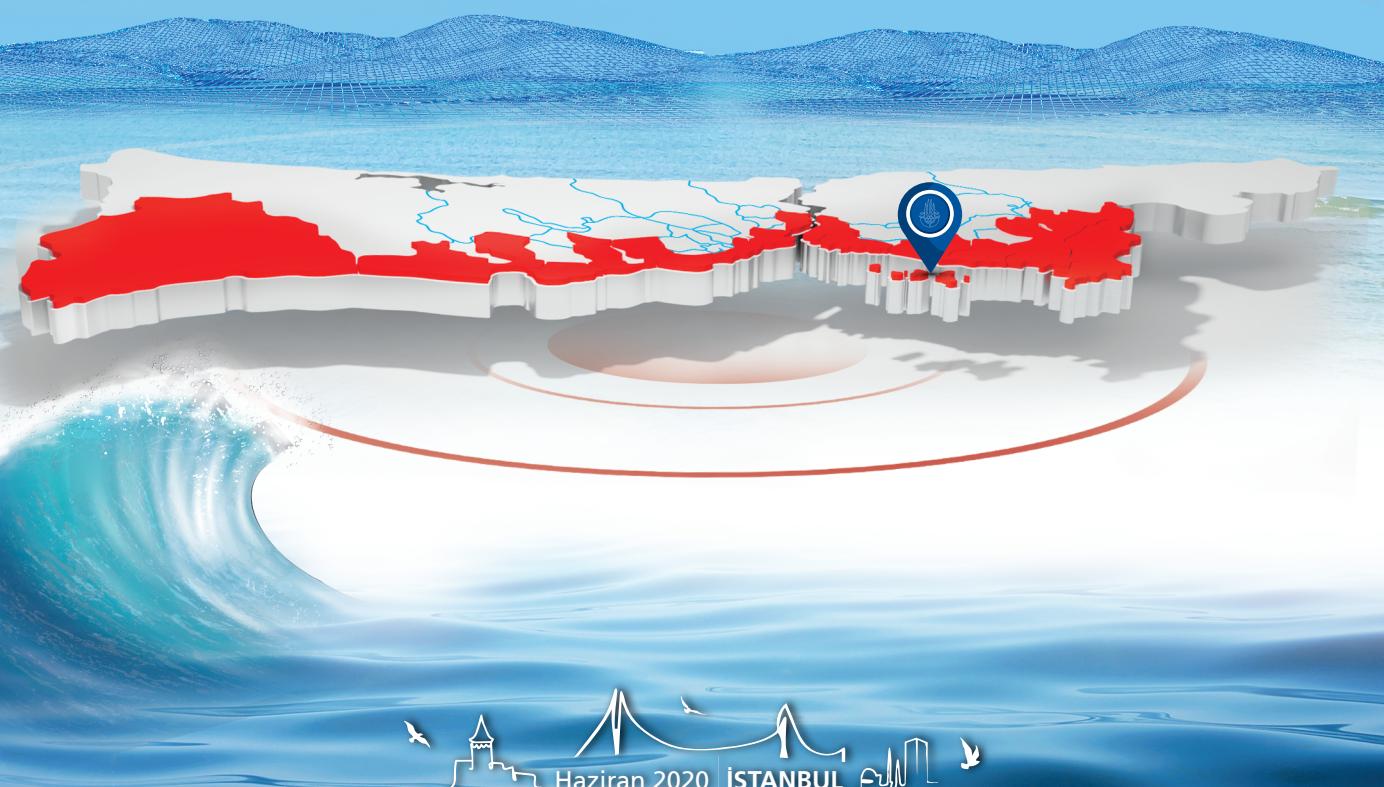




ADALAR

TSUNAMI RİSK ANALİZİ ve EYLEM PLANI KİTAPÇIĞI



Haziran 2020 İSTANBUL



**iSTANBUL
SENİN**



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

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

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

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

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

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

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

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

Jeoloji Müh. Sema KARA

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

Jeoloji Müh. Evrens Rıza YAPAR

Jeofizik Müh. Özge UZUNKOL

Jeoloji Müh. Ahmet TARİH

Dr. Emin Yahya MENTEŞE (Md. Yrd.)

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

Dr. Tayfun KAHRAMAN (Daire Başkanı)



Kıymetli Hemşehrilerim;

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

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

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

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

Saygılarımla,

Ekrem İMAMOĞLU

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı

İçindekiler

Şekiller	2
Tablolar.....	3
1. GİRİŞ	4
2. TSUNAMİ TEHLİKESİ	6
3. KAPSAM VE YÖNTEM	7
4. ADALAR İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ	11
4.1. Adalar İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası	11
4.2. Adalar İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları.....	14
5. ADALAR İLÇESİ METHUVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ	18
5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik.....	18
5.1.1. Jeoloji.....	18
5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu	19
5.1.3. Kiyidan Uzaklık	20
5.1.4. Yükseklik.....	21
5.2. Tahliye Esnekliği	22
5.2.1. Binaya Uzaklık.....	22
5.2.2. Yol Ağına Uzaklık	23
5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu.....	24
5.2.4. Eğim	25
5.3. Adalar İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları.....	26
6. ADALAR İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ.....	28
6.1. Adalar İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası.....	28
6.2. Adalar İlçesi Deniz Altı Heyelanı Kaynaklı Risk Haritaları.....	28
7. ADALAR İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI	30
7.1. Tsunami Riskinin Azaltılmasına Yönelik Alınması Gerekli Önlemler	30
7.2. Adalar İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi.....	32
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	33

9. KAYNAKÇA.....34

EK-135

Şekiller

Şekil 1: Tsunamilerin a) Oluşum, b) Ayrılma, c) Yayılma ve Yükselme İle d) Karada İlerlemesi Aşamalarının Şematik Gösterimi	6
Şekil 2: Tsunami Parametrelerini Anlatan Temsili Çizim (Kaynak: UNESCO-IOC, 2014).....	6
Şekil 3: METHUVA Analizi Akış Diyagramı.....	9
Şekil 4: METHUVA Analizi Bileşenleri.....	9
Şekil 5: PIN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası.....	11
Şekil 6: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (PIN).....	12
Şekil 7: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (PIN).....	14
Şekil 8: LSY ve LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası.....	14
Şekil 9: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSY/LSBC)	15
Şekil 10: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSY/LSBC).....	16
Şekil 11: Jeoloji Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	19
Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	20
Şekil 13: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	21
Şekil 14: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası.....	22
Şekil 15: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	23
Şekil 16: a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	24
Şekil 17: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası.....	25
Şekil 18: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası	26
Şekil 19: Adalar Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası b) Tahliye Esnekliği Haritası.....	27
Şekil 20: PIN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	28
Şekil 21: LSY ve LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası	29
Şekil 22: Adalarda Arazi Kullanım Durumları ve Morfolojik Yapı, a) Büyükkada Güneyi, b) Heybeliada Yerleşim Bölgesi	31
Şekil 23: Kinalıada Sahilinde Kış ve Yaz Sezonu Kullanımı.....	31

Tablolar

Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları	8
Tablo 2: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (PIN).....	12
Tablo 3: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (PIN)	13
Tablo 4: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSY/LSBC)	15
Tablo 5: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSY/LSBC)..	17
Tablo 6: Adalar Uygulama Alanı İçerisinde Bulunan Jeolojik Birimler ve Sıralama Değerleri....	18

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 olduğunu 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 alalık 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 çözümürlük seviyesi,

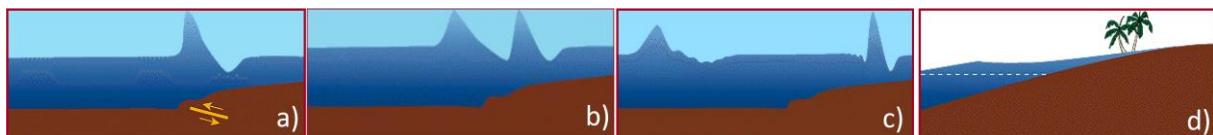
dünyada megakentler için yapılmış olan tsunami modelleme, hasar görebilirlik ve tehlike analizi projeleri arasında bir ilk niteliğini taşımakta olup her kritik senaryoya göre ilçe ve mahalle bazlı baskın haritaları hazırlanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre Marmara Denizi'ne doğrudan kıyısı olan bütün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

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

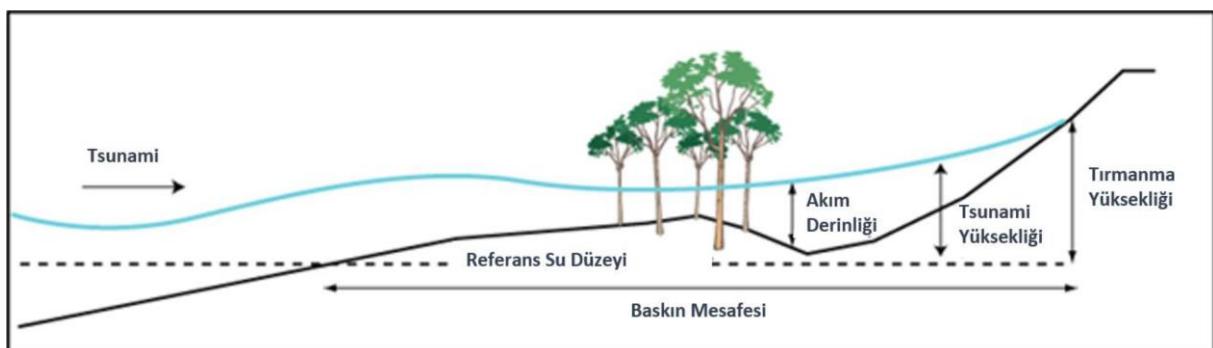
Bu iki çalışmanın ardından, üçüncü aşama olarak, öngörülen riskin azaltılmasına yönelik eylemlerin ve stratejilerin uygulanması hedeflenmektedir. İlk iki aşamaya göre daha uzun soluklu ve kapsamlı bir planlama gerektiren bu aşamanın hedeflenen amaçlara ulaşabilmesi, konunun en önemli paydaşlarından olan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

2. TSUNAMİ TEHLİKESİ

Tsunamiler temelde deniz tabanı deformasyonlarına bağlı olarak oluşan uzun deniz dalgalarıdır. Bu deformasyonlar deniz tabanındaki depremler, deniz altı heyelanları, volkanik patlamalar veya meteorit çarpmaları sonucu oluşabilir. Bu olaylardan herhangi biri ya da birkaçının birden oluşması sırasında potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşerek deniz ortamına kısa sürede enerji aktarılması gerçekleşir. Denize geçen enerji, su kütlesi içinde akıntılar ve su düzeyi değişimine neden olarak tsunami dalgası oluşturur. Tsunamiler sadece kendi oluşturdukları bölgelerde değil, deniz ve okyanus alanlarında çok uzak mesafelerde de zararlara yol açmaktadır. Tsunami dalgaları, derin deniz bölgesinde pek yüksek değilken, 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 Şematik Gösterimi



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

3. KAPSAM VE YÖNTEM

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

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 (İBB- 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 heyelanı ile oluşan tsunamiler sismik kaynaklı tsunamilere göre daha yüksek ve dik dalga özelliğinde olup, en yakın kıyıya çok daha şiddetli etki edebilmektedir. Bu nedenle 3 ayrı deniz altı heyelanı da tsunami kaynağı veri tabanına dâhil edilmiş ve benzetimler yapılmıştır.

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

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

analizlerinde su basma alanı içinde bulunan yapılar, metropoliten kullanım amaçlarına göre 'sosyal', 'idari' ve 'iktisadi' olmak üzere 3 ana grupta incelenmiştir. Veri tabanında mesken olarak belirtilen yapılar sosyal; okul ve resmi olarak belirtilen yapılar idari; fabrika, imalat, ticari, trafo, elektrik santrali olarak belirtilen yapılar ise iktisadi gruba dâhil 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.

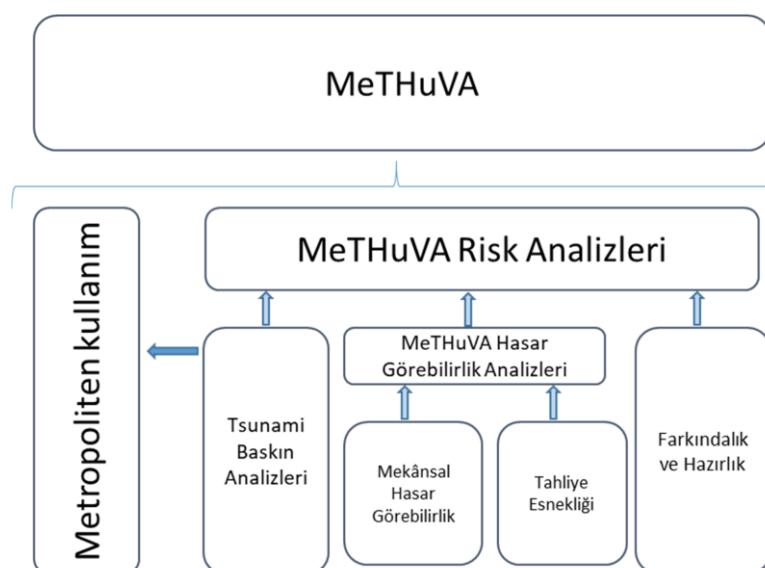
Tablo 1: Marmara Denizi İçin Seçilen Tsunami Senaryoları

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 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 etkileyecək 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 gerekliliğin farkındalık, hazırlık ve zamanında tahliye konularında yeterince bilgi ve deneyim sahibi olduğu durum 10 ile, en hazırlıksız olduğu durum ise 1 ile temsil edilmektedir.

