



Son Buzul Maksimum'dan Günümüze Kıyı Çizgisi Değişimlerine Örnek: Çanakkale Boğazı

Merve Bebek¹ • Mustafa Avcıoğlu²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Geography, 17020, Çanakkale, Türkiye, merve-bbk@hotmail.com

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, 17020, Çanakkale, Türkiye, m_avcioglu@comu.edu.tr

✉ Corresponding Author: m_avcioglu@comu.edu.tr

Please cite this paper as follows:

Bebek, M., & Avcıoğlu, M. (2022). Example of Coastline Changes from the Last Glacier Maximum to the Present: Çanakkale Strait. *Acta Natura et Scientia*, 3(2), 85-92. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2022.352.01>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş: 28.06.2022

Düzeltilme: 27.07.2022

Kabul: 28.07.2022

Çevrimiçi Yayınlanma: 28.07.2022

Anahtar Kelimeler:

Paleoiklim

Çanakkale Boğazı

Deniz seviyesi değişimleri

Kıyı çizgisi

Ö Z E T

İklim değişikliği günümüzde yerküre için önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunun olumsuz etkileri yaşadığımız zamanda doğrudan yansımıyor olsa da önümüzdeki on yıllar/yüzyıllar içerisinde insan yaşamında gözlenecek ve binlerce/on binlerce yıl sonrasında ise olumsuz etkilerin yerküre üzerinde ayrıntılı olarak gözleneceği konu üzerinde çalışan bilim insanları tarafından ortaya konulmaktadır. Öngörülen bu iklim değişikliği yerkürenin oluşumundan günümüze kadar geçen yaklaşık 4,5 milyar yıllık zaman dikkate alındığında (geçmiş jeolojik zamanlardaki iklim değişikliği sebepleri ile öngörülen iklim değişikliği arasındaki farkın insan etkisi olduğu göz önüne alınmazsa) olağan bir durum olarak değerlendirilebilir. Kuvaterner iklim değişikliklerinin etkileri, yerküre üzerinde hem küresel ölçekte hem de bölgesel ölçekte gözlenebilmektedir. Küresel ölçekteki iklim değişikliğine örnek olarak deniz seviyesinin sürekli değişimi verilebilir ki bu değişimin en iyi göstergeleri kıyılarda gözlenen denizel taraçalar veya denizaltı kanyonları gibi jeolojik/jeomorfolojik yapılarıdır. Bölgesel ölçekte ise mağaralarda gözlenen sarkıt ve diktler, göl çökelleri, derin deniz sedimanları, buzul karotları iklim değişimlerinin kaydedildiği en güzel örneklerdendir. Bu çalışmada son buzul maksimumundan günümüze kadar geçen zaman zarfında iklim değişikliğinin izlerini en iyi yansıtan deniz seviyesi değişimleri dikkate alınarak Türk Boğazlar Sistemi'nin güney kolu olan Çanakkale Boğazı kıyılarının kara-deniz sınırı (kıyı çizgisi) değişimleri incelenmiştir. Bu bağlamda, iklim değişikliklerini de gösteren farklı küresel ve bölgesel deniz seviyesi değişim grafikleri ele alınmış ve bunlara bağlı olarak Çanakkale Boğazı kıyılarının geç Pleyistosen'den günümüze kadar olan değişimleri, coğrafi bilgi sistemleri programları yardımıyla batimetri haritaları kullanılarak modellenmiştir. Bu üretilen yeni haritalardan en dikkati çeken ise günümüzden yaklaşık 22 bin yıl öncesine ait olanıdır. Bu zamanda küresel deniz seviyesinin günümüze göre 120 metre daha alt seviyelerde olduğu bilinmektedir ve Çanakkale Boğazı'nın da bilinen en derin noktası günümüzde -113 metre civarıdır. Dolayısıyla, bu zamanlarda Çanakkale Boğazı aracılığıyla bir Akdeniz-Karadeniz su yolu bağlantısından bahsetmek mümkün değildir.

Example of Coastline Changes from the Last Glacier Maximum to the Present: Çanakkale Strait

ARTICLE INFO

Article History

Received: 28.06.2022

Revised: 27.07.2022

Accepted: 28.07.2022

Available online: 28.07.2022

Keywords:

