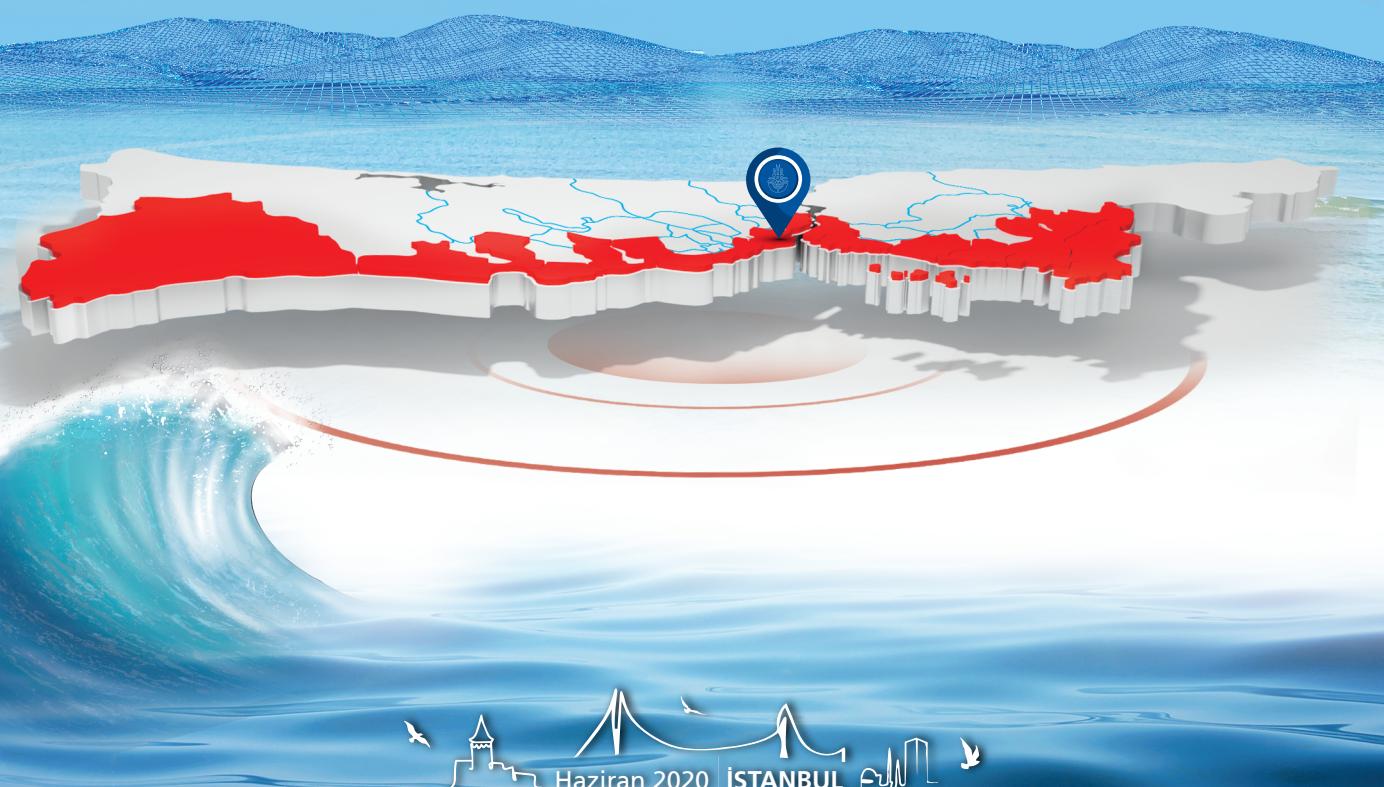
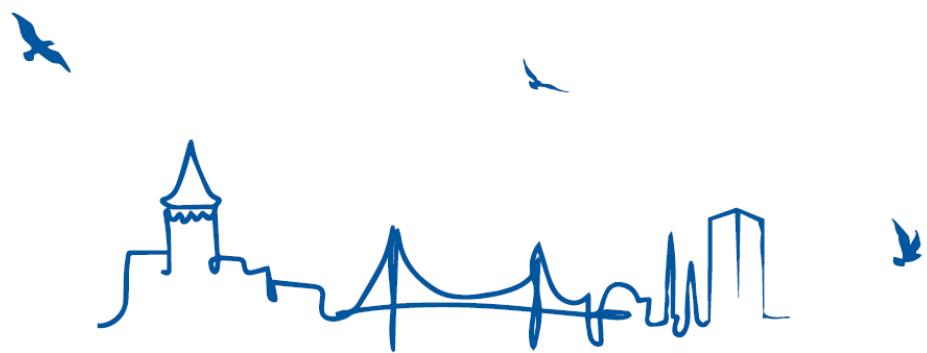




BEŞİKTAŞ

TSUNAMI RİSK ANALİZİ ve EYLEM PLANI KİTAPÇIĞI





**İSTANBUL
SENİN**



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

BEŞİKTAŞ İLÇESİ TSUNAMI RİSK ANALİZİ VE EYLEM PLANI RAPORU

BU RAPOR;

İSTANBUL İLİ MARMARA KİYILARI TSUNAMI MODELLEME, HASAR GÖREBİLİRLİK VE TEHLİKE ANALİZİ GÜNCELLEME PROJESİ (2018) VE İSTANBUL İÇİN TSUNAMI EYLEM PLANI HAZIRLANMASI

İŞİ (2019) SONUÇ RAPORLARINDAN YARARLANILARAK,

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ,

DEPREM RİSK YÖNETİMİ VE İYİLEŞTİRME DAİRE BAŞKANLIĞI,

DEPREM VE ZEMİN İNCELEME MÜDÜRLÜĞÜ

TARAFINDAN ÜRETİLMİŞTİR.

06/2020

PROJE BİLGİLERİ

“İstanbul İli Beşiktaş İlçesi Tsunami Risk Analizi ve Eylem Planı Raporu”, İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi (2018) ve İstanbul İçin Tsunami Eylem Planı Hazırlanması İşi (2019) sonuç raporlarından yararlanılarak, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve İyileştirme Daire Başkanlığı Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından üretilmiştir.

*Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri:*

Prof. Dr. Ahmet Cevdet Yalçınler, Proje Yürütücüsü, yalciner@metu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet Lütfi Süzen, Proje Yürütücüsü, suzen@metu.edu.tr

Araş. Gör. Duygu Tüfekçi Enginar, Bilimsel Proje Uzmanı, dtufekci@metu.edu.tr

Gözde Güney Doğan, Bilimsel Proje Uzmanı, gguneydogan@gmail.com

*İstanbul Büyükşehir Belediyesi
Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı
Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü:*

Jeoloji Müh. Sema KARA

Jeofizik Yük. Müh. Yasin Yaşar YILDIRIM (Dai. Bşk. Danışmanı)

Jeoloji Müh. Evrens Rıza YAPAR

Jeofizik Müh. Özge UZUNKOL

Jeoloji Müh. Ahmet TARİH

Dr. Emin Yahya MENTEŞE (Md. Yrd.)

Jeofizik & Geoteknik Yük. Müh. Kemal DURAN (Müdür)

Dr. Tayfun KAHRAMAN (Daire Başkanı)



Kıymetli Hemşehrilerim;

Dünyada deprem riski en yüksek kentlerin başında, hem nüfus ve yapı yoğunluğu hem de fay hatlarına yakınılığı nedeniyle, maalesef İstanbul geliyor. Kadim kentimizde, değişmeyen öncelikte ve önemdeki birinci konu deprem riski ve beraberinde getireceği yıkımlardır. Bu nedenle, İstanbul'u daha yaşanabilir, daha dayanıklı, daha sürdürülebilir bir şehir yapabilmek için çalışmalarımıza hızlıca başladık.

Şeffaf ve katılımcı yönetim anlayışımız gereği, İstanbul Deprem Seferberlik Plani'na uygun olarak; daha güvenli, afete dirençli bir İstanbul için yol haritası oluşturmaya başladık. Geçtiğimiz yılın sonunda, 174 kurum ve 1.200 akademisyen ile gerçekleştirdiğimiz "İstanbul Deprem Çalıştayı" sorun analizleri, çözümlemeler ve proje önerileri ile geçmiş tüm tecrübeleri de dikkate alarak ortaya, bir yol haritası çıkardı. Keza, bu çalıştay sonrası paydaşların ihtiyaçlarını dile getirebilecekleri ve süreç yönetimine aktif olarak katılabilecekleri, siyaset üstü bir yapı olarak "İstanbul Deprem Platformu" kuruldu ve ilk toplantısını, 65 kurumun katılımı ile Şubat ayında yaptı. Böylece; tüm katılımcı kuruluşların, deprem riskini azaltma adına katkıda bulunmaları; platforma katılan kuruluşlar ve temsilcileri ile südürlülecek çalışmaların, şeffaf ve kesintisiz biçimde kamuoyunun bilgisine sunulması; toplumun her katmanından gelecek bilgi ve önerilerin de göz önüne alınmasını sağlayacak bir iletişim düzeninin kurulması hedeflendi.

Özellikle, 39 ilçe belediyemiz ile yapılacak iş birliği ve süreç yönetimine katılımın, tarafımızca çok önemsenmesi, platformda ilçe belediyelerini çok önemli bir yere oturttu. Bilimsel çalışmalar göstermektedir ki; yıkıcı bir deprem, er ya da geç meydana gelecek, gerçekleşliğinde ise afet boyutunda kayıplara neden olabilecektir. Dolayısıyla bu depreme, sadece İBB olarak değil siyaset üstü bir yaklaşım ile merkezi idare, İstanbul Valiliği, ilçe belediyeleri, STK'lar, üniversiteler gibi bütün paydaşlar ile beraber hazırlanmalıyız. İstanbululluların geleceğe daha güvenle bakılmasına için olmazsa olmaz koşul, bu birliliktektir. Depreme hazırlanabilmenin temelinde ise, depremin yaratacağı riskin anlaşılması ve azaltılması adına yapılabilecekler yatkınlıdır. Bu doğrultuda, İstanbul'un deprem nedeni ile karşı karşıya kalacağı riskin anlaşılabilmesi için; üniversiteler, uzmanlar ve profesyonel bir ekip ile aklın ve bilimin rehberliğinde İBB olarak çalışmalarımızı sürdürmektediriz.

39 ilçemiz için ayrı ayrı analizler ve haritalamalar devam ederken; sınırları kısmen Marmara Denizi'ne komşu 17 ilçemiz için de tsunami kaynaklı risk analizleri ve alınması gerekliliği yapısal ve yapısal olmayan önlemlerin boyutlarını ortaya koyan "İstanbul İlçe Bazlı Tsunami Risk Analizi ve Eylem Planı İlçe Kitapçıları", İBB imkânları ile üretilmiştir. İBB ve ODTÜ işbirliği ile yapılmış olan "İstanbul Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi (ODTÜ, 2018)" ve "İstanbul İli Tsunami Eylem Planı (ODTÜ, 2019)" projelerinden faydalananlarak üretilen bu bilgi kitapçıları ile İstanbul genelinde etkili olabilecek olası bir tsunami olayının yarataceği kayıpları minimuma indirmek, Marmara kıyılarında yer alan önemli kritik yapıların tsunamiden etkilenmemesi ya da en az etkilenmesi için alınması gereken önlemleri saptayarak gerekli aşamaları tanımlamak, detaylandırmak ve aynı zamanda afete hazırlık konusunda ilgili kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi hedeflenmektedir. İBB Başkanı olarak, ilk günden itibaren ilan ettiğimiz demokratik, katılımcı ve şeffaf bir yönetim anlayışı yaklaşımı gereği kamuoyu ile paylaştığımız "İstanbul'u beraber yönetelim" prensibimize uygun bir seferberlik ruhu ve el birliğiyle yürüteceğimiz tüm bu çalışmalar sayesinde, İstanbul'un depreme daha dayanıklı bir kent olmasını ve biz İstanbululluların da geleceğe daha güvenle bakmasını mümkün kılacagımıza inancım tamdır.

Saygılarımla,

Ekrem İMAMOĞLU

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı

İÇİNDEKİLER

Şekiller	3
Tablolar	5
1. GİRİŞ	6
2. TSUNAMI TEHLİKESİ	8
3. KAPSAM VE YÖNTEM	9
4. BEŞİKTAŞ İLÇESİ TSUNAMI BASKIN ANALİZLERİ	13
4.1. Beşiktaş İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası	13
4.2. Beşiktaş İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları	16
5. BEŞİKTAŞ İLÇESİ METHUVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ	23
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik	23
5.1.1. Jeoloji	23
5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu	24
5.1.3. Kıyıdan Uzaklık	25
5.1.4. Yükseklik	26
5.2. Tahliye Esnekliği	27
5.2.1. Binaya Uzaklık	27
5.2.2. Yol Ağına Uzaklık	28
5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu	29
5.2.4. Eğim	30
5.3. Beşiktaş İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları	31
6. BEŞİKTAŞ İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ	33
6.1. Beşiktaş İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası	33
6.2. Beşiktaş İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Risk Haritaları	34
7. BEŞİKTAŞ İLÇESİ TSUNAMI EYLEM PLANI	36
7.1. Tsunami Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Alınması Gerekli Önlemler	37
7.1.1. Bebek ve Arnavutköy Mahalleleri Sahili	37
7.1.2. Vişnezade Mahallesi ile Arnavutköy Mahallesi Arasında Kalan Sahil	40
7.2. Beşiktaş İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi	41
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
9. KAYNAKÇA	43

Şekiller

Şekil 1: Tsunamilerin a) Oluşum, b) Ayrılma, c) Yayılma ve Yükselme ile d) Karada İlerlemesi Aşamalarının Şematik Gösterimi	8
Şekil 2: Tsunami Parametrelerini Anlatan Temsili Çizim (Kaynak: UNESCO-IOC, 2014)	8
Şekil 3: METHUVA Analizi Akış Diyagramı.....	11
Şekil 4: METHUVA Analizi Bileşenleri	12
Şekil 5: PIN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	13
Şekil 6: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (PIN)	14
Şekil 7: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (PIN).....	16
Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	16
Şekil 9: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC)	17
Şekil 10: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSBC)	19
Şekil 11: LSY Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	19
Şekil 12: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSY)	20
Şekil 13: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSY).....	22
Şekil 14: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	24
Şekil 15: a) Heyelan taç yoğunluğu katmanın parametre haritası b) Heyelan taç yoğunluğu katmanın sınıflandırılmış haritası.....	25
Şekil 16: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanın Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	26
Şekil 17: a) Yükseklik Katmanın Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	27
Şekil 18: a) Binalara Uzaklık Katmanın Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	28
Şekil 19: a) Yol Ağına Uzaklık Katmanın Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	29
Şekil 20: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanın Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	30
Şekil 21: a) Eğim Katmanın Parametre Haritası b) Eğim Katmanın Sınıflandırılmış Haritası	31
Şekil 22: Beşiktaş Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası	32
Şekil 23: PIN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası.....	33
Şekil 24: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	34
Şekil 25: LSY Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası.....	35
Şekil 26: Arnavutköy ve Bebek Mahallesi Sahil Kullanımları İle Topografiyadaki Eğim Değişimleri.....	37

Şekil 27: a) Tahliyeye Elverişli Kıyıya Dik Açılan Sokak b) Kıyıya Dik Olmasına Rağmen Kullanılamayan Tahliye Alanı c) Bebek Parkı d) Kuruçeşme Parkı.....	39
Şekil 28: a) Kıyıya Bağlanmış Özel Tekneler b) Aşıyan Sahilinde Yapımı Devam Eden Finüküler Hat İnşaatı.....	39

Tablolar

Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları	10
Tablo 2: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (PIN)	14
Tablo 3: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (PIN)	15
Tablo 4: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSBC)	17
Tablo 5: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC).....	18
Tablo 6: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSY)	20
Tablo 7: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSY)	21
Tablo 8: Beşiktaş Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri..	23
Tablo 9: Beşiktaş Içesinde Vişnezade Arnavutköy Mahalleleri Arasında Yer Alan Kıyı Yapıları ve Kıyı Tesisleri	40

1. GİRİŞ

İstanbul ili tarih boyunca belirli aralıklarla birçok depreme maruz kalmış ve bu depremler büyük kayıplara sebep olmuştur. Bilimsel çalışmalar, jeolojik veriler, edinilen tecrübeler ve İstanbul'un şehirleşme nitelikleri bir arada değerlendirildiğinde, yakın gelecekteki olası büyük bir depremin yönetilemez boyutlarda hasar meydana getireceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, geçmişte İstanbul'u afet boyutunda etkilemiş olan depremler incelendiğinde, tüm kıyı şeridini tehdit ederek bu hat boyunca hasara yol açan tsunami olayları ayrıca göze çarpmaktadır. Diğer bir deyişle tarihsel bilgiler Marmara Denizi'nde tsunami dalgalarının oluştuğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Türkiye kıyılarında 3.000 yılı aşkın sürede saptanan 90 kadar tsunami dalgasının üçte biri Marmara Denizinde yer almıştır.

Bu çerçevede, kıyı şehirlerinin ve özellikle mega kentlerin tsunami olaylarına karşı hazırlıklı olması için başta Japonya ve ABD'de olmak üzere dünyanın çeşitli ülkelerinde tsunami etkilerini azaltmaya yönelik gerçekleştirilen projelerde, farklı senaryolara göre oluşacak tsunami kaynaklı bir afet durumunda kıyılardaki olası baskın alanlarının saptanması, akım derinliği ve tırmanma yüksekliği dağılımlarının hesaplanması, binaların hasar görebilirlik durumlarının belirlenmesi, tahliye yollarının hizmet görebilirliğinin anlaşılması ve risk düzeylerinin hesaplanması amaçlamaktadır. Bu nedenle bu tür çalışmalar hem riski saptama hem de risk azaltma için yöntem geliştirme yolunda, karar vericiler ve şehir yöneticileri için çok faydalı araçlardır. Bu tür projelerin sonuçlarının başarılı olarak uygulanabilmesi için kullanılan verilerin kaliteli, güvenilir ve yüksek çözünürlüklü olması, kullanılan hesaplama araçları, sayısal modeller ve yöntemlerin güncel, doğruluğu ve geçerliliği kanıtlanmış ve yüksek performanslı model ve yöntemlerle olmaları gereklidir.

