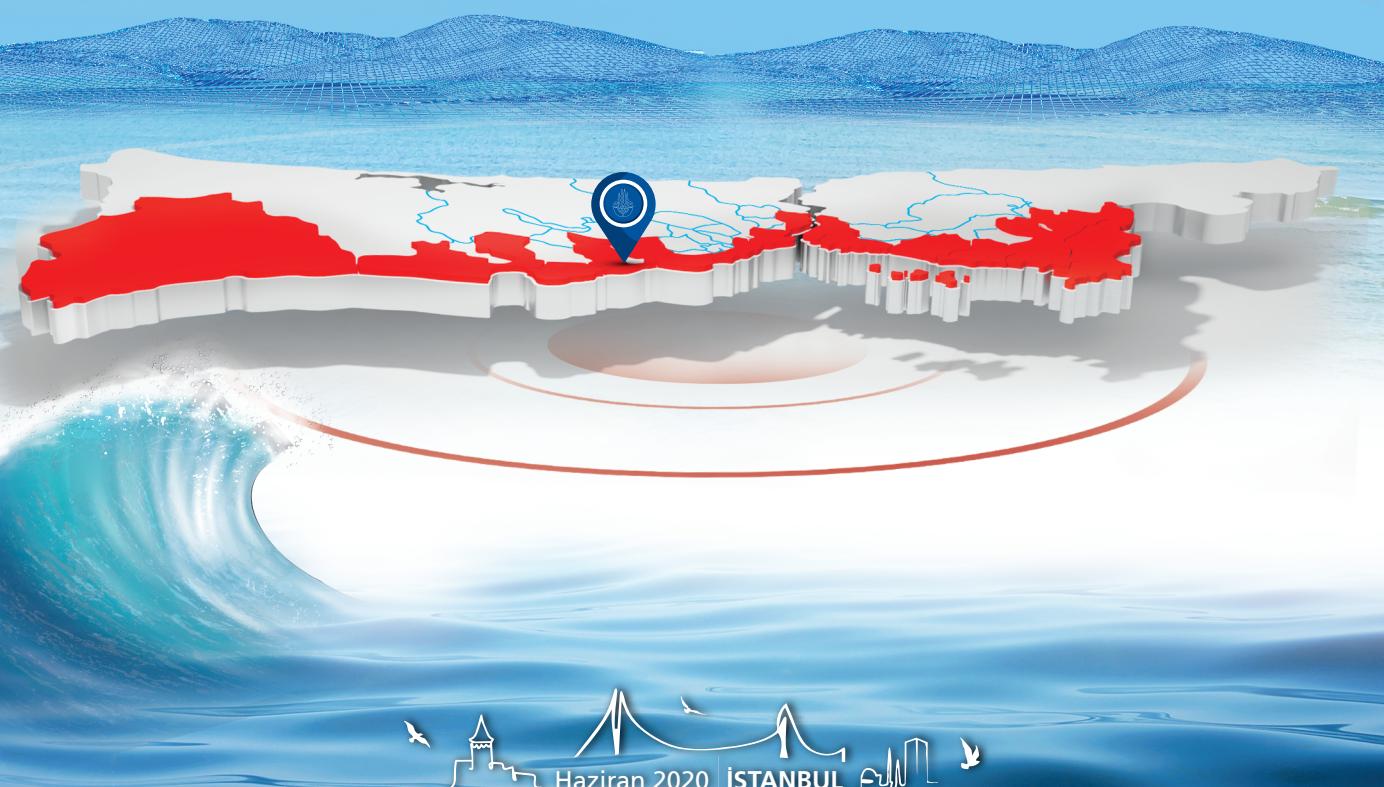
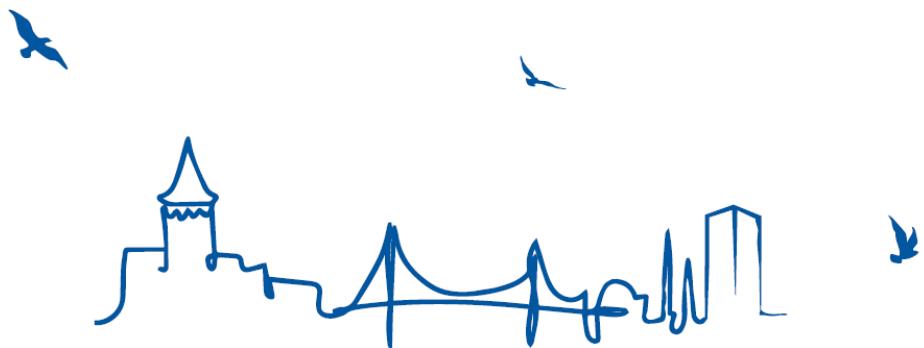




AVCILAR

TSUNAMI RİSK ANALİZİ ve EYLEM PLANI KİTAPÇIĞI





**İSTANBUL
SENİN**



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

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

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

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

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

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

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

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

Jeoloji Müh. Sema KARA

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

Jeoloji Müh. Evrens Rıza YAPAR

Jeofizik Müh. Özge UZUNKOL

Jeoloji Müh. Ahmet TARİH

Dr. Emin Yahya MENTEŞE (Md. Yrd.)

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

Dr. Tayfun KAHRAMAN (Daire Başkanı)



Kıymetli Hemşehrilerim;

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

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

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

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

Saygılarımla,

Ekrem İMAMOĞLU

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı

İçindekiler

Şekiller	2
Tablolar	4
1. GİRİŞ	6
2. TSUNAMİ TEHLİKESİ	8
3. KAPSAM VE YÖNTEM	9
4. AVCILAR İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ	13
4.1. Avcılar İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası	13
4.2. Avcılar İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları	16
5. AVCILAR İLÇESİ METHUVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ	23
5.1. Mekansal Hasar Görebilirlik	23
5.1.1. Jeoloji	23
5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu	24
5.1.3. Kıyıdan Uzaklık	25
5.1.4. Yükseklik	26
5.2. Tahliye Esnekliği	28
5.2.1. Binaya Uzaklık	28
5.2.2. Yol Ağına Uzaklık	29
5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu	30
5.2.4. Eğim	31
5.3. Avcılar İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları	32
6. AVCILAR İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ	33
6.1. Avcılar İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası	33
6.2. Avcılar İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Risk Haritaları	34
7. AVCILAR İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI	37
7.1. Marmara Sahil Şeridi Boyunca Alınması Gereken Önlemler	38
7.2. Göl Kıyısı Boyunca Alınması Gerekli Önlemler	42
7.3. Mekânsal Planlama Çalışmaları	45
7.4. Kritik ve Stratejik Yapılar İçin Alınması Gerekli Önlemler	46
7.5. Avcılar İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi	47
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
9. KAYNAKÇA	50
EK-1	51

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: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (CMN)	14
Şekil 7: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (CMN)	15
Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	16
Şekil 9: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSBC)	17
Şekil 10: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSBC)	19
Şekil 11: LSY Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası	20
Şekil 12: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su basma Alanı Grafiği (LSY)	21
Şekil 13: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSY)	22
Şekil 14: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	24
Şekil 15: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	25
Şekil 16: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	26
Şekil 17: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	27
Şekil 18: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	28
Şekil 19: a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	29
Şekil 20: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	30
Şekil 21: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	31
Şekil 22: Avcılar Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası	32
Şekil 23: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	34
Şekil 24: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	35
Şekil 25: LSY Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	36
Şekil 26: Sahile İnen Yatay ve Dikey Tahliye İmkânı Sunan Yollardan Görünüm	39
Şekil 27: Sahil Yolu Üzerinde Bulunan ve Direk Dalga Etkisine Açık Konumdaki İşletmelerden Bazıları	39
Şekil 28: Sahile Kıyısı Boyunca Gözlenen Kıyı Koruma Amaçlı Kaya Dolgular	40
Şekil 29: Uygun Bitkiler İle "Yeşil Kuşak Bariyeri" Oluşturtmaya Müsait Sahil Park Alanlarından Örnek	40

Şekil 30: Yamaçlarda Yerleşmiş Yapıları Sahil Yolundan Ayıran Duvarlardan Bazıları	41
Şekil 31: Ambarlı İDO Limanı ve Balıkçı Barınağı.....	42
Şekil 32: Firuzköy ve Tahtakale Mahallelerindeki Su Baskın Alanları.....	42
Şekil 33: Gümüşpala ve Denizköşkler Mahallelerinin Doğusu ve Bu Mahalleleri Ayıran E-5 Karayolu	43
Şekil 34: Dış Kumsalda Yer Alan İSKİ Arıtma Tesisleri ve Doğu Sınırındaki Yeşil Kuşak Uygulamasına Uygun Sahil Park Alanı	44
Şekil 35: İç Kumsalda Yer Alan Kurumlar a) Belediye Birimleri, b) MSB Askerlik Şubesi, c) İGDAŞ, d) İlk ve Ortaokul Alanı, e) Hastane.....	44
Şekil 36: a) E-5 Karayolunun Lagün Geçişi Batısında Yan Yol ile Arasında Uygulanan Yükseltme İşlemi, b) E-5 Karayolu İle Kamusal Kullanım Alanlarını Ayıran Çevre Güvenlik Duvarları.....	45
Şekil 37: Avcılar İlçesi 1/1.000 ölçekli Nazım İmar Planı	46
Şekil 38: Ambarlı Termik Santrali ve Akaryakıt Dolum Tesisleri.....	47

Tablolar

Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları	10
Tablo 2: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (CMN)	14
Tablo 3: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (CMN)	15
Tablo 4: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSBC)	17
Tablo 5: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSBC).....	18
Tablo 6: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSY)	21
Tablo 7: Avcılar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSY)	22
Tablo 8: Avcılar Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri.....	23

1. GİRİŞ

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

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

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

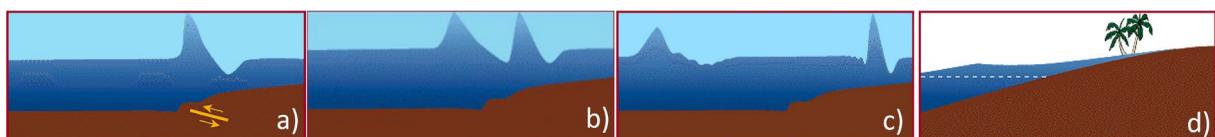
Projesi" (ODTÜ, 2018) gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında kullanılan çözünürlük seviyesi, dünyada mega kentler için yapılmış olan tsunami modelleme, hasar görebilirlik ve tehlike analizi projeleri arasında bir ilk niteliğini taşımakta olup her kritik senaryoya göre ilçe ve mahalle bazlı baskın haritaları hazırlanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre Marmara Denizi'ne doğrudan kıyısı olan bütün ilçelerde değişken ama önemli boyutlarda tsunami etkisi olacağı 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.

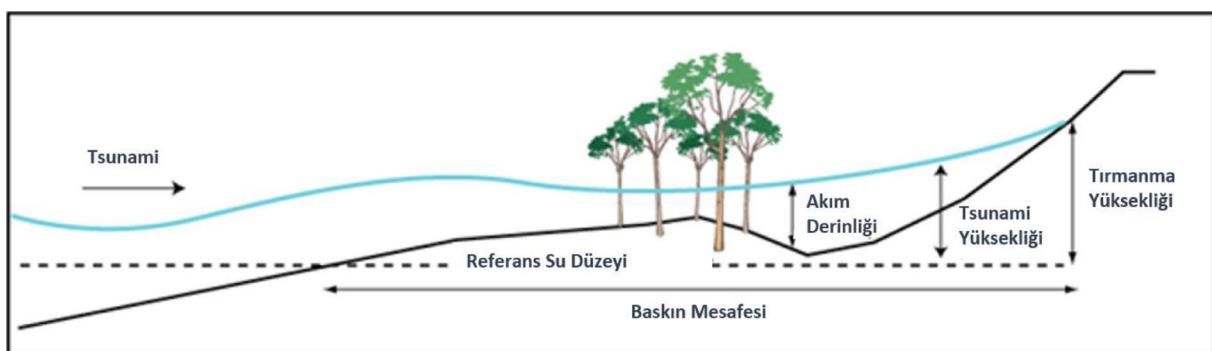
Bu iki çalışmanın ardından, üçüncü aşama olarak, öngörülen riskin azaltılmasına yönelik eylemlerin ve stratejilerin uygulanması hedeflenmektedir. İlk iki aşamaya göre daha uzun soluklu ve kapsamlı bir planlama gerektiren bu aşamanın hedeflenen amaçlara ulaşabilmesi, konunun en önemli paydaşlarından olan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



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

3. KAPSAM VE YÖNTEM

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

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

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

Tablo 1'de verilen toplam 14 senaryonun her biri ayrı ayrı olarak benzetimlerde kullanılmıştır. Deniz altı heyelanlarının oluşma sebeplerinin başında sismik sarsıntılar yer almaktır. 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, kıyıdırake 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.

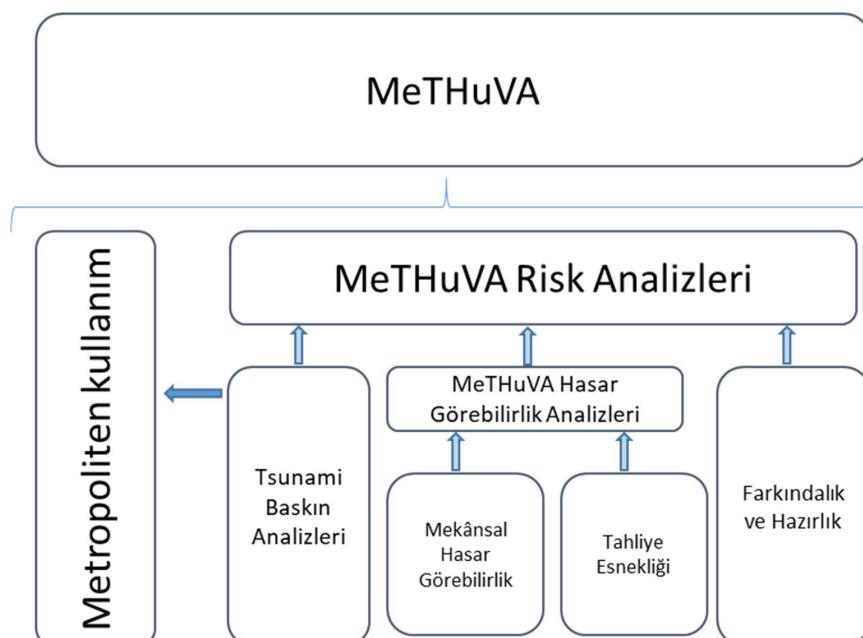
Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları

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 (Büyücekmece 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 gözeterek, 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 gerekliliği olan 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.

