm sondajlarda tane boyu alt seviyelerde kaba tekstür ile başlayıp üste doğru incelmektedir. Bu katmanlar transgresyonun devam ettiği dönemde denizel şartların kontrolünde birikmiştir. Transgresyonun durmasını takip eden dönemde ise ince sedimanların üzeri kıyı gerisindeki flüvyal süreçlerin kontrolünde biriken ve giderek kabalaşan sedimanlar ile örtülmektedir. Flüvyal süreçlerin etkinliğini temsil eden bu sediman birimi kıyı çizgisinin bugünkü konumuna doğru gerilediğini göstermektedir.

Denizel sedimanların mikro ve makrofosil içerikleri değerlendirildiğinde, Orta Holosen'de buraya sokulan denizin canlı yaşamına oldukça elverişli koşullar sunduğu anlaşılmaktadır. Nitekim burada tür çeşitliliği fazla olduğu gibi birey sayısı da oldukça fazladır. Kırıntılar halinde ve yer yer bütün halde bol miktarda bulunan kavrıklar çeşitli mikro ve makro fosil türlerinden oluşmaktadır. Denizel sedimanlarda baskın olan foraminiferleri *Ammonia compacta*, *Ammonia tepida*, *Elphidium complanatum*, *Nubecularia lucifuga*, *Planorbulina mediterraneanensis*, *Rosalina bradyi* ve *Quinqueloculina* sp., *Adelosina* sp.; baskın ostrakodları *Cyprideis torosa*, *Cyprideis* sp. oluşturmaktadır. Bununla birlikte makrofosiller arasında gastropodlardan *Bittium reticulatum*, *Bittium* sp., *Gastropoda* sp., *Rissoa* sp., *Chrysallida* sp.; bivalyalardan ise *Spisula subtruncata*, *Parvicardium*, *Bivalvia* sp., *Tellina* spp. yaygın olarak görülmektedir (Şekil 8; Akbulut, 2011).

Denizel sedimanların mikro ve makrofosil katkılarının yaşama ortamlarına bakıldığında, burada yaşayan canlıların sığ deniz ortamına adapte olmuş türlerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Orta Holosen transgresyonu sırasında Bornova Ovasına sokulan denizin oldukça sığ olduğu anlaşılmaktadır.

Orta Holosen'de transgresyon ile ilgili etkin süreçlerin izlerini, denizin ulaşmadığı kıyı gerisinde de görmek mümkündür. Bu dönemde deniz seviyesindeki yükselmeye paralel olarak

