

İstanbul ve İzmir'de Kayıp Kuyular

Deniz Seviyesi Yükselmesi ve Olası Etkileri



KÜRESEL DENGE
GLOBAL BALANCE



TEŐEKKÜRLER

Prof. Dr. Emin Özsoy
Dr. Eylem Demirciođlu
Dr. Ömer Ünsal
Dr. Gülşah Ünsalan
Özlem Sevinç Gökçen
Bedirhan Gürçay
Furkan Karabacak
Murad Özbaşaran
Burak Suiçmez

KÜRESEL DENGE
GLOBAL BALANCE



Küresel Denge Derneği

www.kureseldenge.org

Tel: +90 312 467 84 90

info@kureseldenge.org

Attar Sokak, Kent Sitesi,

C Blok, No:6 06700

Gaziosmanpaşa-Ankara, Türkiye

Bu proje Avrupa İklim Vakfı tarafından desteklenmiştir. İstanbul ve İzmir’de Deniz Seviyesi Yükselmesi ve Olası Etkileri Raporu’nda belirtilen bilgi ve görüşlerin sorumluluğu yazarlara aittir. Avrupa İklim Vakfı, burada yer alan veya ifade edilen bilgilerin herhangi bir şekilde kullanımından sorumlu tutulamaz.



İSTANBUL VE İZMİR'DE DENİZ SEVİYESİ YÜKSELMESİ VE OLASI ETKİLERİ

YAZARLAR

Prof. Dr. H. Nüzhet Dalfes

Prof. Dr. Sedat Avcı

Eylül 2023, Ankara



İçindekiler

ÖNSÖZ	6
I. YÖNETİCİ ÖZETİ	7
II. GİRİŞ	10
2.1. METODOLOJİ VE KISITLAR	10
III. KÜRESEL ORTALAMA DENİZ SEVİYESİNDEN YEREL ORTALAMA DENİZ SEVİYESİNE	12
IV. DENİZ SEVİYESİ YÜKSELMESİNİN İSTANBUL VE İZMİR'E OLASI ETKİLERİ	14
IV.I. İSTANBUL	16
IV.II. İZMİR	22
V. ATIKSU SİSTEMLERİ VE DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMİ	28
VI. EK 1 - İSTANBUL'DAKİ ÇALIŞMA ALANLARI VE FOTOĞRAFLAR	29
VII. EK 2 - İZMİR'DEKİ ÇALIŞMA ALANLARI VE FOTOĞRAFLAR	43
VIII. EK 3 - ATIKSU SİSTEMLERİ VE DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMİ	66
IX. REFERANSLAR	70

Önsöz

Geçen yüzyıldan bu yana süregelen küresel iklim değişimi ile mücadelede bir yandan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına odaklanılırken, öte yandan iklim tehlikelerinin etkilerine uyum sağlamak amaçlı bilimsel araştırmalar giderek hız kazanıyor. Deniz seviyesinin yükselmesi ve deniz ekosisteminin olumsuz etkilenmesi de bu çalışmaların önemli bir parçasını oluşturuyor. Araştırmalar, bu alanda zamanında önlem alınmadığı takdirde başta ada devletleri olmak üzere, denize kıyısı olan birçok devlette sosyo-ekonomik ve ekosistem temelli önemli kayıpların yaşanacağını mesajını vermeye devam ediyor. Son bulgular ise iklim değişiminin etkileri nedeniyle erime hızı artan buzulların deniz seviyesinin daha hızlı yükselmesine ve bu yükselişin sabit bir oranda değil, her yıl ivmelerle artacağını gösteriyor.

Üzülerek belirtmek gerekir ki, iklim değişimi ile mücadele meselesi Türkiye'nin Paris Anlaşmasını 2021 yılında onaylamasını takiben siyasi iradenin gündemine bir şekilde girdiyse de ülkemizde denizel kıyıların etkilenmesiyle ilgili bilimsel bazda çok disiplinli araştırmalardan ve bu doğrultuda stratejik ve kolektif bir planlama yaklaşımından bahsetmek adeta lüks hala.

Projemizin amacı da bu açığın kapatılmasına destek olmak esasen. Bu çalışma ile İstanbul ve İzmir gibi en önemli kıyı şehirlerinden özellikle başlamak ve böylece ulusal ve yerel karar vericiler başta olmak üzere tüm paydaşların iklim değişimi bağlantılı deniz suyu yükselmesi sorununa dikkatlerini çekmek istedik.

Projemiz kıymetli bilim insanları Prof. Dr. H. Nüzhet Dalfes ve Prof. Dr. Sedat Avcı önderliğinde yürütüldü. Çalışmada İstanbul ve İzmir kıyılarındaki bazı kültürel miras, doğal ortam, kentsel/konut ve ticaret alanlarında deniz seviyesinin yükselmesinin potansiyel etkileri ve riskleri literatür, ulaşılabilir veriler ve yerinde gözlemler ışığında değerlendirildi.

Her iki şehirde gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde başta büyükşehir belediyelerinin ilgili birimleri olmak üzere, diğer yerel paydaşlara ve akademik kuruluşlara verdikleri anlamlı destek için çok teşekkür ediyoruz. Aynı zamanda Profesör Dalfes ve Profesör Avcı'nın farklı disiplinlere sahip akademik ekibinin ve Derneğimizin genç araştırmacılarının emeklerine müteşekkirimiz.

Çalışmamızın ülkemizin kıyı şehirlerinde iklim değişiminin etkilerine uyum ve deniz suyu yükselmesi ilişkisini ele alan bilimsel araştırmaların yapılmasını özendireceğini ve bu alanda akademik yayınların çoğalmasına önayak olacağını umuyoruz.

Dr. Nuran Talu

Küresel Denge Derneği

Üzülerek belirtmek gerekir ki, iklim değişimi ile mücadele meselesi Türkiye'nin Paris Anlaşmasını 2021 yılında onaylamasını takiben siyasi iradenin gündemine bir şekilde girdiyse de ülkemizde denizel kıyıların etkilenmesiyle ilgili bilimsel bazda çok disiplinli araştırmalardan ve bu doğrultuda stratejik ve kolektif bir planlama yaklaşımından bahsetmek adeta lüks hala.

I. Yönetici Özeti

Gezeganimiz, tarihsel süreçte büyük iklim değişiklikleri geçirmiştir. Ancak, günümüzde, fosil yakıtların yoğun kullanımının artmasıyla birlikte, iklim değişiminin daha hızla artan etkilerine maruz kalıyor. Bu durumun sonuçlarından biri de, deniz seviyesinde yaşanması beklenen yükselme. Deniz seviyesindeki artış, öncelikle kıyı kesimlerinde yer alan şehirler ve dolayısıyla belediyeler tarafından sağlanan kritik kamu hizmetlerine engel teşkil edebileceği gibi, çok sayıda kültürel miras, toplumsal yaşam alanı ve doğal alan için tehlike ve zararı beraberinde getirebilir.

Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'ye özgü ilk çalışma niteliğindeki bu Rapor, küresel iklim sistemleri hakkında eldeki en güncel veriler ve senaryolar çerçevesinde deniz seviyesi yükselmesinin İstanbul ve İzmir için olası etkilerini ortaya koymayı amaçlıyor. İklim değişimi konusunda en yetkili kurum olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change, kısaca IPCC) atmosferdeki sera gazı yoğunluğu açısından en olumsuz senaryosu, deniz seviyesinin küresel olarak yüzyılın ortasında yaklaşık 0,5 m ve yüzyılın sonunda ise yaklaşık 1 m yükselmesini öngörüyor.

Dünyada güvenli yaşamın devamlılığı için küresel ortalama sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlandırılması gerekiyor. Ancak, Paris Anlaşması çerçevesinde ülkelerin mevcut iklim politikaları ve Ulusal Katkı Beyanları doğrultusunda 2100 yılına gelindiğinde küresel ısınmanın 2,7°C'ye ulaşacağı tahmin ediliyor. IPCC'nin en kötümser senaryosu olan RCP 8.5 temel alınarak hazırlanan çalışmada nüfus yoğunluğu, sosyoekonomik gelişmişlik ve ticari faaliyetlerin önemli merkezleri olmaları nedeniyle İstanbul ve İzmir şehirleri önceliklendirildi. Deniz seviyesi yükselmesinden etkilenecek riskli kent yapıları ve doğal alanlar, güvenilir veriler ışığında ve saha çalışması ile belirlendi. İstanbul ve İzmir için riskli bölgeler incelenirken kültür mirası konumundaki tarihi yapıların durumu da araştırıldı. Deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle tedbir gerektiren bölgeler ile etkilenmesi muhtemel alanları ortaya koyan bu Rapor, ayrıca yerüstü ve yeraltı yapıların zarar görmesiyle gelişebilecek malî kayıplara ilişkin bilgileri içeriyor.

İstanbul ve İzmir, Türkiye'nin deniz kıyısında yer alan başlıca 'mega şehirler' olsalar da, deniz seviyesindeki yükselmeden ne ölçüde ve ne şekilde etkileneceklerini belirleyen faktörler söz konusu olduğunda, önemli ölçüde farklılık gösteriyorlar. Tektonik oluşum süreçlerine bağlı olarak farklı geometrilerin varlığı ve komşusu oldukları denizlerin farklı özelliklere sahip olması, deniz seviyesi yükselmesi ve fırtına kabarması olaylarından farklı düzeylerde etkilenmelerine neden oluyor.

İstanbul'a olası etkiler:

Marmara Denizi'ne kıyısı olan ilçelerde altı milyondan fazla insan yaşıyor. Şehirde, yüksekliği iki metreden az olan yaklaşık 120 km²'lik bir alan risk altında. Bu, neredeyse Maltepe ve Fatih ilçelerinin toplam yüzölçümüne eşdeğer bir alan.

İstanbul'da deniz seviyesindeki değişimin açık olarak gözlenebileceği yerler arasında Haliç, Anadolu Hisarı, Göksu Vadisi ve Kurbağalıdere bulunuyor.

Tüm İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi, Anadolu Hisarı'ndaki yalı, saray ve tesislerin de deniz seviyelerinin yükselmesinden etkilenmesi bekleniyor. İstanbul Boğazı'nda günümüzde belirli dönemlerde yaşanan fırtına kabarması etkisinin, bu yüzyıl sonunda kalıcı hale gelebilir.

Göksu, Küçüksu ve Kurbağalıdere'de deniz seviyesi yükselmesinin, akarsu yataklarının bir bölümünü sular altında bırakabileceği öngörülüyor. Göksü örneğinde, akarsu kıyısındaki konut ve işyerlerinin de deniz seviyesi değişikliğinden etkileneceği, Küçüksu Kasrı'nın ise zemin katının zarar göreceği, araştırmada yer alan bulgular arasında.

Boğaziçi kıyılarında yer alan konaklar, saraylar, dini tesisler ve yapılar, yükselen deniz seviyesinden önemli ölçüde etkilenebilecek diğer alanlar. Dolmabahçe Sarayı, Beylerbeyi Sarayı, Küçüksu Kasrı gibi saraylar ve Şemsi Paşa Camii, Ortaköy Camii gibi sahilde yer alan dini yapılar, etkilenme ihtimali bulunan değerli yapılar olarak öne çıkıyor.

Fırtına nedeniyle oluşacak deniz kabarmasının, deniz seviyesi yükselmesine ilave bir etkisi olacağını öngörmek mümkün. Örneğin Şemsi Paşa Camii cephesinde yürüyüş yolunun, özellikle fırtına kabarmaları sırasında sular altında kalması muhtemel görünüyor. Bugün bu yapıları fırtına kabarması etkisinden korumak için güçlendirilmiş cam bariyer gibi çeşitli düzenlemelerden faydalanılıyor. Ancak, bu ve benzeri çözümler uzun vadede yeterli olmayabilir. İstanbul'un önemli yapılarını korumak için daha kalıcı önlemler alınması gerekiyor.

'Ortasından deniz geçen şehir' olarak tanımlanan İstanbul'da deniz seviyesi yükselmesi, iskelelerde de bazı yenilemeler yapılmasını gerektirecek. Bu araştırma kapsamında incelenen iki iskeleden biri olan Üsküdar İskelesi'nde, Iodoslu havalarda oluşacak fırtına kabarmalarına karşı mühendislik tedbirleri alınması gerekebilir. Kadıköy'de ise deniz seviyesinde yükselmenin ardından yaşanabilecek fırtına kabarmaları, metro girişlerini etkileyebilir ve bunun için önlem alınması gerekebilir.

Marmara Denizi'nde, İstanbul kıyılarına yakın dokuz adadan oluşan Prens Adaları da, deniz seviyesi değişiminden kısmen etkilenecek. Adalar'da, özellikle yerleşim yerlerinin bulunduğu iskele ve kıyı bölgelerinin etkilenebileceği öngörülmüyor.

Günümüzde, İstanbul'dan Marmara Denizi'ne dökülen akarsuların önemli bir bölümü ya kanallara alınmış ya da yerleşimlerin altında kalmış durumda. Ancak Karadeniz'e akan akarsuların, deniz seviyesindeki değişimden kısmen etkileneceği öngörülmüyor. Bu durum, deniz suyunun iç kısımlara ilerlemesine ve yer altı sularının tuzlanmasına sebep olabilir.

Deniz seviyesindeki yükselmenin bir diğer önemli sonucu ise arıtma tesislerine ilişkin. Özellikle, denize yakın bölgelerde, arıtma ve derin deşarj sistemlerinin olumsuz etkilenmesi bekleniyor. Bu proje kapsamında yapılan bir diğer incelemede, İstanbul'un iki yakasında bulunan 16 atıksu arıtma tesisinden 12'sinin riskli durumda olduğu belirlendi.

Marmara Denizi'ne kıyısı olan ilçelerde altı milyondan fazla insan yaşıyor. Şehirde, yüksekliği iki metreden az olan yaklaşık 120 km²'lik bir alan risk altında.

İzmir'e olası etkiler:

İzmir, sosyoekonomik olarak Türkiye'nin en gelişmiş üçüncü kenti. İzmir Körfezi çevresinde yerleşim alanlarının yanı sıra önemli doğal alanlar ve tarım alanlarını bulundurması nedeniyle araştırmaya dahil edilmiştir.

Deniz seviyesi yükselmesinin, kıyı boyunca bazı alanların sular altında kalmasına ve tuzlu suların yeraltı sularına karışmasına sebep olacağı tahmin ediliyor. Bu durumun tarımsal üretim açısından ciddi sorunlar yaratması bekleniyor. İzmir'de dağların arasında kalan ve önemli alüvyon alanlarını oluşturan bölgeler, deniz seviyesi yükselmesinden öncelikli olarak etkilenecek alanlar arasında.

Bunlara ek olarak fırtına kabarması etkisi, İstanbul'a kıyasla, İzmir Körfezi'nde çok daha şiddetli hissediliyor. Karşıyaka ve Alsancak'ta etkili olan fırtına kabarması, şimdiden tüm körfezi etkileyen şekilde yaşanıyor; deniz suyu, karaya doğru yaklaşık 100 metre ilerleyebiliyor.

Bazı koruyucu düzenlemelere rağmen, deniz suyunun iç kesimlere girmesini engelleyecek yapılar henüz mevcut değil. Çalışmada, özellikle Kordon'daki rihtimin, dalgaları kıracak ve yansıtacak bir şekle dönüştürülmesi gerektiğine dikkat çekiliyor. Benzer şekilde, Karşıyaka'dan Mavişehir'in batısına kadar devam eden bir set bulunsa da, deniz seviyesindeki yükselme nedeniyle yeni önlemlere gerek duyulabilir.

Deniz suyu seviyelerindeki yükselmenin İzmir'e olumsuz etkilerinden birinin de turizm alanında yaşanması bekleniyor. Güzelbahçe kıyıları da dahil olmak üzere bazı plaj alanlarının daralması ve kıyıdaki iskele gibi yapıların özelliklerini kaybetmesinin söz konusu olabilir. Sığacık Koyu'nda tekne bağlama yerleri ve marina, su seviyesinden etkilenecek başlıca yerler arasında. İzmir'de özellikle rüzgar sörfü konusunda popüleritesi giderek artan Alaçatı, risk altındaki başka bir alan.

Alaçatı'nın güneyinde yer alan Yumru Koyu, hem rüzgara hakimiyeti hem de nispeten sığ olması nedeniyle sörfçüler için çekici hale gelen bir su sporu merkezi. Ancak deniz seviyesindeki yükselmenin bölgede derinlik artışına sebep olması ve kıyı şeridinde de değişikliğe yol açması bekleniyor. Ne yazık ki bu değişimin sonuçlarını ortadan kaldırmak mümkün görünmüyor. Bu durum, Alaçatı'nın spor turizmi açısından çekiciliğini azaltabilir.

Türkiye'nin önemli kuş üreme alanları arasında yer alan Gediz Deltası Kuş Cenneti de deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle tehdit altındaki önemli bir doğal alan. 250'den fazla kuş türünün gözlemlendiği arazi, Gediz Nehri'nden gelen alüvyal malzemenin biriktiği bir yapıya sahip ve yükseltisi yer yer bir-iki metrenin altına iniyor. Bu alüvyal malzeme, deniz seviyesi yükselmesine karşı bir koruma sağlasa da, Gediz Nehri'nin akım rejimine yapılan müdahaleler, alüvyon birikmesini azaltıyor. Bu durumun devam etmesi halinde, uzun vadede, kara; deniz tarafından işgal edilebilir ve Kuş Cenneti'nin varlığını tehdit edebilir.

İzmir'in karşı karşıya kalacağı önemli sorunlardan bir diğeri ise Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi'ne iletilmek üzere Körfez'in farklı yerlerinde toplanan atıksularına, bazı toplama merkezlerinde, deniz suyu karışması. Bugün de tecrübe edilen bu sorun, arıtılan suyun tarımsal sulamada kullanılmasına engel oluyor. Önlem alınmadığı takdirde, deniz seviyesindeki yükselme nedeniyle daha fazla deniz suyunun atıksu sistemine karışması kaçınılmaz görünüyor.

Öneriler ve Tartışma Konuları

Bu araştırma, deniz seviyesindeki yükselmenin etkilerini ortaya çıkarma anlamında Türkiye için öncül bir çalışmadır ve Türkiye'nin geri kalanında, durumun daha detaylı incelenmesi gerekir.

Bu çerçevede deniz seviyesindeki yükselmeden etkilenecek yerler söz konusu olduğunda Adana'daki Çukurova kıyıları dikkate alınması gereken yerlerinde başında gelmelidir. Benzer şekilde, Karadeniz kıyısındaki Kızılırmak ve Yeşilirmak deltaları ile Ege Bölgesi'ndeki Büyük Menderes ve Meriç deltaları, büyük değişiklikler beklenen yerler arasındadır. Türkiye ile Yunanistan arasında paylaşılan Meriç Deltası ile ilgili çalışmalar için uluslararası işbirliği yapılmalıdır.

Günümüzdeki fırtına kabarmaları, gelecekteki deniz seviyesinin yükselmesinin olası etkilerinin belirlenmesi açısından önemli ipuçları içeriyor. Ancak, ne İstanbul ne de İzmir için fırtına kabarmalarına ilişkin doğrudan veri bulunmuyor. Bu konuda çoğunlukla kişisel anlatımlara dayanan bilgiler, müdahale ve sorun tanımı açısından kıymetli olmakla birlikte, bilim temelli araştırmaların yapılabilmesi için yetersiz kalıyor. Bu nedenle, fırtına kabarmasına dair verilerin tutulması elzemdir.

Merkezi ve yerel yönetimlerin temel şehircilik görevlerini ve hizmetlerini yerine getirebilmesi için şehirlerin, güvenli ve iklim değişiminin etkilerine dayanıklı hale gelmesi gerekiyor. Deniz seviyesindeki yükselme, şehirlerdeki tüm sosyal ve ekonomik faaliyetleri etkileyecektir. Bu araştırmanın doğrudan ve dolaylı olarak işaret ettiği sektörler arasında ulaşım, kültür ve turizm, emlak ile birlikte atıksu arıtma suyuna bağlı olarak tarım sektörüdür. İklim değişiminin çok katmanlı bir konu olarak ele alınması zorunluluktur. Bu raporun kısmen değindiği sektörlere etkilerinin araştırılmasının yanı sıra biyolojik çeşitlilik açısından önemli doğal alanların korunmasına yönelik koordineli ve kapsamlı çalışmaların ivedilikle yapılmasına ihtiyaç vardır.

Türkiye'nin önemli kuş üreme alanları arasında yer alan, 250'den fazla kuş türünün gözlemlendiği Gediz Deltası Kuş Cenneti de deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle tehdit altındaki önemli bir doğal alan.