Paleoclimate

Çanakkale Strait

Sea level changes

Coastline

A B S T R A C T

Climate change emerges as an important problem for the earth today. Although the negative effects of this problem are not directly reflected in the time we live in, it is revealed by the scientists working on the subject that it will be observed in human life for decades-centuries and will be observed in detail on the earth for thousands of tens of thousands of years later. This predicted climate change can be considered a normal situation when considering the time that has passed from the formation of the earth to the present, approximately 4.5 billion years (except that the difference between the reasons for climate changes in the past geological times and the predicted climate change is the human effect). The effects of Quaternary climate change can be observed on the earth both on a global scale and on a regional scale. As an example of global climate change, the continuous change of sea level can be given, and the best indicators of this change are geological/geomorphological structures such as marine terraces or submarine canyons observed on the coasts on the regional scale. On the local scale, stalactites and stalagmites observed in caves, lake sediments, deep sea sediments, glacial cores are among the best examples of climate change. In this study, the land-sea boundary (coastal line) changes of the coasts of the Çanakkale Strait, which is the southern branch of the Turkish Straits System, have been investigated, considering the sea level changes that show the climate change best in the last 25 thousand years. In this context, the coastal changes of the Çanakkale Strait coasts from the Late Pleistocene to the present are modeled using geographic information systems programs, by using different global and regional sea level change charts showing climate changes. The most striking of these new maps is the one from 20 thousand years ago. At this time, it is known that the global sea level is 120 meters lower than today and the deepest point of the Çanakkale Strait is around -113 meters today. Therefore, it is not possible to mention a Mediterranean-Black Sea waterway connection through the Çanakkale Strait at these times.

GİRİŞ

Günümüzde yaşanan iklim değişimleri dünyanın en önemli sorunudur. İklim değişiminin olası etkileri de göz önüne alındığında dünyanın geleceği için şimdiden bazı önlemlerin alınması ve erklerin bu konu üzerinde acilen durması gerektiği bir öncelik içerisinde. İklim değişikliğinin olası etkileri dikkate alındığında genellikle canlıların hayat ve yaşam ortamlarında meydana gelecek değişiklikler öncelikle konu edilirken bu değişimler ile birlikte yerküreyi oluşturan jeomorfolojik unsurlarda da önemli değişikliklerin meydana geleceği öngörülmektedir (IPCC, 2019a, 2019b; Oppenheimer vd., 2019).

Geleceğe dair bu öngörüler özellikle yer şekilleri üzerinde yapılırken Aktüalizm prensibine uygun olarak (Oldroyd, 1996'da J. Hutton ve C. Lyell'in teorileri) öncelikle günümüzdeki yeryüzü şekilleri değişimi takip edilerek, geçmişteki buna benzer olaylar incelenir ve ilerleyen zamanda hangi süreçlerin etkisi ile yer şekillerinde değişiklikler olabileceği açıklanmaya çalışılır. Geçmişte

yaşanan yer yuvarı şekillerinin değişimlerini etki eden en önemli unsurlar tektonizma, izostasi sedimantolojik süreçler ve küresel deniz seviyesi (KDS) değişimleridir. KDS yerküre üzerinde bulunan suyun hareketliliğine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu değişim su döngüsü olarak bilinen sistemin kesintiye uğraması, döngünün unsurlarından olan okyanus sularının genleşmesi, buzulların eriyip tekrar buzul haline dönüşmesi tektonik ve sedimantasyon kökenli östatik hareketler ile yerküre genelindeki deniz seviyesi değişimleri şeklinde gözlenmektedir.

Deniz seviyesi değişimleri ayrıntılı incelendiğinde deniz seviyesinin uzun yıllık periyotların yanı sıra saatlik-günlük-haftalık-aylık olarak sürekli değişim gösterdiği görülür. Bu değişimler yerkürenin Güneş etrafındaki hareketi ve az da olsa Ay'ın kütle çekimi etkisinden dolayı gözlenen olağan bir durumdur. Bu etkenler dikkate alındığında küresel anlamda kalıcı bir deniz seviyesi değişimi söz konusu değildir ve bu değişim en iyi olarak yaz ve kış aylarındaki deniz seviyesi farklılıklarında hatta gel-git etkisinde dahi görülebilmektedir. Uzun vadeli deniz seviyesi

değişimlerinin en önemli sebeplerinden biri de yerkürenin sıcaklık değerlerinin değişmesidir. Bu değişime ait veriler geçmiş jeolojik zamanlardaki deniz seviyesi değişim grafiklerine yol gösterici olmaktadır. Sıcaklık değişim bilgileri genellikle Antarktika'daki buzulların CO₂, izotopik sıcaklık ve yaş analizlerinden elde edilen verilere dayalı hazırlanmaktadır (Reynolds vd., 2019). Son 130 bin yıl içindeki küresel sıcaklık değişim grafikleri incelendiğinde (Reynolds vd., 2019) yerküre, günümüzde en sıcak zamanları yaşamaktadır. Yine aynı zaman dilimi içerisinde en soğuk zamanların ise günümüze göre 8-11°C daha soğuk olan (Sarıkaya & Çiner, 2015; Osman vd., 2021) Son Buzul Maksimum (SBM) olarak tanımlanan zaman aralığında, günümüzden yaklaşık 22 bin yıl önce yaşandığı görülmektedir. SBM'nin çalışma alanını da kapsayan Türk Boğazlar Sistemi üzerine etkilerine bakıldığında ise Karadeniz-Akdeniz bağlantısının bu sistem üzerinden olmadığı (Smith vd., 2015) hatta Marmara Denizi'nin göl olarak varlığını sürdürdüğü jeolojik verilere dayanarak (Kırcı-Elmas, 2006; Çağatay, 2015) açıklanmaktadır.