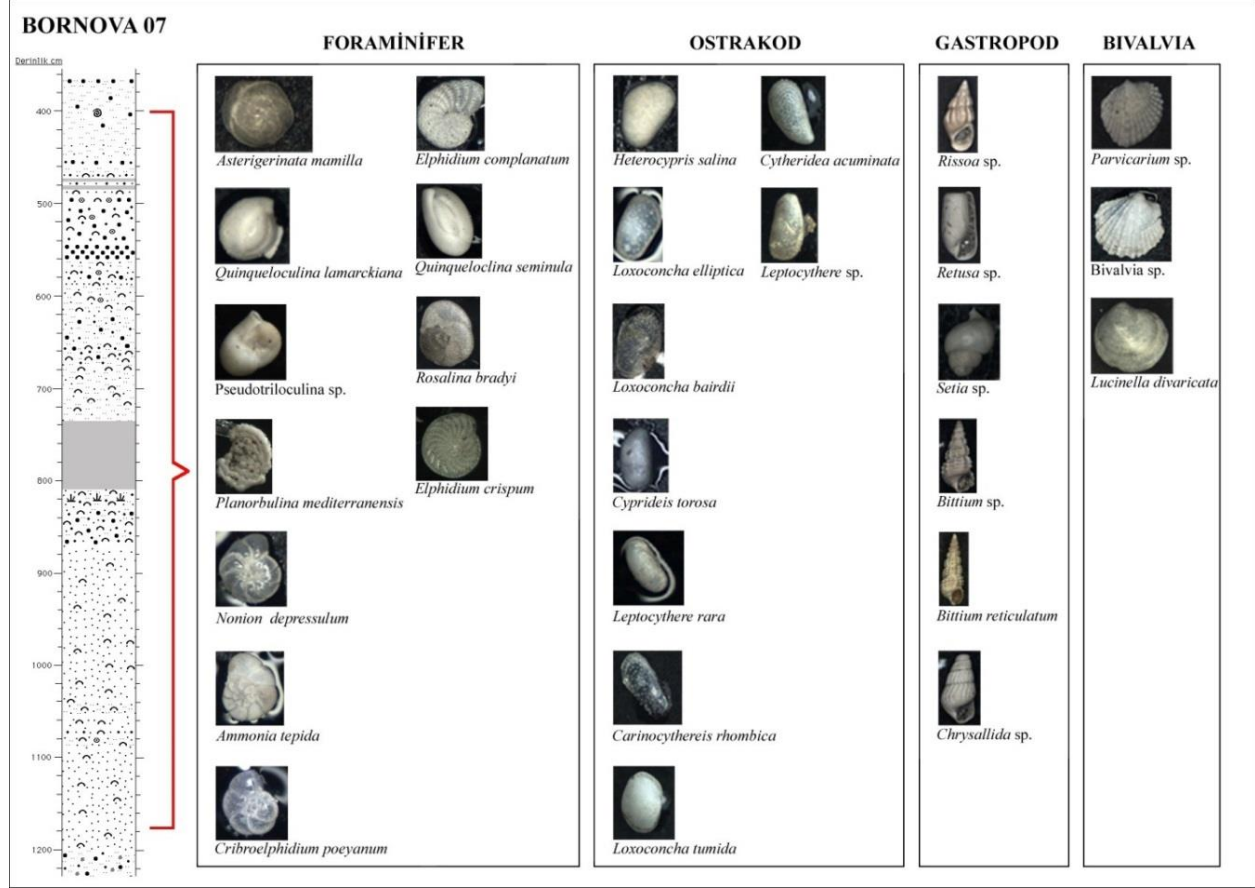
taban suyunun yükseldiği; dolayısıyla kıyı gerisindeki alanlarda yüksek taban suyunun yarattığı anoksik koşulların egemen olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim tamamen karasal birimlerden oluşan 08 numaralı sondajın 475-700 cm'leri arasında sediman rengi griye dönüşmekte ve söz konusu koşulları yansıtmaktadır. Bu gri renkli katman, hemen yakındaki 06 numaralı sondajın denizel sedimanları ile aynı seviyededir (Şekil 6). Bununla birlikte bu sondajın 980-990 cm'leri arasında ince taneli karasal sedimanlar arasında bol miktarda ostrakod bulunmaktadır. Bunların, *Candona (Candona) parallela pannonica*, *Candona neglecta*, *Candona* sp. ve *Ilyocypris decipiens*, *Potamocypris* sp.'nin oluşturduğu tatlı su ortamını temsil eden türlerden oluştuğu görülmektedir.

Söz konusu seviyenin bu alanın hemen doğusunda yapılan 06 numaralı sondajın transgresyon tabanına karşılık gelmesi, Orta Holosen'de denizin sokulduğu alanın gerisinde kara tarafında, taban suyu yüksekliğine bağlı tatlı su ortamları oluştuğunu kanıtlamaktadır.

Yukarıda sözü edilen ortamları yansıtan birimlere ovanın diğer kesimlerinde de rastlanmaktadır. 02 ve 04 numaralı sondajlarda karasal sedimanlar arasında gri renk ile karakterize olan katmanlar dikkati çekmektedir. Örneğin 02 numaralı sondajda tane boyunda bir değişme olmaksızın 550-700 cm'ler arasında renk özelliklerinde belirgin farklılaşmalar ortaya çıkmaktadır. Benzer değişimler ovanın iç kesiminde yer alan 04 numaralı sondajda da görülmektedir. Bu sondajın yaklaşık 900-1300 cm'leri arasında gri renkli katmanlara rastlanmaktadır. 04 numaralı sondaj noktasının konumu düşünüldüğünde, burası Bornova birikinti konisi ve Işıkkent birikinti konisinin birbirine yaklaştığı, iki koni arasında kalan çukur bir alana karşılık gelmektedir (Şekil 2). Dolayısıyla, silt-kil oranının yüksek olduğu geçirimsiz olan bu katman, transgresyon sırasında yükselen taban suyunun etkisiyle su altında kalarak anaerobik koşullarda gri rengini almıştır. Bu birimin üzeri, 550-900 cm arasında, oldukça plastik homojen az ince kum katkılı silt-kil ile örtülmektedir. Bu katmanda renk özellikleri değişmekte, gri rengin yerini gri-kahverengi alacalı bir görünüm almaktadır. Renk değişiklikleri, yukarıda sözü edilen kötü drenaj koşullarının bu