II. Giriş

Dünya okyanuslarındaki sıvı su hacminin belirlediği küresel deniz seviyesi, gezegenimizin tarihi boyunca değişkenlik göstermiştir. Suyun hacmini, sıcaklığı (ve daha az ölçüde tuzluluğu) ve en önemlisi, karada depolanan buz tabakaları, vadi buzulları ve kar alanları gibi buzların hacmi belirler. Dolayısıyla sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişikliklere bağlı olarak suyun sıvı ve katı formları arasındaki dönüşüm, küresel deniz seviyesini değiştirir.

Öte yandan yerel deniz seviyesi, küresel faktörlerin yanı sıra birçok dinamik değişkene bağlıdır. Bazı süreçler deniz ve karanın birbirine göre durumunu uzun bir zaman diliminde değiştirirken, gelgit hareketleri ve fırtına dalgalanmaları gibi olaylar, günlük hatta saatlik resmi belirler.

Bugün de iklim değişimi sebebiyle buzullarda yaşanan erime, deniz suyu seviyelerinde yükselmeye neden oluyor. Geçmişte büyük iklim değişikliklerinin yaşandığı gezegenimizde fosil yakıtların kullanımının artması, iklimin çok daha hızla değişmesine neden oluyor.

Son 200 yılda gözlemlenen değişiklikleri, 'Dünya Sistemi Modeli' araştırmalarıyla açıklamak mümkün. Bu modeller bize, yüzyılın geri kalan kısmında ve daha sonrasında neler yaşanabileceğine dair öngörüler sağlıyorlar. Sera gazı emisyon tahminlerine dayandığı için bazı belirsizlikler içerse de bu modeller, küresel deniz seviyeleri için tahminler yürütmekte kullanılabilir.

2.1. Metodoloji ve Kısıtlar:

Proje; veri toplama ve literatür taraması, saha gözlemleri ve bulguların değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. İlk aşamada, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan uzaktan algılama verileri kullanılarak, farklı senaryolara göre deniz seviyesindeki olası değişimden etkilenecek riskli alanlar belirlenmiştir. Doğal ve inşa edilmiş yerlerin birbirlerinden ayrıştırılması, bu alanların deniz seviyesi yükselmesine karşı kırılganlığının ortaya çıkarılması açısından önemlidir. İki yerleşmede de kıyı şeridi boyunca saha araştırması yapılmış, kullanım ve yapı ile ilgili diğer değişkenler dikkate alınarak, değerlendirilmiştir.

Saha gözlemleri yapılmadan önce, İstanbul ve İzmir'e ait dijital yükseklik modeli verileri, ArcGIS 10.6 programı ile değerlendirilmiş ve Google Earth Pro'dan alınan uydu görüntüleri ile ön bilgiler kontrol edilmiştir. İkinci aşama olarak, riskli olduğu düşünülen alanlar ile risk potansiyeli düşük olan alanlarda İstanbul'da iki gün, İzmir'de üç gün saha gözlemi yapılmıştır (Ek 1 ve Ek 2).

Bu çalışmada, iklim biliminin mevcut durumunu en yalın haliyle açıklama görevini üstlenen Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Değişen İklimde Okyanus ve Kriyosfer Özel Raporu'nda yer alan Küresel Ortalama Deniz Seviyesi tahminleri kullanılarak, sera gazı salım miktarına dair farklı senaryolar üzerinden 2040, 2055 ve 2090 yılları için deniz seviyesi tahminleri oluşturulmuştur. Bu rapor ile üretilen bilgiler, çoğunlukla IPCC Değişen İklimde Okyanus ve Kriyosfer Özel Raporu (IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, kısaca SROCC, 2019) ile 5. Değerlendirme Raporu (AR5) ve 6. Değerlendirme Raporu'na (AR6) dayanmaktadır.



- Çalışmada SROCC'de belirtilen Küresel Ortalama Deniz Seviyesi (GMSL) tahminlerini kullanılmıştır. Tablo 1'de gösterildiği üzere, üç adet RCP ve üç zaman aralığı seçilmiştir ve SROCC tarafından sağlanan ek verilerden (yuvarlanmış) sayısal GMSL tahminleri oluşturulmuştur.
- Projenin ilk tahmin verileri olarak, SROCC raporundaki Bölgesel Deniz Seviyesi (RSL) çıktıları kullanılmaktadır:
 - İzmir, 'Açık Ege Denizi'ne komşu olduğu için küresel deniz seviyesi artışı (SLR) esas alınabilir ve bu nedenle doğrudan kullanılması öngörülmüştür;
 - İstanbul'un durumu daha karmaşık görünmekte ve özel bir dikkate ihtiyaç duyulmaktadır. Bunda İstanbul'un Karadeniz ve Marmara Denizi ile çevrili olması ve Boğaz'da iki katmanlı akışın varlığı etkilidir. Ancak Sannino vd. (2022) tarafından yakın zamanda, tam okyanus modeli kullanılarak yapılan bir çalışmada, İstanbul ile Ege Denizi arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmektedir. (bkz. Sannino vd., Şekil 20). Bu nedenle İzmir ve İstanbul için aynı değerler kullanılmıştır.
- İstanbul için kıyı topografyası yatay 30 cm çözünürlüğe sahip LiDAR araştırmasına dayanmaktadır; Uzaktan algılama metodu ile elde edilen bu veriler yatayda 30 cm çözünürlük ve 50 cm aralıklara sahiptir. İzmir içinse kabaca 20 x 30 m çözünürlüğü olan 2014 SRTM 1 saniyelik DEM verisi kullanılmıştır.
- Denizin bugünkü seviyesinin tespiti: İstanbul için İstanbul Boğazı'ndaki ve Karadeniz kıyısında yer alan Şile'deki mareograf (deniz seviyesi ölçer); İzmir için ise Menteş mareografından bilgilerden yararlanılmıştır. Ancak, gözlem sürelerindeki boşluklar olduğu için veriler doğrudan kullanılamamış; daha önceki çalışmalarda yapılan yorumlamalar ve uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen güncel kıyı çizgisi verisi kullanılmıştır. İzmir kıyısı için 1984-2002 yılları arasında deniz seviyesi ve jeodezik ölçümlerinin yorumlaması yapılmıştır. Menteş mareografı ve GPS noktalarında istatistiksel olarak anlamlı bir dikey hareket saptanmamış ve yıllık $6,8 \pm 0,9$ mm oranında bir artış tahmin edilmiştir (Yetkin, 2014: 747-748).
- Gelgit büyüklükleri iki yerleşmenin kıyıları için de nispeten küçüktür; bu parametreler İzmir için $<0,2$ m ve İstanbul için $<0,15$ m olarak kabul edilmiştir.
- Kısa süreli aşırı deniz seviyesi (ESL) değişiklikleri olarak tanımlanabilecek fırtına kabarmaları, kıyı taşkın risklerinin değerlendirilmesinde çok önemli olsa da, gelecek için güvenilir veri (tekrarlama sıklıkları, veya büyüklükler, vb.) üretmek konusunda oldukça yetersiz kalmaktadır. Bu birbirine benzemeyen mareograf verilerinin kapsamlı analizini ve detaylı atmosfer-okyanus ilişkilerinin modellenmesini gerektirir.
- Deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle oluşacak malî kayıpların belirlenmesi için de bir çalışma yapılmıştır. Riskli bölgelerden seçilen örnek alanlarda tahmini gayrimenkul satış değerlerini esas alarak bir değerlendirme yapılmıştır. Boğaziçi'nin kısmen risk içeren alanlarındaki ticari olmayan kültürel mirasa ait eserlerin maddi değerleri belirlenememiştir. Her iki şehirde, kıyı şeridini kapsayan gayrimenkul gelişimi ile imar ve ıslah çalışmalarının dinamik doğası, herhangi bir uzun vadeli projeksiyon girişimini son derece belirsiz kılmaktadır.
- Deniz suyunun deprem, tektonik faaliyetler, tsunami, zemin sıvılaşması gibi faktörlerle karaya nüfuz etmesi, araştırma kapsamı dışındadır.
- İklim değişimi kaynaklı deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda sular altında kalabilecek alanların arazi değerlerinin tespiti, bu çalışma kapsamında değildir.
- Türkiye, birden fazla tektonik levhanın birleşim yerinde ve tektonik olarak aktif bir kara parçasında yer almaktadır. GPS tabanlı olan çok sayıda yatay hareket verisi mevcuttur, ancak on yıllık/yüzyıllık zaman ölçeklerinde dikey hareketlerin büyüklüğünün değerlendirilmesi açısından yetersizdir. Bu nedenle, ağırlıklı olarak 10-100 yıllık zaman dilimlerini ele alan bu projede, kıyı alanlarındaki tektonik dikey hareketlerin modele katkısı üzerinde durulmamıştır.

III. Küresel Ortalama Deniz Seviyesinden Yerel Ortalama Deniz Seviyesine

Buzların parçalanması, karadaki buzulların erimesi, denizlerin ısınması ile deniz suyunun genişmesi gibi nedenler küresel ortalama deniz seviyesinin yükselmesine etki ediyor. İklim değişimi yavaşlarsa bile, deniz seviyesinin yükselmeye devam edeceği öngörülüyor. Bununla birlikte, bu çalışmada temel alınan kaynaklardan SROCC'da belirtildiği gibi, deniz seviyesindeki yükselme, gezegenin her yerinde aynı değildir, yani bölgesel olarak değişmektedir. Termal genişleme, okyanus dinamikleri ve kara buzunu kaybı katkıları nedeniyle küresel ortalama deniz seviyesi yükselişinde, bölgesel olarak yaklaşık $\pm\%30$ oranında sapmalar olabilir. (SROCC, 2019, s. 324)

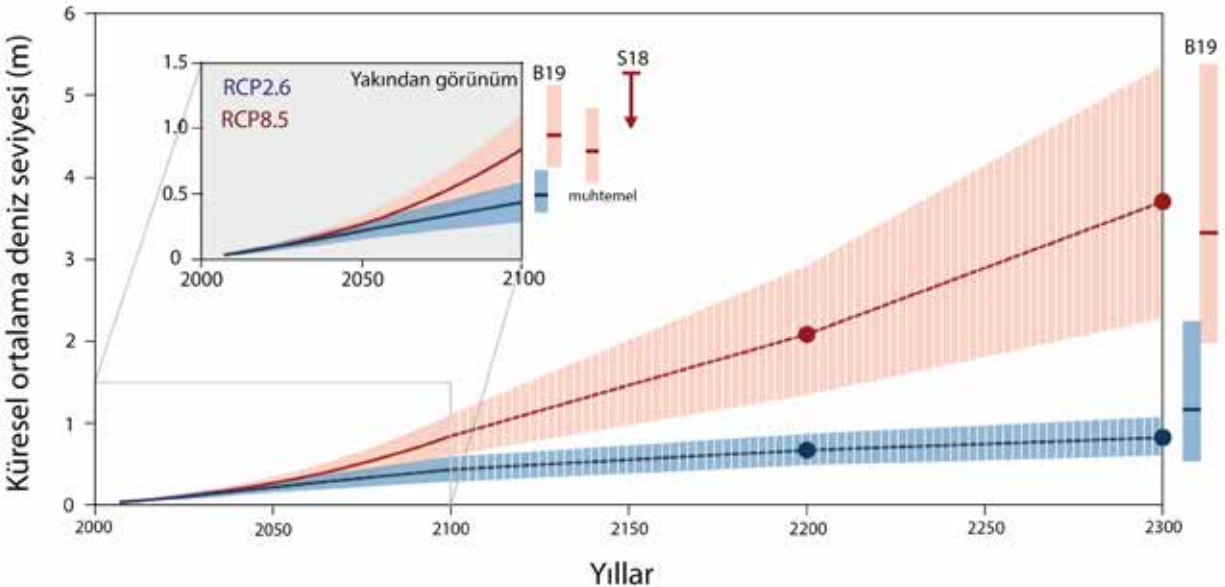
Tablo 1, SROCC'da belirtilen Küresel Ortalama Deniz Seviyesi (GMSL) tahminleri kullanılarak yapılan üç farklı senaryo 2040, 2055 ve 2090 yıllarında küresel deniz seviyesi yükselmesini göstermektedir.

Tablo 1: SROCC 2019'dan GMSL tahminleri [metre cinsinden küresel deniz seviyesi değişimi]

	2040 (2031-2050)	2055 (2046-2065)	2090 (2081-2100)
RCP 2.6	0,17	0,24	0,39
RCP 4.5	0,17	0,26	0,48
RCP 8.5	0,20	0,31	0,70

[%5 - %95] sınırlarıyla dönemin ortancasının merkez yılındaki değer aralığı.

Şekil 1. SROCC (2019) raporundan alınan küresel deniz seviyesi artışı (SLR) değerleri (m).



Yerel deniz seviyesi değişimlerinin etkilerini incelemek için örnek olarak Türkiye'nin en önemli yerleşimlerinden ve dünyanın sayılı büyük şehirlerinden olan İstanbul'un yanı sıra, Türkiye'nin sosyoekonomik gelişmişlik sıralamasında üçüncü sırada yer alan İzmir seçilmiştir.

Şekil 2. İncelenen alanlar



SROCC Raporu'ndaki Bölgesel Deniz Seviyesi (RSL) çıktıları kullanılarak İstanbul ve İzmir için tahmini deniz seviyesi yükselmesindeki artış Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: İzmir ve İstanbul için tahmini yerel deniz seviyesi artışı

	2040 (2031-2050)	2055 (2046-2065)	2090 (2081-2100)	2100
RCP 2.6	0,15	0,21	0,31	0,34
RCP 4.5	0,15	0,22	0,40	0,45
RCP 8.5	0,17	0,28 [0,20 - 0,37]	0,60	0,73 [0,54 - 1,03]

Değerler, 1986-2005 dönemindeki ortalama deniz seviyesi artışına göre bölgesel deniz seviyesi artışı projeksiyonlarının medyanlarıdır.

İstanbul ve İzmir'in deniz seviyesi yükselmesi araştırmasında veri kalitesi ve niteliği (DEM verisi; sayısal yükselti modeli) aynı olmadığından farklı yaklaşımlar kullanılarak bu proje için örnek teşkil edebilecek alanların listesi oluşturulmuştur. (Tablo 3 ve Tablo 5)

İstanbul'un deniz seviyesindeki değişimden önemli ölçüde etkilenebileceği, bazı yayınlara konu olmuştur. İstanbul'da etkilenecek alanlar, çoğunlukla doğal kıyı şeridi özelliğini kaybetmiş yerlerdir. İzmir'de ise deniz seviyesindeki değişimin doğal kıyıları üzerindeki etkilerinin izlenmesi mümkündür.

Her iki yerleşim de deniz seviyesindeki değişikliklerden etkilenmesi muhtemel alanlara sahiptir. Bu alanlar kültürel miras, doğal alan, kentsel/konut, ticari ve endüstriyel alanlar olarak gruplandırılabilirler. Kullanım kategorilerinin göreceli ağırlıkları, her bir kıyı bölgesinde değişmektedir.

Çalışma, deniz seviyesindeki değişimin İstanbul ve İzmir illerinde bazı değişikliklere neden olsa da, bu etkinin Avrupa'nın bazı kıyı şehirlerindeki veya Pasifik adalarındaki kadar şiddetli olmayacağını göstermektedir.

IV. Deniz Seviyesi Yükselmesinin İstanbul ve İzmir'e Olası Etkileri

Deniz seviyesindeki değişimin olası etkilerini belirlemek adına yapılan çalışmaların örnek alanları olarak seçilen İstanbul ve İzmir, jeolojik açıdan farklı oluşum mekanizmalarına sahiptir. Bu durum, farklı arazi kullanımlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

İstanbul'da Dolmabahçe Sarayı, Beylerbeyi Sarayı, Küçüksu Kasrı gibi sarayların yanı sıra, sahilde yer alan Şemsi Paşa ve Ortaköy camileri gibi dini yapılar, deniz seviyesi yükselmesinden etkilenme ihtimali bulunan alanlardır. Deniz suyu yükselmesi durumunda, şehrin üst yapılarında, yeraltı suyu seviyesinde ve suyun karakteristiğinde de (tuzlanma gibi) etkilenmeler olacağı tahmin edilmektedir.

Kentsel yerleşimin neredeyse kesintisiz olduğu İstanbul'un güney kıyılarının deniz seviyesindeki değişimden daha fazla etkilenmesi beklenmektedir. Ancak bu kıyıların doğal morfolojisi, farklı dönemlerde yapılan dolgular nedeniyle değişikliğe uğramıştır. Şehrin kuzey kıyıları ise yer yer koylar barındırır da, yüksek kıyılardır. Bu alanlar, deniz seviyesindeki olası değişimden, güneydeki alanlar kadar etkilenmeyecektir.

Bazı alanlar, ticari olmayan kültürel miras öğeleri içermektedir. Riskli alanların bir kısmı son yıllarda kıyılar doldurularak kazanılmıştır ve rekreasyonel amaçlı kullanılmaktadır.

Tablo 3: Proje kapsamında İstanbul'dan örnek olarak seçilen riskli alanlar.

Alan	Kültürel Miras	Doğal Alan	Kentsel	Ticari	Endüstriyel
Silivri Limanı			X	X	
Büyükçekmece		X	X		
Küçükçekmece		X	X		
Haliç	X	X	X	X	
Beşiktaş	X		X	X	
Terkos Gölü ve Ağaçalı		X			
Pendik			X	X	X
Kadıköy			X	X	
Üsküdar			X	X	
Küçüksu	X		X		
Riva		X	X		

Deniz seviyesi yükselmesinin yaratacağı mali kayıpları anlamak amacıyla İstanbul'daki riskli alanlardan bazıları seçilerek, bu yerlerdeki taşınmazların gayrimenkul satış değerleri kabaca tahmin edilmiştir. Birim metrekare fiyatları ve ortalama fiyatlar üzerinden kamuya açık veriler ile sektörden kişi/kurumlarla yapılan görüşmeler ışığında, metrekare bazında en düşük ve en yüksek fiyat belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak, araştırmanın gerçekleştirildiği 2022 yılında, ekonomik açıdan bir değerlendirme için fiyat oluşumu ve piyasa istikrarı garanti edilemediğinden verilerin güvenilirliğini kontrol etmek mümkün olmamıştır. Piyasa koşullarındaki değişkenliğin yanı sıra gayrimenkulün konumu, inşaat özellikleri ve yapım yılı da fiyatlar üzerinde etkilidir. Detaylı çalışmalarla daha gerçekçi bir malî kaybın belirlenmesi mümkün olabilir.

Tablo 4. Seçilmiş bölgelerde gayrimenkul metrekare fiyatı (€)

	Minimum	Maksimum
Haliç (Eyüp)	500	1400
Haliç (Sütlüce)	50	1200
Büyükçekmece	950	1650
Silivri	500	1850
Göksu	4350	9700
Üsküdar	1200	1400
Kadıköy (Rıhtım)	1400	4900
Kadıköy (Kurbağalıdere)	1450	4700
Pendik	600	9700

İzmir’de ise kıyılar, çeşitli faylarla parçalanmıştır. Burada görece yükselmiş ve/veya alçalmış bloklar, kıyıya dik uzanırlar. Alçak bloklara yerleşen akarsular, aynı zamanda geniş düzlükler de oluştururlar. Öte yandan yüksek bloklar, her ne kadar kıyıya doğru yükseltilerinden kaybetseler de, yine de yüksek kıyılar meydana getirirler.

İzmir’de, Körfez çevresindeki alçak kıyılara müdahale edilmiş ve kıyı şeridi buna göre düzenlenmiştir. Yine de yerleşim alanına bitişik alçak kıyıların bir kısmı, doğal süreçler sonucunda şekillenmektedir. Bu alanlarda, Kuş Cenneti gibi koruma alanlarının yanı sıra Çamaltı Tuzlası gibi tuz üretimi amaçlı farklı kullanımlar da söz konusudur.

Tablo 5: Proje kapsamında İzmir’den örnek olarak seçilen riskli alanlar.

Alan	Kültürel Miras	Doğal Alan	Kentsel	Ticari	Endüstriyel
Selçuk	x	x			
Karşıyaka			x		
Konak	x			x	
Gediz Delta		x			
Aliağa (Nemrut Bay)					x
Çandarlı		x	x		
Dikili		x	x		

Deniz-kıyı etkileşimlerinin önemli bir sonucu olan fırtına kabarması, deniz seviyesi yükselmesinin gelecekteki etkilerine dair de değerli ipuçları içerir. Marmara Denizi ve İzmir Körfezi arasındaki farklar nedeniyle fırtına dalgalanmaları, İzmir’de hem körfezde hem de diğer doğal kıyılarda daha kuvvetli hissedilir. Deniz sularının karaya taşmasını önlemek amacıyla İzmir Körfezi’nde kısmi inşa edilen kıyı yapılarının zaman içerisinde yenilenmesi gerekecektir.