Bu doğrultuda, İstanbul genelinde yapılmış ilk çalışma 2007 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (İBB-DEZİM) tarafından gerçekleştirilen; "İstanbul Kıyılarını Etkileyebilecek Tsunami Dalgaları İçin Benzetim ve Hasar Görebilirlik Analizi Projesi" dir (İBB, OYO, 2007). Bu proje sonuçları, geliştirilen yerleşime uygunluk haritalarında altlık olarak kullanılmış, birçok altyapı ve üstyapı yatırımda da yön gösterici olmuştur. Bu ilk çalışmadan sonraki dönemde, deniz içi, kıyı ve karasal alandaki yapısal unsurlarda değişiklikler, sayısal modelleme araçlarında hem yazılım hem de donanım teknolojilerinde önemli gelişmeler olmuş, bunların yanında veri toplama ve işleme yöntemlerinde de çok etkin ölçüm ve işleme araçları kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmelere ek olarak özellikle 2011 Tohoku Depremi (Japonya), tsunami karşısında alınması gereken önlemlerin önemini de bir kez daha gözler önüne sermiştir. Gerek ülkemizde gerekse dünyadaki tüm bu bilimsel ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda İBB-DEZİM tarafından İstanbul'u etkilemesi olası tsunami karşısında kentsel dayanıklılığı artırmak amacıyla "**Tsunami Dayanıklı İstanbul**" yaklaşımı geliştirilmiş ve üç aşamalı bir süreç tanımlanmıştır. Buna göre öncelikli olarak tsunami kaynaklı risk ve risk bileşenlerinin tekrar analiz edilmesi ve değerlendirilmesi kararlaştırılmış, böylelikle "**İstanbul Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncellemeye Projesi**" (ODTÜ, 2018) gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında kullanılan çözünürlük seviyesi,

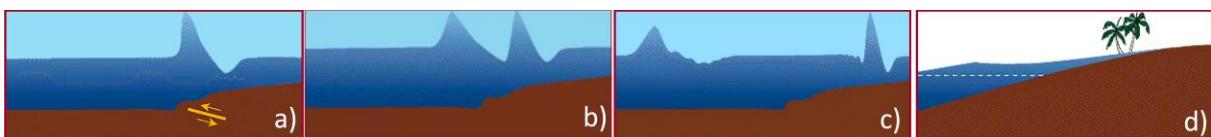
dünyada megakentler için yapılmış olan tsunami modelleme, hasar görebilirlik ve tehlike analizi projeleri arasında bir ilk niteliğini taşımakta olup her kritik senaryoya göre ilçe ve mahalle bazlı baskın haritaları hazırlanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre Marmara Denizi'ne doğrudan kıyısı olan bütün ilçelerde değişken ama önemli boyutlarda tsunami etkisi olacağının görülmektedir.

İstanbul Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi'nin (ODTÜ, 2018) ardından, bu proje çıktılarına bağlı olarak İstanbul genelinde etkili olabilecek olası bir tsunami olayının yaratacağı kayıpları minimuma indirmek, Marmara kıyılarında yer alan önemli kritik yapıların tsunamiden etkilenmemesi ya da en az etkilenmesi için alınması gereken önlemleri saptayarak gerekli aşamaları tanımlamak ve detaylandırmak ve aynı zamanda afete hazırlık konusunda ilgili kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi amacıyla tasarlanan "**İstanbul İli Tsunami Eylem Planı**" (ODTÜ, 2019) çalışması da "**Tsunami Dayanıklı İstanbul**" yaklaşımının ikinci aşaması olarak tamamlanmıştır.

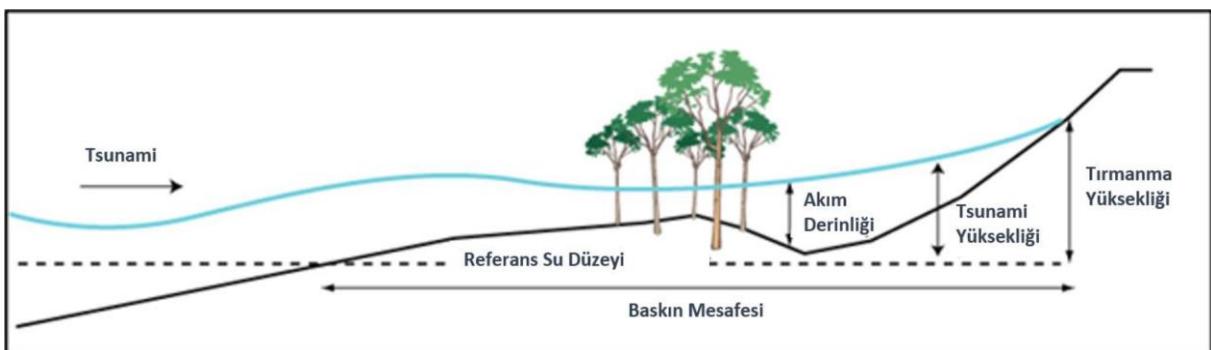
Bu iki çalışmanın ardından, üçüncü aşama olarak, öngörülen riskin azaltılmasına yönelik eylemlerin ve stratejilerin uygulanması hedeflenmektedir. İlk iki aşamaya göre daha uzun soluklu ve kapsamlı bir planlama gerektiren bu aşamanın hedeflenen amaçlara ulaşabilmesi, konunun en önemli paydaşlarından olan ilçe belediyeleri, kaymakamlıklar, ilgili diğer kurum-kuruluşlar, STK'lar ve yerel halk tarafından gereğince sahiplenilmesine bağlıdır. Bu kapsamda gerek analizlerle ortaya çıkarılan tehlike ve risklerin doğru anlaşılabilmesi, gerekse risklerin azaltılmasına yönelik çalışmaların önemini kavranarak tüm paydaşlarca sahiplenilmesinin sağlanması amacıyla tsunami etkisine maruz kalacak her bir ilçeye özel raporlama yapılmıştır. Bu sayede karar verici ve uygulayıcı birimlerin sorumluluk alanlarında kalan tehlikelere ve olası risklerin azaltılması için gereken önlemlere daha kolay odaklanması ve konuma özgün çözümlemeler geliştirmesinin önünün açılması hedeflenmiştir.

2. TSUNAMİ TEHLİKESİ

Tsunamiler temelde deniz tabanı deformasyonlarına bağlı olarak oluşan uzun deniz dalgalarıdır. Bu deformasyonlar deniz tabanındaki depremler, deniz altı heyelanları, volkanik patlamalar veya meteorit çarpmaları sonucu oluşabilir. Bu olaylardan herhangi biri ya da birkaçının birden oluşması sırasında potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşerek deniz ortamına kısa sürede enerji aktarılması gerçekleşir. Denize geçen enerji, su kütlesi içinde akıntılar ve su düzeyi değişimine neden olarak tsunami dalgası oluşturur. Tsunamiler sadece kendi oluşturdukları bölgelerde değil, deniz ve okyanus alanlarında çok uzak mesafelerde de zararlara yol açmaktadır. Tsunami dalgaları, derin deniz bölgesinde pek yüksek değilken, sıçradıklarda şiddetli akıntılar ve suyun yükselmesi biçiminde değişim göstererek, kıyılarda azalan derinliğin etkisi ile dalga boyu kısalması, su düzeyi (genlik) artması, suyun çekilmesi, tırmanma ve su basması biçiminde etkili olurlar. Tsunamilerin oluşum, ayrılma, yayılma ve yükselme ile karada ilerlemesi gibi dört ana aşamasını gösteren görseller Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 2'de ise tsunaminin kıyılardaki parametreleri gösterilmiştir.



Şekil 1: Tsunamilerin a) Oluşum, b) Ayrılma, c) Yayılma ve Yükselme ile d) Karada İlerlemesi Aşamalarının Schematic Gösterimi



Şekil 2: Tsunami Parametrelerini Anlatan Temsili Çizim (Kaynak: UNESCO-IOC, 2014)

3. KAPSAM VE YÖNTEM

İstanbul ili Marmara kıyıları için hazırlanan Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncellemeye Projesi kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur:

Veri Tabanının Oluşturulması: Marmara kıyılarındaki her ilçe için binalar, yollar, altyapı ve kıyı tesisleri, idari sınırlar, dereler, jeoloji, heyelan alanları ve arazi kullanım verileri toparlanmış, sonrasında ise toplanan bu veriler kıyı alanları için oluşturulmuş LIDAR kaynaklı 1 m hassasiyetli sayısal yükseklik modeli (DEM) ve deniz alanları için 42 m düzeyinde oluşturulmuş batimetri verileri ile birleştirilerek tsunami sayısal modellemesi için yüksek çözünürlükte ve kapsamlı bir veri tabanı hazırlanmıştır.

Tsunami Senaryolarının Hazırlanması: Kuzey Anadolu Fayı'nın batıya doğru Marmara Denizi'ne uzanan ve ikiye ayrılan kolları üzerinde tarihteki depremler de dikkate alınarak olası deprem yaratacak bölgeler seçilmiştir. Bu bölgelerin her biri farklı bir tsunami kaynağı olarak düşünülerek her birine farklı isimler verilmiştir (OYO, 2007; MARSITE, 2016; MARDIM-SATREPS, 2018). Her bir tsunami kaynağı farklı sayıda segmentlerden oluşmaktadır. Bu rapor kapsamında yapılan benzetimlerde, her bir tsunami kaynağında yer alan segmentlerin tamamının depremle beraber kırıldığı kabul edilmiş ve her bir tsunami kaynağı için olası en uzun kırılma boyu kullanılmıştır. Böylece Marmara Denizi'nde sismik etkilerle oluşabilecek toplam 11 farklı tsunami senaryosu belirlenmiştir. Marmara'da yapılan bilimsel araştırmaların sonuçları göstermektedir ki; Marmara Denizi'nde bazı bölgelerde geçmişte deniz altı heyelanları da olmuştur. Deniz altı heyelani ile oluşan tsunamiler sismik kaynaklı tsunamilere göre daha yüksek ve dik dalga özelliğinde olup, en yakın kıyıya çok daha şiddetli etki edebilmektedir. Bu nedenle 3 ayrı deniz altı heyelani da tsunami kaynağı veri tabanına dahil edilmiş ve benzetimler yapılmıştır.

Tablo 1 'de verilen toplam 14 senaryonun her biri ayrı ayrı olarak benzetimlerde kullanılmıştır. Deniz altı heyelanlarının oluşma sebeplerinin başında sismik sarsıntılar yer alır. Bundan başka dip akıntıları, içsel dalgalar (internal waves), ani su düzeyi değişimleri de deniz altı heyelanlarının oluşmasında diğer sebepler arasında yer almaktadır. Deniz altı heyelani ile oluşan tsunami dalgaları, Marmara Denizi'ndeki sismik kaynaklı tsunami senaryoları ile oluşabilecek dalgalarдан çok daha yüksek ve diktir. Bu dalgalar deniz altı heyelan bölgesinde ortaya çıkar ve en yakın kıyıda çok daha fazla baskın alanı yaratır. Bu nedenle sismik kaynaklı senaryolar ile deniz altı kaynaklı senaryolar ayrı ayrı olarak benzetimlerde incelenmiştir.

Kritik Tsunami Senaryolarının Modellenmesi: Modelleme çalışmalarında Tsunami Sayısal Modeli NAMI DANCE kullanılmıştır. NAMI DANCE girdi olarak ya tanımlanmış bir faydan, önceden belirlenmiş bir dalga formundan ya da grid sınırlındaki su yüzeyi dalgalanmalarının zaman serisinden elde edilen tsunami kaynağını kullanır ve dalga hareketini, ilerlemesini, kıyılara gelene kadarki değişimleri, kıyıdaki yükselmeleri ve karadaki baskın alanlarını ve başka

birçok tsunami parametresini hesaplar. Bu aşamada her ilçe ve senaryo için tsunami baskın analizlerinde su basma alanı içinde bulunan yapılar, metropoliten kullanım amaçlarına göre 'sosyal', 'idari' ve 'iktisadi' olmak üzere 3 ana grupta incelenmiştir. Veri tabanında mesken olarak belirtilen yapılar sosyal, okul ve resmi olarak belirtilen yapılar idari; fabrika, imalat, ticari, trafo, elektrik santrali olarak belirtilen yapılar ise iktisadi gruba dahil edilmiştir. Her ilçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri her tsunami senaryosu için ilgili alt bölgelerde sunulmuştur. NAMI DANCE sayısal modeli, çalışma prensipleri ve İstanbul kıyıları için uygulanması ile ilgili olarak İstanbul Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi" (ODTÜ, 2018) raporunda detaylı bilgiler yer almaktadır.

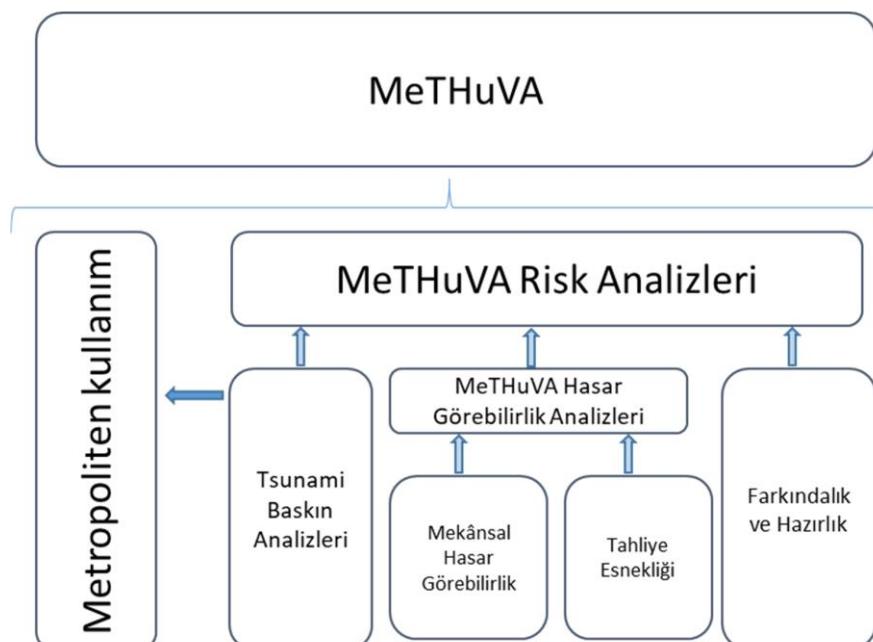
Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları

No	Tsunami Senaryosu	Açıklama
1	PI	Prens Adaları Fayı (Oblik(verev)-Normal)
2	PIN	Prens Adaları Fayı (Normal)
3	GA	Ganos Fayı (Oblik (verev) Normal ve Eğik Ters)
4	PI+GA	Prens Adaları Fayı (Oblik(verev)-Normal) ve Ganos Fayı
5	YAN	Yalova Fayı (Oblik(verev) Normal ve Normal)
6	CMN	Orta Marmara Fayı (Normal)
7	SN05	Marsite Projesi Çıktısı Tsunami Kaynağı
8	SN08	Marsite Projesi Çıktısı Tsunami Kaynağı
9	SN10	Marsite Projesi Çıktısı Tsunami Kaynağı
10	SN23	Marsite Projesi Çıktısı Tsunami Kaynağı
11	SN29-30	Marsite Projesi Çıktısı Tsunami Kaynağı
12	LSY	Deniz Altı Heyelanına Bağlı Olası Tsunami Kaynağı (Yenikapı Açıkları)
13	LSBC	Deniz Altı Heyelanına Bağlı Olası Tsunami Kaynağı (Büyükçekmece Açıkları)
14	LST	Deniz Altı Heyelanına Bağlı Olası Tsunami Kaynağı (Tuzla Açıkları)

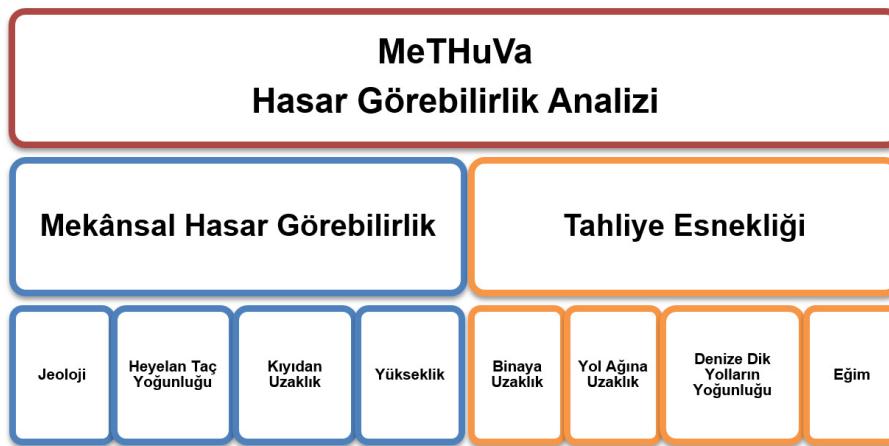
Hasar Görebilirlik Analizleri (MeTHuVA): Metropoliten alanlarda tsunami afeti sırasında bireylerin hasar görebilirlik durumlarının tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle insanlar için bu afet türünün tehlikesi, afet anında bulundukları konumdan kaynaklanmaktadır. MeTHuVA yöntemi bu ihtiyacı gözterek, metropoliten alanlarda tsunami insan hasar görebilirliğini ve buna bağlı olarak tehlike altındaki alanları ve bu alanlardaki risk seviyesini tespit etmek üzere tasarlanmıştır. MeTHuVA yöntemi, binaların yapı tipinden kaynaklı hasar görebilirliğini değil, bu yapıların kullanım amaçlarını ve afet anında bu alanlardaki insan yoğunluğunu göz önünde bulundurarak analiz etmekte ve bu değişkenlere göre sınıflandırma ve değerlendirme işlemlerini uygulamaktadır. Analizlerde iki ana etken üzerinden yola çıkılmaktadır. Bunlar Mekânsal Hasar Görebilirlik (MHG) ve Tahliye Esnekliği (TE) ana etkenleridir. Mekânsal Hasar Görebilirlik, uygulama alanındaki her bir konum için bu konumun tsunami afetinden etkilenmesine bazı fiziksel özelliklerinden kaynaklanan tsunami hasar görebilirlik değerini, Tahliye Esnekliği ise bir bireyin bulunduğu alanda tsunami tehlikesi anında güvenli bir yere ulaşabilmesi için konumundan kaynaklanan tahliye esnekliğini temsil etmektedir. Bu iki ana parametrenin birbirlerine karşı herhangi bir üstünlükleri yoktur. Bu iki

ana parametre, Mekânsal Hasar Görebilirlik için, kıyıdan uzaklık, yükseklik, heyelan taç yoğunluğu ve jeoloji olmak üzere dört adet, Tahliye Esnekliği için ise, binaya uzaklık, yol ağına uzaklık, denize dik yolların yoğunluğu ve eğim olmak üzere dört adet alt parametreden oluşmaktadır. Bu alt parametreler ise MeTHuVA hasar görebilirlik analizi için AHP uygulamalarında hiyerarşinin üçüncü ve en alt basamaklarını oluşturmaktadır

Son parametre ise bölge halkın hazırlıklı olma ve farkındalık seviyesini belirten parametredir. Hazırlıklı olma ve farkındalık seviyeleri toplumun olası bir afeti nasıl karşılayacağını direkt olarak etkilediğinden bu parametre MeTHuVA Risk Analizi 'ne, sonucu büyük oranda etkileyeceğin şekilde dâhil edilmiştir. MeTHuVA yöntemine göre, bu parametrenin değeri, diğer bir deyişle toplumun farkındalık ve hazırlıklı olma düzeyi arttıkça diğer parametrelere bağımlı olmaksızın risk seviyesi düşmektedir. MeTHuVA çalışma prensipleri ve İstanbul kıyıları için uygulanması ile ilgili olarak İstanbul Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi" (ODTÜ, 2018) raporunda detaylı bilgiler yer almaktadır.



Şekil 3: METHUVA Analizi Akış Diyagramı



Şekil 4: METHUVA Analizi Bileşenleri

Risk Analizleri (MeTHuVA): MeTHuVA kapsamında her bir ilçenin tsunami risk hesaplaması aşağıda verilen MeTHuVA risk denklemi ile yapılmıştır.

$$Risk = (TB) * \left(\frac{MHG}{n * TE} \right)$$

Bu denklemde, TB, tsunami benzetimleri sonucu elde edilen Tsunami Baskını'nı; MHG, Mekânsal Hasar Görebilirliği; TE, Tahliye Esnekliği'ni göstermektedir. Denklemdeki n parametresi ise bölge halkın hazırlıklı olma ve farkındalık seviyesini belirten ve 1 ve 10 arasında değer alan bir katsayıdır. Bölge halkın tsunami olayını yaşadığında gerekliliğinde farkındalık, hazırlık ve zamanında tahliye konularında yeterince bilgi ve deneyim sahibi olduğu durum 10 ile, en hazırlıksız olduğu durum ise 1 ile temsil edilmektedir.

