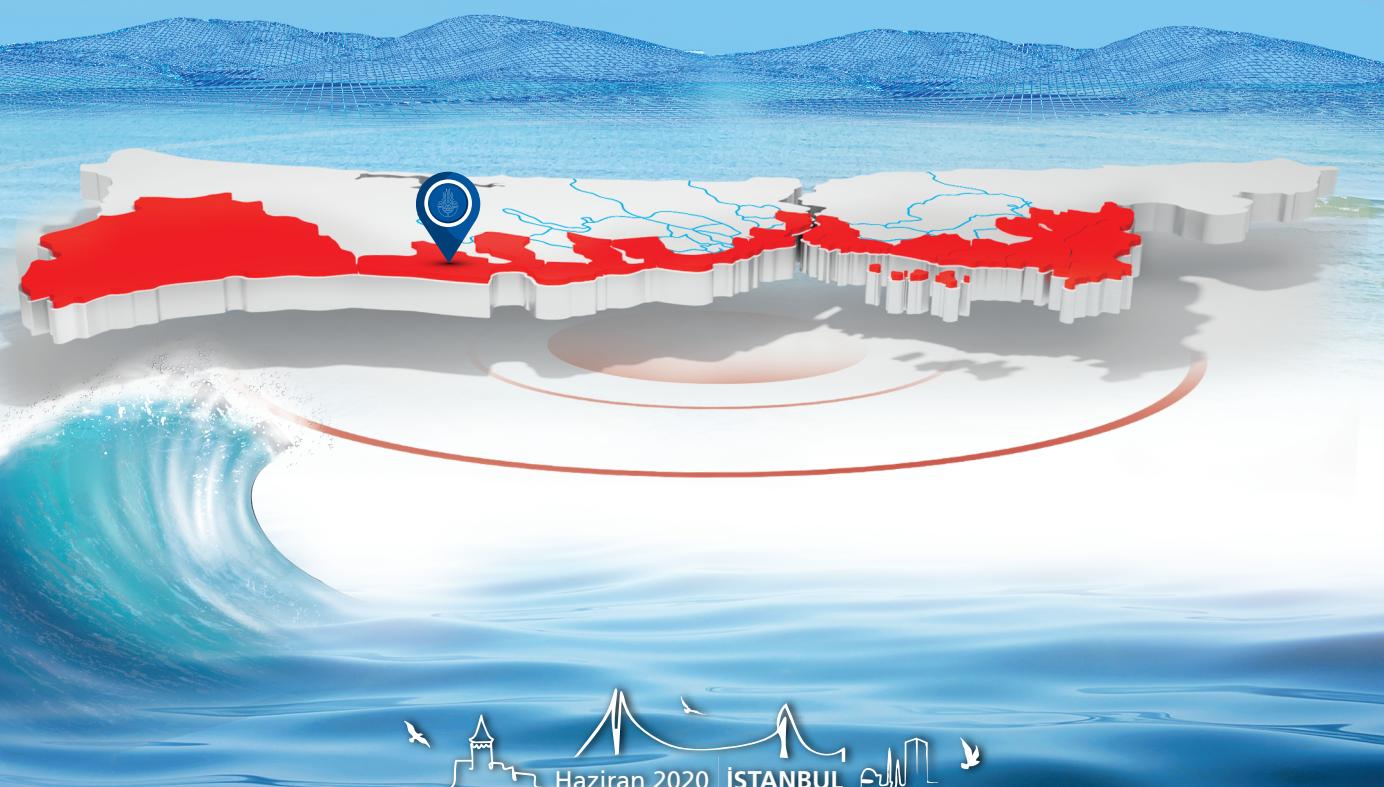




BÜYÜKÇEKMECE

TSUNAMI RİSK ANALİZİ ve EYLEM PLANI KİTAPÇIĞI





**iSTANBUL
SENİN**



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

BÜYÜKÇEKMECE 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 Büyükçekmece İlçesi Tsunami Risk Analizi ve Eylem Planı Raporu”, İstanbul İli Marmara Kıyıları Tsunami Modelleme, Hasar Görebilirlik ve Tehlike Analizi Güncellemeye 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 Yalçınér, Proje Yürütucusu, yalciner@metu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet Lütfi Süzen, Proje Yürütucusu, 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

İçindekiler

1. GİRİŞ	5
2. TSUNAMİ TEHLİKESİ.....	7
3. KAPSAM VE YÖNTEM.....	8
4. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ	12
4.1. Büyücekmece İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası	12
4.2. Büyücekmece İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları.....	16
5. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ	20
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik	20
5.1.1. Jeoloji	20
5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu	21
5.1.3. Kıyıdan Uzaklık	23
5.1.4. Yükseklik	24
5.2. Tahliye Esnekliği.....	25
5.2.1. Binaya Uzaklık	25
5.2.2. Yol Ağına Uzaklık	26
5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu	27
5.2.4. Eğim	28
5.3. Büyücekmece İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları.....	29
6. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ MeTHuVA RİSK ANALİZLERİ	30
6.1. Büyücekmece İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası	30
6.2. Büyücekmece İlçesi Denizaltı Heyelanı Kaynaklı Risk Haritaları	30
7. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI	32
7.1. Sismik Aktiviteye Bağlı Tsunami Su Baskını İçin Alınabilecek Önlemler	33
7.2. Deniz Altı Heyelanına Bağlı Tsunami Su Baskını İçin Alınabilecek Önlemler	38
7.3. Büyücekmece İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi	38
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
9. KAYNAKÇA	40
EK-1	41

Şekiller

Şekil 1: Tsunamilerin a) Oluşum, b) Ayrılma, c) Yayılma ve Yükselme ile d) Karada İlerlemesi Aşamalarının Şematik Gösterimi	7
Şekil 2: Tsunami Parametrelerini Anlatan Temsili Çizim (Kaynak: UNESCO-IOC, 2014)	7
Şekil 3: METHUVA Analizi Akış Diyagramı	10
Şekil 4: METHUVA Analizi Bileşenleri	10
Şekil 5: CMN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	12
Şekil 6: Büyücekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (CMN)	13
Şekil 7: Büyücekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (CMN)	14
Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	16
Şekil 9: Büyücekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC).....	17
Şekil 10: Büyücekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSBC).....	18
Şekil 11: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	21
Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	22
Şekil 13: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	23
Şekil 14: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası .	24
Şekil 15: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	25
Şekil 16: a) Yol Ağına Uzaklık katmanının parametre haritası b) Yol ağına uzaklık katmanının sınıflandırılmış haritası	26
Şekil 17: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası.....	27
Şekil 18: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası.....	28
Şekil 19: Büyücekmece Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu ile Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası.....	29
Şekil 20: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası.....	30
Şekil 21: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	31
Şekil 22: Büyücekmece İlçesi Tsunami Baskın Alanlarının Dağılımı (Sismik aktiviteteye bağlı baskın kırmızı renk ile Heyelan etkisine bağlı baskın alanı ise sarı renk ile gösterilmiştir. LSBC: Büyücekmece Heyelan Alanı, LSY: Yenikapı Heyelan Alanı, LST: Tuzla heyelan Alanını göstermektedir).	33
Şekil 23: Büyücekmece Kıyılardaki Yamaç ve Falezler ile Bu Alanların Kullanım a) Yenimahalle- Güzelce Arası	34
Şekil 24: Yamaç ve Falez Bölgelerinde Sahile Erişim Yolları a) Tahliyeye Uygun Merdiven Yapıları b) Dar ve Bakımsız Merdivenler c) Erişimi Engellenmiş Merdiven, d) Tehlike Arz Eden Merdiven	35
Şekil 25: Celaliye - Kumburgaz Arası Sahilde Arazi Kullanımları a)Denize Paralel İnşa Edilmiş Blok Nizam ve Yüksek Katlı Yapılar b) Kıyı Duvarları c) D100 Karayolu'nda ki Yükseltmeler	36
Şekil 26: Yapıların Denize Bakan Cephesinde İnşa Edilmiş Kıyı Duvarlarında ki Tahribat Örnekleri a) Beton Aşınması,	36
Şekil 27: Kamiloba Mahallesinde Yer Alan Bir Üst Geçit	37
Şekil 28: Büyücekmece İlçe Merkezi ve Kumburgaz Sahilinde Arazi Kullanımları Nedeni İle Baskın Mesafesinin Arttığı Bölgeler a) Düşük Katlı, Kıyı Duvarsız ve Ayrık Nizam Yapılışma b) Geniş Cephesi Denize Dik Yapılar ve Geniş Boşluklardan Oluşan Alanlar	38

Tablolar

Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları	9
Tablo 2: Büyükçekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (CMN)	13
Tablo 3: Büyükçekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (CMN)	15
Tablo 4: Büyükçekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSBC)	17
Tablo 5: Büyükçekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC)	18
Tablo 6: Büyükçekmece Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri	20

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 yerlesime 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,

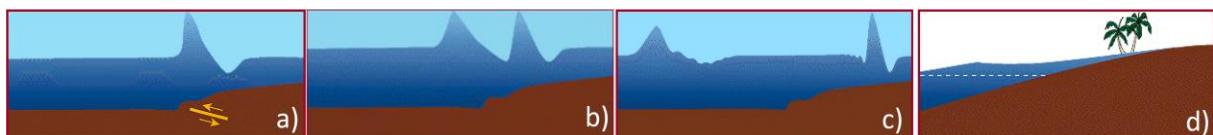
dünyada mega kentler için yapılmış olan tsunami modelleme, hasar görebilirlik ve tehlike analizi projeleri arasında bir ilk niteliğini taşımakta olup her kritik senaryoya göre ilçe ve mahalle bazlı baskın haritaları hazırlanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre Marmara Denizi'ne doğrudan kıyısı olan bütün 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.

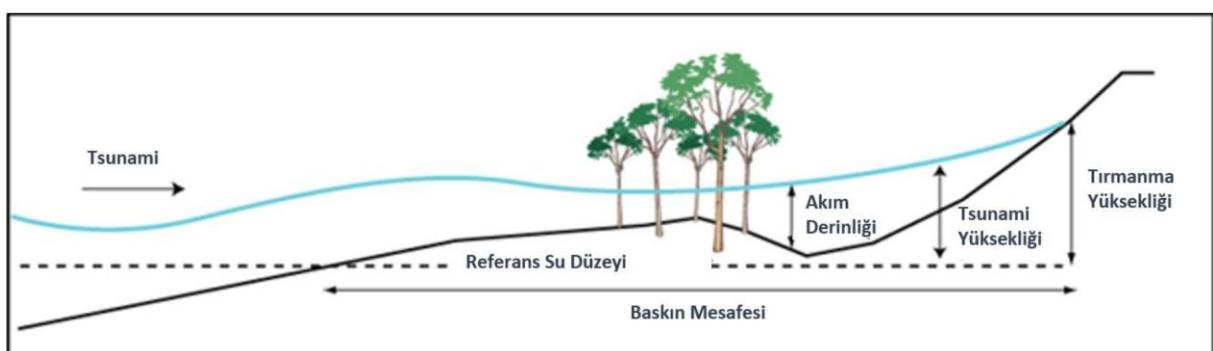
Bu iki çalışmanın ardından, üçüncü aşama olarak, öngörülen riskin azaltılmasına yönelik eylemlerin ve stratejilerin uygulanması hedeflenmektedir. İlk iki aşamaya göre daha uzun soluklu ve kapsamlı bir planlama gerektiren bu aşamanın hedeflenen amaçlara ulaşabilmesi, konunun en önemli paydaşlarından olan 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 Şematik 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:

Veritabanının 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 Fay'ın 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 (İBB- OYO, 2007; MARSITE, 2016; MARDİM-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 heyelanı 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 heyelanı 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 heyelanı 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.

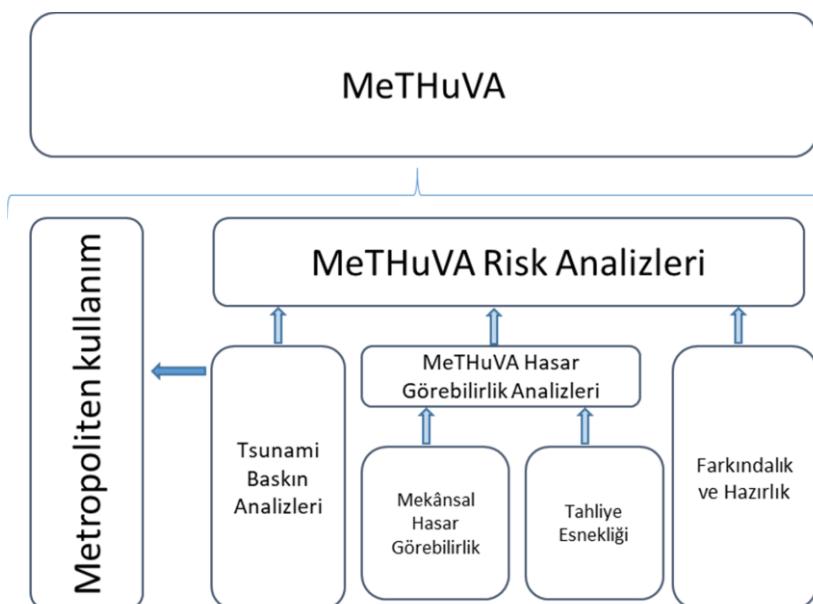
Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları

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 dahil 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 gerekliliğinden 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.