Her iki şehrin deniz seviyesindeki yükselmeden ne şekilde etkileneceğine dair inceleme ve öngörüler saha çalışmalarıyla derinleştirilmiştir. İstanbul ve İzmir illerinde yürütülen saha çalışmalarında, deniz seviyesi değişiminden etkilenecek alanlar (i) doğal kıyılar, (ii) kısmen korunan alanlar ve (iii) yapay kıyılar olarak gruplandırılarak değerlendirilmiştir.

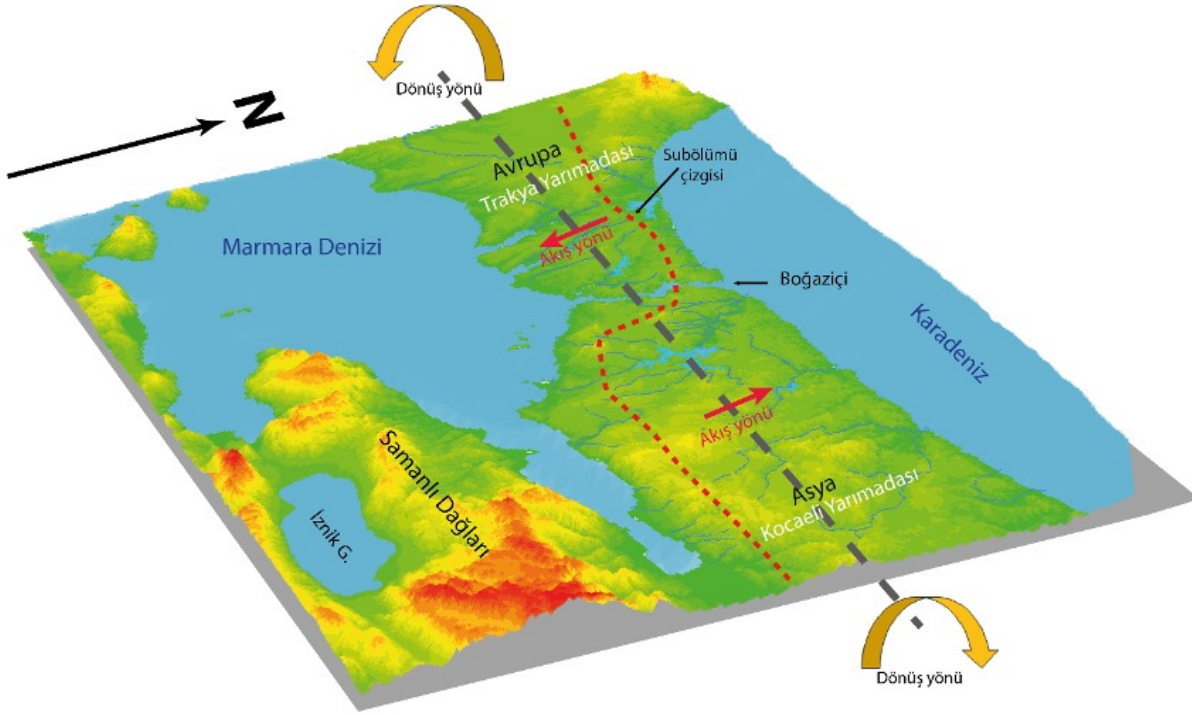
İstanbul ve İzmir’de gerçekleştirilen saha çalışmalarının detayları ve fotoğrafları İstanbul için EK 1’de, İzmir için EK 2’de yer almaktadır.

IV.1. İstanbul

2020 verilerine göre yaklaşık 15,5 milyon insanın yaşadığı İstanbul'da nüfusun büyük bir kısmı, Marmara Denizi'ne komşu ilçelerde ikamet etmektedir. Marmara Denizi kıyısındaki ilçelerde yaşayan nüfus, yaklaşık 6,2 milyondur. Her ne kadar tarihi merkezdeki barınma ve istihdam koşullarının yetersizliği, 1980'li yıllardan itibaren nüfusun bir kısmının iç kısımdaki yeni merkezlere yönelmesine neden olduysa da, deniz seviyesindeki değişimden etkilenecek ilçeler halen nispeten daha büyük bir nüfusa sahiptir.

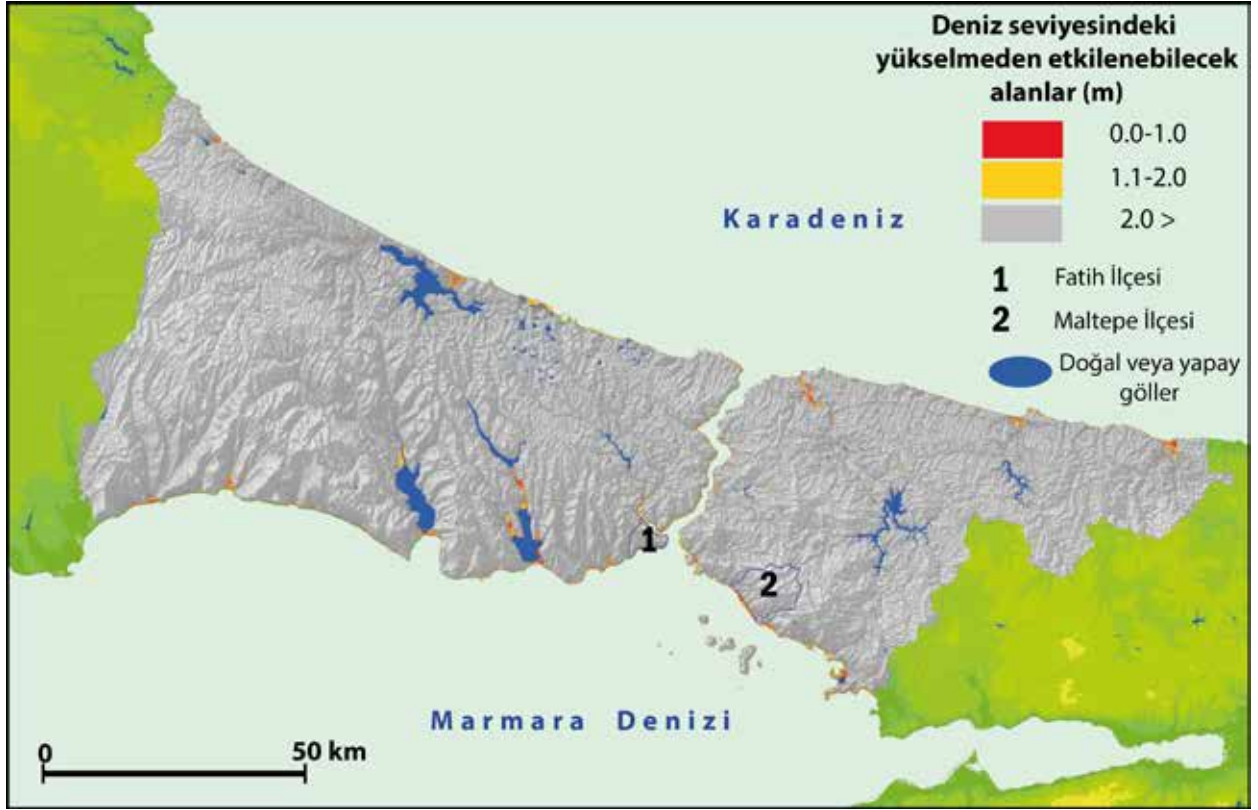
İstanbul'da Asya yakasının güneyinden geçen su bölümü çizgisi, Avrupa yakasında kuzeye yakındır (Şekil 3). Günümüz koşullarında, Marmara Denizi'ne dökülen akarsuların önemli bir bölümü rehabilite edilerek kanallara alınmış veya yerleşimlerin altında kalmıştır. Karadeniz'e akan akarsular ise deniz seviyesindeki değişimden kısmen etkilenecektir. Bu, deniz suyunun iç kısımlara ilerlemesine ve yer altı sularının özelliğinin değişmesine neden olabilir. İstanbul'da deniz seviyesindeki artışın en fazla kıyı boyunca etkileyeceği ve bu etkinin nehirlerin ağzından yukarı çığıra doğru devam edebileceği düşünülmektedir.

Şekil 3. İstanbul ve çevresinin sayısal yükseklik modeli
(Şengör & Kındap, 2019: 251'den yeniden çizilmiştir).



İstanbul'da bulunan riskli alanları belirlemek için yapılan saha çalışması, yükseltisi bir metreden az olan alanların yaklaşık 28,1 km², bir ila iki metre arasında değişen alanların ise 92,8 km²'lik yüzölçümü olduğunu ortaya koyuyor. Riskli olarak tarif edilebilecek bu alanların büyüklüğü, yaklaşık olarak Fatih ve Maltepe ilçelerinin toplam yüzölçümüne denk denebilir. Deniz seviyesinin yükselmesinin hem bu kıyıları hem de akarsuların aşağı mecralarını ne şekilde etkileyeceği, Şekil 4'te görülebilir.

Şekil 4. Deniz seviyesinin yükselmesinden etkilenebilecek muhtemel alanlar



Haliç, Anadolu Hisarı, Göksu Vadisi ve Kurbağalıdere, deniz seviyesindeki değişimin açık olarak gözlemlenebileceği yerlerdir (Şekil 5).

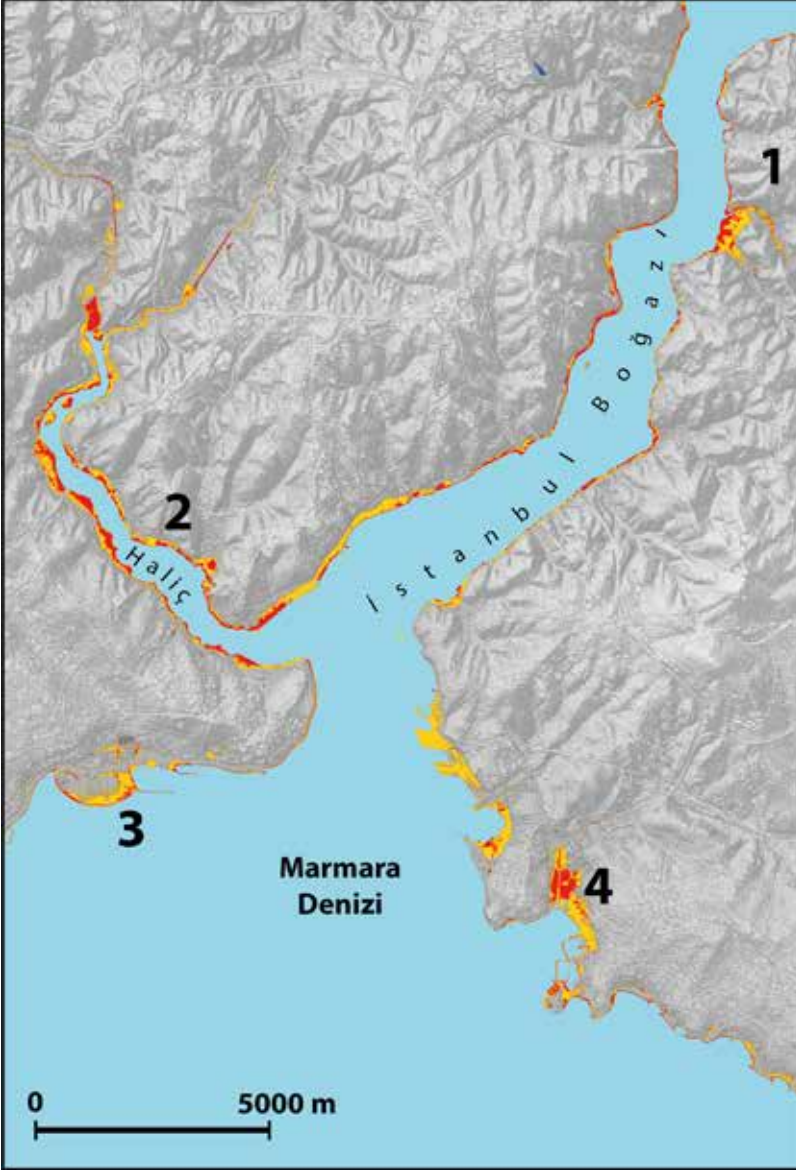
Haliç'e karışan iki akarsu, Alibeyköy deresi ile Kağıthane deresi, Silahtarağa'da birleşir. Birleşim yerinden İstanbul Boğazı'na kadar olan mesafe ise yaklaşık 7,5 km'dir. Alibeyköy deresi üzerine kurulu Alibeyköy Barajı ile akımı kontrol altındadır. Fırtına kabarması ve deniz seviyesi yükselmesine bağlı etkilerin sınırlı olacağı tahmin edilmektedir.

Anadolu Hisarı'ndaki yalı, saray ve tesislerin, İstanbul Boğazı'nın tamamı gibi, deniz seviyesindeki değişimden etkilenebileceği beklenmektedir. Günümüzde belirli dönemlerde yaşanan fırtına kabarması etkisinin, deniz seviyesinin yükselmesiyle bu bölgede kalıcı hale geleceği düşünülmektedir.

Şehirde özellikle Boğaziçi kıyılarında yer alan konak, saray, dini tesis ve yapıların, deniz seviyesinden önemli ölçüde etkileneceği düşünülmektedir. Buralarda fırtına kabarmasının etkisiyle deniz sularının yapılara zarar vermemesi için güçlendirilmiş cam bariyerler gibi çeşitli önlemler alındığı görülmektedir. Ancak bunların uzun vadede yetersiz olacağı öngörülmektedir. Bu yapıları korumak için daha kalıcı önlemler alınması gereklidir.

Öte yandan deniz seviyesinin yükselmesiyle birlikte **Göksu** ve **Küçüksu** gibi akarsularda, akarsu yatağının bir bölümünün de sular altında kalması söz konusu olabilecektir. Aynı etki, Kadıköy'ün güneyinde yer alan Kurbağalıdere Vadisi'nde de beklenmektedir. Hatta Küçüksu çevresine kıyasla Kurbağalıdere'nin topografyası nedeniyle iç kesimlerine daha fazla deniz suyu girmesi, daha yüksek bir olasılıktır. Kurbağalıdere Vadisi'ndeki eski tarım alanları günümüzde yerleşim alanına dönüşmüştür; dolayısıyla yeraltı su seviyesinin yükselmesi, yeni sorunlar yaratabilir.

Şekil 5. İstanbul Boğazı çevresinde deniz seviyesi yükselmesinden etkilenmesi olası alanlar
(1-Küçüksu, 2-Haliç, 3-Yenikapı, 4- Kurbağalidere).

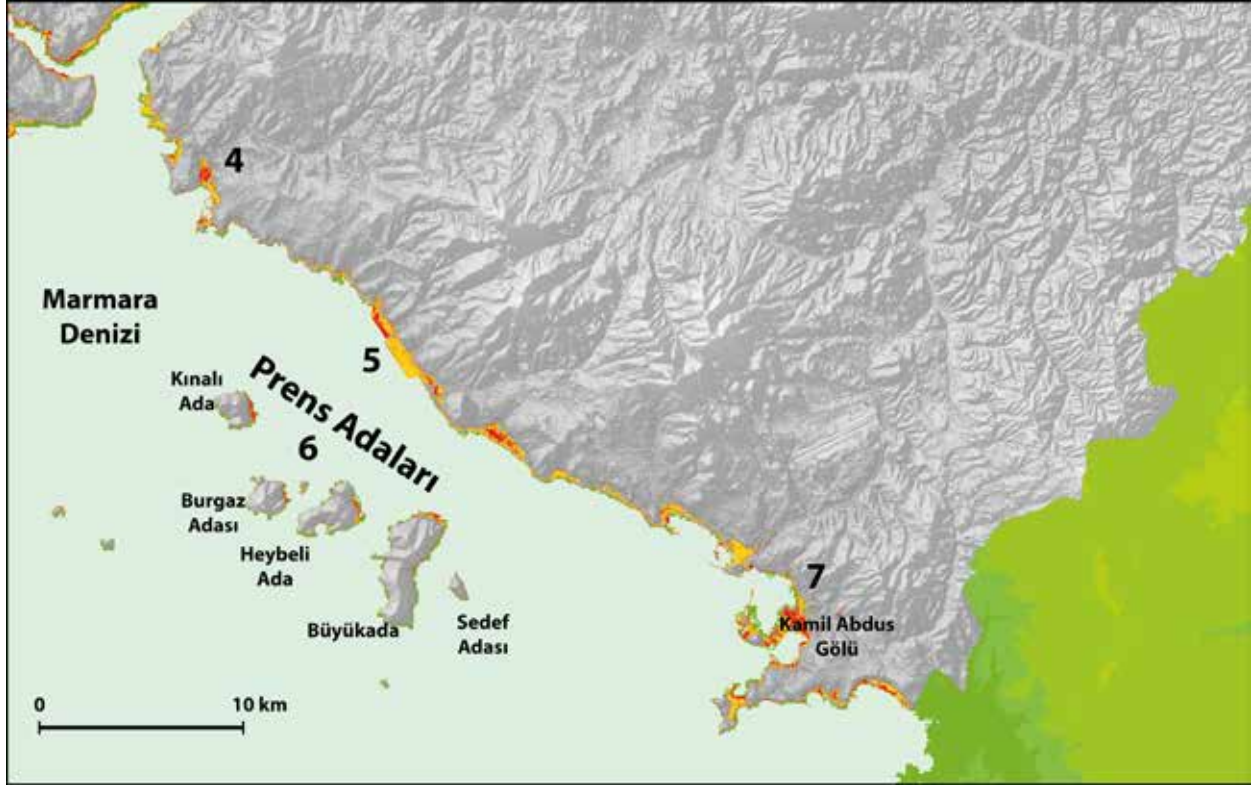


İstanbul'un kuzey kıyısında, meydana gelebilecek deniz seviyesi değişikliklerinden etkilenmesi söz konusu alanlar bulunmaktadır. Yakın bir zamana kadar bu kıyıların gerisinde devam eden kömür çıkarma faaliyetleri ve daha sonra kıyı boyunca bazı alanların doldurulması, doğal kıyının özelliğini yitirmesine neden olmuştur.

Deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle, İstanbul'un su ihtiyacını karşılayan göller arasında bulunan Terkos Gölü'nün de etkilenmesi beklenmektedir. Bir kıyı set gölü olan Terkos'u denizden ayıran kum tepeleri giderek daralmakta ve zaman zaman tuzlu su girişinin meydana geldiği bilinmektedir.

Bu alanların yanı sıra, İstanbul'un güneyinde Marmara Denizi'nde yer alan Prens Adaları da deniz seviyesindeki değişimden kısmen etkilenebilecek alanlar arasındadır (Şekil 6). Bu adalar grubu, üzerinde yerleşim olan Kınalı, Burgaz, Heybeli, Büyükada ve Sedef adası ile bir dizi ıssız ada ve kayalıklardan oluşur. Yapılan hesaplamalara göre, toplam alanı yaklaşık 20 km² olan Adalar'ın %2,7'si bir metreden alçakken, %4,4'ü ise bir ila iki metre yüksekliğindedir. Özellikle yerleşim yerlerinin bulunduğu iskele ve kıyı bölgelerinin, deniz seviyesindeki değişimden etkilenmesi beklenmektedir.

Şekil 6. Prens Adaları çevresindeki deniz seviyesinin yükselmesinden etkilenmesi beklenen alanlar
(4-Kurbağalıdere, 5-Maltepe, 6-Prens Adası, 7-Tuzla)



A) Doğal Kıyılar:

Riva: Karadeniz kıyısında yer alan alçak kıyıların bir örneği, Riva Çayı'nın denize ulaştığı yerdir. Bu alanın belirli bölümlerine müdahale edildiği gözlenmiştir. Akarsuyun doğu kıyısı boyunca yer alan yaklaşık 150 metre genişliğindeki plaj, kumun yabancı maddelerden arındırılması ve düzgün görünüm kazanması için, deniz sezonu öncesinde temizlenmekte ve düzleştirilmektedir.

Riva Nehri'nin ağız 1,5 metre yüksekliğinde bir set ile denize doğru genişletilmiştir. Bunun sonucunda akarsuyun ağızının taşınan ve/veya dalgalarla gelen malzemeye kapanması önlenmiştir. Riva'da deniz yükselmesinin etkili olacağı esas alan akarsu yatağıdır. Deniz seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak tuzlu suyun akarsu boyunca iç kısımlara sokulması kaçınılmazdır. Bu nedenle akarsu çevresindeki bazı alanların su altında kalması söz konusu olacaksa da bu, geniş alanları kapsamayacaktır. Ancak tuzlu suyun iç kesimlere sokulması ve tatlı su ile karışmasının, yeraltı suyu kalitesinin bozulmasına neden olacağı açıktır. Söz konusu alanda tarımsal faaliyetlerin olmaması nedeniyle topraklarda ciddi bir tuzlanma sorunu yaşanmayacaktır.

