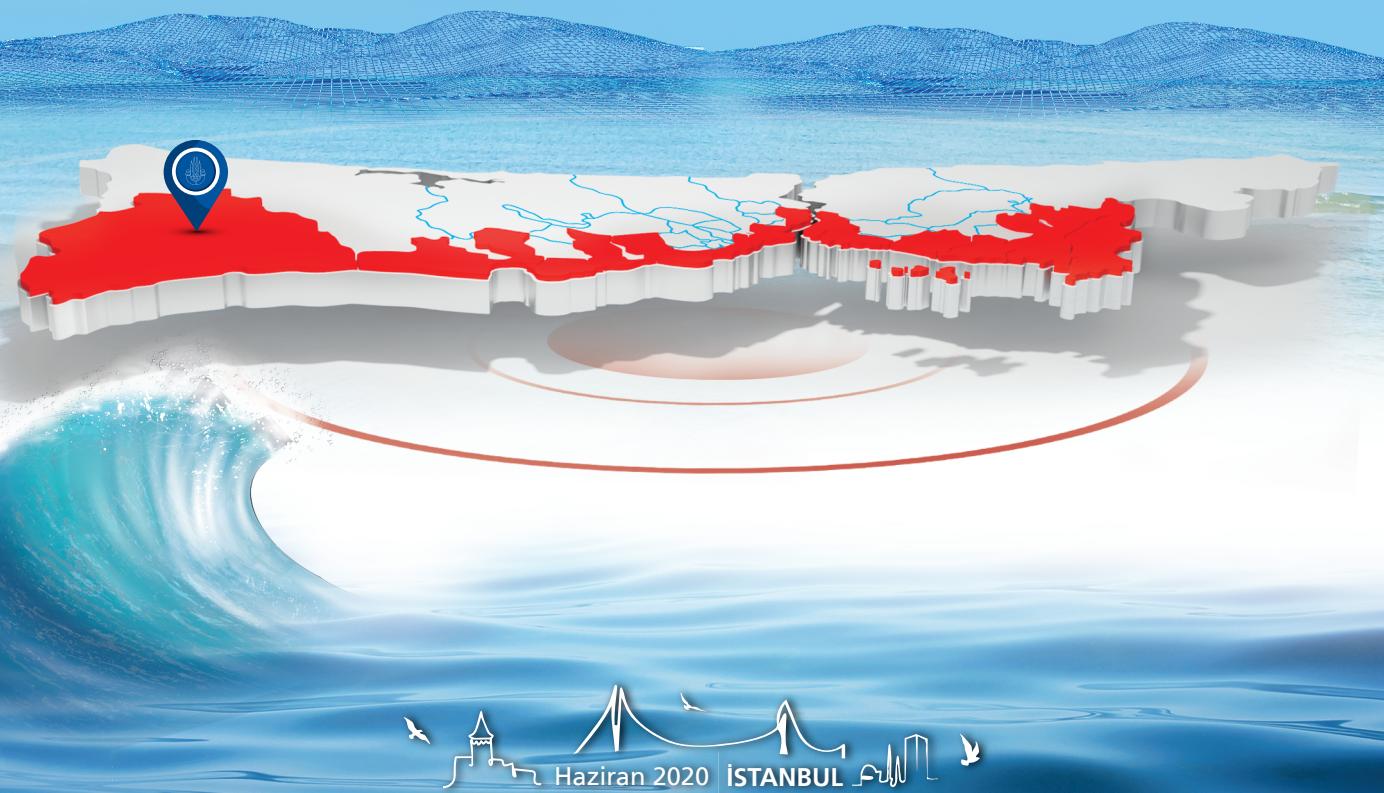
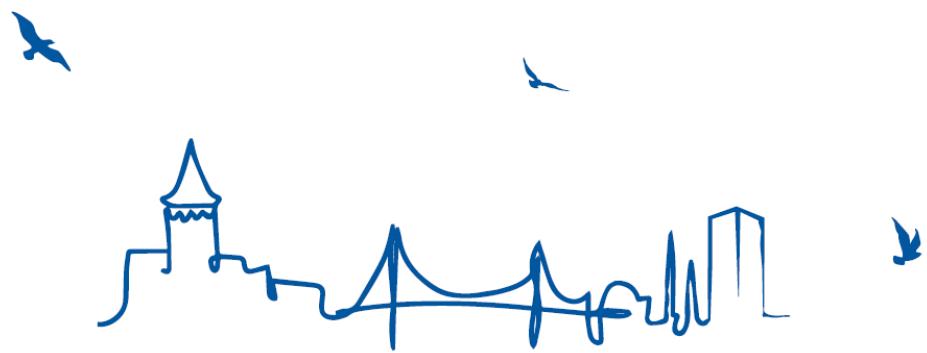




SİLİVRİ

TSUNAMI RİSK ANALİZİ ve EYLEM PLANI KİTAPÇIĞI





**iSTANBUL
SENİN**



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

SİLİVRİ İLÇESİ TSUNAMİ RİSK ANALİZİ VE EYLEM PLANI RAPORU

BU RAPOR;

İSTANBUL İLİ MARMARA KİYILARI TSUNAMİ MODELLEME, HASAR GÖREBİLİRLİK VE TEHLİKE ANALİZİ GÜNCELLEME PROJESİ (2018) VE İSTANBUL İÇİN TSUNAMİ 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 Silivri 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 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

Şekiller	3
Tablolar.....	4
1.GİRİŞ	6
2. TSUNAMİ TEHLİKESİ	8
3. KAPSAM VE YÖNTEM.....	9
4. SİLİVRİ İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ	13
4.1.Silivri İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Analizi	13
4.2. Silivri İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Analizi	17
5. SİLİVRİ İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ	21
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik.....	21
5.1.1. Jeoloji.....	21
5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu	22
5.1.3. Kıyıdan Uzaklık	23
5.1.3. Yükseklik.....	24
5.2. Tahliye Esnekliği	26
5.2.1. Binaya Uzaklık.....	26
5.2.2. Yol Ağına Uzaklık	27
5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu.....	28
5.2.4. Eğim	29
5.3. Silivri İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları	30
6. SİLİVRİ İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ	31
6.1. Silivri İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası	31
6.2. Silivri İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Risk Haritası	32
7. SİLİVRİ İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI.....	33
7.1. Silivri İlçesi’nde Falez Bölgelerinde Alınabilecek Önlemler	34
7.2. Silivri İlçesi’nde Kıyı Düzlüklerinde Alınabilecek Önlemler	36
7.2.1. Dar Kumsalı Olan Alanlar.....	37
7.2.2. Geniş Kumsalı Olan Alanlar	39
7.3. Silivri İlçesi’nde Bazı Özel Alanlarda Alınabilecek Önlemler	39
7.4. Silivri İlçesi’nde D110 Karayolu ve Alınabilecek Önlemler	41

7.5. Silivri İlçesi’nde Silivri İlçe Merkezi İçin Alınabilecek Önlemler	43
7.6. Mekânsal Planlama Çalışmaları	44
7.7. Silivri İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi.....	44
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
9. KAYNAKÇA.....	46
EK-1	47

Şekiller

Şekil 1: Tsunamilerin a) Oluşum, b) Ayrılma, c) Yayılma ve Yükselme İle 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	11
Şekil 5: CMN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	13
Şekil 6: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (CMN)	14
Şekil 7: Silivri İlçesi Suya Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (CMN).....	15
Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	17
Şekil 9: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC).....	18
Şekil 10: Silivri İlçesi Suya Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSBC).....	19
Şekil 11: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası.....	22
Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	23
Şekil 13: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	24
Şekil 14: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası ..	25
Şekil 15: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	26
Şekil 16 : a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	27
Şekil 17: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	28
Şekil 18: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	29
Şekil 19: Silivri Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası.....	30
Şekil 20: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	31
Şekil 21: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	32
Şekil 22: Silivri İlçesinde Tsunami Riskini Kontrol Eden Morfolojik Değişim (Falez ve Düzlükler)	34
Şekil 23: Falez Bölgelerindeki Sahile Erişim Yolları; a) Patika Yol b) Merdivenlerdeki Heyelana Bağlı Deformasyonlar c) Merdivenlerin Dalgaya Bağlı Aşınması ve İşlevini Yitirmesi d) Düzensiz Patika Yol e) Merdivenlerdeki Yüzeysel Drenaj Aşındırması f) Merdivenlerin Kullanımını Kısıtlayan Engeller	35
Şekil 24: Merdivenlerdeki Çevre Kaynaklı Deformasyon Örnekleri; a) Dalga Deformasyonu b) Deniz-Kıyı Deformasyonu c) Heyelan Deformasyonu	36
Şekil 25: Sahil Boyunca Gözlenen Duraylılık Sorunu Olan Alanlar.....	36
Şekil 26: Kumsalı Dar Bölgelerde Yüksek Duvar Gerisinde İnşa Edilmiş Yapılar	37
Şekil 27: Tahliyeye Engel Olabilecek Nitelikte Sahil Duvarları ve Site Giriş Kapıları	38
Şekil 28: a) Geniş Kumsalı Olan Yerlerde Yapılan Yapılar b) Kıyı Ağaçlandırmaları	39
Şekil 29: Semizkum Mahallesi'ndeki Kamp Alanı.....	40
Şekil 30: Selimpaşa Mahallesi'ndeki Höyük Alanı	40
Şekil 31: Kadir Has Üniversitesi Kampüs Alanı ve Bahçe Duvarları	41
Şekil 32: 1003 ve 1004. Sokak Önünde Yapımı Devam Eden Sahil Dolgusu ve Kıyı Duvarı	41
Şekil 33: Yol Yükseltme İşleminin Tsunami Baskınına Etkisi	42

- Şekil 34: D110 Karayolu Geçişinde Yatay ve Dikey Tahliyeyi Sağlayacak Üst Geçitlerin Durumu (Birçok üstgeçit olası bir depremde ayakta kalamayacak derecede yıpranmış durumdadır.)43
- Şekil 35: Sıllivri İlçesi 1/5000 İmar Planı (cbs.ibb.gov.tr adresinden alınmıştır). Planda; Kayalı (Boğluca) ve Fener Deresi ve Taşkın Alanları "Koruma Alanı" Fonksiyonunda Kalmakta Olup Alt Fonksiyon Olarak "Yapı Yasağı ya da Sınırlaması Getirilen Alan" Fonksiyonundadır.43

Tablolar

Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları.....	10
Tablo 2: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (CMN)	14
Tablo 3: Silivri İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (CMN)	16
Tablo 4: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSBC).....	18
Tablo 5: Silivri İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC).....	20
Tablo 6: Silivri Uygulama Alanı İçinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri.....	21

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 megakentlerin 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 yerleşme uyunluk 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,

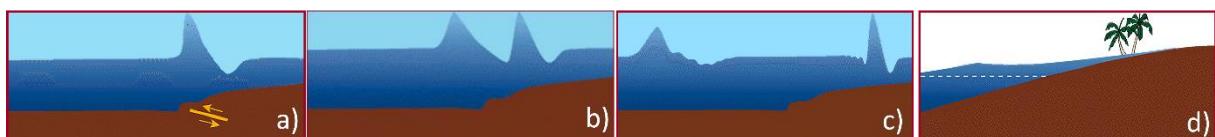
dünyada megakentler için yapılmış olan tsunami modelleme, hasar görebilirlik ve tehlike analizi projeleri arasında bir ilk niteliğini taşımakta olup her kritik senaryoya göre ilçe ve mahalle bazlı baskın haritaları hazırlanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre Marmara Denizi'ne doğrudan kıyısı olan bütün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

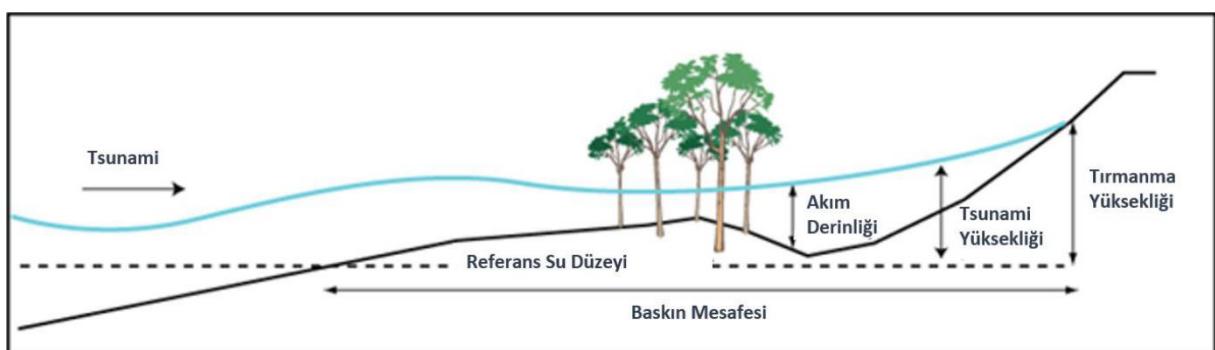
Bu iki çalışmanın ardından, üçüncü aşama olarak, öngörülen riskin azaltılmasına yönelik eylemlerin ve stratejilerin uygulanması hedeflenmektedir. İlk iki aşamaya göre daha uzun soluklu ve kapsamlı bir planlama gerektiren bu aşamanın hedeflenen amaçlara ulaşabilmesi, konunun en önemli paydaşlarından olan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

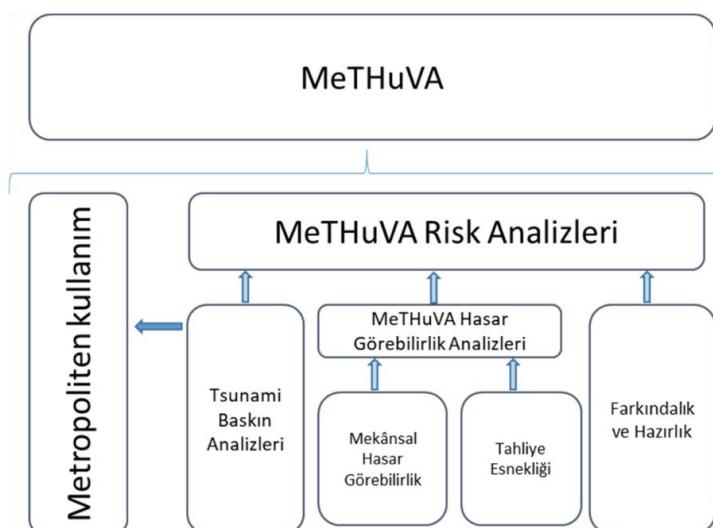
Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları

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 (Büyüükçekmece 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 etkileyeceğ gibi 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 Güncellemeye 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 gerekli olan farkındalık, hazırlık ve zamanında tahliye konularında yeterince bilgi ve deneyim sahibi olduğu durum 10, 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.