Bu çalışmada Çanakkale Boğazı (Şekil 1) kıyılarının SBM'den günümüze kadarki zaman aralığında kıyı çizgisi dolayısıyla kara-deniz sınırının muhtemel yerlerinin gösterimi aktarılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla küresel ve bölgesel anlamda deniz seviyesi değişiminin uzun süreli ve/veya kalıcı olduğu ve kendi zamanı için sabit bir değer olarak kabul edildiği (günümüzdeki seviye 0 metre olarak kabul edilmiştir) grafikler (Kayan, 1997; Lambeck vd., 2014; Benjamin vd., 2017) dikkate alınarak son 22 bin yıllık küresel-bölgesel deniz seviyesi (KBDS) değişim grafiği hazırlanmıştır. Ayrıca Akdeniz ile Karadeniz'i birbirine bağlayan Türk Boğazlar Sistemi'nin güney kolu olan Çanakkale Boğazı'nın (Şekil 1) küresel deniz seviyesi değişimlerine bağlı özellikle SBM'den itibaren gözlenen deniz seviyesi değişimleri dikkate alınmış ve KBDS grafiğinden faydalanılarak Çanakkale Boğazı'nın farklı zamanlara ait kıyı çizgileri haritalar üzerinde gösterilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yaklaşık 62 km uzanma ve ortalama 55 metre derinliğe sahip olan Çanakkale Boğazı'nın (Şekil 1) öncelikle güncel kıyı çizgisi bilgileri ve batimetri haritaları temin edilmiş (SHODB, 1997; MTA, 2005) bu haritalardaki yükseklik/derinlik verileri ArcGIS 10.7 programında sayısallaştırılmıştır. Farklı zamanlardaki deniz seviyesi değişimlerini göstermek amacıyla KDS değişim eğrileri (Kayan, 1997; Lambeck vd., 2014; Benjamin vd., 2017) birleştirilmiş ve KBDS değişim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 2). Bu grafikteki verilere bakılarak önemli geçişlerin gözlemlendiği zamanlara ait yükseklik değerleri alınmış ve bu değerlere bağlı olarak TIN to Raster yöntemi ile Sayısal

Yükselti Modelleri (SYM) üretilmiş ve bu SYM'ler kullanılarak yükseklik/derinlik haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen haritalarda yükseklikleri ayrıntılı gösterebilmek için 10 metre aralıklı 22 yükseklik sınıfı hazırlanmıştır. Elde edilen görüntülerin üzerine ek bilgiler eklenmesi ve görselliğin artırılması için CorelDRAW 2018 programı kullanılmıştır. Çalışmada amaç sadece kıyı çizgisi ve deniz derinliğini göstermek olduğundan kara bölgeleri ihmal edilmiştir.



Figure 1. Study area (Satellite image of 08.07.2021 obtained from Google Earth on 27.06.2022). The star in the northwest of Nara Cape indicates the deepest point of the Çanakkale Strait (Göktaşan et al., 2007).

Şekil 1. Çalışma alanı (27.06.2022 tarihinde Google Earth'ten alınan 08.07.2021 tarihli uydu görüntüsü). Nara Burnu kuzeybatısındaki yıldız Çanakkale Boğazı'nın en derin noktasını (Göktaşan vd., 2007) göstermektedir.

BULGULAR

KBDS (Şekil 2) grafikleri kullanılarak elde edilen verilerin coğrafi bilgi sistemleri yöntemleri ile değerlendirilmesi sonucunda öncelikle Çanakkale Boğazı'nın günümüzdeki batimetri/derinlik durumunu gösterir harita hazırlanmıştır (Şekil 3a). Ortalama derinliği 55 metre olan Çanakkale Boğazı'ndan elde edilen batimetrik ve jeofizik verilere göre en derin alanlar günümüzde Nara Burnu-Kilye Koyu arası ile Nara Burnu kuzeybatısındaki bölgelerdir (SHODB, 1997) ve bu bölgelerdeki bazı noktalar 113 metre (Şekil 1'de yıldız ile gösterilmiş nokta; Göktaşan vd., 2007) derinliğe ulaşmaktadır.