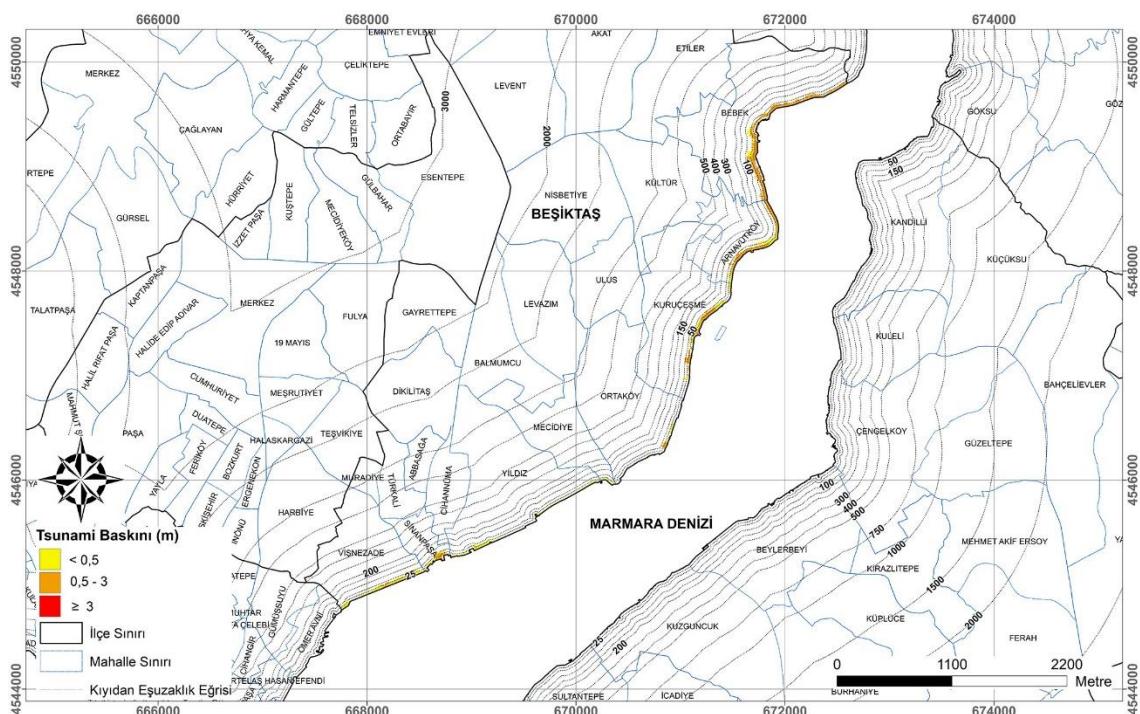
MeTHuVA risk denkleminin elemanları göz önünde bulundurulduğunda, tsunami baskın parametresi doğa tarafından kontrol edilen ve gücü düşürülemeyecek bir etkendir. Metropoliten şehirlerde şehrin yapısı oturmuş olduğundan ve kolayca değiştirilemeyeceğinden Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği parametreleri de riski azaltmak üzere hızlıca ve etkili bir şekilde değiştirilemez. Ancak, toplumun hazırlıklı olma ve farkındalık düzeyini temsil eden n parametresi, risk denklemi içinde zaman içinde değiştirilebilecek en etkin parametredir. Toplumun tsunami ile ilgili bilgisinin artırılması ve ilgili birimlerce alınacak önlemler n parametresinin değerinde artış sağlayarak riskin azalmasına sebep olacaktır.

2004 Hint Okyanusu ve 2011 Tohoku felaketlerinin ardından tüm dünyada tsunami olayına karşı artan farkındalık ve 1999 İzmit depreminden sonra Marmara Denizi için gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası projeler gözetilerek bu projede İstanbul ilçeleri için uygun görülen n parametresi değeri 3 olarak kabul edilmiştir.

4. BEŞİKTAŞ İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ

4.1. Beşiktaş İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunamı Baskın Haritası

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Beşiktaş ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağının Marmara Denizi içinde bulunan Prens Adaları Fayı (Prince Islands Fault-PIN) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak PIN kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. PIN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Beşiktaş ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 3.19 metreye ulaşığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 110 metreye ulaşmaktadır.

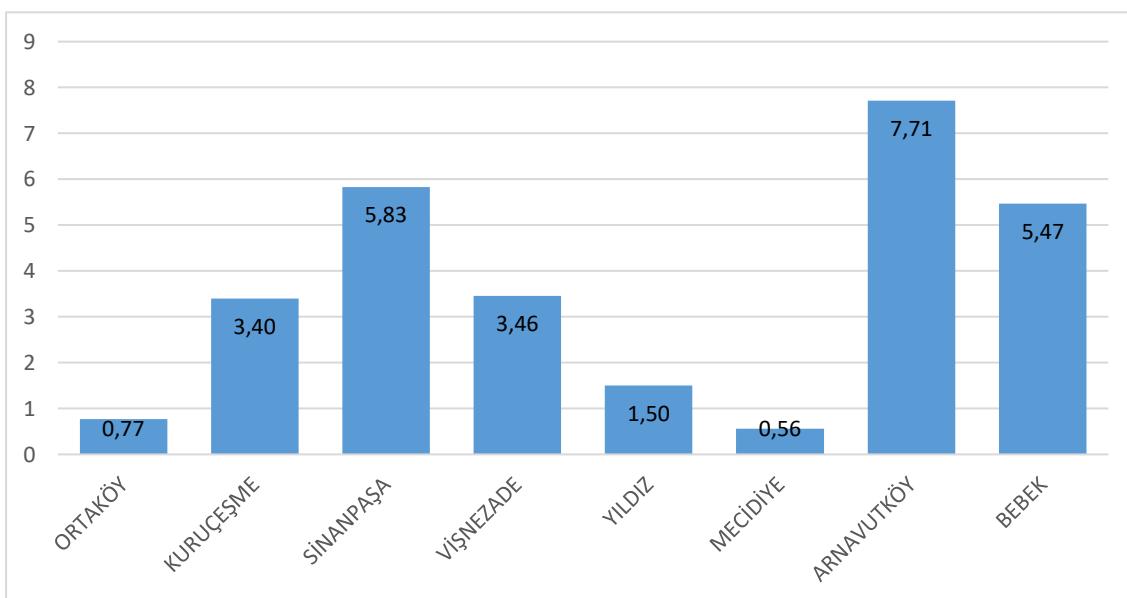


Şekil 5: PIN Kaynaklı Tsunamı Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunamı Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, PIN kaynaklı olası bir tsunamide, Beşiktaş ilçesinin %1.06'sını kapsayan 0.191 km^2 'lik bir alanda ve 8 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami su baskını alanının Beşiktaş ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 2 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre alansal olarak en yüksek su basma alanı %7.71 oranında Arnavutköy Mahallesi'nde hesaplanmıştır. Bu değeri %5.83 ile Sinanpaşa, %5.47 ile Bebek mahalleleri takip etmektedir. PIN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, ilçe genelinde maksimum su basma derinliğinin en yüksek hesaplandığı mahalle noktasal olarak 3.19 m degeriyle Bebek Mahallesi'dir.

Tablo 2: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (PIN)

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah.Alanı (km ²)	Su basma alanı %
ARNAVUTKÖY	2.95	0.68	34.650	0.449	7.71
SİNANPAŞA	2.15	0.49	10.075	0.173	5.83
BEBEK	3.19	1.21	66.050	1.208	5.47
VİŞNEZADE	2.56	0.41	22.825	0.659	3.46
KURUÇEŞME	2.53	0.59	30.725	0.904	3.40
YILDIZ	2.16	0.32	16.775	1.119	1.50
ORTAKÖY	1.67	0.50	7.450	0.969	0.77
MECİDİYE	1.61	0.34	2.750	0.490	0.56



Şekil 6: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (PIN)

PIN kaynaklı olası bir tsunamiye Beşiktaş ilçesi içinde bulunan 16.441 yapıdan 185'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 180'i Metropoliten Kullanım (MK) değerlendirmeleri kapsamında sosyal, idari ve iktisadi grupları altında değerlendirmeye alınmıştır. İlçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri Tablo 3'te verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre PIN kaynaklı olası bir tsunamiye Arnavutköy Mahallesi'nde İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların %27.27'sinin, İdari yapı grubu içinde bulunan resmi binaların ise %66.67'inin suyla teması bulunmaktadır. Sinanpaşa, Bebek ve Ortaköy mahallelerindeki İdari yapı grubunda bulunan resmi binaların ise, sırasıyla %38.46'sının, %33.33'ünün ve %25'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 7'de sunulmuştur. Beşiktaş ilçesi genelinde PIN kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların

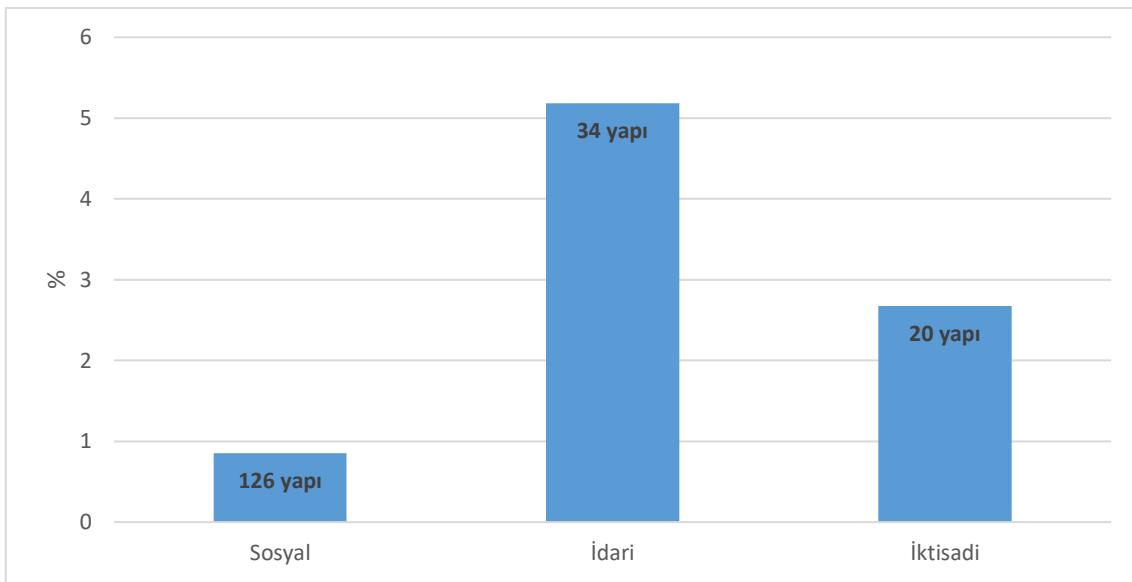
%0.85'i, İdari grubundaki yapıların %5.18'i ve İktisadi yapıların ise %2.67'si su basmasından etkilenmektedir.

Tablo 3: Beşiktaş İlçesi Suya Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (PIN)

İlçe Genel	Sosyal	İdari		İktisadi	Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	
Arnavutköy	1.072	16	6	11	1.114
Bebek	865	19	12	19	931
Kuruçeşme	651	11	9	56	747
Mecidiye	1.070	4	6	14	1.110
Ortaköy	950	3	12	51	1.047
Sinanpaşa	454	-	13	56	541
Vişnezade	628	16	60	27	746
Yıldız	481	85	131	43	754
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	14.761	289	367	748	16.441 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
	Arnavutköy	38	0	4	3
Bebek	63	0	4	4	71
Kuruçeşme	12	0	0	8	20
Mecidiye	1	0	1	0	2
Ortaköy	1	0	3	2	6
Sinanpaşa	2	0	5	2	9
Vişnezade	0	0	10	0	10
Yıldız	9	7	0	1	17
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	126	7	27	20	180 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 185 (Toplam etkilenen bina sayısı)

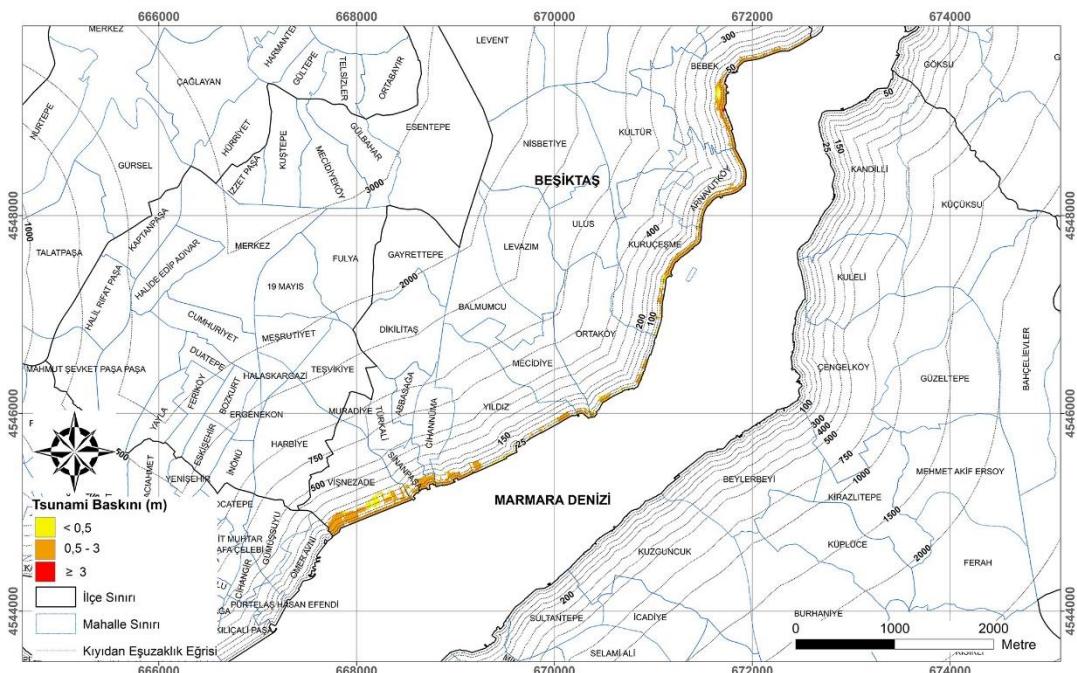
Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Ticari
Arnavutköy	3.54	0.00	66.67	27.27
Bebek	7.28	0.00	33.33	21.05
Kuruçeşme	1.84	0.00	0.00	14.29
Mecidiye	0.09	0.00	16.67	0.00
Ortaköy	0.11	0.00	25.00	3.92
Sinanpaşa	0.44	-	38.46	3.57
Vişnezade	0.00	0.00	16.67	0.00
Yıldız	1.87	8.24	0.00	2.33
İlçe Toplamı	0.85	2.42	7.36	2.67



Şekil 7: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (PIN)

4.2. Beşiktaş İlçesi Deniz Altı Heyeları Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Beşiktaş ilçesi için kritik deniz altı heyeları kaynaklı tsunami senaryolarından birinin Büyükçekmece Deniz Altı Heyeları (LSBC) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak LSBC kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir. LSBC kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Beşiktaş ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 3.99 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 200 metreye ulaşmaktadır.

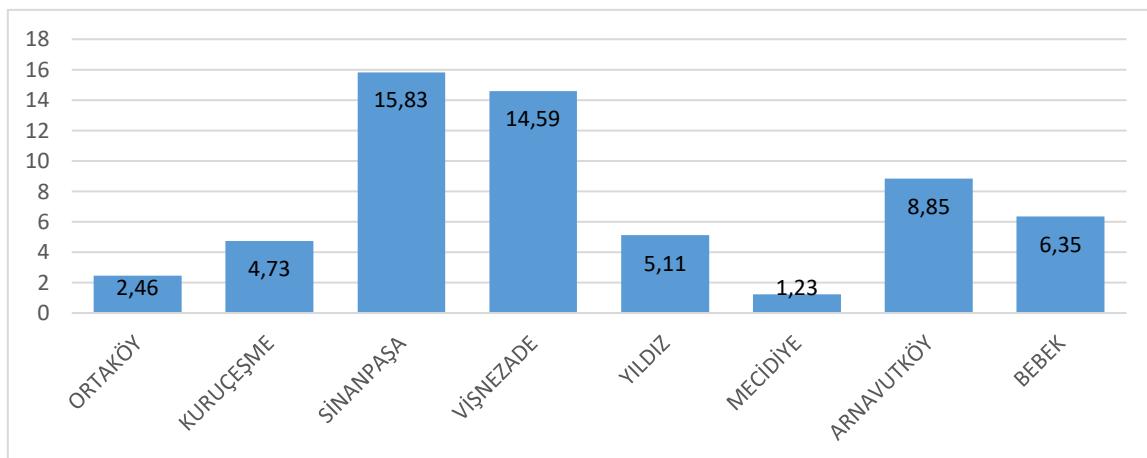


Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, LSBC kaynaklı olası bir tsunamide, Beşiktaş ilçesinin %2.05'ini kapsayan 0.37 km²'lik bir alanda ve 8 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Beşiktaş ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilcelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 4 ve Şekil 9'de gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Sinanpaşa ve Vişnezade mahallelerinde sırasıyla %15.83 ve %14.59 oranlarında su basması gözlenmiştir. Bunu %8.85 ve %6.35 ile Arnavutköy ve Bebek mahalleleri takip etmektedir. İlçe genelinde en yüksek su basma derinliği noktasal olarak 3.99m ile Vişnezade Mahallesi'nde hesaplanmıştır.

Tablo 4: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSBC)

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah. Alanı (km ²)	Su basma alanı %
SİNANPAŞA	3.86	1.67	27.350	0.173	15.83
ViŞNEZADE	3.99	1.21	96.175	0.659	14.59
ARNAVUTKÖY	3.50	1.29	39.750	0.449	8.85
BEBEK	3.77	1.59	76.750	1.208	6.35
YILDIZ	3.83	1.23	57.150	1.119	5.11
KURUÇEŞME	2.86	1.00	42.775	0.904	4.73
ORTAKÖY	2.74	0.83	23.825	0.969	2.46
MECİDİYE	2.81	1.17	6.050	0.490	1.23



Şekil 9: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC)

LSBC kaynaklı olası bir tsunamide Beşiktaş ilçesi içinde bulunan 16.441 yapidan 354'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 347'si Metropoliten Kullanım (MK) değerlendirmeleri kapsamında sosyal, idari ve iktisadi grupları altında değerlendirilmeye alınmıştır. İlçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri Tablo 5'de verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSBC kaynaklı olası bir tsunamide Arnavutköy Mahallesi'nde İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların %72.73'ünün, İdari yapı grubu

içinde bulunan resmi binaların ise %66.67'inin suyla teması bulunmaktadır. Vişnezade ve Sinanpaşa mahallelerinde İdari yapı grubunda bulunan resmi binaların ise, sırasıyla %63.33'ünün ve %53.85'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Yıldız Mahallesi'nde İktisadi yapı grubunda bulunan trafo binalarının ise %50'si suyla temas etmiştir.