MeTHuVA risk denkleminin elemanları göz önünde bulundurulduğunda, tsunami baskın parametresi doğa tarafından kontrol edilen ve gücü düşürülemeyecek bir etkendir. Metropoliten şehirlerde şehrin yapısı oturmuş olduğundan ve kolayca değiştirilemeyeceğinden Mekânsal Hasar Görebilirlik ve Tahliye Esnekliği parametreleri de riski azaltmak üzere hızlıca ve etkili bir şekilde değiştirilemez. Ancak, toplumun hazırlıklı olma ve farkındalık düzeyini temsil eden n parametresi, risk denklemi içinde zaman içinde değiştirilebilecek en etkin parametredir.

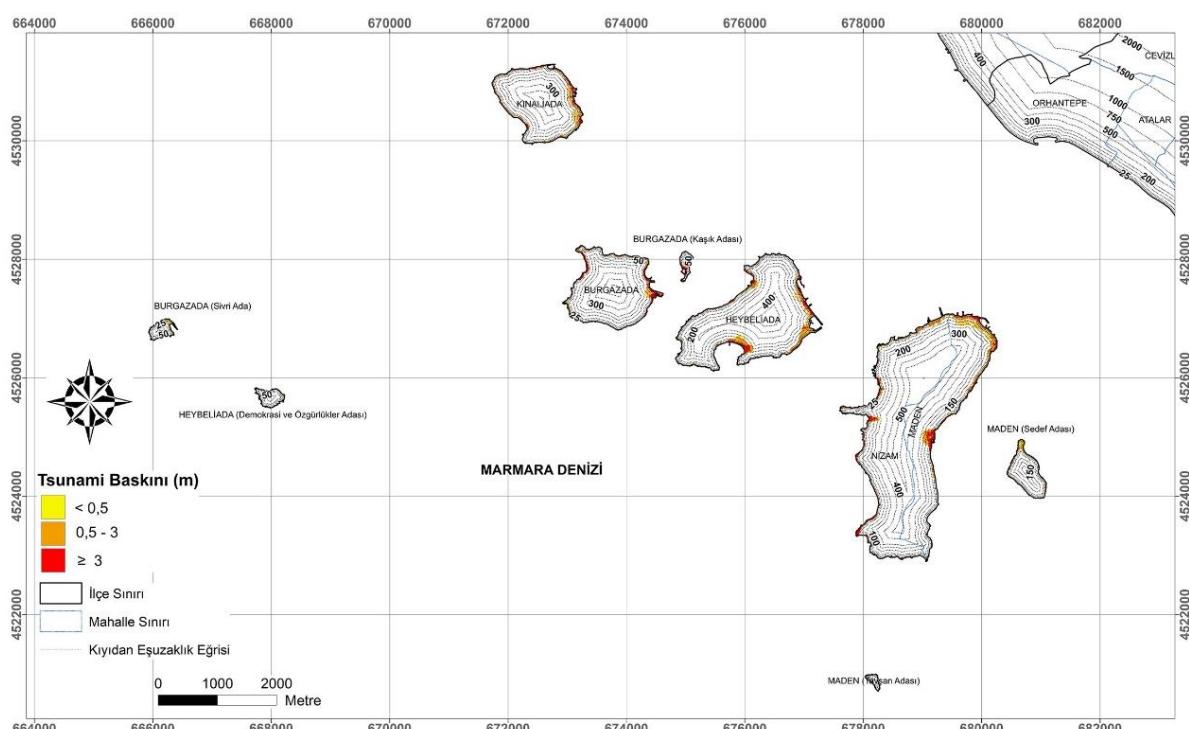
Toplumun tsunami ile ilgili bilgisinin arttırılması ve ilgili birimlerce alınacak önlemler n parametresinin değerinde artış sağlayarak riskin azalmasına sebep olacaktır.

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

4. ADALAR İLÇESİ TSUNAMİ BASKIN ANALİZLERİ

4.1. Adalar İlçesi Sismik Kaynaklı Tsunami Baskın Haritası

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Adalar ilçesi için en kritik sismik tsunami kaynağının Marmara Denizi içinde bulunan Prens Adaları Fayı (Prince Islands Fault-PIN) olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak PIN kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen tsunami su basma dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. PIN kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, Adalar ilçesinde karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 12.3 metreye ulaşığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 200 metreye ulaşmaktadır.

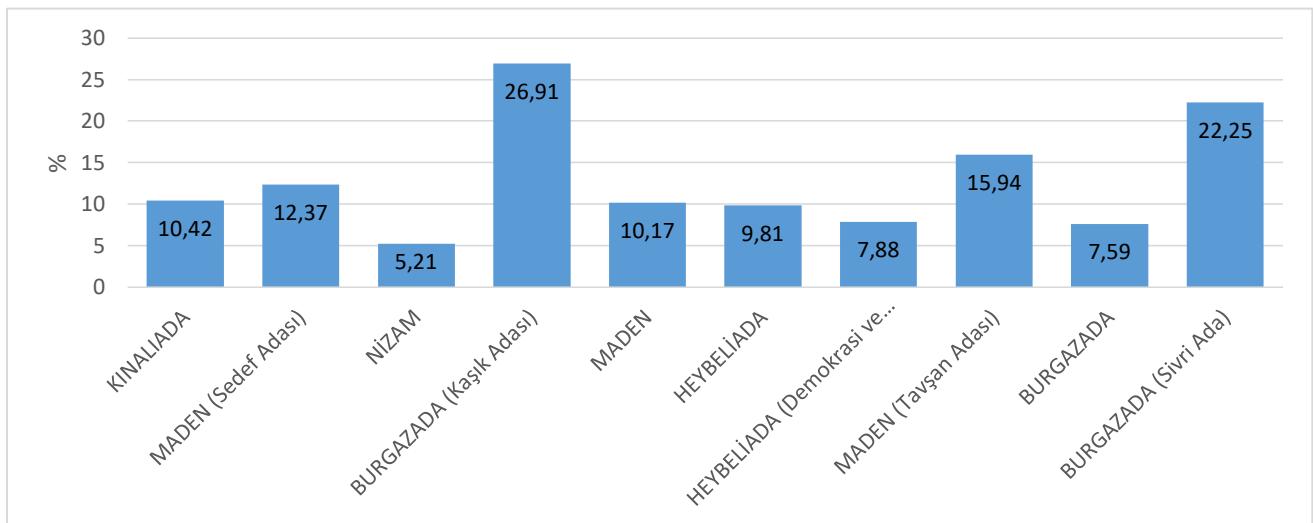


Şekil 5: PIN Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası.

Benzetim sonuçlarına göre, PIN kaynaklı olası bir tsunamiye, Adalar ilçesinin %8.83'ünü kapsayan 1 km²'lik bir alanda ve 10 mahallede tsunami su baskını öngörmektedir. Tsunami su baskını alanının Adalar ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 3 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre alansal olarak en yüksek su basma alanının görüldüğü mahalle %26.91 ile Burgazada-Kaşik Adası'dır. Bu değeri %22.25 ile Burgazada-Sivri Ada takip etmektedir. PIN kaynaklı tsunami benzetimlerine göre, ilçe genelinde su basma derinliğinin en yüksek hesaplandığı mahalle noktasal olarak 12.3 m ile Maden Mahallesi'dir.

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

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah.Alanı (km ²)	Su basma alanı %
BURGAZADA (Kaşık Adası)	6.03	3.54	15.375	0.057	26.91
BURGAZADA (Sivri Ada)	3.29	1.32	20.975	0.094	22.25
MADEN (Tavşan Adası)	8.30	2.77	5.200	0.033	15.94
MADEN (Sedef Adası)	8.16	2.28	41.125	0.332	12.37
KINALIADA	8.38	2.46	142.175	1.364	10.42
MADEN	12.30	2.52	217.950	2.143	10.17
HEYBELİADA	8.84	2.59	245.975	2.506	9.81
HEYBELİADA (Demokrasi ve Özgürükler Adası)	5.93	2.18	8.225	0.104	7.88
BURGAZADA	8.38	3.17	111.725	1.472	7.59
NİZAM	8.77	3.44	168.675	3.238	5.21



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

PIN kaynaklı olası bir tsunamiye Adalar ilçesi içinde bulunan 5.684 yapıdan 1.126'sının suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 827'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 4'te verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre PIN kaynaklı olası bir tsunamiye Maden Mahallesi'nde İdari yapı grubu içinde bulunan resmi binaların %72'sinin, İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların ise %67.11'inin suyla teması bulunmaktadır. İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların, Heybeliada'da %61.54'ünün ve Nizam Mahallesi'nde ise %60.16'sının suyla teması olduğu tespit edilmiştir.

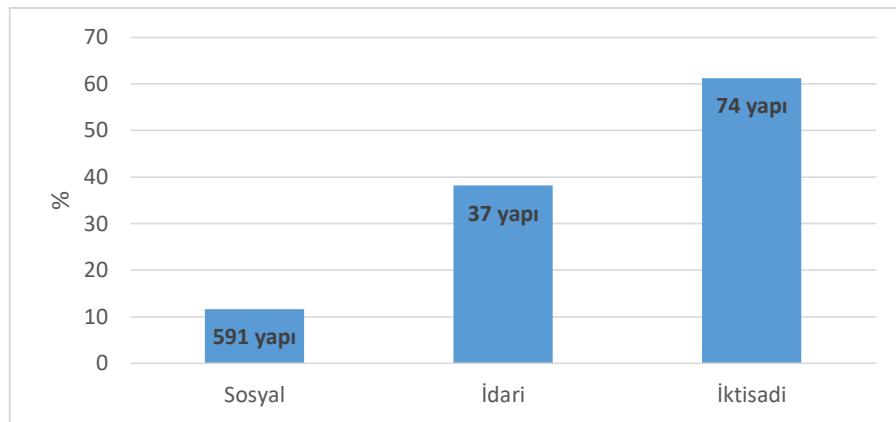
İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 7'de sunulmuştur. Adalar ilçesi genelinde PIN kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %11.66'sı, İdari grubundaki yapıların %38.14'ü ve İktisadi yapıların ise %61.23'ü su basmasından etkilenmektedir.

Tablo 3: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (PIN)

İlçe Genel	Sosyal	İdari		Iktisadi	Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	
BURGAZADA	809	1	13	14	857
BURGAZADA (Kaşık Adası)	5	-	-	-	21
HEYBELİADA	1.347	12	22	26	1.459
KINALIADA	-	-	-	-	1
MADEN	1.385	3	25	149	1.597
MADEN (Sedef Adası)	127		3	13	146
NİZAM	1.394	3	15	123	1.603
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	5.067	19	78	325	(İlçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
BURGAZADA	114	0	7	7	128
HEYBELİADA	156	1	7	16	180
KINALIADA	0	0	0	0	0
MADEN	284	1	18	100	403
MADEN (Sedef Adası)	1	0	0	2	3
NİZAM	36	0	3	74	113
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	591	2	35	199	827 (MK gruplarındaki etkilenen bina sayısı) 1.126 (Toplam etkilenen bina sayısı)

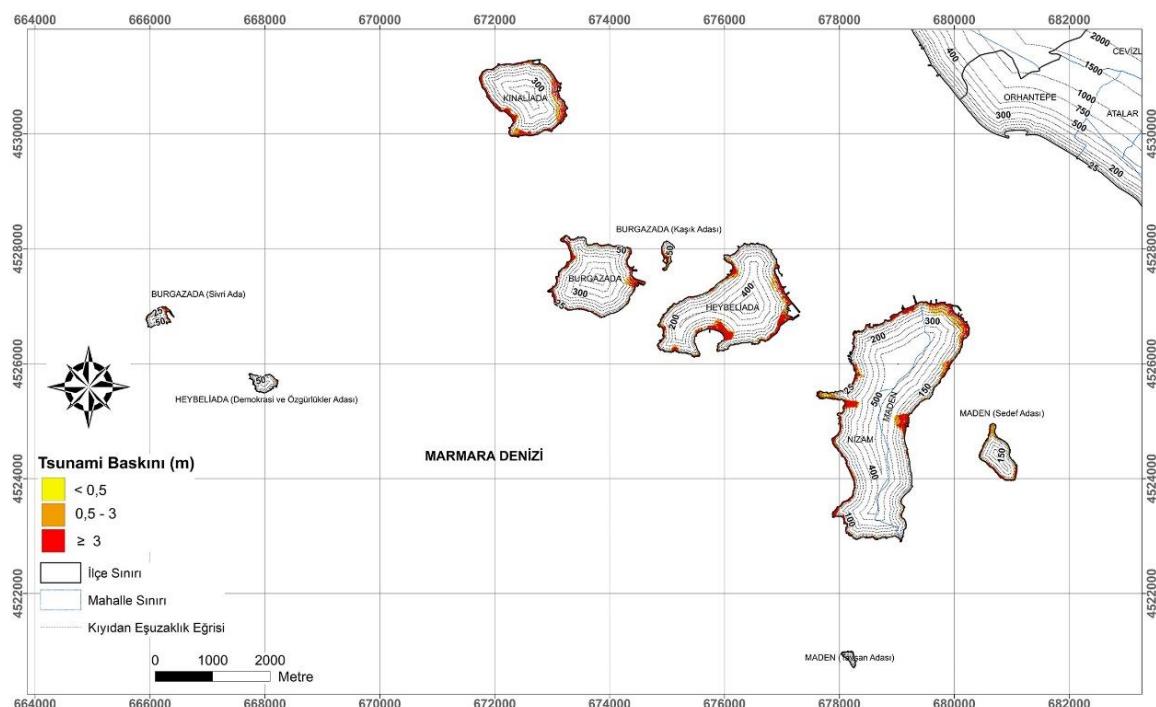
Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Ticari
BURGAZADA	14.09	0.00	53.85	50.00
HEYBELİADA	11.58	8.33	31.82	61.54
KINALIADA	-	-	-	-
MADEN	20.51	33.33	72.00	67.11
MADEN (Sedef Adası)	0.79	-	0.00	15.38
NİZAM	2.58	0.00	20.00	60.16
İlçe Toplami	11.66	10.53	44.87	61.23



Şekil 7: Adalar İlçesi Suya Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (PIN)

4.2. Adalar İlçesi Deniz Altı Heyelani Kaynaklı Tsunami Baskın Haritaları

Tsunami sayısal modeli NAMI DANCE GPU kullanılarak gerçekleştirilen benzetimlerin sonuçlarına göre, Adalar ilçesi için en kritik deniz altı heyelani kaynaklı tsunami senaryosunun Yenikapı ve Büyükçekmece Deniz Altı Heyelanları (LSY ve LSBC) kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Tsunami kaynağı olarak Yenikapı ve Büyükçekmece Deniz Altı Heyelanları kullanılarak yapılan 7 m çözünürlüklü benzetimlerin sonucunda elde edilen iki tsunami su basma haritası, en kötü duruma göre birleştirilmiş ve oluşturulan su basma haritası dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir. LSBC ve LSY kaynaklı tsunami benzetim sonuçlarına göre, karadaki maksimum su basma derinliğinin noktasal olarak 23.74 metreye ulaştığı hesaplanmıştır. Yatayda ise su basma mesafesi yaklaşık 260 metreye ulaşmaktadır.