Kayan (1997) çalışmasında son 7 bin yıllık zaman içerisindeki en düşük deniz seviyesinin günümüzden yaklaşık 3300 yıl önce -3 metre seviyelerinde olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada KBDS grafiğindeki değer dikkate alınmış ve bu değerden dolayı ortaya çıkan batimetri haritasının günümüz kıyı çizgisi ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3b). Ancak, haritada yaklaşık bir paralellik gözlemlense de o zamanki kıyı çizgisinin az da olsa deniz tarafında olduğu görülmektedir.

KDS'nin hızla yükseldiği ve Holosen'de ivmelenmenin azalmaya başladığı dönemlere karşılık gelen günümüzden yaklaşık 9 bin yıl önceki durum, çalışmamızda 3. seviye olarak ele alınmıştır. Bu zaman aralığındaki seviye günümüze göre -20 metre daha aşağıda olarak değerlendirilmiştir (Lambeck vd., 2014; Benjamin vd., 2017). Bu dönemde Çanakkale Boğazı'nın hala Türk Boğazlar Sistemi'nin bir parçası olduğu ve Marmara Denizi ile Ege Denizi'ni birbirine bağlayan bir kol olarak yer aldığı

SYM'den hazırlanmış olan haritada da (Şekil 3c) ayrıntılı bir şekilde görülmektedir.

Pleyistosen-Holosen geçişinde (günümüzden 11.700 yıl önce) ise KDS günümüze göre yaklaşık -60 metreden daha alt seviyelerdedir (Lambeck vd., 2014; Benjamin vd., 2017). Eldeki veriler ile hazırlanan haritada Çanakkale Boğazı'nın her iki girişinden de deniz sularının girmiş olabileceği değerlendirilmiştir. Ancak, doğrudan bir bağlantının varlığı kesin olarak harita bilgilerinden anlaşılamamaktadır (Şekil 3d). Burada günümüzdeki batimetriyi gösteren haritalar ve çalışmalar (SHODB, 1997; Gökaşan vd., 2007) incelendiğinde çok dar bir geçişin olabileceği düşünülmektedir. Bu deniz bağlantısını ortaya çıkarabilmek için bahsi geçen zamana ait kıyı çizgisi yakınında oluşan yalıtışı gibi jeolojik/jeomorfolojik unsurların varlığı aranarak bu unsurlar üzerinden yapılacak çalışmalar ile bağlantının varlığı hakkında daha ayrıntılı bilgiler ortaya konulabilir.