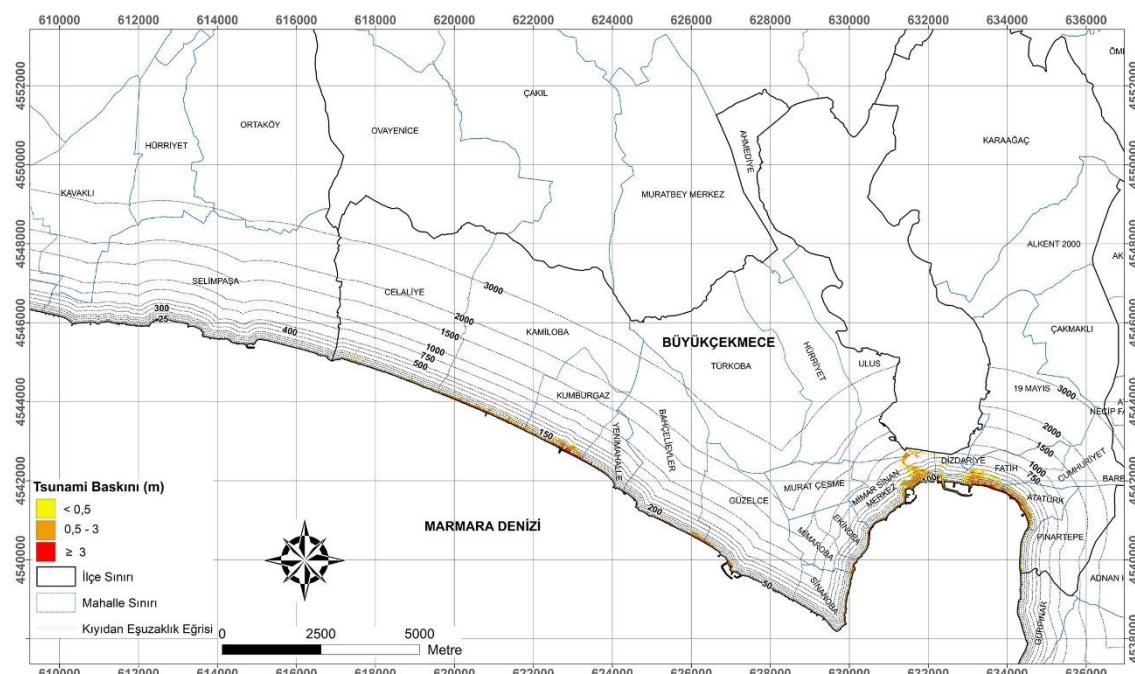
Toplumun tsunami ile ilgili bilgisinin arttırılması ve ilgili birimlerce alınacak önlemler n parametresinin değerinde artış sağlayarak riskin azalmasına sebep olacaktır.

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. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ TSUNAMI BASKIN ANALİZLERİ

4.1. Büyükçekmece İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Büyükçekmece ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağının Marmara Denizi içinde bulunan Orta Marmara Fayı (Central Marmara Fault-CMN) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak CMN kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. CMN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Büyükçekmece ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 8.59 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 900 metreye ulaşmaktadır.

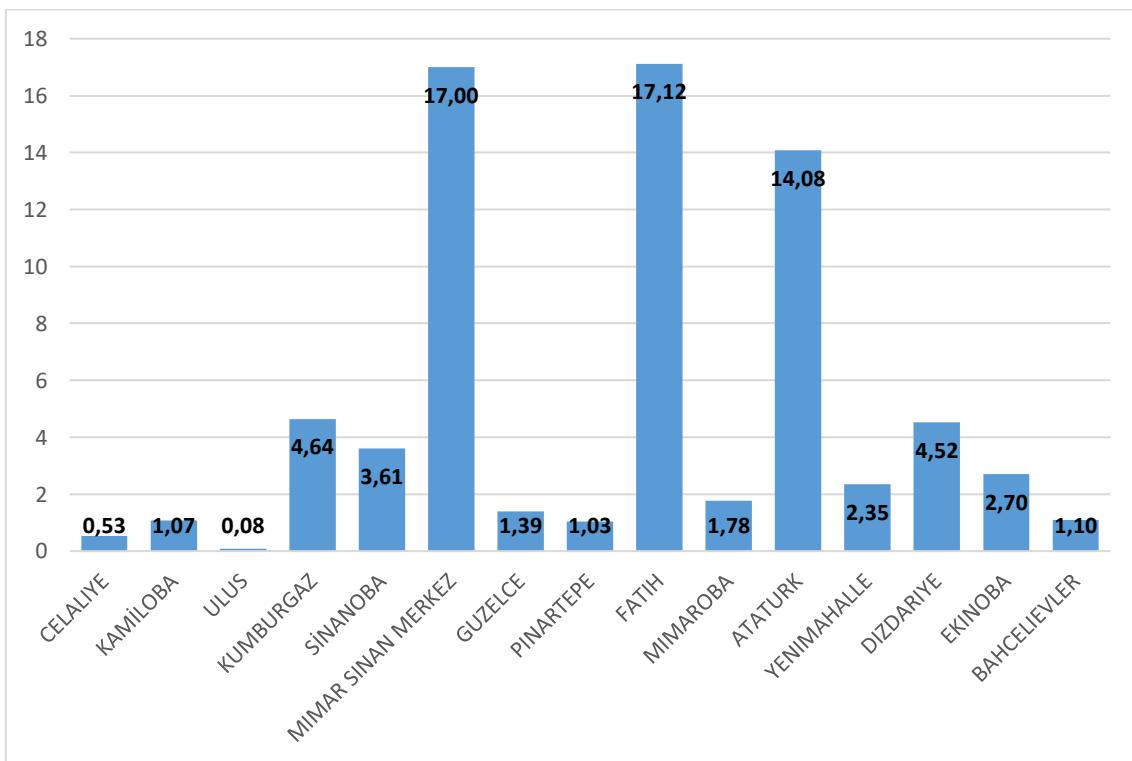


Şekil 5: CMN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, CMN kaynaklı olası bir tsunamide, Büyükçekmece ilçesinin %1,25'ini kapsayan 1,746 km²'lik bir alanda ve 15 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Büyükçekmece ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 2 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Fatih ve Mimar Sinan Merkez Mahallelerinde sırasıyla %17.12 ve %17'lük su basma alanı yüzdesi görülmüştür. Bunu %14.08 orANIyla Atatürk Mahallesi takip etmektedir. İlçe genelinde su basması derinliğin noktasal olarak en yüksek olduğu mahalle ise 8.59 m ile Bahçelievler Mahallesi'dir.

Tablo 2: Büyükçekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (CMN)

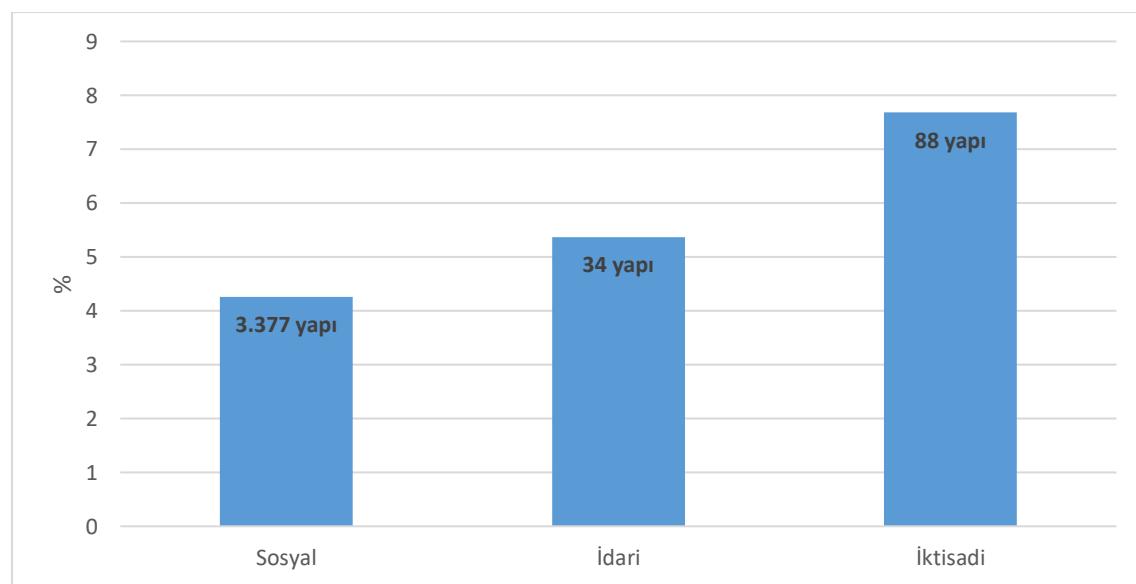
Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah. Alanı (km ²)	Su basma alanı %
FATIH	5.24	1.32	347.875	2.032	17.12
MIMAR SINAN MERKEZ	6.32	1.25	432.950	2.547	17.00
ATATURK	6.25	1.82	174.200	1.237	14.08
KUMBURGAZ	6.02	2.08	186.450	4.022	4.64
DIZDARIYE	3.70	0.61	26.375	0.584	4.52
SİNANOBA	5.23	1.37	57.450	1.592	3.61
EKİNOBA	5.92	1.85	33.700	1.248	2.70
YENİMAHALLE	7.60	3.22	36.550	1.555	2.35
MIMAROBA	5.71	1.63	24.175	1.359	1.78
GUZELCE	5.17	1.89	83.650	6.000	1.39
BAHCELIEVLER	8.59	2.35	78.875	7.178	1.10
KAMİLOBA	5.70	2.29	151.950	14.137	1.07
PINARTEPE	3.48	0.77	38.325	3.714	1.03
CELALİYE	4.46	1.55	70.225	13.368	0.53
ULUS	1.66	0.78	3.625	4.660	0.08



Şekil 6: Büyükçekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (CMN)

CMN kaynaklı olası bir tsunamide Büyükçekmece ilçesi içinde bulunan 31.652 yapıdan 1.400'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 1.394'ü 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 CMN kaynaklı olası bir tsunamide Fatih Mahallesi'nde bulunan mesken yapılarının %19,49'u su basmasından etkilenirken, Kumburgaz Mahallesi'nde ki mesken yapılarının %17.76'sının suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunu %14.97 ile Atatürk Mahallesi takip etmektedir. İdari grubundaki yapılarda ise Fatih Mahallesi içindeki okulların %40'ı ve Mimar Sinan Merkez Mahallesindeki resmi binaların %66,67'sinin suyla teması öngörülmüştür. İktisadi grubunda ise Atatürk, Fatih ve Kumburgaz mahallelerindeki ticari yapıların sırasıyla %86.36, %65.52 ve %42.65'linin suyla olan teması dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra Kumburgaz Mahallesi'nde ki fabrika yapılarının %50'si tsunamiden etkilenmektedir. İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 7'de sunulmuştur. Büyükçekmece ilçesi genelinde CMN kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %4.25'i, İdari yapıların %5.37'si ve İktisadi yapıların ise %7.68'i su basmasından etkilenmektedir.



Şekil 7: Büyükçekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (CMN)

Tablo 3: Büyükçekmece İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (CMN)

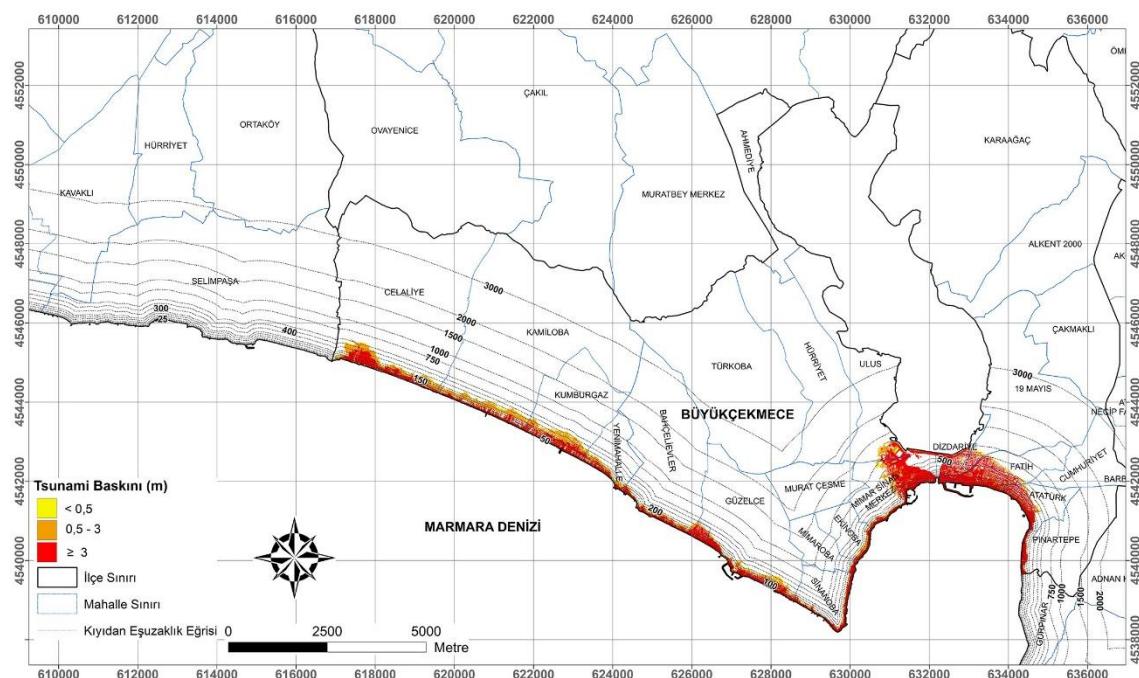
	İlçe Genel	Sosyal	İdari		İktisadi			Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
		Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	
	ATATÜRK	1.109	2	6	-	-	22	12
	BAHÇELEVLER	1.806	-	-	-	-	62	5
	CELALİYE	1.930	7	3	13	-	37	9
	DİZDARIYE	463	1	21	-	-	39	3
	EKİNOBA	464	2	3	-	-	35	5
	FATİH	1.129	10	18	-	1	58	9
	GÜZELCE	2.409	3	7	5	4	52	11
	KAMİLoba	2.072	-	12	-	3	51	6
	KUMBURGAZ	1.402	11	14	2	5	68	2
	MİMAR SİNAN MERKEZ	861	11	12	218	12	230	3
	MİMAROBA	655	12	2	-	-	32	15
	PİNARTEPE	1229	9	4	28	3	63	9
	YENİMAHALLE	664	1	-	-	5	38	-
	İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	28.230	180	174	557	206	1.373	129
								31.652 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Atatürk	166	0	2	0	0	19	3	190
Bahçelievler	64	0	0	0	0	1	0	65
Celaliye	139	0	0	0	0	0	0	139
Dizdariye	10	0	0	0	0	3	0	13
Ekinoba	1	0	0	0	0	0	0	1
Fatih	220	4	3	0	0	38	1	266
Güzelce	15	0	0	0	0	7	0	22
Kamiloba	213	0	0	0	0	8	0	221
Kumburgaz	249	0	2	1	0	29	0	281
Mimar Sinan Merkez	43	0	8	0	0	45	0	96
Mimaroba	0	0	0	0	0	2	0	2
Pinartepe	6	0	0	0	0	10	0	16
Yenimahalle	75	0	0	0	0	7	0	82
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	1201	4	15	1	0	169	4	1394 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı)
								1400 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo
Atatürk	14.97	0.00	33.33	-	-	86.36	25.00
Bahçelievler	3.54	-	-	-	-	1.61	0.00
Celaliye	7.20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Dizdariye	2.16	0.00	0.00	-	-	7.69	0.00
Ekinoba	0.22	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00
Fatih	19.49	40.00	16.67	-	0.00	65.52	11.11
Güzelce	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	13.46	0.00
Kamiloba	10.28	-	0.00	-	0.00	15.69	0.00
Kumburgaz	17.76	0.00	14.29	50.00	0.00	42.65	0.00
Mimar Sinan Merkez	4.99	0.00	66.67	0.00	0.00	19.57	0.00
Mimaroba	0.00	0.00	0.00	-	-	6.25	0.00
Pinartepe	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	15.87	0.00
Yenimahalle	11.30	0.00	-	-	0.00	18.42	-
İlçe Toplamı	4.25	2.22	8.62	0.18	0.00	12.31	3.10

4.2. Büyücekmece İlçesi Deniz Altı Heyeları Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Büyükçekmece ilçesi için en kritik deniz altı heyelani kaynaklı tsunami senaryosunun Büyükçekmece Deniz Altı Heyelani (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, Büyükçekmece ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 26.23 metreye ulaşığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 1.400 metreye ulaşmaktadır. Güvercin Deresi yatağında düşey su ilerlemesi ve bundan kaynaklanan taşmalar hesaplanmıştır.