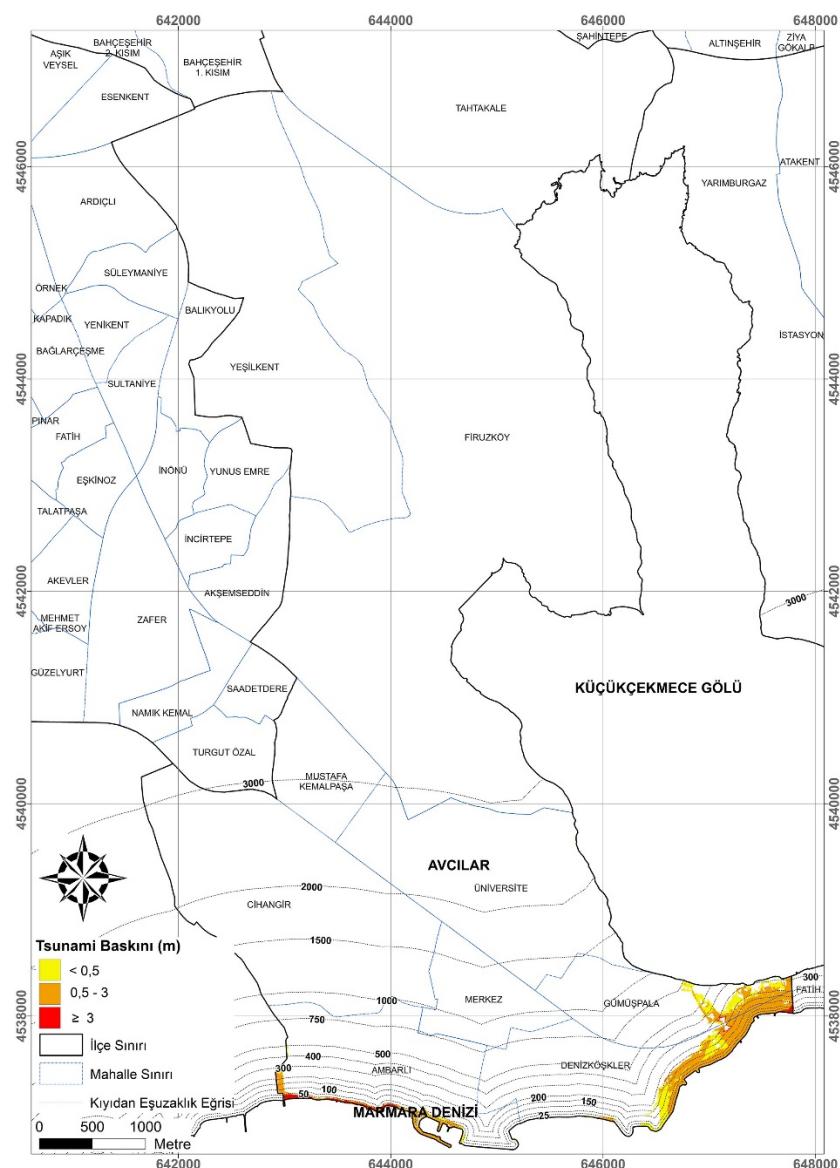
Toplumun tsunami ile ilgili bilgisinin arttırılması ve ilgili birimlerce alınacak önlemler n parametresinin değerinde artış sağlayarak riskin azalmasına sebep olacaktır.

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 4 olarak kabul edilmiştir.

4.AVCILAR İLÇESİ TSUNAMI BASKIN ANALİZLERİ

4.1. Avcılar İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Avcılar 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 5 m çözünürlüklü benzetimlerin birleştirilmesi sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. CMN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Avcılar ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 5.2 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 780 metreye ulaşmaktadır.

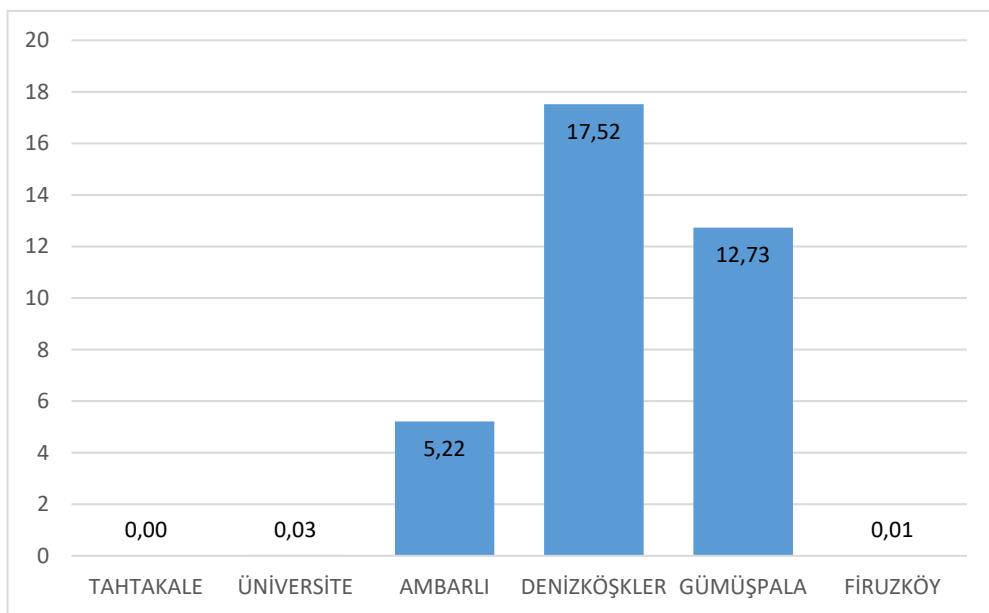


Şekil 5: CMN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, CMN kaynaklı olası bir tsunamide, Avcılar ilçesinin %1.29'unu kapsayan 0.541 km²'lik bir alanda ve 6 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Avcılar ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 2 ve Şekil 6'te gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Denizköşkler Mahallesi'nde %17.52'lik su basma alanı yüzdesi hesaplanmıştır. Bunu %12.73 oranıyla Gümüşpala Mahallesi takip etmektedir. Noktasal olarak su basma derinliğinin en yüksek hesaplandığı mahalle ise 5.20 m ile Denizköşkler Mahallesi'dir.

Tablo 2: Avcılar 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 %
DENİZKÖŞKLER	5.20	1.14	296.925	1.695	17.52
GÜMÜŞPALA	4.54	0.89	146.200	1.148	12.73
AMBARLI	4.77	1.97	96.000	1.841	5.22
ÜNİVERSİTE	0.36	0.21	950	2.835	0.03
FİRUKÖY	0.30	0.15	825	12.488	0.01
TAHTAKALE	0.13	0.11	75	11.427	0.00



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

CMN kaynaklı olası bir tsunamide Avcılar ilçesi içinde bulunan 26.889 yapıdan 100'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bu yapılar 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 Gümüşpala Mahallesi'nde İdari yapı grubu içinde bulunan okulların %28.57'si ve Resmi binaların %57.14'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. İktisadi yapı grubunda bulunan imalat ve

ticari kullanımda olan yapıların ise en çok etkilendiği mahalle %94.12 ve %43.75 oranlarıyla yine Gümüşpala Mahallesi'dir.

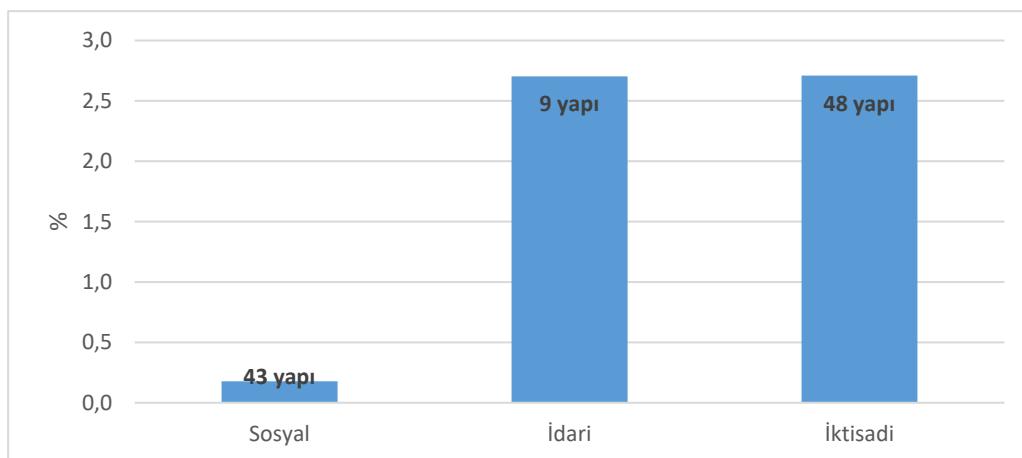
İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 7'de sunulmuştur. Avcılar ilçesi genelinde CMN kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %0.18'i, İdari ve iktisadi yapıların ise %2.7'si su basmasından etkilenmektedir.

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

	Sosyal	İdari	İktisadi				
İlçe Genel	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
Ambarlı	1.490	19	29	22	8	72	1.670
Denizköşkler	2.092	14	6	-	-	46	2.176
Gümüşpala	1.809	7	7	-	17	16	1.874
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	24.267	236	97	780	214	778	26.889 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Ambarlı	9	0	3	3	1	12	28
Denizköşkler	12	0	0	0	0	9	21
Gümüşpala	22	2	4	0	16	7	51
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	43	2	7	3	17	28	100 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 100 (Toplam etkilenen bina sayısı)

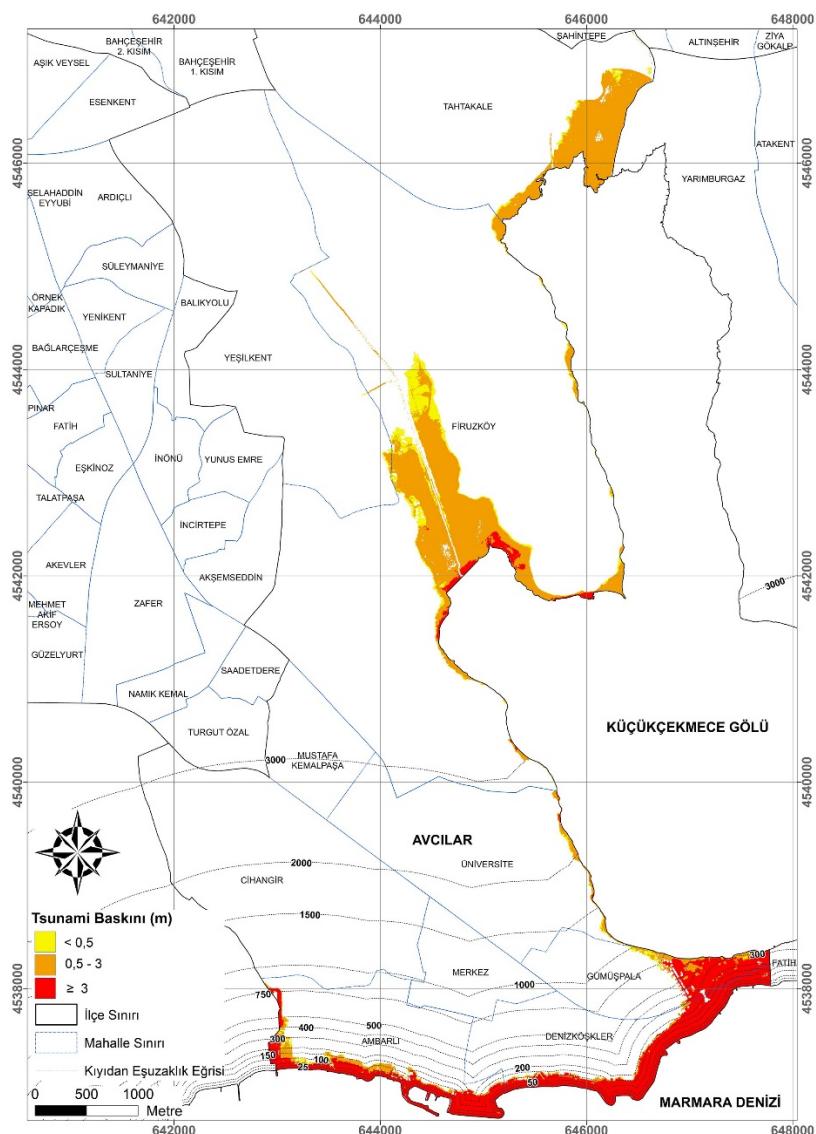
Etkilenen birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari
Ambarlı	0.60	0.00	10.34	13.64	12.50	16.67
Denizköşkler	0.57	0.00	0.00	-	-	19.57
Gümüşpala	1.22	28.57	57.14	-	94.12	43.75
İlçe Toplamı	0.18	0.85	7.22	0.38	7.94	3.60



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

4.2. Avcılar İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Avcılar ilçesi için kritik deniz altı heyelani kaynaklı tsunami senaryolarından birinin Büyücekmece Deniz Altı Heyelani (LSBC) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak LSBC kullanılarak yapılan 5 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir. LSBC kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Avcılar ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 18.36 metreye ulaşığı hesaplanmıştır. Bazı bölgelerde deniz kıyısına uzaklığı 860 metreye ulaşan yatay su basma mesafeleri gözlenmiştir. Ayrıca, Küçükçekmece Gölü'ne giren dalga göl çevresinde taşmalara sebep olmuş, bu bölgelerdeki yatay su basma mesafesinin göl kıyısına uzaklığı 2.000 metreyi bulmuştur.

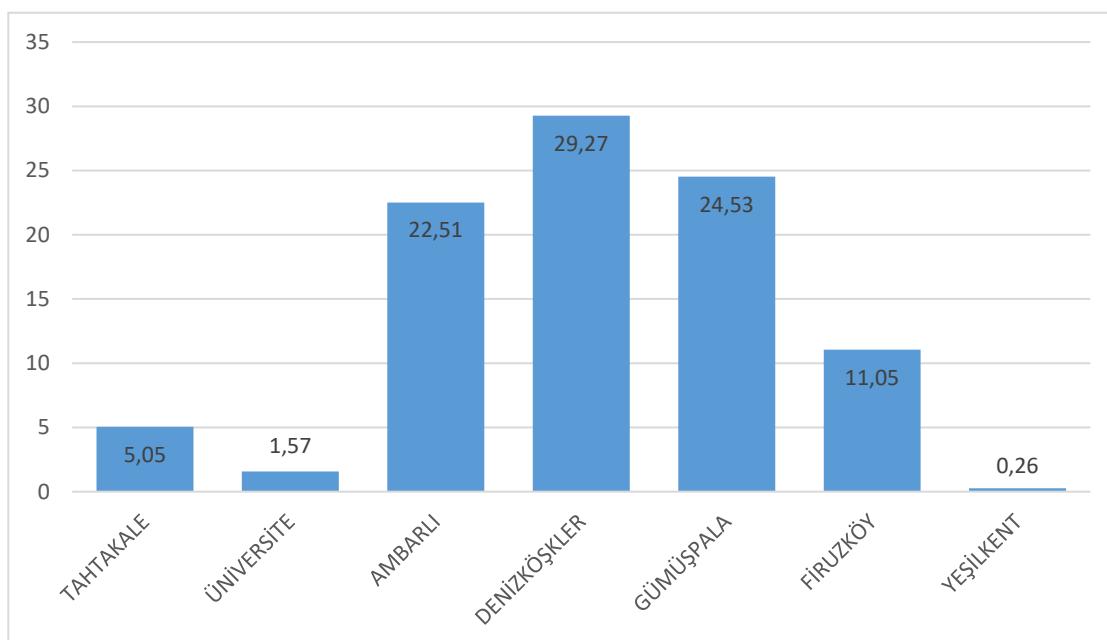


Şekil 8: LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, LSBC kaynaklı olası bir tsunami'de, Avcılar ilçesinin %7.62'sini kapsayan 3.21 km²'lik bir alanda ve 7 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami su baskını alanının Avcılar ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 5 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Denizköşkler Mahallesi'nde %29.27'lik su basma alanı yüzdesi görülmüştür. Bunu %24.53 orANIyla Gümüşpala Mahallesi ve %22.51 orANIyla Ambarlı Mahallesi takip etmektedir. Su basma derinliğinin noktasal olarak en yüksek hesaplandığı mahalle ise 18.36 m ile Ambarlı Mahallesi'dir.