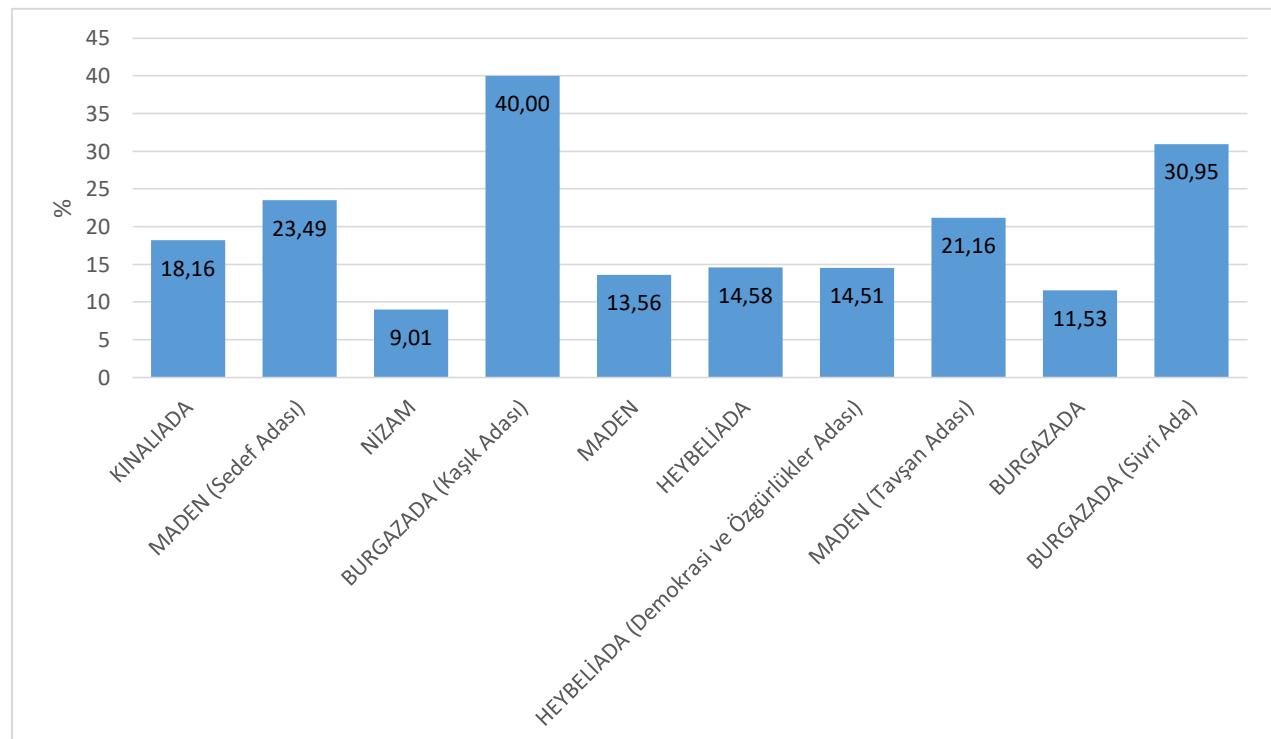
Şekil 8: LSY ve LSBC Kaynaklı Tsunami Benzetimleri Sonucu Oluşan Tsunami Su Basması Dağılımı Haritası.

Benzetim sonuçlarına göre, LSY ve LSBC kaynaklı olası bir tsunamide, Adalar ilçesinin %13.60'ını kapsayan 1.54 km²'lik bir alanda ve 10 mahallede tsunami su baskını öngörülmektedir. Tsunami

su baskını alanının Adalar ilçesi mahallelerine göre dağılımı ve ilçelere göre su basması yüzde değerleri Tablo 5 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre alansal olarak en yüksek su basma alanının görüldüğü mahalle %40 ile Burgazada-Kaşık Adasıdır. Bu değeri %30.95 ve %23.49 ile sırasıyla Burgazada-Sivri Ada ve Maden-Sedef Adası takip etmektedir. İlçe genelinde en yüksek noktasal olarak su basma derinliği Burgazada (22.2 m) ve Heybeliada (23.7 m) güney kıyıları ve Nizam Mahallesi bölgeleri olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 4: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Analizi Sonuçları (LSY/LSBC)

Mahalle	Maksimum Su basma derinliği	Ortalama Su basma derinliği	Su basma alanı (m ²)	Toplam Mah. Alanı (km ²)	Su basma alanı %
MADEN (Sedef Adası)	12.23	4.14	78.075	0.332	23.49
MADEN (Tavşan Adası)	8.32	3.91	6.900	0.033	21.16
KINALIADA	15.64	5.11	247.725	1.364	18.16
HEYBELİADA	23.74	4.62	365.400	2.506	14.58
HEYBELİADA (Demokrasi ve Özgürükler Adası)	12.97	4.74	15.150	0.104	14.51
MADEN	14.48	3.59	290.650	2.143	13.56
BURGAZADA	22.23	7.19	169.775	1.472	11.53
NİZAM	21.56	6.57	291.775	3.238	9.01
BURGAZADA (Kaşık Adası)	8.76	4.04	22.850	0.057	40.00
BURGAZADA (Sivri Ada)	8.97	3.46	29.175	0.094	30.95

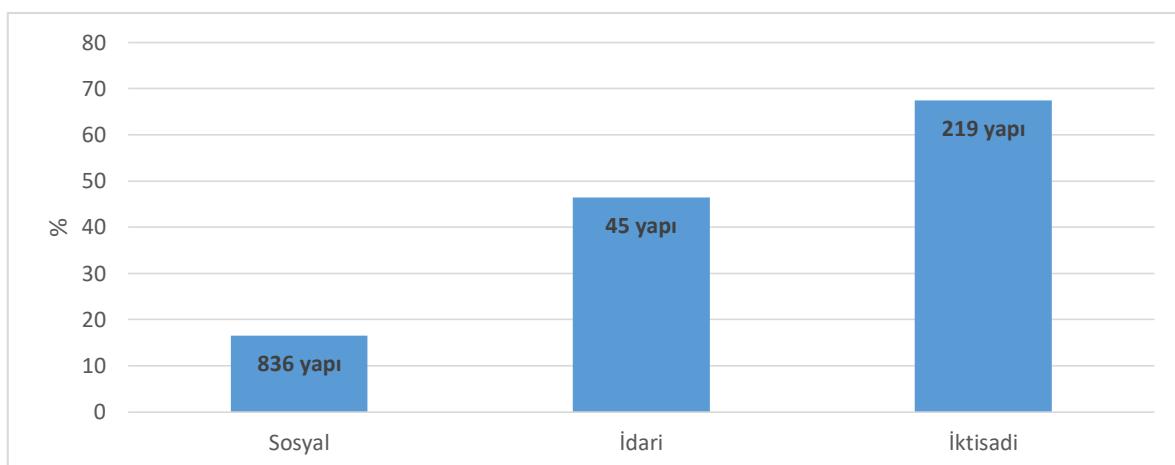


Şekil 9: Adalar İlçesi Mahalle Bazlı Su Basma Alanı Grafiği (LSY/LSBC)

LSY ve LSBC kaynaklı olası bir tsunamide Adalar ilçesi içinde bulunan 5.684 yapıdan 1.500'ünün suyla teması olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan 1.100'ü Metropoliten Kullanım (MK) değerlendirmeleri kapsamında sosyal, idari ve iktisadi grupları altında değerlendirmeye alınmıştır. İlçe genelinde ve mahalle bazında su basma alanında yukarıda belirtilen gruplar içinde bulunan yapı türlerinin sayıları ve etkilenen birimlerin yüzdeleri Tablo 6'da verilmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre LSY ve LSBC kaynaklı olası bir tsunamide Burgazada'da İdari yapı grubu içinde bulunan resmi binaların %69.23'ünün suyla teması bulunmaktadır. Maden Mahallesinde İdari yapı grubu içinde bulunan resmi binaların ise %76'sının, okul binalarının %66.67'sinin ve İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların %72.48'inin suyla teması olduğu tespit edilmiştir. İktisadi yapı grubunda bulunan ticari binaların, Heybeliada'da %69.23'ü ve Nizam Mahallesinde ise %65.85'i suyla temas etmiştir.

İlçe genelinde bulunan mevcut yapı gruplarının etkilenme yüzdesi Şekil 10'da sunulmuştur. Adalar ilçesi genelinde LSY ve LSBC kaynaklı olası bir tsunami olayında Sosyal grubundaki yapıların %16.50'si, İdari yapıların %46.39'u ve İktisadi yapıların ise %67.38'i su basmasından etkilenmektedir.



Şekil 10: Adalar İlçesi Suyla Temas Eden Yapı Grupları ve Etkilenme Yüzdeleri (LSY/LSBC)

Tablo 5: Adalar İlçesi Suya Temas Eden Yapıların Mahalle Bazlı Analiz Sonuçları (LSY/LSBC)

İlçe Genel	Sosyal	İdari		İktisadi	Mahalle Geneli Toplam Bina Sayısı
	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	
Burgazada	809	1	13	14	857
Burgazada (Kaşık Adası)	5	-	-	-	21
Heybeliada	1.347	12	22	26	1.459
Kinalıada	-	-	-	-	1
Maden	1.385	3	25	149	1.597
Maden (Sedef Adası)	127	-	3	13	146
Nizam	1.394	3	15	123	1.603
İlçe Geneli MK Gruplarındaki Bina Sayısı	5067	19	78	325	5.684 (ilçe geneli toplam bina sayısı)

Etkilenen Birimler	Mesken	Okul	Resmi	Ticari	MK Gruplarındaki Etkilenen Binaların Mahallelere göre Dağılımı
Burgazada	135	0	9	7	151
Burgazada (Kaşık Adası)	2	0	0	0	2
Heybeliada	234	1	10	18	263
Kinalıada	0	0	0	0	0
Maden	380	2	19	108	509
Maden (Sedef Adası)	12	0	0	5	17
Nizam	73	0	4	81	158
Etkilenen Binaların MK Gruplarına göre Dağılımı	836	3	42	219	1.100 (MKgruplarındaki etkilenen bina sayısı) 1.500 (Toplam etkilenen bina sayısı)

Etkilenen Birimler %	Mesken	Okul	Resmi	Ticari
Burgazada	16.69	0.00	69.23	50.00
Burgazada (Kaşık Adası)	40.00	-	-	-
Heybeliada	17.37	8.33	45.45	69.23
Kinalıada	-	-	-	-
Maden	27.44	66.67	76.00	72.48
Maden (Sedef Adası)	9.45	-	0.00	38.46
Nizam	5.24	0.00	26.67	65.85
İlçe Toplamı	16.50	15.79	53.85	67.38

5. ADALAR İLÇESİ METHUVA HASAR GÖREBİLİRLİK ANALİZLERİ

İstanbul ilinin Marmara kıyısında 40,83-40,91 K ve 29,03-29,14 D koordinatları arasında yer alan Adalar ilçesi 11,28 km² yüz ölçümüne sahiptir. Adalar ilçesi uygulama alanı için MeTHuVA yöntemi adımları, takip eden başlıklarda verilmiştir.