B) Kısmen Doğallığı Korunmuş Alanlar:

- **Akarsu Vadileri:** İstanbul'da yerleşim yerleri içinde kalan birçok akarsu, ya üzeri örtülerek kapalı bir kanala dönüştürülmüştür ya da akarsu yatağı ıslah edilmiştir. Yapılan düzenlemeler sonucunda, akarsuların belli kısımları kullanılmaktadır.
- **Küçüksu Çayı ve çevresi:** Bu alan, akarsular tarafından getirilen alüvyal malzemelerden oluşmuş bir düzlüktür. Alanın kuzeyinde Göksu, güneyinde ise Küçüksu yer alır ve deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık iki-üç metredir. Deniz suyu, Küçüksu'da yaklaşık 550 metre, Göksu'da ise 1300 metre içeri girmektedir.

Küçüksu Kasrı'nın bahçesini bölerek denize ulaşan Küçüksu'yun kıyısı, kısmen doğal olarak korunmuştur. Küçüksu Kasrı, yüksekliği denizden yaklaşık 60-70 cm olan düzeltilmiş bir alan üzerine kurulmuştur. İki buçuk katlı olarak yapılmış olan Küçüksu Kasrı'nın zemin katının, deniz seviyesindeki değişimden etkileneceği tahmin edilmektedir. Fırtınalı günlerde su baskınına karşı koruma amaçlı yapılan 50 cm'lik duvar, deniz seviyesi yükseldiğinde etkili olmayacak ve ilave önlemlerin alınmasını gerektirecektir.

Deniz seviyesindeki değişimin kıyıda, özellikle Göksu Vadisi'nde etkili olması beklenmektedir. Akarsuyun her iki kıyısı boyunca yükseltinin az olması nedeniyle, özellikle akarsu kıyısındaki konut ve işyerleri, deniz seviyesindeki değişimden etkilenecektir. Teknelerin yaşama yerlerine yapılacak teknik müdahalelerin etkilenmeyi ortadan kaldırılabileceği, buna karşılık konut veya işyeri olarak kullanılan binaların deniz seviyesindeki yükselmeden zarar görebileceği öngörülmektedir.

- **Kurbağalıdere Vadisi (Kadıköy):** Marmara Denizi'ne Kalamış Koyu'ndan kavuşan Kurbağalıdere, günümüze kadar varlığını koruyabilmiş akarsulardan biridir. Akarsuyun yatağında yapılan temizleme ve derinleştirme çalışmaları sonucunda, deniz suyu yaklaşık 1200 metre kadar iç kısma girebilmektedir. Bunun ilk 500 metrelik bölümü, küçük teknelerin yaşayabilmesi için düzenlenmiştir.

Zaman zaman taşkınlara neden olan akarsuyun, kaynağına doğru yaklaşık altı kilometrelik bölümü kanala alınmıştır. Kurbağalıdere, günümüzde büyük ölçüde yapılaşmış alanlardan geçmektedir ve herhangi bir amaçla kullanılmamaktadır. Deniz seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak deniz suyunun bir kilometre kadar içeri girmesi olasıdır. Fakat su kalitesindeki değişimin sorun yaratması beklenmemektedir.

- **Haliç:** Deniz seviyesindeki değişikliklerin etkili olabileceğinin düşünüldüğü yerlerden biri de Haliç'tir. Silaharağa'da birleşen Alibeyköy ve Kağıthane dereleri, Haliç'e karışan iki ana akarsudur. Alibeyköy Deresi'nin akımı, yukarı çıkırında yer alan Alibeyköy Barajı nedeniyle kontrol altındadır. Yakın zamana kadar yağışlı dönemlerde taşkınların yaşandığı Kağıthane Deresi ise yapılan ıslah çalışmaları sonrasında kanal içine alınmıştır.

Fırtına kabarmasının etkilerinin görülmediği veya sınırlı olduğu Haliç'te, deniz seviyesindeki yükselmenin etkilerinin de sınırlı olacağı ve kolaylıkla giderilebileceği düşünülmüştür.

- **Tuzla Tersanesi ve Kamil Abduş (Balık) Gölü:** Tuzla kıyıları, kıyı topografyasının insan müdahaleleriyle değiştirildiği alanlara örnek teşkil etmektedir. Sanayi tesislerinin gelmesiyle, topografyanın doğallığı tamamen ortadan kalkan bu alan günümüzde rekreasyon için kullanılıyor. Gelecekte de bu işlevini sürdürebilmesi için kıyı okunda güçlendirme gerekebilir.

C) Yapay Kıyılar:

- **Boğaziçi Yalıları:** Korunarak bugünlere ulaşan çok katlı binaların alt kısmında, kısmen deniz seviyesinin altında, günümüz garajları gibi kayıkhaneler bulunur. Konut olarak yapılmış olmalarına karşın, günümüzde bazı yalılar otel, lokanta ve eğlence merkezi gibi ticari fonksiyonlara sahiptir.

Deniz seviyesinde yaşanacak yaklaşık bir metrelik yükselmenin, yalılar üzerinde herhangi bir etki yaratması beklenmemekle birlikte, deniz yükseldikten sonra oluşacak fırtına kabarmalarından olumsuz etkileneceği söylenebilir.

- **İskeleler:** Doğal kıyı, gerek iskelelerde, gerekse çevresinde, deniz seviyesinden çok yüksek değildir. Kıyıların yapılaşması, zaman zaman kara kökenli suların denize ulaşmasını engellemektedir. Öte yandan fırtına kabarması sırasında denizin yükseldiği ve dalgaların kıyı çevresinde etkili olduğu da görülmektedir. Söz konusu alanların sorunsuz kullanımı için belli dönemlerde alt ve üst yapı yenilenmektedir.

Çalışmada, örnek teşkil etmesi açısından, **Üsküdar** ve **Kadıköy** iskeleleri incelenmiştir.

i) Üsküdar: Üsküdar meydanı, geçmişte birkaç farklı akarsuyun birleşme alanında yer almaktadır. Günümüzde ise bu akarsuların yüzeysel akışı yoktur. Bu meydana en belirgin sorun, drenaj ile ilgilidir. Yükseltinin ve eğimin az olması, yüzey sularının akışını zorlaştırmaktadır. Bugün metro girişlerinin de yer aldığı meydanın, girişlerin yüksek olması nedeniyle, deniz seviyesindeki olası yükselmeden etkilenmesi beklenmemektedir. Ancak, İodoslu havalarda oluşacak fırtına kabarması ile birleştiğinde, Üsküdar iskelesinde ve meydanında mühendislik tedbirlerinin alınmasını gerektirebilir.

Üsküdar meydanının sahilinde oluşturulan ve denizden yaklaşık 1,7 metre yüksekte olan yeni yürüyüş alanının fırtınalı günlerde su serpintisiyle yüzeyinin ıslandığı, fırtına kabarması olduğunda ise suyun iç kesimlere ulaştığı görülebilmektedir.

Meydanın deniz kıyısında bulunan Şemsi Paşa Camii'nde, fırtınalı günlerde bahçesine giren deniz suyunun tahliyesi için, özel bir drenaj sistemi mevcuttur. Deniz seviyesindeki artışın etkisiyle, özellikle fırtına kabarmaları sırasında bahçenin sular altında kalması muhtemeldir.

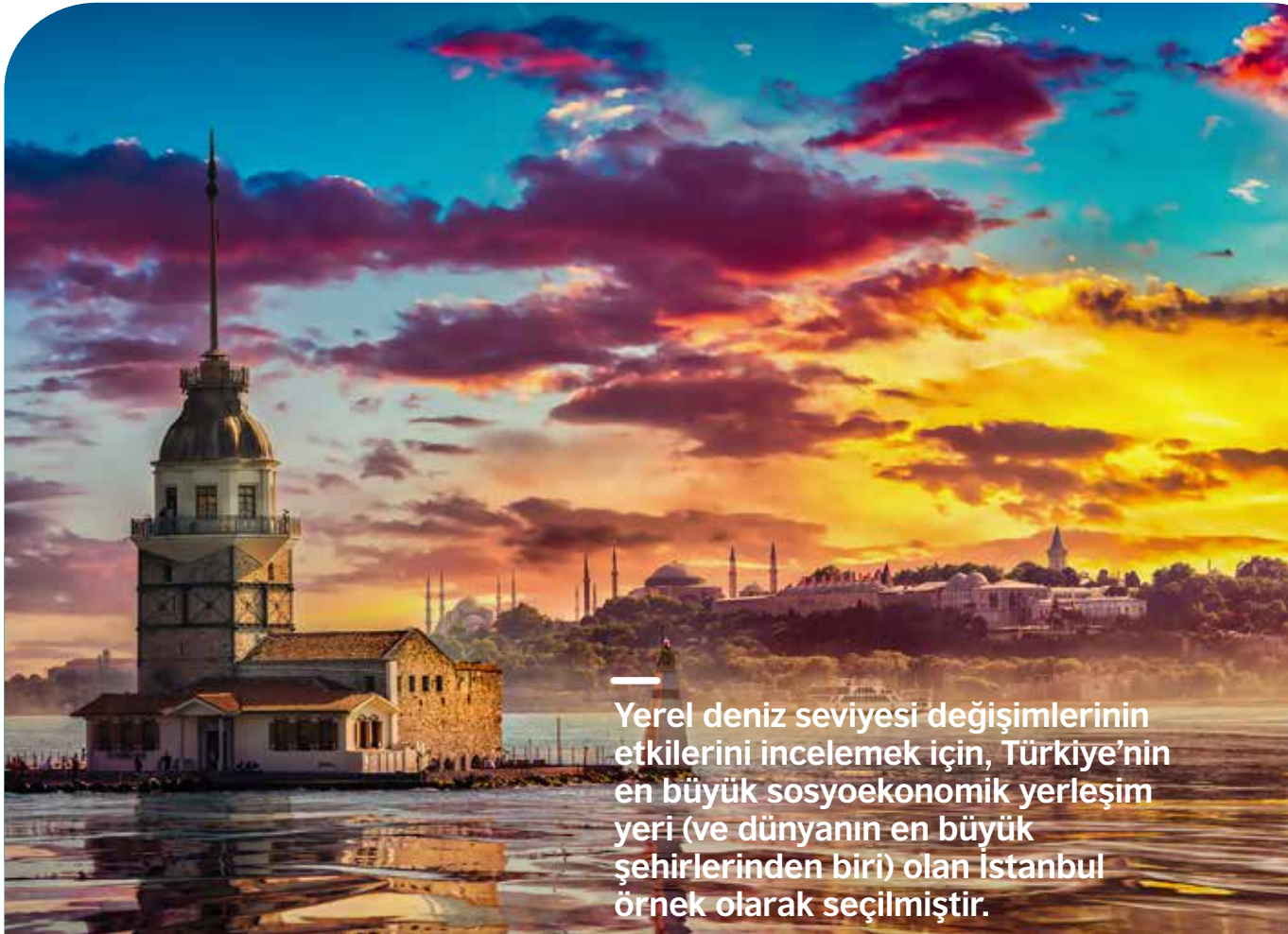
ii) Kadıköy: Marmara Denizi'nin etkilerine doğal olarak açık olan ve bir koyda yer alan Kadıköy İskelesi'ni korumak için farklı zamanlarda mendirekler yapılmıştır ve bu nedenle koyda fırtına dalgalarının etkileri görülmektedir. Fakat güneyden gelen rüzgarların, özellikle de İodosun hakim olduğu dönemlerde, koydaki su seviyesinde yükselme gözlenmektedir.

İskele meydanındaki metro girişi, günümüz koşullarında fırtına dalgasından etkilenmemektedir. Ancak deniz seviyesi yükseldikten sonra ortaya çıkabilecek fırtına kabarmaları için önlem alınması gerekmektedir.

- Doldurulmuş alanlar: İstanbul'da Avrupa ve Asya yakasında sahil yolu yapımında farklı yöntemler uygulanmıştır. Avrupa yakasında daha çok mevcut yapıların yıkılmasıyla yol açılırken, Asya yakasında denizin doldurulmasıyla üretilen alanlar üzerinde bir yeşil alan oluşturulmuştur.

Asya kıtasındaki doldurulmuş alanlar Fenerbahçe-Maltepe ile Kartal-Pendik arası ve Pendik'in doğusunda Tuzla'ya kadar olan kesimdir. Avrupa yakasında ise, başta Yenikapı, Yedikule ve Zeytinburnu olmak üzere daha parçalı bir görünüme sahiptir.

Deniz seviyesindeki değişimin yeni dolgu alanlarında etkili olması beklenmemektedir. Buna karşın, deniz seviyesindeki yükselmeye eşlik eden fırtına kabarmalarının, deniz suyunun iç kısımlara girmesine neden olabileceği ve bu nedenle kıyıdağı rekreasyon ve marina gibi alanların korunması için tedbirlerin alınması gerekebileceği söylenebilir.



Yerel deniz seviyesi değişimlerinin etkilerini incelemek için, Türkiye'nin en büyük sosyoekonomik yerleşim yeri (ve dünyanın en büyük şehirlerinden biri) olan İstanbul örnek olarak seçilmiştir.

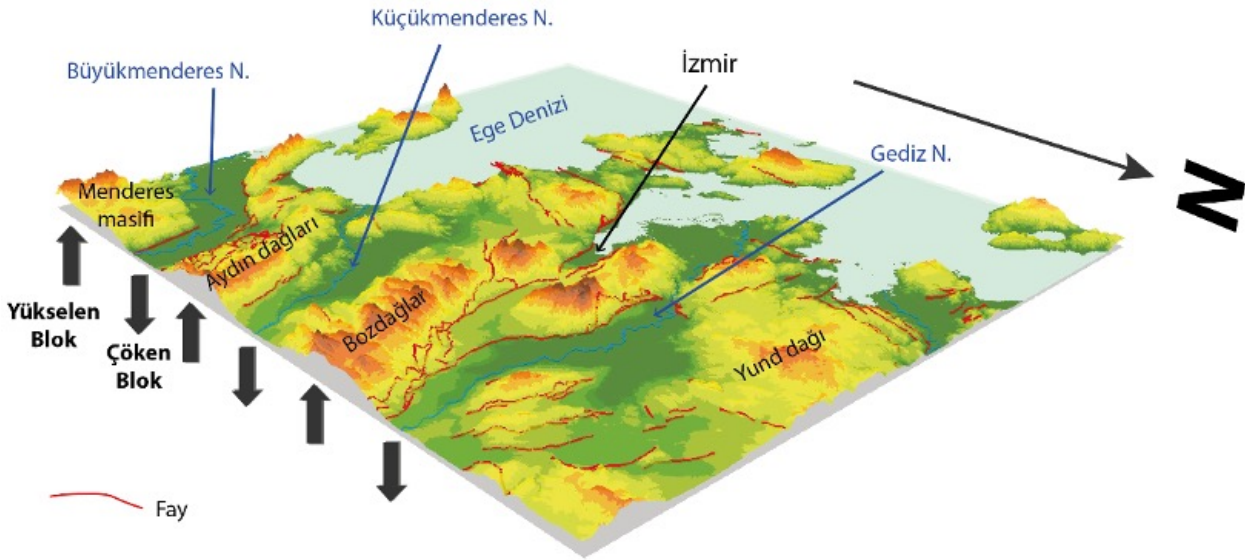
IV.1. İzmir

Raporun ikinci çalışma alanı olan İzmir'de yeterli çözünürlükte dijital yükseklik verisi bulunmaması nedeniyle, yorumlamalar modelleme çıktılarından daha çok saha gözlemlerine dayanmaktadır.

İzmir, deniz seviyesi yükselmesinden etkilenecek yerleşim yerlerine ek olarak, önemli doğal alanları ve tarım alanlarını da topografyasında bulundurduğundan, bu proje için tercih edilmiştir. Deniz seviyesindeki yükselme, İzmir Körfezi'ndeki yerleşim alanlarında sorun yaratacağı gibi, tarım alanları ve diğer doğal alanlarda da çeşitli önlemlerin alınmasını gerektirecektir. Bu bölgelerde deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı boyunca bazı alanların sular altında kalmasına neden olacaktır. Ayrıca, tuzlu suların yeraltı sularına karışması da tarımsal üretim açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir.

İzmir'in topografyası, denize dik uzanan dağlar ve bu dağların arasında yer alan akarsulardan oluşmaktadır (Şekil 7). Söz konusu dağların faylarla parçalanması, bloklardan oluşmuş bir yapının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Önemli alüvyon alanlarını da oluşturan çöküntü alanları, deniz seviyesindeki değişimden öncelikli olarak etkilenecek alanlar arasındadır.

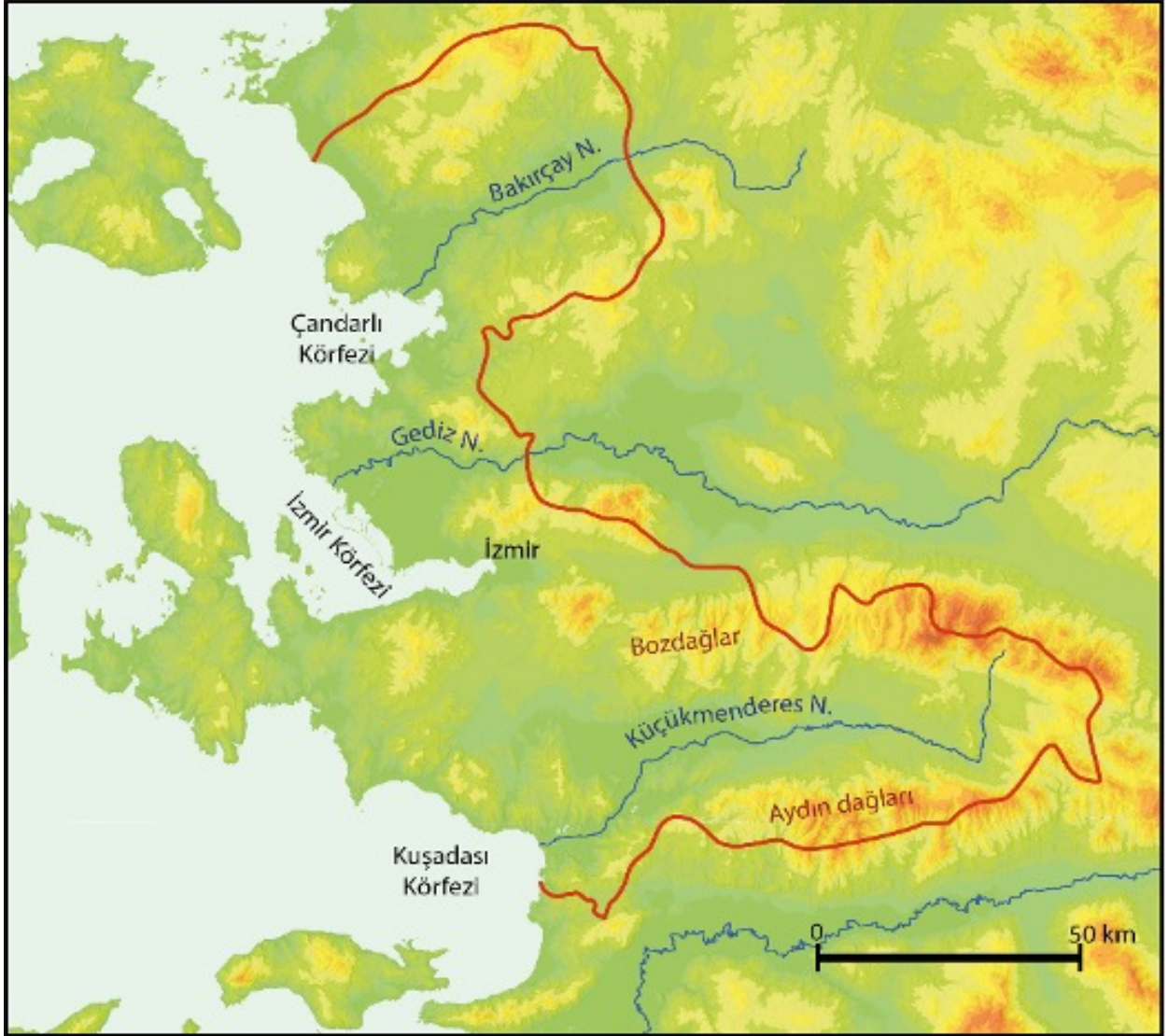
Şekil 7. İzmir ve çevresinin yükseklik modeli.