Tablo 4: Avcılar 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 %
DENİZKÖŞKLER	17.23	7.08	496.175	1.695	29.27
GÜMÜŞPALA	10.53	4.61	281.625	1.148	24.53
AMBARLI	18.36	5.53	414.375	1.841	22.51
FİRÜZKÖY	5.18	1.52	1.380.350	12.488	11.05
TAHTAKALE	2.80	1.49	577.350	11.427	5.05
ÜNİVERSİTE	5.08	1.43	44.575	2.835	1.57
YEŞILKENT	1.11	0.58	13.300	5.065	0.26



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

LSBC kaynaklı olası bir tsunami'de Avcılar ilçesi içinde bulunan 26.889 yapıdan 401'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 392'si Metropoliten Kullanım (MK) değerlendirmeleri kapsamında sosyal, idari ve iktisadi grupları altında değerlendirilmeye alınmıştır. İlçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri Tablo 6'da verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSBC kaynaklı olası bir tsunamiye Gümüşpala Mahallesi'nde İdari yapı grubu içinde bulunan okulların %28.57'si ve Resmi binaların %71.43'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. İktisadi yapı grubunda bulunan imalat ve ticari kullanımda olan yapıların ise en çok etkilendiği mahalle %100 ve %68.75 oranlarıyla yine Gümüşpala Mahallesi'dir.

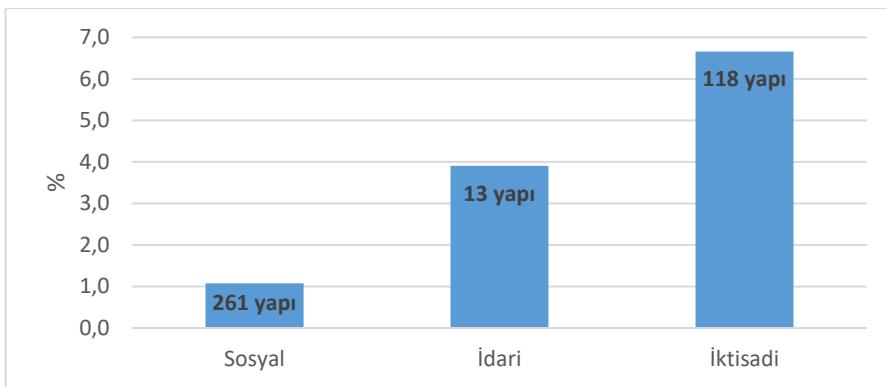
Avcılar ilçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 19'da sunulmuştur. Avcılar ilçesi genelinde LSBC kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %1.1'i, İdari yapıların % 3.9'u ve İktisadi yapıların ise %6.7'si su basmasından etkilenmektedir.

Tablo 5: Avcılar 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	
Ambarlı	1.490	19	29	22	8	72	1.670
Denizköşkler	2.092	14	6	-	-	46	2.176
Firuzköy	2.600	8	4	227	82	128	3.099
Gümüşpala	1.809	7	7	-	17	16	1.874
Yeşilkent	7.943	6	-	2	5	40	8.136
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	24.267	236	97	780	214	778	26.889 (İlçe geneli toplam bina sayısı)

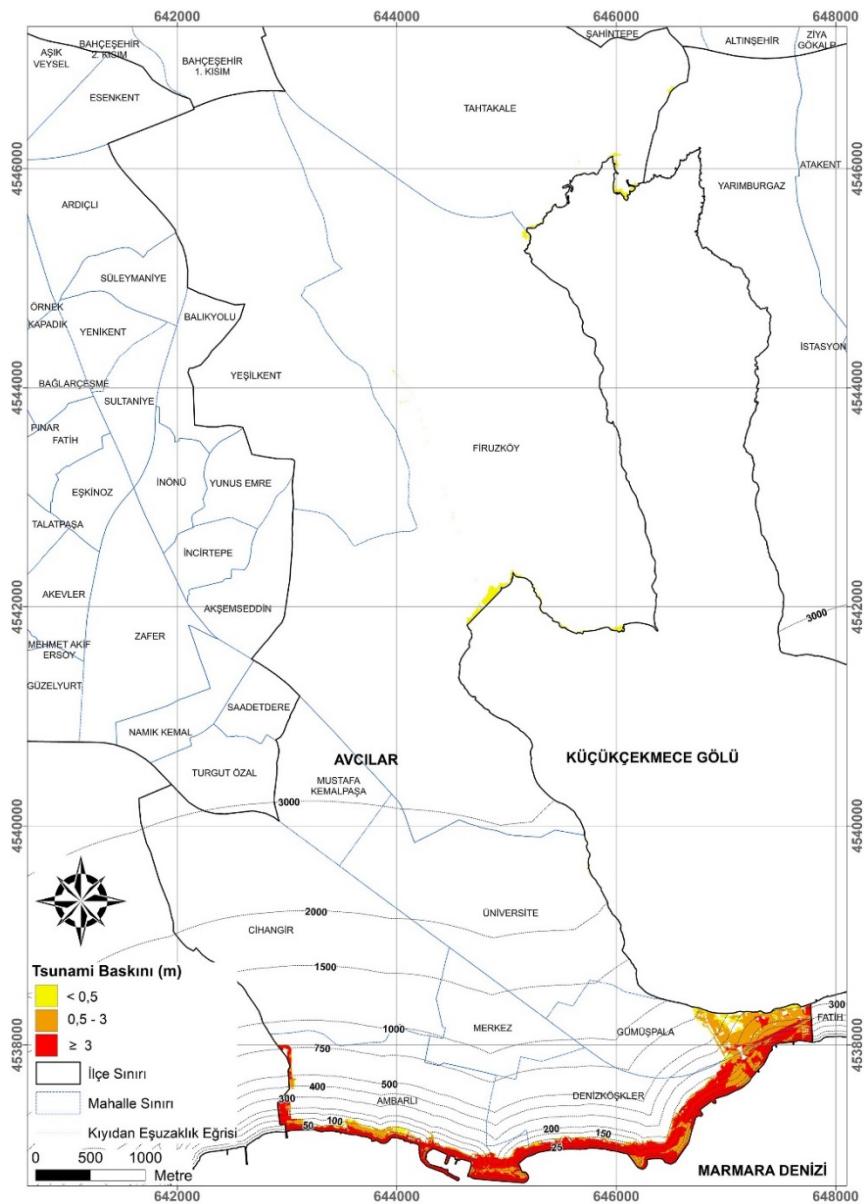
Etkilenen birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Ambarlı	84	0	6	10	1	50	151
Denizköşkler	90	0	0	0	0	29	119
Firuzköy	10	0	0	0	0	0	10
Gümüşpala	73	2	5	0	17	11	108
Yeşilkent	4	0	0	0	0	0	4
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	261	2	11	10	18	90	392 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 401 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari
Ambarlı	5.64	0.00	20.69	45.45	12.50	69.44
Denizköşkler	4.30	0.00	0.00	-	-	63.04
Firuzköy	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gümüşpala	4.04	28.57	71.43	-	100.00	68.75
Yeşilkent	0.05	0.00	-	0.00	0.00	0.00
İlçe Toplamı	1.08	0.85	11.34	1.28	8.41	11.57



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

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Avcılar ilçesi için kritik deniz altı heyelani kaynaklı tsunami senaryolarından bir diğerinin Yenikapı Deniz Altı Heyelani (LSY) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak LSY kullanılarak yapılan 5 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 11'de gösterilmiştir. LSY kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Avcılar ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 17.99 metreye ulaşlığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 860 metreye ulaşmaktadır.

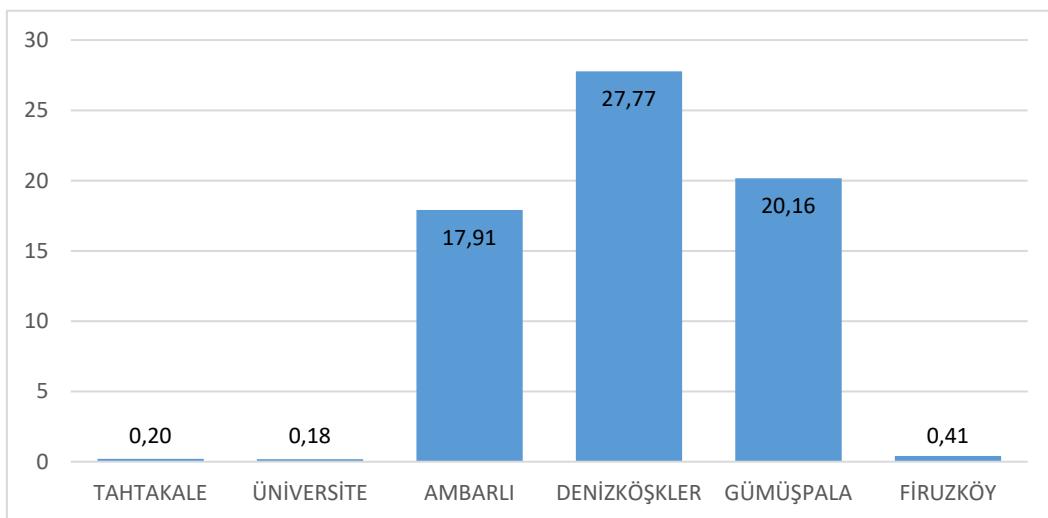


Şekil 11: LSY Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası

Benzetim sonuçlarına göre, LSY kaynaklı olası bir tsunamiye, Avcılar ilçesinin %2.64'ünü kapsayan 1.11 km²'lik bir alanda ve 6 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Avcılar ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 6 ve Şekil 12'de gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Denizköşkler Mahallesi'nde %27.77'lik su basma alanı yüzdesi görülmüştür. Bunu %20.16 orANIyla Gümüşpala Mahallesi ve %17.91 orANIyla Ambarlı Mahallesi takip etmektedir. Su basma derinliğinin en yüksek görüldüğü mahalle ise noktasal olarak 17.99m ile Ambarlı Mahallesi'dir.

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

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah. Alanı (km ²)	Su basma alanı %
DENİZKÖŞKLER	11.11	4.11	470.750	1.695	27.77
GÜMÜŞPALA	5.91	1.69	231.525	1.148	20.16
AMBARLI	17.99	4.29	329.625	1.841	17.91
FİRÜZKÖY	0.80	0.24	50.975	12.488	0.41
TAHTAKALE	0.55	0.20	23.125	11.427	0.20
ÜNİVERSİTE	1.42	0.55	4.975	2.835	0.18



Şekil 12: Avcılar İlçesi Mahalle Bazlı Su basma Alanı Grafiği (LSY)

LSY kaynaklı olası bir tsunami'de Avcılar ilçesi içinde bulunan 26.889 yapıdan 284'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bu yapılar 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 7'de verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSY kaynaklı olası bir tsunami'de Gümüşpala Mahallesi'nde İdari yapı grubu içinde bulunan okulların %28.57'si ve Resmi binaların %57.14'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. İktisadi yapı grubunda bulunan imalat ve ticari kullanımda olan yapıların ise en çok etkilendiği mahalle %100 ve %62.5 oranlarıyla yine Gümüşpala Mahallesi'dir.

Avcılar ilçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 13'de sunulmuştur.

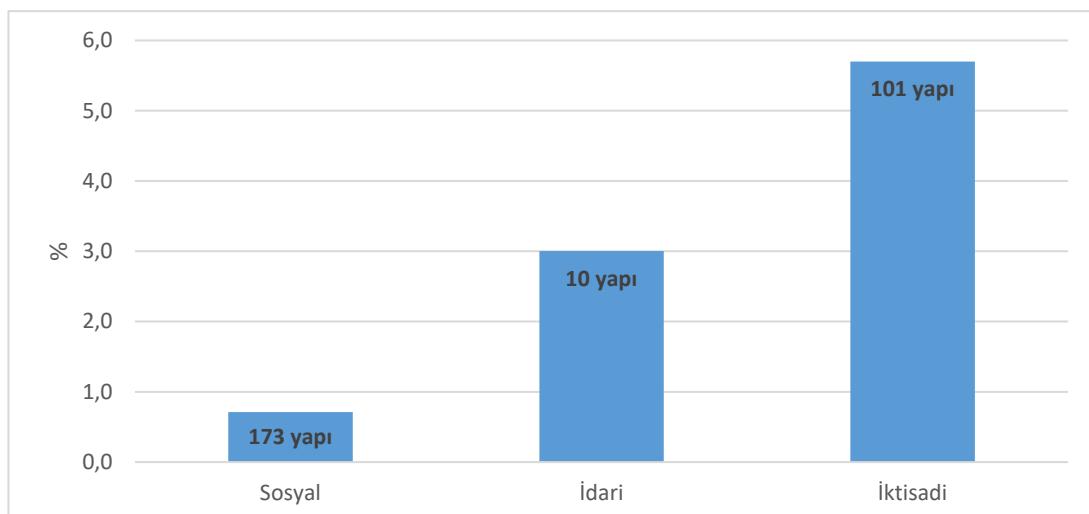
Avcılar ilçesi genelinde LSY kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %0.7'si, İdari yapıların % 3'ü ve İktisadi yapıların ise %5.7'si su basmasından etkilenmektedir.

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

İlçe Genel	Sosyal	İdari		İktisadi			Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	
Ambarlı	1.490	19	29	22	8	72	1.670
Denizköşkler	2.092	14	6	-	-	46	2.176
Gümüşpala	1.809	7	7	-	17	16	.1874
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	24.267	236	97	780	214	778	26.889 (ilçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen birimler	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Ambarlı	55	0	4	7	1	39	106
Denizköşkler	67	0	0	0	0	27	94
Gümüşpala	51	2	4	0	17	10	84
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	173	2	8	7	18	76	284 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 284 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Fabrika	İmalat	Ticari
Ambarlı	3.69	0.00	13.79	31.82	12.50	54.17
Denizköşkler	3.20	0.00	0.00	-	-	58.70
Gümüşpala	2.82	28.57	57.14	-	100.00	62.50
İlçe Toplamı	0.71	0.85	8.25	0.90	8.41	9.77



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

5. AVCILAR İLÇESİ MeTHuVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ

İstanbul ilinin batısında Marmara kıyısında 40,96-41,10 K ve 28,68-28,74 D koordinatları arasında yer alan Avcılar ilçesi 41,99 km² yüz ölçümüne sahiptir. Avcılar ilçesi uygulama alanı için MeTHuVA yöntemi adımları, takip eden başlıklarda verilmiştir.

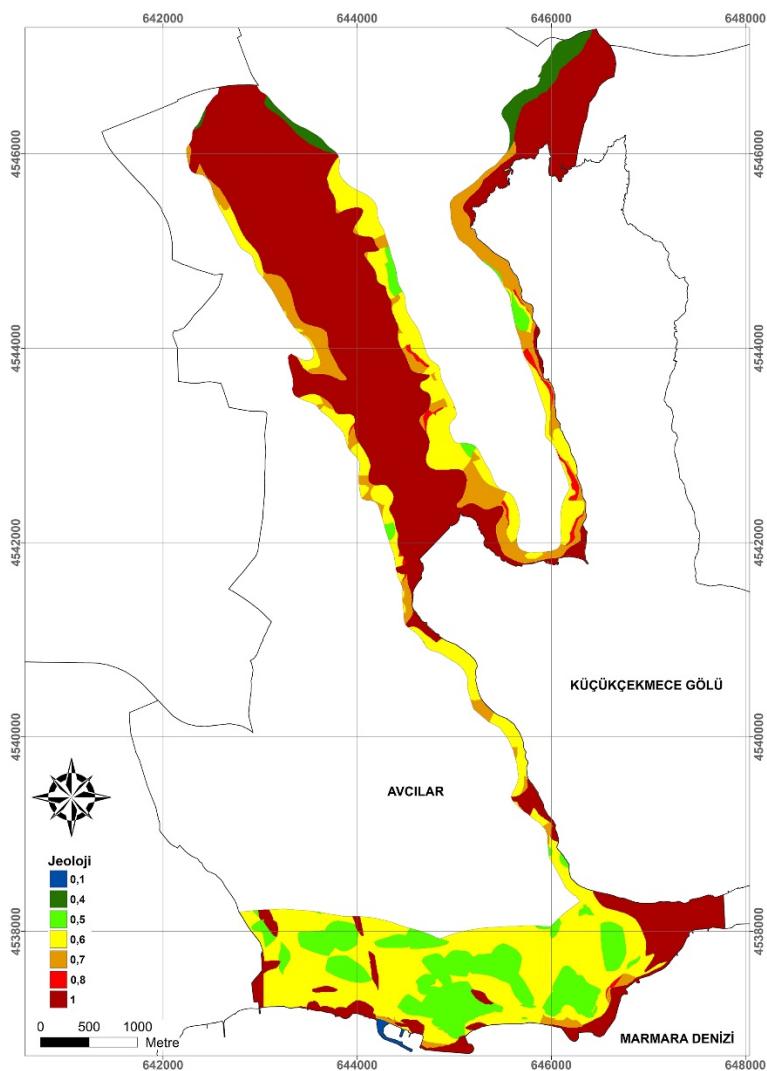
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik

5.1.1. Jeoloji

Avcılar ilçesi sınırlarında 5 ana jeolojik birim bulunmaktadır. Bu birimler Güncel Birikintiler (Alüvyon-Qal, Plaj birikintisi-Qp Toprak- Qtp), Danişmen Formasyonu-Td (Gürpınar üyesi-Tdg), Çekmece Formasyonu-Tç (Bakırköy üyesi-Tcb, Güngören üyesi-Tcg, Çukurçeşme üyesi-Tçç), Ceylan formasyonu-Tc, yapay dolgu 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 8'de verilmiştir. Bu sıralama değerleri ile oluşturulan Avcılar ilçesi jeoloji katmanı haritası Şekil 14'te gösterilmiştir.