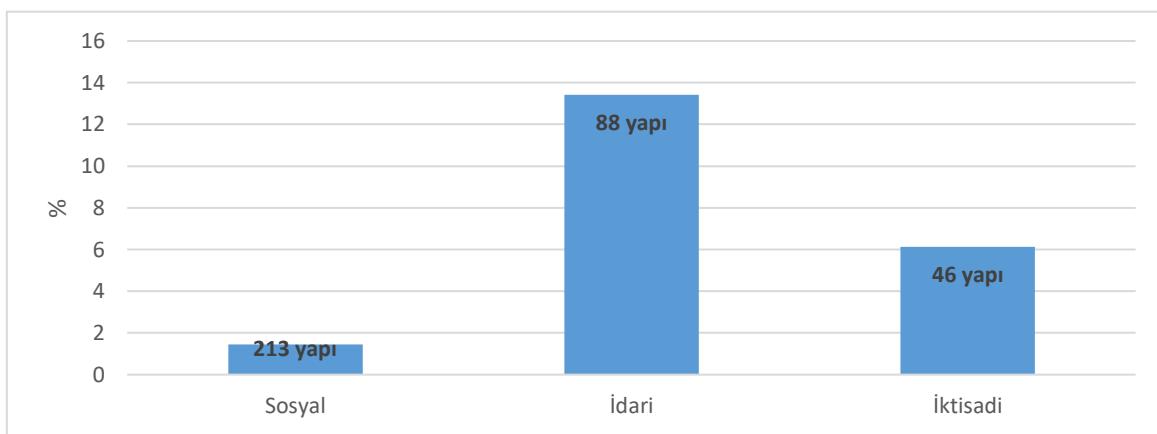
İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 10'da sunulmuştur. Beşiktaş ilçesi genelinde LSBC kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %1.44'ü, İdari yapıların %13.4'ü ve İktisadi yapıların ise %6.13'u su basmasından etkilenmektedir.

Tablo 5: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC)

İlçe Genel	Sosyal	İdari		İktisadi		Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	Trafo	
Arnavutköy	1.072	16	6	11	0	1.114
Bebek	865	19	12	19	0	931
Kuruçeşme	651	11	9	56	0	747
Mecidiye	1.070	4	6	14	0	1.110
Ortaköy	950	3	12	51	0	1.047
Sinanpaşa	454	-	13	56	0	541
Vişnezade	628	16	60	27	0	746
Yıldız	481	85	131	43	2	754
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	14.761	289	367	748	2	16.441 (ilçe geneli toplam bina sayısı)

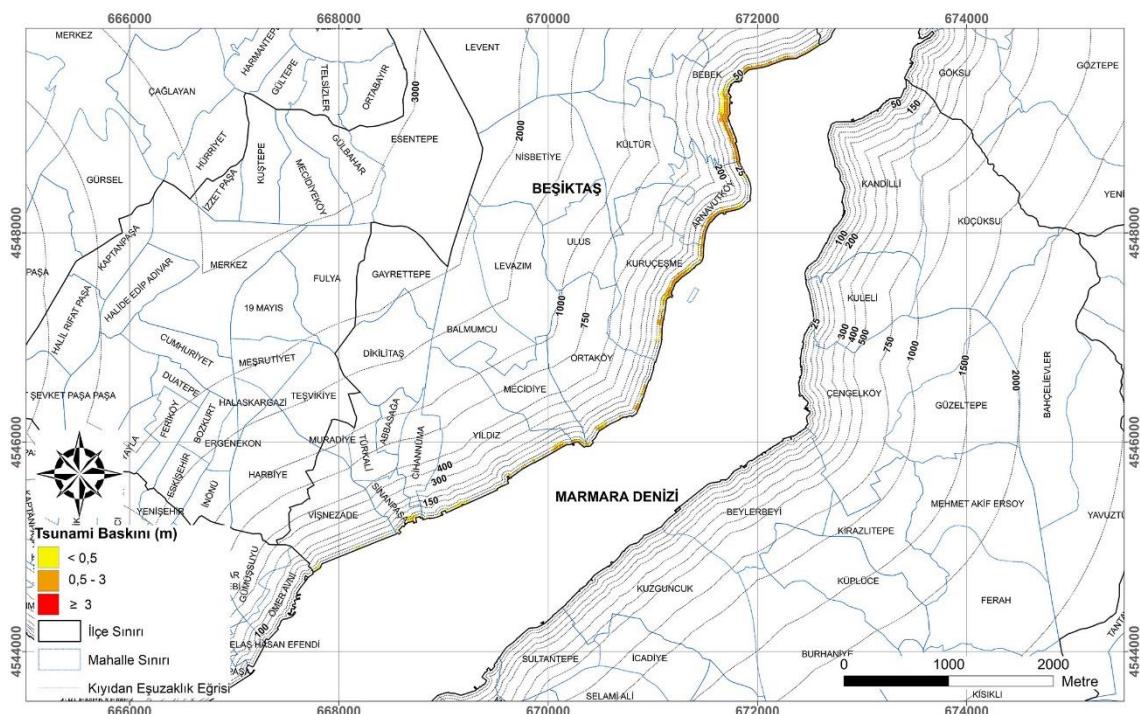
Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	Trafo	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Arnavutköy	56	0	4	8	0	68
Bebek	72	0	4	4	0	80
Kuruçeşme	25	0	0	9	0	34
Mecidiye	28	0	1	0	0	29
Ortaköy	10	0	4	7	0	21
Sinanpaşa	3	0	7	3	0	13
Vişnezade	2	0	38	0	0	40
Yıldız	17	19	11	14	1	62
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	213	19	69	45	1	347 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 354 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	Trafo
Arnavutköy	5.22	0.00	66.67	72.73	-
Bebek	8.32	0.00	33.33	21.05	-
Kuruçeşme	3.84	0.00	0.00	16.07	-
Mecidiye	2.62	0.00	16.67	0.00	-
Ortaköy	1.05	0.00	33.33	13.73	-
Sinanpaşa	0.66	-	53.85	5.36	-
Vişnezade	0.32	0.00	63.33	0.00	-
Yıldız	3.53	22.35	8.40	32.56	50.00
İlçe Toplamı	1.44	6.57	18.80	6.02	50.00



Şekil 10: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSBC)

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Beşiktaş ilçesi için kritik deniz altı heyelanı kaynaklı tsunami senaryolarından bir diğerinin Yenikapı Deniz Altı Heyelanı (LYS) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak LYS kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 11'de gösterilmiştir. LYS kaynaklı benzetim sonuçlarına göre, karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 3.4 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 110 metreye ulaşmaktadır.



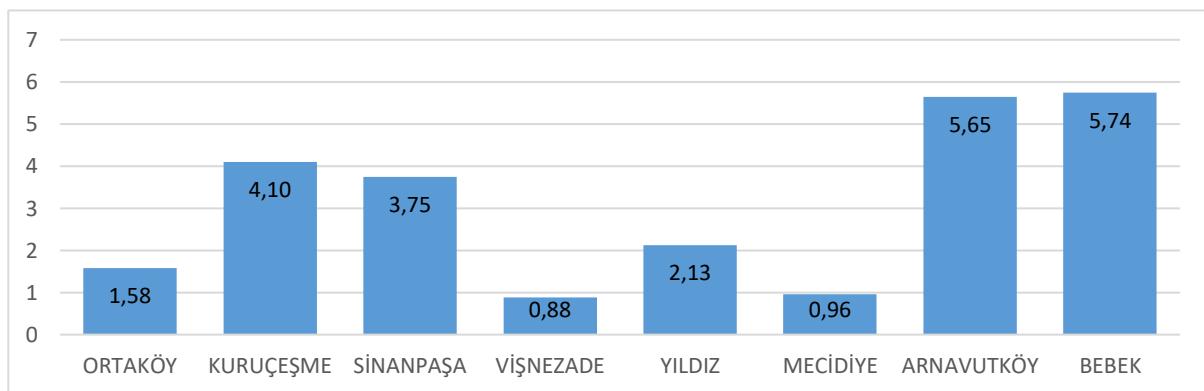
Şekil 11: LSY Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, LSY kaynaklı olası bir tsunamide, Beşiktaş ilçesinin %1.04'ünü kapsayan 0.188 km^2 lik bir alanda ve 8 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami su baskını alanının Beşiktaş ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde

değerleri Tablo 6 ve Şekil 12'de gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Bebek ve Arnavutköy mahallelerinde sırasıyla %5.74 ve %5.65'lik bir alansal su basma oranı hesaplanmıştır. Bunu %4.10 ve %3.75 ile Kuruçeşme ve Sinanpaşa mahalleleri takip etmektedir. LSY kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, İlçe genelinde en yüksek su basma derinliğinin hesaplandığı mahalle ise noktasal olarak 3.4 m ile Bebek Mahallesi'dir.

Tablo 6: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSY)

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah.Alanı (km ²)	Su basma alanı %
BEBEK	3.40	1.06	69.375	1.208	5.74
ARNAVUTKÖY	2.49	0.82	25.375	0.449	5.65
KURUÇEŞME	2.73	0.69	37.050	0.904	4.10
SİNANPAŞA	1.98	0.39	6.475	0.173	3.75
YILDIZ	2.46	0.61	23.800	1.119	2.13
ORTAKÖY	2.43	0.62	15.325	0.969	1.58
MECİDİYE	2.07	0.59	4.725	0.490	0.96
VİŞNEZADE	2.33	0.34	5.825	0.659	0.88



Şekil 12: Beşiktaş İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSY)

LSY kaynaklı olası bir tsunamiye Beşiktaş ilçesi içinde bulunan 16.441 yapıdan 182'sinin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 177'si Metropoliten Kullanım (MK) değerlendirmeleri kapsamında sosyal, idari ve iktisadi grupları altında değerlendirilmeye alınmıştır. İlçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri Tablo 8'de verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSY kaynaklı olası bir tsunamiye Arnavutköy Mahallesi'nde İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların %45.45'i suyla temas etmiştir. Bebek Mahallesi'nde İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların %21.05'inin, İdari yapı grubu içinde bulunan resmi binaların ise %25'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Ortaköy ve Sinanpaşa mahallelerindeki İdari yapı grubunda bulunan resmi binaların ise, sırasıyla %33.33'ünün ve %38.46'sının suyla teması bulunmaktadır.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 13'te sunulmuştur.

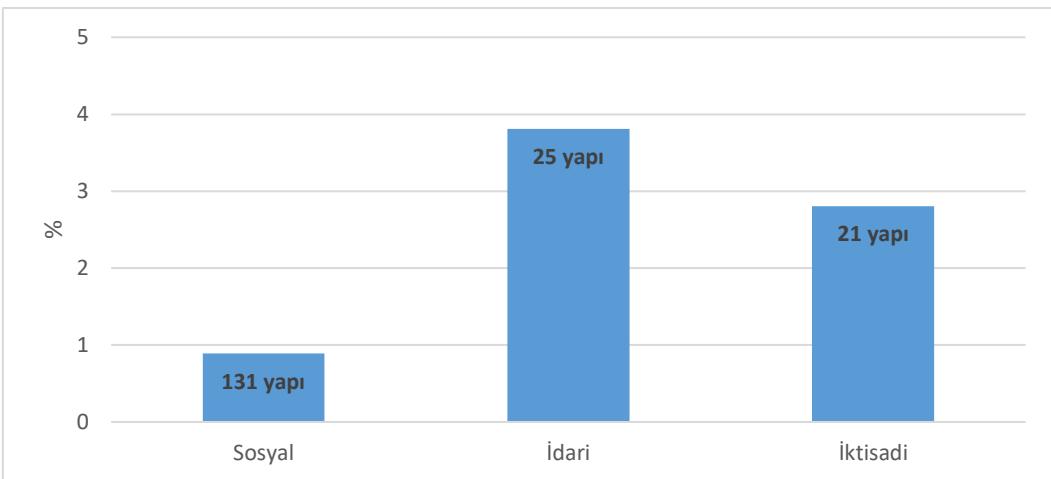
Beşiktaş ilçesi genelinde LSY kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %0.89'u, İdari yapıların %3.81'i ve İktisadi yapıların ise %2.81'i su basmasından etkilenmektedir.

Tablo 7: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSY)

İlçe Genel	Sosyal	İdari		Iktisadi	Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	
Arnavutköy	1.072	16	6	11	1.114
Bebek	865	19	12	19	931
Kuruçeşme	651	11	9	56	747
Mecidiye	1.070	4	6	14	1.110
Ortaköy	950	3	12	51	1.047
Sinanpaşa	454	-	13	56	541
Vişnezade	628	16	60	27	746
Yıldız	481	85	131	43	754
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	14.761	289	367	748	16.441 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	
Arnavutköy	30	0	1	5	36
Bebek	62	0	3	4	69
Kuruçeşme	19	0	0	8	27
Mecidiye	7	0	1	0	8
Ortaköy	3	0	4	3	10
Sinanpaşa	1	0	5	0	6
Vişnezade	0	0	1	0	1
Yıldız	9	9	1	1	20
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	131	9	16	21	177 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 182 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Ticari
Arnavutköy	2.80	0.00	16.67	45.45
Bebek	7.17	0.00	25.00	21.05
Kuruçeşme	2.92	0.00	0.00	14.29
Mecidiye	0.65	0.00	16.67	0.00
Ortaköy	0.32	0.00	33.33	5.88
Sinanpaşa	0.22	-	38.46	0.00
Vişnezade	0.00	0.00	1.67	0.00
Yıldız	1.87	10.59	0.76	2.33
İlçe Toplamı	0.89	3.11	4.36	2.81



Şekil 13: Beşiktaş İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSY)

5. BEŞİKTAŞ İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ

İstanbul ilinin Avrupa yakasında Marmara kıyısında 41,03-41,10 K ve 28,99-29,05 D koordinatları arasında yer alan Beşiktaş ilçesi 18,01 km² yüz ölçümüne sahiptir. Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için MeTHuVA yöntemi adımları, takip eden başlıklarda verilmiştir.

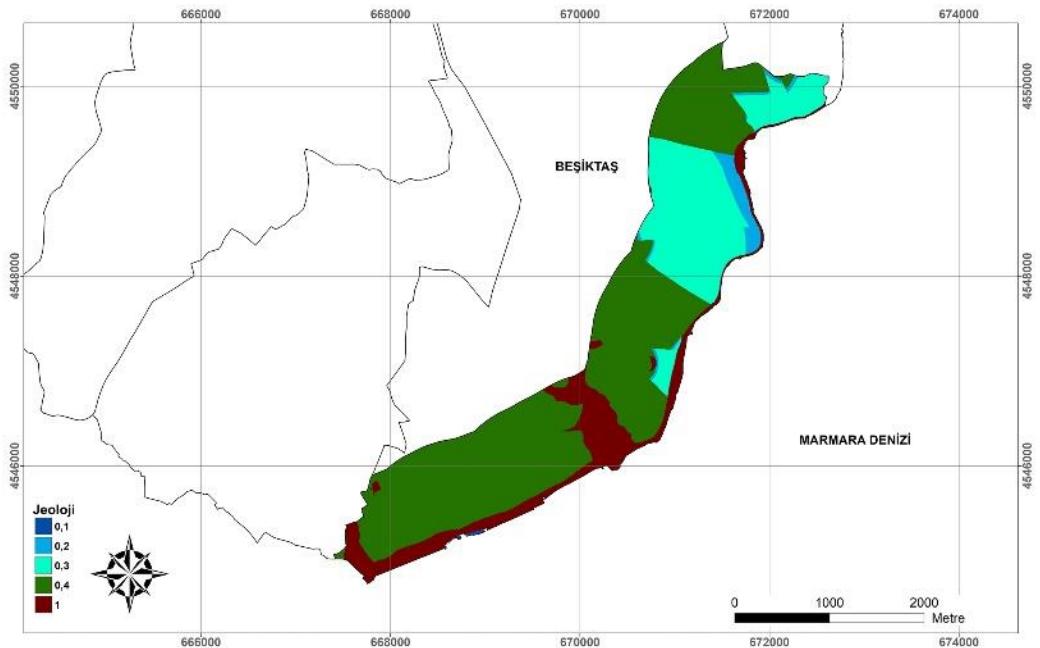
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik

5.1.1. Jeoloji

Beşiktaş ilçe sınırları içerisinde 5 ana jeolojik formasyon bulunmaktadır. Bu birimler: Güncel Birikintiler-Qg (Alüvyon-Qal, Yamaç molozu-Qy), Trakya Formasyonu-Ct, Denizli Köyü Formasyonu-DCd (Baltalimanı üyesi-DCdb, Tuzla kireçtaşı üyesi-DCdt), Pendik Formasyonu-Dp (Kartal üyesi-Dpk, Kozyatağı üyesi-Dpkz) kaya ve yapay dolgulardır. İlçe uygulama alanı içinde bulunan bu birimler, MeTHuVA Hasar Görebilirlik Analizleri kapsamında anlatıldığı üzere, jeoteknik ve jeolojik özellikleri bakımından değerlendirilmiş ve sıralama değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Bu sıralama değerleri ile oluşturulan Beşiktaş ilçesi jeoloji katmanı haritası Şekil 14'te gösterilmiştir.