İzmir ilindeki Çandarlı Körfezi ve Gediz Deltası gibi doğal kıyılar kısmen tarımsal üretim için kullanılmaktadır (Şekil 8). Ayrıca, Gediz Deltası'nda tuz üretimi yapılmakta ve farklı büyüklükteki kuşların üreme alanları bulunmaktadır.

Her ne kadar İzmir, deniz seviyesinin yükselmesinden etkilenecekse de, bu etkilerin bir kısmı doğal süreçlerle, bir kısmı ise insan müdahaleleri ile azaltılabilir durumdadır.

Şekil 8. İzmir ili



İzmir'de yapılan üç günlük saha çalışması sırasında, olası riskli alanlar yerinde incelenmiştir (Şekil 9 ve Şekil 10).

Şekil 9. İzmir ilindeki saha gözlem yerleri
(1-Çandarlı Körfezi (Bakırçay deltası ve Aliğa çevresi), 2-Alaçatı, 3-Sığacık, 4-Kuşadası Körfezi, 5-İzmir Körfezi).

Şekil 10. İzmir Körfezi çevresindeki saha gözlem yerleri (a- Çamaltı Tuzlası, b-Kuş Cenneti, c-Çiğli AAT, d-Mavişehir, e-Karşıyaka, f-Çakal Dalyanı ve İzmir Kent Ormanı, g- Güzelbahçe).



İzmir'de deniz seviyesindeki değişim en çok İzmir Körfezi'ni etkileyecektir. Dar bir alan olan İzmir Körfezi'nde, belirgin bir su kütlesi hareketi gözlenmektedir ve fırtına kabarması, tüm körfezi etkileyecek şekilde meydana gelmektedir. Günümüzde fırtına kabarmaları, kuzeyde Karşıyaka'da güneyde ise Alsancak'ta etkilidir ve deniz seviyesinde yer yer 60-70 cm'lik değişiklikler meydana getirebilmektedir. Fırtına kabarmasının etkisiyle deniz suyu, şimdiden karaya doğru yaklaşık 100 metre ilerleyebilmektedir.

İzmir Körfezi'nin güney kıyısında yer alan Konak ve çevresi, Körfez'deki fırtına kabarmalarından en çok etkilenen yerler arasındadır. Açık kamusal alanlar için yapılan koruyucu düzenlemelere rağmen, fırtınalı günlerde deniz suyunun karanın iç kesimlerine girmesini engelleyecek yapı/yapılar Kordon boyunca mevcut değildir. Benzer şekilde, fırtına dalgalarının olduğu günlerde, deniz suyunun Konak Meydanı kıyılarını sular altında bırakması ihtimal dahilindedir.

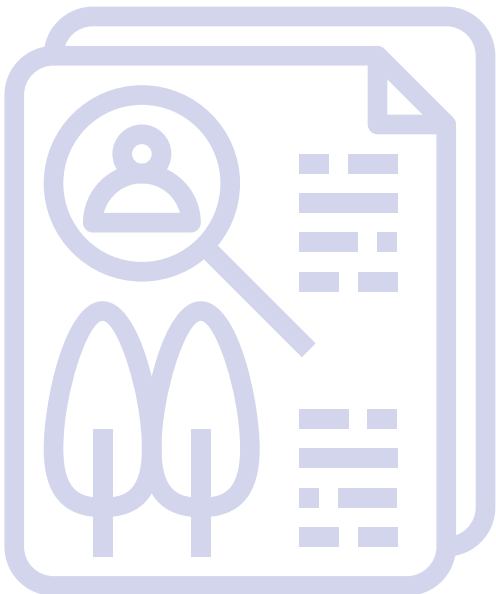
Saha çalışmalarında, fırtına kabarmasının özellikle İzmir Körfezi'nin kuzeyindeki Yunuslar Tren İstasyonu çevresi ile güneyindeki Kordon boyunca etkili olduğu ve deniz sularının şimdiden binalara ulaşabildiği gözlenmiştir. Özellikle Kordon'daki rıhtımın, dalgaları kıracak ve yansıtacak şekle dönüştürülmesi önem arz etmektedir.

Karşıyaka ile ilgili bir çalışmada ise, kıyı şeridinde hem morfolojik hem de mekansal işlevler açısından stratejik alanların bulunduğu işaret edilmektedir (Ercanlı ve Savaşır, 2022: 282). Karşıyaka'dan Mavişehir'in batısına kadar devam eden sahil şeridinde yer yer 0,5 metreye kadar yükselen set bulunmaktadır. Mevcut düzenlemelere ek olarak, deniz seviyesinin değişmesinden sonra bir takım yeni önlemlerin alınması gerekmektedir.

Atık su bertarafı, deniz seviyesi yükselmesi çalışmalarına dahil edilmesi gereken önemli bir planlama konusudur. İzmir'in atıksularının arıtım süreci, Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi'nde (AAT) yapılmaktadır ve bu atıksular, İzmir Körfezi'ni çevreleyen bir altyapı sistemi ile belirli merkezlerde toplanarak Çiğli'ye iletilmektedir. Bu toplama merkezlerinden bazılarında deniz suyu karışması, dikkat çekilen - önemli bir sorundur.

Nitekim Çiğli'de arıtma sonrası oluşan atıksuda belirli oranlarda tuz kalması, bu suyun tarımsal sulamada kullanılmasının önündeki en önemli engeldir. Arıtma işlemi sonucunda ortaya çıkan su, bu nedenle Menemen Ovası'nın sulamasında kullanılamamaktadır. Bunun yerine İzmir Körfezi'ne deşarj edilmektedir. Önlem alınmadığı takdirde, özellikle deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle, daha fazla deniz suyunun atıksu sistemine karışması kaçınılmaz görünmektedir.

Çiğli AAT personeli ile yapılan görüşmeler sonucunda, İzmir Körfezi'nin tamamının atıksularının bir tesiste toplanarak arıtılması yerine, birden fazla düşük kapasiteli tesiste arıtılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu, terfi istasyonlarından gelen atıksu miktarını da azaltacaktır. Ayrıca Çiğli AAT'nin de yeni teknolojilerle yenilenmesinin planlandığı belirtilmiştir.



A) Doğal Kıyılar:

Müdahale edilmiş alanlar

- **Karşıyaka Deltası (İzmir Körfezi'nin kuzeyinde, Turan Tren İstasyonu'nun güneyi)**

Bu alanda mevcut akarsular yaz mevsiminde kururken, özellikle kış mevsiminde akışa sahiptir. Yağışların sağanak karakteri, belirli dönemlerde akarsu yataklarının dolmasına neden olur. Güneyden esen rüzgarların etkisiyle yaşanan fırtına kabarmasında, deltayı oluşturan akarsuların getirdiği suların denize ulaşamadığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak su seviyesinde yükselme ve su baskınları meydana gelir. Kıyıya paralel uzanan karayolu ile demiryolunun yanı sıra sahildeki yapılaşma, boşaltımı engelleyen unsurlar arasındadır.

- **Doğanbey Körfezi'nin kuzey kıyıları: Cumhuriyet ve Gümüldür**

Doğanbey Koyu sahilinin gerisinde, yer yer yükseltisi 500 metreyi geçen alanlar mevcuttur. Kaynaklarını yüksek topografyaya sahip bölgelerden alan akarsular, kıyı gerisindeki insan faaliyetleriyle yeniden şekillenen alanları geçerek denize ulaşmaktadır. Taşkın yaşanmaması için dere yatakları zaman zaman derinleştirilmiş ve kanallara alınmıştır. Deniz suyu, oluşturulan kanal boyunca iç kısımlara doğru sokulmaktadır. Fırtına kabarmasının olduğu dönemlerde, derelerin sularını tahliye edemediği görülmektedir ve dışarı atılmayan sular, iç kesimdeki yapılara zarar vermektedir. Deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bu tehdidin gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir.

Rekreasyon ve turizm alanları

Bölgede deniz seviyesinin yükselmesinden farklı düzeyde etkilenebilecek turizm alanları bulunmaktadır. Bu etkinin, plaj alanlarının daralması ve kıyıdaki iskele gibi yapıların özelliklerini kaybetmesi nedeniyle oluşacağı tahmin edilmektedir. Konuyla ilgili bir takım alan örnekleri aşağıda yer almaktadır.

i) Güzelbahçe kıyılarındaki plajlar: Gününbirlik rekreasyon alanı olarak kullanılan, tam yapılaşmamış kıyılar, deniz seviyesindeki değişimden etkilenmesi beklenen yerler arasında yer almaktadır. Ancak sürecin doğal yapı üzerindeki olumsuz etkisinin sınırlı olacağı tahmin edilmektedir. Bu alandaki balıkçı barınakları ve dalgakıran gibi tesislerin, zamanla güçlendirilmesi gerekmektedir.

ii) Alaçatı Yumru Koyu: Alaçatı'nın güneyinde yer alan Yumru Koyu, son yıllara kadar doğallığını korumuştur. Koy'un nispeten sığ olması ve rüzgara belli bir yönde hakim olması, bu alanı sörfçüler için çekici hale getirmiştir. Zaman içinde önemli bir turizm merkezine dönüşen Yumru Koyu'nun batı kıyıları kısmen doğal bir plaj bulunurken, plajın kuzeyinde marina ve villa tipi konutlar yer almaktadır. Karşıyaka Azmağı'ndan gelen suların körfez kıyısındaki evleri etkilememesi ve su yolunun sığlaşmaması için akarsuya paralel bir set yapılmıştır.

Deniz seviyesindeki yükselişin, sörf yapılan alanda derinlik artışına ve kıyı şeridinde değişikliğe yol açması beklenmektedir. Deniz seviyesindeki değişimin sonuçlarını ortadan kaldırmak mümkün görünmemektedir. Bu durum, özellikle spor turizmi açısından, Koy'un çekiciliğini kaybetmesine neden olabilir.

iii) Sığacık Koyu: Birden fazla derenin denize ulaştığı Sığacık Koyu'nda deniz seviyesinin yükselmesi, turizm potansiyelini büyük ölçüde etkileyecektir. Yüksekliği deniz seviyesinden yaklaşık bir metre kadar olan Kale çevresindeki tekne bağlama yerleri ve marina, olası su seviyesi artışından başlıca etkilenecek yerler arasındadır.

iv) Akarca Plajı ve çevresi: Doğal plaj olan Akarca Plajı, arkasında ikincil konutların bulunduğu bir turizm alanıdır. Kıyıda yaklaşık 500 metre açıkta bulunan bir ada, kısmen batık bir tombolo ile kıyıya bağlıdır. Deniz seviyesinin yükselmesi, tombolonun tamamen sular altında kalmasına neden olabilir.

Sahil boyunca yer alan bahçeli konutların doğrudan deniz suyu ile dolması beklenmemektedir. Ancak deniz suyu, büyük olasılıkla, kıyıya paralel uzanan evlerin bahçelerine ulaşacaktır. Özellikle fırtına kabarmasının gerçekleştiği günlerde, bu etki daha belirgin olacaktır. Denize olan kısa mesafe nedeniyle yeraltı su seviyesinin değişmesi ve yeraltı sularının tuzlanması da diğer önemli sorunlardır.

Bu alanın çevresinde de küçük, doğal koylar bulunmaktadır ve alanın yapılaşmamış olması önemli bir avantajdır.

v) Özdere: Doğal ve dar bir kumsala sahip olan sahilin hemen arkasında, genellikle turizm amaçlı kullanılan konutlar bulunmaktadır. Deniz seviyesindeki olası artışın, binaları sular altında bırakması beklenmemektedir. Ancak denize yakınlıkları nedeniyle evlerin temelleri deniz suyundan etkilenebilecektir ve yer altı su seviyesindeki değişimden dolayı tuzlanma gibi sorunlar yaşanabilir.

Doğal alanların korunması

Gediz Deltası, doğal ve beşeri unsurların mücadelesinin ön plana çıktığı bir alandır. Özellikle doğal alanlardan faydalanmak için yapılan müdahaleler önem taşımaktadır. Kıyıda ve hemen arkasında gerçekleştirilen inşaat, sanayi, atıksu arıtma tesisleri, tuz üretimi ve yol yapımı gibi insan faaliyetlerinin etkileri üst düzeydedir. Deniz yükselmelerinden etkilenebilecek doğal kıyılara örnek olarak Kuş Cenneti, doğal alan üzerine kurulu Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi ve Çamaltı Tuzlası saha çalışmaları ile yerinde incelenmiştir.

i) Kuş Cenneti: Gediz Nehri'nden gelen suların taşıdığı alüvyal malzemenin birikmesiyle oluşan bu alanın yükseltisi yer yer bir-iki metrenin altındadır. Deniz seviyesi her ne kadar yükselse de, akarsuyun alüvyal malzeme taşımaya devam etmesi, bölgenin olumsuz etkilenmesini engelleyebilecektir. Burada önemli bir sorun, Gediz Nehri'nin akım rejimine müdahale edilmesidir; bu müdahaleler, gelen alüvyal malzemeyi azaltmaktadır. Deltanın gelecekte kendini yenileyememesine neden olacak olan bu durum, deniz seviyesinin yükselmesi, karanın deniz tarafından işgali ve hidrolojik yapının değişmesi anlamına gelecektir.

ii) Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi: Türkiye'nin en büyük atıksu arıtma tesislerinden olan Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi, İzmir Körfezi'ni çevreleyen yerleşim alanının atık sularının toplanarak arıtılması için doğal alan üzerine kurulmuştur. Deniz seviyesindeki yükselme nedeniyle suyun iç kısımlara sokulması ve yeraltısuyunun tuzlanmasına neden olması beklenmektedir.

iii) Çamaltı Tuzlası: Deniz seviyesi yükselmesi durumunda, deniz suyundan tuz üreten tesisler için havuzları ayıran setlerin (duvarların) yükseltilmesi gerekir. Çamaltı'nda tuz üretimi, birbirinden alçak duvarlarla ayrılmış havuzlarda yapılmaktadır. Belirli bir su derinliğini sağlamak için yapılan zorunlu uygulamalar ile deniz seviyesindeki değişime uyum sağlanabileceğini göstermektedir.

Doğal kıyıların gerisindeki alanlarda yaşanabilecek değişimler

i) Küçük Menderes Deltası: Günümüzde büyük kısmı kanala alınmış olan Küçük Menderes Nehri'nin en önemli özelliklerinden biri, bol alüvyal malzeme getirmesidir. Akarsuyun içinde yer aldığı tektonik çöküntü alanının alüvyonla dolması nedeniyle kıyı çizgisi, tarihi dönemler içinde ilerlemiştir. 4. yüzyılda Efes Limanı, Küçük Menderes ve Manas Çayı'nın getirdiği alüvyonlarla dolmuş ve çeşitli müdahalelere rağmen bu süreç durdurulamamıştır. Bugün Efes Antik Kenti, kıyıdan yaklaşık altı kilometre içeridedir ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması, bu ovada tarımsal faaliyetleri kısıtlayan önemli bir özelliktir. Deniz seviyesindeki olası bir yükselme, yeraltı suyu seviyesinde ve su kalitesindeki olumsuz değişikliklere sebep olabilir.

Küçük Menderes Nehri'nin getirdiği alüvyon nedeniyle kıyıdan uzaklaşan Efes Antik Kenti'nin limanının yeniden kullanılabilir hale getirilmesi için geliştirilen yatırımların, deniz seviyesinin yükselmesi durumunda, değişen koşullara uyumlu hale getirilmesi gerekecektir.



B) Yapılandırılmış Kıyılar:

i) Karşıyaka Yunuslar Tren İstasyonu çevresi: Karşıyaka, fırtına dalgasından en çok etkilenen yerler arasındadır. Özellikle güneyden esen rüzgarların yığıldığı deniz suları, yer yer 100 metre kadar iç kısımlara ulaşmaktadır.

Yunuslar Tren Garı ile Girne Caddesi'nin kesiştiği noktada -günümüz koşullarında dahi- deniz suyunun dolgu alanı, demiryolu ve karayolunu aşarak binalara kadar ulaşmaktadır. Deniz kabarmalarının verdiği zararı önlemek için kıyı boyunca yaklaşık bir metre yüksekliğinde içbükey bir duvar yapılmıştır. Gelecekte bu tip yapıların geliştirilmesi gerekmektedir.

ii) Mavişehir: Yüksek taban suyu seviyesi binalarda hasara yol açarken, fırtına kabarması sonucunda kıyıya yakın binaların bahçeleri ve zemin katları, su basması tehlikesiyle karşı karşıyadır.

Mavişehir'in içinden geçen Peynircioğlu Deresi, karasal sel riski taşıdığı gibi, sularını denize boşaltmadığı için çevresine de zarar vermektedir. Bu tür zararların önüne geçebilmek için dere ıslah edilmiş ve çevresi rekreasyon alanına dönüştürülmüştür.

Karadan gelen suların tahliyesi için kıyı boyunca ayrı bir kanal yapılmıştır. Kanalda biriken su, pompa sistemi ile denize deşarj edilmektedir. Tahliyenin yetersiz olduğu veya aşırı miktarda su geldiği durumlarda, kıyı gerisindeki evleri yine su basmaktadır.

iii) Çakalburnu Dalyan ve İnciraltı Kent Ormanı: İnciraltı Kent Ormanı, İzmir Körfezi'nin güney kıyılarında, Çakalburnu Dalyanı'nın doğu ucunda yapılan dolgu üzerinde oluşmuştur. Bu bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği fazla değildir. Ancak yapılan düzenleme ile rekreasyon işlevi gören İnciraltı Kent Ormanı'nın deniz seviyesindeki değişimlere göre düzenlenmesi mümkün görünmektedir.

Dolgu alanının batısındaki eski dalyan, kısmen denizle bağlantısı olan ve çok sayıda kuş türüne ev sahipliği yapan bir göl haline almıştır. Sulak alanın, denizle bağlantısının yetersiz olması nedeniyle su sirkülasyonu sağlanamamakta ve yer yer yosunlanma görülmektedir. Sulak alanı denizden ayıran kıyı okunun yükseltisi fazla değildir ve olası deniz yükselmesinden etkilenme potansiyeli yüksektir. Ancak, zaman içerisinde kıyıda yapılacak düzenlemeler ile olumsuz etkiler ortadan kaldırılabilir.

iv) Aliğa ve Nemrut Körfezi: Aliğa Limanı ve Nemrut Koyu, Çandarlı Körfezi'nin güney kısımlarında yer almaktadır. Körfezdeki gemi söküm sanayine ait tesislerin zamanla deniz seviyesindeki değişime uyum sağlaması beklenmektedir. Aliğa Koyu'nun batısında, Aliğa Rafinerisi'nin sabit ve yüzey iskeleleri yer almaktadır; güneyde ise Aliğa yerleşiminin kıyısı bulunur. Bu bölgelerde kıyı nispeten yükseltilmiştir ve kıyı boyunca yürüyüş alanları oluşturulmuştur. Deniz kabarmalarında, suyun yürüyüş yolunu kaplaması mümkündür. Körfezin kuzeyinde yer alan Güzelhisar Deltası'nda eski bataklıklar ve sığ göllerin yanı sıra çeşitli kuruluşların dinlenme tesisleri bulunmaktadır. Kıyı şeridinde yapılacak beşeri müdahaleler ile fırtına kabarmasının etkisi azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Sanayi tesislerinin bulunduğu alanda yüzeysel etkilenmeden çok yeraltı suyu seviyesindeki değişim ve statik hesapların değişmesi gibi sorunların yaşanabileceği düşünülmektedir.

C) Deniz Seviyesindeki Değişikliklere Maruz Kalabilecek Ancak Etkilenmesi Beklenmeyen Alanlar:

i) Yenişakran: Çandarlı Körfezi'nin güneyinde, doğal kıyı özelliğinin bozulmadığı alanlardan biri olan Yenişakran kıyısında, dar bir kıyı bandı ve gerisinde de konutlar bulunmaktadır. Kıyı gerisinde yükseltinin kısa mesafede artması, olası deniz seviyesi değişikliklerinin etkisini azaltacaktır. Ancak kıyı gerisindeki konutların deniz seviyesi değişiminden etkilenmesi beklenebilir. Yüksek maliyet içermeyen önlemlerle, değişimin etkisinin ortadan kaldırılacağı düşünülmektedir.

ii) Çandarlı Koyu: Bakırçay'ın deşarj olduğu koyun kuzey kesiminde göller ve tuz bataklıklar şekillenmektedir. Göllerin derinliğinin az olması nedeniyle oluşan kum adacıkları, kuşlar ve diğer canlılar için ayrı yaşam alanları sunmaktadır. Doğal gelişim süreci, su rejimine yapılacak müdahaleler ve yapılaşma nedeniyle kesintiye uğrayabilecektir.