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

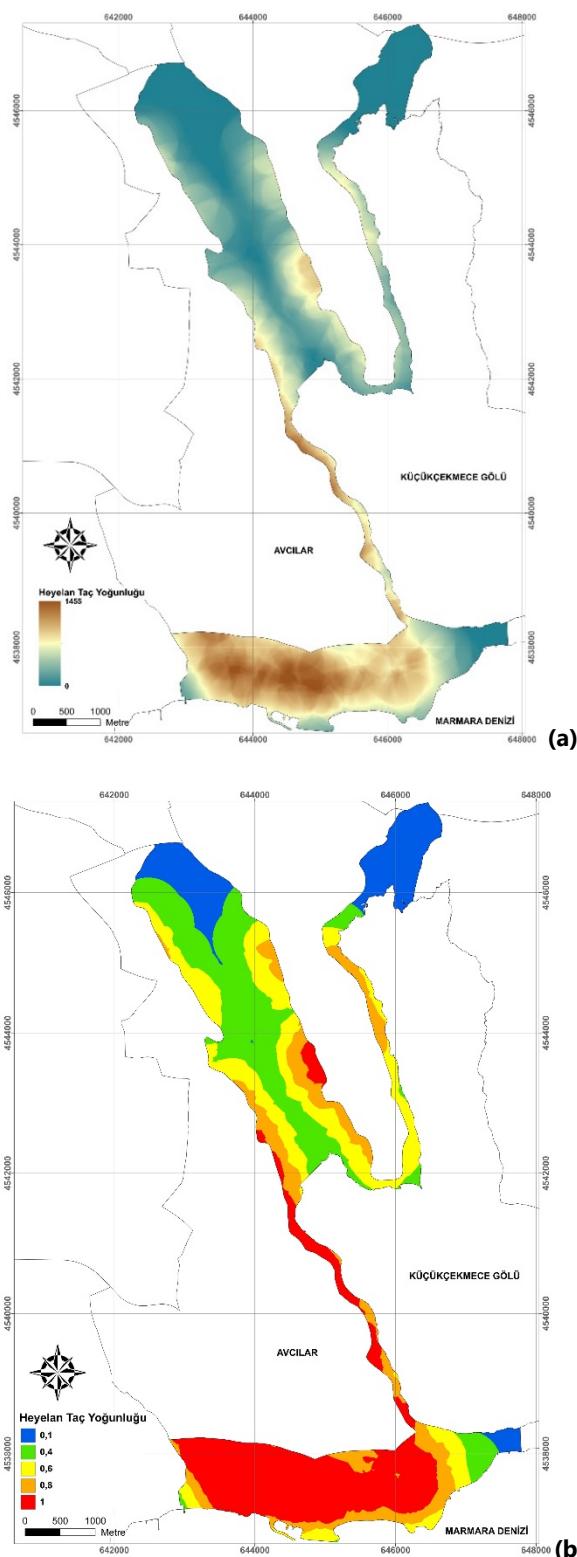
Yaş	Jeolojik Birim			Standardize Sıralama Değerleri
Kuvaterner	Antropojenik Dolgu	Yd	Yapay dolgu	1
		Kd	Kaya Dolgu	0,1
	Qg (Güncel Birikintiler)	Qal	Alüvyon	1
		Qtp	Toprak	1
		Qp	Plaj Birikintisi	1
Geç Oligosen – Erken Miyosen	Tç (Çekmece Formasyonu)	Tcb	Bakırköy üyesi	0,5
		Tcg	Güngören üyesi	0,6
		Tçç	Çukurçeşme üyesi	0,8
Geç Oligosen – Erken Miyosen	Td (Danişmen Formasyonu)	Tdg	Gürpınar üyesi	0,7
Geç Eosen – Erken Oligosen	Tc (Ceylan Formasyonu)			0,4



Şekil 14: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu

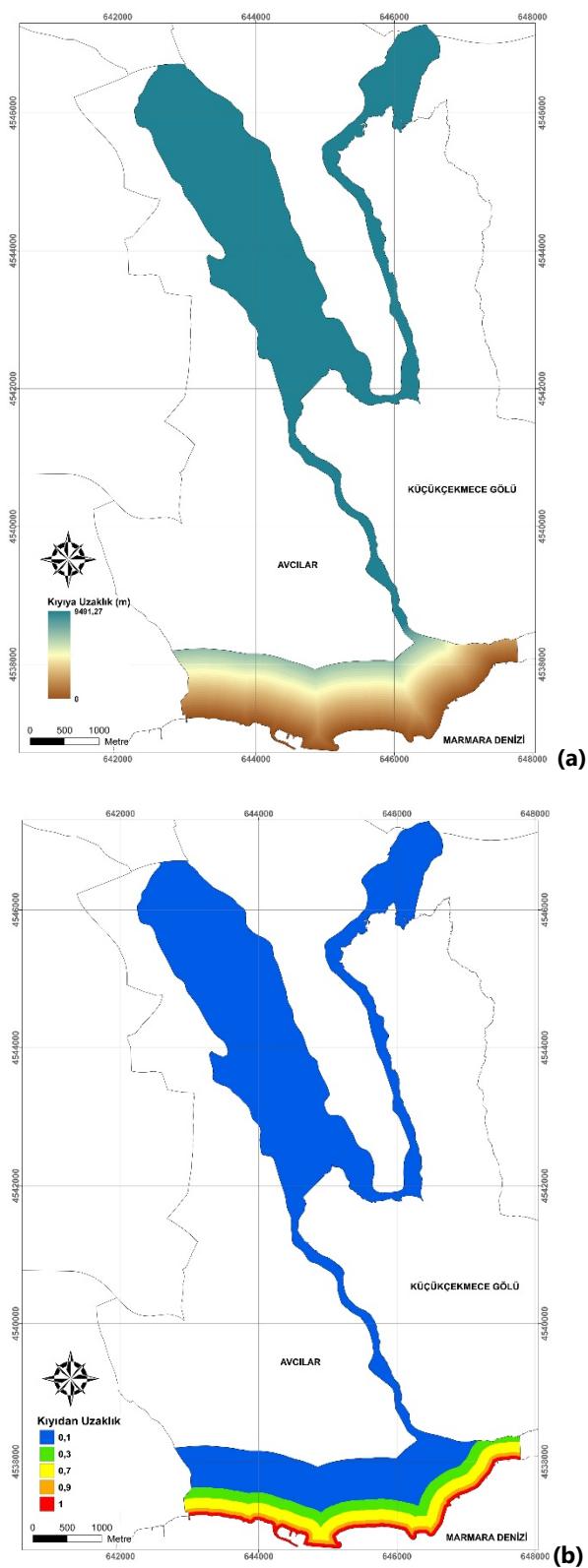
Avcılar ilçesi uygulama alanı heyelan taç yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 15'de sunulmuştur.



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

5.1.3. Kıyıdan Uzaklık

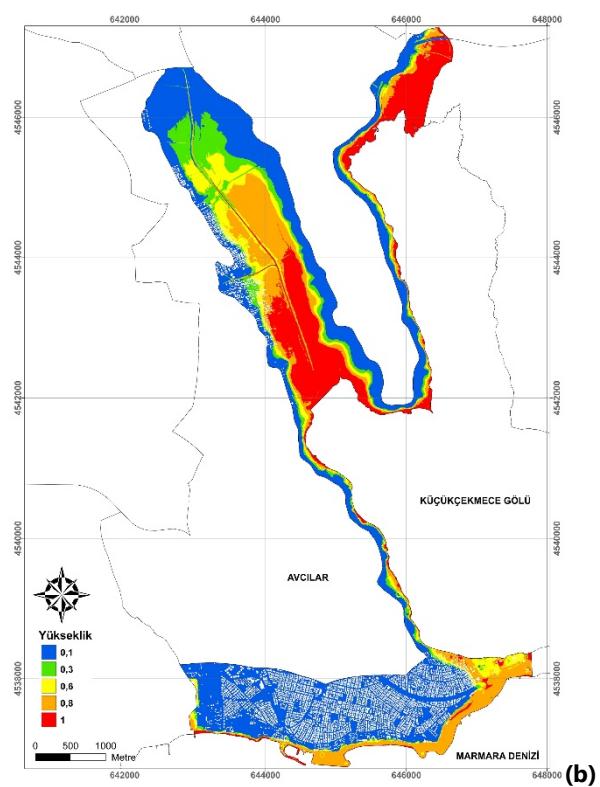
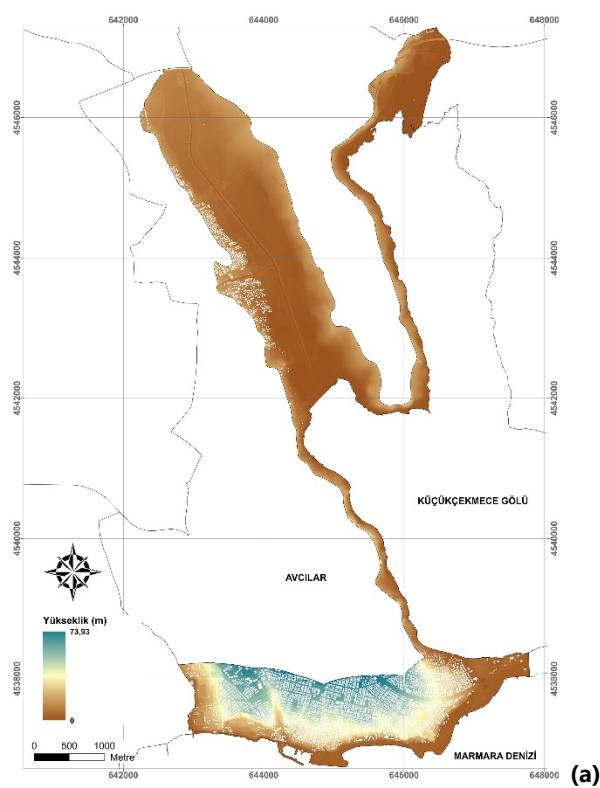
Avcılar ilçesi uygulama alanı kıyıdan uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 16'da sunulmuştur.



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

5.1.4. Yükseklik

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

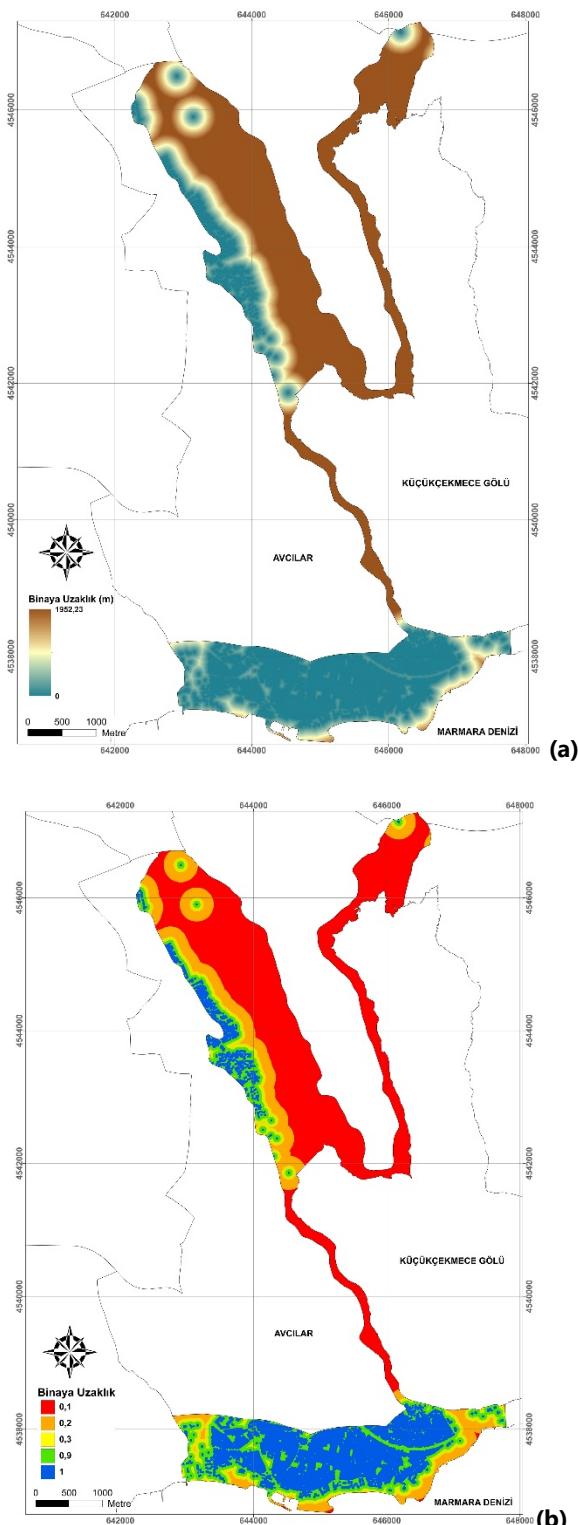


Şekil 17: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2. Tahliye Esnekliği

5.2.1. Binaya Uzaklık

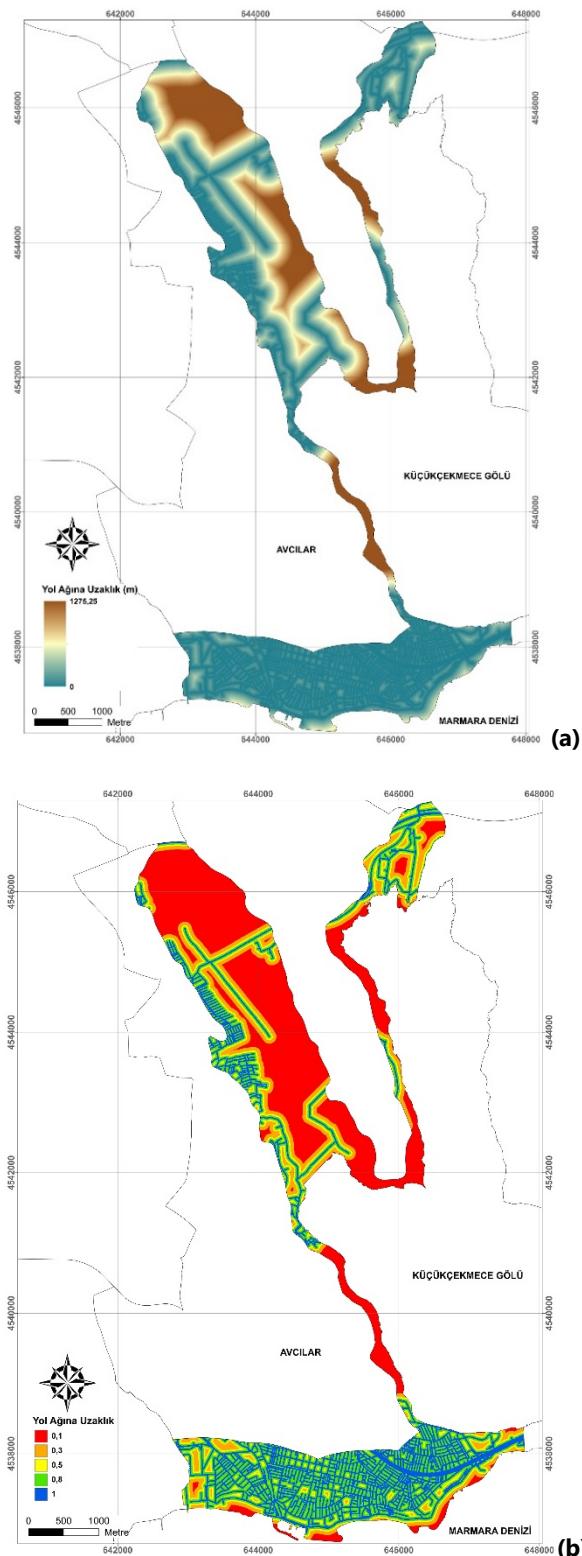
Avcılar ilçesi uygulama alanı binaya uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 9'da sunulmuştur.