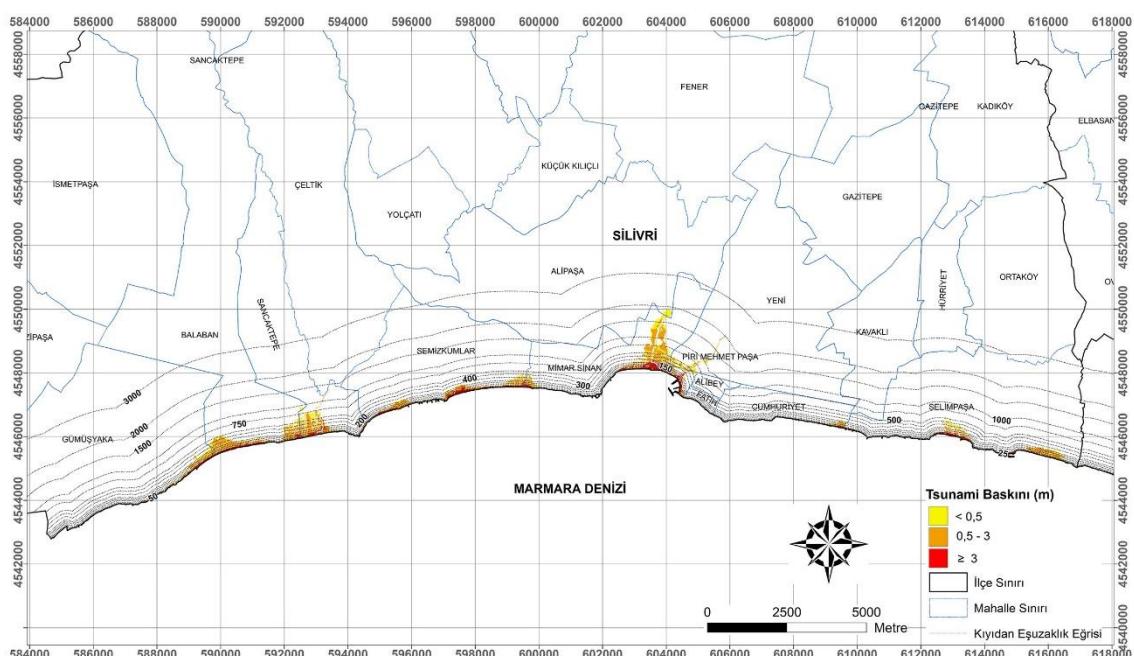
2004 Hint Okyanusu ve 2011 Tohoku felaketlerinin ardından tüm dünyada tsunami olayına karşı artan farkındalık ve 1999 İzmit depreminden sonra Marmara Denizi için gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası projeler gözetilerek bu projede İstanbul ilçeleri için uygun görülen n parametresi değeri 3 olarak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

4. SİLİVRİ İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ

4.1. Silivri İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Analizi

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Silivri 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 10 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir.

CMN kaynaklı benzetim sonuçlarına göre, Silivri ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktalı olarak 7.89 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 2.000 metreye ulaşmaktadır.



Şekil 5: CMN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basmalarının Dağılımı

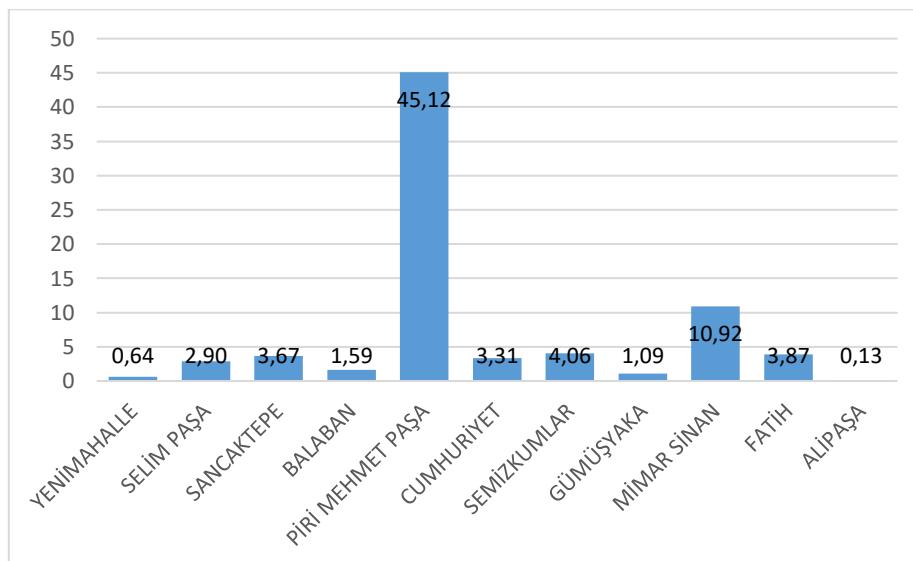
Yatayda su ilerlemesinin oldukça yüksek olmasının ana sebebi Silivri uygulama alanı içinde bulunan dere yataklarıdır. Özellikle Fener ve Kayalı (Boğluca) dere yataklarında su ilerlemesi ve bunlardan kaynaklanan taşma görülmüştür. Dere yataklarının taşmasından kaynaklı su baskınlarının yanı sıra, bazı bölgelerde 750 metreye ulaşan yatay su basma mesafeleri de gözlenmiştir.

Benzetim sonuçlarına göre, CMN kaynaklı olası bir tsunamiye, Silivri ilçesinin %0.46'sını kapsayan 4.009 km²'lik bir alanda ve 11 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami su baskını alanının Silivri ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzdde değerleri Tablo 2 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre küçük bir yüz ölçümlü olan Piri Mehmet Paşa Mahallesi %45.12 ile en büyük su basma alanı yüzdesine sahiptir. Bunu %10.92 oraniyla Mimar Sinan Mahallesi takip etmektedir. Su basma derinliğinin

en yüksek hesaplandığı Selim Paşa Mahallesi'nde ise su basma alanı yüzdesi 2.9 olarak tespit edilmiştir. CMN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, su basma derinliğinin noktasal olarak en yüksek olduğu üç mahalle sırası ile Selim Paşa (7.89 m), Semizkumlar (7.74 m) ve Gümüşyaka (7.51 m) mahalleleridir.

Tablo 2: Silivri 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 %
PİRİ MEHMET PAŞA	6.19	2.64	243.775	0.540	45.12
MİMAR SİNAN	6.54	1.43	928.975	8.504	10.92
SEMİZKUMLAR	7.74	2.49	556.975	13.724	4.06
FATİH	4.85	2.32	17.675	0.456	3.87
SANCAKTEPE	6.26	1.67	459.275	12.519	3.67
CUMHURİYET	6.04	2.32	120.225	3.629	3.31
SELİM PAŞA	7.89	1.99	524.900	18.126	2.90
BALABAN	5.83	1.79	635.600	39.922	1.59
GÜMÜŞYAKA	7.51	2.24	325.375	29.979	1.09
YENİMAHALLE	3.80	0.74	153.150	23.997	0.64
ALİPAŞA	2.51	0.22	43.875	34.401	0.13

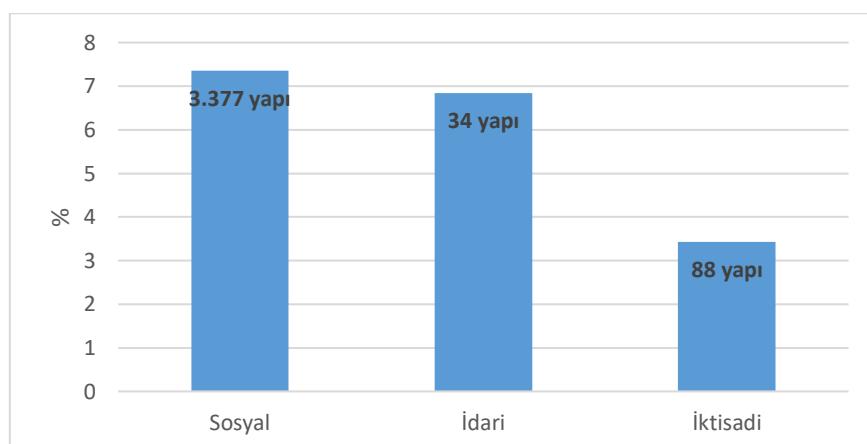


Şekil 6: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (CMN)

CMN kaynaklı olası bir tsunamide Silivri ilçesi içinde bulunan 50.572 yapıdan 3.545'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 3.499'u 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 Piri Mehmet Paşa Mahallesi'nde bulunan mesken yapılarının %31.67'si su basmasından etkilenirken, Balaban Mahallesi'ndeki mesken yapılarının %28.65'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunu %27.32 ile Sancaktepe Mahallesi takip etmektedir. İdari grubundaki yapılarda ise Mimar Sinan Mahallesi içindeki okulların ve Piri Mehmet Paşa Mahallesi'ndeki resmi binaların %81.82'sinin suyla teması öngörülmüştür. İktisadi grubunda ise yine Piri Mehmet Paşa Mahallesi'ndeki ticari binalar ve trafo binalarındaki sırasıyla %70 ve %100'lük su teması dikkat çekmektedir.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 7'de sunulmuştur. Silivri ilçesi genelinde CMN kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %7.35'i, İdari yapıların % 6.84'ü ve İktisadi yapıların ise % 3.43'ü su basmasından etkilenmektedir.



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

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

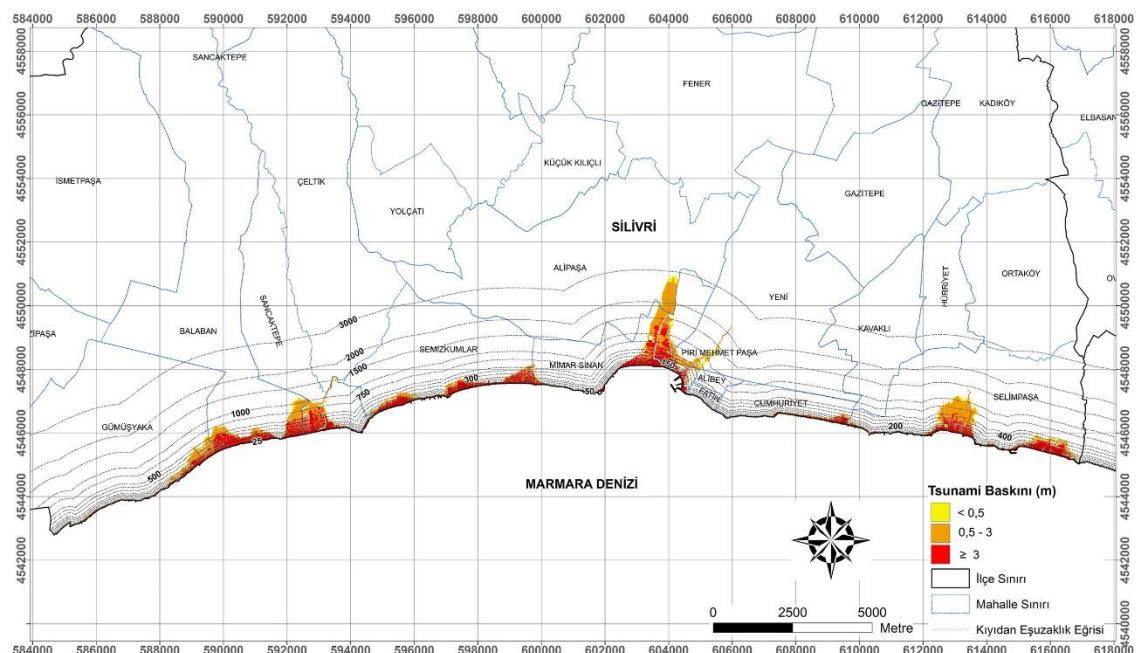
	Sosyal	İdari		İktisadi				Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
İlçe Genel	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	
Balaban	2.656	2	10	8	8	30	2	2.891
Cumhuriyet	2.479	3	13	10	-	41	14	2.625
Gümüşyaka	4.412	5	5	8	2	48	29	4.630
Mimar Sinan	2.942	11	9	57	47	80	13	3.220
Piri Mehmet Paşa	720	-	22	13	-	10	1	780
Sancaktepe	1.867	2	3	79	7	39	3	2.180
Selim Paşa	4.646	15	43	60	9	125	12	5.011
Semizkumlar	5.166	2	118	61	1	36	4	5.456
Yenimahalle	1.506	21	28	38	7	119	14	1.777
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	45.938	116	381	951	270	1.222	126	50.572 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Balaban	761	0	0	0	0	0	0	761
Cumhuriyet	93	0	0	0	0	1	0	94
Gümüşyaka	357	0	0	0	0	6	2	365
Mimar Sinan	415	9	1	11	11	12	1	460
Piri Mehmet Paşa	228	0	18	0	0	7	1	254
Sancaktepe	510	0	0	0	0	2	0	512
Selim Paşa	561	0	4	0	0	12	3	580
Semizkumlar	388	0	0	0	0	8	0	396
Yenimahalle	64	2	0	3	1	5	2	77
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	3.377	11	23	14	12	53	9	3.499 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 3.545 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	
Balaban	28.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cumhuriyet	3.75	0.00	0.00	0.00	-	2.44	0.00	0.00
Gümüşyaka	8.09	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	6.90	0.00
Mimar Sinan	14.11	81.82	11.11	19.30	23.40	15.00	7.69	0.00
Piri Mehmet Paşa	31.67	-	81.82	0.00	-	70.00	100.00	0.00
Sancaktepe	27.32	0.00	0.00	0.00	0.00	5.13	0.00	0.00
Selim Paşa	12.07	0.00	9.30	0.00	0.00	9.60	25.00	0.00
Semizkumlar	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00	22.22	0.00	0.00
Yenimahalle	4.25	9.52	0.00	7.89	14.29	4.20	14.29	0.00
İlçe Toplamı	7.35	9.48	6.04	1.47	4.44	4.34	7.14	0.00

4.2. Silivri İlçesi Deniz Altı Heyelani Kaynaklı Tsunami Baskın Analizi

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Silivri ilçesi için en kritik deniz altı heyelani kaynaklı tsunami senaryosunun Büyükçekmece Deniz Altı Heyelani (LSBC) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak LSBC kullanılarak yapılan 10 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir. LSBC kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Silivri ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 17.45 metreye ulaşığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi özellikle dere yataklarında yaklaşık 3.000 metreye ulaşmaktadır.



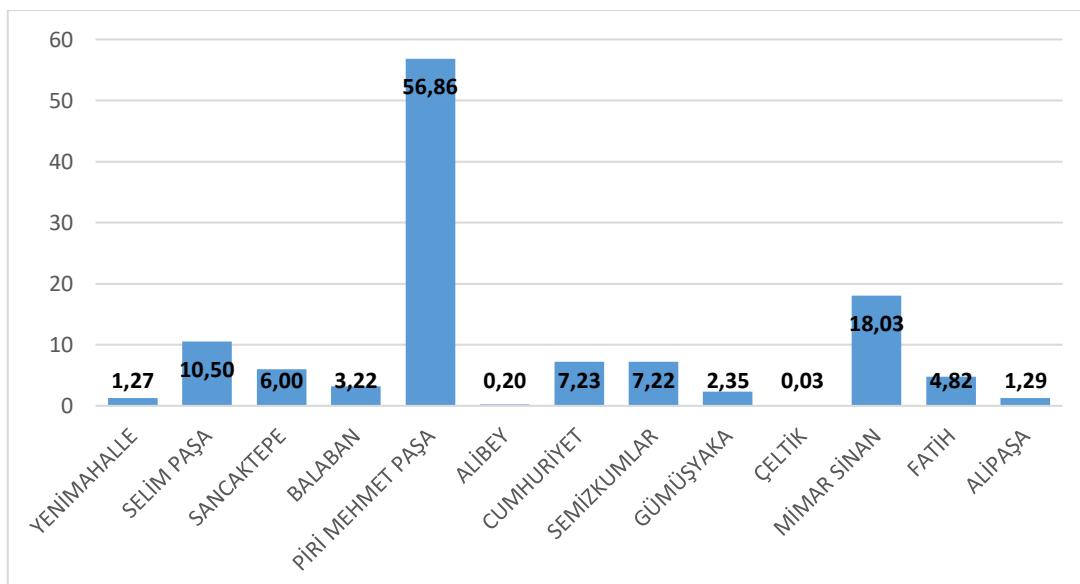
Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Yatayda su ilerlemesinin oldukça yüksek olmasının ana sebebi Silivri uygulama alanı içinde bulunan dere yataklarıdır. Özellikle Kula, Fener ve Kayalı (Boğluca) dere yataklarında düşey su ilerlemesi ve bunlardan kaynaklanan taşmalar görülmüştür. Dere yataklarının taşmasından kaynaklı su baskınlarının yanı sıra, bazı bölgelerde 1.200 metreye ulaşan yatay su basma mesafeleri gözlenmiştir.