Tablo 8: Beşiktaş Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri

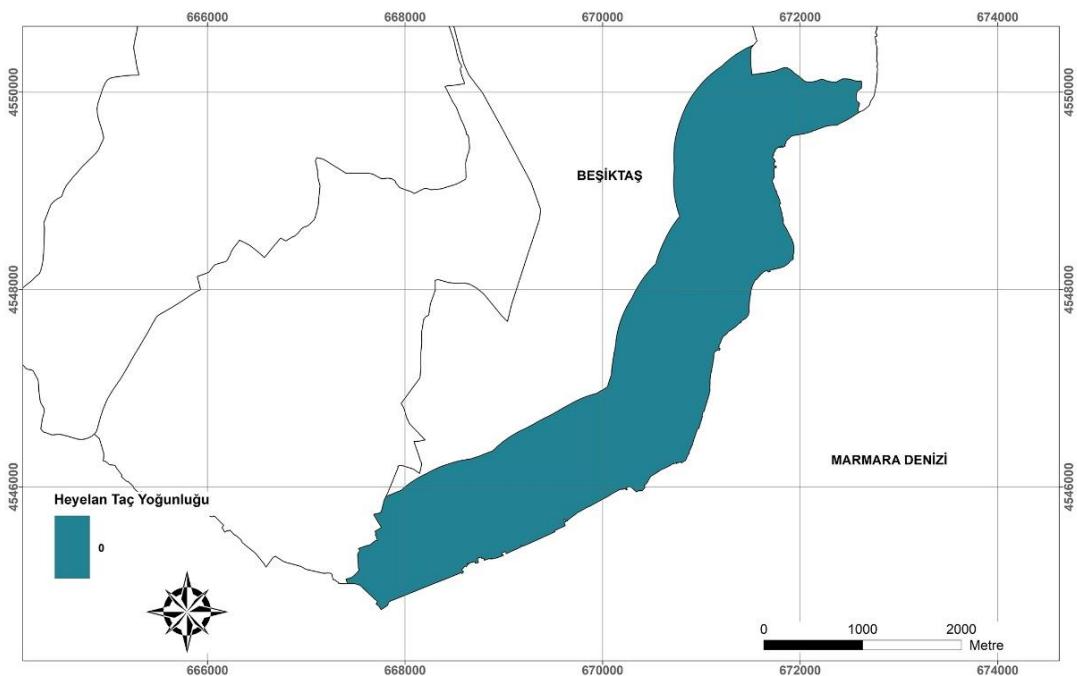
Yaş	Jeolojik Birim			Standardize Sıralama Değerleri
Kuvaternler	Antropojenik Dolgu	Yd	Yapay dolgu	1
		Kd	Kaya Dolgu	0,1
	Qg (Güncel Birikintiler)	Qal	Alüvyon	1
		Qy	Yamaç Moluzu	1
Erken Karbonifer	Ct (Trakya Formasyonu)	Ctc	Cebeciköy kireçtaşı üyesi	0,4
Erken Karbonifer	DCd (Denizli Köyü Formasyonu)	DCdb	Baltalimanı üyesi	0,2
Orta Devoniyen		DCdt	Tuzla kireçtaşı üyesi	0,3
Erken Devoniyen	Dp (Pendik Formasyonu)	Dpkz	Kozyatağı üyesi	0,2
		Dpk	Kartal üyesi	0,3



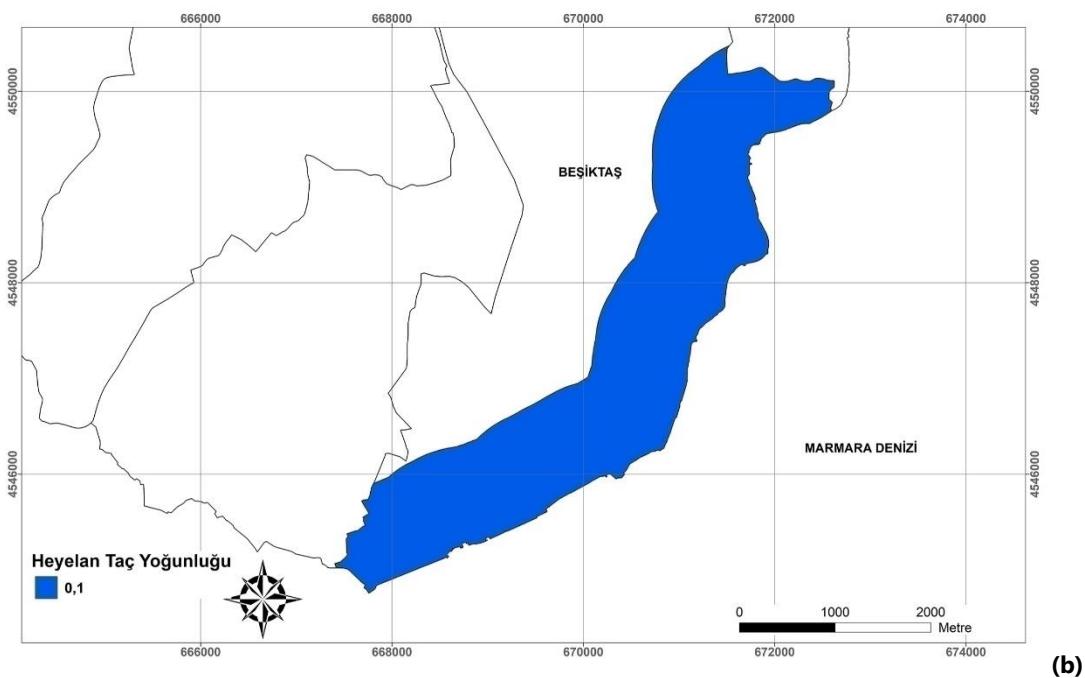
Şekil 14: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı heyelan taç yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 15'de sunulmuştur.



(a)

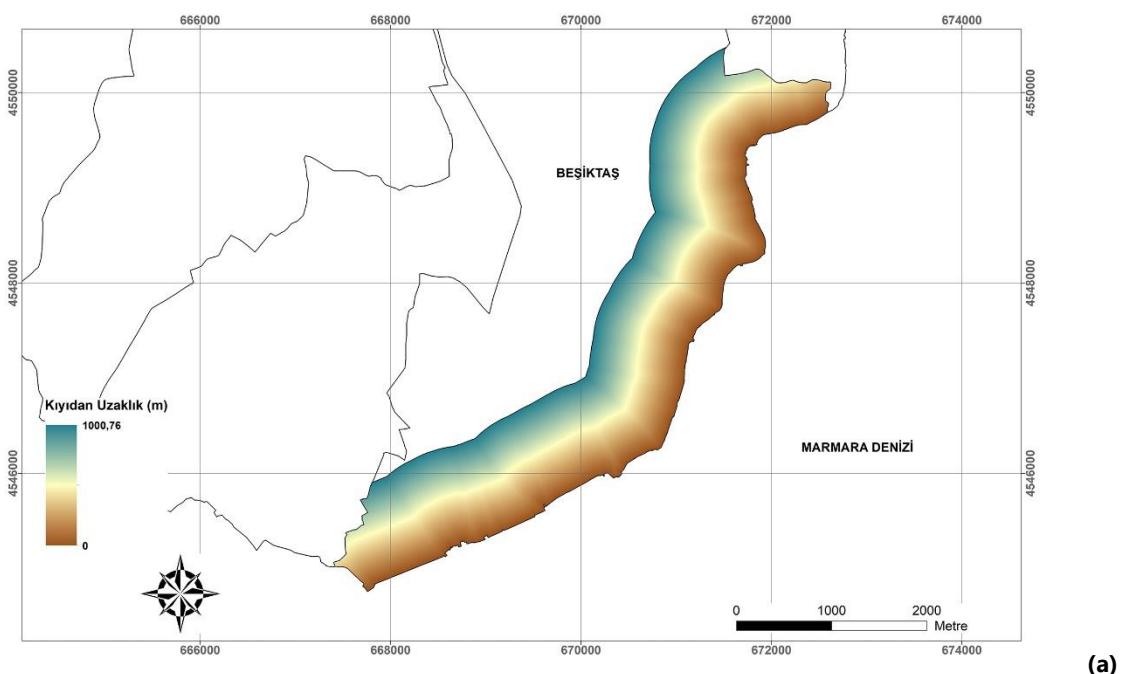


(b)

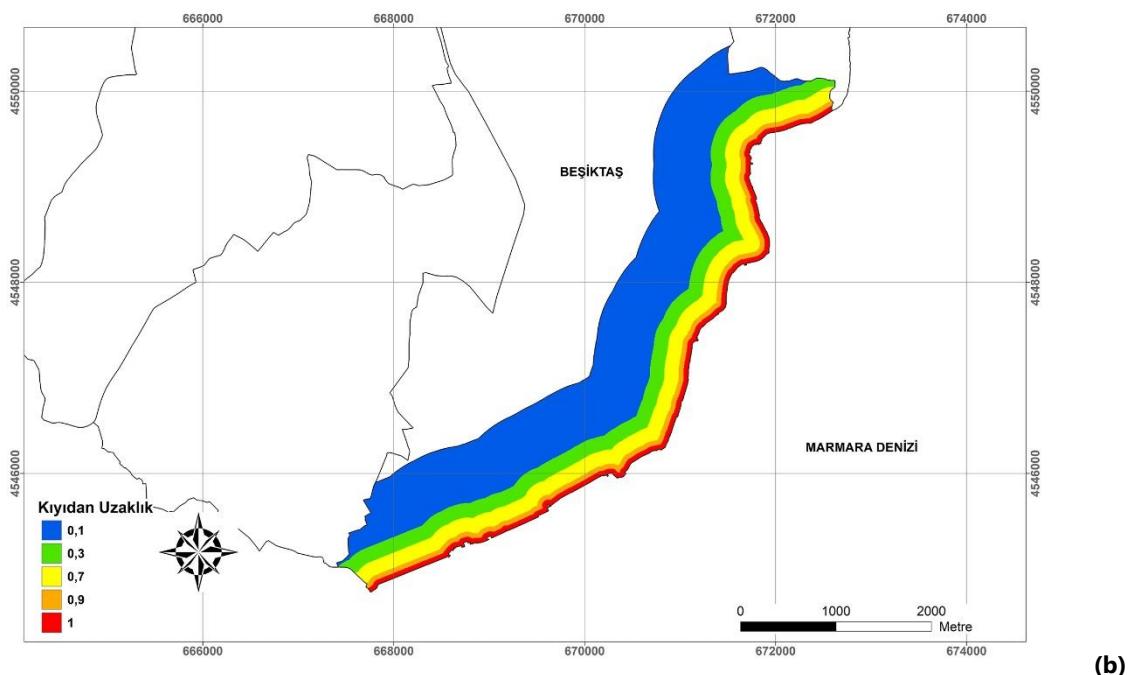
Şekil 15: a) Heyelan taç yoğunluğu katmanının parametre haritası b) Heyelan taç yoğunluğu katmanının sınıflandırılmış haritası

5.1.3. Kıyıdan Uzaklık

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı kıyıdan uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 16'da sunulmuştur.



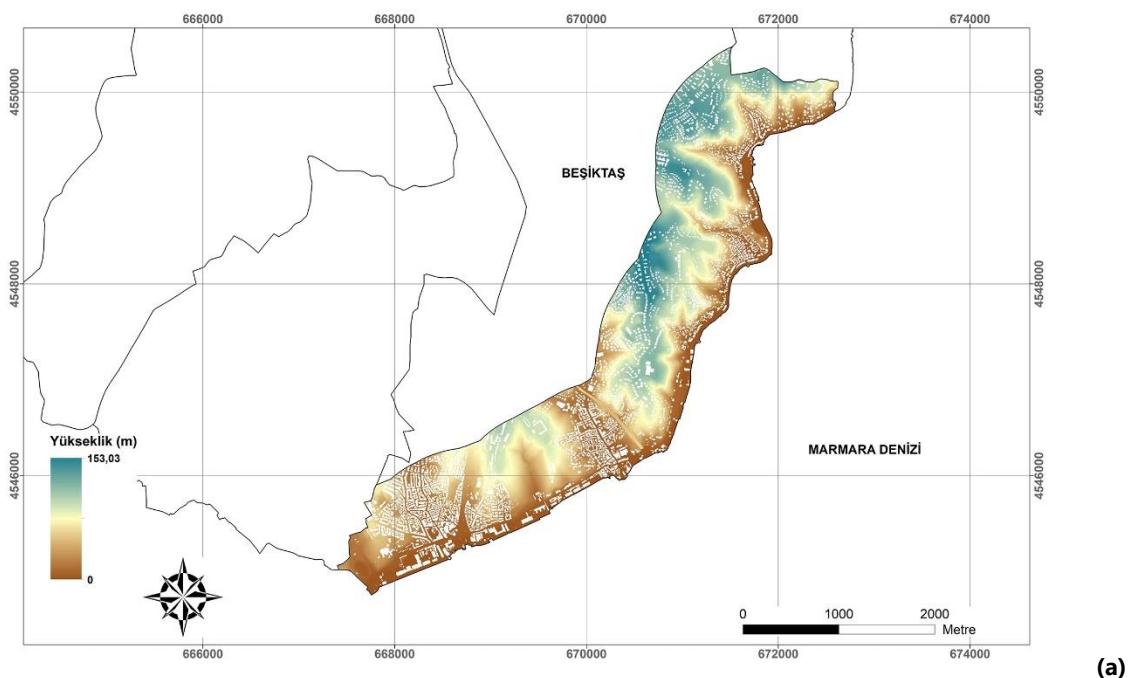
(a)

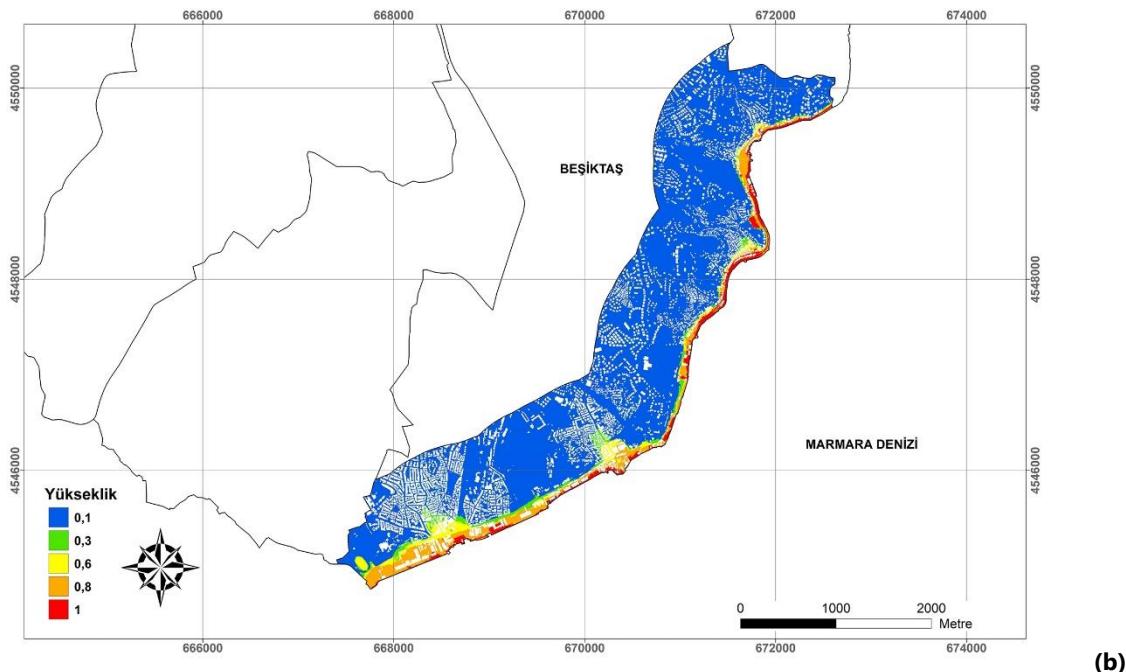


Şekil 16: a) Kiyidan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kiyidan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.4. Yükseklik

Besiktas ilçesi uygulama alanı yükseklik parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 17'de sunulmuştur.



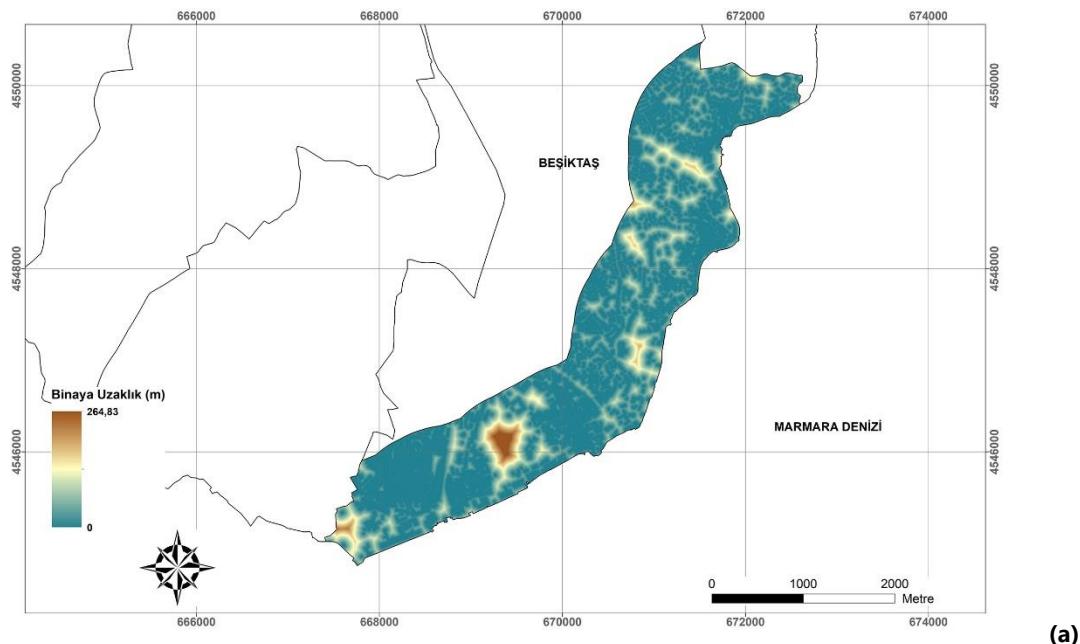


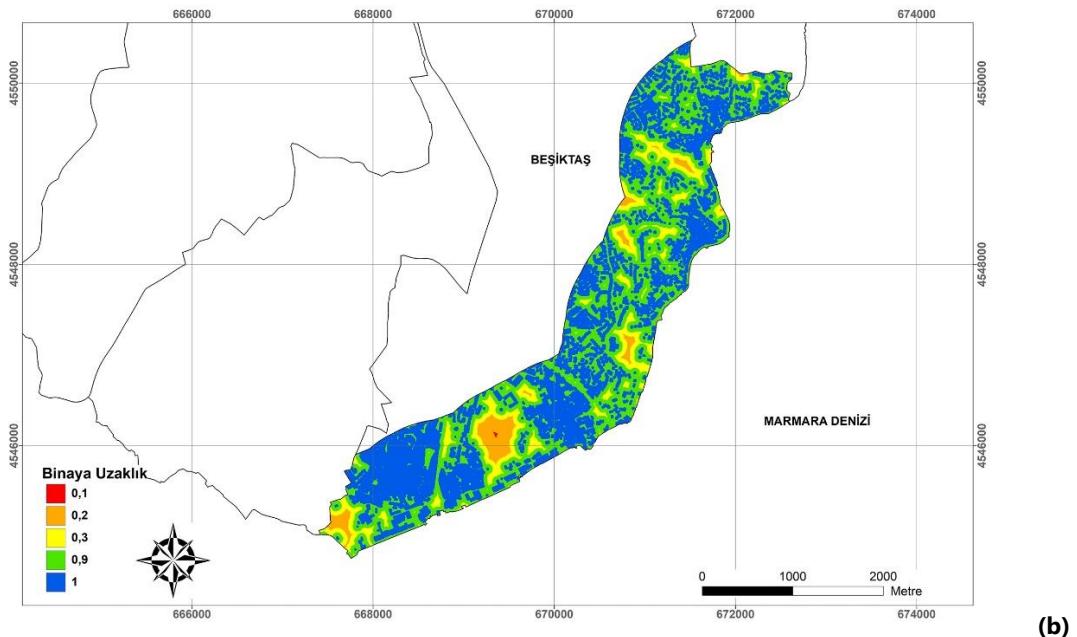
Şekil 17: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2. Tahliye Esnekliği

5.2.1. Binaya Uzaklık

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı binaya uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 18'de sunulmuştur.