Çandarlı Körfezi, çeşitli faylarla şekillenmeye devam eden bir oluşuma sahiptir. İklim değişimine bağlı olarak deniz seviyesinde meydana gelebilecek yükselmenin, tektonik süreçler sonucunda meydana gelecek alçalmayı karşılaması beklenmemektedir.

V. Atıksu Sistemleri ve Deniz Seviyesi Değişimi

Yapılan araştırmalar sonucunda, deniz seviyesindeki değişimden kentsel alanlardaki üst yapıların yanı sıra altyapıların da etkileneceği belirlenmiştir. Bu nedenle, her iki ildeki arıtma tesislerinin dağılımı ve meydana gelebilecek sorunlar bir başka çalışma ile EK 3'te detaylıca ortaya konmuştur. Deniz seviyesindeki değişikliklerin atıksu şebekesinde fiziksel hasara yol açabileceği, ayrıca verim kaybından işletme maliyetlerinin artmasına kadar farklı etkileri olabileceği belirtilmiştir.

İlk incelemelere göre, İstanbul'da bulunan 16 atık su arıtma tesislerinden 12 tanesinin; İzmir'de bulunan 20 atıksu arıtma tesisinin 4'ü riskli olarak belirlenmiştir. İzmir için önem atfedilmesi gereken, günlük yaklaşık 605.000 m³ kapasite ile, Türkiye'nin en büyük arıtma tesisi olan Çiğli'dir.



VI. EK 1 - İstanbul'daki Çalışma Alanları ve Fotoğraflar

A) Doğal Kıyılar

Riva

Karadeniz kıyısında alçak kıyılara örnek olan yerlerden biri de Riva Çayı'nın denize ulaştığı yerdir ve alanın belirli bölümlerine müdahale edildiği gözlenmiştir.



Akarsuyun doğu kıyısı boyunca yaklaşık 150 m genişliğinde bir plaj yer almaktadır. Riva plajı, kumun yabancı maddelerden arındırılması ve düzgün görünüm kazanması için, deniz sezonu öncesinde temizlenmekte ve düzleştirilmektedir.



Riva Nehri'nin ağızı 1.5 m yüksekliğinde bir set ile denize doğru genişletilmiştir. Bunun sonucunda akarsuyun ağzının taşınan ve/veya dalgalarla gelen malzemeyle kapanması önlenmiştir. Fotoğraftaki ölçeğin yüksekliği yaklaşık 1 metredir.



Riva'da deniz yükselmesinin etkili olacağı bir diğer alan, akarsu yatağıdır. Deniz seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak tuzlu suyun akarsu boyunca iç kısımlara sokulması kaçınılmazdır. Akarsu çevresinde bazı alanların su altında kalması söz konusu olacaktır. Ancak bu geniş alanları kapsamayacaktır. Buna karşılık, tuzlu suyun iç kesimlere sokulması ve tatlı su ile karışmasının yeraltı suyu kalitesinin bozulmasına neden olacağı açıktır. Söz konusu alanda tarımsal faaliyetlerin olmaması nedeniyle topraklarda ciddi bir tuzlanma sorunu yaşanmayacaktır.



B) Kısmen Doğal Alanlar

Akarsu Vadileri

İstanbul'da yerleşim yerleri içinde kalan birçok akarsu, ya üzeri örtülerek kapalı bir kanala dönüştürülmüş, ya da akarsu yatağı ıslah edilmiştir. Yapılan düzenlemeler ile akarsuların belli bir kısmının kullanımı mümkün olmaktadır.

Küçüksu Çayırı ve Çevresi



Küçüksu Çayırı ve çevresi, akarsular tarafından getirilen alüvyal malzemelerden oluşmuş bir düzlüktür. Padişahların dinlenmeleri için yapılan binalar olarak tanımlanan kasırlardan biri, ilk kez 18. yüzyılda I. Mahmut için ahşap olarak burada inşa edilmiştir. Çeşitli tamir ve tadilat geçiren bina 19. yüzyılda yıkılmış ve kâğıt olarak yeniden yapılmıştır. Küçüksu Kasrı'nın bulunduğu alanın deniz seviyesinden yüksekliği 2-3 m dolayındadır. Günümüzde Küçüksu Çayırı olarak bilinen alan da bahçe olarak düzenlenmiştir. Alanın kuzeyinde Göksu, güneyinde Küçüksu yer almaktadır. Akarsuyun ağız kısmında temizleme ve derinleştirme çalışmaları yapılmıştır. Küçüksu'da yaklaşık 550 m, Göksu'da ise 1300 m deniz suyu içeri girmektedir. Küçüksu Kasrı'nın bahçesini bölerek denize ulaşan Küçüksu'yun kıyısı, kısmen doğal olarak korunmuştur. Her iki akarsuyun vadilerinde düzenlenen yerlerin dışında kalan kesimi genellikle iskân sahası içindedir.





Yapılan saha çalışmasında Anadolu Hisarı'nın hemen güneyinde kıyının 60 cm yükseklikte olduğu, akarsuyun düzenlendiği kesimde her iki kıyıda da küçük teknelerin yanaşmasına imkân sağlayacak donanımın hazırlandığı belirlenmiştir. Küçüksu kasrının bahçesinden geçerek denize ulaşan Küçüksu kıyısında düzenlenen kısım, böyle bir müdahaleye imkân vermemektedir. Her iki akarsuyun vadilerinde düzenlenen yerlerin dışında kalan kesimi genellikle yerleşim alanı içindedir.

Deniz seviyesindeki değişimin kıyıda ve özellikle Göksu vadisinde etkili olması beklenmektedir. Olası etkilerden bir kısmı, yapılacak mühendislik hizmetleri ile ortadan kaldırılabilir. Bazı alanlardaki etkinin ise daha fazla olması mümkündür. Deniz seviyesindeki değişimden etkilenecekler ve etkilenmesi sınırlı olacak yerler birbirine çok yakındır. Göksu'nun İstanbul Boğazı'na karıştığı yere yakın olan köprünün yüksekliği olası bir deniz seviyesi değişiminden etkilenmeyecek düzeydedir. Buna karşılık akarsuyun her iki kıyısı boyunca yükseltinin az olması nedeniyle, özellikle akarsu kıyısındaki konut ve işyerleri deniz seviyesindeki değişimden etkilenecektir. Teknelerin yanaşma yerlerine yapılacak teknik müdahalelerin etkilenmeyi ortadan kaldırılabileceği, buna karşılık konut veya işyeri olarak kullanılan binaların deniz seviyesindeki yükselmeden zarar görebileceği düşünülmektedir.





Benzer şekilde deniz ile arasında dar bir bahçenin yer aldığı Küçüksu Kasrı da etkilenmesi mümkün yerler arasındadır. Küçüksu Kasrı, yüksekliği denizden yaklaşık 60-70 cm olan düzeltilmiş alan üzerine kurulmuştur. Günümüzde fırtına kabarmalarında su baskınına uğramaması için, kıyı boyunca yaklaşık 50 cm yüksekliğinde bir duvar vardır. Deniz seviyesi yükselmesinde, deniz suyunun iç kesimlere girmemesi için alınan bu tedbirlerin daha da güçlendirilmesi gerekecektir. İki buçuk katlı olarak yapılmış olan Küçüksu Kasrı'nın zemin katının, deniz seviyesindeki değişimden etkileneceği tahmin edilmektedir.



Kurbağalıdere Vadisi (Kadıköy)

Marmara Denizi'ne Kalamış Koyu'ndan kavuşan, günümüze kadar varlığını koruyabilmiş akarsularda biri Kurbağalıdere'dir. Akarsuyun yatağında yapılan temizleme ve derinleştirme çalışmaları sonucunda, deniz suyu yaklaşık 1200 metre kadar iç kısma girebilmektedir. Bunun ilk 500 metrelik bölümü küçük teknelerin yanaşabilmesi için düzenlenmiştir.



Zaman zaman taşkınlara neden olan akarsuyun kaynağına doğru yaklaşık 6 kilometresi kanala alınmıştır. Kurbağalıdere günümüzde büyük ölçüde yapılaşmış alanlardan geçmektedir ve herhangi bir amaçla kullanılmamaktadır. Deniz seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak deniz suyunun 1 km kadar içeri girmesi olasıdır. Su kalitesindeki değişimin sorun yaratması beklenmemektedir.



Haliç

Deniz seviyesindeki değişikliklerin etkili olabileceği düşünülecek yerlerden biri Haliç'tir. Kocaeli Yarımadası'nın kuzeyinde, kısmen yüksek alandan kaynaklarını alan ve Silahtarğa'da birleşen Alibeyköy deresi ile Kağıthane deresi, Haliç'e karışan iki ana akarsuyu meydana getirmektedir. Aşağı mecrada eğimin az olması, büklümler çizmesine neden olmuştur. Kuaterner'de deniz seviyesindeki değişime bağlı olarak akarsuyun yatağı deniz tarafından işgal etmiştir (Yalçınlar, 1977: 26-27). Alibeyköy deresinin yukarı çıkırında Alibeyköy barajı yer almaktadır. Bu nedenle akımı kontrol altındadır. Yakın zamana kadar yağışlı dönemlerde taşkınların yaşandığı Kağıthane deresi ise yapılan ıslah çalışmaları sonrasında kanal içine alınmıştır. İki akarsuyun birleşim yerinden İstanbul Boğazı'na kadar olan mesafe yaklaşık 7,5 km'dir.



Haliç Osmanlı Döneminden itibaren bir sanayi alanı olarak belirlenmiş 1980'li yıllara kadar bu özelliğini korumuştur. Akarsuların getirdiği atıklar ve alüvyonlarla zaman içinde dolan ve yer yer kum adalarının ortaya çıktığı Haliç'teki sanayi tesisleri 1980 sonrasında kaldırılmıştır. Kıyı boyunca sanayi tesislerinin kaldırılmasıyla elde edilen alanlar yeşil alan olarak düzenlenmiş, tarihi değeri olan sanayi tesislerinin binaları ise kültür, turizm ve eğitim amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Düzenlenen kıyı şeridinin yüksekliği 1-1,5 m seviyesindedir.

Fırtına kabarmasının etkilerinin görülmediği veya sınırlı olduğu Haliç'te, deniz seviyesindeki yükselmenin etkileri de sınırlı ve kolaylıkla giderilebileceği düşünülmüştür.



Tuzla Tersanesi ve Kamil Abdüş (Balık) Gölü

Kocaeli yarımadasının güney kıyısına paralel birçok ada bulunmaktadır. Kıyıya yakın konumda olan bu adalardan bazıları anakaraya tombolo ve/veya kıyı oku ile bağlıdır ve siğ bataklıklar ile küçük göller bu topografyayı tamamlamaktadır, özellikle eski sulak alanlarda bu durum daha belirgindir. Tuzla kıyıları, kıyı topoğrafyasının insan müdahalesiyle değiştirildiği alanlara örnek teşkil etmektedir. 1970'li yıllara kadar, Tuzla kıyısında bir göl (Kamil Abdüş Gölü), bir tombolo ile karaya bağlanan bir ada (Sakız Adası) ve Ekrembey Adası vardı. O dönemde, Sakız ve Ekrembey adaları birbirine bağlanarak genişletilmiş, tersane kurulabilmesi için deniz derinleştirilmiştir. Kamil Abdüş Gölü'nü besleyen akarsuyun yönünün değişmesiyle gölün kapladığı alan, su seviyesi ve tuzluluk oranı değişmiş, barındırdığı canlı türleri de azalmıştır. 1980'li yıllardan itibaren sanayi tesislerinin gelmesiyle topoğrafyanın doğallığı ortadan kalkmıştır (Doğaner, 2000: 8-12). Önce kurutulmaya çalışılan göl, daha sonra sulak alan olarak korunmasına karar verilmiş, bir dönem kuşların üreyebilecekleri bir ortam yaratabilmek için de göl içinde yapay şekiller oluşturulmuştur. Günümüzde göl yaklaşık 72 hektar büyüklüğe sahiptir.



C) Yapay Kıyılar

Boğaziçi Yalıları

2. yüzyıla Boğaziçi'nde birkaç köy ve sunak yerinden söz edilirken, Bizans döneminde küçük balıkçı köyleri ile bağıcılık ve/veya bahçecilik faaliyetlerin sürdürüldüğü köyler yer alıyordu. 17. yüzyıldan itibaren Beşiktaş'tan Boğaziçi'nin kuzeyine doğru köylerin arasında köşkler, yazlık sahilsarayları ve yalılar yapılmaya başlamıştır. Söz konusu binalar, zamanın sosyal statüsünün de bir göstergesidir. Boğaziçi'nin Avrupa yakasındaki yalılar daha çok bitişik olarak, Asya'dakiler ise bahçelerin içinde inşa edilmiştir (Artan, 1994: 281-283).

18. ve 19. yüzyıllarda yalı kıyıda yer alan, ulaşım, ticaret vb fonksiyonlarının deniz yoluyla sağlandığı konutlardır. Çoğu zaman karayolu bağlantısı dar bir patikadır. Çok katlı binaların alt kısmında kısmen deniz seviyesinin altında günümüz garajları gibi kayıkhanesi bulunur. Birçok yalının ön kısmında deniz seviyesinden nispeten yüksek düz alanlar vardır. Bahçe seviyesinde mutfak, kiler vb birimler yer alır. Yüksek olan giriş katı, günlük yaşamın sürdürüldüğü, misafirlerin kabul edildiği mekânları içerir. Üst kat ise çoğunlukla yatak odalarına ayrılmıştır. Konut olarak yapılmış olmalarına karşılık, günümüzde bazı yalılar otel, lokanta ve eğlence merkezi gibi ticari fonksiyonlara sahiptir.

Deniz seviyesindeki yaklaşık 1 metrelik bir yükselmenin yalılar üzerinde herhangi bir etki yaratması beklenmemektedir. Fırtına kabarmasının olduğu dönemlerde yalıların deniz tarafındaki düz alanlarının ıslandığı görülmektedir. Deniz seviyesindeki yükselmeden sonra fırtına kabarmalarının binaları olumsuz etkilemesi söz konusu olabilir.

İskeleler

"Ortasından deniz geçen şehir" olarak da tanımlanan İstanbul'da gerek iki kıta arasında gerekse İstanbul Boğazı boyunca yerleşmeler, birbirine deniz yoluyla da bağlanmaktadır. Geçmişte Boğaziçi'nde ulaşımın temelini oluşturan deniz ulaşımı, gelişen karayollarının ve yapılan köprülerin etkisiyle eski önemini yitirmiştir.

İskeleler, doğrudan kıyıda insan yapımı tesislerdir. İskelelerin bulunduğu yerler eski birer köy olan yerleşmelerle uyumlu olarak genellikle küçük bir koyun içinde yer almaktadır. Rüzgâra ve akıntıya açık olanlarda ise mendirek yapımı gibi tedbirler alınmıştır.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak deniz ulaşım araçlarında da değişimler yaşanmıştır. Boğaziçi'nde yer alan iskelerin önemli bir kısmı 20. yüzyılın ilk yarısında yapılmıştır. Zamanın gemilerinin güvertesi deniz seviyesine yakın olduğu için iskeleler alçak yapılmıştır. Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren daha yüksek güverteli gemiler yapılmaya başlanmış ve iskeleler de yenilenmiştir. Olası deniz seviye değişimlerinin iskelelerde de bazı yenilemeler gerektireceği düşünülebilir.

Doğal kıyı, gerek iskelelerde, gerekse çevresinde deniz seviyesinden çok da yüksek değildir. Kıyıların yapılaşması, zaman zaman kara kökenli suların denize ulaştırılmaması sorununa neden olmaktadır. Bunun yanında fırtına kabarması sırasında denizin yükseldiği ve dalgaların kıyı çevresinde etkili olduğu da görülmektedir. Söz konusu alanların sorunsuz kullanımı için belli dönemlerde alt ve üst yapı yenilenmektedir.



Örnek olması açısından **Üsküdar** ve **Kadıköy** iskelelerine yer verilmiştir.

Üsküdar İskelesi

Üsküdar iskelesi ve çevresi özellikle karadan gelen suların drene edilmesinde sorunların yaşandığı yerlere örnektir. Üsküdar meydanı, geçmişte birkaç farklı akarsuyun birleşme alanında yer almaktadır. Günümüzde bu akarsuların yüzeysel akışı yoktur. Buna karşılık karayolunda ana güzergâhlar söz konusu akarsuların vadilerinden geçmektedir. Bir dönem Üsküdar-Kabataş arasında arabalı vapur seferlerini de gerçekleştirildiği meydandaki en belirgin sorun drenaj ile ilgilidir. Yükseltinin ve eğimin az olması, yüzey sularının drene edilmesini zorlaştırmaktadır. Üsküdar meydanında günümüzde metro girişleri de yer almaktadır. Girişlerin yüksek olması nedeniyle, deniz seviyesindeki olası yükselmeden veya fırtına kabarmasından etkilenmesi beklenilmemektedir. Buna karşılık lodos fırtınasının olduğu günlerde Marmara denizinde suların kuzeye yığılması söz konusu olmaktadır. Bu durum her ne kadar su basmasına neden olmasa da, su seviyesinin önemli oranda artmasına yol açmaktadır. İklim değişimine bağlı olarak meydana gelecek deniz seviyesindeki yükselme ile lodoslu havalarda oluşacak fırtına kabarmalarının Üsküdar iskelesinde ve meydanda bazı mühendislik tedbirleri alınmasını gerektireceği düşünülmektedir.

Üsküdar meydanının sahilinde genişletme çalışmaları yapılmıştır. Oluşturulan yeni yürüyüş alanı, sakin bir günde denizden yaklaşık 1,7 m kadar yüksektir. Fırtınalı günlerde su serpintisiyle yüzeyin bir miktar ıslanması mümkündür. Buna karşılık, fırtına kabarması çok daha fazla etkili olmakta ve deniz suyu daha fazla iç kesimlere ulaşabilmektedir.

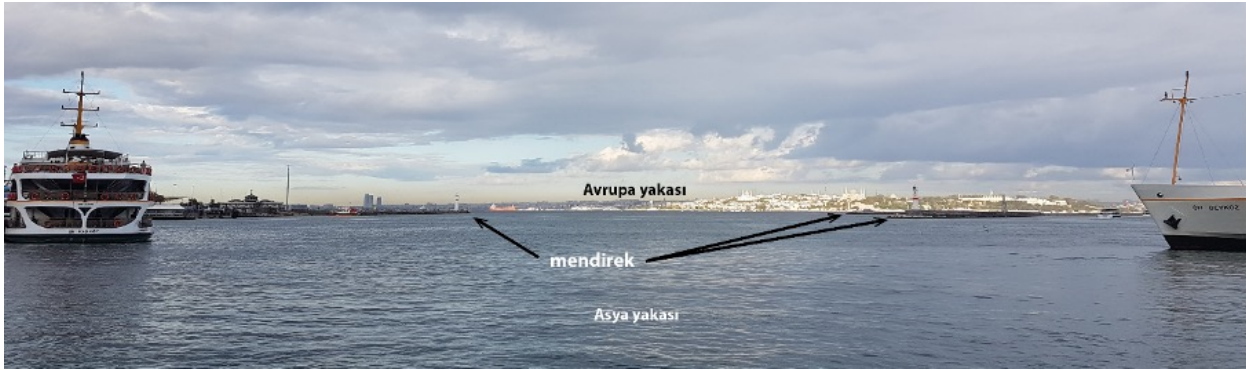
Üsküdar Meydanının deniz kıyısında Mimar Sinan tarafından 1580 yılında yaptırılan Şemsipaşa Camii yer almakta ve yapının duvarı ile deniz arasında dar bir yürüyüş yolu bulunmaktadır. Fırtınalı günlerde bahçesine giren deniz suyunun tahliyesi için camide özel bir drenaj sistemi mevcuttur. Sahildeki yürüyüş yolunun genişletilmesi ve yükseltilmesi için yapılan çalışmalarda caminin hasar gördüğü tespit edildiğinden, kıyının yükseltilmesi projesinden vazgeçilmiştir. Öte yandan caminin denize bakan cephesinin yaklaşık yarısına kadar kademeli olarak alçalan bir yürüyüş yolu hazırlanmıştır. Deniz seviyesindeki artışın etkisiyle, özellikle fırtına kabarmaları sırasında da, söz konusu bahçenin sular altında kalması muhtemeldir.



Kadıköy İskelesi

Marmara Denizi'nin etkilerine doğal olarak açık olan ve bir koyda yer alan Kadıköy İskelesi'ni korumak için farklı zamanlarda mendirekler yapılmıştır ve bu nedenle koyda fırtına dalgalarının etkileri görülmemektedir, fakat, güneyden gelen rüzgarların, özellikle

İskele meydanındaki metro girişi, günümüz koşullarında fırtına dalgasından etkilenmemektedir. Öte yandan, deniz seviyesi yükseldikten sonra ortaya çıkabilecek olan fırtına kabarmaları için önlem alınması gerekmektedir.