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

5.2.2. Yol Ağına Uzaklık

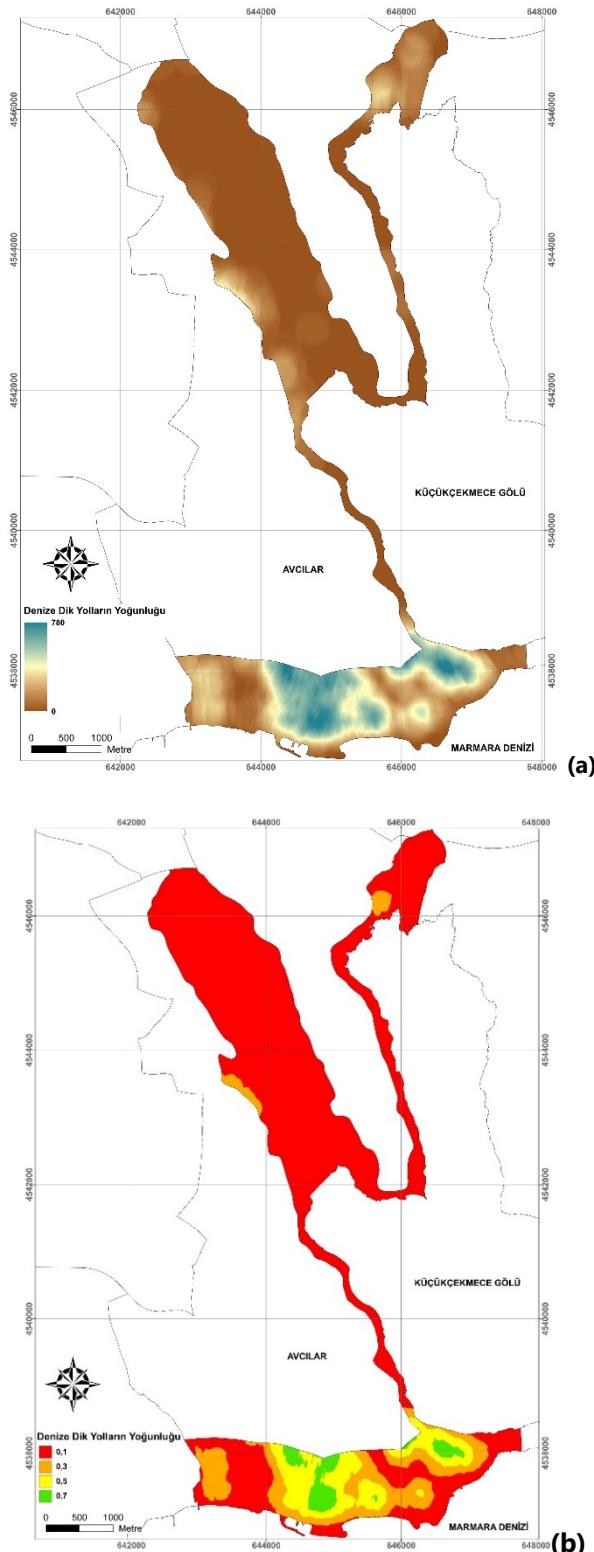
Avcılar ilçesi uygulama alanı yol ağına uzaklık parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 19'da sunulmuştur.



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

5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu

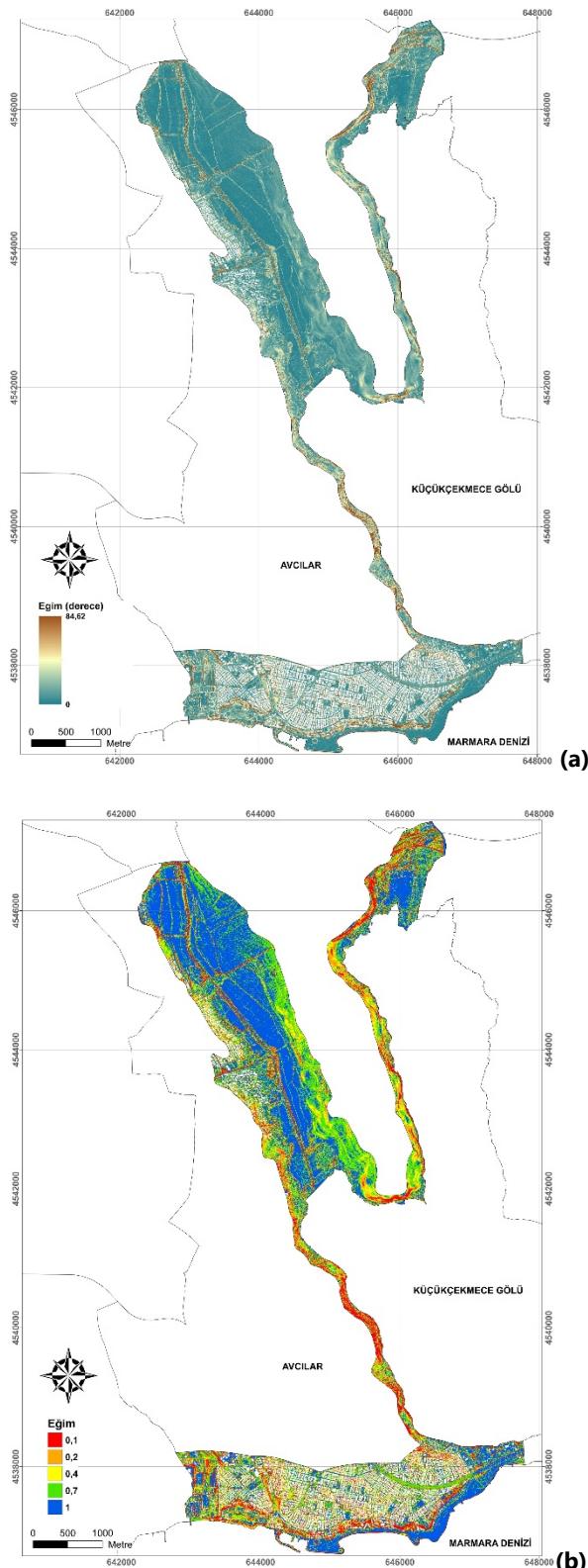
Avcılar ilçesi uygulama alanı denize dik yolların yoğunluğu parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 11'de sunulmuştur.



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

5.2.4. Eğim

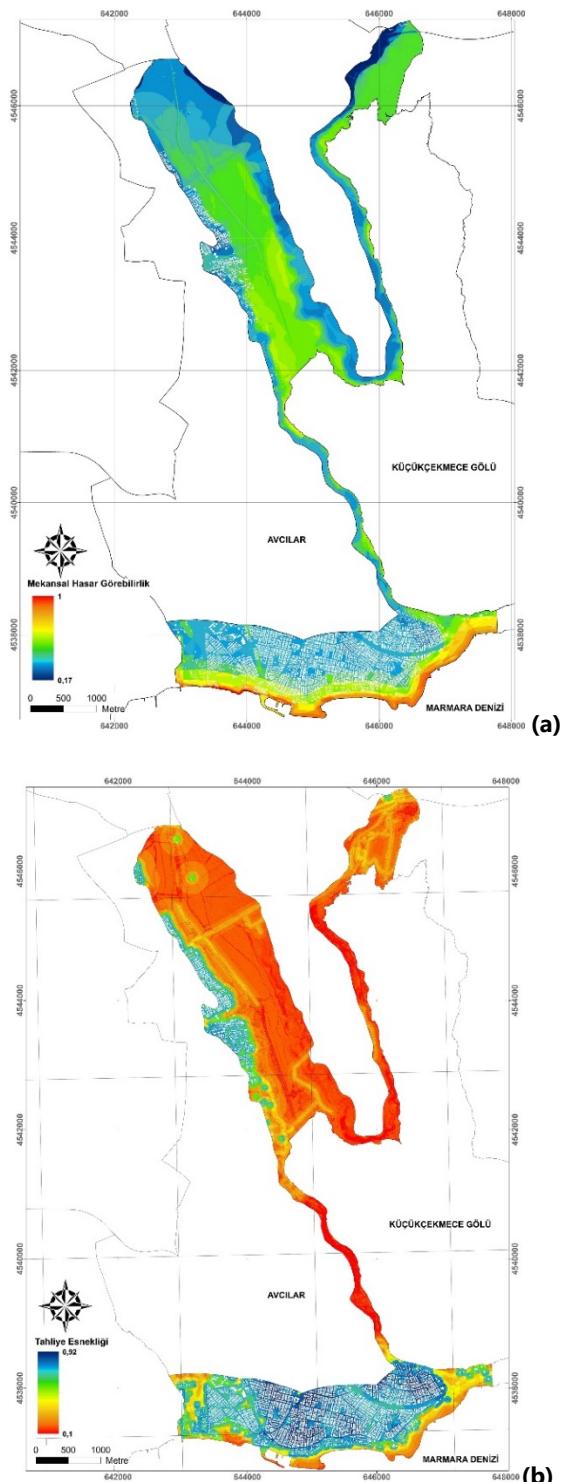
Avcılar ilçesi uygulama alanı eğim parametre ve sınıflandırılmış haritası yukarıda verilen esaslara göre hazırlanmış ve Şekil 21'de sunulmuştur.



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

5.3. Avcılar İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları

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



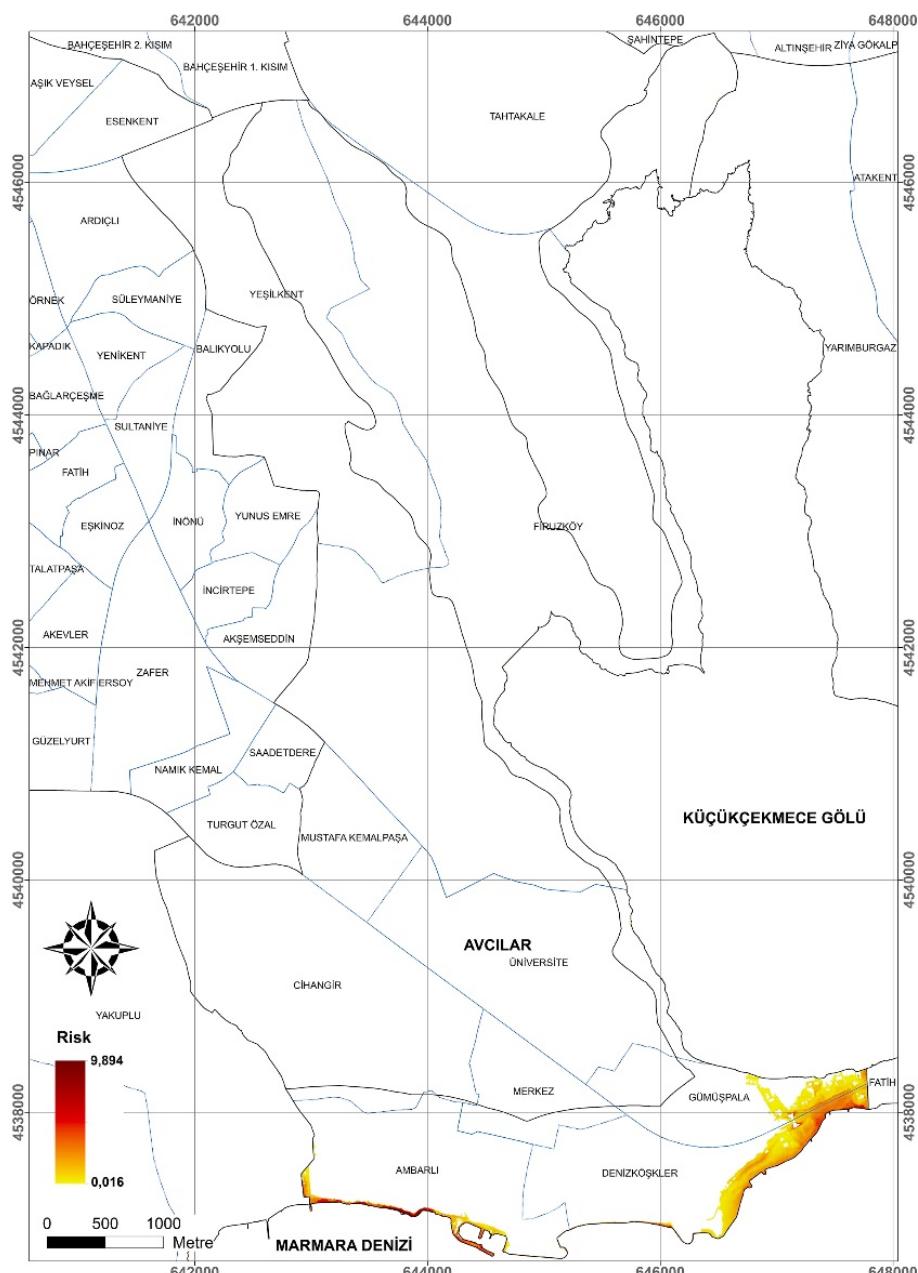
Şekil 22: Avcılar Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası

6. AVCILAR İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ

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

6.1. Avcılar İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası

Avcılar ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 23'te verilmiştir. Bu harita üretilirken Avcılar ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağı olarak CMN tsunami kaynağı kullanılmıştır. Avcılar ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haratasına göre en riskli bölgenin Ambarlı Mahallesi'nin orta ve batı kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeyi Denizköşkler Mahallesi kıyısı ile Ambarlı Mahallesi'nin doğu kıyısı izlemekte ve Gümüşpala Mahallesi'nin güney doğu sınırı da bu bölgeleri takip etmektedir. Avcılar ilçesinde bu üç mahalle dışındaki mahallelerde sismik kaynaklı MeTHuVA riski beklenmemektedir.