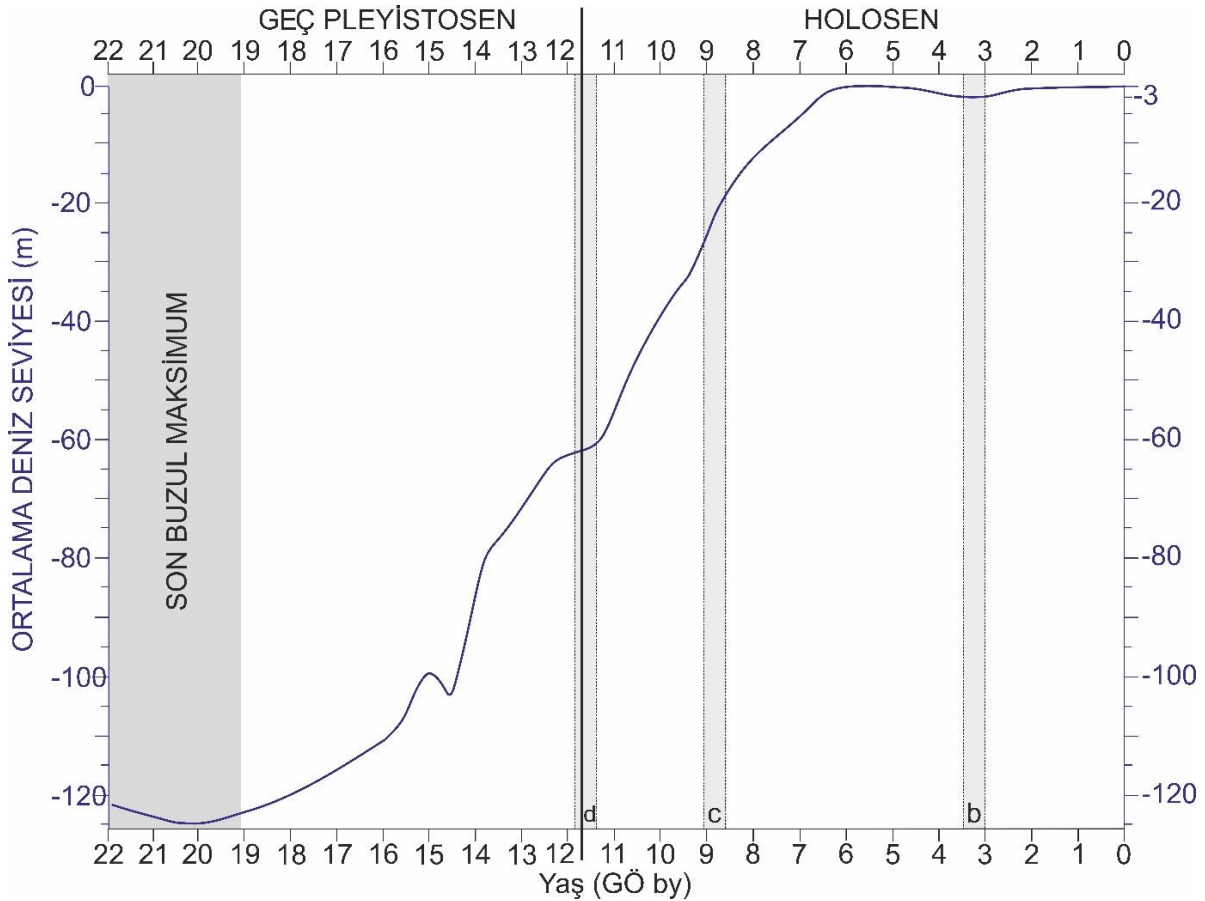


Figure 2. Graph of global-regional sea level change over the last 22 millennia. (This figure has been prepared using data and graphics from Kayan, 1997; Lambeck et al., 2014; Benjamin et al., 2017. The vertical gray areas with lowercase letters represent the times used for the coastline, and the line between 11-12 thousand years is ~11,700 years old from today. shows the corresponding Pleistocene-Holocene transition)

Şekil 2. Son 22 binyıldaki küresel-bölgesel deniz seviyesi değişim grafiği. (Bu şekil Kayan, 1997; Lambeck vd., 2014; Benjamin vd., 2017'deki veri ve grafiklerden yararlanılarak hazırlanmıştır. Küçük harflerin bulunduğu dik gri alanlar kıyı çizgisi için kullanılan zamanları, 11-12 bin yıl arasındaki çizgi ise günümüzden ~11.700 yıl öncesine karşılık gelen Pleyistosen-Holosen geçişini göstermektedir)

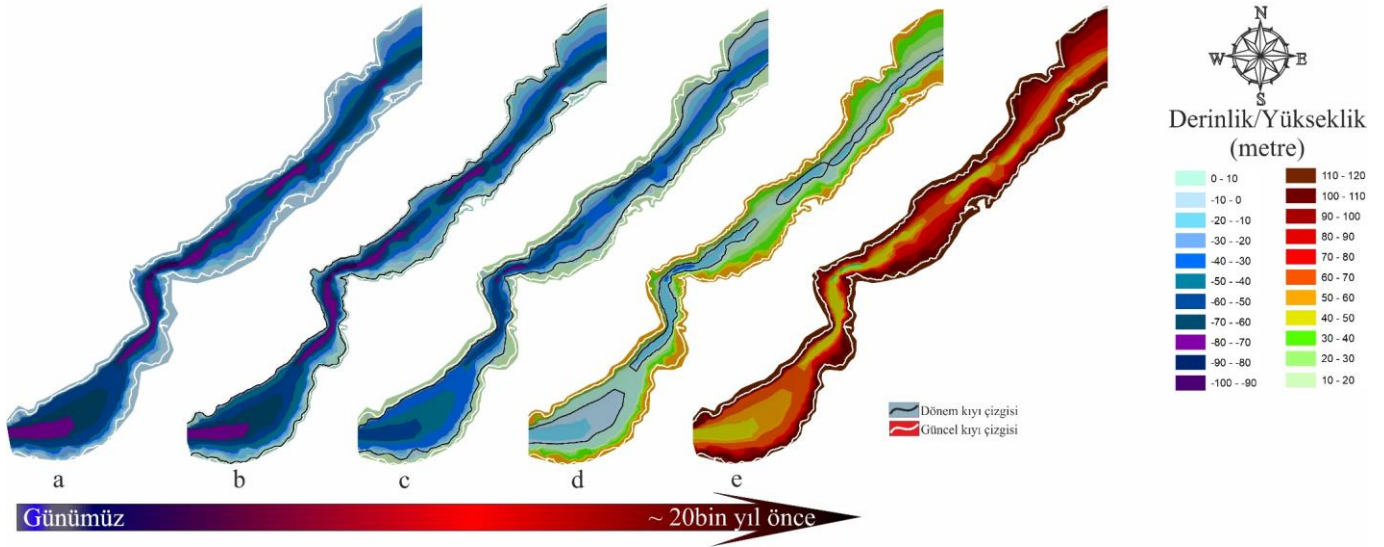


Figure 3. Coastline changes in the Çanakkale Strait from the last glacial maximum to the present according to the bathymetry values (MTA, 2005; SHODB, 1997) and KBDS (Şekil 2) change graphs, and the height-depth maps of different times were prepared by the TIN method using the bathymetry values. a) Current bathymetry map, b) The situation 3300 years ago from today, c) The situation about 9 thousand years ago from today, d) The situation during the Late Pleistocene-Holocene transition (about 11,700 years ago), e) The situation at the Last Glacial Maximum (about 20,000 years ago (Information on sea level changes is taken from Kayan (1997), Lambeck et al. (2014), Benjamin et al. (2017)).