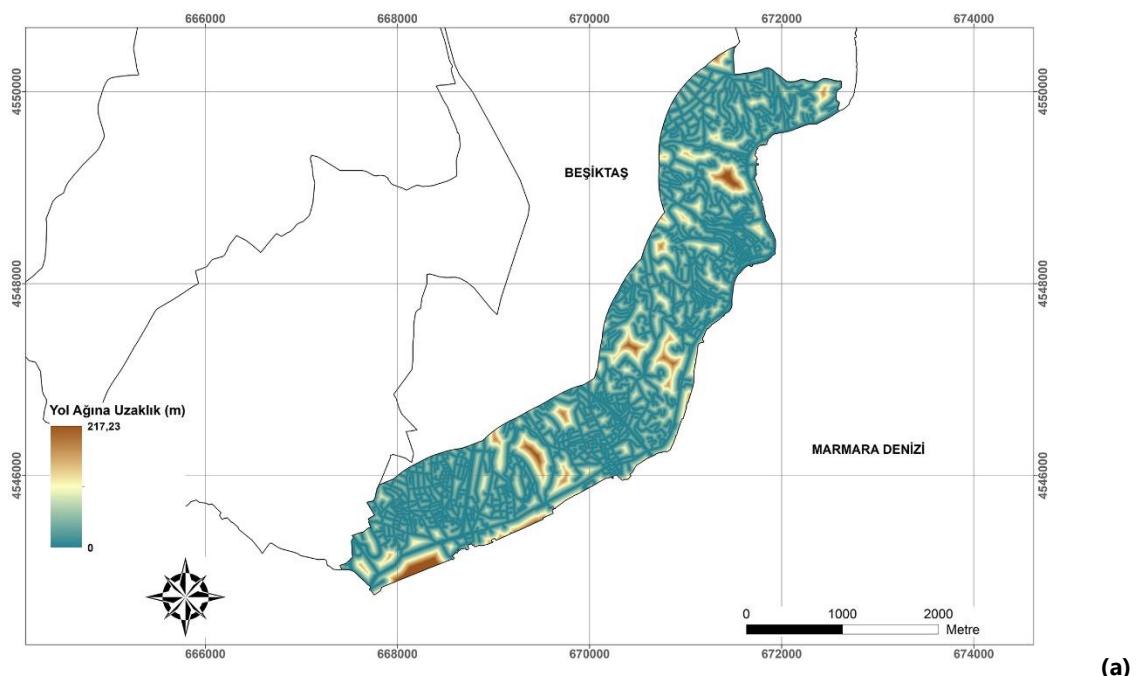


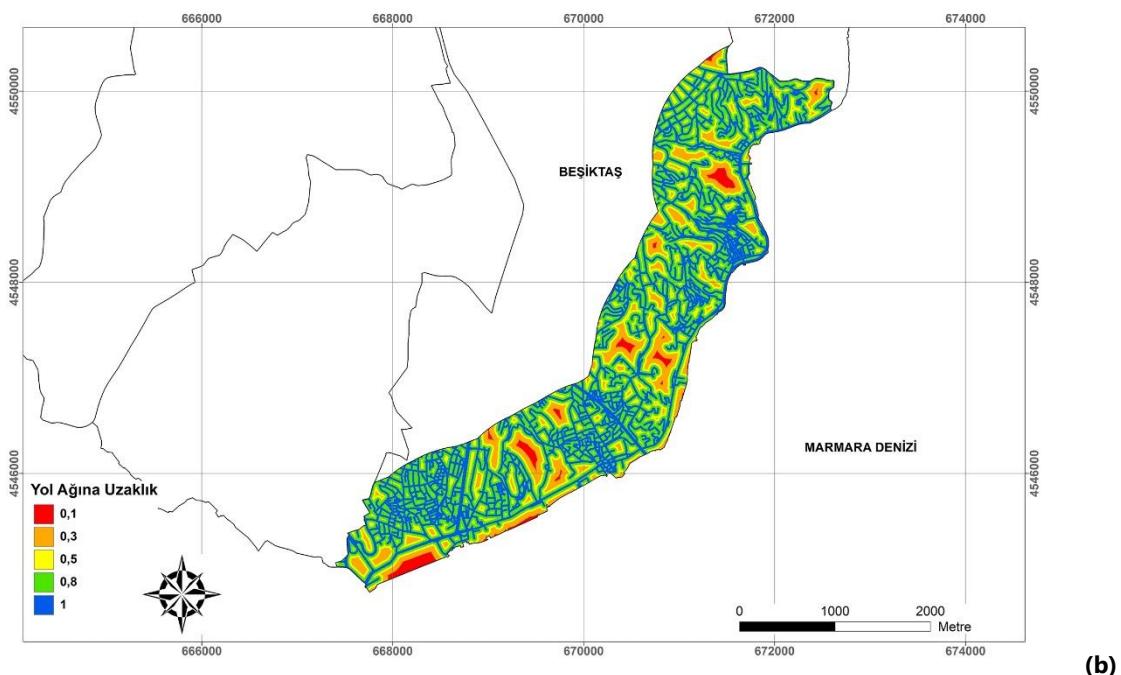


Şekil 18: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.2. Yol Ağına Uzaklık

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı yol ağına uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 19'da sunulmuştur.

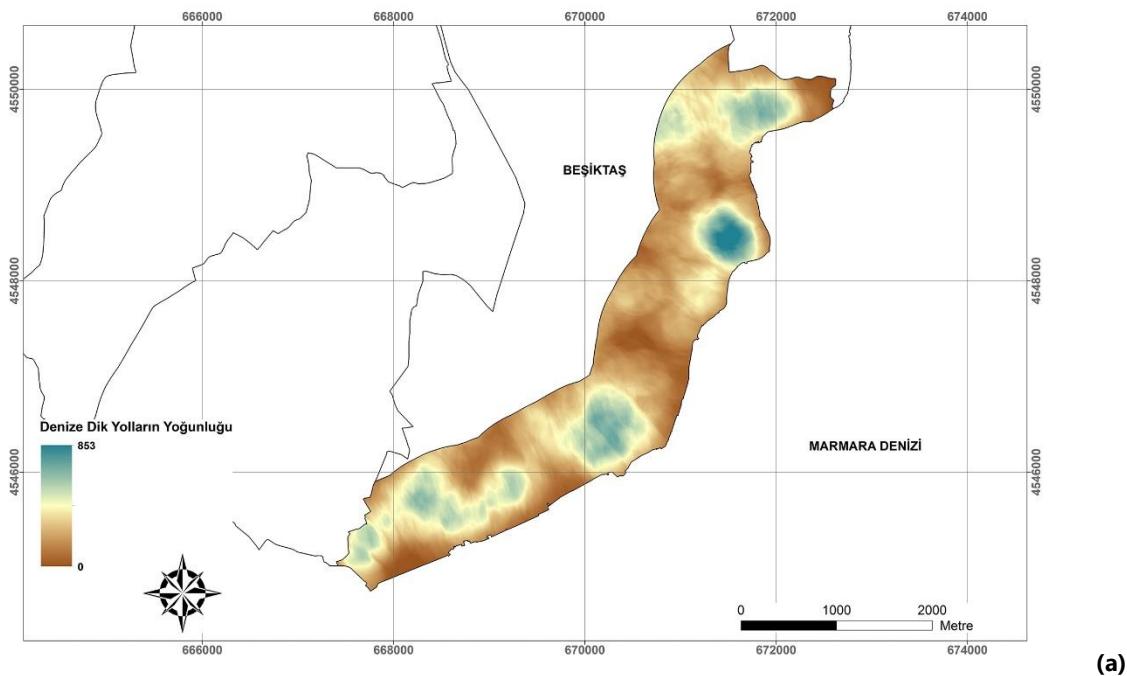


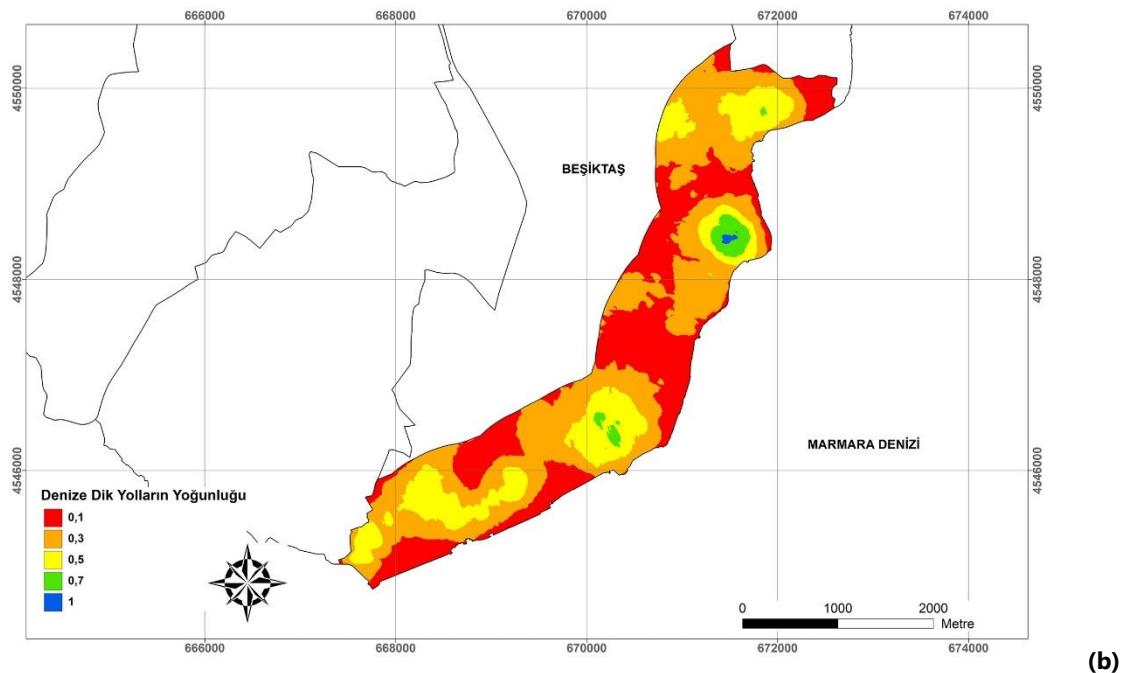


Şekil 19: a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı denize dik yolların yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 20'de sunulmuştur.

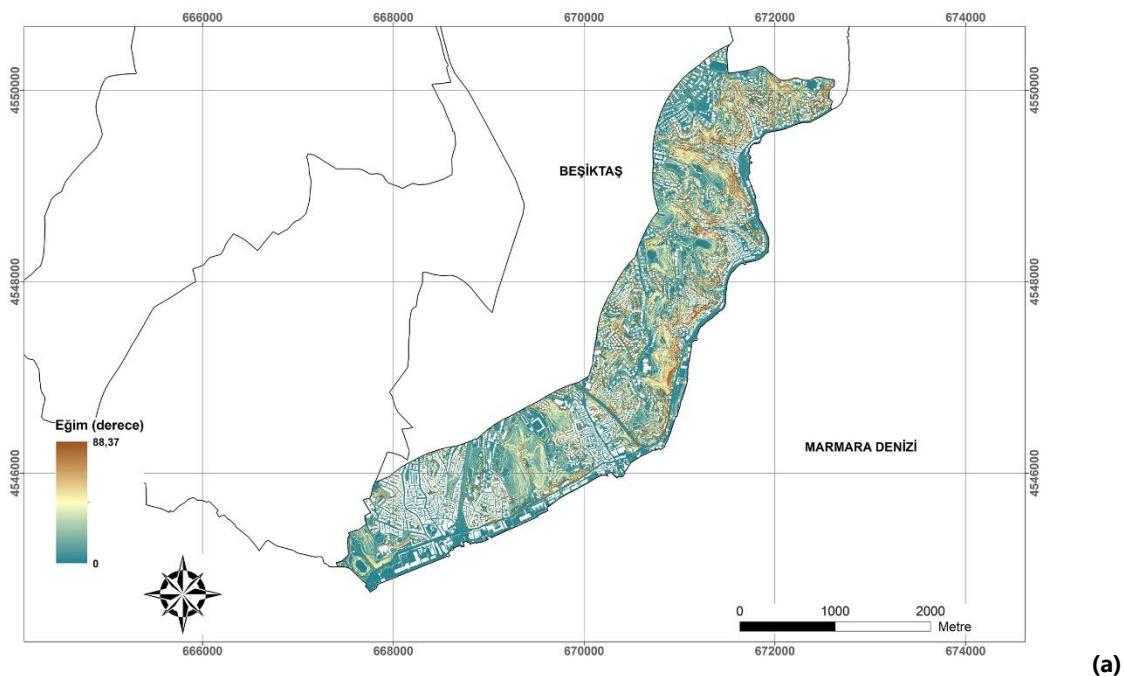


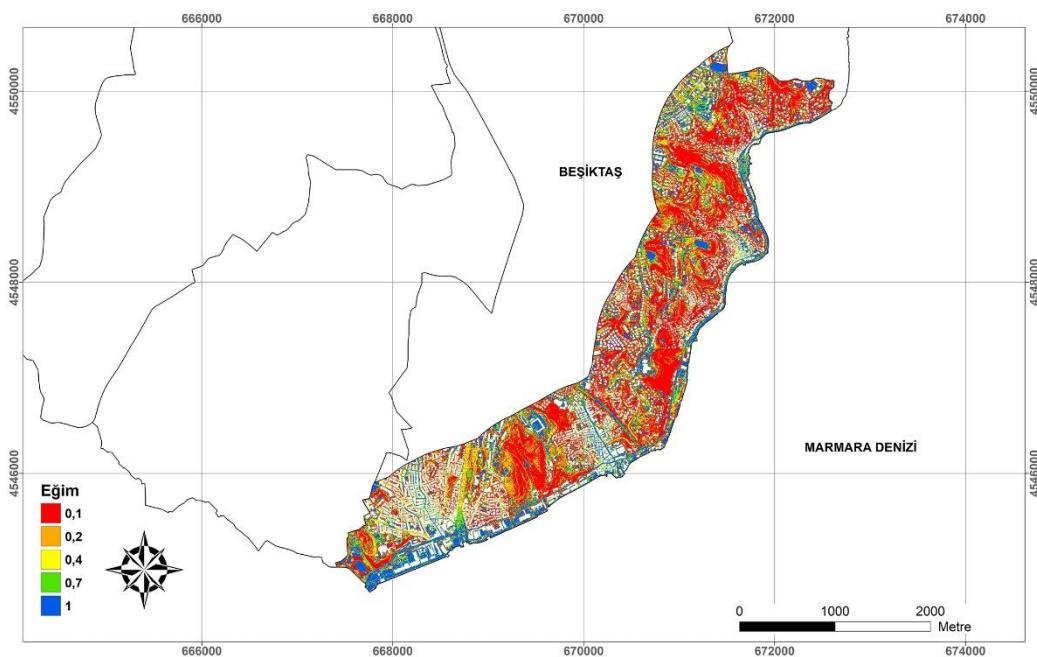


Şekil 20: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.4. Eğim

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı eğim parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 21'de sunulmuştur.



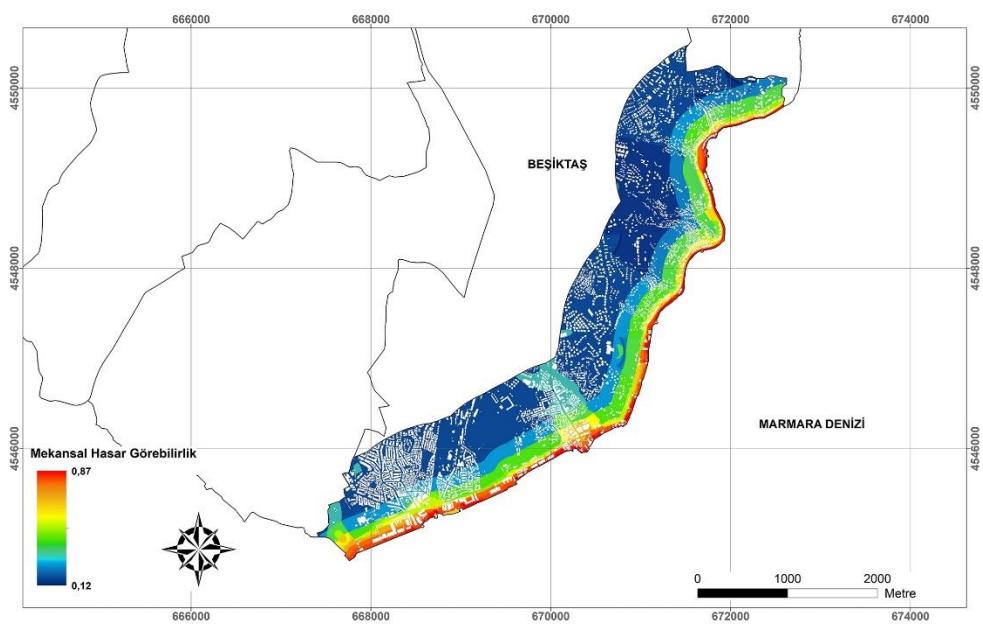


(b)

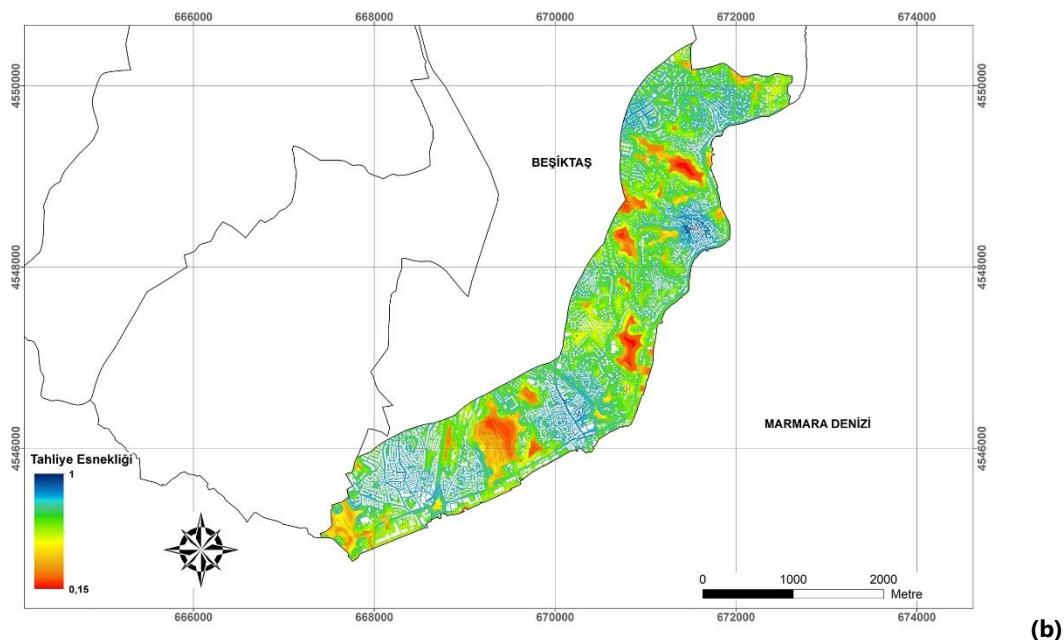
Şekil 21: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.3. Beşiktaş İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları

Beşiktaş ilçesi için üretilen Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği sınıflandırılmış alt parametre haritaları ve ikili karşılaştırmalara göre belirlenen ağırlık değerleri kullanılarak Beşiktaş ilçesi için Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği haritaları üretilmiştir (Şekil 22).