seviyede mevsimsel olarak ortadan kalktığını göstermektedir. Daha açık bir ifade ile bu katman, kışın taban suyu altında olan; yazın ise

oksidasyonun etkin olduğu vadoz zonda kalan değişim zonuna karşılık gelmektedir.



Şekil 8: Bornova 07 numaralı sondajın denizel sedimanlarında baskın mikro ve makrofosiller.
Figure 8: Micro and macro fossils dominating marine sediments of the core Bornova 07.

Orta Holosen'de transgresyonun sona ermesini takiben, ince tekstürlü sedimanların üzeri kıyı gerisindeki flüvyal süreçlerin kontrolünde biriken ve giderek kabalaşan sedimanlar ile örtülmektedir. Tane boyunda, alt seviyelerde silt-ince kum; üst seviyelere doğru silt-orta kum-kaba kum-granül hâkim olmaktadır. Kıyı çizgisinin karanın lehine olarak ilerlemesi sırasında biriken bu katmanda, mikro ve makro fosiller sayıca azalmakta; kavkı kırıntılarının oranı ise artmaktadır. Bu durum, morfodinamik süreçlerdeki değişimin sedimantasyon üzerinde olduğu kadar, canlılar üzerinde de etkili olduğunu yansıtan önemli bir gösterge olmuştur. Sakin su koşullarının, yerini

nispeten daha yüksek enerjili bir ortama bırakması ile mikrofosillerin oranı azalmış, buna karşılık hareketli sulara adapte olmuş kalın kavkılı canlıların oranı ve kırıntıları artmıştır. Nitekim bu katmanda baskın olarak *Bittium* sp. bireylerine rastlanmaktadır.

Geç Holosen Flüvyal Sedimanlar

Orta Holosen denizel sedimanlarının üzeri, Geç Holosen'de flüvyal sedimanlar ile örtülmüştür. Bu geçiş tedrici bir şekilde gerçekleşmiş ve denizel ortamdan flüvyal şartlara geçiş sırasında, kıyı çizgisi geri çekilirken kıyı gerisinde bataklıklar oluşmuştur.

Bugünkü deniz seviyesinden 1-1,5 metre aşağıda denizel sedimanların üzerine gelen ve yeşil-kahve alacalı rengi ile dikkat çeken bu bataklık sedimanlarının tane boyu değişkendir ve aralanmalı olarak silt-ince kum; orta kum; silt ince kum olarak sıralanmaktadır. Bu birimin alt seviyelerinde yüksek oranda *Cyprideis torosa* ortama hâkim durumdadır. Kozmopolit dağılımları olan *Cyprideis torosa*'lar genel olarak acı su ortamını karakterize etmektedir. Denizlerde bol olarak bulunan bu tür, lagünlerde, koylarda, akarsu ağzlarında, gelgit alanlarında ve hemen hemen bütün diğer kıyı ve acı su ortamlarında bulunurlar (Akbulut, 2011).