Şekil 3. Çanakkale Boğazı kıyı çizgisinin batimetri değerlerine (MTA, 2005; SHODB, 1997) ve KBDS (Şekil 2) değişim grafiklerine göre son buzul maksimum'dan günümüze yer değişimi ve batimetri değerleri kullanılarak TIN yöntemi ile hazırlanmış olan farklı zamanlara ait yükseklik-derinlik haritaları. a. Güncel batimetri haritası, b. Günümüzden 3300 yıl önceki durum, c. Günümüzden yaklaşık 9 bin yıl önceki durum, d. Geç Pleyistosen-Holosen geçişi esnasındaki durum, (yaklaşık 11.700 yıl önce), e. Son Buzul Maksimum dönemindeki (günümüzden yaklaşık 20 bin yıl önceki) durum (Deniz seviye değişimlerine ait bilgiler Kayan (1997), Lambeck, vd. (2014), Benjamin vd. (2017)'den alınmıştır).

Son Buzul Maksimum'un sona ermesinden günümüze buzulların erimesinin sonucu olarak KDS'de yaklaşık 120 metrelik bir deniz seviyesi yükselimi olduğu bilinmektedir (Fairbanks, 1989; Edwards, 2006; Benjamin vd., 2017), (Şekil 2). Bu çalışmada da Son Buzul Maksimumundaki deniz seviyesi Şekil 3'e'nin hazırlanmasında kullanılmıştır. Çanakkale Boğazı'nın günümüzde en derin noktasının Nara Burnu kuzeyinde -113 m olduğu (Gökaşan vd., 2007) geri kalan alanlarda da derinliğin ortalama -55 metre olduğu düşünüldüğünde o dönemde denizel kökenli suların boğazda gözlenmediği hazırlanan haritada da (Şekil 3e) anlaşılmaktadır. Elde edilen bu harita Ege Denizi'nin o dönemdeki kara-deniz ilişkisini gösteren çalışmalarla da uyumluluk göstermektedir (Kayan vd., 1980; Galanidou vd., 2020). Çanakkale Boğazı'nın Karadeniz-Akdeniz bağlantısını sağlayan su yolu olmadığını gösteren Şekil 3'e uygun olarak Marmara Denizi'nin de göl olarak varlığını sürdürdüğünü gösterir veriler de Marmara Denizi kıyı ve taban alanlarında gözlenmektedir (Kırcı-Elmas, 2006; Çağatay, 2015).

TARTIŞMA

Yer şekillerinin gelişimi, dinamik yapıdaki yer yuvarının iç ve dış merkezli kuvvetler kaynaklı bazı olayların belirli bir süre içerisinde çalışması, yer bilimleri açısından belirli süreçlerin sonucunda şekillenmektedir. Bu süreçlerin etkenlerinden biri çalışmanın da konusu olan iklimdir ve çalışmada sadece bu etken dikkate alınmıştır. Yalnız bu süreçlerin önemli etkenlerinden bir diğeri yer yuvarının iç kuvvetlerini temsil eden tektonizmadır ki tektonizmanın etkisi örneğin deprem aktivitelerinin sonucunda anlık olarak yükselimler şeklinde gözlenebilirken, bazen de izostasi gibi çok uzun süreçlerin sonucu olarak bölgesel yükselim değişimleri şeklinde kendini gösterebilmektedir. Çanakkale Boğazı hem iklim değişikliğinin etkisi olan küresel deniz seviyesi değişimlerinin delillerini hem de tektonizmanın etkisi olan yükselimleri gösteren kıyılara sahiptir. Çanakkale Boğazı'nın oluşumunu inceleyen çalışmalarda genellikle en önemli faktörün tektonizma olduğunu jeolojik, jeofizik ve jeomorfolojik unsurlara dayanarak açıklanmaktadır (Erol & Nuttall, 1972, Kayan vd., 1980; Yaltrık vd., 2000; Hiscott & Aksu, 2002; Gökaşan vd. 2010; Avcioğlu vd., 2013; Komut & Kapan, 2020). Çanakkale Boğazı ve çevresinde etkili olan

tektonizmayı açıklayan bu çalışmalarda ise bölgesel yükselim miktarlarının bulunmasında genellikle küresel deniz seviyesi grafikleri dikkate alınarak yorumlar yapılmaktadır (Yaltırak vd., 2000; Avcioğlu vd., 2009; Komut & Kapan, 2020).