Doldurulmuş alanlar

İstanbul'da yerleşmenin gelişimi, son yüzyılda önemli değişim göstermiştir. Boğaziçinde yer alan ve genellikle balıkçılık ile sebze ve meyve üretiminin yapıldığı köylere, birkaç yer dışında Marmara denizi kıyılarında rastlanılmamaktadır. Bunda belli dönemlerde gerçekleşen depremler de etkili olmuştur. Kıyıda 1-2 km içeride yer alan köyler (Asya yakasında Göztepe, Erenköy, Bostancı gibi, Avrupa yakasında, Bakırköy, Yeşilköy gibi) daha çok geniş bahçelerin içinde yer alıyordu. Zaman içinde bu köylerde önceleri yazlık olarak kullanılan, sonrasında ise daimi oturlan evler yapılmaya başlanmıştır. Kıyıya yakın yerlerde ise bazı köşkerin yer aldığı bilinmektedir.

1950'li yıllardan itibaren Avrupa yakasında, 1970'li yılların ikinci yarısından itibaren ise Asya yakasında sahil yolunun yapımına başlanılmıştır. Asya yakasındaki sahil yolu 1980'li yıllardan itibaren günümüzdeki görünümünü kazanmıştır. Sahil yolu yapılırken, Avrupa yakasında daha çok mevcut yapıların yıkılarak yolun açılması tercih edilirken, Asya yakasında denizin doldurulmasıyla üretilen alanlar üzerinde, bir yeşil kuşak oluşturulmuş, ayrıca iç kesimde yeni bir karayolu yapımı gerçekleştirilmiştir. 2000'li yıllardan itibaren her iki kıtanın da sahil şeridinde yeni dolgu alanlarının oluşturularak (Avrupa yakasında Yenikapı, Bakırköy; Asya yakasında Maltepe, Kartal kıyıları gibi) yeni rekreasyon alanlarının meydana getirildiği, yer yer eski plajların korunduğu görülmektedir.

Söz konusu dolgu alanlarının kıyıları deniz seviyesinden etkilenmenin en az olacak şekilde düzenlenmiştir. Buna karşılık fırtına kabarmalarında, zaman zaman deniz suyunun iç kesimlere eriştiği, denizdeki yosun vb canlıların karaya vurduğu görülmektedir. Kıyı boyunca etkili olacak deprem ve tsunamiler, bu raporun kapsamı dışındadır. Normal koşullarda deniz seviyesindeki değişimin yeni dolgu alanlarında etkili olması beklenmemektedir. Ancak deniz seviyesindeki yükselmeye eşlik eden fırtına kabarmalarının deniz suyunun iç kısımlara girmesine neden olabileceği, bu nedenle kıyıda bazı tedbirlerin alınması gerekebileceği düşünülebilir.

Asya kıtasındaki dolgu alanları Fenerbahçe-Maltepe ile Kartal-Pendik arasında yer almaktadır. Pendik'in doğusunda Tuzla'ya kadar olan kesimde ise kıyıda marina ve tersaneler vardır. Avrupa yakasında dolgu alanları daha parçalı görünüme sahiptir. Yenikapı, Yedikule ve Zeytinburnu başlıca dolgu alanlarını oluşturmaktadır. Kıyı boyunca yer alan marina ve iskelelerin bir kısmı da denizden kazanılmış alanlar üzerindedir.

Fenerbahçe-Maltepe sahil şeridi

Kıyı şeridinin önemli bir bölümü kademeli olarak birden fazla yükselti üzerine inşa edilmiştir. Deniz suyunun girmesini önlemek için yaklaşık 50 cm yüksekliğinde bir duvar vardır. İkinci kademe yaklaşık 50 cm ve üçüncü kademe yaklaşık 2 m seviyesindedir. Yürüyüş yolu, bisiklet yolu, yeşil alan ve jimnastik ekipmanları bu seviyede yer almaktadır.

Özellikle lodos fırtınasının olduğu günlerde deniz suyu 1. ve 2. kademelerde etkili olmaktadır ve deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bu kıyılarda bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Maltepe'de yapılan dolgu ile geniş bir alan oluşturulmuştur, bu alanda rekreasyon alanları ve spor tesisleri bulunmaktadır.



Kumkapı ve Yenikapı arasındaki doldurulmuş alanlar

Yenikapı iskelesinin batısındaki alan doldurularak bir rekreasyon alanı elde edilmiştir, bu alanda Mimar Kadir Topbaş Gösteri ve Sanat Merkezi, dış mekan etkinliklerin yapıldığı alanlar ve yeşil alanlar yer almaktadır.



VI. EK 2 - İzmir'deki Çalışma Alanları ve Fotoğraflar

A) Doğal Kıyılar

İnşaat ve İnsan Müdahaleleri

İzmir Körfezi'nin kuzeyinde, Alaybey Tersanesi'nin doğusunda, Turan tren istasyonunun güneyi



Problem: Fırtına kabarması sel ve taşkın sularının denize ulaşmasını engellemekte/geciktirmekte

İzmir Körfezi'nin kuzeyinde, Bostanlı Deresi, Dallık Deresi ve Yamanlar Deresi gibi akarsular ve bunların kollarının oluşturduğu alana Karşıyaka Deltası adı verilmektedir (Koçman, vd., 1996). Özellikle fırtına kabarması sırasında, söz konusu deltayı oluşturan akarsuların denize ulaşmadığı biliniyor. Özellikle Karşıyaka Deltası'nda karayolu, demiryolu ve konut yapımı gibi insan müdahaleleri ile bu durum daha da belirgin hale gelmiştir. Kurak-yarı kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü bu alanda mevcut akarsular yaz mevsiminde kururken, özellikle kış mevsiminde akışa sahiptir. Yağışların sağanak karakteri, belirli dönemlerde akarsu yataklarının dolmasına neden olmakta, özellikle güneyden esen rüzgarlar nedeniyle fırtına kabarmasının gerçekleştiği dönemlerde akarsuların getirdiği sular denize ulaşamamaktadır ve sonuç olarak su seviyesi yükselerek su baskınlarına neden olmaktadır. Sağanak yağışların neden olduğu seller kıyı gerisinde can ve mal kayıplarına neden olurken, taşkın nedeniyle Karşıyaka deltasında da sorunlara yol açmaktadır. Deltanın hatalı kullanımı, suyun drene olmasını engellemektedir. Kıyıya paralel uzanan karayolu ile demiryolu yanında sahildeki yapılaşma, drenajı engelleyen unsurlar arasındadır. Kıyıda 19. Yüzyılın sonundan (1879) kalma bir taş mesken dışında, diğer yapılar daha yeni tarihlere aittir.



Doğanbey Körfezinin Kuzey Kıyıları: Cumhuriyet ve Gümüldür

Problem: Sel ve taşkın sularının denize ulaşmasını engelleyen/geciktiren fırtına kabarması

Kuşadası Körfezi'nin kuzeyinde yer alan ve genellikle rekreasyon amaçlı kullanılan Doğanbey Koyu, idari olarak iki farklı ilçe sınırları içinde kalmaktadır. Seferihisar ilçesine bağlı Cumhuriyet Mahallesi koyun batı ucunda yer almaktadır, ve bu yerleşmenin doğusunda Menderes ilçesine bağlı Gümüldür ve Özdere yerleşmeleri yer almaktadır. Sahil gerisinde yer yer yükseltisi 500 metreyi geçen alanlar mevcuttur. Kaynaklarını yüksek topografyaya sahip bölgelerden alan akarsular, kıyı gerisindeki insan faaliyetleriyle yeniden şekillenen alanları geçerek denize ulaşmaktadır. Zaman zaman taşkınların yaşanmaması için dere yatakları derinleştirilerek kanallara alınmıştır, oluşturulan kanal boyunca iç kısımlara doğru deniz suyu sokulmaktadır. Fırtına kabarmasının olduğu dönemlerde derelerin sularını tahliye edemediği görülmektedir ve dışarı atılamayan sular iç kesimdeki yapılara zarar vermektedir. Deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bu tehdidin gelecekte daha da artacağı düşünülmektedir. Dere ağzında dalgaların getirdiği kum ve çakıl birikimi de önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır, günümüzde bu sorunun çözümü biriken malzemenin çıkartılarak kıyıda depolanmasıyla sağlanmaya çalışılmaktadır.

Cumhuriyet Mahallesi



Gümüldür



Su Seviyesindeki Yükselmenin Kıyılardaki Rekreasyon ve Turizm Alanlarına Etkisi

Bölgede deniz seviyesinin yükselmesinden farklı düzeyde etkilenebilecek turizm alanları bulunmaktadır ve bu etkinin kısmen plaj alanlarının daralması ve kıyıdaki iskele gibi yapıların özelliklerini kaybetmesi nedeniyle oluşması tahmin edilmektedir. Konuyla ilgili bir takım alan örnekleri aşağıda yer almaktadır.

Problem: Deniz seviyesindeki değişimler nedeniyle kıyı şeridindeki değişim ve kıyı kumullarında alan kayıpları

Güzelbahçe Kıyılarındaki Plajlar



Günübirlik rekreasyon alanı olarak kullanılan tam yapılaşmamış kıyılar, deniz seviyesindeki değişimden etkilenmesi beklenen yerler arasında yer almaktadır. Ancak sürecin doğal yapı üzerindeki olumsuz etkisinin sınırlı olacağı tahmin edilmektedir. Bu alandaki balıkçı barınakları, dalgakıran gibi tesislerin zamanla güçlendirilmesi gerekmektedir.



Alaçatı'nın Güneyinde Yumru Koyu ve Çevresindeki Alan

Alaçatı yerleşiminin güneyinde yer alan Yumru Koyu son yıllara kadar doğallığını korumuştur. Koy'un nispeten sığ olması ve rüzgara belli bir yönde hakim olması, sörfçüler için bu alanı daha çekici hale getirdiği için, 1990'lı yıllarda sörf tutkunları tarafından keşfedilen bölge zaman içinde önemli bir turizm merkezi haline dönüşmüştür. Konaklama tesislerinin yapıldığı körfez çevresi ise daha sonra konutlarla dolmuştur. Koy'un batı kıyılarında kısmen doğal bir plaj bulunurken, plajın kuzeyinde marina ve villa tipi konutlar yer almaktadır. Karşıyaka Azmağı'ndan gelen suların körfez kıyısındaki evleri etkilememesi ve su yolunun sığlaşmaması için akarsuya paralel bir set yapılmıştır.

Bölgede bulunan marinanın güneyindeki alanda derinliğin sadece 1-1,5 m olması da sörf tercihinde bir diğer önemli etken olarak kabul edilmektedir. Ancak deniz seviyesindeki yükselişin derinlik artışına ve kıyı şeridinde değişikliğe yol açması beklenmektedir. Deniz seviyesindeki değişimin sonuçlarını ortadan kaldırmak mümkün görünmemektedir ve bu durum özellikle spor turizmi açısından çekiciliğinin kaybolmasına neden olacaktır.





Sığacık Koyu

Birden fazla derenin denize ulaştığı bir alan olan Sığacık Koyu'nda, deniz seviyesinin yükselmesi turizm potansiyelini büyük ölçüde etkileyecektir. Yüksekliği deniz seviyesinden yaklaşık 1 m kadar olan Kale çevresindeki tekne bağlama yerleri ve marina, olası su seviyesi artışından başlıca etkilenecek yerler arasındadır.



Akarca Plajı ve Çevresi

Doğal plaj olan ve arkasında ikincil konutların bulunduğu Akarca Plajı, bir turizm alanıdır. Kıydan yaklaşık 500 m açıkta bulunan ada, kısmen batık bir tombolo ile kıyıya bağlıdır; deniz seviyesinin yükselmesi tombolonun tamamen sular altına gömülmesine neden olabilir. Sahil boyunca yer alan bahçeli konutların doğrudan deniz suyu ile dolması beklenmemektedir. Ancak deniz suyunun, büyük olasılıkla, kıyıya paralel uzanan evlerin bahçelerine ulaşması beklenir ve özellikle fırtına kabarmasının gerçekleştiği günlerde bu etki daha belirgin olacaktır. Denize olan kısa mesafenin, yeraltı su seviyesinin değişmesine ve yeraltı sularının tuzlanması da bir diğer sorunu oluşturmaktadır.



Tepecik'in kuzeydoğusunda olduğu gibi, söz konusu alanın çevresinde de küçük doğal koylar mevcuttur. Alanın yapılaşmamış olması önemli bir avantajdır.

Özdere

Doğal ve dar bir kumsala sahip olan sahilin hemen arkasında genellikle turizm amaçlı kullanılan konutlar bulunmaktadır. Deniz seviyesindeki olası artış sonucu binaların sular altında kalması beklenmemekte, ancak denize yakınlığı nedeniyle evlerin temelleri deniz suyundan etkilenebilecek ve yer altı su seviyesindeki değişimden dolayı tuzlanma gibi sorunlar yaşanabilecektir.



Doğal Alanların Korunması



Problem: İnsan müdahaleleri nedeniyle doğal alanların varlığını sürdürmesinin engellenmesi

İzmir'deki Gediz Deltası, doğal ve beşeri unsurların mücadelesinin ön plana çıktığı bir alandır. Özellikle doğal alanlardan faydalanmak için yapılan müdahaleler önem taşımaktadır. Günümüz koşullarında, kıyıda ve hemen arkasında gerçekleştirilen inşaat, sanayi, atık su arıtma tesisleri, tuz üretimi ve yol yapımı gibi insan faaliyetlerinin etkileri üst düzeydedir. Günümüzde fırtına kabarması şeklinde gerçekleşen olaylarda suyun ulaştığı seviye, gelecekte olabilecek deniz seviyesinin olası yüksekliğinin de göstergesidir.

Deniz yükselmelerinden etkilenebilecek günümüz doğal kıyılarına aşağıda örnekler verilmiştir.

Kuş Cenneti

Türkiye'nin önemli kuş üreme alanlarından biri olan Gediz Deltası Kuş Cenneti, İzmir Körfezi'nin kuzeyindeki Gediz Deltası'nda yer almaktadır. Söz konusu alan, tüm deltanın denizle birleştiği geniş bir kuşak şeklinde uzanmaktadır. Arazide 250'den fazla kuş türü gözlenmiştir (Akarsu, Onmuş ve Sevil, 2006: 186). Gediz Nehri'nden gelen suların taşıdığı alüvyal malzemenin birikmesiyle oluşan bu alanın yükseltisi yer yer 1-2 metrenin altındadır. Deniz seviyesinin yükselmesine karşılık, akarsuyun alüvyal malzeme taşımamasının devam etmesi bölgenin etkilenmemesini sağlayacaktır. Ancak Gediz Nehri'nin akım rejimine yapılan müdahaleler nedeniyle gelen alüvyal malzeme azalmaktadır. Akarsuyun taşıdığı su miktarının azalması da deltanın gelecekte kendini yenileyememesine neden olacaktır. Bu durumda deniz seviyesinin yükselmesi, karanın deniz tarafından işgali ve hidrolojik yapının değişmesi anlamına gelmektedir. Bu durumun Kuş Cenneti'nin gelecekteki varlığı konusunda olumsuz etki yaratacağını düşündürmektedir.



Sulak alan ve gerisinde yükselen yüksek katlı konutlar (Binalar ile sulak alan arasında karayolu bulunmaktadır).

Çiğli Atık Su Arıtma Tesisi

Kaynak: <https://www.izsu.gov.tr/tr/TesisDetay/1/80/1>

Türkiye'nin en büyük atıksu arıtma tesislerinden biri olma özelliğini taşıyan tesis, İzmir körfezini çevreleyen yerleşim alanının atık sularının toplanarak arıtılması için kurulmuştur. Atıklar Gümrük, Bayraklı, Karşıyaka, Çiğli pompa istasyonları vasıtasıyla tesise yönlendirilmektedir. 30 hektarlık bir alanda kurulan tesisin kapasitesi ortalama günde 604.800 m³'tür. Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış su, 8 m genişliğinde 2 m derinliğinde ve 2,5 km uzunluğundaki betonarme açık kanal ile denize deşarj edilmektedir (Web 1).



Yapılan görüşmelerde sisteme bazı alanlarda deniz suyunun karıştığı ve bu nedenle atıksu içinde deniz suyunun da bulunduğu, arıtma sonucunda çıkan suyun tuzlu olduğu ve atık suyun sulama amaçlı kullanılmadığı belirtilmiştir. Tesis deniz kıyısına yakın bir alanda bulunmaktadır. Tesiste yer alan durultma havuzu vb yapıların olası deniz yükselmesinden statik açıdan etkilenmesi beklenilebilir. Ancak tesisin nispeten yakın bir zaman diliminde kademeli olarak revize edilmesi gündemdedir. Gerek atık suların toplanması, gerekse arıtılması aşamasında modernizasyon çalışmaları planlanmaktadır. Arıtılan atıksu, tuzluluk nedeniyle sulama suyu olarak kullanılmamaktadır. Atıksuyun tuzdan arıtılması için kademeli olarak modernizasyon çalışmalarının yapılması planlanmaktadır. Buna karşılık deniz seviyesindeki yükselme nedeniyle suyun iç kısımlara sokulacağı ve yeraltısuyunun tuzlanmasına neden olması beklenmektedir.



Çamaltı Tuzlası

Gediz Deltası'ndaki deniz seviyesindeki değişimden etkilenmesi beklenen önemli bir alan da Çamaltı Tuzlası'dır. Tuz üretimi birbirinden alçak duvarlarla ayrılmış havuzlarda yapılmaktadır. Deniz seviyesindeki herhangi bir değişikliğin tuz üretimi için önemli sonuçları vardır. Deniz suyundan tuz üreten tesisler için deniz seviyesindeki düşüş, deniz suyunun uzun mesafeler boyunca taşınmasını gerektirir. Deniz suyunun buharlaşması, üretim için genel koşuldur. Deniz seviyesinin yükselmesiyle doğru orantılı olarak setlerin de yükseltilmesi gerekir. Deniz suyunun buharlaşması için bekletildiği havuzlar belli bir derinlikte olması şarttır. Deniz seviyesindeki yükselme, havuzları ayıran setlerin (duvarların) yükseltilmesini gerektirmektedir. Günümüzde havuzlar arasındaki duvarların güçlendirilmesi ve yükseltilmesi ile belirli bir su derinliğinin sağlanması için zeminde yapılacak dolgu ve tesviye işlemleri üretimin ilk aşamalarını oluşturmaktadır. Bu uygulamaların güncel tuz üretiminde de yapılmasındaki zorunluluk, maliyetten bağımsız olarak, deniz seviyesindeki değişime de kolaylıkla uyum sağlanabileceğini göstermektedir.



Doğal Kıyılarının Gerisindeki Alanlarda Yaşanabilecek Değişimler

Küçük Menderes Deltası.



İzmir'in en güneyinde yer alan Küçük Menderes Nehri, menderesler yaparak içinde bulunduğu tektonik oluğu takip eder ve Ege Denizi'ne ulaşır. Günümüzde Küçük Menderes nehrinin büyük kısmı kanala alınmıştır. Küçük Menderes Nehri'nin en önemli özelliklerinden biri bol alüvyal malzeme getirmesidir. Akarsuyun içinde yer aldığı tektonik çöküntü alanının alüvyonla dolması nedeniyle kıyı çizgisi tarihi dönemler içinde ilerlemiştir. Efes limanı 4. yüzyılda Küçük Menderes ve Manas Çayı'nın getirdiği alüvyonlarla dolmuş ve çeşitli müdahalelere rağmen dolma süreci durdurulamamıştır. Efes, bugün kıyıdan yaklaşık 6 km içeridedir ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması bu ovada tarımsal faaliyetleri kısıtlayan önemli bir özelliktir. Deniz seviyesindeki olası bir yükselme, yeraltı suyu seviyesinde ve su kalitesindeki değişiklik yaratabilme gibi tehditleri içermektedir.





Küçük Menderes Nehri'nin getirdiği alüvyon nedeniyle kıydan uzaklaşan Efes Antik Kenti'nin limanının yeniden kullanılabilir hale getirilmesi için son yıllarda bazı projeler geliştirilmiştir. Projenin ilk etabında kıyıda yat limanı yapılması planlanmış ve altyapı çalışmaları tamamlanmıştır. Muhtemel deniz seviyesi yükselmesi, bu yatırımın değişen koşullarla uyumlu hale getirilmesini gerektirecektir.



B. Yapılandırılmış Kıyılar

Fırtınalı Günlerde Fırtına Kabarmasının Yaşandığı Alanlar

Karşıyaka Yunuslar Tren İstasyonu Çevresi



Problem:Fırtına kabarmasına bağlı olarak deniz suyunun iç kesimlere girmesi.