5.1. Mekânsal Hasar Görebilirlik

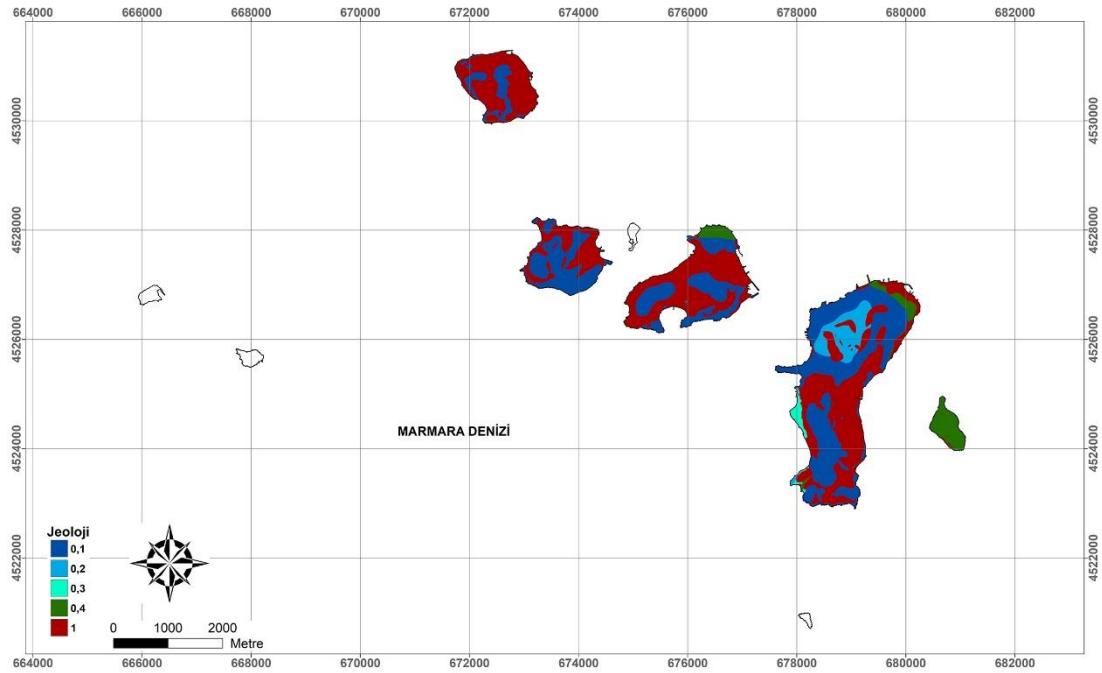
5.1.1. Jeoloji

Adalar uygulama bölgesinde 11 ana jeolojik birim ve bunların içерdiği üyelerden oluşmaktadır. Bu birimler: Güncel Birikintiler- Qg (Alüvyon-Qal, Plaj birikintisi-Qp, Kuşdili formasyonu-Qkş, Yamaç molozu-Qy), Denizli Köyü Formasyonu-DCd (Ayineburnu üyesi- DCda, Yörükali üyesi- DCdy Tuzla kireçtaşı üyesi-DCdt), Trakya Formasyonu-Ct (Cebeciköy kireçtaşı üyesi-Ctc), Pendik Formasyonu-Dp (Kartal üyesi- Dpk), Pelitli Formasyonu-Sdp (Dolayoba üyesi-SDpd, Sefadası kireçtaşı üyesi-SDps), Yayalar Formasyonu-Osy (Gözdağ üyesi-Osyg), Aydos Formasyonu-Osa (Ayazma üyesi-Osaa, Başbüyük üyesi-Osab), Kinalı Ada Formasyonu-Ok (Gülsuyu üyesi-Okg, Manastır tepe üyesi-Okm), dayk-dyk, Ozantepesi volkanik-Kto, 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 2'de verilmiştir. Bu sıralama değerleri ile oluşturulan Adalar ilçesi jeoloji katmanı haritası Şekil 11'de gösterilmiştir.

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

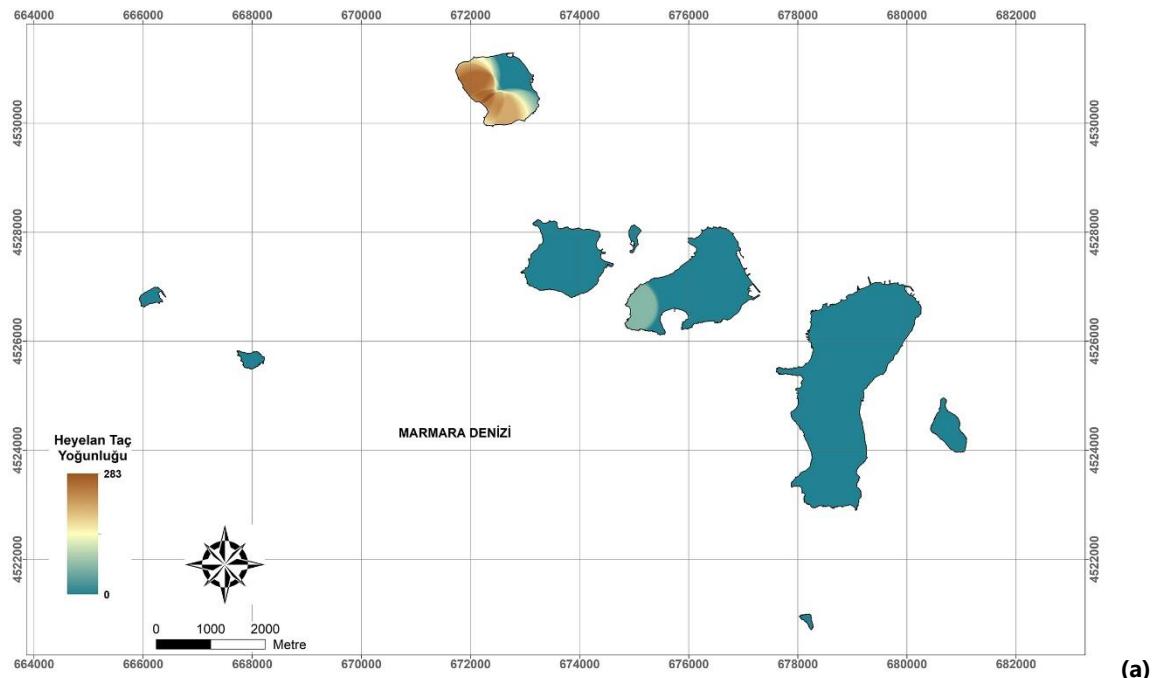
Yaş	Jeolojik Birim			Standardize Sıralama Değerleri
Kuvaternler	Antropojenik Dolgu	Yd	Yapay Dolgu	1
		Kd	Kaya Dolgu	0,1
		Qal	Alüvyon	1
		Qp	Plaj Birikintisi	1
		Qkş	Kuşdili formasyonu	1
		Qy	Yamaç molozu	1
Geç Kratese – Erken Tersiyer	Kto	Ozantepesi volkanikleri		0,2
	dyk-KTy	Yakacık Magmatik kompleksi		0,2
Erken Karbonifer	Ct (Trakya Formasyonu)	Ctc	Cebeciköy kireçtaşı üyesi	0,4
Geç Devoniyen – Erken Karbonifer	DCd (Denizli Köyü Formasyonu)	DCda	Ayineburnu üyesi	0,2
Orta – Geç Devoniyen		DCdy	Yörükali üyesi	0,3
Orta Devoniyen		DCdt	Tuzla kireçtaşı üyesi	0,3
Erken Devoniyen	Dp (Pendik Formasyonu)	Dpk	Kartal üyesi	0,3
Geç Silüriyen – Erken Devoniyen	SDp (Pelitevi Formasyonu)	SDps	Sedefadası kireçtaşı üyesi	0,4
Geç Ordovisiyen – Erken Silüriyen		SDpd	Dolayoba üyesi	0,4
Geç Ordovisiyen – Erken Silüriyen	Osy (Yayalar Formasyonu)	Osyg	Gözdağ üyesi	0,3
Geç Ordovisiyen – Erken Silüriyen	OSa (Aydos Formasyonu)	OSaa	Ayazma üyesi	0,1
Orta – Geç Ordovisiyen		OSab	Başbüyük üyesi	0,1
Orta – Geç Ordovisiyen	Ok (Kinalı Ada Formasyonu)	Okm	Manastır tepe üyesi	0,1
		Okg	Gülsuyu üyesi	0,1

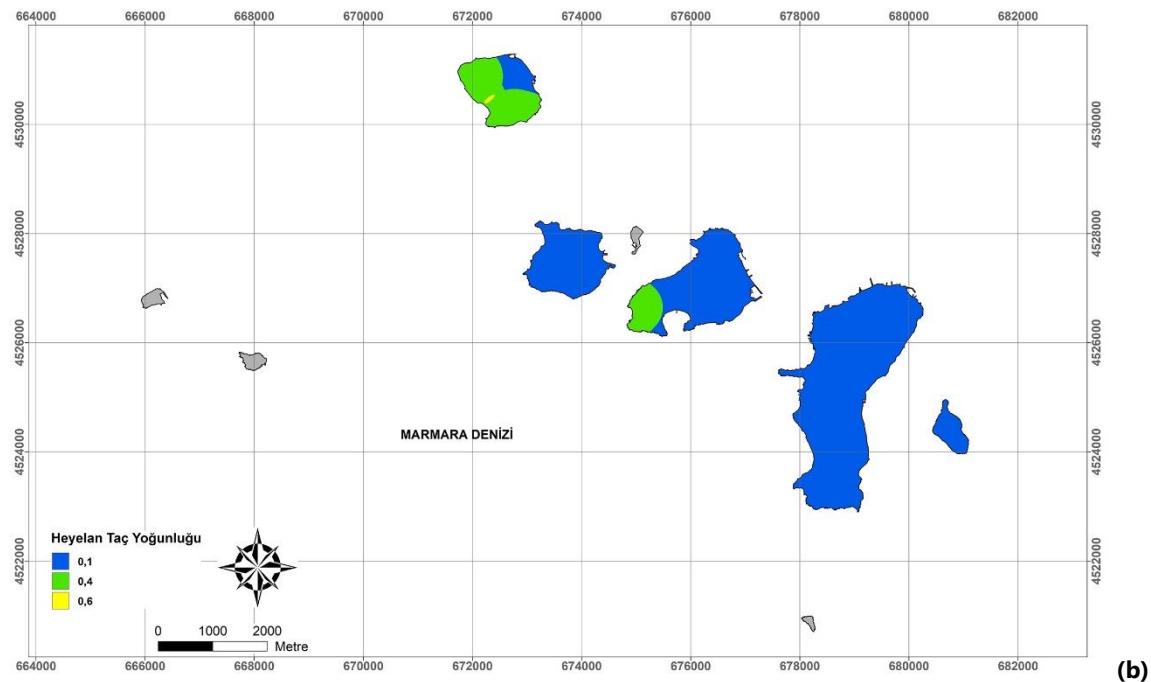


Şekil 11: Jeoloji Katmannının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.2. Heyelan Taç Yoğunluğu