Benzetim sonuçlarına göre, LSBC kaynaklı olası bir tsunamiye, Silivri ilçesinin %0.98'sini kapsayan 8.519 km²'lik bir alanda ve 13 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami su baskını alanının Silivri ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 4 ve Şekil 19'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre küçük bir yüz ölçümü olan Piri Mehmet Paşa Mahallesi %56.86 ile en büyük su basma alanı yüzdesine sahiptir ve su basma derinliğinin en yüksek olduğu (9.81 m) mahalleler arasındadır. Bunu %18.03 oranyla Mimar Sinan Mahallesi takip etmektedir. Su basma derinliğinin en yüksek hesaplandığı (17.45 m) Selim Paşa Mahallesi'nde ise su basma alanı yüzdesi 10.5 olarak tespit edilmiştir.

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

Mahalle	Maksimum Su Basma Derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m2)	Toplam Mah. Alanı (km2)	Su basma alanı %
PİRİ MEHMET PAŞA	9.81	4.75	307.225	0.540	56.86
MİMAR SİNAN	15.05	3.58	1.533.350	8.504	18.03
SELİM PAŞA	17.45	3.55	1.903.850	18.126	10.50
CUMHURİYET	14.38	4.74	262.350	3.629	7.23
SEMİZKÜMLAR	14.86	4.50	991.050	13.724	7.22
SANCAKTEPE	11.99	3.73	750.900	12.519	6.00
FATİH	9.00	5.04	21.975	0.456	4.82
BALABAN	10.91	3.55	1.285.000	39.922	3.22
GÜMÜŞYAKA	10.85	2.91	704.025	29.979	2.35
ALIPAŞA	4.56	1.19	444.425	34.401	1.29
YENİMAHALLE	4.66	1.45	304.200	23.997	1.27
ALİBEY	0.88	0.46	1.300	0.641	0.20
ÇELTİK	3.81	1.16	9.175	33.268	0.03



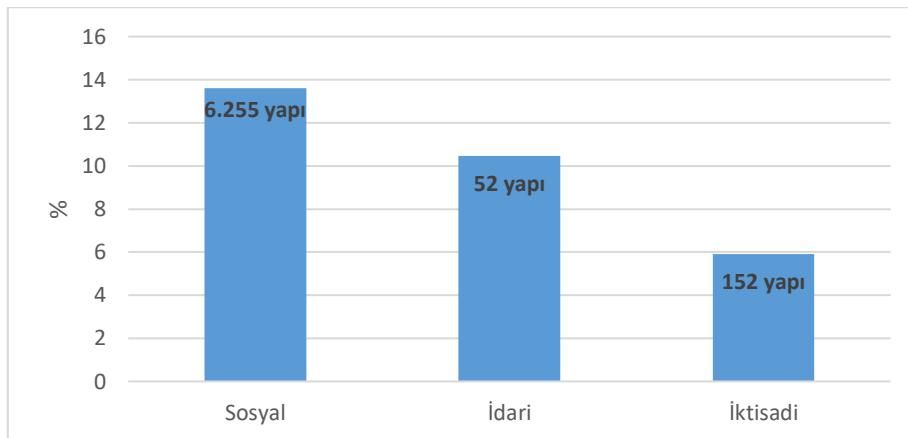
Şekil 9: Silivri İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC)

LSBC kaynaklı olası bir tsunamiye Silivri ilçesi içinde bulunan 50.572 yapıdan 6.551'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 6.459'u 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 tsunamiye Piri Mehmet Paşa Mahallesi'nde bulunan mesken yapılarının %64.58'i su basmasından etkilenirken, Balaban Mahallesi'ndeki mesken yapılarının %37.53'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunu %32.20 ve 1.496 yapı ile Selim Paşa Mahallesi takip etmektedir. İdari grubundaki yapılarda ise

Mimar Sinan Mahallesi içindeki okulların ve Piri Mehmet Paşa Mahallesi'ndeki resmi binaların %90.9'unun suyla teması öngörülmüştür. İktisadi grubunda ise yine Piri Mehmet Paşa Mahallesi'ndeki ticari binalar ve trafo binalarındaki sırasıyla %90 ve %100'lük su teması dikkat çekmektedir.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 10'da sunulmuştur. Silivri ilçesi genelinde LSBC kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %13.62'si, İdari yapıların % 10.5'i ve İktisadi yapıların ise % 5.91'i su basmasından etkilenmektedir.



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

Tablo 5: Silivri İlçesi Sıyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC)

	Sosyal	İdari		İktisadi				Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
İlçe Genel	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	
Balaban	2.656	2	10	8	8	30	2	2.891
Cumhuriyet	2.479	3	13	10	-	41	14	2.625
Gümüşyaka	4.412	5	5	8	2	48	29	4.630
Mimar Sinan	2.942	11	9	57	47	80	13	3.220
Piri Mehmet Paşa	720	-	22	13	-	10	1	780
Sancaktepe	1.867	2	3	79	7	39	3	2.180
Selim Paşa	4.646	15	43	60	9	125	12	5.011
Semizkumlar	5.166	2	118	61	1	36	4	5.456
Yenimahalle	1.506	21	28	38	7	119	14	1.787
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	45.938	116	381	951	270	1.222	126	50.572 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

	Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Balaban	997	0	2	0	0	0	2	0	1.001
Cumhuriyet	330	0	0	0	0	0	2	2	334
Gümüşyaka	869	0	0	0	0	0	8	2	879
Mimar Sinan	567	10	2	25	11	14	3	3	632
Piri Mehmet Paşa	465	0	20	1	0	9	1	1	496
Sancaktepe	596	0	0	0	0	0	2	0	598
Selim Paşa	1.496	0	10	0	0	0	24	6	1.536
Semizkumlar	831	0	0	0	0	0	15	0	846
Yenimahalle	104	4	4	3	6	14	2	2	137
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	6.255	14	38	29	17	90	16		6.459 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 6.551 (Toplam etkilenen bina sayısı)

	Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Trafo
Balaban	37.54	0.00	20.00	0.00	0.00	6.67	0.00	
Cumhuriyet	13.31	0.00	0.00	0.00	-	4.88	14.29	
Gümüşyaka	19.70	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	6.90	
Mimar Sinan	19.27	90.90	22.22	43.86	23.40	17.50	23.08	
Piri Mehmet Paşa	64.58	-	90.91	7.70	-	90.00	100.00	
Sancaktepe	31.92	0.00	0.00	0.00	0.00	5.13	0.00	
Selim Paşa	32.20	0.00	23.26	0.00	0.00	19.20	50.00	
Semizkumlar	16.09	0.00	0.00	0.00	0.00	41.67	0.00	
Yenimahalle	6.91	19.00	14.29	7.89	85.71	11.76	14.29	
İlçe Toplamı	13.62	12.10	9.97	3.05	6.30	7.37	12.70	

5. SİLİVRİ İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ

İstanbul ilinin Marmara kıyısında, en batıda, 41,03-41,36 K ve 28,00-28,39 D koordinatları arasında yer alan Silivri ilçesi 868,53 km² yüzölçümüne sahiptir. Silivri ilçesi uygulama alanı için MeTHuVA yöntemi adımları, takip eden başlıklarda verilmiştir.

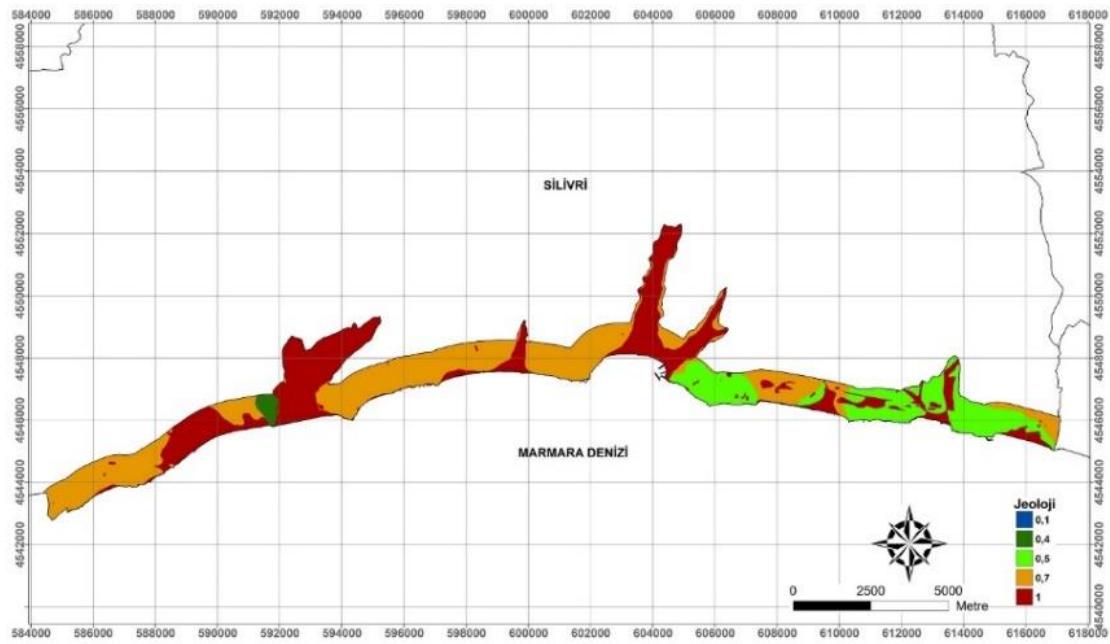
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik

5.1.1. Jeoloji

Silivri uygulama alanı 4 ayrı jeolojik formasyon ve bunların içерdiği üyelerden oluşmaktadır. Bu birimler; Güncel Birikintiler-Qg (Alüvyon-Qal, Plaj birikintisi-Qp, Seki birikintisi-Qs), Danişmen Formasyonu-Td (Çantaköy tuf üyesi-Tdç, Gürpınar üyesi-Tdg, Sinekli üyesi-Tdsi, Silivri kumtaşı üyesi-Tdsl), İstanbul Formasyonu-Ti (Kıraç üyesi-Tik), 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 Silivri ilçesi jeoloji katmanı haritası Şekil 11'de gösterilmiştir.

Tablo 6: Silivri Uygulama Alanı İçinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri

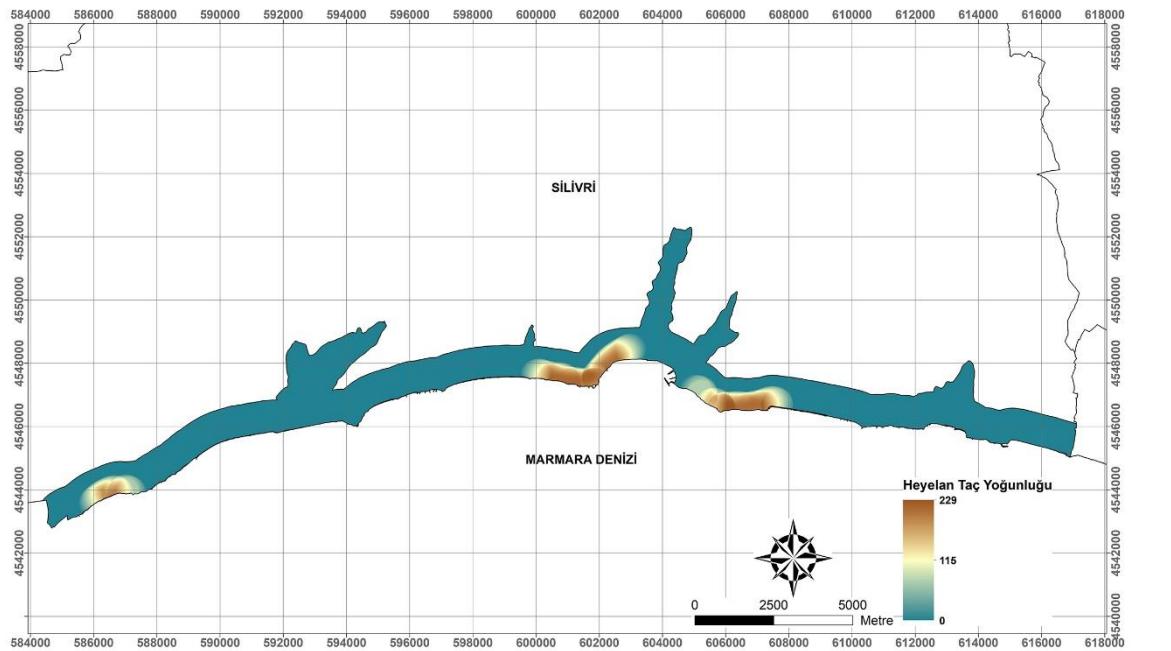
Silivri				
Yaş	Jeolojik Birim			Standardize Sıralama Değerleri
Kuvaterner	Antropojenik Dolgu	Yd	Yapay Dolgu	1
		Kd	Kaya Dolgu	0,1
	Qg (Güncel Birikintiler)	Qal	Alüvyon	1
		Qs	Seki Birikintisi	1
		Qp	Plaj Birikintisi	1
Geç Oligosen – Orta Miyosen	Ti (İstanbul Formasyonu)	Tik	Kıraç üyesi	0,8
Geç Oligosen – Erken Miyosen	Td (Danişmen Formasyonu)	Tdsi	Sinekli üyesi	0,4
		Tdç	Çantaköy tuff üyesi	0,4
		Tdg	Gürpınar üyesi	0,7
		Tdsl	Silivri Kumtaşı üyesi	0,5



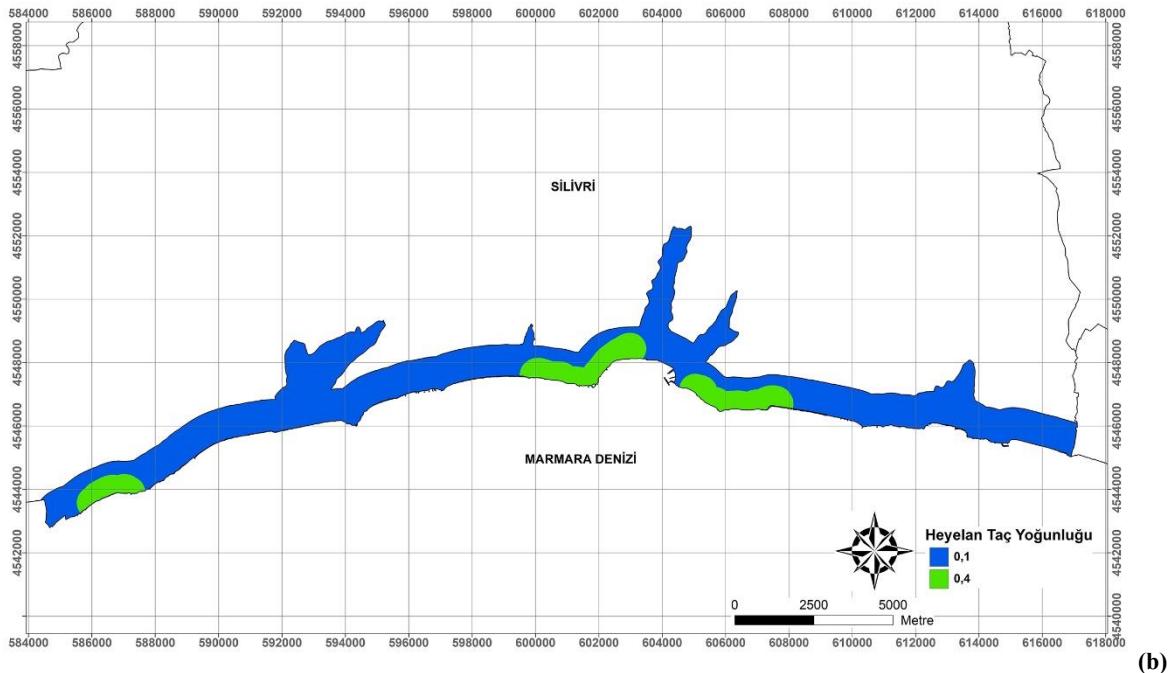
Şekil 11: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu

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



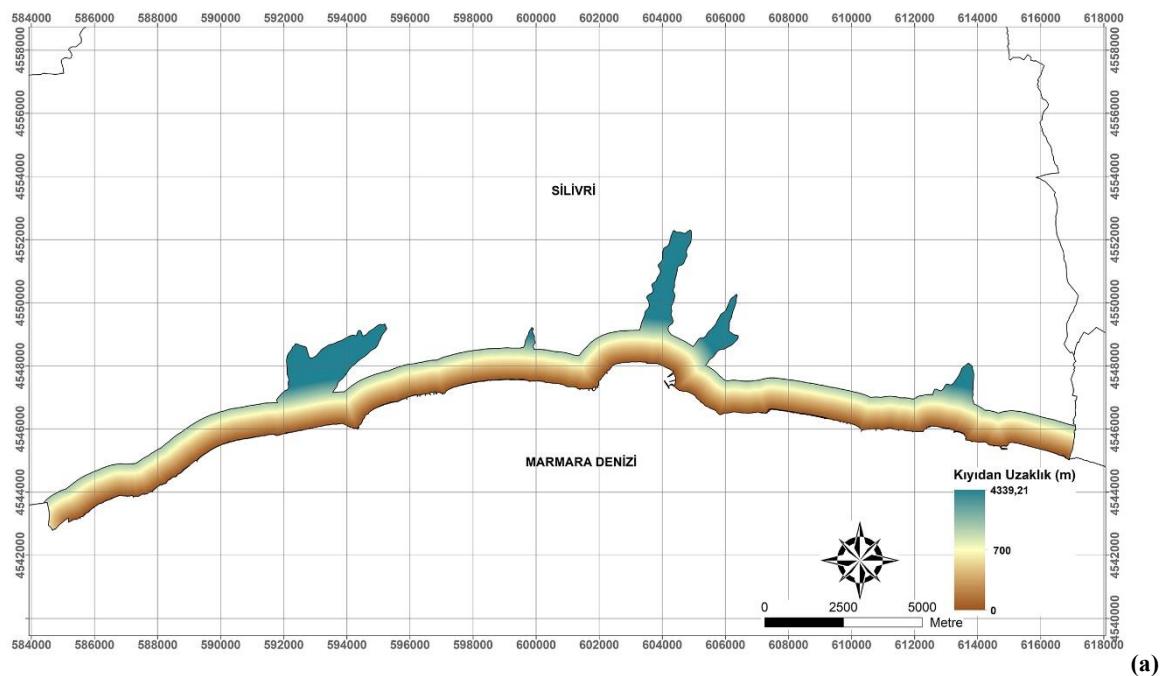
(a)

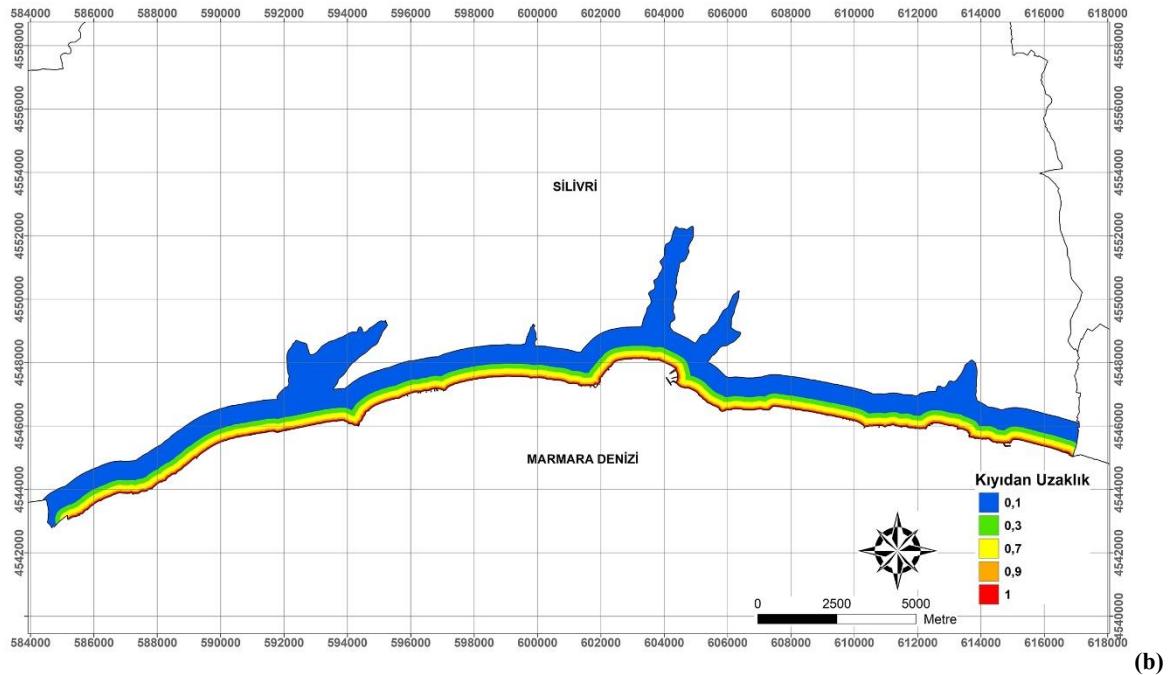


Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.3. Kıyıdan Uzaklık

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

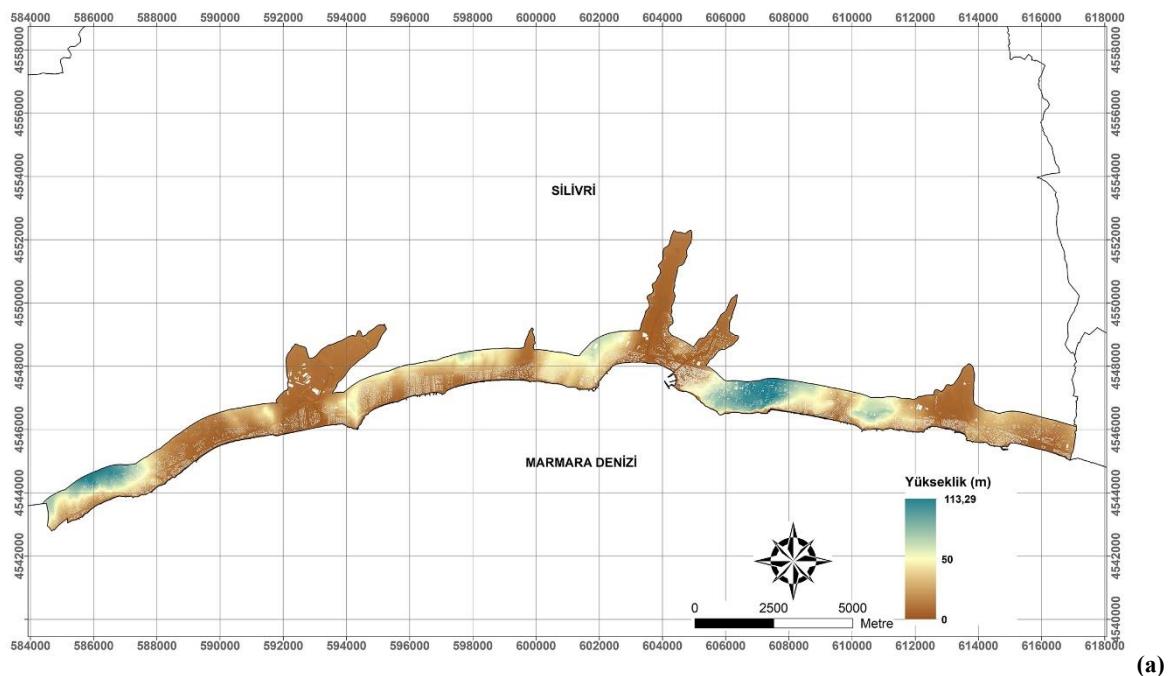


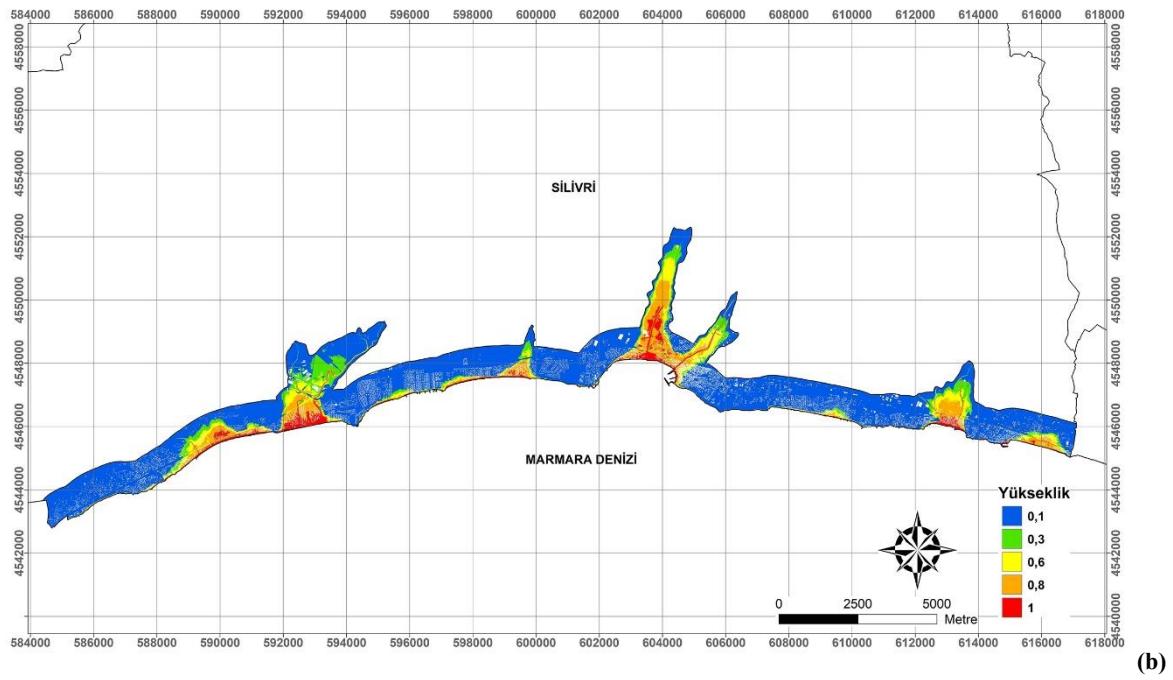


Şekil 13: a) Kiyidan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kiyidan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.3. Yükseklik

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



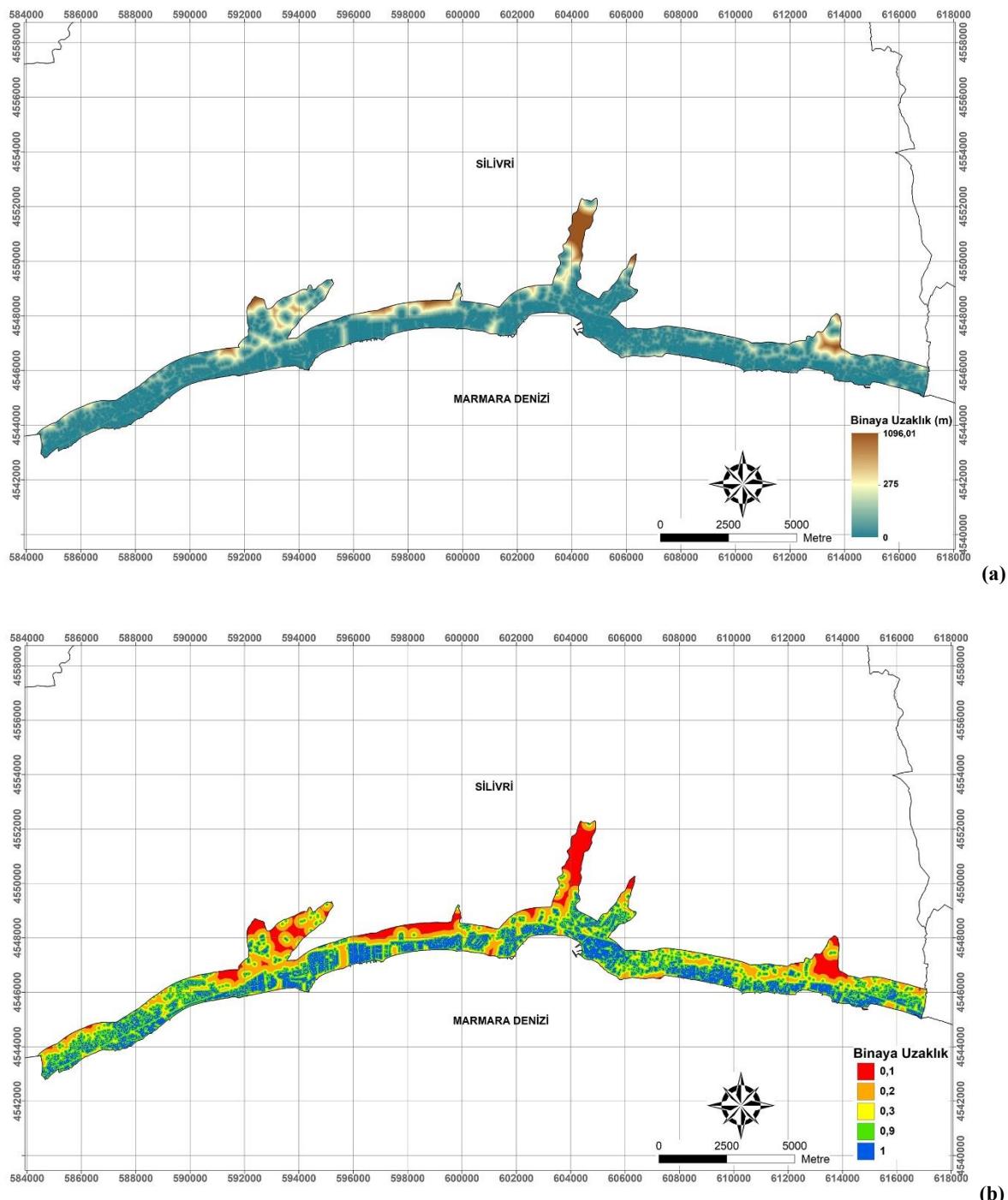


Şekil 14: a) Yükselik Katmanının Parametre Haritası b) Yükselik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2. Tahliye Esnekliği

5.2.1. Binaya Uzaklık

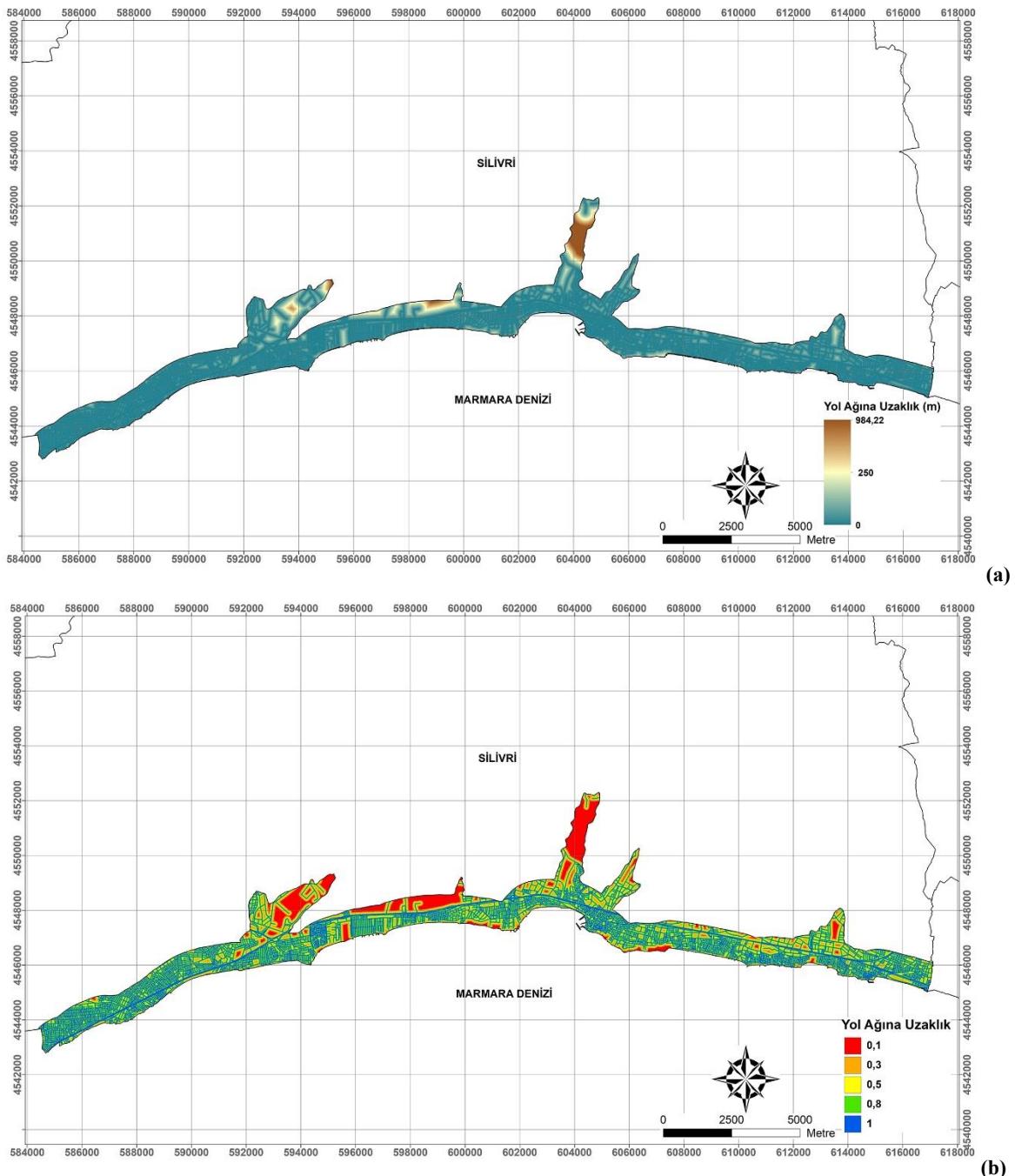
Silivri ilçesi uygulama alanı binaya uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 15'te sunulmuştur.