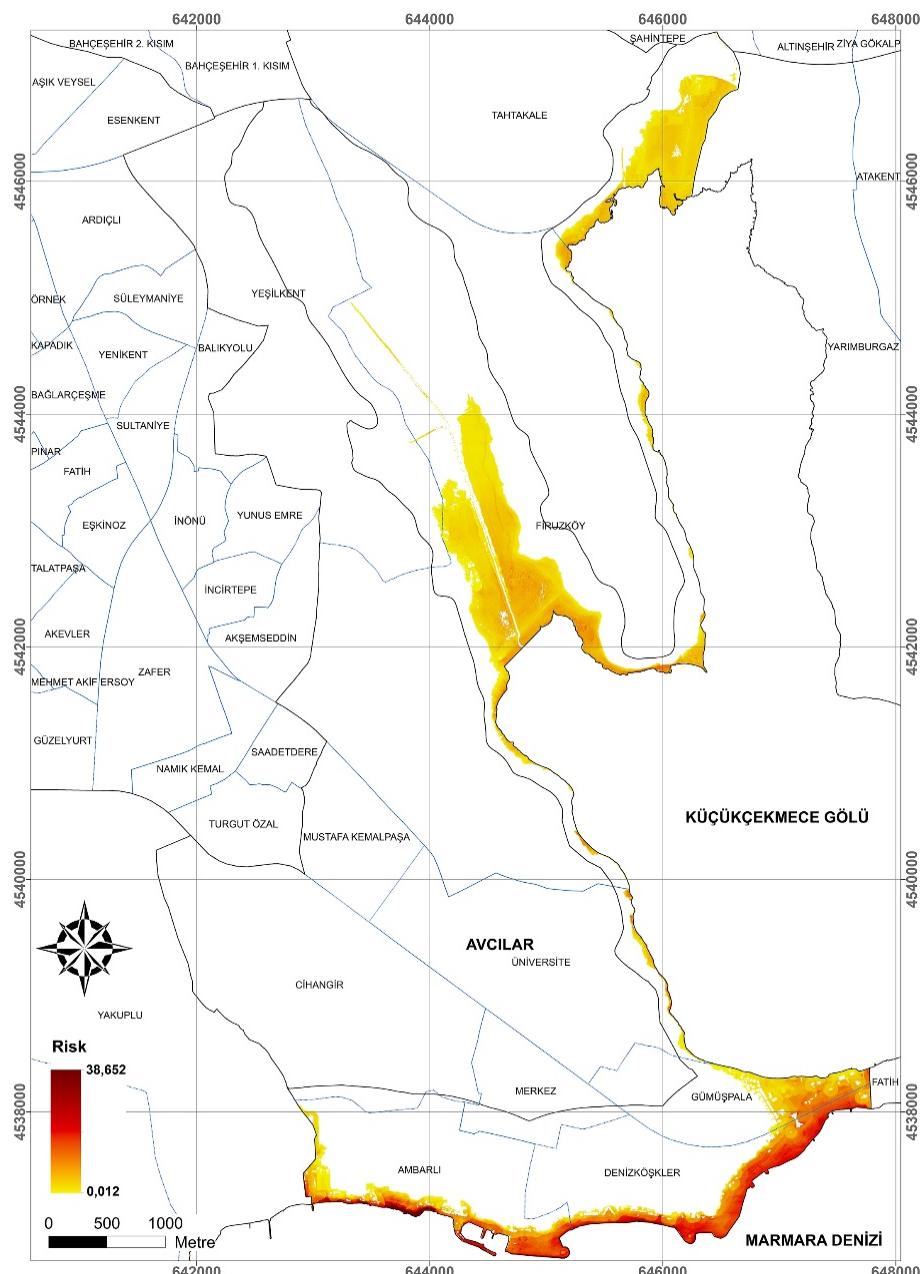


Şekil 23: CMN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

6.2. Avcılar İlçesi Deniz Altı Heyelani Kaynaklı Risk Haritaları

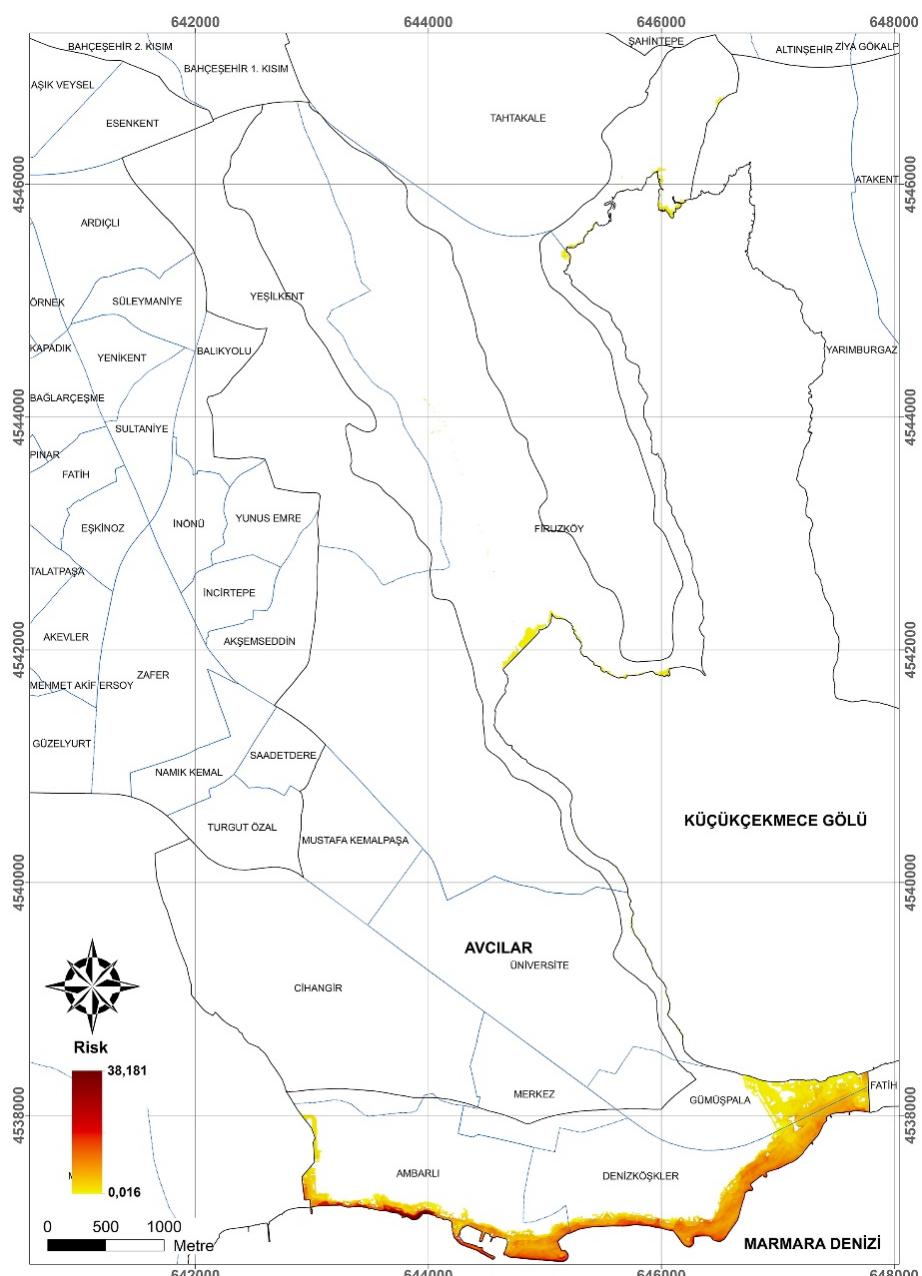
Avcılar ilçesi uygulama alanı için, Büyükçekmece Deniz Altı Heyelani (LSBC) kaynaklı ve Yenikapı Deniz Altı Heyelani (LSY) kaynaklı iki ayrı MeTHuVA risk haritası oluşturulmuştur. Bu haritalar üretilirken Avcılar ilçesi için kritik tsunami kaynakları olarak LSBC ve LSY kullanılmıştır.

Avcılar ilçesi uygulama alanı için, LSBC kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 24'te verilmiştir. Bu risk haritasına göre en riskli bölgelerin Ambarlı Mahallesi'nin orta ve orta-batı kıyısı olduğu öngörülmektedir. Bu bölgeleri Ambarlı Mahallesi'nin doğu ve orta-doğu kıyısı ile Denizköşkler Mahallesi'nin batı ve orta-batı kıyısı takip etmektedir.



Şekil 24: LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

Avcılar ilçesi uygulama alanı için LSY kaynaklı MeTHuVA risk haritası oluşturulmuş ve Şekil 25'de verilmiştir. Bu risk haritasına göre en riskli bölgenin Ambarlı Mahallesi'nin orta ve batı kıyısı olduğu öngörmektedir. Bu bölgeyi Ambarlı Mahallesinin doğu kıyısı ve Denizköşkler Mahallesi'nin batı kıyısı takip etmektedir.



Şekil 25: LSY Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

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

Marmara Denizi’nde sismik aktiviteye bağlı olarak bir tsunaminin Avcılar ilçesi kıyılarındaki etkisi diğer ilçelere göre kıyaslandığında oldukça sınırlıdır. Ancak deniz altı heyelan aktivitesine bağlı olası bir tsunami ile ilçenin Marmara Denizi’ne komşu tüm kıyı şeridi sudan etkileneceği gibi dalgaların, deniz ile gölü ayıran lagünü de aşarak Küçükçekmece Gölü kıyılarında su baskınına neden olabileceği sayısal modelleme çalışmaları ile ortaya koyulmuştur. Her iki senaryoya göre en çok etkilenecek bölgeler Ambarlı ve Denizköşkler sahili ile Gümüşpala Mahallesi’nin doğu kesimi olmaktadır.

İlçenin batı sınırında Ambarlı Dolum Tesisleri’nden başlayarak Küçükçekmece lagün düzüğünne kadarki tüm kıyı şeridi yüksekliği 10-20 m arasında değişen yamaçlardan oluşmaktadır. Bu yamaçlar dalgaların kıyıda ilerlemesini önleyen kıyı duvarı özelliği göstermektedir. Ancak yamaçlarda yer alan birçok işletme ve konut, bu bölgede sıkışarak kabaran dalgalarдан etkilenmektedir. Ambarlı Dolum Tesisleri’nden İDO iskelesine kadarki kısmı yer yer kumsallardan oluşmakta olup doğal yapısını korurken İDO iskelesinden itibaren yamaçların ön kısmı deniz doldurularak oluşturulmuş rekreatif alanlarından oluşmaktadır. Gerek doğal yapıdaki kumsal alanlarında gerekse deniz dolgusu ile kazanılmış rekreatif alanlarında önemli bir yaşama bulunumaktadır. Bu bölgeler açık ve yeşil alanlardan ibaret olup günibirlik amaçları kullanılmaktadır. Bu nedenle söz konusu alanlar için öngörülen riskler kullanım yoğunluğu ve zamanı ile sınırlıdır.

Sahil boyunca hakim yamaçların eğimi Denizköşkler Mahallesi’nin doğusunda hızlıca azalmakta ve göl ile denizi ayıran iç-dış kumsal düzüğü (lagün) ile birleşmektedir. Sismik senaryoya göre oluşabilecek tsunami dalgaları bu düzükte rahatça ilerleyebilmekte, deniz altı heyelanı

senaryosuna göre oluşması beklenen dalgalar ise bu düzlüğü de aşarak göl içeresine ulaşmakta ve kuzeyde Firuzköy ve Tahtakale mahallelerine kadar ilerlemektedir. Ancak Gümüşpala Mahallesi dışındaki göl kıyıları ve kuzeydeki su baskın alanları hâlihazırda aktif olarak kullanımı olmayan alanlardır. Dolayısı ile ilçede morfolojik yapıları gereği dalga etkisine en açık olan ve aynı zamanda yerleşim açısından en yoğun kullanılan bu üç mahalle olası bir tusunamide en büyük etkinin görüleceği yerlerdir.

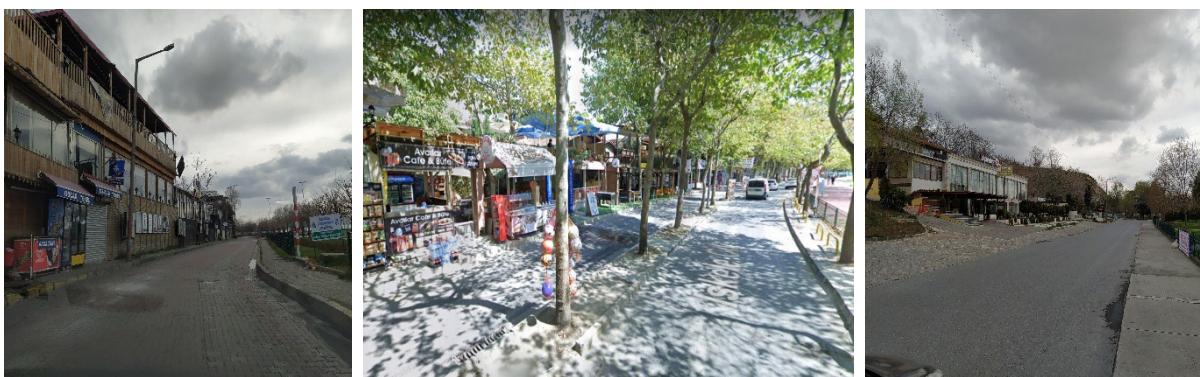
İlçede tüm baskın alanları için tsunami risklerine karşı alınması gereken önlemler devam eden başlıklarda sunulmaktadır. Yukarıda aktarılan özelliklerden dolayı tavsiye edilecek önlemler, Marmara sahil kesimi ve Göl kıyısı olarak iki başlık halinde sunulmuştur. Ayrıca bölgede önemli ve stratejik tesis olarak yer alan Ambarlı Limanı Akaryakıt Dolum Tesisleri'nde alınacak önlemler ayrı bir başlık altında sunulmuştur.

7.1. Marmara Sahil Şeridi Boyunca Alınması Gereken Önlemler

İlçenin Marmara Denizi'ne komşuluğu bulunan ve bu nedenle tsunami etkisine açık iki mahallesi bulunmaktadır. Bunlar Ambarlı ve Denizköşkler mahalleleridir. Sismik etkiye bağlı oluşabilecek tsunami dalgalarının Ambarlı Mahallesi'nde, Balaban mevkii olarak bilinen ve hâlihazırda doğal yapısını koruyan kumsal alanı ile İDO iskelesinin yer aldığı liman içerisinde etkili olacağı, Denizköşkler Mahallesi'nde ise sahil park alanlarının doğu kesimi ve Gümüşpala Mahallesi doğusundaki iç-dış kumsal alanında etkili olacağı görülmektedir. Deniz altı heyelanına bağlı tsunami oluşumunda ise dalga yükseklikleri ve dolayısıyla tsunami etkisinin çok daha yüksek olacağı ve dalgaların tüm kıyı boyunca yamaçlarla beraber Küçükçekmece Gölü kıyılarında etkili olacağı hesaplanmıştır. Tüm kıyı alanları için önerilecek önlemlerin, her iki senaryonun gerçekleşme durumunda da oluşacak riskleri önlemeye yönelik uygulanması gerekecektir. Bu kapsamında bölgenin kendine has bazı özelliklerinden de faydalılarak bazı yapısal önlemlerle birlikte yapısal olmayan önlemlerin alınması riskin azaltılması anlamında uygun olacaktır.