(a)



Şekil 22: Beşiktaş Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası
b) Tahliye Esnekliği Haritası

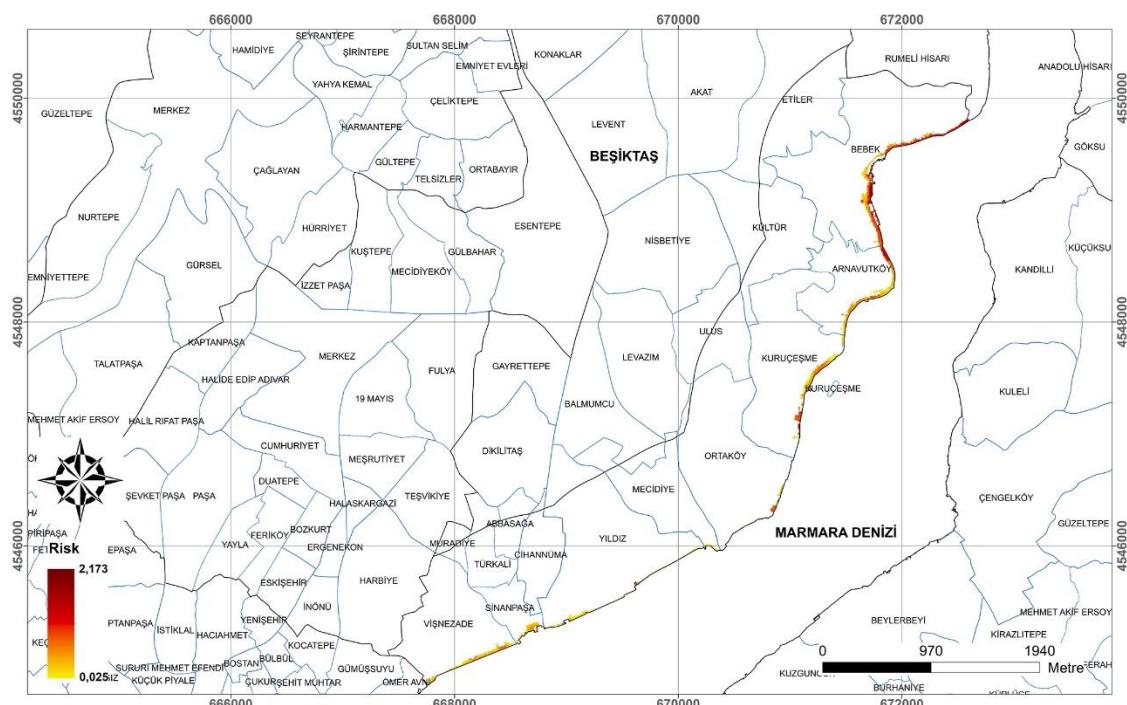
6. BEŞİKTAŞ İLÇESİ MeTHuVA RİSK ANALİZLERİ

MeTHuVA tsunami risk denklemine göre, Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için biri sismik kaynaklı, ikisi deniz altı heyelani kaynaklı olmak üzere üç MeTHuVA risk haritası oluşturulmuştur. Risk haritalarında hesaplanan değerler, uygulanan denklem dolayısıyla yalnızca su basmasının olduğu yerlerde sıfırdan farklı değer vermektedir. Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için sismik ve deniz altı heyelani kaynaklı MeTHuVA risk analiz değerlendirmeleri aşağıda iki alt başlık altında verilmiştir.

6.1. Beşiktaş İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 23'te verilmiştir. Bu harita Beşiktaş ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağı olarak PIN tsunami kaynağı kullanılmıştır.

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Bebek Mahallesi'nin doğu ve orta-güney kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Kuruçeşme Mahallesi güney kıyısı, Arnavutköy Mahallesi kuzey kıyısı ve Ortaköy Mahallesi'nin orta kıyısı takip etmektedir.

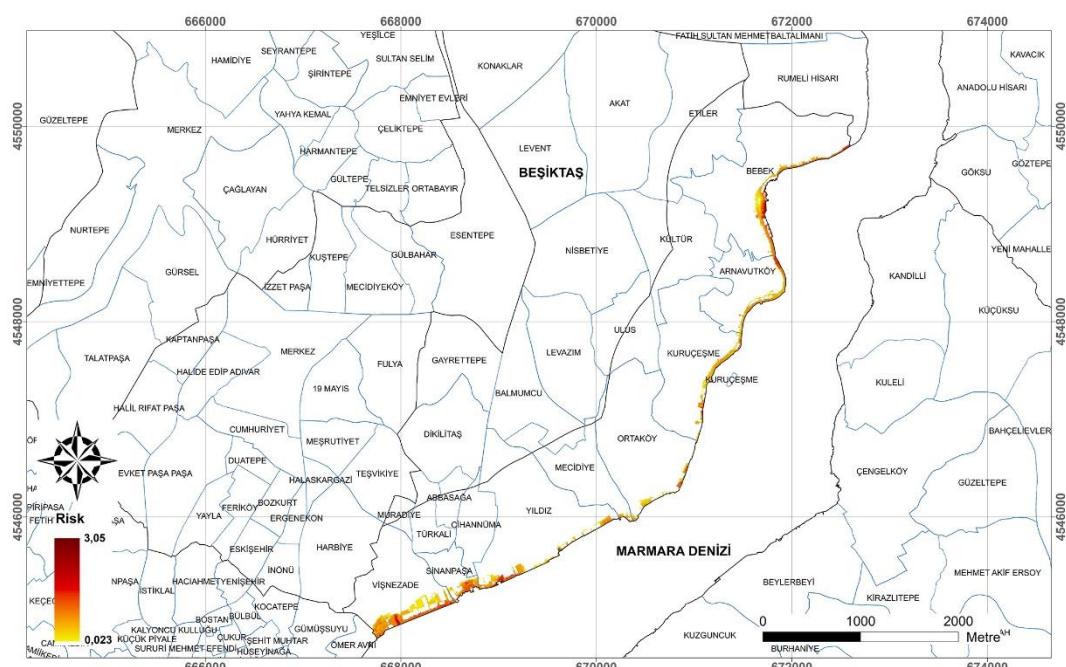


Şekil 23: PIN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

6.2. Beşiktaş İlçesi Deniz Altı Heyeları Kaynaklı Risk Haritaları

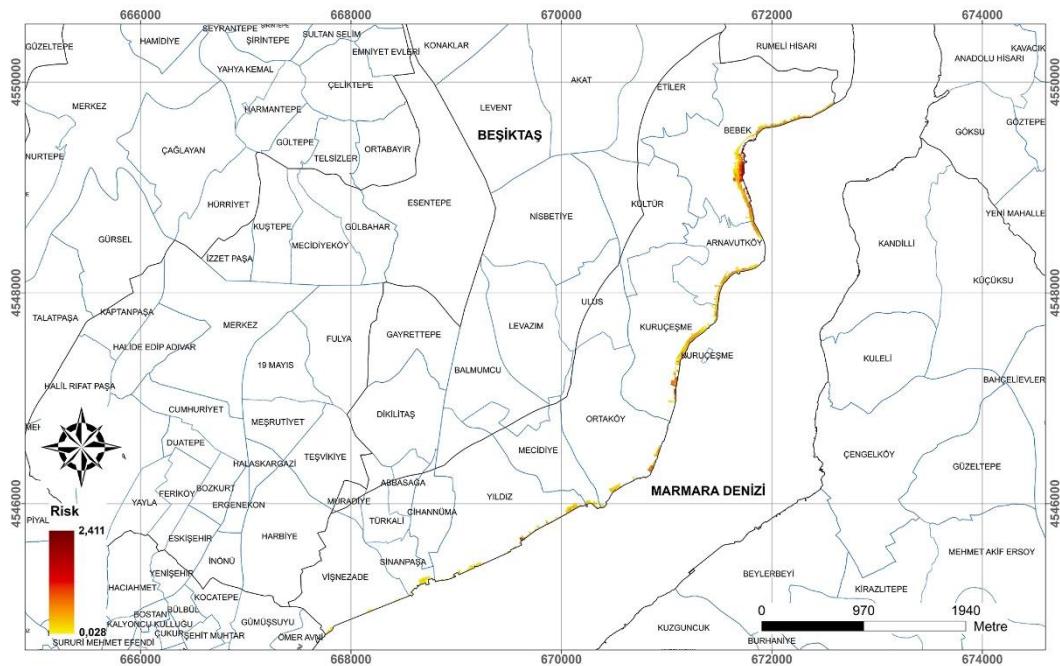
Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için Büyükçekmece Deniz Altı Heyeları (LSBC) kaynaklı ve Yenikapı Deniz Altı Heyeları (LSY) kaynaklı iki ayrı MeTHuVA risk haritası oluşturulmuştur. Bu haritalar üretilirken Beşiktaş ilçesi için kritik tsunami kaynakları olarak LSBC ve LSY kullanılmıştır.

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için, LSBC kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 24'te verilmiştir. Bu risk haritasına göre en riskli bölgelerin Bebek Mahallesi'nin en doğu kıyısı ve orta-güney kıyısı, Arnavutköy Mahallesi'nin kuzey kıyısı, Yıldız Mahallesi'nin batı kıyısı ile Sinanpaşa ve Vişnezade mahalleleri kıyıları olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Ortaköy Mahallesi'nin orta kıyısı, Kuruçeşme Mahallesi'nin orta-güney kıyısı ve Yıldız Mahallesi'nin doğu kıyısı takip etmektedir.



Şekil 24: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

Beşiktaş ilçesi uygulama alanı için LSY kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 25'te verilmiştir. Bu risk haritasına göre en riskli bölgelerin Bebek Mahallesi'nin güney kıyısı, Kuruçeşme Mahallesi'nin orta-güney kıyısı ve Ortaköy Mahallesi orta kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Arnavutköy ve Kuruçeşme mahallelerinin kuzey kıyıları takip etmektedir.



Şekil 25: LSY Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

7. BEŞİKTAŞ İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI

Olası Marmara depreminde oluşabilecek tsunami(ler) nedeniyle İstanbul kıyılarında meydana gelebilecek kayıp ve hasarların önceden kestirilmesi, tsunami hasar görebilirlik ve risk analizlerinin yapılması amacıyla 2018 yılında tamamlanan İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Projesi (ODTÜ, 2018) çıktılarına dayanılarak tsunami olayının yaratacağı kayıpların en aza indirilmesi için gerekli hazırlıkların tanımlanması ve detaylandırılması amacıyla İstanbul İli Tsunami Eylem Planı Hazırlanması Projesi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. İstanbul ili kıyılarında tsunami kaynaklı riskin azaltılması temel amacıyla gerçekleştirilen projede dünyada uygulanan farklı yöntem ve çalışmalardan yararlanılarak İstanbul ili kıyılara uygulanabilecek önlem önerileri geliştirilmiş ve bunlarla ilgili uygulama yaklaşımları sunulmuştur. İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Projesi (ODTÜ, 2018) kapsamında çıkarılan baskın ve risk haritaları ile kıyıların ve kıyılardaki yapıların mevcut durumları değerlendirilerek yapısal ve yapısal olmayan önlemler önerilmiştir. Tsunami tehlikesinin azaltılması ve riskin yönetilebilir düzeye getirilmesi öncelikli amaçtır. Bu proje çıktılarına göre Beşiktaş ilçesi için önerilen adımlar alt başlıklarda sunulmuştur.

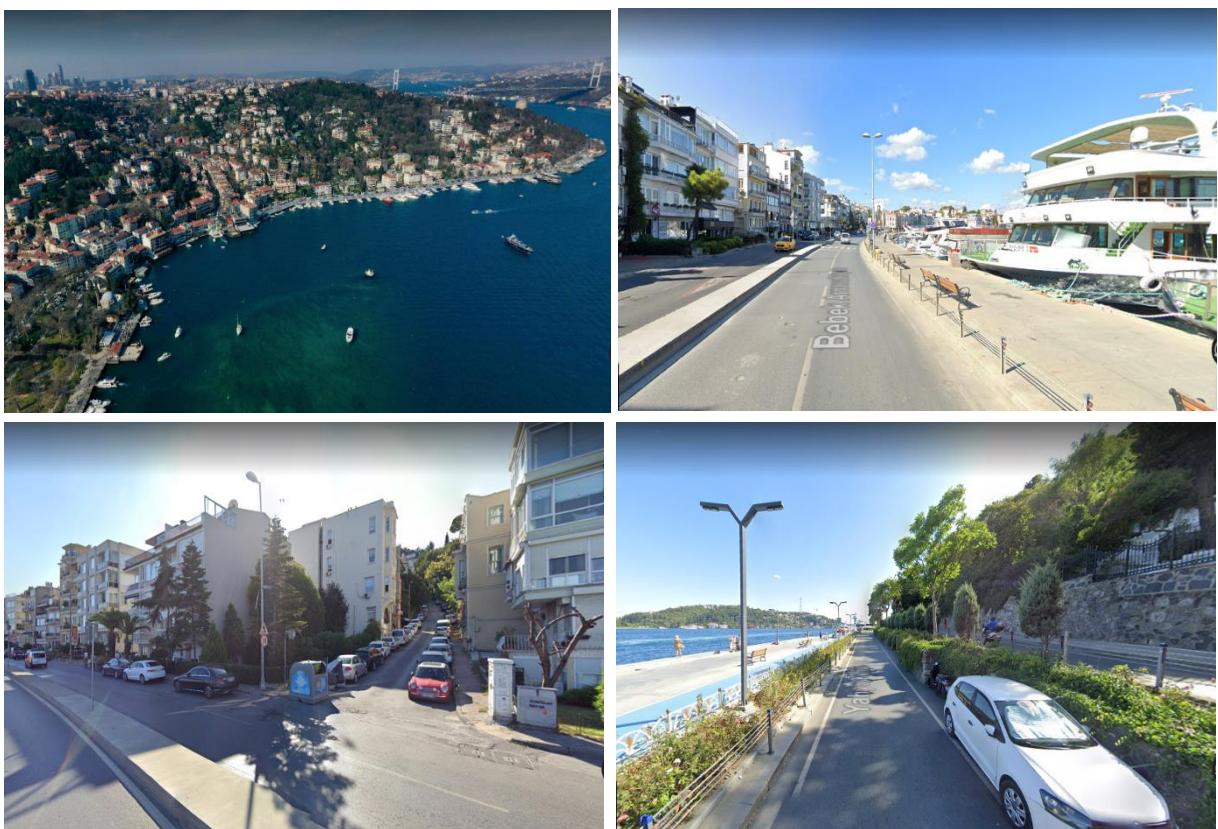
Marmara Denizi'nde oluşabilecek tsunami etkilerinin İstanbul Boğazına kıyısı olan Beşiktaş İlçe sahillerinde de belirli oranlarda hissedilebileceği hesaplanmıştır. Bölge için en kritik senaryo olan deniz altı heyelanına bağlı bir tsunami oluşumunda ilçedeki ortalama su baskın derinliklerinin 1.5 metre dolayında gerçekleşeceği, bununla birlikte kıyı yapısı morfolojisi ve arazi kullanım şekline bağlı olarak dalgaların karada ilerlemesinin genel olarak sınırlı kalacağı hesaplanmıştır.

Beşiktaş İlçesi'nde tsunami dalgalarından etkileneceği hesaplanan alanların arazi kullanımı da dikkate alınarak tsunami riskinin azaltılması ile ilgili alınması gerekliliği önlemleri ve tavsiyeler belirlenmeye çalışılmış ve sunulmuştur.

7.1. Tsunami Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Alınması Gerekli Önlemler

7.1.1. Bebek ve Arnavutköy Mahalleleri Sahili

Bu iki mahallenin kıyı şeridi, sahil yolu ve yürüyüş alanlarından oluşmaktadır. Sahil yolunun bitimi ile arazi eğimi yükselmekte ve yükseltinin başladığı bu alanlarda yapışmalar başlamaktadır. Arazi bazı yerlerde dik eğimle yükselmekte, bu yükselmelerin olduğu bölgelerde istinat yapıları ve kademeleştirmeler yer almaktadır. Bu durum Bebek Parkı'nın yakınında değişmekte, yapılar kıyı şeridine kadar uzanmaktadır (Şekil 26).



Şekil 26: Arnavutköy ve Bebek Mahallesi Sahil Kullanımları İle Topografyadaki Eğim Değişimleri

Model sonuçlarına göre bu bölgede tsunami dalgalarının sahil yolu ve sahil yoluna cepheli olan ilk sıradaki yapılara ulaşacağı, sahil yoluna dik açılan sokakların içlerine doğru ilerleyebileceği görülmektedir. Kıyıya dik yolların eğimleri nedeniyle baskın mesafesi ve tsunami dalgası etkisi azalmaktadır. Ulaşım açısından önemli bir arter olmasının yanında tarihi dokusu, dinlenme ve eğlence mekânları, denizle içi içe doğası nedeniyle sahil yolu ve Bebek Parkı yoğun şekilde talep gören alanlardan biridir. Bu alanlar için tsunami riskini azaltmak adına yapısal önlem olarak kıyı koruma yapılarının kret kotunun yükseltilmesi boğaz manzarasını etkileyeceğinden tercih edilecek önlemler arasında yer alamamaktadır. Bu bölgede, su baskın alanlarının sınırlı olacağı da düşünüldüğünde, riskin azaltılması için en iyi önlem tahliyenin hızlandırılmasıdır. Sahil yoluna açılan tüm sokaklar yatay tahliye için uygundur (Şekil 27a). Sahil yolu üzerindeki tüm yapıların iki ve daha üst katları da dikey tahliye için uygundur. Başarılı bir tahliye için öncelikle bölgeyi kullanan kişilerin farkındalık düzeylerini arttıracı bilgilendirmelerin yapılması, daha sonra

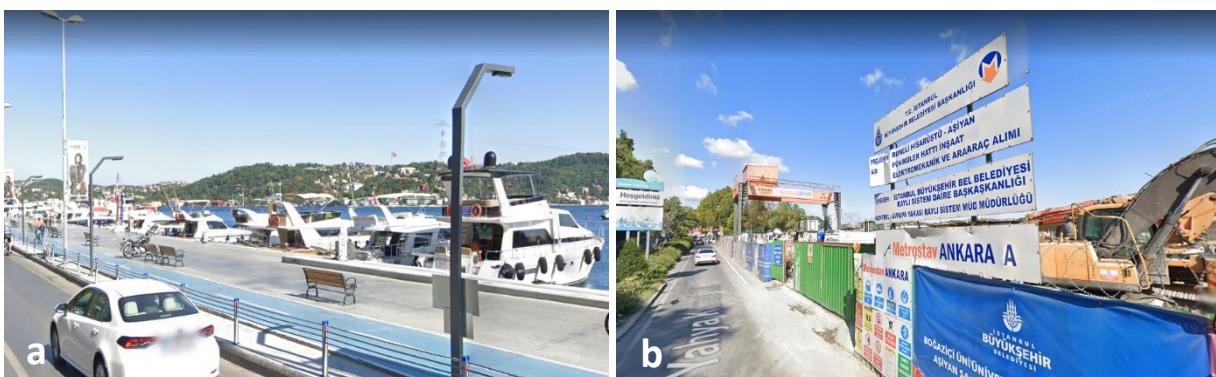
ise belirli aralıklar ile bölgede tatbikatların düzenlenmesi gerekecektir. Farkındalık düzeyinin artırılması için en etkili yöntemlerden birisi yönlendirici, bilgilendirici ve farkındalık sağlayan tabelaların bölgede uygun yerlere yerleştirilmesidir. Sahil yolu üzerine ve Bebek Parkı'na uygun aralıklar ile bu tabela ve işaretler konulmalıdır. Bilgilendirici tabelalarda, olası tsunami riski hakkında bilgiler verilirken hangi durumlarda harekete geçileceği ve bölgenin hangi yollar kullanılarak hızlıca terk edilmesi gerektiği de aktarılmalıdır. Oluşabilecek panik ortamı düşünülerek en yakın tahliye koridoruna doğru yönlendirici tabelalar yerleştirilmeli, tahliye koridorları üzerine güvenli bölgeye erişildiğini gösteren işaretler konulmalıdır. Bu tabela ve panoların istenen amaca ulaşabilmesi için yapımından itibaren sürekli bakım ve onarım işlemlerinin de planlanması ve aksatılmadan yapılması gereklidir. Sahil yolu üzerinde bulunan tüm işletmeler de konunun doğal paydaşları olarak sürece dâhil edilmeli, olası bir tehlike öncesinde tahliye çalışmasını yönlendirerek sürece katkı sağlamaları konusunda bilgilendirilmeli ve eğitilmelidirler. Bölgede tahliyeyi zorlaştıracak önemli konulardan birisi sahile dik açılan bazı yolların veya aralıkların özel mülkiyet veya site içi alanlar olması nedeniyle girişlerinin kapalı olmasıdır (Şekil 27b). Bölgenin en yoğun kullanıldığı dönemde, belirlenen tahliye rotalarında yetersizlik oluşacağının görülmesi durumunda, site yönetimleri veya yapı malikleri ile yapılacak değerlendirmelerle girişi kapalı yolların kullanıma açılması veya uygun görülen binaların dikey tahliye alanı olarak kullanılması planlanmalıdır.