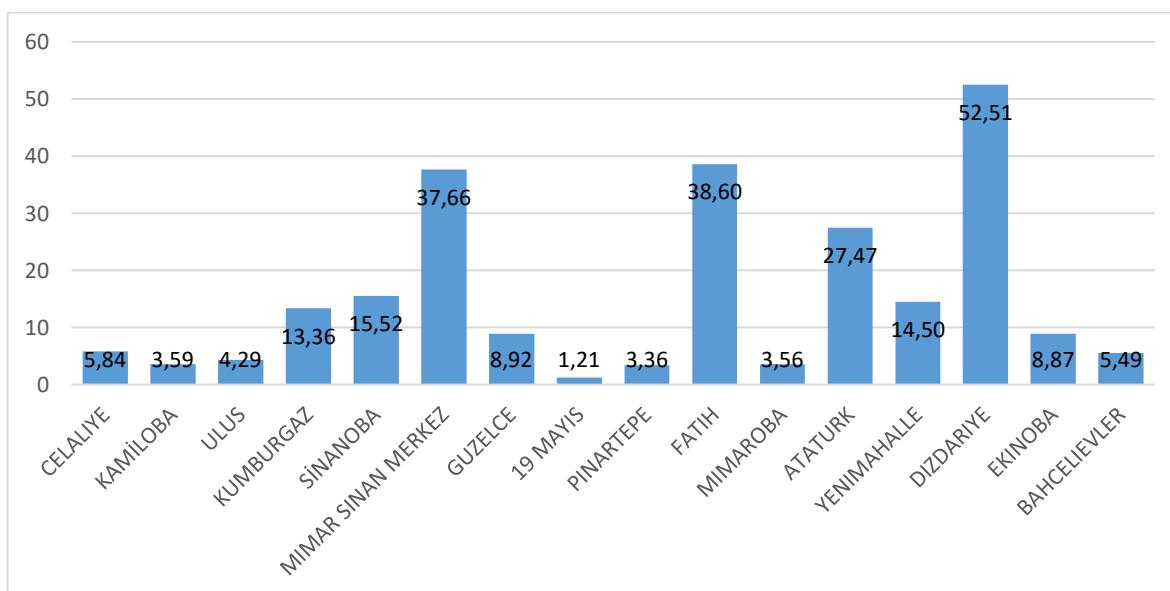


Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, LSBC kaynaklı olası bir tsunamide, Büyükçekmece ilçesinin %4,44'ünü kapsayan 6.192 km²lik bir alanda ve 16 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Büyükçekmece ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 4 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre küçük bir yüz ölçümü olan Dizdariye Mahallesi %52.51 ile en büyük su basma alanı yüzdesine sahiptir. Bunu %38.60 ve %37.66 oranlarıyla Fatih ve Mimar Sinan Merkez mahalleleri takip etmektedir. Su basma derinliğinin noktasal olarak en yüksek hesaplandığı Sinanoba Mahallesi (26.23 m) ve Güzelce Mahallesi'nde (20.91 m) su basma alanı yüzdeleri de sırasıyla %15.52 ve %8.92 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4: Büyükçekmece 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 %
DİZDARIYE	16.48	6.15	306.575	0.584	52.51
FATİH	16.49	8.72	784.500	2.032	38.60
MIMAR SINAN MERKEZ	17.79	6.48	959.225	2.547	37.66
ATATÜRK	14.24	7.30	339.850	1.237	27.47
SİNANOBA	26.23	7.38	247.125	1.592	15.52
YENIMAHALLE	17.98	4.94	225.500	1.555	14.50
KUMBURGAZ	16.98	4.69	537.450	4.022	13.36
GUZELCE	20.91	6.02	535.325	6.000	8.92
EKİNOBA	16.45	5.33	110.750	1.248	8.87
CELALİYE	16.96	3.83	780.300	13.368	5.84
BAHÇELEVİLER	19.57	6.07	394.300	7.178	5.49
ULUS	11.76	3.47	199.800	4.660	4.29
KAMİLOBA	15.07	3.95	507.875	14.137	3.59
MIMAROBA	15.35	8.03	48.425	1.359	3.56
PİNARTEPE	14.39	6.89	124.875	3.714	3.36
19 MAYIS	11.78	4.11	91.025	7.532	1.21

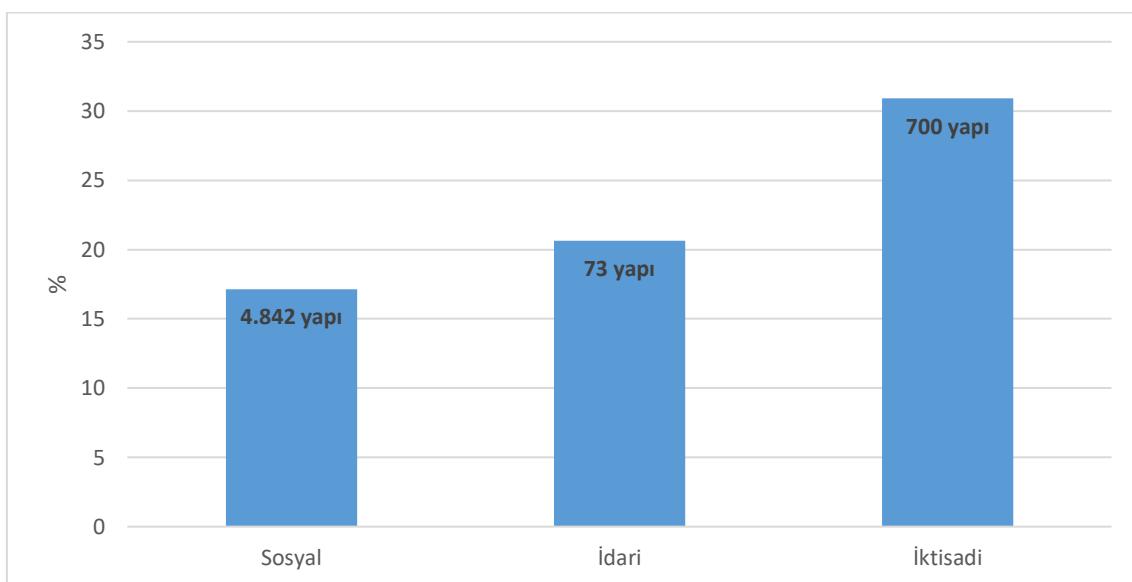


Şekil 9: Büyükçekmece İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC)

LSBC kaynaklı olası bir tsunamiye Büyükçekmece İlçesi içinde bulunan 31.652 yapıdan 5.657'sinin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 5.615'i Metropolitan 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 5'de verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSBC kaynaklı olası bir tsunamiye Dizdariye Mahallesi'nde bulunan mesken yapılarının ve okulların ve trafoların %100'ü su basmasından etkilenirken, Fatih Mahallesi'nde ki mesken yapılarının %52.79'unun suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Kumburgaz Mahallesinde ise İktisadi yapı grubundaki fabrika ve imalat yapılarının %100'ü tsunamiden etkilenmektedir.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 10'da sunulmuştur. Büyükçekmece ilçesi genelinde LSBC kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %17.15'i, İdari yapıların % 20.62'si ve İktisadi yapıların ise % 30,91'i su basmasından etkilenmektedir.



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

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

İlçe Genel	Sosyal		İdari		İktisadi			Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	
19 Mayıs	537	3	18	-	1	11	5	622
Atatürk	1.109	2	6	-	-	22	12	1.162
Bahçelievler	1.806	-	-	-	-	62	5	1.894
Celaliye	1.930	7	3	13	-	37	9	2.038
Dizdariye	463	1	21	-	-	39	3	543
Ekinoba	464	2	3	-	-	35	5	530
Fatih	1.129	10	18	-	1	58	9	1.247
Güzelce	2.409	3	7	5	4	52	11	2.541
Kamiloba	2.072	-	12	-	3	51	6	2.164
Kumburgaz	1.402	11	14	2	5	68	2	1.522
Mimar Sinan Merkez	861	11	12	218	12	230	3	1.375
Mimaroba	655	12	2	-	-	32	15	728
Pinartepe	1.229	9	4	28	3	63	9	1.379
Sinanoba	1.045	3	-	-	-	10	4	1.083
Ulus	1.396	4	14	56	5	93	2	1.605
Yenimahalle	664	1	-	-	5	38	-	721
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	28.230	180	174	557	206	1.373	129	31.652 (ilçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
19 Mayıs	210	0	0	0	0	1	1	212
Atatürk	341	0	3	0	0	19	6	369
Bahçelievler	424	0	0	0	0	23	0	447
Celaliye	408	1	0	0	0	15	1	425
Dizdariye	463	1	19	0	0	35	3	521
Ekinoba	50	0	0	0	0	1	0	51
Fatih	596	7	19	0	0	51	6	679
Güzelce	676	1	1	0	0	21	0	699
Kamiloba	514	0	0	0	2	35	0	551
Kumburgaz	518	3	4	2	5	51	0	583
Mimar Sinan Merkez	234	6	8	139	9	157	0	553
Mimaroba	16	0	0	0	0	2	0	18
Pinartepe	63	0	0	0	0	16	0	79
Sinanoba	87	0	0	0	0	0	0	87
Ulus	220	0	0	0	2	31	0	253
Yenimahalle	22	0	0	37	0	28	1	88
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	4842	19	54	178	18	486	18	5.615 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı)

5.657
(Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo
19 Mayıs	39.11	0.00	0.00	-	0.00	9.09	20.00
Atatürk	30.75	0.00	50.00	-	-	86.36	50.00
Bahçelievler	23.48	-	-	-	-	37.10	0.00
Celaliye	21.14	14.29	0.00	0.00	-	40.54	11.11
Dizdariye	100.00	100.00	90.48	-	-	89.74	100.00
Ekinoba	10.78	0.00	0.00	-	-	2.86	0.00
Fatih	52.79	70.00	105.56	-	0.00	87.93	66.67
Güzelce	28.06	33.33	14.29	0.00	0.00	40.38	0.00
Kamiloba	24.81	-	0.00	-	66.67	68.63	0.00
Kumburgaz	36.95	27.27	28.57	100.00	100.00	75.00	0.00
Mimar Sinan Merkez	27.18	54.55	66.67	63.76	75.00	68.26	0.00
Mimaroba	2.44	0.00	0.00	-	-	6.25	0.00
Pinartepe	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	0.00
Sinanoba	8.33	0.00	-	-	-	0.00	0.00
Ulus	15.76	0.00	0.00	0.00	40.00	33.33	0.00
Yenimahalle	3.31	0.00	-	-	0.00	73.68	-
İlçe ToplAMI	17.15	10.56	31.03	31.96	8.74	35.40	13.95

5. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ

İstanbul ilinin Avrupa yakasında Marmara'ya kıyısı olan 40,98-41,10 K ve 28,39-28,63 D koordinatları arasında yer alan Büyükçekmece ilçesi 196 km² yüz ölçümüne sahiptir. Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı için MeTHuVA yöntemi adımları, takip eden başlıklarda verilmiştir.

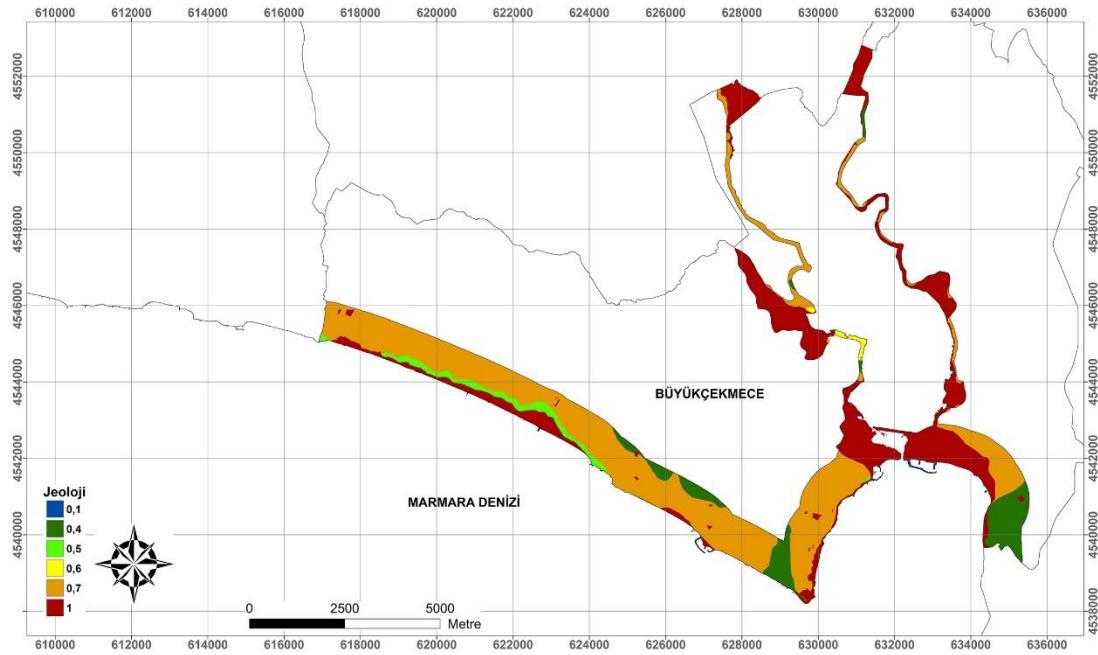
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik

5.1.1. Jeoloji

Büyükçekmece ilçesi yüzlekleri uygulama alanı sınırları içinde 4 ayrı jeolojik birim ve bunların içерdiği üyelerden oluşmaktadır. Bu birimler; Güncel Birikintiler-Qg (Alüvyon-Qal, Plaj birikintisi-Qp, Bataklık-bt), Danişmen Formasyonu-Td (Sinekli üyesi-Tdsi, Çantaköy üyesi-Tdç, Gürpınar üyesi-Tdg, Silivri kumtaşı üyesi-Tdsl), Ceylan Formasyonu-Tc, yapay ve kaya dolgudur. İlçe uygulama alanı içinde bulunan bu birimler, MeTHuVA Hasar Görebilirlik Analizleri kapsamında anlatıldığı üzere, jeoteknik ve jeolojik özellikleri bakımından değerlendirilmiş ve sıralama değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Bu sıralama değerleri ile oluşturulan Büyükçekmece ilçesi jeoloji katmanı haritası Şekil 11'de gösterilmiştir.