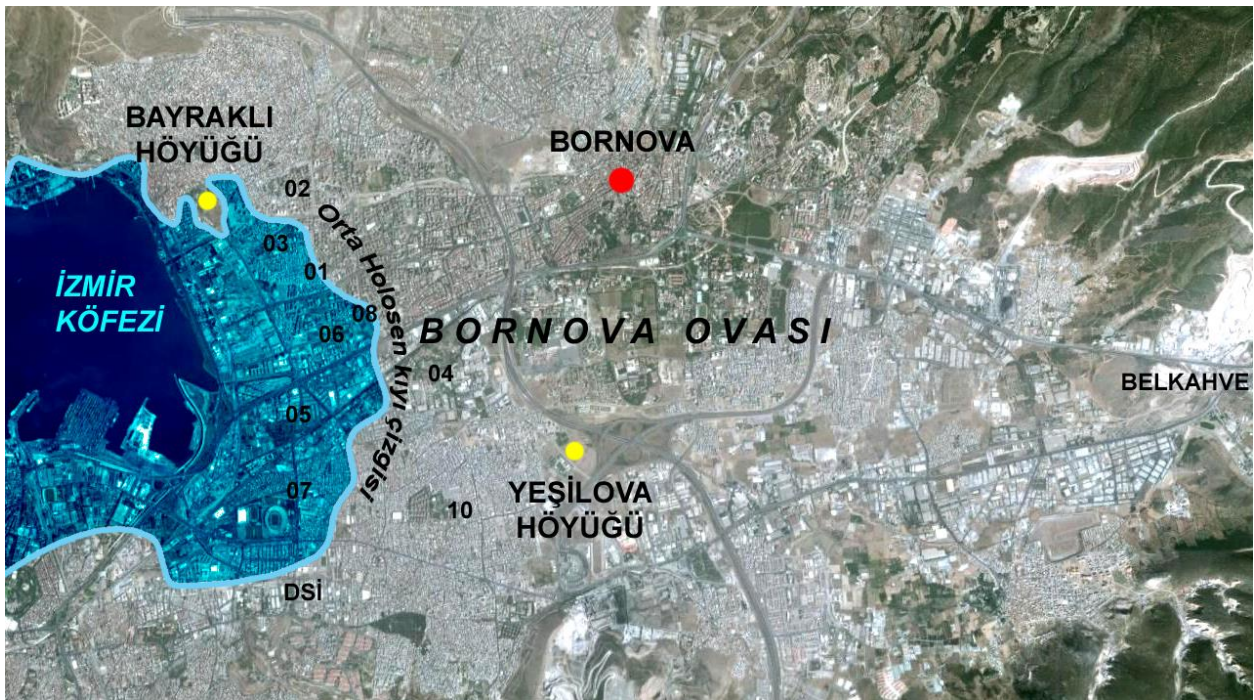
Buna göre Bornova Ovası kıyı kesiminin mevsimlik akışlı derelerin getirdiği sedimanlarla dolması ve kıyımın batıya doğru ilerlemesi ile ovanın şekillenmesinde denizin etkileri sona ermiştir. Değişen morfodinamik koşullar altında Geç Holosenden itibaren sedimantasyon flüvyal süreçlerin kontrolünde gelişmiştir.

Bugünkü ova yüzeyinin 5-6 metre altına kadar devam eden genellikle ince-orta kum ve silt

tekstüründeki flüvyal sedimanlar ovadaki en genç alüvyal birikimleri oluşturmaktadır. Bu sedimanların malzemesi delta-taşkın ovalarında olduğu gibi akarsu taşkınları ile oluşmamıştır. Nitekim Bornova Ovası'nda böylesi bir gelişmeye imkân verecek büyük bir akarsu yoktur. Dolayısıyla güncel flüvyal örtüler yüzeysel akışlara bağlı olarak birikim göstermiştir. Bu dolgular ova kenarında ovayı çevreleyerek bir kuşak halinde uzanan birikinti konisi ve yelpazelerinin çevredeki dereler ve yüzeysel akışlar ile aşındırılması ve aşındırılan malzemelerin ovanın aşağı bölümünde biriktirilmesi sonucu oluşmuştur.

Sonuç

Bornova Ovası'nda yapılan delgi sondajlardan elde edilen veriler ve radyokarbon tarihlendirmeleri, Orta Holosen'de (GÖ 5500) denizin Bornova Ovasına ulaştığını ortaya koymuştur. Maksimum transgresyon sırasında deniz bugünkü kıyı çizgisinden en fazla 1,5 km kadar içeriye sokulmuştur (Şekil 9).



Şekil 9: Bornova Ovası'nın Orta Holosen paleocoğrafya rekonstrüksiyonu.
Figure 9: Mid-Holocene paleogeographical reconstruction of Bornova Plain.