Şekil 15: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.2. Yol Ağına Uzaklık

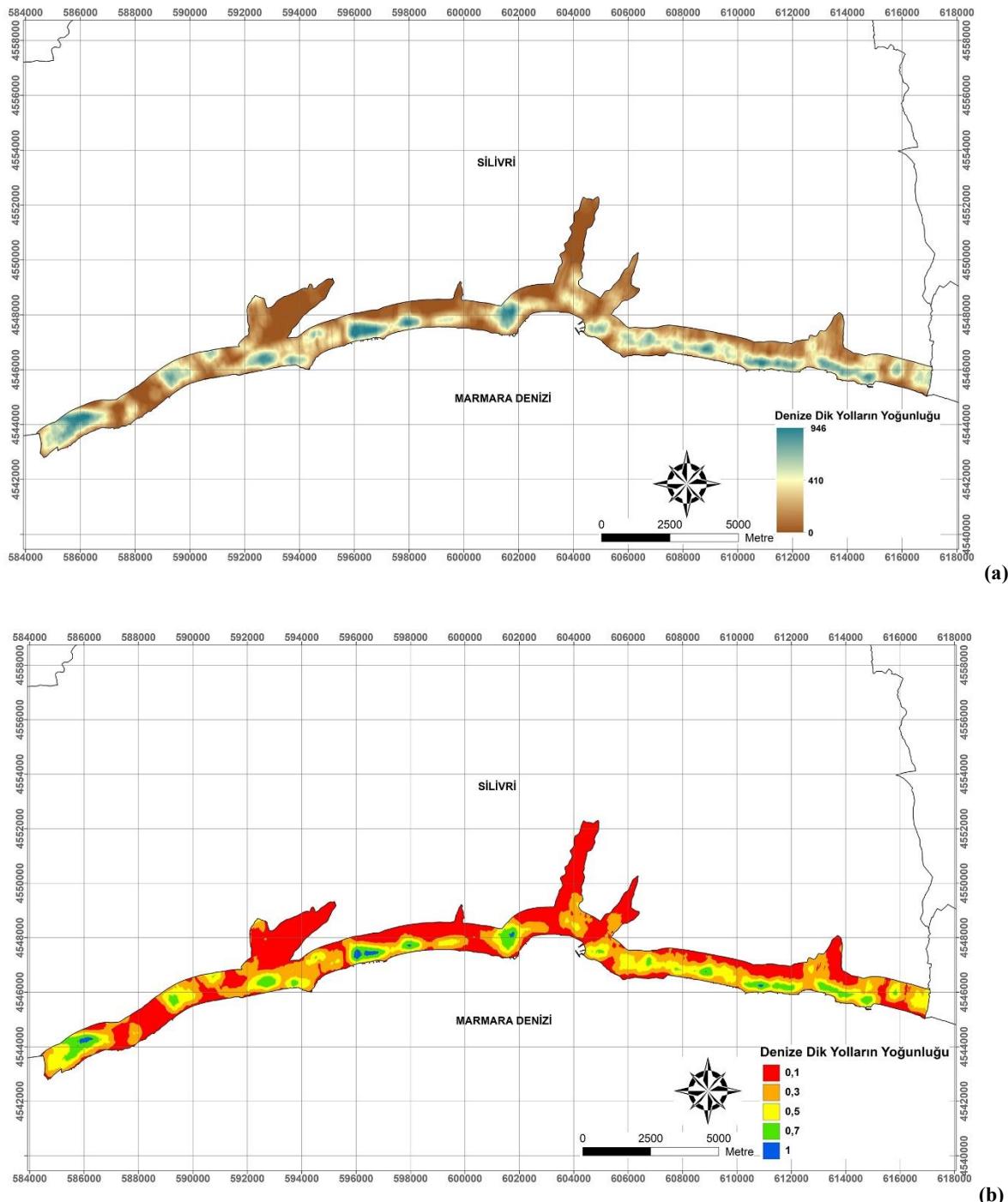
Silivri ilçesi uygulama alanı yol ağına uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16 : a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu

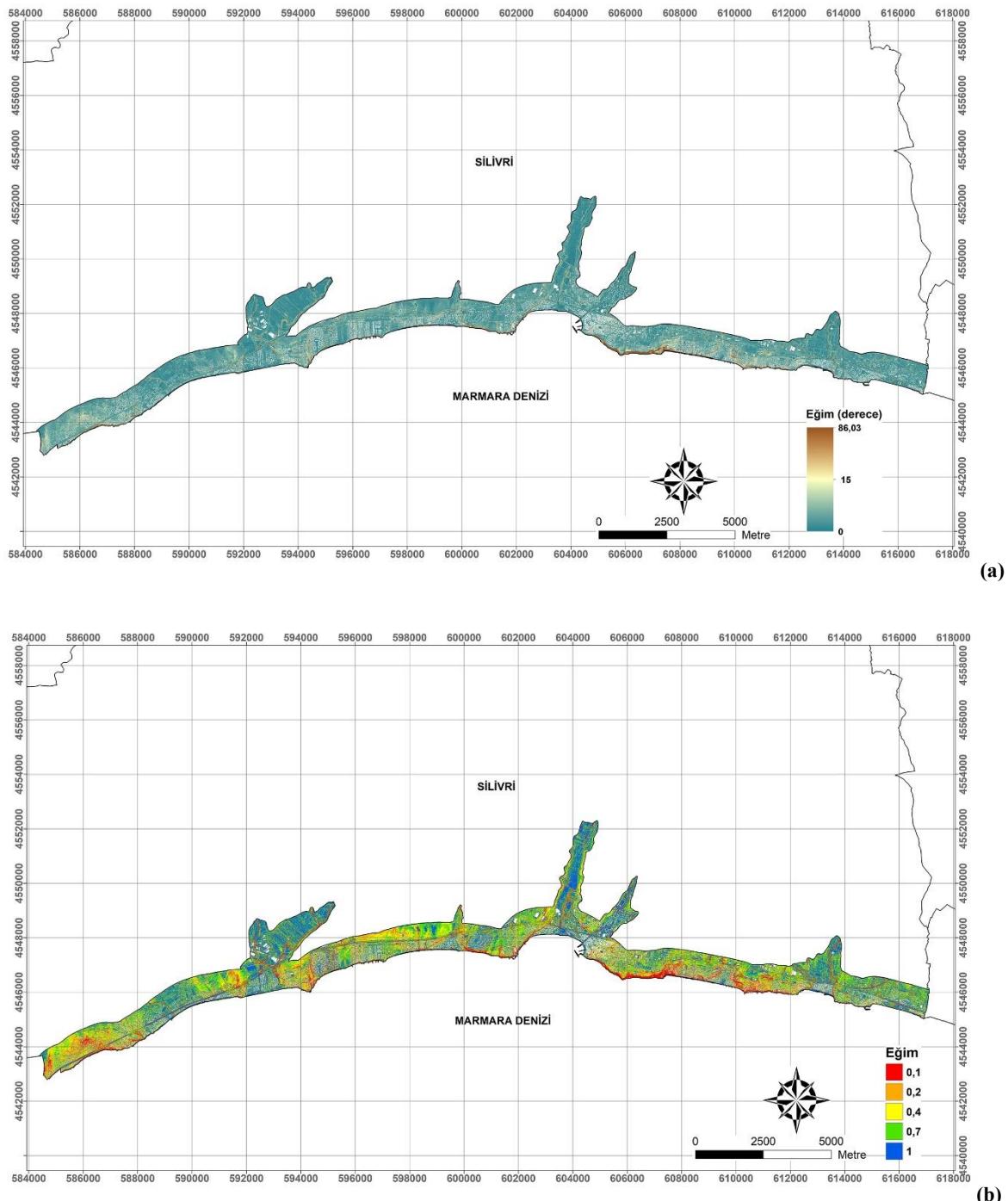
Silivri ilçesi uygulama alanı denize dik yolların yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 17'de sunulmuştur.



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

5.2.4. Eğim

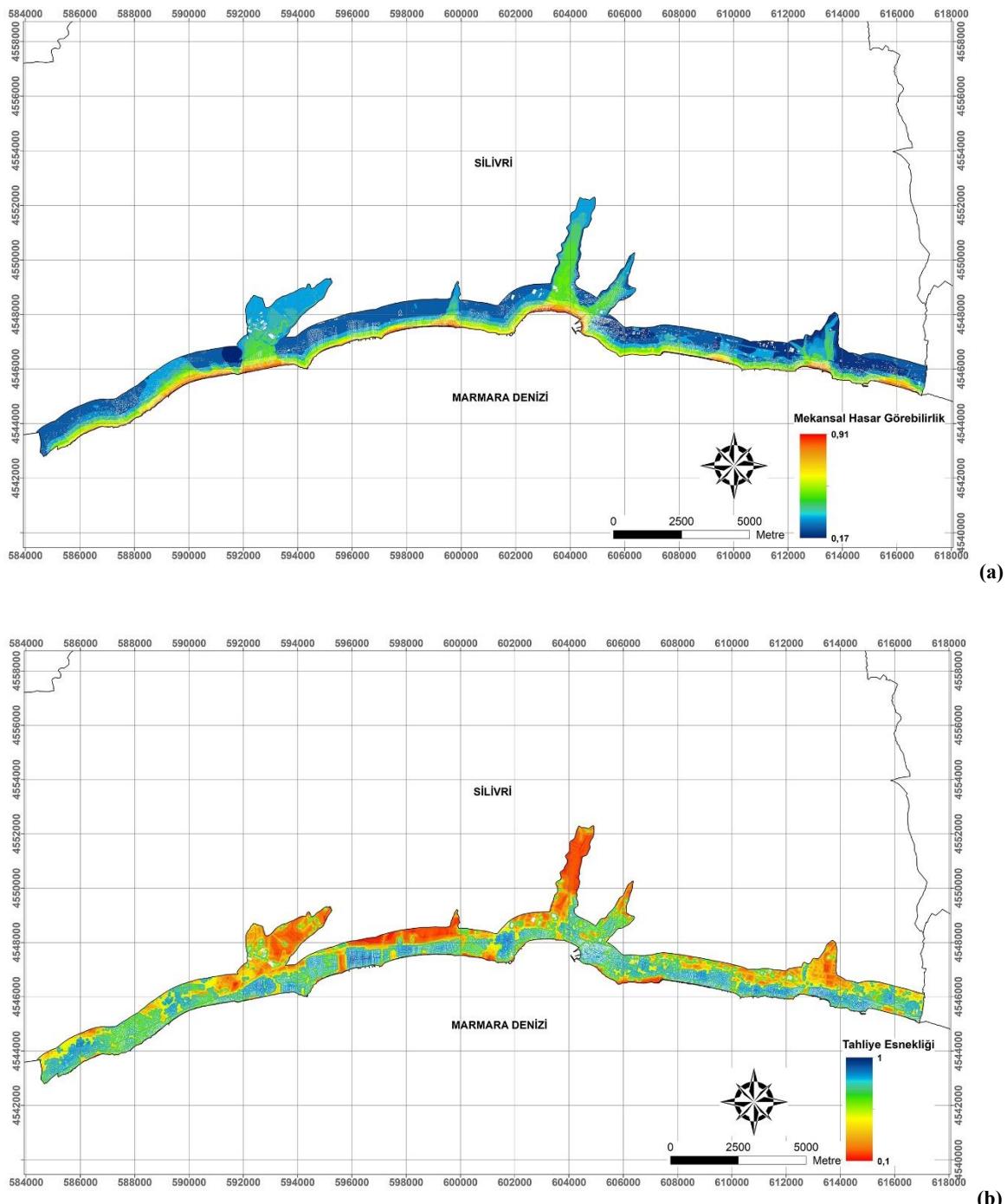
Silivri ilçesi uygulama alanı eğim parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 18'de sunulmuştur.



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

5.3. Silivri İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları

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



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

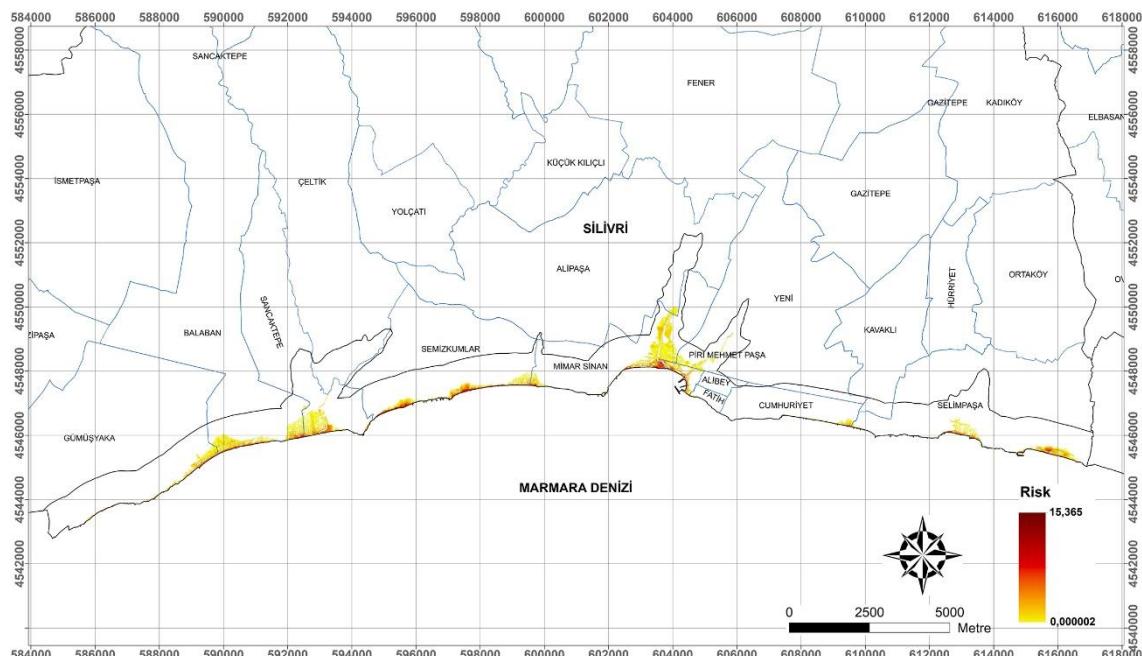
6. SİLİVRİ İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ

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

6.1. Silivri İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası

Silivri ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 20'de verilmiştir. Bu harita üretilirken Silivri ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağı olarak CMN tsunami kaynağı kullanılmıştır.