Tablo 6: Büyükçekmece Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri

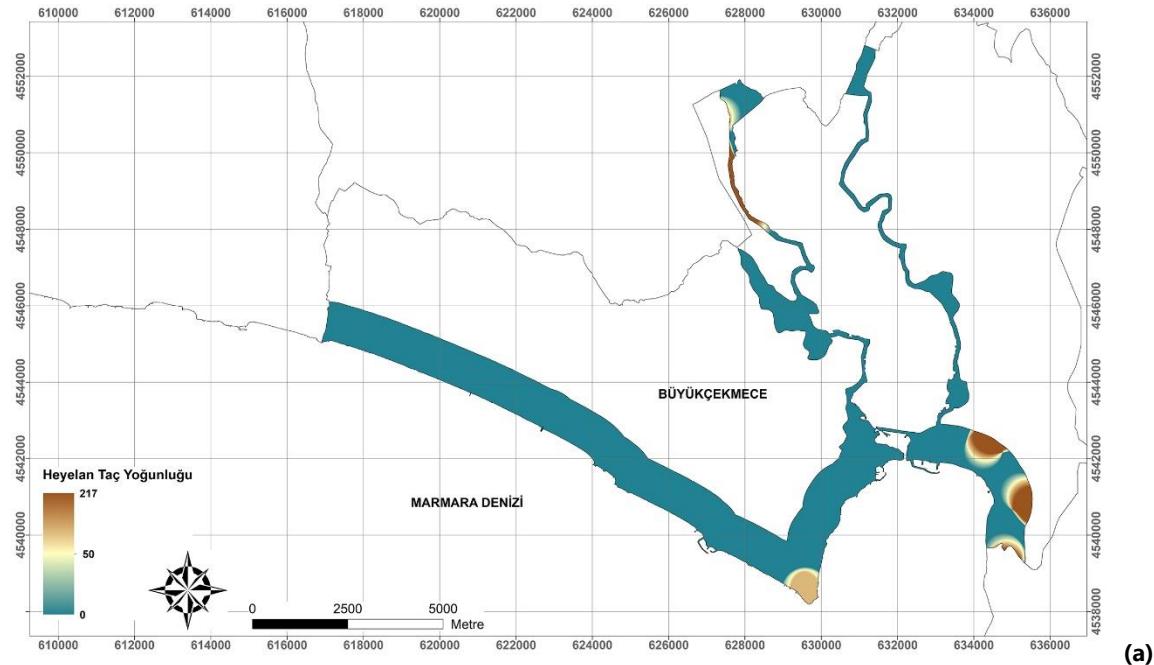
Yaş	Jeolojik Birim			Standardize Sıralama Değerleri
Kuvaterner	Antropojenik Dolgu	Yd	Yapay Dolgu	1
		Kd	Kaya Dolgu	0,1
	Qg (Güncel Birikintiler)	Qal	Alüvyon	1
		bt	Bataklık	1
		Qp	Plaj Birikintisi	1
		Tdsi	Sinekli üyesi	0,4
Geç Oligosen – Erken Miyosen	Td (Danişmen Formasyonu)	Tdç	Çantaköy tüff üyesi	0,4
		Tdg	Gürpınar üyesi	0,7
		Tdsl	Silivri Kumtaşı üyesi	0,5
Geç Eosen – Erken Oligosen	Tc (Ceylan Formasyonu)			0,4



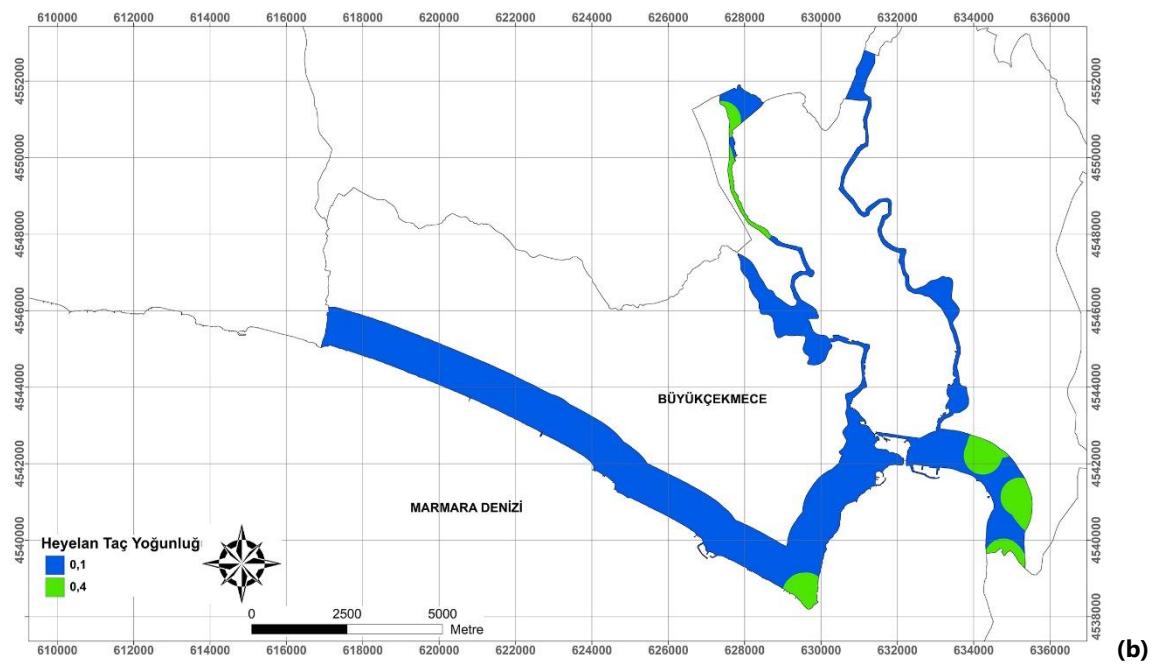
Şekil 11: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu

Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı heyelan taç yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 12'de sunulmuştur.



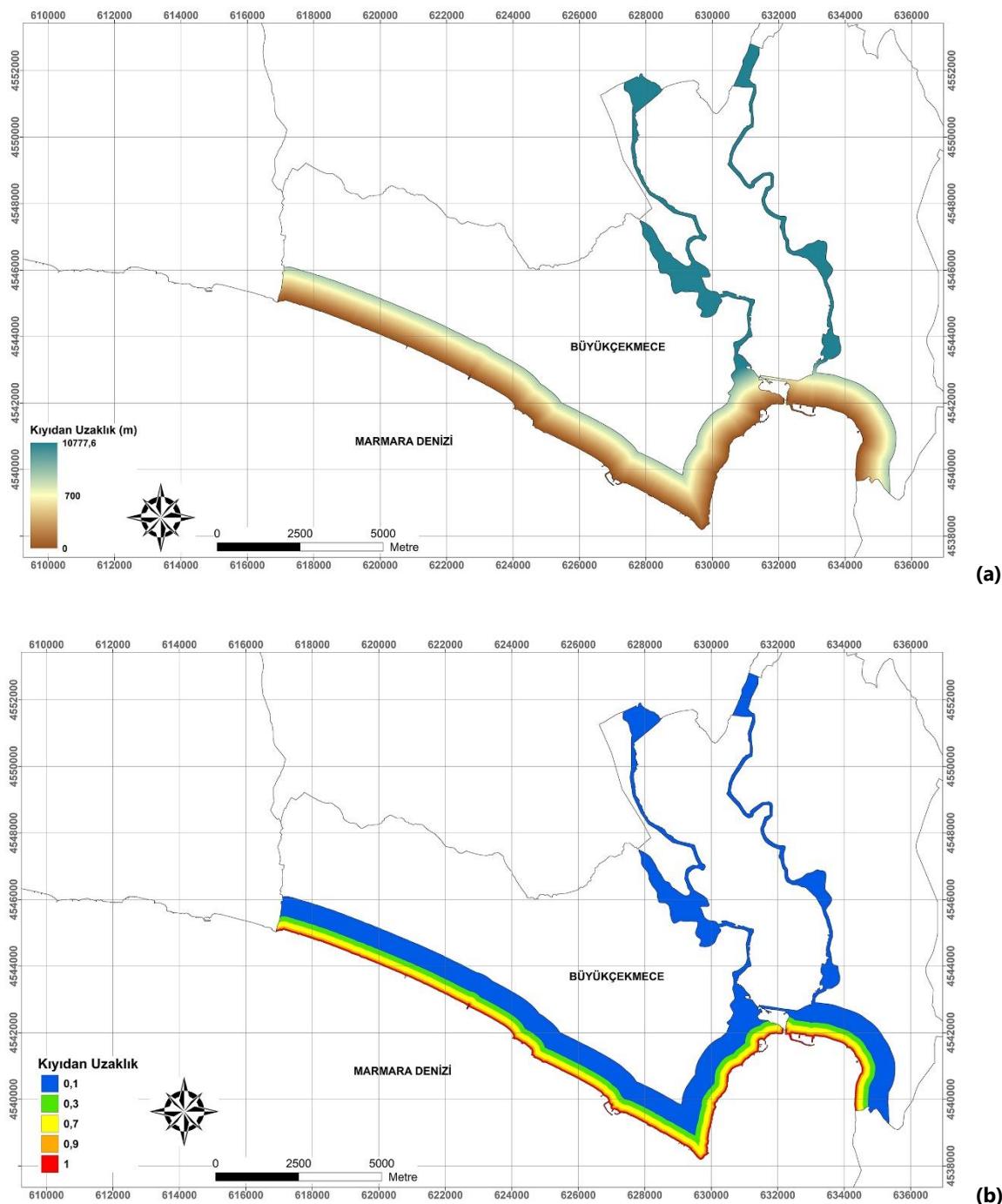
(a)



Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.3. Kıyıdan Uzaklık

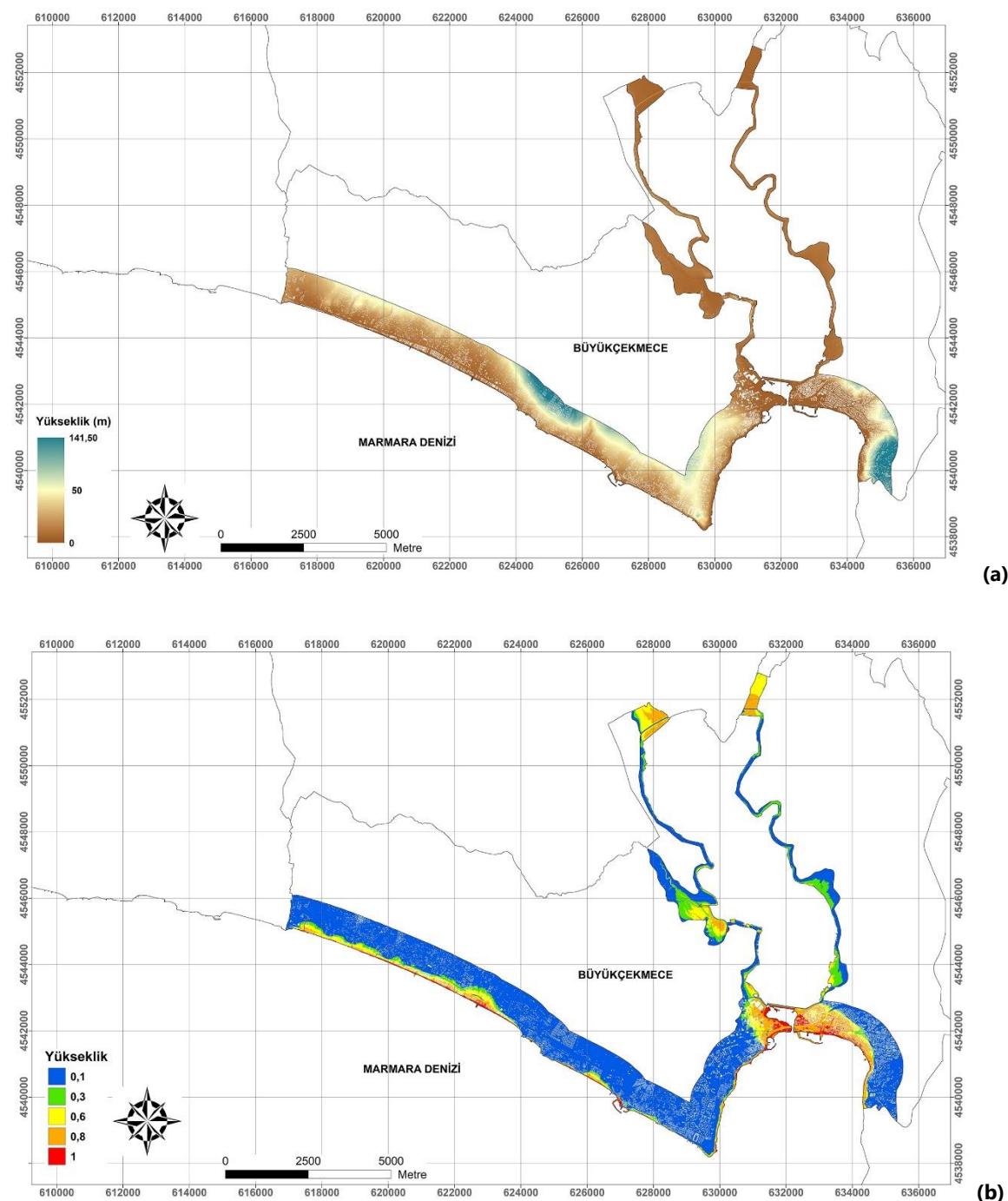
Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı kıyıdan uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 13'de sunulmuştur.