Karşıyaka, fırtına dalgasından en çok etkilenen yerler arasında yer almaktadır. Özellikle Karşıyaka sahilinde güneyden esen rüzgarların yığıldığı deniz suları yer yer 100 m kadar iç kısımlara ulaşmaktadır. Yunuslar Tren Garı ile Girne Caddesi'nin kesiştiği noktada -günümüz koşullarında dahi- deniz suyunun dolgu alanı, demiryolu ve karayolunu aşarak binalara kadar geldiği görülmektedir. Deniz kabarmalarının verdiği zararı önlemek için kıyı boyunca yaklaşık 1 m yüksekliğinde içbükey bir duvar yapılarak, dalgaların karada etkili olması engellenmeye çalışılmaktadır.







Çakalburnu Dalyan ve İnciraltı Kent Ormanı

İnciraltı Kent Ormanı, İzmir Körfezi'nin güney kıyılarında Çakalburnu Dalyanı'nın doğu ucunda yapılan dolgu üzerinde oluşmuştur. Dalyan'ın önü kısmen kıyı oku ile kapanmıştır. Dolgu malzemesi bir dönem buranın moloz döküm sahası olarak kullanılması ile elde edilmiştir. Bu bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği fazla değildir, yapılan düzenleme ile rekreasyon işlevi gören İnciraltı Kent Ormanı'nın deniz seviyesindeki değişimlere göre düzenlenmesi mümkün görünmektedir. Dolgu alanının batısındaki eski dalyan, kısmen denizle bağlantısı olan ve çok sayıda kuş türüne ev sahipliği yapan bir göl halini almıştır (Çakalburnu Dalyanı'ndan (Web 2) 121 kuş türü sayılmıştır). Sulak alanın, denizle bağlantısının yetersiz olması nedeniyle su sirkülasyonu sağlanamamakta ve yer yer yosunlanma görülmektedir. Sulak alanı denizden ayıran kıyı okunun yükseltisi fazla değildir ve olası deniz yükselmesinden etkilenme potansiyeli yüksektir. Ancak, zaman içerisinde kıyıda yapılacak düzenlemeler ile olumsuz etkiler ortadan kaldırılabilir.



Yenileme Gerektiren ve Deniz Seviyesinin Yükselmesine Direnç Gösteremeyecek Yetersiz Kıyı Yapıları

Aliağa ve Nemrut Körfezi

Problem:Günümüzde fırtına kabarmasından etkilenen yapılandırılmış kıyı.

Çandarlı Körfezi'nin güney kısımlarında, Aliağa Limanı ve Nemrut Koyu yer almaktadır. Körfezdeki gemi söküm sanayine ait tesislerin zamanla deniz seviyesindeki değişime uyum sağlaması beklenmektedir. Kuzeydeki Aliağa koyunun batı kısmında Aliağa rafinerisinin sabit ve yüzey iskeleleri yer almaktadır. Aliağa yerleşiminin kıyısının yer aldığı Koy'un güneyinde ve batısında, kıyı nispeten yükseltilmiş ve kıyı boyunca yürüyüş alanları oluşturulmuştur. Ancak kıyıya yapılan donatı iç bükey olmadığı için çarpan dalgalar yükselerek yürüyüş yoluna düşmektedir. Özellikle deniz kabarmalarında suyun yürüyüş yolunu kaplaması mümkündür.



Güzehisar Deltası, körfezin kuzeyinde yer almaktadır ve eski bataklıkların ve sığ göllerin bulunduğu bu alanda çeşitli kuruluşların dinlenme tesisleri bulunmaktadır. Ancak kıyı şeridinde yapılacak beşeri müdahaleler ile söz konusu etki azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir. Sanayi tesislerinin bulunduğu alanda yüzeysel etkilenmeden çok yeraltısuyu seviyesindeki değişim ve statik hesapların değişmesi gibi sorunların yaşanabileceği düşünülmektedir.



C. Deniz Seviyesindeki Değişikliklere Maruz Kalabilecek Ancak Etkilenmesi Beklenmeyen Alanlar

Yenişakran



Çandarlı Körfezi'nin güneyinde, doğal kıyı özelliğinin bozulmadığı alanlardan biri olan Yenişakran kıyısında , dar bir kıyı bandı ve gerisinde de konutlar bulunmaktadır. Kıyının kısa mesafede yükselmesi olası deniz seviyesi değişikliklerinin etkisini azaltacaktır. Ancak kıyı gerisindeki konutların bu deniz seviyesi değişiminden etkilenmesi beklenilebilir. Yüksek maliyet içermeyen önlemlerle değişimin etkisinin ortadan kaldırılabileceği düşünülmektedir.

Çandarlı Koyu



VII. EK 3 - Atıksu Sistemleri ve Deniz Seviyesi Değişimi

Genel Bakış

Atık su arıtma sistemleri, kentsel alanlardaki topluluklara çok kritik hizmetler sunmaktadır. Halk sağlığında iyileşme, çevre kirliliğinde azalma, ölüm ve hastalık oranlarında görece azalma, atık su arıtma sistemlerinin olumlu etkileridir. Bu gelişmelere rağmen, herhangi bir mühendislik sistemi gibi kentsel atık su sistemleri, öngörülen tasarım ve işlevsel koşulların ötesinde zorlandığında arızalanabilir veya başarısız olabilir. Arıza veya aksaklık, ekipmanların kötü durumda olmasıyla ilgili dahili faktörlerden ve/veya onarım ve bakımla veya bazı teknik tavsiyelerle hızla giderilebilecek işletme hatalarından kaynaklanabilir. Ancak bu yaygın sorunların dışında, atık su sistemleri için çok ciddi, sıra dışı ve yeni bir konu daha karşımıza çıkmaktadır: İklim değişiminin neden olduğu deniz seviyesi artışı.

İklim değişimi, atık su arıtma tesislerinin yanı sıra kanalizasyon ve pompalama sistemleri için de başlıca ve önemli bir tehdit haline gelmiş durumdadır. Bu çalışma, Türkiye'nin iki büyük şehrinin, İstanbul ve İzmir'in atık su arıtma sistemlerini (AAT) etkileyecek olan iklim değişimi - özellikle deniz seviyesinin yükselmesi - ile ilgili çeşitli sorunlara dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

Problem Tanımı

Deniz seviyesindeki artışın atık su arıtma sistemleri üzerinde bir takım etkilerinin olacağı öngörülmektedir. Fiziksel tahribatlar ve arıtma süreci sorunları tesisler için temel risklerdendir. Yakın bir gelecekte, deniz seviyesinin 1,5 m artacağı ve bunun da aşağıdaki sorunları beraberinde getireceği dikkate alınmaktadır;

Bu etkiler şöyle sıralanabilir:

- Boruların yükselen yeraltısuyu nedeniyle yüzmesi sonucu kırılması ve korozyona sebep olması,
- Yeraltı suyu girişine bağlı olarak işlevsellik ve kapasite kaybı,
- Altyapıların, erozyon/sel baskından zarar görmesi,
- Pompa istasyonunun, yüzme, korozyon ile sel ve taşkınlar nedeniyle su altında kalması ve hizmet bölgesinin daralması,
- Taşkın ve altyapı hasarı ve yükselmiş yeraltısuyu tablası nedeniyle çamur yönetimi ve sudan arıtma tesislerinin zarar görmesi,
- Deşarjlarda pompa basma yüksekliğinin artması, tahliye sorunları,
- Toprağın su ile doyması sonucunda performans azalması,
- Yer altı haznelerinin yüzdürülmesi, toprak yapısının değişimi,
- Deniz suyunun getirdiği organik ve inorganik maddeler sonucunda kanalizasyon sisteminin tıkanması
- Taşma nedeniyle tasarım hesabının bozulması,
- Tahliye borularının hidroliğinin değiştirilmesi ve tahliye problemleri,
- Deniz suyunun kanalizasyon sistemine sızması, atıksu karakterizasyonunun kimyasal ve biyolojik kararlılığını değiştirmesi
- Aşırı tuzluluğun, mikroorganizmaların biyolojik büyümesini ve nispeten arıtma etkinliğini engellenmesi.

Bu proje kapsamında, İstanbul ve İzmir'de risk altında kalabilecek çeşitli atıksu arıtma tesisleri listelenmiştir. Aşağıda verilen Şekil 1 ve Tablo 1'de, İstanbul şehrinin konumu ve risk durumu belirtilmiştir.

Şekil 1. İstanbul'daki Atıksu Arıtma Tesislerinin (WWTP) veya Atıksu Ön Arıtma Tesislerinin (WWpTP) konumu



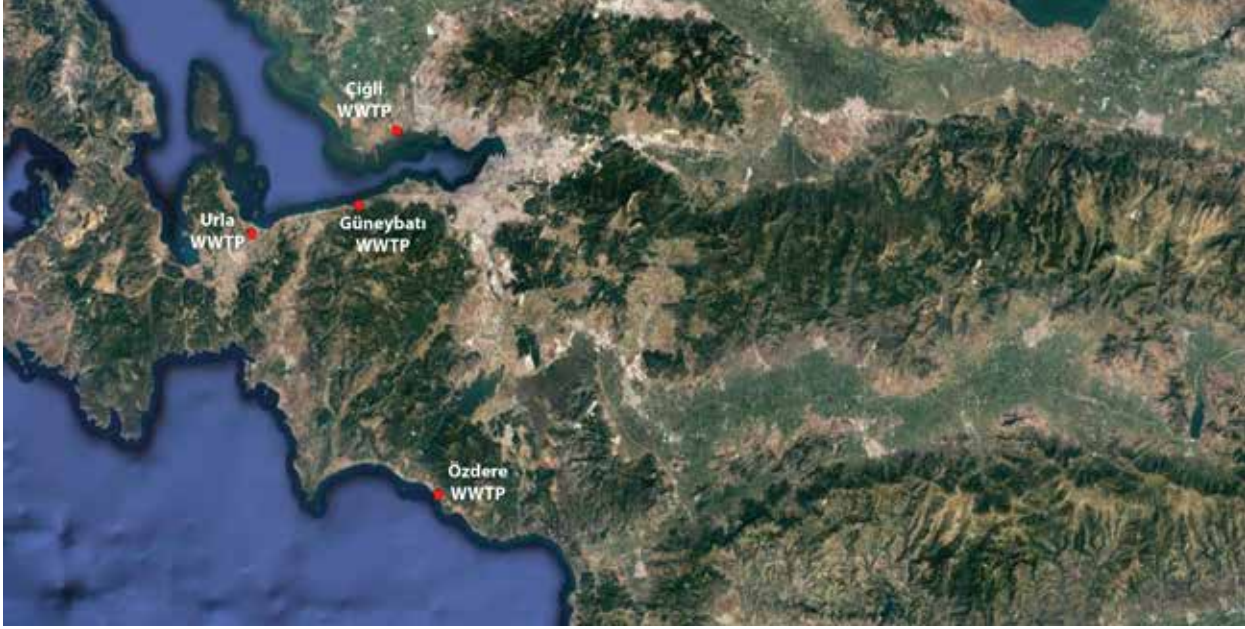
Atıksu Arıtma Tesisleri yukarıda belirtilen riskler açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Tablo 1. İstanbul Atıksu Arıtma Tesisleri ($\geq 5.000 \text{ m}^3/\text{gün}$)

Atıksu Arıtma Tesisi İsmi (Avrupa)	Arıtma Prosesi	Risk durumu	Kapasite ($\text{m}^3/\text{gün}$)
Ataköy İleri Biyolojik Arıtma Tesisi	Biyolojik	Evet	600,000
Ambarlı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Hayır	400,000
Büyükçekmece İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Evet	132,500
Selimpaşa İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Evet	70,000
Çanta İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Evet	52,000
Silivri İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Evet	36,500
Yenikapı Atık Su Ön Arıtma Tesisi	Ön arıtma	Evet	864,000
Baltalimanı Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Hayır	625,000
Küçükçekmece Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Evet	354,000
Atıksu Arıtma Tesisi İsmi (Asya)	Arıtma Prosesi	Risk durumu	Kapasite ($\text{m}^3/\text{gün}$)
Tuzla İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	Biyolojik	Evet	250,000
Paşaköy İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi	"	Hayır	200,000
Küçüksu Atık Su Ön Arıtma Tesisi	Ön arıtma	Evet	640,000
Şile Kumbaba Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Evet	46,000
Kadıköy Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Evet	833,000
Üsküdar Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Evet	77,760
Paşabahçe Atık Su Ön Arıtma Tesisi	"	Hayır	575,000

Aşağıdaki verilen Şekil 2 ve Tablo 2, İzmir şehrinin konumunu ve risk mevcudiyetini göstermektedir.

Şekil 2. İzmir Atıksu Arıtma Tesisleri'nin konumu



Atıksu Arıtma Tesisleri yukarıda belirtilen riskler açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Tablo 2. İzmir Atıksu Arıtma Tesisleri ($\geq 5000 \text{ m}^3/\text{gün}$)

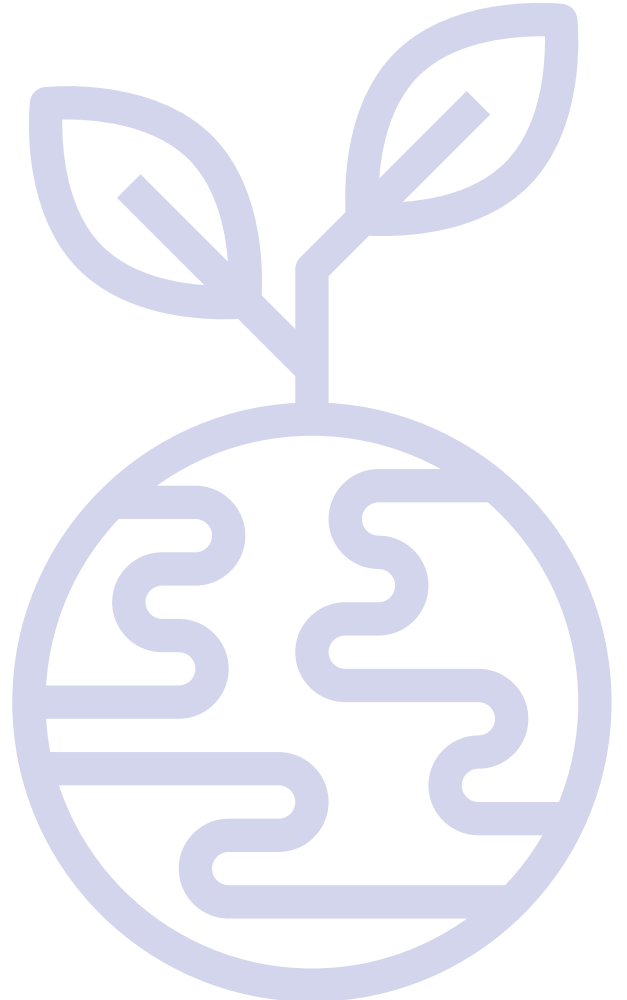
Atıksu Arıtma Tesisi İsmi (Avrupa)	Arıtma Prosesi	Risk durumu	Kapasite ($\text{m}^3/\text{gün}$)
Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi	Biyolojik arıtma	Evet	604,800
Doğanbey Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	25,000
Özdere Atıksu Arıtma Tesisi	"	Evet	25,000
Çeşme Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	21,900
Aliağa Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	21,600
Güneybatı Atıksu Arıtma Tesisi	"	Evet	21,600
Urla Atıksu Arıtma Tesisi	"	Evet	21,600
Havza Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	21,600
Torbalı Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	21,600
Ödemiş Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	15,765
Çandarlı Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	15,204
Bergama Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	14,304
Kemalpaşa Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	12,960
Seferihisar Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	10,800
Selçuk D. Atıksu Arıtma Tesisi	Sulak alanda arıtma	Hayır	10,200
Yenifoça Atıksu Arıtma Tesisi	Biyolojik arıtma	Hayır	10,000
Foça Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	9,763
Tire Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	6,976
Ayrancılar Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	6,912
Bayındır Atıksu Arıtma Tesisi	"	Hayır	6,912

Sonuç

İklim değişiminin bir sonucu olarak göreceğimiz deniz seviyesindeki artış, belediyeler tarafından sağlanan kritik kamu hizmetlerine engel teşkil edebilecek ve çok sayıda tehlikeyi ve zararı beraberinde getirebilecektir.

İklim değişimine uyumun, atık su sistemlerinin performansının ve kurulduğu lokasyonun risk durumunun yönetilebilmesi için önemli olduğu artık kabul edilmektedir, aynı zamanda bilimi ve yerel bilgiyi anlamının uyum stratejileri açısından bir anahtar olduğu anlamına da gelmektedir (Kettle, vd., 2014).

Etki değerlendirmeleri, iklimin yarattığı etkilerin tartışılmasına yönelik planlama sürecinde atılması gerekli bir adımdır (Danilenko ve diğerleri, 2010). Ancak, yerel iklim ve coğrafi kısıtlamalarla ilgili olarak, iklim değişiminin atık su üzerindeki etkilerine ilişkin koordineli ve kapsamlı bir çalışmanın en kısa sürede yapılması gerekliliği vardır. Bu proje, yapılacak daha kapsamlı çalışmaların adımlarını belirleyebilmek adına söz konusu durumunun ihtiyacını ve ele alınması gereken gereken konuları vurgulamıştır.



IX. Referanslar

- Acar, S., Kazancık, L.B., Meydan, M.C. & Işık, M. 2019: İllerin ve bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması (SEGE-2017). Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Akarsu, F., Onmuş, O., & Sevil, Ş. (2006). Gediz deltası. G. Eken, M. Bozdoğan, S. İsfendiyoğlu, D. T. Kılıç, & Y. Lise içinde, Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (s. 186-189). Ankara: Doğa Derneği.
- Artan, T. 1994: Boğaziçi (Tarihte Boğaziçi). Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi 2: 281-286. İstanbul: Tarih Vakfı Yayını.
- Danilenko, A., Dickson, E. & Jacobsen, M. (2010). Climate Change and Urban Water Utilities: Challenges and Opportunities. Water P-Notes; No. 50. World Bank, Washington, DC.
- Doğaner, S. 2000: Kıyı oklarının doğal varlıklar olarak korunması. Coğrafya Dergisi 8: 1-28.
- Ercanlı, Ç. & Savaşır, G. 2022: Kentsel kıyı alanlarında taşkın riskine yönelik uyum stratejilerini İzmir Karşıyaka kıyı bandı örneği ile değerlendirmek. Megaron 17(2), 274–291.
- Erinç, S. 1982: Jeomorfoloji I. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi yayını, İstanbul.
- İstanbul BB, 2021: İklim Değişikliği Eylem Planı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, İstanbul.
- IPCC, 2019: 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.]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- İzmir BB, 2020: İzmir Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı. İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir.
- Koçman, A., Kayan, İ., Sezer, L. İ., Gümüş, H., Emekli, G., Mutluer, M., Işık, Ş., Erhat, E., Soykan, F., Karadağ, A. & Kara, N. (1996). İzmir'de 3-4 Kasım 1995 Karşıyaka Sel Felaketi (Oluşumu, Gelişimi, Etkileri ve Alınması Gereken Önlemler. İzmir: Ege Üniversitesi İzmir Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- N.P. Kettle, N.P., Dow, K., Tuler, S., Webler, T., Whitehead, J. & Miller, K.M. (2014). Integrating scientific and local knowledge to inform risk-based management approaches for climate adaptation. Climate Risk Management, 4(5): 17-31, 10.1016/j.crm.2014.07.001.
- Sannino, G., Carillo, A., Iacono, R. et al. Modelling present and future climate in the Mediterranean Sea: a focus on sea-level change. Clim Dyn (2022). <https://doi.org/10.1007/s00382-021-06132-w>.
- Yalçınlar, İ. 1977: İstanbul Halici'nin temizlenmesi ve şehrin gelişmesi üzerine notlar. Coğrafya Enstitüsü Dergisi 20-21: 25-40.
- Yetkin, F.Ü. (2014). İklim değişikliği ve kıyılarımız. 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu: 741-752. İstanbul İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul.
- (Web 1) <https://www.izsu.gov.tr/tr/TesisDetay/1/80/1>, accessed 16.10.2022
- (Web 2) <https://archive.md/20190817193120/https://yesilgazete.org/blog/2019/05/20/kuslar-cakalburnu-dalyanini-terk-ediyor/> accessed 16.10.2022



KÜRESEL DENGE
GLOBAL BALANCE



Küresel Denge Derneği

Attar Sokak, Kent Sitesi, C Blok, No:6 Gaziosmanpaşa 06700 Ankara

info@kureseldenge.org

<http://kureseldenge.org/>