Tahliye rotalarının oluşturulması ve halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları dışında dalga sürüklene hıza ve taşıdığı birikinti etkisini azaltarak karadaki su baskın mesafesini kısaltabilecek bir diğer uygulama ise Bebek Parkı içerisinde uygun türde ağaçlardan seçilerek "Yeşil Kuşak" alanlarının oluşturulmasıdır. Parkta hali hazırda seyrek de olsa peyzaj amaçlı ağaçlandırma çalışmalarının yapılmış bölgüler bulunmaktadır (Şekil 27c). Ancak mevcut ağaçlar gerek sıklıkları gerekse dayanımları itibarıyla amaca uygun olmadığından bu alanlarda tsunami etkisine dayanabilecek özellikle bitkilerle sıklaştırma veya yeniden düzenleme çalışması uygulanabilir. Benzer çalışma Arnavutköy Mahallesi bitimi ile başlayan Kuruçeşme Parkı için de planlanması yararlı olacaktır (Şekil 27d).



Şekil 27: a) Tahliyeye Elverişli Kıyıya Dik Açılan Sokak b) Kıyıya Dik Olmasına Rağmen Kullanılamayan Tahliye Alanı
c) Bebek Parkı d) Kuruçeşme Parkı

Arnavutköy ve Bebek Mahalleleri'nin tüm kıyı şeridi gezi tekneleri ve özel yatlar için yanaşma ve bağlanma alanı olarak kullanılmaktadır. Tsunami dalga etkisi ile bu teknelerin hasar görmesi veya karaya sürüklenecek öngörmeyen ikincil hasarlara yol açma olasılığı vardır. Bu nedenle söz konusu risklerin önlenmesine yönelik de bazı önlemler alınması gereklidir (Şekil 28a). Tekne sahiplerine bölgenin riskleri hakkında bilgi verilmeli ve tehlike durumlarında ne şekilde davranışılması gerektiği konusunda bilgilendirme yapılmalıdır. Ayrıca Bebek Mahallesi sahilinde "Boğaziçi Üniversitesi-Hisarüstü-Aşıyan Sahil Finüküler Hattı" inşaatı devam etmektedir. Bu hattın yapım ve işletim aşamalarında tsunami dalga etkisinden korunması için de ilgili kurumlar koordinasyonunda gerekli önlemler belirlenerek uygulanmalıdır (Şekil 28b).



Şekil 28: a) Kıyıya Bağlanmış Özel Tekneler b) Aşıyan Sahilinde Yapımı Devam Eden Finüküler Hat İnşası

7.1.2. Vişnezade Mahallesi ile Arnavutköy Mahallesi Arasında Kalan Sahil

Vişnezade Mahallesi'nden başlayarak Arnavutköy Mahallesi'ne kadar olan kıyı şeridi kesintisiz devam eden ve çok farklı kullanım fonksiyonlarına sahip yapılardan oluşmaktadır. Tsunami dalgalarından etkileneneceği hesaplanan bu yapıların her biri farklı bir kurum veya kuruluş sorumluluğunda olup güvenliklerinin sağlanması için alınması gerekliliğin belirlenmesi, yetkili kurumlar ile yapılacak çalışmalarla tespit edilmelidir. Eğitim kurumlarında okuyan öğrencilerin bilgilendirme çalışmaları yaş gruplarına uygun içeriklerde hazırlanmalı, Oteller ve tarihi mekânlarda bulunan turistlere yönelik farklı dillerde broşürler hazırlanmalıdır. Tabloda yer alan özel yapılar dışında çok sayıda farklı büyüklükteki işletmeler de bu bölgede yer almaktadır. Bu işletmelerin sahipleri ile yapılacak görüşmelerde bölge riskleri hakkında bilgilendirme yapılması ve olası bir tehlike durumunda ne şekilde hareket edileceği konusunda eğitim verilerek risk azaltma çalışmalarında yer almaları sağlanmalıdır. Tüm bu alan için yatay tahliye uygundur güvenli bölge, yapıların hemen güneyinde kalan Beşiktaş, Çrağan ve Muallim Naci caddeleridir.

Bu bölgede yer alan Ortaköy meydanı ve pazar yerlerinin güvenliği için de alana uygun yerlere bilgilendirme panoları asılmalı, tahliye rotalarına yönlendirici işaretler konulmalı ve güvenli bölge sınırları işaretlenmelidir.

Tablo 9: Beşiktaş İçesinde Vişnezade Arnavutköy Mahalleleri Arasında Yer Alan Kıyı Yapıları ve Kıyı Tesisleri

Bulunduğu Mahalle	Yapı Tipi/Adı
Vişnezade	Dolmabahçe Sarayı
Vişnezade	Mimar Sinan Üniversitesi Devlet Konservatuvarı
Vişnezade	Mimar Sinan Üniversitesi Resim Heykel Müzesi
Vişnezade	TBMM Milli Saraylar Koleksiyonlar Müzesi ve Cumhurbaşkanlığı Çalışma Ofisi
Sinanpaşa	Bosphorus Hotel
Sinanpaşa	Deniz Müzesi
Sinanpaşa	İETT Genel Müdürlüğü Beşiktaş İşletme Şefliği Otobüs Hareket Amirliği
Sinanpaşa	Beşiktaş Vapur İskelesi
Yıldız	Başakşehir Üniversitesi
Yıldız	Four Seasons Hotel at the Bosphorus
Yıldız	Beşiktaş Anadolu Lisesi
Yıldız	Çrağan Sarayı ve Çrağan Palace Hotel
Yıldız	Ziya Kalkavan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
Yıldız	Galatasaray Üniversitesi
Yıldız	Beşiktaş Kabataş Erkek Lisesi ve Anaokulu
Yıldız	Sabancı Kabataş Eğitim Vakfı Kültür Sitesi
Yıldız	Radisson Blu Bosphorus Hotel
Mecidiye	Ortaköy Meydanı ve Ortaköy Büyük Mecidiye Camii

Ortaköy	Fehime Sultan Yalısı
Ortaköy	Hatice Sultan Yalısı
Ortaköy	Karayolları Ortaköy sosyal Tesisleri
Ortaköy	İSPARK Ortaköy
Ortaköy	Defterdar İbrahim Paşa Camii
Ortaköy	İstanbul Trafik Vakfı Kuruçeşme Yediemin ve Açık Otoparkı
Ortaköy	Sorty Eğlence Kulübü
Kuruçeşme	Mandarin Oriental Bosphours Otel (İnşaatı Devam Ediyor)
Kuruçeşme	Macro Center
Kuruçeşme	Otel Les Ottomans
Bebek	Mısır Konsolosluğu

7.2. Beşiktaş İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi

Bu çalışma kapsamında üretilen bilgiler ve elde edilen bulgular doğrultusunda, Beşiktaş ilçesinde olası tsunami kayıplarının azaltılmasına yönelik önerilerin yer aldığı Beşiktaş ilçesine özel A0 boyutunda örnek bir haritada hazırlanmıştır (Ek-1). Bu haritada sismik aktiviteye bağlı ve deniz altı heyeları sebebi ile oluşabilecek tsunami baskın alanları ile olası bir tsunamiye hazırlık olarak yapılması gerekenler vurgulanmaktadır. Ayrıca tahliye rotaları, bilgi ve yönlendirme pano yerleri ile diğer kritik önlemler ve öneriler posterde yer almaktadır. Bu bilgiler hazırlık çalışmalarına yön gösterici özellikte olup, ilerleyen dönemde alınan önlemlerin ve gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları doğrultusunda bu haritanın revize edilmesi gerekmektedir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Olası bir tsunamiden etkilenecek ilçeler arasında Beşiktaş ilçesi görece en az etkilenecek ilçeler arasında gelmektedir. Deniz altı heyelan kaynaklı tsunami senaryosuna bağlı olarak oluşacak tsunami derinliklerinin yaklaşık 1.5 metre seviyesinde gerçekleşeceği tespit edilmiştir. Buna karşın 50 cm derinliğindeki akımın insan hayatını ölümcül etkilediği ve Beşiktaş ilçesinin sahil kesiminin yoğun bir insan kullanımına tabi olduğu göz önüne alındığında tsunaminin yıkıcı etkileri olacağı öngörülebilir.

Beşiktaş ilçesinin Boğaziçi sahili boyunca güney-kuzey ekseniinde çeşitli arazi kullanım türleri bulunmaktadır. Bu eksen üzerinde turizm, eğlence, rekreasyon kullanımının ağırlıkta olduğu görülmektedir. Dolayısıyla sahil boyunca yapısal önlemler geliştirmek ve fiziki değişiklikler yapmak hem ekonomik hem de sosyal açıdan uygun görülmemektedir. Bu çerçevede uygulanabilecek en temel stratejinin sahil hattı üzerinde tahliye esnekliğini artıracak düzenlemelerin yapılması, tabela ve yönlendirme unsurlarının sahaya yerleştirilmesi, etkilenecek alanda yer alan tesislerin işletmecileri ve sahibi kurum-kuruluşlar ile eşgündüm içinde eğitim ve farkındalık çalışmalarının yürütülmesi olarak değerlendirilmektedir. Etkilenecek alanın genişliğinin görece az olması ve tsunami dalgalarının ulaşmasına kadar geçen sürede bu etki alanının dışına çıkmayan mümkün olması tahliye konusuna yoğunlaşmanın olumlu sonuçlar vereceğini göstermektedir.

Sonuç itibariyle bu raporda yer alan önlemler değerlendirilirken dikkate alınması gereken temel yaklaşım tsunami tahliye kapasitesini artırmak olmalıdır. Bu kapsamdaki çalışmalarla ana hedef, sahil şeridindeki insanların tsunami baskınının etkin olmadığı güvenli bölgelere ulaşımının sağlanması olmalıdır. Ayrıca, sahil boyunca yapılacak kıyı şeridi düzenlemeleri, ağaçlandırma, yönlendirici tabelaların eklenmesi gibi uygulamaların yanında, toplumun da etkin katılımının sağlandığı bilinçlendirme ve farkındalık faaliyetlerinin hayatı geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Tüm bu çalışmalarda risk azaltmaya yönelik eylemlerin başta İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyesi olmak üzere ilgili tüm paydaş kurum ve kuruluşların katılımı ve bir seferberlik bilinciyle sorumluluk yüklenmesi, gerek alınan önlemlerin etkinliği, gerekse bu önlemlerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

9. KAYNAKÇA

- İBB (2007), İstanbul Mikro bölgeleme Projesi, Avrupa Yakası. İstanbul Büyükşehir Belediyesi
- MARSITE (2016); Marmara Supersite Projesi Sonuç Raporu
- MARDiM-SATREPS (2018), Marmara Bölgesi'nde Deprem ve Tsunami Afet Azaltma ve Türkiye'de Afet Eğitimi (SATREPS) Proje Sonuç Raporu
- ODTÜ (2018), İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik Ve Tehlike Analizi Güncelleme Projesi
- ODTÜ (2019), İstanbul İçin Tsunami Eylem Planı Hazırlanması İşi
- UNESCO-IOC (2014), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 2013, Revised Edition. Tsunami Glossary, Paris, UNESCO. IOC Technical Series, 85. (English.) (IOC/2008/TS/85rev)

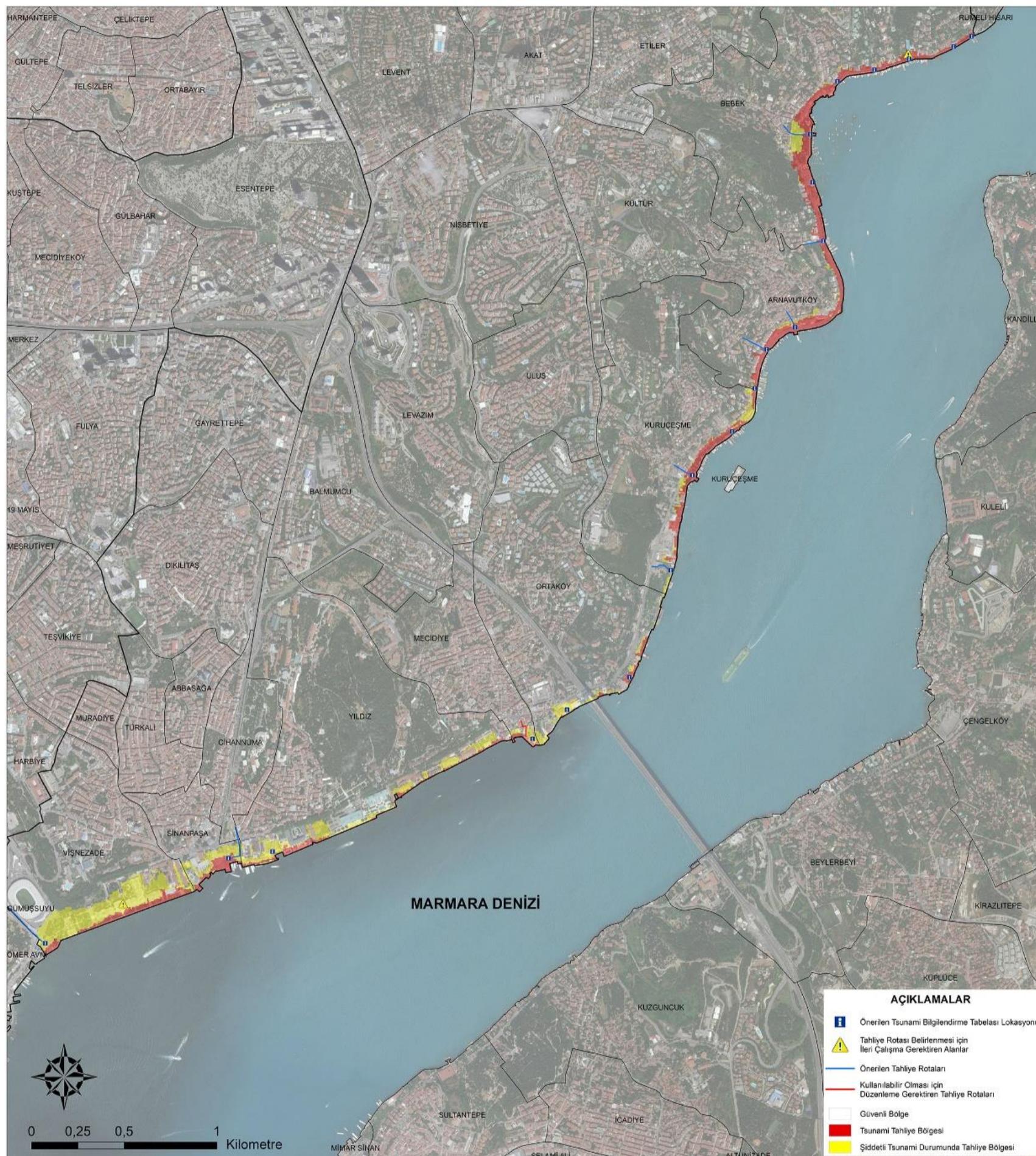


Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İnsaat Mühendisliği Bölümü ve
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

İSTANBUL İLİ TSUNAMI EYLEM PLANI HAZIRLANMASI PROJESİ BEŞİKTAŞ İLÇESİ EYLEM PLANI ÖRNEĞİ



İstanbul Büyükşehir Belediyesi
Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme
Daire Başkanlığı
Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü



Bu Poster Marmara Denizi'nde olusablecek tsunami dalgalarının İstanbul kıyılarında baskın alanlarını, hızlı bir tahliye yardımcı olacak yolları ve bireysel olarak alınması gerekliliği ana hatları ile belirtmek üzere hazırlanmıştır.

Deprem ya da başka bir nedenle Marmara Denizi'nde tsunami olusabilir. Kıyılara yakın iseniz deprem hazırlıklarını ek olarak tsunami için de hazırlıklı olmak için bu haritayı dikkate alın.

1) Haritalar tsunami dalgalarının ulaşabileceğini baskın (tahliye) alanlarını göstermektedir. Haritadan bulunduğunuz yeri dikkate alarak tsunami tahliye alanı içerisinde olup olmadığını tespit ediniz. Eğer eviniz, çalıştığınız işyeri veya sıkılık ziyaret ettiğiniz yerler hantada tahliye alanı içerisinde ise en hızlı ve güvenli tahliye rotalarınızı sindirden belirleyin.

2) Tsunami olaylarının genel olarak ilk belirli depremdir. Deniz kıyısına yakın iseniz, deprem hissettiğinizde ya da deniz su çekimini turuncu hareketlinme gözlemediğinizde tsunami uyarısını bekleymeden baskın alanı dışına doğru, kıyılardan uzak ve deniz seviyesinden yüksek alanlara koşarak (araç kullanmadan) mümkün olduğu kadar çabuk tahliye olun.

3) Deprem sonrası hasar görmemiş durumda olan betonarme yapıların üç ve yukarı katları tsunami tahliyesi için güvenli yerlerdir.

4) Dere ve kanallardan uzak durun. Tsunami, denize bağlı dere ve kanallar boyunca kilometrelerce ilerleyebilir.

5) Tekne ve gemi kaptanları deniz aralarını derin sularda doğru götürmelidir.

6) Tsunami tek bir dalgadır. İlkine ve güncel dalgalar birbirinden daha büyük ve zarar verici olabilir.

7) Afet bilgi iletişim sistemi, TV ya da radyo gibi halka açık sistemlerden tsunami hakkında bilgileri kontrol edin. Tsunami uyarısı iptal edilinceye kadar bulunduğuğunuz güvenli alanları terk etmeyin ve riskli alanlarından uzak durun.



FAYDALI KAYNAKLAR
Bölgeye Uygun Çekilde Rehberler: Deprem, Aşırıya Erisklik, Bölgeye Deprem-Tsunami Uyarısı Değerlendirme Metodu: Tsunami Bırakın: <http://www.konf.bm.gov.tr/sismoloji/tsunami/birim/kurulus/>
Afet ve Ard Durum Yonetim Başkanlığı Deprem Bigi Notları: <http://www.adb.gov.tr/depren-notlar/>

Bu poster 4.Bölüm Nisan 2017, Zeminde Şiddet Tsunami Tahliye Rehberi'nden uyarlanarak ve GDDT ile iş birliği yaparak hazırlanmıştır.