Bu çalışmada ise paleoklim değişimlerine de örnek verebilmek için Çanakkale Boğazı kıyı çizgisinin son 22 bin yıllık zaman dilimindeki farklılıklarının küresel/bölgesel deniz seviyesi değişimleri olduğu kabul edilmiş ve tektonik hareketlilikler gibi iç ve bazı dış yer süreçleri ihmal edilmiştir. KBDS değişimleri çift haneli yükseklik değerleri şeklinde olduğundan hazırlanan modellerin gösterimi daha anlaşılır olmaktadır. Yalnız Holosen'de günümüzden yaklaşık 2500-4000 yıl önceki zaman aralığında -3 metre seviyelerine tekrardan düşen deniz seviyesi derinliği ele alındığında kıyı çizgisi değişimini göstermek daha da zorlaşmakta ve bu bölgelerde daha ayrıntılı batimetrik verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışmada hazırlanan küresel-bölgesel deniz seviyesi değişim grafiğine dayanarak, Çanakkale Boğazı'nın Holosen başlangıcından bir süre önce deniz sularının istilasına uğradığı, 2 farklı özellikteki deniz (Karadeniz-Akdeniz) için bir su bağlantı yolu olduğu kıyı çizgisinin genellikle kıyılara doğru ilerlediği ve Holosen öncesinde (sadece KBDS dikkate alındığında) özellikle Son Buzul Maksimumu'nda deniz su yolunun/bağlantısının olmadığı ve Marmara Denizi'nin kapalı bir havza (göl) olduğu gözlenmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, makalenin titiz biçimde hakem incelemesini gerçekleştirerek yapıcı eleştirileriyle makalenin geliştirilmesine katkı sağlayan hakemlere teşekkür ederler. Bu çalışma MB'nin yüksek lisans çalışmasında elde ettiği verilerin bir bölümünü kapsamaktadır ve çalışmanın özeti International Global Climate Change Congress (Çanakkale, Türkiye, 03-05 Haziran 2021)'de sunulmuştur.

Etik Standartlar İle Uyum

Yazarların Katkısı

Yazarlar bu makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

KAYNAKLAR

- Avcioğlu, M., Erginal A. E., Kiyak, N. G., Kapan-Yeşilyurt, S., & Yiğitbaş, E. (2013). A preliminary note on depositional characteristics and optical luminescence age of a marine terrace, Strait of Çanakkale, Turkey. *Journal of Coastal Research*, 29(1), 225-230. <https://doi.org/10.2112/ICOASTRES-D-11-00235.1>
- Avcioğlu, M., Erginal, A. E., Kiyak, N. G., & Yiğitbaş, E. (2009). Çanakkale Boğazı'ndaki denizel taraçaların çökeltme nitelikleri ve mutlak yaşları. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 13. Çalıştayı (ATAG 13, 08-11 Ekim 2009) Bildiri Özetleri Kitabı*, s. 8.
- Benjamin, J., Rovere, A., Fontana, A., Furlani, S., Vacchi, M., Inglis, R. H., Galili, E., Antonioli, F., Sivan, D., Miko, S., Mourtzas, N., Felja, I., Meredith-Williams, M., Goodman-Tchernov, B., Kolaiti, E., Anzidei, M., & Gehrels, R. (2017). Late Quaternary sea-level changes and early human societies in the central and eastern Mediterranean Basin: An interdisciplinary review. *Quaternary International*, 449, 29-57. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.06.025>
- Çağatay, N. Y. (2015). Marmara Denizi'nin son 70 bin yıldaki paleoşinografi ve paleoklim kayıtları. *Kıyı ve Deniz Jeolojisi Sempozyumu, IODP-ECORD Toplantısı 15-16 Ekim 2015, Bildiriler Kitabı*, s. 31-32.
- Edwards, R. (2006). Sea levels: Change and variability during warm intervals. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 30(6), 785-796. <https://doi.org/10.1177/0309133306071959>
- Erol, O., & Nuttall, C. P. (1972). Çanakkale yöresinin bazı denizel kuaterner depoları. *Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Yayınları Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1-2, 29-103.
- Fairbanks, R. A. (1989). 17,000-year glacio-eustatic sea level record: Influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342, 637-642. <https://doi.org/10.1038/342637a0>
- Galanidou, N., Dellaporta, K., & Sakellariou, D. (2020). Greece: Unstable landscapes and underwater archaeology (pp. 371-392). In G. Bailey, N. Galanidou, H. Peeters, & H. J. M. Mennenga (Eds.), *The archaeology of Europe's drowned landscapes*. Springer International Publishing.