Şekil 13: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.4. Yükseklik

Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı yükseklik parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 14'de sunulmuştur.

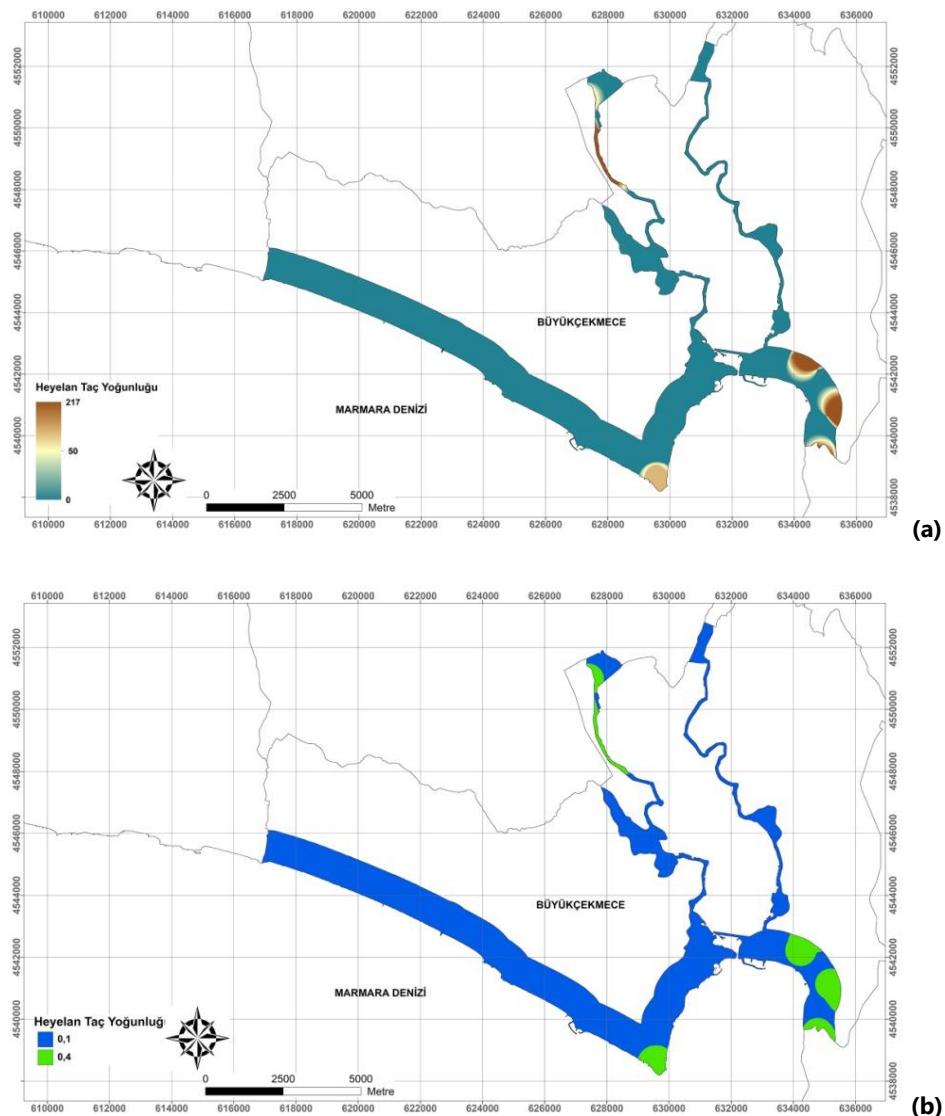


Şekil 14: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2. Tahliye Esnekliği

5.2.1. Binaya Uzaklık

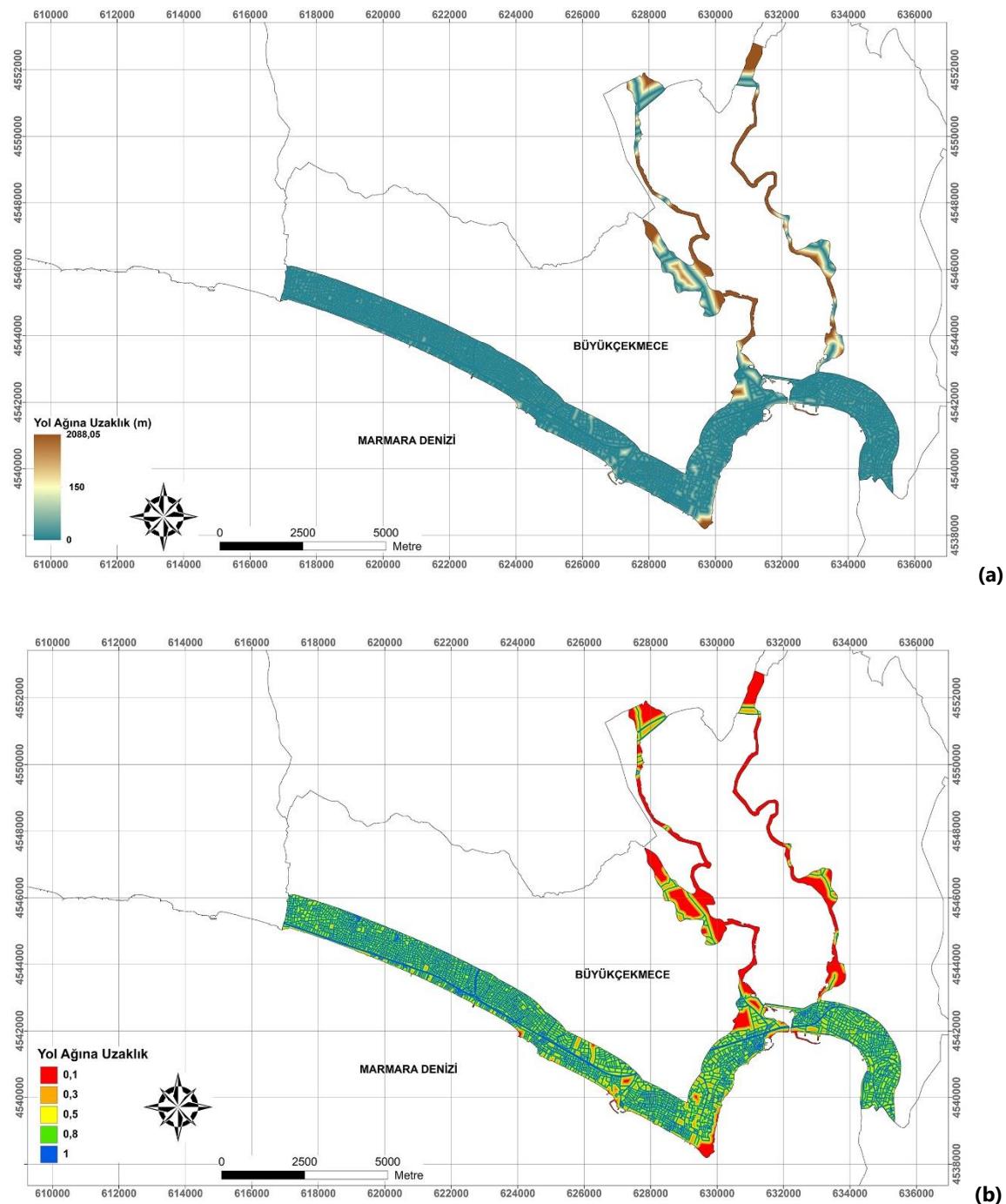
Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı binaya uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 15'de sunulmuştur.



Şekil 15: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.2. Yol Ağına Uzaklık

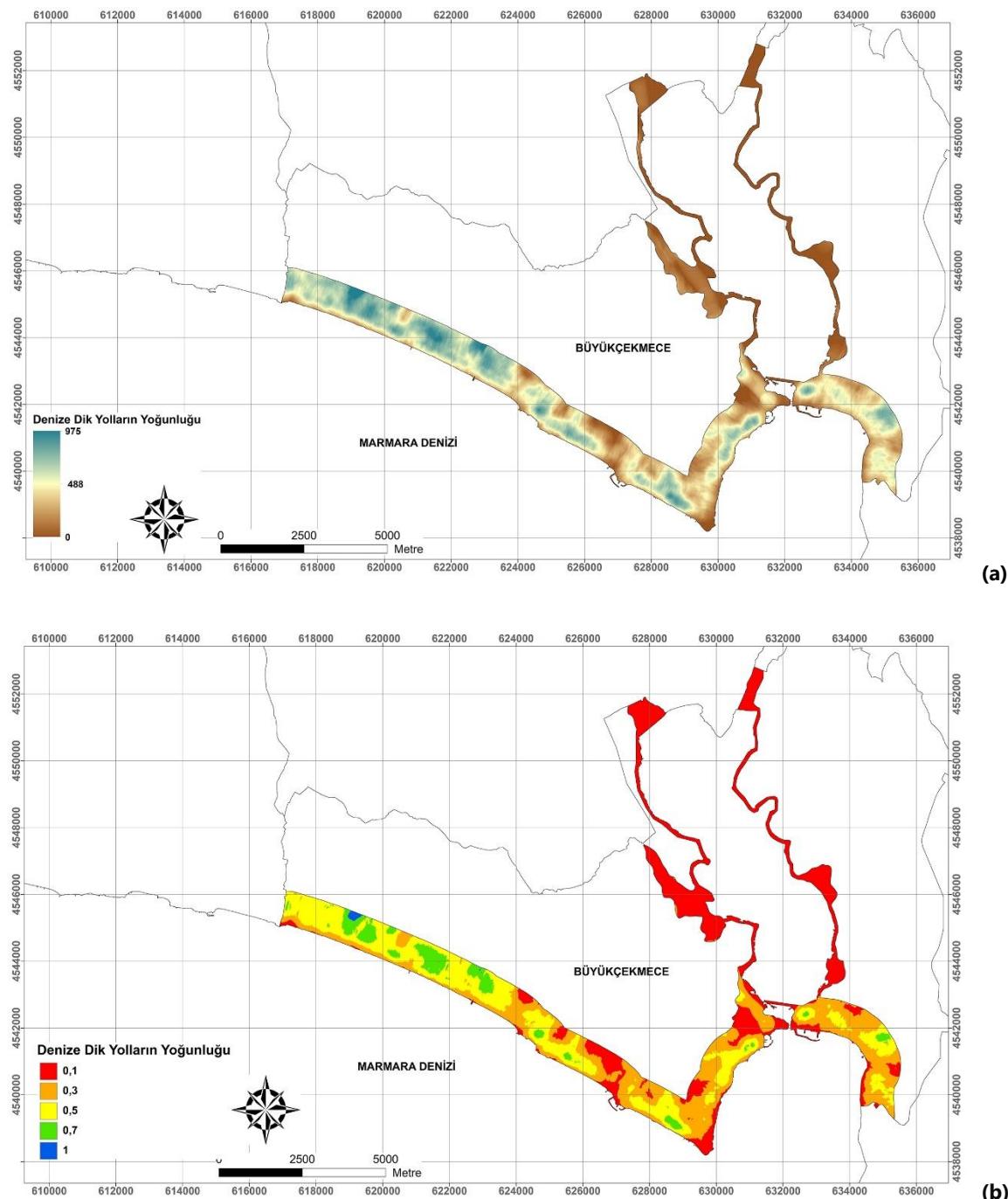
Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı yol ağına uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16: a) Yol Ağına Uzaklık katmanının parametre haritası b) Yol ağına uzaklık katmanının sınıflandırılmış haritası

5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu

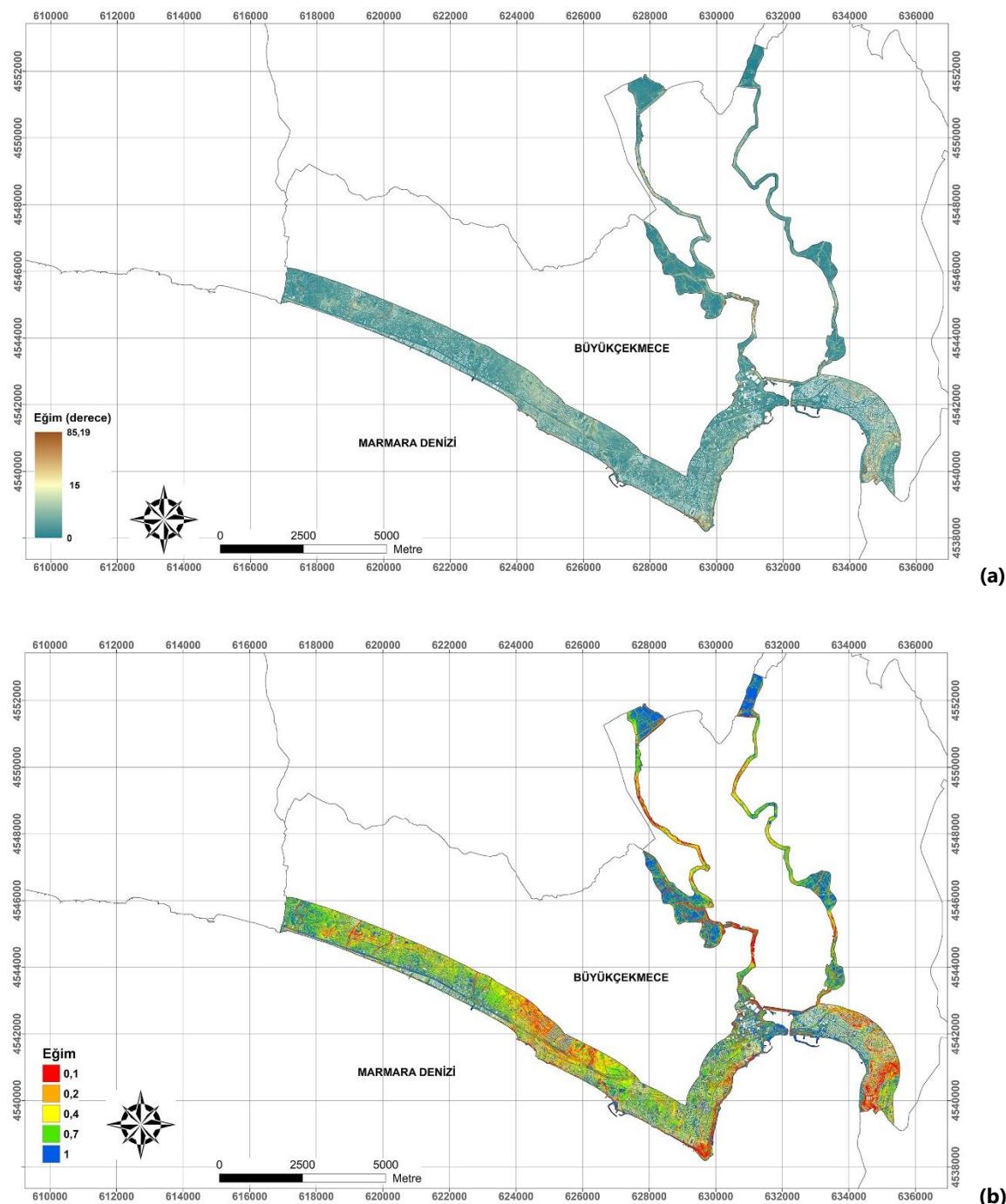
Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı denize dik yolların yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 17'de sunulmuştur.