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

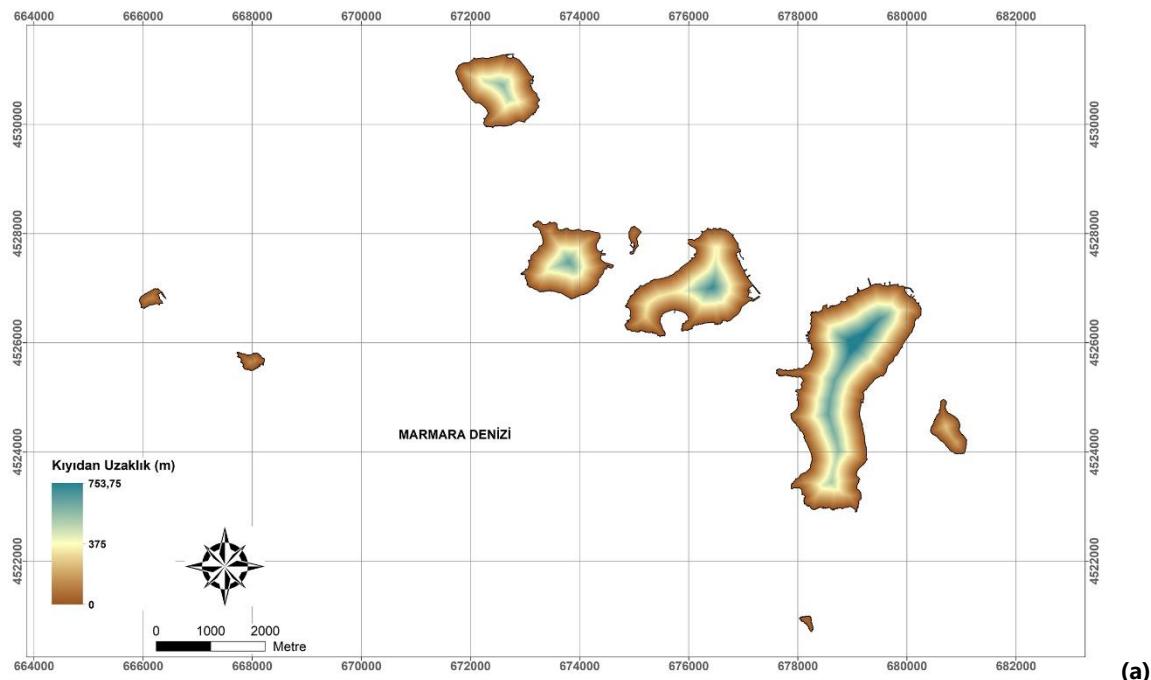


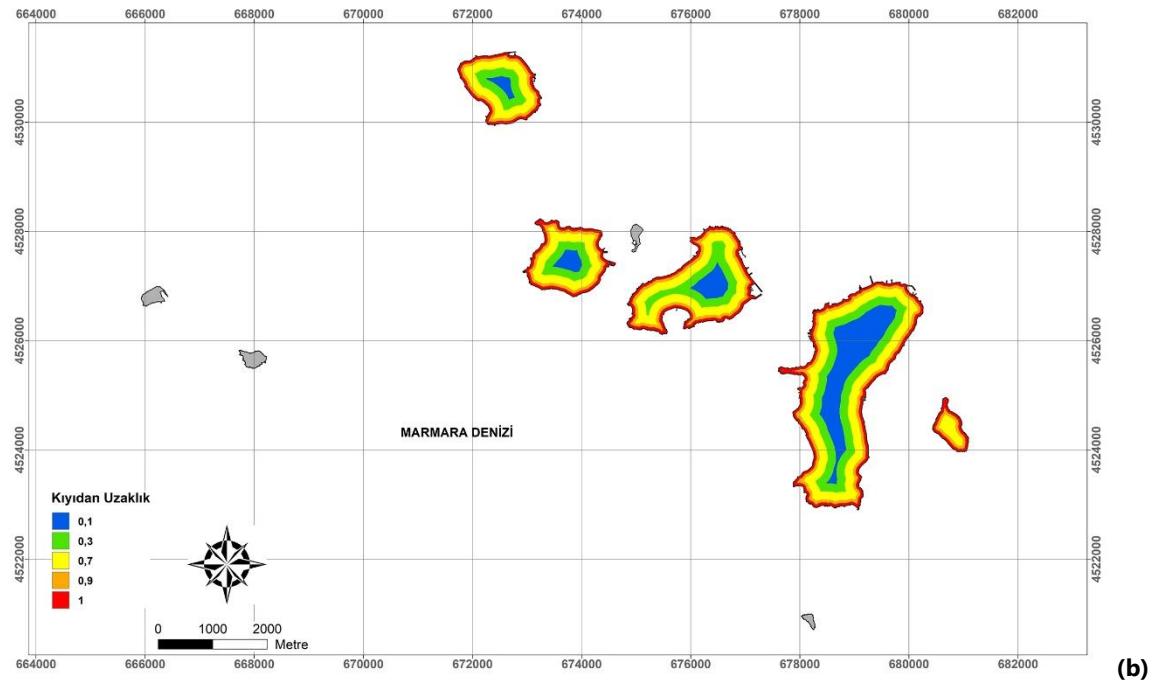


Şekil 12: a) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Parametre Haritası b) Heyelan Taç Yoğunluğu Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.3. Kıyıdan Uzaklık

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

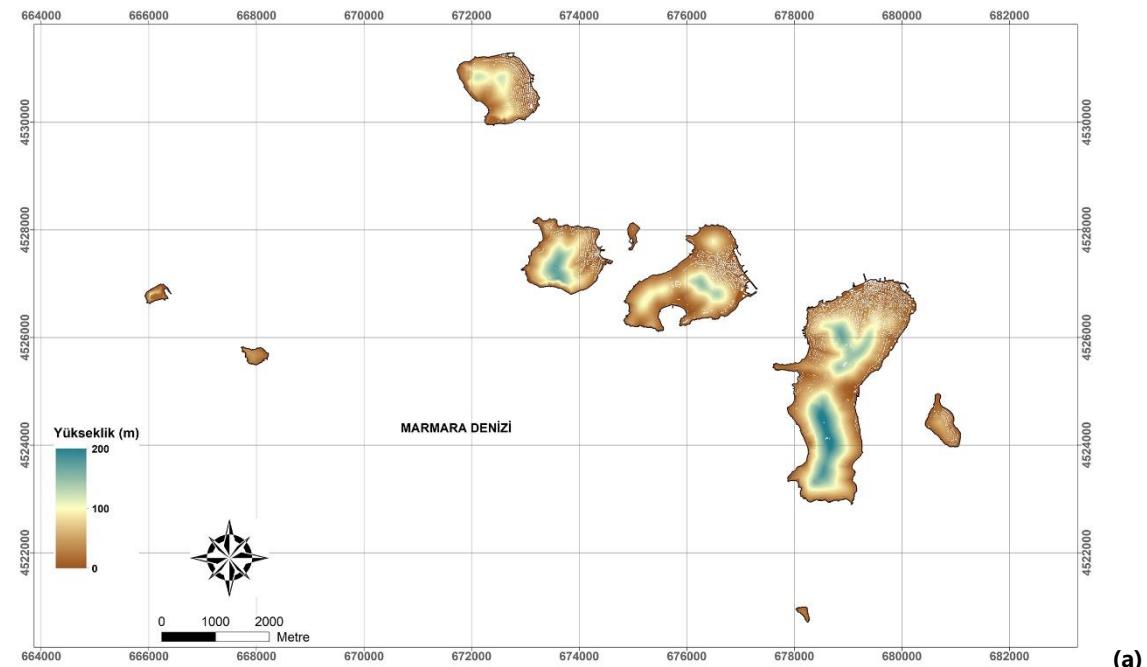


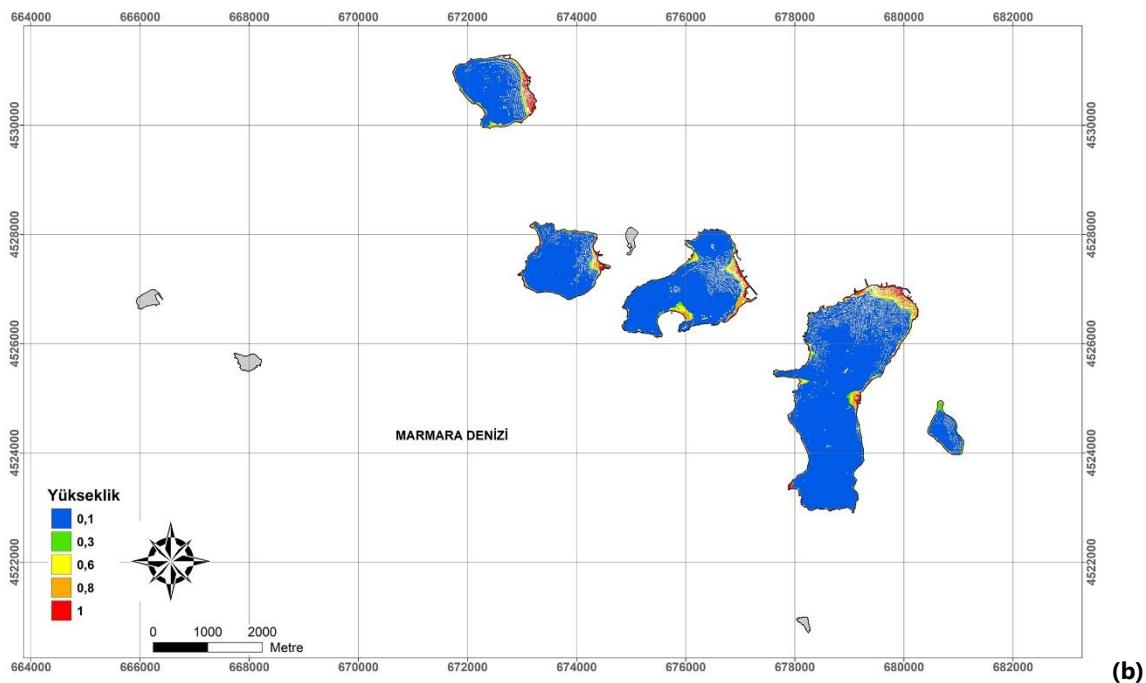


Şekil 13: a) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Kıyıdan Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.1.4. Yükseklik

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



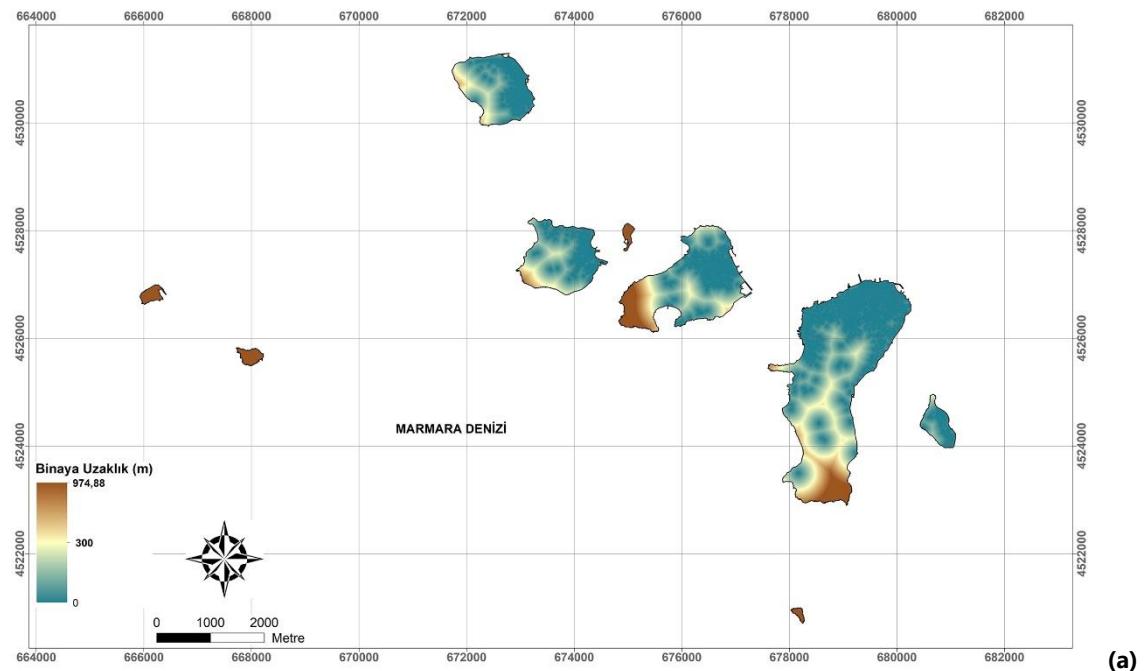


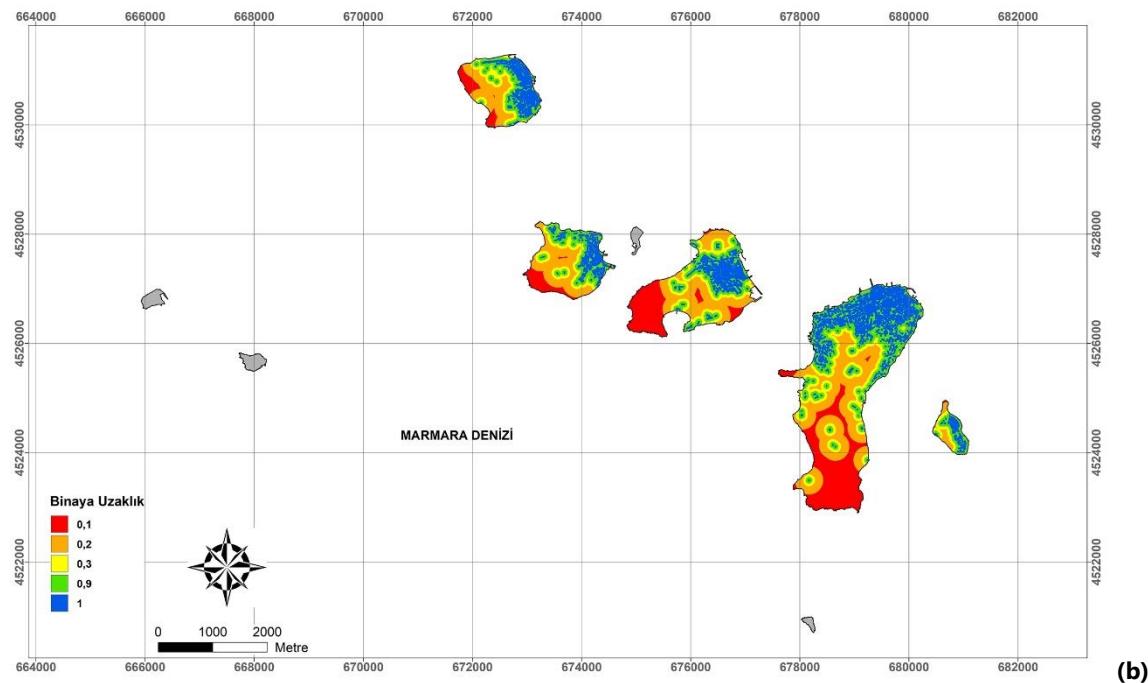
Şekil 14: a) Yükseklik Katmanının Parametre Haritası b) Yükseklik Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2. Tahliye Esnekliği