Silivri ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Mimar Sinan Mahallesi'nin doğu kıyısı, Semizkumlar Mahallesi'nin özellikle batı ve orta kıyısı ile Cumhuriyet Mahallesi'nin orta kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Selimpaşa Mahallesi'nin doğu ve orta kıyısı, Balaban Mahallesi'nin doğu kıyısı, Sancaktepe Mahallesi'nin batı ve doğu kıyısı, Piri Mehmet Paşa Mahallesi kıyısı, Gümüşyaka Mahallesi orta kıyısı ile Mimar Sinan Mahallesi batı kıyısı takip etmektedir.

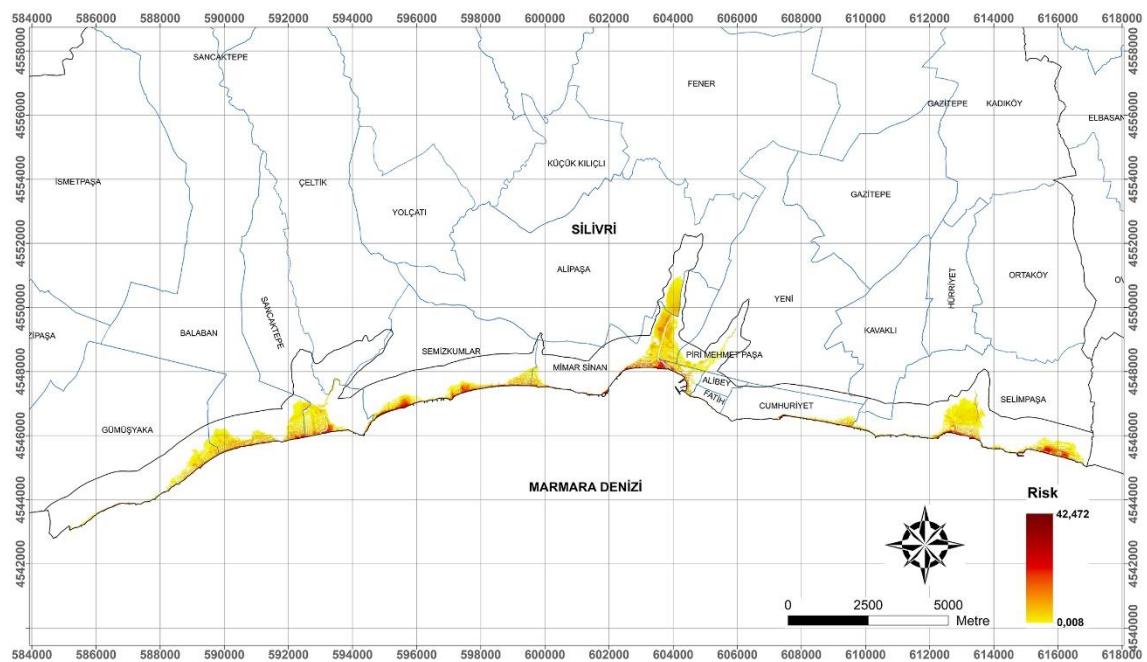


Şekil 20: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

6.2. Silivri İlçesi Deniz Altı Heyelani Kaynaklı Risk Haritası

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

Silivri ilçesi uygulama alanı için LSBC kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Mimar Sinan Mahallesi kıyısı, Semizkumlar Mahallesi'nin batı ve orta kıyısı, Cumhuriyet Mahallesi'nin orta kıyısı ve Selimpaşa Mahallesi'nin orta kıyısı olduğu öngörülmektedir. Bu bölgeleri Selimpaşa Mahallesi'nin doğu kıyısı, Balaban Mahallesi'nin doğu kıyısı ile Sancaktepe Mahallesi'nin batı ve doğu kıyısı takip etmektedir.



Şekil 21: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

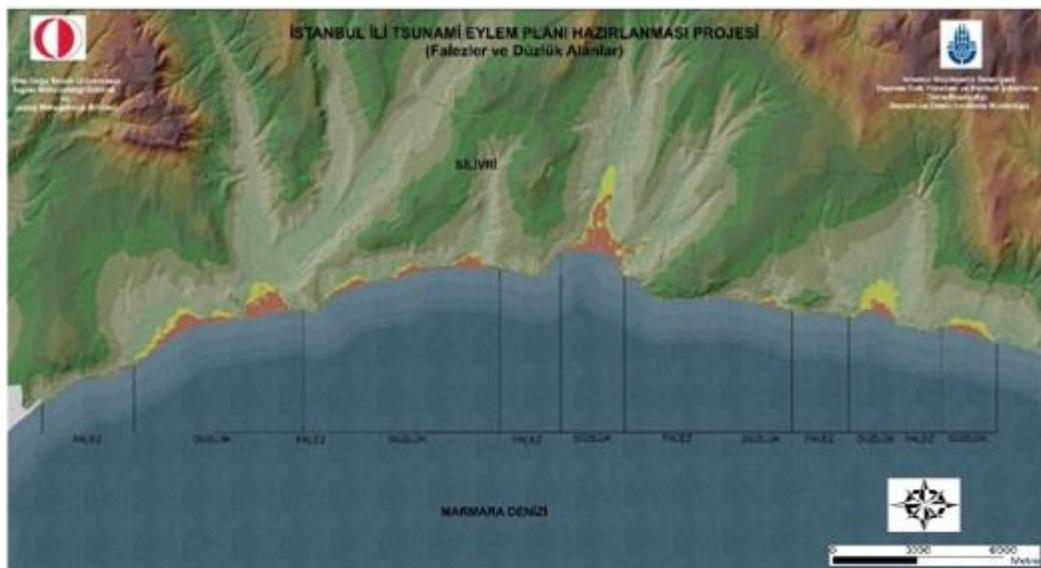
7. SİLİVRİ İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI

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 Silivri ilçesi için önerilen adımlar alt başlıklarda sunulmuştur.

Silivri ilçesinde, tsunami tehlikesine bağlı riskleri denetleyen iki önemli unsur bulunmaktadır. Bunlardan ilki kıyı yapısının morfolojisidir. Tüm ilçe kıyısı boyunca art arda tekrarlayan kayalık kıyılar (falezler) ve düzlikler riskin ciddi oranda farklılaşlığı iki ayrı morfolojik yapıyı meydana getirmektedir (Şekil 22). Tsunami dalga yükseklikleri kıyı boyunca farklılıklar göstermesine rağmen en kritik deniz altı heyelanı tsunami senaryosunda 10 m düzeyine erişebilmektedir. Buna rağmen, kıyı çizgisine paralel şekilde uzanmış ve kumsal bitimi ile başlayarak 5 ila 40 m arasında değişen yükseltilere ulaşan, dik ve dike yakın eğimli falezlerin varlığı tsunami dalgalarının bu yamaçları aşarak yamaç üstüne ulaşmasını ve karada ilerlemesini önlemektedir. Dolayısı ile bu bölgelerdeki dalga etkisi, falezler ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan plaj (kumsal) alanları ile sınırlı kalmaktadır. Oysaki bölgedeki diğer bir morfolojik unsur olarak gözlenen; dere yataklarının yer aldığı deniz seviyesine yakın yükseklik değerleri içeren alüvyon düzlikleri ile yine düşük kotlu aşınım düzliklerinde, su basma mesafeleri metrelerece hatta kilometre düzeyinde hesaplanmıştır.

İlçede tsunami riskini denetleyen ikinci ana unsur ise arazi kullanım şekilleridir. Tsunami etkisi altında kalacağı düşünülen Silivri sahillerinin büyük bölümü yazlık siteler, tatil köyleri ve otellerden oluşmakta olup bu yapılar ve sahil sadece yaz aylarında (Haziran-Eylül) yoğun olarak kullanılmaktadır. Yaz ayları dışında bu alanlar adeta terk edilmiş kent görünümündedir. Bölge, yazın ikamet eden nüfus dışında yine aynı dönem içerisinde günüpbirlik olarak ziyarete gelen çoğunlukla yerli, az sayıda yabancı turist tarafından da kullanılmaktadır. Tsunami riski içерip de daimî olarak yaşamın devam ettiği, insan ve yapı yoğunluğunun bulunduğu alanlar ise Silivri ilçe merkez mahalleleri ve Selimpaşa Mahallesi ile sınırlıdır. Tsunami baskın mesafesinin artması, riskleri de beraberinde artırmaktadır. Bu nedenle falez bölgelerindeki risk sadece plajlar ve bu plajların kullanım zamanlarındaki insan yoğunluğu ile sınırlı iken diğer bölgelerdeki risk çok

daha fazladır. Dolayısı ile alınacak önlemlerin boyutları da farklılık arz etmektedir. Bu farklılıklar gözetilerek baskın alanlarında tsunami risklerinin azaltılması ile ilgili alınması gereklili önlem ve tavsiyeler alt başlıklarda anlatılmıştır.



Şekil 22: Silevri İlçesinde Tsunami Riskini Kontrol Eden Morfolojik Değişim (Falez ve Düzlükler)

7.1. Silevri İlçesi'nde Falez Bölgelerinde Alınabilecek Önlemler

Falez önü bölgelerinde riskin azaltılması için yapısal önlemlerden çok yapısal olmayan önlemlere ağırlık verilmesi uygun olacaktır. Bu alanlar için, olası bir tehlike öncesinde kıyı şeridinin hızlıca tahliliyesi en uygun yöntem olarak belirtilebilir. Bunun için öncelikle bölgeyi kullanan kişilerin (sürekli veya günübirlik) farkındalık düzeylerini artırıcı bilgilendirmelerin yapılması sonrasında ise belirli aralıklar ile bölgede tatbikatların düzenlenmesi gerekmektedir. Farkındalık düzeyinin artırılması için en etkili yöntemlerden birisi uyarıcı, yönlendirici ve bilgilendirici amaçlar ile hazırlanmış tabelaların bölgeye yerleştirilmesidir. Sahil, falez üstü bölgeler ve falezlerden sahile ulaşan yollara uygun aralıklar ile bu tabela ve işaretçiler yerleştirilmelidir. Bilgilendirici tabelalarda, olası tsunami riski hakkında bilgiler verilirken hangi durumlarda harekete geçileceği ve bölgenin hangi yollar kullanılarak hızlıca terk edilmesi gereği aktarılmalıdır. Oluşabilecek panik ortamı düşünülerek en yakın tahliye koridoruna yönlendirici tabelalar yerleştirilmeli, tahliye koridorları üzerine güvenli bölge sınırlarını işaretleyen işaretler yerleştirilmelidir. Bu tabela ve panoların istenen amaca ulaşabilmesi için yapımından itibaren sürekli bakım ve onarım işlemlerinin yapılması gereklidir.

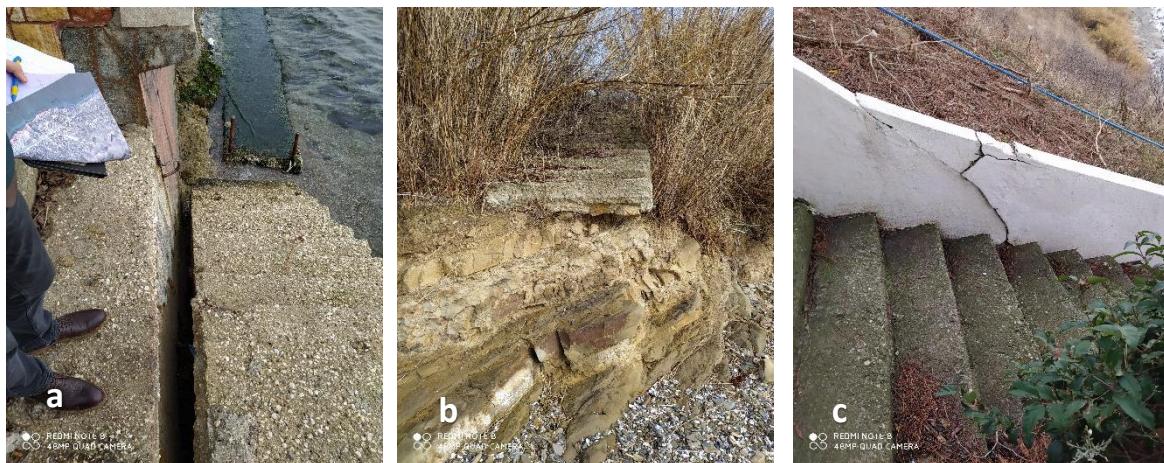
Bu alanlar için uygulanması gereken diğer bir işlem ise belirlenen ve duyurulan tahliye rotalarının sürekli açık ve işler durumda tutulmasıdır. Bölgenin tamamında kıyıya erişim için oluşturulmuş patika yollar ile merdiven yapıları bulunmaktadır. Ancak bunların neredeyse tamamı düzensiz ve bakımsızdır. Çoğunluğu oldukça dar, çöp, toprak, moloz ve otlarla kaplı iken birçok merdiven yapısı bozulmuş ve sahille bağlantısı kesilmiştir (Şekil 23). Bölgenin jeolojik ve morfolojik yapısı gereği normal şartlarda dahi patika yollarının kullanımı tehlike arz

etmektedir. Bu alanların maksimum yoğunluk değerlerine ve bir kişinin ortalama tahliye süresine bağlı olarak yapılacak tasarımlar ile tüm tahliye hatları yenilenmeli veya onarılmalıdır.



Şekil 23: Falez Bölgelerindeki Sahile Erişim Yolları; a) Patika Yol b) Merdivenlerdeki Heyelana Bağlı Deformasyonlar c) Merdivenlerin Dalgaya Bağlı Aşınması ve İşlevini Yitirmesi d) Düzensiz Patika Yol e) Merdivenlerdeki Yüzeysel Drenaj Aşındırması f) Merdivenlerin Kullanımını Kısıtlayan Engeller

Patika şeklindeki yollar ve hâlihazırda merdivenli iniş alanları yapılacak planlamalar neticesinde uygun genişlik ve rıht yükseklikleri ile yeniden inşa edilmeli, tahliyeyi sağlayacak ve olası can kayıplarını en aza indirecek bu alanlar sürekli bakımlı tutularak sürekli işler halde olmaları sağlanmalıdır. Bölgedeki merdiven yapılarının bozulmasında üç unsur göze çarpmaktadır. Bunlar yamaç akmaları-heyelanlar, deniz-kıyı aşındırması ve yüzeysel drenaj sorunlarıdır (Şekil 24). Yüksek yamaç eğimli ve yamaçta asılı duran gevşek malzemeler üzerine inşa edilmiş merdivenlerin zamanla gelişen heyelan veya akma yapıları neticesinde deformasyona uğradıkları ve birçoğunun artık kullanılamaz hale geldiği gözlenmiştir. Tahliye rotalarında yapılacak yenileme veya onarım çalışmaları öncesinde duraylılık sorunu gözlenen (Şekil 25) sahaların ve potansiyel duraylılık sorunlu tüm alanların ıslah çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca dalga aşındırmasına bağlı deformasyonların önlenmesi için gerekli yapısal tedbirler alınmalı, merdiven kenarlarında oluşan yüzeysel su akışının oluşturacağı aşınmaya bağlı deformasyonları engelleyici önlemler geliştirilmelidir.