Şekil 17: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.4. Eğim

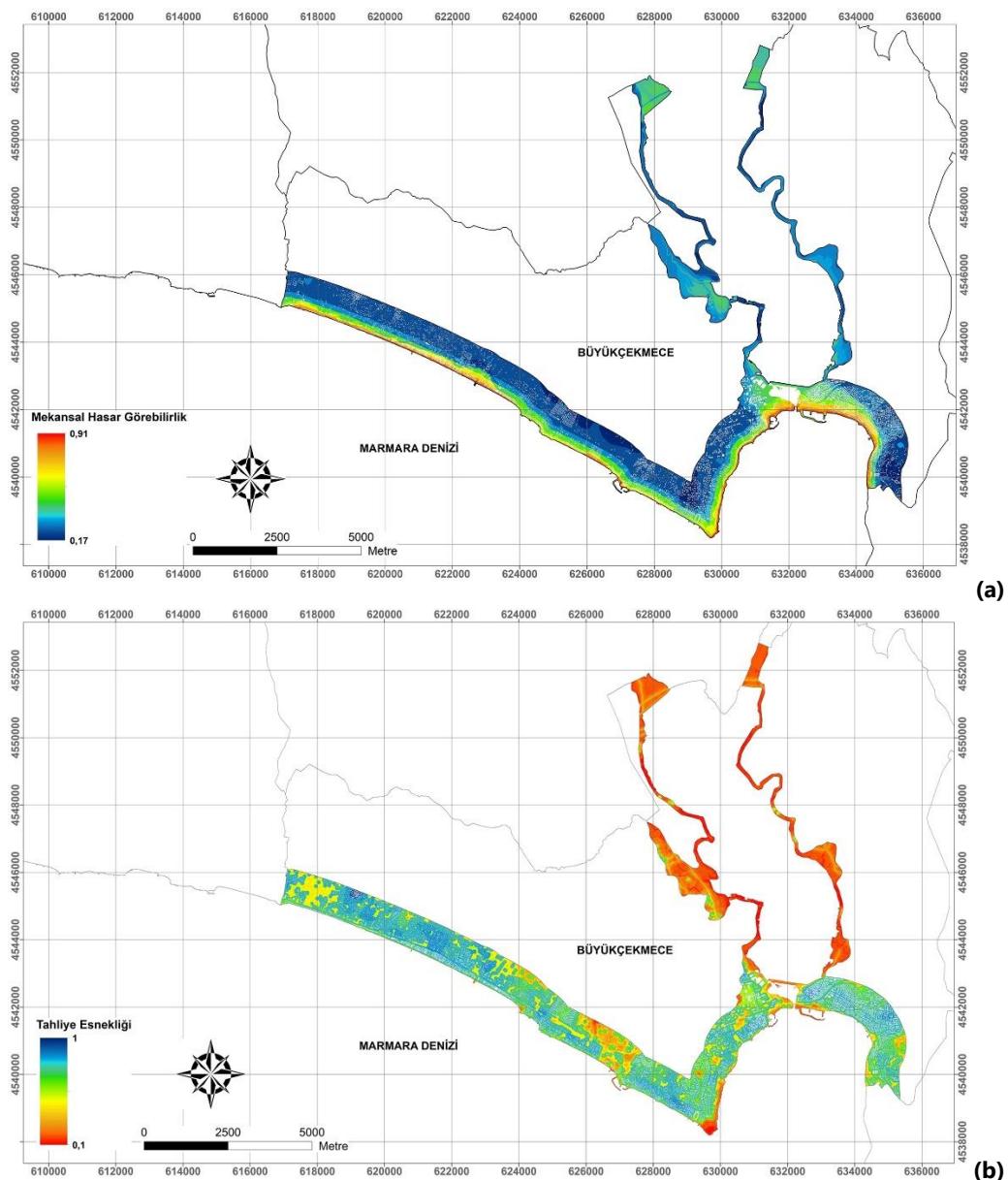
Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı eğim parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 18'de sunulmuştur.



Şekil 18: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.3. Büyükçekmece İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları

Büyükçekmece ilçesi için üretilen Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği sınıflandırılmış alt parametre haritaları ve ikili karşılaştırmalara göre belirlenen ağırlık değerleri kullanılarak Büyükçekmece ilçesi için Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği haritaları üretilmiştir (Şekil 19).



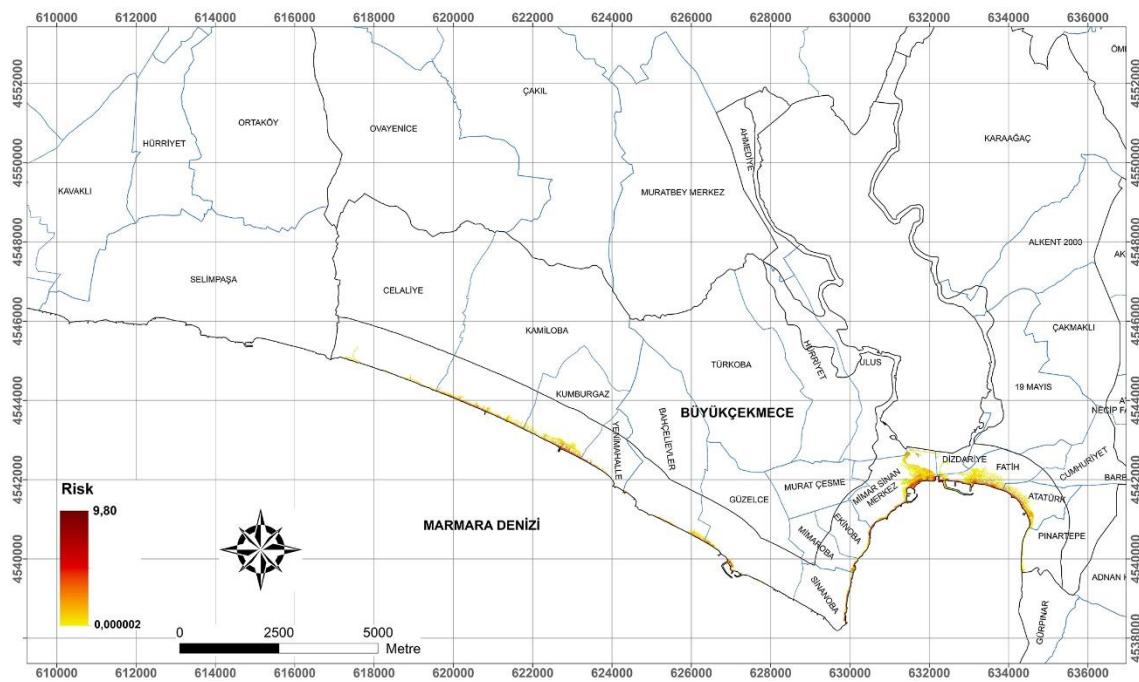
Şekil 19: Büyükçekmece Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası

6. BÜYÜKÇEKMECE İLÇESİ MeTHuVA RİSK ANALİZLERİ

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

6.1. Büyükçemece İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası

Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 20'de verilmiştir. Bu harita üretilirken Büyükçekmece ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağı olarak CMN tsunami kaynağı kullanılmıştır. Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Mimar Sinan Merkez, Fatih ve Atatürk mahalleleri kıyıları, Ekinoba Mahallesi'nin doğu kıyısı, Mimaroba Mahallesi'nin kıyısının kuzey kesimi ve Sinanoba Mahallesi'nin doğu kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Güzelce Mahallesi'nin batı ve orta kıyısı, Yenimahalle kıyısı, Kumburgaz Mahallesi doğu kıyısı ile Pinartepe, Bahçelievler ve Kamiloba mahalleleri kıyıları takip etmektedir.

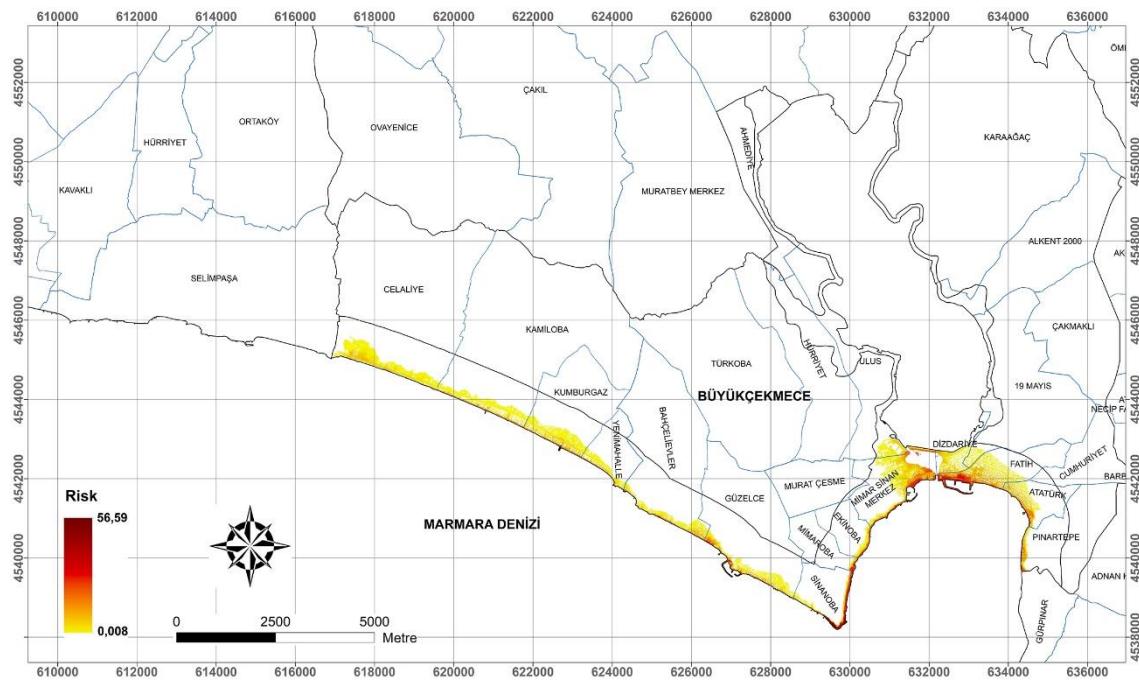


Şekil 20: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

6.2. Büyükçemece İlçesi Denizaltı Heyeları Kaynaklı Risk Haritaları

Büyükçekmece ilçesi uygulama alanı için Büyükçekmece Deniz Altı Heyeları (LSBC) kaynaklı MeTHuVA risk haritası oluşturulmuş ve Şekil 21'de verilmiştir. Bu harita üretilirken, Büyükçekmece ilçesi için en kritik deniz altı heyeları tsunami kaynağı olarak LSBC kullanılmıştır.

Büyücekmece ilçesi uygulama alanı için LSBC kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Sinanoba Mahallesi güney kıyısı ile Fatih Mahallesi'nin batı kıyısı olduğu öngörülmektedir. Bu bölgeleri Mimar Sinan Merkez Mahallesi doğu kıyısı, Sinanoba Mahallesi doğu kıyısı, Mimaroba Mahallesi kıyısının güney kesimi, Ekinoba Mahallesi batı kıyısı, Güzelce Mahallesi batı ve orta kıyısı, Mimar Sinan Merkez Mahallesi orta-batı kıyısı ile Atatürk ve Pınar tepe mahallelerinin güney kıyıları takip etmektedir.

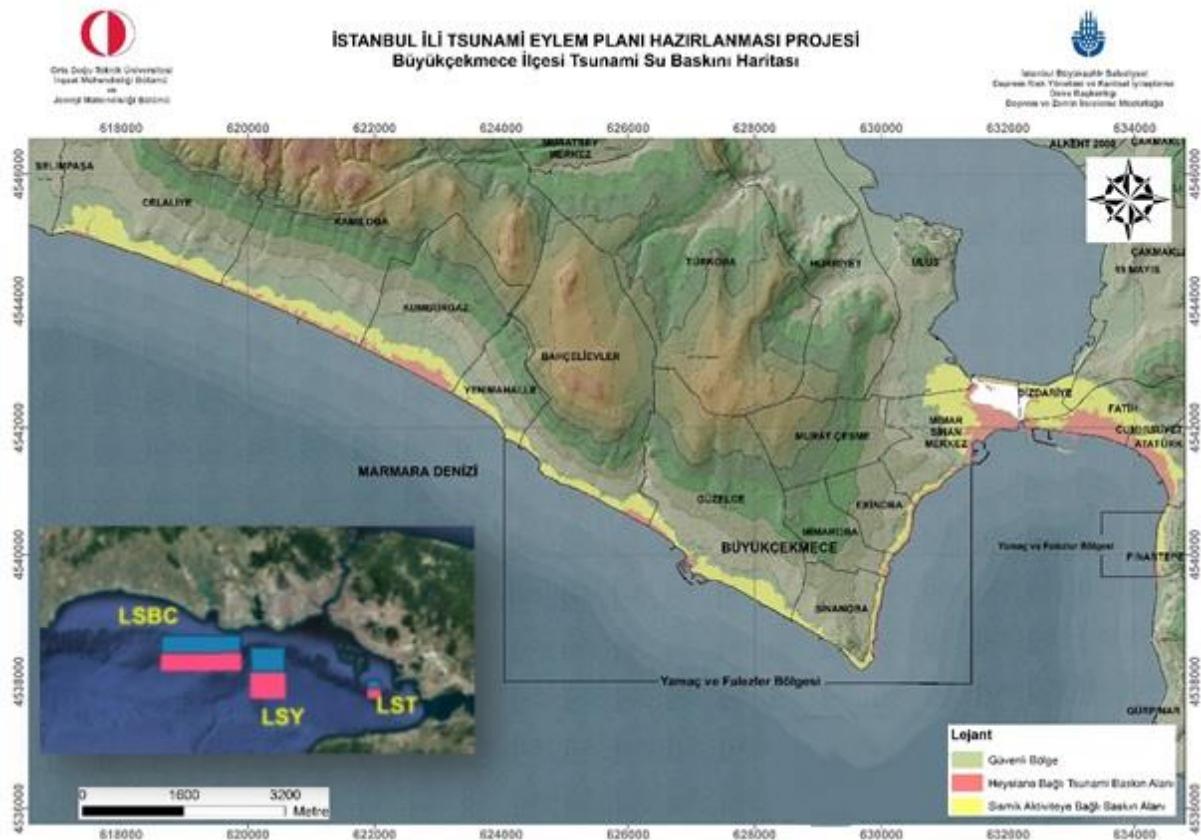


Şekil 21: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

7. BÜYÜKÇEKMECE 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 kıyılarına 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 Büyükçekmece ilçesi için önerilen adımlar alt başlıklarda sunulmuştur.