5.2.1. Binaya Uzaklık

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

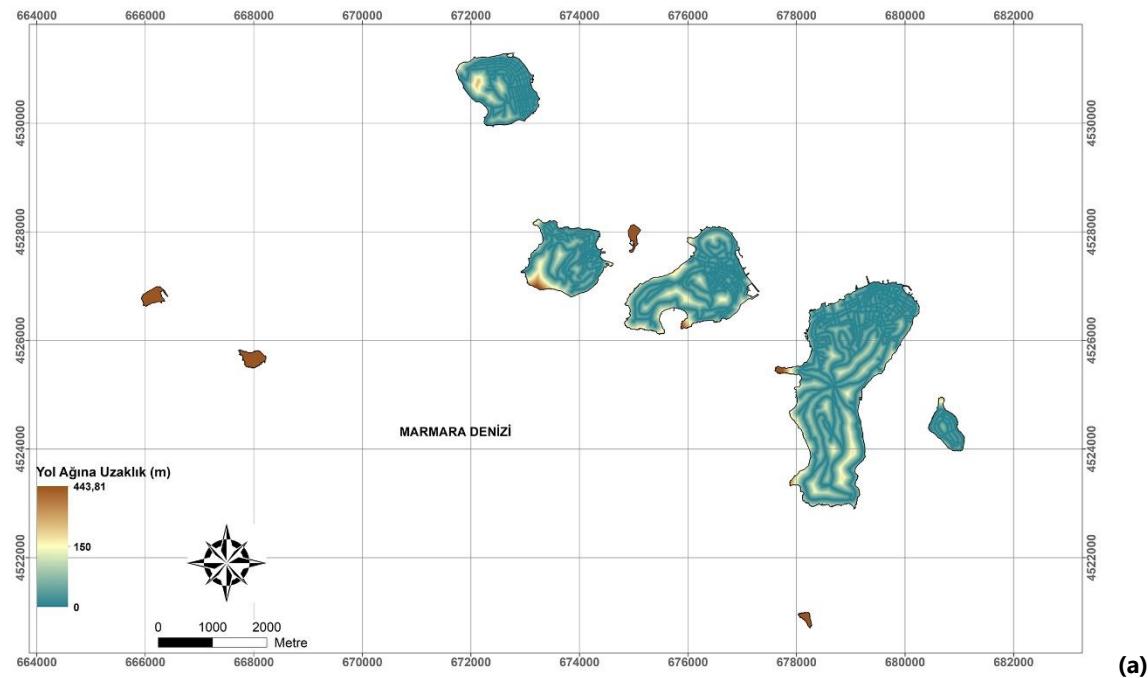


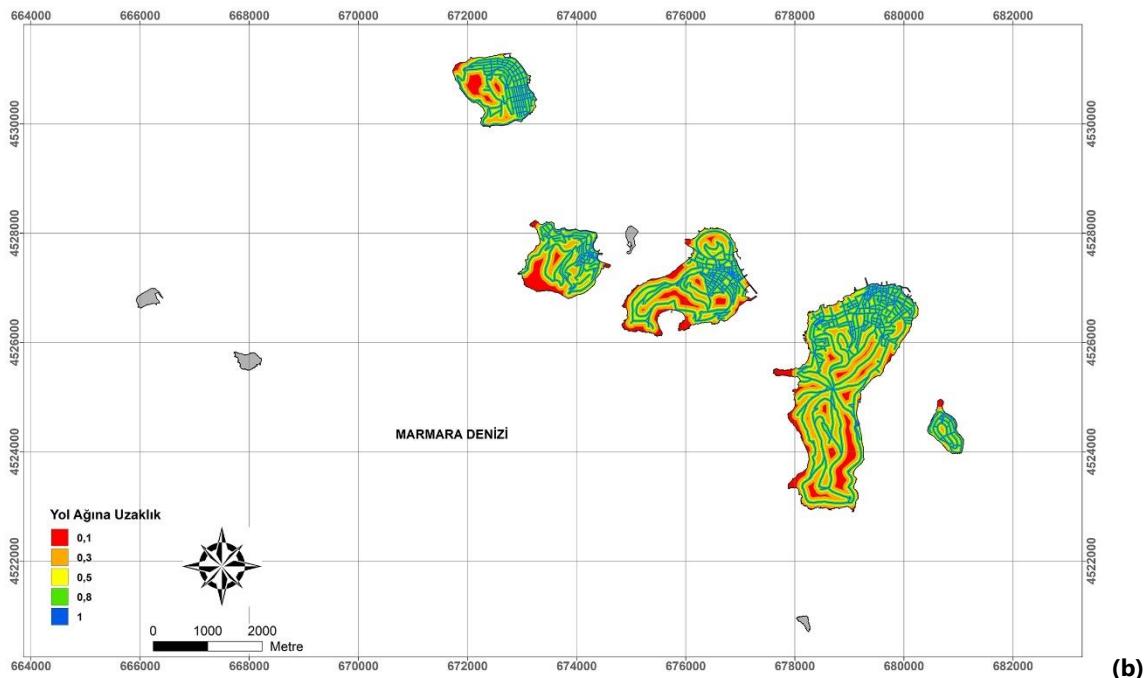


Şekil 15: a) Binalara Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Binalara Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.2. Yol Ağına Uzaklık

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

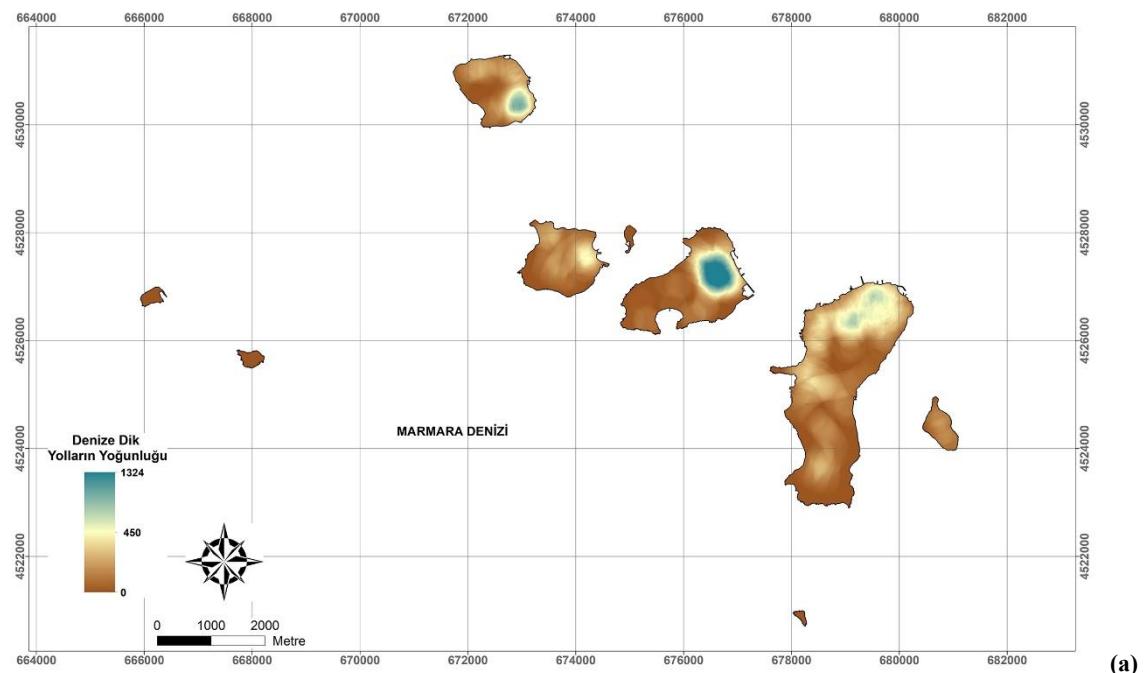


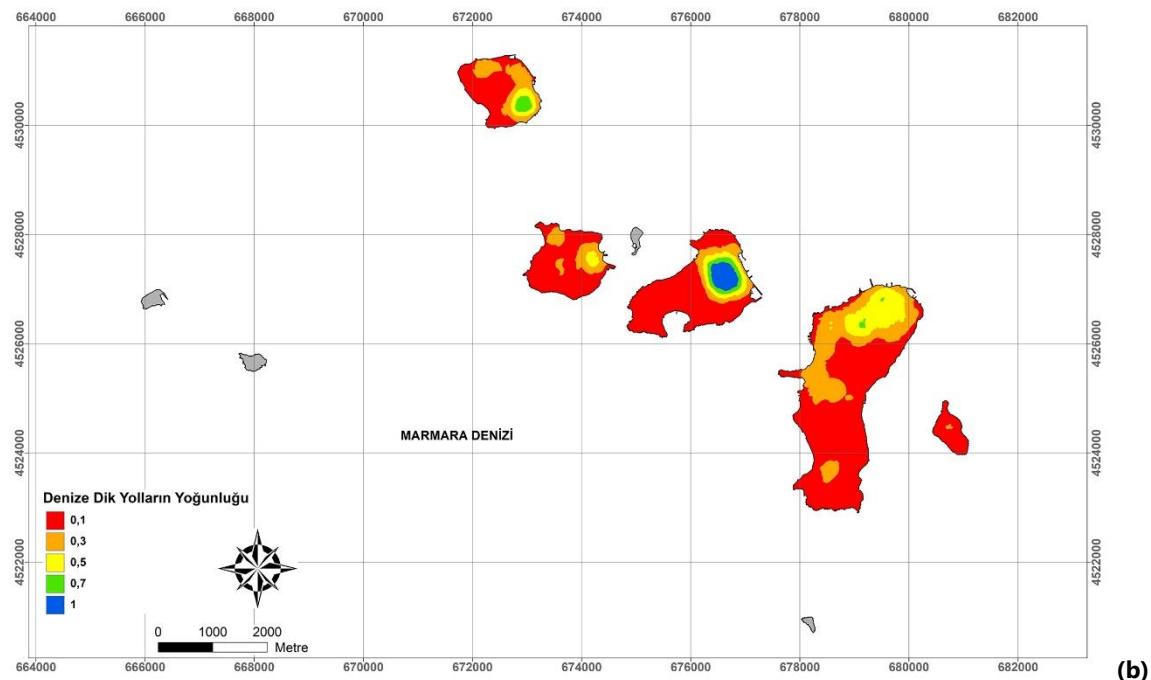


Şekil 16: a) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Parametre Haritası b) Yol Ağına Uzaklık Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.2.3. Denize Dik Yolların Yoğunluğu

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

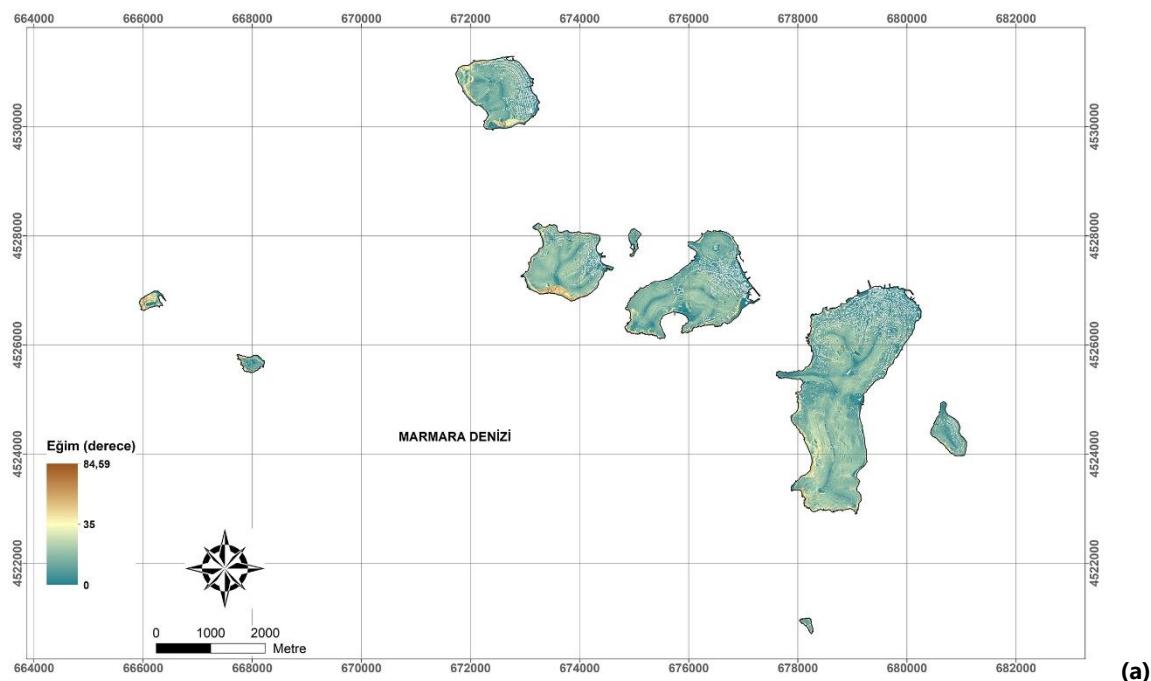


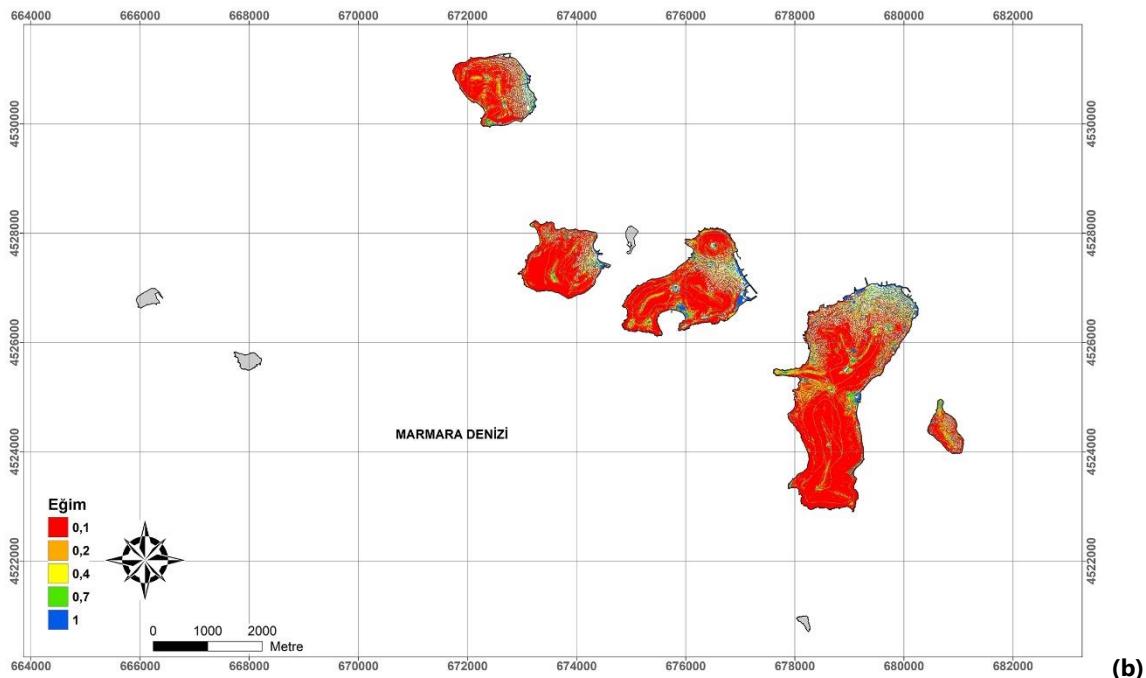


Şekil 17: a) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanın Parametre Haritası b) Denize Dik Yolların Yoğunluğu Katmanın Sınıflandırılmış Haritası