Öncelikle pratikliği ve etkisi açısından en uygun önlem, olası bir tehlike öncesinde kıyı şeridinin hızlıca tahliyesi olacaktır. Bunun için bölge halkın ve sahili kullanan ziyaretçilerin farkındalık düzeylerini artırmayı bilgilendirmelerin yapılması sonrasında ise belirli aralıklar ile bölgede tatbikatların düzenlenmesi gereklidir. Farkındalık düzeyinin artırılması için en etkili yöntemlerden birisi uyarıcı, yönlendirici ve bilgilendirici amaçlar ile hazırlanmış tabelaların bölgeye yerleştirilmesidir. Plaj alanlarında ve sahil yolu üzerinde uygun bölgelere ve sahile ulaşırken 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 gerekiği aktarılmalıdır. Tsunami baskınına karşı en uygun tahliye yöntemi risk bölgesinden yaya olarak gerçekleştirilen yatay veya dikey uzaklaşma yöntemidir. İlçede sahil boyunca kıyıya dik inen birçok cadde ve sokak bulunmaktadır. Bu sokak ve caddeler kıyıya paralel uzanan yamaçlardan aşağı doğru uzanmaları nedeni ile hem yatay hem de düşey tahliye imkânı sağlama özelliğindedir (Şekil 26). Bu nedenle olası bir risk altında bu yolların tamamı tahliye için kullanılabilecek şekilde

hazırlanmalıdır. Bu çerçevede, tehlike durumlarında oluşabilecek panik ortamı düşünülerek konuma bağlı en yakın tahliye koridoruna doğru yönlendirici tabelalar yerleştirilmeli, tahliye koridorları üzerine güvenli bölgeye erişildiğini gösteren işaretler konulmalıdır. Uygun yerlerde zemin ve asfalt kaplamaları renklendirilerek yönlendirmeye yardımcı işaretçiler ile donatılabilir. Tahliye rotalarının oluşturulması aşamasında, sahilin en yoğun şekilde kullanıldığı dönemlerdeki insan yoğunluğuna göre yetersiz olduğu belirlenen bölgelere yeni tahliye koridorları oluşturulmalıdır. Bölgede yerleştirilecek bilgilendirici ve yönlendirici tabela, işaretçi ve panoların istenen amaca ulaşabilmesi için yapımından itibaren sürekli bakım ve onarım işlemlerinin yapılması gereklidir. Ayrıca sahil yolu üzerinde ve gerisinde bulunan 4 ve daha yüksek katlı betonarme yapıların en üst katları dikey tahliye için kullanılabilir. Ancak bölge topografyası nedeni ile dalga tırmanma yükseklikleri ve su baskın mesafeleri göz önünde bulundurulduğunda hızlıca güvenli bölge sınırına gitmek en uygun korunma yöntemi olacaktır.



Şekil 26: Sahile İnen Yatay ve Dikey Tahliye İmkâni Sunan Yollardan Görünüm

Etkin bir tahliyenin gerçekleştirilemesi için sorundan etkilenen tüm paydaşların sürece katılımlarının sağlanması gereklidir. Özellikle yaz aylarında insanların yoğun olarak bulunduğu sahil şeridi boyunca faaliyet gösteren ve konumları itibarıyla en fazla dalga etkisine maruz kalacak günübirlik işletmeler (Şekil 27; restoran, kafeterya vb.) ve su baskın mesafesi içerisinde ikamet eden konut sahipleri konunun en önemli paydaşları olacaktır.



Şekil 27: Sahil Yolu Üzerinde Bulunan ve Direk Dalga Etkisine Açık Konumdaki İşletmelerden Bazıları

Tsunami riskini azaltmak ve tsunami etkisinden korunmak için etkin yöntemlerden biri olan halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları dışında tsunami akıntı hızı ve taşıdığı birikinti (moloz, enkaz vb.) etkisini azaltarak olası yapısal riskleri azaltabilecek birtakım uygulamalar da bulunmaktadır.

Bu uygulamalar her ne kadar bölgede oluşabilecek deniz altı heyelanına bağlı dalgaları tamamen durdurabilecek çalışmalar olmasa da sismik etkiye bağlı ve benzeri ölçekteki dalgaların önlenmesi veya etkisinin azaltılması için gerekli incelemeler (ilçe belediyesi katılımı ile imar planları ve arka alan kullanıcıları ve paydaşların görüşleri dikkate alınarak, yüksek çözünürlükle yapıya yönelik özel modelleme) yapılarak düşünülmelidir. Bunlardan ilki deniz kıyısındaki kaya dolgu alanlarının yükseltilmesi çalışmasıdır. Sahil park alanlarının deniz kıyısındaki kaya dolgular (Şekil 28) uygun kotlarda yükseltililebilir. Bu çalışmalar yapılırken kullanılan kaya ve beton malzemenin dalga etkisi ile kıyı içeresine sürüklenmesini önlerecek dayanım ve ağırlıklarda tasarlanması önemlidir.



Şekil 28: Sahile Kıyısı Boyunca Gözlenen Kıyı Koruma Amaçlı Kaya Dolgular

Tsunami etkisini azaltabilecek bir diğer uygulama ise uygun türde bitkilerden seçiliip uygun sıklıkta yerleştirilerek yeşil kuşak alanlarının oluşturulmasıdır. Özellikle Denizköşkler Mahallesi sahilindeki dolgu alanları ve lagün alanın deniz tarafı (dış kumsal) bu uygulama için uygun yerlerdir. Hali hazırda bu alanlarda seyrek de olsa peyzaj amaçlı ağaçlandırma çalışmaları yapılmış bölgeler bulunmaktadır. Ancak mevcut ağaçlar gerek sıklıkları gerekse dayanımları itibarıyla amaca uygun olmadığından bu alanlarda tsunami etkisine karşı dayanım gösterebilecek özellikle bitkilerle sıklaştırma veya yeniden düzenleme yapılması uygulanabilir (Şekil 29).



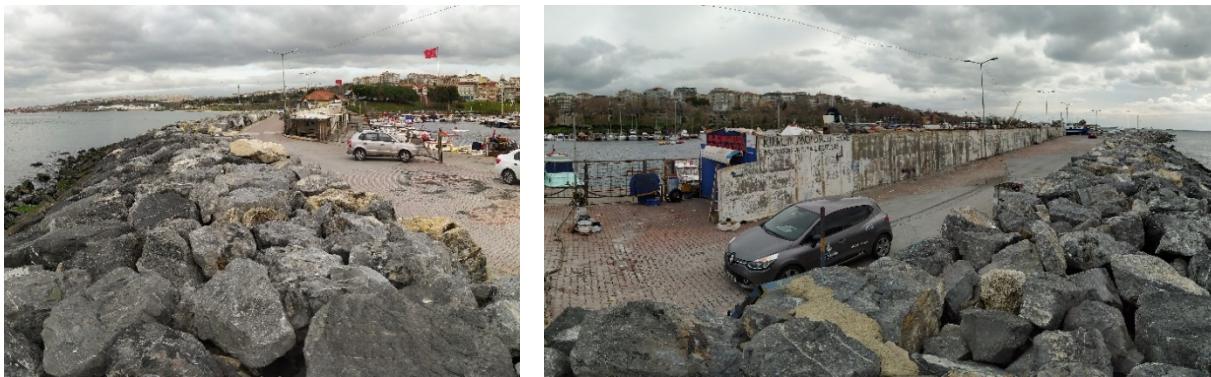
Şekil 29: Uygun Bitkiler İle “Yeşil Kuşak Bariyeri” Oluşturmaya Müsait Sahil Park Alanlarından Örnek

Bölgede kullanılabilecek ve geliştirilebilecek bir diğer önlem ise site ön duvarlarıdır. Sahil yolu üzeri ve gerisindeki yamaçlarda kurulmuş yapıları sahil yolundan ayıran ortalama 3-5 m yüksekliğinde duvar yapıları bulunmaktadır. Bu duvarların yükseklikleri ve dayanımlarının tsunami etkisine karşı koyabilecek şekilde yeniden düzenlenmesi halinde birçok yapının tsunami dalgasına maruz kalmasına engel olabilecek veya hasar durumunun azaltılmasına katkı sağlayabilecektir (Şekil 30).



Şekil 30:Yamaçlarda Yerleşmiş Yapıları Sahil Yolundan Ayıran Duvarlardan Bazıları

Bir diğer yapısal önlem ise İDO iskelesi mendirek kaya dolgu yapısının ve liman içinde yer alan koruma duvarlarının kret kotlarının yükseltilmesi olacaktır (Şekil 31). Mevcut durumda mendirek yapısındaki kayalar ve iç duvarlar yıpranmış ve yer yer deform olmuş niteliktedir. Bu hali ile su etkisine bağlı sürüklenecek kıyıya kadar savrulacak bloklar olabilir. Dolayısı ile yapılacak bir düzenlemede hareket etmesi olası bu tür bloklar sıkıştırılmalı veya değiştirilmeli bu aşamada mümkün olduğunda kret kotlar yükseltilerek liman içi ve gerisinin güvenlik seviyesi arttırmaya çalışılmalıdır. Ayrıca liman görevlilerine ve barınağı kullanan tüm personele tehlike durumunda liman içinde oluşabilecek olaylar ve buna karşı yapılması gereken önlemler hakkında eğitimler verilmeli, kıyıya sürüklenecek ağır hasarlar oluşturabilecek büyük gemilerin limandan çıkartılıp uygun su derinliğine ulaşmasını sağlayacak tedbirler planlanmalıdır.



Şekil 31: Ambarlı İDO Limanı ve Balıkçı Barınağı

7.2. Göl Kıyısı Boyunca Alınması Gerekli Önlemler

Deniz altı heyelanına bağlı olarak oluşabilecek bir tsunamiye dalgaların Küçükçekmece Gölü içerisinde ilerleyerek başta Gümüşpala Mahallesi olmak üzere, Üniversite, Firuzköy, Yeşilkent ve Tahtakale mahallelerinin göl kıyılarında etkili olması beklenmektedir. Yeşilkent ve Firuzköy mahallelerinde az sayıda yapı kısmen sudan etkilenirken, Üniversite ve Tahtakale mahallelerinde su baskınına maruz kalacak herhangi bir yapı bulunmamaktadır. Bu nedenle söz konusu alanlar için önerilecek önlem halkın risk durumunda nasıl davranışacakları konusunda bilinçlendirilmesi çalışması olmalıdır. Bu alanlar aynı zamanda dere taşın alanları niteliğinde olduğu için bu bölgelerin yapışmaya açılmaması olası risklerin doğmadan engellenmesi açısından son derece önemlidir (Şekil 32).



Şekil 32: Firuzköy ve Tahtakale Mahallelerindeki Su Baskın Alanları

Göle sınırı olup baskından en fazla etkilenenecek mahalle ise Gümüşpala'nın doğusudur (Şekil 33). Gümüşpala Mahallesi'ni etkisi altına alacak dalgaların hâkim geliş yönü Marmara Denizi olacağinden alınacak önlemlerin de öncelikle deniz tarafından başlaması uygun olacaktır. Bu kapsamında öncelikle bir önceki başlıkta anlatılan halkın bilinçlendirilmesi ve tahliye rotalarının

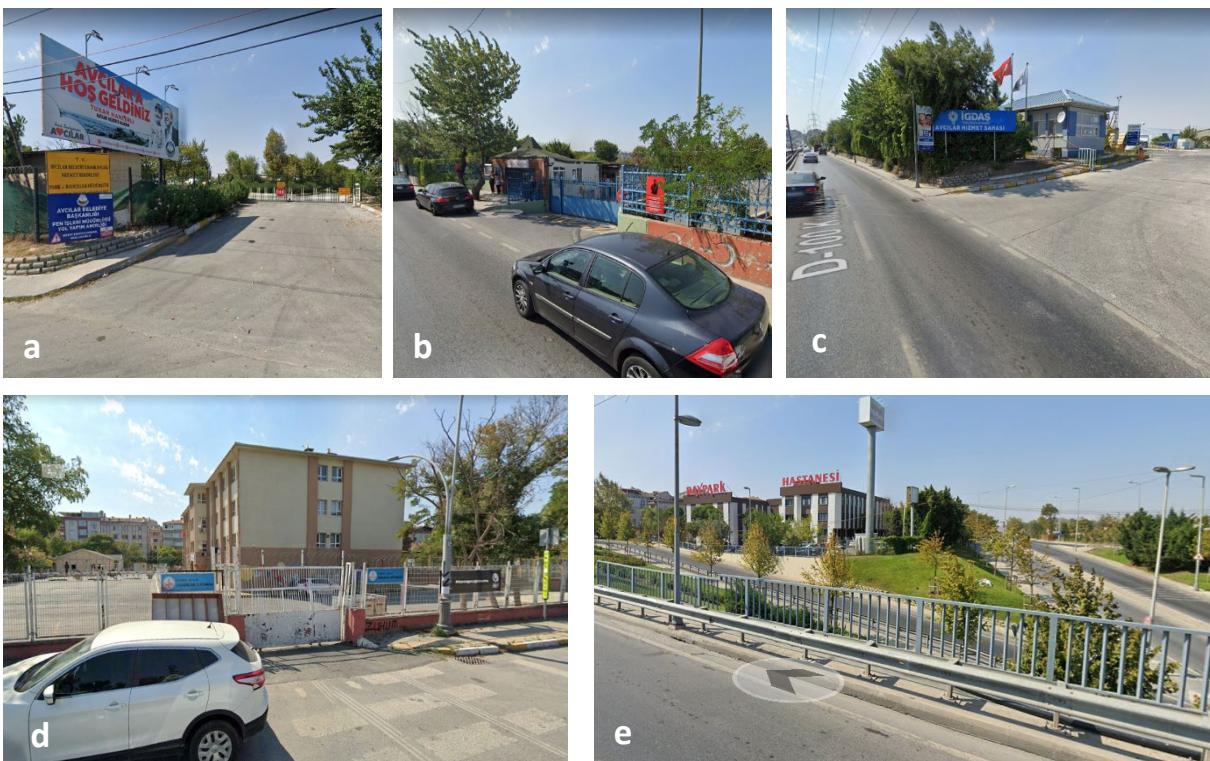
oluşturulması çalışmaları bu bölge için de aynen uygulanmalıdır. Ayrıca lagün dış kumsal kesiminde (deniz tarafından park alanında) yeşil kuşak oluşturulması da faydalı olacaktır (Şekil 34). Ancak bu önlemler bölgedeki riski tamamen ortadan kaldırmak için yeterli olmayacağından emin olmak gereklidir. Bölgenin arazi kullanım dağılımına bakıldığından karadaki en yüksek akım derinliği değerlerinin görüldüğü bölgelerin büyük kısmının kamu kurumları tarafından kullanıldığı ve bu alanlara kritik öneme sahip tesislerin konumlandırıldığı, konut alanlarının ise akım derinliklerinin nispeten azaldığı sınır alanlarında kümelendiği görülmektedir. Park ve yeşil alan olarak ayrılmış deniz tarafından tek kritik tesis İSKİ'ye ait Atık Su Ön Arıtma Tesisi'dir (Şekil 34). Göl tarafında kalan bölümde ise Türkiye Cumhuriyeti Millî Savunma Bakanlığı'na (MSB) ait Askerlik Şubesi, İGDAŞ (İstanbul Gaz Dağıtım Sanayii ve Ticaret A.Ş.) Hizmet Alanı ve Depoları, Avcılar Belediyesi'ne ait birçok hizmet biriminin şantiye ve malzeme depolama sahaları, Türkiye Cumhuriyeti Millî Eğitim Bakanlığı'na (MEB) ait ilk ve orta öğretim kurumları ve hastane gibi kritik öneme sahip birçok yapı yer almaktadır (Şekil 35). Aynı zamanda kent için son derece önemli lojistik ve ulaşım güzergâhlarından olan E-5 Karayolu, Gümüşpala ve Denizköşkler mahalle sınırını oluşturacak şekilde lagün boyunca uzanmaktadır. Tsunami etkisi altında kalacak söz konusu kamu tesislerinin daha güvenli alanlara taşınması makul bir öneri olacaktır. Ancak bu mümkün değil ise güvenliklerinin sağlanması gerekecektir. Bu nedenle gerek ulaşım aksının güvenliğinin sağlanması gereksiz göl tarafında kurulu kritik tesislerin risk altında kalmaması için önerilebilecek kapsamlı yapısal önlemlerden biri E-5 Karayolu kordonun, batı kısmında yan yol ile arasında uygulandığı şekilde yükseltilmesi olacaktır (Şekil 36a). Otoyol güzergâhi boyunca su yüksekliklerinin en fazla 7-8 m seviyesinde olacağı hesaplanmaktadır. Yolun bu düzeyde yükseltilmemesi durumunda yolun her iki tarafına duvar yapımı önerilir. Bu duvarların aynı zamanda ses ve emisyon yalıtımı amacıyla da kullanılabilicektir. Bu türden bir yapısal önlemin maliyeti ve uygulanabilirliği düşünüldüğünde elbette fayda zarar analizlerinin de yapılması, alternatif çözüm önerilerinin geliştirilmesi de gündeme gelecektir. Ancak deniz altı heyelanı senaryosuna göre daha iyimser olan sismik senaryoda dahi bahsedilen kamusal tesislerin su baskınına maruz kalacağı ve ciddi hasarlar oluşabileceği gözden kaçırılmamalıdır.