Marmara Denizindeki tsunami oluşabilecek bölgeler arasında yer alan Büyükçekmece açıklarındaki deniz altı heyelanı, Marmara kıyı şeridindeki pek çok ilçe için en kritik tsunami senaryosudur. Bu nedenle, Büyükçekmece ilçesi kıyıları için hesaplanan tsunami dalga yükseklikleri diğer ilçelere göre fazladır. (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Bununla birlikte yerleşim birimlerinin sahil kesiminde yoğunlaşıyor olması ve bu yerleşimlerin büyük bölümünün topografik olarak düşük kotlu ve düşük eğimli morfolojide yer olması su baskın mesafelerinin ve buna bağlı risklerin artmasına sebep olan diğer etkenlerdir. Kıyı şeridi boyunca yapılan saha çalışmaları esnasında alınacak bazı önlemlerin sismik aktivite ile oluşabilecek hasarları engelleyeceği veya etkisini azaltabileceği değerlendirilmesine rağmen aynı yaklaşımı heyelana bağlı tsunami oluşumu için söyleyebilmek olası değildir. Bu nedenle Büyükçekmece ilçesi için alınabilecek önlemleri bu iki farklı senaryoya göre değerlendirmek daha uygun olacaktır.

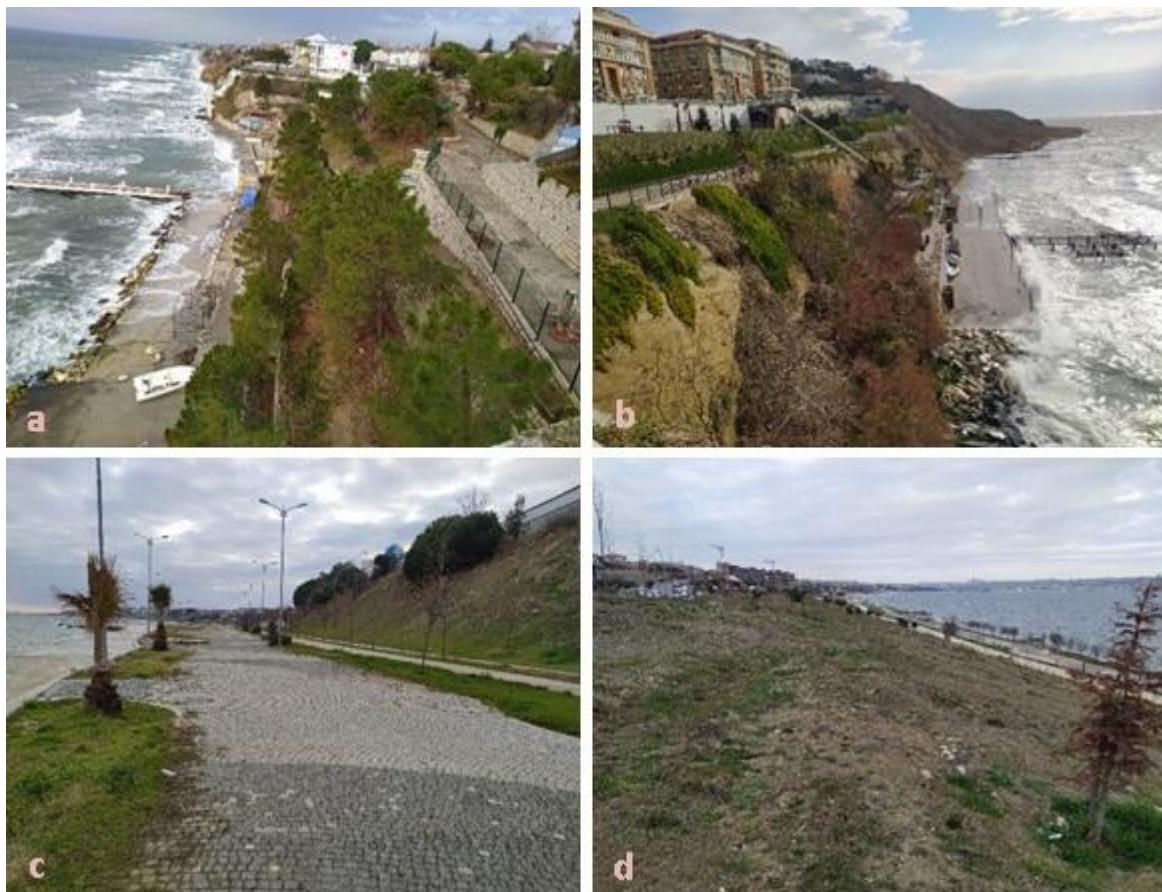


Şekil 22: Büyükçekmece İlçesi Tsunami Baskın Alanlarının Dağılımı (Sismik aktiviteye bağlı baskın kırmızı renk ile Heyelan etkisine bağlı baskın alanı ise sarı renk ile gösterilmiştir. LSBC: Büyükçekmece Heyelan Alanı, LSY: Yenikapı Heyelan Alanı, LST: Tuzla heyelan alanını göstermektedir).

7.1. Sismik Aktiviteye Bağlı Tsunami Su Baskını İçin Alınabilecek Önlemler

İlçede sismik aktiviteye bağlı olası tsunami baskınından denetleyen ana unsur morfolojik yapıdır. Pınar tepe Mahallesi sahili ile Mimar Sinan Mahallesi, Liman Sokak'tan başlayarak Yenimahalle başlangıcına kadar olan kıyı şeridinde (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) hâkim olan yamaç ve falezler tsunami dalgalarının önünde bir duvar etkisi göstermekte ve kıyıdan içeriye ilerlemesine engel olmaktadır. Bu bölgede Bahçelievler Mahallesi kıyısında yer alan sınırlı sayıda yapı dışında su baskınına maruz kalacak herhangi bir yapılışma da bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu bölgelerdeki dalga etkisi, falezler ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan alanlar ile sınırlı kalmaktadır. Mimar Sinan Mahallesi Liman Sokak ile Sinanoba Burnu arasında kalan kışım park, yeşil alan ve yürüyüş yolları şeklinde düzenlenmiş iken Sinanoba ile Yenimahalle arasındaki kışım birkaç küçük kumsal ve deniz kullanımını amaçlı düzenlenmiş iskele dışında erişimi olmayan doğal alanlardan oluşmaktadır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Dolayısı ile bu bölgeler için olusabilecek tsunami su baskını riski, alanların kullanım zamanı ve yoğunluğuna bağlıdır. Bu riskin azaltılması için alınabilecek en uygun önlem ise olası bir tsunami tehlikesi öncesinde kıyı şeridinin hızlıca tahliyesi olacaktır. Bunun için öncelikle bölgeyi kullanan kişilerin (sürekli veya günübirlik) farkındalık düzeylerini artıracı bilgilendirmelerin yapılması, daha sonra ise belirli aralıklar ile bölgede tatbikatların düzenlenmesi gerekecektir. Farkındalık düzeyinin artırılması için en etkili yöntemlerden birisi uyarıçı, yönlendirici ve bilgilendirici amaçlar ile

hazırlanmış tabelaların bölgeye yerleştirilmesidir. Sahile, falez üstü bölgelere ve falezlerden sahile ulaşırılan yollara uygun aralıklar ile bu tabela ve işaretçiler konulmalıdır. Bilgilendirici tabelalarda, olası tsunami riski hakkında bilgiler verilirken hangi durumlarda harekete geçileceği ve bölgenin hangi yollar kullanılarak hızlıca terk edilmesi gerektiği aktarılmalıdır. Oluşabilecek panik ortamı düşünülerek en yakın tahliye koridoruna doğru yönlendirici tabelalar yerleştirilmeli, tahliye koridorları üzerine güvenli bölgeye erişliğini gösteren işaretler konulmalıdır. Bu tabela ve panoların istenen amaca ulaşabilmesi için yapımından itibaren sürekli bakım ve onarım işlemlerinin yapılması gereklidir.



Şekil 23: Büyükçekmece Kıyılarındaki Yamaç ve Falezler ile Bu Alanların Kullanımı a) Yenimahalle-Güzelce Arası
b) Güzelce-Sinanoba Arası c) Sinanoba-Ekinoba Arası, d) Ekinoba-Mimar Sinan Arası

Bu alanlarda uygulanması gereken diğer bir işlem ise belirlenen ve duyurulan tahliye rotalarının sürekli açık ve işler tutulması olacaktır. Tahliye için kullanılacak rotalar çoğu zaman yamaç veya falezlerden sahile inen merdivenlerdir. Bu bölgedeki merdiven yapılarının bir kısmı yeterli genişlikte ve bakımlı iken bir kısmı ise düzensiz ve bakımsızdır. Bazıları oldukça dar, bazıları çöp, toprak, moloz ve otlarla kaplı, bazıları deform olmuş iken bazı merdivenlerin erişimi kilitli kapılar ile sınırlandırılmış durumdadır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Alan kullanım yoğunluklarına göre tahliye açısından yetersiz olduğu belirlenen konumlarda yeni tahliye koridorları oluşturulmalı, mevcut merdivenler uygun genişlik ve riht yükseklikleri ile yeniden

inşa edilmelidir. Bu bilinç ile kaçış rotası olarak belirlenen tüm tahliye koridorlarının sürekli işler halde tutulması için gerekli iş ve işlemler yapılmalıdır.



Şekil 24: Yamaç ve Falez Bölgelerinde Sahile Erişim Yolları a) Tahliyeye Uygun Merdiven Yapıları b) Dar ve Bakımsız Merdivenler c) Erişimi Engellenmiş Merdiven, d) Tehlike Arz Eden Merdiven

İlçe kıyı şeridinde, yamaç ve falezlerin hâkim olduğu alanlar dışındaki diğer tüm bölgeler morfolojik olarak birbirine benzer özellik göstermesine rağmen bu alanların tsunami su baskın mesafelerinde ve buna bağlı risk düzeylerinde de görece farklılıklar gözlenmektedir. Yapılan arazi çalışmalarında bu farklılıkların arazi kullanım şekillerine bağlı olduğu görülmüştür. Özellikle Celaliye ve Kamiloba mahalleleri sahilinde yer alan yapılar genellikle blok nizam, 6-8 katlı ve uzun cepheleri sahile paralel olarak inşa edilmiştir. Yüksek katlı yapıların arasında kalmış 1 ile 3 katlı müstakil yapıarda bulunmaktadır. Kat yüksekliği ne olursa olsun bu yapıların neredeyse tamamının denize bakan cepheleri dalga etkisini azaltmak için 2-4 m yükseklikte değişen duvarlar ile örülümuştur (Şekil 24). Sismik aktiviteye bağlı tsunami senaryosuna göre oluşabilecek dalgaların büyük kesimi bu duvarlar sayesinde kıyıdan kara tarafına doğru ilerleyemeden sökümlenmesi beklenmektedir. Kıyı duvarını aşan dalgaların ise sahilde adeta bir duvar gibi duran betonarme yapılar tarafından engellendiği ve yapıların hemen arkasından geçen D100 Karayolu'na erişemediği hesaplanmıştır. Birkaç küçük konumda dalgaların, yapı bulunmayan veya tek katlı ayrık nizam yapılarının oluşturduğu boşluklardan geçerek D100 Karayolu'na doğru ilerlemesi ve İstanbul Caddesi'ni (yan yol) etkilemesi beklenmelidir. Ancak bu kısımlarda da D100 Karayolu'nun İstanbul Caddesi'ne göre 1-4 m arasında yükseltilmiş olması nedeniyle su baskını yan yol ile sınırlı kalabiliyor (Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.).

Yapıların önünde yer alan kıyı duvarlarının birçoğu ileri derecede deform olmuş hatta bazıları yıkılmış durumda olsa bile mevcut halleriyle tsunami dalgalarının etkisini azaltıcı ve kıyıda ilerlemesini önleyici özellik taşımaktadır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Sismik aktiviteye bağlı oluşabilecek tsunami dalgalarının engellenmesi açısından söz konusu duvarların yenilenmesi büyük faydalar sağlayacaktır. Bu yenileme esnasında duvar yüzeyine gelecek yatay yükler de hesaba katılarak, yükseklikleri de dalga yüksekliği dikkate alınarak uygun şekilde arttırılmalıdır.