Şekil 24: Merdivenlerdeki Çevre Kaynaklı Deformasyon Örnekleri; a) Dalga Deformasyonu b) Deniz-Kıyı Deformasyonu c) Heyelan Deformasyonu

Yamaçların tabanının dalga aşındırmasına bağlı olarak bozulmasını önlemek ise şevidiğine uygun bütünlükte ve deniz etkisi ile aşındırmaya dayanıklı kaya bloklar yerleştirilmesi düşünülebilir. Özellikle şevidiğinde yapıların bulunduğu alanlarda bu ve benzeri önlemler alınmalıdır. Çünkü tsunami dalgalarının bu tür hassas alanlarda topuk aşındırması ile durayılılık sorunlarını tetiklediği bilinmektedir.



Şekil 25: Sahil Boyunca Gözlenen Durayılık Sorunu Olan Alanlar

7.2. Silivri İlçesi’nde Kıyı Düzlüklerinde Alınabilecek Önlemler

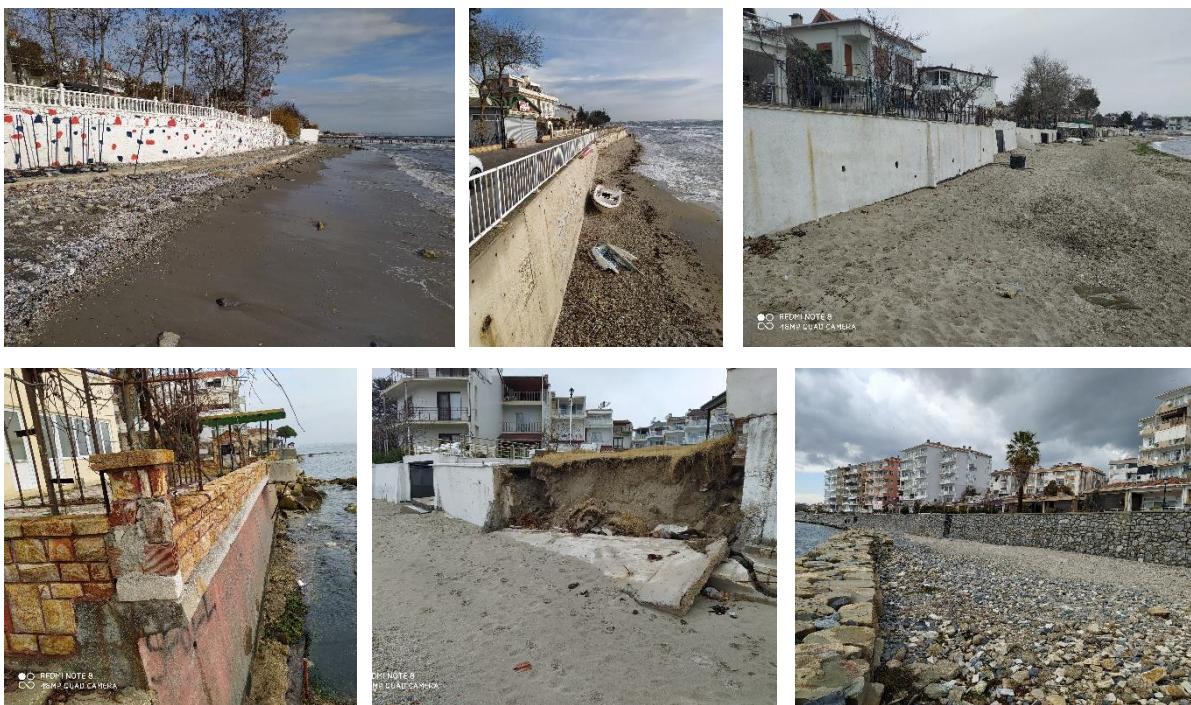
Falezler haricinde, kıyı düzliklerinin gözlendiği çoğunlukla derelerin denetimindeki ve deniz seviyesine yakın kot değeri gösteren alüvyoner düzlik alanlarda tsunamiye bağlı su baskın mesafelerinin kilometre düzeyinde kıydan içeriye ulaşabileceği hesaplanmıştır (Şekil 22).

Bu nedenle bu kıylarda alınabilecek önlemler daha karmaşık olup konuma ve arazi kullanım özelliğine göre değişiklik göstermektedir. Bir genelleme ve sınıflandırma yapılacak olursa, bölgede 10-15 metreden daha az genişliğe sahip kumsalların bulunduğu alanlar ile 15 metreden daha geniş kumsala sahip alanlarda alınabilecek önlemler farklı olmakla birlikte, arazi kullanımları ve yapı tiplerindeki farklılıklara göre de önlemler değişimlebilir. Bu ve benzer özelliklerin değişimine bağlı olarak uygulanabilecek önlemler şu şekilde sıralanabilir;

7.2.1. Dar Kumsalı Olan Alanlar

Silivri ilçesinin tsunami tehlikesi altındaki kıyı alanları çok büyük oranda yazlık kullanımı olan sayfiye bölgelerinden oluşmaktadır. Kış aylarında bu bölgeler terk edilmiş şehirleri andırsa da yaz aylarında nüfus ciddi şekilde artmaktadır. Bu nedenle olası Marmara depremi ve buna bağlı tsunaminin yaz aylarında meydana gelmesi durumunda büyük can ve mal kayıplarına yol açabilecektir.

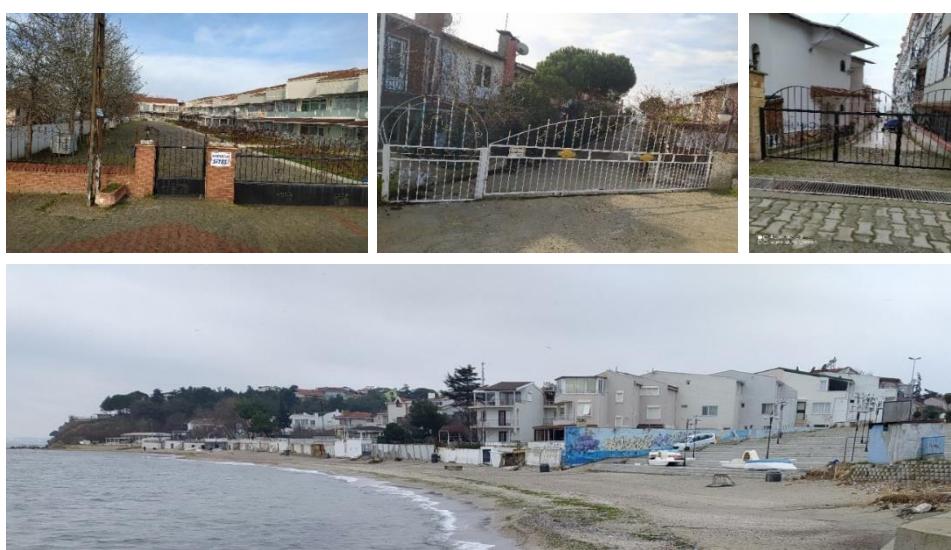
Tsunami dalgasının kıyıda ilerlemeye başladığı bölgeler olan kumsalların genişlikleri ve kullanım şekilleri, alınması gereken önlemler açısından belirleyici bir etkendir. Arazi incelemeleri esnasında, kumsalı 10-15 metreden dar olan bölgelerde inşa edilmiş yapıların temel seviyeleri ve yapı yüksekliklerinin, geniş kumsalı olan bölgelerden farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Dar kumsalı olan alanlarda inşa edilmiş yapılar kumsal bitimi ile başlayan 1 – 4 metrelük duvarların gerisindeki yükseltilmiş bahçelerin içerisinde yer almaktır genellikle 2 ve daha fazla katlı site tipi yapılardır (Şekil 26). Bu iki unsur planlı bir yönetim anlayışı ile avantaj olarak kullanılabilir.



Şekil 26: Kumsalı Dar Bölgelerde Yüksek Duvar Gerisinde İnşa Edilmiş Yapılar

Yapıların bahçesi ile kumsalı ayıran bu duvarların birçoğu ileri derecede bozulmuş hatta bazıları yıkılmış durumdadır. Mevcut halleriyle bile bu duvarlar tsunami dalgasının etkisini azaltıcı, bazı bölgelerde ise kıyıda ilerlemesini engelleyici özellik taşımaktadır. Bu nedenle bu alanlardaki kıyı duvarları, tsunami dalgası ile duvar yüzeyine gelecek yatay yükler de hesaba katılarak bölgesel bir planlama ile onarılmalı ya da yenilenmelidir. Bu esnada yükseklikleri de dalga yüksekliğine bağlı olarak uygun şekilde artırılmalıdır. Bu yükseltme çalışması en kritik senaryo olan deniz altı heyelanına bağlı dalgalar için kesin çözüm olmasa da sismik aktiviteye bağlı oluşabilecek dalgaların engellenmesi açısından son derece etkili olacaktır. Sahilin dar oluşu bu bölgenin

kullanım yoğunluğunu sınırlayan doğal bir etkendir. Buna karşın tehlike anında bölgenin uygun şekilde ve hızlıca tahliye edilmesi de gerekektir. Tahliyenin başarılı olması için halkın bilinçlendirilmesi ve tahliye yollarının uygun hale getirilmesi gereklidir. Bazı bölgelerde mevcut duvarlar nedeni ile sahilin tahliyesi için kullanılabilecek yollar sınırlı olmasına rağmen duvar gerisinde yer alan site içi ve dışı tüm yollar sahile dik uzanmakta ve kuzey yönünde hızlıca tahliyeyi sağlar niteliktedir. Siteler büyük oranda bahçe duvarları veya demir parmaklık türü yapılar ile sınırlandırıldığından acil tahliye durumlarında site içi yollar herkesçe aktif olarak kullanılamayacak, sadece site sakinlerinin kullanımında kalacaktır (Şekil 27) Bu nedenle olası tehlike durumlarında yolların kullanımını sınırlayan ve tahliyeyi zorlaştıran bu kapıların açık tutulması gerekektir. Alınacak bu ve benzeri küçük tedbirler ile bu alanların başarılı şekilde tahliyesi gerçekleştirilebilir ve olası can kayıplarına engel olunabilir. Tahliye için kullanılacak merdiven ve diğer sahil çıkış yollarının bölgede oluşan yoğunluğu dakikalar içerisinde tahliye edebilecek seviyede iyileştirilmesi ve her daim bakımları yapılarak işlev görür tutulmaları gereklidir. Tüm bu işlemler ve halkın bilinçlendirilmesi için ise bölgede site ve kooperatifleşmenin yaygın olması bir avantaj olarak kullanılmalıdır. Site yönetimleri koordinasyonunda düzenlenecek toplantılarla bölge halkın eğitimi başarı ile gerçekleştirilebilir. Bu toplantılarda bölgenin olası riskleri ve buna karşı yapılması gerekenler yazılı, görsel ve sözlü olarak aktarılmalıdır. Çocuklar ve yetişkinler için ayrı hazırlanmış ilgi ve bilgi düzeyini artıracı video gösterimleri yapılmalı, yerli ve yabancı uyruklu kişiler için el broşürleri hazırlanmalıdır. Günübirlik veya kısa süreli bölgeyi kullanacak kişiler için sahildeki duvarlar üzerine bilgilendirici panolar oluşturulmalı ve acil durumlarda yapılması gerekenler, tahliye rotaları, güvenli bölge sınırları gibi konular bu panolar ile halka aktarılmalıdır. Belirli aralıklar ile tahliye yollarını gösterir işaretler ve güvenli alan sınırları yollar üzerine işaretlenmelidir. Ayrıca sahil duvarı gerisinde yer alan 3 ve daha fazla katlı yapılar dikey tahliye alanları olarak kullanılabilir. Yine apartman veya site yönetimleri ile koordineli olarak dikey tahliye yöntemleri hakkında bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.



Şekil 27: Tahliyeye Engel Olabilecek Nitelikte Sahil Duvarları ve Site Giriş Kapıları

7.2.2. Geniş Kumsalı Olan Alanlar

Balaban, Sancaktepe, Semizkumlar, Mimarsinan ve Selimpaşa mahallelerinde ortalama 30 m genişlikte kumsallar bulunmaktadır olup, bu kumsalların yer yer 60 metreye kadar genişliğe ulaştığı gözlenmektedir. Bu bölgelerdeki binaların temelleri dar kumsaldakilerin tersine doğrudan plaj kumulu üzerine oturtulmuş ve genellikle 1 ve 2 katlı müstakil yapılar şeklinde oluşturulmuştur. Ancak 3 ve daha fazla katlı yapılardan oluşan siteler de bulunmaktadır (Şekil 28).



Şekil 28: a) Geniş Kumsalı Olan Yerlerde Yapılan Yapılar b) Kıyı Ağaçlandırırmaları
c) Kıyıya Açılan Geniş ve Dar Tahliye Yolları

Sahilin geniş olması nedeni ile bu alanları kullanan kişi sayısı da oldukça fazla olacaktır. Plaj gerisinde tahliye için kullanılabilen umuma açık yollar yeterince geniş değildir. Ancak villa tipi müstakil yapıların yoğun olduğu kesimlerde plaja açılan oldukça dar sokaklar da bulunmaktadır (Şekil 28c). Bu bölgede de site ve müstakil yapıların bahçe duvarları veya çit yapıları ile korumaya alınması site içi yollara genel erişimi sınırlamaktadır. Dolayısı ile insanların daha yoğun olarak bulunacağı bu tür geniş kumsalların tahliyesinde öngörmeyen pek çok sorunun yaşanması (örneğin yollara yapılacak yoğun araç parkı) göz önünde bulundurularak dikey tahliye amaçlı tsunami kuleleri inşası düşünülmelidir.

7.3. Silivri İlçesi’nde Bazı Özel Alanlarda Alınabilecek Önlemler

Silivri ilçesinde konumu, kullanımı ve yetki durumuna göre değerlendirildiğinde farklılık arz eden, bununla birlikte önlem alınması gerekliliği olan özellikle alanlar bulunmaktadır.

Bu alanlardan birisi Semizkum Mahallesi’ndeki kamp alanı olup alanda bazı özel önlemler alınması gerekecektir. Söz konusu kamp alanında bulunan konteyner, baraka, çadır ve ahşap

kulübe tipinde yapılmış müştemilatlar tsunami öncesinde oluşacak depremde en az hasar alacak yapı tipleri olsa da olası bir tsunamiye en çok hasar görecek hatta tamamen hasar görecek türde yapılardır. Hafif ve temelsiz olmaları nedeni ile suyun etkisiyle bulundukları yerden sökülp önce kıyıda ve sonra da deniz istikametine sürüklerek hasar görmeleri kaçınılmazdır. Öncelikle kamp alanının kuzeydeki Terakki Caddesi'ne yakın ve su baskını alanı içinde olmayan bölgeye doğru taşınması düşünülmelidir. Kampın taşınması mümkün değil ise bu bölgede ikamet eden kişilere bölge riskleri hakkında bilgi verilmeli ve acil durumlar için tahliye planları aktarılarak tatbikatlar ile bilinç düzeyi artırılmalıdır. Kampın kuzey kesimi tarla olarak kullanıldığından gerek zemin yapısı gerekse ekin açısından tahliyeye engel durumlar oluşabilecektir. Bu nedenle kampa erişimi sağlayan ve başarılı tahliye için en önemli güzergâh haline gelecek Zahit Sokakta genişletme ve zemin iyileştirme çalışmaları yapılarak bu yol sürekli açık tutulmalıdır (Şekil 29).