Orta Holosen'den günümüze kadar sadece 1,5 km lik bir kıyı şeridinin doldurulması kuşkusuz kara tarafındaki süreçlerden kaynaklanmıştır. Bornova Ovası'nın su toplama havzasının küçük olması ve kıyı gerisinde dağlık alanların kısa mesafelerde yükselmesi nedeniyle Holosen transgresyonu ile yükselen deniz suları iç kesimlere sokulamamıştır. Öte yandan geriden gelen sürekli ve büyük bir akarsu olmaması buraya malzeme taşınımının az olmasına yol açmıştır. Bu durum ise sığ bir kıyı

ortamı olmasına rağmen alüvyonlar ile hızlıca doldurulmasını engellemiştir.

Bornova Ovası kıyılarında transgresyonu izleyen dönemde yakın çevredeki Gediz veya Melez Çayı'nın aşağı kesimindeki gibi deltaik bir gelişme gerçekleşmemiştir. Çünkü söz konusu kıyı ovalarından farklı olarak, Bornova Ovası'na çevreden büyük bir akarsu ulaşmaz. Ova, sel rejimli derelerin taşıdığı alüvyonlarla şekillenmiştir.

Katkı Belirtme ve Teşekkür

Bu çalışmada mikro ve makro fosillerin tayini konusunda gösterdikleri destek için Prof. Dr. Engin Meriç, Prof. Dr. Atike Nazik, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Baki Yokeş, Prof. Dr. Bilal Öztürk, Doç. Dr. Murat Özbek ve Yrd. Doç. Dr. Cem Aygen'e teşekkür ederim.

REFERANSLAR

- Akbulut, H., 2011. “Bornova Ovası Kıyı Sedimanlarının Paleontolojik Analizleri”, Lisans Bitirme Tezi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, 127 s., İzmir.
- Akdeniz, N., Konak, N., Öztürk, Z. ve Çakır, M.H., 1986. İzmir-Manisa Dolaylarının Jeolojisi. MTA Rapor No: 7929, Ankara.
- Brückner, H., Vött, A., Schriver, M., Handl, M., 2005. Holocene Delta Progradation in the Eastern Mediterranean - Case Studies in Their Historical Context., *Méditerranée*, 104 (2005/1-2), 95-106.
- Camp-Harris-Mesara, 1971. İzmir Su temini Projesi, Master Plan ve Fizibilite Raporu, Cilt 1, DSİ, İzmir.
- Doğer, E., 2006. İzmir'in Smyrna'sı: Paleolitik Çağ'dan Türk Fethine Kadar, İletişim yayınları.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwartz, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K., Chappell, J., 1998. “Refining the Eustatic Sea-Level Curve Since the Last Glacial Maximum Using Far-and Intermediate-Field Sites”, *Earth and Planetary Science Letters* 163, 327-342.
- Foth, H.D., 1990. *Fundamentals of Soil Science*, John Wiley and Sons, New York.
- Kayan, İ., 1991. “Holocene Geomorphic Evolution of the Beşik Plain and Changing Environment of Ancient Man”, *Studia Troica* 1, 79-92, Philipp von Zabern, Mainz am Rhein, Germany.
- Kayan, İ., 1996. “Yeni Yaklaşımlarla Türkiye'nin Plio-Kuaterner Paleocoğrafyası”, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi III. Coğrafya Sempozyumu “21. Yüzyıla Doğru Türkiye”, Ankara.
- Kayan, İ., 1997. “Türkiye'nin Ege ve Akdeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri”, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı*, Ankara.
- Kayan, İ., 1999. “Holocene Stratigraphy and Geomorphological Evolution of the Aegean Coastal Plains of Anatolia”, *Quaternary Science Reviews* 18, 541-548.
- Kayan, İ., 2000. “İzmir Çevresinin Morfotektonik Birimleri ve Alüvyal Jeomorfolojisi”, *Batı-Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM) 2000 Bildiriler Kitabı*, 103-111, İzmir.
- Oikonomos, K., ve Slaars, B.F., 2001. *Destanlar Çağından 19. Yüzyıla İzmir*, (Çev. Bilge Umar), İletişim yayınları.
- Perissoratis, C., Conispoliatis N., 2003. “The Impacts of Sea-Level Changes During Latest Pleistocene and Holocene Times on the Morphology of The Ionian and Aegean Seas (SE Alpine Europe)”, *Marine Geology* 196, 145-156.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferanslar Serisi, No: 2.