5.2.4. Eğim

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

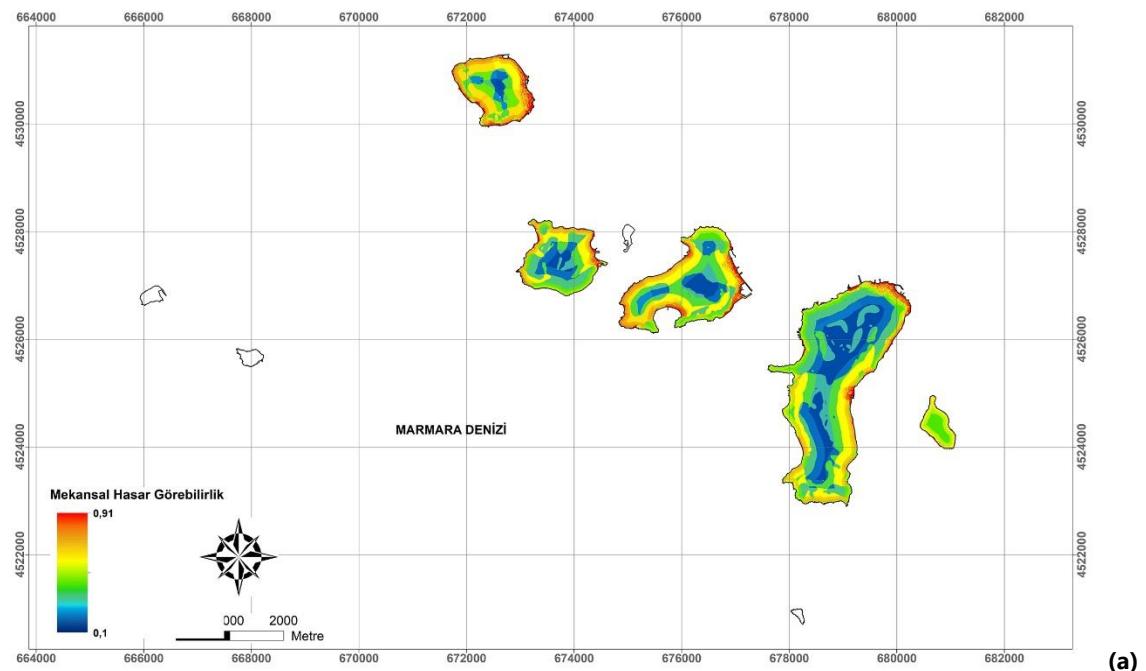


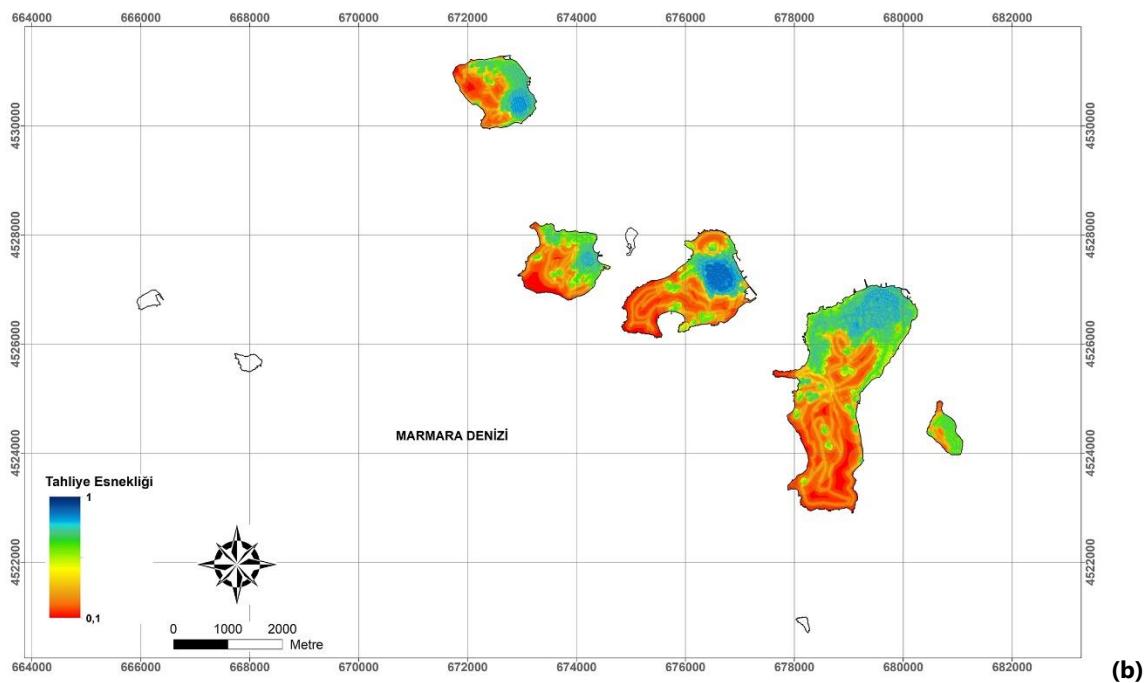


Şekil 18: a) Eğim Katmanının Parametre Haritası b) Eğim Katmanının Sınıflandırılmış Haritası

5.3. Adalar İlçesi MeTHuVA Hasar Görebilirlik Sonuç Haritaları

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





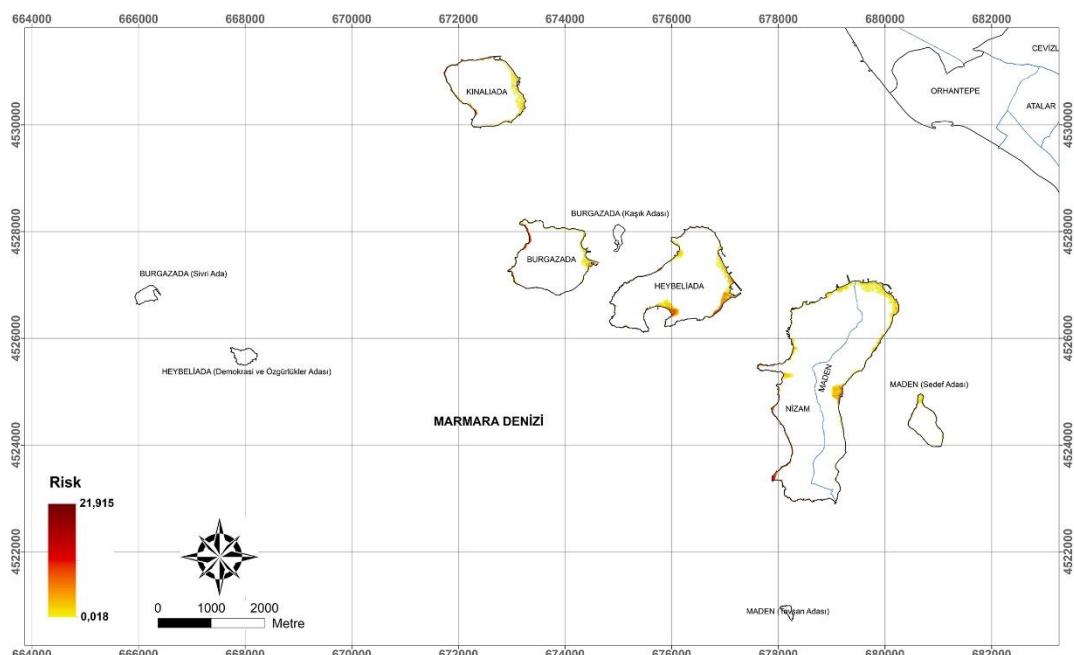
Şekil 19: Adalar Uygulama Alanının MeTHuVA Metodu İle Hazırlanmış a) Mekânsal Hasar Görebilirlik Haritası
 b) Tahliye Esnekliği Haritası

6. ADALAR İLÇESİ METHUVA RİSK ANALİZLERİ

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

6.1. Adalar İlçesi Sismik Kaynaklı Risk Haritası

Adalar ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritası Şekil 20'de verilmiştir. Adalar ilçesi uygulama alanı için sismik kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Burgazada batı kıyısının kuzey bölümü, Heybeliada batı kıyısının orta ve güney bölümü, güney kıyısının orta-batı bölümü ve güneydoğu kıyısı ile Nizam Mahallesi batı kıyısının orta ve güney bölümü olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Kinalıada kuzeybatı kıyısı, Burgazada güney kıyısının orta bölümü, Nizam Mahallesi güney kıyısı, Maden Mahallesi doğu kıyısının güney bölümü ile Sedef Adası kuzey kıyısı takip etmektedir.

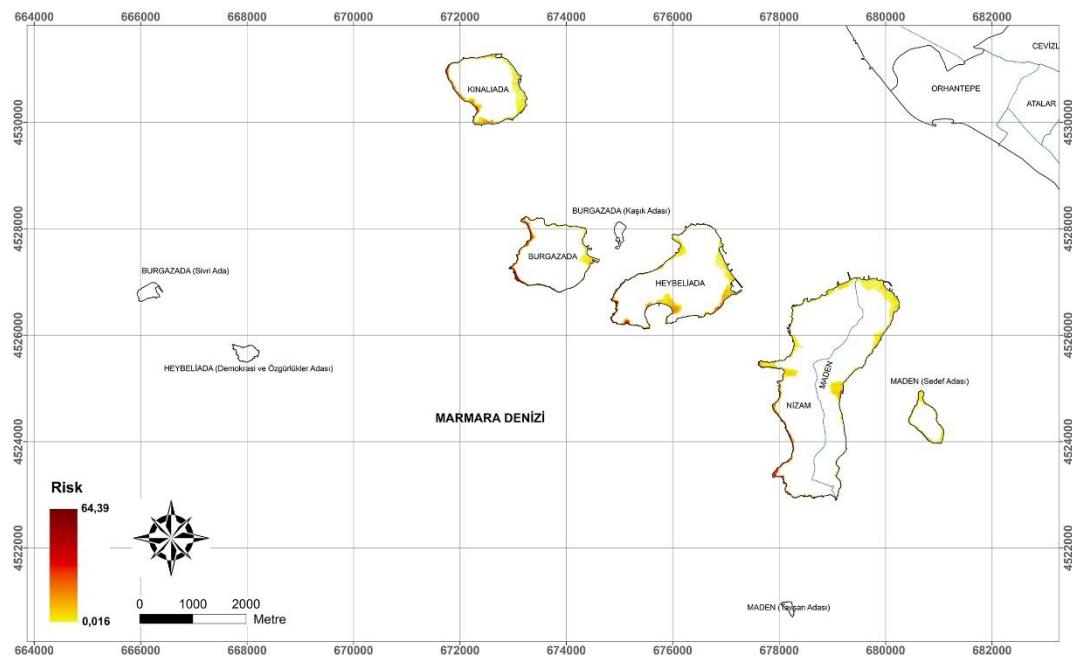


Şekil 20: PIN Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

6.2. Adalar İlçesi Deniz Altı Heyelani Kaynaklı Risk Haritaları

Adalar ilçesi uygulama alanı için Yenikapı ve Büyükçekmece Deniz Altı Heyelanları (LSY ve LSBC) kaynaklı MeTHuVA risk haritası oluşturulmuş ve Şekil 21'de verilmiştir. Bu harita üretilirken Adalar ilçesi için kritik tsunami kaynağı olarak Yenikapı ve Büyükçekmece Deniz Altı Heyelanları kullanılmıştır. Adalar ilçesi uygulama alanı için LSY ve LSBC kaynaklı MeTHuVA risk haritasına göre en riskli bölgelerin Heybeliada güneybatı kıyısı ile Nizam Mahallesi batı kıyısının orta-güney bölümü olduğu öngörmektedir. Bu bölgeleri Kinalıada kuzeybatı kıyısı, Burgazada

güneybatı kıyısı ve güney kıyısının orta-batı bölümü, Heybeliada güney kıyısı batı bölümü ile Nizam Mahallesi güney kıyısı takip etmektedir.