Şekil 29: Semizkum Mahallesi'ndeki Kamp Alanı

Diğer bir özel alan ise tarihi kimliği ile Selimpaşa Sahili'nde yer alan höyük ve diğer tarihi yapılardır. Bu tarihi yapıların korunması ile ilgili çalışmalar yetkili kurumların katılımı ve gözetimi ile belirlenmeli ve yürütülmelidir (Şekil 30)



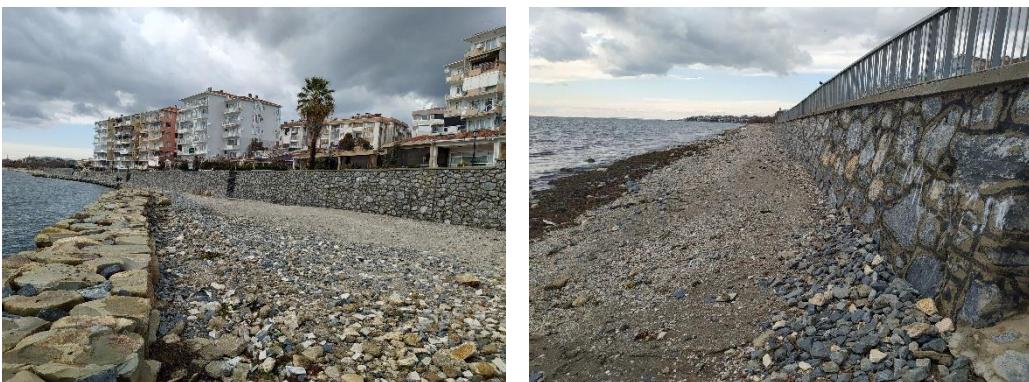
Şekil 30: Selimpaşa Mahallesi'ndeki Höyük Alanı

Bir diğer alan ise yine Selimpaşa Mahallesi sahilinde yer alan Kadir Has Üniversitesi Kampüsü ve Ahmet Ziyalan Ortaokulu alanıdır. Söz konusu bölgede oluşacak tsunami su baskınının çok büyük bölümü bu iki eğitim kurumunu etkileyecektir. Gerek ortaokul gerekse kampüs alanının çevresi duvarlar ile çevrilidir. Buna rağmen duvar tipi ve yüksekliklerinin tasarımlarının uygun olmaması, bununla birlikte Hekimdere ve Selimpaşa derelerinin varlığı su baskını etkisini

artırmaktadır. Bu eğitim kurumlarının bahçe duvarlarının uygun tasarım ve yükseklikte yenilenmesi su baskını etkisini büyük ölçüde azaltacaktır (Şekil 31). Ayrıca bu okullarda öğrencileri bilgilendirici ve eğitici çalışmalar yapılmalı, okul binaları üst katlarının dikey tahliye için kullanılabileceği bilinci verilmelidir. Bununla birlikte 1000, 1003 ve 1004. Sokak önünde yapımı devam eden sahil dolgusu ve kıyı duvarı inşaatlarının da bu kısımdaki dalga etkisini azaltacak şekilde devam ettirilmesi uygun olacaktır (Şekil 32).



Şekil 31: Kadir Has Üniversitesi Kampüs Alanı ve Bahçe Duvarları



Şekil 32: 1003 ve 1004. Sokak Önünde Yapımı Devam Eden Sahil Dolgusu ve Kıyı Duvarı

7.4. Silivri İlçesi’nde D110 Karayolu ve Alınabilecek Önlemler

Bölge ulaşımını önemli ölçüde sağlayan ana arterlerden birisi olan D110 karayolu Silivri kıyılarına paralel şekilde uzanmakta olup olası bir tsunami baskınından önemli şekilde etkileneceği görülmektedir. Karayolunun özellikle kıyıya yaklaştığı bölgelerde geçmiş dönemlerde yapılan yol yükseltme çalışmaları tsunami su basma mesafelerini kısmen de olsa kısıtlar nitelikte olumlu rol oynarken, tahliye koridorlarını kesen yapısı ile de olumsuzluk yaratmaktadır. Afetler esnasında lojistik açıdan önemli arterlerden birisi olması nedeni ile gerek işlevsellliğini koruması gerekse ortaya çıkan olumsuzlukların önlenmesi adına önlemler alınması gerekecektir. Karayolunun kıyıya en yakın olduğu Gümüşyaka ve Balaban Mahalle sınırlarında yapılan ortalama 2 m düzeyindeki yol yükseltme çalışması, bu bölgede gerçekleşmesi beklenen tsunami su basma alanının doğu ve batı kenarlarında baskının kuzeye ilerlemesini önemli ölçüde engellese de baskın alanı aksında bu etkiye göstermemektedir (Şekil

33). Yolun işlevsellliğini korumak açısından sudan etkilenmeyecek kota kadar yeniden yükseltilmesi önerilebilir. Ya da hem tsunami etkisini azaltmak hem de ses bariyeri oluşturmak amacıyla ile yol kenarı duvarları inşa edilebilir.



Şekil 33: Yol Yükseltme İşleminin Tsunami Baskınına Etkisi

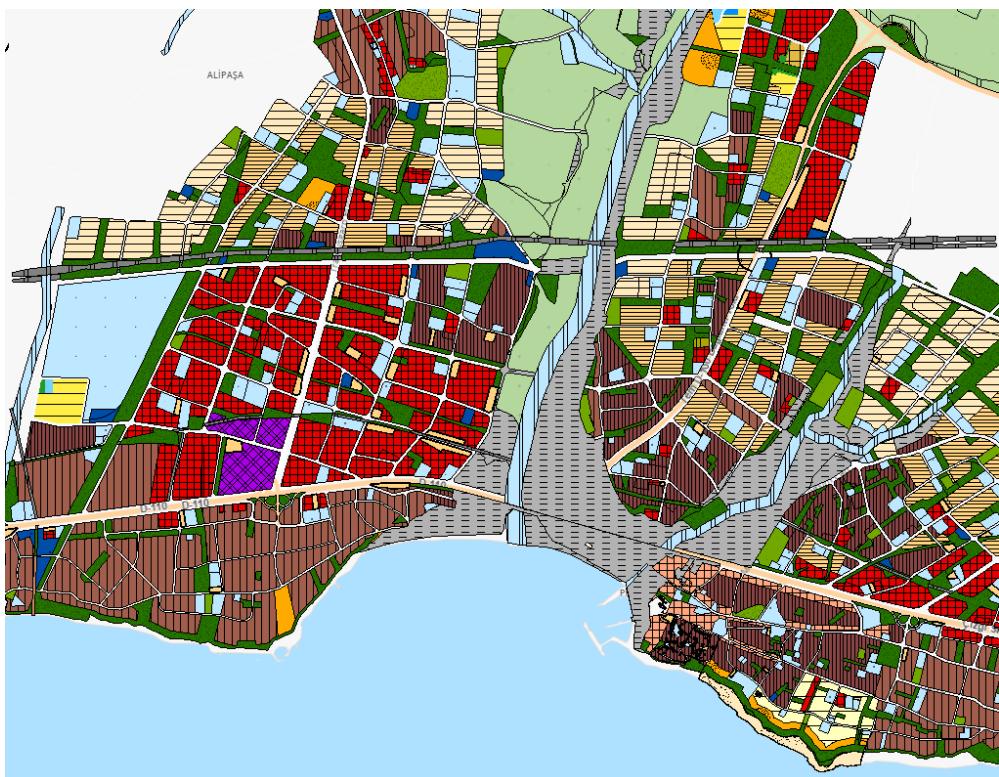
Ancak mevcut haliyle yol şevi duvarları sahil kısımdaki insan tahliyesini önemli ölçüde etkilemektedir. Aşılması mümkün olmayan yükseklikteki yol şevi duvarının sahil tahliyesine engel olmaması için ise bölgede bulunacak en yüksek insan yoğunluğunu karşılayacak şekilde üst geçitlerin yapılması gerekecektir. Üst geçitler dikey tahliye imkânı sağlayacağı gibi bölgesel tahliye planlamasına da önemli katkı sağlayacaktır. Hâlihazırda bulunan bir adet üst geçit bu bölgenin tahliyesi için yeterli olmayacağı gibi mevcut hali ile oldukça yıpranmış ve sınırlı kapasitelidir. Benzer durum Silivri merkezi ve Selimpaşa Mahallesi'ndeki baskın alanları için de geçerlidir (Şekil 34). Bu alanlarda da dalga yüksekliği ve tahliye edilmesi gerekecek insan yoğunluğuna bağlı olarak uygun konumlarda üstgeçitler planlanarak inşa edilmeli, aynı zamanda yolun trafik güvenliğini sağlayacak şekilde önlemler alınmalıdır.



Şekil 34: D110 Karayolu Geçişinde Yatay ve Dikey Tahliyeyi Sağlayacak Üst Geçitlerin Durumu (Birçok üstgeçit olası bir depremde ayakta kalamayacak derecede yıpranmış durumdadır.)

7.5. Silivri İlçesi’nde Silivri İlçe Merkezi İçin Alınabilecek Önlemler

Silivri ilçe merkezinde tsunamiden etkileneceği hesaplanan beş mahalleden sadece Mimar Sinan Mahallesi'nin batı kesimi kısmen yazılık kullanımda olup diğer alanlar aktif yaşamın devam ettiği yerlerdir. Bölge, bu kullanımı ile ilçenin diğer yerleşimlerinden farklı olarak zaman bağımsız sürekli risk altındadır. Aynı zamanda Kayalı (Boğluca) ve Fener Deresi'nin bu noktada buluşması nedeni ile su basma mesafelerinin kıyıdan yaklaşık 3 km kadar içeride olacağı hesaplanmıştır. Ancak su ile baskınına uğrayacak alanların önemli bir kısmının hâlihazırda, park ve eğlenme/dinlenme alanları, günübirlik tesis alanları, yeşil alanlar, mera ve ağaçlandırılacak alanlar olarak planlanmış olması, özellikle Kayalı ve Fener derelerinin baskın sınırlarının "Taşkına Maruz Alan ve Yapı Yasağı Uygulanacak Alan" olarak planlanmış olması afet odaklı planlama ile risklerin azaltılması açısından alınmış son derece önemli kararlardır. Bu kararların ivedilikle hayata geçirilmesi bölgede alınması gereken önlemleri de ciddi oranda azaltacaktır (Şekil 35).



Şekil 35: Silivri İlçesi 1/5000 İmar Planı (cbs.ibb.gov.tr adresinden alınmıştır). Planda; Kayalı (Boğluca) ve Fener Deresi ve Taşkın Alanları “Koruma Alanı” Fonksiyonunda Kalmakta Olup Alt Fonksiyon Olarak “Yapı Yasağı ya da Sınırlaması Getirilen Alan” Fonksiyonundadır.

Piri Mehmet Paşa Mahallesi'nin D110 karayolu güneyinde, Kayalı ve Fener dereleri arasında kalan kesimi ile liman kuzeyinde kalan alanlar en çok etki altında kalacak bölgeler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bölgenin tsunami etkisinden korunması amacı ile mevcut limanın genişletilerek kotlarının arttırılması önerilebilir. Bunun dışında yapılacak en uygun önlem yatay ve dikey tahliye yöntemlerinin uygulanması olacaktır. Söz konusu alanlarda yer alan yapılar büyük oranda 4 – 6 kat olarak inşa edilmiştir. Bu yapılar dikey tahliye alanları olarak kullanılabilecektir. Ayrıca bu bölgedeki yollara en uygun tahliye güzergâhlarını gösteren yönlendirici tabelalar eklenmelidir. Tahliyenin D110 istikametine yapılmasıının zorunlu olduğu konumlarda mevcut üst geçitler önemli kaçış rotalarından olacaktır. Ancak mevcut üst geçitler oldukça yıpranmış durumda olup en yüksek yoğunluğu karşılamaktan uzak gözükmeğtedir. Bu alanlardaki geçitlerin amaca uygun şekilde yenilenmesi, yapılacak analizlere göre yer değişikliği gereklisi durumunda yerlerinin uygun konumlara kaydırılması gerekecektir.

Uygulanması gereken bir diğer yöntem ise liman çalışanlarının ve gemi adamlarının eğitilmesi olacaktır. Olası bir tsunami'de deniz araçları için en güvenli yerler açık denizlerdir. Liman içerisinde yer alan gemilerin dalgaların etkisi ile kıyıya sürüklendikleri ve ciddi hasarlara uğradıkları bilinmektedir. Bu nedenle yapılacak eğitimler ile mümkün olduğunca limandaki gemilerin acil durumlarda liman dışında emniyetli derinliğe alınması sağlanmalıdır. Liman içinin korunması amacıyla mendireklerin kret kotlarının yükseltilmesi gereklidir.

7.6. Mekânsal Planlama Çalışmaları

Tehlike altındaki alanlar için hazırlanacak Nazım ve Uygulama İmar Planlarında mümkün olduğunca yapı yoğunlıklarını azaltıcı önlemler alınmalı, yeni yapışma alanları tehlike bölgesinin dışına taşınmaya çalışılmalıdır. Bu planlarda mevcut riskleri en aza indirecek türde su basman seviyeleri belirlenerek ve tsunami su baskını ile oluşacak yanal yüklerde dayanabilecek nitelikte yapıların yapılmasını sağlayacak plan notları eklenmelidir. Hâlihazırda boş olan alanların planlamaları yapılrken sahil kesimleri eğlenme/dinlenme/rekreasyon alanları olarak planlanmalı ve tsunami tahliyesini kolaylaştıracak yaklaşım başta oltalar olmak üzere bu raporda ele alınan tüm öneriler göz önünde bulundurulmalıdır.

7.7. Silivri İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi

Bu çalışma kapsamında üretilen bilgiler ve elde edilen bulgular doğrultusunda, Silivri ilçesinde olası tsunami kayıplarının azaltılmasına yönelik önerilerin yer aldığı Silivri 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

İstanbul'un en uzun kıyı şeridine sahip olması itibarıyla en fazla tsunami su basın alanına sahip olan Silivri ilçesi geniş kumsalları, yazlık siteleri, tatil köyleri ve otelleri sayesinde yoğun şekilde tercih edilmekte olup özellikle yaz aylarında tsunami tehlikesi açısından artan riske sahiptir. Dolayısıyla ilçesinin genelinde tsunami risklerinin azaltılmasına yönelik önlemlerin hayatı geçirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

İlçede riskin azaltılması için uygulanabilecek en temel önlemin tsunami su baskın alanı içerisinde kalan bölgelerin tahliye esnekliğinin artırılması olduğu değerlendirilmiştir. Tsunami dalgalarının özellikle dere yatakları boyunca kıyıdan içeriye doğru metrelerce etki edebildiği dikkate alındığında, başarılı bir tahliye için denize dik yolların varlığı önem kazanmaktadır. Ancak bölgede kıyı şeridine çok yakın bir mesafeden geçen D-100 karayolunun varlığı, özellikle kritik tahliye alanları üzerine denk gelen bazı bölgelerindeki yol yükseltme çalışmaları nedeni ile hem tahliye esnekliği azalmakta hem de yol şevleri dalgaların önünde duvar etkisi oluşturarak akım derinliğinin artmasına neden olmaktadır. Geçmiş dönemlerde yapılan bu yol yükseltme çalışmaları tsunami su basma mesafelerini kısmen de olsa kısıtlar nitelikte olumlu rol oynarken, tahliye koridorlarını kesen yapısı ile de olumsuzluk yaratmaktadır. Afetler esnasında lojistik açıdan önemli arterlerden birisi olması nedeni ile gerek işlevsellliğini koruması gerekse ortaya çıkardığı olumsuzlukların önlenmesi adına yatay ve dikey tahliyeye de olanak sağlayacak şekilde otoyol güzergâhında (üst geçit vb.) birtakım önlemlerin alınması gerekecektir.

Tsunami olaylarının özellikle dere/nehir gibi yapılarda ilerleyebildiği göz önünde bulundurulursa Silivri ilçe merkezinin yerleşim dokusunu domine eden Kayalı ve Fener dereleri boyunca imar planlarında tanımlanmış olan koruma bandı uygulamalarının hayatı geçirilerek etki alanının yapılardan arındırılması en büyük katma değer sağlayacak önlem olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç itibariyle bu raporda yer alan önlemler değerlendirilirken dikkate alınması gereken temel yaklaşım tsunami tahliye kapasitesini artırmak olmalıdır. Bu kapsamdaki çalışmalarada ana hedef, sahil şeridineki 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
- MARDİM-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)