Şekil 33: Gümüşpala ve Denizköşkler Mahallelerinin Doğusu ve Bu Mahalleleri Ayıran E-5 Karayolu



Şekil 34: Dış Kumsalda Yer Alan İSKİ Arıtma Tesisleri ve Doğu Sınırındaki Yeşil Kuşak Uygulamasına Uygun Sahil Park Alanı



Şekil 35: İç Kumsalda Yer Alan Kurumlar a) Belediye Birimleri, b) MSB Askerlik Şubesi, c) İGDAŞ, d) İlk ve Ortaokul Alanı, e) Hastane

İç kumsal üzerinde (göl tarafında) yer alan bu tesislerin korunması adına önerilebilecek alternatif bir diğer önlem ise, bu tesisler ile E-5 Karayolu yan yol üzerindeki çevre güvenlik duvarlarının uygun kotlarda yükseltilerek yeniden düzenlenmesi olacaktır (Şekil 36b). Bu öneri sadece tesislerin güvenliğini sağlayacak olup E-5 Karayolu geçiş güvenliğini sağlamamaktadır.

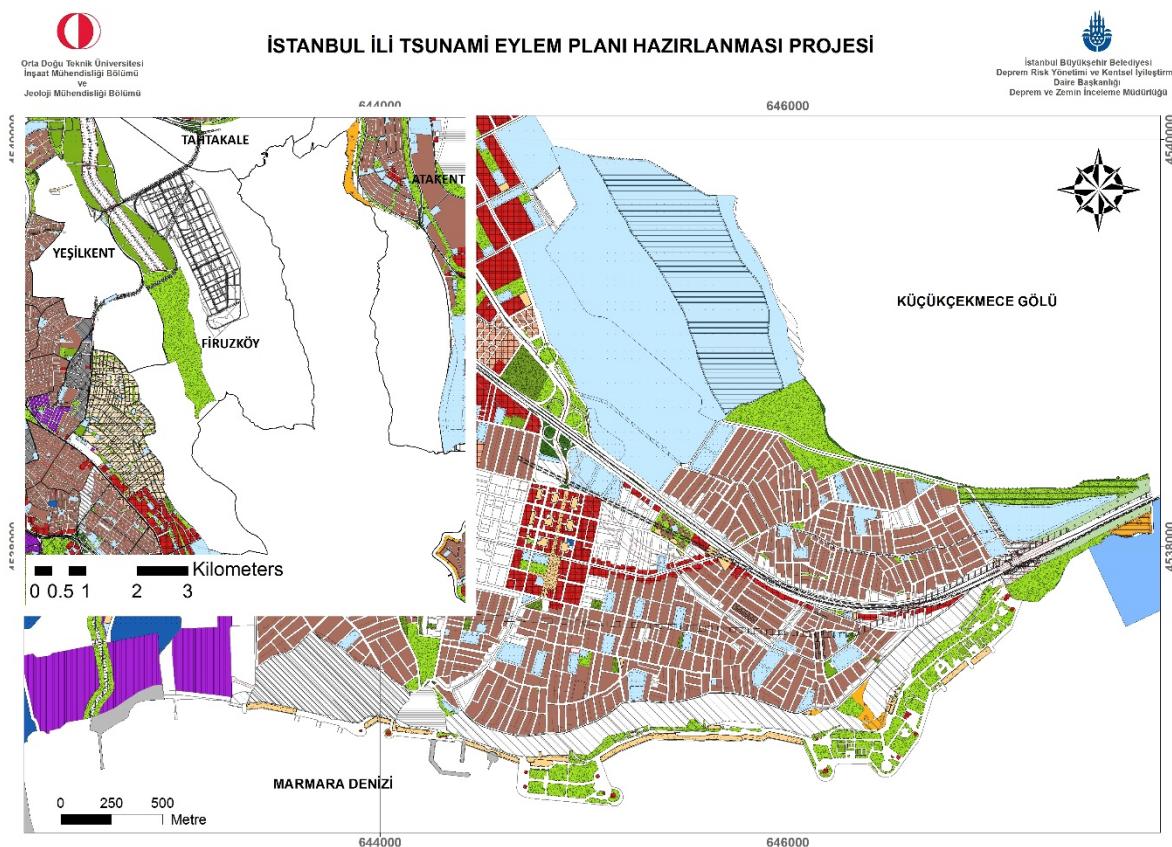


Şekil 36: a) E-5 Karayolunun Lagün Geçişi Batısında Yan Yol ile Arasında Uygulanan Yükseltme İşlemi, b) E-5 Karayolu ile Kamusal Kullanım Alanlarını Ayıran Çevre Güvenlik Duvarları

Kamu tesislerinin ve kıyı park alanlarının korunması için alınabilecek bu önlemlerin yanında sahanın hızlıca tahliyesi de gereklidir. Ancak gerek tahliye yollarının uzaklığı gerekse tahliye için öngörülen sürelerin sınırlı olması nedeni ile lagün sahasının tahliyesi için yeterli süre bulunamayabilir. Bu nedenle alan içeresine, ilçe belediyesi ve ilgili paydaşların görüşleri dikkate alınarak dikey tahliyeye uygun yapılar tesis edilmesi veya mevcut kamu yapılarının varsa 3. ve 4. katlarının kullanılması düşünülebilir. Ayrıca, E-5 Karayolu lagün geçisi üzerinde uygun görülecek noktalara hem iç-dış kumsal geçişini sağlayacak hem de tehlike durumlarında dikey tahliye alanı olarak kullanılabilecek şekilde üst geçitler yerleştirilebilir. Dikey tahliye için düşünülecek bu tür yapıların alandaki insan yoğunluğunu karşılayabilecek genişlikte aynı zamanda tsunami yüklerine ve lokal zemin problemlerine karşı dirençli olacak şekilde tasarlanması gereklidir. Bu bölgede görev yapan çalışanların ve park alanlarını kullanan ziyaretçilerin tehlike durumlarında nasıl davranışları gerektiği konusunda bilinçlendirilmesi için eğitim ve tatbikat faaliyetleri yürütülmelidir. Bu eğitim ve tatbikat faaliyetleri bölgede yer alan hastane ve okullar için uygun içeriklerde hazırlanmalı ve yürütülmelidir.

7.3. Mekânsal Planlama Çalışmaları

Ambarlı ve Denizköşkler mahallelerinin Marmara Denizi'ne bakan yamaçları ile Gümüşpala, Üniversite ve Firuzköy mahallelerinin göle bakan yamaçları aktif ve potansiyel heyelan sahaları olması nedeni ile bu bölgelerde yapışma diğer alanlara kıyasla oldukça sınırlıdır. Akaryakıt dolum tesisleri ile İDO Limanı arasında kalan bölge aktif heyelan sahası olması nedeniyle afet bölgesi ilan edilmiş olup yapışmaya kapatılmıştır. Bölge yamaçlarındaki duraylılık sorunları nedeni ile 1/5000 ölçekli N.İ. Planı ve 1/1.000 ölçekli U.İ. Planında bu yamaçlar jeolojik sakıncılı alanlar olarak gösterilmiştir. Yamaç önü sahil dolgu alanları "Günübirlilik Tesis Alanları, Doğal Sit Alanları, Açık ve Yeşil Alanlar" olarak planlanırken, sahil dolgusu dışındaki doğal alanlar "Kumsal ve Plaj Alanları ile Koruma Alanları" olarak planlanmıştır (Şekil 37).



Şekil 37: Avcılar İlçesi 1/1.000 ölçekli Nazım İmar Planı

Bölgelinin tsunami etkisi dışında deprem, heyelan, sivilaşma, zemin büyütmesi gibi sorunları da düşünüldüğünde söz konusu planlara uygun şekilde yapışmanın azaltılarak bölgdedeki yoğunluğun azaltılmasına yönelik tasarlanacak bölgesel dönüşüm projeleri ile olası risklerin en aza indirilmesi sağlanabilir. Bu tür çalışmalar afet odaklı planlama ile risklerin azaltılması açısından alınmış son derece önemli kararlar olacaktır. Bu kararların ivedilikle hayatı geçirilmesi olası tsunami afetine karşı bölgede alınması önerilen önlem gereksinimini de ciddi oranda azaltacaktır. Bununla beraber kıyı kullanımlarının sınırlı şekilde günibirlik tesisler ile kullanılmasının düşünülmesi durumunda, mevcut riskleri azaltmak amacıyla su basma seviyelerine göre ve tsunami yüklerini karşılayacak dayanıma sahip yapı tasarımlarını sağlayacak plan notları planlara eklenmelidir.

7.4. Kritik ve Stratejik Yapılar İçin Alınması Gerekli Önlemler

İlçe içinde yer alan Ambarlı Termik Santral ve Akaryakıt Dolum Tesisleri; yakıt tankları ve elektrik santrali barındırması nedeni ile mutlak şekilde tsunami etkisinden korunması gereklidir (Şekil 38). Ancak bölgede yer alan en özellikle işletme olması nedeni ile bu alan için yapılabilecek tüm önlem ve önerilerin tesis yönetiminde görevli uzmanlar ile birlikte belirlenmesi gereklidir. Söz konusu alanın bir kısmı da Beylikdüzü Belediyesi sınırları içerisinde kaldığından yapılacak çalışmalar tüm paydaşlar ile koordinasyon içerisinde yürütülmelidir.



Şekil 38: Ambarlı Termik Santrali ve Akaryakıt Dolum Tesisleri

7.5. Avcılar İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi

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

Avcılar ilçesinin Marmara Denizi kıyısının diğer ilçelere oranla kısa olması ve morfolojik yapısı dolayısıyla, Marmara Denizi'nde sismik aktiviteye bağlı olacak bir tsunaminin Avcılar ilçesi kıyılarındaki etkisi görece sınırlıdır. Bununla birlikte deniz altı heyelan aktivitesine bağlı olası bir tsunamiide dalgaların, deniz ile gölü ayıran lagünü de aşarak Küçükçekmece Gölü kıyılarında su baskınına neden olabileceği tespit edilmiştir. Her iki senaryoya göre en çok etkilenecek bölgeler Ambarlı ve Denizköşkler sahili ile Gümüşpala Mahallesi'nin doğu kesimi olmaktadır.

İlçe kıyı şeridi boyunca çeşitli mekansal kullanım türleri görülmektedir. Yamaç kesimlerinde birçok işletme ve konut yer alırken, kıyıda İDO'ya ait deniz iskelesi, rekreasyon alanları ve Ambarlı Dolum Tesisleri gibi farklı nitelikte fonksiyonlara rastlanmaktadır. Dolayısıyla ilçe genelinde kısa bir kıyı şeridi olmasına rağmen içerdeği kullanım çeşitliliği itibariyle, geliştirilecek önlem ve eylemlerin de farklılaşması gerekmektedir.

Sahil boyunca etkili olacak tsunami dalgalarının yaratacağı olası kayıpların minimuma indirilmesinde en etkin yaklaşımın tahliye kapasitesinin artırılması olacağı öngörmektedir. Özellikle rekreasyon alanlarının yoğun olduğu kesimlerde, uygun yönlendirme ve sahil düzenleme uygulamaları ile bu kapasitenin artırılması mümkün gözükmektedir. Ayrıca bu eylemlerle eşgüdümü olarak bölgeyi kullanan vatandaşların bilgilendirilmesi ve konuya ilgili farkındalık oluşturacak eğitim faaliyetlerinin bölgede yer alan işletme sahiplerini de katarak yürütülmesi tahliye esnekliğinin artırılmasında önemli rol oynayacaktır. Buna ek olarak rekreasyon alanlarında yer alan boşluklarda uygun ağaçlandırma yöntemleri tercih edilerek tsunami dalgalarının hızı belirgin bir miktarda azaltılabilir. Sahil ve yamaç kesimlerinde yer alan birtakım istinat duvarları ise tsunamiye dayanıklı hale getirilerek dalgaların yamaç boyunca tırmanması ve yamaçlarda yer alan konut ve işletmelerin zarar görmesi önlenebilir. Sahil kesiminde alınabilecek diğer yapısal önlem, balıkçı barınağı ve İDO iskelesinin yer aldığı limanda liman güvenliği sağlayacak önlemlerin alınması, bölgeyi kullanan personel ve kaptanların tehlike durumlarında nasıl davranışları gerektiği ile ilgili eğitimlerin düzenlenmesi olacaktır.

İlçe sınırları içinde yer alan Ambarlı Dolum Tesisleri ise stratejik ve kritik yapısı itibariyle spesifik bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Hem tesis yönetimi hem de ilgili tüm kamu kurumlarıyla eşğedium içinde bir önlem paketi geliştirilerek tesisin tsunami dalgalarından tamamen etkilenmemesini sağlayacak uygulamalar hayata geçirilmelidir.

Avcılar ilçesi için daha büyük kayba neden olabilecek senaryo ise heyelan bazlı tsunaminin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu durumda tsunami baskın dalgaları E-5 Karayolu hattını aşarak gölün içine girmekte ve göl kıyıları boyunca etki gösterebilmektedir. Bu durumda İstanbul'un en kritik ulaşım aksslardan biri olan E-5 Karayolunun zarar görmesi ve ulaşımın ölçüde zarar görmesi olasıdır. Buna ek olarak yoluuz kuzey kısmında yer alan bölgedeki hastane ve okul gibi kritik kamu tesislerinin tsunami dalgalarının etkisine maruz kalacağı hesaplanmıştır. Bu nedenle gerek ulaşım aksının güvenliğinin sağlanması gerekse göl tarafında kurulu kritik tesislerin

risk altında kalmaması için önerilebilecek kapsamlı yapısal önlemlerden biri E-5 Karayolu kotunun, batı kısmında yan yol ile arasında uygulandığı şekilde yükseltilmesi olacaktır. Bunun mümkün olmaması durumunda ise hem yol aksı boyunca, hem de kamu tesislerinin çeperinde güvenliği sağlayacak duvarların inşa edilmesi düşünülebilir. Bu tip kritik yapısal önlemlerin yine çok paydaşlı ve detaylı analizler doğrultusunda fayda-zarar değerlendirmesi de yapılarak hayatı geçirilmesi önerilmektedir.

Avcılar ilçesinin bir diğer kritik özelliği tsunami dışında da muhtelif doğal tehlikelere maruz bir alan üzerinde kurulu olmasıdır. Deprem, heyelan, sivilaşma, zemin büyütmesi gibi tehlikeler düşünüldüğünde söz konusu bölgenin mekânsal planlarının çoklu tehlikelerden doğacak riski azaltacak şekilde ve yapı ölçüğinde değil, bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak revize edilmesinde büyük fayda görülmektedir.

Sonuç itibariyle 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 baskınının etkin olmadığı güvenli bölgelere ulaşımının sağlanması olmalıdır. Ayrıca, sahil boyunca yapılacak kıyı şeridi düzenlemeleri, ağaçlandırma, yönlendirici tabelaların eklenmesi gibi uygulamaların yanında, toplumun da etkin katılımının sağlandığı bilinçlendirme ve farkındalık faaliyetlerinin hayatı geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Tüm bu çalışmalarda risk azaltmaya yönelik eylemlerin başta İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyesi olmak üzere ilgili tüm paydaş kurum ve kuruluşların katılımı ve bir seferberlik bilinciyle sorumluluk yüklenmesi gerek alınan önlemlerin etkinliği, gerekse bu önlemlerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

9. KAYNAKÇA

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