Şekil 21: LSY ve LSBC Kaynaklı MeTHuVA Risk Haritası

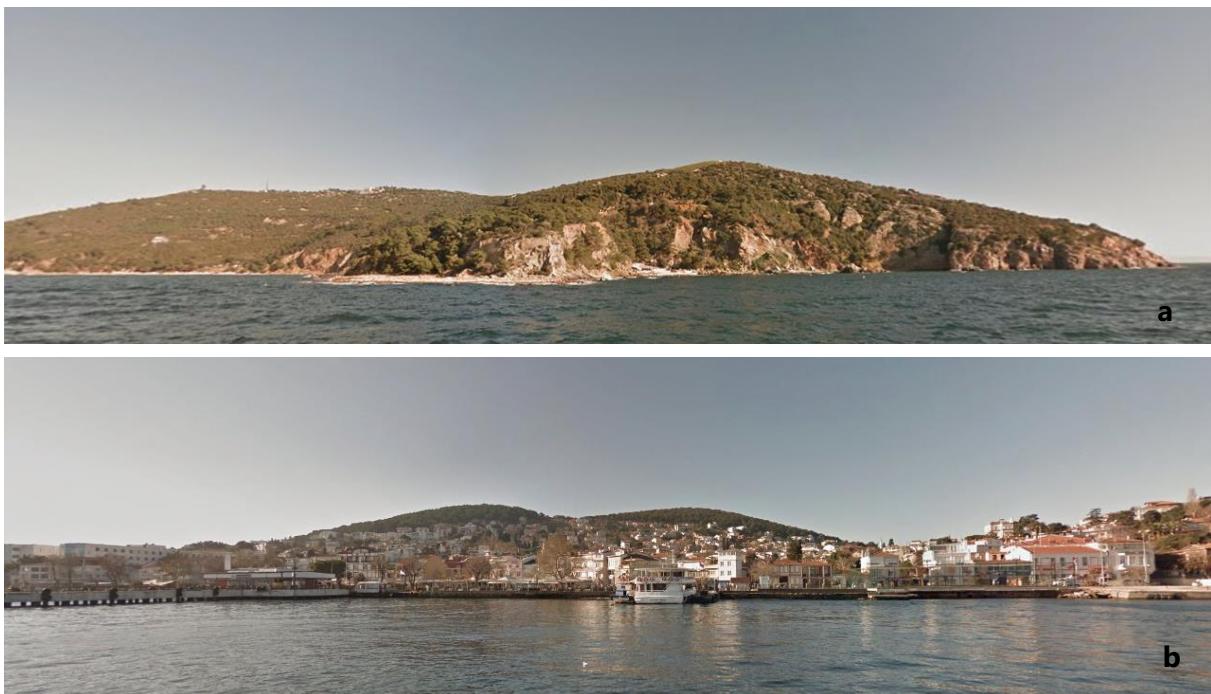
7. ADALAR İLÇESİ TSUNAMİ EYLEM PLANI

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 Adalar ilçesi için önerilen adımlar alt başlıklarda sunulmuştur.

Adalar ilçesi sınırları içinde 9 adet ada ve iki kayalık bulunmaktadır. Kayalıklarla birlikte Tavşan Adası ve Sivri ada meskûn değildir. Kaşık Adası ve Sedef Adası'nda ise sınırlı sayıda yapı bulunmaktadır. Yassıada ise "Demokrasi ve Özgürlük Adası" adı ile yeniden düzenlenmektedir. Adalar İlçesinde tsunami dalgalarından etkileneceği hesaplanan alanlar Şekil 14 ve Şekil 17'de gösterilmiştir. Tsunami riskinin azaltılması için alınması gereken önlem ve tavsiyeler, adaların yerleşim ve kullanım özellikleri dikkate alınarak sadece meskûn ve genel kullanıma açık adalar için belirlenmiştir. Bu kapsamda meskûn olmayan adalar değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu adalardaki mülk sahiplerinin ve Demokrasi ve Özgürlükler Adası için ilgili kurum ve kuruluşların alınabilecek önlem tipleri hakkında bilgilendirilmesi, alınabilecek önlemlerin eşgündüm içinde belirlenmesi gerekmektedir.

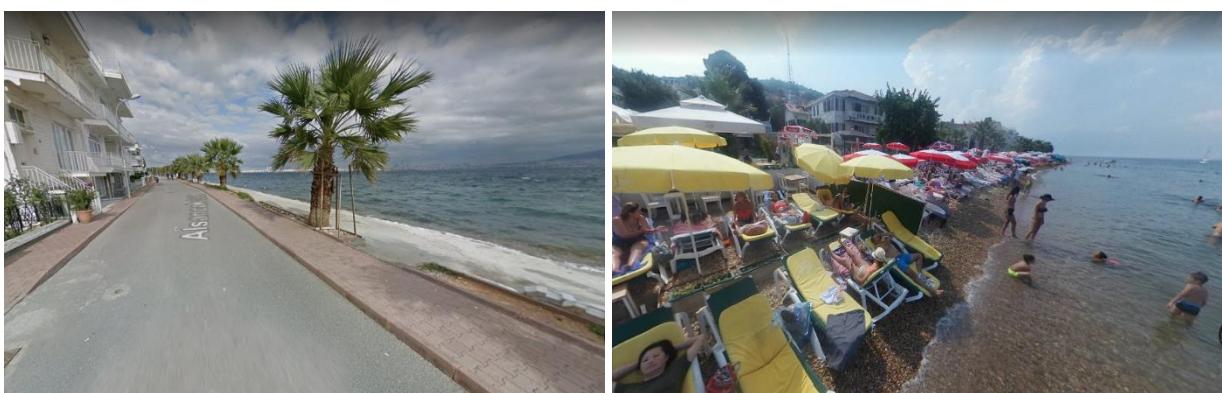
7.1. Tsunami Riskinin Azaltılmasına Yönelik Alınması Gerekli Önlemler

İskâna ve halkın genel kullanımına açık olan Kinalı, Burgaz, Heybeli ve Büyükada'daki yerleşim alanları genellikle adaların doğu ve kuzeydoğu bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Diğer alanların ise büyük oranda doğal yapısı korunmuş olup yer yer çok düşük yoğunlukta yapılışmalar vardır. Yerleşimler daha çok adaların sahil kesiminde topografik eğimin nispeten daha az olduğu bölgelerden başlayarak yumuşak eğimli yamaçlara doğru uzanmaktadır. Yerleşim yerleri dışındaki tüm kıyı şeridi ise yüksek eğimli yamaçlar veya falezlerden oluşmaktadır (Şekil 22).



Şekil 22: Adalarda Arazi Kullanım Durumları ve Morfolojik Yapı, a) Büyükkada Güneyi, b) Heybeliada Yerleşim Bölgesi

Tsunaminin kıyılara vardığında eriştiği su düzeyi yükselmeleri genellikle adaların tüm kıyı şeridine benzer özellikte olmasına rağmen, bahsedilen bu az eğimli kıyıya yakın yerleşimlerin yoğunlaştığı bölgelerde ve plajlarda kıyıdan içeriye daha fazla ilerlemektedir. Adalardaki evler genellikle yazlık amaçlı kullanılmakta olup yerleşik nüfusun bir kısmı yaz aylarında adaya gelmekte, özellikle yerli turizm hareketleri nedeniyle ilçe nüfusu yaz mevsiminde kış mevsimine göre 10 katına yakın artmaktadır, hafta sonlarındaki artış, çok daha fazla olmaktadır. Adaların olan bu ilginin nedenleri olarak adalardaki tarihi, kültürel ve doğal güzelliklerin yanında deniz turizmi olanakları gösterilebilir. Gerek yerleşim yerleri önünde gerekse meskün alan dışındaki kıyı şeridine birçok plaj bulunmaktadır. Plajların genel olarak dar olması ve adalardaki önemli cazibe noktaları olarak yoğun kullanımı nedeni ile tsunami dalga etkisini sınırlayacak kıyı duvarı şeklinde yapısal bir önlem alınması olanaklı gözükmemektedir (Şekil 23).



Şekil 23: Kinaliada Sahilinde Kış ve Yaz Sezonu Kullanımı

Bu nedenle tsunami dalga etkisindeki tüm alanlar için alınabilecek en basit ve uygun önlem, olası bir tehlike öncesinde bölgenin hızlıca tahliyesi olacaktır. Bunun için öncelikle konuma göre

en uygun tahliye rotalarının belirlenmesi ve bölgeyi (sürekli veya günübirlik) kullanan kişilerin farkındalık düzeylerini artıracı bilgilendirmelerin yapılması, sonrasında ise mümkün olduğunda belirli aralıklar ile tatbikatların düzenlenmesi gerekmektedir. Farkındalık düzeyinin artırılması için en etkili yöntemlerden birisi uyarıcı, yönlendirici ve bilgilendirici amaçlar ile hazırlanmış tabelaların öncelikle adalarda yoğun kullanım olan kıyı bölgelerine, vapur iskelelerine, park ve plaj alanlarına, sahil yürüyüş yolları üzerine uygun aralıklar ile yerleştirilmesidir. Bilgilendirici tabelalarda, alanın olası tsunami riski hakkında bilgiler verilmeli, hangi durumlarda harekete geçileceği ve bölgenin hangi yollar kullanılarak hızlıca terk edilmesi gerektiği gösterilmelidir. Ayrıca hazırlanacak tanıtıcı afişlerin adaya yolcu taşıyan deniz araçlarında yolcuların göreceği yerlere asılması, el broşürlerinin yolculara dağıtılması planlanıp uygulanmalıdır. Afişler ve bilgilendirici/yol gösterici broşürler yabancı ziyaretçiler düşünülerek farklı dillerde de hazırlanmalıdır. Tehlike anında oluşabilecek panik ortamı düşünülerek en yakın tahliye koridoruna yönlendirici tabelalar yerleştirilmeli, tahliye koridorları üzerinde güvenli bölge sınırlarını gösteren işaretler konulmalıdır. Bu tabela ve panoların istenen amaca ulaşılabilmesi için yapımından itibaren sürekli bakım ve onarım işlemlerinin yapılması gereklidir. Tüm adalarda kıyı şeridi gerisindeki yollar kıyıdan uzaklaşırken topografik olarak yüksek kota erişmeyi sağladığından sahile açılan tüm dik yollar tahliye koridoru olarak kullanılabilecektir. Ancak meskün alan dışındaki plaj alanlarının tahliyesi için kullanılacak yolların bölgenin en yoğun olduğu dönemdeki tahliyesi için uygun olmadığını belirlenmesi durumunda tahliye için gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

Kıyı şeridine bulunan restoran, kafe ve eğlence-dinlenme merkezleri gibi halkın yoğun kullandığı hizmet sektörü temsilcileri ile tüm esnaf, yerleşik nüfus ve mülk sahipleri tsunami riski hakkında bilgilendirilmeli, tatbikatlar yapılarak eğitilmeli ve tahliye çalışmalarında aktif rol almaları sağlanmalıdır. Bölgeye ulaşımı sağlayan deniz araçları ile ilçe limanlarında bağlı tüm deniz araçlarını kullanan deniz adamlarına verilecek eğitimlerde bölgenin tsunami riskleri ve tehlike durumlarında ne şekilde davranışması gerektiği konuları anlatılmalıdır.

7.2. Adalar İlçesi Tsunami Hazırlık Rehberi

Bu çalışma kapsamında üretilen bilgiler ve elde edilen bulgular doğrultusunda, Adalar ilçesinde olası tsunami kayıplarının azaltılmasına yönelik önerilerin yer aldığı Adalar 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 özellikle olup, ilerleyen dönemde alınan önlemlerin ve gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları doğrultusunda bu haritanın revize edilmesi gerekmektedir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Adalar ilçesi gerek birbirinden bağımsız adalar grubundan oluşması gerek coğrafi konumu gerekse sosyo-kültürel yapısı itibariyle İstanbul'un en özel ilçelerinden biridir. Adalar ilçesindeki yerleşim birimleri daha çok sahil kesiminde sıkışmış olup; genellikle eğimin nispeten daha az olduğu bölgelerden başlayarak yumuşak eğimli yamaçlara doğru uzanmaktadır. Yerleşim yerleri dışındaki tüm kıyı şeridi ise yüksek eğimli yamaçlar veya falezlerden oluşmaktadır.

Adalar ilçesindeki konutların önemli bir bölümü genellikle yazlık amaçlı kullanılmakta olup yerleşik nüfusun bir kısmı yaz aylarında adaya gelmekte, özellikle yerli turizm hareketleri nedeniyle ilçe nüfusu yaz mevsiminde kiş mevsimine göre önemli seviyede artmakta olup, özellikle hafta sonları ilçe genelinde muhtelif sahalarda bulunan plajların rağbet görmesi dolayısıyla nüfus artışı beklenenden çok daha fazla olabilmektedir. Dolayısıyla olası bir tsunaminin gerçekleşmesi durumunda olayın saatı ve tarihi en belirleyici etkenlerden biri olmaktadır.

Adalar ilçesini özel kılan niteliklerinden biri de İstanbul ana karası ile fiziki bağının olmaması itibariyle ulaşımın yalnızca deniz yoluyla yapılabiliyor olmasıdır. Bu durum olası bir afet durumunda adaları kritik bir duruma sokmaktadır. Adalar'da yaşayan kişilerin buraya dönüşleri ile Adalar'dan çıkış yapması gereken kişilerin lojistik durumu ilçe genelindeki afet yönetimi sürecinde önemli bir etmen olarak değerlendirilmektedir.

Tsunami etkisi açısından bakıldığından ise ilçe genelindeki en temel önlemin tahliye kapasitesinin artırılması olduğu gözükmeektedir. Bunun için başta ilçede yerleşik bulunan vatandaşların tsunami riskiyle ilgili bilgilendirilmeleri sağlanmalıdır. Ayrıca tahliye rotalarının etkinliğinin korunması büyük önem taşımaktadır. İlçe özelinde ele alınması gereken bir diğer konu da ilçeyi ziyaret eden günübirlik misafirlerin konuya ilgili bilgilendirilmesidir. Özellikle yaz aylarında ilçeyi ziyaret edenlerin olası bir tsunamideki davranış biçimleri kayıpların önüne geçilmesinde önemli bir faktör olacaktır. Bu doğrultuda sahil kesiminde bilgilendirme panoları ve levhalarının yerleştirilmesi pratik bir çözüm olarak değerlendirilmelidir.

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

9. KAYNAKÇA

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

EK-1