Şekil 25: Celaliye - Kumburgaz Arası Sahilde Arazi Kullanımları a)Denize Paralel İnşa Edilmiş Blok Nizam ve Yüksek Katlı Yapılar b) Kıyı Duvarları c) D100 Karayolu'nda ki Yükseltmeler



Şekil 26: Yapıların Denize Bakan Cephesinde İnşa Edilmiş Kıyı Duvarlarında ki Tahribat Örnekleri a) Beton Aşınması, b) Kıyı Kum Aşınması, c) Yiğma Duvarın Aşınması Sonucu Çökmesi

Uygulanabilecek bir diğer önlem ise bölgenin uygun şekilde ve hızlıca tahliye edilmesi olacaktır. Tahliyenin başarılı olması için halkın bilinçlendirilmesi ve tahliye yollarının uygun hale getirilmesi gereklidir. Ancak sahildeki kıyı duvarları ve yaygın blok nizam yapışma nedeni ile sahil bölgesinin tahliyesinde sorunlar yaşanması olasıdır. Bu aşamada en uygun ve hızlı tahliye yöntemi sahildeki yüksek katlı yapıların üç ve daha üstü katlarına yapılacak dikey tahliye yöntemi olacaktır. Bu nedenle acil durumlarda bu yapıların kullanılabilir olmasına yönelik çalışmalar ve hazırlıklar yapılmalı, apartman ve site yönetimi koordinasyonunda düzenlenecek toplantılarla acil tahliye planları oluşturulmalıdır. Bölgenin yoğun olarak kullanıldığı yaz dönemlerinde ise yatay tahliye için kaçış rotalarının oluşturulması da gereklidir. Yatay tahliye aşamasında en büyük engel D100 Karayolu'dur. Emniyetli bir tahliye için en uygun rota karayolu üzerinde bulunan üst geçitler olacaktır. Ancak mevcut geçitlerin kapasitesi ve depreme dayanıklılığı yeterli gözükmemektedir (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Bölgede bulunabilecek en yüksek insan yoğunluğunu karşılayacak şekilde üst geçitler yenilenmeli veya ilave geçitler yapılmalıdır.



Şekil 27: Kamiloba Mahallesinde Yer Alan Bir Üst Geçit

Kumburgaz Mahallesi ve ilçe merkez mahallelerinde (Mimarsinan, Dizdariye, Fatih, Cumhuriyet ve Atatürk) ise su baskın mesafelerinin en yüksek seviyeye ulaşığı görülmektedir. Bu bölgelerde yüksek katlı yapıların uzun cephelerinin denize dik ve ayrık nizam inşa edildiği, deniz ile aralarında daha geniş bir kumsal alan bulunduğu, kumsal ile yapıların arasında duvar bulunmadığı, yapılar arasında kalan denize dik yolların oldukça geniş olduğu ve 1-3 katlı müstakil yapıların sayısında artış olduğu gözlenmektedir. Bu sebeplerle, tsunami dalgaları etkilerini azaltabilecek ciddi bir engelle karşılaşmadıkları için yapılar arasında kalan boşluklardan rahatça ilerlemekte ve baskın mesafesini artırmaktadır (**Hata! Başvuru kaynağı**

bulunamadı.). Bu alanlarda uygulanabilecek en temel önlem güvenli bölge sınırlarına erişilecek tahliye yollarının oluşturulması ve halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları olacaktır. Bu nedenle güvenli bölge sınırlarının işaretlenmesi ve bu bölgeye en hızlı ve güvenli erişimi sağlayacak tahliye yolları üzerine yönlendirici işaretlerin konulması gerekecektir. Bu bölgede yer alan 4 ve üstü katlı yapılardan uygun olanlarının dikey tahliye için kullanılabileceği de unutulmamalı, bunun sağlanabilmesi için imkânlar aranmalıdır.



Şekil 28: Büyükçekmece İlçe Merkezi ve Kumburgaz Sahilinde Arazi Kullanımları Nedeni İle Baskın Mesafesinin Arttığı Bölgeler a) Düşük Katlı, Kıyı Duvarsız ve Ayrık Nizam Yapılışma b) Geniş Cephesi Denize Dik Yapılar ve Geniş Boşluklardan Oluşan Alanlar

7.2. Deniz Altı Heyelanına Bağlı Tsunami Su Baskını İçin Alınabilecek Önlemler

Olası bir denizaltı heyelanına bağlı tsunami oluşumunda bölgede beklenen yüksek dalgalar nedeni ile yer yer falezler bölgesinde dahi suların şev üstüne doğru ilerlediği görülmektedir. Bu denli yüksek dalgaların önlenmesi için dünya genelinde uygulanan yapısal önlemler dalgakırınlar veya yüksek kıyı duvarlarıdır. Ancak İstanbul İl alanında bu tür yapısal önlemlerin uygulanması birkaç özellikle nokta dışında olası görülmemektedir. Bu nedenle en kötü senaryo olarak hesaplanan bu durumun üstesinden gelebilmenin en etkin yolu bölge halkın bilinçlendirilmesi olacaktır. İlçenin sahip olduğu tsunami tehlikesi ve buna bağlı riskler anlatılarak bu tehlikelerden korunmak için yapılması gereken önlemler hakkında bilinc ve farkındalık düzeyini artıracı çalışmalar yapılmalıdır.

Bu en kritik senaryo için ele alınabilecek en etkin risk azaltma önlemi yatay ve dikey tahliye yollarının geliştirilmesi olacaktır. Su baskını tehlikesi altındaki tüm alanların hangi şekilde tahliye edileceği planlanmalı ve bu planlar sözlü, basılı ve görsel iletişim araçları kullanılarak duyurulmalıdır. Bir diğer önlem ise bölgesel planlamalar ile yoğunluk azaltıcı işlemlerin uygulanması, mevcut yapılar için kentsel dönüşüm ve yenileme çalışmaları kapsamında uygun yapılaşma tiplerinin tasarılanarak uygulanması olacaktır.

7.3. Büyükçekmece İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi

Bu çalışma kapsamında üretilen bilgiler ve elde edilen bulgular doğrultusunda, Büyükçekmece ilçesinde olası tsunami kayıplarının azaltılmasına yönelik önerilerin yer aldığı Büyükçekmece ilçesine özel A0 boyutunda örnek bir haritada hazırlanmıştır (Ek-1). Bu haritada sismik aktiviteye bağlı ve deniz altı heyelanı 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

Büyükçekmece ilçesi, İstanbul'da etkili olabilecek olası bir tsunami'den en çok etkilenecek ilçeler arasında yer almaktadır. Görece uzun bir kıyı şeridine sahip olan ilçenin neredeyse tamamının değişen oranlarda tsunami dalgalarından etkileneceği hesaplanmıştır.

İlçenin kıyı şeridi boyunca gözlenen falezler ve kumsallarda tsunami akım derinliklerini azaltacak yapısal önlemlerin uygulanması pek mümkün gözükmemektedir. Söz konusu alanların özellikle yaz mevsimlerinde yoğun şekilde kullanıldığı dikkate alınırsa, bu bölgede tahliye kapasitesinin artırılmasına yönelik uygulama ve eylemler, olası kayıpların azaltılması amacıyla kritik önem taşımaktadır. Risk azaltmaya yönelik uygulamalarda ilçenin mevsimsel ve gece/gündüz bağımlı olarak değişkenlik gösteren nüfus yapısı dikkate alınarak olası tüm senaryoları kapsayan, bütünlük projeler hayata geçirilmelidir.

Kumburgaz Mahallesi ve ilçe merkez mahallelerinde ise su baskın mesafelerinin en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu bölgelerdeki yerleşim formu dolayısıyla tsunami dalgalarının ciddi bir engel ile karşılaşmadan kıyıdan içeriye doğru rahat biçimde ilerleyebildiği ve bu durumun fiziki önlemler ile iyileştirilmesinin pek mümkün olmadığı değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bu alanda yapılacak en temel önlemin güvenli bölge sınırlarına erişimi hızlandırıacak yatay ve dikey tahliye yollarının oluşturulması ve halkın bu doğrultuda bilinçlendirilmesi, farkındalığının artırılması olduğu görülmektedir.

Sonuç itibarıyle bu raporda yer alan önlemler değerlendirilirken dikkate alınması gereken temel yaklaşım tsunami tahliye kapasitesini artırmak olmalıdır. Bu kapsamdaki çalışmalarada ana hedef, sahil şeridindeki insanların tsunami baskın alanı dışında kalan 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)

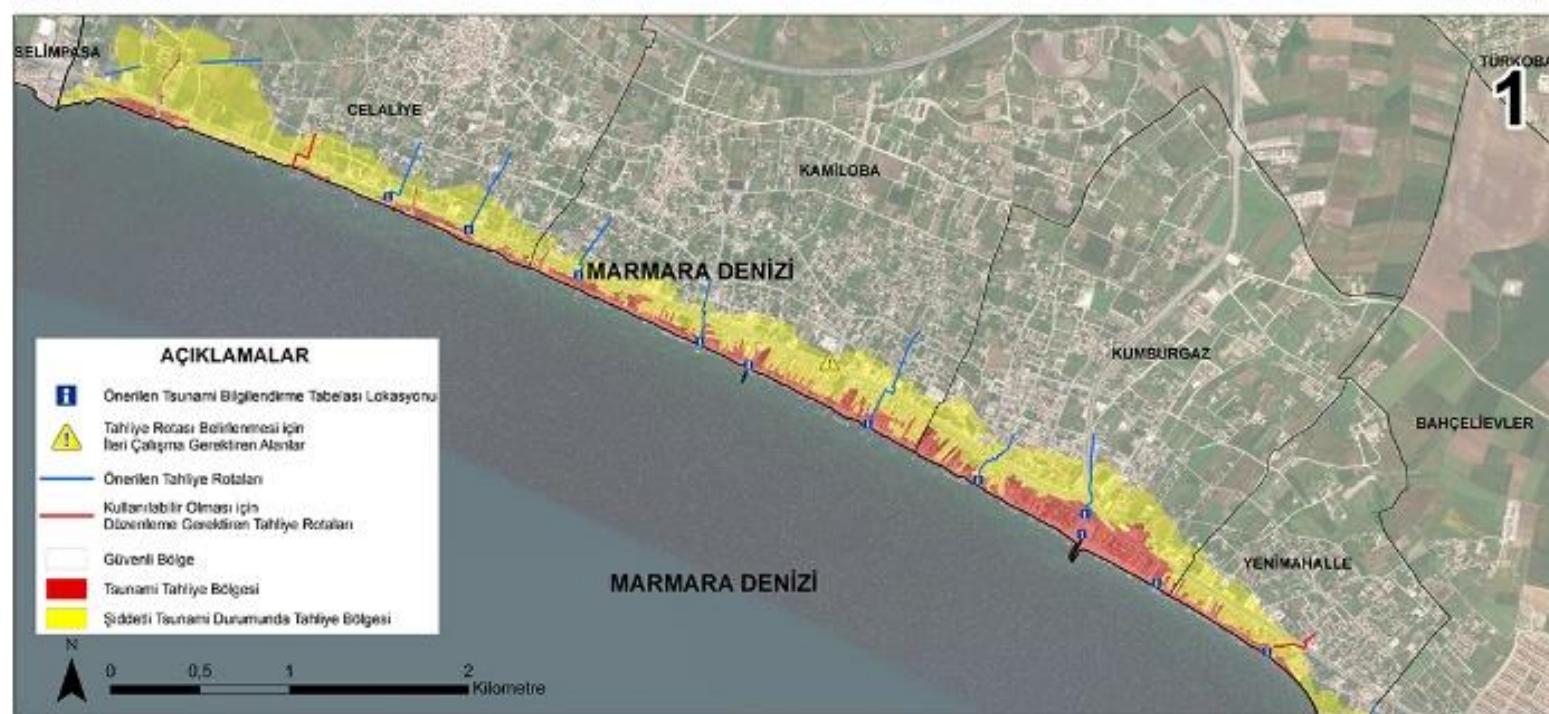


Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü ve
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

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



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



AÇIKLAMALAR

- 1 Onerilen Tsunami Bilgilendirme Tabelası Lokasyonu
- 2 Tahliye Rotası Belirlemek İçin İleri Çalışma Genelinden Alanlar
- 3 Onerilen Tahliye Rotaları
- 4 Kullanılabilir Olması İğne
Dönemden Geçmeden Tahliye Rotaları
- 5 Güvenli Bölge
- 6 Tsunami Tahliye Bölgesi
- 7 Sıddetti Tsunami Durumunda Tahliye Bölgesi

Bu Poster Marmara Denizi'nde oluşabilecek tsunami dalgalarının İstanbul kıyılarda yaratabileceği baskın alanlarını, hızlı bir tahliye yolu ve bireysel olarak alınması gerekliliği ana hedefi ile belirtmek üzere hazırlanmıştır.

Deprem ya da başka bir nedenle Marmara Denizi'nde tsunami olabilir. Kıyılarda yaşanınan deprem hazırlıklarını ek olarak tsunami için de hazırlıklı olmak için bu haritaları dikkatle inceleyiniz.

1) Haritalar tsunami dalgalarının ulaşabileceği baskın (tahliye) alanlarını göstermektedir. Haritalardan bulunduğunuz yeri dikkate alarak tsunami tahliye alanı içerisinde olup olmadığını tespit ediniz. Eğer eviniz, çalışma yeriniz veya sıkılıkla ziyaret ettiğiniz yerler haritoda tahliye alanı içerisinde ise en hızlı ve güvenli tahliye rotalarınızı şimdiden belirleyin.

2) Tsunamilerin genel olarak ilk belirisi depremdir. Deniz kıyısına yakın iseniz, deprem hissettiğinizde ya da deniz kıyısında su seviyesinin türkemelerine gözlemediğinizde tsunami uyarısını beklemeden baskın alanına doğru, kıyılardan uzak ve deniz seviyesinden yüksek alanlara kaçınarak (arazî kullanmadan) mümkün olduğukadar çabuk tahliye olun.

3) Deprem sonrası hisse gömmüş durumda olan betonarme yapıların tır ve yukarı katları tsunami tahliyesi için güvenli yerlerdir.

4) Dere ve kanallardan uzak durun. Tsunamiler, denize bağlı dere ve kanallar boyunca kilometrelere itebilir.

5) Tekne ve gemi kaptanları deniz araçlarını sulara doğru götürmeli.

6) Tsunamiler tek bir dalgaya değildir. İkinci ve üçüncü 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 bulunduğuuz güvenli alanları terk etmemen ve riskli standardan uzak durun.

FAYDALI İNFORMASYON
Bogaz Üniversitesi Karıllı Rastlantıları Deprem Anıtımları Etkinlik, Bölgesel Deprem-Tsunami İdare ve Değerlendirme Merkezi Tsunami Bilgi Röportesi
<http://www.karilli.edu.tr/depres-tsunami-degerlendirme/>
Afet ve Deprem Yönetimi Başkanlığı Deprem Bilgi Merkezi
<http://www.sismik.gov.tr/depres-merkezi>

Beraberindeki harita WGS 2017, Bireysel Sıddetti Tsunami Tahliye Rehberlerinden yararlanılmıştır ve 0270 ile ilgili yapılan açıklamalara göre hazırlanmıştır.