- Gökaşan, E., Ergin, M., Özyalvaç, M., Sur, H. İ., Tur, H., Görüm, T., Ustaömer, T., Batuk, F. G., Alp, H., Birkan, H., Türker, A., Gezgin, E., & Özturan, M. (2007). Factors controlling the morphological evolution of the Çanakkale Strait (Dardanelles, Turkey). *Geo-Marine Letters*, 28(2008), 107-129. <https://doi.org/10.1007/s00367-007-0094-y>
- Gökaşan, E., Tur, H., Ergin, M., Görüm, T., Batuk, F. G., Sağcı, N., Ustaömer, T., Emem, O., & Alp, H. (2010). Late Quaternary evolution of the Çanakkale Strait region (Dardanelles, NW Turkey): implications of a major erosional event for the postglacial Mediterranean-Marmara Sea connection. *Geo-Marine Letters*, 30(2010), 113-131. <https://doi.org/10.1007/s00367-009-0166-2>
- Hiscott, R. N., & Aksu, A. E. (2002). Late Quaternary history of the Marmara Sea and Black Sea from high-resolution seismic and gravity-core studies. *Marine Geology*, 190(1-2), 261-282. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00350-X](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00350-X)
- IPCC. (2019a). Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, & J. Malley, (Eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change. 864p.
- IPCC. (2019b). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, & N. M. Weyer (Eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change. 755p.
- Kayan, İ. (1997). *Bronze Age regression and change of sedimentation on the Aegean Coastal plains of Anatolia (Turkey)* (pp. 431-450). In H. N. Dalfes, G. Kukla, & H. Weiss (Eds.), *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*. ASI Series V. 49, NATO.
- Kayan, İ., Kraft, J. C., & Erol, O. (1980). Truva doğal çevresinin son 15000 yıldaki değişimleri. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 155, 8-13.
- Kırcı-Elmas, E. (2006). Late quaternary foraminiferal assemblage of the Marmara Sea and implications for paleoceanography [*Marmara Denizi geç kuaterner foraminifer topluluğu ve paleoşinografik değeri*] [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].
- Komut, T., & Kapan, S. (2020). Çanakkale Boğazı, Özbek denizel sekisi oluşum yaşı için ESR tekniği ile bir ön değeriendirme. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 6(2), 253-263. <https://doi.org/10.28979/jarnas.844788>
- Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, A., Sun, Y., & Sambridge, M. (2014). Sea level and global ice volumes from the last glacial maximum to the holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (43) 15296-15303. <https://doi.org/10.1073/pnas.1411762111>
- MTA. (2005). *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüđu, 1/250.000 Marmara Denizi batimetri haritası*. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüđu, Ankara.
- Oldroyd, D. (1996). *İnsan düşüncesinde yerküre, yerbilim'e bir tarihsel bakış* (Çeviri: Ü. Tansel, Çeviri tarihi: 2003). TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 186.
- Oppenheimer, M., Glavovic, B. C., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A. K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., DeConto, R. M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., B. Meyssignac, & Sebesvari, Z. (2019). Sea level rise and implications for low-lying islands, coasts and communities (pp. 321-445). In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, & N. M. Weyer (Eds.), *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Osman, M. B., Tierney, J. E., Zhu, J., Tardif, R., Hakim, G. J., King, J., & Poulsen, C. J. (2021). Globally resolved surface temperatures since the Last Glacial Maximum. *Nature*, 599, 239-244. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03984-4>
- Reynolds, S. J., Johnson, J. K., Morin, P. J., & Carter, C. M. (2019). *Exploring geology* (Fifth Edition). McGraw-Hill Education.
- Sarıkaya, M. A., & Çiner, A. (2015). Buzul verileri ışığında Türkiye'nin geç Pleyistosen paleoklimi. *Kıyı ve Deniz Jeolojisi Sempozyumu, IODP-ECORD Toplantısı 15-16 Ekim 2015, Bildiriler Kitabı*, s. 33-34.
- SHODB. (1997). *Deniz harita serisi 1/50.000 ölçekli Çanakkale Boğazı kuzeyi ve güneyi haritası*. T.C. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı.

Smith, A. D., Taymaz, T., Oktay, F., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J. A., Kara, S., & Şimşek, M. (2015). High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quaternary sedimentation and sea-level changes. *GSA Bulletin*, 107(8), 923–936. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1995\)107<0923:HRSPIT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1995)107<0923:HRSPIT>2.3.CO;2)

Yaltırak, C., Alpar, B., Sakınç, M., & Yüce, H. (2000). Origin of the Strait of Çanakkale (Dardanelles): Regional tectonics and the Mediterranean–Marmara incursion. *International Journal of Marine Geology, Geochemistry and Geophysics*, 164(3-4), 139-156. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(99\)00134-6](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(99)00134-6)